

## 중온 Foamed 배수성 아스팔트 혼합물 시방서



**NUVO** 주식회사 누보켐



## - 목 차 -

<b>I. 일반사항</b>	1
1.1 적용범위	1
1.2 인용표준 및 문서	1
1.3 용어와 정의	2
<b>II. 재료</b>	7
2.1 일반사항	7
2.2 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장용 바인더	8
2.3 골재	10
2.4 포장용채움재	10
2.5 섬유첨가제	10
2.6 재료의 승인 및 시험	11
2.7 재료의 저장	11
<b>III. 품질기준</b>	12
3.1 일반사항	13
3.2 골재의 품질 및 입도	13
3.3 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준	13
3.4 중온 폼드 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 품질관리 기준	14
3.5 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준	15
<b>IV. 배합설계</b>	16
4.1 일반사항	16
4.2 아스팔트 혼합물 종류 선정	16
4.3 사용 재료 선정	16
4.4 콜드빈 배합설계	16
4.5 콜드빈 골재 유출량	18
4.6 현장 배합설계	18
4.7 혼합 및 다짐온도 결정	18
4.8 폼드 아스팔트 물 첨가량 결정	18
4.9 시험생산	19
<b>V. 생산</b>	20
5.1 일반사항	20
5.2 아스팔트 플랜트	20
5.3 품질시험 장비	20
5.4 생산관리	20
5.5 품질관리	21
<b>VI. 시공</b>	22
6.1 일반사항	22
6.2 기상 조건	22
6.3 중간층	22
6.4 배수 구조	22
6.5 시공 전 사전 준비작업	23
6.6 시험포장	24
6.7 본 포장	27
<b>VII. 품질관리 및 검사</b>	28
7.1 시료 채취	28
7.2 품질관리 및 검사	29
<b>VIII. 소음측정</b>	31
8.1 용어의 정의	31
8.2 적용범위	31
8.3 심볼 및 약어	31
8.4 측정 원칙	33
8.5 측정 장비	34
8.6 시험 위치	34
8.7 기상 조건	35
8.8 시험 차량	35
8.9 측정 절차	36
8.10 분석 절차	37
8.11 시험보고서	38

## 일반사항

### 1.1 적용범위

- (1) 이 표준은 개질 아스팔트를 이용한 중온 폼드 배수성아스팔트 혼합물 생산 및 시공에 적용한다.
- (2) 이 표준에 규정되어 있지 않은 사항은 『아스팔트 콘크리트 포장공사 (KCS 44 5510)』, 『아스팔트 콘크리트 포장 시공지침(국토교통부)』 및 해당기관의 『전문시방서』에 따른다.
- (3) 중온 폼드 배수성아스팔트 혼합물은 가열배수성 혼합물보다 생산 및 다짐온도를 30℃저감하는 친환경 공법으로 배수기능을 확보하여 차량 주행 안정성을 향상시키고, 저소음 효과로 인하여 주변 환경을 개선하는 효과를 발휘하는 것이 특징으로 하는 『입도범위를 감축한 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 중온 폼드 배수성 아스팔트 제조방법 및 이 방법에 의해 제조되는 입도범위를 감축한 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물』의 특허 10-2240503호에 따라 제조되는 아스팔트 콘크리트에 대하여 적용한다.

### 1.2 인용표준 및 문서

다음의 인용표준 및 문서는 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 주석을 포함)을 적용한다.

#### 1.2.1 인용표준

- KS A 5101-1, 시험용체-제1부:금속 망 체
- KS F 2337, 마샬 시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성 흐름에 대한 저항력시험 방법
- KS F 2350, 아스팔트 포장 혼합물의 시료 채취 방법
- KS F 2356, 가열 역청 포장 혼합물용 플랜트의 구비조건
- KS F 2357, 아스팔트 혼합물용 골재
- KS F 2360, 아스팔트 골재 혼합물의 입자 피막 정도 시험 방법
- KS F 2364, 다져진 역청 혼합물의 공극률 시험 방법
- KS F 2366, 역청 포장 혼합물의 이론적 최대 비중 시험 방법
- KS F 2374, 역청포장 혼합물의 헬트랙킹 시험방법
- KS F 2377, 선회다짐시험기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 산출방법
- KS F 2382, 아스팔트 혼합물의 간접인장강도 시험방법
- KS F 2389, 아스팔트의 공용성 등급
- KS F 2398, 아스팔트 혼합물의 수분저항성 시험방법
- KS F 2446, 다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도시험방법 (표면건조 포화상태의 공시체)
- KS F 3501, 아스팔트 포장용 채움재
- KS M 2201, 스트레이트 아스팔트
- KS M 2208, 점도분류에 의한 도로포장용 아스팔트
- KS M 2252, 역청 재료의 침입도 시험방법

### 1.2.2 인용문서

- (1) 특허 10-2240503호 입도범위를 감축한 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 중온 폼드 배수성 아스팔트 제조방법 및 이 방법에 의해 제조되는 입도범위를 감축한 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물
- (2) 배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공지침(2020.8., 국토교통부)

### 1.3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

#### • 중온 폼드 아스팔트 혼합물

아스팔트 혼합물 생산과정에서 별도 장치를 사용하여 아스팔트에 물 등을 첨가하면 액체상태의 아스팔트 내부에 직경이 1~50 $\mu$ m 크기의 미세한 거품을 발생되어 아스팔트 체적이 본래에 10~12배로 증가하고 점도가 감소되어, 상대적으로 낮은 온도에서 골재를 코팅할 수 있는 것과, 아스팔트 내부의 미세한 거품이 볼베어링과 같은 효과를 발휘하여 낮은 온도에서도 우수한 다짐 효과를 얻을 수 있는 것을 이용하여 일반 가열 아스팔트 혼합물보다 30℃정도 낮은 온도에서 생산, 시공이 가능하도록 한 중온 폼드 아스팔트 혼합물을 말한다.

