

간행물등록번호

11-1611000-001711-01

교면포장 설계 및 시공 잠정지침

2011. 9.



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs



지침 제정에 따른 경과 조치

이 잠정지침은 발간시점 부터 적용하며, 이미 시행중인 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우에 적용할 수 있습니다.

머 리 말

국내 도로기술은 1970년 경부고속도로를 시작으로 현재까지 지속적으로 많은 기술 발전이 이루어지고 있습니다. 그러나 이러한 포장 기술 발전은 대부분 일반 토공부 포장에 대한 품질기준 및 시공방법 등이 주된 내용이었습니다. 일반 토공부와는 구조적 환경적 측면에서 상이한 조건에 있는 도로교의 교면포장에 기존 토공부 포장의 기준이 그대로 적용되어 조기 포장파손과 공용수명 저하를 유발하여 교통안전을 위협할 뿐만 아니라 보수공사에 따른 지·정체 유발 및 보수 예산을 증가시키는 결과를 가져왔습니다. 이에 최근의 교통량 변화 추세를 반영하여 교면포장의 수명 증진을 위한 국가 품질기준 및 시공법의 정립이 필요한 실정입니다.

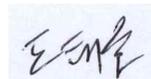
교면포장의 경우 동일한 교통량 조건에서 토공부에 비해 얇은 포장두께와 서로 상이한 특성을 가진 재료인 시멘트 콘크리트 및 강 바닥판, 방수층과 교면포장과 일체로 거동하면서 교통하중에 저항하기 때문에 매우 복잡한 거동 특성을 나타냅니다. 이러한 교면포장의 특성에 대한 기술자의 이해 부족 및 낮은 시공 기술 그리고 국가 품질기준의 부재로 인하여 균열, 포트홀 등의 조기 포장파손 등이 발생하기도 하였습니다.

이에 따라 본 지침은 도로교의 바닥판 종류에 따른 교면포장 시스템의 설계 및 재료품질 기준, 시공 품질관리 규정 등을 제정하여 현장 실무자가 품질관리 수준의 향상을 도모하고자 합니다.

앞으로도 지속적인 실무자 의견 수렴을 통해 개선이 필요한 내용에 대해서는 수정·보완할 예정이니 활용하시는 여러분의 지속적인 관심과 조언을 부탁드립니다. 마지막으로 본 지침을 마련하는데 참여하신 한국도로공사 연구진, 자문위원 및 관계 공무원 여러분의 노고에 감사드립니다.

2011년 9월

국토해양부 도로정책관 도태호



I. 아스팔트 콘크리트 교면포장 시스템 설계 및 시공

목 차

1. 총 칙

1.1 적용 범위	3
1.2 용어의 정의	4

2. 설계 일반

2.1 교면포장 시스템의 구성	21
2.2 도로교 교면포장 시스템의 설계조건	23
2.2.1 기상조건	24
2.2.2 하중조건	25
2.2.3 재료조건	25
2.2.4 공용성조건	26
2.3 도로교 바닥판의 분류	28
2.3.1 철근 콘크리트 바닥판(RC 바닥판)	28
2.3.2 프리스트레스 콘크리트 바닥판(PC 바닥판)	29
2.3.3 강 합성형 바닥판	30
2.3.4 강 바닥판(Steel Deck Plate)	31
2.4 아스팔트 콘크리트 교면포장의 두께	32
2.5 방수층	34
2.5.1 교면방수재의 선정 기준	36
2.5.2 도로교 구조형식에 따른 특징 및 방수공법	40



2.6 배수시설 41

2.7 접착층 47

2.8 교면포장용 아스팔트 혼합물의 설계 47

 2.8.1 하부층(레벨링층) 50

 2.8.2 상부층(마모층) 51

 2.8.3 교면포장 시스템 유지보수 시 고려사항 51

2.9 텍 코트 54

2.10 줄눈 55

3. 재료

3.1 방청 도장재 59

3.2 접착재 60

3.3 텍 코트 62

3.4 줄눈재 63

3.5 방수재 65

 3.5.1 교면 방수재의 적용 범위 65

 3.5.2 교면 방수재의 분류 66

 3.5.3 도로교 바닥판용 흡수방지식 보조 방수재의 역학적 품질 기준 73

 3.5.4 도로교 바닥판용 방수재료의 품질 기준 75

 3.5.5 도로교 바닥판용 교면포장 시스템의 역학적 품질 기준 76

3.6 아스팔트 78

 3.6.1 침입도 분류에 의한 아스팔트 79

 3.6.2 공용성 등급에 의한 아스팔트 80

3.7 골재 84

 3.7.1 굵은 골재 84

 3.7.2 잔골재 87

3.7.3 포장용 채움재 90
 3.8 셀룰로오스 화이버 91

4. 시공

4.1 도로교 바닥판 시공 95
 4.2 도로교 바닥판의 표면처리 96
 4.2.1 시멘트 콘크리트 바닥판 98
 4.2.2 강 바닥판 100
 4.3 기상 조건 103
 4.4 침투수 배수시설 104
 4.5 흡수방지식 보조 방수재 시공 107
 4.6 접착층(프라이머)의 시공 109
 4.7 방수층의 시공 111
 4.7.1 시트식 방수재 114
 4.7.2 도막식 방수재 118
 4.8 방수층 품질관리 방안 120
 4.9 신설 교면포장 시 유의사항 123
 4.9.1 사전 준비 및 조사 124
 4.9.2 표면처리 및 청소 124
 4.9.3 배수처리 127
 4.9.4 접착 및 방수층의 시공 128
 4.9.5 하부 및 상부 포장층의 포설 129
 4.10 공용중인 도로교의 절삭 교면 재포장 시 유의사항 131
 4.10.1 사전 준비 및 조사 131
 4.10.2 기존 교면포장의 절삭 및 표면처리 132
 4.10.3 접착 및 방수층의 시공 133



4.10.4	하부 및 상부층의 포설	134
4.11	교면포장용 아스팔트 혼합물의 배합설계	136
4.11.1	교면포장용 배합설계 품질기준	138
4.11.2	아스팔트 혼합물의 단기노화, 다짐 온도 및 혼합 온도	146
4.11.3	이론최대밀도의 산출	147
4.11.4	최적 아스팔트 함량 결정	150
4.12	교면포장용 아스팔트 혼합물 생산	151
4.12.1	입도 관리	151
4.12.2	아스팔트 혼합물 관리	153
4.13	교면포장용 아스팔트 혼합물의 시공	158
4.13.1	아스팔트 혼합물의 운반	158
4.13.2	아스팔트 혼합물의 온도 관리	159
4.13.3	아스팔트 혼합물의 포설	159
4.13.4	다짐	160

5. 품질관리 및 검사

5.1	품질관리 및 검사 일반	167
5.1.1	일반 사항	167
5.1.2	품질관리 방법	167
5.2	교면포장 시스템 품질관리 및 검사	168
5.2.1	선정시험	170
5.2.2	관리시험	170
5.2.3	검사시험	172
5.3	교면포장용 아스팔트 혼합물의 품질관리 및 검사	174
5.3.1	교면포장용 아스팔트 혼합물의 품질확인을 위한 샘플링	176
5.3.2	선정시험	177



5.3.3 관리시험 180

5.3.4 검사시험 183

부 록

부록. 교면포장용 SMA 혼합물 배합설계 예제 189



총 칙

1



1. 총 칙

1.1 적용 범위

- (1) 본 지침은 도로교 교면포장에 적용되는 아스팔트 콘크리트 교면포장의 조기파손 방지와 내구성 향상을 위한 교면포장의 설계 및 시공관련 적용 기준 정립과 현장 품질관리를 위한 품질기준 및 시공방법을 제시하였다.
- (2) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「도로공사 표준시방서」, 「아스팔트 혼합물의 생산 및 시공 지침」, 「SMA 포장 생산 및 시공 지침」 및 해당 기관의 「전문 시방서」를 따른다.

【해 설】

교면포장은 진동 및 충격, 가혹한 기상조건 등에 그대로 노출되어 일반 토공부보다 더 큰 파손요인들을 가지고 있기 때문에 보수주기가 토공부 포장에 비해 짧은 것이 사실이다. 최근에 교면포장의 파손이 단기간에 심각한 수준에 도달해 운전자의 안전을 위협하며, 잦은 보수로 인한 교통체증의 유발 및 도로의 지·정체에 기인한 경제적 손실이 기하급수적으로 증가하고 있다.

교면포장은 크게 아스팔트 콘크리트 교면포장과 시멘트 콘크리트 교면포장으로 구분된다.

아스팔트 콘크리트 교면포장은 견고한 바닥판 위에 5~10cm 정도의 얇은 아스팔트 혼합물이 시공됨으로 인하여 진동, 충격 및 가혹한 기상조건 등에 그대로 노출됨으로써 일반 토공부 포장보다 더 큰 파손 요인이 발생되기 때문에 교면포장용 아스팔트 혼합물은 소성변형에 대한 저항성뿐만 아니라 균열에 대한 저항성을 갖추어야 한다. 또한 교면포장은 바닥판과 포장이 공기 중에 노출됨으로 인하여 여름철과 겨울철의 포장체 내부온도는 토공부의 포장체 온도에 비하여 여름철에 더 높고 겨울철에 더 낮은 특성을 나타내며, 특히 시멘트 콘크리트 바닥판에 비하여 두께도 얇고 열전도도 좋은 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 경우에는 기온에 더욱 민감한 영향을 나타낸다. 이러한 이유로 인하여 교면포장에 사용되는 아스팔트는 토공부와는 다른 특별한 고려가 필요하다.

최근 국내에서 빈번히 발생하는 교면포장의 파손은 건설 후 교통개방 초기 여름철에



아스팔트 혼합물의 밀림과 이러한 밀림으로 인하여 발생된 균열에 우수가 침투하여 아스팔트 혼합물이 떨어져 나가는 포트홀이 주로 나타나는 현상이다. 이러한 파손이 발생하는 근본 원인은 대부분 부적합한 방수재의 적용, 방수재 품질관리 불량 및 방수재의 시공불량에 기인하는 경우가 대부분이다.

국내에서는 과거에 교면포장 설계 시 교면포장 재료에 대한 특별한 고려 없이 토공부와 동일한 아스팔트 혼합물이 설계·시공되어 공용되었으나, 근래에 교통량과 중차량 증가에 기인하여 교면포장용 아스팔트 혼합물의 파손이 급격하게 발생됨으로 인하여 교면포장용 아스팔트 혼합물에 대한 관심이 높아지고 있다. 도로교가 교통의 요충지에 위치하고 있고, 갓길이 없는 경우가 많기 때문에 교면포장 보수 공사는 심한 교통정체를 수반하여 도로 이용자에게 큰 불편을 초래하고, 또한 교면포장의 전면 보수공사는 도로교 구조물의 수명을 단축시키는 요인이 되므로 교면포장의 공용성을 향상시키고 수명을 연장시킬 필요성이 크게 대두되고 있다. 그러므로 교면포장의 설계 시 공용성이 양호한 교면포장용 재료의 선정이 반드시 고려되어야 한다.

교면포장의 내구성 증진을 위해서는 교면포장 설계 시 교면방수재의 선정과 배수처리 방법 등이 고려되어야 하며, 교면포장 시공 시 방수재의 적정 방수능력을 발휘할 수 있는 시공 품질관리 및 평가가 필요하다. 또한 시공 후 교면포장 유지관리 방안 등이 구체적으로 필요하다.

따라서 본 지침은 아스팔트 콘크리트 교면포장의 설계부터 시공 및 유지관리에 해당되는 전반적인 교면포장 시스템에 대해 설계기준, 품질관리 및 시공 품질관리 등에 대해 제시하였다.

1.2 용어의 정의

- 본 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 다음과 같다.
- **가열 아스팔트 혼합물 (HMA, Hot-Mix Asphalt Mixture)**

굵은 골재, 잔골재, 채움재 등에 적절한 양의 아스팔트와 필요 시 첨가재료를 넣어서

이를 약 150℃ 이상의 고온으로 가열 혼합한 아스팔트 혼합물을 말한다.

- **감독자**

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

- **강바닥판 (Steel Deck Plate)**

종리브와 횡리브를 강판에 용접하여 보강한 구조물로, 하중을 직접 지지하고 그 하중을 각 리브에 전달하는 역할 뿐만 아니라 종리브 및 횡리브의 상부 플랜지로서의 역할과 주형의 상부플랜지로서의 역할을 하는 도로교 구조물을 말한다.

- **개질 아스팔트 (Polymer Asphalt)**

포장용 석유아스팔트의 성질을 개선한 아스팔트. 60℃ 점도를 향상시킨 세미 블로운 아스팔트, 저온 시의 신도 및 고온 시의 유동저항성 개선에 중점을 둔 고무-열가소성 에라스토머 혼입 아스팔트 등이 있다.

- **거더교 (Girder Bridge)**

거더(보, 형)을 교량 종방향(차량 진행방향)으로 가설한 교량이 일반적으로 가장 많이 사용되는 형식이다. 종류는 강합성상형교(스틸박스거더교), 강바닥판형교, T형교, 플레이트 거더교, PSC Beam교, RC 거더교, PSC Box 거더교, 강판형교(플레이트 거더교), 프리플렉스 Beam교 등이 있다.

- **건조수축 (Drying Shrinkage)**

시멘트 콘크리트 혼합물 타설 후 건조함에 따라 그 함유된 수분을 방출함으로써 체적 또는 길이가 수축하는 것.

- **고력볼트접합**

고 탄소강 또는 합금강을 열처리한 항복강도 7tonf/cm² 이상, 인장강도 9tonf/cm² 이상의 고장력 볼트를 조여서 부재간의 마찰력을 이용한 접합방식.

- **골재간극율 (VMA, Voids in the Mineral Aggregate)**

아스팔트 혼합물에서 골재를 제외한 부분의 체적, 즉 공극과 아스팔트가 차지하고 있는 체적의 아스팔트 혼합물 전체 체적에 대한 백분율을 말한다.

- **골재 맞물림 (Interlocking)**

굵은 골재와 굵은 골재 표면의 미세조직 맞물림 작용에 의해 아스팔트 혼합물에 작용하는 수직 압축력과 전단력에 저항하는 작용을 말한다.

- **공극율 (Air Void)**

다져진 아스팔트 혼합물 전체 체적 중에 아스팔트로 피막된 골재입자 사이 공극 체적의 백분율을 말한다.

- **공용성 등급 (PG, Performance Grade)**

포장 현장의 온도조건에 따른 아스팔트의 공용성을 평가한 등급으로 KS F 2389에 따라 시험하여 결정한다. 포장의 공용 중 온도조건과 관련한 노화 전·후의 고온과 저온에서의 아스팔트 성능을 다양하게 평가하므로, 침입도 등급에 비해 실제 거동 특성과 밀접한 상관성이 있다. PG 64-22와 같이 표기하며, 이때 64는 7일간 평균 최고 포장 설계 온도이며 소성변형 저항성과 상관성이 있고, -22는 최저 포장 설계 온도로 균열 저항성과 상관성이 있다.

- **교면포장 (Bridge Deck Pavement)**

도로교 바닥판상의 포장. 통상 시멘트 콘크리트 바닥판 및 강 바닥판상의 포장으로 대별되며, 두께 6~8cm가 일반적이며 하부층과 상부층의 2층 마무리로 하는 경우가 많다. 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이나 구스 아스팔트를 이용하는데 개질아스팔트나 수지계결합 재료를 이용한 혼합물에 의한 포장을 이용하기도 한다.

- **교면포장 시스템 (Bridge Deck Pavement System)**

교면포장 시스템은 일반적으로 상부층, 택 코트, 하부층(레벨링층), 방수층, 접착층(프라이머), 흡수방지층, 유공 도수관 및 줄눈재 등으로 구성된 것을 말한다.

- **구동륜 (Driving Wheel)**

다짐장비의 동력장치로부터 구동력을 전달받는 바퀴를 말한다.

- **구스 아스팔트 (Guss Asphalt)**

고온 상태 아스팔트 혼합물의 유동성을 이용하여 유입하고 일반적으로 롤러 전압을 하지 않는 가열혼합식 공법. 일반적으로 쿠키라고 하는 가열혼합장치를 갖춘 차를 이용하여 220~260℃로 가열, 교반 및 운반을 실시하고 구스 아스팔트 피니셔 내지는

인력에 의해 유입한다. 강 바닥판포장이나 적설 한냉지역의 마모층 등에 이용하는 경우가 많다.

- **국부변형 (Local Strain)**

구조물에서 정적인 평형이 이루어지지 않아 내부 혹은 외부의 힘에 의해 응력이 발생하고, 이 응력에 의해 부분적으로 발생하는 변형을 말한다.

- **굵은 골재 (Coarse Aggregate), 잔골재 (Fine Aggregate)**

굵은 골재는 2.5mm체에 남는 골재이며, 잔골재는 2.5mm체를 통과하고 0.08mm체에 남는 골재이다.

- **굵은 골재의 최대치수 (Coarse Aggregate Maximum Size)**

특정한 입도를 가진 골재의 무더기에서 샘플링(Sampling)하여 체분석을 실시하였을 때 샘플링한 골재의 전체 무게에 대하여 90% 이상을 통과시키는 체 중에서 최소 치수의 체 눈금을 체의 호칭 치수로 나타낸 굵은 골재의 치수를 말한다.

- **내 유동성 혼합물 (Rut Resistant Mixture)**

소성변형에 대한 저항성을 향상 시킬 수 있도록 합성한 골재와 아스팔트 바인더를 사용하여 제조한 아스팔트 혼합물을 말한다.

- **다짐 (Compaction)**

아스팔트 페이버 및 다짐장비 등을 이용하여 아스팔트 혼합물을 적정 밀도가 되도록 다지는 과정이다. 다짐은 아스팔트 혼합물의 공극율을 감소시키고 밀도를 증가시며 골재 간의 맞물림과 마찰력을 증가시킨다. 다짐의 결과로 아스팔트 혼합물 내 아스팔트로 코팅된 골재들은 서로 밀착된다.

- **다짐도 (Compactibility)**

아스팔트 포장 시공시 아스팔트 혼합물이 적합하게 다짐되었는지를 평가하는 기준으로 사용되고 있으며, 일반적 기준은 96~100% 이다. 아스팔트 혼합물의 현장 배합설계에서 최종적으로 결정된 공시체의 겉보기 밀도를 기준밀도로 적용하여 코어 공시체의 다짐 정도를 평가한다. 다짐도 계산 수식은 (코어시료 겉보기밀도÷ 기준밀도)×100 이다.

- **단기노화 (Short-term Aging)**

플랜트에서 제조되어 운반되는 과정에서 노화되는 상태를 말한다.

- **도막식 방수재 (Liquid Type Waterproof)**

막의 형태로 성형되지 않은 제품을 현장에서 가열, 혼합 등의 방법으로 도로교 바닥판에 얇게 도포하여 양생시키면 일정 두께의 고형물 막을 형성하는 방수재. 액상인 용제를 상온에서 도포하는 상온공법과 가열용융 시켜서 도포하는 열공법, 2액형의 재료를 혼합하여 반응 후 도포하는 반응형 등이 있다. 스퀴지(Squeegee), 붓, 롤러 등으로 도포하여 방수층을 형성하는 일반도포 방법과 뿔칠기구를 사용하여 방수층을 형성하는 뿔칠도포 방법으로 모체에 시공하는 것을 말한다.

- **동적안정도 (Dynamic Stability)**

동적안정도는 아스팔트 혼합물을 롤러 다짐한 가로·세로 30cm인 공시체에 시험 차륜 하중을 분당 42회의 속도로 가하여 공시체의 표면으로부터 1mm 변형하는데 소요되는 시험 차륜의 통과횟수(cycle/mm)로서 구한다. 아스팔트 혼합물의 소성 변형에 대한 저항성을 평가하기 위해 사용되며, 동적안정도 값이 높을수록 소성변형 저항성이 높다.

- **동점도 (Kinematic Viscosity)**

절대점도를 그 시료의 온도에서 밀도로 나눈 값을 말한다. 단위는 센티 스토크스(cSt, mm²/s)이며, 동점도의 측정에는 일반적으로 회전 점도계가 사용 된다.

- **드레인 다운 (Drain Down)**

아스팔트 혼합물로부터 아스팔트 바인더가 흘러내리는 양을 말한다.

- **등가 단축하중 (ESAL, Equivalent Single Axle Load)**

포장두께 설계를 위한 교통량 산정에 사용되는 하중 개념으로 포장체에 표준 단축하중이 작용했을 때 이 하중이 포장체에 주는 손상도를 표준 손상도라고 정의하고 바퀴나 축 형식에 관계없이 이것과 같은 양의 손상도를 주는 하중을 말한다.

- **라멘교 (Rigid Frame Bridge)**

교량의 상부구조와 하부구조를 강철로 연결함으로써 전체구조의 강성을 높임과 동시에 지간 내에 발생하는 휨모멘트의 크기를 줄이는 대신 이를 교대나 교각이

부담하게 하는 교량이다. 라멘교는 교각의 높이가 높지 않은 단경간의 교량에서 사용하는 것이 경제적이다.

- **레벨링 층 (Leveling Layer)**

바닥판 표면의 요철을 조정하여 평탄성을 확보하고 마모층과 일체가 되어 거동한다. 필요에 따라 방수층의 역할을 겸하기도 한다.

- **레이턴스 (Laitance)**

블리딩으로 인하여 시멘트 콘크리트나 모르타르의 표면에 떠올라서 가라앉은 물질로서

시멘트나 골재 중의 미립자이다.

- **매스틱 (Mastic)**

아스팔트, 부순모래, 채움재(Filler) 및 셀룰로오스 화이버(Cellulose Fiber)로 구성되어 골재와 골재 사이의 공극을 채워주고, 결합시켜 주는 페이스트(Paste)로서 작용한다.

- **머캐덤롤러 (Macadam Roller)**

전륜이 2개이고 후륜이 1개인 2축 3륜 형식의 롤러이다. 외국에서는 아스팔트 포장에 잘 사용하지 않으나 국내에서는 아스팔트 콘크리트 포장의 1차 다짐에 많이 사용된다.

- **밀입도 아스팔트 혼합물 (Dense-Graded Asphalt Mixture)**

아스팔트 혼합물로서 합성입도에 있어 2.5mm(No.8)체 통과량이 35~50%의 범위로 구성되며, 가장 일반적으로 사용되는 표층용 아스팔트 혼합물이다.

- **박리현상 (Stripping)**

아스팔트 콘크리트 포장체나 아스팔트 혼합물 속의 골재 표면과 아스팔트 사이에 존재하는 물 또는 수분에 의하여 결합력이 없어지거나 약화되는 현상을 말한다. 일반적으로 포장 하부가 물로 장기간 포화되었을 경우 아스팔트의 결합력이 없어지며, 포트홀 등이 발생된다.

- **박스거더 (Box Girder)**

거더(Girder)는 우리말로는 형(桁), 들보, 대들보 정도로 해석되며, 박스거더는 보통

철판으로 제작된 박스형태의 거더를 의미한다.

- **방수재 (Waterproof Material)**

바닥판의 방수를 목적으로 설치하는 재료(Material)를 말하며 바닥판에 견고히 부착하고 그 상면에 교면포장을 포설한다.

- **방수층 (Waterproof Layer)**

바닥판에 물이나 유해물질이 유입하는 것을 방지하기 위해 바닥판과 포장층 사이에 설치하는 방수재로 된 층(Layer)을 말한다. 방수층의 종류로는 시트계, 도막계 방수층이 있다.

- **배수처리 (Drain Process)**

포장층에서 침투한 물이나 유해물질이 방수층에 체류하지 않도록 배수처리 장치를 사용하여 처리하는 것을 일컫는다. 배수처리에는 체수를 제거하는 배수파이프와 도수처리가 있다.

- **배합설계 (Mix Design)**

사용 예정 재료를 이용하여 소정의 품질, 기준치가 얻어지도록 골재의 합성 입도 결정과 아스팔트 함량이나 첨가재의 양 등을 결정하는 작업을 말한다. 배합설계는 콜드빈 배합설계(실내 배합설계), 골재 유출량 시험, 현장 배합설계 등을 포함한다.

- **변형강도 (S_D , Strength Against Deformation)**

상온에서는 점탄성특성을 보이고 고온에서는 소성 특성을 보이는 아스팔트 포장에서 차륜에 의한 하중-변형 메커니즘에(하중을 혼합물이 다져진 방향과 같은 방향으로 가하고 가해진 하중에 의해 혼합물은 소성변형과 유사하게 전단압밀에 의한) 따른 아스팔트 혼합물의 소성변형 측정값을 말한다.

- **부착방지제 (Release Agent)**

아스팔트 혼합물이 운반장비의 적재함이나 타이어롤러 및 기타 다짐기구 등에 붙는 것을 방지하기 위한 재료이다. 기존에는 경유 등을 사용하였으나, 아스팔트 콘크리트 포장의 파손을 촉진하므로 경유 등의 석유계 오일의 사용을 절대 금하고 있으며, 식물성 오일 등을 사용한다.

- **블리딩 (Bleeding)**

아스팔트 혼합물에서 아스팔트 함량 과다 또는 SMA 혼합물에서 셀룰로오스 화이버 첨가재 부족 등의 영향으로 운반 도중 여분의 아스팔트가 아스팔트 혼합물 속으로 흘러내려 다짐작업 시 아스팔트가 표면으로 용출되어 표면이 번질거리는 현상을 말한다. 택 코팅 재료의 과다 사용에 의해서도 발생할 수 있다.

- **블리스터링 (Blistering)**

아스팔트 콘크리트 포장의 표면이 시공 중 또는 공용 시(특히 여름철) 원형으로 부풀어 오르는 현상이다. 강바닥판, 시멘트 콘크리트 바닥판 위의 포장 내부에 남아있는 수분 및 오일분이 온도상승에 의해 기화하여 이때 발생하는 증기압이 원인이 되어 발생한다. 일반적으로 구스 아스팔트 혼합물이나 세립도 아스팔트 혼합물과 같이 치밀한 혼합물에서 많이 발생한다.

- **비파괴 현장밀도 측정 장비 (Non-destructive Density Gauge)**

다짐장비의 통과에 따른 아스팔트 콘크리트 포장의 밀도 변화를 현장에서 포장손상 없이 체크하기 위한 장비를 말하며, 방사선 또는 전기적 특성 등을 사용한다.

- **셀룰로오스 화이버 (Cellulose Fiber)**

많은 양의 아스팔트의 흘러내림과 블리딩(Bleeding)을 방지하기 위한 식물성 섬유 첨가재로 SMA 혼합물에 첨가한다.

- **소성변형 (Rutting)**

교통 하중에 의해 자동차 바퀴가 닿는 포장면에서 아스팔트 포장이 'U'자형으로 침하되는 현상을 말한다.

- **쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물 (SMA, Stone Mastic Asphalt)**

골재, 아스팔트, 셀룰로오스 화이버(Cellulose Fiber)로 구성되며, 굵은 골재의 비율을 높이고 아스팔트 함유량을 증가시켜 아스팔트의 접착력은 골재의 탈리를 방지하는 역할을 담당하고, 압축력과 전단력에 저항하는 힘은 골재의 맞물림(Interlocking)이 담당하여 소성변형과 균열에 대한 저항성이 우수한 내유동성 아스팔트 혼합물을 말한다.

- **스크리닝스 (Screenings)**

포장용 또는 구조물용 골재 생산 시 부산물로 얻어지는 부순 잔골재를 말한다.

- **스크리드 (Screed)**

아스팔트 페이퍼의 끝에 부착된 부분으로 포장의 면을 평탄하게 만들어준다. 연료, 전기 등으로 가열할 수 있으며, 포장 폭에 따라 길이를 변화시킬 수 있다.

- **스퀴지 (Squeegee)**

도막식 액상방수재를 시공할 때 사용하는 밀대로서 이의 끝에는 고무가 붙어있으며, 이 밀대로 액상방수재를 밀어서 고무 퍼면서 도막의 두께를 맞추는데 사용되는 도구이다.

- **스트레이트 아스팔트 (Straight Asphalt)**

원유의 아스팔트 분을 열에 의한 변화를 일으키지 않도록 증류에 의해 추출한 것으로 산화, 중합, 축합을 일으키는 블로운 아스팔트에 비해 감온성이 크고 신장성, 점착성 및 방수성이 풍부하며 줄눈재 등 특수 목적용을 제외하고는 결합재로서 이용되는 아스팔트를 말한다.

- **시트식 방수재 (Sheet Type Waterproof)**

공장에서 제품출하 시 폭 약 1m와 두께 약 2~4mm로 기 성형되어 롤에 감긴 형태로 시공현장에 도착하는 방수재료를 말한다. 직포나 부직포의 중심기재에 합성고무, 수지, 플라스틱, 아스팔트 등의 재료를 함침하여 적층 성형한 얇은 시트를 접착제나 토치를 사용하여 모체에 밀착하여 방수층을 형성하는 것을 말한다.

- **신축이음 (Expansion Joint)**

도로와 도로교의 상부가 접하는 위치나 상부구조가 분리되는 위치에 설치하여 구조물의 온도변화, 포장체의 건조수축, 차량하중에 의해 발생하는 도로교의 변위를 적절히 수용하여 통행차량의 충격을 최소화 시켜 차량이 도로교 위를 원활히 주행할 수 있게 하는 장치를 말한다.

- **아스팔트 (Asphalt)**

천연 또는 석유의 증류 잔사로서 얻어진 역청(탄화수소 혼합물)을 주성분으로 하며 이황화탄소(CS₂)에 녹는 반고체 또는 고체의 점착성 물질을 말한다. 도로 포장에

쓰이는 아스팔트는 골재의 접착에 사용되며, 침입도 등급 또는 공용성 등급 기준에 따른다. 스트레이트 아스팔트(Straight Asphalt)는 별도의 첨가제 등으로 가공하지 않은 아스팔트이며, 폴리머 등으로 개질할 경우 개질 아스팔트로 칭한다. 그리고, ‘아스팔트(Asphalt)’와 같은 의미로 사용되는 용어로는 ‘아스팔트 바인더(Asphalt Binder)’, ‘아스팔트 시멘트(Asphalt Cement)’, ‘바인더(Binder)’, ‘비투먼(Bitumen)’ 등이 있으나, ‘아스팔트’로 통칭한다.

- **아스팔트 페이버 (Asphalt Paver)**

아스팔트 피니셔라고도 불리며 아스팔트 혼합물을 포설하는 장비이다.

- **아스팔트 함량 (Asphalt Content)**

아스팔트 혼합물의 전체 질량에 대한 아스팔트 질량의 백분율을 말한다.

- **양생 (Cure)**

방수재를 시공한 후 그 성능이 완전하게 발휘될 때 까지의 기간으로, 방수재 자체의 양생뿐만 아니라 방수재 이외의 재료 모두가 포함된다.

- **역청 재료 (Bituminous Material)**

이황화탄소에 용해되는 탄화수소의 아스팔트 혼합물로 상온에서 고체 또는 반고체의 것을 역청(Bitumen)이라 하며, 이 역청을 주성분으로 하는 재료를 말한다. 스트레이트 아스팔트, 커트백 아스팔트, 유화 아스팔트 등의 종류가 있다.

- **열화 (Deterioration)**

시멘트 콘크리트의 열화란 이산화탄소(CO₂) 등 산성물질이 작용해 알칼리성인 시멘트 콘크리트를 PH 8.5~10의 중성화로 변화시켜 시멘트 콘크리트의 내구성을 감소시키는 현상을 말한다.

- **운반 사이클 (Truck Cycle)**

아스팔트 혼합물을 운반장비에 상차하고 운송하여 시공 현장에 도착한 후 아스팔트 페이버의 호퍼에 하차 하고 다시 아스팔트 플랜트로 돌아오는 일련의 과정을 말한다.

- **유공 도수관 (Drainage Pipe)**

교면포장체 내부로 침투한 침투수를 바닥판의 횡단경사를 따라 바닥판과 하부 포장면에 유입된 물의 배수거리를 짧게 하여 신속하게 침투수를 배수하기 위한

것이다.

- **이론 최대밀도 (TMD, Theoretical Maximum Density)**

다짐된 혼합물 속에 전혀 공극이 없는 것으로 가정했을 때의 밀도를 말하며, KS F 2366에 따라 구한다. 배합설계 및 시공 완료 후 포장의 다짐밀도 평가에 사용한다.

- **잔류 인장강도 (Retained Stability)**

아스팔트 혼합물 공시체를 -18°C 에서 24시간, 60°C 에서 22시간, 25°C 에서 2시간 수침 후의 간접인장강도 값을 수침 시키지 않은 간접인장강도 값에 대한 백분율로 나타낸 것으로 수분 손상의 영향이 고려되는 아스팔트 혼합물의 바리에 대한 저항성을 평가하는데 사용한다.

- **장출길이 (Extension Length)**

강 바닥판(Steel Deck Plate)교에서 메인거더로부터 외측방향으로의 바닥판이 연장된 것으로 경제성, 구조상의 제약 및 경관성 등을 고려하여 장출 길이가 큰 브라켓(Bracket)을 사용할 수 있으며, 이 경우 외측 메인 거더 복판을 따라 교축방향으로 포장의 균열이 발생할 가능성이 크다.

- **접착층 (Attachment Layer)**

강 바닥판(Steel Deck Plate)에 방수층 또는 포장을 접착시켜 일체화시키기 위해 설치한다. 접착층에 사용하는 재료는 하부층이 가열 아스팔트 혼합물이나 구스 아스팔트의 경우 고무 접착제를 사용하고 경화성 아스팔트 혼합물의 경우에는 경화성 아스팔트계 접착제를 사용한다.

- **줄눈 (Joint)**

포장과 구조물 사이 또는 신축장치의 이음부분 등 빗물이 침투하는 부분에 설치하며 바닥판과 포장의 내구성을 확보하기 위해 설치한다.

- **채움재 (Mineral Filler)**

KS F 3501의 입도 및 품질기준에 적합한 석회 석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회, 플라이 애쉬, 회수 더스트, 전기로 제강 더스트, 주물 더스트, 각종 소각회 및 기타 적당한 광물성 물질의 분말을 말한다. 사용 시에는 먼지, 진흙, 유기물, 덩어리진 미립자 등의 아스팔트 혼합물 품질을 저감시키는 물질이 함유되어 있지 않아야 한다.



- **체의 호칭치수**

KS A 5101-1 (ISO 3310-1)에서 규정하는 표준망체 눈의 실제 기준 크기를 부르기 쉽도록 만든 체의 눈 크기로서 아래의 표와 같이 대응된다.

체의 호칭크기 (mm)	80	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.4	0.3	0.15	0.08
체의 기준크기 (mm)	75	53	37.5	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.425	0.3	0.15	0.075

- **최적 아스팔트 함량 (OAC, Optimum Asphalt Content)**

가열 아스팔트 혼합물의 사용 목적에 따라 특성이 가장 잘 발현될 수 있도록 결정된 아스팔트 함량으로 각 혼합물의 최적 아스팔트 함량은 배합설계로 결정된다.

- **침입도 등급 (Penetration Grade)**

25℃에서 아스팔트의 굳기(硬度)를 나타내는 지수이다. 아스팔트에 규정된 치수의 바늘로 100g의 힘으로 5초 동안 눌렀을 때의 침의 관입 깊이를 0.01cm 단위로 나타낸 값으로 이 값이 작을수록 단단한 아스팔트를 의미한다.

- **콜드빈 (Cold Bin)**

아스팔트 플랜트 등에서 상온의 골재를 계속 공급하기 위하여 저장하는 장치를 말한다.

- **크리프 (Creep)**

응력이 일정할 때도 영구변형도가 시간의 경과에 따라 증가하는 현상으로 아스팔트 포장에 외부의 힘이 가해지지 않은 상태에서도 시간의 흐름에 따라서 변형도가 증가하는 현상.

- **클로로프렌 (Chloroprene)**

클로로프렌(Chloroprene) 고무는 범용 특수합성고무로 일반 고무보다 내후성(Brittle point 35℃, Softening point 80℃), 내약품성이 뛰어난 특성을 지닌 염화고무이다. 클로로프렌 고무를 휘발성 용제로 용해한 액상의 재료로 조직강화를 위한 유리섬유와 가루시키기 위한 산화아연을 사용하고, 충전제로 염화칼슘, 노화방지제로 카본블랙, 휘발성 용제로 톨루엔, 크실렌 등을 사용한다.

- **타이어롤러 (Pneumatic Tire Roller)**

바닥이 편평한 타이어 여러 개가 2축으로 부착된 다짐장비로서, 타이어의 공기압을 조절하여 다짐효과를 가감할 수 있다.

- **탄뎀롤러 (Tandem Roller)**

2축으로 되어있는 롤러로 진동식과 무진동식으로 나뉜다. 진동식은 1차다짐에 사용할 수 있으며, 무진동식은 마무리 다짐에 사용된다.

- **택 코트 (Tack Coat)**

역청재료 또는 시멘트 콘크리트 바닥판 등을 사용한 아래 층과 아스팔트 혼합물로 된 윗 층을 결합시키기 위하여 아래 층의 표면에 역청재료를 살포하여 만든 막을 말한다. 일반적으로 유화아스팔트 RS(C)-4를 사용한다.

- **편경사 (Superelevation)**

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

- **평균일교통량 (ADT, Average Daily Traffic)**

일정기간을 조사하여 일평균으로 환산한 교통량을 말한다.

- **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 종단 프로파일은 평탄성 지수인 PrI(Profile Roughness Index)로 계산된다. 포장의 준공 검사 시 PrI을 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.

- **포트홀 (Pothole)**

아스팔트 포장의 표층 및 기층 아래로 물이 침투하여 발생하는 구멍 형태의 파손이다. 교통량 등에 의한 전단응력으로 아스팔트 표층 하부에 미세한 균열이 생기고, 포장의 상부 층에는 차량에 의한 미세한 피로균열이 발생한다. 이러한 균열 사이로 눈이나

비가 포장면 아래로 침투되면서 발생하는 파손 형태를 말한다.

- **포화도 (VFA, Voids Filled with Asphalt Cement)**

골재 간극 중에 아스팔트가 채워진 체적 비율을 말한다.

- **표층 (Surface Course)**

교통 하중에 접하는 최상부의 층으로 교통 하중을 하부층에 분산시키거나, 빗물의 침투를 막고 타이어에 마찰력을 제공하는 역할을 한다. 표층에는 가열 아스팔트 혼합물과 SMA 혼합물의 경우에는 골재최대치수 13mm 이하를 적용한다. 표층과 동일한 의미의 단어로 마모층(Wearing Course)을 사용 할 수 있다.

- **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. 포장 결함을 사전에 방지하는 것을 목적으로 하여 시행하는 모든 수단을 의미한다.

- **프리스트레스 콘크리트 (Prestressed Concrete)**

시멘트 콘크리트 부재를 미리 재축방향으로 조여서 인장응력을 줌으로써 인장력에 저항하는 범위를 크게 확대해주는 원리를 이용하여 주어진 하중에 의하여 발생하는 응력을 원하는 정도로 상쇄할 수 있도록 미리 인공적으로 그 외력의 분포와 크기만큼 내력을 확보한 시멘트 콘크리트 구조물을 말한다.

- **플러쉬, 플러싱 (Flush, Flushing)**

아스팔트 콘크리트 포장에 있어서 아스팔트와 세립의 골재로 구성된 매스틱(Mastic) 성분이 뭉쳐서 다짐 시 표층의 표면이 검은 반점으로 포화된 현상을 말한다.

- **핫빈 (Hot Bin)**

아스팔트 플렌드의 일부분을 가열 건조시킨 골재를 계량하기 전에 저장하는 장치를 말한다.

- **현수 피스**

강바닥판 교량의 강박스 구조체를 크레인 등으로 매달아 들어올리기 위해 설치되는 철제의 고리를 말한다.

- **현장 배합설계 (Job-Mix Formula)**

실내 배합설계를 기준으로 현장에 따라 사용하는 재료와 아스팔트 플랜트 등을 고려하여 최종적으로 결정한 실제로 사용하는 배합을 말한다.

- **혼합온도 (Mixing Temperature)**

일반적으로 배합설계시 골재와 아스팔트의 혼합시에 적용하는 온도이다. 아스팔트 혼합물을 아스팔트 플랜트에서 생산할 경우에는 도착지까지의 거리, 대기온도 등을 고려하여 결정한다.

- **회수 더스트 (Dust)**

가열 아스팔트 혼합물을 제조할 때 드라이어에서 가열된 골재로부터 발생하는 분말상의 것(Dust)을 말하며, 백 필터와 같은 건식 2차 집진 장치에서 포집(Collection)하여 혼합물의 채움재로 환원 사용하는 것을 말한다.

- **횡단경사 (Cross Slope)**

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

- **흡수방지식 방수재 (Absorption Prevention Type Waterproof)**

삼투현상을 응용한 것으로 방수재가 석회 및 수분과 화합하여 삼투압에 의해 시멘트 콘크리트의 모세관을 따라 침투하여 반응, 충전시켜 시멘트 콘크리트 자체를 치밀화시키는 기능을 갖는 방수재료를 말한다. 그 종류에 따라 무기질계, 유기질계 및 무기유기 혼합계 등 3종류로 분류할 수 있다.



설계 일반

2

2. 설계 일반

2.1 교면포장 시스템의 구성

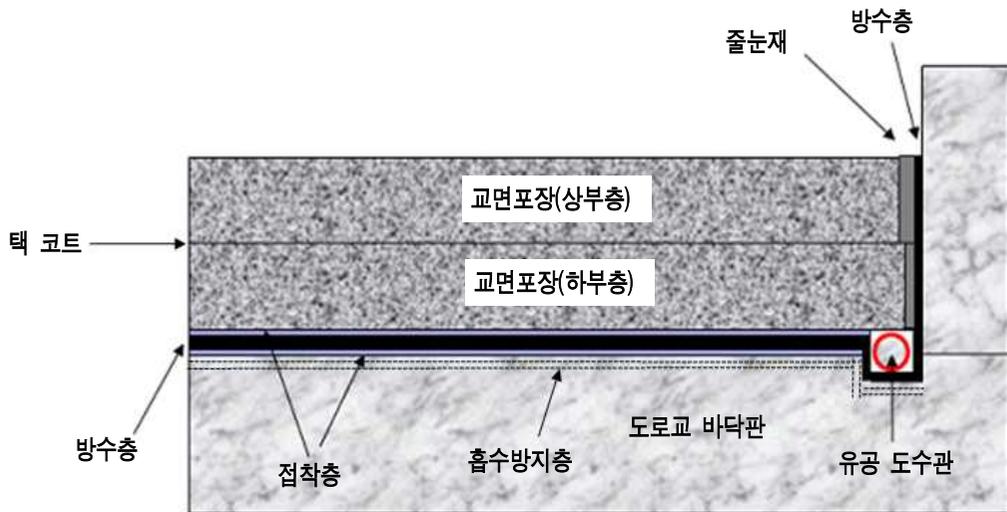
- (1) 도로교의 바닥판에 적용되는 아스팔트 콘크리트 교면포장 시스템은 일반적으로 상부층, 텍 코트, 하부층(레벨링층), 방수층 및 접착층(프라이머)으로 구성된다. 또한, 도로교 상부 구조물(난간, 방호벽 및 연석 등)과의 접촉부에는 포장체 내의 침투수의 신속한 배수를 목적으로 유공 도수관을 설치하기도 한다.
- (2) 일반부 포장과는 달리 도로교의 교면포장 시스템에는 도로교 구조물 바닥판의 설계 수명을 고려하여 설계한다.

【해 설】

- 교면포장은 교통하중에 의한 충격 작용 및 우수의 침입이나 온도 변화 등 기상 작용에 대하여 도로교 바닥판을 보호함과 동시에 통행 차량의 쾌적한 주행을 확보하는 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한, 도로교는 지속적으로 교통에 노출되어 있기 때문에 교면 포장 보수에 따른 교통 규제는 도로 이용자에 대한 영향이 매우 크다. 따라서 교면 포장에는 특히 내구성이 높은 포장을 적용해야 한다.
- 포장구조의 설계 또는 종류를 선정할 때 과거에는 초기 투자액의 대·소에 따른 비교 검토가 제일 우선시 되었으나, 최근에는 유지관리비나 보수비용 외에 보수공사에 의한 도로 이용자의 시간적 손실이나 연료소비량의 증대 등 사회적 손실 비용도 사전에 고려한 전체 비용을 고려하는 방식으로 변화되고 있다. 포장구조의 경제성에 대한 검토는 설계기간 보다 장기간의 해석기간(전체 비용의 비교 등을 할 때 고려하는 연수)을 설정한다. 일반부 포장의 구조설계 시에는 총 비용의 해석기간은 설계기간의 2~3배의 기간을 설정하는데 반하여, 교면포장 시스템의 경우에는 도로교 구조물의 설계 수명과 조화를 고려해야 한다.
- 교면포장 시스템은 구조적 측면 또는 이용적 측면에서 일반부의 포장과 다른 점이 많으므로 그 특성을 충분히 고려하여 설계하는 것이 중요하다. 교면포장의 구조설계는 포장 두께의 결정은 물론 도로교의 바닥판이나 상부구조 형식의 종류 등 각종 조건을 고려한 후 재료나 공법을

선정해야 한다. 또한 이 경우에는 교면포장의 본래의 목적인 바닥판의 보호와 통행 차량의 쾌적한 주행성 확보 외에 주행소음 민원, 주변 환경과의 조화 및 경관 등 다방면으로 고려할 필요가 있다.

- 교면포장 시스템은 도로교 바닥판으로 우수 및 제설제 등의 침투로 인한 시멘트 콘크리트 바닥판의 열화 현상이나 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 녹 발생을 방지하여 도로교 바닥판의 내구성 손실에 따른 도로교 공용수명의 감소를 방지하고, 도로 이용자에게 쾌적한 주행성을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한 교면포장 시스템에는 교통하중이 직접 · 반복적으로 작용하기 때문에 다른 토목 구조물에 비하여 공용 후의 파손이나 열화의 진행이 현저하게 빠르다.
- <그림 2.1>은 교면포장 시스템의 일반적인 구성을 나타낸 것이다. 교면포장의 구성은 하부층과 상부층 2층을 설치하는 것이 일반적이다. 상부 표층은 양호한 주행성의 확보를 위한 층으로 내 유동성, 내 균열저항성 및 미끄럼 저항성 등이 우수해야 하며, 하부층은 상부층의 하중을 분산시키며 우수나 제설제가 침투하여 방수층으로 도달하는 것을 최소화해야 한다. 교면포장 시스템은 일반적으로 <그림 2.1>에 나타낸 것처럼 구성된다.



<그림 2.1> 교면포장 시스템의 구성



- 도로교 교면포장의 전체 두께는 70~80mm가 표준이다. 상부층은 교통하중을 분산시켜 하부층에 전달하는 동시에 자동차가 안전하게 주행할 수 있도록 평탄성과 미끄럼 저항성이 요구된다. 최근에는 소음(騒音)을 저감하는 효과 및 노면온도를 저감하는 효과 등 용도에 맞춘 기능이 요구되는 경우가 있다. 하부층은 바닥판의 요철을 수정하고, 상부층에 가해지는 하중을 바닥판에 균등하게 전달하는 역할을 갖고 있어 바닥판의 요철 영향을 고려하여 상부층보다 두껍게 하는 경우가 많다.
- 강 바닥판은 시멘트 콘크리트 바닥판에 비하여 강성(剛性)이 낮고, 처짐(휨)이 크기 때문에 상부층에는 내유동성이나 내박리성(耐剝離性) 및 휨 추종성 등을 고려한 폴리머 개질 아스팔트를 사용해야 한다. 하부층에 한하여 경질 아스팔트(스트레이트 아스팔트와 트리니다드 레이크 아스팔트(Trinidad Lake Asphalt)를 혼합)를 사용한 구스 아스팔트 혼합물이 사용 되기도 한다. 최근에는 휨 추종성이나 수밀성을 고려하여 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물(SMA, Stone Mastic Asphalt)이 일반적으로 사용된다.

2.2 도로교 교면포장 시스템의 설계조건

(1) 교면포장의 설계 시 고려해야 할 조건은 기상조건, 하중조건, 재료조건, 공용 조건 및 도로교의 구조조건 등이다.

【해 설】

- ① 교면포장은 바닥판에 대해 부착성이 좋고 포장과 바닥판이 밀착되어야 하며, 포장이 교통하중의 분산 작용에도 공헌하도록 고려한다.
- ② 우수의 침투는 시멘트 콘크리트 바닥판의 내구성을 손상시키며 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 발청의 원인이 되므로 방수성을 충분히 고려할 필요가 있다. 구조물과의 접속부 등의 간극에 우수가 침투한 경우에 바닥판과 포장 사이에 체수 되지 않도록 배수처리를 한다. 교면포장의 배수는 일반적으로 노면배수만 생각하는 경향이 있는데 바닥판의 설계 시에 교면포장체 내의 배수처리도 포함하여 설계한다. 시공 중이라도 포장 시공 상 장애가 되지 않도록 배수대책을 강구해야 한다.

- ③ 도로교의 폭은 일반부에 비해 노면이나 측방의 여유 폭이 좁기 때문에 차량의 주행 위치가 한정되는 경우가 많고 교통하중이 특정 위치에 집중되므로 교면포장은 유동에 의한 소성변형 등의 파손이 발생하기 쉬운 경향이 있다. 또한, 대체 도로가 적은 점 등을 고려 하여 내유동성 및 균열저항성 등이 우수한 아스팔트 혼합물을 사용하여 보수 빈도를 최소화 하여야 한다.
- ④ 강 바닥판의 포장에서는 메인 거더, 세로 거더 및 세로 리브의 복판 위에는 원칙적으로 시공줄눈은 설치하지 않도록 한다.
- ⑤ 포장은 원칙적으로 2층 구성으로 한다. 포장을 시공할 경우 세로 및 가로의 시공 이음은 각각 적당한 간격을 두고 설치해야 한다. 또한 교면포장의 시공계획 작성 시에는 상기에 언급된 사항과 공용 시 차륜 위치를 고려하여 시공 이음이 차륜 주행 위치에 설치되지 않도록 하부층과 상부층의 포설 폭을 계산하여 작성하여야 한다.

2.2.2 기상조건

(1) 기상조건으로서는 일조, 강우, 강설, 기온 및 바람 등이 있다.

【해 설】

시멘트 콘크리트 바닥판에서는 동결융해 등에 의한 시멘트 콘크리트의 열화, 건조수축, 크리프 및 온도변화에 동반하는 응력 발생이 포장의 내구성에 영향을 미친다. 한편, 강 바닥판(Steel Deck Plate)은 시멘트 콘크리트 바닥판에 비해 열용량이 적고 열 전도성이 좋기 때문에 그 온도는 기온에 추종하기 쉽다. 그렇기 때문에 포장은 기온 변화의 영향을 받기 쉽고 내구성 저하에 미치는 영향도 크다. 포장의 유동 변형은 기온이나 일조 시간과 연관이 있으며, 노면의 동결은 바람의 영향도 받는다. 포장 내에 침투한 우수는 강 바닥판의 발청을 촉진시킬 뿐만 아니라 아스팔트포장의 열화나 박리를 초래하고 포장의 내구성을 저하시키는 요인이 된다.

2.2.3 하중조건

(1) 하중조건에는 교통량, 하중강도, 주행속도, 주행위치 분포 및 제동·정지·발진 등이 있다.

【해설】

교통량, 주행속도 및 주행위치 분포는 주로 포장의 피로균열이나 소성변형에 하중강도는 포장의 처짐, 주행속도는 포장 표면의 미끄럼, 주행위치 분포나 제동·정지·발진의 유무는 소성변형이나 종단요철 등과 관련이 있다. 따라서, 교면포장용 아스팔트 혼합물의 선정 및 포장구성의 설계 시에는 이들 하중조건을 고려할 필요가 있다.

2.2.4 재료조건

(1) 교면포장은 온도의 변동이 현저하며, 특히 강 바닥판 교면포장에서는 처짐이 큰 점 등 특수한 조건이 추가되므로 양호한 공용성을 장기에 걸쳐 확보하기 위해서는 토공부에 비해 보다 내구성이 뛰어난 포장 재료를 사용함과 동시에 확실한 시공을 할 필요가 있다.

【해설】

교면포장의 재료인 아스팔트 혼합물의 가장 큰 특성은 감온성이며, 그 스티프니스(Stiffness)는 저온에서는 높으나 고온에서는 낮아진다. 교면포장에서는 내유동성, 내균열성, 내박리성 및 처짐 추종성 등 상호 상반되는 성능이 요구되므로 고성능의 재료를 사용할 필요가 있다.

2.2.5 공용성조건

(1) 공용성 조건으로서 고려해야 할 파손의 종류에는 토공부의 포장과 마찬가지로 소성변형, 종단요철, 미끄럼, 균열 및 단차 등이 있다. 교면포장은 도로 이용자의 승차감에 대한 평가뿐만 아니라 교체에 미치는 영향도 평가할 필요가 있다.

【해 설】

(1) 소성변형

기본적으로 교면포장의 포장두께는 7~8cm 정도이며, 그 포장층 아래에 포장체와 현저히 강성이 다른 시멘트 콘크리트 바닥판 또는 강 바닥판(Steel Deck Plate)이 존재하며, 전반적으로 포장 두께가 얇기 때문에 온도변화가 크다. 또한, 차량의 주행위치도 일정 위치에 집중되는 경향이 있기 때문에 토공부의 포장에 비해 아스팔트 혼합물의 유동에 의한 소성변형이 발생하기 쉽다. 소성변형은 차량의 주행성, 수막현상 및 물 튀김 등에 크게 영향을 미치므로 교면포장에서는 토공부의 포장보다 고내구성의 포장이 요구된다. 그러므로 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 상부층 및 하부층 모두 내유동성을 향상시킨 개질 아스팔트를 이용한 아스팔트 혼합물을 적용하는 것을 우선적으로 고려하여야 하며, 특히, 강 바닥판(Steel Deck Plate)포장에서는 내유동성 뿐만 아니라 바닥판의 국부변형에 추종할 수 있으며 피로 저항성이 큰 교면포장 재료를 적용해야 한다.

(2) 균열

교면포장에서의 균열은 우수 침투에 의해 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 시멘트 콘크리트 바닥판의 열화와 바닥판 내부 철근의 발청을 촉진하고, 강 바닥판(Steel Deck Plate)에서는 녹을 발생시키는 등 도로교의 주요 부재인 바닥판의 내구성에 크게 영향을 미치는 요인이 된다. 강 바닥판(Steel Deck Plate)은 시멘트 콘크리트 바닥판에 비해 강성이 낮고 일정하지 않으므로 바닥판이 세로·가로 리브 등의 제원이나 배치에 따라서는 윤택중에 의해 국부적으로 크게 변형이 생기고 포장에 구조적인 균열이 발생하기 쉽다. 강 바닥판(Steel Deck Plate)상의 교면포장의 균열은 교축방향으로 발생하는 종 방향 균열이 많고 그 발생 위치는 메인 거더나 세로 거더 복판 위 또는 메인 거더나 세로 거더 복판 직상의 세로 리브 상의

포장표면이다.

(3) 종단요철

교면포장에서는 포장두께가 얇은 구조적인 이유와 함께 바닥판과 포장의 접착 불량에 따른 전단으로 인해 종단방향의 요철이 발생하는 경우가 많다. 종단요철은 차량의 주행성을 악화시킬 뿐만 아니라 이에 따른 충격하중의 증대는 바닥판이나 도로교의 상부구조에 손상을 줄 우려가 있다. 그렇기 때문에 방수 및 접착층의 설계 시공 시에는 충분히 주의해야 한다.

(4) 단차

단차는 신축장치의 인접부 또는 도로교 구조물과 토공부의 설치부 등에 많이 발생하기 쉽다. 이것은 주행차량의 승차감을 저하시킬 뿐만 아니라 충격하중을 증가시켜 도로교 본체에도 악영향을 미친다. 또한, 지반 진동이나 교통소음 등 소음 공해 발생 원인이 되기도 하므로 조기에 보수할 필요가 있다.

(5) 포트홀

단차와 마찬가지로 승차감이나 안전성을 현저히 손상시키는 요인이다. 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 포장과 방수층 사이에 우수가 침투하여 아스팔트 혼합물이 박리를 일으킴으로써 발생하는 포트홀의 사례가 많다

(6) 미끄럼저항

미끄럼저항은 주행차량의 안전을 확보하는 데 중요한 인자이다. 특히, 경사로에서는 미끄럼저항의 감소가 교통사고의 원인이 되는 경우가 많다. 그러므로 노면의 마이크로 표면조직(Microtexture)과 매크로 표면조직(Macrotecture)를 고려하여 미끄럼 저항성이 우수한 노면을 확보할 수 있도록 교면포장을 선정하여야 한다.

2.3 도로교 바닥판의 분류

(1) 아스팔트 콘크리트 교면포장 시스템은 일반적으로 상부층, 택 코트, 하부층(레벨링층), 방수층 및 접착층(프라이머)으로 구성된다. 또한, 도로교 상부 구조물(난간, 방호벽 및 연석 등)과의 접촉부에는 포장체 내의 침투수의 신속한 배수를 목적으로 유공 도수관을 설치 한다.

【해 설】

- 바닥판 방수층의 시공면으로 되는 표면은 바닥판마다의 구조특성이나 시공방법에 따라 다르고, 각각의 조건에 맞는 방법으로 바닥판 방수를 시행하지 않으면 필요한 성능을 얻을 수 없다. 이 때문에 바닥판 방수의 결정에 있어서는 바닥판의 표면형상을 충분히 이해하고 적절하게 시행 할 필요가 있다.
- 도로교에 사용하는 바닥판의 분류를 <표 2.1>에 나타내었다.

<표 2.1> 도로교에 사용하는 바닥판의 분류

시멘트 콘크리트 바닥판	철근 콘크리트 바닥판(RC 바닥판)
	프리스트레스 콘크리트 바닥판(PC 바닥판)
	강 콘크리트 합성 바닥판
강 바닥판	

2.3.1 철근 콘크리트 바닥판(RC 바닥판)

(1) 철근 콘크리트(RC 바닥판)은 시멘트 콘크리트와 철근으로 된 철근 콘크리트 구조이며, 현장에서 시멘트 콘크리트를 타설하는 것과 공장에서 제작하는 프리캐스트 RC 바닥판이 있지만 본 지침에서는 30MPa 미만의 시멘트 콘크리트 바닥판을 지칭한다.

【해 설】



- 철근 콘크리트(RC 바닥판)은 시멘트 콘크리트와 철근으로 된 철근 콘크리트 구조이며, 현장에서 시멘트 콘크리트를 타설하는 것과 공장에서 제작하는 프리캐스트 RC 바닥판이 있지만 본 지침에서는 교량 바닥판의 우수한 침투 특성의 차이를 분류할 목적으로 30MPa 미만의 시멘트 콘크리트 바닥판을 지칭한다. 프리캐스트 RC 바닥판의 접합은 RC 구조와 프리스트레스를 도입하는 것이 있다.
- RC 바닥판은 표면 조적이 치밀하지 못하기 때문에 우수나 제설제 등이 유입된 경우 바닥판 시멘트 콘크리트의 손상이 빠르고 수명이 대폭 줄어들기 때문에 적절한 방수대책이 필요하다.
- 현장 타설 시멘트 콘크리트 바닥판은 현장에서 거푸집 내에 시멘트 콘크리트를 타설하는 것을 말한다.
- 시멘트 콘크리트 바닥판에 발생하는 손상에는 균열, 박리, 철근노출, 누수, 유리석회 및 탈락 등이 있다. 특히 시멘트 콘크리트 바닥판의 균열은 자동차 하중의 영향에 의한 피로현상인 경우 열화의 과정을 거쳐 손상이 진행되면 최종적으로는 부분적인 탈락에 이른다.

2.3.2 프리스트레스 콘크리트 바닥판(PC 바닥판)

(1) 본 지침에서는 프리스트레스 콘크리트 바닥판(프리스트레스가 도입되는 PC 바닥판)으로 교량 바닥판의 우수 침투 특성의 차이를 분류할 목적으로 30Mpa 이상의 고강도 시멘트 콘크리트 바닥판을 지칭한다.

【해설】

- PC 바닥판은 시멘트 콘크리트에 프리스트레스를 도입한 구조의 바닥판이나 교축 직각방향에 배치한 PC 강재에 의해 교축 직각방향에만 프리스트레스를 도입한 1 방향 PC 바닥판의 구조가 일반적이다. PC 바닥판에는 현장에서 시멘트 콘크리트를 타설한 후에 프리스트레스를 주는 현장타설 PC 바닥판과 공장에서 교축 직각방향에 프리스트레스를 도입한 프리캐스트 판을 제작한 것을 현장에서 주형 위에 배치하여 일체로 만드는 프리캐스트 PC 바닥판이 있다.



- 본 지침에서는 프리스트레스 콘크리트 바닥판(프리스트레스가 도입되는 PC 바닥판)으로 교량 바닥판의 우수의 침투 특성의 차이를 분류할 목적으로 30Mpa 이상의 고강도 시멘트 콘크리트 바닥판을 지칭한다.
- 프리캐스트 PC 바닥판인 경우는 바닥판 사이의 접합에 루프 이음 등을 사용하는 것과 교축방향에 프리스트레스를 도입하여 접합하는 것이 있다.
- PC 바닥판도 RC 바닥판과 같이 물 등이 유입된 경우 바닥판 시멘트 콘크리트의 열화나 손상이 조기에 발생 하므로 적절한 방수대책이 필요하다.
- 프리캐스트 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 프리캐스트 판의 경계부에서 줄눈부 또는 채움 시멘트 콘크리트부가 일정한 간격으로 있기 때문에, 그 부분에서 시멘트 콘크리트 표면에 약간의 불연속이 생긴다. 또한, 프리캐스트 판의 매달기 철물의 철거 흔적이나 강재와의 접합부에서 어긋남 방지를 위해 설치한 박스 제거부의 후타 채움 시멘트 콘크리트 부분 등도 바닥판 표면에 약간의 불연속이 생긴다.
- 프리캐스트 바닥판과 PC 빔 등에서 공장 제작 바닥판의 접속부의 줄눈부나 사이 채움 부에서는 유리석회 및 녹물 등이 발견되기도 한다.

2.3.3 강 합성형 바닥판

(1) 본 지침에서는 강(Steel) 시멘트 콘크리트 합성 바닥판에 대하여, 교량 바닥판의 우수의 침투 특성의 차이를 분류할 목적으로 30Mpa 강도를 기준으로 2.3.1의 RC 바닥판 또는 2.3.2 PC 바닥판 중 하나로 분류하여 설계하도록 한다.

【해 설】

- 강(Steel) 시멘트 콘크리트 합성 바닥판은 스티드 볼트와 같은 어긋남 방지 볼트에 의해 바닥판 밑면에 배치한 저강판(底鋼板)과 시멘트 콘크리트가 일체로 되어 하중에 저항하는 합성 구조로써 기능하는 바닥판이다.
- 일반적으로 저강판은 바닥판 시멘트 콘크리트를 타설할 때 거푸집을 견할 수 있게 합리화하여 강판에는 거푸집으로서의 강성(剛性)도 필요하기 때문에 여러 가지 보강재가



일체로 되어 있다. 또한, 저장판의 보강재나 바닥판 시멘트 콘크리트 내부에는 RC 바닥판에 있는 철근의 기능 대체나 보완이 되는 여러 가지 형식의 어긋남 방지 못이나 강재 부재가 배치되고, 그 형식이나 구조에는 여러 가지 종류의 것이 제안되어 있다. 강 시멘트 콘크리트 합성 바닥판인 경우에도 바닥판 시멘트 콘크리트 전부를 현장에서 타설하는 것과 패널 단위로 공장에서 제작하는 프리캐스트 방식의 것이 있다.

- 본 지침에서는 강(Steel) 시멘트 콘크리트 합성 바닥판에 대하여 교량 바닥판의 우수한 침투 특성의 차이를 분류할 목적으로 30Mpa 강도를 기준으로 2.3.1의 RC 바닥판 또는 2.3.2 PC 바닥판 중 하나로 분류하여 설계하도록 한다.
- 강 시멘트 콘크리트 합성 바닥판도 RC 바닥판과 같이 물 등이 바닥판 윗면에서 내부로 유입된 경우에는 바닥판 시멘트 콘크리트의 열화나 손상이 조기에 온다. 그러므로 바닥판 내부의 물은 배출되지 않고 저장판 등의 강재 부식의 원인이 되어 바닥판의 성능을 저하시킬 수 있다.
- 한편, 유지관리에서는 저장판의 존재에 의해 바닥판에 유입된 물에 의한 손상을 찾아내기가 어렵다. 따라서, 강 시멘트 콘크리트 합성 바닥판에서도 충분한 방수대책을 시행하는 동시에 체수방지대책 및 유지관리 방법 등도 고려하여 설계·시공을 시행할 필요가 있다.

2.3.4 강 바닥판(Steel Deck Plate)

(1) 강 바닥판은 약 14mm 내외의 Steel Deck Plate와 보강재(Rib)로 구성 되어 있기 때문에, 강 바닥판은 우수가 유입된 경우 강재의 부식에 의해 바닥판으로써의 성능이 저하될 우려가 있으므로 적절한 방수대책이 필요하다.

【해 설】

- 강 바닥판은 Steel Deck Plate와 보강재(Rib)로 구성되어 있다. 공장에서 운반 가능한 크기로 제작되어, 볼트 또는 용접으로 빔과 일체로 만들고 바닥판끼리 접합 한다.
- 강 바닥판은 우수가 유입된 경우 강재의 부식에 의해 바닥판으로써의 성능이 저하 될 우려가 있으므로 적절한 방수대책이 필요하다.



