

간행물등록번호
11-1613000-003515-01

시멘트 콘크리트포장 시공 지침

2024. 4



지침 제정에 따른 경과 조치

이 지침은 발간시점부터 적용할 수 있으며, 이미 시행중인 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우에 적용할 수 있습니다.

목 차

1. 총 칙

1.1 목적	3
1.2 시멘트 콘크리트 포장의 정의	3
1.3 용어의 정의	4

2. 재 료

2.1 일반사항	7
2.2 시멘트	7
2.2.1 종류 및 품질기준	7
2.2.2 포장, 운반 및 저장	10
2.2.3 시험 및 승인	11
2.3 잔골재	13
2.3.1 일반사항	13
2.3.2 입도	15
2.3.3 물리적 품질	17
2.3.4 유해물 함유량 한도	19
2.3.5 저장	22
2.4 굵은 골재	23
2.4.1 일반사항	23
2.4.2 입도	24
2.4.3 물리적 품질	25
2.4.4 유해물 함유량의 한도	26
2.4.5 저장	27
2.5 물	28

2.6	혼화제	29
2.7	혼화제	34
2.8	철근	37
2.8.1	정의 및 종류	37
2.8.2	품질기준	39
2.8.3	저장 및 운반	44
2.9	기타 재료	46
2.9.1	양생 재료	46
2.9.2	거푸집 재료	47
2.9.3	분리막	47

3. 배합설계

3.1	일반사항	51
3.2	배합 기준	52
3.3	배합설계의 절차	53
3.4	배합 휨강도	55
3.5	굵은골재 최대치수	57
3.6	슬럼프	57
3.7	공기량	58
3.8	물-결합재비	59
3.9	잔골재율 또는 단위굵은골재용적	60
3.10	단위수량	63
3.11	단위시멘트량	63
3.12	혼화재료의 단위량	64
3.13	염소이온량	64
3.14	배합의 표시방법	64
3.15	시방배합	65
3.16	현장배합	66

4. 콘크리트 제조

4.1 일반사항	69
4.2 재료의 계량	69
4.3 비비기	72
4.4 레디믹스트 콘크리트	75

5. 시 공

5.1 시공 일반	79
5.2 시공 장비	81
5.3 포설 현장 준비	88
5.4 시험 포장	93
5.5 시멘트 콘크리트 제조	93
5.5.1 재료의 계량	93
5.5.2 비비기	94
5.5.3 시멘트 콘크리트의 운반	95
5.5.4 기상 조건	95
5.6 다웰바	96
5.6.1 다웰바의 시공상태 기준	97
5.6.2 다웰바 시공방법	100
5.6.3 다웰바 어셈블리의 형태	103
5.6.4 다웰바 어셈블리 보관방법	104
5.6.5 다웰바 어셈블리 고정방법	105
5.7 철근	108
5.7.1 세로방향 철근 설치	108
5.7.2 가로방향 철근 설치	113
5.7.3 타이바 설치	114

5.7.4 받침대 설치	115
5.8 시멘트 콘크리트 포설 및 다짐	121
5.9 표면 마무리	127
5.10 양생	130
5.11 줄눈 절단	133
5.11.1 줄눈 일반	133
5.11.2 줄눈 시공	135
5.11.3 연속철근 콘크리트 포장 가로방향 시공줄눈	143
5.12 줄눈재 설치	145
5.13 연속철근 콘크리트 포장 단부처리	148
5.14 포장면 보호 및 교통 개방	158

6. 특수 부위 시멘트 콘크리트 포설

6.1 개요	161
6.2 접속슬래브 및 철근보강 시멘트 콘크리트 슬래브	162
6.3 터널 내 시멘트 콘크리트 포장	164
6.4 보도, 자전거도 등의 시멘트 콘크리트 포장	167

7. 특수기상 조건에서의 시멘트 콘크리트포설

7.1 개요	171
7.2 서중 시멘트 콘크리트	172
7.3 한중 시멘트 콘크리트	175

8. 교면포장

8.1 개요	181
8.2 시공 일반사항	181
8.3 시공장비	182
8.3.1 일반사항	182
8.3.2 이동식 시멘트 콘크리트 믹서	183
8.3.3 현장용 믹서	184
8.3.4 마무리장비	185
8.3.5 마무리장비 레일과 레일 받침대	187
8.3.6 노후 시멘트 콘크리트의 표면 절삭장비	187
8.3.7 2차 청소장비	188
8.3.8 워터제트	188
8.3.9 진공흡입트럭	190
8.3.10 최종청소장비	190
8.4 교면포장용 시멘트 콘크리트 배합	191
8.4.1 배합기준	191
8.4.2 내구성능 기준	193
8.4.3 배합강도	193
8.4.4 굵은골재 최대치수	195
8.4.5 슬럼프 또는 반죽질기	195
8.4.6 공기량	195
8.4.7 물-결합재 비(물-시멘트 비)	196
8.4.8 잔골재율	196
8.4.9 단위수량	196
8.4.10 단위시멘트량	196
8.4.11 혼화재료의 단위량	197
8.4.12 염화물이온량	197
8.5 시공면 준비	198
8.5.1 일반 사항	198

8.5.2 일체식(노출) 교면포장의 시공면 준비	198
8.5.3 신설 바닥판의 덧씌우기 교면포장의 시공면 준비	198
8.6 마무리장비 시험가동	199
8.7 타설	200
8.7.1 일반 사항	200
8.7.2 브루밍 작업	200
8.7.3 포설	201
8.7.4 환경조건	202
8.7.5 평탄마무리	204
8.7.6 거친면 마무리	205
8.7.7 양생	206
8.7.8 그루빙	207
8.7.9 다이아몬드 그라인딩	209
8.7.10 교면방수	210

9. 품질관리

9.1 개요	213
9.2 품질 시험	213
9.3 품질 및 규격의 관리	216
9.4 검사	222

부속서 및 부록

부속서 I 현장 코어 압축강도 시험 절차	231
부속서 II Pull out 실내 시험 절차	237
부속서 III Pull out 현장 시험 절차	247
부록 용어의 정리	257

총 칙 01

1. 총 칙

1.1 목적

- (1) 본 지침은 『도로법』에 규정된 각종 도로(고속국도, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시·군·구도)와 기타 일반 공중에 이용되는 중요 도로에 사용되는 시멘트 콘크리트 포장공사에 적용된다.
- (2) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「(국토교통부) 도로공사 표준시방서」 및 해당 기관의 전문시방서에 따른다.

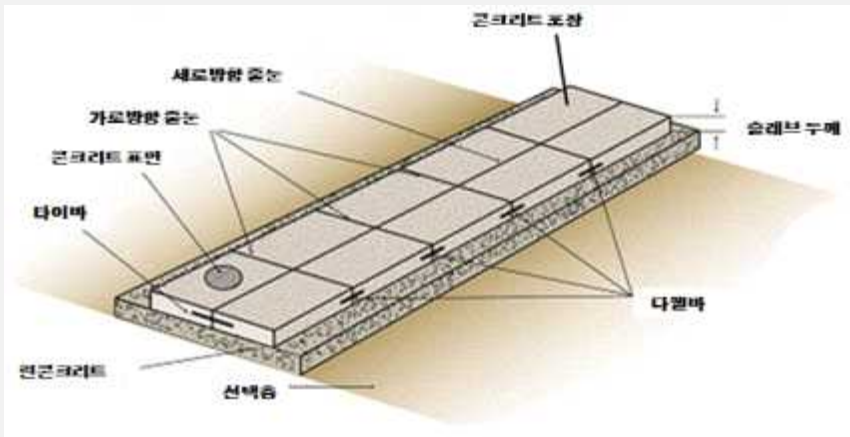
1.2 시멘트 콘크리트 포장의 정의

- (1) 줄눈 콘크리트 포장(JCP)은 시멘트 콘크리트 슬래브의 팽창·수축을 유도하기 위해 일정 간격(경험적으로 슬래브 두께의 약 20 배)으로 줄눈을 설치한 시멘트 콘크리트 포장으로, 줄눈에서의 하중 전달을 보강하기 위해 다웰바를 설치할 수 있다.
- (2) 연속 철근 콘크리트 포장(CRCP)은 시멘트 콘크리트 슬래브 내에 일정량의 철근(일반적으로 단면의 0.6~0.8% 철근비)을 세로방향으로 연속적으로 설치하여 자연적으로 발생하는 가로방향 균열을 허용하며 철근이 균열폭의 벌어짐을 억제하는 역할을 하는 포장 형식이다. 따라서 연속철근 콘크리트 포장에서는 줄눈 콘크리트 포장에서의 가로방향 수축줄눈을 두지 않는다.

해 설

□ 줄눈 콘크리트 포장

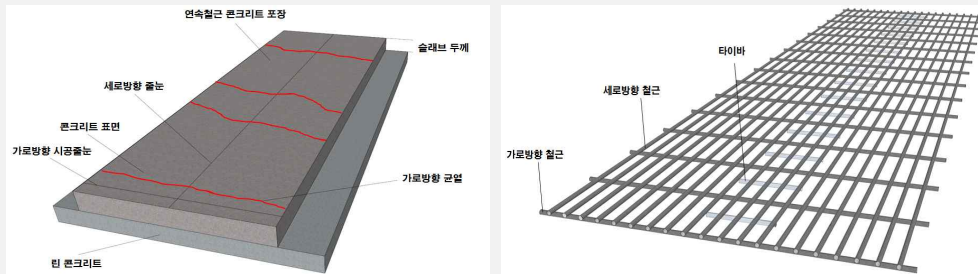
- 줄눈 콘크리트 포장의 일반적인 단면 형태는 <그림 1.1>과 같다.



<그림 1.1> 줄눈 콘크리트 포장의 단면도

□ 연속철근 콘크리트 포장

- 연속철근 콘크리트 포장의 일반적인 단면 형태는 <그림 1.2>와 같다.



<그림 1.2> 연속 철근 콘크리트 포장의 단면도

1.3 용어의 정의

- (1) 이 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 ‘부속서 및 부록’ 용어의 정의’에 따른다.

재 료 2

2. 재 료

2.1 일반사항

- (1) 포장용 콘크리트는 시멘트, 잔골재, 굵은골재, 혼화재료 및 물 등으로 구성된다.
- (2) 재료는 품질이 확인된 것 또는 성분이 명시되어 있는 것으로 한국산업표준(KS)에 적합한 것이어야 한다.
- (3) 시공 중에 재료를 변경하고자 할 경우에는 품질을 확인하여 필요한 조치를 취해야 한다.

해 설

(2)에 대하여

- 품질이 확실한 콘크리트를 제조하기 위해서는 재료 품질이나 성분을 알고 있어야 한다.

(3)에 대하여

- 시공 중에 재료를 변경해야 할 필요가 있을 때는 소요 품질의 콘크리트를 만들기 위하여 새로 사용하고자 하는 재료의 적부 결정 및 배합 변경 등의 필요한 조치를 취하여야 한다.

2.2 시멘트

2.2.1 종류 및 품질기준

- (1) 포틀랜드시멘트, 고로슬래그시멘트, 플라이애시시멘트 및 포틀랜드 포졸란 시멘트는 각각 KS L 5201, KS L 5210, KS L 5211 및 KS L 5401 에 적합한 것이어야 한다.
- (2) (1) 이외의 시멘트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

〈표 2.1〉 시멘트의 종류

구 분		종 류	비 고
포틀랜드 시멘트	1종	보통 포틀랜드 시멘트, 보통 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	KS L 5201
	2종	중용열 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	3종	조강 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	4종	저열 포틀랜드 시멘트, 저열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	5종	내황산염 포틀랜드 시멘트, 내황산염 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
특수시멘트		백색 포틀랜드 시멘트	KS L 5204
		초속경 시멘트	-
		내화물용 알루미늄 시멘트	KS L 5205
혼합시멘트		실리카 시멘트	-
		고로 슬래그 시멘트	KS L 5210
		플라이 애시 시멘트	KS L 5211
		포졸란 시멘트	KS L 5401

〈표 2.2〉 시멘트의 물리 성능

항 목		종 류				
		1 종	2 종	3 종	4 종	5 종
분말도	비 표면적(Blaine) (cm ² /g)	2,800 이상	2,800 이상	3,300 이상	2,800 이상	2,800 이상
안정도	오토클레이브 팽창도(%)	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하
	르샤틀리에(mm)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
응결 시간	비카 시험	초결(분)	60 이상	60 이상	45 이상	60 이상
	종결(시간)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
수화열 (J/g)	7일	-	290 이하	-	250 이하	-
	28일	-	340 이하	-	290 이하	-
압축강도 (MPa)	1일	-	-	10 이상	-	-
	3일	12.5 이상	7.5 이상	20 이상	-	10 이상
	7일	22.5 이상	15.0 이상	32.5 이상	7.5 이상	20 이상
	28일	42.5 이상	32.5 이상	47.5 이상	22.5 이상	40 이상
	91일	-	-	-	42.5 이상	-

해 설

□ 콘크리트 포장에 사용되는 시멘트

- 시멘트 콘크리트 포장에 사용되는 시멘트의 종류는 포틀랜드 시멘트, 특수 시멘트, 혼합 시멘트로 분류할 수 있으며, 시멘트 콘크리트 포장의 용도와 목적에 따라 감독자의 승인 하에 사용할 수 있다.

□ 시멘트의 종류

- 시멘트의 구분 및 종류는 <표 2.1>에 따라 분류하며, 해당 KS 규격에 따른다. 현재 KS에 규정되어 있는 시멘트는, 포틀랜드 시멘트로서 보통, 중용열, 조강, 저열 및 내황산염 등 5종류가 있고, 특수시멘트로는 백색 및 내화물용 알루미늄 등 2종류, 혼합시멘트로서는 고로슬래그, 플라이애쉬 및 포졸란시멘트 등이 있다. 이들 시멘트는 각각의 특징이 있고, 품질에도 많은 차이가 있다.
- 따라서 공사에 쓸 시멘트를 선정할 경우에는 신설 포장, 유지보수, 기상조건, 위치, 시공방법 등에 따라 소요 품질의 시멘트 콘크리트를 경제적으로 안정하게 얻을 수 있는 시멘트를 선정할 필요가 있다.

□ 시멘트의 품질기준

- 포틀랜드 시멘트의 물리 성능은 <표 2.2>에 적합하여야 하며, 기타 시멘트의 품질기준은 해당 KS 규격에 따른다. 필요에 따라 특수성능을 갖는 시멘트 콘크리트를 만들기 위해 혼합재의 혼합률을 규정치 이상으로 혼합시킨 시멘트나 혼합시멘트에 다른 혼합재를 첨가시킨 다성분 시멘트를 사용할 경우에는 반드시 충분한 시험을 실시하여 품질을 확인 후에 사용하여야 한다.

2.2.2 포장, 운반 및 저장

- (1) 포대시멘트는 한국공업규격에 따라 포장 후 운반해야 하며, 벌크시멘트(Bulk cement)는 탱크로리(Tank lorry)로 운반해야 한다.
- (2) 시멘트는 방습적인 구조로 된 사일로(Silo) 또는 창고에 종류별로 구분해서 저장해야 한다.

해 설

□ 일반사항

- 시멘트는 포장, 운반 및 저장 상태에 따라 공장 출하 시 제시된 초기 품질이 변동될 가능성이 많은 제품이므로 각별한 주의가 필요하다.
- 시멘트는 저장 중에 공기 중의 수분을 흡수하여 경미한 수화작용을 일으키고, 동시에 공기 중의 탄산가스를 흡수하여 풍화하는데, 시멘트가 풍화하면 응결이 늦어지며, 강도가 점차로 낮아지는 등 시멘트 콘크리트 품질에 나쁜 영향을 미친다.

□ 포장 및 운반

- 포대시멘트는 KS A 1542, KS A 1543, KS A 1553 또는 시멘트 포장에 적합한 포대에 넣어 실 무게 40kg으로 포장해야 하며, 포장시멘트는 지대 바깥 면에, 비포장 시멘트는 납품서에 시멘트의 종류, 제조자 명, 상표, 실 무게 및 제조년월일 또는 출하년월일을 명시해야 한다.
- 시멘트를 차량으로 장거리 운반 할 때에는 방습포 등으로 씌워 기상의 영향을 받지 않도록 해야 한다. 비포장 시멘트는 방수, 방풍이 된 전용시설에 수용되어야 한다.

□ 저장

- 시멘트는 방습적인 구조로 된 사일로 또는 창고에 품종별로 구분하여 저장해야 한다.
- 시멘트 사일로의 용량은 1일 평균 작업량의 3일분 이상을 저장할 수 있는 크기 이어야 한다.
- 포대시멘트는 지상 30cm 이상 되는 마루에 쌓아올려서 검사나 반출에 편리하도록 배치하여 저장해야 하며 쌓는 포대 수는 12포대 이하이어야 한다.

- 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트를 공사에 사용해서는 안 되며, 제조일로부터 3개월 이상 된 시멘트는 사용하기 전에 시험을 실시하여 그 품질을 확인해야 한다.
- 포대시멘트를 일시적으로 야적하고자 할 때에는 감독자의 승인을 받아야 하며, 이때에는 방습포로 덮어야 한다.
- 벌크시멘트(Bulk cement)는 저압력(0.035~0.070MPa)에서도 압축공기를 이용하여 20m 높이까지 배출해 낼 수 있는 공기압 벌크탱크에 저장 사용해야 한다. 또한, 벌크탱크는 중력에 의하여 계량 흡퍼로 배출될 수 있도록 가급적 높게 설치해야 하며, 외기 온도에 영향을 받지 않도록 적절한 보온 조치를 취해야 한다.
- 시멘트의 온도가 너무 높을 때는 그 온도를 낮추어서 사용하여야 한다. 일반적으로 70℃ 이하의 온도를 갖는 시멘트를 사용하는 것이 좋다.

2.2.3 시험 및 승인

- (1) 시멘트 시료 채취 및 시험방법은 한국산업표준에 따라 실시해야 하며, 모든 시멘트는 품질기준을 만족해야 한다.
- (2) 모든 시멘트는 감독자의 검사를 받은 후 사용해야 하며, 검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과가 품질기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체해야 한다.

해 설

일반사항

- 시멘트에 대한 품질 시험은 정기적으로 혹은 감독자의 요구에 의해 실시되어지고, 시험결과가 품질기준을 만족하지 못하였을 경우에는 즉시 새로운 시멘트로 대체해야 한다. KS에 규정되어 있지 않은 시멘트는 일반적으로 특수한 성능을 가지고 특별한 목적으로 사용된다.
- 이와 같은 시멘트는 그 사용 목적을 달성하기 위해 필요로 하는 품질 항목과 규격치를 적절히 정한 다음, 여기에 근거하여 판정할 필요가 있다.

□ 시험 방법

- 시험 방법은 아래와 같이 해당하는 KS 규정에 따른다.
 - 시료 채취: 시멘트의 시료 채취는 KS L 5101에 따른다.
 - 화학 성분: 포틀랜드 시멘트의 화학 분석은 KS L 5120에 따른다.
 - 분말도: 공기 투과 장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험은 KS L 5106에 따른다.
 - 안정도: 시멘트의 오토클레이브 팽창도 시험은 KS L 5107에 따른다.
 - 응결시간: 시멘트의 응결시간 시험은 KS L ISO 9597에 따른다.
 - 압축강도: 수경성 시멘트의 모르타르 압축 강도 시험은 KS L ISO 679에 따른다.
 - 수화열: 포틀랜드 시멘트의 수화열 시험은 KS L 5121에 따른다.
 - 체분석: 표준체 90 μm 에 의한 시멘트 분말도 시험은 KS L 5117에 따른다.

2.3 잔골재

2.3.1 일반사항

- (1) 잔골재란 5mm 체를 다 통과하고, 0.08mm 체에 다 남은 골재를 말하며 KS F 2526의 규정에 적합한 것이어야 한다. 일반적으로 강모래, 바다모래 등의 자연산과 부순 모래, 재생 골재 등의 인공산으로 구분한다.
- (2) 잔골재나 잔골재용 원석의 강도는 단단하고, 강한 것이어야 한다.
- (3) 잔골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 말아야 하고, 진흙이나 유기 불순물 등의 유해물이 포함되어 있지 않아야 한다.
- (4) 잔골재로 콘크리트용 천연잔골재, 부순 잔골재, 고로 슬래그 잔골재는 KS F 2527, 순환 잔골재는 KS F 2573에 적합한 것을 사용한다. 단, 혼합하여 사용하는 경우에는 각각의 품질기준에 적합한 것이어야 한다.

해 설

□ (2)에 대하여

- 잔골재는 천연에서 얻는 경우와 암석을 파쇄하여 만드는 경우 및 산업 부산물로부터 얻는 방법 등 다양하다. 콘크리트 중에서 골재는 보강재 역할을 하므로 콘크리트 중의 시멘트 페이스트 강도보다 강하여야 한다.
- 즉, 시멘트 페이스트 강도보다 잔골재 강도가 작을 경우 콘크리트 강도는 잔골재 강도에 의해 결정되어질 수 있으므로 예상한 강도보다 작은 강도가 발휘될 수 있기 때문이다.
- 잔골재는 크고 작은 알갱이가 골고루 혼합된 것이 좋다. 잔골재는 하나의 입자 크기가 아니라 크고 작은 알갱이가 섞여 있고 골재 종류마다 각 입자 크기의 구성비율이 다를 수밖에 없으므로 크고 작은 알갱이가 골고루 섞인 것이 좋다. 이와 같이 잘고 굵은 알이 적당히 혼합되어 있는 골재는 알의 크기가 거의 같거나 미립자가 많은 것보다는 소요품질을 갖는 콘크리트 제조에 있어 비교적 적은 단위수량 및 단위시멘트량으로 경제적인 콘크리트를 만들 수 있다.
- 특히, 부순 잔골재의 경우 파쇄과정에서 입자 내부에 균열이 존재할 가능성 때문에 모양의 강도보다 저하할 수 있음에 유의하여야 한다. 다만, 잔골재의 강도를 시험한다는

것은 매우 어려운 일이므로 시멘트 모르타르 혹은 콘크리트에 적용한 시험결과로부터 판단하는 것이 좋다.

- 골재는 콘크리트 중에서 여러 역할을 하지만 강도와 관련하여 골재 입자표면은 거친 것이 부착에 유효하기 때문에 가능한 표면에 거친 요철이 있는 것이 좋다.
- 또한, 전체적인 형상은 구형에 가까운 것이 좋으며 표면이 매끄러운 것, 모양이 편평하거나 세장한 것은 좋지 않다. 부순골재는 제조과정에서 편평하거나 세장하게 제조될 수 있고 콘크리트 중에서 골재상호간의 마찰력을 증대시켜 워커빌리티를 저하시키므로 단위수량이 증대되는 등 배합적으로 불리해지거나 동일 배합으로 콘크리트를 제조할 경우 기수 등의 행태에 의해 콘크리트 품질이 급격히 저하할 수 있다.

□ (3)에 대하여

- 콘크리트 중의 염화물은 콘크리트 품질에 큰 영향을 미친다. 따라서 해사 등 잔골재로부터 유입될 수 있는 염분 등 염화물을 포함하지 않아야 한다. 만일, 해사의 경우 세척에 의해 완벽히 염분을 제거할 수 없다 하더라도 이러한 잔골재를 사용한 콘크리트의 염화물 함유량이 계산 혹은 실험에 의해 규정치를 만족하는 것을 확인하여야 한다.
- 또한, 자연에서 채취한 잔골재에는 점토성분이나 유기불순물 등이 포함될 가능성이 많으므로 적절한 시험을 통하여 확인하고, 잔골재 채취 혹은 가공시 충분히 제거하여야 한다. 진흙이나 유기불순물은 콘크리트 응결경화에 영향을 미치거나 균열을 유발하는 원인이 되기 때문이다.
- 운모 등은 마모성이 매우 불량하기 때문에 골재의 취급 및 콘크리트 혼합과정 등에서 마모되어 작은 입자화 됨으로써 콘크리트 품질을 변화시킬 우려가 있으므로 운모나 풍화암 등과 같은 연질골재는 가능한 포함되지 않아야 한다.

□ (4)에 대하여

- 콘크리트용 잔골재 품질은 KS F 2527에 종류별로 규정되어 있으므로 가능한 KS의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다. 다만 순환 잔골재 KS F 2573에 규정하고 있다.
- 2종 이상의 골재를 혼합하여 사용하는 경우에는 각각의 품질기준을 만족해야 한다.

2.3.2 입도

- (1) 잔골재는 대소의 알갱이가 알맞게 혼합되어 있는 것으로, 잔골재의 입도기준은 <표 2.3>을 따른다.
- (2) <표 2.3>의 입도범위를 벗어난 잔골재를 쓰는 경우에는, 2 종류 이상의 잔골재를 혼합하여 사용할 수 있다. 단, 혼합 잔골재의 경우 천연골재의 입도규정에 준하며, <표 2.3>에 표시된 연속된 2개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45%를 넘지 않아야 한다.
- (3) 콘크리트 배합을 정할 때 가정한 잔골재의 조립률에 비하여 ± 0.20 이상의 변화를 나타내었을 때는 배합을 변경한다. 공기연행 콘크리트를 사용할 경우에는 입도변화의 허용값을 앞의 값보다 작게 규정하는 것이 좋다.
- (4) 공기량이 3% 이상이고, 단위시멘트량이 250kg/m^3 이상인 공기연행 콘크리트나 단위시멘트량이 300kg/m^3 이상인 콘크리트 또는 0.3mm 체와 0.15mm 체를 통과한 골재의 부족량을 양질의 광물질 분말로 보충한 콘크리트에서는 0.3mm 체와 0.15mm 체 통과 질량백분율의 최소량을 각각 5% 및 0%로 감소시켜도 좋다.

<표 2.3> 잔골재 입도기준

체의 호칭 치수 (mm)	체를 통과한 것의 질량 백분율(%)	
	천연 잔골재	부순 잔골재
10	100	100
5	95~100	95~100
2.5	80~100	80~100
1.2	50~85	50~90
0.6	25~60	25~65
0.3	10~30	10~35
0.1	2~10	2~15

□ (1), (2)에 대하여

- 잔골재의 입도는 콘크리트의 배합에서 경제성과 관련하여 중요한 항목이며, 워커빌리티 및 충전성 등 콘크리트의 품질에 직접적인 영향을 미치므로 면밀히 검토할 필요가 있다. 실험은 KS F 2502의 규정에 따라 실시한다.
- 좋은 품질의 콘크리트를 만들기 위해서는 일반적으로 <표 2.3> 입도 범위의 잔골재를 쓰는 것이 좋다. 입도가 이 범위를 벗어난 잔골재를 쓰는 경우에는, 2종 이상의 잔골재를 혼합하여 입도를 조정해서 쓰는 것이 좋다. 다만, 이 경우 천연잔골재 입도범위에 따른다. 또한, <표 2.3>에 표시된 연속된 2개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45%를 넘어서는 안된다.

□ (3)에 대하여

- 연속 생산되는 콘크리트에서 잔골재의 품질 중 입도가 변화하는 경우가 있다. 이 경우 미소한 변화라면 콘크리트의 품질에 큰 차이가 발생하지 않으나 일반적으로 조립률이 ± 0.2 정도 이상 변화한다면 콘크리트의 품질변화가 발생한다. 따라서 잔골재의 조립률이 변화하여 콘크리트 물성의 변화가 예상되거나 확인될 경우 배합을 변경한다.
- 예를 들어 조립률이 커졌다면 잔골재 평균 크기가 증가한 것이고, 표면적의 총량은 감소하게 되어 콘크리트의 점성이 감소하게 된다. 따라서 조립률이 증가하면 잔골재의 양을 늘려주어 골재 표면적을 늘림으로써 점성을 확보하고, 미립자를 보충하여 균질성과 수밀성 등을 만족할 수 있을 것이다.

□ (4)에 대하여

- 공기연행 콘크리트의 공기량은 다른 조건이 동일한 경우 잔골재 중 0.3mm나 0.15mm체를 통과한 골재의 총량에 의해 공기량은 변화하게 된다. 이는 0.3mm 혹은 0.15mm를 통과한 입자 사이에 공기연행 공기가 존재할 수 있기 때문으로 이러한 입자가 많을수록 공기량은 증가하게 된다. 따라서 0.3mm 혹은 0.15mm를 통과한 골재량에 따라 공기량은 변화하게 되므로 이를 고려하여 공기연행제량, 잔골재율 등 배합사항을 결정하여야 한다.

2.3.3 물리적 품질

- (1) 잔골재의 절대건조밀도는 $0.0025\text{g}/\text{mm}^3$ 이상의 값을 표준으로 한다.
- (2) 잔골재의 흡수율은 3.0% 이하의 값을 표준으로 한다. 단, 고로 슬래그 잔골재의 흡수율은 3.5% 이하의 값을 표준으로 한다.
- (3) 부순 잔골재의 경우 ASTM C 1260 시험방법에 의해 알칼리 골재 반응성을 평가해야 하며, 그 결과값이 팽창률 0.1% 미만을 나타내어야 한다. 만약 팽창률 0.1% 이상인 골재를 부득이하게 사용할 경우에는 ASTM C 1260 시험방법으로 결합재 일부를 광물성 혼화재로 치환후 재평가하여, 14일 팽창률이 0.1% 미만을 나타낼 경우, 해당 골재를 사용할 수 있다. 이때 실험에서 결정된 결합재 구성 비율은 본 콘크리트 배합에 반영해야 한다.
- (4) <표 2.4>~<표 2.6>은 잔골재 종류별 품질기준을 나타내고 있다.

〈표 2.4〉 콘크리트용 잔골재의 물리적 품질기준

시 험 항 목	규 정 값
절대건조밀도	$2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 이상
흡 수 율	3% 이하
안 정 성	10% 이하

〈표 2.5〉 부순 잔골재의 품질기준

시 험 항 목	규 정 값
절대건조밀도	$2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 이상
흡 수 율	3% 이하
안 정 성 ¹⁾	10% 이하
0.08mm 체 통과량	7% 이하
조 립 율	2.3~3.1 (± 0.15)
입자모양판정 실적율	53% 이상
알칼리 골재 반응 ²⁾	팽창률 0.1% 미만

【주1】 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산값을 말한다.

【주2】 축진 알칼리 골재 반응성 시험(ASTM C 1260)을 통해, 14일 팽창률 0.1% 미만을 나타내어야 한다.

〈표 2.6〉 고로슬래그 잔골재의 품질기준

항 목		규 정 값
화학적분 총함유량(%)	산화칼슘(CaO)	45.0 이하
	황(S)	2.0 이하
	삼산화황(SO ₃)	0.5 이하
	산화철(FeO)	3.0 이하
물리적성질	절대건조밀도(g/cm ³)	2.5 이상
	흡수율(%)	3.5 이하
	단위용적질량(kg/L)	1.45 이상

해 설

- 잔골재의 밀도와 흡수율은 반비례 관계에 있다. 즉, 밀도가 작으면 흡수율이 큰 것이 보통인데, 흡수율이 크다는 것은 골재 내부에 미세한 공극이 많음을 의미한다. 결국, 골재의 밀도와 흡수율은 골재의 강도와 밀접한 상관관계를 갖는 것으로 소요품질의 콘크리트를 만들기 위하여 밀도가 크고 흡수율이 작은 골재가 유리하기 때문에 이 규정이 존재한다. 물론 이 규정값을 만족하지 못하는 골재의 경우에도 콘크리트 배합사항을 변경하여 요구품질에 적합한 콘크리트를 제조할 수 있다.
- 골재의 절대건조밀도가 너무 크면 오히려 콘크리트의 단위용적질량이 증가하므로 고로슬래그 골재를 사용할 경우에는 구조물의 설계단계에서 콘크리트의 단위용적질량을 적절히 고려하여야 한다.
- 콘크리트용 부순 잔골재는 공장에서 생산되는 잔골재로 KS F 2527의 기준에 적합해야 한다. 부순 잔골재는 현무암, 안산암, 사암, 석회암 또는 이에 준하는 석질로 만들어진다. 연질의 사암, 연질의 응회암, 풍화한 암석 등 석질이 약한 것 또는 파쇄할 때 결정 사이에 균열이 남아 있을 우려가 있는 것은 사용하여서는 안된다.
- 부순 잔골재는 알칼리 골재 반응에 따라, A형 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것과, B형 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것으로 판정이 나지 않은 것 또는 이 시험을 하지 않은 것으로 구분한다.

2.3.4 유해물 함유량 한도

- (1) 잔골재의 유해물 함유량의 허용한도는 <표 2.7>의 값으로 한다. <표 2.7>에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 감독자의 지시를 받아야 한다.
- (2) 점토덩어리 시험은 KS F 2512, 0.08mm 체 통과량 시험은 KS F 2511, 석탄 갈탄 등 밀도 0.0020g/mm³의 액체에 뜨는 것에 대한 시험은 KS F 2513에 따른다. 또 염화물 함유량의 시험은 KS F 2515에 따른다.
- (3) 잔골재에 함유되는 유기불순물은 KS F 2510에 의하여 시험한다. 이 때 잔골재 위에 있는 용액의 색깔은 표준색보다 옅어야 한다.

<표 2.7> 잔골재의 유해물 함유량 한도

종 류	최대값(%)
점토 덩어리	1.0 ¹⁾
0.08mm체 통과량 - 콘크리트의 표면이 마모작용을 받는 경우 - 기타의 경우	3.02) 5.0
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2.0g/cm ³ 의 액체에 뜨는 것 - 콘크리트의 외관이 중요한 경우 - 기타의 경우	0.5 1.0
염화물(NaCl 환산량)	0.04

【주1】 시료는 KS F 2511 0.08mm체 통과량 시험을 실시한 후에 체에 남는 것을 사용한다.

【주2】 천연 잔골재의 경우 마모작용을 받는 경우 3.0퍼센트이며, 부순 잔골재의 경우 표 3.5에 따른다.

□ (1),(2)에 대하여

- 잔골재에 포함될 수 있는 유해물질은 매우 다양하다. 그 중 대표적인 것으로는 점토, 0.08mm체를 통과하는 미립자, 석탄 및 갈탄과 염화물 및 유기불순물 등이 있다.
- 천연잔골재에 함유되어 있는 미립분은 대부분 점토로서 점토가 잔골재 표면에 밀착되어 있지 않고 균등하게 분포되어 있다면 반드시 유해하지는 않지만, 잔골재의 표면에 밀착해 있으면 시멘트 페이스트와의 부착을 방해하기 때문에 좋지 않고, 또 점토가 덩어리로 되어 있으면 습윤건조 또는 동결융해 등으로 인하여 점토덩어리 자신이 파괴되거나 콘크리트 표면을 손상시킬 수 있으므로 유해하다.
- 또한, 점토는 수분을 함유하고 있다가 건조수축시 수분 증발과 함께 점토가 함유된 부위를 중심으로 미립자성 균열이 발생할 수 있다. 덩어리로 되어 있지 않은 점토 등 미립물질의 양은 골재씻기 시험결과로부터 판단할 수 있다.
- 또한, 밀도 2.0g/cm³의 액체에 뜨는 석탄이나 갈탄 등은 콘크리트 표면을 손상시킬 수 있으므로 유해하다. 밀도 2.0g/cm³의 액체로서는 일반적으로 염화아연 수용액이 쓰인다.
- 염화물을 함유한 잔골재로서는 해저, 해변, 하구 등에서 채취되는 바다모래나 바다모래를 함유한 혼합사 등을 대표로 꼽을 수 있다. 염화물을 함유한 잔골재를 사용하는 경우에는 콘크리트 중의 염화물 함유량의 대부분은 잔골재로부터 공급된다. 또한 바다모래를 혼합한 잔골재를 쓴 경우에는 콘크리트 중의 염화물 함유량이 강제 보호를 위한 허용한도 0.3kg/m³를 넘을 가능성이 있다. 따라서 콘크리트 중의 염화물 함유량을 소정값 이하로 억제하기 위해서는 잔골재의 염화물 함유량에 대해 어떤 제한을 둘 필요가 있다. <표 2.7>의 염화물의 한도는 바다모래의 제염처리 실태, 관리시험의 신뢰성 등을 종합적으로 고려해서 콘크리트 중의 염화물 함유량에 대한 규제가 거의 만족되는 상한으로 정한 값이다.
- 따라서 염분을 많이 함유하고 있는 바다모래는 철망, 다웰바, 타이바 등 콘크리트 슬래브 안에 들어 있는 철근을 부식시킬 염려가 있으므로 이를 사용할 때에는 물을 뿌려 모래를 깨끗하게 씻거나 양질의 모래를 섞어주어 NaCl로 환산한 염분 함유량이 0.04% 이하가 되도록 제한하는 것이 좋다.

- 바다모래를 사용함에 있어서는 조개껍질이 섞이는 문제가 생기는데, 특히 큰 조개껍질 조각이 섞이지 않는다면 그 영향은 실용상 문제가 되지 않지만, 조개껍질 혼입량이 많은 경우에는 바다모래를 10mm 이하의 트롬멜(Trommel)을 통과시켜서 사용하는 것이 바람직하다.
- 이외에도 잔골재 중에 이물질이 혼입되면 콘크리트에 유해한 영향을 줄 가능성이 있는 것으로서 석회, 페리클레스(Periclase), 경석고(무수석고)가 있다. 석회나 페리클레스는 생석회, 플라스터(Plaster), 석회계 팽창재, 소성비료, 백운석(Dolomite) 클링커, 내화벽돌, 전로슬래그, 인공경량골재 등의 자재에 포함되는 경우가 있다. 이들의 덩어리가 콘크리트 중에 존재하면, 수화반응으로서 콘크리트 표면에 현저한 골재 박리(Pop out)를 일으키므로, 이들의 이물질이 잔골재에 혼입되지 않도록 주의할 필요가 있다. 페리클레스의 수화는 석회보다도 늦기 때문에 수년 경과 후에 손상이 생기는 수가 있다.

□ (3)에 대하여

- 잔골재는 유기불순물의 유해량을 함유해서는 안되며, 유기불순물은 KS F 2510에 의하여 시험해야 한다. 콘크리트에 사용되는 잔골재가 젖어 있거나 습한 대기 중에 노출되거나 또는 습지에 접촉하는 콘크리트에 사용될 경우에 잔골재는 시멘트 중의 알칼리와 반응하는 유해물질을 모르타르 또는 콘크리트의 과잉팽창을 일으킬 정도로 함유해서는 안된다. 다만, 이러한 재료의 유해량이 함유되어 있더라도 수산화나트륨으로 계산한 알칼리량이 0.6% 이하인 시멘트와 같이 사용하거나 또는 알칼리와 골재의 반응으로 인한 과잉 팽창을 방지할 수 있는 혼화재료를 사용한 콘크리트인 경우에는 예외로 한다.

2.3.5 저장

(1) 잔골재의 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장해야 하며, 저장 설비는 배수시설뿐만 아니라 표면수가 균일하도록 저장하여야 한다.

해 설

- 골재의 반입, 저장 및 취급 시에는 대소의 입자가 분리하지 않도록 또 먼지, 잡물 등이 혼입하지 않도록 주의해야 한다.
- 골재의 저장설비는 적당한 배수시설을 설치하고 표면수가 균일하게 되도록 해야 하며, 또한 사용에 편리하도록 해야 한다.
- 골재의 저장설비는 겨울에는 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 한다.
- 여름에는 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위하여 직사광선을 막는 적당한 시설을 갖추어야 한다.

2.4 굵은 골재

2.4.1 일반사항

- (1) 시멘트 콘크리트용 굵은 골재란 5mm 체에 95% 이상 남은 골재를 말하며, KS F 2526의 규정에 적합한 것이어야 한다. 자연산으로 자갈, 인공산으로 부순 골재, 순환골재, 고로슬래그 등의 재생골재로 구분한다.
- (2) 굵은골재나 굵은골재용 원석의 강도는 단단하고 강한 것이어야 한다.
- (3) 굵은골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 않아야 하고 진흙이나 유기 불순물 등의 유해물이 포함되어 있지 않아야 한다.
- (4) 굵은골재는 콘크리트용 천연 굵은골재는, 부순 굵은골재, 고로슬래그 굵은골재는 KS F 2527, 순환 굵은골재는 KS F 2573의 규정에 적합한 것을 사용한다. 단, 혼합하여 사용하는 경우에는 각각의 품질기준에 적합한 것이어야 한다.

해 설

□ (1), (2)에 대하여

- 굵은골재의 석질은 강하고 단단하여 기상작용에 대하여 내구적인 것이어야 한다. 일반적으로 굵은골재는 콘크리트 중의 모르타르와 같거나 또는 그 이상의 강도를 가진 것이어야 한다.
- 얇은 석편이나 가느다란 석편의 양은 시료로부터 주위내에서 측정하는 것이지만, 그 유해량은 감독자의 판단에 따른다.
- 콘크리트의 내화성은 사용재료의 암석류에 의한 영향이 크고, 석회암이나 석영질 사암 등은 내화성에 약하다. 그러므로 내화적이면서 강도, 내구성 등을 필요로 하는 콘크리트에서는 고로슬래그 굵은골재나 내구적인 안산암, 현무암, 화강암 등을 사용하는 것이 좋다.
- 콘크리트 포장체의 평균 온도변화에 대한 축방향 구속응력은 표층과 보조기층 간의 마찰저항으로부터 발생되고 포장체 상부와 하부의 온도 차이에 의하여 휨구속응력이 발생하게 된다.

- 이와 같이 콘크리트 포장의 체적변화에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 굵은골재의 열팽창계수라 할 수 있다. 체적변화에 대한 구속응력을 최소화하기 위해 가능한 한 열팽창계수가 작은 굵은골재를 사용하는 것이 콘크리트 포장체의 파손을 감소시키는 측면에서 유리하다.

□ (3)에 대하여

- 콘크리트용 굵은골재는 양질의 강자갈이 고갈되어 대부분 부순 굵은골재를 사용하고 있으며, KS F 2527의 품질기준에 적합해야 한다.
- 굵은골재 품질개선을 위하여 2종류 이상의 혼합하여 사용하는 경우 각각의 품질기준에 적합한 것을 사용해야 한다.

2.4.2 입도

(1) 굵은골재는 크고 작은 알이 알맞게 혼합되어 있는 것으로, 그 입도는 <표 2.8>의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

<표 2.8> 굵은골재의 입도의 표준

체의 호칭 골재크기(mm)	각 체를 통과하는 것의 중량 백분율(%)								
	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5
40~5	100	95~100	-	-	35~70	-	10~30	0~5	-
30~5		100	95~100	-	40~75	-	10~30	0~10	0~5
25~5		100	-	95~100	-	25~60	-	0~10	0~5
20~5				100	90~100	-	20~55	0~10	0~5
13~5					100	90~100	40~70	0~15	0~5

해 설

- 굵은골재의 입도가 콘크리트의 워커빌리티에 미치는 영향은 잔골재의 입도보다 작지만, 잔골재와 마찬가지로 소요 품질의 콘크리트를 경제적으로 만들기 위해서는 대소알이 적당히 혼입되어 있는 것이 좋다. 알의 크기가 고르면 간극률이 커지기 때문에 같은 품질의 콘크리트를 만드는데 필요한 모르타르 양이 증가한다.
- 굵은골재 생산, 운반 및 사용에 있어 최대치수 30mm 이상의 골재를 사용하는 경우 재료분리가 발생할 수 있으므로 40~20mm와 25~5mm 또는 20~5mm 골재를 별도로 생산, 운반 및 적치하고 포장용 콘크리트의 표준입도기준에 적합하게 혼합율을 정하여 사용하도록 한다.

2.4.3 물리적 품질

- (1) 굵은골재의 절대건조밀도는 2.5g/cm^3 이상의 값을 표준으로 한다. 다만, 고로 슬래그 굵은골재의 경우 A 급, B 급은 각각 2.2g/cm^3 및 2.4g/cm^3 이상을 표준으로 한다. 순환 굵은골재의 경우는 2.5g/cm^3 이상의 값을 표준으로 한다.
- (2) 굵은골재의 흡수율은 3% 이하의 값을 표준으로 한다. 다만, 고로슬래그 굵은골재의 경우 A 급 및 B 급은 각각 6% 및 4%를 상한값으로 한다.
- (3) 부순 굵은골재의 경우 ASTM C 1260 시험방법에 의해 알칼리 골재 반응성을 평가해야 하며, 그 결과값이 팽창률 0.1% 미만을 나타내어야 한다. 만약 팽창률 0.1% 이상인 골재를 부득이하게 사용할 경우에는 ASTM C 1260 시험방법으로 결합재 일부를 광물성혼화재로 치환후 재평가하여, 14 일 팽창률이 0.1% 미만을 나타낼 경우, 해당 골재를 사용할 수 있다. 이때 실험에서 결정된 결합재 구성 비율은 본 콘크리트 배합에 반영해야 한다.
- (4) <표 2.9>와 <표 2.10>은 굵은골재 종류별 품질기준을 나타내고 있다.

〈표 2.9〉 굵은골재의 품질기준

구 분	규 정 값
절대건조밀도	2.5 g/cm ³ 이상
흡 수 율	3.0% 이하
안 정 성 ¹⁾	12% 이하
0.08mm체 통과량 ²⁾	1.0% 이하
마 모 율 ³⁾	
- 포장용	25% 이하
- 기 타	40% 이하
알칼리 골재 반응 ⁴⁾	팽창률 0.1% 미만

【주1】 안전성의 경우 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산값을 말한다.

【주2】 0.08mm체 통과량은 부순 굵은골재의 경우 해당된다.

【주3】 마모율도 시멘트 콘크리트에 사용된 입도에 따라 측정한다. 하나 이상의 입도를 시멘트 콘크리트에 사용할 경우에 마모율의 허용값은 각각의 입도에 적용한다.

【주4】 촉진 알칼리 골재 반응성 시험(ASTM C 1260)을 통해, 14일 팽창률 0.1% 미만을 나타내어야 한다. 해당 실험은 부순 잔골재인 경우에만 해당된다.

〈표 2.10〉 고로슬래그 굵은골재의 물리적 성질

분 류	절대건조밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	단위용적질량 (kg/L)
N	2.2 이상	6.0 이하	1.25 이상
H	2.4 이상	4.0 이하	1.35 이상

【주】 KS F 2527의 5.2에 따른다.

2.4.4 유해물 함유량의 한도

- (1) 굵은골재의 유해물 함유량의 한도는 〈표 2.11〉의 값으로 한다. 〈표 2.11〉에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 감독자의 지시를 받는다.
- (2) 점토덩어리 시험은 KS F 2512, 연한 석편의 시험은 KS F 2516, 0.08mm 체 통과량의 시험은 KS F 2511, 석탄 및 갈탄 등 밀도 2.0g/cm³ 인 액체에서 뜨는 것에 대한 시험은 KS F 2513에 따른다.
- (3) 점토덩어리 함유량은 0.25%, 연한 석편은 5% 이하이어야 하며, 그 함은 5%를 초과하지 않아야 한다. 다만, 순환골재의 점토덩어리 함유량은 0.2% 이하로 한다. 그러나 무근콘크리트에 사용할 경우에는 적용하지 않는다.

(4) 부순 굵은골재 및 순환 굵은골재의 0.08mm 체 통과량은 1% 이하로 한다.

〈표 2.11〉 굵은골재의 유해물 함유량 한도

종 류	최대값(%)
점토덩어리	0.25 ¹⁾
연한 석편	5.0 ²⁾
0.08mm체 통과량	1.0
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2.0g/cm ³ 의 액체에 뜨는 것 - 콘크리트의 외관이 중요한 경우 - 기타의 경우	0.5 1.0

【주1】 시료는 KS F 2511에 의한 0.08mm체 통과량의 시험을 실시한 후에 체에 남는 것으로부터 채취한다.

【주2】 교통량이 많은 슬래브 또는 표면의 경도(硬度)가 특히 요구되는 경우에 적용한다.

2.4.5 저장

- (1) 굵은 골재의 최대치수가 40mm 이상인 경우에는 19mm 또는 25mm 를 경계로 2종 이상으로 체가름하여 따로따로 저장해야 한다.
- (2) 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장해야 하며, 저장설비는 배수시설뿐만 아니라 표면수가 균일하도록 저장하여야 한다.

해 설

- 골재의 반입, 저장 및 취급 시에는 대소의 입자가 분리하지 않도록 또 먼지, 잡물 등이 혼입하지 않도록 주의해야 한다. 골재의 저장설비는 적당한 배수시설을 설치하고 표면수가 균일하게 되도록 해야 하며, 또한 사용에 편리하도록 해야 한다.
- 골재의 저장설비는 겨울에는 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 한다. 여름에는 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위하여 직사광선을 막는 적당한 시설을 갖추어야 한다.

2.5 물

- (1) 물은 기름, 산, 염류, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트 및 강재 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유하지 않아야 한다.
- (2) 콘크리트 제조에 사용하는 물은 KS F 4009 부속서 B의 기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (3) 콘크리트 혼합수로 해수를 사용해서는 안된다.

해 설

(1)에 대하여

- 혼합수는 콘크리트의 응결경화, 강도의 발현, 체적변화, 워커빌리티 등의 품질에 나쁜 영향을 미치거나 강재를 녹슬게 하는 물질이 유해함유량 이상 함유해서는 안 된다. 혼합수는 특별한 맛, 냄새, 빛깔, 탁도(濁度) 등이 없는 음료수 정도로 깨끗한 물이어야 한다.
- 공장하수 및 도시하수 등으로 오염된 하천수, 호소수(湖沼水), 저류수(貯溜水) 등에는 황산염, 옥화물(沃化物), 인산염, 붕산염, 탄산염이나 납, 아연, 동, 주석, 망간 등의 화합물이나 알칼리 등의 무기물 및 당류, 펄프폐액, 부식물질 등의 유기 불순물이 함유되어 있는 경우가 있는데, 미량이라도 이와 같은 물질을 함유하는 물을 혼합수로 사용하면 콘크리트의 응결경화, 강도발현, 체적변화, 워커빌리티 등에 나쁜 영향을 미칠 수가 있다.

(2)에 대하여

- KS F 4009 부속서 B에 대한 규정으로 포장용 콘크리트혼합에 사용하는 물도 이 규정을 적용하였다. 물은 수돗물과 수돗물 이외의 물 및 회수수로 구분된다.
- 수돗물은 시험하지 않아도 사용할 수 있으며, 수돗물 이외의 물은 <표 3.1>의 기준에 적합하여야 한다. 다만, 수도법의 수질기준에 따라 수돗물 품질을 만족시키고 있는 경우에는 수돗물에 준하여도 좋다.

2.6 혼화재

- (1) 플라이애시는 KS L 5405에 적합하고 「산업부산물 재활용 도로포장 지침」에 따라 사용하여야 한다.
- (2) 고로슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합하고 「산업부산물 재활용 도로포장 지침」에 따라 사용하여야 한다.
- (3) 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (4) 실리카흄은 KS F 2567에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (5) (1), (2), (3) 및 (4) 이외의 혼화재에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다. 즉, 이들 혼화재는 품질, 성능, 사용실적, 균등성 등을 사전에 조사하여야 하며, 워커빌리티, 강도, 내구성, 수밀성, 체적변화, 강재를 보호하는 성능, 경제성 등에 미치는 영향 등에 대해서도 검토하여야 한다.
- (6) 제빙화학제에 노출될 수 있는 시멘트 콘크리트 포장의 경우 <표 2.12>에 제시된 최대 혼화재 비율 기준을 따라야 한다.

<표 2.12> 제빙화학제에 노출된 콘크리트 최대 혼화재 비율

혼화재의 종류	결합재(시멘트+혼화재)에 대한 혼화재 질량 백분율(%)
KS L 5405에 따르는 플라이 애시 또는 기타 포졸란	25
KS F 2563에 따르는 고로슬래그 미분말	50
실리카 폼	10
플라이 애시 또는 기타 포졸란, 고로슬래그 미분말 및 실리카 폼의 합	50 ¹⁾
플라이 애시 또는 기타 포졸란과 실리카 폼의 합	35 ¹⁾

【주1】 플라이 애시 또는 기타 포졸란의 합은 25% 이하, 실리카 폼은 10% 이하여야 한다.

(7) 교면포장용 시멘트 콘크리트에 첨가되는 재료로 많이 사용되는 라텍스(Latex)는 <표 2.13>의 품질기준을 따라야 하며, 재료 저장 시 품질변화가 발생하지 않도록 주의해야 한다.

<표 2.13> 시멘트 콘크리트 혼입용 라텍스 품질기준

구 분	시험 방법	기 준
고형분 함유량(%)	KS M 6516	46~53
pH	KS M 6516	8.5~12.0
응고량(%)	KS M 6516	0.1 이하
표면장력(dyn/cm)	KS M 6516	50 이하 (최초 승인값의 ±5)
평균입자 크기(Å)	FHWA-RD-78-35	1,400~2,500 (최초 승인값의 ±300)
동결-융해 안정성	FHWA-RD-78-35	응고량: 0.1% 이하
부타디엔 함유량(%)	FHWA-RD-78-35	30~40

(8) 혼화제는 방습적인 사일로 또는 창고 등에 품종별로 구분하여 저장하고, 입하된 순서대로 사용하여야 한다.

해 설

□ 플라이애시

- 좋은 품질의 플라이애시를 적절하게 사용하면 콘크리트의 워커빌리티를 개선하여 단위수량을 감소시킬 수 있고, 수화열로 인한 온도상승이 작아지며, 수축이 적어지고, 수밀성이나 화학적 침식에 대한 내구성을 개선시키고, 알칼리골재반응을 억제시키며, 장기재령에서의 강도가 커지는 등의 우수한 효과를 얻게 된다.
- 그러나 플라이애시의 품질은 미분탄의 품질, 보일러의 연소방법, 포집방법에 따라 크게 달라지므로 KS L 5405에 적합한 것이어야 한다.
- 또한 이를 사용한 콘크리트 포장의 품질기준 및 시공에 필요한 일반적인 사항은 「산업부산물 재활용 도로포장 지침」에 따른다.

- 다만, 최근 양질의 플라이애시를 대량으로 계속 입수하기는 곤란하므로, 사용하고자 할 때에는 공급량 및 품질을 확인할 필요가 있다.

□ 고로슬래그

- 급랭시킨 유리질의 고로슬래그를 적절하게 분쇄하여 만든 양질의 고로슬래그 미분말은 이를 적절하게 잘 사용하면 콘크리트의 장기강도를 증진시키고 수화열의 발생속도를 낮추며 수밀성이 증진되어 염소이온 등의 콘크리트에 대한 침투를 적게 하며 황산염이나 해수에 대한 화학적 저항성을 개선시키고 알칼리골재반응을 억제시키는 등의 뛰어난 효과를 갖고 있다.
- 이러한 효과는 고로슬래그의 화학성분이나 급랭의 정도 혹은 이를 분쇄한 고로슬래그 미분말의 분말도, 사용량, 석고 첨가의 유무, 사용하는 시멘트의 성질 및 단위결합재량 등에 따라 상당히 차이가 있다. 또한, 콘크리트는 양생온도 및 습윤양생 기간의 영향을 받기 쉬우므로 정성들여 시공하지 않으면 소정의 강도를 얻을 수 없고, 중성화가 촉진될 우려가 있다.
- 또한, 고로슬래그 미분말은 그의 단위량이 다른 혼화재보다도 상당히 많고, 또한 결합재로서의 역할이 크므로 계량 및 비빔장치가 부적절하거나 이들의 작업이 충분히 관리되지 못한 경우에는 소정 품질의 콘크리트를 얻을 수 없기 때문에 계획 및 시공에 있어서는 여러 가지에 대하여 충분히 배려하지 않으면 안 된다.
- 고로슬래그 미분말은 비표면적의 값이 다양하고 활성도 지수(活性度指數) 등의 성능이 상당히 다르다. 따라서 고로슬래그 미분말을 혼화재로서 사용할 때는 신뢰할 수 있는 자료나 지식을 바탕으로 공사목적에 맞는 시험을 하여 그의 성능과 사용방법을 확인하여야 하며, 품질은 KS F 2563에 적합하여야 한다.

□ 팽창재

- 콘크리트용 팽창재를 적절하게 사용하여 팽창콘크리트를 만듦으로써 콘크리트의 건조수축이나 경화수축 등에 기인하는 균열의 발생을 저감할 수 있고, 포장용 콘크리트의 줄눈간격을 확대할 수 있는 장점이 있다.
- 이와 같은 효과는 콘크리트용 팽창재의 화학성분이나 분말도 등에 따라 달라지므로 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562에 알맞은 것이어야 한다.

□ 실리카흙

- 실리카흙은 페로실리콘 및 금속실리콘 등의 제조시 부산물로 나오는 입경이 $1\mu\text{m}$ 이하로, 평균입경이 $0.1\mu\text{m}$ 정도, 비표면적(질소가스 흡착법)은 약 $20,000\text{m}^2/\text{kg}$ 의 구형(球形)의 초미립자이다.
- 주성분은 비정질(非晶質)의 이산화규소(SiO_2)로 수산화칼슘과의 반응에 의해 칼슘실리케이트 수화물을 만든다. 실리카 폼을 시멘트의 일부로 치환시킨 콘크리트는 일반 콘크리트와 비교해서 재료분리가 잘생기지 않고, 블리딩이 적으며 강도증가가 현저하고 수밀성이나 화학저항성이 향상된다는 등의 이점이 있는 반면 단위수량 증가, 건조수축 증가 등의 결점도 있다. 따라서 사용에 있어서는 고성능감수제와의 병용이 필요하다.

□ 라텍스

- 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 라텍스는 스티렌(Styrene)과 부타디엔(Butadiene)이 주 모노머(단위체(單位體): Monomer)로 구성되어 있는 고분자를 공중합한 폴리머와 물을 일정비율로 만든 액상물질로서 폴리머의 주요 구성성분은 스티렌/부타디엔이 일정비율로 구성되어 있고 소량의 계면활성제와 안정제가 첨가되어 있는 재료이다.
- 일반적으로 사용 라텍스는 고형분 함유량, 입도 분포, 제조공정 등에 따라 품질의 변화가 발생하므로 표준화된 제조공정을 갖춘 공장 제품을 사용하여야 하며 안정화제는 공장에서 첨가되어야 한다. 라텍스는 우윳빛을 가지며 독성 및 인화성이 없어야 한다.

□ 기타

- (1), (2), (3) 및 (4) 항 이외의 혼화재로서는 메타카올린, 규산질 미분말, 석회석 미분말 및 고강도용 혼화재 등이 있다.
- 이들 혼화재에 대해서는 아직 품질기준이 없고, 또 사용방법도 다양하므로 이를 사용함에 있어서는 사전에 충분한 조사와 시험을 통하여 품질을 확인하고 사용방법을 검토하여야 할 것이다.

□ 혼화재 저장

- 혼화재는 습기를 흡수하면 덩어리가 생기거나 그 성능이 저하되는 수가 있다. 특히,

플라이애시는 함유되어 있는 극히 미량의 석고가 습기를 흡수함으로서 굳어진다.

- 콘크리트용 팽창재는 다량의 유리(遊離)된 산화칼슘을 함유하고 있기 때문에 시멘트에 비하여 풍화되기 쉬운 재료이다. 따라서 혼화재는 품종별로 구분해서 서로가 섞이지 않도록 방습적인 사일로나 창고 등에 저장하고 입하된 순으로 이것을 사용할 필요가 있다. 또한 포대로 된 것이나 통에 든 것 등의 혼화재는 포대가 찢어지거나 통이 파손되지 않도록 또 식별이나 검사하기 쉽도록 저장하여야 한다.

2.7 혼화제

- (1) 혼화제로 사용할 공기연행제, 감수제, 공기연행 감수제 및 고성능 공기연행 감수제는 KS F 2560에 적합한 것이어야 한다.
- (2) (1) 이외의 혼화제에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다. 즉, 이들 혼화제는 품질, 성능, 사용실적, 균등성 등을 사전에 조사하여야 하며, 워커빌리티, 강도, 내구성, 수밀성, 체적변화, 강재를 보호하는 성능, 경제성 등에 미치는 영향 등에 대해서도 검토하여야 한다.
- (3) <표 2.14>는 콘크리트용 화학혼화제의 품질기준을 나타내고 있다.

<표 2.14> 콘크리트용 화학혼화제의 품질기준

항목	공기연행제	감수제			공기연행 감수제			고성능 공기연행 감수제		
		표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	
감수율(%)	6 이상	4 이상	4 이상	4 이상	10 이상	10 이상	8 이상	18 이상	18 이상	
블리딩량의 비(%)	75 이하	100 이하	100 이하	100 이하	70 이하	70 이하	70 이하	60 이하	70 이하	
응결시간차(min)	초결	-60~+60	-60~+90	+60~+210	+30 이하	-60~+90	+60~+210	+30 이하	-30~+120	+90~+240
	종결	-60~+60	-60~+90	+210 이하	0 이하	-60~+90	+210 이하	0 이하	-30~+120	+240 이하
압축강도비(%)	재령3일	95 이상	115 이상	105 이상	125 이상	115 이상	105 이상	125 이상	135 이상	135 이상
	재령7일	95 이상	110 이상	110 이상	115 이상	110 이상	110 이상	115 이상	125 이상	125 이상
	재령28일	90 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	115 이상	115 이상
길이 변화비(%)	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	110 이하	110 이하	
동결융해에 대한 저항성 [상대동탄성계수(%)]	80 이상	-	-	-	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상	
경시 변화량	슬럼프(mm)	-	-	-	-	-	-	-	60 이하	60 이하
	공기량(%)	-	-	-	-	-	-	-	±1.5 이내	±1.5 이내

- (4) 혼화제는 먼저, 기타의 불순물이 혼입되지 않도록, 액상의 혼화제는 분리되거나 변질되거나 동결되지 않도록, 또 분말상의 혼화제는 습기를 흡수하거나 굳어지는 일이 없도록 저장한다.

해 설

□ (1)에 대하여

- KS F 2560은 콘크리트용 화학혼화제의 종류를 공기연행제, 감수제(표준형, 지연형, 촉진형), 공기연행 감수제(표준형, 지연형, 촉진형) 및 고성능 공기연행 감수제(표준형, 지연형)로 분류하고, 콘크리트의 제 성질을 개선함과 동시에 콘크리트의 응결 및 초기경화의 속도를 조절할 수 있도록 규정하고 있다.
- 공기연행제, 감수제, 공기연행 감수제 및 고성능 공기연행 감수제를 적절하게 사용함으로써 콘크리트의 워커빌리티가 개선되고, 단위수량이 감소되며, 내동해성이 향상되고, 수밀성이 개선되는 등 많은 이익을 얻을 수 있다. 그러나 공기연행제, 감수제, 공기연행 감수제 및 고성능 공기연행 감수제의 효과는 사용하는 시멘트 품질, 골재 품질, 콘크리트 배합, 시공방법에 따라 다르다. 또 공기량이 같더라도 연행 기포의 크기나 분포가 다르면 그 효과도 달라진다.
- 현재 시판되고 있는 공기연행제, 감수제, 공기연행 감수제 및 고성능 공기연행 감수제의 종류는 대단히 많으며, 그 성능이나 균일성은 서로가 상당히 다르기 때문에 공사에 사용할 공기연행제, 감수제, 공기연행 감수제 및 고성능 공기연행 감수제 품질은 적어도 KS F 2560의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- 콘크리트용 화학혼화제 품질기준 값은 시험콘크리트(혼화제를 사용한 콘크리트)의 기준콘크리트(혼화제를 사용하지 않은 콘크리트)에 대한 비를 나타낸 것으로, 이때 사용한 콘크리트의 슬럼프 값은 80mm 또는 180mm에 대하여 시험하되, 공기연행제 및 공기연행 감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수) 시험은 슬럼프 80mm, 고성능 공기연행 감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수) 및 경시 변화량 시험은 슬럼프 180mm의 콘크리트에 대하여 각각 적용한다.
- 그러나 KS F 2560 품질기준에 적합한 화학혼화제의 경우에도 포장용 콘크리트와 같이 슬럼프가 매우 낮은 콘크리트에 사용하는 경우에는 목표 공기량 발현이 어려울 수 있으므로 혼화제 선정에 있어 세심한 주의가 필요하다.
- 고성능 공기연행 감수제는 그 자신이 공기연행성을 가지고 있으면서 일반적인 공기연행 감수제보다도 높은 감수성능을 가지고 있으며, 슬럼프 손실도 작은 특징이 있다. 이

때문에 공기연행 감수제를 사용하는 경우보다 단위수량이 적은 콘크리트의 제조가 가능하다.

