

간행물등록번호

11-1613000-002815-14

배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침

2020. 08



국토교통부

Ministry of Land, Infrastructure and Transport



지침 제정에 따른 경과 조치

이 지침은 발간시점 부터 적용하며, 이미 시행 중인 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우에 적용할 수 있습니다.

머 리 말

우리나라 도로는 1980년대 5만km에서 2020년에 이르러 11만km까지 늘어나 2배 이상 증가하였고 도로의 포장률 또한 1980년대 35%에서 2020년 90% 수준으로 증가하여 양적, 질적으로 커다란 성장을 이루었습니다. 그 결과 도로는 우리나라 여객과 화물 수송의 중추적인 역할을 하여 경제 성장에 큰 기여를 했으며, “한강의 기적”을 이끈 중요한 국가 기반시설 중 하나로 자리매김 하였습니다.

한편, 2000년대 들어와 국민 삶의 질이 향상되면서 단순히 지역 거점을 연결하는 도로의 양적 팽창보다는 국민이 보다 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 도로환경 조성이 요구되었습니다. 이에 따라, 평상시에는 소음이 줄어들고 비 오는 날에는 빗물이 원활히 배수되어 일반 아스팔트 콘크리트 포장에 비해 안전하고 쾌적한 도로환경을 제공할 수 있는 배수성 아스팔트 콘크리트 포장이 등장하였습니다.

그러나, 이러한 배수성 아스팔트 콘크리트 포장은 골재가 탈리되거나 조기에 파손되는 등 내구성이 일반 아스팔트 콘크리트 포장에 비해 부족하여 발주처에서 다소 소극적으로 적용하는 경향이 있었습니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 배수성 아스팔트 콘크리트 포장의 배합설계, 품질기준 등을 규정한 “배수성 아스팔트 콘크리트 포장 및 생산 시공 잠정지침”을 2011년 마련하여 운영하였습니다.

그 후, 새로운 배수성 아스팔트 콘크리트 포장 공법이 개발되는 등 시대적 변화에 발 빠르게 대응하기 위해 그 동안 운영되었던 잠정지침을 “배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침”으로 새로이 제정하게 되었습니다.

금번 제정된 지침에서는 배수성 아스팔트 콘크리트 포장이 현장에서 활성화될 수 있도록 빗길 미끄럼사고 다발구간, 결빙취약구간 등으로 적용범위를 확대하고 골재의 탈리나 파손을 예방하기 위해 굵은골재의 마모율 기준을 개선하는 등 그간 문제가 되었던 배수성 아스팔트 콘크리트 포장의 내구성을 강화하는데 중점을 두고 개정하였습니다.

앞으로 발주처, 시공자, 건설사업 관리기술자 등 모든 기술자가 본 지침을 적극 활용하여 국민에게 보다 조용하고 안전하며 품격 있는 배수성 아스팔트 콘크리트 포장을 제공할 수 있으리라 기대합니다.

끝으로, 지속적 의견 수렴을 통하여 개선이 필요한 내용은 보완할 예정이니 본 지침을 활용하시는 기술자 여러분의 지속적인 관심과 조언을 부탁드립니다. 마지막으로 본 지침을 마련하는데 참여하신 모든 관계 기관 여러분의 노고에 깊은 감사를 드립니다.

2020년 8월

국토교통부 도로국장 주현종

목 차

1. 총 칙

1.1 개요	3
1.2 적용범위	4
1.3 주요사항	5
1.4 용어의 정의	5
1.5 관련 KS 규격 및 참조 규격	17

2. 재 료

2.1 일반사항	21
2.2 배수성 아스팔트 포장용 바인더	21
2.3 골재	26
2.3.1 굵은골재	27
2.3.2 잔골재	29
2.3.3 포장용 채움재	30
2.3.4 섬유첨가제	31
2.4 재료의 승인 및 시험	32
2.5 재료의 저장	33

3. 품질기준

3.1 일반사항	37
----------------	----

3.2 골재의 품질 및 입도	39
3.3 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준	40
3.4 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 품질관리 기준	41
3.5 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준	43

4. 배합설계

4.1 일반사항	47
4.2 아스팔트 혼합물 종류 선정	48
4.3 사용 재료 선정	49
4.4 혼합 및 다짐온도 결정	49
4.5 콜드빈 배합설계	49
4.5.1 골재 배합 비율 및 합성입도의 예비 결정	51
4.5.2 최적 합성입도 결정	52
4.5.3 공극률 및 흐름손실률 시험	54
4.5.4 품질 확인 및 최적 아스팔트 함량 결정	55
4.6 콜드빈 골재 유출량	56
4.7 현장 배합설계	57
4.8 시험생산	58

5. 생 산

5.1 일반사항	61
5.2 아스팔트 플랜트	61
5.3 품질시험 장비	63
5.4 생산관리	64
5.4.1 생산 전 준비사항	64

5.4.2 생산 공정 65

5.5 품질관리 66

5.5.1 정기 시험 67

5.5.2 일상적인 품질관리 69

6. 시 공

6.1 일반사항 73

6.2 기상 조건 74

6.3 중간층 74

6.4 배수 구조 74

6.5 시공 전 사전 준비작업 78

6.5.1 택코트 78

6.5.2 유공관 설치 81

6.6 시험포장 81

6.6.1 시공 준비 83

6.6.2 운반 89

6.6.3 포설 92

6.6.4 다짐 97

6.6.5 현장 시료의 채취 112

6.6.6 다짐도 조사 방법 112

7. 품질관리 및 검사

7.1 시료 채취 117

7.1.1 일반사항 117

7.1.2 배수성 아스팔트 혼합물 시료 채취	118
7.1.3 코어 시료 채취	120
7.2 품질관리 및 검사	121
7.2.1 일반사항	121
7.2.2 품질관리 방법	122
7.2.3 선정 시험	123
7.2.4 관리 시험	124
7.2.5 검사 시험	128
7.2.6 유지관리 및 보수 방법	129

8. 소음 측정

8.1 용어의 정의	133
8.2 적용범위	134
8.3 심볼 및 약어	135
8.4 측정 원칙	137
8.5 측정 장비	139
8.6 시험 위치	141
8.7 기상 조건	141
8.8 시험 차량	142
8.9 측정 절차	143
8.10 분석 절차	147
8.11 시험보고서	150

부 록

부록 I 장비 및 시설 기준	153
부록 II 시험방법	159

총 칙 1

1. 총 칙

1.1 개요

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물은 밀입도 아스팔트 혼합물에 비하여 잔골재율을 낮춰서 골재 간극률과 공극률을 높인 다공질의 아스팔트 혼합물을 말한다.
- (2) 배수성 아스팔트 콘크리트 포장(이하 배수성 아스팔트 포장)은 도로 포장의 표층에 배수성 아스팔트 혼합물을 시공하여, 하부의 불투수성 중간층의 표면으로 노면수가 흘러서 배수로로 배수되는 구조로 되어 있다.
- (3) 배수성 아스팔트 포장은 배수 기능을 확보하여 차량의 주행 안전성을 향상시키고, 저소음 효과로 인하여 주변 환경을 개선하는 효과를 발휘하는 것이 특징이다.

【해 설】

- 이 지침은 도로에서 배수성 아스팔트 포장의 생산 및 시공에 관한 사항을 규정한다. 즉, 교통상황, 도로 주변의 상황, 자연환경조건, 구조적 제한사항, 건설조건, 배수의 난이도, 배수성 아스팔트 포장에 예상되는 기능을 충분히 고려하여, 도로관리청은 구조, 재료 및 공법을 적절히 선택해야 한다.
- 배수성 아스팔트 포장은 배수성 아스팔트 혼합물을 포장의 표층에 사용하여, 빗물이 하부의 불투수성 포장층 표면을 흘러 측면의 배수로로 신속히 배수되도록 설계 및 시공된 포장으로, 일반 아스팔트 포장과 제조 및 시공 방법이 다르기 때문에 재료 생산자 및 시공자는 사전에 배수성 아스팔트 포장의 관련 사항을 충분히 숙지해야 한다.
- 도로 포장의 표층을 배수성 아스팔트 포장으로 시공할 경우에는 신설 및 유지보수 포장 모두 아스팔트 혼합물 뿐 만 아니라, 도로 구조가 배수가 원활한지를 검토하여 대책을 수립해야 한다. 만일 배수시설이 적합하지 않을 경우에는 배수성 아스팔트 포장의 조기 파손이 발생할 가능성이 높아진다.
- 배수성 아스팔트 포장은 다음과 같은 기능을 확보할 수 있으므로 도로의 안전과 주변 환경을 고려하여 적용해야 한다. 특히 빗길 미끄럼사고 다발구간, 결빙 취약구간, 소음 취약구간

등에 우선 적용하는 것을 검토해야 하며, 기타 일반 포장구간에 대해서도 내구성, 배수, 소음저감 성능 등이 확보될 경우 발주처는 유지관리성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 적극 검토해야 한다.

가. 빗길 미끄럼사고 다발구간의 차량의 주행 안전성 향상

- (1) 우천 시 노면에 수막이 생성되어 발생하는 미끄러짐 현상을 감소시킴
- (2) 주행 차량으로 인한 물튀김, 물보라를 감소시켜 주행 중 시인성 향상
- (3) 우천 시 노면표시의 시인성 향상

나. 소음 취약구간의 환경 개선

- (1) 타이어와 노면의 마찰로 인하여 발생하는 교통소음의 저하
- (2) 방음벽의 설치 높이를 낮추어 도시 미관 개선

1.2 적용범위

- (1) 이 지침은 개질 아스팔트(첨가제)를 이용한 배수성 아스팔트 혼합물 생산 및 시공에 적용한다.
- (2) 이 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 『아스팔트 콘크리트 포장공사 (KCS 44 55 10)』, 『아스팔트 콘크리트 포장 시공지침 (국토교통부)』 및 해당기관의 『전문 시방서』에 따른다.

1.3 주요사항

- (1) 배수성 아스팔트 포장 적용 시 검토 단계에서 반드시 도로 구조가 배수에 적합한지 검토해야 한다.
- (2) 아스팔트 혼합물의 품질은 이 지침에서 서술하는 기준을 만족하거나 그 이상의 품질을 확보해야 한다.
- (3) 배수성 아스팔트 혼합물 및 시공 후의 포장은 공극률, 투수계수, 동적안정도 등의 품질기준을 만족해야 한다.

1.4 용어의 정의

- (1) 이 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 다음과 같다.

- 가열 아스팔트 혼합물(Hot-Mix Asphalt Mixture)**
 굽은골재, 잔골재, 채움재 등에 적절한 양의 아스팔트와 필요 시 첨가재료를 넣어서 이를 약 160℃ 이상의 고온으로 가열 혼합한 아스팔트 혼합물을 말한다.
- 간접인장강도(Indirect Tensile Strength)**
 간접인장강도 시험에 의하여 얻어지는 아스팔트 혼합물의 특성을 말하며, 공시체가 파괴되기까지의 최대 하중(P)과 공시체의 두께(T) 및 지름(D)으로 구하는 강도이다. 이는 교통 및 환경 하중에 따른 아스팔트 혼합물의 균열 발생 가능성을 평가하는데 사용한다.
- 간접인장강도 시험(Indirect Tensile Strength Test)**
 공시체의 반지름과 동일한 곡률 반지름의 오목한 금속막대 공시체의 측면에 재하하여 간접적으로 인장강도를 구하는 시험이다. KS F 2382에 따라 시험하며, 금속막대의 폭은 공시체의 직경이 101.6mm일 경우에 12.7mm±0.3mm, 150mm일 경우에 19mm±0.3mm 이다. 하중 속도는 50mm/min, 시험온도는 상온(25℃)이다.

- **공사감독자**

「건설기술진흥법 제49조」의 규정에 따라 발주청이 선임한 감독자를 말한다. 다만, 「건설기술진흥법 제39조」의 규정에 의하여 책임감리를 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 감리원을 말한다.

- **건식 혼합형**

아스팔트 혼합물 생산 시 개질 첨가제를 아스팔트 플랜트 믹서에 직접 투입하는 방법을 말한다. 이와 같은 경우 개질 아스팔트 품질기준의 용해시간 기준을 만족해야 한다.

- **건전도 조사**

포장의 구조적 기능수행에 필요한 표면상태 또는 재료물성을 유지하고 있는지를 일정한 기준에 따라 평가하는 조사

- **골재분리(Segregation)**

재료분리의 일종으로 아스팔트 혼합물 생산, 운반, 포설, 시공 중에 발생하는 것으로서, 굵은골재 및 잔골재가 배합설계 입도에 맞게 혼합되어 있지 않고, 비슷한 골재 크기별로 모이게 되는 현상이다. 이 경우 아스팔트 혼합물의 내구성이 크게 낮아질 수 있다.

- **공극률(Air Void)**

다져진 아스팔트 혼합물의 전체 체적 중에 아스팔트로 피막된 골재입자 사이의 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 등급 보다 실제 거동 특성과 밀접한 상관성이 있다. PG 64-22와 같이 표기하며, 이때 64는 7일간 연속된 평균 최고 포장 설계 온도이며, 소성변형 저항성과 상관성이 있고, -22는 최저 포장 설계 온도로 균열 저항성과 상관성이 있다.

- **골재간공극률(VMA, Void in the Mineral Aggregate)**

다짐된 아스팔트 혼합물에서 공극과 아스팔트가 차지하고 있는 체적을 아스팔트 혼합물 전체 체적에 대한 백분율로 나타낸 것을 말한다.

- **구동륜(Driving Wheel)**
다짐 장비의 동력 장치로부터 구동력을 전달받는 바퀴를 말한다.
- **굵은골재(Coarse Aggregate), 잔골재(Fine Aggregate)**
굵은골재는 2.5mm 체에 남는 골재이며, 잔골재는 2.5mm 체를 통과하고 0.08mm 체에 남는 골재이다.
- **굵은골재의 최대 크기(Coarse aggregate Maximum Size)**
전체 골재 질량의 90% 이상이 통과하는 체 중에서 최소 체눈의 크기를 체의 호칭크기로 나타낸 것이다.
- **기준 시험**
사용 재료의 품질 확인, 사용 기계의 성능 확인, 아스팔트 혼합물의 배합설계 및 품질관리를 위해 필요한 기준치의 설정 등을 목적으로 실시하는 시험을 말한다.
- **기층(Base)**
표층과 보조기층 사이에 위치하며, 표층에 가해지는 교통 하중을 지지하는 역할을 한다. 변형에 대해 큰 저항을 가진 재료를 사용한다.
- **노상(Subgrade)**
포장층 아래 두께 약 1.0m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 원지반에 전달하는 역할을 한다.
- **다짐(Compaction)**
아스팔트 페이버 및 다짐 장비 등을 이용하여 아스팔트 혼합물을 적정 체적이 되도록 다지는 과정이다. 다짐은 아스팔트 혼합물의 공극률을 감소시키고, 밀도를 증가시킨다.
- **다짐도(Compactibility)**
아스팔트 포장 시공 시 아스팔트 혼합물이 적합하게 다짐되었는지를 평가하는 기준으로 사용되고 있으며, 일반적 기준은 96~100% 이다. 아스팔트 혼합물의 현장 배합설계에서 최종적으로 결정된 공시체의 겉보기밀도를 기준밀도로 적용하여 코어 공시체의 다짐 정도를 평가한다. 다짐도 계산 수식은 (코어 시료 겉보기밀도÷기준밀도)×100
- **단기노화(Short-term Aging)**
플랜트에서 제조, 운반과정에서 노화되는 상태를 말한다.

- **동적안정도(Dynamic Stability)**

동적안정도는 아스팔트 혼합물을 롤러 다짐한 가로와 세로가 30cm인 공시체에 시험 차륜 하중을 분당 42회의 속도로 가하여 공시체의 표면으로부터 1mm 변형하는데 소요되는 시험 차륜의 통과 횟수(cycle/mm)로서 구한다. 아스팔트 혼합물의 소성변형에 대한 저항성을 평가하기 위해 사용되며, 동적안정도 값이 높을수록 소성변형 저항성이 높다.

- **머캐덤롤러(Macadam Roller)**

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



〈그림 1.1〉 머캐덤롤러(Macadam Roller)

- **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.

- **매스틱(Mastic)**

아스팔트 혼합물 혼합 시 아스팔트 바인더와 채움재가 혼합되어 골재 주위에 부착을 하게 되는데 골재 주위에 부착된 아스팔트 바인더와 채움재의 일체를 매스틱이라고 부른다.

- **박리현상(Stripping)**

아스팔트 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.

- **배합설계(Mix Design)**

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

- **부착방지제(Release Agent)**

아스팔트 혼합물이 운반 장비의 적재함이나 타이어롤러 및 기타 다짐 기구 등에 붙는 것을 방지하기 위한 재료를 말한다. 기존에는 경유 등을 사용하였으나, 아스팔트 포장의 파손을 촉진하므로 경유 등의 석유계 오일의 사용을 절대 금하고 있으며, 식물성 오일 등을 사용한다.

- **블리스터링(Blistering)**

아스팔트 포장의 표면이 시공 중 또는 공용 시(특히 여름철) 원형으로 부풀어 오르는 현상을 말한다. 강상판, 콘크리트 슬래브 위의 포장의 내부에 남아 있는 수분, 오일분이 온도 상승에 따라 기화하여 이때 발생하는 증기압이 원인이 되어 발생한다. 일반적으로 구스 아스팔트 혼합물이나 세립도 아스팔트 혼합물과 같이 치밀한 아스팔트 혼합물에서 많이 발생한다.

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

다짐 장비의 통과에 따른 아스팔트 포장의 밀도 변화를 현장에서 포장 손상 없이 확인하기 위한 장비를 말하며, 방사선 또는 전기적 특성 등을 사용한다.

- **스크리드(Screed)**

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

- **습식 혼합형(Pre Mix)**

아스팔트와 개질 첨가제를 공장에서 미리 혼합한 후 스트레이트(Straight) 아스팔트와 같은 방법으로 탱크로리 또는 전용 운반장치를 사용하여 아스팔트 플랜트로 운반하여 사용하는 아스팔트 바인더를 말한다. 습식 혼합형은 저장 중에 재료분리가 발생할 우려가 있기 때문에 개질 아스팔트 품질기준의 저장안정성 기준을 만족해야 한다.

- **아로마틱계 프로세스 오일**

개질 첨가제의 용해시간을 시험하기 위해 사용하는 시약이며, 시험 재료에 첨가하여 혼합성을 증진시키거나 가소제 역할을 하는 프로세스 오일 중에서 다량의 방향족환을 함유하고 고점도이며, 고무분자와의 사용성이 우수한 암록색 재료이다.

- **아스팔트 페이버(Asphalt Paver)**

아스팔트 피니셔라고도 불리며, 아스팔트 혼합물을 포설하는 장비이다.



〈그림 1.2〉 아스팔트 페이버(Asphalt Paver)

- **아스팔트 혼합물(Asphalt Mixture)**

굵은골재, 잔골재, 채움재, 아스팔트 등을 정해진 비율로 혼합한 재료이다. 도로에서는 아스팔트 포장의 기층, 표층, 중간층에 쓰인다.

- **아스팔트(Asphalt)**

천연으로 또는 석유계 재료의 증류 잔사로서 얻어진 역청(탄화수소 혼합물)을 주성분으로 하며, 2황화탄소(CS_2)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 함량(Asphalt Content)**

아스팔트 혼합물의 전체 질량에 대한 아스팔트 질량의 백분율을 말한다.

- **안내륜(Steering Wheel)**

다짐 장비의 방향을 조정하는 바퀴를 말한다.

- **역청 재료(Bituminous Material)**

2황화탄소에 용해되는 탄화수소의 아스팔트 혼합물로 상온에서 고체 또는 반고체의 것을 역청(Bitumen)이라 하며, 이 역청을 주성분으로 하는 재료를 말한다. 스트레이트 아스팔트, 유화아스팔트 등의 종류가 있다.

- **운반 사이클(Truck Cycle)**

아스팔트 혼합물을 운반 장비 상차, 운송, 시공 현장 도착, 아스팔트 페이퍼의 호퍼에 하차 후 다시 아스팔트 플랜트로 돌아오는 과정을 말한다.

- **유기 첨가제(Organic Additive)**

개질 첨가제의 일종으로 왁스 계열의 첨가제가 대표적이며, 약 70~115℃의 온도에서는 녹는 특성이 있다.

- **이론최대밀도(TMD, Theoretical Maximum Density)**

아스팔트 혼합물 속에 전혀 공극이 없는 것으로 가정했을 때의 밀도를 말하며, KS F 2366에 따라 구한다. 배합설계 시 공극률 등의 체적 특성 계산에 사용한다.

- **인장강도비(Tensile Strength Ratio)**

아스팔트 공시체(공극률 약 7%)의 건조상태에서 간접인장강도 값과 수분 포화 후 60°C의 온도로 24시간 동안 처리한 후의 간접인장강도 값의 비이다. 인장강도비는 아스팔트 혼합물의 수분 저항성을 평가하기 위하여 수행 한다.

- **잔류변형강도(Retained Deformation Strength)**

아스팔트 혼합물의 박리특성을 시험하기 위하여 공시체를 60°C 물속에 48시간 동안 수침한 후 측정하는 수침변형강도를 말하며, 일반 변형강도 값에 대한 비율로서 구한다.

- **저온균열(Low Temperature Cracking)**

온도 변화에 따라 1~3m의 비교적 큰 블록 형태로 각을 이루어서 발생하는 균열을 말한다. 주로 아스팔트 혼합물의 아스팔트 노화로 인하여 점착력이 낮아져서 겨울철 등의 대기온도의 변화에 따라 발생하는 포장 내부의 힘에 견디지 못할 경우 발생한다.

- **중간층(Intermediate Course)**

표층과 기층 사이에 위치하며, 기층의 요철을 보정하고 표층에 가해지는 하중을 기층에 균일하게 전달하는 역할을 한다. 배수성 아스팔트 포장에서는 중간층이 레벨링층으로 사용되므로 평탄성 확보가 매우 중요하다. MC-1 또는 WC-5 아스팔트 혼합물을 사용한다.

- **채움재(Filler)**

아스팔트 혼합물에서 굵은골재와 잔골재 사이를 채워서 내구성을 증진시키는 역할을 하며, 석회석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회 등의 분말이 사용된다. 배수성 아스팔트 혼합물에는 회수더스트를 사용하지 않는다. 채움재의 종류와 사용 비율은 아스팔트 혼합물의 매스틱(Mastic)에 큰 영향을 미치기 때문에 주의를 기울여야 한다.

- **체의 호칭크기**

KS A 5101-1(ISO 3310-1)에서 규정하는 표준망 체 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(Optimum Asphalt Content)**

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

- **침입도 등급(Penetration Grade)**

25℃에서 아스팔트의 경도를 나타내는 침입도가 주요 평가항목이며, 일반적으로 폴리머나 개질 첨가제 등이 혼합되지 않은 스트레이트 아스팔트의 등급 기준으로 사용된다. 국내에서는 침입도 등급 60~80 의 아스팔트가 주로 사용된다.

- **타이어롤러(Pneumatic Tire Roller)**

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



〈그림 1.3〉 타이어롤러(Pneumatic Tire Roller)

- **탄뎀롤러(Tandem Roller)**

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



〈그림 1.4〉 탄담롤러(Tandem Roller)

- **택코트(Tack Coat)**

아스팔트 포장의 각층 또는 시멘트콘크리트 포장층의 상하층을 부착시키기 위하여 사용하는 재료를 말한다. 일반적으로 유화아스팔트(Emulsified Asphalt)를 사용한다.

- **터프니스(Toughness)**

간접인장강도 시험 시 공시체가 파괴가 발생할 때까지 하중-변형률 곡선의 하부 면적을 말한다. 터프니스는 아스팔트 혼합물의 균열저항성 평가에 사용된다.

- **편경사(Superelevation)**

평면곡선부에서 자동차가 원심력에 저항할 수 있도록 하기 위하여 설치하는 횡단경사를 말한다.

- **평탄성(Roughness)**

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

- 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 하층에 분산시키거나, 빗물의 침투를 막고 타이어에 마찰력을 제공하는 역할을 한다. 배수성 아스팔트 포장에서는 표층이 배수 기능을 갖게 되므로 일반적으로 표층 하부의 중간층이 빗물의 침투를 막는 밀입도 아스팔트 포장으로 시공된다.
- 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 품질 수준을 확인하고 조치를 취하여 관리하는 것을 말한다. 포장 결함을 사전에 방지하는 것을 목적으로 하여 시행하는 모든 수단을 의미한다.
- 프라임코트(Prime Coat)**
 입상재료에 의한 보조기층 또는 기층의 방수성을 높이고, 그 위에 포설하는 아스팔트 혼합물 층과의 접착을 좋게 하기 위하여 보조기층 또는 쇄석기층 위에 역청재료를 살포한 막을 말한다. 또한 시멘트콘크리트 포장에서 입상재료, 시멘트 안정처리 기층 등의 양생용으로 역청재료를 살포하는 것을 말하기도 한다. 일반적으로 유화아스팔트 RS(C)-3을 사용한다.
- 플러쉬(Flushing)**
 아스팔트 포장에 있어서 아스팔트분이 블리딩(Bleeding)을 일으켜 표층의 표면이 검은 반점으로 포화된 현상을 말한다.
- 현장 배합설계(Job-Mix Formula)**
 실내 배합설계를 기준으로 공사에 사용하는 재료와 아스팔트 플랜트의 여건을 고려하여 플랜트에서 최종적으로 수정하여 결정한 배합을 말한다.
- 혼합온도(Mixing Temperature)**
 일반적으로 배합설계 시 골재와 아스팔트의 혼합 시에 적용하는 온도이다. 아스팔트 혼합물을 아스팔트 플랜트에서 생산할 경우에는 도착지까지의 거리, 대기온도 등을 고려하여 결정한다.

- **회수더스트(Dust)**

아스팔트 혼합물을 제조할 때 드라이어에서 가열된 골재로부터 발생하는 미분말(Dust)을 회수(回收)한 것이며, 백필터와 같은 진식 2차 집진 장치에서 포집(Collection)하여 아스팔트 혼합물의 채움재로 환원 사용하는 것을 말한다. 배수성 아스팔트 혼합물에는 사용하지 않는다.

- **횡단경사(Cross Slope)**

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

- **BB-1~BB-4**

아스팔트 포장의 기층으로 사용되는 아스팔트 혼합물로서, BB는 Bituminous Base Course의 약자이다.

- **DSR(Dynamic Shear Rheometer) 시험**

KS F 2389에 따른 아스팔트 공용성 등급을 평가하기 위해 KS F 2393의 동적 전단 유변물성 측정기를 이용하여 교통하중 작용 시 발생하는 점탄성 측정인 복합전단탄성계수(G^*)와 위상각(δ)을 측정하는 시험이다.

- **G^* (복합전단탄성계수)**

KS F 2393에 따른 DSR 시험에 의해 측정되는 복합전단탄성계수로서, 작용한 최대토크값을 이용하여 계산한 최대전단응력을 최대전단변형률로 나누어 계산된다.

- **MC-1**

아스팔트 포장의 중간층으로 사용하는 아스팔트 혼합물 중의 하나로서, MC는 InterMediate Course의 약자이다.

- **MTV(Material Transfer Vehicle)**

아스팔트 혼합물의 운반 트럭과 페이버 사이에 위치하여 아스팔트 혼합물의 보온 및 가열과 리믹스(Remix) 작업을 통하여 아스팔트 혼합물을 일정한 온도의 유지로 골재분리를 저감시켜주는 시공 장비를 말한다.

1.5 관련 KS 규격 및 참조 규격

(Korea industrial Standard : KS)

【해 설】

- 이 지침에서 정하는 KS 규격 방법 및 지침 내용을 우선으로 하고, 현재 KS 규격으로 제정되어 있지 못한 시험방법 등은 외국의 규격과 기준을 참조한다. 배수성 포장 관련 국내·외 규격은 다음과 같다. 지침 사용자의 이해를 돕기 위해 관련 KS 및 ASTM 규격의 일부를 나열한 것으로 나열한 규격 이외에도 관련 있는 규격은 적용할 수 있다.

KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마샬 안정도 및 흐름값 시험방법(Standard test method for marshall stability and flow of asphalt mixtures)

KS F 2379 낙하식 충격 하중 장치에 의한 변형 측정 방법 (Testing method for deflections with a falling-weight-type impulse load device)

KS F 2389 아스팔트의 공용성 등급(Performance grade for asphalt binder)

KS F 2390 보형상 유변물성 측정기를 이용한 아스팔트의 휨크리프 강성 시험방법(Standard test method for flexural creep stiffness of asphalt binder using bending beam rheometer)

KS F 2391 압력노화 용기를 이용한 아스팔트의 촉진노화 시험방법(Standard test method for accelerated aging of asphalt binder using a pressurized aging vessel)

KS F 2392 회전점도계를 이용한 아스팔트의 점도 시험방법(Standard test method for viscosity determination of asphalt binder using rotational viscometer)

KS F 2393 동적전단 유변물성 측정기를 이용한 아스팔트의 유변 특성 시험방법(Standard test method for rheological properties of asphalt binder using dynamic shear rheometer)

KS F 2394 투수성 포장체의 현장 투수 시험방법(Standard test method for permeability of porous pavement)

KS F 2488 개질 아스팔트의 파악력 및 점결력 시험방법(Standard test method for toughness and tenacity of modified asphalt binder)

KS F 2491 아스팔트 바인더의 휨 굴곡 시험방법(Standard test method for the flexural beam test for asphalt binder)

KS F 2492 배수성 아스팔트 혼합물의 칸타브로 시험방법(Standard test method for cantabro test for porous asphalt mixtures)

KS F 2493 배수성 아스팔트 혼합물의 유출 시험방법(Standard test method for binder run-off test for porous asphalt mixtures)

KS F 2494 배수성 아스팔트 혼합물의 실내 투수 시험방법(Standard test method of the laboratory permeability test for porous asphalt mixtures)

KS F 2496 진공 밀봉방법을 이용한 다져진 아스팔트 혼합물의 건보기 비중 및 밀도 시험방법(Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted asphalt mixture using automatic vacuum sealing method)

KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재(Filler for hot mix asphalt pavement)

KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법(Testing method for density and absorption of coarse aggregate)

KS F 2507 골재의 안정성 시험방법(Method of test for soundness of aggregates by use of sodium sulfate)

KS F 2508 로스엔젤레스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법(Method of test for abrasion of coarse aggregates by use of the Los Angeles machine)

KS M 2247 아스팔트의 절대 점도 시험방법(Testing method of test for absolute viscosity of asphalts)

ASTM D 7173 Standard practice for determining the separation tendency of polymer from polymer modified asphalt

ASTM D 7405 Standard test method for Multiple Stress Creep and Recovery(MSCR) of asphalt binder using a dynamic shear rheometer

재 료 2

2. 재 료

2.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 제조에 사용하는 골재, 아스팔트, 개질 첨가제 등의 품질은 이 지침의 품질 규격을 만족해야 한다.

2.2 배수성 아스팔트 포장용 바인더

- (1) 배수성 포장용 아스팔트 바인더는 골재의 분산저항, 내수성, 내후성이 우수한 고점도 아스팔트 바인더를 사용하도록 한다.
- (2) 사용되는 고점도 아스팔트 바인더는 아스팔트 플랜트의 믹서에 첨가제를 직접 투입하는 건식 혼합형(Plant-Mix)과 사전에 첨가제를 아스팔트 바인더에 미리 첨가하여 제조한 습식 혼합형(Pre-Mix)으로 나뉜다.
- (3) 개질 첨가제를 믹서에 직접 투입하는 건식 혼합방법을 적용 시에는 스트레이트 아스팔트는 KS M 2201에 따른 침입도 등급 60~80 이상 또는 KS F 2389에 따른 공용성 등급 64-22 기준 이하를 만족해야 한다. 개질 첨가제의 투입은 자동 투입 장치를 이용해야 하며, 사용 중량을 배치당 기록할 수 있어야 한다. 그리고 운반 및 보관 시에 수분에 젖지 않도록 해야 한다.

【해 설】

- 아스팔트 바인더의 품질은 표 2.1을 만족해야 하며, 공급자는 표 2.1에 따른 품질시험 결과, 밀도, 표준 첨가비율, 배합설계 시 혼합온도 및 다짐온도 등 필요한 시험 성적서를 시공 전에 제출해야 한다.
- 공용성 등급 시험을 위한 시료는 첨가제가 완전히 녹아 있어야 하며, 일체의 고형분이 없어야 한다. 만일 고형분이 있을 경우 공용성 등급 시험에서 정확한 결과를 얻을 수 없기 때문에 주의해야 하며, 이러한 시료는 개질 아스팔트 바인더로 사용할 수 없다. 개질 아스팔트의 품질기준은 표 2.1과 같다.

- 건식 혼합형 재료의 생산자가 제시하는 개질 첨가제 비율은 아스팔트에 대한 비율이다. 예를 들어, 개질 첨가제 비율이 10% 일 경우 100g의 개질 아스팔트를 제조하기 위해서는 개질 첨가제 10g과 아스팔트 90g을 혼합한다는 의미이다.

〈표 2.1〉 배수성 아스팔트 혼합물용 개질 아스팔트의 품질기준

항목	개질 아스팔트 등급	P-82
저장안정성(%) (습식 혼합형만 적용) ¹⁾		5 이하
용해시간(분) (건식 혼합형만 적용) ²⁾		30 이하
공용성 등급 ^{3),4)}	PG	82-22 이상
	소성변형률 (Jnr, kPa ⁻¹)	0.5 이하
	탄성회복률 (Recovery, %)	55 이상
연화점(°C)		80 이상
신도(15°C, 5cm/min) (cm)		50 이상

【주1】 저장안정성 시험은 ASTM D7173에 따라 개질 아스팔트 시료를 상·하단으로 분리하여 KS F 2393에 따라 DSR 시험하여 G* 또는 탄성회복률의 차이가 규정에 만족해야 한다.

【주2】 용해시간은 개질 첨가제가 아스팔트에 녹는 시간을 평가하는 시험이다. 용해시험용 시약으로 아로마틱계 프로세스 오일이나 투명한 실리콘 오일을 사용하여, 개질 첨가제 생산자가 제시한 ‘배합설계 시 혼합온도’로 가열한 상태에서 ‘배합설계 시 아스팔트 대비 투입비율’의 개질 첨가제를 투입한 후 일반 교반 장치를 이용하여 2000rpm의 교반 속도로 혼합한 후, 0.075mm 체로 체가름하여 95% 이상 통과하는 시간이다. 폴리머 계열 첨가제는 아로마틱계 프로세스 오일을 사용하는 것이 바람직하다. 배합설계 시 혼합온도로 오븐을 가열하고, 팬과 조합한 체를 오븐에서 사전 가열 한 후 체를 꺼내어 교반한 혼합액을 쏟은 후에 다시 오븐에 넣고, 30분간 보관 후 체의 질량을 측정한다.

- 【주3】 공용성 등급 시험은 KS F 2389에 따라 PG 82-22 이상의 기준을 만족해야 하며, 시공하고자 하는 도로의 등급과 주변 여건에 따라 감독자와 상의하여 상위 등급으로 상향 가능하다. 개질 아스팔트에 사용되는 첨가제의 양을 시험보고서에 표기해야 하며, 롤링 박막 오븐을 이용한 개질 아스팔트의 노화 온도는 아스팔트 혼합물 생산 온도를 고려하여 결정할 수 있다.
- 【주4】 소성변형률 및 탄성회복률 시험은 KS F 2393에 따라 64°C에서 3.2kPa의 하중(응력)으로 시험하며, ASTM D 7405(Multiple Stress Creep and Recovery, MSCR)에 따라 개질 아스팔트의 소성변형률 및 탄성회복률을 측정한다. 소성변형률은 반복되는 하중 하에 발생하는 영구변형에 대한 개질 아스팔트 바인더의 저항성 지표로 사용된다. 또한, 탄성회복률을 통해 배수성 아스팔트 혼합물 생산 중 개질제의 적정 사용 함량과 개질 아스팔트의 적정 공용성 등급(PG) 사용을 평가할 수 있다. 소성변형률은 식 2.1로 계산하고, 탄성회복률은 식 2.2로 계산한다.
- 소성변형률(Jnr, kPa-1)=회복되지 않은 전단변형률(non recoverable strain)/3.2 kPa (식 2.1)
 - 탄성회복률(%)=회복된 전단변형률(recoverable strain)/최대전단변형률(peak strain) (식 2.2)
- 【주5】 결빙 취약구간에는 조기 골재탈리 파손 등을 예방할 수 있는 대책(개질 아스팔트 품질기준 PG 82-34 등급, 소성변형률 0.2 이하, 탄성회복률 80% 이상, 또는 바인더 휨굴곡 시험(KS F2491)에 따라 -20°C의 온도를 유지하면서 힘 에너지 400kPa 이상, 힘 스티프니스 100MPa 이하)을 마련하여 시공해야 한다.

