간 행 물 등 록 번 호
11-1500000-001343-01

건설폐자재 재활용 도로 포장 지침

2005. 1.

건설교통부

머 리 말

최근에 차량의 급격한 증가와 중량화로 인해 도로 포장의 조기 파손과 공용성의 저하에 따라 포장 수명이 감소되고 있으며, 노후 포장의 유지보수 공사, 도로굴착 복구공사, 도심지 재개발 사업, 확포장 공사 등으로 건설폐자재의 발생량이 매년 증가되고 있습니다.

건설 현장에서 발생되는 건설폐자재는 시멘트 콘크리트류, 아스팔트 콘크리트류, 토사류 등이 있으며, 현재 대부분 단순 매립되거나 폐기되고 있어 환경 문제로 대두되고 있습니다. 따라서 매립 위주의 처리보다는 적정한 재활용 방안을 모색하고, 이를 활성화하여 자원의 재활용에 따른 경제적인 이점과 동시에 환경 문제를 해결할 수 있는 방안이 필요하게 되었습니다.

근래에는 발생된 폐자재를 좋은 품질의 재활용품으로 생산하기 위하여 외국의 기술을 직접 도입하거나 새롭게 개발한 경우도 있으나, 발생 및 처리과정의 체계가 미비하고 재활용 재료를 설계에 적용하기 위한 기준이 정립되어 있지 않아 재활용율이 저조한 실정입니다. 또한 회사마다 재활용 방법이 일관성이 없고, 품질관리 기준이 미흡하기 때문에 건설폐자재의 재활용과 관련한 지침의 필요성이 제기되어 왔습니다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 이번에 『건설폐자재 재활용 도로 포장 지침』을 새롭게 발간하게 되었습니다. 본 지침을 활용하는 과정에서 개선이 필요한 부분에 대하여는 지속적으로 보완해 나갈 계획이니, 활용하시는 여러분의 많은 조언이 있으시길 바랍니다.

끝으로, 본 지침 제정 작업에 참여하여 주신 한국건설기술연구원과 자문위원 및 관계 공무원 여러분의 노고에 감사의 마음을 표하는 바입니다.

2005년 1월

강 영 일

건설교통부 도로국장 강 영 일

지침 제정에 따른 경과 조치

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

수정 : 2006.12.

건설폐자재 재활용 도로 포장 지침

목 차

Ⅰ. 시멘트 콘크리트 재활용

Ⅱ. 아스팔트 콘크리트 재활용

I

시멘트 콘크리트 재활용

목 차

1. 총 칙 ····· **1**

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 관련규정의 적용 ····· 1

1.3 용어의 정의 ····· 2

2. 일반사항 ····· **3**

2.1 보조기층 ····· 3

2.2 동상방지층 ····· 4

2.3 노상 ····· 4

2.4 되메우기 및 뒷채움재 ····· 5

3. 품질 및 기준 ····· **7**

3.1 보조기층의 품질 ····· 7

3.2 동상방지층의 품질 ····· 9

3.3 노상의 품질 ····· 11

3.4 되메우기 및 뒷채움재의 품질 ····· 13

4. 설 계 ····· **15**

4.1 일반사항 ····· 15

4.2 보조기층의 설계기준 ····· 15
4.3 동상방지층의 설계기준 ····· 16
4.4 노상의 설계 ····· 17
4.5 되메우기 및 뒷채움층의 설계 ····· 18

5. 품질관리 ····· 21

5.1 보조기층의 품질관리 ····· 21
5.2 동상방지층의 품질관리 ····· 22
5.3 노상의 품질관리 ····· 23
5.4 되메우기 및 뒷채움층의 품질관리 ····· 25

6. 순환골재 빈배합 콘크리트 기층 ····· 27

6.1 적용범위 ····· 27
6.2 관련규정의 적용 ····· 27
6.3 빈배합 콘크리트 재료의 품질기준 ····· 27
6.4 빈배합 콘크리트의 배합설계 ····· 33
6.5 빈배합 콘크리트의 시공 ····· 38

부 록 ····· 45

1. 총 칙

1.1 적용범위

(1) 본 지침은 폐콘크리트를 파쇄·처리하여 생산되는 순환골재를 사용하여 폐콘크리트 순환골재의 제조 및 시공에서 특히 필요한 사항에 대하여 규정한 것이다.

(2) 본 지침은 폐콘크리트 순환골재를 도로의 하부구조(노상, 보조기층, 동상방지층 등) 및 되메우기 및 뒷채움재, 빈배합 콘크리트 기층으로 사용하는데 있어 필요한 사항에 대하여 규정한다.

(3) 본 지침을 적용할 경우에는 지하매설물의 유무 및 순환골재 사용에 있어서의 안정성 여부 등 현장조건에 대해서 충분히 조사를 한 후 적용을 하여야 한다.

(4) 폐콘크리트 순환골재를 사용하여 도로의 구성요소로서 설계, 시공하는 경우에는 순환골재의 특성 및 시공방법을 충분히 이해하고 시행하여야 한다.

1.2 관련규정의 적용

폐콘크리트 순환골재를 사용한 공사와 관련이 있는 사항중 이 규정에서 언급된 것 이외의 사항은 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서 등을 따른다.

1.3 용어의 정의

본 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 다음과 같다.

- 「폐콘크리트 순환골재」라 함은 구조물 및 포장 도로를 철거할 때 발생되는 폐콘크리트를 중간처리 또는 소요품질을 확보할 수 있는 현장파쇄 장비를 이용하여 재생한 골재를 말한다.
- 「기층」이라 함은 표층과 보조기층 사이에 위치하며, 표층에 가해지는 교통하중을 지지하는 역할을 한다.
- 「노상」이라 함은 포장을 지지하고 있는 지반 중에서 포장의 밑면으로부터 약 1m 깊이 부분을 말한다.
- 「동상방지층」이라 함은 노상의 토질이 동결할 염려가 있는 경우에 동상을 받지 않는 재료로 동결심도와 포장두께의 차이만큼 노상의 상부에 위치한 부분을 말한다.
- 「구조물의 뒷채움」이라 함은 구조물의 시공 완료 후에 암거의 경우 기초 저면부터 암거 상단면 또는 노상면까지, 교대 및 옹벽은 구조물의 기초 저면부터 노상면까지의 뒷채움, 다짐, 고르기 하는 작업을 말한다.
- 「구조물의 되메우기」이라 함은 구조물의 시공 완료 후에 기초의 터파기 부분을 원지반 표면까지 되메우고 다짐, 고르기 하는 작업을 말한다.
- 「체의 호칭치수」라 함은 KS A 5101에 규정하는 표준망체의 실제 눈 크기를 기준으로 부르기 쉽도록 만든 체의 치수로서 아래의 표와 같이 대응된다.

호칭치수 (mm)	80	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.4	0.3	0.15	0.08
기준치수 (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

2. 일반사항

2.1 보조기층

(1) 보조기층은 노상위에 놓이는 층으로 상부에서 전달되는 교통하중을 분산시켜 노상에 전달하는 역할을 담당하여 노상의 허용지지력 이하가 되도록 충분한 강도와 두께를 갖는 내구성 좋은 재료를 사용하여 다져야 한다.

(2) 보조기층용 순환골재 재료의 품질은 입도, 수정CBR, 마모감량, 소성지수, 모래당량 등의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

(3) 순환골재를 보조기층용으로 사용하기 위해서는 진흙, 유기물, 보강철근 등 이물질 함유량을 1% 이하로 한다.

(4) 포장구조 계산시 보조기층용 상대 강도계수값은 건교부에서 제정한 기준값을 적용한다.

【해 설】

보조기층 재료로서 소요품질을 확보할 수 있도록 하여야 하며 설계 대상노선의 인근지역에서 이용할 수 있는 소요재료의 양이나 품질조건이 적정치 못하거나 교통 및 환경조건상 보편적 두께보다 상당히 큰 두께가 필요하거나 더 큰 강성의 품질이 요구되는 경우 아스팔트, 시멘트, 소석회 등의 결합재를 첨가하여 경제적이고 구조적으로 안정성을 높일 수 있는 방법을 사용 할 수도 있다.

재생 보조기층 재료의 품질기준은 강도, 소성지수, 입도 등에 대하여 기층용 재료에 비하여 다소 덜 엄격한 재료의 사용이 가능하므로 현장 부근의 재료 확보 가능성 및 경제성을 고려하여 적용하여야 한다.

보조기층용 순환골재의 품질은 전체 도로포장의 공용성에 큰 영향을 미치므로 품질을 확인하고 KS F 2574(도로 보조기층용 순환골재) 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

보조기층은 구조적 기능이외에 다음과 같은 부가적인 기능을 갖고 있다.

- 기층속으로 세립 노상토의 침입 방지
- 동결작용에 따른 손상 효과 최소화

- 포장층내 또는 하부층내 자유수의 물고임 방지
- 시공장비를 위한 작업로 제공

2.2 동상방지층

(1) 동상방지층은 한냉 지역에서 포장층 아래의 노상토가 동결할 우려가 있을 경우 포장층이 동상으로 인하여 손상을 입지 않도록 동결 깊이만큼 동상을 받지 않는 선택된 재료 (자갈, 모래, 슬래브, 순환골재 등)로서 노상 상부층에 두는 층을 말한다.

(2) 순환골재를 사용한 동상방지층은 노상의 토질이 동결할 염려가 있는 경우에 동상을 받지 않는 재료로 동결심도와 포장두께의 차이만큼 노상의 상부에 동상방지층을 둔다.

(5) 순환골재를 동상방지층용으로 사용하기 위해서는 진흙, 유기물, 보강철근 등 이물질 함유량을 1% 이하로 한다.

【해 설】

재생 동상방지층 시공이전에 노상표면의 먼지, 점토, 유기물, 기타 불순물 등을 깨끗이 정리 및 제거하고 다음 작업이 되도록 시공하여야 한다.

동상방지층은 포장을 동결로부터 보호하므로 그 재료는 순환골재, 자갈, 모래와 같은 비동결 재료로서 동결에 의한 분리현상이 생기지 않는 것을 사용하여야 한다.

2.3 노상

(1) 노상층은 포장층의 기초지반으로 도로노면에 작용하는 모든 하중을 최종적으로 지지하는 부분을 말한다.

(2) 다층구조의 포장층을 통하여 전달되는 하중에 의해서 노상층에 과잉변형과 변위를 일으키지 않는 지지조건으로 포설 및 다짐을 하여야 한다.

(6) 순환골재를 보조기층용으로 사용하기 위해서는 진흙, 유기물, 보강철근 등 이물질 함유량을 1% 이하로 한다.

【해 설】

노상층은 흙쌓기부에 있어서는 토공의 마무리면과, 땅깍기부에 있어서는 굴착 마무리면 아래로 약 1m 부분을 말한다.

노상에 해로운 동결작용의 영향을 완화시키기 위해서 동상방지층이나 차단층을 둘 수 있다.

포장의 공용성에 노상토의 상태와 물성에 직접 관계가 되기 때문에 실내시험에 의해 얻어지는 노상의 강도지수, CBR , MR등 값을 기준으로 포장층 두께를 결정하고 시공시 소요의 다짐 및 시방기준을 만족하여야 한다.

과민한 팽창성 또는 탄성적반응을 보이는 토사에 대하여서는 충분한 깊이까지 선택재료로 치환하여야 한다. 그리고, 수축한계가 12%보다 크고, 소정지수가 30%보다 큰 팽창성 토사(Expansive soil)인 경우에는 최적함수비 보다 1~2% 정도 더 높은 함수비로 다져서 성질을 개선할 수 있다. 또한 적당한 혼화재, 즉 석회 또는 시멘트, 순환골재 등을 사용하여 안정처리하거나 또는 함수비를 안정시키기 위하여 소요두께의 방수막(Waterproof membrane)을 설치하는 것이 경제적일 수 있다.

동상(凍上)의 영향을 받는 지역에서는, 동상에 민감한(입경 20㎛이하 토사 〉 15% 또는 소성지수 〉 12%) 토사층을 제거하거나, 비동상 선택재료로 치환하여 사용하여야 한다.

순환골재를 노상에 사용할 때에는 도로공사 표준시방서 기준에 의거 만족되도록 하여야 하며, 최대골재 크기가 100mm 이하인 골재를 사용하여야 한다.

2.4 되메우기 및 뒷채움재

(1) 구조물의 되메우기 및 뒷채움은 구조물의 시공완료후에 기초 터파기 부분을 원지반표면까지 되메우기 및 다짐, 고르기 등을 하는 작업을 말한다.

(2) 되메우기 및 뒷채움재를 순환골재로 포설시 진흙, 유기물 등 이물질함유량을 1%이하로 한다.

【해 설】

되메우기 및 뒷채움은 교대, 암거, 옹벽, L형 측구 등 주로 구조물과 토공부와의

접속부에 부설하며, 시공시 부등침하에 의한 단차나 붕괴로 인한 도로 공용성의 저하, 유지관리상 문제가 발생할 수 있으므로 철저한 층다짐을 실시하여야 한다.

되메우기 부위가 도로의 흙쌓기 내에 위치하여 교통하중의 영향을 미치는 경우 뒷채움 재료와 동등한 재료로 시공하여야 한다.

3. 품질 및 기준

3.1 보조기층의 품질

(1) 보조기층용 순환골재의 품질은 입도, 수정 CBR, 마모감량, 소성지수, 모래당량 등의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 보조기층용 순환골재의 품질은 〈표 3.1〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(3) 보조기층용 순환골재의 입도는 〈표 3.2〉의 입도표에서 하나를 선택하여 표준입도로 한다.

(4) 순환골재를 보조기층용으로 적용하기 위해서는 진흙, 유기물 등 이물질함량을 1% 이하로 하여야 한다.

【해 설】

보조기층은 기층과 함께 표층과 노상의 중간에 위치하여 표층과 기층을 통해 전달되는 교통하중을 분산시켜 노상에 전달하는 부분이다. 보조기층은 이와 같은 구조적인 기능 외에도 노상토의 세립자가 기층으로 침투하는 것을 방지하고 동결작용에 의한 손상을 최소화하며, 시공장비를 위한 작업로의 제공 역할을 하고 있다.

보조기층 재료의 품질기준은 강도, 소성지수, 입도 등에 대하여 기층용 재료에 비하여 다소 덜 엄격한 재료의 사용이 가능하므로 현장 및 부근의 재료 확보 가능성 및 경제성을 고려하여 선택한다.

〈표 3.1〉 보조기층용 순환골재의 물리적 성질

구 분	시 험 방 법	기 준
소 성 지 수	KS F 2303	6 이하
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	30 이상
마 모 감 량 (%)	KS F 2508	50 이하
모 래 당 량	KS F 2340	25 이상
액 성 한 계(%)	KS F 2303	25 이하

【주】 시멘트 콘크리트 포장 공법에서 콘크리트 슬래브 바로 밑에 사용되는 보조기층은 수정CBR치가 80 이상이어야 한다.

보조기층 재료는 수정 CBR이 30 이상의 재료를 사용하지만, 수정 CBR이 30 이하이거나 소성지수가 6 이상인 재료는 소량의 시멘트 또는 소석회 등으로 안정처리하여 사용한다. 수정 CBR 시험은 KS F 2320(노상토 지지력비(CBR) 시험 방법)에 의하는 것으로 하며, 수정 CBR치는 최대 건조 밀도의 95%에 해당하는 CBR로 한다.

〈표 3.2〉 보조기층용 순환골재의 입도

체의 호칭치수 / 입도종류	통 과 중 량 백 분 율 (%)							
	80mm	50mm	40mm	20mm	5mm	2.5mm	0.4mm	0.08mm
RSB - 1	100	-	70-100	50-90	30-65	20-55	5-25	2-10
RSB - 2	-	100	80-100	55-100	30-70	20-55	5-30	2-10

【주】 RSB : 보조기층용 순환골재

보조기층용 순환골재의 최대 입경은 50mm 이하가 바람직하다. 단, 부득이한 경우는 1층 마무리 두께의 1/2 이하로 100mm의 재료는 감독원의 승인을 얻어 사용할 수 있다.

순환골재를 공급하는 공급자는 〈표 3.2〉의 입도 분포 범위에 맞는 순환골재를 공급하며, 사용자도 이 표준입도에 맞는 재료를 원칙적으로 사용한다. 사용 골재의 입도

는 표준입도를 원칙으로 하나 도로의 중요성, 재료의 조건 등을 감안하여 골재의 최대 입경이 표준 크기 이상인 경우에는 연속입도로서 보조기층의 품질과 시공상에 문제가 없을 경우 사용할 수가 있다.

폐콘크리트의 강도가 높아 파쇄 생산된 순환골재가 채움재의 역할을 할 수 있는 미립분이 부족하여 연속 입도 분포를 형성하지 못하는 경우에는 모래나 다른 비소성 재료를 첨가하여 규격에 맞게 합성하여 사용할 수가 있다.

입경이 0.08mm를 통과하는 점성질토의 함유 한도는 대략 10% 정도이고, 0.4mm 통과분의 소성지수가 아스팔트 콘크리트 포장의 경우 6 이하, 시멘트 콘크리트 포장의 경우 10 이하로 규정하고 있다.

순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 플라스틱, 천조각, 스티로폼, 목재 등 유기이물질량을 검사하였을때, 총 골재 용적의 1%이하와 KS F 2513(골재에 포함된 경량편 시험방법)에서 규정하는 밀도 2.0g/cm3의 용액을 제조하여 유리, 적벽돌, 타일 등의 무기 이물질 함유량을 시험하였을 때 총 골재 질량의 1%이하를 각각 만족하여야 한다.

3.2 동상방지층의 품질

(1) 동상방지층용 순환골재의 품질은 입도, 수정 CBR, 소성지수, 모래당량 등의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 동상방지층용 순환골재의 품질은 〈표 3.3〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(3) 순환골재는 투수성이 있어 빙막의 형성을 방지하여야 한다.

(4) 순환골재를 동상방지층용으로 적용하기 위해서는 진흙, 유기물 등 이물질함유량을 1%이하로 한다.

【해 설】

동상방지층 재료는 부순돌, 슬래그, 순환골재 등 혼합물로서 점토질, 실트, 유기불순물 등을 포함하지 않는 비동결 재료이어야 한다.

재생 동상방지층 골재 재료의 시료 및 시험성과를 공사 시행전에 반드시 발주처의

승인을 득한 후 사용여부를 결정하여야 한다.

재생 동상방지층은 KS F 2312(흙의 다짐 시험방법)에서 정하여진 최대건조밀도의 95% 이상으로 다져야 하며, 다짐작업 중 함수비는 상기시험에서 정하여진 최적함수비의 ±2% 범위 이내로 유지하여야 한다.

재생 동상방지층용 순환골재의 재료의 품질은 입도, 수정CBR, 소성지수, 모래당량 등의 건교부 도로공사 표준시방서 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

동상방지층은 노상의 토질이 동결할 염려가 있는 경우에 동상을 받지 않는 재료로 동결심도와 포장두께의 차이만큼 노상의 상부에 동상방지층을 둔다. 동상방지층은 포장을 동결로부터 보호하므로 그 재료는 자갈 또는 모래와 같은 비동결 재료로서 동결에 의한 분리현상이 생기지 않는 것이어야 한다.

동상방지층용 순환골재의 품질은 전체 도로포장의 공용성에 큰 영향을 미치므로 품질을 확인하고 점토질, 실트, 유기불순물 등을 포함하지 않는 비동결성 재료이어야 한다. 이 지침에서 동상방지층용 순환골재의 품질 규정은 순환골재의 특성을 고려하여 입도, 수정 CBR, 소성지수, 모래당량 등에 대하여 규정한다.

동상방지층은 투수성이 있어 빙막의 형성을 방지하여야 하므로 사용재료는 다음의 요건에 맞는 것이어야 한다.

- 최대입경 : 순환골재의 최대입경은 100mm를 초과할 수 없다.
- 세립토의 함유량 : 사용재료는 직경 0.02mm 이하의 세립토함유량이 3%이하이어야 하며, 0.08mm체를 통과한 재료의 함유량이 15% 이하이어야 한다.
- 모래당량 : 모래당량 시험치는 20% 이상이어야 한다.

〈표 3.3〉 동상방지층용 순환골재의 물리적 성질

구 분	시 험 방 법	기 준
소 성 지 수	KS F 2303	10 이하
모 래 당 량 (%)	KS F 2340	20 이상
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	10 이상

3.3 노상의 품질

(1) 노상용 순환골재의 품질은 입도, 수정 CBR, 소성지수 등의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 노상용 순환골재의 품질은 〈표 3.4〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(3) 순환골재를 노상용으로 적용하기 위해서는 진흙, 유기물 등 이물질함량을 1% 이하로 하여야 한다.

【해 설】

노상은 포장층의 기초로서 포장에 작용하는 모든 하중을 최종적으로 지지해야 하는 부분으로, 상부의 포장층을 통하여 전달되는 응력에 의해서 노상에 과잉변형 또는 변위를 일으키지 않도록 최적 지지조건을 제공할 수 있어야 한다.

노상 재료의 품질기준은 건설교통부제정 「도로공사표준시방서」 또는 관련 규정 조건을 만족하는 재료로서 현장 부근의 재료 확보 기능성 및 경제성을 고려하여 선택한다.

순환골재를 노상에 적용하기 위하여는 동상방지층이나 보조기층에 적용하는 경우에 비하여 최소의 처리공정을 하여줌으로서 기존의 노상토 토사나, 순환골재에 상응하는 품질을 확보하여야 한다.

노상용 순환골재의 품질은 전체 도로포장의 공용성에 큰 영향을 미치므로 품질을 확인하고 규정에 합격하는 것을 사용할 필요가 있다. 이 지침에서 노상용 순환골재의 품질 규정은 순환골재의 특성을 고려하여 수정 CBR, 소성지수 등에 대하여 규정한다.

〈표 3.4〉 노상용 순환골재의 물리적 성질

구 분	노상	시험방법
최대치수(mm)	100 이하	-
수정 CBR(시방다짐)	10 이상	KS F 2320
5.0mm 통과율 (%)	25～100	-
0.08mm 통과율 (%)	0～25	KS F 2301,KS F 2309
소성지수(PI, %)	10 이하	KS F 2303

노상용 순환골재는 수정 CBR이 10 이상, 소성지수 10 이하, 5.0mm의 통과중량 백분율이 25～100%의 범위에 있어야 하며 0.08mm를 통과한 재료의 함유량은 25% 이하인 규정에 적합한 양질의 것이어야 한다. 또한, 순환골재의 최대입경은 100mm를 초과할 수 없다.

순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 플라스틱, 천조각, 스티로폼, 목재 등 유기이물질량을 검사하였을때, 총 골재 용적의 1%이하와 KS F 2513(골재에 포함된 경량편 시험방법)에서 규정하는 밀도 2.0g/cm3의 용액을 제조하여 유리, 적벽돌, 타일 등의 무기 이물질 함유량을 시험하였을 때 총 골재 질량의 1%이하를 각각 만족하여야 한다.

3.4 되메우기 및 뒷채움재의 품질

(1) 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질은 입도, 수정 CBR, 소성지수 등의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질은 〈표 3.5〉의 규정에 적합한 것이어야 하며, 입도는 〈표 3.6〉에 따른다.

(3) 순환골재를 되메우기 및 뒷채움용으로 적용하기 위해서는 진흙, 유기물 등 이물질함량을 1% 이하로 하여야 한다.

【해 설】

교대, 암거, 옹벽 등의 되메우기 및 뒷채움은 주로 구조물과 토공부와의 접속 부분에 시공되므로 부등침하에 의한 단차나 붕괴로 인한 도로 공용성의 저하나 유지관리상의 문제를 초래할 수가 있다. 이것은 좁고 한정된 지역에서의 시공에 의한 다짐부족이 주요한 요인이다. 그러므로 이러한 문제를 해소하기 위하여 되메우기 및 뒷채움 재료는 압축성이 작은 양질의 재료를 사용하여야 한다.

되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질기준은 보조기층 재료 RSB-1의 품질기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.

되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질은 전체 도로포장의 공용성에 큰 영향을 미치므로 품질을 확인하고, KS F 2574(도로 보조기층용 재생 골재)규정에 합격하는 것을 사용할 필요가 있다. 이 지침에서 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질 규정은 순환골재의 특성을 고려하여 입도, 수정 CBR, 소성지수 등에 대하여 규정한다.

〈표 3.5〉 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 물리적 성질

구 분	시 험 방 법	기 준
소 성 지 수	KS F 2303	10 이하
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	10 이상

〈표 3.6〉 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 입도

체의 호칭 치수 / 입도종류	통과중량백분율 (%)							
	80mm	50mm	40mm	20mm	5mm	2.5mm	0.4mm	0.08mm
RSB - 1	100	-	70～100	50～90	30～65	20～55	5～25	2～10

순환골재를 공급하는 공급자는 〈표 3.6〉의 입도 분포 범위에 맞는 순환골재를 공급하며, 사용자도 이 표준입도에 맞는 순환골재를 사용하여야 한다.

폐콘크리트의 강도가 높아 파쇄 생산된 순환골재가 채움재의 역할을 할 수 있는 미립분이 부족하여 연속 입도 분포를 형성하지 못하는 경우에는 모래나 다른 비소성 재료를 첨가하여 규격에 합당하게 합성하여 사용할 수가 있다.

순환골재를 되메우기 및 뒷채움용으로 사용하는 경우의 최대입경은 이용목적에 따라 적절한 것을 사용하되 뒷채움용으로 사용할 경우 최대입경은 100mm 이하, 0.08mm 통과량 30% 미만으로 하고, 소성지수 20 이하, 시방다짐을 실시하여 수정 CBR 5이상인 재료를 사용할 수 있다.

수정 CBR 시험은 KS F 2320(노상토 지지력비(CBR) 시험 방법)에 의하는 것으로 하며, 수정 CBR치는 최대 건조 밀도의 95%에 해당하는 CBR로 한다.

순환골재는 일반적으로 높은 내부마찰각, 양호한 지지력, 낮은 소성, 양호한 배수성 등의 물성을 보유하고 있어 되메우기 및 뒷채움에의 적용에 적합한 재료라고 할 수 있다.

순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 플라스틱, 천조각, 스티로폼, 목재 등 유기이물질량을 검사하였을때, 총 골재 용적의 1%이하와 KS F 2513(골재에 포함된 경량편 시험방법)에서 규정하는 밀도 2.0g/㎤의 용액을 제조하여 유리, 적벽돌, 타일 등의 무기 이물질 함유량을 시험하였을 때 총 골재 질량의 1% 이하를 각각 만족하여야 한다.

4. 설 계

4.1 일반사항

폐콘크리트 순환골재 보조기층, 동상방지층, 노상의 설계는「아스팔트포장설계·시공 지침」에서 제시한 방법과 순서에 따라 시행하는 것으로 한다.

【해 설】

순환골재 보조기층, 동상방지층, 노상의 설계는 건설교통부 발행「아스팔트포장설계·시공 지침」에서 제시한 방법과 순서에 따라 시행하는 것으로 한다.

보조기층, 동상방지층, 노상은 포장의 구조 전체 중에서 그 구성이 결정되는 것이고, 순환골재 보조기층을 설계하는 경우는 교통량, 노상의 지지력 및 입수 가능한 재료 등의 조사결과를 기초로 설계하여야 하며, 순환골재 동상방지층, 노상을 설계하는 경우는 기상자료 및 입수 가능한 재료 등의 조사결과를 기초로 설계하여야 한다.

4.2 보조기층의 설계기준

(1) 보조기층용 순환골재는 입도 및 적합한 함수비가 얻어지도록 혼합하여야 한다.

(2) 재료의 부설시에는 재료분리가 없어야 하며, 다짐후 1층 마무리 두께가 20cm가 넘지 않도록 균일하게 다짐하여야 한다.

(3) 보조기층의 다짐은 KS F 2312(흙의 다짐시험 방법)에 의한 건조밀도의 95% 이상이 되도록 균일하게 다져야 하며, 다짐시의 함수비는 최적함수비 또는 감독원이 지시하는 함수비로 한다.

【해 설】

폐콘크리트를 파쇄하여 생산된 순환골재는 골재의 강도 또는 부위에 따라서 입도 형상이 불균일하거나 시방입도에 적합하지 않을 경우가 발생할 수 있으므로 시방입도에 적합하도록 사용하여야 한다.

보조기층재는 운반, 포설 및 다짐시 적절한 함수비를 가져야 한다. 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비를 사용하여야 한다.

재생 보조기층재는 운반, 포설 및 다짐시 KS F 2312에서 구한 최적함수비에 가까운 함수비를 가져야 하며, 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비를 사용하여야 한다.

보조기층재로는 최적함수비로 다지는 것이 바람직하나 폐콘크리트는 입상재료와 시멘트 분말로 이루어져 있어 함수비에 둔감하여 KS F 2312 다짐시 최대건조밀도와 최적함수비의 관계가 명확하게 나타나지 않으므로 최적함수비의 범위가 넓으며, 오히려 물다짐 효과를 기대할 수가 있다.

노상재료는 함수비에 예민하므로 보조기층의 함수비가 과도할 경우에는 노상면에 불리한 조건이 형성될 수 있으므로 노상면에 나쁜 영향을 미치지 않는 범위에서 함수량을 조절하여 다짐을 실시한다.

4.3 동상방지층의 설계기준

(1) 동상방지층용 순환골재는 입도 및 적합한 함수비가 얻어지도록 혼합하여야 한다.

(2) 재료의 부설시에는 재료분리가 없어야 하며, 다짐후 1층 마무리 두께가 20cm가 넘지 않도록 균일하게 부설하여야 한다.

【해 설】

동상방지층재는 운반, 포설 및 다짐으로 적절한 함수비를 가져야 한다. 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비를 사용하여야 한다.

다짐작업은 도로의 바깥쪽에서 시작하여 도로의 중심선에 평행방향으로 진행되도록 시공하며, 편경사 구간에서는 동일방향으로 얕은 쪽에서 높은 쪽으로 진행하면서 시공해 나가야 한다.

다짐시 함수비가 과다할 경우에는 노상이나 노체면에 불리한 조건이 형성되므로 노상이나 노체면에 나쁜 영향을 미치지 않는 범위에서 함수량을 조절하여 다짐을 실시하여야 한다.

완성된 동상방지층은 설계도면에 표시된 경사 및 횡단면도와 일치하여야 하며 계획고와의 차이가 ±3cm이하가 되도록 시공을 하여야 한다.

동상방지층 두께는 동결깊이에서 포장두께를 뺀 차이가 되며 노상에 포함되어 포장 구조계산에서는 제외하고, 구조계산시 동상방지층을 둔 경우에는 노상지지력 산출시 개선된 노상지지력을 보정(평균 CBR 적용)하여야 한다.

재생 동상방지층 골재 생산시 현장여건에 따라 세골재를 혼합하여 현장 배합할 수 있으나 순환골재만으로도 사용 할 수 있다.

4.4 노상의 설계

(1) 노상용 순환골재는 입도 및 적합한 함수비가 얻어지도록 혼합하여야 한다.

(2) 재료의 부설시에는 재료분리가 없어야 하며, 다짐후 1층 마무리 두께가 20cm 가 넘지 않도록 균일하게 부설하여야 한다.

(3) 노상층의 다짐은 KS F 2312 방법에 의한 최대건조밀도의 95% 이상이 되도록 균일하게 다져야 한다.

(4) 다짐시의 함수비는 상기 시험방법에서 구한 최적함수비 또는 감독원이 지시하는 함수비로 한다.

【해 설】

폐콘크리트를 파쇄하여 생산된 순환골재는 모재의 강도 또는 부위에 따라서 입도 형상이 불균일하거나 시방입도에 적합하지 않을 경우가 발생할 수 있으므로 시방입도에 적합하도록 사용하여야 한다.

노상용 재료는 운반, 포설 및 다짐으로 적절한 함수비를 가져야 한다. 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비를 사용하여야 한다. 포설 장비 및 시공방법은 '도로공사 표준시방서' 또는 '고속도로공사 전문시방서'를 참고한다.

다짐규정은 최소 기준이므로 각층의 모든 부위가 소정의 다짐도를 만족시켜야 한다. 또한 균일한 지지력과 강성도를 갖도록 얇고 균일하게 포설하여 다진다.

다짐도 규정은 사용 재료를 효과적으로 활용하여 균일하고 양호한 노상을 시공하기 위한 과거의 경험이 반영된 것이다. 따라서 규정 다짐도를 얻기 힘든 경우에는, 시험시공 구간에 대한 평판재하시험을 수행하여 얻은 지지력계수와 프루프 롤링에 의한 처짐량이 허용범위에 이내에 들어오는 것을 확인하고 다짐도 규정을 완화할 수 있다.

이러한 경우에는 본 시공에서 평판재하시험을 반드시 수행한다.

4.5 되메우기 및 뒷채움층의 설계

(1) 되메우기 및 뒷채움용 순환골재는 입도 및 적합한 함수비가 얻어지도록 혼합하여야 한다.

(2) 재료의 부설시에는 재료분리가 없어야 하며, 다짐후 1층 마무리 두께가 20cm가 넘지 않도록 균일하게 부설하여야 한다.

(3) 뒷채움부의 배수가 잘되도록 시공하여야 한다.

(4) 되메우기 및 뒷채움층의 다짐은 KS F 2312 방법에 의한 건조밀도의 95% 이상이 되도록 균일하게 다져야 한다.

【해 설】

폐콘크리트를 파쇄시 소요 시방입도로 혼합 입도일 경우에는 재료분리가 일어나지 않도록 높게 쌓지 않도록 하고, 사다리꼴로 적치하는 것이 바람직하다.

적합한 함수비란 KS F 2312(흙의 다짐시험방법)에 의하여 구한 최적함수비 부근의 함수비로, 시공상 지장없이 충분히 다질 수 있는 함수비를 말한다.

뒷채움 작업은 구조물의 손상가능성을 고려하여 콘크리트의 압축강도 175㎏/㎠ 이상 또는 28일 양생 후에 시행하여야 하며, 편토압의 작용이 우려되는 경우는 구조물의 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 한다.

구조물 뒤채움의 다짐도는 흙의 다짐시험(KS F2312) C, D 또는 E 방법에 의하여 정해진 건조밀도의 95% 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다. 시공함수비는 최적함수비와 상대다짐 95%에 대응하는 습윤측 함수비 사이의 값으로 한다. 1층의 다짐 완료 후 두께가 20cm 이하이어야 한다.

뒷채움부의 배수가 원활하지 않은 경우에는 수압에 의한 수평력이 작용하여 구조물의 변형 또는 손상을 초래 할 수 있으므로 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

기초지반의 경사져 있는 뒷채움부에 물이 침투할 가능성이 있는 경우에는 인접한 흙쌓기부와 뒷채움의 경계부, 구조물 배면부에 지하배수공을 설치하여야 한다.

뒷채움 재료는 동상방지층재료 또는 양질의 재료(잡석, 구조물터파기시 막자갈돌 순환골재)로 사용할 수 있다.

암거의 뒷채움은 도로횡단면과 위치관계를 고려하여 공사 구간별로 수량을 산출하여야 한다.

5. 품질관리

5.1 보조기층의 품질관리

(1) 보조기층용 순환골재의 승인 및 시험은 규정에 따라 실시하며, 필요에 따라 감독원의 추가시험 실시 요구가 있을 때에는 요구에 따라야 한다.

(2) 보조기층용 순환골재의 품질관리는 〈표 5.1〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(3) 보조기층은 설계도에 표시된 종, 횡단면도에 명기된 기준으로 정확하게 마무리하여야 한다.

(4) 보조기층의 마무리면은 시방서에서 규정한 계획고 범위를 준수해야 한다.

【해 설】

폐콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 한다.

순환골재의 품질관리는 수시로 각종시험을 실시하여 사용중에 품질상태에 대한 의심이 없도록 한다.

〈표 5.1〉 보조기층 품질관리 항목

항 목	시험방법	빈 도	표준적인 관리한계	불만족한 경우의 조치 및 참고사항
함수량	KS F 2306	1) 포설 후 다짐 전 500㎥마다 2) 필요시마다	-	함수량이 많은 경우는 자연건조, 부족한 경우는 부설 중 살수
입 도	KS F 2502	1,000㎥ 마다 1회 이상	-	원재료를 조사하여 필요하면 현장배합을 수정한다.
밀 도*	KS F 2311	1) 500㎥마다 (폭넓은 광활한 지역) 2) 층별 200m 마다 : 2차선 기준	95% 이상	다짐작업을 계속한다. 국부적인 함수비 과대 또는 재료의 불량개소는 치환한다.

【주】 소규모 공사에 대해서는 *표시한 항목에 대하여만 실시하고, 빈도 및 표준적인 관리한계는 이 표를 참고하여 결정한다.

보조기층의 계획고 허용범위는 ±3cm 이며 도로중심선에서 평행 또는 직각으로

3m 직선자로 측정했을 때 요철부의 깊이가 콘크리트포장의 경우 1cm, 아스팔트포장의 경우 2cm 이상 되어서는 안된다.

보조기층의 마무리 두께는 설계두께의 10% 이상의 증감이 있어서는 안된다.

보조기층의 시공에 앞서 노상면의 뜬 돌, 그밖의 유해물을 제거하고 요철고르기를 하여야 한다. 노상면이 소정의 종단과 횡단경사로 마무리 되어 있지 않으면 그 위의 보조기층의 두께 과부족이 생기므로 정확히 시공이 되도록 마무리하여야 한다.

재생보조기층 생산시 반드시 현장배합 설계후 재료비율에 따라 수량을 산출한다. (예; 순환골재 80%, 세골재 20%)

콘크리트 포장에서는 포장단부와 측면 거푸집 및 슬리폼 페이퍼의 트랙지지대 확보, 토사팽창이나 동상현상에 의한 포장단부 파손방지, 노상과 포장층의 배수 길어깨 포장에 대한 작업로 등의 역할을 담당하므로, 보조기층 포장 단부보다 0.5 ~ 1.0m 정도 넓게 포설한다.

재생 보조기층 상대강도계수 값은 쇄석골재 CBR=50 일때 0.051, 하상골재 CBR=30일때 0.034 적용한다.

【주】 건설교통부 「아스팔트 포장 구조단면 개선」에 의거 시험의뢰 값 적용치수임.

5.2 동상방지층의 품질관리

(1) 동상방지층용 순환골재의 승인 및 시험은 규정에 따라 실시하며, 필요에 따라 감독원의 추가시험 실시 요구가 있을 때에는 이에 따라야 한다.

(2) 보조기층용 순환골재의 품질관리는 〈표 5.2〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

【해 설】

동상방지층용 순환골재 재료의 시료 및 시험성과를 공사시행 전에 감독원에게 제출하는 것은 사용재료를 확인하는 데 있어서 중요한 일이며, 감독원은 제출된 시료, 시험 및 성과를 검토하여 사용 여부를 판단하여야 한다.

〈표 5.2〉 동상방지층 품질관리 항목

항 목	시험방법	빈 도	표준적인 관리한계	불만족한 경우의 조치 및 참고사항
함수량	KS F 2306	1) 포설 후 다짐전 500㎥마다 2) 필요시마다	–	함수량이 많은 경우는 자연건조, 부족한 경우는 부설 중 살수
입 도	KS F 2502	1,000㎥ 마다 1회 이상	–	원재료를 조사하여 필요하면 현장배합을 수정한다.
현장 밀도	KS F 2311	1) 500㎥ 마다(폭넓은 광활한 지역) 2) 층별 200m 마다 : 2차선 기준	95% 이상	다짐작업을 계속한다. 국부적인 함수비 과대 또는 재료의 불량개소는 치환한다.

【주】 소규모 공사에 대해서는 *표시한 항목만에 대하여 실시하고, 빈도 및 표준적인 관리한계는 이 표를 참고하여 결정한다.

다짐작업은 도로의 바깥쪽에서 시작하여 도로의 중심선에 평해방향으로 진행되도록 시공하며, 편경사 구간에서는 동일방향으로 얕은 쪽에서 높은 쪽으로 진행하면서 시공해 나가야 한다.

완성된 동상방지층은 설계도면에 표시된 경사 및 횡단면도와 일치하여야 하며 계획고와의 차이를 ±3cm 이하가 되도록 시공하여야 하며, 마무리면은 프루프롤링 시험을 실시한다.

5.3 노상의 품질관리

(1) 노상용 순환골재의 승인 및 시험은 규정에 따라 실시하며, 필요에 따라 감독원의 추가시험 실시 요구가 있을 때에는 이에 따라야 한다.

(2) 노상용 순환골재의 품질관리는 〈표 5.3〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(3) 순환골재를 사용한 포장 각층의 시공에 앞서 시공기면의 뜬 돌, 그 밖의 유해물을 제거하고, 요철고르기를 하여야 한다.

【해 설】

폐콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 한다.

순환골재 품질관리는 수시로 각종시험을 통하여 철저히 관리한다.

〈표 5.3〉 노상 품질관리 항목

항 목	시험방법	빈 도	표준적인 관리한계	불만족한 경우의 조치 및 참고사항
다 짐	KS F 2312	1) 포설 후 다짐전 1000㎥마다 2) 재질 변화시마다	-	함수량이 많은 경우는 자연건조, 부족한 경우는 부설중 살수
함수량	KS F 2306			
현장 밀도	KS F 2311	1) 1000㎥ 마다 (폭넓은 광활한 지역) 2) 층별 400m 마다 : 2차선 기준	95% 이상	다짐작업을 계속한다. 국부적인 함수비 과대 또는 재료의 불량개소는 치환한다.
프루프 롤링	5톤 이상의 복륜하중 (타이어 접지압 5.6kg/㎠ 이상)통과	1) 노상 완성 후 전구간에 걸쳐 3회 이상 2) 필요시 마다	최대변형량 5㎜이하	다짐이 부족한 부위는 재다짐한다. 국부적인 함수비 과대 부위는 함수량 조절후 재다짐, 재료의 불량개소는 치환한다.
평판 재하	KS F 2310	1) 2층 포설후 200m 마다 (층다짐시 : 2차선 기준) 2) 1000㎥마다 (폭이 넓은 광활한 지역의 성토작업시)	지지력계수 (K_{30}) : 20kg/㎤ 이상 (아스팔트 포장), 15kg/㎤ 이상 (시멘트포장)	다짐작업을 계속한다. 국부적인 함수비 과대 또는 재료의 불량개소는 치환한다.

5.4 되메우기 및 뒷채움층의 품질관리

(1) 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 승인 및 시험은 규정에 따라 실시하며, 필요에 따라 감독원의 추가시험 실시 요구가 있을 때에는 이에 따라야 한다.

(2) 되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 품질관리는 〈표 5.4〉의 규정에 적합한 것이어야 한다.

【해 설】

되메우기 및 뒷채움용 순환골재의 승인 및 시험은 사용실적이 있는 동일한 장소의 소정의 재료로서 품질규정에 만족하고 감독원이 승인한 경우에는 생략할 수 있다.

〈표 5.4〉 되메우기 및 뒷채움 품질관리 항목

항목	시험방법	빈 도	표준적인 관리한계	불만족한 경우의 조치 및 참고사항
함수량	KS F 2306	1) 포설 후 다짐전 100㎥마다 1회 이상 2) 필요시마다	-	함수량이 많은 경우는 자연건조, 부족한 경우는 부설 중 살수
다짐	KS F 2312	1) 재질변화시 마다	-	다짐작업을 계속한다. 국부적인 함수비 과대 또는 재료의 불량개소는 치환한다.
현장밀도	KS F 2311	1) 3층마다	95% 이상	

6. 순환골재 빈배합 콘크리트 기층

6.1 적용범위

(1) 본 지침은 폐콘크리트를 파쇄·처리하여 생산되는 순환골재를 사용하여 폐콘크리트 순환골재의 제조 및 시공에서 특히 필요한 사항에 대하여 규정한 것이다.

(2) 본 지침은 폐콘크리트 순환골재를 콘크리트 포장의 빈배합 콘크리트(Lean concrete)기층의 건식(Dry mixing type)공사에 적용하는데 있어 필요한 사항에 대하여 규정한다.

(3) 본 지침을 적용할 경우에는 순환골재 사용에 있어서의 안정성 여부 등 현장조건에 대해서 충분히 조사를 한 후 적용을 하여야 한다.

(4) 폐콘크리트 순환골재를 사용하여 도로의 구성요소로서 설계, 시공하는 경우에는 순환골재의 특성 및 시공방법을 충분히 이해하고 시행하여야 한다.

6.2 관련규정의 적용

폐콘크리트 순환골재를 사용한 공사와 관련이 있는 사항중 이 규정에서 언급된 것 이외의 사항은 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서 등을 따른다.

6.3 빈배합 콘크리트 재료의 품질기준

6.3.1 시멘트

사용할 시멘트의 종류는 설계도서 또는 특별시방서에 의한 것으로서 KS의 규격에 합격한 것이어야 한다.

6.3.2 물

콘크리트 혼합물에 사용하는 물은 깨끗하며, 기름, 염분, 산, 알카리, 당분, 기타 품질에 영향을 주는 유해물이 함유되어서는 안된다.

6.3.3 굵은 골재

(1) 굵은 골재는 깨끗하고, 강하며, 내구적이고, 적당한 입도를 가지며, 얇은 석편, 세장편 유기불순물, 염분 등의 유해물을 함유해서는 안된다.

(2) 굵은 골재의 품질규정은 〈표 6.1〉과 같다.

(3) 굵은 골재에 포함된 이물질에 대한 품질규정은 〈표 6.2〉와 같다.

【해 설】

기존의 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서에 규정되어 있는 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재의 품질기준 콘크리트용 재료로서 일반적으로 규정하고 있는 골재품질규정을 도로용 빈배합 콘크리트용 골재의 품질규정으로 적용한 것으로, 일반골재를 대상으로 한 것이다. 따라서 순환골재를 빈배합 콘크리트용 골재로 사용하기 위하여 기존의 빈배합 콘크리트 기층용 굵은골재 품질규정을 아래와 같이 수정하였다.

〈표 6.1〉 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재의 품질기준

구 분	시험방법	기준
점토덩어리 함유량(%)	KS F 2512	0.25이하
연한석편(%)	KS F 2516	5.0이하
비중2.0의 액체에 뜨는 것(%)	KS F 2513	0.5이하
흡수율(%)	KS F 2503	7이하*
비 중	KS F 2503	2.20이상
마모감량(%)	KS F 2508	40이하

【주】* 양질의 폐 콘크리트 모암을 현장파쇄한 경우는 흡수율을 8% 이내로 한다.

기존의 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서에 규정되어 있는 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재의 흡수율은 3% 이하로 규정되어 있다. 일반적으로 골재의 흡수율이 높으면 콘크리트 배합시 수분을 흡수하므로서 작업성을 저하시키고 그에 따라 배합 및 품질에 악영향을 미치는 요인이 되며, 일반 쇄석이나 강자갈과 같은 굵은 골재보다 높은 흡수율을 가지고 있는 순환 굵은골재는 흡수율이 순환골재의 품질을 평가하는 가장 큰 기준이 된다.

현재 국내에서 100mm이하로 파쇄 되는 대부분의 순환골재가 흡수율 3% 이상의 2종 순환골재 또는 그 이하 품질인 점을 감안하여, 순환골재가 빈배합 콘크리트 기층 재료로서 활용되기 위하여 흡수율 기준을 개정하였다. 다양한 실내실험결과를 토대로, 이물질이 함유되지 않은 순환골재의 경우 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재의 품질기준 중 흡수율 기준을 현재의 3% 이하에서 KS F 2573에 규정된 순환골재 등급 중 3종 순환 굵은 골재를 포함 할 수 있는 7% 이하로 변경하였다. 다만, 도로공사 현장에서 다른 이물질이 없는 양질의 폐 콘크리트 골재 모암을 현장 파쇄하여 순환골재로 활용하는 경우, 골재 흡수율을 8%이내로 제한하였다.