- 그러나 포장용 콘크리트의 슬럼프는 일반콘크리트와 비교하여 매우 낮고 고성능 공기연행 감수제는 첨가량에 따른 슬럼프 변동이 매우 크기 때문에 사용하는 고성능 공기연행 감수제의 특성과 효용 한도에 대해 충분히 이해하여야 하며, 목표로 하는 효과를 얻을 수 있도록 충분한 조사와 시험을 통하여 품질을 확인하고 사용방법을 검토하여야 한다.

□ (2)에 대하여

- (1)이외의 혼화제에 대해서는 아직 품질기준이 없고, 사용방법도 다양하므로 이를 사용함에 있어서는 충분한 사전조사와 시험을 통하여 품질을 확인함과 동시에 사용방법에 대해서도 검토하여야 한다.
- 즉, 사용하고자 하는 혼화제에 대해, 품질과 성능, 실적, 균등성 및 가격 등에 대해 조사하고, 그 혼화제가 콘크리트의 워커빌리티, 강도, 내구성, 수밀성, 체적변화, 강재를 보호하는 성능, 경제성 등에 미치는 영향도 검토할 필요가 있다.

□ (4)에 대하여

- 혼화제는 일반적으로 액체 상태로 사용되는 일이 많은데, 저장 중에 먼지, 기타의 불순물이 혼입되면 변질되거나, 수송펌프나 계량기 밸브의 고장원인이 되며, 또 증발이나 빗물의 혼입이 있으면 농도가 변하기 때문에 탱크에 저장할 경우에는 뚜껑을 꼭 덮고, 겨울에는 얼지 않도록 하며, 또 여러 종류의 혼화제를 저장할 경우에는 이들을 혼동하지 않도록 주의하여야 한다.
- 액상 혼화제에는 장기간 저장하면 분해되거나, 분리되며, 철제의 용기를 사용하면 녹이 생겨 혼화제를 변질시키는 경우도 있다. 또 액상 혼화제는 동결되면 분리하는 경우도 있고, 수분이 증발되면 농도가 진해져서 표층이 단단해지는 것도 있다.
- 이러한 변화가 생겼을 때는 어떤 경우든 정확한 계량투입이 어렵게 된다. 또 동결하여 분리를 일으킨 액상의 혼화제는 완전히 융해시켜 잘 저어서 혼합하면 원래대로 되돌아가는 수가 많다.

- 분말상의 혼화제는 습기를 흡수하기 쉽고, 어떤 종류의 혼화제(염화칼슘 또는 염화칼륨을 함유한 것)는 조해(潮解)하는 것도 있다. 이와 같은 혼화제는 방습적인 창고에 통풍을 피해서 저장하지 않으면 안 된다. 따라서 혼화제의 저장에는 이런 것들을 고려해서 직사일광을 피하며, 화기에 접근시키지 말고, 얼지 않도록 하는 등의 세심한 주의가 필요하다.

2.8 철근

2.8.1 정의 및 종류

- (1) 시멘트 콘크리트 포장에서 사용되는 철근은 세로방향 철근, 가로방향 철근, 타이바가 있으며 강재는 다웰바가 있다.
- (2) 시멘트 콘크리트 포장에서의 세로방향 철근, 가로방향 철근, 타이바는 이형철근을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 시멘트 콘크리트 포장에서의 다웰바는 원형강재를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 연속철근 콘크리트 포장에서는 가로방향 철근을 설치한다.
- (5) 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 철근은 가로방향 철근 위에 배치하여 설치한다.
- (6) 시멘트 콘크리트 포장의 타이바는 세로방향 줄눈부에 설치한다.

해 설

일반사항

- 콘크리트에 쓰이는 철근 및 강재는 원형철근, 이형철근, 원형강재가 있으며, 원형철근 및 강재는 철근 및 강재 표면에 마디가 없는 것을 말하며, 이형철근은 마디와 리브가 있는 것을 뜻한다. 일반적으로 연속철근 콘크리트 포장에서 사용되는 철근은 원형철근을 사용하지 않고 이형철근을 사용하며, 무근 시멘트 콘크리트 포장에서 사용되는 다웰바는 원형강재를 사용한다.

세로방향 철근

- 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 철근은 가로방향 균열폭이 과도하게 벌어지는 것을 억제하는 역할을 하는 철근이며 가로방향 철근 위에 견고하게 배치하여 설치해야 한다.

□ 가로방향 철근

- 연속철근 콘크리트 포장에서 가로방향 철근은 세로방향 철근의 받침 역할을 하여 세로방향 철근을 원하는 위치에 적절히 놓일 수 있도록 한다.
- 또한 가로방향 철근은 세로방향 균열의 발생 시에 균열의 벌어짐을 억제하는 역할을 한다. 그리고 세로방향 줄눈부에서는 타이바의 역할을 한다.

□ 타이바

- 타이바는 세로방향 줄눈부에서 하중전달기능이 주요 목적이 아니라 인접 슬래브 면을 견고하게 연결 접속시켜 노상면상의 가로방향으로 밀려남을 방지하기 위하여 설치하며, 이에 필요한 최대인장력을 견딜 수 있는 품질의 이형철근을 사용한다.

□ 다웰바

- 다웰바는 가로방향 줄눈부에서의 하중전달을 원활히 하여 승차감을 좋게 유지함과 동시에 하중에 의한 슬래브의 처짐량을 감소시켜 팽팽현상 등을 억제하고, 콘크리트의 응력을 줄이는데 있으며 일반적으로 원형강재를 사용한다.

2.8.2 품질기준

- (1) 철근은 KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강 또는 KS D 3527 철근 콘크리트용 재생 봉강에 적합한 제품을 사용해야 한다.
- (2) 타이바는 「고속도로 공사 전문시방서」 또는 KS D 3504 시멘트 콘크리트용 철근에 적합한 제품을 사용해야 한다.
- (3) 다웰바는 「고속도로 공사 전문시방서」에 적합한 제품을 사용해야 한다.
- (4) 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 철근은 콘크리트와의 부착력 향상과 균열폭의 벌어짐 억제에 적합한 D13, D16, D19, D22 이형철근을 사용해야 한다.
- (5) 연속철근 콘크리트 포장의 가로방향 철근은 D13, D16, D19의 이형철근을 사용해야 한다.
- (6) 연속철근 콘크리트 포장에 사용되는 철근의 강도는 세로방향 철근의 경우 400MPa(KS: SD400, ASTM: Grade60) 이상, 가로방향 철근의 경우 300MPa(KS: SD300, ASTM: Grade40) 이상을 사용해야 한다.
- (7) 타이바는 D13, D16, D19의 이형철근을 사용하며, 항복점 강도는 300MPa(KS: SD300, ASTM: Grade40) 이상의 철근을 사용해야 한다.
- (8) 다웰바는 슬래브 두께에 따라 D25, D29, D32의 원형철근을 사용하며, 항복점 강도는 300MPa(KS: SD300, ASTM: Grade40) 이상의 철근을 사용해야 한다.
- (9) 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 철근 길이는 9m 이상의 것을 사용해야 한다.

해 설

□ 철근 직경

- 철근의 호칭에서 D13은 강도가 SD300~SD350의 13mm 지름의 일반 이형철근을 뜻한다. 일반적으로 연속철근 콘크리트 포장에 사용되는 세로방향 철근의 직경은 D13, D16, D19, D22의 이형철근을 사용하며, 가로방향 철근의 직경은 D13, D16, D19의 이형철근을 사용한다. 공칭지름이 19mm인 D19 철근은 연속철근 콘크리트 포장에서 부착조건과 적정의 균열폭 조절에 적합한 실질적으로 가장 널리 사용되는 철근이다.
- 또한 타이바의 직경은 D13, D16, D19의 이형철근을 사용하며 다웰바는 슬래브 두께에

따라 D25, D29, D32의 원형강재를 사용한다.

- 철근의 규격은 <표 2.15>와 <표 2.16>의 맞는 것을 사용하며, 이형철근 1개를 선정하여 계량하였을 때의 무게와 <표 2.15>에 규정한 단위질량에 이 공시체의 길이를 곱하여 계산한 무게와의 차는 <표 2.167>의 허용차 범위 이내이어야 한다. 또한 이형철근을 한 묶음으로 하여서 계량하였을 때의 무게와 <표 2.15>에 규정한 단위질량에 길이와 개수를 곱하여 계산한 무게와의 차는 <표 2.18>의 허용범위 이내이어야 한다.

〈표 2.15〉 이형철근의 치수 및 무게

호칭명	단위 무게 ²⁾ (kg/m)	공칭 지름 ¹⁾ (d) (mm)	공칭 단면적 ²⁾ (S) (mm ²)	공칭 둘레 ²⁾ (ℓ) (mm)	횡방향 리브의 평균간격 최대값 ^{3,4)} (mm)	횡방향 리브의 평균 높이 ⁵⁾		횡방향 리브의 틈 합계의 최대값 ^{6,7)} (mm)	횡방향 리브와 축선과 의 각도
						최소값 (mm)	최대값 (mm)		
D4	0.110	4.23	14.05	13.3	3.0	0.2	0.4	3.3	45 ° 이상
D5	0.173	5.29	21.98	16.6	3.7	0.2	0.4	4.3	
D6	0.249	6.35	31.67	20.0	4.4	0.3	0.6	5.0	
D7	0.302	7.00	38.48	22.0	4.9	0.3	0.6	5.5	
D8	0.389	7.94	49.51	24.9	5.6	0.3	0.6	6.3	
D10	0.560	9.53	71.33	29.9	6.7	0.4	0.8	7.5	
D13	0.995	12.7	126.7	39.9	8.9	0.5	1.0	10.0	
D16	1.56	15.9	198.6	50.0	11.1	0.7	1.4	12.5	
D19	2.25	19.1	286.5	60.0	13.4	1.0	2.0	15.0	
D22	3.04	22.2	387.1	69.8	15.5	1.1	2.2	17.5	
D25	3.98	25.4	506.7	79.8	17.8	1.3	2.6	20.0	
D29	5.04	28.6	642.4	89.9	20.0	1.4	2.8	22.5	
D32	6.23	31.8	794.2	99.9	22.3	1.6	3.2	25.0	
D35	7.51	34.9	956.6	109.7	24.4	1.7	3.4	27.5	
D38	8.95	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	3.8	30.0	
D41	10.5	41.3	1340	129.8	28.9	2.1	4.2	32.5	
D43	11.4	43.0	1452	135.1	30.1	2.2	4.4	33.8	
D51	15.9	50.8	2027	159.6	35.6	2.5	5.0	40.0	
D57	20.3	57.3	2579	180.0	40.1	2.9	5.8	45.0	

【주1】 이형철근의 공칭지름은 단위 길이당의 무게가 그 이형철근과 동일한 원형철근의 지름과 같은 것으로 한다.

【주2】 〈표 2.15〉의 수치의 산출방법은 다음에 따른다.

- 공칭 단면적(S): $0.7854 \times d^2$ (유효 숫자 넷째 자리에서 끝맺음 한다.)
- 공칭 둘레(ℓ): $0.3142 \times d$ (소수점 이하 첫째 자리에서 끝맺음 한다.)
- 단위 무게: $0.785 \times S$ (유효숫자 셋째 자리에서 끝맺음 한다.)
- 1개 무게 = 단위 무게 \times 길이 (소수점 이하 둘째 자리에서 끝맺음 한다.)
- 1조 무게 = 1개 무게 \times 개수 (정수로 끝맺음 한다.)

【주3】 이형 철근의 표면에 있는 돌기 중 축선 방향의 돌기를 종방향 리브(Longitudinal rib, 리브)라 하고, 축선 방향 이외의 돌기를 횡방향 리브(Transvers rib, 마디)라 한다.

【주4】 횡방향 리브의 간격: 공칭지름의 70% 이하로 하고, 산술값은 소수점 이하 첫째 자리에서 끝맺음 한다.

【주5】 횡방향 리브의 평균 높이는 〈표 2.16〉에 따르고 산술값을 소수점 이하 첫째 자리에서 끝맺음한다.

【주6】 횡방향 리브의 틈은 종방향 리브와 횡방향 리브가 떨어져 있는 경우 및 종방향 리브가 없는 경우에는 횡방향 리브의 결손부의 너비를, 또 종방향 리브와 횡방향 리브가 접속하고 있는 경우에는 종방향 리브의 너비를 각각 횡방향 리브의 틈으로 한다.

【주7】 횡방향 리브의 틈의 합계는 공칭 둘레의 25% 이하로 하고, 산술값을 소수점 이하 첫째 자리에서 끝맺음 한다.

〈표 2.16〉 횡방향 리브의 평균 높이

치 수	횡방향 리브의 평균 높이	
	최 소	최 대
호칭명 D13 이하	공칭 지름의 4.0%	최소값의 2배
호칭명 D13 초과 D19 미만	공칭 지름의 4.5%	최소값의 2배
호칭명 D19 이상	공칭 지름의 5.0%	최소값의 2배

〈표 2.17〉 이형철근 1개의 무게 허용차

치 수	무게의 허용차	적 용
호칭명 D10 미만	+ 규정하지 않음, -8%	시험체의 채취 방법 및 허용차의 산출방법은 KS D 3504의 9.4 규정에 따름.
호칭명 D10 이상 D16 미만	±6%	
호칭명 D16 이상 D29 미만	±5%	
호칭명 D29 이상	±4%	

〈표 2.18〉 이형철근 1조의 무게 허용차

치 수	무게의 허용차	적 용
호칭명 D10 미만	±7%	시험체의 채취방법 및 허용차의 산출방법은 KS D 3504의 9.4 규정에 따름.
호칭명 D10 이상 D16 미만	±5%	
호칭명 D16 이상 D29 미만	±4%	
호칭명 D29 이상	±3.5%	

□ 철근 강도

- 이형철근의 기호 구분에서 SD400의 철근은 항복점 강도가 400MPa인 것을 뜻한다. 연속철근 콘크리트 포장에 사용되는 세로방향 철근의 항복점 강도는 400MPa 이상인 SD400, 가로방향 철근의 항복점 강도는 300MPa 이상인 SD300의 철근을 사용하며 타이바의 항복점 강도는 가로방향 철근과 동일한 강도를 사용한다.
- 또한 철근의 모양이 양호하고 품질이 균일하여야 하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다. 철근의 물리적 성질은 <표 2.19>에 적합하여야 한다.

<표 2.19> 이형 철근의 기계적 성질

종류 기호	항복점 또는 항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	인장 시험편	연신율 ¹⁾ (%)	굽힘성	
					굽힘 각도	안쪽 반지름
SD300	300~420	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것	16 이상	180°	D16 미만: 공칭지름의 2배 D16 이상 D22 미만: 공칭지름의 2.5배 D22 이상 D29 미만: 공칭지름의 3배 D29 이상 D38 미만: 공칭지름의 4배 D38 이상: 공칭지름의 5배
			3호에 준한 것	18 이상		
SD400	400~520	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것	16 이상	180°	
			3호에 준한 것	18 이상		
SD500	500~650	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것	12 이상	90°	
			3호에 준한 것	14 이상		
SD600	600~780	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것	10 이상	90°	
			3호에 준한 것	10 이상		
SD700	700~910	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것	10 이상	90°	
			3호에 준한 것	10 이상		
SD400W	400~520	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것	16 이상	180°	
			3호에 준한 것	18 이상		
SD500W	500~650	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것	12 이상	90°	
			3호에 준한 것	14 이상		

【주1】 이형 철근에서 치수가 호칭명 D32를 초과하는 것에 대하여는 호칭명 3을 증가할 때 마다 <표 2.19>의 연신율의 값에서 각각 2%를 감한다. 다만, 감하는 한도는 4%로 한다.

□ 철근 길이

- 연속철근 콘크리트 포장에서 사용하는 세로방향 철근의 길이는 9m 이상을 사용하도록 한다. 철근의 길이가 짧을 경우는 철근의 연속성이 저하되기 때문에 가능한 긴 길이의 철근을 사용하도록 한다. 이형철근의 표준길이는 <표 2.20>과 같고, 길이의 허용차는 <표 2.21>과 같다.

<표 2.20> 이형철근 표준길이

표준길이(m)	3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0
---------	--

<표 2.21> 이형철근 1개의 길이 허용차

길 이	길이의 허용차
7m 이하	+40mm
7m 초과	길이 1m 및 그 단수가 증가할 때마다 위의 허용차에 5mm를 더함. 단, 최대값은 120mm까지로 함.

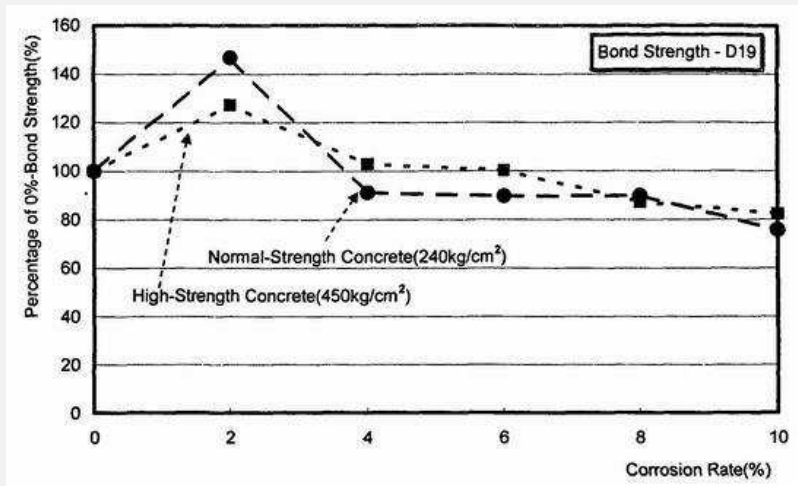
【주】 코일의 경우에는 적용하지 않는다. 주문자는 표기 이외의 허용차를 지정할 수 있다.

2.8.3 저장 및 운반

- (1) 철근은 운반, 보관, 적치 시에 변형되거나 심하게 부식되지 않도록 주의하여야 하며, 철근을 배근할 때는 변형된 철근을 사용해서는 안 되며, 철근의 표면에는 부착을 저해하는 이물질이 있어서는 안 된다.

해 설

- 연속철근 콘크리트 포장에 있어서 철근의 보관은 매우 중요한 요소에 해당되며, 철근 표면이 열에 손상되지 않도록 주의하여 보관해야 하며, 외부환경 노출에 의한 철근의 부식이 심할 경우는 부식의 정도가 적은 에폭시 도막철근, 스테인리스 철근을 사용할 수 있다.
- D19 철근을 기준으로 부식정도가 0%인 경우를 정상으로 할 때 2% 정도의 부식정도는 <그림 2.6>에 나타난 바와 같이 부착강도 향상에 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 하지만 부식정도가 4%를 초과할 경우는 부착강도가 감소하기 때문에 철근의 관리에 주의하여야 한다.



<그림 2.1> 부식정도 0%에 대한 부착강도 백분율

- 따라서 연속철근 콘크리트 포장에서 사용되는 철근의 녹이나 가공 부스러기 또는 그 조합은 D13 철근의 경우 마디높이 0.5~1.0mm, 지름 12.7mm, 단위무게 0.995kg/m, D16 철근의 경우 마디높이 0.7~1.4mm, 지름 15.9mm, 단위무게 1.56kg/m, D19 철근의

경우 마디높이 1~2mm, 지름 19.1mm, 단위무게 1.56kg/m, D22 철근의 경우 마디높이 1.1~2.2mm, 지름 22.2mm, 단위무게 3.04kg/m에 미달하지 않는 한 특별히 제거할 필요는 없다.

- 또한 철근은 같은 치수와 길이의 것을 묶음으로 운반하여야 하며, 단단히 묶고 노출된 위치에 제조공장, 용융 또는 가열번호와 철근의 등급과 치수를 명시한 플라스틱 꼬리표를 달아 구별하여야 한다.

2.9 기타 재료

2.9.1 양생 재료

- (1) 시멘트 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제에는 1형, 1-D형, 2,3,4형의 5가지 형식이 있으며, 이들은 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 양생제로 사용하는데 적합할 뿐만 아니라, 거푸집 제거 후의 시멘트 콘크리트 또는 초기 습윤 양생후의 시멘트 콘크리트 양생제로 사용하여도 적합해야 한다.
- (2) 하절기 시는 보다 효율적인 양생을 위하여 백색안료를 사용한 2형 액상 피막 형성제를 권장한다.

해 설

- 초기 습윤양생 후의 시멘트 콘크리트 양생제로는 1형 : 투명 또는 반투명, 1-D형 : 투명 또는 퇴색이 잘되는 염료를 지닌 반투명, 2형 : 백색안료 사용, 3형 : 담회색 안료 사용, 4형 : 흑색 등 5가지 형식이 있다.
- 액상 피막 형성제의 성분은 제한되지 않으나, 유독하거나 인화성이어서는 안 된다. 벤젠, 4염화탄소, 메틸알코올, 기타 유독재료는 허용될 수 없다.
- 투명 또는 반투명 1형 액상 피막 형성제는 담색으로, 일시적으로 염료가 함유되어 있어도 좋으며, 시멘트 콘크리트 표면에 사용 후 적어도 4시간 동안 쉽게 식별할 수 있어야 하고, 이색은 필요하다면 사용 후 7일 이내에 눈에 띄지 않아야 한다.
- 백색안료를 사용한 2형 액상 피막 형성제는 미분백색안료와 전색제로 구성되며, 기존제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 적용비율로서 새로운 시멘트 콘크리트에 적용할 경우에는 균등한 백색 겉모양을 나타내고, 시멘트 콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이라야 한다. 시멘트 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우에 햇빛에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사능력이 마그네시아의 반사 능력의 60% 이상이어야 한다.
- 담회색 안료를 사용한 3형 액상 피막 형성제는 미분담회색 안료와 전색제로 구성되며, 기존제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 비율로 새로운 시멘트 콘크리트에 사용하는 경우에 균등한 담회색 외관을 나타내고, 시멘트

콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이라야 한다. 시멘트 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우 햇빛에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사 능력이 마그네시아 반사 능력의 50% 이상이라야 한다.

- 흑색의 4형 액상 피막 형성제에 대해서는 특별한 규정이 정해져있지 않다.

2.9.2 거푸집 재료

(1) 인력포설 구간의 거푸집 재료는 KS F 8006 에 맞는 강재를 사용한다.

해 설

- 인력포설 구간의 거푸집 재료는 KS F 8006에 맞는 강재로 두께 6mm 이상, 길이 3m 이하, 폭은 포장두께 이상이라야 한다. 시공자는 곡선구간에 쓰일 거푸집을 미리 준비하여야 한다.

2.9.3 분리막

- (1) 분리막은 취급이 용이하고 물을 흡수하지 않으며, 시멘트 콘크리트를 타설할 때나 다질 때에 찢어지지 않는 것이어야 한다.
- (2) 분리막은 KS M 3509 또는 KS M 7501 에 적합한 재료를 사용해야 한다.
- (3) 연속철근 콘크리트 포장은 분리막을 사용하지 않는다.

해 설

- 분리막은 줄눈이 있는 무근 시멘트 콘크리트 포장에서 시멘트 콘크리트 슬래브와 보조기층간의 마찰력을 감소시킬 목적으로 설치되어진다. 또한 시멘트 콘크리트 중의 수분이 보조기층에 흡수되는 것을 방지할 목적으로도 사용된다. 따라서 분리막은 취급이 용이하고 물을 흡수하지 않으며, 시멘트 콘크리트를 타설할 때나 다질 때에 찢어지지 않는 것이어야 한다.
- 접이음의 경우에는 세로방향일 때는 100mm 이상, 가로방향일 때는 300mm 이상이

되도록 하여야 한다. 다만, 연속철근 콘크리트 포장에서는 하부층과 슬래브 바닥사이의 마찰저항을 증대시켜 팽창을 구속시키는 것이 좋으므로 분리막을 사용하지 않는 것이 좋다.

배합설계

3

3. 배합설계

3.1 일반사항

- (1) 포장용 콘크리트 배합은 소요의 시공성, 역학적 성능, 내구성 및 그 외의 성능을 만족하는 범위 내에서 단위수량이 가능한 한 적게 되도록 정한다.
- (2) 이를 위하여 포장용 콘크리트는 내구성 향상을 위하여 적절한 혼화재료를 사용하여야 한다. 또한 인력타설 시공이 불가피한 경우에는 별도의 배합설계를 실시하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

해 설

- 소요품질의 콘크리트라는 것은 강도, 수밀성, 내구성, 마모에 대한 저항이 소요의 조건을 만족시키는 것을 말한다. 작업에 적합한 작업성(워커빌리티) 및 표면 마감성(피니셔빌리티)을 갖는 콘크리트라는 것은 콘크리트를 거푸집의 구석과 다웰바 및 타이바의 둘레에 잘 스며들도록 하는 작업이 용이함과 동시에 재료분리가 되도록 적게 일어나고, 슬래브 표면을 쉽게 마무리할 수 있는 콘크리트를 말한다.
- 특히, 이용자 측면에서는 승차감(Riding quality)이 포장상태를 평가하는 가장 큰 기준이 되는 경우가 많으므로 표면 마무리는 다른 콘크리트 작업에 비하여 중요하며, 마무리의 좋고 나쁨은 콘크리트의 표면 마감성에 의해서 좌우된다.
- 작업에 적합한 작업성 및 표면 마감성을 갖는 범위에서 단위수량을 될 수 있는 대로 적게 유지하는 것은 콘크리트 슬래브의 내구성을 증가시키고 신축을 줄이는 면에서도 중요하다. 또한 구조물용 콘크리트에 비하여 비표면적이 크고 외기에 직접 노출되며, 동결기 제설용빙제에 의한 내구성 저하가 발생하므로 포장용 콘크리트는 공기연행 콘크리트로 배합하여 동결융해 저항성을 확보한다.

3.2 배합 기준

(1) 포장용 콘크리트의 배합기준은 <표 3.1>에 제시하는 기준값을 만족해야 한다.

<표 3.1> 포장용 콘크리트의 배합기준

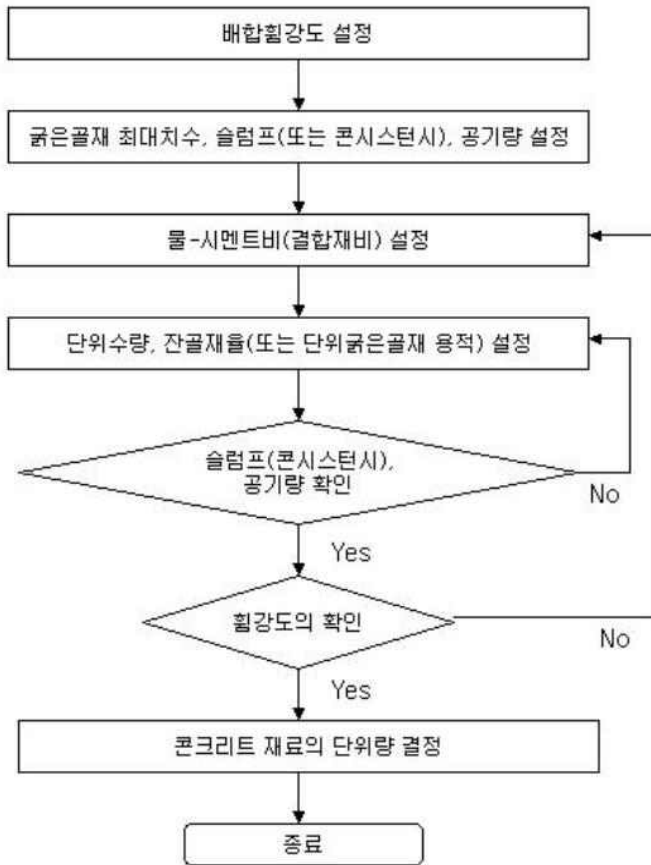
항 목	시 험 방 법	단 위	기 준
설계기준 휨강도(f_{28})	KS F 2408	MPa	4.5 이상
물-결합재비		%	45 이하
굵은골재 최대치수		mm	40 이하
슬럼프	KS F 2402	mm	10~60
AE콘크리트의 공기량	KS F 2409	%	5.5±1.5%

해 설

- 재하하중에 대하여 파괴위험 없이 저항할 수 있도록 소요강도를 충분히 가져야 하며, 타설 가능한 범위 내에서 최소의 단위수량, 즉 최소 반죽질기를 갖는 콘크리트이어야 한다.
- 단위수량이 커지면 콘크리트 반죽질기가 증가하고 타설이 용이하지만, 콘크리트의 운반, 타설, 다짐 중에 재료분리가 현저하게 되고 상부 콘크리트는 물이 많아져 나쁜 품질이 되거나, 골재의 부착성능이 저해되어 균질하고 결합이 적은 콘크리트를 만들 수 없게 된다. 더욱이 소요강도, 내구성을 얻기 위해서 많은 시멘트를 필요로 하므로 비경제적인 배합이 된다.
- 설계 및 시공상 허용되는 범위 내에서 가능한 최대치수의 굵은골재를 쓰는 것이 좋으며, 이것은 단위수량과 단위시멘트량을 감소시키고 콘크리트의 품질을 개선할 수 있기 때문이다. 또한, 콘크리트는 기상작용, 화학작용에 의한 파괴, 침식에 충분히 저항하도록 적당한 내구성을 가져야 한다.

3.3 배합설계의 절차

- (1) 통상의 포장용 콘크리트에 요구되는 성능의 표준적 수준을 만족하는 배합설계의 표준적인 방법을 나타낸 것이다.
- (2) 배합설계의 순서는 <그림 3.1>과 같다.



<그림 3.1> 배합설계 흐름도

해 설

- 여기에 표시된 배합설계방법은 콘크리트의 재료품질, 콘크리트 제조 및 시공방법에 한정시킨 방법으로, 표준적인 콘크리트 재료를 이용하여 적절한 제조·시공을 한 경우이다.

• 포장용 콘크리트의 배합설계는 다음과 같은 순서로 시행한다.

- ① 배합횡강도 설정
- ② 굵은골재 최대치수, 슬럼프 또는 콘시스텐시, 공기량 설정
- ③ 물-결합재비 설정
- ④ 단위수량, 잔골재율 또는 단위굵은골재용적의 설정
- ⑤ 단위수량, 혼화제 단위량 및 잔골재율 또는 단위굵은골재 용적 보정
- ⑥ 콘크리트 재료의 단위량 결정

3.4 배합 휨강도

- (1) 콘크리트 배합 휨강도(f_{br})은 일반적인 경우 현장에서의 콘크리트 휨강도 시험값의 평균이 설계기준 휨강도(f_{bk}) 미만일 확률이 5 퍼센트 이하가 되도록 다음 식에 의하여 결정한다.

$$f_{br} = f_{bk} + 2.33s_b$$

여기서, f_{br} : 콘크리트의 배합 휨강도(MPa)

f_{bk} : 콘크리트의 설계기준 휨강도(MPa)

s_b : 콘크리트의 휨강도 표준편차(MPa)

해 설

- 콘크리트의 품질변동은 현장에서 각 재료의 관리상태, 각 재료의 계량방법과 장치, 혼합장치, 시공자의 콘크리트 기술 및 지식 정도 등 여러 조건에 따라 달라진다. 따라서 콘크리트 배합 휨강도는 현장에서의 콘크리트 품질 변동을 고려하여 설계기준 휨강도보다 작아지지 않도록 충분히 크게 정하여야 한다.
- 「도로포장 설계·시공지침(1991)」에서 포장용 콘크리트의 증가계수(α)는 동시에 만든 공시체의 휨강도 시험값의 평균이 설계기준 휨강도의 80퍼센트 이하로 되는 일이 1/30 이상의 확률로 일어나지 않고 설계기준 휨강도 이하로 되는 일이 1/5 이상의 확률로 일어나지 않는 조건을 만족하도록 정하고 있다. 이는 표 4.2에서 z 의 값이 0.841에 해당하는 값이다.
- 한편, 1999년 개정된 「콘크리트 표준시방서」에서는 일반콘크리트의 배합강도 설정방법이 변동계수에 의한 배합강도 설정방법에서 표준편차에 의한 배합강도 산정식으로 변경되었으며, 2003년 개정된 콘크리트 표준시방서에서는 포장콘크리트편이 제외되었다가 2009년 개정된 콘크리트 표준시방서에 포장콘크리트 부분이 다시

포함되었으나 포장용 콘크리트의 배합기준 만을 제시하고 있다. 따라서 본 지침에서는 콘크리트의 배합강도 산정방법을 통일할 필요가 있어 표준편차를 고려할 수 있는 식으로 나타내었다.

- 또한 일본의 경우 2002년 「표준시방서」 개정시 구조물용과 포장용 콘크리트의 배합강도 산정에 있어 할증계수 산정을 위한 생산자 위험률(불합격율)을 5퍼센트로 통일한 바 있으며, 이 경우 <표 3.2>에서 z 값은 1.645에 해당하는 값이다.

<표 3.2> 휨강도 시험값이 설계기준 휨강도(f_{bk})이하일 확률 p

z	휨강도 시험값이 설계기준 휨강도(f_{bk})이하일 확률 p (%)
0.841	20
1.283	10
1.645	5
2.327	1

- 배합 휨강도산정을 위한 표준편차 적용방법에 대하여 2009년 「콘크리트 표준시방서」에서는 실제 사용한 30회 이상의 시험실적으로부터 결정하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 시멘트 콘크리트 포장의 시공특성을 고려하였을 때 30회 이상의 시험실적은 신설 공사의 경우에도 공사 중반기 이후에나 얻어질 수 있는 결과이며, 한국도로공사에서 시행하는 고속국도 현장 시험결과(1997.8~2000.8, 시료수 6,376회)의 통계분석에 따르면 평균강도 5.92MPa, 표준편차 0.37MPa로서 변동계수는 6.25퍼센트를 나타내었다. 또한 설계기준 휨강도 4.5MPa 미만으로 나타날 확률은 0.02%로 나타났다.
- 따라서 본 지침에서는 「콘크리트 표준시방서」와 정합성을 고려하고 한국도로공사에서 시행하는 고속국도의 현장시험결과를 토대로 설계기준 휨강도 이하로 내려갈 확률을 5/100로 정하였으며 품질이 안정화되어 표준편차에 대한 시험실적이 얻어졌을 때 배합강도나 관리기준을 변경하여 적용하도록 하였다.
- 또한 제조자는 소요 품질을 만족하고 작업에 적합한 작업성 및 표면마감성을 갖는 콘크리트의 품질을 보증하기 위하여 플랜트의 성능, 관리방법, 시공경험 등 콘크리트의 품질변동을 정하기 위한 자료를 제공하여야 한다.

3.5 굵은골재 최대치수

(1) 굵은골재 최대치수는 40mm 이하로 한다.

해 설

- 굵은골재 최대치수가 클수록 단위수량을 적게 할 수 있으나, 종래의 경험에 의하면 최대치수 40mm를 넘는 굵은골재를 사용하면 균등질의 콘크리트를 만들기 어렵고, 또 마무리작업에서 불편이 많기 때문에 이 조항과 같이 규정한 것이다.
- 공항포장에서는 두께 300mm 정도의 무근콘크리트 슬래브를 쓰는 경우가 있으므로 이 경우에는 굵은골재 최대치수를 50mm로 할 때도 있다.

3.6 슬럼프

(1) 포장용 콘크리트는 포설방법에 적합한 워커빌리티를 가지며, 소요의 평탄성을 쉽게 얻을 수 있는 피니셔빌리티를 가져야 한다.

해 설

- 콘크리트의 반죽질기는 일반적으로 슬럼프 값을 이용하지만, 40mm 이하의 경우 측정값의 신뢰도가 크게 저하한다. 따라서, 된반죽 콘크리트의 반죽질기를 평가하는 방법으로는 슬럼프 시험보다는 비비타임에 의해 평가하는 것이 좋다. 기계시공을 할 경우 진동기를 사용하여 쉽고 충분히 다질 수 있는 범위로는 콘크리트를 치는 장소에서 비비타임을 20초(슬럼프값으로는 약 25mm)로 하는 것이 표준이 된다.
- 비비타임 시험은 KS F 2427 「진동대에 의한 콘크리트 컨시스턴시 시험방법」에 따르고, 슬럼프 시험은 KS F 2402 「포틀랜드시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법」에 따른다.

3.7 공기량

(1) 포장용 콘크리트는 원칙적으로 공기연행 콘크리트로 하고, 공기량은 콘크리트 용적의 $5.5 \pm 1.5\%$ 를 표준으로 한다. 또한 콘크리트 공기량 시험은 KS F 2421에 의한다.

해 설

- 적당량의 연행공기를 갖고 있는 콘크리트는 기상작용에 대한 내구성이 우수하므로 포장용 콘크리트와 같이 공용 중 기온의 변화뿐만 아니라 동결기 제설 용빙제 사용 등과 같이 심한 내구성 저하 작용을 받는 경우에는 공기연행 콘크리트로 사용하는 것이 좋다. 일반적으로 공기량 1%에 대하여 콘크리트의 압축강도는 4~6% 저하하는 것으로 알려져 있으므로 이를 고려한 배합설계가 필요하다.
- 공기량 시험방법에는 여러 가지 방법이 있으나 일반적으로 시험방법이 간단하고 사용실적이 많은 KS F 2421 「굳지않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험법(공기실 압력방법)」에 따르도록 하였다.

3.8 물-결합재비

- (1) 물-결합재비는 콘크리트에 요구되는 역학적 성능, 내구성, 수밀성 및 그 외의 성능을 고려하여 여기에 준하는 물-결합재비 중에서 최소값으로 설정한다.
- (2) 단위시멘트량을 정할 때는 소요 휨강도를 얻는데 필요한 물-결합재비와 단위수량으로부터 정한다.
- (3) 내구성을 기준으로 단위시멘트량을 정할 때는 물-결합재비를 <표 3.3>의 값 이하로 해야 한다.

해 설

□ (1)에 대하여

- 콘크리트 휨강도를 기본으로 물-결합재비를 정할 경우에는 그 수치를 다음과 같이 구한다. 결합재로서의 효과도 기대 가능한 혼화재를 이용하는 경우에는 시멘트량을 시멘트질량과 혼화재 질량의 합으로 해도 된다.
- 휨강도와 물-결합재비와의 관계는 시험에 의해 정하는 것을 원칙으로 하고 시험 재령은 28일을 표준으로 한다.

□ (2)에 대하여

- 휨강도는 같은 물-결합재비를 사용해도 굵은골재의 성질 특히 시멘트풀과의 부착에 관한 성질에 따라 변화가 크기 때문에 사용재료를 사용하여 시험한 결과를 기준으로 물-결합재비를 결정하여야 한다는 것은 당연하다.
- 배합에 이용하는 물-결합재비는 기준으로 한 재령에서 결합재-물비(B/W)와 휨강도 f_b 와의 관계식에서 배합강도 f_{br} 에 대응하는 결합재-물비 값의 역수로 한다.

□ (3)에 대하여

- 이 항은 기상작용에 대하여 내구적인 콘크리트를 만들기 위한 최대 물-결합재비를 제시한 것이고, <표 3.3>에 보인 값은 과거의 경험을 참고로 하여 정한 것이다.
- 또 이 표의 값은 콘크리트가 적당한 워커빌리티를 가지고, 또 다지기 및 양생을 충분히

실시한다는 조건을 근거로 하고 있다.

- 콘크리트 내구성을 기본으로 물-결합재비를 정할 경우에, 그 값은 <표 3.3>의 값 이하로 한다.

<표 3.3> 내구성을 기준으로 물-결합재비를 정할 경우의 최대 물-결합재비(%)

노출상태	최대 물-결합재비
제빙화학제, 염, 소금물, 바닷물에 노출되거나 이런 종류들이 살포된 콘크리트의 철근부식 방지	40
습한 상태에서 동결융해 또는 제빙화학제에 노출된 콘크리트	45
물에 노출되었을 때 낮은 투수성이 요구되는 콘크리트	50

3.9 잔골재율 또는 단위굵은골재용적

- (1) 잔골재율은 소요의 워커빌리티 및 표면마감성(피니셔빌리티)이 얻어지는 범위 내에서 단위수량이 최소가 되도록 시험에 의해 정해야 한다.
- (2) 단위굵은골재용적은 소요의 워커빌리티 및 표면마감성(피니셔빌리티)이 얻어지는 범위 내에서 단위수량이 최소가 되도록 시험에 의해 정해야 한다.

해 설

□ 일반사항

- 일반적으로 잔골재율을 작게 하면 소요 워커빌리티를 얻기 위하여 필요한 단위수량은 적게되어 단위시멘트량이 적어지므로 경제적으로 되지만, 잔골재율이 어느 정도보다 작게되면 콘크리트는 거칠어지고 재료분리가 일어나는 경향이 있으며, 워커블한 콘크리트를 얻기 어렵다.
- 포장용 콘크리트의 잔골재와 굵은골재의 비율을 정할 때는 잔골재율에 의한 방법이외에 단위굵은골재용적에 의한 방법도 있다. 이 방법은 굳지 않은 콘크리트의 경우, 슬럼프나 물-결합재비에 관계없이 골재의 최대치수와 잔골재의 입도에 따라 콘크리트 1m³ 중의 굵은골재 겉보기용적(단위굵은골재용적)이 정해지므로 부순 골재와 같은 모가 난

골재를 사용하였을 때도 자동적으로 굵은 골재량을 결정할 수가 있다.

□ (1)에 대하여

- 잔골재율은 사용하는 잔골재 입도, 콘크리트의 공기량, 단위시멘트량, 혼화재료의 종류 등에 따라 다르므로 시험에 의해 정한다. <표 3.4>는 잔골재율 및 단위수량의 대체적인 표준과 단위굵은골재 용적의 표준을 나타낸 것이다.
- 사용재료 또는 콘크리트의 품질이 위의 조건과 다를 경우에는 <표 3.4>의 값을 이 표 하단부에 나타낸 방법으로 보정하면 좋다.

<표 3.4> 콘크리트의 단위굵은골재 용적, 잔골재율 및 단위수량의 대략값

굵은 골재의 최대 치수 (mm)	단위 굵은 골재 용적 (%)	AE제를 사용하지 않은 콘크리트			공기연행 콘크리트				
		간힌 공기 (%)	잔골재율 S/a (%)	단위수량 W (kg)	공기량 (%)	양질의 AE제를 사용한 경우		양질의 AE감수제를 사용한 경우	
						잔골재율 S/a (%)	단위수량 W (kg)	잔골재율 S/a (%)	단위수량 W (kg)
13	58	2.5	53	202	7.0	47	180	48	170
20	62	2.0	49	197	6.0	44	175	45	165
25	67	1.5	45	187	5.0	42	170	43	160
40	72	1.2	40	177	4.5	39	165	40	155

【주1】 이 표의 값은 보통의 입도를 가진 천연 잔골재(조립률 2.8 정도)와 부순 굵은골재를 사용한 물-결합재비 55% 정도, 슬럼프 80mm 정도의 콘크리트에 대한 것이다.

【주2】 사용재료 또는 콘크리트의 품질이 【주1】의 조건과 다를 경우에는 위의 표의 값을 다음 표에 따라 보정한다.

구 분	S/a 의 보정 (%)	W 의 보정
잔골재의 조립률이 0.1 만큼 클(작을) 때마다	0.5만큼 크게(작게)한다.	보정하지 않는다.
슬럼프값이 10mm만큼 클(작을) 때마다	보정하지 않는다.	1.2%만큼 크게(작게) 한다.
공기량이 1%만큼 클(작을) 때마다	0.5~1.0만큼 작게(크게) 한다.	3%만큼 작게(크게) 한다.
물-결합재비가 0.05 클(작을) 때마다	1만큼 크게(작게) 한다.	보정하지 않는다.
S/a 가 1% 클(작을) 때마다	보정하지 않는다.	1.5kg만큼 크게(작게) 한다.
천연 굵은골재를 사용할 경우	3~5만큼 작게 한다.	9~15kg만큼 작게 한다.
부순 잔골재를 사용할 경우	2~3만큼 크게 한다.	6~9kg만큼 크게 한다.

【주】 단위굵은골재용적에 의하는 경우에는 잔골재의 조립률이 0.1 만큼 커질(작아질) 때마다 단위 굵은골재 용적을 1%만큼 작게(크게) 한다.

□ (2)에 대하여

- 단위굵은골재용적은 소요 워커빌리티 및 피니셔빌리티가 구해지는 범위 내에서 단위수량이 최소가 되도록 시험에 의해 정한다. 통상적인 경우 단위굵은골재 용적의 설정에는 <표 3.5>를 참고로 한다.

<표 3.5> 콘크리트의 단위굵은골재량 참고치

굵은골재 최대치수(mm)	부순 굵은골재 사용 콘크리트	
	단위굵은골재 용적	단위수량(kg)
40	0.72	130
30	0.70	135
25	0.67	140
20	0.62	140

【주】 이 표의 수치는 조립률 2.80의 잔골재를 이용한 침하도 20초(슬럼프 약 25mm)의 AE 콘크리트로 믹서에서 배출 직후의 것에 적용한다.

상기 조건과 다른 경우의 보정

조건의 변화	단위굵은골재용적	단위수량
잔골재의 조립률의 증감(±)에 대해	단위굵은골재용적 = (상기단위굵은골재용적) × (1.37 - 0.133FM)	보정하지 않음
침하도 10초의 증감(±)에 대해	보정하지 않음	±2.5kg
공기량 1%의 증감(±)에 대해		±2.5%

【주1】 강자갈에 부순 골재가 혼입되어 있는 경우의 단위수량 및 단위굵은골재용적은, 위 표의 수치가 직선적으로 변화하는 것으로 구한다.

【주2】 단위수량과 침하도의 관계는 log(침하도)와 단위수량의 관계를 선형으로 가정하여 침하도 10초의 변화에 상당하는 단위수량 변화는 2.5kg이다.

【주3】 슬럼프 65mm의 경우의 단위수량은 위 표의 수치보다 8kg 증가한다.

【주4】 단위수량과 슬럼프와의 관계는 슬럼프 10mm 변화에 상당하는 단위수량 변화는 슬럼프 80mm 정도의 경우는 1.5kg, 슬럼프 50mm 정도의 경우는 2kg, 슬럼프 25mm 정도의 경우는 4kg, 슬럼프 10mm 정도의 경우는 7kg이다.

【주4】 잔골재의 조립률 증감에 따른 단위굵은골재용적 보정은 잔골재 조립률이 2.2~3.3 범위에 있는 경우에 적용되는 식을 나타냈다.

【주5】 고로슬래그 굵은골재를 사용한 콘크리트 경우는 위 표에 표시되어 있는 부순 골재 사용 콘크리트와 같이 해도 된다.

3.10 단위수량

(1) 단위수량은 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 되도록 시험에 의하여 결정해야 한다.

해 설

□ (1)에 대하여

- 소요 반죽질기를 얻는데 필요한 콘크리트의 단위수량은 시멘트 품질, 굵은골재 최대치수, 골재 입도 및 형상, 혼화제 종류, 콘크리트의 공기량 등에 따라 다르기 때문에 사용하는 재료에 대하여 시험을 하여 정하도록 규정한 것이다.
- 공기연행제, 감수제 및 공기연행 감수제 등을 적당히 사용하면 단위수량을 상당히 감소시킬 수 있다.

□ (2)에 대하여

- 포장용 콘크리트의 단위수량은 실례에 의하면, 굵은골재 최대치수 40mm, 슬럼프 25mm이고, 양질의 공기연행제와 감수제를 쓴 공기량 4% 정도의 콘크리트인 경우 모래와 자갈을 사용하면 $110\sim 120\text{kg/m}^3$ 정도이며 부순 골재를 사용하면 이보다 10kg 정도 증가한다.

3.11 단위시멘트량

(1) 단위시멘트량은 소요품질에 적합하도록 정해야 하며, 원칙적으로 물-결합재비로 정한다.

해 설

- 경제적으로 포장용 콘크리트 제조시 필요한 단위시멘트량의 표준은 굵은골재 최대치수 40mm, 슬럼프 25mm, 설계기준 휨강도가 4.5MPa의 콘크리트로 $280\sim 350\text{kg/m}^3$ 이다. 일반적으로 최소 단위시멘트량은 280kg/m^3 정도이다.

3.12 혼화재료의 단위량

(1) 혼화재료의 단위량은 소요의 효과가 구해지도록 정한다.

3.13 염소이온량

(1) 굳지 않은 콘크리트 중에 포함되는 염소이온 총량은 원칙적으로 0.30kg/m^3 이하로 한다.

해 설

- 본 지침에서는 연속철근 콘크리트 포장(CRCP)을 포함하여 다웰바, 타이바 등이 사용되는 줄눈 콘크리트 포장(JCP)을 대상으로 하고 있기 때문에 염화물규제 등은 철근콘크리트와 동등하게 고려되는 것이 바람직하다.
- 따라서 철망, 다웰바, 타이바 등 콘크리트 슬래브 안에 들어 있는 철근을 부식시킬 염려가 있으므로 콘크리트 중에 포함되는 염소이온 총량은 원칙적으로 0.30kg/m^3 이하로 한다.

3.14 배합의 표시방법

(1) 시방배합의 표시는 일반적으로 <표 3.6>에 의한다.

해 설

- 시방배합은 잔골재는 5mm체를 전부 통과하는 것, 굵은골재는 5mm 체에 전부 남는 것으로써, 모두 표면건조포화 상태로 있는 것을 나타낸다.
- 시방배합을 현장배합으로 고치는 경우에는 골재 함수상태, 잔골재중 5mm 체에 남는 굵은골재량, 굵은골재 중 5mm체를 통과하는 잔골재량 및 혼화제의 희석수량을 고려한다.

〈표 3.6〉 시방배합 표시방법

굵은 골재 최대 치수 (mm)	슬럼프 ¹⁾ (mm)	물-결합 재비 ²⁾ W/B (%)	공기량의 범위 (%)	잔골재율 ³⁾ S/a (%)	단위량 (kg/m ³)						
					물 W	시멘트 C	혼화재 ⁴⁾ SCM	잔골재 S	굵은골재 G		혼화제 ⁵⁾
									mm~mm	mm~mm	

【주1】 슬럼프(mm) 또는 침하도(초)

【주2】 포졸란 반응이나 잠재수경성을 갖는 혼화재를 사용하지 않는 경우에는 물-시멘트비가 된다.

【주3】 잔골재율(S/a) 대신 단위굵은골재용적으로 나타낼 수 있다

【주4】 여러 종류의 혼화재료를 사용할 때에는 각각의 난을 나누어 표시한다.

【주5】 혼화제의 사용량은, mL/m³ 또는 g/m³로 나타내고, 무게 한다든지 녹인다든지 하지 않은 것을 나타내는 것으로 한다.

3.15 시방배합

- (1) 시공자는 감독자가 승인한 콘크리트의 재료를 사용하여 감독자의 입회하에 시방배합을 실시하며, 감독자는 이를 토대로 현장배합을 결정한다.
- (2) 시공자는 (1)항에서 결정된 시멘트량의 범위 내에서 소요품질을 만족하고 작업에 적합한 워커빌리티 및 표면 마감성(피니셔빌리티)을 갖는 콘크리트를 만들 수 있는 플랜트를 준비함과 동시에 사용하는 플랜트의 성능, 관리방법, 시공자의 시공경험 등 콘크리트의 품질변동에 근거한 배합휨강도를 정하기 위한 자료를 감독자에게 보고하여야 한다.
- (3) 시방배합의 수정은 감독자가 필요하다고 인정할 때, 골재원이 변경되었을 때, 또는 잔골재의 조립율이 0.2 이상 변화가 생겼을 때 실시하여야 한다.

해 설

- 시방배합은 시방서 또는 감독자가 지시한 배합을 말하며 골재는 표면건조 포화상태의 것으로 잔골재는 5mm체를 전부 통과하고 굵은골재는 5mm체에 다 남는 것을 사용한다.
- 이 시방배합은 사용하는 플랜트의 관리상태 및 시공자의 시공경험 등에 의해 콘크리트의 품질변동에 근거하여 목표로 하는 배합휨강도를 결정하여 설계한다.

- 잔골재의 입도가 변화할 경우에는 소요의 워커빌리티를 얻을 수 있도록 수정배합 시험을 통하여 잔골재율과 단위수량을 변경하여야 한다.

3.16 현장배합

(1) 시공자는 시멘트 콘크리트 포장에 이용할 재료를 사용하여 시방배합 및 시험포장을 실시한 후 그 결과를 제출하여야 하며, 감독자와 협의하여 현장배합을 결정하여야 한다.

해 설

- 현장에서 사용하는 골재의 함수상태와 잔골재 속에 포함된 굵은골재의 양, 굵은골재 속에 포함된 잔골재의 양을 고려하여 시방배합에 합치하도록 현장에서 재료상태와 계량방법에 따라 정한 배합을 말한다.

콘크리트의 제조

4

4. 콘크리트의 제조

4.1 일반사항

(1) 콘크리트의 제조는 소정의 품질을 가져야 하며 품질변동이 적어지도록 해야 한다.

해 설

- 콘크리트를 제조함에 있어 요구되는 품질로서는 강도, 수밀성, 내구성, 마모에 대한 저항성 등의 제 조건을 만족하는 콘크리트가 되어야 한다. 이와같은 콘크리트 품질의 변동을 될 수 있는대로 적게 하기 위해서는 콘크리트의 계량이나 비비기 등의 제조공정에 대하여 충분한 주의를 기울여야 한다.

4.2 재료의 계량

- (1) 계량은 현장배합에 의해 실시하는 것으로 한다.
- (2) 골재의 표면수율 시험방법은 KS F 2550 및 KS F 2509 에 따른다.
- (3) 혼화제를 녹이는 데 사용하는 물이나 혼화제를 묽게 하는 데 사용하는 물은 단위수량의 일부로 보아야 한다.
- (4) 1 배치량은 콘크리트의 종류, 비비기 설비의 성능, 운반방법, 공사종류, 콘크리트 타설량 등을 고려하여 정하여야 한다.
- (5) 각 재료는 1 배치씩 질량으로 계량하여야 한다. 다만, 물과 혼화제 용액은 용적으로 계량해도 좋다.
- (6) 계량오차는 1 회 계량분에 대하여 <표 4.1>의 값 이하이어야 한다.

〈표 4.1〉 1회 계량분의 한계오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계오차
시멘트	질량	-1%, +2%
골재	질량	±3%
물	질량 또는 부피	-2%, +1%
혼화재	질량	±2%
혼화제	질량 또는 부피	±3%

(7) 연속믹서를 사용할 경우, 각 재료는 용적으로 계량해도 좋다. 이 때의 계량오차는 믹서의 용량에 따라 정해지는 소정의 시간당 계량분을 질량으로 환산하고, 〈표 4.1〉의 값 이하이어야 한다. 이 경우 소정의 시간당 계량분은 믹서의 종류, 비비기 시간 등을 고려하여 적절히 정하여야 한다.

해 설

□ (1)에 대하여

- 시방배합을 결정할 때와 현장에서 사용할 때에 있어서 골재의 함수상태 및 입도는 서로 다르기 때문에 전자를 수정하지 않고 현장에서 그대로 사용해서는 안 된다.

□ (2)에 대하여

- 골재의 표면수율은 사용수량에 미치는 영향이 크므로, 표면수율을 적절한 빈도로 시험하여 그 결과를 반영한 현장배합을 기준해서 계량하는 것은 소정의 배합으로 콘크리트를 만드는 데 대단히 중요하다. 또한 골재의 함수상태는 시간 및 저장방법에 따라 변하기 쉬우므로 함수상태를 안정되게 유지시키는 것이 매우 중요하다.
- 골재의 표면수율의 시험 방법에는 KS F 2509, KS F 2550 외에 메스실린더를 사용하는 방법, 적외선으로 건조하는 방법, 전기저항 또는 유전율(誘電率)을 이용하는 방법, 중성자를 이용하는 방법, 카바이트를 이용하는 방법 등 여러 가지가 있다.
- 이와 같은 여러 가지 방법에는 장단점이 있으므로 시험방법의 선정에 있어서는 시험에 요하는 시간, 시험횟수, 시험의 정밀도, 경제성 등을 고려하여 그 현장에 가장 적합한 방법을 선택하는 것이 좋다. 최근에는 골재 저장 bin의 출구에 골재 표면수량 센서를 부착하여 표면수율을 측정 및 배합보정하여 균질한 품질을 확보하는 시설도 있다.

□ (3)에 대하여

- 혼화제를 녹이는데 사용하는 물이나 혼화제를 묽게 하는데 사용하는 물은 단위수량의 일부로 보아야 한다.

□ (4)에 대하여

- 콘크리트 1회분의 비비기 양은 작업효율, 공사비 등에 큰 관계가 있으므로 공사종류 및 규모, 콘크리트를 치는 양, 비비는 설비 및 운반방법 등에 따라 적당하게 정하여야 한다.

□ (5)에 대하여

- 재료는 질량으로 계량하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 물과 혼화제 용액은 체적으로 계량하여도 상당한 정밀도로 계량할 수 있으므로 이와 같이 규정한 것이다.
- 시멘트의 운반이 벌크차를 이용하여 현장에 직접 공급되고, 혼화재도 사일로에 저장되어 질량으로 계량되는 것이 관례로 되고 있다. 그러나, 소규모 공사에서 시멘트나 혼화재가 포대로 공급되고, 1포대의 질량이 소정량 이상인 경우에는 포대단위로 계량해도 좋다.
- 다만, 1포대보다 적은 양은 질량으로 계량하여야 한다. 시멘트를 질량으로 계량하는 수고를 덜기 위해서는 포대 단위로만 사용할 수 있도록 시멘트 1배치의 양을 가감하면 좋다.

□ (6)에 대하여

- 재료계량에는 다소의 오차가 있게 마련이다. 각 재료의 계량오차에는 계량기 자체에 의한 것과 재료를 계량기에 공급할 때 생기는 것, 두 가지가 있다. 전자의 경우는 저울의 오차를 검정질량에 의하여 확실하게 알 수 있으므로 계량기를 정비하고 보수함으로써 충분히 줄일 수 있다.
- 일반적으로 콘크리트 공사에 사용되는 저울의 정밀도는 최대용량의 0.5% 정도이다. 그러나 후자의 경우에는 재료공급 장치 등에 기인하는 오차는 거의 피할 수가 없다. 따라서 계량장치는 계량기 및 공급장치를 포함해서 각 재료의 계량오차가 목표로 하는 계량값에 대하여 한계오차 내에 들도록 관리하여야 한다.
- <표 4.1>에서 규정한 계량오차는 일반공사 현장을 생각했을 경우의 최대치를 나타낸

것으로 계량오차는 이와 같은 범위에 들도록 관리하여야 한다. 특히 1회의 계량분량이 계량기의 용량에 비하여 과소하면 계량오차는 커진다.

- 각 공사현장에서는 계량오차가 커지지 않을 만한 공급장치를 설치하도록 유의하는 동시에 늘 사용하는 1회의 계량분량이 가장 정확하게 얻어질 수 있도록 계량기의 용량을 정하거나 필요에 따라 개수를 정하는 것이 중요하다. 특히, 물의 계량기는 정밀도를 높이도록 고려할 필요가 있다. 계량기의 오차는 먼지의 영향에 기인하는 수가 많으므로 집진장치를 설치해서 계량장치를 늘 깨끗하게 보존하도록 하여야 한다.

4.3 비비기

- (1) 포장용 콘크리트의 재료는 반죽된 콘크리트가 균등하게 될 때까지 충분히 비벼야 한다.
- (2) 재료를 믹서에 투입하는 순서는 믹서형식, 비비기 시간, 골재종류 및 입도, 단위수량, 단위시멘트량 및 혼화재료의 종류 등에 따라 다르므로 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고로 해서 정한다.
- (3) 비비기 시간은 시험에 의해 정하는 것을 원칙으로 한다. 비비기 시간에 대한 시험을 실시하지 않은 경우 그 최소시간은 가정식 믹서일 때에는 1분 30초 이상, 강제식 믹서일 때에는 1분 이상을 표준으로 해도 좋다.
- (4) 비비기는 미리 정해 둔 비비기 시간의 3배 이상 계속하지 않아야 한다.
- (5) 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서 내부를 모르타르로 부착시켜야 한다.
- (6) 믹서 안의 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 믹서 안에 다음 재료를 넣지 않아야 한다.
- (7) 믹서는 사용 전후에 잘 청소하여야 한다.
- (8) 연속믹서를 사용할 경우, 비비기 시작 후 최초에 배출되는 콘크리트는 사용하지 않아야 한다.
- (9) 콘크리트의 운반은 재료분리와 함수비의 변화가 최소화할 수 있도록 해야 하며, 운반차는 실거나 내리는 작업이 용이한 것이라야 한다.

- (10) 콘크리트는 비빈 후 운반되는 과정에서 굳지 않아야 하며, 조금이라도 굳은 콘크리트는 사용해서는 안 된다. 운반 도중 콘크리트가 건조되는 것을 방지하기 위하여 시공자는 운반차에 적절한 보호방법을 강구해야 한다.

해 설

□ (1)에 대하여

- 균등질의 콘크리트를 얻을 수 있을 때까지 충분히 비비기 위해서는 비비기 성능이 좋은 믹서를 사용하여 적절한 재료의 투입순서 및 비비기 시간으로 콘크리트를 비벼야 한다.

□ (2)에 대하여

- 재료를 믹서에 투입하는 적당한 순서는 믹서형식, 비비기 시간, 골재종류 및 입도, 단위수량, 단위시멘트량, 혼화재료 종류 등에 따라 다르므로 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고로 해서 정하는 것이 좋다.
- 일반적으로 물은 다른 재료보다 먼저 넣기 시작하여 그 투입 속도를 일정하게 유지하고, 다른 재료의 투입이 끝난 후 조금 지난 뒤에 물의 주입을 끝내도록 하면 만족스러운 결과를 얻을 수 있다.
- 단, 강제혼합식 믹서 중에는 바닥의 배출구를 완전히 폐쇄시킬 수 없는 것도 있으므로 이런 경우에는 물을 다른 재료보다 조금 늦게 넣는 것이 좋다.

□ (3)에 대하여

- 충분히 비비기 위해서 필요로 하는 시간은 믹서의 형식에 따라 크게 다를 뿐 아니라 믹서의 용량, 콘크리트의 배합, 혼화재료의 종류, 투입순서 등에 따라 다르기 때문에 KS F 2455, 기타에 의한 시험결과로부터 이것을 정할 것을 원칙으로 한 것이다.
- KS F 2455에 의한 모르타르의 단위용적질량차가 0.8% 이하이고, 단위굵은골재량의 차가 5% 이하인 경우에는 일반적으로 만족스럽게 비벼진 것으로 생각해도 좋다.
- 비비기 시간의 시험을 하지 않을 경우에는 그의 최소시간을 가경식 믹서를 사용할 경우 1분 30초, 강제식 믹서를 사용할 경우 1분으로 해도 좋다. 이것은 지금까지의 시험결과나 현장에서의 여러 가지 사정을 생각하여 보통의 경우를 표준으로 표시한

것이며, 믹서의 용량이 큰 경우, 슬럼프가 작은 콘크리트, 혼화재료나 경량골재를 사용한 콘크리트의 경우 등에는 비비기 시간을 길게 하는 것이 적당한 경우가 많다.

