

중화인민공화국행업표준

철건설 [2010] 241 호

철도콘크리트공사 시공기술지침서

**Technical guide for constructional of railway
concrete engineering**

2010-12-08 발표

2010-12-08 실시

중화인민공화국철도부 발표

중화인민공화국행업표준

철도콘크리트공사 시공기술지침서

**Technical guide for constructional of railway
concrete engineering**

편집주관단위: 중철 3 국집단유한공사

승 인 부 서 : 중화인민공화국철도부

실 행 날 짜 : 2010 년 12 월 8 일

중 국 철 도 출 판 사

2010 년 북경

고속철도 노반공사등 9가지 항목 시공품질 검수표준에 관한 인쇄 발행 통지

철건설[2010]241 호

지금<철도콘크리트공사시공품질검수표준>,<고속철도 노반공사 시공품질 검수표준>,<고속철도교합공사시공품질검수표준>,<고속철도터널공사시공품질 검수표준>,<고속철도 궤도공사 시공품질 검수표준>,<고속철도 통신공사 시공품질 검수표준>,<고속철도 신호공사 시공품질 검수표준>,<고속철도 전력공사 시공품질 검수표준>,<고속철도 전력 견인급전공사 시공품질 검수표준>등 9 가지 항목 시공품질 검수표준을 발행하므로 발행 시일부터 실행한다.

철도부에서 이미 발행한 <철도 콘크리트와 구조물 공사 시공 규범>(TB 10210-2001),<고속철도 무도상궤도공사 시공 정밀 조정 작업 지침>(철건설합[2009]674 호),<여객전용선 철도 무도상궤도 충전층 시공 기술 지침>(철건설합[2009]1611 호),<철도 CTCS-2 급 열차 운행 컨트롤 시스템 토크백공사 기술 임시 시행 규정>(철건설[2007]123 호),<철도 humping signal 시공 규범>(TB10221-2000),<여객전용선 철도 신호공사 실외 설비 설치 규정>(TB10216-2009) 및 규정부서에서 발표한 <여객전용선 철도 전력 견인 급전 공사 시공기술지침>(TZ208-2007),<철도 콘크리트 공사 시공 기술지침>(TZ210-2005),<여객전용선 철도 궤도공사 시공 기술지침>(TZ211-2005),<여객전용선 철도 노반공사 시공 기술지침>(TZ212-2005) <여객전용선 철도 교합공사 시공 기술지침>(TZ213-2005),<여객전용선 무도상궤도 철도공사 시공 기술지침>(TZ216-2007),<여객전용선 철도 신호공사 시공 기술지침>(TZ226-2008)을 동시에 폐지한다.또한 철도부 원래 발표한 관련 표준이 본차 발행한 9 가지 항목 시공 기술 지침과 어긋나는 부분은 본차 발표한 내용을 기준으로 한다.

고속철도 노반공사등 9 가지 항목 시공 기술 지침은 철도부 건설관리사에서 해석을 책임지고 철도공사 기술표준소,중국 철도 출판사에서 출판과 발행을 조직한다.

중화인민공화국 철도부

2010년 12월 8일

서언

본 기술 지침은 철도부 <2009 년 철도 공사 건설 표준 편집 계획에 관한 인쇄 발행 통지>(철건설합[2009]34 호)의 요구를 근거하여 <철도 콘크리트와 구조물공사 시공 규범>(TB10210-2001)과 <철도 콘크리트공사 시공 기술지침>(TZ210-2005)의 기초상에서 경진,무광,정서,합녕,합무,석태 동남연해,호녕등 고속철도의 건설,운영 경험을 충분히 흡수하여 편집하였다

본 기술 지침의 편집 업무는 철도공사 총체적 기술 노선을 긴밀하게 장악하여 높은 출발과 높은 표준을 고수한다.원시적 혁신,통합 혁신과 도입하여 소화와 흡수 후 재 혁신을 통하여 우리 나라 국정, 노정에 부합함을 형성시켜 자주적 지적재산권을 구비한 중국 철도 콘크리트 공사 시공 기술 표준이다. 본 지침은 시공 품질 검수 표준을 근거로 하고 중점적으로 시공 과정 중의 공법,품질 보증 조치에 대하여 규정을 정하였고 공사 시공의 신 기술,신 자재,신 공법,신 설비를 반응하여 우리나라 철도 공사의 기술 특점과 시공 관리 요구를 충분히 체현하였다.

본 기술 지침은 13 장으로 구성되었고 총칙,기술 용어,기본 규정,거푸집 공사,철근 공사,콘크리트 공사,프리스티레스 공사,특수 콘크리트(몰탈),방부식 강화 조치시공,석축 공사,동절기 시공,하절기 시공,환경보호와 노동안전 위생이 포함되고 별도로 7 가지 부록이 있다.

본 기술 지침의 주요 내용은 아래와 같음:

1 “6 위 1 체”건설 관리 요구를 실현하고 품질,안전,공기,투자 관리,환경 보호와 기술 혁신에 대하여 겨냥성 관리 조치를 제출하였다.

2 건설 항목의 표준화 관리 내용을 반응하였고 관리제도,인원배치,현장 관리,과정 관리 표준화를 위하여 결합성 표준 규정을 제공하였다.

3 현대화 시공 관리 수단을 강조하였고 적극적으로 기계화,공장화,전업화,정보화의 시공 시점을 널리 보급하기 위하여 지도성 원칙 요구를 명확히 하였다.

4 전 방위,전 과정 품질 관리 이념을 체현하였고 발원지 관리,관정 관리,세부적 관리 방면에서 건설 각방의 관건성 업무 내용을 명확히하였다.

5 공사 구조의 안전성,신뢰성,내구성과 시스템 사용 기능등 방면의 품질

관리 요구를 돌출하여 고속 철도의 안전,안정 운영을 보증한다.

6 콘크리트 공사 시공 중에서 발생하기 쉬운 품질 통폐를 정리하여 분석해서 겨냥성 관리 조치를 제정하였다.

7 거푸집과 지지 체계는 시공 설계의 요구에 따라 진행함을 규정하여 그의 강도,stiffness,안정성과 연결 신뢰성을 확보한다.

8 철근기계 연결이음(Upsetting straight thread 과 rolling straight thread 연결 이음)의 가공,설치 내용과 HRB400 철근의 관련 요구를 증가하였다.

9 반입한 골재 함니량이 기준 초과,급별이 불합격 시 필히 세척과 채가름을 재다시 진행하고 또한 점검을 거쳐서 합격되어야 사용이 가능함의 요구를 제출하였다.

10 원자재 품질이 합격한 기초상에서 변동 발생 시는 혼합제용량,조골재 등급 분별 비례,샌드율만 대하여 적당히 조정하는 규정을 명확하였다.

11 무 인장과 피로 저형 요구가 있는 C40 이하 강도 등급 콘크리트는 자갈을 사용할수 있음의 규정을 증가로 충분히 현유 자원을 이용하여야 한다.

12 콘크리트 중의 삼산화 유허의 한계를 규정하였고 불동한 환경 조건의 광물 혼입제 용량 범위를 세부적으로 하여 구조의 내구성을 확보한다.

13 콘크리트의 자재 투입 절차,반죽 시간등 기술 요구를 통일하였다.

14 함기량 요구가 $\geq 4.0\%$ 인 콘크리트에 대하여 감수제와 AE 제는 서로 섞이는 방식으로 조제를 진행하는 요구를 규정하였다.

15 신규 콘크리트 결합면 치핑 처리의 구체 기술 요구를 세부화 하였다.

16 프리스트레스 콘크리트 구조의 몰탈 주입과 정착단(구)의 공법 요구를 완벽히 하였다.

본 기술 지침을 집행하는 과정에서 각 업체는 공사 실천을 결합하여서 경험을 총결하고 자료를 축적하기 바란다.

본 기술 지침은 철도부 건설 관리사에서 해석을 책임진다.

편집주관업체:중철 3 국그룹유한공사

편집참가업체:중국철도과학연구원 중철 12 국그룹유한회사

목 록

1 총 칙.....	10
2 기 술 용 어.....	12
3 기 본 규 정.....	18
4 거 푸 집 공 사.....	21
4.1 일반규정.....	21
4.2 거푸집 설계.....	22
4.3 거푸집 제작과 설치.....	23
4.4 거푸집 해체.....	26
5 철 근 공 사.....	27
5.1 일 반 규 정.....	27
5.2 철 근 가 공.....	28
5.3 철 근 연 결.....	30
5.4 철근 조립.....	37
6 콘 크 리 트 공 사.....	40
6.1 일반규정.....	40
6.2 Batch Plant (B/P, 콘크리트 생산공장).....	40
6.3 콘크리트 원재료의 선정.....	42
6.4 콘크리트 원재료의 보관, 운송과 관리.....	54
6.5 콘크리트 배합비 선정.....	55
6.6 콘크리트 믹서 (반죽).....	63
6.7 콘크리트 운반.....	64

6.8 콘크리트 타설.....	66
6.9 콘크리트 진동다짐.....	71
6.10 콘크리트 양생	73
6.11 콘크리트 거푸집 해체	75
7 프리스트레스 인장.....	78
7.1 일반규정.....	78
7.2 강연선, 정착장치, 부속장치와 커플러	78
7.3 쉬스관.....	80
7.4 인장재료의 관리.....	82
7.5 강연선 가공과 설치.....	82
7.6 프리스트레스 힘 인장.....	85
7.7 그라우팅.....	88
7.8 덮개 마감 (정착구 마감).....	92
8 특수콘크리트 (모르타르).....	93
8.1 일반규정.....	93
8.2 매스 콘크리트.....	93
8.3 섬유콘크리트.....	98
8.4 숯크리트.....	100
8.5 특세사(特細砂)콘크리트.....	104
8.6 수축보상 콘크리트 (무수축콘크리트).....	105
8.7 투수콘크리트 (無砂透水混凝土).....	107
8.8 기밀성(氣密性)콘크리트.....	107

8.9	섬유보강 모르타르 (활성분말 콘크리트).....	108
8.10	교량받침 모르타르	111
9	방(防)부식 강화조치 시공	114
9.1	일반규정.....	114
9.2	콘크리트표면 도장층.....	114
9.3	에폭시 코팅 철근 시공.....	115
9.4	철근 방청제의 활용.....	118
9.5	음극(-)보호	119
9.6	외부 보호 철판.....	121
10	석 축 공 정.....	125
10.1	일반규정	125
10.2	석재와 프리캐스트 콘크리트 블럭	125
10.3	모 르 타 르	127
10.4	찰 싹 기 시 공	128
10.5	메 싹 기 시 공	132
11	동 절 기 시 공.....	134
11.1	일 반 규 정	134
11.2	철 근 시 공	135
11.3	콘 크 리 트 시 공	136
11.4	석 축 시 공	140
12	하 절 기 시 공.....	142
12.1	일 반 규 정	142

12.2 콘크리트 시공	142
12.3 석축 시공	143
13 환경보호와 노동안전위생	145
13.1 일반 규정	145
13.2 수토(水土)오염과 유실을 방지	145
13.3 공기와 소음 방지	146
13.4 노동 안전 위생	146
부록 A 콘크리트 펌프 송출량과 수요되는 레미콘 운수차량 계산방법	148
부록 B 잭 교정 시험방법	149
부록 C 포스트 텐션 프리스트레스 강연선의 실측한 신장량 수정과 이론 신장량 정확한 계산	151
부록 D 대단면 콘크리트 타설체 시공단계 온도응력과 수축응력의 계산 방법	155
부록 E 매스콘크리트 타설체 표면 온도층의 계산방법	166
부록 F 석축공사에 사용되는 석재의 유형, 규격과 품질요구	169
부록 G 몰탈 배합비 설계, 공시체 제작, 양생 및 항압강도가 취하는 값	170
본 지침 사용명사 설명	175
<철도콘크리트공사 시공기술지침서> 조문설명	176

1 총 칙

1.0.1 철도콘크리트와 석축공사(砌体工程)시공 기술요구를 통일하고 시공 관리를 강화하며 공사 품질을 보증하기 위하여 본 기술지침서를 제정한다.

1.0.2 본 기술지침서는 철도콘크리트 및 석축공사 시공에 적용한다.

1.0.3 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 반드시 국가 법률, 법규 및 관련 기술표준에 따라 시행한다.

1.0.4 건설 참여 각 단위는 응당 관리제도, 인원 배치, 현장관리와 과정 제어 등 표준화 관리를 강화하여 품질, 안전, 공기, 투자 효익, 환경 보호, 기술 창출 등 건설관리 목표를 실현해야 한다.

1.0.5 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 적극적으로 기계화, 공장화, 전문화, 정보화 등 현대화 시공수단을 추진하며 공사 품질, 시공 안전을 확보해야 한다.

1.0.6 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 엄격히 원재료 품질을 관리하고 설계 배합비를 합리화하며 시공공법 관리를 강화하고 시험검측을 엄격히 하여 공사품질을 확보해야 한다.

1.0.7 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 현장관리를 강화하고 현장배치를 규범화하고 문명시공 수준을 제고해야 한다. B/P 장, 철근 가공장 등 임시공사의 계획, 설계와 건설 등은 응당 부지 합리, 투자절약, 환경보호, 에너지 절감, 영구와 임시 결합, 합리적 사용의 원칙에 부합하여야 한다.

1.0.8 철도 콘크리트와 석축공사 시공 중 응당 제때에 기상, 수문 및 지질 재해 등 관련 정보를 파악하고 자연재해에 대한 식별 평가, 계획 예방, 감독 응급, 공사처리 업무를 중시하여 자연 재해 및 그 영향을 유효적으로 감소해야 한다.

1.0.9 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 철저히 국가 자원 절약, 에너지 절감, 배출량 감축 법규와 기술표준을 집행하며 공사특점과 환경 조건에 결합하여 기술조치를 제정해야 한다.

1.0.10 철도 콘크리트와 석축공사 시공의 각 공종 인원은 응당 전문교육을 통하여 합격 후 투입되어야 한다.

1.0.11 철도 콘크리트와 석축공사 시공자료 수집과 정리 업무는 응당 공정

진도와 동시에 진행하고 체계적, 안정, 진실, 정확하게 작성하여 유효한 이용가치와 품질책임 책임 기능을 완비시켜야 한다. 동시에 관련 규정에 따라 자료의 분류 보관 관리업무를 잘 해야 한다.

1.0.12 본 지침에서 언급하지 않은 신기술, 신공법, 신장비, 신재료에 대하여 응당 별도로 보충표준을 제정해야 한다.

1.0.13 철도 콘크리트와 석축공사 시공은 본 기술지침에 부합되어야 하는 외 응당 국가 현행 관련표준 규정에도 부합하여야 한다.

2 기 술 용 어

2.0.1 콘크리트 구조(混凝土结构) concrete structure

콘크리트를 주로 하여 형성하는 구조를 말하는데 무근콘크리트 구조, 철근콘크리트구조와 프리스트레스트 콘크리트구조 등을 포함한다.

2.0.2 현장타설 콘크리트 구조(现浇混凝土结构) cast-in-site concrete structure

현장에서 타설하여 형성하는 콘크리트 구조.

2.0.3 프리캐스트 콘크리트 구조체 (预制混凝土构件) precast concrete member

전문 거푸집을 이용하여 제작장에서 사전 제작한 콘크리트 구조체.

2.0.4 콘크리트 구조 내구성 (混凝土结构的耐久性) durability of concrete structure

일정한 환경작용과 예상된 보호 및 사용조건 하에서 구조 및 구조체의 설계 사용연한 내에서 적용성과 안전성을 유지하는 능력이다.

2.0.5 설계 사용연한 (设计使用年限) design working life

설계인원이 구조 내구성 설계 의거로 사용하며 충분한 안전성 혹은 보증율을 가지고 있는 목표 사용연한이다.

2.0.6 거푸집 (模板) form

콘크리트를 타설하여 성형하게 하고 콘크리트가 일정한 강도에 도달하기 전 콘크리트 자중을 지지하는 임시성 구조이다.

2.0.7 거푸집용 동바리 (模板支架) form support

직접 거푸집에서 전달되는 하중을 지지하며 거푸집 공간 위치 정확성을 확보하여 하중을 기초 혹은 지지구조에 전달하는 지지시스템으로 간략하여 동바리라고 한다. 동바리가 힘을 받은 후의 내력, 변형이 아치의 특징 혹은 동바리 형식이 아치형일 경우 아치 동바리라고 한다.

2.0.8 동바리 (腳手架) scaffold

시공기간 작업인원, 시공장비와 적치재료 등 하중을 지지하고 전체성을 강화하는 임시 고소작업대이다.

2.0.9 거푸집 공사 (模板工程) formwork

콘크리트 타설을 지지하는 전체 시스템, 콘크리트표면과 직접 접촉하는 거푸집 면과 동바리 및 관련된 연결부재와 전단키 등을 말한다.

2.0.10 철근 플래시 맞대기용접 (钢筋闪光对焊)

flash butt welding of reinforcing steel bar

두개 철근을 맞대기 형식으로 설치하고 전기저항열을 이용하여 접촉점 금속을 용화하여 강렬하게 사방으로 튀고 불꽃을 형성하며 신속하게 끝단 단력(鍛力)으로 용접을 완성하는 일종의 압력 용접방법이다.

2.0.11 철근 아크용접 (钢筋电弧焊) arc welding of reinforcing steel bar

용접봉을 한 개 극으로 하고 철근을 다른 극으로 하고 용접전류를 이용하여 발생하는 전기 아크열로 용접을 진행하는 일종의 용해 용접 방법이다.

2.0.12 철근 기계식 연결 (钢筋机械连接) rebar mechanical splicing

철근과 연결 구조체간을 기계 결합작용 혹은 철근 단면의 지압력 작용을 통하여 한 개 철근 중의 힘을 다른 한 개 철근에 전달하는 연결 방법이다.

2.0.13 철근의 콘크리트 최소피복두께 (钢筋的混凝土保护层最小厚度)

minimum concrete cover to reinforcement

콘크리트가 녹이 쏘고 부식되는것을 방지하기 위한 콘크리트 표면으로부터 제일 바깥층 철근까지의 외연이 필요한 콘크리트의 최소 두께이다.

2.0.14 광물혼화재 (혼화재) (矿物掺和料) mineral admixtures

콘크리트 비비기 과정에서 추가하는 일정한 세밀도와 활성을 가지고있는 새로 비비고 콘크리트성능 (특히 콘크리트의 내구성능) 을 개선시키는데 쓰이는 광물류 제품인데 예를 들어 플라이애쉬, 부드럽게 갈아진 광물재, 규소분말 등이다. 혼화제는 단독으로 사용할수도 있고 복합적으로 사용할수도 있다.

2.0.15 결합재료 (胶凝材料) cementitious material, or binder

콘크리트를 생산에 사용하는 시멘트와 광물 혼화제의 총칭이다.

2.0.16 물-결합재 비 (水胶比) water to binder ratio

콘크리트 혼합물 중의 물과 결합 재료 총량의 질량비.

2.0.17 알칼리성 골재 (碱活性骨料) alkaline reaction aggregate

일정한 조건에서 콘크리트 중의 알칼리와 화학반응을 하며 콘크리트 구조로 하여금 팽창, 균열, 심지어 파괴하는 골재를 말한다.

2.0.18 전기 통과량 (电通量) passed electric charge

60v 직류 전압의 작용 조건에서 6hr 내에 콘크리트를 통과하는 총 전기유량이다.

2.0.19 염소이온 확산계수 (氯离子扩散系数) chloride diffusion coefficient

콘크리트 공극수 중 염소이온이 고농도 구역에서 저농도 구역으로 확산되는 과정에서의 계수를 말한다.

2.0.20 콘크리트 동해 저항등급 (混凝土抗冻等级)

resistance class to freezing-thawing of concrete

콘크리트가 동결 용해순환 파괴능력에 저항하는 지표를 말한다.

2.0.21 기포 간격 (气泡间距) air bubble spacing

경화된 콘크리트 중 인접 기포 사이 거리의 평균치.

2.0.22 유산염 결정과괴 저항등급 (抗硫酸盐结晶破坏等级)

resistance class to sulphate physical attack of concrete

콘크리트가 유산염결정과괴능력에 저항하는 지표를 말한다.

2.0.23 부식 (腐蚀) deterioration

콘크리트구조와 주위의 환경요인과 물리, 화학 혹은 전기 화학반응으로 인하여 받은 점차적인 손상과 파괴를 강철재료에서는 부식 (corrosion) 이라고 한다.

2.0.24 부식 방지 강화조치 (防腐蚀强化措施) enhanced protective measures

콘크리트의 밀실성을 개선하고 철근의 콘크리트 피복두께를 증가하는 보편적인 조치가 구조의 내구성을 확보하지 못하는 전제하에서 추가로 진행하여야 하는 기타 방부식조치이다.

2.0.25 건조 콘크리트 (干硬性混凝土) concrete of dry consistency

콘크리트 혼합물 슬럼프치가 10mm 이하이고 비비(Vebe consistency) 질기 (S)로 콘크리트 질기를 표시한다.

2.0.26 수축보상(무수축)콘크리트 (补偿收缩混凝土) shrinkage-compensating concrete

팽창제 혹은 팽창로 생산하는 자체응력이 0.2MPa~1.0Mpa 인 콘크리트를 말한다.

2.0.27 보온 덮개법 (蓄热法) thermos method

콘크리트 타설 후 원재료 가열 및 시멘트 수화열량을 이용하고 적당한 보온조치를 통하여 콘크리트 냉각을 지연시켜 콘크리트가 0℃ 전 요구하는 예상강도에 도달하는 시공방법이다.

2.0.28 난방천막법 (暖棚法) tent heating method

양생하려는 콘크리트 구조체 혹은 구조를 천막 속에 배치하고 천막내 공기를 가열하여 콘크리트를 영상온도 환경조건에서 양생하는 방법이다.

2.0.29 전기가열법 (电加热法) electric heat method

동절기 콘크리트 타설시 전기에너지를 이용하여 가열 양생하는 방법. 전극 가열, 전기 장판, 주파수 Turbo(工频涡轮), 권선감응과 적외선 가열법을 포함한다.

2.0.30 시공이음 (施工缝) construction joint

콘크리트 타설과정 설계 혹은 시공 요구에 근거하여 분리타설하여 신, 구 타설한 콘크리트 간에 형성된 이음부를 말한다.

2.0.31 프리텐션 (先张法) pre-tensioned

콘크리트 타설 전에 강선을 인장하고 콘크리트가 일정한 강도에 도달한 후 강선을 절단하여 강선과 콘크리트의 접합력을 통하여 콘크리트에 프리스트레스 힘을 전달하는 방법.

2.0.32 포스트텐션 (后张法) post-tensioned

콘크리트 타설 완료후, 일정한 강도에 도달한 후 강선을 인장하여 프리스트레스 힘을 전달하는 방법.

2.0.33 정착구 (锚具) anchorage

포스트텐션 구조 혹은 구조체 중 강선의 인장력을 유지하는데 사용되고 인장력을 콘크리트에 전달하는 영구성 고정장치.

2.0.34 Wedge (夹具) grip

프리텐션 구조체 시공시 강선의 인장력을 유지하는데 사용되고 작업대 (혹은 장비)에 고정하는 임시성 고정장치. 포스트텐션 구조 혹은 구조체 시공시 잭 인장 혹은 장비에 강선을 삽입하는 임시성 고정장치 (또는 Jack

wedge)이다.

2.0.35 커플러 (连接器) coupler

강선을 연결하는데 사용하는 장치.

2.0.36 정착판 (锚垫板) bearing plate

포스트텐션 콘크리트구조에서 콘크리트구조속에 매설하거나 혹은 콘크리트구조 단부에 설치하여 고정구에서 전달하는 긴장력(预加力)을 지지하고 이를 콘크리트에 전달하는 구조체이다.

2.0.37 시공절차 (工序) constructional procedure

시공과정 상대적으로 독립적인 특점을 가지고있는 작업활동이 거나 혹은 필요한 기술 중단 혹은 정지로 구분한 작업활동으로서 시공과 정의 기본단원이다.

3 기 본 규 정

3.0.1 건설에 참여하는 각 단위는 응당 엄격히 국가와 철도부 현행 건설관리 관련 방법과 본 지침서의 관리규정에 따라 시행해야 한다.

3.0.2 건설에 참여하는 각 단위는 응당 사업관리 계획을 제정하고 중점적으로 콘크리트 원재료 품질, 배합비 설계, 거푸집 및 동바리 설치, 프레스트레스힘 시공 등 관리를 강화하며 콘크리트 타설, 진동다짐과 양생 등 절차 관리를 중시해야 한다.

3.0.3 건설에 참여하는 각 단위는 응당 품질보증체계를 구축하고 공사 시공품질에 대하여 전반적인 과정관리를 진행하며 품질책임 종신 책임제도를 실시한다.

3.0.4 건설에 참여하는 각 단위는 응당 안전생산 관리체계를 구축하고 엄격히 철도공사 시공관련 안전기술규정을 집행하며 전문 안전관리기구를 설치하며 전문 안전관리인원을 배치하여 안전생산책임제를 실시하며 공사 시공안전을 확보해야 한다.

3.0.5 건설에 참여하는 각 단위는 응당 환경관리체계를 구축하고 지속적으로 개선하며 환경관리 계획을 제정하고 실시하여 유효적으로 건설시공이 환경에 대한 영향을 감소해야 한다.

3.0.6 건설에 참여하는 각 단위는 응당 콘크리트 B/P 와 공사시험실 점검제도를 제정하고 인원을 조직하여 점검을 진행하며 콘크리트와 석축공사 원재료 품질, 동절기 시공 등 전문검사를 강화해야 한다.

3.0.7 탐사 설계단위는 응당 설계문서에 구조설계 사용 연한, 환경유형 및 작용등급, 콘크리트 내구성 지표 등을 명확히 하고 철근 연결방식과 연결부위 위치 등 시공기술 관련 요구를 명확히 해야 한다. 콘크리트공사 시공 전 응당 구조가 처한 화학침식환경, 염화환경 등을 확인해야 한다.

3.0.8 감리단위는 응당 중점적으로 원재료 반입 검수, 배합비 검토, 관건적 절차 입회 등 감리업무를 잘 해야 한다.

3.0.9 시공단위는 응당 각 급 기술 이전, 콘크리트 생산, 타설, 진동다짐, 양생, 철근 연결, 인장, 그라우팅 등 작업지도서 작성을 잘 해야 하며 작업 표준과 공법요구를 명확히 해야 한다.

3.0.10 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 공사유형, 시공조건, 공기요구, 기상 수문조건 등 요인에 근거하고 선진적, 안전 적용, 에너지 절감, 환경 보호의 원칙에 따라 합리하게 기계장비를 배치하며 적극적으로 기계화 시공을 추진해야 한다.

3.0.11 콘크리트 생산, 철근 가공, 소형 구조체 사전제작 등 은 응당 공장 제작의 방식을 적용한다.

3.0.12 철근공사, 콘크리트공사, 프리스트레스 힘 공사 등 관건적 절차는 응당 전문작업팀을 구성하여 시공을 진행하며 관리와 작업인원은 응당 상대적으로 고정해야 한다.

3.0.13 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 그 에 관련한 정보관리 시스템을 구축하여 공사 시공관리 정보 전달은 신속하고 믿음성이 있고 유효 적이어야 한다.

3.0.14 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 철도부 현행 《철도공사 시공조직 설계 지침서》규정에 따라 시공조직설계를 작성하고 관리성공사, 중,난점 및 高 리스크공사 관리를 강화해야 한다.

3.0.15 콘크리트와 석축공사 시공 현장관리는 응당 철도부 현행 《철도건설 사업 현장관리 규범》(TB10441) 관련규정에 부합하여야 한다. 합리하게 생산구역, 보조생산구역, 사무 생활구역 등 을 배치하며 홍수, 화재, 폭발, 지진재해 방지 등 요구를 고려해야 한다.

3.0.16 콘크리트와 석축공사 시공현장은 응당 《철도건설사업 현장 안전문명표지》의 규정에 따라 안전문명 표지판을 설치해야 한다.

3.0.17 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 사업 규모와 특점과 결부하고 철도부 현행 《철도건설사업 공사시험실 관리표준》 (TB10442)의 규정에 따라 공사시험실을 설치하며 공사 품질관리 요구에 만족해야 한다.

3.0.18 콘크리트와 석축공사 시공 중 응당 직업건강과 노동 위생보호에 중시하고 관리계획을 제정함과 동시에 유효적으로 관리하여 직업 건강 안전 사고 발생을 방지해야 한다.

3.0.19 콘크리트와 석축공사 시공은 응당 공사특점과 시공환경과 결부하여 위험원을 판정하고 중대 위험요인에 대하여 긴급처리 방안을 제정 함과 동시에 규정에 따라 교육과 훈련을 조직해야 한다.

3.0.20 콘크리트와 석축공사 시공 전 응당 원재료 조사, 콘크리트 배합비 선정과 시험등 업무를 시행해야 한다.

4 거푸집공사

4.1 일반규정

4.1.1 거푸집 및 동바리(아치형 동바리)은 응당 설계문서, 시공기술방안 과 시공공법 등 요구에 근거하여 시공 설계를 진행해야 한다.

4.1.2 거푸집 및 동바리(아치형 동바리)은 반드시 우선적으로 강재를 사용하여 제작하여야 하며 장소에 따라 적당하게 변경하며 기타 재료를 선택하여 제작할수도 있다. 거푸집 및 동바리(아치형 동바리)은 응당 아래의 규정에 부합되어야 한다.

콘크리트구조와 구조체 각 부위의 설계형상, 치수와 상호간의 위치의 정확성을 확보해야 한다.

충분한 강도(強度), 강성(剛度)와 안정성을 가지고있고 견고하게 연결되며 신(新)타설 콘크리트의 중력, 측압 및 시공 중에서 가능하게 발생할 수 있는 각종 재하 하중을 지지할 수 있어야 한다.

이음부 몰탈 방지, 제작이 간단하고, 설치가 편리하고, 해체가 용이하며 반복 사용이 가능해야 한다.

콘크리트구조와 구조체의 특징, 시공조건과 타설방법과 상호간 부합되어야 한다.

4.1.3 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 강재는 응당 국가현행표준 《철골 구조설계표준》(GB50017)의 규정에 따라 선정하고 우선적으로 Q235 강재를 선정하는 것이 적정하다.

4.1.4 용접용 전기용접봉은 응당 강재 강도에 적정한 것으로 선정하며 용접봉 품질은 응당 국가 현행표준의 규정에 부합하여야 한다.

4.1.5 거푸집과 동바리간은 서로 연결하지 않는다.

4.1.6 거푸집과 콘크리트간 접촉면은 응당 표면에 박리제를 도포해야 한다. 거푸집 사용 완료후 응당 규정에 따라 보수, 보관을 해야 한다.

4.1.7 콘크리트 타설 전 응당 거푸집 및 동바리(아치형 동바리)을 점검 및 유지보수를 진행하며 이상 발생 시 제때에 처리해야 한다.

4.1.8 시공 과정 중 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설치와 해체 순서 및 안전조치는 응당 시공기술방안 규정에 부합하여야 한다.

4.2 거푸집 설계

4.2.1 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설계는 응당 아래의 하중을 계산하여야 한다.

연직 하중

거푸집 자체의 중력.

새로 타설한 콘크리트의 중력.

철근 (매립 건 포함)의 중력.

시공인원과 기구장비의 중력.

콘크리트 진동시 발생하는 하중.

기타 하중.

수평 하중

새로 타설한 콘크리트가 거푸집에 대한 측압.

콘크리트 타설 시 진동에 의해 발생하는 하중.

풍하중.

유(流)수 압력과 정(靜)수 압력.

기타 하중.

4.2.2 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설계에 적용하는 하중 설계치는 응당 현행 국가 혹은 업종 표준규정에 부합하여야 한다.

4.2.3 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설계는 응당 실제 현장상황에 근거하여 거푸집에 제일 불리한 하중조합으로 확정해야 한다.

4.2.4 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설계시 하중을 지지하는 철골 구조 및 목재 구조의 강도 설계치, 탄성계수 및 설계 계산방법은 반드시 국가현행표준 《철골 구조 설계규범》(GB50017) 및 《목재 구조 설계규범》(GB50005)의 규정에 부합하여야 한다.

4.2.5 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 전도 안전계수는 1.5 보다 작아서는 안된다.

4.2.6 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 강성(剛度)은 아래의 규정에 부합되어야 한다.

1 구조물 외부에 노출된 표면과 직접 콘크리트의 중력을 지지하는 거푸집 (종방향 빔, 횡방향 빔 등)의 처짐량은 구조체 경간의 1/400 을 초과하

여서는 안되며 콘크리트 구조체 표면 평평도, 구조 선형 요구에 만족해야 한다.

2 구조물 비노출 부위 표면의 거푸집 처짐량은 부대 경간의 1/250 을 초과하여서는 안된다.

거푸집 및 동바리(아치형 동바리)의 탄성수축 혹은 침하량은 구조체 경간의 1/1000 을 초과하여서는 안된다.

4.2.7 거푸집의 구조는 응당 해체 전 매립건, 설치 홀의 위치 정밀도 요구에 만족해야 한다.

4.2.8 빔 식 구조 바닥 거푸집은 응당 구조 유형과 설계요구에 근거하여 캠버(Camber)량을 적용해야 한다.

4.2.9 프리스트레스트 콘크리트 구조용 거푸집은 응당 프리스트레스트 힘을 가한 후의 구조체와 거푸집 및 동바리(아치형 동바리)간 위치의 상호간 영향을 고려해야 한다. 예:) 구조체의 탄성압축, 크리프 creep (徐變), 캠버 및 받침 볼트 혹은 매립건 변위 등.

4.2.10 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 설치 설계시 본 기술지침서 제 4.2.1 조의 하중 외에도 설치 후 인양 설치, 해체 하중을 계산하여야 하며 지지점과 인양점 위치를 표기하여야 한다. 그 중 인양 고리는 응당 계산을 통하여 확정해야 한다.

4.2.11 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 지반은 응당 충분한 지지력을 갖추어야 하며 필요시 시험을 통하여 확인해야 한다. 지반 처리와 기초는 응당 현행 국가 혹은 업종표준 설계규정에 따라 방, 배수 혹은 동결팽창 방지조치를 해야 한다.

4.3 거푸집 제작과 설치

4.3.1 동바리(아치형 동바리) 구조체 반입 후 응당 검수를 진행하여 관련 표준에 합격해야 만 사용할 수 있다.

4.3.2 거푸집 및 매립건, 사전설치 혹은 응당 설계와 공법 요구에 부합하여야 한다.

4.3.3 설계요구 혹은 시공 필요 시 거푸집 끝단 부위에 삼각대를 추가로 설치할 수 있다. (모따기)

4.3.4 동바리(아치형 동바리) 구조 입(立)면 혹은 평면은 전부 견고하게 설치하여 진동 혹은 우발적인 충격 작용에 저항할 수 있어야 하며 두개의 상호간 수직방향으로 동바리(아치형 동바리)의 수직기둥을 보강해야 한다.

4.3.5 목재 동바리(아치형 동바리)는 응당 아래 규정에 부합하여야 한다.

1 휨 모멘트를 받거나 혹은 횡방향 압축력을 받는 부재(杆件)는 목재를 사용하여 제작하지 말아야 하며 될수록 부재간의 연결수를 감소해야 한다.

2 긴 부재는 응당 연결이음을 감소해야 한다.

3 압력 부재 종방향 연결은 응당 맞대기 이음법을 적용하며 단단한 목재 혹은 강재 협판으로 고정해야 한다. 연결법은 부족한 부재의 연결에만 사용이 가능하다.

두개의 인접한 기둥간 연결 이음부는 응당 서로 다른 수평면에 따로 설치한다.

4.3.6 목재 구조체 절점 간은 장부로 연결하는 형식을 사용할 수 있으며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 동바리(아치형 동바리) 절점 부위는 강재 협판을 사용하여 볼트로 고정하는 것이 적정하다.

2 부재 단면 절점 부위의 압축력 지지면적이 확정 시 강재 혹은 목재 받침판으로 고정한다.

3 목재가 전단력을 받는 부위는 기아(kia) 물림형(齒狀) 연결을 설치하지 말아야 한다. 기아(kia) 물림형(齒狀) 연결이 필요한 경우 그 접합길이는 30cm 이상으로 하며 동시에 목재 건조 시의 균열 가능성을 고려해야 한다.

4 ㄷ 형 철재 못은 임시 연결 혹은 받는 힘 계산을 하지 않는 보강 연결 구조체로만 사용할 수 있다.

4.3.7 동바리(아치형 동바리)의 지지부위는 응당 안정한 지반 혹은 기초위에 설치하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 연약지반 (특히 습함성(濕陷性) 황토)에 직접 동바리(아치형 동바리)을 설치할 시 응당 방, 배수조치를 해야 한다.

2 동결 팽창성 지반은 응당 시공기간 토사 동결 용해 순환작용 시 구조 설계위치 유지를 확보해야 한다.

4.3.8 동바리(아치형 동바리) 시공시 캠버를 설치해야 할 경우 아래의 요인을 고려해야 한다.

1 동바리(아치형 동바리)가 전부 하중 지지 시의 탄성변형.

2 정, 동하중과 충격하중에 인하여 발생하는 탄성변형.

하중 작용후 구조체 이음부 압축에 인하여 발생하는 비탄성변형.

기초 침하로 인하여 발생하는 비탄성변형.

4.3.9 동바리(아치형 동바리)에 잣, 켜기, 모래통 (砂筒) 혹은 기타 지지 구조체를 완화시킬 수 있는 받침을 설치하는 것이 적정하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 켜기는 대패로 매끄럽게 깎은 단단한 목재를 사용하며 그 경사도는 1:2 미만으로 되어야 하며 두개의 켜기간 접촉면 압력은 2MPa 미만이어야 한다.

2 모래통 (砂筒)구조는 응당 설계에 따라 확정하며 모래에 가하는 압력은 10 MPa 미만이어야 한다. 모래통 내부는 재질이 견고하고 깨끗하며 체가름을 한 건조사로 채우는데 그 입경은 0.315mm ~ 0.630mm 이 적정하다. 모래통은 사용 전 설계하중 (필요 시 20% ~ 50%의 안전율을 추가) 가압 시험 진행. 모래통 상부의 공극은 응당 쉽게 균열이 가지 않고 신축성능이 좋은 접합제(putty, 油灰) 로 충전한다.

3 받침으로 사용하는 잣은 자체 잠금장치가 있어야 한다.

4 경간 10m 및 그 이상인 아치 혹은 경간이 24m 및 그 이상인 빔에는 나무켜기 받침을 사용해서는 안된다.

4.3.10 포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 거더 (PSM) 바닥거푸집과 측면거푸집은 응당 설계요구와 실제 인장력, 콘크리트 탄성계수 및 캠버등 데이터에 근거하여 처짐, 압축량을 사전 감안하여 설치한다.

4.3.11 동바리(아치형 동바리)의 비탄성변형을 방지하기 위하여 거푸집 설치높이를 확정하고 현장 타설 콘크리트구조의 동바리(아치형 동바리) 정식 사용 전 응당 프리로딩을 해야 한다.

4.3.12 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 사용 과정중 응당 주기적으로 점검해야 한다.

4.4 거푸집 해체

4.4.1 거푸집 및 동바리(아치형 동바리) 해체시간은 응당 구조물 특징, 거푸집 위치, 콘크리트 강도, 콘크리트 온도와 온도차, 콘크리트 거푸집 해체 전 양생시간, 기후 상황 및 기타 양생 요구 등 조건에 근거하여 종합적으로 고려 확정며 각 전공 표준 관련요구에 부합하여야 한다.

4.4.2 거푸집 해체는 응당 설계 순서에 따라 진행한다. 설계에 규정이 없을 경우 거푸집 설치 역(逆)순서에 따라 해체를 진행한다.

4.4.3 아치형 동바리를 해체할 경우, 경간이 8m 이상인 빔식 구조의 거푸집 혹은 특수설계한 거푸집은 설계에서 요구하는 절차 및 조치에 따라 해체를 진행하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 동바리(아치형 동바리) 해체는 보통 몇 개의 사이클로 분류하여 해체하며 해체량은 점차적으로 증가한다. 해체 시 종방향은 대칭되어야 하며 횡방향은 한꺼번에 동시에 해체해야 한다.

2 해체 전 응당 해체부위에 매 회 해체량을 표기해야 한다.

3 FSM 아치 동바리를 해체할 경우 아치부 윗부분부터 시작 하여 끝단으로 향하는 순서로 하며 사이클에 따라 진행한다. 아치 동바리 두개의 받침은 동시에 해체할 수 있다.

4 PSM, FCM 교량은 중심에서 받침으로 향하는 순서로 사이클에 따라 해체하는 것이 적절하다.

5 아치 동바리 해체 시 응당 전문인원을 배치하여 아치부 처짐량 과 교각, 교대 변화상황을 의기로 관측하며 상세한 기록을 남겨야 한다. 별도로 전문인원을 배치하여 콘크리트 균열 현상 유무를 관측해야 한다.

4.4.4 거푸집과 콘크리트 이탈 후 해체, 운반할 수 있으며 거푸집에 강렬한 충격을 준 후 억지로 비트는 방법 등으로 거푸집, 동바리(아치형 동바리)를 해체 및 거푸집을 공중에서 투하하는 것을 금지한다.

4.4.5 거푸집, 동바리(아치형 동바리) 해체 후 응당 제때에 유지보수를 진행하며 분류하여 적절하게 보관해야 한다.

4.4.6 거푸집과 콘크리트속에 임시로 매설한 나무췌기 및 기타 매립건을 해체할 시 콘크리트를 파손해서는 안된다.

5 철근공사

5.1 일반규정

5.1.1 콘크리트 구조용 철근 상호, 규격, 접속부 연결방식 및 부위는 응당 설계요구와 국가 현행표준의 규정에 부합하여야 한다.

5.1.1 프리 캐스트 콘크리트 구조체 인양 고리는 응당 설계요구에 부합되어야 하며 고리의 재료는 인장 (Drawn steel) 처리한 철근을 사용해서는 안된다.

5.1.3 철근 운반과 적치 과정에서 응당 덮개, 받침을 설치하여 부식, 오염 및 변형을 방지해야 한다. 철근 하역시 높은 곳에서 던져서는 안된다.

5.1.4 철근 가공은 응당 전용가공장에서 시행한다. 가공장 내 철근은 응당 상호, 생산번호, 규격, 검수상태 등을 분류하여 표기하여 적치해야 한다.

5.1.5 매립건과 강재부품 (철근 커플러 포함)은 응당 아래 규정에 부합하여야 한다.

1 모든 강판, 형강 및 원형강의 재질과 규격은 응당 설계요구와 국가현행표준의 규정에 부합하여야 한다.

2 방부식처리는 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

3 운수와 적치 과정에서 응당 포장, 표기를 분류하고 정연하게 적치하며 서로 혼합되거나 부식되어서는 안된다.

5.1.6 용접 작업인원은 반드시 관련 특종작업 자격증을 소지하며 응당 규정된 범위 내의 용접작업을 해야 한다.

5.1.7 본 용접 전 해당 용접에 참여하는 작업인원은 현장조건에서의 용접 공법시험을 진행하며 품질 검사에 합격해야만 정식 작업이 가능하다. 철근 상호, 규격, 생산 번호, 용접봉 종류 혹은 용접장비, 작업인원 교체 시 응당 현장조건에서의 용접 공법시험을 재차 진행하며 품질 검수에 합격해야만 정식작업이 가능하다.

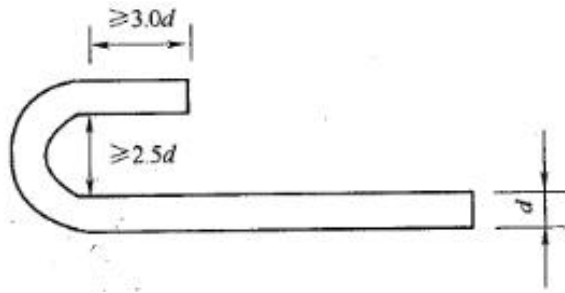
5.1.8 에폭시 코팅 철근의 적치, 가공, 연결, 설치는 응당 본 지침 제 9.3 절 규정에 부합하여야 한다.

5.2 철근 가공

5.2.1 철근 표면의 기름때, 페인트 얼룩, 시멘트 풀과 망치로 쳐서 떨어진 겉면, 녹 등을 깨끗이 제거해야 한다. 철근은 곧게 펴야 하며 국부가 구부러져도 안된다. 가공 후 철근은 표면에 단면을 깎아낸 흔적이 있어서는 안된다.

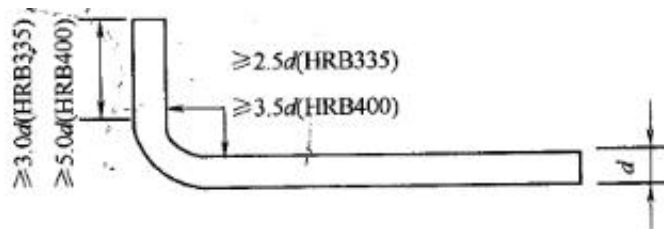
5.2.2 철근을 절곡과 끝단 갈고리는 응당 설계 요구에 부합되어야 한다. 설계 요구를 제출하지 않았을 시 아래의 규정에 따라야 한다.

1 모든 인장력을 받는 원형 철근(HPB235)의 끝단은 180° 반원형 갈고리를 만들어야 하며 내측반경은 2.5d 보다 작으면 안 된다. 절곡 단부에 3d 이상의 직선부를 남겨둬야 한다. (도 5.2.2-1)



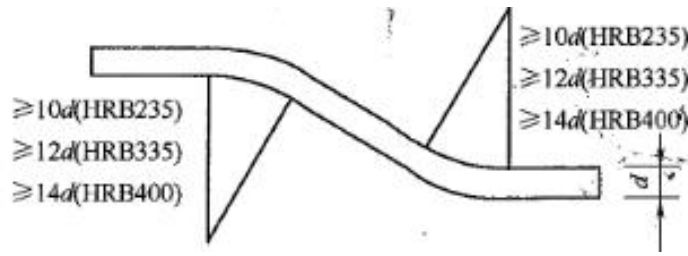
도 5.2.2-1 180° 갈고리 철근 (반원형 갈고리)

2 인장력을 받는 이형 (경사전단 보강철근, 같은 높이 이형) 철근의 끝단은 직각형 절곡을 사용해야 한다. 갈고리 내측직경은 2.5d (HRB335) 혹은 3.5d (HRB400)보다 작아서는 안된다. 절곡부 끝단의 직선 선분 길이는 3d (HRB335) 혹은 5d (HRB400)보다 작아서는 안된다. (도 5.2.2-2)



도 5.2.2-2 90° 갈고리 철근 (직각형 갈고리)

3 45° 전단철근은 매끄러운 곡선형태를 이루어야 하며 HPB235 철근의 최소 곡률반경은 10d, HRB335 철근의 최소 곡률반경은 12d, HRB400 철근의 최소 곡률반경은 14d. (도 5.2.2-3)



도 5.2.2-3 절곡철근 (만곡철근)

5.2.3 원형 철근으로 띠철근을 제작할 경우 단부에 반드시 갈고리 (반원형, 직각형 혹은 135°절곡)가 있어야 한다 (도 5.2.3). 갈고리의 절곡 내부 지름은 주철근 지름보다 커야 하며 띠철근 지름의 2.5 배보다 작아서는 안 된다. 일반구조 띠철근 갈고리 절곡각도는 90°보다 작아서는 안 된다. 갈고리 평평하고 곧은 부분의 길이는 띠철근 지름 5 배보다 작아서는 안 된다. 내진 요구가 있는 구조체인 경우 원형 띠철근의 연결부는 반드시 용접을 사용하며 용접길이는 띠철근 지름의 10 배 보다 작아서는 안 된다. 구형 띠철근 끝단 부위는 응당 135°절곡이 있어야 하며 갈고리가 콘크리트 중심 (核心)부분에 근입하는 직선길이는 20cm 이상이어야 한다.



도 5.2.3 띠철근 끝단 갈고리 (箍筋末端弯钩)

5.2.4 철근은 상온상태에서 가공하며 가열하지 않는 것이 적정하다. 교량의 격벽 (Diaphragm)에 HRB335 정착철근을 사용할 경우 열간 절곡 공법을 적용해야 한다. 철근은 중심에서 시작하여 양쪽 단부로 점차 절곡하며 한번에 절곡을 완료해야 한다.

5.2.5 기계식 연결을 하는 철근은 응당 전문기구를 사용하여 가공을 진행하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

- 1 철근 기계연결 시공 전 응당 규정에 따라 현장조건에서의 공법 검증

을 진행하며 합격 후 정식 생산을 할 수 있다.

2 가공 완료후 커플러와 나사선은 응당 보호를 진행하며 나사선이 파손되어서는 안되며 표면에 시멘트 페이스트 등 이(異)물질이 묻는 말아야 한다.

5.3 철근 연결

5.3.1 철근연결은 용접연결, 기계연결과 철사 결속 3 가지로 분류한다. 철근 기계연결 이음부와 용접연결 이음부의 유형 및 품질은 국가와 철도부 관련 표준 규정에 부합하여야 한다.

5.3.2 철근 연결 방식, 이음부 위치는 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 철근 종방향 이음부는 응당 우선 플래시 맞대기 용접을 적용한다. 플래시 맞대기 용접 조건이 부족할 시 전기 아크용접 을 적용할 수 있다. 철근 이음부를 겹이음 혹은 방조(幫條)용접을 할 시 양면 용접을 하는 것이 적정하다. 양면용접이 곤란할 시 단면용접틈을 적용한다.

2 축방향 인장력을 받거나 혹은 小편심 인장력을 받는 부재는 전부 용접 연결을 사용한다.

3 정 하중을 주로 지지하는 (동 응력 35MPa 이하)인 콘크리트구조의 철근은 기계연결을 할 수 있다. 단 기계연결이 연결재간의 횡방향 최소간격 (폭)25mm 보다 작을 시 기계연결을 해서는 안된다.

5.3.3 철근 이음부는 응당 응력이 비교적 작은 부위에 설치해야 하며 분산적으로 배치해야 한다. “동일 연결구간”내 이음부가 있으며 힘을 받는 철근의 단면적은 힘을 받는 철근 총 단면적의 백분율은 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 용접 이음부가 휨력을 받는 부재의 인장력 발생구간에서 50%를 초과하면 안된다. 축방향 인장력을 받는 부재에서는 25%를 초과 해서는 안된다.

2 기계연결 이음부가 휨력을 받는부재는 50%를 초과하지 말아야 하며 축방향 인장력을 받는부재에서는 25%를 초과해서는 안된다.

3 결속 이음부가 부재의 인장력 발생구간내에서는 25%를 초과해서는

안되며 압축력을 받는 구간내에서는 50%를 초과해서는 안된다.

4 철근 이음부는 응당 철근 절곡부위에 설치하지 말아야 하며 절곡점에서 이격거리는 철근 직경의 10 배 이상이어야 한다.

5 동일 철근에 될수록 이음부를 적게 설치해야 한다. “동일 연결구간”내 동일 철근에 1 개 이상의 이음부를 설치해서는 안된다.

6 “동일 연결구간(몰 조인)” 길이: 용접 이음부 혹은 기계이음부가 35d (d 는 종방향 주철근의 최대직경), 동시에 500mm 이상이어야 한다. 결속 이음부는 1.3 배의 겹이음길이, 동시에 500mm 이상이어야 한다. 이음 중점 위치가 해당 연결구간 길이내에 있는 이음부는 전부 동일 연결구간에 속한다.

시공 중 인장력을 받는 구간과 압축력을 받는 구간을 구분할 수 없을 경우 이음부는 응당 인장력을 받는 구간 규정에 부합하여야 한다.

5.3.4 철근 용접 이음은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 각종 용접재료는 응당 분류하여 보관하고 적정하게 관리하며 부식방지, 녹 방지조치를 취해야 한다.

2 강우, 강설시에는 현장 용접작업을 하지 않는 것이 적정하다. 부득이 하게 용접을 해야 할 경우 응당 차단 조치를 하며 용접 완료 후 미냉각 용접이음부는 빙설과 접촉해서는 안된다.

3 현장에서 플래시 맞대기 용접 혹은 전기 아크용접 진행 시 풍속이 7.9m/s 을 초과할 경우 응당 바람 막음조치를 해야 한다.

4 용접기는 응당 주기적으로 유지보수를 하여 정상적으로 사용이 가능해야 한다.

5.3.5 철근 플래시 맞대기용접은 응당 아래 규정에 부합하여야 한다.

1 정식 용접 전 용접 공법시험 외 매 용접작업자는 매 일 매번 작업 시 작할 때 우선 실제 조건에 근거하여 2 개를 대상으로 테스트 용접을 진행하며 냉각 굴곡시험도 해야 하며 결과가 합격되어야만 본 용접을 한다.

2 철근 유형, 직경표 5.3.5-1 범위내에 있을 경우 “연속 플래시 용접”을 할 수 있다. 표 5.3.5-1 범위를 초과하고 철근단면이 비교적 평평할 경우 “예열 플래시용접”을 하는 것이 적정하다. 표 5.3.5-1 범위를 초과하고 철근단면이 평평하지 않을 경우 “플래시 - 예열 플래쉬용접”을 하는 것이

적정하다.

표 5.3.5—1 연속 플래시용접이 가능한 철근

철근유형	철근직경 (mm)
HPB235	8~20
HRB335	6~40
HRB400	6~40

3 연속 플래시용접에 사용하는 철근 최대 직경은 용접기 용량, 철근 유형 등 구체적 상황에 근거하여 정하며 표 5.3.5-2 규정에 부합하여야 한다.

표 5.3.5—2 연속 플래시용접 철근 상한직경

용접기 용량 (kV· A)	철근 유형	철근직경 (mm)
160 (150)	HPB235	20
	HRB335	22
	HRB400	20
100	HPB235	20
	HRB335	18
	HRB400	16
80 (75)	HPB235	16
	HRB335	14
	HRB400	12
40	HPB235	10
	HRB335	
	HRB400	

4 플래시 맞대기용접 시 적정한 길이, 용접량, 상부 예비량 및 변압기 등급 등 용접 수치를 선택한다.

5 변압기 급수는 철근 번호, 직경, 용접기 용량 및 용접공법 방법 등 상황에 따라 선택한다.

6 전동 맞대기용접기 혹은 기체, 유압식 전동용접기로 대직경 철근을 용접 할 때 우선 절단방식으로 철근 끝부분에 대하여 평평하게 처리 후 예열 플래시 맞대기 용접공법을 사용한다.

7 플래시 맞대기용접 이음부의 외관품질은 아래 요구에 부합해야 한다:

1) 연결부 주변에는 적당한 대조(鐵粗)부분이 있어야 하고 균일한 잔털 모양으로 되어야 한다.

2) 철근표면에는 현명한 상처 혹은 균열이 없어야 한다.

3) 연결부 철근 중심선의 굴곡각도는 3°보다 크면 안된다.

4) 연결부 철근 중심선의 변심량은 0.1d 보다 크면 안되고 또한 2mm 보다 크면 안된다.

5.3.6 아크용접 사용 시 강도요구의 만족 외에 또한 아래 규정에 부합해야 한다:

1 가공장에서 아크용접 시 양면용접을 사용하고 단 비개 상부 용접 시 단면용접을 사용한다.

2 서로 다른 유형(규격), 직경철근의 길이, 겹이음길이는 표 5.3.6-1의 규정에 부합해야 한다.

표 5.3.6-1 겹이음 용접 혹은 띠용접 연결구조

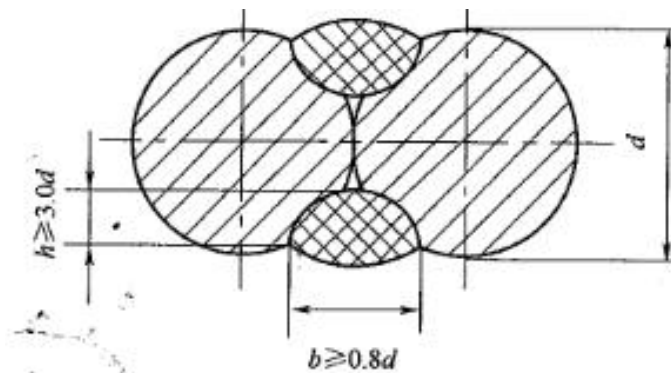
번호	연결종류	연결부위 구조도	철근유형	띠길이
1	양면용접이음 띠용접		HPB235	≥4d
			HRB335	≥5d
			HRB400	
2	단면용접이음 띠용접		HPB235	≥8d
			HRB335	≥10d
			HRB400	

번호	연결종류	연결부위 구조도	철근유형	띠길이
3	양면용접이음 띠용접		HPB235	$\geq 4d$
			HRB335	$\geq 5d$
			HRB400	
4	단면용접이음 띠용접		HPB235	$\geq 8d$
			HRB335	$\geq 10d$
			HRB400	

주의 : 번호 1, 3 의 양면용접이음 아크용접 할 조건이 없을 경우 번호 2, 4 의 단면용접이음 아크용접을 할 수 있다.

3 용접이음의 길이는 띠 혹은 겹이음 길이 보다 작아야 한다.

4 철근겹이음, 띠용접의 용접계산 두께 h 는 $0.3d$ 보다 작지 않아야 하고 용접이음의 폭 b 는 $0.8d$ 보다 작지 않아야 한다. (도면 5.3.6)



도면 5.3.6 철근겹이음, 띠용접의 용접이음

5 겹이음 연결부 철근의 끝부분은 먼저 한측으로 꺾겨야 하고 겹이음 철근의 축선은 동일한 직선 위에 위치해야 한다.

6 띠와 용접철근의 축선은 동일한 평면에 위치해야 한다.

7 용접봉의 품질은 국가 현행표준의 유관규정에 부합해야 하고 모델은 설계요구에 따라 확정하며 설계 상에 요구가 없을 때 표 5.3.6-2 를 사용할 수 있다.

표 5.3.6—2 철근 아크용접 용접봉 번호

철근 번호	용접봉 번호
HPB235	E4303
HRB335	E4303
HRB400	E5003

8 접지용접은 철근과 접촉이 양호해야 하고 접촉 불량으로 주철근이 화상을 입어서는 안된다.

9 용접띠와 용접철근 사이는 4 점 으로 고정해야 한다: 겹이음 용접 시 2 점 으로 고정한다. 정위치 용접이음은 용접 띠 끝부분 혹은 겹이음 끝부분의 20mm 이상 이여야 한다.

10 용접 시 용접띠 혹은 겹이음 철근의 끝부분과 용접해야 하고 또한 용접띠와 겹이음 철근의 끝머리 부위에서 용접해야 하며 용접 홈 은 충진해야 한다.제 1 층 용접이음은 충분한 깊이가 있어야 하고 주용접 이음과 정위치 용접이음의 융합은 양호해야 한다.

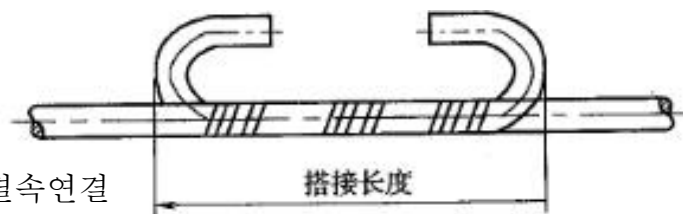
11 아크용접을 사용할 때 용접띠의 연결부위는 하나씩 외관을 검사해야 하고 또한 아래 규정에 부합해야 한다:

1)작은 망치로 연결부위를 칠때 철근은 기본 강재와 같은 소리가 나야 한다.

2) 아크용접 연결부위의 용접이음면 은 평탄, 무 흠집, 균열와 비교적 큰 금속 용접 흠집와 기타 결함이 없어야 한다.

5.3.7 철근결속 연결은 아래 규정에 부합해야 한다:

1 광면철근 끝부분은 180°의 갈고리 모양으로 만들고(도면 5.3.7) 이형철근은 90°갈고리 모양으로 만든다. 철근 겹이음 부분의 중심 및 양측은 철사로 결속해야 한다.



도면.3.7 철근결속연결

2 결속 연결의 최소 겹이음 길이는 도면 5.3.7의 요구에 부합해야 한다.

표 5.3.7 결속연결의 최소 겹이음 길이

철근종류	인장부		압축부	
	<C30	≥C30	<C30	≥C30
원형(光圓)철근 HPB235	35d	30d	25d	20d
Ribbed reinforcement (帶肋)철근 HRB335	45d	35d	35d	25d
이형철근 HRB400	55d	40d	40d	30d

주의: 1 d는 철근 직경, C30은 콘크리트 강도등급

2 결속 연결의 겹이음길이는 본 표의 규정에 부합하는 외에 또한 인장력을 받는 부분은 300mm 보다 작지 않아야 하고 압축력을 받는 부분은 200mm 보다 작지 않아야 한다.

3 에폭시 수지를 도포한 이형철근의 최소 겹이음 길이는 상응한 수치에서 1.25 계수를 곱하여 사용한다.

4 방진 특수요구가 있는 구조물의 구조 주철근의 최소 겹이음 길이는 관련 방진 설계규범에 따라 길이를 추가해야 한다.

5.3.8 철근기계연결 부재의 실제 인장강도는 연결철근의 인장강도 표준치보다 작지 않아야 하고 또한 고연성(高延性) 및 반복 인장성능이 있어야 한다. 연결부위의 변형성능은 표 5.3.8의 규정에 부합해야 한다.

표 5.3.8 연결부위의 변형성능

검사항목		성능요구
단일방향 인장	잔여변형 (mm)	$u_0 \leq 0.14(d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.14(d > 32)$
	최대력 총신장율(%)	$A_{sgt} \geq 6.0$
고응력 반복 인장압	잔여변형 (mm)	$u_{20} \leq 0.3$
대변형 반복 인장압	잔여변형 (mm)	$u_4 \leq 0.3$ 및 $u_8 \leq 0.6$

주의: u_0 —연결전 $0.6f_{yk}$ 까지 추가 또한 제거 후 규정한 거리내 의 잔여변형;

u_{20} —연결부위 가 고응력 으로 20 번 반복 인장압 실시후 의 잔여변형;

u_4 —연결부위 가 대변형 으로 4 번 반복 인장압 실시후 의 잔여변형;

u_8 —연결부위 가 대변형 으로 8 번 반복 인장압 실시후 의 잔여변형;

A_{sgt} —연결 시료의 최대력 총신장율;

d —철근 공칭직경。

5.4 철근 조립

5.4.1 철근번호, 규격, 수량, 위치와 콘크리트 피복층의 두께는 모두 설계 문건의 요구에 부합해야 한다.

5.4.2 콘크리트 피복층 두께를 보장하기 위하여 철근와 거푸집 사이에 간격재로 지지해야 한다. 간격재는 아래 규정에 부합해야 한다:

1 간격재는 격자로 배치하고 피복층 전단면에 한줄로 설치해서는 안된다. 간격재 수량은 4 개/ m^2 보다 적으면 안되고 간격재 결속과 철근의 결속선 잔여는 피복층 내부로 삽입되어서는 안된다.

2 피복층 간격재의 크기는 철근콘크리트 피복두께의 정확성을 보장해야 하고 그 형태는 철근위치 고정에 유리해야 한다.

3 간격재의 내구성과 압축강도는 구조물 본체 콘크리트 보다 낮지 않아야 하고 또한 C/W 비는 0.4 보다 크지 않아야 한다.

4 모르타르 간격재를 사용해서는 안된다.

5.4.3 철근 골격(망)은 먼저제작하고 또한 설계요구에 부합해야 한다: 설계 상에 요구가 없을 때 아래 규정에 따라 용접한다:

1 골격 용접의 모든 철근 교차점은 반드시 용접해야 한다.

2 용접망이 한쪽으로 하중을 받을 때 하중 작용철근과 양쪽 변두리의 두 개 횡방향 철근의 교차점은 반드시 용접해야 한다; 용접망에 두개 방향으로 하중이 작용 할 때 경사면의 두개 철근의 교차점은 반드시 균일하게 용접해야 한다; 기타 교차점은 간격으로 용접할 수 있다.

5.4.5 결속와 용접의 철근골격은 운반, 설치와 콘크리트 타설 중 에 변형, 용접 이탈 현상이 있어서는 안되고 또한 아래 규정에 부합해야 한다:

1 철근의 교차점에 직경 0.7~2.0mm 의 철사로 매개 점 마다 격자식 으로 결속 혹은 쌍대각(십자형)방식으로 결속해야 한다.

2 설계요구 외 에 빔, 기둥 등 구조 중 철근골격의 띠철근은 주철근와 수직으로 결속하여야 한다(5.4.5). 띠철근와 주철근 교차점은 철사로 결속 해야 한다. 빔 기둥 등 구조 모퉁이 부분의 교차점은 모두 결속해야 한다; 중간 평행부분의 교차점은 격자로 결속할 수 있다.



(a) 띠철근위치 정확



(b) 띠철근위치 불정확

3 설치 수요에 따라 필요한 수량의 가외철근을 설치할 수 있다.

4 수직철근 겹이음연결 시 철근의 굴곡면은 거푸집와 45°각 으로 되어야 하고 기타부위 철근의 굴곡면은 거푸집와 90°각 으로 되어야 한다. 내부 진동기로 소단면 콘크리트를 다짐할 때 굴곡와 거푸집의 협각은 15°보다 작지 않아야 한다.

5 띠철근 연결부위의 양쪽끝부분은 안쪽으로 절곡되어야 한다. 띠철근의 연결부위는 주철근 교차점에 설치해야 하고 또한 수직방향 으로 격자로 배치해야 한다.

5.4.6 골격철근 설치 시 거푸집 중 의 정확한 위치를 보장하고 경사,왜곡 이 있어서는 안되고 또한 피복층의 규정한 두께를 변경해서는 안된다. 콘 크리트 타설 중 골격철근을 설치할 때 정상적인 타설작업을 방해해서는 안 되고 또한 신축 변형을 발생시키면 안된다.

5.4.7 골격철근은 먼저 제작하고 설치 후 검사하여 또한 검사기록을 작성 하여 보관하고 철근위에서 주행와 자재운반 하는 행위는 금지한다.

6 콘 크 리 트 공 사

6.1 일반규정

6.1.1 콘크리트 공사는 정식 시공 전 응당 원재료 선정과 검수작업을 완료해야 하며 시험주기와 가능하게 발생할 수 있는 원재료 변화를 충분히 고려해야 한다. 될수록 조속히 콘크리트 배합비 선정작업을 전개해야 한다.