- 강 바닥판의 표면은 교축방향이나 교축 직각방향에 바닥판의 접합부가 있고 볼트 접합인 경우에는 접합판과 볼트 두부가 돌출되어 있다. 또한, 용접에 의해 강 바닥판을 접합하는 것에서는 용접비드의 요철도 있다
- 이외에도, 시공 상 핸드홀이나 맨홀과 같은 개구부가 설치되는 경우에는 이들의 개구부에서 최종적으로 용접이나 볼트 접합의 요철이 생긴다. 또한, 매달기 철물(러그)과 같은 가설용 도구 등이 바닥판 표면에 용접으로 설치되어 있는 경우도 많으나, 그 경우 철거흔적을 바닥판면에서 완전히 제거 하기는 어려워 돌기 형태로 남는 경우가 많다.
- 강 바닥판에 발생하는 손상은 일반적으로 부식, 균열, 느슨함, 탈락 및 절단 등이 있다. 다만, 강 바닥판인 경우 바닥판 방수에 관련된 바닥판면의 부식에 대하여는 외관으로 확인이 어렵고 포장 표면으로 녹물이 스며들어 나오는 현상 등에 의해 처음으로 확인되는 경우가 있다.
- 강 바닥판의 포장인 경우 바닥판 윗면에 돌출된 볼트 등의 접합부 및 요철의 영향이나 강 바닥판의 변형의 영향 및 피로 등에 의해 생긴 바닥판면의 균열에 의한 요철이나 변형의 영향 등 여러 가지 요인으로 포장에 균열과 같은 손상이 생기는 수가 있다.

2.4 아스팔트 콘크리트 교면포장의 두께

(1) 아스팔트 콘크리트 교면포장의 포장 두께는 도로교의 종류에 관계없이 8cm를 표준으로 하며, 도로교 설계 시 사하중으로 고려가 된다면 8cm 이상의 두께도 적용할 수 있다. 얇은 층으로 시공 및 공용이 검증된 특수한 형태의 포장은 해당 포장공법의 특성에 맞게 요구하는 두께를 적용할 수 있다.

【해 설】

- 교면포장과 일반부의 포장의 최대 차이점은 포장두께가 한정된다는 점이다. 일반부의 포장에서는 노상조건과 교통조건 등을 고려하여 포장구조를 결정하는데 반하여, 교면포장의 포장 두께는 어떤 교통조건에서도 8cm를 표준으로 한다. 이것은 지금까지 공용된 교면포장의 추적조사에 의하면 포장 두께가 부족할 경우에는 균열 등의 파손발생 가능성이 크고, 교면포장 두께 증가 시 도로교의 구조부재의 증가에 따른 경제성을 고려하여 도로교의 사하중을 가능한 한 저감할 필요성으로 교면포장의 표준두께를 8cm를 적용하는 것을



원칙으로 하였으며, 대상 도로교의 구조적인 특성을 고려하여 교면포장의 종류와 배합 설계를 달리하여 시공할 수 있도록 하기 위하여 상부 층 4cm와 하부 층 4cm로 구성하였다.

- 또한, 교면포장을 2층으로 시공하는 이유는 상부 표층과 하부 기층의 역할에 맞게 다른 종류의 교면포장용 혼합물을 적용할 수 있으며 동일한 혼합물을 사용하더라도 각 층별 기능에 맞게 배합설계하여 적용할 수 있다. 하부 층의 파손에 따른 보수공사 시 수반되는 방수층의 손상을 방지하기 위하여 하부 층에는 내구성이 강한 혼합물을 사용하여 파손을 최소화하고, 보수공사 시에 상부 표층부만 절삭한후 시공하여 재 공용함으로써 도로교 구조물의 수명을 연장시키기 위함이다.
- 도로교의 설계 시 교면포장의 두께가 사하중으로 고려된 경우, 사하중의 영향이 구조물의 시공비의 큰 증액이 없는 단 경간 도로교의 경우에는 8cm 이상의 두께를 적용하여 도로교 바닥판의 보호기능을 더욱 강화할 수 있다.
- 강 바닥판(Steel Deck Plate) 교면포장의 경우 최근에 사하중을 경감하여 강재의 소요량을 줄여 경제성을 높이기 위하여 교면포장의 두께를 줄이는 연구가 진행되고 있으나, 이에 대한 적용은 시험시공과 공용성이 입증되기 전까지는 신중히 접근하여야 한다.

2.5 방수층

- (1) 교면포장 시공 전 도로교 바닥판용으로 설치되는 방수층은 도로교 바닥판으로 우수가 침투되는 것을 방지하기 위하여 설치하는 층으로 바닥판의 부식을 방지하고 방수층과의 접착이 좋은 접착층(프라이머) 위에 시트식 또는 도막식 방수재를 사용한다.
- (2) 교량형식과 연장에 관계없이 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이하일 경우나, 비교적 도로교 연장이 짧은 라멘교 또는 슬래브교일 경우에는 시트식 또는 도막식(단일층 개념)의 방수를 적용할 수 있다.
- (3) 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이상으로 도로교 연장이 100m 이상일 경우는 도로교 바닥판으로 우수가 침투하는 것을 완전히 방지하기 위해 1.5층과 2층의 방수층을 적용할 수 있다. 방수층의 구성은 하부에서 상부의 순으로 흡수방지식+프라이머+시트식 또는 도막식(1.5층 개념), 프라이머+도막식+시트식(2층 개념), 프라이머+시트식+시트식(2층 개념)으로 구성할 수 있다.
- (4) 상기 1.5층 개념의 방수층은 1차 흡수방지식 보조 방수재를 적용하고, 2차 시트식 또는 도막식 방수재를 적용하여 시트 또는 도막 방수층 파손발생 시 포장체를 통하여 침투한 우수와 염화물에 의한 열화를 방지할 수 있도록 한 것이다. 단, 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 경우와 고강도(30Mpa) 시멘트 콘크리트 바닥판에는 흡수 방지식 보조 방수재를 적용하지 않는다.
- (5) 교면포장용 방수층으로 시트식이나 도막식 방수재를 사용하지 않고 흡수방지식 보조 방수재 한 종류만을 단독으로 사용할 수는 없다.

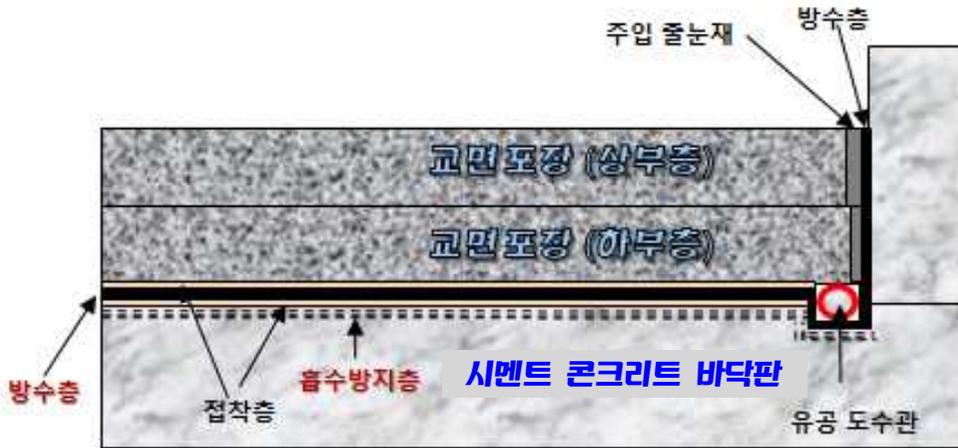
【해 설】

- 바닥판 방수의 목적은 바닥판에 물의 유입 또는 염화물 이온과 같은 유해한 물질의 침투를 방지함으로써 바닥판의 내구성을 확보하는 데 있다.
- 도로교에 사용되는 대표적인 바닥판에는 RC 바닥판, PC 바닥판, 강합성 바닥판 및 강 바닥판이 있으나, 바닥판 방수에 요구되는 성능 항목에 대해서는 거의 동일한 것으로 생각할 수 있다. 다만, 바닥판의 종류 별로 인장, 수축, 변형 및 균열 등의 발생에 차이가 있으며

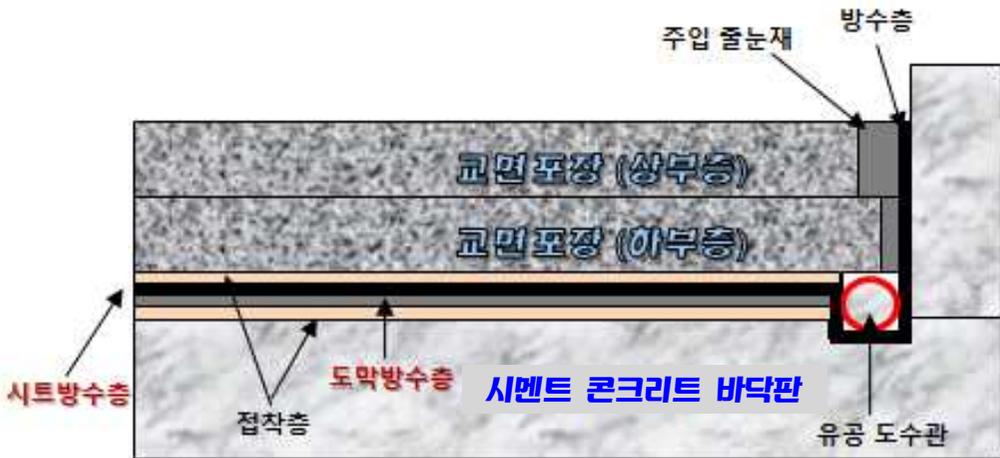


요구 성능의 수준은 반드시 일치하지 않기 때문에 바닥판의 특성이나 시공조건 등 상황에 따라 적절한 바닥판 방수를 시행해야 한다.

- 우수가 줄눈 및 균열부나 포장체 등을 통하여 침투하면 아스팔트 층의 수명단축 뿐만 아니라 시멘트 콘크리트 바닥판의 경우 시멘트 콘크리트의 열화와 바닥판 내부 철근의 발청을 촉진 하게 되며, 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 경우 녹이 발생함으로써 강 바닥판의 내구성을 손상시키게 된다.
- 방수층은 이러한 물의 침투를 방지하고 포장과 바닥판의 내구성을 향상시키기 위해 사용하는 층이다.
- 교량형식과 연장에 관계없이 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이하의 상대적으로 경교통 노선의 도로교에는 경제적인 측면을 고려하여 단일 방수층을 적용할 수 있으며, 도로교의 연장이 상대적으로 짧은 라멘교와 슬래브교의 형식에는 시공여건을 감안하여 단일 방수층을 적용할 수 있도록 하였다.
- 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이상이며 100m 이상의 도로교에 대해서는 도로교 바닥판의 수명연장을 위하여 흡수방지식+프라이머+시트식 또는 도막식(1.5층 개념), 프라이머+도막식+시트식(2층 개념), 프라이머+시트식+시트식(2층 개념)의 2중 방수층을 적용할 수 있도록 하였으나 고강도 및 고성능 시멘트 콘크리트 등과 같은 종류의 시멘트 콘크리트 바닥판에는 흡수방지식 보조 방수재가 침투하기 힘들기 때문에 흡수방지식 보조 방수재의 적용을 제한하였다.
- 방수재의 선정 시에는 강 바닥판의 경우 고려 대상의 방수층에 대해 전단강도 및 접착 강도시험 등을 행하여 전단강도와 접착강도가 우수한 제품을 선정한다.



〈그림 2.2〉 1.5층 개념의 방수시스템



〈그림 2.3〉 2층 개념의 방수시스템

2.5.1 교면방수재의 선정 기준

- (1) 도로교 바닥판 방수는 도로교형식, 하중조건, 교통조건 및 환경조건에 따라 어떤 방수시스템을 적용할 것인지 신중히 결정하여야 한다.
- (2) 방수재의 선정 시 <표 2.2>의 도로교의 구조요인과 <표 2.3>의 선택조건을 고려하여 결정한다.

【해설】

• 교면포장에서 방수재는 시공 중(방수재 도포 중이나 포장층 포설 전 아스팔트 콘크리트 포설 중)과 공용 중에 <표 2.2>와 같은 조건 하에 놓이게 된다. 따라서 도로교 바닥판 방수는 도로교 형식, 하중조건, 교통조건 및 환경조건에 따라 어떤 방수시스템을 적용할 것인지가 결정되며, 이러한 방수시스템의 선택이 도로교의 내구성에 미치는 영향은 크다고 할 수 있다. 일반적으로 시트식, 도막식 등 각각의 방수재에 따라서 요구되는 성질은 다소 다르지만, 기본적 선택기준은 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

- ① 포장의 손상부, 노면 및 중앙분리대 등으로 부터 물이나 이물질이 침투해도 시멘트 콘크리트 바닥판에는 물을 침입시키지 않고 불투수성을 가지고 있을 것.
- ② 시멘트 콘크리트 바닥판에 균열이 발생한 경우에도 균열에 대한 추종성이 있을 것.
- ③ 차량의 급발진, 정지 등에 의한 역학적 작용에 대하여 충분한 저항성이 있을 것.
- ④ 시멘트 콘크리트 바닥판 및 강 바닥판과 포장과의 접착성이 우수할 것.
- ⑤ 포장 시 열팽창에 의한 재질의 변화가 없을 것.
- ⑥ 화학적 작용에 대하여 안정성이 있을 것.

<표 2.2> 교면포장 성능에 영향을 미치는 도로교의 구조요인

바닥판 종류	구조 요인
시멘트 콘크리트 바닥판	<ol style="list-style-type: none"> ① 바닥판면의 요철 ② 바닥판 표면상태 ③ 방수층과 배수공 ④ 신축장치
강 바닥판	<ol style="list-style-type: none"> ① 강 바닥판 지간과 두께의 비 ② 세로(종) 리브(rib) 단면의 종류와 배치 ③ 가로(횡) 리브 단면의 강성과 배치 ④ 메인거더(웹)와 인접한 종리브 사이의 거리 ⑤ 방청 처리 ⑥ 바닥판면의 종횡단 구배 ⑦ 바닥판면의 요철 ⑧ 포설 온도에 의한 변형 ⑨ 방수층과 배수공

〈표 2.3〉 바닥판 방수재 선정 시 고려사항

선택조건	요 인	방수재 선택의 요령
포장 철거 슬래브면	방수재 시공 후 의 양생	공정 상 충분한 시간을 가질 수 없는 경우가 많으므로 양생 시간이 짧은 것을 선택
	바닥판 표면의 상태	포장의 재포장 시에는 시멘트 콘크리트 바닥판 상면에 열화나 요철이 생겨있는 경우가 많다. 따라서 바닥판 상면의 요철에 대한 시공성이 좋은 것을 선택
교통조건	중(重)교통 노선	방수재의 인장강도가 높은 것을 선택 방수 시스템의 전단접착강도가 높은 것을 선택
도로구조	곡선부 오르막 구간	차량에 의한 원심력이나 가속, 제동에 따른 전단력이 큰 것을 고려하여 인장강도 및 전단접착강도가 높은 것을 선택
기상조건	온난지	여름철 노면온도를 고려하여 전단접착강도 및 인장강도 모두 높은 것을 선택
	한랭지	겨울철 노면온도를 고려하여 저온에서 인장강도 및 인장 접착강도가 높은 것을 선택

(3) 도로교 포장의 보수시기와 바닥판 방수공의 난이도 등을 검토하여 최적의 바닥판 방수층을 선정하는 것이 중요하다. 적용할 수 있는 바닥판 방수층이 여러 가지인 경우에는 개개의 적용 장소에 우선하여야 할 사항을 면밀히 분석 하여 적용 장소에 가장 맞는 것을 선정해야 한다.

【해 설】

- 적용현장의 바닥판, 교통, 도로구조 및 기상 등의 여러 조건이 확일적으로 결정되는 것은 아니므로 바닥판 방수층을 계획하는 데 있어서 이들 조건과 포장의 보수 시기나 바닥판 방수공의 난이도 등을 검토하여 최적인 바닥판 방수층을 선정하는 것이 중요하다. 적용할 수



있는 바닥판 방수층이 여러 가지인 경우에는 개개의 적용 장소에 우선하여야 할 사항을 분명하게 하여 적용 장소에 가장 맞는 것을 선정 할 필요가 있다. 설계 조건으로 수집하는 관련 정보의 예를 아래에 나타낸다.

① 기본 항목(노선 정보 및 도로교 제원)

신설 바닥판/기존 바닥판 별 대형차 교통량, 평면선형(직선부/곡선부), 종횡단 구배 및 도로교의 구조형식

② 바닥판의 조건

바닥판의 종류, 바닥판 시멘트 콘크리트의 표면 마무리 상태, 바닥판 시멘트 콘크리트 타설 후의 방치 기간 및 기존 시멘트 콘크리트의 건전도(균열상황, 바닥판 윗면의 시멘트 콘크리트 열화 및 철근의 부식 상황 등)

③ 포장의 조건

포장 종류, 층 구성, 기존 포장의 건전도(균열률 및 종횡단 프로파일), 기존 바닥판 방수층의 유무 및 공사구간 접속부의 포장 상태

④ 자연환경조건

온난지/한냉지, 적설과 관련된 제설제의 사용량과 빈도

⑤ 시공조건

시공시기(서중/한중, 우기의 고려), 시공 시간(시간적인 제약), 시공 시간대, 교통통제 및 작업 공간

⑥ 유지관리계획

포장의 전체 층 재포장 시기, 바닥판의 보수시기 및 점검체제

⑦ 경제성

바닥판 방수층 시공과 관련된 재료·시공비용, 유지관리 비용 및 도로이용자의 영향을 포함한 간접비용

2.5.2 도로교 구조형식에 따른 특징 및 방수공법

- (1) 시멘트 콘크리트 바닥판 방수재는 적용현장의 교면바닥 유형, 교통량, 도로교 구조 및 기상 등의 조건이 동일하지 않기 때문에 획일적으로 결정할 수 없다.
- (2) 일반적으로 도로교의 구조형식에 있어서, 프리캐스트 시공으로 바닥판의 평탄성이 좋고, 진동 및 처짐 등이 작아 부착성능 확보에는 문제점이 없을 것으로 판단되는 장소에는 공장생산으로 균일한 두께를 확보하여 우수한 방수성능을 발휘 할 수 있는 시트 방수공법을 적용하는 것이 좋다.
- (3) 클로로프렌 도막계 방수재를 적용할 경우에는 실제 현장에 납품되는 재료가 도막식 방수재의 품질기준에 적합한 지를 철저히 확인한 후에 사용하여야 한다.

【해 설】

- 바닥판은 윤하증을 직접 지탱하는 부재로 피로의 영향을 받기 쉬운 부재이다.
- 종단경사가 4% 이상, 또는 곡선구간으로 구성되어 있어 차량의 운행에 따른 포장면 하부로의 전단응력이나 밀림현상이 타 구간에 비하여 클 것으로 예상되는 장소에는 종단 경사로 인한 전단응력과 방수재의 밀림현상과 방수시스템의 일체화 거동 등을 고려할 때 접착력 및 전단저항성이 큰 방수공법을 선정하는 것이 필요하다.
- 현재까지 가장 양호한 공용성을 나타내는 시멘트 콘크리트 바닥판 방수층은 시트계 바닥판 방수층 이다. 국내에서 과거 시공 실적이 많은 클로로프렌 도막계 방수층의 경우 재료 자체의 품질불량과 저가의 납품가에 기인하여 많은 파손이 발생한 사실이 있기 때문에, 클로로프렌 도막계 방수층을 적용할 경우에는 실제 현장에 납품되는 재료가 도막식 방수재의 품질기준에 적합한 지를 철저히 확인한 후에 사용하여야 한다.
- 노면에 동결방지제의 살포지역이나 해안부근에서 파도 물보라가 있는 장소에서는 포장에서 RC 바닥판 윗면까지 물이나 염화물 이온이 도달하여 바닥판 내부로 침투되면 바닥판 내부의 강재가 부식하기 쉽다.
- RC 바닥판에 비하여, 일반적으로 높은 피로내구성을 기대할 수 있는 PC 바닥판과 강 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 RC 바닥판과 달리 PC 강재나 여러 가지 형상의 보강 강재와 같은

강재가 사용되고 있어 그 성능의 중요한 역할을 담당하고 있다. 따라서 이러한 바닥판에 대해서도 바닥판에 도달한 물이나 염화물 이온에 의한 강재의 부식은 바닥판의 성능에 심각한 나쁜 영향을 미칠 가능성이 높고 바닥판의 내구성능을 확보하기 위해서는 확실하게 바닥판 방수를 시행하여야 한다.

- 강 바닥판은 바닥판 구조 자체가 모두 강재로 이루어지기 때문에 포장에서 바닥판 상면에 물이나 염화물 이온이 도달하면 바닥판 자체가 부식할 우려가 있다. 강 바닥판에서 데크 플레이트(Deck plate)는 주형(Main beam)의 상부 플랜지를 겸하는 등 바닥판 이외의 부재로써 설계되는 경우가 많기 때문에 부식이 발생하면 바닥판으로써의 성능이 저하할 뿐 아니라 바닥판이 겸하고 있는 주형의 내하력의 손실을 가져온다. 이러한 강 바닥판이 손상된 경우의 보수나 보강은 대단히 어려운 경우가 대부분이다.
- 또한, 강 바닥판인 경우 바닥판에 도달한 물에 의한 손상은 데크 상면의 부식으로 진행되기 때문에 균열과 누수 상태를 바닥판 하면에서 확인할 수 있는 RC 바닥판과 달리 데크 플레이트(deck plate) 하면에서 그 진행을 확인하기는 어렵다.
- 그러므로 강 바닥판의 내구성능을 확보하기 위하여 강 바닥판의 방수재에는 특별한 주의를 기울여 내구성이 높은 제품을 선정하여야 한다.

2.6 배수시설

- (1) 도로교 배수구의 크기, 간격과 설치위치는 「도로교 설계기준」에 따라 설계 하되, 도로교 신축이음과 도로교 난간이 만나는 부분에는 배수구를 설치하여야 한다.
- (2) 도로교 배수구가 설치되는 쪽의 포장 하부 층과 도로교 난간 또는 연석이 접하는 부분 및 신축이음과 포장 하부 층이 접하는 부분의 바닥판에는 유공 도수관(Drainage Pipe)을 설치하여 도로교에 설치된 가장 가까운 배수구와 연결하여야 한다.

【해 설】

- 교면포장체 내부 침투수 또는 교면포장과 구조물(도로교 난간, 연석 및 신축이음 등)의

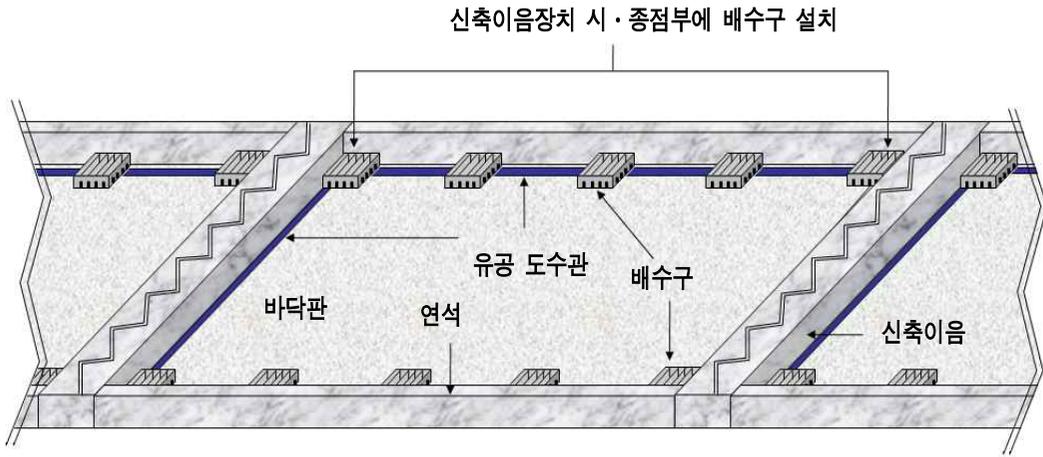


접속부에서 도로교 바닥판에 침투한 우수 및 제설재는 시멘트 콘크리트 바닥판의 열화를 가속화시킴으로써 시멘트 콘크리트 바닥판 내부의 철근을 부식시키며, 강 바닥판의 녹 발생을 야기함으로써 인하여 바닥판 구조물의 내구수명을 현저하게 저하시킨다.

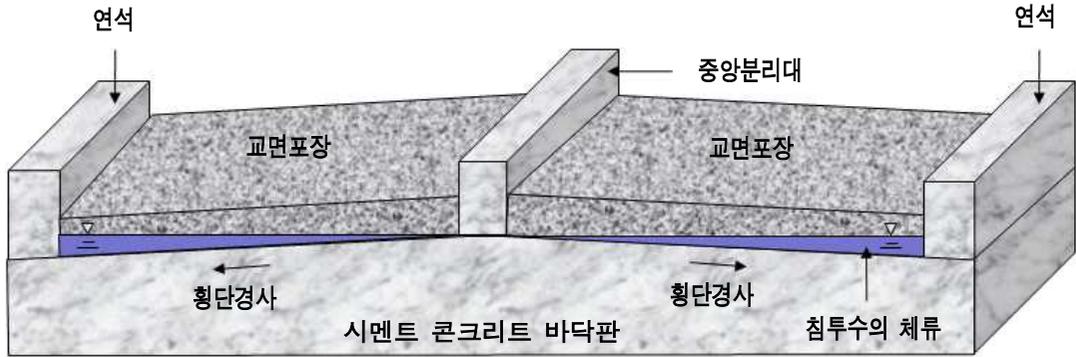
- 포장 시공 전 또는 포설 시(하부층 마무리 단계)의 강 바닥판(Steel Deck)은 양측의 연석과 신축 장치로 둘러싸인 용기 형태가 되며, 우수가 경사의 말단에 체수하는 사례가 많다. 이러한 상태는 바닥판의 발칭의 원인이 될 뿐만 아니라 포장의 시공관리를 어렵게 한다. 또한, 공용중의 포장에 침투한 물이 빠질 곳이 없으면 물이 표면에 스며들어 나오는 현상이 발생하고 아스팔트의 산화라든지 박리를 일으켜 아스팔트 혼합물의 내구성을 저하시키는 원인이 된다.
- 이러한 손상을 방지하기 위하여 도로교 바닥판에는 방수층을 설치하여야 한다. 바닥판에 방수층을 설치하면 포장체 내부 등으로 침투한 우수와 제설재는 포장과 바닥판 사이에 체류하고 교통하중이 빠른 속도로 반복 재하 될 때 순간적으로 과잉간극수압이 형성되며, 이렇게 발생된 과잉간극수압의 지속적인 발생으로 인하여 교면포장용 아스팔트 혼합물에서는 포트홀(Pothole) 또는 박리(Stripping) 형태의 파손이 발생한다.
- 이러한 파손을 방지하기 위한 최선의 방법은 아스팔트 콘크리트 교면포장을 완전한 불투수성으로 설계하여 시공하는 방법이지만, 현장 아스팔트 플랜트에서의 아스팔트 혼합물의 배합설계 기술 미비, 품질관리 부족 및 현장시공 불량 등에 기인하여 교면 포장체 내부로 우수와 제설재의 침투 가능성이 존재한다. 그러므로 침투한 우수와 제설재의 신속한 배수를 통하여 반복차륜하중에 의한 과잉간극수압의 발생을 억제할 수 있도록 포장체 내 침투수의 신속한 배수를 위하여 포장체 내부 침투수를 배수할 수 있는 배수구와 유공 도수관을 설치하는 것은 필수적이다.
- 이러한 메카니즘은 어느 한 부분을 완벽하게 하여 문제의 발생을 차단하는 방법이 아니라, 전체적으로 포장 파손과 바닥판 손상의 가능성을 줄이기 위하여 이중으로 안전장치를 하는 개념을 적용한 것이다. 그러므로 포장체를 통한 우수의 유입을 최소화 하고, 일단 포장체를 통하여 침투한 우수는 신속히 배수시킴으로써 교면포장과 도로교 수명연장을 도모할 수 있다.



- 먼저 우수의 유입을 최소화하기 위해서는 투수계수가 낮은 아스팔트 혼합물을 사용하여야 하며, 교면포장과 구조물의 접속부(도로교 난간 및 연석 등)에 줄눈처리를 시행할 수 있다. 또한 이렇게 함에도 불구하고 포장체로 침투한 체류수에 대해서는 신속히 배수가 가능하도록 함으로써 아스팔트 혼합물의 포트홀(Pothole) 또는 박리(Stripping)의 발생을 최소화할 수 있다.
- <그림 2.4(a)>는 도로교 바닥판이 연석과 신축장치로 둘러싸여 물을 담는 용기 형태로 된 개념과 도로교 배수구의 설치 개념을 도식화하였고, <그림 2.4(b)>는 도로교의 횡단경사로 인하여 교면 포장체 내부 체류수가 바깥차로에 집중되는 형태를 보여주고 있다.
- 도로교 배수구의 크기, 간격과 설치위치는 「도로교 설계기준」에 따라 설계하되, <그림 2.4(a)>에 나타난 것처럼 도로교 신축이음과 도로교 난간이 만나는 부분에는 배수구를 설치하여야 한다.
- <그림 2.4(a)>에 나타난 것처럼 도로교 배수구가 설치되는 쪽의 포장 하부 층과 도로교 난간 또는 연석이 접하는 부분 및 신축이음과 포장 하부 층이 접하는 부분의 바닥판에는 유공도수관(Drainage Pipe)을 설치하여 도로교에 설치된 가장 가까운 배수구와 연결하여야 한다.



(a) 용기형태의 바닥판 개념도



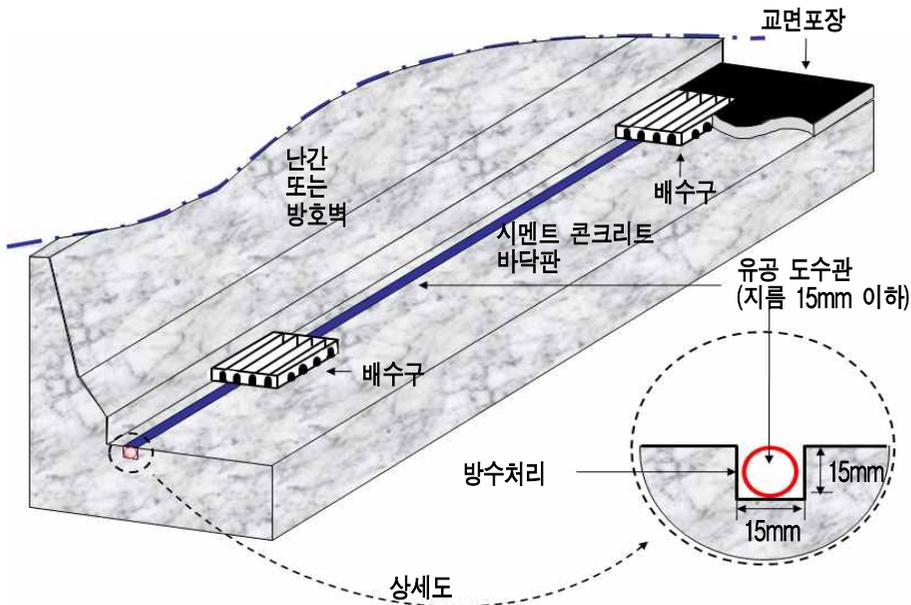
(b) 도로교 횡단경사로 인한 침투수의 체류

<그림 2.4> 우수의 침투로 인한 도로교의 체수 형태

- (3) 유공 도수관의 배수능력 향상을 위하여 시멘트 콘크리트 바닥판 도로교에는 <그림 2.5>에 나타낸 것처럼 시공 시 15mm 이상의 사각 홈을 만들거나 바닥판 양생 후 커터기로 절단하여 사각 홈을 만들어 유공 도수관을 설치하여야 한다.
- (4) 도로교 배수구의 형태는 <그림 2.6>에 나타낸 바와 같이 Type-A와 Type-B의 2종류로 나누는데 공용 시에 Type-A의 경우 배수구 위치로 쓰레기와 토사들의 퇴적으로 인하여 막힘 현상이 자주 발생하기 때문에 가능한 한 Type-B의 사용을 권장한다.

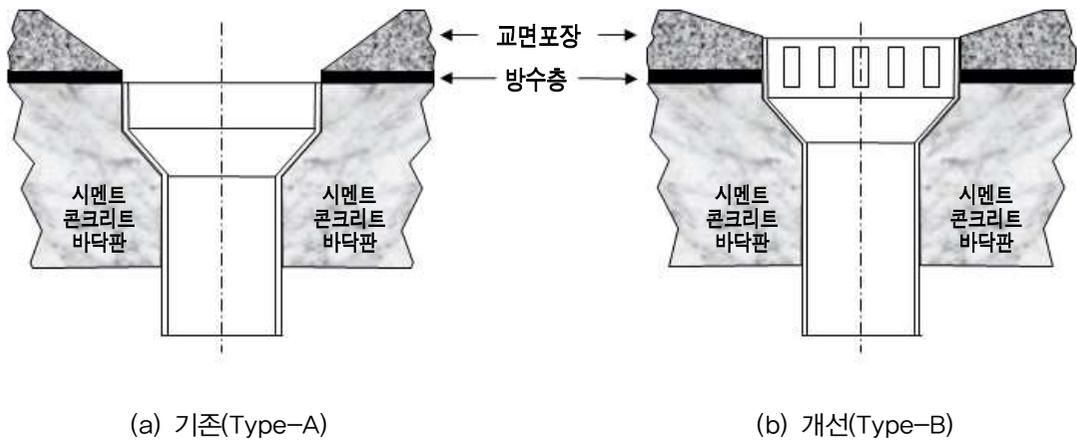
【해 설】

- <그림 2.5>는 유공 도수관을 설치한 예로 교면 포장체 내부로 침투한 침투수를 바닥판의 횡단경사를 따라 바닥판과 하부 포장면에 유입된 물의 배수거리를 짧게 하여 신속하게 배수시키기 위한 것이다. 유공 도수관을 바닥판상의 횡단방향 배수구를 연결하고 신속이음 장치와 도로교 바닥판이 만나는 부분에도 배치하여 배수구에도 연결하여 포장에 침투한 물을 효과적으로 배수할 수 있다 (<그림 2.4(a)> 참조).



<그림 2.5> 유공 도수관 및 배수구 설치 예

- 교면포장용으로 사용되는 유공 도수관의 외경은 12mm 정도를 사용하는 것이 일반적이다. 유공 도수관은 재질이 견고하고 내구적이어야 하며, 도수관 내부로 물이 신속하게 침투할 수 있으나 아스팔트 혼합물은 침투할 수 없는 구조가 되어야 한다.
- 도로교 배수구의 형태는 <그림 2.6>에 나타난 바와 같이 2종류로 나눌 수 있다. 기존(Type-A) 형을 사용할 경우도 배수구 상면이 <그림 2.5>의 상세도에 나타난 사각 홈의 하면 보다 낮은 위치로 설치하거나 미리 배수구 측면에 유공 도수관이 설치될 수 있는 홈을 뚫어야 한다. 또한 개선(Type-B) 형의 경우 배수구 측면에 사각 홈을 설치된 것을 사용하여야 하며 사각 홈의 높이는 <그림 2.5>의 상세도에 나타난 사각 홈의 하면 보다 낮은 위치까지 배수구 측면에 사각 홈이 4개 방향 모두 뚫려 있는 것을 사용하여야 한다.
- 기존(Type-A) 형을 사용한 경우는 유지관리 시에 배수구의 상면에 각종 오염물이나 퇴적으로 인하여 배수구가 막히지 않도록 하여야 한다.



<그림 2.6> 도로교 배수구 종류

2.7 접착층

(1) 접착층(프라이머)에 이용하는 접착제는 바닥판, 방수층 및 하부층 아스팔트 혼합물의 종류를 고려하여 선정한다.

【해 설】

- 접착층은 바닥판과 방수층 또는 포장을 접착시키고 포장과 바닥판의 합성효과를 높이고 포장의 피로저항성 및 내구성을 향상시키기 위해 설치하는 층이다.
- 접착층은 프라이머라고도 불리며, 바닥판과 방수층의 결합력을 높이기 위해 방수층을 설치하기 전에 시공하고, 또한 일부 방수층의 경우 아스팔트 콘크리트 포장과의 접착력 향상을 위해서도 사용된다.
- 바닥판과 포장의 접착강도는 교면포장의 내구성에 큰 영향을 준다. 그렇기 때문에 바닥판과 방수층 및 포장의 접착이 양호한 재료를 사용하여야 한다.

2.8 교면포장용 아스팔트 혼합물의 설계

(1) 도로교 바닥판의 종류에 따른 교면포장용 아스팔트 혼합물의 적용기준은 <표 2.4>에 따른다.

(2) 일반아스팔트혼합물은 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 500대/Lane/일 이상일 경우 PG 76-22 이상 아스팔트를 적용한다. 현장 여건상 부득이한 경우는 PG 76-22 이상 아스팔트를 적용하지 않을 수 있다.

【해 설】

- <표 2.4>에는 도로교 바닥판의 종류에 따른 교면포장용 아스팔트 혼합물의 적용기준을 나타냈다.

〈표 2.4〉 도로교 바닥판의 종류에 따른 아스팔트 혼합물의 적용 기준

종류 층	시멘트 콘크리트 바닥판		강 바닥판(Steel Deck Plate)
상부층	WC-1, WC-6 입도(13mm) 아스팔트 혼합물	10mm SMA (8mm SMA)*	10mm SMA(8mm SMA), PG 76-22 이상 개질 아스팔트 혼합물(WC-1, WC-6)
하부층	WC-1, WC-6 입도(13mm) 아스팔트 혼합물	10mm SMA (8mm SMA)*	8mm SMA (5mm SMA, 구스 아스팔트)*
비 고	<ul style="list-style-type: none"> • 교통하중 등급에 따라 아스팔트 바인더의 PG등급 적용 • PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 권장 	<ul style="list-style-type: none"> • 하부층에 10mm SMA를 적용할 경우에는 상부층에도 10mm SMA 적용 • 교통하중 등급에 따라 아스팔트 바인더의 PG등급 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • SMA 혼합물에 PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 • 5mm SMA 적용 시 반드시 PG 82-22 이상 사용

【주】 시멘트 콘크리트 바닥판의 교면포장용 아스팔트 혼합물은 상부층과 하부층에 WC-1, WC-6 입도(13mm)의 아스팔트 혼합물과 SMA혼합물의 혼합 적용 가능

* : 교량의 특성을 감안하여 적용

(3) SMA 교면포장에 적용하는 교통하중 등급에 따른 아스팔트 PG 등급 적용기준은 〈표 2.5〉에 따른다.

【해 설】

- 국내의 기후여건을 고려하여 SMA 혼합물에 적용할 교통하중 등급에 따라 아스팔트의 공용성 등급(PG) 적용 기준을 〈표 2.5〉에 나타내었다.
- 교통하중 등급(ADT)에 따라 SMA 혼합물에 적용할 아스팔트의 공용성 등급(PG)은 〈표 2.5〉에 나타난 기준을 적용한다.
- 신설 노선은 등가단축하중(ESAL)으로 환산한 20년 설계교통량을 평균일교통량(ADT) 변환하여 〈표 2.5〉의 기준을 적용한다.
- 유지보수 공사는 향후 20년 동안의 예상 교통량을 등가단축하중(ESAL)으로 환산하여

평균일교통량(ADT)을 산정하여 적용하는 것이 원칙이나, 교통량 예측이 어려운 경우나 향후 교통량의 변동이 거의 없을 것으로 판단되는 공사구간에는 해당년도의 교통량을 등가 단축하중(ESAL)으로 환산하여 평균일교통량(ADT)을 산정하여 <표 2.5>의 기준을 적용할 수 있다.

<표 2.5> SMA 포장의 교통하중에 따른 아스팔트 PG 등급 적용기준

교통하중 등급(ADT)	교통하중 등급에 따른 PG 등급	동적 안정도(회/mm)
4000 대/일/Lane 이상	PG 76-22 이상 (PG 82-22)*	2500 이상 (3000 이상)
2500~4000 대/일/Lane	PG 76-22 이상	2500 이상
1000~2500 대/일/Lane	PG 70-22 이상	2000 이상
1000 대/일/Lane 이하	PG 64-22 이상	2000 이상

【주】 표에서 아스팔트의 “교통하중 등급에 따른 PG 등급” 기준이 "PG XX-YY 이상"으로 설정된 값들은 6℃ 또는 12℃ 높은 상위 등급의 아스팔트와 가격이 동일할 경우에는 상위 등급의 아스팔트를 적용하도록 한다. “*” 는 소성변형 발생위험이 매우 높은 중교통 노선의 교면포장에 적용한다.

(4) 도로교 교면포장에 적용하는 13mm 개질 아스팔트 혼합물과 SMA 혼합물의 배합설계 기준은 <표 2.6>과 <표 2.7>을 적용한다.

【해 설】

- 교면포장에 적용하는 13mm 개질 아스팔트 혼합물과 SMA 혼합물의 배합설계 기준을 상부층과 하부층의 사용목적과 SMA 혼합물의 특성을 고려하여 설정하였으며 <표 2.6>과 <표 2.7>에 나타내었다.

〈표 2.6〉 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	5.0 이상	5.0 이상
공극율(%)	3.0~4.0	2.0~3.0
골재 간극율(%)	13.0 이상	12.0 이상
포 화 도(%)	70 이상	75 이상
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
다짐횟수(양면)	마샬 75회	

〈표 2.7〉 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	6.8 이상	6.9 이상
공 극 률(%)	2.0~3.0	1.0~2.0
골재 간극율(%)	18 이상	17 이상
포 화 도(%)	75 이상	80 이상
드레인다운 시험값(%)	0.3 이하	
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
다짐횟수(양면)	마샬 75회	

2.8.1 하부층(레벨링층)

(1) 하부층은 바닥판의 요철을 정정하고 방수층을 보호하는 기능을 가지므로 하부층에 사용된 아스팔트 혼합물의 성능이 저하되면 보수공사 시에 방수층을 재시공하게 되면서 바닥판의 손상이 발생되기 때문에 내구성이 높은 아스팔트 혼합물을 선택하여 사용하여야 한다.

【해 설】



- 하부층은 바닥판의 요철 및 현장용접의 덧붙임 등 바닥판의 요철을 정정하고, 바닥판과 일체화하여 포장의 안정성이나 내구성을 높이는 역할을 하는 층이다. 포장의 내구성은 하부층에 이용할 아스팔트 혼합물의 성능에 따라 크게 영향을 미친다.

2.8.2 상부층(마모층)

(1) 상부층에 사용되는 아스팔트 혼합물은 교면포장의 특성상 기상조건에 의한 영향을 많이 받으며, 토공부 보다 높은 소성변형과 피로균열에 대한 저항성을 요구받기 때문에 고성능의 아스팔트 혼합물을 적용한다.

【해 설】

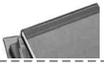
- 상부층은 차량의 쾌적한 주행성의 확보 및 제동에 대한 미끄럼저항성의 유지 등 직접적인 기능과 함께 여름철의 소성변형에 대한 고온안정성 및 겨울철의 타이어 체인에 의한 마모나 균열에 대한 피로저항성 등 높은 내구성이 요구되기 때문에 이러한 상부층의 요구조건을 만족시킬 수 있는 고성능의 아스팔트 혼합물을 적용하여야 한다.

2.8.3 교면포장 시스템 유지보수 시 고려사항

(1) 교면포장의 파손으로 인하여 하부층까지 절삭할 경우 신설 교면포장 설계 방법과 동일하게 적용한다. 또한, 교면포장 보수를 위한 절삭 작업 시 교면 바닥판에 손상을 최소화하는 방법을 강구하여야 한다.

【해 설】

교면포장 보수를 위한 절삭 작업 시 도로교 바닥판에 손상을 줄 수 있으며, 상부층만을 보수 대상으로 절삭 시에도 하부층에 교란이 올 수 있으며 기존 하부층에 물의 침투 등으로 박리 현상이 진전된 경우 하부층 아스팔트 혼합물이 떨어져 나오는 현상과 방수층의 성능 저하를 야기할 수 있기 때문에 유지보수 계획단계에서 교면포장의 현장 시료 채취 조사를 통하여 보수범위를 미리 계획하여야 한다.



(2) 기존 노후된 아스팔트 포장층 절삭 시 기존 15mm 비트 간격 드럼에서 8mm 비트 간격 드럼을 사용하여 바닥판 평탄성을 확보하여 방수재의 부착강도 품질기준을 만족시킨다.

【해 설】

- 교면포장과 방수층까지 절삭 후 덧씌우기 유지보수를 시행할 경우, 기존 15mm 비트 간격의 드럼을 이용한 노면의 절삭 형상은 <그림 2.7>에 나타내었다. <그림 2.7>과 같이 절삭 후 요철의 깊이가 10mm 이상으로 발생할 수도 있어 시멘트 콘크리트 바닥판 면까지 손상시킬 수 있다.
- 또한, 종방향으로 요철이 발생하면, 방수재의 접착불량이 발생하며 시공 후 우수의 교면포장 내 침투 시 종방향 골을 따라 물이 흘러갈 수 있어 방수재의 파손이 급속히 진행될 수 있으며, 보통 횡단 경사를 따라 물이 횡단 방향으로 흘러 배수처리 되어야 하는데 요철에 고인 물이 장기적으로 체류하여 교면포장의 조기파손을 유발시킬 수 있다.
- <그림 2.8>과 같이 8mm 비트 간격의 드럼을 이용하여 시멘트 콘크리트 바닥판 면을 편평하게 절삭하여 방수재의 부착력을 향상시키도록 하여야 한다. 그러므로 교면포장의 절삭 재포장 시에는 8mm 비트 간격의 드럼을 가진 절삭기를 이용할 수 있도록 설계에 반영하여야 한다.
- 기존 노후된 아스팔트 층을 절삭할 때 8mm 비트간격 드럼으로 전체를 절삭할 시는 비트의 소모가 많이 되고, 절삭 진행속도도 저하되므로 절삭 절차는 2단계로 나누어 실시하는 것이 좋다. 1차 작업으로 15mm 비트 간격 드럼으로 절삭을 실시하고 최종 목표 절삭 깊이에서 1cm를 제외한 두께를 절삭한다. 2차 작업으로 8mm 비트 드럼으로 1cm 남아있는 포장층에 대해 평탄성 작업(절삭깊이 1cm)를 실시한다.



〈그림 2.7〉 15mm 비트 간격 드럼을 이용한 절삭 후 포장노면



〈그림 2.8〉 8mm 비트 간격 드럼을 이용한 절삭 후 포장노면

2.9 택 코트

- (1) 택 코트는 일반적으로 아스팔트 유제(RSC-4)나 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용할 수 있다.
- (2) 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이상인 도로교의 경우는 교통량과 관계없이 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용한다.
- (3) 강 바닥판 도로교의 경우는 교통량에 관계없이 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용한다.

【해 설】

- 택 코트는 포장의 상부층과 하부층을 접착시키고 주로 바닥판의 변형이나 주행차량의 제동 등에 의해 유발된 전단응력에 충분히 저항할 수 있어야 한다.
- 교면포장은 토공부의 포장과는 달리 상대적으로 두께가 얇아서 주행차량에 의한 전단력이 교면포장의 경계면에 상대적으로 크게 작용하기 때문에 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이상인 도로교의 경우는 성능이 좋은 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용한다.
- 특히, 강 바닥판 도로교의 경우는 주행 차륜의 하중에 따른 강 바닥판의 국부변형에 기인하여 교면포장의 경계면에 시멘트 콘크리트 바닥판 포장보다 더 큰 전단력이 작용하기 때문에 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용하여야 한다.

2.10 줄눈

- (1) 줄눈은 연석과 포장 또는 배수구와 포장이 만나는 부분에 설치하며, 구스 아스팔트 포장 이외에는 주입 줄눈재를 사용한다. 주입 줄눈의 두께는 10mm 정도를 표준으로 한다.
- (2) 강 바닥판의 하부층에 구스 아스팔트 혼합물을 사용할 경우에는 성형 줄눈재를 사용한다. 성형 줄눈의 두께는 10mm 정도를 표준으로 한다.
- (3) 시멘트 콘크리트 바닥판의 경우에는 주입 줄눈재를 상부층에만 설치하거나 생략할 수 있다.

【해 설】

- 방수성을 확보하기 위해 연석이나 배수구 등 포장과 구조물의 접촉부에 줄눈을 설치한다. 이들 구조물과 포장이 포설 초기에는 충분히 접착되어 있다 하더라도 교면포장과 바닥판의 팽창계수의 차이에 의해 맞댄 상태에서는 간극이 발생하게 되므로, 줄눈재에 의해 그 변위차를 없애기 위한 것이다. 주입줄눈의 두께는 10mm 정도를 표준으로 한다.

3. 재료

3.1 방청 도장재

- (1) 강 바닥판 상면의 방청 도장에는 무기 징크리치 프라이머, 무기 징크리치 페인트, 유기 징크리치 페인트, 아연 용사, 발청 방지 페인트 및 에폭시계 프라이머 등을 적용한다.
- (2) 징크리치 페인트의 품질기준은 <표 3.1>을 적용한다.

【해 설】

강 바닥판 상면의 방청 도장에 이용하는 재료에는 무기 징크리치 프라이머, 무기 징크리치 페인트, 유기 징크리치 페인트, 아연 용사, 발청 방지 페인트 및 에폭시계 프라이머 등이 있다. 일반적으로 이용되는 징크리치 페인트의 품질을 <표 3.1>에 나타냈다. 강 바닥판 상면용 무기 징크리치 페인트의 성분은 아연 분말, 알칼리 실리게이트, 안료 및 용제를 주요 원료로 하는 1액 1분말의 것이다.

〈표 3.1〉 징크리치 페인트의 품질

구분	항목	무기 징크리치 페인트	유기 징크리치 페인트
분말	용기속의 상태	미소하고 일정한 분말일 것	
액체	용기속의 상태	교반했을 때 덩어리가 없고 일정할 것	
혼합물	건조시간	1시간 이내	5시간 이내
	도막의 외관	도면에 흘러내림, 얼룩, 갈라짐, 벗겨짐이 없을 것	
	포트라이프	20℃에서 사용할 수 있는 시간이 5시간 이상일 것	
	내충격성	500mm의 높이에서 500g의 추를 떨어뜨렸을 때 그 충격으로 도막에 갈라짐이나 벗겨짐이 발생하지 않을 것	
	후막성	-	3분 간격으로 건조 후막 약 45μm 으로 2회 도포하고, 합계 90±10μm 되었을 때 도면에 갈라짐이나 벗겨짐이 없을 것
	염수분무시험	168시간 견딜 수 있는 것	240시간 견딜 수 있는 것
	가열잔분	50% 이상	70% 이상
	가열잔분 속의 금속아연	80% 이상	75% 이상
	전단과괴강도	-	100kgf/cm ² (10MPa)

3.2 접착재

- (1) 시멘트 콘크리트 바닥판에 적용되는 방수층이 아스팔트계일 경우에는 아스팔트 고무계 용제형, 고무계일 경우에는 고무계 용제형을 이용한다.
- (2) 시멘트 콘크리트 바닥판에 사용되는 접착재의 품질기준은 〈표 3.3〉을 적용한다.
- (3) 강 바닥판에 사용되는 방수재가 에폭시 계열일 경우는 에폭시계 용제형을 사용하고, 방수층이 아스팔트계의 방수재인 경우에는 아스팔트 고무계 용제형을 이용한다.
- (4) 강 바닥판에 사용되는 접착재의 품질기준은 〈표 3.4〉를 적용한다.

【해설】

접착층에는 바닥판과 방수층 또는 하부층 혼합물을 접착하고 일체화시키는 역할이 있다. 그렇기 때문에 접착층에 이용하는 접착재는 충분한 접착력을 갖고 있어야 한다. 접착층에

이용하는 접착제는 <표 3.2>와 같이 분류되는데 바닥판, 방수층 및 하부층 혼합물의 종류를 고려하여 선정한다.

<표 3.2> 포장용 접착재의 분류

종류	형태
아스팔트 유제계	에멀전형
아스팔트 고무계	용제형, 에멀전형
고무계	용제형
경화수지계(에폭시계)	에폭시계 용제형

일반적으로 시멘트 콘크리트 바닥판에서 방수층이 아스팔트계의 경우에는 아스팔트 고무계 용제형을 사용하고, 고무계의 경우에는 고무계 용제형을 이용한다. 또한, 강 바닥판에 사용 되는 방수재가 에폭시 계열일 경우는 에폭시계 용제형을 사용하고, 방수층이 아스팔트계의 방수재인 경우에는 아스팔트 고무계 용제형을 이용한다. 시멘트 콘크리트 바닥판의 방수층에 이용 되는 접착재의 표준적 품질을 <표 3.3>에 나타내었고, 강 바닥판에 이용되는 접착재의 품질은 <표 3.4>에 나타냈다.

<표 3.3> 시멘트 콘크리트 바닥판용 접착재의 품질기준

항목	종류 아스팔트 ·고무계 용제형	고무계 용제형		수지계	시험방법
		1차 프라이머	2차 프라이머		
지속건조시간 (20℃) (분)	60 이하	30 이하	60 이하	60 이하	KS M 5000
불 휘발분 함량 (%)	20 이상	10 이상	25 이상	60 이상	KS M ISO 3251
작업성	도포 작업에 지장이 없을 것				

〈표 3.4〉 강 바닥판용 접착재의 품질기준

항목	아스팔트·고무계 용제형	수지계	시험 방법
블 휘발분 함량 (%)	50 이상	60 이상	KS M ISO 3251
점도 (poise (pa·s))	5(0.5) 이하	5(0.5) 이하	KS M ISO 2555
지속건조시간(20℃) (분)	90 이하	90 이하	KS M 5000

3.3 택 코트

- (1) 교면포장에 사용되는 유제는 교통량의 등급에 따라 아스팔트 유제(RSC-4)나 접착력 향상을 위해 고무 혼입 아스팔트 유제를 사용한다.
- (2) 고무 혼입 아스팔트 유제의 품질은 〈표 3.5〉에 따른다.

【해설】

택 코트는 교면포장 상부층과 하부층 간의 부착을 좋게 하여 일체화하는 기능을 지닌다. 택 코트에는 교면포장 재료가 아스팔트 혼합물의 경우 아스팔트 유제(RSC-4) 또는 고무 혼입 아스팔트 유제가 이용된다. 아스팔트 유제(RSC-4)는 비교적 경질의 스트레이트 아스팔트를 유화제와 안정제를 함유한 용액 속에 유화 분산시켜 제조한 에멀전이며, 분산 입자는 콜로이드 단위로 측정된다. 아스팔트 유제에는 아스팔트 입자의 대전 상태는 양이온(+), 음이온(-) 및 대전하지 않는 중성이온이 있는데, 일반적인 포장의 택 코트에는 양이온계의 석유아스팔트 유제가 이용된다.

특히, 교면포장과 같이 층간의 접착력을 향상시킬 필요가 있는 경우에는 고무 혼입 아스팔트 유제를 이용한다. 이것은 천연 또는 합성 고무를 혼입한 아스팔트 유제이며 일반적으로는 양이온계이다. 고무 혼입 아스팔트 유제의 품질기준을 〈표 3.5〉에 나타냈다.

〈표 3.5〉 고무 혼입 아스팔트 유제의 표준적 성상

품질 기준	단위	개질 유화아스팔트	
앵글러도	20℃, 점도	1~10	
체 잔류분(1.18mm) 질량	%	0.3 이하	
부착도		2/3 이상	
입자의 전하		양(+)	
중발 잔류분 질량	%	50 이상	
중발 잔류물	침입도	(25℃)1/10mm	60 초과 ~ 150 이하
	연화점	℃	48 이상
	터프니스	25℃, N·m	8 이상
	테너시티	25℃, N·m	4 이상
저장 안정도	24h, 질량%	1 이하	

3.4 줄눈재

- (1) 일반 밀입도 및 SMA 교면포장에는 가열 시공식 주입 줄눈재를 적용한다.
- (2) 하부층에 구스 아스팔트 혼합물을 적용할 경우만 성형 줄눈재를 사용할 수 있다.
- (3) 주입 줄눈재와 성형 줄눈재의 품질은 〈표 3.6〉에 따른다.

【해 설】

일반적으로 교면포장 면은 횡단 기울기가 있으며 우수는 연석 쪽으로 흘러 교면 포장과의 경계부에서 교면포장 내부로 물이 유입될 우려가 있다. 이것을 방지할 목적으로 연석 및 배수구 등과 교면포장과의 경계부에 설치하는 것이 줄눈재이다. 줄눈재는 시멘트 콘크리트 또는 강재와 교면포장에 잘 접착되는 것이어야 하고 시공성이 좋은 것을 사용한다. 특히 구스 아스팔트 혼합물은 온도 저하에 의한 체적의 수축이 일반 아스팔트 혼합물에 비하여 크고 경계부에 틈이 생기기 쉬우므로 주의해야 한다.

교면포장 시스템에 사용되는 줄눈재는 포장의 팽창 수축에 따른 변형에 대한 추종성과 재료 자체의 내구성(내수성 포함)이 요구됨과 동시에 구조물과 아스팔트 혼합물에 잘

접착하는 것이어야 한다.

교면포장에는 줄눈재로 가열 시공식 주입 줄눈재 또는 가열 시공식 재료의 성형품이 주로 사용된다. 가열 시공식 주입 줄눈재는 아스팔트에 고무를 혼입하여 탄성을 부여한 것이며 가열하여 주입한 후 경화시킨다. 주입 줄눈재와 성형 줄눈재는 <그림 3.1>에 나타내었으며 주입 줄눈재와 성형 줄눈재의 품질 기준을 <표 3.6>에 나타내었다.



(a) 주입 줄눈재 시공 전경



(b) 성형 줄눈재 설치후 전경

<그림 3.1> 줄눈재 종류

(1) 주입 줄눈재

주입 줄눈재란 교면포장과의 경계부에 미리 두께 10mm 정도의 줄눈판으로 만든 틈 사이에 주입하여 채우는 것이다. 줄눈판을 뺄 때에는 포장 본체의 모서리가 무너지기 쉬우므로 세심한 주의가 필요하다. 줄눈재를 주입하는 경우는 필요에 따라 틈 사이에 프라이머를 도포하고 나서 주입한다. 줄눈재는 과도하게 가열하면 냉각 시에 수축량이 크게 되므로 주입이 가능한 점도 범위에서 될 수 있는 대로 낮은 온도로 관리한다.

(2) 성형 줄눈재

공장에서 성형한 줄눈재를 포설 전에 난간 방호벽 또는 연석에 붙여 시공하는 것이다. 부착할 부분을 잘 청소하여 프라이머를 도포하고 프라이머가 완전히 건조하기 전에 성형 줄눈재를 눌러 붙인다. 성형 줄눈재는 아스팔트 혼합물의 포설 시에 그 열로 녹아 일체로 된다.

구스 아스팔트 혼합물 이외의 아스팔트 혼합물인 경우는 성형 줄눈재와 아스팔트

혼합물과의 접촉 부분이 충분히 녹지 않아서 이 부분에 틈이 생겨 거꾸로 물이 통하는 물길을 형성하는 수도 있으므로 적용하지 않는다.

〈표 3.6〉 줄눈재의 품질 기준

시험 항목	단위	주입식	성형식
침입도	mm	6 이하	9 이하
흐름치	mm	5 이하	3 이하
탄성(초기 관입량)	1/10mm	-	5~15
탄성(복원률)	%	-	60 이상
인장량	mm	3 이상	10 이상

3.5 방수재

3.5.1 교면 방수재의 적용 범위

- (1) 차량의 통행을 목적으로 하는 모든 신설 및 기존 도로교 바닥판에 대하여 방수층을 설치하여야 한다.
- (2) 원칙적으로 교면포장에 아스팔트 포장을 시공하는 모든 도로교 바닥판을 대상으로 한다.

【해설】

도로교의 바닥판에 적용되는 방수재는 일반적으로 건축과 구조물 방수에 적용되는 방수재와 전혀 다르게 교량 바닥판과 교면포장을 사이에 위치하여 직접 교통하중이 재하 되는 가혹한 조건에 노출되는 재료이므로 파손 발생 가능성이 매우 높은 특징을 가진다.

지금까지 교통량의 증가, 중차량의 증가 및 차량의 지정체 등으로 인하여 도로교의 교면포장의 파손이 증가해왔다. 이러한 교면포장의 파손원인을 분석해보면 방수재료의 불량 또는 교면방수의 시공 불량에 기인한 파손이 대부분인 것으로 나타났다.

또한, 손상이 진행된 도로교 바닥판은 바닥판 상면의 보수보강이나 바닥판 자체의

재시공이 필요한 상태가 됨으로써 직접적인 공사비용 증가 뿐 아니라 보수공사로 인한 통행 제한이 발생하게 되어 사회적인 영향도 크게 된다.

따라서, 도로교의 바닥판에서는 손상의 발생을 적극적으로 방지하고 손상이 일어난 경우에도 공용성에 큰 지장을 미치지 않도록 손상의 진행을 방지하거나 내구성을 향상시키는 것은 생애 주기비용(life cycle cost)의 저감이라는 측면에서도 특히 중요하다.

시멘트 콘크리트 바닥판의 열화 및 손상은 대부분이 자동차 하중의 반복 재하에 기인하는 피로 현상이 관련되어 있는 것으로 판명되었다. 일반적으로 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 반복 재하 되는 자동차 하중의 영향으로 균열이 서서히 진전되어 최종적으로는 바닥판 시멘트 콘크리트가 부분적으로 떨어져 나간다. 또한, 그 과정에서 바닥판 시멘트 콘크리트 표면에 물이 존재하면 바닥판의 열화를 심하게 가속시키는 것으로 밝혀졌다. 특히, 동결방지제의 살포지역이나 해안지역에서는 교면포장체 내부로 흘러들어 염화물이 바닥판 상면에 침투하여 시멘트 콘크리트 바닥판 내부의 강재나 강 바닥판인 경우는 바닥판 자체의 부식이 촉진되어 내하력 및 내구성이 급격하게 저하하는 것으로 판명되었다.

그러므로 설계에서 기대하는 성능을 확실하게 발휘시키기 위해서 바닥판에 우수의 유입이나 염화물 이온의 침투를 방지할 수 있는 바닥판 방수층을 적절하게 시행하는 것이 중요하다.

3.5.2 교면 방수재의 분류

- (1) 방수재는 시트식(Sheet type) 및 도막식(Liquid type)의 2종류로 구분한다. 다만, 1.5층 개념의 방수층에서는 보조방수재로 흡수방지식을 사용할 수 있다.
- (2) 도로교 바닥판 방수재의 분류는 <표 3.7>에 따른다.
- (3) <표 3.7>의 분류에 속하지 않는 방수재에 대해서는 도로교 바닥판용 방수재료의 품질 기준 만족 여부를 국가 공인시험기관의 시험결과를 통한 입증과 시험시공 적용 후 문제점이 발견되지 않는 지를 확인한 후 발주청의 승인 하에 적용할 수 있다.

【해 설】

- 바닥판 방수층은 시트식과 도막식의 2가지로 분류한다.



- 시트식 방수재는 현장에 도착할 때 이미 2mm 이상의 시트 형태로 기 성형된 제품으로 반입되어 현장에서 알맞은 공정을 적용하여 도로교 바닥판에 접착시키는 형태의 방수재로 정의한다.
- 시트식 방수재는 아스팔트에 신축성이 있는 원료를 합성시켜 시트화 시킨 것이다. 또한 결합 발견이 용이하며 국부적으로도 보수가 쉽고, 방수의 확실성과 바닥판과 포장과의 접착성, 바닥판의 균열이 발생하는 경우 추종성이 우수하다. 그러나 시멘트 콘크리트 바닥판에 요철이 심한 경우 작업성이 떨어지고 블리스터링(큰 기포 발생) 가능성과 저온 시공 시 단부에서 되말림 발생 및 치켜 올라가는 문제점들이 있다.
- 시트계 바닥판 방수층은 방수재 하면을 불이나 고온의 열을 가하여 바닥판에 방수 시트를 녹여 붙이는 가열 용착식, 시트와 동일한 계열의 접착재를 고온으로 가열하여 흘러면서 도포하면서 바로 시트를 붙이는 부착식, 상온에서 접착성을 갖는 접착제가 도포된 시트를 접착 방지용 필름을 벗겨 내면서 중량을 가하여 접착시키는 자착식의 3종류로 나눈다.
- 도막식 방수재는 현장에 도착할 때 2mm 이상의 시트 형태로 성형되지 않은 제품을 현장에서 알맞은 공정을 적용하여 도로교 바닥판에 상면에 적용되어 양생된 후 최소 1mm 이상의 두께로 도막을 최종적으로 형성하게 되는 방수재로 정의한다.
- 도막식 방수재는 연속시공이 가능하고, 형상이 복잡한 부분에 시공이 용이하다. 또한 결합 발견이 용이하며 국부적으로도 보수가 쉽다. 그러나 바닥판의 평탄성이 좋지 않을 경우 균일한 도막두께의 확보가 곤란한 문제점이 있다.
- 도막계 바닥판 방수층은 아스팔트 재료를 가열하여 녹이는 가열형, 합성고무 등을 유기용제로 녹인 용제형, 열경화성 수지 등의 반응수지를 사용하는 수지계(2액형)의 3종류로 나눈다.
- 시멘트 콘크리트 교면에 사용되는 방수재는 여러 종류의 재료로 구성되어 있으며, 아스팔트, 합성고무, 수지, 섬유, 광물질 및 휘발성 용제와 같은 원재료를 두 가지 이상 혼합해서 사용한다.
- 방수재의 재료성상과 사용방법 또는 내구성 등은 원재료의 성능에 크게 좌우되므로 원재료에 대하여 잘 알고 사용하는 것이 중요하다.
- 도막 방수재 중 클로로프렌 고무 용제형의 경우 과거 클로로프렌 재료 함량 미달 또는



클로로프렌 대신 부틸고무를 부정하게 사용한 문제와 도막 두께의 미준수 등의 시공 불량에 기인한 파손이 빈번히 발생되었기 때문에, 이러한 클로로프렌 도막방수재를 적용할 경우에는 납품재료에 대한 철저한 품질기준 준수여부 확인 및 품질관리와 철저한 시공관리를 시행하여야 한다. 특히 양생 후 도막 두께 부족으로 인하여 교면포장용 아스팔트혼합물의 시공 및 공용 시에 방수층에 미세한 구멍이 발생하여 우수가 침투하여 발생된 교면포장의 조기파손과 바닥판 시멘트 콘크리트의 열화 발생 사례가 많으므로 양생 후 시공 두께를 2mm 이상을 확보하는 것을 실측을 통하여 확인하여야 한다.