#### • 가열 아스팔트 혼합물(Hot-Mix Asphalt Mixture)

굵은 골재, 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 $\pm$ 0.3mm, 150mm일 경우에 19mm $\pm$ 0.3mm 이다. 하중 속도는 50mm/min, 시험온도는 상온(25℃)이다.

#### • 공사감독자

「건설기술진흥법 제49조」의 규정에 따라 발주청이 선임한 감독자를 말한다. 다만, 「건설기술 진흥법 제39조」의 규정에 의하여 책임 감리를 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, 굵은 골재 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.

- **골재간공극(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.

- **터프니스(Toughness)**

간접인장강도 시험시 파괴시까지의 하중-변형곡선 하부 면적으로 정의됨.

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

굵은 골재는 2.5mm 체에 남는 골재이며, 잔골재는 2.5mm 체를 통과하고 0.08mm 체에 남는 골재이다.

- **굵은 골재의 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 원 지반에 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 클 수 록 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.

- **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 포장하부가 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 아스



팔트 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 가열 할 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 상용성이 우수한 암록색 재료이다.

- **아스팔트 페이퍼(Asphalt Paver)**

아스팔트 피니셔라고도 불리며, 아스팔트 혼합물을 포설하는 장비이다.

- **아스팔트 혼합물(Asphalt Mixture)**

굵은 골재, 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, 이 황화탄소( $CS_2$ )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)**

이황화탄소( $CS_2$ )에 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.



## II 재료

### 2.1 일반사항

중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 제조에 사용하는 아스팔트, 골재, 채움재, 첨유첨가제 등의 품질은 이 시방서의 품질 규격을 만족해야 한다.

### 2.2 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장용 바인더

(1) 중온 폼드 배수성 포장용 아스팔트 바인더는 골재의 분산저항, 내수성, 내후성이 우수한 고점도 아스팔트 바인더를 사용하도록 한다.

<표 2.1> 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물용 개질 아스팔트의 품질기준

항목	개질아스팔트		P-82
저장안정성(%) (습식 혼합형만 적용) <sup>1)</sup>			5 이하
공용성 등급 <sup>2) 3)</sup>	PG		82-22 이상
	소성변형률 (Jnr, kPa <sup>-1</sup> )		0.5 이하
	탄성회복률(Recovery, %)		55 이상
연화점(℃)			80 이상
신도(15℃, 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】 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.

【주3】 소성변형률 및 탄성회복률 시험은 KS F 2393에 따라 64℃에서 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.

$$\cdot \text{소성변형률}(J_{nr}, kPa^{-1}) = \frac{\text{회복되지 않은 전단변형률}(nonrecoverable\ strain)}{3.2kPa} \quad (\text{식 } 2.1)$$

$$\cdot \text{탄성회복률}(\%) = \frac{\text{회복된 전단변형률}(recoverable\ strain)}{\text{최대 전단변형률}(peak\ strain)} \quad (\text{식 } 2.2)$$

【주4】 결빙 취약구간에는 조기 골재 탈리 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℃의 온도를 유지하면서 휨 에너지 400kPa 이상, 휨 스티프니스 100MPa 이하)을 마련하여 시공해야 한다.

## 2.3 골재

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 골재는 굵은 골재, 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 2.2, 표 2.3의 골재 입도와 품질을 만족한 골재를 사용하여야 한다.

### 2.3.1 굵은 골재

- (1) 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 굵은 골재는 부순 골재(쇄석), 부순 슬래그, 부순 자갈 등으로서, 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 점토, 실트, 유기물 등의 유해물질을 함유해서는 안 된다.
- (2) 굵은 골재 입도 기준은 표 2.2에 따라 CA-20, CA-13, CA-10 등을 사용한다. 주요 입도범위에 해당하는 골재의 비율이 높을수록 더욱 높은 품질을 확보할 수 있다.
- (3) 굵은 골재 품질은 표 2.2에 따른다.

<표 2.2> 굵은 골재의 입도

골재 번호	주요입도 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율 %						
		25mm	20mm	13mm	10mm	5mm	2.5mm	0.08mm
CA-20	13~20	100	90~100	3~9	0~2	-	-	-
CA-13	10~13	-	100	90~100	3~9	0~2	-	-
CA-10	8~10	-	-	100	90~100	2~6	0~2	-
CA-8	5~10	-	-	100	90~100	0~4	0~2	-
CA-5	5이하	-	-	-	100	90~100	58~68	0~10

【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 , 1.18mm 에 해당한다.

#### ① 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.
- 굵은 골재는 표 2.3의 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 2.3> 굵은 골재의 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(%) <sub>1)</sub>	KS F 2575	8 이하
안정성(%) <sub>2)</sub>	KS F 2507	12 이하
마모율(%)	KS F 2508	20 이하
굵은 골재 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 8% 이하인 1등급 골재를 사용한다.

【주2】 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

## ② 저장

- 굵은 골재는 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) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 잔골재는 암석, 자갈 등을 깨어 얻어진 부순모래(스크리닝스)를 사용하며, 깨끗하고 강하며 내구적이어야 하고, 먼지, 점토, 유기물 등의 유해물질을 함유해서는 안 된다.
- (2) 골재 입도 기준은 표 2.3에 따른다. 단, 중온 폼드 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 2.4에 따른다.