6.1.2 중요한 콘크리트구조 시공 전 콘크리트 타설시험을 하여 콘크리트 배합비, 시공공법, 시공장비에 대한 적응성을 점검하는 것이 적정하다. 대표성을 가진 콘크리트 구조 내부 콘크리트 온도 상승 과정 온도 측정을 진행하여 문제 발견 시 즉시 조정을 해야 한다.

6.1.3 콘크리트공사에 사용되는 원재료는 응당 철도부 현행 관련 시공품질 검수표준에 따라 반입검수를 진행하여 합격해야만 사용이 가능 하다.

6.1.4 조, 세골재의 점토 혹은 점토 덩어리 함량이 표준을 초과할 시 응당 전문장비를 사용하여 세척을 진행해야 한다.

6.1.5 동절기와 하절기 콘크리트 시공에 대하여 응당 전문 시공기술조치를 제정해야 한다.

6.2 Batch Plant (B/P, 콘크리트 생산공장)

6.2.1 B/P 는 응당 공사 규모, 지역 특징, 환경조건, 공법요구, 운반거리 경제성과 시공조직 등 요구에 근거하여 설치해야 한다. B/P 구역 계획은 응당 시공 생산 상황을 종합적으로 고려하고 합리적으로 교반작업구, 재료계량구, 재료 창고 및 운반차량 주차구, 사무 생활구를 구분해야 한다.

6.2.2 B/P 의 생산능력은 응당 콘크리트량 최대수요를 만족하여야 한다. 교반 장비는 두 세트를 배치하여 공사 구조콘크리트 연속타설 작업의 시공요구를 만족하여야 한다.

6.2.3 B/P 장비 배치는 응당 철도콘크리트 품질관리요구에 만족하여야 하며 제품 품질보증문서가 있고 상태가 양호해야 한다. 계량기는 응당 검증을 거쳐 합격승인을 받아야 하며 유효기한내 제품이여야 한다.

6.2.4 B/P 는 응당 엄격히 장비 설치 기술표준에 따라 설치를 진행하고 안정하고 견고하며 필요한 방풍, 방우, 방뇌조치를 해야 한다.

6.2.5 B/P 는 응당 적극적으로 정보화 관리방법을 운영하여 콘크리트의 생산 조직, 재료관리, 시험관리, 콘크리트 품질관리 등 과정에 대하여 관리를 진행해야 한다.

6.2.6 B/P 는 규정에 따라 전문 시험인원을 배치하며 필요한 시설과 장비를 배치하여 시험검측 업무수요를 만족하여야 한다.

6.2.7 B/P 는 응당 완벽한 관리제도가 있어야 한다. 관리제도에는 응당 아래와 같은 내용이 포함된다:

- 1 직위 책임제.
- 2 업무 절차와 품질 관리제도.
- 3 시험검측 관리제도.
- 4 기계설비 조작규정, 계량 검증, 교정, 유지보수 관리제도.
- 5 B/P 안전, 환경보호 관리제도. 물자 관리제도. 자료, 해당 방안 관리제도 등.

6.2.8 B/P 장 내 배치는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 원재료 적치장은 응당 바닥 표면 경화처리를 진행해야 한다. 통행도로는 응당 중적재 차량 통행요구에 만족해야 한다. B/P 장 배수시설은 완벽하고 배수가 원활하며 선명한 집수 혹은 물웅덩이 등 현상이 없어야 한다.

2 조, 세골재는 응당 “검사 대기”와 “합격”로 분류하여 적치하고 품종과 규격 별로 조, 세골재를 벽을 설치하여 격리하며 수요에 근거하여 세척 혹은 체가름 시설을 설치해야 한다.

3 “합격구”의 조, 세골재는 응당 지붕을 설치하여 가려주고 지붕의 강도와 강성(剛度)은 응당 사용요구에 만족하며 수요에 근거하여 하절기 온도 저감과 동절기 보온에 필요한 보조시설을 설치해야 한다.

4 시멘트, 혼화제, 혼화제는 응당 적정하게 보관하며 습기를 받아 변질하는 것을 방지해야 한다. 벌크(Bulk) 시멘트를 사용할 시 응당 시멘트 사이로에 보관해야 한다. 벌크 시멘트는 제작공장, 품종, 등급, 로트(Lot.)로 분류하여 별도로 보관해야 한다.

5 각종 원재료는 응당 눈에 쉽게 띄이는 위치에 품질 점검상태 표시를 해야 한다. 표시판에는 재료 명칭, 산지, 규격, 수량, 반입시간, 점검상태, 시험보고서 번호, 점검 차수 등 내용을 포함해야 한다.

6 안전, 소방, 환경보호 시설은 응당 완비하고 유효적이며 표시가 규범 화하고 완비하고 눈에 쉽게 띄여야 한다.

6.2.9 B/P 정식 사용 전 교반 공법시험과 콘크리트 균질성 테스트를 진행 해야 한다. B/P 는 검수를 통하여 합격해야만 생산이 가능 하다.

6.3 콘크리트 원재료의 선정

6.3.1 시멘트 선정은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시멘트는 규산염 시멘트 혹은 보통 규산염 시멘트를 사용하고 혼합재 료는 광재 혹은 플라이애쉬를 사용하며 조기강도 시멘트를 사용하지 않는 것이 적정하다. C30 이하 콘크리트는 광재 규산염 시멘트, 플라이애쉬 규산 염 시멘트와 복합규산염 시멘트를 사용할 수 있다.

2 황산염 화학 침식환경 시 시멘트 원료(熟料) 중 C3A 함량이 적은 시 멘트를 선정하며 염중환 부식환경 시 시멘트 원료 중 C3A 함량은 응당 6% 미만이며 결합재료의 부식저항계수는 0.80 보자 작아서는 안된다.

3 규산염 시멘트와 보통 규산염 시멘트의 기술요구는 표 6.3.1 규정에 만족해야 한다. 기타 품종의 시멘트는 응당《보통 규산염 시멘트》(GB175) 규정에 만족해야 한다.

6.3.2 광물혼화재는 응당 품질이 안정된 제품을 선정하며 그 품종에는 플 라이애쉬, 세분말 플라이애쉬, 세분말 광재, 규산재(Silica fume) 혹은 몇 개의 혼화재를 복합적으로 배합하여 복합 혼화재로 사용할 수 있다. 광물 혼화재의 기술요구는 응당 표 6.3.2-1~6.3.2-2 규정에 부합하여야 한다. 기타 신형 혼화재는 콘크리트 내구성 시험을 하여 합격하고 검토 절차 이 행 완료 후 사용이 가능하다.

표 6.3.1 시멘트 기술 요구

번호	점검사항	기술 요구	점검방법
1	표면적 비교	300m /kg~350m /kg	GB/T8074 에 따라 점검.
2	응결시간	초기응결 \geq 45min, 최종응결 \leq 600min (규산염 시멘트 최종응결 \leq 390min)	GB/T8074 에 따라 점검.
3	안정성	보일링 시험 합격	GB/T17671 에 따라 점검.
4	강도	GB175-2007 표 3 규정에 부합	GB/T176 에 따라 점검.
5	소실량	\leq 5.0% (P·O) ; \leq 3.5% (P·II) ; \leq 3.0% (P·I)	GB/T176 에 따라 점검.
6	Free(遊離) CaO 함량	\leq 1.0%	GB/T176 에 따라 점검.
7	MgO 함량	\leq 5.0%	GB/T176 에 따라 점검.
8	SO ₃ 함량	\leq 3.5%	GB/T176 에 따라 점검.
9	Cl ⁻ 함량	\leq 0.06%	GB/T176 에 따라 점검.
10	염기 함량	\leq 0.80%	GB/T176 에 따라 점검.
11	보조연마제 종류 및 첨가량	GB175-2007 제 5.2 조항 규정에 부합	제품 품질증명문서 검사
12	석고 종류 및 첨가량	GB175-2007 제 5.2 조항 규정에 부합	
13	혼합재료 종류 및 첨가량	GB175-2007 제 5.2 조항 규정에 부합	
14	시멘트 원료 중 C3A 함량	\leq 8%	GB/T21372 관련규정에 따라 점검

표 6.3.2-1 플라이 애쉬 기술 요구

번호	검검사항	기술 요구		검검방법
		C50 이하 콘크리트	C50 이상 콘크리트	
1	조립율	≤25.0%	≤12.0%	GB1596 에 따라 점검.
2	물수요 비율	≤105%	≤100%	GB1596 에 따라 점검.
3	소실량	≤8.0%	≤5.0%	GB/T176 에 따라 점검.
4	Cl ⁻ 함량	≤0.02%		GB/T176 에 따라 점검.
5	함수량	≤1.0%		GB1596 에 따라 점검.
6	SO ₃ 함량	≤3.0%		GB/T176 에 따라 점검.
7	CaO 함량	≤10%		GB/T176 에 따라 점검.
8	Free(遊離) CaO 함량	≤1.0%		GB/T176 에 따라 점검.

주: 콘크리트가 엄중한 동결 용해파괴 환경에 처해있을 경우 사용하는 플라이애쉬 소실량은 3.0%를 초과하는 것이 적정하다.

표 6.3.2-2 세분말 광재 기술 요구

번호	검검사항	기술 요구	검검방법
1	밀도	≥2.8g/c m ³	GB/T208 에 따라 점검.
2	표면적 비교	350 m ² /kg~500 m ² /kg	GB/T8074 에 따라 점검.
3	유동도 비율	≥95%	GB/T18046 에 따라 점검.
4	소실량	≤3.0%	GB/T18046 에 따라 점검.
5	MgO 함량	≤14.0%	GB/T176 에 따라 점검.
6	SO ₃ 함량	≤4.0%	GB/T176 에 따라 점검.
7	Cl ⁻ 함량	≤0.06%	GB/T176 에 따라 점검.
8	함수량	≤1.0%	GB/T18046 에 따라 점검.
9	7 일 활성지수	≥75%	GB/T18046 에 따라 점검.
	28 일 활성지수	≥95%	GB/T18046 에 따라 점검.

표 6.3.2-3 규산재 기술 요구

번호	점검사항	기술 요구	점검방법
1	소실량	≤6%	GB/T176 에 따라 점검
2	표면적 비교	≥18,000 m ² /kg	GB/T18736 에 따라 점검
3	물 수요량 비율	≤125%	GB/T18736 에 따라 점검
4	28 일 활성지수	≥85%	GB/T18736 에 따라 점검
5	Cl ⁻ 함량	≤0.02%	GB/T176 에 따라 점검
6	SiO ₂ 함량	≥85%	GB/T176 에 따라 점검
7	함수량	≤3.0%	GB1956 에 따라 점검

주: 규산재 첨가량은 일반적으로 결합재료 총량의 8%를 초과하지 않으며 기타 광물 혼화재와 복합적으로 사용하는 것이 적정하다.

6.3.3 세골재 선정은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 세골재는 입도분포가 합리적이고 재질이 균일하고 견고해야 하며 물 흡수율이 낮고 간극율이 작은 순 천연 강모래를 선정하여야 한다. 혹은 전문 제분기로 생산한 인공 모래를 선용할 수 있다. 단 바다 모래는 사용하지는 안된다.

2 세골재는 조립율에 따라 조, 중, 세 3 개의 규격으로 분류하는데 그 조립율은 각 각:

굵은 모래 3.7~3.1

중간 모래 3.0~2.3

잔 모래 2.2~1.6

3 콘크리트 배합 시 우선적으로 중사를 선정해야 한다. 굵은 모래를 사용할 경우 사율(砂率)을 제고하고 충분한 결합재료 사용량을 유지하여 콘크리트의 워커빌리티 (Workability (和易性)) 을 만족해야 한다. 잔 모래를 사용할 경우 사율을 적정하게 저하시켜야 한다.

4 모래 중 과립자 모양의 황산염 혹은 황화 이물질이 있으면 전문 검사를 통하여 콘크리트 내구성 요구에 부합될수 있는지를 확인 한후 사용할

수 있다.

5 사용하는 세골재의 입도 급별이 표 6.3.3-1 요구를 만족하지 못 할 경우 시험을 통하여 공사 품질을 확보할 수 있는 기술조치를 해야만 사용할 수 있다.

표 6.3.3-1 세골재 체가름 잔여 누계 백분율 (%)

급별구 공칭입경(mm)	I구	II구	III구
5.00	10~0	10~0	10~0
2.50	35~5	25~0	15~0
1.25	65~35	50~10	25~0
0.63	85~71	70~41	40~16
0.315	95~80	92~70	85~55
0.160	100~90	100~90	100~90

주: 5.00mm 와 0.63mm 체 외 세골재의 실제 입도급별과 상기 체가름 잔여 누계 백분율을 대비하여 분계선을 일부 초과하는 것을 허용한다. 단 총 초과량은 5% 이하여야 한다.

6 세골재의 모르타르 붕 팽창율은 0.10% 미만 이여야 한다. 세골재의 모르타르 붕 팽창율이 0.20% 이상 및 0.30% 미만일 경우 콘크리트의 염기 함량은 응당 표 6.3.2 규정 외 광물 혼화재 첨가 등 알칼리-골재 반응을 억제할 수 있는 기술조치를 해야 하며 시험을 통하여 억제효과를 증명해야 한다. 세골재의 모르타르 붕 팽창율이 0.30% 이상일 경우 사용해서는 안된다. 교량본체, 궤도판과 궤도 침목 등 중요구조의 세골재 모르타르 붕 팽창율은 응당 0.20% 미만이어야 한다. 세골재는 알칼리-탄산염 반응에 활성을 나타내서는 안된다. 세골재의 알칼리 활성은 응당 TB/T2922 에 따라 검사를 진행해야 한다. 우선 골재의 광물 구성과 유형에 대하여 검사하고 알칼리-탄산염 반응에 활성을 나타내지 않을 시 모르타르붕으로 알칼리-규산반응 활성을 검사한다.

7 세골재의 기타 기술요구는 응당 표 6.3.3-2 규정에 만족하여야 한다.

표 6.3.3-2 세골재 기술 요구

번호	점검사항		기술 요구			점검방법
			<C30	C30~C45	≥C50	
1	입도급별		표 6.2.3-1 규정에 부합			JGJ52 에 따라 점검.
2	점토 함량		≤3.0%	≤2.5%	≤2.0%	JGJ52 에 따라 점검.
3	점토 덩어리 함량		≤0.5%			JGJ52 에 따라 점검.
	운모 함량		≤0.5%			JGJ52 에 따라 점검.
5	경물질 함량		≤0.5%			JGJ52 에 따라 점검.
6	유기물 함량		표준색보다 열어야 함.			JGJ52 에 따라 점검.
7	crushing 지표 (부순 모래)		< 25%			JGJ52 에 따라 점검.
8	석분 함량 (부순 모래)	MB<1.40	≤10.0%	≤7.0%	≤5.0%	JGJ52 에 따라 점검.
		MB≥1.40	≤5.0%	≤3.0%	≤2.0%	JGJ52 에 따라 점검.
9	흡수율		≤2% ; ≤1% (동결 용해환경)			JGJ52 에 따라 점검.
10	건고성		≤8%			JGJ52 에 따라 점검.
11	황화물 및 황산염 함량		≤0.5%			JGJ52 에 따라 점검.
12	Cl ⁻ 함량		≤0.02%			《철도콘크리트공사 시공품질검수표준》 (TB10424-2010) 첨부 C.

8 동결 용해 파괴환경에서 세골재 중 점토 함량은 2% 미만 여야 한다. 세골재의 점토 함량 혹은 점토 덩어리 함량이 표준을 초과할 경우 전문 장비를 이용하여 세척을 진행해야 한다.

9 황산염과 황화물 중 SO3 함량은 결합재료 질량의 0.5%를 초과하지 않는 것이 적정하다.

10 모래 중 입경이 5mm를 초과한 과립자 함량은 5% 이하 이어야 한다. 그러지 않을 경우 콘크리트 배합시험 시 표준입경을 초과한 것은 조골재로 계량한다.

6.3.4 조골재의 선정은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 조골재는 입도분포가 합리적이고, 입자형상이 양호하고, 재질이 균등하고 견고하며 선 팽창 계수가 작은 깨끗한 쇄석 혹은 잔 자갈이 적합하다. C40 이하 강도등급의 콘크리트에는 자갈을 사용할 수도 있다.

2 조골재는 응당 두개 혹은 다급 입도급 별로 구성한다.

3 조골재의 최대 공칭입경은 철근 콘크리트 피복두께의 2/3 (엄중한 부식환경 조건에서는 철근 콘크리트 피복두께의 1/2)을 초과하지 않는 것이 적정하며 철근 최소 간격의 3/4를 초과해서는 안된다. 강도등급 C50 및 그 이상의 프리스트레스트 콘크리트를 배합할 경우 조골재 최대 공칭입경은 25mm 이하여야 한다. 궤도판 콘크리트용 조골재의 최대 공칭입경은 20mm 이하여야 한다.

4 조골재의 입도급별은 응당 표 6.3.4-1 규정에 부합하여야 한다.

표 6.3.4-1 조골재의 입도급별

공칭 입경 (mm)	체가름 잔여 누적 질량 (%)								
	체 (4각형) 변 길이 (mm)								
	2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53
5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—	—
5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	—	—	—	—
5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	—	—	—
5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—	—
5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0	—
5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0
10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—	—
16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	0	—
20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	—	0~10	0

5 조골재 crushing 지표는 응당 표 6.3.4-2 규정에 부합하여야 한다.

표 6.3.4-2 조골재 crushing 지표치 (%)

콘크리트 강도 등급	<C30			≥C30		
	퇴적암	변성암 혹은 깊은 곳에서 생성된 화성 암	분출된 화성암	퇴적암	변성암 혹은 깊은 곳에서 생성된 화성 암	분출된 화성암
쇄석	≤16	≤20	≤30	≤10	≤12	≤13
자갈	≤16			≤12		

주: 1 퇴적암(수성암)은 석회석, 사암 등을 포함하며 변성암은 편마암, 석영암 등을 포함하며 깊은 층에서 생성된 화성암은 화강석, 정장암, 섬장암, 감람석 등을 포함하며 분출된 화성암은 경질암, 휘록암을 포함 한다.

2 crushing 지표치가 규정에 부합되지 않을 시 암석 압축강도와 crushing 지표치의 상응관계를 건립하고 암석 압축강도와 콘크리트 강도등급간의 비가 1.5 이상이고, 콘크리트의 역학성능과 내구성이 요구를 만족해야만 사용할 수 있다.

6 조골재의 알칼리 활성 기술요구는 응당 표 6.3.3 조항 규정에 부합하여야 한다.

7 조골재의 기타 기술 요구는 응당 6.3.4-3 규정에 부합하여야 한다.

8 동결융해 파괴환경에 처한 조골재의 점토 함량은 응당 0.5% 미만이어야 한다. 조골재의 점토 함량 혹은 점토 덩어리 함량이 표준을 초과 할 경우 전문 장비를 이용하여 세척을 진행해야 한다.

9 황산염과 황화물 중 SO3 함량은 결합재료 질량의 0.5%를 초과하지 않는 것이 적합하다. 마모 부식환경에 처한 콘크리트는 경질 내마모성 조골재를 선택하는 것이 적합하다.

표 6.3.4-3 조골재 기술 요구

번호	점검사항	기술 요구			점검방법
		<C30	C30~C45	≥C50	
1	입도급별	표 6.2.4-1 규정에 부합			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
2	세장석 총 함량	≤10%	≤8%	≤5%	서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
3	점토 함량	≤1.0%	≤1.0%	≤0.5%	서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
4	점토 덩어리 함량	≤0.2%			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
5	암석 압축강도	모암과 콘크리트 강도등급간 비는 1.5 이상.			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
6	흡수율	<1% (건, 습 교체 혹은 동결융해 환경)			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
7	진밀 간극율	≤40%			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
8	건고성	≤8% (콘크리트구조) ≤5% (프레스트레스트 콘크리트구조)			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
9	황화물 및 황산염	≤0.5%			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.
10	Cl ⁻ 함량	≤0.02%			서로 다른 급별 혼합 후 《철도콘크리트공사 시공품질검수표준》(TB10424-2010) 첨부 C 에 따라 점검.
11	유기물 함량 (자갈)	표준색보다 열어야 함.			서로 다른 급별 혼합 후 JGJ52 에 따라 점검.

주: 동일 골재원의 조골재의 점토 함량, 점토 덩어리 함량은 반입시 입경별로 검사하는 방법을 사용한다. 기타 점검사항은 서로 다른 급별의 조

골재를 혼합한 후 점검하는 방법을 사용한다.

6.3.5 감수제

1 감수제는 응당 품질이 안정한 제품을 선택해야 한다. 감수제와 시멘트 및 혼화제 간은 응당 양호한 상용성(相容性)이 있어야 한다. 몇 개의 서로 다른 기능의 혼화제를 복합적으로 사용할 경우 혼화제 간 및 혼화제와 시멘트 간에는 응당 양호한 상용성이 있어야 한다.

2 고성능 감수제 기술요구는 응당 표 6.3.5-1 규정에 부합되고 폴리카복시산계 (polycarboxylic acid) 감수제 기술요구는 6.3.5-2 규정에 부합되며 감수제의 균질성은 응당 국가 현행표준《콘크리트 혼화제》(GB8076) 규정에 부합하여야 한다.

표 6.3.5-1 고성능 감수제 기술 요구

번호	점검사항		기술요구		점검방법
			표준형	응결지연형	
1	감수율		≥20%		GB8076에 따라
2	공기량		≤3.0%		GB8076에 따라
3	정상 압력 조건에서의 비수율비		≤20%		GB8076에 따라 점검
4	압력비수율비 (펌핑 콘크리트 배합에 사용)		≤90%		JC473에 따라 점검.
5	압축강도비	1d	≥140%	/	GB8076에 따라
		3d	≥130%	/	GB8076에 따라
		7d	≥125%	≥125%	GB8076에 따라
		28d	≥120%	≥120%	GB8076에 따라
6	60min슬럼프 보유치 (펌핑 콘크리트 배합에 사용)		/	≥150mm	JC473에 따라
7	응결시간차	초기응결	-90 min ~	>+90min	GB8076에 따라
		최종응결		/	
8	황산나트륨		≤10.0%		GB/T8077 에 따라
9	Cl ⁻ 함량 (按折固含量计)		≤0.6%		GB/T8077 에 따라
10	알칼리 함량 (按折固含量计)		≤10%		GB/T8077 에 따라
11	수축율비		≤125%		GB8076에 따라

주: 1 GB8076 에 따라 점검을 진행하는 사항은 콘크리트 슬럼프치를 80mm±10mm 로 관리한다.

2 시험용 시멘트 샘플 채취는 공사용 시멘트를 사용해야 한다.

표 6.3.5-2 폴리카르복시산계 (polycarboxylic acid) 감수제 기술 요구

번호	점검사항	기술 요구			점검방법	
		초기 강도형	표준형	응결 지연형		
1	감수율	≥25%			GB8076 에 따라 점검.	
2	공기량	≤3.0%			GB8076 에 따라 점검.	
3	정상압력에서의 비수율비	≤20%			GB8076 에 따라 점검.	
4	압력 비수율비 (펌핑 콘크리트 배합에 사용)	≤90%			JC473 에 따라 점검.	
5	압축강도비	1d	≥180%	≥170%	/	GB8076 에 따라 점검.
		3d	≥170%	≥160%	/	GB8076 에 따라 점검.
		7d	≥145%	≥150%	≥140%	GB8076 에 따라 점검.
		28d	≥130%	≥140%	≥130%	GB8076 에 따라 점검.
6	60min 슬럼프 보유치 (펌핑 콘크리트 배합에 사용)	/	≥130mm	≥150mm	JC473 에 따라 점검.	
7	응결시간차	초기응결	-90mi~ +90min	-90 min i~	>+90m i	GB8076 에 따라 점검.
		최종응결		+120min	/	
8	포름알데히드(formaldehyde) (按折固含量计)	≤0.05%			JG/T223 에 따라 점검.	
9	황산나트륨 함량 (按折固含量计)	≤5.0%			GB/T8077 에 따라 점검.	
10	Cl ⁻ 함량 (按折固含量计)	≤0.6%			GB/T8077 에 따라 점검.	
11	알칼리 함량 (按折固含量计)	≤10%			GB/T8077 에 따라 점검.	
12	수축율비	≤110%			GB8076 에 따라 점검.	

주: 1 GB8076 에 따라 점검을 진행하는 사항은 콘크리트 슬럼프치를 80mm±10mm 로 관리한다.

2 시험용 시멘트 샘플 채취는 공사용 시멘트를 사용해야 한다.

6.3.6 AE 제는 응당 품질이 안정하고 혼입한 기포가 작고 분포가 균등 하고 확실하게 콘크리트의 동해 저항성능을 제고할 수 있는 제품 이여야 한다. AE 제와 감수제, 시멘트간은 응당 양호한 상용성이 있어야 한다. AE 제의 기술 요구는 표 6.3.6 규정에 부합하여야 한다.

표 6.3.6 AE 제 기술 요구

번호	점검사항		기술요구	점검방법
1	감수율		$\geq 6\%$	GB8076 에 따라 점검.
2	공기량		$\geq 3.0\%$	GB8076 에 따라 점검.
3	정상압력에서의 비수율비		$\leq 70\%$	GB8076 에 따라 점검.
4	1hr 공기 변화량		-1.5%~+ 1.5%	GB8076 에 따라 점검.
5	압축강도비	3d	$\geq 95\%$	GB8076 에 따라 점검.
		7d	$\geq 95\%$	GB8076 에 따라 점검.
		28d	$\geq 90\%$	GB8076 에 따라 점검.
6	응결시간차	최종응결	-90min ~ + 120min	GB8076 에 따라 점검.
		초기응결		
7	수축율비		$\leq 125\%$	GB8076 에 따라 점검.
8	상대내구성지표 (200차)		$\geq 80\%$	GB8076 에 따라 점검.
9	28d 경화콘크리트 기포간격계수		$\leq 300\mu\text{m}$	《철도콘크리트공사 시공품질검수표준》 (TB10424-2010) 첨부 E

6.3.7 사용수

1 콘크리트 사용수는 음용수를 사용할 수 있으나 바다물을 사용해서는

안된다. 기타 공급원의 물을 사용할 시 기술 요구는 표 6.3.7 규정에 부합하여야 한다.

2 불용해물, 가용해물에 대하여 요구가 없는 이외, 양생용 물의 기타 기술 요구는 표 6.3.7 규정에 부합되며 바다물을 사용해서는 안 된다.

3 회수 재사용수의 pH 치, 염화물 함량, 황산염 함량과 알칼리 함량은 응당 표 6.3.7 규정에 부합하여야 한다.

표 6.3.7 사용수 기술 요구

번호	점검사항	기술요구			점검방법
		프리스트레스트 콘크리트	철근콘크리트	무근콘크리트	
1	pH 치	>6.5	>6.5	>6.5	JGJ63 에 따라 점
2	불용해물 함량	<2000mg/L	<2000mg/L	<5000mg/L	JGJ63 에 따라 점
3	가용해물 함량	<2000mg/L	<5000mg/L	<10000mg/L	JGJ63 에 따라 점
4	염화물 함량	<500mg/L	<1000mg/L	<3500mg/L	JGJ63 에 따라 점 검.
		<350mg/L (철사 혼은 <200mg/L (混凝土处于氯盐环境下))			
5	황산염 함량	<600mg/L	<2000mg/L	<2700mg/L	JGJ63 에 따라 점
6	알칼리 함량	<1500mg/L	<1500mg/L	<1500mg/L	GB/T176 에 따라
7	압축강도비 (28	≥90%			JGJ63 에 따라 점
8	응결시간차	≤30min			JGJ63 에 따라 점

6.4 콘크리트 원재료의 보관, 운송과 관리

6.4.1 콘크리트용 산적 시멘트, 광물혼화재는 응당 사이로를 설치하여 적치해야 한다. 포장 시멘트, 광물혼화재는 응당 전문창고를 설치하여 적치해야 한다. 시멘트 및 광물혼화재의 적치, 운반은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시멘트, 혼화재 운반차량, 선박은 응당 보호막을 설치해야 한다.

2 시멘트, 혼화재 적치, 운반과정 중 응당 방습조치를 해야 한다.

3 산적 시멘트 적치과정 중 응당 시멘트 온도 저하 혹은 온도 상승 방지 조치를 해야 한다.

4 포장 시멘트, 혼화재 창고는 응당 지세가 비교적 높은 곳에 설치하며 주위에 배수시설을 설치해야 해야 한다.

5 포장 시멘트 및 혼화재 장차, 하역, 운반 과정중 던져서는 안된다.

6 포장 시멘트, 혼화재는 응당 품종, 규격에 따라 별도로 적치하며 적치 높이는 1.5m 이하여야 한다. 지면에서 0.2m 이상 높은 곳에 적치하며 주위 벽과 0.2m~0.3 m의 간격 혹은 통로를 설치해야 한다.

6.4.2 콘크리트용 조골재는 응당 급별에 따라 구매, 운반, 적치, 계량을 시행해야 한다.

6.4.3 콘크리트 혼화제는 응당 창고를 설치하여 보관하며 동절기에는 보온 조치를 취하여 혼화제의 동결 혹은 저온 결정현상을 방지해야 한다.

6.4.4 콘크리트 원재료 반입 후 응당 제때에 원재료 관리대장을 수립하고 대장에는 반입일자, 재료명칭, 품종, 규격, 수량, 생산회사, 공급회사, 품질증명서 번호, 시험검측 보고서 번호 및 점검결과 등 내용이 포함되어야 한다. 원재료 관리대장은 응당 정확성, 진실성을 확보하고 전부 사항을 포함해야 한다.

6.5 콘크리트 배합비 선정

6.5.1 콘크리트 배합비는 응당 설계사용연한, 환경조건과 시공공법 등에 근거하고 배합비 시험, 조정 등 절차를 통하여 선정을 진행하며 원재료, 시공공법, 환경조건이 가능하게 발생할 수 있는 변화를 충분히 고려하여야 한다. 콘크리트 배합비 선정시험의 점검과 계산사항은 응당 표 6.5.1 규정에 부합하여야 한다. 콘크리트의 내구성지표는 응당 철도부 현행 표준 《철도콘크리트공사 시공품질검수표준》(TB10424-2010) 첨부 D에 따라 확정한다. 설계에 콘크리트 내구성지표에 대하여 더 높은 요구가 있을 경우 배합비 요구는 별도로 연구하여 확정한다.

6.5.2 콘크리트 배합비 선정은 응당 아래의 기본규정을 준수해야 한다.

1 콘크리트 내구성을 제고하고 콘크리트의 워커빌리티와 균열저항성능을 제고하기 위하여 콘크리트에 적당한 량의 플라이애쉬, 고로슬래그 혹은 규

산재 등 혼화재를 추가한다. 서로 다른 혼화재의 첨가량은 응당 콘크리트의 성능 시험을 통하여 확정해야 한다. W

2 단위 체적 콘크리트의 결합재료 최대 사용량은 표 6.5.2.1 요구에 만족해야 한다.

표 6.5.1 콘크리트 배합비 선정시험 점검과 계산 사항

번호	점검사항	시험방법	비고
1	슬럼프 혹은 Vebe consistency	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	기본시험검측 사항
2	블리딩율		
3	압축강도	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	
4	항균열성	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	
5	전기통과량	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	
6	공기량	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	AE 콘크리트
7	탄성계수	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	프리스트레스트 콘크리트
8	동결저항성	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	동결융해 파괴환경
9	기포 간격계수	《철도콘크리트 장기간 성능 및 내구성능 시험방법》(GB/T50082)	동결융해, 염 결정 파괴환경
10	염소이온 확산계수	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	염화염 환경
11	56d 황산염 결정저항 건습순환 차수	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	염 결정 파괴 순환환경
12	부식저항계수	《철도콘크리트 장기간 성능 및 내구성능 시험방법》(GB/T50082)	화학침식환경
13	항침투성	《보통콘크리트 혼합물 성능 시험방법표준》(GB/T50080)	터널라이닝, 교량본체 콘크리트
14	알칼리 함량	시멘트, 광물혼화재, 혼화제 및 사용수의 알칼리 함량 합계	기본계산사항
15	SCI3 함량	시멘트, 광물혼화재, 혼화제 및 사용수의 알칼리 함량 합계	

번호	점검사항	시험방법	비고
16	염소이온 함량	시멘트, 광물혼화재, 조골재, 세골재, 혼화재 및 사용수의 알칼리 함량 합계	

표 6.5.2-1 단위 체적 콘크리트 결합재료 최대 사용량 (kg/ m³)

콘크리트 강도 등급	성형(成型)방식	
	진동 성형	자체 밀실 성형
< C30	360	/
C30~ C35	400	550
C40~C45	450	600
C50	480	/
> C50	500	/

3 서로 다른 환경 작용조건에서 콘크리트 중 혼화재 사용량은 표 6.5.2-2 에 따라 선택할 수 있다.

표 6.5.2-2 서로 다른 환경 작용조건에서 콘크리트 중 혼화재 사용량 범위 (%)

환경 유형	혼화재 종류	물-결합재료 비	
		≤0.40	>0.40
중성화(탄화)환경	플라이애쉬	≤40	≤30
	고로슬래그	≤50	≤40
염화물환경	플라이애쉬	30~50	20~40
	고로슬래그	40~60	30~50
화학침식환경	플라이애쉬	30~50	20~40
	고로슬래그	40~60	30~50
염류결정파괴환경	플라이애쉬	≤40	≤30
	고로슬래그	≤50	≤40
동결융해파괴환경	플라이애쉬	≤30	≤20
	고로슬래그	≤40	≤30
마모부식환경	플라이애쉬	≤30	≤20
	고로슬래그	≤40	≤30

주: 1 본 표에 규정한 첨가량은 1 개의 혼화재만 첨가할 시의 사용량 범위를 말한다. 두가지 혼화재 동시 첨가시 사용량은 본 표를 참고하며 시험을 통하여 확정한다.

2 본 표에 규정한 혼화재 사용량 범위는 규산염 시멘트 혹은 보통 규산염 시멘트를 사용하여 생산한 콘크리트에만 적용한다.

3 프리스트레스트 콘크리트구조 플라이애쉬 사용량은 30%를 초과하지 않는 것이 적정하다.

4 엄중한 염화물환경과 화학침식 환경에서 플라이애쉬 사용량은 응당 30%를 초과하거나 혹은 세연마한 광재 사용량은 50%를 초과해야 한다.

서로 다른 환경조건에 처한 콘크리트구조 최대 물-결합재료비와 최소 결합재료 사용량은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 시 표 6.5.2-3 규정에 부합하여야 한다. 황산염 화학침식 환경조건 에서 결합재료 침식저항계수는 응당 《철도콘크리트공사 시공품질검수표 준》 첨부 F 시험방법에 따라 시행하며 0.80 보다 작아서는 안된다.

표 6.5.2-3 콘크리트 최대 물-결합재료비와 최소 결합재료 사용량 (kg/m³)

환경 유형	환경작용	사용연한 급별		
	등급	1 (100 년)	2 (60 년)	3 (30 년)
중성화 (탄화) 환경	T1	0.55, 280	0.60, 260	0.60, 260
	T2	0.50, 300	0.55, 280	0.60, 260
	T3	0.45, 320	0.50, 300	0.55, 280
염화물환경	L1	0.45, 320	0.50, 300	0.50, 300
	L2	0.40, 340	0.45, 320	0.45, 320
	L3	0.36, 360	0.40, 340	0.40, 340
화학침식환경	H1	0.50, 300	0.55, 280	0.55, 280
	H2	0.45, 320	0.50, 300	0.50, 300
	H3	0.40, 340	0.45, 320	0.45, 320
	H4	0.36, 360	0.40, 340	0.40, 340
염류결정 파괴환경	Y1	0.50, 300	0.55, 280	0.55, 280
	Y2	0.45, 320	0.50, 300	0.50, 300
	Y3	0.40, 340	0.45, 320	0.45, 320
	Y4	0.36, 360	0.40, 340	0.40, 340
동결융해 파괴환경	D1	0.50, 300	0.55, 280	0.55, 280
	D2	0.45, 320	0.50, 300	0.50, 300
	D3	0.40, 340	0.45, 320	0.45, 320
	D4	0.36, 360	0.40, 340	0.40, 340
마모부식환경	M1	0.50, 300	0.55, 280	0.60, 260
	M2	0.45, 320	0.50, 300	0.50, 300
	M3	0.40, 340	0.45, 320	0.45, 300

주: 1 염류결정 파괴환경에서 콘크리트 공기량은 4.0%를 초과하는 것이 적정하다. 경화콘크리트 기포간격 계수는 응당 300 μ m 미만이어야 한다.

2 동결융해 파괴환경에서 경화콘크리트 기포간격 계수는 응당 300 μ m 미만이어야 한다.

3 프리스트레스트 콘크리트 공기량은 2.0%~4.0% 가 적정하다.

5 콘크리트중 알칼리 함량은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에

요구가 없을 경우 콘크리트 알칼리 함량은 표 6.5.2-5 규정에 부합하여야 한다.

표 6.5.2-5 콘크리트 알칼리 최대함량 (kg/m³)

설계사용연한 급별		1 (100 년)	2 (60 년)	3 (30 년)
환경조건	건조환경	3.5	3.5	3.5
	조습환경	3.0	3.0	3.5
	알칼리 함유 환경	2.1	3.0	3.0

주: 1 콘크리트 알칼리 함량은 콘크리트 각 종 원재료의 알칼리 함량 총합을 말한다. 그 중 혼화재 알칼리 함량은 혼화재가 함유한 가용성 알칼리량으로 계산한다. 플라이애쉬 가용성 알칼리량은 플라이애쉬 총 알칼리량의 1/6, 광재의 가용성 알칼리량은 광재 총 알칼리량의 1/2, 규산재 가용성 알칼리량은 규산재 총 알칼리량의 1/2 로 계산한다.

2 건조환경은 직접 물과 접촉하지 않고 연간 평균 공기상대습도가 장기간 75%이하인 환경을 말한다. 조습환경은 장기간 수중 혹은 조습토중에 처해있고, 건습 교체구, 수위 변화구 및 연간 평균 상대습도가 75%를 초과하는 환경을 말한다. 알칼리 함유 환경은 본 표 표준을 만족하는 외응당 비알칼리 활성 골재를 사용해야 한다. 설계사용연한이 30 년, 60 년일 경우 콘크리트속에 포함된 알칼리 함량을 제한함과 동시에 콘크리트표면에 방수, 알칼리 방지 도포층 처리를 한다. 아니할 경우 비알칼리 활성골재를 사용해야 한다.

6 골재의 모르타르봉 팽창율이 0.20%이상, 0.30%미만일 경우 콘크리트 알칼리 함량은 표 6.3.2 를 만족하는 외에도 응당 알칼리-골재반응을 억제하는 조치를 하며 시험을 통하여 억제효과를 증명해야 한다. 억제결과가 무효일 경우 알칼리 함량이 적은 시멘트로 교체, 혼화재량 추가 혹은 알칼리-골재반응 억제기능이 있는 혼화제 첨가 등 기술조치를 해야 한다. 알칼리-골재반응 억제 유효성시험은 응당 《철도콘크리트공사 시공품질검수표준》 첨부 G에 따라 시행해야 한다.

7 철근 콘크리트구조의 콘크리트 염소이온 총 함량은 결합재료 총 량의

0.10%를 초과하지 말아야 한다. 프리스트레스트 콘크리트구조의 콘크리트 염소이온 총 함량은 결합재료 총량의 0.06%를 초과하지 말아야 한다.

8 콘크리트중 SC13 최대함량은 결합재료 총량의 4.0%를 초과하지 말아야 한다.

기포 혼입 콘크리트 타설시 공기량은 표 6.5.2-6 규정을 만족해야 한다.

표 6.5.2-6 콘크리트 타설시 공기량

환경조건	동결융해과괴환경			염류결정과괴환경
	D1	D2, D3	D4	Y1, Y2, Y3, Y4
공기량 (%)	≥4.0	≥5.0	≥6.0	≥4.0

주: 1 본 표 중 공기량은 비프리스트레스트 콘크리트에 상대한 량이다.

2 프리스트레스트 콘크리트 공기량은 2.0%~4.0%가 적정하다.

시공공법 조건을 만족하는 상황에서 될수록 저유동성의 콘크리트를 사용하여 시공을 진행해야 한다.

6.5.3 콘크리트 배합비는 아래의 절차에 따라 계산, 배합비 시험과 조정을 시행한다.

1 제작공장에서 제공한 시멘트 석회의 화학성분과 광물 구성, 혼합재 종류와 수량 등 자료와 설계요구에 근거하여 초보적으로 시멘트, 혼화재, 골재, 사용수 및 물-결합재료 비, 결합재료 총 사용량, 광물혼화재와 혼화제 총 첨가량을 선정한다. 설계에 명확한 요구가 없을 경우 제 6.5.2 조항에 근거하여 선정을 진행한다.

2 매 m³당 콘크리트의 각 종 원재료 사용량을 계산하고 매 m³당 콘크리트의 알칼리 총 함량, SC13 함량과 염소이온 총 함량이 제 6.5.2 조항 요구 만족 여부를 확인해야 한다. 만족하지 못 할 경우 원재료를 다시 선정하거나 혹은 배합비 조정계산을 통하여 요구에 만족해야 한다. 계산시 건조상태 골재를 기준으로 하고 혼화재와 혼화제 첨가량은 결합재료 총량의 백분율로 계산하며 혼화제중의 물은 콘크리트 혼합수량에 계산해야 한다.

3 콘크리트 혼화제 사용량과 모래율에 대한 적정한 조정을 통하여 슬럼프

프치, 공기량, 비수율, 응결시간, 표면 밀도가 요구에 부합하는 콘크리트 배합비를 확정한다. 시험생산시 매 회 콘크리트 최소 교반량은 15L 이상 및 교반기 용량의 1/4 이상이어야 한다. 해당 배합비를 기준배합비로 한다.

4 기준배합비의 물-결합재료 비, 결합재료 사용량, 혼화제 첨가량, 혼화제 첨가량 혹은 모래율 등 참고계수를 적정하게 조정하여 혼합물 성능과 요구치가 근접한 배합비 3~5 개를 만든다.

5 요구에 따라 상술한 배합비별로 콘크리트 역학성능과 균열저항성능 대비 시험공시체를 제작하며 규정 기간동안 양생을 진행한다. 그 중 압축강도 공시체는 매 종류 배합비마다 4 개 조를 제작하며 표준양생을 1d, 3d, 28d, 56d 동안 진행하고 압축시험을 시행한다. 강도등급 C50 이하인 콘크리트 공시체 변 길이는 150mm 혹은 100mm 를 선택하며 C50 및 그 이상 콘크리트 공시체 변 길이는 150mm 를 선택한다.

6 제시된 배합비 중 우선 혼합물 성능과 균열저항성능이 양호하고, 압축강도가 적정한 1 개 혹은 몇 개 배합비를 선택하여 1 개 조 혹은 몇 개 조의 내구성 공시체를 제작하여 규정기간 동안 양생을 진행하고 내구성 시험을 한다.

7 제시된 배합비에 상응한 콘크리트 혼합물의 성능, 역학성능, 균열저항성능 및 내구성 시험결과에 근거하고 작업성능이 양호하고, 역학성능과 내구성이 요구를 만족하고, 경제성에 부합되는 원칙에 따라 그 중 한 개의 배합비를 선택한다.

8 선택한 배합비에 따라 콘크리트를 생산하고 표면 밀도를 측정한다. 실제 측정한 표면 밀도에 근거하여 교정 계수를 구하고 해당 배합비에 교정을 진행하여 이론 배합비를 구성한다.

교정 계수 = 실제 측정한 혼합물 표면 밀도/선정한 배합비 혼합물 표면 밀도

6.5.5 시공 전 모래, 굵은 골재 함수율에 대하여 측정을 진행하고 측정결과에 근거하여 이론 배합비 계산을 하며 시공 배합비를 확정한다.

6.5.6 콘크리트 원재료 품질, 시공공법에 비교적 큰 변화가 발생 할 경우 배합비 선정 시험을 다시 진행해야 한다.

6.5.7 시공공법 및 환경조건에 명확한 변화가 없는 상태에서 원재료 품질이 합격한 기초에서 파동이 발생할 경우 콘크리트 혼화제 사용량, 조골재 등급 분류 비율, 모래율에 대하여 적절한 조정을 하며 조정 후 콘크리트 혼합물의 성능은 이론배합비와 일치해야 한다.

6.6 콘크리트 믹서 (반죽)

6.6.1 콘크리트 교반전 응당 조, 세골재 함수율을 측정하고 제때에 시공배합비를 조정해야 한다. 각 작업반마다 적어도 한차례의 샘플 채취를 하여 측정하여야 하고 비오는 날에는 측정 차수를 증가해야 한다.

6.6.2 콘크리트를 혼합할때에는 반드시 강제식믹서를 사용하고 계량기구는 반드시 주기적으로 검교정하여야 한다. 믹서는 크게 수리하거나 일반적인 수리를 거치거나 혹은 새로운 장소에 옮긴 후에는 꼭 계량기구를 재검사하여야 한다. 각 작업반마다 정식으로 계량하기 전에 꼭 계량기구에 대하여 교정을 진행하여야 한다.

6.6.3 승인된 시공배합비에 따라 콘크리트 원재료를 정확히 계량하여야 하며 최대 허용오차는 아래 규정(중량에 따라 계산)에 부합하여야 한다. 결합재료 (시멘트, 광물혼화제 등)은 $\pm 1\%$. 혼화제는 $\pm 1\%$. 조, 세골재는 $\pm 2\%$. 사용수는 $\pm 1\%$ 이다.

6.6.4 콘크리트의 원재료 계량 후 우선 믹서에 골재, 시멘트와 광물혼화제를 투입하고 균일하게 믹싱한후에 사용수와 액체혼화제를 투입(기포 혼입 콘크리트는 AE 제 투입)하여 모르타르상태로 믹싱한다. 분말혼화제와 광물혼화제는 응당 동시에 투입해야 한다. 시멘트를 믹서에 투입할 시 온도는 70°C 이하하여야 한다.

6.6.5 콘크리트 비비기 시간은 전부 원재료를 믹서에 투입하고 비비기를 시작하여 완료할때까지 사용된 시간을 말한다. 콘크리트 연속 비비기 시간은 응당 배합비와 믹서장비 상황에 근거하고 시험을 통하여 확정한다. 단 최소 비비기 시간은 2min 이상이어야 한다.

6.7 콘크리트 운반

6.7.1 콘크리트는 내벽이 평평하고 매끄러우며 물을 흡수하지 않고 물이 새지 않는 운송설비로 운송을 진행하여야 한다. 콘크리트를 먼 거리로 운송할때는 레미콘차량으로 운송하는것이 적합하고 콘크리트를 짧은 거리로 운송할때는 콘크리트 펌프나 호퍼 혹은 벨트운송을 하는것이 적합하다. 콘크리트를 운반 전 반드시 운송설비내 집수 유무, 내벽 부착콘크리트 제거 유무를 검사해야 한다.

6.7.2 레미콘 차량으로 콘크리트를 운반할 경우 운반과정중 2r/min~4r/min 회전속도로 비비기를 진행해야 한다. 레미콘차량 현장 도착 시 응당 고속으로 20s~30s 회전 후 콘크리트 혼합물을 펌프차 혹은 콘크리트 호퍼에 투입해야 한다. 레미콘차량은 매일 사용 완료후 응당 깨끗이 청소해야 한다.

6.7.3 콘크리트 펌프 운송은 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 콘크리트 펌프 운송 시공은 시공 진도 요구에 근거하여 조직과 조정 관리를 강화하고 연속적이고 균일한 재료 제공을 확보하여야 한다.

2 콘크리트 펌프의 운송능력은 믹싱기계의 공급능력과 서로 대응되어야 한다.

3 콘크리트 펌프규격은 콘크리트 수량, 펌프의 최대 운송거리, 최대 송출량 등에 따라 선정할 수가 있으며 첨부 A를 참고하여 계산 확정 한다.

4 수송관을 배치할 시 파이프의 길이를 축소하고 절곡 연결부위를 적게 사용하는 것이 좋다. 수송관은 반드시 순탄하고 내벽이 매끄러워야 하며 이음부에서 모르타르가 누출되서는 안된다.

5 펌프로 콘크리트를 운송할 시 수송도관에서 수평관까지의 길이가 15m 이상이어야 한다. 출구 부분에 연관호스를 사용 할 수 있는 외 수송도관의 기타 부분은 연관호스를 사용해서는 안된다. 수송도관은 받침대나 크레인 등 인양기구로 고정시켜야 하며 거푸집과 철근과 접촉시켜서는 안된다.

6 콘크리트 펌프 운송 전 우선 동일 물-결합재료 비의 시멘트 모르타르 혹은 펌핑 콘크리트 배합비와 동일하나 조골재를 50% 감소한 콘크리트를 쉬스관에 통과한다. 피스톤 펌프로 콘크리트를 타설 할 경우 펌프의 호퍼

내는 응당 충족한 수량의 콘크리트를 확보하여 공기 흡입을 방지해야 한다.

7 하부 방향으로 콘크리트 펌프 타설을 할 경우 쉬스관과 수직선사이 각도는 12° 이상이 적정하다.

8 콘크리트 펌프 타설 위치는 타설지점에 될수록 접근해야 한다. 타설 주입구는 이동이 가능해야 하며 타설 주입구 고정 시 고정간격은 3m 이상이어야 한다. 삽입식 진동 다짐봉으로 타설한 콘크리트를 수평 이동시켜서는 안되며 타설 주입구에 있는 콘크리트를 이동시켜서는 안된다.

9 비비기 완료후 콘크리트는 응당 초기응결시간 1/2 내에 펌프에 투입시키며 초기 응결시간 내에 타설을 완료해야 한다. 교통이 막히고 기후가 더운 등 상황에서 응당 콘크리트 슬럼프 손실 과다 방지조치를 해야 한다.

10 응당 콘크리트 펌프 타설의 연속성을 확보해야 한다. 필요시 펌프 타설속도를 낮추어 콘크리트 타설 연속성을 유지해야 한다. 타설 중지시간이 15min 초과할 경우 4min~5min 마다 1 회씩 펌프를 작동하여 정, 반대로 두번씩 회전하며 동시에 호퍼의 교반기를 작동하여 재료분리를 방지해야 한다. 펌프 중지시간이 45min 를 초과하거나 혹은 콘크리트 재료분리 현상이 발생할 경우 쉬스관내 콘크리트를 제거하고 펌프를 청소해야 한다.

6.7.4 벨트로 콘크리트를 운송할 경우 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 전송벨트 기울기 각도는 표 6.7.4 규정을 초과하지 말아야 한다.

2 콘크리트를 전송벨트에 투입, 하역할 시 응당 호퍼 등 시설을 통하여 수직도를 확보해야 한다.

3 전송벨트위에 응당 스크레이퍼(scraper) 등 설비를 설치해야 한다.

4 전송벨트 회전속도는 1.2m/s 를 초과하지 않는 것이 적정하다.

5 콘크리트 비비기를 시작한 후 응당 2%~3% 모르타르 손실을 고려해야 한다.

표 6.7.4 전송벨트 최대 기울기 각도

콘크리트 슬럼프치 (mm)	최대 기울기 각도	
	상부로 전송	하부로 전송
<40	18°	12°
40 ~ 80	15°	10°
>80	공법시험을 통하여 확정.	

6.7.5 콘크리트 운송 이전, 분배 혹은 기울기 타설을 할 경우 응당 슈트, 도관 혹은 호퍼 등 금속유의 기구를 보조적으로 사용해야 한다.

6.7.6 콘크리트 운반 과정중 될수록 콘크리트 운송 이전 회수와 운반 시간을 줄여야 한다. 콘크리트는 사용수를 투입하여 타설하기까지 최장시간은 응당 시험실에서 초기응결 시간 및 시공기온에 근거하여 확정한다.

6.7.7 콘크리트 운반장비의 운송능력은 응당 콘크리트 응결시간과 타 설속도 수요에 만족하여 타설 과정의 연속성을 확보해야 한다. 운송 과정 응당 유효조치를 하여 현장에 운송되는 콘크리트의 균질성과 슬럼프를 확보해야 한다.

6.7.8 해빛이 내리쬐고 강우 및 한냉 기후조건에서 콘크리트 품질에 대한 영향을 방지하기 위하여 국부 콘크리트 온도상승 (하절기) 혹은 어는 (동절기)것을 방지해야 한다. 필요 시 운반용기에 덮개 혹은 보온조치를 해야 한다.

6.8 콘크리트 타설

6.8.1 콘크리트 타설 전 응당 아래의 준비업무를 잘 해야 한다.

1 타설 공법을 제정하여 구조 각 단계, 부위 별 간격타설 순서를 명확히 정하고 될수록 타설 지연 혹은 시공이음부를 줄여야 한다.

2 구조 단면 치수에 근거하여 필요한 온도 저하, 균열 방지 조치를 연구 확정해야 한다.

3 기초표면에 부착되어 있는 암편, 이물질 및 점토 덩어리 등을 깨끗이 제거하며 방, 배수조치를 취해야 한다. 건조한 비점성토 지반표면에 응당 살수하여 습윤조치를 해야 한다. 미풍화 암석에 대해서는 물로 깨끗이 청

소해야 한다. 단 표면에 집수가 있어서는 안된다. 구 콘크리트면에 연속하여 신 콘크리트를 타설할때 기초면 준비작업은 반드시 본 기술지침서 제 7.7.4 조의 규정에 부합되어야 한다.

4 거푸집, 동바리, 철근, 매립건의 견고함 정도와 보호층 간격재의 위치, 수량 등을 자세히 검사하여 철근콘크리트 피복 두께가 요구에 만족해야 한다.

6.8.2 콘크리트 타설은 응당 아래의 기본규정에 부합하여야 한다.

1 무더운 기온조건하에서 콘크리트가 타설온도는 30°C 를 초과하지 않는 것이 적정하다. 응당 거푸집과 새로 주입한 콘크리트가 직사광을 받는것을 피하여야 하며 콘크리트 타설전의 거푸집과 철근의 온도 및 부근의 국부적 기온이 40°C 내에 있게끔 관리하여야 한다. 저녁에 시작하여 콘크리트를 타설하는 것이 적정하며 아침에 콘크리트를 타설하여 기온 상승으로 인한 콘크리트 내부 온도가 급격히 상승하는 것을 방지해야 한다.

2 현지 주야 평균기온이 3d 연속 5°C 미만 혹은 최저기온이 -3°C 미만 인 경우 응당 동절기 시공 보온조치를 시행하며 콘크리트 타설온도는 5°C 보다 낮아서는 안된다.

3 상대습도가 비교적 작고 풍속이 비교적 큰 환경조건에서 현장에 살수 하고 안개를 뿌고 바람을 막는 등 조치를 취할수 있거나 혹은 이때 노출된 면적이 비교적 큰 부위의 콘크리트를 타설하지 말아야 한다.

4 콘크리트는 응당 층에 나누어 타설을 진행하여야 하며 층 두께(진동다짐후의 두께)는 반드시 믹싱능력, 운송조건, 타설속도, 진동다짐 능력과 구조 특점 등 조건에 근거하여 확정하여야 한다. 펌핑콘크리트의 최대 타설 두께는 600mm 를 초과하지 않으며 기타 콘크리트의 최대 타설두께는 600mm 를 초과하지 않는것이 적정하다.

5 새롭게 타설이 완성된 하층콘크리트에 다시 새로운 콘크리트를 타설할 시 하층콘크리트는 초기응결 전에 상층 콘크리트를 타설 완료해야 한다. 상, 하층을 동시에 타설 할때 상층과 하층의 전, 후 타설간격은 반드시 1.5m 이상을 유지한다. 경사면에 콘크리트를 타설할때는 반드시 낮은 곳 으로부터 시작하여 점차적으로 높이를 상승하며 수평분층을 유지한다.

6 콘크리트 타설은 반드시 연속적으로 진행하여야 한다. 장비 고장으로

인하여 중단 될때 중단시간은 반드시 앞층 콘크리트의 초기응결시 간보다 작아야 한다. 서로 다른 콘크리트의 중단 허용시간은 반드시 환경온도, 시멘트 성능, 물-결합재료비와 혼화제 유형 등 조건에 근거 하여 시험을 통하여 확정하여야 한다.

중단 허용시간이 초과될때에는 반드시 타설 중단처리를 하여야 하며 동시에 시공이음을 남기며 기록을 하여야 한다. 시공이음부의 평면은 반드시 구조의 축선과 수직되어야 한다.

7 콘크리트 타설 과정 중 혹은 완료시에 만약 콘크리트 표면에 블리딩수가 비교적 많으면 반드시 이미 타설한 콘크리트에 영향을 주지 않는 조건 하에서 조치를 취하여 물을 제거하여야 한다. 계속하여 콘크리트를 타설할 때에는 반드시 원인을 조사하고 조치를 취하여 블리딩수를 감소하여야 한다.

8 콘크리트 타설기간 응당 전문인원을 현장에 배치하여 동바리, 거푸집, 철근과 매립건 등의 안정상태를 점검하며 흔들리고, 변형, 변위 등 이상 발견시 제때에 처리하여야 한다.

6.8.3 고공에서 거푸집 내부에 콘크리트를 투하할 경우 콘크리트 재료 분리를 방지하기 위하여 조치를 취하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 고공에서 직접 경사방향으로 콘크리트를 타설할 경우 자유낙하 높이는 2m 이하로 하여 재료분리가 발생하지 않도록 한다

2 낙하높이가 2m 를 초과할때는 반드시 도관, 슈트 혹은 진동 슈트 등 보조시설을 사용하여 타설을 진행한다.

3 도관의 콘크리트 출하구와 타설면과의 높이는 1m 를 초과하지 말아야 한다.

6.8.4 시공이음 연결방식은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 무근콘크리트구조는 응당 시공이음에 직경이 16mm 이상인 연결철근을 설치한다. 연결철근 매설깊이와 노출길이는 전부 철근 직경의 15d 이상, 간격은 20cm 이상으로 하며 원형철근을 사용할 경우 양단은 반원형 표준 갈고리를 설치한다. 단 이형철근에는 갈고리를 설치하지 않아도 된다.

6.8.5 콘크리트 이음부에 연속적으로 새롭게 콘크리트를 타설할 경우 응

당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 기 타설 콘크리트표면의 시멘트 모르타르와 느슨하고 약한 층을 치핑 처리해야 한다. 치핑 후 노출되는 콘크리트 면적은 75%이상이어야 하며 치핑시 콘크리트 강도는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다. 인력으로 치핑을 할 경우 2.5MPa 이상이어야 한다. 브레이커 등 장비로 치핑을 할 경우 10MPa 이상이어야 한다.

2 치핑 처리를 거친 콘크리트표면은 반드시 물로 깨끗이 청소해야 한다. 단 집수가 있어서는 안된다. 새로운 콘크리트를 타설하기 전에는 수직시공 이음부에 대하여 구 콘크리트표면상에 한층의 10mm~20 mm 두께의 시멘트 모르타르를 바르고 수평 시공이음부 구 콘크리트표 면상에 한층의 두께가 10mm~20mm, 물-결합재료비가 콘크리트보다 약간 작은 1:2의 시멘트 모르타르 혹은 한층의 두께가 약 30cm 되는 콘크리트를 포설하는데 굵은 골재는 새로 주입하는 콘크리트보다 10% 감소하는것이 적정하다.

3 시공이음부가 경사면일 경우 구 콘크리트는 계단모양으로 타설 혹은 치핑처리를 해야 한다.

6.8.6 매스콘크리트 타설시 응당 본 지침서 제 8 장의 규정에 부합하여야 한다.

6.8.7 교각, 교대, 암거 콘크리트 타설시 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 기초 바닥이 비 점성토 혹은 건성토일 경우 응당 설계요구에 따라 기초바닥 처리를 진행해야 한다.

2 기토면이 암석일 경우 살수 습윤상태에서 한 층의 두께가 20mm~30mm 시멘트 모르타르를 도포한 후 응결 전 첫번째 층의 콘크리트를 타설한다.

3 일반 교각, 교대 및 기초는 응당 전체 단면 범위내에서 수평으로 층을 나누어 콘크리트 타설을 진행한다.

4 매스콘크리트 교각, 교대 및 기초는 응당 본 지침서 8.2 절 관련규정에 만족해야 한다.

6.8.8 빔 구조 콘크리트를 타설 할 경우 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 교량본체 콘크리트는 응당 빠르고 안정되고 연속적으로 확실한 타설방식을 적용하여 전체 교량 범위내에서 수평으로 층을 나누어 연속타설을 진행한다. 빔의 평면면적이 비교적 클 경우 경사방향으로 단계별, 층 별로 연속타설을 할 수 있다.

2 프리텐션 부품을 타설할 경우 진동 다짐봉이 강연선과 접촉, 충돌하는 것을 방지해야한다. 포스트텐션구조를 타설할 경우 응당 진동다짐봉이 인장쉬스관, 매립건 등과 충돌하는 것을 방지해야 한다. 수시로 거푸집, 인장쉬스관, 정착단 받침판 및 교량받침 매립건 등을 점검하여 위치 및 치수가 설계요구에 부합되는 것을 확보해야 한다.

6.8..9 터널, 개착식 터널, 절토부위, 대경간 아치 콘크리트 타설시 응당 아래의 기본규정에 부합하여야 한다.

1 타설 전 응당 붕락, 이완 된 토사 및 지지재료를 제거해야 한다. 붕락 구간 지지 제거가 어려울 경우 타설단면 외에 설치한 지지는 점검 및 기록 후 붕락체 내에 남길수 있다. 단 타설단면 내에는 지지를 남겨서는 안된다.

2 터널 아치링 등 장통형(长筒形)아치를 타설 할 경우 응당 구체적 상황에 따라 단계 별로 타설을 진행하며 경계면은 응당 아치의 종방향 중심축선과 수직되어야 한다.

3 연속적으로 아치부 혹은 아치링을 타설할 경우 반드시 양측 하부 끝단으로부터 아치 정상(頂)방향으로 대칭되게 타설하여야 한다. 콘크리트 혹은 철근콘크리트 아치부 혹은 아치링의 경간이 16m 및 이내일때는 반드시 1 회로 연속 타설을 완료해야 한다.

4 콘크리트 혹은 철근콘크리트의 아치부 경간이 16m 이상일 경우 반드시 아치의 경간방향을 따라 단계 별로 타설하여야 한다. 각 단계의 경계면은 반드시 아치부 중심선과 수직되어야 한다.

두개의 인접한 타설부위 사이에는 반드시 간격홈(隔槽)을 남겨두어야 하며 그 위치는 반드시 아치부 단계 마디밖에 설치하여야 하고 아치부 사이의 횡단지지, 격벽 및 빔(梁)위의 막대기(杆件)는 피하여야 한다.

아치부위의 단계 수량, 위치, 타설 순서 및 간격홈의 폭은 전부 설계의 요구에 부합하여야 한다.

5 각 단계 별 콘크리트는 반드시 일회에 타설 완료되어야 한다. 사정으

로 인해 중단된 후 다시 연속적으로 콘크리트를 타설할 경우 신, 구 콘크리트간의 접합면은 반드시 아치부의 중심선에 수직되어야 하며 본 기술지침서 제 6.8.5 조항의 규정에 부합되어야 한다.

콘크리트를 연속 타설할 경우 기 타설 완료한 콘크리트표면에 치핑을 하거나 혹은 계단형으로 치핑 (아치의 단면두께가 과다할 경우).을 하며 아치의 중심선과 수직되어야 한다.

6 사전 설치한 간격홈 중의 콘크리트는 반드시 각 단계 콘크리트 타설이 완료되기를 기다려야 하며 서로 인접한 콘크리트는 적어도 7d 로 경화한 후에 아치부 끝단에서 아치부위 정상으로 차례로 대칭되게 타설하여야 한다. 타설 시에는 될수록 슬러프가 비교적 작은 콘크리트를 사용하여야 하며 본 기술지침서의 제 6.8.5 조항의 규정에 부합되어야 한다.

7 최종면을 타설할 시 반드시 양측의 기타 간격홈이 타설 완료 되기를 기다려야 하며 기 타설된 콘크리트 온도가 아치의 설계 타설온도에 접근해야만 아치부 윗단 간격홈중의 콘크리트를 주입할 수 있다. 최종면 시공시 기온과 콘크리트의 온도는 반드시 잘 기록해 두어야 한다.

8 장경간 철근콘크리트의 아치부를 타설 할 경우 기설치한 종방향 철근이 아치동바리의 침하 혹은 기타 원인으로 인하여 변형 현상이 발생하여서는 안된다. 철근 이음부는 반드시 설계의 요구에 부합되어야 하며 아치부의 전부 길이와 동일한 길이의 철근을 사용하여서는 안된다.

9 장경간 아치부 혹은 아치링 콘크리트를 타설할 경우 설계부서의 동의를 거친 후 층 별 타설법을 적용할 수 있다.

6.8.10 벽과 기둥(교각) 전반적으로 연결(시공이음부를 설치하지 않음)된 빔 혹은 판을 타설할 경우 응당 설계에서 규정한 방안에 따라 시공 을 진행한다.

6.9 콘크리트 진동다짐

6.9.1 콘크리트 타설과정 수시로 콘크리트에 대하여 진동다짐을 진행하여 균일 밀실하게 하여야 한다. 진동은 삽입식진동절기를 사용하여 수직으로 진동다짐을 진행하는것이 좋으며 삽입식 진동절기와 부착식 진동절기를 연

합하여 사용 (콘크리트 호퍼 타설방식을 적용할 경우) 할 수 있으며 진동 다짐 점 분포를 균일(촉촉히)하게 하여야 한다. 프리스트레스트 콘크리트 거더는 측면 진동다짐과 삽입식 진동을 보조적으로 사용해야 한다.

6.9.2 콘크리트 진동다짐 과정 중복되는 진동을 피하여 과다다짐을 방지해야 한다. 거푸집 동바리의 안정성과 이음부 밀실성 검사를 강화하여야 하며 콘크리트 진동다짐 과정에서 모르타르가 흘러나 오는것을 방지하여야 한다.

6.9.3 기계 진동방식을 적용하여 콘크리트 다짐을 할 경우 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 삽입식 진동절기로 콘크리트를 다짐할 경우 삽입식 진동절기의 이동간격은 진동영향 작용 반경의 1.5 배 이하 이어야 하며 하층 콘크리트내의 삽입깊이는 50m~100mm 가 적정하며 측벽부 거푸집과 반드시 50m~100mm 의 거리를 유지하여야 한다.