〈표 2.2〉 침입도 분류에 의한 스트레이트 아스팔트 품질 기준

항 목	침입도 등급	
	60-80 (AP-5)	80-100 (AP-3)
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
박막 가열 후		
질량변화율(무게 %)	0.6 이하	0.6 이하
침입도잔유율(%)	55 이상	50 이상
증발 후		
침입도 비(%)	110 이하	110 이하
밀도(15℃, kg/m ³)	1000 이상	1000 이상

〈표 2.3〉 아스팔트 공용성 등급 기준

공용성 등급	PG 64-						PG 82 -				
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34
평균 7일 최고 ¹⁾ 포장 설계 온도 °C	< 64						< 82				
최저 포장 설계 온도 °C	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34
원아스팔트											
인화점, KS M2010, °C	≥ 230										
회전 점도, KS F 2392 3Pa·s 이하 시험온도, °C	135 ²⁾										
동적 전단, KS F 2393 G*/sinδ, 1.0kPa 이상 시험온도@ 10rad/s, °C	64						82				
롤링 박막 오븐(KS M 2259) 또는 박막 오븐(KS M 2258) 노화 후 잔사											
질량손실, %	≤ 1.0										
동적 전단, KS F 2393 G*/sinδ, 2.2kPa 이상 시험온도@ 10rad/s, °C	64						70				
압력 노화 용기(PAV) 노화 후 잔사(KS F 2391)											
압력 노화 온도, °C	100										
동적 전단, KS F 2393 G*·sinδ, 5,000kPa 이하 시험온도@ 10rad/s, °C	31	28	25	22	19	16	40	37	34	31	28
물리적 경화	보						고				
휨 크리프 강성, KS F 2390 S:300MPa 이하 m값:최소 0.3 이상 시험온도@60s, °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24

【주1】 포장 온도는 대기 온도로부터 추정하여도 좋으며 기관의 규정에 약술된 절차에 따라 조사하여도 된다. 포장 온도는 대기온도의 약 1.8배이다.

【주2】 아스팔트가 모든 안전 기준을 만족하는 온도에서 적절히 압송되고 혼합된다는 것을 생산자가 보장한다면 생산자의 시험 성적서로 갈음할 수 있다.

2.3 골재

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 골재로는 굵은골재, 잔골재가 사용된다. 골재의 품질이나 입도는 포장 성능에 큰 영향을 주며, 생산지에 따라 물리적·화학적 특성이 다르므로, 사용 전에 품질 시험을 수행하여 사용 여부를 판단해야 한다.
- (2) 표 2.5, 표 2.6의 골재 입도와 품질을 만족한 골재에 대하여 표 2.4의 1등급 단입도 골재를 선택하여 사용해야 한다.

【해 설】

- 아스팔트 혼합물의 약 95%는 골재가 사용되며, 사용 골재의 대부분이 석산에서 생산되는 쇠석골재를 사용하여 아스팔트 혼합물을 생산하므로 석산의 골재관리가 중요하다.
- 골재 생산 시 아스팔트 혼합물 전용으로 단입도 골재를 생산해야 하며, 석산의 스크린 망과 아스팔트 플랜트의 핫 스크린 망 크기를 동일하게 하는 방법을 적극적으로 고려해야 한다.
- 골재의 편장석률은 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성 등에 큰 영향을 미치므로 표 2.5, 표 2.6의 골재 입도와 품질을 만족해야 하며, 표 2.4의 기준에 따라 1등급 단입도 골재를 적용한다.

〈표 2.4〉 골재 등급의 기준 및 적용 범위

등급	기준	적용 범위
1등급	편장석률 10% 이하	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기) ▪ 중차량 통행이 빈번한 도로 ▪ 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로 ▪ 배수성 아스팔트 포장 등 특수 포장
2등급	편장석률 20% 이하	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2차로 이하의 일반국도 ▪ 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
3등급	편장석률 30% 이하	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등

【주1】 편장석률은 ‘KS F 2575의 굵은골재 편장석 함유량 시험법’에 따라, 골재의 최대 길이와 최소 길이의 비가 1:3 이상이면 편장석이다.

2.3.1 굵은골재

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 굵은골재는 부순 골재(쇄석), 부순 슬래그, 부순 자갈 등으로서, 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 점토, 실트, 유기물 등의 유해 물질을 함유해서는 안 된다.
- (2) 굵은골재 입도 기준은 표 2.5에 따라 CA-20, CA-13, CA-10 등을 사용한다. 주요 입도 범위에 해당하는 골재의 비율이 높을수록 더욱 높은 품질을 확보할 수 있다.
- (3) 굵은골재 품질은 표 2.6에 따른다.

【해 설】

(1) 입 도

- 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 굵은골재의 입도는 표 2.5와 같다. 이 규정은 KS F 2357(아스팔트 혼합물용 골재)의 규정을 일부 수정한 것이다. CA-20은 KS 규격의 6번, CA-10은 KS 규격의 8번의 기준에서 주요 입도 범위의 비율이 높을 경우에도 사용할 수 있도록 수정하였으며, CA-13은 기존 7번 규격에서 10mm 이하의 골재를 줄여서 단입도화한 것이다.
- 표 2.5의 입도 범위에서 주요 입도 범위의 비율이 높을수록 재료분리 저감, 콜드빈 골재 입도 관리 및 합성입도 관리 측면에서 더 높은 품질을 나타낼 수 있다.

〈표 2.5〉 굵은골재의 입도

골재 번호	주요입도 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율 %								
		50mm	40mm	25mm	20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.6mm
CA-20	13~20	-	-	100	90~100	0~55	0~15	0~5	-	-
CA-13	10~13				100	90~100	0~25	0~10	0~5	
CA-10	2.5~10	-	-	-	-	100	85~100	0~30	0~10	0~5
CA-8	5~8	-	-	-	-	-	100	0~15	0~5	-
CA-5	2.5~5	-	-	-	-	-	100	90~100	0~15	0~5

【주】 여기에서 체의 호칭크기는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 53mm, 37.5mm, 26.5mm, 19mm, 13.2mm, 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm, 1.18mm에 해당한다.

(2) 품 질

- 골재는 모암의 종류에 따라 아스팔트와의 피복 특성이 다르게 나타나므로 지역적인 기후 조건에 따라 포장의 박리가 우려되는 도로에서는 골재와 아스팔트 사이의 부착성이 양호한 골재를 선정해야 한다.
- 굵은골재는 표 2.6의 품질규정을 만족해야 한다. 단, 현장 경험이나 실내 시험 등으로 소요 품질의 포장이 얻어질 수 있을 경우에는 규정에 적합하지 않은 골재도 감독자의 판단에 따라 사용할 수 있으며, 사용 목적에 따라 경제성을 고려하여 선정한다.

〈표 2.6〉 굵은골재의 품질

구 분	시험방법	규 정
밀도(절대건조)	KS F 2503	2.5 이상
흡수율(%)	KS F 2503	3.0 이하
피막박리시험에 의한 피복 면적(%)	KS F 2355	95 이상
편장석률(%) ¹⁾	KS F 2575	10 이하
안정성(%) ²⁾	KS F 2507	12 이하
마모율(%)	KS F 2508	25 이하
굵은골재 파쇄면 비율(%)	ASTM 5821	85 이상

【주1】 편장석률 시험은 KS F 2575에 따른 장비를 사용하며, 편장석은 골재의 최대길이에 대하여 1/3 길이의 시험기 간격을 통과하는 골재이다. 배수성 아스팔트 포장은 편장석률 10% 이하인 1등급 골재를 사용한다.

【주2】 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

(3) 저장

- 굵은골재는 종류별, 크기별로 분리 저장하여 서로 혼합되지 않도록 해야 하며, 먼지, 진흙 등 불순물이 혼입되지 않고, 재료분리가 일어나지 않도록 해야 한다.
- 빗물 등에 직접 노출되지 않도록 덮개를 씌우거나 지붕이 설치된 시설에 저장해야 한다.

2.3.2 잔골재

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 잔골재는 암석, 자갈 등을 깨어 얻어진 부순 모래(스크리닝스)를 사용하며, 깨끗하고 강하며 내구적이어야 하고, 먼지, 점토, 유기물 등의 유해 물질을 함유해서는 안 된다.
- (2) 골재 입도 기준은 표 2.7에 따른다. 단, 배수성 아스팔트 혼합물에 필요한 소요의 입도를 얻을 수 있고, 5mm 체의 통과중량백분율이 90% 이상일 경우에는 감독자와 협의하여 이 입도 기준을 적용하지 않을 수 있다.
- (3) 잔골재의 품질은 표 2.8에 따른다.

【해 설】

(1) 입 도

- 잔골재의 입도는 KS F 2357(아스팔트 혼합물용 골재)의 잔골재 입도 기준을 개선한 표 2.7의 FA-1 입도를 적용한다.
- 그러나, 현장 경험이나 실내 시험 등으로 소요품질의 포장이 얻어질 수 있을 경우에는 규정에 적합하지 않은 골재도 감독자의 판단에 따라 사용할 수 있다. 이 경우 5mm 체의 통과중량백분율이 90% 이상이어야 한다.

〈표 2.7〉 잔골재의 입도

골재 번호	주요입도 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율 %						
		10mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
FA-1	0~5	100	86~100	55~75	16~42	7~29	2~18	0~10

【주】 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5mm, 4.75mm, 2.36mm, 1.18mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm, 0.075mm에 해당한다.

(2) 품 질

- 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 잔골재는 표 2.8의 품질 규정을 만족해야 한다.
- 잔골재의 입도 분포가 배합설계 시 문제가 없다면 부순 모래(스크리닝스)를 사용해야 하며, 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성을 높이기 위하여 자연 모래의 사용을 제한한다.

- 점토나 먼지가 많이 함유되어있는 잔골재는 모래당량(KS F 2340) 시험을 통해 규정을 만족해야 한다. 모래당량 시험의 목적은 잔골재의 청결성을 유지하기 위한 것이며, 소성입자 및 더스트의 상대 비율을 결정하는데 사용된다.

〈표 2.8〉 잔골재의 품질

구 분	시 험 방 법	규 정
모래당량(%)	KS F 2340	50 이상
잔골재 입형(%)	KS F 2384	45 이상

(3) 저장

- 잔골재가 다른 골재와 서로 혼합되지 않도록 분리 저장해야 하며, 먼지, 진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 해야 한다.
- 잔골재는 빗물이 침투할 경우 입도의 변동이 발생하기 쉽고, 수분이 많아져서 가열에 문제가 발생할 수 있으므로 빗물 등에 직접 노출되지 않도록 지붕이 설치된 저장 시설에 보관해야 한다.

2.3.3 포장용 채움재

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 채움재는 석회석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회 등이어야 하며, 회수더스트는 사용하지 않는다.
- (2) 포장용 채움재는 표 2.9의 입도이어야 하며, 먼지, 진흙, 유기물, 덩어리진 미립자 등의 유해 물질을 함유하지 않아야 한다.
- (3) 포장용 채움재의 수분 함량이 1.0% 이하이어야 하며, 비중 값을 감독자에게 보고해야 한다.

【해 설】**(1) 입 도**

- 채움재의 입도는 KS F 3501(아스팔트 포장용 채움재)의 규정에 따르되, 석회석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회 등을 사용하며, 표 2.9의 기준에 적합해야 한다.

〈표 2.9〉 포장용 채움재의 입도

종류	각 체를 통과하는 질량 백분율(%)			
	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
포장용 채움재	100 이상	95 이상	90 이상	70 이상

【주】 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm, 0.075mm에 해당한다.

(2) 품질

- 석회석분, 소석회 등을 채움재로 사용할 경우에는 표 2.9의 입도 기준을 만족하고, 수분 함량이 1.0% 이하이어야 하며, 비중 값을 감독자에게 보고해야 한다.
- 아스팔트 포장은 강우에 의해 물의 침투를 장기적으로 받으므로 박리 현상이 발생할 우려가 있다. 따라서 지역 특성에 따라 박리 방지 대책을 세워야 하며, 집중적인 강우가 발생하는 지역에서는 채움재 질량의 약 50%를 소석회 또는 시멘트로 대체하여 사용할 수 있다.

2.3.4 섬유첨가제

- (1) 섬유첨가제는 배수성 아스팔트 혼합물의 흐름손실률을 감소시키기 위하여 사용하는 재료이다.
- (2) 식물성 섬유나 식물성 섬유에 일정량의 아스팔트나 다른 재료 등을 첨가하여 낱알 형태로 생산한 것을 사용한다.
- (3) 배수성 아스팔트 혼합물의 흐름손실률이 0.3% 이하일 경우에는 사용할 필요가 없다.

- (4) 섬유첨가제를 사용할 경우에 사용하는 비율은 아스팔트 혼합물 중량 대비 0.2~0.5%이며, 흐름손실률 시험을 통해 결정한다.
- (5) 섬유첨가제를 사용할 경우 배수능력이 현저히 낮아질 수 있으므로 사용하지 않는 것이 좋으며, 사용할 경우에는 배합설계를 통해 흐름손실률과 실내투수계수 등의 결과를 이용하여 최소량을 결정하여 사용한다.

2.4 재료의 승인 및 시험

- (1) 계약상대자는 공사에 사용할 개질 첨가제, 아스팔트와 골재의 시료 및 시험 결과를 공사에 사용하기 30일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 단, 개질 첨가제와 아스팔트가 혼합된 아스팔트를 사용할 경우에는 혼합된 아스팔트의 시험 결과를 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (2) 재료의 공급원을 변경할 경우에는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 감독자는 사용 재료의 적정 여부를 결정하기 위하여 필요에 따라 추가 시험을 시행할 수 있으며, 공사 시행 중에도 발체 시험을 지시할 수 있다.

2.5 재료의 저장

- (1) 개질 첨가제를 포대나 드럼 등으로 반입할 경우에는 종류별로 저장하며, 먼지, 진흙, 수분 등의 불순물이 혼입되지 않도록 해야 한다.
- (2) 드럼으로 반입하는 아스팔트는 정유소별 및 입하 순으로 분류하여 저장하고, 입하 순으로 사용한다.
- (3) 탱크차로 현장에 반입하는 아스팔트를 저장하는 경우에는 가열이 가능한 별도의 저장탱크시설을 갖추어야 한다.
- (4) 골재는 종류별, 크기별로 분리하여 저장하며, 서로 혼입되지 않도록 해야 하고, 재료분리가 일어나지 않도록 저장해야 한다. 그리고 먼지, 진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 해야 한다.
- (5) 포대에 든 채움재는 지면에서 300mm 이상 높이의 방습이 잘되는 창고에 저장하여 입하 순으로 사용해야 한다.

품 질 기 준

3

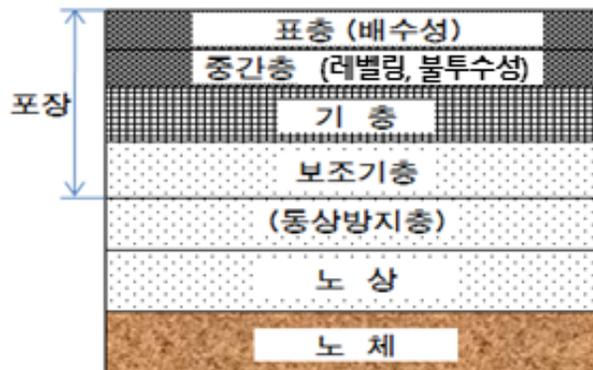
3. 품질기준

3.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물은 표층용 아스팔트 혼합물로 사용한다.
- (2) 표층 하부의 중간층은 상부에서 투수되는 수분을 측면의 배수시설로 유도하는 역할을 해야 하며, 이를 위하여 하부로 수분이 침투되지 않도록 하는 불투수층이어야 한다. 또한, 일반 포장에서 요구되는 기존 중간층의 구조적·재료적 내구성 역할도 충실히 수행할 수 있어야 한다.
- (3) 중간층은 3m 직선자를 도로 중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때 가장 들어간 곳이 5mm 미만이어야 한다. 단, 절삭 덧씌우기 포장은 10mm 미만이어야 한다.
- (4) 배수성 아스팔트 포장 전에 철저한 텍코팅을 해야 하며, 개질 유화아스팔트로 시공하여 층간의 접착력을 높여야 한다.

【해 설】

- 아스팔트 포장의 전 층 구성 단면은 그림 3.1과 같다.



〈그림 3.1〉 배수성 아스팔트 포장의 구성

• 배수성 아스팔트 혼합물 종류를 선정 시 다음 사항을 고려해야 한다.

- ① 최대 골재크기가 커질수록 배수 기능과 소성변형 저항성은 높아지며, 골재의 탈리나 균열저항성이 낮아질 수 있다.
- ② 최대 골재크기가 작아질수록 저소음 효과, 골재의 탈리나 균열에 대한 저항성이 높아지고, 배수 기능이나 소성변형 저항성은 낮아질 수 있다.

〈표 3.1〉 배수성 아스팔트 포장의 중간층(불투수성) 혼합물 종류

아스팔트 혼합물 종류	최대골재 치수	적용대상 포장 기층	참조 품질기준
WC-1 아스팔트 콘크리트	13mm	아스팔트 기층	아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 〈교면포장용 아스팔트 혼합물〉 · “교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준”의 하부층 기준
WC-6 아스팔트 콘크리트			
SMA 아스팔트 콘크리트	13mm	아스팔트 기층	아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 〈SMA 혼합물〉 · “교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준”의 하부층 기준
	10mm	콘크리트 기층	
구스 아스팔트 혼합물		콘크리트 기층	아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 〈구스 아스팔트 혼합물〉 · 구스 아스팔트 혼합물 품질 기준

3.2 골재의 품질 및 입도

(1) 이 지침 2. 재료의 굵은골재, 잔골재, 채움재 등을 합성한 골재를 사용하며, 표 3.2의 표준배합 입도에 적합해야 한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 혼합물은 굵은골재, 잔골재, 채움재 등을 혼합하여 사용하며, 골재의 품질은 이 지침 2.3절의 기준을 만족해야 한다.
- 굵은골재, 잔골재 및 채움재를 혼합하였을 때의 골재 합성입도는 표 3.2를 표준으로 한다.

〈표 3.2〉 배수성 아스팔트 혼합물의 골재 입도

아스팔트 혼합물의 종류		PA-8	PA-10	PA-13	PA-20
체호칭크기					
통과 과 질 량 백 분 율 (%)	25mm	-	-	-	100
	20mm	-	-	100	95~100
	13mm	-	100	92~100	53~78
	10mm	100	90~100	62~81	35~62
	5mm	10~25	8~22	10~31	10~31
	2.5mm	8~20	6~17	10~21	10~21
	0.60mm	5~12	4~13	4~17	4~17
	0.30mm	4~10	3~9	3~12	3~12
	0.15mm	3~8	2~8	3~8	3~8
	0.08mm	3~7	2~7	2~7	2~7

【주1】 표의 아스팔트 혼합물 종류명은 약칭이다. PA는 Porous Asphalt Concrete의 약자로 배수성 아스팔트 포장용임을 나타낸다. 숫자는 아스팔트 혼합물의 최대 골재크기(mm)를 나타낸다.

【주2】 상기와 같은 전형적인 배수성 혼합물의 입도 외에 신기술 및 검증된 특허를 받은 공법의 입도도 적용할 수 있으며, 해당 배수성 아스팔트 혼합물의 품질 기준은 표 3.3을 만족해야 한다.

3.3 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계로 결정된 최적 아스팔트 함량으로 제조했을 때 표 3.3의 품질 기준에 만족해야 한다.
- (2) 아스팔트 혼합물은 1시간 동안 단기노화 후 공시체를 제조해야 한다.

【해 설】

- 공시체는 현장 다짐조건과 유사한 선회다짐기를 사용한 KS F 2377 또는 타격식 마살다짐기를 사용한 KS F 2337을 적용하여 제작하며, 다짐 횟수는 표 3.3의 다짐 횟수 기준에 따른다.

〈표 3.3〉 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목		시험방법	품질기준
흐름손실률 (%)		주 ¹⁾	0.3 이하
공극률(%)		KS F 2496 KS F 2366 KS F 2364	16 이상
칸타브로 손실률 (%)	20°C(60°C, 24시간 수침) ^{주2)}	KS F 2492	20 이하
	-20°C		30 이하
인장강도비(TSR, 1회 동결)		부록 II-2	0.85 이상
동적안정도(회/mm)		KS F 2374	3,000 이상
실내투수계수 ^{주3)} (cm/sec)		KS F 2494	0.05 이상
다짐 횟수 ^{주4)}		선회다짐 : 75, 마살다짐 : 양면 각 50	

【주1】 흐름손실률은 KS F 2489에 섬유질이 혼합되지 않은 아스팔트 혼합물은 팬(pan)을 이용한 방법으로, 섬유질이 혼합된 아스팔트 혼합물은 유리비커를 이용한 방법에 따라 시험한다.

【주2】 상온 칸타브로 시험은 공시체를 60°C에서 24시간 수침 후 완전 건조시켜 20°C에서 KS F 2492에 따라 시험한다.

【주3】 KS F 2494에 따라 투수계수 시험을 수행하되, 고무 멤브레인(Membrane)을 반드시 적용하여 공시체 측면에서의 누수방지를 철저히 해야 한다.

【주4】 일반적인 포장에서는 마샬 다짐 양면 각 50회, 또는 선회다짐 75회를 사용한다. 단, 대형자동차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상, 또는 20년 설계 ESAL $>10^7$ 인 경우인 중교통 포장에서는 마샬다짐 양면 각 75회 또는 선회다짐 100회를 사용한다.

※ ESAL(Equaivalent Single Axle Load) : 등가단축하중

【주5】 공시체는 골재와 아스팔트 등을 혼합한 후 해당 아스팔트 혼합물의 다짐 온도상태(열풍순환 오븐 내에서)에서 1시간 단기노화 후 제조해야 한다.

- 공시체의 공극률은 KS F 2496(KS F 2397 폐지)에 의한 진공 밀봉법에 따라 측정된 겉보기 밀도와 KS F 2366에 의한 이론최대밀도 시험방법에 따라 측정된 밀도를 사용하여 KS F 2364에 의한 공식에 따라 계산한다.
- 칸타브로 손실률은 KS F 2492의 시험방법에 따르며, 시험온도는 제시된 20°C, -20°C에서 시험해야 한다.
- 인장강도비(TSR)는 ‘부록 II-2 배수성 아스팔트 혼합물의 인장강도비 시험방법’에 따르며, 1회 동결융해한다.

3.4 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 품질관리 기준

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물을 아스팔트 플랜트에서 생산 시 품질관리 기준은 표 3.4와 같다.
- (2) 생산 온도와 흐름손실률은 아스팔트 플랜트에서 생산한 즉시 샘플을 채취하여 시험하며, 그 밖에는 아스팔트 플랜트 또는 시공 현장에서 채취한 아스팔트 혼합물로 시험한다.
- (3) 시험빈도는 1일 1회 이상 실시한다. 단, 인장강도비와 칸타브로 손실률, 실내투수계수 시험은 매일 시험하지 않고, 감독자 요구 시 시험해야 한다.

【해 설】

- 시험방법 및 기준은 별도의 설명이 없을 경우 3.3 항의 배합설계 기준에 준하여 적용한다.

〈표 3.4〉 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 생산 시 품질관리 기준

구분	항 목		시험방법	품질기준
	생산 온도(°C)			목표온도±15
	흐름손실률(%)		주 ¹⁾	0.3 이하
개질 아스팔트 주 ²⁾ , 주 ³⁾	소성변형률(Jnr, kPa ⁻¹)		KS F 2393 ASTM D 7173	0.5 이하
	탄성회복률(Recovery, %)			55 이상
추출시험 후 시료	아스팔트 함량(%)		KS F 2354 KS F 2490	±0.3
	추출골재 채통과중량 백분율(%)	4.75mm 이상 2.36mm 600 μ m ~ 150 μ m 75 μ m	KS F 2502	±5 ±4 ±3 ±2
공시체	공극률(%)		KS F 2496 KS F 2366 KS F 2364	설계 공극률±1
	칸타브로 손실률(%)	20°C (60°C, 24시간 수침)	KS F 2492	20 이하
		-20°C		30 이하
	인장강도비(TSR)		부록 II-2	0.85 이상
	실내투수계수(cm/sec)		KS F 2494	0.05 이상
	다짐 횟수			선화다짐 : 75, 마살다짐 : 양면 각 50

【주1】 흐름손실률은 KS F 2489에 섬유질이 혼합되지 않은 아스팔트 혼합물은 팬(pan)을 이용한 방법으로, 섬유질이 혼합된 아스팔트 혼합물은 유리비커를 이용한 방법에 따라 시험한다.

【주2】 소성변형률 및 탄성회복률 시험은 KS F 2393에 따라 64°C에서 3.2kPa의 하중(응력)으로 시험하며, ASTM D 7405(Multiple Stress Creep and Recovery, MSCR)에 따라 개질 아스팔트의 소성변형률 및 탄성회복률을 측정한다. 소성변형률은 반복되는 하중 하에 발생하는 영구변형에 대한 개질 아스팔트 바인더의 저항성 지표로 사용된다.

또한, 탄성회복률을 통해 배수성 아스팔트 혼합물 생산 중 개질제의 적정 사용 함량과 개질 아스팔트의 적정 공용성 등급(PG) 사용을 평가할 수 있다. 생산 중 소성변형률 및 탄성회복률 품질관리 기준은 제품별 설계 PG를 만족시켜야 한다.

【주3】 결빙 취약구간에는 조기 골재탈리 파손 등을 예방할 수 있는 대책(개질 아스팔트 품질기준 PG 82-34, 소성변형률 0.2 이하, 탄성회복률 80% 이상, 또는 아스팔트 바인더 휨 굴곡 시험(KS F 2491)에 따라 -20°C 의 온도를 유지하면서 휨 에너지 400kPa 이상, 휨 스티프니스 100MPa 이하)을 마련하여 시공해야 한다.

【주4】 공시체는 아스팔트 플랜트에서 생산된 아스팔트 혼합물을 목표 다짐온도까지 1시간 이상 가열한 후 제조해야 한다.

3.5 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준

(1) 배수성 아스팔트 포장은 3,000㎡ 마다 코어를 채취하여 표 3.5에 따른 시험을 해야 한다.

【해 설】

- 현장투수성능 시험은 배수성 아스팔트의 배수 특성과 도로의 편경사, 종단경사 등의 영향이 일부 포함되는 시험이다.
- 다짐도는 배수성 아스팔트 혼합물 현장배합설계 결과의 다짐밀도에 대한 다짐 비율이다.

다짐도(%)=현장 코어의 밀도 / 현장배합설계 공시체 밀도×100

〈표 3.5〉 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준

구분	항 목	시험방법	품질기준
	아스팔트 혼합물 도착 온도($^{\circ}\text{C}$)		목표온도 ± 15
	현장투수성능(초, 1,000ml)	KS F 2394	15 이내
코어	다짐도(%)	KS F 2496	96 이상
	동적안정도(회/mm) ²⁾	KS F 2374	3,000 이상

【주1】 동적안정도는 직경 150mm로 코어를 채취하여 실내에서 그림 3.2와 같이 채취된 코어를 준비된 몰드에 삽입하고, 석고 등의 접착제로 고정시킨 후 동적안정도 시험을 실시한다.

【주2】 하부층과의 접착성 향상을 위한 표 6.1 개질 유화아스팔트 품질기준을 만족하도록 시공한다.



〈그림3.2〉 현장 코어를 이용한 동적안정도 시험

배 합 설 계

4

4. 배합설계

4.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용하며, 콜드빈 배합설계, 콜드빈 유출량 시험, 현장 배합설계, 시험생산 등의 순서로 실시된다.
- (2) 배합설계 목적은 아스팔트 포장의 장기간 제 성능을 유지할 수 있도록 아스팔트, 골재 등의 배합 비율을 결정하는 것이다.
- (3) 배합설계 이후에도 골재, 채움재, 첨가제 등의 재료를 변경할 경우나 아스팔트 혼합물의 품질 변동 시 재배합설계를 해야 한다.
- (4) 시험생산까지 마친 시험결과는 시험포장일 기준으로 20일 이전에 종료한 후 시험포장 계획서를 15일 이전에 감독자에게 보고해야 한다. 단, 현장 여건에 따라 감독자와 협의하여 보고일을 조정할 수 있다.
- (5) 배합설계로 결정된 아스팔트 함량 및 골재 입도와 다르게 생산할 경우에는 포장의 소성변형이나 균열 발생 등이 조기에 발생할 수 있으므로, 배합설계로 확정된 골재 배합 비율과 최적 아스팔트 함량이 적용된 배수성 아스팔트 혼합물을 생산해야 한다.
- (6) 아스팔트 플랜트의 콜드빈 골재 및 핫빈 골재 그리고 생산된 아스팔트 혼합물의 골재 입도 및 아스팔트 함량 등에 대한 항목을 지속적으로 품질관리 해야 한다. 또한 이러한 시험 결과 기록을 포장의 하자보수기간 동안 보관해야 한다.
- (7) 공극률을 16% 이상으로 하여 최적 합성입도를 결정하도록 한다.

【해 설】

- 배합설계는 소요 품질의 재료를 사용하여 소성변형과 균열 등에 대한 저항성과 내구성이 좋고, 소요의 기준을 만족하는 배수성 아스팔트 혼합물을 얻도록 해야 한다.
- 배합설계 순서는 다음과 같다(그림 4.1 참조).
 - ① 배수성 아스팔트 혼합물의 종류를 결정하고 사용 재료를 선정 및 시험한다.
 - ② 배수성 아스팔트 혼합물의 혼합 및 다짐 온도를 결정한다.
 - ③ 콜드빈 골재를 이용한 배합설계로 목표 공극률을 16% 이상으로 하여 대략적인 골재

입도와 아스팔트 함량을 결정한다(이때, 공극률은 KS F 2496, KS F 2366, KS F 2364에 따라 측정해야 한다).

- ④ 콜드빈 유출량 시험으로 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 콜드빈 골재 유출량을 결정한다.
- ⑤ 핫빈 골재를 이용한 현장 배합설계로 플랜트 혼합 여건에 맞게 최종 골재 합성입도, 최적 아스팔트 함량, 아스팔트 혼합물 기준밀도 등을 결정한다.
- ⑥ 시험생산을 통해 배수성 아스팔트 혼합물의 적합성과 생산 시의 건식 혼합시간과 습식 혼합시간 등을 결정한다.



〈그림 4.1〉 배합설계 절차

- 배합설계 후에는 시험 시공을 통해 포설 두께와 다짐 방법 등을 결정하고, 본 시공을 실시한다. 현장 여건상 시험 시공이 불가능할 경우에는 본 시공 시에 현장밀도 측정기 등을 이용하여 현장관리를 강화한다.

4.2 아스팔트 혼합물 종류 선정

(1) 아스팔트 혼합물의 종류는 이 지침 3.1절을 참고하여 선정한다.

- ① 배수성 아스팔트 혼합물의 최대 입경을 선정할 때 소음 감소 효과를 기대하는 경우는 최대 입경이 작은 것이 바람직하다.

4.3 사용 재료 선정

- (1) 이 지침 2장의 품질 기준을 만족하는 개질 아스팔트, 골재, 채움재, 아스팔트 등을 선정한다.
- (2) 사용하는 굵은골재는 아스팔트 혼합물의 종류에 따라 최대 골재 크기 20mm, 13mm, 10mm 등을 사용한다.
- (3) 배수성 아스팔트 혼합물은 이 지침 2. 재료의 굵은골재, 잔골재, 채움재 등을 합성한 골재를 사용하며, 표 3.2의 표준배합 입도에 적합해야 하며, 1등급의 굵은골재를 사용한다.

4.4 혼합 및 다짐온도 결정

- (1) 혼합물 다짐온도는 이 지침 2.1절의 기준에 따라 개질 첨가제 또는 개질 아스팔트 바인더 생산자가 설정한 온도를 기준온도로 적용한다.
- (2) 배합설계 시 혼합 및 다짐 온도는 현장 여건에 따라 감독자와 협의 하에 수정할 수 있다.

4.5 콜드빈 배합설계

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물은 배수 기능을 확보하기 위하여 공극률이 16% 이상이어야 하며, 내구성을 확보하기 위하여 아스팔트 막의 두께가 허용 범위에서 최대가 되도록 아스팔트 함량을 결정해야 한다.
- (2) 배수성 아스팔트 혼합물의 콜드빈 배합설계는 공극률 기준을 만족하는 배합에 대하여 흐름손실률, 공극률, 칸타브로 손실률, 인장강도비, 동적안정도, 실내투수계수 등의 배합설계 기준을 만족하는 혼합물을 결정하는 것이다.
- (3) 배합설계 순서는 그림 4.2와 같다.

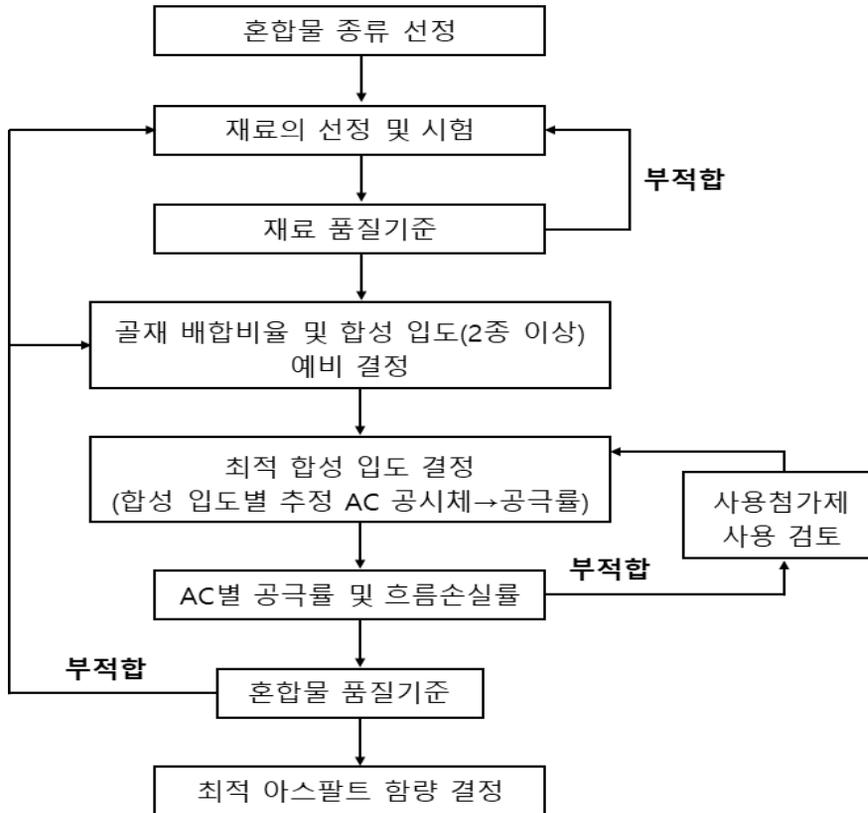
【해 설】

배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계는 그림 4.2에 따르고, 다음 사항에 유의한다.

- ① 배수성 아스팔트 혼합물의 선정은 표 3.1에 따라 적절한 종류를 선정한다.
- ② 재료의 선정에 있어서는 소요의 품질을 구비하고 필요한 양을 확보할 수 있는 것이어야 한다. 개질 첨가제 또는 개질 아스팔트, 골재, 채움재 등의 재료시험을 실시하여 품질의

적합 여부를 확인한다.

- ③ 배수성 아스팔트 혼합물은 표 3.2의 표준 배합 범위에 만족하며, 원활한 입도 곡선이 얻어지도록 선정된 각 골재의 배합비를 결정한다.
- ④ 친수성 골재(화강암 등)를 사용하거나 물의 영향을 받기 쉬운 곳에 사용하는 경우에는 0.08mm체 통과량 중 50% 이상을 소석회로 치환할 수 있다.
- ⑤ 배수성 아스팔트 혼합물에 자연 모래는 사용하지 않는다.
- ⑥ 0.08mm 체 통과 질량이 많은 부순모래를 사용할 경우에는 함수비나 입도를 관리하는데 유의한다.
- ⑦ 공시체는 선정한 아스팔트 혼합물의 종류에 따른 아스팔트 함량 범위를 감안하여 0.5% 간격으로 제작한다.
- ⑧ 배합설계에 사용하는 골재 시료는 아스팔트 플랜트에서 오버 사이즈로 제거되는 것과 생산 중 집진시설에서 제거되는 것 등의 양을 추정해서 이들을 고려한 입도로 하는 것이 바람직하다.
- ⑨ 콜드빈 배합설계에서는 골재의 특성에 적합한 합성입도를 결정하기 위하여 2개 이상의 합성입도를 선정하여 배합설계하는 것이 바람직하다.
- ⑩ 배합설계에서는 목표로 하는 공극률을 만족시키고, 내구성을 중시하는 관점에서 아스팔트 막의 두께가 허용 범위의 최대가 되도록 설계 아스팔트 량을 결정한다(이때, 공극률은 KS F 2496에 따라 측정해야 한다).
- ⑪ 칸타브로 손실률은 아스팔트 함량이 증가함에 따라 감소하므로, 흐름이 거의 없는 범위 내에서 아스팔트 함량을 증가시키는 것이 최적의 배수성 아스팔트 혼합물을 얻을 수 있는 방법이다.
- ⑫ 따라서, 배수성 아스팔트 혼합물의 최적 아스팔트 함량은 흐름시험으로 결정되는 최대의 아스팔트 함량으로 하며, 칸타브로 시험은 배수성 아스팔트 혼합물의 골재를 안정되게 유지할 수 있는 최소 아스팔트 량을 결정하기 위해 사용한다.
- ⑬ 공극률을 확보하기 어려울 경우에는 2.5mm 체 통과 질량과 5mm 체 통과 질량의 차이를 가능한 작게 하는 것이 바람직하다.
- ⑭ 콜드빈 배합설계 후에 플랜트의 핫빈 골재를 이용하여 현장 배합설계를 통하여 현장배합 비율을 결정해야 한다.
- ⑮ 골재 입도나 아스팔트 함량을 변화시켜도 흐름손실률이 기준을 만족하지 못할 경우 섬유첨가제를 사용할 수 있다.



