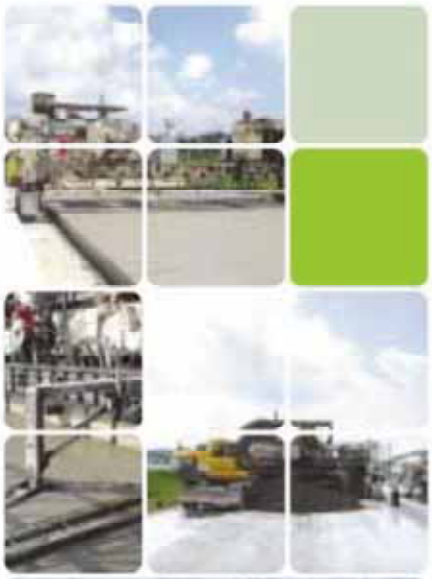
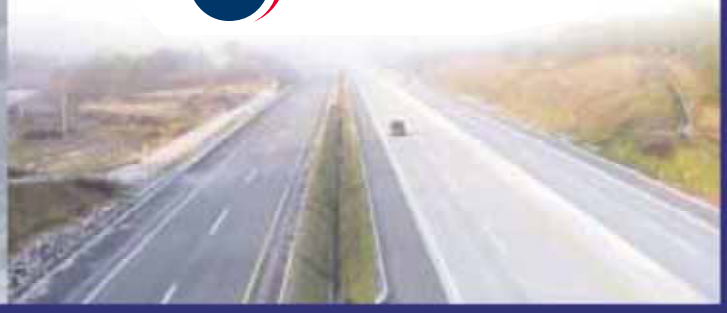
간 행 물 등 록 번 호

도로포장 하부구조 시공 지침

2017. 4.





국토교통부

지침 제정에 따른 경과 조치

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

도로포장 하부구조 시공 지침

목 차

Ⅰ. 보조기층 및 기층

Ⅱ. 포장 하부구조 다짐관리

Ⅲ. 포장 하부구조 안정처리

I

보조기층 및 기층

목 차

1. 총 칙

1.1 적용범위 ····· 3

2. 보조기층 준비공

2.1 일반사항 ····· 7
2.2 노상 마무리 ····· 7
2.3 노상 안정처리의 시공 ····· 8
2.4 동상방지층의 시공 ····· 9

3. 보조기층

3.1 일반사항 ····· 13
3.2 재료 ····· 13
3.3 시공 ····· 14

4. 기 층

4.1 입도조정기층 ····· 19
4.2 시멘트 안정처리기층 ····· 24

총 칙 1

1. 총 칙

1.1 적용범위

(1) 도로 포장의 하부구조인 보조기층과 기층의 공사에 적용한다.

(2) 도로 포장 하부구조인 보조기층의 재료 및 시공 품질기준을 제시한다.

(3) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 국토해양부 『도로공사표준시방서』 및 해당 기관의 『전문시방서』 에 따른다.

해 설

- 본 기준은 『아스팔트포장 설계 · 시공요령(1997)』의 제4장 보조기층 및 기층 내용을 준용하였다.
- 포장 하부구조인 보조기층 및 기층은 표층에 가해지는 하중을 분산 분포시켜 노상이 안전하도록 전달하는 중요한 역할을 하는 포장층이다. 따라서 충분한 지지력을 지니고 또한 내구성이 풍부한 재료로 필요한 두께만큼 잘 다져진 것이어야 한다. 보통 보조기층재료는 견고하고 내구적인 부순돌, 모래, 슬래그 등을 시방입도에 맞추어 사용한다.
- 아스팔트 포장에 있어 기층은 상대적으로 얇은 표층 아래에 위치하므로 이 층에 전달되는 하중압력분포가 높기 때문에 이를 지지할 수 있고 변형에 대한 큰 저항을 가지는 재료를 사용해야 한다. 기층에는 입도조정기층, 시멘트 안정처리 기층, 역청 안정처리 기층 등이 있다. 보조기층 및 기층에서 특히 주의해야 할 사항은 각 층의 품질규정에 맞는 재료를 저장, 운반, 포설시 분리를 일으키지 않도록 유의해서 소정의 밀도와 맞물림(Interlocking)이 되도록 적절한 다짐기계로 평탄하게 충분히 다져야 한다.

보조기층 준비공 2

2. 보조기층 준비공

2.1 일반사항

(1) 도로 포장의 하부구조인 보조기층의 준비공으로서 노상 마무리와 노상 안정처리 및 동상방지층의 공사에 적용한다.

(2) 도로 포장의 하부구조인 보조기층의 준비공으로서 노상 마무리와 노상 안정처리 및 동상방지층의 재료 및 시공 품질기준을 제시한다.

2.2 노상 마무리

(1) 노상 마무리는 설계도서에 명시되어 있는 선형, 기울기, 횡단면을 따라 균일한 형상이 되도록 토공부를 마지막으로 다듬고 정리하는 작업이다.

(2) 노상 마무리면은 도로 중심선에 평행 또는 직각으로 3m 직선자를 대서 측정할 때 최요부(最凹部)의 깊이가 2.5cm이하이어야 한다.

(3) 노상 마무리면에 대한 허용 시공오차의 범위는 ±3cm이며, 프루프로울링을 실시한 후 변형량 측정시 최대변형량이 5mm이하이어야 한다.

(4) 노상 마무리면에 대한 최종 점검 후 보조기층 재료를 깔기 전에 비가 온 경우에는 마무리 다짐 및 점검을 재실시하어야 한다.

(5) 노상이 연약해서 차단층을 둘 경우에는 두께가 균등하게 되도록 재죠를 포설하고, 가벼운 로울러, 소형 소일 콤팩터 등으로 가볍게 다진다.

해 설

- 이때 포설한 차단층을 거칠게 하거나 노상토와 섞여 범벅이 되지 않도록 다짐횟수를 적게, 균등하게 다지는 것이 좋다. 만일, 이것이 곤란한 경우에는 그 위에 막자갈 등 보조기층 재료의 일부를 10cm~15cm정도 펴고 동시에 다지는 것도 한 방법이다. 차단층의 다짐은 곤란하므로 다짐도는 규정하지 않는다. 차단층에는 강모래, 막자갈 또는 양질의 산모래 등을 사용한다.

- 점토질은 일반적으로 함수량에 대해서 민감하여, 함수량이 많아지면 다짐에 의해 반죽현상이 생겨 오히려 강도가 떨어지는 일이 있으므로 이와 같은 경우에는 시공중의 배수에 충분한 주의를 하여야 한다.
- 연약한 노상에서는 그 위에 차단층, 보조기층을 둔 경우에는 침하가 생기는 경우가 있으므로 사전에 조사해서 알맞은 처리를 하여야 한다.

2.3 노상 안정처리의 시공

(1) 연약한 노상의 안정처리방법으로 노상혼합에 있어서는 노상토와 안정재를 균일하게 혼합하는 것과 혼합한 층을 충분히 다짐하는 것이 필요하다.

해 설

- 연약한 노상의 안정처리 시공에 있어서는 다음 점에 주의해야 한다.

① 혼합에 앞서 요철정리를 하며, 시공면에 물이 고여 있는 경우나 지하수위가 높은 경우에는 맹암거 등의 배수처리를 하지 않으면 안된다.

② 안정재의 살포방법은 기계살포에 의한 경우와 인력살포가 있으나. 어느 경우에도 단위면적당의 살포량을 계산하고, 정확하게 살포하지 않으면 안된다.

③ 살포가 끝나면 즉시 소정의 깊이까지 철저하게 혼합한다. 혼합중에는 혼합깊이를 확인하면서 혼합상태의 양부(良否)를 관찰하고 이상이 있을 경우에는 재차 혼합한다.

④ 혼합이 끝나면 그레이더 등으로 표면을 고른 후 로울러로 충분히 다짐한다.

⑤ 다짐이 완료되면 노상면 마무리와 양생을 실시한다. 양생이 긴 경우나 보조기층 시공까지 상당한 기간이 있는 경우에는, 프라임코우트를 시공하여 두면 좋다.

⑥ 양생기간중에도 배수에 유의하고 대형차의 통행을 피한다.

2.4 동상방지층의 시공

(1) 동결융해 작용으로 인한 포장파손을 방지하기 위하여 노상면에 동상방지층을 시공한다.

해 설

- 동상방지층 재료는 부순돌, 하상골재, 슬래그 또는 이들의 혼합물로서 점토질, 실트, 유기불순물 등을 포함하지 않은 비동결 재료이어야 하며 〈표 2.1〉 규정에 맞는 것이어야 한다.

〈표 2.1〉 동상방지층 재료의 기준

구분	시험방법	기준
소성지수	KS F 2304	10이하
모래당량(%)	KS F 2340	20이상
수정 CBR치(%)		10이하

- 동상방지층에 사용될 골재 재료는 4.75mm체의 통과중량 백분율이 30~70%의 범위에 있어야 하며 75μm체를 통과하는 재료의 함유량은 15%이하인 범위에서 적절한 입도를 유지하여야 한다. 골재의 최대입경은 100mm를 초과할 수 없다. 다만 현지 재료의 활용 및 경제성 등을 고려하여 보조기층 재료와 동일한 재료를 사용할 수 있다.
- 동상방지층의 시공은 다음의 사항에 따른다.

① 동상방지층 시공 이전에 노상표면의 먼지, 점토, 유기물, 기타 불순물을 제거하고 정리하여야 한다.

② 동상방지층의 시공은 다짐 후 1층의 두께가 20cm를 넘지 않도록 고르게 깔아야 한다.

③ 다짐작업은 도로의 바깥 쪽에서 시작하되 도로의 중심선에 평행방향으로 진행하며, 편구배 구간에서는 동일방향으로 얕은 쪽에서 높은 쪽으로 진행한다.

④ 동상방지층은 KS F 2312(흙의 다짐 시험방법)에서 정하여진 최대건조 밀도의 95%이상으로 다져야 하며 다짐 작업중 함수비는 상기 시험에서 정하여진 최적함수비의

±2%범위 이내로 유지하여야 한다.

⑤ 완성된 동상방지층은 설계도면에 구배 및 횡단면과 일치하여야 하며, 계획고와의 차이는 3cm이하이여야 한다. 완성된 표면의 높이가 높은 곳은 다시 깎아 규정 품질이 되도록 재다짐하여야 한다.

보조기층 3

3. 보조기층

3.1 일반사항

(1) 보조기층의 재료는 일반적으로 시공현장 부근의 부순돌, 부순자갈, 모래, 슬래그 등으로서 시방서의 규격에 적합한 것을 선정한다.

(2) 시공현장 부근의 경제적인 재료가 규격에 적합하지 않을 경우는 입도의 조정, 안정처리 등에 의한 CBR 및 소성지수의 개선으로 사용한다.

(3) 노상의 안정처리방법으로 노상혼합에 있어서는 노상토와 안정재를 균일하게 혼합하는 것과 혼합한 층을 충분히 다짐하는 것이 필요하다.

해 설

- 보조기층은 구조적 기능 이외에 다음과 같은 부가적 기능을 가질 수 있다.
  - 기층 속으로 세립토의 침입방지
  - 동결작용에 따른 손상효과 극소화
  - 포장층내 또는 하부층에 자유수(Free Water)의 고임을 방지
  - 시공장비를 위한 작업로의 제공
- 응회암 또는 이암질의 부순돌, 자갈(예로 토단 등) 또는 마사토 중에는 시공 직후의 CBR이 높은데도 불구하고 습기와 반복하중을 계속해서 받으면 점차로 세립화되는 것이 있으므로 주의하여야 한다.

3.2 재료

(1) 보조기층 재료는 견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 슬래그 기타 제규정에 적합한 재료 또는 이들의 혼합물로 점토질, 실트, 유기불순물, 기타유해물을 함유하여서는 안된다.

(2) 보조기층 재료의 품질은 〈표 3.1〉의 규격에 적합한 것이어야 하고, 입도는 〈표 3.2〉를 표준으로 한다.

해 설

- 다음의 〈표 3.1〉은 천연골재를 사용한 보조기층 재료의 품질기준을 나타낸 것이고, 〈표 3.2〉는 보조기층 재료의 입도를 나타낸 것이다.

〈표 3.1〉 보조기층 재료의 품질기준

구분	시험방법	기준
액성한계(%)	KS F 2303	25 이하
마모감량(%)	KS F 2508	50 이하
소성지수(%)	KS F 2304	6 이하
수정CBR치(%)		30 이상
모래당량	KS F 2340	25 이상

- 보조기층 재료로서 슬래그 사용하는 경우에는 KS F 2535(도로용 슬래그)의 품질기준을 만족하여야 한다.

〈표 3.2〉 보조기층 재료의 입도

입도 번호	통과중량백분율(%)								비고
	75mm	53mm	37.5mm	19mm	4.75mm (No.4)	2.00mm (No.10)	425㎛ (No.200)	75㎛ (No.200)	
SB-1	100	-	70~100	50~90	30~65	20~55	5~25	2~10	
SB-2	-	100	80~100	55~100	30~70	20~55	5~30	2~10	

3.3 시공

(1) 보조기층 재료는 강우에 의하여 과도한 함수상태로 되지 않도록 또는 진흙 등의 유해물이 섞이지 않고 재료분리가 일어나지 않도록 저장하고, 적재, 운반, 부설 등의 취급 시에는 분리를 일으키지 않도록 충분한 주의를 하여야 한다.

(2) 깔기에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비이어야 한다. 다만, 깔기

장비가 들어갈 수 없는 협소한 지역이나 특수한 지역의 경우에는 별도로 승인을 받은 장비를 사용한다.

(3) 보조기층 재료의 깔기는 다짐 후 1층 두께가 20cm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 깔아야 한다.

(4) 다짐에는 머캐덤 로울러, 탠덤 로울러, 진동 로울러 또는 타이어 로울러를 이용, KS F 2312(흙의 다짐시험 방법)의 D방법 또는 E방법으로 구한 최대 건조밀도의 95%이상으로 다져야 한다.

(5) 보조기층은 설계도서에 표시된 종·횡단면도와 같이 마무리되어야 한다.

(6) 보조기층의 마무리면은 계획고보다 3cm이상 차이가 있어서는 안된다. 3m의 직선자로서 도로 중심선에 평행 또는 직각으로 측정할 때 2cm이상의 요철이 있어서는 안되며, 새로운 측정은 이미 끝난 부분에 직선자를 반씩 겹체 측정하여야 한다.

(7) 완성된 보조기층의 두께측정은 절단기로 자르거나 구멍을 파서 측정한다.

(8) 측정두께가 설계두께보다 10%이상 차이가 생기는 구간은 표면을 8cm이상 긁어 일으켜 재료를 보충하거나 또는 제거하고 소요두께가 되도록 다시 다져야 한다.

(9) 보조기층은 시공기간중 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.