<표 2.3> 잔골재의 입도

골재번호	주요입도	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.

## ① 품 질

- 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 잔골재는 표 2.4의 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 2.4> 잔골재의 품질

구분	시험방법	규정
모래당량(%)	KS F 2340	50 이상
잔골재 입형(%)	KS F 2384	45 이상

## ② 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.

## 2.4 포장용 채움재

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물에 사용하는 채움재는 석회석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회 등이어야 하며, 회수더스트는 사용하지 않는다.
- (2) 포장용 채움재는 표 2.5의 입도이어야 하며, 먼지, 진흙, 유기물, 덩어리진 미립자 등의 유해물질을 함유하지 않아야 한다.
- (3) 포장용 채움재의 수분 함량이 1.0% 이하이어야 하며, 비중 값을 감독자에게 보고해야 한다.

### ① 입 도

- 채움재의 입도는 KS F 3501(아스팔트 포장용 채움재)의 규정에 따르되, 석회석분, 포틀랜드 시멘트, 소석회 등을 사용하며, 표 2.5의 기준에 적합해야 한다.

<표 2.5> 포장용 채움재의 입도

종류	각 체를 통과하는 질량 백분율(%)
	0.08mm
포장용 채움재	80~100

【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.

## 2.5 섬유첨가제

- (1) 섬유첨가제는 중온 폼드 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) 중온 폼드 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 배수성능이 현저히 낮아질 수 있으므로 사용하지 않는 것이 좋으며, 사용할 경우에는 배합설계를 통해 흐름손실률과 실내투수계수 등의 결과를 이용하여 최소량을 결정하여 사용한다.

## 2.6 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.

## 2.7 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.

### III 품질기준

#### 3.1 일반사항

- (1) 중온 폼드 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) 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장 전에 철저한 텍코팅을 해야 하며, 개질 유화아스팔트로 시공하여 층간의 접착력을 높여야 한다.

<표 3.1> 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장의 중간층(불투수성) 혼합물 종류

아스팔트 혼합물 종류	최 대 골재치수	적용대상 포장기층	참조 품질기준
WC-1	13mm	아스팔트 기층	아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 <교면포장용 아스팔트 혼합물> · “교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질아스팔트혼합물의 배합설계 기준”의 하부층 기준
WC-6			
SMA	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.

<표 3.2> 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 골재 입도

아스팔트 혼합물의 종류 체의 호칭크기		PA-8	PA-10	PA-13	PA-20
통 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 중온 폼드 배수성아스팔트 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 품질 기준은 표 3.3을 만족해야 한다.

### 3.3 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

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

<표 3.3> 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목		시험방법	품질기준
흐름손실률 (%)		주1)	0.3 이하
공극률(%)		KS F 2496 KS F 2366 KS F 2364	16 이상
칸타브로 손실률(%)	20℃(60℃, 24시간 수침) <sup>주2)</sup>	KS F 2492	20 이하
	-20℃		30 이하
인장강도비(TSR, 1회 동결)		부록 II-2	0.85 이상
동적안정도(회/mm)		KS F 2374	3,000 이상
실내투수계수 <sup>주3)</sup> (cm/sec)		KS F 2494	0.05 이상
다짐 횟수 <sup>주4)</sup>			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(Equivalent Single Axle Load) : 등가단축하중
- 【주5】 공시체는 골재와 아스팔트 등을 혼합한 후 해당 아스팔트 혼합물의 다짐 온도상태(열풍 순환 오븐 내에서)에서 1시간 단기노화 후 제조해야 한다.

### 3.4 중온 폼드 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 품질관리 기준

- (1) 중온 폼드 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.

<표 3.4> 중온 폼드 배수성 아스팔트 바인더 및 혼합물의 생산 시 품질관리 기준

구분	항 목		시험방법	품질기준
생산 온도(℃)				목표온도±15
흐름손실률(%)			주1)	0.3 이하
개질 아스팔트 주2), 주3)	소성변형율(Jnr, kPa-1)		KS F 2393 ASTM D 7173	0.5 이하
	탄성회복률(Recovery, %) 55			55 이상
추출시험 후 시료	아스팔트 함량(%)		KS F 2354 KS F 2490	±0.3
	추출골재 체통과중량 백분율(%)	4.75mm 이상 2.36mm 600μm ~ 150μm 75μm	KS F 2502	±5 ±4 ±3 ±2
공시체	공극률(%)		KS F 2496 KS F 2366 KS F 2364	설계 공극률±1
	칸타브로 손실률(%)	20℃ (60℃, 24시간 수침)	KS F 2492	20 이하
		-20℃		30 이하
	인장강도비(TSR) 부록		부록 II-2	0.85 이상
	실내투수계수(cm/sec)		KS F 2494	0.05 이상
	다짐 횟수			선회다짐 : 75, 마샬다짐 : 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°C의 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.
- 【주5】 품질관리 목적으로 현장에서 채취한 시료를 냉각한 후 재가열하여 공시체를 제작할 경우 일반가열 배수성 혼합물과 동일한 온도에서 공시체를 제작하여 품질점검을 하여야 한다.

### 3.5 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장은 3,000m<sup>2</sup> 마다 코어를 채취하여 표 3.5에 따른 시험을 해야 한다.

<표 3.5> 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장의 시공관리 기준

구분	항목	시험방법	품질기준
아스팔트 혼합물 도착 온도(°C)			목표온도 ± 15
현장투수성능(초, 1,000ml)		KS F 2394	15 이내
코어	다짐도(%)	KS F 2496	96 이상
	동적안정도(회/mm) <sub>2)</sub>	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.