〈그림 4.2〉 콜드빈 배합설계 순서

4.5.1 골재 배합 비율 및 합성입도의 예비 결정

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 종류에 따라 선정된 2종 이상의 골재와 채움재 등을 합성하여 표준입도 기준에 적합한 골재 합성입도를 결정한다.
- (2) 따라서, 배수성 아스팔트 혼합물의 종류가 선정되면 이의 표준 입도 범위에 적합하도록 골재 배합비율을 결정해야 한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 혼합물에 사용되는 골재 배합비의 결정은 2종 이상의 골재를 혼합하여 원하는 입도를 입도 기준에 범위 안에서 선정하는 과정이다.
- 골재 최적 합성입도 분포의 결정을 위해 과거에는 도해법(Driscoll 방법 등)을 사용하였으나

현재는 컴퓨터 프로그램(전용 프로그램이나 스프레드시트 프로그램)을 이용한 시산법(Trial and Error Method)이 주로 적용된다.

- 목표 합성입도는 아스팔트 혼합물의 종류에 따라 표 3.2의 입도 범위 기준에 적합하도록 2종 또는 3종의 입도를 결정한다. 3종으로 입도를 결정 시에는 2.5mm체 통과질량백분율이 표 3.2 기준의 상한 및 하한의 중앙값에 대하여 중앙 -3 %, 중앙, 중앙 +3 % 등 3종으로 선정할 수 있다.
- 사용되는 골재 종류의 갯수와 각 골재의 혼합 비율을 결정하는 방법에 관계없이 입도 합성을 나타내는 식은 다음과 같다.

$$P(i) = A(i) \times a + B(i) \times b + C(i) \times c + \dots$$

여기서, P(i) : i 체에 해당하는 혼합 골재의 통과 질량 백분율

i : 체의 크기(예: 13mm, 10mm 등)

A(i), B(i), C(i), ... : 사용되는 각 골재의 i 체의 통과 질량 백분율

A, B, C, ... : 사용되는 골재 종류(예: 굵은골재 6호, 7호, 잔골재 No.1 등)

a, b, c, ... : 합성에 사용된 각 골재의 비율, 전체 합은 1.0

4.5.2 최적 합성입도 결정

- (1) 합성입도별로 추정 아스팔트 함량을 기준으로 공시체를 제작한다.
- (2) 재료를 혼합하고, 다짐온도에서 1시간 동안 양생한다.
- (3) 공시체는 현장 다짐조건과 유사한 선회다짐시험기를 이용한 KS F 2377 또는 마살 다짐기를 사용한 KS F 2337을 적용하여 제작하며, 다짐 횟수는 표 3.3의 다짐 횟수 기준에 따른다.
- (4) 공시체는 60~65mm의 두께로 제작하며, 63.5±0.5mm의 범위가 바람직하다.
- (5) KS F 2496의 시험방법에 따라 겉보기 밀도를 측정하고, KS F 2366에 따라 이론최대밀도를 시험하여 공극률을 구한다.
- (6) 혼합물의 품질기준 표 3.3을 만족하고, 16% 이상 공극률이 나올 수 있도록 최적 합성입도를 결정하도록 한다.

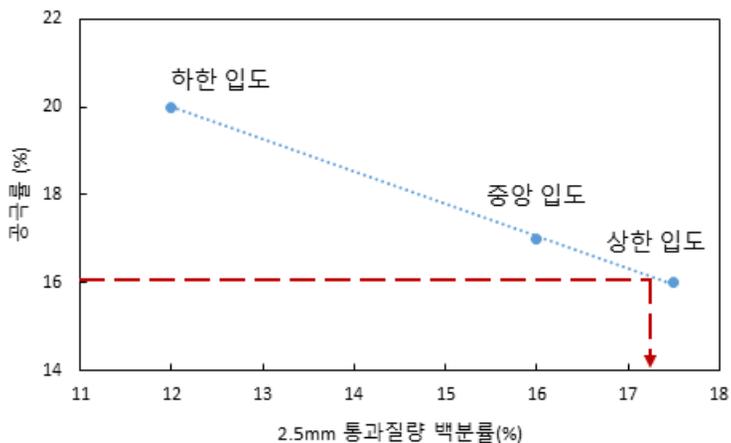
【해설】

- 배수성 아스팔트 혼합물의 배수기능은 공극률에 크게 영향을 받게 된다. 또한 공극률은 골재의 합성입도에 따라 결정되기 때문에 적합한 합성입도를 결정하는 것은 매우 중요하다.
- 이미 결정된 2종 이상의 골재 합성입도로 각각 3개의 공시체와 이론최대밀도 시료를 제작한다. 다짐 후에 공시체의 온도가 상온으로 식으면 몰드에서 탈형하여 KS F 2496에 따라 진공밀봉방법을 이용하여 겉보기 밀도를 계산한다.
- 이론최대밀도는 각각의 합성입도별로 KS F 2366 "아스팔트 혼합물의 이론적 최대 비중 방법"의 방법에 따라 구한다. 이때 아스팔트 혼합물은 다짐 없이 골재들이 서로 달라붙지 않도록 넓게 펼쳐서 상온으로 식혀준 후 이론최대밀도를 측정한다.

이론최대밀도와 공시체의 밀도를 이용하여 공극률을 다음 식으로 계산한다.

$$\text{공극률} = \left(1 - \frac{\text{공시체의 겉보기 밀도}}{\text{이론최대밀도}}\right) \times 100$$

- 공극률이 약 16%인 합성입도를 결정 시에 2.5mm 체 통과질량백분율과 공극률을 그림 4.3과 같이 도시하여 구할 수 있다.



〈그림 4.3〉 2.5mm체 통과질량백분율과 공극률 그래프(예)

4.5.3 공극률 및 흐름손실률 시험

- (1) 최적 합성입도를 이용하여 계산한 추정 아스팔트 함량을 기준으로 -1%, -0.5%, 0%, +0.5%로 아스팔트 함량을 변경하여 4배치의 공시체 3개씩과 흐름손실률 시험을 위한 아스팔트 혼합물을 제작한다.
- (2) 추정 아스팔트 함량으로 3개의 이론최대밀도 시험용 혼합물을 제작한다.
- (3) 공시체를 다짐하거나 이론최대밀도 시험 전에 아스팔트 혼합물을 1시간 동안 팬에 놓고 다짐온도에서 단기노화한다.
- (4) 아스팔트 함량에 따른 공시체의 공극률과 흐름손실률을 구하고, 기준을 만족하는 배합비율을 결정한다.
- (5) 공극률과 흐름손실률이 기준을 벗어날 경우 골재합성입도의 변경 또는 섬유첨가제 사용을 검토한다.

【해 설】

- 개질 첨가제는 적절한 함량으로 아스팔트와 합성되어 표 2.1의 배수성 아스팔트 혼합물용 개질 아스팔트 바인더의 품질기준을 만족해야 한다.
- 추정 아스팔트 함량에서의 이론최대밀도를 KS F 2366에 의한 시험으로 구한 이론최대밀도와 유효 혼합골재 비중을 이용하여 추정 아스팔트 함량 이외의 이론최대밀도를 아래의 수식으로 계산한다.

$$D = \frac{100}{\frac{100-A}{G_e} + \frac{A}{G_p}}$$

여기서, D : 이론최대밀도(g/cm³),

A : 아스팔트 함량(%),

G_e : 유효 골재 비중

G_p : 아스팔트 비중

- 단기노화는 아스팔트 플랜트에서 배수성 아스팔트 혼합물 생산 후 덤프트럭으로

운반되어 포설되기까지 아스팔트가 노화되고, 아스팔트가 골재 내부로 흡수되는 것을 모사하기 위해 실시한다.

- 단기노화 방법은 골재와 아스팔트 등을 혼합한 후 해당 배수성 아스팔트 혼합물의 혼합온도 상태로 열풍순환 오븐에서 시료 팬에 5cm 두께로 펴서 1시간 동안 양생한다.
- 이론최대밀도 시험용 배수성 아스팔트 혼합물은 단기노화 후 상온까지 식히며, 이때 골재끼리 서로 붙지 않도록 해야 한다.
- 흐름손실률 시험용 혼합물은 제작 후 즉시 표 3.3의 기준에 따라 혼합온도로 1시간 동안 가열하여 시험한다.
- 아스팔트 함량에 따른 공시체의 공극률과 흐름손실률을 구하고, 기준을 벗어날 경우 골재합성입도의 변경 또는 섬유첨가제 사용을 검토한다.
- 섬유첨가제를 사용할 경우 사용하는 비율은 아스팔트 혼합물의 질량에 대하여 0.2~0.5%이며, 사용량이 증가할수록 배수 기능이 낮아질 수 있으므로 사용량을 최소화하는 것이 바람직하다.

4.5.4 품질 확인 및 최적 아스팔트 함량 결정

(1) 공극률과 흐름손실률이 기준을 만족하는 배합에 대하여 표 3.3에 따른 품질시험을 실시하여 모든 기준을 만족하는 최적 아스팔트 함량을 결정한다.

【해 설】

- 최적 아스팔트 함량에서 공극률은 16% 이상이어야 한다. 공극률은 만족하지만 실내투수계수가 낮을 경우에는 공시체의 연속공극률의 비율을 높여야 한다. 이 경우 골재 입도를 변경하거나 편장석률이 더욱 작은 골재를 사용한다.
- 동적안정도는 개질 첨가제의 품질과 골재의 품질과 입도에 많은 영향을 받게 된다. 동적안정도가 낮을 경우 골재의 편장석률과 입도를 재검토하고, 그 후 개질 첨가제나 개질 아스팔트의 변경을 고려한다.
- 인장강도 비가 기준을 만족하지 못할 경우에는 소석회나 박리방지제의 사용을 검토하거나, 개질 첨가제나 개질 아스팔트를 변경한다.

4.6 콜드빈 골재 유출량

- (1) 콜드빈 배합설계 후 아스팔트 플랜트에서 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량을 구하기 위해 콜드빈 골재 유출량 시험을 한다.
- (2) 아스팔트 플랜트의 점검, 아스팔트 가열 및 콜드빈 골재 준비, 콜드빈 골재 유출, 유출량 조사, 골재채취, 체가름 시험 등의 순서로 이루어진다.

【해 설】

- 콜드빈 골재 유출량 시험은 실내 배합설계 결과를 이용하여 아스팔트 플랜트에 적합하게 현장 배합설계를 하기 위한 중요한 과정이다.
- 콜드빈 골재 유출량 시험이 적합하게 되지 않을 경우에는 골재의 오버플로우가 많이 발생할 수 있으며, 이에 따라 콜드빈 피더 모터의 속도를 플랜트 오퍼레이터가 임의로 조정하기도 한다. 이 결과 아스팔트 혼합물의 입도가 불균일하게 된다.
- 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량과 콜드빈 골재의 핫빈 입도를 얻게 된다. 이 결과는 콜드빈 골재의 특성, 콜드빈 피더 속도, 핫스크린의 크기, 플랜트의 특성 등에 영향을 받게 된다.
- 콜드빈 골재 유출량 순서는 다음과 같다.
 - ① 사용하는 굵은골재, 잔골재 등의 콜드빈 골재 모두를 각각 3ton 이상씩 2가지 이상의 유출속도로 유출하며 각 핫빈 별 유출량을 측정한다,
 - ② 콜드빈 골재 유출 시험 후 시료를 채취하여 입도시험을 하는 경우 현장 배합설계의 예상 합성입도를 계산할 수 있다.
 - ③ 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량 그래프를 그린다.
 - ④ 콜드빈 배합설계 결과 또는 콜드빈 골재 유출 시료를 채취하여 입도시험 후에 구한 예상 합성입도를 기준으로 소요 골재 중량을 계산하고, 이때의 콜드빈 피더 모터속도를 골재 유출량 그래프에서 결정한다.
 - ⑤ 콜드빈 유출량 그래프에서 소요 골재 중량으로 결정된 콜드빈 피더 rpm이 시험한 rpm의 중간에 있어야 한다.
 - ⑥ 시험 후 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량과 콜드빈 골재의 핫빈 입도를 보고한다.

4.7 현장 배합설계

- (1) 콜드빈 골재 유출량 시험 후 핫빈 골재를 이용한 현장 배합설계를 한다.
- (2) 현장 배합설계는 콜드빈 배합설계를 기준으로 콜드빈 골재를 아스팔트 플랜트에서 드라이어로 가열한 후 핫빈에서 골재를 채취하여 골재 입도 시험 후 배합설계 한다.
- (3) 현장 배합설계 시험 결과가 기준에 적합하면, 이를 최적 아스팔트 함량으로 결정하고, 콜드빈 피더 모터 속도, 핫빈 배합비율, 혼합온도, 다짐온도, 골재의 합성입도, 최적 아스팔트 함량, 공극률, 이론최대밀도, 공시체 밀도 및 기타 품질시험 결과를 보고한다.
- (4) 현장 배합설계 시 최종적으로 결정된 공시체의 밀도를 현장 다짐도의 평가를 위한 기준밀도로 결정한다.

【해 설】

- 현장 배합설계란 실내 배합설계에서 결정된 골재배합비와 아스팔트 함량을 사용하여 본 시공 전에 배합설계된 입도와 가장 가까운 핫빈 배합비율 및 아스팔트 함량을 결정하는 과정이다.
- 현장 배합설계는 이 지침 4.5절의 콜드빈 배합설계 방법에 따른다. 단, 골재를 핫빈에서 채취하여 콜드빈 배합설계와 동일한 온도 및 다짐조건으로 실내에서 공시체를 만들어 배수성 아스팔트 혼합물이 품질기준에 적합한지를 결정한다.
- 현장 배합설계 시 다음의 사항에 유의해야 한다.
 - ① 사용하는 골재는 핫빈에서 채취한 골재를 사용한다.
 - ② 핫빈 골재를 체가름 시험하고, 측정된 핫빈 골재 질량 비율로 골재 입도를 합성한다.
 - ③ 핫빈 합성입도는 유출량 시험의 빈별 잔류 비율을 참고하여 합성입도를 산정한다.
 - ④ 현장 배합설계 시의 골재 합성입도가 콜드빈 배합설계 결과와 유사할 경우에는 콜드빈 배합설계의 최적 아스팔트 함량을 기준으로 -0.3% , 0% , $+0.3\%$ 등으로 공시체를 제작한다. 만일 상이할 경우에는 -1% , -0.5% , 0% , $+0.5\%$ 등으로 공시체를 제작한다.
 - ⑤ 공극률 등의 체적 특성과 품질시험값이 기준값을 만족하는 아스팔트 함량을 결정한다.
 - ⑥ 현장 배합설계 결과가 기준을 만족하지 못할 경우 핫빈 골재의 배합비율을 변경하거나

콜드빈 골재의 피더 속도를 변경한다. 단, 핫빈 골재의 배합비율을 변경할 경우 핫빈에서 골재 오버플로우가 증가할 수 있다.

4.8 시험생산

- (1) 시험생산은 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 혼합물의 품질을 미리 확인하고 현장배합 입도와 아스팔트 함량 및 공극률 등의 품질기준을 결정하기 위해 현장 시공 전에 실시한다.
- (2) 긴급 보수에 해당하지 않는 모든 배수성 아스팔트 혼합물에 대하여 현장 배합설계 후 시험생산을 반드시 실시해야 한다.
- (3) 현장 배합설계에서 결정된 콜드빈 모터 속도, 핫빈 배합비율, 최적 아스팔트 함량 등을 이용하여 배수성 아스팔트 혼합물을 시험생산한다.
- (4) 배수성 아스팔트 혼합물의 적합성을 품질시험을 통해 평가하고, 아스팔트 혼합물 생산 시의 건식 혼합시간과 습식 혼합시간 등을 결정한다.

【해 설】

- 현장 배합설계 결과를 이용하여 아스팔트 플랜트에서 배수성 아스팔트 혼합물을 시험생산하여 품질을 확인하고, 품질기준에 만족하는 경우에 본 포장에 적용한다.
- 시험생산된 배수성 아스팔트 혼합물 시료를 채취하여 밀도, 공극률, 아스팔트 함량, 골재 입도 등이 현장 배합설계 결과에 적합한지 검토한다. 만일 적합하지 않다면 그 원인을 분석하고 조치한 후 다시 시험생산한다.
- 현장배합 오차를 결정하는 기준이 되는 입도곡선은 최종적으로 결정된 아스팔트 함량을 사용하여 현장배합설계에서 결정된 핫빈 골재 비율을 합성한 입도곡선이 사용된다.

5. 생 산

5.1 일반사항

- (1) 기층과 중간층 및 표층에 사용하는 배수성 아스팔트 혼합물의 생산에 적용한다.
- (2) 배수성 아스팔트 혼합물 생산 방법은 가열 아스팔트 혼합물과 비교하여 생산 온도에 차이가 있으며, 온도관리에 주의해야 한다. 또한, 습식 혼합방법을 적용할 때에는 아스팔트 저장탱크에 기존 아스팔트 잔량이 없도록 해야 하고, 건식 혼합방법으로 적용할 때에는 개질 첨가제의 적합한 투입 방법을 검토해야 한다.

5.2 아스팔트 플랜트

- (1) 아스팔트 플랜트는 배합설계에 따라 아스팔트 혼합물을 생산할 수 있도록 설계, 조정될 수 있어야 한다.
- (2) 사용할 아스팔트 플랜트의 기종, 용량, 성능 및 부속 기구에 대하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 일반적으로 믹서 용량이 최소 1,000kg 이상인 배치식 아스팔트 플랜트를 사용한다.
- (3) 아스팔트 플랜트는 아래 【해설】의 기준에 적합해야 하며, 공해 방지 시설을 갖추고, 정기적으로 유해 가스 발생량을 측정하여 그 기준을 만족하는 사업장이어야 한다.
- (4) 건식 혼합형 개질 첨가제를 사용할 경우 개질 첨가제의 자동 계량장치 및 기록장치가 있어야 한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 혼합물 생산을 위한 아스팔트 플랜트는 다음의 기준을 만족해야 한다.
 - ① 골재 피더 : 골재 피더는 종류가 각기 다른 골재를 균일하게 드라이어(dryer)에 공급할 수 있는 장치를 구비한 것이어야 한다. 또한 콜드 빈(cold bin)에서 골재가 원활히 유출되는지를 정확히 확인할 수 있도록 카메라를 설치하고 생산 조정실에서 수시로 모니터링 해야 한다.

- ② 아스팔트 저장탱크 및 켈틀 : 아스팔트의 저장탱크는 최소 3일 동안 작업에 지장이 없을 만큼 적절한 용량이어야 하며, 아스팔트를 완전히 배출할 수 있도록 시설이 되어 있어야 한다. 탱크나 켈틀에는 아스팔트를 소정의 온도까지 거의 균등하게 가열할 수 있는 장치가 있어야 하며, 아스팔트 배출구 부근에 온도를 측정할 수 있는 자기온도계가 설치되어 있어야 한다. 또한 습식 혼합방법(Pre-mix Type)의 개질 첨가제를 사용할 경우 저장탱크 순환장치 및 교반설비가 장착되어야 한다.
- ③ 콜드빈 : 골재를 배수성 아스팔트 혼합물 생산 전에 임시로 저장하는 콜드빈 호퍼 위에는 우수를 차단하는 지붕이 설치되어야 한다. 그리고 콜드빈 호퍼는 다른 종류의 골재와 혼합되지 않도록 적합한 높이와 폭의 칸막이가 설치되어야 하고, 재료분리가 되지 않도록 골재를 보관해야 한다.
- ④ 드라이어 : 드라이어는 골재를 건조시켜 소정의 온도로 가열할 수 있는 것으로서, 아스팔트 플랜트를 연속적으로 운행할 수 있도록 적절한 용량을 가지고 있어야 한다. 드라이어는 배출구 부근에 자기온도계를 설치하여 가열된 골재의 온도를 자동적으로 기록하거나 또는 측정할 수 있는 것이어야 한다.
- ⑤ 핫스크린 : 핫스크린은 가열된 골재 입경별로 최소한 4종류 이상 체가름 할 수 있는 능력을 가진 것으로서, 아스팔트 플랜트를 평상 운용 시 믹서보다 약간 큰 용량을 가진 것이어야 한다. 핫스크린은 감독자가 지시하는 방법과 빈도로 청소해야 한다. 또한 필요에 따라 신제품으로 바꾸거나 수리가 용이해야 한다.
- ⑥ 핫빈(hot bin) : 핫빈은 입경이 다른 골재를 각각 분리 저장할 수 있도록 4개 이상으로 분리된 것이어야 한다. 또한 각 빈마다 오버플로우 파이프(overflow pipe)를 설치하여 체가름된 골재가 섞이지 않도록 해야 한다. 각 빈에는 시료채취장치를 설치해야 한다.
- ⑦ 집진장치(dust collector) : 골재 가열 중 발생하는 먼지 등을 채집할 수 있는 집진장치를 설치해야 한다.
- ⑧ 골재 계량기 : 골재 계량기는 최소 눈금이 최대 질량의 0.5% 이하이어야 하며, 전자식 저울로서 진동에 의한 영향을 받지 않는 표준형이어야 한다. 또한 계량기는 한 배치의 재료를 한 번에 계량할 수 있는 용량을 가져야 하며, 정밀도는 각 핫빈별 $\pm 1\%$ 이내이다.
- ⑨ 아스팔트 계량기 : 아스팔트 계량기는 소요량의 아스팔트량을 계량할 수 있는 것으로서, 계량통의 용량은 배치혼합에 소요되는 아스팔트량보다 15% 이상 큰 것이어야 하며, 정밀도는 계량 중량의 1% 이내이어야 한다.

- ⑩ 스프레이어(sprayer) : 스프레이어는 소요량의 아스팔트를 믹서 내부에 균일하게 살포할 수 있도록 설치되어야 한다.
- ⑪ 호퍼(hopper) : 호퍼는 한 배치의 혼합용 골재를 계량할 수 있는 적정한 용량을 가진 것이어야 한다.
- ⑫ 믹서 : 믹서는 2축식 퍼그밀(pugmill)형 배치식 믹서로서 균일한 혼합물을 생산할 수 있는 것이어야 하며, 날개와 고정부분인 믹서의 내벽과의 간격은 20mm 이하이어야 한다. 믹서는 혼합시간을 조절할 수 있는 타임록(time lock)이 장치되어 있어야 하며, 이 타임록은 혼합작업 중 믹서 게이트를 폐쇄할 수 있는 것이어야 한다. 건식 형태의 개질 첨가제를 사용할 경우 이를 투입할 수 있는 투입구가 설치되어 있어야 한다.
- ⑬ 석분 빈 : 석분의 투입은 습기를 방지하고 연속적으로 투입될 수 있도록 사일로를 설치해야 하며, 자동 계량하여 투입되도록 장치되어야 한다.
- ⑭ 생산량의 기록장치 : 생산된 배수성 아스팔트 혼합물의 양을 확인하기 위하여 자동 기록 장치를 설치해야 한다.
- ⑮ 플랜트 검사 : 배수성 아스팔트 혼합물을 생산하기 전에 기계의 결합 여부를 검사해야 하며, 결합 사항이 발견되면 생산하기 전에 수리해야 한다. 핫빈, 아스팔트 탱크 및 켈틀의 온도계는 혼합물 생산 전에 검사하여 조정해야 한다.
- ⑯ 계량장치 오차 관리 : 아스팔트 플랜트의 자동배합장치 허용 오차(%) 기준을 표 5.1과 같이 적용한다.

〈표 5.1〉 아스팔트 플랜트의 자동 배합장치 허용 오차

항 목	개별 계량 목표치에 대한 허용 오차(%)
골 재	± 1(각 핫빈별로 적용)
광물성 채움재	± 1.5
역 청 재	± 1.5

5.3 품질시험 장비

(1) 아스팔트 혼합물의 배합설계, 품질관리 및 품질검사를 위한 아스팔트 플랜트의 필수 시험 장비를 구비해야 하며, 각각의 시험 장비는 신뢰성이 확보되고 결과를 도출할 수 있는 장비이어야 한다.

【해 설】

- 아스팔트 플랜트의 필수 구비 장비는 다음과 같으며, 국가표준기본법 제3조제16호에 따른 교정을 실시해야 하며, 사용 빈도, 측정기의 특성 등을 감안하여 회사의 실정에 맞는 장비 목록을 규정하고 이를 보유해야 한다.
- 사용 빈도가 낮아 외주하는 시험에 대하여는 그 장비를 보유하지 않을 수 있다.
- 아스팔트 플랜트의 필수 시험 장비는 부록 IV 체크리스트에 첨부되어 있는 항목을 점검해야 한다.

5.4 생산관리

5.4.1 생산 전 준비사항

- (1) 개질 첨가제는 아스팔트에 미리 투입하여 혼합되는 습식 혼합방법과 믹서에서 혼합물 생산 시 투입하는 건식 혼합방법을 적용할 수 있다.
- (2) 골재 입도가 배합설계 결과와 동일한지 여부와 골재의 함수율이 3% 이내인지 확인한다. 골재의 함수율이 3% 이상일 경우 감독자와 협의하여 아스팔트 혼합물 생산온도 등을 조정하여 적용할 수 있다.

【해 설】

- 건식 혼합방법으로 적용할 경우 개질 첨가제 투입을 위한 준비 공정은 다음을 따른다.
 - ① 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 적정성 검토
 - ② 아스팔트 함량 및 개질 첨가제량 결정
 - ③ 배치당 개질 첨가제량 결정
 - ④ 자동식 계량장치 세팅
- 골재 저장소의 골재를 채취하여 골재의 입도를 확인하고, 함수율이 3% 이내인지 확인한다. 골재의 함수율이 높을 경우에는 아스팔트 혼합물 생산 후 수분이 잔류하게 되어 아스팔트 혼합물의 수분저항성이 낮아지며, 포트홀 등이 조기에 발생할 수 있다.

5.4.2 생산 공정

- (1) 생산은 이 지침 5.1절에서 규정한 아스팔트 플랜트에서 아스팔트, 골재, 채움재 및 개질 첨가제 등을 혼합 생산한다.
- (2) 콜드빈 골재를 가열 및 체가름하여 핫빈으로 보내며, 핫빈의 골재를 배합비에 따라 계량하며, 계량조의 골재와 계량된 채움재를 믹서에서 혼합한 후 개질 첨가제가 포함된 아스팔트 또는 건식 형태의 개질 첨가제와 아스팔트 소요량을 믹서에 추가하여 혼합한다.
- (3) 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도의 관리가 중요하며, 규정된 온도에서 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 넘어서는 안 되고, 골재의 온도는 아스팔트의 주입 온도보다 10°C 이상 높아서는 안 된다.

【해 설】

- 건식 혼합방법으로 사용하는 개질 첨가제는 아스팔트 플랜트에서 배치별로 일정량이 투입되어야 한다.
- 아스팔트 플랜트에 계량 투입기를 이용하여 개질 첨가제를 일정한 양으로 분할 투입하며, 사용 질량이 자동적으로 기록되어야 한다.
- 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도는 규정된 온도에서 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 넘어서는 안 되며, 골재의 온도는 아스팔트의 주입 온도보다 10°C 이상 높아서는 안 된다. 즉, 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 일정하게 유지하기 위하여 골재와 아스팔트 온도를 사전에 설정하고, 설정된 온도를 지켜서 생산하도록 해야 한다. 일반적으로 아스팔트의 온도는 아스팔트 탱크에서 펌핑하여 믹서의 노즐로 분사 가능한 온도로 결정한다. 단, 아스팔트 온도가 골재의 온도보다 10°C 이상 낮을 경우에는 아스팔트의 급격한 산화가 발생할 수 있으므로, 아스팔트의 온도 결정에 유의한다. 그리고, 골재의 온도는 현장의 기후 조건과 거리 등을 고려하여 아스팔트 혼합물의 시공 현장 도착 예상 온도를 기준으로 생산할 수 있도록 결정한다.
- 믹서에서 5~15초 동안 골재를 혼합한 후 가열된 아스팔트를 주입과 동시에 개질 첨가제(건식 형태)를 투입하고 균일한 혼합물이 될 때까지 30초 이상 계속 혼합해야 한다. 이때 과잉 혼합이 되지 않도록 주의해야 한다.

- 혼합시간은 시험생산 시의 시험 결과에 따라 결정해야 하며, 믹서에서 배출되는 배수성 아스팔트 혼합물의 온도는 시험생산에서 결정된 혼합물의 온도에서 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에 있어야 한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 표준적인 생산 온도는 이 지침 2.2절에 따라 개질 첨가제나 개질 아스팔트 생산업체가 제공한 배합설계 시 표준혼합온도에 따르며, 시공 현장까지의 거리, 기후 조건 등의 현장 여건에 따라 감독자와 협의 하에 조정할 수 있다.

5.5 품질관리

(1) 발주자가 요구하는 아스팔트 혼합물의 품질을 만족하고 동시에 경제적으로 제조할 수 있도록 하는 것으로 제품의 품질시험을 통해 확인하는 것뿐만 아니라 생산 공정에서 품질을 관리하는 것도 중요하다.

【해 설】

- 아스팔트 플랜트로 반입되는 골재나 아스팔트는 배수성 아스팔트 혼합물의 품질에 큰 영향을 미치므로 품질 변동을 수시로 확인하고, 그에 따른 대응책을 수립하여 배수성 아스팔트 혼합물을 생산해야 한다. 특히 골재의 수분관리에 유의해야 한다.
- 특히 석산에서 생산되는 6mm 이하(스크리닝스)의 잔골재는 골재의 반입 시 배합설계 할 때 사용된 골재와 동일한 것인지를 반드시 확인해야 한다.
- 아스팔트 플랜트의 콜드빈과 핫빈의 입도 관리는 일 3회 이상 지속적으로 행하여 입도 변동 상황을 점검해야 한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 내구성에 영향을 미칠 정도의 입도 변동 발생 시에는 원 배합설계 상의 합성 입도와 동일하게 다시 입도 합성을 실시한 후 콜드빈 투입비를 다시 결정하고, 핫빈의 배합비 결정을 위한 현장 배합설계를 다시 실시한다.
- 아스팔트 플랜트의 각 제조 공정별로 정기 시험(기준 시험)과 일상 관리로 나누어 정리할 수 있으며, 이를 정리하여 표 5.2에 나타냈다.

〈표 5.2〉 제조 공정과 품질관리 방법

제조 공정	혼합 설비의 성능, 정밀도 확인	재료	현장 배합 결정	아스팔트 혼합물 제조	출하
정기 점검 (기준 시험)	각 설비, 장치 ↓ 플랜트 점검	품질관리	콜드빈 배합시험 ↓ 현장 배합 설정 ↓ 시험 혼합 ↓ 현장 배합 결정 (기준밀도 결정)	—	—
일상 관리 (작업 표준)	제조 개시 전의 각 설비 점검	인수검사 공정검사 (육안관찰 포함) ↓ 품질 확인	재료품질 점검 관리목표 수치 ↓ 확인 ↓ 현장배합 조정 (제조 조건 수정)	일상 공정관리 ↓ 아스팔트 혼합물의 품질 확인 (제조 조건 확인)	출하 기록 품질관리

5.5.1 정기 시험

(1) 정기 시험이란 아스팔트 플랜트에서 표 5.4와 같은 빈도로 정기적으로 하는 시험을 의미한다. 단, 재료 변경이나 기계 설비 변경(특히 체를 바꾸는 것)을 했을 경우에는 재시험을 실시해야 한다.

【해 설】

- 아스팔트 플랜트의 사양 점검 항목은 표 5.3에 나타냈으며, 정기 시험 항목과 빈도는 표 5.4에 나타냈다.

〈표 5.3〉 아스팔트 플랜트 사양 점검 항목

구 분	조사 내용
플랜트의 형식 및 명칭 골재공급설비	제조업체, 형식, 제조능력(t/h), 설치일
- 골재의 입도구분 - 골재 저장시설 - 콜드빈 - 피더장치	구분 단계, 구분별 입도범위(○~○mm, ○~○mm) 개수, 용량(m ³), 덮개 형식(지붕천막), 배수, 칸막이 적합 여부, 지붕 유무, 콜드빈 호퍼 및 모터 CCTV 유무, 개수, 용량(m ³), 콜드빈 모터 종류, 골재 유출감지센서 유무, 칸막이 적합 여부, 피더 형식, 그리즐리 피더 유무
본체설비	
- 골재투입장치 - 드라이어	형식(벨트콘베이어식·엘리베이터식), 지붕 유무 형식, 가열연료 종류(병커유, 가스), 버너 능력, 골재 체류시간(초), 드라이어 경사 각도
- 체가름장치	형식(수평식·경사식), 체의 종류, 체망 크기, 체 교환 주기 입도범위(○~○mm, ○~○mm)
- 핫빈	개수, 용량(m ³), 레벨게이지 유무
- 오버플로우 저장빈	유무, 용량(m ³), 레벨게이지 유무
- 계량장치	전자계량식 여부, 교정 검사 여부, 정밀도
- 믹서	형식, 용량(kgf/배치)
- 조정실	판넬 제조업체, 판넬 설치일, 작동 여부
아스팔트 저장설비	개수, 용량(m ³), 간접가열식 여부
- 저장장치	용해방식(버너식·전기식)
- 계량장치	계량용량
배풍기	형식, 능력
집진기	
- 1차 집진기	유무, 형식(싱글더블)
- 2차 집진기	유무, 형식(건식·습식)
아스팔트 혼합물 저장 설비	유무, 종류(일시 저장반·가열저장 사일로), 개수
- 저장장치	용량(t), 가열방식, 열화방지방식
관리기록	
- 온도기록	설치 장소, 감온부 설치 수량, 교정검사 여부
- 질량기록	질량기록 장치 유무, 계량 능력
트럭스케일(전자계량식)	형식(지상식, 지중식), 용량(t)

〈표 5.4〉 정기 시험 항목과 빈도

항 목	정기 시험의 빈도	비 고
설비 점검	1회/년 이상	
재료의 기준 시험	2회/년 이상	재료 변경 시 추가 실시
배수성 아스팔트 혼합물의 기준 시험	2회/년 이상	재료 변경 시 추가 실시

- 설비 점검 항목 중 정기 시험(1회/년 이상)을 실시해야 하는 항목과 목표 수치는 표 5.5와 같다. 단, 골재 공급 설비에 대해서도 정기적으로 점검하고 점검을 실시한 후에 성적표를 작성해 두어야 한다.

〈표 5.5〉 아스팔트 플랜트의 정기 점검 항목과 목표 수치

항 목		목표 수치
골재, 아스팔트의 계량기	표준량의 1/2 미만	1등급 또는 표준량의 $\pm 0.5\%$ 이내
	표준량의 1/2 이상	2등급 또는 표준량의 $\pm 1\%$ 이내
각 부분의 온도계	표준 온도계와의 차이	$\pm 5^{\circ}\text{C}$ 이내
	타임래그	6분 이내
아스팔트의 분사 장치		$\pm 1\%$ 이내

5.5.2 일상적인 품질관리

(1) 일상적인 품질관리는 소정의 품질을 확보하기 위하여 배수성 아스팔트 혼합물의 제조 공정을 관리한다. 아울러 각 공정의 품질관리는 아스팔트 플랜트에서 자주적으로 실시하여 배합설계 결과에 적합하게 생산해야 한다.

시 공 6

6. 시 공

6.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 포장 시공은 시공 전 사전 준비작업과 배수성 아스팔트 혼합물의 운반, 포설 및 다짐으로 이루어지는 순차적 공정을 모두 포함한 것으로서, 각 시공 공정에 따른 적절한 장비 및 방법 등이 적용될 수 있도록 관리되어야 한다.
- (2) 기존 포장 위에 배수성 아스팔트 포장 시공 시 기존 포장 건전도 평가 및 열화 정도를 파악하여 적절한 포장 단면이 되도록 시공해야 한다.
- (3) 본 포장의 시공 전 반드시 시험포장을 실시하여 적정 장비를 선정하고, 포설 두께 및 다짐 방법, 다짐 횟수, 다짐밀도 및 적정 온도 등을 확인하여 이를 본 포장에 적용한다.

【해 설】

- 시공 전 사전 준비작업으로 기존 포장 위에 배수성 아스팔트 혼합물의 덧씌우기를 실시할 경우에는 포장 이력 및 단면, 포장 상태 및 파손 현황, 측구 등 배수시설 및 상태 조사, 포장의 건전도 등 기존 포장의 상태를 평가해야 하며 조사 결과를 이용하여 필요 시 하부 포장층의 보수·보강을 실시해야 한다.
- 배수성 아스팔트 포장의 경우에는 하부구조의 건전도가 배수성 아스팔트 표층의 공용 성능과 기능에 영향을 미치기 때문에 기존 표층을 절삭 후 배수성 아스팔트 표층을 덧씌우기 전에 포장 하부의 건전도를 조사해야 한다.
- 기존 시멘트콘크리트 포장 위의 배수성 아스팔트 포장의 경우 콘크리트 슬래브 건전성 및 포장 하부구조의 건전도를 평가하여 필요 시 콘크리트 슬래브 열화부 제거, 기층 보강 및 기층 치환 등의 보수·보강 여부를 결정해야 한다.
- 포장하부 건전도에 대한 평가는 코어채취 후 육안조사 및 물성평가를 수행하는 직접 조사방식, KS F 2379 등에 의한 비파괴 간접 조사방식 등을 현장 실정에 맞춰 적절하게 적용하여 실시한다.
- 배수성 포장은 차량의 회전이 빈번한 구간에서는 전단력을 받아 내구성 조기 저하 현상이 발생 할 수 있으므로 이러한 구간은 사전에 보강방안을 수립하거나 적용을 자제하여야 한다.

6.2 기상 조건

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물은 포설할 표면이 동결·습윤상태 또는 불결할 때, 또는 비가 내리거나 안개로 인해 시야에 방해가 있을 경우 시공하지 않아야 하며, 시공 중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지해야 한다.
- (2) 시공 현장의 기온이 5℃ 이하일 경우에는 시공하지 않아야 하며, 배수성 아스팔트 혼합물은 밀입도 아스팔트 혼합물에 비하여 온도의 저하 속도가 빠르므로 대기 온도가 15℃ 이상일 때 시공하는 것이 바람직하다.