(4)에 대하여

- 콘크리트를 너무 오래 비비면 특히, 믹서 용량이 큰 경우나 굵은골재 최대치수가 크고, 골재가 단단하지 못한 경우에는 비비는 동안의 골재가 파쇄되어 미분(fine particles)의 양이 많아지거나 공기연행 콘크리트의 경우는 공기량이 감소하여 배출 시 콘크리트의 워커빌리티가 나빠지는 것 외에 배출후의 시간경과에 따라서 콘크리트의 슬럼프 저하량이 커진다. 이에 소정의 비비기 시간을 3배로 비뻤을 때에는 믹서의 운전을 일시 중지하도록 규정한 것이다.
- 그러나 이와 같은 경우에도 콘크리트를 배출하는 것이 곤란해지지 않도록 때때로 믹서를 운전하는 것이 좋다.

(5)에 대하여

- 배치믹서를 사용하는 경우 최초의 배치는 믹서 내에 모르타르가 부착하기 때문에 소정 배합의 콘크리트를 얻을 수 없다.
- 이에 최초에는 배합비율이 비슷한 적당량의 모르타르를 미리 비벼서 이를 믹서 내에 자연스럽게 부착시킨 후 나머지를 배출시키고, 다음에 재료를 투입시켜 비비는 것이 적정하다.

(6)에 대하여

- 배치믹서에만 해당하는 규정이며 형식이 다른 경우는 별도로 한다. 특별한 경우가 아니면 연속식은 사용하지 않으나 이러한 경우는 감독자가 콘크리트의 품질관리에 문제점이 없음을 확인한 후에 사용하여야 한다.
- 승인된 연속식 믹서의 경우에도 작업개시 또는 작업이 중단되었다 다시 시작할 때는 품질이 좋지 않으므로 처음 배출되는 콘크리트는 폐기시켜야 한다. 폐기시킬 양은 믹서용량 이상으로 한다.

□ (7)에 대하여

- 여러 배치 사이에 사용재료가 변하든지 또는 각 배치의 사용재료의 변화에 따라 콘크리트의 품질에 변화가 생길 염려가 있는 경우에는 믹서를 청소한 후에 4.3의 (5)의 규정에 의하는 것이 적절하다.

□ (9), (10)에 대하여

- 콘크리트는 비빈 후부터 치기가 끝날 때까지의 시간은 1시간을 넘어서는 안 되며, 에지데이터 트럭으로 운반하는 경우는 90분 이상 경과해서는 안 된다. 그러나 기온이 매우 높거나, 시멘트 콘크리트가 빨리 응결할 경우에는 시간을 줄여야 한다. 콘크리트를 운반차에 싣거나 내릴 때에는 그 높이를 되도록 낮게 하여, 재료분리가 일어나지 않도록 해야 하며, 운반차는 사용 후 적재함 내부를 깨끗이 청소하고 물기를 제거해야 한다.
- 덤프트럭으로 운반할 경우에는 적재함의 틈을 없애고 적재함 상단보다 낮고 편평하게 적재하고 수분증발 및 이물질 혼합을 막기 위해 덮개를 설치해야 한다. 운반차량은 포장장비의 작업증력에 맞는 종류와 소요대수를 결정해야 한다. 중앙혼합장에서 혼합하고 트럭믹서로 운반하는 경우에는 KS F 4009의 운반규정에 따른다.

4.4 레디믹스트 콘크리트

- (1) 레디믹스트 콘크리트를 사용하기에 앞서 품질규정으로 KS F 4009의 규정을 따를 것인가, 기타의 규정을 따를 것인가를 결정해야 한다.
- (2) 레디믹스트 콘크리트를 사용할 경우에는 원칙적으로 KS 표시허가 공장으로서 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식과 경험이 있는 기술자가 상주하는 공장을 선정해야 한다.
- (3) 레디믹스트 콘크리트를 사용할 경우에는 콘크리트 치기에 지장이 없도록 받아들이는 시기 등에 대하여 제조자와 미리 협의해야 한다.
- (4) 레디믹스트 콘크리트를 내려놓는 장소나 방법은 콘크리트 품질에 손상이 가지 않도록 적절하게 정해야 한다.

해 설

□ (1), (2)에 대하여

- 레디믹스트 콘크리트를 사용하는 경우에는 KS 표시 허가공장을 선정하는 것을 원칙으로 하며, 레디믹스트 콘크리트는 KS F 4009 표준품을 쓰던가 혹은 특별히 주문해서 발주하는 것으로 한다.
- 일반적으로 KS F 4009에 적합한 레디믹스트 콘크리트는 포장용 콘크리트와 다르므로 주의해야 한다.

□ (3)에 대하여

- 우리나라의 레디믹스트 콘크리트 제조업자는 일반적으로 포장 콘크리트를 제조한 경험이 그리 많지 않기 때문에 구입자는 사전에 사용재료의 시험결과, 콘크리트의 배합표, 배합결정에 관한 자료를 제조자로부터 제시받아 요망되는 품질을 콘크리트가 납품될 수 있는가를 확인해 두어야 한다.

시 공 5

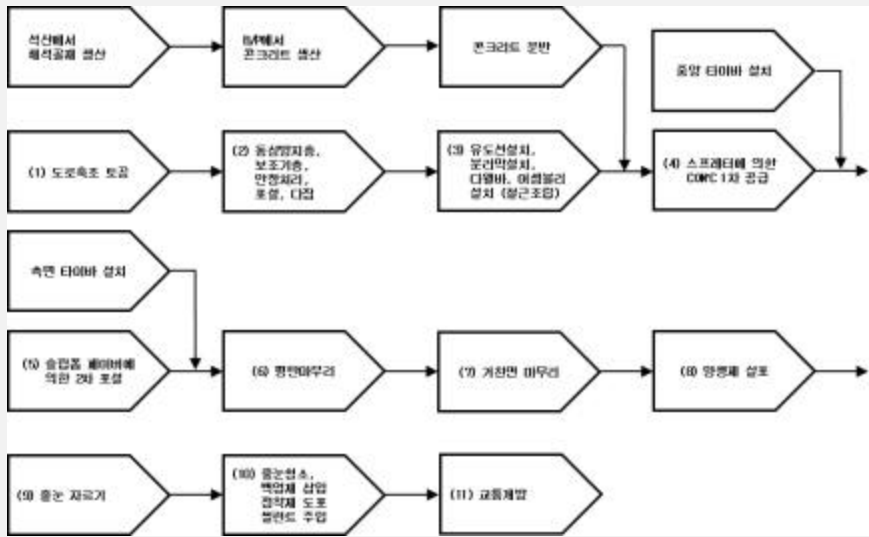
5. 시 공

5.1 시공 일반

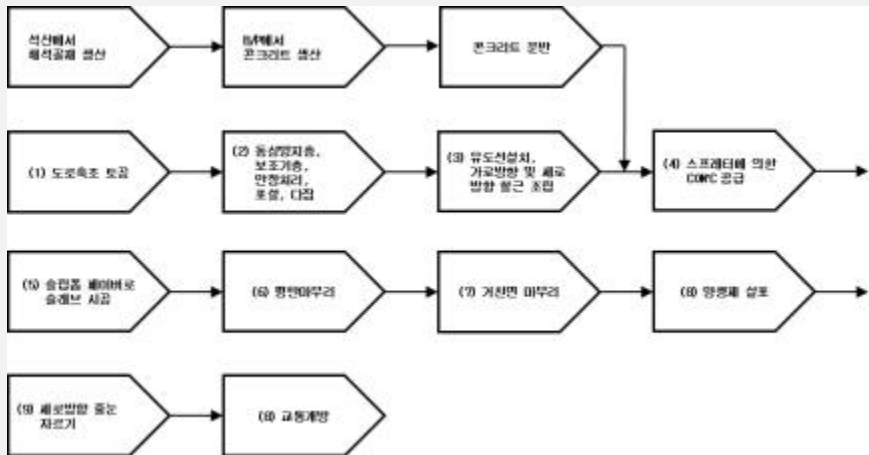
(1) 시멘트 콘크리트 포장은 형상과 품질이 확보되도록 시공해야 하며, 골재 생산부터 마지막 교통 개방까지 여러 가지 공정에 의하여 이루어진다. 무근 시멘트 콘크리트 포장의 시공 순서는 <그림 5.1>(a)와 같으며 연속철근 콘크리트 포장의 시공 순서는 <그림 5.1>(b)와 같다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 포장의 시공은 가능하면 슬립폼 페이버를 이용한 기계포설을 원칙으로하며, 소규모의 공사, 폭원, 구배 등 변화가 심한 구간 등 장비사용이 어려운 구간에서는 인력 포설을 한다.
- 일반적으로 기계포설을 실시할 경우에는 무근 시멘트 콘크리트 포장의 시공은 <그림 5.1>(a)와 같은 절차에 의해 실시하며, 연속철근 콘크리트 포장의 시공은 <그림 5.1>(b)와 같이 실시한다.



(a) 무근 시멘트 콘크리트 포장 공사



(b) 연속철근 콘크리트 포장 공사

<그림 5.1> 시멘트 콘크리트 포장 공사 시공 순서

5.2 시공 장비

- (1) 시공 조건에 맞는 장비의 선정은 시멘트 콘크리트 포장의 품질 및 작업 효율에 막대한 영향을 미치므로 시공자 및 관리자는 시멘트 콘크리트 포장 공사에 사용하는 모든 장비에 대한 사용 계획서를 작성하고, 장비 사용 전 각 장비에 대한 상태를 점검해야 한다.

해 설

일반사항

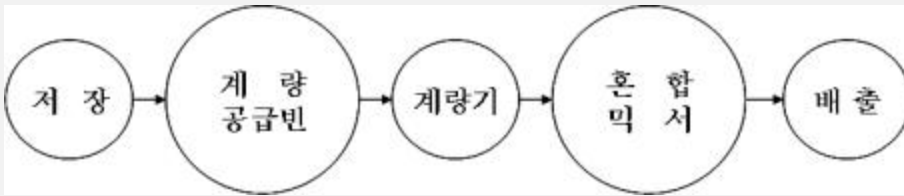
- 시멘트 콘크리트 포장은 사용하는 장비의 기종, 성능, 기계 상태, 배치 계획 등에 따라 포장의 품질 및 작업 효율에 많은 영향을 미치므로, 시공자는 공사에 사용할 모든 장비의 기종, 기능, 기계 상태, 배치 계획, 오염 대책 등을 기재한 장비 사용계획서를 감독관에게 제출하여 승인을 받도록 하며, 공사 현장에 반입하여 사용 전에 감독관의 확인을 받아야 한다.
- 일반적으로 시멘트 콘크리트 포장에 사용하는 장비는 다음과 같다.
 - 배치플랜트(Batch plant)
 - 믹서(Mixer)
 - 백호와 스프레더(Spreader)
 - 페이버(Paver)
 - 거친면 마무리기
 - 양생제 살포기
 - 시멘트 콘크리트 커터
 - 고압살수 장비(Water jet)

배치플랜트(Batch plant)

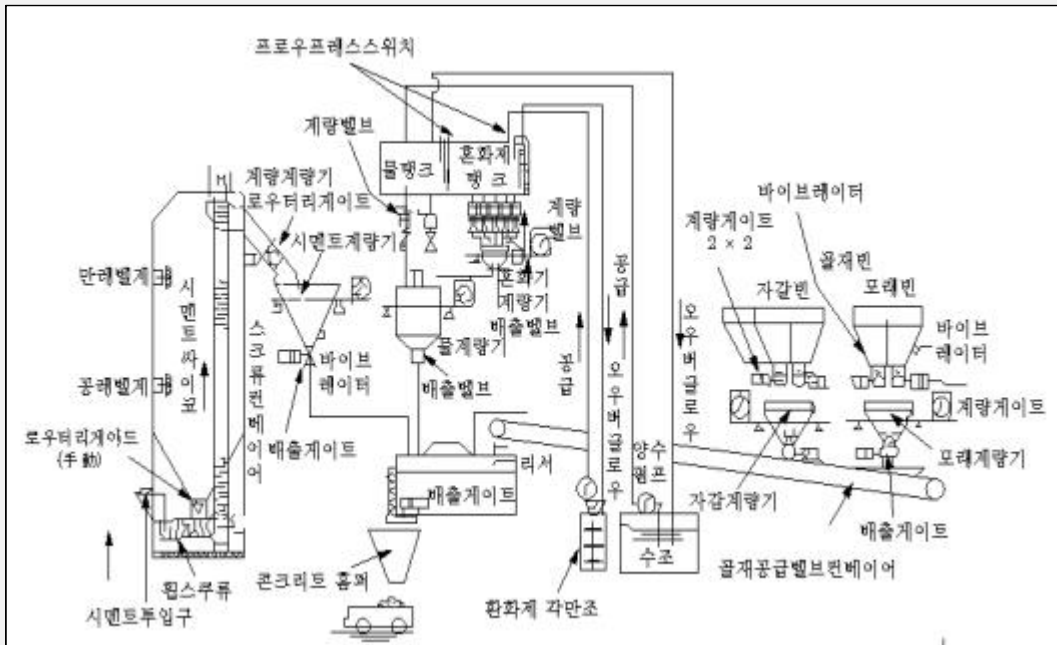
- 플랜트의 혼합설비 가운데 계량, 배합, 혼합을 배치식으로 시행하는 것을 배치플랜트

(Batch plant)라 한다.

- 이 배치플랜트는 간단한 수동식 계량을 실시하는 것으로부터 전자동 1인 조작의 공장설비의 것까지 여러 가지 종류, 방식이 있다.
- 그러나 어느 방식이든 플랜트의 구성은 기능 목적이 동일하므로 그 구성도 비슷하게 된다. 배치플랜트에 있어서 각 재료의 흐름은 <그림 5.2>와 같으며, 일반적 배치플랜트의 계통도는 <그림 5.3>과 같다.



<그림 5.2> 배치플랜트에 있어서 각 재료의 흐름



<그림 5.3> 배치플랜트 계통도

- 배치플랜트는 운영 방식에 따라 <표 3.1>과 같이 구분할 수 있다. 국내 대부분은 중앙혼합방식을 사용하고 있으며, 유지보수 용도로 최근에는 모바일 방식(Mobile)이

사용되고 있다.

<표 5.1> 배치플랜트 운영 방식

방식	방법	장점	단점
중앙혼합 방식	현장 부근의 적당한 장소에 계량 및 혼합설비를 설치, 시멘트 콘크리트를 혼합, 덩프 등 적당한 방법으로 포설 현장까지 운반하는 방법 레디믹스트 시멘트 콘크리트도 이의 일종	<ul style="list-style-type: none"> • 재료의 계량이 정확 • 혼합작업관리 용이 • 시간당 능력이 큼 	운반 가능 거리가 짧음
이동식	이동식 트럭 차량에서 재료를 계량하여 바로 현장에서 혼합하는 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 재료의 계량이 정확 • 유지보수용 또는 소규모 공사에 적합 	페이퍼를 이용하는 대규모 공사 불가함

- 일반적으로 시멘트 콘크리트 포장공사에 적용하는 시멘트 콘크리트 혼합은 중앙혼합방식으로 시멘트 콘크리트 플랜트는 대별하여 정치식과 이동식으로 나누고, 더욱 재료의 공급 방식, 계량 방식, 믹서의 혼합 방식, 기능 등에 의해 <그림 5.4>와 같이 분류된다. 다음에 각종 분류의 특징 및 기능을 간단히 설명하면 다음과 같다.



<그림 5.4> 배치플랜트의 분류

- 정치식은 기초공사를 실시하여 플랜트의 골조를 기초에 고정하고 각 부분을 크레인을 사용하여 조립하고 설치하나 조립에 편리하도록 트럭에 적재할 수 있을 정도로 각 부분이 블록구조로 되어 있다. 그러나 조립해체의 반복으로 각 계량의 정도는 그 때마다 점검이 필요하다. 이동식은 그대로 이동이 가능하며, 부지에 적당히 배치하여 각 부분을 접속하면 가동된다. 이동식으로 차륜을 부착하고 있는 것과 트레일러 방식의 것이 있다. 단점으로는 각 부분이 콤팩트화 되어 있어 설비가 충분하지 않은 점이다.
- 스킵형은 시멘트 콘크리트의 배출부, 믹서부분과 계량기부분이 나누어져 있으므로 조립해체가 편리하며, 재료 공급장치가 탑형에 비하여 낮기 때문에 장치는 간단하나 재료의 계량과 투입이 직접식이 아니므로 관리를 충분히 해야 한다. 재료 공급 방법에서 스킵 대신에 벨트컨베이어를 사용하는 수도 있다.
- 탑형은 재료 및 시멘트 콘크리트가 모두 자연유하에 의하여 조작되므로 정도(精度)가 좋고 관리하기 쉬운 이점이 있으나 높이가 높아 가설하기에는 불편하다. 또한 골재의 공급은 최상부로 되므로 장치(裝置)는 크게 된다.
- 연속식은 저울의 수가 한 개여서 각 재료를 순서적으로 누가(累加)하여 계량한다. 오차가 누적되지 않도록 장치를 붙인 것도 있으나 배치식만큼 정확하지는 않다. 배치식은 골재와 시멘트의 종류마다 계량기가 있어 각개(各個)계량하므로 비교적 정확하며 구조도 단순하여 미세한 눈금까지 읽을 수 있다.
- 강제식 팬(fan)형은 수평하게 설치된 평반원통형(平盤圓筒型)용기에 재료를 넣어 믹서 페달을 수평으로 회전시켜 혼합하는 방식으로 능력에 비하여 기계가 적고 혼합 시간이 짧아 효율이 좋을 뿐 아니라 된비빔 시멘트 콘크리트의 혼합이 용이하여 포장용 시멘트 콘크리트의 혼합에 적합하다.
- 중력식은 가경식(可傾式)과 불경식(不傾式) 믹서로 나누어지나 어느 것이나 적당한 형상의 페달날개로 재료를 내벽으로 자유낙하 시키면서 혼합하는 방식의 것이다. 가경식 믹서는 콘(cone)형과 드럼(drum)형을 하고 있으며 불경식의 것보다 혼합시간이 짧고 된비빔 시멘트 콘크리트의 혼합도 가능하나, 불경식은 포장용 시멘트 콘크리트에는 부적당한 것으로 생각된다. 다만 초대형 믹서로서는 중력식이 우수하다고 보아야 한다.
- 자동식은 각종 스위치류를 1개소에 모아 조작반(操作盤)에 의하여 조종하는 방식과 계량, 혼합, 배출등이 여러 곳에 나누어져 있어 자동조작이 가능한 것이 있다.

- 수동식은 운전원이 각종 조작을 실시하는 방식의 것으로 개인의 기능차가 생기기 쉽다.

□ 믹서(Mixer)

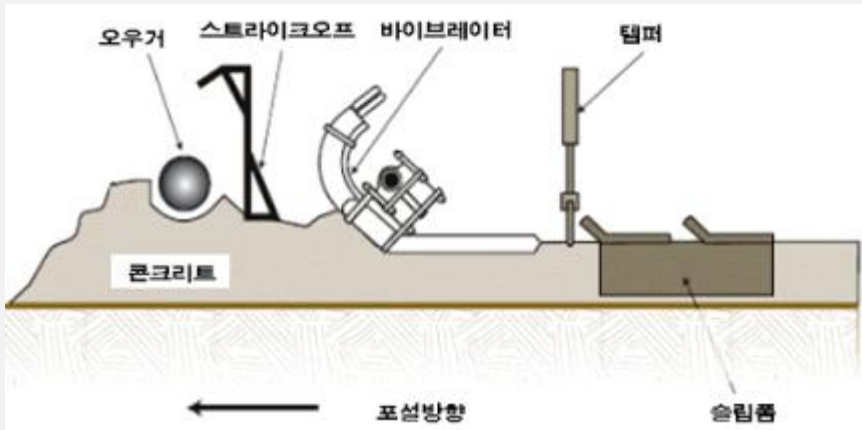
- 시멘트 콘크리트 혼합에는 믹서를 사용하나 이 믹서를 크게 나누면 강제 혼합믹서와 가경식 믹서로 나눈다. 강제 혼합믹서에는 종축형의 팬믹서와 횡축에 믹싱 페달을 갖는 1축의 엘바 식 믹서 및 2축의 퍼그밀 식 믹서가 있다. 종축형의 팬믹서가 가장 널리 사용되고 있으며, 이 형식의 것은 수평으로 놓인 믹싱 팬 내를 회전하는 믹싱 페달에 의하여 재료를 강제적으로 혼합하는 것이다.
- 횡축형에는 중력과 관련된 임계속도제한이 있으나 종축형에는 이론상의 임계속도 제한이 크고, 그 경로가 혼합시간의 단축이 가능하며, 시멘트 콘크리트의 된비빔, 진비빔에 의한 소요 혼합시간의 차가 적으며, 또한 제로 슬럼프급의 시멘트 콘크리트에서도 좋은 혼합이 이루어지는 이점이 있다. 즉, 강제 혼합믹서는 혼합량 m³ 당 40~50 PS의 동력이 소비되고 중력식에 비하여 동력 소비량은 크지만, 동력이 크기 때문에 혼합에너지의 집중도가 크게 된다.
- 중력식 믹서는 드럼의 회전에 의하여 내부에 공급된 시멘트 콘크리트 재료를 교반날개로 내벽둘레에 연하여 끌어올려 중력에 의하여 낙하시키는 운동을 반복하여 혼합하는 기구로 되어 있다. 이 믹서는 시멘트 콘크리트의 배출이 편리한 가경식의 것이 많이 사용되고 있고, 불경식 믹서는 적다. 또 중력식 믹서의 플랜트는 싸이클 타임을 단축시키기 위하여 믹서 2대를 2조로 하여 사용하고 있는 경우가 많다.
- 가경식 믹서는 그 튼튼한 구조 특성으로 기종이 대형이 될수록 또한 골재의 최대 치수가 클수록 혼합성능은 양호하며, 유효에너지율도 좋게 된다.

□ 백호와 스프레더(Spreader)

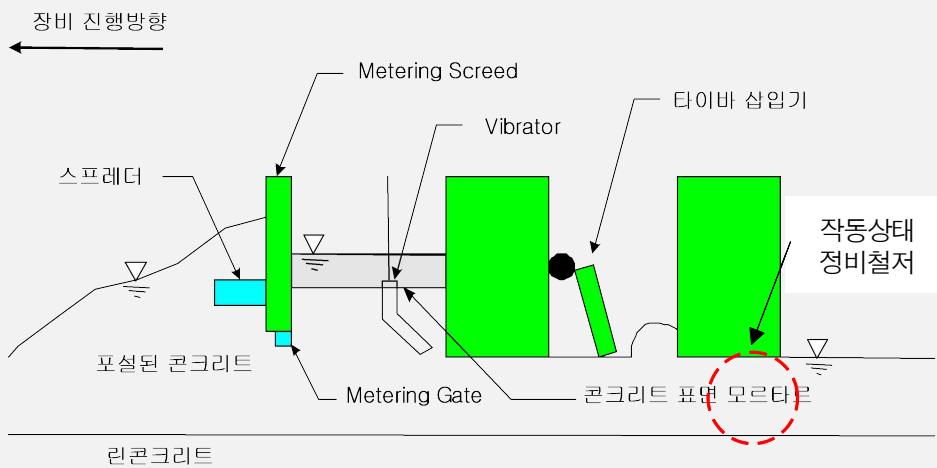
- 플랜트 또는 믹서에서 생산, 운반된 시멘트 콘크리트를 포설면에 고르게 퍼는 장비로는 일반적인 경우 백호를 사용하며, 대규모 공사인 경우에는 스크류형 스프레더, 벨트형 스프레더, 호퍼용 스프레더를 사용한다.
- 또한, 소규모 공사인 경우에는 믹서의 동력을 이용한 스트라이크 오프(Strike-off)를 사용하거나 인력 포설을 할 수 있다. 연속철근 콘크리트 포장의 경우에는 측면에서 콘크리트를 공급할 수 있는 스프레더를 사용한다.

□ 슬립폼 페이버(Paver)

- 슬립폼 페이버는 오거(Auger) 및 스트라이크오프(Strike-off)로 시멘트 콘크리트를 적절한 높이로 깎 후 바이브레이터, 탬퍼, 콘포밍 플레이트(Conforming plate), 사이드 플레이트(Side plate)로 다지고, 플로우트, 트레일 포움(Trail form) 및 에저(Edger)로 마무리 하면서 연속적으로 포설할 수 있어야 한다.



(a) 슬립폼 페이버 개요



(b) 적정 슬립폼 페이버 사용

<그림 5.5> 슬립폼 페이버의 개요 및 사용 방법

- 슬립폼 페이버 장비 제원을 정확하게 파악하고 포장 시 장비 결함여부 확인을 철저히

하여야 한다. 특히, 다음 사항들을 중점적으로 확인한다.

- 바이브레이터의 간격, 높이, 진동수가 일정한지
 - 타이바 인입기 작동상태 및 설치위치 적정성
 - 최종 면마무리 상태 (블리딩 및 타이닝 상태등)
 - Conforming plate가 횡단 구배와 동일한지, 면상태 확인 (포장후 직선자 확인 등)
 - 과도한 바이브레이팅이 되지 않도록 조정
- <그림 5.5>(b)처럼 포설 시멘트 콘크리트를 높이고, Metering gate를 상향시켜서 포장 상부층에 포설되는 모르타르가 자연적으로 혼입되도록 하여 지나치게 모르타르가 표면에 쌓이지 않도록 하여야 한다.

거친면 마무리기

- 거친면 마무리기는 설계도서에 따라 마무리 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

양생제 살포기

- 양생제 살포기는 전 포장면에 양생제를 균일하게 살포할 수 있는 일정한 압력을 갖는 분무장치와 교반 장치를 갖추고 있어야 한다.

시멘트 콘크리트 커터(Concrete cutter)

- 시멘트 콘크리트 줄눈 절삭용 커터는 수냉각식 다이아몬드 톱날이나, 마모형 톱날이 부착되어야 한다.
- 시멘트 콘크리트 절단 시 발생하는 오염물질로 인한 환경피해를 최소화하기 위하여 가능하면 시멘트 콘크리트 절단 시 진공흡입장치 등 청소를 병행하여 할 수 있는 장비를 이용하여 시공해야 한다.

고압살수 장비(Water jet)

- 가로줄눈 및 세로줄눈 cutting 후 즉시 고압의 살수(Water jet)를 이용하여 줄눈내의 시멘트 콘크리트 슬러지가 줄눈 절삭시의 냉각수와 수화반응을 통하여 재 경화되지 않도록 신속히 제거하여야 한다.

5.3 포설 현장 준비

- (1) 시멘트 콘크리트 슬래브의 포설 작업은 많은 공정으로 이루어지는 일련의 작업이므로 소요의 시멘트 콘크리트 슬래브를 포설하기 위해서는 각 작업이 전체적으로 균형 잡힌 상태로 연속적으로 될 수 있도록 여러 가지 준비를 해야 한다.
- (2) 이를 위해서는 보조기층, 중간층면, 분리막, 다웰바 어셈블리, 철근 조립 및 포설 장비 등이 슬래브의 구조, 규격에 정확한 상태로 되어 있는가 등의 사전 점검이 중요하다.

해 설

일반사항

- 포설 장소에서 해야 할 준비로서는 우선 반입된 각종 포설 장비의 조립과 정비 및 시험 가동을 충분히 하여 일련의 포설작업에 지장이 없도록 하며, 또한 포설기간 중에 고장이 없도록 충분한 조정을 하여야 한다.

보조기층 또는 중간층면

- 보조기층 또는 중간층면(현재 대부분 린 시멘트 콘크리트 임)의 평탄성은 양호해야 하며, 요철, 패임, 골재분리 및 균열 등의 발생 유무를 면밀히 조사하고, 미흡한 부위는 제거 후 보완하며, 매끈한 활동면을 제공함으로써 표층 시멘트 콘크리트 슬래브가 온도 변화에 따른 팽창 수축 작용이 원활하게 이루어질 수 있도록 시공되어야 한다.

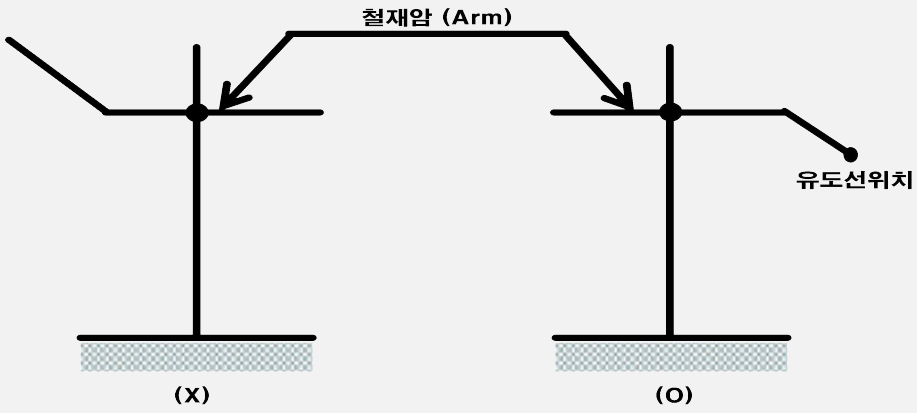
분리막

- 무근 시멘트 콘크리트 포장에서 설치되는 분리막의 기능은 시멘트 콘크리트 슬래브의 온도, 습도 변화에 따른 슬래브의 신축 작용을 원활하게 하도록 슬래브 바닥면과의 마찰 저항을 감소시키기 위하여 설치하는 것으로 특히, 슬래브가 경화중인 시공 직후에 중요하게 작용하게 된다.
- 분리막은 보조기층면 또는 중간층면 위에 설치하고 재료는 일반적으로 폴리에틸렌 필름을 많이 사용한다. 분리막은 가능한 한 이음 없이 전폭으로 깔아 겹이음부를 없애도록 하며, 부득이한 경우 세로 방향 100mm 이상, 가로방향 300mm 이상으로 하도록 한다.

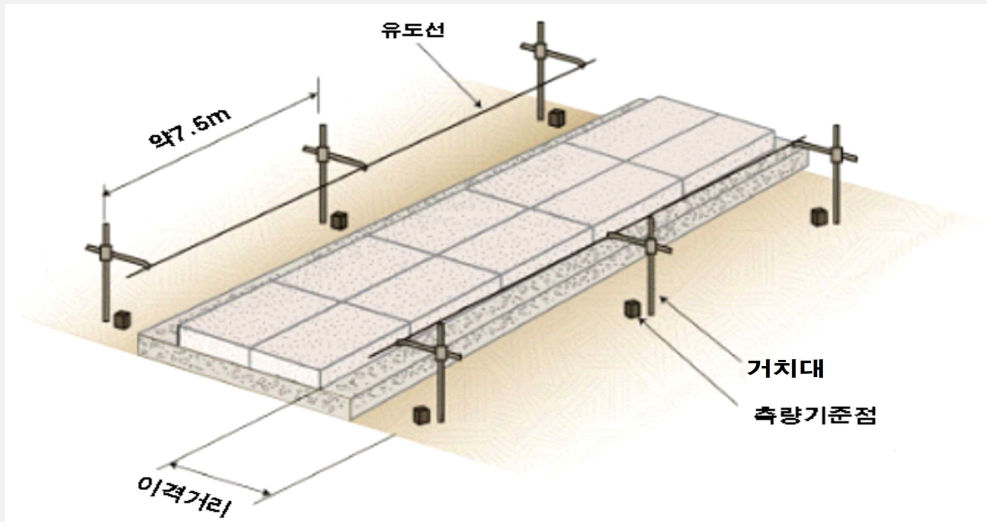
- 분리막 설치시는 시멘트 콘크리트 운반차량(덤프트럭 등)의 통행 및 바람의 영향에 의한 분리막의 겹침, 말림을 방지하기 위하여 하부층에 다수의 고정판을 이용하여 충분히 고정하여야한다.
- 또한, 분리막은 보조기층 표면의 이물질이 시멘트 콘크리트에 혼입됨을 방지할 수 있으며, 일반적으로 보조기층면과 슬래브 면과의 사이에서 마찰저항이 구조적으로 필요한 연속철근 시멘트 콘크리트 포장 공법에서는 분리막을 사용하지 않는다.

□ 유도선

- 유도선은 포장의 선형 및 평탄성에 큰 영향을 미치는 점을 감안하여 설치 시 세심한 주의가 필요하며, 작업 중에서 유도선이 움직이지 않도록 주의해야 한다. 유도선은 가늘고, 잘 보이지 않으므로 부주의에 의한 충격이나 건드림을 방지하기 위해 눈에 잘 띄는 색깔로 표시하거나 보호용 보조선을 설치한다.
- 스틱(Sticks)은 각 포설 장비의 조합에 따라 적당한 위치에 중심선형과 평행하게 동일 간격으로 설치한다. 스틱의 설치간격은 직선부 5.0~10.0m, 곡선부 5.0m 이내에 설치하고, 유도선의 처짐 현상을 방지할 수 있는 일정한 장력(25kg 이상)을 유지하여야 한다.
- 유도선 스틱의 설치 거리는 혼합물 운반 차량의 진, 출입이 용이하도록 100~150m를 유지하는 것이 좋다.
- 철재암(Arm)은 스틱에 따라 수직, 수평으로 이동이 가능한 것으로서 유도선의 미세한 조정도 이루어지도록 하고 <그림 5.6>과 같이 설치 방향은 끝부분이 밑으로 향하게 설치해야 한다.



<그림 5.6> 철재암(Arm) 설치 방법 개략도



<그림 5.7> 일반적 유도선의 설치 기준

□ 다웰바 어셈블리(가로 수축줄눈)

- 다웰바(Dowel)는 포장면과 수평으로, 차로 방향에 평행하게 제작 설치되어야 하며, 다웰바 어셈블리는 시멘트 콘크리트 포설중 변형이나 위치 변동이 없도록 고정핀으로 견고하게 설치해야 한다.
- 다웰바가 설치된 위치에 정확한 줄눈 절단을 위하여 포장폭 양단부 밖에 줄눈 중심선을 표시하여야 한다. 다웰바 어셈블리의 용접 상태 및 방청 또는 설치 상태를 확인하여야 한다.
- 다웰바 어셈블리 설치는 포설 작업 개시 전에 완료하고 감독관의 검수를 받아야 한다.

□ 다웰바 어셈블리(세로 수축줄눈)

- 세로수축줄눈은 일반적으로 차로를 구분하는 위치 및 노측 구조물과 접촉하는 위치에 설치한다. 구조상으로는 맹줄눈과 맞댄줄눈의 2종류가 있으나 2차로 동시 포설시엔 일반적으로 중앙부에 맹줄눈으로 한다.

□ 다웰바 어셈블리(가로 시공줄눈)

- 시공줄눈은 시공중 장비의 고장, 갑작스런 일기의 변화, 일일시공 마무리 지점이나, 기타 이유로 인해 작업 중단이 될 때 필요하다. 이때 줄눈은 주로 수축 줄눈이 될 것이나 설계상 팽창줄눈 또는 간격 범위내 일 경우에는 팽창줄눈을 설치한다.
- 다웰바는 포장면과 수평으로, 차로 방향에 평행하게 설치되어야 하나, 슬립폼 페이버를 이용하여 시공한 후에는 다웰바의 설치가 올바르게 되어 있는지를 확인할 수 없다.
- 슬래브의 시공이 완료된 후 다웰바의 시공 상태를 평가하기 위한 비파괴 조사 장비로 MIT-SCAN이라는 장비가 도입되어 있다(<그림 5.8> 참조).



<그림 5.8> MIT-SCAN을 활용한 다웰바 시공 상태 현장 조사

□ 거푸집 설치

- 거푸집 설치는 소규모 공사에 적용하거나, 슬립폼 페이퍼를 이용하여 첫번째 슬래브를 시공할 때 사용된다.
- 거푸집의 측면은 브레이싱으로 저판에 지지되어야 하고, 이때 저판에서의 브레이싱 지지점은 측면으로부터 높이의 2/3 지점 이상으로 해야 한다.
- 거푸집은 설치 후 진동기의 충격 다짐과 포설 기계의 최대 율하중에 충분히 견딜 수 있어야 하며, 거푸집 설치의 이격 허용 오차는 거푸집용 강재 두께 이하이어야 한다.
- 거푸집은 시멘트 콘크리트 타설전에 깨끗이 닦고, 유지류를 발라두어야 한다.
- 거푸집은 길이 3m마다 윗면의 변형이 3mm 이상 있어서는 안 되며, 측면의 변형이 6mm 이상 있어서는 안 된다.
- 거푸집을 설치할 때 곡선 반경이 50m 이하의 경우에는 목재 거푸집을 설치할 수 없으며, 이때 600mm마다 강재 지지말뚝을 설치해야 한다.

5.4 시험 포장

- (1) 시공자는 시방 규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자의 입회하에 시험포장을 실시한다.

해 설

- 시험포장의 면적은 1,000m² 정도로 하며, 감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다. 감독자는 포장의 작업성 및 시공성을 판단하며, 두께 마무리 및 재료분리를 최소로 하는 양호한 시멘트 콘크리트 포장을 시행할 목적으로 시험포장을 실시한다.
- 시공자는 시험포장의 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 그 결과에 대하여는 감독자와 협의해야 한다.

5.5 시멘트 콘크리트 제조

5.5.1 재료의 계량

- (1) 재료의 계량은 현장배합에 의한 배합비에 따라 실시하며, 각 재료는 1 회분의 비비기양(각 배치)을 중량으로 계량해야 하며, 물이나 혼화제 용액은 용적으로 계량할 수도 있다.

해 설

- 재료의 계량은 자동화 장비에 의해서 배치단위로 실시해야 하며, 시멘트 콘크리트 재료의 계량 허용 오차는 <표 5.2>에 제시되어 있다. 자동 계량 장비는 정기적으로 점검해야 하며, 이상이 있을 시는 즉시 교체해야 한다.

〈표 5.2〉 시멘트 콘크리트 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계 오차 (%)
시멘트	질량	-1%, +2%
골재	질량	± 3%
물	질량 또는 부피	-2%, +1%
혼화재	질량	±2%
혼화제	질량 또는 부피	±3%

5.5.2 비비기

- (1) 시멘트 콘크리트의 비비기는 고정식 플랜트 및 트럭믹서를 사용한다. 다만, 소규모공사에는 이동식 플랜트나 현장인력혼합도도 사용할 수 있다.
- (2) 믹서는 성능이 좋은 강제식 믹서 또는 가경식 믹서를 사용해야 하며, 믹서 1회분 혼합량은 그 믹서의 제조업자가 제시하는 규격 용량 이상 혼합해서는 안 된다.

해 설

- 시공자는 시험배합 결과보고서를 작성하여 제출하고, 감독자가 시멘트 콘크리트의 비비기 시간을 결정할 수 있도록 해야 하며, 시험이 불가능할 경우에는 믹서 안에 재료를 전부 투입한 후 강제식 믹서에서는 1분, 가경식 믹서에서는 1분 30초를 표준으로 혼합한다. 다만, 일반적인 경우 위의 시간을 3배 이상 초과해서는 안 된다.
- 한 배치의 시멘트 콘크리트를 비빈 후 다음 배치의 시멘트 콘크리트를 비빌 때에는 믹서 내의 모든 재료를 완전히 배출한 후 혼입해야 한다. 비비기는 시멘트 콘크리트 혼합물이 균질하게 될 때까지 충분히 실시해야 하며, 배출 시 재료의 분리가 일어나서는 안 된다. 믹서 드럼의 회전속도는 제조회사의 장비설명서에 따라야 한다. 비빈 후 경화되기 시작한 시멘트 콘크리트를 되비벼서 사용해서는 안 된다.

5.5.3 시멘트 콘크리트의 운반

- (1) 시멘트 콘크리트의 운반은 재료분리와 함수비의 변화가 최소화할 수 있도록 해야 하며, 운반차는 싣거나 내리는 작업이 용이한 것이라야 한다.
- (2) 시멘트 콘크리트는 비빈 후 운반되는 과정에서 굳지 않아야 하며, 조금이라도 굳은 시멘트 콘크리트는 사용을 해서는 안된다. 운반 도중 시멘트 콘크리트가 건조되는 것을 방지하기 위해서 시공자는 운반차에 적절한 보호 방법을 강구해야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트는 비빈 후부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 1시간을 넘어서는 안 되며, 애지테이터 트럭으로 운반하는 경우는 90분 이상 경과해서는 안 된다. 그러나 기온이 매우 높거나, 시멘트 콘크리트가 빨리 응결할 경우에는 시간을 줄여야 한다.
- 시멘트 콘크리트를 운반차에 싣거나 내릴 때는 그 높이를 되도록 낮게 하여, 재료분리가 일어나지 않도록 해야 하며, 운반차는 사용 후 적재함 내부를 깨끗이 청소하고 물기를 제거해야 한다.
- 덤프트럭으로 운반할 경우에는 적재함의 틈을 없애고 적재함 상단보다 낮고 편편하게 적재하고 수분증발 및 이물질 혼합을 막기 위해 덮개를 설치해야 한다.
- 운반차량은 포장장비의 작업능력에 맞는 종류와 소요대수를 결정해야 한다. 중앙혼합장에서 혼합하고 트럭믹서로 운반하는 경우에는 KS F 4009의 운반규정에 따른다.

5.5.4 기상 조건

- (1) 시멘트 콘크리트의 배합, 타설 및 마무리는 주간에 실시해야 하며, 부득이하게 야간에 시공해야 할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 동결된 보조기층에 시멘트 콘크리트 포설을 해서는 안 된다. 특히, 일 평균기온이 4℃ 이하인 경우와 일 평균기온이 25℃ 이상인 경우에는 반드시 한중 시멘트 콘크리트와 서중 콘크리트 시공계획을 수립하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

5.6 다웰바

- (1) 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 다웰바는 가로수축줄눈에 설치되어 하중전달 및 단차 감소의 역할을 수행한다. 다웰바가 적정 역할을 수행하기 위해서는 시공 후 올바른 상태를 유지하여야 한다.
- (2) 다웰바가 부적절하게 시공되었을 경우, 줄눈에 줄눈잠김 현상 및 응력집중이 발생하여 균열과 스폐링 같은 파손을 유발할 수 있다. 따라서 다웰바의 시공상태는 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 공용성에 중요한 영향을 미치며 시공상태를 바르게 유지하기 위해서는 다웰바 어셈블리의 제작, 보관, 시공에 있어서 각별한 주의를 기울여야 한다.

해 설

- 줄눈 시멘트 콘크리트 포장에 있어서 다웰바는 슬래브에 가해지는 교통하중을 인접슬래브로 전달하여 분산시켜주는 역할을 하며 슬래브간의 부등침하로 발생하는 단차를 감소시켜주는 역할을 수행한다.
- 이러한 다웰바의 역할은 다웰바가 줄눈과 직각으로 시공되었을 경우 기대할 수 있는 것으로, 다웰바가 부적절하게 시공되었을 경우에는 <그림 5.9>과 같이 스폐링 및 줄눈잠김을 유도하여 포장파손 및 공용성 저하를 유발할 수 있다. 따라서 다웰바의 제작 과정에서부터 운반 및 보관, 시공에 걸쳐 적절한 품질관리를 수행하여 다웰바가 목적인 역할을 수행할 수 있도록 각별한 주의가 필요하다.



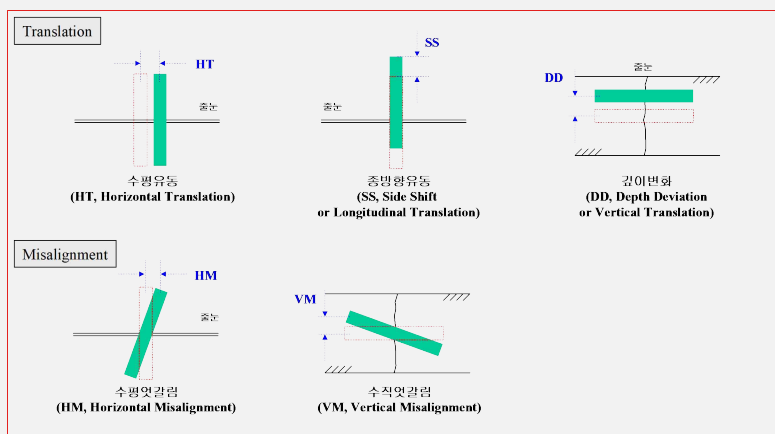
<그림 5.9> 다웰바 시공 불량으로 인한 포장파손(스폴링)

5.6.1 다웰바의 시공상태 기준

- (1) 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 다웰바는 하중전달 및 단차감소의 성능을 발휘하기 위해서는 다음과 같은 범위 안에서 시공이 되어야 한다.
- (가) 세로방향유동: $\pm 50\text{mm}$
 - (나) 최소덮힘두께: $\pm 100\text{mm}$
 - (다) 수평엇갈림: $\pm 30\text{mm}$
 - (라) 수직엇갈림: $\pm 30\text{mm}$
- (2) 팽창줄눈에 시공되는 다웰바의 시공상태 기준은 다음과 같다.
- (가) 세로방향유동량: $\pm 50\text{mm}$
 - (나) 최소덮힘두께: $\pm 100\text{mm}$
 - (다) 수평엇갈림량: $\pm 9\text{mm}$
 - (라) 수직엇갈림량: $\pm 9\text{mm}$

해 설

- 다웰바 시공상태는 다웰바의 위치이동 방향 및 상태에 따라 5가지 형태로 분류된다. 다웰바의 시공상태는 정위치에서의 변화에 따라 <그림 5.10>와 같이 3가지의 유동과 2가지의 엇갈림으로 분류된다.(팽창부분 감안할 것)



<그림 5.10> 다웰바의 5가지 시공상태

- <그림 5.10>에서 설명하고 있는 다웰바의 5가지 시공 상태에 대한 정의 및 포장 공용성과의 연관성은 다음과 같다.
 - 수평유동(HT, Horizontal translation): 다웰바가 줄눈 방향을 따라 이동한 상태. 포장의 공용성에는 크게 영향을 주지 않음.
 - 세로방향유동(SS, Side shift or Longitudinal translation): 다웰바가 슬래브의 세로방향으로 이동한 상태. 시멘트 콘크리트 포장의 단차발생에 영향을 미침
 - 깊이변화(DD, Depth deviation or Vertical translation): 다웰바가 슬래브의 깊이 방향으로 이동하여 매설깊이가 변화한 상태. 시멘트 콘크리트 포장의 스폴링 및 다웰바 부식과 영향이 있음.
 - 수평엇갈림(HM, Horizontal misalignment or Horizontal skew): 다웰바가 슬래브 표면과 평행한 방향으로 각이 틀어진 상태. 시멘트 콘크리트 포장 줄눈의 잠김 현상과 연관성이 있음.
 - 수직엇갈림(VM, Vertical misalignment or Vertical skew): 다웰바가 슬래브 깊이 방향으로 각이 틀어진 상태. 시멘트 콘크리트 포장 줄눈의 잠김 현상과 연관성이 있음.
- 다웰바의 5가지 시공 상태 중에서 깊이변화(DD)는 시멘트 콘크리트 포장 슬래브의 두께에 따라 소요기준이 변할 수 있다. 또한, 다웰바의 실질적인 매설깊이는 깊이 변화에 수직엇갈림을 고려한 값으로 표현될 수 있다.
- 따라서 다웰바의 시공 상태 기준 중에서 깊이변화로 인한 영향은 다웰바의 한 면에서 포장 슬래브의 표층면 또는 바닥면까지의 두께로 표현하는 것이 보다 합리적인 방법이다. 이를 ‘최소덮힘두께’로 표현하며 그 정의는 다음과 같다.
 - 최소덮힘두께(MC, Minimum cover): 슬래브의 표면 및 바닥면에서 다웰바까지의 최소 두께. 다웰바의 깊이변화 및 수직엇갈림값으로 구할 수 있음.
- 다음 <표 5.3>은 미국의 각 주에서 적용하고 있는 다웰바의 시공상태 기준을 정리한 것이다. 미국의 경우 각 주별로 다웰바의 시공 깊이변화, 세로방향유동, 엇갈림에 대한 기준을 정하여 품질관리 기준으로 적용하고 있다.

〈표 5.3〉 미국 각 주별 다웰바 시공기준 (단위: mm)

주(州)명	깊이 변화	세로방향 유동	수직 엇갈림	수평 엇갈림
Arkansas	—	—	25.40	25.40
Arizona	—	—	12.70	12.70
California	—	—	30.00	30.00
Michigan	—	50.80	3.20	3.20
Minnesota	—	—	6.40	6.40
South Carolina	—	—	19.10	9.50
Washington	25.40	25.40	12.70	12.70
Quebec	—	—	12.00	6.00
South Dakota	12.70	25.40	1.59	1.59
Mississippi	—	—	6.00	6.00
Utah	—	—	6.35	6.35
Nevada	25.40	50.80	12.70	12.70
Oklahoma	15.85 또는 19.05	—	9.00	9.00
Ohio	—	13.00	20.00	20.00
Iowa	—	—	3.18	3.18
Wisconsin	25.00	50.00	6.35	6.35

- 국내에서는 다웰바의 시공 상태에 대한 명확한 기준이 제시되어 있지 않고 “설계 도면에 따라 정확한 위치에 설치해야 한다”(한국도로공사 「고속도로공사 전문시방서」)라고만 규정되어 있다.
- 이러한 모호한 규정은 다웰바의 시공에 대한 중요성을 저하시키고 결국 다웰바 시공에 대한 품질관리를 어렵게 하고 있다. 따라서 국외 자료만을 참고로 하여 설정한 기준이라는 한계에도 불구하고 본 지침에서 제시한 다웰바의 시공 상태 기준에 대한 설정은 다웰바 시공의 중요성에 대한 인식을 확대시키고 궁극적으로는 다웰바 시공품질 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

5.6.2 다웰바 시공방법

- (1) 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 다웰바 시공방법에는 크게 체어바와 크로스바 등을 이용해 다웰바 어셈블리를 구성하여 시멘트 콘크리트 포설 전 줄눈 위치에 미리 설치하는 어셈블리 방법과 페이퍼에 장착된 기계장비를 이용한 자동삽입방법이 있다.

해 설

- 현재 국내 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 시공에서 사용되고 있는 다웰바 어셈블리 시공 방법은 다웰바의 설치위치를 인위적으로 조정할 수 있어, 비교적 정확한 위치에 시공할 수 있다는 장점이 있다.
- 그러나 다웰바 어셈블리의 운반 및 고정에 필요한 전담인력이 필요하며 시멘트 콘크리트 포설 전에 어셈블리가 설치되어야 하기 때문에 이로 인한 시공공정이 복잡해진다는 단점이 있다. 또한, 다웰바 어셈블리의 운송 및 보관 과정에서 어셈블리 자체에 손상이 가해질 수 있다.
- 다웰바 자동삽입방법은 다웰바자동삽입기(DBI, Dowel bar inserter)를 이용해 시멘트 콘크리트 포설 직후, 슬래브에 진동을 주면서 다웰바를 삽입하는 방법이다.
- 다웰바 자동삽입방법은 다웰바 어셈블리의 제작이 필요 없고 다웰바 전담인력을 줄일 수 있어 경제적이다. 또한, 슬래브 포설시 공정이 단순화되어 전체적인 시공 효율성이 좋다.
- 그러나 다웰바 삽입 시 포크의 진동 때문에 시멘트 콘크리트 표면에 자국이 생길 수 있으며, 다웰바의 자중으로 인해 시공 상태가 불량해질 수 있다. <그림 5.11>은 다웰바 자동삽입방법의 일반적인 시공순서를 보여준다.



(a) 다웰바 삽입 위치 자동측정



(b) 셔틀을 이용한 삽입위치 이동



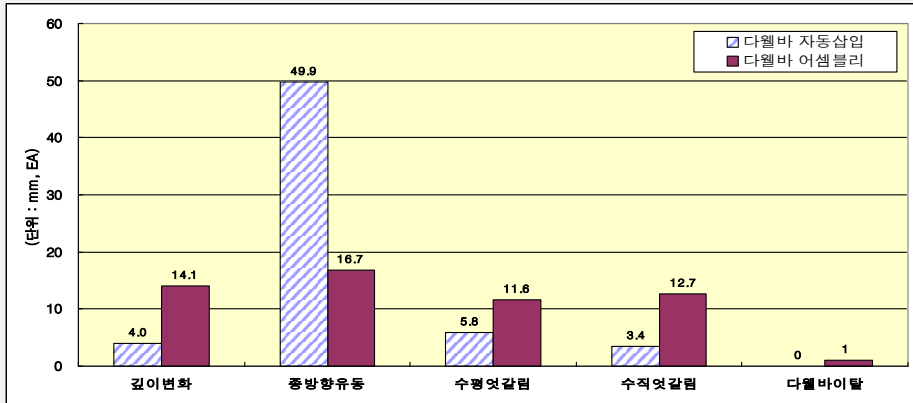
(c) 포크를 이용한 다웰바 삽입



(d) 다웰바 삽입 후 슬래브 표면

〈그림 5.11〉 다웰바 자동삽입 시공순서

- 다웰바 자동삽입방법은 시공 후 다웰바의 상태에 대한 논란이 있었지만 다양한 방법으로 수행된 시공 상태 조사결과 다웰바 어셈블리 시공방법과 동등하거나 오히려 더 우수한 시공상태를 보이는 것으로 나타나 1996년부터는 미연방도로청(FHWA)에서 다웰바 자동삽입 시공방법을 독려하고 있다.
- <그림 5.12>는 2002년 준공된 한국도로공사 시험도로에 시험시공된 다웰바 자동삽입방법 시공구간에서의 다웰바 시공상태를 분석한 자료이다. 다웰바 어셈블리 시공방법에 비해, 엇갈림이나 매설깊이는 월등히 좋은 시공상태를 보이는 것으로 나타났으나 세로방향유동 상태는 나쁜 것으로 나타났다. <표 5.4>는 미국 내 각 주에서의 다웰바 자동삽입방법 사용여부를 정리한 것으로 31개의 주 중에서 22개의 주에서 사용을 허용하고 있는 것으로 나타났다.



〈그림 5.12〉 다웰바 시공방법에 따른 시공상태 분석결과(시험도로)

〈표 5.4〉 미국 각 주별 다웰바 자동삽입방법 사용여부

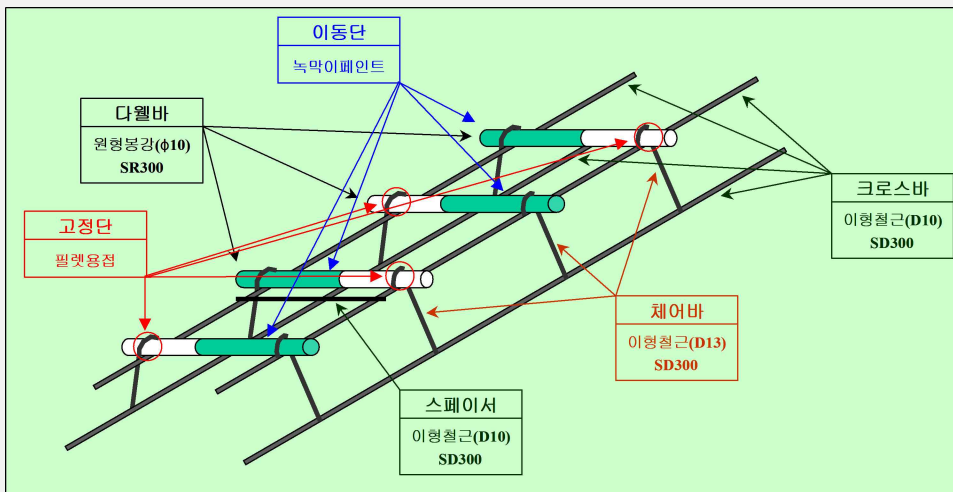
주(州)명	사용	미사용	주(州)명	사용	미사용
Alaska	—	—	Montana	○	
Alabama	—	—	North Carolina	○	
Arkansas		○	North Dakota	—	—
Arizona	○		Nebraska	—	—
California	○		New Hampshire	—	—
Colorado	—	—	New Jersey	—	—
Connecticut	—	—	New Mexico	—	—
Delaware	○		Nevada	○	
Florida		○	New York	○	
Georgia		○	Ohio	○	
Hawaii		○	Oklahoma	○	
Iowa		○	Oregon	—	—
Idaho	○		Pennsylvania	○	
Illinois		○	Rhode Island	—	—
Indiana		○	South Carolina	○	
Kansas	○		South Dakota	○	
Kentucky	—	—	Tennessee		○
Louisiana	—	—	Texas	○	
Massachusetts	—	—	Utah	○	
Maryland	—	—	Virginia	—	—
Maine	—	—	Vermont	—	—
Michigan	○		Washington	○	
Minnesota	○		Wisconsin	○	
Missouri	○		West Virginia		○
Mississippi	—	—	Wyoming	○	

5.6.3 다웰바 어셈블리의 형태

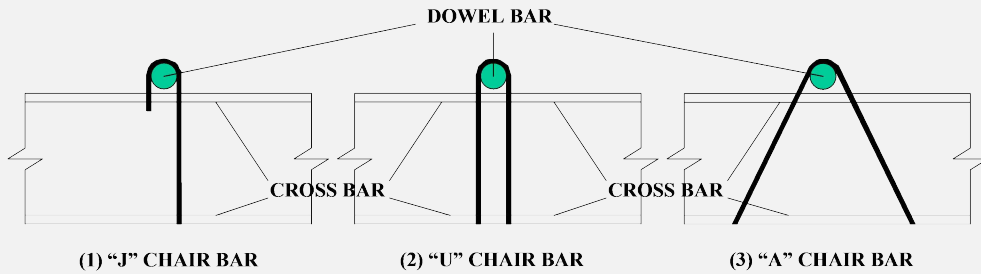
(1) 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 다웰바 어셈블리에서 다웰바의 위치를 고정하여 주는 체어바의 형태는 크로스바와의 용접점이 많아 어셈블리의 지지력을 높여줄 수 있는 'A' 자 형태 또는 'U' 자 형태 체어바를 사용하는 것이 바람직하다.

해 설

- 국내 시멘트 콘크리트 포장에 사용되는 다웰바 어셈블리의 형태는 <그림 5.13>과 같다.
- 다웰바 어셈블리는 다웰바, 체어바, 크로스바, 스페이서로 구성이 되며 각 바는 용접으로 연결되어 어셈블리의 형태를 지지한다. 국내에서 사용하는 체어바는 <그림 5.14>의 (1)과 'J'자 형태로 크로스바와의 연결 지지점은 3곳이다.
- 그러나 무슬립폼에 가까운 상태에서 슬립폼 페이퍼의 강한 압력 및 진동을 받는 국내 시멘트 콘크리트 포장 시공여건을 감안하면 'J'자 형태의 체어바 보다는 (2) 또는 (3)과 같이 크로스바와의 용접점이 4지점으로 다웰바 어셈블리의 지지력이 좋은 'U'자 형태 또는 'A'자 형태의 체어바를 사용하는 것이 바람직하다.
- 또한, 다웰바 어셈블리 용접부는 실질적으로 어셈블리의 지지력이 발휘되는 곳으로 시공 전 용접상태를 각별히 주의하여 살펴보아야 한다.



<그림 5.13> 국내에서 사용되는 다웰바 어셈블리의 표준 형태



<그림 5.14> 체어바의 다양한 형태

5.6.4 다웰바 어셈블리 보관방법

- (1) 큰 자중을 갖는 다웰바 어셈블리는 여러 개의 다웰바를 겹쳐서 보관할 경우, 어셈블리를 지지하는 각 용접 부위에 손상이 발생할 수 있다. 이러한 손상은 다웰바 시공 상태에 영향을 미치고 결국 줄눈 시멘트 콘크리트 포장의 공용성 저하로 이어지게 된다.
- (2) 따라서 다웰바를 보관할 경우 불가피한 경우를 제외하고는 3개 이상 겹쳐서 보관하지 않도록 하며 시공 전 다웰바 어셈블리의 각 연결부위의 상태를 확인하여 용접이 불량하거나 심하게 변형이 있는 다웰바 어셈블리는 시공에 사용하지 않도록 조치를 취하여야 한다.

해 설

- 다웰바 어셈블리는 강제로 구성되어 있기 때문에 그 자중이 매우 크다. 그러나 이러한 다웰바 어셈블리는 포장에 설치 전에는 스페이서를 이용해 그 형태를 유지하게 된다.
- 따라서, 비교적 충격에 약하기 때문에 원형을 유지하기 위해서는 운반 및 보관에 각별한 주의를 기울여야 한다. 다웰바 어셈블리를 여러 겹으로 겹쳐서 운송 및 보관하게 될 경우 다웰바 어셈블리를 구성하는 각 연결부에 하중 및 충격이 가해져 약해질 수 있고, 이런 경우 시공중 다웰바 어셈블리에 가해지는 하중 및 충격으로 인해 다웰바 어셈블리의 파손이 발생할 수 있어 결과적으로 다웰바의 시공 상태가 불량해질 수 있다.
- 그러나 공사현장에서는 <그림 5.15>와 같이 운송 및 보관의 편의, 공간적 문제로 인해 규정 이상으로 다웰바를 쌓아두어 사용하고 있다. 이러한 부적절한 운영은 그림에서

보는 것과 같이 다웰바 어셈블리의 파손으로 이어질 수 있다. 따라서 다웰바 어셈블리의 적절한 운송 및 보관을 통해 줄눈속의 다웰바가 최상의 공용성을 발휘할 수 있도록 엄격한 관리가 이루어져야 한다.

- 또한, 부득이한 경우가 발생하더라도 시멘트 콘크리트 포장 시공 전 품질검사를 통해 파손이 발생하거나 심하게 변형이 생긴 다웰바 어셈블리는 제거하여 시멘트 콘크리트 포장의 공용성 저하를 사전에 방지하도록 해야 한다.



(a) 다웰바 어셈블리 현장 야적모습

(b) 다웰바 어셈블리의 파손

<그림 5.15> 다웰바 어셈블리의 현장 야적모습과 시공 전 파손 모습

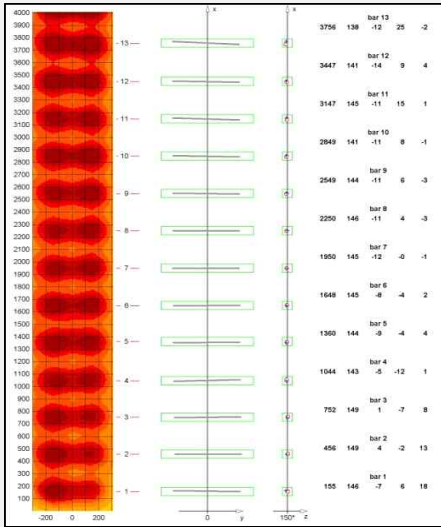
5.6.5 다웰바 어셈블리 고정방법

- (1) 시공 중 다웰바 어셈블리를 슬래브 하부 기층에 고정시켜주는 고정용 강재는 1 개의 어셈블리당 최소 6 개 이상의 지점에 설치하는 것이 바람직하다. 이때, 고정용 강재에는 2 개 이상의 고정핀을 설치하여 충분한 지지력을 확보해 주어야 한다.
- (2) 고정용 강재를 접어서 1 개의 고정핀만 설치할 경우에는 어셈블리당 10 개 이상의 지점에 설치하여 시공상태 유지를 위한 지지력을 확보해 주어야 한다.