순환골재는 그 생산과정에서 필연적으로 잔류해 있는 시멘트 페이스트 등의 이유로 인하여 일반골재에 비하여 다소 낮은 비중을 갖으며, 이러한 순환골재의 특성을 고려하여 콘크리트용 순환골재의 물성을 규정한 KS F 2573에서는 순환골재의 비중을 2.2이상으로 규정하고 있다. 반면 기존의 빈배합 콘크리트 기층용 골재의 품질기준은

일반 골재를 기준으로 하여 비중을 2.45이상으로 규정하고 있기 때문에, 순환골재를 빈배합 콘크리트 기층 재료로 활용하기 위하여 KS F 2573에 규정된 순환골재의 품질 기준인 2.2이상으로 변경하였다.

기존의 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서에 규정되어 있는 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재의 골재씻기 시험 손실률(200번 채 통과량)이 현재 기준으로는 1.0%이하, 그리고 쇄석골재의 경우에는 1.5%로 규정이 되어 있었으나, 빈배합 콘크리트 기층용 입도규정에 규정되어 있는 미립분의 범위는 3%~12%이므로, 정확한 입도조절을 위해서는 쇄석골재나 순환골재의 경우도 대부분 미립분을 추가해야 하는 것이 현실이다. 따라서 씻기시험을 통하여 골재에 포함된 정확한 미분의 량을 측정하여 합성입도 조절시에 활용한다면, 현 규정상의 골재씻기 시험 손실률 규정은 불필요하여, 이 조항을 삭제하였다.

골재의 안정성은 동결융해 저항성을 간접적으로 평가하는 시험으로서 일반콘크리트용 굵은골재 12%, 잔골재 10% 이하로 규정하고 있으나, 흡수율 5% 이상인 2, 3종 순환골재의 안정성은 대부분 이 규정을 만족하지 못한다. 그러나 빈배합콘크리트 기층은 콘크리트 포장의 하부에 위치하며 포장층의 두께가 30~35cm 정도이고, 시공과정에서의 분리막 등으로 불투수층이 형성되기 때문에 빈배합콘크리트 기층이 동결융해를 직접적으로 받을 수 있는 가능성은 낮으며, 또한 구조적 지지층이 아닌 빈배합 콘크리트 기층에서 발생될 수 있는 다소의 열화현상이 문제가 될 가능성은 거의 없다. 순환골재를 사용한 빈배합콘크리트 기층의 압축강도는 품질기준을 안정적으로 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 본 품질기준에서는 안정성 규정은 불필요하여 이 조항을 삭제하였다.

〈표 6.2〉 빈배합 콘크리트 기층용 굵은 골재에 포함된 이물질에 대한 품질기준

구 분	시험방법	기준
종이, 나무, 플라스틱 등의 이물질 (부피 %)	KS F 2576	1이하
기타 건설폐재류[1](폐아스콘, 적벽돌, 폐타일 등) (중량 %)	육안분류 후 계량	5이하[2]

【주1】 기타 건설폐재류는 폐콘크리트를 제외한 건설폐재류로써 폐아스콘, 적벽돌, 폐타일 등이다.

【주2】 다른 이물질이 없는 양질의 노후된 콘크리트를 현장파쇄한 경우에는 기타 건설폐재료(폐아스콘) 함량의 기준을 **10%** 이하로 한다.

순환골재 생산과정에서 쉽게 포함될 수 있는 폐아스콘, 적벽돌, 폐타일등의 이물질은 빈배합 콘크리트의 거동에 지대한 영향을 미치기 때문에 총량의 규제가 반드시 필요하지만, KS F 2573에 규정되어 있는 순환골재의 품질등급에는 특별히 순환골재내의 이물질에 대한 규정이 없는 실정이다. 단, '폐기물관리법 시행규칙'상에 순환골재의 이물질 함유량이 전체용적의 1% 이하로 규정되어 있는데, 이 규칙상에 이물질에 대한 정의가 뚜렷치 않아, 종이, 나무, 및 플라스틱류 등은 이물질로 취급되지만, 실제 순환골재를 생산하는데 있어서 건설폐재류로 구분되는 폐아스콘, 적벽돌, 폐타일 등이 이물질에 포함되는 지의 여부가 불분명한 상태로 되어있으므로 이 규정을 추가하였다.

다만, 도로공사 현장에서 다른 이물질이 없는 양질의 폐 콘크리트 골재 모암을 현장 파쇄하여 순환골재로 활용하는 경우, 빈배합 콘크리트의 품질에 큰 영향을 미치는 이물질이 거의 포함 안된다. 단지, 폐아스콘 등이 혼합될 수 있으므로 기타 건설폐재류의 기준을 10% 이하로 한다.

6.3.4 잔골재

(1) 잔골재는 청결, 견고, 내구적이어야 하며 점토, 먼지, 기타 유해물을 함유해서는 안된다.

(2) 잔골재의 품질규정은 〈표 6.3〉과 같다.

【해 설】

기존의 도로공사 표준시방서 및 고속도로공사 전문시방서에 규정되어 있는 빈배합 콘크리트 기층용 잔골재의 품질기준 콘크리트용 재료로서 일반적으로 규정하고 있는 골재품질규정을 도로용 빈배합 콘크리트용 골재의 품질규정으로 적용한 것으로, 일반 잔골재를 대상으로 한 것이다. 순환 잔골재를 빈 배합콘크리트 재료로 활용하기 위해서는 아직 기술적으로 극복되어야 할 점들이 많아, 기존의 잔골재 기준을 그대로 적용한다.

〈표 6.3〉 빈배합 콘크리트 기층용 잔골재의 품질기준

구 분	시험방법	기준
소성지수	KS F 2303 KS F 2304	9 이하
안정성 시험(%) (황산나트륨사용)	KS F 2507	10 이하
골재씻기 시험 손실률 (0.08mm 체 통 과 량)(%)	KS F 2511	3 이하
점토덩어리 함유량(%)	KS F 2512	1 이하
비중2.0의 액체에 뜨는 것(%)	KS F 2513	0.5 이하

6.3.5 골재의 입도

골재의 표준입도는 설계도서에 표시하는 경우를 제외하고 〈표 6.4〉중에서 하나를 선정하여 사용하여야 한다.

【해 설】

〈표 6.4〉 빈배합 콘크리트 골재의 입도

구 분 / 체의 호칭치수(mm)	공칭입경에 대한 체 통과중량 백분율(%)	
	공칭 최대치수 40mm	공칭 최대치수 25mm
50	100	-
40	90～100	100
25	-	90～100
20	50～85	50～100
10	40～75	40～75
5	25～60	35～60
0.6	10～30	10～30
0.08	3～12	3～12

6.3.6 시멘트량

압축강도는 설계도서에 명시되어 있는 경우를 제외하고 〈표 6.5〉에 따른다.

【해 설】

〈표 6.5〉 빈배합 콘크리트 강도

구 분	건 식	비 고
f_7의 압축강도(kgf/㎠)	50	습윤상태로 6일 양생, 최종 1일 수침 최소단위 시멘트량 : 150kg/m^3

6.4 빈배합 콘크리트의 배합설계

6.4.1 배합설계 순서 및 기준

(1) 배합설계는 아래와 같은 순서로 진행한다.

가) 사용재료의 선정과 품질확인

나) 시공정도에 따라 할증계수를 정하고 배합강도 결정

다) 굵은골재 최대치수 결정

라) 시방입도에 따라 골재를 합성하여 굵은골재와 모래의 배합비를 산출

마) 다짐시험을 통해 최적함수비와 설계 단위시멘트량 산정

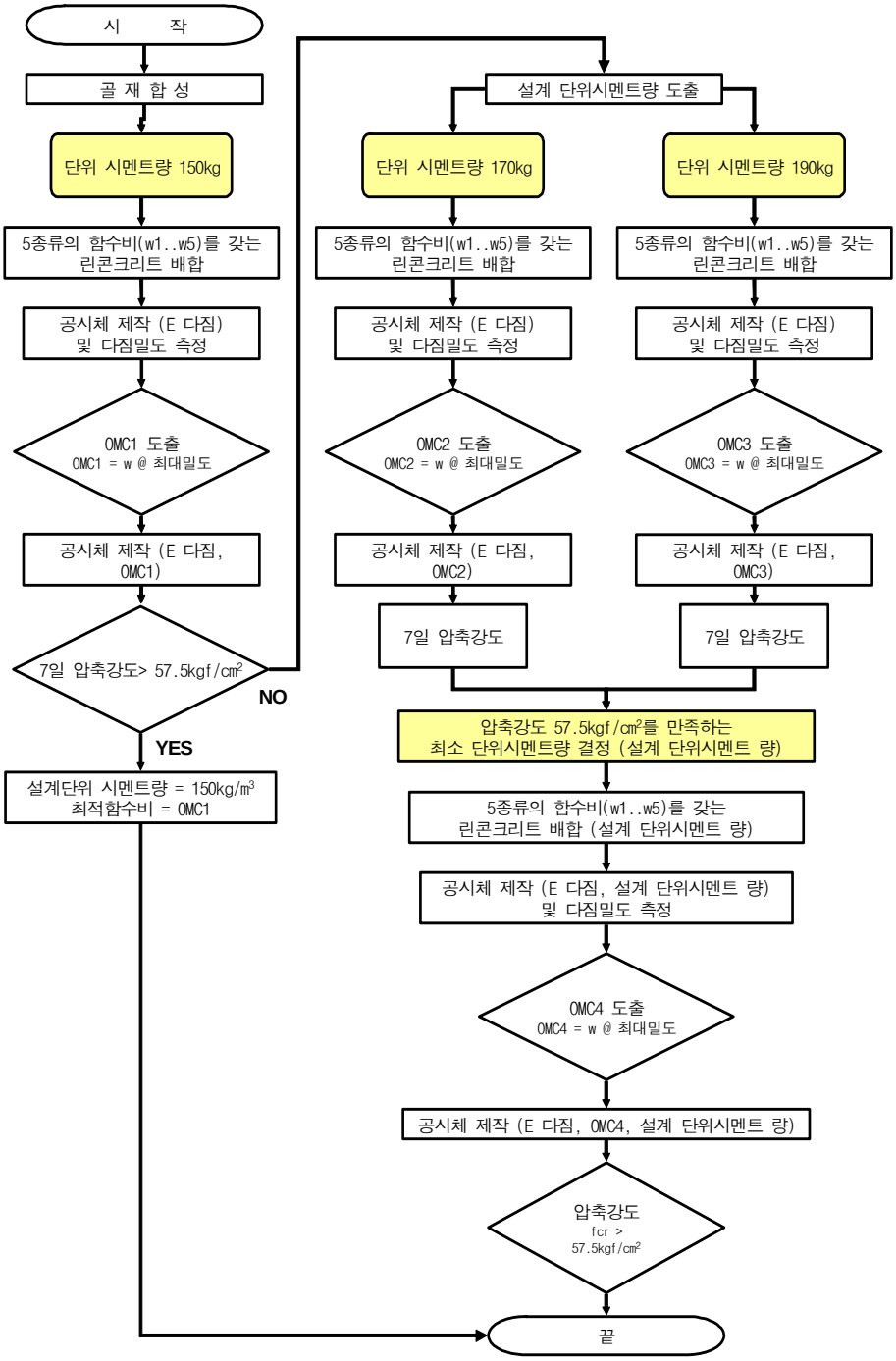
바) 1㎥당 각 재료의 소요중량을 구하고 시험배치를 실시하여 공시체 제작

사) 제작된 공시체를 재령 7일 후 강도측정

(2) 배합 콘크리트는 설계서에 특별히 명시하지 않는 경우 7일 압축강도 50kgf/㎠가 기준강도가 되므로 할증계수인 1.15를 곱한 57.5kgf/㎠를 배합강도로 배합설계를 한다.

【해 설】

위에서 명시된 배합설계의 순서중, 최적함수비 및 설계 단위시멘트량을 산정하는 과정은 일반 콘크리트의 배합설계와는 달리 토질의 다짐시험을 기초로 하며,그 과정을 그림으로 나타내면 〈그림 6.1〉과 같다.



〈그림 6.1〉 빈배합 콘크리트의 배합설계 흐름

6.4.2 다짐시험

KS F 2312(흙의 다짐시험 방법)의 E방법을 사용하여 단위 시멘트량에 따라 최적함수비(OMC)와 최재건조밀도(γ_{dmax})를 구한다.

【해 설】

〈그림 6.1〉에 나타난 바와 같이 단위시멘트량 150kg, 170kg, 190kg에서의 최적함수비(OMC)와 최대건조밀도(γ_{dmax})를 구한다.

〈표 6.6〉 다짐 시험 성과표

단위시멘트 량 (kg)	OMC (%)	γ_t	γ_d	비고
150	OMC1	γ_{t1}	γ	OMC $= \frac{\text{물무게}\times 100}{\text{건조골재} + \text{시멘트중량}}$
170	OMC2	γ_{t2}	γ_{d2}	
190	OMC3	γ_{t3}	γ_{d3}	

6.4.3 시험배합 실시

다짐시험결과와 입도에 따른 합성비율 및 흡수비를 사용하여 단위시멘트량에 따라 재료량을 산출한다.

【해 설】

〈표 6.7〉 다짐 시험 성과표

공칭입경	합성비율	흡수비(%)	비고
40mm	X	x	흡수비 (%) = $\frac{Ww}{Ws}\times 100$ Ws : 건조골재 무게 Ww : 표건상태의 골재의 흡수된 물무게
19mm	Y	y	
7mm이하	Z	z	
모래	R	r	
계	100		

가. 단위시멘트 량 150kg 일 때 (㎥당 재료량 산출)

1) 다짐시험 결과에 의하여 (건조상태)

① 건조골재 + 시멘트 중량 = $\gamma_{d1} \div [1 + (OMC1 \div 100)]$ = A kg/㎥

② 물의 중량 = A × (OMC1 ÷ 100) = B kg/㎥

③ 건조상태의 골재중량 = A − 150 = C kg/㎥

④ Size별 건조상태 골재중량

40mm : C × X ÷ 100 = D kg/㎥

19mm : C × Y ÷ 100 = E kg/㎥

7mm : C × Z ÷ 100 = F kg/㎥

모 래 : C × R ÷ 100 = G kg/㎥

2) 콘크리트 배합용 재료량 산출 (표건상태)

① 표건상태시 40mm 골재에 흡수될 물 양 = D × x ÷ 100 = D' kg/㎥

② 표건상태시 19mm 골재에 흡수될 물 양 = E × y ÷ 100 = E' kg/㎥

③ 표건상태시 7mm이하 골재에 흡수될 물 양 = F × z ÷ 100 = F' kg/㎥

④ 표건상태시 모래에 흡수될 물 양 = G × r ÷ 100 = G' kg/㎥

- 표건상태시 40mm 골재 재료량 = D + D' = H kg/㎥
- 표건상태시 19mm 골재 재료량 = E + E' = I kg/㎥
- 표건상태시 7mm 골재 재료량 = F + F' = J kg/㎥
- 표건상태시 모래 재료량 = G + G' = K kg/㎥
- 골재를 표건상태로 했을 때 소요되는 물 양 : B−(D'+E'+F'+G')=L kg
- 콘크리트 배합용 재료량(1㎥당)

시멘트 량 (kg)	물	골재량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm	모래	
150	L	H	I	J	K	

나. 단위 시멘트량 170 kg 일 때 : ‘가)’ 항과 같은 방법으로 재료량 산출

다. 단위 시멘트량 190 kg 일 때 : ‘가)’ 항과 같은 방법으로 재료량 산출

6.4.4 공시체 제작

시험배합에서 결정된 재료량을 사용하여 단위 시멘트량 및 재령별 공시체를 제작한다.

【해 설】

직경 15cm, 높이 30cm인 몰드 사용하여 1, 2층은 봉다짐 각 92회, 3층은 jack을 이용, 재료가 공시체용 몰드에 모두 들어가도록 서서히 압력을 가한다.

제작되는 공시체의 수는 각각의 시멘트 량에 따라 3일, 7일 강도용 공시체 각각 3개씩으로 하여 총 18개를 제작한다.

공시체 양생방법은 다음과 같다.

- f_3 공시체 : 습윤포로 양생 (수침시키지 않음)
- f_7 공시체 : 습윤포로 6일 양생, 1일 수침 양생

6.4.5 단위 시멘트량의 결정

단위 시멘트량과 압축강도와의 관계도를 그린 후에 그래프에서 배합강도 57.5kgf/㎠에 해당하는 단위 시멘트량을 역으로 구한다.

6.4.6 시방배합비의 결정

결정된 단위 시멘트량을 사용하여 다짐시험을 실시하여 γ_t, γ_d, OMC를 구하고 그 결과를 근거로 시험배합을 수행하여 재료량을 산출해서 최종 시방 배합비를 결정한다.

6.5 빈배합 콘크리트의 시공

6.5.1 준비공

빈배합 콘크리트 기층 시공에 앞서 보조기층 표면의 뜬돌, 점토, 기타 유해물이 있어서는 안된다.

【해 설】

보조기층면은 관련 규정에 따라 양호한 상태로 유지관리 하여야 하며, 이 조건과 맞지 않으면 시공자 부담으로 이를 제거하고 재시공하여야 한다.

보조기층면이 건조해 있을 때에는 균일하게 살수한 후 빈배합 콘크리트 기층을 시공하여야 한다.

6.5.2 기상조건

(1) 빈배합 콘크리트 기층의 포설은 감독원이 지시한 경우를 제외하고는 기온이 4℃이하이거나 우천시에는 공사를 중지하여야 한다.

(2) 일 평균기온이 30℃ 이상인 경우에는 함수비의 관리에 특별히 유의하여야 한다.

(3) 양생기간 중 동결이 예상되는 경우에는 기층면을 보호할 수 있도록 동상방지책을 강구하여 감독원의 승인을 받아 이를 조치하여야 한다.

6.5.3 시험포장

시공자는 본 절에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독원 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다.

【해 설】

시험포장 면적은 500㎡ 정도로 하며, 다짐도, 다짐후의 두께, 재료분리, 부설 및

다짐방법 등을 검토한다.

시공자는 시험포장을 실시할 장소, 혼합물의 배합 등에 대하여는 감독원과 협의한 후 시험포장 계획서를 제출하고, 결과에 대하여는 감독원과 협의하여야 한다.

6.5.4 현장배합

시공자는 빈배합 콘크리트 기층에 사용할 대표적인 시료를 사용하여 감독원의 입회하에 시험생산 및 시험포장을 실시하고 그 결과를 검토하여 재료의 배합비를 결정하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

6.5.5 시공 기준

배합설계를 통해 얻어진 빈배합 콘크리트를 선택층위에 타설하며, 〈표 6.8〉의 기준을 만족하도록 하여야 한다.

【해 설】

〈표 6.8〉 빈배합 콘크리트의 시공기준

구 분	기준	비 고
1층 다짐후의 두께	15±1.5cm	
계획고 차이	±1.5cm	
다짐도	100% 이상	KS F 2312의 E 다짐방법
PrI	48cm/km 이하	7.6m의 프로파일 미터
요철	±1.0cm 이내	

평탄성은 7.6m의 프로파일 미터로 차선마다 1회 이상 측정하여, 결과는 150m 마다 48cm/km 이하가 되도록 관리한다.

횡방향 요철은 3m 직선자를 사용하여 요철이 1cm 이상인 경우 수정한다.

6.5.6 혼합물 생산

(1) 골 재

골재는 잔골재와 굵은 골재로 구분하여 적재하고 계량하면, 잔골재율은 시험결과에 따라 감독원과 협의하여 조정하여야 한다.

(2) 혼 합

중앙혼합식으로 균등한 품질이 되도록 생산하여야 한다.

(3) 함수량

혼합시 함수량은 배합설계에서 도출된 최적함수율을 기준으로 한다.

【해 설】

혼합물의 생산시에는 다음의 사항에 주의하여야 한다.

① 콘크리트 생산 전에 골재 함수량을 측정하여, 일일 현장배합표를 작성한다.
② 골재 야적장에 덮개를 설치하여, 골재의 함수비 상태를 균등하게 유지하도록 한다.
③ 콘크리트의 혼합시간은 2~4분을 기준으로 한다.
④ 순환골재의 함수율 측정은 작업개시전, 작업중 2회 등 최소 1일 3회 이상 측정하여 골재의 함수상태 변화에 따른 빈배합콘크리트의 물성변화에 대응한다.

6.5.7 혼합물 운반

(1) 콘크리트 혼합물의 운반은 운반차에 싣거나 내릴 때 그 높이를 가능한 낮게하여 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다. 운반차는 콘크리트를 내리는 작업이 쉬운 것이라야 하며, 내리기 작업 후에는 물로 씻어내야 한다.

(2) 콘크리트가 비벼진 후부터 치기가 끝날때까지의 시간은 1시간 이내이어야 한다.

(3) 하절기, 강풍, 기타의 경우에는 콘크리트가 운반 도중에 건조하지 않도록 혼합물에 덮개를 씌워 보호하여야 한다.

6.5.8 포설

(1) 혼합물은 피니셔에 의해 균일한 두께로 포설하여야 한다.

(2) 폭이 다르고 형상이 특수한 분분에는 인력으로 포설할 수 있다.

6.5.9 다짐

(1) 다짐은 혼합하여 믹싱 후 2시간 이내에 완료하도록 하며, 균일한 다짐도가 얻어지고 재료분리가 일어나지 않도록 평탄하게 마무리하여야 한다.

(2) 콘크리트의 최대건조밀도는 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구하며, 현장다짐도의 기준은 100%이상으로 한다.

(3) 다짐후의 두께 및 마무리면에 대한 허용오차는 다음과 같다.

– 다짐후의 두께 : 15±1.5cm

– 마무리면 : 계획고±1.5cm

【해 설】

혼합물 생산 후 2시간 이내에 다짐이 완료되도록 하며, 다짐장비는 진동로울러, 탄댐로울러와 타이어로울러 순으로 다짐한다. 로울러별 다짐순서와 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정하며, 다짐장비의 종류를 변경코자 할 경우에는 반입 전에 감독원의 승인을 받아야 한다.

다짐시에는 다음의 사항에 주의하여야 한다.

① 진동로울러를 통한 초기다짐은 무진동으로 실시하여, 종·횡 방향의 밀림을 예방한다.
② 계획고가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 다짐을 실시한다.
③ 1회 다짐의 길이는 평탄성을 감안하여 최소 30m 이상으로 한다.
④ 현장의 다짐도는 100%이상, 다짐 두께는 현장밀도 시험시에 병행하여 실시한다.
⑤ 시공 후의 양쪽 모서리는 소형 다짐기를 사용하여 마무리 한다.

6.5.10 시공 이음 및 단부처리

(1) 시공이음은 도로 중심선의 직각 방향으로 설치하여야 한다.
(2) 시공이음부는 시멘트 콘크리트 포장 줄눈의 위치와 적어도 30cm 엇갈리게 설치하여야 한다.

【해 설】

시공이음부는 상부층의 포장공사시 손상되지 않도록 주의하여야 하며, 시공이음부의 다짐을 철저히 하여야 한다.

6.5.11 마무리

마무리는 〈표 6.6〉의 기준에 따른다.

6.5.12 양생

(1) 빈배합 콘크리트 기층은 수분이 소량이므로 증발에 의하여 표면이 건조·이완되지 않도록 살수 또는 비닐덮기 등으로 습윤양생을 철저히 하여야 한다.
(2) 재령 7일의 압축강도 및 평탄성 시험결과를 확인하여 감독원의 승인을 받아 교통개방을 하여야 한다.

【해 설】

양생시에는 다음의 사항에 주의하여야 한다.

① 살수양생의 경우, 표면이 건조되지 않도록 평탄성에 지장이 없는 장비로 최소 7일 이상 실시하며, 다짐 표면이 패이지 않을 정도에서 바로 초기 살수를 실시한다.
② 재령 7일 압축강도 및 평탄성 시험결과를 확인한 뒤, 교통개방을 실시한다.
③ 양생 중에는 '양생중' 표지판 및 방책시설을 설치하여, 사람 및 차량진입을 방지한다.

④ '양생중' 간판은 포설 면의 중앙부에 100m 간격으로 설치한다.

⑤ 완성면이 손상된 경우, 5종 이상의 콘크리트로 평탄성이 나쁘지 않게 마무리한다.

부 록

부록 1. 빈배합 콘크리트 배합설계(예)

부록 2. 포장설계(예)

부록 1. 빈배합 콘크리트 기층 배합설계(예)

1.1 조 건

가. 기준 강도 f_7 = 50 kgf/㎠

나. 배합 강도 f_{cr}= 50 × 1.15 = 57.5 kgf/㎠

1.2 사용재료의 선정과 품질 확인

규격	안정성	편석량	흡수비(%)	단위중량	겉보기비중	합성비율(%)
40mm	2.3	11.2	0.679	1.664	2.807	37
19mm	1.8	13.6	0.715	1.662	2.799	20
7mm이하	2.6	-	1.420	1.590	2.850	25
모래	2.91	-	1.345	1.680	2.671	18

1.3 골재 합성 입도 결정

체번호	50mm	40mm	19mm	10mm	#4	#30	#200	비고
통과중량 백분율(%)	100	90-100	50-85	40-75	25-60	10-30	3-12	입도기준
	100	95	67.5	57.5	42.5	20	7.5	합성결과

1.4 1차 배합시험 : 시멘트량 150kg

(1) 다짐시험(KS F 2312, E방법)

가. 재 료 량

1) 시멘트량

- 150kg ÷ 3.15t/㎥(시멘트 비중) = 0.0476㎥

2) 골 재 량 : 1㎥−0.0476㎥ = 0.952㎥

- 40mm 골재량: 0.952㎥ × 0.37 × 2.807t/㎥ = 989kg
- 19mm 골재량: 0.952㎥ × 0.2 ×2.799t/㎥ = 533kg
- 7mm이하 골재량: 0.952㎥ × 0.25 × 2.85t/㎥ = 678kg
- 모 래 량: 0.952㎥ × 0.18 × 2.671t/㎥ = 458kg

3) 2.5L 의 재료량

① 시멘트량 : 150kg × 2.5l ÷ 1000L = 0.375kg

② 골 재 량 :

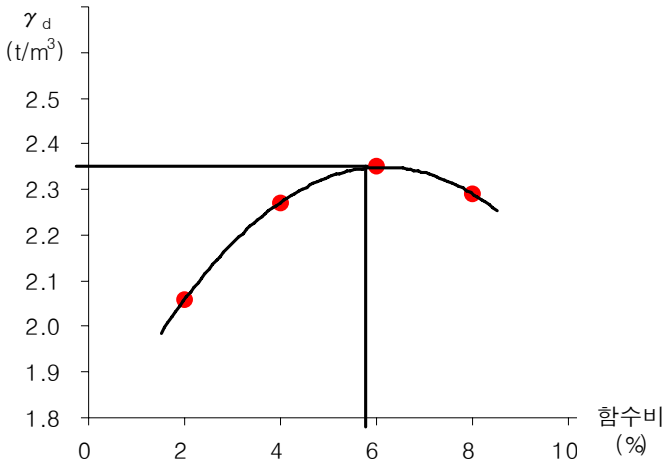
- 40mm 골재량: 989kg × 2.5l ÷ 1000L = 2.47kg
- 19mm 골재량: 533kg × 2.5l ÷ 1000L = 1.33kg
- 7mm이하 골재량: 678kg × 2.5l ÷ 1000L =1.70kg
- 모 래 량: 458kg × 2.5L ÷ 1000L = 1.15kg

나. 다 짐

1) 다짐밀도

함수비	2%	4%	6%	8%
γ_d	2.06	2.27	2.35	2.29

2) 함수비: (시멘트 + 골재)에 대한 함수비



∴ γ_{dmax} = 2.357t/㎥

γ_{tmax} = 2.357t/㎥ × (1 + 0.0585) = 2.495t/㎥

OMC = 5.85%

3) 다짐 시험 성과표

단위시멘트량 (kg)	OMC (%)	γ_{dmax}	γ_{tmax}	비고
150	5.85	2.495	2.357	

(2) 시험 배합

가. 재료량 산출(㎥당)

1) 골재의 합성 비율

구분	합 성 비 율(%)	흡수비(%)
40mm	37	0.679
19mm	20	0.715
7mm 이하	25	1.420
모 래	18	1.345
계	100	

2) 골재의 건조상태 중량

- 건조골재 + 시멘트중량 = 2495kg/㎥ ÷ [1 + (5.85 ÷ 100)] = 2357kg/㎥
- 물의 중량 = 2357kg/㎥ × (5.85 ÷ 100) = 138kg/㎥
- 건조골재 중량 = 2357kg/㎥ 150kg/㎥ = 2207kg/㎥
- Size별 건조골재 중량
  - 40mm 골재량: 2207kg/㎥ ×0.37 = 817kg/㎥
  - 19mm 골재량: 2207kg/㎥ × 0.2 = 441kg/㎥
  - 7mm 이하 골재량: 2207kg/㎥ × 0.25 = 552kg/㎥
  - 모 래 량: 2207kg/㎥ × 0.18 = 397kg/㎥

3) 골재의 표건상태 중량

- 표건상태시 40mm 골재에 흡수될 물의량 = 건조골재량 ×(흡수비 ÷ 100)
  = 817kg/㎥ × (0.679 ÷ 100) = 5.5kg/㎥
- 표건상태시 19mm 골재에 흡수될 물의량 = 441kg/㎥ × (0.715 ÷ 100)
  = 3.2kg/㎥
- 표건상태시 7mm 이하 골재에 흡수될 물의량 = 552kg/㎥ × (1.42 ÷ 100)
  = 7.8kg/㎥
- 표건상태시 모래에 흡수될 물의량 = 397kg/㎥ × (1.345 ÷ 100) = 5.3kg/㎥
  - 표건상태시 40mm 골재 재료량 = 건조중량 + 흡수된 물의량
    = 817kg/㎥ + 5.5kg/㎥ = 822.5kg/㎥
  - 표건상태시 19mm 골재 재료량 = 441kg/㎥ + 3.2kg/㎥ = 444.2kg/㎥
  - 표건상태시 7mm 이하 골재 재료량 = 552kg/㎥ + 7.8kg/㎥
    = 559.8kg/㎥
  - 표건상태시 모래 재료량 = 397kg/㎥ + 5.3kg/㎥ = 402.3kg/㎥
  - 골재를 표건상태로 했을 때 소요 물의 량
    = 138kg/㎥ − (5.5 + 3.2 + 7.8 + 5.3) = 116.2kg/㎥

4) 시멘트량 150kg 일 때 1㎥당 콘크리트 배합용 재료량 (표건상태)

시멘트량 (kg)	물 (kg)	골 재 량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm 이하	모 래	
150	116.2	822.5	442.2	559.8	402.3	

나. 공시체 제작(압축강도용 Φ 15 × 30, 6EA)

1) 공시체 부피

- [(0.15m × 0.15m × π) ÷ 4] × 0.3m × 6EA = 0.032㎥ ≒ 0.04㎥

2) 0.04㎥의 재료량(단위 시멘트량 150kg)

- 시멘트: 150kg/㎥ × 0.04㎥ = 6kg
- 물: 116.2kg/㎥ × 0.04㎥ = 4.65kg
- 40mm 골재: 822.5kg/㎥ × 0.04㎥ = 32.9kg
- 19mm 골재: 442.2kg/㎥ × 0.04㎥ = 17.77kg
- 7mm 이하 골재: 559.8kg/㎥ × 0.04㎥ = 22.39kg
- 모 래: 402.3kg/㎥ × 0.04㎥ = 16.09kg

다. 압축강도시험(단위시멘트량 150kg)

시료번호	시 멘 트 량 (kg)	f_7일 압축강도 (kgf/㎠)	비고
1	150	61	f_7일 압축강도 ≧ 57.5kg/㎠
2	150	53	f_7일 압축강도 〈 57.5kg/㎠

※ 배합설계 방법의 예시를 위하여 2종의 시료로 시험한 것으로 가정하였음.

라. 배합시험 결과 분석

1) 1번 시료

- f_7일 압축강도 : 61kg/㎠ ≧ 57.5kg/㎠
- 기준을 만족하므로 시방배합비율을 아래와 같이 결정하고, 배합설계를 마침

시멘트량 (kg)	물 (kg)	골 재 량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm 이하	모 래	
150	116.2	822.5	442.2	559.8	402.3	

2) 2번 시료

- f_7일 압축강도 : 53kg/㎠ 〈 57.5kg/㎠
- 기준을 만족시키지 못하므로 단위시멘트량 170kg, 190kg으로 2차 배합시험함

1.5 2차 배합시험(시료 2) : 시멘트량 170kg, 190kg

(1) 다짐 시험(시멘트량 170kg)

가. 재료량

1) 시멘트량: 170kg ÷ 3.15t/㎥(시멘트 비중) = 0.054㎥

2) 골 재 량: 1㎥ − 0.054㎥ = 0.946㎥

- 40mm 골재량: 0.946㎥ × 0.37 × 2.807t/㎥ = 983kg
- 19mm 골재량: 0.946㎥ × 0.2 ×2.799t/㎥ = 530kg
- 7mm이하 골재량: 0.946㎥ × 0.25 × 2.85t/㎥ = 674kg
- 모 래 량: 0.946㎥ × 0.18 × 2.671t/㎥ = 455kg

3) 2.5L의 재료량

① 시멘트량: 170kg × 2.5l ÷ 1000L = 0.425kg

② 골 재 량:

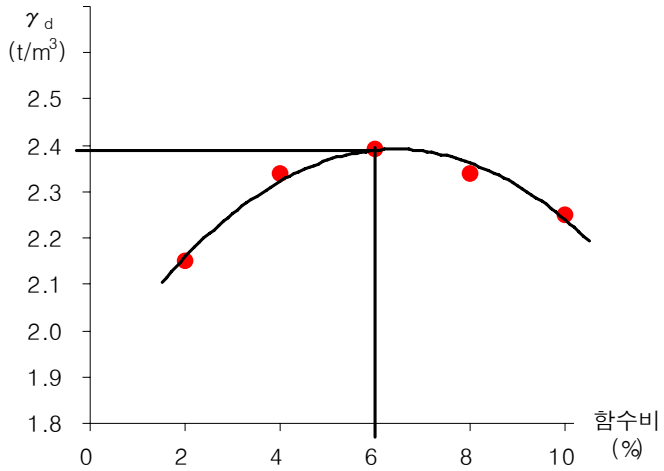
- 40mm 골재량: 983kg × 2.5l ÷ 1000L = 2.46kg
- 19mm 골재량: 530kg × 2.5l ÷ 1000L = 1.33kg
- 7mm이하 골재량: 674kg × 2.5l ÷ 1000L =1.69kg
- 모 래 량: 455kg × 2.5l ÷ 1000L = 1.14kg

나. 다 짐

1) 다짐밀도

함수비	2%	4%	6%	8%	10%
γ_d	2.15	2.34	2.393	2.34	2.25

2) 함수비



∴ γdmax = 2.393t/㎥

γtmax = 2.393t/㎥ × (1 + 0.06) = 2.537t/㎥

OMC = 6%

3) 다짐 시험 성과표

단위시멘트량 (kg)	OMC (%)	γ_{dmax}	γ_{tmax}	비고
170	6.00	2.537	2.393	

(2) 다짐 시험(시멘트량 190kg)

가. 재 료 량

1) 시멘트량: 190kg ÷ 3.15t/㎥(시멘트 비중) = 0.06㎥

2) 골 재 량: 1㎥ − 0.06㎥ = 0.94㎥

- 40mm 골재량: 0.94㎥ × 0.37 × 2.807t/㎥ = 976kg
- 19mm 골재량: 0.94㎥ × 0.2 ×2.799t/㎥ = 526kg
- 7mm이하 골재량: 0.94㎥ × 0.25 × 2.85t/㎥ = 670kg
- 모 래 량: 0.94㎥ × 0.18 × 2.671t/㎥ = 45kg

3) 2.5L의 재료량

① 시멘트량: 190kg × 2.5l ÷ 1000L = 0.475kg

② 골 재 량:

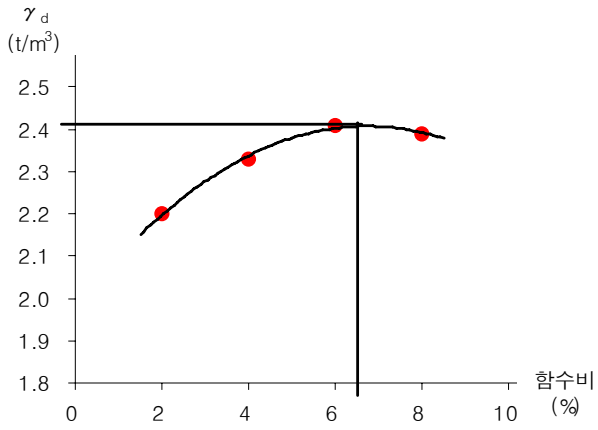
- 40mm 골재량: 976kg × 2.5l ÷ 1000L = 2.44kg
- 19mm 골재량: 526kg × 2.5l ÷ 1000L = 1.315kg
- 7mm이하 골재량: 670kg × 2.5l ÷ 1000L =1.675kg
- 모 래 량: 452kg × 2.5l ÷ 1000L = 1.13kg

나. 다 짐

1) 다짐밀도

함수비	2%	4%	6%	8%
γ_d	2.2	2.33	2.41	2.39

2) 함수비



∴ γdmax = 2.412t/㎥

γtmax = 2.412t/㎥ × (1 + 0.0628) = 2.563t/㎥

OMC = 6.28%

3) 다짐 시험 성과표

단위시멘트량 (kg)	OMC (%)	γ_{dmax}	γ_{tmax}	비고
190	6.28	2.563	2.412	

(3) 시험 배합

가. 1㎥당 재료량 산출(단위 시멘트량 170kg)

1) 골재의 합성 비율

구분	합 성 비 율(%)	흡수비(%)
40mm	37	0.679
19mm	20	0.715
7mm 이하	25	1.420
모 래	18	1.345
계	100	

2) 골재의 건조상태 중량(단위 시멘트량 170kg)

- 건조골재 + 시멘트중량 = 2537kg/㎥ ÷ [1 + (6.0 ÷ 100)] = 2393kg/㎥
- 물의 중량 = 2393kg/㎥ × (6.0 ÷ 100) = 144kg/㎥
- 건조골재 중량 = 2393kg/㎥ 170kg/㎥ = 2223kg/㎥
- Size별 건조골재 중량

– 40mm 골재량: 2223kg/㎥ ×0.37 = 823kg/㎥

– 19mm 골재량: 2223kg/㎥ × 0.2 = 445kg/㎥

– 7mm 이하 골재량: 2223kg/㎥ × 0.25 = 556kg/㎥

– 모 래 량: 2223kg/㎥ × 0.18 = 400kg/㎥

3) 골재의 건조상태 중량(단위 시멘트량 170kg)

- 표건상태시 40mm 골재에 흡수될 물의량 = 823kg/㎥ × (0.679 ÷ 100)
  = 5.6kg/㎥
- 표건상태시 19mm 골재에 흡수될 물의량 = 445kg/㎥ × (0.715 ÷ 100)
  = 3.2kg/㎥
- 표건상태시 7mm 이하 골재에 흡수될 물의량 = 556kg/㎥ × (1.42 ÷ 100)
  = 7.9kg/㎥
- 표건상태시 모래에 흡수될 물의량 = 400kg/㎥ × (1.345 ÷ 100) = 5.4kg/㎥
  – 표건상태시 40mm 골재 재료량 = 823kg/㎥ + 5.6kg/㎥ = 828.6kg/㎥
  – 표건상태시 19mm 골재 재료량 = 445kg/㎥ + 3.2kg/㎥ = 448.2kg/㎥
  – 표건상태시 7mm 이하 골재 재료량 = 556kg/㎥ + 7.9kg/㎥
  = 563.9kg/㎥
  – 표건상태시 모래 재료량 = 400kg/㎥ + 5.4kg/㎥ = 405.4kg/㎥
  – 골재를 표건상태로 했을 때 소요 물의 량
  = 144kg/㎥ – (5.6 + 3.2 + 7.9 + 5.4) = 122kg/㎥

4) 1㎥당 콘크리트 배합용 재료량(시멘트량 170kg, 표건상태)

시멘트량 (kg)	물 (kg)	골 재 량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm 이하	모 래	
170	122	828.6	448.2	563.9	405.4	

나. 1㎥당 재료량 산출(단위 시멘트량 190kg)

1) 골재의 건조상태 중량(단위 시멘트량 190kg)

- 건조골재 + 시멘트중량 = 2563kg/㎥ ÷ [1 + (6.28÷ 100)] = 2412kg/㎥
- 물의 중량 = 2412kg/㎥ × (6.28 ÷ 100) = 151kg/㎥
- 건조골재 중량 = 2412kg/㎥ 190kg/㎥= 2222kg/㎥
- Size별 건조골재 중량
  - 40mm 골재량: 2222kg/㎥ ×0.37 = 822kg/㎥
  - 19mm 골재량: 2222kg/㎥ × 0.2 = 444kg/㎥
  - 7mm 이하 골재량: 2222kg/㎥ × 0.25 = 556kg/㎥
  - 모 래 량: 2222kg/㎥ × 0.18 = 400kg/㎥

2) 골재의 표건상태 중량(단위 시멘트량 190kg)

- 표건상태시 40mm 골재에 흡수될 물의량 = 822kg/㎥ × (0.679 ÷ 100) = 5.6kg/㎥
- 표건상태시 19mm 골재에 흡수될 물의량 = 444kg/㎥ × (0.715 ÷ 100) = 3.2kg/㎥
- 표건상태시 7mm 이하 골재에 흡수될 물의량 = 556kg/㎥ × (1.42 ÷ 100) = 7.9kg/㎥
- 표건상태시 모래에 흡수될 물의량 = 400kg/㎥ × (1.345 ÷ 100) = 5.4kg/㎥
  - 표건상태시 40mm 골재 재료량 = 822kg/㎥+ 5.6kg/㎥ = 827.6kg/㎥
  - 표건상태시 19mm 골재 재료량 = 444kg/㎥ + 3.2kg/㎥ = 447.2kg/㎥
  - 표건상태시 7mm 이하 골재 재료량 = 556kg/㎥ + 7.9kg/㎥

= 563.9kg/㎥

- 표건상태시 모래 재료량 = 400kg/㎥ + 5.4kg/㎥ = 405.4kg/㎥
- 골재를 표건상태로 했을 때 소요 물의 량

= 151kg/㎥ - (5.6 + 3.2 + 7.9 + 5.4) = 129kg/㎥

3) 1㎥당 콘크리트 배합용 재료량(시멘트량 190kg, 표건상태)

시멘트량 (kg)	물 (kg)	골 재 량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm 이하	모 래	
190	129	827.6	447.2	563.9	405.4	

다. 공시체 제작 (압축강도용 Φ 15 × 30, 6EA, 단위시멘트량 170kg, 190kg)

1) 공시체 부피

- [(0.15m × 0.15m × π) ÷ 4] × 0.3m × 6EA = 0.032㎥ ≒ 0.04㎥

2) 0.04㎥의 재료량(단위 시멘트량 170kg)

- 시멘트: 170kg/㎥ × 0.04㎥ = 6.8kg
- 물: 122kg/㎥ × 0.04㎥ = 4.88kg
- 40mm 골재: 828.6kg/㎥ × 0.04㎥ = 33.14kg
- 19mm 골재: 448.2kg/㎥ × 0.04㎥ = 17.93kg
- 7mm 이하 골재: 563.9kg/㎥ × 0.04㎥ = 22.56kg
- 모 래: 405.4kg/㎥ × 0.04㎥ = 16.22kg

3) 0.04㎥의 재료량(단위 시멘트량 190kg)

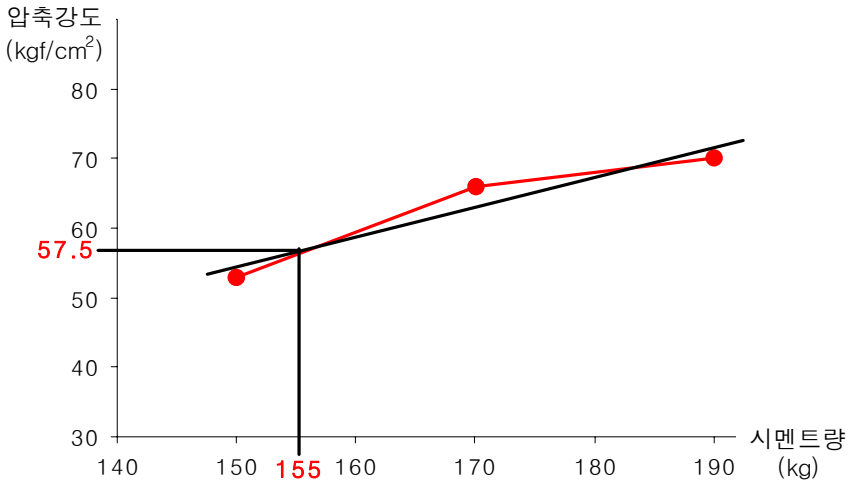
- 시멘트: 190kg/㎥ × 0.04㎥ = 7.6kg
- 물: 129kg/㎥ × 0.04㎥ = 5.16kg
- 40mm 골재: 827.6kg/㎥ × 0.04㎥ = 33.10kg
- 19mm 골재: 447.2kg/㎥ × 0.04㎥ = 17.89kg
- 7mm 이하 골재: 563.9kg/㎥ × 0.04㎥ = 22.56kg
- 모 래: 405.4kg/㎥ × 0.04㎥ = 16.22kg

라. 압축강도 시험

시 멘 트 량(kg)	f_7일 압축강도(kgf/㎠)	비고
150	53	1차 배합시험 결과
170	66	
190	70	

마. 2차 배합시험 결과 분석

1) 시멘트량과 압축강도 상관 좌표를 도표를 그림



2) f_{cr} = 57.5kgf/c㎥ 일 때의 시멘트량 155kg을 결정

1.6 3차 배합시험 : 시멘트량 155kg(2차 배합시험 결과)

(1) 다짐시험

가. 재 료 량

1) 시멘트량: 155kg ÷ 3.15t/㎥ = 0.049㎥

2) 골재량: 1㎥ − 0.049㎥ = 0.951㎥

- 40mm 골재량: 0.951㎥ × 0.37 × 2.807t/㎥ = 988kg
- 19mm 골재량: 0.951㎥ × 0.2 ×2.799t/㎥ = 532kg
- 7mm 이하 골재량: 0.951㎥ × 0.25 × 2.85t/㎥ = 678kg
- 모 래 량: 0.951㎥ × 0.18 × 2.671t/㎥ = 457kg

3) 2.5L의 재료량

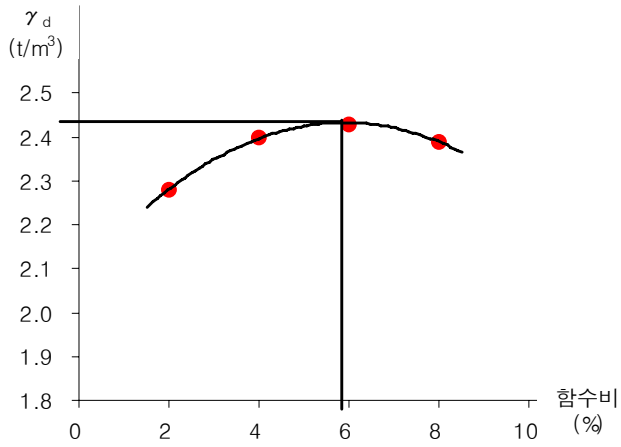
- 시멘트량: 155kg × 2.5l ÷ 1000l = 0.388kg
- 40mm 골재량: 988kg × 2.5l ÷ 1000l = 2.47kg
- 19mm 골재량: 532kg × 2.5l ÷ 1000l = 1.33kg
- 7mm 이하 골재량: 678kg × 2.5l ÷ 1000l = 1.70kg
- 모 래 량: 475kg × 2.5l ÷ 1000l = 1.19kg

나. 다 짐

1) 다짐밀도

함수비	2%	4%	6%	8%	10%
γ_d	2.28	2.40	2.43	2.39	−

2) 함수비



∴ γ_{dmax} = 2.44t/㎥

γ_{tmax} = 2.44t/㎥ × (1 + 0.059) = 2.584t/㎥

OMC = 5.9%

3) 다짐 시험 성과표

단위시멘트량 (kg)	OMC (%)	γ_{dmax}	γ_{tmax}	비고
155	5.9	2.44	2.584	

다. 시방 배합비 결정

1) 골재의 건조상태 중량

- 건조골재 + 시멘트 중량 = γt ÷ [1 + (OMC ÷ 100)]
  = 2584kg/㎥ ÷ [1 + (5.9 ÷ 100)] = 2440kg/㎥
- 물의 중량 = 2440kg/㎥ × (5.9 ÷ 100) = 144 kg/㎥
- 건조골재 중량 = 2440kg/㎥ 155kg/㎥ = 2285kg/㎥
  - 40mm 건조골재 중량: 2285kg/㎥ × 0.37 = 845.5kg/㎥

- 19mm 건조골재 중량: 2285kg/㎥ × 0.2 = 457kg/㎥
- 7mm 이하 건조골재 중량: 2285kg/㎥ ×0.25 = 571.3kg/㎥
- 모래 건조골재 중량: 2285kg/㎥ × 0.18 = 411.3kg/㎥

2) 콘크리트용 시방배합용 골재의 표건상태 중량

- 표건상태시 40mm 골재에 흡수될 물의량 = 건조골재량 × (흡수비 ÷100)
  =845.5kg/㎥ × (0.679 ÷ 100) = 5.74kg/㎥
- 표건상태시 19mm 골재에 흡수될 물의량 = 457kg/㎥ × (0.715 ÷ 100)
  = 3.27kg/㎥
- 표건상태시 7mm 이하 골재에 흡수될 물의량 = 571.3kg/㎥ × (1.42 ÷ 100)
  = 8.1kg/㎥
- 표건상태시 모래에 흡수될 물의량 = 411.3kg/㎥ × (1.345 ÷ 100)
  = 5.53kg/㎥

- 표건상태의 40mm 골재 중량= 845.5kg/㎥ + 5.74kg/㎥ = 851.2kg/㎥
- 표건상태의 19mm 골재 중량 = 457kg/㎥ + 3.27kg/㎥ = 460.3kg/㎥
- 표건상태의 7mm 이하 골재 중량 = 571.3kg/㎥ + 8.1kg/㎥
  = 579.4kg/㎥
- 표건상태의 모래 골재 중량 = 411.3kg/㎥ + 5.53kg/㎥ = 416.8kg/㎥
- 골재를 표건상태로 했을 때 소요 물의 량 = 다짐시 물의량 − 흡수된 물의량
  = 144kg/㎥ (5.74 + 3.27 + 8.1 + 5.53) = 121.4kg/㎥

라. 시방배합비(표건상태)

시멘트량 (kg)	물 (kg)	골 재 량 (kg)				비고
		40mm	19mm	7mm 이하	모 래	
155	121.4	851.2	460.3	479.4	416.8	

부록 2. 포장설계(예)

2.1 설계방법

포장의 구조설계는 이론적인 방법으로부터 경험적, 통계적 방법에 이르기까지 많은 설계방법이 모색되어 있으며, 사용빈도가 높은 설계법을 열거하면 다음과 같다.