【해 설】

- 우천 시 포장할 경우에는 기존 포장면과 포설면 사이에 수분이 존재하거나 온도가 낮아져서 부착성이 낮아지고, 아스팔트 혼합물 내부에도 빗물이 침투하여 포장의 수분저항성이 낮아져서 포트홀 등의 파손이 조기에 발생할 수 있으므로 포장하면 안 된다.

6.3 중간층

- (1) 배수성 아스팔트 포장층에 인접하는 중간층은 불투수층 아스팔트 혼합물로 포장해야 한다.
- (2) 빗물이 중간층의 요철부에 지속적으로 남을 경우 포장의 내구성을 저하시키므로 평탄성을 확보해야 한다.
- (3) 중간층은 3m 직선자를 도로 중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때 가장 들어간 곳이 5mm 미만 이어야 한다. 단, 절삭 덧씌우기 포장은 10mm 미만이어야 한다.

6.4 배수 구조

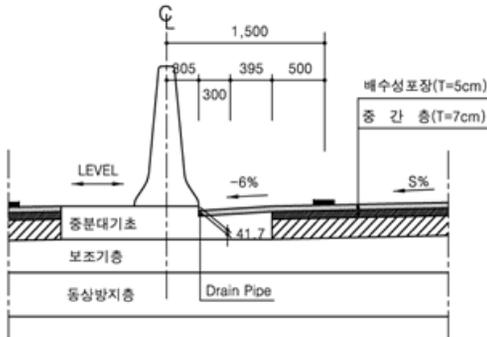
- (1) 표층에 시공되는 배수성 아스팔트 포장의 인접한 하부층 위에 직경 25mm의 유공관을 매설해야 한다. 단, 유공관의 직경은 현장 여건에 따라 조절할 수 있다.

- (2) 유공관을 매설 후 집수정 내부에 유공관의 끝단을 관입하여 도수된 빗물이 집수정으로 흐를 수 있도록 해야 한다. 또한, 유공관을 관입하기 위한 구멍 이외에 집수정의 벽면에 2cm 이상의 구멍을 2개 이상 만들어서 표층 및 유공관이 매설된 위치에서의 배수를 보다 원활하게 해야 한다.
- (3) 기존 포장을 절삭할 경우에는 표층 내의 물이 유공관이 매설되는 방향으로 유출될 수 있도록 횡단경사를 조정하여 절삭한다.
- (4) 배수성 포장 시공구간의 종단경사가 클 경우 경사 하부에서 물의 분출 또는 물이 고이는 경우가 있으므로 이와 같은 장소에 적용하는 경우는 경사구간 중간부에서 길어깨 쪽 배수구조물로 물을 유출시킬 수 있는 배수 대책을 검토해야 한다.
- (5) 역·편경사 시공 시 표층 내의 물이 집수정으로 유출되도록 시공 이음부에 유공관을 설치해야 한다.
- (6) 공용구간에 배수성 포장을 적용할 경우 기존 배수시설과 연계하여 배수 처리해야 한다.
- (7) 보통의 배수성 포장구간에서는 일반 배수시설을 적용할 수 있으나, 배수 취약구간이나 주행안전성 확보가 필요한 구간은 연속배수시설을 사용할 수 있다.
- (8) 다차로에 배수성 아스팔트 포장을 시공할 경우에는 도로의 기하구조를 고려하여 필요 시 배수 기능을 향상시키기 위하여 횡단 방향에 배수홈을 만들어서 배수성 아스팔트 포장을 시공할 수 있다.

【해 설】

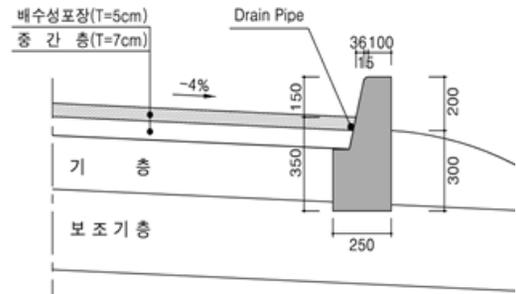
- 배수성 아스팔트 포장의 일반적인 배수 구조는 아래의 그림과 같이 배수시설에 따라 선택하여 적용할 수 있다. 구체적인 배수시설은 적용현장의 배수조건에 따라 아래의 그림을 참고하여 발주처와 상의하여 구체적인 적용계획을 수립하여야 한다.
- 일반 배수시설은 집수정 또는 유공관($D \geq 25\text{mm}$)를 통해 배수할 수 있다.
- 다음과 같은 조건인 경우 배수기능층 홈을 설치할 수 있다. 배수기능층 홈이란 배수 능력을 향상시키기 위해 불투수층인 중간층의 상부에 배수성 포장을 추가로 시공하는 공법이다.
 - (1) 비 배수성 포장부와의 접속 지점 (2) 종단곡선 오목부 최저점부
 - (3) 배수성 포장 설치 폭원이 편도 3차로 이상인 경우(효과적인 횡방향 배수를 위하여 200m 간격으로 설치)

[신설 구간]



[연속 배수시설-중앙분리대]

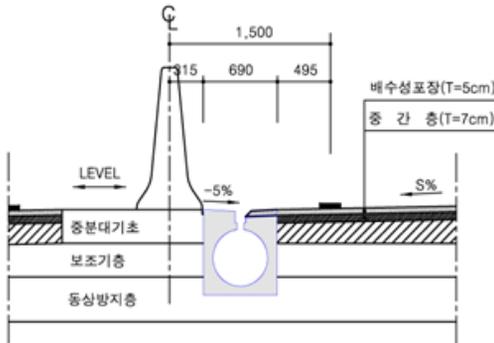
[신설 구간]



* Drain Pipe 설치시 20m 간격으로 도수로 설치

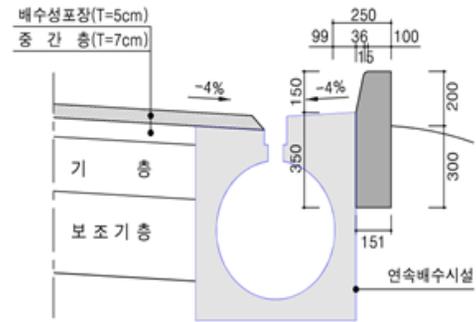
[연속 배수시설-길어깨]

[신설 구간]



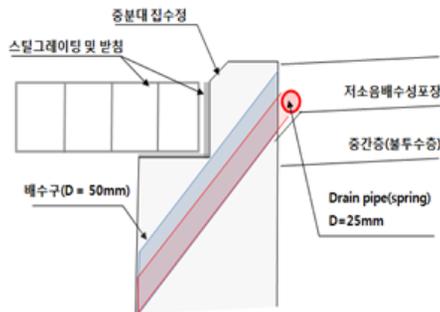
[연속 배수시설-중앙분리대]

[신설 구간]



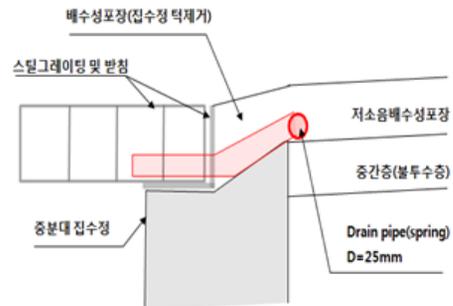
[연속 배수시설-길어깨]

[공용중 구간]



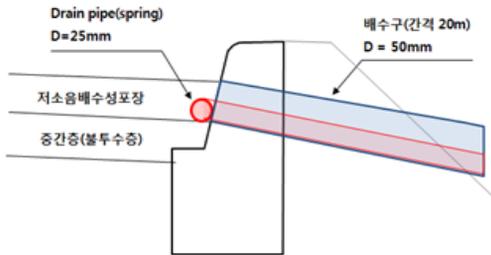
[일반 배수시설-중앙분리대 Type-A]

[공용중 구간]



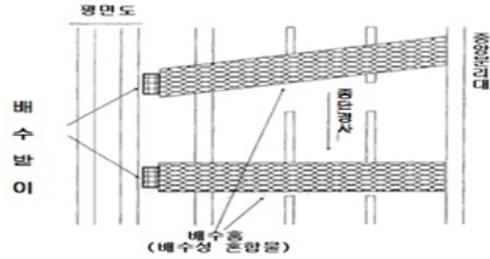
[일반 배수시설-중앙분리대 Type-B]

[공용층 구간]

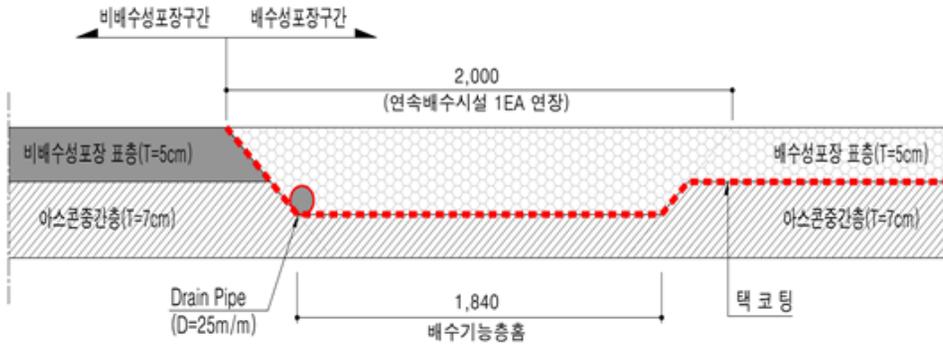


[일반 배수시설-길어깨]

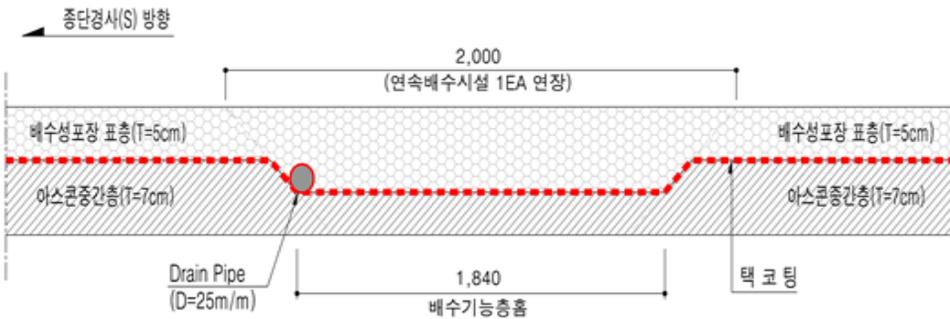
[배수 기능층 홈 설치]



[3차로 이상 다차로 구간 배수홈]



[비 배수성 포장 접속 구간 설치 시]



[배수성 포장 내 설치 시]

6.5 시공 전 사전 준비작업

- (1) 배수성 아스팔트 포장 시공 전 기존 포장면에 대해 고점도 유화아스팔트로 택코팅을 해야 한다.
- (2) 시공 장비는 배수성 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 시공 중에 지장이 없도록 필요한 장비, 기구의 수량, 가동 상태, 장비 및 부품의 마모 상태, 예비품의 유무 등을 점검해 둔다. 특히 시공 장비는 시공과정에서 고장으로 인하여 공사에 중대한 영향을 미치므로 사전에 점검하여 양호한 상태로 정비해 두어야 한다. 이와 더불어 시공 전 장비 기사 교육은 시공 중 야기될 수 있는 작업 오류, 안전 사고 등을 최소화시키는 방안이므로 반드시 사전에 작업 지시 교육 및 안전교육 등을 실시해야 한다.

6.5.1 택코트

- (1) 시공된 아스팔트 포장 층이나 시멘트 콘크리트 슬래브나 콘크리트 포장 위에 포설하는 아스팔트 혼합물과의 부착을 향상시키기 위하여 택코팅을 실시해야 한다.
- (2) 택코트에 사용되는 개질 유화아스팔트는 표 6.1의 품질에 만족하는 것을 사용해야 하며, 사용량, 양생시간 및 살포 온도는 표 6.2를 따른다.
- (3) 개질 유화아스팔트는 택코팅 작업 과정에서 현장 시료를 채취하여 표 6.1의 항목에 따라 품질시험을 실시해야 한다. 살포 중 1일 1회 시료를 채취하여 시험한다.
- (4) 살포 후 남은 개질 유화아스팔트는 감독자의 입회 하에 모두 폐기 처분하도록 한다.

【해 설】

- 택코트는 제품별 설정된 온도에서 필요한 양을 균일하게 살포하는 것이 중요하며, 적정량을 살포하기 위해서는 시험살포를 시행하여 디스트리뷰터(distributor)의 속도와 살포량과의 관계를 파악하는 것이 중요하다. 택코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 설계도서 또는 시험시공 결과에 따른다. 택코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 표 6.2의 범위에서 결정할 수 있다.

- 개질 유화아스팔트는 제조 후 1개월 이상 경과한 제품은 사용해서는 안 되며, 보관 중에는 수시로 교반시켜 주어야 한다. 특히 살포 후 남은 개질 유화아스팔트는 폐기 처분하도록 한다. 그 이유는 개질 유화아스팔트는 고무 성분이 혼입되어 있기 때문에 저장 중에 고무 성분 분리현상이 발생하여 접착 성능에 영향을 미치기 때문이다.
- 개질 유화아스팔트의 살포는 아스팔트 디스트리뷰터를 사용해야 한다. 이 디스트리뷰터에는 시간당 주행거리를 표시하는 회전속도계와 노즐에서 나오는 개질 유화아스팔트를 기록하는 살포량 기록장치가 설치되어 있어야 하며 막힌 노즐은 없어야 한다. 디스트리뷰터의 출입이 곤란하거나 협소한 곳에는 공사 감독자의 승인을 받아 엔진 스프레이어 또는 핸드 스프레이어를 사용할 수 있다.
- 균열이 발생한 기존 포장 위에 배수성 아스팔트 포장을 덧씌우기 할 때는 기존 면을 유지보수한 후에 시공해야 한다.
- 포장 절삭면, 교량 난간, 중앙분리대, 연석 등은 포장 후 노출면이 더럽혀지지 않도록 사전에 적절한 조치를 취한 후 수작업으로 고르게 도포 한다.
- 텍코트는 기온이 10℃ 이하일 때와 우천 시에 시공해서는 안 된다. 개질 유화아스팔트는 고무가 혼입된 아스팔트이므로 일반 유화아스팔트에 비하여 살포 온도가 높아야 한다. 온도가 저하될 경우 부착 성능과 접착력이 일반 유화아스팔트에 비하여 저하될 수 있기 때문이다. 불가피하게 10℃ 이하에서 살포해야 할 경우에는 감독자와 상의하여 개질 유화아스팔트를 품질에 영향을 주지 않는 범위의 온도에서 가열을 실시하여 포설하도록 한다.

〈표 6.1〉 개질 유화아스팔트의 품질기준

항 목		시험방법	기 준
앵글러점도(25℃)		KS M 2203	1~10
저장안정도(24시간, %)		KS M 2203	1 이하
부착도		KS M 2203	2/3 이상
입자의 전하		KS M 2203	양(+)
체잔류율(1.18mm)%		KS M 2203	0.3 이하
증발잔유율(%)		KS M 2203	50 이상
증 발 잔 유 물	침입도(25℃)	KS M 2252	60 초과 100 이하
	신도(7℃)	KS M 2254	100 이상
	연화점℃	KS M 2250	48.0 이상
	터프니스(25℃)N·m	KS F 2488	3 이상
	테네시티(25℃)N·m	KS F 2488	1.5 이상
	회 분	KS M ISO 6245	1.0 이하

〈표 6.2〉 택코트로 사용되는 역청재의 사용량 및 살포 온도의 표준

역 청 재	사 용 량	양생시간	살 포 온 도
개질 유화아스팔트	0.3~1ℓ/m ²	신설 포장 (6시간 이상)	10℃ 이상
		덧씌우기 포장 ¹⁾ (2시간 이내)	

【주1】 유지보수 및 덧씌우기 포장 공사를 수행할 경우, 초속경형 개질 유화아스팔트를 활용하여 택코팅 작업을 실시하며, 양생시작 2시간 이내에 충분히 양생되었음을 현장관리자가 확인한 후 포장을 시공해야 한다.

6.5.2 유공관 설치

- (1) 측면 배수와 포장 내 체류수 배수를 위하여 유공관을 설치하고, 고정을 위해 4m 마다 고정 핀을 설치하도록 한다.
- (2) 유공관은 직경 25mm 이상의 관으로 설치하고, 측구의 하부에 고정되도록 설치한다.
- (3) 빗물받이(스크린측)부분의 유공관 설치 시 유공관을 빗물받이 양 끝단 쪽으로 붙여서 긴장시킨 후 결속선으로 고정시킨다.
- (4) 유공관은 유화아스팔트 포설 시 유화아스팔트가 유공관 외부에 묻지 않도록 유의해야 하며, 택코트의 브레이킹 타임(breaking time) 이후에 유공관을 설치해야 한다.
- (5) 유공관 설치 위치는 6.4절 배수 구조를 참조한다.

6.6 시험포장

- (1) 시험포장은 최적 아스팔트 함량, 시공 전 표면처리 방법, 다짐 전 포설 두께, 다짐도, 다짐 방법, 다짐 후 밀도 및 포장 두께, 플랜트 배합 및 현장 포설 온도 등을 검토할 목적으로 시행한다.
- (2) 시험포장을 시행할 장소와 배수성 아스팔트 혼합물의 배합, 포설 두께, 다짐 장비, 다짐 방법 등이 포함된 시험포장 계획서는 시험포장일을 기준으로 15일 전에 제출하여 발주자의 승인을 받은 후 시행하고, 시험포장 결과보고서는 시험포장 후 15일 이내에 제출해야 한다.
- (3) 시험포장의 결과에 따라 본 포장의 시공 품질이 결정되므로 매우 중요한 절차임을 인식해야 한다.
- (4) 동일한 아스팔트 혼합물을 동일한 아스팔트 플랜트 및 시공 장비를 이용하여 시험시공한 결과가 있을 경우에는 시험시공 없이 기존 결과를 사용할 수 있다. 단, 시험시공 후 90일 미만이어야 하며, 90일 이상일 경우에는 감독자와 협의 후 아스팔트 혼합물 등의 동일 여부를 확인하여 시험시공 여부를 결정한다.

【해 설】

- 시험포장 계획은 다음의 방법으로 사전 협의하여 결정한다.
 - ① 시험포장 일정 및 구간 선정, 장비 선정, 다짐 공정 등을 감독자의 협의를 통해 결정한다.

- ② 시험포장 예정 구간의 보조기층 레벨이 기준에 맞는지 반드시 확인해야 한다.
- ③ 시험포장은 종단경사가 심하지 않은 직선구간으로 선정하도록 하고, 종단경사는 2% 이내가 바람직하다.
- ④ 시험포장의 구간은 일반적으로 2종 이상 포설 두께 변화 구간과 3종 이상 다짐 횟수 변화 구간으로 각 층마다 6~9 구간이 있어야 한다.
- ⑤ 시험구간 연장은 각 구간마다 10m 이상, 각 구간 사이의 조정 구간은 최소 20m 이상으로 한다. 만약 조정 구간에서 포설 높이가 확인 시 다음 시험 구간 포설 전 최소 2m 내에 포설 높이가 일정하지 않을 경우 조정 구간의 연장을 늘이도록 한다.
- ⑥ 시험포장 구간의 연장은 편도로 환산 시 200m 이상이어야 하며, 2차로로 환산 시 100m 이상이다. 단, 필요 시 현장 여건에 따라 감독자와 협의하여 시험포장 구간의 연장을 조정할 수 있다.
- ⑦ 시험포장의 폭은 본 포장의 포설 폭으로 한다.
- ⑧ 다짐 횟수의 변경은 감독자의 협의를 통해 결정한다.
- ⑨ 시간당 배수성 아스팔트 혼합물 생산량 및 시간당 소요량을 미리 파악하여 운반 장비 대수 등을 결정한다.
- ⑩ 다짐 패턴 및 다짐 중복 방법을 사전에 결정해야 한다.
- ⑪ 시험포장 전 페이버 기사와 다짐 장비 기사에게 시험포장 계획에 대해 설명하여 충분히 숙지하도록 해야 한다.
- ⑫ 다짐 장비 운행 관련 집중교육 및 안전교육, 시공 시 주의사항 등에 관한 교육을 해야 한다.



〈그림 6.1〉 시험포장 구간 선정(예)

[주] 여기에서 시험구간별 포설 두께는 T로 표기하였으며, 단위는 cm이다. 시험구간은 다짐도 등의 평가 구간을 의미하며, 조정 구간은 장비의 정차 등을 위한 구간이다.

다짐 횟수에서 예)2-4-2는 머캐덤롤러 왕복 2회-진동 탄뎀롤러 왕복 4회-탄뎀롤러 왕복 2회씩 각각 다짐되는 것을 의미한다. 일반적으로 다짐 횟수는 왕복을 1회로 계산한다.

- 시험포장에서는 본 포장에 적용될 표준적인 포장 방법을 구하게 되는데 포설 높이에 따른 다짐 횟수 변화를 통해 적정 소요 밀도를 확인한다. 따라서 포설 높이가 정확하게 나올 수 있도록 보조기층의 다짐면의 레벨이 기준에 만족해야 한다.
- 시험포장의 선정 구간은 최대한 경사가 심하지 않고 거의 평지에 가까운 구간으로 선정하는 것이 바람직하다. 종단경사가 심하면 다짐 장비의 표준적인 다짐 평가에 어려움이 있다. 따라서 종단경사도가 평지로 볼 수 있는 2% 이내가 바람직하다.
- 포설 두께 변화에 있어서도 최소 2종 이상 변화시키고, 변화폭은 최소 1cm로 하는 것이 바람직하다.
- 포설 두께는 종단경사를 고려하여 그림 6.1과 같이 변화시키도록 한다. 시험구간의 연장은 편도로 환산 시 최소 200m 이상으로 각 구간당 10m 이상으로 하는 것이 일반적이거나 전체 포장구간의 연장이 짧을 경우 연장을 줄일 수도 있다. 각 시험구간 사이에 조정구간을 두게 되는데 이 조정구간은 시공 장비가 시험구간을 완전히 벗어나 다음 시험구간까지 진입이 되지 않을 만큼의 연장을 확보해야한다. 따라서 시공 장비의 전장에 따라 조정구간의 연장은 조정될 수 있다. 다짐 횟수 변화의 경우 주 다짐 장비를 선정하여 주 다짐 장비의 다짐 횟수를 변화시키는 것이 다짐 장비 관리를 최소화 할 수 있다.

6.6.1 시공 준비

(1) 장비의 선택 및 점검

- (1) 택코트를 위한 유화아스팔트 살포에 아스팔트 디스트리뷰터 또는 아스팔트 스프레이어 등이 사용된다.
- (2) 배수성 아스팔트 혼합물의 운반을 위한 운반 트럭과 포설 장비인 아스팔트 페이버 그리고 다짐 장비인 머캐덤롤러, 탄뎀롤러, 타이어롤러, 진동 탄뎀롤러 등을 사용 할 수 있다.
- (3) 1차 다짐에 사용하는 머캐덤롤러는 12ton 이상이어야 한다.

(4) 2차 다짐에 사용하는 진동 탄뎀롤러는 10ton 이상이어야 한다.

(5) 3차 다짐에 사용하는 탄뎀롤러는 6ton 이상이어야 한다.

【해 설】

나. 아스팔트 살포 장비

- 유화아스팔트를 균일하게 살포할 수 있는 아스팔트 디스트리뷰터를 사용해야 한다. 이 디스트리뷰터에는 시간당 주행거리를 표시하는 회전속도계와 노즐에서 나오는 역청재량을 표시하는 역청 살포량의 기록 장치가 되어있어야 한다.
- 디스트리뷰터의 출입이 곤란하거나 협소한 곳에는 감독자의 승인을 받아 엔진 아스팔트 스프레이어 또는 핸드 아스팔트 스프레이어를 사용할 수 있다.

다. 운반 장비

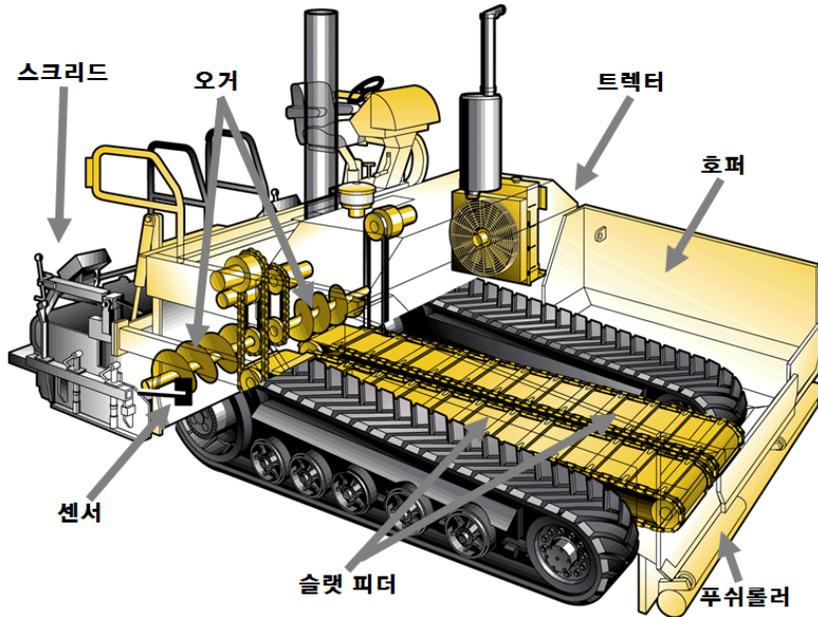
- 배수성 아스팔트 혼합물의 운반 중에 배수성 아스팔트 혼합물 상부의 온도와 내부의 온도에 차이가 생길 경우 포장 후에 조기 파손을 일으킬 수 있다. 따라서 배수성 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 유지하며, 시공 현장까지 운반할 수 있도록 운반 장비에 장착되어 있는 보온 덮개의 상태가 중요하다.
- 일반 토공 재료 운반용으로 제작된 자동 덮개의 경우 배수성 아스팔트 혼합물과 밀착되지 않아 보온 기능이 낮으므로 보온의 효과를 높이기 위해 내부 덮개가 있어야 한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 전면에 밀착될 수 있는 내부 덮개를 덮은 후, 위에 자동 덮개를 사용하도록 한다. 내부 덮개는 자동 또는 수동의 방식을 사용할 수 있다.
- 운반 장비의 점검사항은 다음과 같다.
 - ① 장비의 가동 상태
 - ② 보온 덮개의 장착 유무 및 파손 상태 유무
 - ③ 적재 바닥의 상태
 - ④ 운반 온도 측정구 설치 유무(트럭의 적재함 옆면 중앙부 위치, 지름 1cm 이하)



〈그림 6.2〉 운반 장비의 적재함 옆면 중앙부의 혼합물 온도 측정구 및 측정

라. 포설 장비

- 아스팔트 페이버는 크롤러형(Crawler Type ; 무한궤도형)과 휠형(Wheel Type ; 차륜형 그림 6.3)이 있으며, 양쪽 모두 배수성 아스팔트 혼합물의 포설 두께 조절과 평탄성을 확보하는 구조는 같은 원리로 되어 있다.
- 아스팔트 페이버는 일반적으로 아스팔트 혼합물을 받는 호퍼(Hopper), 배수성 아스팔트 혼합물을 후방에 보내는 바 피이더(Bar Feeder), 배수성 아스팔트 혼합물을 포설하고 다짐하는 탬퍼와 아스팔트 혼합물의 층 두께를 조절하여 표면을 고르는 스크리드(Screed) 등의 장치를 갖추고 있다.
- 아스팔트 페이버는 포설과 동시에 어느 정도 다짐이 되며, 다짐 장치에는 탬퍼의 상하 작동으로 다지는 것, 스크리드의 진동으로 다지는 것, 양자 병용형의 세 가지가 있다. 특히, 초기에 다짐효과를 높이기 위해 대형 탬퍼나 프레셔바(Pressure Bar)등을 사용한 하이 콤팩션(High Compaction)형이 있다. 아스팔트 페이버의 포설 폭은 최소 2.4~3m, 최대 4.5m 정도의 기종이 많으며, 10m를 넘는 것도 있으며 폭 2m 이하의 기종도 있다.
- 포설 폭의 조절은 스크리드 익스텐션(Screed Extension) 탈착형과 유압으로 신축할 수 있는 스크리드 장착형이 있다. 또한 스크리드 높이를 자동 조절하는 장치를 갖추어야 한다.



〈그림 6.3〉 크롤러형 아스팔트 페이버

- 포설 장비의 점검사항은 다음과 같다.
 - ① 장비의 가동 상태
 - ② 포설량 자동 조절 장치의 장착 유무 및 작동 상태
 - ③ 스크리드의 작동 상태 및 가열판의 작동 상태
 - ④ 진동 탬퍼의 작동 상태
 - ⑤ 호퍼와 컨베이어의 작동 상태

마. 다짐 장비

- 다짐 장비는 포설 후 밀도의 확보와 포장면의 평탄성을 확보하기 위해 사용된다.
- 일반적으로 1차 다짐과 2차 다짐, 마무리 다짐인 3차 다짐으로 이어지는 시공 공정에서 철륵 롤러와 타이어롤러, 진동 철륵롤러 등이 각 시공 공정에 따라 투입된다.
- 철륵 롤러에는 머캐덤롤러와 무진동 탄뎀롤러가 사용되며 진동 철륵 롤러로는 진동 탄뎀롤러가 사용된다.
- 롤러는 전·후진 방향 전환 시 노면에 충격을 가하지 않는 자주식으로서, 배수성 아스팔트 혼합물이 롤러 바퀴에 부착되지 않도록 바퀴에 부착방지제를 공급하는 장치가 구비되어야

한다.

- 롤러의 사용 대수는 공사의 규모, 플랜트 능력, 다짐 두께와 면적, 공사 구간 내의 여건, 롤러의 다짐 능력 등을 고려하여 결정한다. 선정된 장비는 시험포장을 통해 본 포장에서 동일하게 적용하도록 한다.
- 다짐 장비의 선정 시 장비의 종류는 일반적으로 다음과 같다.
 - ① 1차 다짐 : 머캐덤롤러(12톤 이상) 또는 진동 탄뎀롤러(10톤 이상)
 - ② 2차 다짐 : 진동 탄뎀롤러(10톤 이상)
 - ③ 마무리 다짐 : 무진동 탄뎀롤러(6톤 이상)
- 다짐 장비는 다음의 사항에 유의해야 한다.
 - ① 1차 다짐에 사용하는 롤러의 선압력(線壓力)은 35kg/cm 이상을 표준으로 한다. 선압력의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{선압력} = \frac{\text{철륵에 작용하는 중량}}{\text{철륵 폭}} (\text{kg/cm})$$
 - ② 2차 다짐에 진동 탄뎀롤러를 사용할 경우의 선압력은 55~70kg/cm이며 계산식은 다음과 같다.
- 다짐 장비의 점검사항은 다음과 같다.
 - ① 장비의 가동 상태
 - ② 최소 다짐 장비 질량 통과 유무
 - ③ 철륵 롤러의 부착방지제 분사 노즐 상태
 - ④ 진동 철륵 롤러의 진동 장치 가동 상태
 - ⑤ 출발·정지 시 롤러의 유연성 상태

(2) 장비 기사 및 작업자 교육

(1) 배수성 아스팔트 포장 시공에 투입되는 장비 기사 및 관련 보조 작업자의 교육은 포장 시공 전까지 2회 이상 실시하도록 해야 한다. 교육 후 교육 내용 및 결과를 반드시 발주처에 제출 · 보고해야 한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 포장 시공에 투입되는 장비인 운반 트럭, 페이버, 다짐 장비(머캐덤롤러, 진동 탄뎀롤러 등) 등의 장비 기사와 관련 보조 작업자에 대한 교육을 반드시 실시해야 한다. 시험포장 전일까지 1회 이상의 교육을 실시하고, 시험포장 당일 시작 전 1회 이상의 재교육을 실시해야 한다. 교육에 요구되는 내용은 다음과 같다.

가. 일반적인 교육 내용

- ① 작업장의 안전교육
- ② 시험포장에 관한 작업 지시 교육
- ③ 기타 주의사항

나. 운반 장비 기사 교육

- ① 시공 중 장비의 대기 장소
- ② 배수성 아스팔트 혼합물 하차 후 잔여분 처리 장소의 지정
- ③ 배수성 아스팔트 혼합물 운반 전·후 트럭에 바르는 부착방지제의 사용
- ④ 기타 작업 교육

다. 포설 장비 기사 교육

- ① 포설 두께 변화 구간
- ② 포설 속도
- ③ 기타 작업 교육

라. 다짐 장비 기사 교육

- ① 다짐 횟수 변화 구간
- ② 다짐 방법
- ③ 다짐 속도
- ④ 부착방지제의 최소 사용화
- ⑤ 기타 작업 교육

마. 보조 작업자 교육

- ① 갈퀴(Rake)질 작업
- ② 삽, 작업화 등의 부착방지제의 최소 사용화
- ③ 기타 기본 작업 교육

6.6.2 운반

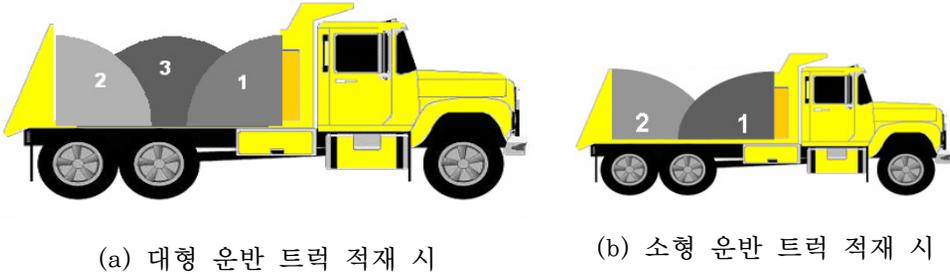
- (1) 아스팔트 플랜트에서 포설 현장까지 배수성 아스팔트 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평평해야 한다.
- (2) 배수성 아스팔트 혼합물의 양은 계획시간 이전에 포설 및 다짐이 연속적으로 이뤄질 수 있도록 그 양을 고려하여 현장에 운반해야 한다.
- (3) 운반 중 오물이나 기타 불순물이 유입되거나 온도가 낮아지는 것을 방지하기 위하여 반드시 배수성 아스팔트 혼합물 표면을 고르게 덮을 수 있는 덮개를 씌워야 한다.
- (4) 운반 트럭의 덮개는 파손이 없는 방수와 내열성이 우수한 재질로 된 것이어야 하며, 운반 및 포설 대기 중에 외기 순환에 의한 온도 저하를 방지할 수 있는 구조이어야 한다. 특히 대기온도가 15℃ 이하일 경우 반드시 2중 덮개를 씌워야 한다.
- (5) 포설 현장에 도착된 배수성 아스팔트 혼합물은 상처된 상태에서 혼합물의 온도를 반드시 측정하도록 해야 한다. 아스팔트 혼합물의 내부 온도는 일반적으로 탐침형 온도계를 사용하여 측정한다. 적외선 온도계로 측정한 표면 온도와 내부 온도는 20℃ 이상 차이가 발생하면 안 된다.
- (6) 운반 트럭 적재함에 붙어 있는 이물질은 다음 번 혼합물을 운반할 때 계속 쌓일 수 있으므로 스크레퍼(scraper) 등으로 항상 이물질을 제거해야 하며, 감독자는 수시로 확인해야 한다.

【해 설】

가. 배수성 아스팔트 혼합물의 적재 방법

- ① 배수성 아스팔트 혼합물의 골재 분리가 최소화되도록 적재해야 하며, 운전석 방향을 기준으로 상부, 하부, 중앙 순서로 배수성 아스팔트 혼합물을 적재하도록 해야 한다.

- ② 배수성 아스팔트 혼합물의 적재 방법은 아래의 그림 6.6과 같다. 배수성 아스팔트 혼합물의 트럭 적재 시 하나의 더미로 쌓을 경우 운반 중 재료 분리가 발생할 수 있기 때문에 더미를 다음 그림과 같이 나누어 적재하는 것이 바람직하다.



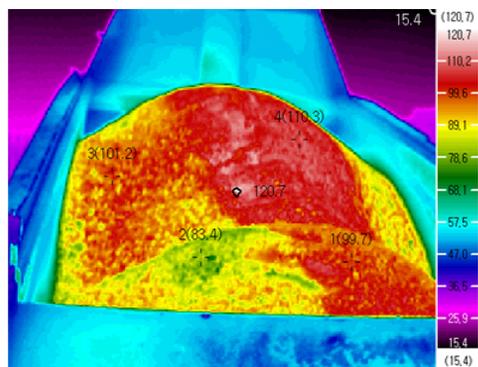
〈그림 6.4〉 배수성 아스팔트 혼합물의 적재 방법

나. 온도 관리

- ① 운반 트럭이 포장 시공 지점에 도착하였을 경우 그림 6.5와 같이 운반 트럭에 상차된 배수성 아스팔트 혼합물의 온도를 반드시 측정해야 한다.
- ② 배수성 아스팔트 혼합물의 온도는 표면에서 약 2cm 하부의 온도와 내부의 온도 등을 측정한다. 내부 온도는 운반 장비 적재함 옆면에 위치한 운반 온도 측정구에 탐침형 온도계를 사용하여 측정한다.
- ③ 표면과 내부의 온도 차이가 클 경우 온도 분리로 인한 아스팔트 포장의 조기 파손이 발생할 수 있으므로, 온도 차이가 20℃ 이내이어야 한다.