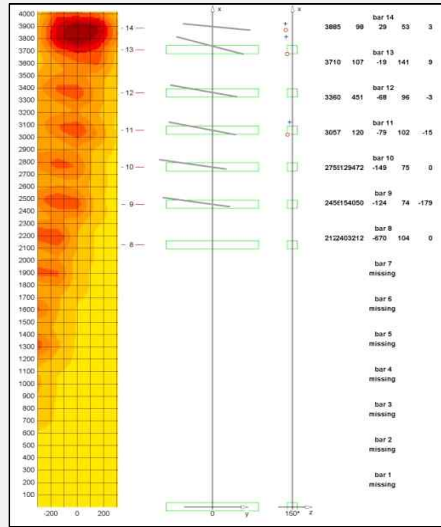
해 설

- 다웰바 어셈블리를 줄눈에 위치시키기 위해서는 슬래브 하부층과 어셈블리를

고정시키는 작업이 필요하다. 다웰바 어셈블리를 고정시키는 지지력이 부족하면 <그림 5.16>(b)와 같이 다웰바 어셈블리의 전체 또는 일부가 페이퍼의 진행방향으로 밀리거나 다웰바의 설치위치가 변하는 문제가 발생한다.

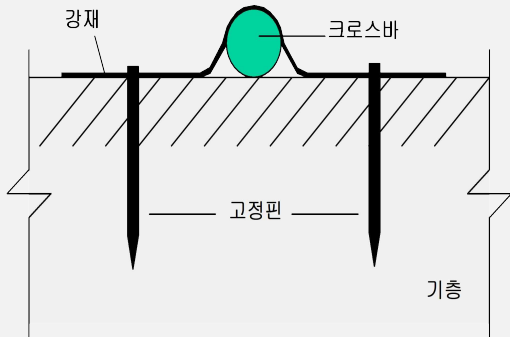


(a) 정상적인 시공상태



(b) 고정 불량으로 인한 밀림 상태

<그림 5.16> 다웰바 어셈블리의 밀림



(a) 표준고정방법



(b) 현장고정방법

<그림 5.17> 다웰바 어셈블리 고정방법

- 다웰바 어셈블리의 고정에는 가로 100mm, 세로 50mm, 두께 5mm의 강재와 고정핀을 이용하는데 고정핀으로 힐티핀(NK-27)을 사용하게 되어 있다. 고정방법은 <그림

5.17>(a)와 같이 한 지점에 두 개의 고정핀을 50mm 간격으로 설치하도록 되어 있다. 그러나 실제 현장에서는 작업의 편의상 <그림 5.17>(b)와 같이 강재를 접어서(Wrap around anchor strap) 1개의 고정핀만 설치하고 있다.

- 미국의 경우 우리나라와 같이 못형태의 고정핀 이외에도 갈고리 형태의 앵커핀을 사용하기도 한다. FHWA에서는 다웰바 어셈블리를 고정시킬 때에는 최소 8mm 이상의 철근 또는 핀을 사용해야 하며, 기층의 종류에 따라 100mm에서 250mm 깊이까지 삽입시킬 것을 권장하고 있다. 또한, 최소한 하나의 다웰바 어셈블리에 8지점 이상의 고정부를 시공할 것을 권장하고 있다.
- 국내와 비슷한 형태의 어셈블리를 제작하여 사용하는 South Dakota 주에서는 기층의 종류에 따라 두 가지 형태의 고정방법을 모두 사용하며 고정핀을 사용할 경우에는 최소 12개, 앵커핀을 사용할 경우에는 8개 이상의 지점에 시공하도록 규정하고 있다. Illinois 주에서는 <그림 5.17>과 같이 국내 현장에서 사용하는 형식의 고정핀을 사용하며 다웰바 어셈블리에 최소 8개 지점 이상에 고정핀을 시공하도록 규정하고 있다.
- 국내의 경우 시멘트 콘크리트 혼합물의 슬럼프가 매우 낮아 슬럼프 페이퍼의 진행시 다웰바 어셈블리에 가해지는 측방압력이 매우 큰 점을 감안할 때, 다웰바 어셈블리가 적정 위치에 고정되어 있으려면, 표준 고정방법과 같이 6지점 12개의 고정핀을 사용하거나, 강재를 접어서 시공할 경우에는 10개 이상의 지점에 고정핀을 시공하여 충분한 지지력을 확보해 주는 것이 바람직하다.

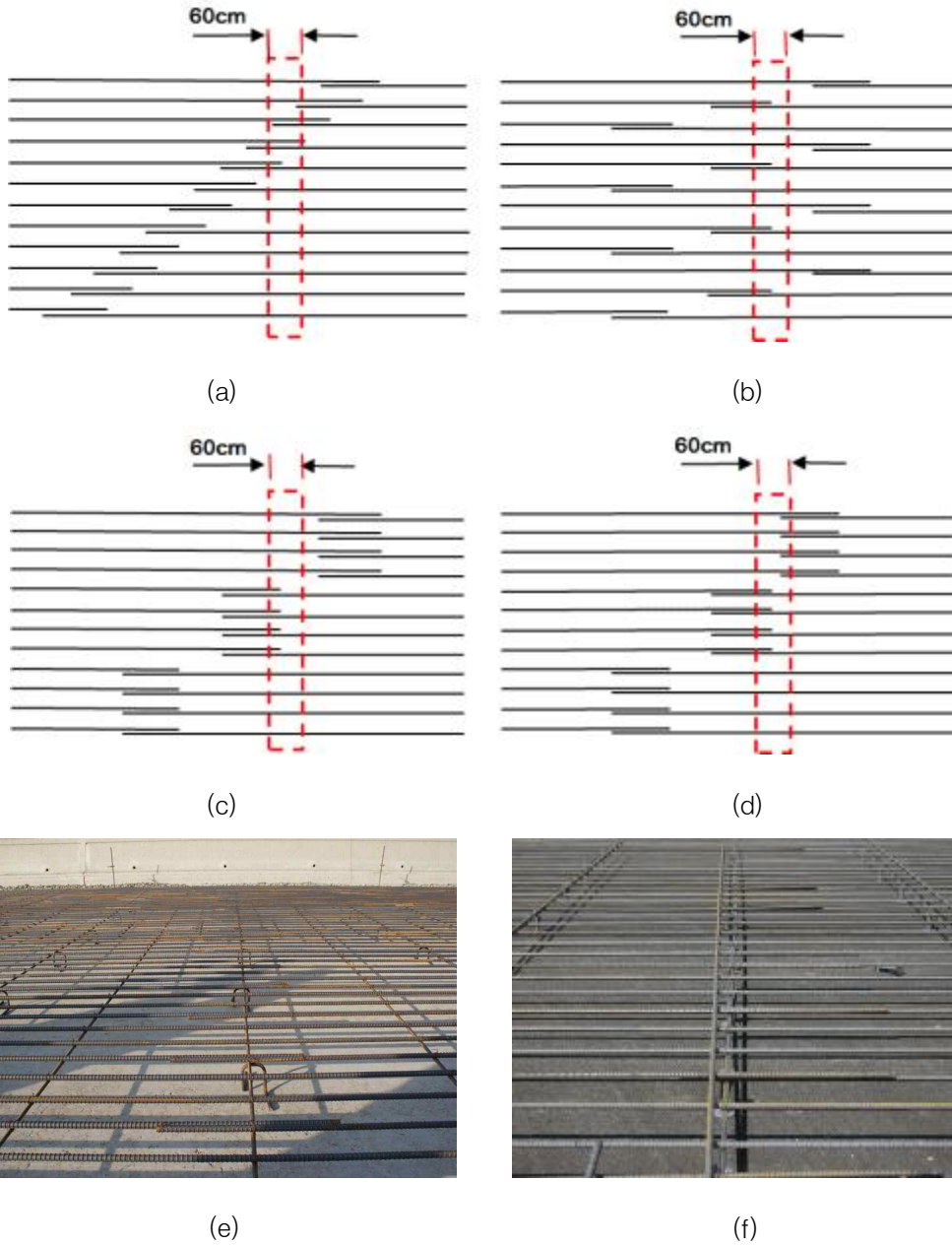
<표 5.5> 미국 주요 주의 다웰바 어셈블리 고정 방법

주(州)명	고정 방법
California	한쪽 면에 4개씩 총 8개 지점에서 고정
South Dakota	한쪽 면에 6개씩 총 12개 지점에서 고정
Mississippi	한쪽 면에 최소 3개 이상 총 8개 지점에서 고정
Ohio	다웰바 이동단 하부마다 고정
Iowa	한쪽 면에 4개씩 총 8개 지점에서 고정
Virginia	한쪽 면에 3개씩 이상 최소 6개 지점에서 고정

5.7 철근

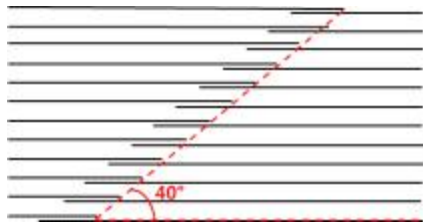
5.7.1 세로방향 철근 설치

- (1) 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 철근은 설계도서에 따라 배근되어야 한다.
- (2) 세로방향 철근은 차량 진행방향과 일치하게 배근되어야 한다.
- (3) 세로방향 철근은 가로방향 철근 위에 배근되어야 하며 교차되는 지점에서는 견고하게 묶어야 한다.
- (4) 세로방향 철근 설치 시 오차 범위는 수직방향 $\pm 13\text{mm}$, 수평방향 $\pm 25\text{mm}$ 이내로 한다.
- (5) 세로방향 철근 사이의 중심 간격은 최대 골재 치수의 2.5 배 이상 되어야 하며, 최소간격은 100mm 이상을 유지하여야 한다.
- (6) 세로방향 철근 겹이음 길이는 철근직경의 30 배 또는 400mm 중 작은 값 이상으로 해야 한다.
- (7) 세로방향 철근 겹이음 구간은 <그림 5.18>과 같이 임의의 세로방향 600mm 길이 이내에 전체 철근의 1/3 이상이 겹이음 되지 않도록 해야 한다.
- (8) <그림 5.19>와 같이 겹이음부가 일정한 방향으로 경사져 설치된 경우에는 겹이음부 경사와 세로방향 철근과의 각도는 60° 이하가 되어야 한다.
- (9) 세로방향 철근의 겹이음 구간에서는 최소 두 곳 이상의 위치에서 겹이음 되는 철근을 단단히 묶어야 한다.

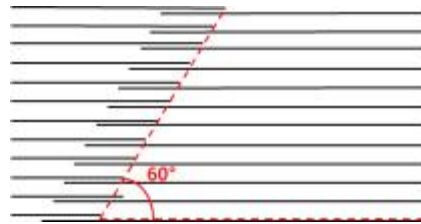


〈그림 5.18〉 세로방향 철근 겹이음

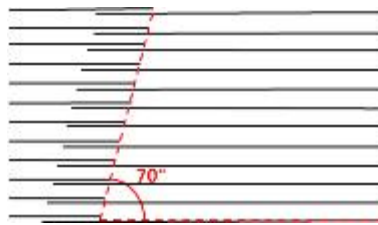
【주】 (a), (b), (c): 기준에 적절한 예시, (d): 기준에 적절하지 않은 예시
 (e), (f): 세로방향 철근 겹이음 예시



(a)



(b)



(c)

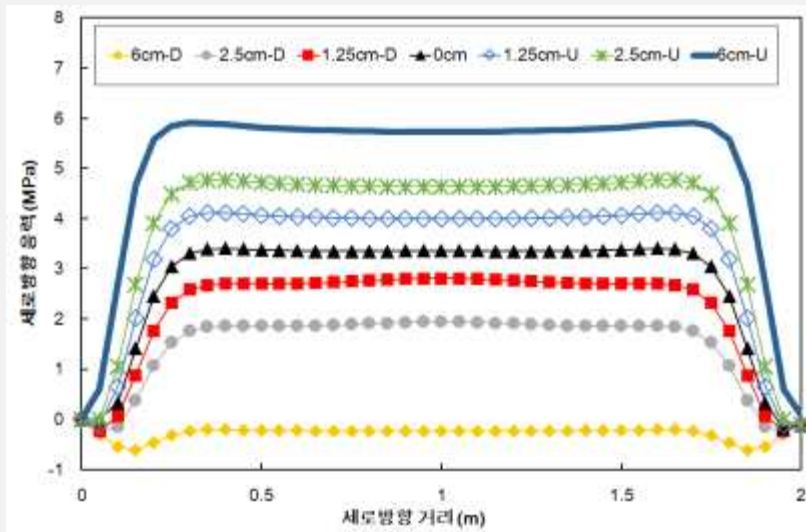
<그림 5.19> 세로방향 철근 겹이음 경사 기울기

【주】 (a) 40° (b) 60° : 기준에 적절한 예시, (c) 70° : 기준에 적절하지 않은 예시

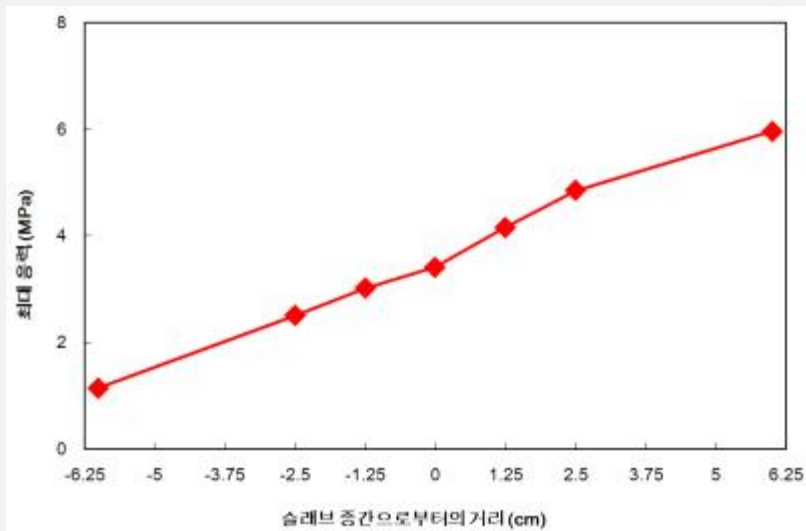
해 설

- 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 철근은 가로방향 균열폭이 과도하게 벌어짐을 억제하는 역할을 하며 가로방향 철근 위에 배치하여 설치해야 한다.
- CRCP가 환경하중을 받을 경우 <그림 5.20>과 같이 세로방향 철근의 배근 깊이가 슬래브 상부로부터 멀어져 하부에 가까울수록 슬래브 표면의 응력이 작게 발생하기 때문에 가로방향 균열의 발생이 감소하여 균열간격이 증가하게 된다.
- 반대로 세로방향 철근의 배근 깊이가 슬래브 상부에 가까울수록 슬래브 표면 응력이 높게 발생하기 때문에 가로방향 균열의 발생이 증가하여 균열간격이 감소하게 된다. 따라서 세로방향 철근이 상하로 이동될 경우에는 가로방향 균열의 발생 패턴에 영향을 미치게 된다.
- 또한 철근의 수평방향으로의 이동은 균일한 철근 간격을 유지할 수 없게 되어 콘크리트 슬래브에서 국부적으로 철근비가 다르게 되며 이에 따라 균열의 발생 패턴이 영향을 받게 된다. 따라서 철근의 배근 위치는 설계도서에 맞게 배치하며 설계에서 고려한

균열간격 및 균열폭을 유지하기 위해서는 수직방향 $\pm 13\text{mm}$, 수평방향 $\pm 25\text{mm}$ 이내로 정확한 위치에 철근이 설치되도록 하여야 한다. 또한 세로방향 철근과 가로방향 철근이 교차되는 지점에서는 철근을 견고하게 묶어야 한다.



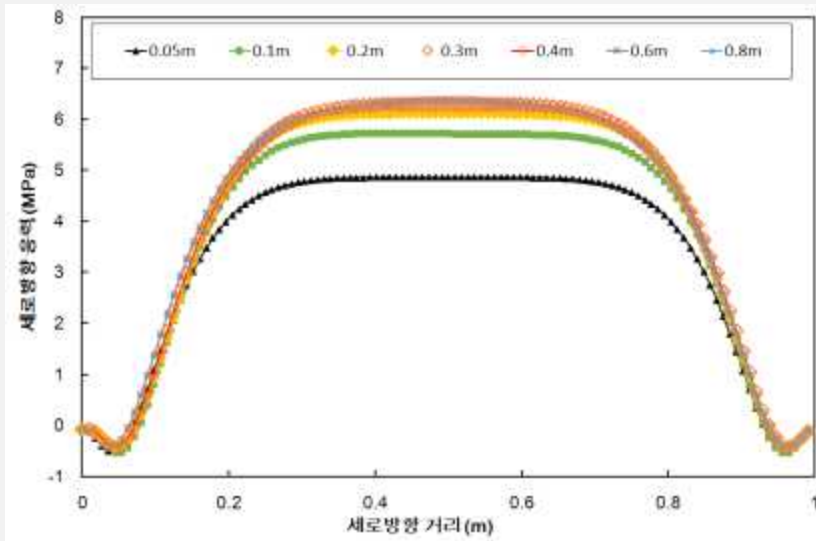
(a) 슬래브 상부 응력 분포



(b) 슬래브 최대응력 변화

<그림 5.20> 철근 배근 깊이에 따른 CRCP 슬래브 응력

- 굵은 골재 최대치수와 세로방향 철근 간격과의 관계는 콘크리트 타설 시 다짐도와 관련되며 철근 간격이 골재 크기에 비해 충분히 넓지 못하면 적절한 다짐에 방해가 되어 콘크리트 강도 저하 및 상부 균열 등을 야기할 수 있다. 따라서 세로방향 철근 사이의 중심 간격은 최대 골재 치수의 2.5배 이상 되어야 하며, 최소간격은 100mm 이상을 유지하여야 한다.
- 철근 겹이음은 연속철근 콘크리트 포장에서 매우 중요한 사항이며, 세로방향 철근의 연속성을 유지해야 포장의 우수한 공용성을 보장할 수 있다. 만약 모든 겹이음이 같은 구간에서 이루어지며 겹이음 길이가 짧을 경우에 가로방향 균열이 이곳에서 발생한다면 철근의 연속성에 문제가 생겨서 넓은 균열폭이 발생하여 공용성이 저하될 수 있다. 따라서 세로방향 철근 겹이음 길이는 철근직경의 30배 이상 또는 400mm 중 작은 값 이상으로 해야 하며 <그림 5.18>과 같이 임의의 세로방향 600mm 길이 이내에 전체 철근의 1/3 이상이 겹이음 되지 않도록 해야 한다.
- 또한 철근의 겹이음부가 <그림 5.19>와 같이 일정한 방향으로 경사져 설치된 경우에는 겹이음부 경사와 세로방향 철근과의 각도는 60°이하로 하여 겹이음부가 한곳에 집중되지 않도록 해야 한다. 철근을 겹이음 할 때는 일반적으로 타이를 이용하며 최소한 두 곳 이상의 위치에서 겹이음 되는 철근을 견고하게 묶어야 한다.
- <그림 5.21>은 CRCP가 환경하중을 받을 경우에 겹이음 길이에 따른 슬래브 상부 세로방향 응력의 예를 나타낸 것으로 겹이음 길이가 짧을수록 슬래브 응력이 작게 발생하며 겹이음 길이가 길수록 슬래브 응력이 크게 발생하는 경향을 보이며 겹이음 길이가 일정길이 이상이면 응력이 수렴하는 것을 알 수 있다.



〈그림 5.21〉 철근 겹이음 길이에 따른 슬래브 응력

5.7.2 가로방향 철근 설치

- (1) 연속철근 콘크리트 포장에서 가로방향 철근은 설계도서에 따라 설치되어야 한다.
- (2) 가로방향 철근 설치 시 오차범위는 수직방향 $\pm 13\text{mm}$, 수평방향 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 한다.
- (3) 가로방향 철근은 겹이음을 하지 않는다.

해 설

- 가로방향 철근의 사용 목적은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 우선 가로방향 철근은 세로방향 철근의 받침 역할을 하여 세로방향 철근을 원하는 위치에 적절히 놓일 수 있도록 한다. 또한 가로방향 철근은 세로방향 균열의 발생 시에 균열의 벌어짐을 억제하는 역할을 한다. 그리고 세로방향 줄눈부에서는 타이바의 역할을 한다.
- 연속철근 콘크리트 포장에서 가로방향 철근은 세로방향 철근을 지탱해야 하기 때문에 우선적으로 설치한다. 가로방향 철근의 배근 간격이 너무 넓을 경우에는 세로방향 철근이 자중에 의해 처짐이 발생할 수 있기 때문에 이를 고려하여 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치하도록 한다. 일반적으로 가로방향 철근의 최대 간격은 1.2m이다.

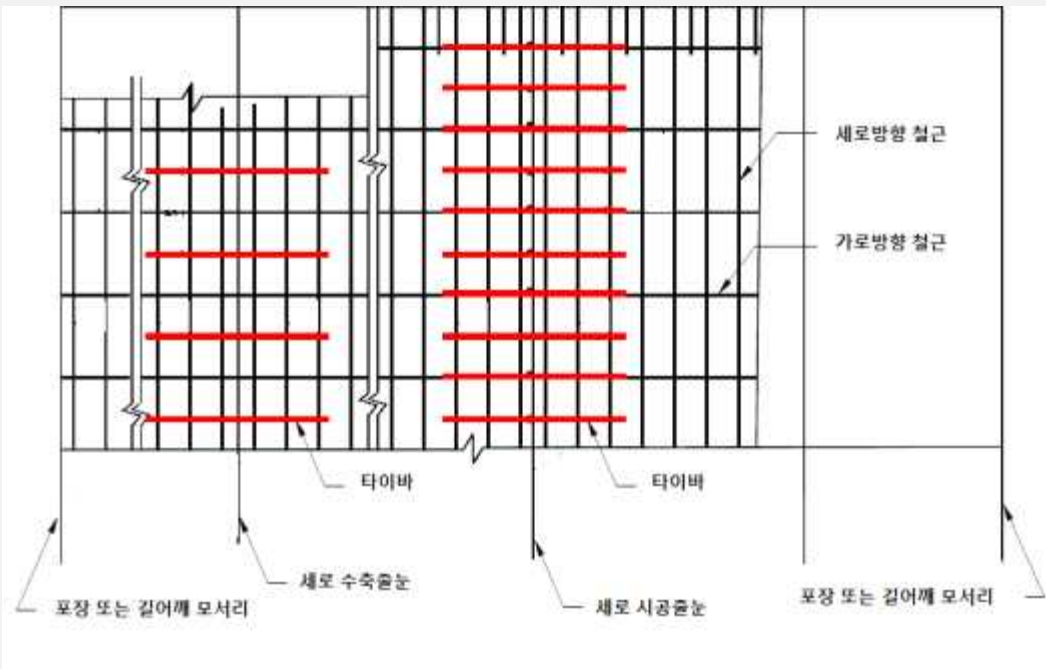
- 또한 세로방향 철근의 배근깊이를 정확하게 유지하기 위해서는 가로방향 철근의 배근깊이가 정확해야 하기 때문에 가로방향 철근의 수직방향 설치 오차는 세로방향 철근의 설치 오차와 동일하게 수직방향 $\pm 13\text{mm}$ 이내로 하고, 수평방향은 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 하여야 한다. 또한 가로방향 철근은 겹이음을 하지 않는 것을 원칙으로 한다.

5.7.3 타이바 설치

- (1) 시멘트 콘크리트 포장에서 타이바는 설계도서에 따라 설치되어야 한다.
- (2) 타이바 설치 시 오차 범위는 수직방향은 $\pm 25\text{mm}$, 수평방향 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 한다.
- (3) 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 수축줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근 간격이 0.75m 이내일 경우에는 생략할 수 있다.
- (4) 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 수축줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근사이에 가로방향 철근의 배근 간격과 동일한 간격으로 설치할 수 있다.
- (5) 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 시공줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근의 위치 및 가로방향 철근 간의 사이에 설치할 수 있다.

해 설

- 타이바는 세로방향 줄눈부에서 하중전달기능이 주요 기능이 아니라 인접 슬래브 면을 견고하게 연결 접속시켜 노상면상의 가로방향으로 밀려남을 방지하기 위하여 세로방향 줄눈부에 설치하도록 한다. 타이바의 배근 간격은 설계도서에 따라 설치하도록 하며, 타이바의 설치 오차 범위는 수직방향 $\pm 25\text{mm}$, 수평방향 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 정확한 위치에 설치되도록 하여야 한다.
- 또한 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 수축줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근 간격이 0.75m 이내일 경우에는 생략할 수 있으며, 세로방향 수축줄눈부와 세로방향 시공줄눈부에 설치되는 것에 따라 <그림 5.22>와 같이 예시로 나타내었다.
- 세로방향 수축줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근사이에 가로방향 철근 배근 간격과 동일한 간격으로 설치할 수 있으며, 세로방향 시공줄눈부에 설치되는 타이바는 가로방향 철근의 위치 및 가로방향 철근간의 사이에 설치할 수 있다.



〈그림 5.22〉 연속철근 콘크리트 포장 타이바 설치 예시

5.7.4 받침대 설치

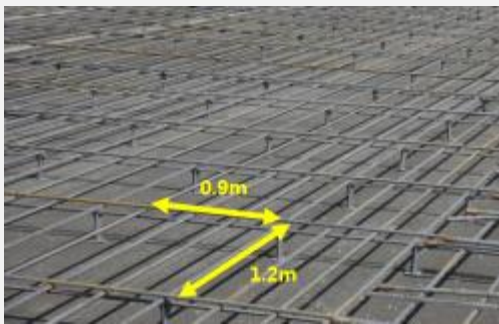
- (1) 연속철근 콘크리트 포장에서 철근 받침대의 설치 간격은 세로방향 1.2m, 가로방향 0.9m 이내로 유지되어야 한다.
- (2) 철근의 받침대는 철근이 이동되거나 쓰러지지 않도록 견고하게 철근을 지지하여야 한다.
- (3) 받침대만으로 철근의 밀림 또는 쓰러짐의 방지가 어렵다고 판단될 경우에는 추가적인 대책을 마련하여야 한다.

해 설

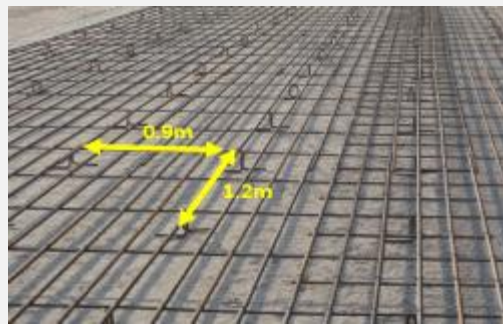
- 철근 받침대는 철근이 배근될 경우에 철근의 처짐이 과도하게 발생하지 않는 범위 내에서 설치되어야 한다.
- 일반적으로 받침대는 가로방향 철근을 지지하도록 설계되기 때문에 세로방향으로의

받침대 간격은 <그림 5.23>과 같이 가로방향 철근의 최대 간격인 1.2m 이내로 하며, 가로방향으로의 받침대의 간격은 가로방향 철근이 세로방향 철근을 지지해야 하기 때문에 1.2m보다 작은 0.9m 이내로 한다.

- 일반적인 받침대 설치 간격은 <그림 5.24>(a)이며, <그림 5.24>(b)와 같은 방법으로 설치를 할 경우 철근을 더욱 견고하게 지지할 수 있다.
- <그림 5.25>는 받침대 설치 간격이 허용 범위 내에 들어오는 세로방향 0.75m, 가로방향 0.6m와 세로방향 0.75m, 가로방향 0.9m와 받침대 설치 간격이 허용 범위 내에 들어오지 않는 세로방향 1.5m, 가로방향 1.2m와 세로방향 3m, 가로방향 1.2m의 철근 자중에 의한 가로방향 및 세로방향의 철근 처짐을 나타낸 것이다.
- 받침대 설치 간격이 허용 범위를 초과하게 되면 철근의 처짐이 비교적 크게 발생하여 철근이 설계위치에 설치되지 않을 확률이 높아지기 때문에 받침대의 설치 간격 범위를 유지하여야 한다.
- <그림 5.26>은 받침대 간격에 따른 철근의 처짐 형상을 나타내며 <그림 5.26>(a),(b)와 같이 받침대 설치 간격 기준에 적합했을 때는 철근의 처짐이 거의 없는 것을 알 수 있으며 <그림 5.26>(c),(d)와 같이 받침대 설치 간격 기준에 적합하지 않았을 때는 철근의 처짐이 증가하는 것을 알 수 있다.

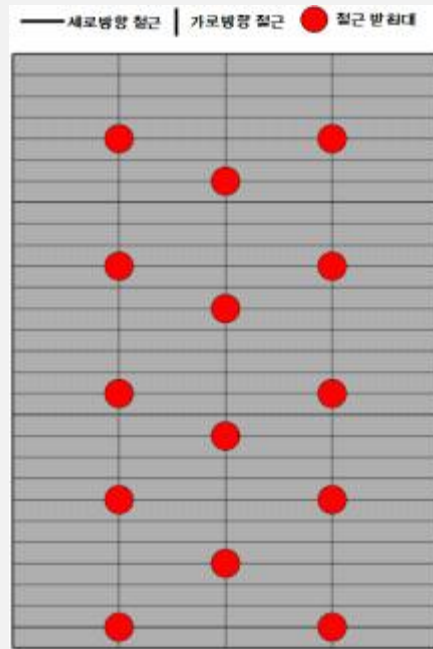
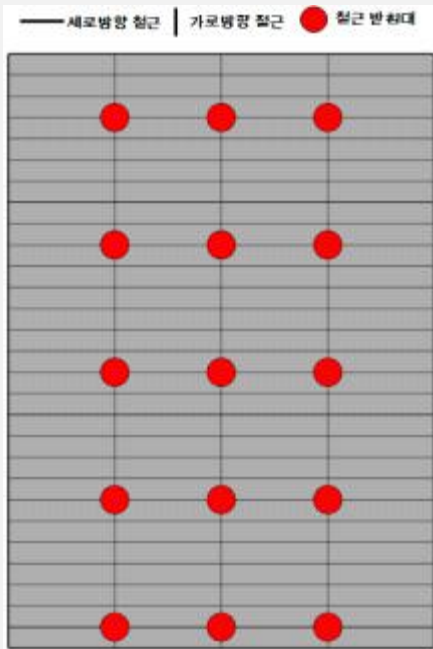


(a) 철근 받침대 간격

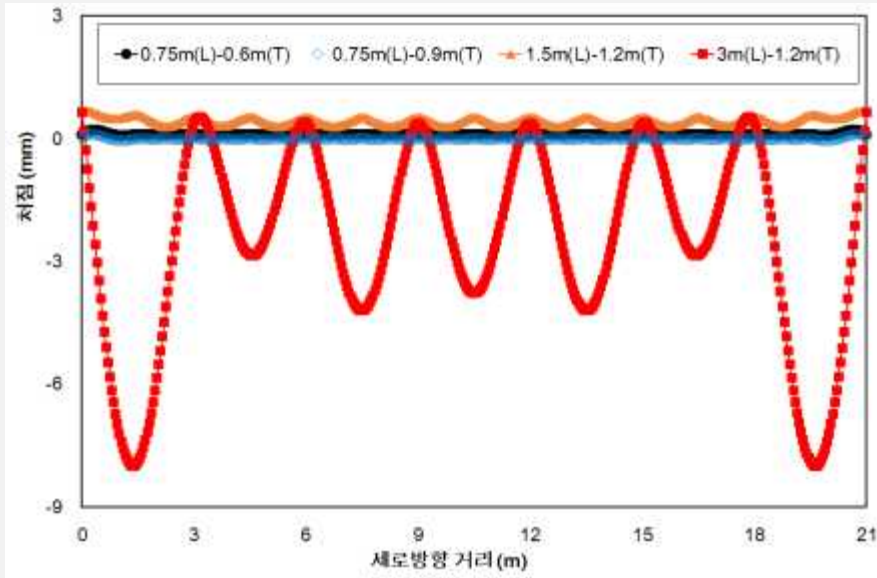


(b) 철근 받침대 간격

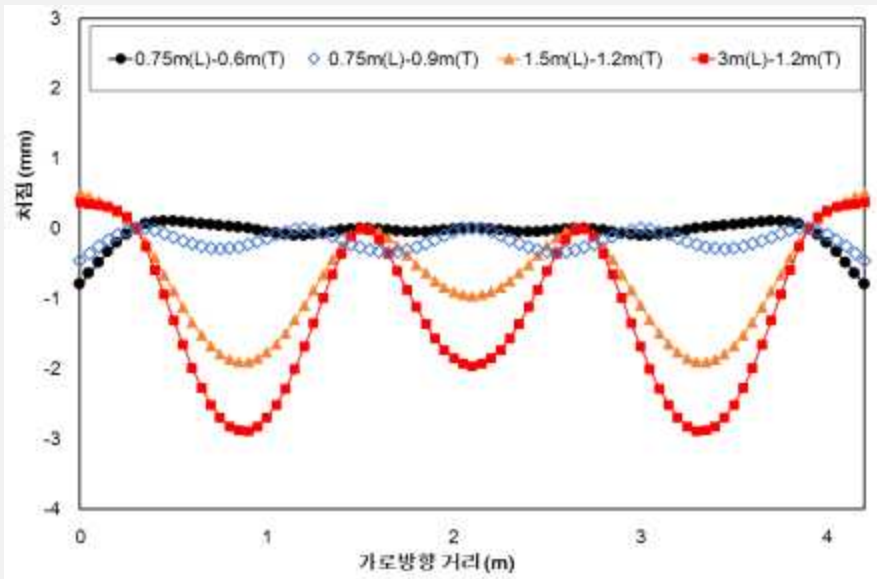
<그림 5.23> 철근 받침대 설치 간격



<그림 5.24> 철근 받침대 설치 간격 예시

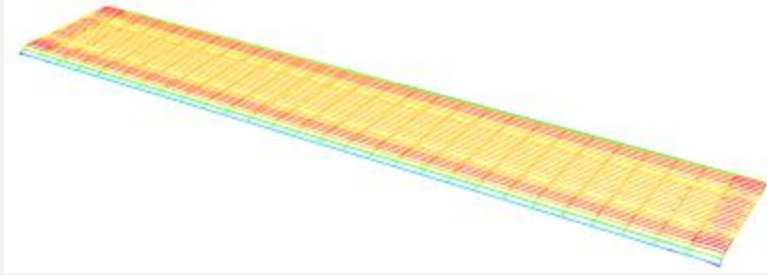


(a) 세로방향을 따른 철근 처짐

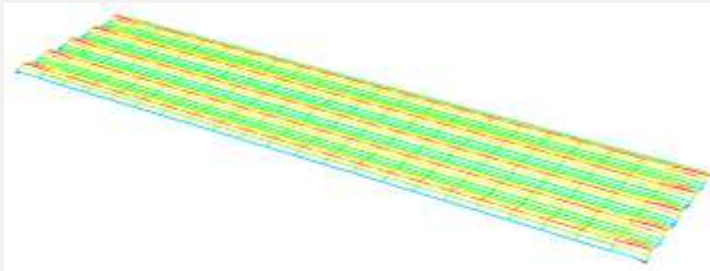


(b) 가로방향을 따른 철근 처짐

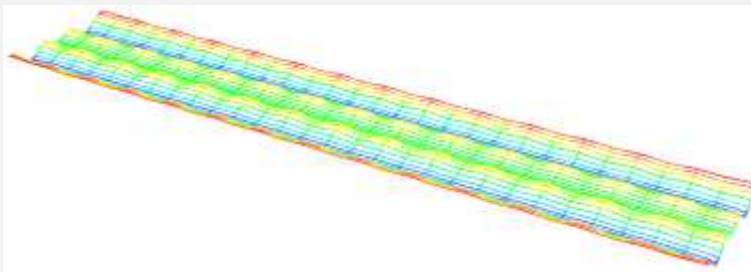
<그림 5.25> 받침대 간격에 따른 철근 처짐



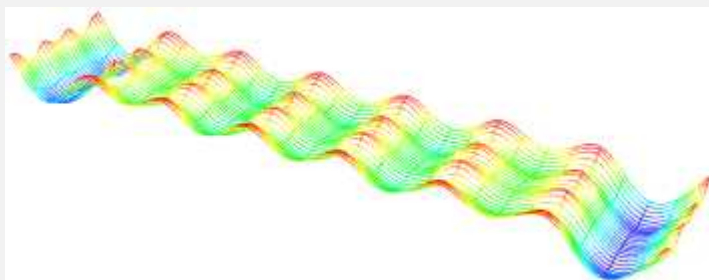
(a) 세로방향-0.75m, 가로방향-0.6m



(b) 세로방향-0.75m, 가로방향-0.9m



(c) 세로방향-1.5m, 가로방향-1.2m



(d) 세로방향-3.0m, 가로방향-1.2m

<그림 5.26> 받침대 간격에 따른 철근 처짐 형상

- 철근 받침대의 종류는 <그림 5.27>(a)(b)(c)와 같은 플라스틱 또는 강성 받침대를 사용하며 강성인 받침대를 사용할 경우 관리자의 승인에 따라 받침대와 가로방향 철근의 용접이 허용된다.
- 또한 콘크리트를 타설 할 때나 대기 온도변화로 인한 철근의 수축 팽창으로 조립된 철근이 밀려서 쓰러질 수도 있기 때문에 받침대만으로 철근 쓰러짐의 방지가 어렵다고 판단될 경우에는 <그림 5.27>(d)와 같이 철근 조각 등의 편을 이용한 앵커로 철근의 쓰러짐을 방지하는 방법 등 추가적인 대책을 마련해야 한다.
- 튜브피더(Tube feeders) 등과 같은 철근 배근 장비를 사용할 경우에는 철근이 설계위치에 정확히 배근될 수 있으면 철근 받침대를 생략할 수 있다.



(a) 플라스틱 받침대



(b) 강성 받침대



(c) 강성받침대



(d) 철근 고정핀

<그림 5.27> 철근 받침대와 철근 고정핀

5.8 시멘트 콘크리트 포설 및 다짐

- (1) 시멘트 콘크리트 포설 방법은 고정 거푸집을 사용하는 인력에 의한 방법과 슬립폼 페이퍼를 이용한 장비에 의한 방법이 있으며, 공사의 규모나 장비 및 작업 여건에 따라 이를 선택하여 적용한다.
- (2) 또한 피니셔 장비를 이용한 롤러전압다짐 방법에 의한 시공방법이 있다.
- (3) 포설은 장비 조합에 따라 포설 능력, 작업 방법 등이 달라지므로 1일의 포설 연장, 포설 폭원 등 이외에도 시멘트 콘크리트 운반, 포설, 다짐 등에 관한 현장의 제 조건을 검토해서 포설장비 조합을 선정해야 한다.

해 설

□ 일반사항

- 포설은 장비의 조합에 따라 포설 능력 작업 방법 등이 달라지므로 1일의 포설 연장, 포설 폭원 등 이외에도 시멘트 콘크리트 운반, 포설, 다짐 등에 관한 현장의 제 조건을 검토해서 포설 장비 조합을 선정해야 한다.
- 포설에 있어서 양호한 마무리를 얻기 위해서는 균등질의 시멘트 콘크리트를 적절한 간격으로 반입함과 동시에 시멘트 콘크리트의 포설부터 양생까지의 각 작업이 전체적으로 균형이 맞도록 연속적으로 진행시키는 것이 중요하다.
- 따라서 어떤 부분의 포설 작업에 있어서도 후속 작업에 지장이 없도록 하여야 한다. 그리고 본 포설에 앞서 제반 장비의 조합 및 성능 혼합물의 품질, 준비 상태, 기타 포장 시공 시 문제점 등을 검토 분석하여 사전에 대책을 강구할 수 있도록 시험 포장을 실시해야 한다.

□ 슬립폼 페이퍼 포설방식 장비

- 포설 장비의 선정과 조합은 제반 조건을 고려하여 능률적인 시멘트 콘크리트 포설이 될 수 있도록 하여야 한다. 장비의 조합은 ‘스프레더 + 슬립폼 페이퍼(표면마무리 기부차) + 거친면마무리기 및 양생제살포기’로 이루어진다. 간혹, 운반장비(덤프트럭)에서 스프레더 호퍼에 시멘트 콘크리트를 적하 시 시멘트 콘크리트 양을 조절하기 위하여 때로는 백호를 사용한다.

□ 피니셔 포설방식 장비

- 롤러전압다짐 콘크리트포장의 경우 피니셔, 다짐장비, 양생제살포기 등으로 시공장비가 구성된다.
- 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 하며, 피니셔는 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호처, 스크류, 조절스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.
- 다짐장비는 10tonf의 2축식 탄뎀 롤러 2대 및 12tonf 이상의 타이어 롤러를 사용하여야 하며, 규격·종류 및 다짐횟수는 따르며 시공 시 현장 확인 후 시험감독관과 논의하여 수정 적용할 수 있어야 하며, 감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐장비의 중량을 측정하여야 한다.

□ 포설 장비의 점검

- 포설 장비는 장기간 사용되므로 각 부품은 조립한 후 시험 포장에 의해 실제 작업 조건과 동일한 상태에서 충분한 시험 가동을 실시하고 고장이 잦은 부품은 사전에 준비되어 있어야 한다.
- 장비는 항상 깨끗하게 유지되어야 하며, 일일 작업 후 반드시 청소와 정비 작업을 실시하고, 장비의 엔진 박스와 유압장치부에서 기름이 새는지를 수시 점검 조치할 수 있어야 한다.
- 포설 장비는 동일 회사 제품으로 조합되는 것이 이상적이며, 시멘트 콘크리트 포설 전 장비의 유무를 확인하고, 시멘트 콘크리트 플랜트에 연락을 취한 후 생산 운반해야 한다.

□ 시멘트 콘크리트 공급

- 배치플랜트에서 포설 현장까지 운반된 시멘트 콘크리트 혼합물을 적하하는 방법으로는
 - 운반 차량에 의한 방법
 - 사이드 피더에 의한 측면 공급
 - 사이드 피더를 갖춘 스프레더에 의한 측면 공급 등이 있다.

- 공급방법의 선정은 현장상태와 장비의 준비상태에 따라 결정한다. 공급의 방법에 따라 작업의 속도, 평탄성 등에 영향을 주게 되므로 충분히 검토 하여야 한다.

〈표 5.6〉 적하 장비를 사용하지 않고 직접 적하하는 경우

시멘트 콘크리트 적하방법	부설 장비	포설차로외의 여유폭 유무	시멘트 콘크리트 내리기 방법의 개략	비 고
덤프트럭에서 보조기층 및 하층 시멘트 콘크리트 위에 직접 적하	블레이드형 또는 스크류형 스프레더	무	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포설차로내로 후진한 덤프트럭에서 직접 적하한다. ▪ 포설차로 내를 덤프트럭이 후진하게 되므로 어셈블리 등을 미리 설치하여 둘 수 없음 	※
		유	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포설차로 밖에서 90° 방향으로 회전시킨 덤프트럭으로부터 포설차로 내에 직접 적하. ▪ 가반식 가대(架台)의 설치와 덤프트럭 방향 회전을 위한 여유폭으로 약 10m정도가 필요하다. ▪ 위의 이유로 보통 경우 거의 사용되지 않음. 	
덤프트럭에서 박스형 스프레더의 박스에 직접 적하	박스형 스프레더	무	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포설차로 내로 후진한 덤프트럭에서 박스형 스프레더의 박스에 직접 적하. ▪ 박스의 입구 높이까지 덤프트럭의 하대(荷台)의 높이를 올려주기 위한 가반식 가대가 필요함 	※
		유	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포설차로 외에서 덤프트럭을 90° 방향으로 회전시키는 것 외에는 위와 같다. ▪ 단 가반식 가대가 필히 대형의 것이라야 하며 이 가대를 포함한 여유폭이 10m이상 필요하다. ▪ 이와 같은 이유로 보통 경우는 거의 사용되지 않고 있음. 	

【주】 비고란의 ※ 표시는 비교적 많이 사용되는 내리기 방법을 표시한 것임

〈표 5.7〉 적하 장비를 사용하여 적하하는 경우

시멘트 콘크리트 적하방법	부설 장비	포설차로외의 여유폭 유무	시멘트 콘크리트 내리기 방법의 개략	비 고
적하장비로 박스형 스프레더의 박스에 적하	박스형 스프레더	무	<ul style="list-style-type: none"> 포설차로내로 종취형 장비를 설치하고 포설차로내로 후진한 덤프트럭으로부터의 시멘트 콘크리트는 적하장비에 의하여 박스형 스프레더의 박스에 적하함 	※
		유	<ul style="list-style-type: none"> 포설차로 외측에 횡취형 적하장비를 설치하고 포설차로 밖에서 후진한 덤프트럭으로부터의 시멘트 콘크리트를 적하장비에 의하여 박스형 스프레더의 박스에 적하함 	※
적하장비로 보조기층 및 하층 시멘트 콘크리트 위에 내림	블레이드형 또는 스크류형 스프레더	무	<ul style="list-style-type: none"> 포설차로 내에 종취형 적하장비를 설치하고 포설차로내로 후진한 덤프트럭으로부터 시멘트 콘크리트를 보조기층 위나 하층 시멘트 콘크리트 위에 적하함 이는 적하장비 사용방법으로서 비 효과적이므로 거의 사용되지 않고 있음 	
		유	<ul style="list-style-type: none"> 포설차로 외에 횡취형 적하장비를 설치하고 포설차로 외를 진행시킨 덤프트럭으로부터 시멘트 콘크리트를 보조기층 위 또는 하층 시멘트 콘크리트 위에 적하시킴 이는 적하장비 사용방법으로서 효과적은 못되나 상층 시멘트 콘크리트의 적하에 쓰이는 일이 있음 	

【주】 비교란의 ※ 표시는 비교적 많이 사용되는 내리기 방법을 표시한 것임

(슬리폼 페이버 시공방식) 스프레더에 의한 1차 포설

- 운반차량에 의해 운반되어온 혼합물을 보조기층 또는 중간층면에 직접 또는 장비에 의해 포설되는 것을 1차 포설이라 한다.
- 덤프트럭으로 운반된 시멘트 콘크리트 스프레더의 사이드 피더(Side feeder) 컨베이어 벨트의 호퍼에 투입되며, 이때 한꺼번에 투입되면 컨베이어 벨트의 모터에 부하가 걸려 작동이 중지되므로 서서히 공급한다.
- 컨베이어 벨트로 운반된 시멘트 콘크리트가 포장면 중앙에 쌓이게 되면 스프레더 앞에

붙은 플로우워 또는 오거를 작동하여 전폭으로 고르게 포설한다.

- 1차 포설은 성형판(Conforming plate)에 의하여 포설폭은 약간 적고, 포설 두께는 다짐후 소요두께보다 40~50mm 더 높게 포설한다.
- 1차 포설은 속도가 빠르거나 시멘트 콘크리트를 퍼주는 오거의 작동이 미흡하면 모서리 부분이 포설되지 않는 경우가 있고, 이때 슬립폼 페이버 앞에 모르타르가 채워져 단부처짐 및 내구성이 부족하게 된다.
- 스프레더 조정원은 페이버와의 간격을 가능한 한 좁게 유지하여 포설량을 조절 가능케 함으로써 과부하에 의한 페이버의 부상을 방지하고, 장비고장 시 대처할 수 있도록 한다.

□ (슬립폼 페이버 시공방식) 2차 포설

- 1차 포설된 혼합물은 슬립폼 페이버에 의해 최종적으로 소요의 폭과 두께에 맞게 성형하는 것을 2차 포설이라 한다.
- 포설속도는 일정하게 유지하며, 연속시공이 가능토록 하여야 한다.
- 오거를 작동 시멘트 콘크리트를 페이버 앞에 균일한 높이로 퍼주고, 횡단구배에 따라 앞은 부분에 몰탈이 쌓이는 것을 방지한다.
- 표면이 거친 경우 마무리를 위해 살수하지 말아야 한다.
- 페이버가 정지할 때는 바이브레이터의 작동을 중지하여 골재분리 및 시멘트풀이 상부로 밀려 올라오는 현상을 방지하여야 한다.
- 진동기 삽입깊이 및 진동수는 전단면이 균일한 다짐이 되도록 조정하고, 특히, 다웰바 어셈블리를 건드리지 않도록 주의하여야 한다.
- 포설 중 모서리부가 무너질 경우, 단위 수량 등 근본적인 원인을 규명조치토록 하여야 한다.
- 시공이음부의 위치는 무근의 경우 수축줄눈 위치에 두는 것을 원칙으로 하나 부득이한 경우 최소 3m는 유지시켜야 한다.
- 인력시공 마무리되는 시공이음부위는 가급적 짧게 유지되도록 하여야 한다.
- 인력시공 처리부의 거푸집 설치 시 단부의 계획고 측정을 정확히 하여 평탄성을

향상시킬 수 있도록 한다.

- 중앙 타이바 삽입 시 다웰바와 중복되지 않도록 하여야 한다.
- 측면 타이바 삽입으로 인한 단부 처짐에 유의해야 한다.
- 일일포설 구간의 시·종점 마무리는 슬럼프 페이퍼에 의해 포설이 어려우므로 인력 마무리가 불가피하므로 그 범위를 최소화하도록 하며, 인력 마무리 구간의 다짐을 철저히 해야 하고, 접속 포장면과의 평탄성을 유지해야 한다. 또한 양 측면 성형을 위해 강재 거푸집을 사용 마무리하며, 표면 마무리 작업 시 살수를 하여서는 절대 안 된다.
- 슬럼프 페이퍼를 사용하는데 있어서 최근 포설 직후에 시멘트 콘크리트가 무너지는 것을 방지하기 위해 슬럼프가 매우 낮은 시멘트 콘크리트를 사용하는 경우가 많은데, 이때 표면의 매끄러운 마무리를 위해 과도한 바이브레이션 등으로 인해 시멘트 콘크리트 표면에 모르타르가 모여져 덩어리 형태로 생기는 경우가 많은데, 이것은 시멘트 콘크리트 표면의 내구성저하의 주요인이 될 수 있다. 따라서 너무 슬럼프가 적은 시멘트 콘크리트가 사용되지 않도록 하며, 과도한 바이브레이션을 주지 않도록 유의해야 한다.

□ (피니셔 시공방식) 롤러전압다짐 콘크리트 시공

- 롤러전압다짐 콘크리트 시공방법은 최적함수비와의 관계를 통해 다짐밀도를 확보할 수 있기 때문에, 혼합물 수분증발에 대하여 최대한 보호할 수 있어야 한다. 이에 콘크리트 혼합물의 운반시간을 최대한 짧게 하고, 운반 시 비닐이나 커버 등을 씌워 수분증발을 방지해야 한다.
- 시험포장을 통해 다짐밀도를 확인하고, 적정 다짐장비 조합 및 횟수를 결정해야 한다.
- 포설후 최대 다짐은 중·횡방향 밀림을 방지하기 위하여 무진동다짐을 실시한다.
- 다짐장비의 조합은 최대다짐밀도가 획득될 수 있도록 계획하고, 좌·우측의 외각부는 췌기형으로 마무리한다.
- 콘크리트 슬래브 모서리 또는 줄눈 부위의 콘크리트에 재료분리가 생기지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.
- 마무리 다짐을 통해 노면이 평활하게 유지되도록 처리한다.

5.9 표면 마무리

- (1) 표면마무리는 계획고까지 포설 및 다짐이 완료된 후, 초벌마무리, 평탄마무리, 거친면 마무리 순으로 시공한다.
- (2) 기계에 의한 마무리 방법으로는 피니셔에 의한 초벌마무리, 표면마무리 장비에 의한 평탄마무리 및 부러쉬 등에 의한 거친면 마무리가 일반적이다.
- (3) 특수지역 및 좁은 지역을 제외하고는 기계에 의한 마무리를 해야 하며, 마무리를 용이하게 하기 위해 물을 추가하여 시공하는 것은 절대 금한다.

해 설

일반사항

- 시멘트 콘크리트 슬래브의 표면은 치밀 견고하여 평탄성이 좋고, 특히 세로 방향의 작은 파형이 적게 되도록 하는 것이 중요하다. 또한 표면의 미끄럼 저항과 반사 방지효과를 높이도록 마무리 하여야 한다.
- 표면 마무리는 피니셔에 의한 초벌 마무리, 표면 마무리 장비에 의한 평탄마무리 및 거친면 마무리의 순서로 하는 것이 일반적이다.

초벌마무리

- 초벌마무리는 슬립폼 페이퍼의 피니싱 스크리드로 행한다. 초벌마무리면의 높이 및 표면 상태는 그 후의 평탄마무리 작업성에 영향을 주게 되므로 소정의 높이로 균일한 마무리 면이 되도록 주의하여야 한다.
- 초벌마무리 면의 높이가 과부족인 경우에는 피니셔의 진동판, 피니셔 스크리드의 높이를 조정할 필요가 있다. 더욱이 다짐이 불충분하다거나, 시멘트 콘크리트 양이 부적당하여 초벌 마무리 면에 불량 개소가 생길 경우에는 슬립폼 페이퍼로서 재 마무리를 해야 한다.
- 만일, 기계의 고장이나 기타의 사유로 마무리 장비를 사용할 수 없는 경우에는 감독자의 승인을 받아 인력에 의한 간이 피니셔나 템플리트 탬퍼(Tamplet tamper)로 초벌 마무리를 할 수 있다.

평탄마무리

- 평탄마무리는 초벌마무리에 연이은 작업으로 표면마무리 장비에 의하여 시행한다. 표면마무리 장비는 스크리드를 세로방향으로 끌어 움직이는 세로방향 표면 마무리 장비와 가로방향으로 끌어 올리는 가로방향 장비가 있다.
- 마무리 속도는 시멘트 콘크리트의 피니셔빌리티(Finishability) 장비의 특성을 고려하여 결정한다.
- 표면이 낮은 경우에는 시멘트 콘크리트를 보충해야 하나, 이 경우 작업의 용이를 위하여 모르타르가 많은 시멘트 콘크리트를 보충해서는 안된다.
- 평탄마무리 뒤에 마대를 달아 마대에 의한 추가 마무리를 실시한다.
- 마무리 작업 중에는 원칙적으로 시멘트 콘크리트 표면에 물을 살포하면 안 되나 건조되기 쉬운 경우에는 안개 스프레이(Fog spray)를 사용할 수 있다.
- 스크리드를 끌어 움직이는 방향에 평행으로 미소한 작은 파형이 남는 경우나 세로형 표면 마무리 장비의 스크리드 단부에 남는 모르타르는 플로우트(Float) 또는 나무 흙손으로 되도록 빨리 수정하거나 제거하여야 한다.
- 마무리 후 평탄성 점검을 하여 필요하다면 재 마무리를 실시한다.
- 표면 마무리 장비로서 마무리면을 플로우트나 흙손으로 수정하는 경우 이것이 지나치게 되면 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 약한 층을 형성하는 동시에 양생이 지연되어 좋지 않다.

□ 거친면 마무리

- 평탄 마무리가 끝나고 포장 표면에 물기가 없어지면 거친면 마무리를 실시한다.
- 거친면 마무리 방법에는 타이닝(세로방향, 가로방향) 방법, 마대 처리에 의한 방법, 부러쉬에 의한 방법, 골재 노출에 의한 방법 등이 있다. 현재까지 국내 현장에서는 가로방향 타이닝(도로의 중심선과 수직)을 많이 적용하고 있지만, 최근 들어 가로방향 타이닝의 효용성 및 소음 저감 효과의 유도를 위해 세로방향 타이닝(도로의 중심선과 평행), 마대 처리 방법, 골재 노출 공법 등이 시험적으로 적용되고 있다.
- 가로방향 타이닝으로 거친면을 마무리 할 경우에는 다음과 같은 점에 유의하여야 한다.
 - 타이닝 규격

- ① 빗살 깊이: 3~6mm
 - ② 간격: 20~30mm
 - ③ 빗살폭: 3mm 정도
- 빗살 끝 부분은 날카롭게 깎는다.
 - 타이닝은 조기 시공 시 골재가 패이고 늦으면 타이닝 깊이가 얕아지므로 표면의 물기가 없어진 후 시멘트 콘크리트가 경화되기 전에 실시한다.
 - 장비 양측에 인원을 고정 배치하여, 타이닝 상태 점검 및 위치를 조정하도록 한다. 타이닝 실시 전에 빗살이 휘거나 시멘트 콘크리트가 붙어 있는지 확인하고 교체하거나 수정하여야 하며, 예비용 1개 이상은 현장에 비치하도록 한다. 또한 공간이 적어 장비가 실시할 수 없는 곳을 대비하여 인력용 타이닝기를 사전 제작하여 비치하도록 한다.
 - 특히, 타이닝 시공중에 빗살의 벌어짐 및 휘어짐이 발생하기 쉬우므로 타이닝이 일정간격 및 깊이로 시공될 수 있도록 시공 중 빗살의 상태를 수시로 확인, 수정하여야 한다.
- 세로방향 타이닝은 18mm 이내의 일정한 폭과 3mm 이상의 깊이로 시공한다. 임의 간격 가로방향 타이닝은 일정 간격을 두지 않고 10~40mm 간격으로 설계 도면에 따라 시공한다.

5.10 양 생

- (1) 양생은 시공된 시멘트 콘크리트가 수화반응을 잘 진행하여 충분한 강도를 얻을 수 있도록 온도 및 습도 조건을 적정하게 유지해 주는 작업이다.
- (2) 양생은 1 차 피막양생, 2 차 습윤양생을 원칙으로 한다.
- (3) 피막 양생제는 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 물기가 없어진 직후에 종 · 횡방향으로 2 회 이상 나누어 얼룩이 없도록 충분히 살포해야 한다.
- (4) 양생제 살포량은 $0.4\sim 0.5\text{L}/\text{m}^2$ 로 한다.
- (5) 습윤양생은 양생용 덮개를 설치하고 주기적인 살수를 통해 콘크리트가 습윤한 상태를 유지할 수 있어야 하며, 습윤양생 기간은 최소 5 일간 시행한다.
- (6) 여름철 기온이 높고 일사량이 많은 경우 차광막을 설치하면 초기 균열 가능성을 크게 줄일 수 있다.

해 설

□ 일반사항

- 양생이란 시멘트 콘크리트 슬래브의 표면 마무리가 끝나고 교통 개방까지 사이에 소요의 형상과 품질이 얻어지도록 하기 위하여 시멘트 콘크리트 슬래브에 실시하는 보온, 습도 조정 등의 작업을 말한다.
- 양생을 실시하는 방법은 피막 양생제 살포 방법, 차광막 설치 방법, 마대나 가마니와 같은 양생포 덮개를 사용하는 습윤 양생 방법 등이 있다.

□ 피막 양생

- 피막 양생으로 수밀한 막을 만들기 위해서는 충분한 양의 살포가 필요하며, 햇빛에 의한 온도 변화를 작게 하기 위하여 백색 안료를 혼합할 필요가 있다.
- 피막 양생제는 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 블리딩으로 인한 물기가 없어진 직후에 2회 이상 나누어 얼룩이 없도록 충분히 살포해야 한다. 양생제살포량은 $0.4\sim 0.5\text{L}/\text{m}^2$ 로 한다. 피막 양생제의 사용량은 제품의 규격과 시험 살포를 통하여 결정되어야 한다. 피막 양생제를 살포할 때에는 시멘트 콘크리트 슬래브의 양 측면까지 양생제를 살포해야

한다.

- 시멘트 콘크리트를 타설할 때 시공 당일 평균 기온이 4℃ 이하로 내려가는 것이 예상되면 한중 시멘트 콘크리트 시공을 해야 하며, 시공 당일 평균 기온이 25℃ 이상이 우려되면 서중 시멘트 콘크리트 시공을 해야 한다.
- 우천 시에는 아직 굳지 않은 시멘트 콘크리트를 즉시 비닐 시트, 방수지 등으로 덮어서 시멘트 콘크리트의 손상을 막아야 한다.



〈그림 5.28〉 피막 양생제 살포 모습

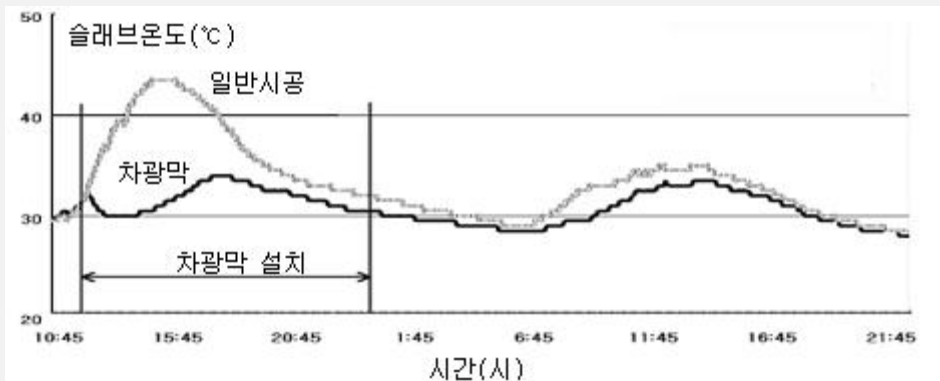
□ 차광막 설치

- 여름철 기온이 높고 일사량이 많은 경우 시멘트 콘크리트 수화열의 급상승으로 인한 급격한 온도 변화로 초기 균열이 발생할 가능성이 큰데, 이때 차광막을 사용하면 일사량에 의한 온도상승을 크게 줄일 수 있다.
- 차광막 설치방법으로는 시멘트 콘크리트의 표면 마무리가 끝나고 곧이어 차륜이 붙은 이동식 차광막 덮개를 사용하여 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 덮개를 친다. 이 덮개는 이동을 용이하도록 하며 일광의 직사를 피하고 바람을 막을 수 있어 수분의 증발도 최소화 하도록 한다.



〈그림 5.29〉 차광막 설치의 한 예

- 차광막을 사용하여 일사량을 차단하면 <그림 5.30>과 같이 일반 시공구간과 비교해 볼때 콘크리트의 최고온도를 크게 낮출 수 있는 것을 확인하였다. 또한, 온도변화에 따른 컬링(Curling) 응력이 보다 적게 발생하게 되어 초기균열 발생 가능성을 낮추는 효과를 나타내며, 양생기준온도(Zero-stress temperature)를 크게 낮추어 시멘트 콘크리트 포장의 장기 공용수명 증진에도 크게 도움이 될 수 있다.



〈그림 5.30〉 차광막에 따른 슬래브 표면 온도 저감 효과

- 차광막 설치는 높은 대기 온도(일 최고 온도 32°C 이상)가 예상되며, 구름이 없어 일사량이 많은 경우의 오전 시공 구간(11시 이전 포설한 구간)에 설치한다. 오후 포설 구간은 최대 시멘트 콘크리트 온도가 크게 올라가지 않으므로 설치하지 않아도 된다. 차광막의 설치시기는 양생제 살포 후 바로 설치하며, 제거는 줄눈 1차 컷팅 시간 직전에 제거한다. 차광막 재료는 태양광 차단율이 90% 이상이 되어야 한다.

□ 습윤 양생 방법

- 시멘트 콘크리트의 경화를 충분히 하기 위하여 수분의 증발을 막는 방법으로, 마대나 가마니를 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 덮고 살수하는 방법을 말한다.
- 마대 등은 두 장을 겹치는 정도의 두께가 좋으며, 급수는 일반적으로 급수차를 사용하나 끊임없이 습윤 상태(상대습도 100%)를 유지하기 위하여 살수 회수를 많게 할 필요가 있으므로, 가능하면 현장에 비닐관을 가설하여 스프링클러(Sprinkler) 등으로 살수하는 것이 좋다.

5.11 줄눈 절단

5.11.1 줄눈 일반

- (1) 줄눈 형식, 설치 위치 및 방향은 포장 전폭에 걸쳐서 설계도서에 따라 설치해야 한다. 경험에 따르면 슬래브 두께의 20 배 전후를 적정줄눈간격으로 한다.
- (2) 다웰바 및 타이바는 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치해야 한다. 가로줄눈에 위치하는 다웰바는 원형 봉강으로 방부제 및 활동제로 도장하며, 세로줄눈에 위치하는 타이바는 이형 봉강으로 깊이와 길이 및 배치 간격은 설계도서에 따라 설치한다.