〈표 3.7〉 도로교 바닥판용 방수재의 분류 및 특징

종 류	시공 방법	최소 두께	형태	준수 사항	
시트식	가열 용착식	방수재 하면에 불이나 고온의 열을 가하여 접착	4mm 이상	폴리에스테르 부직포에 고무 혼합 아스팔트를 합침	원칙적으로 기계식 시공 장비를 사용 현장여건상 부득이한 경우 인력시공 가능
	부착식	시트와 동일한 재질의 접착제를 고온으로 가열하여 도포하면서 바로 시트를 접착	2mm 이상		
	자착식	시트 하면에 접착성분이 있어서 필름을 벗겨내면서 중량을 가하여 접착	2mm 이상		
도막식	용제형	프라이머 도포 양생 후 주재료와 휘발성 용제가 혼합된 상온의 용액을 약 3회 이상 도포	2mm 이상	클로로프렌 고무를 톨루엔이나 크실렌 등의 용제에 용해한 액상 상태	부직포나 직포 등의 중심 기재 없이 사용 불가
	가열형	프라이머 도포 양생 후 고무 아스팔트계라고도 불리며 약 190℃ 이상의 고온으로 가열하여 도포	2mm 이상	아스팔트를 합성고무 등으로 품질을 개선한 고체 상태	
	수지계 (2액형)	프라이머 도포 양생 후 주재와 경화제로 된 2성분을 현장에서 상온으로 혼합하여 도포함	1mm 이상	2액형으로 에폭시 수지 등으로 구성되고 화학반응에 의해 경화하는 액상 상태	

(1) 시트식 방수재

시트 방수는 부직포 또는 직포에 합성고무나 수지, 플라스틱 및 아스팔트 등을 주원료로 해서 적층 성형한 두께는 2.0~4.0mm 이며, 폭 1m 정도의 시트에 광물질 분말을 도포하여 롤 상으로 감은 것으로 접착제나 토치를 사용하여 모체에 방수층을 형성하는 것이다.

시트 방수재 중심기재는 컴파운드 중간에 삽입하여 치수 안정성을 확보하고 압축강도를



개선하며 방수기능을 향상하기 위해 사용하는 것으로, 주로 폴리프로필렌 (Polypropylene) 및 폴리에스터(Polyester) 섬유와 유리 섬유 부직포와 프로필렌 에틸렌(Propylene ethylene) 공중합체 필름 등이 사용된다. 함침한 아스팔트는 스트레이트 아스팔트에 Styrene Butadiene(이하 SB), Styrene Butadiene Styrene(이하 SBS) 등의 합성 고무를 10~30% 첨가한 고무혼합 아스팔트와 블로운 아스팔트 등이 있다.

접착제(프라이머)는 고무혼합 아스팔트 또는 합성고무에 휘발성 용제를 50~80% 첨가한 저점도의 액체를 도포 후 휘발 건조시키고 시멘트 콘크리트 바닥판 상에 피막을 형성한다. 그 기능은 시멘트 콘크리트와 방수재의 접착성 부여를 주로 하고 있다.

시트식 공법은 방수의 확실성과 바닥판과 포장과의 접착성, 바닥판의 균열이 발생하는 경우 추종성이 우수하다. 그러나 시멘트 콘크리트 바닥판에 요철이 심한 경우 작업성이 다소 떨어지는 단점이 있다.

가. 가열 용착식

가열 용착식에는 프라이머를 도포한 바닥판에 기계에 연결된 방수 시트를 전기 히터로 가열하고 점착력을 높여 접착시키는 형태와 토치 버너로 가열하여 방수 시트 하부의 아스팔트를 녹이고 접착시키는 형태의 두 종류가 있다. 두 종류 모두 바닥판 방수층의 두께는 4.0mm 정도이다. 기계식 시공장비를 사용하는 것이 좋다.

나. 부착식

부착식은 프라이머를 도포한 바닥판에 가열하여 녹인 접착용 아스팔트를 흘려 넣고 방수 시트를 붙여 바닥판 방수층을 구성한다. 바닥판 방수층의 두께는 2.0mm 정도이다. 기계식 시공장비를 사용하는 것이 좋다.

다. 자착식

상온 접착식은 프라이머를 도포한 바닥판에 상온에서 접착력이 높은 아스팔트로 제조된 방수 시트를 시트 하면에 도포된 접착제가 가지고 있는 접착력으로 직접 붙여 바닥판 방수층을 구성한다. 붙인 시트는 타이어롤러 등의 전압에 의해 접착시킨다. 바닥판 방수층의 두께는 2.0mm 정도이다.



(2) 도막식 방수재

도막식 방수 공법은 온도가 너무 높으면 방수재 자체가 산화되어 방수성능이 떨어지고, 온도가 너무 낮으면 아스팔트 콘크리트 포장층과 방수재와의 접착 불량으로 포장체가 교통하중에 의한 응력저항성이 떨어진다.

도막계 바닥판 방수재는 클로로프렌 고무 등의 합성고무를 휘발성 용제로 녹인 용제형과 아스팔트를 합성고무 등으로 개질한 아스팔트 가열형 및 합성수지(에폭시 수지계, 우레탄 수지계, 메타크릴 수지계)를 사용한 수지형(2액형)이 있다.

도막계 바닥판 방수재는 포장 전체 층 재포장 때의 바닥판면의 적용성이나 포장이 얇은 보도부위의 적용에 좋다는 점이 특징이다.

용제형은 양생시간이나 도막 손상 등으로 인하여 사용실적이 줄고 있다.

가. 용제형

용제형은 클로로프렌 고무 등의 합성고무를 휘발성 용제로 녹인 방수재를 붓 등으로 바닥판에 여러 번으로 나누어 겹쳐 칠하여 바닥판 방수층을 구성한다. 바닥판 방수층의 두께는 2mm 정도이다. 특수한 공구를 필요로 하지 않는 점이나 블리스터링의 발생이 적은 점에서 포장 두께가 얇은 보도에 적용된다. 방수재의 건조시간이 길어 바닥판 방수층의 피막두께가 얇고 포장할 때 바닥판 방수층이 손상되기 쉽기 때문에 주의가 필요하다.

최근 클로로프렌 방수재의 품질불량 사례가 빈번히 발생하고 있다. 이는 저가 경쟁이 과다하게 발생하여 실행가가 너무 낮아 부적절한 재료의 사용으로 인한 도막 방수재의 부착력 부족 등의 품질불량이 발생하고 있다. 그러므로 클로로프렌 도막방수재의 품질확보를 위해서는 적정 실행가의 기준을 확보하여야 하며, 골재에 의한 클로로프렌 방수재의 편칭 방지를 위해 클로로프렌 방수재의 최소두께는 2mm 이상 확보되어야 한다.

나. 가열형

가열형은 아스팔트에 합성고무 등을 가한 방수재를 시공할 때 전용 가열기계에서 녹이고 기계 살포 또는 붓 등으로 도포하여 바닥판 방수층을 구성한다. 바닥판 방수층의 두께는 2mm 정도이다. 시공효율이 좋은 점이나 포장의 블리스터링의 발생이 적은 점에서 포장 전체 층 재포장 때나 포장 두께가 얇은 보도에도 사용실적이 많다. 가열형 바닥판 방수층은 아스팔트

포장과의 접착성이 양호하기 때문에 일반적으로 텍 코트는 하지 않는다.

스트레이트 아스팔트 또는 블로운 아스팔트에 10~40% 합성고무를 첨가한 고무혼합 아스팔트를 주성분이다. 가열 용해 시 접착층 상에 1~3회 걸쳐 도포한 후 2mm 두께의 방수층을 형성한다.

다. 수지형(2액형)

수지형은 시공할 때 주재와 경화제라 불리는 두 성분의 액체를 합성하는 공법이 많고 화학반응에 의해 경화되며, 인장 늘어남 특성이 좋은 저탄성의 바닥판 방수층을 형성하는 것이다. 수지형의 종류에는 에폭시 수지계, 우레탄 수지계 및 메타크릴 수지계의 합성수지 등이 있다. 시공할 때의 온도, 도포 작업성, 가사시간 및 경화 후의 성능을 고려하여 유연제, 충전재 및 안료 등 각종 개질제가 첨가되어 있다.

일반적으로 아스팔트 가열형과 같이 포설할 때의 열에 의해 녹지 않고 온도변화에 대하여 늘음 특성이나 강도 특성이 안정되어 있고 방수성, 내약품성이 좋다는 등의 특징을 갖고 있다. 두께 1~3mm의 바닥판 방수층을 형성한다.

에폭시 수지계의 경우 강바닥판 교면방수에 적용한 실적이 있으며, 우레탄 수지계는 도로교 교면포장에 적용한 실적이 없다.

특히, 수지형 방수재는 시공 후 양생을 완벽하게 하지 않고 교면포장용 아스팔트 혼합물을 시공하게 되면 롤러로 다짐할 때 아스팔트 혼합물 층 내부로 빨려 들어가게 되어 방수층이 완전히 유실되는 결과로 인하여 방수층이 사라지기 때문에 이러한 결과가 발생되지 않도록 양생이 완전히 끝난 다음에 교면포장을 시공하여야 한다. 이러한 방수층에 대한 완전한 양생의 확인은 열쇠나 금속 물질 등을 사용하여 세게 눌러보았을 때 딱딱하게 굳어 있는지를 검사하는 것이다.



3.5.3 도로교 바닥판용 흡수방지식 보조 방수재의 역학적 품질 기준

(1) 도로교 시멘트 콘크리트 바닥판용 1.5층 방수시스템 개념을 적용할 때 사용되는 흡수방지식 보조 방수재의 품질기준은 <표 3.8>을 따르며, 무기질 계열의 재료만을 적용할 수 있다.

【해 설】

시멘트 콘크리트 교면에 사용되는 흡수방지식 보조 방수재는 여러 종류의 재료로 구성되어 있다. 시멘트 콘크리트 바닥판에 적용되는 흡수방지식 보조 방수재는 삼투성을 응용한 것으로 방수재가 석회 및 수분과 화합하여 삼투압에 의해 시멘트 콘크리트의 모세관을 따라 침투하여 시멘트 콘크리트 중의 수산화 칼슘(Calcium hydroxide)과 화학 반응하여 불용성 침상 결정체인 규산질 칼슘(Calcium silicate hydrate) 방수막 겔을 형성한다. 삼투성은 고염성 용제가 저염성 용제 방향으로 이동하므로 모세관을 따라 시멘트 콘크리트 모체 전체에 연속적인 결정체의 방수막을 형성한다.

시멘트 콘크리트 속에는 여러 가지의 공극이 존재하고 그 중에서 모세관 공극이 대부분을 차지하고 있다. 그 크기는 대략 1/500~5 μ m 정도이고, 가늘고 긴 것에서 평평한 것까지 연속 또는 불연속의 공간으로서 존재하고 있다. 이 모세관 공극은 물-시멘트비에 크게 영향을 미치는 것으로 물-시멘트비가 큰 것일수록 모세관 공극은 많아진다. 예를 들어 재령이나 물-시멘트비, 양생방법 등에 따라 다르지만 보통 시멘트 콘크리트에서 0.1~0.2cm³/g의 공극이 존재한다. 따라서 이러한 경우 시멘트 콘크리트에 높은 수압이 걸리면 누수 현상이 발생하게 된다.

흡수방지식 보조 방수재는 이와 같이 시멘트 콘크리트의 표면에 살포되므로 시멘트 콘크리트 자체가 가지고 있는 모세관 공극을 충분히 침투, 반응 및 충전시켜 시멘트 콘크리트 자체를 치밀화 시키는 기능을 가지고 있다.

무기질계 방수재는 비정질인 규산질 미분말(활성화한 실리카 성분)이 주성분이고, 그 외에는 점성 조절제, 반응속도 조절제 등 성분이 있다. 규산질 미분말로부터 용출된 규산이온은 시멘트 콘크리트 중의 모세관 공극을 통해 침투·확산하고 모세관 공극 중에 있는 수산화칼슘으로부터 용출된 칼슘이온과 화학적으로 반응하여 불용성의 규산칼슘 수화물을 생성하고 모세관 공극을 충전시킨다.

이 수화물 성분 중에는 SiO₂, Al₂O₃ 및 MgO 외에 20 여종의 특수 무기 및 유기 활성제가 함유되어 시멘트 콘크리트 내부를 더욱 치밀화시켜 투수나 흡수에 대해 높은 저항성을 갖게 하고, 그 반응은 일정기간 동안 지속되기 때문에 시멘트 콘크리트 중성화나 노화를 방지하는 효과도 있다.

〈표 3.8〉 흡수방지식 보조 방수재의 품질기준(KS F 4930 : 2007)

항목		품질기준	시험기준
		무기질계	
침투깊이		4.0mm 이상	KS F 4930
내흡수 성능	표준상태	물흡수 계수비 0.1 이하	KS F 4930
	내알칼리성 시험 후		
	저온·고온반복 저항성 시험 후		
	촉진 내후성 시험 후		
내투수 성능		투수비 0.1 이하	KS F 4930
염화 이온 침투 저항 성능		3.0mm 이하	KS F 4930
내 산성		이상 무	KS F 4930
용출 저항 성능	냄새와 맛	이상 없을 것	KS F 4930
	탁도	2도 이하	
	색도	5도 이하	
	중금속(Pb로서)	0.1mg/L 이하	
	과망간산칼륨 소비량	10mg/L 이하	
	PH	5.8 ~ 8.6	
	페놀	0.005mg/L 이하	
	증발 잔류분	30mg/L 이하	
	잔류 염소의 감량	0.2mg/L 이하	
인화점		80℃ 이하에서 불꽃이 발생하지 않을 것	KS M 2010



3.5.4 도로교 바닥판용 방수재료의 품질 기준

(1) 도로교 바닥판에 적용되는 시트식과 도막식 방수재료 자체의 품질 기준은 <표 3.9>에 따라 적용한다.

【해 설】

기존의 도로교의 교면포장 시스템에 적용하는 방수재 기준이 대부분 정하중을 받고 있는 건축용 방수나 지붕 및 구조물 등의 방수 기준을 그대로 적용함으로 인하여 차량하중이 지속적으로 통행하면서 발생하는 동력학적인 영향을 모사하지 못하여 빈번한 파손이 발생된 것이 사실이다. 또한 기존의 방수재는 도로교의 중차량의 통행에 기인하여 발생하는 매우 큰 동적 외력에 대한 저항성이 반영되어 있지 않음으로 인하여 방수재 자체의 품질이 불량하여 발생하는 파손이 매우 많았다.

이러한 문제를 바로 잡기 위하여 도로교의 교면포장용 방수재료 파손 없이 기능을 수행할 수 있도록 역학적인 실험과 분석에 근거한 품질 기준을 제정하였으며, 도로교 교면포장의 파손 방지와 바닥판의 손상을 방지하여 교량 바닥판의 내구성을 증진시킬 수 있도록 도로교의 교면포장용 방수재료 사용 가능한 시트식과 도막식 방수재에 대한 품질기준을 <표 3.9>에 나타내었다.

<표 3.9>는 방수재 재료 자체가 가지고 있는 품질성능 평가를 목적으로 한다.

〈표 3.9〉 도로교 바닥판용 방수재의 품질기준

항목		품질기준		시험기준
		시트식	도막식	
인장성능	인장강도(N/mm ²) 23℃, 40℃	무처리	4.0 이상	KS F 3211
		알카리처리	무처리의 80% 이상	
		가열처리	무처리의 80% 이상	
	최대하중 시 신장률(%) 23℃, 40℃	무처리	20~60	
		알카리처리	무처리의 80% 이상	
		가열처리	무처리의 80% 이상	
비 휘발분(%)		-	표시 값 ±3% 이내	KS M ISO 3251
내투수성		투수되지 않을 것		KS F 4931
염화이온 침투 저항성(Coulombs)		100 이하		KS F 2711
내음폭 패임		구멍이 생기지 않을 것		KS F 4917
내열치수 안정성(%)	150℃, 30분	± 2.0 이내		KS F 4931
저온 굴곡성	-10℃	균열이 없을 것		KS F 4917
접합강도(N/mm ²)		3.0 이상	-	KS F 4931
내피로성		잔균, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것		KS F 4917
내균열성	-10℃	잔균, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것		KS F 4931

3.5.5 도로교 바닥판용 교면포장 시스템의 역학적 품질 기준

(1) 도로교 바닥판용 교면포장 시스템의 역학적 품질 기준은 〈표 3.10〉을 적용하며, 도막식과 시트식 모두 〈표 3.10〉의 교면포장 시스템의 역학적 품질기준을 만족 하여야 한다.

【해 설】

- 도로교 바닥판에 사용되는 교면포장 시스템의 품질기준을 〈표 3.10〉에 나타내었다.

- <표 3.10>에 나타낸 교면포장 시스템은 시멘트 콘크리트 또는 강 바닥판 상면에 실제 프라이머와 방수재 및 교면포장을 시공하는 방식 그대로 시험 시편에 시공한 후 전체 시스템에 대하여 <표 3.10>에 기술된 시험을 실시하여 합격한 교면 방수재 만을 적용할 수 있다.
- <표 3.10>의 시험은 방수층의 방수성, 바닥판 방수층과 바닥판 및 포장과의 경계면에서 인장접착성, 바닥판 방수층과 바닥판 및 포장과의 경계면에서 전단저항성 및 전단변형 추종성, 시멘트 콘크리트 바닥판에 물이 침투되어 있는 경우 또는 포장 내에 물이 체수 된 경우에 바닥판 방수층과 바닥판 및 포장과의 접착성, 저온에서 내 변형성 등을 모사하기 위하여 실시한다.

<표 3.10> 도로교 바닥판용 교면포장 시스템의 품질기준

항목		품질 기준		시험기준
내투수성(포장재료 시공 후 시험)		투수되지 않을 것		KS F 4931
인장 접착강도(N/mm ²)		-10℃	1.5 이상	KS F 4931
		23℃	0.8 이상	
전단 접착성능	전단 접착강도 (N/mm ²)	-10℃	1.0 이상	KS F 4931
		23℃	0.2 이상	
	전단 접착변형률(%)	-10℃	0.5 이상	
		23℃	1.0 이상	
수침 인장접착 시험		23℃	수침 전의 70% 이상	KS F 4931
피로 균열 시험		-10℃	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것	KS F 4931

3.6 아스팔트

(1) 아스팔트는 KS M 2201(스트레이트 아스팔트)의 침입도 규격과 KS F 2389의 아스팔트의 공용성 규격(PG, Performance Grade)을 병행 하여 사용한다. 단, 개질재가 첨가된 개질아스팔트를 사용할 때는 공용성 규격(PG, Performance Grade)을 사용하여야 한다.

【해설】

- 현재 정유사에서 공급되는 아스팔트의 정밀한 품질확인을 위하여 2004년 KS F 2389에 “아스팔트의 공용성 규격” 이 제정되었다. 현재까지 일부 정유사의 경우 이러한 공용성 규격을 사용하지 않고 있기 때문에 정유사에서 직접 공급하는 스트레이트 아스팔트의 경우는 침입도와 공용성 규격을 병용하도록 하였다. 그러나 스트레이트 아스팔트에 개질재(Modifier)를 약 3~10% 정도 첨가하여 공급하는 개질아스팔트의 경우는 침입도 만으로는 개질아스팔트의 물성 개선 효과를 확인하기 어렵기 때문에 이러한 개질 아스팔트를 사용할 경우에는 KS F 2389에서 규정한 시험을 통하여 공급하는 개질 아스팔트의 공용성 등급(PG)을 제출받아 사용하며 수시로 개질 아스팔트의 품질을 확인 하여야한다.



3.6.1 침입도 분류에 의한 아스팔트

- (1) 아스팔트는 KS M 2201(스트레이트 아스팔트)의 침입도 규격에 따라 <표 3.11>의 침입도 60~80에 만족하는 것을 사용하여야 한다. 침입도 60~80의 아스팔트는 등가단축하중으로 환산한 교통하중 등급(ADT) 1000대/일/Lane 이하에만 사용할 수 있다.
- (2) 사용목적에 따라 내구성을 요하는 경우에는 고무 또는 수지 혼합 아스팔트와 같은 개질 아스팔트 또는 첨가재를 사용하며, 이 경우는 공용성 등급(PG) 시험성적서를 제출받아야 한다.
- (3) 아스팔트 혼합물의 혼합 및 다짐온도 결정을 위하여 시험 성적서에는 <표 3.11>의 항목 외에 120℃, 150℃ 및 180℃에서 각각의 동점도 및 150cSt, 170cSt, 190cSt, 250cSt, 280cSt 및 310cSt에서의 온도를 부기하여야 한다.

【해설】

- KS M 2201에는 침입도 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 및 100-120의 스트레이트 아스팔트가 규정되어 있으며, 국내에서 가열 아스팔트 혼합물용으로는 <표 3.11>의 60-80과 80-100 두 가지 아스팔트가 사용되나 이 중에서도 주로 침입도 60-80 만이 사용된다. 그러나 최근의 아스팔트 품질저하 문제를 최소화하기 위해서는 소성변형에 대한 저항성을 향상시키기 위해서 정유사에 침입도 65±5가 되는 아스팔트의 생산을 요청하여 사용하는 것이 좋다. 일반적으로 침입도 65±5 등급의 아스팔트는 공용성 등급(PG)으로는 PG 64-22 정도를 나타낸다.
- 스트레이트 아스팔트와 개질아스팔트는 시험을 실시하여 모두 침입도 등급과 공용성 등급(PG)으로 나타낼 수 있으나 정유사의 정유과정에서 직접 생산된 스트레이트 아스팔트의 경우 현재까지 공용성 등급(PG) 시험장비가 갖추어져 있지 않은 이유로 일부 정유사에서는 침입도 규격의 성적서 만을 제공하고 있는 경우가 많다. 감독자는 스트레이트 아스팔트를 공급받을 때 적극적으로 공용성 등급(PG) 시험성적서를 요구하여야 하며 여건이 허용하면 PG 규격을 제공하는 제품을 우선적으로 사용한다. 이는 정유사들이 공용성 등급(PG) 시험장비를 빨리 도입할 수 있도록 하기 위함이다. 그러나 해당지역에 납품이 가능한

정유사들이 침입도 규격만을 제공할 때는 이를 사용할 수가 있다.

- 사용 목적에 따라 내구성을 요하거나 수분 침투에 의한 박리 특성을 보강하기 위해 고무 또는 폴리머 혼합 아스팔트와 같은 고점도의 개질 아스팔트 또는 첨가재를 사용할 수 있다. 그러나 이 경우에는 공용성 등급(PG)에 의한 아스팔트 기준에 따른다.

〈표 3.11〉 침입도 분류에 의한 도로 포장용 아스팔트 품질 기준

항 목	침입도 등급	
	60-80	80-100
침입도 (25℃, 100g, 5초)	61~80	81~100
연화점 (℃)	44~52	42~50
신도 (15℃, cm)	100 이상	100 이상
톨루엔가용분 (무게 %)	99.0 이상	99.0 이상
인화점 (℃)	260 이상	260 이상
박막가열 후		
질량 변화율 (무게 %)	0.6 이하	0.6 이하
침입도 잔유율 (%)	55 이상	50 이상
증발 후		
침입도 비 (%)	110 이하	110 이하
밀도(15℃, kg/m ³)	1000 이상	1000 이상

3.6.2 공용성 등급에 의한 아스팔트

- (1) 침입도 등급에 의한 아스팔트는 고온 저항 특성을 적절히 반영하기 어려우므로 소성변형 발생의 위험이 높은 구간은 공용성 등급에 의하여 일정 등급 이상의 아스팔트를 사용하는 것이 좋다.
- (2) 특히 교통량이 많은 교차로에 바로 인접한 교면포장에는 아스팔트 혼합물에 사용되는 아스팔트를 KS F 2389의 아스팔트의 공용성 등급 규정에 따라 PG 76-22 이상을 사용하여야 한다.
- (3) 신호대기 지역, 오르막 구간 및 지·정체가 심한 도로와 중(重)교통이 통행하여 소성변형 발생 위험이 높은 지역에 위치한 도로교의 교면포장에도 아스팔트를 PG 76-22 이상 적용하는 것을 검토하여야 한다.

【해설】

KS F 2389(아스팔트의 공용성 등급)에서 제안하고 있는 아스팔트 등급은 PG XX-YY로 표현되며, XX는 최고온도, -YY는 최저온도의 개념으로, 예를 들어 PG 64-22는 예상되는 포장의 최고온도가 64℃이고, 최저가 -22℃임을 나타낸다. 그러므로 XX는 소성변형에 대한 저항성을 나타내며, -YY는 균열에 대한 저항성을 나타내는 값이다. 공용성 아스팔트 등급에서는 과거 20년 이상의 기상자료 중 고온등급은 연속되는 7일간의 온도가 최고인 기간을 결정하여 이 기간의 평균최고 대기온도를 사용하여 포장깊이 2cm의 온도를 추정하며, 저온등급은 년 최저 대기 기온을 포장의 저온 기준으로 규정하여 확률 98%의 온도를 이용하여 아스팔트의 등급을 결정한다. <표 3.12>는 공용성 아스팔트의 등급을 보여준다.

〈표 3.12〉 공용성 아스팔트 등급

고온 등급	저온 등급
PG 46-	34, 40, 46
PG 52-	10, 16, 22, 28, 34, 40, 46
PG 58-	16, 22, 28, 34, 40
PG 64-	10, 16, 22, 28, 34, 40
PG 70-	10, 16, 22, 28, 34, 40
PG 76-	10, 16, 22, 28, 34
PG 82-	10, 16, 22, 28, 34

【주】 공용성 등급에 의한 아스팔트는 PG 46-XX 보다 PG 82-XX 인 것이 소성변형에 대한 저항성이 더욱 크며, PG XX-10 보다 PG XX-46인 것이 저온 균열에 대한 저항성이 크다.

- 아스팔트 바인더의 공용성 등급에 대한 기준은 <표 3.13>에 나타난 것과 같이 기후조건에 만족하는 바인더의 물성을 비교하여 정리한 것으로 아스팔트의 공용성 등급 기준은 공용성에 기초를 두고 있기 때문에 아스팔트 포장의 3가지 주요 공용성 변수인 소성변형, 피로균열 및 저온균열에 초점을 두고 있다.

〈표 3.13〉 아스팔트의 공용성 등급에 대한 기준

공용성 등급	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64						
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40
7일간 평균 최고 포장 설계 온도(°C)	〈46			〈52						〈58					〈64						
최저 포장 설계 온도(°C)	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
원아스팔트																					
인화점, KS M 2010 (°C)	230																				
점도, KS F 2392 3Pa·초 이하 시험 온도(°C)	135																				
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 1.0 kPa 이상 시험 온도@10rad/sec (°C)	46			52						58					64						
롤링 박막 오븐(KS M 2259) 또는 박막 오븐(KS M 2258) 노화 후 잔사																					
질량 손실, % (이하)	1.0																				
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 2.2 kPa 이상 시험 온도@10rad/sec (°C)	46			52						58					64						
압력 노화 용기(PAV) 노화 후 잔사(KS F 2391)																					
압력 노화 온도(°C)	90			90						100					100						
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 5000 kPa 이하 시험 온도 @10rad/sec(°C)	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
물리적 경화																					
보 고																					
휨 크리프 강성, KS F 2390 : S, 300 Mpa 이하 m값, 0.3이상 시험 온도@60초(°C)	-24	-30	-36	-0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

〈표 3.13〉 아스팔트의 공용성 등급에 대한 기준 (계속)

공용성 등급	PG 70						PG 76						PG 82					
	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	-16	-22	-28	-34		
7일간 평균 최고 포장 설계 온도(°C)	〈70						〈76						〈82					
최저 포장 설계 온도(°C)	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34		
원아스팔트																		
인화점, KS M 2010 (°C)	230																	
점도, KS F 2392 3Pa·초 이하 시험 온도(°C)	135																	
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 1.0 kPa 이상 시험 온도@10rad/sec (°C)	70						76						82					
롤링 박막 오븐(KS M 2259) 또는 박막 오븐(KS M 2258) 노화 후 잔사																		
질량 손실, 최대, %	1.0																	
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 2.2 kPa 이상 시험 온도@10rad/sec (°C)	70						76						82					
압력 노화 용기(PAV) 노화 후 잔사(KS F 2391)																		
압력 노화 온도, °C	100(110)						100(110)						100(110)					
동적 전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 5000 kPa 이하 시험 온도 @10rad/sec(°C)	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28		
물리적 경화	보 고																	
휨 크리프 강성, KS F 2390 : S, 300 Mpa 이하 m값, 0.3이상 시험 온도@60초(°C)	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24		

3.7 골재

(1) 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 골재로는 굵은 골재, 잔골재가 사용된다. 골재의 품질이나 입도는 포장의 성능에 큰 영향을 주며, 산지에 따라 물리·화학적 특성이 다르므로, 사용 전에 품질 시험을 수행하여 사용 여부를 판단하여야 한다.

3.7.1 굵은 골재

- (1) 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 굵은 골재는 부순 골재(쇄석), 부순 슬래그 및 부순 자갈 등으로서, 깨끗하고 강하며 내구성이 좋아야 하고, 먼지, 점토 및 유기물 등의 유해 물질을 함유해서는 안된다.
- (2) 가열 아스팔트 혼합물의 경우 골재 입도 기준은 <표 3.14>에 따르며, 품질은 <표 3.16>에 따른다.
- (3) SMA 혼합물의 경우 골재 입도 기준은 <표 3.15>에 따르며, 품질은 <표 3.16>에 따른다.

【해설】

(1) 입도

- 가열 아스팔트 혼합물에 사용하는 굵은 골재의 입도는 <표 3.14>와 같이 KS F 2357 (역청 포장 혼합물용 골재)의 규정에 따른다. 단, 굵은 골재는 아스팔트 혼합물의 생산 시 품질관리를 위하여 도로용 단입도 쇄석을 사용하여야 한다.
- 가열 아스팔트 혼합물에 사용하는 굵은 골재는 <표 3.14>의 골재번호 3, 4, 5, 6, 7, 8을 사용할 수 있으나, 입도합성을 통하여 소요의 입도가 얻어질 수 있는 경우에는 <표 3.14>의 골재번호 3, 4, 5, 6, 7, 8의 골재 최대치수에 대하여 굵은 골재함량이 더 높은 경우(보다 더 단입도에 가까운 경우)는 재료분리, 입도 관리 및 합성 측면에서 더 높은 품질을 나타낼 수 있다. 따라서, 이러한 골재는 아스팔트 혼합물용으로 사용 할 수 있다.



- SMA 혼합물에 사용하는 굵은 골재의 입도는 <표 3.15>와 같이 단입도의 골재로서 20mm~13mm, 13mm~10mm, 10mm~5mm, 8mm~5mm 및 5mm~2.5mm로 분리된 골재를 사용한다.

<표 3.14> 가열 아스팔트 혼합물용 굵은 골재의 입도

골재 번호	체의 호칭치수 (mm)	각 체를 통과하는 중량 백분율 (%)								
		50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
4	40~20	100	90~100	20~55	0~15	-	0~5	-	-	-
5	25~13	-	100	90~100	20~55	0~10	0~5	-	-	-
6	20~10	-	-	100	90~100	20~55	0~15	0~5	-	-
7	13~5	-	-	-	100	90~100	40~70	0~15	0~5	-
8	10~2.5	-	-	-	-	100	85~100	10~30	0~10	0~5

【주】 여기에서 체의 호칭치수는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 53mm, 37.5mm, 26.5mm, 19mm, 13.2mm, 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm 및 1.18mm에 해당한다.

<표 3.15> SMA 혼합물용 굵은 골재의 입도

체의 호칭치수 (mm)	각 체를 통과하는 중량 백분율(%)								
	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
20~13	-	-	100	85~100	0~25	0~5	-	-	-
13~10	-	-	-	100	85~100	0~25	0~5	-	-
10~5	-	-	-	-	100	80~100	0~25	-	-
8~5	-	-	-	-	-	100	0~25	0~5	-
5~2.5	-	-	-	-	-	100	90~100	0~25	0~5

【주】 여기에서 체의 호칭치수는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 53mm, 37.5mm, 26.5mm, 19mm, 13.2mm, 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm 및 1.18mm에 해당한다.

(2) 품 질

- 골재는 모암의 암종에 따라 아스팔트와의 피복 특성이 다르게 나타나므로 지역적인 기후 조건에 의해 포장의 박리 현상이 우려되는 도로에서는 골재와 아스팔트 사이의 부착성이 양호한 골재를 선정해야 한다.
- 굵은 골재는 <표 3.16>의 품질규정을 만족해야 한다. 단, 현장 경험이나 실내 시험 등으로 소요품질의 포장이 얻어질 수 있을 경우에는 규정에 적합하지 않은 골재도 감독자의 판단에 의해 사용할 수 있으며, 사용 목적에 따라 경제성을 고려하여 선정한다.
- 교면포장에 적용할 가열 아스팔트 혼합물용 굵은 골재는 1등급 단입도 골재를 사용한다. 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축 하중(ESAL) 기준으로 250대/Lane/일 이하일 경우에는 2등급 단입도 골재(편장석률 20% 이하)를 적용할 수 있다.

〈표 3.16〉 굵은 골재의 품질

구 분	시험 방법	기준치	
		가열아스팔트 혼합물	SMA 혼합물
밀도(절대건조)	KS F 2503	2.5 이상	2.5 이상
흡수율 (%)	KS F 2503	3.0 이하	3.0 이하
피막박리시험에 의한 피복 면적(%)	KS F 2355	95 이상	95 이상
편장석률 (%) ¹⁾	KS F 2575	10 이하	10 이하
안정성 (%) ²⁾	KS F 2507	12 이하	12 이하
마모율 (%)	KS F 2508	35 이하	30 이하
굵은 골재 파쇄면 비율(%)	ASTM 5821	85 이상	85 이상

【주1】 편장석 함유량 시험은 KS F 2575에 따른 장비를 사용하며, 편장석은 골재의 최대길이에 대하여 1/3 길이의 시험기 간격을 통과하는 골재이다.

【주2】 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

**(3) 저장**

- 굵은 골재는 종류 및 크기별로 분리 저장하여 서로 혼합되지 않도록 하여야 하며, 먼지 및 진흙 등 불순물이 혼입되지 않고, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- 빗물 등에 의해 직접 노출되지 않도록 덮개를 씌우거나 상설 지붕이 있는 시설에 보관하여야 한다.

3.7.2 잔골재

(1) 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 잔골재는 압석 및 자갈 등을 깨어 얻어진 부순 모래(스크리닝스) 또는 이들의 혼합물로서 깨끗하고 강하며 내구성이 좋아야 하고, 먼지, 점토 및 유기물 등의 유해 물질을 함유해서는 안 된다.

(2) 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 잔골재 입도 기준은 <표 3.17>에 따르며, 품질은 <표 3.18>에 따른다.

【해 설】**(1) 입 도**

- 잔골재의 입도는 KS F 2357(역청 포장 혼합물용 골재)의 규정에 따르며, <표 3.17>의 규정에 적합하여야 한다. 단, 현장 경험이나 실내 시험 등으로 소요품질의 포장이 얻어질 수 있을 경우에는 규정에 적합하지 않은 골재도 감독자의 판단에 의해 사용할 수 있으며, 사용 목적에 따라 경제성을 고려하여 선정한다.

(2) 품 질

- 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 잔골재는 <표 3.18>의 품질 규정을 만족하여야 한다.
- 잔골재의 입도 분포가 배합설계 시 문제가 없다면 부순 모래(스크리닝스)를 사용하고

아스팔트 혼합물의 품질확보를 위해 자연 모래는 사용을 제한한다.

- 점토나 먼지가 많이 함유되어있는 잔골재를 가열 아스팔트 혼합물에 사용할 때는 모래당량 (KS F 2340) 시험을 통해 규정을 만족하여야 한다. 모래당량 시험의 목적은 잔골재 또는 자연 모래의 청결성을 유지하기 위함이며, 소성입자 및 더스트(Dust)의 상대 비율을 결정하는데 사용된다.

〈표 3.17〉 잔골재의 입도

체의 호칭치수 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율 %				
	입도 No. 1	입도 No. 2	입도 No. 3	입도 No. 4	입도 No. 5
10	100	-	-	100	-
5	95~100	100	100	80~100	100
2.5	70~100	75~100	95~100	65~100	85~100
1.2	40~80	50~74	85~100	40~80	-
0.6	20~65	28~52	65~90	20~65	25~55
0.3	7~40	8~30	30~60	7~40	15~40
0.15	2~20	0~12	5~25	2~20	7~28
0.08	0~10	0~5	0~5	0~10	0~20

【주1】 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm, 1.18mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm 및 0.075mm에 해당한다.

〈표 3.18〉 잔골재의 품질

구 분	시험 방법	기준치
모래당량(%)	KS F 2340	최소 50
잔골재 입형(%)	KS F 2384	최소 45
절대건조밀도(kg/m ³)	KS F 2504	2,500이상
흡수율 (%)	KS F 2504	3.0 이하
안정성 (%) ¹⁾	KS F 2507	15 이하

【주1】 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

**(3) 저장**

- 잔골재가 다른 골재와 서로 혼합되지 않도록 분리 저장하여야 하며, 먼지 및 진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.
- 잔골재는 빗물이 침투할 경우 입도의 변동이 발생하기 쉽고, 수분이 많아져서 가열에 문제가 발생할 수 있으므로 빗물 등에 의해 직접 노출되지 않도록 상설 지붕이 있는 시설에 보관하여야 하며, 감독자의 판단에 따라 천막이나 덮개를 씌워서 보관할 수 있다. 단, 어떠한 경우에도 지붕이나 덮개가 없이 보관하여서는 안 된다.
- 가열 아스팔트 혼합물 및 SMA 혼합물에 사용하는 잔골재는 아스팔트포장용 골재 파쇄 시 발생하는 스크리닝스(6mm 이하)를 사용하여야 하며, 이때 주의할 사항은 동일한 모암을 사용하여 파쇄하여 발생하는 스크리닝스(6mm이하)라 하더라도 입도가 변화하지 않도록 동일한 크기의 골재 생산라인에서 발생하는 스크리닝스(6mm이하) 한 종류만을 선택하여 사용하여야 한다. 예를 들면 석산에서 40mm, 25mm 및 19mm 또는 SMA용 골재 파쇄 라인에서 스크리닝스(6mm 이하)가 각기 발생한다. 이러한 경우 모암이 동일할지라도 각 골재의 생산라인에서 발생 되는 스크리닝스(6mm 이하)의 입도는 전혀 다르기 때문에 한 종류만 선택하여 사용하지 않고 섞어서 사용할 시에는 완전히 다른 혼합입도를 나타내게 되어 파손의 원인이 된다. 일반적으로 동일한 모암에서 발생하는 스크리닝스(6mm 이하)의 경우에 파쇄라인의 골재최대크기가 작을수록 입형이 좋으며 세립의 특성을 나타내게 된다. 그러므로 가장 좋은 방법은 SMA 혼합물의 경우는 SMA용 골재의 파쇄라인에서 발생하는 스크리닝스(6mm 이하)를 사용하는 것이 가장 좋으며, 이것이 어려울 경우 19mm 골재의 파쇄라인에서 발생하는 스크리닝스(6mm 이하)를 사용하는 것이 좋다.

3.7.3 포장용 채움재

- (1) SMA 혼합물에 사용하는 채움재는 석회 석분이어야 한다.
- (2) 사용 시에는 먼지, 진흙, 유기물 및 덩어리진 미립자 등의 유해 물질을 함유하지 않아야 한다.
- (3) SMA 혼합물의 경우 회수 더스트(Dust)는 절대 사용하여서는 안된다.

【해 설】

(1) 입 도

- 채움재의 입도는 KS F 3501(역청 포장용 채움재)의 규정에 따르며, <표 3.19>의 기준에 적합해야 한다.

〈표 3.19〉 포장용 채움재의 입도

체의 호칭 치수(mm)	체 통과 질량 백분율 (%)
0.6	100
0.3	95 이상
0.15	90 이상
0.08	70 이상

【주】 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm 및 0.075mm에 해당한다.

(2) 품질

- 채움재는 수분 함량이 1.0% 이하이어야 한다.
- 채움재로 사용되는 재료는 0.08mm 이하의 입도가 중요하다. 미립의 입자가 많을 경우에는 아스팔트 혼합물에서 아스팔트양이 증가되는 효과가 나타나거나, 아스팔트의 강성이 높아질 수 있다.
- 석회석분, 시멘트, 소석회 이외의 재료를 사용할 경우에는 <표 3.20>의 규정을 만족해야 한다.

〈표 3.20〉 채움재의 품질시험

항 목	시 험 방 법	기 준
소성지수	KS F 2303	6 이하
흐름시험	KS F 3501	50% 이하
침수팽창	KS F 3501	3% 이하
박리저항성	KS F 3501	1/4 이하

3.8 셀룰로오스 화이버

(1) 셀룰로오스 화이버는 SMA 포장 적용을 위해 생산한 것으로 저장 및 운반이 용이하며, 혼합조에서 분산이 잘 이루어지도록 식물성 섬유(셀룰로오스 화이버)에 일정량의 아스팔트나 다른 재료 등을 첨가하여 낱알 형태로 생산한 것을 사용한다.

【해 설】

- 일반적인 섬유 투입량은 순수 셀룰로오스 기준으로 SMA 혼합물 전체 무게의 0.3 ~ 0.5%를 기준으로 하며, 설계도서 또는 해당 아스팔트 플랜트에서 0.3~0.5% 기준 내에서 SMA 혼합물에 이상이 발생하지 않도록 결정하여 사용하여야 한다. 셀룰로오스 화이버 투입량의 허용 범위는 소요되는 섬유 무게의 $\pm 10\%$ 이다.
- 예를 들면, 한 배치에 2톤을 생산하는 아스팔트 플랜트의 경우에 순수 셀룰로오스 화이버 함량을 0.4%를 적용한다면 골재와 아스팔트의 량 1992kg에 셀룰로오스 화이버 8kg을 사용하게 된다.
- 셀룰로오스 화이버는 순수 셀룰로오스 기준으로 0.5%를 첨가하여 드레인다운 시험을 실시하여 드레인다운 시험값 0.3% 이하를 만족하지 못할 경우에는 해당 셀룰로오스 화이버는 사용할 수 없다.



시공

4

4. 시공

4.1 도로교 바닥판 시공

(1) 교면포장의 두께를 균일하게 확보하기 위하여 교면 바닥판에서 횡단경사 조정이 되어야 하며, 교면포장의 평탄성을 확보하기 위하여 교면 바닥판의 표면 관리를 양호하게 하여야 한다.

【해 설】

- 교면포장은 두께가 균일하게 확보되어야 하며 두께가 균일하게 확보되지 못하는 경우 평탄성이 불량하게 되고 두께가 얇은 구간에서 포트 홀 등의 파손이 발생하게 된다. 교면포장의 두께가 균일하게 확보되지 못한 경우가 종종 발생하는 경우가 있는데, 이는 주로 바닥판에서 횡단 경사 조정이 안 되어 교면포장에서 횡단 경사 조정을 시행하게 되어 두께가 균일하게 확보되지 못하였기 때문이다. 그러므로 교면포장 두께를 균일하게 확보하기 위해서는 바닥판 시공 시 교면 바닥판의 횡단 경사가 설계 횡단 경사와 동일하게 될 수 있도록 하여야 한다.
- 교면 바닥판에 요철이 많게 되면 교면포장의 평탄성이 현저하게 저하되므로 교면 바닥판의 요철을 감소시키도록 주의를 기울여야 한다. 도로교 바닥판의 시멘트 콘크리트면 마무리를 양호하게 하기 위해서는 <그림 4.1>의 예와 같이 양호한 데크 페이버(Deck Paver)를 사용하여야 한다.
- 교면포장의 평탄성을 확보하기 위해서는 교면 바닥판의 평탄성부터 관리할 필요가 있다. 교면바닥판의 요철부는 평삭기를 이용하여 평 절삭하여 3m 직선자로 6mm 이상의 요철을 제거하거나, PrI가 24cm/km 이하가 되도록 관리하며, 바탕면 수정을 시행할 경우 면갈이는 배수를 고려 배수방향으로 하도록 한다.
- 깊이 6mm 이상의 요철은 면 수정 후 폴리머에폭시 또는 에폭시레진 등의 충전재로 퍼티 작업(공극 채움)을 시행하여야 한다. 그리고, 도로교 시멘트 콘크리트 바닥판의 평탄성 및 처리 상태를 검사 후 교면방수 및 포장을 시행하도록 한다.



〈그림 4.1〉 교면 평탄성 마무리장비

4.2 도로교 바닥판의 표면처리

- (1) 시멘트 콘크리트 바닥판면에 레이턴스(Laitance), 먼지 및 기름 등의 부착은 방수층의 접착성능에 악영향을 미치므로 이들 유해물은 확실하게 제거해야 한다.
- (2) 시멘트 콘크리트 바닥판면의 양생은 보통시멘트를 사용할 경우 시멘트 콘크리트 타설 후 4주 이내에 방수층 시공을 해서는 안 된다.

【해 설】

- 레이턴스(Laitance)의 제거는 인력에 의한 작업보다는 기계식에 의한 블라스팅(Blasting) 또는 연마 장비를 이용하여 〈그림 4.2〉와 같이 레이턴스 등을 제거한다.



〈그림 4.2〉 장비를 이용한 레이턴스 제거

- 먼지 제거는 공기압축기로 청소하는 것이 효율적이지만, 소음이 심하므로 근처 환경에 따라 포장노면 청소용 스위퍼 등으로 제거하는 것이 바람직하다 (〈그림 4.3〉 참조).
- 표면처리 작업이 완료된 후 먼지를 제거하는 가장 좋은 방법은 고압의 살수차를 사용하여 세척을 시행한 후 건조하는 방법이 가장 확실한 방법이다.



〈그림 4.3〉 먼지제거 작업 전경



- 유류는 용제를 묻힌 천으로 닦아내어 제거하는 것이 일반적이다. 이 경우, 용제는 유류의 종류에 따라 선정해야 하나, 일반적으로 바닥판면의 유류는 기계유와 엔진오일 등이 많기 때문에 유기용제를 사용하면 좋은 점이 많다. 또한 인접부 포장작업으로 인해 바닥판면에 이물질이 발생한 경우에는 제거하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트 바닥판면의 양생은 보통시멘트를 사용할 경우 시멘트 콘크리트 타설 후 4주 이내에 방수층 시공을 해서는 안 된다. 그러나 조강 및 초속경시멘트를 사용할 경우는 고주파 수분계로 건조 상태를 확인한 후, 그 값이 5% 이하일 때에는 2주 이내에 방수층을 시공할 수 있다.
- 바닥판면의 균열이 있는 경우는 균열보수 작업을 실시한 후 후속작업을 행하여야 한다. 인접부의 포장작업으로 인해 바닥판면에 아스팔트 찌꺼기 및 이물질이 발생할 경우는 표면처리 작업에 지장이 있으므로 작업자 및 차량의 진입 시에는 이물질이 묻지 않도록 관리하여야 한다.

4.2.1 시멘트 콘크리트 바닥판

- (1) 바닥판 방수 시공 전 바닥판 내부의 수분은 태양에 노출 시 또는 아스팔트 콘크리트 교면포장 시공 시 블리스터링 발생의 원인이 되기 때문에 함수율이 5% 이내임을 확인한 후 방수 공정을 진행해야 한다.
- (2) 건조 상태의 확인은 시멘트 콘크리트 내부의 함수율을 측정하는 방법으로 고주파 수분계를 사용하여 함수율 5% 이하임을 확인하여야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트 바닥판면에 레이턴스(Laitance), 부착을 저해하는 피막 양생제, 먼지 및 기름 등이 부착되어 있으면 바닥판과 바닥판 방수층과의 접착성에 나쁜 영향을 미치므로, 이들 유해물을 확실하게 제거하여야 한다. 제거가 어려운 경우에도 접착성에 나쁜 영향이 없도록 조치를 취한다. 또한, 바닥판 내부의 수분은 태양에 노출 시 또는 아스팔트 콘크리트 교면포장 시공 시 블리스터링 발생의 원인이 되기 때문에 함수율을 5% 이내로 관리한다.

다음은 시멘트 콘크리트 바닥판과 방수층의 접착력 증진을 위한 방법을 나타내었다.



(1) 레이턴스의 제거

일반적으로 시멘트 콘크리트용 그라인더나 진공형 파워브러쉬가 사용되나, 부분적인 제거에는 디스크 샌더, 표면처리봉 등이 사용된다.

(2) 부착을 저해하는 피막양생제

바닥판 시멘트 콘크리트의 양생을 위한 피막양생제가 도포되는 경우가 있으나, 피막양생제 및 바닥판 방수층의 종류에 따라서는 부착을 저해하는 경우가 있으므로 미리 검토한다. 영향이 우려되는 경우에는 확실하게 제거한다.

(3) 먼지의 제거

컴프레셔로 청소하는 경우 인근 환경의 소음이나 먼지 등의 영향, 보수 시에는 주행차량이나 보행자의 영향도 있어 충분히 주의하여 시공한다. 또한 포장 노면청소용 스위퍼를 사용하는 경우, 먼지 방지를 위해 살수하면 그 수분이 방수층과의 부착에 영향을 미치므로 건조하여 수분상태가 5% 이내인지를 확인한 후 방수 시스템을 시공하여야 한다.

(4) 기름의 제거

용제를 적신 걸레로 닦아내는 방법이 일반적이다. 이 경우, 기름의 종류에 따라 용제를 선정할 필요가 있다. 보통 바닥판면의 기름은 기계유나 엔진오일이 많으므로 유기용제를 사용하면 좋다.

(5) 바닥판의 건조

바닥판 방수층은 바닥판이 충분히 건조되어 있는 상태에서 시공하는 것이 중요하다. 충분히 건조되지 않은 시멘트 콘크리트 바닥판 위에 바닥판 방수층을 시공하면, 그 내부에 체류하고 있는 수분이 나중에 바닥판 방수층의 밑면에 도달하여 블리스터링을 발생시켜 바닥판과의 접착력이 떨어지는 경우가 있다. 따라서, 비가 내린 직후나 시멘트 콘크리트 타설 후 4주 이내에는 바닥판 방수층을 시공하지 않도록 하여야 한다.

건조 상태의 확인은 시멘트 콘크리트 내부의 함수율의 측정하는 방법으로 고주파 수분계를 사용하여 함수율 5% 이하임을 확인하여야 한다.

4.2.2 강 바닥판

- (1) 강 바닥판의 표면 처리는 부식상황 조사, 표면처리 방법의 선택, 표면 처리 공의 실시 및 녹 제거정도의 확인 순으로 진행한다.
- (2) 강 바닥판의 부식상황 조사 결과에 따른 표면처리방법의 선택은 <표 4.2>에 따른다.

【해 설】

- 강 바닥판은 공장제작, 운반 및 가설의 각 공정에서 강제 부식을 방지하기 위해 무기 징크리치 페인트가 도포되어 있으나, 바닥판 방수층을 착수까지의 기간 동안 도막이 약화되고 소모되어 부식이 생긴다. 그러므로 방수시스템 시공 전에는 무기 징크리치 페인트와 녹의 제거가 필요하게 된다. 강 바닥판의 표면 처리는 부식상황 조사, 표면처리 방법의 선택, 표면처리공의 실시 및 녹 제거정도의 확인 순으로 시행된다.

(1) 부식상황 조사

강 바닥판의 부식상황 조사는 강 바닥판 표면처리 방법을 선택하기 위하여 실시하는 것으로 육안관찰 및 사진촬영 등으로 시행한다.

조사항목으로는 도막 열화, 녹의 발생량 및 녹의 깊이 등이 있다. 녹의 발생량 평가는 <표 4.1>을 참고한다. 특히 터치 업 부분은 그 하부에 녹이 남아있어도 외관상으로는 발견할 수 없는 예가 많으므로 주의 깊게 조사한다.

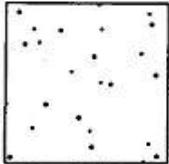
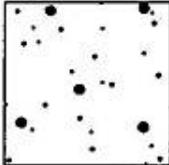
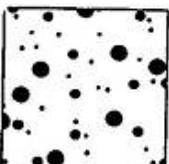
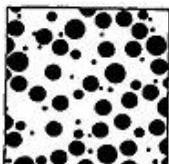
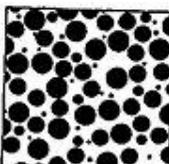
(2) 표면처리방법의 선택

강 바닥판의 부식상황 조사결과로부터 강 바닥판과 바닥판 방수층 등과의 접착성을 훼손하지 않는 범위 내에서 경제적인 표면처리방법을 선택한다. 표면처리방법의 선택은 <표 4.2>에 따른다.

(3) 표면처리

표면처리에 의해 생긴 도막 파편 등이 주변의 토양이나 하천을 오염시키지 않도록 주의하여야 하며 표면처리 후 폐기물에 대한 처리 계획도 검토하여야 한다.

〈표 4.1〉 강 바닥판의 녹 발생 정도 사례

녹 발생정도	표 준 도	비고
1%		점으로 된 녹이 적음
3%		점으로 된 녹이 광범위함
10%		부분적으로 점으로 된 녹 등이 집중하여 발생
33%		전면에 걸쳐 녹이 발생
50%		전면에 걸쳐 심하게 녹이 발생

【주】 강 바닥판의 녹 발생정도에는 여러 가지 형태가 있으므로 위 그림에 집착하지 말고 관찰한다.

〈표 4.2〉 강 바닥판 표면처리 방법 수준 (〈표 4.1〉 참조)

녹 발생 정도		표면처리 방법	표면처리 후의 녹 제거정도
10% 이상		표면처리 1종(블라스트)	97% 이상의 면적이 금속광택을 띠는 상태로, 〈표 4.1〉의 표준도에 의한 녹 정도가 3% 이하
3%~10%	녹이 깊은 경우	표면처리 1종(블라스트)	
	미만	녹이 얇은 경우	표면처리 1종 또는 2종
3% 미만		표면처리 3종 또는 4종	빨강 녹, 약화된 도막 등의 제거

다음은 강 바닥판 표면처리 등급에 대하여 설명한다.

가. 표면처리 1종

표면처리 1종은 블라스트(Blast) 장비를 써서 녹이나 취약해진 도막을 제거하는 작업으로 표면처리 상태가 가장 좋다. 보통 강 바닥판의 바탕이 거의 하얗게 노출되거나 또는 블라스트 후의 강 바닥판 상태가 녹 발생 정도 3% 이하의 수준으로 시행되어야 한다. 블라스트 작업 시의 습도가 높고, 온도조건이 이슬점 온도 이상이 되면 블라스팅 작업 후 몇 십분 후 빨강 녹이 생기기 때문에 이러한 조건에서는 블라스팅 작업을 시행해서는 안 된다.

표면처리 후에는 압축공기나 와이어 브러시 등으로 청소한다. 작업 시에는 주변을 오염시키지 않도록 미리 오염방지 대책을 강구하고 시행한다.

나. 표면처리 2종

표면처리 2종은 동력공구로 도막이나 녹을 전면 제거하여 강재 면을 노출시키는 것으로 강 바닥판 상태가 녹 발생 정도 3% 이하의 수준으로 시행되어야 한다.

다. 표면처리 3종 및 4종

표면처리 3종 및 4종은 디스크 샌더, 와이어 휠, 스크래퍼 및 와이어 브러시 등의 동력 공구나 수동공구를 써서 녹이나 열화 도막을 제거하는 표면처리 작업이다. 수동공구는 동력 공구의 적용이 어려운 장소에 사용한다.



라. 녹 제거정도의 확인

표면처리 작업 후의 녹 제거정도의 확인은 부식상황 조사와 동일하게 시행한다. 육안 관찰에 의해 대표적인 구획으로 나눈 다음 각 구간을 평가한다. 표면처리는 바닥판 방수공 중에서도 중요한 공정이므로 주의 깊게 시행하여야 한다.

평가는 녹 발생량이 평균적인 장소에서 가로 세로 300mm의 범위를 <표 4.1>의 강 바닥판의 녹 발생정도 사례를 참고하여 결정한다. 블라스트에 의해 표면처리를 시행하는 경우는 녹이나 더러움이 완전히 제거된 강재 면이 노출된 상태로 되었는가를 확인한다.

표면처리 후의 강 바닥판은 녹이 발생하기 쉬우므로 녹 제거 수준 확인 후 바로 건조시켜 신속하게 접착층(프라이머) 등을 시공한다.

4.3 기상 조건

- (1) 바닥판 방수공 시공 시의 기온은 5℃ 이상을 원칙으로 한다.
- (2) 기온이 너무 높거나 낮아도 방수재가 성능을 발현하는데 악영향을 미치므로 방수층은 기온 5℃ 이하에서는 원칙적으로 시공을 하지 않는다.
- (3) 햇볕이 있고 대기온도가 30℃ 이상일 때에는 시공을 지양하여야 한다.

【해 설】

- 바닥판 방수공 시공 시의 기온은 5℃ 이상을 원칙으로 한다. 부득이 하여 기온이 5℃ 미만에서 시공할 경우는 결로에 주의해야 하며 보온 대책을 수립해야한다. 하절기와 같이 시공 시의 온도가 30℃를 넘는 경우, 온도에 영향을 받기 쉬운 도막 방수재는 새벽이나 야간을 이용하여 시공을 하거나, 차양을 설치하여 직사광선의 영향을 받아 시공면의 온도가 올라가는 것을 막도록 해야 한다.
- 현장에서는 통상 새벽(6시~7시)에 작업이 시작되고 있어 바닥판에 생긴 결로로 인한 부풀림 현상이 우려되므로 바닥판 방수공 시공은 하절기는 8시 이후 동절기에는 10시 이후 작업을 시행하는 것을 원칙으로 하며, 햇볕이 들지 않아 응달진 곳에 결로에 의한 방수재의 부풀림이 발생하지 않도록 결로를 제거한 후 시공하여야 한다.
- 비가 온 직후에는 바닥판면의 함수율을 점검하고 공기 중 상대습도가 85% 이상일 경우에는



시공을 지양하여야 하며, 도포 작업 시 비가 올 경우 작업을 즉시 중단하고 도포재의 품질이 우천으로 인하여 저하되는 현상이 발생하지 않도록 조치한다.

- 강풍 시에는 재료가 흐트러질 수 있으므로 시공을 피한다. 우기 중에는 습도가 높아 시멘트 콘크리트 바닥판면의 함수율이 5% 이하로 떨어지지 않는 경우도 시공을 피해야 한다.
- 해가 있는 경우 직사광선에 의한 급격한 양생을 방지하고 기포의 발생 억제를 위해 15시 이전, 해가 없는 경우는 13시 이전에 작업을 할 경우에는 직사광선에 의한 영향을 검토하여야 한다.

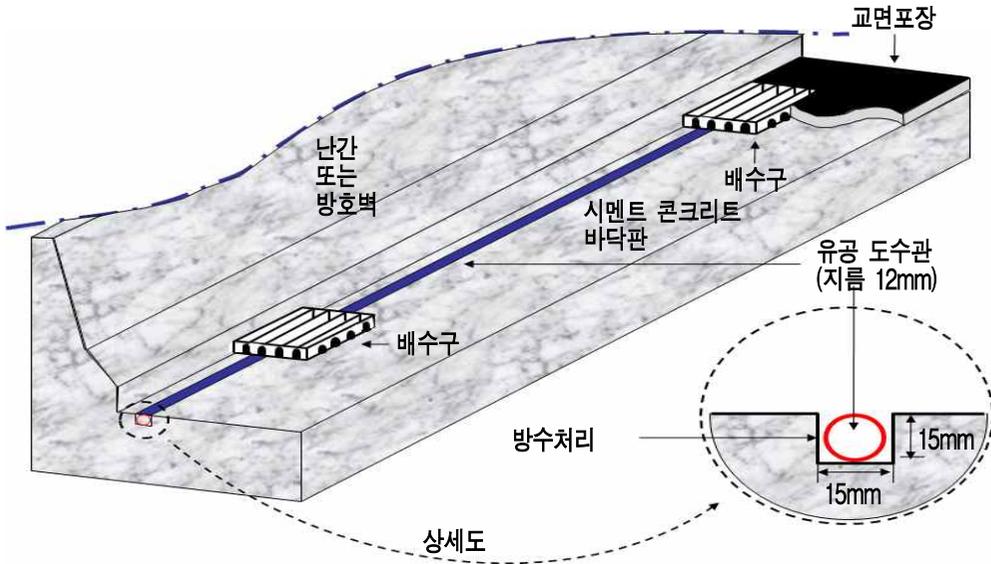
4.4 침투수 배수시설

(1) 포장층을 통해 침투한 물은 방수층 상면에서 신속하고 원활하게 배수되어야 하므로, 포장체 내부로 침투한 물의 신속한 배수를 위하여 침투수 배수시설을 설치한다.

【해 설】

- 바닥판면에서의 배수가 확실히 이루어지지 않기 때문에 방수층 상에 우수가 체류하고 포장이 수침상태가 되어 박리가 발생함으로써 손상되는 사례가 있다. 따라서, 바닥판에서 우수의 배수는 시멘트 콘크리트 바닥판 및 포장의 내구성 유지 측면에서 매우 중요하다.
- 포장체나 포장체와 구조물 접속부 사이로 침투한 우수의 신속한 배수를 유도하여 교면포장의 내구성을 증진시키기 위해 바닥판과 난간방호벽 및 바닥판과 신축이음장치가 만나는 접속부 바닥면에 유공 도수관(drainage pipe)을 설치하면 효과적이다 (<<그림 4.4>> 참조).
- 신축이음장치 부근에서 배수가 원활하지 못하여 침투수의 체류현상이 발생하는 것을 방지하기 위하여 교면포장과 조인트 무수축 시멘트 콘크리트 접속부 사이의 침투수는 침투수 배수시설을 설치하여 레벨이 가장 낮은 위치의 신축이음장치 부근에 배수구를 설치하여야 하며, 그렇지 못한 경우 난간부(중분대)에 배수구를 설치하여 배수 처리한다. 설치구간은 종단경사가 낮은 쪽의 조인트 부위 중 종단경사가 높은 쪽의 무수축 시멘트 콘크리트와 교면포장 접속부 경계에 설치한다.

- 유공 도수관(drainage pipe)을 설치하기 위하여 컷터기로 ㄷ형으로 절삭하는 방법은 시멘트 콘크리트 계열의 바닥판에만 적용하며, 강바닥판의 경우는 시멘트 콘크리트 바닥판과 동일한 위치에 절삭홈 없이 설치한다.

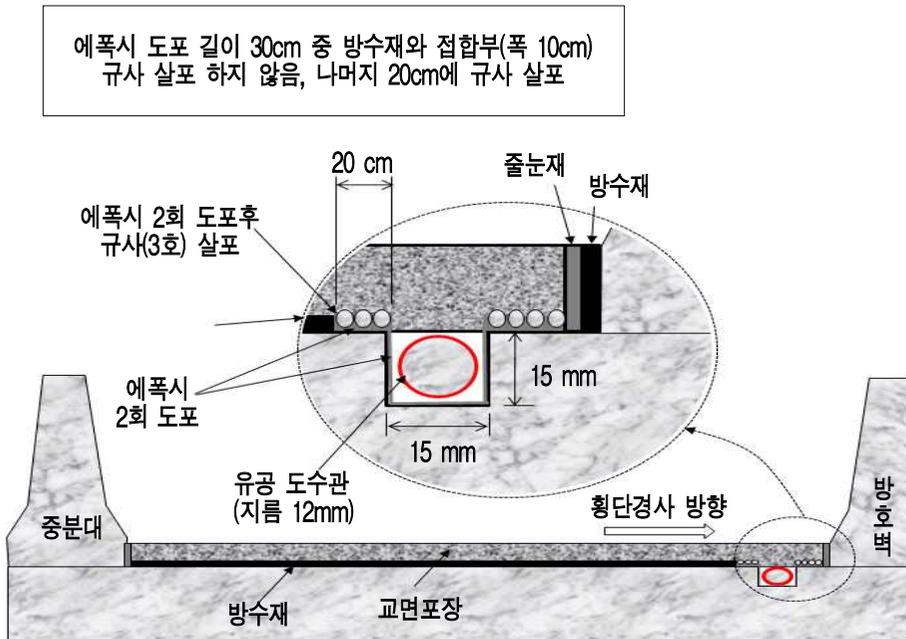


〈그림 4.4〉 시멘트 콘크리트 바닥판의 침투수 배수관 설치 예

- 시멘트 콘크리트 바닥판 상의 유공 도수관 설치 개요도는 〈그림 4.5〉에 나타내었으며, 유공 도수관 설치를 위한 시공순서는 다음과 같다.