진동다짐이 완료된 후 진동다짐봉이 콘크리트 중의 수평위치를 변화하여야 할 때에는 반드시 진동을 하여야 하는 동시에 천천히 수직 방향으로 진동봉을 빼낸다. 진동봉을 콘크리트 내에서 수평으로 이동해서는 안되며 진동봉으로 콘크리트를 몰아(이동)내서도 안된다.

2 표면 진동다짐기의 이동거리는 반드시 이미 진동 완료된 부분의 가장 자리를 포함하여야 한다.

3 부착식진동절기의 설치간격과 진동에너지는 반드시 시험을 통하여 확정하여야 하며 반드시 거푸집과 긴밀히 연결되어야 한다.

4 동결 저항요구가 있는 AE 콘크리트에 대하여 고주파수 진동다짐기로 다짐을 하지 말아야 한다.

5 응당 거푸집, 철근 및 기타 매립건와 충돌하는 것을 방지하여야 한다.

6 매 진동포인트의 연속 진동 다짐시간은 20~30s 가 적합하며 콘크리트가 다시는 침하하지 않고 표면 블리딩이 적정하며 다짐 과다와 누락을 방지하여야 한다.

7 PSM 거더 내부 격벽(腹板)과 밑판 및 윗판의 연결부분의 반침, 인장성 정착구 및 시공이음부 등 기타 철근이 밀집된 부위는 특별히 주의하여 진동다짐하여야 한다.

8 진동대로 진동을 할 경우 반드시 사전에 공법설계를 해야 한다.

6.9.4 콘크리트 진동다짐 완료 후 제때에 콘크리트 노출면을 평평하게 마무리 하며 블리딩 완료 후 2 차 면 마무리를 하며 표면 거칠기를 해야 한다. 면 마무리를 할 때 살수를 금지하며 과도하게 작업하여 표면 콘크리트 품질에 영향 주는것을 방지하여야 한다. 한냉시대 동결융해 작용을 받는 콘크리트와 건조지역 콘크리트는 특별히 면 마무리 절차의 품질관리에 주의하여야 한다.

6.10 콘크리트 양생

6.10.1 자연 양생시 콘크리트 타설 완료 후 즉시 표면을 덮어 수분 증발을 방지해야 한다. 노출면 콘크리트 초기응결 전 응당 덮개를 치우고 흙손으로 표면을 적어도 두번 정도 마무리하여 평평하게 한 후 다시 덮어야 한다. 이때 콘크리트가 최종응결이 될 때까지 덮개가 직접 콘크리트표면에 접촉하지 말게 주의해야 한다. 콘크리트 자연양생 기간 응당 중점적으로 콘크리트의 습도와 온도관리를 강화하며 양생기간 응당 본 지침서 관련 규정에 부합하여야 한다.

6.10.2 증기 양생시 콘크리트 환경온도는 응당 5°C 이상이어야 한다. 타설 완료 후 4h~6h 경과 콘크리트 최종응결이 되어야만 온도를 상승 할 수 있다. 콘크리트 양생 증기의 온도 상승, 하강속도는 10°C/h 이하로 해야 한다. 온도 유지기간 콘크리트 내부 온도는 60°C 를 초과하지 않는 것이 적정하며 최대로 65 °C 를 초과해서는 안된다. 일정 온도 양생기간 응당 구조의 거푸집 해체 강도 요구, 콘크리트 배합비 상황 및 환경조건 등에 근거하고 시험을 통하여 확정한다. 증기양생을 하는 PSM 거푸집 해체 후 보온 습윤 양생기간은 14d 이상으로 한다. 증기양생을 하는 사전제작 궤도판 거푸집 해체 후 보온 양생기간은 10d 이상으로 한다.

6.10.3 콘크리트 양생에는 거푸집 해체 전의 양생기간을 포함한다. 거푸집 해체 전 양생기간 응당 덮고, 살수 혹은 증기 등 조치를 취하여 습도, 온도를 유지해야 한다.

6.10.4 콘크리트 표면 덮개 혹은 거푸집 해체 후 응당 물로 담그거나 살수 혹은 덮고 살수하는 등 조치를 하여 습윤양생을 진행한다. 또한 콘크리트

표면이 조습상태에 처해 있을 때 신속히 마대, 거적(草帘)등 재료로 노출면을 덮어두거나 감싸고 비닐 혹은 천막으로 감싸는 기간에 감싸는 물건은 안정하고 파손이 없어야 하며 서로간의 연결이 안정하고 내표면에는 반드시 응결된 물방울이 있어야 한다. 조건이 있는 곳은 최대한 콘크리트의 감싸서 습기를 보존하는 양생 보호시간을 연장하여야 한다.

6.10.5 콘크리트에 양생제를 도포할 경우 양생제가 콘크리트 표면 침식, 색상 차이를 발생하지 말아야 하며 누락 부위가 없어야 한다.

6.10.6 콘크리트 거푸집 해체 후 제때에 새롭게 노출되는 콘크리트 표면에 습윤 양생을 진행해야 한다. 콘크리트 타설 완료 후의 보온, 습윤 양생 최소시간은 표 6.10.6 규정에 만족하여야 한다. (다음 페이지)

6.10.7 양생기간 양생수 온도와 콘크리트 표면간 온도차이는 15℃를 초과해서는 안된다.

6.10.8 강한 태양 직사를 받고 기온이 급격히 하강하는 등 상황에서 보온 조치를 하여 콘크리트 표면 온도가 환경요소 영향으로 인하여 급격히 변화하는 것을 방지해야 한다. 양생기간 콘크리트 내부와 표면, 표면과 환경간 온도차이는 20℃ (케도판, PSM 거더는 15℃) 를 초과해서는 안된다. 매스 콘크리트 시공 전 철저한 시공방안을 작성하여 콘크리트 내, 외부간 온도 차이가 설계요구를 만족하여야 한다.

표 6.10.6 서로 다른 콘크리트의 보온, 습윤 양생 최소 기한

물-결합재 비	대기 조습(RH ≥50%), 바람, 태양 직사 없음		대기 건조(20%≤RH <50%), 바람 혹은 태양 직사 있음.		대기 극단 건조(RH<20%), 큰 바람, 온도차이 큼.	
	일 평균기온 T (℃)	양생시간 (d)	일 평균기온 T (℃)	양생시간 (d)	일 평균기온 T	양생시간 (d)
>0.45	5≤T<10	21	5≤T<10	28	5≤T<10	35
	10≤T<20	14	10≤T<20	21	10≤T<20	28
	T≥20	10	T≥20	14	T≥20	21
≤0.45	5≤T<10	14	5≤T<10	21	5≤T<10	28
	10≤T<20	10	10≤T<20	14	10≤T<20	21
	T≥20	7	T≥20	10	T≥20	17

6.10.7 양생기간 양생수 온도와 콘크리트 표면간 온도차이는 15℃를 초과

해서는 안된다.

6.10.8 강한 태양 직사를 받고 기온이 급격히 하강하는 등 상황에서 보온 조치를 하여 콘크리트 표면 온도가 환경요소 영향으로 인하여 급격히 변화하는 것을 방지해야 한다. 양생기간 콘크리트 내부와 표면, 표면과 환경간 온도차이는 20℃ (케도판, PSM 거더는 15℃) 를 초과해서는 안된다. 매스 콘크리트 시공 전 철저한 시공방안을 작성하여 콘크리트 내, 외부간 온도 차이가 설계요구를 만족하여야 한다.

6.10.9 콘크리트는 동절기 혹은 하절기 거푸집 해체 후 기후에 급격한 변화가 발생하면 적정한 보온 (동절기) 혹은 열 차단 (하절기) 조치를 하여 콘크리트에 온도차이로 인한 응력이 과다하게 발생하는 것을 방지해야 한다.

6.10.10 콘크리트 거푸집 해체 후 유동수와 접촉할 가능성이 있을 경우 양생시간은 표 6.10.6 에서 규정한 시간에서 적어도 14d 까지 연장하며 콘크리트 강도는 설계강도의 75% 이상에 도달해야 한다.

6.10.11 직접 해수 혹은 알칼리성 토양과 접촉하는 콘크리트 강도는 설계 강도에 도달해야 하며 양생시간은 6 주 이상으로 한다.

6.10.12 환경온도가 5℃ 이하일 경우 콘크리트 표면 살수 양생을 금지한다. 단 보온, 습윤 양생조치를 해야 한다.

6.10.13 콘크리트 양생기간, 대표적인 구조에 대하여 온도검측을 진행하며 주기적으로 콘크리트 내부 온도, 표면 온도 및 환경 기온, 상대습도, 풍속 등 참고계수를 측정한다. 콘크리트 온도와 환경 참고계수 변화 상황에 근거하여 제때에 양생제도를 조절하여 콘크리트 내, 외부간 온도차가 규정에 만족하여야 한다.

6.11 콘크리트 거푸집 해체

6.11.1 콘크리트 거푸집 해체시의 강도는 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 비 중력지지 거푸집은 콘크리트 강도가 2.5MPa 이상에 도달하고 표면 및 끝단이 거푸집 해체로 인하여 손상이 없어야만 해체할 수 있다.

2 중력지지 거푸집(동바리 설치)은 콘크리트 강도가 표 6.11.1 규정에

도달한 후 해체할 수 있다.

표 6.11.1 바닥거푸집 해체 시 도달해야 하는 콘크리트 강도

구조 유형	구조 경간	콘크리트 설계강도에 도달하는 백분율 (%)
슬래브 판, 아치, 라이 닝	≤2	50
	2~8	75
	>8	100
빔, 상판	≤8	75
	>8	100
FCM (판)	≤2	75
	>2	100

3 내부거푸집 혹은 매립건의 내부거푸집은 콘크리트 강도가 부재와 홀 표면에 침하와 균열이 발생하지 않는 것을 확보한 후에만 해체가 가능하다.

6.11.2 거푸집 해체시 콘크리트 온도는 너무 높지 말아야 하며 콘크리트 공기 접촉시 급속한 온도 하강으로 인하여 균열이 발생하는 것을 방지해야 한다. 콘크리트 내부온도 하강 전 거푸집을 해체해서는 안된다.

6.11.3 구조 혹은 부재 내부 콘크리트와 표면 콘크리트간 온도 차이, 표면 콘크리트와 환경 간 온도 차이는 20°C (PSM 거더와 단면이 비교적 복잡한 구조의 온도 차이는 15°C 이상) 이상이면 거푸집을 해체해서는 안 된다. 바람이 크게 불거나 혹은 기온이 급격히 변화하는 조건에서 거푸집을 해체하지 말아야 한다. 덥고 바람이 큰 건조계절 단계 별로 거푸집을 해체하며 거푸집을 해체하는 동시에 덮어 보호하는 공법을 적용해야 한다.

6.11.4 거푸집 해체시 콘크리트 양생작업에 영향주거나 혹은 중단해서는 안된다.

6.11.5 거푸집 해체 후의 콘크리트구조는 응당 콘크리트가 100% 설계강도에 도달하며 전부의 설계하중을 지지할 수 있어야 한다.

7 프리스트레스 인장

7.1 일반규정

7.1.1 강연선 작업에 사용되는 정착구, 고정구와 커플러는 응당 인장성 품종, 정착요구와 인장공법 등에 근거하여 선정하며 그 성능은 응당 설계요구와 관련 표준 규정에 부합하여야 한다.

7.1.2 포스트텐션법 교량제작 외부거푸집과 프리텐션법 인장대는 시공공법에 근거하여 설계를 진행한다. 그 강도, 강성, 안정성과 구조는 강연선 인장 및 이완, 콘크리트 타설 및 양생, 거푸집 설치 및 해체에 등 시공 각 단계 시공하중과 작업요구에 만족해야 한다.

7.1.3 프리스트레스 힘 공사는 응당 설계에서 요구하는 작업순서에 따라 시공을 진행하며 각 시공단계 오차가 구조 안전성에 대한 영향을 고려하여야 한다. 장경간 프리스트레스 힘 공사는 응당 시공검측을 진행하며 대응한 조정조치를 취해야 한다.

7.2 강연선, 정착장치, 부속장치와 커플러

7.2.1 강연선, 정착기구, 부속장치와 커플러의 품종, 규격, 품질은 응당 설계요구와 국가 현행표준 규정에 부합하여야 한다.

7.2.2 강연선은 응당 평순하게 설치하고 절곡이 있어서는 안된다. 표면에는 균열, 흠집, 기계 손상, 철녹과 기름 자국 등이 없어야 한다.

7.2.3 고정편식 정착기구의 리바운드량(Wedge Slip)은 6mm 이하, 정착기구의 정착구 마찰계수와 인장장비 마찰계수 손실 합계는 6%이하여야 한다.

7.2.4 정착장치는 단계 별 인장, 추가인장 및 신장 프리스트레싱 힘의 요구에 부합되어야 한다. 포스트텐션구조에 사용될때는 정착장치 혹은 그 부속품에 그라우팅 주입공(Injection) 혹은 배기공(drain)을 설치하는 것이 좋다. 그라우팅주입관의 위치 및 직경은 주입공법 요구에 부합하여야 하며 주입관과 연결되는 구조를 갖추어야 한다. 밀폐 덮개를 사용할 경우 정착기구 혹은 그 부품에 연결구조를 설치해야 한다.

7.2.5 부속장치는 양호한 자동고정성능, 췌기성능과 중복 사용성능을 가지

고있어야 한다. 두드러서야 풀어지는 썬기장치에 대해서는 이 장치가 프리 스트레싱 철근에 대한 고정(정착)이 영향이 없어야 하며 조작 인원의 안전성을 확보해야 한다.

7.2.6 정착기구, 부속장치와 커플러에 사용되는 재료 성능지표는 45 호 철강 요구보다 낮지 말고 설계요구에 부합하여야 하며 기계성능과 화학성분 합격증명서, 품질보증서가 있어야 한다.

7.2.7 직경 $\phi 15.2\text{mm}$ 강연선을 정착하는데 사용되는 정착기구, 1~21 공 정착판 최소직경과 최소두께는 응당 표 7.2.7 규정에 부합되며 22 개 공 및 그 이상의 정착판은 설계문서를 참조하여 시행한다.

7.2.8 직경 $\phi 15.2\text{mm}$ 강연선을 정착하는데 사용되는 정착기구 정착판 제일 외측 홀 테두리에서 정착구 테두리까지 거리는 표 7.5.8 규정에 부합하여야 한다.

표 7.2.7 1~21 개 홀 정착판 최소직경과 최소두께

정착기구 공수	정착판 치수 (mm)		정착기구 공수	정착판 치수 (mm)		정착기구 공수	정착판 치수 (mm)	
	직경	두께		직경	두께		직경	두께
1	48	48	8	136	55	15	186	68
2	86	50	9	146	55	16	196	70
3	91	50	10	156	58	17	196	73
4	102	50	11	166	58	18	206	75
5	112	50	12	166	60	19	206	75
6	126	52	13	170	63	20	226	80
7	126	53	14	176	65	21	226	80

표 7.2.8 정착판 제일 외측 원추형 홀 외측에서 정착구 변까지 최소거리

홀 개수	최소거리
1 ~ 5 개	11.0mm
6 ~ 12 개	13.0mm
13 ~ 17 개	15.0mm
18 ~ 21 개	17.0mm

7.2.9 고정 편식 정착기구의 위치 제한판 홈 깊이는 강연선 직경과 대응되어야 한다. 위치 제한판과 정착기구는 응당 동일 제작공장의 제품이어야 하며 별도로 다른 제작공장의 제품을 사용해서는 안된다.

7.2.10 정착기구, 부속장치와 커플러는 사용 전 응당 LOT 별과 수량에 따라 샘플 채취를 하여 외관과 외형 치수, 경도와 정하중 정착성능을 검사해야 한다. 정착구 Wedge 와 Jack Wedge 는 대체 사용해서는 안된다.

7.2.11 정착판은 충분한 강성과 강도가 있어야 하며 길이는 강연선이 정착기구 하부에서의 최대 각도는 4° 이하. 끝단면의 평면도는 0.5mm 이하, 끝단면에는 정착기구 설치 홈이 있어야 한다.

7.3 쉬스관

7.3.1 포스트텐션공법 프리스트레싱 힘 콘크리트구조중에서 프리스트레싱 쉬스관은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 금속 파형관, 플라스틱 파형관, 고무봉 (관), 강관으로 쉬스관 시공에 사용할 수 있다.

7.3.2 쉬스관 재료 및 그 성능은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 쉬스관은 응당 충분한 강도와 강성을 갖추어야 하며 운반, 설치와 신타설 콘크리트의 중력, 부력하중 및 진동다짐기의 진동작용 하에서 자체 형상을 유지해야 하며 요구에 따라 부착응력을 전달해야 한다.

2 쉬스관 재질은 콘크리트, 강연선과 시멘트 모르타르에 불량한 화학반응을 하지 말아야 한다.

3 쉬스관과 접속부는 응당 충분한 밀폐성을 갖추어 모르타르 유출 및 진공시험시 공기가 새는 것을 방지해야 한다.

4 인장 관로 형성에 사용하는 원형관의 내직경은 응당 강연선 혹은 연결기 윤곽 직경보다 6mm 커야 하며 내단면적은 강연선 단면적의 2.5 배 이상이어야 한다.

5 강관벽 두께는 내직경의 1/50 이상, 동시에 2mm 이상이어야 한다.

7.3.3 쉬스관 설치는 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 쉬스관의 치수와 위치는 정확하며 쉬스관은 평순하며 끝단부위에 정착판을 매설하며 쉬스관 중심선과 수직되어야 한다. 설치는 견고하여 콘크리

트 타설과정 쉬스관이 솟아오르거나 변위가 발생하지 않도록 한다.

2 쉬스관 설치 전 설계에서 규정한 쉬스관 좌표에 따라 마킹을 하며 위치고정 철근을 설치하여 쉬스관을 철근격자내 설계위치에 견고하게 설치한다. 위치고정 철근의 구조 형식, 위치, 수량은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1) 위치고정 철근 전용 제작대에서 “井”자형으로 용접한다.

2) 매 측 철근과 쉬스관 간 틈은 2mm 이다.

3) 위치고정 철근 간격은 강관을 사용할 경우 1m 이하, 금속 파형관, 플라스틱 파형관, 고무봉을 사용할 경우 0.5m 이하가 적정하며 곡선 쉬스관에서는 적정하게 간격을 줄여야 한다.

3 금속 쉬스관의 접속부의 연결관은 직경 급별이 한 개 등급 더 큰 동일 재질 쉬스관을 사용해야 한다. 접속부 길이는 연결관 내직경의 5~7 배, 동시에 300mm 이상이며 양측 근입길이는 대체적으로 동일해야 한다. 고무봉 접속부는 동일 직경 얇은 철판관으로 연결하며 얇은 철판관 길이는 300mm 이상이어야 한다. 고밀도 폴리에틸렌 파형관은 전문 용접기로 용접을 진행하거나 혹은 자체 밀폐성능이 있고 관찰이 가능한 플라스틱구조의 연결관으로 연결한다. 연결시 접속부에 각도 변화가 발생하지 말아야 한다. 콘크리트 타설기간 쉬스관에 회전 혹은 변위가 발생하지 말아야 하며 긴밀하게 감싸주어 모르타르 유출을 방지한다.

4 쉬스관과 정착판간은 쉬스관 접속과 동일 재질, 동일 규격의 접속부로 연결한다. 연결 후 정착 본드로 밀폐하며 견고하게 고정하여 연결구간의 처짐을 방지한다.

5 모든 쉬스관에 전부 모르타르 주입홀을 설치한다. 쉬스관 최고점에 배기홀(drain)을 설치하며 필요시 쉬스관 최저점에 배수홀(drain)을 설치해야 한다. 쉬스관, 배기관과 배수관은 응당 아래의 규정에 만족해야 한다.

1) 재질은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 최소 내직경 20mm의 금속관 혹은 강화 플라스틱관을 사용하며 길이는 쉬스관에서 구조물 외부로 인출시킬 수 있도록 해야 한다.

2) 그라우팅관, 배기관과 배수관과 쉬스관간은 금속 혹은 플라스틱 밀폐 커플러를 사용하여 연결한다.

3) 모든 쉬스관의 주입홀, 배기홀은 정착장치 상부에 설치하며 배기홀은 응당 정착기구 부품위에 설치한다.

4) 진공 보조 그라우팅 공법을 사용할 경우 끝단을 잘 덮어 집수 혹은 기타 이물질 혼입을 방지해야 한다.

7.4 인장재료의 관리

7.4.1 인장재료는 반드시 청결해야 하며 적치와 운송과정 기계손상과 부식되고 녹이 쓰는 현상을 방지한다. 현장에 반입된 후 장기간 적치 할 경우 주기적인 외관검사를 해야 한다. 이형철근으로 인장에 사용할 경우 나사선 손상과 휨 변형을 방지해야 한다.

7.4.2 강연선을 창고내에서 보관할 경우 창고는 반드시 건조하고 습기를 방지하고 통풍이 양호하며 부식성 가스와 매질이 없어야 한다. 실외에 저장할 경우 기간은 6 개월을 초과하지 않는것이 좋으며 직접 지면에 쌓아놓아서 안되고 방목을 받치고 지붕을 설치하여 우수 유입을 방지한다.

7.4.3 정착기구, 부속장치와 커플러는 표시판을 설치하여 규격 별로 통풍이 양호한 창고내에 정연하게 적치한다. 제품 적치, 운반, 하역과 시공기간 충격, 밟고 던지고 바닥에 끄는 행위를 금지하며 부식, 오염, 분실을 방지해야 한다. 임시보호조치는 설치 효과와 영구성 방부식조치 실시에 영향을 주지 말아야 한다.

7.4.4 파형관은 분류하여 규격 별로 적치한다. 금속 파형관 보관은 본 지침 7.4.2 조항 규정에 부합하여야 한다. 플라스틱 파형관 보관 시 열원과 화확품 오염과 태양 직사광선을 피해야 한다.

7.4.5 강연선 및 부품 설치 완료후의 보호는 제 7.6.10 조항 규정에 부합하여야 한다.

7.5 강연선 가공과 설치

7.5.1 강연선 가공길이는 계산을 통하여 확정한다. 계산 시 구조의 쉬스관 길이 혹은 가공 작업대 길이, 정착기구 두께, 잭 길이, 끝단 여유길이, 인장 신장량, 탄성수축량, 인장 신장치와 외부에 노출길이 등 요인을 고려하

여야 한다. 처음으로 사용 할때는 반드시 테스트를 거쳐서 적합하게 되었을 때 대량으로 재료를 투입할수 있다. 강연선 재료투입 절단 후에는 끝부분이 평평해야 하며 동일 속 강연선의 길이 오차는 길이의 1/5000, 및 그 극한차이는 5mm 를 초과하여서는 안된다.

7.5.2 강연선은 절단기 혹은 회전 그라인드로 절단하며 전기아크 혹은 용접기로 절단하여서는 안되며 강연선이 고온, 용접불꽃 혹은 접지전류의 영향을 받게 해서는 안된다. 강연선 재료를 투입한 후에는 강선속이 분산해서는 안된다. 가공현장은 응당 평평하고 깨끗해야 한다.

7.5.3 강연선 속 제작 시 교량본체 동일 인장단면에 사용하는 강연선 속은 동일 공장, 동일 품종, 동일 규격, 동일 생산번호의 강연선으로 구성되어야 한다. 강연선 속 제작시 우선 바로 정리하며 매 1m~1.5m 를 간격으로 묶어야 한다. 결속 혹은 운송시에는 변형, 충격과 오염을 방지해야 한다.

7.5.4 강연선 속 끝단 절단, 정착방법을 사용할 경우 우선 강연선의 절단성을 확인해야 한다. 철사 끝단 부위의 치수: 직경은 1.4d~1.5d, 높이는 0.95d~1.05d (d 는 철사 공칭직경.). 절단 시 끝단 강도는 철사 모재강도의 97% 이상. 고강도 철사 끝단은 응당 유압 절단을 시행한다.

7.5.5 이형 인장철근 단부 볼트는 반드시 충족한 길이로 근입되어야 한다. 이형철근은 응당 단부 볼트를 노출해야 한다. 커플러를 사용하여 이형 인장철근을 연결할 경우 양단이 전부 커플러 중앙에 위치해야 한다.

7.5.6 프리텐션 콘크리트 빔에서 곡선 강연선을 배치할 경우 강연선 설치 는 하부에서 상부로 순서로 진행한다. 우선 직선상태의 강연선을 삽입하고 나중에 곡선을 삽입한다. 곡선 강연선은 절단기와 유사한 홈을 통과해야 한다.

7.5.7 포스트텐션 프리스트레스 힘 콘크리트구조의 강연선은 콘크리트 타설 전 혹은 타설 후 쉬스관 삽입이 전부 가능하다. 단 증기양생을 할 경우 양생 완료 전 강연선을 설치하지 말아야 한다. 삽입 전 정착판과 쉬스관을 검사하며 정착판은 응당 위치가 정확하고 쉬스관내는 집수 혹은 기타 이물질 혼입을 방지해야 한다. 강연선 속 제작 후 전체적으로 쉬스관내에 설치해야 한다.

7.5.8 콘크리트 타설 전 강연선을 삽입한 쉬스관은 전면적으로 검사하며

손상 부위를 보수하고 정착구 주입구, 배기관 구멍을 밀폐해야 한다.

7.5.9 정착기구 위치 고정 및 커플러 설치는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 정착기구와 커플러는 설계에서 규정한 위치, 방향과 형상대로 설치, 고정하며 정착구 보강철근을 설치해야 한다.

2 정착기구 압축력 지지면은 응당 강연선과 수직되어야 한다.

3 강연선 길이를 연장할 경우 커플러의 인장방향에서 충족한 이동공간을 확보해야 한다.

4 매립식 정착단 정착판은 중첩되지 말며 정착기구와 정착판은 밀접해야 한다.

5 정착기구 설치와 정착판은 중심이 일치하며 고정편은 밀접하고 틈이 일정해야 한다.

7.5.10 강연선 설치 후 보호는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 콘크리트 타설 혹은 양생 전 강연선을 설치했지만 규정기한내에 그라우팅을 하지 않은 강연선은 그라우팅 전까지 방(防)부식조치를 해야 한다.

2 서로 다른 노출 조건에서 방부식조치를 하지 않은 강연선이 설치 후 그라우팅 전까지의 허용시간은 표 7.5.10 규정에 부합하여야 한다. 아니할 경우 아연 도금 강연선을 사용해야 한다.

표 7.5.10 강연선 노출 허용시간

노출 조건	시간
공기 평균 상대습도 70% 초과 혹은 염분과대 시 (근해환경)	7d
공기 평균 상대습도 40%~70% 시	15d
공기 평균 상대습도 40% 미만일 시	20d

3 강연선 쉬스관내 설치 후 적절한 조치를 하여 외부에 노출되는 강연선을 보호해야 한다. 후속공사 시공 중 강연선, 쉬스관, 정착판 및 정착기구 손상과 변위를 방지해야 한다.

4 어떠한 상황에서도 강연선을 설치한 구조 인근의 전기용접 시 전부 강

연선과 금속부품에 대하여 보호조치를 하여 용접 불꽃이 튀거나 혹은 용접 열로 인한 손상을 방지해야 한다.

7.6 프리스트레스 힘 인장

7.6.1 인장설비의 선정과 교정은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 동일 강연선 속에 대하여 대응한 잭을 선정하여 전체 속에 대하여 인장을 시행한다. 타원형 쉬스관속에 4개 이하의 강연선을 삽입하며 소형 잭을 이용하여 한 개씩 인장을 시행할 수 있다.

2 프리텐션법 프리스트레스 힘 콘크리트구조는 한 다발씩 초기 조절을 하고 전체적으로 인장, 이완하는 공법을 사용할 경우 한 다발 초기 조절절차는 중공식 잭을 사용해야 한다. 전체 인장과 전체 이완은 자체 유압 잠금식 잭을 사용해야 한다.

3 잭 정격 인장력은 강연선 인장력의 1.2~1.5 배로 하며 최대 잭 스트로크는 강연선의 신장치에 초기 인장시 남김량을 합하여 계산한다. 유압잭 정격유압은 유압의 1.4 배로 하며 유압펌프 용량은 인장잭 총 유압량의 1.5 배 이상으로 한다.

4 잭과 조합으로 사용하는 압력계는 내진형으로 하며 정밀도 등급은 1.0 급 이상, 최소 눈금은 1MPa 이상, 눈금판 직경은 15츠 이상, 눈금판 측정범위는 작업 최대 수출량의 1.25~1.5 배 사이로 한다.

5 압력계 계량검정은 국가 관련표준 규정에 부합하여야 한다.

6 잭 교정방법은 본 지침 첨부 B 내용을 참조, 잭 교정주기는 아래 규정에 부합하여야 한다.

- 1) 잭을 처음으로 사용하기 전 반드시 교정을 진행한다.
- 2) 잭을 1개월 동안 사용한 후.
- 3) 잭을 이용하여 인장작업을 300회 도달했을 경우.
- 4) 잭을 대수리했거나 혹은 기름 유출 현상이 엄중하여 해체 수리한 후.

7 압력계 교정주기는 응당 아래 규정에 부합하여야 한다.

- 1) 1.0 급 압력계 교정주기는 1주로 하며 0.4 급 압력계 교정주기는 1개월로 한다.

2) 압력계를 이용하여 인장작업을 300 회 도달했을 경우.

3) 사용하는 기름규격을 교체했거나 혹은 허용오차를 초과하고 이상고장 (인장 시 강연선 끊김, 신장치 오차 과다 등 수차 발생)을 발견했을 경우.

8 센서를 이용하여 인장력을 측정할 경우 센서는 응당 국가 관련 검교정 규정의 검교정주기 (1 년)에 따라 검교정을 시행하며 잭과 압력계는 조합표준에 따라 시행하지 않아도 된다.

7.6.2 포스트텐션 프리스트레스 힘 콘크리트구조, 곡선 배치 프리텐션 콘크리트구조에 인장력을 시행하기 전 인장력 손실시험을 진행하며 설계단위는 시험결과에 근거하여 인장력을 조절함과 동시에 실제 마찰저항 손실, 인장력 탄성계수에 근거하여 프리스트레스 힘 이론 신장치를 정확하게 계산한다.

7.6.3 프리스트레스 힘 손실 시험방법, 빈도는 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

7.6.4 강연선 인장 전 초기인장, 인장제어력, 상응한 압력계 수치, 인장 신장치를 계산하며 인장순서와 절차를 명확히 해야 한다. 인장력의 초기 인장력, 인장제어력은 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

7.6.5 프리스트레스 힘 인장은 0 으로부터 초기인장력을 추가하고 신장치 초기수치를 측정한다. 그 후 등급에 따라 등속으로 하중을 가하며 신장치를 측정하여 인장 제어력에 도달하며 2 분동안 하중을 유지한다. 플라스틱 파형관을 사용할 경우 인장제어력에 도달한 후 2min~5min 동안 유지한다.

7.6.6 프리스트레스 힘 값은 압력계 수치를 위주로 하며 신장치를 검토하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 실제 신장치와 이론 신장치간 차이는 설계요구에 부합하여야 한다. 아니할 경우 응당 인장을 중단하고 원인조사를 하고 조치를 취하여 조절 후 계속하여 인장을 할 수 있다.

2 이론 신장치의 계산은 응당 실제 측정한 인장력의 탄성계수, 쉬스관 마찰계수를 사용한다.

3 실제 측정 신장치의 수정과 이론 신장치의 정확한 계산방법은 본 지침

첨부 C 를 참고한다.

7.6.7 포스트텐션법 PSM 거더 최종인장과 프리텐션법 PSM 거더 인장 완료 후 교량본체 탄성 캠버량은 실제로 측량해야 한다.

7.6.8 강연선 인장 혹은 이완 시의 환경온도는 0℃이상이 적정하다.

1 인장 전 작업대, 횡 빔 및 인장설비에 대하여 자세한 검사를 진행하여 안전과 공법요구 만족 후 작업을 진행할 수 있다.

2 강연선 인장순서는 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

3 강연선 인장공법은 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 한 개 속 초기 조절, 전체 인장의 공법을 적용한다.

4 곡선 강연선을 배치할 경우 우선 한 개 속의 직선 강연선을 조절하며 재차 초기 조절, 전체 곡선 강연선 인장하며 마지막으로 전체 직선 강연선을 인장한다.

5 전체 인장 공법을 적용하여 인장하는 과정 가동단 횡빔과 고정단 횡빔은 평행을 유지해야 한다.

6 콘크리트 타설 전 강연선 끊김 혹은 탈락하는 강연선은 반드시 교체해야 한다.

7 강연선 인장 완료후의 위치와 설계치간의 오차는 5mm 이하, 동시에 부재 최단 변 길이의 4%를 초과해서는 안된다.

8 프리스트레스 힘 인장 완료후 4h 내에 콘크리트 타설을 진행하며 콘크리트와 인장 시 환경온도 차이는 20℃를 초과하지 말아야 한다.

7.6.10 프리텐션법 프리스트레스 힘 콘크리트부재의 인장은 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 강연선 인장 시의 콘크리트 강도, 탄성계수와 기간은 설계요구에 부합하여야 한다. 인장 전 상호적으로 교차하여 인장을 진행한다.

2 인장순서는 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 단계별로 대칭, 상호 교차하여 인장을 진행한다.

3 췌기 혹은 잭을 이용하여 전체적으로 인장하며 설계요구에 부합하여야 한다.

4 프리스트레스 힘의 인장속도는 너무 빠르지 말아야 한다.

5 인장 후 프리스트레스 힘의 절단 순서는 인장측부터 시작하여 다른 측

으로 이동해야 한다.

7.6.11 포스트텐션법 프리스트레스 힘 콘크리트구조 인장은 아래 규정에 부합하여야 한다.

1 인장 전 구조의 외관과 치수 및 정착판 설치 후의 콘크리트 밀실성 검사를 지행하며 쉬스관중의 모르타르 이물질을 깨끗이 청소해야 한다.

2 인장순서는 설계요구에 부합하여야 한다. 집중적으로 제작하는 PSM 거더는 사전인장, 초기인장, 최종인장 3 개 단계로 구분하여 진행하며 집중적으로 제작하는 T 빔은 초기인장과 최종인장 2 개 단계로 구분하여 인장을 진행한다.

3 각 단계 프리스트레스 힘 콘크리트 강도, 탄성계수와 기간은 설계요구에 부합하여야 한다.

4 프리스트레스 힘 인장순서는 설계요구에 부합하여야 한다.

5 프리스트레스 힘 인장단 설치는 설계요구에 부합하여야 한다.

6 인장 시 정착판, 정착기구와 동일 중심축선 상에 위치해야 한다. 양측 인장을 할 경우 인장 과정 양측 동시 인장을 유지하며 양측 신장치는 기본상 일치해야 한다.

7 프리스트레스 힘 인장관리는 안정 후 정착할 수 있다. 정착 완료 및 검수 합격 후 끝단 여분의 강연선을 절단하며 절단은 제 7.5.2 조항 규정에 부합되어야 한다. 절단 후 노출길이는 강연선 직경의 1.5 배 이상, 동시에 30mm 이상이어야 한다.

8 포스트텐션법 프리스트레스 힘 구조의 강연선 끊김 혹은 탈락 수량은 총 수량의 5%을 초과해서는 안되며 구조의 동일 측에 위치해서도 안되며 매 속 끊김 개수는 1 개를 초과해서는 안된다.

7.7 그라우팅

7.7.1 그라우팅 원재료는 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시멘트는 성능이 안정되고 강도등급이 42.5 이상인 저알칼리 규산염 혹은 저알칼리 보통규산염 시멘트 (복합재료는 플라이애쉬 혹은 광물재), 시멘트 숙료 중 C3A 함량은 8% 이하여야 한다. 그 외 성능은 국가 현행 표준 《통용 규산염 시멘트》 (GB175) 규정에 부합되며 기타 품종의 시멘

트를 사용하지 않는 것이 적정하다.

2 광물혼화제 품종은 I급 플라이애쉬, 광물재 혹은 규산재.

3 교량본체 그라우팅 재료는 응당 고성능 감수제를 사용해야 한다. 감수제의 성능과 사용하는 시멘트는 양호한 적응성을 구비해야 한다. 감수제의 감수율은 20% 이상, 기타 지표는 응당 국가 현행표준 《콘크리트 혼화제》(GB8076) 규정에 부합되며 혼화제 균질성은 《콘크리트 혼화제 균질성 시험방법》(GB/T8077) 규정에 부합하여야 한다.

4 그라우팅 재료 중에는 고알칼리 (알칼리 총 함량은 0.75% 이하) 팽창제 혹은 알리미늄 분말을 주요 성분으로 하는 팽창제를 함유하지 말아야 한다. 염화물, 아질산 염류 혹은 기타 강연선에 부식작용이 있는 혼화제 사용을 금지한다.

5 그라우팅 재료 중 염소 이온 총 함량은 접합재 총 량의 0.06%를 초과하지 말아야 한다.

7.7.2 그라우팅 모르타르의 강도, 유동도, 응결시간, 비수율, 팽창율, 공기량 등 성능은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 프리스트레스 힘 콘크리트 빔은 아래의 규정에 부합하여야 한다.

28d 강도: 압축강도 \geq 50MPa, 휨 강도 \geq 50MPa, 30min 유동도 \leq 30s, 응결시간: 초기 응결 \geq 4h, 최종 응결 \leq 24h. 블리딩율 0, 압력 블리딩 율 \leq 3.5%;24h 자유 팽창율, 0~3%, 공기량 1%~3%.

7.7.3 모르타르 주입전 사전 먼저 사용된 그라우팅 자재에 대해 시험 배합 검증을 진행해야한다. 각종 자재 수량의 정확도는 반드시 \pm 1%에 도달해야 한다. (품질계를 기준) w/c 는 0.33 을 초과하면 안된다.

7.7.4 시공 설비 및 무게 측량 정밀도는 아래 규정에 부합되어야한다.

1 교반기의 회전 속도는 1000r/min 이하면 안되고 교반기 날개의 최고 회전 속도는 15m/s 이내로 제한해야한다.교반기 날개의 형태는 반드시 회전 속도에 부합되어야하고 또한 규전된 시간내 균일하게 교반되는 요구에 만족시켜야한다. 그라우팅 기계는 연속식 그라우팅 펌프를 사용하고 압력 의 기의 최소 숫치는 0.1 MPa 보다 크며 최대량으로 사용시 실제 작업 압력은 25%~75%량의 범위내야 된다. 사이로는 반드시 교반 성능이 있어야 한다. 오락 방지막 간격은 3mm x 3mm 보다 크면 안되고 진공 보조 그라우팅을

사용시 진공 펌프는 반드시 0.092 MPa 부압력에 도달해야한다.

2 모르타르 교반물을 제작시 각 자재의 무게 측량의 정확도는 반드시 $\pm 1\%$ 에 도달해야 한다.(품질계를 기준).계량 의기는 반드시 법적으로 규정된 검교정 합격증이 있어야하고 유효 기한내 사용을 해야한다.

7.7.5 교반 공법은 반드시 아래 규정에 부합되어야한다.

1 교반전 설비를 세척한다.세척후 설비내에 지거기,무리이 있어서는 안된다. 그라우팅 자재가 교반기에서 사이로으로 들어갈때 오락 방지막을 사용해야한다..

2 모르타르 교반 조작 순서는:사선 먼저 교반기에 실제 교반과 물의 80%~90%량을 주입하고 교반기를 작동하며 세멘트외의 모든 모르타르 자재를 넣으면서 교반한 후 전부의 시멘트를 주입한다. 전부의 플라이쉬를 주입한후 2min 교반하고 나머지 10%~20%의 물을 주입해서 2min 동안 계속 교반을 한다.

3 교반이 균일하게 된후 현장에서 유동도 시험을 진행하고 유동도 범위는 반드시 $18s \pm 4s$ 가 좋다. 매 10 번에 한번씩 검측을 진행하고 유동도가 표준에 부합되후 오락 방지막을 통해 사이로으로 주입시킨다. 모르타르가 사이로에서 계속 교반을 해서 모르타르의 유동성을 보증해야 한다.

4 시간 지연으로 유동성이 낮아진 모르타르는 물을 첨가해서 유동성을 증가해서는 안된다.

7.7.6 그라우팅 공법은 아래 규정에 부합되어야한다.

1 그라우팅 전 교량본체 쉬스관내의 찌거기와 물을 청소해야한다.

2 그라우팅 전 밀봉 덮개 혹은 그라우팅 등으로 정착 기구 고정 정착핀과 기타 모르타르가 흘러 내릴수 있는 곳을 밀봉하고 밀봉 자재가 일정한 강도에 도달한후 그라우팅을 해야한다.

3 그라우팅 순서는 밑에서 부터 위로 곡선 쉬스관과 연직 쉬스관은 제일 밑부분에서 그라우팅을 하고 제일 높은 곳의 배기공에서 배기 혹은 블리딩 배출을 한다.

4 모르타르가 교량 본체 쉬스관으로 주입전 먼저 그라우팅 펌프를 작동하고 모르타르가 그라우팅 관을 통해 소량을 배출시켜 그라우팅 관 중 위 공기, 물과 묽은 모르타르를 배출 시킨다. 배출된 모르타르 유동성과 그라

우팅 믹서 중의 흐름도가 일치할때 교량 본체 쉬스관으로 주입을 한다.

5 교량본체 종방향 혹은 횡방향 쉬스관의 그라우팅 최고 압력은 0.6 MPa 를 초과하면 좋지않고 쉬스관이 비교적 길거나 혹은 한번에 그라우팅시 최대 압력은 1.0 MPa 가 적정하다. 교량본체의 연직쉬스관 그라우팅의 압력은 0.3 MPa ~0.4 MPa 가 적절하다. 그라우팅 충진도는 반드시 쉬스관의 다른 한쪽까지 채우고 배기관으로 규정된 흐름도가 동일한 모르타르가 배출 할때까지 진행 해야한다. 그라우팅 배출관 벨브를 닫은후 반드시 0.50 MPa ~0.60 MPa 또한 3min 의 온압기를 유지해야한다.

6 우선 먼저 진공 보조 그라우팅 공법을 사용한다. 그라우팅 전 반드시 먼저 진공을 진행하고 쉬스관 내의 진공도를 -0.06 MPa ~0.08 MPa 사이에 온정 시킨다. 진공이 안정된 후 빠른 시간내 그라우팅 벨브를 열고 동시에 그라우팅 펌프로 연속적으로 그라우팅을 해야한다.

7 동일한 쉬스관은 연속적으로 그라우팅을 진행해서 1 번에 완성한다. 모르타르를 교반하기 시작해서 교량본체에 주입하는 시간은 40min 을 초과하면 안된다.

8 그라우팅후 반드시 그라우팅관과 배출관의 밀실 상황을 확인해서 밀실 하지 않을때는 반드시 체대에 보충을 해서 쉬스관내 완전한 밀실을 보증해야 한다.

9 FCM 교량 혹은 보충 압력 그라우팅에 대해 쉬스관 내의 모르타르는 반드시 출구측으로 흘러 나와야한다. 다시 한번 그라우팅을 해서 출구측에 동일한 모르타르가 흘러나오고 0.50 MPa 압력하에 5min 한다. 이 과정을 1~2 번 반복을 해야 한다.

7.7.7 최종 인장 후 48h 내 반드시 쉬스관에 그라우팅을 진행한다. MSS 구조물 그라우팅시 강도는 반드시 설계 요구에 부합되어야하고 설계에 요구가 없을때 그라우팅 강도는 설계 강도의 75%보다 커야한다.

7.7.8 그라우팅시 교량본체, 모르타르 및 환경 온도는 아래 규정에 부합되어야 한다.

1 그라우팅시 모르타르 온도는 반드시 5℃~30℃ 시이가 좋고 그라우팅 및 그라우팅후 3d 내 교량본체 및 환경 온도가 5℃ 보다 낮으면 안되고 아니면 보온 조치를 사용해서 요구에 만족 시켜야한다.

2 환경 온도가 35℃ 이상시 온도가 비교적 낮은 시간(레하면 야간)에 그라우팅을 진행해야한다.

7.8 덮개 마감 (정착구 마감)

7.8.1 쉬스관내 그라우팅 후 충전이 부족한 상황이 없고 모르타르가 응결된 후 제때에 밀폐(끝단 밀봉) 작업을 해야한다.

7.8.2 밀폐(끝단 밀봉)에 사용한 자재와 품질은 설계 요구에 부합되어야한다. 설계 요구가 없을때 w/c 가 교량본체 자체 콘크리트의 건조 콘크리트 혹은 수축보상 콘크리트, 그 강도, 내구성은 교량본체의 콘크리트 보다 작으면 안된다. 무도상 궤도판의 밀폐 콘크리트는 반드시 설계와 관련 표준의 규정에 부합되어야한다.

7.8.3 프리스트레스트 콘크리트 빔의 밀폐(끝단 밀봉) 시공은 반드시 아래 요구에 부합되어야 한다:

1 포스트 텐션 밀폐 (끝단 밀봉) 전 반드시 정착 기구, 노출된 강선은 에폭시 방수 도료로 방수 처리를 진행한다. 강연선 피복 두께는 반드시 설계 요구에 부합되어야한다.

2 곡선 배근 프리스트레스 빔 바닥 전철기 절단 후 노출면은 방부식제를 도포한다. 홈 부위는 교량본체 콘크리트와 색채가 일치한 에폭시수지 콘크리트를 이용하여 밀폐하며 압축강도는 설계요구보다 낮아서는 안되며 동시에 40MPa 이상이어야 한다.

3 포스트 텐션 밀폐(끝단 밀봉) 철근을 목기전 정착판 표면과 청작 링의 부착물을 깨끗이 제거한다. 끝단 콘크리트는 치핑처리를 하며 콘크리트 조각 등 이물질은 깨끗이 청소한다.

4 콘크리트는 반드시 밀실하게 치핑을 하고 벌집 표면 불량이 없어야 하며 제때에 면 마무리를 진행한다. 밀폐 (끝단 밀봉)후 콘크리트면과 교량면 단차는 2mm 를 초과하지 말아야 한다.

5 밀폐(끝단밀봉) 콘크리트는 반드시 습윤, 보온 양생을 진행하며 양생 완료 후 설계요구에 따라 방수처리를 한다.

8 특수콘크리트 (모르타르)

8.1 일반규정

8.1.1 특수콘크리트 (모르타르)에 사용되는 원재료와 시공요구는 본 장 규정에 부합되는 외에도 응당 본 지침 제 6 장의 관련 규정에도 부합하여야 한다.

8.1.2 특수콘크리트 (모르타르) 시공은 응당 설계문서, 시공조건 및 수문, 지질, 기상 등 상황에 근거하여 상응한 시공기술 조치를 제정하며 필요시 시공 전 공법시험 혹은 시뮬레이션 연구를 진행하여 공사품질을 확보해야 한다.

8.1.3 특수콘크리트 (모르타르) 원재료의 선정은 응당 현지 사정에 따라 가까운 곳의 원재료를 사용하는 원칙을 적용한다.

8.2 매스 콘크리트

8.2.1 매스콘크리트는 주요하게 콘크리트 구조체의 최소 단면치수가 1m 이상이거나 혹은 콘크리트 중의 시멘트 수화열에 인한 온도변화와 수축으로 유해균열을 유발할 수 있는 콘크리트를 말한다.

8.2.2 매스콘크리트 배합용 원재료는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시멘트는 우선적으로 품질이 안정되고 콘크리트 균열 저항성능에 유리하며 C3A 함량이 비교적 적고 C2S 함량이 상대적으로 높은 시멘트를 선정한다.

2 세골재는 급별이 양호한 중사를 사용하며 조립율은 2.3 을 초과하는 것이 적정한다.

3 펌핑이 아닌 타설방식으로 시공을 할 경우 조골재 입경은 적정하게 증대할 수 있다.

4 응당 응결지연형의 고성능 감수제를 사용해야 한다.

8.2.3 매스콘크리트 배합비는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 매스콘크리트 배합비 설계는 설계강도 등급, 내구성, 침투저항성, 체적안정성 등 요구를 만족하는 외에도 응당 매스콘크리트 시공공법 특성 요구와 합리하게 재료를 사용하고 콘크리트 단열 온도 상승을 저감하는 원칙에

부합하여야 한다.

2 콘크리트 혼합물 타설 작업면 슬럼프는 160mm 이하가 적정하다.

3 사용수 사용량은 $170\text{kg}/\text{m}^3$ 이하가 적정하다.

4 플라이애쉬 첨가량은 응당 적당하게 증가한다. 단 시멘트 사용량의 40%를 초과하지 않는 것이 적정하다. 혼화재 첨가량은 시멘트 사용량의 50%를 초과하지 않으며 두가지 종류의 혼화재 총 수량은 콘크리트 중 시멘트 중량의 50%를 초과하지 않는 것이 적정하다.

5 물-결합재 비는 0.55 이하가 적정하다.

8.2.4 설계에 요구가 없을 시 콘크리트중에 편석 (과쇄한 대표석(大漂石, Boulder) 포함)을 사용할 수 있다. 투입하는 편석은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 두께가 15cm 이상인 돌덩어리를 투입할 수 있는데 돌덩어리 수량은 콘크리트구조 체적의 20% 이하가 적정하다.

2 응당 균열, 물 자국, 철 녹, 사이층이 없고 불에 타지 않고 동결저항성이 설계요구에 부합되는 돌덩어리를 선정하며 사용시 깨끗이 세척해야 한다.

3 돌덩어리 압축강도는 콘크리트 강도 등급의 1.5 배 이상으로 한다.

4 돌덩어리는 응당 균일하게 분포해야 하며 순간격은 150mm 이상, 구조 측면과 윗면까지의 순거리는 250mm 이상이며 철근과 매립건과 접촉해서는 안된다.

5 인장력을 받는 구간 콘크리트 혹은 기온이 0°C 미만일 경우 돌덩어리를 투입해서는 안된다.

8.2.5 매스콘크리트 시공기술 방안은 응당 아래의 주요내용을 포함해야 한다.

1 매스콘크리트 거푸집과 동바리 시스템은 응당 국가 현행 표준에 따라 강도, 강성(剛度)과 안정성 구조검토를 진행하는 외에도 매스콘크리트 양생 방법에 따라 보온구조 설계를 해야 한다.

2 거푸집과 동바리 시스템은 설치 혹은 해체 과정 중 반드시 전도 방지 대비 임시고정조치를 해야 한다.

3 매스콘크리트구조 온도응력과 수축응력 계산은 첨부 D 를 참고하여 진

행한다.

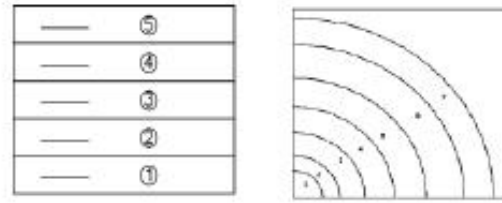
- 4 시공단계에서의 온도 관리지표와 기술조치의 확정.
- 5 원재료의 선정 최적화, 배합비 설계, 제작과 운반 계획
- 6 콘크리트 주요 시공장비와 현장 총 평면 배치.
- 7 온도 제어계측 장비와 측정 배치도.
- 8 콘크리트 타설 순서와 시공진도 계획.
- 9 콘크리트 보온과 습윤 양생 방법, 그 중 보온 피복층의 두께는 온도관리 지표 요구에 근거하며 첨부 E의 방법을 참고하여 계산한다.
- 10 주요 응급보장조치.
- 11 직위 책임제와 근무교대제도, 온도 측정작업 관리제도 시행.

8.2.6 매스콘크리트구조의 온도, 온도응력 및 수축은 응당 시험계산을 진행해야 한다. 시공단계에서의 매스콘크리트 타설체의 온도상승 피크치, 내부와 표면 온도차이 및 온도 하강속률등 관리지표를 예측하고 대응한 온도관리 기술조치를 제정해야 한다.

8.2.7 매스콘크리트 타설은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 콘크리트 타설온도 (진동다짐 후 50mm~100mm 깊이 부위의 온도)는 28℃를 초과하지 않는 것이 적정하다. 콘크리트 타설온도는 기본적으로 상승치가 45℃를 초과하지 않는 것이 적정하다.

2 매스콘크리트공사 시공 중 층별로 연속적인 타설 (도 a) 혹은 이동식 연속타설 (도 b)을 진행해야 한다. 설계치수에 근거하여 균일하게 층을 나누고 층별로 타설을 진행한다. 횡단면적이 200 m²이내인 경우 층은 2단 이하로 구분하고 횡단면적이 300 m² 이내인 경우 층은 3단이하로 구분하는 것이 적정하며 매 단계 면적은 50 m²보다 작아서는 안된다. 매 단계 콘크리트 두께는 응당 1.5m~2.0m 로 한다. 단계간 수직시공이음은 응당 구조 최소단면 치수 방향과 평행되게 설치해야 한다. 단계별 타설을 할 경우 수직시공이음은 거푸집에 설치하며 상, 하 두층간 수직시공이음은 응당 단차를 뒤야 한다.



(a) (b)

도 8.2.7 매스콘크리트 시공

3 콘크리트를 폼프로 타설할 경우 층 별 두께는 500mm 이하로 하며 폼프로 타설하지 않을 경우 층 별 두께는 300mm 이하로 하는 것이 적정하다.

4 매스콘크리트 시공 중 콘크리트 타설을 중단할 경우 수평시공이음은 본 설계요구에 부합되는 외에도 응당 온도균열 관리 요구, 콘크리트 공급 능력, 철근공사 시공, 매립건 설치 등 요인에 근거하여 확정해야 한다.

5 매스콘크리트 타설 과정중 응당 주철근, 배력철근, 매립건 등의 변위와 변형 방지 조치를 해야 한다.

6 매스콘크리트 타설표면은 응당 제때에 2차 면 마무리를 해야 한다.

8.2.8 매스콘크리트는 매 회 콘크리트 타설 완료후 일반콘크리트 기준에 따라 양생을 하는 외에도 응당 온도관리 기술조치 요구에 따라 보온양생을 진행하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 습윤양생 유지시간은 28d 보다 적어서는 안된다. 보온 피복층 해체는 응당 층별로 점차 진행하며 콘크리트 표면온도와 환경온도간 차이가 20℃ 미만일 경우 전부 해체할 수 있다.

2 습윤양생 과정 중 응당 주기적으로 비닐막 혹은 양생제 도포층 상태를 확인하여 콘크리트표면 습윤성을 확보해야 한다.

3 매스콘크리트 보온양생 중 응당 콘크리트구조의 내부와 표면 온도 차이와 온도하강 속률에 대하여 검측을 진행한다. 실제 측정결과가 온도관리 지표 요구에 만족하지 못할 경우 응당 제때에 보온양생 조치를 조정해야 한다.

4 매스콘크리트 거푸집 해체 후 응당 한파 습격, 온도 급격 하강과 건조 등을 예방할 수 있는 양생조치를 해야 한다.

8.2.9 매스콘크리트는 적정하게 거푸집 해체시기를 지연해야 한다. 거푸집

을 보온양생조치의 일부로 간주할 경우 해체시기는 응당 온도관리 요구에 근거하여 확정해야 한다.

8.2.10 매스콘크리트는 무더운 날씨, 동절기, 강풍 혹은 우설 등 특수 기후 조건에서 반드시 유효한 기술조치를 하여 콘크리트 타설과 양생 품질을 확보하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 무더운 계절 매스콘크리트를 타설할 경우 원재료에 대하여 차단막 설치, 태양 직사광선을 피하고 냉각수로 콘크리트를 생산하거나 혹은 골재를 냉각하고 콘크리트 비비기를 할 때 얼음을 투입하는 등 방법으로 생산온도를 낮춘다. 필요시 콘크리트내에 쿨링 파이프를 매설하고 물을 채우는 방법으로 냉각을 할 수 있다. 콘크리트 타설 후 응당 제때에 습윤, 보온양생을 진행하여 거푸집이 태양 직사광선을 받는 것을 방지한다. 조건이 허용될 경우 고온시간에 콘크리트를 타설하는 것을 방지해야 한다.

2 동절기 콘크리트 타설시 사용수, 골재 가열 등 조치를 하여 원재료 온도를 높이며 타설온도는 5℃이상으로 하는 것이 적정하다. 콘크리트 타설 완료후 제때에 습윤, 보온양생을 진행해야 한다.

3 강풍기후에서 콘크리트를 타설할 경우 작업면에 대하여 방풍조치를 하여 콘크리트표면이 받는 풍속을 저감하고 콘크리트 면 마무리 회수를 증가하며 제때에 비닐막과 보온재료를 설치하여 콘크리트 표면의 습윤성을 확보하고 바람에 의한 건조를 방지해야 한다.

4 우설기후 조건 노출된 상태에서 콘크리트를 타설하지 않는 것이 적정하다. 시공 필요시 유효조치를 하여 콘크리트 품질을 확보해야 한다. 타설과정중 큰 비 혹은 대설이 있을 경우 제때에 구조의 합리한 부위에 시공이음을 설치하고 즉시 콘크리트 타설을 중단해야 한다. 타설 완료한 상태에서 미경화된 콘크리트에 대하여 즉시 덮어두어 신탈설 콘크리트 우수 유입을 방지해야 한다.

8.2.11 매스콘크리트 시공현장 온도관리 검측은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 매스콘크리트 타설체 내부에 온도검측점을 배치하여 진실하게 콘크리트내부 최고온도, 내부와 표면 온도차이, 온도하강 속률 및 환경온도를 측정할 수 있게 한다.

2 검측점의 배치범위는 선택한 콘크리트 타설체 평면도 대칭축선의 반쪽 축선을 측정구로 한다. 측정구내 검측점의 배치는 응당 대표적 부위를 고려하는데 평면 층별로 설치해야 한다. 기초평면 대칭축선에 검측점을 4 개 이상으로 설치하며 충분히 구조의 기하적 치수를 고려해야 한다.

3 콘크리트 타설체 두께방향으로 표면, 하부 및 중심부위 온도 검측점을 설치하며 그 외의 검측점 설치간격은 600mm 이하로 하는 것이 적정하다.

4 매스콘크리트 타설체 내부온도와 표면온도 차이, 온도 하강속률, 환경 온도 및 변형에 대한 측정은 콘크리트 타설 완료후 매 주야당 4 회 이상, 타설온도 측정은 매 작업반당 2 회이상으로 한다.

5 콘크리트 타설체의 표층 온도는 콘크리트표면에서 50mm 부위의 온도를 기준으로 한다.

6 콘크리트 온도 측정시 온도계는 외계기온의 영향을 받지 말아야 하며 정홀에 적어도 3min 시간 넣어야 한다. 열전대, 서미스터 저항 등 매립식 센서를 통하여 온도를 측정할 수 있다.

7 온도 측정 과정 제때에 각 검측점의 온도변화곡선과 단면의 온도분포 곡선을 작성, 분석해야 한다.

8.3 섬유콘크리트

8.3.1 강섬유 콘크리트 원재료는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 강섬유의 종류, 규격, 품질은 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

2 강섬유 고강도콘크리트를 배합할 경우 재질이 견고하고 입도급별이 양호한 강모래를 사용하며 조립율은 2.4 이상이 적정하다.

3 조골재는 응당 재질이 견고하고 입도급별이 양호한 회석암, 화강암, 휘록암 등 쇄석 혹은 자갈을 사용하며 직경은 20mm 이하, 강섬유 길이의 2/3 이하로 한다.

4 조골재 입경이 20mm 를 초과할 경우 그 에 적합한 섬유를 선정하며 시험검측을 통하여 설계요구에 만족해야만 사용이 가능하다.

8.3.2 강섬유 콘크리트 배합은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 강섬유 콘크리트는 응당 구조설계 강도등급 (압축강도, 인장강도, 휨강도비 등 포함) 요구에 만족해야 한다.

2 강섬유 콘크리트의 강섬유 체적율은 설계요구에 근거하여 확정해야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 0.35%이상으로 한다. 고강도 (인장강도 1000MPa 이상)의 이형강섬유는 0.25%이상, 강섬유 프리스트레스트 콘크리트 중 강섬유 사용량은 80 kg/ m³ 이 적정하다.

3 강섬유 콘크리트 물-결합재비는 0.50 이하로 하고 내구성을 요구하는 강섬유 콘크리트는 0.45 이하로 하는 것이 적정하다. 매 m³ 당 콘크리트 시멘트 사용량 (혹은 결합재료 총 사용량)은 360 kg/ m³ 이상이 적정하다.

4 강섬유 콘크리트 조도(稠度)는 동일 유형 공사에서 일반콘크리트에 요구하는 조도를 참조하여 확정하고 슬럼프는 일반콘크리트 요구치보다 20mm 작게 해야 하며 Vebe 조도치와 대응한 일반콘크리트 요구치는 동일해야 한다.

8.3.3 강섬유 콘크리트 비비기는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 강섬유 콘크리트는 투입장치가 설치된 강섬유 콘크리트 전용교반기로 비비기를 시행한다.

2 비비기 공법은 응당 강섬유가 혼합물 중에 균일하게 분포하고 덩어리가 발생하지 않아야 하며 우선 강섬유, 시멘트, 조골재를 비빈후 사용수를 투입하여 비비는 방법을 적용해야 한다.

3 섬유콘크리트 재료 투입 순서, 비비기 방법과 비빔시간은 응당 현장 균일성 시험을 통하여 확정해야 한다. 그 비비기 시간은 일반콘크리트보다 적정하게 1min~2min 을 연장해야 한다.

8.3.4 강섬유 콘크리트 타설방법은 응당 강섬유의 분포 균일성과 구조의 연속성을 확보해야 한다.

8.3.5 합성섬유콘크리트용 섬유의 종류, 규격, 품질은 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

8.3.6 합성섬유콘크리트 배합은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 합성섬유 체적율은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 0.05%~0.3% 범위내에서 선택한다.

2 합성섬유콘크리트의 슬럼프는 일반콘크리트에 비하여 요구를 낮출 수 있다. 슬럼프치가 요구에 만족하지 못할 경우 혼화제량을 조절하거나 혹은 물-결합재비를 변화하지 않는 조건에서 적정한 혼합수량을 추가해야 한다.

3 콘크리트가 초기응결상태에 접근해야만 면 마무리를 진행할 수 있다. 면 마무리는 표면을 매끄럽게 하고 물을 추가해서는 안되며 횡수는 과다하지 말아야 한다.

8.4 숯크리트

8.4.1 숯크리트는 우선 습식숯크리트 공법을 선정해야 한다.

8.4.2 숯크리트 원재료는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 숯크리트는 응당 규산염 시멘트 혹은 보통 규산염 시멘트를 사용하며 필요시 특수 시멘트를 사용할 수 있다.

2 숯크리트에 사용되는 세골재의 조립율은 응당 2.5 이상, 모래중 0.075mm 미만 과립자 함량은 20% 이하여야 한다.

3 숯크리트에 사용되는 조골재 최대입경은 16mm 이하가 적정하다. 단섬유 사용 시 최대입경은 10mm 이하로 하고 연속급별을 사용해야 한다.

4 급결제는 응당 품질이 안정된 제품을 사용하며 시멘트와 양호한 상용성(相容性)이 있으며 성능지수는 관련 표준 규정에 부합하여야 한다. 급결제 첨가량은 시멘트 사용량의 5% 이하가 적정하다.

5 숯크리트는 수요계 근거하여 기타 혼화제를 첨가할 수 있으며 첨가량은 시험을 통하여 확정해야 한다.

8.4.3 숯크리트 배합비 설계는 응당 원재료 성능, 숯크리트 공법과 설계요구에 근거하며 시험을 통하여 확정한다. 동시에 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 결합재-골재비는 1:4~1:5 가 적정하다.

2 물-결합재비는 0.40~0.50 이 적정하다.

3 모래율은 45%~60%가 적정하다.

4 시멘트 사용량은 400 kg/m³ 이상이 적정하다.

8.4.4 숯크리트는 강제식 믹서로 비비기를 하며 비비기 시간은 1.5min 이상으로 한다. 섬유를 첨가할 경우 비비기 시간은 현장 균질성시험을 통하여 확정한다. 숯크리트 혼합물은 비빔과 동시에 사용해야 하며 지연시간은 30min 를 초과해서는 안된다. 운반, 적치과정 우수 유입 이물질 혼입을 방지해야 한다.

8.4.5 슛크리트 시공 전 암반처리를 해야 하며 기구, 장비와 송풍, 송수, 전기 등 상태를 검사하며 시운전을 해야 한다.

8.4.6 슛크리트 작업은 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 단계별, 층별로 아래에서 위로 이르는 순서에 따라 슛크리트 작업을 시행하며 매 단계 길이는 6m 이하가 적정하다. 암반면에 비교적 크게 패인 부위가 있을 경우 우선 그 부위를 평평하게 타설해야 한다. 암석면에 타설하는 슛크리트 표면은 이동, 추락 등 현상이 없어야 한다.

2 노즐은 응당 분사면과 수직되고 그 간격은 0.6m~0.8m 가 적정하다. 분사시 연속적으로 천천히 횡방향으로 이동하며 슛크리트층 두께는 일정해야 한다.

3 층별 슛크리트 시공시 전 층 콘크리트 최종응결 1h 후 고압바람, 물로 청소하고 후속 슛크리트 작업을 시행해야 한다.

4 슛크리트 시공 과정 콘크리트 리바운드를 측정해야 한다. 슛크리트 측벽 리바운드는 15% 이하, 아치부 리바운드는 25%이하여야 한다.

5 슛크리트 작업 환경온도는 5℃보다 낮아서는 안된다. 슛크리트 작업구 내는 양호한 통풍과 조명 조건을 구비해야 하며 분진 함량은 2mg/m³ 을 초과해서는 안된다.

6 슛크리트 작업 완료후 제때에 두께 검측을 진행하며 요구에 부합되지 않으면 보충해야 한다.

8.4.7 강섬유 슛크리트 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 강섬유 슛크리트를 사용하여 초기지보를 진행할 경우 모암의 지질조건에 근거하여 슛크리트 두께를 확정해야 한다. 모암의 지질조건, 변형량 등급과 공사 유형에서 요구하는 강도지수를 만족하며 슛크리트층 두께는 150mm 이하가 적정하다.

2 슛크리트에 사용되는 강섬유는 슛크리트 공법 특점에 근거하여 시공참고수치를 확정하며 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1) 강섬유에 선명한 철녹과 기름 자국 및 기타 강섬유와 시멘트 접착을 저해하는 이물질이 있어서는 안된다. 강섬유 가공불량으로 인한 접착편, 표면이 엄중하게 녹슨 섬유, 철녹분 등 이물질 총 중량은 강섬유 총 중량의 1%를 초과하지 말아야 한다.