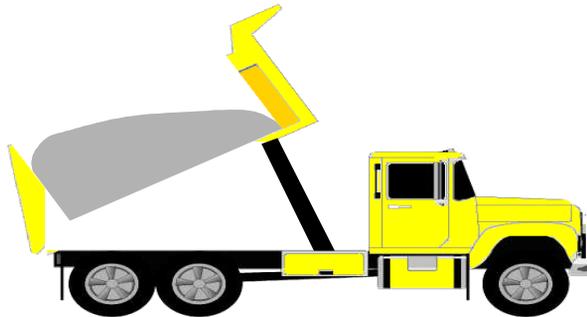
〈그림 6.5〉 내부 온도 측정



〈그림 6.6〉 온도 분리 현상(적외선 카메라)

다. 배수성 아스팔트 혼합물의 하차 방법

- ① 배수성 아스팔트 혼합물 하차 시 아스팔트 페이버 전면에서 중앙을 일치시킨 상태에서 후진으로 접근하되, 일정 거리 앞에서 멈추도록 해야 한다.
- ② 페이버가 전진하여 운반 장비 후미에 천천히 붙여서 충격을 최소화 한다.
- ③ 배수성 아스팔트 혼합물의 하차를 위하여 운반 장비의 적재함을 올릴 때 까지 적재함 뒤에 있는 문을 열지 않고, 배수성 아스팔트 혼합물이 자동으로 약간 흘러서 아래의 그림처럼 후미에 모이도록 조치한다. 운반 장비의 종류에 따라 적용이 어려울 경우에는 적용하지 않는다.



〈그림 6.7〉 배수성 아스팔트 혼합물의 하차 방법

- ④ 아스팔트 페이버의 호퍼에 배수성 아스팔트 혼합물을 부드럽게 투입하며, 투입 과정에서의 재료 분리를 최대한 방지한다.

라. 하차 후 운반 장비 점검

- ① 아스팔트 페이버에 하차 후 운반 장비의 바닥 상태를 점검한다.
- ② 운반 장비의 바닥과 적재함에 바르는 부착방지제는 경유와 등유 등의 석유계 연료를 사용하지 않도록 해야 한다. 반드시 식물성 오일(Oil)류 또는 부착방지제(Release Agent)를 사용하도록 해야 한다.
- ③ 운반 장비의 바닥에 남은 잔여 배수성 아스팔트 혼합물을 포장면 위에 털어버리지 않아야 하며, 반드시 아스팔트 플랜트나 지정된 장소에 버리도록 해야 한다.

6.6.3 포설

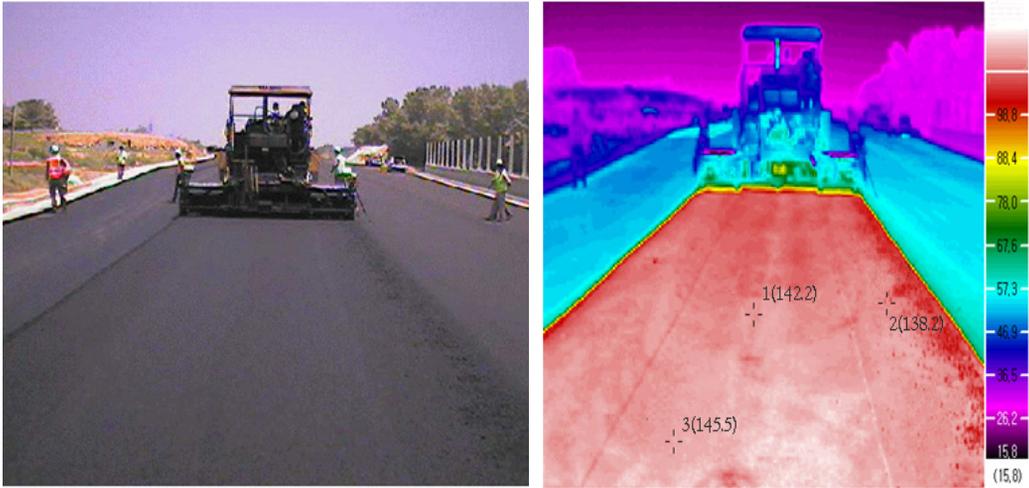
- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거해야 한다.
- (2) 택코트의 수분이 완전히 증발되어 육안으로 관찰 시 택코트 재료가 검정색으로 변색되기 전에는 배수성 아스팔트 혼합물을 포설하여서는 안 된다.
- (3) 감독자는 아스팔트 혼합물의 배합설계 시 다짐온도를 기준으로 포설온도 범위를 지정해야 하며, 지정된 포설온도보다 15℃ 이상 배수성 아스팔트 혼합물의 온도가 낮거나 높을 경우에는 그 배수성 아스팔트 혼합물을 폐기해야 한다. 일반적으로 포설온도는 배합설계 시 다짐온도 기준에 대하여 여름철에는 5℃~10℃ 낮추며, 겨울철에는 5℃~10℃ 증가시킨다.
- (4) 최소 포장 두께는 배수성 아스팔트 혼합물의 공칭최대크기의 2.5배 이상이고, 다짐 후의 1층 두께가 7cm 이내가 되도록 포설해야 한다.
- (5) 배수성 아스팔트 혼합물은 아스팔트 페이버의 오거(또는 스크류) 깊이의 2/3 정도 채워져 있도록 호퍼에 공급되어야 한다. 이때 호퍼의 조정문은 오거(또는 스크류)와 피더가 85% 이상 작동하도록 조절되어야 한다.
- (6) 아스팔트 페이버의 속도는 공급되는 배수성 아스팔트 혼합물의 양과 포설 두께 및 포장 폭을 고려하여 페이버의 진행 속도를 결정하여 일관성 있고 연속적인 포설이 되도록 해야 한다.
- (7) 아스팔트 페이버의 스크리드는 포설 작업 전 반드시 150℃ 이상으로 예열해야 한다.
- (8) 편경사가 있는 구간에서는 도로 중심선에 평행하게, 노면이 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설해야 한다. 또한 직선구간에서는 도로 중심선에 평행하게, 길어깨 쪽에서 도로 중심선 쪽으로 포설해야 하며, 종단방향으로는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설해야 한다.
- (9) 아스팔트 페이버 호퍼 가장자리 등에 쌓여있는 낮은 온도의 혼합물이 일시에 포설될 경우 포트홀 등 포장 파손의 원인을 제공하므로 포장 도중 아스팔트 페이버 호퍼는 매 운반 트럭당 1회씩 호퍼의 날개를 오무려 함께 포설되도록 해야 한다.
- (10) 포설 중 운반 트럭 적재함에 남거나, 아스팔트 페이버에 투입 중 바깥쪽으로 떨어진 배수성 아스팔트 혼합물은 반드시 수거하여 폐기처분하도록 한다.

(11) 아스팔트 페이버 뒤에는 삽과 레이크 작업자를 고정 배치하여 마무리가 불안정한 곳을 수정하도록 한다. 포설 중에 배수성 아스팔트 혼합물의 재료 분리가 발생할 경우 페이버의 운영을 즉시 중지하고, 원인을 파악하여 포설 불량 구간을 즉시 보수하도록 한다.

(12) 이미 완성된 포장층에는 감독자의 확인을 받아 택코트 시행 후 포설하도록 한다.

【해 설】

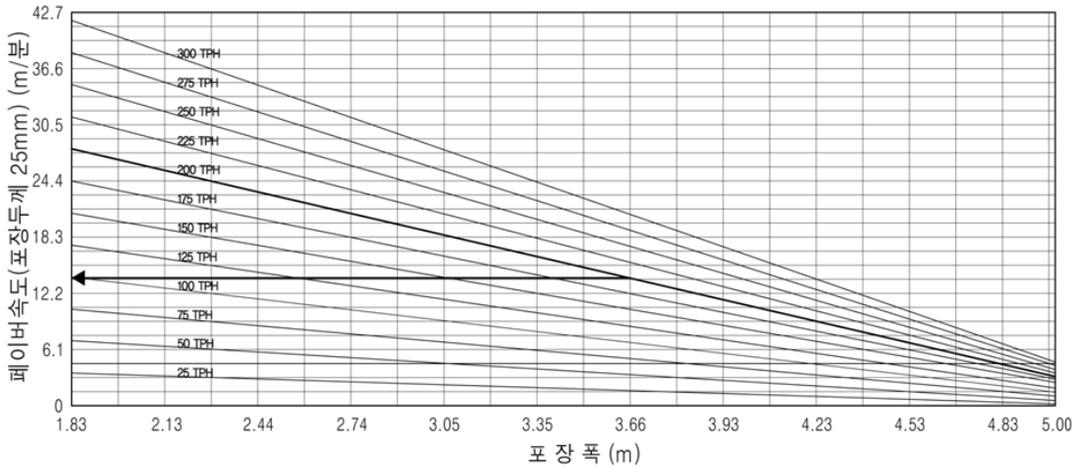
- 배수성 아스팔트 포장은 표층에 시공되며, 1단 포장 두께는 7cm 이내이어야 한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 포설에서 가장 중요한 것은 일관성 있는 포설 작업을 유지하는 것이다. 페이버의 진행 속도를 일정하게 유지해야 균질한 포설면이 생성되고, 이는 균질한 다짐 작업을 진행하는데 필수적이다. 특히 배수성 아스팔트 혼합물 운반 트럭의 현장 도착 시간을 관리하여 연속성 있는 작업을 진행하도록 한다.
- 포설 작업이 잠시라도 정지되면 가로 이음부가 발생하고, 이는 포장면의 평탄성 확보에 문제를 야기할 수 있다. 따라서 배수성 아스팔트 혼합물의 생산 및 운반량과 포설 두께 및 포장 폭을 고려하여 페이버의 진행 속도를 결정하여 일관성 있는 포설이 되도록 해야 한다. 이를 위해 그림 6.9의 도표에 따라 아스팔트 페이버의 속도를 결정할 수 있다. 속도를 결정하는 방법은 예제를 참고한다.
- 아스팔트 페이버의 포설 작업의 여하에 따라 세로 이음부 균열과 가로 이음부의 문제가 발생될 수 있으므로 아스팔트 페이버의 진행과 함께 시공 이음부의 처리에 만전을 기하고 골재분리 현상에 의한 포장면의 양쪽 끝단에 굽은골재가 몰리지 않도록 조치한다.
- 아스팔트 페이버가 포설 시에 스크리드가 기존 포장에 약 5cm 겹치도록 포설이 이뤄지도록 한다.



〈그림 6.8〉 배수성 아스팔트 혼합물의 균질한 포설면 유지

가. 포설 시 페이버의 운행 속도

- ① 페이버의 운행 속도는 배수성 아스팔트 혼합물의 양, 포설 두께, 포장 폭을 고려하여 결정해야 하며, 포설 중 운행속도의 변화가 없어야 한다.
 - ② 특히, 운반 사이클을 고려하여 배수성 아스팔트 혼합물이 끊기지 않고 연속 포설할 수 있도록 운행 속도를 조절해야 한다.
- 페이버 장비 속도는 그림 6.9를 기준으로 하나 페이버의 성능이나 기능, 현장조건에 따라 조정함이 바람직하다.
 - 페이버는 시험포장 시 결정된 장비와 비교하여 동일한 성능 이상이어야 하며, 선형, 경사가 일치 되도록 포설할 수 있는 자동 센서가 부착된 장비로서, 작업속도에 따라 배수성 아스팔트 혼합물의 공급이 자동으로 조절되는 것이어야 한다.



〈그림 6.9〉 페이퍼의 포설 속도 결정 도표

(예제)

아스팔트 플랜트의 배수성 아스팔트 혼합물 생산량과 포장 폭 및 포장 두께가 아래와 같을 때 아스팔트 페이퍼의 속도를 구하라.

- 아스팔트 플랜트의 배수성 아스팔트 혼합물 생산량 : 200(TPH, ton/h)
- 포장 폭 : 3.7m
- 다짐 후 포장 두께 : 5cm

[해설]

- 1) 포장 폭 3.7m에 대한 플랜트 생산량이 시간당 200ton인 지점이 교차하는 곳을 찾는다.
- 2) 교차점에서 왼쪽 축으로 수평선을 긋는다.
- 3) Y축값은 다짐된 포장이 2.5cm일 때의 포설 속도이며, 분당 13.7m 이다.
- 4) 다짐된 포장 두께가 5cm이므로 다음 식으로 페이퍼의 속도를 구한다.

$$\text{페이퍼 속도 (m/분)} = \left(\frac{2.5}{\text{포장 두께}} \right) \times \text{도표값} = \frac{2.5}{5} \times 13.7 = 6.9(\text{m/분})$$

나. 포설 시 감독 사항

- ① 페이퍼의 호퍼에 직접 배수성 아스팔트 혼합물을 하차하는 트럭을 사용할 때에는

트럭이 페이지와 근접해서 정지하도록 해야 한다. 페이지와 트럭의 접촉을 위해서는 페이지가 앞으로 이동해야 한다. 즉, 트럭이 페이지 쪽으로 후진하는 것이 아니라 페이지가 트럭 쪽으로 이동하여 접촉해야 한다. 트럭의 적재함이 들어 올려 질 때 적재함이 페이지에 걸리지 않도록 주의해야 한다.

- ② 페이지의 호퍼에 배수성 아스팔트 혼합물을 하차하기 위해 트럭의 뒷문을 열기 전에, 배수성 아스팔트 혼합물이 뒷문 쪽으로 모일 때까지 적재함을 천천히 올려야 한다. 이러한 과정은 배수성 아스팔트 혼합물이 호퍼에 적재될 때까지의 이동거리를 감소시켜 골재 분리를 억제할 수 있다.
- ③ 포설 작업 중에 호퍼 날개(Wing)부분에 붙은 배수성 아스팔트 혼합물은 포장 품질에 문제를 야기할 수 있으므로 호퍼 날개를 자주 접거나 털지 않도록 조치해야 하며, 만일 날개벽에 붙어있는 낮은 온도의 배수성 아스팔트 혼합물이 호퍼 안으로 떨어질 경우에는 컨베이어 벨트로 흘러들어 가지 않도록 제거해야 한다.
- ④ 페이지의 진행 패턴으로 인해 세로 이음부의 발생을 피할 수 없는 경우에는 이음부의 위치가 중앙 차선이나 차선 위치에 놓이도록 배려하고, 차량바퀴 통과 부분 위에 이음부가 위치하지 않도록 배려한다.
- ⑤ 호퍼에 새로운 배수성 아스팔트 혼합물이 채워지기 시작하면 페이지는 가능한 한 빨리 작업 속도를 높여 아스팔트 플랜트에서 운반되는 배수성 아스팔트 혼합물의 양에 따라 일정한 속도로 작업이 지속되도록 한다. 페이지의 적정한 작업 속도 유지를 위해 스크리드 앞의 배수성 아스팔트 혼합물 양이 일정하게 유지되도록 한다.
- ⑥ 트럭 교체가 완료되는 동안 일반적인 작업 속도보다 느리게 페이지를 운행해서는 안 된다. 페이지가 트럭 교체가 이루어지는 동안 계속해서 천천히 앞으로 이동한다면, 호퍼에 있는 배수성 아스팔트 혼합물의 양은 호퍼가 텅 비게 되고, 오거(Auger)에 있는 배수성 아스팔트 혼합물의 양도 줄어든다. 결국 스크리드의 각도를 낮추고 포장의 두께를 감소시킨다. 트럭을 교체하는 동안 감소된 페이지의 속도는 스크리드에 작용하는 힘을 변화시키고 아스팔트 층의 두께를 변화시킨다. 또한 스크리드에 있는 많은 양의 배수성 아스팔트 혼합물은 스크리드를 상승시키고 포장의 두께를 두껍게 한다. 따라서 트럭 교체 중 페이지 속도의 감소하지 않아야 한다.
- ⑦ 페이지 스크리드를 수동으로 작동한다면, 스크리드 운전기사는 포설되는 포장층의

두께를 변화시킬 때를 제외하고는 스크리드의 각을 변화시켜서는 안 된다.

6.6.4 다짐

- (1) 다짐은 아스팔트 포장의 장기 공용성을 좌우하는 가장 중요한 시공 공정 중의 하나이다.
- (2) 배수성 아스팔트 혼합물의 특성이나 대기온도 등에 따라 적합한 다짐을 해야 한다.
- (3) 다짐 장비의 종류와 다짐 횟수 및 다짐 방법은 사전에 일률적으로 결정하는 것이 아니라 반드시 현장의 조건을 고려하여 시험포장 등을 실시하여 결정해야 한다.
- (4) 다짐 장비는 반드시 감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐 장비의 질량을 측정해야 한다. 다짐 장비의 기준은 이 지침 6.3.1절의 ‘(3)장비의 선택 및 점검’ 사항에 따른다.
- (5) 다짐 장비에 사용되는 물을 공급할 수 있도록 1.5ton 이상의 살수차를 대기시켜야 하며, 수시로 다짐 장비의 물탱크를 채워야 한다.
- (6) 일반적으로 포장 다짐 시에는 부록의 ‘아스팔트 포장의 현장 다짐관리 점검 사항’ 에 따라 점검해야 한다.

【해 설】

- 현장 다짐작업은 아스팔트 페이버로 포설한 배수성 아스팔트 혼합물에 다짐 장비를 이용하여 소요의 밀도 및 공극률을 확보하도록 다지는 시공 공정의 하나이다.
- 현장 다짐작업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 배수성 아스팔트 혼합물과 대기온도 등의 현장 조건에 다짐 장비와 다짐 횟수가 적합하여 최적의 공극률과 밀도가 구현되어야 한다. 이를 통해 아스팔트 포장은 차량 하중 및 환경 조건에 의한 파손에 저항할 수 있고, 최상의 공용 특성을 나타낼 수 있다.

가. 다짐관리의 중요성

- 다짐작업은 아스팔트 포장의 장기 공용성과 밀접한 시공 공정으로서 다음과 같은 중요성이 있다.
 - ① 교통하중에 대한 안정성 향상으로서, 다짐 과정을 통해 배수성 아스팔트 혼합물 내의 적정 공극 및 밀도를 확보하여 외부 교통하중에 의한 과도한 추가 다짐 현상을 억제하고

강도 특성을 발현한다.

- ② 소성변형에 대한 저항성 향상으로서, 다짐 과정을 통해 포장의 공극률을 일정 수준 이하로 축소시켜 차량 하중에 의한 추가 다짐 효과 및 압밀 현상에 대한 저항성이 증가된다.
- ③ 포장층 내에 물과 공기 유입의 억제를 위해, 다짐 과정을 통해 포장의 공극률을 축소시켜 외부의 물 또는 공기 유입을 차단하고, 이에 따른 아스팔트의 노화 방지 및 골재의 박리 현상을 방지한다.
- ④ 피로균열에 대한 저항성 향상을 위해, 다짐 과정을 통해 포장의 공극률 확보 및 골재 간 맞물림 작용에 따라 차량의 반복 하중에 의한 균열을 방지한다.
- ⑤ 포장의 저온균열 발생에 대한 저항성 향상을 위해, 다짐과정을 통해 포장의 밀도를 확보하여 겨울철 온도 변화에 의한 수축 및 팽창의 반복에 의한 포장 표면의 균열 발생을 억제한다.

나. 다짐관리 순서

- 현장에서의 다짐관리는 다음과 같은 순서에 따른다.
 - ① 다짐작업은 사용 재료의 물성, 기후 환경, 현장 특성 등에 영향을 받으므로, 표 6.3과 같은 다짐에 영향을 미치는 요소에 대하여 우선적으로 검토해야 한다.
 - ② 시험포장에 의해 다짐 장비의 종류와 다짐 횟수를 결정한다.
 - ③ 다짐작업 시작 전에 배수성 아스팔트 혼합물의 온도가 적정한지 확인한다.
 - ④ 다짐 중에 비파괴 현장밀도 측정 장비로 다짐 정도를 측정하는 것이 바람직하다.
 - ⑤ 다짐 완료 후에 포장 표면의 온도가 상온으로 내려가면 코어를 채취하여 겉보기밀도를 구하거나, 현장밀도 측정 장비로 포장의 다짐 밀도를 구한다.
 - ⑥ 다짐도 평가 시의 기준밀도는 시험실 공시체를 이용한 겉보기밀도 또는 배수성 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도 시험을 통하여 구할 수 있다.

〈표 6.3〉 다짐에 영향을 미치는 요소

영향 요소	고려 항목	검토 사항
사용 재료 물성	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 골재 물성(입도, 표면거칠기, 입형, 흡수율 등) ◆ 아스팔트 물성(침입도 등) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 롤러의 무게 및 구성 ◆ 다짐 온도 및 시간 등
기후 환경	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 대기온도 ◆ 바람 세기 ◆ 태양열의 복사 수준 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 롤러의 작업온도 ◆ 롤러의 투입시간 ◆ 다짐 속도 및 온도 등
현장 특성	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 기존 포장 상태(표면 온도, 표면 상태) ◆ 포설 두께 및 도로의 경사 ◆ 하부구조의 지지력 ◆ 배수성 아스팔트 혼합물의 온도 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 다짐 방향 ◆ 롤러의 무게 ◆ 다짐 시간 등

(1) 일반사항

- (1) 롤러의 다짐 속도는 항상 일정한 속도를 유지하도록 해야 한다.
- (2) 롤러의 다짐 중복 방법은 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 차츰 폭을 넓기며 중복하여 다지도록 해야 한다.
- (3) 종단경사 7% 이상에서의 다짐작업은 포설된 배수성 아스팔트 혼합물이 롤러에 의해 밀리지 않도록 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 옮겨가며 다진다.
- (4) 롤러가 가로방향(횡방향)으로 일정 간격을 겹침하며, 이동하는 횟수는 포장 폭과 구동륜의 다짐 폭에 따라 산정한다.
- (5) 다짐작업 중 롤러의 다짐선을 갑자기 변경하거나 방향을 바꿔 포설한 혼합물의 이동이 생기도록 해서는 안 된다. 롤러의 방향 전환은 안정된 노면 위에서 해야 하며, 포설된 혼합물이 이동되었으면 레이크로 긁어 일으켜 다짐 전의 상태로 만들어 다시 다져야 한다.
- (6) 다짐이 종료된 후에도 양생이 완료될 때까지는 롤러 등 중장비를 포장면에 세워두면 안 된다.

【해 설】

다. 다짐 장비의 다짐 속도

- 아스팔트 페이머 속도는 아스팔트 플랜트의 배수성 아스팔트 혼합물 생산량에 맞춰서 정하며, 일정한 속도를 유지해야 한다.
- 롤러 속도는 보통 아스팔트 페이머의 속도와 롤러의 다짐 횟수에 의해서 결정한다. 아스팔트 페이머와 롤러의 거리가 너무 자주 벌어진다면 롤러는 따라잡기 위해서 속도를 높이게 되며, 이것은 밀도를 낮추는 결과를 초래한다.
- 롤러가 특정 지점을 빠른 속도로 통과할수록 롤러의 하중이 그 지점에 머무는 시간은 줄어든다. 즉 롤러 속도가 증가할수록 배수성 아스팔트 혼합물에 작용하는 다짐 효과가 줄어들기 때문에 각 롤러 통과로 증가되는 밀도의 양이 줄어든다.
- 1차 다짐작업 시 다짐 장비는 페이머에 최대한 근접하여 다짐작업을 시행해야 하며, 다짐 속도는 4km/h 이상으로 한다. 다짐속도의 증가는 전압력을 떨어뜨릴 수 있으므로 다짐 속도를 증가시킬 때는 다짐 롤러의 밸러스트(Ballast)를 증가시켜 다짐밀도 확보가 되도록 조치해야 한다.
- 철륵 롤러는 4~8km/h의 속도로 작업할 수 있고, 진동 롤러는 4~6km/h 속도로 작업할 수 있다. 초기 다짐의 각 롤러는 각각의 속도 범위 중 가장 낮은 속도로 작업해야 한다. 중간 다짐에서는 롤러의 속도는 보통 속도 범위의 중간 정도의 속도로 작업한다. 마무리 다짐에서는 거의 최고 속도에 가까운 속도로 작업한다.
- 일반적인 다짐 장비의 다짐 속도는 표 6.4를 참조하며, 이 속도를 기준으로 현장 여건에 맞게 조절하여 적용한다. 단, 같은 다짐 횟수에 대하여 다짐 속도가 빠를수록 다짐 효과는 낮아지며, 다짐 속도가 느릴수록 다짐 효과가 높아지는 것을 고려한다.

〈표 6.4〉 다짐 장비별 다짐 속도(km/h)

롤러의 종류/다짐 순서	1차 다짐	2차 다짐	마무리 다짐
머캐덤롤러/탄뎀롤러	4 ~ 6	4 ~ 7	5 ~ 8
진동 탄뎀롤러	4 ~ 5	4 ~ 6	-

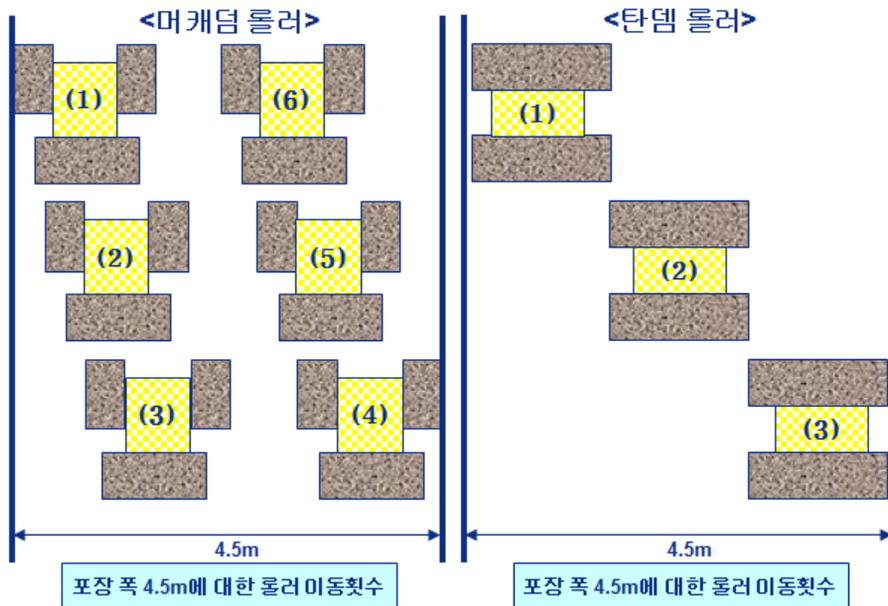
- 롤러 속도는 또한 배수성 아스팔트 혼합물의 횡방향 변위나 배수성 아스팔트 혼합물의 부드러운 정도에 영향을 받는다. 롤러 밑에서 배수성 아스팔트 혼합물이 과도하게 움직인다면 다짐 장비의 속도를 줄여야 한다.
- 진동 롤러 속도는 진동 롤러의 충격 간격에 영향을 미친다. 앞에서 설명하였듯이 이 간격은 배수성 아스팔트 혼합물에 작용되는 동적 다짐에너지의 양을 조절하는데 중요할 뿐만 아니라 적절한 표면 평탄성을 얻는데도 중요하다.
- 진동 롤러는 차체 하중 외에 차륜에 진동을 주어 정적하중과 기진력(起振力)에 의한 진동을 이용하여 다진다. 진동 롤러의 작업 속도가 너무 빠르면 다짐 효과가 감소할 뿐 아니라 평탄한 마무리 면을 기대할 수 없으므로 적절한 속도로 작업해야 한다. 일반적으로 충격 간격을 0.03(m/회) 이하로 하는 것이 바람직하다. 작업속도(V, km/h), 진동수(N, 회/min), 충격 간격(L, m/회) 사이에는 다음 관계가 있다.

$$V(km/h) = \frac{N(\text{회}/\text{min}) \times L(\text{m}/\text{회}) \times 60(\text{min}/\text{h})}{1,000(\text{m}/\text{km})}$$

- 롤러 속도의 변화는 밀도의 변화를 야기한다. ‘천천히 그리고 일정하게’는 적절한 다짐을 위한 포인트이다.

라. 다짐 횟수 및 다짐 패턴

- 다짐 롤러의 다짐 횟수는 동일한 선상에서 포장 시공의 진행 방향인 세로방향(종방향)으로 왕복하여 다짐하는 것을 다짐 횟수 1회로 산정한다. 이때 포장 폭에 따라 롤러가 가로방향(횡방향)으로 일정 간격을 겹침하여 포장 폭 전체를 다짐하게 되는데 이 경우의 다짐 장비 이동 횟수에 대한 예는 다음의 그림과 같다.
- 포장 폭이 4.5m일 때 머캐덤롤러의 가로방향 롤러 이동 횟수는 6회(구동륜 바퀴 하나의 폭이 50cm이면 1m의 다짐 폭으로 가정, 겹침폭 15cm를 둘 경우 1회 다짐 폭 0.85m이므로 롤러 이동횟수는 $4.5\text{m}/0.85\text{m} \approx 6\text{회}$)이고, 탄뎀롤러의 경우 탄뎀롤러의 가로방향 롤러 이동횟수는 3회(구동륜 바퀴의 폭이 1.7m이면 1.7m의 다짐 폭으로 가정, 겹침 폭 15cm를 둘 경우 1회 다짐 폭 1.55m이므로 롤러 이동 횟수는 $4.5\text{m}/1.55\text{m} \approx 3\text{회}$)가 된다.

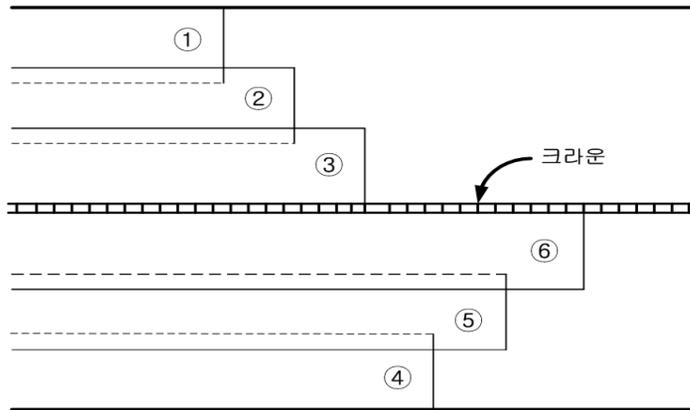


〈그림 6.10〉 포장 폭에 따른 다짐 장비별 이동횟수에 대한 예

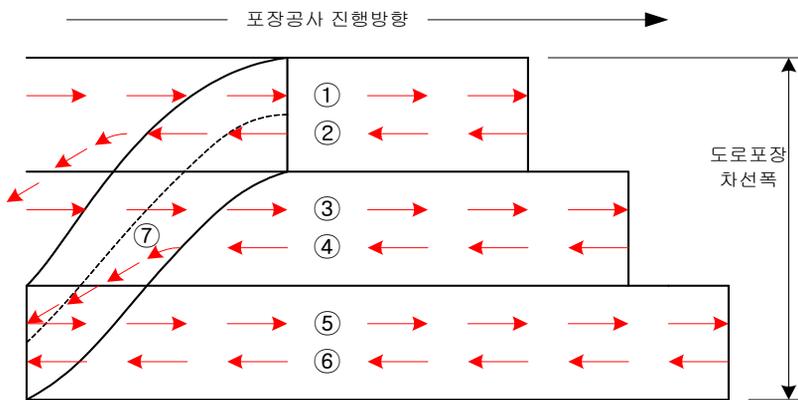
- 일반적으로 다짐 롤러는 구동륜 폭의 15cm 정도를 중복시켜 다져야 하며, 다짐 횟수의 분포 상태는 전체 포장면에 가능한 균일하게 되도록 한다.
- 차로 구간의 횡단경사가 있는 경우는 그림 6.11과 같이 샷갓처럼 불룩 솟은 크라운 부분을 중심으로 낮은 쪽인 바깥 차로부터 안쪽 차로로 다짐을 한다. 또한, 곡선구간의 편경사가 있는 경우도 낮은 쪽부터 높은 쪽으로 다짐을 한다.
- 롤러의 다짐방법은 기본적으로 그림 6.12와 같이 다짐한다. 이와 같은 다짐방법을 사용할 경우 효율적인 작업이 이루어져서 포장의 균질성이 확보되고, 포설 및 다짐시간의 배분이 원활하게 된다.
- 규정된 공극률과 균질한 밀도를 얻기 위해서는 정해진 횟수만큼의 다짐이 이루어져야 한다. 기본적으로 어떤 종류의 롤러를 사용하여 몇 번 다질 것인가를 결정하기 위하여 시험포장을 해야 한다.
- 시험포장의 결과에 따라 현장에서 적정 다짐도를 확보하기 위한 롤러의 조합과 다짐 횟수를

결정한다.

- 다짐 횟수를 결정할 때 비파괴 현장밀도 측정 결과를 사용할 경우 코어 공시체 밀도와의 보정을 통해 추후에 현장에서 적정 다짐 횟수를 확인할 수 있다.



〈그림 6.11〉 횡단경사 구간의 롤러 다짐 예



〈그림 6.12〉 롤러에 의한 다짐 방법의 예

마. 다짐 온도

- 포장 시공 시의 다짐 온도는 배수성 아스팔트 혼합물의 종류, 포장 장비의 종류, 대기 온도, 도로의 경사, 평면곡선반지름 등에 따라 다르므로 현장 여건을 반영하여 결정해야 한다.

- 배수성 아스팔트 혼합물이 시공 현장에 도착하면 즉시 포설하고, 포설 후 즉시 1차 및 2차 다짐하는 것이 포장의 다짐 효과와 내구성 향상을 위해 바람직하다. 단, 다짐 중 포장면에 블리딩이 발생하거나, 포장면이 밀리거나 불룩하게 튀어나오는 변위를 일으키거나 미세 균열이 발생할 경우에는 포설된 포장체의 온도를 낮춘 후 다짐해야 한다.
- 시공 현장에 도착한 배수성 아스팔트 혼합물의 온도가 높아서 포설 후 다짐 시작을 늦게 해야 할 경우에는 배수성 아스팔트 혼합물의 생산 온도를 낮출 수 있다.
- 다짐 온도를 낮추어도 포장면에 변위나 미세균열이 발생할 경우에는 다짐 장비의 질량이 과도하거나 배수성 아스팔트 혼합물의 입도가 적합하지 않은 것일 수 있다. 이 경우는 다짐 장비의 종류를 변경하거나, 배합설계를 검토하여 골재 합성입도의 세립분을 낮게 선정하는 것부터 다시 하는 것이 바람직하다.
- 마무리 다짐은 기존 다짐 후의 롤러 자국 등의 요철을 평평하게 만들고, 포장의 평탄성을 확보하기 위해 포장면에 롤러의 자국이 발생하지 않는 온도 범위에서 다짐한다.
- 일반적인 배수성 아스팔트 혼합물의 다짐 온도는 표 6.5를 참고하며, 일반적으로 최하 기준온도 이상으로 유지하는 것이 중요하다. 하절기에도 개질 첨가제의 효과 및 적합한 성능을 위해 배합설계 시 온도 기준 미만으로 생산하면 안 된다. 또한, 동절기에는 포설 후 다짐 중 온도 저하가 심할 수 있으므로 생산 시의 온도를 일반적인 경우 보다 다소 상향 조정하여 다짐 온도를 확보한다.
- 표 6.5의 온도는 일반적으로 배수성 아스팔트 혼합물 포장 시에 적용할 수 있는 온도이며, 시공 현장의 온도조건 등을 종합적으로 판단하여 결정해야 한다.

〈표 6.5〉 배수성 아스팔트 혼합물의 롤러 초기 진입 시 다짐 온도

구 분	다짐 온도(°C)		
	일 반	하절기(6월~8월)	동절기(11월~3월)
1차 다짐	150~170	145~165	155~175
2차 다짐	135~160	125~150	140~165
3차 다짐(마무리 다짐)	75~115		

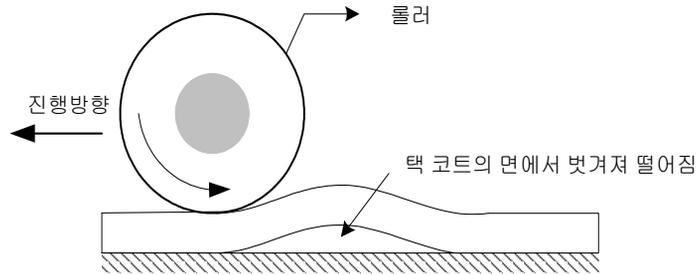
(2) 공정별 다짐 방법

- (1) 1차 다짐과 2차 다짐은 포장면이 다짐 중 불리딩이 발생하거나 변위를 일으키거나 미세균열이 생기지 않는 온도 범위에서 포설 후 또는 1차 다짐 종료 후 즉시 다짐한다.
- (2) 한 개 차로 시공 시에는 포장 시점의 바깥 부분부터 다짐작업을 시작해야 하며, 기존 포장면의 옆에 붙여서 포장하는 경우에는 세로 이음부를 먼저 다지고, 신규 포장부는 포장 시점부터 다져서 올라온다.
- (3) 마무리 다짐은 포장면의 요철이나 롤러 자국 등을 없애기 위해 실시한다. 마무리 다짐은 탠덤롤러를 진동 없이 사용하며, 전체적인 포장체의 평탄성이 확보되도록 하며, 다짐의 초기 진입 시 포장의 온도는 75°C 이상이어야 한다.