(10) 보조기층 마무리면은 기층을 깔기 전에 적절한 함수비를 함유하고 있어야 한다.

(11) 완성된 보조기층면 위를 공사용 차량이 왕래하였거나, 또는 보조기층 완성 후 120일 이상 방치하여 두었거나, 필요하다고 인정되는 경우에는 재시험을 실시하여야 한다.

기 층 4

4. 기 층

4.1 입도조정기층

4.1.1 일반사항

(1) 양호한 입도가 되도록 몇 종류의 재료를 혼합 합성하고 부설하여 다지는 방법을 입도조정기층이라 하며, 입도가 좋기 때문에 부설 및 다짐이 쉽고 기계화시공에 적합하다.

4.1.2 재료의 선정 및 입도

(1) 도조정기층 재료는 내구적인 부순돌, 부순자갈 등을 모래 혹은 기타 적당한 재료와 혼합한 것, 슬래그 기타 기준에 맞는 재료로서 점토, 유기불순물, 먼지 등 유해물을 함유하여서는 안된다. 재료는 4.75mm체에 남는 것 중 중량으로 70%이상이 적어도 2개의 파쇄면을 가져야 하며, 표 1.4에 표시하는 품질규정에 합격한 것이라야 한다.

해 설

- 다음의 〈표 4.1〉은 입도조정기층에 사용하는 골재의 품질기준을 나타낸 것이다.

〈표 4.3〉 입도조정기층 재료의 품질기준

구분	시험방법	기준
소성지수	KS F 2303, 2304	4 이하
수정CBR(%)		80 이상
마모감량(%)	KS F 2508	40 이하
안정성(%)	KS F 2507	20 이하

【주1】 시험에 사용되는 시료의 입경에 대해서는 실제 사용하는 재료에 따른다.

【주2】 슬래그는 제조후 출하시에 정색 판정시험에 따라 수침에 의한 황탁수 및 황화수소

냄새의 발생여부를 확인하여야 한다.

【주3】 도로용 슬래그는 KS F 2535의 규정에 따른다.

- 입도조정기층 재료의 표준입도는 원칙적으로 〈표 4.2〉에 표시한 범위 내에 들어야 한다.

〈표 4.4〉 입도조정기층 재료의 표준입도

체크기 / 입도번호	통과중량백분율(%)							
	53mm	37.5mm	26.5mm	19mm	4.75mm (No.4)	2.36mm (No.8)	425㎛ (No.40)	75㎛ (No.200)
B-1	100	95~100	-	60~90	30~65	20~50	10~30	2~10
B-2	-	100	80~95	60~90	30~65	20~50	10~30	2~10

4.1.3 시공

(1) 기층재료의 혼합방식은 혼합하는 장소, 사용하는 혼합기계의 종류에 따라 노상혼합방식과 중앙 플랜트 혼합방식으로 분류한다.

(2) 혼합 후에는 깔기와 다짐을 통해 기층 공사를 마무리한다.

해 설

◦ 노상 혼합방식 → 로드 스테빌라이저(Road Stabilizer)에 의한 혼합

◦ 중앙플랜트 혼합방식 → 연속믹서가 달린 플랜트에 의한 경우

배치믹서가 달린 플랜트에 의한 경우

- 재래의 기층이나 보조기층에 보충재료를 가하여 이것을 혼합할 경우에는 노상 혼합방식이 간단하고 능률적이나, 혼합재료의 전부를 신규로 투입할 경우에는 중앙플랜트 혼합방식이 혼합의 균일성, 시공두께의 관리, 함수비의 조절 등의 점에서 좋으며, 공사규모가 큰 경우 등은 경제적일 때가 많다.

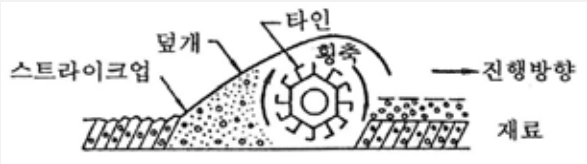
○ 노상혼합방식

- 횡축식 로드 스테빌라이저에 의한 경우

횡축식 로드 스테빌라이저는 포설한 기층재료를 아래 그림과 같이 진행방향에 직각의 로우더에 붙은 타인(Tine)으로 혼합하는 것이다. 기층이나 보조기층 위에 보충재료를 가해서 혼합할 경우에는 노면의 요철(凹凸)을 바로 잡은 다음 우선 혼합할 재료를 소정의 배합을 기초로 하여 입경이 큰 것부터 순차로 포설한다. 이때 소정의 배합비율로 균일하게 포설하지 않으면 스테빌라이저에 의한 혼합을 아무리 되풀이 해도 균일한 혼합은 바랄 수가 없으므로 주의하여야 한다. 스테빌라이저를 순차로 앞으로 이동시킬 때에는 이미 혼합한 앞부분과의 사이를 띄우지 않도록 주의해서 불균일한 혼합이 되지 않도록 해야 한다. 구조물 부근 등에서 혼합이 불가능한 곳에서는 그 부분의 재료를 혼합이 쉬운 부분과 같이 혼합하여 그것이 끝나면 이것을 제자리에 가져간다. 기층의 혼합능률은 그의 함수량이 커지면 일반적으로 저하되므로 기층이나 재료가 건조하여 살수가 필요할 경우에는 마른 비빔후에 살수하고, 이를 다시 균일하게 혼합한 후 부설한다. 반대로 기층재료의 함수량이 최적함수량 보다 큰 경우에는 마른 비빔을 하여 재료를 밭갈이 해서 건조시키는 것이 좋다.

【주1】 횡축식 로드 스테빌라이저 중에는 다축으로 되어 1회의 통과로 파해치기, 혼합의 각 작업을 끝내는 일주식의 것과 일축으로 되어 여러 번 통과시켜야 하는 다주식의 것이 있다. 또한 같은 형식의 것이라도 혼합성능은 기계에 따라 차이가 있으므로 현장에서 시험을 하여 혼합 가능한 깊이 등을 확인하여야 한다. 또한 타인이 마모되면 혼합능력이 저하된다.

【주2】 횡축식 로드 스테빌라이저는 너무 가동시키면 재료 중의 굵은 입자가 위로 올라와 분리를 일으키는 경향이 있으므로 주의하여야 한다.



〈횡축식 로드 스테빌라이저에 의한 혼합〉

- 종축식 로드 스테빌라이저에 의한 경우

종축식 로드 스테빌라이저는 보조기층 위에 미리 혼합한 재료를 밭고랑 모양으로 놓고, 이것을 진행방향에 축을 가진 믹서 안에 끌어올려 혼합하여 다시 보조기층 위에 방출하는 것을 말한다.

【주】 이 형식의 로드 스테빌라이저는 횡축식의 것에 비하여 혼합능력은 좋으나, 혼합한 재료를 미리 도로 위에 일정한 단면적의 밭고랑 모양으로 정형해 두어야 하므로 노력과 넓은 폭이 필요하다.

○ 중앙(中央) 플랜트 혼합방식

중앙플랜트 혼합방식은 연속 믹서가 달린 플랜트 또는 배치 믹서가 달린 플랜트 등을 사용하여 재료를 계량하고, 벨트 컨베이어, 버켓 엘리베이터 등으로 믹서에 보내고 필요한 경우에는 물을 가하여 혼합하는 것이다.

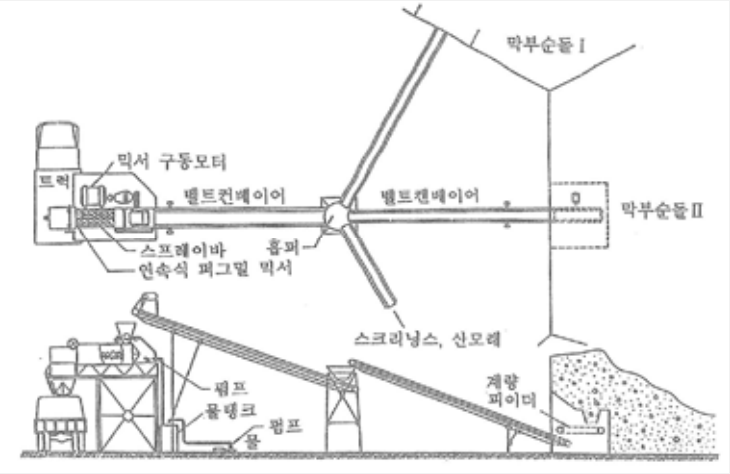
【주1】 믹서로서는 퍼그밀형이나 로우터리형이 재료의 혼합정도가 좋고 능률적이므로 일반적으로 사용되고 있다. 또한 정치식과 이동식이 있다.

【주2】 산모래, 부순돌, 부순돌 더스트 등 세립 부분이 많은 재료를 비에 맞히면 잘 건조되지 않으므로 야적할 경우에는 비가 올 때 천막포 등을 덮을 수 있도록 배려하고, 특히 배수에 주의하여야 한다.

【주3】 혼합한 재료를 트럭에 적재할 때에는 재료가 분리되지 않도록 주의하여야 한다.

【주4】 혼합할 때 필요한 물의 양은 운반 및 포설한 후 다짐시에 최적함수비에 가까운 함수비로 되는 물의 양이다.

【주5】 퍼그밀형 연속 믹서가 달린 플랜트의 배치 예를 아래 그림에 표시한다.



〈중앙 혼합 플랜트의 예〉

• 깔기 및 다짐은 다음의 방법에 따라 실시한다.

① 입도조정기층 재료의 깔기에 있어서 재료분리를 일으키지 않도록 하고, 다짐후 1층의 마무리두께가 15cm를 넘지 않도록 균일하게 깔아야 한다.

② 입도조정기층은 KS F 2312(흙의 다짐 시험방법) D방법 또는 E방법에 의한 최대건조밀도의 95%이상이 되도록 균일하게 다져야 한다. 다짐시의 함수비는 상기 시험방법에서 구한 최적함수비 가까이로 한다. 구조물과의 접속부 다짐은 소홀히 취급되기 쉬우므로 소형의 다짐기계 등으로 정성들여 다져야 한다.

③ 입도조정기층의 마무리에 앞서 기층 표면 전체에 걸쳐 기준에 맞는 타이어 로울러 등으로 적어도 3회이상 프루프 로울링을 실시하여야 한다. 프루프 로울링에 사용하는 타이어 로울러의 복륜하중은 5t이상, 타이어 접지압은 5.6kg/㎠이어야 한다. 프루프 로울링 결과 발견된 기층의 불량부분은 재시공하여야 한다.

④ 입도조정기층은 설계도에 표시된 종·횡단형상으로 정확하게 마무리하여야 한다. 입도조정기층의 마무리면은 계획고보다 3cm이상 차이가 있어서는 안된다. 또 20m 이내의 임의의 2점에서 계획고보다 1.5cm이상 차이가 있어서는 안된다. 도로 중심선에 평행 또는 직각으로 3m직선자를 대어서 측정할 때 가장 많이 들어간 곳의 깊이가 1cm이상 되어서는 안된다. 측정은 이미 측정한 곳에 직선자를 절반씩 겹쳐서 측정하는

것으로 한다.

⑤ 완성된 입도조정기층의 두께가 설계두께보다 10%이상 증감이 있어서는 안된다. 10%이상 증감이 생기는 구간은 5cm이상 긁어 일으켜 재료를 보충하거나 또는 제거하고 소요두께가 되도록 다시 다져야 한다.

⑥ 입도조정기층은 시공중 항상 양호한 상태로 유지하여야 한다. 손상부분은 보수하여야 한다.

【주1】 기층재료의 깔기에는 재료의 분리가 생기지 않도록 주의해야 하며 수정CBR치는 80이상이어야 한다.

【주2】 다짐은 로드 로울러, 진동 로울러 등에 타이어 로울러를 병용하면 매우 효과적이다.

【주3】 다짐작업중 재료가 너무 건조할 경우 등에는 살수차를 준비하여 항상 최적함수비 가까이의 함수비를 유지하면서 다질 수 있도록 하는 것이 좋다.

【주4】 부설한 재료는 반드시 그날 중에 다짐을 끝내도록 해야 한다. 다지지 않고 방치했다가 비에 맞으면 세립부분의 유출이 생기며, 또한 건조시에는 꽤 많은 시간과 노력을 요함은 물론, 노상이나 보조기층을 해칠 염려가 있다.

4.2 시멘트 안정처리기층

4.2.1 일반사항

(1) 현지재료 또는 이것에 보충재료를 가한 것에 시멘트를 첨가하여 처리하는 방법을 시멘트 안정처리기층이라 한다.

해 설

- 시멘트 안정처리기층은 강도를 증가시키며, 함수량의 변화에 의한 강도의 저하를 방지하고, 내구성을 좋게 하는 특징이 있다.

【주】 시멘트에 의한 안정처리한 흙 재료를 소일 시멘트(Soil Cement)라고 한다.

4.2.2 재료의 선정

(1) 시멘트는 KS F 5201(포틀랜드 시멘트)에 맞는 것을 사용한다. 플라이애쉬 등을 시멘트와 같이 사용하면 시멘트 안정처리의 강도, 기타의 성질을 개량할 수도 있다.

(2) 시멘트 안정처리기층에 사용되는 골재는 현지재료나 이것에 부순돌, 자갈, 슬래그, 모래 등의 보충재료를 가하여 합성한 것으로서, 다량의 연석이나 실트, 점토 덩어리를 함유하지 않고, 425㎛(No.40)체 통과분의 소성지수가 9이하이어야 한다. 시멘트 안정처리재료의 입도는 〈표 4.3〉을 표준으로 한다.

해 설

- 다음의 〈표 4.3〉은 시멘트 안정처리기층용 골재입도를 나타낸 것이다.

〈표 4.5〉 재료의 바람직한 입도범위

체크기 / 입도번호	통과중량백분율(%)						
	53mm	37.5mm	19mm	10mm	2.36mm (No.8)	1.18mm (No.16)	75㎛ (No.200)
CB-1	100	95~100	50~100	-	20~60	-	0~15

【주】 〈표 4.3〉에 표시한 입도의 범위는 절대적인 것은 아니다. 혼합이나 다짐 등의 시공의 난이를 생각하면 어느 정도 굵은 골재를 함유하는 연속적인 입도의 것이 좋다. 입도가 아주 불량한 경우나 소성이 큰 점질토의 경우에는 소기의 목적을 달성시키기 위하여 필요한 시멘트량이 많아져 비경제적으로 되는 경우가 많다.

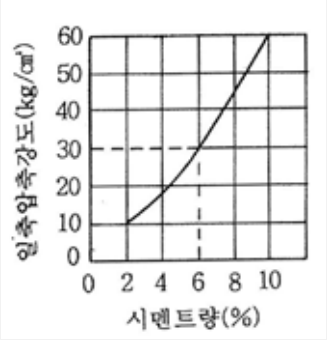
4.2.3 배합설계

(1) 골재에 적당하다고 예상되는 시멘트량(보통 4%)을 가한 것의 최적함수비를 구한다.