- ① 시멘트 콘크리트 바닥판의 횡단경사가 낮은 쪽에 종방향으로 유공 도수관 설치부에 ㄷ형으로 절삭 작업을 실시하여 배수구까지 연결되도록 절삭한다.
- ② ㄷ형 절삭면에 청소용 스위퍼 등을 이용하여 이물질 등을 제거 한다
- ③ ㄷ형 절삭면 내부와 ㄷ형 절삭면 상부 좌우측 시멘트 콘크리트 바닥판 상면에 에폭시 계열의 프라이머를 도포한 후 에폭시 방수재를 2회 도포한다.
- ④ 시멘트 콘크리트 바닥판 상면에 에폭시 방수재 도포 면적은 ㄷ형 절삭면에서 중분대(방호벽)과 만나는 구간과 중분대(방호벽) 하단에서 8cm 까지 에폭시를 도포하고, 반대 방향(차로방향쪽)으로는 ㄷ형 절삭면에서 30cm 까지 에폭시를 도포한다.

- 
-
- ⑤ 에폭시 방수재를 1회 도포하여 양생한 다음 상부에 에폭시 방수재를 도포하면서 인형 절삭면 상부의 좌우측 시멘트 콘크리트 바닥판 상면에 3호 규사를 에폭시가 경화되기 전에 에폭시 방수재 도포면에 골고루 균일하게 살포하여 접착시킨다. 규사를 살포하는 이유는 상부면에 시공될 아스팔트 혼합물의 수평전단력을 향상시켜, 아스팔트 혼합물의 밀림 방지를 위함이다.
 - ⑥ 시멘트 콘크리트 바닥판 상면의 규사 살포 면적은 인형 절삭면에서 중분대(방호벽)와 만나는 구간까지 규사를 살포하고, 반대 방향(차로 방향쪽)으로는 인형 절삭면에서 20cm까지 에폭시 방수재를 도포한다. 이는 에폭시 방수재 도포 후 본 교량에 적용되는 방수재와 겹침폭 10cm를 형성하기 위함이며, 방수재와 겹치는 에폭시 상부에는 규사를 살포하지 않는다. 인형 절삭면 내부에도 규사를 살포하지 않는다.
 - ⑦ 유공 도수관(12mm)을 인형 홈에 삽입 설치하여 집수정까지 연결한다.
 - ⑧ 상기의 작업이 끝난 다음 본 교량에 적용되는 방수재를 시공하여야 한다.
 - ⑨ <그림 4.5>에 나타난 유공 도수관 위치에 설치되는 방수재가 상부의 아스팔트 혼합물과 접착성이 없기 때문에 교면포장 시공 전에 접착이 좋은 아스팔트 고무계 접착재를 시공하여야 한다.



〈그림 4.5〉 유공 도수관 위치의 방수층 설치 개요도

4.5 흡수방지식 보조 방수재 시공

- (1) 흡수방지식 보조 방수재는 시공이 간편하고 시공비용 면에서 가장 경제적인 반면, 고강도 시멘트 콘크리트에서의 불확실한 침투깊이와 초기 불량한 양생으로 인한 막의 손실 등으로 확실한 방수성을 확보하지 못한다는 단점을 가지고 있으므로 흡수방지식 보조 방수재 시공 시 이 점을 고려하여야 한다.
- (2) 흡수방지식 보조 방수재는 시멘트 콘크리트 바닥판 표면의 손상 방지를 위해 침투 깊이를 4mm 이상이 되도록 시공하고 관리해야 한다.

【해 설】

- 흡수방지식 보조 방수재는 무기질계와 유기질계로 구분되며, 주로 물과 일정 비율로 혼합하여 시멘트 콘크리트 표면에 살포하여 시공한다. 흡수방지식 보조 방수재는 삼투압에 의해 시멘트 콘크리트의 모세관을 따라 침투하여 염수결정체를 함유한 수화물을 생성 시키며, 방수재에 의해 형성된 결정체는 고염성이기 때문에 석회 및 수분과 화학반응을 일으켜



시멘트 콘크리트 모체 전체에 연쇄적인 수정체를 형성하여 시멘트 콘크리트 내부의 공극을 치밀하게 만든다.

- 흡수방지식 보조 방수재에서 표면의 수분을 필요로 하는 제품일 경우 물과 일정 비율로 혼합하여 작업하게 되며 어느 정도 시멘트 콘크리트 표면의 물기를 필요로 한다. 따라서 표면이 너무 건조하지 않도록 유지해야 하며, 동시에 먼지, 진흙 및 기타 유해물 제거 청소를 해야 할 필요가 있다.
- 현장에 맞는 시공 장비를 준비해야 하며, <그림 4.6>과 같이 분무기를 사용할 경우 적정 압력의 분무기를 사용하고, 솔이나 흡손을 사용할 경우 확실하게 문질러 시공해야 하며, 사용량에 대하여 손실량을 충분히 고려하여 혼합해야 한다.
- 흡수방지식 보조 방수재의 살포 시기는 교면 바닥판 시공 후 30~50일이 바람직하며, 표면에 균일하게 되도록 살포하고, 중복 도포해야 하는 경우에는 1차 도포 후 충분히 양생한 후, 2차 도포 시에는 1차 도포한 방향과 직각이 되도록 시공해야 한다. 도포막이 너무 빨리 건조되지 않도록 분무기 등으로 수분을 제공해야 하며, 필요한 경우 적절한 양생 방법을 사용해야 한다.
- 표준 사용량은 제품에 따라 차이가 있을 수 있지만, 흡수방지식 보조 방수재의 경우 표면에 막을 형성하는 방식이 아니기 때문에 시공 두께를 언급할 수 없으며, <그림 4.7>과 같이 물의 침투로 인한 바닥판 시멘트 콘크리트 표면의 손상 방지를 위해 침투 깊이를 4mm 이상이 되도록 시공하고 관리해야 한다. 단부에는 배수처리 시설을 설치하여 물이 체수 되어 있지 않도록 조치해야 한다.



〈그림 4.6〉 방수재 살포 작업



〈그림 4.7〉 방수재 침투 깊이 측정

4.6 접착층(프라이머)의 시공

(1) 접착제의 도포에 있어서 일반적으로 사용할 기계 기구에는 고무헤라, 롤러 및 살포기 등이 있다. 접착제의 도포 시에는 필요한 기계 기구를 이용하여 얼룩이 지지 않고 균일하게 도포되도록 넓게 바르는 것이 좋다.

【해 설】

• 프라이머는 바닥판과 방수층을 부착시켜 일체로 만드는 접착층으로 시공한다. 프라이머의 시공에 있어 일반적인 유의점은 아래와 같다.

- ① 규정된 양을 얼룩이 생기지 않도록 균일하게 도포한다.
- ② 강 바닥판인 경우 표면처리 후는 녹이 생기기 쉬우므로 녹 제거정도를 확인한 후 신속하게 도포한다.
- ③ 작업 중에 비가 내릴 경우는 즉시 작업을 중지하고 프라이머의 빗물에 의한 유출방지 조치를 강구한다.
- ④ 프라이머의 도포는 건조시간, 사용량 및 사용방법 등 공법마다 지정된 방법으로 필요한 기계 기구를 사용하여 얼룩이 없도록 균일하게 칠하여 넓힌다. 겹쳐 바르는 경우에는 각

층을 균일하게 도포하고, 첫 번째 층을 교축 직각방향으로 도포하였다면 두 번째 층은 교축방향으로 도포하면 좋다.

- ⑤ 시공 후에는 표면을 손상시키지 않도록 양생한다. 도포된 프라이머는 손가락으로 대어 끈적거림이 없어질 때까지 충분히 양생한다. 또한, 용제 냄새가 없으면 끈적거림이 있어도 문제는 없다. 용제를 포함하는 프라이머를 사용하고, 양생이 충분하지 않은 경우에는 용제에 의해 위층의 방수재에 나쁜 영향을 미쳐 양질의 바닥판 방수층이 형성되지 않으므로 양생에 주의하여야 한다. 용제가 남아있을 경우 시공할 때나 공용 후 블리스터링의 원인으로도 된다.
- ⑥ 접착제의 도포는 필요한 기계 기구를 사용하여 얼룩 없이 균일하게 도포하여야 하고, 일반적으로 단경간 도로교에서 프라이머는 한 작업장에서 프라이머 작업을 완료하고, 장경간 도로교에서 프라이머 작업은 스패 바이 스패 (span by span) 방법이나 차로 별로 수행하는 것이 바람직하다.
- ⑦ 접착층을 2층 이상으로 도포할 경우에는 각 층을 균일하게 도포하여야 하며, 접착제 시공 시 재료가 소요량 이상을 한 곳에 다량 도포하지 않도록 표준사용량을 준수하도록 한다. 2층 이상 도포할 경우에는 1차 도포 후 2차 도포할 때까지 30~60분 정도 건조시킨다. 이는 제품의 종류에 따라 다소 차이가 있으므로 이 점을 고려하여야 한다.
- ⑧ 양생시간은 아스팔트·고무계 및 고무계 용제형의 경우는 20℃ 에서 1시간 정도, 5℃ 에서 2시간 정도이고, 수지계는 20℃ 에서 90분 이내, 5℃ 에서 2시간 이내를 표준으로 하며 접착제의 종류, 기온, 바람 및 지축건조 시간 등을 고려하여 결정한다. 양생 중 강우가 있을 경우는 도포를 중지하고 비닐 등으로 덮어 표면을 보호함과 동시에 수분을 충분히 제거한 후 재 도포한다.
- ⑨ 접착제의 표준 사용량은 일반적으로 고무아스팔트계의 경우에 $0.2L/m^2$ 이상, 합성고무계 용제형은 $0.15L/m^2$ 이상, 수지계는 $0.15L/m^2$ 이상이나 재료의 사양에 따라 표준 값을 참고하여 사용량 및 1회 분의 도포량을 결정하는 것이 좋다.

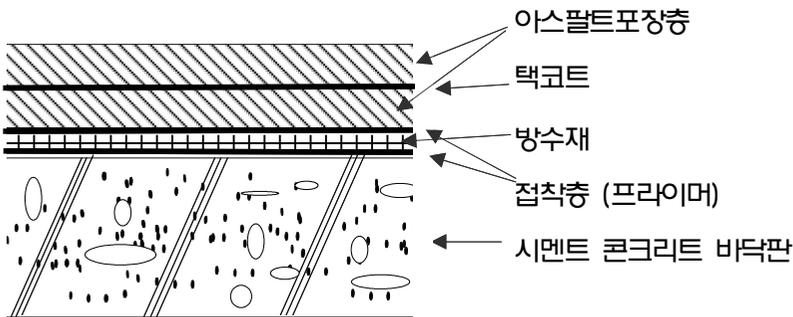
4.7 방수층의 시공

(1) 시멘트 콘크리트 바닥판의 방수층은 교통차량에 의한 반복하중, 진동, 충격 및 전단 등의 역학적 작용, 온도변화 등의 기상 작용 및 바닥판의 팽창 수축 작용 등이 복잡하게 작용하는 환경에 건널 수 있어야 하므로 <표 4.3>의 품질 기준을 만족하여야 한다.

(2) 단, 흡수방지식 보조 방수재는 <표 4.3>의 품질기준을 적용하지 않는다.

【해설】

- 교면방수공법은 기본적으로 외부의 수분을 차단할 수 있도록 방수기능을 갖추고 있어야 하고, 포장의 손상부, 노면, 중앙분리대 및 방호벽 등으로부터 우수 및 제설용 염화칼슘과 같은 물질의 침투를 방지할 수 있는 충분한 방수 성능을 가질 수 있어야 한다. <그림 4.8>은 일반적인 교면방수층의 구성도를 나타내었다.



<그림 4.8> 일반적인 교면방수층의 구성도

- 도로교 단부와 같은 부모멘트가 작용되는 부위에서는 차량의 왕복에 의해 주기적인 피로하중이 작용된다. 특히, 이 부위에서는 균열이 발생할 확률이 크므로 균열의 반복 신축에 따른 방수재의 균열 추종성이 요구된다. 또한 저온 시 방수 제품의 재질이 취성화 되는 경향이 있어 저온 시의 피로하중에 대한 균열 추종성이 특히 중요하다고 할 수 있다.
- 교면방수층은 통상 경질인 시멘트 콘크리트 면과 반경질인 아스팔트 포장층 사이에 존재

하는 연질인 방수층으로 이루어진다. 이러한 복합구조에 차량에 의한 윤하중이 반복적으로 작용하므로 일체화 거동(완전 접착)이 이루어지지 않을 경우 계면에서의 슬라이딩은 시간에 따라 커진다.

- 계면사이의 접착성능이 약할 경우 포장면 및 조인트부로 침투된 물이 체류되어 방수재 및 포장층의 열화를 촉진시키게 된다. 따라서 시간의 경과 및 차량통행에 따른 포장층의 밀림 현상(rutting 및 shoving)이 발생하여 들뜸 부분이 급격히 늘어나게 된다. 또한 포장층에 균열, 포트홀이 발생하게 되고, 시멘트 콘크리트 열화 및 철근부식으로 이어지게 된다. 따라서 방수재와 바닥판 시멘트 콘크리트 및 아스팔트 포장층 계면과의 접착성능 및 전단 성능이 가장 중요한 방수 요건중의 하나라고 할 수 있다. <표 4.3>은 방수층의 품질기준을 나타내었고, <표 4.4>는 방수층의 시험목적을 나타내었다.

<표 4.3> 도로교 바닥판용 교면포장 시스템의 품질기준

항목		품질 기준		시험기준
내투수성(포장재료 시공 후 시험)		투수되지 않을 것		KS F 4931
인장 접착강도(N/mm ²)		-10℃	1.5 이상	KS F 4931
		23℃	0.8 이상	
전단 접착성능	전단 접착강도 (N/mm ²)	-10℃	1.0 이상	KS F 4931
		23℃	0.2 이상	
	전단 접착변형률(%)	-10℃	0.5 이상	
		23℃	1.0 이상	
수침 인장접착 시험		23℃	수침 전의 70% 이상	KS F 4931
피로 균열 시험		-10℃	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것	KS F 4931

〈표 4.4〉 방수층의 시험 목적

항 목	목 적
전단접착성	윤하중에 의해 방수재/시멘트 콘크리트 바닥판과 방수재/아스팔트 콘크리트포장과의 경계면에서 발생하는 전단저항성에 따라 방수재의 탈리 및 포장체의 밀림 현상이 발생하는지의 여부 검사
인장접착성	차량통행에 의한 교통의 진동과 충격하중을 받는 경우 방수층의 접착강도가 낮으면 시멘트 콘크리트 바닥판과 방수층, 방수층과 아스팔트 포장 층과의 계면 탈락이 발생하는지의 여부 검사
수침 7일 후 인장접착성	시멘트 콘크리트 바닥판에 물이 침투한 경우 그 영향에 의한 접착력 저하가 발생하는지의 여부 검사

- 도로교 바닥판용 방수재는 소요의 시간 내에서 양생시간이 가능한 짧은 공법을 선정할 필요가 있다. 그리고 주위온도 및 바닥판 표면온도에 대한 적응성과 대기습도(50~80%)에 따른 시공성을 확보할 수 있어야하고, 또한 교면의 설치물, 방호벽 및 난간 등 부위에서는 하자가 발생할 우려가 크므로 모서리 시공에 대한 대처 및 시공 용이성이 필요하다.
- 산성비 및 제설용 염화칼슘과 같이 외부로부터의 화학 작용에 대해서도 충분한 저항성을 가지고 있어야 한다. 이러한 화학물질이 도로교 바닥판 시멘트 콘크리트에 침투되면 철근 부식을 초래하여 심각한 내구성의 문제가 나타나게 된다.
- 표면을 마무리한 후 방수재 시공에 앞서 항상 프라이머를 적용하며, 프라이머는 주로 역청계나 고무계 및 수지계를 기본으로 하고 일반적으로 방수재와 관련된다. 프라이머 도포의 일반적 목적은 도로교 바닥판에 남아 있는 이물질로 인해 발생할 수 있는 방수재와의 접착력을 확보하는데 있다.
- 교면에서의 방수층은 바닥판의 휨에 의해 큰 변형, 진동이 발생하므로 균열 발생 빈도가 매우 높다. 따라서 접착제는 바닥판과 방수재를 일체화하기 위해 설치하는 것으로 접착성이 우수한 것이 필요하다. 시멘트 콘크리트 바닥판에는 일반적으로 프라이머를 겸비한 접착제로써 아스팔트·고무계 및 고무계 용제형이 이용된다.
- 방수재는 바닥판에 물이 침입하는 것을 방지하기 위해 설치하는 것으로 불침투성은 물론이고 바닥판 시멘트 콘크리트 및 포장층과의 접착성이 우수한 것이 요구된다.

4.7.1 시트식 방수재

- (1) 방수시트의 접착방향은 교축방향과 같게 하고 경사가 낮은 쪽부터 시공하는 것이 바람직하다.
- (2) 접착 시 부풀음이 생기지 않도록 교면에 밀어 붙여 시공하고 부풀음이 생길 경우에는 핀 등의 기구를 사용하여 구멍을 뚫고 크기가 10cm 이상일 때에는 그 부분을 절개한 후 재시공 한다.
- (3) 방수시트의 겹침 폭은 10cm 이상으로 하고, 겹침 부위가 2겹 이상이 되지 않도록 하여야 한다.

【해 설】

방수 시트를 붙이는 방향은 겹침부(Sheet lap)의 물 흐름을 고려하여 낮은 쪽부터 교축방향으로 붙여나가는 것이 좋다. 방수층의 겹침 폭은 방수의 확실성을 고려하여 100mm 정도로 하고 있다. 또한, 방수 시트를 겹치는 부분은 한 곳에 집중되지 않도록 주의한다.

방수 시트는 기포가 생기지 않도록 붙인다. 프라이머의 표면에 물기(수분) 등이 있으면 블리스터링의 원인으로 되므로, 표면의 건조 상태를 잘 확인한다. 바닥판 방수층에 블리스터링이 생긴 경우는, 송곳 등으로 구멍을 뚫어 누르고, 부착용 아스팔트와 같은 접착제로 구멍을 뚫은 부분을 보수한다.

- 시트식 방수재의 시공방법에는 접착용 용제를 이용하여 밀착시키는 부착형과 방수시트를 토치를 이용하여 가열하여 밀착시키는 융착형, 시트 자체에 점성을 부여하여 밀착시키는 자착형이 있다.
- 시트식 방수재의 시공완료 후의 두께에 대한 기준은 공법에 따라 상이할 수도 있다. 두께가 너무 두꺼울 경우, 특히 중심기재가 두꺼울 경우는 겹침 부위의 처리가 곤란하고 스폰지 현상으로 포장층에 악영향을 미칠 수 있다. 반면에 두께가 너무 얇을 경우는 아스팔트 혼합물 포설시 골재에 의해 구멍이 뚫리기 쉽고 인장력의 저하로 균열저항성이 떨어지는 등의 문제점이 발생하게 된다.
- 시트 방수작업을 시행함에 있어서 돌출부에 접착되는 부분은 접착이 취약하여 기포(부풀음) 현상의 원인이 될 수 있으므로 돌출부는 그라인더로 제거하여야 한다.



- 방수층에 기포가 발생되었다면 기포부위의 방수층은 인장력이 작용된 상태이며 장기간 팽창수축 현상이 반복되면 들뜸 부 경계부위는 그 두께가 얇아지며 성능이 저하되고 기포 면적이 넓어진다. 특히 포장 시 아스팔트 혼합물의 쇄석골재에 의해서 국부적 압력을 받을 경우, 이 부분은 손상될 가능성이 있고 누수를 피할 수 없게 된다. 따라서 시트식 방수층에는 직경 5mm정도를 한도로 그 이상의 기포는 없어야 한다. 단, 이 크기 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 시에는 필수적으로 제거하는 것이 바람직하다.
- 시트의 겹침폭은 10cm 이상이 되어야 하며, 겹침 부위는 열을 가해 완전히 접착시켜야하며 겹치는 부위가 2겹 이상이 되지 않게 지그재그(zig zag) 모양으로 시공한다. 겹침 부위가 2겹 이상이 될 때에는 그 부위를 적정 두께로 절단하거나 필요한 조치를 취해야 한다.
- 용착형의 경우 고온으로 국부적인 집중 가열은 방수재의 성질을 변화시켜 성능이 저하되기 쉽고, 이러한 부분은 시간이 경과함에 따라 탄력성 및 연성이 소실되어 접착력이 저하된다. 또한 산화반응이 촉진되고 열경화성으로 변화되어 기온 저하 시 진동 및 균열저항성이 떨어질 우려가 있다.
- 시트를 인력으로 <그림 4.9>와 같이 시공하면 종방향 접합부가 과다하게 발생하고(<그림 4.10> 참조), 토치를 사용하여 가열 용착 시킴으로써 시트 내에 공기층이 발생하기 쉽고 접착력이 균일하지 못한 문제가 발생할 수 있다.
- 이에 대한 개선방법으로 <그림 4.11>과 같이 기계식에 의한 시트접착을 하게 되면 폭 1m로 균일하게 가열하여 용착시키고 전압시킴으로 인하여 방수 시트 전폭에 대한 균일한 인장 접착강도 확보가 가능하며 인력시공 구간에 비하여 인장접착강도가 훨씬 크다 (<표 4.5> 참조). 그리고 롤(Roll)형태의 제품을 사용하여 종방향 접합부가 거의 없으며 전 면적에 균일한 접착력 확보와 기포발생을 최소화 할 수 있다.

〈표 4.5〉 인장접착강도 시험결과

구 분	기 준	인력시공 구간	기계화시공 구간
인장접착강도 (kg/cm ²)	6 이상	7~8	12~18



〈그림 4.9〉 인력에 의한 시트 접착



〈그림 4.10〉 인력에 의한 시트 접착

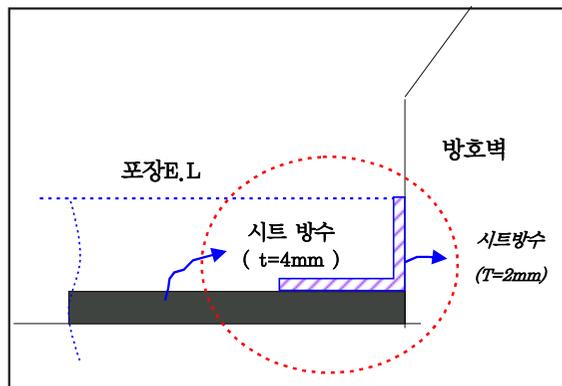
(시트 20m 마다 붙임작업)



〈그림 4.11〉 기계식에 의한 시트 접착

(시트 100m 롤 연속시공 가능)

- 방호벽 접속부는 두께 4mm의 시트가 치켜 올려 지지 않으므로 이와 같은 시트 방수 취약부는 〈그림 4.12〉와 같이 두께 2mm의 시트를 추가로 설치하여 방수효과를 개선시킨다.



〈그림 4.12〉 시트방수 보완

- 아스팔트 혼합물의 온도가 낮은 경우의 교면포장 시공 시는 시트 방수재 상면의 규사가 남아있을 정도로 시트 방수재와 아스팔트 혼합물의 부착불량이 발생할 수 있다. 그러므로



시트식 방수재의 부착력 향상을 위해 일반 밀입도 아스팔트 혼합물보다는 고온의 아스팔트 혼합물인 SMA 혼합물 등을 적용하여 시트 방수재 중심기재 상면의 아스팔트를 고온의 SMA 혼합물로 녹여 시트와 아스팔트 혼합물의 부착력을 향상시킬 수 있다.

4.7.2 도막식 방수재

(1) 도막식 방수재는 일반적으로 수회에 걸쳐 나누어서 도포하여야 하고, 방수재의 도포, 양생, 표준 사용량, 도막의 시공두께, 단부의 처리방법 등을 고려하여야 한다.

【해 설】

- 일반적으로 도막식 방수재는 합성 고무계(용제형), 고무 아스팔트계(가열형), 합성 수지계(2액형)로 나누어지진다. 도막방수는 접착층 표면에 약간의 잔류 수분이 있어도 증기가 발생하여 자연 부풀음의 원인이 되는 경우가 있기 때문에 접착층 표면의 건조 상태를 양호하게 함과 동시에 먼지, 진흙, 기타 유해물 제거 청소를 해야 할 필요가 있다.
- 도막식 방수재의 시공에 사용되는 기계 기구는 접착제 도포에 이용되는 기계 기구에 준하면 좋다. 방수재의 도포는 필요한 기계 기구를 이용하여 균일하게 도포 되도록 하고, 중복 도포하는 방수재는 교축직각방향, 교축방향의 순서대로 도포하고 방향을 바꾸어 중복 도포하여야 한다. 이 경우에도 층간의 접착을 위하여 충분한 시간을 가지고 단계적으로 도포하여야 한다.
- 아스팔트혼합물 포설작업 전까지 방수재가 손상되지 않도록 주의하여 충분히 양생하고 양생 중에 방수재 위를 차량이 주행하고, 중량물을 재하하거나 기름을 흘리는 일이 없도록 하여야 한다. 각 층의 양생시간은 사용하는 재료에 따라 다르지만 층간의 접착을 위하여 충분히 양생하여야 하고, 양생시간이 충분하지 않을 경우는 가열 기구를 이용하여 촉진양생을 실시하는 등의 조치가 필요하다.
- 방수층에 기포(부풀음)가 발생되었다면 기포부위의 방수층은 인장력이 작용된 상태이며 장기간 팽창 및 수축 현상이 반복되면 들뜸 부위는 그 두께가 얇아지며 성능이 저하되고 기포 면적이 넓어진다. 따라서 도막식 방수층에는 직경 3mm 정도를 한도로, 그 이상의



기포는 없애야 한다. 단 이 크기 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 시에는 필수적으로 제거하는 것이 바람직하다.

- 기포의 발생부위가 넓은 면적에 점상으로 분포되어 있지만 기포가 발생되지 않은 건전부위의 방수층은 방수재의 높은 접착력에 의해서 바탕에 접착되어 있으므로 방수층 전체를 제거하고 전면 재시공을 하는 것보다는 일부 결함 부분만을 제거한 후 보수를 행하는 것이 일반적이다.
- 표준 사용량은 각 제품에 따라 다르므로 각 재료의 특성과 현장조건을 고려해서 사용량을 결정하는 것이 바람직하다. 시공관리는 접착층에 준하여 실시하여도 무방하다.
- 도막 방수공사에 있어서 방수성능을 충분히 확보하기 위한 시공두께는 재료의 성능 면에서 최소 기준은 2.0mm 이상이 요구된다. 그러나 시공 시 시멘트 콘크리트 바닥의 요철에 의한 돌출물의 영향, 경화 건조 시 용제의 증발에 의한 두께 감소, 아스팔트 콘크리트 포설시 열에 의한 영향과 다짐장비에 의한 무게 등의 영향을 고려할 때 방수재가 압밀될 가능성이 있기 때문에 이를 충분히 고려하여 압밀현상이 발생하더라도 규정두께 이상이 확보될 수 있도록 하여야하므로 바람직한 두께는 2.5mm 이상이 요구된다. 방호벽 및 증분대와 접촉하는 단부는 포장 상부층의 높이 이상 치켜 올리는 것이 좋다.
- 도막식 방수재 최종 도포 후 날씨변화에 따른 손상을 예방하기 위하여 양생이 완료되면 아스팔트 혼합물 포설은 가급적 바로 시공될 수 있도록 하는 것이 필요하다. <그림 4.13>은 프라이머 도포 작업을 나타내었고 <그림 4.14>는 고무 아스팔트계(가열형) 방수재의 도포 작업을 나타내었다.



<그림 4.13> 프라이머 도포작업



〈그림 4.14〉 방수재 도포작업

4.8 방수층 품질관리 방안

(1) 교면에 사용되는 방수재료는 기본적으로 도로교의 바닥판을 보호하기 위하여 확실한 방수 성능을 구비하여야 하며 이러한 방수 성능을 갖추기 위한 방수 재료 자체의 품질 기준을 만족하는 방수재료를 사용하여야 한다

【해 설】

● 교면에 주행하는 차량에 의해 발생하는 도로교의 진동과 국부 변형 및 주행차량의 급출발, 급제동, 중차량에 의한 전단 저항력을 확보하기 위해서는 방수재료가 바닥판과 방수층 교면포장이 일체로 작용할 때 인장접착강도와 전단강도를 확보하여야 한다. 이러한 방수층의 성능을 확보하기 위하여 실무 현장에서 방수층의 품질관리를 위하여 수행해야할 업무 및 시험 그리고 필수 유의사항은 다음과 같다.

- ① 방수재의 선정 시 각 업체의 방수재료에 대하여 공인시험기관의 성분 및 함량검사 시험성적서를 제출하도록 한다.
- ② 방수재 시험성적서에는 시방서 교면방수 편에 규정된 방수재 종류별 품질기준에 대한 공인시험기관의 결과를 제출하여야 한다.
- ③ 또한 방수층의 품질시험에 대한 공인기관 시험 성적서를 제출 받아야 한다.
- ④ 방수재가 선정된 후 시공을 위해 반입된 방수재를 감독자가 직접 무작위로 Sampling



- 하여 공인시험 기관에 시험의뢰하고 최초에 제출한 시험결과와의 일치 여부를 확인하여야 한다.
- ⑤ 도로교 바닥판의 하지처리는 돌출부의 제거, 오염물질 제거, 바닥판상의 오목한 부분을 메우는 작업을 면밀히 시행하여야 한다.
 - ⑥ 바닥판 상에 시멘트 콘크리트 가루 또는 이물질은 방수재와 도로교 바닥판의 접착불량의 원인이 되므로 신설 도로교의 경우는 고압살수를 통하여 이물질을 제거하고 고압공기로 수분을 제거한 후 건조하여야 한다. 기존 공용 도로교의 절삭 재포장 시에는 특히 노면 절삭 시 물을 사용하기 때문에 고압 공기로 청소를 하더라도 수분 속에 남아있는 시멘트 콘크리트 가루가 완전히 제거되지 않기 때문에 건조 후 바닥판과 방수재의 접착불량의 원인이 되므로 절삭 후 고압수에 의한 세척이 필요하다. 이러한 교면 재포장 시에는 이러한 공정이 공기의 제한 때문에 신속히 이루어져야 하므로 바닥판의 건조를 위해 노면 가열 히터를 사용하여야 한다.
 - ⑦ 바닥판 속이나 바닥판 상의 수분의 존재는 고온의 아스팔트 콘크리트 포장 시공 시 수분의 기화 팽창으로 인한 바닥판과 방수층 분리의 주요한 원인이 되기 때문에 고주파 수분계를 사용하여 수분함량이 5% 이하로 안정적으로 건조됨이 확인된 후에 방수층을 시공하여야 한다.
 - ⑧ 사용되는 방수재의 실제 시공 시의 적정 도포회수, 경화시간 및 시공계획 수립을 위한 시험시공을 실시하고 시험시공 구간에 대하여 접착인장강도 시험을 행하여 접착인장강도의 만족여부를 확인하여야 한다.
 - ⑨ 또한 시험시공 시 방수재 상하면의 접착개선을 위한 접착제의 필요성과 방수층과의 양호한 접착력을 제공하는 아스팔트 콘크리트 포장의 포설온도를 확인하여야 한다.
 - ⑩ 근래에 사용된 도막식 방수재의 경우 도로교 바닥판과 방수재 뿐만 아니라, 방수재와 포장체간의 접착력이 낮게 나타나는 경우가 많으므로 방수재 시공 후 접착제의 사용을 적극적으로 검토하여야 한다.
 - ⑪ 과거 흡수방지식 보조 방수재 사용 시 택 코팅제로 RS(C)-4를 사용하였으나, 이러한 RS(C)-4는 유제 계통으로 물이 혼합되어 있어서 흡수방지식 보조 방수재가 발수하는 성질을 가지므로 코팅이 거의 되지 않는 특성을 나타낸다. 이러한 경향은 방수효과가 뛰어난수록 심화된다. 그러므로 흡수방지식 보조 방수재가 적용된 교면에는 용제형의 역청 고무계 접착제를 사용하여야 한다.
 - ⑫ 도막 방수재 시공 시 본 방수층 하면에 프라이머 및 접착층을 도포한 후 방수층의

균일한 두께와 일정 방수두께의 확보를 위하여 본 방수재를 3~5회 이상으로 여러차례 나누어 도포하여 방수층의 두께를 2~2.5mm 정도로 확보하여야 한다.

- ⑬ 도막식 방수층 시공이 완료되고 양생이 끝난 후 도막 두께 측정시험을 통하여 도막 두께를 측정하여 두께의 과부족을 측정한 후 보완하여야 한다.
- ⑭ 가열식 시트방수재의 시공 시 방수재의 균일한 가열이 가능한 히팅 장비를 사용 하여야 하며, 방수재 접이음부에 방수재료가 심하게 유출된 경우는 이를 제거하여야 한다.
- ⑮ 방수층의 양생기간은 철저히 준수하고 방수층 시공 후 포장 시공 유효기간 내에 하부 포장을 시공하여야 한다.
- ⑯ 방수층 시공 후 양생기간 동안에는 공사차량 및 작업인부의 통행을 제한하여야 하며, 양생 완료 후에 불가피하게 통행을 허락할 경우에는 오염 방지대책을 세워서 최소한의 차량과 인원만의 통행을 허가하여야 한다.
- ⑰ 방수층 시공 후 주의할 점은 장기간 방치하지 않는 것이다. 포장할 때까지의 기간이 길어지면, 바닥판과 방수층 사이에 각종 요인에 의한 외력이 발생하여 바닥판과 방수층이 분리될 수 있다.
- ⑱ 교면포장 하부층 시공 시에는 방수층과의 양호한 접착을 보장하기 위하여 적정 포설 온도 확보를 위한 노력을 기울여야 한다.
- ⑲ 교면포장이 완료된 후에는 현장에서 접착인장강도 시험을 실시하여 시험 결과의 만족여부를 확인하여야 한다.

• 바닥판 방수공 완료 후에는 다음 사항에 대하여 유의할 필요가 있다.

- ① 바닥판 방수층 위에 기름을 흘린다든지, 화기를 가까이 한다든지 하지 않도록 주의한다.
- ② 바닥판 방수층을 시공한 후, 그대로의 상태에서 장기간 방치하는 것은 바닥판 방수층의 성능 확보 및 블리스터링의 발생 방지라는 점에서 피해야 한다. 될 수 있는 대로 이른 시기(1주간정도 이내)에 포장을 포설하는 것이 좋다. 방치기간이 장기간으로 되는 경우에는 바닥판 방수층의 선정을 포함한 대응을 미리 검토하여 두어야 한다.
- ③ 바닥판 방수층을 시공한 후, 바닥판 방수층 위에 중장비 및 공사용 차량의 통행은 적극 피하는 것이 좋다. 손상이 발생한 경우는 보수한다. 특히, 피막두께가 얇은 경우나 반응수지형과 같은 자체 용착성이 부족한 바닥판 방수층인 경우는 포장 직전에 손상상태를 잘 확인한다.
- ④ 기포(부풀음)가 발생된 경우는 송곳 등으로 구멍을 뚫어 눌러 붙이고, 구멍을 뚫은



장소를 보수한다. 발생된 기포는 완전히 찌그러뜨리는 것이 좋으나 방수층의 접착성, 방수성, 포장에 나쁜 영향을 미칠 우려가 없는 작은 기포를 찌그러뜨리는 것은 그 품(인력)을 생각하면 합리적인 아니다. 실제 시공에서는 시트계 바닥판 방수층에서는 지름 100mm 정도 이상, 도막계 바닥판 방수층에서는 지름 20mm 정도 이상을 목표로 하고 있다.

도막계 바닥판 방수층(고무 용제형)에서는, 용제의 휘발분에 의해 바닥판 방수층 내에 발생하는 부풀음과, 시멘트 콘크리트 바닥판의 요철에 발생하는 부풀음의 2종류가 있다. 전자는 붓으로 도포할 때 말려들어간 기포에 용제가 휘발하여 부풀은 것으로 작은 기포 모양이며 포장을 포설할 때 찌그러지므로 그다지 문제가 되지 않는다. 후자는 바닥판의 요철에 충분히 접착제가 도포되지 않아 공기가 들어가고 용제의 휘발에 의해 바닥판으로부터 바닥판 방수층을 박리시켜 부풀은 것으로 일반적으로 큰 부풀음으로 되는 수가 많다. 두 가지 모두 크기가 20mm정도로 되면 포장을 포설할 때에도 찌그러지지 않고 포장에 나쁜 영향을 미치므로 사전에 찌그러뜨려 둘 필요가 있다.

도막계 바닥판 방수층(반응 수지형)인 경우에는 부풀음의 발생은 그다지 보이지 않는다. 그러나, 바닥판의 요철에 충분히 접착제가 칠해지지 않은 경우에는 핀 홀로 되는 경우가 있다. 또한, 공사용 차량 등에 의해 경화된 도막에 손상이 생기는 경우가 있다. 반응 수지형은 핀 홀이나 손상이 발생한 경우는 방수 결함부가 되므로 그 방수재에 적합한 보수재로 확실하게 다시 고친다.

4.9 신설 교면포장 시 유의사항

- (1) 신설 교면포장은 크게 시멘트 콘크리트 바닥판과 강 바닥판 상의 교면포장으로 나눌 수 있다.
- (2) 시멘트 콘크리트와 강 바닥판의 교면포장 시공 시에 표면처리 공사에서 다소 차이가 있다.

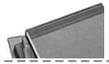
【해 설】

4.9.1 사전 준비 및 조사

- 시멘트 콘크리트 바닥판 표면을 점검하고 바닥판에 방수층 시공 시 방수층에 악 영향을 미칠 정도의 돌기(2mm 이상)가 있는 경우는 디스크샌더 등으로 정정한다.
- 포장 시공 전에 신축장치가 먼저 설치된 경우는 목재나 합성고무 재질의 썬기형 완화대를 설치하여 공사차량과 장비의 통행으로 인한 신축이음장치의 파손을 방지하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트나 강 바닥판 상에 설치되는 배수구가 바닥판 면보다 높게 설치될 경우는 포장체나 포장체와 구조물의 접촉부로 침투하는 바닥판 면상의 우수가 배수될 수 있도록 배수구의 측면에 모든 방향으로 구멍을 내어야 한다.
- 강 바닥판에서는 현수피스 잔부가 5mm 이하 높이로 제거 또는 처리되었는지를 확인하여 미처리 부분은 그라인더나 절단기로 절단 조치하고 포장체에 응력 집중을 유발하여 포장 파손을 촉진시키는 현수피스 우각부는 그라인더를 사용하여 둥글게 마무리 한다.
- 현장을 조사하여 작업 불가능한 풍속 및 결로 등의 유무를 파악하고 대책을 검토한다.
- 강 바닥판의 경우 강 바닥판 표면의 녹발생과 오염 여부를 조사하여 적절한 표면처리 방법을 결정한다.

4.9.2 표면처리 및 청소

- 시멘트 콘크리트 바닥판 포장의 시공에 임하여 바닥판 면에 레이턴스, 먼지, 기름 등이 부착되어 있으면 방수층이나 포장과의 접착성에 악영향을 미치므로 이러한 유해물들을 확실히 제거해야 한다. 또한, 시멘트 콘크리트 바닥판 속의 수분도 마찬가지로 접착성을 손상시키므로 그 처리에 주의하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트 바닥판의 레이턴스 제거를 위해서는 시멘트 콘크리트용 그라인더 또는 진공 파워브러시를 사용하고, 부분적인 제거에는 디스크 샌더(와이어브러시), 표면처리봉 등을 사용하는 것이 좋다.
- 시멘트 콘크리트 바닥판의 요철 사이에 잔류하는 먼지는 에어 콤프레서로 청소하는 것이 효율적이나, 인근 환경에 따라서는 분진 문제가 발생하므로 포장 노면 청소용의 스위퍼 등을 이용하여 제거하는 것이 좋다.



- 바닥판면이 기름으로 오염되었을 시는 용제를 침투시킨 천으로 닦아내는 것이 일반적이다. 이 때 용제는 기름의 종류에 따라서 선정할 필요가 있다. 통상, 바닥판 면의 기름은 기계 기름이나 엔진오일이 많은데 이는 유기용제를 이용하여 제거하는 것이 좋다.
- 충분히 건조되지 않은 시멘트 콘크리트 바닥판 위에 방수층을 시공한 경우 시멘트 콘크리트 내부에 체류한 수분이 방수층 하면에 도달하여 기체화됨으로써 방수층이 팽창하게 되고 시멘트 콘크리트 면과의 접착력이 저하된다. 접착력이 저하된 상태에서 포장을 시공하면 포장의 전단이 발생하고 내구성에 큰 영향을 미친다. 방수층은 시멘트 콘크리트 면이 충분히 건조된 상태에서 시공할 필요가 있다. 따라서, 강우 직후나 시멘트 콘크리트 타설 후 2주 이내의 재령이 짧고 건조가 불충분한 상태에서는 방수층을 시공해서는 안 된다. 건조 확인은 바닥판상에 결로 상태가 없는지 등을 일반적으로 육안관찰에 의해 하는데, 시멘트 콘크리트 바닥판 내부에 체류한 수분은 육안관찰에 의해 판단할 수 없으므로 고주파 수분계 등을 이용하는 것이 좋다.
- 강 바닥판의 녹 발생량 조사 시 녹의 깊이에 대해서는 정해진 방법이 없으므로 육안관찰에 의해 평가한다. 또한, 부식상황 조사에서 육안으로는 방청도장이 건전해 보일지라도 유지관리 시에 부식 부분을 충분히 제거하지 않은 채 페인트로 터치 업 했기 때문에 그 하부에 녹이 남아 있으며, 외관상으로는 발견할 수 없는 사례가 많다. 따라서, 녹의 발생량 평가 시에는 과거의 보수 이력도 충분히 고려하여 판단해야 한다.
- 강 바닥판을 용접 이음으로 시공할 때는 용접 후 수 일내로 표면처리를 하고 방청도장을 실시하지 않으면 녹이 발생하여 시간이 경과할수록 급속하게 녹이 깊어져서 최종적인 표면처리 작업 시 녹이 완전히 제거하기가 어려운 문제가 발생하므로 용접이 끝나는 대로 수일 내에 용접부위에 대해서 표면처리를 실시하고 바로 무기 징크리치 페인트로 방청도장을 실시하는 것이 좋다.
- 강 바닥판 표면처리 후의 방청도장을 시행할 때 유럽에서는 강 바닥판 표면처리를 실시하고 아연계의 페인트 등으로 방청도장을 실시한 후 포장을 시공하는 것이 일반적이다. 그러나, 일본에서는 이러한 방청도장은 거의 이루어지지 않고 일반적으로 포장용 접착재를 도포한 후 포설한다.
- 강 바닥판에 방수재를 한기에 시공할 경우는 시공 시의 기온, 습도와 강 바닥판의 온도에

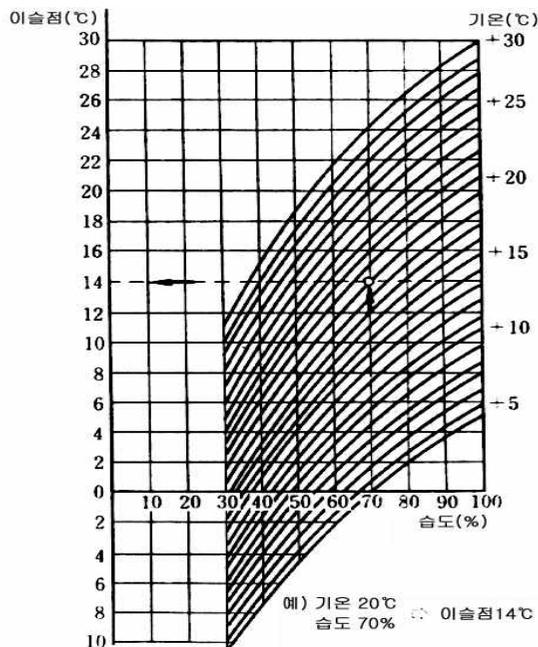


따라 결로가 발생하기 쉬우므로 바닥판의 프리히팅(Pre-heating) 등도 아울러 시공하는 것을 검토한다.

- 바람이 강하게 불 때 시공 중의 연소재나 접착재가 비산하는 경우가 있으므로 환경보호의 측면에서도 이러한 일이 없도록 대책을 강구해야 한다. 일반적으로는 노견 보호책을 시트나 네트로 덮고 고무밴드 등으로 고정하여 매일의 시공에 따라 이동시키는 등의 대책을 취한다. 바람이 그다지 강하게 불지 않는 경우라도 롤러브러시 등에 붙은 접착재가 실 모양이 되어 비산하는 경우도 있으므로 확실히 시트로 구조물의 도장 면을 보호할 필요가 있다.
- 공극이 거의 없는 구스 아스팔트 포장이나 통기성이 없는 시트 방수를 시공한 경우 물이나 기름 등의 잔류에 의해 블리스터링 현상이 발생한다. 시공 시에 발생하는 것은 확실히 처리함으로써 그 후의 재발 가능성은 없어지는데, 확실히 처리되지 않고 남은 경우라든지 공용 후에 물 등이 스며들어 발생한 경우에는 포장 파괴로 이어지는 경우가 있다. 따라서, 시공 시에는 블리스터링이 발생하지 않도록 충분히 주의함과 동시에 발생한 경우는 확실히 처리를 해야 한다. 블리스터링 발생의 주요 원인은 물, 먼지, 염분, 기름 및 녹 등이므로 작업차량의 차륜이나 작업원의 구두 등에 부착되어 현장에 진흙이나 먼지류가 반입되지 않도록 주의할 필요가 있다.
- 구스 아스팔트 포장 시공 시 페이퍼에 의한 공기 흡입, 포설 면에 수분이나 유분이 다소 남아 있으면 시공 시에 블리스터링이 발생한다. 이 경우는 편칭이나 못 등을 봉 끝에 설치한 기구(여러 개를 빗 모양으로 하여 가열하여 사용하면 효과가 크다)를 사용하여 부풀어 오른 부분에 구멍을 뚫고, 그 속의 공기를 빼내면서 나무주걱 등으로 두들겨서 접착층과 밀착 시킨다. 시공 중에 블리스터링이 과다하게 발생한 경우는 처리를 하지 않은 부분이 남아 있고 공용 후에 원형이나 방사형의 균열이 발생하기도 한다. 이러한 경우는 원인을 조사하고 그 요인을 제거하고 나서 다음 시공을 실시해야 한다.
- 강 바닥판 교면포장 시공 시 블리스터링을 발생시키지 않기 위한 유의사항을 다음에 나타냈다.
 - ① 시공 면에 유해한 수분이나 유분이 반입되는 것을 방지한다.
 - ② 방청도장(무기 징크리치 페인트 등)내의 수분을 제거한다.
 - ③ 강우 및 결로 등 기상조건을 파악한다.
 - ④ 결로 방지 : 기온이 10℃ 이상일 때 시공해도 강 바닥판의 온도, 습도 및 기온에 의해 강

바닥판면에 결로가 생기는 경우가 있다. 결로의 유무를 판단하기 위해 <그림 4.15>를 참고로 한다. 결로가 발생할 가능성이 있는 때는 작업을 중지하거나 강 바닥판을 가온하는 등의 조치를 취한다.

- ⑤ 접착재의 균일한 도포 : 접착층의 시공은 단부, 우각부 등에 재료가 과다하게 집중되기 쉬우므로 유의하여 균일하게 도포한다.



<그림 4.15> 이슬점 계산도표

4.9.3 배수처리

- 바닥판면에서의 배수가 확실히 이루어지지 않기 때문에 방수층 상에 우수가 체류하고 포장에 수침상태가 되어 박리가 발생함으로써 손상되는 사례가 있다. 따라서, 바닥판면에서의 우수의 배수는 시멘트 콘크리트 바닥판 및 포장의 내구성 유지 측면에서 매우 중요하다.
- 포장체나 포장체와 구조물 접속부 사이로 침투한 우수의 신속한 배수를 유도하여 교면 포장의 내구성을 증진시키기 위해 바닥판과 연석 및 바닥판과 신축이음장치가 만나는 접속부 바닥면에 유공 도수관(drainage pipe)을 설치하면 효과적이다.

4.9.4 접착 및 방수층의 시공

- 접착 및 방수층은 기온이 5°C 이상일 때 시공하는 것을 원칙으로 하고 강우가 내리기 시작한 경우에는 즉시 작업을 중지한다.
- 접착재의 도포는 롤러브러시, 흙손, 고무주걱 및 산포기 등을 이용하여 얼룩 없이 균일하게 도포한다. 접착재를 2층 이상 도포할 경우는 각 층 균일하게 1층을 교축 직각방향으로 도포하고 나서 2층은 교축방향으로 도포의 방향이 직각이 되도록 도포한다. 2층의 도포는 1층이 건조될 때까지 기다리는데 일반적으로 30~60분 정도 경과 후 실시한다. 접착층을 도포한 다음은 휘발성분이 충분히 없어질 때까지 양생한다. 양생시간은 기온 20°C에서 약 1시간 정도, 5°C에서 2시간 정도 실시하는 것이 표준인데, 기온, 온도 및 바람의 유무 등에 따라서도 달라질 수 있으므로 지축건조시간 등을 고려하여 결정한다.
- 택 코팅 시 하부층이 비교적 표면이 거칠거나 절삭에 의한 요철이 있을 경우는 많이, 평활한 경우는 적게 산포하는 등 현장의 상황에 맞게 적절한 산포량을 검토한다. 많이 산포한 경우 요철 위치에 유제가 체류하는 경우가 있는데 그러한 경우는 비 등으로 균일하게 되도록 한다.
- 한랭기의 시공이나 급속 시공의 경우는 역청재 살포 후의 양생시간을 단축하기 위해 역청재 자체를 가열하여 산포하는 방법과 산포 후 노면가열 히터 등에 의해 가열하여 강제 양생하는 등의 방법이 있다.
- 시멘트 콘크리트 바닥판에 흡수방지식 보조 방수재를 적용한 경우 택 코팅을 실시할 때 친수성이 없는 방수재로 인하여 물이 함유된 유제가 전면에 고루 퍼지지 않고 뭉치는 현상이 발생한다. 이러한 흡수방지식 보조 방수재를 사용할 때는 용제형이나 가열형 접착제를 사용하는 것이 좋다.
- 시트계 방수층의 경우 접착층의 표면에 수분이나 기름 등이 남아 있는 경우에 증기가 발생하고 팽창의 원인이 되므로 접착층 표면의 건조상태를 잘 확인함과 동시에 먼지, 진흙 기타 유해물은 제거, 청소해 둘 필요가 있다. 방수시트를 겹칠 경우의 겹침 폭은 교축방향, 교축직각방향 모두 10cm를 표준으로 한다. 팽창이 발생한 경우는 그 부분에 구멍을 만들던지 또는 절개하여 공기를 뺀 후 가스버너를 이용하여 접착 면을 가열 용융하여 밀착 시킨다. 절개한 경우는 그 위에 추가 유착을 실시하는 것이 바람직하다. 또한, 추가 유착은



절개한 크기보다 모든 부분이 10cm 이상 크게 한다. 바람이 강하게 불 때는 시트가 바람에 날려서 작업이 곤란하며 바닥판과의 접촉도 불충분해지는 경우가 있으므로 이러한 때에는 작업을 하지 않도록 한다.

- 도막계 방수층의 적용 시 용제형의 방수층 도포 시에는 화기를 엄금하고 브러시, 롤러 브러시 등을 이용하여 얼룩이 없도록 균일하게 도포함과 동시에 팽창이 발생하지 않도록 충분히 주의하여 시공한다. 팽창이 발생한 경우는 그 부분을 주의해서 공기를 배출한 후 추가 도포를 실시한다. 아스팔트계 가열형 방수층의 시공방법은 합성고무계 용제형과 동일한데, 가열 용융하여 접촉층 위에 소정 양을 1~3회 나누어서 도포한 다음 도막 보호를 위해 규사를 산포한다. 이 경우 유리된 규사가 남으면 방수층 위에 시공할 레벨링 층과의 접촉 불량을 일으키는 경우가 있으므로 잘 청소하여 제거한다. 양생시간은 일반적으로 30분~1시간 정도인데, 기온, 습도 및 바람 등에 의해 달라지므로 지축건조시간 등을 고려한 다음 결정한다. 양생시간이 충분하지 못한 경우는 적외선램프 등에 의한 촉진양생을 실시하기도 한다.
- 방수층의 포설이 완료된 후 양생이 완료되기 전까지는 모든 출입을 완전히 차단하여야 하며, 양생이 완료된 후에도 방수층의 오염이나 파손을 방지하기 위하여 공사차량의 통행 시 타이어 세척 등의 오염방지를 위한 조치를 취하여야 한다.

4.9.5 하부 및 상부 포장층의 포설

- 1차 전압은 통상 머캐덤롤러를 이용하는데 헤어크랙이 발생하지 않는 범위에서 포설 후 가능한 빨리 전압한다.
- 포설 직후의 혼합물 위에 다짐기계 등을 방지하면 기계의 자체 하중에 의해 포장에 요철이 발생하는 원인이 되므로 작업을 중지할 경우는 포설 기계를 포설 직후의 포장 위에 방지하지 않도록 한다.
- 시공이음의 처리 불량은 조기 파손의 원인이 되므로 특히 주의해야 한다. 시공이음은 원칙적으로 핫 조인트로 하든지 또는 설치하지 않도록 전 폭에 대하여 동시에 시공한다. 또한, 횡방향 의 시공이음은 원칙적으로 설치하지 않는다.



- SMA 혼합물의 경우는 재료분리의 문제가 없기 때문에 포설 폭 6m 이상의 확폭 시공을 고려할 수 있으며, 또한 확폭 시공에 의한 페이버 2대 연속 포설도 가능하다.
- 강 바닥판 교면포장의 경우 시공이음을 세로 리브 및 메인 거더의 복판 직상에 설치하면 균열 발생의 원인이 되므로 시공이음은 이들 위치에는 설치하지 않도록 한다.
- 시공이음부는 포설 후 즉시 다짐한다. 또한, 핫 조인트의 경우는 후속 페이버의 가장 자리에서 5~10cm 폭을 전압하지 않고 이 부분을 후속 아스팔트 혼합물과 동시에 다짐한다.
- 신축장치 간을 시공단위로 하는데 부득이하게 이 사이에 시공이음을 설치할 경우는 시공이음부의 포장에 택 코트재를 얼룩없이 도포해야 한다.
- 상하층의 세로 시공이음의 위치는 15cm 이상 차이나도록 한다.
- 원칙적으로 가로 시공이음은 설치하지 않는다. 부득이하게 가로 시공이음을 설치할 경우는 하부층 포장의 시공이음에서 적어도 1m 이상 떨어진 곳으로 한다. 또한, 가로 시공이음은 가로 리브 직상에 설치해서는 안 된다.
- 주입 줄눈재의 시공은 포장 시공 전에 포장과 구조물의 접촉부에 두께가 10mm, 폭이 포장 상층두께와 같은 줄눈판을 설치한다. 이 줄눈판은 포설 후 제거한 다음 프라이머를 도포하고 나서 줄눈재를 주입한다. 주입 줄눈재는 고온으로 가열하면 냉각 시에 수축이 크므로 줄눈에 주입이 가능한 범위에서 가능한 낮은 온도로 가열한다. 주입 줄눈재는 구스아스팔트를 제외한 아스팔트 혼합물의 시공에 적합하다.
- 성형 줄눈재의 시공은 미리 접촉부분에 프라이머를 도포하는데 프라이머가 완전히 건조하기 전(지축건조시간 내)에 성형 줄눈재를 접촉부에 점착시킨다. 최근 성형 줄눈재는 구조물과의 접착성이 양호한 것이 있으며 부착방지용의 이형지 등을 이용함으로써 프라이머가 불필요한데 사용에 앞서 구조물의 접촉면은 청결히 해 두어야 한다. 이러한 성형 줄눈재는 구스아스팔트 혼합물의 시공에 적합하다.

4.10 공용중인 도로교의 절삭 교면 재포장 시 유의사항

(1) 공용중인 도로교의 교면포장 파손으로 인한 절삭 재포장 공사는 교통을 차단하고 기존 포장을 제거한 후 단기간에 방수와 포장시공을 수행한다는 점에서 신설 교면포장과는 다른 유의사항을 필요로 한다.

【해 설】

4.10.1 사전 준비 및 조사

- 공용중인 도로교의 포장에 손상이 발생하여 보수 공사를 시행할 때는 파손유형별로 분류하여 대처하여야 한다. 소성변형의 발생으로 절삭 덧씌우기를 시행할 때는 가능하면 포장 하부층과 방수층에 영향을 미치지 않는 범위에서 절삭 및 재포장 두께를 결정한다. 균열의 발생으로 인한 교면포장 보수 시에는 우선적으로 균열 발생지점의 코어를 채취하여 균열의 진행 깊이를 확인한 후 보수공법을 선정한다. 균열의 진행 깊이가 바닥판까지 도달한 경우는 기존 포장체를 제거하여야 하며 이러한 경우 방수층의 손상이 불가피하기 때문에 적합한 방수재를 선정하고 시공계획을 수립한 후에 시공에 임하여야 한다.
- 교면포장은 일반적으로 포장의 두께가 불균일한 경우가 많으므로 시공 전 기존 포장부의 코어 채취를 통해 위치별 포장 두께, 기존 방수 상태 및 바닥판의 부식여부를 사전에 파악하여 절삭 및 포장 두께를 결정하여 포장체 절삭 시에 도로교 바닥판을 손상시키는 일이 없도록 하여야 한다.
- 교면포장을 전면 절삭하고 재포장할 경우 교통 차단시간을 고려하여 적합한 방수재를 선정하고 절삭작업 후 바닥판의 청소 및 건조 대책, 작업순서, 방수재 시공 소요시간 등을 철저히 분석하여 세부적인 계획을 수립하여 공사에 임하여야 한다.
- 기존 교면포장의 절삭 재포장은 교통 자정체를 고려하여 야간에 시공하는 것이 일반적이기 때문에 야간의 온도 저하에 대비하여 아스팔트 혼합물의 생산온도를 높이거나 운반트럭의 덮개 보완 및 보온 대책을 강구하고, 운반 트럭 포설 현장 대기 및 끊임에 의해서 아스팔트 페이퍼가 정지함으로써 발생하는 온도 저하에 의한 다짐 부실이 발생하지 않도록 사전에 아스팔트 혼합물의 생산, 운반, 포설 시간 사이클을 면밀히 조사하여야 한다.



- 상부 포장체 만을 절삭하고 덧씌우기를 시행할 때 기존 패칭구간에 스트립핑(striping)이 발생하여 하부 포장체가 파손되거나 기존 방수재의 밀림으로 인한 하부 포장체가 손상된 곳이 있을 시는 우선적으로 이러한 손상 부분을 절삭하여 방수처리를 실시한 후 패칭을 실시하여 상부층을 시공하여야 한다. 이러한 문제가 발생 시 대처할 수 있도록 방수재와 패칭 재료를 미리 준비하여야 한다.

4.10.2 기존 교면포장의 절삭 및 표면처리

- 노후화가 심하게 진행된 도로교의 절삭 작업 시에는 장비의 자중과 진동 등의 충격으로 인하여 도로교의 내구성이 저하될 우려가 있으므로 대형 절삭장비의 이용을 지양하는 것이 좋다.
- 기존 교면포장의 전면 절삭을 시행할 때 노면 절삭기가 도로교 바닥판을 절삭함으로써 도로교의 내구성을 저하시키지 않도록 주의해서 절삭하고, 절삭 후 남은 포장체는 재절삭 또는 인력에 의하여 깨끗이 제거하여야 한다. 기존의 포장이 바닥판에 잔존하지 않도록 제거한다. 특히 용제계의 도막 방수층을 적용할 경우는 완전히 제거하지 않으면 부착성을 저해하므로 주의해야 한다.
- 기존 교면포장의 전면 절삭 후 도로교 상부 레이턴스 및 부식된 시멘트 콘크리트 면을 면밀히 관찰하여 보수하고 깨끗이 청소해야 한다.
- 절삭 후의 도로교바닥판에는 절삭장비를 사용할 때의 물로 인하여 바닥판에 수분이 잔존하여 방수재의 부착불량과 포장 포설 시 부풀어 오르는 블리스터링이 발생하여 교면 포장의 조기 파손의 원인이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 바닥판을 건조시킬 수 있는 노면 가열히터를 사용하거나 열풍으로 바닥판면을 건조시킬 수 있는 장비를 미리 준비하여 바닥판의 건조를 확실히 하여야 한다.
- 도로교 접속부 포장면을 노면 절삭기로 절삭 시 도로교 신축이음장치에 손상이 가지 않도록 포장면을 약 15cm 정도 남기고 절삭한 후 소형 핸드브레이커에 의한 인력 작업으로 남은 표층 부위를 완전히 제거한다.
- 기존의 강 바닥판상의 교면포장 전면 보수 시 강판의 연결방법이 용접식인지 볼트식인지를



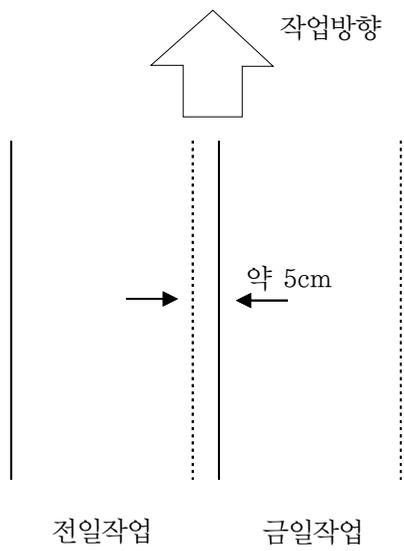
확인하고 볼트식의 경우에는 정확한 볼트 설치위치를 확인하고 작업에 임하여야 한다. 노면절삭기로 작업 시 기존의 포장체의 소성변형 등으로 인하여 포장두께가 변동된 지점에서 노면절삭기의 칼날이 볼트에 걸려서 파손되는 경우가 많으므로 미리 여분의 절삭기 칼날을 준비하여야 한다.

4.10.3 접착 및 방수층의 시공

- 도로교 중앙분리대 및 갓길 방호벽이 택 코팅이나 방수재의 튀김으로 더럽혀지지 않도록 덮개 등을 설치하여 오염에 대비하여야 하며, 이러한 접속부위는 디스트리뷰터 살포가 어렵기 때문에 인력으로 살포하여야 한다.
- 절삭 후 시멘트 콘크리트 바닥판면 상의 움푹 패인 지점 상에 택 코팅을 실시할 때는 유제가 묻어서 포장 포설 시 블리스터링의 발생 원인이 되므로 빗자루 또는 브러쉬 등의 도구를 사용하여 유제를 쓸어내야 한다. 또한 방수재의 시공 시에도 이러한 지점은 접착 불량률의 원인이 되므로 시공 시 주의를 기울여야 한다.
- 절삭 및 표면처리가 끝난 후 방수재 시공 전에 방수재와 바닥판의 부착 불량률에 크게 영향을 미치는 바닥 청소를 철저히 시행하여야 하며, 특히 먼지 및 이물질이 깨끗이 제거되도록 바닥판 건조 후에 성능이 양호한 에어 콤프레샤와 집진기 등을 사용하여 청소한다.
- 도막식 방수재를 시공할 때는 단일층으로 시공하게 되면 두께가 불균일해지는 경우가 많으므로 2~3회로 나누어 도포하는 것이 좋다.
- 방수층을 시공한 후 양생이 끝날 때 까지는 공사 차량 및 인원의 통행을 철저히 제한하여야 하며, 양생 후 아스팔트 콘크리트 포장의 포설 시에도 공사에 필요한 장비와 인원 이외의 출입을 제한하고 방수층과 포장층의 접착을 방해하는 이물질의 반입을 최소화하기 위하여 아스팔트 콘크리트 포장 운반트럭의 차륜과 작업인부의 신발 등을 세척한 후 통과하도록 하여야 한다. 또한 포설 장비나 트럭 등에서 흘러내리는 유류에 의한 오염에도 대비하여야 한다.
- 방수재의 시공 시에는 블리스터링의 발생이 최소화되도록 유의해야하며, 블리스터링 발생 시에는 구멍을 뚫어 공기를 빼내고 방수재 특성에 맞게 발생 부분을 재시공하여야 한다.



- 전면 절삭 덧씌우기 공사 시에 일반적으로 1개 차로씩을 절삭하여 방수재를 시공하고 포장을 시행하기 때문에 종방향 조인트 부분에 방수가 누락되는 일이 없도록 <그림 4.16>과 같이 당일 포장 절삭 시에 전일 포장한 신설포장부의 약 5cm 정도가 겹쳐지도록 절삭하여 방수재를 겹쳐 시공한 후 포장을 마무리하여야 한다.