【해 설】

가. 1차 다짐

- 1차 다짐 시에 발생하는 미세균열을 방지하기 위해서는 롤러의 선압(線壓)을 낮추거나 윤경(輪徑)을 크게 하여 사용하며, 주행속도를 낮추어야 한다.
- 또한 국내에서 사용되는 밀입도 배수성 아스팔트 혼합물은 외국에 비하여 세립분이 많이 포함되어 있어 이러한 현상이 발생할 가능성이 크기 때문에 아스팔트 플랜트 업체와 협의하여 배수성 아스팔트 혼합물의 입도를 약간 굵게 조절할 수 있다.
- 1차 다짐작업은 배수성 아스팔트 혼합물이 롤러에 의하여 밀려나지 않게 하기 위하여 세로 방향으로 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 옮겨가면서 다진다.
- 포설 후 1차 다짐 시 인력으로 측면을 고르게 눌러서 배수성 아스팔트 혼합물이 흐트러진 상태로 남아 있는 곳이 없도록 한다.
- 초기 다짐 효과의 향상을 위해 진동 롤러를 사용할 수 있으며, 이는 시험포장 시에 검토되어야 한다.
- 그림 6.13과 같이 롤러의 이동과 함께 아래층에서 배수성 아스팔트 혼합물이 순간적으로 떨어지는 현상이 나타날 수 있는데, 이러한 현상을 방지하기 위하여 선압이 작은 롤러로 다지거나 또는 배수성 아스팔트 혼합물의 온도를 다소 낮추거나 골재 입도를 다소 굵게 수정할 수 있다.



〈그림 6.13〉 다짐작업 중 아스팔트 혼합물이 밀리는 현상(예)

- 롤러는 가능하다면 페이버와 가까운 곳에 위치시켜야 한다. 만일 포장체에 밀림 현상이나 균열이 발생하지 않는다면, 롤러는 가장 작은 수의 다짐 횟수로 밀도와 평탄성을 확보할 수 있는 거리만큼 뒤에서 작업할 수도 있다.
- 적당한 다짐 온도를 유지하기 위한 다짐작업 지역을 결정하고, 아스팔트 페이버와 간격을 잘 조절하여 다질 수 있도록 해야 한다. 특히 가열 아스팔트 혼합물의 다짐 시공 때와는 달리 페이버와 1차 다짐 장비의 이격거리가 멀지 않도록 관리되어야 한다.
- 대기 온도 등 환경의 변화에 따라 아스팔트 페이버와 롤러의 간격은 달라질 수 있다.



〈그림 6.14〉 페이버와 1차 다짐 장비 최소 이격거리에



〈그림 6.15〉 페이버와 1차 다짐 장비 최대 이격거리에

나. 2차 다짐

- 만약 1차 다짐에서 진동 탄뎀롤러 또는 정적 탄뎀롤러 또는 머캐덤롤러에 의하여 다짐도의

확보가 이루어진 경우에는 2차 다짐을 생략할 수 있다. 단, 이 경우에 현장 다짐도 확보를 위한 근거를 반드시 확보해야 한다.

다. 3차 다짐(마무리 다짐)

- 마무리 다짐 시에 유의할 사항은 아래와 같다.
 - ① 다짐한 후 포장 위에 장시간 롤러를 정지시키면 안 된다. 이것은 롤러의 중량으로 포장면의 변형을 발생시켜 요철의 원인이 된다.
 - ② 다짐 장비에서 엔진오일 또는 브레이크오일을 흘리거나, 급유 등으로 석유류를 포장면에 흘려서는 안 된다.
 - ③ 1, 2차 다짐작업 중에 연속성 있는 작업이 이루어지지 않은 구간 또는 가로 및 세로 이음부 설치 구간에 대하여는 마무리 다짐 시에 평탄성이 확보되었는지 확인한다.

(3) 현장 다짐밀도 측정 장비의 사용

- (1) 다짐밀도를 확인하기 위해 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비를 사용할 수 있다.
- (2) 현장 다짐밀도 측정 장비는 기계적인 오차를 포함하고 있으므로 반드시 다짐 밀도에 확인을 위한 시공 품질관리 용도로만 사용할 수 있다. 따라서 아스팔트 포장 시공 품질검사 용도로는 사용할 수 없다.
- (3) 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비는 사용 전 반드시 보정단계를 거치도록 한다.
- (4) 비파괴 현장밀도 측정 장비의 보정은 밀도 측정 전에 해당 포장과 동일한 조건의 코어 시료나 포장에서 현장밀도 측정 장비로 먼저 밀도를 측정하고, 동일 장소에서 코어를 채취하여 밀도를 측정한 다음, 두 밀도의 차이를 계산하여 보정값을 구한다.
- (5) 보정용 코어 시료는 가로와 세로가 30cm이며, 두께는 5cm 이상인 정방형 아스팔트 시편을 이용할 수 있으며, 보정시험은 최소 5개소 이상에서 시험하여 평균을 취하는 것이 바람직하다.

【해 설】

- 아스팔트 포장의 밀도를 측정하기 위한 비파괴 현장밀도 측정 장비로써 방사선 또는

전자기장을 이용한 현장밀도 측정 장비가 개발되어 있다. 이 장비는 다짐 중에도 포장면의 밀도를 바로 측정할 수 있기 때문에 현장의 다짐관리에 유용하게 사용될 수 있다. 그러나 간접적인 평가 방법이기 때문에 보정 작업을 수행해야 한다.

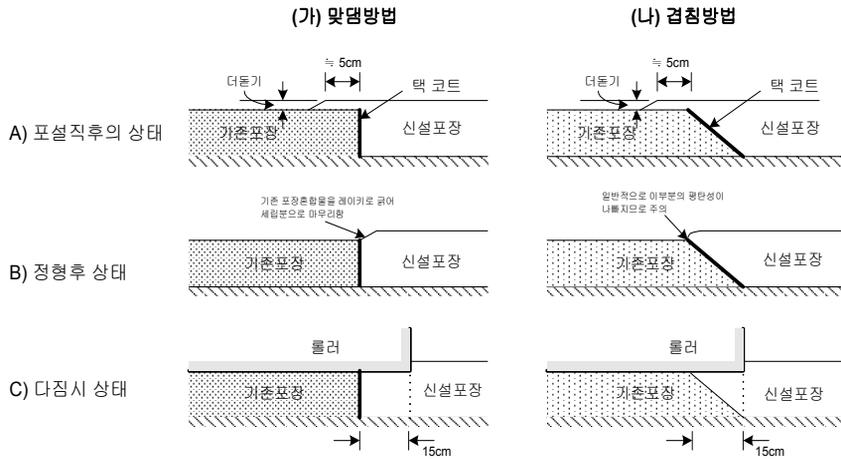
- 장비의 매뉴얼에 따라 보정한 후 현장에서 포설, 1차, 2차 및 3차 다짐 후 밀도를 측정하도록 한다.

(4) 이음부의 시공

- (1) 시공 이음이나 구조물과 접합부에서는 다짐이 불충분하게 되기 쉽고, 불연속적으로 시공되면 취약하게 되기 쉬우므로, 소정의 다짐도를 얻을 때까지 충분히 다지고 상호 밀착시켜야 한다.
- (2) 이음 부분이 외형적으로 눈에 띄지 않도록 정밀 시공해야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 생겼거나 다짐이 충분하지 않은 경우에는 그 부분을 깨끗이 제거하고 인접부를 시공해야 한다.
- (3) 세로 이음, 가로 이음 및 구조물과의 접속면은 깨끗이 청소한 후 감독자가 승인한 역청재를 바른 후 시공해야 한다.
- (4) 아스팔트 기층의 아래층과 위층의 가로 이음의 위치는 1m 이상, 세로 이음의 위치는 15cm 이상 어긋나도록 시공해야 한다.
- (5) 시공 이음의 발생은 가능한 최소화되도록 한다. 특히 세로 이음부의 발생을 최소화하기 위해 동시 포설 등의 공법 적용을 권장하며, 현장 여건이 불가할 경우 세로 이음부의 포설 시 아스팔트 페이버에 웨지 조인트나 적외선 가열장치 등을 사용할 수 있다.

【해 설】

- 이음의 방법에는 그림 6.16과 같이 맞댐 방법, 겹침 방법 등이 있다.



〈그림 6.16〉 기존 포장과 신규 포장부의 이음 방법의 예

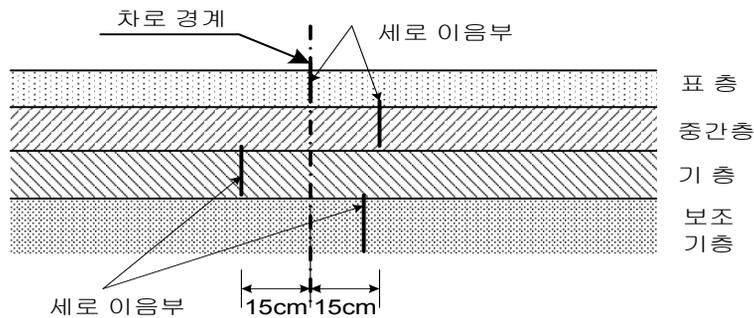
가. 가로 이음

- 가로 이음은 도로의 진행 방향에 수직 방향으로 발생하는 이음으로서, 포장 작업 종료 시나 부득이 작업을 중단할 때 도로의 가로 방향으로 설치한다.
- 가로 이음부의 시공 상태는 차량의 주행성(평탄성)에 직접 영향을 주므로 가로 이음의 발생이 최소가 되도록 해야 하며, 포장을 평탄하게 마무리해야 한다.
- 포장 공사 중에 가로 이음을 설치하는 경우에는 다음 사항에 유의해야 한다.
 - ① 포장 작업의 마무리 또는 장시간 작업 중단이 예상될 때에는 기 포설된 배수성 아스팔트 혼합물의 끝부분까지 다짐을 완료해야 하며, 다음날 시공과 결합될 부분은 각목이나 종이 등을 활용하여 매끈하게 끝부분을 처리해야 한다. 각목의 뒷부분과 종이 위에 연결된 포장 부분은 신규포장 작업 시 제거하며, 신규 포장의 접합면은 택코트를 실시하여 결합력에 문제가 없도록 조치한다.
 - ② 가로 이음부는 가능한 한 그 발생을 적게 하며, 특히 표층에서는 평탄성에 유의해야 한다.
 - ③ 시공 중단 시 또는 종료 시 이음은 가로 방향으로 각목 등을 이용하여 규정 높이로 마무리하는 것이 바람직하다.
 - ④ 미리 각목 등을 설치하여 단부를 맞추어 놓으면 다음 포설할 때 불규칙한 부분을 제거하는 과정이 생략된다.

- ⑤ 완전히 식은 부분에 접합 시공할 때에는 소정의 두께가 확보되어 있는 곳에서 전폭에 걸쳐 수직으로 잘라 제거하고, 신규 배수성 아스팔트 혼합물을 접속시킨다.
- ⑥ 이음은 상층과 하층의 이음부가 겹쳐서는 안 되며, 이음 위치는 1m 이상 어긋나도록 시공한다.

나. 세로 이음

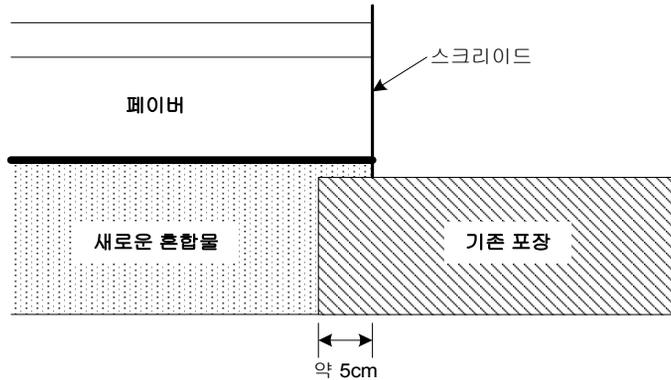
- 세로 이음은 도로의 폭을 다차로에 걸쳐 시공할 경우에 도로 중심선에 평행하게 설치하는 이음으로서, 다짐이 불충분하면 이음부에 단차가 생기고, 균열이 발생하기 쉬우며, 우수(雨水)의 침투에 의하여 공용 초기에 박리(Stripping) 현상과 포트홀(Pothole) 등이 발생할 수 있다.
- 각 층의 세로 이음 위치가 중복되지 않도록 해야 하며, 아래층과 15cm 이상 어긋나도록 시공해야 한다.
- 기존에 시공된 포장에 연이어 신규 포장을 시공할 경우 주행방향으로 설치하는 세로 이음부는 공용 후에 균열 또는 포트홀이 발생할 수 있는 매우 취약한 부분으로서, 가능하면 차선(Lane Marking)과 일치시켜야 한다.
- 또한 그림 6.17과 같이 각 포장층의 이음부 위치는 일치하지 않도록 하여 반사균열의 진전을 최소화할 수 있도록 한다.



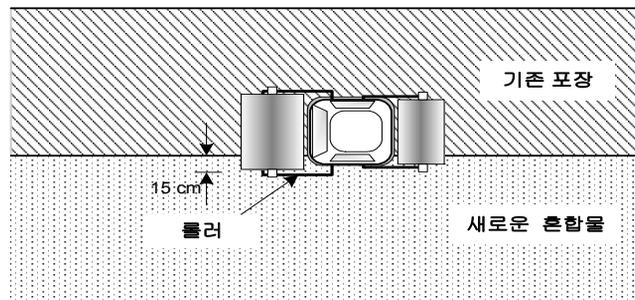
〈그림 6.17〉 각 포장층 세로 이음의 예

- 세로 이음의 다짐은 다음과 같은 방법으로 시공한다.

- ① 세로 이음은 페이버의 후방에서 즉시 다짐하며, 그림 6.18과 같이 기존 포장과 약 5cm 정도 겹쳐야 한다.
- ② 겹친 부분에서 굽은골재를 레이크 등으로 조심스럽게 제거하고, 그림 6.19와 같이 새로 포설한 배수성 아스팔트 혼합물에 롤러의 구동륜을 15cm 정도 걸쳐 다진다.



〈그림 6.18〉 포설작업 시 세로 이음의 겹침



〈그림 6.19〉 기존 포장과 신규 포장 접합부의 세로 이음부 시공 장면

다. 구조물과의 접속 부분 처리

- 연석, 측구, 맨홀 등 구조물과의 접속 부분은 배수성 아스팔트 혼합물의 온도가 높을 때 탬퍼, 인두 등으로 단차가 발생되지 않도록 주의하여 시공해야 한다.
- 구조물에 접하는 포장면이 낮으면 물이 고일 염려가 있으므로 접속면의 이물질을 제거한 후

택코팅을 실시하고, 구조물보다 높게 마무리하는 것이 바람직하다. 특히, 구조물과의 접촉 부분은 벌어지기 쉬우므로 주의해야 한다.

라. 이음부의 택코트

- 세로 이음, 구조물과의 접촉면은 깨끗이 청소한 후 6.5.1절에 적합한 개질 유화아스팔트로 택코트를 실시하고, 배수성 아스팔트 혼합물이 충분히 밀착되도록 해야 한다. 이음부 택코트는 일반적으로 인력으로 시공한다.
- 택코트의 살포 시 구조물이 아스팔트로 더럽혀지지 않도록 접촉면 이외의 부분에 물과 석분을 희석한 것을 바르거나 시트 등으로 덮는 것이 바람직하다.

6.6.5 현장 시료의 채취

- (1) 시험포장 중에 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취해야 하며, 코어 시료는 시험포장 시공 완료 후 24시간 양생 후 또는 포장 표면 온도가 4℃ 이하로 낮아졌을 경우 시공 후 5일 이내에 채취해야 한다.
- (2) 시료 채취 방법은 7.1절의 「시료 채취」에 따른다.
- (3) 단, 시료 채취 수량은 변화 구간마다(포설 두께 및 다짐 횟수 변화) 각각 채취하며, 코어 시료는 직경 100mm 이상을 각 구간마다 최소 3개 이상 채취해야 한다.
- (4) 배수성 아스팔트 혼합물 시료로 골재 입도, 아스팔트 함량 시험을 실시하고, 코어 시료로 두께 및 밀도 등을 확인한다.

6.6.6 다짐도 조사 방법

- (1) 아스팔트 포장의 현장 다짐도를 평가하기 위한 기준밀도는 현장 배합설계 시 최종적으로 결정된 공시체의 겉보기밀도를 적용한다.
- (2) 현장의 다짐도는 7.2.4절 「관리 시험」의 마. 「다짐도」에 따라 조사한다.
- (3) 기준밀도로 적용하지는 않으나, 공극률 확인을 위해 배수성 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도와 공극률을 기준밀도와 함께 기록한다.
- (4) 현장 시공 시에 비파괴 현장밀도 측정 장비를 이용하여 다짐밀도를 확인하고, 확인한 장소에서 코어를 채취하여 다짐도를 조사한 후 코어의 밀도와 비교하여 비파괴 현장밀도 측정 장비를 보정하는 것이 바람직하다.

6.7 본 포장

- (1) 본 포장에서는 시험포장을 통해 선정된 표면 처리 방법, 시공 장비, 포설 두께, 다짐 횟수 등의 포장 시공 공정 과 시공 방법이 동일하게 적용되어야 한다.
- (2) 시험포장 결과 보고 후 90일 이내에 시행되어야 하며, 90일이 경과되었을 경우 재 시험포장을 실시하여 시험포장에서 선정된 시공 방법을 동일하게 적용해야 한다.
- (3) 단, 동일한 배수성 아스팔트 혼합물 및 포설 장비, 다짐 장비의 변화가 없을 시 시험포장 결과 보고 후 90일이 경과되더라도 재시험포장을 실시하지 않을 수 있다.
- (4) 본 포장에서는 특별한 사안이 발생되더라도 감독자의 허가 없이 장비의 교체, 포설 두께의 조정, 다짐 방법 및 다짐 횟수의 변경 등이 이루어져서는 안 된다.

6.7.1 시공 전 사전 준비작업

- (4) 이 지침 「6.6.1 시공 전 사전 준비작업」 과 동일하게 적용한다.
- (1) 단, 시험포장에서 구해진 프라임코트, 텍코트 살포량, 살포 온도 및 선택된 장비를 동일하게 적용한다.

6.7.2 운반

- (5) 이 지침 「6.6.2 배수성 아스팔트 혼합물의 운반」 과 동일하게 적용한다.

6.7.3 포설

- (6) 이 지침 「6.6.3 배수성 아스팔트 혼합물의 포설」 과 동일하게 적용한다.
- (1) 단, 시험포장에서 구하여진 포설 속도 및 포설 두께를 동일하게 적용한다.

6.7.4 다짐

(7) 이 지침 「6.6.4 다짐」과 동일하게 적용한다.

(1) 단, 시험포장에서 결정된 다짐 장비, 다짐 방법, 다짐 속도, 다짐 횟수를 동일하게 적용한다.

(2) 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비를 본 포장에서 사용하고자 할 경우에는 시험포장을 통한 측정 장비의 보정을 하였을 때 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비를 사용하여 다짐관리를 할 수 있다.

(3) 다짐작업 후 24시간 이내에는 교통을 소통시켜서는 안 되며, 감독자의 승인을 얻어 불가피하게 교통을 소통시키는 경우에는 표면의 온도가 40℃ 이하이어야 한다.

【해 설】

- 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비를 적용하고자 할 경우 다음과 같은 사항을 반드시 거쳐야 한다.
 - ① 비파괴 현장 다짐밀도 측정 장비를 본 포장에 적용하기 위해서는 시험포장에서 측정된 장비의 밀도값과 현장 코어 밀도값을 반드시 비교하여 보정해야 한다.
 - ② 측정된 밀도값에 대한 최종 보정값은 현장 코어의 밀도값을 기준으로 한다.

품질관리 및 검사

7

7. 품질관리 및 검사

7.1 시료 채취

7.1.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 품질관리 및 검사를 위해 실시하는 시료 채취는 소요의 품질을 확인할 수 있는 충분한 량을 채취해야 한다.
- (2) 다짐 완료된 포장에서 코어를 채취할 때에는 포장면의 파손이 최소화 되도록 샘플링을 실시해야 하며, KS F 2350 [아스팔트 혼합물의 시료 채취 방법]에 따른다.
- (3) 일반적으로 배수성 아스팔트 혼합물의 밀도 및 두께의 측정은 1일 1회 이상, 포설 1층당 최소 3,000m² 마다 실시한다.
- (4) 단위 포장 구간 안에서 표 7.1에 적합한 시료량을 채취해야 한다. 시료의 채취는 반드시 감독자가 직접 채취하거나 감독자 입회하에 시험 담당자가 채취하고 바로 봉인한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 혼합물의 품질을 확인하기 위한 기본적인 시험으로는 아스팔트 함량, 골재 입도, 밀도, 이론최대밀도 등이 있다.
- 품질 확인을 위한 시료는 대표성 있는 시료를 채취할 수 있도록 KS F 2350에 따라 랜덤하게 시료를 채취한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물이나 포장의 코어 시료 채취는 포장의 재료 및 시공 품질을 평가할 때 가장 중요한 과정이다.
- 시료의 채취가 적합하지 않을 경우 이후 시험 결과의 신뢰성에 큰 영향을 미친다. 따라서 KS Q 1003의 ‘랜덤 샘플링 방법’을 참고하여 채취할 시료의 위치를 정해야 하며, KS F 2350의 ‘아스팔트 혼합물의 시료 채취 방법’에 따라 해당 구간의 대표적인 시료를 채취해야 한다.
- 시료 채취의 최소량은 굽은골재의 최대 크기에 따라 표 7.1의 값을 적용하며, 반드시 각 단위 포장 구간 마다 4개소 이상에서 시료를 채취해야 한다.

〈표 7.1〉 시료 채취 최소량

골재의 최대 크기(mm)	다져지지 않은 아스팔트 혼합물의 최소 질량(kg)	다져진 아스팔트 혼합물의 최소 면적(cm ²)	코어 채취 시 최소 수량
20	8	645	4
13	6	413	4
10	4	232	4

【주1】 여기에서 굵은골재 최대 크기는 골재가 KS A 5101-1에 규정하는 표준망체 19mm, 13.2mm, 9.5mm를 통과하는 최대 체크기를 말한다.

【주2】 코어 채취를 통해 밀도와 두께를 확인할 경우 직경 100mm 코어를 채취하고, 배수성 아스팔트 혼합물 시험을 병행할 경우 직경 150mm 코어를 채취한다.

7.1.2 배수성 아스팔트 혼합물 시료 채취

- (1) 시료는 아스팔트 페이버로 포설한 후 즉시 포설면 위에서 채취하는 것이 바람직하다.
- (2) 상기 방법이 어려울 경우, 아스팔트 페이버의 오거 근처, 운반 장비에 배수성 아스팔트 혼합물이 상차되어 있는 상태, 쌓여 있는 상태 등에서 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취할 수 있다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취하여 골재 입도, 아스팔트 함량, 이론최대밀도 등의 시험을 실시하며, 포설면 위, 아스팔트 페이버의 오거 근처, 운반 장비의 적재함, 배수성 아스팔트 혼합물 더미에서 시료를 채취할 수 있다.
- 단위 포장 구간 안에서 시료 전체 질량이 표 7.1의 최소 질량 이상 채취한 후에 모아서 혼합하여 포대에 담고 봉인해야 한다. 이때 배수성 아스팔트 혼합물을 4분법으로 분취하여 2개 이상의 포대로 나누어 담는 것이 이후에 시험할 때 편리하다.
- 채취한 시료의 온도가 내려가서 혼합하기 어려울 경우에는 시험실에서 배합설계 시 혼합 온도가 되도록 가열한 후에 혼합할 수 있다.

가. 포설면에서 시료 채취

- 아스팔트 페이버로 포설한 직후의 포설면에서 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취하는 것은 가장 좋은 시료 채취 방법이다.
- KS Q 1003의 ‘랜덤 샘플링 방법’에 따라 단위 포장면을 가상의 격자로 나누고 각각에 번호를 붙인 후 난수표에서 번호를 정하여, 이를 근거로 시료를 채취한다.
- 그림 7.1과 같이 번호가 표기된 격자로 된 표를 미리 만들고, 난수표에서 필요한 개수만큼 번호를 정한 후에 표에 표기를 하는 것이 바람직하다.

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96

〈그림 7.1〉 랜덤 샘플링 방법에 의한 시료 채취 장소의 선정

나. 운반 장비 적재함에서 시료 채취

- 차량의 적재함 길이 방향을 2개의 횡단선으로 3등분하고, 적재함 폭에 중간선을 가상으로 분할한다. 그리고, 차량 표면적의 1/6을 대표하는 중간점 표면의 약 30cm 깊이에서 6개 이상의 시료를 채취한다.
- 시료 채취의 최소량은 굵은골재의 최대 크기에 따라 표 7.1의 값을 적용한다.

다. 배수성 아스팔트 혼합물 더미에서 시료 채취

- 쌓여 있는 더미에서 정부, 중안, 저부에 구멍을 파고, 같은 양의 시료를 채취하여 혼합한 후 4분법에 의하여 소요량의 시료를 얻는다.
- 시료 채취의 최소량은 굵은골재의 최대 크기에 따라 표 7.1의 값을 적용한다.

라. 아스팔트 페이퍼 오거 근처에서 시료 채취

- 아스팔트 페이퍼의 오거 근처에서 포설 직전 시료를 채취할 수 있다.
- 시료 채취는 일정 간격으로 시행하여 대표적인 시료를 얻을 수 있어야 한다.
- 시료 채취의 최소량은 굵은골재의 최대 크기에 따라 표 7.1의 값을 적용한다.

7.1.3 코어 시료 채취

- (1) 아스팔트 포장의 밀도, 아스팔트의 함량, 골재의 입도 등 품질 시험을 위하여 포장 구간에서 코어를 채취한다.
- (2) 150mm 또는 100mm의 직경으로 해당 층을 관통하여 채취해야 한다.
- (3) 코어 채취를 통해 밀도와 두께를 확인할 경우 직경 100mm 이상의 코어를 채취하고, 배수성 아스팔트 혼합물의 골재 입도나 아스팔트 함량 시험 등을 병행할 경우 직경 150mm 코어를 채취하도록 한다.
- (4) 시료 채취의 최소량은 표 7.1과 같다.
- (5) 일반적으로 포장 후 초기 배수성 아스팔트 혼합물의 물성을 파악하기 위한 코어 채취는 양생 24시간 후 실시하는 것이 바람직하다.

- 코어 시료 채취는 이 지침 7.1.2항의 「가. 포설면에서 시료 채취」 방법과 같은 방법으로 KS Q 1003의 ‘랜덤 샘플링 방법’에 따라 단위 포장면을 가상의 격자로 나누고, 각각에 번호를 붙인 후 난수표에서 번호를 정하여, 이를 근거로 시료를 채취한다.
- 그림 7.1과 같이 번호가 표기된 격자로 된 표를 미리 만들고, 난수표에서 표 7.1의 코어 시료 개수만큼 번호를 정한 후에 표에 표기를 하는 것이 바람직하다.
- 시료의 채취는 단위 포장구간 당 4개 이상을 채취하며, 차량의 바퀴가 주행하는 차량바퀴 통과부분, 옆의 포장과 접하는 세로 이음부, 측구 쪽 단부 등의 구분 없이 전체 포장면에서 랜덤 샘플링 방법에 따라 사전 계획한 지점에서 채취해야 한다.
- 단, 세로 이음부는 다짐이 불량하기 쉽고, 이에 따라 차량의 통행이 많지 않으나 공용 중 포장의 파손이 생기기 쉬우며, 공용 후 차로가 변경되어 세로 이음부가 차량바퀴 통과 부분으로 되는 경우도 있으므로 1개 이상의 코어를 채취하는 것이 바람직하다.
- 채취된 코어에 여러 층이 붙어 있으면, 육안으로 판별하여 층의 경계면을 표시하고, 두께를 측정 후 커팅기로 상·하부를 커팅한다. 기층의 경우에는 보조기층의 골재가 붙어있는 하부를 시험 전에 커팅해야 한다.

7.2 품질관리 및 검사

7.2.1 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 품질관리는 선정 시험, 관리 시험, 검사 시험 등으로 나눌 수 있다.
- (2) 선정 시험은 실시단계에 따라 설계자, 시공자, 감리자 또는 감독자가 참여하고, 관리 시험은 시공 과정을 통해 시공자, 감리자 또는 감독자 책임으로 실시하며, 검사 시험은 감독자 또는 감리자 책임으로 실시되는 것이 일반적이며, 상호 기술적인 협조가 이루어지도록 한다.
- (3) 품질관리 및 검사 방법은 가열 아스팔트 혼합물 기준과 품질 기준의 차이가 없다.

【해 설】

- 선정 시험은 대체적으로 공사에 사용하기 전 재료와 장비가 설계, 시방 조건을 충족시킬 수

있는가를 확인하고 시공관리에 필요한 기준치를 설정하는 것이므로 제조원 또는 공급원이 바뀔 때마다 실시해야 한다.

- 관리 시험은 동일 제품이라도 운송, 저장, 사용 시에 취급하는 정도에 따라 변질, 변형이 생기므로 시험빈도가 선정 시험보다 월등히 많이 실시되어야 하고, 포장 시공이 완료된 후에도 포장의 관리 시험을 실시해야 한다.
- 관리 시험은 시공자가 통계적인 기법을 적용하여 시공 초기 또는 조건 변경 초기에 집중 관리를 실시하여 품질 변동 폭을 줄이고 품질의 안정상태가 확보되면 그 후로는 빈도수를 대폭 감소시켜 주기적으로 점검, 확인만 하면 된다.
- 검사 시험은 설계, 시방서에서 제시한 품질기준 이상으로 견실하게 시공을 실시하여 설계자의 의도대로 포장 수명을 확보하고 그 기능을 유지할 수 있는가를 발주자 또는 감리자가 직접 확인하는 과정이 된다.
- 검사 시험은 선정된 지점의 샘플 검사이므로 샘플 채취의 위험 부담률이 높기 때문에 발주자 또는 감리자의 입장에서는 매우 중요한 수단이며 과정이 된다.

7.2.2 품질관리 방법

- (1) 품질관리란 설계서 또는 시방서에 요구하고 있는 규격을 만족하는 아스팔트 포장을 경제적으로 만들기 위해 시행한다.
- (2) 품질관리의 목적은 포장 하자의 사전 방지, 품질의 변동 최소화, 공사 신뢰성 증진, 새로운 문제점 발견 및 개선 등이다.

【해 설】

- 품질관리는 포장의 품질을 객관적으로 평가하는 각종 시험을 시공 중 일정 간격으로 연속해서 시행하여, 그 결과를 통계적으로 처리해서 이후의 공사에 유용하게 하는 것이다.
- 품질관리의 시행에 있어서는 다음의 두 가지 조건을 만족시켜야 한다.
 - 제품 규격이 허용 범위 내에 들것
 - 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.
- 규격이 어느 허용 범위에서 만족하고 있는가를 조사하는 것으로는 히스토그램(histogram)이 이용된다.
- 일반적으로 공정이 불안정한 상태에서는 2가지 변동 요인이 존재한다. 즉, 이상 원인과 우연 원인인데 이들을 분리시켜 이상 원인을 찾아내어 조치함으로써 우연 원인에 의한 변동만을 허용하게 되며 품질을 관리하게 된다.

7.2.3 선정 시험

- (1) 배수성 아스팔트 포장용 재료, 생산 및 시공 장비 등이 적합한지를 검토하여 선정해야 한다.
- (2) 계약상대자는 시공 전에 배수성 아스팔트 혼합물의 품질 및 입도 규정에 적합한 지를 판정해야 하며, 각 재료의 시험 결과를 시공 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (3) 사용 재료, 배수성 아스팔트 혼합물, 아스팔트 플랜트, 시공 장비 등을 변경하기 전 및 품질의 변동이 이상하게 큰 경우에 적합 여부를 다시 검토하여 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

【해 설】

- 개질 첨가제 및 개질 아스팔트, 굵은골재, 잔골재, 포장용 채움재 등의 사용 재료가 2장 「재료」 기준에 적합한지 검토한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계가 4장 「배합설계」의 기준에 맞게 수행되었는지 검토한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 품질이 3장 「품질기준」의 기준에 적합한지 검토해야 한다.
- 아스팔트 플랜트의 적합 여부를 5.1절에 따라 검토한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물을 시험생산한 결과가 4.8절 「시험생산」 및 표 3.4의 품질기준 등에 적합한지 검토해야 한다.
- 운반 장비 및 아스팔트 페이버, 롤러 등의 시공 장비의 제원 및 성능을 확인한다.

7.2.4 관리 시험

- (1) 관리 시험 주요 항목은 기준밀도, 다짐도, 입도, 아스팔트 함량, 온도 등이다.
- (2) 아스팔트 포장의 현장 다짐도를 평가하기 위한 기준밀도는 현장 배합설계 시 최종적으로 결정된 공시체의 겉보기밀도를 적용한다. 또한, 기준밀도로 적용하지는 않으나, 공극률 확인을 위해 배수성 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도와 공극률을 기준밀도와 함께 기록한다.
- (3) 다짐도는 7.1 「시료 채취」 방법에 따라 채취한 코어 시료의 겉보기밀도의 기준밀도에 대한 비율이다.
- (4) 시공 시 아스팔트 포장의 적절한 다짐도 달성을 위하여 반드시 시험시공을 통하여 롤러의 다짐 에너지, 다짐 횟수 및 배수성 아스팔트 혼합물의 적정 다짐 온도 등을 확인하여 표준 시공 기준을 설정한 후 본 시공에 입한다.
- (5) 아스팔트 포장의 시공 시 공용성에 가장 큰 영향을 미치는 요소가 다짐도이기 때문에 적절한 다짐도의 달성을 위하여 방사선 등을 이용한 비파괴 시험 장비를 적극적으로 도입하여 다짐이 진행되는 동안 실시간으로 다짐도를 확인하여 관리하는 방법을 고려한다.

【해 설】

가. 온도

- 아스팔트 및 골재 온도는 아스팔트 플랜트에서 설치되어 있는 온도계로 수시로 검사한다.
- 배수성 아스팔트 혼합물의 온도는 믹서에서 배출된 시점 및 운반 장비로 현장 도착하였을 때 운반 장비마다 측정한다.

나. 공시체 밀도

- 배수성 아스팔트 혼합물을 7.1절에 따라 1일 1회 이상 시료를 채취하여 시험실에서 공시체를 제작하여 공시체의 밀도를 시험해야 한다.
- 공시체는 2.2절에 따라 개질 첨가제 생산자가 제시한 혼합 온도로 배수성 아스팔트 혼합물을 가열한 후 생산자가 제시한 다짐 온도에서 다짐하여 공시체를 제작해야 한다.

다. 입도

- 배수성 아스팔트 혼합물을 7.1절에 따라 1일 1회 이상 시료를 채취하여 입도 시험해야 한다.
- 입도 시험 결과는 현장 배합설계 결과로 결정된 입도와 비교하여 표 3.4의 현장 배합 오차 범위 이내에 있어야 한다.
- 아스팔트 플랜트의 핫빈에서 골재를 채취하여 핫빈 입도 변화를 1일 1회 이상 시험하여 검토한다.
- 핫빈 입도의 변동이 있을 경우에는 콜드빈 골재를 채취하여 입도를 시험하여 원인을 분석한다.

라. 아스팔트 함량

- 배수성 아스팔트 혼합물을 7.1절에 따라 1일 1회 이상 시료를 채취하여 아스팔트 함량 시험해야 한다.
- 아스팔트 함량 시험 결과는 현장 배합설계 결과로 결정된 아스팔트 함량과 비교하여 표 3.4의 현장 배합 오차 범위 이내에 있어야 한다.

마. 다짐도

- 배수성 아스팔트 혼합물의 다짐도는 현장 배합설계에서 결정된 공시체의 밀도를 기준밀도로 하여 코어 시료의 밀도를 확인한다.
- 기준밀도 측정을 위해 사용되는 아스팔트 공시체는 반드시 현장 배합설계에 의해 최종적으로 결정된 것이어야 한다.
- 골재 입도의 변화 등으로 골재 합성입도 또는 배합 비율이 변화될 경우에는 현장 배합설계를 재설시하여 기준밀도를 다시 결정하여 적용한다.
- 코어 시료 겉보기밀도는 기층, 중간층, 표층에서 7.1절 「시료 채취」에 따라 코어를 채취하여 KS F 2496 「진공 밀봉방법을 이용한 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험 방법」에 따라 코어 시료 겉보기밀도를 구한다.

- 현장 다짐도 기준은 기준밀도의 96 이상이며, 다음의 식에 따라 구한다.

$$\text{현장 다짐도}(\%) = \frac{\text{코어시료 밀도}(\text{g/cm}^3)}{\text{기준밀도}(\text{g/cm}^3)} \times 100$$

여기서,

기준밀도 : 현장 배합설계 시 최종적으로 결정된 공시체의 밀도(g/cm^3)
(현장 배합설계에서 결정된 공시체 3개의 평균값)

코어 시료 밀도 : 포장 현장에서 시공 후 채취한 코어의 밀도(g/cm^3)

- 기준밀도로 적용하지는 않으나, 공극률 확인을 위해 배수성 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도와 공극률을 기준밀도와 함께 기록해야 한다.
- 이론최대밀도는 KS F 2366의 ‘아스팔트 혼합물의 이론 최대 비중 시험방법’에 따라 구하며, 3회 시험한 값을 평균하여 적용한다.
- 현장에서 다짐작업 중에 다짐의 정도와 다짐 후에 다짐밀도를 조사하기 위하여 비파괴 현장밀도 측정 장비를 사용할 수 있다. 사용 전에 조사할 포장과 동일한 조건의 코어 시료나 포장에서 보정작업을 반드시 수행한 후 밀도 측정을 해야 하며, 코어 시료에 의한 밀도 측정방법과 병행하도록 한다.
- 비파괴 현장밀도 측정 장비를 이용한 방법은 보정 후에도 실제 밀도값과 차이가 발생할 수 있으므로, 코어 시료에 의한 밀도 측정방법과 병행하는 것이 바람직하다. 즉, 다짐 중에 적정 밀도를 확인하기 위하여 현장밀도 측정 장비로 밀도를 측정하고, 다짐 후의 밀도는 코어 시료를 채취하여 이를 이용한 밀도 측정값으로 현장밀도 측정 장비에 의한 밀도 측정값을 반드시 보정해야 한다.
- 비파괴 현장밀도 측정 장비의 밀도 측정값을 보정하기 위한 코어 시료 단위 포장구간마다 2개소 이상에서 코어를 채취하여 수행하는 것이 바람직하다. 단, 코어를 채취하기 직전에 해당 위치에서 현장밀도 측정 장비로 밀도를 시험하여 밀도 차이를 검증할 수 있도록 해야 한다. 이러한 작업들은 시험포장 중에 이루어져야 한다.
- 만약 보정을 거치지 않고 본 포장 시공에 비파괴 현장밀도 측정 장비를 사용할 경우 그 측정값은 신뢰할 수 없다.