(2) (1)에서 얻은 최적함수비로 적당하다고 예상되는 시멘트량을 중심으로 하여 2%씩 시멘트를 변화시킨 공시체를 만든다. 6일간 양생, 1일 수침후의 일축압축시험을 시행하여 다음 그림에 표시한 바와 같이 시멘트량대 일축압축강도곡선을 그리고 일축압축강도 $q_u = 30kg/cm^2$에 해당하는 시멘트량을 구한다.

해 설

- 소일 시멘트의 다짐 및 일축압축강도 시험방법은 KS F 2328(흙 시멘트의 압축강도 시험방법)을 참조한다. 재료의 자연 함수비가 최적 함수비보다도 상당히 크고 시공시에 있어서 최적 함수비까지 건조시키기가 곤란하고 또한 입도개량도 하기가 어려울 경우에는 시멘트로 처리해도 성공을 기대할 수는 없다.



〈시멘트량-일축압축강도〉

4.2.4 시공

(1) 시멘트 안정처리기층 시공 이전에 동상방지층 또는 보조기층면의 상태를 점검하고 부적합할 경우 면고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여야 한다.

(2) 시멘트에 의한 안정처리는 재료를 잘 분쇄하여 필요한 함수량이 되도록 물을 가하고, 시멘트를 첨가, 혼합물을 최적함수비 부근에서 충분히 다지는 것이 필요하다. 따라서 분쇄 및 혼합의 성능이 우수한 기계를 사용하여 충분한 시공관리를 하여야 한다.

(3) 시멘트 안정처리기층 시공에 있어서 중요한 것은 최대다짐효과를 얻을 수 있도록 적절한 양의 시멘트와 충분한 물을 투입 사용하여서 완전한 골재혼합물을 만드는 것이다.

(4) 재료의 혼합방식은 사용하는 재료 및 기계, 시공조건에 따라 달라지거나 혼합의 균일성, 시공두께의 관리, 함수비 조절등이 용이한 중앙플랜트 혼합방식을 주로 사용한다.

(5) 시공은 기온이 4℃이하의 때와 우천시에 해서는 안된다.

(6) 혼합물은 재료분리를 일으키지 않는 방법으로 깔아야 한다.

(7) 시멘트 안정처리기층의 다짐은 1층 마무리 두께가 20cm이하가 되도록 하여 소정의 다짐도 까지 균일하게 다져야 하며, 가수 혼합 후, 2시간 이내에 포설, 다짐작업을 완료하여야 한다.

(8) 마무리면은 계획고와의 차이가 3cm이하이어야 하고, 임의의 20m이내의 2지점을 측정했을 때 계획고와의 차이는 1.5cm이하이어야 하며, 설계두께에 비하여 10% 이상 증감이 있을 경우에는 재시공하여야 한다.

(9) 양생은 마무리 작업완료 후 즉시 시행하고 양생기간중에 동결이 예상되는 경우 가마니, 천막 등으로 보호하여야 한다.

(10) 해설에서 기술하는 사항 이외에는 입도조정기층을 참조한다.

해 설

○ 시멘트의 첨가

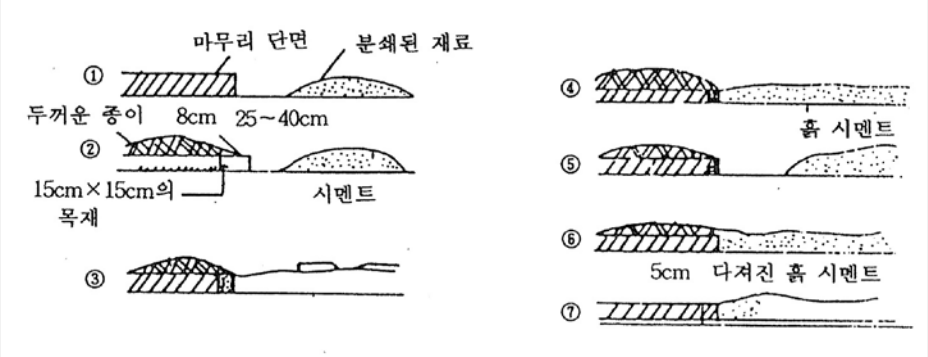
노상혼합방식에서 로드 스테빌라이저를 사용할 경우에는 포설한 골재 위에 소요량의 시멘트를 균일하게 살포하여 1~2회 로드 스테빌라이저로 마른 비빔한 후 최적 함수비가 되도록 물을 가하면서 혼합해 나간다.

○ 시공이음

횡방향의 시공이음은 마무리한 단면을 수직으로 잘라내고 다음의 혼합재료를 이어간다. 종방향의 시공이음은 미리 마무리두께와 같은 거푸집을 설치하여 다짐이 끝난 후 제거토록

한다. 새로운 혼합재료를 이어나갈 경우에는 시간을 두면 시공이음에 균열이 생기는 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

【주】 시멘트 안정처리의 시공이음은 포장구조의 약점이 되기 쉬우므로 특히 주의해서 시공할 필요가 있다. 일반적으로 해설 그림에 표시한 시공방법이 적용된다. 시멘트 안정처리기층의 이음이나 그 밖의 층과의 이음을 중복시키면 구조상 좋지 않으므로 그들의 위치를 어긋나도록 한 것이다. 시멘트 안정처리기층을 2층 이상으로 시공할 경우 세로이음의 위치는 1층 마무리두께의 2배 이상, 가로이음의 위치는 1m이상 어긋나도록 한다.



① 마무리한 단면을 직각으로 잘라내고 다음 구간의 분쇄된 재료를 시공이음에서 멀리한다.

② 마무리한 단면의 끝에 목재를 둔다. 이 목재는 두꺼운 종이로 보호하고 두꺼운 종이 위에 흙을 놓아 보호한다(두꺼운 종이 대신 판재를 사용해도 좋다).

③ 분쇄된 재료를 이음에 다시 포설한다. 새로운 단면에 재료의 함수량을 소정의 값으로 조절해서 시멘트를 가한다.

④ 흙 재료와 시멘트를 혼합하고 필요한 때에는 물을 가한다.

⑤ 새로운 소일시멘트를 시공이음에서 떨어지도록 한다. 두꺼운 종이를 잘라내고 목재를 제거한다.

⑥ 새로운 소일시멘트를 시공이음까지 포설한다. 두꺼운 종이를 이음에서 잘라내고 새로운 소일시멘트와 기존단면을 일체가 되도록 한다.

⑦ 새로운 단면을 다지고 시공이음을 약간 올려둔다. 두꺼운 종이와 보호용흙을 제거하고 올라온 부분을 잘라낸다.

○ 마무리

시멘트 안정처리 기층은 마무리 직후에 유화 아스팔트, 커트백 아스팔트 등을 $0.5 \sim 1 l/m^2$ 정도 살포하여 표면을 도포하고, 되도록 빨리 중간층이나 표층의 아스팔트 혼합물을 시공한다.

【주1】 시멘트 안정처리기층은 초기양생기간(보통 포틀랜드 시멘트 7일, 조강 포틀랜드 시멘트 사용시 3일)이 지난후 교통을 개방하여야 한다.

【주2】 고갯길, 기타 시멘트 안정처리 기층 위에 설치한 층이 시공도중 또는 시공후 미끄러져 균열이 생기게 되는 경우가 있다. 이와 같은 염려가 있는 경우에는 혼합재료를 포설하여 가볍게 다진 후 31.5~19mm, 또는 19~13.2mm 정도의 부순돌을 $10 \sim 20 kg/m^2$ 정도 살포하고, 다져 마무리하는 것이 좋다.

【주3】 세립분이 많은 경우 마무리전압을 하는 동안 철륜 롤러에 의하여 시멘트 안정처리 기층의 표면이 얇게 벗겨질 때가 있다. 이와 같은 경우에는 레이크 등으로 표면을 긁어 다시 다지는 것이 좋다.

II

포장 하부구조 다짐관리

목 차

1. 총 칙

1.1 적용범위 ····· 3
1.2 용어의 정의 ····· 4
1.3 관련 기준 ····· 5

2. 재 료

2.1 재료 ····· 9

3. 다짐 관리 기준

3.1 일반사항 ····· 15
3.2 노상 ····· 16
3.3 보조기층 ····· 21

4. 다짐 검사 기준

4.1 일반사항 ····· 31
4.2 다짐 검사 ····· 31

5. 시험 시공

5.1 일반사항 ····· 37
5.2 시험 시공 ····· 37

총 칙 1

1. 총 칙

1.1 적용범위

(4) 본 지침은 도로 포장의 하부구조인 노상과 보조기층 다짐공사에 적용한다.

(5) 포장 하부구조의 적정 다짐도 및 다짐도 평가방법을 제시하였다. 현장의 적정 다짐도 평가를 위하여 기존의 평판재하시험을 이용한 방법 외에, 하부구조의 탄성계수를 역학적 방법으로 보다 신속하게 측정하여 다짐도를 평가할 수 있는 새로운 시험법을 제시하였다.

(6) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 국토해양부 『도로공사 표준시방서』 및 해당 기관의 『전문시방서』 에 따른다.

해 설

- 포장 하부구조는 포장 상부구조 및 차량의 하중을 지지해 주는 중요한 시설물로, 도로의 요구 조건에 맞는 강성도를 유지하는 것이 무엇보다 중요하다. 이에 한국형 포장설계법에서는 하부구조의 탄성계수를 이용하여 도로포장을 설계한다. 따라서 본 지침은 노상과 보조기층을 시공함에 있어 도로포장 설계 시 산정된 포장 하부구조의 설계탄성계수 이상을 구현할 수 있도록 다짐 관리하는데 그 목적이 있다.
- 기존의 포장 하부구조 다짐관리 방법은 밀도를 기준으로 한 다짐도 관리 또는 평판재하시험에 의한 재료의 강도 기준 다짐 관리 방식이었다. 그러나 본 지침에서의 다짐관리 방법은 밀도를 기준으로 한 다짐도 관리와 더불어 한국형 포장설계법을 이용한 도로포장 설계 시 적용하는 탄성계수를 기준으로 하는 다짐 관리 방식이다.
- 본 지침은 시공 현장에서 탄성계수를 이용한 포장 하부구조 다짐관리가 쉽게 이루어질 수 있도록 기존의 평판재하시험 외에 현장에서 신속하고 정확하게 다짐도를 측정할 수 있는 새로운 시험방법을 제시하였으며, 이에 대한 다짐관리 기준을 제시하였다.
- 포장 하부구조의 다짐 시공은 설계에서 적용된 공학적 입력 물성치 이상의 성능을 발현하도록 관리되어야 하며, 시공 후 공학적 특성치의 차이가 최소화되도록 균일하게 시공되어야 한다. 따라서 포장 하부구조의 다짐은 일정한 다짐두께를 기준으로 하는 층

다짐시공을 한다.

- 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 국토해양부『도로공사 표준시방서』및 해당 기관의『전문시방서』에 따른다.

1.2 용어의 정의

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

- **보조기층**

도로공사 시에 마무리 노상면 또는 동상방지층 상부에 축조되는 것으로, 포장층의 교통하중을 분산시켜 노상으로 안전하게 전달하는 역할을 한다.

- **노상**

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

- **건조밀도**

물을 건조시킨 흙의 무게(Ws)를 전체 부피 (V)로 나눈 값을 말한다.

- **다짐도**

KS F 2312의 시험방법에 의해 구해진, 시험실 최대건조밀도에 대한 현장 건조밀도의 비율을 뜻하며 단위는 %를 쓴다.

- **최대건조밀도**

다짐이 가장 잘 이루어지는 최적함수비 상태의 가장 큰 건조밀도($\gamma_{d\max}$)를 말한다.

- **평판재하시험**

지반의 지지력과 침하 조건 만족 여부를 측정하여 지반의 허용 지지력 및 탄성계수를 결정하는 시험 방법으로 (KS F 2310) K30(MN/㎥) 값을 구하는데 사용한다.

- **소형 충격 재하시험** (LFWD, Light Falling Weight Deflectometer)

다짐시공 후 낙하추의 충격량에 따른 표면 처짐량을 측정하여 노상 및 보조기층 탄성계수를 산정하는 시험 방법 (ASTM E 2583-07)으로 단위는 (MPa)를 사용한다. (부록 B 참조)

- **동적 콘 관입시험 (DCPT, Dynamic Cone Penetration Test)**

  타격 횟수별 관입량을 측정하여 다짐 시공 후 다짐 강도를 결정하는 시험 방법으로 (ASTM D 6951-03), 단위는 (PR : mm/blow)를 사용한다. (부록 A 참조)

- **회복탄성계수(MR)**

  반복적인 차량 윤하중에 대한 응력-변형관계를 나타낸 포장 하부구조 다짐재료 고유 특성값으로 반복 재하식 표준 MR 시험(AASHTO T274-82)으로 구한다.

- **설계탄성계수 MR**

  본 지침에서 적용되는 설계탄성계수 MR은 한국형 포장설계법 프로그램을 이용하여 도로포장 설계 시 산정된 탄성계수를 의미한다.

- **현장탄성계수**

  현장 다짐 후, 소형 충격 재하시험, 동적 콘 관입시험, 평판재하시험으로부터 구한 현장에서의 탄성계수를 말한다.

- **시험시공**

  설계의 현장적용기준에 관련된 인자들을 예비시공의 정밀 관찰을 통해 얻고자 시행하는 공사를 말한다.

1.3 관련 기준

(1) 본 지침에 적용되는 주요 법, 령, 규칙 및 기타 기준은 아래와 같다.

(2) 본 지침에 적용되는 주요 시험 방법은 아래와 같다.

- 도로법
- 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙
- 도로공사표준시방서
- 고속도로공사전문시방서

- 도로설계편람
- 도로포장설계·시공지침
- 기타 본 지침과 관련된 관계법규·령·규칙·고시·명령·조례·지침 등과 위에서 언급한 관계법과 유관되는 제반 법령
- KS F 2302 흙의 입도 시험방법
- KS F 2303 흙의 액성한계 / 소성한계 시험방법
- KS F 2306 흙의 함수량 시험방법
- KS F 2309 흙의 씻기 시험방법
- KS F 2310 도로의 평판재하시험 방법
- KS F 2311 현장에서 모래 치환법에 의한 흙의 단위중량 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2345 비점성토의 밀도 시험방법
- KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
- KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08mm 체를 통과하는)시험 방법
- KS F 2525 도로용 부순 골재
- KS F 2535 도로용 철강 슬래그
- AASHTO T 224-86 : 현장밀도시험 조립자 보정 시험 방법
- ASTM E 2583-07 Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)
- ASTM D 6951-03 Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications

재 료 2

2. 재 료

2.1 재료

(2) 포장 하부구조의 재료는 『도로공사표준시방서』 품질 기준에 만족하는 것을 사용하여야 한다.