아 스 팔 트 포 장	콘 크 리 트 포 장
1) TA 법 2) AASHTO INTERIM GUIDE METHOD(1972) 3) AASHTO 개정판 (1986)	1) PCA법(Portland Cement Association Method) 2) AASHTO INTERIM GUIDE METHOD (1972) 3) AASHTO 개정판 (1986)

상기 방법중 AASHTO INTERIM GUIDE METHOD가 이론 및 경험적 근거가 풍부하고 설계가 간편하여 국내에서 보편적으로 사용되어 왔다.

1986년에는 INTERIM GUIDE의 설계요소를 추가 또는 변형시킨 개정판이 출간되었으며, 포장설계를 보다 확률적, 분석적인 시스템 측면에서 발전시킨 설계법이다.

그러나 개정 AASHTO 설계법의 적용은 노반동탄성계수(MR) 선정을 위한 시험기구 미비, 제반시험자료의 부족, 정확한 설계계수 적용의 어려움 등 여러 문제점이 있으므로 우리나라 실정에 적합한 도로포장설계방법이 만들어지기 전까지는 우리기술자에게 익숙하고, 실용적인 AASHTO INTERIM GUIDE 설계방법을 적용한다.

2.2 동결심도

동결심도 결정은 건설부 도로조사단에서 우리나라 22개의 측후소와 농업기상 관측

분실 70개소 등 모두 92개소의 기상자료에 의하여 최근에 만들어진 전국동결 지수선도를 이용하였으며, 그 방법은 미공병단 TM-5-818-2의 "동결조건하에서의 포장설계"자료를 참조하였으며 측후소는 춘천지역의 측후소 값을 적용하였다.

"동결에 대비한 포장두께 설계방법"은

- 완전방지법 (Complete Protection Method)
- 노상동결관입허용법 (Limited Subgrade Frost Penetration Method)
- 감소노상강도법 (Reduced Subgrade Strength Method)등이 있다.

완전방지법은 동결작용방지를 위해 충분한 두께의 비동결층을 설치하는 것으로 노상의 동결을 일부 허용하는 노상 동결관입허용법 및 감소 노상 강도법에 비해 비경제적이므로 특수한 경우에만 사용한다.

따라서 포장설계시 보편적으로 사용되고 있는 방법은 노상 동결관입허용법과 감소노상강도법이 있으나 후자는 설계기준으로서 해빙기간중에 일어나는 노상강도 감소를 근거로하여 동결에 대비한 포장두께를 결정하는 것으로 동결지수와 직접함수가 아니므로 동결지수와 직접함수인 노상 동결관입허용법을 통상적으로 적용한다.

이 방법은 노상상태가 수평방향으로 심하게 변하지 않거나 흙이 균질한 경우에 적용되는 설계방법으로 동결깊이가 노상으로 얼마쯤 관입된다 하더라도, 동상으로 인한 융기량이 포장파괴를 일으킬 만한 양이 아니라면, 노상의 동결을 어느 정도 허용하는 것이 경제적이라는 개념이다.

따라서 경제적이며 보편적으로 사용하고 있는 노상동결관입허용법을 적용하였다.

2.2.1 수정 동결지수 산정

○ 지점 : 춘천

○ 수정동결지수 = 동결지수±0.9×동결기간×표고차/100

○ 표고차 = 설계노선 최대계획고 (m) - 측후소 지반고 (m)

○ 동결지수는 좌표별 전국동결지수표(표고 100m기준)에서 북위 38.21, 동경 127.00에 해당되는 587℃-days를 사용

○ C = 5/9 × F

구 분	적 용 측후소	측 후 소 지반고(m)	최 대 계획고(m)	동결지수		동결기간 (일)	수정동결지수		비 고
				°F-days	℃-days		°F-days	℃-days	
강원 지역	춘천	74.0	120.4	1,056	587	92	1,072	596	

○ 수정동결지수 = $587.0 + 0.5 \times 92 \times \frac{(120.4-100)}{100} z$ = 596℃-days

= 1,072°F-days

2.2.2 동결에 대비한 포장두께

(cm)

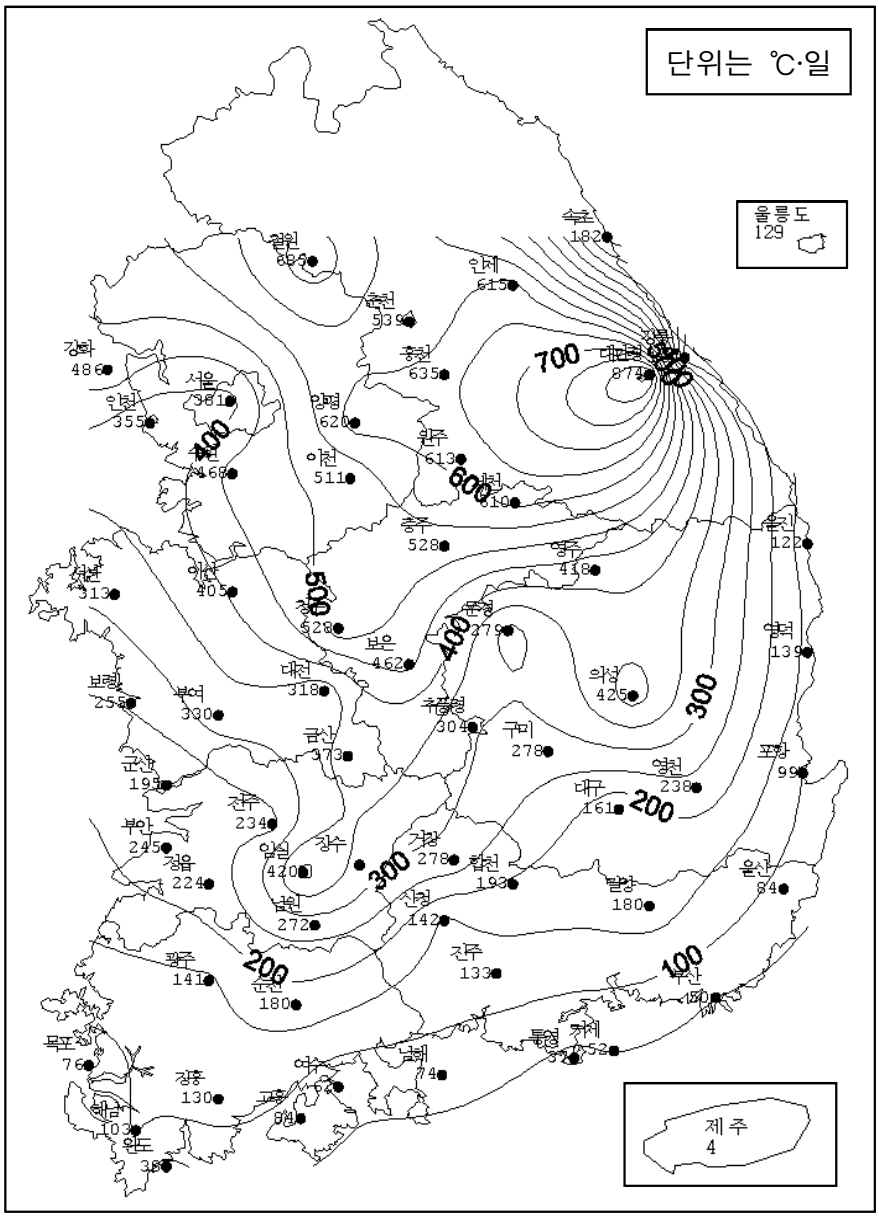
구 분	a	p	c	b	p+b	동결심도
강원지역	145	21	124	79	100	100

○ C = a - p

- a : 동결심도의 전체깊이
- p : 역청재료층 (표층+중간층+기층)
- p : 표층+기층 = 5 + 6 + 10 = 21cm 로 가정

○ t = b + p

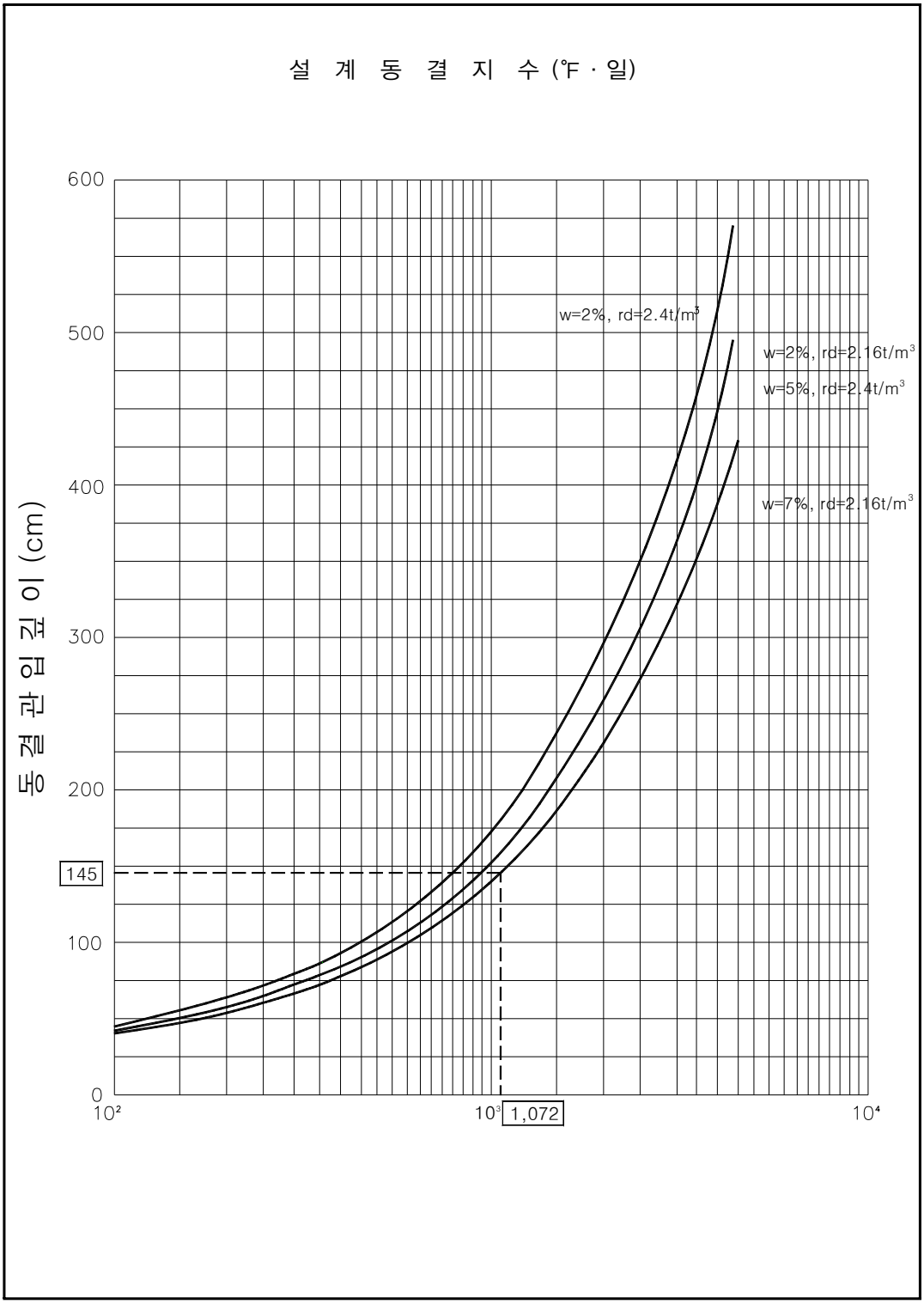
- t : 포장전체 두께
- b : 비동상재료층 두께

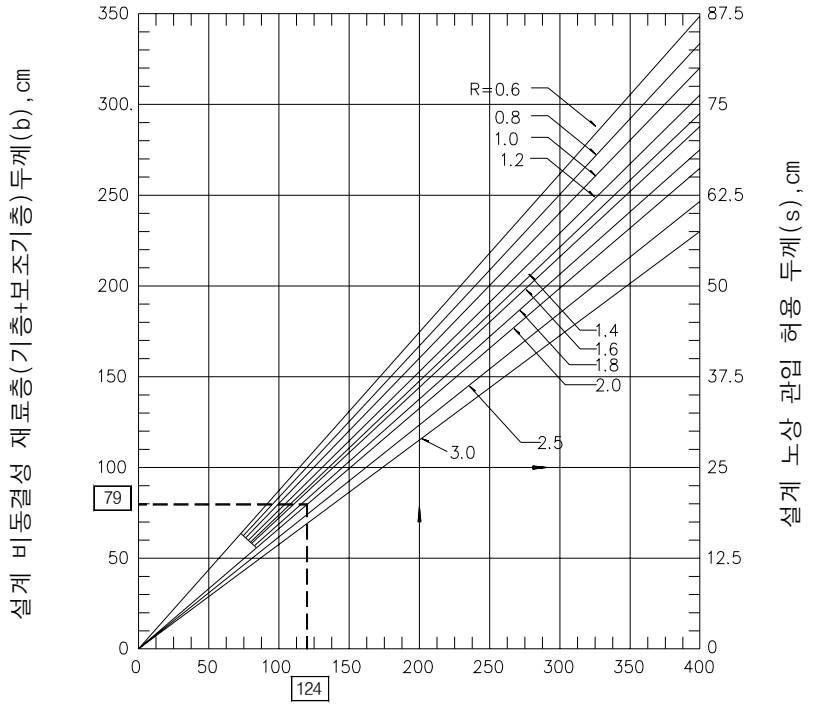

단위는 ℃·일
울릉도
129
제주
4
700
600
500
400
300
200
100
속초
182
철원
695
인제
615
춘천
539
강화
486
서울
381
인천
355
홍천
635
대관령
874
원주
613
이천
511
충주
528
영주
418
울진
122
서산
313
영덕
139
보은
462
대전
318
의성
425
보령
255
부여
330
추풍령
304
구미
278
포항
99
금산
373
군산
195
영천
238
대구
161
전주
234
부안
245
임실
420
정수
거창
278
합천
193
울산
84
정읍
224
남원
272
산청
142
부산
150
광주
141
순천
180
진주
133
목포
76
통영
52
거제
52
장흥
130
여수
62
남해
74
고흥
89
해남
103
완도
38

〈 전국동결지수선도 〉

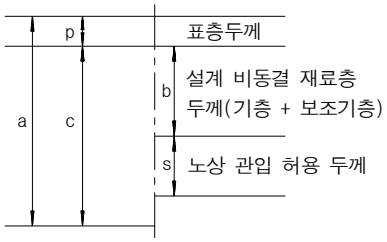
〈 지역별 동결지수 및 동결기간 〉

지 역	측후소 지반고(m)	동결지수 (℃·일)	동결기간 (일)	지 역	측후소 지반고(m)	동결지수 (℃·일)	동결기간 (일)
속초	17.6	181.6	66	합천	32.1	193.0	62
대관령	842.0	873.8	127	거창	224.9	278.2	74
춘천	74.0	539.0	92	영천	91.3	237.8	64
강릉	26.0	167.2	57	구미	45.5	278.1	76
서울	85.5	380.9	80	의성	73.0	425.2	78
인천	68.9	354.7	78	영덕	40.5	138.8	57
원주	149.8	613.0	94	문경	172.1	279.4	55
울릉도	221.1	129.3	32	영주	208.0	417.8	77
수원	36.9	468.4	79	성산포	17.5	-	-
충주	69.4	528.4	89	고흥	60.0	83.5	49
서산	26.4	313.2	76	해남	22.1	102.6	49
울진	49.5	121.6	57	장흥	43.0	130.1	52
청주	59.0	411.6	78	순천	74.0	179.9	64
대전	67.2	317.7	68	남원	89.6	272.4	67
추풍령	245.9	303.9	78	정읍	40.5	223.9	61
포항	2.5	98.5	52	임실	244.0	420.3	86
군산	26.3	194.9	61	부안	7.0	244.7	61
대구	57.8	160.9	54	금산	170.7	372.5	77
전주	51.2	233.5	61	부여	16.0	330.0	74
울산	31.5	83.6	46	보령	15.1	254.8	76
광주	73.9	141.4	55	천안	24.5	405.4	78
부산	69.2	49.6	27	보은	170.0	461.7	76
통영	25.0	37.4	27	제천	264.4	610.2	91
목포	36.5	75.6	33	홍천	141.0	635.4	98
여수	67.0	62.2	31	인제	199.7	614.5	91
완도	37.5	38.1	26	이천	68.5	511.0	89
제주	22.0	4.1	3	양평	49.0	619.7	91
남해	49.8	148.9	38	강화	46.4	486.2	89
거제	41.5	52.1	39	진주	21.5	132.8	51
산청	141.8	141.8	49	서귀포	51.9	-	-
밀양	12.5	180.2	62	철원	154.9	685.0	109


설 계 동 결 지 수 (℉ · 일)
동결관입깊이 (cm)
600
500
400
300
200
145
100
0
10²
10³
1,072
10⁴
w=2%, rd=2.4t/m³
w=2%, rd=2.16t/m³
w=5%, rd=2.4t/m³
w=7%, rd=2.16t/m³



노상 동결 관입 깊이 0일때 비동결성 재료층 (기층 + 보조기층) 깊이 (C), cm



a = 노상 동결 관입을 허용하지 않는 비동결성 재료층과 표층두께의 합

c = a − p

Wb = 비동결성 재료층 (기층, 보조기층)의 함수비

Ws = 노상로 함수비

$r = \frac{Ws}{Wb}$ 중차량 통행지역≤2.0

저교통량 통행지역≤3.0

노상 동결 관입 허용법에 의한 설계 비동결성 재료층 두께 결정 도표

2.3 설계CBR 및 노상지지력 계수

노체나 노상에 대한 지지력의 대소를 판정하는 방법으로는 전단강도시험, 평판재하시험 등 여러 가지 시험방법이 있으나, 일정규격의 관입피스톤을 토중에 관입시키는데 필요한 하중강도를 측정하여 지지력을 판정하는 C.B.R시험이 가장 많이 사용되고 있다.

2.3.1 설계 CBR

절토부 지역에서 채취한 시료를 대상으로 C.B.R. 시험을 수행한 결과, 최대건조밀도의 95%에 대하여 C.B.R = 11.9～23.7% 범위로 산출되었으며 평균 C.B.R치는 16.9%로 나타났다. 각 위치별 실내 C.B.R.치는 다음표와 같다

〈 조사위치별 실내 C.B.R. 시험성과 〉

TestPit NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
CBR치(%)	20.80	14.50	22.70	15.00	17.60	19.80	20.30	11.90	12.80	13.90	16.9

여기서, 극단값의 선택은 다음표의 기각판정용 Y값을 사용하여 결정한다.

〈 기각판정용 $\gamma(n, 0.05)$의 값 〉

개수(n)	3	4	5	6	7	8	9	10이상
$\gamma(n, 0.05)$	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412

도로포장설계 시공지침, 건설교통부

○ 시험굴조사 개소 n = 10이므로, Y(n, 0.05) = 0.412

○ 최대치가 극단적으로 클 경우의 판정

$$: \ Y = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1} = \frac{22.7 - 20.8}{22.7 - 11.9} = 0.176 < 0.412 \quad \therefore \ O.K.$$

○ 최소치가 극단적으로 작을 경우의 판정

$$: \ Y = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1} = \frac{12.8 - 11.9}{22.7 - 11.9} = 0.083 < 0.412 \quad \therefore \ O.K.$$

$$\text{설계 C.B.R} = \text{각 지점의 C.B.R 평균} - \frac{\text{C.B.R 최대치} - \text{C.B.R 최소치}}{d_2}$$

여기서, d2는 설계 C.B.R 계산용 계수로 다음표에서 결정된다.

〈 설계 C.B.R 계산용 계수(d2) 〉

개수(n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10이상
d2	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18

도로포장설계 시공지침, 건설교통부

평균 C.B.R = 16.9 %

1) 설계 $C.B.R = 16.9 - \frac{22.7 - 11.9}{3.18} = 13.5\ \%$

2) 설계 CBR의 결정

○ 구해진 계산 CBR은 도표〈설계 CBR과 계산 CBR과의 관계〉에 의거 절사하여 설계 CBR을 구한다.

○ 따라서 계산 CBR의 값 13.5% 일때는 설계 CBR 12.0으로 한다.

〈설계 CBR과 계산 CBR의 관계〉

설계 CBR	계산 CBR의 관계
2	2≤CBR〈3
3	3≤CBR〈4
4	4≤CBR〈6
6	6≤CBR〈8
8	8≤CBR〈12
12	12≤CBR〈20
20	CBR≥20

【주】 도로설계편람(Ⅱ), 2000.건설교통부」 제7편 도로포장 참조

2.3.2 노상지지력(Soil Support Value : SSV)

노상지지력은 「아스팔트 포장설계·시공요령」(한국도로교통협회. 1997)에 근거 동상방지층을 둘 경우의 노상지지력은 노상토의 지지력에 동상방지층의 지지력을 고려하여야 하므로 다음의 경우를 적용하여 결정하였다.

1) 연약지반 치환공법에 의한 경우(도로포장 설계 시공지침. 건설부. 1991) 재래노상의 C.B.R이 1.5되는 곳에 C.B.R 10의 재료를 1m 치환(또는 성토)했을 경우 노상의 C.B.R은 다음에 의거한다. 치환층의 하부부터 20cm를 지반과 같이 C.B.R 1.5를 사용하고 나머지 80cm는 C.B.R 10을 이용하여 다음 식에 의해 평균 C.B.R을 구하여 그 지점의 설계 C.B.R로 한다.

$$\text{C.B.R 치} = \left(\frac{80 \times 10^{1/3} + 20 \times 1.5^{1/3}}{100}\right)^3 = 7.4$$

2.4 2) 위 근거에 의한 적용

골재원인 석산에서 제규정에 맞는 골재를 취득, 시험결과에 의해 C.B.R치를 결정, 설계에 반영하여야 하나 시공시기 및 제반 여건상 보조기층보다는 골재의 입도, 다짐도등의 상태가 미흡하다고 판단, 동상방지층의 C.B.R치를 30%로 가정하여 전체두께(노상1m)의 가중 평균치를 산정 적용하였다

- 노상 C.B.R = 12.0
- 동상방지층 C.B.R = 30 적용 (재료의 기준은 수정C.B.R치 10이상)
- 동상방지층의 두께 = 64cm
- 평균 C.B.R 산정

$$\text{C.B.R 치} = \left(\frac{36 \times 12.0^{1/3} + 64 \times 30^{1/3}}{100}\right)^3 = 22.25$$

2.5 3) 노상지지력 계수(S)

노상지지력 계수는 AASHTO INTERIM GUIDE에 제시된 방법에 따라 CBR값과 노상지지력 계수와의 관계를 일반화시킨 다음 식에 의해 구한다.

- 노상설계 C.B.R값 21.3 : S = 3.8log22.25 + 1.3 = 6.42
- 보조기층 C.B.R값 50.0 : S = 3.8log50.00 + 1.3 = 7.76

2.6 지역계수 (Regional Factor : R)

○ 지역계수 R은 기후조건의 변화에 따른 연간 노상지지력의 변화를 나타내는 계수로서 우리나라에서는 1980년 불란서 BCEOM사에 의하여 수행된 「Study of National and Provincial Road Network」 과업의 최종보고서(1980. 2)에서 제시된 다음 값을 사용하고 있다.

○ 본 설계에서는 서울이북에 적용하는 값인 R=2.5를 택하였다.

〈 지 역 계 수 (R) 〉

위 치	계 수 (R)	비 고
대 전 이 남	1.5	
대 전 이 북 ~ 서 울 이 남	2.0	
서울이북 또는 표고 500m이상	2.5	적 용

2.7 포장층 상대강도 계수

그동안 국내에서 사용되었던 계수는 AASHTO 도로시험시(1965년)에 설정된 계수로서 최근에는 미국에서도 주별로 재평가하여 다소 하향조정된 값을 사용하고 있다.

이에 건설교통부에서는 국내도로포장의 조기파손이 높은 상대강도계수의 적용에 기인하는 것으로 판단되어 우리나라 지역여건과 비슷한 미 4개주의 값을 평가하여 적용토록 권장하고 있다.

〈 연 성 포 장 을 위 한 재 료 특 성 〉

포 장 재 료 별	특 성	
	상 대 강 도 지 수	설 계 노 상 지 지 력 치
아스팔트콘크리트표층	0.40/2.54 = 0.157	9.9-10.5 (CBR :
아스팔트콘크리트기층	0.28/2.54 = 0.110	200~350%)
석 산 쇄 석 보 조 기 층	0.13/2.54 = 0.051	7.8 (CBR : 50%)

2.7.1 상대강도계수 검토

(1) 상대강도 계수

가요성 포장의 구조설계를 위해서 실질적인 포장층 두께를 포장두께지수(SN)로 전환

해야 한다. 이를 위해서는 포장 각층의 재료특성을 나타내는 탄성계수, CBR, R치 등으로부터 관계도표를 이용하여 상대강도계수를 산정해야 한다.

상대강도계수의 산정방법은 층을 구성하는 재료의 종류와 기능에 따라 구분된다. 그동안 국내에서 일반적으로 사용된 아스팔트 콘크리트 표층의 상대강도계수 산정과 적용에 대하여 비교 검토하여 설계에서의 적용을 검토하였다.

(2) 아스팔트 콘크리트 표층의 상대강도계수(a1) 산정

- 도로공사 표준시방서(건설부)
  - 양면 50회 다짐 : 마샬안정도 500Kg(4.9kN) 이상
  - 양면 75회 다짐 : 마샬안정도 750Kg(7.4kN) 이상
  - 마샬안정도 적용
- 일반적인 경우 : 500Kg이므로 (1일1방향(차로당) 중교통량 250대 미만)
- 소성변형이 우려되는 포장 : 750Kg (1일 1방향(차로당) 중교통량 1000대 이상)
- 도로포장설계 시공지침(건설부)
  - 마샬안정도 500~1,000Kg(4.9kN~9.8kN) : 상대강도계수(a1) = 0.124 ~ 0.176
  - 마샬안정도 750Kg(7.4kN) : 상대강도계수(a1) = 0.157

2.7.2 상대강도계수의 적용

교통량 1일 1방향 1,000대 이상인 경우 아스팔트표층 포장은 소성유동이 우려되므로 마샬안정도 기준치를 500kg(4.9kN)에서 750kg(7.4kN)로 개선할 필요가 있는 것으로 판단되므로 본 예제의 표층 상대강도계수는 상기 표에서 마샬안정도 750kg(7.4kN) 대응하는 0.157을 적용하였다.

구 분	아스콘 표층 안정도 750kg(7.4kN) 이상	중간층 안정도 500kg(4.9kN) 이상	아스콘 기층 500kg-350kg (4.9kN-3.4kN)	보 조 기 층		비 고
				CBR = 50 석산쇄석	CBR = 30 하상골재	
강도특성	0.157		0.130 - 0.110	0.049	0.043	
AASHTO 도로시험	0.173		0.134	0.034		
건설교통부	0.157	0.145	0.110	0.051	0.034	적용
고속도로	0.145		0.110	0.051	0.034	

【주】 건설교통부에서 『아스팔트포장 구조단면개선 (98.3)』에 의거 시험 의뢰한 값으로 일반적으로 적용

2.8 아스팔트 포장단면 산정

포장층 두께 산정은 공용식에 의한 설계방법으로 각층에 대한 소요SN을 구하여 설계하였다.

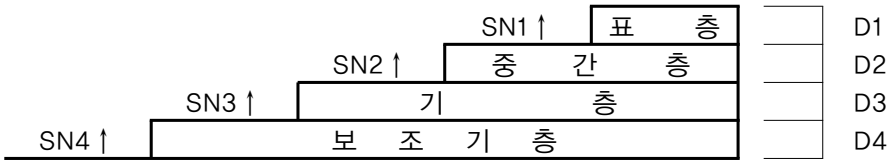
설계 각층에 대한 두께의 계산은 아래 공식에서 의거

1) SN = a1·D1 + a2·D2 + a3·D3 + a4·D4

2) a1, a2, a3, a4 : 포장각층의 상대강도 계수

3) D1, D2, D3, D4 : 표층, 중간층, 기층, 보조기층의 두께

4) SN : 포장두께 지수 (Structural Number)



$$D1' \geq \frac{SN1}{a1}$$

$$SN1' = a1\ D1' \geq SN1$$

$$D2' \geq \frac{SN2' - SN1'}{a2}$$

$$SN1' + SN2' \geq SN2$$

$$D3' \geq \frac{SN3 - (SN1' + SN2')}{a3}$$

$$SN1' + SN2' + SN3' \geq SN3$$

$$D4' \geq \frac{SN4 - (SN1' + SN2' + SN3')}{a4}$$

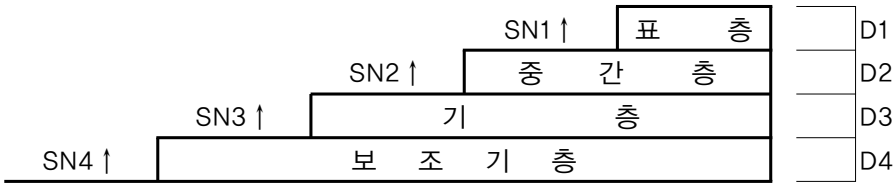
여기서

D1′, D2′, D3′, D4′ : 표층, 중간층, 기층, 보조기층의 실제사용두께, cm

SN1, SN2, SN3, SN4 : 표층+중간층, 표층+중간층+기층 전체포장층의 소요 SN

SN1′, SN2′, SN3′, SN4′ : 표층, 중간층, 기층, 보조기층의 실제사용 SN

2.8.1 SN 산정



〈 포 장 층 별 소 요 SN 값 〉

년 도	소 요 SN		비 고
	표층+중간층+기층 (SN3)	포 장 전 체 (SN4)	
2018년	2.66	3.28	공용 10년
2028년	3.04	3.74	공용 20년

2.8.2 공용식(AASHTO 설계식)에 의한 소요 SN산정

$$\log_{10}(W8.2) = 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{Gt}{0.4 + \{1,094/(SN+1)^{5.19}\}}$$

$$+ \log_{10}(\frac{1}{Rf}) + 0.372(S - 3.0)$$

여기서,

W8.2 : 설계차로당 환산누가 교통량

Gt : $\log_{10}(\frac{4.2 - Pt}{4.2 - 1.5})$, $Pt = 2.5$

Rf : 지역계수, (2.5)

S : 노상지지력계수

○ 포장두께 산정

공용년도	구성	상대강도계수	요구 SN	포장두께 계산	층 두께	설 계 SN	비 고
공용개시 10년 (2018년)	표층	0.157	–		5cm	0.157×5 = 0.785	
	중간층	0.145	–		6cm	0.145×6 = 0.870	=1.655
	기층	0.110	2.66	(2.66−1.655)÷0.110 = 9.14cm≒10cm	10cm	1.655+(0.110×10) = 2.755	
	보조기층	0.051	3.28	(3.28−2.755)÷0.051 = 10.29cm≒15cm	15cm	2.755+(0.051×15) = 3.520	최소두께 적 용
	동상방지층				64cm		
	계		3.28		100cm	3.520	SN＜SN' ∴O.K
공용개시 20년 (2028년)	표층 (덧씌우기)	0.157	–		5cm	0.157×5 = 0.785	
	표층	0.157	–		5cm	0.157×5 = 0.785	
	중간층	0.145	–		6cm	0.145×6 = 0.870	=2.44
	기층	0.110	3.04	(3.04−2.44)÷0.110 = 5.45cm≒10cm	10cm	2.44+(0.110×10) = 3.54	
	보조기층	0.051	3.74	(3.74−3.54)÷0.051 = 3.92cm≒15cm	15cm	3.54+(0.051×15) = 4.305	최소두께 적 용
	동상방지층				64cm		
	계		3.74		105cm	4.305	SN＜SN' ∴O.K

【주】 1972년 AASHTO 잠정지침설계법이 AASHTO '86 설계법으로 개정되면서 AASHTO '86 설계법에 의한 포장 설계법을 적용하기 위하여 검토하였으나, 현 단계에서는 AASHTO '86 설계법의 여러 가지 입력변수 등이 한국실정에 맞도록 정립되지 않아 국내적용이 곤란하다. 따라서 AASHTO '72 잠정지침설계법을 채택하였으며 현재까지도 AASHTO '72 잠정지침설계법이 주된 설계법으로 사용되고 있다

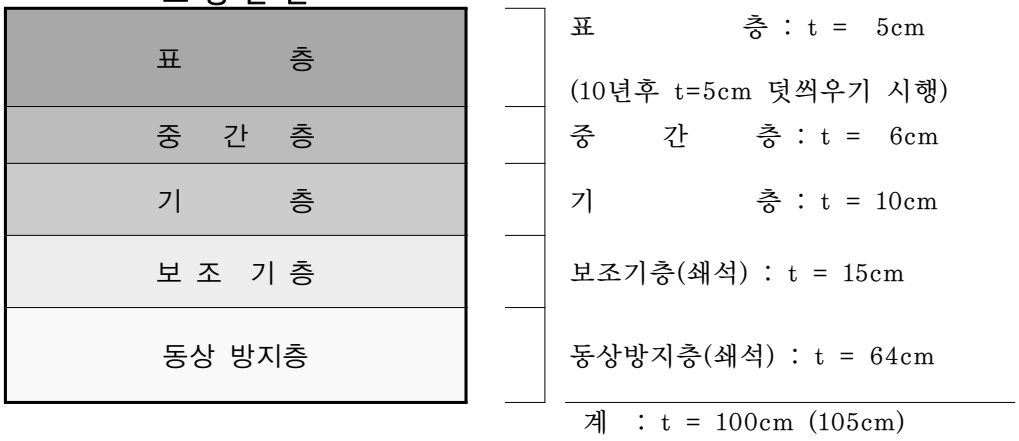
2.9 포장단면 결정

○ 공용기간 20년 전체 포장단면을 기준으로 하여 10년 후 포장단면을 검토하여 초기에는 100cm 포장두께로 결정하였으며,

○ 덧씌우기는 교통량 증가 추세를 고려하여 10년후 표층 5cm의 덧씌우기를 시행하는 것으로 계획을 하였다.

○ 포장두께는 경제성 및 시공성, 유지관리 측면을 고려하여 다음과 같이 포장두께를 결정하였다.

포 장 단 면



II

아스팔트 콘크리트 재활용

목 차

1. 총 칙 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 용어의 정의 ····· 2

2. 아스콘 발생재의 처리 기준 ····· 3

2.1 적용범위 ····· 3

2.2 포장의 제거 ····· 3

2.3 아스콘 발생재의 처리형태 ····· 5

2.4 운반 및 보관 ····· 6

3. 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물 ····· 7

3.1 적용범위 ····· 7

3.2 설 계 ····· 7

3.3 재 료 ····· 8

3.3.1 일반사항 ····· 8

3.3.2 아스콘 순환골재 ····· 8

3.3.3 재생첨가제 ····· 12

3.3.4 신아스팔트 ····· 13

3.3.5 신골재 ····· 14

3.3.6 채움재 ····· 15

3.4 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계 ····· 15
3.4.1 일반사항 ····· 15
3.4.2 혼합물의 종류 및 마샬시험 기준값 ····· 16
3.4.3 배합설계 순서 ····· 22
3.4.4 재생 가열 아스팔트 혼합물 제조 ····· 35
3.4.5 시 공 ····· 48
3.5 품질관리 ····· 51
3.5.1 일반사항 ····· 51
3.5.2 기준시험 ····· 51
3.5.3 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리 ····· 56

4. 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장 ····· 61

4.1 적용범위 ····· 61
4.2 설계 ····· 61
4.2.1 일반사항 ····· 61
4.2.2 방법의 개요 ····· 63
4.2.3 사전조사 ····· 65
4.2.4 포장 방법의 적용 ····· 67
4.2.5 단면설계 ····· 69
4.3 재 료 ····· 71
4.3.1 일반사항 ····· 71
4.3.2 아스콘 순환골재 ····· 71
4.3.3 재생첨가제 ····· 72
4.3.4 신아스팔트 혼합물 ····· 73

4.4 배합설계 ····· 74
4.4.1 일반사항 ····· 74
4.4.2 혼합물의 종류 및 마샬시험 기준값 ····· 74
4.4.3 리믹스 방식의 배합설계 ····· 75
4.4.4 리페이브 방식의 배합설계 ····· 81
4.5 리믹스 방식의 시공장비 및 시공방법 ····· 84
4.5.1 시공장비 ····· 84
4.5.2 시공준비 ····· 86
4.5.3 시 공 ····· 88
4.6 리페이브 방식의 시공장비 및 시공방법 ····· 92
4.6.1 시공장비 ····· 92
4.6.2 시공준비 ····· 94
4.6.3 시 공 ····· 94
4.6.4 시공시 유의사항 ····· 95
4.7 품질관리 ····· 95
4.7.1 일반사항 ····· 95
4.7.2 기준시험 ····· 95
4.7.3 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리 ····· 99
4.7.4 재생 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 품질관리 ····· 100

5. 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물 ····· 103

5.1 적용범위 ····· 103
5.2 설 계 ····· 103
5.3 재 료 ····· 104

5.3.1 일반사항 ····· 104
5.3.2 아스콘 순환골재 ····· 104
5.3.3 유화 아스팔트 ····· 104
5.3.4 신골재 ····· 105
5.3.5 채움재 ····· 105
5.4 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합설계 ····· 106
5.4.1 일반사항 ····· 106
5.4.2 혼합물의 종류 및 품질 기준 ····· 107
5.4.3 배합설계 순서 ····· 110
5.4.4 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물 제조 ····· 118
5.4.5 시 공 ····· 127
5.5 품질관리 ····· 129
5.5.1 일반사항 ····· 129
5.5.2 기준시험 ····· 130
5.5.3 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질관리 ····· 134

1. 총 칙

1.1 적용범위

아스팔트 콘크리트 재활용 지침은 도로법에 규정된 각종 아스팔트 콘크리트 도로(고속국도, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시·군도, 구도)와 기타 일반 공중에 이용되는 중요 아스팔트 콘크리트 도로의 재활용 포장공사에 관계되는 일반적인 설계 및 시공 사항에 대하여 적용한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

노후된 아스팔트 콘크리트의 재활용은 폐기물처리장 부족, 환경보전, 골재자원의 효과적인 이용 등의 이유로 계획적이고, 효율적으로 추진하여야 한다.

아스팔트 콘크리트의 재활용 방법은 크게 재활용 장소에 따라 플랜트 재생 방법과 현장 재생 방법으로 구분하며, 재생공정의 특성에 따라 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물, 플랜트 재생상온아스팔트 혼합물, 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장, 이동식 재생 가열 아스팔트 혼합물 등으로 나누어진다. 〈표 1.1〉은 재활용 방법의 분류와 적용되는 포장층을 나타내었다.

본 지침서는 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물, 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장, 플랜트 재생상온아스팔트 혼합물 등에 대한 내용을 수록하였다.

〈표 1.1〉 아스팔트 콘크리트 재활용 방법의 분류

재활용장소	재활용 방법	적용되는 포장층
플랜트(정치식)	플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물	표층, 중간층, 기층
	플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물	기층
현 장(이동식)	현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장	표층

1.2 용어의 정의

본 지침에 사용한 다음의 용어는 문맥상으로 보아 다른 의미로 해석되지 않는 한 다음과 같다.

- 「아스콘 발생재」라 함은 아스팔트 콘크리트 포장 도로를 철거하여 발생하는 아스팔트 콘크리트를 말한다.
- 「아스콘 순환골재」라 함은 아스콘 발생재를 파쇄한 골재를 말하며, 아스팔트와 골재가 서로 결합된 형상으로 이루어져 있다.
- 「재생 가열 아스팔트 혼합물」이라 함은 아스팔트 도로 포장의 유지보수나 굴착공사시에 발생한 아스콘 발생재를 기계 또는 가열파쇄하여 아스콘 순환골재를 생산한 후, 소요의 품질이 얻어지도록 보충재(골재, 아스팔트 또는 재생첨가제)를 가하고 재생 장비를 이용하여 생산한 혼합물을 말한다.
- 「구아스팔트」라 함은 아스콘 순환골재를 용매를 이용하여 골재와 아스팔트로 분리하고, 분리된 아스팔트에서 용매를 제거한 노화된 아스팔트를 말한다.
- 「추출골재」라 함은 아스콘 순환골재 중 아스팔트를 제외한 골재를 말하며, 용매를 이용하여 골재와 아스팔트로 분리하고, 분리된 골재를 건조시켜 얻게 된다.
- 「재생아스팔트」라 함은 구아스팔트에 신아스팔트(또는 재생첨가제)를 첨가하여, 구아스팔트의 물성을 아스팔트 혼합물의 품질 기준에 적합하도록 조정한 아스팔트를 말한다.
- 「신아스팔트」라 함은 스트레이트아스팔트로써 KS M 2201(스트레이트 아스팔트) 에 적합한 아스팔트를 말한다.
- 「신골재」라 함은 석산에서 생산하거나 강에서 채취한 굵은골재나 잔골재로써, KS F 2357(역청 포장 혼합물용 골재) 에 적합한 골재를 말한다.
- 「신아스팔트 혼합물」이라 함은 신골재와 신아스팔트를 이용하여 적절한 배합설계로 생산한 아스팔트 혼합물을 말한다.
- 「재생첨가제」라 함은 재생 가열 아스팔트 혼합물 내의 노화된 구아스팔트 점도를 회복시키기 위하여 혼합물 제조시 첨가하는 것을 말한다.
- 「체의 호칭치수」라 함은 KS A 5101에 규정하는 표준망체의 실제 눈 크기를 기준으로 부르기 쉽도록 만든 체의 치수로서 아래의 표와 같이 대응된다.

호칭치수 (mm)	80	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.4	0.3	0.15	0.08
기준치수 (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

2. 아스콘 발생재의 처리 기준

2.1 적용범위

아스콘 발생재의 처리 기준은 아스팔트 콘크리트 포장 도로를 철거하거나, 아스팔트 혼합물 생산 및 포설 중에 발생한 폐기되는 아스콘 발생재를 발생과정부터 최종처리까지의 공종에 대하여 적용한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

2.2 포장의 제거

노후되거나 파손된 아스팔트 콘크리트 포장을 제거하여 발생된 아스콘 발생재는 즉시 재활용하거나, 운반용 장비에 적재하여 기타 건설폐자재 또는 이물질과 혼합되지 않도록 취급하여 운반하거나 처리하여야 한다.

【해 설】

아스팔트 콘크리트 도로포장의 제거방법은 크게 절삭방법과 굴착방법으로 나눌 수 있으며, 아스콘 발생재는 이 과정에서 발생한다. 표면 절삭방법에 의해 제거할 경우에는 비교적 잘게 파쇄된 형태로 발생되며, 굴착방법에 의할 경우에는 크기와 형상이 일정치 않은 덩어리 형태로 발생된다. 포장의 제거시에는 소음과 분진 등의 발생을 최소화하여 주변 환경에 피해를 주지 않도록 하여야 한다.

재포장 공법에서는 포장의 제거가 1일 작업량을 결정하는 기본이 되므로 계획수립시 이의 제거방법을 신중하게 검토하여 선정하여야 한다. 포장 제거방법의 분류는 다음과 같다.

가. 표면 절삭방법에 의한 발생

① 상온밀링 장비에 의한 방법

② 가열밀링 장비에 의한 방법

【주1】 포장의 이상 원인이 표층에 한정될 경우에는 표면 절삭방법으로 노후된 포장

을 유지보수할 수 있다.

【주2】 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 가열밀링 장비에 의한 방법에 속하며, 이 방법은 가열밀링 장비를 이용한 도로표층의 절삭과 재포장을 동시에 실시한다.

나. 굴착방법에 의한 발생

① 포장굴착기에 의한 방법
② 콘크리트 커터로 절단하는 방법
③ 콘크리트 브레이커에 의한 방법
④ 토공기계에 의한 방법
⑤ 드롭햄머에 의한 방법
⑥ 인력에 의한 방법

【주1】 포장의 굴착은 지하매설물의 유지보수나 신규매설을 위하여 시행하거나, 포장의 이상 원인이 표층 및 그 이하 포장층의 노후화에 의할 경우에 포장의 유지보수를 위해 시행할 수 있다.

【주2】 포장을 파쇄하는 기종에 따라 포장부분과 기층이나 보조기층 부분을 별도로 굴착하는 방법과 이들을 동시에 굴착하는 방법으로 나누어지며, 버켓쇼벨, 굴삭기 등의 장비를 사용하여 굴착한다.

【주3】 지하매설물 부근 또는 대형굴착기계로서는 곤란하다고 생각되는 장소는 인력으로 조심하여 굴착해야 한다.

【주4】 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물과 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물은 표면 절삭 또는 굴착 방법에 따라 발생한 아스콘 발생재를 아스콘 순환골재로 생산하여 사용한다.

2.3 아스콘 발생재의 처리형태

아스콘 발생재의 처리는 처리장소에 따라 발생현장에서 바로 재활용하는 방법과 아스콘 발생재를 운반하여 처리하는 방법으로 나눌 수 있다. 운반하여 처리할 경우에는 일반적으로 아스콘 발생재를 처리장에서 일정크기 이하로 파쇄하여 아스콘 순환골재로 생산한 후 도로 포장용 아스팔트 혼합물의 재료로 사용한다.