해 설

□ 일반사항

- 줄눈간격은 슬래브 두께에 따라 변화되지만, 일반적인 경험에 따르면 슬래브 두께의 20배 정도로 알려져 있다. 즉, 슬래브 두께가 300mm이면, 20배인 약 6m가 적정 간격이 될 수 있다. 그러나 이 값은 어디까지나 경험적인 값이며 해당지역의 환경이나 사용재료에 따라 달라질 수도 있다.
- 일반적으로 국내에서 적용하고 있는 세로 수축줄눈간격은 3.25~4.5m이다. 가로 팽창줄눈은 매일 시공의 마무리에 설치하는 시공줄눈을 팽창줄눈으로 처리하는 것이 일반적이나 엔지니어의 판단에 따라 달리 설치할 수도 있다. 팽창줄눈이 없는 경우에는

블로우업(Blow-up)이 발생할 우려가 있으므로, 시공 위치 및 시공 시기에 따라 팽창줄눈의 설치를 적극 검토한다. 또한 팽창줄눈은 포장 슬래브와 구조물이 접하는 부분에도 설치해야 한다.

□ 가로 수축줄눈

- 다웰바는 가로 수축줄눈에 반드시 설치해야 하는 것은 아니나, 다만, 고속국도 및 국도 등과 같이 중차량이 통행하는 구간에서는 줄눈부의 하중 전달을 위해 설치하는 것이 좋다.
- 다웰바는 포장면과 수평으로, 차로방향에 평행하게 제작설치되어야 하며, 다웰바 어셈블리는 시멘트 콘크리트 포설중 변형이나 위치 변동이 없도록 고정핀으로 견고하게 설치해야 한다. 다웰바 줄눈의 정확한 절단 위치를 위하여 포장폭 양단부 밖에 줄눈 중심선을 표시하여야 하며, 엔지니어는 어셈블리의 용접 상태 및 방청 또는 설치 상태를 확인하여야 한다.

□ 세로 수축줄눈

- 세로 수축줄눈은 통상 차로를 구분하는 위치 및 노측 구조물과 접속하는 위치에 설치한다. 구조상으로는 맹줄눈과 맞댄줄눈의 2종류가 있으나 2차로 동시 포설 시엔 일반적으로 중앙부를 맹줄눈으로 한다.

□ 가로 시공줄눈

- 시공줄눈은 시공 중 장비의 고장, 갑작스런 일기변화, 일일 시공 마무리 지정이나 기타 이유로 작업 중단이 될 때 설치가 필요하다. 이때 줄눈은 주로 수축줄눈이나, 필요시 팽창줄눈을 설치할 수도 있다.
- 시공줄눈 위치는 수축줄눈이나 팽창줄눈 등 일반 줄눈 위치에 두는 것이 바람직하나 부득이한 경우 수축줄눈의 한 블록 길이의 1/3 이상 길이를 유지해야 한다.

5.11.2 줄눈 시공

- (1) 줄눈의 목적은 시멘트 콘크리트 포장에서 균열이 원하는 곳에서만 발생하도록 유도하는 것이다. 즉 포장 줄눈부에 일정간격으로 다웰바를 설치하고 그 부분에만 균열이 발생하도록 하여 균열발생부에서의 하중절단을 돕도록 한 것이다.
- (2) 줄눈 시공에서 중요한 것은 절단시기이다. 줄눈절단이 너무 늦으면 줄눈부에서는 균열유도가 되지 않고 엉뚱한 곳에 불규칙 균열이 발생하게 되며, 반대로 줄눈 절단이 너무 이르면 줄눈부에 라벨링이 발생하게 된다.
- (3) 적정줄눈절단시기는 포장의 포설 계절, 하루 중 언제 했는지(오전 또는 오후), 구름정도(또는 일광량), 바람, 일교차 등 기후조건에 크게 좌우되며 시멘트의 종류 등 재료적인 요인도 중요한 역할을 한다.
- (4) 줄눈절단시기에 가장 주의해야 할 계절은 여름철로써 줄눈절단 가능 시간대가 짧으므로 시멘트 콘크리트에 절단 가능 강도가 발현되면(보통 시공당일 오후쯤) 즉시 절단을 시작하여야 한다. 또, 시공 당일 밤 동안 랜덤균열의 가능성이 있으므로 오후 시공부분에 대해서도 가능한 한 많은 줄눈들이 절단될 수 있도록 한다.
- (5) 봄이나 가을의 경우 하절기 공사보다 줄눈절단 가능시기가 늦어지게 되는데 기온이 비교적 높을 경우에는 시공 당일 저녁부터 시멘트 콘크리트를 잘 관찰하되 절단 강도가 발현되면 당일 밤 동안 가능한 한 많은 줄눈들이 절단되도록 한다. 그러나 기온이 낮은 경우 다음날이 되어야 줄눈 절단이 가능할 수도 있다.
- (6) 겨울철의 경우 시멘트 콘크리트의 강도발현이 늦어지므로 시공다음날 줄눈을 절단하여도 된다. 줄눈형식, 설치 위치 및 방향은 포장전쪽에 걸쳐서 설계도서에 따라 설치해야 한다. 경험에 따르면 슬래브 두께의 20 배 전후를 적정줄눈간격으로 한다.
- (7) 다웰바 및 타이바는 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치해야 한다. 가로 줄눈에 위치하는 다웰바는 원형 봉강으로 방부제 및 활동제로 도장하며, 세로줄눈에 위치하는 타이바는 이형 봉강으로 깊이와 길이 및 배치 간격은 설계도서에 따라 설치한다.
- (8) 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 줄눈은 세로방향 철근 사이에 위치하도록 하여야 한다.

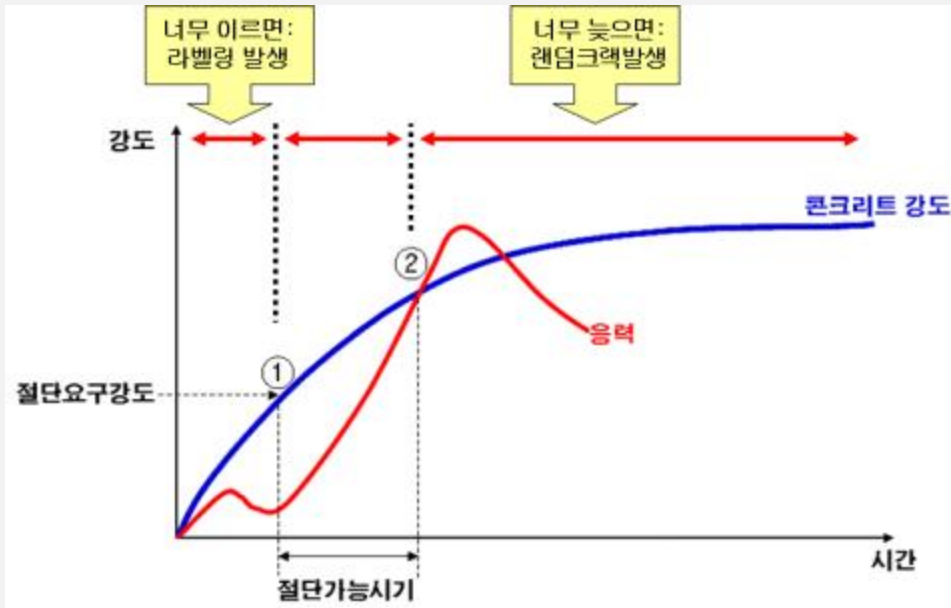
해 설

- 줄눈 절단은 초기균열이 발생되기 전에 실시되어야 하는 것이 중요한 사항이다. 줄눈 절단이 너무 늦으면 균열이 이미 발생하는 상태이므로 랜덤균열의 문제점을 그대로 갖게 되며, 줄눈부에 위치한 다웰바는 시멘트 콘크리트 속에서 아무런 작용을 하지 못하는 이물질로서만 존재하게 된다.
- 이와 반대로, 줄눈절단이 너무 이르게 되면 시멘트 콘크리트가 아직 충분히 경화된 상태가 아니므로 줄눈 절단기를 올려놓을 수도 없으며 올려놓을 수는 있다하더라도 절단이 불가능할 수도 있다. 또한 절단이 가능하더라도 충분한 강도 발현이 미흡한 상태에서 절단된 경우 추후에 스폴링이 발생할 우려가 크다.



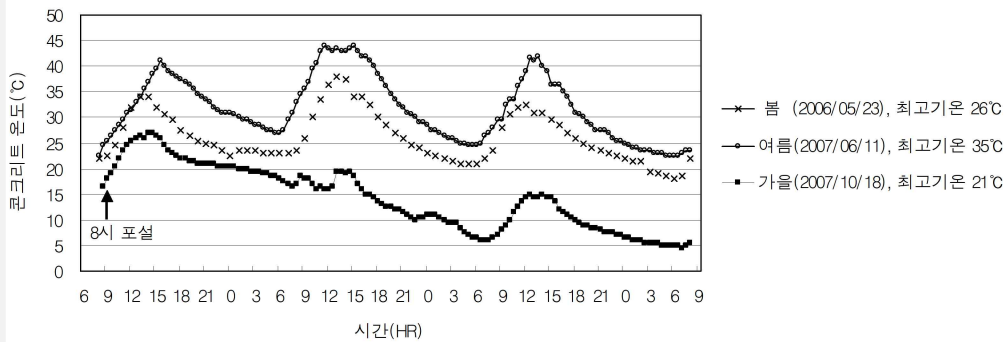
<그림 5.31> 줄눈 절단 시기에 따른 시멘트 콘크리트 표면 형상

- 일반적으로 줄눈 절단은 시멘트 콘크리트가 줄눈 절단이 가능할 정도로 경화된 이후에 가능하며 동시에 균열이 발생되기 전에 실시하여야 한다. 적정 줄눈 절단 가능 기간 (Sawcutting window)은 <그림 5.32>에서 보는 바와 같이 시멘트 콘크리트가 줄눈 절단이 가능할 정도로 경화된 시점 이후와 랜덤균열 발생 시각 이전이 되게 된다.



<그림 5.32> 적정 줄눈 절단 시기 설정 개념

- 시멘트 콘크리트는 교통하중이 재하되기 전이라도 건조수축 및 온도변화에 의해 응력이 발생하게 되는데 이 응력이 시멘트 콘크리트의 강도보다 커지면 균열이 발생하게 된다.
- <그림 5.33>에서 보는 바와 같이 일반적으로 시멘트 콘크리트의 강도발현패턴은 일반적인 증가패턴이지만, 응력 패턴은 시멘트 콘크리트의 온도변화에 따른 변동성을 갖게 된다.
- 예를 들어 여름철 급격히 높아진 수화열이 내려가면서 시멘트 콘크리트 온도의 낙폭(<그림 5.33>의 여름온도 패턴 참고)이 커지면 응력이 급격히 증가하게 되므로 수화열이 식는 시공 당일 밤 동안 랜덤균열이 발생할 가능성이 높아진다. 이 때문에 여름철 시공의 경우 시공 당일 오후부터 시멘트 콘크리트를 관찰하여 절단 가능강도가 발현되면 즉시 절단에 들어간다.



〈그림 5.33〉 계절별 시공 시멘트 콘크리트 상부의 온도변화 패턴

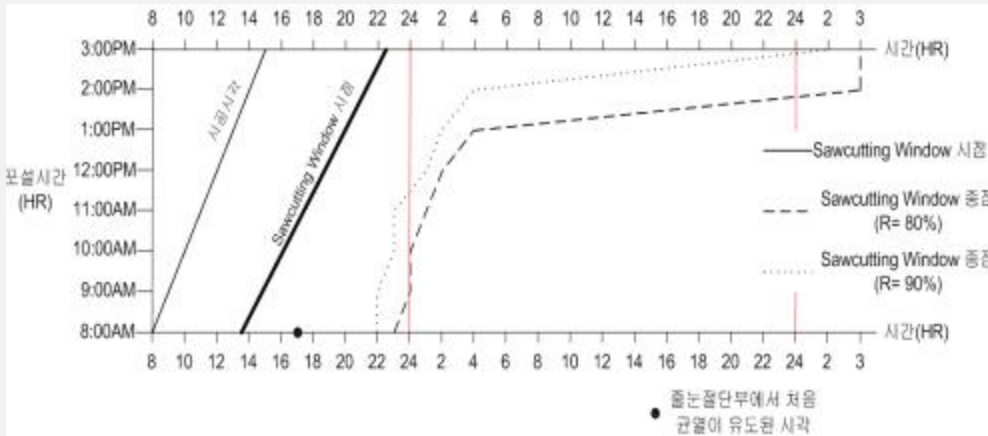
- 봄이나 가을 시공의 경우 <그림 5.33>에서 보는 바와 같이 시공당일 밤 시멘트 콘크리트 온도의 낙폭이 적으며 낙차가 발생하는 시기도 늦어지므로 여름철 시공처럼 줄눈 절단을 서두를 필요가 없다. 그러나 그림의 봄철시공과 같이 낮의 온도가 따뜻한 경우 오전 시공부분에 랜덤균열의 가능성이 있으므로 시공당일 저녁부터 시멘트 콘크리트를 잘 관찰하여 절단강도에 이르면 줄눈절단을 시작하여야 한다.
- 일반적으로 기온이 낮을수록 시멘트 콘크리트의 수화가 더더지므로 강도발현이 늦게 되는데 쌀쌀한 봄, 가을의 경우 다음날 새벽이나 오전이 되어야 줄눈절단이 가능할 수도 있다.
- 겨울철시공의 경우 시멘트 콘크리트의 수화가 많이 지연되므로 일반적으로 시공 다음날 오전에도 충분한 강도 발현이 안 되는 경우도 있다. 따라서 시공 당일엔 줄눈 절단에 신경 쓸 필요가 없으며 다음날 여유 있게 강도발현을 확인한 후 절단하면 된다.
- <표 5.8>은 4차례에 걸친 적정 줄눈 절단시기 파악을 위한 시험시공 결과이다.

〈표 5.8〉 다양한 시기에 포설된 시멘트 콘크리트 포장의 적정 줄눈 절단시기 및 사용된 시멘트 콘크리트의 배합설계

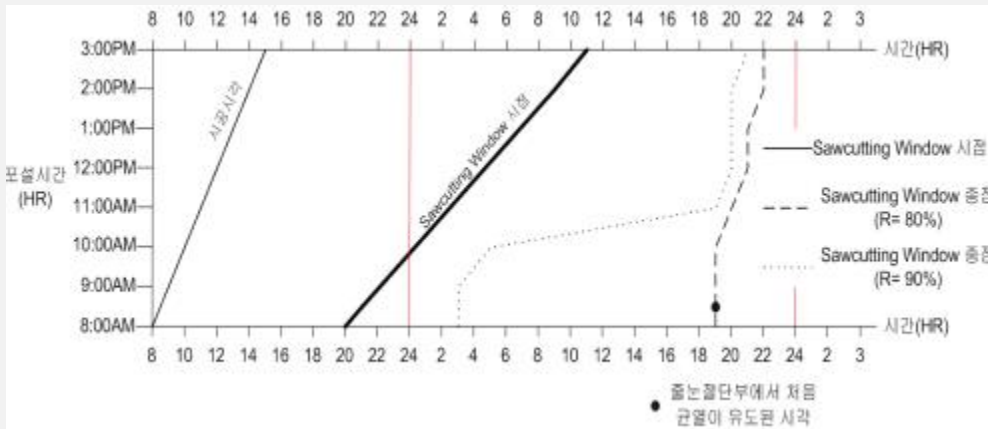
계절	시공일자	최고기온	날씨	절단가능시기		
				포설시각	절단시각	경과시간
여름	2007/06/08	29℃	흐림	08:10	16:05	약 8시간 후
				12:52	21:52	약 9시간 후
	2007/06/11	35℃	맑음	07:48	15:27	약 7.5시간 후
				13:00	20:00	약 7시간 후
봄/가을	2006/05/23	26℃	맑음	08:00	19:00	약 9시간 후
	2007/10/18	21℃	조금 흐림	08:27	21:50	약 13시간 후
13:12				익일 08:12	약 19시간 후	

설계기준 강도 (휨강도)	굵은골재 최대치수	슬럼프	공기량	단위 수량	단위 시멘트 량	물- 시멘트비	절대 잔골재율	단위 잔골재 량	단위굵은 골재량		단위 AE량
MPa	mm	mm	%	kg/m ³	kg	%	%	kg/m ³	32 mm	19 mm	kg
5	32	100	4.5	118	315	46	39.8	763	731	393	0.94

- 줄눈절단이 가능한 강도가 발현되는 시점부터 절단하지 않아서 랜덤균열이 발생할 때까지의 시간간격을 줄눈절단 가능시간대(Saw cutting window)라고 한다.
- <그림 5.34>와 <그림 5.35>는 2007년 여름과 가을의 Saw cutting window를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 동일 날짜의 시공구간이라 하더라도 시공시각에 따라 절단가능한 시간대는 크게 달라짐을 알 수 있다. 일반적으로 오전시공부분의 절단 시기를 놓치지 않는다면 오후시공부분은 경험적으로 그에 따라 적절한 절단시기를 찾을 수 있을 것이다.
- 그림의 Saw cutting window에서 랜덤균열이 발생하는 시간대는 시멘트 콘크리트포장 초기거동예측프로그램인 HIPERPAV를 이용하였다.



<그림 5.34> 2007년 6월11일 Saw cutting window

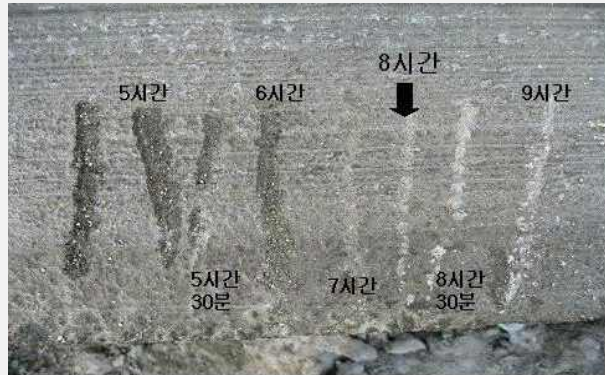


<그림 5.35> 2007년 10월18일 Saw cutting window

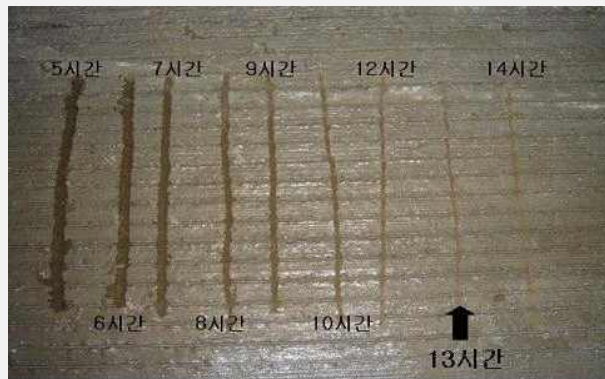
- 시멘트 콘크리트가 줄눈절단이 가능한 강도에 도달했는지를 현장에서 쉽게 알아볼 수 있는 방법으로 스크래치테스트(Scratch test)를 활용할 수 있다. 시험도구를 미리 챙겨야 하는 불편이 없도록 현장에서 쉽게 구할 수 있는 타이바나 일반 철근을 이용하면 된다.
- <그림 5.36>은 스크래치테스트 모습과 2007년 6월 11일, 2007년 10월 18일에 시공된 포장의 스크래치 테스트의 결과이다. 시험결과 점차적으로 슬래브의 굽힘 정도가 감소하는 것을 육안으로 확인 할 수 있었으며 그림에서 화살표가 있는 부분의 스크래치모습이 적정줄눈절단 강도가 발현된 경우이다. 스크래치를 하더라도 심한자국이 남지 않는 시점이 적정줄눈 절단시기가 된다.



(a) 스크래치테스트방법



(b) 2007/06/11 시공



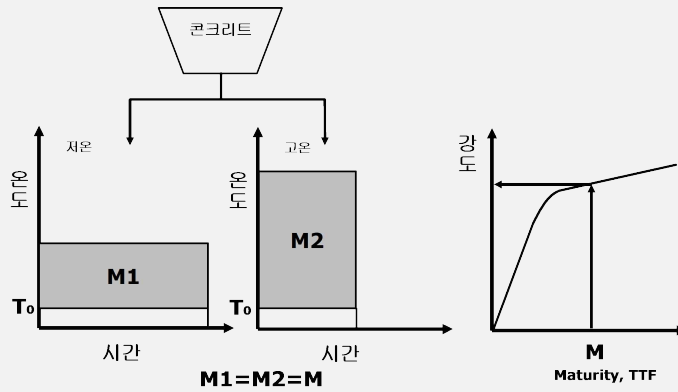
(c) 2007/10/18 시공

〈그림 5.36〉 스크래치 테스트 (절단가능 강도 현장 확인시험)

【주】 화살표는 적정줄눈 절단시간을 표시

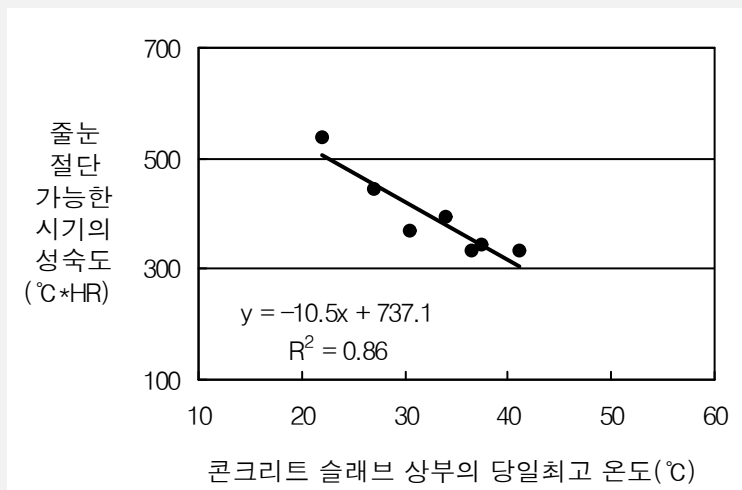
- 줄눈절단 가능시기를 확인하는 보다 과학적인 방법으로서 시멘트 콘크리트의 성숙도 (Maturity) 개념을 이용할 수 있다. 성숙도는 시멘트 콘크리트의 온도발현정도가 시멘트 콘크리트의 강도발현정도와 관계있다는 개념에서 근거하며 시멘트 콘크리트 혼합물의 강도는 물과 시멘트성분의 수화반응으로 인하여 혼합물의 온도가 올라가면서 같이 증가하게 된다. 그렇기 때문에 시멘트 콘크리트의 혼합물의 강도는 시간과 온도이력의 함수로 나타낼 수 있다.
- 이러한 가정으로 만들어진 성숙도 방법은 현장의 시멘트 콘크리트 온도를 측정하여 강도를 추정하여 시멘트 콘크리트의 시공품질관리 및 시공과 관련된 작업시기를 결정할

수 있으며 <그림 5.37>은 성숙도에 관한 기본개념을 나타내었다. 성숙도기법은 일반적으로 14일 이내의 초기강도를 예측하는데 이용하며 간단하고 유용하게 적용할 수 있다.



<그림 5.37> 성숙도의 개념

- 국내의 4차례에 걸친 시험시공 결과 줄눈절단이 가능한 성숙도(TTF)는 당일의 시멘트 콘크리트 최고온도에 따라 달라지는 것으로 나타났으며 <그림 5.38>과 같은 관계가 있었다.



<그림 5.38> 줄눈절단가능시기와 시멘트 콘크리트 최고온도의 관계

- 시공당일 시멘트 콘크리트 상부의 온도를 측정하면 그날의 적정줄눈절단시기를 구할 수 있다. 즉 시멘트 콘크리트의 최고온도로 <그림 5.38>의 관계로부터 그날의 줄눈절단이 가능한 시점의 성숙도를 알 수 있고, 당일의 온도변화패턴을 통해 그 성숙도에 이르는 시점을 예측하는 방법으로 적정줄눈절단시점을 얻을 수 있다. 시멘트 콘크리트포장의 초기거동 모니터링 시스템 차원에서 매설되는 i-Button 등을 이용하면 쉽게 할 수 있는 방법이다.
- 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 철근이 위치하고 있는 곳에서 세로방향 줄눈을 절단하게 되면 줄눈 하부의 유도균열이 세로방향 철근을 따라 철근과 콘크리트의 부착력이 감소할 수 있다. 또한 세로방향 줄눈부로 수분이 침투하여 이로 인해 철근이 부식될 수도 있다. 따라서 연속철근 콘크리트 포장에서 세로방향 줄눈은 세로방향 철근이 있는 곳에서 절단을 하지 않고 세로방향 철근 사이의 위치에서 세로방향 줄눈을 절단하도록 해야 한다.

5.11.3 연속철근 콘크리트 포장 가로방향 시공줄눈

- (1) 시공줄눈부는 취약하지 않도록 보강하여야 하며, 보강방법 등은 설계도서에 따른다.
- (2) 시공줄눈부에는 세로방향 철근을 추가적으로 설치하여야 한다.
- (3) 시공줄눈부에서 최소 3m 이내의 구간에서는 다짐기를 이용하여 콘크리트 다짐을 철저히 실시해야 한다.
- (4) 시공줄눈부에서 콘크리트 타설이 마무리되는 종점부의 1m, 타설이 재개되는 시점부는 2.5m 이내에는 철근 겹이음이 없도록 설치하여야 한다.
- (5) 시공줄눈 설치 후에는 콘크리트의 양생이 이루어진 후 감독자 판단에 따라 작업을 재실시한다.

해 설

- 시공줄눈은 포설 작업이 완료되었을 때, 비 또는 기계고장 등으로 인해 콘크리트 타설 중 작업이 30분 이상 중단되었을 때 설치한다. 연속철근 콘크리트 포장의 경우는 계획된 시공줄눈 및 단부처리 외에는 가로방향 줄눈을 두지 않기 때문에 설계에 정해져 있지

얇은 시공줄눈을 설치할 경우 구조물의 강도, 내구성, 수밀성에 좋지 않은 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 연속철근 콘크리트 포장의 시공줄눈은 시공 계획에 정해진 위치를 지키도록 한다.

- 연속철근 콘크리트 포장의 경우 시공줄눈부에 대해서는 취약하지 않도록 보강하여야 하며, 시공줄눈부는 공사 시 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
- 시공줄눈부의 보강을 위해 <그림 5.39>와 같이 시공줄눈부의 세로방향으로 철근비가 최소 1.0%가 되도록 D19 철근일 때는 길이 1.2m, D22 철근일 때는 길이 1.4m인 세로방향 철근을 추가적으로 설치해야 하며, 세로방향 철근과 같은 직경과 강도를 가진 철근을 사용하도록 한다. 시공줄눈부에서 최소 3m 이내의 구간에서는 다짐기를 이용하여 콘크리트 다짐을 철저히 해야 한다. 시공줄눈부 보강을 위해 시공줄눈부의 세로방향 철근이 추가적으로 설치되기 때문에 시공줄눈부에서 콘크리트 타설이 마무리되는 종점부의 1m, 타설이 재개되는 시점부는 2.5m 이내에는 철근 겹이음이 없도록 하여야 한다.
- 시공줄눈 설치 후에 콘크리트 타설 작업을 재실시할 경우 콘크리트 양생이 충분하지 못하면 거푸집을 제거할 때 슬래브가 무너질 수 있기 때문에 콘크리트 양생이 이루어진 후 감독자의 판단에 따라 작업을 재실시하도록 하여야 한다.



<그림 5.39> 시공줄눈부 철근보강

5.12 줄눈재 설치

- (1) 양생기간이 끝난 후 기상 조건이 허락하는 한도 내에서 줄눈에 줄눈 주입재를 주입해야 한다.
- (2) 줄눈 주입재를 주입하기에 앞서 흙을 깨끗하게 청소하고, 시멘트 콘크리트 부스러기나 먼지 등을 제거하여 건조시켜야 한다.
- (3) 줄눈 주입재 시공은 흙 내면에 프라이머를 바른 다음 기포가 생기지 않도록 주입하고, 주입이 끝났을 때 줄눈재의 상면이 포장 슬래브의 표면보다 6~10mm 정도 낮은 높이가 되도록 한다.

해 설

- 줄눈 주입재의 시공 시에는 다음의 항목에 주의를 해야 한다.
 - 줄눈 커팅 후 커팅면은 공기에 노출되어 있으므로 양생이 잘 이루어지지 않을 수 있어 스펀징을 유발할 수 있다. 따라서 커팅 후 바로 백업재를 넣어두면 과도한 증발을 막아 이를 방지할 수 있다.
 - 줄눈 절단 시 발생된 먼지 또는 외부로부터 침입한 토사 등은 압력 공기를 이용하여 제거한다.
 - 백업재는 삽입 깊이가 동일하게 유지될 수 있도록 기구를 이용하여 시공하며, 조인트 폭 보다 35~65% 정도 두꺼운 것을 사용한다.
 - 프라이머 시공은 줄눈재와 시멘트 콘크리트 줄눈 절단면 사이의 부착력 증진 필요할 때 시행하며 절단부 내부 양측이 충분히 건조된 후에 도포하여야 주입 줄눈재와의 부착력을 증대시킬 수 있다.
 - 줄눈재의 주입시기는 가급적으로 충분한 시간이 경과하여 초기 건조수축이 모두 일어난 후로 한다.
 - 실런트의 시공 높이는 슬래브 표면보다 6~10mm 정도 낮게 충전하여 하절기 시멘트 콘크리트 팽창 시 상부로 밀려나오는 것을 방지할 수 있도록 한다.
- 줄눈재의 종류 및 그에 따른 구분은 <표 5.9>와 같다.

〈표 5.9〉 공법별 줄눈재의 종류

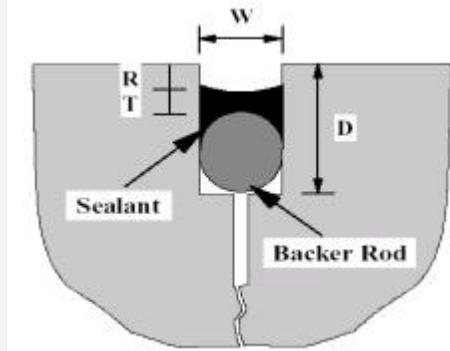
공 법	재 료		적용 품질기준
주입형	가열형	고무아스팔트 계열	ASTM D 6690 (Type II 이상)
	상온형	실리콘 계열	ASTM D 5893-2004
성 형	EPDM 계열		TL Fug-StB 01
	폴리네오프렌 계열		ASTM D 2628

【주】 모든 주입형 줄눈재는 줄눈의 팽창/수축 거동을 고려하여 적용되는 ASTM C 920에 따른 움직임 허용치 등급이 +100/-50 이상 이어야 하며, 균일한 두께 유지를 위하여 Self-leveling 타입이어야 한다.

- 주입 줄눈재는 <표 5.10>에 제시되는 단면제원을 준수하여야 하며, 성형 줄눈재는 <표 5.11>에 제시되는 제원을 따라 시공되어야 한다.

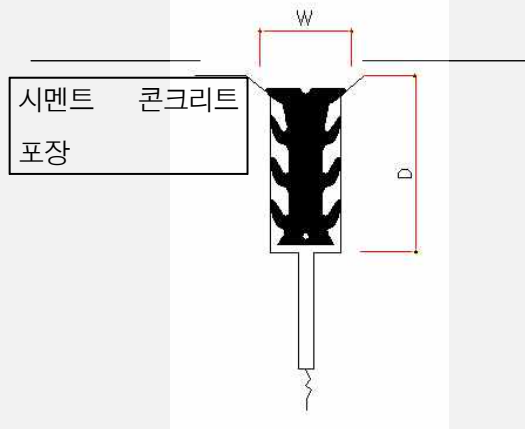
〈표 5.10〉 주입형 줄눈재 시공을 위한 단면제원

구 분	SL1	SL2	SL3	SL4	SL5
줄눈 절단폭(W, mm)	6	10	13	19	25
여유 공간(R, mm)	10	10	10	10	10~13
줄눈재 두께(T, mm)	6	6	6	10	13
Backer Rod 직경(mm)	10	13	16	22	32
절삭 깊이(D, mm)	25~29	29~32	32~35	41~45	57~60



〈표 5.11〉 성형 줄눈재 시공을 위한 단면제원

구 분	줄눈 절단 폭(mm)	줄눈재 폭(W, mm)	줄눈 절단 깊이(D, mm)
F6	6	11.0	20
F8	8	13.5	30
F10	10	15.5	30
F12	12	17.0	30
F15	15	20.0	30
F20	20	30.0	30



- 줄눈에 줄눈재를 주입해야 하는지 또는 하지 않는지 등은 일부 외국 엔지니어들 사이에 논란이 많이 제기되고 있으나, 이는 줄눈재 충전이 시멘트 콘크리트 포장의 공용성을 저하시킨다는 의미는 아니며 줄눈재 충전 이외에도 줄눈간격 조정 등 다른 적절한 관리를 통해서 공용성 증진이 가능할 수 있다는 의미이다.
- 줄눈재 충전은 스포링과 같은 시멘트 콘크리트 포장의 주요 파손을 예방하면서 시멘트 콘크리트 포장 수명연장을 기대할 수 있는 효과적인 방법이며 경제적인 예방적 유지관리를 가능하도록 하는 좋은 방법 중에 하나라는 것은 분명한 사실이다.

5.13 연속철근 콘크리트 포장 단부처리

- (1) 연속철근 콘크리트 포장의 시·종점부(다른 포장 형식 또는 교량 접속부)에는 장경간 슬래브의 수축팽창에 의한 세로방향 길이 변화를 제어하기 위하여 적절한 단부처리를 해야 한다.
- (2) 연속철근 콘크리트 포장의 단부는 일반적으로 팽창줄눈으로 처리하도록 하며, 지반 조건, 종단 경사 및 현장 조건 등을 고려하여 필요에 의해 설계도서에 따라 와이드 플랜지, 앵커러그 등으로 처리하도록 한다.

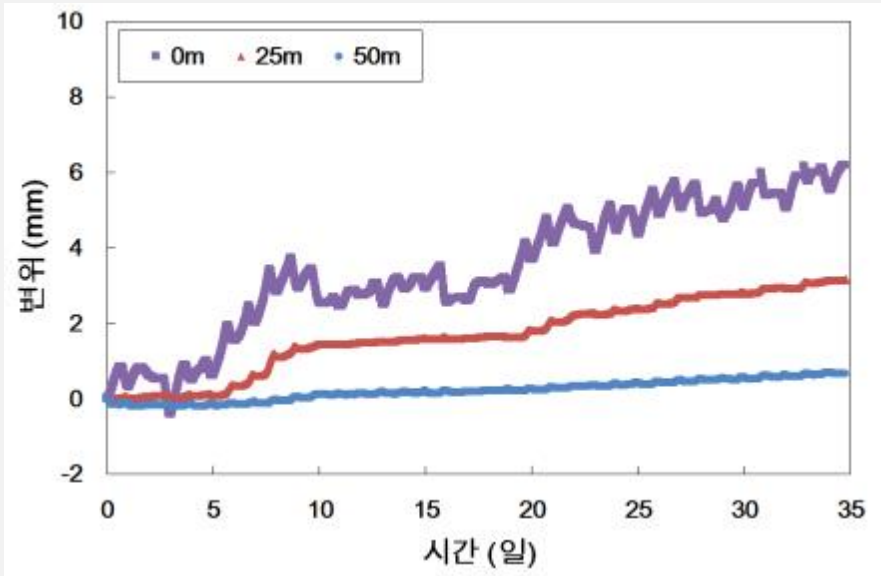
해 설

□ 일반사항

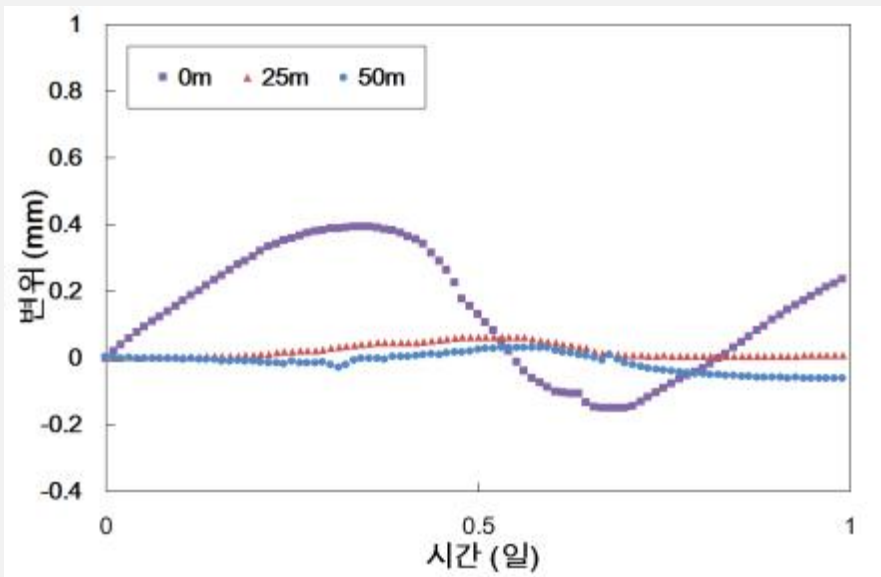
- 연속철근 콘크리트 포장은 슬래브 내부에 세로방향 철근을 연속적으로 설치하고 가로 수축줄눈을 생략한 장경간의 연속된 슬래브로 구성된다. 따라서 과거 국내의 경우 장경간 연속철근 콘크리트 포장의 시·종점부에서 포장 슬래브의 세로방향 변위를 억제하여 슬래브의 팽창 변위가 교량의 교대 및 무근 시멘트 콘크리트 포장 등 인접 구조물을 밀어내지 못하도록 앵커러그를 설치하였다. 그러나 앵커러그의 설치는 하부층 제거 및 앵커를 위한 철근 설치 등의 작업으로 인하여 시공과정의 어려움이 있으며 시공비용도 높이는 요인이었다.
- 미국의 경우에는 연속철근 콘크리트 포장에서 앵커러그를 설치하지 않는 경우가 흔히 있으며 앵커러그가 설치되지 않더라도 세로방향으로의 과도한 변위 발생으로 인한 문제가 제기되지 않는 것으로 알려져 있다.
- 앵커러그가 설치되지 않은 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 거동을 포장 슬래브의 여러 위치에서 측정된 결과를 <그림 5.40>와 <그림 5.41>에 나타내었다. <그림 5.40>은 아스팔트 하부층을 사용한 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 거동 측정 결과이며, <그림 5.41>은 린콘크리트 하부층을 사용한 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 거동 측정 결과를 보여준다. 그림에서 가로축은 측정기간이며 세로축은 세로방향 변위로 양(+)의 기울기는 슬래브의 수축이 발생하는 것이며 음(-)의 기울기는 슬래브의 팽창이 발생하는 것을 나타낸다. 범례에서 0m는 앵커러그가 설치되지 않은 자유단부의 세로방향 거동 측정 결과이며, 25m 및 50m는 각각

단부로부터 25m와 50m 떨어진 위치의 세로방향 거동 측정 결과를 나타낸다.

- 측정 결과, 세로방향 변위는 자유단부에서 가장 크게 발생하는 것을 알 수 있으며, 자유단부에서 약 50m 정도 떨어진 지점에서는 거동이 크게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 또한 연속철근 콘크리트 포장의 연장이 길더라도 세로방향으로 발생하는 변위는 자유단부에서부터 어느 정도까지만 발생하기 때문에 전체 연장이 모두 수축 팽창을 하여 자유단부에서의 거동이 크게 발생할 수 있을 것이라는 개념은 적절하지 않음을 알 수 있다.
- 따라서 단부에 앵커러그가 설치되지 않더라도 자유단부의 거동이 과도하게 발생하여 인접한 구조물에 영향을 미치지 않으며, 팽창줄눈의 설치로 이러한 자유단부의 거동을 충분히 제어할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 종단경사가 큰 구간에서는 세로방향 변위가 크게 발생할 우려가 있기 때문에 필요에 따라 앵커러그를 설치하도록 한다.
- 일반적인 토공부를 제외한 종단경사가 큰 구간 및 연속철근 콘크리트 포장 단부의 세로방향 거동을 구속할 필요가 있는 경우에는 앵커러그를 설치하여 연속철근 콘크리트 포장 단부의 과도한 세로방향 거동 발생으로 인접 구조물(다른 형식 포장, 교량의 교대 등)에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.
- 연속철근 콘크리트 포장의 단부처리 방법으로는 팽창줄눈, 와이드 플랜지 및 앵커러그 설치법, 교량 접속부에 사용되는 Seamless 방법 등이 있으며 시공 현장의 조건에 적절한 방법을 선택하여야 한다.

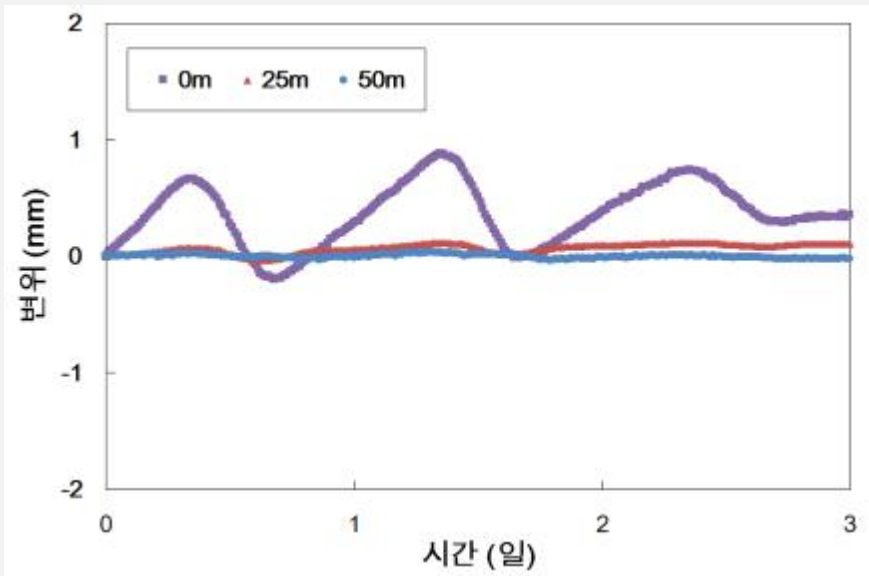


(a) 세로방향 변위

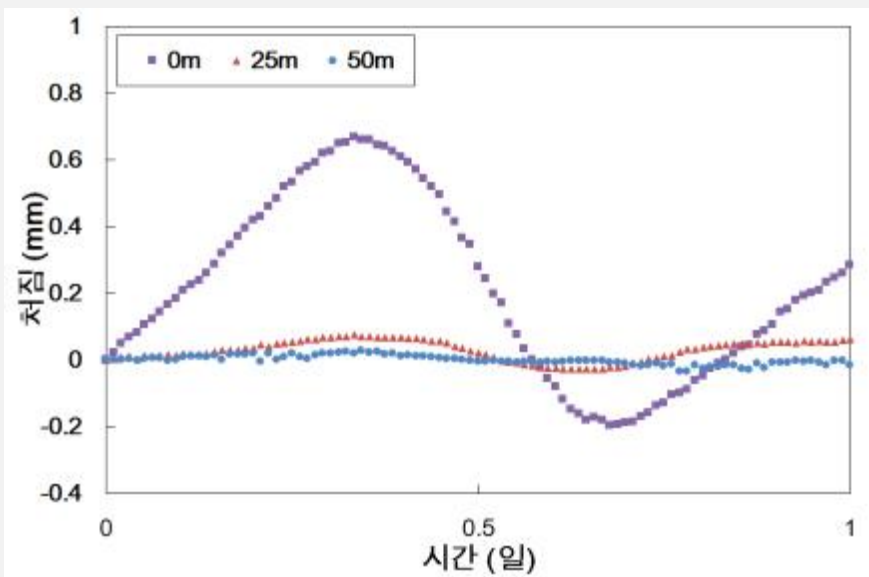


(b) 일일 세로방향 변위 변화

<그림 5.40> 아스팔트 하부층을 사용한 연속철근 콘크리트 포장의 위치별 세로방향 거동 측정 결과



(a) 세로방향 변위

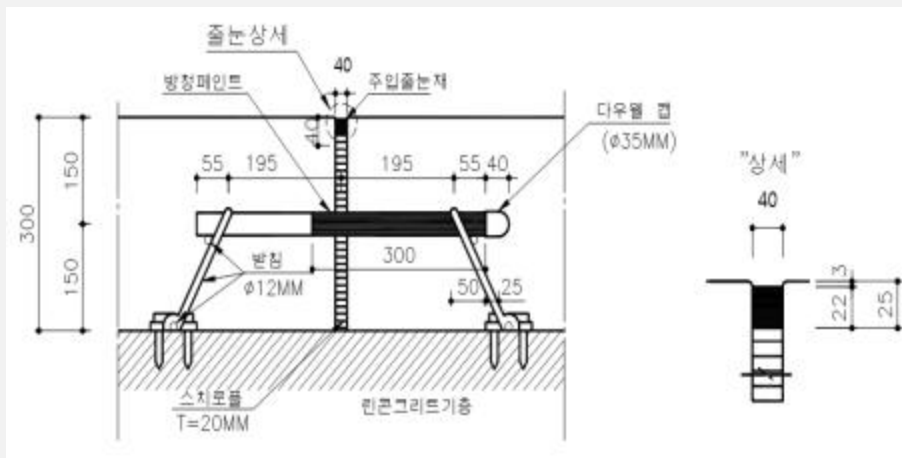


(b) 일일 세로방향 변위 변화

〈그림 5.41〉 린콘크리트 하부층을 사용한 연속철근 콘크리트 포장의 위치별 세로방향 거동 측정 결과

□ 팽창줄눈(Expansion joint system) 설치방법

- 연속철근 콘크리트 포장의 자유단부에서의 유동을 팽창줄눈을 통하여 수용하는 개념으로서, 일반적으로 적용되는 형식으로서 가장 간단한 방법은 <그림 5.42>와 같이 무근 시멘트 콘크리트 포장에서 적용하는 다웰바가 설치되는 팽창줄눈을 연속적으로 설치하는 방법으로서, 연속철근 콘크리트 포장과 무근 시멘트 콘크리트 포장이 연결되는 곳에서 많이 채택되며, 비용면에서 가장 경제적이다.
- 적용되는 줄눈개수와 간격은 경험적 또는 공학적 판단기준에 의해서 결정되며, 일반적으로 6~12m 간격으로 40mm 폭의 줄눈부를 사용한다.



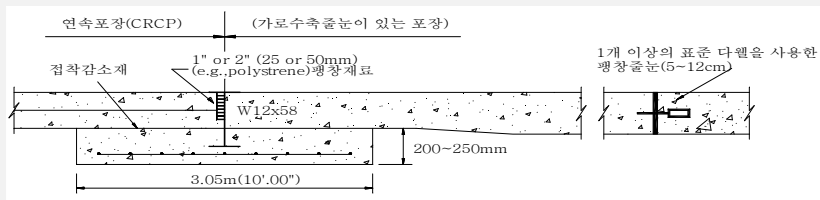
<그림 5.42> 가로팽창줄눈 설계 예(단위: mm)

□ 와이드 플랜지(Wide-flange system) 설치방법

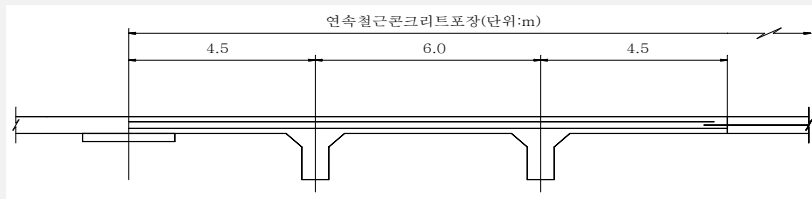
- 다른 단부 신축줄눈의 형식으로는 <그림 5.43>에서 보이는 바와 같은 와이드플랜지보 단부 줄눈형식이 있다. 이 구조에서 와이드플랜지보는 줄눈부에서 연속성을 제공할 수 있도록 철근 콘크리트의 지지 슬래브(RC sleeper slab)를 이것 아래에 설치하고 그 속에 삽입시킨다.
- 연속철근 콘크리트 포장의 자유단부의 수축작용을 수용하기 위해서 지지 슬래브와 연속철근 콘크리트 포장 슬래브 저면 사이 접촉면에는 접착감소층(Bond breaker)을 설치하고, 와이드플랜지 안쪽 면에는 그리스(Grease) 칠을 한다. 그리고 연속철근 콘크리트 포장의 팽창작용을 수용하기 위해서 연속철근 콘크리트 포장 단부와,

와이드플랜지 보의 web 사이에는 25~50mm 폭의 팽창줄눈재료를 삽입한다.

- 와이드플랜지 보의 양단부에는 철판(Steel plate)으로 용접해서 이물질 침입에 따른 와이드플랜지 보의 손상을 방지한다. 이 보 규격으로 가장 많이 쓰이는 규격이 W12×58이다. 이 와이드플랜지 보가 설치되는 위치의 줄눈부와 접속되는 것이 교량의 접속판인 경우 <그림 5.43>(a)에서와 같이 이 사이에 2~3개의 팽창줄눈부를 설치하고, 무근 시멘트 콘크리트 포장인 경우에는 <그림 5.43>(b)와 같이 한 개의 팽창줄눈만을 설치할 수도 있다.



(a)



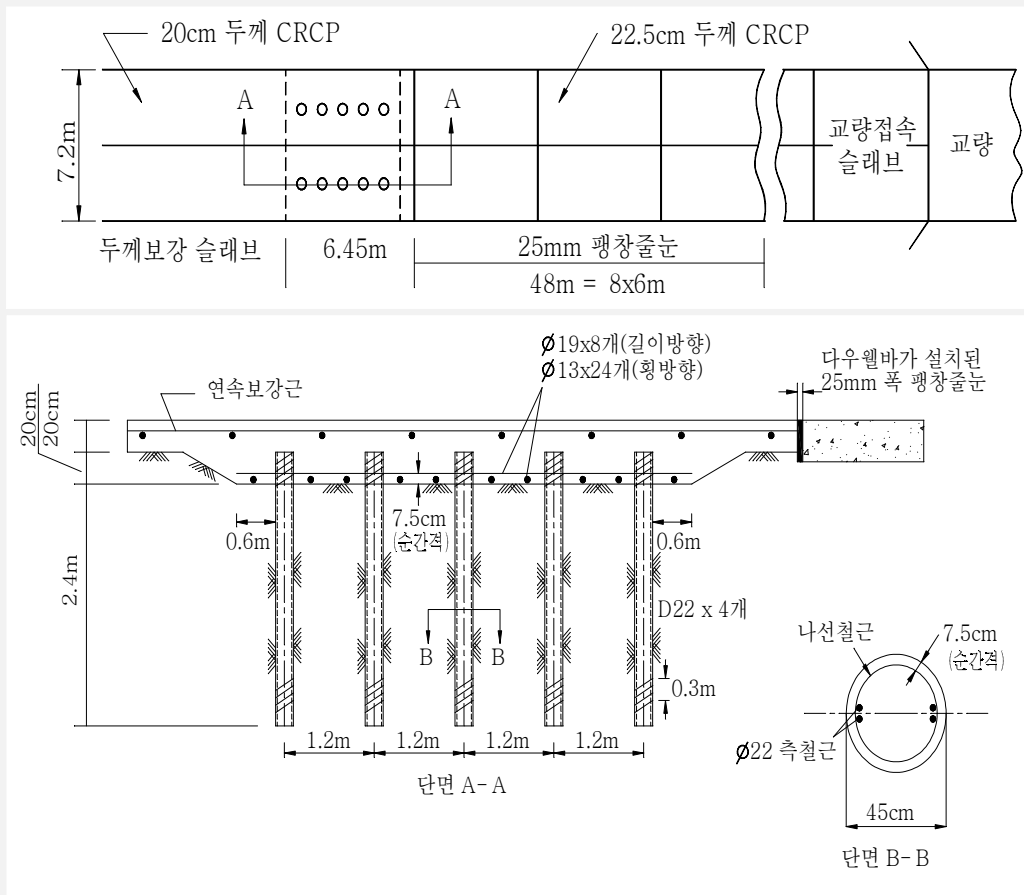
(b)

<그림 5.43> 와이드 플랜지 보 단부 줄눈 설계 예

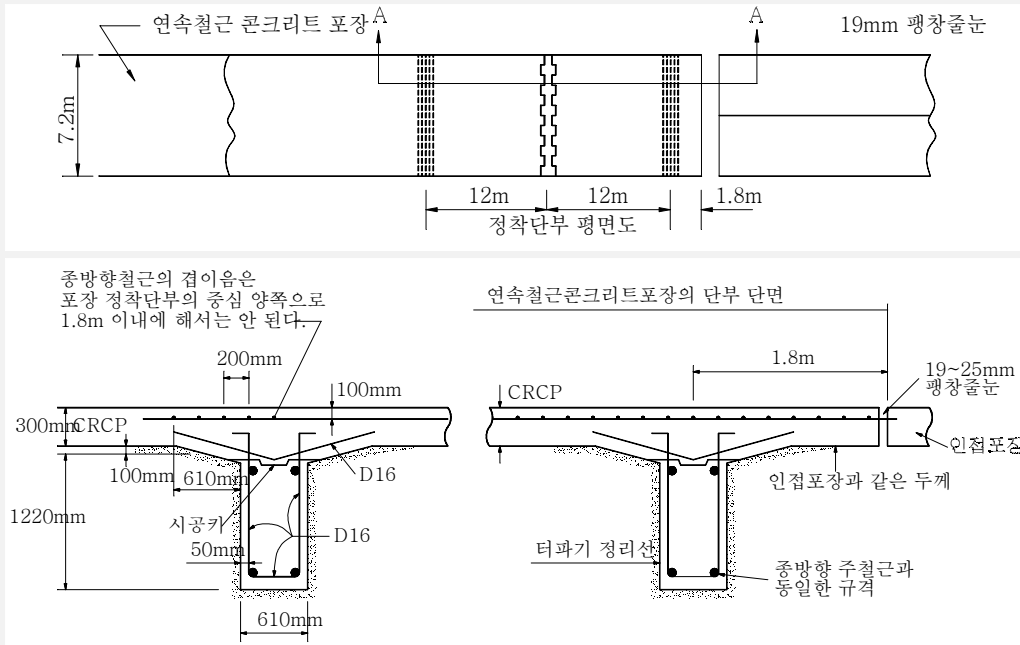
□ 앵커러그(Anchor lug system) 설치방법

- 연속철근 콘크리트 포장의 자유단부에서 발생하는 전체 유동량을 완전 구속시키기 위한 개념으로서 한 개의 정착구(Anchor)를 자유단부 설치하거나 자유단부에 인접한 연속철근 콘크리트 포장의 슬래브 일점의 유동구간에 연하여 5~12m 간격으로 2~6개를 분포시키는 형식을 적용한다.
- 정착구는 포장 슬래브 저면에 강결시키는 콘크리트 파일 <그림 5.44> 또는 가로방향 포장 슬래브 전폭에 설치되는 파일형식 <그림 5.45>가 채택되며, 후자의 경우가 가장 많이 적용된다.

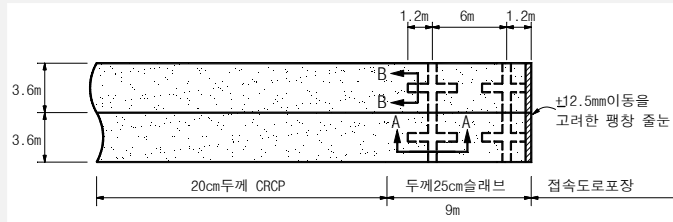
- 이들 정착구의 구조는 연속철근 콘크리트 포장의 보강철근에 발생하는 전 인장응력이 항복점까지 지지할 수 있다는 개념으로 설계되며, 이들 정착구들에 의해서 구속되는 유동량은 총 발생량의 1/2 정도로서 25mm 이내인 것으로 알려져 있다. 따라서 <그림 5.44>과 <그림 5.45>에서 보여지는 바와 같이 마지막 번째 정착구와 접속구조물 사이에 팽창줄눈을 설치하여야 한다.
- <그림 5.46>과 <그림 5.47>은 Trench lug 형식의 정착구로서, 적용할 수 있는 몇 가지 대안이다.



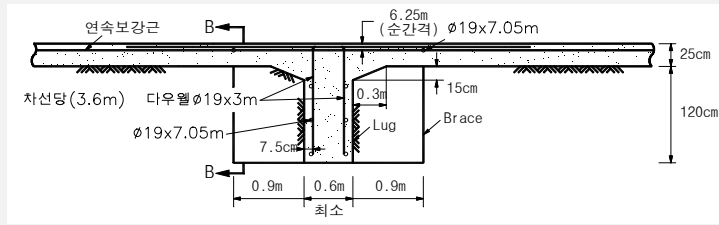
<그림 5.44> 파일형식 정착구 설치 예



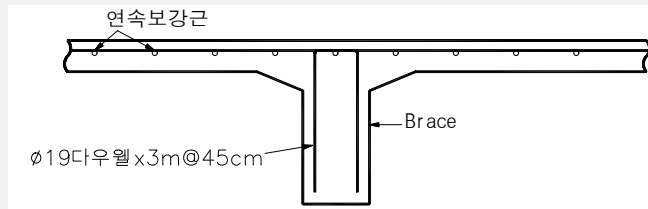
<그림 5.45> Trench lug 형식 정착구 설치 예



(a) 평면

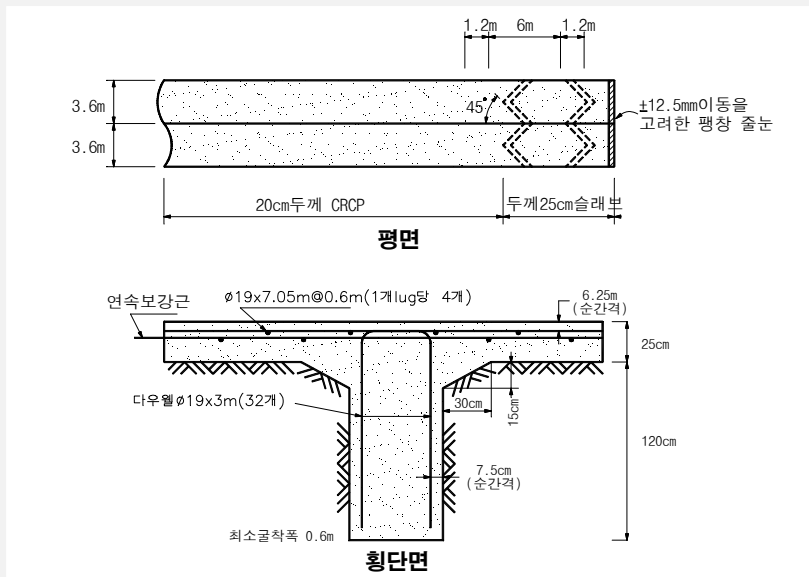


(b) 단면 A-A



(c) 단면 B-B

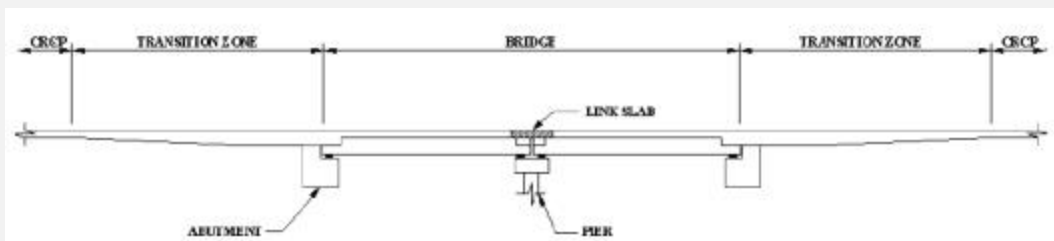
<그림 5.46> Knee-braced multiple lug 정착구



<그림 5.47> Chevron pattern multiple lug 정착구

Seamless pavement transition at bridge 방법

- 연속철근 콘크리트 포장의 교량 접속부에 사용되는 단부처리 형식으로 이 방법은 <그림 3.50>과 같이 연속철근 콘크리트 포장의 세로방향 철근과 교량 바닥판의 철근을 직접 연결하는 방법이다.
- 이는 교량과 연속철근 콘크리트 포장 간에 줄눈이 없는 것이 특징이며 교량 접속부에서 흔히 발생하는 침하 등의 문제에 의한 손상을 감소시킬 수 있는 방법으로 호주 등에서 적용된 실적이 있는 것으로 알려져 있다.



<그림 5.48> Seamless pavement transition at bridge 방법

5.14 포장면 보호 및 교통 개방

- (1) 포장 슬래브의 양생 기간 중에는 차량 및 인마의 진입에 의한 피해를 방지하기 위하여 양생중 표지, 주민 방책 등을 설치하여 포장 슬래브를 보호해야 한다.

해 설

- 포장 슬래브의 강도가 일정 수준 이상 발현되지 않은 상태에서 차량 및 인마가 진입하게 되면, 이로 인해 시멘트 콘크리트 슬래브가 받는 피로는 매우 크게 되므로, 향후 교통 개방 후에 시멘트 콘크리트 슬래브의 수명에 많은 영향을 미치게 된다.
- 따라서 엔지니어는 일정 수준 이상의 강도가 발현되면, 발주기관의 승인을 득한 후 교통을 개방해야 한다. 또한 줄눈 주입재의 양생이 완료된 후 발주기관의 승인을 득한 후 교통을 개방한다.

특수 부위 시멘트 콘크리트

6

6. 특수 부위 시멘트 콘크리트

6.1 개요

- (1) 토공 부위, 절성 경계부나 각종 횡단구조물에 접속 또는 그 위에 포설하는 보강 시멘트 콘크리트 슬래브, 터널 내의 시멘트 콘크리트 슬래브 및 확폭부, 교차부 등의 특수부위의 시멘트 콘크리트 슬래브의 포설 방법은 통상의 포설 방법과 다른 점이 많으므로 이에 대한 주의를 해야 한다.

해 설

- 특수 부위에서의 시멘트 콘크리트 포설은 시공 방법, 양생 방법, 줄눈 설치 방법 등이 약간씩 상이하므로 각 부위의 주어진 환경에 적합하게 시공해야 하므로, 이를 주의하여 시공해야 한다.

6.2 접속슬래브 및 철근보강 시멘트 콘크리트 슬래브

- (1) 토공부의 절성경계부 및 교대와 암거 등의 횡단구조물 배면에 발생하는 부등 침하에 대응하기 위한 슬래브는 어프로치 슬래브 및 철근 보강 시멘트 콘크리트 등으로, 이 슬래브는 일반 포장과는 다르게 철근량이 많으므로 포설 방법도 통상의 방법과 다르므로 이를 고려하여 시공해야 한다.