(3) 다짐 재료는 흙을 제외한 유해 물질이 없어야 하며, 보조기층의 경우 비동결성 재료 이어야 한다.

해 설

- 흙쌓기 등 토공사에 사용되는 재료는 『도로공사표준시방서』 제2장의 품질기준을 만족해야 하며 동상방지층 및 보조기층 등에 사용되는 재료는 『도로공사표준시방서』 제8장의 품질기준에 따른다.
- 보조기층 재료는 견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 스크리닝스, 슬래그, 기타 감독자가 확인한 재료 또는 혼합물로서 점토, 실트, 유기불순물, 기타 유해물을 함유해서는 안 되며 〈표 2.1〉의 품질기준에 적합해야 한다.

〈표 2.1〉 보조기층 재료의 품질기준

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

【주】 시멘트 콘크리트 포장의 경우에는 보조기층의 수정 CBR값을 50 이상으로 한다.

- 보조기층 재료의 입도는 〈표 2.2〉의 범위 내에 있어야 한다. 계약상대자는 감독자의 승인을 받아 〈표 2.2〉의 입도 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 단, 현지 골재수급 조건이 나쁜 경우 1층 시공두께의 1/2 이하로 최대치수 100mm까지의 재료는 감독자의 승인을 얻어 사용할 수 있다.

〈표 2.2〉 보조기층 재료의 입도

입 도 번 호	통 과 중 량 백 분 율 (%)							
	75mm	50mm	40mm	20mm	5mm	2mm	0.4mm	0.08mm
SB-1	100	-	70-100	50-90	30-65	20-55	5-25	0-10
SB-2	-	100	80-100	55-100	30-70	20-55	5-30	0-10

- 노상은 포장층 아래 두께 약 1.0m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 원지반에 전달하는 역할을 한다.
- 현재 국내에서 사용하고 있는 흙쌓기 재료의 품질은 최대치수, 수정 California Bearing Ratio (CBR), 5mm체와 0.08mm체 통과율, 소성지수로 규정하고 있다. 〈표 2.3〉에서는 흙쌓기 재료의 품질기준을 나타낸다. 단, 현지 재료수급 조건이 나쁜 경우와 품질기준에 부적합 경우에는 감독자의 승인에 따라 사용이 가능하다.
- 흙쌓기 재료에는 초목, 그루터기, 덤불, 나무뿌리, 쓰레기, 유기질토 등의 유해물질이 함유되지 않아야 한다.
- 액성한계 50% 이상 되는 재료, 건조밀도 1.5t/m3 이하인 재료, 간극율이 42% 이상 소성한계가 25% 이상인 흙은 쌓기 재료로 사용할 수 없다.
- 동결된 재료는 흙쌓기에 사용할 수 없다.

〈표 2.3〉 흙쌓기 재료의 품질기준

공종 / 규격기준	노체	노상	비 고
최 대 치 수 (mm)	300 이하	100 이하	–
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5mm체 통과율 (%)	–	25 ~ 100	KS F 2302
0.08mm체 통과율(%)	–	0 ~ 25	KS F 2302, KS F 2309
소 성 지 수	–	10 이하	KS F 2303
다짐후의 건조밀도	1.5t/m^3이상	–	KS F 2312

다짐 관리 기준 3

3. 다짐 관리 기준

3.1 일반사항

(2) 포장 하부구조의 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 다짐관리방법은 〈그림 3.1〉 ~ 〈그림 3.5〉를 따른다.

(3) 본 지침에는 한국형 포장설계법의 탄성계수를 이용한 포장 하부구조의 다짐기준을 제시하기 위하여 기존의 평판재하시험을 통한 다짐관리 기준 외에 다짐 재료의 역학적 특성을 고려할 수 있는 새로운 시험인 『동적 콘 관입시험』 및 『소형 충격 재하시험』의 다짐관리 기준 및 시험법을 제시하였다.

(4) 현장 다짐 관리를 위해 상기 3가지 시험법 중 현장 여건에 맞는 한 가지를 선택하여 수행한다.

해 설

- 포장 하부구조인 노상과 보조기층은 〈표 3.1〉의 다짐 기준을 만족하여야 하며, 다짐관리방법은 3.2절 노상편 과 3.3절 보조기층 편을 따른다.

〈표 3.1〉 포장 하부구조 다짐 판정 기준

구 분	노 상	보조기층	비 고
1층 다짐 완료 후 두께 (cm)	20 이하	20 이하	설계두께 10% 이상 증감 불가
다 짐 도(%) (γ_{dmax} 대비)	95 이상	95 이상	KS F 2311 KS F 2312
다 짐 방 법	C, D, E	E	KS F 2312
시공시의 함수비 (%)	최적함수비 ± 2%	최적함수비 ± 2%	KS F 2306
소형 충격 재하시험	$E_{LFWD}=0.44M_R-19.37$	자갈질 $E_{LFWD}=0.71M_R$ 모래질 $E_{LFWD}=1.09M_R-86.22$	설계 E_{LFWD} ≤ 현장 E_{LFWD}
동적 콘 관입시험	$PR=805.72/(M_R-43.93)$	–	설계 PR ≥ 현장 PR
평판재하시험	$K_{30}=0.85M_R-15.66$	$K_{30}=0.68M_R+141.8$	설계 K_{30} ≤ 현장 K_{30}

3.2 노상

(12) 흙쌓기 노상층은 1층 다짐 완료 후의 두께가 20cm 이하여야 한다.

(13) 노상의 다짐 관리 시 〈표 3.1〉의 노상 다짐 기준을 만족하여야 한다.

(14) 노상 시공 시 재료가 최적함수비의 ±2% 범위를 유지하는지 평가한다.

(15) 각 층의 다짐밀도는 KS F 2312의 C, D, E 방법에 따른 현장 시료의 다짐밀도가 최대건조밀도에 대비 95% 이상이어야 한다.

(16) 노상 다짐도 평가 후에 평판재하시험, 동적 콘 관입시험, 소형 충격 재하시험 중 1개 시험방법을 선택하여 측정한 값이 다짐관리 기준값 이상이어야 한다.

해 설

- 노상은 〈표 3.1〉의 다짐 판정 기준 중 다짐도 기준을 만족하여야 한다. 다짐도는 탄성계수를 이용한 노상 다짐관리를 위해 기본적으로 필요한 기준이다. 즉 각 층을 시공한 후 KS F 2312의 C, D, E 방법에 따른 현장 시료의 다짐밀도를 측정하고, 이 값이 KS F 2311을 이용하여 구한 흙의 최대건조밀도($\gamma_{d\max}$)의 95% 이상이 되도록 하여야 한다.
- 노상 다짐 후 노상의 설계탄성계수와 현장탄성계수를 비교하기 위하여 평판재하시험이나 동적 콘 관입시험, 소형 충격 재하시험 중 1개의 시험을 실시하여 다짐기준 이상을 만족하는지 확인한다.
- 1층 다짐 완료 후 두께가 20cm를 초과하는 경우에는 2층 이상 나누어 다짐한다.

3.2.1 평판재하시험을 이용한 노상 다짐 관리 방법 및 기준

(1) 평판재하시험을 이용하여 노상 다짐 관리 시에는 〈식 3.1〉의 설계탄성계수 M_R과 지지력계수 K_{30}의 상관관계식을 이용하며, 다짐관리방법은 〈그림 3.1〉을 따른다.

(2) 설계탄성계수를 이용하여 설계 K_{30}을 산정하고, 시공 후 평판재하시험 결과 측정된 현장 K_{30}이 설계 K_{30} 이상이어야 한다.

해 설

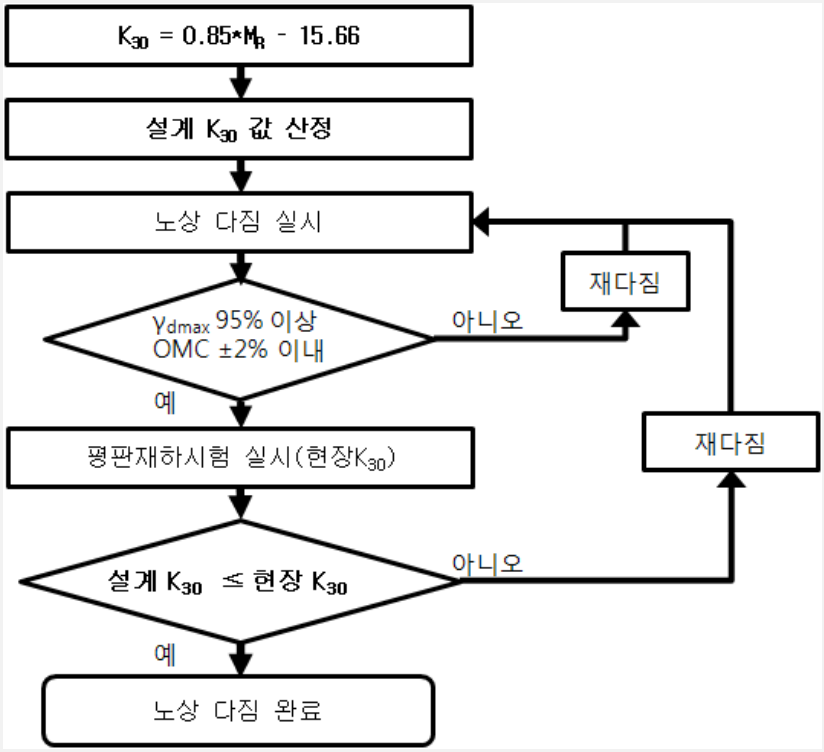
- 평판재하시험에 의한 지지력계수 K_{30} 값과 설계탄성계수 M_R 값의 상관관계식은 〈식 3.1〉과 같으며, 이를 통해 설계 M_R 값에서 설계 K_{30} 기준 값을 계산한다.

$$K_{30} = 0.85M_R - 15.66 \qquad \text{〈식 3.1〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

K_{30} = 지지력계수(MN/m³)



〈그림 3.1〉 평판재하시험을 이용한 노상 다짐관리

- 노상 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 평판재하시험을 이용한 노상 다짐관리 순서는 〈그림 3.1〉과 같다. 〈그림 3.1〉을 이용한 노상의 다짐 관리는 아래와 같다.

① 〈식 3.1〉을 이용하여 설계탄성계수 M_R 값을 이용하여 설계 K_{30} 값을 산출한다.

② 노상 다짐을 실시하여 다짐도 95% 이상 및 현장 함수비가 최적 함수비 ±2% 이내 만족 여부를 판별한다. 만약 이를 만족하지 못할 경우 추가 다짐을 실시한다.

③ ②를 만족하였으면, 평판재하시험을 실시하여 현장 K_{30} 값을 산출한다.

④ ①의 설계 K_{30} 값과 ③의 현장 K_{30} 값을 비교하여 현장 K_{30} 값이 설계 K_{30} 값보다 크면 노상 다짐이 완료되었다 판정하고, 그렇지 못할 경우 재다짐 등을 통해 노상의 현장 K_{30} 값이 설계 K_{30} 값 이상이 되도록 조치한다.

3.2.2 동적 콘 관입시험을 이용한 노상 다짐 관리 방법 및 기준

(1) 동적 콘 관입시험을 이용하여 노상 다짐 관리 시에는 〈식 3.2〉의 설계탄성계수 M_R과 타격 횟수당 관입량 PR의 상관관계식을 이용하며, 다짐관리방법은 〈그림 3.2〉에 따른다.

(2) 설계탄성계수 M_R을 이용하여 설계 PR을 산정하고, 시공 후 동적 콘 관입시험 결과 측정된 현장 PR값이 설계 PR 이하이어야 한다.

해 설

- 노상에서의 동적 콘 관입시험에 의한 타격 횟수당 관입량 PR 값과 설계탄성계수 M_R 값의 상관관계식은 〈식 3.2〉와 같으며, 이를 통해 설계 M_R 값에서 설계 PR 기준 값을 계산한다.

$$PR = \frac{805.72}{M_R - 43.93} \qquad \text{〈식 3.2〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

PR = 타격 횟수당 관입량(㎜/blow)

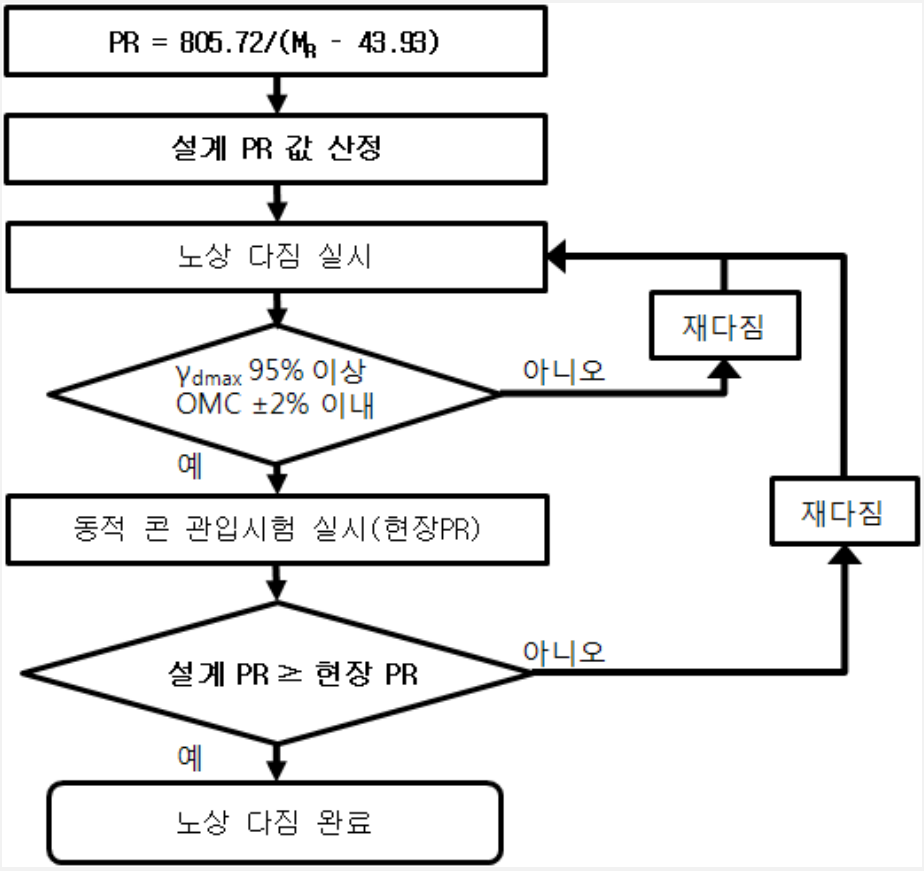
- 노상 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 동적 콘 관입시험을 이용한 노상 다짐관리 순서는 〈그림 3.2〉와 같다. 〈그림 3.2〉를 이용한 노상의 다짐 관리는 아래와 같다.