2) 강섬유 단면 직경 (혹은 등가(等效)직경)은 0.3mm~0.8mm, 길이는 20mm~35mm 로 하며 타설연관 및 노즐 내직경의 0.7 배를 초과해서는 안 된다. 길이/직경은 30~80 로 하고 길이 오차는 길이 공차치의 ±5%를 초과하지 말아야 한다.

3) 강섬유 인장강도는 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

4) 강섬유 첨가량 설계는 응당 슛크리트 작업시 강섬유 콘크리트 각 조리바운드가 서로 다른 영향을 고려하며 암반면에 분사된 슛크리트 중 강섬유 실제함량을 의거로 한다. 강섬유 슛크리트의 강섬유 실제함량은 78.5kg/ m³ (체적율 1.0%). 최소함량은 강섬유의 길이/직경비 참조표 8.4.7 에 의거하여 선택한다.

표 8.4.7 강섬유 콘크리트 중 강섬유 최소 실제함량 요구

강섬유 길이/직경 비	40	45	50	55	60	65	70	75	80
최소 실제함량 ((kg/m ³))	65	50	40	35	30	25	20	20	20
최소 실제 체적율	0.83	0.64	0.51	0.45	0.38	0.32	0.25	0.25	0.25

5) 강섬유 슛크리트의 강도등급은 설계요구에 만족해야 한다.

6) 강섬유 슛크리트용 골재는 연속급별을 사용하며 조골재 최대입경은 10mm 이하, 모래율은 50% 이상으로 해야 한다.

7) 강섬유 슛크리트 원재료에 광재 혹은 플라이애쉬 등 활성 혼화재를 첨가해야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 광재의 첨가량은 시멘트 중량의 5%~15%, 플라이애쉬 첨가량은 시멘트 중량의 15%~30%로 한다. 혼화재 첨가량은 시험을 통하여 확정해야 한다.

8) 강섬유 슛크리트는 무 알칼리성분의 급결제를 사용하며 첨가량은 시험에 근거하여 확정하는데 일반적으로 시멘트 사용량의 2%~5%로 한다. 고성능 감수제 혹은 소성증가제를 첨가할 경우 품종과 첨가량은 응당 시험을 통하여 확정하며 현장에서 시험시공, 검증을 거쳐야 한다.

3 강섬유 슛크리트의 배합비 설계는 응당 아래의 원칙을 준수해야 한다.

1) 강섬유 슛크리트 압축강도 요구에 근거하여 물-결합재 비를 확정 한

다.

2) 휨 강도비와 휨 인장강도 요구에 근거하여 강섬유 첨가량을 확정한다.

3) 워커빌리티와 수송성능에 근거하여 사용수, 시멘트 및 혼화제 사용량을 확정한다.

4) 골재 입경과 급별, 모래의 조립을 및 워커빌리티에 근거하여 모래율을 확정한다.

4 강섬유 슛크리트의 비비기는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1) 강섬유 무게 측정 허용오차는 중량계에 따르며 $\pm 1\%$ 로 한다.

2) 강섬유 슛크리트의 비비기 공법은 강섬유가 혼합물 중에서 균일하게 분포하며 덩어리가 발생하지 않는 것을 확보해야 한다. 우선적으로 강섬유, 시멘트, 조골재를 비빈후 사용수를 투입하는 방법을 사용하며 건조혼합물 상태에서 비빔시간은 1.5min 보다 작아서는 안된다. 우선 시멘트, 조, 세골재와 사용수를 투입하여 비비기 과정에서 분산적으로 강섬유를 투입하는 방법도 사용할 수 있으며 필요시 강섬유 투입기를 사용하여 균일하게 혼합물중에 분산시키며 덩어리가 발생해서는 안된다.

3) 강섬유 콘크리트 비비기 시간은 응당 현장 균질성 시험을 통하여 확정하며 일반콘크리트 규정시간보다 1min~2min 연장시켜야 한다. 우선 건조상태의 원재료를 비빈후 사용수를 투입하는 방법을 사용하며 건조상태 비빔시간은 1.5min 이상, 총 비빔시간은 3min 이상으로 한다.

5 강섬유 슛크리트 표면에 한층의 두께가 10mm 인 시멘트 모르타르를 분사하는데 그 강도등급은 강섬유 콘크리트 이상으로 한다.

8.4.8 합성섬유 슛크리트 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 슛크리트중의 합성섬유는 폴리프로필렌 섬유를 사용하는 것이 적정하다.

2 합성섬유는 양호한 내산, 내알칼리성과 화학적 안정성을 구비하며 처리를 통하여 양호한 분산성을 갖추어 덩어리가 발생하지 말아야 한다.

3 합성섬유 인장강도는 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 길이는 응당 12mm~19mm 로 한다.

4 합성섬유 첨가량은 시험을 통하여 확정해야 한다. 특수한 요구가 없는

경우 일반적으로 첨가량은 0.8 kg/m³~1.2kg/m³ 로 한다.

5 비비기 시간은 4min~5min 가 적정하다. 비비기 완료후 샘플 채취를 하여 섬유가 균일하게 한 개씩 분포되면 콘크리트에 투입 사용할 수있다. 만약 섬유묽음 상태가 있을 경우 비비기 시간을 30s 연장해야만 사용할 수 있다.

6 합성섬유 슛크리트의 물-결합재 비는 0.35~0.45 가 적정하다.

8.4.9 슛크리트 양생은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 슛크리트 최종응결 2h 경과후 살수양생을 시행하며 그 기간은 14d 보다 작아서는 안된다.

2 기온이 5℃ 미만일 경우 살수양생을 해서는 안된다.

8.4.10 슛크리트 작업현장은 응당 동해방지 보온조치를 해야 한다. 슛크리트 작업환경 온도와 혼합물을 분사기에 투입할 시의 온도는 전부 5℃ 이상 이어야 한다.

8.5 특세사(特細砂)콘크리트

8.5.1 특세사콘크리트는 빔, 아치, 궤도판과 침식, 마모 (수위변화 범위) 저항, 동결과 부식 저항요구가 있는 공사에 사용해서는 안된다. C30 및 그 이상 강도등급의 콘크리트는 특세사와 중조사 (인공모래)로 구성된 혼합모래를 사용해야 한다.

8.5.2 특세사 콘크리트에 사용되는 모래의 조립율은 응당 0.7~1.5 로 하며 점토 덩어리를 포함해서는 안된다. 기타의 재료 지표는 응당 본 지침서 6.3 절 관련 규정에 부합하여야 한다.

8.5.3 특세사 콘크리트 배합은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 모래율이 낮은 모래를 사용하며 사용량은 중, 세사 콘크리트보다 15~30% 감소한다.

2 저유동성 콘크리트를 배합해야 한다. 슬럼프치가 50mm 이상인 특세사 콘크리트를 배합할 경우 조치를 취하여 엄격히 사용수 사용량을 관리하며 콘크리트 각 항 성능에 대하여 시험 확인을 해야 한다.

3 급별이 양호하고 공극율이 작은 조골재를 사용하는 것이 적정하다.

4 부순 모래를 첨가하여 콘크리트 성능을 개선해야 한다.

8.5.4 특세사 콘크리트 비비기 시간은 중, 세사 콘크리트보다 1min~2min 연장해야 한다.

8.5.5 특세사 콘크리트는 최종응결전 2 차 면 마무리 작업을 진행해야 한다.

8.5.6 특세사 콘크리트 최종응결후 즉시 습윤양생을 진행하며 양생 시작 시간은 타설 완료 12h 를 초과하지 말며 양생기간은 14d 이상으로 한다.

8.6 수축보상 콘크리트 (무수축콘크리트)

8.6.1 수축보상 콘크리트는 콘크리트구조의 자체 방수, 시공이음 충전, 연속시공을 진행하는 초장(超長)콘크리트 구조, 매스콘크리트 등 공사에 사용한다. 에트링가이트 (Ettringite)석을 팽창원으로 하는 수축보상 콘크리트는 장기간 환경온도가 80℃를 초과하는 철근콘크리트 공사에 사용해서는 안 된다.

8.6.2 수축보상 콘크리트에 사용되는 원재료는 본 지침서 제 6.3 절 규정에 부합되는 외에도 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 세골재는 조립율이 2.5 이상인 중사를 사용해야 한다.

2 팽창제 기술요구는 응당 국가 현행표준 《콘크리트 팽창제》(JC476) 규정에 부합되며 시멘트와의 상용성 시험을 진행해야 한다. 고알칼리 팽창제(알칼리 총 함량이 팽창제 질량의 0.75%를 초과) 혹은 알루미늄가루를 팽창원으로 하는 팽창제를 사용해서는 안된다.

8.6.3 수축보상 콘크리트 배합은 본 지침서 제 6.5 절 규정에 부합되는 외에도 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 수축보상 콘크리트의 배합비 설계는 응당 설계에서 요구하는 강도, 팽창성능, 내구성능 등 기술지표와 시공공법 성능요구에 만족해야 한다.

2 수축보상 콘크리트는 콘크리트를 사용하는 환경조건에 근거하여 적절한 팽창제를 선정하며 그 첨가량은 설계에서 요구하는 제한팽창률에 근거하여 시험후 확정한다. 배합비 시험의 제한팽창률은 응당 설계치보다 0.005% 높아야 한다.

3 수축보상 콘크리트는 비교적 큰 모래율과 비교적 작은 슬럼프를 적용하며 물-결합재 비는 0.50 이하 여야 한다.

4 수축보상 콘크리트 제한팽창률 지표와 결합재 최소 사용량은 응당 표 8.6.3 의 규정에 부합하여야 한다.

표 8.6.3 수축보상 콘크리트 제한팽창률 지표와 결합재 최소사용량

용 도	제한팽창률 (10-4)	제한수축률 (10-4)	결합재료 최소 사용량 (kg/m ³)
	수중 14d	공기중 28d	
수축보상콘크리트에 사	≥1.5	≤3.0	300
후타설대, 팽창보강대,	≥2.5	≤3.0	350

8.6.4 수축보상 콘크리트는 비비기를 진행할 경우 투입순서에 주의해야 한다. 우선 세골재, 결합재, 팽창제를 투입하고 균일하게 비빈 후 조골재를 투입하고 일정한 시간동안 비비고나서 기타 혼화제와 사용수를 넣고 균일하게 비비기를 진행한다. 비빔시간은 현장 공법시험을 통하여 확정해야 한다.

8.6.5 수축보상 콘크리트 거푸집과 동바리 (아치형 동바리)는 충분한 강도와 강성을 요구하며 콘크리트 수축보상시 발생하는 응력을 지지할 수 있어야 한다.

8.6.6 수축보상 콘크리트 타설은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 타설전 응당 타설계획을 제정하고 팽창보강대와 후타설대를 검사한다. 그 설치는 응당 설계요구에 부합되며 타설부위는 깨끗이 청소해야 한다.

2 시공중 우, 설, 우박 등 기후조건을 만나 시공이음을 둘 경우 신타설 콘크리트에 대하여 즉시 비닐막으로 덮어 보호해야 한다. 콘크리트가 이미 경화한 상태면 우선 그 표면에 30mm~50mm 두께 동일 배합비의 조골재가 없는 팽창시멘트 모르타르를 포설하고 다시 콘크리트를 타설해야 한다.

3 초장(超長)길이의 판식 구조에 팽창보강대로 후타설대를 대체할 경우 사용하는 팽창보강대의 구조 형식에 근거하여 규정한 순서에 따라 타설을 진행한다. 간헐(間歇)식 팽창보강대와 후타설식 팽창보강대 타설전 응당 전 기 타설한 콘크리트 표면을 깨끗이 청소한 후 충분히 습윤상태를 유지해야 한다.

4 판식 구조 콘크리트는 최종응결전 장비 혹은 인력의 방식으로 표면에 대하여 몇 회의 마무리를 해야 한다.

8.6.7 수축보상 콘크리트 타설 완료후 응당 제때에 습윤양생을 진행하며 조건이 구비될 경우 포화수상태에서 양생을 한다. 경화 과정 반드시 보호 조치를 하여 노출면 습윤양생 기간은 14d 보다 작아서는 안된다. 동절기 시공 양생시 콘크리트 표면에 직접 살수해서는 안되며 얇은 비닐막으로 덮어 보온, 습윤양생을 진행해야 한다.

8.6.8 수축보상 콘크리트 거푸집 해체시간을 적정하게 지연하며 해체시간은 3d 보다 적지 말아야 한다. 동절기 시공시 해체시간은 응당 7d 이상으로 연장해야 한다.

8.7 투수콘크리트 (無砂透水混凝土)

8.7.1 투수콘크리트용 조골재의 침, 편석 과립 (세장석) 함량은 5%이하여야 한다.

8.7.2 투수콘크리트의 시멘트 함량은 $250 \text{ kg/m}^3 \sim 350 \text{ kg/m}^3$, 굵은 골재 사용량은 $1,400 \text{ kg/m}^3 \sim 1,600 \text{ kg/m}^3$ 물-결합재비는 0.5 이하로 한다.

8.7.3 투수콘크리트는 응당 강제 교반방식을 통하여 적정하게 비빔시간을 조절한다.

8.7.4 투수콘크리트는 타설시 강력한 진동 혹은 다짐을 시행해서는 안된다.

8.7.5 투수콘크리트는 조기양생을 강화해야 하며 타설 후 즉시 비닐막을 덮어 살수양생을 시작하며 양생기간은 7일 이상이 적정하다.

8.8 기밀성(氣密性)콘크리트

8.8.1 기밀성콘크리트의 침투성 계수는 응당 설계 혹은 관련 표준 요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 침투성 계수는 $1.0 \times 10^{-11} \text{ cm/s}$ 이하 여야 한다.

8.8.2 기밀성콘크리트 원재료는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 급별이 합리하고 재질이 견고하고 흡수율이 낮고 공극율이 작은 깨끗한 천연 강모래를 선정해야 하며 모래의 조립율은 2.6 이상이 적정하다.

2 견고성이 양호하고 점토량이 적고 급별이 연속적이고 내구성이 좋은 자갈을 선정해야 한다. 자갈의 최대입경은 31.5mm 이하여야 하며 세장석과립자 함량은 8%이하여야 한다.

8.8.3 기밀성콘크리트의 배합비 설계는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

- 1 응당 규산회, 플라이애쉬 혹은 복합혼화재를 첨가해야 한다.
- 2 콘크리트의 물-결합재비는 0.45 이하, 결합재 사용량은 330 kg / m³.
- 3 기밀성콘크리트의 모래율은 36%이상이 적정하며 콘크리트의 기타 성능지표를 만족하는 조건에서 되도록 비교적 큰 모래율을 선택해야 한다.
- 4 콘크리트 혼합물의 공기량은 2% 이하가 적정하다.
- 5 2 차 펌핑 콘크리트의 슬럼프는 180mm~220mm 가 적정하며 레미콘차량으로 운반하고 호퍼를 인양하여 타설하는 콘크리트의 슬럼프는 80mm~120mm 가 적정하다.

8.8.4 기밀성콘크리트 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 우선 시멘트, 혼화재, 세골재를 건조상태에서 1.5min 동안 비빈후 조골재, 사용수, 혼화제를 투입하여 다시 1.5min~2min 동안 콘크리트 혼합물이 균일하게 비비기를 진행한다.

2 기계식 진동다짐을 적용한다. 삽입식 진동다짐봉으로 다짐을 시행할 경우 사방향으로 진동다짐을 하며 수직으로 시행하지 않는 것이 적정하다.

3 타설 완료후 응당 제때에 보온, 습윤양생을 진행하며 될수록 콘크리트 균열을 방지해야 한다. 연속 양생시간은 28d 보다 적어서는 안되며 5℃이하에서 시공하는 것을 금지한다.

8.8.5 기밀성콘크리트 시공이음은 반드시 엄격히 설계요구에 따라 처리해야 한다. 시공이음은 밀실, 평평하게 시공하며 벌집, 공동, 재료분리, 균열 등 현상이 발생해서는 안된다.

8.9 섬유보강 모르타르 (활성분말 콘크리트)

8.9.1 섬유보강 모르타르에 사용되는 원재료와 주요성능 지표는 응당 설계요구에 부합하여야 한다.

8.9.2 섬유보강 모르타르 배합은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 배합비 설계시 응당 설계사용연한, 환경유형 및 작용등급, 설계강도 등급 등 조건에 근거하고 관련 규정에 의하여 재료의 역학성능 지표와 내구성 지표를 선정해야 한다.

2 배합비 설계시 응당 아래의 원칙을 준수해야 한다.

1) 저수화열과 알칼리 함량이 비교적 적은 시멘트를 선정하며 조기 강도가 높은 시멘트와 C3A 함량이 높은 시멘트 사용은 금지해야 한다.

2) 양질의 고성능 감수제를 선정하며 혼합수량은 적어야 한다.

3) 재료 구성 중 양질의 혼화제를 적절한 량으로 첨가해야 한다.

4) 물-결합재 비는 응당 0.2 이하로 슬럼프는 80mm~120mm 범위로 적정하게 관리한다.

8.9.3 섬유보강 모르타르의 생산과 운반은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 섬유보강 모르타르는 응당 자립식(星式)B/P 를 이용하여 생산하며 비비기 속도는 응당 45r/min 이상이어야 한다.

2 섬유보강 모르타르 혼합물을 비빌 때 극세활성분말 혹은 복합혼화재, 시멘트는 전부 건조상태에서 계량을 시행하며 오차는 $\pm 1.5\%$, 사용수, 혼화제 계량 오차는 $\pm 0.5\%$ 정확도로 관리해야 한다.

3 투입순서는 모래, 강섬유, 시멘트, 극세활성분말 혹은 복합혼화재, 사용수, 혼화제이다. 우선 건조상태의 원재료를 4min 동안 비빈후 사용수, 혼화제를 투입하고 3min 동안 더 비비기를 한다. 총 비빔시간은 7min 보다 적어서는 안된다.

4 운반장비는 레미콘차량, 호퍼 등 이며 운반거리는 일반적으로 500m 를 초과하지 말며 운반시간, 정지시간 누계치는 20min 을 초과하지 말아야 한다. 운반 과정 혼합물 표면은 덮어서 보호하여 수분 유실을 방지해야 한다.

8.9.4 섬유보강 모르타르 타설은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 혼합물 타설은 구조물의 한측에서 천천히 다른 한측으로 이동해야 한다. 섬유보강 모르타르 사용량이 0.1m^3 미만인 작은 부재인 경우 1 회로 타설 완료해야 한다.

2 부재의 구조형식과 형상에 근거하여 섬유보강 모르타르 진동다짐 방식을 확정한다. 소형의 얇은 벽 부재는 테이블식 진동절기를 주로 하고 삽입식을 보조로 한다. 복잡한 형상 혹은 대단면 철근 밀집형 부재는 일반적으로 삽입식 진동다짐기를 사용하며 부착식 진동절기를 보조로 배합하여 사용한다. 철근 밀집부위는 측면 진동 혹은 소구경 삽입식 진동다짐봉 사용을 강화하여 진동다짐을 시행한다.

3 섬유보강 모르타르는 사용수를 투입하여 비비기를 시작해서부터 타설 전까지 20min 을 초과하지 말아야 한다.

4 섬유보강 모르타르는 1 회성적으로 거푸집에 가득 채우며 연속적으로 타설을 완료하며 양호한 밀실도를 구비해야 한다.

5 타설 과정 임의로 샘플을 채취하여 공시체를 제작한다. 공시체는 구조와 함께 제작하거나 혹은 동일 조건에서 제작하며 동일 조건에서 양생을 시행한다.

8.9.5 섬유보강 모르타르는 생산, 운반, 타설 및 부재 정지상태 유지는 전부 10℃이상의 환경에서 진행해야 한다. 환경 일 평균 기온이 10℃미만 혹은 최저기온이 5℃미만인 경우 동절기 시공방안에 따라 시행하며 모르타르 타설온도는 10℃~30℃ 여야 한다.

8.9.6 섬유보강 모르타르 부재 양생은 정지, 초기양생, 최종양생 및 자연양생 등 4 개 단계로 구분한다. 증기양생시 온도관리는 자동제어시스템을 사용해야 한다. 양생은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 정지상태 유지: 정지상태에서 표면에 얇은 비닐막으로 덮어서 보호해야 한다. 정지상태 유지기간 환경온도는 18℃도 이상, 상대습도는 60% 이상, 정지상태 유지시간은 6h 이상으로 해야 한다.

2 초기양생: 정지상태 유지 완료후 부재는 양생가마 혹은 양생구덩이에 운반하고 표면은 얇은 비닐막으로 덮어야 한다. 증기 혹은 전열기 가열 양생기간 환경온도, 온도 상승 속도는 응당 12℃/h 이내로 관리해야 한다. 온도가 45℃까지 상승하면 24h 동안 그 온도를 유지 (혹은 동일 조건 양생 공시체 압축강도가 30MPa 에 도달하는 시간을 기준으로 함.)하며 15℃/h 이내의 온도 하강 속도로 부재 표면 온도와 환경온도 차이가 20℃이내까지 낮춘 후 양생가마 (혹은 양생구덩이)에서 출하하여 거푸집을 해체한다.

초기양생 과정 환경 상대습도는 70%이상을 유지해야 한다.

3 최종양생: 거푸집 해체후 부재는 양생가마 혹은 양생구덩이에 운반하여 적치한 후 증기양생을 진행한다. 증기양생 과정은 온도 상승, 온도 유지, 온도 하강 등 3 개 단계로 구분한다. 온도 상승 속도는 12℃/h 이내, 온도 하강속도는 15℃/h 이내, 온도 유지기간 응당 75℃±5℃로 관리한다. 온도 유지 양생기간은 응당 48h (혹은 동일 조건 양생 공시체 압축강도가 설계 강도에 도달하는 시간을 기준으로 함.)이상으로 한다. 보온시설 해체시 부재 표면온도와 환경온도간 차이는 20℃를 초과하지 말아야 한다.

4 자연양생: 부재 최종양생 완료후 자연양생을 시행해야 한다. 환경 평균기온이 10℃ 이상시 부재에 살수양생을 하며 기간은 7d 이상. 환경 평균기온이 10℃ 이하 혹은 최저기온이 5℃이하일 경우 동절기 시공방안에 따라 보온조치를 해야 한다.

8.9.7 섬유보강 코르타르 부재 거푸집 해체시 외관과 구조체에 손상주는 것을 금지해야 한다. 해체시 부재 온도와 환경온도간 차이는 20℃를 초과해서는 안된다. 증기양생 공법을 적용할 경우 거푸집 해체시 동일 조건 공시체 압축강도는 30MPa 이상이 적정하며 성형 완료후 증기양생을 시작하기까지 48h 을 초과하지 말아야 한다.

8.10 교량받침 모르타르

8.10.1 교량받침 모르타르는 셀프 레벨링 (Self-leveling) 모르타르와 건경식 (乾硬式) 모르타르 두가지 종류로 구분한다.

8.10.2 교량받침 모르타르 원재료는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 셀프 레벨링 (Self-leveling) 모르타르 원재료 품질은 응당 설계 및 관련 표준 요구에 부합하여야 한다.

2 건경식(乾硬式) 모르타르 원재료 품질은 본 지침서 제 6.3.1, 6.3.3, 6.3.5, 6.3.7 과 8.6.2 조항의 규정에 부합하여야 한다.

8.10.3 교량받침 모르타르 시공준비는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시공전 응당 시공기술방안을 작성하며 검토, 승인을 받아야 한다.

2 믹싱기구, 주입장비, 거푸집 및 양생물품 등 을 준비해야 한다.

3 주입전 충전재료와 접촉하는 받침 하부와 콘크리트 기초표면은 깨끗이 청소해야 한다.

4 거푸집 윗단 레벨은 받침저부 표면보다 50mm 높아야 한다.

8.10.4 교량받침 모르타르 재료의 배합은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 사용되는 재료의 계량오차는 중량의 $\pm 1\%$ 를 초과해서는 안된다.

2 입축식 (立軸式) 모르타르 믹서로 제작하며 믹싱시간은 3min 이상.

3 믹싱지점은 응당 주입지점과 가까워야 한다.

4 현장 사용시 시멘트를 기본재료로 하는 모르타르에 어떠한 혼화제, 혼화재를 추가해서는 안된다.

8.10.5 셀프 레벨링 (Self-leveling) 모르타르 주입시 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시공시 직접 주입하기 곤란할 경우 높은 위치에서 슈트를 보조로 이용하여 시공해야 한다.

2 검측 합격한 모르타르를 3min 동안 방치한 후 한측에서 주입하여 다른 한측으로 흘러나올때까지 충전한다. 양측에서 동시에 주입해서는 안된다.

3 주입 시작후 반드시 연속적으로 진행하며 중단해서는 안되며 될수록 주입시간을 감소해야 한다.

4 주입층 두께는 100mm 를 초과하지 말아야 한다.

5 모르타르는 교량받침 5mm 를 초과할때까지 주입한 후 모르타르의 침하, 층 분리 현상 유무를 관찰해야 한다.

6 주입 완료후 마대 혹은 거적으로 덮어주고 응결 후 제때에 살수양생을 해야 한다. 양생시간은 3d 보다 적어서는 안된다.

7 기온이 35℃를 초과할 경우 온도 저감조치를 하여 모르타르 건조상태 재료와 사용수 온도를 낮추어야 한다. 모르타르 주입시 온도는 30℃를 초과해서는 안된다. 고정볼트구멍이 비교적 클 경우 우선 볼트구멍을 주입하고 교량받침을 충전시킨다.

8 동절기 저온 조건 혹은 영하 조건에서 시공을 진행할 경우 전열기로 받침부위에 가열하고 덮어두는 보온조치를 해야 한다. 교량받침 모르타르

건조상태 원재료는 오랫동안 추운 환경에 보관해서는 안되며 반드시 보온 조치를 해야 한다. 사용수는 온수를 사용할 수 있다. 단 온도는 50℃를 초과해서는 안되며 주입온도는 20℃이상이어야 한다.

9 동일 조건 공시체 강도가 설계요구에 만족해야만 책을 해체할 수 있다.

8.10.6 건식 모르타르 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 받침부위 표면의 분진, 기름 자국과 기타 이물질 등 접촉에 불리한 물질을 깨끗이 제거하며 물로 청소하여 바닥면의 포화상태를 유지한다. 단 모르타르 주입시 집수가 있어서는 안된다.

2 T 빔 거치전 우선 교량받침 윗면에 한층의 20mm~30mm 두께의 건식 무수축모르타르를 포설하는데 모르타르 윗면은 중앙부가 약간 더 높은 형상을 이루어야 한다.

3 볼트구멍내에 건식 모르타르를 밀실하게 충전시켜야 한다. 구체적인 포설두께는 받침레벨에 근거하여 확정한다.

4 모르타르 시공 완료후 제때에 살수 양생을 해야 한다. 동절기 시공시 응당 보온조치를 취하여 모르타르의 동결을 방지한다.

8.10.7 셀프 레벨링 모르타르가 거푸집 해체시간에 도달한 후 표면온도와 환경온도간 차이는 20℃를 초과해서는 안된다.

9 방(防)부식 강화조치 시공

9.1 일반규정

9.1.1 방부식 강화조치 시공은 응당 설계요구를 만족해야 한다. 설계에 요구가 없을 경우 본 장 관련 규정에 만족해야 한다.

9.1.2 본 지침서에 언급되지 않은 방부식 강화조치로 시공을 할 경우 응당 시험을 통하고 관련 검토 평가절차를 거친후에만 정식시공이 가능하다.

9.2 콘크리트표면 도장층

9.2.1 콘크리트표면 도장층 시공전 응당 표면처리를 진행해야 한다. 시멘트 모르타르 혹은 도장층 도료와 상용하는 충전재료를 사용하여 벌집, 골재 노출 등 선명한 결함을 보수하며 쇠파스로 표면의 부스러기 및 견고하지 못한 부착물을 제거한다. 휘발유 등 적정한 용제로 기름 자국을 제거하고 마지막으로 물로 깨끗이 청소하여 처리 완료한 콘크리트 표면에 골재 노출, 벌집, 부스러기, 기름 자국, 먼지 및 견고하지 못한 부착물 등 결함이 없어야 한다.

9.2.2 도장공법은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 도료 및 보조 재료는 반드시 제품 출하검수 합격증서가 있어야 하며 유효기한내 사용해야 한다.

2 현장에 반입되는 각종 도료는 응당 샘플 채취 검사 및 보관을 하며 국가 현행표준 《도료 비중 측정법》(GB1756)과 《도료 고체함량 측정법》(GB1729)의 관련 규정에 따라 도료의 비중, 고체 함량과 도막의 습식과 건조상태에서의 두께 관계를 측정해야 한다.

3 각종 도료의 사용은 응당 제품 설명서에서 규정한 방법에 따라 시행한다.

4 도장방법은 응당 도료의 물리적 성능, 시공조건, 도장요구와 구조의 상황에 근거하여 선택을 진행한다. 고압 에어리스(無氣)분무법을 사용하며 조건이 허용되지 않을 경우 브러시 혹은 롤러를 사용하여 도장을 할 수 있다.

5 도장 전 응당 표면 건조구와 습윤구에서 각각 10m² 면적의 시험구를

선택하여 제 9.2.1 조 요구에 따라 표면을 처리하고 도층시스템 설계 도료 배합요구에 따라 도장시험을 진행한다. 도장시험시 각 층 도료의 사용량(L/m²)와 습식상태에서의 막 두께를 측정한다. 도장층은 7d 동안의 자연양생 후 현미경식 두께측정기로 건조상태 도장층의 평균 두께를 측정한다.

6 도장층 접착강도가 1.5MPa 에 도달하지 못하면 상술한 제 5 항의 요구에 의하여 별도로 20m² 시험구를 선택하여 도장시험을 다시 시행한다. 결과 불합격일 경우 도장층 배합설계를 다시 시행하며 시험을 거쳐 검증을 진행한다.

7 도장은 비가 내리지 않는 기후조건에서 진행하며 도장작업 과정 시공 기록을 잘 해야 한다.

9.2.3 도장층 품질관리는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 시공시 매 작업절차에 대하여 품질검사를 진행해야 한다.

2 설계요구와 시험 검증을 통하여 확정된 도장 회수, 두께에 따라 시공을 진행하며 습식 도막두께 검측의기로 두께 측정을 하여 도장층의 최종두께 및 균일성을 관리한다.

3 도장 시공시 응당 도장층의 습식막의 상태를 검사해야 한다. 누락, 새깅(Sagging) 등 이 발견되면 제때에 처리를 진행한다. 매 층 도장시공 전 응당 전 층 도장상태에 대하여 검사를 진행해야 한다.

4 도장 완료후 도장층 외관검사를 진행해야 한다. 도장층 표면은 균일하고 기포, 균열 등 결함이 없어야 한다.

5 도장 완료 7d 후 도장층 건조 두께 측정을 진행한다. 매 50m² 면적당 임의로 1 곳을 선택하며 검측점 총 수량은 30 개 이상. 건조상태 도장층 평균 두께는 설계치를 초과하며 최소두께는 설계치의 75%를 초과해야 한다.

9.3 에폭시 코팅 철근 시공

9.3.1 에폭시코팅철근을 사용하는 콘크리트는 외부전류 음극보호를 해서는 안된다.

9.3.2 에폭시코팅철근의 원재료, 가공공법, 품질 점검방법 및 검수표준은 응당 국가현행 표준 《에폭시코팅철근》(JG3042) 관련 규정에 부합하여야 한다.

9.3.3 에폭시코팅철근의 포장, 표시, 운반과 적치는 국가 현행표준 《에폭시코팅철근》(JG3042) 관련 규정외에도 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 에폭시코팅철근 시공중 응당 인양 조립 회수를 감소하며 컨테이너로 운반을 해야 한다.

2 에폭시코팅철근 인양 설치시 표면 결속(绑帶), 밧줄(麻繩索) 및 몇 개 인양점의 강성 인양기구 혹은 견고한 몇 개의 지지점은 손상이 있어서는 안된다. 에폭시코팅철근과 접촉하는 부위는 응당 받침편을 설치하며 지면과 기타 철근과 심하게 표면 마찰, 떨어뜨리거나 혹은 충격하중을 받지 말아야 한다.

3 에폭시코팅철근 적치시 지면과 일정한 거리를 두어 하부에 보호 지지대를 설치해야 한다. 에폭시코팅철근 묶음간은 방목을 설치하여 간격을 두며 지지 간격과 방목 설치간격은 철근묶음이 중력으로 인한 변형이 발생하지 않도록 해야 한다. 철근 적치시 5 층을 초과해서는 안되며 일반 철근과 에폭시코팅철근은 구분하여 적치해야 한다.

4 에폭시코팅철근 현장 적치기간은 6 개월을 초과하지 말아야 한다. 에폭시철근을 실외에 2 개월 이상 적치할 경우 보호조치를 취하여 태양 직사광선을 차단하고 염화 안개와 대기의 영향을 방지해야 한다.

9.3.4 에폭시코팅철근의 매 시공절차에서 응당 에폭시코팅층 결함 검사를 해야 한다. 엄격히 에폭시코팅철근에 과도한 결함이 발생하는 것을 제한하며 매 m 당 에폭시코팅철근에 25mm² 이하의 에폭시코팅층 결함 총 면적은 철근 표면적의 0.1%를 초과해서는 안된다.

9.3.5 에폭시코팅철근을 절단 및 절곡을 할 경우 모든 에폭시 코팅철근에 접촉하는 받침과 내부 축 등 접촉구는 전부 나일론 보호관 혹은 기타의 적정한 비닐 보호관으로 조치해야 한다.

9.3.6 에폭시코팅철근 조립시 일반철근을 사용해서는 안된다. 에폭시 코팅철근의 간격재와 에폭시코팅철근 결속철사는 나일론, 에폭시, 비닐 혹은 기타 재료로 감싸야 한다. 동일 부재에서 에폭시코팅철근과 일반철근은 전기연결을 해서는 안된다.

9.3.7 에폭시코팅철근 조립 완료후 상부에서 작업인원과 장비 주행을 방지

하며 필요시 확실한 보호조치를 해며 공구 혹은 무거운 물체가 그 위에 낙하하는 것을 방지해야 한다. 콘크리트 타설전 에폭시코팅층을 검사해야 한다. 특히 절단 끝단부위에 손상이 발생할 경우 제때에 보수처리를 하며 보수재료 응결후 콘크리트를 타설할 수 있다.

9.3.8 콘크리트 타설시 부착식 진동다짐기를 사용하여 다짐을 밀실하게 해야 한다. 삽입식 진동다짐봉을 사용할 경우 비닐 혹은 고무를 사용하여 다짐봉을 감싸 콘크리트 다짐 과정 에폭시코팅층 손상을 방지해야 한다. 현장에서 몇 회의 타설 혹은 사전제작하는 콘크리트 부재의 노출된 에폭시코팅철근은 보호조치를 하여 태양 직사광선을 차단해야 한다.

9.3.9 에폭시코팅철근의 에폭시 코팅두께, 연속성과 강성은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 응결, 무손상 에폭시코팅 두께는 응당 $180\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$. 매 검측철근의 전부 두께 검측 기록 중 95% 이상의 두께 검측은 상술한 규정 범위내에 만족해야 하며 $130\mu\text{m}$ 이하의 두께 기록치가 있어서는 안된다.

2 절곡시험 전 에폭시코팅층의 미세 구멍 수량을 검사하는데 매 m당 미세구멍 수량은 4 개를 초과하지 말며 육안으로 발견할 수 있는 균열, 공극, 박리 등 결함이 있어서는 안된다.

3 에폭시코팅철근 절곡 후 절곡부위 외측면의 미세구멍 수량을 검사하는데 매 m 당 미세구멍 수량은 4 개를 초과하지 말며 육안으로 발견할 수 있는 균열, 공극, 박리 등 결함이 있어서는 안된다.

9.3.10 에폭시코팅층의 보수는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 에폭시코팅층의 임의의 한 점 코팅층이 탈락, 박리 혹은 손상이 다음 정도에 도달할 경우 보수 및 사용을 해서는 안된다.

1) 한 점에 면적 25mm^2 혹은 길이 50mm 를 초과하며 그 중 철근 절단 끝단부위의 보수면적은 포함하지 않는 경우.

2) 1m 길이 범위내에 3 개 이상일 경우 매 개 점의 면적이 25mm^2 혹은 길이가 50mm 이내여도 보수 및 사용해서는 안된다.

3) 에폭시코팅철근 절단 혹은 굴곡 영향구역 코팅층에 6 개 이상의 손상이 있을 경우.

2 에폭시코팅철근 운반, 가공, 용접, 조립 과정 발생하는 코팅층 손상은

응당 아래의 규정에 따라 보수해야 한다.

1) 가공 과정 전단력, 톱으로 절단 혹은 공구를 이용하여 절단할 경우 끝단 부위, 용접열 손상 및 열 영향구는 절단 혹은 손상 후 2h 내에 제때에 보수해야 한다.

2) 보수는 응당 에폭시코팅철근 제작공장에서 공급하는 재료를 사용해야 한다.

3) 보수 전 응당 미접착된 코팅층과 보수부위의 철녹을 깨끗이 제거해야 한다.

4) 보수 환경의 상대습도가 85%일 경우 전열기를 이용하여 적정하게 가열해야 한다.

5) 보수재료와 기존의 견고한 코팅층간의 접이음 범위는 적정해야 하며 기존의 코팅층 두께를 과량으로 증가하지 말아야 한다.

6) 보수층 두께는 180 μ m 이하 여서는 안된다.

9.4 철근 방청제의 활용

9.4.1 아래의 상황에서 콘크리트에 철근 방청제를 사용해야 한다.

1 조건 제한으로 인하여 콘크리트 부재의 피복층 두께가 얇은 경우.

2 조건 제한으로 인하여 콘크리트 염소 이온 함량이 규정을 초과할 경우.

3 열악한 환경에서 중요공사에 대하여 콘크리트 철근 보호성 제고를 요구할 경우.

9.4.2 시공 전 아래의 규정에 따라 철근 방청제 제품에 대하여 확인을 해야 한다.

1 철근 방청제가 콘크리트 주요 물리, 역학성능에 대하여 불리한 영향 유무.

2 철근 방청제가 유효적으로 철근 부식을 방지해야 한다.

3 철근 방청제가 콘크리트속에서 장기간 안정을 유지해야 한다.

9.4.3 철근 방청제를 사용할 경우 응당 사전에 배합비와 적응성 시험을 해야 한다. 철근 방청제와 기타 혼화제를 공동으로 사용할 경우 비비기 전 우선 철근 방청제를 투입하며 후에 기타 혼화제를 투입한다. 비빔시간은

1min~3min 연장하여 철근 방청제가 콘크리트중에서 균일하게 분포하게 한다.

9.4.4 염화물 환경중에 첨가형(분말형) 철근 방청제 사용량 (kg/m^3 콘크리트)은 구조 사용연한내 콘크리트중 철근 표면 염화물 수량 (NaCl 로 계산, kg/m^3 콘크리트)의 1.2 배여야 한다.

9.4.5 콘크리트 혼합물 중 염화물 함량이 규정치를 초과하여 방청제를 첨가할 경우 방청제 사용량 검증 시험을 하며 예상되는 염화물 침투 함량에 해당 콘크리트 혼합물 기존의 염화물 함량을 가하여 검증시험에 사용되는 염화물 첨가량으로 한다.

9.4.6 철근 방청제를 첨가한 콘크리트와 에폭시코팅철근, 콘크리트 표면 도장층 등을 종합적으로 사용할 수 있다.

9.5 음극(-)보호

9.5.1 철근 콘크리트구조의 음극보호 방안은 설계사에서 전문설계를 해야 하며 콘크리트구조 시공 및 보호시설의 설치, 시험, 전기 통과, 시운행은 전부 전문기술인원의 감독하에서 진행하며 시공인원은 사전교육을 받아야 한다.

9.5.2 음극 보호를 방부식 강화조치로 하는 콘크리트구조는 모르타르봉 팽창률이 0.10%이상인 알칼리-규산염 반응 활성골재를 사용해서는 안된다.

9.5.3 음극 보호를 방부식 강화조치로 하는 콘크리트구조 음극 보호구 철근은 응당 견고하게 조립하며 긴밀하게 연결해야 한다. 콘크리트 타설 전 설계요구에 따라 음극보호구 철근 전기 연결성능 검측을 진행한다. 설계에 요구가 없을 경우 직류 가변극성 (可變極性) 저항 검측기술을 사용할 수 있으며 검측치는 안정되고 전기저항치는 $1\ \Omega$ 이하 혹은 전위차는 1mV 이하여야 한다.

9.5.4 센서와 케이블 및 그 이음은 고정하고 보호조치를 하여 콘크리트 타설과 진동다짐 중 파괴와 간섭을 방지해야 한다. 케이블과 철근의 연결방법은 케이블과 철근간 장기 저항치의 0.01Ω 이하를 확보해야 한다.

9.5.5 콘크리트구조에 양극을 설치할 경우 절연받침판과 고정부재는 충분한 강성을 구비하여 양극 위치의 정확성, 견고성을 확보해야 한다. 콘크리

트 타설 과정 양극과 음극간의 전기저항지를 검측해야 한다. 콘크리트 타설과 진동다짐 과정 양극과 철근 (음극)의 단락을 방지해야 한다.

9.5.6 콘크리트 타설 완료 거푸집 해체후 콘크리트구조 음극보호구 철근간 전기 연속성, 매설 케이블의 연결성 및 보호구와 비보호구의 절연성에 대하여 검측을 진행해야 한다.

9.5.7 전원설비의 검수 및 설치는 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 음극보호공사에 사용되는 전원설비 및 기재는 전부 현행 관련 표준 및 규범 규정에 부합되어야 하며 전원설비는 상호, 품질증명서류 등 관련 자료가 있어야 한다.

2 음극보호 전원설비 현장 반입 후 설치검사표에 명시된 주체 설비와 부품에 대하여 검사를 진행해야 한다. 주체설비와 부품은 온전해야 하며 전원설비의 기술문서, 도면, 설명서가 있어야 한다.

3 기술표준에 따라 음극보호 전원설비의 교류입력 특성, 드리프트(drift) 특성, 부하특성, 간섭방지 능력, (流经参比)전극의 전류, 방낙뇌여과 성능, 과류단락 보호와 회복, 자동경보 등 지표를 검사하며 불합격시 사용해서는 안된다.

4 음극보호 전원설비의 설치는 응당 설계와 제품 설명서에 따라 진행하며 전원설비의 통풍과 산열을 확보해야 한다. 접선시 전원 전압은 설비 정겨전압에 부합하여야 한다. 접선시 응당 설계도면 검토 확인을 통하여 교류전압의 관계를 확정하며 출력전원의 극성은 정확해야 한다.

9.5.8 음극보호 양극에 부설하는 재료의 종류, 수량, 분포, 연결방식은 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 양극 설치시 응당 양극시스템과 임의의 철근, 매설금속부재간 단락 발생 방지에 주의해야 한다.

9.5.9 양극시스템 표면에 어떠한 피복층, 표면 접합제를 시공하기 전 양극과 음극간 전기저항과 전위차를 측정하여 단락 발생 유무를 확인해야 한다.

9.5.10 강제전류와 희생양극(Sacrificial anode) 보호장치 설치 완료후 응당 제때에 조절을 해야 한다. 강제전류 음극보호 조절시 전원설비 전압은 작은데서 큰 순서로 연속조절이 가능해야 한다.

9.5.11 강제전류를 사용하여 음극보호를 할 경우 음극보호 전위는 응당 설

계 관련 규정에 부합하여야 한다. 보호전위 조절을 하여 극화 안정후의 보호전위를 기준으로 하며 극화시간은 3d 보다 적어서는 안된다.

9.5.12 준공된 음극 보호 장치는 검수 시 아래의 기술문서를 제출해야 한다.

- 1 시공도면.
- 2 설비제작공장에서 제공한 사용설명서, 시험보고서, 제품합격증, 설치도면 등 기술문서.
- 3 설치기술 기록.
- 4 조절시험 기록, 보호전위 참고계수.
- 5 은폐공사 기록 (케이블 부설, 양극장치 설치 등).

9.6 외부 보호 철판

9.6.1 외부철판은 응당 국가 현행표준 《탄소구조강과 저합금구조강 열간압연 철판》(GB/T3274) 품질요구에 만족해야 한다. 환경 작용등급이 D4 등급인 엄중 부식환경 콘크리트구조의 외부철판은 응당 내후성 철판을 사용해야 하며 그 품질은 응당 《용접구조용 내후성 강재》(GB/T4172) 요구에 만족해야 한다.

9.6.2 외부철판 시공방법은 철판 매설과 부착 두가지로 구분한다. 시공중인 콘크리트구조 외부철판 작업은 매설방법을 사용할 수 있으며 기완성 콘크리트구조 외부철판 작업은 부착방법을 사용할 수 있다.

9.6.3 환경작용 등급 D3, D4 급 엄중부식환경 외부철판 두께는 6mm 보다 작아서는 안된다. 환경작용 등급 M3 급 엄중부식환경 외부철판 두께는 8mm 보다 작아서는 안된다.

9.6.4 외부철판 용접에 사용하는 용접봉은 응당 국가 현행표준의 규정에 부합되며 용접봉 규격은 응당 용접강재에 부합하여야 한다.

9.6.5 외부철판 매설 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 철판과 콘크리트간 부착력을 증가하기 위하여 적정하게 정착철근을 설치해야 한다. 정착철근 수량 및 정착길이는 응당 철판과 콘크리트간의 견고한 부착을 원칙으로 한다.

2 외부철판 매설 정밀도는 응당 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요

구가 없을 경우 표 9.6.5 요구에 따라 점검을 진행한다. 검사결과 요구에 부합되지 않을 경우 제때에 조절하거나 혹은 재시공을 시행한다.

표 9.6.5 외부철판 매설 허용오차와 점검방법

번호	사 항		허용오차 (mm)	점검방법
1	축선위치	기초	15	검측자로 매 변 2 곳 이상.
		기타구조	5	
2	표면 평평도		5	2m 줄자와 틸새자로 3 곳 이상 검사.
3	테두리와 거푸집간 밀접도		2	틸새자로 5 곳 이상 검사.

3 콘크리트 타설전 응당 철판과 콘크리트 접촉면을 깨끗이 청소하며 표면에 기름자국, 철녹, 물 흔적이 있어서는 안된다.

4 거푸집 해체 후 제때에 외부철판 표면에 방청처리를 해야 한다. 철판 테두리와 콘크리트 인접부위는 폴리우레탄 방수도료로 밀폐해야 한다.

9.6.6 외부철판 부착 시공은 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 외부철판 부착 시 일반적으로 콘크리트 부착과 화학재료 주입 두가지 방식을 사용하며 설계사에서 제공한 기타 부착방식을 사용해도 된다.

2 콘크리트 타설의 방식으로 외부철판을 부착할 경우 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1) 콘크리트 타설 부착 외부철판은 응당 수축보상 콘크리트를 사용하며 그 강도등급과 내구성은 본체 콘크리트 이상이어야 한다.

2) 신탈설 콘크리트 각 단면 최소치수는 응당 10 cm 이상이며 내부에 균열방지 와이어매쉬를 설치해야 한다. 외부철판, 신탈설 콘크리트, 본체 콘크리트구조의 부착력을 증가하기 위하여 철근 이식, 용접의 방식을 이용하여 적정하게 정착철근을 설치하며 철근 수량 및 정착길이는 각 부착면 결합 견고성을 확보하는 것을 원칙으로 한다.

3) 신탈설 콘크리트 시공 전 본체 콘크리트 표면에 대하여 치핑을 진행하며 세척, 건조 후 부착제를 도포한다.

4) 신타설 콘크리트 외부 노출면은 응당 배수구배를 설치하며 폴리우레탄 방수도료로 밀폐한다.

5) 외부철판 표면은 제때에 방청처리를 시행해야 한다.

3 외부철판을 화학주입 방법으로 결합할 경우 응당 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1) 화학주입 결합방법을 사용할 경우 주입액 구성은 공사 시공 전 배합을 진행해야 한다. 주입성이 우수하고 수축이 적고 결합강도가 높고 응결시간을 조절할 수 있으며 내구성이 좋고 독성이 없는 재료를 선정해야 한다. 주입액 응결 후 콘크리트와의 부착강도는 응당 콘크리트의 인장강도와 전단강도보다 높아야 한다.

2) 구조면은 응당 깨끗이 청소하며 설계에 따라 콘크리트 철판 부착위치에 연마 관리선을 설치하며 연마 완료 후 외부철판 위치선을 보충한다.

3) 부착위치 콘크리트 표면을 치핑하여 견고한 신 구조면 노출하며 박락, 공동, 벌집, 부식 등 열악현상 부위는 응당 깨끗이 제거하며 균열부위는 밀폐처리를 진행한다. 부착위치는 표면 평평도를 확보하며 주위에 작은 원형각을 연마한다. 부착 전 표면은 강브러쉬와 고압공기로 청소를 진행한다.

4) 철판 부착면에 대하여 반드시 방청과 거칠기 처리를 진행한다. 연마기를 이용하여 금속광택이 나게 처리하며 연마 방향은 응당 강재의 힘을 받는 방향과 수직되어야 한다. 그 후 면봉에 아세톤 용액을 묻혀 깨끗이 청소를 진행한다.

5) 부착전 콘크리트 표면에 한층의 얇은 용액을 도포하며 외부철판과 접합면을 부착시키고 고정해야 한다.

6) 에폭시 본드를 이용하여 철판 주위를 밀폐시키고 배기홀을 남기며 주입에 유리한 부위에 주입구 (일반적으로 비교적 낮은 위치에 2m~3m 간격으로 설치한다.)를 설치한다.

7) 주입구 부착 완료 후 시험주입을 진행한다. 0.2MPa~0.4MPa의 압력으로 모르타르를 주입하며 배기홀에서 모르타르가 유출되면 배기홀을 밀폐시킨다. 압력은 0.2MPa~0.4MPa로 관리하며 10min 이상 압력 유지 후 주입을 완료한다.

8) 모르타르 응결 및 강도가 요구 만족 전 외부철판은 응결상태를 유지

시키며 충격, 용접을 시행해서는 안된다.

9) 외부철관 표면은 응당 제때에 방청처리를 진행해야 한다.

10 석 축 공 정

10.1 일반규정

10.1.1 기초석축 시공 전, 연관된 규정에 근거하여 기초갱을 처리하고 검사 해야 한다.

10.1.2 석축 변형틈, 배수공과 방수층의 설치는 설계규정에 부합되어야 한다.

10.1.3 기초석축의 쌓기는 기저가 암층 혹은 콘크리트일 경우, 기저표면을 깨끗이 청소하고 습윤하게 한 후 몰탈로 쌓아 올린다; 기저가 토질일 경우에는 직접 몰탈로 쌓아 올린다.

10.1.4 석축공정의 석재는 단단해야 하고 쉽게 풍화되지 말아야 하며 틈새가 없어야 한다. 석재표면의 얼룩진 부분은 제거해야 한다. 층리가 있는 석재를 사용할 경우 층리는 힘을 받는 방향과 수직되어야 한다.

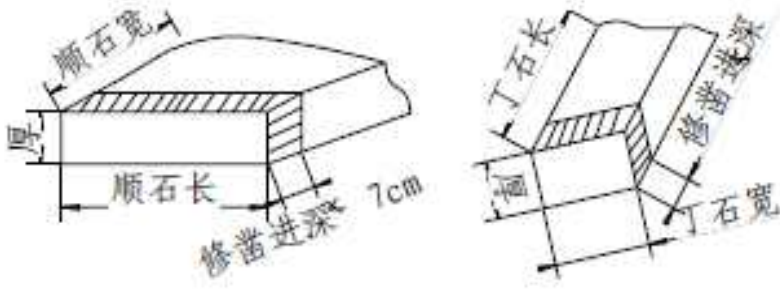
10.1.5 동절기 혹은 하절기 석축시공은 본 장의 규정을 만족시켜야 하는 외에 또 본 지침의 제 11, 12 장의 연관규정에 부합 되어야 한다.

10.2 석재와 프리캐스트 콘크리트 블럭

10.2.1 석재가 근거해야 하는 가공정도는 아래의 몇가지가 있다.

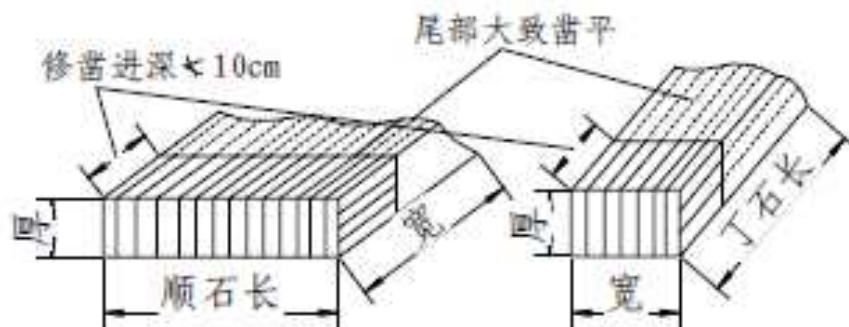
1 편석의 형태는 제한을 받지 않는데 그 중부두께는 15cm 보다 작아서는 안된다. 곁에 사용되는 편석의 표면은 평정하고 사이즈가 비교적 크며 테두리의 두께는 15cm 보다 작아서는 안된다.

2 돌 덩어리: 형태는 대체적으로 반듯하여야 하고 뽀족하거나 모서리나 볼록한 부분이 없어야 하며 윗면 및 밑면은 대체적으로 평평해야 하고 두께는 20cm 보다 작아서는 안되며 길이 및 폭은 그 두께보다 작아서는 안된다. 곁에 사용되는 돌 덩어리 외부 노출면은 치핑수리를 진행하여 패인 깊이가 2cm 보다 큰 것이 있어서는 안된다; 외부 노출면으로부터 내부 치핑수리한 깊이까지의 거리는 7cm 보다 작아서는 안된다; 그러나 끝부분의 폭과 두께는 치핑수리 부분보다 커서는 안된다. 표면 정석(丁石)의 길이는 순석(順石) 폭의 1.5 배 보다 작아서는 안된다(도 10.2.1-1).



도면 10.2.1-1 표면성석 (囊面声石) 중의 정석 및 순석

3 자재석: 두께는 20cm 보다 작지 말아야 하고 또한 길이의 1/3 보다 작지 말아야 한다; 폭은 두께보다 작지 말아야 한다; 길이는 폭의 1.5 배 보다 작지 말아야 한다. 정석의 길이는 상임한 순석의 폭보다 15 cm 커야 한다.외부에 노출되는 면으로부터 치핑수리한 곳까지의 심도는 10cm 보다 작아서는 안되고 치핑수리면은 외부노출면과 수직되어야 하며 매 10cm 마다 4~5 개 무늬를 치핑하도록 해야 한다. 자재석재 끼운면의 외부에 노출된 면에 세세한 치핑 테두리가 있을 경우 중부는 치핑 할 필요가 없다. 그러나 돌출된 부분은 2cm 보다 커서는 안되고 주변의 세세 치핑 테두리의 폭은 3~5cm 여야 한다. 외부노출면이 세부 치핑 테두리가 없는 표면석일 경우 석자재 정면은 거친 치핑면이 여야 하며 패인 심도는 1.5cm 보다 커서는 안된다. (도면 10.2.1-2)



도면 10.2.1-2 자재석

4 표석: 중부두께는 15cm 보다 작아서는 안되고 그중 원계란형 및 편모양을 사용해서는 안된다.

5 석축공정에 사용되는 사석재 유형, 규격과 품질요구는 본 지남 부록

F의 규정에 부합하여야 한다.

10.2.2 사석재의 강도등급은 변길이가 70mm의 입방체 시험공시체가 물에 잠긴 포화상태에서의 항압 극한강도로 표시되어야 한다. 변길이가 100mm 혹은 50mm의 입방체 시험공시체를 사용할 경우 그 항압 극한강도는 분별하여 1.14 혹은 0.86을 승하여 계수를 계산하도록 해야 한다. 석자재의 강도등급은 MU120, MU100, MU90, MU80, MU70, MU60, MU50, MU40 과 MU30으로 분별된다.

10.2.3 석자재의 강도등급은 설계요구에 부합하여야 한다. 설계에 요구가 없을 경우에는 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 편석, 돌덩어리는 MU50보다 작아서는 안되고 연관공정에 사용되는 편석은 MU30보다 작아서는 안된다.

2 자재석 (공석을 포함)은 MU60보다 작아서는 안된다.

10.2.4 침수와 조습한 지구 주체공정의 사석재 연화계수는 0.8보다 작아서는 안된다.

10.2.5 제일 추운 달의 평균온도가 $-5^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 인 지구에서 사용하는 사석재에 직접 냉동용해법을 사용하여 항동성 시험을 진행할 때, 그 항동성 지표는 분별하여 냉동용해 순환 25차 혹은 15차의 요구에 부합하여야 한다. 유산나트륨 침포법을 사용할 때, 그 침포시험 지표는 건습 순환이 5차례보다 적지 말아야 한다는 요구에 부합하여야 한다.

10.2.6 연관된 공정이 표석으로 편석을 대체 할 경우, 그 석질 및 규격은 편석규정에 부합하여야 한다.

10.2.7 사전제작 콘크리트 블럭의 강도등급은 설계의 요구에 부합 되어야 한다.

10.3 모르타르

10.3.1 석축공정에 사용되는 모르타르의 강도등급은 설계요구에 부합 되어야 한다.

모르타르 강도등급은 변길이가 70.7mm의 입방체 시험공시체에 따라 표준조건 하에서 28d의 항압 극한강도로 표시해야 한다. 모르타르 강도 등급은 M20, M15, M10으로 분별된다.

10.3.2 모르타르의 배합비는 시험확정을 통과해야 한다. 모르타르 배합 설계, 공시체 제작, 양호 및 항압강도가 취하는 값은 본 지침의 G 규정에 부합하여야 한다.

10.3.3 모르타르 중 사용되는 시멘트는 국가에서 현행하는 <철도 콘크리트공정 시공품질 검수표준> (TB 10424-2010) 중 C30 이하 콘크리트의 연관된 품질요구에 부합하여야 한다.

10.3.4 모르타르는 적당한 유동성과 양호한 화역성(和易性)이 있어야 한다. 모르타르의 농도는 모르타르 농도기로 측정한 침하도로 표시하여야 하는데 10~20mm 가 적당하다.

10.3.5 모르타르는 기계로 교반하는 동시에 교반하는 즉시 사용하여야 한다. 운수 혹은 보존과정 중 자재분리, 물이 스며드는 현상이 발생하면 석축 전에 다시 교반하도록 해야 한다.

10.4 찰쌓기시공

10.4.1 모르타르 석축체는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 석축시공은 견본선반을 세우로 선을 걸치는 방법을 사용하여 사이즈, 위치와 평정도를 관리하는것이 적합하다.

2 석체는 shoving method (挤浆法)를 사용하여 층을 분리하고 단을 나누어 석축해야 한다. 단 분할 위치는 침하이음 혹은 신축이음 되는 곳에 설치하는 것이 적합하고 상임한 단의 석축 높이차이는 120cm 보다 커서는 안되며 층 분리 석축틈은 대체적으로 수평이 여야 한다. 각 석축 덩어리의 석축틈은 상호적으로 엇갈려야 하고 석축틈은 층만되어야 한다.

3 각 석축층은 먼저 외원의 위치를 정하여 석축해야 하는 동시에 내부의 석축과 엇갈려 일체로 연결되어야 한다. 위치고정 석축은 표면이 평정하면서도 사이즈가 비교적 큰 석자재가 적합한데 위치고정 석축틈은 모르타르로 덮혀야 하지 작은 돌맹이로 메워 넣어서는 안된다.

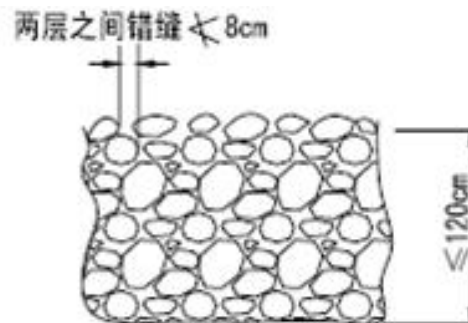
4 위치고정 석축이 완성된 후, 먼저 테두리 내 밑바닥에 한층의 모르타르를 펴야 하는데 그 두께는 석자재가 석축될 때 긴밀하게 연결되는 동시에 석축틈의 모르타르는 밀실하고 층만되어야 한다. 내부 석축을 진행

할 때 석자재 사이의 석축틈은 상호적으로 교차되고 맞물려야 하며 모르타르는 밀실해야 한다. 석자재들 사이는 모르타르가 없이 직접적으로 접촉해서는 안되고 또 석자재만 충전한 후 모르타르를 부어넣어서도 안된다; 석자재는 큰 것과 작은것이 섞여야 하고 비교적 큰 석자재는 큰 바탕면을 밑바닥으로 해야 하며 비교적 큰 석축틈은 작은 돌맹이로 메울 수 있다. 석축할 때에 작은 망치로 석자재를 두드리 석축틈을 뿑뿑이 하여 틈새를 남겨서는 안된다.

10.4.2 석축편석의 틈새 메우기는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

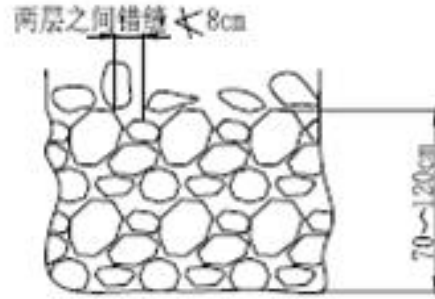
1 위치고정 석축 덩어리 표면 석축틈은 4cm 보다 커서는 안되고 석축체 표면과 세개 덩어리가 상임하는 석자재가 접하는 원직경은 7cm 보다 커서는 안되며 두개 층사이의 교차틈은 8cm 보다 작아는 안되고 매개 120cm 석축높이에 한번씩은 수평을 찾아야 한다. 도면 10.4.2를 참고하라.

2 내부의 석축틈새는 작게 하는것이 적합하고 비교적 큰 석축틈서 리에는 작은 돌맹이로 메우는것이 좋다.



도면 10.4.2 석축 표면의 편석

10.4.3 돌맹이 석축은 동일한 두께로 층을 나누지 않아도 된다. 그러나 매개 70~120cm 의 석축높이에서 한번씩은 수평을 찾아야 한다. 두 개층 사이의 교차틈은 8cm 보다 작아서는 안된다 (도면 10.4.3)



도면 10.4.3 돌맹이 석축

10.4.4 돌맹이로 내부를 메울 때에는 수평 틈새 폭은 3cm 보다 커서는 안 되고 수직방향의 석축 틈새는 4cm 보다 커서는 안된다. 내부를 석축할 때 석축틈은 상호적으로 엇갈려야 한다.

석축표면은 일순일정 (一顺一丁) 혹은 양순일정 (两顺一丁) 의 방식으로 석축하는것이 적합하고 석축틈은 3cm 보다 커서는 안된다.

10.4.5 석축표면 자재석재의 석축은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 석축표면석은 수평으로 층을 분할하여 석축해야 하고 매개 층에서 상임한 돌맹이 사이의 석축틈은 수직되어야 한다.

2 석축표면 석층의 매개 층높이는 고정하여 불변하는것도 좋고 위로 가면서 점차적으로 줄어드는것도 적합하다.

3 매개 층의 석축표면석은 일정일순(一丁一顺)의 방식을 응용 하여 석축해야 한다.

4 상임한 층 중, 수직 석축틈 교차는 10cm 보다 작아서는 안된다. 정석의 상층 혹은 하층은 균일하게 수직 석축틈이 있어서는 안된다. 틈 교차가 확실하게 곤란할 경우, 정석의 윗면 혹은 아래면 일측의 교차틈은 비교적 작게 할수도 있지만 4cm 보다 작아서는 안된다.

5 석축표면 석축틈의 폭은 1.5~2.0 여야 한다.

10.4.6 자재석의 석축체는 아래의 규정에 부합하여야 한다.

1 석축 표면석에 먼저 석축틈보다 조금 두꺼운 모르타르를 덮고 순서적으로 자재석을 끼워넣은 후 즉시 수직틈을 메우는 동시에 다짐 해야 한다.

2 매개층의 표면석은 균일하게 석축체의 굽인각 부터 석축하는 동시에 각석을 제일 먼저 석축해야 한다.

3 매개 층의 표면석을 석축한 후 내부를 석축하되 내부석축은 석축표면과 대체적으로 동일한 높이어야 한다. 콘크리트로 내부를 메울 때에는 먼저 여러층의 표면석을 석축한 후 콘크리트를 타설 하도록 해야 한다. 표면석층의 수량은 콘크리트를 메우는 축토 압력에 근거하여 정하되 3 개 층을 초과하지 않는것이 적합하다.

10.4.7 중력식 옹벽 등 비스듬히 기운 건축물에 대해서는 석축하는 동시에 되메우기 토사를 다짐해야 한다. 배수층이 있을 경우 배수층은 되메우기 토사 를 되메워서 동일하게 시공해야 한다.

10.4.8 사전 제작 콘크리트 블럭의 석축은 설계요구에 부합되어야 하는 이외에 모르타르 석축 자재석 석축의 규정에도 부합되어야 한다.

10.4.9 석자재가 부족하고 또 표석을 사용해도 될 경우, 작은 암거의 하천 바닥에 돌을 붙이거나 혹은 노반 방토공정의 기초와 법면보호 등 석축공정은 표석으로 편석을 대체할 수 있다. 표석은 쪼개지 않고 사용할수 있는데 사용 전 물로 깨끗이 씻어 야한다.

표석으로 법면보호 공정을 진행할 때에는 모르타르 채체법 (砂漿栽 砌法) 을 사용하는것이 적합하다; 기타 공정은 모르타르 평체법 (砂漿平 砌法) 을 사용할수 있다.

표석은 挤漿法(Crowded syrup method)를 사용하여 향을 분할하고 맞물려서 석축해야지 각 층 의 단일 표석을 이용하여 위에 까지 쌓는 석축방법을 사용해서는 안된다. 석축할 때 표석의 큰면은 아래로 하고 표석사이에는 서로 접근하되 직접적으로 접촉해서는 안된다.