## IV 배합설계

### 4.1 일반사항

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용하며, 혼합물 종류 선정, 재료 선정, 재료물성 시험, 콜드빈 배합설계, 콜드빈 유출량시험, 현장 배합설계, 폼드 배수성 혼합물 생산 및 다짐온도 결정, 폼드 아스팔트 물 첨가량 설정, 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.

### 4.2 아스팔트 혼합물 종류 선정

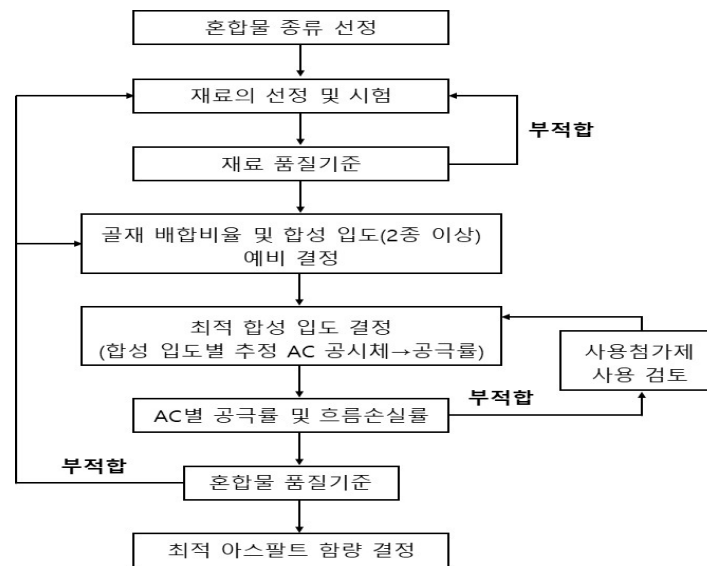
- (1) 아스팔트 혼합물의 종류는 이 지침 3.1절을 참고하여 선정한다.

### 4.3 사용 재료 선정

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

### 4.4 콜드빈 배합설계

- (1) 중온 폼드 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) 중온 폼드 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) 콜드빈 배합설계 순서는 그림 4.2와 같다.
- (4) 콜드빈 배합설계 시의 혼합 및 다짐온도는 아스팔트 바인더 생산자가 제시하는 온도로 한다.



<그림 4.1> 콜드빈 배합설계 순서

#### 4.4.1 골재 배합 비율 및 합성입도의 예비 결정

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

#### 4.4.2 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,  $63.5 \pm 0.5\text{mm}$ 의 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.

#### 4.4.3 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 다짐 온도에서 단기노화 한다.

- ④ 아스팔트 함량에 따른 공시체의 공극률과 흐름손실률을 구하고, 기준을 만족하는 배합비율을 결정한다.
- ⑤ 공극률과 흐름손실률이 기준을 벗어날 경우 골재합성입도의 변경 또는 섬유첨가제 사용을 검토한다.

#### 4.4.4 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.

#### 4.5 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.

#### 4.6 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.

#### 4.7. 혼합 및 다짐온도 결정

- (1) 혼합물의 혼합 및 다짐온도는 이 지침 2.1절의 기준에 따라 개질 아스팔트 바인더 생산자가 제시한 온도보다 약 30℃ 낮은 온도를 기준온도로 하며, 개질 아스팔트 바인더 생산자가 제시한 온도에서 혼합 및 다짐한 배수성 혼합물과 기준온도에서 혼합 및 다짐한 중온 폼드 배수성 혼합물의 공극률을 비교하여 다짐온도를 결정한다.
- (2) 배합설계 시 혼합 다짐 온도는 현장 여건에 따라 감독자와 협의 하에 수정할 수 있다.

#### 4.8. 폼드 아스팔트 물 첨가량 결정

- (1) 현장 배합설계에서 결정된 최적 아스팔트 함량에 대하여 생산 설비에 부착되어 있는 폼드 아스팔트 발생장치를 이용하여 폼드 아스팔트의 물 첨가비율을 결정한다.
- (2) 현장 배합설계에서 결정된 콜드빈 피더 모터 속도, 핫빈 배합비율, 골재의 합성입도, 최적 아스팔트 함량과 개질 아스팔트 바인더 생산자가 제시한 온도보다 약 30℃ 낮은 온도를 기준온도에서 최적 아스팔트 량의 1.0 ~ 3.0%의 물을 폼드 발생장치를 이용하여 아스팔트에 첨가하여 폼드 아스팔트를 발생시켜 시험생산을 실시하여 아스팔트 피복성능 및 다짐성능을 평가하여 최적 물 첨가량을 결정한다.



#### 4.9 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 중온 폼드 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 온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 시험생산 한다.
- (4) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 적합성을 품질시험을 통해 평가하고, 아스팔트 혼합물 생산시의 건식 혼합시간과 습식 혼합시간 등을 결정한다.

## V 생산

### 5.1 일반사항

- (1) 기층과 중간층 및 표층에 사용하는 배수성 아스팔트 혼합물의 생산에 적용한다.
- (2) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물 생산 방법은 가열 아스팔트 혼합물과 비교하여 생산 온도에 차이가 있으며, 온도관리에 주의해야 한다. 또한, 습식 혼합방법을 적용할 때에는 아스팔트 저장 탱크에 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 배수성아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침【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.
- (5) 중온 폼드 배수성아스팔트 혼합물을 생산하기 위해서는 아스팔트를 포밍 시킬 수 있는 폼드 장치의 기계 설비를 설치해야 한다.