① 〈식 3.2〉를 이용하여 설계탄성계수 M_R 값을 이용하여 설계 PR 값을 산출한다.

② 노상 다짐을 실시하여 다짐도 95% 이상 및 현장 함수비가 최적 함수비 ±2% 이내 만족여부를 판별한다. 만약 이를 만족하지 못할 경우 추가 다짐을 실시한다.

③ ②를 만족하였으면, 동적 콘 관입시험을 실시하여 현장 PR 값을 산출한다.

④ ①의 설계 PR 값과 ③의 현장 PR 값을 비교하여 현장 PR 값이 설계 PR 값보다 작으면 노상 다짐이 완료되었다 판정하고, 그렇지 못할 경우 재다짐 등을 통해 노상의 현장 PR 값이 설계 PR 값 이하가 되도록 조치한다.



〈그림 3.2〉 동적 콘 관입시험을 이용한 노상 다짐관리

3.2.3 소형 충격 재하시험을 이용한 노상 다짐 관리 방법 및 기준

(1) 소형 충격 재하시험을 이용하여 노상 다짐 관리 시에는 (식 3.3)의 설계탄성계수 M_R과 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수 E_{LFWD}의 상관관계식을 이용하며, 다짐 관리방법은 〈그림 3.3〉에 따른다.

(2) 설계탄성계수 M_R을 이용하여 설계 E_{LFWD}을 산정하고, 시공 후 소형 충격 재하시험 결과 측정된 현장 E_{LFWD} 값이 설계 E_{LFWD} 이상이어야 한다.

해 설

- 노상에서의 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수 E_{LFWD} 값과 설계탄성계수 M_R 값의 상관관계식은 〈식 3.3〉과 같으며, 이를 통해 설계 M_R 값에서 설계 E_{LFWD} 기준 값을 계산한다.

$$E_{LFWD} = 0.44 M_R - 19.37 \qquad \text{〈식 3.3〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

E_{LFWD} = 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수(Mpa)

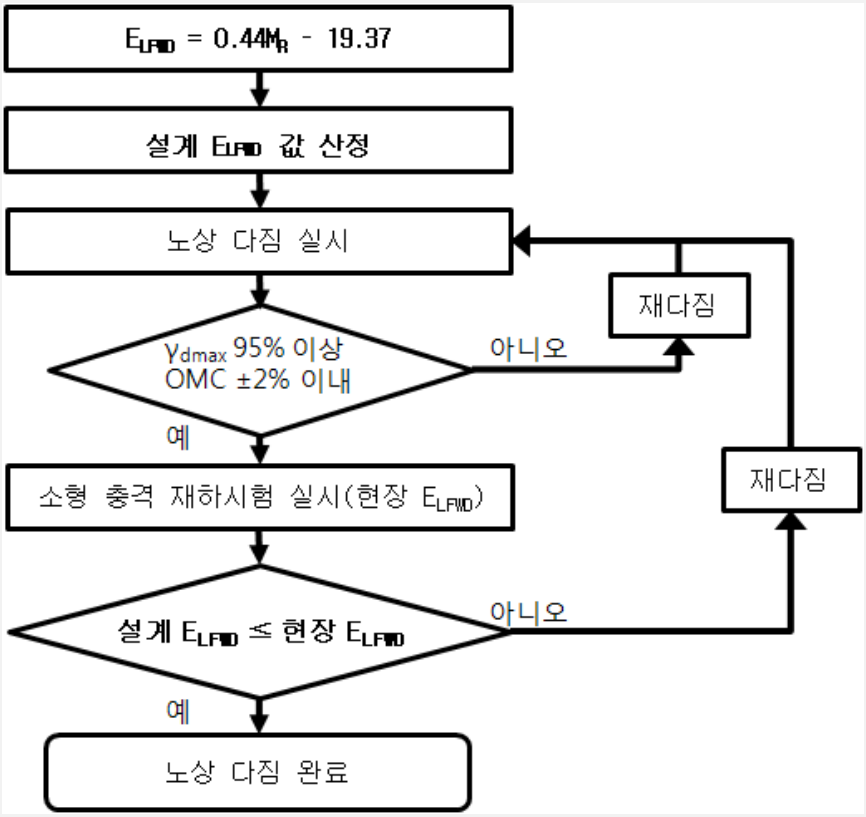
- 노상 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 소형 충격 재하시험을 이용한 노상 다짐관리 순서는 〈그림 3.3〉과 같다. 〈그림 3.3〉을 이용한 노상의 다짐 관리는 아래와 같다.

① 〈식 3.3〉을 이용하여 설계탄성계수 M_R 값으로 설계 ELFWD 값을 산출한다.

② 노상 다짐을 실시하여 다짐도 95% 이상 및 현장 함수비가 최적 함수비 ±2% 이내 만족여부를 판별한다. 만약 이를 만족하지 못할 경우 추가 다짐을 실시한다.

③ ②를 만족하였으면, 소형 충격 재하시험을 실시하여 현장 ELFWD 값을 산출한다.

④ ①의 설계 ELFWD 값과 ③의 현장 ELFWD 값을 비교하여 현장 ELFWD 값이 설계 ELFWD 값 이상이면 노상 다짐이 완료되었다 판정하고, 그렇지 못할 경우 재다짐 등을 통해 노상의 현장 ELFWD 값이 설계 ELFWD 값 이상이 되도록 조치한다.



〈그림 3.3〉 소형 충격 재하시험을 이용한 노상 다짐관리

3.3 보조기층

(1) 보조기층은 1층 다짐 완료 후의 두께가 20cm 이하여야 한다.

(2) 보조기층의 다짐 관리 시 〈표 3.1〉의 보조기층 다짐 기준을 만족하여야 한다.

(3) 보조기층 시공 시 재료가 최적함수비의 ±2% 범위를 유지하는지 평가한다.

(4) 각 층의 시공 후, KS F 2312의 E 방법에 따른 현장 시료의 다짐밀도가 최대건조밀도에 대비 95% 이상이어야 한다.

(5) 보조기층 다짐도 평가 후에 평판재하시험, 소형 충격 재하시험 중 1개의 시험방법을 선택하여 측정한 값이 다짐관리 기준값 이상이어야 한다.

해 설

- 보조기층은 〈표 3.1〉의 다짐 판정 기준 중 다짐도 기준을 만족하여야 한다. 다짐도는 탄성계수를 이용한 보조기층 다짐관리를 위해 기본적으로 필요한 기준이다. 즉 각 층을 시공한 후 KS F 2312의 E 방법에 따른 현장 시료의 다짐밀도를 측정하고, 이 값이 KS F 2311을 이용하여 구한 흙의 최대건조밀도($\gamma_{d\max}$)의 95% 이상이 되도록 하여야 한다.
- 보조기층의 설계탄성계수와 현장탄성계수를 비교하기 위하여 현장에서 다짐 후 평판재하시험이나 소형 충격 재하시험 중 1개를 실시하여 다짐기준 이상을 만족하는지 확인한다.
- 동적 콘 관입시험의 경우, 보조기층에서는 콘 관입 시 보조기층 골재크기로 인하여 시험이 어려운 경우가 발생하므로 보조기층 시험에서는 제외한다.
- 1층 다짐 완료 후 두께가 20cm를 초과하는 경우에는 2층 이상 나누어 다짐한다.

3.3.1 평판재하시험을 이용한 보조기층 다짐 관리 방법 및 기준

(1) 평판재하시험을 이용하여 보조기층 다짐 관리 시에는 〈식 3.4〉의 설계탄성계수 M_R과 지지력계수 K_{30}의 상관관계식을 이용하며, 다짐관리방법은 〈그림 3.4〉에 따른다.

(2) 설계탄성계수를 이용하여 설계 K_{30}을 산정하고, 시공 후 평판재하시험 결과 측정된 현장 K_{30}이 설계 K_{30} 이상이어야 한다.

해 설

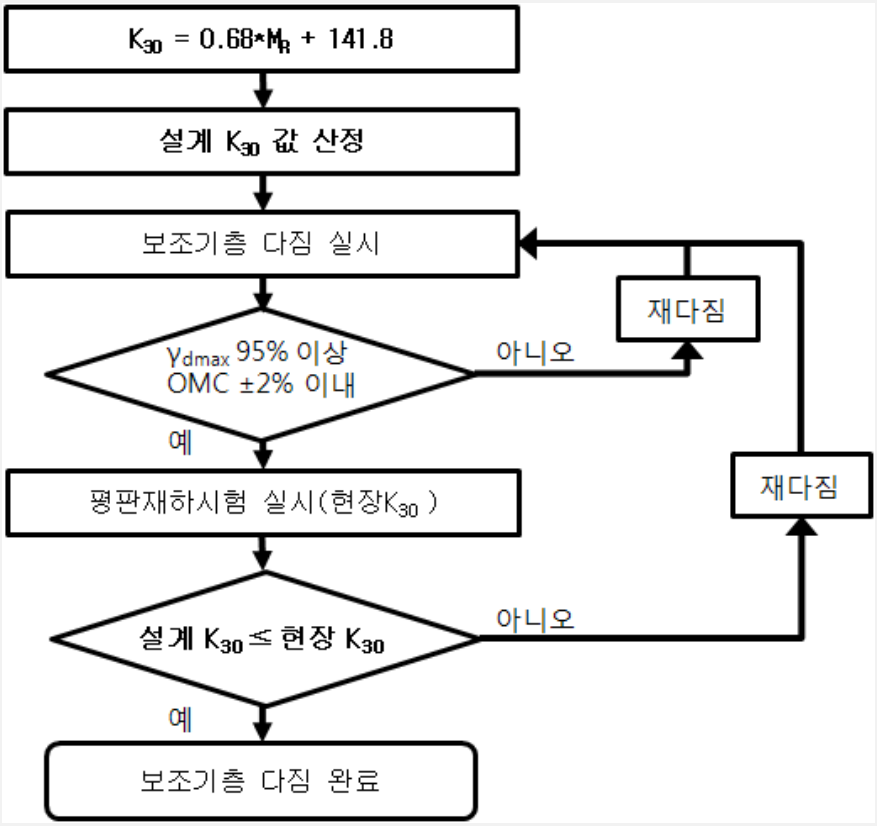
- 보조기층에서의 평판재하시험에 의한 지지력계수 K_{30} 값과 설계탄성계수 M_R 값의 상관관계식은 〈식 3.4〉와 같으며, 이를 통해 설계 M_R 값에서 설계 K_{30} 기준 값을 계산한다.

$$K_{30} = 0.68\,M_R + 141.8 \qquad \text{〈식 3.4〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

K_{30} = 지지력계수(MN/㎥)



〈그림 3.4〉 평판재하시험을 이용한 보조기층 다짐관리

- 보조기층 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 평판재하시험을 이용한 보조기층 다짐관리 순서는 〈그림 3.4〉와 같다. 〈그림 3.4〉를 이용한 보조기층의 다짐 관리는 아래와 같다.

① 〈식 3.4〉를 이용하여 설계탄성계수 M_R 값으로 설계 K30 값을 산출한다.

② 보조기층 다짐을 실시하여 다짐도 95% 이상 및 현장 함수비가 최적 함수비 ±2% 이내 만족여부를 판별한다. 만약 이를 만족하지 못할 경우 추가 다짐을 실시한다.

③ ②를 만족하였으면, 평판재하시험을 실시하여 현장 K30 값을 산출한다.

④ ①의 설계 K_{30} 값과 ③의 현장 K_{30} 값을 비교하여 현장 K_{30} 값이 설계 K_{30} 값 이상이면 보조기층 다짐이 완료되었다 판정하고, 그렇지 못할 경우 그렇지 못할 경우 재다짐 등을 통해 노상의 현장 K_{30} 값이 설계 K_{30} 값 이상이 되도록 조치한다.

3.3.2 소형 충격 재하시험을 이용한 보조기층 다짐 관리 방법 및 기준

(1) 소형 충격 재하시험을 이용하여 보조기층 다짐 관리 시에는 〈식 3.5〉 및 〈식 3.6〉의 설계탄성계수 M_R 값과 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수 E_{LFWD}의 상관관계식을 이용하며, 다짐관리방법은 〈그림 3.5〉에 따른다.

(2) 설계탄성계수를 이용하여 설계 E_{LFWD}을 산정하고, 시공 후 소형 충격 재하시험 결과 측정된 현장 E_{LFWD}가 설계 E_{LFWD} 이상이어야 한다.

해 설

- 보조기층에서의 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수 E_{LFWD} 값과 설계탄성계수 M_R 값의 상관관계식은 시험 지점의 흙 분류가 통일 분류법에 따른 자갈질 또는 모래질에 따라 달리 적용된다.
- 통일분류법에 따라 4번 체를 통과하고 200번 체에 남는 모래의 백분율과 4번 체에 남는 자갈의 백분율을 비교하여 모래의 백분율이 자갈의 백분율보다 크면 모래질이며, 그렇지 못한 경우 자갈질로 구분한다.
- 흙 분류가 자갈질일 경우에는 〈식 3.5〉의 상관관계식을 적용하며, 이를 통해 설계탄성계수 M_R 값에서 설계 E_{LFWD} 기준 값을 계산한다.

$$E_{LFWD} = 0.71\,M_R \qquad \text{〈식 3.5〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

E_{LFWD} = 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수(Mpa)