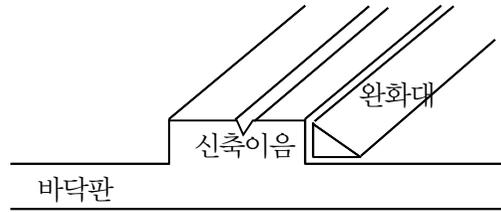
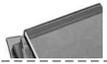
<그림 4.16> 교면절삭 재포장 공사 시 방수층 연결을 고려한 시공이음부 절삭

4.10.4 하부 및 상부층의 포설

- 도로교는 지형적인 특성상 바람이 강하고 바닥판이 공기 중에 노출되어있어 대기의 온도 변화에 민감하여 아스팔트 혼합물의 온도저하가 빠르고 작업성이 나빠져 소정의 밀도를 얻기 어렵기 때문에 기온이 5℃ 이상이라도 기온이 낮을 때나 바람이 강하게 불 때는 아스팔트 혼합물의 생산온도를 높이고 롤러 대수를 늘리는 등의 조치를 취하여 신속하게 포설 및 다짐을 실시하여 마무리하여야 한다.
- 교면포장의 시공은 원칙적으로 신축이음장치와 다음 신축이음장치 사이를 횡방향 시공조인트 없이 당일에 시공하여야 한다.
- 포설 시 페이버의 라인 센서 감도가 포설속도보다 빠르면 포설 두께 조절이 불가능하여



- 포장면에 미세한 파형이 발생할 수 있으므로 일정한 포설속도를 유지하도록 하여야 한다.
- 포장공사 시에 가장 취약하기 쉬운 부분 중의 하나인 세로 이음부는 아스팔트 페이퍼의 스크리드를 기설 포장 상에 5cm 정도 중첩하여 포설하고 레이크등을 이용하여 이음부 위로 아스팔트 혼합물을 쌓아 올려서 곧바로 새롭게 포설한 아스팔트 혼합물에 롤러의 구동륜을 15cm 정도 걸쳐서 전압 한다.
 - 도로교의 신축이음장치의 포설 및 다짐 시 과도하게 평탄성을 의식하여 다짐이 불량하여 조기파손 되는 경우가 많다. 1차 다짐은 종방향으로 시행한 후 2차 다짐 시 머태덤 롤러의 원형이 큰 롤러 부분을 이용하여 시공조인트와 포장면을 동시에 걸치고 2~3회 정도 횡방향으로 다짐한 후 다시 종방향 다짐을 실시하면 밀하게 다짐되고 평탄성도 좋게 시공할 수 있다. 2층으로 시공할 경우 하부층 포설 후 다짐 시 우선적으로 롤러를 신축이음장치 측면에 최대한 바짝 붙여서 횡방향으로 다짐하여야한다.
 - 상부 포장체 만을 절삭하고 덧씌우기를 시행할 때 기존 패칭구간에 스트리핑(Stripping)이 발생하여 하부포장체가 파손되거나 기존 방수재의 밀림으로 인한 하부 포장체가 손상된 곳이 있을 시는 우선적으로 이러한 손상 부분을 절삭하여 방수처리를 실시하고 패칭을 실시한 후 상부층을 시공하여야 한다.
 - 포장포설 시 배수구에 대해서는 마킹을 실시하고 배수구로 아스팔트 혼합물이 흘러들어가서 배수구가 막히는 것을 방지하기 위하여 배수구 덮개판을 설치한 후 시공하고 다짐이 끝난 다음 덮개판을 제거하고 인력으로 배수구를 마무리한다.
 - 아스팔트 혼합물의 포설 및 다짐 시 신축이음장치의 오염을 방지하기 위하여 신축이음 장치의 유간 등에 오염방지를 위한 덮개를 설치한다.
 - 도로교의 하부층 포설 시 <그림 4.17>과 같은 삼각형 단면의 목재를 준비하여 신축이음장치 측면에 대고 페이퍼가 이동할 수 있도록 하여야 양호한 다짐과 평탄성의 확보에 도움이 된다.



〈그림 4.17〉 신축이음장치 측면에 설치된 완화대 개요

4.11 교면포장용 아스팔트 혼합물의 배합설계

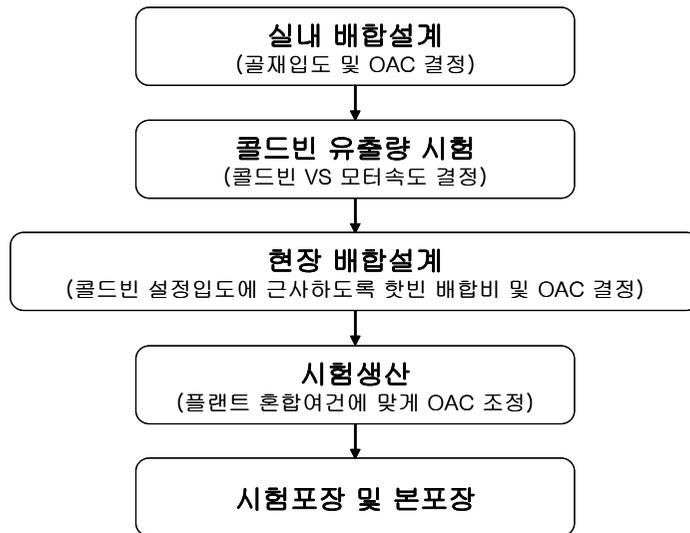
(1) 교면포장용 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용한다. 배합설계는 포장이 시작될 때 수행하며, 재료를 변경할 경우나 품질의 변동 시 실시하여야 한다.

【해 설】

- 교면포장용 아스팔트 혼합물의 배합설계는 소요 품질의 재료를 사용하여 소성변형과 균열 등에 대한 저항성과 내구성이 좋고, 소요의 기준을 만족하는 아스팔트 혼합물을 얻도록 하여야 한다.
- 배합설계 목적은 아스팔트 콘크리트 포장이 장기간 제 성능을 유지할 수 있도록 아스팔트, 골재 등의 배합을 결정하는 것이다.
- 배합설계 순서는 첫 번째로 실험실에서 혼합 입도 기준에 따라 굵은 골재, 잔골재, 채움재 등의 혼합 비율을 결정하고, 본 배합설계지침을 이용하여 최적 아스팔트 함량을 결정하는 콜드빈 배합설계과정과, 두 번째로 아스팔트 플랜트의 콜드빈 유출량 시험을 통한 재료의 유출량을 산정하는 과정이며, 세 번째로 콜드빈 유출량 시험을 통하여 결정된 콜드빈 RPM(회전수/분당)으로 골재를 가열하여 핫스크린을 통과시킨 후 핫빈에 저장된 골재를 샘플링하여 실내 배합설계 시 설정한 입도에 최대한 가깝도록 각 핫빈에서 채취한 골재의 배합 비를 결정하여 최적 아스팔트 함량을 도출하는 과정으로 정의된다. 마지막으로 최종적으로 핫빈 골재를 대상으로 결정된 핫빈 배합비와 최적아스팔트함량을 이용하여 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 혼합물을 시험생산하여 배합설계의 적정성을 검사하여

수정하는 과정을 포함한다 (<그림 4.18> 참조).

- 배합설계로 결정된 아스팔트 함량 및 골재입도가 다르게 생산될 경우에는 포장의 소성변형이나 균열 발생 등이 조기에 발생할 수 있으므로, 배합설계로 확정된 골재 배합 비율과 최적 아스팔트 함량이 적용된 아스팔트 혼합물이 아스팔트 플랜트에서 생산될 수 있도록 플랜트의 콜드빈 골재 및 핫빈 골재 그리고 생산된 아스팔트 혼합물의 골재 입도 및 아스팔트 함량 등에 대한 지속적인 품질 관리 절차가 강구되어야 한다. 또한 이러한 절차의 수행에 따른 기록은 보관하도록 한다.
- 배합설계는 반입되는 골재가 변동 되었거나, 시공된 아스팔트 혼합물의 품질이 변동 되었을 때 재배합설계를 수행하여야 한다.
- 배합설계 후에는 시험시공을 통해 다짐방법 등을 결정하여 본 시공을 수행하게 된다.



<그림 4.18> 배합설계절차

4.11.1 교면포장용 배합설계 품질기준

(1) 밀입도 아스팔트 혼합물

가. 골재의 품질 및 입도

- (1) 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물은 굵은 골재 최대치수 13mm 아스팔트 혼합물을 적용하며, WC-1 또는 WC-6 입도를 사용한다.
- (2) 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 합성한 골재를 사용하며, <표 4.6>의 표준 배합 입도에 적합하여야 한다.

【해 설】

- 교면포장에서 일반적으로 트럭 등의 대형차 교통량이 많은 도로에는 내유동성을 갖는 아스팔트 혼합물을, 교통량이 적은 도로에는 유연성과 내구성이 있는 아스팔트 혼합물을 선정하여 사용한다.
- 밀입도 아스팔트 혼합물은 굵은 골재, 잔골재 및 채움재 등을 혼합하여 사용하며, 골재의 품질은 <표 3.16>, <표 3.18> 및 <표 3.20>의 규정을 만족해야 한다.
- 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 혼합하였을 때의 골재 합성 입도는 <표 4.6>을 표준으로 한다.

〈표 4.6〉 표층용 가열 아스팔트 혼합물의 표준 배합

아스팔트 혼합물의 종류 체의 호칭치수		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
		밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	내유동성	내유동성
		13	13F	20	20F	20R	13R
통 과 질 량 백 분 율 (%)	25mm	-	-	100	100	100	-
	20mm	100	100	90~100	95~100	90~100	100
	13mm	90~100	95~100	72~90	75~90	69~84	90~100
	10mm	76~90	84~92	56~80	67~84	56~74	73~90
	5mm	44~74	55~70	35~65	45~65	35~55	40~60
	2.5mm	28~58	35~50	23~49	35~50	23~38	25~40
	0.60mm	11~32	18~30	10~28	18~30	10~23	11~22
	0.30mm	5~21	10~21	5~19	10~21	5~16	7~16
	0.15mm	3~15	6~16	3~13	6~16	3~12	4~12
0.08mm	2~10	4~8	2~8	4~8	2~10	3~9	

【주1】 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 26.5mm, 19mm, 13.2mm, 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm 및 0.075mm에 해당한다.

【주2】 WC는 표층(Wearing Course)용 가열 아스팔트 혼합물의 약자이다.

【주3】 「F」는 광물성채움재(석분)가 많이 함유된 아스팔트 혼합물, 「R」은 소성변형에 저항성이 높은 아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

나. 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물의 품질

(1) 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 밀입도 아스팔트 혼합물은 본 배합설계 지침에 의하여 결정된 최적 아스팔트 함량으로 제조했을 때 〈표 4.7〉의 품질 기준에 합격해야 한다.

(2) 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준은 〈표 4.9〉를 적용한다.

【해설】

- 공시체의 공극율 계산 시에 적용되는 이론최대밀도는 다져진 아스팔트 혼합물에 공극이 전혀 없다고 가정할 때의 밀도로서, 가열 아스팔트 혼합물의 공극율을 계산할 때에는 시험에

의하여 구한 이론 최대밀도 값을 사용하여야 한다.

- 상기의 이론최대밀도 시험 방법은 KS F 2366에 따른다.
- 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준은 <표 4.7>에 나타내었으며, <표 4.9>는 교면포장에 적용하는 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준을 상부층과 하부층의 사용목적과 밀입도 아스팔트 혼합물의 특성을 고려하여 설정하였다.
- 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 방법은 상부층과 하부층에 입도는 동일하게 사용하면서 아스팔트 함량만 변화시켜, 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준인 <표 4.9>에 맞추어 사용한다.

<표 4.7> 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준값

특성치		아스팔트 혼합물의 종류	
		WC-1	WC-6
① 변형강도 적용 시	변형강도(MPa) (직경 100mm 또는 101.6mm, 재하속도 30mm/분)	4.25 이상 (3.2 이상)	
	공극율 (%)	3~5	2~4
	포화도 (%)	70~85	75~90
	골재 간극율 (%)	<표 4.8> 참조	
	동적안정도(회/mm)	500(300) 이상	750(500) 이상
	다짐횟수(회)	선화다짐 : 100 (75) 마살다짐 : 양면 75 (50)	
② 마살 안정도 적용 시	마살 안정도(N)	7500 이상 (5000 이상)	6000 이상 (4500 이상)
	흐름값(1/100cm)	20~40	20~40
	공극율 (%)	3~5	2~4
	포화도 (%)	70~85	75~90
	골재 간극율 (%)	<표 4.8> 참조	
	동적안정도(회/mm)	500(300) 이상	750(500) 이상
	다짐횟수(회)	선화다짐 : 100 (75) 마살다짐 : 양면 각 75 (50)	

【주1】 현장 여건에 따라서 ① 변형강도 적용 시 품질기준을 사용하거나, ② 마살 안정도 적용 시 품질기준을 사용한다.



- 【주2】 공시체의 다짐은 현장 다짐조건과 유사한 선회다짐기를 사용한 선회다짐이나, 마살다짐기를 사용한 마살다짐을 적용할 수 있다.
- 【주3】 교면포장용 일반아스팔트혼합물은 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 250대/Lane/일 이상일 경우인 교면포장에서는 선회다짐 100회 또는 마살다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 선회다짐 75회 또는 마살다짐 양면 각 50회를 사용하며, 이 경우 품질기준은 ()의 기준을 적용한다.
- 【주4】 공시체는 골재와 아스팔트 등을 혼합한 후 해당 아스팔트 혼합물의 다짐 온도상태 (열풍순환 오븐 내에서)에서 1시간 단기노화 후 제조하여야 한다.
- 【주5】 변형강도는 공시체를 탈형하여 상온(25℃)에서 24시간 보관한 후 60℃ 물에 30분간 수침 후 꺼내어 물기를 닦고 바로 측정한다. 변형강도의 단위를 kgf/cm²으로 할 경우 MPa 단위에 10을 곱한다(예: 3.5 MPa = 35kgf/cm²).
- 【주6】 변형강도는 공시체 직경 100mm(또는 101.6mm), 재하속도 30mm/분을 기준으로 하지만, 변형강도 시험 시 재하속도와 공시체 직경이 다를 경우에는 다음 기준을 적용할 수 있다.

종류		변형강도 기준(MPa)
공시체 직경 100mm (또는 101.6mm)	재하속도 30mm/분	4.25 이상 (3.2 이상)
	재하속도 50mm/분	4.5 이상 (3.5 이상)
공시체 직경 150mm	재하속도 30mm/분	4.8 이상 (3.6 이상)
	재하속도 50mm/분	5.1 이상 (3.9 이상)
다짐횟수	선회다짐 : 100 (75) 마살다짐 : 양면 75 (50)	

- 【주7】 수분 손상의 영향이 고려되는 곳의 아스팔트 혼합물 또는 그와 같은 장소에 포설되는 아스팔트 혼합물에 대하여는 다음 식으로 구한 잔류인장강도가 75% 이상인 것이 바람직하다.

잔류인장강도(%)

$$= \frac{-18^{\circ}C \text{ 동결 24시간, } 60^{\circ}C \text{ 22시간, } 25^{\circ}C \text{ 2시간 수침 후 간접인장강도}}{\text{간접인장강도}} \times 100$$

〈표 4.8〉 최소 골재 간극율(VMA) 기준

골재최대치수 (mm)	설계 공극율 (%)			
	2.0	3.0	4.0	5.0
13	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
20	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
25	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상
30	9.5 이상	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상
40	9.0 이상	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상

【주】 설계공극율이 2.0~3.0%, 3.0~4.0% 및 4.0~5.0% 이면, 각 기준값을 보간 하여 사용한다. 예를 들어 최대입경이 13mm이며, 설계공극율이 2.5%이면, VMA 기준은 「12.5% 이상」이다.

〈표 4.9〉 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	5.0 이상	5.0 이상
공극율(%)	3.0~4.0	2.0~3.0
골재 간극율(%)	13.0 이상	12.0 이상
포 화 도(%)	70 이상	75 이상
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
다짐횟수(양면)	마샬 75회	

【주】 동적안정도 기준을 만족하는 범위 내에서 최대한 공극율을 낮게 설계하도록 하는 것이 좋음.



(2) SMA 혼합물

가. 골재의 품질 및 입도

- (1) 굵은 골재, 잔골재, 채움재를 합성한 골재를 사용하며, <표 4.10>의 표준배합 입도에 적합하여야 한다.
- (2) 도로교의 교면포장 구간에는 주로 10mm와 8mm SMA 혼합물이 사용되며, SMA 10mm혼합물은 시멘트 콘크리트 바닥판 상·하부층 및 강 바닥판 상부층에 적용하며, SMA 8mm혼합물은 장경간 시멘트 콘크리트 바닥판 하부층 및 강 바닥판 하부층에 주로 사용된다.

【해 설】

- SMA 혼합물은 굵은 골재, 잔골재, 채움재 등을 혼합하여 사용하며, 골재의 품질은 <표 3.16>, <표 3.18> 및 <표 3.20>의 규정을 만족해야 한다.
- SMA 포장의 입도는 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 혼합한 혼합골재 입도로 <표 4.10>을 표준으로 한다. <표 4.10>에서 주로 사용되는 입도는 13mm, 10mm 및 8mm SMA가 적용되며, 일반 토공부에는 주로 13mm SMA 혼합물이 적용되며, 도로교의 교면포장 구간에는 주로 10mm와 8mm SMA 혼합물이 사용된다.
- <표 4.10>에 나타난 SMA 혼합물의 합성입도 기준을 만족시키기 위해 사용하는 개별골재는 20mm SMA 혼합물은 20mm, 13mm, 10mm 및 6mm 이하와 석회석분을 사용할 수 있고, 13mm SMA 혼합물은 13mm, 10mm 및 6mm 이하와 석회석분, 10mm SMA 혼합물은 10mm 및 6mm 이하와 석회석분, 8mm SMA 혼합물은 8mm 및 6mm 이하와 석회석분, 5mm SMA 혼합물은 5~3mm 및 3mm 이하와 석회석분을 사용하여 <표 4.10>의 합성입도 기준에 맞도록 개별 골재의 사용비율을 결정하여 사용한다.
- 상기에 기술한 방식으로 개별 골재를 준비하지 않고 더욱 단입도 형태로 골재를 파쇄 하였을 때는 <표 4.10>에 나타난 SMA 혼합물의 합성입도 기준에 맞도록 개별 골재의 사용 비율을 결정하여 사용할 수 있다.

〈표 4.10〉 SMA 아스팔트 혼합물의 합성입도 기준

SMA 혼합물의 종류		체크기				
		20mm	13mm	10mm	8mm	5mm
통과 질량 백분율 (%)	25mm	100	-	-	-	-
	20mm	93~100	100	-	-	-
	13mm	30~50	93~100	100	-	-
	10mm	20~35	40~55	90~100	100	100
	5mm	15~25	16~30	25~45	30~60	95~100
	2.5mm	12~22	12~23	15~30	15~30	25~45
	0.60mm	10~18	10~18	11~20	12~20	13~21
	0.30mm	8~15	8~15	10~16	10~16	11~17
	0.15mm	7~13	7~14	9~15	9~15	10~16
	0.08mm	6~12	7~12	8~13	8~13	9~14

【주】 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망 체 26.5mm, 19mm, 13.2mm, 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm 및 0.075mm에 해당한다.

나. 교면포장용 SMA 혼합물의 품질

(1) 교면포장용 SMA 혼합물 배합설계 기준에 의하여 결정된 최적 아스팔트 함량으로 제조했을 때 〈표 4.11〉의 품질 기준에 합격해야 한다.

【해설】

- 공시체의 공극율 계산 시에 적용되는 이론 최대밀도는 다져진 혼합물에 공극이 전혀 없다고 가정할 때의 밀도로서 SMA 혼합물의 공극율을 계산할 때에는 시험에 의하여 구한 이론 최대밀도 값을 사용하여야 한다.
- 상기의 이론 최대밀도 시험 방법은 KS F 2366에 따른다.
- 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준은 〈표 4.11〉에 나타내었으며, 〈표 4.11〉은 교면포장용 상부층과 하부층의 사용목적과 SMA 혼합물의 특성을 고려하여 설정하였다.

〈표 4.11〉 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	6.8 이상	6.9 이상
공극율(%)	2.0~3.0	1.0~2.0
골재 간극율(%)	18 이상	17 이상
포화도(%)	75 이상	80 이상
드레인다운 시험값(%)	0.3 이하	
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
배합설계 다짐방법	마살 다짐 75회	

• 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계법을 도로교의 종류에 따라 설명하면 다음과 같다.

- ① 시멘트 콘크리트 바닥판 : 상부층과 하부층에 동일한 골재최대치수의 혼합물을 사용할 경우 상부층과 하부층에 입도는 동일하게 사용하면서 아스팔트 함량만 변화시켜 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 맞추어 사용하고, 상부층과 하부층이 다른 치수의 SMA 혼합물일 경우 별도로 배합설계 하여야 한다.
- ② 강 바닥판 : 시멘트 콘크리트 바닥판과 동일한 방법으로 배합설계를 실시하며, 특히 강 바닥판인 경우에는 휨시험과 휠트랙킹 시험 등을 실시하여 가장 양호한 입도 조건과 아스팔트 함량에서 배합설계 되도록 하여야 한다.
- ③ 교면포장의 경우 가혹한 기상조건과 교통여건에 노출되며 구조적인 특성 상 포트홀 발생 위험에 높기 때문에 사용되는 아스팔트의 등급을 가능하면 PG 76-22 이상을 적용하는 것이 좋다. PG 76-22 미만의 아스팔트 적용 시 설계공극율은 상부층 3.0%, 하부층 2.0%를 적용하도록 하고 PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 시는 상부층 약 2.5%, 하부층 약 1.5%의 설계공극율을 적용하되 동적안정도가 2000회/mm를 상회하는 지를 확인하여야 한다.
- ④ 모든 교면포장 아스팔트 혼합물은 현장 플랜트에서 생산되는 SMA 혼합물에 대하여 현장 배합을 실시하여 시방기준에 만족하는 여부를 확인한 후 포설하여야 한다. 도로교 바닥판의 주요 파손 원인을 살펴보면, 시멘트 콘크리트 바닥판의 교면포장은 소성 변형과 포트홀 등이고 강 바닥판 도로교의 경우는 균열과 소성변형이 가장 큰 파손 원인이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수밀성, 내유동성 및 처짐 추종성이 우수한 아스팔트 혼합물을 사용하여야 한다. 교면포장에 요구되는 이러한 아스팔트 혼합물의

요구 성상에 대해 SMA 혼합물의 적용성이 큰 것으로 판단되며, 이러한 SMA 혼합물의 생산과 시공 시 철저한 품질관리가 요구된다.

4.11.2 아스팔트 혼합물의 단기노화, 다짐 온도 및 혼합 온도

- (1) 배합설계를 할 때 아스팔트 혼합물의 상태는 플랜트 혼합물을 모사하기 위하여 단기노화 처리시킨다.
- (2) 다짐 온도는 최적 아스팔트 함량을 결정하는데 가장 중요한 요소인 공극율에 큰 영향을 미치므로 아스팔트의 품질시험 결과에 부기된 동점도를 확인하고 <표 4.12>의 기준을 확인하여 혼합 및 다짐온도를 결정한 후 이에 따라 공시체를 제작하여야 한다.
- (3) 만일 아스팔트의 동점도 시험 값이 없을 경우에는 <표 4.13>의 값에 적용할 수 있다.

【해 설】

- 공시체 제작 시 혼합물의 상태, 혼합 및 다짐 온도는 작업성과 물성치에 큰 영향을 미친다. 즉, 아스팔트 혼합물을 서로 다른 온도에서 다짐할 경우 동일한 아스팔트 혼합물이라도 결국 최적 아스팔트 함량이 다르게 결정된다. 따라서 아스팔트의 품질시험 결과에 부기된 동점도에서의 온도값을 확인하여 <표 4.12>에 따라 혼합 및 다짐 온도를 결정하여야 한다. 아스팔트 플랜트에서 생산된 아스팔트 혼합물의 혼합, 운반 중 노화상태를 모사하기 위해서 아스팔트 혼합물을 혼합한 다음 해당 아스팔트 혼합물의 다짐 온도상태(열풍순환 오븐 내에서)로 1시간 동안 보관하여 단기노화 시킨 상태로 공시체 제작에 사용한다.
- 만일 아스팔트 혼합물에서 동점도를 구할 수 없는 특수한 경우에는 <표 4.13>에 따라 혼합 및 다짐 온도를 결정할 수 있다.

〈표 4.12〉 아스팔트 혼합물의 혼합 동점도와 다짐 동점도 기준

혼합용 동점도 (cSt)	다짐용 동점도 (cSt)
170±20 (150~190)	280±30 (250~310)

〈표 4.13〉 아스팔트 혼합물의 일반적인 혼합 온도와 다짐 온도

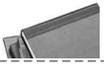
종류	아스팔트 종류	혼 합 온 도(°C)	다 짐 온 도(°C)
가열 밀입도 아스팔트 혼합물	침입도 등급 60-80 (PG 64-22)	150 ± 5	140 ± 2
	PG 70-22, PG 76-22	160 ± 5	145 ± 2
SMA 혼합물	침입도 등급 60-80 (PG 64-22)	165 ± 5	145 ± 2
	PG 70-22, PG 76-22	170 ± 5	150 ± 2
	PG 82-22	175 ± 5	155 ± 5

4.11.3 이론최대밀도의 산출

(1) 이론최대밀도는 아스팔트 혼합물에 이용되는 굵은 골재, 잔골재, 채움재 등의 각 재료의 비중을 이용한 수식으로 구하지 않고 KS F 2366의 '역칭 포장 혼합물의 이론적 최대 비중 및 밀도 시험 방법'에 따라 구하며, 3회 시험한 평균을 취한다.

【해 설】

- 이론 최대밀도 시험용 아스팔트 혼합물은 별도로 아스팔트 혼합물을 제조하여야 한다.



아스팔트 플랜트에서 고온의 아스팔트 혼합물 생산 후 덤프트럭으로 운반되어 포설되기 까지 고온의 아스팔트가 골재 내부로 흡수되는 것을 모사하기 위해서 아스팔트 혼합물을 혼합한 후 해당 아스팔트 혼합물의 혼합 온도상태(열풍순환 오븐 내)로 2시간 동안 양생하고, 상온으로 온도를 식힌 후 이론최대밀도 시험용 시료를 제작한다. 이때, 상온으로 온도를 저감시킬 때 아스팔트 혼합물이 뭉치지 않도록 잔골재가 6mm 보다 크지 않게 분리시켜야 한다.

- 이론 최대밀도 시험을 위한 SMA 혼합물 제작은 밀입도의 경우는 최적 아스팔트 함량 (OAC)에 해당하는 아스팔트 혼합물을 이용하여 이론최대밀도 시험을 수행하지만, SMA 혼합물의 경우는 밀입도 혼합물에 비해 아스팔트 함량이 1 ~ 2% 정도 높다. 이로 인하여 골재에 부착된 코팅 두께가 두꺼워서 2시간 양생 후 상온으로 식힐 때 잔골재들 사이에 공극이 형성되기 쉬워 이론 최대밀도 시험 시 큰 오차를 발생하는 경우가 많다. 그러므로 SMA 혼합물의 경우 이러한 오차를 방지하기 위하여 이론 최대밀도 시험을 위한 아스팔트 함량은 <표 4.14>에 따른다.
- <표 4.14>를 이용하여 KS F 2366 시험으로 구한 이론 최대밀도를 이용해 유효 혼합골재 비중을 구하여 나머지 아스팔트 함량의 이론 최대밀도를 <식 4.1>과 같이 계산한다.

$$D = \frac{100}{\frac{100-A}{G_{se}} + \frac{A}{G_b}} \quad \langle \text{식 4.1} \rangle$$

여기서, D : 이론최대밀도 (g/cm³),

A : 아스팔트 함량(%),

G_{se} : 혼합골재 유효 비중

G_b : 아스팔트 비중

〈표 4.14〉 이론최대밀도 시험용 혼합물의 아스팔트 함량 결정

종류	SMA 혼합물	밀입도 아스팔트 혼합물
20mm	4.0	OAC
13mm	4.3	OAC
10mm	4.5	-
8mm	4.7	-

- 혼합골재 유효비중 적용 시 각 골재의 비중시험 결과로부터 골재 진비중 (Apparent) 을 사용하여 계산한 혼합골재 진비중과 골재 겉보기비중(Bulk)을 적용하여 계산한 혼합골재 겉보기비중 사이에 KS F 2366 시험으로 측정하여 구한 혼합골재 유효 비중 값이 존재하는지를 확인하여 시험의 정확성을 확인한 후 이 값을 사용한다. 만일 만족시키지 않을 경우에는 KS F 2366에 의한 이론최대밀도 시험을 재 실시한다 (〈그림 4.19〉 참조).

혼합골재 겉보기비중(Bulk) < 혼합골재 유효비중(KS F 2366) < 혼합골재 진비중(Apparent)

- 또한, 국내 골재 대부분의 혼합골재 유효비중은 〈그림 4.19〉와 같이 대체적으로 혼합골재 진비중(Apparent)과 혼합골재의 표면건조포화상태 겉보기 비중 사이에 존재함을 참고하여 검토한다.

골재의 진비중(Apparent)을 적용한
이론최대비중

골재의 유효비중(KSF 2366)을
적용한 이론 최대비중

골재의 표면건조포화상태
겉보기비중을 적용한 이론최대비중

골재의 겉보기비중(Bulk)을 적용한
이론최대비중



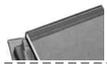
〈그림 4.19〉 시험한 혼합골재의 유효비중과 계산된
혼합골재비중과의 상관관계

4.11.4 최적 아스팔트 함량 결정

- (1) 아스팔트 혼합물의 최적 아스팔트 함량(Optimum Asphalt Content : OAC)은 공극율을 이용하여 결정한다.
- (2) 최적 아스팔트함량 결정은 아스팔트 혼합물 종류와 아스팔트 바인더의 종류에 따라 아스팔트 함량을 선정하고, 선정된 아스팔트 함량에 해당하는 시험 결과가 시험 기준 값에 합격하는지를 확인한다. 이 결과, 모든 시험 기준 값에 합격한다면 이를 최적 아스팔트 함량으로 결정 한다.

【해 설】

- 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 아스팔트 혼합물의 최적 아스팔트 함량은 <표 4.7>과 <표 4.9>를 적용하여 상부층과 하부층의 설계 공극율에 해당하는 아스팔트 함량을 선택한다.
- SMA 혼합물의 최적 아스팔트 함량은 <표 4.11>을 적용하여 PG 76-22 미만의 아스팔트 적용 시 설계 공극율인 상부층 3.0%, 하부층 2.0%에 해당하는 아스팔트 함량을 선택하고, PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 시 설계 공극율인 상부층 약 2.5%, 하부층 약 1.5%에 해당하는 아스팔트 함량을 선택한다.



- 최적 아스팔트 함량 결정 시 동적안정도가 2000회/mm(PG 76-22 적용한 경우 : 2500회/mm)를 상회하는 지를 확인하여야 한다.
- 모든 시험 기준 값에 만족하더라도 현장 여건에 따라 품질확보를 위해 특별히 고려해야 할 사항이 필요할 경우에는 별도 규정을 강구하도록 한다.

4.12 교면포장용 아스팔트 혼합물 생산

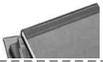
4.12.1 입도 관리

- (1) 현장 아스팔트 플랜트의 콜드빈과 핫빈의 입도관리는 일 3회 이상 지속적으로 행하여 입도변동 상황을 점검하여야 한다.
- (2) 아스팔트 혼합물의 내구성에 영향을 미칠 정도의 입도변동 발생 시에는 실내 배합설계 상의 합성입도와 동일하게 다시 입도합성을 실시한 후 콜드빈 투입비를 다시 결정하고 핫빈의 배합비 결정을 위한 현장 배합을 다시 실시한다.

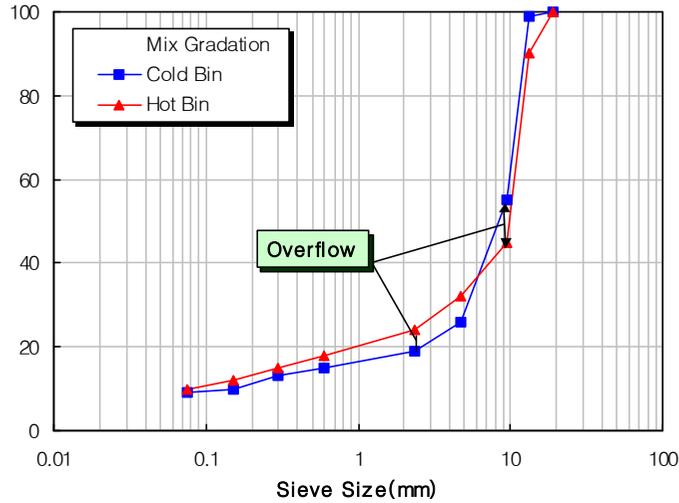
【해 설】

(1) 콜드빈의 입도관리

- 콜드빈의 입도관리는 석산에서 크러셔에 의해 생산되는 골재의 입도관리를 포함한다. 석산에서 크러싱(Crushing)을 통하여 골재를 생산할 때 배합설계 시에 사용된 입도와 동일한 입도 유지를 위한 최대한의 노력을 기울여야 한다. 정기적으로 크러셔와 스크린 망의 이상 유무를 점검하고 이상 발생 시에는 즉각적인 조치를 해주어야 한다.
- 콜드빈 골재의 입도 변동은 핫빈의 입도변동 뿐만 아니라 오버플로우(Overflow) 문제까지 야기하므로 아스팔트 플랜트 운영자는 오버플로우 문제를 개선하기 위하여 콜드빈 게이트 또는 VS 모터의 임의적인 조작을 하게 되고, 결국은 핫빈 골재의 더욱 심각한 입도 변경을 발생시켜 설계된 아스팔트 혼합물과는 전혀 다른 혼합물이 생산되는 결과를 불러올 수 있다. <그림 4.20>에 나타난 바와 같이 입경별



통과율의 차이가 곧 오버플로우로 발생된다. 이러한 오버플로우의 발생을 최소화하기 위해서는 콜드빈에 투입되는 골재의 입도변동 방지에 노력하고, 단립화된 골재를 사용하며 콜드빈의 유출량을 일정하게 유지할 수 있어야 한다.



〈그림 4.20〉 콜드빈과 핫빈의 입도차이에 의한 오버플로우 발생 예

(2) 핫빈의 입도관리

- 아스팔트 혼합물의 입도관리를 위해 정기적으로 핫빈에서 골재 샘플을 채취한 후 체분석을 실시하여 입도변동을 검사하여야 한다. 핫빈에서의 입도변동은 바로 콜드빈에서 공급되는 골재의 입도 변동이나 핫 스크린의 구멍 막힘 또는 파손을 의미하기 때문에 핫빈 입도의 변동이 심할 때는 핫 스크린의 이상 유무를 점검하고, 콜드빈 골재에 대한 체분석 시험과 각 콜드빈의 유출량 조사를 통하여 문제를 해결하여야 한다.
- 핫빈의 입도변동이 문제가 되어 콜드빈 골재에 대한 체분석을 다시 실시하여 각 콜드빈 골재의 입도가 심하게 변동되었을 때는 실내 배합설계 상의 합성입도와 동일하게 다시 입도합성을 실시한 후 콜드빈 투입비를 다시 결정하고 핫빈의 배합비 결정을 위한 현장배합을 다시 실시하여 작업 기준을 다시 설정하여야 한다.

4.12.2 아스팔트 혼합물 관리

(1) 시험 생산

(1) 긴급 보수에 해당하지 않는 모든 아스팔트 혼합물에 대하여 현장 배합설계 후 시험생산을 실시하여 실제 플랜트 생산 아스팔트 혼합물의 품질을 미리 확인하고 현장배합 입도와 아스팔트 함량 및 공극율 등의 품질 기준을 결정한 후에 현장시공을 실시한다.

【해 설】

- 현장 배합설계 결과를 이용하여 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 혼합물을 시험 생산하여 아스팔트 혼합물의 품질을 확인하여야 한다.
- 시험 생산된 아스팔트 혼합물 시료를 채취하여 밀도, 공극율, 골재 간극율, 포화도, 아스팔트 함량 및 골재입도 등이 현장 배합설계 결과에 적합한지 검토한다. 만일 적합하지 않다면 그 원인을 분석하고 조치한 후 다시 시험 생산한다.
- 아스팔트 플랜트의 검사결과 각 성능에 대해서 합격 판정이 얻어지면 현장배합 입도와 현장 아스팔트함량을 결정해야 한다. 현장배합을 결정하기 위해서는 아스팔트 혼합물 배합 설계서에 명시된 핫빈별 배합비로 골재를 투입하여 최초 핫빈에 저장되는 골재에 대해서는 일부를 폐기한다. 그 이유는 최초에 콜드빈 게이트를 통해서 컨베이어 벨트를 타고 올라온 골재는 전체 골재에 대한 대표성이 작기 때문이다. 아스팔트 혼합물의 경우 설계 아스팔트 함량 -0.4%, 설계 아스팔트 함량 그리고 설계 아스팔트 함량 +0.4%의 순으로 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 혼합물을 생산하여 현장배합을 결정하기에 충분한 시료를 채취한다.
- 채취된 다져지지 않은 아스팔트 혼합물을 실내 배합설계와 같은 조건에서 마샬공시체를 제작하고 각 공시체에 대하여 공기중 중량, 수중 중량 및 표건 중량을 측정하고 공극율과 포화도 골재공극율(VMA)을 계산한다. 이렇게 계산되어진 현장 마샬 공시체들의 물성치 들은 현장 조건이 실내 배합설계 시험 시의 조건과는 상이하기 때문에 일반적으로 배합설계서에 명시된 물성치와 차이를 보이는 경우가 많다. 이러한 문제 때문에 현장배합을 실시하는 것이며 현장 아스팔트 함량을 확인하고 필요시 수정해야 한다. 배합설계서 상의 아스팔트 함량의 수정이 요구될 때는 현장 아스팔트 플랜트에서 생산된 3가지의 아스팔트



함량에 대한 시료를 사용하여 실내시험에서 결정하는 것과 같은 방식으로 다시 최적 아스팔트 함량을 결정하여 실제 혼합물 생산에 사용한다.

- 따라서 현장배합 오차를 결정하는 기준이 되는 입도곡선은 최종적으로 결정된 아스팔트 함량을 사용하여 현장 배합설계에서 결정된 핫빈 배합비를 합성한 입도곡선이 사용된다.

(2) 가열 아스팔트 혼합물의 현장배합오차

(1) 교면포장용 아스팔트 혼합물의 현장배합오차(JMF)는 상부층과 하부층 모두 현장 배합설계에서 최종적으로 결정된 아스팔트 함량 및 입도를 기준으로 <표 4.15>를 적용한다.

【해 설】

<표 4.15>는 지방서에 규정된 표층용 아스팔트 혼합물의 현장배합오차 범위를 나타낸다. 이러한 현장배합 오차기준은 배합설계 시 적용된 합성입도와 최적 아스팔트 함량에 대하여 적용된다.

〈표 4.15〉 표층 아스팔트 혼합물의 현장배합 오차

항 목		현장배합 오차범위
골재 체통과 질량 백분율	4.75 mm (No. 4) 이상	±5%
	2.36 mm (No. 8)	±4%
	600µm (No. 30), 300µm (No. 50), 150µm (No. 100)	±3%
	75µm (No. 200)	±2%
아스팔트 함량		±0.3%
온 도		±15℃

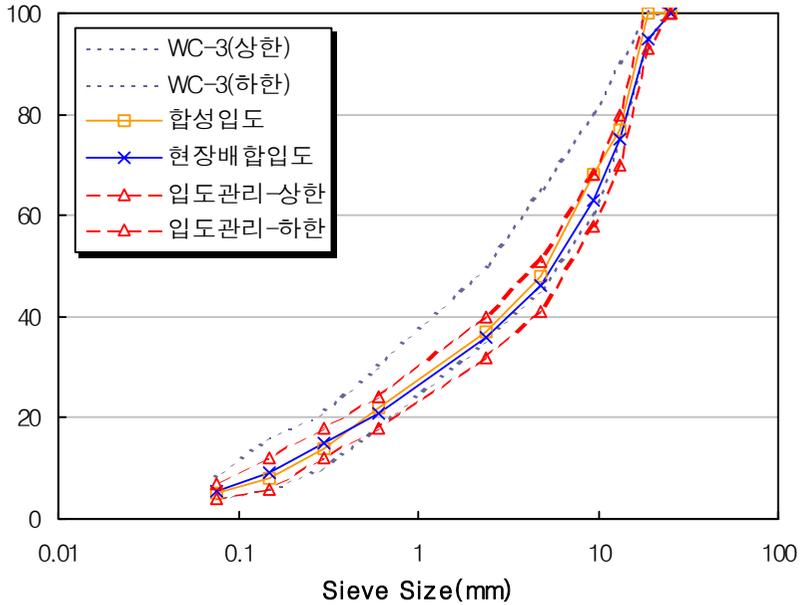
예를 들면, <표 4.16>과 <그림 4.21>은 20mm 아스팔트 혼합물의 생산을 위하여 표층 20mm(WC-3) 지방기준을 적용한 것으로 소성변형에 대한 저항성을 높이기 위하여 지방범위 하한에 가깝게 현장 배합설계에서 목표입도를 설정한 것이다. 이렇게 결정된 목표입도가 아스팔트 혼합물의 품질관리의 기준이 되는 입도가 된다. 이렇게 결정된



기준입도에 <표 4.16>의 현장배합 오차 범위를 적용한 “입도관리-상한”과 “입도관리-하한”을 적용한 범위가 아스팔트플랜트에서 최종적으로 입도관리에 사용할 범위가 되는 것이다. 시험 생산된 아스팔트 혼합물의 추출입도는 모두 이 범위 내에 있어야 하며, 극단적인 경우 이 범위가 시방서 상에 나타난 규정 밖에 존재할 수 있다. <표 4.16>과 <그림 4.21>은 이러한 경우에 해당되는 경우를 설명하는 일례이다.

<표 4.16> 20mm 현장배합 입도곡선의 설정 예

구 분 \ 체크기(mm)	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.08
WC-3(상한)	100.0	100.0	90.0	80.0	65.0	50.0	30.0	21.0	16.0	8.0
WC-3(하한)	100.0	95.0	75.0	60.0	45.0	35.0	18.0	10.0	6.0	4.0
합성입도	100.0	100.0	77.0	68.0	48.0	37.0	22.0	14.0	8.0	5.0
현장배합입도	100.0	98.0	75.0	63.0	46.0	36.0	21.0	15.0	9.0	5.5
입도관리-상한	100.0	103.0	80.0	68.0	51.0	40.0	24.0	18.0	12.0	7.0
입도관리-하한	100.0	93.0	70.0	58.0	41.0	32.0	18.0	12.0	6.0	4.0



〈그림 4.21〉 현장배합 오차의 적용 예

(3) SMA 혼합물의 현장배합 오차

(1) SMA 혼합물의 현장배합 오차는 현장 배합설계에서 최종적으로 결정된 아스팔트 함량 및 입도를 기준으로 <표 4.17>을 적용한다..

【해 설】

<표 4.17>은 시방서에 규정된 SMA 혼합물의 현장배합 오차 범위를 나타낸다. 이러한 현장배합 오차기준은 배합설계 시 적용된 합성입도와 최적 아스팔트 함량에 대하여 적용된다.

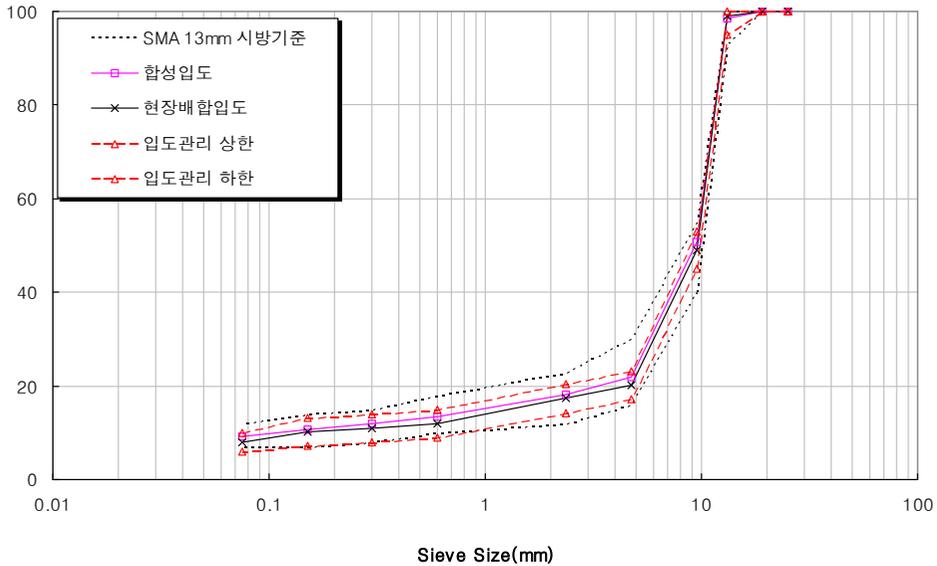
〈표 4.17〉 SMA 혼합물의 현장배합 오차

항 목		현장배합 오차범위
골재 체통과 중량 백분율	13mm, 10mm	±4%
	5mm(No. 4), 2.5mm(No. 8) 0.6mm(No. 30), 0.3mm(No. 50), 0.15mm(No. 100)	±3%
	0.08mm(No. 200)	±2%
아스팔트 함량		±0.3%
온 도		±15℃

예를 들면, 〈표 4.18〉은 13mm SMA 혼합물의 생산을 위하여 입도기준을 적용한 것이다. 이렇게 결정된 목표입도가 SMA 혼합물의 품질관리의 기준이 되는 입도가 된다. 이렇게 결정된 기준입도에 〈표 4.17〉의 현장배합 오차 범위를 적용한 “입도관리-상한”과 “입도관리-하한”을 적용한 범위가 아스팔트 플랜트에서 최종적으로 입도관리에 사용할 범위가 되는 것이다. 시험 생산된 SMA 혼합물의 추출 입도는 모두 이 범위 내에 있어야 하며, 극단적인 경우 이 범위가 시방서 상에 나타낸 규정 밖에 존재할 수 있다 (〈그림 4.22〉 참조).

〈표 4.18〉 13mm SMA 현장배합 입도곡선의 설정 예

구 분	체 크기 (mm)							
	13	10	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.08
13mm SMA 입도기준	100	100	100	55	30	23	18	15
	100	100	93	40	16	12	10	8
합성입도	100	100	98.5	50.8	21.8	18.2	13.5	11.9
현장배합입도	100	100	99.0	49.0	20.1	17.3	12.0	11.0
입도관리-상한	100	100	100	53.0	23.1	20.3	15.0	14.0
입도관리-하한	100	100	95.0	45.0	17.1	14.3	9.0	8.0



〈그림 4.22〉 현장배합 오차의 적용 예

4.13 교면포장용 아스팔트 혼합물의 시공

4.13.1 아스팔트 혼합물의 운반

- (1) 아스팔트 플랜트에서 포설현장까지 아스팔트 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평편해야 한다.
- (2) 아스팔트 혼합물의 양은 계획시간 이전에 포설 및 다짐이 연속적으로 이뤄질 수 있도록 그 양을 고려하여 현장에 운반하여야 한다.
- (3) 아스팔트 혼합물은 운반도중 오물이나 기타 불순물이 유입되거나 아스팔트 혼합물의 온도가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 아스팔트 혼합물 위에 덮개를 씌워야 한다.
- (4) 아스팔트 혼합물 덮개는 파손이 없는 방수와 내열성이 우수한 재질로 된 것이어야 하며, 운반 및 포설 대기 중에 외기 순환에 의한 온도 저하를 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

【해설】

- ① 아스팔트 혼합물의 골재 분리가 최소화되도록 적재하여야 하며, 운전석 방향을 기준으로 상부, 하부, 중앙 순으로 아스팔트 혼합물을 적재하도록 하여야 한다.
- ② 아스팔트 혼합물의 트럭 적재 시 하나의 더미로 쌓을 경우 운반 중 재료 분리가 발생할 수 있기 때문에 더미를 나누어 적재하는 것이 바람직하다.

4.13.2 아스팔트 혼합물의 온도 관리

- ① 운반 장비가 포장 시공 지점에 도착하였을 경우 운반 장비에 상차된 아스팔트 혼합물의 온도를 측정토록 하여야 한다.
- ② 아스팔트 혼합물의 온도는 표면에서 약 2cm 하부의 온도와 내부의 온도 등을 측정한다.

4.13.3 아스팔트 혼합물의 포설

- (1) 감독자는 포설온도범위를 지정하여야 하며, 지정된 포설온도보다 20℃이상 낮을 경우에는 그 아스팔트 혼합물을 폐기하여야 한다.
- (2) 포설작업이 작업도중 장시간 중단되지 않도록 플랜트의 생산능력과 운반 사이클을 고려하여 포설 속도를 조절하여야 하며 연속적인 포설이 이뤄질 수 있도록 한다.
- (3) 아스팔트 혼합물은 페이버로 포설시 페이버의 스크리드 플레이트 통과 후 선다짐이 85% 이상 되도록 탬퍼와 진동을 85% 이상으로 설정하여 운영하여야 한다.
- (4) 페이버의 속도는 아스팔트 혼합물의 포설 두께와 종류에 따라 조정하며, 스크리드는 포설 작업 전 150℃ 이상으로 예열하여야 한다.
- (5) 편경사가 있는 구간에서는 도로중심선에 평행하게, 노면이 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다. 또한 직선구간에서는 도로중심선에 평행하게, 길어깨 쪽에서 도로중심선 쪽으로 포설하여야 하며, 종단방향으로는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설해야 한다.

【해 설】

아스팔트 혼합물의 포설에서 가장 중요한 것은 일관성 있는 포설작업을 유지하는 것이다. 일정한 페이버의 진행 속도를 유지해야 균질한 포설 면이 생성되고 이는 균질한 다짐 작업을 진행하는데 필수적이다. 아스팔트 혼합물 운반 트럭의 현장 도착 시간을 잘 조절하여 연속성

있는 작업을 진행하도록 한다.

아스팔트 페이퍼의 경우 85% 이상의 선다짐 기능이 있는 것을 사용하여야 하며 페이퍼 운영 시 감독자는 페이퍼의 템퍼와 진동의 크기가 85% 이상으로 설정되어 포설하는 지를 확인하여야 한다.

4.13.4 다짐

(1) 가열 아스팔트 혼합물 다짐

가. 다짐작업

- (1) 다짐장비의 종류와 다짐횟수 및 다짐방법은 사전에 일률적으로 결정하는 것이 아니라 현장의 조건을 고려하여 시험 포장 등을 실시하여 결정하여야 한다.
- (2) 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 아스팔트 혼합물의 다짐도는 마살다짐 시험법에 의한 다짐에서 기준밀도의 97%이상 이어야 한다.

【해 설】

아스팔트 콘크리트 포장의 현장 다짐작업은 아스팔트 페이퍼에 의해 포설된 아스팔트 혼합물에 다짐 장비를 이용하여 소요의 밀도 및 공극율을 확보하도록 다지는 시공 공정의 하나이다. 따라서 현장 다짐작업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 아스팔트 혼합물과 대기온도 등의 현장 조건에 다짐장비와 다짐횟수가 적합하여 최적의 공극율과 밀도가 구현되어야 한다. 이를 통해 아스팔트 콘크리트 포장은 차량 하중 및 환경 조건에 의한 파손에 저항할 수 있고, 최상의 공용 특성을 나타낼 수 있다.

아스팔트 혼합물의 다짐도 향상을 위하여 롤러 다짐에너지(중량) 증진 방안으로 머캐덤 12t이상, 타이어 12t이상 및 탄뎀롤러 10t이상 사용하여야 하며, 다짐에너지의 극대화를 위해 다짐용 롤러의 앞·뒤 철륵 내부에 오일 또는 물로 완전히 채워 다짐작업을 수행하여야 한다.



나. 다짐 온도

(1) 현장별 시공조건에 따른 다짐온도 관리를 철저히 하여야 하며, 하절기, 동절기, 야간, 풍속 및 현장까지의 운반거리 등에 따라 플랜트에서 혼합물 생산온도를 달리하여 생산한다.

【해 설】

현장별 시공조건에 따른 다짐온도 관리를 철저히 하여야 하며, 하절기, 동절기, 야간, 풍속 및 현장까지의 운반거리 등에 따라 플랜트에서 혼합물 생산온도를 달리하여 생산하여야 하며, 일반적인 아스팔트 혼합물의 다짐온도는 <표 4.19>를 참고할 수 있다.

<표 4.19> 일반 아스팔트 혼합물의 롤러 초기 전압 시 다짐온도

구분	다짐온도(°C)			비고
	일반	하절기 (6~8월)	동절기 (11~3월)	
PG 64-22	140~160	140~150	150~170	
PG 76-22	150~170	150~160	160~180	

(2) SMA 혼합물 다짐

가. 다짐작업

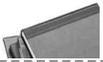
(1) 다짐밀도는 마찰시험법에 의한 75회 다짐에서 기준밀도의 97% 이상이어야 한다.
SMA 혼합물의 다짐특성상 다짐밀도는 최대한 높게 하는 것이 유리하다.

(2) 타이어를 롤러는 아스팔트가 타이어의 표면에 접촉되므로 사용하지 않는다.

(3) 다짐 장비는 감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐장비 중량을 측정하여야 한다.

【해 설】

- SMA 포장의 현장 다짐작업은 아스팔트 페이퍼에 의해 포설된 SMA 혼합물에 다짐 장비를 이용하여 소요의 밀도 및 공극율을 확보하도록 다지는 시공 공정의 하나이다. 따라서 현장



다짐작업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 SMA 혼합물과 대기온도 등의 현장 조건에 다짐장비와 다짐횟수가 적합하여 최적의 공극율과 밀도가 구현되어야 한다. 이를 통해 SMA 포장은 차량 하중 및 환경 조건에 의한 파손에 저항할 수 있고, 최상의 공용 특성을 나타낼 수 있다.

- SMA 혼합물 다짐기는 비교적 용량이 큰 롤러를 사용하여야 하는데 시방규정보다 높은 것을 사용하여도 골재끼리의 맞물림 특성상 과잉 다짐이 발생하지 않으므로 가능한 한 다짐 에너지가 큰 다짐 장비를 사용하는 것이 좋다.
- 전압절차는 규정된 포장의 기준밀도가 확보되도록 설정하여야 한다. 롤러는 페이버의 접근위치에서 5m/min를 초과하지 않는 속도로 초기 다짐을 하여야 하며, 타이어롤러는 아스팔트가 타이어의 표면에 접촉되므로 사용하지 않는다.
- <표 4.20>은 롤러 철륵 내부에 물을 채운 무게와 물이 제거된 상태의 롤러 중량차를 나타낸 것으로 SMA 혼합물의 다짐 시 다짐에너지의 극대화를 위해 다짐용 롤러의 앞·뒤 철륵 내부에 오일 또는 물로 완전히 채워 다짐작업을 수행하여야 한다.

〈표 4.20〉 다짐장비의 중량차 비교

구분	머캐덤롤러	탄뎀롤러
최대중량(kg) ¹⁾	12,120	10,070
최소중량(kg) ²⁾	9,490	9,140
중량차(kg) ³⁾	2,630	930

【주1】 롤러에 물을 가득 채운 롤러 무게

【주2】 롤러에 물을 모두 빼낸 롤러 무게

【주3】 롤러에 들어가는 물 무게

- SMA 혼합물의 특성상 표면은 즉시 다짐을 실시하여야 한다. 전압 다짐은 머캐덤롤러 12톤 이상과 탄뎀롤러 10톤 이상의 롤러를 조합하여 이용하며 머캐덤 2대 + 탄뎀 1대 (진동가능), 머캐덤 1대 + 탄뎀 2대 (1대 진동가능) 또는 머캐덤 2대 + 탄뎀 2대 (1대 진동가능)의



조합으로 구성할 수 있다. 전압절차는 규정된 포장 밀도가 확보되도록 설정되어야 한다. 롤러는 패이버에 최대한 근접 위치에서 5m/min가 초과되지 않은 속도로 초기 다짐을 한다. 타이어롤러는 사용치 않는다. 전압은 롤러 자국이 제거되고 최소 규정 밀도가 될 때까지 계속한다.

- 롤러에 혼합물이 부착되는 것을 방지하기 위해 미량의 세제나 그와 유사한 승인된 재료로 혼합한 물로 철륵을 적셔 주어야 한다.
- 다짐밀도는 마샬시험법에 의한 75회 다짐에서 기준밀도의 97% 이상이어야 한다. SMA 혼합물의 다짐특성상 다짐밀도는 최대한 높게 하는 것이 유리하다.

나. 다짐 온도

(1) 현장별 시공조건에 따른 다짐온도 관리를 철저히 하여야 하며, 하절기, 동절기, 야간, 풍속 및 현장까지의 운반거리 등에 따라 플랜트에서 SMA 혼합물 생산온도를 달리하여 생산한다.

【해 설】

- 현장별 시공조건에 따른 다짐온도 관리를 철저히 하여야 하며, 하절기, 동절기, 야간, 풍속, 현장까지의 운반거리 등에 따라 플랜트에서 혼합물 생산온도를 달리하여 생산하여야 하며, SMA 혼합물의 다짐온도는 <표 4.21>을 참고할 수 있다.

〈표 4.21〉 SMA 혼합물의 롤러초기 전압 시 다짐온도

아스팔트 종류	다짐온도(°C)			비고
	일반	하절기 (6~8월)	동절기 (11~3월)	
PG 64-22	150~160	140~150	160~170	
PG 76-22	160~170	155~165	165~175	
PG 82-22	165~175	160~170	170~180	



품질관리 및 검사

5

5. 품질관리 및 검사

5.1 품질관리 및 검사 일반

(1) 교면포장 시스템에 대한 품질관리 및 검사는 시방서나 설계도서에 정해진 요구 성능을 만족하는 교면포장 시스템에 대하여 시공하는 각 단계에서 실시한다.

【해 설】

바닥판 방수와 아스팔트 콘크리트 교면포장이 규정된 성능을 발휘하고 지속되기 위해서는 사용하는 재료가 필요한 품질을 갖추고 있는 것을 사용하여야 하며, 사용된 재료에 대해 시험이나 측정을 실시하여 품질 기준에 적합한 지를 확인하여야 한다.

품질관리는 시방서나 설계도서에 정해진 요구 성능을 만족하는 교면포장 시스템에 대하여 시공하는 각 단계에서 실시한다.

또한, 검사는 시공기록의 확인과 수시로 시행하는 현장의 품질관리 상황의 확인에 의하고, 시방서나 설계도서에 정해진 요구 성능을 만족하는 교면포장 시스템이 되고 있는 지를 확인하기 위하여 시행한다.

5.1.1 일반 사항

(1) 교면포장 시스템의 품질관리는 선정시험, 관리시험 및 검사시험 등으로 나눈다. 선정시험은 실시단계에 따라 설계자, 시공자 및 감독자가 참여하게 되고, 관리시험은 시공과정을 통해 시공자 및 감독자 책임으로 실시하며, 검사시험은 감독자 책임으로 실시되는 것이 일반적이며, 상호 기술적인 협조가 이루어지도록 한다.

【해 설】

(1) 선정 시험

선정시험은 대체적으로 공사에 사용하기 전 재료와 장비가 설계 및 시방조건을 충족시킬 수 있는가를 확인하고 시공관리에 필요한 기준치를 설정하는 것이므로 제조원 또는 공급원이 바뀔 때마다 실시하여야 한다.

(2) 관리 시험

관리시험은 동일제품이라도 운송 및 저장 사용 시에 취급하는 정도에 따라 변질 및 변형이 생기므로 시험빈도가 선정시험보다 월등히 많이 실시되어야 하고 포장시공이 완료된 후에도 포장의 관리시험을 실시해야 한다. 관리시험은 시공자가 통계적인 기법을 적용하여 시공초기 또는 기준 변경 초기에 집중관리를 실시하여 품질 변동 폭을 줄이고 품질의 안정상태가 확보되면 그 후로는 빈도수를 대폭 감소시켜 주기적으로 점검, 확인 하면 된다.

(3) 검사 시험

검사시험은 설계 및 시방서에서 제시한 품질기준 이상으로 견실시공을 실시하여 설계자가 의도대로 포장수명을 확보하고 그 기능을 유지할 수 있는가를 발주자 또는 감독자가 직접 확인하는 과정이 된다. 검사시험은 선정된 지점의 샘플 검사이므로 샘플 채취의 위험 부담률이 높기 때문에 발주자 또는 감독자의 입장에서는 매우 중요한 수단이며 과정이 된다.

5.1.2 품질관리 방법

(1) 품질관리란 설계서 및 시방서에 요구하고 있는 품질을 만족하는 교면포장 시스템을 경제적으로 만들기 위해서 취해지는 수단으로서 교면포장 시스템의 결점을 미연에 방지하고 품질의 변동이 최소화하여 공사에 대한 신뢰성을 향상시키며, 새로운 문제점을 발견하여 개선하는 것이 목적이다.

【해 설】

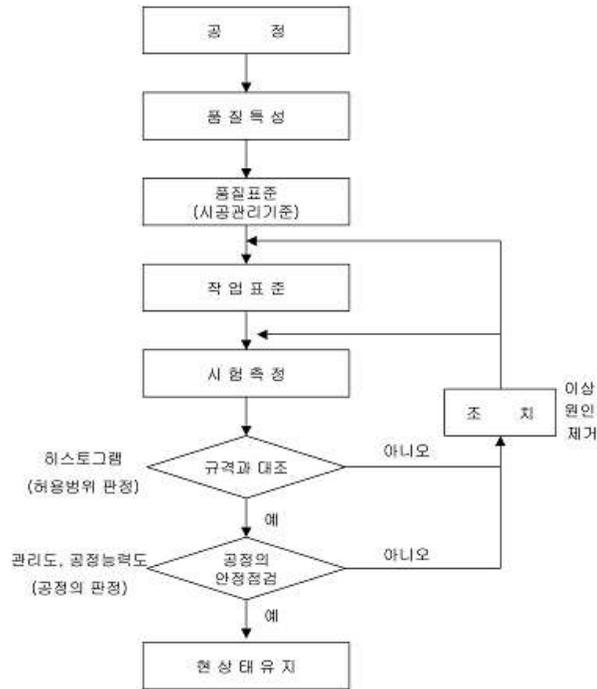
교면포장 시스템의 품질을 객관적으로 평가하는 각종 시험을 공사 중 일정 간격으로



연속해서 시행하여 그 결과를 통계적으로 처리해서 이후의 공사에 유용하게 하는 것이다. 그러나 교면포장 시스템의 품질 중 시험에 의해서 평가할 수 없을 뿐 아니라 국부적인 특이성은 소수의 시험으로는 발견할 수 없는 것도 있어 현장기술자가 항상 공사의 세부 사항에 대하여 관찰해 두는 것도 품질관리의 일환으로서 중요하다. 품질관리의 시행에 있어서는 다음의 두 가지 조건을 만족시켜야 한다.

- ① 제품 품질이 허용 범위 내에 들 것
- ② 작업 공정이 안정 상태에 있을 것

작업 공정이 안정 상태에 있는가를 점검하기 위해서는 관리도가 이용되며, 이는 현재까지 입수된 데이터를 근거로 하여 이후의 작업 공정에 대한 안정 상태를 점검하는 기준이 된다. 품질이 어느 허용 범위에서 만족하고 있는가를 조사하는 것으로는 히스토그램(Histogram)이 이용된다. 일반적으로 공정이 불안정한 상태에서는 2가지 변동요인이 존재한다. 즉 이상 원인과 우연 원인인데 이들을 분리시켜 이상 원인을 찾아내어 조치함으로써 우연 원인에 의한 변동만을 허용하여 품질을 관리하게 된다.



〈그림 5.1〉 통계적 품질관리 방법 계통도

5.2 교면포장 시스템 품질관리 및 검사

5.2.1 선정시험

- (1) 교면포장 시스템에 사용되는 재료인 접착재와 방수재 등의 재료가 소요품질을 가지고 있는가를 공사 시작하기 전에 또는 재료를 변경하기 전에 시험을 실시하여 확인해 두어야 한다.
- (2) 교면포장 시스템의 선정시험의 종목은 〈표 5.1〉에 따른다.
- (3) 공사도중 재료 원을 변경한 경우와 품질의 변동이 이상하게 큰 경우에도 선정시험을 실시할 필요가 있다.