만일 일정크기 이하로 파쇄한 아스콘 순환골재가 〈표 3.1〉의 품질 기준을 만족하지 못할 경우 보조기층재의 품질기준에 적합하고, 이물질 함량이 부피기준으로 1% 이하이면 보조기층재로 이용하여도 좋다.

【해 설】

발생현장에서 재활용하는 방법은 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장이 대표적이다. 이 방법은 도로현장에서 노후된 포장의 표층을 절삭하여 바로 신재료와 혼합하여 재포설하므로 아스콘 발생재의 운반 및 아스콘 순환골재로 처리하는 공정이 생략되며, 현장에서 모든 재활용 공정이 완료된다. 이 방법은 다음의 사항에 주의하여 처리하여야 한다.

① 노후된 포장에서 걷어낸 아스콘 발생재 중 발생 현장에서 재활용되는 수량과 별도로 처리하여야 할 아스콘 발생재에 대한 처리방법을 사전에 수립하여야 한다.
② 현장에서 재활용 처리되지 않고 별도로 처리되는 아스콘 발생재는 적합한 방법으로 운반 및 처리하여야 하며, 이는 〈2.4〉에 따른다.

일정장소로 운반하여 처리하는 방법은 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물과 같은 플랜트 재생 방법이 대표적이다. 아스콘 발생재를 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트가 설치된 장소까지 운반하여 재활용에 적합한 크기로 파쇄해야 하며, 다음의 사항에 주의하여 처리하여야 한다.

① 아스콘 발생재는 반드시 다른 재료나 이물질과 함께 처리하지 말아야 한다.
② 노후된 도로를 표면 절삭하여 발생한 아스콘 발생재와 굴착방법에 의한 아스콘 발생재는 형상이 크게 차이 있으므로 분리하여 처리하여야 한다.

③ 다른 골재나 흙, 나무 조각, 금속편, 블록 등 이물질이 섞이지 않도록 주의하여 정리한 후 덤프트럭을 사용하여 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트나 중간처리장으로 운반하여야 한다.

아스콘 발생재는 원유에서 추출된 아스팔트가 포함되어 있는 고급 재료이므로 파쇄, 분급 등의 적정 처리 후에 우선적으로 환경오염의 우려가 없는 도로 포장용 아스팔트 혼합물의 재료로 사용하도록 한다. 만일 일정크기 이하로 파쇄한 아스콘 순환골재가 〈표 3.1〉의 품질 기준을 만족하지 못하거나, 적용 지역에 아스콘 순환골재를 아스팔트 혼합물로 생산하는 시설이 없는 특수한 경우에는 보조기층재의 품질기준에 적합하면 보조기층재로 이용하여도 좋다. 단, 폐기물관리법에 따라 이물질 함량이 부피기준으로 1% 이하이어야 한다.

2.4 운반 및 보관

아스콘 발생재의 운반 및 보관은 발생된 형태에 따라 분류하여 이루어져야 한다. 그리고 현장 또는 일정장소에서 재활용하거나 아스콘 순환골재로 제조하기 쉽도록 정리, 운반, 보관 중 다른 골재와 섞이거나, 흙, 나무 조각, 금속편, 블록, 폐콘크리트 등의 이물질이 섞이지 않도록 하여야 한다.

【해 설】

아스콘 발생재의 운반시 반드시 다른 재료나 이물질과 함께 적재하여 운반하지 말아야 하며, 표면 절삭에 의한 아스콘 발생재와 굴착방법에 의한 아스콘 발생재는 파쇄 전의 형상이 크게 차이 있으므로 분리하여 운반 및 처리해야 한다. 또한, 다른 골재나 흙, 나무 조각, 금속편, 블록, 폐콘크리트 등의 다른 건설폐자재나 이물질이 섞이지 않도록 주의하여 정리한 후 덤프트럭을 사용하여 아스콘 발생재를 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트나 중간처리장으로 운반하거나 재생장비를 사용하여 현장에서 재활용한다.

3. 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물

3.1 적용범위

플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물은 재생설비가 있는 아스팔트 플랜트에서 아스콘 순환골재 또는 아스콘 발생재를 가공하여 재생아스팔트 혼합물을 제조하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로의 표층, 중간층, 아스팔트 기층의 재생아스팔트 혼합물에 적용한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

3.2 설 계

(1) 기층

재생 가열 아스팔트 기층의 설계는 「아스팔트 포장 설계·시공요령」과 「도로공사표준시방서」에 따라 신재료를 사용한 경우와 동등한 방법과 순서에 따라 시행하는 것으로 한다.

【해 설】

① 기층은 입도조정기층, 머캐덤기층, 시멘트 안정처리 기층, 아스팔트 기층 등으로 나누어지며, 재생 가열 아스팔트 혼합물은 아스팔트 기층으로 사용할 수 있다.

② 아스콘 순환골재 및 신골재의 최대입경은 40㎜ 이하이며, 1층 마무리 두께의 1/2 이하여야 한다.

(2) 표층 및 중간층

재생 가열 아스팔트 표층과 중간층의 설계는 「아스팔트 포장 설계·시공요령」과 「도로공사표준시방서」에 따라 신재료를 사용한 경우와 동등한 방법과 순서에 따라 시행하는 것으로 한다.

【해 설】

① 중간층은 기층과 표층의 중간에 위치하며, 기층의 요철을 보정하고 표층에 가해지는 하중을 기층에 균일하게 전달하는 역할을 한다. 또한 표층의 평탄성을 확보하는 외에 표층과 일체로 되어 내유동과 차수 기능도 가진다.

② 표층은 포장의 최상부에 있으며, 교통차량에 의한 마모와 전단에 저항하고, 평탄성을 유지하고, 잘 미끄러지지 않으며 쾌적한 주행성을 확보한다. 특수한 배수성 아스팔트 혼합물을 제외한 밀립도 아스팔트 혼합물일 경우에는 빗물이 하부에 침투하는 것을 방지하는 기능을 가진다.

3.3 재 료

3.3.1 일반사항

재생 아스팔트 콘크리트 혼합물에 사용되는 아스콘 순환골재, 신골재, 재생첨가제, 신아스팔트 등의 품질은 본 지침의 품질 규격을 만족하는 것을 원칙으로 하며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

3.3.2 아스콘 순환골재

(1) 일반사항

아스콘 순환골재는 아스콘 발생재를 발생 현장이나 일정시설이 있는 장소에서 파쇄하여 제조하며, 운반 및 저장시 다른 이물질과 섞이거나 빗물에 노출되지 않도록 하여야 한다.

(2) 아스콘 발생재의 반입

아스콘 발생재의 반입시에는 이물질이 혼입되지 않도록 반입시의 제한을 세우는 등의 대책이 필요하며, 잘게 절삭된 형태인 것과 덩어리인 것을 구분하여 저장하고, 선입선출의 원칙에 따라 처리하여야 한다.

(3) 아스콘 발생재의 파쇄

재생 아스팔트 혼합물을 생산하기 위하여 아스콘 순환골재를 최대 골재 크기 20mm 이하로 파쇄한다. 이 때 아스콘 발생재에 아스팔트 콘크리트 외에 다른 건설폐자재나 흙, 나무조각, 금속편, 블록 등의 이물질이 섞여 있지 말아야 하며, 섞여 있을 경우에는 파쇄시에 필히 이물질을 제거하여야 한다.

【해 설】

아스콘 발생재의 파쇄는 가열파쇄와 기계파쇄 방법으로 나눌 수 있으며, 일반적으로 기계파쇄 방식이 많이 사용된다. 아스콘 발생재를 크게 나누는 1차파쇄에는 주로 죠크러셔가 사용되고, 작게 나누는 2차파쇄에 임펙트크러셔가 주로 사용된다. 그리고, 아스콘 발생재에 큰 덩어리가 섞여 있는 경우에는 아스콘 발생재의 저장장소에서 유압브레이커나, 유압파쇄기 등으로 1차적으로 파쇄하는 경우가 있다.

아스콘 발생재는 그 종류별로 공급 피더에 투입되어 파쇄, 분급공정을 거쳐 소정의 입경인 아스콘 순환골재로 제조되며, 이때 아스콘 발생재 이외의 건설폐자재나 금속편, 목재 등의 이물질을 제거한다. 일반적인 파쇄 방법은 다음과 같다.

가. 기계파쇄

① 1차파쇄 : 죠크러셔

② 2차파쇄 : 임펙트크러셔

나. 가열파쇄

① 스팀방식 : 여러 개의 스팀장치가 설치되어 여기에서 체가름이 가능할 정도로 분

리시킨다.

② 온수방식 : 온탕고에서 분리시킨다.

③ 열풍방식 : 열풍이 통과하며 가열시키는 로터리킬른(Rotary Kiln)에서 분리시킨다.

기계 파쇄시에 죠크러셔나 임펙트크러셔는 기계운전에 따라 날끝이 마찰에 의해 무디어지며, 이에 따라 아스콘 순환골재의 입경이 변동하므로 정기적으로 점검하고, 무디어지거나 깨어진 날끝을 교환하여야 한다.

(4) 품 질

아스콘 발생재의 품질에 따라 아스콘 순환골재의 품질이 많은 영향을 받으며, 기존 포장체의 노화 정도 또는 성능에 따라 같은 포장구간에서도 차이가 나타나게 된다. 아스콘 순환골재의 품질은 〈표 3.1〉의 규격에 적합한 것이어야 하며, 아스팔트 콘크리트 외의 다른 골재나 흙, 나무조각, 금속편, 블록, 폐콘리트 등의 이물질이 섞여 있지 않아야 한다.

아스콘 순환골재의 품질이 〈표 3.1〉 규격을 만족시키지 못할 경우, 보조기층재의 품질기준에 적합하고, 이물질 함량이 부피기준 1% 이하이면 보조기층재로 이용하여도 좋다.

재생 가열 아스팔트 혼합물 중 아스콘 순환골재의 사용 비율은 일반적으로 기층용일 경우 최대 50% 이하로 사용하며, 표층용일 경우 최대 30% 이하로 사용하도록 한다.

【해 설】

아스콘 순환골재를 재생 아스팔트 혼합물의 재료로 사용할 경우 일정기간 마다 또는 재료가 변경될 때 아스콘 순환골재를 아스팔트와 골재로 분리 추출하여 다음과 같은 품질시험을 수행하여야 한다.

① 추출골재 입도

② 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량

③ 구아스팔트의 침입도

아스콘 순환골재의 사용 비율의 제한은 KS F 2572 「아스팔트 콘크리트 순환골재」 규정에 따라 기층용은 최대 50%, 표층용은 최대 30%이하로 정하였다. 그러나, 아스콘 순환골재의 사용비율에 따른 적합한 품질관리가 이루어져 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질이 해당 규정을 만족시키고, 재생아스팔트의 품질 및 골재입도가 적합하게 확보될 경우 위 기준 이상을 사용할 수 있다.

〈표 3.1〉 아스콘 순환골재의 품질

구 분	구아스팔트량 (%)	구아스팔트 침입도 (25℃, 1/10㎜)	씻기 시험에서 손실되는 양(%)
아스콘 순환골재	3.8 이상	20 이상	5 이하

【주1】 아스콘 순환골재는 골재에 아스팔트가 도포된 형상으로 이루어져 있으며 가열될 경우 아스팔트의 점성이 약해져 아스팔트와 골재가 분리된 연한상태가 된다. 따라서 아스콘 순환골재의 입도(겉보기 입도)는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질과 큰 연관성이 없으며, 위의 품질규정을 참고하여 재생장비에 사용가능한 최대 골재 크기나 가열시간 등을 고려하여 최대 골재크기 및 입도관리 범위를 정하는 것이 좋다.

【주2】 플랜트 재생 아스팔트 혼합물용 아스콘 순환골재는 품질의 안정화와 생산되는 혼합물에 균일한 입도의 아스콘 순환골재가 재료분리 없이 적정 비율로 투입될 수 있게 분급하여야 한다. 일반적으로 20~13㎜, 13㎜ 이하의 2단계로 나눈다.

【주3】 아스콘 순환골재에 목재, 흙, 폐콘크리트 등의 기타 이물질이 혼입되지 않도록 주의하여야 한다.

【주4】 구아스팔트량, 씻기 시험에서 손실되는 양 등의 품질 기준은 불특정한 아스콘 순환골재의 구아스팔트 함량이 평균치를 벗어나거나 보조기층재 등 아스콘 이외의 물질이 과도하게 혼입되지 않도록 하기 위하여 설정한 것이다.

【주5】 품질 기준을 만족시키지 못하는 아스콘 순환골재는 보조기층재의 품질기준에 적합하고, 폐기물관리법에 따라 이물질이 부피기준으로 1% 이하로 함유되어 있을 경우 보조기층재로 이용할 수 있다.

(5) 저 장

아스콘 순환골재의 야적 높이는 일반적으로 5m 이하로 한다. 저장 중에 입도가 다른 아스콘 순환골재가 서로 섞이지 않도록 주의하여야하며, 선입선출이 가능하도록 주의하여야 한다.

【해 설】

아스콘 순환골재는 다음의 사항에 유의하여 저장하여야 한다.

① 기온이 높은 지역에서는 압밀되지 않도록 하여야 하며, 일반적으로 아스콘 순환골재의 최대 야적 높이는 5m 이하로 한다. 별도의 압밀 방지를 위한 시설이 있을 경우는 예외로 한다.
② 아스콘 순환골재를 사일로나 호퍼에서 압밀이 되지 않도록 유지하여야 한다.
③ 아스콘 순환골재를 저장하는 경우, 빗물 등에 의해 직접 노출되지 않도록 천막을 씌우거나 덮개가 되어있는 시설에 보관하여 함수비가 변동되지 않고, 아스콘 순환골재의 노화가 촉진되지 않도록 한다.
④ 아스콘 순환골재의 사용은 선입선출을 원칙으로 하고 저장기간은 1 년 이내에 사용하며, 1 년 이내에 소모되지 못할 경우 추가 시험을 실시한 후 사용한다.
⑤ 아스콘 순환골재에 다른 골재나 유해한 이물질이 섞이지 않도록 주의하여야 한다.

3.3.3 재생첨가제

재생첨가제는 재생 가열 아스팔트 혼합물 내의 노화된 아스팔트 점도를 회복시키기 위하여 혼합물 제조시 첨가하는 것으로 인체에 무해한 것이어야 한다. 품질기준은 〈표 3.2〉의 등급 기준에 따르며, 적용하는 아스콘 순환골재의 침입도와 사용비율에 따라 사용여부 및 사용비율이 결정된다.

【해 설】

가. 품 질

재생첨가제의 등급은 60℃의 점도를 기준으로 구분하며, 〈표 3.2〉의 품질 기준에 합격해야 한다.

〈표 3.2〉 재생첨가제의 등급 기준

구 분 / 항목	재생첨가제 등급				
	RA 1	RA 5	RA 25	RA 75	RA250
점도(60℃ cSt)	50-175	176-900	901-4500	4501-12500	12501-37500
인화점(℃)	218 이상	218 이상	218 이상	218 이상	218 이상
세츄레이트(wt, %)	30 이하	30 이하	30 이하	30 이하	30 이하
RTFO(또는 TFO) 후의 점도비	3 이하	3 이하	3 이하	3 이하	3 이하
RTFO(또는 TFO) 후의 중량변화율(±, %)	4 이하	4 이하	4 이하	4 이하	4 이하

【주1】 재생첨가제의 등급 기준은 ASTM D 4552 기준을 적용하였다.

【주2】 일반적으로 재생 가열 아스팔트 혼합물에는 RA 5 또는 RA 25 등급의 재생첨가제가 사용된다.

【주3】 점도비 = RTFO(또는 TFO) 후의 점도(60℃ cSt) / 원점도(60℃ cSt)

3.3.4 신아스팔트

신아스팔트는 도로포장용 역청재로써 재생 가열 아스팔트 혼합물에는 일반적으로 스트레이트 아스팔트가 사용되며, 노화된 아스팔트의 성능을 회복시키고 골재를 결합하여 주는 역할을 한다.

신아스팔트에 대한 규정 및 품질은 KS M 2201(스트레이트 아스팔트)에 따르며, 침입도 80~100인 아스팔트를 사용하는 것이 좋다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물에 아스팔트를 사용할 경우에는 아스콘 순환골재에 포함된 아스팔트가 노화된 상태이므로 일반적으로 침입도가 높은 아스팔트를 선정하는 것이 좋다. 즉, 침입도 60~80인 아스팔트 보다 침입도 80~100인 아스팔트를 사용하는 것이 좋다.

3.3.5 신골재

(1) 잔골재

재생 가열 아스팔트 혼합물용 잔골재는 자연모래, 암석, 자갈 등을 깨어 얻어진 모래(부순모래) 또는 그 혼합물로서, 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 먼지, 점토, 실트, 유기불순물, 기타 해로운 물질이 함유되어 있지 않은 것이어야 한다.

잔골재의 입도 및 품질기준은 KS F 2357(역청 포장 혼합물용 골재)에 따른다.

【해 설】

잔골재가 다른 골재와 서로 혼합되지 않도록 분리된 상태로 저장하여야 하며, 먼지, 진흙 등 불순물이 혼합되지 않도록 하여야 한다. 그리고 빗물 등에 의해 직접 노출되지 않도록 상설 지붕이 있는 시설에 보관하여야 하며, 감독관의 판단에 따라 천막이나 덮개를 씌워서 보관할 수 있다. 단, 어떠한 경우에도 지붕이나 덮개가 없이 보관하여서는 안된다.

(2) 굵은골재

재생 가열 아스팔트 혼합물용 굵은골재에는 부순돌, 부순자갈 등이 있다. 굵은골재는 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 먼지, 점토, 실트, 유기불순물, 기타 해로운 물질이 함유되어 있지 않은 것이어야 한다.

굵은골재의 입도 및 품질기준은 KS F 2357(역청 포장 혼합물용 골재)에 따른다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조시 아스콘 순환골재의 사용량이 많을 경우 단입도의 굵은골재를 사용하여 부족한 부분만을 보완하는 것이 좋다.

골재를 종류별, 크기별로 분리 저장하여 서로 혼합되지 않도록 하여야 하며, 먼지, 진흙 등 불순물이 혼합되지 않고, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다. 그리고 빗물 등에 의해 직접 노출되지 않도록 천막을 씌우거나 지붕, 덮개가 되어있는 시설에 보관하여야 한다.

3.3.6 채움재

재생 가열 아스팔트 혼합물용 채움재는 석회석분말, 포틀랜드 시멘트, 소석회, 플라이애쉬, 회수더스트, 전기로 제강더스트, 각종 소각회 및 기타 적당한 광물성의 분말이어야 한다. 채움재는 완전히 건조되어 있어야 하며 세립자의 덩어리가 있어서는 안된다.

채움재의 입도 및 품질기준은 KS F 3501(역청 포장용 채움재)에 따른다.

3.4 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계

3.4.1 일반사항

본 지침은 아스콘 순환골재를 이용하여 아스팔트 기층, 중간층, 표층용 재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용한다. 배합설계는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 골재입도 및 아스팔트 함량을 결정하는 중요한 과정으로 일정 기간 마다 또는 재료를 변경할 때마다 실시하여야 한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 소요 품질의 재료를 사용하여 소성변형과 균열 등에 대한 안정성과 내구성이 좋고, 소요의 기준을 만족하는 혼합물을 얻도록 하여야 한다. 배합설계 목적은 아스팔트 포장이 장기간 제 성능을 유지할 수 있도록 아스콘 순환골재, 재생첨가제, 신아스팔트, 신골재 등의 배합을 결정하는 것이다.

배합설계는 아스팔트 혼합에 사용될 골재의 입도를 얻기 위해 여러 골재를 혼합하는 과정과, 골재간을 결합시켜주는 역할을 하는 아스팔트의 소요 비율을 결정하기 위해서 실험실에서 실시하는 시험과정을 포함한다.

그러나, 배합설계는 단지 좋은 성능을 내는 아스팔트 포장을 만드는 한 단계로서 불량한 포장의 발생 원인은 부적합한 배합설계 뿐만 아니라 실험실의 배합설계와 달리 생산된 혼합물에 기인하는 경우가 많다.

따라서, 본 지침의 배합설계로 결정된 골재 합성입도와 아스팔트 함량의 혼합물이 재생 가열 아스팔트 플랜트에서 생산될 수 있도록 플랜트 하트빈 골재, 생산된 혼합물

의 골재입도, 아스팔트 함량 등에 대한 지속적인 품질관리가 이루어져야 한다.

3.4.2 혼합물의 종류 및 마샬시험 기준값

(1) 재생 가열 아스팔트 기층

기층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 골재입도 및 마샬시험 기준값은 〈표 3.3〉과 〈표 3.4〉를 표준으로 하며, 추출골재의 입도와 추가하는 골재의 입도를 합산하였을 때 〈표 3.3〉을 만족하여야 한다.

【해 설】

기층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류는 신아스팔트 혼합물의 종류를 기준으로 정하였으며, 최대 골재 입경에 따른 〈표 3.3〉의 배합을 표준으로 한다.

설계아스팔트량은 마샬배합설계에 의하여 결정되며, 〈표 3.4〉의 마샬시험 기준치의 범위내에서 경제성을 고려한다.

재생아스팔트의 품질은 〈표 3.12〉에 적합하여야 하며, 아스콘 순환골재, 신아스팔트(또는 재생첨가제)의 비율을 배합설계 결과에 따라 조절하여야 한다. 재생첨가제를 사용할 경우 사용량을 아스팔트량에 합산하여 계산하고, 과다하게 사용되지 않도록 주의해야 한다.

〈표 3.3〉 기층용 재생 가열 아스팔트 혼합물 표준 배합

혼합물의 종 류 / 체의 호칭치수		BB-1R	BB-2R	BB-3R	BB-4R[주1)]
		40	30	25	25R[주2)]
통과질량백분율(%)	50㎜	100	-	-	-
	40㎜	95~100	100	-	-
	30㎜	80~100	95~100	100	100
	25㎜	70~100	80~100	90~100	95~100
	20㎜	55~90	55~90	71~90	80~90
	13㎜	40~80	46~80	56~80	60~78
	10㎜	30~70	40~70	45~72	45~68
	5㎜	17~55	28~55	29~59	25~45
	2.5㎜	10~42	19~42	19~45	15~33
	0.6㎜	5~28	7~26	7~25	6~18
	0.3㎜	3~22	4~19	5~17	4~14
	0.15㎜	2~16	2~13	3~12	3~10
	0.08㎜	1~10	1~7	1~7	2~8

【주1】 혼합물의 명칭에서 「BB」는 기층에 적용됨을 나타내며, 「R」은 재생아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

【주2】 골재 최대크기의 「25R」의 「R」은 소성변형에 저항성이 높은 혼합물임을 뜻한다.

【주3】 25㎜를 넘는 골재는 같은 중량만큼 25~13㎜로 치환하여 마샬시험을 행한다.

〈표 3.4〉 기층용 재생 가열 아스팔트 혼합물 마샬시험 기준값

구분		기 준 값
안 정 도	kN	3.5(4.9) 이상
	kgf	350(500) 이상
흐 름 값(1/100㎝)		10~40
공 극 율(%)		4~6
포화도(%)		65~75
다짐회수(회)		양면 각 50(75)

【주1】 ( )안은 대형차 교통량 1일 1방향 1000대 이상, 또는 20년 설계 ESAL〉 10^7인 경우로서 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에 적용한다.

【주2】 재생 가열 아스팔트 혼합물의 공극율을 구할 때, 이론최대밀도는 반드시 KS F 2366에 따라 시험에 의해 구하여야 한다.

【주3】 25㎜를 넘는 골재는 같은 중량만큼 25~13㎜로 치환하여 마샬시험을 행한다.

(2) 재생 가열 아스팔트 중간층

중간층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류는 〈표 3.3〉의 BB-4R, 〈표 3.6〉의 WC-5R 입도를 사용할 수 있으며, 기층 및 표층 혼합물의 종류 및 교통량 조건 등을 고려하여 선정한다. 또한, 도로공사표준시방서의 중간층용 입도를 적용할 수도 있다.

【해 설】

중간층은 기층의 요철을 보정하고 표층에 가해지는 하중을 기층에 균일하게 전달하는 역할을 한다. 따라서, 기층용 또는 표층용 아스팔트 혼합물 기준을 적용할 수 있다.

혼합물의 종류를 선택할 경우에는 기층용 및 표층용 아스팔트 혼합물의 최대 골재크기를 고려하여, 최대 골재크기가 중간정도인 아스팔트 혼합물을 선정하는 것이 좋다. 즉, 예를 들어 기층을 BB-2R(30mm), 표층을 WC-1R(13mm)를 사용할 경우 중간층은 WC-5R(20mm)를 적용할 수 있고, 기층을 BB-1R(40mm), 표층을 WC-3R(20mm)를 사용할 경우 중간층은 BB-4R(25mm)을 적용할 수 있다.

중간층용 재생 가열 아스팔트 혼합물은 혼합물의 종류에 따라 기층용 또는 표층용 품질기준을 적용한다. BB-4R은 〈표 3.4〉의 기층용 재생 아스팔트 혼합물 기준을 적용하여 배합설계를 수행하여야 하며, WC-5R은 〈표 3.7〉의 표층용 재생 아스팔트 혼합물 기준을 적용하여 배합설계한다. 만일, 도로공사표준시방서의 중간층용 입도를 적용할 경우에는 표층용 재생 아스팔트 혼합물 기준을 적용한다.

(3) 재생 가열 아스팔트 표층 및 중간층

표층 및 중간층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류는 〈표 3.5〉를 표준으로 하며, 골재입도 및 마샬시험 기준값은 〈표 3.6〉과 〈표 3.7〉을 표준으로 한다. 반드시 추출골재의 입도와 추가하는 골재의 입도를 합산하였을 때 〈표 3.6〉을 만족하여야 한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류는 신아스팔트 혼합물의 종류를 기준으로 정하였으며, 〈표 3.5〉의 것을 표준으로 한다. 굵은골재의 비율과 입도분포에 따라 재생 밀립도, 내유동 아스팔트 콘크리트로 나누어지며, 최대골재의 크기에 따라 13mm, 20m로 구분된다. 일반적으로 최대 골재크기가 클수록 생산과 포설시에 혼합물의 재료분리 가능성이 높아지고 승차감이 조금 낮아지지만, 내유동성이 증가되어 소성변형에 대한 저항성이 높아진다.

〈표 3.5〉에서 [ ]안의 명칭은 혼합물 종류의 약칭이다. ( ) 안의 숫자는 혼합물의 최대 골재크기(㎜)를 나타내며, 이 때의 「R」은 소성변형에 저항성이 높은 혼합물임을 나타낸다. 그리고 혼합물 종류명에서 「WC」는 표층에 적용됨을 나타내며, 「F」는 광물성채움재(석분)가 많이 함유된 혼합물, 「R」은 재생아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

〈표 3.5〉 표층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류 및 특징

혼합물 종류	용 도	특 징
재생 밀립도 아스팔트 콘크리트(13, 20) [WC-1R, WC-3R]	일반적인 포장의 표층에 사용	포장에 주로 사용되고 있으며, 비교적 내유동성, 미끄럼저항성이 좋다. 특히 최대입경 20㎜의 혼합물은 내유동성이 좋다.
재생 밀립도 아스팔트 콘크리트(13F, 20F) [WC-2R, WC-4R]	일반적인 포장의 내마모용 표층에 사용	내마모성이 우수함. 세립분이 많아서 내유동성이 비교적 낮음
재생 내유동 아스팔트 콘크리트(13R, 20R) [WC-6R, WC-5R]	대형차 교통량이 많은 경우의 표층에 사용	내구성과 내유동성이 우수하며, 소성변형 발생가능성이 높은 지역에 사용

배합설계시 골재입도는 〈표 3.6〉을 표준으로 하며, 추출골재의 입도와 추가하는 골재의 입도를 합산하였을 때 골재입도 기준을 만족하여야 한다.

재생아스팔트의 품질은 〈표 3.12〉에 적합하여야 하며, 아스콘 순환골재, 신아스팔트(또는 재생첨가제)의 비율을 설계침입도의 조정 방법에 따라 조절하여야 한다. 재생첨가제를 사용할 경우 사용량을 아스팔트량에 합산하여 계산하고, 과다하게 사용되지 않도록 주의해야 한다.

설계아스팔트량은 배합설계 방법에 의하여 〈표 3.7〉의 마샬시험 기준치의 범위내에서 경제성을 고려하여 결정한다.

〈표 3.6〉 표층용 가열 아스팔트 혼합물의 표준 배합

혼합물의 종류 / 체의 호칭치수		WC-1R	WC-2R	WC-3R	WC-4R	WC-5R	WC-6R[주2)]
		밀립도	밀립도	밀립도	밀립도	내유동성	내유동성
		13	13	20	20	20R[주3)]	13R[주3)]
통과질량백분율(%)	25㎜	-	-	100	100	100	-
	20㎜	100	100	90～100	95～100	90～100	100
	13㎜	90～100	95～100	72～90	75～90	69～84	90～100
	10㎜	76～90	84～92	56～80	67～84	56～74	73～90
	5㎜	44～74	55～70	35～65	45～65	35～55	40～60
	2.5㎜	28～58	35～50	23～49	35～50	23～38	25～40
	0.60㎜	11～32	18～30	10～28	18～30	10～23	11～22
	0.30㎜	5～21	10～21	5～19	10～21	5～16	7～16
	0.15㎜	3～15	6～16	3～13	6～16	3～12	4～12
	0.08㎜	2～10	4～8	2～8	4～8	2～10	3～9

【주1】 표의 아스팔트 혼합물 종류명은 〈표 3.5〉에서 제시한 약칭이다.

【주2】 혼합물의 명칭에서 「WC」는 표층에 적용됨을 나타내며, 「R」은 재생아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

【주3】 골재 최대크기의 「20R」 및 「13R」의 「R」은 소성변형에 저항성이 높은 혼합물임을 뜻한다.

〈표 3.7〉의 기준에서 골재 간극률은 골재간의 공극으로서 혼합물의 최대입경에 따

라 적용하며, 〈표 3.8〉에 따른다.

〈표 3.7〉 표층용 가열 아스팔트 혼합물의 마샬 시험 기준값

아스팔트 혼합물종류		WC-1R, WC-2R WC-3R, WC-4R	WC-5R, WC-6R
다짐회수 (회)		50 (75)[2)]	75
안정도	N	5000 이상 (7350) 이상[2)]	5880 이상
	kgf	500 이상 (750) 이상[2)]	600 이상
흐름값 (1/100㎝)		20～40	15～40
공극률 (%)		3～6	3～5
포화도 (%)		65～80	70～85
골재 간극률 (%)		〈표 3.7〉 참조	

【주1】 표의 아스팔트 혼합물 종류명은 〈표 3.5〉에서 제시한 약칭이다.

【주2】 WC-5R, WC-6R와 ( )안의 규정은 대형차 교통량 1일 1방향 1000대 이상, 또는 설계 ESAL〉 10^7인 경우로서 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에 적용한다.

【주3】 물의 영향을 받기 쉽다고 생각되는 혼합물 또는 그와 같은 장소에 포설되는 혼합물에 대하여는 다음 식으로 구한 잔류안정도가 75% 이상인 것이 바람직하다.

$$\text{잔류안정도}(\%) = \frac{60℃,\ 48\text{시간 수침(水浸)후의 안정도(kN)}}{\text{안 정 도 (kN)}} \times 100$$

【주4】 재생 가열 아스팔트 혼합물의 공극율을 구할 때, 이론최대밀도는 반드시 KS F 2366에 따라 시험에 의해 구하여야 한다.

〈표 3.8〉 골재 간극률(VMA) 기준값

골재최대입경 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

【주】 설계공극률이 3.0~4.0%, 4.0~5.0%, 5.0~6.0% 이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대입경이 20mm이며, 설계공극률이 4.5%이면, VMA 기준은 「13.5%이상」 이다.

3.4.3 배합설계 순서

(1) 일반사항

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 원칙적으로 마샬시험을 이용하며, 배합설계 순서는 〈그림 3.1〉과 같다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 〈그림 3.1〉에 따르고 다음 사항에 유의한다.

① 재생 가열 아스팔트 혼합물의 선정은 재생 아스팔트 기층일 경우 〈표 3.3〉 에 따르고, 표층일 경우 〈표 3.6〉에 따라 적절한 종류를 선정한다.

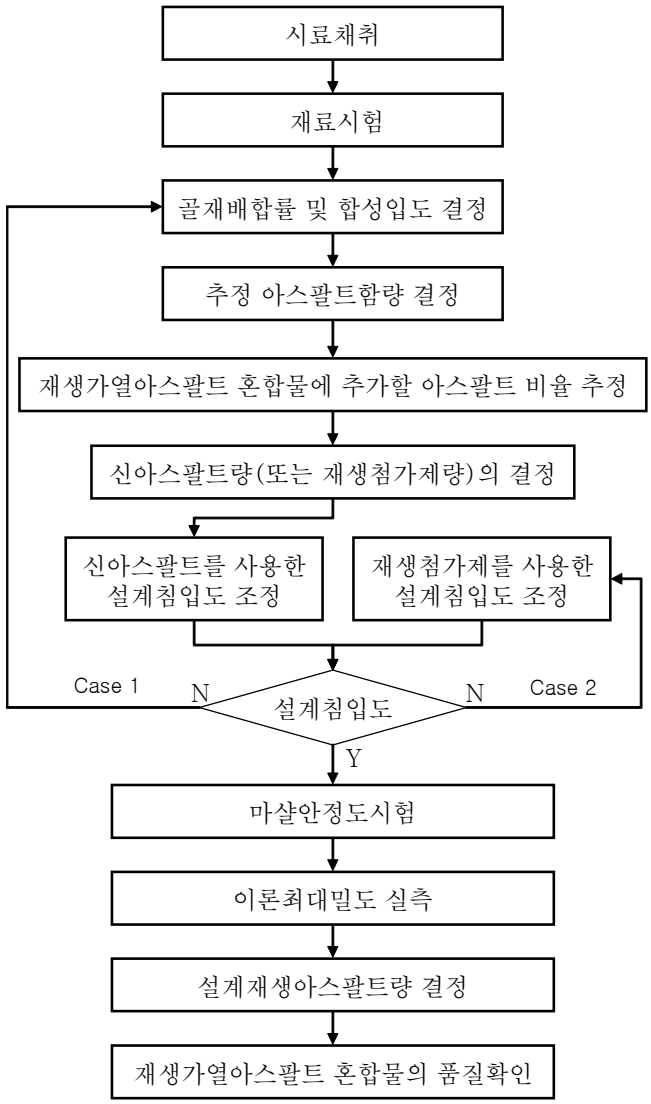
② 재료의 선정에 있어서는 소요의 품질을 구비하고 필요한 양을 확보할 수 있는 것이어야 하다. 재료의 품질에 대해서는 재료시험을 실시하여 확인한다.

③ 혼합물의 종류에 따라 〈표 3.3〉 또는 〈표 3.6〉의 입도범위에 적합하도록 각 골재의 배합비를 결정한다. 이 때 합성입도의 관리가 용이한 범위 내에서 5mm 이하

의 합성입도를 하한 기준에 가깝게 각 골재의 배합비를 결정하는 것이 소성변형의 저감에 좋다.

④ 재생 가열 아스팔트 혼합물은 일반적으로 흐름값이 높은 경향이 있으므로, 아스팔트의 함량을 높지 않게 결정하는 것이 좋다.

⑤ 물의 영향을 받기 쉬운 곳에 사용하는 혼합물은 0.08㎜ 체 통과량 중 2~3% 정도를 소석회로 치환하면 좋다.



〈그림 3.1〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계 흐름

⑥ 재생 가열 아스팔트 혼합물에 자연모래는 사용하지 않는 것이 좋다.
⑦ 마샬시험용 공시체는 선정한 아스팔트 혼합물의 종류에 따른 아스팔트량 범위를 감안하여 0.5% 간격으로 제작한다.
⑧ 아스팔트의 동점도가 170±20cSt 및 280±30cSt 로 되는 때의 온도를 각각 혼합온도, 다짐온도로 한다.
⑨ 배합설계에 사용하는 골재 시료는 플랜트에서 오버 사이즈로 제거되는 것과 생산 중 집진시설에서 제거되는 것 등의 양을 추정해서 이들을 고려한 입도의 것으로 하는 것이 좋다.
⑩ 백필터에 의한 회수더스트는 포장용 채움재 양보다 적게 사용하는 것이 좋다.
⑪ 〈그림 3.1〉과 같은 실내 배합설계 후에 플랜트의 하트빈 골재를 이용하여 현장배합을 설정하고, 시험배합하여 현장배합 비율을 결정하여야 한다. 상설 플랜트에서 실내 배합설계 후에 재료의 변동이 없을 경우에는 일상적인 품질관리 자료를 참고하여 현장배합 시험을 실시한다.

(2) 시료채취

저장장소 또는 저장빈으로부터 대표적인 아스콘 순환골재, 신골재(굵은골재, 잔골재), 신아스팔트, 재생첨가제 등의 대표성 있는 시료를 KS F 2501 「골재의 시료 채취 방법」, KS A 3151의 「랜덤 샘플링 방법」 등의 기준에 따라 채취한다.

(3) 재료시험

채취된 아스콘 순환골재 및 신골재, 신아스팔트, 재생첨가제 등의 추가재료에 대한 시험을 하여 품질을 확인하고, 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량, 추출골재 입도, 구아스팔트 침입도를 구하고, 신골재의 입도를 구한다.

【해 설】

가. 아스콘 순환골재

① 아스콘 순환골재를 KS F 2354의 '역청 포장용 혼합물의 역청 함유량 시험 방법'에 따라 추출골재와 추출아스팔트로 분리한 후, 구아스팔트의 함량을 구한다.
② 추출골재의 입도 시험을 한다.

③ KS F 2381의 ‘앱슨 방법에 의한 아스팔트 회수 시험 방법’ 또는 KS F 2396의 ‘아스팔트 추출용액으로부터 회전식 증류기에 의한 아스팔트 회수방법’에 따라 구 아스팔트를 만든 후 침입도를 측정한다.

나. 추가재료

재생첨가제는 〈표 3.2〉의 기준에 따라 품질을 확인하고, 신골재(굵은골재, 잔골재), 신아스팔트는 〈3.3.4〉, 〈3.3.5〉, 〈3.3.6〉 에 따라 KS 규격을 참고하여 품질을 확인한다. 그리고 신골재의 골재입도는 이후의 배합설계를 위하여 기록한다.

(4) 골재배합률 및 합성입도의 결정

재생 가열 아스팔트 혼합물의 골재 합성입도는 혼합물의 종류에 따른 기준에 적합하도록 아스콘 순환골재, 추가되는 신골재, 채움재 등의 비율을 결정한다.

【해 설】

① 골재의 입도는 아스팔트 기층일 경우 〈표 3.3〉에 따르고, 표층일 경우 〈표 3.6〉에 따른다.

② 사용 재료의 비율을 결정할 때 아스콘 순환골재의 사용비율을 우선적으로 결정하고 보충재의 비율을 결정하는 것이 좋으며, 통상적인 아스팔트 혼합물의 품질에 적합하도록 배합설계를 실시한다.

③ 아스콘 순환골재는 체가름하여도 미세 골재의 입도를 조정하는 것이 어려우므로 아스콘 순환골재를 사용하여 개립도나 갭입도의 아스팔트 혼합물을 제조할 경우, 밀립도 혼합물의 제조시보다 아스콘 순환골재의 사용비율을 낮추어야 한다.

(5) 추정아스팔트 함량 결정

재생 가열 아스팔트 혼합물에 필요한 추정 아스팔트의 소요량은 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류에 따라, 합성한 골재의 입도로부터 계산식을 이용하여 구한다.

【해 설】

골재의 입도로부터 재생 가열 아스팔트 혼합물에 필요한 추정 아스팔트의 소요량을 결정할 때에는 다음 식에 따른다.

$$P_b = 0.035a + 0.045b + Xc + F$$

여기서, P_b: 전체 혼합물 중량에 대한 추정 아스팔트의 비율(%)

a : 2.5㎜(No.8)체에 남은 골재의 중량비(%)

b : 2.5㎜체를 통과하고 0.8㎜체에 남은 골재의 중량비(%)

c : 0.8㎜(No.200)체를 통과한 골재(채움재)의 중량비(%)

X : c 값이 11~15%일 경우 0.15 사용

c 값이 6~10%일 경우 0.18 사용

c 값이 5%이하일 경우 0.20 사용

F : 0~2%로서 자료가 없을 경우 0.7~1% 사용. 이는 비중이 2.6~2.7인 보통 골재인 경우에 근거한 값임.

위에 사용되는 %는 모두 정수를 사용함.

(6) 혼합물에 추가할 아스팔트 비율 추정

재생 가열 아스팔트 혼합물에 첨가하는 아스팔트의 비율은 전체 혼합물 중량에 대한 사용되는 신아스팔트 및 재생첨가제를 합한 비율이다. 아스콘 순환골재의 사용비율과 아스콘 순환골재에 포함된 아스팔트 함량비율 및 재생 가열 아스팔트 혼합물의 목표 아스팔트 함량 비율을 이용하여 구한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물에 첨가하는 아스팔트의 비율은 아래의 식으로부터 얻을 수 있다.

$$P_{nb} = \frac{(100^2 - r P_{sb}) P_b}{100(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r) P_{sb}}{100 - P_{sb}}$$

여기서,

P_{nb} = 재생 가열 아스팔트 혼합물에 추가하는 신아스팔트(재생첨가제 포함)의 함량(%)

P_b = 재생 가열 아스팔트 혼합물의 아스팔트 함량(%)

P_{sb} = 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량(%)

r = 재생 가열 아스팔트 혼합물의 전체 골재에 대한 신골재의 백분율, 즉, 100 − 전체 골재 중 아스콘 순환골재 사용 비율(%)

추가아스팔트의 전체 아스팔트에 대한 비율은 아래의 식에 의해 결정된다.

$$R = \frac{100 P_{nb}}{P_b}$$

여기서,

R = 추가아스팔트의 전체 아스팔트에 대한 함량(%)

P_{nb} = 재생 가열 아스팔트 혼합물에 추가하는 신아스팔트(재생첨가제 포함)의 함량(%)

P_b = 재생 가열 아스팔트 혼합물의 아스팔트 함량(%)

(7) 신아스팔트량(또는 재생첨가제량)의 결정

혼합물에 포함되는 재생아스팔트의 침입도를 목표 침입도에 적합하도록 조정하기 위하여 〈그림 3.2〉를 이용한 신아스팔트를 사용한 설계침입도의 조정 또는 〈그림 3.3〉을 이용한 재생첨가제를 사용한 설계침입도의 조정을 수행한다. 신아스팔트, 재생첨가제, 구아스팔트 등의 배합비율을 결정한 후에는 결정된 비율로 혼합하고, 침입도를 측정하여 적합성을 확인한다.

단, 아스콘 순환골재의 배합률이 20% 이하로 적은 경우는 아스콘 순환골재의 혼입에 의한 침입도 영향이 작으므로 설계침입도의 조정을 생략할 수 있다.

【해 설】

가. 일반사항

① 재생아스팔트의 침입도를 설계 기준에 적합하도록 하기 위하여 신아스팔트나 재생첨가제를 추가할 경우에는 아스콘 순환골재에서 추출한 구아스팔트의 침입도와 신아스팔트(또는 재생첨가제)의 침입도를 이용하여 혼합후의 재생아스팔트 침입도를 추정한다.

② 연구 결과 구아스팔트에 신아스팔트(또는 재생첨가제)를 추가하는 비율에 따른 침입도의 변화는 지수 함수 관계가 성립함을 알 수 있었다. 따라서, 배합비율을 결정할 때에는 세로축이 아스팔트 침입도를 나타내는 지수눈금으로 되어있고, 가로축 신아스팔트의 비율을 나타낸 〈그림 3.2〉와 같은 도표를 이용하여 조정한다.

③ 우선적으로 '신아스팔트를 사용한 설계침입도의 조정'을 하고, 혼합 후 예상되는 설계침입도가 기준을 만족시키지 못하면, '재생첨가제를 사용한 설계침입도의 조정'을 수행한다.

④ 재생첨가제를 사용할 경우 적은 량의 변화로도 혼합물의 물성이 급격하게 변할 수 있으므로, 생산과정에서의 오차 등을 감안하여 사용비율을 과다하지 않게 결정하여야 한다.

⑤ 도표를 이용한 방법은 오차가 발생할 수 있으므로, 결정된 배합비율을 이용하여 구아스팔트, 신아스팔트, 재생첨가제 등의 재료를 결정된 비율로 혼합하고, 침입도를 측정하여 목표 침입도에 적합한지 확인한다.

⑥ 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트에서 아스콘 순환골재의 사용비율을 적게 사용할 경우에는 침입도 등급 80~100의 신아스팔트를 사용하고, 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장과 같이 아스콘 순환골재의 사용비율이 많을 경우에는 재생첨가

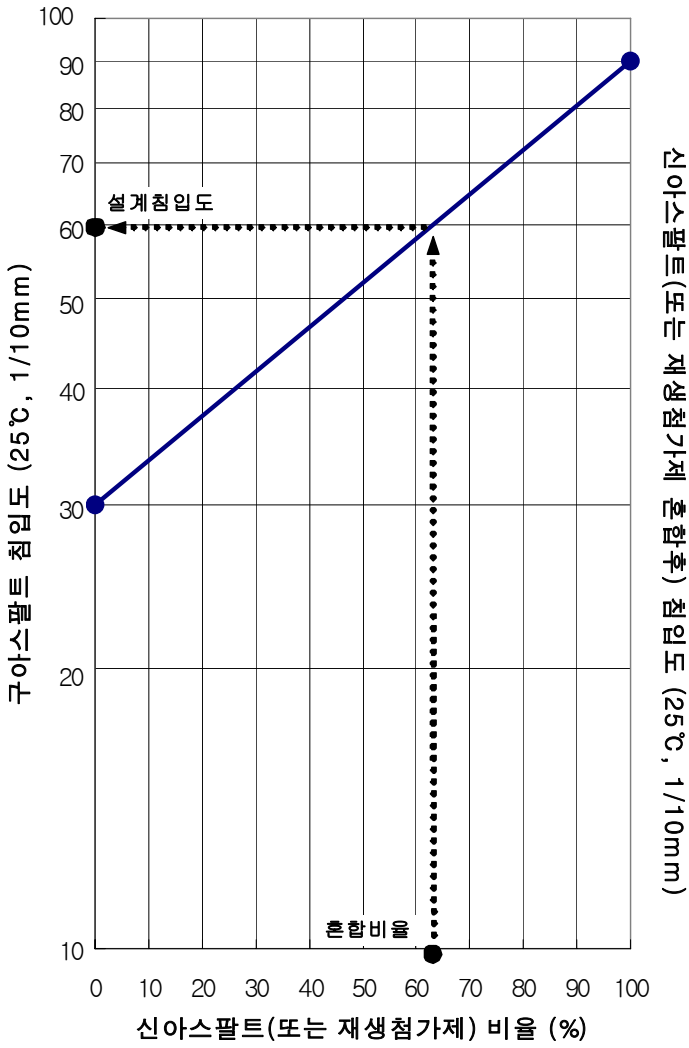
제를 사용하여 노화된 구아스팔트의 침입도를 회복시키는 것이 일반적이다.

⑦ 배합설계에 있어서 아스콘 순환골재의 배합률이 적은 경우(20% 이하)는 아스콘 순환골재의 혼입에 의한 침입도에 대한 영향이 작으므로 설계침입도의 조정을 생략하고, 신재료만을 사용한 경우와 같이 배합설계를 실시할 수 있다. 다만 전체 아스팔트 혼합물 중 아스팔트함량은 구아스팔트량을 포함시켜서 계산한다.

⑧ 재생아스팔트의 목표 침입도는 지역성이나 교통량과 같은 공용조건을 고려하여 결정한다. 통상적으로 일반지역에 사용하는 재생아스팔트의 목표 침입도는 50~80인 경우가 많다.