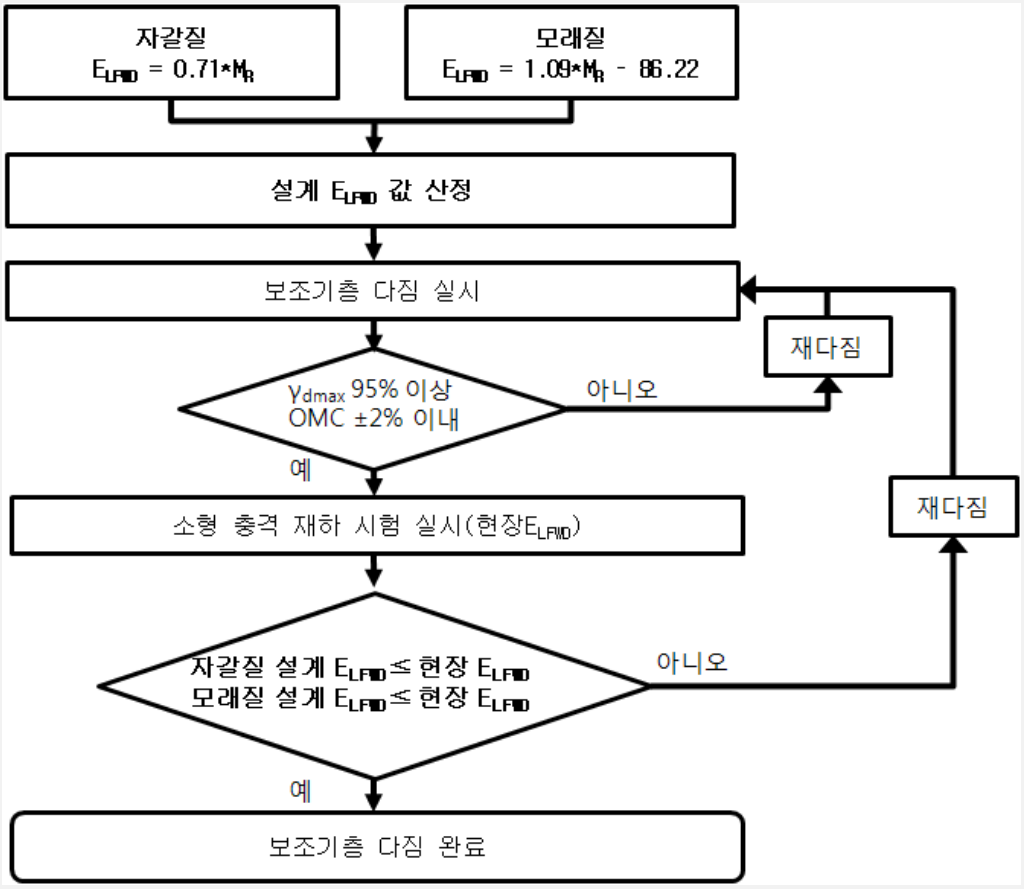
- 흙 분류가 모래질일 경우에는 〈식 3.6〉의 상관관계식을 적용하며, 이를 통해 설계탄성계수 M_R 값에서 설계 E_{LFWD} 기준 값을 계산한다.

$$E_{LFWD} = 1.09\,M_R - 86.22 \qquad \text{〈식 3.6〉}$$

여기서,

M_R = 설계탄성계수(Mpa)

E_{LFWD} = 소형 충격 재하시험에 의한 탄성계수(Mpa)



〈그림 3.5〉 소형 충격 재하 시험을 이용한 보조기층 다짐관리

- 보조기층 다짐 기준은 〈표 3.1〉을 만족하여야 하며, 소형 충격 재하시험을 이용한 보조기층 다짐관리 순서는 〈그림 3.5〉와 같다. 〈그림 3.5〉를 이용한 보조기층의 다짐 관리는 아래와 같다.

  ① 보조기층 다짐재료를 입도분석 실험을 통해 자갈질과 모래질로 구분한다.

  ② 구분된 흙을 〈식 3.5〉와 〈식 3.6〉을 이용하여 설계 M_R 값으로 설계 ELFWD 값을 산출한다.

  ③ 보조기층 다짐을 실시하여 다짐도 95% 이상 및 현장 함수비가 최적 함수비 ±2% 이내 만족여부를 판별한다. 만약 이를 만족하지 못할 경우 추가 다짐을 실시한다.

  ④ ②를 만족하였으면, 소형 충격재하시험을 실시하여 현장 ELFWD 값을 산출한다.

⑤ ②의 설계 ELFWD 값과 ④의 현장 ELFWD 값을 비교하여 현장 ELFWD 값이 설계 ELFWD 값 이상이면 보조기층 다짐이 완료되었다 판정하고, 그렇지 못할 경우 재다짐 등을 통해 현장 ELFWD 값이 설계 ELFWD 값 이상이 되도록 조치한다.

다짐 검사 기준 4

4. 다짐 검사 기준

4.1 일반사항

(2) 다짐 검사는 다짐 시공 후 3.2절과 3.3절의 기준에 부합 되었는지 확인하기 위해 수행하여야 한다.

(3) 다짐 검사 후 3.2절과 3.3절 기준에 부합 하지 못하는 경우, 기준에 부합하기 위해 다짐을 계속 하거나, 재료의 문제가 있을 경우 재료를 치환한 후 시공하여야 한다.

해 설

- 다짐 검사는 다짐 시공 후 다짐 기준에 부합되도록 시공이 되었는지 확인하기 위한 과정이다. 다짐 검사는 3.2절 노상과 3.3절 보조기층 다짐관리 기준에 제시되어 있는 다짐도 시험, 평판재하시험, 소형 충격 재하시험, 동적 콘 관입시험 등으로 실시한다.
- 다짐 검사를 실시한 후 결과 값이 다짐 기준에 부합하지 않는 경우 지속적인 다짐을 통하여 다짐 기준에 부합되는 다짐도를 얻도록 한다. 만일 재료의 문제가 있을 경우 재료를 치환한 후 시공하여야 한다.

4.2 다짐 검사

(1) 본 절의 다짐 검사는 다음과 같은 절차를 수행하여야 한다.

(2) 다짐 검사 시험간격은 〈표 4.1〉, 〈표 4.2〉를 따른다.

해 설

- 계약 상대자는 흙쌓기의 각 단계마다 재료의 품질 및 탄성계수 기준의 다짐관리기준으로 적합하게 시공되었는지 감독자의 확인을 받은 후 다음 단계의 작업을 수행하여야 한다.
- 다짐검사 시험은 노상에서 평판재하시험, 소형 충격 재하시험, 동적 콘 관입시험 총 3가지

시험법 중 한 가지 시험법을, 보조기층에서 평판재하시험, 소형 충격 재하시험 2가지 시험법 중 한 가지 시험법을 감독자 판단 하에 현장 여건에 맞는 적합성과 경제성, 신속성을 고려하여 하나를 선택하여 실시할 수 있다.

- 다짐 흙의 역학적 특성을 고려할 수 있는 동적 콘 관입시험과 소형 충격 재하시험방법은 〈부록〉에 수록하였다. 소형 충격 재하시험은 반드시 처짐 측정센서가 노상이나 보조기층 면에 직접 접촉되어 있는 시험기구여야 한다.
- 모든 시험은 다짐 시공 이후 하루가 지나지 않은 시간 내에 실시한다.
- 노상의 다짐검사 시험간격은 〈표 4.1〉에 따른다.

〈표 4.1〉 노상의 다짐검사 시험간격

다짐 검사 시험 종류	최소 시험 간격	
다짐도 시험 (KS F 2312)	2차선 기준	층별 400m 당 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 1회
평판재하시험	2차선 기준	2층 포설 후 200m 당 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 1회
소형 충격 재하시험	2차선 기준	층별 400m 당 최소 3지점
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 3지점
동적 콘 관입시험	2차선 기준	층별 400m 당 최소 3지점
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 3지점

- 노상의 평판재하시험 간격은 다음과 같다.

① 2차선 기준 2층 포설 후 200m 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 1회 실시한다.

② 폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시에는 1,000㎥ 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 1회 실시한다.

- 노상의 소형 충격 재하시험과 동적 콘 관입시험은 시험시간과 비용이 다짐도 시험과 평판재하시험에 비해 적기 때문에 시험의 신뢰도를 확보하기 위해 다음과 같이 실시한다.

  ① 2차선 기준으로 층별 400m 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 3회 실시하여 평균값을 취한다.

  ② 폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시에는 1,000㎥ 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 3회 실시하여 평균을 적용한다.

  ③ 터널이나 교량과 같은 구조물을 이용한 도로 연결부에서는 구조물을 사이에 두고 다짐재료의 성질이 다를 수 있으므로, 구조물의 양쪽 연결부에서 재차 시험한다.

- 보조기층의 다짐검사 시험간격은 〈표 4.2〉에 따른다.

〈표 4.2〉 보조기층의 다짐검사 시험간격

다짐 검사 시험 종류	최소 시험 간격	
다짐도 시험	2차선 기준	층별 400m 당 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 1회
평판재하시험	2차선 기준	2층 포설 후 200m 당 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 1회
소형 충격 재하시험	2차선 기준	층별 400m 당 최소 3지점
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업 시	1,000㎥ 당 최소 3지점

- 보조기층의 평판재하시험 간격은 다음과 같다.

  ① 2차선 기준 2층 포설 후 200m 마다, 폭이 넓은 광활한 지역에서는 1,000㎥ 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 1회 실시한다.

- 보조기층의 현장탄성계수 측정을 위한 소형 충격 재하시험 간격은 다음과 같다.

  ① 2차선 기준으로 층별 400m 마다, 폭이 넓은 광활한 지역에서는 1,000㎥ 마다 감독자가 지정한 곳 또는 다짐 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 3회 실시하여 평균값을 취한다.

  ② 터널이나 교량과 같은 구조물을 이용한 도로 연결부에서는 구조물을 사이에 두고 다짐재료의 성질이 다를 수 있으므로, 구조물의 양쪽 연결부에서 재차 시험한다.

- 노상의 흙쌓기 시 충격다짐으로 정확한 함수비-밀도곡선과 최대건조밀도를 구할 수 없거나, 점성이 없고 배수가 잘 되는 흙의 밀도를 결정하기 위해서는 KS F 2345에 따르며, 이때에도 감독자의 확인을 받아야 한다.

- 현장다짐도 및 함수량 시험 시 방사성 동위원소를 사용한 측정장비(RI)를 사용할 수 있다. 이때에는 현장에서 측정한 비교 시험 자료와 함께 원자력법 및 방사선 피복관리 업무규정에 적합한 인원 및 시설에 관련하여 적법하게 처리한 서류를 감독자에게 제출하여 확인을 받은 후 사용하여야 한다.

- 다짐도 시험에 필요한 함수량 시험방법은 KS F 2306에 따르며, 급속 함수량측정 시험, 적외선 수분계 또는 방사성 동위원소를 사용한 측정장비(RI)를 사용할 경우에는 각 시험방법에 따른 보정 값에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

시 험 시 공 5

5. 시험 시공

5.1 일반사항

(1) 포장 하부구조 다짐작업에 앞서 노상 및 보조기층 재료별로 다짐장비, 다짐방법, 시공관리체계 등에 대한 계획을 수립하고 시험 시공을 시행한다.

해 설

- 계약상대자는 다짐작업에 앞서 노상 및 보조기층 재료별로 사용할 다짐장비, 다짐방법, 시공관리체계 등에 대한 시험 시공 계획서를 제출하고 감독자의 입회하에 다짐시험을 하여야 한다.

5.2 시험 시공

(1) 시험 시공 결과에 의하여 1층의 다짐두께 기준을 조정하는 것이 효율적인 다짐작업에 유리하다고 판단될 경우에는 규정범위 이내에서 이를 변경할 수 있다.

해 설

- 다짐 작업의 시험 시공은 노상 및 보조기층 구간에서 실시하여야 하며, 규모는 500㎡을 표준으로 한다.
- 현장 다짐 시험 시공을 실시하여 다짐 장비, 다짐 횟수, 다짐 두께 등을 결정한다.
- 현장 다짐 시험 시공 방법은 다음과 같다.
  - ▹ 시험 시공 전에 현장 상태가 최적 함수비 상태가 되도록 한다. 건조한 상태일 경우 살수를 실시하고, 젖은 상태일 경우 최적 함수비 상태로 마를 때까지 기다린 후 시험 시공을 시행한다.
  - ▹ 다짐 두께는 다짐 완료 후 1층 두께가 20cm 이하가 되도록 하되, 가능한 각 층의 두께가 같

도록 다짐 두께를 결정한다.

▹ 본 시공에서 사용할 다짐 장비를 이용하여 4회 다진 후 아래의 다짐 평가를 수행한다. 다짐이 부족할 경우 다짐 횟수를 1회씩 증가시켜가며 다짐 평가를 수행하고, 설계 기준 (설계 K30, 설계 ELFWD 또는 설계 PR) 이상이 되는 다짐 횟수를 결정한다. 단, 평판재하시험으로 다짐 평가를 할 경우 다짐 횟수를 2회씩 증가시켜가며 다짐 평가를 수행한다.

▹ 적정 다짐을 평가하기 위하여 다음 3가지 시험 중 반드시 한 가지 이상을 실시한다.

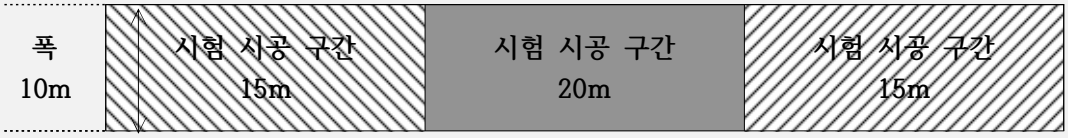
① 평판재하시험을 실시하여 K30 계수를 계산한 후 설계 K30 이상이 되는지 평가한다.
② 소형 충격 재하시험을 실시하여 현장 ELFWD를 측정하고 설계 ELFWD와 비교한다.
③ 동적 콘 관입시험을 실시하여 현장 PR 값과 설계 PR 값을 비교한다.

▹ 시험 시공 당시와 현장 토질이 현저하게 차이가 난다고 판단할 경우에는 재시험 시공을 추가로 실시하여야 한다.

▹ 계약상대자는 시험 시공을 통해 흙 펴고르기 두께, 다짐 함수비 범위, 다짐 장비별 다짐 회수 및 다짐 시공관리체계 등을 결정하여 감독자의 확인을 받아야 하며, 현장의 다짐 시공 관리는 그 결과에 따른다.

▹ 다짐 작업의 시험 시공에 소요되는 모든 비용은 해당 공증의 계약단가에 포함된 것으로 해석한다.

▹ 다짐 시험 시공의 구간은 아래 〈그림 5.1〉의 예에서와 같이 선정할 수 있다.



〈그림 5.1〉 시험 시공 구간 선정 방법 (예)

III

포장 하부구조 안정처리

목 차

1. 총 칙

1.1 일반사항 ····· 3
1.2 용어의 정의 ····· 4
1.3 관련 기준 ····· 6

2. 재 료

2.1 일반사항 ····· 9
2.2 시멘트 ····· 9
2.3 플라이애시 ····· 10
2.4 물 ····· 12
2.5 보조기층 ····· 12
2.6 노상 ····· 14
2.7 저장 ····· 16
2.8 기타 재료의 사용 ····· 17

3. 배합비의 선정

3.1 일반사항 ····· 21
3.2 일축압축강도 시험 ····· 21
3.3 일축압축강도 기준 및 배합비 선정 ····· 23

4. 시 공

4.1 일반사항 ····· 27
4.2 시공현장 준비 ····· 27
4.3 시험포장 ····· 28
4.4 혼합 ····· 29
4.5 포설 ····· 31
4.6 다짐 ····· 33
4.7 양생 및 차량통제 ····· 36
4.8 마무리 ····· 37

5. 품질관리 및 검사

5.1 일반사항 ····· 41
5.2 재료의 품질관리 ····· 41
5.3 시공의 품질관리 ····· 42

총 칙 1

1. 총 칙

1.1 일반사항

(1) 본 지침은 시멘트 및 플라이애시를 혼화재로 사용한 포장 하부구조 안정처리 적용의 품질기준 및 시공에 필요한 일반적인 사항에 대하여 규정한 것이다.