해 설

- 철근을 보강한 시멘트 콘크리트 슬래브 및 어프로치 슬래브의 포설에 있어 주의할 점은 다음과 같다.
 - 철근은 포설 위치에 스페이서 및 조립근을 사용하여 조립설치 한다. 이 경우 스페이서 및 조립근의 필요 수량은 시멘트 콘크리트의 타설, 다짐 작업시에 철근의 변위를 고려한 양으로 한다.
 - 철근은 우선 포설 위치에 조립 설치함을 원칙으로 하고 있으므로 통상 사용되는 텀프 트럭으로부터 보조기층 상에 직접 시멘트 콘크리트를 하차하는 것은 안 된다.
 - 기계포설에서 브레이드형, 스프레더에 의한 부설 및 인력에 의한 부설의 경우에는 믹서트럭에 의한 운반 및 적하하는 방법에 따른 포설 방법에 의하여야 한다. 그러나 기계포설에서 박스형 스프레더로 부설할 경우 통상의 슬럼프로서도 좋다.
 - 간이식 기계 및 인력에 의한 포설 방법에 의한 경우에는 물론 피니셔에 의한 기계 포설 방법에 의한 경우에도 먼저 봉 바이브레타에 의한 다짐을 할 필요가 있다.
 - 시멘트 콘크리트 슬래브가 2차로 동시포설의 경우에도 어프로치 슬래브 및 철근보강한 시멘트 콘크리트 슬래브의 연장이 길고, 도로 측에 자재 운반로 확보가 어렵고, 시멘트 콘크리트 운반차의 진입이 되지 않는 경우에는 어프로치 슬래브 및 철근보강한 시멘트 콘크리트 슬래브를 1차로씩 분리하여 포설한다.
 - 어프로치 슬래브는 통상의 시멘트 콘크리트 슬래브와 같은 기계포설을 하는 것이 어려운 경우가 많다. 이 경우에는 공정관계도 있으나 간이식 포설기계 및 인력에 의한 포설로 하는 것이 유리한 경우가 있다.
 - 어프로치 슬래브 및 철근을 보강한 시멘트 콘크리트 슬래브에도 통상의 시멘트

콘크리트 슬래브 두께가 다른 경우의 거푸집은 표준거푸집에 목재, 각재, 판재를 이어 붙여서 제 조건을 만족하도록 하여 사용하는 것이 중요하다.

- 토공부 절성경계부 및 횡단구조물 부위 시멘트 콘크리트포장 시 가로수축줄눈은 보강슬래브 경계지점에 둔다.

6.3 터널 내 시멘트 콘크리트 포장

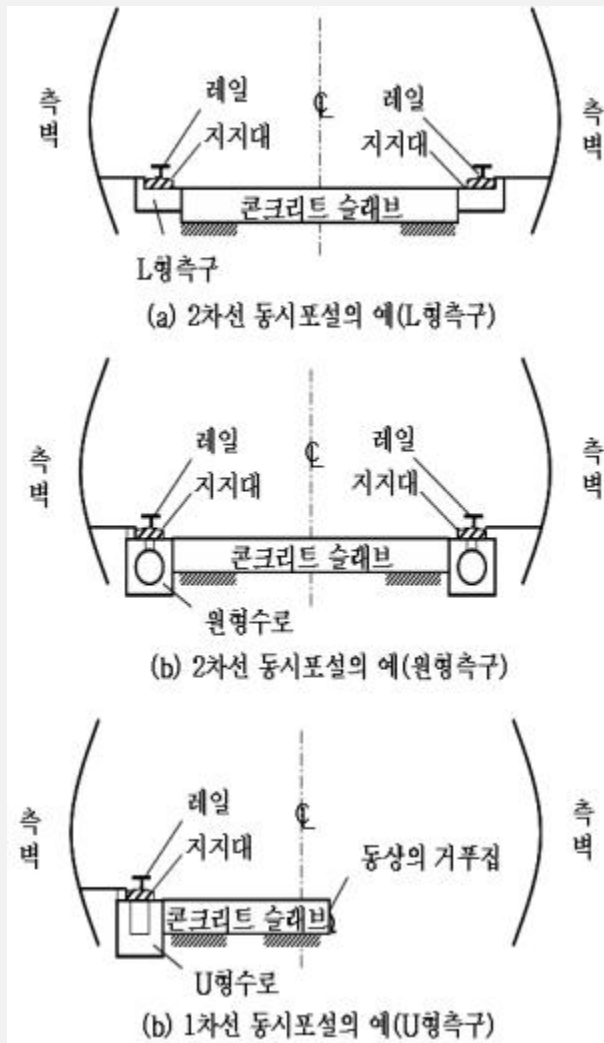
- (1) 터널 내 포장은 잦은 유지보수를 필요로 하지 않으며 밝은색의 이점으로 시멘트 콘크리트 포장으로 시공하는 것이 유리하다.
- (2) 시멘트 콘크리트 포장의 포설은 일반 토공 구간과 다를 바가 없으나, 터널 내부라는 한정된 공간에서 시공하므로 구조물 등에 제약을 받는 일이 있으므로 이를 충분히 고려해서 시공해야 한다.

해 설

- 터널 내의 시멘트 콘크리트 포장 포설 방법은 통상의 시멘트 콘크리트 포장과 다를 바 없으나 터널 내부라는 한정된 공간에서 시공함으로써, 내공단면(內空斷面) 노측(路側) 구조물 등 터널 내의 구조에 따라 여러 가지의 제약을 받는 일이 많다. 포설시에 주의할 점을 열거하면 다음과 같다.
 - 터널 내의 시멘트 콘크리트 슬래브에 접하는 노측(路側) 구조물은 연석, L형측구, U형측구, 원형수로, 관로등 다양하다. 이들의 노측 구조물은 주로 터널 내의 배수를 목적으로 하고 있으므로 시멘트 콘크리트 포장에 선행하여 시공되어 있는 경우가 많다. 또한 시멘트 콘크리트 슬래브 표면과 노측 구조물과의 사이는 단차가 생기는 일이 많으므로 시멘트 콘크리트 슬래브의 포설방법은 일반부의 경우와 다른 점이 많다. 노측 구조물이 먼저 시공되어 있는 경우 시멘트 콘크리트 슬래브는 포설기계의 레일설치 예를 표시하면 <그림 6.1>과 같다. 시멘트 콘크리트 슬래브를 노측 구조물보다 먼저 포설할 경우 거푸집의 설치는 일반부의 통상의 경우와 같지만 못을 박을 때에 보조기층 및 노상 내에 매설되어 있는 배수관을 손상하지 않도록 주의를 해야 한다.
 - 포설기계의 중행레일의 고정방법은 노측구조물, 포설기계의 종류에 따라 다르다. 어느 경우에도 평탄성과 안정을 고려하여 충분히 고정하는 것이 중요하다.
 - 거푸집을 고정하는 못 박음은 통상의 보조기층의 경우에 따라서 하되 노상이 암반이거나 면고르기 시멘트 콘크리트가 타설되어 있는 경우에는 구멍을 뚫은 후

박을 필요가 있다.

- 덤프트럭으로부터 시멘트 콘크리트를 내릴 때 터널 내의 높이에 제약되어 소요의 내림각도를 얻을 수 없는 경우에는 믹서트럭으로 운반하지 않으면 안 된다.
- 포설에 있어서는 포설의 정도와 안전을 위하여 충분한 조명을 확보하는 동시에 특히 장대(長大) 터널에서는 포설기계 및 운반차의 배기 대책에 충분한 주의를 함이 중요하다.
- 터널 내의 시멘트 콘크리트 온도는 갱구(坑口)로부터 150m 정도까지는 기온의 영향을 받으나 이보다 안쪽은 비교적 온도변화가 적으므로 팽창줄눈의 설치 간격은 밖의 경우보다 길게 할 수 있다.
- 터널 내의 시멘트 콘크리트 슬래브도 밖의 경우와 같이 가능한 한 빨리 후기양생, 즉 습윤 양생을 하는 것이 중요하다. 터널 내에는 직사일광은 없으나 통풍이 좋아 의외로 건조하기 때문에 필요에 따라 갱구에 천막 등으로 막으면 좋다. 이 경우에는 환기에 충분한 고려를 하는 것이 중요하다. 후기양생에 사용하는 양생수(養生水)는 시멘트 콘크리트 슬래브를 1차로씩 포설할 경우에 밖의 경우와 같이 살수차로 하되 2차로 동시 포설의 경우에는 살수차를 사용할 수 없으므로 도로 등에 급수파이프를 가설하여 양생수를 살포한다.
- 터널 내부 포장 시 노측 구조물과 측구, 관로 등과 시멘트 콘크리트 포장이 접촉되는 부위는 줄준 시공 처리한다.



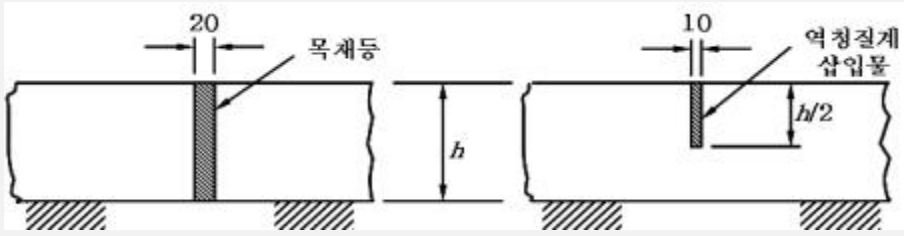
<그림 6.1> 노측(路側) 구조물이 있는 경우 레일의 설치 예

6.4 보도, 자전거도 등의 시멘트 콘크리트 포장

(1) 보도, 자전거도 등의 시멘트 콘크리트 포장은 두께가 70mm, 100mm 정도로 얇고, 슬래브 폭이 좁으며, 보조기층 지지력이 적은 등의 이유로, 시멘트 콘크리트의 슬럼프가 80mm 로 간이식 포설 기계 및 인력으로 포설한다.

해 설

- 보도, 자전거도 등의 시멘트 콘크리트 포장은 두께가 70mm 또는 100mm 정도로 얇고, 슬래브 폭이 좁으며, 보조기층 지지력이 적은 등의 이유로 보통의 경우에는 시멘트 콘크리트의 슬럼프가 80mm로 간이식 포설기계 및 인력으로 포설한다. 포설 상의 주의할 점을 열거하면 다음과 같다.
- 보조기층은 차도에 비하여 지지력이 적으므로 시멘트 콘크리트 운반차 등의 주행 시에는 보조기층을 손상하지 않도록 충분한 주의가 필요하다.
- 팽창줄눈은 통상 30m 간격으로 설치하되 단 시멘트 콘크리트 슬래브의 폭원의 변화점, 보도와의 경계 등에는 필히 설치한다. 시공 방법은 <그림. 4.2>(a)에 표시한 압축성 재료를 사용한 맞댄줄눈으로 한다.
- 시멘트 콘크리트 슬래브의 수축줄눈간격은 원칙적으로 포설폭 1m 미만에는 3m, 1m 이상의 경우는 5m로 하고, 줄눈구조는 슬래브 두께의 1/2 또는 역청계 삽입물을 사용하여 삽입한다. 삽입물의 실링 길이는 <그림 6.2>(b)에 표시한 바와 같이 시멘트 콘크리트 슬래브의 마무리면과 일치하도록 한다. 한편 카터에 의한 절단 및 주입 줄눈재의 주입은 하지 않는다.



(a) 팽창줄눈

(b) 맹줄눈

<그림 6.2> 보도, 자전거도 등의 줄눈 예(단위: mm)

특수기상 조건에서의 시멘트 콘크리트 포설

7. 특수기상 조건에서의 시멘트 콘크리트 포설

7.1 개요

(1) 시멘트 콘크리트 포장은 포설 및 양생 시의 온도 및 습도 등 기상 조건에 따라 현저히 다른 물성을 나타내므로 이를 주의하여야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 포장의 물성은 포설 및 양생 시의 시멘트 콘크리트 온도 및 습도에 따라 현저히 변화한다. 시멘트 콘크리트 온도가 높을 때에는 수화작용이 촉진되고, 수분의 증발이 많아져서 시멘트 콘크리트를 취급하는 시간이 짧아지고 심한 때에는 시멘트 콘크리트 슬래브 표면에 균열이 발생하는 경우도 있다.
- 또한 시멘트 콘크리트 온도가 낮을 때에는 시멘트 콘크리트가 경화하기까지에 시간이 걸리므로 아직 굳지 않은 시멘트 콘크리트는 약 0℃에서 동결하여 응결 경화를 하지 않게 된다.
- 그러므로 시멘트 콘크리트를 타설할 때 하루 평균 기온이 4℃ 이하로 내려가는 것이 예상되면 한중 시멘트 콘크리트 시공을 해야 하며, 하루 평균 기온이 25℃ 이상이 우려되면 서중 시멘트 콘크리트 시공을 해야 한다.

7.2 서중 시멘트 콘크리트

- (1) 서중 시멘트 콘크리트를 포설할 경우에는 폭염의 영향을 적게 받도록 재료의 저장이나, 시공 시의 시멘트 콘크리트 온도를 줄이거나 등의 준비를 해야 하며, 운반에서 표면 마무리에 이르기까지의 포설 작업을 가능한 빨리 시행하고, 초기균열이 발생되지 않도록 양생에 특별한 주의를 기울일 필요가 있다.

해 설

□ 재료

- 시멘트는 공장에서의 출하조건에 따라 상당히 고온의 것이 공급되는 일이 있다. 어떤 경우에도 온도가 70℃ 이상인 시멘트를 사용해서는 안 된다.
- 장시간에 걸쳐 염천에 노출된 골재의 표면은 고온이 되므로 저장된 골재의 표면에 가까운 부분을 피하여 될 수 있는 대로 내부에서 사용하도록 적당한 인출구를 만들어 골재를 꺼내는 것이 좋다. 또한 살수하여 굵은 골재를 냉각시키거나 차광막을 설치하여 직사일광을 차단하는 등 골재의 온도상승을 막도록 해야 한다.
- 물은 될수록 저온도의 것을 사용하는 것이 좋으므로 필요에 따라 물의 저장탱크나 송수관을 일광의 직사로부터 차단하거나 관에 백색의 도료를 칠한다.
- AE제, 감수제 및 AE감수제는 KS F2560 「시멘트 콘크리트용 화학혼화제」에 적합한 지연형(遲延形)의 것을 사용함을 표준으로 한다.
- 혼화재료를 사용할 경우에는 그 품질을 확인하고 그 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

□ 배합

- 혼합하여서부터 포설까지의 시간의 경과에 따라 생기는 컨시스턴시의 저하를 충분히 고려하여 다짐부족이나 표면마무리가 잘못되지 않도록 단위수량 및 단위 시멘트량을 할증할 필요가 있다.
- 시멘트 콘크리트의 온도가 높게 되면 소요의 컨시스턴시를 얻기 위한 단위 수량(水量)이 많아지는 외에 혼합에서 포설까지의 시간경과에 따라 생기는 컨시스턴시의 저하 비율도 크게된다. 이것은 시멘트의 수화작용이 촉진되는 것과 시멘트 콘크리트의 수분 증발이

많아지는 등의 원인이다.

- 컨시스턴시의 저하가 현저하게 예상될 경우에는 양질의 지연제를 사용하는 것이 좋다.
- 지연제의 종류와 사용량을 정함에 있어서는 충분한 시험을 실시하여, 그 효과를 확인해 볼 필요가 있다.
- 한중 시멘트 콘크리트 시공 시는 단위수량을 가능한 한 적게 하고 소요의 워커빌리티를 얻기 위하여 배합설계 시 적절한 혼화제 사용을 적극 고려한다.

□ 혼합 및 운반

- 시멘트 콘크리트의 혼합온도는 포설 시에 32℃ 이하가 되도록 한다.
- 시멘트 콘크리트의 운반은 현장과의 연락을 긴밀히 하여 원활히 되도록 주의하여야 한다. 덤프트럭에 실려진 시멘트 콘크리트에는 직사일광과 건조를 피하기 위하여 단열효과가 있는 시트 등을 덮는다.

□ 포설

- 포설 전에는 거푸집, 철근, 보조기층 등을 식히기 위한 살수는 거푸집 철근, 보조기층 등에 해가 되지 않을 정도로 살수한다. 작업 현장의 주위에 살수하는 것도 부근의 공기를 냉각시키는 데에 도움이 된다.
- 장시간 염천 하에 방치한 작업기구를 그대로 사용해서는 안 된다.
- 포설은 신속히 행할 수 있도록 주의해야 한다. 이를 위해서는 철근류, 줄눈 어셈블리, 양생용 기구 및 재료 등은 포설 위치에 미리 준비하고 포설장비의 고장 유무를 잘 점검하여 작업이 원활이 진행되도록 배려하는 것이 중요하다. 시멘트 콘크리트 슬래브를 2층으로 시공하는 경우, 하부를 포설한 후에 상부포설까지의 시간이 길어지거나 또는 1층으로 포설할 경우라도 포설 후 다짐까지의 시간이 길어지는 일이 없도록 하여야 한다.
- 표면 마무리가 완료되면 될수록 빨리 덮어씌워 경우에 따라서는 소량의 분무를 하여 직사일광 및 바람 등에 의한 건조를 막아서 시멘트 콘크리트의 표면이 작업에 의하여 손상되지 않을 정도까지 경화되면 즉시 후기양생을 하여야 한다. 이 경우 마무리 면에 직접 살수하여 시멘트 콘크리트를 급격히 냉각시켜서 균열을 유발하지 않도록 주의 해야

한다.

□ 양생

- 서중에는 시멘트 콘크리트의 표면이 급속히 건조되므로 소성 균열 및 온도균열을 방지하기 위하여 양생에 특히 주의를 기울여야 한다.
- 시멘트 콘크리트 표면이 갑자기 건조되지 않도록 임시 바람막이를 설치하거나 임시 그늘막을 설치하는 것이 좋다.
- 시멘트 콘크리트 마무리 후에는 즉시 양생지붕덮개를 씌우고 표면이 어느 정도 응결하면 매트양생으로 바꾸고 살수하여 습윤 양생을 할 필요가 있다.
- 시멘트 콘크리트 표면은 항상 습윤 상태로 유지하는 것이 좋으나, 마무리 면에 직접 지나치게 찬 양생수를 뿌려서는 안 된다. 이는 시멘트 콘크리트와 양생수의 온도차로 인한 응력으로 균열발생의 원인이 되기 때문이다.
- 양생제의 살포시기는 포장면의 물기가 없어질 즈음, 초기경화가 시작되기 전에 가장 적합하고, 살포기는 포장면 및 포장 양측면에 골고루 뿌릴 수 있는 장비여야 하고, 소형 살포기를 사용할 때는 가로, 세로 양방향으로 살포하여야 한다.

7.3 한중 시멘트 콘크리트

- (1) 한중 시멘트 콘크리트를 포설하는 경우에는 경화 전에 시멘트 콘크리트를 동결시키지 않을 것과 초기 재령에 있어서는 일반적으로 강도가 낮으므로 시멘트 콘크리트 슬래브를 충분히 보호 양생하는 것이 중요하다.

해 설

□ 재료

- 골재 중의 수분이 동결하거나 골재에 빙설이 혼입되는 것을 막기 위하여 필요에 따라서 천막 등으로 덮거나, 적당한 난방장치를 설치하여 골재를 저장하는 것이 좋다.
- 기온이 영하 3°C에서는 물만 또는 물과 골재를 가열하면 되고 영하 3°C 이하에서는 본격적인 한중시공방법에 따라야 한다. 골재를 65°C 이상으로 가열하면 취급도 곤란하고 시멘트를 급결시킬 염려가 있으므로 시멘트를 혼합하기 전의 물과 골재의 혼합물의 온도는 40°C 이하로 해야 한다. 시멘트는 어떠한 경우에도 가열해서는 안 된다.

□ 배합

- 한중에는 초기강도가 큰 시멘트 콘크리트가 바람직하나 조강포틀랜드시멘트를 사용하는 것 또는 보통포틀랜드시멘트에 촉진제를 가하는 것을 고려하는 것이 좋다. 플라이애쉬 시멘트, 고로시멘트, 실리카시멘트 등은 일반적으로 초기강도가 적으므로 적당치 않다.
- 수량(水量)이 적은 시멘트 콘크리트는 비교적 동해를 받는 정도가 적으므로 단위수량은 될 수 있는 한 적게 해야 한다.

□ 혼합 및 운반

- 재료와 혼합을 고려한 시멘트 콘크리트의 혼합온도는 포설 시에 5°C 이상 (특히 추운 경우에는 10°C 이상)이 되도록 열량의 손실을 적게 하여 혼합함이 중요하다.
- 시멘트 콘크리트의 혼합온도 $T(^{\circ}\text{C})$ 는 다음 식으로 추정할 수 있다.

$$T = \frac{C_s(T_a \cdot W_a + T_c \cdot W_c + T_w \cdot W_w)}{C_s(W_a + W_c) + W_w}$$

여기서, W_a 및 T_a : 골재의 중량(kg) 및 온도(°C)

W_c 및 T_c : 시멘트의 중량(kg) 및 온도(°C)

W_w 및 T_w : 비빌 때 사용되는 물의 중량(kg) 및 온도(°C)

C_s : 시멘트 및 골재의 물에 대한 비열의 비로, 0.2로 가정해도 좋다.

- AE제 및 AE감수제는 소요의 워커빌리티를 얻는데 필요한 단위수량을 감소시킬 수 있으므로 물의 동결로 인한 해를 적게 할 수 있다.
- 치기종료 후의 시멘트 콘크리트 온도는 운반, 치기 중의 열손실 때문에 믹서로 비뚤 때의 시멘트 콘크리트 온도보다도 저하한다.
- 보통 운반, 치기시간 1시간에 대하여 시멘트 콘크리트 온도와 주위의 기온과의 차이는 15% 정도라고 한다.

$$T_2 = T_1 - 0.15(T_1 - T_0) \cdot t$$

여기서, T_0 : 주위의 온도(°C)

T_1 : 비뚤 때의 시멘트 콘크리트 온도(°C)

T_2 : 치기가 끝났을 때의 온도(°C)

t : 비빈 후부터 치기가 끝났을 때까지의 시간(hr)

- 따라서 칠 때의 소요온도에 운반, 치기 중의 열손실을 더한 온도를 비빌 때에 얻도록 해야 한다.

- 재료를 투입할 때에 뜨거운 물이 시멘트에 닿으면 시멘트가 급결될 우려가 있으므로 시멘트를 최후에 투입하는 것이 좋다.
- 시멘트 콘크리트 운반시간은 될수록 짧게 하고 충분히 시멘트 콘크리트를 덮어서 운반 중 시멘트 콘크리트 열량손실을 적게 되도록 하여야 한다.

□ 포설

- 마무리된 보조기층은 시멘트 콘크리트를 포설할 때까지 동결되지 않도록 보호하여야 한다. 또한 거푸집, 철근 등에 빙설이 부착되어 있을 때는 이를 제거해야 한다.
- 시멘트 콘크리트 포설은 내리기로부터 표면마무리까지 원활하게 신속히 작업하는 것이 좋으며 포설작업에 불편이 없는 양생지붕덮개를 사용하여 포설된 시멘트 콘크리트의 열량의 손실을 적게 되도록 하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트는 친 후 적어도 휨강도가 1.0MPa 이상, 압축강도가 5.0MPa 이상으로 될 때까지 동결되지 않도록 충분히 보호해야 한다.
- 실험결과에 의하면 공시체 온도가 5°C로 보존된 경우 조강포틀랜드시멘트 또는 보통 포틀랜드 시멘트에 경화 촉진제를 사용한 시멘트 콘크리트에서는 재령 2일, 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 시멘트 콘크리트에서는 재령 4일 정도에서 상기의 강도를 얻을 수가 있다.

□ 양생

- 한중에는 시멘트 콘크리트가 동결되기 쉽고, 특히 응결, 경화의 초기에 동결이 되면 소요 되는 강도를 얻을 수가 없으므로, 특히 양생에 주의를 기울여야 한다.
- 한중에는 시멘트 콘크리트를 보호하기 위하여 양생포를 덮거나 비닐시트나 양생 지붕덮개를 사용한다.
- 보호덮개를 했을 경우 외부의 열을 차단할 수만 있다면 시멘트 수화열만으로도 필요한 열을 낼 수 있다.
- 보호덮개만으로 부족할 경우 스팀(Steam)을 사용하며, 부득이한 경우 감독자의 승인을 득한 후 연통난로와 열풍기를 이용할 수 있다.
- 히팅(Heating)을 종료할 때에는 시멘트 콘크리트를 급격히 냉각시키면 균열의 원인이

되므로 단계적으로 온도를 낮추어 주어야 한다.

- 연통난로는 연료를 연소함으로써 시멘트 콘크리트에 열을 공급하고, 가스는 연통을 통해 배출함으로써 시멘트 콘크리트와 가스와의 화학반응을 방지하여 준다.
- 열풍기는 연료를 연소하여 열을 직접 시멘트 콘크리트에 가하는 것으로 이 방법은 CO₂가 생성되어 시멘트 콘크리트 표면의 칼슘하이드록사이드와 작용하여 칼슘카보나이트의 연약한 층을 형성하게 되는데 이는 시멘트의 수화작용에 영향을 주게 된다.
- 천막 속에 스팀을 공급하는 방법은 열과 수분을 함께 공급하여 주므로 열만 가했을 경우 급속한 건조로 인하여 일어나는 피해를 감소하여 주기 때문에 가장 좋은 양생 방법이다.
- 또한, 열풍기를 이용한 양생시는 급속한 온도상승 및 수분증발로 인하여 시멘트 콘크리트 슬래브의 초기 건조수축균열의 발생가능성이 높으므로 철저한 온도관리와 습윤 양생을 병행하여야 한다.

교 면 포장

8

8. 교면포장

8.1 개요

- (1) 시멘트 콘크리트 교면포장이란 표층이 시멘트 콘크리트 층으로 이루어진 교면포장을 의미하며, 시공방법에 따라 크게 일체식(노출) 교면포장 공법과 덧씌우기식 교면포장 공법으로 분류할 수 있다.

해 설

- 일체식 시멘트 콘크리트 교면포장 공법은 표층과 바닥판을 동일재료로 하여 함께 동시에 타설하여 교면포장과 바닥판이 완료되는 공법이다. 즉, 별도의 표층을 타설하지 않고 표층을 증가된 피복두께처럼 보고 1회 타설만으로 교면포장과 바닥판을 시공하는 공법이다.
- 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 공법은 미리 시공된 바닥판 상면을 면처리한 후에, 별도의 시멘트 콘크리트 재료로 표층을 타설하여 접착시키는 2회 타설 방식으로 교면포장과 바닥판을 시공하는 공법이다.

8.2 시공 일반사항

- (1) 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공 관리는 사전 준비 작업과 시멘트 콘크리트의 운반 및 포설, 다짐으로 이루어지는 순차적 공정을 모두 포함한 것으로서, 각 시공 공정에 따른 적절한 장비 및 방법 등이 적용될 수 있도록 관리되어야 한다.
- (2) 시공 전 시험 타설을 실시하여 적정 장비를 선정하고, 교면포장 두께 등을 확인하여 이를 시공관리에 적용한다.

해 설

- 최종 시공된 교면포장 면은 통행차량은 물론 다양한 환경조건에 직접 노출되는 면이고, 차량하중, 온도, 건조수축 및 크리프에 의한 영향을 직접 받는 부분이므로 설계도서를

충분히 검토하여 시공계획을 수립하여 시공하여야 한다. 도급자는 해당공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하고, 시방배합 및 시험타설 계획서를 추가로 제출하여야 한다.

- 교면포장을 타설하기 전 기능공을 모아놓고 각자 임무를 부여한 후 교면마무리, 바이브레이터 사용 등의 작업에 대한 사항과 교량 난간에서의 추락 등의 안전에 대한 교육을 사전에 실시토록 한다. 교면포장용 시멘트 콘크리트 타설과 관련된 사전회의는 시멘트 콘크리트 타설을 시작하기 최소한 일주일 전에 실시하고, 다음과 같은 사항을 검토하여야 한다.

- 사용 장비 및 예비 장비
- 경험 및 기술에 근거하여 각자 계획된 위치에서 준비된 작업원과 임무
- 제시된 시공 기술
- 안전 고려 사항
- 시멘트 콘크리트 배합설계
- 혼화재 및 혼화제의 성능자료, 사용비율에 대한 감독자의 승인
- 제시된 타설 속도, 양생과 재하 계획
- 양생작업과 관련된 작업원은 물론 적용되는 양생 실무
- 교면 마무리 장비의 설치와 작동을 포함한 운반 장비
- 교통소통대책

8.3 시공장비

8.3.1 일반사항

- (1) 시공조건에 맞는 장비의 선정은 교면포장의 품질 및 작업효율에 큰 영향을 미치므로 도급자는 공사에 사용할 모든 장비의 기종, 기능, 기계 상태, 배치계획, 오염대책 등을 기재한 장비 사용계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 공사현장에 반입하여 사용 전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

해 설

- 교면포장공법에서의 시공장비는 절삭, 생산, 타설, 마무리 공정에 투입되는 장비로 구분되며 각 공종에 적합한 품질과 작업효율을 고려하여 장비 사용계획을 수립하여야 한다.
- 시공장비의 선정에 있어서는 기상 조건, 지역 조건, 지역 구분, 교통량 구분, 차선의 수, 시공 두께, 시공성 등을 고려한다.
- 장비사용계획은 타설 전 사전회의 때 논의되어야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

8.3.2 이동식 시멘트 콘크리트 믹서

- (1) 이동식 시멘트 콘크리트 믹서는 각 재료를 정량으로 혼합하여 생산과 포설이 연속적으로 이루어질 수 있는 생산능력을 갖추어야 한다.

해 설

- 이동식 믹서는 자체적으로 혼합·배출이 가능하고, 4.5m³ 이상의 시멘트 콘크리트를 생산하기에 충분한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.
- 믹서에는 투입되고 있는 시멘트량을 측정할 수 있고, 사용된 시멘트량을 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에는 투입되는 배합수와 혼화재의 양을 조정할 수 있는 장치, 배합수의 양을 나타내는 유량계 및 골재의 표면수 보정을 쉽게 할 수 있는 조절밸브 장치가 있어야 한다.
- 설정한 혼합물의 모든 재료가 일정하고 자동적으로 공급·혼합될 수 있도록 눈금 조정이 가능하여야 하고, 혼합물을 마무리장비의 전면에 슈트를 통하여 직접 포설할 수 있는 장비이어야 한다.
- 포장될 교면의 전폭을 적실 수 있는 살수 장치가 있어야 한다.
- 책임기술자는 필요 시 투입재료의 계량기에 대한 보정을 다시 할 수 있다.

- 교면포장용 시멘트 콘크리트를 생산하기 전에 감독자 입회하에 검·교정을 하여야 하며, 재료의 계량오차는 <표 8.1>의 범위 이내이어야 한다.

<표 8.1> 계량 오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 한계허용오차(%)
시멘트, 물	질량	± 1
혼화재 ¹⁾	질량	± 2
골재, 혼화제	질량	± 3

【주1】 고로슬래그 미분말과 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 액상 라텍스의 계량오차의 최대치는 1%로 한다.

8.3.3 현장용 믹서

- (1) 현장용 믹서는 시공면적이 적은 공사에 사용되는 생산 장비로 다음의 구비조건을 갖추고 있어야 한다.

해 설

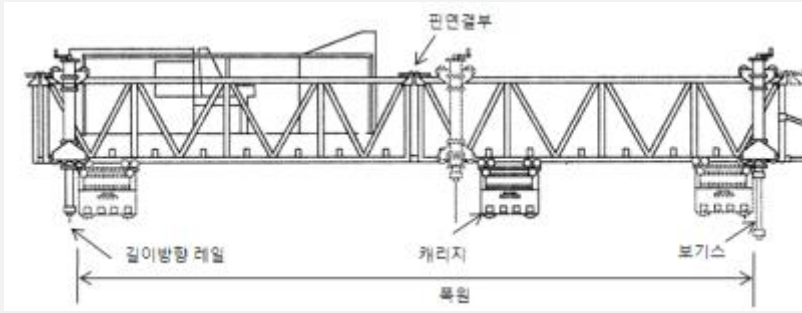
- 믹서의 용량은 0.3m³/batch 이상이어야 하고, 90초 이내에 충분한 혼합이 될 수 있도록 교반기 날개가 배치되어 있고, 믹서의 회전속도는 70rpm를 유지하여야 한다.
- 장비 자체적으로 혼합, 배출이 가능하여야 한다.
- 원재료의 투입이 용이하도록 투입구가 충분히 커야 하고, 신속한 배출이 될 수 있도록 배출구가 크고 개폐에 따른 혼합물의 누출이 없어야 한다.

8.3.4 마무리장비

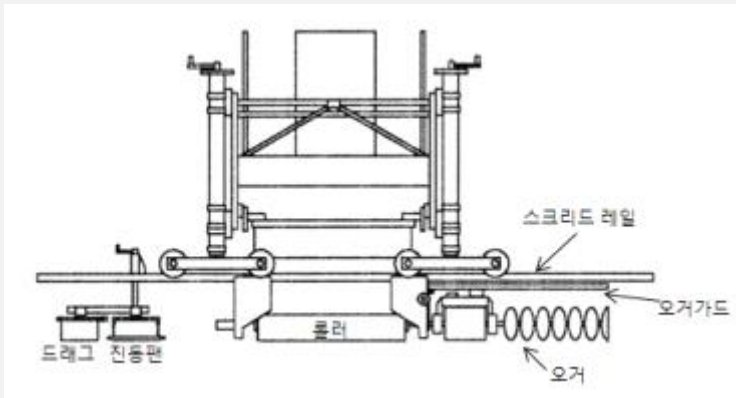
- (1) 마무리장비는 자체 동력으로 전·후방 이동이 가능하여야 한다.
- (2) 배면에서의 시멘트 콘크리트 표면 마무리가 고르게 퍼지도록 스크리드(Screed) 전면을 위로 올릴 수 있어야 한다.
- (3) 2 개 이상의 회전 롤러와 오거(Auger), 1500~5000VPM의 진동팬(Vibrating pan)이 장착되어 있어야 한다.
- (4) 마무리장비는 시멘트 콘크리트가 타설되면서부터 마무리장비의 통과에 의해서 마무리될 때까지는 10 분을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
- (5) 마무리장비는 실제 시공되는 교면에 맞게 조정된 상태를 유지하여야 하며, 전폭에 걸쳐 처짐이 없도록 시공 전 확인 후 기준을 벗어난 장비는 적절한 수정을 하여야 한다. 감독자의 승인을 받을 때까지 장비를 사용해서는 안 된다.

해 설

- 기계식 마무리 장비는 <그림 8.1>과 같이 포설되는 바닥판의 교폭만큼 늘일 수 있도록 편으로 연결된 조립식 트러스 부재로 구성되어 있다. 트러스 경간은 양단 끝으로 '보기스(Bogies)'라고 불리는 일련의 바퀴 위에 지지되어 있다. 이 바퀴는 레일을 따라 교량의 길이 방향으로 따라 움직인다. 트러스 아래에 매달린 것은 마감두부로 '캐리지(carriage)'로 불리며, 시멘트 콘크리트의 높이 조절과 다짐, 진동, 마무리를 수행한다.
- 사각을 갖는 교량에서는 마무리 장비를 교축방향 레일에 대해서 <그림 8.2>와 같이 사각의 방향으로 트러스 부재를 배치하여 사각과 평행하게 시멘트 콘크리트를 타설하는 것이 바람직하다. 이때, 캐리지도 트러스 부재에 대하여 사방향으로 배치하여 캐리지가 교량에 대해 횡방향으로 시멘트 콘크리트를 마감하도록 하는 것이 좋다.
- 균질한 교면포장을 시공하기 위해서 시멘트 콘크리트가 타설되고, 퍼지고, 다짐이 된 후에, 표면은 즉시 마무리장비의 통과에 의해서 마무리되어야 한다. 이때, 타설에서 최종 마무리까지는 10분을 초과하지 않도록 계획되어야 한다. 마무리장비는 앞쪽에 충분한 시멘트 콘크리트가 있도록 하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다.

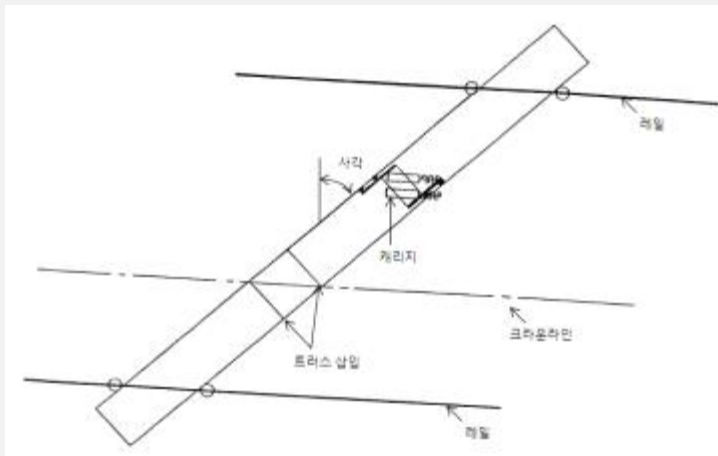


(a) 정면도



(b) 횡단면도

<그림 8.1> 마무리장비 개요도



<그림 8.2> 사교에서의 장비 배치도

8.3.5 마무리장비 레일과 레일 받침대

- (1) 레일과 레일 받침대는 강재로 된 것을 사용한다.
- (2) 레일 하나의 길이는 3m 이하이며, 이음부 간의 간격은 2m 이상이어야 한다.
- (3) 레일 받침대의 중심 간격은 600mm 이하이며, 레일 이음부 전후에는 400mm 이내로 한다.

해 설

- 마무리장비는 강재로 만들어진 레일과 받침대에 의해서 지지되어야 한다. 설치된 각 레일의 총 길이는 3m를 넘지 말아야 하며, 충분한 단면을 확보하여 마무리장비가 이동할 때 수직 변위가 없어야 한다. 레일은 휘거나 구부러지지 않고 일직선이 되어야 하며, 모든 길이 내에서 단면의 어느 방향으로도 3mm 이상의 오차가 발생하지 않아야 한다.
- 레일 받침대는 나사로 조절하는 안장 형태의 것으로 레일 아래에 충분한 개수로 받쳐서 마무리장비의 중량으로 인해 발생하는 변위가 없도록 해야 한다.

8.3.6 노후 시멘트 콘크리트의 표면 절삭장비

- (1) 상온 절삭기는 시멘트 콘크리트의 표면을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있는 장비이어야 하며, 장비의 가동으로 생기는 이물질 또는 먼지 등을 수집하거나 처분할 수 있어야 한다. 또한, 작업의 능률 및 환경 차원에서 효율적인 장비이어야 한다. 특히 작업 구간에서 매립 철근을 절단 및 파손해서는 안되며, 만약 절단 및 파손이 발생한 경우 반드시 보강철근을 설치하여야 한다.
- (2) 핸드 브레이커로는 무게가 16kg 이하의 잭 해머가 사용되며, 교면으로부터 45° 이상의 각도로 사용하지 않아야 한다.
- (3) 슛 블라스팅 장비는 상온절삭기로 충분한 표면처리가 곤란한 경우에 사용되며, 교면포장 표면을 깨끗하게 처리할 수 있는 능력을 갖춘 장비이어야 한다.

해 설

- 상온절삭기는 노후 시멘트 콘크리트 표면 또는 아스팔트 교면포장재를 제거하기 위한 목적으로 사용되며 교통조건, 차선조건 및 작업효율 등을 고려하여 계획된 절삭폭을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있어야 한다. 기존 교면포장재가 아스팔트 교면포장층인 경우 바닥관 상부에 시공된 방수층까지 제거할 수 있어야 한다.
- 핸드 브레이커는 상온 절삭기 사용 후, 부분적인 교면 및 이물질 제거에 사용된다. 일반적으로 핸드 브레이커의 사용을 최소화할 수 있는 시공계획을 수립하여야 한다.

8.3.7 2차 청소장비

- (1) 샌드블라스팅 장비는 표층 제거 작업 후 느슨해진 시멘트 콘크리트를 포함하여 모든 이물질들을 제거할 수 있어야 하며, 먼지가 심하게 날리지 않도록 해야 한다.
- (2) 연마제가 수반된 고압수 장비를 사용할 경우에는 모래 또는 연마제가 포함된 70MPa 이상의 고압수를 발사할 수 있는 장비이어야 하며, 표면에 오염된 모든 미세물질을 제거할 수 있어야 한다.
- (3) 고압 워터 블라스팅 장비는 42MPa 이상의 압력을 생성해야 하며, 표층 표면으로부터 기름, 페인트 등 기타 오염물질을 제거할 수 있어야 한다.

해 설

- 2차 청소장비는 상온절삭기를 사용한 경우에 필요한 장비로, 상온절삭으로 인해 느슨해진 시멘트 콘크리트를 깨끗이 제거하는데 사용된다.

8.3.8 워터제트

- (1) 워터제트는 자체 동력으로 전·후방 이동이 가능하여야 한다.
- (2) 워터제트의 펌프압력은 100MPa 이상이며, 분당 유량은 80~300L 이어야 한다.
- (3) 절삭된 시멘트 콘크리트가 비산되지 않도록 방지망을 설치하여야 한다.

- (4) 워터제트는 절삭폭, 절삭 표면상태, 작업 능률 등에 대해서 해설에서 제시한 절차를 통해 보정을 시행하고 감독자에 의해 승인을 받은 후에 사용하여야 한다. 또한 노출된 철근이 워터제트 적업에 의해 절단, 파손 또는 단면감소가 발생한 경우, 반드시 보강철근을 설치하여야 한다.

해 설

- 워터제트는 철근이나 건전한 기존 시멘트 콘크리트에 손상을 주지 않으며 철근 아래 열화된 시멘트 콘크리트를 제거할 목적으로 사용하는 장비로 펌프압력은 100MPa 이상, 유량은 80~300L/min이어야 한다. 또한 절삭표면의 요철형성이 가능하고, 작업능률이 일정량 이상인 장비이어야 하며, 절삭물이 비산되지 않도록 비산방지 망을 설치하여야 한다.
- 워터제트를 현장에 적용하기 전에 건전한 콘크리트는 원하는 깊이까지, 열화된 콘크리트는 모든 깊이를 제거할 수 있는지 여부를 다음의 절차에 따라 확인하여 장비의 적정성을 확보하도록 하여야 한다.
 - ① 장비 보정 전에 시공 구간의 잡물, 노면제거 잔여물 및 먼지는 반드시 모두 제거한다.
 - ② 건전한 콘크리트(5m²)와 열화된 것으로 판단되는 콘크리트를 선정(5m²)¹⁾한다.
 - ③ 장비가 1회 통과하는 건전한 콘크리트를 최소 13mm 깊이^{2,3)}로 제거하고, 열화된 콘크리트는 전체 깊이를 제거하도록 보정한다.
 - ④ 워터제트 장비를 열화된 것으로 보이는 콘크리트(5m²)로 이동하여 모든 열화부를 제거하는지와 거칠기와 양호한 접착면을 제공하는지를 확인한다.
 - ⑤ 상기의 보정작업에서 만족스러운 결과⁴⁾를 얻지 못한 경우, 보정을 반복하여 시도하되 3회 시도 안에서 만족스러운 결과⁴⁾를 얻지 못한다면 다른 장비를 사용하여 보정을 반복한다.
 - ⑥ 보정 완료 후 수압, 유량, 장비의 종방향 시공 속도, 노즐 크기, 노즐 회전속도 등에 대한 설정을 기록한다.

【주1】 건전한 콘크리트는 화학적 결함, 박리, 스폴링 및 균열이 없는 지역으로 정의하며 아스팔트 표층 절삭 후 청음시험 및 반발경도 시험을 통해 선정할 수 있다.

【주2】 절삭으로 인해 표면에서 6~13mm까지 미세균열이 발생하고 표면이 건전한 경우 워터제트를 통해 13mm를 제거하면 미세균열을 없애고 거칠고 접촉에 유리한 면이 제공된다.(International Concrete Repair Institute, Guideline No. 310.3R-2014)

【주3】 제거 깊이는 기존 면에서 워터제트로 제거된 면까지 최소 5개소를 측정하며 노출골재 상부에서 모르타르 하부까지 25mm 편차 범위에서 측정하여 결정한다.

제거 깊이 = (표면부터 골재 상부까지 거리 + 표면부터 모르타르 하부까지 거리)/2

【주4】 장비가 1회 통과하는 동안 건전한 콘크리트는 13mm 깊이로 제거, 열화된 콘크리트는 전체 깊이를 제거할 수 있어야 한다.

8.3.9 진공흡입트럭

(1) 진공흡입장비는 워터제트에 의해 분쇄된 미세물질 및 워터제트에 사용된 물을 흡입 청소하는 장비로, 철근 아래 깊은 곳까지 절삭 이물질을 흡입할 수 있는 흡입력을 가진 장비이어야 하고, 적재용량은 6m³ 이상이어야 하며, 흡입호스가 장착되어 있는 장비이어야 한다.

8.3.10 최종청소장비

(1) 덧씌우기 포설 전에 먼지를 비롯한 기타 미세물질을 제거하기 위하여 충분한 성능을 갖춘 장비를 선정하여 사용해야 한다.

8.4 교면포장용 시멘트 콘크리트 배합

8.4.1 배합기준

(1) 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준은 <표 8.2>에 제시하는 기준값을 만족해야 한다.

<표 8.2> 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준

항 목	시 험 방 법	단 위	기 준
설계기준강도(f_{28})	KS F 2405	MPa	바닥판의 강도 이상 ¹⁾
설계기준 접착강도(f_{28})	KS F 2762	MPa	1.4 이상 ²⁾
물-결합재비(물-시멘트비)		%	40 이하 ³⁾
굵은골재 최대치수		mm	25 이하 ⁴⁾
공기연행(AE) 시멘트 콘크리트의 공기량 범위	KS F 2409	%	6.0±1.5

【주1】 교면포장의 재료는 가급적 바닥판의 제반 특성과 일치하는 재료로 선정하여 시공하여야 한다.

- 공용 중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공은 교통소통 대책을 포함하여 각 시공 공정에 맞는 적절한 장비 및 방법 등이 적용될 수 있도록 관리되어야 한다.

【주2】 부착(접착)강도 시험은 신콘크리트와 구콘크리트 계면의 부착강도를 측정하는 것이다.

- 시험편의 분리된 위치가 계면이 아니고 구콘크리트 면이며 부착강도가 1.4MPa 미만을 나타내면 강도 값으로 채택할 수 없다.(기준 만족 여부를 확인할 수 없다.)
- 시험편의 분리된 위치가 계면이 아니고 구콘크리트 면이지만 부착강도가 1.4MPa 이상을 나타내었다고 한다면, 계면부는 그 이상을 나타낸다고 볼 수 있기 때문에, 강도 값으로 채택할 수 있다.

【주3】 교면포장은 겨울철 도로에 살포되는 염화칼슘 등의 제빙화학제로부터 바닥판 콘크리트 내부에 있는 철근에 대한 부식방지 기능이 필요하다. 이러한 이유로 교면포장용 콘크리트의 물-결합재비는 40% 이하로 한다.

【주4】 굵은골재 최대치수는 8.4.4에 따른다.

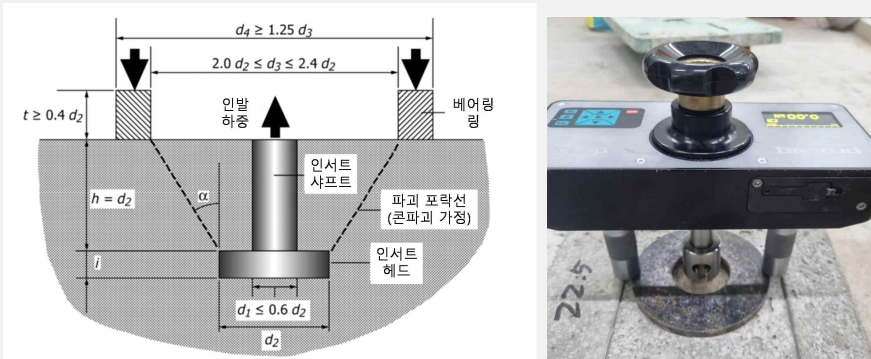
해 설

- 공용 중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 공사 시, 감독자의 승인을 얻어 충분한 강도와 내구성을 확보할 수 있는 재료를 사용하여야 한다.
- 차량의 통행은 표면마무리 후 최소 양생기간이 끝난 후에 허용되며, 이때의 시멘트 콘크리트 압축강도(21MPa 이상)는 9.3 (2)에 따라 현장 시험을 통해 확인하여야 한다.

- 현장 시험은 현장에서 채취한 공시체의 압축강도 시험과 함께, 코어의 압축강도 시험¹⁾ 또는 사전에 검증된 Pull-out 시험(ASTM C 900)²⁾을 이용할 수 있다.

【주1】 코어 시험의 방법은 <부속서I>에 제시되어 있다.

【주2】 Pull-out 시험(ASTM C 900)은 국부 파손을 포함하는 비파괴 시험 중 하나이다. 이 시험은 <그림 8.3>과 같이 헤드와 달린 인서트를 콘크리트에 삽입한 후 인발강도를 측정하여, 현장 콘크리트의 압축강도를 추정할 수 있다. 국내 시멘트 콘크리트 교면포장 공사에 적용할 수 있도록 개선된 시험 방법을 <부속서II>, <부속서III>에 제시하였다.



(a) 개념도

(b) 장치 거치 및 시험

<그림 8.3> Pull-out 시험(ASTM C 900)

- 교면포장용 시멘트 콘크리트는 외부 하중에 대해 충분히 저항할 수 있는 소요강도를 충분히 가져야 하며, 기상작용, 화학작용에 의한 파괴, 침식에 충분히 저항하도록 적당한 내구성을 가져야 한다.
- 시멘트 콘크리트의 배합은 타설 가능한 범위 내에서 최소의 단위수량, 즉 최소 반죽질기를 갖도록 하는 것이 합리적이다. 단위수량이 커지면 반죽질기가 증가하고 타설이 용이하지만, 시멘트 콘크리트의 운반과 타설, 다짐 중에 재료분리가 될 수 있다. 또한 블리딩으로 인해 상부 시멘트 콘크리트는 물이 많아져 나쁜 품질이 되거나, 골재의 부착능력이 저해되어 균질하고 결합이 적은 시멘트 콘크리트를 만들 수 없게 된다. 더욱이 소요강도와 내구성을 얻기 위해서 시멘트량도 커지므로 비경제적인 배합이 된다.
- 굵은골재의 최대치수는 설계 및 시공상 허용되는 범위 내에서 가능한 큰 것을 사용하는 것이 유리하다. 이것은 단위수량과 단위시멘트량을 감소시키고 시멘트 콘크리트의 품질을 개선할 수 있기 때문이다.

8.4.2 내구성능 기준

- (1) 특수노출지역, 높은 내구성이 요구되는 구조물, 적설한랭지역 등과 같이 특수 환경에 있는 곳은 <표 8.3>의 내구성능 품질기준을 만족하는 시멘트 콘크리트를 사용하거나 별도의 조치를 취하여야 한다.

<표 8.3> 교면포장용 시멘트 콘크리트의 내구성능 품질기준

내구성능 (56일 양생)	실험방법	내구성능등급
균열저항성	ASTM C 1581	재령 56일까지 균열 없음
동결융해저항성	KS F 2456 A법 (300사이클)	상대동탄성계수 80% 이상
표면박리저항성	SS 13 72 44 A법 ASTM C 272	적정(Acceptable) 등급 이상 Rating 1등급 이상
염소이온침투저항성	KS F 2711 (재령 56일)	1,000 Coulomb 이하

8.4.3 배합강도

- (1) 시멘트 콘크리트 배합강도는 다음의 두 식에 의한 값 중 큰 값으로 정한다.

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \quad (\text{MPa}) \quad (\text{식 1})$$

$$f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s_c \quad (\text{MPa}) \quad (\text{식 2})$$

여기서, f_{cr} : 시멘트 콘크리트의 배합강도(MPa)

f_{ck} : 시멘트 콘크리트의 설계기준강도(MPa)

s_c : 압축강도의 표준편차(MPa)

해 설

- 시멘트 콘크리트의 배합강도 f_{cr} 은 식 (1)과 식 (2)에 의한 값 중 큰 값으로 정한다. 식 (1)은 3회 연속한 시험값의 평균이 설계기준강도 f_{ck} 이하로 내려갈 확률을 1/100으로

하여 정한 것이다. 또 식 (2)는 각 시험값이 설계기준강도 f_{ck} 보다 3.5MPa 이하로 내려갈 확률을 1/100으로 하여 정한 것이다. 이들 식에서 표준편차는 무한 또는 매우 많은 횟수의 시험을 통하여 얻은 모집단의 값과 같다고 가정한다.

- 표준편차 s_c 는 다음 식에 의해 구한다.

$$s_c = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \quad (\text{식 3})$$

여기서, X_i : 각 강도 시험값

\bar{X} : n 회의 압축강도 시험값의 평균값

n : 연속적인 압축강도 시험횟수

- 시멘트 콘크리트 압축강도의 표준편차는 실제 사용한 시멘트 콘크리트의 30회 이상의 시험 실적으로부터 결정하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 압축강도의 시험 횟수가 29회 이하이고 15회 이상인 경우는 표준편차에 <표 8.4>의 보정계수를 곱한 값을 표준편차로 사용할 수 있다. 이렇게 하여 구한 표준편차를 적용하면 배합강도가 보다 안전측으로 된다.

<표 8.4> 압축강도 시험횟수가 30회 미만일 때 표준편차의 보정계수

시험 횟수	표준편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.00

【주】 위 표에 명시되지 않은 시험 횟수는 직선 보간한다.

- 시멘트 콘크리트 압축강도의 표준편차를 알지 못할 때, 또는 압축강도의 시험 횟수가 14회 이하인 경우 시멘트 콘크리트의 배합강도는 <표 8.5>와 같이 정한다.

〈표 8.5〉 압축강도 시험 횟수가 14회 미만인 경우의 배합강도

설계기준강도 f_{ck} (MPa)	배합강도 f_{cr} (MPa)
21 이상 35 이하	$f_{ck} + 8.5$
35 초과	$1.1f_{ck} + 5$

8.4.4 굵은골재 최대치수

- (1) 일체식 (노출) 교면포장에 사용되는 굵은골재 공칭 최대치수는 다음 값을 초과하지 않아야 한다.
- (가) 거푸집 양 측면 사이의 최소 거리의 1/5
 - (나) 바닥판 두께의 1/3
 - (다) 개별 철근, 다발철근, 긴장재 또는 덕트 사이 최소 순간격의 3/4
- (2) 덧씌우기 교면포장에 사용되는 굵은골재 공칭 최대치수는 덧씌우기 두께의 1/2 값을 초과하지 않아야 한다.

8.4.5 슬럼프 또는 반죽질기

- (1) 교면포장용 시멘트 콘크리트는 포설방법에 적합한 워커빌리티를 가지며, 요구되는 평탄성을 쉽게 얻을 수 있는 피니셔빌리티를 가져야 한다.

8.4.6 공기량

- (1) 교면포장용 시멘트 콘크리트는 원칙적으로 공기연행(AE) 시멘트 콘크리트로 하고, 그 공기량은 시멘트 콘크리트 용적의 $6.0 \pm 1.5\%$ 범위로 한다. 또한 시멘트 콘크리트 공기량 시험은 KS F 2421 에 의한다.

8.4.7 물-결합재 비(물-시멘트 비)

- (1) 물-결합재비(물-시멘트비)는 시멘트 콘크리트에 요구되는 역학적 성능, 내구성, 수밀성 및 그 외의 성능을 고려하여 여기에 준하는 물-결합재비 중에서 최소값으로 설정한다.
- (2) 단위시멘트량을 정할 때는 요구되는 강도를 얻는데 필요한 물-결합재비와 단위수량으로부터 정한다.
- (3) 라텍스혼입 시멘트 콘크리트용 라텍스 중량에서 고흥분 함유량을 제외한 중량은 수량에 포함시켜야 한다. 라텍스의 고흥분 함유량 시험은 KS M 6516 에 의한다.
- (4) 내구성을 기준으로 단위시멘트량을 정할 때는 물-결합재비를 40% 이하로 해야 한다.

8.4.8 잔골재율

- (1) 잔골재율은 시험에 의해 정한다.

8.4.9 단위수량

- (1) 단위수량은 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 한 적게 되도록 시험에 의하여 결정해야 한다.

8.4.10 단위시멘트량

- (1) 단위시멘트량은 요구되는 품질에 알맞도록 정해야 하며, 원칙적으로 물-결합재비 (물-시멘트비)로 정한다.

8.4.11 혼화재료의 단위량

- (1) 혼화재료의 단위량은 요구되는 효과가 구해지도록 정한다.
- (2) 결합재로 혼화재를 1종 이상 혼입하는 경우 <표 2.2>에 준하여 결정한다.
- (3) 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에서 라텍스의 혼입비율은 총결합재 중량의 15~20% 범위에 있어야 한다.
- (4) (2)와 (3)이외의 특수 시멘트 콘크리트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다. 즉, 품질, 성능, 사용실적, 균등성 등을 사전에 조사하여야 하며, 워커빌리티, 강도, 내구성, 수밀성, 체적변화, 강재를 보호하는 성능, 경제성 등에 미치는 영향 등에 대해서도 검토하여야 한다.

해 설

- 혼화재의 종류별 최대혼입비율은 본 지침 2.6의 <표 2.12>와 같다.
- 도급자는 결합재의 구성재료들이 제대로 잘 혼입이 되었는지를 확인하기 위해서 제조업자로부터 화학적 구성요소들의 혼입율을 알 수 있는 성적서를 제출받아 감독자에게 승인을 받아야 한다.
- 감독자에 의해 재승인을 받기 전까지 1개의 교량에 대해 1종류의 결합재 비율만을 사용하여야 한다.
- 교면포장에 사용되는 라텍스혼입 시멘트 콘크리트는 계면활성 작용으로 시멘트 콘크리트의 유동성이 증가하고, 시멘트와 골재에 라텍스 입자가 흡착하여 필름막을 형성하여 수밀성과 방수효과를 증진시킨 시멘트 콘크리트이다. 기존의 연구결과 라텍스 혼입에 의한 시멘트 콘크리트의 내구성능 증진효과는 15~20%일 때 가장 성능이 좋은 것으로 나타났다.

8.4.12 염화물이온량

- (1) 시멘트 콘크리트 중에 포함되는 염화물이온 총량은 원칙적으로 0.30kg/m^3 이하로 한다.

8.5 시공면 준비

8.5.1 일반 사항

- (1) 시공면의 표면거칠기, 함수조건, 청소상태 등은 시멘트 콘크리트의 부착력 증진과 균열방지에 매우 중요한 요인이 되므로 시공 전에 제출한 시공계획서에 따른다.

8.5.2 일체식(노출) 교면포장의 시공면 준비

- (1) 바닥판 거푸집 조립 후 모르타르가 새어나가는 일이 없도록 틈을 철저히 조사하여 틈 발생 부위는 적절한 조치를 강구해야 한다.

8.5.3 신설 바닥판의 덧씌우기 교면포장의 시공면 준비

- (1) 교면의 절삭깊이는 2mm 내외로 요철이 생기게 절삭한다.
- (2) 절삭 후 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 제거한다. 교면청소는 시멘트 콘크리트 타설 전 최소 12 시간 전에 완료되어야 한다.
- (3) 교면 청소 후 바닥판에 충분히 살수하고 비닐을 덮어 습윤상태를 유지한다. 습윤기간은 최소 12 시간 이상을 유지한다.

해 설

- 경화된 바닥판 위에 시멘트 콘크리트 교면포장을 덧씌우는 경우에 적용한다. 교면의 표면거칠기, 함수조건, 청소상태 등은 덧씌우기 시멘트 콘크리트의 부착력 증진과 균열 방지에 매우 중요한 요인이 되므로 시공 전에 제출한 시공계획서에 따른다. 이미 경화된 바닥판의 표면을 절삭깊이 2mm 내외로 요철이 생기게 절삭하며, 덧씌우기 교면포장층이 접하는 방호벽이나 중분대 기초 등과 같은 측벽은 치핑(Chipping)하여 거친면으로 만들어야 한다.
- 부착력을 저해하는 레이턴스, 들뜬 시멘트 콘크리트 부스러기, 오일, 흡착된 이물질과 그라인딩 작업에 의해 발생된 미분말은 완전히 제거되어야 한다. 그라인딩 작업, 차량운행 등으로 인해 발생된 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 깨끗이

청소한다. 교면청소는 덧씌우기 시멘트 콘크리트가 포설되기 최소 12시간 전에 완료되어야 한다.

- 교면준비의 최종 단계인 청소가 마무리된 후에, 바닥판 표면은 습윤상태를 유지하여야 한다. 이는 덧씌우기 재료의 포설 시, 바닥판 시멘트 콘크리트의 건조로 인해 재료의 배합수를 흡수하는 것을 방지하기 위함이다. 교면의 습윤상태는 최소 12시간 이상을 유지해야 한다. 교면의 요철, 흙 등에 고여 있는 물은 포설 전에 완전히 제거해야 한다.

8.6 마무리장비 시험가동

- (1) 마무리장비의 레일과 받침대는 마무리 면이 도면에 나타난 종단과 횡단면에 일치하도록 실제 시공에 맞게 정확히 설치되어야 한다.
- (2) 레일은 마무리장비가 교면 전체를 마무리할 수 있도록 이동량을 고려하여 신축이음부 후면까지 연장하여 설치하여야 한다.
- (3) 레일 받침대는 시멘트 콘크리트를 타설하는 동안 발생할 수 있는 거푸집, 동바리, 구조적인 지지부재의 처짐을 적절히 고려하여 설치되고 수정되어야 한다.
- (4) 받침대의 중심간격은 600mm 이하이어야 한다.

해 설

- 레일은 요구되는 평탄성을 확보하는데 매우 중요한 영향을 미치므로 사전에 측량을 통하여 확인하여야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다. 교면이 캔틸레버부에 위치하는 경우에 레일 받침대는 캔틸레버부의 거푸집 위에 설치되어야 한다. 거푸집은 아웃트리거 또는 다른 승인된 방법을 사용하여 이러한 하중을 지지하도록 설계되어야 한다.
- 시멘트 콘크리트를 타설하기 직전에 교량 전체에 걸쳐서 마무리장비를 시험 운용하여야 한다. 이러한 시험운용은 장비가 마무리 위치에 적합하도록 하기 위해서이다. 이러한 시험 운용시에 처짐을 검토하여 지지 레일의 높이를 적절히 조정하고 철근의 피복두께를 측정하고, 철근 및 거푸집의 상태를 점검하여야 한다. 필요로 하는 모든 교정은 시멘트 콘크리트를 타설하기 전에 실시되어야 한다.

8.7 타설

8.7.1 일반 사항

- (1) 시멘트 콘크리트의 타설은 최종 확인된 시공면에 포설되어야 하며, 마찰저항력, 접착력 및 평탄성 확보를 위하여 사전에 보고된 필요한 조치를 취하여야 한다.
- (2) 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장을 실시하는 경우, 기존 바닥판과 교면포장체 사이의 접착강도는 최소 1.4MPa 이상이어야 한다.

해 설

- 소정의 품질의 교면을 만들기 위해서는 제반사항 등을 빈틈없이 검토하여 세운 시공계획에 의한 시멘트 콘크리트 타설을 할 필요가 있다. 예상치 못한 기상변화에 대비하여 굳지 않은 시멘트 콘크리트를 보호하기 위해 사전에 충분한 준비를 하여야 한다. 만일, 타설 중에 비가 내리면 감독자는 모든 작업을 중단시키고, 이로 인해 열화된 부분은 제거하여야 한다.
- 경화된 바닥판 위에 시멘트 콘크리트 교면포장을 덧씌우는 경우, 타설하기 전에 시공면이 깨끗하고 표면건조포화상태로 되어있는지 확인하여야 한다.

8.7.2 브루밍 작업

- (1) 경화된 바닥판 위에 덧씌우기를 실시하는 경우, 재료의 타설작업에 앞서 신·구 시멘트 콘크리트의 부착력 증진을 위한 브루밍 작업을 실시하여야 한다.
- (2) 브루밍 작업은 교면뿐만 아니라 덧씌우기 교면포장층이 접촉되는 방호벽, 중분대, 측벽에도 실시해야 한다.
- (3) 브루밍한 표면은 시멘트 콘크리트를 포설하기 전에 건조되어서는 안 된다.
- (4) 브루밍 작업완료 후 남은 시멘트 콘크리트는 모르타르가 빠져 있으므로 교면포장 재료에 혼합해서 사용할 수 없다.