나. 신아스팔트를 사용한 설계침입도의 조정

설계침입도는 세로축이 아스팔트 침입도를 나타내는 지수눈금으로 되어있고, 가로축이 신아스팔트의 비율을 나타내는 〈그림 3.2〉와 같은 도표를 이용하여 구하며, 조정방법은 다음과 같다.



〈그림 3.2〉 신아스팔트를 사용한 설계침입도의 조정

① 〈그림 3.2〉 도표의 좌측 세로축에서 구아스팔트의 침입도에 해당하는 점과 우측 세로축에서 신아스팔트의 침입도에 해당하는 점을 찾아 직선으로 연결한다.

② 위의 (6)항에서 구한 추가아스팔트 비율(R)을 도표의 가로축에서 찾아 이에 해당하는 점에서 수직으로 직선을 그어 올렸을 때 도표에 그은 직선과 만난 점의 세로축 침입도 값이 설계침입도이다.

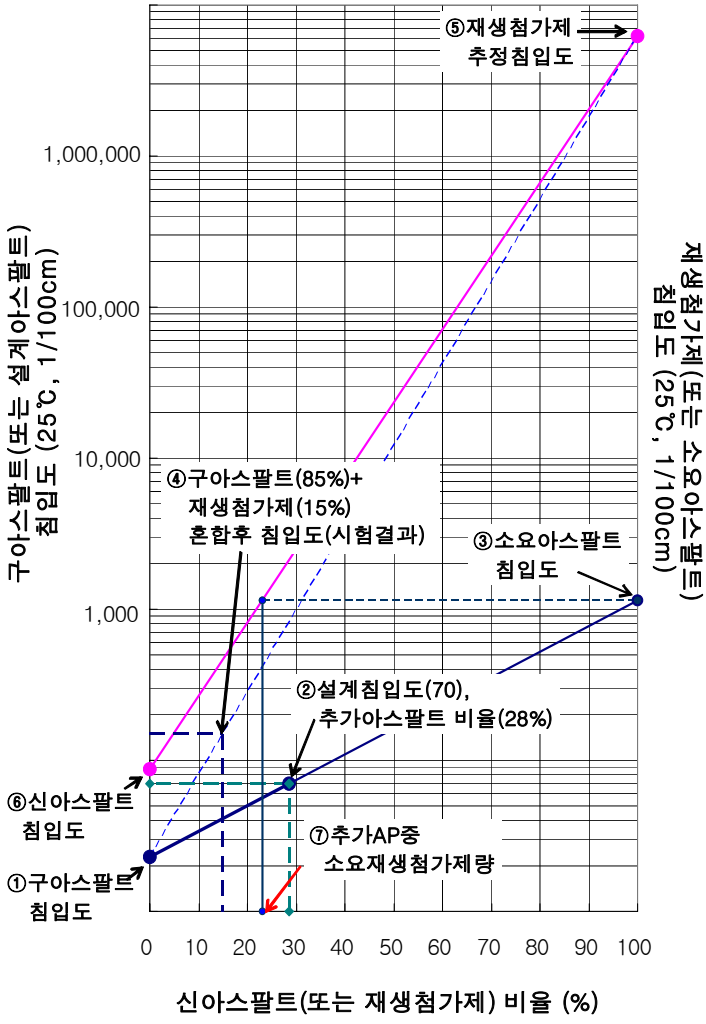
③ 만일 설계침입도가 기준과 맞지 않는다면, 신아스팔트의 종류를 바꾸거나, (4) 항

의 아스콘 순환골재(또는 추가할 신골재) 사용 비율 조정부터 다시 시작한다. 이에 의하여도 적합하지 못할 경우 아래의 재생첨가제를 사용한 설계침입도 조정을 한다.

다. 재생첨가제를 사용한 설계침입도의 조정

신아스팔트만으로 설계기준의 아스팔트 침입도를 얻지 못할 경우 신아스팔트와 함께 재생첨가제를 사용하여 노화된 아스팔트를 회복시켜야 한다. 추가아스팔트량 중의 재생첨가제의 량은 〈그림 3.3〉과 같은 도표를 이용하여 구하며, 조정 방법은 다음과 같다.

① 〈그림 3.3〉의 좌측 세로축에서 구아스팔트의 침입도 점 ①과 설계침입도(70), 추가아스팔트 비율(28%)에 해당하는 점 ②를 연결하여 소요아스팔트 침입도 점 ③을 찾는다.
② 실험에 의하여 구아스팔트에 일정한 비율의 재생첨가제(예 : 15%)를 혼합하여 재생첨가제 혼합 후 침입도를 실측한다.
③ 구아스팔트침입도 점 ①과 실측한 침입도 점 ④를 연결하여 재생첨가제의 추정침입도 점⑤ 를 구한다.
④ 좌측 세로측에서 신아스팔트의 침입도 점 ⑥과 재생첨가제 예상침입도 점 ⑤를 선으로 연결한다.
⑤ 소요아스팔트 침입도 점 ③과 위에서 연결한 선이 만나는 점 ⑦이 추가AP 중 소요 재생첨가제 비율이다.
⑥ 추가아스팔트를 100%로 계산할 때 신아스팔트 비율은 소요 재생첨가제 비율을 감한 값이다.
⑦ 만일 재생첨가제의 비율이 추가아스팔트 비율(R) 보다 높다면, 재생첨가제의 종류를 바꾸거나, (4) 항의 아스콘 순환골재(또는 추가할 신골재) 사용 비율 조정부터 다시 시작한다.



〈그림 3.3〉 재생첨가제를 사용한 설계침입도의 조정

만일 신아스팔트를 전혀 사용하지 않고 재생첨가제만 추가한다면, 혼합비율을 얻는 방법은 다음과 같다.

① 〈그림 3.3〉 도표의 좌측 세로축에서 구아스팔트의 침입도에 해당하는 점 ①과 임의의 비율로 구아스팔트와 재생첨가제를 혼합한 후의 침입도와 이때의 혼합비율이 만나는 점 ④를 직선으로 연결한다.

② 설계침입도에서 그은 수평선이 이 직선과 만난 점에서 수직선을 내려 그어 가로

축과 교차하는 점이 재생첨가제의 비율이다.

(8) 마샬안정도 시험

〈표 3.9〉의 식을 이용하여 추정아스팔트 함량을 기준으로 재생 가열 아스팔트 혼합물의 재생아스팔트량(P_b)을 변화시켜서 0, ±0.5%, ±1.0% 등 5배치의 마샬 안정도 시험용 공시체를 만들어 밀도, 안정도 및 흐름치 등의 마샬특성치를 측정한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물을 〈표 3.9〉에 따른 비율로 101.6㎜ 직경의 마샬공시체를 양면 다짐 75회 또는 50회의 다짐으로 제조한 후 마샬특성치를 측정하여 최적 재생 아스팔트 함량 비율을 결정한다. 재생아스팔트 함량이란 구아스팔트량, 재생첨가제량 및 신아스팔트량을 합한 것을 말한다. 이때, 재생첨가제의 함량은 추정아스팔트 함량에서의 함량을 기준으로 재생아스팔트량이 다른 나머지 혼합물에 동일하게 적용한다. 만일 아스콘 순환골재를 많이 사용하여(50% 이상) 전체 혼합물의 아스팔트 함량에 대한 재생첨가제의 사용비율이 높을 경우에는 〈그림 3.3〉을 이용하여 각각의 재생아스팔트량(P_b)에 따라 신아스팔트와 재생첨가제 비율을 재설정하는 것이 좋다.

〈표 3.9〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합비

구 분	혼합물 전체에 대한 중량비(%)
추가아스팔트(P_{nb}, %)	$\frac{(100^2 - rP_{sb})P_b}{100(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_{sb}}{100 - P_{sb}}$
– 신아스팔트(P_{nba}, %)	$P_{nb} - P_{nbr}$
– 재생첨가제(P_{nbr}, %)	$\frac{P_{br} \times P_{b(d)}}{100}$
아스콘 순환골재(P_{sm}, %)	$\frac{100(100 - r)}{(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_b}{100 - P_{sb}}$
신골재(P_{ns}, %)	$r - \frac{rP_b}{100}$
합 계	100

여기서,

P_{nb} = 전체 혼합물에 대한 추가아스팔트 함량(%)

P_{nba} = 전체 혼합물에 대한 신아스팔트 함량(%)

P_{nbr} = 전체 혼합물에 대한 재생첨가제 함량(%)

P_{sm} = 전체 혼합물에 대한 아스콘 순환골재의 함량(%)

P_{ns} = 신골재의 비율(%)

P_{sb} = 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량(%)

P_{b} = 혼합물에 대한 재생아스팔트량(%)

P_{br} = 전체 아스팔트에 대한 재생첨가제 함량(%)

$P_{b(d)}$ = 추정아스팔트 함량(%)

r = 혼합물의 전체 골재에 대한 신골재의 함량(%)

(9) 이론최대밀도의 실측

이론최대밀도는 각 재료의 비중을 이용한 수식으로 구하지 않고 반드시 KS F 2366의 '역청 포장 혼합물의 이론적 최대 비중 및 밀도 시험 방법'에 따라 구하며, 3회 시험한 평균을 취한다. 이론최대밀도를 구하기 위하여 재생 가열 아스팔트 혼합물을 별도로 제조하여 시험하는 것이 좋다.

【해 설】

도로에서 채취한 코어를 이용할 경우에는 코어를 크고 평평한 용기에 넣고 쉽게 다룰 수 있을 때까지 건조기에서 105±5℃로 가열한다. 골재 입자가 부서지지 않도록 시료와 입자를 될 수 있는 한 균일하게 분리하여, 105±5℃ 온도의 건조기에서 3시간 이상 건조시킨 후 KS F 2366에 따라 이론최대밀도를 구한다.

배합설계시 모든 공시체에 대하여 이론최대밀도 시험을 하여 구하지 않고, 미리 예상한 적정 아스팔트함량을 갖는 시료의 이론최대밀도만 실험으로 구해도 된다. 그리고, 이것의 전·후로 되는 다른 아스팔트함량의 공시체에 대하여는 아스팔트 함량 비율

의 차이로부터 계산하여 구할 수 있다.

(10) 설계재생아스팔트량의 결정

〈표 3.3〉, 〈표 3.6〉의 재생 가열 아스팔트 혼합물로 사용되는 포장층에 따른 기준치를 만족하는 설계재생아스팔트량을 결정한다. 즉, 아스팔트 층일 경우 〈표 3.3〉, 중간층 및 표층일 경우 〈표 3.6〉을 만족하는 아스팔트함량을 결정한다.

(11) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질확인

위의 (10) 항에서 구한 설계재생아스팔트량을 근거로 아스콘 순환골재 및 보충재의 각 배합률을 설정하고, 마샬안정도시험을 실시하여 기준을 만족시키는가 확인한다. 즉, 아스팔트 기층일 경우 〈표 3.4〉, 표층일 경우 〈표 3.7〉을 만족하는지 여부를 확인한다.

3.4.4 재생 가열 아스팔트 혼합물 제조

플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물은 플랜트에서 골재와 간접가열된 아스콘 순환골재를 신아스팔트(또는 재생첨가제)와 혼합하여 제조한 혼합물을 말한다.

(1) 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 아스콘 순환골재를 제조할 경우에는 아스콘 발생재 저장장소, 신골재의 저장설비, 신아스팔트 및 재생첨가제 저장 설비, 파쇄설비, 골재 분급 및 저장 설비, 계량장치, 가열혼합설비, 재생 가열 아스팔트 혼합물 저장설비 등을 갖추어야 한다.

아스콘 순환골재를 제조하지 않는 플랜트는 아스콘 순환골재의 저장설비, 신골재의 저장설비, 신아스팔트 및 재생첨가제 저장설비, 계량장치, 가열혼합설비, 재생 가열 아스팔트 혼합물 저장설비 등을 갖추어야 한다.

재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조시에는 반드시 수동으로 조절할 수 없는 자동기록장치에 의해 순환골재 및 사용재료의 배합률을 확인 가능하도록 하여야 하고, 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 소요의 품질과 수량을 생산할 수 있는 충분한 능력이 있어야 하며, 환경을 보전할 수 있는 시설을 완비하여야 한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 아스콘 발생재가 도심지에서 많이 발생하기 때문에 도시 근교에 건설되는 경우가 많다. 이로 인해 환경보전과 관련한 설비를 갖추어야 할 필요성이 크며, 다음과 같은 점에 유의하여야 한다.

① 아스콘 순환골재를 생산하려면 기계 파쇄 또는 가열 파쇄 장치가 필요하며, 플랜트의 설치장소에 따라서 이로 인한 소음과 분진방지 등의 시설이 필요하다.
② 분진 대책에는 발생장소에서 물을 뿌리거나 간단한 가건물, 외벽 등을 설치하는 방법이 있으며, 재생 가열 아스팔트 혼합물의 가열 혼합 장치로는 건식 집진기 등을 사용한다.
③ 소음 대책에는 간단한 가건물, 외벽, 녹지대 등을 설치하는 방법이 있다.
④ 진동 대책으로는 기계 기초에 방진 장치를 설치하거나 플랜트와 이웃한 건물 사이에 간격을 두는 방법이 있다.
⑤ 일반적으로 간접가열방식의 드럼드라이어 방식으로 아스콘 순환골재를 가열하여, 아스콘 순환골재에 포함된 아스팔트의 산화를 줄이고, 인화를 방지한다.
⑥ 재생첨가제, 신골재, 신아스팔트 등의 재료를 저장하는 탱크 또는 저장빈과 계량혼합설비가 필요하다.
⑦ 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 재생뿐만 아니라 신재료만으로도 아스팔트

혼합물을 제조하는 겸용인 것이 많다.

⑧ 재생 가열 아스팔트 혼합물 저장설비는 플랜트의 믹서에서 운반차로 재생아스팔트 혼합물이 직접 출하되는 경우에는 설치하지 않을 수 있다.

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트의 주요 설비와 공정은 다음과 같다.

가. 파 쇄

아스콘 순환골재는 아스콘 발생재를 〈3.3.2〉 (3)항에 설명된 아스콘 발생재의 파쇄장비 및 방법으로 파쇄하여 생산한다.

나. 분급 및 저장

파쇄된 순환골재는 진동체 등으로 분급하여 저장하거나, 분급 직후 계량되어 드라이어에 공급되며 다음의 사항에 유의한다.

① 아스콘 순환골재는 생산되는 혼합물에 균일한 입도의 아스콘 순환골재가 재료분리 없이 적정 비율로 투입될 수 있게 분급하여야 한다. 일반적으로 20~13㎜, 13㎜ 이하의 2단계로 나눈다.

② 분급된 아스콘 순환골재는 품질관리상 각각의 재료가 서로 섞이지 않게 하기 위하여 칸막이 벽을 설치한 저장소에 저장하는 것이 바람직하며, 빗물 방지 대책으로 지붕을 설치하거나 덮개를 씌우는 것이 좋으며, 배수 설비를 할 필요가 있다.

③ 아스콘 순환골재의 제조에서부터 아스팔트 플랜트에서의 혼합까지 일련의 공정으로 이루어진 경우에는 아스콘 순환골재의 저장공정은 생략된다.

다. 계 량

아스콘 순환골재와 추가되는 신재료를 계량장치에 의하여 정확히 계량해야 한다. 계량방식은 배치중량계량방식, 연속중량계량방식, 연속용적계량방식이 있다. 배치식의 자동중량계량방식을 사용하는 것이 좋고, 어느 방식에 있어서나 골재의 계량시 순환골재 배합율을 확인할 수 있는 자동기록장치를 설비하여야 하며, 반드시 수동으로 출력

값을 조절할 수 없어야 한다.

아스팔트와 재생첨가제 투입에 필요한 계량장치를 설치하여야 하며, 연속식의 경우는 아스팔트량과 재생첨가제량의 계량이 골재합계중량과 비례제어 될 수 있는 장치를 설치하면 좋다.

자동기록장치에는 최소한 다음의 항목을 기록할 수 있어야 한다.

① 제조일시 및 혼합물의 종류
② 아스콘 순환골재의 사용중량
③ 사용되는 골재의 중량
④ 재생아스팔트 혼합물의 중량
⑤ 재생첨가제의 중량
⑥ 신아스팔트의 중량

라. 가열 및 혼합

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트의 가열혼합설비는 재생 전용인 것과 신아스팔트 혼합물의 제조를 병용할 수 있는 것이 있으며, 혼합방법에 따라 배치식혼합과 연속식혼합으로 나눌 수 있다.

가열혼합설비는 다음과 같은 사항을 고려하여 소정의 품질을 가진 재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조할 수 있도록 설치하여야 한다.

① 아스콘 순환골재에 포함된 아스팔트의 열화를 방지할 수 있는 구조의 드라이어를 사용하여야 한다.
② 신골재가 과열되는 것을 억제할 수 있어야 한다.
③ 가열된 아스콘 순환골재, 신골재, 신아스팔트, 재생첨가제 등을 충분히 혼합할 수 있어야 한다.
④ 품질기준을 만족시키기 위해 신아스팔트, 재생첨가제 등이 사용되므로, 이들의 저장설비와 계량, 혼합설비가 필요하다.
⑤ 소음, 분진, 냄새 등의 환경과 관련한 방지설비가 필요하다.

가열혼합방식은 다음과 같이 나눌 수 있다.

① 아스팔트 플랜트에 재생드라이어를 별도로 설치하여 아스콘 순환골재를 가열하거나, 동일한 드럼드라이어에서 아스콘 순환골재와 신골재를 동시에 가열하고, 이를 믹서에서 가열된 신골재 및 신아스팔트와 혼합하는 방식
② 신골재만 드라이어에서 고온으로 가열하고 그 열에 의하여 믹서에서 상온이거나 저온으로 가열한 아스콘 순환골재와 신아스팔트를 혼합하는 방식

마. 공해방지

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 집진장치를 설치하여야 하며, 소음, 진동, 대기오염, 수질오탁 등에 관한 환경관계법을 만족하고, 주변환경에 대한 보전대책을 시행하여야 한다.

배치식 플랜트에서는 분진 발생량이 많으므로 대부분 건식집진 장치를 채용하며, 드럼드라이어 플랜트는 미세 분말이 아스팔트 혼합물에 부착되기 때문에 드라이어에서의 분진 배출이 적으므로 습식집진 장치를 사용하는 경우가 많다.

바. 저 장

① 믹서에서 혼합된 아스팔트 혼합물은 믹서에서 운반차로 직접 출하되는 경우를 제외하고 보온된 사일로에 저장한다.
② 저장장치는 12시간 미만의 저장을 목적으로 한 일시저장빈과 12시간 이상의 저장을 목적으로 한 가열저장사일로(Hot Silo)가 있다. 두 경우 모두 재생 가열 아스팔트 혼합물의 보온을 위한 시설이 필요하고, 가열저장사일로의 경우는 필요에 따라 불활성개스 등을 채워 혼합물의 열화를 방지하는 경우도 있다.

사. 부대시설

① 트럭스케일

재생 가열 아스팔트 혼합물의 출하 및 사용 재료의 검수시에 사용되므로, 트럭의 진출입이 용이한 플랜트의 출입구 가까운 곳에 설치하면 좋다.

② 시험실

재료의 시험이나 아스팔트 혼합물의 배합설계 등을 위해 시험실을 설치한다. 시험실은 각 시험을 행하기 위한 충분한 넓이가 필요하며, 마샬배합시험 및 재료의 품질시험, 혼합물 원심분리 및 재생아스팔트 회수 시험 등을 수행할 수 있는 충분한 설비가 있어야 한다. 그리고 혼합물 원심분리 및 아스팔트 재생시험을 위해서는 환기시설 등의 안전시설이 반드시 필요하다.

③ 사무소

사무소는 부지내 출입구 부근으로 부지안이 보이는 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

아. 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트 사양의 확인

재생아스팔트 혼합물의 사용시 그 제조에 앞서 〈표 3.10〉에 따라 재생아스팔트플랜트의 각 설비, 장치 등의 기능이나 사양을 확인한다.

〈표 3.10〉 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트의 사양 점검 항목

구분	조사 내용
플랜트의 형식 및 명칭	메이커, 형식, 제조능력(t/h), 아스콘 순환골재의 최대 배합율(%)
아스콘 순환골재(신골재) 공급설비	
– 골재의 입도구분	구분단계, 구분별 입도범위(○~○㎜, ○~○㎜)
– 골재 저장시설	덮개형식(지붕·천막), 개수, 용량(㎥), 배수시설
– 콜드빈	지붕의 유·무, 개수, 용량(㎥)
– 피더장치	벨트, 진동, 에이프런, 레시프로케이팅
– 제어	원격제어의 유·무
– 계량장치	용적식·중량식
본체설비	
– 골재투입장치	엘리베이터식·벨트콘베이어식
– 드라이어 또는 가열장치	형식, 능력, 골재 또는 혼합물의 체류시간(초)
– 체가름장치	형식(수평식·경사식), 입도범위(○~○㎜, ○~○㎜, ○~○㎜, ○~○㎜)
– 하트빈	개수, 용량(㎥)
– 가열된 아스콘 순환골재 혼합 장치	형식(슈트식·버켓식·벨트콘베이어식)
– 계량장치	제어방식(기계식·전자계량식) 계량방식(배치식·연속식(개별중량식·합계중량식))
– 믹서	용량(배치식(㎏/배치)·연속식(초)), 형식
신아스팔트, 재생첨가제설비	개수, 용량(㎥), 가열방식(간접가열·직접가열식)
– 저장장치	용해방식(버너식·전기식)
– 계량장치	계량방식
– 추가위치	형식, 더스트 환원 방식
집진기	
– 1차집진기	유·무, 형식(싱글·더블)
– 2차집진기	유·무, 형식(건식·습식)
혼합물저장설비	종류(일시저장빈·가열저장사일로), 개수, 용량(t)
관리기기	
– 온도기록	설치장소, 감온부설치수량
– 중량기록	타자식 중량기록 장치 유·무
트럭스케일(전자계량식)	유·무, 용량(t)

(2) 생산준비

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트의 생산준비는 ① 플랜트 점검 및 조정, ② 현장배합 설정, ③ 시험배합을 통한 현장배합 결정 등으로 이루어진다.

【해 설】

사용하는 재료를 변경한 경우나 아스콘 순환골재의 물성이 종전과 크게 달라진 경우에는 정기시험과는 관계없이 시험배합을 실시한다.

현장배합은 실내 배합설계를 통해 결정된 아스팔트 함량과 골재의 입도를 이용하여 플랜트에서 생산하기 위해 핫빈 골재를 이용하여 3종의 아스팔트 함량으로 배합하고 최적 아스팔트 함량과 골재비율 결정하는 현장배합 설정 과정과 실제 플랜트에서 아스팔트 혼합물을 생산하여 확인하는 시험배합 과정으로 나누어진다. 이 때 재생아스팔트량의 조정은 신아스팔트로 실시하며, 재생첨가제량은 일정하게 한다. 이것은 아스콘 순환골재의 배합율이 정해지면 여기에 함유되어 있는 구아스팔트량도 일정하게 되므로 현장배합에서의 재생아스팔트량 조정은 신아스팔트에 의하여 실시하는 것이다.

플랜트의 생산준비 항목은 다음과 같다.

가. 현장배합 설정

① 아스콘 순환골재의 대표적인 시료를 채취하여 함수량시험을 하고, 신골재의 시료를 콜드빈에서 채취하여 함수량시험, 체가름시험을 수행한다.

② 플랜트 제조능력과 실내시험 및 정기시험 등으로 결정된 골재배합율 및 골재함수비에 따라 각 콜드빈의 문열림 또는 피이더의 속도를 조정한다. 각 골재의 크기 및 함수비에 따른 골재 유출량과 콜드빈의 문열림 또는 피이더의 속도의 관계를 캘리브레이션하여 관계도를 작성하여 둔다.

③ 가열된 아스콘 순환골재를 혼합하는 방법은 하트엘리베이터 하부에 투입하는 방법과, 별도의 버켓엘리베이터로 플랜트 상부에 설치된 사일로에 저장하고, 믹서에서 혼합하는 방법이 있다.

④ 드럼에서 가열되어 일정한 입도로 체가름된 후 각 하트빈에 들어간 골재 시료를 하트빈 별로 채취하여 체가름 시험하고, 목표한 합성입도를 얻을 수 있도록 하트빈 골재 및 채움재, 아스콘 순환골재, 회수더스트, 아스팔트, 재생첨가제 등의 배

합비율을 구한다. 이때 아스팔트 함량은 실내 배합설계에서 결정된 아스팔트 함량의 ±0.5%, 0% 등으로 설정하여 총 3 배치의 혼합물을 만들 수 있도록 결정하고, 각각 3개의 공시체를 제작한다.

⑤ 마샬시험을 실시하여 각 시험값을 배합설계시 시험결과와 비교하여 목표 공극률이 얻어질 수 있고, 설계 기준값을 만족하는 아스팔트 함량을 최종적으로 결정한다.

나. 시험배합

시험배합은 현장배합 설정에서 결정한 배합비율과 아스팔트 함량을 이용하여 플랜트에서 생산한 아스팔트 혼합물을 채취하여 적합여부를 검토하는 과정이다. 재생아스팔트 혼합물을 생산하고, 마샬시험을 실시하여 각 시험값을 배합설계시 시험결과와 비교함과 동시에 아스팔트 추출시험을 실시하여 입도와 아스팔트함량을 확인한다.

① 현장배합 설정 과정에서 결정된 아스팔트 함량과 골재 배합비율을 이용하여 플랜트에서 아스팔트 혼합물을 생산한다.

② 생산된 아스팔트 혼합물을 채취한다. 이 때, 첫 번째 배치의 아스팔트 혼합물이 아니라 2배치 이후의 아스팔트 혼합물을 채취하여야 생산 초기의 변동성으로 인한 오차를 줄일 수 있다.

③ 아스팔트 혼합물을 이용하여 아스팔트 추출시험을 실시하여 입도와 아스팔트함량을 확인한다. 이때 용매를 이용한 추출시험과 아스팔트 성분만을 태우는 시험장비를 이용한 시험 등을 이용할 수 있다.

④ 시험결과가 목표하는 입도 및 아스팔트 함량에 적합하지 않을 경우에는 원인을 파악하고 이에 따라 배합비율을 조정하는 등의 조치를 취한 후에 시험배합을 다시 한다.

⑤ 시험 결과가 목표하는 골재입도 및 아스팔트 함량을 만족시킬 경우 시험배합을 종료한다.

시험배합에서 플랜트에서 생산한 재생아스팔트 혼합물은 다음과 같은 사항을 확인하여야한다.

1) 골재입도

① 각 하트빈과 아스콘 순환골재 저장빈의 입도와 배합율로부터 합성입도를 산출하고 목표입도와 맞는지를 확인한다.

② 각 하트빈 또는 순환골재 저장빈의 사용량과 저장량과의 균형상태를 확인한다.

2) 재생아스팔트량 및 마샬특성치의 확인

① 재생아스팔트 혼합물에 대하여 마샬안정도시험 및 추출시험을 실시하고, 마샬특성치 및 재생아스팔트량을 확인한다.

② 재생아스팔트량과 마샬특성치의 검토결과 및 혼합물의 관찰결과로부터 설정한 재생아스팔트량이 적당한가를 확인한다.

3) 혼합상태의 확인

재생아스팔트 혼합물의 골재피복상태로부터 혼합상태를 확인한다. 적당치 않을 경우에는 혼합시간을 변경하여 육안으로 보아서 모든 골재가 아스팔트로 피복되는 혼합조건을 정한다.

4) 혼합온도의 확인

① 아스팔트의 동점도가 170±20cSt로 되는 때의 온도를 혼합온도로 한다. 일반적으로 침입도 60~80 아스팔트의 혼합온도는 160±5℃ 정도이며, 침입도 80~100의 아스팔트의 혼합온도는 145~160℃ 범위이다. 목표로 하는 혼합온도는 운반과 포설에 있어 온도저하를 고려하는 것이 좋으며, 일반적으로 여름철에 비하여 겨울철의 혼합온도를 5~10℃ 높게 한다. 다만 185℃를 초과해서는 안된다. 또한 아스팔트의 가열온도는 혼합온도를 표준으로 한다.

② 목표로 하는 혼합온도를 확보할 수 있도록 골재의 가열온도를 설정한다. 특히 상온의 아스콘 순환골재를 고온으로 가열한 골재에 의해 가열혼합하는 방법에서는 골재를 상당히 높은 온도로 하여야 한다. 또한 이 방법에서는 아스콘 순환골재의 함수비에 따라 골재의 가열온도를 높게하지 않으면, 혼합물이 목표로 하는 혼합온도로 가열되지 않는 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

③ 설정한 혼합온도에서 시험배합한 재생 가열 아스팔트 혼합물에 대하여 온도를 측정하고 목표로 하는 혼합온도인지를 확인한다.

5) 재생 가열 아스팔트 혼합물에서 추출한 재생아스팔트의 침입도 확인

가열혼합한 혼합물에서 시료를 채취하고, KS F 2381 에 의해 추출한 재생아스팔트의 침입도가 설계침입도의 70% 이상인지 확인한다. 그 이하인 경우에는 혼합물에 있어서 아스콘 순환골재의 배합률, 재생첨가제, 신아스팔트 등의 종류나 첨가량 등을 바꾸어 재생아스팔트의 침입도를 정해진 기준까지 끌어올린다.

(3) 생 산

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트의 생산은 미리 정해진 작업표준에 따라 실시하며, 품질관리는 시험배합에 의해 결정된 표준적인 현장배합을 관리목표로 하여 실시한다.

【해 설】

가. 생산과정에서 주의사항

재생 가열 아스팔트 혼합물의 생산에 있어서 다음 사항에 주의한다.

① 골재 야적장에서 콜드빈에 골재를 투입할 때는 골재입도가 변하거나, 이물질이 혼입되거나, 각 구획내 골재에 입경이 다른 골재가 혼입되지 않도록 주의해야 한다.

② 잔골재와 아스콘 순환골재는 함수비가 높으면 뭉쳐서 피이더로 인출되기 어렵기 때문에 주의해야 한다. 특히 아스콘 순환골재를 여름철에 장시간 저장할 경우 이에 주의해야 한다.

③ 콜드빈의 골재저장 깊이가 낮아지면 콜드 피이더의 유출량이 변화하는 경우가 있으므로 가능한 콜드빈 깊이의 1/2 이하가 되지 않도록 주의한다.

④ 혼합량은 혼합중 정부에 위치한 믹서의 날개가 보이지 않을 정도로 많아서는 안된다.

⑤ 아스팔트의 동점도가 170±20cSt 및 280±30cSt 로 되는 때의 온도를 각각 혼합온도, 다짐온도로 한다. 일반적으로 침입도 60~80 아스팔트의 혼합온도는 160±5℃, 다짐온도는 145±5℃ 정도이며, 침입도 80~100의 아스팔트의 혼합온도는 145~160℃ 범위이다. 어느 경우에나 혼합온도가 185℃를 초과해서는 안

된다.

⑥ 작업을 종료할 때는 반드시 믹서를 잘 청소하고, 특히 날개, 라이너 및 접속부에 붙은 아스팔트 혼합물을 제거해야 한다.

⑦ 드라이어는 아스콘 순환골재를 간접가열방식으로 가열할 수 있어야 한다.

⑧ 각 하트빈에 저장된 골재량이 소정의 배합에 적합하도록 항상 점검하여야 한다.

⑨ 계량한 골재를 믹서에 투입하고 5초 이상 혼합한 후에 아스팔트 또는 재생첨가제를 분사하여 이들이 고르게 혼합되어 골재를 완전히 피복할 때까지 혼합을 계속하여야 한다. 혼합시간은 혼합날개 선단의 회전속도나 아스팔트 공급방법 및 노즐수 등에 따라서도 다르나, 모든 골재가 충분히 피복될 때까지 혼합을 계속하여야 한다. 다만, 과잉혼합은 피하여야 한다. 일반적으로 혼합시간은 30~50초 정도이나 세립분이 많은 혼합물 등은 혼합시간을 길게 하여야 할 때도 있다.

⑩ 최초의 1 배치는 골재의 입도가 적정하지 않거나, 더스트와 모래를 함유한 아스팔트가 날개나 벽에 붙어 적정한 혼합물이 안되는 경우가 있으므로 공사에 사용하지 않는 것이 좋다.

나. 혼합물의 관찰

재생 가열 아스팔트 혼합물의 온도를 측정하고, 골재의 피복상태, 혼합물의 재료분리 여부, 이물질 함유 여부 등을 최종적으로 관찰한다.

다. 혼합물의 저장

재생 가열 아스팔트 혼합물은 믹서에서 덤프트럭에 직접 적재할 경우와 혼합후 일단 저장할 경우가 있다. 혼합물의 저장에는 12시간 미만을 저장하기 위한 일시 저장빈과 12시간 이상을 저장하기 위한 가열저장 사일로가 있다.

혼합물 저장에 있어서는 다음 사항에 유의해야 한다.

1) 일시 저장빈의 경우

혼합물 온도가 저하하지 않도록 저장한다. 특히 저장빈 배출구 부근은 온도가 저하되기 쉽기 때문에 충분한 보온능력을 갖추어야 한다.

【주】 혼합물의 온도는 혼합직후의 온도보다 10℃이상 저하하지 않은 상태에서 반출

하는 것이 바람직하다.

2) 가열저장 사일로

① 아스팔트의 품질변화에 대한 방지대책 시설이 없는 사일로에서는 12시간 이상 저장해서는 안된다.

② 사일로 안의 혼합물 온도를 항상 확인할 수 있는 장치를 설치하여 온도관리를 해야 한다.

③ 3일 이상 저장하는 사일로 내의 혼합물에 대해서는 소정의 품질을 확인하기 위해서 정기적으로 구아스팔트의 침입도를 확인하여 품질관리할 필요가 있다.

【주1】 온도검사 위치는 가능한 한 배출구 가까운 부분과 사일로 중앙부에 설치하는 것이 좋다.

【주2】 사일로 안의 혼합물이 적어지면 아스팔트의 품질 변화가 크게되는 경향이 있으므로 장기간 저장할 경우 사일로 안의 혼합물은 가능한 많이 채워두는 것이 바람직하다.

라. 취급상 주의

혼합물의 생산 공정은 사용재료의 반입, 혼합물의 생산, 반출 등 여러 가지 작업으로 조합되어 이루어지며, 특히 고온의 골재나 아스팔트 등을 사용하는 특수한 작업이므로 화재에 대비하여 소화시설을 갖추어야 한다.

마. 환경보전 대책

아스팔트 혼합물을 생산시에 배기가스, 매연, 분진, 소음, 진동, 오수 등으로 주변에 나쁜 영향을 미치지 않도록 대책을 세움과 동시에 환경보전 대책을 확실히 세워 수행하여야 한다.

(4) 운 반

혼합물 운반은 잘 청소된 덤프트럭을 사용하여야 한다. 보온 및 이물질의 혼입을 방지하기 위하여 천막 등으로 보호하고, 적재함에 혼합물이 부착하지 않도록 한다. 만일 적재함 내측에 기름 등을 얇게 도포할 경우 아스팔트의 점성을 떨어뜨리기 때문에 가능한 도포량을 최소화하여야 한다.

기온 저하시나 강한 바람이 불 때의 운반은 혼합물이 대기중에 노출되면 온도가 급속히 저하하기 때문에 보온재나 마포로 혼합물의 표면을 덮어야 한다.

3.4.5 시 공

(1) 일반사항

재생 가열 아스팔트 혼합물의 시공은 충분한 온도관리가 행해진다면 일반적인 신아스팔트 혼합물을 사용하는 경우와 거의 변함이 없으며, 재생포장공사 시공시 다음의 사항에 유의하여 시공해야 한다.

(1) 아스팔트 혼합물이 지정된 온도보다 떨어지지 않도록 유의하고, 포설 및 다짐 전에 혼합물의 온도가 떨어졌으면 사용하지 말아야 한다.

(2) 계획된 두께가 균일하게 얻어지도록 혼합물을 균일하게 한다.

(3) 종·횡단경사를 정확히 유지하고 평탄하게 마무리한다.

(4) 현장다짐 밀도는 기준밀도의 96% 이상이어야 한다.

【해 설】

본 지침에는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 시공시에 특별히 유의할 사항을 중심으로 규정하였으며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

(2) 포 설

포설작업에 사용하는 아스팔트 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 하며, 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 포설 스크류, 조절 스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.

아스팔트 피니셔로 포설할 경우 사전 전압이 충분하도록 진동을 가하여야 한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 포설시 다음의 사항에 유의하여야 한다.

① 작업구간의 노면을 청소하고 이물질을 제거한다. 모래나 먼지 등은 가열효율을 나쁘게 하므로 물로 씻어내는 것이 좋다. 특히, 절삭한 노면을 덧씌우기 할 경우에는 기존 포장면의 청소를 위하여 대형 콤프레셔 장비나 청소차 등을 이용하여 작게 파쇄된 조각이나 이물질을 모두 제거하여야 한다.

② 포설 전에 프라임 코팅 또는 택코팅이 고르게 되어 있고, 충분히 건조되어 있어야 한다.

③ 포설작업은 혼합물의 온도가 저하되지 않는 동안에 소정의 형상이 되도록 한다. 포설온도는 아스팔트 혼합물의 설계침입도에 따라 결정하며, 일반적으로 120~150℃에서 실시한다.

④ 재생아스팔트 혼합물은 다짐 전후의 밀도차가 약간 큰 경향이 있으므로 시공에 앞서 전압감소량을 확인하고, 진동의 크기를 결정하는 것이 좋다.

⑤ 아스콘 순환골재의 배합율이 높은 재생 가열 아스팔트 혼합물의 시공은 온도저하에 따른 점성의 증가가 일반 아스콘 보다 높게 되는 경향이 보이므로 될 수 있는 한 기계시공이 바람직하다.

⑥ 포장의 부분적인 유지·보수공사에서 재생아스팔트 혼합물을 인력으로 포설하는 경우에는 포설 및 다짐 온도에 특별히 주의가 필요하며, 적정온도를 확보하기 위하여 포설 후 즉시 다짐을 실시해야 한다. 그리고 재료분리 현상이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

⑦ 아스팔트 혼합물을 포설하기에 앞서 보조기층이나 기층의 포장면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고 표면상에 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거

하여야 한다. 프라임 코우트나 택 코우트가 충분히 양생되기 전에는 혼합물을 포설하여서는 안된다.

(3) 다 짐

다짐장비는 8톤 이상의 마캐덤롤러와 6톤 이상의 2축식 탠덤롤러 및 10톤 이상의 타이어롤러를 사용할 수 있으며, 규격과 종류 및 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 다짐시 다음의 사항에 유의하여야 한다.

① 혼합물을 포설한 후에는 다짐장비로 균일하게 다짐을 실시하여야 하며, 롤러 다짐이 불가능한 곳에서는 수동식 탬퍼로 다짐을 하여야 한다.
② 현장다짐밀도는 기준밀도의 96% 이상이어야 하며 〈3.5.3〉의 (라)항을 참조한다.
③ 다짐작업 후 포장의 표면 온도가 50℃ 이하로 내려가기 전에는 감독관의 승인없이 교통을 개방하지 말아야 한다.

(4) 이 음

포장의 이음은 이음부분이 외형으로 눈에 띄지 않도록 정밀시공을 하여야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 발생하거나 다짐이 충분하지 않은 경우에는 그 부분을 깨끗이 잘라내고 인접부를 시공하여야 한다.

가로이음, 세로이음 및 구조물과의 접촉면은 깨끗이 청소한 후 감독관이 승인한 역청재를 바른 후 시공하여야 한다.

3.5 품질관리

3.5.1 일반사항

아스콘 순환골재는 원재료인 아스콘 발생재가 발생하는 공사현장이 불특정 다수이고, 그 포장재의 원료와 특성이 현저히 다를 수 있으므로 재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조에 있어 충분한 품질관리를 실시하고, 시방서 및 설계서에 정해진 조건을 만족하는 포장이 되고 있는지를 검사하여 확인하여야 한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

3.5.2 기준시험

기준시험은 관리와 검사에 필요한 수치를 미리 구하기 위하여, 또한 사용 장비의 주요 기계 성능과 정도, 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질 등을 확인하기 위하여 실시한다. 또한 기준시험은 공사에 앞서 실시한다.

(1) 사전조사

재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조 및 시공에 있어서 사전에 재료와 제조설비 등을 조사한다.

【해 설】

사전에 해야 할 조사사항은 다음과 같다.

① 재생 가열 아스팔트 혼합물에 사용하는 재료의 품질
② 아스콘 순환골재의 저장상황
③ 재생설비의 제조능력

(2) 재료의 품질시험

재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조시 사용재료의 품질을 본 지침 〈3.3〉의 규정에 따라 시험한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조하는데 있어 사용재료는 〈3.3〉 의 규정에 적합한 것을 사용한다. 아스콘 순환골재에 대해서는 〈표 3.11〉 의 품질시험을 한다.

〈표 3.11〉 아스콘 순환골재의 품질시험

시 험 항 목	목 적
아스팔트 추출후의 골재입도	배 합 설 계
구아스팔트 함량(%)	배 합 설 계
구아스팔트의 침입도(1/10㎜)	노화정도의 판정, 배합설계
씻기시험에서 손실되는 양	품질의 판정

(3) 재생아스팔트의 품질시험

재생 가열 아스팔트 혼합물에서 재생아스팔트를 추출하여 〈표 3.12〉의 품질시험을 수행한다.

【해 설】

재생아스팔트의 품질은 정기적으로 연 1회 이상의 빈도로 확인하면 좋다. 다만, 추가되는 재생첨가제와 신아스팔트 등에 변동이 생기는 경우에는 그 때마다 재생아스팔트의 품질을 확인한다.

〈표 3.12〉 재생아스팔트의 품질시험

항 목 \ 침입도 등급	40~60	60~80
침입도(25℃,100g, 5초)	40초과 60이하	60초과 80이하
연화점(℃)	47~55	44~52
신도(15℃, ㎝)	10 이상	100 이상
톨루엔가용분(질량 %)	99 이상	99 이상
인화점(℃)	260 이상	260 이상
박막가열 후		
질량변화율(질량 %)	0.6 이하	0.6 이하
침입도잔유율(%)	58 이상	55 이상
증발 후		
침입도 비(%)	110 이하	110이하
밀도	1.0 이상	1.0 이상

(4) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합시험

재생 가열 아스팔트 혼합물에 대해서 〈표 3.13〉의 배합시험을 실시한다. 정치식의 플랜트에서 제조되는 표준배합품에 대해서는 정기시험에 의한 배합시험을 대신할 수 있다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물에 대해서는 〈표 3.13〉의 배합시험을 실시하며, 아스콘 순환골재의 배합율이 20% 이하인 혼합물에 대해서는 배합설계 순서 가운데 설계침입도로의 조정을 생략할 수 있다.

〈표 3.13〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합시험

시험항목	목 적
마샬안정도 시험 재생아스팔트 침입도 시험	재료의 배합율 및 재생아스팔트량 결정 설계침입도로 조정

(5) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 시험배합

배합설계 결과를 근거로 시험혼합을 실시하여 표준적인 현장배합을 설정한다. 정기시험에서 시험배합이 시행되고 있는 표준배합품에 대해서는 공사마다의 시험배합은 생략할 수 있다. 시험배합에서 실시하는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질시험은 〈표 3.14〉과 같다.

【해 설】

아스팔트 혼합물의 생산 관리에 사용되는 골재입도 및 아스팔트 함량은 현장배합으로 결정된 배합 비율을 이용한다. 결정된 배합비율에 대하여 〈표 3.15〉의 허용 오차 기준에 따라 허용 범위를 산정하고, 생산된 아스팔트 혼합물의 추출시험을 통하여 범위를 만족하는지 확인한다. 즉, 〈표 3.14〉에서 아스팔트 혼합물의 품질관리에 사용되는 골재입도와 재생아스팔트량은 현장배합에 의해 결정된 골재입도 및 아스팔트함량에 따라 〈표 3.15〉의 허용오차를 이용하여 재산정한 범위이다.

〈표 3.14〉 시험배합시 재생아스팔트 혼합물의 품질시험

시 험 항 목	목 적	비 고
골 재 입 도	재생혼합물의 입도 확인	
재생아스팔트량	재생아스팔트량의 확인	
재생아스팔트 침입도	재생혼합물의 적부 확인	
마샬특성치	마샬특성치의 확인	
아스콘 순환골재의 배합률	골재 배합률의 확인	자동기록에 의함

〈표 3.15〉 아스팔트 혼합물의 현장배합 허용오차

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

【주1】 골재 체통과 중량 백분율의 허용오차범위는 전체 골재 중량에 대한 비율이다.
【주2】 아스팔트 함량의 허용오차범위는 전체 아스팔트 혼합물에 대한 비율이다.

(6) 재생 가열 아스팔트 혼합물 생산 장비의 점검 및 조정

재생 가열 아스팔트 혼합물 생산 장비의 각 장치와 설비 등의 기능을 정기적으로 점검, 조정한다.

【해 설】

재생플랜트는 소정의 품질의 재생 가열 아스팔트 혼합물을 안정되게 제조할 수 있도록 계량기, 온도계, 재생첨가제 및 신아스팔트의 유출량 등을 연 1회 이상 정기적으로 점검한다.

(7) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 정기시험

표준배합품에 대해서 〈표 3.16〉의 항목에 대하여 원칙적으로 년 1회 이상의 빈도로 품질을 확인하는 정기시험을 실시한다.

【해 설】

정기시험은 〈표 3.16〉의 항목에 대하여 실시하고, 주의 사항은 아래와 같다.

〈표 3.16〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 정기시험 항목

시 험 항 목	비 고
아스콘 순환골재의 품질시험	〈표 3.1〉 참조
신아스팔트 품질시험	KS M 2201 참조
재생첨가제의 품질시험	〈표 3.2〉 참조
재생아스팔트의 품질시험	〈표 3.12〉 참조
재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합시험	〈표 3.13〉 참조
시험배합	〈3.4.4〉(2) 나 항 참조
재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질시험	〈표 3.14〉 참조

① 표준배합품 이외의 것을 제조하는 경우나 아스콘 순환골재의 품질이 종래와 크게 달라진 경우에는 공사 실시에 앞서 배합시험과 시험배합 등의 기준시험을 실시하여 성상을 확인한다.
② 아스팔트량과 골재입도를 자동기록으로 관리하는 경우에는 정기시험에서 추출시험결과와 자동기록을 비교·확인한다.
③ 재생아스팔트의 품질시험한 침입도 결과가 설계 침입도의 70% 이상임을 확인한다.
④ 정기시험항목 가운데 일상적인 품질관리에서 실시하고 있는 것에 대해서는 품질관리 성과를 사용하여도 좋다.

3.5.3 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리

품질관리는 재생아스팔트 혼합물의 제조자가 자주적으로 실시하는 것이 원칙이며, 소정의 품질을 확보할 수 있도록 한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

품질관리를 합리적으로 하기 위하여 적절한 방법이 있다면 적극적으로 이용하는 것이 바람직하다.

가. 일반적인 품질관리 방법

각 공정의 품질관리 항목, 빈도 및 관리한계는 제조자 및 시공자가 자주적으로 설정하는 것이 원칙이다. 그 참고예를 〈표 3.17〉에 표시했으며, 현지 실정에 맞추어 본표를 수정하여 사용해도 좋다. 품질관리에 대해서는 다음 사항을 고려하여 수행한다.

① 각 공정 초기에는 각 항목에 대한 시험의 빈도를 적당히 늘리고 그 시점의 작업원이나 시공장비 등의 조합에 관한 작업공정을 신속히 파악한다.
② 현재 작업의 진행방법으로 제조자가 정한 관리의 한계를 충분히 만족할 수 있다면 앞으로의 시험빈도는 줄이도록 노력한다.
③ 1일 1~2회의 시험빈도에서 시험결과가 관리의 한계를 벗어났거나 한쪽으로 치우친 경우, 즉시 시험 빈도를 늘려 이상의 유·무를 확인한다. 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트에서의 혼합물 제조관리가 자동기록에 의한 경우에는 한계치를 벗어난 것이 5% 이상의 확률로 나타날 경우에 즉시 운전을 중시하고 그 원인을 시험을 통해 찾도록 한다.
④ 작업원이나 시공장비의 조합에 변경이 생긴 경우에는 같은 방법으로 시험빈도를 증가시켜 새로운 조합에서의 작업능력을 파악하여 수정한다.
⑤ 시료채취의 위치는 무작위를 원칙으로 한다.