【해 설】

〈표 5.1〉 교면포장 시스템의 선정시험 항목

종 별	항 목	시험 방법	시험빈도 (측정빈도)	비고	
방청 도장재	〈표 3.1〉 징크리치 페인트의 품질기준 항목	〈표 3.1〉 징크리치 페인트의 품질시험 방법	제조회사 마다	강 바닥판 교량	
접착재	〈표 3.3〉시멘트 콘크리트 바닥판용 품질기준 항목	〈표 3.3〉시멘트 콘크리트 바닥판용 품질시험 방법	제조회사 마다	시멘트 콘크리트 바닥판	
	〈표 3.4〉강 바닥판용 품질기준 항목	〈표 3.4〉강 바닥판용 품질시험 방법	제조회사 마다	강 바닥판	
택 코트	〈표 3.5〉고무혼입 아스팔트유제 품질기준 항목	〈표 3.5〉고무혼입 아스팔트유제 품질시험 방법	제조회사 마다		
방수층	방수재	인장성능	KS F 3211	제조회사 마다	시트 및 도막 공통
		내투수성	KS F 4931		
		염화이온 침투 저항성(Coulombs)	KS F 2711		
		내음폭 패임	KS F 4917		
		내열치수 안정성(%)	KS F 4931		
		저온 굴곡성	KS F 4917		
		내피로성	KS F 4917		
		내균열성	KS F 4931		
		비 휘발분(%)	KS M ISO 3251		
	접합강도(N/mm ²)	KS F 4931		시트식	
	교면포장 시스템	내투수성(포장재료 시공 후 시험)	KS F 4931	시험되는 방수재 마다	시트 및 도막 공통
		인장 접착강도			
		전단 접착성능			
		수침 인장접착 시험			
		피로 균열 시험			
	보조 방수재	〈표 3.8〉흡수방지식 보조 방수재 품질기준 항목	KS F 4930	제조회사 마다	흡수방지식
	줄눈재	주입식	〈표 3.6〉줄눈재의 품질 기준 항목	제조회사 마다	구스아스팔트 혼합물 적용시 성형식 사용
		성형식			

• 선정시험의 목적은 다음 두 가지이다.

- ① 사용재료 및 혼합물이 시방서 기타에 정해진 소요의 품질을 구비하고 있는가를 확인한다.
- ② 관리단계에서 필요한 수치를 구한다.

5.2.2 관리시험

- (1) 관리시험은 선정시험을 통하여 구해진 교면포장 시스템에 사용되는 재료인 접착재와 방수재 등의 재료의 변동을 조사하여 변동 발생 시 원인을 파악하여 즉각적인 조치를 취하여 변동 발생 요인을 제거하는 행위를 말한다.
- (2) 교면포장 시스템의 관리시험의 종목은 <표 5.2>에 따른다.
- (3) 교면포장 시스템의 품질관리는 사용되는 재료별로 규정된 품질 기준 및 성능을 갖고 있도록 시행하며, 교면포장 시스템을 구성하는 각 층별로 각 시공단계 및 완성 시에 시행한다.

【해 설】

관리시험은 교면포장 시스템에 사용되는 재료별로 규정된 품질 기준 및 성능을 갖고 있도록 시행하는 관리이며, 교면포장 시스템을 구성하는 각 층별로 각 시공단계 및 완성 시에 시행하는 것이다. 품질 부족에 따른 재시공 같은 일이 발생하지 않도록 해야 한다. 특히, 단부 등은 시공불량으로 되기 쉬우므로 주의 깊게 시공하여야 한다.

시공할 때에는 시공 관리요령(보통은 재료 제조자가 제품 별로 미리 준비한 것)에 따라 품질관리를 시행하는 것이 중요하다.

교면포장 시스템에 새로운 재료나 공법을 적용하는 경우는 설계 시점(재료 선정 시)에 품질관리 및 검사의 방법, 합격 판정치를 결정하여야 한다.

교면포장 시스템의 일반적인 품질관리 항목과 그 빈도 등을 <표 5.2>에 나타내었다.

〈표 5.2〉 교면포장 시스템의 품질관리 항목

종 별	항 목	방 법	범위 또는 빈도
시멘트 콘크리트 바닥판	수분량	타설 후 경과일수의 확인 고주파 수분계로 바닥판 표면의 함수율의 확인	전체 면
접착층	도포량	납땀서 및 빈 캔으로 확인	300 m^2 이내 범위 1회 이상 시행
	도포 얼룩	전면 육안	
	기포	전면 육안	
	흠집	전면 육안	
시트계 방수층	접착용 아스팔트 도포량	납땀서 및 빈 캔으로 확인	300 m^2 이내 범위 1회 이상 시행
	박리	전면 육안	
	주름	전면 육안	
	기포	전면 육안	
	흠집	전면 육안	
	겹침	측정	
도막계 방수층	도포량	납땀서 및 빈 캔으로 확인	각 층 모두 300 m^2 이내 범위 1회 이상 시행
	두께	전면 측정(탐침법)	
	기포	전면 육안	
	흠집	전면 육안	
흡수방지식 보조방수재	침투 깊이	KS F 4930	300 m^2 이내 범위 1회 이상 시행
줄눈	프라이머 도포량	납땀서 및 빈 캔으로 확인	전체 장소
	틈	육안	
	흘러 나옴	육안	
바닥판 방수층의 단부처리		육안	전체 장소
집수정	구멍 부분 집수정 단부	육안	각 집수정 별
교면포장 시스템	인장 접착강도	KS F 4931	300 m^2 이내 범위 1회 이상 시행

5.2.3 검사시험

- (1) 검사시험은 교면포장 시스템에 대한 실내시험에 의한 시험성과 시공의 각 단계에서 도막 두께나 포설 범위의 확인 등의 품질을 검사함으로써 교면포장 시스템이 필요한 요구 성능을 만족하는지를 확인한다.
- (2) 교면포장 시스템의 합격판정 기준은 <표 5.3>에 따른다.

【해 설】

교면포장 시스템의 성능은 실내시험에 의한 시험성과 시공의 각 단계에서 도막 두께나 포설 범위의 확인 등의 품질을 검사함으로써 교면포장 시스템이 필요한 요구 성능을 만족하는지를 확인한다.

검사는 시료의 채취, 측정 및 시험 등에 전문가의 배치나 신용 있는 기관을 이용할 필요가 있다.

검사 방법에 대해서는 다음에 기술한 내용대로 시행한다.

- ① 사용한 방수재의 시험성적서 · 각 단위 구간별 품질검사 증명서의 확인
- ② 품질이 실내시험에서 정해진 성능 값과 동등 이상인지 확인
- ③ 각 재료를 설계도서에서 명시한 범위에 적절하게 되었는지 여부 확인
- ④ 줄눈 및 배수설비 등의 설치 상황 확인

<표 5.3>에 교면포장 시스템의 합격판정 기준을 나타낸다. 새롭게 개발된 재료나 시공실적이 적은 공법의 적용할 때 <표 5.3>의 합격 판정치를 적용할 수 없는 경우는 시공 전에 각 성능 확인 시험이나 시험시공의 결과 등을 참고하여 확인방법과 합격 판정치를 정해두어야 한다.

또한, 바닥판 방수층을 시공한 후의 검사에서는 이상이 없더라도 바닥판 방수층 위를 공사 차량이나 공사장비 등이 주행함으로써 바닥판 방수층이 손상되는 경우도 있으므로 교면포장을 포설하기 직전에 바닥판 방수층의 박리(벗겨짐), 흠집 및 기포와 같은 손상이 있는지를 다시 확인하여야 한다.

〈표 5.3〉 교면포장 시스템의 합격 판정 기준

종 별	항 목	합 격 판 정
시멘트 콘크리트 바닥판	수분량	바닥판 시멘트 콘크리트 타설 후 4주 이상 경과 바닥판 표면 건조상태는 고주파 수분계로 측정 시 5% 이하
접착층	도포량	필요량을 만족
	도포 얼룩	이상이 없을 것.
	기포	이상이 없을 것.
	흠집	이상이 없을 것.
시트계 바닥판 방수층	부착용 아스팔트 도포량	필요량을 만족
	박리	없을 것.
	주름	없을 것. 다만, 부분적으로 경미한 것은 제외.
	기포	블리스터링(큰 부풀음 부분)이 없을 것. 블리스터링 발생부는 송곳으로 구멍을 뚫어 공기를 빼고 보수
	흠집	없을 것.
	겹침 폭 ^{주)}	필요한 폭을 만족
접착층 및 도막계 바닥판 방수층	도막 두께	탐침식 도막두께 측정기를 사용하여 2mm 이상
	도포 얼룩	1. 소요의 양이 도포되고 부족이 없을 것. 2. 시멘트 콘크리트 바닥판이 직접 보이는 부분이 없을 것. 3. 도포 피막이 균일하여 용해되지 않은 것, 먼지 등의 이물질이 남아있지 않을 것.
	기포	도포 피막이 균일하여 블리스터링(큰 부풀음 부분)이 없을 것 (있을 경우는 보수되어 있을 것)
	흠집	1. 양생이 완료된 후 도포 피막의 파손이 없을 것. 2. 도포 피막의 박리, 찢어짐이 없을 것. 3. 핀 홀이 없을 것(있을 경우는 보수되어 있을 것)
흡수방지식 보조방수재	침투 깊이	직경 1cm 이상의 코어시편 채취하여 4mm 이상
줄눈	프라이머 도포량	필요량을 만족하고, 고인 곳이 없을 것.
	틈	보이지 않을 것.
	흘러 나옴	보이지 않을 것.
교면포장 시스템	인장 접착강도	하부 교면포장 시공 후 0.6 (N/mm ²) 이상
바닥판 방수층 의 단부처리	-	소정의 처리가 되어 이상이 없을 것.
집수정 부분	-	소정의 처리가 되어 이상이 없을 것.

【주】 표준 겹침 폭(100mm)에 대하여, -30mm~+50mm 범위에 들도록 한다.

5.3 교면포장용 아스팔트 혼합물의 품질관리 및 검사

5.3.1 교면포장용 아스팔트 혼합물의 품질확인을 위한 샘플링

(1) 교면포장용 혼합물의 품질확인을 위해 실시하는 샘플링은 소요의 품질을 확인 할 수 있는 충분한 분량을 채취해야 하고, 다짐 완료된 포장에서 코어를 채취 할 때에는 포장면의 파손이 최소화 되도록 샘플링을 실시 해야하며, KS F 2350 [아스팔트 콘크리트 포장 혼합물의 시료채취 방법]에 따른다.

【해 설】

교면포장 혼합물의 품질을 확인하기 위한 기본적인 시험으로는 아스팔트 함량, 골재입도, 밀도 및 이론최대밀도 등이 있으며, 이를 수행하기 위한 시료가 필요하므로 대표적인 시료를 채취하도록 주의하여야 한다. 시료 채취량은 교면포장 혼합물의 골재 최대 치수에 따라 <표 5.4>와 같다.

<표 5.4> 시료 채취 최소량

골재의 최대입자 크기 (mm)	다져지지 않은 혼합물의 최소중량 (kg)	다져진 혼합물의 최소면적(cm ²)
5	2	232
8	3	232
10	4	232
13	6	413

(1) 아스팔트 플랜트에서 교면포장 혼합물의 시료채취

- ① 아스팔트 플랜트에서 배출되는 생산 배치로부터 시료를 채취할 때는 서로 180°되는 2점에서 삽 또는 스쿠프로 퇴적의 밑에서 위로 긁어 올리면서 채취하여 재 혼합 및 4분법에 의하여 소요량의 시료를 얻는다. 만일, 시료가 1배치 이상을 대표해야 할 때는 위와 같은 방법으로 각 배치에서 규칙적인 시간 간격으로 시료를 채취한다.



- ② 퇴적되어 있는 교면포장 혼합물에서 시료를 채취할 때는 퇴적부의 정점부, 중앙 및 하부에 구멍을 파고 같은 양의 시료를 채취하여 혼합하여 ①의 방법에 따라 소요량을 취한다.
- ③ 차량에서 교면포장 혼합물을 시료 채취할 때는 전 차량에 걸쳐서 차량의 길이를 2개의 횡단선으로 3등분하고, 주행 방향으로 중간선을 그어 만든 차량표면적의 1/6을 대표하는 중간점 표면의 약 30cm에서 6개 이상의 시료를 채취한다.

(2) 현장에서 교면포장 혼합물의 시료 채취

- ① 교면포장 혼합물의 품질을 확인하기 위하여 시공된 포장에서 시료를 채취할 때는 <표 5.4>의 면적보다 넓게 하여 포설된 층 두께까지 취한다.
- ② 시료는 1일 작업에 대하여 1개 이상 채취한다. 밀도를 결정하기 위한 시료는 밀도의 변화가 일어나지 않도록 절단하여 견고하게 포장해서 운반해야 한다.
- ③ 시공 후 교면포장 포장 면에서 이론최대밀도 시험을 위한 코어를 채취할 때에는 150mm 직경의 시료를 채취하여 골재의 파쇄 면이 최소화되는 교면포장 혼합물의 량을 확보하여야 한다.

5.3.2 선정시험

- (1) 교면포장용 재료인 골재와 아스팔트 등의 재료가 소요품질을 가지고 있는가를 공사 시작하기 전에 또는 재료나 배합을 변경하기 전에 시험을 실시하여 확인해 두어야 한다.
- (2) 교면포장 혼합물의 선정시험의 종목은 <표 5.5>에 따른다.
- (3) 공사도중 재료 원을 변경한 경우와 품질의 변동이 이상하게 큰 경우에도 선정시험을 실시할 필요가 있다.

【해 설】

〈표 5.5〉 선정시험의 종목

종별	시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)	비고
아스팔트	당해 제품의 KS규격에 규정된 시험종목	KS M 2201 KS F 2389	제조회사 마다	침입도규격 공용성(PG)
골재	체가름	KS F 2502	1) 공사개시 전 1회 2) 골재원 마다	굵은 골재
	200번체 통과량	KS F 2511		
	비중 및 흡수량	KS F 2503		
		KS F 2504		잔골재
	마모	KS F 2508		
	안정성	KS F 2507		
	피막박리	KS F 2355		
채움재	입도 및 수분	KS F 3501	제조회사 마다	기타, 석분은 별도 시험방법 적용
	비중	KS F 3501		
교면포장용 혼합물	배 합 설 계 시	아스팔트 함량	KS F 2354 KS F 2490	재료가 다른 각 배합 마다
		입도	KS F 2502	
		공극율	KS F 2364	
		골재간극율	KS F 2349	
		포화도	KS F 2349	
		동적안정도	KS F 2374	
셀룰로오스 화이버	드레인다운 시험	KS F 2489	제조회사 마다	
아스팔트 플랜트	계량기의 눈금점검 자동계량장치 점검	KS F 2455	1) 공사개시 전 1회 2) 필요 시 마다	



• 선정시험의 목적은 다음 두 가지이다.

- ① 사용재료 및 혼합물이 시방서 기타에 정해진 소요의 품질을 구비하고 있는가를 확인한다.
- ② 관리단계에서 필요한 수치를 구한다. 예를 들면 교면포장 혼합물의 다짐도를 구하기 위한 기준밀도 또는 공극율 계산을 위한 이론최대밀도 등을 결정한다.

또한, 주요한 사용 장비인 아스팔트 페이버 및 다짐장비 등의 성능을 확인하는 시험도 미리 실시해 두어야 한다.

(4) 아스팔트 플랜트에서 교면포장 혼합물을 생산 시 품질관리의 중요한 수단이 되는 공극율을 구하기 위하여 최종배합설계 시에 품질관리에 사용 할 이론 최대 밀도를 결정하여야 한다. 또한, 교면포장 포장 시공 시 다짐도 산정의 기준이 되는 교면포장 혼합물의 기준밀도를 설정한 후 본 시공에 임한다.

【해 설】

- 아스팔트 플랜트에서 교면포장 혼합물을 생산할 때 사용되는 골재 원과 반입되는 골재의 입도의 변동이 없을 시 매일 생산되는 교면포장 혼합물의 품질 변동을 파악하는 데 사용되는 가장 유용한 수단이 공극율이다. 이러한 공극율을 산정하기 위해서는 배합설계 시 최종적으로 결정된 합성입도와 최적 아스팔트함량을 사용하여 측정된 이론최대밀도가 공극율 산정의 기준이 된다. 그러므로 계약자는 품질관리에 사용될 이론최대밀도를 측정하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
- 또한, 교면포장 혼합물의 현장 시공 시 다짐도 산정의 기준이 되는 기준밀도는 현장 배합설계 시 최종적으로 결정된 합성입도와 최적 아스팔트함량을 사용하여 공시체를 만들고 기준밀도를 산정하여 감독원의 승인을 받아야 한다. 이러한 기준밀도는 현장에 시공된 교면포장 혼합물에서 코어를 채취하여 현장밀도를 측정한 값과 비교하여 현장 다짐도를 산출함으로써 현장 다짐에 대한 품질관리를 실시한다.

5.3.3 관리시험

- (1) 관리시험은 선정시험을 통하여 구해진 교면포장용 재료인 골재와 아스팔트 등의 재료의 변동을 조사하여 변동 발생 시 변동 원인을 파악하여 즉각적인 조치를 취하여 변동 발생 요인을 제거하는 행위를 말한다.
- (2) 교면포장 혼합물의 관리시험의 종목은 <표 5.6>에 따른다.
- (3) 관리시험 주요항목은 입도, 아스팔트함량 및 온도 등이다.
- (4) 시공 시 시방에 규정된 교면포장 포장의 적절한 다짐도 달성을 위하여 시험시공을 통하여 롤러의 다짐에너지, 다짐횟수 및 아스팔트 혼합물의 적정 다짐온도 등을 확인하여 표준 시공기준을 설정한 후 본 시공에 임한다.

【해 설】

- 관리시험의 주요항목에 대해 살펴보면 다음과 같다.

(1) 입도

교면포장 혼합물용 입도 관리는 아스팔트 플랜트로부터 배출된 혼합물 또는 코어에 대한 것이 있으므로 관리는 채취방법에 따라 실시하는 것을 원칙으로 하며, 핫빈에서의 합성입도의 관리도 동시에 실시하여야 한다. 핫빈 골재를 정기적으로 채취하여 체분석 시험을 실시하여 각 빈별 입도변화를 검사하고 변동 시 핫빈 별 배합비를 조정하며, 입도의 변동이 발생할 만한 사건 발생 시에도 이와 같이 시행한다.

(2) 아스팔트 함량

아스팔트 함량은 아스팔트 플랜트에서 생산된 혼합물 또는 포장체에서 채취하여 아스팔트 함량 시험을 수행하며, 이 측정치와 최종 배합설계 시 아스팔트 플랜트에서 생산되어 결정된 아스팔트 함량과의 차로서 관리한다.

(3) 온도

아스팔트 및 골재 온도는 아스팔트 플랜트에서 설치되어 있는 온도계로 수시로 검사하고, 혼합물 온도는 믹서에서 배출된 시점에서 측정한다. 일반적인 선정시험 항목과 관리시험



항목은 <표 5.5>와 <표 5.6>에 나타내었다.

(5) 교면포장의 최적 다짐도 달성을 위하여 시험시공을 통하여 롤러의 다짐에너지, 다짐회수 및 교면포장 혼합물의 적정 다짐온도 등을 확인하여 표준 시공기준을 설정한 후 본 시공에 임한다.

【해 설】

교면포장 포장의 시공 시 포장의 공용성에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 교면포장 혼합물의 다짐이다. 요구되는 다짐도를 얻는 데 가장 큰 영향을 미치는 요소 중의 하나가 교면포장 혼합물의 온도 관리이다. 그러므로 교면포장 포장 시공 시 적정한 다짐도를 얻기 위해서는 시공 계획을 체계적으로 수립하여 교면포장 혼합물 적재트럭의 지연이나 과도한 대기 없이 적시에 포설할 수 있게 조치하는 것이 필수적이다.

교면포장 포장의 다짐도 부족이나 과다짐 방지를 위하여 시험시공을 실시하여 적정한 다짐장비 조합, 교면포장 혼합물의 운반시간, 다짐회수, 페이버 포설두께 및 다짐온도 등에 대한 검토를 실시한 후에 체계적인 계획을 수립하고 교면포장 포장 시공에 임하여야 한다. 이렇게 하기 위하여 적정 규모 이상의 교면포장 포장공사 시행 시 시험시공을 실시하여야 한다.

〈표 5.6〉 관리시험의 종목

종별		시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)	비고
아스팔트	침입도	당해 제품의 KS규격에 규정된 시험종목	KS M 2201	1) 제조회사 마다 2) 입고 시 마다	침입도규격 공용성(PG)
	PG		KS F 2389		
컷백 아스팔트		당해 제품의 KS규격에 규정된 시험종목	KS M 2202	1) 제조회사별, 제품 규격마다 2) 반입 시 마다	
유화 아스팔트			KS M 2203		
채움재		입도, 수분	KS F 3501	제조회사별, 반입 시마다	
		비중	KS F 3501		
부순골재		체가름	KS F 2502	1) 생산지마다 2) 재질(암질)이 변 할 때 마다	
		비중 및 흡수율	KS F 2503 KS F 2504		
		마모	KS F 2508		
아스팔트 플랜트		계량기의 눈금점검	KS F 2508	작업개시 전 1회	
		아스팔트의 온도 골재의 온도		1시간에 1회 이상	가열 시 가열 후
		골재의 체가름	KS F 2502	1일 1회 이상	가열 전 · 후
교면포장용 혼합물		혼합물 온도	온도계에 의함	운반차량 마다	
		아스팔트 함량	KS F 2354 KS F 2490	1일 3회 이상	
		이론적 최대비중	KS F 2366		
		체가름	KS F 2502		
		공극율	KS F 2364		
		골재간극율	KS F 2349		
		포화도	KS F 2349		
		드레인다운 시험	KS F 2489		
	동적안정도	KS F 2374	1회/1000ton		
교면포장 혼합물의 포설		밀도	KS F 2353	1) 1일 1회 이상 2) 포설1층당 1,000 m ² 마다	
		두께	KS F 2367	매 차로 당 스패ن 마다	
	평탄성	종방향	7.6m 측정기	차로마다 전 구간	7.6m 측정 불능 시
			3.0m 측정기		
	횡방향	직선자	100m 마다		

(6) 교면포장의 시공 시 공용성에 가장 큰 영향을 미치는 요소가 다짐도이기 때문에 적절한 다짐도의 달성을 위하여 방사선 등을 이용한 비파괴 시험장비를 적극적으로 도입하여 다짐이 진행되는 동안 실시간으로 다짐도를 확인하여 관리하는 방법을 고려한다.

【해 설】

교면포장 공사가 끝난 후 포장의 두께, 평탄성 및 다짐도에 대해 점검 하도록 하여야 한다. 실제로 현재의 검사방법이 코어채취 등의 포장을 손상시키는 검사이기 때문에 철저하게 검측이 시행되지 않는 문제점이 있으므로 방사선 장비를 이용한 다짐도 측정 방법과 GPR (Ground Penetration Radar) 장비 등을 통한 포장 두께 확인을 하는 비파괴 시험법을 활성화하여야 한다. 또한, 현재 검측 시 교면포장의 다짐도가 불합격이 발생하더라도 전면 재시공 등의 조치를 취하기가 어려운 점을 감안하여 이전에 언급한 비파괴 시험장비의 사용을 적극적으로 고려한다.

이러한 비파괴 시험 장비를 사용할 경우 현장에서 교면포장 혼합물의 다짐이 시행되는 실시간에 다짐도를 검사할 수 있어서 다짐이 부족할 경우 즉각적인 조치가 가능하기 때문에 시공 시 교면포장의 공용성에 가장 큰 영향을 미치는 다짐도를 능동적으로 관리할 수 있다.

5.3.4 검사시험

(1) 일반사항

(1) 검사 목적은 완성된 포장이 설계서, 시방서를 만족하는 것인지, 아닌지를 결정하는데 있다. 검사 방법은 포장완성 시의 규격, 품질검사 외에 선정 시험의 적합성여부를 확인한다. 외관으로 확인할 수 없는 부분의 검사는 시공의 각 공종단계에서 확인해야 한다.

(2) 검사 시험의 종류 및 빈도는 <표 5.7>에 따른다.

【해 설】

공사 중의 품질관리와 완공 후 검사는 생각하는 방법이 근본적으로 차이가 있다. 품질관리에서는 어느 모집단 분포에서 측정치를 얻어서 그 측정치가 뜻하는 것이 무엇인가를 인지하고, 그 공정에 대하여 조치를 취한다. 그런데 검사는 시료채취과정은 품질관리와 흡사하나, 그 결과에 의해 해당 로트의 합격여부를 결정하게 되므로 품질관리와는 전혀 다르다.

검사에 합격하는 것은 도급자 측으로부터 발주자에게 인도될 때의 포장이 품질보증이 되는 것을 뜻하므로, 검사에 있어서는 발주자 측이나 도급자 측이나 공정한 태도로 임해야 하고 재료의 채취, 측정, 시험 등에는 이에 정통한 숙련자 또는 전문 시험기관을 이용하여 만전을 기하여야 한다.

〈표 5.7〉 검사 시험의 종목

종별	시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)	비고
교면포장 완성면	아스팔트 함량	KS F 2354 KS F 2490	100m 미만의 교량은 각 층 및 차로별 100m 이상의 교량은 각 층 및 차로별 200m 마다	코어채취
	이론적 최대비중	KS F 2366		
	체가름	KS F 2502		
	다짐도	KS F 2353		
	두께	KS F 2367		
	평탄성	종방향	7.6m 측정기	차로 마다 전 구간
횡방향		직선자	200m 마다	



(2) 평가 및 조치

(1) 교면포장 혼합물의 공용성 향상을 위해서 현장 아스팔트 플랜트에서 생산된 혼합물에 대한 검사를 철저히 행하고 시공 시 다짐온도와 다짐도에 대한 즉각적인 평가를 통하여 시공불량의 원인을 분석한 뒤 신속한 조치를 취하여야 한다. 불량 시공된 교면포장 혼합물의 경우 불량원인을 제공한 주체가 아스팔트 플랜트인지 시공사인지 책임소재를 명확히 함으로써 고품질의 교면포장 혼합물을 시공할 수 있다. 불량 시공된 교면포장 혼합물에 대해서는 즉각적인 하자 보수 조치를 취한다.

【해 설】

- 과거에는 일단 교면포장 혼합물이 시공되고 나서 파손이 발생하였을 경우 파손 원인의 규명에 큰 비중을 두지 않았으며 파손 원인을 규명하는 기술 수준도 낮은 상황이었다. 그러나 최근에는 교면포장 혼합물에 대한 적극적인 투자와 연구의 결과로 기술 수준이 높아져서 실제로 현장에서 발생한 교면포장의 파손 원인의 대부분을 명확히 밝힐 수 있는 수준이 되었다.
- 그러므로 교면포장이 조기 파손이 발생하였을 경우는 현장 조사와 시험을 통하여 파손 원인을 규명하고 포장 파손의 책임이 시공사에 있는지 아스팔트 플랜트에 있는지에 대한 책임 소재를 분명히 하여 하자에 대한 책임을 물어야 한다.
- 이러한 조치가 시행되면 시공사와 아스팔트 플랜트 양자가 각기 책임이 있는 부분에 대하여 품질 개선을 위한 노력 및 품질 관리에 대한 관심을 크게 증대시킬 것으로 기대된다. 한편, 시공회사는 아스팔트 품질 불량에 따른 하자 발생 원인을 줄이기 위해 고품질의 아스팔트 혼합물을 생산하는 아스팔트 플랜트를 선호하게 됨으로써 자연스런 교면포장용 재료의 품질경쟁을 유도할 수 있다.



부 록

교면포장용 SMA 혼합물
배합설계 예제

부록. 교면포장용 SMA 혼합물 배합설계 예제

10mm SMA(Stone Mastic Asphalt) 혼합물 결과 총괄표

〈표 1〉 배합설계 시험결과

시 험 항 목	상부층		하부층	
	시방기준	시험결과	시방기준	시험결과
최적 아스팔트함량 (%)	6.8 이상	7.0	6.9 이상	7.3
공극율 (%)	2.0~3.0	2.5	1.0~2.0	1.7
골재간극율(VMA) (%)	18 이상	18.5	17 이상	18.4
포화도(VFA) (%)	75 이상	86.7	80 이상	90.9
드레인다운 (%)	0.3 이하	0.23	0.3 이하	0.25
동적안정도 (회/mm)	2000 이상	9000	2000 이상	5800

※ 셀룰로오스 화이버 사용량: 0.4%

※ 사용된 아스팔트 바인더: PG 76-22 사용

골재 비중시험 결과

〈표 2〉 골재 비중시험 결과

종 류	비 중	1	2	3	평 균
10mm	표면겉보기비중	2.632	2.630	2.630	2.631
	표 건 비 중	2.657	2.656	2.657	2.657
	겉 보 기 비 중	2.700	2.701	2.704	2.700
6mm 이하	표면겉보기비중	2.549	2.551	2.547	2.550
	표 건 비 중	2.592	2.595	2.590	2.593
	겉 보 기 비 중	2.664	2.667	2.662	2.665
채움재	비 중	2.752	2.740	2.733	2.742

※ 배합설계 시 이론최대밀도 계산에 사용된 혼합골재 유효비중(Gse)

- 콜드빈 10mm SMA : 2.689
- 핫 빈 10mm SMA : 2.689

※ 배합설계 시 이론최대밀도 계산에 사용된 아스팔트의 비중 : 1.03

골재의 편명 및 세장편 함유량 시험 결과

〈표 3〉 골재의 편명 및 세장편 함유량 시험 결과

구 분	시방 조건	10mm
평균 편장석율 (%)	10% 이하	8.6

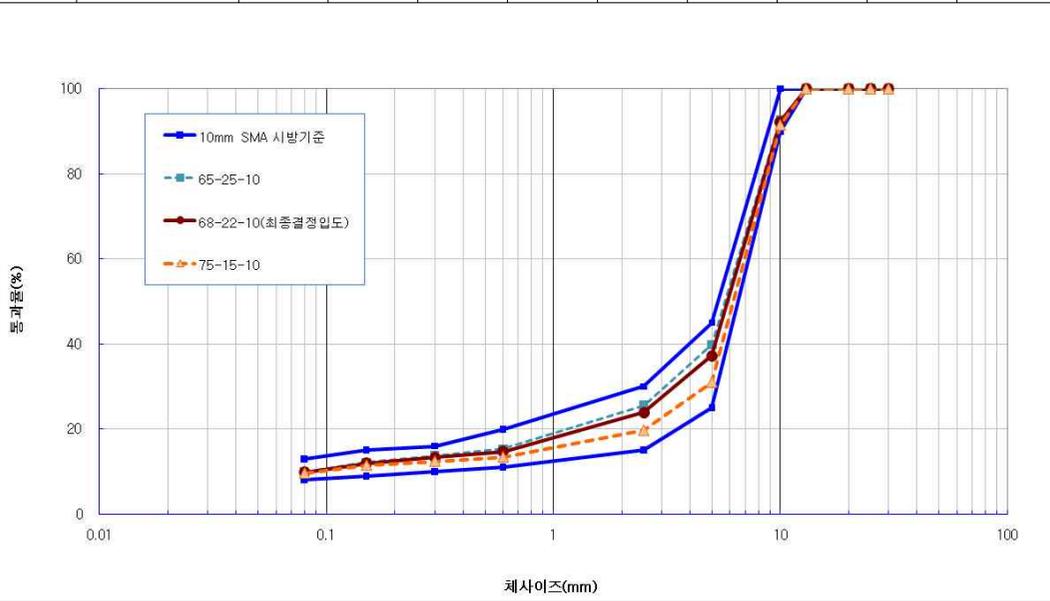
Cold Bin 배합설계 결과

〈표 4〉 빈별 입도분석(Cold Bin)

각 골재 부분	각 골재 입도								
	20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
10mm	100.0	100.0	88.6	8.7	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
6mm이하	100.0	100.0	100.0	96.8	60.4	19.5	13.3	7.6	4.3
filler	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	86.5

〈표 5〉 10mm SMA(Stone Mastic Asphalt) Cold Bin 합성입도

구분	각 골재 비율	체크기 통과백분율								
		20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
합성 입도	65-25-10	100.0	100.0	92.6	39.8	25.6	15.3	13.7	12.2	10.0
	68-22-10 (최종 결정입도)	100.0	100.0	92.3	37.2	23.9	14.7	13.3	11.9	9.9
	75-15-10	100.0	100.0	91.5	31.0	19.7	13.4	12.4	11.4	9.6
입도 기준	상한	100	100	100	45	30	20	16	15	13
	하한	100	100	90	25	15	11	10	9	8



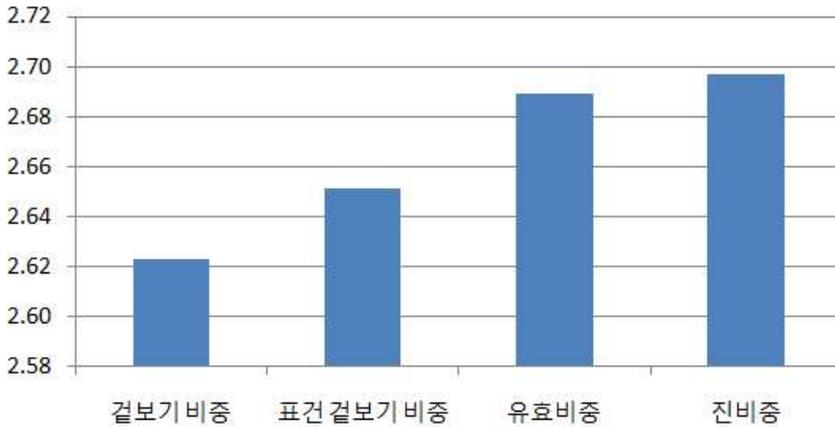
〈표 6〉 이론최대밀도 시험결과

※ AP비중 : 1.03

구분	10mm SMA (68-22-10)		
	아스팔트 함량(%)	4.5	4.5
건조시료의 공기중무게(g)	2104.5	2104.3	2104.2
용기+물 무게(g)	20055.6	20055.6	20055.6
용기+물+시료 무게(g)	21323.1	21323.6	21323.2
건조시료 부피에 해당하는 물무게(g)	1267.5	1268.0	1267.6
이론적 최대비중 (Gmm)	2,507	2,509	2,508
유효비중(Ga)	2,688	2,690	2,689
평균 유효비중	2,689		

〈표 7〉 각 골재의 비중시험 결과

골재명 구분	겉보기 비중(Gsb)	표건 겉보기비중	진비중 (Gsa)	흡수율(%)	평균비중	배합비(%)
10mm	2.631	2.657	2.700	0.98	2.666	68.0
6mm이하	2.550	2.593	2.665	1.70	2.608	22.0
채움재	2.742				2.742	10.0
배합비를 고려한 혼합골재 물성	겉보기 비중	표건겉보기 비중	진비중	평균흡수율 (%)	X	배합비 합계(%)
	2.623	2.651	2.697	1.18		100.0



〈그림 1〉 골재의 유효비중 검토

※ 이론최대밀도 시험을 통한 혼합골재 유효비중(2.689)값이 혼합골재진비중(2.697)값과 혼합골재 걸보기비중(2.623)값 사이에 존재하므로 이론최대밀도 시험값의 신뢰성이 검증됨.

〈표 8〉 콜드빈 SMA 혼합물 배합설계 결과(배합비 65-25-10)

배합비	아스팔트 함량 (%)	공기중량 (g)	수중량 (g)	표준중량 (g)	용적 (cm ³)	밀도 (g/cm ³)		아스팔트 용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재 간극율 (%)
						실측	이론				
65-25-10	6.6	1039.0	601.7	1041.5	439.8	2,362	2,431	15.1	2.8	84.2	17.9
65-25-10	6.6	1062.0	614.8	1063.9	449.1	2,365	2,431	15.1	2.7	84.7	17.9
65-25-10	6.6	996.5	575.1	997.2	422.1	2,361	2,431	15.1	2.9	83.9	18.0
65-25-10	6.6	1042.7	602.3	1043.8	441.5	2,362	2,431	15.1	2.9	84.1	18.0
평균						2,362			2.8	84.2	17.9
65-25-10	7.0	1024.1	594.0	1025.9	431.9	2,371	2,417	16.1	1.9	89.4	18.0
65-25-10	7.0	998.0	576.6	999.3	422.7	2,361	2,417	16.0	2.3	87.3	18.3
65-25-10	7.0	1047.8	606.2	1049.4	443.2	2,364	2,417	16.0	2.2	87.9	18.2
65-25-10	7.0	1049.4	607.5	1051.6	444.1	2,363	2,417	16.0	2.2	87.7	18.3
평균						2,365			2.2	88.1	18.2
65-25-10	7.4	1054.4	610.9	1055.2	444.3	2,373	2,403	17.0	1.3	93.1	18.3
65-25-10	7.4	1018.3	589.5	1019.0	429.5	2,371	2,403	17.0	1.4	92.6	18.4
65-25-10	7.4	1069.4	620.1	1070.5	450.4	2,374	2,403	17.0	1.2	93.4	18.2
65-25-10	7.4	984.0	572.2	984.3	412.1	2,388	2,403	17.1	0.7	96.3	17.8
평균						2,377			11.0	93.9	18.2

〈표 9〉 콜드빈 SMA 혼합물 배합설계 결과(배합비 68-22-10)

배합비	아스팔트 함량 (%)	공기중량 (g)	수중량 (g)	표준건량 (g)	용적 (cm ³)	밀도 (g/cm ³)		아스팔트용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재간극율 (%)
						실측	이론				
68-22-10	6.6	1039.0	600.4	1040.2	439.8	2.362	2.431	15.1	2.8	84.2	17.9
68-22-10	6.6	1052.9	608.8	1054.2	445.4	2.364	2.431	15.1	2.8	84.5	17.9
68-22-10	6.6	1029.8	594.6	1031.2	436.6	2.359	2.431	15.1	3.0	83.5	18.1
68-22-10	6.6	1049.2	605.3	1050.1	444.8	2.359	2.431	15.1	3.0	83.5	18.1
평균						2.362			2.9	83.9	18.0
68-22-10	7.0	1060.5	611.8	1061.6	449.8	2.358	2.417	16.0	2.5	86.6	18.5
68-22-10	7.0	1057.2	609.6	1058.1	448.5	2.357	2.417	16.0	2.5	86.5	18.5
68-22-10	7.0	1040.9	600.1	1042.4	442.3	2.353	2.417	16.0	2.6	85.8	18.6
68-22-10	7.0	1049.4	607.5	1051.6	444.1	2.363	2.417	16.0	2.5	86.7	18.4
평균						2.357			2.5	86.4	18.5
68-22-10	7.4	1023.7	592.6	1024.5	431.9	2.370	2.403	17.0	1.4	92.5	18.4
68-22-10	7.4	1059.0	614.2	1060.7	446.5	2.371	2.403	17.0	1.3	92.8	18.3
68-22-10	7.4	1025.6	594.2	1027.3	433.1	2.368	2.403	17.0	1.5	92.0	18.5
68-22-10	7.4	1004.6	580.3	1005.9	425.6	2.360	2.403	16.9	1.8	90.4	18.7
평균						2.368			1.6	91.9	18.5

〈표 10〉 콜드빈 SMA 혼합물 배합설계 결과(배합비 65-25-10)

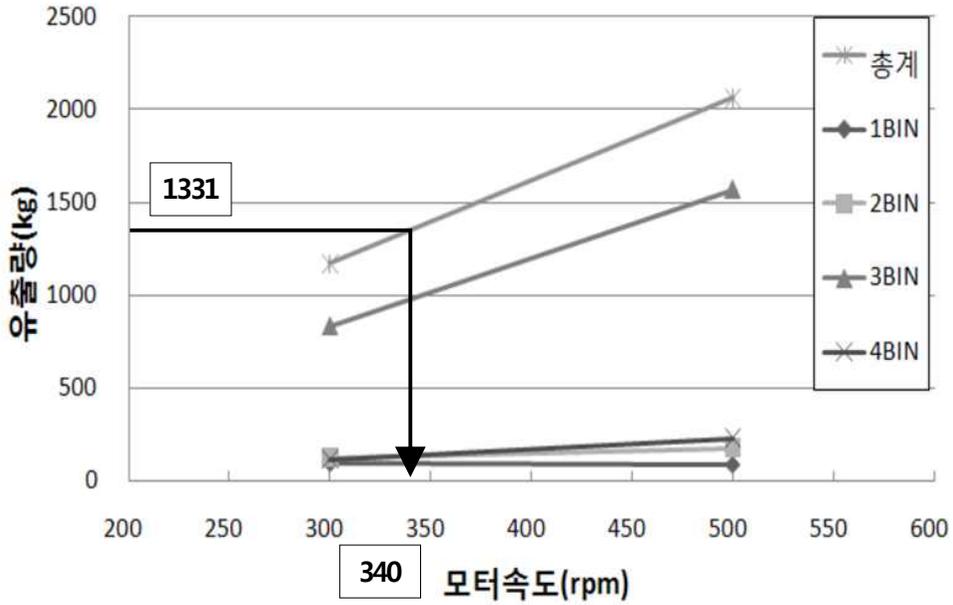
배합비	아스팔트 함량 (%)	공기중량 (g)	수중량 (g)	표준건량 (g)	용적 (cm ³)	밀도 (g/cm ³)		아스팔트용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재간극율 (%)
						실측	이론				
75-15-10	6.6	1001.8	572.4	1011.4	439.0	2.282	2.431	14.6	6.1	70.4	20.7
75-15-10	6.6	976.4	553.7	980.6	426.9	2.287	2.431	14.6	5.9	71.2	20.6
75-15-10	6.6	1013.7	576.8	1020.4	443.6	2.285	2.431	14.6	6.0	70.9	20.6
75-15-10	6.6	1039.4	591.5	1047.1	455.6	2.281	2.431	14.6	6.2	70.3	20.8
평균						2.284			6.1	70.7	20.8
75-15-10	7.0	1006.4	577.8	1019.2	441.4	2.280	2.417	15.5	5.7	73.1	21.1
75-15-10	7.0	962.4	549.1	970.7	421.6	2.283	2.417	15.5	5.6	73.6	21.1
75-15-10	7.0	989.3	563.7	995.1	431.4	2.293	2.417	15.6	5.1	75.2	20.7
75-15-10	7.0	970.3	549.3	973.0	423.7	2.290	2.417	15.5	5.3	74.7	20.8
평균						2.287			5.4	74.1	20.9
75-15-10	7.4	1014.8	575.2	1018.2	443.0	2.291	2.403	16.4	4.7	77.8	21.1
75-15-10	7.4	1015.4	576.1	1019.5	443.4	2.290	2.403	16.4	4.7	77.7	21.1
75-15-10	7.4	992.7	565.0	996.4	431.4	2.301	2.403	16.5	4.3	79.5	20.8
75-15-10	7.4	1027.1	584.8	1030.1	445.3	2.307	2.403	16.5	4.0	80.4	20.6
평균						2.297			4.4	78.8	20.9

〈표 11〉 유출량 시험을 위한 소요 골재량 계산

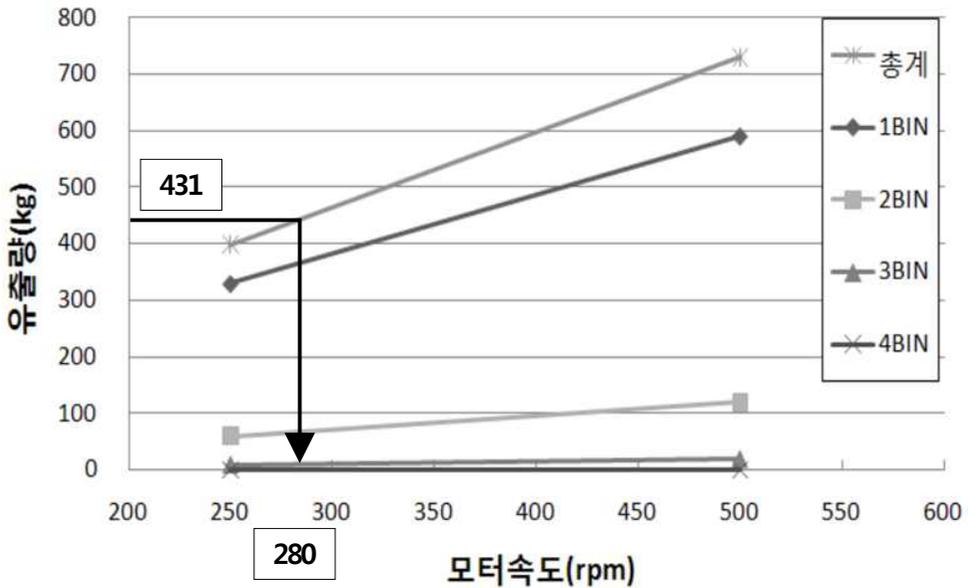
혼합물 종류	상부층	하부층
AP 함량 (%)	7.0	7.3
1batch 생산량 (kg)	2000	2000
DRY TIME (sec)	7	7
WET TIME (sec)	40	40
GATE OPEN TIME (sec)	8	8
LOSS TIME (sec)	2	2
CYCLE TIME (sec)	57	57
분당 혼합물 생산량	2105	2105
분당 총 소요 골재량 (Filler포함)	1958	1952
혼합물 배합비		
10mm (%)	68	68
6mm이하 (%)	22	22
Filler (%)	10	10
총 계	100	100
분당 콜드빈 총 소요 골재량		
10mm (kg)	1331	1327
6mm이하 (kg)	431	429
총 계 (Filler제외)	1762	1756

〈표 12〉 콜드빈 별 유출량 시험결과

골재 종류	게이트 간격 (mm)	투입 시간 (분)	모터속도 (rpm)	구 분	1BIN	2BIN	3BIN	4BIN	계
10 mm	140	4	300	총 계량 량(kg)	381	497	3339	467	2566.0
				분당 계량 량(kg)	95.3	124.3	834.8	116.8	1171.0
				비율(%)	8.0	11.0	71.0	10.0	100.0
		3	500	총 계량 량(kg)	260	536	4707	689	6192
				분당 계량 량(kg)	86.7	178.7	1569.0	229.7	2064.0
				비율(%)	4.2	8.7	76.0	11.1	100.0
6 mm 이하	130	12	250	총 계량 량(kg)	3956	714	115	0	4785
				분당 계량 량(kg)	329.7	59.5	9.6	0	398.8
				비율(%)	82.7	14.9	2.4	0	100.0
		6	500	총 계량 량(kg)	3541	720	119	0	4380.0
				분당 계량 량(kg)	590.2	120.0	19.8	0	730.0
				비율(%)	80.8	16.4	2.7	0	100.0



〈그림 2〉 콜드빈 골재의 모터속도에 따른 유출량 차트의 예(10mm)



〈그림 3〉 콜드빈 골재의 모터속도에 따른 유출량 차트의 예(6mm)

〈표 13〉 유출량 시험결과

콜드빈	간격 (mm)	모터속도 (rpm)	설계 유출량 (kg)	1BIN (kg)	2BIN (kg)	3BIN (kg)	4BIN (kg)	Filler (kg)	계
10 mm	140	340	1331	93.5	135.1	981.6	139.3	0	1350
6 mm 이하	130	280	431	360.9	66.8	10.8	0	0	439
측정 결과 (개별 측정)		빈별 총계 (kg)		454	202	992	139	0	1788
		빈별 잔류 비율 (%)		22.9	10.2	50.0	7.0	10.0	100.0
검증 시험 (동시 유출)		빈별 잔류량 (kg)		882	337	2373	397	0	3989
		빈별 잔류 비율 (%)		19.9	7.6	53.5	9.0	10.0	100.0

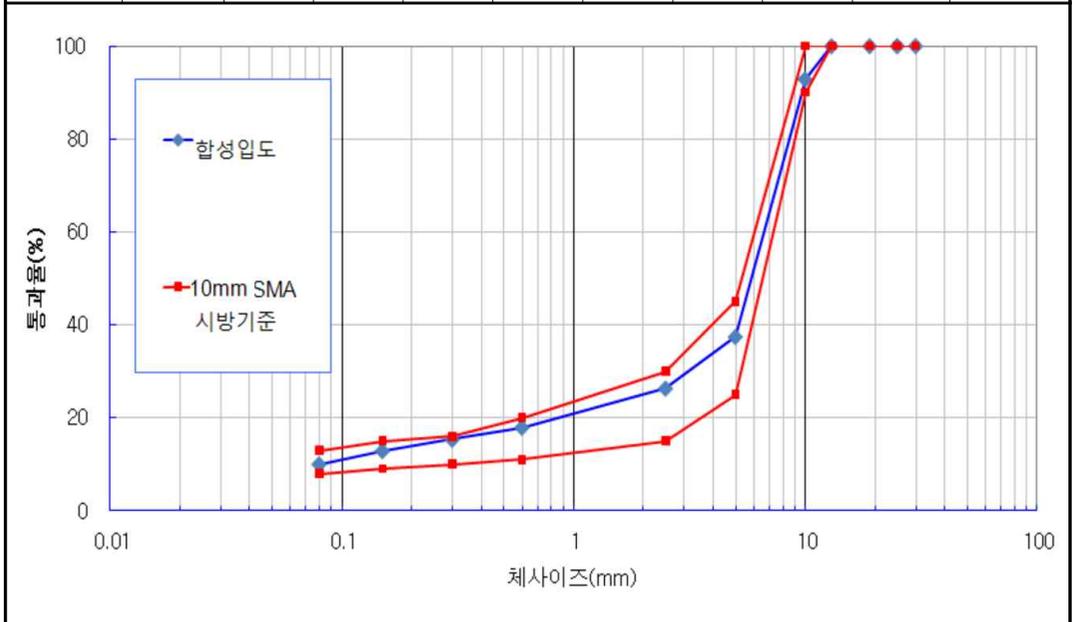
Hot Bin 배합설계 결과

〈표 14〉 빈별 입도분석(Hot Bin)

각 골재 구분	각 골재입도								
	20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
4 Bin	100.0	99.5	67.5	4.5	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1
3 Bin	100.0	100.0	92.4	10.1	0.8	0.3	0.2	0.2	0.1
2 Bin	100.0	100.0	100.0	80.5	6.4	2.5	1.9	1.2	0.8
1 Bin	100.0	100.0	100.0	100.0	91.2	44.7	30.0	16.4	7.6
Filler	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	86.5

〈표 15〉 10mm SMA(Stone Mastic Asphalt) Hot Bin 합성입도

각 골재 구분	사용 백분율	체 크기 통과백분율								
		20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
4 Bin	8	8.0	8.0	5.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Bin	60	60.0	60.0	55.5	6.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1
2 Bin	5	5.0	5.0	5.0	4.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0
1 Bin	17	17.0	17.0	17.0	17.0	15.5	7.6	5.1	2.8	1.3
Filler	10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	8.7
합성입도	100	100.0	100.0	92.9	37.5	26.3	18.0	15.4	12.9	10.1
입도기준	상한	100	100	100	45	30	20	16	15	13
	하한	100	100	90	25	15	11	10	9	8



〈표 16〉 핫빈 SMA 혼합물 배합설계 결과

공시체 No.	아스팔트 함량 (%)	공기중량 (g)	수중량 (g)	표준량 (g)	용적 (cm ³)	밀도 (g/cm ³)		아스팔트 용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재 간극율 (%)	
						실측	이론					
1	6.6	1083.4	624.8	1085.7	460.9	2.351	2.431	15.0	3.3	81.9	18.4	
2	6.6	1091.3	627.3	1092.5	465.2	2.346	2.431	15.0	3.5	81.0	18.5	
3	6.6	1085.3	626.2	1088.2	462.0	2.349	2.431	15.0	3.4	81.6	18.4	
4	6.6	1098.1	635.1	1100.7	465.6	2.358	2.431	15.1	3.0	83.4	18.1	
평균						2.351			3.3	82.0	18.3	
상부층	1	7.0	1072.1	618.7	1073.0	454.3	2.360	2.417	16.0	2.4	87.1	18.4
	2	7.0	1043.9	602.0	1045.1	443.1	2.356	2.417	16.0	2.5	86.3	18.5
	3	7.0	1084.4	626.1	1085.5	459.4	2.360	2.417	16.0	2.4	87.2	18.4
	4	7.0	1067.9	616.3	1069.8	453.5	2.355	2.417	16.0	2.6	86.1	18.6
	평균						2.358			2.5	86.7	18.5
하부층	1	7.3	1057.1	610.6	1057.8	447.2	2.364	2.407	16.7	1.8	90.3	18.5
	2	7.3	1039.1	600.0	1039.7	439.7	2.363	2.407	16.7	1.8	90.2	18.5
	3	7.3	1036.5	600.5	1037.7	437.2	2.371	2.407	16.8	1.5	91.8	18.3
	4	7.3	1044.5	604.1	1045.3	441.2	2.367	2.407	16.7	1.6	91.1	18.4
	평균						2.366			1.7	90.9	18.4
1	7.4	1102.7	637.8	1104.0	464.2	2.375	2.403	17.0	1.2	93.6	18.2	
2	7.4	1070.1	619.3	1071.0	451.7	2.369	2.403	17.0	1.4	92.2	18.4	
3	7.4	1094.1	619.3	1095.0	461.7	2.370	2.403	17.0	1.4	92.4	18.4	
4	7.4	1103.0	619.3	1103.8	464.5	2.375	2.403	17.0	1.2	93.4	18.2	
평균						2.372			1.3	92.9	18.3	

〈표 17〉 휠트래킹 시험결과 : 10mm SMA 상부층

공시 체 No.	아스 팔트 함량 (%)	밀도 (g/cm ³)		아스 팔트 용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재 간극율 (%)	동적 안정도 (회/mm)	변형률 (mm/분)	총변형량 (mm)
		실 측	이 론							
1	7.0	2.361	2.417	16.0	2.3	87.4	18.4	9000	0.0047	1.44
2	7.0	2.355	2.417	16.0	2.6	86.2	18.6	9000	0.0047	1.23
평균		2.358	2.417	16.0	2.4	86.8	18.5	9000	0.0047	1.34

〈표 18〉 휠트래킹 시험결과 : 10mm SMA 하부층

공시 체 No.	아스 팔트 함량 (%)	밀도 (g/cm ³)		아스 팔트 용적 (%)	공극율 (%)	포화도 (%)	골재 간극율 (%)	동적 안정도 (회/mm)	변형률 (mm/분)	총변형량 (mm)
		실 측	이 론							
1	7.3	2.365	2.406	16.8	1.7	90.7	18.5	6300	0.0067	1.96
2	7.3	2.368	2.406	16.8	1.6	91.3	18.4	5300	0.0080	1.21
평균		2.366	2.406	16.8	1.7	91.0	18.4	5800	0.0074	1.59

현장 배합설계 지시서(상부층)

〈표 19〉 현장 배합설계 표 (상부층)

구 분	배합비율 (%)	배합량 (kg)	누적량 (kg)	비 고
1 Bin	17	157.5	315.0	
2 Bin	5	46.3	407.6	
3 Bin	60	555.8	1519.3	
4 Bin	8	74.1	1667.5	
Filler	10	92.6	185.3	
아스팔트	7.0	69.6	139.2	
섬유 투입량	0.4	4	8	
계		1000		

〈표 20〉 현장배합 지시서(상부층)

구 분	1Bin	2Bin	3Bin	4Bin	Filler	아스팔트	섬유 투입량	합 계
배 합 량(kg)	157.5	46.3	555.8	74.1	92.6	69.6	4	1000
누 적 량(kg)	315.0	407.6	1519.3	1667.5	185.3	139.2	8	2000
비 고								

현장 배합설계 지시서(하부층)

〈표 21〉 현장 배합설계 표 (하부층)

구 분	배합비율 (%)	배합량 (kg)	누적량 (kg)	비 고
1 Bin	17	157.0	314.0	
2 Bin	5	46.2	406.3	
3 Bin	60	554.0	1514.4	
4 Bin	8	73.9	1662.1	
Filler	10	92.3	184.7	
아스팔트	7.3	72.6	145.2	
섬유 투입량	0.4	4	8	
계		1000		

〈표 22〉 현장배합 지시서(하부층)

구 분	1Bin	2Bin	3Bin	4Bin	Filler	아스팔트	섬유 투입량	합 계
배 합 량(kg)	157.0	46.2	554.0	73.9	92.3	72.6	4	1000
누 적 량(kg)	3140	406.3	1514.4	1662.1	184.7	145.2	8	2000
비 고								

II. 시멘트 콘크리트 교면포장 설계 및 시공

목 차

1. 총 칙

1.1 적용 범위	3
1.2 용어의 정의	4

2. 설계일반

2.1 일반 사항	17
2.2 교면포장공법	18
2.3 설계두께	19
2.4 내구성	20

3. 재 료

3.1 일반 사항	25
3.2 시멘트	25
3.3 물	26
3.4 잔골재	26
3.4.1 일반 사항	26
3.4.2 물리적 품질	26



- 3.4.3 입도 27
- 3.4.4 유해물 함유량의 한도 28
- 3.4.5 내구성 29
- 3.5 굵은 골재 30
 - 3.5.1 일반 사항 30
 - 3.5.2 물리적 품질 30
 - 3.5.3 입도 30
 - 3.5.4 유해물 함유량의 한도 31
 - 3.5.5 내구성 32
 - 3.5.6 마모감량의 한도 33
- 3.6 혼화재 34
- 3.7 혼화제 35
- 3.8 재료의 저장 36

4 시 공

- 4.1 일반 사항 39
- 4.2 시공장비 40
 - 4.2.1 일반 사항 40
 - 4.2.2 배치플랜트 41
 - 4.2.3 시멘트 콘크리트 믹서 42
 - 4.2.4 이동식 시멘트 콘크리트 믹서 43
 - 4.2.5 현장용 믹서 44
 - 4.2.6 마무리장비 45
 - 4.2.7 마무리장비 레일과 레일 받침대 47
 - 4.2.8 거친 면 마무리기 47
 - 4.2.9 양생제 살포기 47

4.2.10	노후 시멘트 콘크리트의 표면 절삭장비	48
4.2.11	2차 청소장비	48
4.2.12	워터제트	49
4.2.13	진공흡입트럭	49
4.2.14	최종청소장비	49
4.3	배합설계	50
4.3.1	일반 사항	50
4.3.2	배합 기준	51
4.3.3	배합설계 절차	52
4.3.4	배합강도	54
4.3.5	굵은 골재 최대치수	55
4.3.6	슬럼프 또는 반죽질기	55
4.3.7	공기량	56
4.3.8	물-결합재 비(물-시멘트 비)	56
4.3.9	잔골재율	56
4.3.10	단위수량	56
4.3.11	단위시멘트량	57
4.3.12	혼화재료의 단위량	57
4.3.13	염화물이온량	58
4.3.14	배합의 표시방법	58
4.3.15	시방배합	59
4.3.16	현장배합	59
4.4	시멘트 콘크리트의 제조	59
4.4.1	일반 사항	59
4.4.2	재료의 계량	60
4.5	비비기 및 운반	61
4.6	레디믹스트 시멘트 콘크리트	62
4.7	시공면 준비	62
4.7.1	일반 사항	62



4.7.2 일체식 (노출) 교면포장의 시공면 준비	62
4.7.3 신설 바닥판의 덧씌우기 교면포장의 시공면 준비	63
4.8 마무리장비 시험가동	64
4.9 타설	64
4.9.1 일반 사항	64
4.9.2 브루밍(Brooming) 작업	65
4.9.3 포설	66
4.9.4 환경조건	66
4.10 평탄마무리	69
4.11 거친면 마무리	70
4.12 양생	71
4.13 그루빙	73
4.14 다이아몬드 그라인딩	74
4.15 교면방수	75

5. 공용중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 시공

5.1 일반 사항	79
5.2 교통소통대책	79
5.3 시공면 준비	80
5.3.1 일반 사항	80
5.3.2 아스팔트 교면포장층의 제거	81
5.3.3 손상깊이가 얇은 교면 시멘트 콘크리트의 제거	82
5.3.4 손상깊이가 다양한 교면 시멘트 콘크리트의 제거	82
5.3.5 워터제트에 의한 시멘트 콘크리트의 제거	83
5.3.6 검사	85
5.3.7 청소	86

5.4 기타사항 86

6. 품질관리 및 검사

6.1 일반 사항 89

6.2 자재의 품질관리 89

 6.2.1 시멘트의 품질관리 90

 6.2.2 혼합수의 품질관리 90

 6.2.3 골재의 품질관리 91

 6.2.4 혼화재료의 품질관리 93

6.3 제조의 품질관리 94

 6.3.1 제조설비의 검사 95

 6.3.2 제조공정의 검사 96

6.4 교면포장용 시멘트 콘크리트의 시험항목 97

6.5 시험방법 및 결과의 보고 98

6.6 교면포장용 시멘트 콘크리트의 품질관리 98

 6.6.1 시멘트 콘크리트의 받아들이기 품질검사 98

 6.6.2 강도에 의한 시멘트 콘크리트의 품질검사 102

6.7 균열관리 103

6.8 상부철근의 피복두께 관리 104

6.9 평탄성 관리 104

6.10 접착강도 105



총

칙

1



1. 총 칙

1.1 적용 범위

- (1) 본 지침은 시멘트 콘크리트 교면포장의 설계, 시공 및 유지관리에 관한 일반적인 표준을 규정하는 것으로 도로법 제 11조에 규정된 도로 상의 교량에 적용되는 시멘트 콘크리트 교면포장의 설계 및 시공에 적용한다.
- (2) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「콘크리트 표준시방서」, 「도로공사 표준시방서」, 「시멘트 콘크리트 포장 배합설계 지침」 및 해당 기관의 「전문 시방서」를 따른다.

【해 설】

- 본 지침은 시멘트 콘크리트 교면포장의 설계 및 시공에 관한 일반적인 표준을 규정하는 것이다.
- 시멘트 콘크리트 교면포장이란 표층이 시멘트 콘크리트 층으로 이루어진 교면포장을 의미하며, 시공방법에 따라 크게 일체식(노출) 교면포장 공법과 덧씌우기식 교면포장 공법으로 분류할 수 있다.
- 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 접착시켜주는 2회 타설방식으로 교면포장과 바닥판이 완료되는 공법이다.

1.2 용어의 정의

- 본 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 다음과 같다.
- **감독자**
계약 담당자로부터 감독의무를 수행하도록 임명된 직원 또는 그 대리인. 책임감리를 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 감리원을 말함.
- **감수제(Water-reducing Admixture)**
혼화제의 일종으로 시멘트의 분말을 분산시켜서 시멘트 콘크리트의 워커빌리티를 얻기 위해 필요한 단위수량을 감소시키는 것을 주목적으로 한 재료로 감수제에는 표준형 감수제, 촉진제를 첨가시킨 촉진형 감수제나 지연형 감수제 및 고성능 감수제가 있으며, 근래에는 공기연행(AE)제를 첨가한 공기연행(AE)감수제 등도 있음.
- **검사(Inspection)**
품질이 판정기준에 적합한지의 여부를 시험, 확인 및 필요한 조치를 취하는 행위
- **결합재(Binder)**
물과 반응하여 시멘트 콘크리트 강도발현에 기여하는 물질을 생성하는 것의 총칭으로 시멘트, 고로슬래그 미분말, 플라이 애쉬, 실리카 폼, 팽창재 등을 함유하는 것
- **고로 슬래그 미분말(Ground Granulated Blast-furnace Slag)**
용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융상태의 고로슬래그를 물로 급랭시켜 건조 분쇄한 것, 또는 여기에 석고를 첨가한 것
- **고로 슬래그 시멘트(Blast-furnace Slag Cement)**
포틀랜드 시멘트 클링커(Clinker)와 고로슬래그에 적당량의 석고를 가하여 분말로 하거나 포틀랜드 시멘트, 포틀랜드 시멘트 클링커, 고로 슬래그 또는 석고를 각각 또는 조합하여 분말로 한 것을 충분히 혼합한 것
- **고성능 공기연행 감수제(Air-entraining and High Range Water-reducing Admixture)**
공기연행 성능을 가지며 감수제보다도 더욱 높은 감수 성능 및 양호한 슬럼프 유지 성능을 가지는 혼화제

- **고성능 시멘트 콘크리트(High-performance Cement Concrete)**

요구되는 성능에 맞도록 특별히 설계된 콘크리트를 통칭하며, 고강도, 고내구성, 고유동 콘크리트 등으로 분류됨. 교면포장에서는 시멘트를 베이스로 주로 광물질 혼화재나 포졸란 재료를 사용하여 강도, 유동성, 내구성을 증진시킨 시멘트 콘크리트

- **골재(Aggregate)**

모르타르 또는 시멘트 콘크리트를 만들기 위하여 시멘트 및 물과 혼합하는 잔골재, 부순 모래, 자갈, 부순 굵은 골재, 바다모래, 고로 슬래그 잔골재, 고로 슬래그 굵은 골재, 기타 이와 비슷한 재료

- **골재의 실적률(Solid Volume Percentage of Aggregate)**

용기에 채운 골재 절대용적의 그 용기 용적에 대한 백분율로, 단위질량을 밀도로 나눈 값의 백분율

- **골재의 유효흡수율(Absorption Ratio of Aggregate)**

골재가 표면건조포화상태가 될 때까지 흡수하는 수량의, 절대건조상태의 골재 질량에 대한 백분율

- **골재의 입도(Grading of Aggregate)**

골재의 크고 작은 알이 섞여 있는 정도

- **골재의 절대건조밀도(Density in Oven-dry Condition of Aggregate)**

골재 내부의 빈틈에 포함되어 있는 물이 전부 제거된 상태의 골재알의 밀도로서 골재의 절대건조상태 질량을 골재의 절대용적으로 나눈 값

- **골재의 절대건조상태(Absolute Dry Condition of Aggregate, Oven-dry Condition of Aggregate)**

골재를 100~110℃의 온도에서 일정한 질량이 될 때까지 건조하여 골재알의 내부에 포함되어 있는 자유수가 제거된 상태

- **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 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 흡수율(Absorption Ratio of Aggregate)**
표면건조포화상태의 골재에 함유되어 있는 전체수량의 절대건조상태의 골재 질량에 대한 백분율
- **공기량(Air Content)**
시멘트 콘크리트 속에 포함하는 공기의 양으로 시멘트 콘크리트에 대한 용적비(퍼센트).
- **공기연행 감수제(Air-entraining and Water-reducing Admixture)**
공기연행제와 감수제의 두 가지 효과를 겸비한 혼화제
- **공기연행 시멘트 콘크리트(Air Entraining Cement Concrete)**
공기연행제 등을 사용하여 미세한 기포를 함유시킨 시멘트 콘크리트
- **공기연행제(Air-entraining Admixture)**
혼화제의 일종으로, 미소하고 독립된 수없이 많은 기포를 발생시켜 이를 시멘트 콘크리트 중에 고르게 분포시키기 위하여 쓰이는 혼화제
- **굵은 골재(Coarse Aggregate)**
5mm체에 거의 다 남는 골재 또는 5mm체에 다 남는 골재
- **굵은 골재의 최대치수(Maximum Size of Coarse Aggregate)**
질량비로 90퍼센트 이상을 통과시키는 체 중에서 최소 치수인 체의 호칭치수로 나타낸 굵은 골재의 치수
- **균열저항성(Crack Resistance)**
시멘트 콘크리트에 요구되는 균열 발생에 대한 저항성
- **내구성(Durability)**
시간의 경과에 따른 구조물의 성능 저하에 대한 저항성

- **단위굵은골재 용적(Unit Volume of Coarse Aggregate)**

시멘트 콘크리트 1m³에 사용되는 굵은 골재 겉보기용적으로서 다음 식으로 표시함.

$$\text{단위굵은골재용적} = \frac{\text{콘크리트 1m}^3\text{에 사용되는 굵은골재의 단위량}}{\text{KSF 2505에 의해 구한 굵은골재의 단위용적질량}}$$

- **단위량(Quantity of Material per Unit Volume of Concrete)**

시멘트 콘크리트 또는 모르타르 1m³를 만들 때 쓰이는 각 재료의 사용량으로, 단위시멘트량, 단위수량, 단위굵은골재량, 단위잔골재량, 단위혼화재량 및 단위혼화제량 등이 있음.