10.4.10 석축체 표면의 발라 메움은 설계요구에 부합되어야 하는 동시에 석축체를 석축할 때 2cm 깊이의 빈틈을 남겨두어야 한다. 발라 메 움에 사용되는 모르타르 강도는 석축체에 사용되는 모르타르의 강 도보다 작아서 안된다. 설계에서 발라 메움을 요구하지 않았을 경우에는 칼로 석축 틈새를 평평하게 해야 한다.

10.4.11 석축체 석축이 완성된 후 제때에 덮어 놓는 동시에 정기적으로 물을 뿌려 습윤도를 유지하되 정상온도에서의 양생기간은 7 d 보다 적어서

는 안된다.

10.4.12 석축체의 모르타르가 설계강도에 도달하기 전에는 전부의 설계적 재를 전부 감당해서는 안된다.

10.4.13 사전제작 콘크리트 블럭의 사전제작 시공은 본 지남 제 6 장 의 연관규정에 부합하여야 한다.

10.5 메쌓기 시공

10.5.1 석축 메쌓기체 (메쌓기 편석, 메쌓기 콘크리트 블럭, 마른 표석 (干裁砌漂石) 와 용장 돌맹이 (笼装石块) 등)전에 기저토 를 단단하게 다짐해야 한다. 메쌓기를 할 때, 밑층, 윗면, 테두리는 비교적 큰 돌맹이를 사용하여 석축하는것이 적합하고 돌맹이는 응 당 상호적으로 교차하고 뺄뺄이 하여야 하며 틈새는 쇄석 으로 메워야 한다. 돌맹이의 외부노출 부분은 수정을 진행해야 한다.

역 필터는 쇄석, 자갈, 각력 혹은 굵은 모래 등 침수자재를 사용하는 것이 적합하고 지 침수성토를 대체하여 사용해서는 안된다.

10.5.2 견재기 표석을 하천 바닥, 관개수로 혹은 보호사면에 사용할 때에는 단면이 깔끔하고 쌓기가 긴밀하며 상호 엇갈리고 동일한 층의 표 석크기가 일치한 외에 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 표석 사면보호 쌓기는 납작하고 연결하기 쉬운 표석을 선택 사용하고 그 장축선은 사면에 수직되어야 한다.

2 표석은 길고 납작해야 한다. 층을 나누어 석축할 때, 연결틈은 엇갈려야 한다. 표석의 상호연결이 쉽지 않을 때 상하임층은 반대방향으로 기울어 져야 한다.(도면 10.5.2—1)

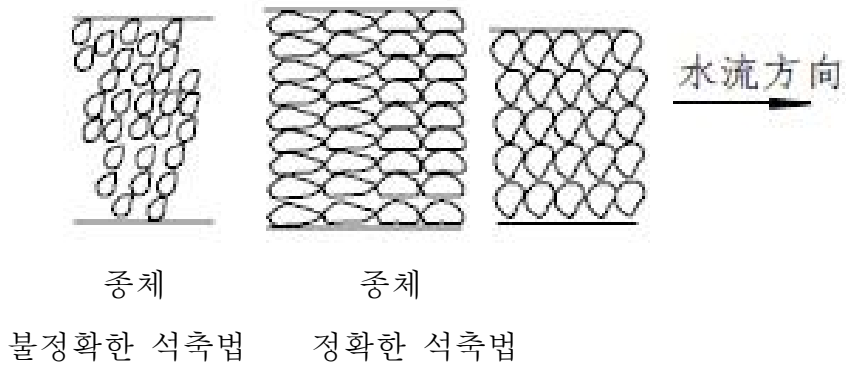


불정확 석축 정확석축 납작한 표석, 연결이 쉽지않은 표석,
연결틈이 엇갈려 대략 “人”자형의 석축법 석축

도면 10.5.2—1 재체 표석 종단면도

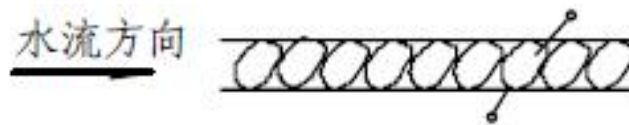
주: °-----°는 표석의 장축선을 표식한다.

3 표석을 바닥에 깔 때에는 횡채 (橫砌) (표석의 긴 직경이 수류방향 과 수직) 혹은 종채 (豎砌) (표석의 긴 직경이 수류방향과 평행) (도면 10.5.2—2)



도 10.5.2—2 재채 (栽砌) 표석 평면

4 재채 (栽砌) 할 때에는 하류 지역으로부터 상류지역으로 석 축하여야 하고 동일한 순열의 표석은 상호적으로 뺄뺄이 배열 하며 조금 하류 지역 에로 기울며 역수방향 석축틈으로 석축해서는 안된다. (도면 10.5.2—3)



도 10.5.2—3 재채 표석 (栽砌漂石) 종단면

5 재채표석의 밑부분은 15cm 두께의 역 필터를 부설하는것이 적합하 다. 사면보호 배후의 역 필터는 석축하는대로 즉시 다짐하 고 메워야 한다. 10.5.3 제방보호 공정은 게비온(Gabion) 옹벽을 사용할수 있다. 돌멩이, 철 사망의 규격, 사이즈, 투입순서와 지점은 설계요구에 부합하여야 한다.

11 동 절 기 시 공

11.1 일 반 규 정

11.1.1 시공현장의 낮과 밤의 평균기온이 (최고와 최저기온의 평균치 혹은 당지 시간 6시, 14시 및 21시의 실외기온의 평균치) 연속 3일 5℃보다 낮거나 혹은 최저기온이 -3℃보다 낮을 경우 콘크리트와 석축시공은 동절기시공에 근거하여 처리하도록 해야 한다.

11.1.2 동절기시공기간 콘크리트 강도가 설계강도의 40%에 도달하기 전에는 추위에 얼지 말아야 한다. 침수 동결 용해 (浸水凍融) 조건 하의 콘크리트가 시작하여 추위에 얼 때, 그 강도는 설계강도의 75%보다 작아서는 안 된다; 석축체 모르타르 강도가 설계강도의 70%에 도달 하기 전에는 추위에 얼지 말아야 한다.

11.1.3 동절기 시공에 진입하기 전에는 시공현장 기상대(역) 역년 기상자료를 수집해야 하고 현장 기상관측점을 설치해야 하며 관측제도를 건립하여 기상변화 상황을 제때에 장악하도록 해야 한다; 연관된 공정자료, 방한물자, 에레르기와 기수설비를 현실화 하도록 해야 한다; 동절기 시공방안 및 기술조치를 편집하고 연관인원에 대해 기술교제 혹은 교육을 진행해야 한다.

11.1.4 동절기 시공은 공정유별, 기상자료, 자재 원산지와 시공기간 등 요구에 근거하여 온도계산 및 경제분석을 통해 아래 두가지 종류의 시공방법을 선택한다:

1 양생기간 콘크리트에 열을 가할 필요가 없는 보온 덮개법, 혼화제 첨가법 (摻外加劑法) , 종합법 (綜合法) .

2 양생기간 외부열원을 이용하여 콘크리트에 열을 가하는 보호 천막법 (暖棚法) ,수증기가열법 (蒸汽加熱法) , 가열법(电热 法) 과 열 종합법 (熱綜合法) .

11.1.5 동절기 시공기간 , 콘크리트와 환경사이의 온도차이가 20℃보다 클 때에는 보온 거푸집을 사용하는 것이 적합하다.

11.1.6 콘크리트와 석축공정 동절기시공 기간에는 유효한 화재방지, 미끄럼 방지 등 안전보장 조치를 취해야 한다.

11.1.7 동절기 콘크리트와 석축공정 시공은 본 장 규정에 부합되는 외에 본 지침의 기타 연관된 규정을 만족시켜야 한다.

11.2 철근 시공

11.2.1 철근 냉절곡 온도는 -20°C 보다 낮아서는 안되고 온도가 -20°C 보다 낮을 경우 HRB335, HRB400 철근에 대해 절곡 조작을 진행해서는 안된다.

11.2.2 철근의 플래시 맞댄이음은 실내에서 진행하는것이 적합하고 용접할 때의 환경기온은 0°C 보다 낮아서는 안된다. 철근은 사전에 작업 현장에 운반되어야 하고 용접이 완성된 철근은 완전히 냉각된 후에야 실외에도 운반할 수 있다.

11.2.3 동절기철근의 플래시 맞댄이음은 예열-플래시용접 혹은 플래시-예열-플래시 용접공법을 사용하는 것이 적합하다. 철근 단면이 비교적 평평할 때에는 예열-플래시용접을 사용하는것이 적합하다; 단면이 평평하지 않을 때에는 플래시-예열-플래시용접을 사용하는 것이 적합하다. 철근 직경이 변화될 경우 용접공법은 도표 11.2.3 의 규정에 부합하여야 한다.

도표 11.2.3 철근부온 (负温) 플래시 맞댄이음 용접공법

철근급별	직경(mm)	용접공법
HPB235 HRB335 HRB400	12~14	예열-플래시용접
	≥ 16	예열-플래시용접 혹은 플래시-예열-플래시용접

11.2.4 철근의 아크용접은 눈방지, 바람방지 및 보온조치가 있어야 하는 동시에 인성이 강하고 비교적 좋은 용접봉을 선택 사용해야 한다. 용접 후의 접두가 즉시에 빙설과 접촉하는것을 엄금해야 한다.

11.2.5 철근의 아크용접은 층을 나누어 온도를 제어하는 시공용접 (施焊) 을 사용하는것이 적합하다. 열궤철근 (热轨钢筋) 용접의 층 사이의 온도는

150℃~350℃ 사이에 제어한다. 철근의 상표, 직경, 접두형 식과 용접위치는 용접봉과 용접전류를 선택하여야 한다. 용접 할 때에는 과열, 화상, 살을 찢히거나 틈새 등 현상이 발생하는 것을 방지하는 조치를 취해야 한다.

11.3 콘크리트 시공

11.3.1 동절기 콘크리트 시공은 전문적인 배합비 선정 시험을 진행하여야 한다. 콘크리트는 비교적 적은 물시멘트비와 비교적 적은 슬럼프를 선택 사용하는것이 적합하다.

11.3.2 동절기 콘크리트 시공은 물, 혼화제 및 골재를 기계에 투입할 때의 온도 및 콘크리트 교반, 타설, 양생시기의 환경온도를 정기적으로 검측하고 매개 작업반에서는 제일 적어서 4 차례를 검측해야 한다.

11.3.3 콘크리트를 교반하기 전, 온도계산을 거쳐야 하는 동시에 시험교반을 거쳐 물과 골재가 수요하는 예열의 최고온도를 확정하여 콘크리트가 기계에서 출하하는 온도가 10℃보다 낮아서는 안되고 인공 거푸집의 온도는 5℃보다 낮아서는 안된다.

11.3.4 콘크리트 원자재 예열은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 시멘트, 광물 혼화제, 혼화제 등은 사용 전 온실에 들여놓아 자연예열하되 직접 가열해서는 안된다.

2 물에 대해 가열처리가 필요할 경우, 물의 가열온도는 80℃를 넘어서는 안된다. 골재를 가열하지 않을 경우, 물은 80℃이상 가열할수 있지만 교반 시 먼저 골재와 이미 가열한 물을 투입하고 교반한 후 시멘트를 투입해야 한다.

3 물을 가열하여 요구를 만족시키지 못할 경우, 골재를 균일하게 가열할수 있다. 그 가열온도는 60℃보다 높아서는 안된다. 편석 (片石) 콘크리트에 사용되는 편석은 예열할수 있다.

4 교반 제작한 콘크리트의 슬럼프가 감소되거나 혹은 급속응결되는 현상이 출현하면 재차 교반자재의 가열온도를 조정해야 한다.

골재 중에는 빙설, 얼음 덩어리 및 쉽게 냉동 파손되는 광물질이 혼합되어서는 안된다. 교반장비는 기온이 10℃보다 낮지 않은 작업장 혹은 온실 내에 설치하는것이 적정하다. 콘크리트 교반 전 및 교반정지 후에는 뜨거

운 물에 교반기의 통을 씻도록 해야 한다. 콘크리트의 교반시간은 일반은도에서의 시공보다 50%좌우를 연장 하는것이 적정하다. 콘크리트의 운수용기는 보온시설이 있어야 한다. 운송시간은 축소해야 하는 동시에 중계 운송 환절을 되도록 감소해야 한다.

콘크리트 타설은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 콘크리트 타설 전 거푸집 밑 철근 위의 빙설과 때를 제거해 야 한다.

2 콘크리트 타설은 층을 나누어 연속적으로 타설하는 방법을 사용해야 하는데 나눈 층의 두께는 20cm 보다 작아서는 안된다.

3 가열 양호하는 전체 구조는 콘크리트의 양생온도가 40℃보다 클 때, 사전에 콘크리트의 타설순서와 시공이음의 위치를 확정하도록 해야 한다.

11.3.10 콘크리트 시공이음의 처리는 보 지침의 제 6.8.4 조, 제 6.8.5 조의 규정에 부합되는 이외에 아래의 요구에도 부합하여야 한다.

1 낡은 콘크리트 면과 외부에 노출된 철근이 (지하 매설물-预埋件) 냉 공기 중에 폭로되었을 때 신, 구 콘크리트 시공이음과의 거리가 1.5m 범위 내에 있는 구 콘크리트와 길이가 1.0m 범위 내에 있는 외부에 노출된 철근 (지하 매설물)에 대해서는 방한보온은 진행해야 한다.

2 콘크리트가 가열양생 할 필요가 없고 또 규정한 양생기간 내에 동 결 현상이 없을 때 비 동결 팽창성 (非冻胀性) 지반 혹은 구 콘크리트 면에는 직접적으로 콘크리트를 타설할 수 있다.

3 콘크리트가 가열양생이 필요 할 때에는 새롭게 타설한 콘크리트와 입 접한 이미 경화된 콘크리트 혹은 지반도체 사이의 온도차이는 15℃보다 커서는 안된다; 콘크리트와 접촉하는 지반면의 온도는 2℃보다 낮아서는 안 된다.

11.3.11 콘크리트를 양생하기 시작할 때의 온도는 시공방안에 따라 온도 계산을 통하여 확정하되 5℃보다 낮아 서는 안되고 얇은 단면구조는 10℃ 보다 낮아서는 안된다.

11.3.12 실.외밖의 최저기온이 -15℃보다 높을 때, 지하공정 혹은 표면계 수 (냉각면적과 체적의 비례수치)가 15m⁻¹ 보다 크지 않은 공정은 우선 적으로 보온 덮개법을 사용하여 양생하는 동시에 아래의 규정에 부합하여

야 한다.

1 사용하는 보온조치는 콘크리트의 온도로 하여금 0℃이하로 내려가기 전에 제 11.1.2 조에 규정된 강도에 도달해야 한다.

2 콘크리트를 타설하여 형태를 형성한 후 제때에 추위를 방지하여 온도를 유지해야 한다. 보온자재는 시공방안에 따라 설치 해야 하고 동시에 건조함을 유지해야 한다. 구조의 변화 모서리 단면에 대해서는 보온을 강화하고 바람을 맞는 면에 대해서는 바람막이 조치를 취해야 한다.

11.3.13 보온 덮개법을 사용하여 양생이 요구에 도달하지 못했을 때 외부의 열 원을 이용하여 가열양생하되 양생온도는 시험확정을 통과해야 하는 동시에 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 전체의 타설표면 계수는 $6m^{-1}$ 구조와 동등하거나 커야하고 상승 온도 속도는 $15^{\circ}C/h$ 보다 커서는 안된다; 타설표면 계수는 $6m^{-1}$ 구조보다 작아야 하고 상승온도 속도는 $10^{\circ}C/h$ 보다 커서는 안된다.

2 증기 가열법으로 양생한 콘크리트는 규산염 시멘트와 일반 규산염 시멘트를 사용했을 때 양생온도는 $60^{\circ}C$ 보다 높아서는 안된다.

3 전열법으로 양생하는 콘크리트는 구조의 표면계수가 $15m^{-1}$ 보다 작을 때 양생온도는 $40^{\circ}C$ 보다 높지 않는것이 적합하다; 구조의 표면계수가 $15m^{-1}$ 보다 클 때 양생온도는 $35^{\circ}C$ 보다 크지 않는 것이 적합하다.

4 항온양생 (恒温养护) 이 결속된 후 표면계수가 $6m^{-1}$ 보다 동등하거나 혹은 큰 구조일 때 온도저하 속도는 $10^{\circ}C/h$ 보다 커서는 안된다; 표면계수가 $6m^{-1}$ 보다 작은 구조의 온도저하 속도는 $5^{\circ}C/h$ 보다 커서는 안된다.

11.3.14 전열법을 사용하여 콘크리트를 양생 할 경우에는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 모든 콘크리트는 외부 노출면을 덮은 후 통전하여 가열할수 있다:

2 반드시 교류전원을 사용하여야 하고 전극의 배치는 콘크리트의 온도 균일을 보장해야 한다. 설계강도의 50%에 도달했을 때 통 전가열을 중지할수 있다.

3 공작전압은 50~100V 를 사용하는것이 적합하다. 매 입방 콘크리트 내의 철근용량이 50kg 을 넘었을 경우 공작전압을 120~220v 로 채 용할수도 있지만 공작전압이 380v 보다 큰 전원을 사용하는것은 엄금한다.

4 양생과정 중 콘크리트 표면의 습도를 관찰해야 한다. 표면이 건조해지기 시작하면 잠시적으로 통전을 정지하는 동시에 온수로 콘크리트 표면을 습윤하게 해야 한다.

5 감수제를 혼합하는 콘크리트는 시험을 거쳐 전열법이 그 강도에 영향이 없음을 확인한 후에야 사용할수 있다.

11.3.15 온실법으로 콘크리트를 양생 할 경우에는 온실내의 밑 바닥 온도는 5℃보다 낮아서는 안되고 또 콘크리트 표면은 습윤함을 보존 해야 한다; 석탄 연료로 가열 할 경우 연기는 온실 밖으로 배출해야 한다.

11.3.16 거푸집 철거와 보온층은 아래 규정에 부합하여야 한다.

1 콘크리트가 이미 본 지침의 제 6.11.1 조의 강도요구에 도달하고 또 제 11.1.2 조의 항(抗)동결강도(冻强度)의 규정에 부합된 후에라야 거푸집을 철거할 수 있다.

2 콘크리트와 환경의 온도차이가 15℃를 초과하면 안된다. 온도차이가 10℃ 보다 크고 15℃보다 작을 경우 거푸집을 철거한 후 콘크리트 표면을 임시적으로 덮어놓는 조치를 취해야 한다.

3 외부열원을 사용하여 가열양생하는 콘크리트는 양생이 끝난 후 환경기온이 여전히 0℃이하일 경우 콘크리트가 5℃이하까지 냉각되고 또 콘크리트와 환경사이의 온도차이가 15℃보다 크지 않을 경우에라야 거푸집을 철거할수 있다.

11.3.17 콘크리트 양생온도의 검측빈도는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 보온 덮개법으로 양생할 경우 양생기간 적어도 매 6h 에 한번씩 검측을 진행해야 한다.

2 증기 혹은 전열법으로 양생 할 경우 온도가 상승하거나 온도가 저하되는 기간 매 1h 에 한번씩 검측을 진행해야 하고 항온기간(恒温期间)에는 매 2h 에 한번씩 검측을 진행해야 한다.

3 실외기온 및 시공환경 온도는 매 낮과 밤에 시간을 정하고 지점을 정하여 4 차례 검측을 진행한다.

11.3.18 콘크리트 양생온도의 검측방법은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 구조 모서리, 돌출하고 바람받이와 얇은 부위에는 온도측정 구멍을 설치해야 하고 구멍깊이는 양생방법 및 구조사이즈에 근거 하여 확정하도록 해야 한다. 온도측정 구멍은 번호를 따는 동시에 도면을 제도하도록 한다.

2 보온 덮개법으로 양생 할 경우 온도측정 구멍은 산열이 잘되는 부위에 설치해야 하고 외부의 열원으로 양생 할 경우 온도측정 구멍은 열원에서 떨어진 부동한 위치에 분별하여 설치하도록 해야 한다; 메스 구조의 온도측정 구멍은 표면 및 내부에 분별 하여 설치해야 한다.

3 콘크리트 온도를 검측할 때 측온기는 외계기온의 영향을 받지 말아야 하고 동시에 온도측정 구멍 내에 적어도 3min 넣어두어야 한다. 시공현장의 조건에 근거하여 온도계, 자동 온도측정기 등 예비 매입식 온도계를 사용하여 콘크리트의 온도를 검측해도 된다.

11.3.19 동절기 시공의 콘크리트는 본 지침의 제 6 장 규정에 근거하여 표준 콘크리트 공시체를 제작하는 외에도 양생, 거푸집 철거와 받는 적 재의 수요에도 근거하여 구조와 동일한 조건 양생의 시공 공시체를 적어도 2 개조를 증가해야 한다. 이러한 공시체는 해동 (解冻) 후에 시험압축을 진행할수 있다.

11.4 석 축 시 공

11.4.1 석축체는 동절기시공에 흔히 사용하는 시공방법인데 양생기간의 가열 여부로 아래의 두가지 종류로 나뉜다:

- 1 양생기간 가열하지 않는 보온 덮개법과 부온 몰탈법 (负温砂浆法) .
- 2 양생기간에 외부의 열원을 이용하여 가열하는 온실법.

11.4.2 동절기시공 몰탈의 배합제작 및 석축은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 몰탈은 온실 내에서 기계로 배합제작이 적합한데 교반시간은 2min 보다 적어서는 안된다. 몰탈농도는 평상시 온도와 비교하여 적당하게 점차 크게하는 것이 적합한데 2 차적으로 물을 가하여 몰탈의 유동성을 조정해서는 안된다.

- 2 시공방법, 환경기온은 온도계산을 통해 몰탈석축 온도를 확정하는

동시에 5℃보다 낮아서는 안된다.

3 온도계산에 근거하여 모래와 물을 가열 할 때 그 가열온도는 제 11.3.4 조의 규정에 부합하여야 한다.

4 석축체에 사용되는 석자재, 콘크리트 사전제작 블록과 모래는 빙설에 언 덩이를 제거하는 동시에 공정전개에 근거하여 사전에 온 실 내에 운반해야 한다. 석자재와 콘크리트 사전제작 블록표면과 몰탈의 온도차이는 20℃보다 크지 않는것이 적당하다.

5 몰탈은 보온용기를 사용하여 운송해야 하고 중계운송은 적정 하지 않다. 몰탈은 교반하는 대로 사용해야 하며 매 번 교반수량은 0.5h 내에 모두 사용하도록 해야 한다. 이미 언 몰탈을 사용 해서는 안된다.

12 하 절 기 시 공

12.1 일 반 규 정

12.1.1 낮과 밤의 평균기온이 30℃일 때 콘크리트와 석축체공정의 시공은 하절기 시공에 따라 처리해야 한다.

12.1.2 하절기 콘크리트와 석축체 공정시공은 본 장 규정에 부합되어야 하는 외에도 본 지침의 기타 관련 규정에도 부합하여야 한다.

12.2 콘 크 리 트 시 공

12.2.1 원자재 축적보관, 온도저하는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 시멘트, 모래, 석재의 보관창도, 자재무더미 등에 대해 빗을 가리고 햇빛에 쪼이는것을 방지하는 처리를 진행하거나 혹은 사석자재 더미에 물을 뿌려 온도를 저하시켜 원자재를 믹서기에 넣을 때의 온도를 저하시키는 데 편리하도록 해야 한다.

2 냉장 장치를 사용하여 교반수를 냉각할수 있고 또 동시에 송수관 및 물박스에 빗을 가리거나 단열하는 시설을 증가할수 있으며 또 교반수 중에 부순 얼음을 가하여 냉각할수도 있는데 부순 얼음은 교반수에 대한 품질제어와 계량으로 해야 한다.

3 시멘트를 믹서기에 넣을 때의 온도는 40℃보다 크지 않는것이 적정하다.

12.2.2 콘크리트 배합비 설계는 슬럼프 손실을 고려해야 하는데 수화 열(水化熱)이 비교적 낮은 시멘트를 선택하는것이 적정하다. 완 화 응결형 감수제를 섞을 때에는 기온에 근거하여 적당하게 슬럼프를 증가할수 있다.

12.2.3 교반 생산라인(컨베이어)은 되도록이면 빗을 가리거나 온도를 저하시키는 조치를 취하여 교반시간을 되도록이면 단축시켜야 한다.

12.2.4 콘크리트 믹서트럭을 사용하여 콘크리트를 운반하는것이 적정하고 콘크리트 운수용기는 빗가림 시설을 설치해야 하고 되도록이면 운수시간을 단축해야 한다. 콘크리트 운수과정 중에는 믹스속도를 늦추는것이 적정하고 운수과정 중에 물을 가하여 교반해서는 안 된다.

12.2.5 펌프로 콘크리트를 운반할 때에는 수송관을 막고 물을 뿌리며 받치거나 혹은 흰색으로 칠하도록 한다.

12.2.6 콘크리트가 교반으로부터 거푸집에 들어가는 시간 및 타설시간을 되도록이면 단축해야 하는 동시에 빠른 시간 내에 양생을 시작해야 한다.

12.2.7 야간 혹은 기온이 비교적 낮은 시간에 교반하거나 콘크리트를 타설하여 콘크리트를 거푸집에 넣을 때의 온도가 설계요구를 만족시키도록 해야 한다. 설계에 요구가 없을 때에는 콘크리트를 거푸집에 넣을 때 온도는 30℃를 초과해서는 안된다. 콘크리트를 거푸집에 넣기 전 거푸집과 철근의 온도 및 부근의 국부적인 기온은 40℃를 초과하지 않는것이 적정하다.

12.2.8 타설장소는 빛을 가려 거푸집, 철근의 온도를 저하시켜야 한다; 거푸집, 철근과 기도에 물을 뿌려 온도를 저하시켜도 되지만 타설할 때 물이 있어서는 안된다.

12.2.9 콘크리트 타설이 완성된 후 표면평정 혹은 미장은 빠른 시간 내에 완성해야 하고 미장 시 분무기로 소량의 물을 뿌려 표면의 균열을 방지되 직접적으로 콘크리트 면에 물을 뿌려서는 안된다.

12.2.10 콘크리트 타설이 완성된 후 표면은 깨끗한 비닐막을 덮어놓고 초기응결 후 비닐막을 철거하며 습윤한 부직포로 덮어놓고 그 위에 한층의 비닐막을 증가하여 습윤상태를 적어도 7일간 유지해야 한다. 콘크리트 표면에 분무하여 온도를 저하시키거나 공기를 습윤 화시키는 방법을 취할수도 있다. 조건이 허락되면 거푸집 밑부분에 사전에 냉각하는 등 기술조치를 취할수 있다. 습윤양생 기간에는 빗가림과 바람막이 조치를 취하여 온도와 간열풍의 영향을 관리하도록 해야 한다.

12.2.11 콘크리트의 거푸집을 철거한 후의 물 뿌리기 양생은 자동분수 시스템과 분무기를 사용하는것이 적합하다. 습윤양생 기간에는 꿇김이 없어야 하고 건조습윤 순환이 형성해서는 안되며 양생시간은 응당 본 지침의 6.10.6의 규정에 부합하여야 한다.

12.3 석 축 시 공

12.3.1 몰탈은 수화열 (水化熱) 이 비교적 낮은 시멘트를 사용하는것이 적

정하다. 완화 응결형 감수제를 섞을 때에는 기온에 근거하여 적당하게 밀도를 증가할수 있다.

12.3.2 몰탈 운수용기는 빛을 가리는 시설을 설치하고 운수시간은 응당 단축해야 한다. 몰탈은 교반하는대로 사용해야 한다.

12.3.3 석축체는 석축 전에 기초에 살수를 하여 습윤하게 해야 한다.

12.3.4 석축체 석축은 기온이 높은 시기를 방지하는것이 좋다. 기온이 높을 때 석축덩이는 살수하여 온도를 낮추는 조치를 취해야 한다.

12.3.5 석축체 석축이 완성된 후 제때에 덮어 습윤양생을 진행하며 양생시간은 7일보다 적어서는 안된다. 보습양생 기간에는 적당하게 살수 횟수를 증가해야 한다.

13 환경보호와 노동안전위생

13.1 일 반 규 정

13.1.1 콘크리트와 석축체공정 시공의 환경보호는 오염 원천을 엄격히 제어하고 생태환경을 보호하는 동시에 국가의 연관된 환경보호 법률법규 요구에 부합하여야 한다.

13.1.2 콘크리트와 석축체공정 시공조직설계는 설계요구에 근거해야 하고 동시에 공정실제와 결합하여 시공 중 가능하게 조성될수 있는 환경차괴와 불리한 영향에 대해 구체적인 예방조치를 제기하는 동 시에 현실화 해야 한다. 시공이 완성된 후 제때에 시공 쓰레기를 청소하여 문명시공을 실현 해야 한다.

13.1.3 시공현장 안전생산은 사람과 물체의 불 안전적 행위와 상태를 중 점적으로 관리하여 절차있는 시공을 실현하며 공정안전과 품질 사고의 발생을 예방하고 관리하는 동시에 인원의 직업건강 교육을 강화하여 직업 별 의 발생을 예방해야 한다.

13.2 수토(水土)오염과 유실을 방지

13.2.1 콘크리트와 석축체공정 시공 중 각 지역 정책 부문의 요구에 근거 하여 폐기물찌꺼기, 폐수 등의 배출을 타당하게 처리해야 한다. 기계 장비를 씻은 폐수, 폐유(废油) 및 생활폐수는 직접적으로 하천, 호수 혹은 기타 수원구역에 배출해서는 안되고 또 음용수 수원 부근의 토지에 배출하지 않 음으로써 수질오염과 토질오염을 방지해야 한다.

13.2.2 콘크리트 B/P 장에는 집수지, 침전지와 오수 여과지를 설치하여 배출되는 물은 무해화(无害化) 처리를 거쳐야 한다. 차량은 B/P 장 내에서 지 점을 정하여 세워두어야 하고 운행수는 흘리지 말고 새지 않게 하며 인근 한 도시구역에 작업하는 출입차량들은 차마퀴를 씻어야 한다.

13.2.3 시공생산과 생활용지는 경지보호의 원칙으로 과학용지, 용지 절약, 농경지를 적게 점유해야 한다.

13.2.4 시공생산과 생활용지 사용이 결속된 후 요구에 근거하여 농경지회 복 공작을 잘해야 한다.

13.3 공기와 소음 방지

13.3.1 시공 장비 운수조립 장소, 자재 가공장, 콘크리트 B/P 장 등 임시시설은 주민구역과 멀리 떨어지는 동시에 하풍구(下風區)에 위치하는 것이 적정하다. 만족시키지 못할 경우에는 적당한 먼지방지, 소음방지 등 보호 조치를 취해야 한다.

13.3.2 도시와 읍의 주민구에서 시공할 때 시공장소와 운수노선은 지형을 이용하여 되도록이면 소음과 진동 민간구역을 방지하고 기계 장비와 공법 조작에서 발생하는 소음은 국가규정의 건축시공 임계소음 표준을 초과해서는 안된다. 그렇지 않을 경우 소리를 취소하거나 혹은 방음 조치를 취해야 한다.

13.3.3 시공현장에서 철근가공을 진행할 때에는 철근폐기자재 전문용 수집구(收集槽)를 설치하는 동시에 가공장소 주변에 소음 확산방지 조치를 취해야 한다.

13.3.4 공정용 분말자재는 산적하역해서는 안된다. 노천(露天)에서 무저놓을 때에는 비산먼지(飛塵)와 우수유실(遇水流失)을 방지해야 한다.

13.4 노동 안전 위생

13.4.1 시공현장의 각 항 시공안전 관리제도는 완벽해야 하고 관리 기구는 건전하며 책임이 인원에 미쳐야 하는 동시에 철도부에서 현행하는 <철도공정 시공안전 기술규정> (TB10301~TB10306) 규정에 부합하여야 한다. 증기양생, 강연선 인장 등 특수공법은 전문항목 안전조작 규정을 제정해야 하는 동시에 조 작규정에 따라 정확하게 조작해야 한다.

13.4.2 시공 작업인원은 신체가 건강해야 하는 동시에 정기적으로 신체 검사를 진행해야 한다. 모 항의 시공작업에 종사하기에 적정하지 않은 질병에 걸린 인원들은 본 항 공작에 종사해서는 안된다.

13.4.3 특종 작업인원은 반드시 전업교육을 거쳐 심사 합격 후 증을 지녀 재직해야 한다. 각 종 유형의 작업인원으 균일하게 규정에 따라 안전교육을 진행해야 한다.

13.4.4 시공작업 현장은 작업의 조적과 위험정도에 근거하여 국가, 전업 표준에 부합되는 동시에 생산품 합격증과 사용설명서가 있는 방호 용품을

선택하도록 해야 한다.

13.4.5 시공현장은 안전방호 시설을 설치해야 한다. 시공현장에 진입 한
인원들은 규정에 따라 노동보호 용품을 사용해야 한다.

부록 A 콘크리트 펌프 송출량과 수요되는 레미콘 운수차량 계산방법

A.1 콘크리트 펌프송출 수량계산

콘크리트 펌프의 실제평균 송출수량은 콘크리트 펌프의 최대 송출수량 , 배관상황과 작업효율에 근거할수 있다:

$$Q_1 = Q_{\max} \cdot \alpha \cdot \eta \quad (\text{A.1})$$

식 중

Q1 - 매개 콘크리트 펌프의 실제평균 송출수량 (m³/h)

Qmax - 매개 콘크리트 펌프의 최대 송출수량 (m³/h)

a - 배관조건 계수; 0.8~0.9 를 취할수 있다;

η - 작업효율; 콘크리트 교반운수 차량은 콘크리트 펌프 자재공급 간격시간, 콘크리트 송출관과 천 (布料) 정지 등 상황에는 0.5~0.7 을 취할수 있다.

A.2 매개 콘크리트 펌프가 수요하는 레미콘 운수 차량수량 배치 계산

콘크리트 펌프가 연속적으로 작업할 때 매개 콘크리트 펌프가 수요하는 콘크리트 레미콘 운수 차량대수 배치는 아래 공식에 따라 계산할수 있다:

$$N = \frac{Q_1}{V} \left(\frac{L}{S} + T_t \right) \quad (\text{A.2})$$

식 중

N - 콘크리트 교반운수 차량대수 (대);

Q1 - 매개 콘크리트 펌프의 실제 평균 송출수량 (m³/h);

V - 매개 콘크리트 교반운수 차량의 용량(m³);

S - 콘크리트 교반운수 차량의 평균 행차속도 (km/h);

L - 콘크리트 교반운수 차량의 왕복거리 (km);

Tt - 매개 콘크리트 교반운수 차량의 총 정지시간 (h).

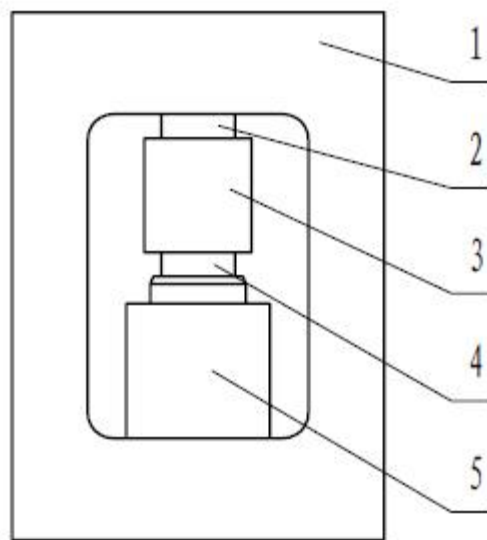
부록 B 잭 교정 시험방법

B.0.1 교정시험의 설비는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 교정 시 재, 압력표, 인장오일펌프 (张拉油泵) 은 반드시 세트여야 하고 압력표는 교정 유효기간 내여야 한다.

2 교정 시험용 반력기 (反力架) 는 충족한 강도 (强度) 와 강도 (刚度) 가 있어야 하고 시험 적재 하에서의 변형이 1.5mm를 초과 해서는 안된다.

B.0.2 잭은 no-load (空载) 작동하고 실린더 (活塞) 이 정한 잭 스트로크 길이의 60%만큼 나오면 도면 B.0.2 에서 제시한 대로 잭, 측력전감기 (测力传感器) 를 장치하는 동시에 압력표 및 인장오일펌프를 장치 한 후 3 차례 압축시험을 진행한다. 매 번의 압력은 최대 사용압 력의 110%에 달해 야 하는 동시에 그 5 분을 지속하며 그 압력 하강이 3%를 초과하지 않으면 정식으로 교정을 진행할 수 있다.



도면 B.0.2 잭 교정시험 배치도면

1-반력기; 2,4-강받침판 (钢垫板) ; 3-측력전감기 (测力传感器) ; 5-잭

B.0.3 잭의 교정방법:

1 굵을 나누는 로딩 굵수차이를 계산해야 한다. 최대 사용압력의 110%를 10 굵으로 나누는 동시에 정수를 취한다 (取整) .

2 오일펌프를 작동하여 천천히 나누어 로딩하고 연관된 측력전감리 수치를 기록한다.

3 최대 시험압력까지 로딩한 후 천천히 0 까지 부리고 잭의 실린더이 측력전감기 위의 강받침판과 반력기에서 탈리될 만큼 되돌아 왔을 때 잭을 120°로 돌려 절차 2 를 중복한다.

4 절차 2, 3 에 근거하여 세차례 로딩을 진행한 후 평균수치를 취하고 최소 2 승법 (最小二乘法) 으로 되돌아와 잭 교정보정 (校准方程) 과 연관된 계수를 계산한다.

B.0.4 시험결과 합격의 판정:

1 교정보정과 대응되는 연관계수는 0.999 9 보다 작아서는 안된다.

2 잭의 부적효율 (负载效率) 은 98% 보다 크면 98%를 사용한다; 부적효율이 95%~98% 사이에 있으면 실제수치를 사용한다; 부적효율이 95% 보다 작으면 그 잭은 사용할 수 없다.

부록 C 포스트 텐션 프리스트레스 강연선의 실측한 신장량 수정과 이론
신장량 정확한 계산

C.0.1 포스트텐션 프리스트레스 강연선 인장수치는 인장으로부터 초기 인장력일 때부터 시작하여 측정하는데 프리스트레스 강연선의 실제 인장수치 ΔL_A 는 (C.0.1)에 따라 계산할수 있다:

$$\Delta L_A = \Delta L_1 + \Delta L_2 - \Delta L_3 - \Delta L_4 \quad (C.0.1)$$

식 중의

- ΔL_1 - 인력으로부터 최대 인장력 사이의 잭의 실린더 실제측정 연장길이;
- ΔL_2 - 초기 인장력 이하의 추천 연장길이는 상임한 등급의 인장길이를 사용할 수 있다.
- ΔL_3 - 양쪽 끝단 정착 고정판의 실측 수축수치;
- ΔL_4 - 기타 공제해야 할 압축수치.

C.0.2 강연선의 이론 연장길이는 프리스트레스 강연선이 받는 힘 상태에 근거하여 구간을 분할하여 계산해야 한다. 프리스트레스 강연선의 이론 연장수치 ΔL_B 는 (C.0.2) 에 근거하여 정확하게 계산할수 있다.

$$\Delta L_B = \Delta L_5 + \Delta L_6 \quad (C.0.2)$$

식 중

- ΔL_5 - 정착구 Wedge 사이 강연선의 연장수치.
- ΔL_6 - 정착구 Wedge 부터 Jack Wedge 까지의 프리스트레스 이론 연장수치.

C.0.3 공작볼트 사이의 강연선 이론 연장수치의 계산은 실측 프리스트레스 탄성계수 (彈性模量) , pore friction (孔道摩阻) 계수를 사용해야 한다. 여러개의 직선구간과 곡선구간으로 구성된 강연선은 구간을 나누어 계산한 후 누계 하여야 한다. 구간분할 방법은 도면 C.0.3 을 참고하라.

임의의 직선구간 혹은 곡선구간의 프리스트레스 강연선 이론 연장수치 ΔL_5^i 은 (C.0.3-1) 공식에 근거하여 정확하게 계산할 수 있다:

$$\Delta L_5^i = \frac{\overline{P}_i x_i}{A_y E_y} \quad (\text{C.0.3-1})$$

식 중 \overline{P}_i - 프리스트레스 강연선의 평균 인장력;

x_i - 프리스트레스 강연선의 계산길이 (m);

A_y - 프리스트레스 강연선의 단면 면적;

E_y - 프리스트레스 실제로 측정한 탄성계수.

프리스트레스 강연선의 평균 인장력 \overline{P}_i 는(C.0.3-2)에 근거하여 계산할 수 있다:

$$\overline{P}_i = \frac{P_i}{kx_i + \mu\theta_i} \left[1 - e^{-(kx_i + \mu\theta_i)} \right] \quad (\text{C.0.3-2})$$

식 중 \overline{P}_i - 프리스트레스 강연선의 인장력;

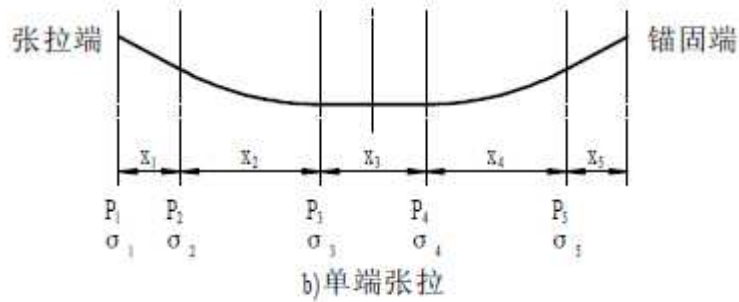
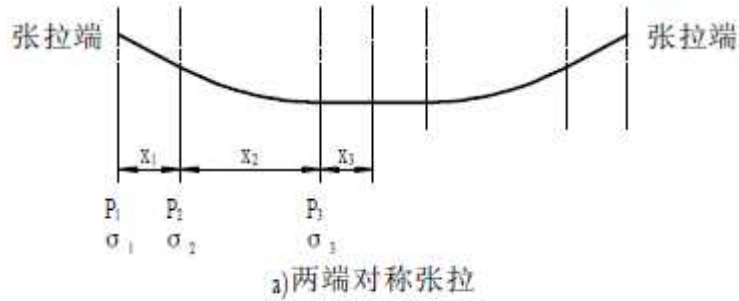
x_i - 프리스트레스 강연선의 계산길이 (m);

θ_i - 프리스트레스 강연선의 곡선 공도절선 끼인각 (曲线孔道 切

线夹角) (rad)는 직선구간에 대해 $\theta_i=0$ 이다;

k - 실제로 측정한 쉬스관의 매 메터 국부 편차가 마찰에 대한 영향계수;

μ - 실제로 측정한 프리스트레스 강연선과 쉬스관벽 사이의 마찰계수.



도면 C.0.3 프리스트레스 강연선을 구간 분할하여 계산한 제시도면
 주: 1 프리스트레스 강연선의 계산길이는 실제길이를 취하는것이 적정하고 투영길이를 취하는것이 적정하지 않다.

2 P_i , σ_i 은 분별하여 앵커 아래 제어력과 앵커 아래 제어응력..

프리스트레스 강연선 이론 신장량 ΔL_5^i 는 (C.0.3-3)에 따라 계산할수 있다.

$$\Delta L_5^i = \frac{\sigma_i x_i}{E_y (kx_i + \mu \theta_i)} [1 - e^{-(kx_i + \mu \theta_i)}] \quad (C.0.3-3)$$

식 중 σ_i - 프리스트레스 강연선의 응력;

기타 부호는 앞의 내용과 동일하다;

C.0.4 LIVE 정착구로부터 DEAD 정착구 까지의 프리스트레스 강연선 이론 신장량이 ΔL_6 일때 실제 측정 프리스트레스 강연선 탄성계수를 사용해야 하는 외에 동시에 분별하여 프리스트레스 강연선의 양쪽 끝단을 계산해야 한다. 계산공식은:

$$\Delta L_6 = \frac{FL_0}{E_y A_y} \quad (C.0.4)$$

식 중 F - 프리스트레스 강연선의 앵커 밖의 인장력;

L_0 - 인장 전 LIVE 정착구로부터 DEAD 정착구 rKWL 프리스트레스 강연선의 실측 길이;

기타 부호는 앞의 내용과 동일하다.

부록 D 대단면 콘크리트 타설체 시공단계 온도응력과 수축응력의 계산방법

D1 콘크리트의 단열 온도상승 (絶热温升)

D.1.1 시멘트의 수화열은 아래 공식에 따라 계산할수 있다:

$$Qt = \frac{1}{n+t} Q_0 t \quad (D.1.1-1)$$

식 중 Qt - 영기 t 일 때의 누적 수화열 (kj/kg);

Q_0 - 시멘트 수화열 총량 (kj/kg);

t - 영기 (d)

n - 상수, 시멘트 종류, 표면적 등 요인의 부동함에 따라 다르다.

계산에 편리하기 위하여 위의 공식을 아래와 같이 할수도 있다.

$$\frac{t}{Q_t} = \frac{n}{Q_0} + \frac{t}{Q_0} \quad (D.1.1-2)$$

시멘트 수화열 “직접법”의 시험측정 결과에 근거하여 영기 t 를 횡좌표로 하고 t/Q_t 를 종좌표로 하여 그리면 한개의 직선을 얻는다. 그 직 선의 기울기는 $1/Q_0$ 이기 따라서 시멘트의 수화열 총량 Q_0 을 얻을수 있다.

그 수치는 아래의 공식에 근거하여 계산할수 있다:

$$Q_0 = \frac{4}{7/Q_7 - 3/Q_3} \quad (D.1.1-3)$$

D.1.2 결합재 수화열 총량

통상적으로 Q 의 수치는 시멘트, 첨가제, 혼화재 용량이 확정된 후 실제 배합비에 근거하여 시험을 통과한 후 얻을수 있다. 시험수치가 없을 경우에는 아래의 공식에 따라 계산을 진행할수 있다:

$$Q = k Q_0 \quad (D.1.2-1)$$

식 중 Q - 결합재 수화열 총량 (kj/kg);

k - 부동한 량, 부동한 첨가제로 수화열 계수를 조정하는데 그 수치는 도표를 참고하라. 도표 D.1.2.

도표 D.1.2 부동한 량, 부동한 첨가제 수화열 조정계수

첨가량	0	10%	20%	30%	40%
플라이애쉬 (k1)	1	0.96	0.95	0.93	0.82
슬래그(k2)	1	1	0.93	0.92	0.84

주: 도표중 첨가량은 첨가제가 총 결합재 용량에서 차지하는 백분비이다.

현장에서 플라이애쉬와 슬래그를 동시에 첨가할 경우 k 수치는 아래의 공식에 따라 계산하도록 한다:

$$k = k_1 + k_2 - 1 \quad (D.1.2-2)$$

식 중 k1 - 플라이애쉬 첨가량 대응계수;

k2 - 슬래그 첨가량 대응계수.

D.1.3 콘크리트의 단열온승 (绝热温升)

시멘트의 수화열로 인해 콘크리트의 단열온승 수치는 아래 공식에 근거해 계산할수 있다:

$$T(t) = \frac{WQ}{C\rho} (1 - e^{-mt}) \quad (D.1.3)$$

식 중 T(t) - 콘크리트 영기가 t일 때의 단열온승 (绝热温升)(°C);

W - 매 입방미터 콘크리트의 결합재 용량 (kg/m);

C - 콘크리트의 비열 (比热), 일반적으로 0.92~1.0kj/(kg·°C);

ρ - 콘크리트의 품질밀도, 2400~2500 kg/m³;

m - 시멘트 품종, 타설온도 등 연관된 계수, 0.3~0.5d⁻¹;

t - 콘크리트 영기 (龄期) (d)

D.2 콘크리트 수축량의 당량 (当量) 온도

D.2.1 콘크리트 수축의 대응 변형수치는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\varepsilon_y(t) = \varepsilon_y^0(1 - e^{-0.01t}) \cdot M_1 \cdot M_2 \cdot M_3 \cdots M_{11} \quad (D.2.1)$$

식 중 $\varepsilon_y(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 수축이 일으키는 대응수치;

ε_y^0 - 표준시험 상태 하에서 콘크리트 최종 수축 되는 대응수 치는 $4.0 \cdot 10^{-4}$ 를 취한다;

$M_1 \cdot M_2 \cdot M_3 \cdots M_{11}$ - 각 종 비 표준 조건의 수정계수를 고려하여 도표 D.2.1 에 근거하여 선택할수 있다.

도표 D.2.1 수축량이 부동한 조건에서 수정계수에 주는 영향

시멘트 종류	M1	시멘트 밀도	M2	물 시멘트 비	M3	접착물 탈수량	M4	양생기간 (d)	M5	환경 상대 강도 (%)	M6
저열 시멘트	1.10	400	1.13	0.4	1.0	25	1.2	2	1.11	30	1.18
일반 시멘트	1.0	500	1.35	0.5	1.21	30	1.45	3	1.09	40	1.1
-	-	-	-	-	-	45	2.55	7	1	70	0.77
-	-	-	-	-	-	50	3.03	10	0.96	80	0.7
-	-	-	-	-	-	-	-	14~180	0.93	90	0.54

r	M7	ESFS — ECFC	M8	감수제	M9	플라이 애쉬 첨가량 (%)	M10	슬래그 첨가량 (%)	M11
0	0.54	0.00	1.00	무	1	0	1	0	1
0.1	0.76	0.05	0.85	유	1.3	20	0.86	20	1.01
0.2	1	0.10	0.76	-	-	30	0.89	30	1.02
0.3	1.03	0.15	0.68	-	-	40	0.90	40	1.05
0.4	1.2	0.20	0.61	-	-	-	-	-	-
0.5	1.31	0.25	0.55	-	-	-	-	-	-
0.6	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
0.7	1.43	-	-	-	-	-	-	-	-

주: r -- 수력반경 (水力半徑) 의 도수 (倒数) 로서 구조절단면 둘레길이 (L)와 절단면적 (F)의 비례, $r=100L/F(m-1)$; ESFS/(ECFC) - 넓은 의미에서의 배근율; ES, EC- 철근, 콘크리트의 탄성계수 (N/mm²); FS, FC- 철근, 콘크리트의 절단면적 (mm²); 플라이애쉬 (슬래그) 첨가량 - 플라이애쉬 (슬래그) 첨가제 중량은 결합재 총 중량의 백분수를 차지해야 한다.

D.2.2 콘크리트 수축 상대 변형량의 당량온도 (当量温度) 는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다

$$T_y(t) = \varepsilon_y(t) / \alpha \quad (D.2.2)$$

식 중 T(t) - 영기가 t일 때, 콘크리트 수축량 당량온도;

a - 콘크리트의 선팽창 계수는 1.0×10^{-5} 를 취한다.

D.3 콘크리트의 탄성계수

D.3.1 콘크리트의 탄성계수는 아래 공식에 따라 계산할수 있다:

$$E(t) = \beta E_0 (1 - e^{-\phi t}) \quad (D.3.1-1)$$

식 중 E(t) - 콘크리트 영기가 t일 때, 콘크리트의 탄성계수 (N/mm²)

E0 - 콘크리트의 탄성계수, 일반적으로 표준조건에 근접하는 조건 하에서 28d의 탄성계수를 양생하는데 도표 D.3.1-1에 근거하여 취할 수 있다;

β - 첨가제 수정계수, 이 계수가 취하는 수치는 현장시 험 수치를 기준으로 해야 하고 시공준비 단계와 현장에 시험수치가 없을 경우 아래에서 서술한 방법에 따라 계산을 진행할 수 있다.

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (D.3.1-2)$$

그 중 β_1 - 플라이애쉬 첨가량 대응계수, 수치를 취할 때 도표 D.3.1-2를 참고.

β_2 - 슬래그 첨가량 대응계수, 수치를 취할 때 도표 D.3.1-2를 참고.

ϕ - 계수, 사용하는 콘크리트 시험에 근거하여 확정해야 하는데 시험수치가 없을 경우에는 근접하여 $\phi=0.09$ 를 취할 수 있다.

도표 D.3.1-1 콘크리트 표준양생 조건하에서 영기가 28d 일 때의 탄성계수

콘크리트 강도등급	콘크리트 탄성계수(N/mm ²)
C25	2.38*10 ⁴
C30	3.0*10 ⁴
C35	3.15*10 ⁴
C40	3.25*10 ⁴

도표 D.3.1-2 부동한 첨가량 첨가제 탄성계수 조정계수

첨가량	0	20%	30%	40%
플라이애쉬(β_1)	1	0.99	0.98	0.96
슬래그(β_2)	1	1.02	1.03	1.04

D.4 온도상승 추산

D.4.1 석축체 내부온도장 계산은 유한단원법 (有限单元法) 혹은 일유차분법 (一维差分法) 을 사용할수 있다.

D.4.2 유한단원법 (有限单元法)

유한단원법은 성숙된 상용 유한원 계산절차 혹은 자아편집한 검증을 거친 유한원 절차를 사용할수 있다.

D.4.3 일유차분법 (一维差分法)

일유차분법을 사용하면 콘크리트 두께에 따라 많은 유한구간 (有限段) $\Delta x(m)$ 으로 나누고 시간을 많은 유한구간 $\Delta t(h)$ 으로 나눈다. 상임한 세개 점의 번호는 $n-1, n, n+1$ 이고 제 k 시간에서 세개점의 온도 $T_{n-1, k}$, $T_{n, k}$ 및 $T_{n+1, k}$ 가 $\Delta t(h)$ 시간을 거친 후 중간점의 온도 $T_{n, k+1}$ 은 차분식에 따라 아래의 것을 얻을수 있다:

$$T_{n, k+1} = \frac{T_{n-1, k} + T_{n+1, k}}{2} \cdot 2a \frac{\Delta t}{\Delta x^2} - T_{n, k} \left(2a \frac{\Delta t}{\Delta x^2} - 1 \right) + \Delta T_{n, k} \quad (D.4.3-1)$$

식 중 a - 콘크리트 도온계수 (导温系数) 인데 $0.0035 \text{ m}^2/\text{h}$ 를 취한다.

첫번째 층을 타설할 경우 대응되는 위치온도를 초기온도로 하고 콘크리트가 타설될 때의 온도를 콘크리트 초기온도로 하며 콘크리트가 표면에 도달했을 경우 표면변계 온도를 대기온도라 가정할수 있다.

콘크리트 내부 열원천은 t_1 과 t_2 에서 산생되는 온도차이다:

$$\Delta T = T_{\max} (e^{-mt_1} - e^{-mt_2}) \quad (D.4.3-2)$$

콘크리트와 대응된 위치 접촉면위의 산열온도 상승 (散热温升) 은 $\Delta T/2$ 를 취할수 있다.

D.5 온도차이 계산

D.5.1 콘크리트 타설체의 내부와 표층 온도차이는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\Delta T_1(t) = T_m(t) - T_b(t) \quad (D.5.1)$$

식 중 $\Delta T_1(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 타설체의 내부와 표층 온도차이 (°C);

$T_m(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 타설체 내부의 최고온도, 온도장 계산 혹은 실제측량을 통하여 구할수 있다 (°C);

$T_b(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 타설체 내의 표층온도는 온도장 계산 혹은 실제측량하여 구할수 있다 (°C).

D.5.2 콘크리트 타설체의 종합 온도저하는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\Delta T_2(t) = \frac{1}{\gamma} [4T_m(t) + T_{bm}(t) + T_{dm}(t)] + T_y(t) - T_w(t) \quad (D.5.2)$$

식 중

$\Delta T_2(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 타설체의 온도저하 과정 중의 종합 온도저하 (°C);

$\Delta T_m(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 타설체 내의 최고온도, 온도장 계산 혹은 실제측량하여 구할수 있다(°C);

$\Delta T_{bm}(t)$, $\Delta T_{dm}(t)$ - 영기가 t 일 때 기본체위, 아래표층의 온도(°C);

$\Delta T_y(t)$ - 영기가 t 일 때 콘크리트 수축 당량온도(°C);

$\Delta T_w(t)$ - 콘크리트 타설체 예견했던 온정온도 혹은 최종 온정온도 (영기가 t 일 때의 일평균 온도 혹은 당지해 평균온도를 취할수 있다) (°C)

D.6 온도 응력계산

D.6.1 자아구속 응력의 계산은 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\sigma_z(t) = \frac{\alpha}{2} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta T_{1i}(t) \cdot E_i(t) \cdot H_i(t, \tau) \quad (\text{D.6.1-1})$$

식 중

$\sigma(t)$ - 영기가 t일 때 콘크리트 타설체 내부와 표층온도 차이가 자아단속 견인 응력의 축적수치 (Mpa);

$\Delta T_{1i}(t)$ - 영기가 t일 때 제 i 계산구간 콘크리트 타설체 내부와 표면 온도차이의 증가량(°C). 아래 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\Delta T_{1i}(t) = \Delta T_1(t) - \Delta T_1(t-j) \quad (\text{D.6.1-2})$$

j - 제 j 계산구간의 보폭 (d);

$E_i(t)$ - 제 i 계산구간, 영기가 t일 때 콘크리트의 탄성계수 (N/mm²)

a - 콘크리트의 선팽창 계수;

$H(T, t)$ - 영기가 T일 때 산생되는 단속응력, t까지 연속되는 늘어지는 계수, 도표 D.6.1에 근거하여 값을 취할수 있다.

도표 D.6.1 콘크리트의 느슨계수

T = 2d		T = 5d		T = 10d		T = 20d	
t	H (T, t)	t	H (T, t)	t	H (T, t)	t	H (T, t)
2	1	5	1	10	1	20	1
2.25	0.426	5.25	0.51	10.25	0.551	20.25	0.592
2.5	0.342	5.5	0.443	10.5	0.499	20.5	0.549
2.75	0.304	5.75	0.410	10.75	0.476	20.75	0.534
3	0.278	6	0.383	11	0.457	21	0.521
4	0.225	7	0.296	12	0.393	22	0.473
5	0.19	8	0.262	14	0.306	25	0.367
10	0.187	10	0.228	18	0.251	30	0.301
20	0.186	20	0.215	20	0.238	40	0.253
30	0.186	30	0.208	30	0.214	50	0.252
∞	0.186	∞	0.200	∞	0.210	∞	0.251

시공준비 단계에서 최대단속 응력은 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\tau_{t_{\max}} = \frac{\alpha}{2} \cdot E(t) \cdot \Delta T_{1\max} \cdot H(\tau, t) \quad (D.6.1-3)$$

식 중

T_{\max} - 최대 자아구속 응력 (Mpa);

$\Delta T_{1\max}$ - 콘크리트 타설 후 가능하게 출현할수 있는 최대 내부와 표층 온도차이 (°C);

$E(t)$ - 최대 내부와 표층 온도차이 $\Delta T_{1\max}$ 상대응 영기 t 일 때 콘크리트의 탄성계수 (N/mm²)

$H(T, t)$ - 영기가 T 일 때 생성되는 구속응력, t 시까지 연속되는 느슨 계수, 도표 D.6.1 에 근거하여 수치를 취할수 있다.

D.6.2 외부 구속응력은 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\sigma_x(t) = \frac{\alpha}{1-\mu} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta T_{2i}(t) \cdot E_i(t) \cdot H_i(t_1) \times R_i(t) \quad (D.6.2-1)$$

식 중

$\sigma_x(t)$ - 영기가 t 일 때 종합 온도저하 차이로 인해 외부구속 조건 하에서 생성되는 인장력 (Mpa);

$\Delta T_{2i}(t)$ - 영기가 t 일 때 제 i 계산 구간 내 콘크리트 타설체 종합 온도저하의 증가량 (°C), 아래의 공식에 근거하여 계산할수 있다:

$$\Delta T_{2i}(t) = \Delta T_2(t-j) - \Delta T_2(t) \quad (D.6.2-2)$$

μ - 콘크리트의 Poisson ratio (泊松比) 은 0.15 를 취한다;

$R_i(t)$ - 영기가 t 일 때 제 i 계산구간에서 외부구속의 구속계수, 아래의 공식에 근거하여 계산할수 있다:

$$R_i(t) = 1 - \frac{1}{\cos\left(\beta_i \cdot \frac{L}{2}\right)} \quad (D.6.2-3)$$

$$\beta_i = \sqrt{\frac{C_x}{HE(t)}};$$

식 중

L - 콘크리트 타설체의 길이 (mm);

H - 콘크리트 타설체의 두께, 이 두께는 콘크리트체의 실제 두께와 보온층의 콘크리트 가설두께 합 (mm);

C_x - 외부구속 매질의 수평변형 강도 (N/mm³), 일반적으로 D.6.2 에 따라 값을 취할수 있다.

도표 D.6.2 부동한 외부구속 매질 하에서의 C_x 가 취하는 값 (10-2N/mm³)

외부 구속매질	연약 점토	사질 점토	경점토	풍화암, 저 강도 콘크리트	C10 급 이상의 배근콘크리트
C _x	1~3	3~6	6~10	60~100	100~150

D.7 온도 균열틈 관리의 조건

D.7.1 콘크리트 인장강도는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$f_{tk}(t) = f_{tk} (1 - e^{-\gamma}) \quad (D.7.1-1)$$

식 중

f_{tk}(t) - 콘크리트 영기가 t일 때의 인장강도 표준수치 (N/mm²);

f_{tk} - 콘크리트 인장강도 표준수치 (N/mm²), 취할 수치는 도 표 D.7.1-1 을 참고하라;

γ- 계수, 사용하는 콘크리트 시험에 근거하여 확정해 야 한다. 시험수치가 없을 경우에는 근사치로 γ=0.3 을 취할수 있다.

$$\sigma_z \leq \lambda f_{tk}(t) / K \quad (D.7.1-2)$$

$$\sigma_x \leq \lambda f_{tk}(t) / K \quad (D.7.1-3)$$

식 중

K - 균열방지 안전계수, K=1.15 를 취한다.

λ - 첨가제가 콘크리트 인장강도에 대한 영향계수, $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2$, 취할 수치는 도표 D.7.1-2 를 참고하라.

도표 D.7.1-1 콘크리트 인장강도 표준수치 (N/mm²)

부호	콘크리트 등급			
	C25	C30	C35	C40
ftk	1.78	2.01	2.20	2.39

도표 D.7.1-2 부동한 첨가량 첨가제 인장강도 조정계수

첨가량	0	20%	30%	40%
플라이애쉬	1	1.03	0.97	0.92
슬래그	1	1.13	1.09	1.10

부록 E 매스콘크리트 타설체 표면 온도층의 계산방법

E.1 콘크리트 타설체 표면 온도층 두께의 계산

E.1.1 콘크리트 표면의 보온층 두께는 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$\delta = \frac{0.5h\lambda_i(T_b - T_q)}{\lambda_0(T_{\max} - T_b)} \cdot K_b \quad (E.1.1)$$

식 중

δ - 콘크리트 표면의 보온층 두께 (m);

λ_0 - 콘크리트의 도열계수 [W/(m·k)];

λ_i - 제 i 층 보온자재의 도열계수 [W/(m·k)];

T_b - 콘크리트 타설체 표면온도 (°C);

T_q - 콘크리트가 최고기온에 도달한 후 (타설 후 3~5d)의 대기평균 온도(°C);

T_{\max} - 콘크리트 타설체 내부의 최고기온 (°C);

$$T_b - T_q = 15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$$

$T_{\max} - T_p = 20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$

h - 콘크리트 구조의 실제두께 (m);

K_b - 전열계수 수정치, 1.3~2.3 을 취한다. 도표 E.1.1 을 참고하라.

도표 E.1.1 전열계수 수정치 K_b

보온층 유형	K1	K2
통풍이 잘되는 자재로 조성, 그러나 콘크리트면 층 위에 또 한층의 통풍이 안되는 자재를 부설한다	2.0	2.3
통풍이 잘 되는 보온자재 위에 한층의 통풍이 안되는 자재를 부설한다.	1.6	1.9
통풍이 잘되는 보온자재 위 아래에 각각 한층의 통풍이 안되는 자재를 부설한다.	1.3	1.5
1.5 통풍이 안되는 자재로 조성되었다 (예를 들면: 유포 (油 1.5 布), 범포 (帆布), 면마전 (棉麻毡), 베니어합판 (胶合板)	1.3	1.5

주: 1. K1의 수치가 풍속 $\leq 4\text{m/s}$ 인 상황. 2. K2의 수치가 풍속 $> 4\text{m/s}$ 인 상황.

E.2 보온층은 콘크리트 가설두께의 계산에 상당하다

E.2.1 여러가지 보온자재로 조성된 보온층 총 열저에는 (제일 바깥 층과 공기 사이의 열저에) 아래의 공식에 근거하여 계산할수 있다:

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\beta_\mu} \quad (\text{E.2.1})$$

식 중

R_s - 보온층 총 열저에 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

δ_i - 제 i 층 보온자재 두께 (m);

λ_i - 제 i 층 보온자재의 도열계수 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$];

β_μ - 고체가 공기 중에서의 열전달 계수 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$], 도표 E.2.1 에 근거하여 값을 취할수 있다.

도표 E.2.1 고체가 공기 중에서의 열전달 계수

풍속 (m/s)	β_μ		풍속 (m/s)	β_μ	
	광활한 표 면	거친 표면		광활한 표 면	거친 표면
0	18.442 2	21.035 0	5.0	90.036 0	96.601 9
0.5	28.646 0	31.322 4	6.0	103.125 7	110.862 2
1.0	35.713 4	38.598 9	7.0	115.923 3	124.746 1
2.0	49.346 4	52.952 9	8.0	18.426 1	138.295 4
3.0	63.021 2	67.495 9	9.0	140.595 5	151.552 1
4.0	76.612 4	82.132 5	10.0	152.513 9	164.934 1

E.2.2 콘크리트 표면이 보온매질에 대한 열전달 계수 (보온층의 열용량은 고려하지 않는다)는 아래의 공식에 근거하여 계산할수 있다:

$$\beta_s = \frac{1}{R_s} \quad (\text{E.2.2})$$

식 중 β_s - 총 열전달 계수 [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$];

R_s - 의미는 앞의것과 같다.

E.2.3 보온층은 콘크리트의 가정두께와 같고 아래의 공식에 근거하여 계산 할수 있다:

$$h' = \frac{\lambda_0}{\beta_s} \quad (E.2.3)$$

식 중 h' - 콘크리트의 가정두께 (m);

β_s - 층 열전달 계수 [W/m²·K];

λ_0 - 콘크리트의 도열계수[W/m²·K].

보온층은 콘크리트의 가정두께와 상당하다고 가정하고 대면적 콘크리트 타 설테 온도장 및 온도응력 계산을 진행하여 보온층 두께가 온도제어 지표의 요구를 만족시키는지를 검증하도록 해야 한다.