해 설

- 브루밍(Brooming) 작업은 덧씌우기 시멘트 콘크리트의 부착력을 증진시키고 신·구 시멘트 콘크리트의 경계면의 결함을 없애기 위하여 덧씌우기 재료의 타설 직전에 소량의 덧씌우기 교면포장재료 또는 접착제를 브러시 등으로 쓸어 교면에 모르타르로 얇게 도포하는 작업으로서, (2)~(4)의 사항을 준수하여야 한다.

8.7.3 포설

- (1) 일체식(노출) 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 바닥판 시멘트 콘크리트와 일체가 되도록 포설하여야 한다.
- (2) 덧씌우기 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 브루밍 작업을 실시한 후 가급적 빨리 시멘트 콘크리트를 포설하여야 한다.
- (3) (1) 또는 (2)에서 포설된 시멘트 콘크리트는 진동다짐으로 마무리하며, 채움이 취약한 부위에는 봉다짐을 실시한다.
- (4) 종단 및 횡단 측량을 실시하여 계획고에 맞추어 포설한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 덧씌우기 교면포장을 실시하는 경우, 브루밍한 면이 마르는 것을 방지하기 위해서 브루밍 작업 후 가능한한 빨리 시멘트 콘크리트를 타설해야 한다.
- 모서리부, 측벽부, 신축이음부, 깊이가 변하는 부위 등과 같이 채움이 취약한 부위에는 봉 다짐을 실시하여야 한다.

8.7.4 환경조건

- (1) 대기조건을 고려한 수분증발량이 $0.5\text{kg/m}^2/\text{hr}$ 이상으로 예상되는 경우에는 낮에 시멘트 콘크리트를 타설하지 않아야 한다.
- (2) 단, 바람을 차단하거나 분무 시스템을 사용하여 수분증발량을 낮추는 경우, 감독자의 승인 하에 시멘트 콘크리트를 타설할 수 있다.
- (3) 타설 시점에서 시멘트 콘크리트의 온도는 $21 \pm 11^\circ\text{C}$ 범위에 있어야 한다.
- (4) 비가 오거나 기온이 7°C 이하이거나, 양생 시에 7°C 이하로 내려갈 가능성이 있는 경우에는 포설하지 않아야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트의 타설과 관련하여 제안된 모든 사항이 감독자에 의하여 승인될 때까지 시멘트 콘크리트를 타설해서는 안 된다. 수정사항은 감독자에게 승인을 받기 위해 문서로 제출하여야 한다. 타설 시 환경 조건이 좋은 것으로 여겨지거나 불리한 환경조건을 완화시킬 수 있는 것으로 여겨질 때에는 감독자의 승인 하에 타설할 수 있다.
- 수분증발량이 크면 타설 중에 시멘트 콘크리트 표면에 소성수축균열이 발생할 수 있으므로, 식 (4) 또는 <그림 8.4>를 이용하여 대기온도, 상대습도, 시멘트 콘크리트 온도, 풍속 등을 고려한 수분증발량을 계산할 수 있다.
- 기온이 낮은 날의 경우 시멘트 콘크리트의 양생에 문제가 발생하여 내구성에 악영향을 미칠 수 있다.

$$E = 5 \left[(T_c + 18)^{2.5} - r(T_a + 18)^{2.5} \right] (V + 4) \times 10^{-6} \quad (\text{식 4})$$

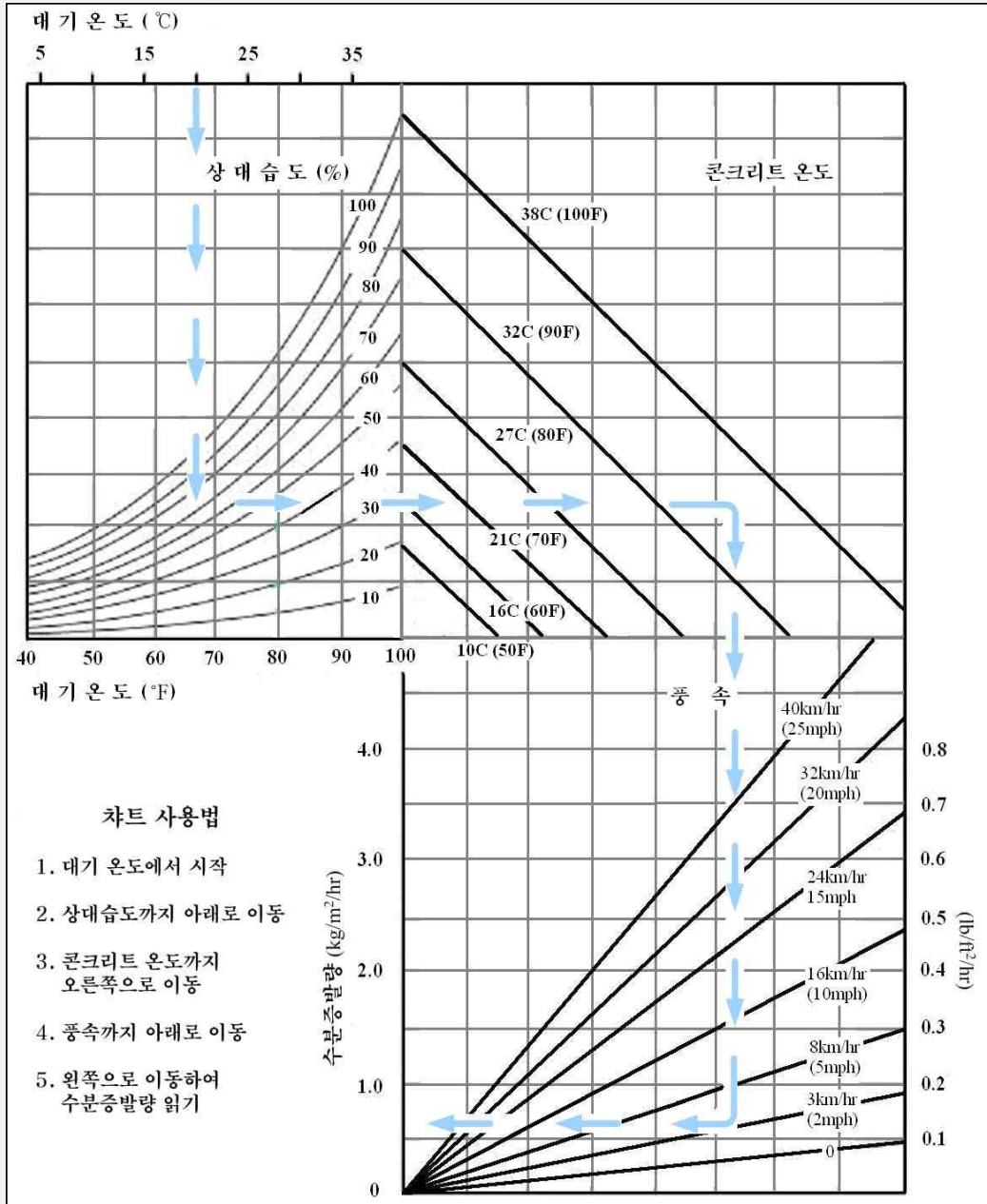
여기서, E : 수분증발량($\text{kg/m}^2/\text{hr}$)

T_c : 시멘트 콘크리트(물표면) 온도($^\circ\text{C}$)

T_a : 대기온도($^\circ\text{C}$), 시멘트 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정

r : 상대습도(%)/100, 시멘트 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정

V: 풍속(km/hr), 시멘트 콘크리트 면에서 0.5m 높이



<그림 8.4> 특정 환경조건에 따른 수분 증발량

8.7.5 평탄마무리

- (1) 기계 마무리가 불가능한 부위를 제외한 모든 교면은 전체적으로 기계식 마무리 장비에 의한 평탄 마무리가 되어야 한다.
- (2) 인력 마무리는 최소화하여야 하며, 인력 마무리에 사용되는 흙손의 폭은 250mm 이상이어야 하며, 시멘트 콘크리트와 접촉하는 흙손의 면은 강재이어야 한다.
- (3) 현장에서 타설이 지연되는 경우, 젖은 양생포나 양생 담요, 비닐로 현장의 모든 시멘트 콘크리트의 표면을 덮어서 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생할 경우에는 칸막이를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.
- (4) 시멘트 콘크리트가 아직 소성 상태인 동안에 표면이 낮은 부위는 포설하고 있는 동일한 시멘트 콘크리트로 채워져야 한다. 종·횡방향으로 3~5mm 보다 큰 표면의 불균일성은 감독자가 승인한 방법으로 수정하여야 한다.

해 설

- 기계식 마감은 표면의 마감과 경제성 측면에서 모두 인력마감에 비해 우수하다. 따라서 가능한 인력마감 부위를 최소화하는 방향으로 계획해야 한다. 균질한 교면을 시공하기 위해서 시멘트 콘크리트를 포설하고 다진 직후, 즉시 마무리장비를 통과시켜 표면을 마무리하여야 한다.
- 마무리장비에 의해 면을 마무리하는 동안 장비의 용량에 맞는 충분한 양의 시멘트 콘크리트가 항상 제공되어야 한다. 마무리 장비는 앞쪽의 충분한 시멘트 콘크리트를 처리하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다. 이때, 시멘트 콘크리트 표면에 대해서 과도한 작업이 되지 않도록 주의하여야 한다.
- 인력 마무리가 허용되는 구간도 기계식 마무리 장비에 의해 만들어지는 것과 동일한 표면의 품질을 확보하는 방법으로 실시하여야 한다.
- 모서리부, 측벽부, 신축이음부, 깊이가 변하는 부위 등과 같이 채움이 취약한 부위에는 붕 다짐을 실시하여야 한다.
- 포설 양쪽 단부, 국부적인 보수 등은 흙손으로 인력 마무리하여야 한다. 이때 마무리 면을 직선자로 평탄성을 점검하고 필요에 따라 요철부분을 수정하여야 한다.

- 장비의 고장 또는 운반상의 문제로 타설이 지연되는 경우, 현장에 있는 모든 시멘트 콘크리트는 젖은 양생포, 양생 담요, 비닐로 가리고 표면을 덮어서 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생할 경우에는 칸막이(Bulkhead)를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.
- 마무리된 시멘트 콘크리트는 밀실하고 균질하여야 하며, 표면은 균일한 평탄성을 확보하여야 한다. 교면 처리에 앞서, 마무리 시멘트 콘크리트 면은 감독자에 의해 승인된 직선자를 사용하여 도급자와 감독자에 의해서 조사가 이루어져야 한다. 직선자는 3m 이상이어야 한다.

8.7.6 거친면 마무리

- (1) 평탄마무리가 끝나고 시멘트 콘크리트 교면포장의 표면에 물기가 없다면 타이닝 장비에 의한 기계마무리 또는 비, 솔 등을 사용하여 인력 마무리로 거친면 마무리를 해야 한다.
- (2) 타이닝은 감독자와 상의 하에 횡방향 또는 종방향 타이닝을 실시한다.
 - (가) 횡방향 타이닝
 - (a) 타이닝 장비에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다.
 - (b) 20~30mm의 일정한 중심간격과 3~6mm의 깊이로 시공한다.
 - (나) 종방향 타이닝
 - (a) 타이닝 장비 후미에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 평행하게 시공한다.
 - (b) 20mm 이내의 일정한 중심간격과 3~6mm의 깊이로 시공한다.

해 설

- 교면은 평탄마무리가 끝난 후 표면에 성형성이 유지된 후에 거친면 마무리를 실시하거나, 양생 후에 본 지침의 8.7.8 및 8.7.9에 따라 그루빙 또는 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다. 특별히 마찰계수를 증진시켜야 할 경우에는 감독자의 지시에 따라 홈의 깊이 및 간격을 조정할 수 있다.

8.7.7 양생

- (1) 포설한 시멘트 콘크리트는 마무리 및 표면처리 후에 양생제를 살포하여야 한다.
- (2) 피막양생제는 유성제품으로, 사용량은 $1.5L/m^2$ (원액농도 $0.105kg/m^2$) 이상으로 한다.
- (3) 양생제 살포 및 비닐 도포 후에, 젖은 양생포를 덮어서 14 일 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다. 양생작업은 평탄마무리 작업으로부터 30 분 이내, 거친면마무리(타이닝) 완료 후 5 분 이내에 실시한다.
- (4) 양생포는 양생부위보다 300mm 이상 연장하여 덮어야 하며, 양생포는 전체 면을 완전히 적셔야 하고, 양생포가 겹치는 길이는 300mm 이상이어야 한다.
- (5) 양생기간 중에 양생포가 마르지 않도록 지속적으로 살수가 이루어져야 하며, 과도한 물은 배수되도록 한다. 이 작업은 양생포 설치 후 10 분경에 시작하도록 한다.
- (6) 표면마무리가 끝난 후 교통이 개방될 때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.
- (7) 라텍스혼입 시멘트 콘크리트는 양생제 살포 및 비닐 양생 후에, 젖은 양생포를 덮어서 48 시간 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다. 48 시간의 초기양생이 끝난 후, 양생포와 비닐은 제거하고 이후 72 시간 이상 기건양생을 실시한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트를 타설하기 전의 회의에서 도급자는 의도된 양생 방법을 감독자에게 알려야 한다. 시멘트 콘크리트의 양생은 교면의 균열 억제와 내구성 확보를 위해 규정을 준수하도록 한다.
- 양생제는 전면적에 고르게 살포되어야 하며, 양생제가 살포되지 않은 부분이 있어서는 안 된다.
- 시멘트 콘크리트 교면에 발생하는 균열을 최소화하기 위해서, 시멘트 콘크리트 타설 후 마무리 및 표면처리 후에 양생제 살포 및 비닐 양생 후에, 젖은 양생포를 덮어서 14일 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다.
- 양생작업은 표면마무리를 완료한 후 즉시 실시하는 것이 바람직하며, 표면의 시멘트 콘크리트가 굳기 전에 실시해야 한다. 기상조건에 따라 조금씩의 차이는 있으나 규정된

시간을 초과할 정도로 양생이 지연되어서는 안 된다. 양생작업 시에 마무리 면과 표면에 손상이 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

- 7일 동안 양생한 후에, 그루빙, 보도의 설치, 연석, 난간 등을 설치하기 위해서 단기간 동안 제한된 부분에 대해서 양생포를 벗겨 낼 수 있다. 이러한 작업을 위해서 양생포를 걷어내는 부위는 작업에 의해 영향을 받는 인접부위로 제한되어야 한다. 이러한 작업을 위해 노출되는 모든 시멘트 콘크리트 면은 습윤포화상태를 유지하여야 한다. 영향을 받는 부위에서의 작업이 완료된 직후에 모든 양생포는 양생을 위해 다시 설치되어야 한다.
- 라텍스혼입 시멘트 콘크리트는 재료의 특성상 기건양생(氣乾養生)을 실시하도록 한다.

8.7.8 그루빙

- (1) 8.7.6의 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우, 그루빙을 실시하거나 8.7.9의 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.
- (2) 그루빙은 종방향 또는 횡방향으로 실시할 수 있다. 그루빙은 직사각형 형상으로 한 번에 실시되어야 한다.
- (3) 규격
 - (가) 종방향 그루빙
 - (a) 여러 개의 원형 날을 가진 소켓 장비를 이용하여 도로 중심선과 평행하게 시공한다.
 - (b) 폭 3mm(± 0.5 mm), 깊이 3mm(± 1.5 mm), 중심 간격 16mm(± 1 mm)
 - (나) 횡방향 그루빙
 - (a) 여러 개의 원형 날을 가진 소켓 장비를 이용하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다.
 - (b) 폭 3mm(± 0.5 mm), 깊이 3mm(± 1.5 mm), 중심 간격 20mm~30mm
- (4) 그루빙이 실시된 면 위에 다시 그루빙을 실시하여서는 안 된다.
- (5) 그루빙 작업으로 인해 발생하는 슬러리 또는 파편은 쌓이지 않도록 계속해서 제거하여야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 교면 마무리 직후에 본 지침의 8.7.6의 거친면 마무리를 실시하지 않고, 일정 기간 동안 시멘트 콘크리트를 양생한 후에 쏘켓팅에 의한 그루빙을 실시하여 차량이 통과하는 표면의 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용된다.
- 소음 및 교통안전성을 위해 그루빙 중심 간격의 조정이 필요하다고 판단되는 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- 여러 개의 원형 날을 가진 쏘켓 장비를 사용하여야 한다. 작업을 완료하기 위해 원형 날이 하나인 것이 요구되는 경우에는 사용을 허용할 수 있다. 사용되는 장비는 사용 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.
- 그루빙은 규정된 양생기간이 경과하거나 또는 지방서에서 허용하는 것보다 빠른 시일에 시행될 수 있다. 그루빙은 직사각형 형상으로 한 번에 실시되어야 하며, 각 원형 날은 이미 그루빙한 곳에 도입되지 않아야 한다. 그루빙을 하는 동안 수시로 최소 그루빙 깊이가 확보되는 지를 확인하여야 한다. 최소 그루빙 깊이를 만족하지 못하는 경우에는 그루빙 작업을 멈추고 최소깊이를 달성하기 위한 조치를 취하여야 한다.
- 그루빙 작업이 신축이음장치 설치 후 또는 기존의 신축이음에 근접해서 시행되는 경우에는 신축이음장치가 손상되지 않는 방법으로 시행되어야 한다.
- 슬러리는 교면에서 경화되지 않아야 하며, 슬러리 또는 파면은 구조물, 도로, 배수 장치 또는 사면에 버려져서는 안 된다.

8.7.9 다이아몬드 그라인딩

- (1) 8.7.6의 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우, 8.7.8의 그루빙을 실시하거나 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.
- (2) 다이아몬드 그라인딩은 차량 주행방향으로 실시하며, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 한다. 그라인딩은 직사각형 형상으로 한 번에 실시되어야 한다.
- (3) 규격
 - (가) 여러 개의 다이아몬드 톱날(Diamond Blade)을 장착한 전용장비를 사용하여야 한다.
 - (나) 폭 3.0~4.0mm, 깊이 1.5mm, 중심 간격 2.0~2.5mm
- (4) 그라인딩이 실시된 면 위에 다시 그라인딩을 실시하여서는 안 된다.
- (5) 그라인딩 작업으로 인해 발생하는 슬러리 또는 파편은 쌓이지 않도록 계속해서 제거하여야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 교면 마무리 직후에 본 지침 8.7.6의 거친면 마무리를 실시하지 않고, 일정 기간 동안 시멘트 콘크리트를 양생한 후에 본 지침 8.7.8의 쏘켓팅에 의한 그루빙을 실시하거나 다이아몬드 그라인딩 등을 실시하여 차량이 통과하는 표면의 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용된다.
- 다이아몬드 그라인딩은 소음저감, 주행성 향상, 미끄럼방지 등을 동시에 해결해야 하는 경우에 적용할 수 있는 효율적인 방안의 하나이다.
- 그라인딩 작업은 차량 주행방향으로 시공하여야 하고, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 한다. 그라인딩 작업으로 인해 전·후 구간이 단차가 발생되지 않도록 하여야 한다.
- 작업 후의 포장표면은 종방향의 균일한 모양을 나타내어야 하며, 흠은 실제 규격으로 시공되어야 한다.
- 그라인딩 대상 면적 중 1.0×30m 구간을 선정하여 그라인딩이 정상적으로 시행된 면적이 95% 이상이 되어야 한다. 단, 국부적으로 처짐이나 침하가 발생한 구간은 제외한다.

- 슬러리는 교면에서 경화되지 않아야 하며, 슬러리 또는 파면은 구조물, 도로, 배수 장치 또는 사면에 버려져서는 안 된다.

8.7.10 교면방수

- (1) 일체식(노출) 교면포장을 갖는 바닥판은 액상형 흡수방지재를 사용하여 표면방수를 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 흡수방지재의 품질기준은 KS F 4930 에 따른다.

해 설

- 일체식(노출) 교면포장을 갖는 바닥판은 공용 초기인 5년 이내에 시멘트 콘크리트의 투수성이 크므로, 건설 초기에 박리저항성을 증진시키기 위해서 액상형 흡수방지재를 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- 일체식(노출) 교면포장을 갖는 바닥판에 사용되는 흡수방지재의 품질기준은 KS F 4930의 규격을 만족하되, 통기성이 있는 제품으로 다음의 조건을 만족하는 제품이어야 한다.
 - 침투깊이는 4mm 이상: 현장에서 KS 기준에 맞게 제작한 시험체에서 3개소 이상 침투깊이를 확인한다.
 - 연행공기를 갖지 않는 시멘트 콘크리트 시편에 흡수방지재를 시공한 후에, SS 13 72 44의 규정에 따라서 56회 반복 후의 등급이 적정(Acceptable)등급 이상인 제품을 사용한다.

품 질 관 리

9

9. 품질관리

9.1 개요

- (1) 시멘트 콘크리트 포장을 시공할 때 본 지침에 제시된 사항을 충분히 이해하고, 필요에 따라 시험이나 측정을 통해 품질과 규격이 적합한지 확인하여야 한다. 이를 위해 선정 시험, 품질 및 규격관리, 검사 등을 실시하여야 한다.

해 설

- 시멘트 콘크리트 재료를 생산하고 시공할 때 적정한 재료와 장비의 선정, 적정한 시공이 이루어지고 있는지 확인하기 위한 품질관리는 단계적으로 철저하게 관리되어야 한다. 이를 위해 품질 시험, 품질 및 규격 관리 그리고 검사 등을 수행하여야 한다.
- 품질 시험은 공사를 개시하면서 재료나 장비가 적정한 것인가를 확인하기 위하여 또는 관리에 필요한 기준치를 얻기 위하여 실시하는 것이다.
- 품질 및 규격관리는 시방서 및 설계 도서에 만족하는 품질과 규격을 갖는 포장을 경제적으로 만들기 위한 수단을 말한다.
- 검사는 시방서 및 설계 도서에 정해진 조건을 만족하는 포장이 시공되는지를 확인하기 위하여 하는 것이다.

9.2 품질 시험

- (1) 품질 시험은 공사에 사용할 재료가 소요의 품질을 갖고 있는가를 공사 개시 전, 설계 시 또는 설계변경 전에 시방서, 설계도, 설계서에 정한 규격에 만족하는가를 판정하기 위해 실시한다.
- (2) 시공 재료의 품질은 완성품의 품질에 직결되는 것인 만큼 재료별로 필요한 시험을 실시하여야 한다. 이에 따른 주요한 장비의 성능이나 정도(精度)를 확인하는 시험을 미리 해두어야 하며, 시험을 실시할 때는 항상 감독관의 입회하에 실시하여야 한다.

- (3) 포장용 시멘트 콘크리트 재료에 대한 품질시험 항목과 기준은 <표 9.1>과 같다.
- (4) 철망, 철근, 다웰바, 타이바 등에 사용되는 강재의 품질은 KS 제품인 경우는 KS 제품임을 확인하고, 그렇지 않은 것은 사용할 때마다 제조회사의 시험성적표 또는 그 품질을 증명할 수 있는 방법에 따라 판정해야 한다. 줄눈판의 시험은 KS F 2471 에 따라 실시하여, 품질은 KS F 2538 의 기준에 맞아야 한다. 주입줄눈재는 KS F 2368, KS F 4910 에 따라 시험해야 한다.

<표 9.1> 포장용 시멘트 콘크리트 재료의 품질시험

시험항목		시험방법	목적	표준	비고
시멘트	시멘트의 물리시험	KS L 5100~5112	시멘트의 적부		시험성적표에 의할 수 있음
	체분석	KS F 2502	골재의 적부, 배합설계		
골재	골재의 비중과 흡수량	KS F 2503	"		
	알칼리골재 반응성	ASTM C1260	ASR에 의한 균열과 스폴링 파손 방지	14일 재령에서 골재의 팽창이 0.1% 미만	
	점토덩어리	KS F 2512	골재의 적부	잔골재 1.0% 이하 굵은골재 0.25% 이하	
	0.08mm체 통과량시험	KS F 2511	골재의 적부	잔골재 3.0% 이하 굵은골재 1.0% 이하	
	연석, 편평석 시험	KS F 2516	굵은골재의 적부	50% 이하	
	유기물	KS F 2510	잔골재의 적부	표준색보다 옅은 것	표준색보다 진하면 모르타르의 압축강도 비교시험 수행
	안정성	KS F 2507	골재의 적부	잔골재 10% 이하 굵은골재 12% 이하	
	마모	KS F 2508	굵은골재의 적부	25%이하	
	굵은골재의 단위용적중량	KS F 2505 KS F 2506	배합설계		
	혼화제 ¹⁾	AE 제 감수제	KS F 2560	혼화제의 적부	
혼화제 ¹⁾	플라이 애시, 팽창제, 고로슬래그 미분말 등	KS L 5405 KS F 2562 KS F 2563	혼화제의 적부		최대 사용량 제한 <표 2.12>

혼 합 물	시멘트 콘크리트의 워커빌리티	KS F 2402	배합설계	타설 장소에서 슬럼프 10~60mm	최대 단위수량을 조건에 따라 제한
	시멘트 콘크리트의 공기량	KS F 2417	배합설계	타설 장소에서 4~7%	
	시멘트 콘크리트의 휨강도	KS F 2408 KS F 2403	배합설계, 물, 혼화재료 등의 적부	배합강도	
혼 합 물	시멘트 콘크리트의 쪼갠인장강도 ²⁾	KS F 2423 KS F 2408 KS F 2403	관리에 필요한 수치의 결정	"	개별 공사 및 재령에 따른 강도의 상관성 구비
	시멘트 콘크리트의 압축강도 ³⁾	KS F 2405 KS F 2403 ASTM C 900	관리에 필요한 수치의 결정	"	개별 공사 및 재령에 따른 강도의 상관성 구비

【주1】 시멘트 콘크리트의 강도 증진, 단위수량 감소 및 작업시간 연장 등을 위하여 사용되는 혼화재료의 종류는 다양하다. 따라서 이들 재료에 대한 적부 판정은 과거의 사용 실적과 관련 시험 등을 검토하여 감독관의 승인 하에 사용하여야 한다.

【주2】 시멘트 콘크리트의 휨강도와 쪼갠인장강도의 사이에는 일반적으로 직선적인 관계가 있으나, 연구 결과에 따르면 골재의 종류, 시멘트의 종류 등 다양한 조건에 따라 차이가 난다. 따라서 휨강도와 쪼갠인장강도의 상관성은 각 공사별로 시험하여 갖고 있어야 한다. 또한 재령 7일과 28일도 상관성이 다르므로 개개의 공사별로 미리 구해두어야 한다.

【주3】 교면포장에 사용하는 시멘트 콘크리트는 현장의 양생 조건을 반영하여 소요 압축강도를 측정하여야 한다. 덧씌우기식 교면포장용 시멘트 콘크리트는 압축강도를 기준강도로 정하며, 공용 중인 교량의 경우 표준 재령(28일) 강도와 함께 교통개방시점 강도를 관리하여야 한다.

해 설

□ 교면포장 시멘트 콘크리트의 강도

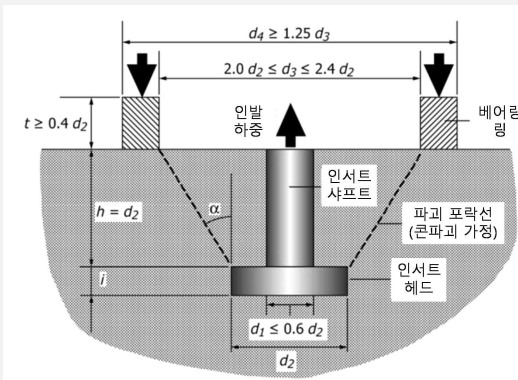
- 교면포장에 사용하는 시멘트 콘크리트는 압축강도로 관리하고 있다. 이 때 압축강도는 표준 재령(28일)에서 시험한 값을 기준으로 하되, 교통 개방 시간에서의 강도도 시험에 의해 관리하여야 한다.
- 현장에서 채취한 공시체를 시험실 등에서 양생할 경우, 현장 시멘트 콘크리트와 양생 조건이 다를 수 있다. 또한 교면포장의 포설 두께가 공시체의 높이보다 작을 수 있으므로, 표준 공시체를 이용한 압축강도 시험의 결과가 현장 콘크리트의 강도와

상이할 수 있다.

- 공용 중인 교량의 덧씌우기식 교면포장 공사 시, 교통 개방 시간이 표준 재령보다 조기에 발생하므로 조기 강도의 확보 여부를 확인하여야 한다. 이 때 조기 소요 강도의 확인은 현장 시험을 통해 결정하여야 한다.
- 현장 시험은 현장에서 채취한 공시체의 압축강도 시험과 함께, 코어의 압축강도 시험 또는 사전에 검증된 Pull-out 시험(ASTM C 900)을 이용할 수 있다.

【주1】 코어 시험의 방법은 <부속서>에 제시되어 있다.

【주2】 Pull-out 시험(ASTM C 900)은 국부 파손을 포함하는 비파괴 시험 중 하나이다. 이 시험은 <그림 9.1>과 같이 헤드가 달린 인서트를 콘크리트에 삽입한 후 인발강도를 측정하여, 현장 콘크리트의 압축강도를 추정할 수 있다. 국내 시멘트 콘크리트 교면포장 공사에 적용할 수 있도록 개선된 시험 방법을 <부속서III>, <부속서III>에 제시하였다.



(a) 개념도

(b) 장치 거치 및 시험

<그림 9.1> Pull-out 시험(ASTM C 900)

9.3 품질 및 규격의 관리

- (1) 품질 및 규격을 관리할 때 목표치와의 변동을 합리적으로 설정할 필요가 있다. 일반적으로 변동이 작게 되도록 관리하는 편이 재료도 절약되고 수고도 적어 경제적으로 된다.

(2) 규격관리의 빈도와 관리한계는 <표 9.2>에, 시멘트 콘크리트의 품질관리는 <표 9.3>에 나타내었다.

<표 9.2> 규격관리의 빈도와 관리한계

공 종	항 목	빈 도	관리한계	
시멘트 콘크리트 슬래브	두께	300m 마다	+10% 이내, -5% 이내	
	폭	각 차로	-25mm 이내	
	평탄성		7.6M 프로파일미터(PrI)	16cm/km 이하
			본선 토공부 및 편도 4차로 이상의 터널의 경우	24cm/km 이하
		현장여건상 대형 포장장비의 투입이 불가능한 경우와 종단구배 5% 이상 및 평면 곡선반경 600m 이하 구간		

<표 9.3> 교면포장 시멘트 콘크리트의 품질관리^{1,2)}

항 목	시험방법	표준적인 시험빈도	관리한계	불만족인 경우의 처리 및 참고사항
골재의 체분석, 골재의 단위용적중량 ³⁾	KS F 2508 KS F 2502	<ul style="list-style-type: none"> 잔골재 및 굵은골재의 골재원 1000m³마다 1일 1회 (공사의 초기에는 골재 취급의 적부를 알기위하여 2회/일 권장) 	관리의 한계는 관리도에 의하여 정함	기준 시험 결과와 다를 때는 필요에 따라서 시방배합을 변경해야 함
잔골재의 표면수량 ⁴⁾	KS F 2509 또는 열판법 등에 의함	<ul style="list-style-type: none"> 2회/일, 오전과 오후에 행하는 것을 표준으로 함 저장소에서 골재를 빼내기 시작한 직후 또는 강우 후에는 반드시 시험 		필요에 따라 현장배합을 수정
컨시스턴시 ⁵⁾	외관 관찰	<ul style="list-style-type: none"> 운반차마다 또는 배치마다 목측 등으로 컨시스턴시와 변화의 유무를 관찰 		필요에 따라 시방배합 및 현장배합을 수정 포설이 곤란한 경우의 시멘트 콘크리트는 폐기
시멘트 콘크리트의 공기량, 슬럼프 ⁶⁾	KS F 2421 KS F 2402	<ul style="list-style-type: none"> 최초 1회 시험을 실시하고 이후 압축강도 시험용 공시체 채취 시 및 타설 중에 품질변화가 인정될 때 		컨시스턴시에 이상이 있을 때는 반드시 시험함. 필요에 따라서 시방배합을 변경해야 함

시멘트 콘크리트의 강도 ⁷⁾	KS F 2403 KS F 2405 KS F 2408 KS F 2423 ASTM C 900	<ul style="list-style-type: none"> • 50m³ 또는 • 1조/일 시공물량 또는 • 배합이 변경될 때마다 	공사의 초기는 특히 강도시험을 다른 시험과 병행하여 행하고 소요의 품질의 시멘트 콘크리트임을 확인함
----------------------------	--	---	---

- 【주1】 KS F 4009에 따라서 제조된 레디믹스트 시멘트 콘크리트는 품질 관리를 위한 계량의 검정, 믹서의 혼합 성능시험 등의 제조설비에 관한 시험, 사용재료의 품질에 관한 시험배합의 결정과 관리에 관한 시험 등을 하여 필요한 것은 관리도를 작성해 둔다.
- 【주2】 시험치에 기초하여 시멘트 콘크리트의 품질이 소요의 것인가 어떤가를 대조하는 데는 9.4에 표시된 방법에 준하는 것으로 한다. 시험치가 소요의 품질을 만족하지 않을 염려가 있는 경우는 사용재료의 품질, 기계설비, 제조공정에서 관리의 상황, 시험방법 등에 검토하여 필요에 따라 사용재료, 시방배합을 변경한다.
- 【주3】 골재에 관한 시험은 골재의 입도 및 함수량의 변화에 따라 균등한 시멘트 콘크리트를 얻기 위하여 필요한 것이다. 따라서 굵은골재의 최대치수, 단위용적중량 및 잔골재의 조립률이 기준 시험의 결과와 현저하게 다를 때는 시방배합을 변경해야 한다.
- 【주4】 중성자수분계(中性子水計)를 사용하여 표면수량을 측정하여 그 측정결과에 기초하여 계량을 자동제어하는 장치를 사용하고 있는 배치플랜트에서는 시멘트 콘크리트의 압축강도의 변동이 현저히 줄어들 수 있다.
- 【주5】 컨시스턴시 시험은 기계화시공이 주를 이루고 있는 현재는 특히 중요하다. 시험치가 규격치를 벗어날 염려가 있는 경우는 사용재료의 품질, 골재의 함수량 계량, 운반의 상황 및 시멘트 콘크리트 온도 등에 대해서 검토하여 필요가 있으면 배합을 변경 또는 수정한다. 컨시스턴시 시험에는 여러 가지의 방법이 있으나 현장에서 조작이 간편하면서 정확히 표현할 수 있는 시험방법은 없다. 다만, 경험 있는 품질기술자가 시공 기계에 의한 다짐상황을 잘 관찰하면 컨시스턴시의 적부가 판단되므로 공사 중 시험과 함께 시공 상황을 지속해서 관찰하여야 한다.
- 【주6】 본 지침에서는 AE제를 사용하는 것을 원칙으로 하고 있으므로 현장에서 공기량 시험은 반드시 수행하여야 한다. 공기량이 소요의 값보다 낮으면 워커빌리티가 저하되며, 높으면 강도가 저하하게 된다. 시험치가 목표치를 벗어날 염려가 있는 경우에는 사용재료의 품질, 계량, 운반의 상황, 시멘트 콘크리트의 컨시스턴시 및 온도 등에 대해 검토하고 필요한 경우 배합을 변경한다. 시험 빈도는 KCS 14 20 10에 따르면 하였다.
- 【주7】 덧씌우기식 공사에서 차량 개통 등을 위한 강도 확보 여부는 현장에서 시험을 통해 결정한다. 조기 소요 강도의 확인은 현장에서 채취된 압축강도의 시험 외에, 강도 추정을 위해 코어 압축강도 시험 또는 사전에 검증된 비파괴 시험을 사용할 수 있다. 현장 강도의 추정을 위한 코어의 위치와 크기, 강도 추정 방법, 그리고 Pull-out 시험(ASTM C 900)의 장비와 측정 위치, 추정 방법 등은 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

해 설

□ 일반사항

- 품질 및 규격을 관리할 때 다음과 같은 사항을 주의하여야 한다.
 - 반입, 저장 등 각 단계에서 균일한 재료가 사용되도록 하면서 표준화된 작업 절차를 유지하여, 품질과 규격 관리를 위한 표본 추출(Sampling)과 측정 횟수를 최소한으로 하여도 충분히 관리가 되는 체제를 만들어야 한다.
 - 가능한 간편하고 신속한 결과를 얻는 방법을 선정하여 공사 중에 지속적으로 측정하고, 이상이 있을 때에는 다른 시험 및 측정을 추가하여 자세히 조사해야 한다.
 - 일상적인 관리를 위한 시험 결과나 규정된 측정 결과에 기초하고, 필요하면 수정을 하여야 한다.
- 이를 위해서는 각 관리 수단의 목적을 충분히 이해하고, 현장에서 시험 및 측정에 사용할 기계 기구의 정비·점검을 충분히 하여 시험의 오차가 최소가 되도록 하고, 시험 측정에 의하여 얻은 결과를 신속하게 정리하여야 한다.
- 공사가 종료되거나 준공된 후의 현상에 대해서는 시험을 통해 측정할 수 있는 부분이 한계가 있고, 국부적인 이상도 일상관리 시험으로는 발견하기 어렵다. 따라서 현장을 관리하는 기술자는 관리의 일환으로 평상시 공사의 세부 사항에 대해서 꼼꼼히 관찰해 두어야 한다.
- 일반적으로 품질 및 규격의 변동이 적은 것이 경제적이다. 예를 들면, 기층면의 평탄성이 좋지 않게 시공하면 슬래브 두께를 확보하기 위한 시멘트 콘크리트량이 많아서 비경제적인 결과가 될 수 있다.
- 시험이나 측정의 횟수를 늘리기보다는 먼저 재료의 종류나 시공 방법의 변경을 최소한으로 하여 관리의 대상을 가능한 균일하게 하여야 한다. 예를 들면, 보조기층재료의 채취장을 선정할 때 균일한 재료를 얻을 수 있는 장소를 선정하면 시험을 번번이 하지 않아도 균일한 보조기층재료를 사용할 수 있다. 토취장이 여러 곳으로 분산되면 그때마다 선정시험부터 다시 해야 한다. 동일 개소라도 여러 층으로 나뉘어져 있는 경우에는 혼합하여 채취하더라도 쉽사리 균일한 것을 얻을 수가 없다. 또

시멘트 콘크리트 플랜트 부지를 선정하는 경우 골재 저장소에 충분한 여유가 있으면 품질과 함께 공정도 안정화되지만, 장소가 협소하여 무리하여 쌓아 올리면 골재가 분리되고 저장시간도 달라지므로 함수량의 변동이 심할 수 있다.

- 소규모 공사에는 변동을 줄이기보다는 충분한 여유를 두는 것이 합리적일 때가 있다. 예를 들면 시멘트를 여유 있게 확보하는 방법이다.

□ 규격의 관리

- 규격의 관리는 완성된 규격이 검사에 합격하도록 하는 것으로, 기준고, 폭 연장, 두께, 평탄성 등에 대해서 행한다. 일반적으로 규격에 미달하면 재시공하는데 많은 비용과 시간이 필요하므로, 이를 없애기 위해서도 일상의 관리가 극히 중요하다.
- 규격의 관리 기준을 만족하도록 공사의 관리 방법과 작업 표준을 사전에 정하여 모든 작업원이 숙지하여야 한다. 동시에 시공 중에 측정된 각 기록은 신속하게 정리하여 필요하면 그 결과가 항상 시공에 반영할 수 있도록 하여야 한다. 규격의 관리에 사용하는 관리 기준은 일반적으로 검사기준과 시공 능력을 고려하여 정하나 <표 9.2>에 규격 관리를 위한 측정 빈도와 기준을 나타낸다.
- 포장의 기준이 되는 높이는 린 시멘트 콘크리트의 최종 마무리되는 면의 높이를 활용한다. 보조기층인 경우에는 보조기층의 최종 마무리되는 면의 높이를 활용한다.
- 포장의 폭은 노상면 위에서부터 관리하나, 시멘트 콘크리트 슬래브에서도 재확인하는 것이 좋으며, 성토 구간이나, 측방에 측구를 설치하는 경우 등은 노상면 위에서부터 층별로 관리해야 한다.
- 시멘트 콘크리트 슬래브의 두께는 포장체의 수명과 상당한 연관성이 있으므로, 신중하게 측정하여야 한다. 두께를 측정하는 방법은 코어를 채취하는 방법 또는 비파괴 기법을 활용하여 측정하는 방법 등이 있다.
- 포장면의 평탄성 측정은 3.0m 프로파일미터, 7.6m 프로파일미터 등이 이용됐으나, 최근에는 주로 7.6m 프로파일미터에 의한 PrI(Profile Index)값으로 측정하거나 IRI(International Roughness Index)를 이용하는 경우도 있다.

□ 시멘트 콘크리트의 품질관리

- 공사 개시 후 공정의 안정화와 품질의 만족 여부를 판정하기 위하여 일반적으로 <표 9.3>에 표시한 바와 같이 사용 재료 및 시멘트 콘크리트의 시험을 한다. 시험 결과에 의하여 시멘트 콘크리트를 관리하는 데에도 관리도를 사용하는 것이 좋다. 또한 계량치의 자동기록 장치를 가진 경우에는 그 기록을 기반으로 관리하여도 된다. 그리고 현장 배합이 보정되거나 수정된 경우, 관련 서류를 보관하여야 한다.
- 거푸집을 떼어내는 시기나 교통을 개방하는 시기의 결정 및 양생의 적부 확인을 위해서는 현장과 동일한 조건으로 양생한 공시체에 대하여 시험하는 것을 원칙으로 한다. 공시체를 활용하는 대신에 최근에는 성숙도(Maturity) 개념을 사용하기도 한다.
- 덧씌우기식 교면 포장에서 시멘트 콘크리트의 강도는 재령 28일에서의 압축강도를 기준으로 하지만, 조기에 차량 하중이 재하되는 경우가 있다. 이때 기준이 되는 압축강도는 21MPa 이상이어야 하고, 해당 재령 시간(예: 4시간 등)에 현장에서 제작된 공시체의 압축강도를 측정하여 결정한다. 공사 관리를 위해서 압축강도 공시체는 해당 공사 시·중점의 시멘트 콘크리트의 강도를 대표할 수 있어야 한다.

줄눈의 품질관리

- 줄눈에 관한 품질관리는 줄눈의 위치, 간격, 깊이 및 폭을 설계대로 설치되었는지의 여부를 육안으로 점검하는 것과 줄눈재의 형상에 대해 점검하는 것이다. 맹줄눈의 절단은 시멘트 콘크리트가 경화하여 절단 시 줄눈부의 파손이 생기지 않는 가능한 한 빠른 시기에 절단하는 것이 좋다. 이 시기는 시험 시공 시에 결정하는 것이 좋다. 이와 관련해서는 성숙도 개념을 사용하여 포장체의 강도를 파악하고, 이에 근거하여 날짜별로 줄눈 설치 시기를 결정하는 방법이 도입되고 있다.
- 줄눈 홈을 완전히 청소한 후 건조시킨 상태에서 이물질이 들어가지 않도록 즉, 백업재 또는 줄눈재를 주입해야 하며, 줄눈재가 슬래브 표면보다 높지 않아야 한다.

시험 결과의 기록

- 품질 및 규격관리는 요구되는 품질과 규격을 갖는 포장을 경제적으로 만들기 위한 수단이다. 또한 적용된 기술의 적절성과 향상을 위한 귀중한 자료로 활용된다. 따라서 품질 및 규격관리의 결과에 대한 기록물을 공사 직후 또는 추후에 이용하기 쉬운 형태로 종합 정리하여 두는 것이 필요하다.

- 사용 재료의 품질에 대해서는 선정 시험에 표시된 품질 시험의 결과를 각 항목에 대해서 정리한다. 시멘트, 골재, 강재 등에 대해서는 제조 공장의 품질보증서 또는 시험 성적표를 첨부하여 둔다.
- 지방 배합표는 양식에 따라 작성하고, 현장 배합표와 함께 보관한다.

9.4 검사

- (1) 검사는 발주자와 도급자간의 계약에 따라 포장기 시방서, 설계도서에 정해진 조건과 같이 완성되어 있는가를 확인하기 위한 행위를 말한다. 검사에 합격했다고 하는 것은 품질과 규격이 보증된 것을 의미하므로 검사에 관여 시에는 공정한 판정 태도와 숙련된 기술이 필요하다.
- (2) 검사를 위한 시험은 사전에 감독자의 승인을 받아서 시행하여야 하고, 시공 공정과 현장 환경이 고려되도록 관리하여야 한다.

해 설

일반사항

- 검사는 발주자가 직접 행하는 것으로, 도급자가 행하는 품질 관리, 설계 규격 관리와는 다른 것이지만, 경우에 따라서는 도급자의 품질관리 결과를 검사 자료로 이용할 수가 있다. 특히, 파괴 검사를 수반할 때는 시공 중의 품질관리, 규격 관리의 결과를 사전에 면밀히 참고하여 완성된 성과물의 손상이 최소가 되도록 신중히 수행하여야 한다.
- 검사 항목은 필요한 최소의 것으로 하는 것이 좋으며, 검사에 사용되는 측정 방법이나 시험 방법은 간단하고, 신뢰도가 높으며, 누구든지 용이하게 사용할 수 있어야 한다.
- 검사는 포장의 완성 후에 행하는 것이 원칙이나, 확인이 곤란하고 완성된 형태를 파손해야 하므로, 시공 각 단계에서 행하는 것이 적절한 것도 있다.
- 검사는 설계규격 검사, 품질검사, 선정 시험의 확인(재료 검사 등)으로 되어 있다.

□ 검사의 방법

- 포장은 전수검사를 행할 수 없으므로 발체 검사에 의하여 판정을 하는 것이 실제적이다. 공사의 규격 및 품질을 판정하기 위한 1롯드(lot)의 크기는 설계 규격 및 품질관리 시 모두 10,000m² 이하를 원칙으로 한다.
- 롯데의 크기는 공사의 규모와 시공 방법, 시공 조건 등을 고려하여 합격·불합격의 판정에 사용하는 전 샘플 수를 최종적으로 결정하는 것이 좋다.
- 시멘트 콘크리트의 합격·불합격의 판정을 위한 롯데의 크기는 특히 주의하여 정하여야 한다.
- 검사는 발체 검사이다. 전반적 시공상태가 양호하여도 포장이 판정 결과 불합격된 경우에는 검사 대상이 된 1롯데 전체를 불합격으로 판정하여 재시공 등의 처치를 취하지 않고 검사 대상이 되는 롯데의 크기를 작게 하여 재차 검사를 할 수가 있다.
- 선정 시험 결과의 확인은 도급자가 행한 시험 결과에 의하여 판정하는 것을 원칙으로 한다. 선정 시험 중 재료의 품질 시험 등 KS에 품질이 정해진 것에 대해서는 제조자에 의한 시험 성적표로 확인한다.
- 시공 공정을 고려하여 표준 재령 외에 소요 강도 등을 결정할 필요가 있을 경우, 현장 시험을 원칙으로 한다.

□ 규격 측정 방법

- 두께를 해당 층 상하면의 높이로 측정할 경우는 코어 주위의 4개소에서 측정치의 평균으로 구한다. 또 동일 공중에서 2층 이상으로 시공한 경우는 전체 두께로 측정한다.
- 폭의 측정은 전폭을 측정하는 것을 원칙으로 하며, 중앙 분리대 등이 있는 경우에는 분리대에 의해 구분된 각각의 폭을 측정한다.
- 평탄성은 7.6m 프로파일미터에 의해 측정하는 것을 원칙으로 한다. 프로파일 인덱스(Profile Index)는 7.6m 프로파일미터를 사용할 경우 본선 토공부 및 편도 4차로 이상의 터널은 16cm/km 이하이어야 한다. 다만, 현장여건상 대형 조합 장비의 투입이 불가능한 경우와 종단경사 5% 이상 및 평면 곡선반경이 600m 이하구간은 24cm/km 이하로 한다.

□ 품질의 검사 방법

- 시멘트 콘크리트 슬래브에서의 품질 검사는 휨강도로 한다. 시멘트 콘크리트 슬래브의 휨강도는 현장에 부설된 시멘트 콘크리트 또는 플랜트에서 채취한 시멘트 콘크리트를 사용하여 KS F 2408(시멘트 콘크리트의 휨강도(단순보의 3등분점 하중법) 시험방법)에 따라 측정한다.
- 교면포장용 콘크리트의 품질검사는 압축강도로 한다. 압축강도는 KS F 2405에 따라 측정한다.
- 덧씌우기식과 같이 교통 개방을 위한 목표 강도의 확보 여부는 코어의 압축강도 시험 또는 Pull-out 시험(ASTM C 900)을 통해서 확인하여야 한다.
- 교면포장 콘크리트의 코어 압축강도 시험 방법은 <부속서 I>에 제시하였다.
- Pull-out 시험(ASTM C 900)과 같은 국부 손상을 포함하는 비파괴 시험은 덧씌우기식 시멘트 콘크리트(초속경 LMC)에 대한 실내 실험을 통해 현장 적용이 가능한 신뢰도를 확보하는 것으로 연구되었다. 국내 시멘트 콘크리트 교면포장 공사에 적용할 수 있도록 개선된 시험 방법을 <부속서II>, <부속서III>에 제시하였다. 시험값의 신뢰도와 압축강도의 합리적 추정을 위해서 인발하중의 검교정이 가능한 장비와 매입장치를 사용하여야 한다.
- 상기 Pull-out 시험(ASTM C 900)을 국내 시멘트 콘크리트 교면포장에 적합하게 수정하여 다수의 실내 및 현장 시험을 통해 계산된 인발하중의 측정 목표 예는 <표 9.4>와 같다.

<표 9.4> Pull out 시험의 소요 인발하중(PO_{25})

목표강도	f_{cr} (MPa)	PO_{25} (kN)
100%	21.0	17.27
90%	18.90	15.50
85% ¹⁾	17.85	14.61

【주1】 KCS 14 20 10의 3.5.5.7을 준용하여 목표강도의 85%를 제시하였다. 상기 규정은 코어의 압축강도 시험 결과가 평균값은 f_{ck} 의 85%를 초과하고, 각각의 값이 75%를 초과하면 적합한 것으로 제시하고 있다.

- 휨강도를 기준으로 물-시멘트비를 정한 경우, 시멘트 콘크리트의 품질을 검사하려면 휨강도 또는 압축강도의 시험치가 소요의 시멘트 콘크리트 품질을 만족한다면 시멘트 콘크리트는 소요의 품질을 갖고 있다고 보아도 좋다.

- 내구성을 기준으로 물-시멘트비를 정했을 경우 시멘트 콘크리트의 품질을 검사하려면 사전에 구한 물-시멘트비와 압축강도와의 관계에 기준하여 압축강도의 시험치로부터 추정된 물-시멘트비 또는 굳지 않은 시멘트 콘크리트(fresh concrete)를 시험치 평균이 소요 물-시멘트보다 작으면 그 시멘트 콘크리트는 소요 물-시멘트비를 가진다고 보아도 좋다. 물-시멘트비의 변동은 일반적인 표준편차가 0.02 정도이다. 이 변동이 클 때는 변동의 정도에 따라서 배합설계에서 목표로 하는 물-시멘트비를 작게 하는 것이 좋다.

부속서 및 부록

부속서 I 현장 코어 압축강도 시험절차

부속서 II Pull out 실내 시험 절차

부속서 III Pull out 현장 시험 절차

부 록 용어의 정리

시멘트 콘크리트 포장 시공 지침

부속서 I

현장 코어 압축강도 시험 절차

부속서 I

현장 코어 압축강도 시험 절차

1. 적용 범위

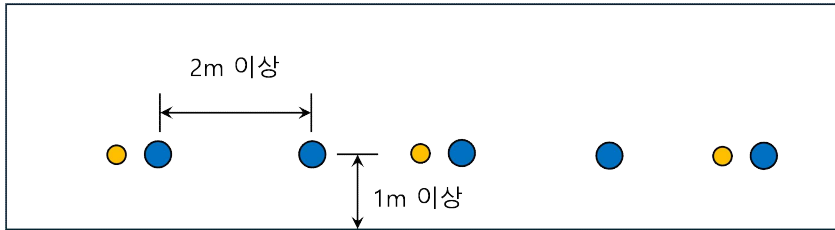
- (1) 이 시험은 교면포장의 시멘트 콘크리트의 압축강도를 추정하기 위한 것이다.
- (2) 현장에서 채취된 콘크리트로 공시체를 제작하여 시험할 경우, 현장에서 양생되는 콘크리트와 양생 조건 및 크기가 다를 수 있으므로, 현장 콘크리트의 압축강도를 평가하는데 이용할 수 있다.

2. 인용표준

- (1) 다음에 나타내는 표준은 이 절차서에 인용됨으로써 이 절차서의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 표준은 그 최신판을 적용한다.
 - KS F 2403, 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
 - KS F 2405, 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
 - KS F 2422, 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법

3. 코어링 위치 선정

- (1) 코어링 위치는 인력 시공이 아닌 기계화 시공을 수행한 교면에서 선정한다.
- (2) 여러 경간이 있는 교량의 경우 대표적인 1개의 경간에서 시험을 수행한다.
- (3) 코어링 위치는 그림 1과 같이 난간이나 중분대에서 최소 1m 이상 이격되어야 한다.
- (4) 압축과 부착강도용 시편의 코어링 위치는 서로 인접하게 하고, 각 부착강도용 코어는 최소 2m 이상을 이격한다.



● 압축강도용 코어 ● 부착강도용 코어

<그림 1> 코어 시편 위치 선정

4. 시편 제작

- (1) 압축강도용 시편의 개수는 3개이고 추가할 수 없다.
- (2) 압축강도용 코어는 외경 50mm 비트로 천공하고, 직경이 40mm 이하인 시편은 강도시험에 사용할 수 없다.
- (3) 최초 압축강도용 코어를 천공한 후 시공두께를 확인하고 부착강도용 시편의 천공 깊이를 결정한다.
- (4) 압축강도용 코어의 천공 깊이는 가능한 깊게 하여, 코어 파단 시 시편에 손상을 최소로 한다.(설계 두께 50mm의 경우 80mm 이상 천공)

5. 시험 방법

- (1) 시공 두께의 측정은 시편의 가장 짧은 경계면으로 기록한다.
- (2) 시편 가공 후 압축강도용 시편의 길이는 직경 대비 1 이상이 되어야 하고, 0.9 이하는 사용하지 않는다.
- (3) 코어 공시체의 압축강도 시험법은 KS F 2405 및 KS F 2422에 따른다. 다만, 공시체의 높이가 지름의 2배보다 작은 경우에는 시험에서 얻어진 압축강도에 표 1의 보정계수를 곱하여 지름의 2배 높이를 가진 공시체의 강도로 환산한다.
- (4) 현장에서 채취한 시편은 양생불량이나, 재료, 시공상의 문제로 미세균열 및 공극 발생 등의 여러 가지 변수를 포함하므로 압축강도의 변동성은 클 수 있다.

〈표 1〉 높이(h)와 지름(d)의 비에 대한 보정 계수

높이와 지름의 비(h/d)	보정 계수	비고
2.00	1.00	h/d가 1.00 내지 2.00 사이인 경우는 보간법으로 구한다.
1.75	0.98	
1.50	0.96	
1.25	0.93	
1.00	0.89	

6. 시험 보고서

- (1) 시험을 수행한 개소 수 (개소)
- (2) 시험 위치
- (3) 시험 날짜
- (4) 재령(코어 채취 및 시험 시의 재령)
- (5) 평균지름, 평균 높이 및 보정계수(mm)
- (6) 최대하중(kN)
- (7) 압축강도(MPa)

시멘트 콘크리트 포장 시공 지침

부속서 II

Pull out 실내 시험 절차

부속서 II Pull out 실내 시험 절차

1. 적용 범위

- (1) 이 시험은 콘크리트 시험편 또는 구조물에 매립된 금속 인서트와 부착된 콘크리트 파편을 당기는데 필요한 힘을 측정하여 경화된 콘크리트의 인발 강도를 결정하는 방법을 다루며 Pull out 시험기를 사용하여 현장 콘크리트의 Pull out 시험 값을 측정함으로써 콘크리트의 압축강도를 추정하기 위한 것이다.
- (2) 시험에 의해 결정되는 Pull out 시험 값은 콘크리트의 균등성을 평가하고 품질이 저하되었거나 시멘트의 수화작용에 의해 발생된 콘크리트의 특성 변화를 평가하는데 이용할 수 있다. 또한 거푸집 및 동바리를 제거할 수 있는 시간을 결정할 때 이용할 수 있다.
- (3) 시험결과는 콘크리트의 Pull out 시험 값과 압축강도 사이의 상관관계에 따른 상관식을 토대로 적용한다.

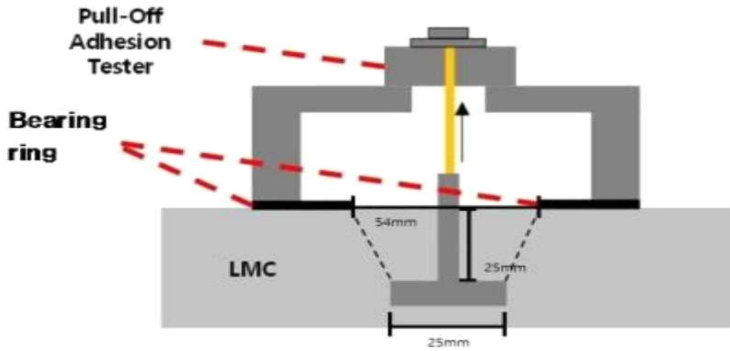
2. 인용표준

- (1) 다음에 나타내는 표준은 이 절차서에 인용됨으로써 이 절차서의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 표준은 그 최신판을 적용한다.
 - ASTM C 900, Standard Test Method for Pull out Strength of Hardened Concrete
 - KS F 2403, 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
 - KS F 2405, 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
 - KS F 2422, 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
 - KS F 2732, 콘크리트 압축 강도 추정을 위한 인발 강도 시험방법

3. 시험 장치

- (1) Pull out 시험 개략도는 <그림 1>과 같다.
- (2) Pull out 시험기<그림 2, 3> - 인서트에 수직으로 힘을 가할 수 있고, 일정한 속도로 힘을 가할 수 있으며, 인서트 삽입부 원추 절두체가 파손 될 때까지 충분한 힘을 가할 수 있어야 한다. (DY-216 - Max 16kN / DY-225 - Max 25kN)

- (3) 인서트<그림 4, 5> - 콘크리트 성분과 반응하지 않는 금속으로 만들어져야 하며, 원통형 헤드와 매설 깊이를 고정하기 위한 샤프트로 구성되어야 한다. 또한 인서트 헤드의 측면은 매끄러워야 한다.



<그림 1> Pull out 시험 개략도



<그림 2> 인발시험기(16kN)



<그림 3> 인발시험기(25kN)

- (4) 베어링 링<그림 6> - 변형이나 손상이 없는 충분한 두께의 금속 재질이어야 한다.
- (5) 드로볼트<그림 7> - Pull out 시험기와 인서트 샤프트를 단단히 고정시키기 위한 시계추 모양의 M10 볼트이다.코어링 위치는 인력 시공이 아닌 기계화 시공을 수행한 교면에서 선정한다.



<그림 4> 인서트 헤드(25mm)



<그림 5> 인서트 샤프트(25mm)



<그림 6> 베어링 링



<그림 7> 드로볼트

4. 시편 방법 요약

- (1) Pull out 시험은 기존 ASTM C900에서 제시하고 있는 시험 장비들을 현재 국내에서 사용 중인 장비들로 대체하여 시험을 진행한다.
- (2) 기존 시험 장비의 경우 경화된 콘크리트 구조물에 시험을 하기 때문에 별도의 드릴과 삽입할 Shaft 장비가 필요하나, 본 시험에서는 콘크리트 타설 직후부터 시험을 하기 때문에 경화 후 구멍을 뚫어서 인서트를 삽입하여 시험을 진행하는 것보다 시간과 비용이 적게 들며, 경화되기 전에 자체 제작한 인서트를 삽입한 후 인장력을 주어 강도를 측정 하므로 기존 시험 방법보다 간단하게 시험을 진행할 수 있다.
- (3) 실내에서 콘크리트 배합이 완료되면 인서트가 체결된 고정지그 디스크를 지정된 시험 위치

에 매립시킨다.

- (4) 콘크리트가 적당히 경화되면 삽입한 고정지그 디스크를 인서트에서 분리, 제거하여 인서트만 콘크리트 내부에 매립되어 있도록 한다.
- (5) 매립된 인서트를 기존의 부착강도 시험기와 같은 인발시험기를 이용하여 최대 하중시까지 측정한다.

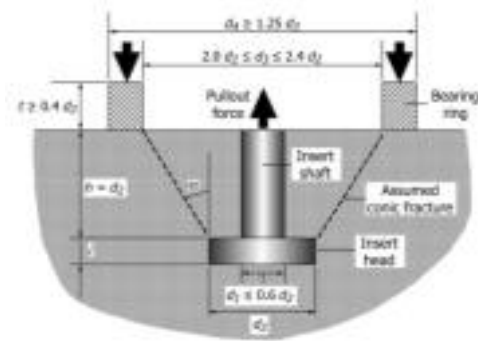
5. 시험의 의의 및 활용

- (1) Pull out 시험 값을 현장에 적용하기 위해서 실내에서 Pull out 시험을 진행하여 콘크리트 압축강도와 상관관계를 확인하고 상관식을 도출하여 현장에서 활용한다.
- (2) Pull out 시험 값은 콘크리트 구조물의 강도 평가 및 품질이 다른 구역이나 열화된 지역의 파악에 활용된다.
- (3) 측정된 인발강도는 원추 절두체로 표현되는 영역 내 콘크리트의 강도를 나타낸다. 일반적인 표면 설치의 경우 인발 강도는 콘크리트 부재의 외부 영역 품질을 나타내며, 철근 콘크리트 부재의 피복 영역을 평가하는데 활용할 수 있다.
- (4) Pull out 시험값은 시멘트 콘크리트로 포장된 도로에서 활용이 가능하며 조기 교통개방이 필요한 도로에서의 교통개방 기준으로 활용할 수 있다.

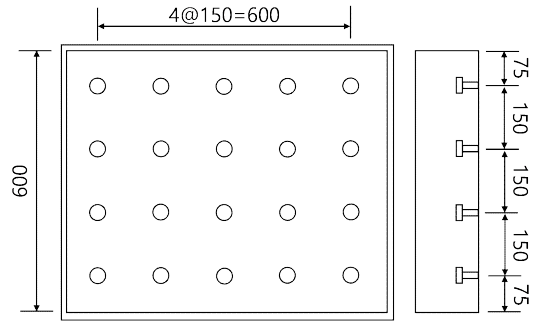
6. 시험 규격

- (1) 인서트 헤드의 직경은 25mm이어야 한다.
- (2) 인서트 헤드와 연결된 샤프트의 직경은 헤드의 0.6배 이하(15mm 이하)이어야 한다.
- (3) 인서트 헤드와 연결된 샤프트의 길이는 인서트 헤드의 직경과 같은 25mm이어야 한다.
- (4) 베어링 링의 내경은 인서트 헤드 직경의 2배 이상, 2.4배 이하(50~60mm)이어야 한다.
- (5) 베어링 링의 외경은 내경의 1.25배(62.5mm) 이상이어야 한다.
- (6) 베어링의 높이는 인서트 헤드 직경의 0.4배 이상(10mm 이상)이어야 한다.
- (7) 인서트의 삽입 깊이는 인서트 헤드의 직경과 같은 25mm이어야 한다.
- (8) Pull out 시험은 25mm 직경의 인서트 헤드를 사용하기에 굵은골재 최대치수 37.5mm까지 시험이 가능하다.
- (9) 인발시험기의 정밀도는 0.01kN 이상이어야 한다.
- (10) 콘크리트 가장자리와 인서트 사이의 간격은 헤드 직경의 3배 이상(75mm 이상)이어야 한다.