바. 두께 및 포장층 접합성

- 포장의 두께는 7.1절 「시료 채취」에 따라 코어를 채취하여 두께를 측정한다.
- 완성 두께는 설계 두께보다 10% 이상 초과하거나 5% 이상 부족해서는 안 된다.
- 여러 층 포장한 후 코어를 채취할 경우 코어 채취 시에 접합된 면이 떨어지거나 손으로 잡아당겨서 떨어지지 않는지 검토해야 한다. 만일 이와 같이 떨어질 경우 택코팅 등이 부적합하거나 상부층 포장 시 배수성 아스팔트 혼합물의 온도관리가 미흡한 것으로 판단한다.

사. 평탄성

- 아스팔트 콘크리트 표층의 완성면은 3m 직선자를 도로 중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때, 가장 들어간 곳이 3mm 이상이어서는 안 된다.
- 평탄성 측정은 이미 측정이 끝난 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정해야 한다.
- 표층의 평탄성은 7.6m 프로파일미터로 측정할 때는 다음의 사항을 따라야 한다.
 - ① 1구간을 50m 이상으로 측정해야 한다.
 - ② 측정 위치는 각 차로 우측 끝에서 안쪽으로 800~1000mm 간격을 유지하여 중심선에 평행하게 측정한다.
 - ③ 측정 속도는 보행 속도 이하(4km/h 정도)로 한다.
- 표층의 평탄성은 일반 구간 본선 토공부의 경우 $PrI=100\text{mm/km}$ 이하, 교량접속부를 포함한 교량 구간의 경우 $PrI=200\text{mm/km}$ 이하이어야 한다. 단, 확장 및 시가지 도로의 경우 본선은 $PrI=160\text{mm/km}$ 이하, 교량 구간, 인터체인지 및 연결로 구간은 $PrI=240\text{mm/km}$ 이하이어야 한다. 여기서, 일반 구간이란 확장 및 시가지 도로, 교량 구간, 인터체인지 및 연결로 구간을 제외한 구간으로 한다.

7.2.5 검사 시험

(1) 일반사항

- (1) 검사 목적은 완성된 포장에 설계서, 지침, 시방서 등을 만족하는 것인지, 아닌지를 결정하는데 있다.
- (2) 검사 방법은 포장 완성 시의 규격, 품질검사 외에 선정 시험의 적합성 여부를 확인한다.
- (3) 외관으로 확인할 수 없는 부분의 검사는 시공의 각 공종 단계에서 확인해야 한다.

【해 설】

- 공사 중의 품질관리와 완공 후 검사의 근본적인 차이점은 다음과 같다.
 - ① 품질관리는 어느 모집단 분포에서 측정치를 얻어서 그 측정치가 뜻하는 것이 무엇인가를 인지하고 그 공정에 대하여 조치를 취하기 위해 수행한다.
 - ② 검사는 시료 채취가 품질관리와 흡사하나, 그 결과에 따라 해당 로트의 합격 여부를 결정하게 되므로 품질관리와는 전혀 다르다.
- 검사에 합격하는 것은 계약상대자 측으로부터 발주자에게 인도될 때의 포장에 품질보증이 되는 것을 뜻한다.
- 따라서, 검사 시에 발주자, 계약상대자 모두 공정하게 시행해야 하며, 재료의 채취, 측정, 시험 등에는 이에 정통한 숙련자 또는 전문시험기관을 이용하여 만전을 기해야 한다.

(2) 평가 및 조치

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물의 공용성 향상을 위해서 현장 플랜트에서 생산된 아스팔트 혼합물에 대한 검사를 철저히 시행하고, 시공 시 다짐온도와 다짐도에 대한 즉각적인 평가를 통하여 시공 불량 원인을 분석한 뒤 신속한 조치를 취해야 한다.
- (2) 불량 시공된 배수성 아스팔트 혼합물의 경우 불량 원인을 제공한 주체가 아스팔트 플랜트인지 시공사인지 책임 소재를 명확히 함으로써 고품질의 시공을 할 수 있다.
- (3) 불량 시공된 배수성 아스팔트 포장에 대해서는 즉각 재포장 한다.

7.2.6 유지관리 및 보수 방법

(1) 일반사항

- (1) 배수성 아스팔트 포장은 시공 후 내구성 및 기능 유지를 위해 관리가 필요하다.
- (2) 유지관리는 내구성 및 기능 저하 예방 및 회복을 위해 일부 또는 전체 포장 구간을 그 대상으로 한다.
- (3) 배수성 아스팔트 포장의 유지보수 공법은 표 3.5의 현장 투수 성능 기준(KS F 2394)을 만족해야 한다.
- (4) 유지보수 공법의 기능을 확인하기 위해 배수성능, 소음성능, 및 미끄럼 저항 시험을 수행할 수 있으며, 그 기록은 보관해야 한다.

【해 설】

- 배수성 아스팔트 포장의 배수 기능 저하는 공극의 막힘과 교통하중에 의한 공극 변형에 의해 발생하게 된다. 공극의 막힘은 먼지, 흙, 모래 등과 같은 이물질에 의해 지속적으로 발생하고, 공극 변형은 포장의 내구성 파손과 더불어 발생하게 된다. 통계적으로 일정 공용 기간 이후부터는 이물질에 의한 공극의 막힘보다 교통하중으로 인한 공극의 변형이 배수 기능 저하의 주요 원인이 되는 것으로 알려져 있어 이를 대비한 유지관리 및 보수를 시행해야 한다.
- 배수성 아스팔트 포장의 파손 상태와 정도에 따라 절삭 덧씌우기와 투수성 혼합물(배수성 아스팔트 혼합물, 수용성 에폭시, 투수성 레진, 표면강화제 등)을 이용하여 부분 보수할 수 있으며, 이때 활용한 공법들은 내구성 및 기능을 유지해야 한다. 또한, 배수성 아스팔트 포장의 유지관리 전 파손과 기능 상실의 원인을 조사 분석해야 한다.

소음 측정

8

8. 소음 측정

- 배수성포장은 일반 아스팔트 포장에 비해 배수 성능도 우수하지만 타이어와 노면 사이의 소음을 흡수하는 장점이 있어 1. 총칙에서 기술한 것과 같이 소음 취약 구간의 환경 개선 기능도 있으며, 통상 `저소음포장`이라고도 불린다.
- 이러한 배수성포장의 소음 측정 기준은 우리나라에서 명확하게 정해지지 않아 국제기준(ISO), 길어깨 소음, 등가소음도 등 다양한 방법을 선택적으로 활용해 왔다. 이번 지침에서는 이러한 배수성포장의 소음 측정 기준을 명확히 하기 위해 타이어와 노면 간 소음을 측정하는 국제 기준(ISO 11819-2, CPX) 방법을 우선 도입한다.
- 타이어와 노면 간 발생하는 소음을 측정할 때 국제기준인 ISO 11819-2(CPX)를 준용하여 타이어 측면 소음도를 주로 사용하지만, 일본 등 일부 국가에서는 타이어 후면 소음도를 사용하기도 한다. 따라서, CPX 소음 측정값들이 소음저감 대상 수음원의 실제 소음을 가장 효과적으로 대표할 수 있도록 ISO 11819-2(CPX)에 명시된 여러 각도에서 측정한 CPX 소음과 등가소음 간의 상관성을 연구하여 이를 지침에 반영할 예정이다.

8.1 용어의 정의

- 도로구간 : 시험대상이 되는 포장이 시공된 도로의 일정 구간
- 시험구간 : 도로구간 중 시험대상이 되는 구간
- 측정구간 : 시험구간 중 실제 측정구간
- 단위구간 : CPX 측정의 단위가 되는 구간(20m)으로 측정구간의 일부
- 기준 타이어 : CPX 측정의 기준이 되는 타이어(ISO 11819-3 참조)
- 시험용 타이어 : CPX 측정에 사용된 타이어(기준 타이어 사용 시 기준 타이어가 시험용 타이어가 됨)

8.2 적용범위

- (1) 타이어와 노면 간 소음이 주를 이루는 조건에서 다양한 노면 유형이 교통소음에 미치는 영향을 평가하는 방법에 대해 기술한다.
- (2) 40km/h 이상의 일정한 속도로 평탄한 도로를 지정체 없이 주행할 수 있는 조건에 적용하며, 이때 발생하는 소음은 타이어와 노면 간 소음이 주를 이루는 것으로 가정한다.
- (3) 도로 표면의 소음 특성을 측정하여 도로 또는 환경관리기관이 특정한 소음 기준을 만족해야 하는 포장 관련 기준을 수립하는 수단으로 사용할 수 있다 (단, 이 지침은 이를 위한 소음기준을 제안하는 것은 아니다).
- (4) CPX(Close-Proximity) 방법을 이용한 측정은 타이어와 노면 간 소음이 주를 이루는 경우에만 적합하다.

【해 설】

- 이 지침은 ISO 11819-2 ‘Acoustics –Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2 : The close-proximity method’의 주요 부분을 참조하여 정리하였으며, 이 지침에 언급되지 않거나 명확하지 않은 내용은 ISO 11819-2를 따른다.
※ 본문 중에 표기된 ‘음압레벨’은 특별한 언급이 없는 한 모두 ‘A-가중특성 음압레벨’을 의미한다.

8.3 심볼 및 약어

〈표 8.1〉 노면 소음 측정 심볼 및 약어

심볼	값/단위	설명
$L_{CPX:t,v_{ref}}$	dB	기준 속도에서 타이어 t에 대한 시험도로 구간의 음압 레벨
$L'_{CPX:t,v_{ref}}$	dB	마이크로폰 위치 m=1, m=2(아래의 'm' 설명 및 그림 8.1 참조)의 에너지평균 스펙트럼
$L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$	dB	단위 연장(20m) 주행에 소요된 시간 동안 발생한 평균 타이어와 노면 간 음압레벨("CPX 레벨")
$L_{CPX:P,v_{ref}}$	dB	기준 속도 v_{ref} 에서 일반 승용차와 기타 경차량을 대표하는 타이어 "P"를 적용하여 측정된 음압레벨
$L_{CPX:H,v_{ref}}$	dB	기준 속도 v_{ref} 에서 중차량을 대표하는 타이어 "H"를 적용하여 측정된 음압레벨
$L_{CPX:I,v_{ref}} = 0.5 \cdot L_{CPX:P,v_{ref}} + 0.5 \cdot L_{CPX:H,v_{ref}}$	dB	기준 속도 v_{ref} 에서 경차량 및 중차량이 동일한 비율로 혼합되어 주행하는 상황을 대표할 수 있는 타이어를 적용하여 측정된 음향특성을 종합적으로 나타내는 "CPX 지표"
B	무차원	(속도보정계수) 기준 속도 v_{ref} 와의 편차 보정을 위한 계수로 속도가 10배 증가할 때의 CPX 레벨 증가량
$C_{d,f}$	dB	(장비보정계수) 자유음장(free field) 조건 하에서 측정할 때마다 측정값들이 조금씩 변하는 분산성을 고려한 보정계수로, 분석대상 주파수에 따라 일정한 값이 제공됨
γ_t	dB/°C	(온도보정계수) 기준 온도 20°C와의 편차를 보정하기 위한 타이어 t에 대한 온도보정계수. 타이어 P1과 H1이 적용될 때는 음수(-) 값이 제공됨
β_t	dB/Shore A	(고무경도계수) 기준 경도와와의 편차를 보정하기 위한 타이어 t에 대한 고무경도 보정값
f	315 Hz, ... 5 000hz	1/3 옥타브 밴드 중심 주파수
i	1, 2, 3 ...	측정 대상 도로를 일정 단위 연장(20m)으로 나눈 구간 수
m	1, 2 3, 4, 5, 6	필수 마이크로폰 위치 선택 마이크로폰 위치
n	1, 2, 3 ...	총 시험 주행 횟수 n_r , 차륜 경로수 n_w , 또는 도로 단위 연장 구간 수 n_i (i, w, r에 대한 설명은 다음 용어 설명 참조)

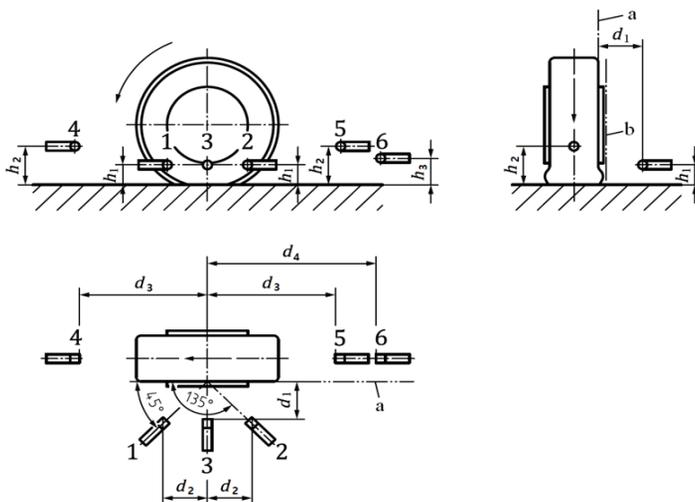
〈표 8.1〉 노면 소음 측정 심볼 및 약어 (계속)

심 볼	값/단위	설 명
r	1, 2, 3 ...	시험 주행 회수
H_A		시험 타이어 트레드(tread)의 고무경도(경도계 타입 A)
H_{ref}		기준 고무경도(경도계 타입 A)
s_t	dB	음향변동성, 노면균질성 척도
t	P H	시험 타이어 유형 승용차 타이어 중차량 타이어 또는 유사품
T_i	°C	도로 단위 연장 i 에서의 대기온도(온도를 연속 측정하지 않는 경우 지표 불필요)
v	Km/h	실제 주행속도
v_{ref}	Km/h	관련 도로기관이 통상적으로 적용하는 공칭 주행속도(nominal speed)
w	1, 2, 3, ...	시험 타이어가 주행하는 차로의 차륜경로 번호. 차륜경로 1이 길 어깨에 가장 가까운 차로에서 나타나는 자동차 왼쪽 차륜경로이며, 차륜경로 2는 동일 차로 내 반대편(오른쪽) 차륜경로이며, 그 다음부터는 차륜경로를 차례로 3,4등 순차적으로 지칭하여 정함

8.4 측정 원칙

- (1) 차량은 시험도로 구간에서 시험 속도로 주행하며, 시험 타이어에 부착해야 할 필수 마이크로폰 2개의 부착 위치는 (1), (2)이며, 더 상세한 타이어-노면 소음 방향 특성에 대한 조사가 필요한 경우 (3), (4), (5), (6)에서 선택하여 측정한다(그림 8.1 참조).
- (2) 기준 타이어는 타이어와 노면 간 특성을 충분히 나타낼 수 있도록 동일 종류의 타이어를 장착하거나, 특성이 확연히 다른 종류의 타이어를 1개씩을 장착할 수 있다.
- (3) 기준 타이어 장착 후 시험 대상 도로를 주행하여 측정한 음압레벨을 단위 연장(20m) 단위로 구분하여 산출한 후 8.9 분석 절차에 따라 시험 대상 도로의 평균 음압레벨을 구하고 해당 차량 속도와 함께 기록한다.
- (4) 각 단위 연장별 음압레벨을 기준 속도에 맞춰 보정한 후 특정 단위구간 혹은 다수의 연속 단위구간별로 (3)항에 따라 평균을 산출한다.
- (5) CPX 레벨 $L_{CPX:t,v_{ref}}$ 은 기준 타이어 t(시험 타이어 유형)에 대하여 기준 속도 v_{ref} 에서 2개의 필수 마이크로폰에 대한 에너지 평균 음압레벨이며, 첨자 t 는 P(승용차 타이어) 또는 H(중차량 타이어 혹은 유사품)를 나타낸다.
- (6) 필수 마이크로폰에 대한 CPX 음압레벨($L_{CPX:P}$, $L_{CPX:H}$)이 모두 결정된 후, 이들의 산술 평균인 근접소음도 지표 $L_{CPX:I}$ 를 구하여 시험 대상 도로의 소음도를 종합적으로 대표하는 지수로 활용한다.

[해설]



- a : 변형되지 않은 타이어 측벽, b : 변형된 타이어 측벽, d, h : 표 8.2 참조
- (1) : 전방 필수 측정 마이크로폰, (2) : 후방 필수 측정 마이크로폰
- (3) : 중앙 선택 측정 마이크로폰, (4) : 전방 선택 측정 마이크로폰
- (5) : 후방 선택 측정 마이크로폰, (6) : 최후방 선택 측정 마이크로폰

〈그림 8.1〉 타이어-노면 소음 측정 마이크로폰 위치

〈표 8.2〉 그림 8.1의 측정 마이크로폰 위치 (d, h)

Microphone(s)	h_1	h_2	h_3	d_1	d_2	d_3	d_4
1, 2	0.10m			0.20m	0.20m		
3	0.10m			0.20m	0.00m		
4, 5		0.20m				0.65m	
6			0.15m				0.80m

- 다수의 단위구간별 음압레벨을 평균하는 절차는 ISO 11819-2의 Annex C의 C.8절에 따라 시행한다.
- 시험 속도를 기준 속도로 보정하기 위한 절차는 ISO 11819-2의 Annex C의 C.4절에 따라 시행한다.
- 선택 지점 마이크로폰 (3), (4), (5), (6)의 음압레벨을 구하는 절차는 ISO 11819-2의 Annex C를 참조하여 산출하게 되며, 이때 필수 센서인 m=1, m=2에서 측정한 음압레벨을 평균하는 절차인 C.1절을 생략하고 C.2절부터 시작하여 측정 음압레벨을 보정하여 대표 음압레벨을 구한다.

8.5 측정 장비

【소음 측정 장비】

- 315Hz ~ 5,000Hz의 최소 측정 범위 내에서 음압레벨 또는 이와 등가의 의미를 갖는 소음척도는 IEC 61672-1 class1에 규정된 요건을 충족시켜야 하며, 마이크로폰은 “자유음장(free-field)” 형이어야 한다(최소 90 mm 이상 직경의 적절한 방풍망을 함께 사용하며 방풍망은 주기적으로 확인하고 교체해야 한다).

【주파수 분석 장비】

- 1/3 옥타브밴드 주파수 분석은 필수적이며, 최소 주파수 분석 범위는 315 Hz ~ 5,000Hz (1/3 옥타브밴드 중심 주파수)이다(1/3 옥타브밴드 필터는 IEC 61260-1을 준수한다).

【소음 보정 장비】

- 측정 초기 및 제조사가 명시한 사전 점검용 가동 이후 소음계 또는 이와 동등한 측정시스템(마이크로폰 포함)의 전체 감도를 점검해야 하며, 필요 시 교정 작업을 시행해야 한다.
- 상기와 같은 점검은 소음도 측정이 종료된 후 또는 장비 가동 후 4시간마다 시행해야 하며, 점검에서 장비에 편차가 발생한 것이 확인되면 이를 시험보고서에 기록한다(편차가 0.5dB 이상 차이나는 경우 측정 결과는 모두 무효로 한다).

【차량 주행속도 측정 장비】

- 측정 단위연장별 조사 속도의 최대 허용오차는 $\pm 1\%$ 이며, 속도 측정에 사용되는 타이어는 구동 차축에 장착하지 않는다.

【위치 모니터링 장비】

- 측정 시작 지점을 기록하기 위해서 사용되는 GPS 또는 다른 위치정보 수신 장비의 최대 허용 오차는 ± 5 m 이다.

【온도 측정 장비】

- 온도 측정 장비{대기 및 노면(선택)}의 최대 허용 오차는 $\pm 1^{\circ} \text{C}$ 이다(단, 적외선 기반 측정 장비는 대기 온도 측정에 사용하지 않는다).

【타이어 하중 측정 장비】

- 타이어 하중 측정 장비의 최대 허용 오차는 $\pm 5\%$ 이다.

【타이어 공기압 측정 장비】

- 타이어 공기압 측정 장비의 최대 허용 오차는 $\pm 4\%$ 이다.

8.6 시험 위치

- 소음 측정 위치는 다음과 같은 최소 요건을 만족해야 한다.
 - 도로구간 진입로의 길이가 충분하여 시험구간에 도달하기 전에 기준 속도까지 가속할 수 있어야 한다(측정 전 동일 유형의 노면을 최소 10m 이상 시험 주행해야 한다).
 - 측정구간(시험 주행 구간 제외) 연장은 최소 20m 이상이어야 한다(일반적으로 측정구간은 100m 이상을 권장한다).
 - 측정구간에는 주행속도 50km/h 일 경우 곡선반지름 250m, 주행속도 80km/h 일 경우 500m 미만의 곡선부가 없어야 한다.
 - 시험 타이어의 측벽에서 마이크로폰 방향으로 수직거리 0.5m 까지는 동일한 노면상태이거나 유사한 음향학적 임피던스(Impedance) 특성을 갖고 있어야 한다.
 - ISO 11819-2 <Annex A.5>에서 규정한 측정구간 배경 소음에 대한 제한 조건을 준수해야 한다.
 - 덮개(Enclosure)가 없는 시험 차량을 이용하여 측정할 경우, 마이크로폰에서 2m 이내에 소음이 반사될 수 있는 도로 구조물(예 : 방호울타리, 중앙분리대, 방호벽 등)이나 기타 지장물(비탈면, 주차된 차량, 건물 등)이 있는 도로구간은 평가에서 배제해야 하며, 시험 차량이 Annex A의 요건을 충족하는 덮개를 장착하고 있는 경우, 도로변 구조물이나 기타 지장물이 있는 구간에서도 측정할 수 있다.

8.7 기상 조건

【바람】

- 마이크로폰과 시험 타이어에 덮개를 씌우지 않은 시험 차량을 사용할 경우, 마이크로폰 높이에서 주변 풍속이 5m/s를 초과하지 않아야 한다(시험 타이어에 덮개가 설치된 경우, 주변 풍속은 최대 10m/s 까지 허용한다).

【온도 및 여타 기상 문제】

- 측정 대상 노면은 건조해야 하며, 아래의 기후 조건을 만족해야 한다.
 - 온대 및 대륙성 기후 : 5° C ~ 30° C
 - 열대 및 아열대 기후 : 10° C ~ 35° C
 (단, 우리나라의 경우 온대 및 대륙성 기후를 적용)

8.8 시험 차량

【기본사항】

- 시험 차량은 다음의 유형 중 하나이어야 한다.
 - 마이크로폰에 가장 근접한 차축에 1개 혹은 2개의 기준(시험) 타이어가 장착된 자가동력 차량, 단, 여분의 타이어가 추가 장착된 차량도 가능하다.
 - 별도의 차량에 연결되어 견인되는 트레일러 차량, 단, 시험 타이어가 하나 이상 장착되어 있어야 하며 지지용 타이어가 장착되어 있어도 무방하다.
- 시험 차량에 대한 추가요건은 ISO 11819-2 <Annex A> 에 따른다(요건이 충족되지 않는 차량으로 측정된 결과는 ISO 11819-2 <10.7>을 참고하여 활용 여부를 결정한다).

【마이크로폰 위치 및 부착】

- 시험 타이어에 부착해야 할 필수 마이크로폰 2개의 부착 위치는 (1), (2) 이며, 더 상세한 타이어-노면 소음 방향 특성에 대한 조사가 필요한 경우 (3), (4), (5), (6)에서 선택하여 측정 한다(그림 8.1 참조).

【주1】 모든 측정치는 마이크로폰 다이어프램(diaphragm)의 중앙을 기준으로 한다.

- '전방' 마이크로폰(1)은 주행방향과 45° , '후방' 마이크로폰(2)은 주행방향과 135° 의 각도를 유지한다(덮개가 없는 시스템은 난기류의 영향을 줄이기 위해 마이크로폰을 주행방향과 평행하게 장착한다).
- 그림 8.1 은 시험 타이어 진행방향의 좌측에 마이크로폰이 장착된 모습을 나타내고 있다. 시험 차량의 구조에 따라, 마이크로폰을 우측에 부착할 수도 있으나 마이크로폰(1)과 (4)는 그대로 전방에 부착되도록 해야 한다.
- 진동에 의해 측정값에 영향을 받지 않도록 견고하게 마이크로폰을 부착한다.

【주1】 참고로, P1 및 H1(ISO/TS 11819-3 참조) 규격과 다른 규격의 기준 타이어를 사용하는 경우, 마이크로폰 (4)~(6)의 소음도가 마이크로폰과 타이어 접촉면 간의 거리 d3, d4에 크게 영향을 받을 수 있다. 타이어 종류별 비교 시에는 마이크로폰과 타이어 접촉면 간의 거리를 일정하게 유지하도록 한다.

【기준 타이어】

- 기준 타이어는 타이어와 노면 간 발생하는 소음특성을 대표성 있게 표현할 수 있도록 특정된 시험용 타이어이며, 8.3 측정원칙에서 명시된 특성을 재현하여 CPX소음 측정이 안정적으로 수행될 수 있도록 선정해야 한다.
- 표준이 되는 기준 타이어는 ISO/TS 11819-3에 명시된 바와 같이 P1, H1 으로 한다(측정 목적에 따라 이중 하나 혹은 두 가지를 모두 사용한다).

【타이어 고무경도】

- 시험 타이어의 고무경도는 3개월마다 측정해야 한다(관련 시험 절차 및 고무경도의 범위는 ISO/TS 11819-3을 참고하도록 한다).

【타이어 시험 주행】

- 타이어 시험 주행은 ISO/TS 11819-3에 따른다.

8.9 측정 절차

【측정 준비】

- 측정에 앞서 타이어 온도가 정상적인 주행 중 온도에 이르기 위해 시험 차량을 본 측정시험 전에 80km/h 속도로 최소 15분 이상 주행시킨 다음 이보다 높은 속도에서 최소 10분 간 추가로 주행시킨다.

【소음측정】

- 315Hz ~ 5,000Hz 주파수 대역에서 시간평균-A가중특성 1/3 옥타브밴드 음압레벨 (SPL)을 각 마이크로폰 위치에서 측정하며, 각각 20m 도로구간에 걸쳐 평균하여 산출한다. 반드시 1/3 옥타브-밴드 주파수 스펙트럼을 측정해야 하며, 별도의 총합 음압레벨 값 측정은 필요하지 않다.

【전형적인 도로구간 소음특성 분석 절차】

- 특정 도로구간{여러 개의 연속 단위구간(20m)}을 대표할 수 있는 CPX 음압레벨을 구하기 위해서는 다음 요건을 만족해야 한다.
 - 시험 요건에 부합하는 단위구간이 최소 5개 이상이어야 한다.
 - 각 시험조건(속도, 기준 타이어 종류 등)별로 해당 도로구간의 한쪽 혹은 양쪽 차륜 경로에서 최소 2회 이상의 소음 측정을 해야 한다.
 - 해당 도로구간에 대한 2번의 주행에서 각각 측정된 가중특성 총합(Overall) 음압레벨(주행당 1개씩)이 0.5dB 이상 차이가 나는 경우, 최소 2회 이상 다시 측정한다.
 - 최종적으로, 사용된 시험용 타이어별로 전체 주행 혹은 차륜 경로에서 나온 음압레벨을 산술평균한다.

【주1】 동일 유형의 타이어를 사용하여 양쪽 차륜 경로에서 음압레벨을 동시에 측정하였는데, 그 값의 차이가 0.5dB을 초과하면 이것은 트랙 간의 시스템적인 차이일 수 있다.

【짧은 구간에 대한 최소 시험 주행 횟수】

- 측정 대상 도로구간은 최소 5개 이상의 기본 단위구간(20m 연장)으로 구성되어야 한다.
- 시험구간의 길이가 20 ~ 100m 인 경우에도 이 지침에 따라 측정을 실시할 수 있으나, 가급적 총 측정거리가 최소 200m 이상이 되도록 한다.
- 주행횟수와 각 주행별 유효 측정거리는 명확히 기록하여야 한다.

【도로 위 횡단면상 주행 위치】

- 시험 대상 차로의 한쪽 또는 양쪽 차륜 경로에서 소음을 측정한다.
- 주행의 안전을 위해 한 쪽 차륜 경로만 측정할 수 있으며, 차륜 경로(좌/우)는 명확히 보고서에 남겨야 한다.

【방해소음에 대한 고려】

- 방해소음이 있거나 혹은 잠재적으로 방해소음이 발생할 수 있다고 판단되는 단위구간은 추후 분석과정에서 별도로 주석을 달아 두며, 방해소음이 심한 경우에는 시험 대상 구간에서 제외한다.

【시험 차량 속도】

기준 속도

- 바람직한 시험 차량의 기준 속도는 50km/h, 80km/h 및 110km/h이며, 항상 실제 시험 시 기록해 두어야 한다.

시험 속도와 허용 편차

- 매 소음 측정을 위한 시험 장비의 주행 시, 실제 주행속도를 측정해야 하며, 각 단위구간별 시험 속도는 해당 단위구간에 대한 주행속도의 평균으로 한다.
- 소음측정을 위한 시험 차량 주행 시 각 단위구간별 실제 시험 속도의 오차는 기준 속도의 $\pm 15\%$ 이내 이어야 하며, 1개의 기준 타이어로 시험 대상 도로구간을 수회 반복 주행하여 결과를 산출할 경우 시험 속도의 오차는 기준 속도의 $\pm 5\%$ 이내이어야 한다.
- 시험 속도에서 측정 한 음압레벨을 기준 속도에 대한 음압레벨로 보정하기 위하여 ISO 11819-2의 Annex C의 C.4절에 따라 보정을 실시한다.

【타이어 하중】

- 시험 타이어의 정하중(static load)은 타이어당 $3,200\text{N} \pm 200\text{N}$ 으로 한다.

【타이어 공기압】

- 시험 타이어 공기압은 상온 상태(타이어의 온도가 대기온도에 가까운 상태, 즉 타이어가 주행에 의해 온도가 상승되지 않은 상태)에서 $200\text{kPa} \pm 10\text{kPa}$ 이어야 하며, 공기압을 조정해야 할 경우, 조정 후 약 2분 뒤에 공기압을 다시 확인 한다(충전 가스는 질소를 사용하도록 권장한다).

【온도 측정】

일반사항

- 대기온도의 측정은 필수사항이며, 노면 온도 측정은 보조적인 수단으로 권장한다.
- 대기온도는 가능하면 연속적으로 측정하여 측정구간별로 소음측정값과 동기화하여 기록한다.

대기온도

- 온도센서는 측정에 방해 받지 않는 안전한 위치에서 공기 중에 노출되고 직사광선을 피하여 설치한다(가림막 등을 활용하여 직사광선으로부터 온도센서를 보호할 수 있다).
- 온도센서는 노면에서 0.5m ~ 1.5m 가량 떨어진 지점에 설치한다.

8.10 분석 절차

【계산절차】

- 1차 결과값은 $L_{CPX:t,v_{ref}}$ 이다. $L_{CPX:P}$, $L_{CPX:H}$ 및 $L_{CPX:I}$ 는 기준 타이어를 사용하는 경우에만 산출되는 결과이다.
 - 계산 절차는 다음과 같다.
 - a) 1/3 옥타브밴드 중심주파별 전후방 마이크로폰(그림 1의 마이크로폰 1 및 2)에서 측정된 음압레벨의 에너지평균값(energy-based average)을 산출한다.
 - b) 장비계수 $C_{d,f}$ 를 적용한다(ISO 11819-2 <Annex A> 참고).
 - c) 315 Hz ~ 5,000 Hz 범위의 1/3 옥타브밴드 중심 주파수 음압레벨로부터 특정 단위구간의 총합(overall) 음압레벨을 산출한다(1/3 옥타브밴드 레벨만 산출할 경우에는 생략).
 - d) 기준 속도에 대한 실제 주행속도의 비(quotient)에 상용로그를 취한 값에 속도계수 B를 곱하여 속도편차를 보정한다(속도계수 B 는 아래와 같음).
 - 비교적 새로 시공된 상태이거나 혹은 신설 노면은 아니지만 심각한 막힘이 없는 다공성 포장 : B=25
 - 공극 막힘이 어느 정도 발생한 다공성, 반다공성 또는 밀입도 아스팔트 포장 : B=30
 - (다공성이 아닌)시멘트 콘크리트 포장 : B=35
 - 유형을 알 수 없는 포장 및 기타 포장 : B=30
- 【주1】 참고로, 공극률 $\geq 16\%$ 인 경우 "다공성" 포장으로 간주한다(공극률을 알 수 없거나 파악이 힘든 경우에는 B=30).
- e) 기준온도에 대한 편차보정에는 온도계수 γ_t 를 적용한다(타이어 P1과 H1에 대한 온도계수는 ISO/TS 13471-1 기준에 명시).
 - f) 고무경도계수 β_t 를 적용하여 기준 타이어의 고무경도를 보정한다(고무경도계수 β_t 는 ISO/TS 11819-3에 명시되어 있음).
 - g) 강풍 또는 주변 차량 등 기타 소음원에 의해 명확히 영향을 받는 단위구간의 데이터는 사용하지 않는다.

h) 나머지 도로 단위구간에 대해 산술평균값을 산출한다.

i) CPX 레벨 즉, L_{CPX} 를 결정하기 위해 한쪽 또는 좌우 양쪽 차륜경로에서 반복 측정 후 산술평균값을 산출한다.

j) 개별 기준 타이어 P1, H1 및 해당 기준 속도에 대한 $L_{CPX:P}$, $L_{CPX:H}$ 또는 경우에 따라서는 $L_{CPX:I}$ 를 산출한다.

【총합(overall) 레벨 결과값】

일반사항

- 먼저, 마이크론 위치 m=1과 m=2에 대한 에너지평균(energy-based average) 스펙트럼을 다음과 같이 계산한다.

$$L'_{CPX:t,w,r,i,f} = 10 \cdot \lg \left[0.5 \left(10^{0.1(L_{CPX:t,w,r,i,f,1})} + 10^{0.1(L_{CPX:t,w,r,i,f,2})} \right) \right] \text{ dB} \quad (1)$$

【주1】 “lg” 는 ISO 80000-2에 따른 상용로그(base 10)를 의미한다.

- 그 다음, 장비계수 $C_{d,f}$ 를 식 (1)에서 산출한 평균 스펙트럼의 315Hz ~ 5,000Hz 주파수 범위에서 A-가중특성 총합(overall) 음압레벨을 산출하며, 이때 특정 단위구간에 대한 속도, 온도 및 고무경도를 보정한 레벨은 다음과 같이 계산한다.

$$L_{CPX:t,w,r,i,v_{ref}} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{f=315}^{5000} 10^{0.1(L'_{CPX:t,w,r,i,f} + C_{d,f})} \right] \text{ dB} - B \cdot \lg \left(\frac{v_{t,w,r,i}}{v_{ref}} \right) \text{ dB} - \gamma_t \cdot (T_i - 20^\circ\text{C}) - \beta_t (H_A - H_{ref}) \quad (2)$$

- 고무경도 기준값 H_{ref} 와 기준 타이어 P1와 H1에 대한 고무경도계수 β_t 는 ISO/TS 11819-3에 명시되어 있다(두 가지 타이어 유형에 대해 동일 계수를 적용한다).

- 기준 타이어 P1와 H1를 사용하는 경우 온도계수 γ_t 는 음수이며 ISO/TS 13471-1에 명시되어 있다.
- 다음으로, 다음 중 한 가지 경우에 대해 각 단위구간, 차륜 경로 및 시험 주행별 음압레벨 평균을 산출한다.
 - a) 〈경우A〉 : 특정 1회 시험 주행 대상 단위구간의 평균을 먼저 구한 후, 좌우 차륜 경로(w=1, 2)에 대한 평균 음압레벨을 산출한다.
 - b) 〈경우B〉 : 양쪽 차륜 경로(w=1, 2)별로 대해 각 단위구간별 평균을 구한 후, 그 값들을 합산하여 평균 음압레벨을 산출한다.
- 〈경우A〉는 한 번에 하나의 타이어만을 측정할 때 사용하며, 경우B(일반적)는 2개의 타이어를 동시에 측정할 때 사용한다.

CPX 레벨의 표현

- 예를 들어, 기준 타이어 P1(ISO/TS 11819-3)을 사용하고 기준 속도 v_{ref} 가 80km/h일 경우 CPX 레벨은 다음과 같이 표현한다.

$$L_{CPX:P,v_{ref}} = L_{CPX:P1,80} \quad (3)$$

- 또한, 기준 타이어 H1(ISO/TS 11819-3)을 사용하고, 기준 속도 v_{ref} 가 80km/h일 경우 CPX 레벨은 다음과 같이 표현한다.

$$L_{CPX:H,v_{ref}} = L_{CPX:H1,80} \quad (4)$$

- 혼합교통량에 대한 복합 CPX 레벨이 필요한 경우, $L_{CPX:P}$ 와 $L_{CPX:H}$ 를 결합한 $L_{CPX:I}$ 를 산출할 수 있으며, ISO 11819-2(Annex M)에 명시된 절차를 따른다.