부록 F 석축공사에 사용되는 석재의 유형, 규격과 품질요구

F.0.1 석축체 공정에 사용되는 석자재의 유형, 규격과 품질요구는 도표 F.0.1의 규정에 부합하여야 한다.

도표 F.0.1 석축체 공정에서 사용하는 석자재의 유형, 규격과 품질요구

번호	유형	형태	규격과 품질요구
1	편석	형태가 불규칙	돌맹이 중부 두께가 15cm보다 작지 않고 길이 및 너비가 두께보다 작지 않다.
2	돌맹이	형태가 규칙적, 대체적으로 네모남	적당하게 수정하여 두께가 20cm보다 작지 않고 길이 및 폭이 두께보다 작지않다. 정석(丁石)의 길이는 상임한 순석(順石)의 폭보다 15cm 커야 한다.
3	자재석	형태가 규칙적인 육면체	거친 가공을 거쳐 표면은 취어나와서 안되고 패인 부분의 깊이는 2cm보다 커서는 안되며 두께는 20cm보다 작지 말아야 하고 폭은 두께보다 작지 말아야 하며 길이는 두께의 1.5배보다 작지 말아야 한다. 외부 노출면에서 내부로의 치핑수리 깊이는 10cm보다 작지 말아야 하고 동시에 치핑수리 면은 외부 노출면과 수직되어야 하며 매 10cm에 4~5개 무늬를 치핑해야 한다. 정석의 길이는 상임한 순석의 폭보다 15cm 커야 한다.

부록 G 몰탈 배합비 설계, 공시체 제작, 양생 및 항압강도가 취하는 값
 G.0.1 몰탈 배합비 설계는 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 몰탈의 배합비 강도는 아래의 공식에 따라 확정할수 있다:

$$f_{m,o} = f_2 + 0.645\sigma \quad (G.0.1-1)$$

식 중

$f_{m,o}$ - 몰탈의 시험 배합강도 (Mpa), 정확하게 0.1Mpa 까지;

f_2 - 몰탈 설계 강도등급 수치 (Mpa);

σ - 몰탈 현장강도 표준수치 (Mpa), 정확하게 0.01Mpa 까지.

2 몰탈 현장강도 표준차이는 아래의 공식에 근거하여 확정해야 한다:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{m,i}^2 - N\mu_{f_m}^2}{N-1}} \quad (G.0.1-2)$$

식 중

$f_{m,i}$ - 주기 내 동일한 품종의 몰탈 제i조 공시체의 강도 (Mpa), 0.1Mpa 까지 정확하게;

μ_{f_m} - 주기 내의 동일한 품종의 몰탈 공시체 강도의 평균수치 (Mpa), 0.1Mpa 까지 정확하게;

N - 주기 내의 동일한 품종 몰탈 시험건의 총 조수(组数), $N \geq 25$.

근기의 통계자료가 없을 경우, 그 몰탈 현장강도 표준차이 σ 는 도표 G.0.1-1에 근거하여 취할수 있다.

3 몰탈의 물과 접합제 비례는 아래의 공식에 따라 계산한다:

$$\frac{W}{C} = \frac{0.71f_{ce}}{f_{m,o} + 0.71 \times 0.91f_{ce}} \quad (G.0.1-3)$$

식 중

$\frac{W}{C}$ - 몰탈의 물과 접합제 비례;

0.71, 0.91 - 회귀계수 (回归系数);

도표 C.0.1-1 몰탈강도 표준차이 σ 의 선택수치

	M10.0	M15.0	M20.0
우량	2.00	3.00	4.00
일반	2.50	3.75	5.00
비교적 차함	3.00	4.50	6.00

f_{ce} - 시멘트 28d의 압축강도 실측수치 (Mpa), 0.1Mpa 까지 정확하게. 시멘트 실측강도 수치가 없을 경우, f_{ce} 는 아래의 공식에 근거하여 확정할 수 있다:

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,k} \quad (G.0.1-4)$$

식 중

γ_c - 시멘트 강도등급 28 d 압축강도 표준수치의 부여계수 (富余 系数), 이 수치는 실제 통계자료에 근거하여 확정하는데 통계자료가 없을 경우 γ_c 는 1.0을 취한다;

$f_{ce,k}$ - 시멘트 28d 압축강도 표준치 (Mpa).

4 몰탈의 물 사용량은 도표 G.0.1-2 도표에 근거하여 선택 사용할수 있다.

도표 G.0.1-2 몰탈 물 사용량

	굵은 모래 (粗砂)	중사 (中砂)	세사 (细砂)
10~20	200~210	210~230	230~240

5 몰탈의 시멘트 용량은 아래의 공식에 따라 계산할수 있다:

$$m_c = \frac{m_w}{W/C} \quad (G.0.1-5)$$

식 중 m_c - 몰탈의 시멘트 용량 (kg/m³);

m_w - 몰탈의 용수량 (kg/m³)

6 몰탈의 최대 물 접합제 비례는 도표 G.0.1-3 의 규정에 부합 되어야 한다.

7 몰탈의 모래용량은 중량법 사용이 확정되면 아래의 공식에 근거하여 계산하도록 해야 한다.

도표 G.0.1-3 몰탈의 최대 물 접합제 비례

몰탈이 처한 환경 조건	소재지구의 제일 추운달의 평균기온		
	-15℃보다 낮다	-15℃ ~ -5℃	-5℃보다 높다
물씻김, 빙동작용 을 받은 몰탈	0.55	0.60	0.65
최저 씻김선 아 래의 지하부분, 수 류작용을 받지않 는 지상부분 및 빙동작용을 받지 않는 몰탈	0.60	0.65	0.70

$$m_s = m_{mp} - m_w - m_c$$

(G.0.1-6)

식 중

m_s - 몰탈의 모래용량 (kg/m³);

m_{mp} - 몰탈 교반물질 가정중량; 기타 수치는 1950~2100kg/m³을 취할 수 있다.

8 몰탈 배합비의 시험배합, 조정과 확정:

몰탈을 시험배합 할 때에는 공정 중에 사용되는 자재여야 하고 계산 배합비에 따라 시험비빔을 진행하여 그 혼합물의 농도를 측정한다; 요구를 만족시키지 못할 경우 물과 접합제 비례가 변하지 않는 조건하에서 용수량 혹은 모래사용량을 요구에 부합 될 때까지 조절해야 한다. 다음 몰탈의 기준 배합비를 제출해 야 한 다.

몰탈을 시험배합 할 때 최소한 세계의 부동한 배합비를 사용해야 한다.

그 중 한개는 전에 서서루한 방법에 따라 기준 배합비를 취 득해야 하고 다른 두개의 물과 접합제 비례는 기준 배합비 보다 분 별하여 0.05 증가 혹은 0.05 감소되고 그 용수량과 기준 배합비는 기본상에서 일치하다.

부도한 물과 접합제 비례의 몰탈 혼합물 농도와 요구수치가 허용오 차를 초과했을 경우 용수량을 증가 혹은 감소하여 조정을 진행할 수 있다.

세개의 부도한 배합비는 조정을 거친 후 매개 배합비는 최소한 한개 조 의 (6 개) 공시체를 만들어야 하고 표준양생 28d 시험압축을 거치며 동시 에 강도요구를 만족시키고 또 시멘트 용량이 비교적 적은 몰탈 배합비를 확정된 몰탈 배합비로 한다.

G.0.2 몰탈 공시체의 제작은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 매개 조의 공시체는 6 개여야 하고 이미 비빈 몰탈을 2 개층으 로 나 누어 (매개층 두께는 대략 40mm) 광물기름을 바른 밑바닥이 있는 거 푸 집 내에 넣되 공시체 거푸집 사이즈는 70.7mm*70.7mm*70.7mm 여야 한다.

2 다짐봉 (직경 20mm, 길이는 200mm 인 강봉, 그 밑판은 평면으로 가 공하고 품질은 493g \pm 5g)으로 매개 층 몰탈은 나선방향으로 균일하 게 25 차례 다짐한다. 두번째층 다짐이 완성된 후 미장칼 (抹刀) 로 거푸집 벽 을 따라 수차례 넣어 몰탈로 하여금 공시체 거푸집 윗면보다 6~8mm 높 게 하도록 해야 한다.

3 몰탈 공시체가 형을 형성한 후의 0.5~1h 에 또 미장칼로 여분의 몰 탈을 긁어내는 동시에 표면을 평평하게 미장하도록 한다.

G.0.3 몰탈 공시체의 양생은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 공시체 표면을 평평하게 미장한 후 덮어놓는 도이에 20℃ \pm 5℃ 존건 하에서 24h \pm 1h 양생한 후 거푸집을 철거한다.

2 거푸집 철거 후 공시체는 즉시로 양생실에 옮겨 양생하도록 한 다. 양생실 내의 온도는 20℃ \pm 3℃ 여야 하고 상대습도는 90%이상이어야 한 다. 규정된 영기까지 양생한 후 취출하여 압축강도 시험을 진행한다.

G.0.4 공시체의 시험압축 및 압축강도 수치선택은 아래의 규정에 부합하여야 한다:

1 공시체를 취출한 후 제때에 시험압축을 진행해야 한다. 압축증가 방향은 다짐방향과 수직되어야 한다. 공시체와 압력기의 접촉면은 깨끗하고 모래가 없어야 하며 하중증가 속도는 0.3Mpa/s 여야 한다.

2 몰탈의 압축가도는 아래의 공식에 따라 계산해야 한다:

$$f_m = \frac{F}{A} \quad (G.0.4)$$

식 중 f_m - 몰탈 압축강도 (Mpa), 0.1Mpa 까지 정확;

F- 총 하중 파괴 (N)

공시체가 받는 압축면적 (mm²)

매개 조 6 개 공시체 시험결과의 계산 평균수치를 측정수치로 한다. 6 개 시험건 중의 최대치 혹은 최소지와 평균치의 차이가 20%보다 클 때 중간 4 개 공시체 시험결과의 평균수치를 이 조 공시체의 압축강도 수치로 한다. 한개 조의 공시체에서 골라내 수량이 4 개 측정수치가 안될 경우 이 조의 시험결과는 무효이다.

본 지침 사용명사 설명

본 기술침 조문을 수행할 때, 요구가 엄격한 정도의 용사설명은 아래 와 같다. 수행 중 구별하여 대하는데 편리하다.

아주 엄격한것을 표시, 이렇게 하지 않으면 안될 경우의 용사:

정면사는 “반드시”를 사용;

반면사는 “엄금”을 사용;

엄격함을 표시. 정상상황 하에서 균일하게 이렇게 해야함을 나타 내는 용사:

정면사는 “”을 사용;

반면사는 “...면 안된다” 혹은 “...해서는 안된다”

조금의 선택을 허락함을 표시, 조건이 허락 할 때에 우선적으로 이런 용사를 사용:

정면사는 “적정”을 사용;

반면사는 “불적정”을 사용.

선택이 있음을 표시, 일정한 조건 하에서 이렇게 할수 있다, “..할수있다” 를 사용.

<철도콘크리트공사 시공기술지침서> 조문설명

본 조문설명 은 중점조문의 편집의거, 존재하는 문제 및 수행 중 주의해야 하는 사항 등에 대해 설명한 것이다. 편폭을 줄이기 위하여 조문 번호만 열거하니 원 조문을 초록하지 마시라.

1.0.1 콘크리트 구조가 우리나라 현대화 건설의 수요에 적응되게 하고 가지속 발전의 전략수요에 유리하게 하며 진정으로 안전, 적용, 경제, 합리를 위하여 특별히 본 지침을 편집하여 시공인원들에게 참고하도록 한다. 콘크리트 공정은 철도공정 중에서 크나 큰 비중을 차지하는데 전체 공정 품질 에서 극히 중요한 것이다. 그러므로 반드시 주요한 시공요구를 반드시 통일 하고 시공관리를 강화해야 한다. 석축체 공정은 주요하게 철도의 연관된 공 정 혹은 부속공정 중에 사용되는데 편리한 사용을 위하여 같이 본 지침 편 집범위에 납입한다.

1.0.2 본 지침은 철도 콘크리트에 적용되는데 무근 콘크리트, 철근 콘크리트와 강연선 콘크리트를 포함하고 또 철도에 경상적으로 사 용되는 특수 콘크리트와 특수 몰탈도 포함된다. 석축체 공정은 석축체와 콘크리트 블럭 석축체를 포함한다.

1.0.3 공정시공은 실제설계 의도와 공정실체의 과정을 형성하는데 최 종으로 공정품질과 사용공능을 보장하는 중요한 단계이기도 하다. 설계에서 요구한 콘크리트와 석축체 구조강도, 내구성능, 사용공능 등은 시공단 계의 품질관리에서 만족을 가져와야 한다.

1.0.5 기계화, 공장화 (工厂化) ,전문화, 정보화 등 현대화 시공수단 은 표준화 관리를 실현하는 중요한 지지이기에 콘크리트 공정시공 중 적극적으로 사용해야 한다.

1.0.6 원자재 품질, 배합비 설계, 시공공법 관리 (비빔과 운수, 타설, 양생, 프리스트레스 등을 포함)와 시험검측 관리는 콘크리트 시공품질을 관 리하는 중점공작이기에 시공관리 중 반드시 엄격하게 관리하도록 해야 한 다.

1.0.9 철도공정은 시공현장은 많고 선이 길며 시공기간이 비교적 길 기에 원자재 채굴과 보관, 물(물건) 배출, 시공잡음 등 생태환경에 대한 영향이 크다. 시공사는 시공 전 유효한 환경보호 방안을 제정하여 시 공기간 내 에 최대적으로 환경에 대한 영향을 감소하도록 하고 시공이 결속 된 후 필 요한 회복을 시켜 환경보호와 수토보존의 공작을 절실하게 잘해 국 문경제 의 가지속적인 발전을 보장하도록 한다. 설계에서 요구된 것은 더더 욱 전 면적으로 설계문건에 따라 처리하도록 해야 한다.

1.0.10 철도의 건설목표가 높고 기술요구가 높으며 품질목표가 높기 에 건 설에 참여하는 각 방 인원들에 대해 교육을 진행하여 건설이 각 방면에서 더욱 빨리, 더욱 정확하게 표준을 장악하고 표준응용을 잘하여 표 준에 이 해성의 편면성이 존재하여 마음대로 조작하여 공정품질에 영향주는 일은 방지해야 한다.

1.0.11 공정시공 중 각 유형의 품질검측보고, 검측검수 기록과 기타 공정 기술자료는 공정품질 상황과 각 방 책임자의 기토문건이기에 국가 에서 현행하는 표준 <건설공정 문건보존정리 규범> (GB/T50328)와 철도부 에 서 현행하는 <철도건설 항목자료 관리규범>(TB10443-2010)등 표준 혹 은 문건의 규정에 근거하여 열심히 기입하고 안정하게 보관하여 추소(追 溯) 하는데 편리하도록 한다.

1.0.13 철도공정 시공과정 중에는 환절이 많고 공정품질에 영향주는 요인 가 많기에 사용되는 표준규범도 아주 많다. 기존 기술표준이 있는가 하면 또 관리표준이 있고 기존 국가표준이 있는가 하면 또 직종표준이 있으 며 심지어 국제표준과 국외표준도 있어 본 지침에서 일일이 열거하기 힘들 다. 일반정황 하에서 공정의 실제상황에 근거하여 각 종 표준규범의 사용여 부 가 확정된다. 그러나 시공과정에서 언급되는것, 현행하는 국가와 철도직 종 표준 중에 강제성 수행요구의 표준 혹은 조문은 반드시 수행하여야 한 다.

2.0.1 ~ 2.0.37 술어의 해석이 꼭 그 이론함의는 아니다. 가능하면 기타 표

준 중의 해석과 일치하지 않을수도 있다. 열거한 술어 및 그 해석의 주요 목적은 공정시공 중 그 내용, 그 범위를 계정하여 이해상에서 부동한 해석을 산생해서는 안된다.

2.0.16 물과 접합제 비례는 한조의 배합비에 대해 말할 때 고정된것 이다. 이론배합비나 시공배합비든지 막론하고 모두 동일한 수치이다. 물과 접합제 비례의 총 물사용량을 계산할 때에는 교반수, 조세골재가 함유 한 물과 액체 혼화제 함유량을 포함하고 접합자재의 함유량은 일반적으로 소홀한다.

3.0.19 콘크리트 공정 시공현장에서는 필요한 안전방호 조치를 취하여 시공안전을 확보한다. 가능하게 발생할수 있는 각 종 위해와 재해에 대해서는 응급 예비방안을 제정해야 한다. 시공과정 중에 발생할수 있는 돌발사건, 예를 들면 물정지, 전기정지, 도로운영 중단, 주요설비 파손, 거푸집 품질안전 사고 등 들은 대응되는 전문항목 응급 예비방안을 제정해 야 한다. 각 항 설비, 시설과 안전방호 조치는 연관된 강제성 표준의 규정에 부합하여야 한다.

3.0.20 콘크리트 시공 전의 중요한 준비공작 중의 한개 공작이 바로 콘크리트 배합비를 선정하는 것이다. 콘크리트 배합비 조절시험 시, 콘크리트의 내수성 시험주기는 일반적으로 2~3 개월 이상이다. 그러므로 시공단위에서는 현장에 진입하는 동시에 현장시험실을 건설한 후 빨리 콘크리트 배합비의 조절배합 시험공작을 완성하도록 해야 한다.

4.1.2 본 조에서 규정한 거푸집과 선반은 우선적으로 강재를 채용하여 제작하는 것은 주요하게 강거푸집이 견고하고 쉽게 망가지지 않아 여러차례 중복하여 사용할수 있고 강거푸집의 표면이 평평하고 광화로워 표면미관의 콘크리트 구조물 타설에 적용되며 동시에 환경보호와 국민경제가 지속적으로 발전할수 있는 수요이다.

4.2.1 거푸집의 측면이 감당하는 바람하중과 수압력은 철도부에서 현행하는 <철도 교량함동 설계 기본규범> (TB 10002.1)의 규정을 사용할수 있고 바람을 받는 면적은 실제상황에 근거하여 계산할수 있으며 풍속은 시공기간 내에 당지의 예비계산 최고 풍속에 근거하여 계산할수 있다.

4.2.11 암토공정 감찰은 일반적으로 국가의 현행표준 <암토공정 감찰규범> (GB 50021)의 규정을 준수해야 한다. 습함성 (湿陷性) 황토지구는 또 <습함성 황토지구 건축규범> (GB 50025)의 규정을 준수해야 하고 또 <연토지구 공정 지질탐사 규범> (JGJ 83)의 규정을 준수하도록 해야 한다; 동토지구에 대해서는 또 <동토공정 지질탐사 규범> (GB 50324)의 규정을 준수하도록 해야 한다.

일반기저 (와 연약기저)와 기토는 국가 현행표준 <건축 기저기초 설계 규범> (GB 50025)에 근거하여 설계하는것이 적정하다; 동팽성(冻胀性)토의 기저와 기초는 <동토지구 건축 기저기초 설계규범> (JGJ 118)에 근거하여 설계하는것이 적정하다; 팽창성토 지구의 기저와 기초는 <팽창토 지구건설 기술규범>(GB J112)에 따라 설계하는것이 적정하다;

4.3.8 정활재 (静活载) 는 인원 및 운수지구가 선반위에 작용하는 하중이고 충격하중 (冲击荷载) 은 콘크리트 다짐에서 산생되는 하중이다. 구조조인트 누름에서 산생되는 비탄성계수는 영구변형인데 매개 연결되는 곳의 누름수치는 목재와 목재사이에는 1~3mm 이고 목재와 강재사이에는 1~2mm 이다.

블럭 시공 캠버 (拱度) (f) = 강지보가 전부 하중을 받을 때의 탄성모량 (f1) - 정활재와 충격하중으로 인해 산생된 탄성계수 (f2)+ 적재 후의 구조조인트 누름으로 인해 산생된 비탄성변형 (f3) + 기토침하로 인해 산생되는 비탄성계수 (f4) 예비압축 방법을 사용할 때에는 f3, f4 를 제거한 후 블럭 시공 캠버 f 에 대한 계산은 이 두개 항목에 계상하지 말아야 한다.

5.1.4 믿음직한 조치를 취하여 철근이 현장진입 및 시공과정 중 부동 한 강도등급과 번호를 구별할수 있게 하여 혼합 사용되는것을 방지하도록 해야 한다. 가공 후의 완성품 철근은 빨리 사용해야지 장기적으로 보 존하는것이 적정하지 않다. 가공 후에 번호표식이 소실되는 상황이 가능하 면 존재할수 있기에 완성된 철근을 쌓아놓고 사용하는 합리한 조치를 제정하여 혼합사용 방지를 확보하도록 해야 한다.

5.2.1 철근의 녹을 제거하는 방법은 제수기(除锈机), 풍사창(风砂枪) 등 기계방법을 사용할수도 있고 또 인공으로 녹을 제거하는 방법을 채용할수 있다. 녹 제거 후의 철근은 장기간 보존하지 말아야 하고 빨리 사용하도록 해야 한다. 녹 제거 후에 만약 철근표면에 엄중한 결함을 발견 하면 그 조의 철근에 대해 연관된 표준규정에 근거해 다시 성능지표를 검사해야 하는 동시에 점검결과에 근거하여 그 조의 철근을 처리하도록 해야 한다.

철근에 국부적인 절곡이 없다는것은 일반적으로 철근 중심선의 편차가 전반 길이의 1%를 초과해서는 안된다.

5.2.3 국가 현행표준 <철도공정 항진설계규범> (GB 50111-2006) 제 7.3.2 조 제 7 항 규정: “원형 스트립의 이음은 반드시 용접을 사용해야 하고 용접 길이는 스트립 직경의 10 배보다 작아서는 안된다; 구형 스트립 단부는 135°갈고리가 있어야 하고 갈고리의 직구간 길이는 20cm 보다 작아서는 안된다”. 제 7.5.14 조 규정: “구형 스트립 단부는 135° 갈고리가 있어야 하고 갈고리가 핵심 콘크리트에 진입하는 직구간 길이는 20cm 보다 작아서는 안된다”

5.2.4 철근의 절곡은 한번에 잘 완성해야 하고 절곡이 과도된 철근에 대해 다시 절곡해서는 안된다. 만약 한번에 절곡을 잘하지 못해 다시 절곡부분 혹은 내직경을 조정을 진행하면 철근으로 하여금 손상 받거나 혹은 은폐 상처를 받게 하는데 엄중할 때는 심지어 끊어진다. 여러 개의 철근(특히 스트립)에 대해 공동으로 절곡하는 상황에서 절곡 후 제때에 각 개

의 철근을 분리하여 조립과 장치시공에 편리하도록 해야 한다.

5.3.1 철도부에서 현행하는 <철도 콘크리트공정 철근 기계연결 기술 임시 시행 규정>에서 규정한 철근 기계연결 인터페이스는 롤링 직라선 인터페이스 (滚轧直螺纹接头), 대조 직라선 인터페이스 (镦粗直螺纹接头), 커플러 압축 인터페이스 (套筒挤压接头)가 있는데 본 지침 중의 용접연결 인터페이스는 플래시 맞댄 용접, 아크방전 용접 인터페이스가 있다. 아크방전 용접은 인터페이스 철근의 구조에 따라 겹이음 아크방전 용접 인터페이스와 방조 아크용접(帮条电焊)아크용접 인터페이스로 나뉘는데 용접이음의 분포에 따라 단면 용접이음과 양면 용접이음으로 나눌수 있다.

5.3.2 철근연결의 형식이 철근의 응력전달과 구조가 받는힘 성능에 일정한 영향을 있기에 구체적인 구조 중에서 어떠한 종류의 연결형식을 사용하는지는 설계에서 지정하도록 한다.

제 2 조는 국가에서 현행하는 표준 <콘크리트 구조 설계규범> (GB50010-2002) 제 9.4.2 조: “축방향 견인력을 받거나 혹은 소편심 (小偏心) 이 견인력을 받는 멤버 바 (杆件) (예를 들면 트러스와 아치 드로바) 의 종방향 힘을 받는 철근은 조립, 겹이음 인터페이스를 사용해서는 안된다”.

6.2.9 <콘크리트 B/P 장 (건물)> (GB/T 10171) 제 6 장에서 B/P 장의 시험은 공회전시험, 성능시험, 믿음성시험을 포함하고 제 6.4 절 성능시험 중에는 로딩시험, 이론생산을 측정, 조분동태 정밀도 측정(组分动态精度测试), 콘크리트 균질성 측정 (混凝土均质性测试), 기계 에너지 소모 및 주 요기구 공률의 측정, 순식간의 과적재 능력측정, 물공급 장치 성능측정, 소음측정, 먼지농도 측정, 콘크리트 공시체 강도시험 모두 10 개 항목이다. 그 중 콘크리트 균질성 측정은 B/P 장에서 매번 조정시험을 장치한 후 모두 진행해야 한다.

6.3.1 철도에서 콘크리트 중의 첨가제는 많이는 플라이 애쉬와 슬래그인데

콘크리트 중의 슬래그와 플라이애쉬의 총 수량에 대한 관리가능성을 위하여 사용하는 시멘트 중의 혼합자재는 슬래그 혹은 플라이애쉬가 적정하다. 시멘트 과립이 너무 가늘면 시멘트 숙료(熟料) 중 C3A의 함량이 너무 높기에 시멘트가 물에 용해되는 속도가 너무 빨라 수화열(水化熱)을 집중적으로 방출하여 콘크리트 수축이 증가되고 항균열성이 저하되는 결과를 초래하기에 콘크리트 내구성에 불리하다. 그러므로 시멘트의 비표면적 및 C3A 함량을 가하여 제한해야 한다. <통용 규산염 시멘트> (GB 175) 중 비표면적으로 일반 규산염 시멘트의 가는 밀도를 계산하고 최소 비표면적을 규정하였는데 350m²/kg 보다 크지 말아야 한다고 규정하였다. 시멘트 중의 알칼리 함량이 높으면 쉽게 콘크리트의 알칼리-골재 반응을 일으킬 뿐만 아니라 또 콘크리트가 갈라지는 경향도 증하하기에 알칼리 함량이 너무 높은 시멘트를 사용하는 것은 타당하지 않다. 콘크리트가 거푸집에 타설될 때의 온도요구를 고려하여 본 지침 중에는 비록 시멘트가 창고에 입고될 때의 온도에 대해 제어하지 않았으나 실제 시공과정 중 시멘트의 입고온도에 대해 제한하도록 해야 한다.

규산염이 콘크리트에 대한 화학부식은 한개 장기의 과정인데 연구에서 표명하다 시피 접작자재가 28d의 항침식 계수는 왕왕 1보다 크다. 그러므로 접작자재의 항침식 계수의 영기수정을 56d로 수정한다.

6.3.2 기술의 실행 가능성과 경제성에 기초하여 철도 콘크리트 공정 중에 사용되는 첨가제는 슬래그, 플라이애쉬를 위주로 하는데 규산분말을 사용해도 된다. 일부 특수 장소에서는 반드시 신형 광물 첨가제를 사용해야 하고 하소고령토(煅烧高岭土), 비석분(沸石粉), 규산염 류형의 첨가제 혹은 규질첨가제(硅质掺合料)는 시험으로 이러한 첨가제 콘크리트의 내구성이 요구를 만족시킴을 증명하는 동시에 부등급 평가(部级评审)를 통과해야만이 사용할수 있다.

소실량이 큰 플라이애쉬를 배합사용 하면 콘크리트는 공작성이 차하고 (슬럼프 소실이 커 다짐하기가 쉽지 않다) 강도 효과반응(强度效应)이 차하며 (포틀랜드 효과반응이 저하) 내구성이 차하다 (공봉폐 응고-封孔固化와 치밀 효과반응이 저하). 그러므로 플라이애쉬의 소실량을 중점적으로

로 관리해야 한다. 플라이애쉬 중 연소하지 않은 과립들이 혼화제에 대해 아주 큰 흡착작용이 있다. 특히 AE 감수제에 대해서는 동결융해 환경 하에서 플라이애쉬 중의 소실량을 엄격하게 관리하고 엄중한 동결융해 파괴 환경에서 콘크리트에 사용되는 플라이애쉬 소실량은 3.0%보다 커서는 안 된다. 유산 근이온(硫酸根离子), CaO와 C3A는 가능하면 에트린 자이트(钙矾石)를 생성하는데 에트린자이트의 체적팽창은 콘크리트 파괴를 초래할 수 있기에 칼시움이 적은 플라이애쉬를 선택하도록 해야 한다.

슬래그 분말이 가늘수록 활성이 크고 그 수축 또한 그에 따라 증가한다. 콘크리트 수축 균열방면 감소로부터 고려하여 슬래그 분말의 비표면적은 500m²/kg을 초과하지 않는 것이 적정하고 되도록이면 450m²/kg을 초과하지 않는 것이 좋다. 슬래그 분말을 생산하고 판매할 때 만약 석회석분을 같이 첨가하면 그 첨가량에 대해 설명해야 한다.

물 시멘트 비례가 변하지 않는 상황에서 규소석회를 첨가하면 콘크리트의 강도를 선명하게 제고할 수 있고 화학 부식성과 내모성(耐摩性)을 막을 수 있으나 규소석회의 활성이 높음으로 인해 온도변형을 감소시키는데 불리하고 동시에 콘크리트의 자아수축을 증가한다. 그러므로 특수한 수요가 있어 규소석회를 사용할 때에는 기타 광물 첨가제와 동시에 사용하는 것이 적정하고 그 첨가량 또한 너무 많아서는 안 되는데 일반적으로 결합재의 8%를 초과하지 말아야 한다.

5℃보다 낮을 때, 유산염이 존재하고 동시에 물과 접촉하는 환경 중에 있으면 탄산칼시움은 강도가 없는 고체형태의 수화 탄산유산규산 칼시움(규산석회고, thamasite)을 형성할 수 있다. 규산염 침식 환경 하에서 석회석분을 첨가제로 사용해서는 안 된다.

인공사 중의 석분은 점토, 흙덩이와는 다른데 소량의 석분은 콘크리트 중 화이성을 조절하고 콘크리트 인성(韌性)을 제고하는데 유리한 작용이 있다. 본 지침의 인공사와 혼합사 석분함량 규정은 주요하게 국가 현행 표준 <일반 콘크리트용 사, 석 품질 및 점검방법> (JGJ 52-2006) 규정을 참고하여 제정한 것이다.

골재의 유해물 함량이 콘크리트의 내구성에 대한 영향이 비교적 크기에 강화하여 관리해야 한다. 원 <철도 콘크리트와 석축체 공정시공 규범>

(TB 10210-2001) 에서는 조, 세골재 유해물 함량의 연관요구를 규정했다. 그러나 내구성 요구로 콘크리트의 내구성을 확보하기 위하여 본 지침은 조, 세골재 중 유해물질 함량 제한수치의 부분지표에 대해 원래의 <철도 콘크리트와 석축체 공정시공 품질검수 표준> (TB 10424-2003) 보다 더욱 높은 요구를 제기하였다.

물, 콘크리트 중의 염기, 활성골재는 염기발생 - 골재반응의 세계 필수적 조건이다. 콘크리트 염기발생 - 골재반응을 위하여 조습한 환경 중의 콘크리트 구조는 되도록이면 몰탈바 (mortar bar) 혹은 암석주 (岩石柱) 를 선택사용하고 팽창율은 0.10% 보다 작은 비염기활성 골재여야 한다.

조골재는 운수하고 신고 부리는 과정 중 그 급별은 가능하게 변화가 발생된다. 골재의 양호한 급별을 확보하기 위하여 한개 유효하고 또 실행이 가능한 기술조치는 다양한 급별의 골재를 선택하는 것인데 예를 들면 2 급배석 혹은 3 급배석을 사용하는 것이다. 사용과정 중 조골재에 대해 급을 나누어 구매하고 급을 나누어 보관하며 급을 나누어 계량하는 것을 실행하며 배합비의 시험배합 시 재타 각 급별석의 구체용량을 확정한다. 이로써 조골재로 하여금 가능한 낮은 공극율을 구비하게 하고 이로 하여 콘크리트의 접착자재 용량을 낮춘다. 조골재의 공극율을 낮추는 다른 한개 유효조치는 반격식 (反击式), 망치식 파쇄기 (锤式破碎机) 로 골재를 생산하면 더욱 많은 구형모양의 골재산품을 획득할수 있다. 이러한 골재배합으로 콘크리트를 제작하면 그 공작성은 진일보된 개선을 가져올수 있고 또 골재 생산공법 개선의 한개 방향이다.

철도 콘크리트용 조골재는 2급 혹은 3급 급별을 사용해야 하는 동시에 급을 나누어 구매하고 급을 나누어 운수하며 급을 나누어 쌓아두고 급을 나누어 계량하는 요구에 근거해야 한다. 조골재 품질의 과정관리를 강화하고 관리절차를 완벽화 하기 위하여 불합격인 골재는 콘크리트 시공 중에 사용되어서는 안된다. 조골재의 함니량, 흙덩이 함량이 공정품질 분쟁을 일으키게 되면 분급비례 (分级比例) 에 따라 콘크리트 골재의 흙덩이 함량, 함니량이 기술요구를 만족시키는지를 확인한 후 공정품질에 대해 판정을 진행해야 한다.

콘크리트의 내모성 (耐磨性) 은 콘크리트 강도와 경도 (硬度) 에 의 해 결

정되는데 특히는 표면층 콘크리트의 강도와 경도이다. 마모되고 침식이 있는 환경 하에서는 고 C3S 의 시멘트를 선택사용 하는 것이 적정하다. 이외에도 골재의 강도와 경도는 마모침식 환경 하에서 콘크리트에 영향 주는 관건인데 마모침식 환경 하에서는 경질골재(硬质骨料) 를 사용하는 것이 적정한데 예를 들면 화강암, 섬록암 등이다.

6.3.5 혼화제 첨가는 고성능 콘크리트를 제조하는 관건기술 중의 하나이다. 혼화제의 성능품질, 균질성과 시멘트와의 호환성(相容性)은 성공적으로 고성능 콘크리트를 배합제작하는 기본조건이다. 현재 혼화제의 종류가 다양하고 산품품질의 차이가 많으며 시장관리 또한 비교적 혼란하기에 선택사용 할 때 반드시 부동한 혼화제의 사용공능, 특점에 주의를 돌려야 한다. 혼화제는 표준 시멘트와 양호한 호환성이 있어야 하는 외에 공정에서 사용 되는 시멘트와도 양호한 호환성이 있어야 한다.

본 지침은 감수제의 함기량이 3.0%보다 커서는 안된다고 규정하였는데 그 목적은 감수제를 생산 할 때 먼저 소포(消泡)한 후 연행공기를 일으키는(引气) 공법을 취하는데 있다. 현재 부분적인 감수제 생산업체에서는 감수제를 생산하는 과정 중 먼저 소포한후 인기하는 공법을 사용하지 않아 콘크리트 중 대량의 직경이 크고 또 불온정한 저질의 연행공기를 인입하는 결과를 초래하였는데 콘크리트 함기량이 시간이 지남에 따라 손실이 커서 콘크리트 항동성(抗冻性) 요구를 보장하지 못하는 동시에 콘크리트 표면기공(表面气孔)이 비교적 많다. 함기량 요구가 $\geq 4.0\%$ 인 콘크리트는 감수제와 AE제(引气剂)를 모두 첨가하는 기술조치를 취해야 한다. 수축하여 콘크리트가 갈라지는 것을 감소하기 위하여 현재 고효율 감수제의 생산기술 수준과 결합하여 본 지침 중 고효율적인 감수제의 수축을 비례는 125% 보다 크지 말아야 한다고 규정하였다.

6.3.6 콘크리트의 내구성, 특히는 항동성을 제고하는데는 AE제가 아주 중요한 작용을 일으킨다. 콘크리트 중 소량의 AE제를 첨가하면 매방(每方) 콘크리트 중에는 수천억개의 미소한 연행공기들이 인입되어 콘크리트로 하여금 항동성이 크게 제고되게 한다. 국내외 대량 연구에서는 콘크리트

중 AE 제를 첨가한 후 콘크리트의 공작성(工作性)과 균질성이 제고된 다고 표명 하였다. AE 제는 콘크리트의 용수량을 감소시킬 뿐만아니라 ratio of bleeding rate (泌水率) 를 저하시키는데 더욱 중요한것은 콘크리트의 연행 공기를 일으킨 (引气) 후 물이 혼합물 중에서 떠도는 상태가 더욱 온정되고 이로 하여 골재 밀부 몰탈체 (漿体) bleeding rate(泌水), 침하 등 불량한 현상을 개선 할수 있다. 그러므로 적당히 연행공기를 인입하는 것은 (引气) 항동 고성능 콘크리트를 배합제작하는 중요한 수단 중의 하나이다. AE 제가 일으키는 연행공기의 직경 및 온정성은 콘크리트의 성능에 영향이 크다. 그러므로 AE 제 를 선택 할 때 일으키는 콘크리트 연행공기 간격계수를 검측해야 한다. 연구에 서 표명하였는데 콘크리트 중 연행공기 간격계수가 300 μ m 보다 작을 때 콘크리트 항동성은 비교적 높다. AE 제의 첨가량은 일반적으로 감수제 첨가량의 1% 좌우인데 첨가량이 적어 현장에서 첨가할 때 직접 계량하기에는 어렵 다. 이러한 상황에 대비하여 AE 제에 대해 회석을 진행하는데 예를 들면 1:99 (AE 제:물) 비례에 따라 회석한 후 다시 첨가하도록 한다.

6.3.7 국가 현행표준 <콘크리트 용수 표준> (JGJ 63)은 교반수 중 유해물질 함량과 교반수가 콘크리트 응결시간과 강도에 대한 영향요구에 대해 구체적인 규정을 했다. 교반수의 염기함량은 새로 증가된 요구인데 주요로는 콘크리트의 용해서 총 염기함량을 관리하기 위해서이다. 구체적인 지표는 <콘크리트 용수 표준> (JGJ63) 을 참고하여 제정해야 한다.

콘크리트의 수화산물은 오직 염기성 조건하에서 만이 온정하게 존재하고 만약 사용하는 교반수가 산성이 비교적 강하면 수화산물의 온정에 불리하여 교반수의 PH 수치를 “ ≥ 4.5 ” 로부터 “ ≥ 6.5 ”로 조절한다.

6.5.1 ~ 6.5.2 콘크리트 배합비 선정의 좋고 나쁨은 구조물의 수명과 전반공정의 경제적 효익에 직접적으로 연관된다.

콘크리트의 배합제작 강도계수는 철도부 현행 <철도 콘크리트 강도점 검 평가표준> (TB 10425) 의 규정에 근거해야 한다. 콘크리트 강도 표준차이는 강도등급이 동일하고 또 콘크리트 배합비와 시공공법 조건이 기본상

동일한 콘크리트 표준 공시체에서 통계를 거쳐 구해낸 것이다. 현재 콘크리트 생산단위의 품질관리 수준을 고려하여 강도 표준차이는 중등 수준을 취하면 된다.

콘크리트의 조기강도 (早期强度) 가 높을 수록 콘크리트가 조기에 갈라질 가능성이 높다. 콘크리트의 이 부족함을 극복하고 광물 첨가제의 후기화산재 효과반응을 충분히 발휘하기 위하여 56d 영기를 콘크리트 표준강도의 검수영기로 하는 것이 적정하다.

콘크리트의 항열성 (抗裂性) 은 환경작용 침식에 대한 저항에 극히 중요한데 우리 나라에서 현행하는 표준 중 시멘트 (결합재) 혹은 콘크리트 항열성 점검에 관한 규정은 아직까지 없다. 전통적인 콘크리트 건조수축 시험에서 취득한 수축수치를 통하여 콘크리트의 항열성능을 전면적으로 평가할수 없는데 후자가 콘크리트의 항장력 (抗拉强度), 탄성계수, 특히는 천천히 변화하고 구속 상태 하에서의 응력 인완능력에 의해 결정되기 때문이다. 수축할 때 구속 받는 환경 공시체와 평반 공시체로써 콘크리트의 항열성을 평정하면 일정한 정도에서 이러한 문제를 극복할수 있고 또한 방법이 간단하다. 그러나 정량분석 (定量分析)에 쓰일수는 없고 부동한 원자재와 배합 콘크리트 사이의 상대적인 비교에만 사용할수 있다.

본 지침은 부동한 환경조건에서 부동한 물, 접합제 비례 콘크리트 광물 혼화재의 첨가량 범위를 명확히 하였다. 특별히 지적할 것은 도표 6.5.2-2 중에 열거한 광물 혼화재와 자재 첨가량은 단일하게 한개 종류의 광물 혼화재의 첨가량이다. 물, 접합제 비례가 클 때 (>0.4), 광물 첨가제 첨가량을 감소해야 한다; 물, 접합제 비례가 작을 때 (≤ 0.4), 광물 첨가제와 자재 첨가량을 증가시켜야 한다. 슬래그와 플라이애쉬를 대표로 한 혼화재가 콘크리트에 고도의 공작성능, 고도의 내구성, 고도의 체적 안정성을 부여했다는것은 이미 다 알고있는 사실이다. 그리하여 광물 혼화재는 이미 철도 콘크리트에서의 필수적 조성부분이 되었다. 광물 혼화재가 콘크리트 역학성능에 대한 영향을 고려하여 탄화환경 (碳化环境), 염화염 (氯化盐环境), 동용 (冻融) 파괴환경, 염류결정 (盐类结晶) 파괴환경 및 마모침식 환경에서의 광물 혼화재 첨가량에 대해 부동한 한계수치를 규정하였다. 화학침식과 염화염 환경하에서 광물질 혼화재는 콘크리트의 항침식성을 대폭도로

제고하기에 콘크리트 제작 시 반드시 광물질 혼화재를 첨가해야 한다. 광물 혼화재의 첨가량은 주요하게 미국 <콘크리트 구조 설계 규범> (ACI 318)와 <콘크리트 구조 내구성 설계규범> (GB/T50476) 를 참고하도록 한다.

배합비 설계는 콘크리트 내구성의 제일 관건적인 환절인데 물, 접합자재 비례와 제일 작은 접합자재 용량 한계수치는 콘크리트 내구성에 수요되는 항침투성(抗滲性)과 역학성능의 주요한 기술계수이다. 콘크리트를 비빌 때의 용수량은 타설하여 모양을 형성한 후 수화(水化)에 의해 결합되는것이 아주 적고 대량의 유리수(游离水)가 콘크리트의 박약 환절로 되어 콘크리트의 갈라짐과 내구성에 불리한 영향을 가져다 준다. 근년 이래, 기계 원리로부터 공정응용에 이르기 까지 모두 실증할수 있고 콘크리트 혼합물의 최대 용수량을 제어하여 각 항 성능을 유효하게 개선할수 있다.

탄화환경(碳化环境): 콘크리트 탄화, 한개 방면으로 CO₂와 콘크리트 중의 확산속도가 밀접한 연관있는데 이는 콘크리트의 공극율과 공극구조에 의해 결정되고 또 콘크리트의 물, 접합 비례에 의해 결정된다; 다른 한 방면 으로는 또 콘크리트가 CO₂를 흡수하는 능력에도 연관되는데 이는 주요하게 콘크리트 내 Ca(OH)₂ 비축에 의해 결정된다. 또한 콘크리트 중의 Ca(OH)₂의 수량은 접합자재 중 CaO 함량에 의해 결정된다. 탄화환경에서 감수(減水)할수 있는 혼화재로 콘크리트를 배합제작 할 때 이러한 종류의 콘크리트도 비교적 강한 항탄화 능력(抗碳化能力)이 있다. 그러나 물, 접합제 비례가 비교적 큰 콘크리트에 대해서는 광물질과 혼화재 첨가량이 너무 커서는 안된다.

염화염 환경(氯盐环境): 해공공정(海工工程)의 실천이 표명하듯이 물, 접합제 비례(ratio of water to cementitious material)가 낮은 혼화재를 첨가한 콘크리트가 물, 접합제 비례의 규산염 시멘트 콘크리트 보다 더욱 높은 항염화염(抗氯盐) 성능을 가지고 있다. 그러므로 염화염 환경 하에서는 규산염 시멘트를 단독적으로 접합자재로 사용하는것이 적정하지 않다. 염

중한 침식이 있는 염화염 환경 하에서는 첨가량이 큰 혼화재 콘크리트를 사용하는 것이 적정하고 (접합자재 중 비교적 큰 비례의 플라이애쉬, 얇게 같은 슬래그와 규소석회 (硅灰) 등 광물 혼화재를 함유하였기에 비교적 낮은 물, 접합 비례와 특수 시공조치를 취한 콘크리트를 사용) 대량의 혼화재를 첨가한 콘크리트는 양호한 양생과 보호조치를 취해야 한다. 동 용 (冻融) 파괴환경과 결합되어야 하는외에 혼화재의 첨가량이 40%이상인 것이 적정하다.

화학침식 환경: 콘크리트가 유산염 화학침식에 견딜수 있는 내력을 제고시키는 주요 기술조치는 세가지가 있다. 첫번째는 유산염 성능에 견딜수 있는 양호한 시멘트를 선택, 주요하게는 시멘트 속료 광물 중 C3A의 함량이 되도록 적어야 한다. 예를 들면 고향유 (高抗硫) 시멘트 C3A 함량 $\leq 3\%$, 중향유 (中抗硫) 시멘트 C3A 함량 $\leq 5\%$; 두번째로는 광물 혼화재를 첨가, 일반 적으로 첨가량은 40%보다 작지 말아야 한다. 첨가량의 증가에 따라 콘크리트가 침식에 견디는 성능은 높아진다; 세번째로는 효과가 높은 감수제를 첨가, 콘크리트의 매 입방 용수량을 감소시켜 콘크리트의 항침투성과 강도를 제고한다. 또한 연구에서도 표명하다시피 연행공기는 콘크리트가 유산염 화학침식과 유산염 결정 (结晶) 이 일으키는 팽창을 유효하게 억제 하거나 혹은 경감시키는 동시에 유산염 결정이 조성하는 콘크리트 항절 (抗折) 강도 및 표면침식을 선명하게 저하시킨다. 유산염이 비교적 풍부한 상황 하에서 석회석과 유산염은 비교적 낮은 온도에서 쉽게 탄소, 유황, 규소, 칼슘, 암석에 대한 파괴를 일으킨다. 그러므로 화학침식 환경 하에서 석회석을 혼화재로 사용해서는 안된다.

염류결정 (盐类结晶) 파괴환경: 건조함과 습함이 교체되는 상황 하에서 물 중의 SO_4^{2-} 농도가 만약 200mg/L 보다 크거나 혹은 흙 중의 SO_4^{2-} 농도가 1000mg/kg 보다 크면 가능하게 콘크리트에 손상줄수 있다. 지하수, 되메우기 토사 중의 유산염이 콘크리트 내부까지 침투되는 동시에 일정한 조건 하에서 모세공 (毛细孔) 수용액 중 유산염 농도가 부단히 축적되면서 포화농도를 초과할 때 염결정 (盐结晶) 을 갈라냄으로 인해 크나큰

압력을 산생하여 콘크리트 파괴를 초래한다. 적당하게 연행공기를 일으키면 유산염결정의 파괴압력을 적정하게 감소할수 있다. 그러므로 염류결정 파괴환경 하에서는 AE 콘크 리트를 사용하는것이 적정하다.

동용파괴(冻融破坏) 환경: 다년래의 공정실천이 표명하다시피 콘크리 트 항동성(抗冻性)의 기술경로는 두개방면이 있다. 그중 한개는 콘크리트 의 밀실도(密实度) 혹은 강도를 제고하는것이다; 다른 한개는 적당하게 연행 공기를 일으키는 것이다. 연행공기를 일으킨 콘크리트는 비교적 높은 항동 성을 구비하고 있다는 사실이 이미 증명되었다. 그러나 또 실천이 표명하 듯이 고강도 콘크리트는 엄중한 동용환경에 사용하면 연행공기를 일으키지 않아도 파 괴가 발생하지 않는다. 연행공기를 일으키는 것이 콘크 리트의 항동성을 제고할수 있을 뿐만아니라 또한 콘크리트의 공작성능을 개선할수 있는것을 고려해 야 한다; 이외에도 고강도 콘크리트는 점도가 크고 시공 이 곤란하다. 본 지침은 동용환경 하에서 콘크리트의 함기량 요구 를 규정 하였다. 연행공기의 크고 작음과 연행공기의 온정성은 AE 제를 평가 하는 주요한 지표인데 본 지침에서는 연행공기 간격계수를 이용하여 콘크 리트 내부의 연행공기품질을 관리할 것을 제기하였는데 이로써 콘크리트 중에 인입되는 연행공기가 미세하고 균일하며 온정한 것을 확보한다.

마모침식 환경: 콘크리트의 마모침식에 견뎌내는 성능은 주요하게 콘 크리트의 강도, 골재의 강도, 경도와 인성에 의해 결정되는데 이는 마모침식 환경 하에서의 콘크리트의 원자재에 대해 특수한 요구를 제기했다. 특히는 골재와 결합재 방면이다. ACI 201.2R - 08, 구라과 표준과 수공 콘크리트 연관된 표준을 참고하여 마모침식 환경 하에서 원자재, 혼화재 첨가량 수치 및 물, 접착제 비례, 최저강도 등급과 결합재 용량은 이에 따라 확정되어 야 한다. ACI 201.2R - 08 에서는 콘크리트가 비교적 낮은 물, 접합자재 비 레 (0.45 보다 작게) 를 선택하여 표면 몰탈의 강도와 내모성을 개선하는데 편리하게 할것을 건의하였다. <수공 건축물 항충마(抗冲磨) 방공식(防空 蚀) 콘크리트 기술규범> (DL/T 5207) 중 항마식(抗磨蚀) 콘크리트 물, 접 합제 비례는 0.4 보다 작아야

하고 규소석회를 첨가하는것이 적정하고 동시에 조기수축한 팽창제 혹은 감수제 (減縮劑) 를 보충첨가 하는것이 좋다.

본 지침이 콘크리트 최대 물, 접합제 비례와 최저 결합재 용량에 대한 요구는 국내외 콘크리트 규범의 규칙과 기본상에서 동일하다. 유일하게 부동한 것은 저장도 등급이 C25 인 콘크리트의 최저 접합재 용량을 240kg/m³ 에서 260kg/m³ 으로 수정한다.

콘크리트 중 염화이온 함량은 콘크리트 중 각종 원자재가 콘크리트에 가져다준 이온 총 함량이다. 염화이온 함량이 철근주위에서 모 경계수치에 도달하면 철근의 부식방지 보호막 (passive film)이 파괴되기 시작하면서 철근에 대한 보호작용을 상실하여 철근이 부식된다. 염화염 (氯鹽) 환경 하에서 환경 중의 염화이온은 계속 무단히 콘크리트 내부에 침투되고 철근 표면에 모이기에 콘크리트 원자재 중의 염화이온 함량은 될수록 적어야 한다. 프리스트레스 콘크리트구조에 대해서는 강연선이 염화염 부식에 대해 아주 민감하기에 더욱 쉽게 부식이 일어날수 있다. 그러므로 더욱 엄격하게 콘크리트와 프리스트레스 콘크리트의 염화이온 함량 제한 수 치에 대해 분별하여 요구를 제기해야 한다. 콘크리트의 내구성을 보장하기 위하여 본 지침은 철근콘크리트와 프리스트레스 콘크리트의 염화이온 함량 의 제한수 치에 대해 분별하여 요구를 제기하였다. 철근 녹부식의 염화인온 경계수치는 아직까지 명확한 수치가 없는데 비교적 통일적인 인식은 접착 자재 품질의 0.35% ~ 1%이다. 또 어떤 규범은 매 입방미터의 콘크리트 중 염화이온 함량으로써 제한한다고 했는데 예를 들면 일본 토목학회에서 편집 한 <콘크리트 표준규범> 에서는 일반 철근 콘크리트와 포스트 텐션 프리 스트레스 콘크리트는 콘크리트 중의 염화이온 총 수량은 0.6kg/m³ 보다 작아야 한다고 규정하였다; 내구성 요구에 대한 요구가 특별히 높은 철근 콘크리트와 포스트 텐션 프리스트레스 콘크리트에 대해서는 가능하게 염해 (鹽害) 와 전기부식이 일어날수 있는 장소 및 프리텐션 프리스트레스 콘크리트를 사용하는 장소에서는 콘크리트 중 염화이온 총 수량은 0.3kg/ m³ 보다 작아야 한다. 일본 <프리비빔 (預拌) 콘크리트> (JIS 5308) 중 콘크리트의 염화물 함량은 양륙지에서 염화이온 함량은 반드시 0.3kg/ m³ 보다 작아야 한다고 규정하였다; 그러나 구매자의 동의를 거치면 0.6kg/m³ 아

래여도 된다. 미국 <고정식 이안 (离岸) 콘크리트 구조설계와 시공지침> (ACI 357) 중 콘크리트 혼합물 중 용해성 염화이온 총 함량은 접 착자재 품질의 0.1% (철근 콘크리트)와 0.06% (프리스트레스 콘크리트)를 초과하면 안된다고 규정하였다. 본 지침의 염화이온 제어지표는 ACI 357 과 일치하다.

콘크리트 중 과량의 유산근 이온 (硫酸根离子) 은 알루미늄산 삼칼시움 (C3A) 이 남거나 물이 존재하는 상황하에서 반응이 생기는데 지연되면 에 트 린 자이트를 형성한다. 에트린 자이트가 생성과정 중 체적이 팽창되어 콘크 리트가 경화되면서 갈라지는 현상을 초래한다. 이 반응은 내부 유산 염부 식이라고 불리운다. 에트린 자이트의 지연생성을 방지하는 주요한 경로는 양생 온도를 낮추어 시멘트 중의 유산염과 C3A 함량을 제한하여 콘크리트가 사용 단계에서 물과 접촉하는것을 방지해야 한다. 본 지침은 콘크리트 중 SO₃ 함량은 결합재의 4%이하라고 제한한다.

혼화제를 첨가하는것은 고성능 콘크리트를 제작하는 관건기술 중의 하나이다. 혼화제의 성능 품질, 균질성과 시멘트와의 호환성은 고성능 콘크리트를 배합 제작해내는 기본조건이다. 현재 혼화제 품종이 다양하고 산품품질에 많은 차이가 있으며 시장관리가 비교적 혼란하기에 선택사용 할 때 반드시 부동한 혼화제의 사용공능과 특점에 주의를 돌려야 한다. 혼화제는 표준 시멘트와의 호환성이 좋아야 할 뿐만 아니라 또 공정에 사용되는 시멘 트와도 양호한 호환성이 있어야 한다.

적당한 연행공기는 콘크리트의 항동성능을 제고하는 동시에 콘크리트의 기 타 성능도 개선할수 있다. 콘크리트에 연행공기를 일으키는 방식을 두 가지가 있 다. 그중 한가지는 연행공기형 감수제(引气型減水劑)를 첨가하는 것이고 다른 한가지는 감수제와 AE 제 두가지를 모두 첨가하는 것이다. 여객전용선 고성능 콘크리트 전기 (前期) 시공에는 연행공기형 감수 제(引气型減水劑)를 첨가하는 방법으로 연행공기를 형성한다. 그러나 과정 중 연행공기형 감수제를 첨가한 후 연행공기품질이 비교적 차하여 콘크리트 구조물 표면에 연행공기공이 비교적 많은 것을 발견하였다. 본 차례 수정은 국내외 연관된 표준을 참고하는 기초에서 연행공기 콘크리트는 감수제와 AE 제를 모두 첨가하는 방식으로 연행공기를 일으킨다고 명확히 하고 감수

제의 함기량을 제어하여 3.0%보다 크지 말아야 한다고 규정하였다. 수축으로 인해 콘크리트가 갈라지는것을 감소하기 위하여 현재 높은 효율의 감수제 생산기술 수준과 결합하여 본 지침 중 고효율 감수제의 수축을 비례는 125%보다 크지 말아야 한다고 규정하였다.

비주체 구조물 콘크리트용 혼화제에 대해서는 국가에서 현행하는 표준 <콘크리트 혼화제> (GB 8076)와 연관 업종표준의 관련규정을 만족시키는 산품을 사용할수도 있다.

연행공기를 일으키지 않는 콘크리트의 항동성능은 주요하게 물, 접합제(강도)와 연관되는 외에 또 몰탈체 함량에도 일정한 관계가 있다. 그러나 C60 급의 고강도 콘크리트라 하더라도 엄중한 동용조건 하에서 동침식(凍蝕)을 면할수 없다. 물, 접합제 비례가 아주 낮고 강도가 C80 급에 달하는 고강도 콘크리트만이 예외이다. 그러므로 연행공기를 일으키는것 만이 콘크리트 항동능력을 제고하는 제일 효과적인 방법이다. 다음은 광물 혼화제가 콘크리트 항동성에 일정한 영향이 있는데 시험을 통하여 쉽게 확정할수 있다. 일반상황 하에서 규소분말을 첨가하면 항동에 유리하다; 낮은 물, 접합제 비례인 전제하에서 플라이애쉬와 슬래그를 적당하게 첨가하면 항동능력에 대한 영향이 크지 않다. 그러나 플라이애쉬 품질은 엄격하게 제어해야 하고 특히는 플라이애쉬의 소실량을 최대한 감소시켜야 한다. 후 자가 함기량에 대한 영향이 크다.

6.5.5 경호고속철도 및 각 여객전용선 콘크리트 실시상황에 근거하여 콘크리트용 골재의 급별 및 세골재의 조립율은 일정한 범위내에서 파동을 일으킨다. AE 제, 감수제의 사용효과는 콘크리트 자재품질이 파동, 환경온도의 변화 등을 받는 영향이 비교적 크다. 그러므로 콘크리트 배합비는 실제 검측상황에 근거하여 급별골재의 비례, 모래비율(砂率), AE 제와 감수제의 첨가량에 대해 적정하게 조정해야 한다. 구체적 요구는 아래와 같다:

분급골재(分級骨料)의 비례조정: 골재품질은 본 지침의 요구를 만족시켜야 하고 조정 배합비의 콘크리트 슬럼프는 원 이론배합비 설계 슬럼프에서 $\pm 10\text{mm}$ 범위 내에 있어야 하고 조정 배합비의 콘크리트 함기량은 본 지침의 거푸집에 타설할 때의 함기량 요구를 만족시켜야 하는 동시에 조정

배합비의 콘크리트 출기 (出机) 함기량과 원 배합비의 콘크리트 설계 출기 (出机) 함기량 사이의 차이는 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있어야 한다.

AE 제 첨가량의 조정: 조정 배합비의 콘크리트 슬럼프는 이론 배합비 설계 슬럼프의 $\pm 10\text{mm}$ 범위 내에 있어야 하고 조정 배합비의 콘크리트 함기량은 본 지침의 거푸집에 타설할 때 함기량 요구를 만족시켜야 하며 조정 배합비의 콘크리트 출기 (出机) 함기량과 원 배합비의 콘크리트 설계 출기 (出机) 함기량 사이의 차이는 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있어야 한다. 조정 배합비의 콘크리트 응결시간과 이론 배합비의 콘크리트 응결시간 차이는 $\pm 60\text{min}$ 범위 내에 있어야 한다.

감수제의 첨가량 조정: 감수제의 첨가량 조정범위는 결합재 용량의 $\pm 0.1\%$ 이고 조정 배합비의 콘크리트 슬럼프는 이론 배합비 설계 슬럼프의 $\pm 10\text{mm}$ 범위 내에 있어야 하며 조정 배합비의 콘크리트 함기량은 본 지침의 거푸집에 타설할 때 함기량 요구를 만족시켜야 하고 조정 배합비의 콘크리트 출기 (出机) 함기량과 원 배합비의 콘크리트 설계 출기 (出机) 함기량 사이의 차이는 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있어야 한다. 조정 배합비의 콘크리트 응결시간과 이론 배합비의 콘크리트 응결시간 차이는 $\pm 60\text{min}$ 범위 내에 있어야 한다

6.6.2 강제식 (強制式) 교반기로 생산한 콘크리트의 품질은 비교적 균일하고 교반기의 공율이 크고 효율이 높으면 콘크리트 혼합물의 품질도 상대적으로 온정하다. 전자계량 시스템 사용도 혼합물의 품질온정을 보장하기 위해서이다.

6.7.7 콘크리트의 운수시간도 설명도표 6.7.7 을 참고할수 있다.

설명도표 6.7.7 콘크리트 혼합물 운수시간 제한수치 (min)

시공시간 구간 최고기온 (℃)	무 비빔운수	비빔운수
>30	30	60
≤30, >20	45	75
≤20, >10	60	90
≤10, ≥5	60	105
<5	30	60

6.8.2 콘크리트 온도를 제어하는 원인은: 1) 온도 상승이 너무 이르기 나 너무 높아서는 안된다; 2) 온도가 너무 빨리 내려가면 안된다; 3)콘크리트 중심과 표면사이, 새로운 것과 낡은 콘크리트 사이 및 콘크리트 표면과 기온사이의 온도차이가 너무 크면 안된다. 온도제어의 방법과 제도는 기온(계절), 콘크리트 내부 온도, 구조 사이즈, 구속(约束) 상황, 콘크리트 배합비 등 구체적인 조건에 따라 확정해야 하며 조건을 무시하고 천편일률의 방식 과 방법을 취해서는 안된다. 만약 기온이 아주 높은 여름에 콘크리트 온도 상승에 대해 제어를 강화하지 않으면 광물 혼화재를 첨가했다라도 온도상승 은 아주 높을 것이며 또한 온도 고봉에 달하는 시간이 아주 빠르다. 이때 타설 후의 온도상승 단계에서 보온조치로써 온도차이를 감소하는 방법을 취 하는것이 적정하지 않고 온도의 상승을 억제해야 하는데 예를 들면 거푸집 에 대해 예비로 생각하고 동시에 타설과정 중 무단히 거푸집을 냉각하도록 해야 한다.

콘크리트가 타설될 때의 온도는 기온에 근거하여 조절해야 한다. 타설할 때의 온도를 절하시키는 것은 콘크리트의 균열 제어에 대해 아주 중요하다. 동일한 콘크리트 일지라도 타설할 때의 온도가 높으면 그 온도상승 수치는 타설할 때의 온도가 낮은 것보다 훨씬 크다. 기온이 매우 높을 때 일수록 조치를 취하여 콘크리트의 타설될 때 온도를 낮추어야 한다. 그러나 만약 타설될 때 온도절하가 너무 많으면 기온표면에 접촉하는 표면은 내부 보다 경화가 더 빠르며 내부온도가 상승되고 또 팽창할 때 표면에 인장 응 력이 생겨 쉽게 갈라진다. 그러므로 겨울에 열콘크리트를 사용하는

것이 여름에 냉콘크리트를 사용하는것 보다 유리하다. 여름에 타설될 때의 온도를 낮추는 동시에 또 거푸집을 냉각하고 또 콘크리트 표면이 해빛에 쬐이는 것을 방지하도록 해야 한다.

콘크리트의 분층두께 (分层厚度) 는 설명도표 6.8.2 중의 수치를 참고 할 수 있다.

설명도표 6.8.2 콘크리트의 타설층 두께

다짐방법		타설층 두께 (cm)
삼입식 다짐		다짐기 작용부분 길이의 1.25 배
표면다짐	무근 혹은 배근이 성긴 구조	25
	배근이 비교적 빽빽한 구조	15
부착식 다짐		30

주: 도표에서 열거한 규정은 구조물과 다짐기 규격 등 상황에 근거하여 적정하게 조정해야 한다.

6.10.1 전통적 관념은 오직 댐같은 그러한 수공 (水工) 구조재만이 시공 시 내부 온도상승의 대체적 면적 콘크리트를 제어해야 한다고 여기는데 실제로 현대 시멘트의 강도와 세도(细度)가 증가하고 또 콘크리트의 물 접촉제 비례가 절하함에 따라 고층건물의 기초저판과 대형설비 기초의 콘크리트 내부온도도 제어해야 한다. 또한 일부 벽, 기둥과 빔도 콘크리트의 온도상승으로 인해 엄중한 균열이 생길수 있다. 우리나라 야금 건축에서는 절단면 최소규격이 1m 이상인 구조 콘크리트를 대면적 콘크리트라고 규정 하였는데 콘크리트 균열 전문가 왕철몽 (王铁梦) 은 1m 를 0.8m 로 변경해야 한다고 주장하였고 또 구라파의 일부 자료에서는 절단면 두께가 300mm 및 이상의 벽, 판 (板) 은 시공단계의 온도와 균열제어를 전문적으로 고려해야 한다고 인정하였다. 실제상황도 설명하다시피 300mm 를 대면적 콘크리트의 경계로 하는것이 비교적 적정하다.

6.10.3, 6.10.6 콘크리트에 광물 혼화재를 첨가한 후 조기 (早期) 의 강도발

전 속도가 다소 느려졌다. 온도와 습도의 민감정도가 선명한데 관해 거푸집 양생시간에 특별한 주의를 돌려야 한다. 콘크리트의 거푸집 양생주는 환경온도, 콘크리트 $\pm 3d$ 와 $28d$ 강도비례와 연관되는데 조건이 허락되면 되도록 콘크리트의 거푸집 양생시간을 연장하도록 한다. 비교적 두꺼운 구조물은 수화열(水化熱)로 인해 온도가 지속적으로 상승하는데 만약 기온이 너무 낮지 않으면 타설 후의 초기 몇시간 내에 쉽게 방열한다(그러나 의연히 보습을 유지해야 한다. 예를 들면 얇은 막으로 덮는다). 무더운 기후에서 얇은 비닐막으로 덮을 때에는 얇은 막의 겉면에 적당하게 차거운 물을 뿌려야 한다. 콘크리트 표면이 이미 단단하게 굳거나 혹은 온도절하 단계에 처해 있으면 보온하여 덮어놓아 온도절하 속율을 낮추어 콘크리트 표면으로 하여금 내부와 대기의 온도차이가 너무 크지 않도록 해야 한다. 물 접촉제 비례가 낮은 콘크리트는 타설이 끝나자마자 콘크리트 중의 수분이 손상받지 않도록 유지해야 하고 수평 구조물은 즉시 얇은 비닐막으로 긴밀하게 표면을 덮어야 하며 수직 구조물에 대해서는 즉시로 윗면(頂面)을 봉하는 동시에 콘크리트가 일정한 강도에 도달하면 거푸집을 제때에 열어 윗면으로부터 물을 주입하여 양호하도록 해야 한다.