- (11) 인서트 사이의 간격은 헤드 직경의 6배(150mm)이상이 되어야 한다.
- (12) 인발시험기는 $70 \pm 30 \text{ kPa/s}$ 의 균일한 속도로 하중을 가한다.



<그림 8> Pull Out 시험 규격



<그림 9> 인서트 삽입 개념도(단위: mm)

7. 시험 절차 및 방법

- (1) 시험편의 수는 시험의 목적을 만족할 수 있는 숫자로 하되, 최소한 5개 이상이어야 한다.
- (2) 동일한 깊이로 매립될 수 있도록 고정지그 디스크에 인서트를 체결하고, 고정지그 디스크가 콘크리트 경화 후 콘크리트에서 잘 떨어질 수 있도록 이형제로 완전히 코팅해준다.
- (3) <그림 10>(a), (b)와 같이 실내에서 지정된 배합비로 콘크리트를 배합하고 틀에 부어 준비한 인서트를 시험 위치에 삽입한다.
- (4) 인서트 샤프트와 고정지그 디스크 체결부에 존재할 수 있는 기포를 제거하기 위해 고정지그 디스크를 잡고 콘크리트와 골재가 분리되지 않도록 주의하며 상, 하, 좌, 우로 4~5회 움직여 준다.
- (5) <그림 10>(c)와 같이 초기 경화가 진행되면 고정지그를 제거한다.
- (6) <그림 10>(d)와 같이 인서트 중심을 중앙으로 하여 베어링 링을 놓고, 그 뒤에 Pull out 시험기를 올려 놓는다.
- (7) 인서트 샤프트에 드로볼트를 돌려 넣어 단단히 고정시킨 후 Pull out 시험기에 드로볼트를 체결시킨다.
- (8) Pull out 시험기 압력 표시기를 0 값으로 설정 후, $70 \pm 30 \text{ kPa/s}$ 비율로 균일하게 하중이

- 증가하도록 시험기를 작동시킨다.
- (9) 시험기의 최대 하중값을 읽고, 0.01kN까지 기록한다.

8. 계산

- (1) Pull out 시험 결과 5개 중 중간치 3개 시험 결과값의 평균을 0.01kN까지 계산한다.

9. 시험 보고서

- (1) 시험을 수행한 개소 수 (개소)
- (2) 시험 위치
- (3) 시험 날짜
- (4) 재령(코어 채취 및 시험 시의 재령)
- (5) 평균지름, 평균 높이 및 보정계수(mm)
- (6) 최대하중(kN)
- (7) 압축강도(MPa)



(a) 콘크리트 배합 후 모판 몰드 제작



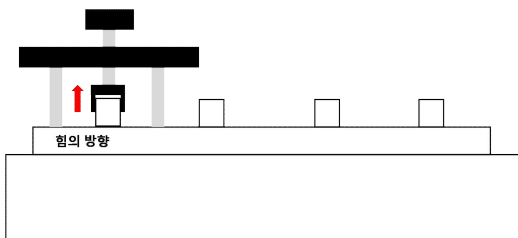
(b) 인서트와 고정지그 삽입



(c) 고정지그 제거



(d) Pull out 장비 체결



(e) Pull out 시험



(f) Pull out 시험 후

<그림 10> Pull out 실내 시험 절차

시멘트 콘크리트 포장 시공 지침

부속서 III

Pull out 현장 시험 절차

부속서 III Pull out 현장 시험 절차

1. 적용 범위

- (1) 이 시험은 콘크리트 시험편 또는 구조물에 매립된 금속 인서트와 부착된 콘크리트 파편을 당기는데 필요한 힘을 측정하여 경화된 콘크리트의 인발 강도를 결정하는 방법을 다루며 Pull out 시험기를 사용하여 현장 콘크리트의 Pull out 시험 값을 측정함으로써 콘크리트의 압축강도를 추정하기 위한 것이다.
- (2) 시험에 의해 결정되는 Pull out 시험 값은 콘크리트의 균등성을 평가하고 품질이 저하되었거나 시멘트의 수화작용에 의해 발생된 콘크리트의 특성 변화를 평가하는데 이용할 수 있다. 또한 거푸집 및 동바리를 제거할 수 있는 시간을 결정할 때 이용할 수 있다.
- (3) 시험결과는 콘크리트의 Pull out 시험 값과 압축강도 사이의 상관관계에 따른 상관식을 토대로 적용한다.

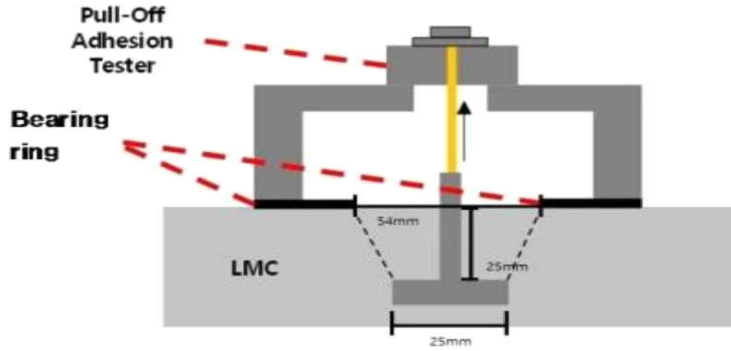
2. 인용표준

- (1) 다음에 나타내는 표준은 이 절차서에 인용됨으로써 이 절차서의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 표준은 그 최신판을 적용한다.
 - ASTM C 900, Standard Test Method for Pull out Strength of Hardened Concrete
 - KS F 2403, 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
 - KS F 2405, 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
 - KS F 2422, 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
 - KS F 2732, 콘크리트 압축 강도 추정을 위한 인발 강도 시험방법

3. 시험 장치

- (1) Pull out 시험 개략도는 <그림 1>과 같다.
- (2) Pull out 시험기<그림 2, 3> - 인서트에 수직으로 힘을 가할 수 있고, 일정한 속도로 힘을 가할 수 있으며, 인서트 삽입부 원추 절두체가 파손 될 때까지 충분한 힘을 가할 수 있어야 한다. (DY-216 - Max 16kN / DY-225 - Max 25kN)

- (3) 인서트<그림 4, 5> - 콘크리트 성분과 반응하지 않는 금속으로 만들어져야 하며, 원통형 헤드와 매설 깊이를 고정하기 위한 샤프트로 구성되어야 한다. 또한 인서트 헤드의 측면은 매끄러워야 한다.



<그림 1> Pull out 시험 개략도



<그림 2> 인발시험기(16kN)



<그림 3> 인발시험기(25kN)

- (4) 베어링 링<그림 6> - 변형이나 손상이 없는 충분한 두께의 금속 재질이어야 한다.
 (5) 드로볼트<그림 7> - Pull out 시험기와 인서트 샤프트를 단단히 고정시키기 위한 시계추 모양의 M10 볼트이다.



<그림 4> 인서트 헤드(25mm)



<그림 5> 인서트 샤프트(25mm)



<그림 6> 베어링 링



<그림 7> 드로볼트

4. 시편 방법 요약

- (1) Pull out 시험은 기존 ASTM C900에서 제시하고 있는 시험 장비들을 현재 국내에서 사용중인 장비들로 대체하여 시험을 진행한다.
- (2) 기존 시험 장비의 경우 경화된 콘크리트 구조물에 시험을 하기 때문에 별도의 드릴과 삽입할 Shaft 장비가 필요하나, 본 시험에서는 콘크리트 타설 직후부터 시험을 하기 때문에 경화 후 구멍을 뚫어서 인서트를 삽입하여 시험을 진행하는 것보다 시간과 비용이 적게 들며, 경화되기 전에 자체 제작한 인서트를 삽입한 후 인장력을 주어 강도를 측정하므로 기존 시험 방법보다 간단하게 시험을 진행 할 수 있다.
- (3) 현장에서 콘크리트 포설이 완료되면 인서트가 체결된 고정지그 디스크를 지정된 시험 위치

에 매립시킨다.

- (4) 콘크리트가 적당히 경화되면 삽입한 고정지그 디스크를 인서트에서 분리, 제거하여 인서트만 콘크리트 내부에 매립되어 있도록 한다.
- (5) 매립된 인서트를 기존의 부착강도 시험기와 같은 인발시험기를 이용하여 최대 하중시까지 측정한다.

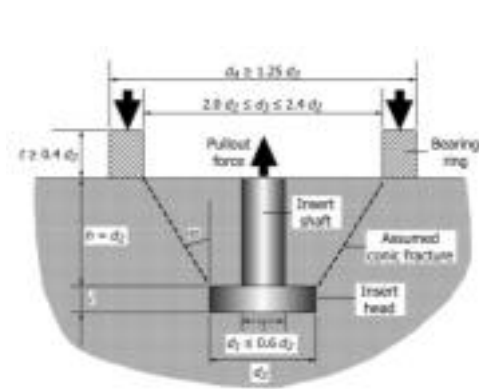
5. 시험의 의의 및 활용

- (1) Pull out 시험 값을 현장에 적용하기 위해서 실내에서 Pull out 시험을 진행하여 콘크리트 압축강도와 상관관계를 확인하고 상관식을 도출하여 현장에서 활용한다.
- (2) Pull out 시험 값은 콘크리트 구조물의 강도 평가 및 품질이 다른 구역이나 열화된 지역의 파악에 활용된다.
- (3) 측정된 인발강도는 원추 절두체로 표현되는 영역 내 콘크리트의 강도를 나타낸다. 일반적인 표면 설치의 경우 인발 강도는 콘크리트 부채의 외부 영역 품질을 나타내며, 철근 콘크리트 부채의 피복 영역을 평가하는데 활용할 수 있다.
- (4) Pull out 시험값은 시멘트 콘크리트로 포장된 도로에서 활용이 가능하며 조기 교통개방이 필요한 도로에서의 교통개방 기준으로 활용할 수 있다.

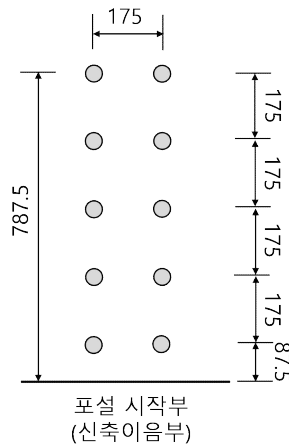
6. 시험 규격

- (1) 인서트 헤드의 직경은 25mm이어야 한다.
- (2) 인서트 헤드와 연결된 샤프트의 직경은 헤드의 0.6배 이하(15mm 이하)이어야 한다.
- (3) 인서트 헤드와 연결된 샤프트의 길이는 인서트 헤드의 직경과 같은 25mm이어야 한다.
- (4) 베어링 링의 내경은 인서트 헤드 직경의 2배 이상, 2.4배 이하(50~60mm)이어야 한다.
- (5) 베어링 링의 외경은 내경의 1.25배(62.5mm) 이상이어야 한다.
- (6) 베어링의 높이는 인서트 헤드 직경의 0.4배 이상(10mm 이상)이어야 한다.
- (7) 인서트의 삽입 깊이는 인서트 헤드의 직경과 같은 25mm이어야 한다.
- (8) Pull out 시험은 25mm 직경의 인서트 헤드를 사용하기에 굵은골재 최대치수 37.5mm까지 시험이 가능하다.
- (9) 인발시험기의 정밀도는 0.01kN 이상이어야 한다.
- (10) 콘크리트 가장자리와 인서트 사이의 간격은 헤드 직경의 3.5배 이상(87.5mm 이상)이어야 한다.

- (11) 인서트 사이의 간격은 헤드 직경의 7배(175mm)가 되어야 한다.
- (12) 인발시험기는 70±30kPa/s의 균일한 속도로 하중을 가한다.



<그림 8> Pull out 시험 규격



<그림 9> 인서트 삽입 개념도(단위: mm)

7. 시험 절차 및 방법

- (1) 시험편의 수는 시험의 목적을 만족할 수 있는 숫자로 하되, 한 조당 5개 이상이어야 한다.
- (2) <그림 10>(a)와 같이 동일한 깊이로 매립될 수 있도록 고정지그 디스크에 인서트를 체결하고, 고정지그 디스크가 콘크리트 경화 후 콘크리트에서 잘 떨어질 수 있도록 이형제로 완전히 코팅해준다.
- (3) <그림 10>(b),(c)와 같이 현장에서 콘크리트 생산 및 포설이 진행되고 타이닝 작업이 완료되면 준비한 인서트를 시험 위치에 삽입한다. 시험 위치 선정은 차량 통행시 차륜에 의한 시험부위의 파손을 고려하여 상대적으로 차량 통행이 적은 갯길 등이 적당하다.
- (4) 인서트 샤프트와 고정지그 디스크 체결부에 존재할 수 있는 기포를 제거하기 위해 고정지그 디스크를 잡고 콘크리트와 골재가 분리되지 않도록 주의하며 상하좌우로 4~5회 움직여 준다.
- (5) <그림 10>(d)와 같이 초기 경화가 진행되면 고정지그를 제거한다.
- (6) <그림 10>(e)와 같이 인서트 중심을 중앙으로 하여 베어링 링을 놓고, 그 뒤에 Pull out 시험기를 올려 놓는다.

- (7) 인서트 샤프트에 드로볼트를 돌려 넣어 단단히 고정시킨 후 Pull out 시험기에 드로볼트를 체결시킨다.
- (8) Pull out 시험기 압력 표시기를 0 값으로 설정 후, 70 ± 30 kPa/s 비율로 균일하게 하중이 증가하도록 시험기를 작동시킨다.
- (9) 시험기의 최대 하중값을 읽고, 0.01kN 까지 기록한다.
- (10) 시험 종료 후 인서트를 제거하고, 손상이 발생한 부위의 먼지와 이물질을 완전히 제거한다. 초속경 시멘트나 폴리머 등을 이용하여 폐공을 메우고, 그라인더로 표면을 정리한다.



(a) 인서트 체결



(b) 이형제 코팅



(c) 인서트와 고정지그 삽입



(d) 인서트와 고정지그 설치

<그림 10> Pull out 현장 시험 절차

8. 계산

(1) 재령별 Pull out 시험 결과 5개 중 중간치 3개 시험 결과값의 평균을 0.01kN까지 계산한다.

9. 시험 보고서

- (1) 시험을 수행한 개소 수 (개소)
- (2) 시험 위치
- (3) 시험 날짜
- (4) 인서트 헤드 직경
- (5) 9.1.5 Pull out 시험 결과값 (kN)



(e) 고정 지그 제거



(f) Pull out 시험

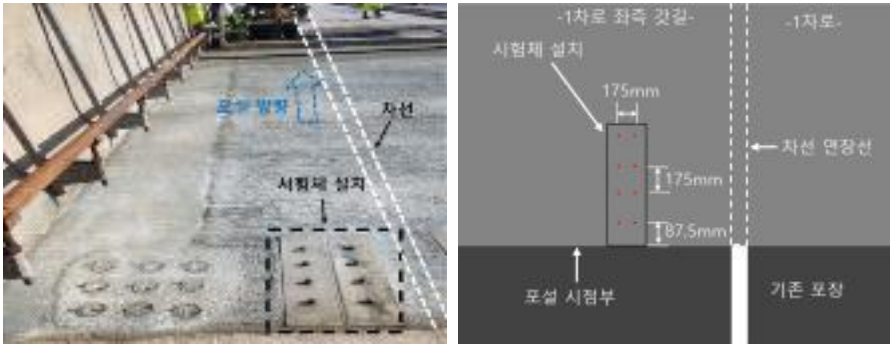


(g) Pull out 시험 콘 파괴



(h) 시험 종료 폐공

<그림 10> Pull out 현장 시험 절차(계속)



<그림 11> 1차로 포설 시 현장 Pull out 시험 위치: 1차로 좌측 갓길부(측대 포함)



<그림 12> 우측 끝차로 포설시 현장 Pull out 시험 위치: 우측 끝차로 갓길부(측대 포함)



<그림 13> 다차로 구간 중 중간차로 포설 시 현장 Pull out 시험 위치: 차로 중앙부

부록

용어의 정의

용어의 정의



- **가로줄눈 (Transverse Joint)**

도로 중심선에 대하여 직각방향으로 만든 콘크리트 포장 슬래브 줄눈의 총칭으로 기능에 따라 수축줄눈, 팽창줄눈, 흠줄눈 등으로 나뉜다.

- **감독자**

'건설기술관리법 제35조'의 규정에 의하여 발주청장이 임명한 감독자를 말한다. 다만 '건설기술관리법 제27조'의 규정에 의하여 책임감리를 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 감리원을 말한다.

- **강도 (Strength)**

재료가 가지고 있는 하중에 대한 저항능력. 하중에 따라 재료가 견딜 수 있는 응력의 종류에 따라 인장강도, 압축강도, 휨강도, 전단강도 등으로 구분

- **강성 (Stiffness, Rigidity)**

하중을 받는 구조물이나 부재가 변형에 저항하는 성질, 또는 물질의 단단한 성질

- **검사 (Inspection)**

품질이 판정기준에 적합한지의 여부를 판정하는 행위

- **검사자**

기준에 해당 공사의 품질관리를 수행하지 않은 발주자의 직원 또는 검사 권한을 위임받은 자를 말한다. 검사자는 당해 공사의 감독자 또는 시공사 등의 입회하에 선정시험을 포함한 아스팔트 포장 시공 관련 서류, 품질관리 결과 등을 검토하고 포장 현장에서 시료를 채취하여 검사하여야 한다.

- **결합재 (Binder)**

물과 반응하여 콘크리트 강도발현에 기여하는 물질을 생성하는 것의 총칭으로 시멘트, 고로 슬래그 미분말, 플라이애시, 실리카 폼 등을 함유하는 것

- **고로 슬래그 (Blast-furnace Slag)**

철강 슬래그의 일종으로 선철을 제조할 때 발생하는 부산물. 냉각방법에 따라 고로 서냉(徐冷) 슬래그와 고로 수쇄(水碎) 슬래그로 나누어지며, 고로 서냉 슬래그가 기층 또는 보조기층용 골재로 이용됨

- **고로 슬래그 미분말 (Ground Granulated Blast-furnace Slag)**

용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융상태의 고로슬래그를 물로 급냉시켜 건조 분쇄한 것 또는 여기에 석고를 첨가한 것

- **고로슬래그 미분말 1종 (Blast-furnace Slag Power Type I)**

비표면적 범위가 8,000~10,000cm²/g 의 고로슬래그 미분말

- **고로슬래그 미분말 2종 (Blast-furnace Slag Power Type II)**

비표면적 범위가 6,000~8,000cm²/g 의 고로슬래그 미분말

- **고로슬래그 미분말 3종 (Blast-furnace Slag Power Type III)**

비표면적 범위가 4,000~6,000cm²/g 의 고로슬래그 미분말

- **고로슬래그 미분말의 종류 (Type of Blast-furnace Slag Power)**

고로슬래그 미분말 1종, 2종, 3종으로 구분됨

- **고로슬래그 시멘트 (Portland Blast-furnace Slag Cement)**

고로의 수쇄(水碎)슬래그(약 30%)를 클링커와 섞은 뒤 석고를 첨가하고 분쇄하여 포틀랜드 시멘트를 혼합한 시멘트

- **골재 (Aggregate)**

모르타르 또는 콘크리트를 만들기 위하여 시멘트 및 물과 혼합하는 모래, 부순 잔골재, 자갈, 부순 굵은골재, 바다모래, 고로슬래그 잔골재, 고로슬래그 굵은골재 기타 이와 비슷한 재료

- **골재의 실적률 (Solid Volume Percentage of Aggregate)**
용기에 채운 골재 절대용적의 그 용기 용적에 대한 백분율, 단위용적질량을 밀도로 나눈 값의 백분율
- **골재의 조립률 (Fineness Modulus of Aggregate)**
80mm, 40mm, 20mm, 10mm, 5mm, 2.5mm, 1.2mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm 등 10개의 체를 1조로 하여 체가름 시험을 하였을 때, 각 체에 남는 누계량의 전체 시료에 대한 질량백분율의 합을 100으로 나눈값
- **골재의 최대치수 (Maximum Size of Aggregate)**
질량으로 90% 이상을 통과시키는 체 중에서 최소 체눈의 공칭치수로 나타내는 골재의 치수
- **골재의 표면건조포화상태밀도(표건밀도) (Density in Saturated Surface-dry Condition of Aggregate)**
골재의 표면수는 없고 골재알 속의 빈틈이 물로 차 있는 상태에서의 골재알의 밀도로서 표면건조포화상태의 골재 질량을 골재의 절대용적으로 나눈 값
- **골재의 표면건조포화상태 (Saturated and Surface-dry Condition of Aggregate)**
골재의 표면수는 없고 골재알 속의 빈틈이 물로 차있는 상태
- **골재의 표면수율 (Surface Water Content Ratio of Aggregate)**
골재의 표면에 붙어있는 수량의 표면건조포화상태 골재질량에 대한 백분율
- **골재의 함수율 (Water Content Ratio of Aggregate)**
골재의 표면 및 내부에 있는 물의 전체 질량의 절건상태의 골재 질량에 대한 백분율
- **골재의 흡수율 (Absorption Ratio of Aggregate)**
표면건조포화상태의 골재에 함유되어 있는 전체수량의 절건상태의 골재 질량에 대한 백분율
- **공시체 (Specimen)**
재질의 역학적인 시험(압축시험, 인장시험, 휨시험, 전단시험, 크리프시험 등)에 따라 재료의 시험을 위해 일정한 규격(KS규격)으로 만든 것을 말한다.

- **공용성 (Serviceability)**

포장의 구조적인 능력과 기능적인 상태를 종합적으로 나타내는 것으로, 이용자 측면에서는 포장도로를 통행하는 차량에 주는 쾌적성 또는 서비스 능력을 의미함

- **교통용량 (Traffic Capacity)**

어느 상황에서 통과할 수 있는 차량 대수를 나타내는 도로의 능력(용량). 일반적으로 가능교 통용량을 가리키는 수가 많음

- **교통하중 (Traffic Load)**

차량 하중의 파괴적인 작용의 총칭으로 운하중, 축하중 등으로 나뉨

- **국제평탄성지수 (IRI, International Roughness Index)**

국제적으로 통용되는 포장의 평탄성을 나타내는 값으로 차량의 단위 주행 거리에 대한 차축의 연직방향 진폭의 누적값을 나타내는 지수

- **굵은골재 최대치수 (Maximum Size of Coarse Aggregate)**

질량비로 90% 이상을 통과시키는 체 중에서 최소치수의 체눈을 체의 호칭치수로 나타낸 굵은골재의 치수

- **굵은골재의 최대크기 (Coarse Aggregate Maximum Size)**

전체 골재 질량의 90% 이상이 통과하는 체 중에서 최소 체눈의 크기를 체의 호칭크기로 나타낸 것이다.

- **균등계수 (Coefficient of Uniformity)**

입경가적곡선에서 통과중량 백분율 60%에 해당하는 입경 D60과 유효입경 D10과의 비

- **균열저항성 (Crack Resistance)**

콘크리트에 요구되는 균열 발생에 대한 저항성

- **그루빙 (Grooving)**

노면 배수를 좋게 하여 마찰 저항을 증대시키기 위해 설치되는 횡구(橫溝). 습윤시 포장 표면에 생기는 수막현상이 생긴다거나 슬라이딩 저항의 저하에 따라 제동거리가 증가하는 등 안전에 방해받지 않도록 시공되고 있음

- **기각판정용**

적부판정을 위해 사용하는 기각을 위한 기준

- **기준 시험**

사용 재료의 품질 확인, 사용 기계의 성능 확인, 아스팔트 혼합물의 배합설계 및 품질관리를 위해 필요한 기준치의 설정 등을 목적으로 실시하는 시험을 말한다.

- **기층 (Base)**

표층과 보조기층 사이에 위치하며, 표층에 가해지는 교통 하중을 지지하는 역할을 한다. 변형에 대해 큰 저항을 가진 재료를 사용한다.

- **기층면**

기층의 표면(윗) 부분



- **내구성 (Durability)**

시간의 경과에 따른 구조물의 성능 저하에 대한 저항성

- **내동해성 (Resistance to Freezing and Thawing)**

동결융해의 반복 작용에 견디는 성질

- **내마모성 (Abrasion Resistance)**

재료를 마모시키려는 외적 작용에 견디는 성질

- **노면 (Surface)**

도로포장 시공이 끝난 후 실제 차량 바퀴와 닿는 면

- **노상 (Subgrade)**

포장층 아래 두께 약 1.0m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 원지반에 전달하는 역할을 한다.

- **노체 (Road Bed Filled up Ground)**

도로의 구조상 성토 단면을 구분할 때 노상의 아래 부분으로 원지반까지의 성토부.



- **단차**

수평상태에서 높낮이 차이가 생긴 것

- **단축 (Single Axle)**

일반승용차와 같이 바퀴축이 인접되어 있지 않은 차축, 혹은 차축에 횡방향으로 하나씩으로만 구성된 축 형태

- **덧씌우기 (Overlay)**

기존 포장을 표면처리 또는 절삭 후 정해진 두께로 재포장하는 것

- **동결심도**

노면에서 지중온도가 0℃까지의 깊이

- **동결융해 (Freezing and Thawing)**

물질이 동결되거나 융해되는 현상. 재료내 물이 얼면 포함된 물의 체적팽창으로 내부에 빙압이 발생하여 재료파괴의 원인이 됨

- **동결작용 (Frost Action)**

기온이 영하로 되어 흙 속의 물이 언 다음 모세관작용 등에 의해서 연속적으로 지하수가 상승하여 얼음층을 조성하는 작용

- 동결지수 (Freezing Index)

어느 장소에 대하여 0℃ 이하의 기온과 계속시간을 곱하여 1년간을 통하여 누계한 값. 동결 심도 계산에 쓰임

- 동상방지층 (Anti-frost Layer)

노상토에 동상우려가 있는 경우 보조기층에서 노상의 동결 깊이까지 동상에 민감하지 않은 양질의 재료로 치환하여 노상의 동결을 막고자 시공하는 층

- 등방성 (Isotropy)

모든 방향으로 재질이 같음을 나타내는 특성



- 라이너

기계가 마모되는 것을 막기 위하여 붙이는 판

- 라이닝 (Lining)

복공이라고도 하며 지산(地山)의 이완을 방지하기 위하여 터널 굴삭 직후 굴착면을 콘크리트로 피복하는 작업



- 마모감량

어떤 물질이 물리적 마찰로 마모 손실되어 원형 상태에서 변화되며 질량이 감소되는 양

- **마모율**

골재를 로스엔젤레스 마모시험기에 넣어 쇠구슬과 함께 500회 또는 1000회를 회전한 후 1.7mm 망체에 남는 골재 질량과 시험 전의 질량으로 계산한 마모감량 비율

- **맹암거 (Stone Filled Drain Dummy Ditch)**

지하수의 집수와 배수를 위하여 유공관이나 모래, 자갈, 호박돌 등을 땅 속에 매설한 일종의 수로

- **모래 (Sand)**

자연작용에 의하여 암석으로부터 만들어진 잔골재

- **모래당량**

No. 4체를 통과하는 사질토 중에서 점토, 세립자 및 먼지의 상대 비율로 표시되는 양으로 잔골재 중에 함유되어 있는 점토나 미립분에 의해서 그 청결도를 나타내는 수치

- **물성치**

재료들의 고유특성 값

- **미끄럼저항성 (Skid Resistance)**

도로용, 바닥용 도막 등의 미끄럼 방지능력

- **미립분**

미세한 입자크기의 분말, 골재에서는 0.15mm 이하 크기의 입자

- **믹서 (Mixer)**

시멘트, 물, 모래, 자갈 등의 재료를 혼합하여 소정의 시간 내에 균질의 콘크리트를 제조하는 기계로 혼합방식과 배출방식 등에 따라 여러 종류가 있음

- **밀도 (Density)**

단위체적당의 질량



- **배수 (Drainage)**
지표수 또는 지하수를 수로로 유출시키는 것으로 배수위치에 따라 지표배수 또는 지하배수로 나누며 배수방식에 따라 자연배수와 기계배수로 분류됨
- **배치 (Batch)**
도로포장재료를 한 번에 일정량씩을 생산하는 단위, 또는 방식
- **배치믹서 (Batch Mixer)**
도로포장 재료를 1회분(배치)씩 혼합하는 믹서
- **배치플랜트 (Batch Plant)**
도로포장재료를 1 배치 단위로 자동으로 계량하여 투입하고 비벼서 제조하는 설비
- **배합비**
배합할 재료들을 섞을 비율
- **배합설계 (Mix Design)**
사용 예정 재료를 이용하여 소정의 품질, 기준치가 얻어지도록 골재의 합성 입도 결정과 아스팔트 함량이나 첨가재의 양 등을 결정하는 작업을 말한다. 배합설계는 실내 배합설계(콜드빈 배합설계), 골재 유출량 시험, 현장 배합설계 등을 포함한다. 일반적으로 표층용 아스팔트 혼합물은 공극률 $4\% \pm 0.3\%$, 기층용 아스팔트 혼합물은 공극률 $5\% \pm 0.3\%$ 을 만족하고, 관련 품질기준에 만족하는 재료의 배합비율을 결정하는 것
- **백필터 (Bag Filter)**
재료 생산시의 배기가스 등에 포함된 먼지 입자를 여과하여 집진하기 위한 필터

- **백하우스 (Bag House)**

재료 생산시의 배기가스 등에 포함된 먼지 입자를 집진하기 위한 설비로써, 내부에 여러 개의 백필터가 설치되어 있으며, 백필터를 통과한 배기가스가 굴뚝으로 배출됨

- **변화계수 (Shift Factor)**

변환계수 참조

- **보조기층 (Subbase)**

기층과 노상 사이에 위치하며 기층에 가해지는 교통 하중을 지지하는 역할을 한다. 일반적으로 보조기층은 지지력이 큰 양질의 보조기층용 골재를 사용한다. 또한, 보조기층의 기능으로서 노면을 통해 침투된 우수와 노상도 공극의 모세관 현상에 의해 올라온 모관수를 신속히 평단 배수시켜서 포장체의 내구성 증진을 목적으로 한다.

- **보조기층재**

도로의 보조기층을 구성하는 재료

- **보통골재 (Normal Aggregate)**

자연작용으로 암석에서 생긴 모래, 자갈 또는 부순 잔골재, 부순 굵은골재, 고로슬래그 잔골재, 고로슬래그 굵은골재 등의 골재

- **복축 (Tandem Axle (Double Axle))**

탠덤축이라고도 하며, 자동차의 차축이 연속적으로 2개로 구성된 축형태를 말함 (일반적으로 축간격은 1.3m 이내)

- **부등침하 (Unbalanced Depression)**

구조물 기초지반의 침하량의 크기가 일정하지 않은 현상

- **부순 잔골재 (Crushed Fine Aggregate)**

암석을 크러셔 등으로 분쇄하여 인공적으로 만든 잔골재

- **부순모래 (Crushed Sand)**

2.0~2.5mm 체를 통과하고 75 μ m 체에 잔류되는 암석 등의 부순 입자. 자연모래 입수가 어려운 지역에서 대용됨

- **불투수성 (Impervious)**
물이 투과하기 어려운 재료의 성질
- **불투수층 (Impermeable Layer, Impervious Layer)**
물이 침투하기 어려운 층. 실용적으로는 침수계수가 약 10-6cm/sec 이하의 것
- **불활성가스**
다른 원소와 화학 반응을 일으키기 어려운 기체 원소
- **블레이드(삽날) (Blade)**
토사를 굴착하고 필요한 곳까지 밀어내는 강재의 판
- **블리딩 (Bleeding)**
굳지않은 콘크리트, 굳지않은 모르타르, 굳지않은 시멘트 풀에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의해 혼합수의 일부가 유리되어 상승하는 현상. 또는 압밀이나 온도 상승 등으로 인하여 다져진 아스팔트 포장의 잉여 아스팔트 바인더가 내부로부터 표면으로 올라오는 현상
- **비파괴 시험(Nondestructive Test)**
공시체나 코어의 압축강도 시험과 달리, 콘크리트 구조물의 압축강도를 추정하기 위해 시험편 채취나 구조물의 파괴(국부 파손 제외)를 수반하지 않고 측정하는 시험
- **빙막**
도로표면이나 특정재료가 얼어서 생긴 얼음막



- **사용자비용 (User Charge)**
도로 이용자가 도로의 보수작업으로 인하여 정상적으로 통행을 하지 못하게 되는 경우 주기적으로 지불하는 비용의 합으로, 차량운행비용, 운행지연비용, 교통사고비용 등이 포함

- **사일로 (Silo)**

저장시설로 곡식이나 시멘트, 아스팔트혼합물 등을 저장 아스팔트 혼합물의 경우 보온장치가 필요

- **살수양생 (Sprinkle Curing)**

시멘트 콘크리트를 타설한 후 경화를 위한 수분을 뿌리면서 실시하는 양생. 또는 아스팔트 포장 다짐 완료 후 포장의 온도를 교통개방온도까지 빠르게 낮추기 위해 물을 뿌리는 공정

- **생산자 위험률(producer's risk factor)**

합격으로 해야 하는 좋은 품질의 로트(lot)가 불합격으로 판정되는 확률

- **생애주기비용 (Life Cycle Cost)**

일반적으로 제품의 생산, 사용, 폐기, 처분 등의 각 단계에서 발생하는 비용을 모두 합한 총 비용을 말하며, 건설구조물에서 생애주기비용은 기획, 설계비, 건설비, 운용관리비, 폐기처분비 등에 걸쳐 건설구조물의 수명에 필요한 모든 비용

- **생애주기비용 분석 (Life Cycle Cost Analysis)**

도로포장설계에 있어서 LCCA는 경쟁관계에 있는 여러 대안 투자방안들 중에서 장기간에 걸친 경제효과를 평가하기 위한 경제성분석을 목적으로 구축된 분석기법을 말하며, 여기에는 초기투자자와 장래의 기능저하, 사용자 그리고 대안투자의 전기간에 걸친 관련비용 등을 포괄하고 있다. 또한, 생애주기비용 분석은 투자비용에 대한 최적가치를 확인하고자 하는 시도로 정의

- **서비스수준 (Level of Service)**

속도, 여행시간, 교통장애, 주행의 자유성, 안전성, 쾌적성 등 다양한 인자를 종합하여 몇 단계 수준으로 교통상태를 나타낸 정성적 척도로서 도로의 차로수 설계 등에 사용됨

- **설계기준교통량 (Standard Design Volume)**

도로설계의 기준이 되는 차로 당의 일 교통용량으로 기본 교통용량을 기초로 도로의 구조조건 및 교통조건을 고려하여 산정

- **설계수명 (Design Life)**
설계 시 도로포장의 사용 목적과 기능이 특정 수준 이상으로 충분히 발휘될 것으로 기대되는 수명기간
- **세장면**
4번 체에 남은 골재 중 폭에 비하여 길이가 3배 이상인 골재
- **소각회**
소각시설에서 쓰레기가 연소된 뒤 소각로 바닥과 집진장치 등에서 배출되는 재
- **쇄석 (Crushed Stone)**
암석을 부순 돌이나 자갈로 도로포장의 노상, 보조기층, 기층 재료나 콘크리트 또는 아스팔트의 골재로 사용됨
- **쇄석기층 (Granular Aggregate Base)**
쇄석을 이용한 도로포장 기층
- **수경성 (Hydraulicity)**
시멘트가 수분을 흡수하여 수화반응으로 응결 경화하는 성질
- **수경성 시멘트 (Hydraulic Cement)**
수분을 흡수하여 수화반응으로 응결 경화하는 성질을 갖는 시멘트
- **수축균열 (Contraction Crack, Shrinkage Crack)**
온도변화 또는 습도 변화에 의해 재료가 수축되어 발생하는 균열
- **수축현상**
온도변화에 의해 재료가 수축되는 현상
- **수화작용**
시멘트에 물을 가하여 혼합하면 화학반응을 일으켜 응결작용으로 경화하는 작용

- **순환골재(recycled aggregate)**

콘크리트를 크러셔로 분쇄하여 인공적으로 만든 골재로서 입경에 따라 잔골재와 굵은골재로 나누어짐

- **스크리닝스**

파쇄 장비로 부순 골재를 만들 경우 생기는 8번 체 이하의 잔골재

- **스프레더 (Spreader)**

포설 현장까지 운반된 포장용 콘크리트를 소정의 위치 또는 높이까지 깔아펴는 기계

- **슬래그 (Slag)**

건식제련의 용광로에서 제철할 때 용철의 상부에 모이는 용융한 철광석 찌꺼기

- **습윤상태 (Wet Condition)**

골재의 내부에 물로 가득 채워져 있고 표면에도 물이 젖어 있는 상태

- **시방배합(specified mix)**

소정의 품질을 갖는 콘크리트가 얻어지도록 된 배합으로서 시방서 또는 책임기술자가 지시한 배합

- **시방서 (Specification)**

재료, 제품, 구조물, 설비 등에서 요구하는 특정한 형상, 구조, 치수, 저도, 성능, 시공방법, 시험방법 등을 정한 문서

- **신골재**

석산에서 생산하거나 강에서 채취한 굵은골재나 잔골재로써 기 사용된 적이 없는 골재



- **안정처리**

도로의 입상층(노상, 보조기층, 쇄석기층)에서 내구성과 안정성 등을 개선하기 위해 재료의 토립자, 골재크기 배합 등을 조정하여 입자간의 마찰 및 결합성을 증대시키며 시멘트, 아스팔트, 석회 등을 혼합하여 결합을 증대시키는 방법

- **암반요철 조정층**

암반의 요철을 보정하기 위하여 일정한 두께로 상면 정형층을 형성하는 층으로써, 하중에 의한 암반 반사응력을 흡수

- **압밀 (Consolidation)**

수분을 함유한 흙이 압축력을 받아 흙의 빈 틈 속에 있는 물이 외부로 배출됨에 따라 지반이 서서히 압축되는 현상

- **압축강도 (Compressive Strength)**

압축에 대한 파괴강도

- **양생 (Curing)**

콘크리트 타설 후 충분히 경화되도록 온도, 하중, 충격, 일광, 풍우 등 유해한 영향을 받지 않도록 콘크리트를 보호하고 충분한 습기와 적정 온도를 유지 시켜주는 것

- **여굴 (Out Break)**

터널 굴착 시 발파 또는 기계굴착면이 설계굴착면보다 더 파여 발생하는 과다굴착면

- **연평균일교통량 (Annual Average Daily Traffic)**

어느 지점의 1년 간 전 교통량을 그 해의 일수로 나눈 1일 당의 평균 교통량

- **연한 석편**

굵기 경도시험에 의한 낮은 경도의 굵은 골재

- **열팽창계수 (Thermal Expansion Coefficient)**

온도변화에 의한 재료길이의 변화를 나타내는 양, 단위온도가 상승하였을 때 단위길이의 재료가 늘어나는 길이로 표시하며, 각 재료마다 고유의 열팽창계수를 가짐

- **열풍방식**

열풍이 통과하며 가열시키는 로터리킬른(Rotary Kiln)에서 분리시키는 가열파쇄 방법

- **열화현상 (Deterioration)**

재료의 능력이 떨어지는 현상으로, 콘크리트의 경우 균열이 생기거나 철근이 녹스는 현상

- **오거 (Auger)**

지반조사를 위해 흙 속에 구멍을 뚫는 기구로 여러 가지 끝을 가진 비트를 로드 선단에 붙여 돌리면서 흙을 파내는 기구

- **온도제어양생 (Temperature-controlled Curing)**

콘크리트를 친후 일정기간 콘크리트의 온도를 제어하는 양생

- **온수방식**

온탕고에서 분리하는 가열파쇄방법

- **요철 (Bumpy Road)**

오목함과 볼록함

- **요철고르기**

요철부분을 매끄럽게 만드는 것

- **용수 (Service Water)**

터널굴착이나 터파기 공사 등의 굴착면에서 용출하는 지하수

- **워커빌리티 (Workability)**

재료분리를 일으키는 일없이 운반, 타설, 다지기, 마무리 등의 작업이 용이하게 될 수 있는 정도를 나타내는 굳지 않은 콘크리트의 성질

- **원더링(Wandering) 효과 (Wandering)**
포장체 위를 지나가는 차량의 바퀴는 일정한 지점이 아니라 횡방향으로 분포하여 (일반적으로 정규분포로 가정) 주행하게 되며, 이에 따라 포장체에 미치는 응력이나 변형률도 달라지는 것을 의미함
- **유효흡수율 (Absorption Ratio)**
골재가 공기 중 건조상태에서 표면건조 포화상태로 되는데 필요한 수량
- **윤하중 (Wheel Load)**
타이어를 통해서 포장에 미치는 하중으로 축하중을 타이어의 수로 나눈 하중의 크기를 말함
- **용설 (Melting of Snow)**
쌓인 눈이 녹는 것
- **인장응력 (Tensile Stress)**
인장력이 작용했을 때 생기는 응력
- **일축압축강도 (Unconfined Compression Strength)**
축압을 받지 않는 공시체의 최대 압축 응력
- **임팩트크러셔(임펠러 브레이커) (Impeller Breaker, Impact Crusher)**
고속으로 회전하는 로터에 의해 재료를 충격판에 부딪히게 함으로써 파쇄시키는 크러셔
- **입도 (Gradation)**
골재 또는 흙의 대소립이 혼합되어 있는 정도. 입도는 체가름시험 등으로 구함
- **입도분석시험 (Mechanical Analysis)**
골재 또는 흙의 입도를 조사하는 시험으로 입경 75mm 이상은 체분석, 그 이하는 침강분석에 의해 수행하는 것이 일반적임
- **입도분포 (Grain Size Distribution)**
골재 또는 흙의 입자를 입경에 따라 구분하여 나타낸 함유비율의 분포

- **입상보조기층**

잔골재 또는 굵은 골재만을 이용한 기층 아래에 위치한 보조기층을 말함

- **입상층**

잔골재 또는 굵은 골재만을 이용한 포장 층을 말함



- **자갈 (Gravel)**

자연작용에 의하여 암석으로부터 만들어진 굵은골재

- **자기수축 (Autogenous Shrinkage)**

시멘트 수화반응의 진행에 의해 콘크리트, 모르타르, 시멘트 풀의 체적이 감소하여 수축하는 현상

- **작업표준**

소정의 품질을 갖춘 제품(아스팔트 혼합물)을 제조하기 위해서 표준적이고도 구체적인 작업 내용을 제조자가 자체적으로 설정한 표준서이다. 예를 들어, 제품 품질에 영향을 주는 요인 (제조 설비, 재료, 제조 공정 등에 대해서 미리 구체적으로 관리해야 할 항목을 정하고 그 관리 항목을 「무엇을」, 「어떤 방법으로」, 「언제」, 「누가」 점검할지와 점검 결과, 이상이 발생한 경우 처리 방법과 처리 책임자 등이 기술됨

- **잔골재 (Fine Aggregate)**

아스팔트 콘크리트용 골재의 경우 2.5mm체를 통과하고 0.08mm체에 남는 골재이며, 시멘트 콘크리트용 골재의 경우,

- ① 10mm체를 통과하고, 5mm체를 거의 다 통과하며, 0.08mm체에 거의 다 남는 골재
- ② 5mm체를 통과하고 0.08mm체에 남는 골재

- **잔골재율 (Fine Aggregate Ratio)**

전체 골재 중량대비 잔골재 중량비율

- **잔존가치 (Scrap Value)**

어떤 자산이 다른 목적에 전혀 사용되어질 수 없을 때 자산을 처분함으로써 취득할 수 있는 가치를 폐물가치 또는 잔존가치라 함. 포장에서의 잔존가치는 분석기간의 마지막 단계에서 투자대안의 가치로 나타내어지며 잔존가치와 관련된 두 가지 기본 구성요소는 잔류가치 (Residualvalue, 포장 재활용에 관련된 순가치)와 공용수명(Serviceable Life) 임

- **재령 (Age)**

시간이 경과함에 따라 물성이 변화하는 콘크리트 등의 재료가 제조된 후부터 경과된 기간(나이)을 일, 주, 월, 년 등의 단위로 나타낸 것

- **저열 포틀랜드 시멘트 (Low Heat Portland Cement)**

매스 콘크리트의 발열에 의한 온도 상승을 낮추어 온도응력에 의한 콘크리트의 균열을 적게 할 목적으로 수화열의 발열 속도와 양이 적도록 제조된 시멘트

- **절대건조상태 (Absolute Dry State)**

골재의 입자나 토립자의 내부공극에 함유된 수분을 모두 제거한 상태

- **절대용적 (Absolute Volume)**

부어 넣은 직후 콘크리트 속에 공기를 제외한 각 재료가 순수히 차지하고 있는 용적

- **절리 (Joint)**

암반에 존재하는 어느 정도 규칙적으로 발생한 금 또는 틈으로 금이 간 면을 경계로 양쪽에 상대적인 변위가 없으며 주로 화성암에서 마그마나 용암이 냉각되어 고결할 때의 수축으로 인해 생김

- **접지면적 (Ground Contact Area)**

차량의 타이어 등이 도로 표면에 접하는 면적

- **제강 슬래그**

철에서 강을 만들기 위해 쇳물에 녹아있는 탄소, 규소성분 등을 제거하는 공정에서 발생하는 부산물. 고로에서 제조된 쇳물에 고압의 산소를 불어넣어 정련하는 공정에서 생성되는 고로 제강슬래그(BOF Slag; Basic Oxygen Furnace Slag)와 고철 등을 전기로에서 정련할 때 생성되는 전기로 슬래그(EAF Slag; Electric Arc Furnace Slag)로 크게 구별할 수 있음. 규

격에 적합한 것은 파쇄하여 보조기층, 기층, 아스팔트 혼합물용 골재로 이용

- **조골재 (Coarse Aggregate)**

5mm 체에 걸리는 골재를 일컬으며 실용적으로 5mm 체에 거의 모두 걸리는 자갈 또는 쇠석으로 굵은 골재를 말함

- **조기 소요강도(Early Required Strength)**

혼화재료 중 사용량이 비교적 적어서 그 자체의 부피가 시멘트 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되지 않는 것

- **조립률 (Fineness Modulus)**

골재의 입도를 표시하는 방법으로 한 조의 표준망 체 80, 40, 20, 10, 5, 2.5, 1.2, 0.6, 0.3, 0.15mm로 체 분류 시험을 하여 각 체에 남는 시료의 전체 시료에 대한 무게 중량백분율의 합을 100으로 나눈 값

- **종단경사 (Vertical Grade)**

종단면에 따른 도로의 경사

- **췌크러셔 (Jaw Crusher)**

2매의 jaw plate로 구성된 V자형 파쇄부에 투입되어 아래로 내려가는 암석을 압착하여 파쇄하는 장비

- **주입줄눈재**

빗물이나 작은 돌 등이 줄눈에 들어가는 것을 막기 위하여 줄눈의 위쪽에 주입시켜 채우는 재료를 말한다.

- **중앙혼합방식 (Central Mixing Plant System)**

배치 플랜트를 1개소만 운영하면서 여러 곳에 분산되어 있는 공사장에 비빈 콘크리트를 중앙에서 분배하는 방식

- **중용열 포틀랜드 시멘트 (Moderate-heat Portland Cement)**

보통 포틀랜드시멘트보다 실리카를 많이 포함하고 산화칼슘을 적게 함유하여 수화열을 적게 발생시키기 위한 목적의 시멘트

- **지역계수 (Regional Factor)**

아스팔트 포장의 AASHTO 설계방법에서 연간 노상 지지력의 변화를 나타낸 계수

- **지연제 (Retarder)**

시멘트의 응결 시간을 지연시키기 위하여 쓰이는 혼화제의 일종

- **지지력 (Bearing Capacity)**

포장층이 하중을 지지할 수 있는 능력

- **지지력계수**

① 입상층에서 평판재하시험을 통해 얻은 침하량이 12.5mm에 해당할 때의 하중강도를 그 침하량으로 나눈 값

② 기초지반의 지지력식 중에서 무차원 계수인 N_c , N_r , N_q 이며, 내부마찰각에 의해 결정된다. → 지지력공식

- **지지력비**

노상이나 노반토의 지지력 특성을 나타내는 지수로서, CBR 값으로 나타냄



- **차수효과**

물을 차단하는 효과

- **차종분류 (Vehicle Classification)**

다양한 형태의 차량을 도로의 계획과 건설, 유지관리 등에 기본자료로 활용하기위해 분류하며, 이러한 분류는 활용목적에 부합되도록 한다. 현재 도로포장관련 차종분류는 2006년 개정된 12종 분류방법을 이용

- **처짐 (Deflection)**

포장층이 차량하중 및 온도영향을 받아 하부방향으로 일으키는 직각방향의 변위량

- **책임기술자 (Supervisor)**

공사에 관한 전문지식을 가지고 현장에 상주하면서 그 공사의 감리 업무에 책임을 가지는 주 감독자

- **초기동해 (Early Frost Damage)**

응결경화의 초기에 받는 콘크리트의 동해

- **초속경 시멘트 (Ultra Rapid Hardening Cement)**

응결시간이 짧고 경화가 빨라 단시간에 강도가 발현되며 저온에서도 강도발현이 커서 주로 긴급 보수, 보강 공사, 한중(寒中) 공사, 그라우트, 콘크리트 제품 등에 사용되는 시멘트

- **축방향 응력 (Axial Stress)**

부재의 축방향으로 압축 또는 인장의 힘이 작용했을 때 부재 내부에 생기는 단위 면적당의 응력

- **축하중 (Axial Load)**

포장 단면의 축방향으로 작용하는 차량의 축당 하중을 나타냄

- **축하중분포**

축하중 크기와 빈도를 이용하여 도시화한 분포. 일반적으로 역학적-경험적 설계법에서 교통 하중 정량화를 위해 사용

- **충격하중 (Impact Load)**

진동 등에 의한 하중의 증가분으로 일반적으로 충격 하중에 의한 부재력(휨 모멘트나 전단력)은 활하중에 의한 부재력에 충격 계수를 곱하여 구함

- **측구 (Side Ditch)**

도로 노면 상의 빗물을 배수하기 위하여 도로의 연석에 접하여 설치한 L형 또는 U형 배수시설

- **층따기 (Bench Cut)**

- ① 기존 부분을 계단상으로 절토하여 기존 부분과 새로 시공하는 부분과의 접합을 좋도록 하기 위한 것
- ② 높은 절취를 여러 단으로 나누어서 계단상으로 굴착 절취하는 것

- **측방여유폭 (Lateral Clearance)**

도로에서 차로의 측면부터 측방 장애물까지의 거리

- **친수성 골재 (Hydrophilic Aggregate)**

기름성분보다 물에 대한 친화성이 더 큰 골재. 아스팔트나 시멘트 풀로 일단 피복하여도 수중에 담그면 피막이 벗겨지기 쉬운 골재



- **컨시스턴시 (Consistency)**

수분의 다소에 의한 흙 또는 콘크리트의 연도(軟度)로 일반적으로 토질재료는 함수량에 의한 액성한계, 소성한계, 수축한계로, 콘크리트는 슬럼프로 이를 나타냄

- **콜드 조인트 (Cold Joint)**

먼저 타설된 콘크리트와 나중에 타설되는 콘크리트 사이에 완전히 일체화가 되어있지 않은 이음

- **크리프 (Creep)**

응력을 작용시킨 상태에서 탄성변형 및 건조수축 변형을 제외시킨 변형이 시간과 더불어 증가되어가는 현상



- **탄성계수**

선형탄성체를 일축압축(인장)하였을 때의 응력-변형의 비

- **토공 (Earth Work)**

자연지형에 도로 등의 시설물을 시공하기 위한 기초지반 형성 작업으로서 절토나 성토하는 것을 말하며 건설공사에 따른 흙의 굴착, 적재, 운반, 성토, 사토 등 흙을 이동시키는 공사의 총칭

- **트럭 스케일**

트럭, 자동차, 기타 차량의 중량검사에 사용하는 계량장치. 고정식과 간이 이동식이 있으며, 일반적으로는 고정식을 많이 사용. 질량을 검출하는 시스템으로는 기계식과 질량을 전기적인 변위량으로 환산하여 검출하는 전기식이 있음. 현재 대부분 전기식 검출 센서 방식의 로드셀 타입의 트럭 스케일이 사용되며, 계근량, 차량번호, 품명, 거래처 등이 컴퓨터로 입력되어 자동으로 프린트 됨. 이때 계근값을 임의로 변동시킬 수 없어야 함



- **파괴계수 (Modulus of Rupture)**

재료가 파괴될 때까지 탄성체로 간주하여 보통 탄성공식으로 계산한 최대 휨응력으로 3등분 휨시험에서 얻어진 최대 휨응력

- **편경사 (Superelevation)**

평면 곡선부에서 자동차가 원심력에 저항 할 수 있도록 하기 위하여 설치하는 횡단경사를 말한다.

- **편절면성 (Cutting and Embankment)**

도로를 비탈면에 건설한 경우 횡단면으로 볼 때 높은 비탈면을 절토하여 그 절토량을 낮은 비탈면에 성토하는 것

- **편토압**

한쪽 방향의 힘이 큰 토압

- **평탄마무리 (Super Smooth)**

표면 마무리기에 의한 기계 마무리나 플로트에 의한 인력 마무리로 콘크리트 포장 슬래브를 편평하게 마무리하는 것

- **평탄성 (Roughness)**

포장면의 평탄한 정도를 말하며, 국내 시험방법으로는 7.6m 프로파일미터를 주로 사용하고, 포장 평가를 위해서는 트레일러에 부착하여 평탄성 조사에 사용하는 장비인 APL(Longitudinal Profile Analyzer)이 채택되고 있다. 측정된 종단프로파일은 평탄성 지수인 PrI(Profile Roughness Index)로 계산된다. 포장의 준공 검사 시 PrI를 기준으로 적용하며, 포장의 유지관리에서는 현재 전 세계적으로는 차량의 주행한 거리동안에 차축의 수직운동 누적값을 나타내는 IRI(International Roughness Index)가 평탄성을 나타내는 값으로 주로 사용되고 있다.

- **평판재하시험**

지반의 원위치에 평활한 재하판을 거치하여 하중을 가하고 이 하중의 크기와 재하면의 변위와의 관계에서 지반계수나 지반강도를 구하는 시험

- **포설 (Paving)**

포장재료를 퍼갈아 고르고 다짐 등의 마무리로 포장을 구성하는 층을 만드는 일

- **포아송비 (Poisson's Ratio)**

- ① 세로변형률에 대한 가로변형률의 비
- ② 재료의 비례한계 내에서 균일하게 분포된 축응력으로 인하여 생긴 직각방향의 변형도와 축방향 변형도의 비의 절대치를 말함

- **포장단부**

포장면의 모서리

- **표면건조포화상태 (Saturated Surface-dry Condition)**

골재의 표면이 말라 있고 골재 입자 내부의 공극이 물로 채워진 상태

- **표면수 (Surface Water of Aggregate)**

골재 입자 표면에 부착되어 있는 물. 골재 입자에 포함된 물에서 골재 입자 내부에 흡수되어 있는 물을 뺀 유동수

- **표면수율 (Coefficient of Surface Moisture)**

골재의 표면에 부착된 표면수량의 표면건조 포화상태의 골재 중량에 대한 비율

- **표준양생 (Standard Curing)**

20±2℃로 유지하면서 수증 또는 습도 95% 이상의 습윤 상태에서 실시하는 양생

- **표준사 (Standard Sand, Normal Sand)**

재료의 단위중량을 알고 있고, 충격하중에 대한 단위중량의 변화가 매우 작은 모래

- **품질관리 (Quality Control)**

재료의 품질 특성이 시공 또는 생산 공정 중에 해당 규정의 상한과 하한 범위 내에서 설계 도서에 명시된 규격에 만족하도록 적절한 시험 등을 시행하여 품질수준을 확인하고 조치를 취하여 관리하는 것을 말한다.

- **품질확인**

아스팔트 혼합물이 정상적으로 제조되고 있는지를 확인하기 위한 시험으로 관리 한계를 설정할 경우, 이상이 발생한 경우, 또는 육안으로 판단하기 어려운 경우 등에 실시함

- **프린트 장치**

배치 별로 각 재료의 계량 수치를 기록하는 장치로서 디지털 식과 아날로그식이 있음. 근래에는 아스팔트 혼합물 제조 중 계량 수치의 시간에 따른 변화를 컴퓨터 화면 상에 즉각적으로 표시하여 제조자가 계량 수치 변동을 파악하면서 제조할 수 있도록 한 프린트 기록 시스템이 많이 사용됨

- **플라이애쉬**

화력발전소에서 미분탄 연소방식 보일러의 연소가스에서 집진기로 채취한 가는 분말상태의 애쉬

- **플랜트 배합(현장배합의 설정)**

아스팔트 플랜트에서 현장배합을 결정하기 위한 작업 공정으로 각종 재료의 토출량, 계량수치 및 핫빈 배합비 등을 임시 설정하는 것. 현장배합 참조

- **플로우트 (Float)**

약 3m 길이의 매끈한 판으로 표면을 쓰다듬듯 포장의 세로방향으로 움직이며 콘크리트 슬래브의 표면을 평탄하게 마무리하는 기구

- **피니셔**

- ① 아스팔트 포장: 아스팔트 페이버 참조
- ② 콘크리트 포장: 콘크리트 포장을 넓게 평탄하고 균일하게 포설하는 장치

- **피로균열 (Fatigue Cracking)**

반복적인 차량 하중에 의해 포장 층에 피로가 누적되어 발생한 균열로서 도로포장의 중요한 파손형태로서 공용성을 나타내는 중요한 항목

- **피막양생 (Membrane Curing)**

타설된 콘크리트의 표면에 피막형성용 액체(비닐이나 아스팔트 유제 등)를 뿌려 피막을 만들어 수분의 증발을 방지하는 양생방법

- **피이더**

재료를 일정량씩 보내주는 재료 공급장치

- **필터층 (Filter Bed)**

침투된 지하수의 신속한 배수를 위하여 설치되는 층을 말하며, 입상재료나 안정처리 층으로 할 수 있음



- **하부구조 (Substructure)**

입상재료로 구성된 쇄석기층, 보조기층 및 노상을 의미

- **하부구조 설계 탄성계수**

도포포장 설계에 적용되는 하부구조 입력변수로, 표준 MR 시험 또는 재료 기초 물성값을 인자로 하는 추정공식에 의해 산정됨

- **하중강도**

CBR시험시 직경 50mm인 관입피스톤을 1분당 1mm의 일정한 속도로 총 12.5mm까지 관입시키면서 0.5mm 관입 될 때 마다 하중과 관입피스톤에 걸리는 힘

- **할증계수 (Extra Coefficient)**

콘크리트의 제조 등에 있어 그 제조장치, 재료의 관리 등에서 피할 수 없는 강도의 변동을 고려하여 현장 설계기준강도를 높여 할증하는 계수

- **함수율 (Moisture Ratio)**

물질의 전체 중량에 대해 그 중에 포함되어 있는 수분의 중량비

- **현장 강도(In-Place Strength)**

현장에서 채취된 공시체의 압축강도 시험을 특정 재령에 실시하여 결정된 시멘트 콘크리트의 압축강도 또는 선정된 비파괴 시험을 특정 재령에 현장에서 실시하여 추정된 시멘트 콘크리트의 압축강도

- **현장밀도**

현장에서 다짐실시 후 측정하는 밀도

- **현장 배합설계 (Job-Mix Formula)**

실내 배합설계를 기준으로 현장에 따라 사용하는 재료와 아스팔트 플랜트 등을 고려하여 최종적으로 결정한 실제로 사용하는 배합. 시멘트 콘크리트의 경우 시방배합의 콘크리트가 얻어지도록 현장에서 재료의 상태 및 계량방법에 따라 정한 배합

- **혼합율 (Mixing Ratio)**

시멘트에 혼합재로 이미 포함되어진 산업부산물의 질량을 시멘트의 질량으로 나눈 값을 백분율

- **화학적 침식 (Chemical Erosion)**

산이나 황산염 등의 침식 물질에 의해 콘크리트의 용해·열화나 침입한 침식 물질이 시멘트의 조성 물질이나 강재와 반응하여 체적팽창에 의한 균열이나 철근피복의 박리, 특히 강재 부식을 일으키는 열화현상

- **환경하중 (Environmental Load)**

바람, 수압, 파도, 얼음, 눈 등 자연환경 조건으로 작용되는 하중으로 도로에서는 주로 온도와 수분 등이 고려됨

- **횡단경사 (Cross Slope)**

도로의 진행방향에 직각으로 설치하는 경사로서 도로의 배수를 원활하게 하기 위하여 설치하는 경사와 평면 곡선부에 설치하는 편경사를 말한다.

- **흐름값 (Flow)**

모르타르의 흐름(플로우)시험에 의하여 얻어진 값

- **흡수율 (① Coefficient of Water Absorption ② Absorption Factor)**

① 물체의 건조중량에 대한 흡수량의 백분율. 중량비로 나타낸 것은 중량 흡수율이고, 용적으로 나타낸 것은 체적흡수율이라 함.

② 물체에 흡수된 방사속과 입사한 방사속과의 비.



- **AA DT (Annual Average Daily Traffic)**

설계기간 동안의 연평균일교통량

- **AADTT (Annual Average Daily Truck Traffic)**

설계기간 동안의 연평균일트럭교통량

- **AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)**

미국 각 주(州)의 도로 및 교통 공무원 협회의 약자로, 1914년에 도로에 관한 각종연구와 기술기준을 작성할 목적으로 미국 각주와 연방정부의 도로국에 의해서 설립된 AASHTO가 1973년에 도로교통 전반을 취급하게 되면서 AASHTO로 개칭

- **ADT (Average Daily Traffic)**

평균일교통량을 말하며 이는 어느 기간 내의 전체 교통량을 그 기간의 일수로 나누어 얻어진 값을 나타냄

- **ESAL**

포장두께 설계를 위한 교통량산정에 사용되는 하중 개념으로서 포장체에 표준 단축하중이 작용했을 때 이 하중이 포장체에 주는 손상도를 표준손상도로하고, 바퀴나 축형식에 관계없이 이것과 같은 양의 손상도를 주는 하중을 등가단축 하중이라 한다.

- **LCCA (Life-cycle Cost Analysis)**

도로포장설계에 있어서 경쟁관계에 있는 여러 대안 투자방안들 중에서 장기간에 걸친 경제효과를 평가하기 위한 경제성분석을 목적으로 구축된 분석기법을 말하며, 여기에는 초기투자 와 장래의 기능저하, 사용자 그리고 대안투자의 전 기간에 걸친 관련비용 등을 포괄함. 또한, LCCA는 투자비용에 대한 최적가치를 확인하고자 하는 시도로 정의될 수 있음

- **Pri**

도로의 평탄성을 cm/km 단위로 측정하는 방법

- **Rigidity (강성)**

물질의 단단한 성질

- **RS (Rapid Setting)**

급속 경화의 유화아스팔트 종류

참 여 진

집필진

권수안	한국건설기술연구원 선임연구위원
안지환	한국건설기술연구원 연구위원
전성일	한국건설기술연구원 수석연구원
서영찬	한양대학교 교통공학과 교수
김성민	경희대학교 토목공학과 교수
민경환	(주)건설재료시험연구소 R&D센터장
김형배	한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원
김홍삼	한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원
이재훈	한국도로공사 도로교통연구원 연구위원
권순민	한국도로공사 도로교통연구원 연구위원
박준영	한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원

국토교통부

김정렬	국토교통부 도로국 국장
백현식	국토해양부 간선도로과 과장
최규용	국토해양부 간선도로과 사무관
이왕근	국토해양부 간선도로과 담당

시멘트 콘크리트 포장 시공 지침

- 행정간행물 등록번호/11-1613000-003515-01
- 발행일 / 2024. 4.
- 발행처 / 국토교통부