(2) 본 지침은 도로법 제8조에 규정한 도로(고속국도, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시군도, 구도)의 포장 하부구조 안정처리 설계 및 시공에 적용한다.

(3) 본 지침은 KS L 5201(시멘트)의 1종 포틀랜트 시멘트에 적합한 시멘트를 혼화재로 사용하여 포장 하부구조 안정처리를 할 경우에 적용한다.

(4) 본 지침은 KS L 5405(플라이애시)에서 규정된 플라이애시 2종에 적합한 플라이애시를 혼화재로 사용하여 포장 하부구조 안정처리를 할 경우에 적용한다.

(5) 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은 국토해양부『도로공사 표준시방서』 및 해당 기관의『전문시방서』에 따른다.

해 설

- 본 지침에서 규정하는 포장 하부구조 안정처리에 적용하기 위한 시멘트 및 플라이애시의 사용방안은 도로의 보조기층 및 노상을 설계·시공하는데 목적이 있다.
- 포장 하부구조 안정처리는 보조기층과 노상의 지지력을 증대시켜 상부 구조층의 두께를 감소시키며, 또한 골재의 수급이 어려운 구간 및 보조기층과 노상의 품질기준에 부적합한 경우에 사용하여 시방서에서 제시하고 있는 기준을 만족시키는데 목적이 있다.
- 본 지침에서 규정하고 있는 적용범위 이외의 모든 도로에서도 본 지침을 준용하여 사용할 수 있다.
- 이 지침은 다음과 같은 구간에 적용이 가능하다.

① 보조기층 재료의 수급이 어려운 구간

② 보조기층 재료의 품질 및 입도가 기준에 부적합 구간

③ 노상 재료의 품질이 기준에 부적합 구간

④ 일평균교통량이 7,000대 이하인 저교통 도로 구간

⑤ 연약지반 구간에서 노상의 품질 향상이 필요한 구간

- 기존의 상부 포장구조체는 과도한 두께로 설계가 되는 경향이 있어 이를 적정하게 해소하는 등 다양한 포장의 형식 및 두께 조정이 가능한 포장형태의 필요성이 제기되고 있는 실정이다. 이를 위해서 포장 하부구조 안정처리는 원재료와 적절한 종류의 안정처리 재료를 혼합함으로써 구조적, 경제적으로 양호한 층 구조를 형성하게 할 수 있다.
- 이 지침에 기술되어 있지 않은 일반적인 사항에 대해서는 국토해양부 또는 국토해양부의 승인을 받아 발행된 규칙 또는 시방서등에 따르는 것으로 한다.

1.2 용어의 정의

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

- **안정처리**
  도로의 노상 또는 보조기층에서 지지력과 안정성 등을 개선하기 위해 시멘트, 아스팔트, 석회 등을 골재와 흙에 혼합하여 강도와 내구성을 증대시키는 공법이다.
- **보조기층**
  도로공사 시에 마무리 노상면 또는 동상방지층 상부에 축조되는 것으로, 노면의 교통하중을 분산시켜 노상으로 안전하게 전달하는 역할을 한다.
- **노상**
  포장층 아래 두께 약 1.0m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 노체에 전달하는 역할을 한다.
- **플라이애시 (Fly Ash)**

미분탄 연소보일러의 연소가스로부터 집진기로 채취한 재로서 적절하게 사용시 워커빌리티를 개선하여 단위수량을 감소시키고, 수화열로 인한 온도 상승 감소와 내구성을 증대시키는 효과를 거둘 수 있는 것이다.

- **치환율**

  혼화재의 질량을 결합재의 질량으로 나눈 값을 백분율로 표시한 것이다.

- **분말도**

  KS L 5106 에 의해 측정된 플라이애시의 분말정도를 나타낸다. 비표면적(브레인방법)에 따르되 망체방법은 참고값으로 한다. 망체방법에서는 45μm체 체잔분을 측정하여 분말도를 산정한다.

- **강열감량 (强熱減量)**

  석탄회에 남아있는 미연소된 탄소량을 의미하며 콘크리트에 이용 시 플라이애시의 중요한 품질척도가 된다.

- **모래당량**

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

- **마모감량**

  어떤 물체에 의한 마찰로 손실되어 원형의 상태를 변화 감소시키는 양을 말한다.

- **사일로 (Silo)**

  원형 단면을 가진 높이가 높은 저장시설로 시멘트를 저장한다.

- **최대건조밀도**

  다짐이 가장 잘 이루어지는 최적함수비 상태일 때의 건조밀도를 말한다.

- **양생**

  안정처리 포장하부가 충분히 경화하도록 보호하는 것, 즉 일광이나 풍우에 대하여 포장하부를 보호하고 충격이나 과대한 하중을 받지 않도록 하며, 충분한 습기와 적당한 온도를 유지시켜 주는 등의 공종을 말한다.

- **품질관리**

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

목적으로 하여 시행하는 모든 수단을 의미한다.

1.3 관련 기준

(1) 본 지침에 적용되는 주요 법, 령, 규칙 및 기타 기준은 아래와 같다.

-
- 도로법
- 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙
- 도로설계기준
- 도로공사표준시방서
- 고속도로공사전문시방서
- 도로설계편람
- 도로포장설계·시공지침
- 기타 본 지침과 관련된 관계법규·령·규칙·고사·명령·조례·지침 등과 위에서 언급한 관계법과 유관되는 제반 법령

재 료 2

2. 재 료

2.1 일반사항

(1) 포장 하부구조 안정처리에 사용되는 재료는 안정처리층의 강도 및 내구성 증대를 위하여 품질이 확인된 것이어야 한다.

해 설

- 안정처리용 재료로서 포장 하부구조에 사용하는 경우에 목표로 하는 효과가 충분히 발휘되도록 개개의 품질이 확인되어야 한다.
- 안정처리 보조기층 및 노상의 품질은 안정처리용 재료의 종류 및 치환율 외에 온도, 양생방법 등에 의해 변화하기 때문에 현장재료의 품질을 실제 공사의 사용재료, 배합 및 시공조건과 동등한 조건으로 확인하여야 한다.

2.2 시멘트

(1) 포장 하부구조 안정처리에서 사용되는 시멘트는 KS L 5201 품질기준에 적합해야 한다.

(2) 기타 특수시멘트를 사용할 경우에는 충분한 시험을 실시하여 품질을 확인 후에 사용하여야 한다.

해 설

- 포장하부 안정처리에 사용하는 시멘트는 KS L 5201 「포틀랜트 시멘트」에 규정된 것으로 사용한다.
- 모든 시멘트는 감독자의 검사를 받은 후 사용해야 하며, 검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과가 품질 기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체해야 한다.

- 단, 플라이애시를 이용한 경우의 효과는 사용하는 시멘트 제조회사에 따라 변화하는 경우가 있기 때문에 기존의 연구 성과나 시공실적이 없는 경우에는 공사에 사용하는 시멘트, 플라이애시 및 그 외의 재료를 이용하여 시험해 보고 안정처리의 성상을 미리 확인해둘 필요가 있다.

2.3 플라이애시

(1) 포장 하부구조 안정처리에서 사용되는 플라이애시는 KS L 5405(플라이애시) 2종에 적합한 것으로 하고, 품질이 균일하여야 한다.

(2) 플라이애시는 수화열로 인한 온도상승을 감소시키며, 포장 하부구조 안정처리층의 장기강도 및 내구성 증대효과가 있다.

해 설

- KS L 5405 「플라이애시」에는, 〈표 2.1〉에 나타난 것처럼 분말도와 강열감량과의 조합에 따라서 1종, 2종의 품질이 규정되어 있고, 품질의 균일성이 제출견본의 분말도에 대한 허용치에 따라 정해져 있다.
- 이러한 품질규정은 플라이애시의 품질실태의 조사결과로서, 본 지침에서 플라이애시는 KS L 5405(플라이애시) 2종에 적합한 것을 사용하는 것으로 한다. 1종 플라이애시의 경우 생산량이 작고 가격이 고가임으로 안정처리용으로는 2종 플라이애시를 적용하는 것이 적합하다.
- 플라이애시는 수화열로 인한 온도상승을 감소시킬 수 있으며, 장기강도를 증진시킬 수 있고, 수밀성 증대 및 화학적 침식에 대한 내구성을 증대시키는 효과가 있다.

〈표 2.1〉 플라이애시 품질기준(KS L 5405)

구분	항목		플라이애시 1종	플라이애시 2종
화학성분	이산화규소(SiO_2)(%)		45.0 이상	45.0 이상
	수분(%)		1.0 이하	1.0 이하
	강열감량(%)		3.0 이하	5.0 이하
물리적 성질	분말도(1)	비표면적(㎠/g) (브레인방법)	4500 이상	3000 이상
		45㎛(325체)잔량 (망체방법)	10 이하	40 이하
	Flow값비(%)		105 이상	95 이상
	비 중		1.95 이상	1.95 이상
	활성도 지수(%)	28일	90 이상	80 이상
		91일	100 이상	90 이상

【주1】 브레인 방법(공기투과장치에 의한 분말도)에 따르되 망체 방법은 참고 값으로 한다.

【주2】 화력발전소에 있어서 석탄의 종류 및 발전시의 부하조건 등에 의해 플라이애시의 품질 변동은 발생한다. 따라서 장기간에 걸쳐 플라이애시를 공급 받을 시에는 도중에 플라이애시의 품질이 크게 변화할 수도 있기 때문에 주의를 필요로 한다. 플라이애시 품질의 평균치가 크게 변화하는 경우에는 플라이애시의 품질을 다시 확인하여 배합을 변경하는 등의 대책을 찾을 필요가 있다.

【주3】 플라이애시는 입자의 비표면적이 시멘트와 거의 비슷하여 장기강도 확보, 내구성 증진 및 알칼리 골재반응 억제, 내투수성 증가 및 작업 개선에 좋은 재료로 알려져 있다. 그리고 시멘트와 혼용하여 사용하면 작업성이 증가하고, 수화열의 발생이 낮아지며, 초기강도의 증가 및 수밀성과 황산염침해에 대한 저항이 향상되는 장점이 있다. 플라이애시의 화학성분 및 구성성분은 〈표 2.2〉와 같다.

〈표 2.2〉 플라이애시의 화학성분 및 광물조성

화 학 성 분	구성 비율 (중량 %)	광 물 조 성	구성 비율 (중량 %)	Trace Metal
SiO_2	40~65	Mullite($3Al_2O_3 \cdot SiO_2$)	60~85	
Al_2O_3	20~30			
Fe_2O_3	3~10	Magnetite(Fe_2O_3)	5~25	
CaO	0.1~1			Co, Li, Mo, Ni, V
MgO	0.1~2	Quartz(SiO_2)	1~10	
SO_3	0.1~5			
Na_2O	0.2~1	Sulphate	1~4	
K_2O	0.2~1	Unburn Carbon	1~10	

【주】 구성비율의 수치는 플라이애시 품질에 따라 다를 수 있음

2.4 물

(1) 포장 하부구조 안정처리에 사용할 물은 깨끗해야 하며, 기름, 염분, 산, 알칼리, 당분, 기타 품질에 영향을 주는 유해물이 함유되어서는 안 된다.

2.5 보조기층

(1) 국토해양부제정 「도로공사 표준시방서」의 8-2절을 따른다.

(2) 보조기층의 재료가 품질 및 입도 기준에 부적합할 경우에도 포장 하부구조 안정처리에 사용이 가능하다.

(3) 안정처리 보조기층 재료는 〈표 3.1〉의 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준을 만족하여야 한다.

해 설

- 보조기층 재료는 견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 스크리닝스, 슬래그, 기타 감독자가 확인한 재료 또는 혼합물로서 점토, 실트, 유기불순물, 기타 유해물을 함유해서는 안되며 〈표 2.3〉의 품질기준에 적합해야 한다.
- 단, 현지 골재수급 조건이 나쁜 경우 품질 및 입도 기준에 부적합 경우에는 감독자의 승인에 따라 사용이 가능하나 안정처리 보조기층 재료는 〈표 3.1〉의 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준을 만족하여야 한다.
- 재료의 외형은 비교적 균일한 형상을 가지고 있어야 하며, 골재원 선정 및 변경은 재료를 사용하기 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

〈표 2.3〉 보조기층 재료의 품질기준

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

〈표 2.4〉 보조기층 재료의 입도

입 도 번 호	통 과 중 량 백 분 율 (%)							
	75mm	50mm	40mm	20mm	5mm	2mm	0.4mm	0.08mm
SB-1	100	–	70-100	50-90	30-65	20-55	5-25	0-10
SB-2	–	100	80-100	55-100	30-70	20-55	5-30	0-10

- 보조기층 재료의 입도는 〈표 2.4〉의 범위 내에 있어야 한다. 계약상대자는 감독자의 승인을

받아 〈표 2.4〉의 입도 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 현지 골재수급 조건이 나쁜 경우, 보조기층에 사용될 재료는 골재의 최대치수 100mm이하, 5mm체 통과 중량 백분율이 30~70%의 범위이고, 0.08mm체 통과 백분율이 15% 이하의 최소기준을 만족하여야 한다.

- 계약상대자는 보조기층 재료의 시료 및 시험결과를 감독자에게 제출하여야 한다. 제출재료가 본 시방서의 규정에 합격하는지의 여부를 결정하기 위한 확인시험은 감독자가 실시하거나, 품질검사 전문기관에 의뢰하여 실시한다. 시공 중 시공관리를 위한 시료채취장의 선정은 감독자 입회하에 계약상대자가 테스트 피트, 보링에 의하여 실시하며, 기존 생산 공장인 경우는 생산중의 재료에서 채취하여 제출한 시료에 대하여 실시한 시험결과에 의해 판정하고, 시료 채취장을 조사한 후 감독자가 결정하는 것으로 한다. 재료의 승인을 위한 시료채취는 재료의 생산 중 감독자의 입회하에 실시하고, 감독자가 봉인한다.
- 보조기층 쇄석재료는 석산의 벌개제근, 표토깍기를 하고 발파 후 파쇄 하여 체가름, 골재혼합 기타의 처리를 하여 시방서 규정에 맞는 깨끗한 재료를 생산해야 한다. 하천골재를 보조기층 재료로 사용할 경우에는 함수비 과다를 고려하여 골재를 집적하고 함수비 상태 확인 후 운반하여 사용해야 한다. 시방 규정에 맞는 보조기층 재료를 얻기 위하여 재료의 채취방법, 체가름, 혼합 등의 처리방법을 변경 또는 수정할 필요가 있을 때는 계약상대자는 감독자의 승인을 받아 필요한 조치를 취해야 한다.
- 보조기층 재료는 규정입도 및 시방에 맞도록 혼합한 후 감독원의 확인을 받아 현장에 반입하여야 한다. 혼합된 보조기층재료는 입도가 균질하여야 하며, 적정한 함수비를 가지고 있어 재료의 저장, 운반 및 포설 중 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.