6.10.8, 6.10.13 콘크리트 양생기간에는 대표성이 있는 구조물에 대해 온도 감독을 진행해야 하고 정기적으로 콘크리트 중심온도, 표면온도 및 환경의 기온, 상대습도, 풍속 등 계수를 측정하며 동시에 콘크리트 온도와 환경의 변화상황에 따라 제때에 양생제도를 조정하여 콘크리트의 내, 외 온도를 엄격하게 관리하도록 해야 한다. 콘크리트의 각종 온도차이를 제어하는 것은 주요하게 온도차이가 너무 커 콘크리트에 균열이 생기는것을 방지하기 위해서이다. 콘크리트 양생은 습도와 온도 두개방면에 주의를 돌려야 한다. 양생은 물을 뿌려 보습하는 것일 뿐만아니라 또한 콘크리트의 온도변화에도 주의를 돌려야 한다. 보습양생 하는 동시에 콘크리트의 표면온도와 내부온도, 접촉하는 대기온도 사이에 너무 큰 차이가 산생되지 않도록 보장해야 한다. 보온과 방열의 종합조치를 취하면 온도절하와 온도차이가 너무 큰 것을 방지할수 있다. 콘크리트 온도를 제어하는 원칙은: 1) 온도상승이 너무 빠르거나 너무 높아서 안된다; 2) 온도절하가 너무 빨라서 안된다; 3) 콘크리트 중심과 표면사이, 새로운 콘크리트와 낡은 콘

크리트 사이 및 콘크리트 표면과 대기사이의 온도차이가 너무 커서는 안된다. 온도 공제의 방법과 제도는 기온 (계절), 콘크리트 내부온도, 구조 사이즈, 구속 (约束) 상황, 콘크리트 배합비 등 구체적인 조건에 근거하여 확정하도록 해야 한다.

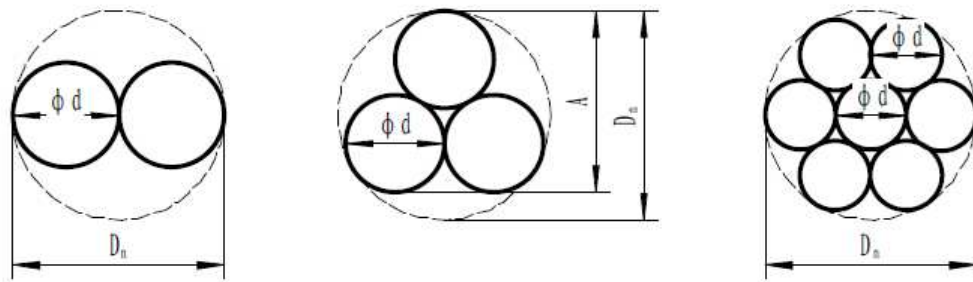
6.11.2 ~ 6.11.3 거푸집을 철거할 때 콘크리트는 일정한 강도가 있어야 하고 표면 및 모서리는 거푸집 제거로 인해 손상받지 말아야 하며 구조가 부동함에 따라 거푸집을 제거할 때 콘크리트가 구비해야 하는 강도요구가 불일치하다. 그러므로 거푸집 제거강도는 연관된 전문규범의 요구를 만족시켜야 한다. 큰 바람 혹은 기온이 급격하게 변화 될 때에는 거푸집을 제거하지 않는것이 적정하다. 콘크리트 내부온도가 절하하기 시작하기 전 및 콘크리트 내부온도가 제일 높을 때 거푸집을 제거해서는 안된다. 만약에 거푸집을 제거한 후 혹은 보온방호 후 표면온도가 급격히 하강하면 콘크리트는 가능하게 균열이 일어날수 있다. 콘크리트의 임의의 부위온도가 모두 점차적으로 절하하는 상태에 처해 있을 때에 라야 보온방호를 철거할 수 있다. 큰 체적의 콘크리트는 온도절하가 너무 빠르지 말아야 하는데 그것은 콘크리트 내, 외에 온도차이가 존재할 때 표면이 급격히 냉각되는 콘크리트는 균열이 생길 가능성이 아주 크기 때문이다. 콘크리트가 간열 (干熱) 보 온을 취할 때에는 반드시 충족한 수분을 보충해야 한다.

7.1.1 강연선 정착구는 일반적으로 프리스트레스 강재와 결합하여 사용하는데 제조업체가 설계하여 생산한 정착구는 모두 특별 지정 한 강연선에 겨누어 개발한 것이다. 그러므로 반드시 결합하여 사용하도록 해야 한다. 정착구 세트는 앵커 플레이트(anchor plate), 클램핑 피스(clamping piece), 앵커 배킹 플레이트(anchor backing plate) 와 나선선 후프철근 (spiral hooping) 등을 포함한다. 동시에 그에 대응되는 제한규정을 준수해야 한다. 일부 공정은 환경조건이 특수하기에 재래식 정착구의 적용성 문제에 주의를 돌려야 하는데 예를 들면 정착구의 사용환경 온도이다.

7.1.3 프리스트레스 공정 중 구조의 시공순서와 프리스트레스를 가하는

관계영향으로 구조 내에 건립하는 프리스트레스인데 또한 구조 중의 비 프리스트레스 구조에도 영향준다. 그러므로 반드시 시공조직 설계규정에 따라 시공하여 정확하게 설계의도를 실현해야 한다. 대 경간의 프리스트레스 구조는 시공편차에 대해 비교적 민감하여 과대한 편차는 구조의 안전도에 진일보로 영향을 줄수 있다. 만약 설계사 혹은 건설단위에서 필요하다고 인정하면 필요한 시공단계 구조의 감측을 진행할수 있다.

7.2.9 스페이싱 (spacing) 판 (板) 을 잘못 사용하는 것을 방지하기 위하여 사용 전 강교선의 직경을 측량하도록 해야 하는 동시에 스페이싱 판 위의 표식과 대조해야 한다. 강교선의 직경은 분도 (分度) 수치가 0.02 mm 인 측정기로 측량해야 한다. 1×2 구조 강교선의 직경은 측량 설명도 7.2.9 (a) 의 D_n 수치를 측량해야 하고 1×3 구조의 강교선은 설명도 7.2.9 (b) 의 A 수치를 측량해야 하며 1×7 구조 강교선의 직경은 측량 설명도 7.2.9 (c) 의 D_n 수치를 측량해야 한다. 동일한 절단면에서 부동한 방향으로 두번 측량하여 평균수치를 취해야 한다.



1×2 구조 강교선 외형 제시도 (b) 1×3 구조 강교선 외형 제시도 (c) 1×7 구조 강교선 외형 제시도

설명도 7.2.9 강교선 회형 제시도

7.3.2 그라우팅 타설품질을 보장하기 위하여 도관의 직경은 최소한 강연선 직경보다 6~10mm 커야 하는 동시에 강연선 이 성속 (成束) 인장 시 도관의 면적은 최소한 강연선면적의 2.5 배 여야 하는데 일반적으로 3~4 배를 취할수 있다.

7.3.3 위치고정 철근은 두가지 형식으로 나뉜다. 한가지는 “井”자 형인데 도관이 “井”자 내에 관입되고 네개방향으로 철근의 스페이싱 (spacing)에 의존해야 한다; 다른 한가지는 십자형인데 도관이 “十”자 곳에 접근하고 철근으로 철선을 고정한다. 두번째 형식은 콘크리트를 타설 할 때 다짐기에 의해 극히 쉽게 파괴될수 있는데 이는 도관으로 하여금 위에 뜨거나 옆으로 이동하게 하여 이로써 요로 (孔道)의 마찰계수를 증가 한다.

원형 절단면 금속 파형관 (波纹管)의 연결은 규격이 한층 큰 도관을 이용하여 연결하는데 그 공법은 숙련되어야 하고 현장조작이 간편해야 하며 두개 끝의 선입 (旋入) 길이는 되도록 일치하도록 보장해야 한다. 편형모양 금속 파형관은 선입하여 연결하는 공법은 사용할수가 없는데 일반적으로 더 큰 규모의 편형캡 (扁形套)으로 연결하는 공법을 사용할수 있다. 플라스틱 파형관은 열용(hot melt)용접 (热熔焊接) 공법 혹은 전문적인 연결캡을 사용하면 균일한 품질보장을 할수 있다.

앵커 배킹 플레이트 (anchor backing plate) 끝부분과 파형관의 연결부분은 쉽게 이탈, 누액 등 문제가 발생되기에 특별히 중시를 돌려 믿음직한 연결과 봉폐조치를 취하여 콘크리트를 타설할 때 위치이동 혹은 소탈되는 현상을 방지해야 한다.

안정하고 양호한 완성공 (成孔) 품질은 인장과 몰탈 그라우팅을 보장하는 전제조건인 하나이다. 그라우팅 할 때 한개 끝으로 주입한 시멘트 점토는 앞으로 유동하는 동시에 도관 내의 공기를 다른 한쪽 끝단으로 배출한다. 그러나 도관에는 기복이 일어나기에 시멘트 점토를 수직방향의 구멍에 아래로 부터 위로 타설하는 것처럼 구멍단면이 충만될수는 없다. 시멘트 점토가 흘러 지났음에도 불구하고 공기가 앞으로 밀리지 않아 도관 내에 그대로 남아있는 상황이 발생하는 현상은 방지할수 없다. 공기가 도관 내에 체류 했을 때 그라우팅 타설의 결함이 출현하여 이른바의 월아결함 (月牙缺陷)을 형성하고 또 흘러나온 물에 의해 충만 될수도 있는데 이는 프리 스트레스 철근의 부식방지에 아주 불리하다. 그러므로 곡선공도 (曲线孔道)의 파마루 (波峰) 부위에 배기관 겸 비수관 (泌水管)을 설치한다. 이 도관은 공기를 배출할수 있을 뿐만 아니라 또 비수 (泌水)를 집중적으로 공도 (孔道) 밖에 배출한다. 금속도관을 사용하거나 혹은 플라스

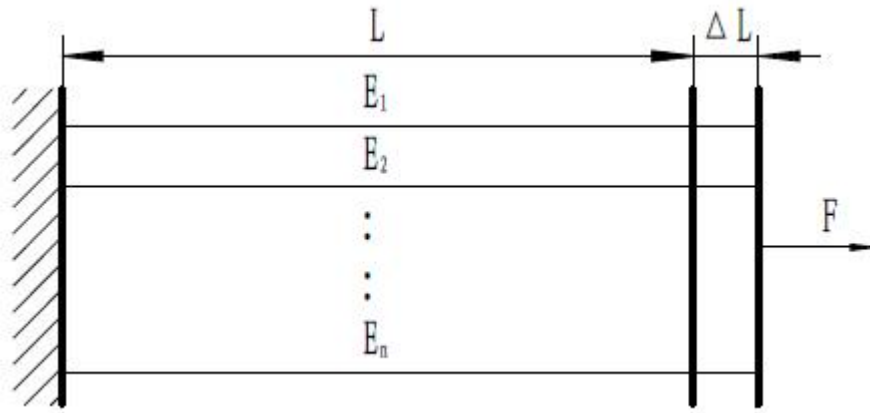
틱 도관을 사용하면 콘크리트 타설과정 중에 배기관이 납작하게 눌리는 현상을 방지 할수 있다. 플라스틱 도관은 PCV 와 재생 플라스틱 도관을 사용해서는 안 되고 일반적으로 강선을 사용하여 플라스틱 도관 및 벽두께가 2mm 보다 작지 않은 폴리에틸렌 도관을 증강할수 있다.

7.4.4 금속과형관은 현장에서 조습한 환경으로 인해 쉽게 부식할수 있다. 그러므로 타당하게 보호하여 녹부식을 방지하고 기름때, 되메우기 토사 등 오염 을 방지해야 한다. 이외에도 기름때와 되메우기 토사는 과형관과 콘크리트 사이의 접착력에 영향주고 변형한 도관은 강연선의 철근관입과 인장 할 때의 마찰 저해력에도 영향주기에 방지해야 한다. 플라스틱 과형관은 높은 온도에서 강도가 급격하게 퇴화되므로 온도가 높은 환경을 방지해야 한다.

7.5.1 열등 (極差) 은 동일한 조의 강선 중 제일 긴 것과 제일 짧은 강선의 수치차이 이다.

7.5.2 고강도 프리스트레스 강재는 고탄소강 (高碳钢) 에 속하는데 일부는 높은 온도의 영향을 받은 후 급히 냉각하면 금속으로 하여금 쉽게 절단되게 한다. 제작 할 때 용접 혹은 접지 스파크가 강연선 표면에 손상주 는것 을 방지해야 하고 또 주변에서 강재를 짜를 때 고온철 수 (高温铁水) 가 강연선 표면에서 유동하게 해서 는 안된다. 강연선을 전기용접 접지선으로 사용하는것을 엄금해야 한다.

7.5.3 빔체의 동일한 단면, 부동한 위치의 프리스트레스가 대칭되고 평행 되는것을 보장하기 위하여 동일한 단면 위의 강연선은 동 일한 업체, 동일한 규격, 동일한 종류, 동일한 로트번호의 산품을 사용해야 한다. 동일한 업체, 동일한 규격, 동일한 종류, 동일한 로트 번호의 부동한 검측서의 실제로 측량한 탄성계수에는 일정한 차이가 있을수 있다. 이를 동일한 속내 (束内)에 사용하면 단근 강교선의 응력차이를 일으킬수 있는 데 이러한 차이는 강교선 항장력 계산강도 f_p 를 초과할수 없다. 분석은 다음과 같다:



설명도 7.5.3 강교선 인장계산 모형도

설명도 7.5.3 에서 보다시피 동일한 소선의 n근 강연선을 설치하는 탄성계수는 분별하여 E_1, E_2, \dots, E_n 이다. 면적 A (오차를 기록하지 않는다) 와 길이 l (오차는 기록하지 않는다) 가 견인력 F 의 작용 하에서 인장력은 Δl 이다. 그러면

임의의 한개 강연선은 균일하게

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F_j}{E_j A} = \frac{\sigma_j}{E_j} = k \quad (j=1,2, \dots, n) \quad \textcircled{1}$$

식 중 F_j - 한개 강연선에 분배되는 견인력.

$$F_j = \sigma_j A \quad (j=1,2, \dots, n) \quad \textcircled{2}$$

에서 아래것을 얻을수 있다

$$\sigma_j = k E_j \quad \textcircled{3}$$

을 ② 에 인입하여 아래것을 얻는다

$$F_j = k E_j A \quad (j=1,2, \dots, n) \quad \textcircled{4}$$

또한

$$F = \sum_{j=1}^n F_j = \sum_{j=1}^n kE_j A = kA \sum_{j=1}^n E_j \quad (5)$$

⑤ 에서 다음것을 얻을수 있다.

$$k = \frac{F}{A \sum_{j=1}^n E_j} \quad (6)$$

강연선 평균 응력

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{nA} \quad (7)$$

강연선 평균 탄성계수

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_j \quad (8)$$

⑦, ⑧을 ⑥에 인입하여 아래것을 얻는다

$$k = \frac{\bar{\sigma}}{\bar{E}} \quad (9)$$

⑨를 ③에 인입하여 임의의 한개 강연선의 응력을 얻는다

$$\sigma_i = kE_j = \frac{E_j}{\bar{E}} \bar{\sigma} \quad (10)$$

탄성계수의 오차로 인한 한개 강연선 응력의 상대 평균응력의 오차는

$$\delta = \frac{\Delta \sigma_i}{\sigma} = \left(\frac{1}{E} \Delta E_j - \frac{E_j}{\bar{E}^2} \Delta \bar{E} \right) \quad (11)$$

국가 현행표준 <프리스트레스 콘크리트용 강연선> (GB/T 5224 - 2003) 제 7.3.5 조 규정에서 강연선의 탄성계수가 195 GPa ± 10GPa 이면 모든

강연선은 N (195, 102) 에 따라 정규적으로 분포되어야 한다. 임의의 소선은 그 속한 와이어 로프 중의 단순확률 표본이고 또 동일한 소선 중의 매개 강연선은 독립적으로 동일하게 분포되고 또 모체와의 확률분포는 같다. 그렇지 않으면 동일한 소선의 강연선은

$$\bar{E} = 195GPa, \Delta E = 10GPa, \Delta \bar{E} = \sqrt{\frac{100}{n}} = \frac{10}{\sqrt{n}}$$

$n=8, E_i=195GPa$, 则 $\delta = \frac{10}{195} - \frac{195}{195^2} \times \frac{10}{\sqrt{8}} = 0.033$ 라고 가정하면 탄성계수의 기복으로 인해 조성한 한개 강연선 응력이 한개 소선의 평균응력에 대한 오차는 3.3%이다.

철도부에서 현행하는 <철도 교량 철근콘크리트와 프리스트레스 콘크리트 구조설계규범> (TB 10002.3 - 2005) 제 3.2.3 조에 규정한 프리스트레스 철근 항장력 계산강도 $f_p = 0.9 f_{pk}$, 제 6.4.1 조에서 규정한 정착구 내 강선의 설계 예응력은 $\sigma_{con} \leq 0.8 f_{pk}$ 이다. 응력오차를 고려할 때 $\sigma_{con} = 0.8 \times 1.03 f_{pk} = 0.83f_{pk} < f_{po}$ 이다. 그러므로 부동한 탄성계수의 강선이 묶음으로 배열 될 때 안전하다.

동일한 묶음의 강선은 반드시 동일한 업체, 동일한 규격, 동일한 종류, 동일한 로트번호의 산품을 사용해야 한다. 부동한 업체, 규격, 종류, 로트번호의 산품의 스페이싱 (限位) 판 규격에는 얼마간의 차이가 있는데 이러한 차이가 프리스트레스 소선 전달력 (传力) 정착에 주는 영향이 비교적 크다.

7.5.4 강선 묶음에 정착구 헤드 (锚头锚具) 를 사용할 때 정착구의 효율계수는 앵커헤드의 강도에 의해 결정되고 또 앵커헤드 강도는 사용하는 공법 및 강선의 직경에 연관된다. 냉각압조 (Cold heading 冷镦) 시 냉각 경화로 인해 앵커헤드의 강도가 제고된다. 그러나 취약성이 증가되고 또 틈 서리가 쉽게 생겨 강도의 발휘에 영향준다; 큰 직경의 강사에 냉각압조를 사용

하면 강도요구를 만족시키기 어렵다.

7.5.5 프리스트레스 이형철근의 인장력 정착 혹은 연결길이는 모두 너트 정착구의 이형무늬 부분이 전달하는 프리스트레스에 근거하기에 충분한 이형무늬가 공작에 참여하는것을 보장하도록 본 조례를 규정하였다.

7.5.7 강연선이 공도(孔道)를 관입하는것은 콘크리트 타설과의 관계에 근거하는데 선천속(先穿束)과 후천속(后穿束)로 나뉜다. 콘크리트 타설 전 강연선을 도관 내에 관입하는 공법을 선천속(先穿束)이라 하고 콘크리트 타설종료를 기다렸다 다시 강연선을 공도에 관입하는 공법을 후천속(后穿束)이라고 한다. 일반적인 상황 하에서는 선천속 공법이 시공기한을 점용하고 또한 강연선이 공도 내에서의 시간이 비교적 길기에 환경 습도가 비교적 큰 남방지구 혹은 우기에는 프리스트레스가 비교적 쉽게 침식된다. 이로하여 공도의 마찰에 영향주는데 심지어 강연선의 역학성능에도 영향준다; 그러나 후천속 공법은 콘크리트 강도가 설계강도에 도달한 후 프리스트레스를 가하기 전에 강연선을 공도에 관입한다. 그러므로 프리스트레스 철근이 공도 내에 있는 시간이 비교적 짧고 또한 인장 후 즉시에 타설하기에 강연선의 부식영향은 무시해도 된다. 동시에 구조시공 기한을 점용하지 않기에 시공속도를 빨리 하는데 유리하여 비교적 좋은 공법이다. 한쪽 끝단은 정착 끝단이고 다른 한쪽 끝단은 인장단 강연선인 것은 선천속 공법을 사용하는것이 적정하다; 그러나 두쪽 끝단을 모두 인장할수 있는 강연선은 후천속 공법을 사용하는것이 적정하다.

강연선을 하나하나 공도 내에 관입하면 가능하게 꼬일수 있는데 이는 느슨함을 늘이고 전체 소선의 평균 탄성계수를 감소하며 신축수치를 증가하기에 제창하지 않는다.

7.5.9 본 조례는 정착구 장치 공법 및 품질공제에 관한 규정인데 주요로 정착구 및 단자의 정상적인 작용을 보장하고 장치 품질문제로 인한 불필요한 성능절하를 초래하지 않는다. 예를 들면 정착구와 승압면이 수직되지 않을 때 정착구와 강연선이 받는 힘에 이상이 생겨 프리스트레스 철근

의 이탈 혹은 사전단열을 초래한다.

7.5.10 만약 외부에 노출되는 강연선에 보호조치를 취하지 않으면 후속되는 콘크리트 타설시공 중 콘크리트의 오염을 쉽게 받고 또한 장기간 공기 중에 노출되면 쉽게 녹이 슨다; 또한 앵커 플레이트의 기적구 (horn mouth 喇叭口)와 배기관구가 활짝 열려 있으면 양생수 혹은 빗 물이 쉽게 공구에 로 흘러드는 현상을 초래하고 강연선과 쉬스관 에 녹이 슬어 인장마찰과 강재의 역학성능에도 영향준다; 동시에 인장 트라프 내에 위치한 앵커 플레이트 기적구 (喇叭口) 가 봉폐되지 않으면 심지어 콘크리트가 진입하는 현상을 초래할수 있어 진일보로 강연선 의 인장에 영향준다. 프리스트레스 계 (系) 분항공정은 강연선 및 도관 등을 장치한 후 의연히 대량의 수속공정이 동일한 작업위치에서 진행되기에 만약 보호가 타당치 않으면 이미 장치한 공정에 대한 파손, 위치이동 등 문제를 아주 쉽게 조성하여 공정품질에 영향주기에 적절한 조치를 취하여 완성된 작업에 대한 보호를 잘해야 한다.

콘크리트 타설 전 공도 내에 관입하는 강연선은 반드시 콘 크리트 타설, 양생 등 과정을 지나야 한다. 강연선이 공도 내에 있는 시간이 비교적 길기에 환경습도가 비교적 큰 남방지구 혹은 우기에 강연선이 비교적 쉽게 부식하여 진일보로 공도마찰에 영향주고 심지어 강연선의 역학성능에 엄청난 영향을 가져다 준다. 쉬스관 완성공 (管道成孔) 품질에 대한 우려 때문에 일반적으로 선천속 공법을 사용하고 현장의 강연선의 부식상황이 비교적 엄중할 때에는 필요한 제한을 진행 할 필요가 있다. 공기 중의 염분은 철근에 대해 녹침식 을 일으키는데 주요하게 염화염 (氯盐) 중의 염화이온 이 철근의 부식 보호 막에 대한 파괴를 일으킨다. 녹 방지 조치: 쉬스관의 각 개 가능한 개구 (开 口) 를 봉폐하는데 단부 (端部) 앵커 플레이트 기적구 (喇叭口), 배기 겸 비 수관구 등을 포함한다. 이외에도 외부에 노출한 앵커 플랫트를 외의 프리 스트레스 철근은 방수비닐보 등을 이용하여 봉합하는 방법도 강연선의 녹을 방지하는데 유효하다.

7.6.1 일반상황 하에서 동일한 다발의 강연선은 전체적 인장을 취하여 각

강연선이 산생한 응력이 비교적 균일하도록 해야 한다. 일부 특수 상황 하에서는 (예를 들면 잭의 최대 적재량이 부족, 인장단 국부적 수압 (受压) 적재력이 부족, 인장단 강연선 길이 가 부족 혹은 인장공간이 제한을 받는 등) 타원형 정착장치, 직선 정착장치, 혹은 각도 절곡이 크지않은 단과곡선 정착장치는 단근인장을 할수 있다.

국가현행 표준 <통용계량 술어 및 정의> (JJF 1001)에 근거하여 교정은 “1 조조작, 그 제 1 단계는 규정조건 하에서 측량표준이 제공하는 수량수치와 대응되는 나나난 수치사이의 관계, 여기서 측량표준이 제공하는 수량수치와 대응수치는 모두 측량 불확정도를 구비, 제 2 단계는 이 정보로써 나타난 수치와 획득한 측량결과의 관계를 확정하는것이다.” 교정은 측량의 범위에 속한다; 점검은 “ 측량의기가 요구에 부합되는 절차를 명확하게 밝히고 확 인하는데 이는 검사, 표기가합과 (혹은) 점검증서 발부를 포함한 다’. 점검 은 법적계량과 계량관리의 범위에 속한다. 양자의 상세한 구별은 설명도표 7.6.1 - 1 을 참고할수 있다.

설명도표 7.6.1 - 1 점검과 교정의 비교

번호	항목	점검	교정
1	효력	법제성이 있고 정부수행 행 위이다.	법제성을 구비하지 않고 기업기술 행위이다.
2	의거	점검규정, 국가, 지구, 부문 세가지로 분별한다.	교정규범, 점검절차의 연관부분일수 도 있다. 국가, 지구, 부문, 기업은 균일 하게 제정할수 있다.
3	내용	전면적으로 계량특징을 확인 하여 합격성을 판단한다.	나타나 수치의 오차만 확정하고 합격 성을 판별하지 않는다.
4	증서	합격; 점검증서 (합격급별) 불합격: 점검결과 통지서	교정증서, 출시수치 오차수치와 교정 불 확정도 (혹은 등급)
5	응용	절차규정의 허용오차에 근거 하여 불확정도를 고려. 사용이 편리하나 효율이 낮다.	교정 불 확정도에 근거하여 불 확정 도를 고려, 일바적으로 사용수치에 대해 수정, 사용하기 불편하지만 효율이 높다.

JJF 1001 와 ISO 등 국내 혹은 국제표준 중 균일하게 효험 이 술어에

관한 정의는 없는데 그러나 광범하게 응용되고 있다. 국내 <산품품질 점검 기구 계량인정 기술심사 규범> (JJF 1021 - 1990) 및 기타 일부 문건자료 중에서는 점검규정이 없을 경우 기업에서 효험방법을 편집하여 효험을 진행해야 한다고 규정하였다; ISO 9001 : 1994 표준의 4.11 (중문판) 중에도 많은 교정이 출현하였다.

그러나 효험 이 단어는 ISO 9001 규범 (중문판) 의 변화발전 중 이미 교정으로 대체되었다. ISO 9001 : 2000 과 ISO 9001 : 2008 표준의 제 7.6 조 감시와 측정설비의 통제에 관한 서술에는 “.....근원을 찾을수 있는 국가 혹은 국가표준의 측정표준을 대조하여 규정한 시간간격에 근거하거나 혹은 사용 전에 교정과 (혹은) 점검 (검증)을 진행한다. 상술한 표준이 존재하지 않으면 응당 교정기록 혹은 점검 (검증) 의 의거를 기록해야 한다.

VIM (국제표준화 조직, 국제전공 위원회 제 9 호 지침 (2007) “국제계량 용어 - 기초통용의 개념과 연관된 술어”) 중 “객관의거를 제공하여 측정기가 규정의 요구를 만족시키는지 증명” 을 점검이라고 할 것이다.

위의 상술을 종합하여 점검과 교정은 국가현행 표준 <통용 계량술어 및 정의> (JJF 1001) 의 명확한 정의술어; 교정은 국내에서 광범위하게 응용되지만 명확한 술어정의가 없고 또 ISO 9001 규정 (중문판) 의 변화발전 중 이미 교정으로 효험을 대체하였다; 검교정 또한 국내에서 광범위하게 응용되긴 하지만 명확한 술어정의가 없다; 효험과 점검의 함의는 교정과 동일하다. 그러므로 본 규정에서는 교정 이 술어를 사용한다.

<탄황관식 정밀 압력시계 및 진공시계 점검규정> (JJF 49 - 1999) 에서 규정한 정밀시계의 정확도 등급과 허용오차는 설명도표 7.6.1 - 2 를 참고하라.

정확도 등급	허용오차 (%) (측량상한 백분비에 근거하여 계산)
0.06	±0.06
0.1	±0.1
0.16	±0.16
0.25	±0.25
0.4	±0.4
0.6	±0.6

정밀시계의 점검주기는 일반적으로 일년을 초과하지 않는다.

<탄황관식 일반 압력시계 압력 진공시계 및 진공시계 점검규정> (JJG 52 - 1999) 에서 규정한 압력시계의 정확도 등급과 허용오차는 설명도표 7.6.1 - 3 을 참고하라.

설명도표 7.6.1 - 3 압력시계의 정확도등급과 허용오차

정확도 등급	허용오차 (%) (측량상한 백분비에 근거하여 계산)			
	령위 (零位)		측량 상한의 90% ~ 10 0%	기타 부분
	대지소 (帶止銷)	불 대지소 (不帶止銷)		
1	1	±1	±1	±1
1.6 (1.5)	1.6	±1.6	±2.5	±1.6
2.5	2.5	±2.5	±4	±2.5
4	4	±4	±4	±4

주: 사용 중의 1.5 급 압력시계 허용오차는 1.6 급에 따라 계산, 정확도 등급은 변경하지 않아도 된다.

압력시계의 점검주기는 일반적으로 반년을 초과하지 않는다.

7.6.5 초기 견인력 (인장수치의 측량기점을 실측) 에 관해서는 <객운 전선 프리스트레스 콘크리트 상판 임시시행 기술조건> (철과기 [2004] 120 호) 제 3.3.15 조, <여객전용선 철도 CRTS II 형 판식 무도상궤도 콘크리트 궤

도판 (당견(擋肩)이 있다) 임시시행 기술조건> (과기기 [2008] 173 호) 제 3.3.5 조에서 균일하게 20% 견인력이라고 규정, <도로 교량합동 시공 기술규범> (JTJ 041 - 2000) 제 12.8.3 조에서는 견인력을 응력의 10% ~ 15% 범위에 공제하라고 규정하였다.

7.6.6 시공 중 일반적으로 잭 피스톤을 측량하는 잭 스트록 길이로써 프리스트레스 강선의 신장량을 추산하는데 실측한 신장량 인측 실측한 잭 피스톤 행 정이다. 실측한 신장량은 초기 견인력으로 부터 계산하는데 초기 견인력 아래부분의 신장량은 포함하지 않는다. 그러나 정착구의 고정판 혹은 잭 내 부의 고정판 (한쪽 견인력) Wedge 의 수축량, 및 빔체의 압축 등 등을 포함하는데 실측한 신장량에 대해 수정해야 한다. 수정한 후의 신장량은 실제 신장량이라 불리운다.

7.6.8 낮은 온도에서 프리스트레스 강선을 인장할 때 프리스트레스 강 선이 쉽게 끊어지는 상황이 발생하기에 이 조례를 규정하였다.

7.6.9 프리스트레스 강선 인장을 먼저 진행한 후 만약 환경온도에 변 화가 생기면 그 프리스트레스 강선 내의 응력에도 변화가 발생하는데 온도 가 상승하면 응력은 저하되고 온도가 저하되면 응력은 상승된다. 그러므로 프리스트레스 강선인장을 선택할 때 되도록이면 온도가 접근하는 시기에 콘크리트를 타설하여 프리스트레스 수치의 파동이 일어나 부재 내에 건립한 프리스트레스 수치에 영향주는 것을 방지해야 한다. 고정길이의 강연선이 온도차이의 영향을 받는 응력변화 계산은 아래와 같다:

강연선이 온도차이의 작용 하에서의 길이 변화량

$$\Delta l = l \cdot \varepsilon \cdot \Delta t \quad \text{①}$$

강연선 길이변화가 일으키는 응력 변화량

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta l}{l} E = \varepsilon \cdot E \cdot \Delta t \quad \text{②}$$

강연선의 인장 공제응력

$$\sigma = 0.75 f_{pk} = 0.75 \times 1860 = 1395 \text{MPa} \quad \text{③}$$

강연선이 온도차이의 영향을 받는 응력 변화

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\varepsilon \cdot E \cdot \Delta t}{1395} = \frac{1.2 \times 10^{-5} \times 1.95 \times 10^5 \cdot \Delta t}{1395} \times 100\% = 0.1677 \Delta t\% \quad \text{④}$$

온도차이가 $\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = 0.1677 \times 20 = 3.35\%$

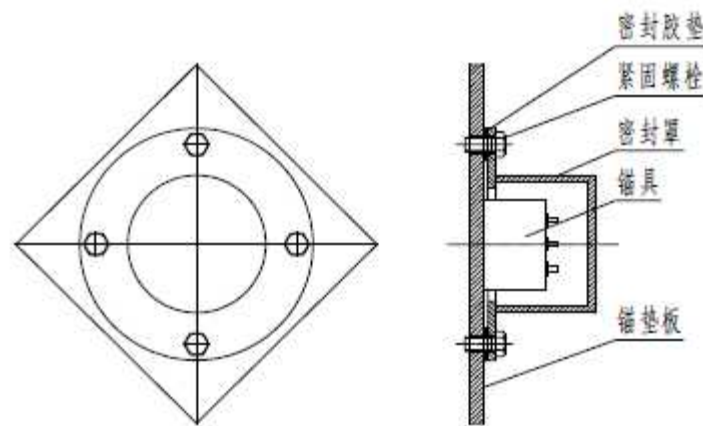
온도차이가 $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = 0.1677 \times 30 = 5.03\%$

7.6.10 모래박스는 일반적으로 현장타설 빔의 거푸집 밀받침에 사용되는 데 프리텐션 빔 시공 중 모래박스를 중복적으로 사용하면 프리스트레스 손실이 비교적 크기에 채용하기에 적정하지 않다; 단 한개의 철근으로 너트를 느슨하게 돌리는 방법은 효율이 낮고 안전성이 차하며 낙후한 공법이다. 그러므로 꼬인것을 풀 때는 썬기 혹은 잭을 사용한다고 한정하였다. 풀리는 속도가 너무 빨라 빔체 콘크리트에 충격파괴를 조성하는것을 방지하기 위하여 반드시 속도를 제한해야 한다.

7.6.11 정착구의 정상적인 공작 및 가능한 열 영향을 고려하여 본 조 례에서는 프리스트레스 강연선의 외부노출 부분 길이에 대해 규정하였다. 절단 위치는 정착구와 너무 가까워서 안되고 동시에 부재품의 장치에 영향 주어서는 안된다.

7.7.6 정착구 Wedge 의 틈새에 부압력이 생겨 시멘트 점토 가 틈새를 따라 되돌아 오기에 반드시 폐쇄를 진행해야 한다. 폐쇄 자재 는 일정한 강

도가 있어 그라우팅 할 때의 압력에 저항할수 있어야 한다. 밀 봉막의 구조와 장치는 설명도 7.7.6 을 참고하라.



설명도 7.7.6 밀봉막 제시도면

8.2.1 매스콘크리트의 정의는 현재 세계 각 국에 헤아릴수 없을만 큼 많은 데 이 조례는 <매스콘크리트 시공 기술규범> (GB/T 50496 - 2009) 제 2.1.1 조 술어에서 해석한 정의를 인용하였다.

8.2.2 매스콘크리트 시공 중 콘크리트의 시멘트 수화열로 인한 온 도상승 을 저하시켜 온도응력의 목표에 도달하기 위해 이 조례에서는 시멘트 품질 에 대한 규정을 진행하였다.

매스콘크리트의 시공공법 특징은 주요하게 큰 체적 콘크리트가 시 공 과 정 중에서의 방법이 부동하고 요구가 부동하며 지역환경이 부동하고 체적 이 크고 작은 등 요인이 부동함에 따라 기타 시공공법이 구비한 각 특성을 초래한다. 그러나 그 혼합물의 특성에 따라 유동성이 양호하고 물이 스 며 들지 않으며 적정한 응결시간 및 슬럼프 손실이 작은 등 기본요구를 만족 시켜야 한다; 콘크리트 제작 전 일상적인 배합비 시험 외에 수요하면 동일 한 유형의 구조에 대해 수화열, 펌프 가능성 등 매스콘크리트 균열 공제에 수요되는 기술참수에 관한 시험을 진행해야 하고 수요할 때 그 배합비 설 계는 펌프시험에서 통과되어야 한다.

8.2.4 일반상황 하에서 매스콘크리트에 편석을 첨가해서는 안된다. 설계에

요구가 있는 상황 하에서 매스콘크리트는 설계요구에 따라 일정한 비례로 편석을 첨가하도록 해야 한다. 편석 콘크리트는 노반과 터널이 이어지는 구간 혹은 교량과 터널이 이어지는 구간 등 코어 필링 (core filling) 구조 혹은 기타 설계의 충전성 비구조성 콘크리트 공정 중에 사용할 수 있다.

8.2.5 매스콘크리트의 특점과 공정 실천경험은 매스콘크리트 시공 기술방안에 대해 열두개 방면의 주요내용을 규정하였는데 안전관리와 문명시공에 연관된 내용은 국가에서 현행하는 연관된 규정을 준수하도록 해야 한다. 그 중 “매스콘크리트 타설체 시공구간 온도응력과 수축응력의 계산방법”은 본 지침의 부록 D 계산방법에 따라 진행하고 조건이 있으면 유한 단원법 (有限单元法)에 따라 더욱 세밀하게 계산하고 분석하도록 해야 한다. 매스콘크리트 항열 (抗裂)은 한개의 종합성적인 문제이다. 오로지 설계사와 시공사가 밀접하게 배합하고 구조의 균열방지 설계가 자재사용, 시공방법, 온도관리 등 방면에서 종합 기술조치를 취해야 만이 효과적으로 이 문제를 해결할수 있다. 또한 많은 공정의 성공적인 경험은 구조설계의 온도관리 우화와 균열방지에 대해 아주 좋은 본보기로 되고 있다.

매스콘크리트 시공현장의 총 평면배치는 매스콘크리트 연속타 설이 도로, 물, 전기, 전문용 시공설비 등의 수요를 만족시킬수 있어야 하고 동시에 현장 지휘와 조절을 강화하며 콘크리트의 운송시간을 최대한으로 줄여야 하고 적정하게 온도를 관리하고 설비의 이용율을 제고하도록 해야 한다.

매스콘크리트의 공급은 콘크리트의 연속적 시공수요를 만족시켜야 하고 일반상황 하에서의 연속적인 공급능력은 단위시간에 수요되는 수량의 1.2 배여야 한다. 많은 공급업체의 공급자재를 사용할 때에는 통일적인 기술 표준을 제정하여 품질의 믿음성을 확보해야 한다. 시공현장에서 첨가제를 첨가해야 할 경우에는 전문 책임자를 파견하는 동시에 비준된 방안에 따라 엄격하게 조작하고 마음대로 물을 가하거나 혹은 혼화제를 가하는 것을 엄금한다.

매스콘크리트 시공은 되도록 장비투입을 증가하고 정보화 관리를 진행하여 작업효율을 제고하고 현장에 진입하는 설비 (온도측량 감리감독 설비를 포함)는 콘크리트를 타설하기 전에 전면적인 검사수리와 조절을 진행함

으로써 장비성능의 믿음성을 확보하여 매스콘크리트의 연속적인 타 설수요를 만족시켜야 한다. 시공 중 전문인원을 지정하여 관리를 수호하도록 해야 한다.

보온층 두께의 확정에 대해서는 본 지침에서 부록 E 중 계산방법을 제시하였다. 이는 열교환 원리 (热交换原理) 에 근거하여 콘크리트의 중심온도에서부터 콘크리트 표면에까지의 산열량 (散热量) 을 가정하였는데 콘크리트 표면 보온자재가 보충해야 하는 발열량 (发热量) 과 동등하다. 동시에 보온층 두께를 콘크리트의 두께로 가정하여 계산한다. 그러나 지적 할 것은 현장에는 실측온도에 근거하여 조절을 진행해야 한다.

매스콘크리트와 일반 콘크리트 시공은 많은 방면에서 부동하기에 관리와 재직 전 교육을 강화하여 조직하고 직위직책을 명확히 하며 책임이 개인에 단게 하고 기술교체를 잘하며 근무교대 제도를 준수해야 한다.

8.2.6 본 조례에서는 매스콘크리트가 시공방안 단계에서 해야 할 견적분석 업무를 확정하고 타설 전 매스콘크리트 타설체에 대해 온도, 온도응력 및 수축응력의 검산분석을 진행해야 한다. 그 목적은 바로 온도관리 지표를 확정하고 (온도상승 최대치, 중심부위와 표층의 온도차이, 온도저하 속도, 콘크리트 표층과 환경의 온도차이) 및 온도관리 시공의 기술조치를 제정하고 (콘크리트 원자재의 선택, 콘크리트 비빔, 운송과정 및 콘크리트 양생의 온도저하와 보온조치, 온도 감독측량 방법 등을 포함)을 확정하여 유해한 균열의 발생을 공제하거나 혹은 방지하여 시공품질을 확보해야 한다. 온도차이는 20℃를 초과하지 않는 것이 적정한데 이 요구는 최소변 사이즈가 1~3m 범위 내에 있는 매스콘크리트에 적용되고 이 규정은 국가 <매스콘크리트 시공기술 규범> (GB/T 50496-2009) 의 온도차이가 25℃를 초과하지 않는다는 요구를 엄격하게 준수해야 한다.

매스콘크리트 균열관리 조치방면에서는 이론연구가 공정실천 보다 많이 낙후하다. 지금에 이르기까지 매스콘크리트 온도장소의 변화와 온도균열에서 산생되는 규률성에 대한 시스템 연구가 아직까지도 부족하고 콘크리트 온도 및 온도응력의 계산이 정확하지 못하다. 매스콘크리트 균열방지 문제에서 외부의 많은 요인을 고려해야 하는데 콘크리트 본체 자재의 특

성 및 새로운 콘크리트 종류를 적게 연구한다. 교량건설에서 대체적 콘크리트 온도관리 균열방지는 다만 소량의 몇개 항목 조치를 취하는데 플라이애쉬, 감수제를 첨가하는것과 냉각 송수관을 채용하는것이다. 그러나 이것만으로는 많이 부족하다. 매스콘크리트의 온도관리는 자재에서부터 시작해야 하고 또한 적절한 시공조치를 취해야만이 균열을 방지하는 목적에 도달할수 있다. 자료 및 현장조사를 거쳐 특히는 냉각 송수관의 설계상 송수관 자재, 송수관 직경, 매설방식, 간격, 통수(通水) 온도, 통수(通水) 속도 등은 모두 경험에 의거하는데 이러한 문제를 해결함에 실행효과가 있는 방법은 없다. 아직까지 교량의 매스콘크리트에 관한 온도관리 연구는 그다지 많지 않다. 공정실천중 많은 개념, 표준도 통일적이지 못한데 이는 시공 및 품질관리에 일정한 난의도를 가져다 줄 것이다. 그러므로 교량건설 자들은 자재, 기계원리(机理), 시공, 검사 등 각개 방면에서 연구를 진행 하여 하루빨리 교통공정의 매스콘크리트 온도관리 균열방지에 적용되는 시공기술을 제정해내야 한다.

8.2.7 층을 나누어 연속적으로 하는 타설시공 혹은 이동식 연속적 타설시공은 현재 매스콘크리트 시공에서 보편적으로 사용하는 방법인데 본 조례에서는 이를 우선적으로 사용한다고 규정하였다. 공정실천 중에는 “전면분층(全面分层), 분단분층(分段分层), 사면분층(斜面分层)”, “사향분층(分享分层), 계단식 분층(阶梯状分层)”, “연속적으로 분층하고 대사면, 얇은 층은 이동식으로 타설” 등으로 불리우는 것도 있다. 본 조례에서는 연속적 타설시공을 강조하고 시공이음을 남기지 말고 구조전체의 강한 성능을 확보해야 한다. 층을 나누어 연속적으로 타설시공하는 특징: 첫번째는 콘크리트 1차 수용량이 상대적으로 비교적 적어 다짐에 편리하고 콘크리트의 타설품질을 확보하기 쉽다; 두번째는 콘크리트 층면의 열발산율이 용하여 매스콘크리트 타설체의 온도상승을 감소시키는데 유리하다; 세번째는 구조의 일체성을 확보할수 있다.

실체두께가 일반적으로 2m 를 초과하지 않고 타설면적이 크며 공정 총수량이 비교적 크고 또한 타설 종합능력에 제한이 있는 콘크리트 공정은 이동식 연속 타설법을 사용하는 것이 적정하다.

아주 두꺼운 (일반적으로 2m 보다 크다) 매스콘크리트에 대해서는 수평 시공이음을 설치하여 층을 나누어 시공하는 것을 허락하는 동시에 수평 시공이음을 설치하는 일반요구를 규정하였다. 기유의 시험자료와 공정 경험이 표명하다 시피 수평 시공이음을 설치하면 효과적으로 콘크리트 내부 온도 상승수치를 감소할수 있는 동시에 콘크리트 내, 외의 아주 큰 온도차 이를 방지할수 있다. 시공이음의 표층과 중간부위에 직경이 비교적 작은 균열방지 철근망을 비교적 조밀하게 설치하면 효과적으로 콘크리트 균열의 발생 혹은 전개를 방지하거나 제한할수 있다.

본 조례에서는 분층사이에 콘크리트를 타설할 때 시공이음의 처리에 대해 일반규정을 제정하여 간헐시간이 비교적 길므로 인해 산생되는 “콜드 조인트 (冷縫)”를 방지한다. 층 사이의 간헐시간은 콘크리트의 초기경화 시간을 기준으로 한다. 콘크리트의 초기경화 시간에 관하여 국제상에서는 저애력법 (阻力法) 을 관입하여 측정하는데 관입하는 저애력 수치가 3.5 Mpa 일 때 콘크리트의 초기경화 표준이다. 그러므로 시험을 거쳐 확정하다 시피 시험지점을 시험현장에 두는 것이 적정하고 시험방법은 국가 현행 표준 <일반 콘크리트 혼합물 성능 시험방법 표준> (GB/T 50080), <슬라이딩 거푸집 공정기술 규범> (GB 50113) 을 참고할수 있다.

매스콘크리트 타설과정 중 수력철근, 위치고정 철근, 매설물 등 쉽게 지장받고 심지어 위치이동, 변형하는데 대해서는 유효한 조치를 취하여 고정 하도록 한다. 메스 콘크리트는 펌프운송 콘크리트의 물, 접합제 비례 가 일반적인 비례에 비해 비교적 크기에 표면에 레이턴스(laitance)와 블리딩 (bleeding) 현상이 보편적으로 존재하는데 제때에 제거하지 않으면 구조 콘크리트의 품질을 저하시킨다. 그러므로 시공방안 중 사전에 구체적인 방법을 규정하여 제때에 콘크리트 표면지수 (积水) 를 제거하는데 편리하도록 한다.

매스콘크리트는 콘크리트의 슬럼프가 비교적 크기에 콘크리트의 초기경화 전 혹은 콘크리트 예비 침전 (preliminary sedimentation) 후 표면에 대해 2 차 마무리를 진행하는 동시에 제때에 얇은 비닐막으로 덮어 놓아 콘크리트 표면수분이 너무 빨리 산실되어 건조수축 균열이 생기는 것을 효과적으로 방지할수 있고 콘크리트 표면 비 구조성의 작은 균열의 산생과

전개를 제어할수 있다. 필요할 때 콘크리트가 최종경화하기 전 1~2h 에 여 러차례의 마무리 처리를 진행할수 있고 콘크리트 표층에 균열방지 철근 망편 을 설치할수 있다.

8.2.8 본 조례에서는 매스콘크리트 양생 중 이미 광범위하게 사용 되고 또 효과가 선명한 보온유지, 보습유지의 양생방법을 사용한다고 규정 하였다. 이왕의 시공경험에 근거하여 매스콘크리트 양생과정 중 강제 (強制) 혹은 불 균일한 냉각 온도저하 조치를 취하면 원가가 높을 뿐만 아 니라 또한 관리가 불 적정하면 매스콘크리트에 관통성(貫穿性) 균열 이 쉽게 생긴다. 보온양생은 매스콘크리트 시공의 관건적 환절이다. 보온양생의 주 요한 목 적은 콘크리트 표면의 열을 확산시키는 것인데 이로 인해 매스콘크리트 타 설체의 내, 외 온도차이 수치를 저하시키고 콘크리트 타설체의 자아 구속 응력을 저하시킨다. 또한 매스콘크리트 타설체의 온도저하 속도를 저하시 키고 산열(散熱) 시간을 연장하여 강도의 잠재력과 자재의 이완특성을 충 분히 발휘시키며 콘크리트의 인장강도를 이용하여 콘크리트 가 외부 속박 응력을 받을 때의 항균열 능력을 제고함으로써 온도균열을 방지 하거나 혹 은 제한하는 목적에 도달한다. 동시에 양생과정 중 양호한 온도와 방풍조 건을 유지함으로써 콘크리트로 하여금 적정한 온도와 습도 환 경에서 양생 하게 하는데 본 조례에서는 사전에 확정된 온도관리 지표에 근거하 여 매 스콘크리트를 타설한 후의 양생조치를 확정하도록 한다.

비교적 좋은 보온성능을 가지고 있는 자재를 콘크리트의 보온양생 중에 사용할수 있다. 매스콘크리트를 시공할 때 구체적인 실정에 맞추어 보 온 성능이 좋고 또한 가격이 싼 자재를 매스콘크리트의 보온양생 중에 사용할 수 있는데 본 조례에서는 시공 중에 늘 보게 되고 또한 가격이 비교적 싼 자재를 열거 하였다.

현장의 실제측량은 매스콘크리트 시공에서의 한개 주요한 환절인 데 감 측수치에 근거하여 양생공작을 지도하여 콘크리트에 큰 온도응력이 생기지 않도록 확보하고 따라서 균열산생을 공제하도록 해야 한다.

고층건물 전환층의 매스콘크리트 시공은 고공 중에서 시공을 조직 하기 에 시공조건이 지면 혹은 지하에 비해 비교적 차하다. 그리하여 보온구 조

설계와 양생공작을 강화해야 한다. 필요할 때에는 온도관리 지표의 요구를 만족시킴으로써 공정품질을 보장해야 한다.

이왕의 시공경험으로 놓고 볼 때 매스콘크리트 구조가 만약 긴 시간동안 자연환경 중에 노출되어 있으면 수축되어 미소한 균열이 발생되어 콘크리트의 외관품질에 영향주기에 이에 대응되는 규정을 제정하였다.

8.2.9 ~ 8.2.10 국내외의 공정실천이 증명하다시피 초기에 시멘트 수화 열로 인해 콘크리트의 내부온도가 아주 높는데 너무 빨리 거푸집을 철거하면 콘크리트의 표면온도가 비교적 낮아 아주 가파로운 온도 계조도를 형성하여 아주 큰 인장응력을 발생하는데 이는 극히 쉽게 균열을 형성한다. 그러므로 조건이 있을 때에는 거푸집 철거 시간을 연장하고 온도저하를 지연시켜 콘크리트의 응력 느슨 효과반응을 충분히 발휘하여 매스콘크리트에 대한 보온보습 양생시간을 증가하도록 해야 한다.

8.2.11 매스콘크리트는 온도관리 수치의 지도하에서 진행해야 한다. 동일한 유형의 콘크리트 구조에 대해서는 전기 시공과정 중에서 온도감 측 시스템은 자동채집, 자동절기록과 무선전달 공능을 구비하고 있다. 일정한 경험수치를 취득한 후 혹은 자동으로 채집을 감독관리 하는 것이 곤란이 있는 상황하에서는 간이적인 수동방식을 취하여 스프링 쿨러를 매립하고 측량채집을 일일이 체크해야 한다. 그러나 측량수치의 대표성을 고려하여 수치 채집점 위치설치와 빈도는 본 조례의 규정을 만족시키도록 해야 한다.

다수의 매스콘크리트 공정이 대칭축선을 구비하고 있기 때문에 온도 감측점의 설치상에서는 축선의 반쪽을 선택하여 시험구역으로 할수 있다; 만약 실제공정에서 대칭되지 않으면 경험 및 이론계산 결과에 근거하여 대표성이 있는 온도 측정위치를 선택하는 동시에 상황에 따라 콘크리트체의 중심, variable cross-section (变截面) 및 비교적 큰 응력을 발생한 다고 예기한 위치에 strain transducer (应变传感器) 를 설치한다. 환경은 도 감측점은 구조물 및 양생 등 구체상황에 근거하여 확정하도록 한다.

8.3 많이 사용되는 섬유 콘크리트에는 주요하게 강섬유 콘크리트와 합성

섬유 콘크리트 등이 있다. 강섬유 콘크리트는 인장, 전단저항, 휨강도와 항균열, 항충격, 항피로, 항진, 항폭발 등 성능요구가 비교적 높은 공정 혹은 부위에 적용된다; 합성섬유는 비 구조성 균열공제에 적용되고 또 절곡인성 (彎曲靱性) 과 항충격성에 일정한 요구의 공정 혹은 부위가 있다.

8.3.1 조, 세골재에 대한 기술요구를 명확히 하는 동시에 강섬유를 콘크리트 첨가제 중에 첨가할것을 고려할 때 섬유 첨가량의 제고에 따라 그 농도는 선명하게 저감된다.

8.3.2 강섬유 콘크리트의 배합비 설계는 반드시 설계요구의 혼합물 성능과 경화 콘크리트의 성능을 만족시켜야 한다. 강섬유 콘크리트의 강도설계 수치는 구조설계요구가 확정하는데 일반적으로 압축강도 (혹은 휨강도), 절곡강도 비례이다. 절곡강도비는 강섬유 콘크리트 품질을 평가하는 주요한 지표이다. 강섬유 콘크리트의 인성을 제고하기 위하여 콘크리트의 본드스 트레스 (握裹力) 가 비교적 높은 강섬유를 선택사용 하도록 해야 한다. 강섬유 콘크리트의 인장강도, 전단강도, 경도 및 철근과의 접착결합 강도 (粘結強度) 등 역학성능은 모두 강섬유 체적비율과 연관된다.

콘크리트의 압축강도는 주요하게 물, 접합제 비례, 시멘트 강도등급 및 조골재 유형에 의해 결정된다. 강섬유 콘크리트의 물, 접합제 비례는 일반 콘크리트와 동일한 방법을 취할수 있는데 국가 현행 표준 <일반 콘크리트 배합비 설계 규정> (JGJ 55)의 공식에 근거하여 계산한다. 최대 물, 접합제 비례와 시멘트 용량의 규정은 국내의 응용상황에 근거하는 동시에 국외규범을 참고하여 확정하도록 한다. 그러나 강섬유의 주위에 몰탈을 충만시키지 못함으로 인해 항장력, 항절곡, 경도와 항균열 성능 등의 제고에 영향준다. 강섬유 콘크리트는 세골재 콘크리트에 속하기 때문에 시멘트 사용량이 비교적 많다. 시멘트 용량이 과다함으로 인해 콘크리트 수축이 크고 항균열에 불리하기에 용량을 제한하도록 해야 한다.

콘크리트 중 강섬유를 첨가한 후 비빔자재는 일반 콘크리트에 비해 메마르르고 슬럼프 수치가 20mm 좌우 감소되었다. 그러므로 본 조례 규정이 슬럼프를 강섬유 콘크리트 농도지표로 삼을 때 슬럼프가 취하는 수치는

일 반콘크리트의 슬럼프 수치보다 20mm 작아도 된다. Vebe consistency (維勃稠度)를 강섬유 콘크리트의 농도지표로 할 때 대응되는 일반 콘크리트와 동일한 수치를 취해도 된다.

8.3.3 비빔은 강섬유가 콘크리트 중에 균일하게 분포되도록 보장하는 주요한 환경이다. 그러므로 본 조례에서는 기계비빔을 사용하는 것이 적정하다고 규정하였다. 비빔 때 아래에 서술한 4 개 종류의 상황이 산생되는 것을 방지해야 한다; 섬유가 덩이로 되고 섬유에 절곡 혹은 절단이 생기며 믹서기가 하중초과로 인해 운행을 정지하거나 자재가 나오는 구멍이 막히는 등 현상.

적정한 자재투입 순서와 방법을 선택하고 또 적정히 비빔시간을 연장하면 강섬유가 콘크리트 중에 균일하게 분포되게 하는데 유익하고 이로하여 강섬유 콘크리트의 품질을 제고한다.

8.3.4 시공할 때 강섬유 콘크리트의 운송시간과 거리를 되도록 축소 하여 운수과정 중 진동으로 인해 강섬유가 침전되고 비빔자재의 균일성에 영향을 주는 것을 방지하도록 해야 한다.

일반 콘크리트와 동일하게 타설과 다짐은 시공 중의 주요한 환절로서 강섬유 콘크리트의 일체성과 다짐성에 직접적으로 영향준다. 만약 혼합물의 농도가 동일하면 강섬유 콘크리트 타설과 다짐에 수요되는 에너지는 일반 콘크리트에 접근된다. 그러므로 다짐공구는 일반 콘크리트의 시공요구에 근 거하여 선택하도록 해야 한다.

강섬유 콘크리트의 초기강도가 비교적 높기 때문에 초기의 습도양생을 강화하는 동시에 일정한 양생온도를 유지하도록 해야 한다.

8.3.6 시험과 공정경험이 표명하다시피 일반적 첨가량 상황에서 섬유 콘크리트 압축강도와 주체강도를 비교할 때 기본상에서 변하지 않는다. 그러므로 합성섬유 콘크리트를 시험배합 할 때 섬유가 콘크리트의 압축강도에 주는 영향을 고려하지 않아도 된다. 동일한 조건의 일반 콘크리트는 연관된 규범의 규정에 근거하여 배합비를 확정하도록 한다.

합성섬유의 체적비율은 0.05% ~ 0.3% 의 범위 내에서 취하는것이 적정

한데 공정요구에 근거하여 시험에 통과하거나 혹은 공정경험에 근거하여 첨가량을 확정할수도 있다. 초기 수축균열을 방지하는데 사용할 때에 많이 사용되는 섬유 체적비율은 0.1% 이다. 첨가비율이 비교적 크면 압축강도와 탄성계수는 작은 폭도로 저하된다. 교량면의 방수층 구조 중의 보호층 섬유 콘크리트로 많이 사용되는 합성섬유는 폴리프로필렌 섬유 (polypropylene fibre) 와 아크릴 섬유 (acrylic fibre) 이다. 만약 설계에 규정이 없으면 폴리프로필렌 섬유망의 첨가량은 1.8kg/m³ 좌우이고 아크릴 섬유의 첨가량은 1kg/m³ 좌우 이다.

8.3.7 기계비빔을 선택하고 적정하게 비빔시간을 늘이면 섬유가 콘크리트 내에서의 균일적인 분산에 유리하다. 콘크리트 마무리를 진행 할 때 콘크리트 중에서 배출되는 것을 방지하기 위하여 합성섬유 콘크리트가 초기로 경화 될 때 마무리를 진행할수 있다고 특별히 규정하였다. 마무리 면은 광화되어야 하고 마무리 작업 시 물을 가해서는 안되며 마무리 차수는 너무 과다해서는 안된다.

8.4.1 환경보호, 작업조건, 인원 직업건강 등 방면을 고려하여 터널 막 장면과 같은 이러한 비교적 봉폐된 공간에 대해 슛크리트 작업을 진행 할 때에는 습식 슛크리트를 채택하는 것이 적정하다; 그러나 터널 이외의 법면 방호 공정 등 비교적 광활한 장소의 조건 하에서는 기타 슛크리트 공법을 채택해도 된다.

8.4.2 슛크리트의 품질은 시멘트 종류와 등급번호와의 관계가 밀접한 데 규산염 시멘트와 일반 규산염 시멘트에는 비교적 많은 C3A 과 C3S 가 함유되어 경화시간이 빠르다. 특히는 급결제와 양호한 호환성이 있기에 우선적으로 선택 사용하도록 해야 한다. 특수한 시멘트는 슛크리트 시멘트, 초조강 시멘트, 항 황산염 시멘트, 저 알칼리 시멘트와 고 알루미늄 시멘트 등을 말한다. 슛크리스 시멘트는 일종의 급결, 조강시멘트 이다; 초조강 시멘트는 주요하게 알루미늄산 칼슘 시멘트를 말하는데 슛크리트에 사용될 때에는 전문 초강 급결제를 첨가하여 사용하도록 해야 한다; 황산염 침식

이 있을 때 에는 항 황산염 시멘트를 사용해야 한다; 골재와 시멘트 중의 염기가 가능 하게 반응이 생길수 있으면 저 알칼리 시멘트를 사용해야 한다; 숯크리트에 비교적 높은 조기강도가 요구될 때 황산 알루미늄산 칼슘 시멘트를 사용해야 한다; 내화구조 (耐火结构) 에 사용 될 때에는 고 알루미늄 시멘트를 선택 사용하도록 해야 한다.

세골재의 조립율은 2.5 보다 커야 한다고 규정한 것은 콘크리트의 강도와 숯크리트가 경화된 후의 수축을 보장하기 위함이다.

조골재의 입도와 급별은 혼합자재가 관할 내에서 순리롭게 수송되고 콘크리트의 조밀성, 경제성 및 리바운드 비율에 모두 주요한 영향이 있다. 그러므로 급별이 양호한 조골재를 사용해야 한다.

숯크리트에 사용되는 혼화제는 주요하게 급결제이다. 또한 수요에 근거하여 접착증가제와 효율이 높은 감수제 등 혼화제를 사용할수도 있다. 급결제의 사용효과와 최상의 첨가량은 그 본체의 성능과 연관되는 외에 시멘트의 종류, 강도등급, 신선한 정도, 시공온도와 콘크리트 물과 접합제 비례의 영향도 받는다. 그러므로 급결제를 사용하기 전에는 시멘트와의 호환성과 급결효과 점검을 진행해야 한다. 점검하는 주요하는 주요항목에는 시멘트에 급결제를 첨가한 후의 초기, 최종 응결시간, 초기와 후기 (28d) 강도의 손실이 포함된다.

접착증가제를 첨가하면 분말도와 리바운드를 선명하게 감소할수 있다; 효과가 높은 감수제를 첨가하면 콘크리트 용수량을 감소할수 있는 동시에 콘크리트 초기와 후기의 강도를 제고할수 있다, 첨가되는 혼화제는 콘크리트의 강도 및 암석체의 결합 힘 상수에 기본상에서 아무런 영향이 없다; 콘크리트와 강재에도 침식작용이 없다; 습도 흡수성이 차하고 보관하기 편리하다; 환경을 오염시키지 않고 인체에 해로움이 없다.

8.4.3 원 표준에서 규정한 시멘트와 골재의 시멘트 골재 중량비례는 1:4 ~1:5 이고 물 접합제 비례는 0.40 ~ 0.50 이었는데 주요하게는 콘크리트의 강도 요구를 만족시키는 것을 고려하고 리바운드 손실을 감소할 수 있다. 시멘트 용량이 너무 적으면 리바운드 량이 크며 초기강도 발전이 완만하다; 시멘트 용량이 과다하면 경제적이지 않을 뿐더러 또한 콘크리트의

수축을 증가시킨다. 현재 일부 숯크리트의 강도등급은 이미 C30, C35 로 제고되었는데 그 실제에 수요되는 접합제와 골재비례, 물과 접합제 비례는 상술한 범위를 초과한다. 그러므로 본 표준에서는 수치범위를 제한하지 않았다.

습식 숯크리트의 시멘트 용량은 콘크리트의 실행 가능성과 응집성(黏聚性)에 영향주는데 이로 인해 콘크리트가 분사도관 중에서의 수송 및 리바운드 비율의 높고 낮음에도 영향준다. 습식 콘크리트의 시멘트 용량에 대하여 규정을 내리는 전제하에서 원자재, 습식 숯크리트 설비, 작업요구 등 구체적인 요구와 결합하여 콘크리트 슬럼프를 조절하여 습식 숯크리트의 실행을 조절하도록 해야 한다. 실천이 증명하다 시피 슬럼프가 8~13 mm 일 때 습식 숯크리트의 실행에 유리한데 시공과정 중 참고로 할수 있다.

8.4.4 숯크리트의 생산은 반드시 강제식 믹서기를 사용해야 하고 일정한 비빔시간을 규정하여 콘크리트의 균질성을 보장해야 한다. 그렇지 않으면 숯크리트의 급결효과에 영향을 줄 뿐만 아니라 동시에 강도수치에 비교적 큰 분산이 있게 한다.

숯크리트 혼합물은 운수, 보관 과정 중에서 슬럼프 손실이 비교적 빠르다. 숯크리트 작업의 순리로운 진행과 시공품질을 보장하기 위하여 과정 안치는 30min 를 초과하면 안되고 보관 과정 중 비에 젖거나 침수되거나 혹은 잡물질이 혼입되어서는 안된다고 규정하였다.

8.4.6 리바운드의 손실을 감소하기 위하여 일차 분사된 콘크리트의 두께는 너무 얇아서도 두꺼워서도 안된다. 그렇지 않을 경우 숯크리트의 결합 힘 상수에 영향주어 격리층을 조성하거나 혹은 자중이 너무 크므로 인해 추락된다.

국가 현행 표준 <락볼트 숯크리트 지보 기술규범> (GB 50086) 중 숯크리트의 리바운드 비율에 대한 규정에서 범면은 15% 보다 커서는 안되고 아치부분은 25% 보다 커서는 안된다고 요구하였다. 리바운드 비율의 규정 방법: 표준에 근거하여 0.5~1.0m³ 의 콘크리트를 조작하고 길이가 3.0m 의 측벽 혹은 아치부는 10cm 두께의 숯크리트 층을 바닥면에 펴는 채색

비닐천 혹은 강판으로 리바운드 물체를 수집하고 무게를 달아 체적과 전부의 숯크리트 체적의 비율을 계산한다.

숯크리트 작업기 주위의 분말 허용농도는 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 보다 작아야 한다.
측정조건: 동내 통풍을 정지한 환경에서 숯크리트 작업을 5min 진행한 후 숯크리트 점과 5m 떨어져 있는 곳의 측정수치.

낮은 온도에서 숯크리트 작업을 진행하면 콘크리트 경화시간이 선명하게 길어져 매 회 진행하는 숯크리트 두께를 감소하는 동시에 리바운드 비율을 증가시킨다. 동시에 숯크리트가 낮은 온도에서 경화하면 강도증가가 완만하다. 숯크리트 작업에 양호한 작업조건을 마련하고 콘크리트가 동절기시공 중에서의 강도가 정상적인 발전을 얻을수 있게하는데 본 조례에서는 숯크리트 작업환경 온도가 5°C 보다 작지 말아야 한다고 규정하였다.