<표 5.1> 아스팔트 플랜트의 자동 배합장치 허용 오차

항목	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.

### 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.





#### 5.4.2 생산 공정

- (1) 생산은 5.1절에서 규정한 아스팔트 플랜트에서 아스팔트, 골재, 채움재, 섬유첨가제 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  $10^{\circ}\text{C}$  이상 높아서는 안 된다.

#### 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.

## VI 시공

### 6.1 일반사항

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장 시공은 시공 전 사전 준비작업과 중온 폼드 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 중온 폼드 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.

### 6.2 기상 조건

- (1) 중온 폼드 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, 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물은 밀입도 아스팔트 혼합물에 비하여 온도의 저하 속도가 빠르므로 대기 온도가 15℃ 이상일 때 시공하는 것이 바람직하다.

### 6.3 중간층

- (1) 중온 폼드 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 미만이어야 한다. 단, 절삭 덧씌우기 포장은 10mm 미만이어야 한다.

### 6.4 배수 구조

- (1) 표층에 시공되는 중온 폼드 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) 중온 폼드 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 중온 폼드 배수성 포장구간에서는 일반 배수시설을 적용할 수 있으나, 배수 취약구간이나

주행안전성 확보가 필요한 구간은 연속배수시설을 사용할 수 있다.

- (8) 다차로에 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장을 시공할 경우에는 도로의 기하구조를 고려하여 필요 시 배수 기능을 향상시키기 위하여 횡단 방향에 배수홈을 만들어서 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장을 시공할 수 있다.

#### 6.5 시공 전 사전 준비작업

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장 시공 전 기존 포장면에 대해 고점도 유화아스팔트로 텍코팅을 해야 한다.
- (2) 시공 장비는 중온 폼드 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, 안전사고 등을 최소화시키는 방안이므로 반드시 사전에 작업 지시 교육 및 안전 교육 등을 실시해야 한다.

##### 6.5.1 텍코트

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

&lt;표 6.2&gt; 텍코트로 사용되는 역청재의 사용량 및 살포 온도의 표준

역 청 재	사 용 량	양생시간	살포온도
개질 유화아스팔트	0.3~1ℓ/m <sup>2</sup>	신설 포장 (6시간 이상)	10℃ 이상
		덧씌우기 포장 <sup>1)</sup> (2시간 이내)	

【주1】 유지보수 및 덧씌우기 포장 공사를 수행할 경우, 초속경형 개질 유화아스팔트를 활용하여 텍코팅 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, 텍코트의 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 중온 폼드 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 시험 시공한 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 시험 시공 여부를 결정한다.

##### 6.6.1 시공 준비

##### (1) 장비의 선택 및 점검

- ① 텍코트를 위한 유화아스팔트 살포에 아스팔트 디스트리뷰터 또는 아스팔트 스프레이어 등이 사용된다.
- ② 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 운반을 위한 운반 트럭과 포설 장비인 아스팔트 페이버 그리고 다짐장비인 머캐덤롤러, 탄템롤러, 타이어롤러, 진동 탄템롤러 등을 사용 할 수 있다.
- ③ 1차 다짐에 사용하는 머캐덤롤러는 12ton 이상이어야 한다.
- ④ 2차 다짐에 사용하는 진동 탄템롤러는 10ton 이상이어야 한다.
- ⑤ 3차 다짐에 사용하는 탄템롤러는 6ton 이상이어야 한다.

## (2) 장비 기사 및 작업자 교육

- ① 중온 폼드 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.

### 6.6.2 운반

- (1) 아스팔트 플랜트에서 포설 현장까지 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평평해야 한다.
- (2) 중온 폼드 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 중온 폼드 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물은 상차된 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 스크래퍼(scraper) 등으로 항상 이물질을 제거해야 하며, 감독자는 수시로 확인해야 한다.

### 6.6.3 포설

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거해야 한다.
- (2) 텍코트의 수분이 완전히 증발되어 육안으로 관찰 시 텍코트 재료가 검정색으로 변색되기 전에는 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 포설하여서는 안 된다.
- (3) 감독자는 아스팔트 혼합물의 배합설계 시 다짐온도를 기준으로 포설온도 범위를 지정해야 하며, 지정된 포설온도보다 15℃ 이상 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 온도가 낮거나 높을 경우에는 그 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물을 폐기해야 한다. 일반적으로 포설온도는 배합설계 시 다짐온도 기준에 대하여 여름철에는 5℃~10℃ 낮추며, 겨울철에는 5℃~10℃ 증가시킨다.
- (4) 최소 포장 두께는 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 공칭최대크기의 2.5배 이상이고, 다짐 후의 1층 두께가 7cm 이내가 되도록 포설해야 한다.
- (5) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물은 아스팔트 페이퍼의 오거(또는 스크류) 깊이의 2/3 정도 채워져 있도록 호퍼에 공급되어야 한다. 이때 호퍼의 조정문은 오거(또는 스크류)와 피더가 85% 이상 작동 하도록 조절되어야 한다.
- (6) 아스팔트 페이퍼의 속도는 공급되는 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 양과 포설 두께 및 포장 폭을 고려하여 페이퍼의 진행 속도를 결정하여 일관성 있고 연속적인 포설이 되도록 해야 한다.
- (7) 아스팔트 페이퍼의 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 페이퍼 호퍼 가장자리 등에 쌓여있는 낮은 온도의 혼합물이 일시에 포설될 경우 포트홀 등 포장 파손의 원인을 제공하므로 포장 도중 아스팔트 페이퍼 호퍼는 매 운반 트럭당 1회씩 호퍼의 날개를 오무려 함께 포설되도록 해야 한다.
- (10) 포설 중 운반 트럭 적재함에 남거나, 아스팔트 페이퍼에 투입 중 바깥쪽으로 떨어진 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물은 반드시 수거하여 폐기처분하도록 한다.
- (11) 아스팔트 페이퍼 뒤에는 삽과 레이크 작업자를 고정 배치하여 마무리가 불완전한 곳을 수정하도록 한다. 포설 중에 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 재료 분리가 발생할 경우 페이퍼의 운행을 즉시 중지하고, 원인을 파악하여 포설 불량 구간을 즉시 보수하도록 한다.
- (12) 이미 완성된 포장층에는 감독자의 확인을 받아 텍코트 시행 후 포설하도록 한다.