- **도급자(계약상대자 또는 하도급자)**

계약상대자는 “공사 계약 일반 조건 제2조의 계약상대자”를 말하며 “시공자” 라고도 하며, 하도급자는 계약상대자로부터 건설공사를 하도급 받은 자를 의미함.

- **레디믹스트 시멘트 콘크리트(Ready-mixed Cement Concrete)**

정비된 시멘트 콘크리트 제조설비를 갖춘 공장으로부터 구입자에게 배달되는 지점에 있어서의 품질을 지시하여 구입할 수 있는 굳지 않은 시멘트 콘크리트

- **레이턴스(Laitance)**

블리딩으로 인하여 시멘트 콘크리트나 모르타르의 표면에 떠올라서 가라앉은 물질로서 시멘트나 골재 중의 미립자

- **마모층(Wearing Course)**

직접 교통하중, 충격 및 마찰작용에 저항하는 시멘트 콘크리트 바닥 슬래브의 표층

- **모노머(monomer)**

고분자화합물 또는 회합체(會合體)를 구성하는 단위가 되는 분자량이 작은 물질이다.

- **모래(Sand)**

자연작용에 의하여 암석으로부터 만들어진 잔골재

- **모르타르(Mortar)**

시멘트, 잔골재, 물 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성 재료로 하여, 이들을 비벼서 만든 것, 또는 경화된 것



- **물-결합재비(W/B : Water-binder Ratio, Water Cementitious Material Ratio)**
굳지 않은 시멘트 콘크리트 또는 굳지 않은 모르타르에 포함되어 있는 시멘트 페이스트 속의 물과 결합재와의 질량비
- **물-시멘트비(W/C : Water Cement Ratio)**
굳지 않은 시멘트 콘크리트 또는 굳지 않은 모르타르에 포함되어 있는 시멘트 페이스트 속의 물과 시멘트의 질량비
- **반죽질기(Consistency)**
주로 수량의 다소에 의해 좌우되는 굳지 않은 시멘트 콘크리트, 굳지 않은 모르타르, 굳지 않은 시멘트 페이스트의 변형 또는 유동에 대한 저항성
- **배치(Batch)**
1회에 비비는 시멘트 콘크리트, 모르타르, 시멘트, 물, 혼화제 및 혼화제 등의 양
- **배치믹서(Batch Mixer)**
시멘트 콘크리트 재료를 1회분씩 비비기하는 믹서
- **배합(Mixing)**
시멘트 콘크리트 또는 모르타르를 만들 때 요구되는 각 재료의 비율이나 사용량
- **배합강도(Required Average Concrete Strength)**
시멘트 콘크리트의 배합을 정하는 경우에 목표로 하는 강도를 말하며, 설계기준강도보다 작아지지 않도록 현장 시멘트 콘크리트의 품질변동을 고려하여 설계기준 강도보다 충분히 크게 정해야 하며, 일반적으로 재령 28일의 압축강도(기호 : f_{cr})를 기준으로 함.
- **보통골재(Normal Aggregate)**
자연작용으로 암석에서 생긴 잔골재, 자갈 또는 부순 모래, 부순 굵은 골재, 고로 슬래그 잔골재, 고로 슬래그 굵은 골재 등의 골재
- **부순 모래(Crushed Fine Aggregate)**
암석을 크러셔 등으로 분쇄하여 인공적으로 만든 잔골재
- **블리딩(Bleeding)**
굳지 않은 시멘트 콘크리트, 굳지 않은 모르타르, 굳지 않은 시멘트 페이스트에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의해 혼합수의 일부가 유리되어 상승하는 현상

- **사각(Skew)**

사교(斜橋)에 있어서 메인 거더 중심선과 받침선이 이루는 각도

- **사일로(Silo)**

원형 단면을 가진 높이가 높은 저장시설. 곡식이나 시멘트 등을 저장함.

- **설계도서**

발주한 건설공사의 설계 등을 도급자가 작성한 기본설계 및 실시설계도면, 구조계산서, 공사시방서, 또는 감독자가 특히 필요하다고 인정하여 작성한 부대도면, 기타 관련서류를 의미함.

- **성형성(Plasticity)**

거푸집에 쉽게 다져 넣을 수 있고, 거푸집을 제거하면 천천히 형상이 변하기는 하지만 허물어지거나 재료가 분리되지 않는 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 성질

- **수밀성(Watertightness)**

투수성이나 투습성이 적은 성질

- **시멘트 콘크리트(Cement Concrete)**

시멘트, 물, 잔골재, 굵은 골재 및 필요에 따라 첨가하는 혼화 재료를 구성 재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것, 또는 경화된 것, 지침에서 별도의 언급이 없는 한 시멘트 콘크리트는 교면포장에 사용되는 결합재로 시멘트를 기본으로 사용하는 시멘트 콘크리트 혼합물을 의미함.

- **시멘트 콘크리트 설계기준강도(Specified Design Strength of Cement Concrete)**

구조설계에서 기준으로 하는 시멘트 콘크리트의 압축강도를 말하며, 일반적으로 재령 28일의 압축강도(기호 : f_{ck})를 기준으로 함.

- **시방배합(Specified Mix)**

소정의 품질을 갖는 시멘트 콘크리트가 얻어지도록 된 배합으로서 표준시방서 또는 책임기술자가 지시한 배합이며, 비빈 시멘트 콘크리트의 $1m^3$ 에 대한 재료 사용량으로 나타냄.

- **실리카 폼(Silica Fume)**

규소철과 실리콘메탈의 생산과정에서 생성되는 가스를 수집 여과하여 포집되는

마이크로실리카 입자. 평균입자 $0.15\mu\text{m}$ 로 완전 구형이기 때문에 시멘트 콘크리트에 혼입하면 워커빌리티가 개선되는 이점도 있고 시멘트 입자 사이에 충전 효과에 의한 수밀성 향상 및 고강도화가 가능함.

- **알칼리-골재 반응(Alkali Aggregate Reaction)**

알칼리와 반응성을 가지는 골재가 시멘트, 그 밖의 알칼리와 장기간에 걸쳐 반응하여 시멘트 콘크리트에 팽창균열, 박리 등을 일으키는 현상

- **워커빌리티(Workability)**

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

- **일반 시멘트 콘크리트(Normal-weight Cement Concrete)**

잔골재, 자갈 또는 부순 모래, 부순 자갈, 여러 가지 슬래그 골재 등을 사용하여 만든 단위질량이 $2,300\text{kg}/\text{m}^3$ 전후의 시멘트 콘크리트

- **자갈(Gravel)**

자연작용에 의하여 암석으로부터 만들어진 굵은 골재

- **자기수축(Autogenous Shrinkage)**

시멘트 수화 반응에 의하여 시멘트 콘크리트, 모르타르 및 시멘트 페이스트의 체적이 감소하여 수축하는 현상

- **잔골재(Fine Aggregate)**

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

- **잔골재율(S/a : Fine Aggregate Ratio)**

골재 중 5mm체를 통과한 부분을 잔골재로 보고, 5mm체에 남는 부분을 굵은 골재로 보아 산출한 잔골재량의 전체 골재량에 대한 절대용적 비를 백분율로 나타낸 것

- **절대용적(Absolute Volume)**

시멘트 콘크리트 속에 공기를 제외한 각 재료가 순수하게 차지하고 있는 용적

- **책임기술자(Supervisor)**

시멘트 콘크리트 공사에 관한 전문지식을 가지고 시멘트 콘크리트 공사의 설계 및 시공에

대하여 그 공사에 대한 책임을 가지고 있는 자 또는 책임자로부터 각 공사에 대하여 책임의 일부분을 부담 받은 자

- **체(Sieve)**

KS A 5101(표준체)에 규정되어 있는 망 체

- **크리프(Creep)**

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

- **특수(개질) 시멘트 콘크리트**

시멘트 콘크리트의 물성 개선을 목적으로 유기재료를 혼입하여 만든 시멘트 콘크리트로 라텍스혼입 시멘트 콘크리트, 라텍스 혼입속경형 시멘트 콘크리트, 유황혼입 시멘트 콘크리트, 폴리머 혼입 시멘트 콘크리트 등이 있음.

- **팽창재(Expansive Additive)**

시멘트 및 물과 함께 혼합하면 수화 반응에 의하여 에트린자이트 또는 수산화칼슘 등을 생성하고 모르타르 또는 시멘트 콘크리트를 팽창시키는 작용을 하는 혼화재료

- **평탄성 (Roughness)**

포장면의 평탄한 정도를 말하며, 국내 시험방법으로는 7.6m 프로파일미터를 주로 사용한다. 측정된 종단 프로파일은 평탄성 지수인 PrI(Profile Roughness Index)로 계산된다.

- **포졸란(Pozzolan)**

혼화재의 일종으로서 그 자체에는 수경성이 없으나 시멘트 콘크리트 중의 물에 용해되어 있는 수산화칼슘과 상온에서 천천히 화합하여 물에 녹지 않는 화합물을 만들 수 있는 실리카질 물질을 함유하고 있는 미분말 상태의 재료

- **품질관리(Quality Control)**

사용 목적에 합치한 시멘트 콘크리트 구조물을 경제적으로 만들기 위해 공사의 모든 단계에서 실시하는 시멘트 콘크리트의 품질 확보를 위한 효과적이고 조직적인 기술 활동



- **프로파일미터(Profile Meter)**

노면 요철 측정기. 교면 등의 평탄도를 측정하는데 사용되는 측정기로 긴 프레임의 앞뒤에 여러 개의 차륜이 있고 그 중간부에 노면의 요철에 따라 오르내리는 계측차륜을 가지고 이차륜의 상하를 기계적으로 종이테이프에 기록하여 연속적으로 노면요철을 측정하는 장치

- **플라이 애쉬(FA : Fly Ash)**

분탄 등을 보일러 내에서 연소시켰을 때, 그 회분이 용융상태로 폐가스 내에 유리하여 비교적 저온의 굴뚝내로 유도되어 고화된 구상의 분말로 됨. 이 분말 중 전기집진기에 의하여 포집되는 미분의 부분. 플라이 애쉬의 분자는 부드러운 구상이기 때문에 시멘트 콘크리트에 혼입하면 워커빌리티가 개선되는 이점도 있고 양호한 규산질 혼화재료(포졸란)로 이용됨.

- **피니셔빌리티(Finishability)**

굵은 골재 최대치수, 잔골재율, 잔골재의 입도, 반죽질기 등에 따르는 마무리 작업의 난이도의 정도를 나타내는 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 성질

- **현장배합(Mix Proportion at Job Site, Mix Proportion in Field)**

시방배합의 시멘트 콘크리트가 얻어지도록 현장에서 재료의 상태 및 계량방법에 따라 정한 배합

- **화학적 침식(Chemical Attack)**

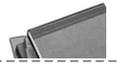
산, 염, 염화물 또는 황산염 등의 침식 물질에 의해 시멘트 콘크리트의 용해·열화가 일어나거나 침식 물질이 시멘트의 조성 물질 또는 강재와 반응하여 체적팽창에 의한 균열이나 강재부식, 피복의 박리를 일으키는 현상

- **혼화재(Admixture, Mineral Admixture)**

혼화재료 중 사용량이 비교적 많아서 그 자체의 부피가 시멘트 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되는 것

- **혼화 재료(Admixture)**

시멘트, 골재, 물 이외의 재료로서 시멘트 콘크리트 등에 특별한 성질을 주기 위해 필요에 따라 더 넣는 재료



- **혼화제(Chemical Admixture, Chemical Agent)**

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

설 계 일 반

2



2. 설계일반

2.1 일반 사항

- (1) 토공부의 포장재에 관계없이 교면포장은 시멘트 콘크리트 교면포장을 적용할 수 있다.
- (2) 시멘트 콘크리트 교면포장의 선정은 경제성, 지역특성, 교량특성, 보수공사 등을 종합적으로 고려하여 선정한다.

【해설】

- 시멘트 콘크리트 교면포장은 시멘트 콘크리트 바닥판을 갖는 교량에 적용할 수 있다.
- 도로교 설계기준 2장 「2.4.6」에서는 「시멘트 콘크리트 교면포장으로 하는 경우에는 바닥판과 동시에 타설하는 것이 좋다.」고 규정하고 있다. 또한 기준의 [해설]에서는 「시멘트 콘크리트 교면포장으로 하는 경우, 교면포장 시멘트 콘크리트를 바닥판 시멘트 콘크리트와 별도로 타설하면 그 두께가 얇아 건조수축 때문에 균열이 생기기 쉽고 교체의 진동, 차륜으로부터의 충격, 우수 등의 침투로 벗겨질 우려가 있으므로 바닥판과 동시에 타설하도록 한다.」고 기술함으로 교면포장과 바닥판을 동시에 타설하는 일체식 교면포장 공법을 추천하고 있다.
- 지역적 특성, 교량특성, 시공여건, 보수공사 등을 고려하여 별도의 교면포장층이 필요하다고 판단되는 경우에는 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장을 실시할 수 있다.

2.2 교면포장공법

- (1) 설계자는 재료의 내구성능 품질기준, 피복두께, 처짐, 균열 및 유지관리 등 제반 규정을 모두 검토하여야 한다.
- (2) 일체식 (노출) 교면포장공법에 사용되는 시멘트 콘크리트는 바닥판의 시멘트 콘크리트와 동일한 재료로 시공한다.
- (3) 경화된 바닥판 위에 별도의 교면포장층을 구성할 필요성이 있는 경우, 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장공법을 적용할 수 있다.

【해 설】

- 설계자는 다양한 조건에 대해 검토하여 선택적으로 적용할 수 있다.
- 일체식 (노출) 교면포장공법은 바닥판과 마모층을 동시에 타설되어 바닥판과 마모층이 일체로 거동하게 되므로 구조적으로 필요한 강도를 확보하고 포장으로서의 내구성능을 갖는 시멘트 콘크리트를 사용하여야 한다.
- 지역적 특성, 교량형식, 시공성 등을 고려하여 별도의 교면포장층을 구성할 필요성이 있는 경우, 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장공법을 적용할 수 있다. 이때, 덧씌우기식 교면포장공법에 사용되는 재료는 포장의 기능을 충분히 만족하면서 바닥판과의 일체거동이 가능한 재료를 선정하여야 한다. 다만, 조기교통개방이 요구되는 경우 감독자의 승인을 얻어 충분한 조기 강도와 내구성을 확보할 수 있는 재료를 사용할 수 있다.
- 시멘트 콘크리트 덧씌우기에 사용되는 시멘트 콘크리트는 결합재로 시멘트를 기본으로 사용하는 콘크리트 계통의 혼합물로서 보통 시멘트 콘크리트, 고성능 시멘트 콘크리트, 특수(개질) 시멘트 콘크리트 등이 있다.
- 덧씌우기식 교면포장공법은 가급적 바닥판과 제반특성이 일치하는 재료로 선정하여 기존에 타설된 바닥판과의 일체거동이 가능하도록 충분한 접착력을 갖도록 시공해야 한다.

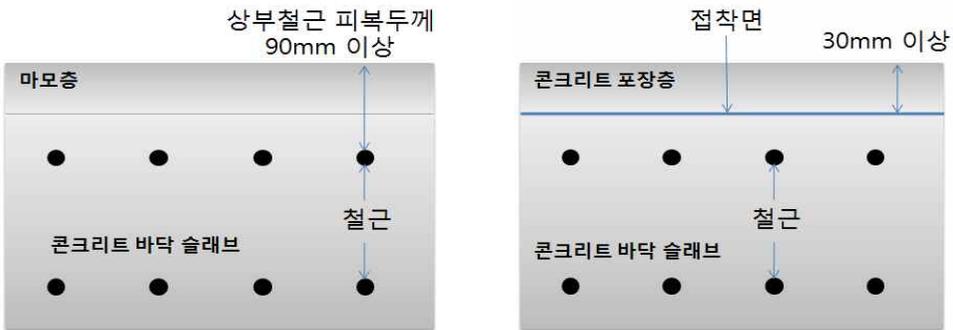


2.3 설계두께

- (1) 일체식 (노출) 교면포장공법에서 마모층의 두께는 30mm 이상으로 한다.
- (2) 덧씌우기식 교면포장공법에서 시멘트 콘크리트 덧씌우기의 두께는 30mm 이상으로 한다.

【해 설】

- 일체식 (노출) 교면포장 공법은 30~50mm 두께의 마모층을 추가피복 개념으로 하여 바닥판 시멘트 콘크리트와 동시에 타설함으로써, 마모층을 포함한 상부철근의 피복두께를 최소 90mm 이상 확보하도록 설계한다. 이때, 시멘트 콘크리트 마모층은 구조부재로 설계하지 않고 사하중으로만 고려한다.
- 덧씌우기식 교면포장공법은 미리 시공되어 경화된 바닥판의 상면에 별도의 시멘트 콘크리트 교면포장층을 타설하는 것으로 바닥판의 사용수명과 시공성 등을 고려하여 교면포장층의 두께를 조절할 수 있으며 일반적으로 50mm의 두께로 설계하며, 시공 후에 포장두께가 최소 30mm 를 확보하여야 한다. 덧씌우기식 교면포장층은 구조부재로 설계하지 않으며 사하중으로만 고려한다. 이때 덧씌우기식 교면포장층은 바닥판 위에 타설되어 일체 거동이 이루어질 수 있도록 충분한 접착력을 가져야 한다.



〈그림 2.1〉 시멘트 콘크리트 교면포장 공법의 종류

2.4 내구성

- (1) 시멘트 콘크리트 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 요구되는 강도를 가지고 내구성과 마모저항이 크며, 품질이 고른 것으로 다음의 조건을 만족시켜야 한다.
- (가) 구조물의 사용기간 중에 받는 여러 가지의 화학적, 물리적 작용에 대하여 충분한 내구성을 가져야 한다.
 - (나) 재료는 시멘트 콘크리트의 요구되는 내구성을 손상시키지 않는 것이라야 한다.
 - (다) 내부에 배치되는 철근이 사용기간 중 소정의 기능을 발휘할 수 있도록 철근을 보호하는 성능을 가져야 한다.
 - (라) 물-결합재비(물-시멘트비)는 원칙적으로 40퍼센트 이하이어야 한다.
 - (마) 원칙적으로 공기연행 시멘트 콘크리트로 하여야 한다.
 - (바) 침하균열, 소성수축균열, 건조수축균열, 자기수축균열 혹은 온도균열에 의한 균열폭이 허용균열폭 이내여야 한다.
- (2) 특수노출지역, 높은 내구성이 요구되는 구조물, 적설한랭지역 등과 같이 특수 환경에 있는 곳은 <표 2.1>의 내구성능 품질기준을 만족하는 시멘트 콘크리트를 사용하거나 별도의 조치를 취하여야 한다.

【해 설】

- 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 두께가 비교적 얇고 교통하중을 직접 접촉하는 부재이며, 장기간 풍우에 노출되고, 또 주야의 온도변화에 의한 응력의 반복 작용으로 다른 구조물에 비하여 대단히 열악한 환경에 노출되어 있다. 따라서 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 설계에서 기준이 되는 기준강도를 가져야 함은 물론이고 내구성 및 마모에 대한 저항성도 당연히 커야 한다. 이와 같은 성질을 갖는 시멘트 콘크리트를 만들기 위해서는 본 지침의 4.3절에 의해 배합설계를 실시한다.
- 교면포장은 겨울철 도로에 살포되는 염화칼슘 등의 제빙화학제로부터 바닥판 시멘트 콘크리트 내부에 있는 철근에 대한 부식방지기능이 필요하다. 이러한 이유로 교면포장용 시멘트 콘크리트의 물-결합재비(물-시멘트비)는 원칙적으로 40퍼센트 이하로 한다.



- 해사나 해풍, 제설제, 그리고 황산염 등 시멘트 콘크리트에 유해한 물질에 노출된 지역, 높은 내구성이 요구되는 구조물, 적설한랭지역의 바닥판, 중요도가 높은 교량은 다음 <표 2.1>의 내구성능 품질기준을 만족하는 시멘트 콘크리트를 사용하거나, 설계단계에서 별도의 조치를 취하여야 한다.
- 내구수명을 증진하기 위해서는 설계단계에서 피복두께를 일반의 경우보다 크게 하거나, 물-결합재비(물-시멘트비)를 낮추고, 포졸란계 혼화 재료를 혼입하여 수밀한 시멘트 콘크리트로 내구성을 향상시킨 고성능 시멘트 콘크리트를 사용할 수 있다. 그밖에 별도의 방수제를 사용하여 내구성을 증가시킬 수 있다.
- 제빙화학제에 노출된 시멘트 콘크리트에 있어서 플라이 애쉬, 고로 슬래그 미분말 또는 실리카 폼을 시멘트 재료의 일부로 치환하여 사용하는 경우 이들 혼화재의 사용량은 <표 2.2>의 값을 초과하지 않도록 한다.

<표 2.1> 시멘트 콘크리트 교면포장용 시멘트 콘크리트의 내구성능 품질기준¹⁾

내구성능 (56일 양생)	실험방법	내구성능등급
균열저항성	AASHTO PP 34 99	재령 56일까지 균열 없음
동결융해저항성 (상대동탄성계수)	KS F 2456 A법 (300사이클)	80 퍼센트 이상
박리저항성	SS 13 72 44 A법 (56사이클)	적정(Acceptable) 등급 이상
염분침투저항성 (Coulombs)	KS F 2711	1000 이하

【주1】 고속국도에서는 내구성실험이 장기간 소요되는 점을 감안하여 설계자료(가이드 라인)로 제시, 연 1회 이상 실험 실시 및 인증하고 있다.

〈표 2.2〉 제빙화학제에 노출된 시멘트 콘크리트의 최대 혼화재 비율¹⁾

결합재	결합재 전 질량에 대한 백분율(퍼센트)
KS L 5405에 따르는 플라이 애쉬 또는 기타 포졸란	25
KS F 2563에 따르는 고로슬래그 미분말	50
실리카 폼	10
플라이 애쉬 또는 기타 포졸란, 고로슬래그 미분말 및 실리카 폼의 합	50 ²⁾
플라이 애쉬 또는 기타 포졸란과 실리카 폼의 합	35 ²⁾

【주1】 콘크리트 표준시방서 〈표 2.16〉 발취

【주2】 플라이 애쉬 또는 기타 포졸란의 합은 25퍼센트 이하, 실리카 폼은 10퍼센트 이하여야 한다.



재 료 3



3. 재 료

3.1 일반 사항

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

【해 설】

- 품질이 확실한 시멘트 콘크리트를 제조하기 위해서는 재료의 품질이나 성분을 알고 있어야 한다.
- 시공 중에 재료를 변경해야 할 필요가 있을 때는 소요 품질의 시멘트 콘크리트를 만들기 위하여 새로 사용하고자 하는 재료의 적부결정 및 배합 변경 등의 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.2 시멘트

- (1) 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 플라이애시 시멘트 및 포틀랜드 포졸란 시멘트는 각각 KS L 5201, KS L 5210, KS L 5211 및 KS L 5401에 적합한 것이라야 한다.
- (2) (1) 이외의 시멘트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

3.3 물

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

3.4 잔골재

3.4.1 일반 사항

- (1) 잔골재나 잔골재용 원석은 단단하고, 강도는 강한 것이어야 한다.
- (2) 잔골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 말아야 하고, 점토나 유기 불순물 등의 유해물이 포함되어 있지 않아야 한다.
- (3) 시멘트 콘크리트용 잔골재는 KS F 2526, 부순 잔골재는 KS F 2527, 고로 슬래그 잔골재는 KS F 2544에 적합한 것을 사용한다. 단, 혼합하여 사용하는 경우에는 KS F 2526의 품질 규정에 적합하여야 한다.

3.4.2 물리적 품질

- (1) 잔골재의 절대건조밀도는 2.5 g/cm^3 이상의 값을 표준으로 한다.
- (2) 잔골재의 흡수율은 3.0퍼센트 이하의 값을 표준으로 한다. 단, 고로슬래그 잔골재의 흡수율은 3.5퍼센트 이하의 값을 표준으로 한다.

3.4.3 입도

- (1) 잔골재는 대소의 알갱이가 알맞게 혼합되어 있는 것으로서, 그 입도는 <표 3.1>의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.
- (2) <표 3.1>의 입도범위를 벗어난 잔골재를 쓰는 경우에는 2종류 이상의 잔골재를 혼합하여 사용할 수 있다. 단, 혼합 잔골재의 경우 천연골재의 입도규정에 준하며, <표 3.1>에 표시된 연속된 2개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45퍼센트를 넘지 않아야 한다.
- (3) 시멘트 콘크리트 배합을 정할 때 가정한 잔골재의 조립률에 비하여 ± 0.20 이상의 변화를 나타내었을 때는 배합을 변경한다. AE 시멘트 콘크리트를 사용할 경우에는 입도변화의 허용 값을 앞의 값보다 작게 규정하는 것이 좋다.
- (4) 공기량이 3퍼센트 이상이고, 단위시멘트량이 250kg/m^3 이상인 AE 시멘트 콘크리트나 단위시멘트량이 300kg/m^3 이상인 시멘트 콘크리트 또는 0.3mm체와 0.15mm체를 통과한 골재의 부족량을 양질의 광물질 분말로 보충한 시멘트 콘크리트에서는 0.3mm체와 0.15mm체 통과 질량백분율의 최소량을 각각 5퍼센트 및 0퍼센트로 감소시켜도 좋다.

【해 설】

- 좋은 품질의 시멘트 콘크리트를 만들기 위해서는 일반적으로 <표 3.1> 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 천연 잔골재 입도범위에 따른다. 또한, <표 3.1>에 표시된 연속된 2개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45퍼센트를 넘어서는 안 된다.

〈표 3.1〉 잔골재의 입도 표준

체의 호칭 치수 (mm)	체를 통과한 것의 질량 백분율(퍼센트)	
	천연잔골재	부순 잔골재
10	100	100
5	95~100	90~100
2.5	80~100	80~100
1.2	50~85	50~90
0.6	25~60	25~65
0.3	10~30	10~35
0.15	2~10	2~15
0.08	-	-

3.4.4 유해를 함유량의 한도

- (1) 잔골재의 유해물 함유량의 허용한도는 〈표 3.2〉의 값으로 한다. 〈표 3.2〉에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 책임기술자의 지시를 받아야 한다.
- (2) 점토덩어리 시험은 KS F 2512, 0.08mm체 통과량 시험은 KS F 2511, 석탄 갈탄 등 밀도 2.0 g/cm³의 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.
- (4) 부순 잔골재의 경우 씻기 시험에서 0.08mm체의 통과량은 7 퍼센트 이하이어야 하며, 마모작용을 받는 경우 5 퍼센트 이하로 한다.

【해 설】

- 천연잔골재에 함유되어 있는 미립분은 대부분 점토로서 점토가 잔골재 표면에 밀착되어 있지 않고 균등하게 분포되어 있다면 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 시멘트 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. <표 3.2>의 점토덩어리 및 0.08mm체 통과량에 대한 기준은 천연 잔골재를 대상으로 한 기준이다.

<표 3.2> 잔골재의 유해물 함유량 한도(질량백분율)

종 류	최대값
점토 덩어리	1.0 ¹⁾
0.08mm체 통과량	3.0 ²⁾
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2.0 g/cm ³ 의 액체에 뜨는 것 - 시멘트 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 3.2>에 따른다.

3.4.5 내구성

- (1) 잔골재의 안정성은 KS F 2507에 따라 시험하며, 내동해성은 KS F 2456에 따라 시험한다.
- (2) 화학적 혹은 물리적으로 안정한 골재를 사용하여야 한다. 다만, 사용실적이 있거나 사용 조건에 대하여 화학적 혹은 물리적 안정성에 관한 시험결과 유해한 영향이 없다고 인정되는 경우 사용해도 좋다.

【해 설】

- 고속국도의 경우 KS F 2545 및 KS F 2546 시험결과 무해로 판정된 골재를 사용한 일부 구간에서 알칼리 골재반응에 의한 피해사례가 발생한 바 있어 부순 잔골재를 사용할 때 A형 부순 잔골재(알칼리 골재 반응성 시험결과 무해한 부순 잔골재)를 사용하여야 하며, KS F 2825에 규정된 골재의 알칼리-실리카 반응성 신속시험결과가 무해하고 ASTM C 1260에 규정된 알칼리 골재 반응시험에 따른 팽창률이 0.1퍼센트 미만이어야 한다고 정하고 있다. 또한 ASTM C 1260 시험결과 팽창률이 0.1퍼센트(14일 기준) 이상인 골재를 부득이 하게

사용할 경우 플라이애시 20퍼센트를 혼합한 알칼리-실리카 반응 억제 배합을 적용하고 있다.

3.5 굵은 골재

3.5.1 일반 사항

- (1) 굵은 골재나 굵은 골재용 원석은 단단하고, 강도는 강한 것이어야 한다.
- (2) 굵은 골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 말아야 하고, 점토나 유기 불순물 등의 유해물이 포함되어 있지 않아야 한다.
- (3) 시멘트 콘크리트용 굵은 골재 KS F 2526, 부순 굵은 골재 KS F 2527, 고로슬래그 굵은 골재 KS F 2544의 규정에 적합한 것을 사용한다. 단, 혼합하여 사용하는 경우에는 KS F 2526의 품질 규정에 적합하여야 한다.

3.5.2 물리적 품질

- (1) 굵은 골재 절대건조밀도는 2.5g/cm^3 이상의 값을 표준으로 한다. 다만, 고로 슬래그 굵은 골재 경우 A급, B급은 각각 2.2g/cm^3 및 2.4g/cm^3 이상을 표준으로 한다.
- (2) 굵은 골재 흡수율은 3.0퍼센트 이하의 값을 표준으로 한다. 다만, 고로슬래그 굵은 골재 경우 A급 및 B급은 각각 6퍼센트 및 4퍼센트를 상한값으로 한다.

3.5.3 입도

- (1) 굵은 골재 입도는 크고 작은 알이 알맞게 혼합되어 있는 것으로, 그 입도는 <표 3.3>의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

【해 설】

- 굵은 골재 입도가 시멘트 콘크리트의 워커빌리티에 미치는 영향은 잔골재의 입도보다 작지만, 잔골재와 마찬가지로 소요 품질의 시멘트 콘크리트를 경제적으로 만들기 위해서는

대소 알이 적당히 혼입되어 있는 것이 좋다. 알의 크기가 고르면 간극률이 커지기 때문에 같은 품질의 시멘트 콘크리트를 만드는데 필요한 모르타르 양이 증가한다.

〈표 3.3〉 굵은 골재 입도 표준

골재크기(mm) 체의 호칭	각 체를 통과하는 것의 중량 백분율(퍼센트)					
	25	20	13	10	5	2.5
30~5	100	40~75	-	10~30	0~10	0~5
25~5	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

3.5.4 유해물 함유량의 한도

- (1) 굵은 골재 유해물 함유량의 한도는 〈표 3.4〉의 값으로 한다. 〈표 3.4〉에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 책임기술자의 지시를 받는다.
- (2) 점토덩어리 시험은 KS F 2512, 연한 석편의 시험은 KS F 2516, 0.08 mm체 통과량의 시험은 KS F 2511, 석탄 및 갈탄 등 밀도 2.0 g/cm³인 액체에서 뜨는 것에 대한 시험은 KS F 2513에 따른다.
- (3) 점토덩어리 함유량은 0.25 퍼센트, 연한 석편은 5 퍼센트 이하이어야 하며, 그 합은 5 퍼센트를 초과하지 않아야 한다.
- (4) 부순 굵은 골재 0.08 mm체 통과량은 1 퍼센트 이하로 한다.

【해 설】

- 이 조항은 본 지침의 3장 「3.4.4」 에 관한 해설과 같은 이유로 규정한 것이다. 연한 석편의 규정을 정한 이유는 5 퍼센트 정도의 연석 함유량으로는 시멘트 콘크리트 강도에 거의 영향을 미치지 않지만, 연석 부분만이 마모되어 작은 구멍이 생기지 않도록 배려했기

때문이다. 눈으로 보아 연석의 혼입이 없다고 판단될 때에는 이 시험은 생략해도 좋다.

〈표 3.4〉 굵은 골재 유해물 함유량 한도(질량백분율)

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

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

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

3.5.5 내구성

- (1) 굵은 골재 안정성은 KS F 2507에 따라 시험하며, 내동해성은 KS F 2456에 따라 시험한다.
- (2) 화학적 혹은 물리적으로 안정한 골재를 사용하여야 한다. 다만, 사용실적이 있거나 사용 조건에 대하여 화학적 혹은 물리적 안정성에 관한 시험결과 유해한 영향이 없다고 인정되는 경우에는 사용해도 좋다.

【해 설】

- 이 조항은 본 지침의 3장의 「3.4.5」에 관한 해설과 같은 이유로 규정한 것이다.

3.5.6 마모감량의 한도

- (1) 마모시험을 했을 때의 마모감량(백분율)의 한도는 일반적으로 35 퍼센트로 한다. 마모시험은 KS F 2058에 따른다.
- (2) 마모감량이 (1)에서 규정한 한도를 넘을 때도 이것과 같은 굵은 골재 사용해서 만든 시멘트 콘크리트가 예상되는 교통 및 기상작용에 대하여 만족할만한 내구성을 나타낸 실례가 있다면 책임기술자의 승인을 얻어 이것을 사용해도 좋다.

【해 설】

- 교면포장용 시멘트 콘크리트는 심한 마모작용을 받으며 경우에 따라서는 마모감량에 의해 주행성을 저해시킬 염려도 있으므로 굵은 골재 마모에 대한 저항이 커야 한다. 일반적으로 로스앤젤레스 시험기에 의해 굵은 골재 마모감량을 판정하지만, 이 값과 시멘트 콘크리트의 마모감량과는 밀접한 관계가 있다. 따라서 마모작용을 받는 교면포장용 시멘트 콘크리트에 쓰이는 굵은 골재 마모감량으로 시멘트 콘크리트용 부순 골재에서 규정되어 있는 일반적인 값 40퍼센트보다 엄한 35퍼센트로 규정했다.
- 이 정도의 값이면 경험상으로 교면포장용 시멘트 콘크리트의 굵은 골재로서의 목적을 달할 수 있다. 그러나 적설 한랭지에서는 타이어체인 등에 의해 심한 마모작용을 받으므로 마모감량의 한도를 25퍼센트 이하로 하는 것이 좋다.

3.6 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) 실리카 폼은 KS F 2567에 적합한 것으로 한다.
- (4) (1), (2), 및 (3) 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.

【해 설】

- (1), (2), 및 (3) 항 이외의 혼화재로서는 라텍스, 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 사용방법도 검토하여야 할 것이다.
- 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 라텍스는 스틸렌(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 스틸렌/부타디엔이 일정비율로 구성되어 있고 소량의 계면활성제와 안정제가 첨가되어 있는 재료이다. 일반적으로 사용 라텍스는 고흡분 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. 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 라텍스의 품질기준은 KS기준이 없으나, 국내에서 일반적으로 적용되는 관리기준은 <표 3.5>와 같다.

〈표 3.5〉 시멘트 콘크리트혼입용 라텍스의 품질기준

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

3.7 혼화제

- (1) 혼화제로 사용할 공기연행제, 감수제, 공기연행감수제 및 고성능공기연행감수제는 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.

【해 설】

- (1) 이외의 혼화제에 대해서는 아직 품질기준이 없고, 사용방법도 다양하므로 이를 사용함에 있어서는 충분한 사전조사와 시험을 통하여 품질을 확인함과 동시에 사용방법에 대해서도 검토하여야 한다.

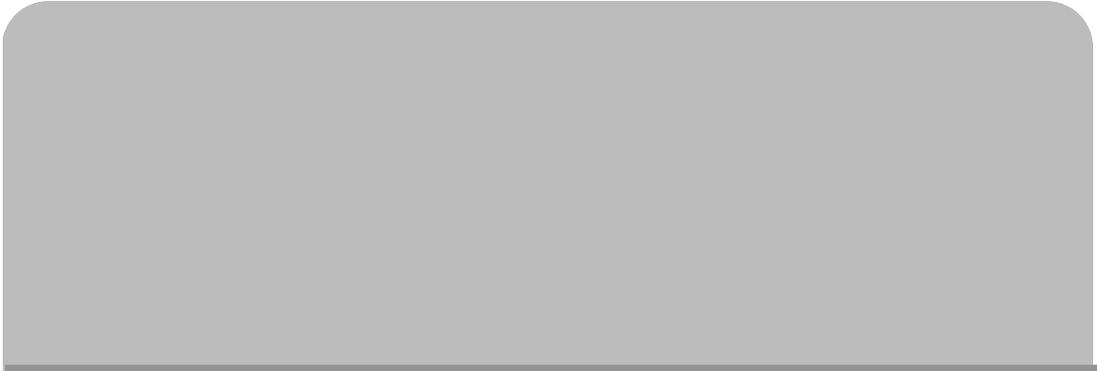
3.8 재료의 저장

- (1) 시멘트는 방습적인 구조로 된 사일로 또는 창고에 품종별로 구분하여 저장한다.
- (2) 잔골재 및 굵은 골재에 있어 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장한다. 특히, 원석의 종류나 제조 방법이 다른 부순 잔골재는 분리하여 저장한다.
- (3) 혼화제는 방습적인 사일로 또는 창고 등에 품종별로 구분하여 저장하고, 입하된 순서대로 사용하여야 한다.
- (4) 혼화제는 먼지, 기타의 불순물이 혼입되지 않고 액상의 혼화제는 분리되거나 변질되거나 동결되지 않으며 분말상의 혼화제는 습기를 흡수하거나 굳어지는 일이 없도록 저장한다.
- (5) 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 라텍스는 저장 시 품질변화가 발생하지 않도록 저장하여야 한다.

【해 설】

- 다른 재료와는 달리 라텍스혼입 시멘트 콘크리트에 사용되는 라텍스는 직사광선, 대기온도, 저장기간, 공기유입 등에 따라 품질변화가 심한 재료이므로 저장 시 다음사항을 준수하여야 한다.

- (가) 저장 용기의 재질은 스테인리스 스틸(Stainless Steel) 또는 유리섬유보강 폴리에스테르(Glass Fiber-reinforced Polyester)여야 한다.
- (나) 라텍스는 결빙되어서는 안 되며, 저장온도는 5~29℃ 범위 이내이어야 한다.
- (다) 장기 저장시 굳어짐 현상(Creaming), 층리현상, pH 저하 등이 생길 수 있으므로 6개월 이상 저장해서는 안 된다.
- (라) 저장 용기의 뚜껑은 항상 닫혀 있어야 하고, 라텍스 사용 시 공기가 유입되지 않도록 주의하여야 한다.
- (마) 장기간 직사광선에 노출되어서는 안 되고 비, 스팀 등으로부터 보호·저장되어야 한다.
- (바) 라텍스는 환경오염에 영향을 줄 수 있으므로 누수 되거나 하수구, 지표면 등에 유입시켜서는 안 되고 페드럼은 제조회사에 반품하거나 승인된 위탁처리업자에 위탁처리 해야 한다.



시 공 4



4. 시 공

4.1 일반 사항

- (1) 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공 관리는 시공 전 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.
 - (가) 사용 장비 및 예비 장비
 - (나) 경험 및 기술에 근거하여 각자 계획된 위치에서 준비된 작업원과 임무
 - (다) 제시된 시공 기술
 - (라) 안전 고려 사항
 - (마) 시멘트 콘크리트 배합설계
 - (바) 혼화재 및 혼화제의 성능자료, 사용비율에 대한 감독자의 승인

- (사) 제시된 타설 속도, 양생과 재하 계획
- (아) 양생작업과 관련된 작업원은 물론 적용되는 양생 실무
- (자) 교면 마무리 장비의 설치와 작동을 포함한 운반 장비
- (차) 교통소통대책

4.2 시공장비

4.2.1 일반 사항

(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, 감독자에 의해서 승인을 받아야 한다.



4.2.2 배치플랜트

- (1) 배치플랜트는 잔골재 및 굵은 골재를 입도별로 계량할 수 있는 계량장치를 구비해야 한다.
- (2) 벌크시멘트를 사용할 경우에는 계량장치, 빈, 호퍼를 구비해야 한다. 호퍼는 작업도중 먼지나 기타 유해물질이 혼합되는 것을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
- (3) 배치플랜트는 작업 중 점검과 검사를 할 수 있으며, 작업원의 안전을 도모하기 위한 안전장치가 부착되어 있어야 한다.

【해 설】

- 배치플랜트를 포함한 시멘트 콘크리트 작업에 필요한 모든 장비 및 시설은 공사 착수 전에 그 성능, 용량, 상태 등에 대하여 감독자의 검사 및 승인을 받아야 한다. 또한 배치 플랜트는 다음과 같은 조건에 맞아야 한다.

(가) 골재나 시멘트의 계량장치에 붙어 있는 저울의 최소눈금은 저울 전체 용량의 1/200보다 커서는 안 되며, 저울의 정도를 확인할 수 있도록 공인기관의 검정을 받은 20kg짜리 추 10개 이상을 항상 비치해야 한다.

(나) 도급자는 배치 속에 들어 있는 재료의 정확한 중량을 플랜트 조정원과 감독자가 쉽게 확인할 수 있는 위치에 계량기를 설치해야 한다.

(다) 자동식 배치 플랜트는 완전 자동식이며, 시멘트, 골재, 물을 한 배치분씩 자동으로 계량할 수 있어야 하고, 혼화재료의 계량 및 투입 또한 자동이어야 한다.

(라) 자동식 배치 플랜트를 사용할 경우에는 각 배치마다 투입되는 골재, 시멘트, 물 및 혼화재료의 양을 자동적으로 정확하게 기록할 수 있도록 기록장치가 부착되어 있어야 한다. 배치의 각종 기록결과(굵은 골재 최대치수, 슬럼프, 공기량, 물-결합재비(물-시멘트비), 각종 단위 재료량)는 감독자에게 제출해야 한다.

(a) 투입골재, 시멘트, 물, 혼화재료의 각 배치분의 중량

(b) 각 배치의 일자 및 시간

(c) 시멘트 콘크리트 등급의 표시

(d) 각 배치의 일련번호

(마) 플랜트장에는 규정된 시험을 실시하기에 충분한 시설과 공간을 갖춘 시험실을 설치해야 한다.

4.2.3 시멘트 콘크리트 믹서

- (1) 교면포장용 시멘트 콘크리트는 현장 플랜트 또는 레디믹스트 시멘트 콘크리트로 공급하거나 일부 또는 전체를 트럭믹서에서 혼합하여 공급해야 한다. 각 믹서에는 혼합용 드럼의 용량을 혼합 시멘트 콘크리트의 부피로 표시하고, 블레이드의 회전속도를 표시하는 장비 제작자의 표찰은 잘 보이는 곳에 부착되어 있어야 한다.
- (2) 시멘트 콘크리트를 혼합할 믹서는 규정된 혼합시간 내에 골재, 시멘트 및 물을 완전히 혼합하여 균질한 혼합물을 만들고, 재료분리가 발생하지 않고 배출할 수 있는 것으로 감독자의 승인을 받은 것이어야 한다.
- (3) 각 믹서는 드럼에 모든 재료가 완전히 채워졌을 때 배출 레버가 자동적으로 잠기고 혼합이 끝났을 때는 열릴 수 있는 승인된 시간조절장치를 구비해야 하며, 각 배치 수를 정확하게 나타낼 수 있는 계수기가 부착되어 있어야 한다.
- (4) 각 믹서는 적당한 시간간격을 두고 청소를 해야 하며 드럼 내에 날이 2cm 이상 마모되었을 때는 수선하거나 교체해야 한다.
- (5) 트럭믹서는 KS F 4009에 적합한 것이어야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트 믹서에는 물을 계량하는 장치와 반죽된 시멘트 콘크리트를 배출해 내는 적절한 장치가 부착되어 있어야 한다.
- 믹서는 KS F 2455에 의하여 비비기 성능시험을 실시하여 감독자의 승인을 받은 것을 사용해야 한다.
- 믹서는 그 내부에 단단한 시멘트 콘크리트나 모르타르가 부착되어 있거나 또는 믹서의 날개가 마모되므로 인하여 기능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 발생하므로 매일 검사를 해야 한다.
- 믹서의 날개는 제작 당시의 날개보다 2cm 이상 마모되었을 경우에는 이를 즉시 교체해야 한다.

- 현장 기능공은 믹서가동 초기, 중기 및 마지막 무렵에 반죽된 시멘트 콘크리트 시료를 채취하여 반죽질기(Consistency) 시험을 실시해야 한다.
- 만약 시험한 결과 슬럼프 및 공기량의 값이 규정된 허용치를 초과할 경우에는 믹서 가동을 중지하고 조정해야 한다.
- 모든 믹서에는 타이머 장치가 부착되어 있어서 비비는 시간 동안은 자동적으로 배출레버가 잠기고 비비는 시간이 끝나면 자동적으로 배출하게 해야 한다.
- 믹서의 드럼 속에 든 한 배치분의 혼합물은 일체를 비운 후 다음분 배치 재료를 투입해야 하며, 만약 한 배치 재료 이상이 투입되었을 경우에는 그 재료 전부를 버려야 한다.

4.2.4 이동식 시멘트 콘크리트 믹서

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

【해 설】

- 장비 자체적으로 혼합·배출이 가능하고, 시멘트 콘크리트를 4.5m³이상 생산하기에 충분한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.
- 믹서에 투입되고 있는 시멘트량을 측정할 수 있고, 사용된 시멘트량을 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에 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 공급혼합될 수 있도록 눈금 조정이 가능하여야 하고, 혼합물을 마무리장비의 전면에서 슈트를 통하여 직접 포설할 수 있는 장비이어야 한다.
- 포장될 교면의 전폭을 적실 수 있는 살수 장치가 있어야 한다.
- 책임기술자는 필요시 투입재료의 계량기에 대한 보정을 다시 할 수 있다.
- 교면포장용 시멘트 콘크리트를 생산하기 전에 감독자 입회하여 검·교정을 하여야 하며,

재료의 계량오차는 <표 4.1>의 범위 이내이어야 한다.

<표 4.1> 계량 오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 한계허용오차(퍼센트)
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.

4.2.5 현장용 믹서

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

【해설】

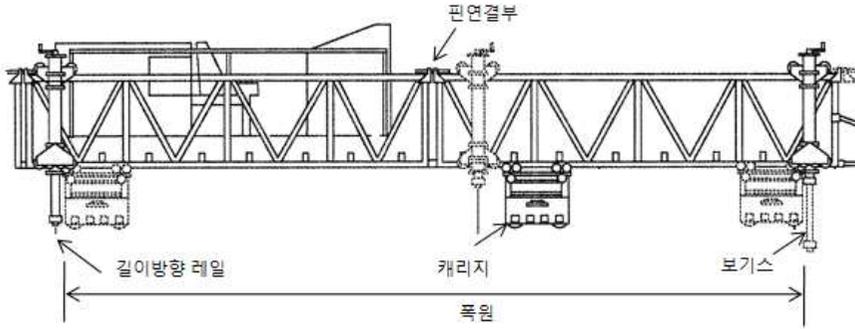
- 믹서의 용량은 0.3m³/batch 이상이어야 하고, 90초 이내에 충분한 혼합이 될 수 있도록 교반기 날개가 배치되어 있고, 믹서의 회전속도는 70rpm를 유지하여야 한다.
- 장비 자체적으로 혼합, 배출이 가능하여야 한다.
- 원재료의 투입이 용이하도록 투입구가 충분히 커야 하고, 신속한 배출이 될 수 있도록 배출구가 크고 개폐에 따른 혼합물의 누출이 없어야 한다.

4.2.6 마무리장비

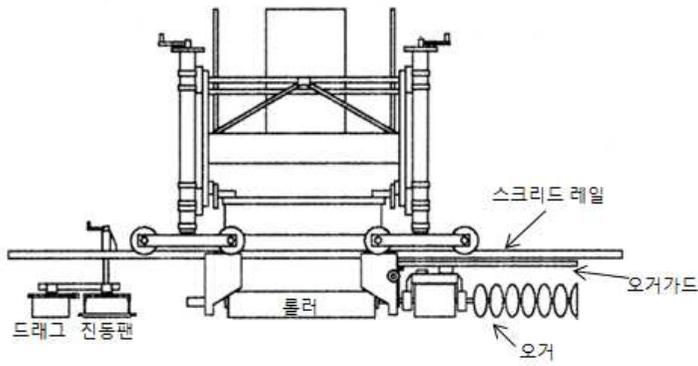
- (1) 자체 동력으로 전후방 이동이 가능하여야 한다.
- (2) 배면에서의 시멘트 콘크리트 표면 마무리가 고르게 퍼지도록 스크리드(Screed) 전면을 위로 올릴 수 있어야 한다.
- (3) 2개 이상의 회전 롤러와 오거(Auger), 1,500~5,000VPM의 진동팬(Vibrating Pan) 이 장착되어 있어야 한다.
- (4) 마무리장비는 시멘트 콘크리트가 타설되면서부터 마무리장비의 통과에 의해서 마무리될 때까지는 10분을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
- (5) 마무리장비는 실제 시공되는 교면에 맞게 조정된 상태를 유지하여야 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 4.1>과 같이 포설되는 바닥판의 교폭만큼 늘일 수 있도록 핀으로 연결된 조립식 트러스 부재로 구성되어 있다. 트러스 경간은 양단 끝으로 '보기스(Bogies)' 라고 불리는 일련의 바퀴 위에 지지되어 있다. 이 바퀴들은 레일을 따라 교량의 길이 방향으로 따라 움직인다. 트러스 아래에 매달린 것은 마감두부로 '캐리지(carriage)' 로 불리며, 이것은 시멘트 콘크리트의 높이, 다짐, 진동 그리고 마무리를 수행한다.
- 사각을 갖는 교량에서는 마무리 장비를 교축방향 레일에 대해서 <그림 4.2>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 데크피니셔의 통과에 의해서 마무리되어야 한다. 이때, 타설에서 최종 마무리까지는 10분을 초과하지 않도록 계획되어야 한다. 데크피니셔는 앞쪽에 충분한 시멘트 콘크리트가 있도록 하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다.

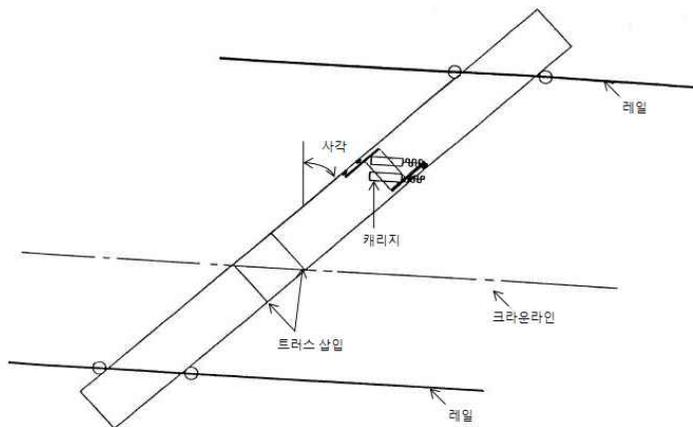


(a) 정면도



(b) 횡단면도

<그림 4.1> 마무리장비 개요도



<그림 4.2> 사교에서의 장비배치도

4.2.7 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. 생산된 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.
- 레일받침대는 나사로 조절하는 안장형태의 것으로 레일 아래에 충분한 개수로 받쳐서 마무리장비의 중량으로 인해 발생하는 변위가 없도록 해야 한다.

4.2.8 거친 면 마무리기

- (1) 거친 면 마무리기는 설계도서에 따라 마무리 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

4.2.9 양생제 살포기

- (1) 양생제 살포기는 전 포장면에 양생제를 균일하게 살포할 수 있는 일정한 압력을 갖는 분무장치와 교반장치를 갖추고 있어야 한다.

4.2.10 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 환경차원에서 효율적인 장비이어야 한다.
- (2) 핸드 브레이커로는 무게가 16kg 이하의 잭 햄머가 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 가진 장비이어야 한다.

【해 설】

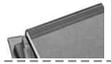
- 상온절삭기는 기존의 노후 시멘트 콘크리트 표면 또는 아스팔트 교면포장재를 제거하기 위한 목적으로 적용되며 교통조건, 차선조건 및 작업효율 등을 고려하여 계획된 절삭폭을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있어야 한다. 기존 교면포장재가 아스팔트 교면포장층인 경우 바닥판 상부에 시공된 방수층까지 제거할 수 있어야 한다.
- 핸드브레이커는 상온 절삭기 사용 후, 부분적인 교면 및 이물질 제거에 사용된다. 일반적으로 핸드브레이커의 사용을 최소화할 수 있는 시공계획을 수립하여야 한다.

4.2.11 2차 청소장비

- (1) 샌드블라스팅 장비는 표층 제거작업 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 장비로서 상온절삭으로 인해 느슨해진



시멘트 콘크리트를 깨끗이 제거하는데 사용된다.

4.2.12 워터제트

- (1) 자체 동력으로 전후방 이동이 가능하여야 한다.
- (2) 펌프압력은 100MPa 이상이며, 분당 유량은 80리터 이상이어야 한다.
- (3) 절삭된 시멘트 콘크리트가 비산되지 않도록 방지망을 설치하여야 한다.
- (4) 워터제트는 시험운용을 통해 절삭폭, 절삭 표면상태, 작업 능률 등에 대해 감독자에 의해 승인을 받을 때까지 사용해서는 안 된다.

【해 설】

- 워터제트는 철근이나 건전한 기존 시멘트 콘크리트에 손상을 주지 않으며 철근 아래 열화된 시멘트 콘크리트를 제거할 목적으로 사용하는 장비로서 펌프압력은 100MPa 이상이어야 하고, 절삭표면의 요철형성이 가능하고, 작업능률이 일정량 이상인 장비이어야 하며, 절삭물이 비산되지 않도록 비산방지 망을 설치하여야 한다. 현장에 적용하기 전에 절삭 폭, 절삭 표면상태, 작업능률 등에 대한 장비의 적정성을 검사하여야 한다.

4.2.13 진공흡입트럭

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

4.2.14 최종청소장비

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

4.3 배합설계

4.3.1 일반 사항

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

【해설】

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

4.3.2 배합 기준

(1) 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준은 <표 4.2>에 제시하는 기준값을 만족해야 한다.

【해 설】

- 재하하중에 대하여 파괴위험 없이 저항할 수 있도록 소요강도를 충분히 가져야 하며, 타설 가능한 범위 내에서 최소의 단위수량, 즉 최소 반죽질기를 갖는 시멘트 콘크리트이어야 한다. 단위수량이 커지면 시멘트 콘크리트 반죽질기가 증가하고 타설이 용이하지만, 시멘트 콘크리트의 운반, 타설, 다짐 중에 재료분리가 현저하게 되고 상부 시멘트 콘크리트는 물이 많아져 나쁜 품질이 되거나, 골재의 부착성능이 저해되어 균질하고 결함이 적은 시멘트 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 굵은 골재 쓰는 것이 좋으며, 이것은 단위수량과 단위시멘트량을 감소시키고 시멘트 콘크리트의 품질을 개선할 수 있기 때문이다. 또한, 시멘트 콘크리트는 기상작용, 화학작용에 의한 파괴, 침식에 충분히 저항하도록 적당한 내구성을 가져야 한다.

〈표 4.2〉 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준¹⁾

항 목	시 험 방 법	단 위	기 준
설계기준강도(f_{28})	KS F 2405	MPa	바닥판의 강도 이상 ²⁾
설계기준 접착강도(f_{28})	KS F 2762	MPa	1.4 이상
물-결합재비(물-시멘트비)		퍼센트	40 이하 ³⁾
굵은 골재 최대치수		mm	25 이하 ⁴⁾
공기연행(AE) 시멘트 콘크리트의 공기량 범위	KS F 2409	퍼센트	5~8 ⁵⁾

【주1】 데크피니셔에 의한 기계타설의 경우

【주2】 교면포장의 재료는 가급적 바닥판의 제반특성이 일치하는 재료로 선정하여 시공해야 한다.

【주3】 교면포장은 겨울철 도로에 살포되는 염화칼슘 등의 제빙화학제로부터 바닥판 시멘트 콘크리트 내부에 있는 철근에 대한 부식방지기능이 필요하다. 이러한 이유로 교면포장용 시멘트 콘크리트의 물-결합재비(물-시멘트비)는 원칙적으로 40 퍼센트 이하로 한다.

【주4】 굵은 골재 최대치수는 4.3.5절의 설명에 따른다.

【주5】 바닥판의 경우 동결융해에 대한 저항성 확보를 위해 공기연행(AE) 시멘트 콘크리트의 공기량 범위를 기존의 4~7퍼센트에서 5~8퍼센트로 상향조정하였다.

4.3.3 배합설계 절차

(1) 통상의 교면포장용 시멘트 콘크리트에 요구되는 성능의 표준적 수준을 만족하는 배합설계의 표준적인 방법을 나타낸 것이다.

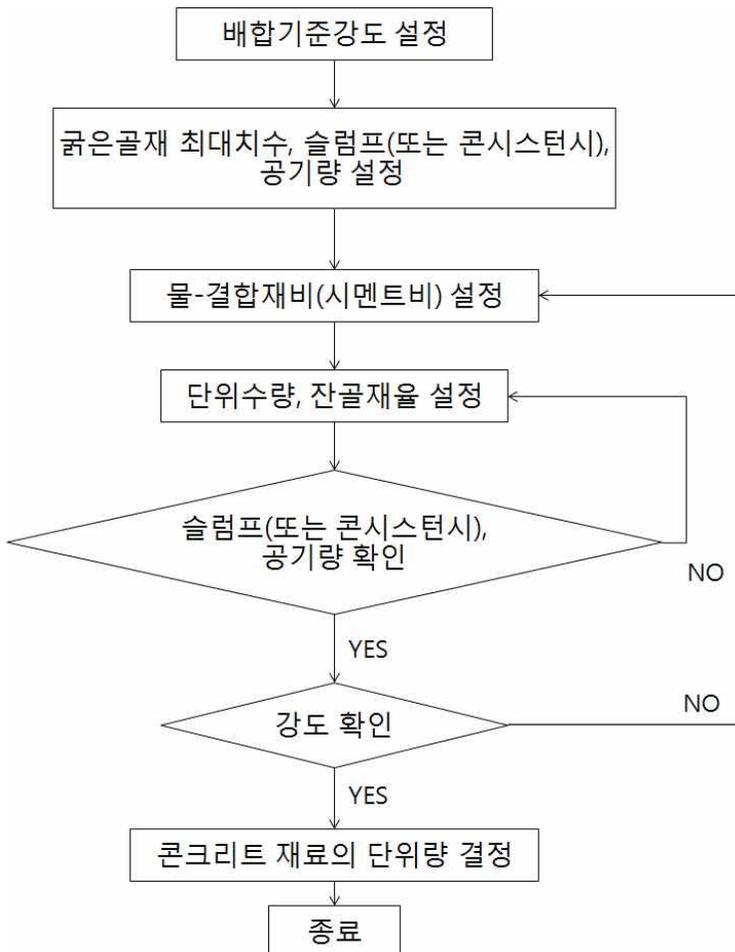
(2) 배합설계의 순서는 〈그림 4.3〉과 같다.

【해 설】

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

• 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합설계는 다음과 같은 순서로 시행한다.

- (가) 배합기준강도 설정
- (나) 굵은 골재 최대치수, 슬럼프 또는 반죽질기, 공기량 설정
- (다) 물-결합재비(물-시멘트비) 설정
- (라) 단위수량, 잔골재율 설정
- (마) 단위수량, 혼화제 단위량 및 잔골재율 조정
- (바) 시멘트 콘크리트 재료의 단위량 결정



〈그림 4.3〉 교면포장용 시멘트 콘크리트의 배합설계 흐름도

4.3.4 배합강도

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

(가) $f_{cr} = f_{ck} + 1.34s$ (MPa) (식 1)

(나) $f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s$ (MPa) (식 2)

여기서, f_{cr} : 시멘트 콘크리트의 배합강도(MPa)

f_{ck} : 시멘트 콘크리트의 설계기준강도(MPa)

s : 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 회수의 시험을 통하여 얻은 모집단의 값과 같다고 가정한다.
- 표준편차 s 는 다음 식에 의해 구한다.

$$s = \left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)} \right]$$

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 시험횟수가 29회 이하이고 15회 이상인 경우는 그것으로 계산한 표준편차에 <표 4.3>의 보정계수를 곱한 값을 표준편차로 사용할 수 있다. 이렇게 하여 구한 표준편차를 적용하면 배합강도가 보다 안전측으로 된다.

〈표 4.3〉 압축강도 시험횟수가 30회 미만일 때 표준편차의 보정계수

시험횟수	표준편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.00

- 시멘트 콘크리트 압축강도의 표준편차를 알지 못할 때, 또는 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우 시멘트 콘크리트의 배합강도는 〈표 4.4〉와 같이 정한다.

〈표 4.4〉 압축강도 시험횟수가 14회 미만인 경우의 배합강도

설계기준강도 f_{ck} (MPa)	배합강도 f_{cr} (MPa)
21 이상 35 이하	$f_{ck} + 8.5$
35 이상	$f_{ck} + 10$

4.3.5 굵은 골재 최대치수

- (1) 일체식 (노출) 교면포장에 사용되는 굵은 골재 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 굵은 골재 공칭 최대치수는 덧씌우기 두께의 1/2 값을 초과하지 않아야 한다.

4.3.6 슬럼프 또는 반죽질기

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

4.3.7 공기량

- (1) 교면포장용 시멘트 콘크리트는 원칙적으로 공기연행(AE) 시멘트 콘크리트로 하고, 그 공기량은 시멘트 콘크리트 용적의 6.5 ± 1.5 퍼센트 범위로 한다. 또한 시멘트 콘크리트 공기량 시험은 KS F 2421에 의한다.

4.3.8 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 고형분 함유량을 제외한 중량은 수량에 포함시켜야 한다. 라텍스의 고형분 함유량 시험은 KS M 6516에 의한다.
- (4) 내구성을 기준으로 단위시멘트량을 정할 때는 물-결합재비를 40퍼센트 이하로 해야 한다.

4.3.9 잔골재율

- (1) 잔골재율은 시험에 의해 정한다.

4.3.10 단위수량

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

4.3.11 단위시멘트량

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

4.3.12 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 퍼센트 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 2.4절의 <표 2.2>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 퍼센트일 때 가장 성능이 좋은 것으로 나타났다.

4.3.13 염화물이온량

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

4.3.14 배합의 표시방법

(1) 시방배합의 표시는 일반적으로 <표 4.5>에 의한다.

【해 설】

- 시방배합은 잔골재는 5mm 체를 전부 통과하는 것, 굵은 골재 5mm 체에 전부 남는 것으로서, 모두 표면건조포화 상태로 있는 것을 나타낸다.
- 시방배합을 현장배합으로 고치는 경우에는 골재 함수상태, 5mm 체에 남는 잔골재량, 5mm 체를 통과하는 굵은 골재량 및 혼화제의 희석수량을 고려한다.

<표 4.5> 시방배합 표시방법

설계 기준 강도 (MPa)	굵은 골재 최대 치수 (mm)	슬럼프 (mm)	공기 량 (퍼센트)	물-결합 재비 ¹⁾ (퍼센트)	잔골재 율 (퍼센트)	단위량 (kg/m ³)						
						물	시멘트	혼화제 ²⁾	잔골 재	굵은 골재		혼화 제 ³⁾
										mm~ mm	mm~ mm	

【주1】 포졸란 반응이나 잠재수경성을 가진 혼화제를 사용하지 않는 경우에는 물-시멘트비가 된다.

【주2】 여러 종류의 혼화재료를 사용할 때에는 각각의 란을 나누어 표시한다.