8.4.7 모암 내부응력이 큰 곳과 내부응력 변화가 큰 지역은 변형량이 크기에 무근콘크리트는 쉽게 균열되고 쉽게 덩이가 떨어진다. 일정한 수량의 강섬유 혹은 폴리머 섬유를 첨가하면 숯크리트의 항장력, 압축강도 및 전단강도 성능을 개선할수 있고 분사층의 유연성과 항균열성을 증가할수 있다. 강섬유 숯크리트의 한개 주요한 특징은 양호한 경도를 구비한 것인데 기초 콘크리트가 균열된 후 비교적 큰 소성변형을 산생할 때에도 지지력이 선명하게 저하되지 않도록 유지하고 암 폭발과 큰 변형이 일어나는 상황에서의 응력방출에 적응할수 있으며 변형을 흡수하는 능력을 구비하고 있다. 초기지보로서 일정상 정도의 균열을 제어하는것은 허용되는데 강섬유 콘크리트의 경도는 암석면과 긴밀히 밀착되는 숯크리트 층으로 하여금 일정한 유연성을 가지게 하는 동시에 또한 모암과 공동으로 변형하는 과정중 지속적이고 효과적으로 지보 대항력을 제공하는데 이로써 효과적으로 모암의 변형에 적응하고 제어한다.

강섬유 등가직경 (等效直径) 은 비 원형 절단면을 면적이 대등한 원칙에 따라 원형절단면의 직경을 계산하는 것을 말한다. 강섬유 직경 비례는 길이 대 직경 (혹은 등가직경) 의 비례를 가리킨다. 강섬유가 과도하게 길면 도관이 쉽게 막히기에 자재 수송도관 및 노즐의 내직경에 근거하여 강섬유의 최대직경을 확정해야 한다.

강섬유의 최소 첨가량은 콘크리트 중에 확산되어 있는 강섬유의 “최소 중첩수치” (minimum fiber overlap) 요구에 따라 계산한 “최대 평균간격 S”(maximum average spacing value) 에 근거하여 확정된 것인데 강섬유가 콘크리트에서 분포되는 균일성을 보장한다. 벨기에 환경과 기초부위 연관문건에서는 S=0.4lf 를 취하면 강섬유에 충족한 중첩을 보장할 수 있다고 추천하였다.

이로부터 강섬유의 최소첨가량을 계산할수 있다.

$$\omega_{\min} = \frac{6162}{\alpha^3 \lambda f^2} \quad (\text{설명 8.4.7})$$

식 중 ω_{\min} - 강섬유의 최소첨가량 (kg/m³)

S - 강섬유의 최대 평균간격

싱가포르의 지하철 공정은 숏크리트의 공법특점을 고려해야 하는데 공식 S = 0.4lf 의 계산결과를 참고하는 동시에 최소 첨가량은 20kg/m³ 보다 작지 말아야 하고 그 수치에 관해서는 설명도표 8.4.7 - 1 중에 제시되었다.

설명도표 8.4.7 - 1 강섬유의 최소 첨가량 (kg/m³)

lf/df	40	45	50	50	55	60	65	70	80
a = 0.45	43	34	28	28	23	19	16	14	11
a = 0.40	61	48	40	39	32	27	23	20	16
싱가포르 지하철	65	50	50	40	35	30	25	20	20

구라과 숏크리트 규범에서 추천하는 사석자재 급별은 설명도표 8.4.7 - 2 를 참고하라.

설명도표 8.4.7 - 2 강섬유의 최소첨가량 (kg/m³)

ISO 체직경 (m)		0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	11.2	16
스크린 수량 (중량,%)	상한	12	26	50	72	90	100	100	100	100
	하한	4	11	22	37	55	73	90	100	100

강섬유 슛크리트의 원자재 중 규소분말 등 활성 첨가제를 첨가하면 강도, 조밀성과 내구성 제고에 유리하고 접착성을 증가하고 리바운드를 감소하며 후기의 강도를 개선한다; 동시에 자재의 펌프 가능성을 개선할수 있고 도관과 기계마모를 감소하여 재료분리와 도관이 막히는 것을 방지한다.

국외의 상황에 근거하여 볼 때 강섬유 콘크리트의 강도등급은 최소한 C25 인데 강도등급이 너무 낮으면 불 경제적이라고 인정된다. 우리나라의 근래 슛크리트 기술의 발전, 특히는 습식 슛크리트 기술의 광범위한 보급과 각 종류의 첨가제, 혼합재의 성공적인 응용으로 놓고 볼 때 강섬유 슛크리트의 강도등급 기준을 C25 라고 하는 것은 적정하고 필요한 것이다.

강섬유 콘크리트 시공에서 특별히 주의해야 하는 한개 문제는 바로 강섬유 슛크리트의 비빔공법이다. 강섬유 콘크리트의 자재투입, 비빔과정 중에서 되도록 강섬유로 하여금 콘크리트 본 체 중에 균일하게 분포되게 하거나 혹은 연관된 요구의 방향에 따라 배열하여 자재의 균질성과 방향성을 보장하도록 해야 한다.

강섬유 콘크리트는 수평 이축형 강제식 믹서기로 비비는 것이 적정한데 강섬유 첨가비율이 비교적 높고 농도가 비교적 클 때 믹서기는 비교적 큰 공율을 수요하며 비빔 때 섬유덩이, 섬유의 절곡산생 혹은 절단, 믹서기가 하 중을 초과함으로 인해 운영을 정지하거나 자재출구가 막히는 것을 방지해야 한다. 적재초과를 방지하기 위하여 강섬유 슛크리트의 일차성 비빔량은 믹서기의 액정 비빔량의 80%를 초과해서는 안된다.

자재투입 순서와 방법은 시공조건 및 강섬유 형태, 직경길이 비례, 체적을 등과 연관 되는데 강섬유가 혼합물 중에서의 분산이 균일하고 덩이가 지지 않게 확보하기 위하여 일반적으로 강섬유, 시멘트, 조세골재를 먼저

건비빔을 한 후 물을 가하여 습비빔을 하는 방법을 채택하고 또한 건비빔 시간은 1.5 min 보다 적어서는 안된다; 혹은 먼저 시멘트, 조세골재와 물을 투입하여 비빔과정 중 강섬유를 분산하여 첨가하는 방법을 채택 할수도 있는데 필요할 때 종자 공급기로 강섬유를 균일하게 혼합재 중에 분산할수도 있다. 어떠한 방식이든지 강섬유 슛크리트의 전체 비빔시간은 일반 슛크리트 보다 1~2min 를 연장해야 한다.

8.4.8 합성섬유 슛크리트 중의 섬유는 주요하게 폴리프로필렌 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 나일론 섬유, 유리섬유, 탄소섬유 등이 있는데 그 종류, 규격이 비교적 많다. 그러나 시공 중에 주요하게 사용되는 합성섬유는 폴리프로필렌 섬유인데 유기합성제 ($\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$) 가 취합되어 생긴 고분자 화합물은 일종 구조가 반듯한 결정성 (结晶性) 취합물이다. 폴리프로필렌은 물에 용해 되지 않고 내열성이 양호하며 $121^\circ\text{C}\sim 160^\circ\text{C}$ 에서 연속적으로 내열하는데 용점은 $160^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ 로서 일종 비극성 (非极性) 취합물인데 양호한 전기 전열성능이 있고 유전율이 2.25 로서 비교적 좋은 화학 안정성이 있다. 폴리프로필렌은 물에 거의 용해되지 않고 대다수 화합품, 예를 들면 산, 염기와 유기용제와 접촉하면 작용이 발생하지 않는데 그 물리성능이 양호하고 항장력 $3.3\times 10^7 \sim 4.14\times 10^7 \text{ Pa}$, 로크웰 경도 R82 ~ R110 이다. 그러므로 폴리프로필렌 섬유 콘크리트에 사용되는 길이는 일반적으로 5~50mm 범위 내에 있기에 폴리프로필렌 스테이플 파이버 (Polypropylene staple fiber) 라고 불리운다. 폴리프로필렌 섬유는 직접 인발로 만들어진 폴리프로필렌 단사 (单丝) 사이의 상호분해력 (互拆力) (분산성) 을 증가한다.

Du pulls the fiber (杜拉纤维) 는 개성 (改性) 과 특수표면 처리를 거친 폴리프로필렌 단사섬유이다. 그 물리, 화학성능은 아주 양호하고 시공이 편리하다. 그러나 현재까지도 널리 보급하여 응용하는 단계에 처해있다.

폴리에틸렌 섬유는 탄성계수가 낮고 하중을 분담하는 응력도 작기에 아직까지 복합자재에 아주 적게 사용된다. 유리섬유 콘크리트는 대기 중에 일정한 시간 노출되면 그 강도와 인성이 대 폭도로 저하되는데 초기의 고강도, 고인성으로 부터 일반 콘크리트에 퇴화되는 데다가 그 내 알칼리

성이 요구에 부합되지 않아 현재 주요하게 구조보강에 사용된다. 탄소섬유는 항장력과 탄성계수가 아주 높고 화학성질이 온정하며 콘크리트와 접착하는 우점이 있다. 그러나 탄소섬유의 생산원가가 높은 원인으로 응용에서 일정한 제한을 받는다. 현장 조작인원이 나일론 섬유(폴리아미드) 콘크리트에 대한 보편적인 감각은 그 시공성능이 일반 콘크리트보다 우수하고 나일론 섬유를 첨가하면 콘크리트의 건조수축 수치를 선명하게 저하시키는 것이다. 그러나 절곡저항, 압축강도, 축압력(軸壓) 및 응력응변 성능은 일반 콘크리트와 선명한 차이가 없고 항침투, 녹저에 성능에는 선명한 개선이 있어 콘크리트의 내구성을 제고한다. 그러나 폴리프로필렌 섬유와 비교할 때 가격이 비싸기에 널리 보급하는 것과 응용에서 제한을 받는다.

폴리프로필렌은 비침식의 화학 충전물인데 광물질, 산알칼리 기질과 무기염에 대해 아주좋은 화학저항 작용이 있다. 이렇고로 폴리프로필렌은 효과적으로 콘크리트의 소성수축과 균열을 저지한다.

비빔시간을 연장하면 섬유의 분포와 강도에 영향주지 않는다. 폴리프로필렌이 콘크리트를 강화하는것은 기계작용이지 화학작용이 아니다. 이의 첨가는 물을 가하거나 원래의 콘크리트 배합비를 변경 할 필요가 없고 또한 기타 첨가제, 혼화제의 첨가에 영향주지 않는다.

8.4.9 숯크리트의 수축변형은 현장타설 콘크리트 보다 큰데 그 주요원인은 숯크리트 중 세골재의 성분이 비교적 많고 시멘트 용량이 비교적 크며 또 급결제를 함유하였기 때문이다. 시멘트로 하여금 충분히 수화되게 하기 위하여 콘크리트의 불 정상적인 수축균열을 감소하거나 방지하고 숯크리트가 최종 응결된 2h 후 즉시 습윤양생을 진행해야 한다.

숯크리트 초기의 수화는 비교적 빠르고 수화열이 비교적 높는데 환경온도가 비교적 낮을 때 만약 재차 물을 뿌려 양생하면 온도차이로 인해 비교적 큰 응력을 쉽게 산생하여 콘크리트 표면이 갈라진다. 그러므로 환경온도가 5℃ 보다 낮을 때 물을 뿌려 양생하는 것이 적정하지 않다. 시공과정 중 조치를 취해 일정한 환경온도를 보장해야 한다.

8.5.1 근년래 자원을 충분히 이용하고 공급수요의 모순을 해결하기 위하여 특세사 콘크리트 응용이 갈수록 많아지고 있는데 특히는 우리나라 중경과 하남지구에는 이미 비교적 성숙된 응용경험이 있다. 2004년 중경에서는 지방표준 <특세사 콘크리트 응용기술 규범> (DB 50/5028 - 2004) 를 제정하였다.

철도 콘크리트 공정 중 특세사를 단독적으로 세골재로 하여 C30 이상 강도등급의 콘크리트를 배합제작 해서는 안된다. 그러나 근년래의 연구와 공정 실천이 증명하다시피 조립률이 1.0 보다 작지 않은 특세사와 중조사(기제사를 포함) 를 사용하여 조립률이 1.6 보다 작지 않은 혼합사를 조성하면 강도 등급이 C50 및 이상의 콘크리트를 배합제작 할수 있는데 이것도 특세사 자원을 효과적으로 이용하는 방식 중의 하나이다. 그러나 특세사 콘크리트는 내구 성능이 불온정함으로 인해 고속철도 빔, 아치, 궤도판, 높은 교대교대와 항 췌김, 항마모 (수위변화 범위), 항동, 항침투 및 항침식 요구의 공정 중에 응용에만 제한된다.

8.5.3 특세사 콘크리트 배합제작에서 만약 중사 콘크리트의 모래비율을 답습한다면 시멘트 용량이 증가 될 뿐만 아니라 또한 콘크리트의 강도도 쉽게 제고되지 못하고 수축도 증가되며 콘크리트의 균열도 증가 될 것이다. 돌맹이 입도와 공극율이 고정된 상황 하에서 걱정하게 돌맹이의 사용량을 증가하고 모래비율을 감소하며 몰탈용량을 감소하면 콘크리트 골재의 총비표면적을 저 하할수 있고 시멘트 등 결합재의 용량을 절약하며 수축을 감소하여 콘크리트 초기균열의 산생을 방지할수 있다. 그러므로 특세사 콘크리트는 낮은 모래 비율을 사용하는 것이 적정한데 그 모래비율은 <일반 콘크리트 배합비 설계 규정> (JGJ 55) 에서 요구한 중사 모래비율 보다 15% ~ 30% 적어야 한다. 이 것이 바로 특세사 콘크리트를 배합제작 할때의 낮은 모래비율 원칙이다.

특세사 콘크리트 배합비 설계절차는 기본상에서 일반 콘크리트와 동일한데 부동한 것은 특세사 콘크리트의 조, 세골재 용량을 계산 할 때에는 몰탈 잔여 계수법을 사용하여 계산하는 것이 적정하다. 그 계산공식은

$$G_0 = \frac{1000}{1 + K \cdot \frac{P}{1 - P}} \cdot \gamma_s \quad (\text{설명 8.5.3 - 1})$$

$$S_0 = (1000 - G_0/\gamma_s - C_0/\gamma_c - W_0/\gamma_w)\gamma_s \quad (\text{설명 8.5.3 - 2})$$

식 중 G_0 - 특세사 콘크리트의 조골재 용량 (kg/m³)

S_0 - 특세사 콘크리트의 세골재 용량(kg/m³)

P - 조골재의 콤팩션 공극율 (%)

C_0 - 특세사 콘크리트의 시멘트 용량 (kg/m³)

W_0 - 특세사 콘크리트의 물 사용량 (kg/m³)

γ_g - 조골재의 겉보기 밀도 (g/cm³)

γ_c - 시멘트의 밀도 (g/cm³)

γ_s - 조골재의 겉보기 밀도 (g/cm³)

γ_w - 물의 밀도 (g/cm³)

특세사 콘크리트의 몰탈 잔여계수 K 는 설명도표 8.5.3 에 따라 선택할 수 있다.

설명도표 8.5.3 특세사 콘크리트 몰탈 잔여계수 K

조골재 규격(mm)	5 ~ 10	5 ~ 20	5 ~ 40	5 ~ 80
콘크리트농도				
5~20 (드라이 콘크리트)	1.30 ~ 1.35	1.20 ~ 1.25	1.15 ~ 1.20	1.10 ~ 1.15
10~30 (소성 경성 콘크리트)	1.35 ~ 1.40	1.25 ~ 1.30	1.20 ~ 1.25	1.15 ~ 1.20
30~50 (소성 경성 콘크리트)	1.40 ~ 1.45	1.30 ~ 1.35	1.25 ~ 1.30	1.20 ~ 1.25
50~70 (소성 경성 콘크리트)	1.45 ~ 1.50	1.35 ~ 1.40	1.30 ~ 1.35	1.25 ~ 1.30

콘크리트의 실행 가능성, 보수성 및 접착성을 보장하고 콘크리트 강도를 제고하기 위하여 특세사 콘크리트가 배합설계를 진행할 때 낮은 모래비

율을 채택하고 그 모래비율은 중사, 세사콘크리트, 모래비율의 85% ~ 70% 일 때가 적정하다.

8.5.4 특세사 콘크리트 접착도는 비교적 크고 쉽게 균일하게 비벼지지 않으며 이로 하여 비빔자재 투입 시 자재투입 순서를 고려해야 한다. 일반 상황 하에서 먼저 조, 세골재를 비빈 후 다시 결합재와 물을 투입하는 동시에 중, 세사 콘크리트 보다 그 비빔시간을 1~2min 연장하도록 해야 한다.

8.5.5 특세사 콘크리트는 표면이 쉽게 탈수됨으로 하여 수축이 출현 하는데 콘크리트 표면에 균열무늬가 생기는 것을 방지하기 위하여 콘크리트 타설이 완료된 후로부터 최종경화되기 전까지 2 차 표면 마무리를 진행한다.

8.5.6 특세사 콘크리트는 시공초기에 제때에 양생을 진행하지 않음으로 인해 콘크리트 표면에 균열무늬 등 품질문제를 초래한다. 그러므로 본 조례에서 특별히 특세사 콘크리트 양생의 긴급성을 강조하였다.

8.6.1 본 조례에서는 수축 콘크리트의 주요한 사용장소를 명확히 한 것이다. 팽창원(膨脹源)은 에트린자이트의 수축보상 콘크리트 사용조건에 대해 규정을 진행하였다. 왜냐하면 에트린자이트가 80℃ 이상에서 가능하면 분해된다. 그러므로 안정성에서 고려하여 팽창원은 에트린자이트의 수축보상 콘크리트의 사용환경 온도는 80℃ 보다 높아서는 안된다; 팽창원은 수산화 칼슘의 수축보상 콘크리트는 이 제한을 받지 않는데 시공과정 중 주의하도록 해야 한다.

8.6.2 수축보상 콘크리트의 모래비율은 일반적으로 비교적 높는데 이로 인해 조입률이 2.6 ~ 3.1 의 중사인 세골재를 사용하는 것이 적정하다; 사질암 유형의 산(刪)사, 기제사, 바다사를 사용하는 것이 적정하지 않은 데 이러한 유형의 모래는 수축보상 콘크리트의 제한 팽창율에 비교적 큰 영향

을 준다.

팽창제는 직접적으로 첨가하는 동시에 시멘트 수화과정에 영향준다. 팽창제를 선택사용 할 때 시멘트와의 양호한 호환성이 있어야 하는 동시에 콘 크리트 기체의 역학성능, 공작성능과 내구성능을 보장해야 한다. 그러므로 철도시공 중 고 알칼리성 팽창제 혹은 알루미늄 가루와 같은 팽창원으로 하는 팽창제를 사용해서는 안된다.

8.6.3 일반적으로 수축보상 콘크리트에 사용되는 팽창제에는 황 산칼슘 종류, 황산 알루미늄산 칼슘 - 산화칼슘 등이 있는데 시공과정 중 미소 팽창 콘크리트 사용환경, 부위, 설계요구에 근거하여 적절한 팽창제 종류와 첨가량을 선택하도록 해야 한다. 그렇지 않을 경우 부당한 응용으로 콘크리트의 내구성능과 사용공능에 엄중한 영향을 줄 것이다. 황산 알루미늄 산 칼슘 - 산화 칼슘 종류의 팽창제로 배합제작된 미소 팽창 콘크리트는 그 팽창원, 수화산물이 에트린자이트로서 장기적 환경온도가 80℃ 이상인 공정에 사용해서는 안된다; 산화 칼슘 유형의 팽창제로 배합제작된 미소 팽창 콘크리트는 그 팽창원이 수산화 칼슘이기에 바다물 혹은 침식성 물이 있는 공정에 사용해서는 안된다.

수축보상 콘크리트의 제한 팽창율은 강도 (強度) 처럼 물, 접합제 비 레의 크고 작음에 따라 결정되는 것이 아니라 단위 팽창제 사용량과 대체적으로 정비례 관계이다. 이왕 단순하게 백분비 첨가량으로 팽창제 용량을 확정했다. 콘크리트 강도등급이 비교적 낮거나 혹은 시멘트 용량이 비교적 적으면 팽창제의 실제 사용량이 부족한 현상이 출현하는데 팽창율이 낮은 것을 초래하여 보상수축의 목적에 도달하지 못한다.

보상수축 콘크리트의 수요량은 일반 콘크리트보다 대략 10% ~ 15% 크고 슬럼프, 물, 접합제비레, 감수제 첨가량의 불변을 유지하는 상황 하에서 내부 팽창제가 증가함에 따라 콘크리트가 팽창율 증가를 제한하여 콘크리트 강도로 하여금 저하하게 하고 또한 슬럼프 손실이 증가된다. 이로하여 수축보상 콘크리트 배합비 설계를 진행할 때 콘크리트의 단위용수량을 감소하고 비교적 큰 모래비율과 비교적 작은 슬럼프를 채택하는 것이 적정하다. 가끔 그 공작성능을 조절하지 위하여 완화 감수제와 플라이애쉬, 슬래

그 등 첨가 제를 첨가할수 있다.

도표 8.6.3 중의 팽창율 제한 지표는 국가 현행 표준 <콘크리트 혼화 제 응용기술 규정> (GB 50119) 의 규정에 근거하여 확정한 것이다. 여기에 서 명확히 할 것은 특수 조건 하에서 팽창율 콘크리트를 사용할 때 사전에 필요한 시험연구를 진행해야 한다. 단위 결합재 용량은 단위 용수량과 물 접합제 비례에 근거하여 확정된다. 일반적으로 C25~C40 의 보상수축 콘크리트의 단위 결합재 용량이 300 ~ 450 kg/m³ 일 때 구조긴밀 및 비교적 좋은 보상수축 효과를 획득할수 있다. 연구에서 표명하다 시피 결합재 중 첨가제가 너무 많으면 팽창성능을 저하시킨다고 하였다. 그러므로 배합비 설계를 진행할 때에는 시멘트, 첨가제, 팽창제의 비례를 합리하게 확정하여 설계요구의 팽창율 제한을 확보하도록 해야 한다. 현장조건과 실내시험이 콘크리트 팽창율을 제한하는 영향이 부동한 것을 고려하여 실내에서 콘크리트 배합비 시험을 진행할 때 그 제한팽창율은 설계수치보다 0.005% 커야 한다. 만약 설계 제한팽창율이 0.02% (2.0×10^{-4}) 일 때 배합비 설계 시 고려해야 할 제한 팽창율은 0.025% 여야 한다.

8.6.4 수축보상 콘크리트의 비빔방식과 비빔시간이 혼합물에 대한 균일성, 함기량 및 공작성능은 모두 비교적 큰 영향이 있는데 일반적으로 말할 때 팽창제와 시멘트는 동시에 투입하는 것이 좋고 비빔시간은 3min 보다 작아서는 안된다.

8.6.5 수축보상 콘크리트는 세개 방향에서 힘을 받는 (제한 혹은 구 속을 받는다) 상황하에서 자체의 팽창으로 하여 자아응력을 산생한다. 이러 한 응력에 대항하기 위하여 거푸집은 충족한 강도(强度)와 강도(刚度) 가 있어야 하고 거푸집 지지는 일정하게 결실하고 튼튼해야 한다. 아주 긴 구조 콘크리트와 대 체적 콘크리트는 거푸집이 받는 응력이 더욱 크기에 시 공할 때 주의하도록 해야 한다.

8.6.6 콘크리트 품질과 시공면의 청결함을 보장한다는 목적에서 시공 할 때 비나 눈을 만나면 대롭게 타설한 콘크리트에 대해 덮어놓아 양생하 도

록 해야 한다. 많은 공정실체에서 증명하다시피 만약 시공이 “냉 균열 冷縫” 가 생기면 팽창 몰탈로 이음조치를 취하는 것이 비교적 믿음직 하다. 최종 응결 전 콘크리트 표면에 대해 여러차례의 다짐 마무리를 진행하는 것은 소성 균열무늬를 소거하기 위해서이다.

8.6.7 수축보상 콘크리트 전기에는 수화 (水化) 가 비교적 빠르다. 연구에서 표명하다 시피 모양을 형성하는 24h 때 수축보상 콘크리트에는 대량의 소성수축과 자체수축이 이미 산생되었고 내부 미시구조(微观结构)가 이미 초보적으로 형성 되었으며 모세공 (毛细孔) 구조는 이미 붕괴되었 기에 콘크리트는 타설이 완성된 후 제때에 양생을 진행하도록 해야 한다. 만약 수축보상 콘크리트 양생공작을 잘하지 못하면 그 수축 또한 일반 콘크리트 보다 더욱 엄중 할 것이다. 초기양생은 강도증가에 극히 주요 할 뿐더러 더욱 중요한 것은 수요되는 팽창율을 획득하도록 확보한다. 보상 수축 콘크리트가 14d 내에 그 팽창성은 계속 증강하기에 양생시간은 14d 보다 적지 않을 것을 요구한다. 동절기에 양생 할 때 만약 직접 표면에 물을 뿌리면 가능하게 동해로 인해 콘크리트 표면의 균열무늬를 초래할수 있으므로 보온보습하여 양생하도록 해야 한다.

8.6.8 새롭게 타설한 콘크리트는 충족한 강도가 없을 뿐더러 또한 효과적 인 팽창을 건립하지 못해 갑작스러운 온도저하 혹은 진동, 충격의 파괴 력에 대항할수 없고 동시에 콘크리트 표면과 내부의 온도차이를 공제하여 표면에 균열이 생기는 것을 방지하기 위하여 적당하게 거푸집 철거시간을 연장하여 콘크리트 강도에 대한 보호에 편리하도록 하는데 일반적으로 3d 보다 적어서는 안된다; 동절기에 시공할 때 온도차이가 비교적 낮고 콘크리트 강도 증강이 상대적으로 완만한데 콘크리트로 하여금 초기에 충족한 강도를 구비하게 하여 정상적인 보상수축 효과에 도달하기 위하여 콘크리트 거푸 집 철거를 7d 이상으로 연장하는 것이 적정하다.

8.7.1 무사 투수 콘크리트 중 조골재가 상호적으로 접촉하여 형성된 쌍요 (双凹) 접촉면 위의 시멘트 몰탈이 두꺼우면 두꺼울수록 접촉점이 많 아 더

욱 견고하게 접촉될수 있다. 만약 조골재 중 전편모양(針片狀)의 과립함량이 과다하면 시멘트 접촉층과 조골재의 접촉면적이 감소되고 동시에 힘을 받을 때 응력이 쉽게 집중되어 콘크리트의 강도를 저하시킨다.

8.7.2 무사 투수 콘크리트 골재의 매개 과립이 시멘트 몰탈을 감싸게 하는 동시에 또한 콘크리트 내부에 존재하는 공극을 보장하는 것은 주요하게 골재, 시멘트 비례와 물, 접합제 비례로써 실현한다. 특별히 지정한 모(某)골재와 골재, 시멘트 비례에는 좁은 최상의 물, 접합제 비례가 존재한다. 만약 물, 접합제 비례가 그 최상수치 보다 낮으면 시멘트 몰탈은 균일하게 조골재의 겉면을 포괄할수 없고 만약 물, 시멘트 비례가 과다하게 높으면 시멘트는 골재과립 사이에서 흘러나가며 대량의 시험표면은 무사 투수 콘크리트에 대한 대표성이 있는 물, 접합제 비례는 0.38~0.52 사이에 있다.

물, 시멘트 용량은 최상의 용수량을 보장하는 전제 하에서 적정하게 용량을 증가한다. 이러면 골재 주위의 시멘트 몰탈막 층의 농도와 두께를 증가 할 뿐더러 효과적으로 무사 투수 콘크리트의 강도를 제고한다. 그러나 시멘트 용량이 과다하면 몰탈이 증가되고 공극률이 감소되며 투수성이 저하 된다. 동시에 시멘트 용량은 골재 입도직경의 영향을 받는데 만약 골재의 입도가 비교적 작으면 골재의 비표면적은 비교적 크고 그에 따라 적당하게 시멘트 용량을 증가해야 한다. 통상적으로 무사 투수 콘크리트의 시멘트 용량은 250 ~ 350 kg/m³ 범위 내에 있다.

8.7.3 무사 투수콘크리트는 드라이 콘크리트(dry concret) 인데 시멘트 몰탈의 농도가 비교적 크고 또한 수량이 비교적 적기에 시멘트 몰탈이 균일하게 골재를 포괄하게 하기 위하여 강제식 믹서기로 비비고 동시에 비빔 시간은 적정하게 연장하도록 해야 한다.

8.7.4 무사 투수 콘크리트를 타설 할 때에는 강열한 바이브 레이션 혹은 다짐을 채택해서는 안된다. 그렇지 않을 경우 시멘트 몰탈로 하여금 침적되게 하고 콘크리트 구조의 균일성을 파괴하는 동시에 밀부위에 불투성 층

을 형성한다.

8.7.5 무사 투수 콘크리트에는 대량의 공극이 존재하기에 쉽게 물을 잃고 빨리 건조한다. 그러므로 반드시 초기양생을 강화해야 하는데 타설 후 얇은 비닐막으로 표면을 덮은 후 물을 뿌려 양생하도록 해야 한다.

8.8.2 세골재가 콘크리트의 기밀성에 대한 영향이 아주 크다. 세분말이 과다함으로 인해 콘크리트의 수축을 증가시키는데 시공이음에 대해 불리한 영향을 끼친다. 함니량이 과다하면 콘크리트의 흡수율을 증가시키고 콘크리트의 조밀성과 강도를 저하시킨다. 그러므로 세골재의 급별과 함니량을 반드시 엄격하게 통제해야 한다.

콘크리트 혼합물을 타설한 후 고체과립은 불 온정한 평행상태에 처해 있고 고체의 중력작용으로 인해 가라앉으며 수분은 배척되어 위로 상승하여 일련의 통수관로를 형성하는데 돌멩이 과립이 계속하여 침전하기를 기다려 수분이 돌멩이의 아래 및 주위에 정지하고 머물러 비교적 큰 공극 및 시멘트 과립사이에 미세한 공극을 형성한다. 이로 인해 호상 연통된 망 형태의 조직을 형성하고 돌멩이 과립직경이 크면 클수록 형성되는 공극은 더욱 많은데 그 결과는 콘크리트의 항침수성능도 더욱 차해지는 것이다. 동시에 전면 (針片) 모양 과립의 존재도 콘크리트의 혼합물과 공작성능에 영향주는 데 진실로 콘크리트의 조밀성에도 영향준다. 그러므로 기밀성 콘크리트 중 돌멩이의 입도, 전 (針), 편 (片) 모양 과립의 함량과 다급별 채택은 콘크리트의 조밀성을 제고시키는 효과적인 조치의 하나이다.

8.8.3 합리한 배합비는 콘크리트 기밀성능을 확보하는 관건이기에 콘크리트 배합비 설계참수를 엄격하게 관리하도록 해야 한다. 규소석회, 플라이애쉬와 감수제 등 첨가제 및 혼화제의 가입은 콘크리트의 미관구조를 개선하고 콘크리트의 공극율을 저하시키며 콘크리트의 공구조를 개선시키고 이로써 콘크리트의 조밀성, 항침투성과 내 마모치식성을 제고시킨다.

물, 시멘트 비례는 콘크리트 조밀성을 관리하는 주요한 요인인데 물, 접합제 비례가 높으면 높을수록 자유증발 후 남긴 공극이 더욱 많고 콘크리

트의 투기(透氣)계수도 더욱 크다. 그러므로 기밀성 콘크리트 중 물, 접합체의 비례는 0.4 보다 적은 것이 적정하고 0.45 보다 커서는 안된다. 그렇지 않을 경우 콘크리트의 투기계수는 설계요구를 만족시키기 어렵다 (일반적으로 $K \leq 1.0 \times 10^{-11}$ cm/s).

모래비율이 콘크리트 혼합물의 성능 및 콘크리트 경화 성능에 대한 영향이 비교적 크다. 대량의 시험이 표명하다시피 일정한 모래비율 범위 내에서 모래비율이 증가됨에 따라 콘크리트의 투기계수는 점차적으로 감소된다. 그러므로 기밀성 콘크리트를 제작할 때 모래비율은 36% 보다 적지 않는 것이 적정하다. 콘크리트의 기타 성능지표를 만족시키는 조건 하에서 되도록 비교적 큰 모래비율을 선택하여 콘크리트의 기밀성능(氣密性能)을 제고하도록 한다.

콘크리트 혼합물의 함기량이 증가함에 따라 콘크리트의 기밀성능은 점차적으로 저하되고 투기계수가 점차 증가되는데 콘크리트의 기밀성능 요구를 만족시키기 위하여 콘크리트 혼합물의 함기량은 2% 를 초과하지 않는 것이 적정하다.

8.8.4 콘크리트 혼합물의 균일성, 경화 콘크리트의 조밀성을 확보하기 위하여 본 조례에서는 콘크리트의 비빔, 운수, 마이브 레이션과 양생에 대해 대응되는 규정을 하였다.

8.8.5 시공이음은 터널 라이닝에서 제일 박약한 부위이다. 시험연구가 표명하다시피 그 투기성능은 최소한 본체의 콘크리트보다 13 배 높아야 한다. 라이닝의 전체 기밀효과를 보장하기 위하여 반드시 시공이음에 대한 처리를 강화해야 하는데 일반적인 처리방법에는 JCL 시멘트 몰탈 분사, 지수 대 설치, 에폭시 수지(epoxy resin) 를 분사하는 등 방법이 있다.

8.9.1 원자재 중 섬유 보강 몰탈 원자재 래원을 확대하기 위하여 철도 과학 연구원에서는 하천사와 규사(石英砂)에 대해 비교시험 연구를 진행했다. 시험에서 급별이 양호하고 청결한 중,조 하천사는 각 항 성능지표가 요구에 부합되는 섬유 보강 몰탈을 제작해낼수 있다고 표명하였다.

8.9.2 섬유 보강 몰탈의 배합비 설계 시 압축강도, 휨강도, 탄성계수, 전력 송달 (通電量) 과 항동성 시험을 진행해야 한다. 일정한 정도에서 전력 송달이 섬유 증강 몰탈의 항침투성을 반영할수 있기에 항침투 등급과 전력 송달 두개 지표 중에서 전력송달만 보류하였다.

섬유 보강 몰탈의 강도에 영향주는 주요요인은 극도로 미세한 활성분 말 자재와 매 입방에 사용되는 용수량이다. 극도로 미세한 활성분말은 섬유 보강 몰탈에 압축강도를 제공하는 관건인데 자재 본체 성능 (수요하는 물 량 비례, 함수율), 섬유 보강 몰탈의 내구성 (염소이온 함량, SO₃ 함량, 소 실량) 등에 대한 섬유 증강 몰탈 전용의 복합 첨가자재 기술요구를 제기했 고 활성 지수가 대 폭도로 제고된 1d 강도와 또한 28d 강도가 저하되지 않는데 기초하여 제출한 것이다. 철도 과학 연구원에서 진행한 시험연구 결과에서 규소석회, 플라이애쉬, 슬래그를 가늘게 가는 등 많이 사용되는 첨가제를 채택하여 입도우화 설계를 거치고 또 화학 활성제 등을 보조로 하여 압축강 도가 150Mpa 에 도달하고 탄성계수가 47Gpa 에 달하는 섬유 보강 몰탈자 재를 제작할수 있다는 것이 표명되었다. 경제성과 원자재 래 원의 광범성 각도로 고려하여 섬유 증강 몰탈도 기타 요구를 만족시키는 첨가제를 선택 사용할수 있다.

매 입방에 사용되는 용수량을 감소하기 위하여 섬유 보강 몰탈을 제작 할 때에는 효과가 높은 감수제를 사용해야 한다. 시험에서 증명하다 시피 좋은 사용효과에 도달하기 위하여 섬유 보강 몰탈 중에 사용되는 감수제는 폴리 카르복시리크 액시드 계 (Poly carboxylic acid 聚羧酸系) 고성능 감 수제 중 비 완만응고 형 (非緩凝型) I 유형 혼화제 성능지표를 참고하는 기 초상에서 그 개별지표 중 조정이 있을수도 있는데 예를 들면 함수율을 30% 좌우 올리는 등이다.

8.10.1 고속철도 교량받침 장치의 정밀도를 제고하고 장치속도를 빨리 하 며 사용수명을 연장하기 위하여 큰 유동도와 작은 팽창성의 시멘트 기초 타설타설 자재가 광범위하게 응용되게 되었다. 그 중 자아유동평 몰탈 (The self-leveling cement mortar) 은 유동성, 팽창성이 좋고 강도가 높아 시공 관리에 화이한 (和易) 등 특점을 구비하고 있다; 대 유동성 몰탈 외

에 현 재 드라이 몰탈은 T 형빔 가설과정 중에도 의연히 광범위 하게 응용되고 있는 동시에 시공이 편리하고 성능이 온정한 등 우점이 있다. 이 두개항목 기술이 실제사용 중 모두 충분한 효익을 발휘하게 하기 위하여 기술의 선진 성을 확보하고 품질을 보장하며 시공효율을 제고해야 한다. 본 절 내용 중 이 두개종류의 몰탈에 대해 모두 규정을 진행했다.

8.10.2 교량받침 시멘트는 자아유동평 몰탈 (The self-leveling cement mortar) 유동도 시험에 기초하고 국가 현행 표준 <콘크리트 혼화 제 응용 기술규범> (GB 50119)중 몰탈 유동도의 시험에 근거하여 진행해야 한다. 왜냐하면 시멘트 기초 타설자재는 몰탈이기에 몰탈 유동도의 원추형 원모양을 채택해야 한다. 유동도가 260mm 보다 클 때 몰탈은 자아유동 평정에 도달할수 있고 반시간 유동도의 보류수치가 230mm 보다 클 때 몰탈은 의연히 유동성이 있다.

몰탈강도 시험은 국가 현행 표준 <시멘트 접착모래 강도 시험방법> (GB/T 17671) (ISO 법) 에 근거하여 진행하도록 해야 한다. 왜냐하면 시멘트 기초타설 몰탈의 성능특점은 유동도가 크고 자아유동 평정 이기에 조강 및 고강도를 요구한다. 그러므로 그 중 진행되는 변동은 모양을 형성 할 때 바 이브 레이션을 하지 않고 비벼 놓은 타설자재를 직접적으로 거푸집 내에 채 워 넣는 것이다; 탄성계수 시험방법은 <일반 콘크리트 역학성능 시험방법 표준> (GB/T 50081) 에 따라 진행해야 한다.

몰탈 수직방향 팽창율 시험은 국가 현행 표준 <콘크리트 혼화제 응용 기술규범> (GB 50119) 부록 C 에 근거하여 진행할수 있다.

8.10.3 시공준비 중의 시공기구 및 물품은 주요하게 세개 유형으로 나뉜다. 첫번째 유형은 믹서기구인데 기계비빔을 할 때 몰탈 믹서기 및 인공비빔을 할 때의 비빔 트러프, 철삽 등이다. 두번째 유형은 그라우팅 설비인데 고위 깔때기 (용적이 0.2m² 보다 크다) , 지지대, 슈트 (流槽) , 그라우팅 도관, 니플 및 몰탈 펌프이다. 세번째 유형은 거푸집 및 양생물품 인데 거푸 집, 박리제 (脱模剂) , 얇은 비닐막, 가마니, 암면피 (岩棉被) 등 이다.

8.10.5 본 조례에서는 받침장치 중력식 자아유동 평정 그라우팅 시공에 대해 규정을 진행했다. 대다수의 철도 받침대는 중력식 자아유동 평정법을 사용하면 시공요구를 만족시킨다. 받침대 밑받침의 폭이 1m를 초과하거나 혹은 앵커 볼트홀이 비교적 크거나 콘크리트 표면 흠이 비교적 많으면 고위 슈트를 사용하여 시공을 보조해야 한다. 동절기시공을 할 때에는 기타 방법을 채택하여 양생할수 있다.

9.5.1 철근 콘크리트 음극보호는 1973년에 처음으로 응용되어서부터 지금까지 30여년의 역사가 있다. 현재 발전된 국가는 이미 일종의 경제효과의 부식방지 기술을 염(鹽)오염을 받는 철근 콘크리트 구조물의 보수와 보호에 사용하고 있는데 우리나라의 공정상 응용은 발전단계에 처해있다. 음극보호를 취하면 염오염 환경 중 염소이온이 초래하는 철근 콘크리트 구조의 부식과피를 제어할수 있다. 현재 음극보호가 응용되는 범위는 설명도표 9.5.1에 열거하였다.

설명도표 9.5.1 음극보호 응용범위

보호할수 있는 구조물 종류	철근 콘크리트와 프리스트레스 강선 콘크리트
적용되는 환경조건	염(鹽)오염 대기, 바다물 조차낭천(潮差浪濺) 구역, 토양환경
보호할수 있는 구조물	얼음 소금을 사용하는 교량면과 주차장 마루판을 제외한 염화물 환경에 처한 교량하부 구조, 해양공정 상부와 하부구조, 바다 과선교 하부 구조물, 바다물 혹은 염수를 포함한 것과 접촉하는 구조물

보호를 받는 콘크리트 구조가 처한 환경특점에 근거하여 음극보호는 대기 중에 폭로된 철근 콘크리트 구조 음극보호, 물과 토양 중의 철근 콘크리트 구조 음극보호가 있다. 음극보호의 기술특점에 근거하여 음극보호는 또 강제전류 음극보호, 양극희생 음극보호 혹은 두자가 상호 결합된 보호가 있다.

9.5.2 음극보호는 가능하게 보호받는 구조물, 보조시설 혹은 인근한 구조물에 대해 불량한 영향을 줄수 있는데 음, 양극 사이에 전류를 통하게 하여 음극보호를 진행 할 때 콘크리트 중 정,부이온이 전기마당의 작용 하에서 분별하여 음극 혹은 양극을 향해 방향확정 전이를 한다. 양극과 음극에서 발생하는 전화학 반응에서 새로운 물질을 산생하는데 이는 콘크리트 내부 특히는 철근 주위의 화학환경에 변화가 발생하게 한다. 이러한 변화가 철근 콘크리트 구조산생에 불량한 영향을 일으킬 것인지 아닌지는 음극보호를 채택할 때 고려해야 할 문제이다. 현재 인식한데 근거하면 가능하게 일어날수 있는 불량한 영향은 주요하게 프리스트레스 강연선의 수소취화, 철근과 콘크리트 계면의 강도저하 및 염기활성 골재를 함유한 콘크리트 구조의 염기 - 골재반응을 유발할수 있다. 그러므로 음극보호는 전문적인 설계단위에서 설계를 진행하는 동시에 골재 염기활성에 대해 요구를 제기 해야 한다.

9.6 강관 외포 보호의 주요목적은 동용환경 조건 하에서 물이 콘크리트 구조에 대한 침입, 및 마모침식 조건 하에서 얼음, 모래, 돌맹이, 충격수가 콘크리트 구조에 대한 파괴에 있다. 상술한 조건 하에서 강관 외포 보호 조치는 청장철도 공정 중에서 응용되었고 동시에 일정한 방호효과를 취득하였다. 그러므로 본 지침에서는 환경작용 등급이 D3, D4, M3 급 엄중한 부식침식 환경의 콘크리트 구조인 것에 대해서는 강관 외포 보호를 부식방지 강화조치로 채택해야 한다고 확정하였다.

10.2.4 석자재의 연화계수는 석자재가 물을 함유한 포화상태에서 극한 압축강도와 석자재가 건조한 상태에서의 극한 압축강도의 비례수치인데 이는 석자재가 물 흐름과 풍화영향을 받는가 하는 것을 검측하는 주요한 지표이다.

10.2.5 항동성 지표는 석자재가 함수포화 상태에서 -15°C 혹은 $-5^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 의 동결과 용화의 순화차수이다. 시험을 결화한 후의 석자재는 선

명한 손상 (균열, 층이탈) 이 없어야 하고 강도는 시험 전의 0.75 배 보다 낮아서는 안된다.

석자재의 항동성 시험은 응당 직접적 동용법을 위주로 하는데 만약 설비능력으로 인해 유산나트륨 침지법을 채택할 때 그 침지시험 지표는 건습순환이 5 차례보다 작아서는 안된다는 요구에 부합하여야 한다.

10.3.2 철도부 건설사 과학연구 항목 <신 표준 시멘트 강도등급이 철도 콘크리트 강도에 대한 영향에 관한 시험연구> 의 연구성과에 근거하여 본 조례 및 부록 C 에 대해 수정을 진행하였다.

10.3.4 <신 표준 시멘트 강도등급이 철도 콘크리트 강도에 대한 영향에 관한 시험연구> 과학연구 성과에 근거하는 동시에 철도 석축몰탈 시공경험과 결합하여 몰탈 침하도는 40 ~ 70mm 로부터 10 ~ 20mm 로 변경하였다.

연관된 공정의 직관법 검사는 일반적으로 손으로 몰탈을 자그마한 덩이로 빚어 틈새에서 몰탈이 새어나오지 못하게 하는데 손을 떼 후 흠어지지 않는 것이 적정하다.

11.1.1 국가 현행 표준 <콘크리트 구조공정시공 및 검수규범> (GB 50204 - 2002) 을 참고하고 철도공정 시공의 특점과 결합하여 “낮과 밤의 평균기온……” 을 “낮과 밤의 평균기온이 연속적으로 3d……” 로 변경하였다.

11.1.2 본 조례에서는 동절기시공 콘크리트와 몰탈이 어는 임계강도의 요구를 명확히 하였는데 콘크리트가 어는 임계강도에 도달하기 전에 얼지 않게 하는것은 동절기시공의 품질관리 중점으로서 반드시 엄밀하고 믿음직한 조치를 취하여 보장하도록 한다.

11.3.1 ~ 11.3.6 동절기의 콘크리트 비빔은 일정한 기계출하 온도와 거푸집 타설온도를 구비해야 한다고 규정했는데 주요로는 콘크리트가 초기에 얼 가봐 걱정됨에 있다. 시공현장에 기계운수가 곤란하고 운수거리가 비교

적 긴 등 문제가 존재하면 콘크리트의 기계출하 온도를 적정하게 제고하여 콘크리트가 운수과정 중 어는 현상을 초래하지 않도록 보장해야 한다. 콘크리트로 하여금 필요한 기계출하 온도와 거푸집 타설 온도에 도달하게 하기 위하여 통상적으로 혼합물 혹은 골재에 대해 예비가열을 진행하거나 혹은 양자 모두 가열한다. 혼합물을 가열하는 것은 제일 효과적인 방법인데 쉬울 뿐 더러 물을 가열하는데 소모되는 에너지 또한 동일한 품질 골재의 4분의 1이다. 그러나 혼합물의 가열정도는 적정해야 하는 동시에 매차례 콘크리트 사이의 온도차이가 너무 선명해서는 안된다. 급경화 혹은 가경화 현상의 발생을 방지하기 위하여 너무 뜨거운 물은 직접적으로 시멘트 혹은 혼화제에 접촉시켜서는 안된다. 그러므로 가열수와 골재를 선행으로 비비는 공법 제도를 채택할수 있다. 골재를 가열하기 전에는 범포 등으로 덮어놓고 가열할 때에는 증기 혹은 뜨거운 물 도관 등 열원을 사용하여 직접적으로 증기로 분사를 진행하는 것을 방지하도록 해야 한다. 골재의 온도는 반드시 상당하게 균일해야 하는데 그렇지 않을 경우 직접적으로 혼합물의 품질온정에 영향준다.

콘크리트의 생산 온도를 보장하기 위하여 터미널 계산법과 실제 시험비밀 결과로써 각종 조성자재의 가열온도를 확정한다. 자재의 열학 특점으로 놓고 볼 때 물의 비열은 모래, 돌의 다섯배이고 또한 물의 가열은 간단하면서도 수질이 온정하기에 쉽게 온도를 공제할수 있고 열량이 쉽게 산실되지 않으며 경제적이고 효과적이다. 그러므로 물을 가열하는 것을 우선적으로 채택해야 한다. 그러나 가열하는 온도는 80℃ 이상을 초과해서는 안 되는데 시멘트에 급결현상에 출현되어 화이성과 후기의 강도에 영향주는 것을 방지하기 위해서이다.; 골재를 가열하지 않을 경우 물의 온도는 80℃ 이상에 까지 가열할수 있다. 그러나 자재투입 순서를 조절하여 80℃ 이상의 물이 직접적으로 시멘트에 접촉되는 것을 방지해야 한다.

환경온도가 비교적 낮고 비빔용수에 대한 가열로 요구를 만족시키지 못할 경우 모래, 돌에 대해 가열할수 있는데 그 가열온도는 60℃ 보다 높아서는 안된다. 온도가 너무 높으면 수분손실이 커지고 골재의 함수율이 증가 되어 혼합물의 화이성에 영향주기 때문이다. 동시에 골재의 국부적 작열로 인한 파괴가 콘크리트 강도에 영향주는 것을 방지해야 한다.

골재 중의 빙설, 얼음덩어리는 믹서기 내에서 짧은 시간 내에 용화하여
어 렵기에 콘크리트의 품질에 영향 줄 것이다. 그러므로 빙설과 언 덩이가
있 는 골재는 믹서기 내에 투입해서는 안된다고 규정하였다.

동절기시공의 터미널 계산은 국가 현행 표준 <건축공정 동절기시공 규
정> (JCJ 104) 의 부록 B 에 근거해도 된다.

11.3.12 ~ 11.3.16 양생제도는 전체 양생 기간, 온도상승 기간, 항온기간,
온도저하 기간 이 네개 단계로 나뉜다. 콘크리트 타설이 완성된 후로 부터
습열양생 전의 실내온도 양생기간까지 인데 전양생 시간의 길고 짧음은 시
공 및 환경 등 조건에 따라 결정한다.

콘크리트 온도는 전양생으로 부터 규정한 항온온도의 단계에로 상승하
는데 온도상승기 라고 불리운다. 온도상등 속도는 구조의 표면계수에 따라
결정된다. 표면계수가 $6m^{-1}$ 보다 크거나 같을 때 온도상승 속도가 $15^{\circ}C/h$
보다 커서는 안된다. 표면계수가 $6m^{-1}$ 보다 작을 때 $10^{\circ}C/h$ 보다 커서는
안 된다. 온도상승 속도가 너무 과다하게 빠르면 콘크리트 강도에 비교적
큰 손실을 일으킨다.

항온기간은 시멘트 종류와 구조의 표면계수에 근거한다. 전열법으로 양
생하는 것은 고온건열 형식에 속하는데 온도가 과다하게 높으면 국부적 과
열로 인해 탈수현상이 발생한다.

증기양생법을 채택할 경우 <미리제작 포스트텐션 프리스트레스 콘크리
트 철도 단순보> (TB 1496), <프리텐션 프리스트레스 콘크리트 철도교량
단 순보 기술조건> (TB/T 2484)와 <철도 교량암거 시공규범> (TB 10203)
의 규정에 따라 양생온도는 $60^{\circ}C$ 를 초과해서는 안된다.

항온기간이 결속된 후 콘크리트 온도가 환경온도의 단계에로 까지 저하
되는 것을 온도저하 기간이라 한다. 온도저하 기간 내 만약 구조 중 온도
경사도가 발생하면 체적수축을 일으키는 동시에 내응력을 산생한다. 온도
저감속도가 너무 빠르면 콘크리트의 일체성을 파괴하고 동시에 그 내구성
에 영향준다. 그러므로 구조의 부동한 표면계수에 근거하여 콘크리트의 온
도저 감속도에 대해 규정하였다. 표면계수가 $6m^{-1}$ 과 동등하거나 혹은 크
면 온도저감 속도는 $10^{\circ}C/h$ 보다 커서는 안된다. 표면계수가 $6m^{-1}$ 보다

작으면 그 온도 저감속도는 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 보다 커서는 안된다.

직류전기는 전기분해 녹침식 혹은 전극표면에 방출한 기체가 장벽을 형성하는 등 문제를 일으키기에 전열법은 반드시 교류전기를 채택해야 한다. 전열 할 때 시멘트는 온도가 증강함에 따라 수화반응이 가속화 되는 동시에 전기저애 수치도 그에 따라 증가된다. 콘크리트 강도가 설계강도의 50%에 달하면 그 전기저애 수치는 몇배로 증가된다. 콘크리트 품질과 전기에너지 낭비를 방지하기 위하여 전열양생 시 설계강도의 50%에만 도달하면 된다고 규정한다.

온실법 양생은 석탄 가열할 때 산생되는 이산화탄소는 콘크리트의 건조를 가속화 시킨다. 봉폐된 온실 내에서 건조정도는 바깥보다 다섯배 높다. 그러므로 온실 내에는 정상적으로 환기하거나 혹은 가열설비의 배기관을 온실 밖으로 인출해내도록 해야 한다.

11.3.18 콘크리트 온도를 검측하는 방법은 포스트텐션 타입, 미리 매립식과 비접촉식으로 개괄할수 있다.

포스트텐션 타입 계는 콘크리트 구성품의 적정한 부위에 10 ~ 20mm의 공동(孔洞)을 남기는데 그 심도 옵티크 컴포넌트 (Optic component) 사이즈와 양측요구에 근거하여 결정한다. 온도측량을 할 때 공내에 온도계를 설치한다.

미리 매립식 계는 콘크리트 구성품의 적정한 부위에 코스탄탄 (constantan) - 동 혹은 알루미늄 니켈 - 니켈 코퍼 열전대의 접점 혹은 기타 서미스터(Thermistor)의 소자를 콘크리트 중에 미리 매립하고 연결한 전위차를 통하여 각 점의 온도를 직접적으로 읽는다.

비접촉식 계는 전외기술을 통하여 콘크리트 표면의 온도를 직접 읽는다. 이 방법이 간편하고 부단히 시험시용, 경험총결을 쉽게 통과하는 점을 고려하여 조건을 창조하여 점차적으로 널리 보급한다.

12.2.3 비빔 생산선은 B/P 장호퍼, 출수기, 피대 운송기, 믹싱건물 등을 포함한다. 비빔시간은 되도록 단축해야 하나 2min 보다 작아서는 안된다.

12.2.7 기온이 비교적 낮은 시기는 일반적으로 오전 10 부터 오후 16 시 이외의 시간 및 흐린날씨 등을 가리킨다.

콘크리트의 거푸집 타설 시 온도는 기온에 근거하여 조절하는 것이 좋다. 거푸집 타설 시 온도는 콘크리트의 균열관리에 대해 매우 중요하다. 동일한 콘크리트라 할지라도 거푸집 타설 시 온도가 높은 것의 그 온도 상승 수치는 거푸집 타설 시 온도가 비교적 낮은 것보다 많이 크다. 기온이 아주 높을 때에는 더욱 조치를 취해 콘크리트의 거푸집 타설 시 온도를 낮춰야 한다. 그러나 만약 거푸집 타설 시 온도가 너무 저하되면 접촉기온의 표면은 내부경화보다 더 빠르기에 내부 온도가 상승되고 또한 팽창 될 때 표면에 인장응력이 산생되어 쉽게 균열된다. 하절기에 거푸집 타설 시 온도를 저감시키는 동시에 또한 거푸집을 냉각시키되 콘크리트 표면으로 하여금 해벌에 쪼이게 해서는 안된다. 높은 온도에서의 비빔, 타설과 양생은 콘크리트의 품질과 내구성에 손해끼치고 과열되면 슬럼프 손실이 과다하게 빠르며 혼합물과 용수량이 증가된다. 그러므로 무더운 날씨에 시공하면 콘크리트의 최고기온과 타설작업은 제한되어야 한다. 간무국 규범건의는 무더운 가뭄기후 조건 하에서 콘크리트 타설 시의 온도가 27℃ 를 넘지 않는 것이 적정하고 일반조건 하에서는 거푸집 타설 시 온도가 32℃를 초과하지 않는 것이 적정하며 심지어 부분적 지구의 무더운 계절에는 콘크리트 타설을 엄 금한다고 규정하였다. 콘크리트 혼합물 온도를 저감시키는 주요한 조치에 는: ① 냉수 혹은 빙수를 사용; ② 냉각 시멘트 온도; ③ 냉각수를 뿌리거나 담그거나 혹은 차거운 바람으로 골재의 온도를 저감; ④ 비빔과 운수설비를 빛을 가리고 단열처리를 진행; ⑤ 야간에 타설.

12.3.4 기온이 비교적 높은 시간은 일반적으로 하루 중의 오전 10 시 부터 오후 16 시 사이를 가리킨다.

A.0.3 책의 교정계산은 수자이론 통계이론에 근거하여 계산한 힘수 치 (力值)와 압력표시치 사이의 의합보정 (拟合方程) 인데 다른데 사용해 서는 안 된다.

A.0.4 로드효율은 책의 수출힘 수치 (Output value 输出力值)와 이론 힘 수치의 비례이다. 국가계량 점검규정 <액체압력 책> (JJG 621 - 2005) 은 로드효율을 책의 계량성능 지표로 하는 동시에 구조공정과 말뚝기초 공정에 사용되는 책의 로드효율은 93% 보다 작아서는 안된다고 규정하였다.

철도규범은 장기적으로 책의 교정계수를 사용한다. <철도 콘크리트공정 시공기술 지침> (TZ 210 - 2005) 제 8.7.1 조, <프리스트레스 콘크리트 철도 교량 단순보 정하중 절곡 시험방법 및 평가표준> (TST 2092 - 2003) 제 2.3.2 조, <여객전용선 프리스트레스 콘크리트 프리캐스트 빔 임시시행 기술조건> 제 3.3.11 조에서는 균일하게 책의 교정계수는 1.05 를 초과해서는 안된다고 규정하였다.

본 지침에서는 국가계량 점검규정의 일체성을 고려하여 교정계수를 로드효율로 환산하였다. 대응관계는 설명도표 A.0.4 와 같다.

설명도표 A.0.4 책의 교정계수와 로드효율 계수의 환산관계

교정계수	로드효율 (%)
1.08	93
1.05	95
1.02	98

이 도표에서 알다시피 본 지침의 규정은 JJG 621 - 2005 의 규정보다 상대적으로 엄격하다.

B.0.1 랠리 (出拉力) 전 매개 프리스트레스 강선의 느슨함과 조임의 정도, 절곡과 곧은 정도가 불 일치하다. 인장력과 견인력은 선형관계가 아니기에 랠리 전 인장력 수치는 측량의 방법을 채용하는 것이 적정하지 않고 추산하는 방법을 채용하는 것이 적정하다. 추산할 때 인접한 수준의 인장량을 채택할수도 있다. 예를 들면 초기응력 σ_0 가 10% σ_{con} 일 때 그 인장력은 10% 로부터 20% 까지의 인장수치를 채택할수 있다.

기타 공제하는 압축량에는 일반적으로 정착구, 빔체의 탄성압축이 있는데 강교선 포스 앵커레이지 (Force anchorage 传力锚固) 시의 수축 등이

다. 실제상황에 근거하여 감할지 아닐지를 결정하는데 철도 프리캐스트 빔의 최 대경간이 32m 일 때 빔체의 탄성압축량은 아주 작기에 감하지 않아도 된다; 대경간 교량에 대해서는 빔체의 탄성압축량의 영향을 반드시 고려해야 한다. 강교선 포스 앵커레이지 (Force anchorage 传力锚固) 시의 수축은 마 찰시험 수치를 통하여 추산하는데 일반적으로 감하지 않는다. 프리스트레스 강선의 실제 인장량의 계산은 <도로 교량암거 시공기술 규범> (JTJ 041 - 2000) 제 12.8.3 조 중에서 규정한 양측한 인장량에 초기 응력 이하의 추산 인장량이다. 포스트텐션 부재에 대해서는 견인과정 중 산 생되는 탄성압축 수치는 일반적으로 생략할수 있다.

B.0.4 강다발을 인장할 때에는 정착구의 고정판 외의 인장수치 변화 는 설명도 B.0.4 와 같이 개시한 절차대로 분해할수 있다.

더욱정확한 계산방법은 아래와 같다:

정착구의 고정판 이내의 프리스트레스 강선의 이론 신장량 ΔL_5 .

ΔL_5 가 견인력이 없는 상황 하에서의 길이 L_1 :

$$L_1 = \frac{E_y}{\sigma_k^{\text{内}} + E_y} \Delta L_5 \quad (\text{설명 B.0.4-1})$$

식 중 $\sigma_k^{\text{内}}$ - 프리스트레스 강선의 Control stress under anchor (锚下控制应力);

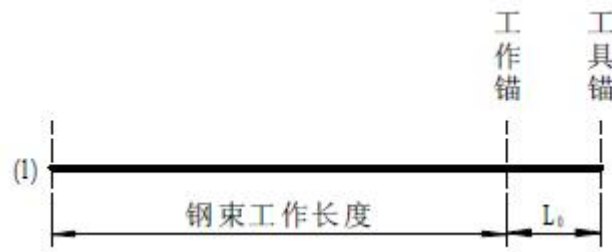
E_y - 프리스트레스 강선의 실측한 탄성계수.

견인으로 부터 견인공제 응력 후의 정착구 고정판으로 부터 잭 내부의 고정판의 프리스트레스 강선이 견인력이 없을 때의 길이 L_2 :

$$L_2 = L_0 + L_1 \quad (\text{설명 B.0.4-2})$$

정착구의 고정판으로 부터 잭 내부의 고정판의 프리스트레스 강선 이론

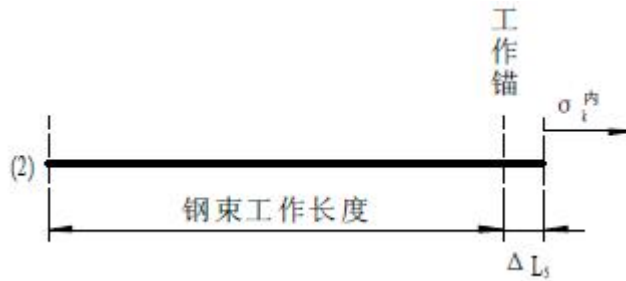
인장수치 ΔL_6 ;



견인 전의 상

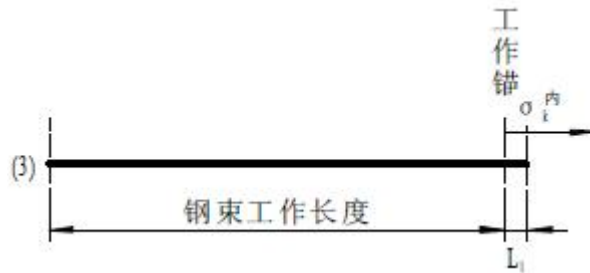
태, 정착구의 고정판으로 부터 잭 내부의 고정판 까지의 강선 다발 길이는 L_0 .

(a)

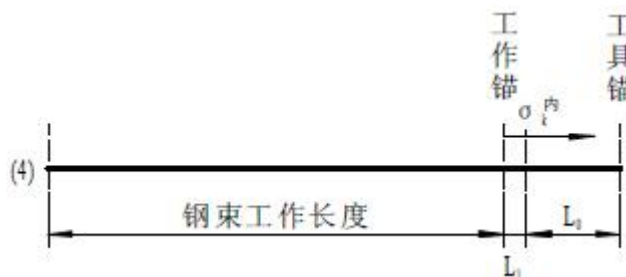


σ_k 内 작용 하에서 정착구의 고정판 내의 강선 다발의 인장 ΔL_5

(b)

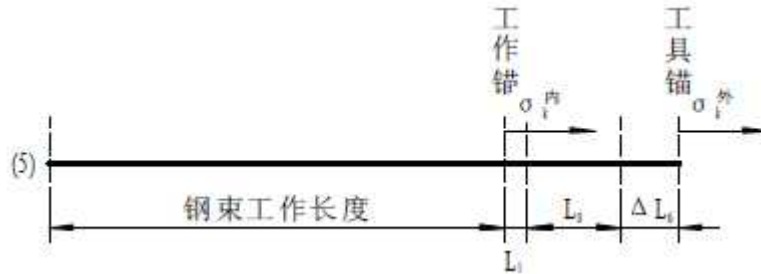


ΔL_5 응력방출이 령 (Force anchorage 传力锚固) 이라고 가설할 때 강선 다발은 정착구의 고정판이 수축이 없으면 L_1 은 전부 정착구의 고정판 외 에 있어야 한다.



정착구의 고정판으로 부터 잭 내부의 고정판까지의 강선 다발 길이는 (L + L1)

(d)



σk外 작용 하에서 (L0 + L1) 인장 ΔL6

(e)

설명도 B.0.4 강선 다발 인장 시 정착구 고정판 외의 인장량 분해도
 주: σk外 - 프리스트레스 Anchor control stress 의 공제응력;

σk内 - 프리스트레스 Control stress under anchor 의 공제응력.

$$\Delta L_6 = \frac{\sigma_k^{\text{外}} L_2}{E_y}$$

(설명 B.0.4 - 3)

식 중 σk外 - 프리스트레스 강선의 Anchoring and tensioning control stress. (锚外张拉控制应力)。

프리스트레스 이론인장 총 수치는:

$$\Delta L_B = L_1 + \Delta L_6$$

(설명 B.0.4 - 4)

이 방법의 계산결과와 정문에서 서술한 오차는 아주 작은데 0.1mm 급 이다. 계산과정을 간략화 하기 위하여 직접 구간을 분할하여 인장수치를 서 로 가하는 방법을 채택한다.

F.0.1 석축체 시공의 품질을 보장하기 위하여 현재 우리나라 철도공정 의 시공특점과 결합하여 석축체 공정의 주요석재의 유형, 규격과 품질요구 를 열거했는데 자갈에 대해서는 열거하지 않았다.

G.0.1 몰탈의 시험배합 강도 $f_{m,o}$, 몰탈의 현장강도 표준차이 σ 계산공 식 및 σ 취하는 수치계는 <건축몰탈 배합비 설계규정> (JGJ/T 98) 에서 제 기 한 공식과 취하는 수치를 완전히 답습하였는데 전제시험 연구를 통하여 철 도몰탈 사용에 적용된다고 검증되었다.

석축체 공정의 내구성을 보장하기 위하여 부동한 환경 하에서 사용하 는 몰탈 배합비를 설계할 때의 최대 물, 접합제 비례에 대해 규정을 진행했 는데 원 <철도 콘크리트와 석축체 공정시공 규범> (TB 10120 - 2001) 중 도표 5.8.5 최대 물, 접합제 비례의 지표요구에 따라 처리한다.

G.0.2 몰탈 공시체의 제작방법 계는 전제 시험연구를 통하여 이 방법 은 균질성이 비교적 좋은데 몰탈 공시체의 제작품질을 쉽게 보장할수 있다 고 검증되었다.

G.0.3 양생조건의 요구는 표준양생실의 온도와 습도이다.