#### 6.6.4 다짐

- (1) 다짐은 아스팔트 포장의 장기 공용성을 좌우하는 가장 중요한 시공 공정 중의 하나이다.
- (2) 중온 폼드 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 ‘아스팔트 포장의 현장 다짐관리 점검 사항’에 따라 점검해야 한다.

<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	-

<표 6.5> 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 롤러 초기 진입 시 다짐 온도

구 분	다짐 온도(℃)		
	일 반	하절기(6월 ~ 8월)	동절기(11월 ~ 3월)
1차 다짐	130~140	125~135	135~145
2차 다짐	115~130	105~120	120~135
3차 다짐(마무리 다짐)	80~100		

#### 6.6.5 현장 시료의 채취

- (1) 시험포장 중에 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취하고 냉각된 시료를 시험할 때는 가열배수성아스팔트 혼합물의 다짐온도에 따라 시험한다. 또한 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) 중온 폼드 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 이론 최대밀도와 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 중온 폼드 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

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

##### 6.7.2 운반

- (1) 「6.6.2 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 운반」과 동일하게 적용한다.

##### 6.7.3 포설

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

##### 6.7.4 다짐

- (1) 「6.6.4 다짐」과 동일하게 적용한다.
- (2) 단, 시험포장에서 결정된 다짐 장비, 다짐 방법, 다짐 속도, 다짐 횟수를 동일하게 적용한다.
- (3) 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.
- (4) 다짐작업 후 24시간 이내에는 교통을 소통시켜서는 안 되며, 감독자의 승인을 얻어 불가피하게 교통을 소통시키는 경우에는 표면의 온도가 40℃ 이하이어야 한다.



## VII 품질관리 및 검사

### 7.1 시료 채취

#### 7.1.1 일반사항

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 품질관리 및 검사를 위해 실시하는 시료 채취는 소요의 품질을 확인할 수 있는 충분한 양을 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 밀도 및 두께의 측정은 1일 1회 이상, 포설 1층당 최소 3,000m<sup>2</sup> 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.

<표 7.1> 시료 채취 최소량

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

#### 7.1.2 중온 폼드 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물이 상차되어 있는 상태, 쌓여 있는 상태 등에서 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 시료를 채취할 수 있다.

#### 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, 중온 폼드 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 중온 폼드 배수성 아스팔트 혼합물의 물성을 파악하기 위한 코어채취는 양생 24시간 후 실시하는 것이 바람직하다.

## 7.2 품질관리 및 검사

### 7.2.1 일반사항

- (1) 중온 폼드 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, 관리시험은 시공 과정을 통해 시공자, 감리자 또는 감독자 책임으로 실시하며, 검사시험은 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.

### 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.

### 7.2.3 선정 시험

- (1) 중온 폼드 배수성 아스팔트 포장용 재료, 생산 및 시공 장비 등이 적합한지를 검토하여 선정해야 한다.
- (2) 계약상대자는 시공 전에 중온 폼드 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, 중온 폼드 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.

### 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 중온 폼드 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 적정한 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 임한다.
- (5) 아스팔트 포장의 시공 시 공용성에 가장 큰 영향을 미치는 요소가 다짐도이기 때문에 적정한 다짐도의 달성을 위하여 방사선 등을 이용한 비파괴 시험 장비를 적극적으로 도입하여 다짐이 진행되는 동안 실시간으로 다짐도를 확인하여 관리하는 방법을 고려한다.

### 7.2.5 검사 시험

- (1) 일반사항
  - ① 검사 목적은 완성된 포장이 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.

## (2) 평가 및 조치

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

## 7.2.6 유지관리 및 보수 방법

### (1) 일반사항

- ① 중온 폼드 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 중온 폼드 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.

## VIII 소음 측정

### 8.1 용어의 정의

- (1) 도로구간 : 시험대상이 되는 포장에 시공된 도로의 일정 구간
- (2) 시험구간 : 도로구간 중 시험대상이 되는 구간
- (3) 측정구간 : 시험구간 중 실제 측정구간
- (4) 단위구간 : CPX 측정의 단위가 되는 구간(20m)으로 측정구간의 일부
- (5) 기준 타이어 : CPX 측정의 기준이 되는 타이어(ISO 11819-3 참조)
- (6) 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 지·정체 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 시방서는 이를 위한 소음기준을 제안하는 것은 아니다).
- (4) CPX(Close-Proximity) 방법을 이용한 측정은 타이어와 노면 간 소음이 주를 이루는 경우에만 적합하다.