나. 소규모 공사에서의 품질관리 방법

소규모의 공사에 대해서는 품질관리 시험을 행해도 그 결과를 현장에 충분히 반영할 수 없는 경우가 많다. 이 같은 경우에는 정기시험에 의해 품질 기준을 만족하는 재료인지 확인하고, 공사의 작업표준을 정하여 이 작업표준대로 시공되어 있는지를 관리표로 작성하여 관리하면 좋다. 이때 시공의 감독을 충분히 하는 것이 중요하다.

다. 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리상 유의점

① 아스콘 순환골재 배합비율의 관리는 자동기록 결과에 의한다. 배치계량에서는 각 배치마다 계량치에 대해, 연속계량에서는 1분간 마다의 계량치에 대해 전 재료의 건조중량에 대한 아스콘 순환골재의 건조중량의 비율을 백분율로 표시한다.
② 골재의 입도 및 아스팔트 함량의 관리는 아스팔트 추출시험 또는 연소식 아스팔

트 함량시험에 의한다.

③ 재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트에서 동일 제조일에 생산한 동일한 종류의 아스팔트 혼합물에 대해서는 동일한 제품으로 간주하여 품질관리 시험을 한다. 그 혼합물을 복수의 공사에 사용하는 경우에는 각 공사에 대해 그 품질관리 결과를 이용하면 좋다.

④ 혼합온도는 골재온도와 관련지어 설정하여 관리한다.

라. 재생 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 현장다짐밀도 관리

포장의 밀도 관리는 보통 도로 포장에서 채취한 코어 공시체의 밀도를 측정하여 기준밀도와 비교하여 수행한다. 코어채취의 빈도는 공정 초기에는 많게, 그 이후에는 적게 하며, 아스팔트 혼합물의 다짐시 온도와 다짐 후의 밀도에 주의하면 좋다.

재생 가열 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 감독관의 승인을 받은 배합에 대하여 골재의 25㎜ 이상의 부분을 25~13㎜의 골재로 치환한 재료에 대하여 실내에서 혼합하여 3개의 마샬 공시체를 제작하여 다음의 식으로 구한 마샬 공시체에 대한 밀도의 평균치로 한다.

$$\text{공시체밀도} = \frac{\text{건조공시체의 공기중중량(g)}}{\text{공시체 표면건조중량(g)} - \text{공시체 수중중량(g)}} \times \text{물의밀도}(\text{g/cm}^3)$$

【주】 25℃ 물의 밀도는 0.997g/㎤ 임.

현장다짐밀도의 기준에 대한 합격여부는 위의 방법에 따라 시험실에서 공시체를 제조하여 얻은 기준밀도와 도로포장에서 코어 공시체를 채취하여 위의 식에 의해 얻은 밀도를 아래 식에 따라 구한 현장다짐밀도가 기준비율 보다 크거나 같은지 확인한다.

$$\text{현장다짐밀도}(\%) = \frac{\text{코어공시체 밀도}}{\text{기준밀도}} \times 100$$

【주】 현장다짐밀도 기준비율은 96%임.

〈표 3.17〉 플랜트 재생 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 품질관리 항목과 빈도

종 별	시 험 항 목	시험방법	빈 도	비 고
아 스 콘 순환골재[1)]	추출골재입도	KS F 2502	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
	구아스팔트 함량 (%)	KS F 2354	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
	구아스팔트 침입도(1/10㎜)	KS M 2201	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
	씻기시험 손실양	KS F 2309	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
재생첨가제	점도,인화점,세츄레이트함량	KS M 2248 KS M 2010	1) 2,000톤마다 2) 장기저장으로 재질의 변화가 있다고 판단될 때	
도로포장용 아스팔트	KS M 2201에 규정된 시험종목	KS M 2201		
아스팔트 혼합물용 골 재	체가름	KS F 2502	1) 골재원마다 2) 재질(암질)이 변할 때 마다	
	0.08㎜ 체 통과량	KS F 2511		
	비중 및 흡수율	KS F 2503		굵은골재
		KS F 2504		잔골재
	마모율(%)	KS F 2508		굵은골재
	안정성	KS F 2507		
	피막박리	KS F 2355		굵은골재
채 움 재 (석회석분)	KS F 3501에 규정된 시험종목	KS F 3501	제조회사별, 반입시마다	기타 채움재는 별도 시험방법 적용
재생가열 아스팔트 혼 합 물	배합설계		재료가 다른 각 배합마다	본지침〈3.4〉에 따름
	혼합물 온도	온도계에 의함	운반차량마다	
	마샬안정도,흐름값,포화도	KS F 2349	1일 1회 이상	
	공극률	KS F 2364		
	역청함유량	KF F 2354		
	피막박리	KS F 2355	필요시마다	
재생가열 아스팔트 혼 합 물 플 랜 트	계량기의 눈금점검, 자동계량장치 점검	KS F 2356	작업개시전 1회 필요시마다	
	믹서성능시험	KS F 2455		
	아스팔트 온도	온도계에 의함	1시간 1회 이상	가열시
	골재 온도	온도계에 의함		가열후
	골재 체가름	KS F 2502	1일 1회 이상	가열잔후
혼합물의 포 설	밀도	KS F 2353	1일 1회 이상 포설 1층당 3,000㎡(30a) 마다	
	두께	KS F 2455		
	평탄성(종방향)	7.6m측정기	차로마다 전구간	
		3.0m측정기		7.6m 불가능시
	평탄성(횡방향)	직선자	200m 마다	측정기사용불가능시

【주】 아스콘 순환골재를 입도범위별로 구분하여 사용하는 경우에는 종류마다 추출골재입도를 확인한다. 또한 아스콘 순환골재의 추출골재입도, 구아스팔트 함량, 구아스팔트 침입도 등의 시험 결과를 정리하여 통계적으로 관리하는 것이 좋다.

4. 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장

4.1 적용범위

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 현장 가열 표층 재생장비를 이용하여 도로의 위에서 주행차선 방향으로 전진하며, 노후된 아스팔트 콘크리트 표층을 가열 절삭 방법으로 걷어내고 신재료와 혼합한 후 다시 포설 및 다짐하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로 표층의 재포장에 적용한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계 · 시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

본 지침은 노후된 도로의 표층을 절삭한 후 즉시 절삭된 아스콘 순환골재와 신아스팔트 혼합물 및 재생첨가제 등과 혼합하여 도로에 포설하는 아스팔트 표층 공사에 적용한다.

이 방법은 소성변형, 종단방향의 요철, 균열 등의 발생에 의해 기존표층에 유지보수가 필요할 경우 사용되나, 기층 이하에까지 파손이 발생되어 있는 경우에는 원칙적으로 적용하지 않는 것으로 한다.

4.2 설계

4.2.1 일반사항

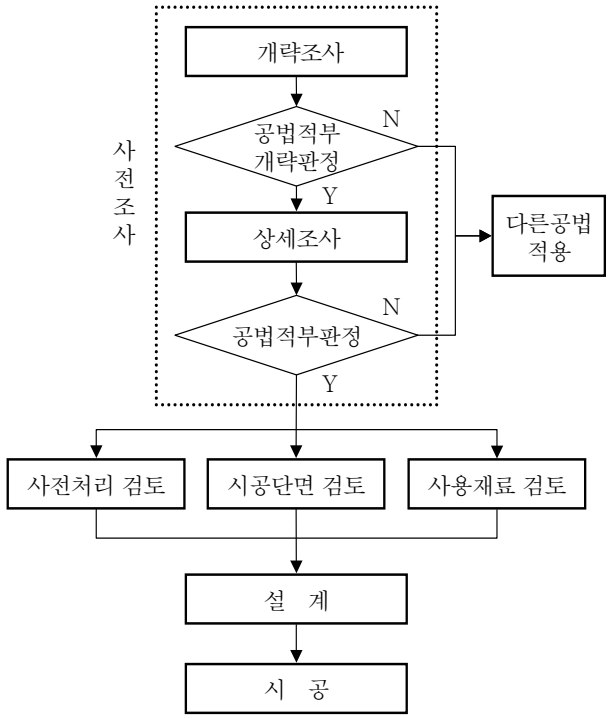
현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 포장면 위에서 노후된 아스팔트 포장재료를 재생하여 재포설하므로 도로의 노면상황과 구조 등에 의해 적용상의 제약이 있다. 따라서 현장조건과 기존표층혼합물의 상태 및 포장의 파손원인 등을 사전에 조사하고, 적용성을 확인하여야 한다.

【해 설】

이 방법은 기존 노후된 포장 위에서 재생하여 재포설하는 유지보수 방법으로 아스콘 발생재의 운반이나 별도의 처리가 필요없고, 신아스팔트 혼합물의 사용량도 절약할 수 있으므로 경제성이 우수하고, 자원절약에도 기여한다. 또한 하나의 공정으로 시공

이 완료되므로 공기를 단축할 수 있는 장점이 있다.

그러나 기존 도로 위에서 전용장비를 주체로하는 기계화시공으로 이루어지므로 〈그림 4.1〉과 같은 흐름에 따라 노면상황과 도로인접상황과 같은 현장조건에 대하여 사전에 충분히 조사하여, 연속시공의 가능성 등 시공시의 기술적 사항을 검토하고, 기존 표층 혼합물의 상태 및 포장의 파손원인 등을 사전에 조사하여 품질확보 방안 등을 검토하여 적용성을 확인하여야 한다.



〈그림 4.1〉 기본적인 조사설계작업 흐름

포장 방법의 적용시 동일한 설계를 적용하는 구간의 설정은 기존 표층 혼합물의 품질의 변동 등을 고려한 후 균일한 시공이 가능한 범위안에서 시행한다. 다만, 시공방법 및 사용하는 신아스팔트 혼합물의 배합을 짧은 구간에서 바꾸는 것은 능률이 낮아 좋지 않으므로 연장방향으로 최소 500m 구간의 설계는 바꾸지 않는 것이 바람직하다.

4.2.2 방법의 개요

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 포장의 노면 위에서 기존 노후 포장을 가열하여 절삭하고, 혼합 및 포설 다짐하는 작업을 연속적으로 시행하며, 리믹스 방식과 리페이브 방식으로 나눌 수 있다. 일반적으로 기존 표층 혼합물의 골재입도나 구아스팔트 침입도 등을 개선할 경우에는 리믹스 방식이 사용되며, 기존 표층 혼합물의 품질을 특별히 개선할 필요가 없이 노면의 주행성만을 개선할 경우에는 리페이브 방식이 사용된다.

【해 설】

가. 포장 방법의 특징

이 지침이 대상으로 하는 시공방법은 리믹스 방식과 리페이브 방식이며, 이들 포장 방법의 적용시 다음과 같은 특징을 검토하여야 한다.

① 기존표층혼합물을 운반없이 즉시 재생하므로 발생된 아스콘 순환골재를 운반하거나 사토장의 확보가 필요치 않다. 다만, 신아스팔트 혼합물의 추가로 인한 포장 두께의 상승을 막기 위하여 사용치 않는 아스콘 순환골재의 운반이나 처리를 설계시 반영할 수 있다.
② 하나의 공정으로 시공이 완료되므로 공사기간이 짧으며, 갑작스런 강우로 인하여 시공을 중단하는 경우에도 즉시 교통을 개방할 수 있다.
③ 전용장비를 사용하는 기계화시공이므로 소규모 공사나 연속된 시공이 어려운 장소에서는 적합치 않다.
④ 기존 표층을 대상으로 하는 방법이며, 기층 이하까지 파손되어 있는 장소에서는 원칙적으로 적용할 수 없다.
⑤ 도로상에서 기존포장을 가열하여 절삭하고 혼합하므로 기온영향을 받기 쉽고, 한냉기의 시공에는 적합하지 않다.

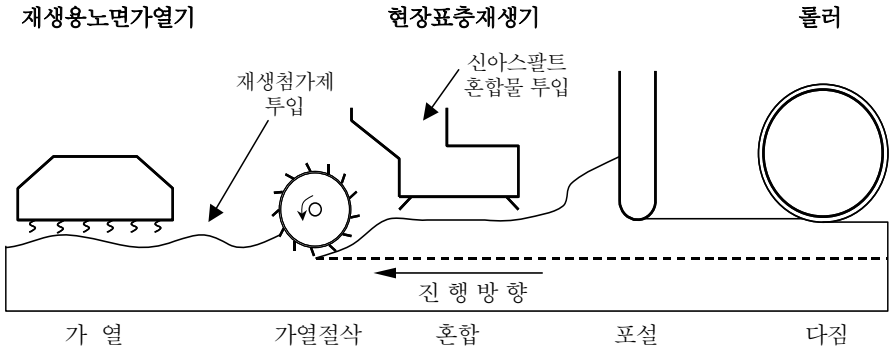
나. 시공 방법

리믹스 방식은 기존 표층 혼합물의 골재입도, 아스팔트량, 구아스팔트 침입도 등을 종합적으로 개선하는 경우에 사용하는 시공방법으로 노면에서 절삭한 아스콘 순환골재

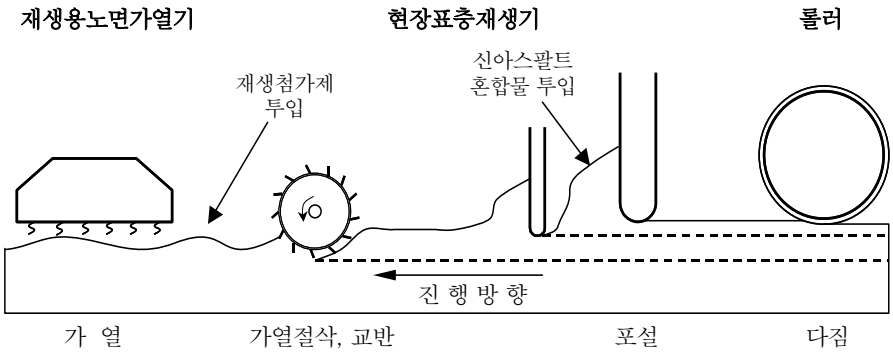
를 골재입도 및 아스팔트 함량을 조정한 신아스팔트 혼합물과 혼합한 후 포설하고 다지게 된다.

리페이브 방식은 기존 표층 혼합물의 품질을 특별히 개선할 필요가 없거나 품질의 경미한 개선으로 충분하여 노면의 주행성을 위주로 개선할 경우에 사용하는 시공방법으로 노면에서 절삭한 아스콘 순환골재와 필요에 따라 재생첨가제를 혼합하여 1차 포설한 후, 곧바로 신아스팔트 혼합물을 상부에 덧씌우고 동시에 다지게 된다.

두 가지 방법의 작업 흐름을 〈그림 4.2〉와 〈그림 4.3〉에 나타내었다.



〈그림 4.2〉 리믹스 방식의 공정 흐름



〈그림 4.3〉 리페이브 방식의 공정 흐름

4.2.3 사전조사

사전조사는 개략조사와 상세조사로 나누어지며, 노후된 아스팔트 포장의 유지보수로 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장을 이용할 수 있는지 여부를 판정하기 위하여 실시한다. 개략조사를 통해 포장 방법의 적용성이 높다고 판단되는 경우 상세조사를 실시한다.

(1) 개략조사

개략조사는 주로 육안조사를 통하여 포장 방법의 적합여부에 대한 개략적인 판정 및 시공방식, 시공단면의 개략적인 결정을 목적으로 실시하나 다음에 실시하는 상세조사의 계획작성과 시공계획의 수립에 필요한 사항도 같이 조사한다.

【해 설】

개략조사는 육안조사 또는 자료조사를 통하여 노후된 포장의 노면상황과 도로상황을 조사하여 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 적용여부를 개략적으로 판정하는 단계이며, 〈표 4.1〉과 같은 항목에 대하여 실시한다.

〈표 4.1〉 개략조사의 항목과 결과의 이용

구분	항 목	목 적	적용적부 개략판정	시공방식,단면개략결정	상세조사계획수립반영	시공계획 수립반영
노면상황	파손상황	파손원인추정	○	○	○	○
	유지보수이력	파손원인추정 공사구간분할검토	○	○	○	
	대형차통과시 변형, 진동	포장구조 상태판정	○		○	
	부분적불량개소	재포장검토	○			○
	소성변형	요철부수정검토	○	○		○
도로상황	교통량	포장구조검토	○	○	○	○
	도로폭,교차도로	시공폭,작업장 확보검토	○			○
	부대시설구조물	시공방법,능률검토	○	○		○
	연도주변상황	진동소음영향판단	○			

【주1】 시공에 관해서는 우회도로 유·무, 보도의 유·무와 폭 등을 조사하면 좋다.

【주2】 균열의 깊이나 기존 아스팔트 층의 두께를 조사하기 위하여 개략조사시에 코어를 채취할 수 있다.

(2) 상세조사

개략조사에 의해 포장 방법의 적용성이 높다고 판단되는 경우 상세조사를 실시한다. 상세조사는 기존 표층의 노면상태와 품질을 정량적으로 파악하기 위하여 시행하는 것으로 단면설계, 시공방법의 선택, 사전처리 내용의 결정, 사용재료의 선정 등에 반영된다.

【해 설】

상세조사는 포장의 종단방향 요철, 균열률, 소성변형 깊이 등의 공용성을 조사하는 노면조사와 포장시료를 채취하여 수행하는 포장물성 조사로 구분된다.

상세조사의 항목, 시험방법, 빈도 등에 대해서는 〈표 4.2〉를 표준으로 하나, 노면의 파손상황에 따라 변경하여도 좋다. 또한 기존 표층 혼합물의 품질에 대한 충분한 자료가 있는 경우나 공사규모가 작은 경우에는 조사항목을 생략하거나 빈도를 줄일 수 있다.

〈표 4.2〉 상세조사의 항목과 빈도

구분	항 목	시험방법	빈 도
노면상황	종단방향의 요철		각 차선 전구간
	소성변형 깊이		각차선 20~100m 간격
	균열률 및 균열 깊이	균열 깊이(코어단면관찰)	전 구간(필요할 경우)
기존표층혼합물	밀도	KS F 2353	1회 / 1공사구간
	아스팔트 함량	KS F 2354	1회 / 1공사구간
	추출골재 입도	KS F 2354, 2502	1회 / 1공사구간
	구아스팔트 침입도	KS F 2572, KS M 2252	1회 / 1공사구간
	구아스팔트 연화점	KS F 2572, KS M 2250	1회 / 1공사구간

【주1】 1회/1공사구간이라 함은 1공사구간(약 5,000㎡)에서 1개의 조사치를 얻는 것을 의미한다. 다만, 공사규모가 20,000㎡ 이상이라도 공사구간 내의 기존 표층 혼합물이 동일한 종류인 경우에 3회 정도의 빈도로 해도 좋다.

【주2】 1공사구간(약 5,000㎡)안에 여러 종류의 기존 표층 혼합물이 있는 경우 패칭 등의 작은 면적을 제외하고, 혼합물마다 1공사구간로 보아 시험을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

【주3】 기존 표층 혼합물의 품질확인은 조사지점의 기존 표층에서 절취한 시료를 사용하여 실시한다. 시료채취는 〈4.4.3〉의 (2) 항에 준한다.

【주4】 기존 표층 혼합물의 공극율을 구하는 경우에는 이론최대밀도를 측정하여 구한다.

4.2.4 포장 방법의 적용

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 적용여부 판정은 기존포장의 파손상태 및 시공예정장소의 노면상황과 노선상황 등을 감안하여 결정한다.

(1) 기존 포장의 노면상황 검토

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 파손이 기층 이하에까지 미치지 않은 아스팔트 포장의 표층만을 대상으로 하는 유지보수에 사용하는 것으로 하며, 기존 표층 혼합물이 소정의 품질로 재생될 수 있는 경우에 적용한다.

특히, 리믹스 방식으로 포장하는 경우 기존 표층 혼합물의 일부 구간이 SMA 등의 특수포장 구간이면 기존 포장의 해당 골재입도에 맞는 입도의 신아스팔트 혼합물을 사용하여야 하며, 현장 여건상 불가능할 경우에는 리페이브 방식으로 포장하거나 신아스팔트 혼합물을 사용하지 않고 포설할 수 있다.

【해 설】

시공방법의 선택은 사전조사 결과에 따라 시행하나 선택에 있어서는 〈표 4.3〉에 나타나 있는 적용조건을 참조하면 좋다.

일반적으로 리믹스 방식은 기존 표층 혼합물의 골재입도, 아스팔트량, 구아스팔트

침입도 등을 종합적으로 개선하는 경우에 사용하고, 리페이브 방식은 기존 표층 혼합물의 품질을 특별히 개선할 필요가 없거나 품질의 경미한 개선으로 충분할 경우에 사용할 수 있다.

공사구간 중 교차로 등의 일부 구간의 표층 아스팔트 혼합물이 SMA 등의 특수포장이어서 골재입도가 상이할 경우에는 이에 맞는 입도의 신아스팔트 혼합물을 사용하여야 한다. 그러나, 현장 여건상 소량의 신아스팔트 혼합물의 생산이 불가능할 경우에는 기존의 골재입도를 유지하기 위하여 리페이브 방식으로 포장하거나 신아스팔트 혼합물을 사용하지 않고 포설할 수 있다.

〈표 4.3〉 기존 포장의 노면상황 등에 관련되는 적용조건

항 목		적용조건	
		리믹스 방식	리페이브 방식
기존아스팔트층의 평균두께(㎜)		50 이상(1)	50 이상(1)
소성변형 깊이	유동(㎜)	50 이하(2)	30 이하
	마모(㎜)	30 이하	30 이하(3)
균열률(%)		40 이하(4)	20 이하(4)
구아스팔트 침입도(1/100㎜)		20 이상	30 이상

【주1】 포장 방법의 적용시에 기존아스팔트 포장층의 평균두께가 50㎜ 미만일 경우 기존 표층의 가열과 절삭시 기층 이하의 입상재료를 교란시킬 염려가 있다. 그리고 재생의 대상이 되지 않는 아스팔트 포장층의 두께는 20㎜ 이상 확보하여야 한다.

【주2】 포장체의 유동에 의한 소성변형 깊이가 30㎜ 이상이면 리믹스 방식을 적용하며, 30~50㎜의 소성변형구간은 사전에 요철부위를 절삭할 필요가 있다.

【주3】 기존 표층 혼합물이 기준을 만족시키는 경우, 마모에 의한 소성변형 깊이가 70㎜ 이하(1층 다짐두께 상한값)인 경우에 적용하여도 좋다.

【주4】 국부적으로 기층 이하까지 파손이 발생된 장소는 발생 부위만 사전에 재포장을 시행한다.

【주5】 기존 표층 혼합물이 개질아스팔트 혼합물인 경우는 시공실적이 아직 적으므

로, 이 포장 방법을 적용함에 있어서 현재로서는 시험적으로 대응하면서 실시하는 것이 바람직하다.

(2) 기존 포장의 노선상황 검토

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 전용장비를 사용하고, 시공시 장비 편성 연장도 50~100m로 길게 되므로 적용현장의 시공성에 대한 검토를 실시하여야 한다.

【해 설】

이 포장 방법의 적용시 공사현장의 노선상황에 대하여 다음과 같은 검토를 하여야 한다.

① 경제성, 시공성의 두 가지 면에서 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 장점을 살릴 수 있는 공사규모가 있어야 한다.

② 시공 중 교통량에 대한 처리가 가능하거나 우회도로의 확보가 가능하여야 한다. 즉, 일련의 편성장비가 통과하기 위해 필요한 시간인 약 60~90분과, 포장의 표면온도가 50℃ 이하로 내려가기 위한 양생 시간을 고려하여 시공장소에서의 교통차단이 필요하며, 이에 따른 대책이 요구된다.

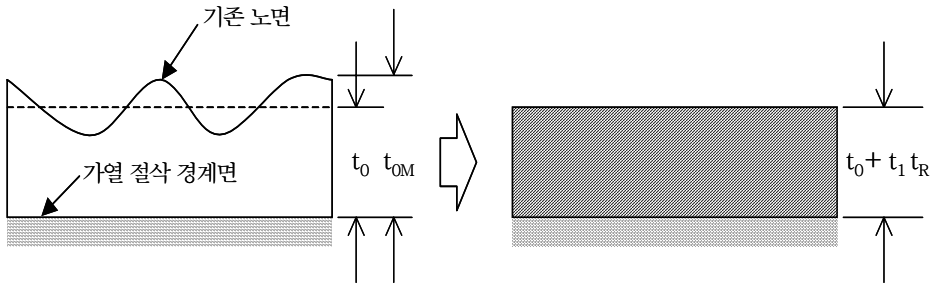
4.2.5 단면설계

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에 의한 표층 아스팔트 혼합물은 〈표 3.6〉, 〈표 3.7〉 기준을 만족시키는 것을 원칙으로 하며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다. 그리고 등치환산계수를 비롯하여 설계에 있어 고려사항은 신아스팔트 혼합물의 경우와 동등하게 취급하는 것으로 하며, 설계제원은 〈표 4.4〉를 표준으로 한다.

【해 설】

이 포장 방법의 적용시 〈표 4.4〉에 따라 재생된 표층 아스팔트 혼합물을 포함하는 포장단면 전체에 대해서 이 지침에 준하여 재생후의 등치환산계수를 구하고, 기준을 만족하는가 여부를 확인하여야 한다. 기준을 만족하지 않을 경우에는 신아스팔트 혼합물의 사용량을 증가시킨다.

〈표 4.4〉 표준 설계 기준

구분	항 목	표준 설계 기준
표준 시공 두께	가열절삭 깊이(㎜)	50 이내[1)]
	신아스팔트 혼합물 사용량(kg/㎡)	35 이상(두께환산 15㎜ 이상)[2)]
	재생표층의 두께(㎜)	40~70
표준 설계 단면도	 t_0 : 평균 가열절삭 깊이(mm) t_{0M} : 최대 가열절삭 깊이(mm) t_1 : 재생 표층에 대한 신아스팔트 혼합물 사용 두께비(소수) t_R : 재생 표층 두께(mm)	

【주1】 1층 최대 가열절삭 깊이는 현재의 시공장비를 이용하여 적절한 재생을 할수 있는 열전도깊이가 50㎜ 정도인 것에 근거하였다. 다만, 재생 대상으로 하지 않는 아스팔트층의 두께는 20㎜ 이상 확보하여야 한다.

【주2】 신아스팔트 혼합물의 사용량은 공급시 온도저하 방지와 가열절삭한 기존 표층 혼합물에 대한 온도유지 효과를 고려하여 결정한다. 또한 리믹스 방식에서는 품질개선 효과를 검토하여 결정하고, 리페이브 방식에서는 포설시의 표면 끌림 방지도 고려하여 결정한다.

【주3】 리페이브 방식에서 상부에 덧씌우는 신아스팔트 혼합물의 최대골재 크기가 20㎜일 경우에는 그 시공두께를 25㎜ 이상으로 한다.

4.3 재 료

4.3.1 일반사항

재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조에 이용되는 아스콘 순환골재, 신골재, 재생첨가제, 신아스팔트 등의 품질은 본 지침의 품질 규격을 만족하는 것을 원칙으로 하며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

4.3.2 아스콘 순환골재

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에서 사용하는 아스콘 순환골재는 노후된 도로의 표면을 가열방법으로 절삭하여 발생되며, 별도의 파쇄공정을 거치지 않고, 즉시 신아스팔트 혼합물 또는 재생첨가제와 혼합하여 사용한다. 아스콘 순환골재는 빗물에 노출되지 않도록 하여야 한다.

【해 설】

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에서 사용되는 아스콘 순환골재는 일반적으로 노면예열기를 이용하여 노후된 포장표면을 고압의 송풍 가열버너로 예열시킨 후, 1차 및 2차 가열 및 굴삭장비를 이용하여 절삭하면서 발생되며, 이후 포장의 중심부로 모아지거나 히터뱅크로 운반되어진다.

가. 품 질

아스콘 발생재의 품질에 따라 아스콘 순환골재의 품질이 많은 영향을 받으며, 기존 포장체의 노화 정도 또는 성능에 따라 같은 포장구간에서도 차이를 나타나게 된다.

아스콘 순환골재의 품질은 〈표 4.5〉의 규격에 적합한 것이어야 하며, 아스콘 외에 다른 골재나 흙, 나무조각, 금속편, 블록 등의 이물질이 섞여 있지 말아야 한다.

〈표 4.5〉 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에 사용하는 아스콘 순환골재의 품질

구 분	입도(㎜)	구아스팔트 침입도(25℃, 1/10㎜)
리믹스 방식	40㎜ 이하	20 이상
리페이브 방식	40㎜ 이하	30 이상

【주】 아스콘 순환골재는 아스팔트와 골재가 서로 결합된 형상으로 이루어져 있으며, 가열절삭시 포장의 골재 파손이 최소화되는 것이 좋으며, 혼합 및 다짐에 무리가 없도록 40㎜ 이하의 크기로 절삭하는 것이 좋다.

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 아스콘 순환골재가 발생된 직후 재활용하기 때문에 아스콘 순환골재를 시공전에 직접 품질시험 할 수는 없으므로, 품질을 추정하기 위하여 시공전에 시료를 〈3.4.3〉의 (3)항에 따라 아스팔트와 골재로 분리 추출한 후 다음과 같은 품질시험을 수행하여 보고하여야 한다.

① 추출골재 입도
② 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량
③ 구아스팔트의 침입도

시공중 비가올 경우에는 가열 및 절삭 작업을 중단하고, 절삭된 아스콘 순환골재에 천막을 씌워 빗물에 직접 노출되지 않도록 하여야 한다.

4.3.3 재생첨가제

재생첨가제는 노화된 아스콘 순환골재에 포함된 구아스팔트의 성상회복을 위하여 사용되며, 품질은 〈표 3.2〉에 따른다.

【해 설】

리믹스 방식에서는 재생첨가제를 신아스팔트 혼합물과 같이 혼합하여 사용하며, 리페이브 방식에서는 단독으로 기존 표층 혼합물에 첨가한 후 혼합하여 사용한다.

4.3.4 신아스팔트 혼합물

신아스팔트 플랜트에서 생산하여 현장으로 운반한 후 리믹스 방식과 리페이브 방식으로 사용된다. 신아스팔트 혼합물의 입도, 아스팔트 함량 등은 기존 표층 혼합물과의 배합비율이나 재생 후 목표 입도, 아스팔트 함량 등을 감안하여 결정한다.

【해 설】

리페이브 방식에서 사용하는 신아스팔트 혼합물은 재생한 층의 상부에 덧씌우는 것이므로 그 배합과 품질은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」의 표층용 혼합물 규격을 만족하는 것이어야 한다.

리믹스 방식에서 사용하는 신아스팔트 혼합물은 〈4.4〉 배합설계 결과의 배합비율을 만족하여야 한다.

사용되는 재료 및 품질은 다음과 같다.

(1) 신아스팔트

본 지침 〈3.3.4〉에 따른다.

(2) 신골재

본 지침 〈3.3.5〉에 따른다.

(3) 채움재

본 지침 〈3.3.6〉에 따른다.

4.4 배합설계

4.4.1 일반사항

본 지침은 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장을 이용하여 아스팔트 표층용 재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용한다. 배합설계는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 골재입도 및 아스팔트 함량을 결정하는 중요한 과정으로 사전조사를 시행한 후 실시한다. 리페이브 방식에서의 신아스팔트 혼합물 배합설계 방법은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 소요 품질의 재료를 사용하여 소성변형과 균열 등에 대한 안정성과 내구성이 좋고, 소요의 기준을 만족하는 혼합물을 얻도록 하여야 한다. 배합설계 목적은 아스팔트 포장이 장기간 제 성능을 유지할 수 있도록 아스콘 순환골재, 재생첨가제, 신아스팔트, 신골재 등의 배합을 결정하는 것이다.

배합설계는 아스팔트 혼합에 사용될 골재의 입도를 얻기 위해 여러 골재를 혼합하는 과정과, 골재간을 결합시켜주는 아스팔트의 소요 비율을 결정하기 위해서 실험실에서 실시하는 시험과정을 포함한다.

그러나, 배합설계는 단지 좋은 성능을 내는 아스팔트 포장을 만드는 한 단계로서 불량한 포장의 발생 원인은 부적합한 배합설계 뿐만 아니라 실험실의 배합설계와 달리 생산된 혼합물에 기인하는 경우가 많다.

따라서, 본 지침의 배합설계로 확정된 골재 배합비율과 아스팔트 함량의 혼합물이 생산될 수 있도록 시공시에 생산된 혼합물의 골재입도 및 아스팔트 함량 등에 대한 지속적인 품질관리가 이루어져야 한다.

4.4.2 혼합물의 종류 및 마샬시험 기준값

표층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 종류 및 골재입도와 마샬시험 기준값은 본 지침 〈3.4.2〉의 (3)항에 따른다.

4.4.3 리믹스 방식의 배합설계

(1) 일반사항

리믹스 방식의 배합설계는 원칙적으로 마샬시험을 이용하며, 배합설계 순서는 〈그림 4.5〉와 같다.

입도개선 및 재생 아스팔트 포장의 적정 품질 확보를 위하여 신아스팔트 혼합물은 일반적으로 소요 아스팔트 혼합물에 대하여 20% 이상 투입한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 〈그림 4.4〉에 따르고 기존포장의 파손원인과 노후도에 따라 적합한 재생아스팔트 혼합물을 제조할 수 있도록 다음 사항에 유의하여 수행한다.

① 일반적으로 유동에 의한 소성변형을 개선하기 위하여 시공하는 경우, 배합설계를 통해 골재의 입도조절시 신아스팔트 혼합율이 작을 경우 골재의 입도 개선 효과가 크지 않기 때문에, 신아스팔트 혼합물을 20% 이상 투입하는 것이 좋다. 특히, 기존 포장의 구아스팔트 침입도와 골재입도 등의 품질이 낮을 경우 신아스팔트 혼합물을 전체 아스팔트 혼합물에 대하여 30% 정도 투입하는 것을 고려하여야 한다.

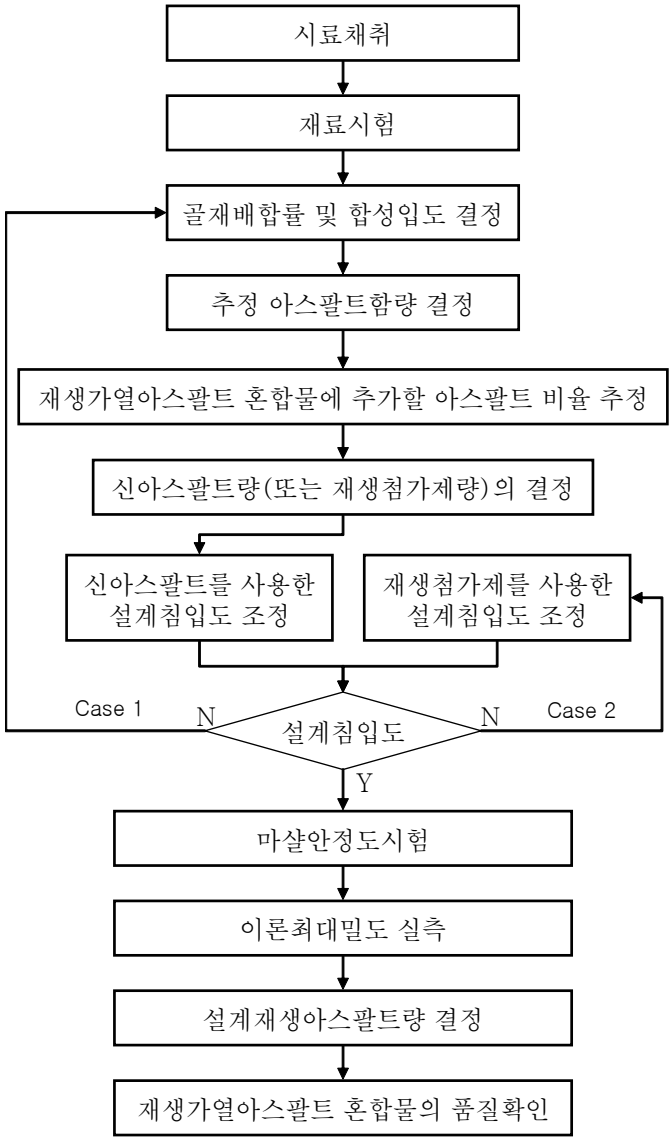
② 재생 가열 아스팔트 혼합물의 선정은 〈표 3.5〉에 따라 적절한 종류를 선정한다.

③ 소성변형에 대한 저항성을 높이기 위해 기존의 표층 포장이 밀립도 아스팔트 콘크리트 13㎜로 설계되어 있더라도 20㎜로 변경하는 것을 검토하면 좋다. 그리고 선정된 입도 기준의 하한치 부근으로 배합설계하여 입도를 조립화하는 것도 좋다.

④ 재료의 선정에 있어서는 소요의 품질을 구비하고 필요한 양을 확보할 수 있는 것이어야 하다. 재료의 품질에 대해서는 재료시험을 실시하여 확인한다.

⑤ 〈표 3.5〉 의 혼합물 입도중 선정된 입도범위에 적합하도록 각 골재의 배합비를 결정한다. 이 때 합성입도의 관리가 용이한 범위 내에서 5mm 이하의 합성입도를 하한 기준에 가깝게 각 골재의 배합비를 결정하는 것이 소성변형의 저감에 좋다.

⑥ 물의 영향을 받기 쉬운 곳에 사용하는 혼합물은 0.08㎜ 체 통과량 중 2~3% 정도를 소석회로 치환하면 좋다.



〈그림 4.5〉 리믹스 방식의 배합설계 흐름

⑦ 표층 및 중간층용 재생 가열 아스팔트 혼합물의 합성입도중 0.08㎜ 체 통과분의 PI는 6이하인 것이 좋다.

⑧ 재생 가열 아스팔트 혼합물에 자연모래는 사용하지 않는 것이 좋다.

⑨ 마샬시험용 공시체는 선정한 아스팔트 혼합물의 종류에 따른 아스팔트량 범위를 감안하여 0.5% 간격으로 제작한다.

⑩ 아스팔트의 동점도가 170±20cSt 및 280±30cSt 로 되는 때의 온도를 각각 혼합온도, 다짐온도로 한다.

(2) 시료채취

기존 포장구간과 신재료의 저장장소 또는 저장빈에서 대표적인 시료를 채취한다.

【해 설】

가. 기존 포장 시료

기존 포장 시료는 사전조사시에 채취하며, 채취빈도는 1공사구간 당 1회를 원칙으로 한다. 여기서 말하는 1공사구간은 기존 표층 혼합물의 종류가 동일한 구간을 말하며, 시공년도나 사용 혼합물의 입도, 아스팔트 함량 등의 변동이 있는 경우는 다른 공사구간으로 한다.

시료의 채취시에는 노면의 차륜 통과부와 비통과부를 섞어서 표층 부분만을 계산한 전체 질량이 1공사구간당 3개소 이상에서 30㎏ 정도로 채취하며, 채취하는 중에 발생할 수 있는 골재의 입도변화를 최소화할 수 있도록 포장의 표층을 컷터를 이용하여 사각형으로 절취하거나 코어드릴(150㎜)을 이용하여 코어 공시체로 채취하여야 한다.

품질시험 및 배합시험을 위한 시료준비는 기존 표층 혼합물을 110℃ 이하의 항온건조로에서 시행한다. 가열시간은 시료의 골재와 아스팔트가 서로 풀려서 떨어질 수 있도록 연하게 되는 시간으로 하며 30분 정도로 한다. 가열시에는 시료팬에 넣고 뚜껑을 씌우거나 알미늄 호일로 싸서 열풍이 직접 닿지 않도록 하는 것이 좋다. 기존 표층 혼합물이 연하게 되면 재생 대상으로 하는 표층 부분만을 스페츌러나 날카로운 장비를 이용하여 긁어내어 시료로 사용한다.

나. 신재료

재생첨가제는 보관된 저장탱크나 저장장소에서 시료를 채취하며, 신아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 신골재(굵은골재, 잔골재), 신아스팔트 등의 재료는 플랜트의 저장장소 또는 저장빈의 대표적인 위치에서 시료를 채취한다.

(3) 재료시험

본 지침 〈3.4.3〉의 (3)항에 따른다.

(4) 골재배합률 및 합성입도의 결정

본 지침 〈3.4.3〉의 (4)항에 따른다.

(5) 추정아스팔트 함량 결정

본 지침 〈3.4.3〉의 (5)항에 따른다.

(6) 신아스팔트량(또는 재생첨가제량)의 결정

본 지침 〈3.4.3〉의 (7)항에 따른다.

(7) 마샬안정도 시험

추정아스팔트 함량을 기준으로 재생 가열 아스팔트 혼합물의 재생아스팔트량 (P_b)을 변화시켜서 0, ±0.5%, ±1.0% 등 5배치의 마샬안정도 시험용 공시체를 만들어 밀도, 안정도 및 흐름치 등의 마샬특성치를 측정한다.

【해 설】

가. 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합비율 산출

재생 가열 아스팔트 혼합물의 각 재료 비율을 〈표 4.6〉의 식에 의하여 구한다.

〈표 4.6〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합비

구 분	혼합물 전체에 대한 중량비(%)
추가아스팔트(P_{nb}, %)	$\frac{(100^2 - rP_{sb})P_b}{100(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_{sb}}{100 - P_{sb}}$
- 신아스팔트(P_{nba}, %)	$P_{nb} - P_{nbr}$
- 재생첨가제(P_{nbr}, %)	$\frac{P_{br} \times P_{b(d)}}{100}$
아스콘 순환골재(P_{sm}, %)	$\frac{100(100 - r)}{(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_b}{100 - P_{sb}}$
신골재(P_{ns}, %)	$r - \frac{rP_b}{100}$
합 계	100

여기서,

P_{nb} = 전체 혼합물에 대한 추가아스팔트 함량(%)

P_{nba} = 전체 혼합물에 대한 신아스팔트 함량(%)

P_{nbr} = 전체 혼합물에 대한 재생첨가제 함량(%)

P_{sm} = 전체 혼합물에 대한 아스콘 순환골재의 함량(%)

P_{ns} = 신골재의 비율(%)

P_{sb} = 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량(%)

P_b = 혼합물에 대한 재생아스팔트량(%)

P_{br} = 전체 아스팔트에 대한 재생첨가제 함량(%)

$P_{b(d)}$ = 추정아스팔트 함량(%)

r = 혼합물의 전체 골재에 대한 신골재의 함량(%)

나. 재생첨가제 배합비율 검토

아래의 식으로부터 재생첨가제의 단위면적당 사용량(Q)을 구하여, 사용량이 0.2ℓ/㎡ 이상인지 확인하고, 0.2ℓ/㎡ 미만인 경우에는 재생첨가제를 사용하지 않고 신아스팔트 혼합물만 사용하는 것을 검토한다.

$$Q = \frac{P_{nbr}}{g} \times \frac{t_0 \times D}{P_{sm}}$$

여기서,

Q = 재생첨가제의 단위면적당 사용량(L/㎡)

P_{nbr} = 전체 혼합물에 대한 재생첨가제 함량(%)

g = 재생첨가제의 단위용적중량(kg/L)

t_0 = 가열절삭한 평균 깊이(m)

D = 기존 표층 혼합물의 밀도(kg/㎥)

P_{sm} = 전체 혼합물에 대한 아스콘 순환골재 함량(%)

만일, 결정된 단위면적당 재생첨가제 사용량이 0.6L/㎡ 를 초과하는 경우에는 아스콘 순환골재의 비율을 줄이거나 신아스팔트 또는 재생첨가제의 침입도가 좀더 높은 것으로 변경하는 것이 좋다. 그러나 변경하는 것이 어려울 경우에는 재생첨가제를 0.6L/㎡ 이상 사용할 수 있으며, 시공시 재생첨가제가 고르게 혼합될 수 있도록 주의하여야 한다.

【주1】 재생첨가제의 사용범위를 0.2L/㎡ 이상으로 한 것은 일반적으로 0.2L/㎡ 미만에서는 재생첨가제의 균일한 살포가 어렵기 때문이다.

【주2】 재생첨가제 사용량이 0.6L/㎡을 넘으면 혼합물중 아스팔트 함량의 조절이 어렵거나 포장에서 스며나올 염려가 있으므로 주의하여야 한다.

다. 마샬공시체의 제조 및 마샬안정도 시험

101.6㎜ 직경의 마샬공시체를 양면 75회 또는 50회의 다짐으로 제조한 후 마샬특성치를 측정하여 최적 재생아스팔트 함량 비율을 결정한다. 재생아스팔트 함량이란 구아스팔트량, 재생첨가제량 및 신아스팔트량을 합한 것을 말한다.

(8) 이론최대밀도의 실측

본 지침 〈3.4.3〉의 (9)항에 따른다.

(9) 설계재생아스팔트량의 결정

본 지침 〈3.4.3〉의 (10)항에 따른다.

(10) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질확인

본 지침 〈3.4.3〉의 (11)항에 따른다.

4.4.4 리페이브 방식의 배합설계

(1) 일반사항

리페이브 방식의 배합설계는 원칙적으로 마샬시험을 이용하며, 배합설계 순서는 〈그림 4.6〉과 같다. 신아스팔트 혼합물에 대한 배합설계는 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계는 〈그림 4.5〉에 따르고 재생첨가제의 사용량을 〈4.4.3〉의 (6)항에 따라 결정하여 기존 표층 혼합물과 혼합한다.

기존포장의 파손원인과 노후도에 따라 적합한 재생아스팔트 혼합물을 제조할 수 있도록 다음 사항에 유의하여 수행한다.

① 재료의 선정에 있어서는 소요의 품질을 구비하고 필요한 양을 확보할 수 있는 것이어야 하다. 재료의 품질에 대해서는 재료시험을 실시하여 확인한다.
② 신아스팔트 혼합물은 〈표 3.6〉 의 혼합물 입도중 선정된 입도범위에 적합하여야 하며, 아스팔트 함량 기준을 만족하여야 한다.

③ 물의 영향을 받기 쉬운 곳에 사용하는 신아스팔트 혼합물은 0.08㎜ 체 통과량 중 2~3% 정도를 소석회로 치환하면 좋다.

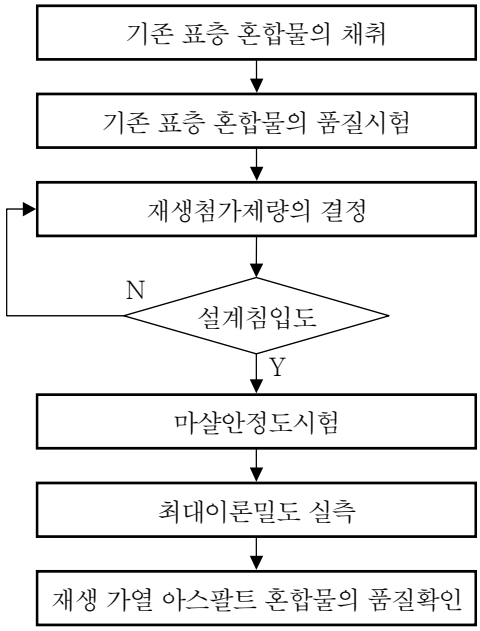
④ 신아스팔트 혼합물의 아스팔트량에 대한 0.08㎜ 체 통과량의 비율은 보통 일반지역에서는 0.8~1.2정도, 적설지역에서는 내마모성의 혼합물을 얻기 위하여 1.3~1.6 정도의 범위로 취하는 수가 많다.

⑤ 신아스팔트 혼합물의 합성입도중 0.08㎜ 체 통과분의 PI는 6이하인 것이 좋다.

⑥ 신아스팔트 혼합물에 자연모래는 사용하지 않는 것이 좋다.

⑦ 마샬시험용 공시체는 선정한 아스팔트 혼합물의 종류에 따른 아스팔트량 범위를 감안하여 0.5% 간격으로 제작한다.