【주3】 혼화제의 사용량은, ml/m³ 또는 g/m³로 나타내고, 무게 한다든지 녹인다든지 하지 않은 것을 나타내는 것으로 한다.

4.3.15 시방배합

- (1) 계약상대자는 책임기술자가 승인한 시멘트 콘크리트의 재료를 사용하여 책임기술자의 입회하에 시방배합을 실시하며, 책임기술자는 이를 토대로 현장배합을 결정한다.
- (2) 계약상대자는 (1)항에서 결정된 시멘트량의 범위 내에서 요구되는 품질을 만족하고 작업에 적합한 작업성(워커빌리티) 및 표면 마감성(피니셔빌리티)을 갖는 시멘트 콘크리트를 만들 수 있는 플랜트를 준비함과 동시에 사용하는 플랜트의 성능, 관리방법, 계약상대자의 시공경험 등 시멘트 콘크리트의 품질변동에 근거한 배합강도를 정하기 위한 자료를 책임기술자에게 보고하여야 한다.
- (3) 시방배합의 수정은 책임기술자가 필요하다고 인정할 때, 골재원이 변경되었을 때, 또는 잔골재의 조립률이 0.2 이상 변화가 생겼을 때 실시하여야 한다.

4.3.16 현장배합

- (1) 계약상대자는 시멘트 콘크리트 교면포장에 이용할 재료를 사용하여 시방배합 및 시험포장을 실시한 후 그 결과를 제출하여야 하며, 책임기술자와 협의하여 현장배합을 결정하여야 한다.

4.4 시멘트 콘크리트의 제조

4.4.1 일반 사항

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

【해 설】

- 시멘트 콘크리트를 제조함에 있어 요구되는 품질로서는 강도, 수밀성, 내구성, 마모에 대한 저항성 등의 제 조건을 만족하는 시멘트 콘크리트가 되어야 한다. 이와 같은 시멘트

콘크리트 품질의 변동을 될 수 있는 대로 적게 하기 위해서는 시멘트 콘크리트의 계량이나 비비기 등의 제조공정에 대하여 충분한 주의를 기울여야 한다.

4.4.2 재료의 계량

- (1) 계량은 현장배합에 의해 실시하는 것으로 한다.
- (2) 골재의 표면수율 시험방법은 KS F 2550 및 KS F 2509에 따른다.
- (3) 혼화제를 녹이는 데 사용하는 물이나 혼화제를 묽게 하는 데 사용하는 물은 단위수량의 일부로 보아야 한다.
- (4) 1 배치량은 시멘트 콘크리트의 종류, 비비기 설비의 성능, 운반방법, 공사의 종류, 시멘트 콘크리트의 타설량 등을 고려하여 정하여야 한다.
- (5) 각 재료는 1배치씩 질량으로 계량하여야 한다. 다만, 물과 혼화제 용액은 용적으로 계량해도 좋다.
- (6) 계량오차는 1회 계량분에 대하여 <표 4.1>의 값 이하이어야 한다.
- (7) 연속믹서를 사용할 경우 각 재료는 용적으로 계량해도 좋다. 이때의 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. 소정의 시간당 계량분이 결정되면 작업이 완료될 때까지 변경하지 않도록 하여야 하며, 해당 차량에 계량값 표지판을 부착하여 임의로 조작하지 않도록 조치하여야 한다.

4.5 비비기 및 운반

- (1) 교면포장용 시멘트 콘크리트의 재료는 반죽된 시멘트 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, 강도 시험, 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 가경식 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 시멘트 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 믹서 안에 다음 재료를 넣지 않아야 한다.
- (7) 믹서는 사용 후후에 잘 청소하여야 한다.
- (8) 연속믹서를 사용할 경우, 비비기 시작 후 최초에 배출되는 시멘트 콘크리트는 사용하지 않아야 한다.
- (9) 시멘트 콘크리트의 운반은 재료분리와 함수비의 변화가 최소화 할 수 있도록 해야 하며, 운반차는 실거나 내리는 작업이 용이한 것이라야 한다.
- (10) 시멘트 콘크리트는 비빈 후 운반되는 과정에서 굳지 않아야 하며, 조금이라도 굳은 시멘트 콘크리트는 사용해서는 안 된다. 운반도중 시멘트 콘크리트가 건조되는 것을 방지하기 위하여 시공자는 운반차에 적절한 보호방법을 강구해야 한다.

4.6 레디믹스트 시멘트 콘크리트

- (1) 레디믹스트 시멘트 콘크리트를 사용하기에 앞서 품질규정으로 KS F 4009의 규정을 따를 것인가, 기타의 규정을 따를 것인가를 결정해야 한다.
- (2) 레디믹스트 시멘트 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 시멘트 콘크리트를 사용할 경우에는 콘크리트 치기에 지장이 없도록 받아들이는 시기 등에 대하여 제조자와 미리 협의해야 한다.
- (4) 레디믹스트 시멘트 콘크리트를 내려놓는 장소나 방법은 시멘트 콘크리트 품질에 손상이 가지 않도록 적절하게 정해야 한다.

4.7 시공면 준비

4.7.1 일반 사항

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

4.7.2 일체식 (노출) 교면포장의 시공면 준비

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



4.7.3 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 12시간 전에 완료되어야 한다.
- (3) 교면 청소 후 바닥판에 충분히 살수하고 비닐을 덮어 습윤상태를 유지한다. 습윤기간은 최소 12시간 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.

4.8 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 600mm이하이어야 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.

4.9 타설

4.9.1 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.

4.9.2 브루밍(Brooming) 작업

- (1) 경화된 바닥판 위에 덧씌우기를 실시하는 경우, 재료의 타설작업에 앞서 산구 시멘트 콘크리트의 부착력 증진을 위한 브루밍 작업을 실시하여야 한다.
- (2) 브루밍 작업은 교면뿐만 아니라 덧씌우기 교면포장층이 접촉되는 방호벽, 중분대, 측벽에도 실시되어야 한다.
- (3) 브루밍한 표면은 시멘트 콘크리트가 포설되기 전에 건조되어서는 안 된다.
- (4) 브루밍 작업완료 후 남은 모르타르가 빠진 시멘트 콘크리트는 교면포장 재료에 혼합 사용되어서는 안 된다.

【해 설】

- 브루밍 작업은 덧씌우기 시멘트 콘크리트의 부착력을 증진시키고 산구 시멘트 콘크리트의 경계면의 결함을 없애기 위하여 덧씌우기 재료의 타설 직전에 소량의 덧씌우기 교면포장재료 또는 접착제를 브러시 등으로 쓸어 교면에 모르타르(Mortar)로 얇게 도포하는 작업으로서 (2) ~ (4)의 사항을 준수하여야 한다.

4.9.3 포설

- (1) 일체식 (노출) 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 바닥판 시멘트 콘크리트와 일체로 포설한다.
- (2) 덧씌우기 교면포장에 사용되는 시멘트 콘크리트는 브루밍 작업을 실시한 후 가급적 빨리 시멘트 콘크리트를 포설한다.
- (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 콘크리트가 타설되어야 한다.
- 모서리부, 측벽부, 신축이음부, 깊이가 변하는 부위 등과 같이 채움이 취약한 부위에는 봉다짐을 실시하여야 한다.

4.9.4 환경조건

- (1) 대기조건을 고려한 수분증발량이 $0.5\text{kg}/\text{m}^2/\text{hr}$ 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 양생시에 7°C 이하로 내려갈 가능성이 있는 경우에는 포설하지 않아야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트의 타설과 관련하여 제안된 모든 사항이 감독자에 의하여 승인될 때까지



시멘트 콘크리트가 타설되어서는 안 된다. 수정사항은 감독자에게 승인을 받기 위해 문서로 제출하여야 한다. 타설시 환경 조건이 좋은 것으로 여겨지거나 불리한 환경조건을 완화시킬 수 있는 것으로 여겨질 때에는 타설이 이루어져도 좋다.

- 수분증발량이 크면 타설 중에 시멘트 콘크리트 표면에 소성수축균열이 발생할 수 있으므로, 다음의 수식 또는 <그림 4.4>를 이용하여 대기온도, 상대습도, 시멘트 콘크리트 온도, 풍속 등을 고려한 수분증발량을 계산할 수 있다.
- 기온이 낮은 날의 경우 시멘트 콘크리트의 양생에 문제를 유발시켜 내구성에 영향을 미칠 수 있다.

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

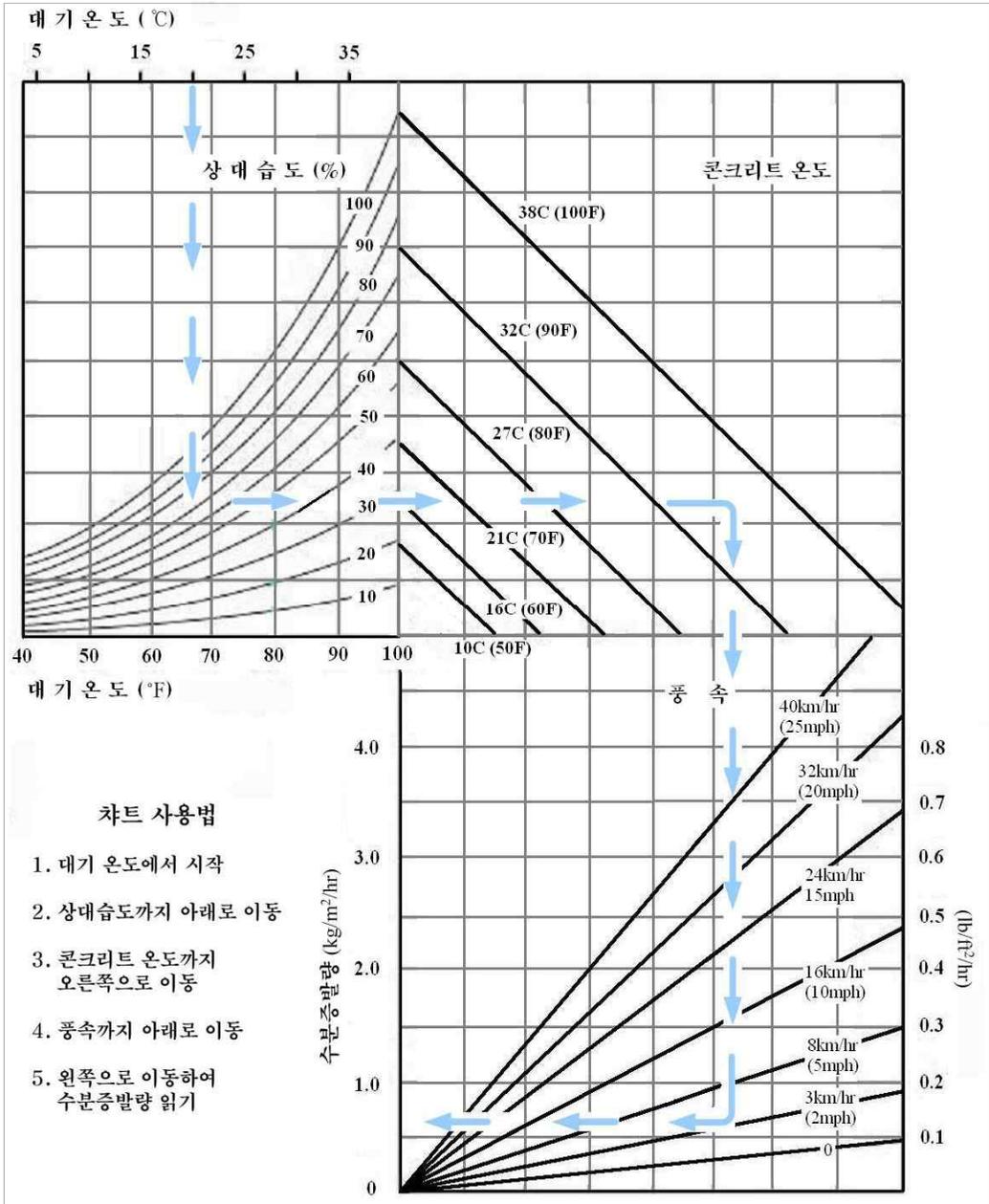
여기서, E = 수분증발량(kg/m²/hr)

T_c = 시멘트 콘크리트(물표면) 온도(°C)

T_a = 대기온도(°C) : 시멘트 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정

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

V = 풍속(km/hr) : 시멘트 콘크리트 면에서 0.5m 높이



〈그림 4.4〉 특정 환경조건에 따른 수분 증발량

4.10 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 250mm이상이어야 하며, 시멘트 콘크리트와 접촉하는 흙손의 면은 강재이어야 한다.
- (3) 현장에서 타설이 지연되는 경우, 현장에 있는 모든 시멘트 콘크리트는 젖은 양생포, 양생 담요, 비닐을 가지고 표면을 덮어서 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생할 경우에는 칸막이를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.
- (4) 시멘트 콘크리트가 아직 소성 상태인 동안에 표면이 낮은 부위는 진행되고 있는 타설과 같은 등급의 시멘트 콘크리트로 채워져야 한다. 종, 횡방향으로 3mm에서 5mm보다 큰 표면의 불균일성은 감독자에 의해 허용될 수 있는 방법으로 수정되어야 한다.

【해 설】

- 기계식 마감은 표면의 마감과 경제성 측면에서 모두 인력마감에 비해 우수하다. 따라서 가능한한 인력마감부위를 최소화하는 방향으로 계획해야 한다. 균질한 교면을 시공하기 위해서 시멘트 콘크리트가 타설되고, 펴지고, 다짐이 된 후에, 표면은 즉시 마무리장비의 통과에 의해서 마무리되어야 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 마무리장비에 의해 만들어지는 것과 같은 시멘트 콘크리트 표면의 품질을 확보할 수 있도록 하는 방법으로 실시되어야 한다.
- 모서리부, 측벽부, 신축이음부, 깊이가 변하는 부위 등과 같이 채움이 취약한 부위에는 붕다짐을 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, 비닐을 가지고 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.

4.11 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 4장 「4.13」의 그루빙 또는 「4.14」의 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다. 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 감독자의 지시에 따라 홈의 깊이 및 간격을 조정할 수 있다.

4.12 양생

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

【해 설】

- 시멘트 콘크리트를 타설하기 전의 회의에서 도급자는 의도된 양생 방법을 감독자에게 알려야 한다. 시멘트 콘크리트의 양생은 교면의 균열억제와 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 그러나 어떤 상황 하에서도 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.

4.13 그루빙

- (1) 4.11의 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우, 그루빙을 실시하거나 4.14의 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.
- (2) 그루빙은 종방향 또는 횡방향으로 실시할 수 있다. 그루빙은 직사각형 형상으로 한번에 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 4mm(± 2 mm), 중심간격 20mm 이하
- (나) 횡방향 그루빙
- (a) 여러 개의 원형 날을 가진 소켓 장비를 이용하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다.
- (b) 폭 3mm(± 0.5 mm), 깊이 4mm(± 2 mm), 중심간격 20 ~ 30mm
- (4) 그루빙이 실시된 면 위에 다시 그루빙을 실시하여서는 안 된다.
- (5) 그루빙 작업으로 인해 발생하는 슬러리 또는 파편은 쌓여지지 않도록 계속해서 제거되어야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트 교면 마무리 직후에 본 지침의 4장 「4.11」의 거친면 마무리를 실시하지 않고, 일정 기간 동안 시멘트 콘크리트를 양생한 후에 소켓팅에 의한 그루빙을 실시하여 차량이 통과하는 표면의 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용된다.
- 소음 및 교통안전성을 위해 그루빙 중심간격의 조정이 필요하다고 판단되는 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- 여러 개의 원형 날을 가진 소켓 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 시방서에서 허용하는 것보다 빠른 시일에 시행될 수 있다. 그루빙은 직사각형 형상으로 한번에 실시되어야 하며, 어떠한 커팅 날도 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 파편은 구조물, 도로, 배수 장치 또는 사면에 버려져서는 안 된다.

4.14 다이아몬드 그라인딩

- (1) 4.11의 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우, 4.13의 그루빙을 실시하거나 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.
- (2) 다이아몬드 그라인딩은 차량주행방향으로 실시하며, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 한다. 그라인딩은 직사각형 형상으로 한번에 실시되어야 한다.
- (3) 규격
 - (가) 여러 개의 다이아몬드 톱날(Diamond Blade)을 장착한 전용장비를 사용하여 한다.
 - (나) 폭 3.0~4.0mm, 깊이 1.5mm, 중심간격 2.0~2.5mm
- (4) 그라인딩이 실시된 면 위에 다시 그라인딩을 실시하여서는 안 된다.
- (5) 그라인딩 작업으로 인해 발생하는 슬러리 또는 파편은 쌓여지지 않도록 계속해서 제거되어야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트 교면 마무리 직후에 본 지침의 4장 「4.11」의 거친면 마무리를 실시하지 않고, 일정 기간 동안 시멘트 콘크리트를 양생한 후에 본 지침의 4장 「4.13」의 쏘켓팅에 의한 그루빙을 실시하거나 다이아몬드 그라인딩 등을 실시하여 차량이 통과하는 표면의

- 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용된다.
- 다이아몬드 그라인딩은 소음저감, 주행성 향상, 미끄럼방지 등을 동시에 해결하는 것이 요구되는 경우에 적용할 수 있는 효율적인 방안의 하나로 알려져 있다.
 - 그라인딩 작업은 차량주행방향으로 시공하여야 하고, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 한다. 그라인딩 작업으로 인해 전후 구간과의 단차가 발생되지 않도록 하여야 한다.
 - 작업 후의 포장표면은 종방향의 균일한 모양을 나타내어야 하며, 홈은 실제 규격으로 시공되어야 한다.
 - 그라인딩 대상 면적 중 1.0×30m 구간을 선정하여 그라인딩이 정상적으로 시행된 면적이 95퍼센트 이상이 되어야 한다. 단, 국부적으로 처짐이나 침하가 발생된 구간은 제외한다.
 - 슬러리는 교면에서 경화되지 않아야 하며, 슬러리 또는 파면은 구조물, 도로, 배수 장치 또는 사면에 버려져서는 안 된다.

4.15 교면방수

- (1) 일체식(노출) 교면포장을 갖는 바닥판은 액상형 흡수방지재를 사용하여 표면방수를 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 흡수방지재의 품질기준은 KS F 4930에 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.
 - (가) 침투깊이는 4mm 이상 : 현장에서 KS 기준에 맞게 제작한 시험체에서 3개소 이상 침투깊이 확인



(나) 연행공기를 갖지 않는 시멘트 콘크리트 시편에 흡수방지제를 시공한 후에, SS 13 72 44의 규정에 따라서 56회 반복 후의 등급이 적정(Acceptable)등급 이상인 제품 사용



공용중인 교량의 덧씌우기식
시멘트 콘크리트 교면포장 시공

5. 공용중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 시공

5.1 일반 사항

- (1) 공용중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공은 교통소통대책을 포함한 시공 전 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, 교면포장두께 등을 확인하여 이를 시공관리에 적용한다.

【해 설】

- 공용중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 공사시, 조기교통개방이 요구되는 경우 감독자의 승인을 얻어 충분한 조기 강도와 내구성을 확보할 수 있는 재료를 사용할 수 있다.
- 차량의 통행은 표면마무리 후 최소 양생기간이 끝난 후에 허용되며, 이때의 시멘트 콘크리트 압축강도는 21MPa 이상이어야 한다.

5.2 교통소통대책

- (1) 도급자는 덧씌우기식 교면포장 공사시행시 교통관리대책을 수립하여 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.
- (2) 공사장 교통관리 세부사항은 「도로공사장 교통관리지침」 또는 해당 공사구간 도로관리주체에서 정하는 지침에 따른다.

5.3 시공면 준비

5.3.1 일반 사항

- (1) 교면의 절삭깊이는 소요 깊이까지 절삭할 수 있는 장비이어야 한다.
- (2) 절삭 후 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 제거한다. 교면처리는 시멘트 콘크리트 타설 전 최소 1시간 전에 완료되어야 한다.
- (3) 교면처리 후 바닥판에 충분히 살수하고 습윤상태를 유지한다. 습윤기간은 최소 1시간 이상을 유지한다.

【해 설】

- 교면의 표면거칠기, 함수조건, 청소상태 등은 시멘트 콘크리트의 부착력 증진과 균열방지에 매우 중요한 요인이 되므로 시공 전 제출한 시공계획서에 따르는 것을 원칙으로 한다.
- 노후 교면포장과 기존 바닥판의 열화된 시멘트 콘크리트를 제거하고, 적절한 양생시간의 확보와 교통차단시간을 고려하여 절삭 및 표면처리 방법을 선정한다. 절삭은 소요 깊이(최소 25mm)까지 완전히 제거되어야 하고, 절삭장비를 이용해서 제거하기 어려운 부분은 핸드 브레이커를 사용할 수 있다. 이때 장비의 가동으로 생기는 이물질 또는 먼지 등을 수집하거나 처분할 수 있어야 하며, 작업의 능률 및 환경차원에서 효율적인 장비이어야 한다.
- 덧씌우기식 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.
- 만약 절삭작업 중에 철근 등이 걸려서 올라오게 되는 경우, 절삭기의 사용을 즉시 중단하고 수동 치핑 또는 필요하다면 워터제트에 의해 남아있는 부위를 제거해야 한다.
- 상온절삭기 또는 핸드 브레이커에 의한 방법으로 절삭할 경우, 남아있는 표면부 손상 시멘트 콘크리트를 포함하여 표면의 약한 시멘트 콘크리트를 제거하기 위해서 워터제트 또는 슛 블라스팅 등에 의한 표면처리를 실시하여야 한다.



- 바닥판 시멘트 콘크리트의 열화가 보강철근 아래까지 진전되어 있을 경우에는 워터제트에 의한 절삭방법으로 열화된 시멘트 콘크리트를 완전하게 제거하여야 한다.
- 절삭한 폐기물은 미니로더로 집적하여 덤프트럭에 실어 지정된 폐기물 처리장소에서 처리하고, 미니로더로 제거되지 않는 폐기물은 진공흡입장비를 이용하여 흡입 제거하여야 한다.
- 그라인딩 작업, 차량운행 등으로 인해 발생한 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 깨끗이 청소한 다음 이물질의 유입을 방지하여야 한다.
- 교면청소는 덧씌우기 시멘트 콘크리트가 포설되기 최소 1시간 전에 완료되어야 한다. 바닥판의 모서리는 샌드블라스팅 등으로 청소를 한다. 특히 인접차선이 독립적으로 포장된 모서리 부분은 접착이 확실히 되도록 청소를 철저히 해야 한다.
- 최종 표면상태는 보수보강효과 및 산구 시멘트 콘크리트의 부착력에 크게 영향을 미치므로 최종표면처리가 완료된 후에는 교면포장, 방수층, 손상이 발생한 시멘트 콘크리트 등의 양호하지 못한 모든 재료가 제거되었는지 확인하여야 한다.
- 교면처리가 마무리된 후에, 바닥판 표면은 습윤상태를 유지하여야 한다. 이는 덧씌우기 재료의 포설 시, 바닥판 시멘트 콘크리트의 건조로 인한 재료의 배합수를 흡수하는 것을 방지하기 위함이다. 교면의 습윤상태는 최소 1시간 이상을 유지되어야 한다. 교면의 요철, 흙 등에 고여 있는 물은 포설 전에 완전히 제거해야한다.

5.3.2 아스팔트 교면포장층의 제거

- (1) 아스팔트 교면포장층은 방수층을 포함하여 모두 제거되어야 한다.
- (2) 또한, 일체에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 감독자의 승인을 받아 모두 제거해야 한다.
- (3) 제거된 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기물 관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

【해 설】

- 도급자는 공용중인 시멘트 콘크리트 바닥판 위에 있는 아스팔트 콘크리트 교면포장층을 제거해야 하며 이때 바닥판에 있는 방수층을 포함하여 제거한다.

5.3.3 손상깊이가 얇은 교면 시멘트 콘크리트의 제거

- (1) 손상된 교면의 시멘트 콘크리트는 지정된 깊이까지 제거되어야 한다.
- (2) 또한, 일체에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 감독자의 승인을 받아 모두 제거해야 한다.
- (3) 제거된 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기물 관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

【해 설】

- 도급자는 공용중인 시멘트 콘크리트 바닥판 위에 있는 시멘트 콘크리트 교면을 지정된 깊이까지 제거해야 한다. 제거된 깊이의 공차는 $\pm 5\text{mm}$ 이내로 한다.
- 감독자는 절삭작업으로 인해 손상된 교면이 충분히 제거되지 않는 것으로 판단되는 경우, 도급자에게 수정된 절삭깊이를 제시하고 필요하다면 본 지침의 5장 「5.3.4」의 방법으로 제거하여야 한다.

5.3.4 손상깊이가 다양한 교면 시멘트 콘크리트의 제거

- (1) 앞의 5.3.2 또는 5.3.3 절의 방법으로 교면을 제거한다.
- (2) (1)의 작업 후, 검사를 실시하여 느슨하거나 분리된 것으로 보이는 모든 부위와 열화된 시멘트 콘크리트는 제거되어야 한다.
- (3) (2)의 작업 후, 기존의 교면이 남아있어서는 안되며, 신규로 타설되는 덧씌우기의 최소 두께를 확보할 수 있는 깊이까지 절삭하여야 한다.
- (4) 구조적 안정성에 문제가 있을 것으로 판단되는 부위는 덧씌우기 타설 전에 구조적 안정성을 검토한 후 감독자의 승인을 받아 보수를 실시한다.
- (5) 제거된 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기물 관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

【해 설】

- 본 지침의 5장 「5.3.2」 또는 「5.3.3」의 방법으로 기존의 아스팔트 교면포장층 또는 손상된 교면 시멘트 콘크리트를 제거한 후, 도급자는 시멘트 콘크리트의 건전한 면이 드러나도록 청소를 해야 한다. 감독자는 검사를 실시하여 제거되어야 하는 다양한 깊이의

시멘트 콘크리트 부위를 페인트로 표시한다.

- 도급자는 느슨하고, 분리된 것으로 보이는 모든 부위와 다양한 깊이의 열화된 시멘트 콘크리트를 치핑으로 제거한다. 치핑 해머는 16kg보다 무거워서는 안되며, 바닥면을 기준으로 45°이내의 각도로 사용해야 한다.
- 시멘트 콘크리트를 제거할 때, 철근의 손상을 피하는 방법으로 해야 한다. 만약 보강철근이 손상되었을 경우 도급자의 비용으로 교체 및 보수를 실시한다.
- 기존의 교면이 남아있어서는 안되며 타설되는 최소 덧씌우기 두께를 확보할 수 있도록 제거한다. 감독자의 승인 하에 제거해야하는 부분으로 표시한 시멘트 콘크리트 부위는 워터제트에 의해서 작업하여도 된다.

5.3.5 워터제트에 의한 시멘트 콘크리트의 제거

- (1) 앞의 5.3.3과 5.3.4절의 방법 대신 워터제트에 의해 노후된 시멘트 콘크리트를 제거할 수 있다.
- (2) 워터제트는 사용에 앞서 감독자가 지시하는 건전한 시멘트 콘크리트 부위에서 보정을 실시하여야 한다.
- (3) 워터제트의 작업 후, 두들김 조사를 실시하여 느슨하거나 분리된 것으로 보이는 모든 부위와 열화된 시멘트 콘크리트는 제거되어야 한다.
- (4) (3)의 작업 후, 기존의 교면이 남아있어서는 안되며, 신규로 타설되는 덧씌우기의 최소 두께를 확보할 수 있는 깊이까지 절삭하여야 한다.
- (5) 작업 전에 교량의 모든 배수구를 차단하고 현장에서 발생된 폐수를 흘려보내기 위해 50m 연장마다 높이 150mm 폭 300mm의 인공배수로를 설치하고, 발생된 폐수는 침전 또는 여과과정을 수행 후에 배출하여야 한다.
- (6) 구조적 안정성에 문제가 있을 것으로 판단되는 부위는 덧씌우기 타설 전에 구조적 안정성을 검토한 후 감독자의 승인을 받아 보수를 실시한다.
- (7) 제거된 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기를 관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

【해 설】

- 본 지침의 5장 「5.3.3」 과 「5.3.4」 의 방법을 대신하여 워터제트를 이용하여 일정깊이



또는 다양한 깊이의 시멘트 콘크리트를 제거할 수 있다.

- 소요깊이까지 완전히 제거할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.
- 도급자는 필요한 경우 전체 제거 깊이의 일부를 절삭하기 위해 일반적인 절삭기를 사용할 수 있으나 최종 25mm는 워터제트에 의하여 제거할 수 있다. 만약 도급자의 선택에 의해 기계식 절삭기의 사용결과, 상부철근의 위치까지 도달하거나 철근이 걸려서 올라오게 되는 경우, 절삭기의 사용을 즉시 중단하고 수동 치핑 또는 필요하다면 워터제트에 의해 남아있는 부위를 제거해야 한다.
- 손상되거나 제거된 보강철근은 도급자의 비용으로 보수되고 교체되어야 한다. 교체작업은 새로운 보강철근이 올바른 높이에 위치하고 요구되는 충분한 정착길이를 확보하기 위해서 필요한 부위의 시멘트 콘크리트를 추가로 제거하는 것을 포함해야 한다.
- 워터제트에 의한 시멘트 콘크리트 제거 작업에 앞서, 감독자가 지시하는 건전한 시멘트 콘크리트 부위에서 보정을 실시해야 한다. 공용중인 교량의 경우, 원래의 건전한 바닥판 시멘트 콘크리트 위에서 보정이 이루어져야 하며, 남아있는 교면포장 재료 또는 노후된 시멘트 콘크리트 위에서 실시하면 안된다. 보정을 마친 후, 장비를 기록된 세팅 (프로그램)에 의해 지정된 시멘트 콘크리트 부위를 제거하도록 작동시킨다.
- 감독자는 다음의 사항을 확인하여야 한다.
 - (가) 물의 압력 게이지
 - (나) 장비 단계별 조정(스텝)
 - (다) 노즐 크기
 - (라) 노즐 속도(움직임)
- 보정하는 동안, 열화된 모든 시멘트 콘크리트를 제거하기 위해서 위의 설정들은 조정할 수 있다. 설정내용은 도급자가 열화된 시멘트 콘크리트의 총 제거량을 확보하기 위해서도 조절할 수 있으며, 감독자는 이런 장비 설정의 수정사항에 대해 알고 있어야 한다.
- 모든 사항들은 워터제트를 이용하여 열화된 시멘트 콘크리트를 제거하는 목적에 합당하도록 조절되어야 한다.
- 제거가 올바르게 이루어졌는지 확인할 필요가 있는 경우, 10m 단위로 작업을 중지할 수



있으며, 열화된 시멘트 콘크리트 전부를 워터제트에 의해 제거하기 위해서 재보정을 실시할 수 있다.

- 보정은 매 교량에 대해 실시하여야 하며, 매번 워터제트는 결과를 기록하도록 한다. 매 10m 단위와 필요하다고 판단되는 경우, 제거된 깊이를 측정하도록 한다. 측정치를 기록하고, 필요시에는 장비는 지정된 깊이까지 제거할 수 있도록 다시 보정해야 한다.
- 도급자는 작업현장에서 발생하는 폐수를 정화처리없이 방류해서는 안되며, 침전 또는 여과과정을 수행한 후에 배출하여야 한다. 이를 위해서 교량의 모든 배수구를 차단하고 폐수를 흘려보내기 위해 50m 연장마다 높이 150mm 폭 300mm의 인공배수로를 설치하도록 한다.
- 도급자는 필요한 경우, 보호막을 설치하여 작업구간 내에 제거된 시멘트 콘크리트 부스러기들이 통행되는 자동차에 의해 작업장으로 튀거나 들어오는 것을 방지하여야 한다.

5.3.6 검사

(1) 기존 교면을 제거한 후, 노출된 면의 조사를 실시하여 느슨하거나 분리된 것으로 보이는 모든 부위와 열화된 시멘트 콘크리트를 제거하여야 한다.

(2) 노출된 철근은 시공장비의 이동에 의해 변형이 발생하지 않도록 받침대로 고정시킨다.

【해 설】

- 본 지침의 5장 「5.3.3」 ~ 「5.3.5」의 작업 후, 교면이 마르기를 기다린 다음 철저히 조사하여 열화된 모든 재료들이 제거되었는지를 확인하도록 한다. 최종 검사는 연속적인 검사들과 모든 손상부와 파쇄된 시멘트 콘크리트를 제거하는 작업 후에 이루어진다. 추가 제거작업은 70MPa 이상의 고압수 또는 핸드 브레이커를 사용하여 작업한다.
- 워터제트 작업 등에 의해 노출된 보강 철근들은 시공장비들에 의해 변형되지 않도록 받침대로 고정시키고 보호되어야 한다. 일련의 작업들로 손상되거나 제거된 모든 보강철근들은 동일한 크기와 종류의 철근으로 교체되어야 한다.

5.3.7 청소

(1) 앞의 5.3.5의 워터제트 작업 후의 청소는 진공흡입장비를 이용하여 실시한다.

【해 설】

- 워터제트 장비가 지나간 후 교면의 청소는 젖은 파편들과 물을 한번에 제거할 수 있는 진공흡입장비를 이용하여야 한다. 청소는 파편들과 물이 교면 위에서 마르기 전에 매번 적시에 이루어져야 한다.

5.4 기타사항

(1) 본 장에서 언급한 내용 이외의 것은 본 지침 4장에 따른다.



품질관리 및 검사

6

6. 품질관리 및 검사

6.1 일반 사항

- (1) 소요품질을 갖는 시멘트 콘크리트 슬래브를 경제적으로 만들기 위하여 시멘트 콘크리트 재료, 기계설비, 작업 등을 관리해야 한다.
- (2) 본 장에 규정되어 있지 않은 사항은 「건설공사 품질관리 지침」에 따른다.

【해 설】

- 사용목적에 적합한 교면포장 슬래브를 경제적으로 만들기 위해서는 시멘트 콘크리트의 재료, 철근, 제조설비, 작업 등에 대하여 관리하는 것이 중요하다. 일단 시멘트 콘크리트를 타설하면 쉽게 뜯어 고칠 수가 없기 때문에 사용할 재료를 관리하고 기계설비를 정비하는 한편 재료계량, 비비기, 운반, 치기, 양생 등 각 작업을 이 시방서에서 지시하는 원칙에 따라서 유념하여 시공하고, 아울러 6.2에 정한 각종 시험을 실시하여 소정 조건의 만족 여부가 의심날 경우에는 빨리 적절한 조치를 취하는 것이 중요하다. 각 공종별, 장비별, 재료별로 체크 리스트를 준비하여 필요한 시기에 점검 확인하고 기록한다.

6.2 자재의 품질관리

- (1) 시멘트, 물, 골재, 혼화재료, 강재 등의 재료는 소요품질을 갖고 있다는 것을 확인하여야 한다.
- (2) 검사 결과, 재료 품질이 적당하지 않다고 판정된 경우는 재료의 개선, 재료 변경 등 적절한 조치를 취함과 동시에, 이 재료를 사용한 시멘트 콘크리트가 구조물에 타설되는 경우에는 소요의 목적을 달성할 수 있는지를 확인하여야 한다.

6.2.1 시멘트의 품질관리

(1) 시멘트의 품질관리는 <표 6.1>에 의해 실시한다.

【해 설】

- KS에 규정되어 있지 않은 시멘트는 일반적으로 특수한 성능을 가지고 특별한 목적으로 사용된다. 이와 같은 시멘트는 그 사용 목적을 달성하기 위해 필요로 하는 품질항목과 기준값을 적절히 정한 다음, 여기에 근거하여 판정할 필요가 있다.

〈표 6.1〉 시멘트의 품질관리

종류	항목	시험·검사 방법	시기 및 횟수	판정기준
KS에 규정되어있는 시멘트	해당 시멘트의 KS에 규정되어 있는 항목	제조회사의 시험성적표에 의한 확인 또는 해당 시멘트의 KS의 방법	제조회사별 300톤마다 제조일로부터 3월이 되어 재질의 변화가 있다고 인정되는 때	해당 시멘트의 KS 표준에 합격한 것
KS에 규정되어 있지 않은 시멘트	필요로 하는 항목			사용목적을 달성하기 위해 정한 품질기준에 적합한 것

6.2.2 혼합수의 품질관리

(1) 혼합수의 품질관리는 <표 6.2>에 의해 실시한다.

【해 설】

- 혼합수에 상수도를 사용할 경우는 사용하고 있다는 것을 나타내는 자료를 확인하는 것으로서 특별히 시험을 실시하지 않아도 된다.
- 상수도 이외의 물을 사용할 경우는 KS F 4009 부속서 2에 적합한 것을 시험에 의해 확인하여야 한다.

〈표 6.2〉 혼합수의 품질관리

종류	항목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
상수도수	-	상수도수를 사용하고 있다는 것을 나타내는 자료로 확인	공사시작 전	상수도수일 것
상수도수이외의 물	KS F 4009 부속서 2의 항목	KS F 4009 부속서 2의 방법	공사시작전, 공사중 1회/년 이상 및 수질이 변한경우	KS F 4009 부속서 2에 적합한 것

6.2.3 골재의 품질관리

(1) 골재의 품질관리는 〈표 6.3〉에 의해 실시한다.

【해 설】

- 골재의 시험횟수는 주로 그 입도 및 함수율의 변화 정도에 따라 정할 필요가 있지만, 공사 초기에는 적어도 1일 2회 이상 시험하는 것이 바람직하다. 공사가 진행됨에 따라 잔골재의 저장 및 취급의 방법이 적절하고 입도 및 함수율의 변화가 작다고 판단되면 시험의 횟수를 줄일 수 있다.
- 잔골재로서 바다잔골재를 사용할 경우는 염화물, 입도 및 함수율의 시험 빈도를 다른 잔골재보다도 증가시킬 필요가 있다. 또, 조개껍질의 혼입량이 많은 경우에는 시멘트 콘크리트의 품질에 영향을 주는 경우가 있으므로 이 양에 대해서도 확인할 필요가 있다.
- 골재의 산지가 바뀐 경우에는 시험에 의해 품질을 확인할 필요가 있는 것은 당연하지만, 산지가 동일하더라도 채취 개소에 따라 품질이 변동하는 경우가 있으므로 입하 시에 이를 확인하여야 한다.

〈표 6.3〉 골재의 품질관리

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
천연 골재	절대건조밀도 및 흡수율	KS F 2503, 2504	공사시작 전, 공사 중 1회/월 이상 ¹⁾ , 산지가 바뀐 경우 및 1,000세제곱 미터 마다	KS F 2526에 적합할 것 3장 「3.4 잔골재」 및 「3.5 굵은골재」 각각의 규정에 적합할 것
	입도, 조립율	KS F 2502, 2526		
	0.08mm체 통과량	KS F 2511		
	잔골재 유기불순물	KS F 2510		
	점토덩어리	KS F 2512		
	굵은골재 마모율	KS F 2508		
	석탄 및 갈탄 함유량	KS F 2513	1년 1회 이상	
	안정성	KS F 2507		
	염화물 함유량	KS F 2515	1일 3회 이상	
	잔골재 표면수율	KS F 2509	1일 1회 이상	
고로 슬래그 골재	화학분석	KS F 2544	공사시작 전, 공사 중 1회/월 이상 ¹⁾ , 산지가 바뀐 경우 및 1,000세제곱 미터 마다	KS F 2544에 적합할 것 3장 「3.4 잔골재」 및 「3.5 굵은골재」 각각의 규정에 적합할 것
	절대건조밀도 및 흡수율	KS F 2503		
	단위용적질량	KS F 2505		
	수중침지	KS F 2544		
	자외선 조사(360nm)	KS F 2544		
	입도	KS F 2502		
부순 골재	천연골재 품질항목	-	공사시작 전, 공사 중 1회/월 이상 ¹⁾ , 산지가 바뀐 경우 및 1,000세제곱 미터 마다	KS F 2573에 적합할 것 3장 「3.4 잔골재」 및 「3.5 굵은골재」 각각의 규정에 적합할 것
	입자모양 판정 실적률	KS F 2505		
	알칼리 골재 반응	KS F 2545 또는 KS F 2546	6개월 1회 이상	

【주1】 산모래의 경우 0.08mm체 통과량 시험은 1회/주 이상 실시할 것. 바다잔골재의 경우 및 바다잔골재를 다른 잔골재와 혼합하여 사용하는 경우 염소이온량은 1회/주 이상 실시할 것.

6.2.4 혼화재료의 품질관리

(1) 혼화재 및 혼화제의 품질관리는 각각 <표 6.4> 및 <표 6.5>에 의해 실시한다.

【해 설】

- 혼화재료의 검사는 받아들이기를 할 때에 납품서류나 라벨표시 등에 의해 제품·종류가 소정의 혼화재료인 것을 눈으로 확인한다. 시험은 각각에 대하여 규정되어 있는 항목에 대하여 일반적으로는 공인시험기관 또는 제조공장에서 실시한 시험결과를 나타낸 시험성적서에 의해 기준에 적합한지를 확인하는 방법으로 대신해도 좋지만, 필요에 따라서는 시험을 실시하는 경우도 있다.

<표 6.4> 혼화재의 품질관리

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
플라이 애시	KS L 5405의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS L 5405의 방법	공사시작 전, 공사 중 1회/월 이상 3개월 이상 저장하여 재질의 변화가 있다고 인정되는 때마다	KS L 5405에 적합할 것
고로 슬래그 미분말	KS F 2563의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS F 2563의 방법		KS F 2563에 적합할 것
실리카 폼	KS F 2567의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS F 2567의 방법		KS F 2567에 적합할 것
그 밖의 혼화재	필요로 하는 항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 제3장 「3.6」의 내용을 참조하여 필요로 하는 항목		제3장 「3.6」의 내용을 참조하여 사용목적을 달성하기 위해 정한 기준에 적합할 것

〈표 6.5〉 혼화제의 품질관리

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
AE제, 감수제, AE감수제, 고성능 AE감수제	KS F 2560의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS F 2560의 방법	공사시작 전, 공사 중 1회/월 이상	KS F 2560에 적합할 것
그 밖의 혼화제	필요로 하는 항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS F 2560 등에 규정된 시험 및 검사방법 등을 참조하여 필요로 하는 항목	3개월 이상 저장하여 재질의 변화가 있다고 인정되는 때마다	KS F 2560 등에 규정된 시험 및 검사방법 등을 참조하여 정한 판정기준에 적합할 것

6.3 제조의 품질관리

- (1) 요구되는 품질을 갖는 시멘트 콘크리트를 제조할 수 있도록 시멘트 콘크리트의 제조설비 및 제조공정은 적절한 품질관리 및 검사를 실시한다.
- (2) 검사 결과, 시멘트 콘크리트의 제조가 적당하지 않다고 판정된 경우에는 제조설비의 개선, 제조공정의 개선 등 적절한 조치를 취하여야 하며, 이미 제조된 시멘트 콘크리트가 구조물에 타설된 경우에는 소요의 목적을 달성할 수 있는지의 여부를 확인 하여야 한다.

【해 설】

- 레디믹스트 시멘트 콘크리트 공장에서 시멘트 콘크리트를 제조할 경우, 원칙적으로 KS F 4009의 규정에 적합한 제품을 사용하는 것이 일반적이지만, 사용목적, 시공조건 등으로부터 KS 기준품의 범위 안에서는 소정의 품질이 얻어지지 않는 특수한 용도의 시멘트 콘크리트를 사용할 필요가 있는 경우도 있다. 이 경우라도 KS F 4009의 조항의 취지를 충분히 존중하여 제조의 관리 및 검사를 실시하도록 사양을 정하는 것이 좋다.

6.3.1 제조설비의 검사

(1) 제조설비의 검사는 <표 6.6>에 의한다.

【해 설】

- 계량기의 검사는 분동, 전기식 검정기 등을 사용하여 정하중시험을 실시하고, 소요 정밀도가 얻어지는 것을 확인한다. 또한, 계량값의 설정은 배합 설정장치, 비비기량 변환장치, 표면수 보정장치 등이 조합된 계량제어장치에 의해 정확히 실시할 필요가 있다. 따라서 계량제어 장치를 구성하고 있는 각 장치에 대하여 각각 지시값과 설정값의 오차를 측정하여 각 장치가 계량법에 적합하다는 것과 계량장치 전체로서 소요의 정밀도로 각 재료를 계량할 수 있다는 것을 확인한다.

<표 6.6> 제조설비의 검사

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준	
재료의 저장 설비	필요한 항목	외관 관찰, 설비의 구조도 확인, 온도 및 습도 측정	공사시작전, 공사중	제 3장 「3.8」의 규정에 적합할 것	
계량 설비	계량기	계량 정밀도	분동, 전기식 검사기	공사시작전 및 공사중 1회/6개월 이상	계량법의 사용 오차 이내에 있을 것
		눈금점검, 자동계량 장치 점검	영점검사와 눈금의 정상작동 여부	작업계시전 1회 실시	
	계량 제어 장치	계량 정밀도	지시치와 설정치의 오차 측정	공사시작전 및 공사중 1회/6개월 이상	소요의 정밀도 이내에 있을 것
믹서	가경식	성능	KS F 2455 및 KS F 8008의 방법	공사시작전 및 공사중 1회/6개월 이상	KS F 2455 및 KS F 8008에 적합할 것
	중력식	성능	KS F 2455 및 KS F 8009의 방법		KS F 2455 및 KS F 8009에 적합할 것

6.3.2 제조공정의 검사

(1) 제조공정에 있어서의 검사는 <표 6.7>에 의한다.

【해 설】

- 제조공정의 품질관리 및 검사는 소요성능을 가지는 제조설비에 의한 제조공정의 각 단계에서, 시멘트 콘크리트가 각각의 규정을 만족하도록 적절히 제조되는 것을 확인하기 위해 실시한다.

〈표 6.7〉 제조공정에 있어서의 검사

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
배합	시방배합	시방배합을 하고 있는 것을 나타내는 자료에 의한 확인	공사중 적절히 실시함	시방배합에 적합할 것
	잔골재 조립률	KS F 2502의 방법	1회/일 이상	시방배합으로부터 현장배합으로의 수정이 적절하게 되어 있을 것
	잔골재 표면수율	KS F 2550 및 KS F 2509의 방법	2회/일 이상	
	굵은 골재 조립률	KS F 2502의 방법	1회/일 이상	
	굵은 골재 표면수율	KS F 2550의 방법		
계량	계량설비의 계량 정밀도	입의의 연속된 10배치에 대하여 각 계량기별, 재료별로 실시	공사시작전 및 공사중 1회/6개월 이상	제6장 「6.2」 에 적합할 것
비비기	재료의 투입순서	외관 관찰	공사중 적절히 실시함	투입순서가 올바를 것
	비비기 시간	설정치의 확인		소정의 값일 것
	비비기량	설정치의 확인		소정의 양일 것

- 시멘트 콘크리트 제조공정의 품질관리에는 자동계량 기록장치를 설치하여 배치마다 계량을 확인하여야 하며, 골재의 표면수율의 변동에 대응할 수 있도록 수분계의 설치나 슬럼프 미터를 설치하여 골재의 품질변동 등에 대응한 현장배합의 수정이 확실히 실시되도록 하는 것이 좋다.

6.4 교면포장용 시멘트 콘크리트의 시험항목

(1) 교면포장용 시멘트 콘크리트의 시공 중 다음의 시험을 해야 한다.

- (가) 공기량 시험
- (나) 시멘트 콘크리트 압축강도시험
- (다) 기타 시험

【해 설】

- 요구되는 소정의 성질을 만족하는 시멘트 콘크리트를 만드는 것이 중요하다는 것은 말할 필요도 없으며, 이와 같은 시멘트 콘크리트가 만들어지고 있는지 여부는 시험에 의해서 확인해야 한다. 또, 균등질의 시멘트 콘크리트를 만들기 위해서는 사용할 재료가 균등질이어야 한다. 그러므로 공사중에 재료 및 시멘트 콘크리트 시험은 반드시 해야 한다.

(1) 공기량시험

AE 시멘트 콘크리트에서는 같은 재료를 사용한 같은 배합의 시멘트 콘크리트로 작업을 진행하고 있을 경우에도 골재입도 등이 약간만 변화하면 공기량이 상당히 변하는 수가 있다. 이 공기량의 변동은 시멘트 콘크리트의 워커빌리티, 강도 등에 큰 영향을 주는 것이다. 그러므로 AE 시멘트 콘크리트를 사용할 경우에는 단위AE제량이 적절한가를 확인하기 위하여 공기량시험을 할 필요가 있다.

(2) 시멘트 콘크리트의 강도시험

시멘트 콘크리트 슬래브의 설계는 압축강도에 의하여 이루어지므로 시멘트 콘크리트의 강도시험도 압축강도에 대하여 이루어져야 한다.

(3) 기타시험

교면포장 시멘트 콘크리트의 소요 품질을 확인하기 위하여 필요하다고 인정되는 기타시험항목을 본 지침 6.6.1 시멘트 콘크리트의 받아들이기 품질검사 항목을 참조하여 결정한다.

6.5 시험방법 및 결과의 보고

- (1) 요구되는 품질을 갖는 포장용 시멘트 콘크리트를 경제적으로 만들기 위하여 시멘트 콘크리트의 재료, 기계설비, 작업 등을 관리해야 한다.
- (2) 시험결과는 신속히 책임기술자에게 보고해야 한다.

【해 설】

- 6.4에서 언급한 각종 시험에 대해서는 시험방법이 다르면 그 시험값도 달라지므로 시멘트 콘크리트의 배합, 작업 등에 대하여 기준을 표시하거나 별도로 실시한 시험값을 비교하기 위하여 시험방법을 통일해서 정할 필요가 있다. 그 때문에 이 지침의 원칙은 일반적으로 사용되는 KS의 시험방법에 따르는 것으로 한다. 각종 시험을 KS에서 규정한 방법에 따라서 엄격하게 실시하는 것은 시험오차를 작게 하는 데도 매우 중요하다.

6.6 교면포장용 시멘트 콘크리트의 품질관리

6.6.1 시멘트 콘크리트의 받아들이기 품질검사

- (1) 시멘트 콘크리트의 운반 검사는 <표 6.8>을 따르며, 시멘트 콘크리트의 받아들이기 품질관리하는 시멘트 콘크리트를 타설하기 전에 <표 6.9>에 의해 실시하여야 한다.
- (2) 워커빌리티의 검사는 굵은 골재 최대치수 및 슬럼프가 설정치를 만족하는지의 여부를 확인함과 동시에 재료분리저항성을 외관관찰에 의해 확인하여야 한다.
- (3) 강도검사는 시멘트 콘크리트의 배합검사를 실시하는 것을 표준으로 한다. 배합검사를 하지 않은 경우에는 <표 6.10>에 따라 강도시험에 의한 검사를 실시한다.
- (4) 내구성 검사는 공기량을 측정하는 것으로 한다. 내구성으로부터 정한 물-결합재비에 대해서는 배합검사를 실시할 경우도 있고, 물-결합재비에 대해서는 강도시험에 의해 확인해도 좋다.
- (5) 검사결과 불합격으로 판정된 경우에는 이 시멘트 콘크리트를 사용하지 않아야 한다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트를 운반할 때에는 공사개시 전에 구조물에 요구되는 기능 또는 성능, 강도,

내구성, 시공상 주의가 필요한 점 등을 고려하여 충분한 계획을 세워야 하며, 이것은 <표 6.8>에 규정되어 있다. 시멘트 콘크리트의 운반검사에서는 우선 운반에 필요한 설비 종류, 형식, 능력, 대수 및 인원 배치 혹은 현장까지의 운반, 현장 내에서의 운반방법이 시공계획서에 따르고 있는가를 확인한다.

(1) 워커빌리티

시멘트 콘크리트의 반죽질기를 평가하는 방법으로는 KS F 2402의 콘에 의한 슬럼프 시험에 의해 평가한다. 슬럼프시험은 현장에 도착한 시멘트 콘크리트가 소정의 워커빌리티를 갖고 있는지 또는 시멘트 콘크리트의 품질이 변동하고 있는지를 판단하는데 참고가 되므로 되도록 운반차마다 또는 육안으로 관찰하여 이상하다고 느낄 때마다 실시하는 것이 좋다.

워커빌리티의 변화가 확인된 경우에는 소정의 시멘트 콘크리트 재료와 소정의 방법에 의해 시멘트 콘크리트가 정상적으로 만들어지고 있는가, 골재입도가 설정된 범위 내에 있는가, 골재의 표면수율이 적정하게 관리되고 있는가 등을 검토할 필요가 있다.

(2) 공기량

공기연행(AE) 시멘트 콘크리트에서는 같은 시멘트 콘크리트 재료를 사용하여 같은 배합의 시멘트 콘크리트로 작업을 진행하고 있는 경우라도 골재입도, 기온 등이 변화하면 공기량이 상당히 변하는 경우가 있다. 이 공기량 변동은 시멘트 콘크리트의 워커빌리티, 강도 및 내구성 등에 영향을 준다. 그래서 공기연행 시멘트 콘크리트를 사용할 경우에는 공기량이 적절한지를 확인하기 위해 시험을 실시할 필요가 있다. 특히, 동결융해 작용에 대한 저항성에 주는 영향은 크며, 동결융해 작용에 대한 저항성을 검사할 필요가 있는 경우에는 적절한 빈도로 공기량을 확인하여야 한다.

(3) 온도

시멘트 콘크리트의 온도는 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 품질, 수화열에 의한 온도 변화, 강도 발현성, 경화 후의 품질 등에 영향을 주기 때문에 특히 매스 시멘트 콘크리트, 한중 시멘트 콘크리트 혹은 서중 시멘트 콘크리트를 시공할 때에는 중요한 관리 항목이 된다. 이와 같은 경우에는 시멘트 콘크리트 타설 시의 온도를 내리면서 필요에 따라 양생 중인 시멘트 콘크리트의 온도도 관리하여야 한다.

〈표 6.8〉 시멘트 콘크리트의 운반 검사

항목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
운반설비 및 인원배치	외관 관찰	시멘트 콘크리트 타설 전 및 운반 중	시공계획서와 일치할 것
운반방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
운반량	양의 확인		소정의 양일 것
운반시간	출하 및 도착시간의 확인		4.5 비비기 및 운반에 적합할 것

〈표 6.9〉 시멘트 콘크리트의 받아들이기 품질검사

항목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준	
굳지 않은 시멘트 콘크리트의 상태	외관 관찰	시멘트 콘크리트 타설 개시 및 타설 중 수시로 함	워커빌리티가 좋고, 품질이 균질하며 안정할 것	
워커빌리티	슬럼프	KS F 2402의 방법	허용오차 : ±30mm	
공기량	KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법	강도시험용 공시체 채취시 및 타설 중에 품질변화가 인정될 때	허용오차 : ±1.5퍼센트	
온도	온도측정	시멘트 콘크리트 타설 개시 및 타설 중 수시로 함	정해진 조건에 적합할 것	
단위용적질량	KS F 2409의 방법		정해진 조건에 적합할 것	
염소이온량	KS F 4009 부속서 1의 방법	바다잔골재를 사용할 경우 2회/일, 그 밖의 경우 공사당 1회	원칙적으로 0.3kg/m ³ 이하	
배합	단위수량 ¹⁾	굳지 않은 시멘트 콘크리트의 단위수량시험으로부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용값 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 단위수량의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 전 배치	허용값 내에 있을 것
	단위 시멘트량	시멘트의 계량치	내릴 때 전 배치	허용값 내에 있을 것
	물-결합재비 (물-시멘트비)	굳지 않은 시멘트 콘크리트의 단위수량과 시멘트의 계량값으로 부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용값 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 시멘트 콘크리트 재료의 계량값으로부터 구하는 방법	내릴 때 전 배치	허용값 내에 있을 것
	기타, 시멘트 콘크리트 재료의 단위량	시멘트 콘크리트 재료의 계량치	내릴 때 전 배치	허용값 내에 있을 것

【주1】 단위수량의 시험은 도입된 지 얼마 되지 않았고 시험방법의 적합성이나 시험결과의 신뢰성 등이 평가되지 않아 현재는 참고자료로만 활용하는 것이 좋다.

6.6.2 강도에 의한 시멘트 콘크리트의 품질검사

- (1) 강도에 의한 시멘트 콘크리트의 관리는 일반적인 경우 조기재령에서의 강도시험으로 실시하며, 공시체는 슬래브의 시멘트 콘크리트를 대표할 수 있도록 채취해야 한다.
- (2) 시멘트 콘크리트의 관리에 쓰이는 강도 시험값은 일반적인 경우 동일 배치에서 채취한 공시체 3개 이상 시험값의 평균으로 한다.
- (3) 시험용 시료를 채취하는 시기 및 회수는 <표 6.10>에 의한다.
- (4) 시험값에 의하여 시멘트 콘크리트의 품질을 관리하는 경우 관리도를 사용하는 것이 좋다.

【해 설】

- 시멘트 콘크리트의 강도는 일반적으로 재령 28일에서의 압축강도를 기준으로 하고 있으므로, 시멘트 콘크리트의 품질이 소요의 것인지 아닌지를 확인하기 위해서는 재령 28일의 압축강도 시험을 할 필요가 있다. 그러나 이를 위해서는 공시체를 채취한 후 28일이 경과하지 않으면 시험값을 얻을 수 없으므로 시험결과를 신속하게 반영시키는 것이 품질관리에서는 큰 관건이 된다. 따라서 관리 시험에서는 조기재령의 강도를 써서 실시하는 것이 좋다.
- 시멘트 콘크리트 공사의 현장에서는 시멘트 콘크리트의 품질이 소요조건을 만족하는지 여부를 되도록 빨리 알고 필요하다면 배합을 수정하거나, 계량, 비비기, 운반, 타설 등의 방법을 개선해야 한다. 이 때문에 공사 초기에서는 시멘트 콘크리트의 시험을 되도록 많이 하고 시멘트 콘크리트의 작업이 순조롭게 진행됨에 따라서 시험 횟수를 줄이는 것이 좋다.
- 그러나 시험을 위한 시료채취 횟수가 너무 많으면 정확한 통계량 추정에 도움이 되지만 비경제적이고, 시료를 채취하는 횟수가 너무 적으면 그 시험값이 시멘트 콘크리트의 품질을 대표한다고 볼 수 없으므로 시험의 시기와 횟수를 <표 6.10>과 같이 정하였다.

〈표 6.10〉 압축강도에 의한 시멘트 콘크리트의 품질검사

종류	항목	시험·검사 방법	시기 및 횟수	판정기준
설계기준 압축강도로부터 배합을 정한 경우	압축강도 (일반적인 경우 재령 28일)	KS F 2408의 방법 ¹⁾	1회/일, 배합변경시 및 일체식은 300m ³ 마다 1회이며 덧섞우기식은 50m ³ 마다 1회	제4장 「4.3.2」 에 적합할 것

【주1】 1회의 시험값은 공시체 3개의 압축강도 시험값의 평균값임

- 시멘트 콘크리트의 관리를 위해서 시멘트 콘크리트의 압축강도, 슬럼프, 공기량에 대하여 관리도를 작성하고 시멘트 콘크리트 품질 추세를 되도록 조기에 파악하도록 힘쓰는 것이 좋다. 관리도에는 일반적으로 시행하고 있는 것처럼 시험값의 평균 양쪽에 관리한계선을 긋고 얻어진 시험값을 여기에 기입하여 관리한다. 관리한계선의 폭이 적절하지 못하면 관리도가 도움이 되지 않으므로 주의해야 한다. 시험값이 관리한계선 밖으로 나왔을 때는 그 원인이 연속적인가 확인하고 필요에 따라 적당한 조치를 강구하는 것이 좋다.
- 관리도에 의해서 이상을 발견했을 경우 그 원인을 되도록 신속히 파악하기 위해서는 양생온도, 재료의 계량값 등의 보조적인 자료가 있으면 편리하다.
- 히스토그램은 품질의 분포를 나타내는데 편리하며, 기준값을 기입함으로써 합부(合附)의 비율이나 기준값에 대한 여유가 어느 정도인가 알 수 있다. 또 히스토그램의 형상으로부터 제조공정(재료의 품질, 시멘트 콘크리트의 제조, 시험 등)에 일어나는 이상 등을 추측할 수 있다.

6.7 균열관리

(1) 시멘트 콘크리트 교면에 발생한 0.1mm 이상의 모든 균열은 감독자가 승인한 방법에 의해 보수되어야 한다.

【해 설】

- 균열부를 깨끗하게 청소한 후에 0.1mm 이상의 모든 균열은 압력 주입법 또는 중력주입법에



의해 에폭시가 완전히 채워지도록 해야 한다.

6.8 상부철근의 피복두께 관리

(1) 일체식 (노출) 교면포장공법을 실시한 경우, 마무리 면에서 피복두께의 허용오차는 -13mm 이하로 한다.

【해 설】

- 시공 후 피복두께의 조사는 철근 탐사기 등을 이용하여 비파괴적으로 측정하거나, 감독자의 승인 하에 부위별로 코어를 채취하여 확인할 수 있다.

6.9 평탄성 관리

(1) 교면의 평탄성은 <표 6.11>에 의해 실시한다.
 (2) 프로파일 인덱스(PRI)는 7.6미터 프로파일미터를 사용할 경우 240mm/km 이하로 한다.
 (3) 평탄성 허용치를 만족하지 못하는 면은 최소피복두께를 확보하는 범위에서 기준을 만족할 때까지 연마하여야 한다.
 (4) 연마에 의해서 만족스럽게 교정되지 않는 경우에는 제거하고 재타설하여야 한다.

【해 설】

- 다짐 및 마무리를 마친 후 시멘트 콘크리트가 충분히 경화하면 <표 6.11>의 방법에 의해 교면의 평탄성을 검사해야 한다. 평탄성의 측정은 7.6m 프로파일미터를 사용해야 하며 부득이 3m 직선자나 기타 기구를 사용할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다. 교면은 통행방향에 횡방향으로 설치한 3m 길이의 직선자로부터 5mm이상 변하지 않아야 한다.

〈표 6.11〉 시멘트 콘크리트 포장 평탄성 품질검사

시험종목		시험방법	시험빈도	비고
평탄성	종방향	KS F 2373	차로마다 전구간	7.6미터 측정기
		3.0미터 측정기	차로마다 전구간	7.6미터 측정기 사용 불가시
	횡방향	직선자	100미터마다	

- 평탄성 허용치를 만족하지 못하는 면은 기준을 만족할 때까지 연마하여야 하며, 연마에 의해서 철근의 피복두께가 70mm 및 순피복두께 60mm 이하로 감소되지 않아야 한다.
- 또한, 연마에 의해서 만족스럽게 교정되지 않는 부위는 제거하고 재타설하여야 한다. 재시공 또는 수정을 하는 경우에는 이 부분에 대하여 평탄성 측정을 실시한 후 그 시험결과는 감독자에게 제출하여 재확인을 받아야 한다.

6.10 접착강도

- (1) 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공완료 후에, 접착상태를 확인하는 것이 필요하다고 판단되는 경우에는 KS F 2762의 방법에 따라 접착강도 시험을 실시한다.
- (2) 접착강도는 1.4MPa 이상이어야 한다.

【해 설】

- 접착강도 시험은 기본적으로 시공된 교면포장을 파손시키며 실시하는 시험이기 때문에 많은 개소의 시험을 실시하는 것은 바람직하지 않다.
- 접착강도 시험은 (3개소/일) 또는 (3개소/교량)를 실시하는 것으로 하며, 현장 상황에 따라 추가하거나 감소시킬 수 있다.
- 시험위치는 전체 교면포장 부위를 대표할 수 있는 위치로 선택하는 것이 바람직하며 인장응력이 크게 발생하여 균열이 발생하기 쉬운 부모멘트 부위는 피해서 선정해야 한다.

참 여 진

집필진

- 이광호 한국도로공사 도로교통연구원 연구위원
옥창권 한국도로공사 도로교통연구원 과장
서진원 한국도로공사 지능형구조물진단팀 차장
김진환 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구원
이지영 한국도로공사 지능형구조물진단팀 선임연구원
서주원 한국도로공사 도로교통연구원 연구원
이종섭 한국도로공사 도로교통연구원 연구원

자문위원(가나다순)

- 권수안 건설기술연구원 선임연구위원
김운태 한국도로공사 팀장
김진철 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원
김홍삼 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원
박정희 한국도로공사 팀장
박태순 서울과학기술대학교 교수
이상엽 서울시청 주무관
이월태 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
정진훈 인하대학교 교수
조운호 중앙대학교 교수
최준성 인덕대학교 교수
한승환 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
황성도 한국건설기술연구원 연구위원

■ 국토해양부

도태호	국토해양부 도로정책관
손종철	국토해양부 간선도로과 과장
백봉기	국토해양부 간선도로과 사무관
김태호	국토해양부 간선도로과 담당

교면포장 설계 및 시공 잠정치침

- 행정간행물 등록번호 /11-1611000-001711-01
- 발행일 / 2011. 9.
- 발행처 / 국토해양부
- 인쇄처 /

◆ 국민으로부터 신뢰받는 청렴한 국토해양부가 되겠습니다. ◆

국토해양부 부조리신고센터

국토해양부 공무원의 부패행위 또는 부실공사를 알게 되었거나 부패행위를 강요 또는 제의 받은 때에는 국토해양부에 신고할 수 있습니다.

- 인터넷 신고 : 국토해양부 홈페이지(www.mltm.go.kr) 부조리신고센터
- 우 편 신 고 : 경기도 과천시 중앙동 1번지 국토해양부 감찰팀
- 전 화 상 담 : ☎ 02) 2110-8045 FAX : 02)504-9146