### 8.3 심볼 및 약어

<표 8.1> 노면 소음 측정 심볼 및 약어

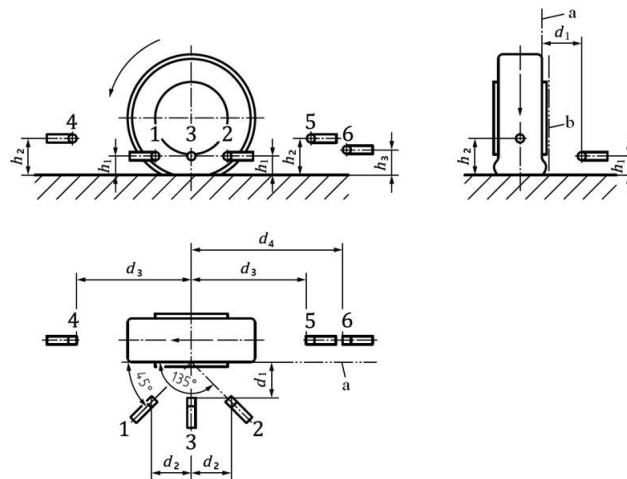
심 볼	값/단위	설 명
$L_{CPX} : t, v_{ref}$	dB	기준 속도에서 타이어 t에 대한 시험도로 구간의 음압 레벨
$L'_{CPX} : t, v_{ref}$	dB	마이크로폰 위치 m=1, m=2(아래의 'm' 설명 및 그림 8.1 참조)의 에너지평균 스펙트럼
$L_{CPX} : t, w, r, i, f, m, v_{ref}$	dB	단위 연장(20m) 주행에 소요된 시간 동안 발생한 평균 타이어와 노면 간 음압레벨("CPX 레벨")
$L_{CPX} : P, v_{ref}$	dB	기준 속도 $v_{ref}$ 에서 일반 승용차와 기타 경차량을 대표하는 타이어 "P"를 적용하여 측정한 음압레벨
$L_{CPX} : H, v_{ref}$	dB	기준 속도 $v_{ref}$ 에서 중차량을 대표하는 타이어 "H"를 적용하여 측정한 음압레벨
$L_{CPX} : I, v_{ref} = 0.5L_{CPX} : P, v_{ref} + 0.5L_{CPX} : H, v_{ref}$	dB	기준 속도 $v_{ref}$ 에서 경차량 및 중차량이 동일한 비율로 혼입되어 주행하는 상황을 대표할 수 있는 타이어를 적용하여 측정한 음향 특성을 종합적으로 나타내는 "CPX 지표"



심 볼	값/단위	설 명
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
$\gamma_t$	dB/°C	(온도보정계수) 기준 온도 20°C와의 편차를 보정하기 위한 타이어 t에 대한 온도보정계수. 타이어 P1과 H1이 적용될 때는 음수 (-) 값이 제공됨
$\beta_t$	dB/Shore A	(고무경도계수) 기준 경도와의 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)
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
Ti	°C	도로 단위 연장 i에서의 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 길어깨에 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-노면소음 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 단위연장(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 단위 구간별로 (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.



- 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

## 8.5 측정 장비

### (1) 소음 측정 장비

- ① 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).

### (2) 주파수 분석 장비

- ① 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).

### (3) 소음 보정 장비

- ① 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.
- ② 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 차이 나는 경우 측정 결과는 모두 무효로 한다).

### (4) 차량 주행속도 측정 장비

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

### (5) 위치 모니터링 장비

- ① 측정 시작 지점을 기록하기 위해서 사용되는 GPS 또는 다른 위치정보 수신 장비의 최대 허용 오차는  $\pm 5$  m 이다.

### (6) 온도 측정 장비

- ① 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).

### (7) 타이어 하중 측정 장비

- ① 타이어 하중 측정 장비의 최대 허용 오차는  $\pm 5\%$  이다.

### (8) 타이어 공기압 측정 장비

- ① 타이어 공기압 측정 장비의 최대 허용 오차는  $\pm 4\%$  이다.

## 8.6 시험 위치

### (1) 소음 측정 위치는 다음과 같은 최소 요건을 만족해야 한다.

- ① 도로구간 진입로의 길이가 충분하여 시험구간에 도달하기 전에 기준 속도까지 가속할 수 있어야 한다. (측정 전 동일 유형의 노면을 최소 10m 이상 시험 주행해야 한다)
- ② 측정구간(시험 주행 구간 제외) 연장은 최소 20m 이상이어야 한다(일반적으로 측정구간은 100m 이상을 권장한다).
- ③ 측정구간에는 주행속도 50km/h 일 경우 곡선반지름 250m, 주행속도 80km/h 일 경우 500m 미만의 곡선부가 없어야 한다.
- ④ 시험 타이어의 측벽에서 마이크로폰 방향으로 수직거리 0.5m 까지는 동일한 노면상태이거나 유사한 음향학적 임피던스(Impedance) 특성을 갖고 있어야 한다.
- ⑤ ISO 11819-2 <Annex A.5>에서 규정한 측정구간 배경 소음에 대한 제한 조건을 준수해야 한다.
- ⑥ 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 요



건을 충족하는 덮개를 장착하고 있는 경우, 도로변 구조물이나 기타 지장물이 있는 구간에서도 측정할 수 있다.

## 8.7 기상 조건

### (1) 바람

- ① 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).