⑧ 아스팔트의 동점도가 170±20cSt 및 280±30cSt 로 되는 때의 온도를 각각 혼합온도, 다짐온도로 한다.



〈그림 4.6〉 리페이브 방식의 배합설계 흐름

(2) 기존 표층 혼합물의 채취

본 지침 〈4.4.3〉 (2) 가. 항 따른다.

(3) 기존 표층 혼합물의 품질시험

본 지침 〈3.4.3〉 (3) 가항에 따른다.

(4) 재생첨가제량의 결정

본 지침 〈3.4.3〉의 (7)항에 따른다.

(5) 마샬안정도 시험

본 지침 〈4.4.3〉의 (7)항에 따른다.

(6) 이론최대밀도의 실측

본 지침 〈3.4.3〉의 (9)항에 따른다.

(7) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질확인

본 지침 〈3.4.3〉의 (11)항에 따른다.

4.5 리믹스 방식의 시공장비 및 시공방법

4.5.1 시공장비

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 시공장비는 노면예열기, 리믹서 현장표층재생기, 재생첨가제 살포기, 다짐장비로 구성되어 있다. 시공장비는 소요의 품질과 수량을 생산할 수 있는 충분한 능력이 있어야 하며, 환경을 보전할 수 있는 시설을 완비하여야 한다.

【해 설】

리믹스 방식 시공장비의 주요 설비와 공정은 다음과 같다.

(1) 노면예열기

노면예열기는 열풍순환방식, 적외선열풍병용방식, 적외선복사방식 등으로 기존 아스팔트 포장을 가열하며, 표층을 가열하여 절삭하는데 지장이 없도록 충분한 가열능력을 가져야 한다. 그리고, 구아스팔트의 열화를 발생시키지 않도록 간접가열방식이어야 한다.

노면예열기는 다음과 같은 기능을 갖추어야 한다.

① 신축방식 또는 부가방식에 의해 소요 도로폭의 가열이 가능하여야 한다.
② 기존 아스팔트 포장의 표층을 가열파쇄방식으로 절삭하는데 충분한 가열능력이 있어야 한다. 현장표층재생기의 가열장치 등도 포함한 합계가 하절기에는 200만 Kcal/h 이상, 동절기에는 250만 Kcal/h 이상의 열량을 낼 수 있는 것이 좋다.
③ 적외선, 열풍 또는 이들의 조합에 의한 간접가열 방식을 원칙으로 하며, 구 아스팔트의 열에 의한 열화를 적극 억제하여야 한다.
④ 발열량 또는 시공속도의 조정에 의해 가열의 제어가 가능해야 한다.
⑤ 소화장치와 안전장치가 있어야 한다.

(2) 리믹스 현장표층재생기

현장표층재생기에는 리믹스 방식과 리페이버 방식이 있으며, 각각의 장치는 수동방

식 또는 자동방식에 의해 정해진 폭, 높이로 조절될 수 있어야 한다.

리믹서는 가열된 기존 아스팔트 포장의 표층을 긁어서 절삭함과 동시에 중앙으로 집적하고, 신아스팔트 혼합물, 재생첨가제 등과 혼합하여 포설할 수 있어야 한다.

리믹서는 다음과 같은 장치를 갖추어야 한다.

① 신아스팔트 혼합물 공급장치

아스팔트 플랜트에서 생산된 신아스팔트 혼합물을 혼합장치에 공급하는 역할을 하며, 일반적으로 아스팔트 피니셔와 같이 호퍼, 바피이더(Bar feeder) 등을 이용한다.

② 절삭장치

절삭장치는 가열된 기존 아스팔트 포장의 표층을 정해진 폭, 깊이로 긁어 일으키는 기능을 하며, 일반적으로 로터리 스캐리파이어(Rotary scarifier) 또는 타인 스캐리파이어(Tine scarifier)를 이용한다.

③ 집적장치

집적장치는 절삭된 기존 표층 혼합물을 중앙으로 모으는 기능을 하는 것으로, 일반적으로 절삭장치의 뒤쪽에 있는 블레이드(삽날) 등을 이용한다.

④ 혼합장치

혼합장치는 집적된 기존 표층 혼합물과 신아스팔트 혼합물 및 재생첨가제를 균일하게 혼합하는 기능을 한다.

⑤ 표층재생아스팔트 혼합물 포설장치

표층재생아스팔트 혼합물 포설장치는 혼합한 재료를 정해진 폭, 두께로 포설하는 기능을 하며, 아스팔트피니셔의 스크류 스프렛다 및 스크리드와 같은 성능을 갖고 있는 것을 이용한다.

(3) 재생첨가제 살포기

재생첨가제 살포기는 정확한 살포량의 관리가 이루어질 수 있는 것이어야 한다. 재생첨가제의 온도조절 및 배관계의 보온 등에 주의하고, 살포온도를 정확히 유지할 수 있어야 하며, 사전에 살포량시험을 실시하여 정확한 살포량 관리가 이루어지도록 한다.

(4) 다짐장비

다짐에는 마카담롤러, 타이어롤러, 탄댐롤러, 진동롤러 등을 사용한다. 또한 보조적인 전압이 필요하면, 핸드롤러나 소형 진동기계를 사용한다.

혼합물의 다짐온도가 일반 아스팔트 포장의 다짐온도 보다 낮으므로 보다 큰 능력의 다짐장비를 사용하는 것이 좋으며, 일반적으로 10톤 이상의 탄댐롤러와 15톤 이상의 타이어롤러를 조합시키거나 7톤 이상의 진동롤러(철륜탄댐형)와 15톤이상의 타이어롤러를 조합시키는 경우가 많다.

(5) 공해방지

재생설비는 소음, 진동, 대기오염, 수질오탁 등에 관한 환경관계법을 만족하고, 주변환경에 대한 보전대책을 시행하여야 한다.

4.5.2 시공준비

시공준비는 ① 노면사전처리, ② 재생장비 점검 및 조정, ③ 재료 및 부대시설 준비 등으로 이루어진다.

【해 설】

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장을 소정의 품질로 시공하기 위해서는 사전에 기존 포장에 대한 처리, 대기온도조건, 도로현황 등을 검토하여 재생장비의 진행속도 및 시공방법의 점검 및 조정, 신아스팔트 혼합물, 부대장비의 준비 등을 실시하여 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질 관리가 이루어지도록 하여야 한다.

(1) 노면사전처리

가. 부분 재포장

부분적으로 기층이하까지 파손되어 있는 장소나 불량한 기존 아스팔트 포장의 표층이 있는 장소가 있으면 사전에 재포장을 시행한다.

나. 블록부분의 수정 및 접속부의 처리

소성변형이 심한 장소에서는 소성변형 깊이가 30㎜ 이내가 되도록 노면절삭기 등으로 사전에 블록 부분을 제거하고, L형 측구와 같은 도로구조물과의 접속을 좋게 하기 위하여 사전에 처리해 둔다.

다. 맨홀 등의 주위부 처리

맨홀과 같은 도로구조물의 주위부 및 교량조인트 전후부에서는 노면절삭기 등으로 사전에 기존표층을 제거하여 둔다.

라. 융착식 노면표지 및 미끄럼 방지 포장의 제거

융착식 횡단보도, 노면표시문자, 미끄럼 방지 포장 등은 노면절삭기 등으로 사전에 제거한다.

마. 식수대 등의 보호

인접하여 식수대가 있는 경우에는 필요하면 시트 등으로 열을 차단하여 보호한다. 또한 부근에 가로수나 가연성의 것이 있으면 방화대책을 세운다.

(2) 재생장비 점검 및 조정

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 시공현장의 기온과 교통조건에 많은 영향을 받으므로, 재생장비 및 재생 포장 속도 등을 점검 및 조정하여야 한다. 특히 신아스팔트 혼합물, 재생첨가제 등의 배합과 관련한 장비를 점검하여 사전에 배합설계한 배합비에 맞게 혼합될 수 있도록 하여야 한다.

(3) 재료 및 부대시설 준비

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에 의한 아스팔트 포장을 소정의 품질로 시공하기 위해서는 시공전에 노면의 이물질을 제거하고 안전대책을 강구해야 한다.

가. 교통안전시설의 설치

시공시 기계편성 연장을 고려하여 교통안전시설을 설치한다. 작업구간의 폭은 1차선 분을 기본으로 하고, 그 연장은 시공개시할 때에도 약 150~200m 이상 필요하다.

나. 노면의 청소

작업구간의 노면을 청소하고 이물질을 제거한다. 특히 모래나 먼지 등은 가열효율을 나쁘게 하므로 물로 씻어내는 것이 좋다. 상황에 따라서는 청소차를 이용할 필요도 있다.

다. 재생첨가제의 배치

재생첨가제를 재생장비에 적재하여 사용하지 않는 경우에는 재생첨가제를 적당한 간격으로 배치한다.

라. 기점부의 처리

시공 기점부는 표층재생아스팔트 혼합물 대신 신아스팔트 혼합물을 사용한다. 또한 기점부에는 오일 등이 떨어지기 쉬우므로 시트 등을 깔아 기존 노면을 보호하는 것이 좋다.

4.5.3 시 공

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장에 의한 아스팔트 포장의 시공은 현장 작업 여건에 따라 재생아스팔트 포장의 품질이 영향을 크게 받을 수 있으므로 균질한 포장이 이루어질 수 있도록 시공관리를 철저히 하여야 한다.

【해 설】

리믹스 재생방식은 다음과 같은 순서에 따라 시공한다.

(1) 시공방법

가. 가열

기존 표층의 가열은 좌우 양쪽으로 10 ㎝ 이상 넓게 실시하도록 하여야 한다. 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 성능은 현장에서 가열판으로 가열하기 때문에 1차 다짐전의 온도가 중요하므로, 열량이나 시공속도를 조절하여 표층재생아스팔트 혼합물의 1차 다짐온도가 110℃ 이상 되도록 한다. 다만 필요 이상 가열하여 심한 매연이나 발화가 있어서는 안된다.

또한 양단부는 바람의 영향을 받기 쉬우므로 방풍판을 부착하거나 가열량을 크게 하는 등의 대책을 세우는 것이 좋다. 또한 심한 매연이나 발화를 피하기 위하여 복수의 노면 히터를 이용하거나 분할가열용 노면예열기를 이용하는 것이 바람직하다. 가열 불균일은 완성된 포장의 품질에 큰 영향을 미치기 쉬우므로 일정속도에 의한 연속시공이 되도록 하는 것이 중요한다. 특히 시공개시점, 교차점부근, 도로구조물부, 교량조인트부, 또한 재료공급이나 급유시 일시 휴지장소에서는 사전에 처리방법을 정하여 둘 필요가 있다.

나. 절삭

기존 표층을 가열하고, 필요한 재생첨가제량을 살포한 후 정해진 폭, 깊이로 절삭할 때 이상한 부하를 느끼거나 절삭한 면에서 굵은골재가 깨어진 것이 많이 보일 경우 시공속도를 저속으로 하거나, 열량을 증가시켜 충분한 가열이 되도록 하여야한다. 또한 맨홀과 같은 도로구조물 및 교량조인트 등에서는 사전처리를 시행하는 동시에 시공시에는 위치를 표시하고 절삭장비가 그 위치에 이르렀을 때 절작장치를 올려주는 조치를 취한다.

다. 혼합

신아스팔트 혼합물을 긁어 일으켜 모은 기존 표층 혼합물과 함께 균일하게 혼합한다. 또한 재생첨가제를 가열한 노면에 살포하는 방법은 긁어 일으키고 모을 때 교반효과도 기대할 수 있어 효율적이다.

가열된 기존 표층 혼합물과 신아스팔트 혼합물 및 재생첨가제를 혼합하는 비율은

시공시작부터 완료될 때까지 항상 일정하여야 하며, 작업자의 판단에 따라 임의로 변경하여서는 안된다.

라. 포설

재생 가열 아스팔트 혼합물이 지정된 온도로 가열되었는지를 확인한 후, 공급장치에서 배출된 재생 가열 아스팔트 혼합물을 스크류 스프렛다에 의해 횡방향으로 넓게 펴고 다시 스크리드에 의해 정해진 폭, 두께로 균일하게 포설한다. 그 밖의 사항은 본 지침 〈3.4.5〉의 (2) 항에 따른다.

마. 다짐

표층 재생 가열 아스팔트 혼합물을 포설한 후 즉시 1차 다짐을 실시한다. 1차 다짐의 온도는 110℃ 이상을 목표로 하며, 1차다짐을 진동롤러를 이용하는 경우에는 무진동으로 1회 왕복다짐을 실시한 후 진동다짐을 시행한다. 이 때 방향전환 등으로 다짐속도가 낮을 경우에는 진동을 주지 말아야 하며, 국부적으로 과도한 다짐이 되지 않도록 주의를 요한다.

2차 다짐은 일반적으로 타이어롤러로 실시하며 적정 다짐온도는 현장에 여건에 따라 결정되며, 절삭한 면의 아래도 가열되어 있어 1차다짐 후 혼합물의 온도가 떨어지는 속도가 비교적 늦으므로, 혼합물의 다짐정도를 관찰하면서 과도한 다짐이 되지 않도록 주의한다. 그리고, 롤러의 왕복거리를 길게하여 균일하고 평탄하게 마무리한다. 그 밖의 사항은 본 지침 〈3.4.5〉의 (3) 항에 따른다.

(2) 시공시 유의사항

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장을 적용하는 경우 사전에 충분한 시공계획을 세워 연속적으로 작업을 실시하고 기온이 낮을 때 시공하는 경우에는 보온대책 등을 강구하여야 한다.

가. 일반적인 유의사항

① 포장구간 중 일부 시공구간의 교차로 등에 소성변형 방지를 위해 기존 표층 혼합물이 SMA 등의 특수포장이 사용되었을 경우 기존 포장의 해당 골재입도에 맞는 입도의 신아스팔트 혼합물을 사용할 수 있도록 별도의 대책을 마련하여야 한다. 현장 여건상 신아스팔트 혼합물의 조정이 불가능할 경우에는 리페이브 방식으로 포장하거나 신아스팔트 혼합물을 사용하지 않고 포설할 수 있다.

② 유지보수 후의 포장 두께를 기존과 동일하게 유지하여야 할 경우에는 신아스팔트 혼합물이 최소 20%이상 투입됨에 따라 발생되는 잉여의 아스콘 순환골재를 처리하기 위한 장비를 사전에 준비하여 잉여분을 적절히 처리할 수 있어야 한다.

③ 가열된 기존 표층 혼합물과 신아스팔트 혼합물 및 재생첨가제를 혼합하는 비율은 시공시작부터 완료될 때까지 항상 일정하여야 하며, 작업자의 판단에 따라 임의로 변경하여서는 안된다.

④ 시공기계의 능력이 충분한 경우라도 사전처리가 불충분하거나 재료와 연료의 공급이 원활하지 않으면 연속적인 시공이 어렵게 되어 완성면이나 품질의 저하를 가져온다. 따라서 사전에 면밀한 계획을 세우는 동시에 재료와 연료의 도착이 지체되는 경우는 시공속도를 낮추는 등의 수단으로 대응해야 한다.

⑤ 신아스팔트 혼합물의 사용량이 적을수록 표층재생아스팔트 혼합물은 기상조건의 영향을 받기 쉬우므로 신아스팔트 혼합물의 보온대책을 세움과 동시에 기존 표층도 충분히 가열하며, 표층재생아스팔트 혼합물도 조기에 다짐을 실시해야 한다.

⑥ 교통개방시의 포장표면온도는 대략 50℃ 정도 이하가 바람직하다. 다만, 절삭한 면의 아래도 온도가 높기 때문에 기온, 날씨에 따라 온도저하가 늦어지는 경우가 있으므로 이런 점을 예측하여 교통개방시간을 결정하는 것이 좋다.

⑦ 기존 표층의 아스팔트가 적은 경우에는 가열 후 온도저하가 빠르므로 신아스팔트 혼합물의 보온대책을 세움과 동시에 기존 표층도 충분히 가열하며, 혼합물의 다짐을 조기에 시행해야 한다.

나. 기온이 낮을 때 시공하는 경우의 유의사항

기온이 낮을 때 시공하면 소정의 품질을 기대하기 어려우므로 시공을 하지 않는 것이 바람직하다. 그러나 기온이 5~10℃의 저온에서 시공하는 경우에는 한냉기의 포설대책에 준하거나 아래와 같은 대응책을 세우는 것이 중요하다.

① 가열을 강화하기 위하여 복수의 노면예열기를 사용하거나 다짐효과를 높이기 위하여 1차 다짐에 다짐능력이 큰 진동롤러를 이용한다.

② 신아스팔트 혼합물의 사용량이 적고, 덤프트럭 1 대당의 포설시간도 길기 때문에 적재함에 덮개를 2~3매 겹쳐 사용하거나 현장표층재생기의 호퍼에도 덮개를 씌우는 등의 보온을 위한 준비사항을 점검하고, 신아스팔트 혼합물에 대해서도 허용범위 내에서 혼합온도를 높여 둔다.

4.6 리페이브 방식의 시공장비 및 시공방법

4.6.1 시공장비

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 시공장비는 노면예열기, 리페이브 현장표층재생기 및 다짐장비로 구성되어 있다. 시공장비는 소요의 품질과 수량을 생산할 수 있는 충분한 능력이 있어야 하며, 환경을 보전할 수 있는 시설을 완비하여야 한다.

【해 설】

리페이브 방식 시공장비의 주요 설비와 공정은 다음과 같다.

(1) 노면예열기

본 지침 〈4.5.1〉의 (1)항에 따른다.

가. 리페이브 현장표층재생기

현장표층재생기에는 리믹서와 리페이버가 있으며, 각각의 장치는 수동방식 또는 자동방식에 의해 정해진 폭, 높이로 조절될 수 있어야 한다. 그리고 리페이브 현장표층재생기는 가열된 기존 아스팔트 포장의 표층을 절삭하여 교반한 후 포설하며, 동시에 그 상부에 신아스팔트 혼합물을 포설할 수 있어야 한다.

리페이브 현장표층재생기는 다음과 같은 장치를 갖추어야 한다.

1) 신아스팔트 혼합물 공급장치

신아스팔트 혼합물 공급장치는 기존 포장을 교반하여 포설한 표면 위에 신아스팔트 혼합물을 공급하는 기능을 한다.

2) 절삭장치

절삭장치는 가열된 기존 아스팔트 포장의 표층을 정해진 폭, 깊이로 긁어 일으키는 기능을 하며, 일반적으로 로터리 스캐리파이어(Rotary scarifier) 또는 타인 스캐리파이어(Tine scarifier)를 이용한다.

3) 교반장치

교반장치는 긁어 일으킨 기존 표층 혼합물을 교반하는 기능을하며, 일반적으로 회전식이 쓰인다. 로터리 스캐리파이어에 교반날개가 부착되어 있는 경우에는 이것이 긁어 일으킴과 교반을 겸용하는 것도 있다.

4) 표층재생아스팔트 혼합물 포설장치

표층재생아스팔트 혼합물 포설장치는 긁어 일으켜서 교반한 표층재생아스팔트 혼합물을 정해진 폭, 두께로 포설하는 기능을 하며, 아스팔트피니셔의 스크류 스크렛다 및 스크리드와 같은 성능을 갖고 있는 것을 이용한다.

5) 신아스팔트 혼합물 포설장치

신아스팔트 혼합물 포설장치는 포설한 표층재생아스팔트 혼합물의 상부에 공급하는 신아스팔트 혼합물을 정해진 폭, 두께로 포설하는 기능이 있는 것을 이용한다.

(2) 재생첨가제 살포기

본 지침 〈4.5.1〉의 (3)항에 따른다.

(3) 다짐장비

본 지침 〈4.5.1〉의 (4)항에 따른다.

(4) 공해방지

본 지침 〈4.5.1〉의 (5)항에 따른다.

4.6.2 시공준비

본 지침 〈4.5.2〉에 따른다.

4.6.3 시 공

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 시공은 현장 작업여건에 따라 재생아스팔트 포장의 품질이 영향을 크게 받을 수 있으므로 균질한 포장이 이루어질 수 있도록 시공관리를 철저히 하여야 한다. 리페이브 방식은 가열, 절삭, 포설, 다짐의 순서로 시공된다.

【해 설】

리페이브 재생방식은 다음과 같은 순서에 따라 시공한다.

(1) 가열

본 지침 〈4.5.3〉 (1)의 가. 항에 따른다.

(2) 절삭

가열된 포장 표층에 필요에 따라 재생첨가제를 살포하고, 정해진 폭, 길이로 긁어 일으켜 교반한다. 그 밖의 사항은 본 지침의 〈4.5.3〉 (1)의 나. 항에 따른다.

(3) 포설

재생 가열 아스팔트 혼합물이 지정된 온도로 가열되었는지를 확인한 후, 절삭하여 교반하고, 포설장비로 정해진 폭, 두께로 균일하게 포설함과 동시에 상부에 신아스팔트 혼합물을 포설한다. 그 밖의 사항은 본 지침의 〈4.5.3〉 (1)의 라. 항에 따른다.

(4) 다짐

본 지침 〈4.5.3〉 (1)의 마. 항에 따른다.

4.6.4 시공시 유의사항

본 지침 〈4.5.3〉의 (2) 항에 따른다.

4.7 품질관리

4.7.1 일반사항

현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 도로현장에서 재활용하기 때문에 재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조에 있어 충분한 품질관리를 실시하고, 시방서 및 설계서에 정해진 조건을 만족하는 포장이 되고 있는지를 검사하여 확인하여야 한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

4.7.2 기준시험

기준시험은 관리와 검사에 필요한 수치를 미리 구하여 두기 위하여, 또한 사용장비의 주요 기계 성능과 정도, 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질 등을 확인하기 위하여 실시한다. 또한 기준시험은 공사에 앞서 실시한다.

(1) 사전조사

재생 가열 아스팔트 혼합물의 제조 및 시공에 있어서 사전에 재료와 제조설비 등을 조사한다.

【해 설】

사전에 해야 할 조사사항은 다음과 같다.

① 포장의 노면상황과 도로상황 조사
② 포장물성 조사(밀도, 아스팔트함량, 골재입도, 구아스팔트 침입도)
③ 재생 가열 아스팔트 혼합물에 사용하는 재료의 품질
④ 재생설비의 제조능력

(2) 재료의 품질시험

재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조하는데 있어 사용재료의 품질시험을 한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물을 제조하는데 있어 사용재료는 본 지침 〈3.3〉 항의 규격에 적합한 것을 사용하며, 기존 노후 포장의 채취 시료에 대해서는 〈표 4.7〉 의 품질시험을 한다.

〈표 4.7〉 노후 포장의 품질시험

시 험 항 목	목 적
아스팔트 추출후의 골재입도	배 합 설 계
구아스팔트 함량 (%)	배 합 설 계
구아스팔트의 침입도 (1/10㎜)	노화정도의 판정, 배합설계

(3) 재생아스팔트의 품질시험

재생 가열 아스팔트 혼합물에서 재생아스팔트를 추출하여 〈표 4.8〉의 품질시험을 수행한다.

【해 설】

재생첨가제와 신아스팔트 등의 변동이 생기는 경우에 그 때마다 재생아스팔트의 품질을 확인한다.

〈표 4.8〉 재생아스팔트의 품질시험

항 목 \ 침입도 등급	40~60	60~80
침입도(25℃,100g, 5초)	40초과 60이하	60초과 80이하
연화점(℃)	47~55	44~52
신도(15℃, ㎝)	10 이상	100 이상
톨루엔가용분(질량 %)	99 이상	99 이상
인화점(℃)	260 이상	260 이상
박막가열 후		
질량변화율(질량 %)	0.6 이하	0.6 이하
침입도잔유율(%)	58 이상	55 이상
증발 후		
침입도 비(%)	110 이하	110이하
밀도	1.0 이상	1.0 이상

(4) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합시험

재생 가열 아스팔트 혼합물에 대해서 〈표 4.9〉의 배합시험을 실시한다.

【해 설】

〈표 4.9〉 재생 가열 아스팔트 혼합물의 배합시험

시험항목	목 적
마샬안정도 시험 재생아스팔트 침입도 시험	재료의 배합율 및 재생아스팔트량 결정 설계침입도로 조정

(5) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 시험배합

배합설계 결과를 근거로 시험배합을 실시하여 표준적인 현장배합을 설정한다. 시험배합에서 실시하는 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질시험은 〈표 4.10〉과 같다.

【해 설】

〈표 4.10〉 시험배합시 재생아스팔트 혼합물의 품질시험

시 험 항 목	목 적	비 고
골 재 입 도	재생혼합물의 입도 확인	
재생아스팔트량	재생아스팔트량의 확인	
재생아스팔트 침입도	재생혼합물의 적부 확인	
마샬특성치	마샬특성치의 확인	
아스콘 순환골재의 배합률	골재 배합률의 확인	

(6) 재생 가열 아스팔트 혼합물의 생산 장비 점검 및 조정

재생아스팔트 혼합물 생산 장비의 각 장치와 설비 등의 기능을 정기적으로 점검, 조정한다.

【해 설】

재생 가열 아스팔트 혼합물 플랜트는 소정 품질의 재생 가열 아스팔트 혼합물을 안정되게 제조할 수 있도록 계량기, 온도계, 재생첨가제 유출량 등을 연 1회 이상 정기적으로 점검한다.

4.7.3 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리

품질관리는 제조자가 자주적으로 실시하는 것이 원칙이며, 소정의 품질을 확보한다. 품질관리를 합리적으로 실시하기 위하여 적절한 방법이 있으면 적극적으로 이용하도록 하며 〈표 4.11〉을 참고한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

품질관리를 합리적으로 하기 위하여 적절한 방법이 있다면 적극적으로 이용하는 것이 바람직하다.

가. 일반적인 품질관리 방법

각 공정의 품질관리 항목, 빈도 및 관리한계는 제조자 및 시공자가 자주적으로 설정하는 것이 원칙이다. 그 참고예를 〈표 4.11〉에 표시했으며, 현지 실정에 맞추어 본 표를 수정하여 사용해도 좋다. 품질관리에 대해서는 다음 사항을 고려하여 수행한다.

① 각 공정 초기에는 각 항목에 대한 시험의 빈도를 적당히 늘리고 그 시점의 작업원이나 시공장비 등의 조합에 관한 작업공정을 신속히 파악한다.
② 현재 작업의 진행방법으로 제조자가 정한 관리의 한계를 충분히 만족할 수 있다면 앞으로의 시험빈도는 줄이도록 노력한다.
③ 작업원이나 시공장비의 조합에 변경이 생긴 경우에는 같은 방법으로 시험빈도를

증가시켜 새로운 조합에서의 작업능력을 파악하여 수정한다.

④ 시료채취의 위치는 무작위를 원칙으로 한다.

⑤ 관리의 합리화를 꾀하기 위하여 입도, 함수비, 밀도 등을 비파괴로 신속하게 측정하는 장비를 사용하는 것이 바람직하다.

나. 재생 가열 아스팔트 혼합물의 품질관리상 유의점

① 품질관리 빈도 및 재생 가열 아스팔트 함량의 관리는 아스팔트 추출시험에 의한다.

② 혼합온도는 기준시험에서 골재온도와 관련지어 설정하여 관리한다.

4.7.4 재생 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 품질관리

재생 가열 아스팔트 포장의 품질관리는 완성된 포장이 규격검사에 합격하도록 관리하는 것으로 폭, 두께, 평탄성 등에 대하여 실시하며, 〈표 4.10〉을 참고하여 실시한다.

【해 설】

규격이 관리기준을 만족시킬 수 있는 공사의 진행방법과 작업표준을 사전에 결정해두고 모든 작업원에게 철저히 주지시킴과 동시에 시공중 측정한 기록은 신속하게 정리하고, 그 결과를 항상 시공에 반영시킬 필요가 있다.

가. 온도관리

시공시 온도관리는 1차 다짐 직전의 것 뿐만 아니라 재생용 노면히터에 의한 가열 후 또는 절삭한 후에도 측정하는 것이 바람직하다.

나. 재생 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 현장다짐밀도 관리

포장의 밀도 관리는 보통 도로 포장에서 채취한 코어 공시체의 밀도를 측정하여 기준밀도와 비교하여 수행한다. 코어채취의 빈도는 공정 초기에는 많게, 그 이후에는 적게하며, 아스팔트 혼합물의 다짐시의 온도와 다짐 후의 밀도에 주의하면 좋다.

재생 가열 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 감독관의 승인을 받은 배합에 대하여 골재의 25㎜ 이상의 부분을 25~13㎜의 골재로 치환한 재료에 대하여 실내에서 혼합하여 3개의 마샬 공시체를 제작하여 다음의 식으로 구한 마샬 공시체에 대한 밀도의 평균치로 한다.

$$\text{공시체밀도} = \frac{\text{건조공시체의 공기중중량(g)}}{\text{공시체 표면건조중량(g)} - \text{공시체 수중중량(g)}} \times \text{물의밀도}(\text{g/cm}^3)$$

【주】 25℃ 물의 밀도는 0.997g/㎤ 임.

현장다짐밀도의 기준에 대한 합격여부는 위의 방법에 따라 시험실에서 공시체를 제조하여 얻은 기준밀도와 도로포장에서 코어 공시체를 채취하여 위의 식에 의해 얻은 밀도를 아래 식에 따라 구한 현장다짐밀도가 기준비율 보다 크거나 같은지 확인한다.

$$\text{현장다짐밀도}(\%) = \frac{\text{코어공시체 밀도}}{\text{기준밀도}} \times 100$$

【주】 현장다짐밀도 기준비율은 96%임.

〈표 4.11〉 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장의 품질관리 항목과 빈도

종 별	시 험 항 목	시험방법	빈 도	비 고
기존표층 혼 합 물 (아 스 콘 순환골재)	추출골재입도	KS F 2502	1공사구간 당 1회	
	구아스팔트 함량 (%)	KS F 2354	1공사구간 당 1회	
	구아스팔트 침입도 (1/10㎜)	KS M 2201	1공사구간 당 1회	
재생첨가제	점도,인화점,세츄레이트함량	KS M 2248 KS M 2010	1) 2,000톤마다 2) 장기 저장으로 재질의 변화가 있다고 판단될 때	
도로포장용 아스팔트	KS M 2201에 규정된 시험종목	KS M 2201	1) 2,000톤마다 2) 장기 저장으로 재질의 변화가 있다고 판단될 때	
아스팔트 혼합물용 골 재	체가름	KS F 2502	1) 골재원마다 2) 재질(암질)이 변할 때 마다	
	0.08㎜ 체 통과량	KS F 2511		
	비중 및 흡수율	KS F 2503		굵은골재
		KS F 2504		잔골재
	마모율(%)	KS F 2508		굵은골재
	안정성	KS F 2507		
	피막박리	KS F 2355		굵은골재
채움재 (석회,석분)	KS F 3501에 규정된 시험종목	KS F 3501	제조회사별, 반입시마다	기타 채움재는 별도 시험방법 적용
재생가열 아스팔트 혼 합 물	배합설계		1공사구간 당 1회	본지침〈4.4〉에 따름
	혼합물 온도	온도계에 의함	필요시마다	
	마샬안정도,흐름값,포화도	KS F 2349	1공사구간 당 1회	
	공극률	KS F 2364		
	역청함유량	KF F 2354		
	피막박리	KS F 2355	필요시마다	
시 공	절삭깊이(㎜)	직선자	1,000㎡ 마다	
	재생첨가제량	사용량관리	1일 1~2회	
혼합물의 포 설	밀도	KS F 2353	1,000㎡ 마다 1회	
	두께	KS F 2455		
	폭	직선자	100m 마다	
	평탄성(종방향)	7.6m측정기	차로마다 전구간	
		3.0m측정기		7.6m불가능시
	평탄성(횡방향)	직선자	200m 마다	측정기사용불가능시

5. 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물

5.1 적용범위

플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물은 재생설비가 있는 아스팔트 플랜트에서 아스콘 순환골재 또는 아스콘 발생재를 가공하여 재생아스팔트 혼합물을 제조하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로의 아스팔트 기층의 재생아스팔트 혼합물에 적용한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

상온 아스팔트 혼합물의 품질이 가열 아스팔트 혼합물보다 일반적으로 낮으므로 아스팔트 안정치리 기층으로 사용하도록 하고, 향후 기술 발전에 따라 표층 및 중간층에도 적용할 수 있다.

5.2 설 계

재생 상온 아스팔트 기층의 설계는 「아스팔트 포장 설계·시공요령」과 「도로공사표준시방서」에 따라 신재료를 사용한 경우와 동등한 방법과 순서에 따라 시행하는 것으로 한다.

【해 설】

① 기층은 입도조정기층, 머캐덤기층, 시멘트 안정처리 기층, 아스팔트 혼합물 기층 등으로 나누어지며, 재생 상온 아스팔트 혼합물은 아스팔트 혼합물 기층으로 사용할 수 있다.

② 상온 아스팔트 혼합물은 가열 아스팔트 혼합물 보다 성능이 다소 낮기 때문에 설계시에 상대강도계수의 산정시 다음과 같이 보정하는 것이 좋다.

$$\text{상온아스팔트혼합물의상대계수} = \text{가열아스팔트혼합물의상대계수} \times 0.95$$

③ 아스콘 순환골재 및 신골재의 최대입경은 40㎜ 이하이며, 1층 마무리 두께의 1/2 이하여야 한다.

5.3 재 료

5.3.1 일반사항

재생 아스팔트 콘크리트 기층용 혼합물에 사용되는 아스콘 순환골재, 신골재, 유화 아스팔트 등의 품질은 본 지침의 품질 규격을 만족하는 것을 원칙으로 하며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

5.3.2 아스콘 순환골재

아스콘 순환골재 기준은 본 지침 〈3.3.2〉 에 따른다.

5.3.3 유화 아스팔트

유화 아스팔트는 도로포장용 역청재로써 재생 상온 아스팔트 혼합물에는 일반적으로 스트레이트 아스팔트가 사용되며, 노화된 아스팔트의 성능을 회복시키고 골재를 결합하여 주는 역할을 한다.

유화 아스팔트 종류 및 품질기준은 〈표 5.1〉과 같이 KS M 2203에 따라 MS을 사 계열을 사용하거나, ASTM D977에 따라 HFMS계열, SS 계열을 사용할 수 있다.

【해 설】

유화 아스팔트는 택코팅, 프라임코팅 등으로 사용하는 RS 계열의 급속 경화성과 아스팔트 혼합물에 사용되는 MS, SS 계열의 중속 및 저속 경화성으로 나눌 수 있다. 또한, 점도를 향상시킨 HFMS 계열의 유화 아스팔트도 아스팔트 혼합물로 사용할 수 있다. 그리고, 유화 아스팔트의 이온에 따라 양이온, 음이온, 비이온 으로 나눌 수 있으며, 사용되는 골재의 이온에 맞게 사용하여야 한다. 일반적으로 국내에서는 음이온 골재가 많으므로 양이온인 MS(C)-1, MS(C)-2 또는, 양이온의 HFMS, SS 계열이 주로 사용 될 수 있다. 〈표 5.1〉은 국내 KS M 2203 중에서 아스팔트 혼합물에 사용할

수 있는 유화아스팔트의 기준이다.

〈표 5.1〉 상온아스팔트 혼합물용 유화아스팔트 품질기준

종류 및 기호 항목		양이온 유화아스팔트		음이온 유화아스팔트	
		MS(C)-1	MS(C)-2	MS(A)-1	MS(A)-2
앵글로도(25℃,점도)		3~40			
체잔류분 질량(1.18mm,%)		0.3 이하			
조립도 골재 혼합성		균등할것	-	균등할것	-
밀립도 골재 혼합성		-	균등할것	-	균등할것
입자의 전하		양(+)		음(-)	
증발 잔류분 질량(%)		57이상			
증발 잔류분	침입도(25℃,1/10mm)	60~200			
	신도(15℃,cm)	40 이상			
	톨루엔가용분질량(%)	97 이상			
저장 안정도 질량(24hr,%)		1 이하			

5.3.4 신골재

신골재의 기준은 본 지침 〈3.3.5〉 에 따른다.

5.3.5 채움재

채움재의 기준은 본 지침 〈3.3.6〉 에 따른다.

5.4 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합설계

5.4.1 일반사항

본 지침은 아스콘 순환골재를 이용하여 아스팔트 기층용 재생 상온 아스팔트 혼합물을 제조하기 위한 배합설계에 적용한다. 배합설계는 재생 상온 아스팔트 혼합물의 골재입도 및 아스팔트 함량을 결정하는 중요한 과정으로 일정기간 마다 또는 재료를 변경할 때마다 실시하여야 한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합설계는 소요 품질의 재료를 사용하여 소성변형과 균열 등에 대한 안정성과 내구성이 좋고, 소요의 기준을 만족하는 혼합물을 얻도록 하여야 한다. 배합설계 목적은 아스팔트 포장이 장기간 제 성능을 유지할 수 있도록 아스콘 순환골재, 유화 아스팔트, 신골재 등의 배합을 결정하는 것이다.

배합설계는 아스팔트 혼합에 사용될 골재의 입도를 얻기 위해 여러 골재를 혼합하는 과정과, 골재간을 결합시켜주는 역할을 하는 유화 아스팔트의 소요 비율을 결정하기 위해서 실험실에서 실시하는 시험과정을 포함한다.

그러나, 배합설계는 단지 좋은 성능을 내는 아스팔트 포장을 만드는 한 단계로서 불량한 포장의 발생 원인은 부적합한 배합설계 뿐만 아니라 실험실의 배합설계와 달리 생산된 혼합물에 기인하는 경우가 많다.

따라서, 본 지침의 배합설계로 결정된 골재 합성입도와 아스팔트 함량의 혼합물이 재생 상온 아스팔트 플랜트에서 생산될 수 있도록 생산된 혼합물의 골재입도, 아스팔트 함량 등에 대한 지속적인 품질관리가 이루어져야 한다.

5.4.2 혼합물의 종류 및 품질 기준

(1) 재생 상온 아스팔트 기층

재생 상온 아스팔트 기층용 골재입도는 〈표 5.2〉에 따르고, 마샬시험 기준값은 저교통량 도로용은 〈표 5.3〉를 표준으로 하며, 중교통량 도로용은 〈표 5.4〉를 표준으로 한다. 추출골재의 입도와 추가하는 골재의 입도를 합산하였을 때 〈표 5.2〉를 만족하여야 한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 기층용 아스팔트 혼합물의 종류는 신아스팔트 혼합물의 종류를 기준으로 정하였으며, 최대 골재 입경에 따른 〈표 5.2〉의 배합을 표준으로 한다. 혼합물의 명칭에서 「R」은 재생아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

설계아스팔트량은 배합설계하여 〈표 5.3〉, 〈표 5.4〉의 마샬시험 기준치의 범위 내에서 경제성을 고려하여 결정한다.

중교통량 도로는 대형차 교통량 1일 1방향 1000대 이상, 또는 20년 포장 설계 ESAL〉 10^7 으로서 소성변형 등에 대한 대책이 필요한 도로를 말한다.

〈표 5.2〉 기층용 재생 상온 아스팔트 혼합물 표준 배합

혼합물의 종 류 / 체의 호칭치수		BB-1R	BB-2R	BB-3R	BB-4R[주1)]
		40	30	25	25R[주2)]
통과질량백분율(%)	50㎜	100	–	–	–
	40㎜	95~100	100	–	–
	30㎜	80~100	95~100	100	100
	25㎜	70~100	80~100	90~100	95~100
	20㎜	55~90	55~90	71~90	80~90
	13㎜	40~80	46~80	56~80	60~78
	10㎜	30~70	40~70	45~72	45~68
	5㎜	17~55	28~55	29~59	25~45
	2.5㎜	10~42	19~42	19~45	15~33
	0.6㎜	5~28	7~26	7~25	6~18
	0.3㎜	3~22	4~19	5~17	4~14
	0.15㎜	2~16	2~13	3~12	3~10
	0.08㎜	1~10	1~7	1~7	2~8
아스팔트 함량(%)		3.5~5.5			

【주1】 혼합물의 명칭에서 「BB」는 기층에 적용됨을 나타내며, 「R」은 재생아스팔트 혼합물임을 나타낸다.

【주2】 골재 최대크기의 「25R」의 「R」은 소성변형에 저항성이 높은 혼합물임을 뜻한다.

【주3】 25㎜를 넘는 골재는 같은 중량만큼 25~13㎜로 치환하여 마샬시험을 행한다.

〈표 5.3〉 저교통량 도로용 기층용 재생 상온 아스팔트 혼합물 품질 기준

구 분	기 준 값
상온마샬안정도(25℃)	2.5kN(250kgf) 이상
안정도 손실률(%)	50 이하
공극율(%)	3~15
골재 피막 비율(%)	50 이상
다짐회수(회)	양면 각 50

【주1】 상온마샬안정도는 공시체의 수침없이 상온에서 마샬 시험방법에 의하여 측정한다.

【주2】 안정도 손실률은 상온마샬안정도에 대한 진공 포화 수침한 후의 공시체 안정도의 비율이다(계산식: 수침후안정도/건조상태안정도 × 100).

【주3】 골재 피막 비율은 유화 아스팔트의 골재 도포량을 육안으로 조사하고 판정한다.

【주4】 재생 상온 아스팔트 혼합물의 공극율을 구할 때, 이론최대밀도는 반드시 KS F 2366에 따라 시험에 의해 구하여야 한다. 그리고, 공시체의 밀도는 KS F 2353의 「다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도시험방법(파라핀으로 피복한 경우)」에 따르거나 이에 준한 시험방법으로 구하여야 한다.

〈표 5.4〉 중교통량 도로용 기층용 재생 상온 아스팔트 혼합물 품질 기준

구분		기 준 값
가열마샬안정도 (60℃)	kN	4.9 이상
	kgf	500 이상
공 극 율(%)		4~6
포화도(%)		65~75
다짐회수(회)		양면 각 75
골재 피막 비율(%)		50 이상

【주1】 이 기준은 대형차 교통량 1일 1방향 1000대 이상, 또는 설계 ESAL〉 10^7인 경우로서 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에 적용한다.

【주2】 가열마샬안정도는 공시체를 30분간 60℃에서 수침한 후 마샬 시험 방법에 의하여 측정한다.

【주3】 25㎜를 넘는 골재는 같은 중량만큼 25~13㎜로 치환하여 마샬시험을 행한다.

【주4】 재생 상온 아스팔트 혼합물의 공극율을 구할 때, 이론최대밀도는 반드시 KS F 2366에 따라 시험에 의해 구하여야 한다. 그리고, 공시체의 밀도는 KS F 2353의 「다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도시험방법(파라핀으로 피복한 경우)」에 따르거나 이에 준한 시험방법으로 구하여야 한다.

5.4.3 배합설계 순서

(1) 일반사항

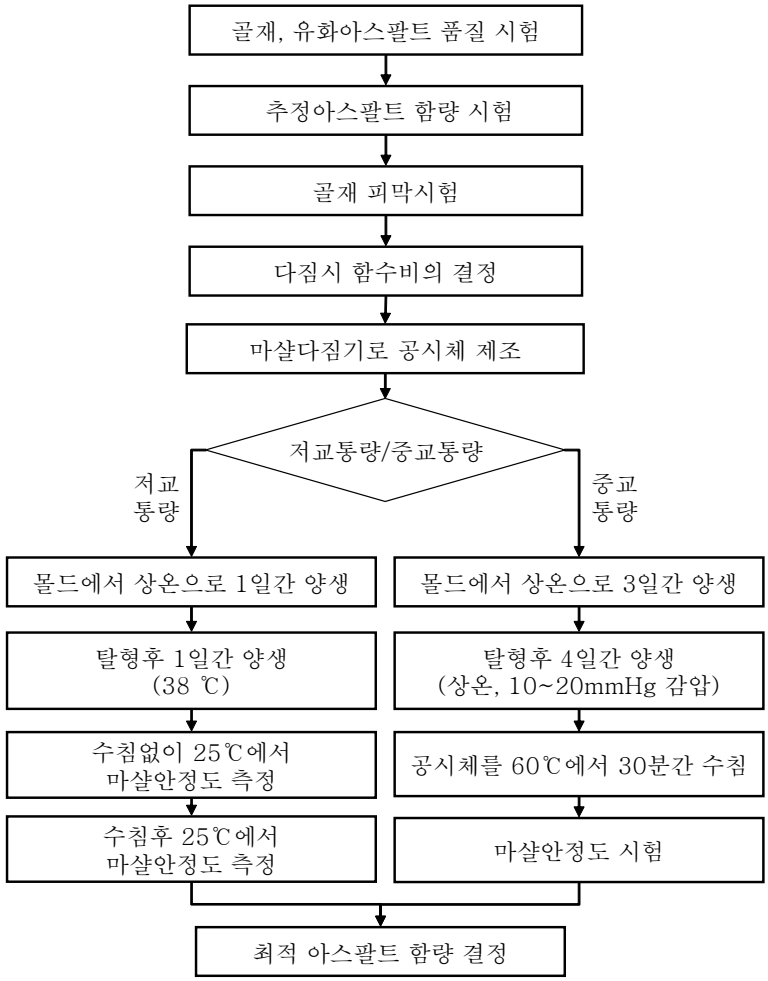
재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합설계 방법은 적용 포장의 교통량에 따라 구분되며, 배합설계 순서는 〈그림 5.1〉과 같다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합설계는 상온 마샬 배합 설계방법에 의한다. 이 배합설계 방법은 〈그림 5.1〉에 따라 추정아스팔트 함량을 결정하고, 선정된 유화아스팔트의 골재 피막율로 적합성을 판단한 후, 수분을 추가하며 공시체를 제조하고 마샬안정도 시험을 한다. 저교통량 도로용 아스팔트 혼합물은 상온에서 마샬안정도를 측정한 값을 이용하고, 중교통량 도로용은 60℃에서 수침한 후의 마샬안정도를 이용한다.

배합설계시에는 다음에 유의한다.

① 재생 상온 아스팔트 혼합물은 〈표 5.2〉 따라 적절한 종류를 선정한다.
② 재료의 선정에 있어서는 소요의 품질을 구비하고 필요한 양을 확보할 수 있는 것이어야 하다. 재료의 품질에 대해서는 재료시험을 실시하여 확인한다.
③ 혼합물의 종류에 따라 〈표 5.2〉의 입도범위에 적합하도록 각 골재의 배합비를 결정한다.
④ 재생 상온 아스팔트 혼합물에 자연모래는 사용하지 않는 것이 좋다.
⑤ 마샬시험용 공시체는 선정한 아스팔트 혼합물의 종류에 따른 아스팔트량 범위를 감안하여 0.5% 간격으로 제작한다.
⑥ 플랜트에서 콜드빈의 문열림, 모터 속도, 콜드피더의 속도 등을 통하여 배합비율을 설정하고, 시험배합을 실시하여 마샬시험의 기준치와 대조하여 검토하고, 다시 현장 등에 포설한 상황을 관찰하며, 필요하면 실내배합을 수정하여 현장배합을 설정한다. 상설 플랜트에서는 일상적인 품질관리 자료를 참고하여 시험배합 등을 실시한다.



〈그림 5.1〉 상온 마샬 배합설계 공정

【주】 대형차 교통량 1일 1000대 이상, 또는 설계 ESAL〉 10^7 이면, 중교통량 도로이며, 그 이하는 저교통량 도로로 한다.

(2) 시료채취

저장장소 또는 저장빈으로부터 대표적인 아스콘 순환골재, 신골재(굵은골재, 잔골재), 신아스팔트, 유화 아스팔트 등의 시료를 채취한다.

(3) 골재 및 유화아스팔트의 품질 시험

아스콘 순환골재, 신골재 및 유화아스팔트에 대하여 본 지침 〈5.3〉 항의 품질 기준에 따른 시험으로 품질을 확인하고, 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량, 추출골재 입도, 구아스팔트 침입도를 구하고, 신골재의 입도, 유화 아스팔트의 증발 잔류분 비율 등을 구한다.

【해 설】

가. 아스콘 순환골재

① 아스콘 순환골재를 KS F 2354의 '역청 포장용 혼합물의 역청 함유량 시험 방법'에 따라 추출골재와 추출아스팔트로 분리한 후, 구아스팔트의 함량을 구한다.