8.11 시험보고서

시험보고서에는 다음의 정보(별도 표기가 없는 한 필수)가 포함되어야 한다.

【일반정보】

- 측정 일시
- 측정 기관 및 담당자
- 시험의 목적
- 측정 장비의 종류(시험 차량, 여분 시험 타이어, 보정 장비, 소음계 또는 이와 동등한 시스템, 기상 정보 측정 장비, 사용된 마이크로폰 위치 등 포함)

【시험 지점의 위치와 외양에 관한 정보】

- 시험 지점의 위치 및 측정 거리(시작 및 종료 지점 위치, 시험구간 길이)

【시험 대상 노면의 종류와 구조에 관한 정보】

- 노면의 종류 및 사진(골재 크기, 표층 두께, 공극률 등 정보를 최대한 포함)
- ISO 13473-1에 따른 노면조직 특성 척도인 평균 프로파일 깊이{Mean Profile Depth(MPD) 측정한 경우에만}
- 노면 공용연수
- 각 시험구간 별 평균 대기온도

【시험 타이어와 여타 시험 조건】

- 사용된 시험 타이어 와 모델 및 제조일자
- 온도보정에 사용된 온도보정계수 γ_t
- 시험 타이어의 고무경도
- CPX 레벨(L_{CPX})별 시험 주행 횟수
- 기준 속도 v_{ref}
- 시험구간 실제 주행속도 및 평균속도

• 시험구간 노면의 음압레벨 변화

【음압레벨】

- 기준 속도 v_{ref} 에서 각 기준 타이어별 보정된 $L_{CPX:t, v_{ref}}$ 즉, $L_{CPX:P, v_{ref}}$ 및 $L_{CPX:H, v_{ref}}$ 필수 마이크로폰(m=1, 2)에서 측정한 음압레벨 이외에 상세한 타이어-노면 소음방향 특성에 대한 조사가 필요한 경우 마이크로폰(m=3, 4, 5, 6)에서 측정한 음압레벨도 포함

【기타】

- 속도 보정에 사용된 속도 보정계수 B

【참고】

- 노면 습윤도 관련 권장사항(ISO 11819-2(Annex F.2 참조)
표 8.3에서 정한 강우 후 최소 건조시간이 경과한 경우, 노면이 측정이 가능한 정도로 충분히 건조된 상태로 볼 수 있다. 다만, 바람 및 햇빛 조건에 따라 최소 건조시간이 달라지므로 주어진 값을 현장 여건에 따라 조정할 수 있다.

〈표 8.3〉 강우 후 측정까지 권장 시간 간격

도로 노면 유형	권장 측정 전 시간	의견
· 고온압연아스팔트(HRA), DAC, 시멘트 콘크리트(CC)와 같은 밀입도 비투수성 노면	· 특별한 시간 간격 없음	· 육안으로 판단
· SMA 및 얇은 아스팔트 층과 같이 깊은 홈(trough)이 포함되어 있을 수 있는 노면	· 3시간	· 육안으로 판단
· 다공성(투수성) 노면	· 24~48시간	· 낮 동안 햇빛이 있고, 바람이나 통행차량으로 인해 노면에 상당한 공기 흐름이 발생하는 경우에만 시간 간격을 짧게 한다. 또한, 낮 시간이 짧아도 안 된다.

최근 강수 후 2일 이상 경과한 경우가 아니면, 다공성을 갖고 있는 것으로 추정되는 노면에 잔류 수분이 남아 있는지 여부를 확인하는 것을 권장한다.

부 록

부록 I 장비 및 시설 기준

부록 II 시험방법

부록 III 별표 및 서식

부록 IV 체크 리스트

배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침

부록 I

장비 및 시설 기준

[부록 I-1]

선회 다짐 장비의 표준 제원

• 하중램

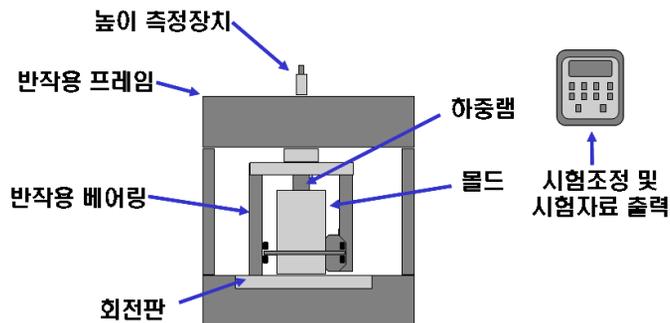
유압 또는 기계 시스템으로 하중을 적용시키는데 공시체에 600kPa 이상의 다짐 압력을 전달할 수 있어야 한다.

• 반작용 프레임

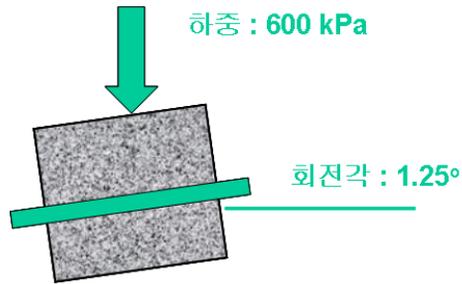
시편을 다질 때 하중 램이 밀리는 것을 방지해 주는 고정 프레임으로서, 600kPa 이상의 하중을 충분히 견딜 수 있어야 한다.

• 회전판

아스팔트 혼합물을 다지는 동안 몰드를 지지하며, 하중 프레임에 부착되어 있다. 또한 몰드의 위치가 그림 2와 같이 선회다짐 시 일정한 각도를 유지하면서 회전하도록 되어 있어야 한다.



〈그림 1〉 선회다짐 장치



〈그림 2〉 선회다짐 몰드의 형상 및 다짐 변수

- 몰드

로크웰 경도 48 이상의 스틸을 사용하여 최소 8.5mm 두께로 만들어야 한다. 몰드의 안지름은 100mm이며, 높이는 1600mm 이상으로 3개 이상 준비해야 한다.

- 높이 측정 게이지

다짐이 진행되는 동안 다짐 횟수에 따라 램 시편의 밀도를 쉽게 계산할 수 있도록, 램이 수직 변화 위치를 0.1mm 단위로 높이를 측정한다.

- 다짐 속도

분당 30회를 기준으로 한다.

- 다짐 각도

1.25°를 기준으로 한다.

배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침

부록 II

시 험 방 법

[부록 II-1]

아스팔트 혼합물의 간접인장강도 시험방법

1. 일반사항

간접인장강도 시험은 아스팔트 혼합물을 특성화 하는데 있어서 유용한 두 가지 특성을 제공한다. 첫 번째는 인장강도인데 이것은 아스팔트 혼합물의 수분민감도를 평가하는데 사용된다. 수분민감도를 평가하기 위해서 본래의 인장강도에 대한 잔류 인장강도의 백분율을 결정하기 위하여 공시체의 습윤 처리 전·후에 간접 인장강도를 각각 측정한다. 간접 인장강도 시험에서 결정되는 두 번째 특성은 파괴 시 발생하는 인장변형률인데, 이것은 균열 발생 가능성을 예상하는데 매우 유용하다. 하중-변형률 곡선으로부터 터프니스를 계산한다. 터프니스가 큰 값을 나타내는 경우는 아스팔트 공시체가 파괴에 앞서 높은 변형률에 견디는 것을 의미하므로 균열에 대한 저항성이 우수할 것으로 평가한다.

2. 이용 규격

KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마찰 안정도 및 흐름값 시험방법

KS F 2364 다져진 역청 혼합물의 공극률 시험방법

KS F 2366 아스팔트 혼합물의 이론 최대 비중 시험방법

KS F 2367 다져진 아스팔트 포장용 혼합물 시료의 두께(또는 높이) 측정 시험방법

KS F 2377 선화다짐시험기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐 방법 및 밀도 산출방법

KS F 2446 다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법(표면건조 포화상태의 공시체를 사용한 경우)

3. 장비

- ① 강도 시험기 : 공시체에 파괴 하중을 가할 수 있는 시험 장비에 공시체가 파괴될 때 하중을 측정할 수 있는 로드셀을 부착하고 있어야 한다.

- ② 항온수조 및 온도조절장치 : 항온수조에 온도를 조절할 수 있는 온도조절장치는 $5\sim 40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 까지 조절이 가능해야하며 시험하기 전 6시간 동안 최소 3개의 공시체를 보관할 수 있는 충분한 공간을 가지고 있어야 한다.
- ③ 재하 헤드 : 공시체의 공칭 반지름과 동일한 곡률 반지름을 갖는 오목한 표면을 가진 금속재 막대기를 사용하여 공시체에 하중을 전달할 수 있어야 한다. 일반적으로 공시체의 지름은 101.6mm와 105mm로 한다. 금속막대의 폭은 이러한 공시체에 대하여 골재 최대 치수가 13mm 또는 19mm이어야 한다. 금속 막대의 모서리는 시험 시 공시체가 파손되지 않도록 연마하여 둥글게 만들어야 한다.

3. 공시체 준비

KS F 2398에 따라 아스팔트 혼합물을 KS F 2337이나 KS F 2377에 규정되어 있는 다짐기를 사용하여 공시체를 준비하거나 포장도로에서 코어를 채취하여 수분저항성 시험을 위한 공시체를 준비한다.

- ① 시험실에서 공시체를 제작 할 경우에는 골재 최대 치수가 25mm 이하일 때에는 지름 101.6mm, 높이 50mm인 공시체를 사용하고, 골재 최대 치수가 25mm 이상일 경우에는 지름 150mm, 높이 75mm인 공시체를 제작해야 한다. 단, 골재 최대 치수가 25mm 이하일 때에도 지름 150mm, 높이 75mm인 공시체를 제작하여 사용해도 된다.
- ② 코어 공시체는 가능한 한 매끄러운 표면을 가져야 하고, 골재 최대 치수에 따라 지름과 높이 조건을 만족해야 한다.

4. 시험방법

아스팔트 혼합물의 간접인장강도를 측정하는 시험방법은 다음과 같다.

- ① 공시체를 온도조절장치에 넣고 정해진 시험온도로 맞춘다. 시험하기 전 공시체는 규정 온도에서 최소 6시간 이상 보관해야 한다.
- ② 시험하기 전에 가이드로드와 재하헤드의 내면을 충분히 깨끗이 하고, 가이드로드에 기름칠을 하여 상부 재하헤드가 이 위를 자유롭게 미끄러질 수 있도록 해야 한다.

- ③ 공시체를 온도조절장치에서 꺼내어 재하헤드의 하부 스트립 위에 놓고, 공시체 위에 재하헤드 상부 스트립을 놓는다. 금속막대는 공시체의 지름을 지나는 수직면에 중심을 맞추어 거치시킨다.
- ④ 공시체를 거치한 재하헤드를 압축시험기 놓고, 하중을 50mm/min의 속도로 재하하여 최대 하중에 도달할 때까지 하중과 변형률을 기록한다.

5. 계산

- ① 간접인장강도는 다음 식에 따라 계산한다.

$$S_t = \frac{2 \times P}{\pi \times t \times D}$$

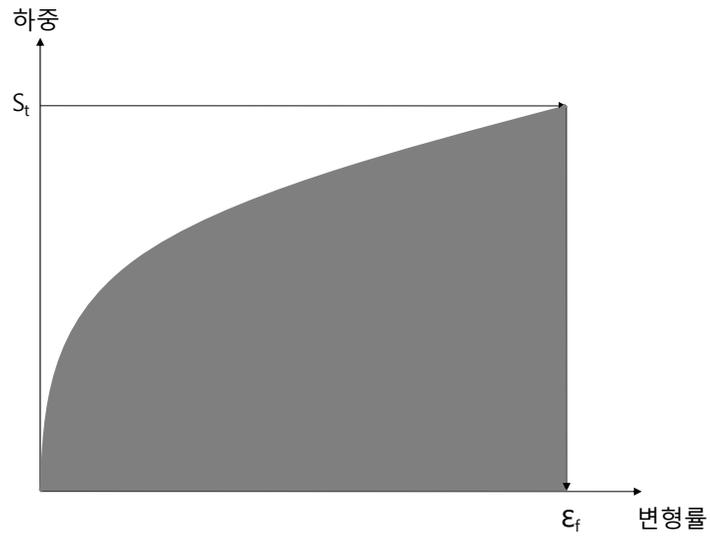
여기서, S_t : 간접인장강도

P : 최초 균열에서의 파괴 하중

- ② 그림과 같이 하중과 변형률 데이터로부터 하중-변형률 곡선을 작성하여 터프니스를 다음 식에 따라 계산한다.

$$\text{터프니스} = \int_0^{\varepsilon_f} S(\varepsilon) d\varepsilon$$

여기서, ε_f : 파괴변형률



하중-변형률 곡선

[부록 II-2]

배수성 아스팔트 혼합물의 인장강도비 시험

1. 일반사항

도로 포장에서 수분이 파손의 원인이 되는 경우가 빈번하게 발생하고 있으며, 수분에 대한 영향을 평가하기 위한 많이 시험방법이 제안되었다. 가장 일반적으로 사용하고 있는 수분민감도 평가하는 방법으로서, KS F 2398에 규정되어 있는 “아스팔트 혼합물의 수분저항성 시험방법”에 따라 아스팔트 혼합물에 건조상태에서 간접인장강도 값과 수분 진공 포화 후 습윤상태에서 간접인장강도 값을 측정하여 두 값 사이에 간접인장강도비(Tensile Strength Ratio)를 수분민감도로 사용한다.

또한, 인장강도비는 아스팔트 혼합물에서 발생하는 박리현상을 예측하는 데 이용되며, 박리 방지용 첨가제를 넣은 아스팔트 혼합물과 넣지 않은 아스팔트 혼합물을 비교함으로써 아스팔트 혼합물의 내구성에 대한 평가에도 사용할 수 있도록 하고 있다.

2. 인용규격

KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마찰 안정도 및 흐름값 시험방법

KS F 2350 아스팔트 포장 혼합물의 시료 채취 방법

KS F 2364 다져진 아스팔트 혼합물의 공극률 시험방법

KS F 2366 아스팔트 혼합물의 이론 최대 비중 시험방법

KS F 2367 다져진 아스팔트 포장용 혼합물 시료의 두께(또는 높이) 측정 시험방법

KS F 2377 선화다짐기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 산출방법

KS F 2382 아스팔트 혼합물의 간접인장강도 시험방법

KS F 2446 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법(표면건조 포화상태의 공시체를 사용한 경우)

3. 공시체 준비

KS F 2398에 따라 아스팔트 혼합물을 KS F 2337이나 KS F 2377에 규정되어 있는 다짐기를 사용하여 공시체를 준비하거나 포장도로에서 코어를 채취하여 수분저항성 시험을 위한 공시체를 준비한다.

3.1 실내 공시체 준비

- ① 최소 6개의 다짐 공시체를 제작해야 하며, 3개는 건조상태, 3개는 진공 및 수분 처리한 후 습윤상태에서 시험한다.
- ② 먼저, 아스팔트 혼합물을 60℃에 오븐에 넣어 16시간 동안 숙성시킨다. 아스팔트 혼합물을 담은 팬은 공기가 순환될 수 있도록 팬 바닥에 스페이서를 사용하여 공간을 만들어 둔다.
- ③ 3개에 공시체를 만들기에 충분한 배치 혼합물을 준비하거나 여러 개의 공시체를 동시에 제작할 경우에는 1개에 공시체 양 만큼 배치 혼합물을 준비한다.
- ④ 60℃에서 숙성이 끝난 후 공시체를 다짐하기 전에 혼합물은 규정된 온도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에 오븐에서 1시간 동안 단기노화 시킨 후 KS F 2337이나 KS F 2377에 규정되어 있는 다짐기를 사용하여 혼합물을 다짐한다. 공시체의 공극률은 배합설계 기준에 적합하거나, 현장에서 예상되는 공극률까지 다져야 한다. 공시체의 직경은 101.6mm(또는 150mm) 높이는 62.5mm이다.
- ⑤ 다짐 후 몰드는 상온에서 24시간 보관 후 몰드에서 공시체를 탈형한다.
- ⑥ 몰드에서 탈형한 공시체는 KS F 2367에 따라 mm단위로 두께를 측정하고, KS F 2446에 따라 실측 밀도를 g/cm^3 단위로 측정한다. 이론최대밀도는 KS F 2366에 따라 g/cm^3 단위로 측정한다. 공극률은 KS F 2346에 따라 계산한다.
- ⑦ 계산한 공시체에 공극률에 따라 두 분류(건조상태와 습윤상태)의 공시체에 평균 공극률이 같게 되도록 최소 3개의 공시체를 각각 분류한다.

3.2 코어 공시체 준비

- ① 도로 포장으로부터 코어 공시체를 샘플링 할 경우에는 최소 6개의 코어 공시체를 준비해야 한다.
- ② 코어 공시체는 커터 등과 같은 적절한 장비를 사용하여 코어링 한 후 층 별로 커팅 한 후 실온에서 보관하여 준비한다.
- ③ 코어 공시체는 KS F 2367에 따라 mm단위로 두께를 측정하고, KS F 2446에 따라 실측 밀도를 g/cm^3 단위로 측정한다. 이론최대밀도는 KS F 2366에 따라 g/cm^3 단위로 측정한다. 공극률은 KS F 2346에 따라 계산한다.
- ④ 계산한 코어 공시체에 공극률에 따라 두 분류(건조상태와 습윤상태)의 공시체에 평균 공극률이 같게 되도록 최소 3개의 공시체를 각각 분류한다.

3.3 건조상태와 습윤상태에 공시체 준비

두 분류로 나누어진 공시체는 한 분류는 건조상태에서 간접인장강도 시험을 수행하고, 나머지 한 분류는 진공 처리 후 습윤상태에서 간접인장강도 시험을 수행한다.

건조상태에서 시험할 공시체는 시험 전까지 실온에 방치하고, 포일 등으로 플라스틱 시료함에 넣어 25°C의 항온 수조에 최고 2시간 동안 보관 후 간접인장강도 시험을 수행한다. 진공 처리 후 습윤상태에서 시험할 공시체는 다음과 같은 순서로 준비한다.

- ① 진공장치 바닥에 철망(망 크기 약 4.75mm) 등의 스페이서를 이용하여 간격을 띄운 상태에서 공시체를 넣고, 증류수를 공시체 상단에서 최소 25mm까지 채운다.
- ② $88 \pm 2kPa$ 범위의 진공압을 10분 동안 가하여 공시체를 포화시킨 후 진공압을 천천히 제거한다. 공시체의 포화도는 특별히 관리하지 않는다.
- ③ 포화된 공시체를 $60 \pm 1^\circ C$ 에 항온수조에 24 ± 1 시간 동안 수침한다.
- ④ 공시체를 수증기상태에서 $-18 \pm 3^\circ C$ 의 온도로 16시간 이상 냉각한다. 비닐백이나 플라스틱함 등을 사용할 수 있으며, 어떠한 경우에도 동결 중 공시체가 공기 중에 노출되면 안 된다.
- ⑤ 공시체를 $60 \pm 1^\circ C$ 에 항온수조에 24 ± 1 시간 동안 수침한다.

- ⑥ 60±1℃에 항온수조에서 공시체를 꺼내 25±0.5℃의 항온수조에 2±0.5시간 동안 넣어둔다. 이때 항온수조에 물이 상승하는 것을 방지하기 위하여 수조에 얼음 등을 사용하여 온도를 유지시킨다.

4. 간접인장강도 시험방법

건조상태에 공시체와 포화 후 습윤상태의 공시체를 25±0.5℃의 항온수조에서 꺼내 수분을 수건으로 닦은 후 즉시 KS F 2382에 따라 간접인장강도 시험을 수행한다. 시험 시에는 공시체를 지그에 올려 놓고 수평과 중심을 맞춘 후 50mm/min의 재하속도로 수직파괴가 발생할 때까지 하중을 가한 후 최대 하중을 기록한다.

5. 계산

- ① 인장강도는 최대 하중 강도값을 이용하여 다음의 식으로 계산한다.

$$S_t = 2000 \frac{P}{\pi t D}$$

여기서,

S_t : 인장 강도(kPa)

P : 최대 하중(N)

t : 인장 시험 직전에 측정된 공시체 두께(mm)

D : 공시체 직경(mm)

- ② 인장강도비는 다음의 식으로 계산한다.

$$TSR = \left(\frac{S_{tm}}{S_{td}} \right) \times 100$$

여기서,

TSR : 인장강도비(%)

S_{tm} : 수분 처리된 공시체의 평균 인장강도(kPa)

S_{td} : 건조 공시체의 평균 인장강도(kPa)

[부록 II-3]

콜드빈 골재 유출량 시험

1. 일반사항

(1) 콜드빈 배합설계 후 아스팔트 플랜트에서 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량을 구하기 위해 콜드빈 골재 유출량 시험을 한다.

- 콜드빈 골재 유출량 시험은 실내 배합설계 결과를 이용하여 아스팔트 플랜트에 적합하게 현장 배합설계를 하기 위한 중요한 과정이다.
- 콜드빈 골재 유출량 시험이 적합하게 되지 않을 경우에는 골재의 오버플로우가 많이 발생할 수 있으며, 이에 따라 콜드빈 피더 모터의 속도를 플랜트 오퍼레이터가 임의로 조정하곤 한다. 이 결과 아스팔트 혼합물의 입도가 불균일하게 된다.
- 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량과 콜드빈 골재의 핫빈 입도를 얻게 된다. 이 결과는 콜드빈 골재의 특성, 콜드빈 피더 속도, 핫스크린의 크기, 플랜트의 특성 등에 영향을 받게 된다.

2. 시험 순서

(1) 플랜트의 점검, 아스팔트 가열 및 콜드빈 골재 준비, 콜드빈 골재 유출, 유출량 조사, 골재채취, 체가름 시험 등의 순서로 이루어진다.

- 콜드빈 골재 유출량 시험 순서는 다음과 같다.
 - ① 사용하는 굵은골재, 잔골재 등의 콜드빈 골재 모두를 각각 3ton 이상씩 2개 이상의 유출속도로 유출하며, 각 핫빈별 유출량을 측정한다,
 - ② 콜드빈 골재 유출 시험 후 시료를 채취하여 입도시험을 할 경우 현장 배합설계의 예상 합성입도를 계산할 수 있다.
 - ③ 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량 그래프를 그린다.
 - ④ 콜드빈 배합설계 결과 또는 콜드빈 골재 유출 시료를 채취하여 입도시험 후에 구한 예상

합성입도를 기준으로 소요 골재 중량을 계산하고, 이때의 콜드빈 피더 모터속도를 골재 유출량 그래프에서 결정한다.

- ⑤ 콜드빈 유출량 그래프에서 소요 골재 중량으로 결정된 콜드빈 피더 RPM이 시험한 RPM의 중간에 있어야 한다.
- ⑥ 시험 후 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 골재 유출량과 콜드빈 골재의 핫빈 입도를 보고한다.

3. 분당 소요 골재량 계산

- (1) 사이클 타임, 1배치 생산량 등을 이용하여 분당 아스팔트 혼합물 생산량을 계산한다.
- (2) 분당 아스팔트 혼합물 생산량, 아스팔트 함량 비율을 이용하여 분당 소요 골재량을 계산한다.

- 사이클 타임은 골재와 아스팔트를 혼합하여 아스팔트 혼합물을 생산하고, 생산된 아스팔트 혼합물을 배출하는데 소요되는 시간으로서, 식 1로 계산한다.

사이클 타임=건식혼합시간+습식혼합시간+배출시간 (식 1)

여기서,

건식혼합시간 : 골재를 믹서에 투입한 후 아스팔트 분사 전까지 혼합시간(초)

습식혼합시간 : 아스팔트를 분사한 후 아스팔트 혼합물을 배출하기 전까지의 혼합시간(초)

배출시간 : 생산된 아스팔트 혼합물을 모두 배출하는데 소요되는 시간(초)

- 분당 아스팔트 혼합물 생산량은 식 2와 같이 아스팔트 플랜트의 아스팔트 혼합물 1배치(batch) 생산량에 사이클 타임을 곱함으로써 결정된다.

분당 아스팔트 혼합물 생산량 = $\frac{60}{\text{사이클 타임}} \times 1\text{배치 생산량}$ (식 2)

- 분당 소요 골재량은 식 2로 구한 분당 아스팔트 혼합물 생산량에서 아스팔트 양을 식 3에 따라 제외하여 계산한다.

$$\text{분당 소요 골재량} = \text{분당 아스팔트 혼합물 생산량} \times \frac{(100 - AC)}{100} \quad (\text{식 3})$$

여기서,

AC : 콜드빈 배합설계 결과 결정된 최적 아스팔트 함량(%)

- 분당 총 소요 골재량이 결정된 후에는 이후의 현장 배합설계를 위해 분당 콜드빈별 소요 골재량을 계산한다. 분당 콜드빈별 소요 골재량이란 분당 필요한 각 콜드빈별 골재량을 의미하며, 식 4와 같이 계산할 수 있다.

$$\text{분당 콜드빈별 소요 골재량} = \text{콜드빈 골재 배합비} \times \text{분당 총 소요 골재량} \quad (\text{식 4})$$

4. 골재 유출 속도 및 유출량 결정

- (1) 아스팔트 혼합물 생산 시 사용하는 콜드빈 피더 모터 속도보다 넓은 범위에서 골재를 유출한다.
- (2) 콜드빈 피더 모터 속도는 기존의 생산자료를 참고하여 경험적으로 2개 또는 3개의 속도를 결정한다.
- (3) 콜드빈 피더 모터 속도는 아스팔트 혼합물 생산 시 소요 유출 골재량보다 적은 양과 많은 양이 유출될 수 있도록 결정한다. 일반적으로 분당 콜드빈별 소요 골재량의 $\pm 200\text{kg}$ 의 골재가 유출되는 콜드빈 피더 모터 속도를 결정하고, 필요 시 속도를 보정한다.
- (4) 골재의 유출 시간은 총 골재량이 3ton 이상이 유출될 수 있는 시간으로 결정하는 것이 바람직하다.

5. 콜드빈 골재 유출

- (1) 낮은 콜드빈 피더 모터 속도에서 높은 속도로 각 속도 및 콜드빈 골재별로 골재를 유출한다.
- (2) 시험 중 실제 아스팔트 혼합물 생산 온도와 유사하도록 콜드빈 골재를 가열해야 한다.
- (3) 콜드빈 골재를 사전에 결정된 시간 동안 유출하여 드라이어, 핫스크린을 거쳐 핫빈에 모두 저장한다.
- (4) 각 핫빈별로 게이트를 열어 골재의 질량을 계량하여 기록한다. 누적계량한 총량은 3ton 정도이면 충분하다.

- 콜드빈 골재 유출량시험 결과는 표 1과 같은 양식으로 작성한다.
- 유출량 시험 시에 골재 종류별 콜드빈 유출속도 중에 1개를 선정하여 각 핫빈에서 골재를 채취한 후 입도시험을 할 경우 현장 배합설계를 더욱 편리하게 할 수 있다.

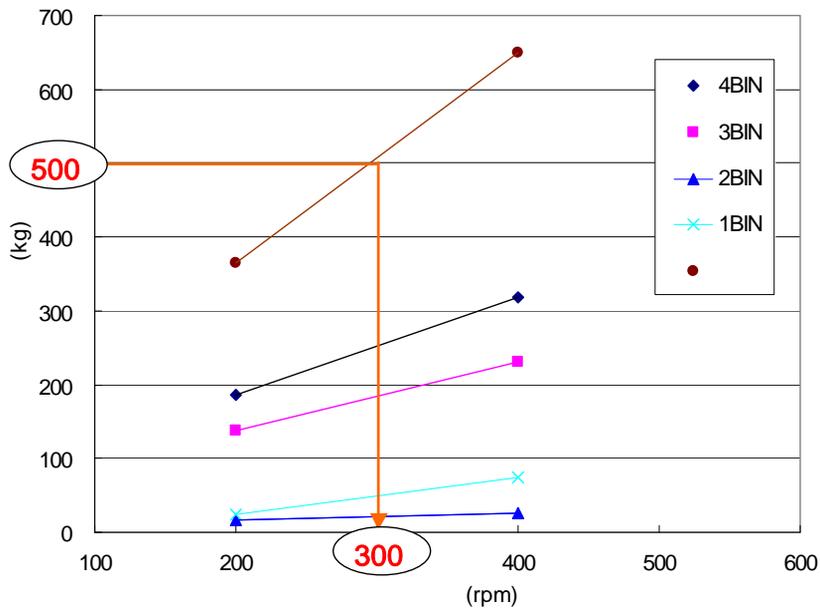
〈표 1〉 콜드빈 유출량 시험 결과

콜드빈	간격 (mm)	투입 시간 (분)	모터 속도 (rpm)	총 누계	1BIN (kg)	2BIN (kg)	3BIN (kg)	4BIN (kg)	계
20mm	395*120	10	400	총 계량 양	739	265	2,311	3,186	6,501
				분당 계량 양	74	27	231	319	650
		12	200	총 계량 양	288	201	1,663	2,223	4,375
				분당 계량 양	24	17	139	185	365
13mm	385*90	12	150	총 계량 양	362	904	2,181	247	3,694
				분당 계량 양	30	75	182	21	308
		5	500	총 계량 양	339	913	2,340	198	3,790
				분당 계량 양	68	183	468	40	758
6mm 이하	385*90	5	400	총 계량 양	2,215	751	124		3,090
				분당 계량 양	443	150	25		618
		3	700	총 계량 양	2,323	841	154		3,318
				분당 계량 양	774	280	51		1,106

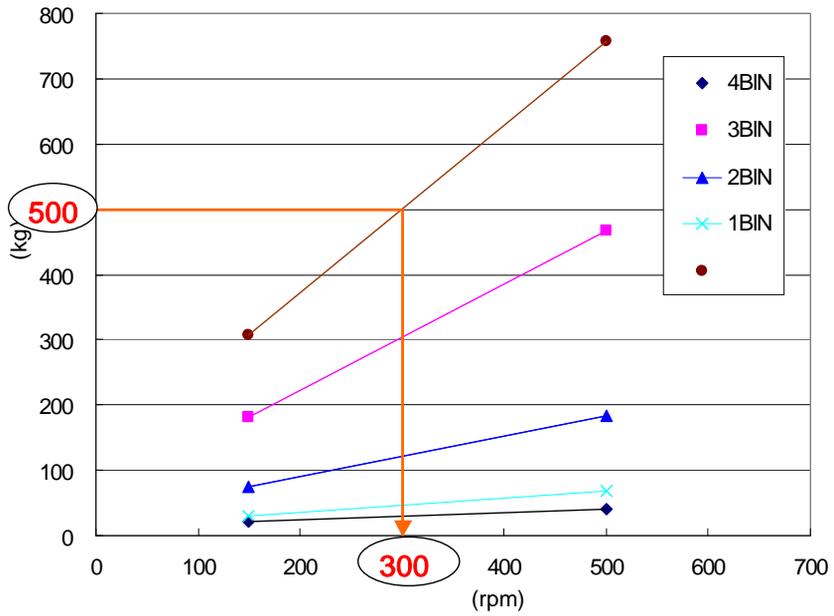
6. 콜드빈 골재 유출량 그래프

(1) 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 콜드빈 골재 유출량을 그래프로 작성한다.

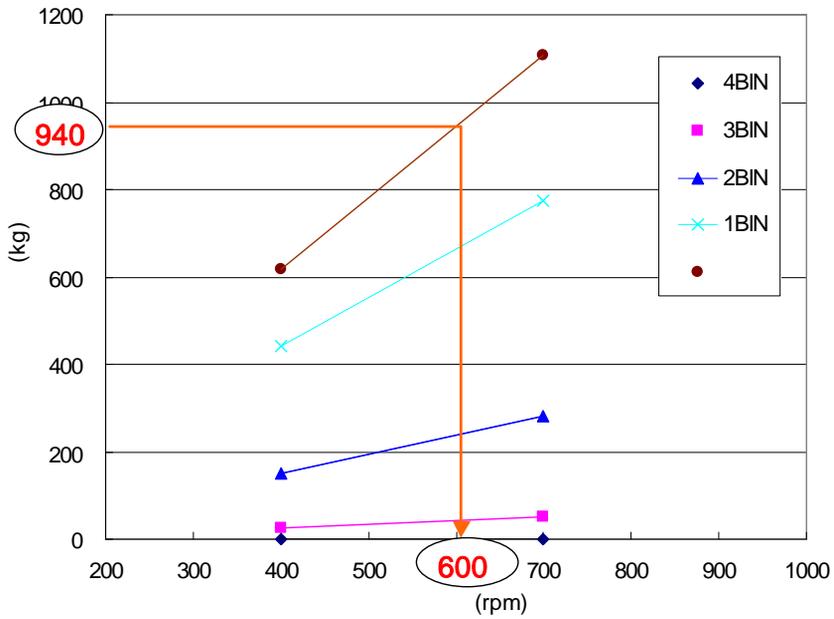
- 콜드빈 유출량 시험 결과를 이용하여 그림 1~그림 3과 같이 콜드빈 피더 모터 속도에 따른 콜드빈 골재별 유출량 그래프를 작성한다.



〈그림 1〉 콜드빈 골재의 모터 속도에 따른 유출량 차트의 예(20mm)



〈그림 2〉 콜드빈 골재의 모터 속도에 따른 유출량 차트의 예(13mm)



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

7. 콜드빈 피더 모터 속도 결정

- (1) 유출량 그래프를 이용하여 분당 콜드빈별 소요 골재량에 따른 콜드빈 피더 모터 속도를 결정한 후 표 2와 같이 계산하여 기록한다.
- (2) 시험의 오차를 줄이기 위해 주의해야 할 점은 시험시간을 충분히 해야 하며, 시험한 두 개의 콜드빈 피더 모터 속도 내에서 앞서 계산된 분당 콜드빈별 소요 골재량이 포함되어야 한다.
- (3) 분당 콜드빈별 소요 골재량으로 결정된 콜드빈 피더 모터 속도가 시험한 범위 내부에 있지 않을 경우에는 오차가 커지게 된다.

- 콜드빈 골재를 유출하는데 필요한 콜드빈 피더 모터 속도를 결정한 후 표 2와 같은 양식으로 기록한다.

〈표 2〉 콜드빈 피더 모터 속도 결정 결과

콜드빈	간격 (mm)	모터속도 (rpm)	설계 유출량 (kg)	1BIN (kg)	2BIN (kg)	3BIN (kg)	4BIN (kg)	계
20mm	395*120	300	500	49	22	185	252	507
13mm	385*90	300	500	46	121	304	29	501
6mm 이하	385*90	600	940	664	237	42	0	943
개별 측정 시 빈별 총계(kg)				759	380	532	281	1951
개별 측정 시 빈별 잔류 비율(%) ¹⁾				37.7	18.9	26.4	14.0	97.0
핫빈 동시 유출 시 빈별 잔류량(kg) ²⁾				2404	1074	1598	1011	6087
핫빈 동시 유출 시 빈별 잔류 비율(%) ¹⁾				38.3	17.1	25.5	16.1	97.0

【주1】 빈별 잔유비율은 채움재를 제외한 골재의 비율임.

【주2】 콜드빈 골재를 결정된 콜드빈 피더 모터 속도로 함께 유출하여 측정된 값

- 표 2와 같은 결과에서 주의할 점은 1Bin과 3Bin골재에 비하여 2Bin과 4Bin 골재의 생산량이 상대적으로 적기 때문에 2Bin과 4Bin의 골재의 배합비를 17%와 16% 이하를 사용하는 것이 바람직하다.
- 특히, 생산량이 10% 이하로 떨어질 경우는 더욱 주의를 기울여야 한다. 생산되는 양보다

많은 배합비를 사용하면 틀림없이 생산 중에 골재가 부족하게 되고, 부족한 골재를 생산하는 동안 다른 Bin에서는 오버플로우가 발생하기 때문이다.

- 그러나, 1Bin 골재는 다른 Bin에 비해 생산량이 많기 때문에 생산되는 골재의 양보다 사용량이 다소 많다 하더라도 골재의 생산 속도가 빠르고 상대적으로 다른 핫빈에 골재가 생산되는 속도가 느리기 때문에 오버플로우의 발생을 억제할 수가 있다.

참 여 진

집필진

박태순	서울과학기술대학교 교수	정 민	한국도로공사 R&D 본부장
이재응	중앙대학교 교수	박건태	한국도로공사 도로교통연구원장
이병찬	한국교통대학교 교수	김형배	한국도로공사 도로교통연구원 연구위원
이재준	전북대학교 교수	김철환	한국도로공사 도로교통연구원 연구위원
최준성	인덕대학교 교수	권오선	한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
김인태	명지대학교 교수	문기훈	한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원
		이종섭	한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원

자문위원

김 호	국토교통부 도로정책과 사무관	백종은	서울특별시 포장평가조사팀 팀장
곽재진	서울지방국토관리청 도로공사과장	천화영	LH 공사 단지기술처 차장
최상재	원주지방국토관리청 주무관	김낙석	경기대학교 교수
배상근	대전지방국토관리청 도로공사과장	이상엽	인덕대학교 교수
신현평	익산지방국토관리청 도로공사과장	정규동	한국건설기술연구원 수석연구원
손수진	부산지방국토관리청 도로공사1과장	박주홍	한국아스콘공업협동조합 부원장

국토교통부

주현중	국토교통부 도로국장
이정기	국토교통부 도로건설과 과장
김강문	국토교통부 도로건설과 사무관
노영수	국토교통부 도로건설과 주무관

**배수성 아스팔트 콘크리트 포장
생산 및 시공 지침**

- 간행물 등록번호 : 11-1613000-002815-14
- 발행일 : 2020. 8.
- 발행처 : 국토교통부