### (2) 온도 및 여타 기상 문제

- ① 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

### (1) 시험 차량은 다음의 유형 중 하나이어야 한다.

- ① 마이크로폰에 가장 근접한 차축에 1개 혹은 2개의 기준(시험) 타이어가 장착된 자가동력 차량, 단, 여분의 타이어가 추가 장착된 차량도 가능하다.
- ② 별도의 차량에 연결되어 견인되는 트레일러 차량, 단, 시험 타이어가 하나 이상 장착되어 있어야 하며 지지용 타이어가 장착되어 있어도 무방하다.
- ③ 시험 차량에 대한 추가요건은 ISO 11819-2 <Annex A> 에 따른다(요건이 충족되지 않는 차량으로 측정한 결과는 ISO 11819-2 <10.7>을 참고하여 활용 여부를 결정한다).

### (2) 마이크로폰 위치 및 부착

- ① 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.

- ② '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)
- ③ 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 부착 되도록 해야 한다.
- ④ 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.

### (2) 기준 타이어

- ① 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.
- ② 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)

### (3) 타이어 고무경도

- ① 시험 타이어의 고무경도는 3개월마다 측정해야 한다.(관련 시험 절차 및 고무경도의 범위는 ISO/TS 11819-3을 참고하도록 한다)

### (4) 타이어 시험 주행

- ① 타이어 시험 주행은 ISO/TS 11819-3에 따른다.

## 8.9 측정 절차

### (1) 측정 준비

- ① 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.

### (2) 소음측정

- ① 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.

### (3) 전형적인 도로구간 소음특성 분석 절차

- ① 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.

### (4) 짧은 구간에 대한 최소 시험 주행 횟수

- ① 측정 대상 도로구간은 최소 5개 이상의 기본 단위구간(20m 연장)으로 구성되어야 한다.
- ② 시험구간의 길이가 20 ~ 100m 인 경우에도 이 지침에 따라 측정을 실시할 수 있으나, 가급적 총 측정 거리가 최소 200m 이상이 되도록 한다.
- ③ 주행횟수와 각 주행별 유효 측정거리는 명확히 기록하여야 한다.

### (5) 도로 위 횡단면상 주행 위치

- ① 시험 대상 차량의 한쪽 또는 양쪽 차륜 경로에서 소음을 측정한다.
- ② 주행의 안전을 위해 한 쪽 차륜 경로만 측정할 수 있으며, 차륜 경로(좌/우)는 명확히 보고서에 남겨야 한다.

### (6) 방해소음에 대한 고려

- ① 방해소음이 있거나 혹은 잠재적으로 방해소음이 발생할 수 있다고 판단되는 단위구간은 추후 분석 과정에서 별도로 주석을 달아 두며, 방해소음이 심한 경우에는 시험 대상 구간에서 제외한다.

## (7) 시험 차량 속도

### ① 기준 속도

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

### ② 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.

## (8) 타이어 하중

- ① 시험 타이어의 정하중(static load)은 타이어당  $3,200\text{N} \pm 200\text{N}$  으로 한다.

## (9) 타이어 공기압

- ① 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)

## (10) 온도 측정

### ① 일반사항

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

### ② 대기온도

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

## 8.10 분석 절차

### (1) 계산절차

- ① 1차 결과 값은  $L_{CPX} : t, v_{ref}$  이다.  $L_{CPX} : P$ ,  $L_{CPX} : H$  및  $L_{CPX} : I$  는 기준 타이어를 사용하는 경우에만 산출되는 결과이다.
- ② 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  $K_1$  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  $\beta_t$ 를 적용한다(타이어 P1과 H1에 대한 온도계수는 ISO/TS 13471-1 기준에 명시).
- f) 고무경도계수  $\beta_t$ 를 적용하여 기준 타이어의 고무경도를 보정한다(고무경도계수  $\beta_t$ 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, LCPX를 결정하기 위해 한쪽 또는 좌우 양쪽 차륜경로에서 반복 측정 후 산술평균값을 산출한다.
- j) 개별 기준 타이어 P1, H1 및 해당 기준 속도에 대한 LCPX : P , LCPX : H 또는 경우에 따라서는 LCPX : I 를 산출한다.

## 8.11 시험보고서

### (1) 일반정보

- ① 측정 일시
- ② 측정 기관 및 담당자
- ③ 시험의 목적
- ④ 측정 장비의 종류(시험 차량, 여분 시험 타이어, 보정 장비, 소음계 또는 이와 동등한 시스템, 기상 정보 측정 장비, 사용된 마이크로폰 위치 등 포함)

### (2) 시험 지점의 위치와 외양에 관한 정보

- ① 시험 지점의 위치 및 측정 거리(시작 및 종료 지점 위치, 시험구간 길이)

### (3) 시험 대상 노면의 종류와 구조에 관한 정보

- ① 노면의 종류 및 사진(골재 크기, 표층 두께, 공극률 등 정보를 최대한 포함)
- ② ISO 13473-1에 따른 노면조직 특성 척도인 평균 프로파일 깊이 {Mean Profile Depth(MPD) 측정한 경우에만}
- ③ 노면 공용연수
- ④ 각 시험구간 별 평균 대기온도

### (4) 시험 타이어와 여타 시험조건

- ① 사용된 시험 타이어 와 모델 및 제조일자
- ② 온도보정에 사용된 온도보정계수  $\gamma_t$
- ③ 시험 타이어의 고무경도
- ④ CPX 레벨(LCPX )별 시험 주행 횟수
- ⑤ 기준 속도  $v_{ref}$
- ⑥ 시험구간 실제 주행속도 및 평균속도

### (5) 음압레벨

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

(6) 기타

- ① 속도 보정에 사용된 속도 보정계수 B

(7) 참고

- ① 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 포함 되어 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.