② 추출골재의 입도 시험을 한다.

③ KS F 2381의 '앱슨 방법에 의한 아스팔트 회수 시험 방법'에 따라 구아스팔트를 만든 후 침입도를 측정한다.

나. 신재료

굵은골재, 잔골재 등의 신골재와 유화 아스팔트는 본 지침 〈5.3〉 항에 따라 품질을 확인한다. 신골재의 골재입도와 유화 아스팔트의 증발 잔류분 비율 등을 이후의 배합설계를 위하여 기록한다.

(4) 골재배합률 및 합성입도의 결정

재생 상온 아스팔트 혼합물의 골재 합성입도는 〈표 5.2〉에 따르며, 혼합물의 종류에 따른 기준에 적합하도록 아스콘 순환골재, 추가되는 신골재, 채움재 등의 비율을 결정한다.

【해 설】

① 골재의 입도는 〈표 5.2〉에 따른다.

② 사용 재료의 비율을 결정할 때 아스콘 순환골재의 사용비율을 우선적으로 결정하고 보충재의 비율을 결정하는 것이 좋으며, 통상적인 아스콘의 품질에 적합하도록 배합설계를 실시한다.

(5) 추정아스팔트 함량 결정

재생 상온 아스팔트 혼합물에 필요한 추정 아스팔트의 소요량은 재생 상온 아스팔트 혼합물의 종류에 따라, 합성한 골재의 입도로부터 계산식을 이용하여 구한다.

【해 설】

골재의 입도로부터 재생 상온 아스팔트 혼합물에 필요한 추정 아스팔트의 소요량을 결정할 때에는 다음 식에 따른다. 아스콘 순환골재를 추출한 입도와 신골재의 입도를 이용하여 계산한다.

$$P = (0.005a + 0.1b + 0.5c) \times (0.7)$$

여기서, P = 건조골재중량 중의 아스팔트 비율(%)

a = 2.36mm(No.8)체 남는 골재 비율(%)

b = 2.36mm(No.8)체 통과하고, 0.075mm(No.200)체에 남는골재 비율(%)

c = 0.075mm(No.200)체 통과하는 골재 비율(%)

(6) 골재 피막시험

대기중에서 건조시킨 신골재에 1~3%의 수분을 추가하며, 육안으로 관찰했을 때 골재가 아스팔트에 50% 이상 피막되는 비율을 결정하고, 선정된 유화 아스팔트의 사용가능성을 판단한다.

【해 설】

골재와 유화 아스팔트의 혼합 성능은 골재 표면의 수분함량에 많은 영향을 받는다. 따라서 골재 표면에 고르게 물을 분사하며 수분의 함량을 조절하여, 유화 아스팔트가 골재에 고르게 코팅되는 수분의 비율을 결정한다. 이때 골재는 사전에 충분히 건조한

후 실온으로 냉각되어 있어야 한다.

(7) 사용 재료 비율 결정

재생 상온 아스팔트 혼합물에 첨가하는 아스팔트의 비율은 전체 혼합물 중량에 대한 사용되는 유화 아스팔트를 합한 비율이다. 아스콘 순환골재의 사용비율과 아스콘 순환골재에 포함된 아스팔트 함량 비율 및 재생 상온 아스팔트 혼합물의 추정 아스팔트 소요량 비율을 이용하여 구한다.

【해 설】

추정 아스팔트 소요량 및 골재 배합률을 이용하여 구하는 각 재료의 배합비는 〈표 5.5〉와 같은 식으로 구할 수 있다. 이때 유화아스팔트는 수분을 함유하고 있으므로, 수분을 제외한 증발잔류비를 이용하여 실제 사용하는 유화 아스팔트 비율을 결정하여야 한다.

〈표 5.5〉 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합비

구 분	혼합물 전체에 대한 중량비(%)
추가아스팔트(P_{nb}, %)	$\frac{(100^2 - rP_{sb})P_b}{100(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_{sb}}{100 - P_{sb}}$
− 유화 아스팔트(P_{nbe}, %)	P_{nb}/E_r
아스콘 순환골재(P_{sm}, %)	$\frac{100(100 - r)}{(100 - P_{sb})} - \frac{(100 - r)P_b}{100 - P_{sb}}$
신골재(P_{ns}, %)	$r - \frac{rP_b}{100}$
합 계(양생후)	100

여기서,

P_{nb} = 전체 혼합물에 대한 추가하는 유화아스팔트의 증발잔류량(%)

P_{nbe} = 재생 상온 아스팔트 혼합물에 추가하는 유화 아스팔트량(%)

P_{sm} = 전체 혼합물에 대한 아스콘 순환골재의 함량(%)

E_r = 유화 아스팔트의 증발잔류비(소수, 일반적으로 0.6~0.65)

P_{ns} = 신골재의 비율(%)

P_{sb} = 아스콘 순환골재의 아스팔트 함량(%)

P_b = 혼합물에 대한 재생아스팔트량(%)

P_{br} = 전체 아스팔트에 대한 재생첨가제 함량(%)

$P_{b(d)}$ = 추정아스팔트 함량(%)

r = 혼합물의 전체 골재에 대한 신골재의 함량(%). 즉, 100 − 전체 골재 중 아스콘 순환골재 사용 비율(%)

(8) 다짐 최적함수비의 결정

상온 아스팔트 혼합물을 결정된 재료의 비율에 따라 함수 비율을 변화시켜 최소 3배치의 공시체를 제작한다. 이때 가장 높은 밀도를 얻었을 때의 함수비율이 최적 함수비이며, 다짐시의 수분 손실량을 감안하여 계산하여야 한다.

【해 설】

상온 아스팔트 혼합물을 혼합 후에 즉시 다짐하지 않고, 일정 시간동안 양생 후 다짐하며, 다짐시의 수분 함량에 따라 공시체의 다짐밀도가 영향을 받게 된다. 수분함량이 높을 경우, 유화 아스팔트가 공시체 상부로 배어 나오게 되며, 수분함량이 낮을 경우 다짐 밀도가 낮고, 공시체의 골재간 구속력이 낮게 된다.

재생 상온 아스팔트 혼합물은 101.6㎜ 직경의 마샬공시체로 양면 다짐 50회의 다짐으로 제조하며, 시험방법은 아래와 같다.

① 골재에 수분을 추가한다.

② 유화아스팔트를 골재와 혼합한다.

③ 소요 함수량에 도달할 때까지 혼합물을 넓은 팬에서 통풍시킨다.

④ 공시체를 양면 50회 다진다.

⑤ 실온에서 1일간 양생한 후 몰드를 탈형한다.

⑥ 공시체 겉보기 밀도를 측정한다.

⑦ 다짐 밀도와 함수비율을 도표로 그려 가장 높은 밀도에서의 함수비를 최적함수비로 결정한다.

(9) 이론최대밀도의 실측

이론최대밀도는 각 재료의 비중을 이용한 수식으로 구하지 않고 반드시 KS F 2366의 '역청 포장 혼합물의 이론적 최대 비중 및 밀도 시험 방법'에 따라 구하며, 3회 시험한 평균을 취한다. 이론최대밀도를 구하기 위하여 재생 상온 아스팔트 혼합물을 별도로 제조하여 시험하는 것이 좋다.

【해 설】

상온 아스팔트 혼합물의 수분을 증발시키기 위하여 105±5℃의 온도로 건조한 후 이론최대밀도를 실측하여도 좋다. 도로에서 채취한 코어를 이용할 경우에는 코어를 크고 평평한 용기에 넣고 쉽게 다룰 수 있을 때까지 건조기에서 105±5℃로 가열한 후, 골재 입자가 더 이상 부서지지 않을 때까지 시료와 입자를 될 수 있는 한 균일하게 분리하여, 105±5℃ 온도의 건조기에서 충분히 건조시킨 후 KS F 2366에 따라 이론최대밀도를 구한다. 배합설계시 모든 공시체에 대하여 이론최대밀도 시험을 하여 구하지 않아도 되며, 미리 예상한 적정 아스팔트함량을 갖는 시료의 이론최대밀도를 구하고, 이것의 전·후로 되는 다른 아스팔트함량의 공시체에 대하여는 아스팔트 함량 비율의 차이로부터 계산하여 구해도 된다.

(10) 잔류 아스팔트 함량의 결정

적용되는 도로의 교통량에 따라 추정아스팔트 함량의 0%, ±1%, ±2%의 잔류 아스팔트를 함유한 혼합물을 최적함수비로 각각 6개씩 또는 3개씩 상온에서 제조하여 마샬안정도 시험 등을 수행하여 잔류 아스팔트 함량을 최종적으로 결정한다.

【해 설】

잔류 아스팔트 함량은 저교통량, 중교통량 등의 도로 교통량에 따라 결정하는 방법

이 나누어진다. 저교통량 도로용은 상온에서 마샬안정도 시험기로 품질시험하여 〈표 5.3〉의 기준에 따라 결정하며, 중교통량 도로용은 상온 아스팔트 혼합물을 약 7일간 양생한 후, 가열 아스팔트 혼합물과 같은 방법으로 품질시험하여 〈표 5.4〉의 기준에 따라 결정한다.

가. 저교통량 도로용 상온 재생 아스팔트 혼합물

① 각 배치당 6개씩의 공시체를 추정 아스팔트 함량의 0%, ±1%, ±2%로 아스팔트 함량을 변화시키며 「(8) 다짐 최적함수비의 결정」과 동일한 방법으로 제조한다.
② 1일간 몰드에서 상온으로 양생한다.
③ 몰드를 탈형 후 1일간 38℃의 건조로에서 양생한다.
④ 3개의 공시체를 수침시키지 않은 상태에서 25℃에서 상온마샬안정도 시험을 수행하여, 마샬안정도와 함수비를 측정한다.
⑤ 3개의 공시체를 수침시켜 25℃에서 상온마샬안정도 시험을 수행하여 혼합물 밀도, 수침안정도, 공극율을 구한다.
⑥ 수침안정도와 건조안정도를 비교 평가하고, 수침안정도가 최고점일 때를 기준으로 최적아스팔트 함량을 결정한다.

나. 중교통량 도로용 상온 재생 아스팔트 혼합물

① 각 배치당 3개씩의 공시체를 추정 아스팔트 함량의 0%, ±1%, ±2%로 아스팔트 함량을 변화시키며 「(8) 다짐 최적함수비의 결정」과 동일한 방법으로 제조한다.
② 3일간 몰드에서 상온으로 양생한다.
③ 몰드를 탈형 후 상온에서 10~20mmHg의 감압한 상태로 4일간 양생한다. 이때 진공 데시게이터에 건조제를 넣고, 코발트 이온 등을 함유한 표지제의 색이 바뀔 경우 건조제를 바꾸어 준다.
④ 공시체를 60℃ 온도로 30분간 수침시키다.
⑤ 마샬안정도를 구하고 안정도가 최고점일 때를 기준으로 최적아스팔트 함량을 결정한다.

(11) 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질확인

위의 (10) 항에서 구한 설계재생아스팔트량을 근거로 아스콘 순환골재 및 보충재의 각 배합률을 설정하고, 품질시험을 하여 〈표 5.3〉, 〈표 5.4〉의 품질기준을 만족하는지 확인한다.

5.4.4 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물 제조

플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물은 플랜트에서 신골재와 상온의 아스콘 순환골재를 유화 아스팔트와 혼합하여 제조한 혼합물을 말한다.

(1) 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트는 신골재의 저장설비, 유화 아스팔트 저장설비, 골재 저장 설비, 계량장치, 상온혼합설비, 재생 상온 아스팔트 혼합물 저장설비 등을 갖추어야 한다. 아스콘 순환골재를 제조할 경우에는 아스콘 발생재 저장장소, 파쇄 및 분급 설비 등을 갖추어야 한다.

재생 상온 아스팔트 혼합물의 제조시에는 반드시 수동으로 조절할 수 없는 자동기록장치에 의해 순환골재 및 사용재료의 배합률을 확인 가능하도록 하여야 한다. 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트는 소요의 품질과 수량을 생산할 수 있는 충분한 능력이 있어야 하며, 환경을 보전할 수 있는 시설을 완비하여야 한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트는 아스콘 발생재가 도심지에서 많이 발생하기 때문에 도시 근교에 건설되는 경우가 많다. 이로 인해 환경보전과 관련한 설비를 갖추어야 할 필요성이 크며, 다음과 같은 점에 유의하여야 한다.

① 아스콘 순환골재를 생산하려면 기계 파쇄 또는 상온 파쇄 장치가 필요하며, 플랜트의 설치장소에 따라서 이로 인한 소음과 분진방지 등의 시설이 필요하다.
② 분진 대책에는 발생장소에서 물을 뿌리거나 간단한 가건물, 외벽 등을 설치하는

방법이 있으며, 재생 상온 아스팔트 혼합물의 상온 혼합 장치로는 건식 또는 습식의 집진기 등을 사용한다.

③ 소음 대책에는 간단한 가건물, 외벽, 녹지대 등을 설치하는 방법이 있다.

④ 진동 대책으로는 기계 기초에 방진 장치를 설치하거나 플랜트와 이웃한 건물 사이에 간격을 두는 방법이 있다.

⑤ 유화 아스팔트, 신골재 등의 재료를 저장하는 탱크 또는 저장빈과 계량혼합설비가 필요하다.

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트의 주요 설비와 공정은 다음과 같다.

가. 파 쇄

아스콘 순환골재는 아스콘 발생재를 본 지침 〈3.3.2〉 (3)항의 방법으로 파쇄한다.

나. 분급 및 저장

파쇄된 순환골재는 진동체 등으로 분급하여 저장하거나, 분급 직후 플랜트 본체에 공급되며 다음의 사항에 유의한다.

① 아스콘 순환골재는 생산되는 혼합물에 균일한 입도의 아스콘 순환골재가 재료분리 없이 적정 비율로 투입될 수 있게 분급하여야 한다. 일반적으로 20~13㎜, 13㎜ 이하의 2단계로 나눈다.

② 분급된 아스콘 순환골재는 품질관리상 각각의 재료가 서로 섞이지 않게 하기 위하여 칸막이 벽을 설치한 저장소에 저장하는 것이 바람직하며, 빗물 방지 대책으로 지붕을 설치하거나 덮개를 씌우는 것이 좋으며, 배수 설비를 할 필요가 있다.

③ 아스콘 순환골재의 제조에서부터 아스팔트 플랜트에서의 혼합까지 일련의 공정으로 이루어진 경우에는 아스콘 순환골재의 저장 공정은 생략된다.

다. 계 량

아스콘 순환골재와 추가되는 신재료를 계량장치에 의하여 정확히 계량해야 한다.

계량방식은 배치중량계량방식, 연속중량계량방식, 연속용적계량방식이 있으며, 어느 방식에 있어서나 골재의 계량시 순환골재 배합율을 확인할 수 있는 자동기록장치를 설비하여야 하며, 반드시 수동으로 출력값을 조절할 수 없어야 한다.

유화 아스팔트의 투입에 필요한 계량장치를 설치하여야 하며, 연속식의 경우는 아스팔트량과 재생첨가제량의 계량이 골재합계중량과 비례제어 될 수 있는 장치를 설치하면 좋다.

자동기록장치에는 최소한 다음의 항목을 기록할 수 있어야 한다.

① 제조일시 및 혼합물의 종류
② 아스콘 순환골재의 사용 중량
③ 사용되는 골재의 중량
④ 재생아스팔트 혼합물의 중량
⑤ 유화 아스팔트의 중량

라. 혼 합

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트의 상온혼합설비는, 혼합방법에 따라 배치식혼합과 연속식혼합으로 나눌 수 있다.

상온혼합설비는 다음과 같은 사항을 고려하여 소정의 품질을 가진 재생 상온 아스팔트 혼합물을 제조할 수 있도록 설치하여야 한다.

① 상온의 아스콘 순환골재, 신골재와 적정 온도로 가열된 유화 아스팔트를 충분히 혼합할 수 있어야 한다.
② 유화 아스팔트의 저장 설비와 계량, 분사 설비가 필요하다.
③ 소음, 분진, 냄새 등의 환경과 관련한 방지설비가 필요하다.

마. 공해방지

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트는, 소음, 진동, 대기오염, 수질오탁 등에 관한 환경관계법을 만족하고, 주변환경에 대한 보전대책을 시행하여야 한다.

바. 저 장

① 믹서에서 혼합된 아스팔트 혼합물은 믹서에서 운반차로 직접 출하되는 경우를 제외하고 지붕이 있는 저장소에 보관하거나, 사일로에 저장한다.

② 상온 아스팔트 혼합물의 재료분리가 발생하지 않아야 하며, 혼합물의 압밀을 방지 하기 위하여 특별한 시설이 없을 경우 3m 이하로 저장하여야 한다.

③ 다짐시의 최적함수비 이하로 수분이 증발되지 않도록 저장시간을 조정하여야 하며, 슬래그 또는 시멘트를 사용한 경우에는 저장하지 않고, 상온 아스팔트 혼합물을 제조 후 즉시 포설하여야 한다.

사. 부대시설

① 트럭스케일

재생 상온 아스팔트 혼합물의 출하 및 사용 재료의 검수시에 사용되므로, 트럭의 진출입이 용이한 플랜트의 출입구 가까운 곳에 설치하면 좋다.

② 시험실

재료의 시험이나 아스팔트 혼합물의 배합설계 등을 위해 시험실을 설치한다. 시험실은 각 시험을 행하기 위한 충분한 넓이가 필요하며, 마샬배합시험 및 재료의 품질시험, 혼합물 원심분리 및 재생아스팔트 회수 시험 등을 수행할 수 있는 충분한 설비가 있어야 한다. 그리고 혼합물 원심분리 및 아스팔트 재생시험을 위해서는 환기시설 등의 안전시설이 반드시 필요하다.

③ 사무소

사무소는 부지내 출입구 부근으로 부지안이 보이는 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

아. 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트 사양의 확인

재생아스팔트 혼합물의 사용시 그 제조에 앞서 〈표 5.6〉에 따라 재생아스팔트플랜트의 각 설비, 장치 등의 기능이나 사양을 확인한다.

〈표 5.6〉 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트의 사양 점검 항목

구분	조사 내용
플랜트의 형식 및 명칭	메이커, 형식, 제조능력(t/h), 아스콘 순환골재의 최대 배합율(%)
아스콘 순환골재(신골재) 공급설비	
– 골재의 입도구분	구분단계, 구분별 입도범위(○~○㎜, ○~○㎜)
– 골재 저장시설	덮개형식(지붕·천막), 개수, 용량(㎥), 배수시설
– 콜드빈	지붕의 유·무, 개수, 용량(㎥)
– 피더장치	벨트, 진동, 에이프런, 레시프로케이팅
– 제어	원격제어의 유·무
– 계량장치	용적식·중량식
본체설비	
– 골재투입장치	엘리베이터식·벨트콘베이어식
– 체가름장치	유·무, 형식(수평식·경사식), 입도범위(○~○㎜, ○~○㎜, ○~○㎜, ○~○㎜)
– 계량장치	유·무, 계량방식(배치식·연속식)
– 믹서	용량(배치식(㎏/배치)·연속식(초)), 형식
유화 아스팔트 추가설비	개수, 용량(㎥), 혼합방식
– 저장장치	가열방식(버너식·전기식)
– 계량장치	계량방식
– 추가위치	형식
수분 추가설비	
– 계량장치	계량방식
– 추가위치	형식
혼합물저장설비	종류(일시저장빈·상온저장사일로), 개수, 용량(t)
관리기기	
– 온도기록	설치장소, 감온부설치수량
– 중량기록	기계식 중량기록 장치 유·무
트럭스케일(전자계량식)	유·무, 용량(t)

(2) 생산준비

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트의 생산준비는 시험실에서 배합설계를 통하여 얻은 배합비율을 이용하며, ① 플랜트 점검 및 조정, ② 현장배합 설정, ③ 시험배합을 통한 현장배합 결정 등으로 이루어진다.

현장배합을 설정할 경우에는 반드시 아스콘 순환골재와 신골재의 함수비를 확인하여 적합한 함수비를 유지할 수 있도록 하여야 한다.

【해 설】

사용하는 재료를 변경한 경우나 아스콘 순환골재의 물성이 종전과 크게 달라진 경우에는 정기시험과는 관계없이 시험배합을 실시한다.

표준배합품의 정기시험 및 표준배합품 이외의 혼합물에 있어서 표준적인 현장배합을 시험배합에 의하여 결정하는 경우에는 재생아스팔트량을 실내배합시험의 설계재생아스팔트량 및 설계재생아스팔트량의 ±0.5%를 표준으로 한 3종으로 변화시킨다. 이때 재생아스팔트량의 조정은 유화 아스팔트로 실시한다.

플랜트의 생산준비 항목은 다음과 같다.

가. 현장배합 설정

아스콘 순환골재의 대표적인 시료를 채취하여 함수량시험을 하고, 신골재의 시료를 콜드빈에서 채취하여 함수량시험, 체가름시험을 수행한다. 함수비는 혼합물의 품질과 직접적인 연관이 있으므로 반드시 확인하여야 하며, 골재 피막시험으로 얻어진 혼합시 최적함수비에 이를 수 있도록 조치를 취하여야 한다.

1) 배치식 플랜트

① 현장배합은 아스콘 순환골재 및 골재의 함수비에 따라 보정한 배합으로 한다.

② 플랜트 제조능력과 실내시험 및 정기시험 등으로 결정된 골재배합율 및 골재함수비에 따라 각 콜드빈의 문열림 또는 피이더의 속도를 조정한다. 각 골재의 크기 및 함수비에 따른 골재 유출량과 콜드빈의 문열림 또는 피이더 속도의 관계를 캘리브레이션하여 관계도를 작성하여 둔다.

③ 콜드빈의 하부에 중량 계량장치를 설치하여 계량된 골재가 벨트 콘베이어 등의 이송장치로 운반될 수 있다.
④ 사용하는 플랜트의 배치당 혼합능력과 아스콘 순환골재 및 골재의 배합율로부터 현장배합을 설정한다. 즉, 아스콘 순환골재, 신골재, 채움재, 유화 아스팔트의 계량 중량을 결정하고, 골재의 함수비에 따라 물의 분사 중량을 결정한다.

2) 연속식 플랜트
① 현장배합은 아스콘 순환골재 및 골재의 함수비에 따라 보정한 배합으로 한다.
② 플랜트의 제조능력과 보정한 현장배합으로부터 각 골재의 콜드피이더의 공급량과 채움재의 공급량 및 아스콘 순환골재, 유화 아스팔트의 공급량을 결정한다. 용적식 피이더에 의하는 경우는 각 골재의 크기 및 함수비에 따른 골재 유출량과 콜드빈의 문열림 또는 피이더의 속도의 관계를 캘리브레이션하여 관계도를 작성하여 둔다. 아스콘 순환골재의 함수비가 변하면 유출량에 변화가 생기므로 통상의 범위내에서 함수비를 2~3단계로 나누어 각 콜드빈의 문열림 또는 피이더의 속도 등과 유출량과의 관계를 구해 두면 좋다.
③ 아스팔트 계량에 계량식펌프 또는 연속용적계량장치가 쓰이는 경우 자동적으로 아스팔트의 온도와 비중에 의한 중량보정이 이루어지지 않을 경우 미리 아스팔트의 온도에 맞추어 아스팔트 공급량을 수정한다.
④ 생산전에 배합별로 가장 알맞는 혼합시간과 공급량을 조사하여 공급량을 결정한다.

나. 시험배합

시험배합은 시험실의 실내배합에 의하여 결정된 배합을 근거로 재생아스팔트 혼합물을 생산하고, 중량 기록으로부터 적합한 배합비율로 혼합되었는지 확인한다. 그리고, 혼합물의 관찰 및 시험결과로부터 최적아스팔트량 및 수분함량을 결정하여, 현장배합으로 한다.

혼합물의 관찰은 혼합상태 확인, 유화 아스팔트의 피복상태 확인 등의 육안으로 혼합물의 이상 유무를 확인하는 것이고, 시험항목은 시험 생산한 혼합물의 시료를 채취하여 건조시킨 후, KS F 2354에 의해 추출 골재 입도, 아스팔트 함량을 확인하는 것이다.

① 골재입도가 목표입도에 맞지 않을 경우에는 콜드빈의 골재입도를 시험하여 실내 배합에서 실험한 골재입도와 동일한지 확인한다.
② 피복상태는 배합설계시에 설정한 피복비율을 기준으로 하며, 육안으로 골재가 아스팔트로 피복된 상태를 관찰하여 판정한다.

(3) 생 산

재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트의 생산은 미리 정해진 작업표준에 따라 실시하며, 품질관리는 시험배합에 의해 결정된 표준적인 현장배합을 관리목표로 하여 실시한다.

【해 설】

가. 생산과정에서 주의사항

재생 상온 아스팔트 혼합물의 생산에 있어서 다음 사항에 주의한다.

① 골재 야적장에서 콜드빈에 골재를 투입할 때는 골재입도가 변하거나, 이물질이 혼입되거나, 각 구획내 골재에 입경이 다른 골재가 혼입되지 않도록 주의해야 한다.
② 잔골재와 아스콘 순환골재는 함수비가 높으면 뭉쳐서 피이더로 인출되기 어렵기 때문에 주의해야 한다. 특히 아스콘 순환골재를 여름철에 장시간 저장할 경우 이에 주의해야 한다.
③ 콜드빈의 골재저장 깊이가 낮아지면 콜드 피이더의 유출량이 변화하는 경우가 있으므로 가능한 콜드빈 깊이의 1/2 이하가 되지 않도록 주의한다.
④ 혼합량은 혼합중 정부에 온 믹서의 날개가 보이지 않을 정도로 많아서는 안된다.
⑤ 작업을 종료할 때는 반드시 믹서를 잘 청소하고, 특히 날개, 라이너 및 접속부에 붙은 아스팔트 혼합물을 제거해야 한다.
⑥ 운전개시후 1배치 또는 일정시간(일반적으로 약 1분)은 입도나 아스팔트량이 안정되어 있지 않기 때문에 폐기하는 것이 좋다.
⑦ 연속식 플랜트에서는 혼합시간을 아래와 같은 식으로 계산하여 관리한다.

$$\text{혼합시간(초)} = \frac{\text{믹서의 전용량(kg)}}{\text{매초당 믹서의 배출량(kg/초)}}$$

나. 혼합물의 관찰

재생 상온 아스팔트 혼합물의 온도를 측정하고, 골재의 피복상태, 혼합물의 재료분리 여부, 이물질 함유 여부 등을 최종적으로 관찰한다.

다. 혼합물의 저장

재생 상온 아스팔트 혼합물은 믹서에서 덤프트럭에 직접 적재할 경우와 혼합후 일단 저장할 경우가 있으며, 다음 사항에 유의한다.

① 저장시에는 상온 아스팔트 혼합물의 재료분리가 발생하지 않아야 하며, 혼합물의 압밀을 방지하기 위하여 특별한 시설이 없을 경우 3m 이하로 저장하여야 한다.
② 다짐시의 최적함수비 이하로 수분이 증발되지 않도록 저장시간을 조정하여야 하며, 슬래그 또는 시멘트를 사용한 경우에는 저장하지 않고, 상온 아스팔트 혼합물을 제조 후 즉시 포설하여야 한다.

라. 취급상 주의

혼합물의 생산 공정은 사용재료의 반입, 혼합물의 생산, 반출 등 여러 가지 작업으로 조합되어 이루어지며, 특히 고온의 골재나 아스팔트 등을 사용하는 특수한 작업이므로 화재에 대비하여 소화시설을 갖추어야 한다.

마. 환경보전 대책

아스팔트 혼합물을 생산시에 배기가스, 매연, 분진, 소음, 진동, 오수 등으로 주변에 나쁜 영향을 미치지 않도록 대책을 세움과 동시에 환경보전 대책을 확실히 세워 수행하여야 한다.

(4) 운 반

혼합물 운반은 잘 청소된 덤프트럭을 사용하여야 한다. 보온 및 이물질의 혼입을 방지하기 위하여 천막 등으로 보호하고, 적재함에 혼합물이 부착하지 않도록 한다. 만일 적재함 내측에 기름 등을 얇게 도포할 경우 아스팔트의 점성을 떨어뜨리기 때문에 가능한 도포량을 최소화하여야 한다.

5.4.5 시 공

(1) 일반사항

재생 상온 아스팔트 혼합물의 시공은 일반적인 가열 아스팔트 혼합물을 사용하는 아스팔트 페이버 및 다짐장비를 사용하며, 다음의 사항에 유의하여 시공해야 한다.

(1) 우천이나 대기 온도가 4℃ 이하이면 시공하지 말아야 하며, 아스팔트 혼합물이 배합설계에서 결정한 다짐 최적함수비일 경우 다짐하는 것이 좋다.

(2) 계획된 두께가 균일하게 얻어지도록 혼합물을 균일하게 한다.

(3) 종·횡단경사를 정확히 유지하고 평탄하게 마무리한다.

(4) 현장다짐 밀도는 기준밀도의 96% 이상이어야 한다.

【해 설】

본 지침에는 재생 상온 아스팔트 혼합물의 시공시에 특별히 유의할 사항을 중심으로 규정하였으며, 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

(2) 포 설

포설작업에 사용하는 아스팔트 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 하며, 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 포설 스크류, 조절 스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.

아스팔트 피니셔로 포설할 경우 사전 전압이 충분하도록 진동을 가하여야 한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물의 포설시 다음의 사항에 유의하여야 한다.

① 포설시 재료분리가 발생하지 않아야 한다.
② 상온 재생 아스팔트 혼합물은 포설시의 사전 전압에 의한 영향을 많이 받으므로, 시공에 앞서 전압감소량을 확인하고, 진동의 크기를 결정하는 것이 좋다.
③ 보조기층 위의 프라임 코우트가 충분히 양생되기 전에는 혼합물을 포설하여서는 안된다.
④ 시공 전에 일기예보를 확인하여 강우가 없을 경우 시공하여야 하며, 시공중 갑작스런 강우에는 작업을 중단하고 통행을 제한하여야 하며, 감독원과 협의하여 이에 대한 충분한 대책을 세워야 한다.

(3) 다 짐

다짐장비는 8톤 이상의 마캐덤롤러와 6톤 이상의 2축식 탠덤롤러 및 10톤 이상의 타이어롤러를 사용할 수 있으며, 규격·종류 및 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물의 다짐시 다음의 사항에 유의하여야 한다.

① 아스팔트 혼합물의 양생시간과 초기 강도의 확보를 위하여 배합설계에서 결정한 다짐 최적함수비일 경우 다짐하는 것이 좋다. 이 때 혼합물을 채취하여 KS M 9706 「토양의 질-수분 함유량과 건조 물질의 무게 측정」 방법에 의해 시험하

거나, 대기온도가 비슷한 기존 시공시의 시험자료를 이용해 생산에서 시공까지의 소요시간을 이용하여도 좋다.

② 혼합물을 포설한 후에는 다짐장비로 균일하게 다짐을 실시하여야 하며, 롤러 다짐이 불가능한 곳에서는 수동식 탬퍼로 다짐을 하여야 한다.

③ 현장다짐밀도는 기준밀도의 96% 이상이어야 하며 〈3.5.3〉의 (라)항을 참조한다.

④ 현장다짐밀도의 측정은 방사선을 이용한 현장 밀도 시험기나 전자기장을 이용한 게이지를 이용할 수 있으며, 반드시 사용전에 동일한 입도와 아스팔트 함량의 공시체 또는 시험 포장을 이용하여 보정하여야 한다. 공시체는 가로와 세로가 30cm인 정방형의 공시체를 사용할 수 있다.

⑤ 다짐작업 후 적합한 양생시간 동안 감독관의 승인없이 교통을 개방하지 말아야 한다. 일반적으로 양생시간은 1일정도 소요되며, 3일까지는 대형차 교통을 통제하는 것이 좋다.

(4) 이 음

포장의 이음은 이음부분이 외형으로 눈에 띄지 않도록 정밀시공을 하여야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 발생하거나 다짐이 충분하지 않은 경우에는 그부분을 깨끗이 잘라내고 인접부를 시공하여야 한다.

가로이음, 세로이음 및 구조물과의 접촉면은 깨끗이 청소한 후 감독관이 승인한 역청재를 바른 후 시공하여야 한다.

5.5 품질관리

5.5.1 일반사항

아스콘 순환골재는 원재료인 아스콘 발생재가 발생하는 공사현장이 불특정 다수이고, 그 포장재의 원료와 특성이 현저히 다를 수 있으므로 재생 상온 아스팔트 혼합물의 제조에 있어 충분한 품질관리를 실시하고, 시방서 및 설계서에 정해진 조건을 만족하는 포장이 되고 있는지를 검사하여 확인하여야 한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계·시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

5.5.2 기준시험

기준시험은 관리와 검사에 필요한 수치를 미리 구하기 위하여, 또한 사용 장비의 주요 기계 성능과 정도, 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질 등을 확인하기 위하여 실시한다. 또한 기준시험은 공사에 앞서 실시한다.

(1) 사전조사

재생 상온 아스팔트 혼합물의 제조 및 시공에 있어서 사전에 재료와 제조설비 등을 조사한다.

【해 설】

사전에 해야 할 조사사항은 다음과 같다.

① 재생 상온 아스팔트 혼합물에 사용하는 재료의 품질
② 아스콘 순환골재의 저장상황
③ 재생설비의 제조능력

(2) 재료의 품질시험

재생 상온 아스팔트 혼합물의 제조시 사용재료의 품질을 본 지침 〈3.3〉 항의 규정에 따라 시험한다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물을 제조하는데 있어 사용재료는 〈3.3〉 항의 규정에 적합한 것을 사용한다. 아스콘 순환골재에 대해서는 〈표 5.7〉 의 품질시험을 한다.

〈표 5.7〉 아스콘 순환골재의 품질시험

시 험 항 목	목 적
아스팔트 추출후의 골재입도	배 합 설 계
구아스팔트 함량(%)	배 합 설 계
구아스팔트의 침입도(1/10㎜)	품질의 판정
씻기시험에서 손실되는 양	품질의 판정

(3) 재생아스팔트의 품질시험

재생 상온 아스팔트 혼합물에서 재생아스팔트를 추출하여 〈표 5.8〉의 품질시험을 수행한다.

【해 설】

재생아스팔트의 품질은 정기적으로 연 2회 이상의 빈도로 확인하면 좋다. 다만, 재생첨가제와 신아스팔트 등에 변동이 생기는 경우에는 그 때마다 재생아스팔트의 품질을 확인한다.

〈표 5.8〉 재생아스팔트의 품질시험

항 목 \ 침입도 등급	40~60	60~80
침입도(25℃,100g, 5초)	40초과 60이하	60초과 80이하
연화점(℃)	47~55	44~52
신도(15℃, ㎝)	10 이상	100 이상
톨루엔가용분(질량 %)	99 이상	99 이상
인화점(℃)	260 이상	260 이상
박막가열 후		
질량변화율(질량 %)	0.6 이하	0.6 이하
침입도잔유율(%)	58 이상	55 이상
증발 후		
침입도 비(%)	110 이하	110이하
밀도	1.0 이상	1.0 이상

(4) 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합시험

재생 상온 아스팔트 혼합물에 대해서 〈표 5.9〉의 배합시험을 실시한다. 정치식의 플랜트에서 제조되는 표준배합품에 대해서는 정기시험에 의한 배합시험을 대신할 수 있다.

【해 설】

재생 상온 아스팔트 혼합물에 대해서는 〈표 5.9〉의 배합시험을 실시하며, 아스콘 순환골재의 배합율이 20% 이하인 혼합물에 대해서는 배합설계 순서 가운데 설계침입도로의 조정을 생략할 수 있다.

〈표 5.9〉 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합시험

시험항목	목 적
마샬안정도 시험	재료의 배합율 및 재생아스팔트량 결정

(5) 재생 상온 아스팔트 혼합물의 시험배합

배합설계 결과를 근거로 시험혼합을 실시하여 표준적인 현장배합을 설정한다. 정기시험에서 시험배합이 시행되고 있는 표준배합품에 대해서는 공사마다의 시험배합은 생략할 수 있다. 시험배합에서 실시하는 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질시험은 〈표 5.10〉과 같다.

【해 설】

〈표 5.10〉 시험배합시 재생아스팔트 혼합물의 품질시험

시 험 항 목	목 적	비 고
골 재 입 도	재생혼합물의 입도 확인	
재생아스팔트량	재생아스팔트량의 확인	
마샬특성치	마샬특성치의 확인	
아스콘 순환골재의 배합률	골재 배합률의 확인	자동기록에 의함

(6) 재생 상온 아스팔트 혼합물 생산 장비의 점검 및 조정

재생 상온 아스팔트 혼합물 생산 장비의 각 장치와 설비 등의 기능을 정기적으로 점검, 조정한다.

【해 설】

재생플랜트는 소정의 품질의 재생 상온 아스팔트 혼합물을 안정되게 제조할 수 있도록 계량기, 온도계, 유화 아스팔트의 유출량 등을 연 1회 이상 정기적으로 점검한다.

(7) 재생 상온 아스팔트 혼합물의 정기시험

표준배합품에 대해서 〈표 5.11〉의 항목에 대하여 원칙적으로 년 1회 이상의 빈도로 품질을 확인하는 정기시험을 실시한다.

【해 설】

정기시험은 〈표 5.11〉의 항목에 대하여 실시하고, 주의 사항은 아래와 같다.

〈표 5.11〉 재생 상온 아스팔트 혼합물의 정기시험 항목

시 험 항 목	비 고
아스콘 순환골재의 품질시험	〈표 5.7〉 참조
신아스팔트 품질시험	KS M 2201 참조
유화 아스팔트의 품질시험	〈표 5.1〉 참조
재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합시험	〈표 5.9〉 참조
시험배합	〈5.4.4〉(2) 나 항 참조
재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질시험	〈표 5.10〉 참조

① 표준배합품 이외의 것을 제조하는 경우나 아스콘 순환골재의 품질이 종래와 크게 달라진 경우에는 공사 실시에 앞서 배합시험과 시험배합 등의 기준시험을 실시하여 성상을 확인한다.

② 아스팔트량과 골재입도를 자동기록으로 관리하는 경우에는 정기시험에서 추출시험결과와 자동기록을 비교·확인한다.

③ 정기시험항목 가운데 일상적인 품질관리에서 실시하고 있는 것에 대해서는 품질관리 성과를 사용하여도 좋다.

5.5.3 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질관리

품질관리는 재생아스팔트 혼합물의 제조자가 자주적으로 실시하는 것이 원칙이며, 소정의 품질을 확보할 수 있도록 한다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 「아스팔트 포장 설계 · 시공요령」 및 「도로공사표준시방서」에 따른다.

【해 설】

품질관리를 합리적으로 하기 위하여 적절한 방법이 있다면 적극적으로 이용하는 것이 바람직하다.

가. 일반적인 품질관리 방법

각 공정의 품질관리 항목, 빈도 및 관리한계는 제조자 및 시공자가 자주적으로 설정하는 것이 원칙이다. 그 참고예를 〈표 5.12〉에 표시했으며, 현지 실정에 맞추어 본 표를 수정하여 사용해도 좋다. 품질관리에 대해서는 다음 사항을 고려하여 수행한다.

① 각 공정 초기에는 각 항목에 대한 시험의 빈도를 적당히 늘리고 그 시점의 작업원이나 시공장비 등의 조합에 관한 작업공정을 신속히 파악한다.
② 현재 작업의 진행방법으로 제조자가 정한 관리의 한계를 충분히 만족할 수 있다면 앞으로의 시험빈도는 줄이도록 노력한다.
③ 1일 1~2회의 시험빈도에서 시험결과가 관리의 한계를 벗어났거나 한쪽으로 치우친 경우, 즉시 시험 빈도를 늘려 이상의 유·무를 확인한다. 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트에서의 혼합물 제조관리가 자동기록에 의한 경우에는 한계치를 벗어난 것이 5% 이상의 확률로 나타날 경우에 즉시 운전을 중시하고 그 원인을 시험을 통해 찾도록 한다.
④ 작업원이나 시공장비의 조합에 변경이 생긴 경우에는 같은 방법으로 시험빈도를 증가시켜 새로운 조합에서의 작업능력을 파악하여 수정한다.
⑤ 시료채취의 위치는 무작위를 원칙으로 한다.
⑥ 공시 시공중 강우가 발생하면 공사를 즉시 중단하여야 하며, 감독원과 협의하여 강우로 인하여 영향이 있는 구간의 시료를 채취하여 품질을 확인하여야 한다.

나. 소규모 공사에서의 품질관리 방법

소규모의 공사에 대해서는 품질관리 시험을 행해도 그 결과를 현장에 충분히 반영할 수 없는 경우가 많다. 이 같은 경우에는 정기시험에 의해 품질 기준을 만족하는 재료인지 확인하고, 공사의 작업표준을 정하여 이 작업표준대로 시공되어 있는지를 관리표로 작성하여 관리하면 좋다. 이때 시공의 감독을 충분히 하는 것이 중요하다.

다. 재생 상온 아스팔트 혼합물의 품질관리상 유의점

① 아스콘 순환골재 배합비율의 관리는 자동기록 결과에 의한다. 배치계량에서는 각 배치마다 계량치에 대해, 연속계량에서는 1분간 마다의 계량치에 대해 전 재료의 건조중량에 대한 아스콘 순환골재의 건조중량의 비율을 백분율로 표시한다.

② 골재의 입도 및 아스팔트 함량의 관리는 아스팔트 추출시험 또는 연소식 아스팔트 함량시험에 의한다.

③ 재생 상온 아스팔트 혼합물 플랜트에서 동일 제조일에 생산한 동일한 종류의 아스팔트 혼합물에 대해서는 동일한 제품으로 간주하여 품질관리 시험을 한다. 그 혼합물을 복수의 공사에 사용하는 경우에는 각 공사에 대해 그 품질관리 결과를 이용하면 좋다.

라. 재생 상온 아스팔트 콘크리트 포장의 현장다짐밀도 관리

포장의 밀도 관리는 보통 도로 포장에서 채취한 코어 공시체의 밀도를 측정하여 기준밀도와 비교하여 수행한다. 다만, 재생 상온 아스팔트 콘크리트 포장은 초기에 양생으로 인하여 코어의 채취가 어렵기 때문에, 다짐 밀도의 측정은 방사선을 이용한 현장 밀도 시험기나 전자기장을 이용한 게이지를 이용할 수 있다. 이 경우 반드시 사용 전에 동일한 입도와 아스팔트 함량의 공시체 또는 시험 포장을 이용하여 보정하여야 한다. 공시체는 가로와 세로가 30cm인 정방형의 공시체를 사용할 수 있다.

재생 상온 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 감독관의 승인을 받은 배합에 대하여 골재의 25㎜ 이상의 부분을 25~13㎜의 골재로 치환한 재료에 대하여 실내에서 혼합하여 3개의 마샬 공시체를 제작하여 다음의 식으로 구한 마샬 공시체에 대한 밀도의 평균치로 한다.

$$\text{공시체밀도} = \frac{\text{건조공시체의 공기중중량(g)}}{\text{공시체 표면건조중량(g)} - \text{공시체 수중중량(g)}} \times \text{물의밀도}(\text{g/cm}^3)$$

【주】 25℃ 물의 밀도는 0.997g/㎤ 임.

현장다짐밀도의 기준에 대한 합격여부는 위의 방법에 따라 시험실에서 공시체를

제조하여 얻은 기준밀도와 도로포장에서 코어 공시체를 채취하여 위의 식에 의해 얻은 밀도를 아래 식에 따라 구한 현장다짐밀도가 기준비율 보다 크거나 같은지 확인한다.

$$\text{현장다짐밀도}(\%) = \frac{\text{코어공시체 밀도}}{\text{기준밀도}} \times 100$$

【주】 현장다짐밀도 기준비율은 96%임.

〈표 5.12〉 재생 상온 아스팔트 콘크리트 포장의 품질관리 항목과 빈도

종 별	시 험 항 목	시험방법	빈 도	비 고
아 스 콘 순환골재	추출골재입도[1]	KS F 2502	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
	구아스팔트 함량 (%)	KS F 2354	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
	구아스팔트 침입도[2] (1/10㎜)	KS M 2201	아스콘 발생재의 재질이 변할 때 마다	
	씻기시험 손실양	KS F 2309	아스콘 순환골재 사용량 500t 마다 1회	
유화 아스팔트	KS M 2203에 규정된 시험종목	KS M 2203	1) 2,000톤마다 2) 장기저장으로 재질의 변화가 있다고 판단될 때	
아스팔트 혼합물용 골 재	체가름	KS F 2502	1) 골재원마다 2) 재질(암질)이 변할 때 마다	
	0.08㎜ 체 통과량	KS F 2511		
	비중 및 흡수율	KS F 2503		굵은골재
		KS F 2504		잔골재
	마모율(%)	KS F 2508		굵은골재
	안정성	KS F 2507		
	피막박리	KS F 2355		굵은골재
채 움 재 (석회석분)	KS F 3501에 규정된 시험종목	KS F 3501	제조회사별, 반입시마다	기타 채움재는 별도 시험방법 적용
재생상온 아스팔트 혼 합 물	배합설계		재료가 다른 각 배합마다	본지침〈5.4〉에 따름
	마샬 특성치		1일 1회 이상	
	역청함유량	KF F 2354		
	피막박리	KS F 2355	필요시마다	
재생상온 아스팔트 혼 합 물 플 랜 트	계량기의 눈금점검, 자동계량장치 점검	KS F 2356	작업개시전 1회 필요시마다	
	믹서성능시험	KS F 2455		
	유화 아스팔트 온도	온도계에 의함	1시간 1회 이상	
	골재 체가름	KS F 2502	1일 1회 이상	가동전
혼합물의 포 설	밀도	KS F 2353	1일 1회 이상 포설 1층당 3,000㎡(30a) 마다	
	두께	KS F 2455		
	평탄성(종방향)	7.6m측정기	차로마다 전구간	
		3.0m측정기		7.6m 불가능시
	평탄성(횡방향)	직선자	200m 마다	측정기사용불가능시

【주1】 아스콘 순환골재를 입도범위별로 구분하여 사용하는 경우에는 종류마다 골재 입도를 확인한다.

【주2】 재생 상온 아스팔트 콘크리트 포장은 도로 포장의 기층으로 사용하며, 구아스팔트 침입도의 영향을 가열 아스팔트 포장보다 덜 받으므로, 아스콘 발생재의 재질이 변할 때 마다 구아스팔트 침입도를 시험하는 것으로 한다.

참여연구진

◆ 집필진

김연복	한국건설기술연구원 연구위원
권수안	한국건설기술연구원 수석연구원
황성도	한국건설기술연구원 선임연구원
김부일	한국건설기술연구원 선임연구원
이용수	한국건설기술연구원 선임연구원
김남호	한국기술교육대학교 교수
정규동	한국건설기술연구원 연구원
권용완	한국건설기술연구원 연구원

◆ 자문위원(가나다 순)

곽동근	서영기술단 부사장	(중앙건설기술심의위원)
김주원	성원기술사무소 소장	(KPRP 평가심의위원)
남영국	인천대학교 교수	(KPRP 평가심의위원)
박상욱	한국도로공사 도로처 부장	
박태순	서울산업대학교 교수	(중앙건설기술심의위원)
이석홍	현대기술연구소 책임연구원	
조규태	인천대학교 수석연구원	(중앙건설기술심의위원)
천석현	서울특별시 기술심사담당관	(KPRP 평가심의위원)
최계식	건설안전기술연구원 원장	(KPRP 평가심의위원)

◆ **건설교통부**

강영일(前/남인희)	건설교통부 도로국장
정내삼	건설교통부 도로건설과 과장
김인수(前/노성열)	건설교통부 도로건설과 사무관
이승엽(前/이영우)	건설교통부 도로건설과 담당

이 지침에 대하여 궁금한 사항이 있으시면 건설교통부 도로건설과 (02-2110-8224 / www.moct.go.kr), 한국건설기술연구원 도로연구부 (031-910-0160 / www.kict.re.kr)로 문의하시기 바랍니다.