2.6 노상

(1) 국토해양부제정 「도로공사 표준시방서」 2-5절을 따른다.

(2) 노상의 재료가 품질 및 입도기준에 부적합할 경우에도 포장 하부구조 안정처리에 사용이 가능하다.

(3) 안정처리 노상 재료는 〈표 3.1〉의 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준을 만족하여야 한다.

해 설

- 노상은 포장층 아래 두께 약 1.0m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 노체에 전달하는 역할을 한다.
- 현재 국내에서 사용하고 있는 흙쌓기 재료의 품질은 최대치수, 수정 California Bearing Ratio (CBR), 5mm체와 0.08mm체 통과율, 소성지수로 규정하고 있다. 〈표 2.5〉는 흙쌓기 재료의 품질기준을 나타내었다.
- 단, 현지 재료수급 조건이 나쁜 경우 흙쌓기 재료의 품질기준에 부적합 경우에는 감독자의 승인에 따라 사용이 가능하나 안정처리 노상은 〈표 3.1〉의 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준을 만족하여야 한다. 또한, 액성한계 50% 이상 되는 재료, 건조밀도 1.5t/m3 이하인 재료, 간극율이 42% 이상, 소성한계가 25% 이상인 노상재료로 사용해서는 안 된다.

〈표 2.5〉 흙쌓기 재료의 품질기준

공종 / 규격기준	노체	노상	비 고
최 대 치 수 (mm)	300 이하	100 이하	–
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5mm체 통과율 (%)	–	25 ~ 100	KS F 2302
0.08mm체 통과율(%)	–	0 ~25	KS F 2302, KS F 2309
소 성 지 수	–	10 이하	KS F 2303
다짐후의 건조밀도	1.5t/m^3이상	–	KS F 2312

- 흙쌓기 재료에는 초목, 그루터기, 덤불, 나무뿌리, 쓰레기, 유기질토 등의 유해물질이 함유되지 않아야 한다.
- 노상 재료에서 100mm 이상의 큰 조약돌이 있을 경우에는 제거 혹은 파쇄 하여야 한다. 로드스테빌라이저 혼합 시 장비의 고장을 유발시킬 수 있다.

2.7 저장

(1) 시멘트 및 플라이애시의 저장은 국토해양부제정 「도로공사표준시방서」의 15-1절과 15-6절을 따른다.

(2) 시멘트 및 플라이애시는 방습적인 구조로 된 사일로 또는 창고에 저장하여야 한다.

(3) 저장 중에 품질이 변화하여 KS L 5201(시멘트), KS L 5405(플라이애시)의 품질에 적합하지 않게 되면 사용하지 않아야 한다.

해 설

- 시멘트는 방습적인 구조로 된 사일로 또는 창고에 저장하여야 한다.
- 시멘트 사일로(silo)의 용량은 1일 평균 작업량의 3일분 이상을 저장 할 수 있는 크기이어야 한다.
- 포대시멘트는 지상 300mm이상 되는 마루에 쌓아올려서 검사나 반출에 편리하도록 배치하여 저장하여야 하며, 13포대 이상 쌓아 올려서는 안 된다.
- 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트를 사용해서는 안 되며, 제조일로부터 3개월 이상 저장된 시멘트는 사용하기 전에 시험을 실시하여 그 품질을 확인해야 한다.
- 포대시멘트를 일시적으로 야적하고자 할 때는 감독자의 승인을 받아야 하며, 이때에 방습포로 덮어야 한다.
- 플라이애시는 먼지 기타의 불순물이 혼입되지 않도록 유의하여야 한다.
- 플라이애시는 비산하지 않도록 취급에 주의하여야 한다.
- 플라이애시는 방습적인 사일로, 창고 등에 저장하고 입하 순으로 사용하여야 한다.
- 플라이애시의 저장기간이 너무 오래되었거나 이상이 있다고 인정될 경우에는 사용하기 전에 시험하여야 한다. 시험결과 규정된 성질을 얻지 못할 때는 그 재료는 사용하여서는 안 된다.

2.8 기타 재료의 사용

(1) 안정처리를 위한 고화제 및 기타 재료의 사용 시 본 지침에서 제시하는 성능 및 품질기준을 만족하여야 한다.

해 설

- 안정처리 시 활용하고자하는 시멘트와 플라이애시를 제외한 기타 재료의 경우 혼합 후 본 지침에서 제시하고 있는 다짐도 및 일축압축강도 기준 을 만족하여야 한다. 또한 시공 후 품질관리기준 및 장기적 공용성을 만족하여야 한다.

배합비의 선정 3

3. 배합비의 선정

3.1 일반사항

(1) 포장 하부구조의 지지력 및 내구성을 효과적으로 향상시키기 위하여 포장 하부구조 안정처리에서는 시멘트와 플라이애시의 배합비 선정이 필요하다.

(2) 포장 하부구조 안정처리의 배합비 선정은 일축압축강도에 근거한다.

해 설

- 시멘트 안정화는 시멘트와 골재 및 흙, 물의 화학적 결합에 의하여 강도를 발현하고 이에 따라 재료의 내구성 및 강성이 증대된다.
- 플라이애시 안정화는 수축현상도 작고 이에 따른 수축균열 및 반사균열을 감소시킬 수 있다.
- 플라이애시 안정화의 경우 초기강도와 내구성에서 문제가 발생할 수도 있으나 시멘트와 플라이애시를 혼합하여 사용함으로서 상호문제들을 해결할 수 있다.
- 포장하부 안정처리 재료의 배합비는 일축압축강도에 근거하여 선정된다.

3.2 일축압축강도 시험

(1) 안정처리 배합비의 선정을 위한 일축압축강도 시험용 공시체 제작은 KS F 2329에 따른다.

(2) 제작된 공시체의 일축압축강도 시험은 KS F 2328에 따른다.

해 설

- 일축압축강도 시험용 공시체 는 KS F2329 「시험실에서 흙 시멘트의 압축 및 휨 강도 시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법」에 근거하여 제작한다.
- 일축압축 시험공시체는 원주형으로서 높이가 지름의 2배가 되어야 한다. 이 방법으로 만든

것이 지름 70mm, 높이 140mm인 공시체이며, 이보다 더 큰 공시체나 더 작은 공시체도 높이가 지름의 2배이어야 한다.

- 제작된 공시체는 몰드 속에 둔 채로 습윤 양생실에서 12시간 정도 양생한 후 시료 추출기로 추출하여야 한다.
- 공시체를 다시 습윤 양생실에서 넣어 10일간 습윤 양생한다.
- 일축압축강도 시험은 일반적으로 공시체를 습윤 양생실에서 꺼낸 직후 습윤 상태에서 시험하여야 한다.
- 시험하기 전에 모든 압축 강도 시험용 공시체 면이 0.05mm 이상의 요철이 없어야 하고, 공시체의 축에 대하여 직각을 이루어야 한다.
- 일축압축강도 시험은 KS F2328 「흙 시멘트의 압축 강도 시험 방법」에 근거하여 수행한다.
- 일축압축강도 시험의 하중은 공시체에 계속적으로 충격 없이 가한다. 나사형 압축 시험기일 경우에는 매분 약 1mm의 속도로 움직이게 한다.
- 유압식 압축 시험기일 경우에는 공시체의 강도에 따라 매초 0.15±0.05MPa 범위 내에 일정한 속도로 재하를 한다. 공시체의 파괴하중은 50N까지 정확히 측정 기록해야 한다.
- 시험결과 보고서에는 공시체 번호, 지름 및 길이, 단면적, 50N의 정밀도로 측정한 최대하중, 0.035MPa의 정밀도로 계산된 압축강도, 공시체 재령, 함수량의 사항을 기재하여야 한다.
- 공시체의 일축압축강도는 최대하중을 공시체의 단면적으로 나누어서 계산한다.

3.3 일축압축강도 기준 및 배합비 선정

(1) 안정처리 보조기층 및 노상층은 다음과 같은 일축압축강도 기준을 만족해야 하며, 내구성이 우수하고 품질이 균일한 것이라야 한다.

(2) 포장 하부구조의 안정처리시 필요한 일축압축강도를 얻기 위해 시멘트와 플라이애시 배합비를 선정한다.

해 설

- 포장 하부구조 안정처리 시 〈표 3.1〉과 같이 10일 양생 후 보조기층 안정처리 재료는 일축압축강도가 2MPa이상 되어야 하고, 노상 안정처리 재료는 일축압축강도가 1.5MPa 이상 되어야 한다.
- 배합비 선정 시 원재료의 다짐시험을 실시하여 최적함수비와 최대건조밀도를 KS F 2332의 방법에 의해 결정한다.
- 시멘트와 플라이애시 함량을 변화시켜 가며 원재료와 혼합한 공시체를 제작하여 항온항습조건에서 10일 이상 양생시킨 후 일축압축강도 시험을 실시한다.
- 보조기층 안정처리 재료의 일축압축강도가 2MPa이상일 때의 시멘트와 플라이애시 함량을 배합비로 선정한다.
- 노상 안정처리 재료의 일축압축강도가 1.5MPa이상일 때의 시멘트와 플라이애시 함량을 배합비로 선정한다.
- 안정처리 재료의 배합비 선정을 위한 절차는 다음과 같다

① 원재료의 다짐시험을 실시하여 최적함수비와 최대건조밀도를 결정한다.

② 시멘트 함량의 범위는 1~5%로 하고, 플라이애시 함량의 범위는 5~10%로 한다.

③ 최초 시멘트 및 플라이애시 함량은 보조기층의 경우, 각각 1, 5%로 하고 노상토의 경우, 3, 5%로 한다.

④ 원재료를 정해진 시멘트 및 플라이애시 함량으로 ①에서 결정된 최적함수비 조건에서 혼합한다.

⑤ 혼합된 재료를 KS F 2329 일축압축강도 시험용 공시체 제작한다.

⑥ 일축압축강도 시험용 공시체를 10일간 양생시킨다.

⑦ 양생 완료된 공시체를 KS F 2328에 따라 일축압축강도 시험을 수행한다.

⑧ 보조기층 안정처리 재료 경우 일축압축강도가 2MPa이상, 노상 안정처리 재료의 경우 일축압축강도가 1.5MPa이상 인지 확인한다.

⑨ 일축압축강도가 기준에 부적합한 경우, 시멘트 함량을 1%씩, 플라이애시 함량은 2.5%씩 각각 증가시켜 일축압축시험을 수행한다.

⑩ 일축압축강도가 기준에 만족할 경우, 시멘트 및 플라이애시 함량을 결정하여 배합비를 선정한다.

〈표 3.1〉 포장하부 안정처리층의 안정처리 재료 최소 함량 및 일축압축강도 기준

구 분	안정처리 재료 최소 함량	일축압축강도 (MPa)	양생일수 (일)
보조기층	시멘트 1% 이상 플라이애시 5% 이상	2 이상	10
노상	시멘트 3% 이상 플라이애시 5% 이상	1.5 이상	

시 공 4

4. 시 공

4.1 일반사항

(1) 포장 하부구조 안정처리 시공은 일반 포장도로시공과 동일하고, 시공기간 중 품질관리를 철저히 하여야 한다.

해 설

- 포장 하부구조 안정처리층 시공에 앞서 보조기층 및 노상 표면의 불순물을 제거하고 정리해야 하며, 표면이 건조하지 않도록 적절한 함수비를 유지시켜야 한다. 시공기간 중에는 혼합, 포설, 다짐, 및 양생절차에서 품질관리를 철저히 하여야 한다. 완성된 안정처리층을 공사용 차도로 활용하였거나, 안정처리층 완성 후 강우, 강설 등의 기상변화에 장기간 방치한 경우 및 기타 감독자가 필요하다고 판단하는 경우에는 재시험을 실시하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 시험결과 불합격되었을 경우에는 본 절에 따라 재시공을 실시해야 한다.

4.2 시공현장 준비

(1) 시공에 앞서 노상 및 노체표면의 큰 돌, 점토, 기타 불순물을 제거하고 정리해야 한다.

(2) 안정처리 혼화재 혼합 전 물웅덩이가 있거나 지하수위가 높을 경우 배수처리를 통해 지하수위를 저하시켜야 한다.

해 설

- 포설할 표면이 얼어있거나 습윤 상태이거나 불결할 때, 또한 비가 내리거나 안개가 낀 날은 시공하지 않아야 한다. 시공 중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하고, 기온이 5℃ 이하일 때는 시공해서는 안 된다. 원재료와 안정처리 혼화재의 원활한 혼합을 위해서

노상 및 보조기층면의 큰 조약돌(100mm이상)은 제거해야한다.

4.3 시험포장

(1) 계약상대자는 공사에 앞서 사용할 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다.

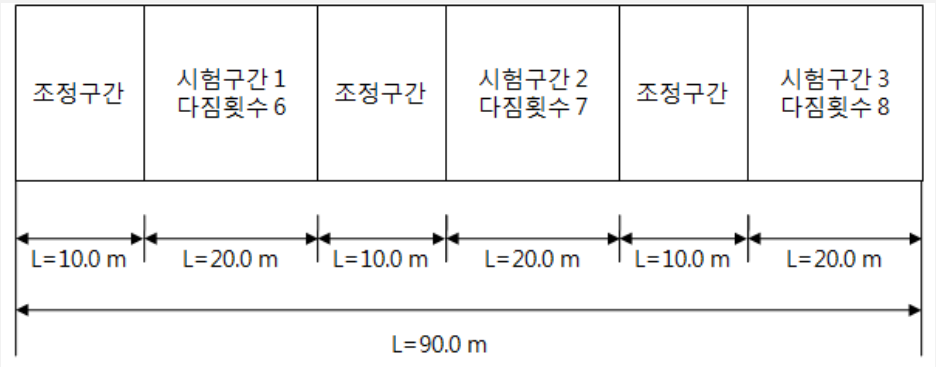
(2) 계약상대자는 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

(3) 시험포장을 통하여 본 포장의 포설두께, 다짐 함수비 범위, 및 다짐횟수를 결정한다.

해 설

- 계약상대자는 시험포장을 실시할 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법 등이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.
- 하부구조 안정처리 시험포장 구간을 감독관과 협의하여 선정하며 면적은 500m2 정도로 한다.
- 시험구간 연장은 각 구간 당 20m 이상, 각 구간 사이의 조정구간은 최소 10m 이상으로 한다. 시험포장의 폭은 4~5m폭으로 한다.
- 시험포장 구간은 일반적으로 3종 이상 다짐 횟수 변화구간으로 하여야 한다.
- 시험포장 구간의 원재료를 채취하여 시멘트와 플라이애시를 선정된 배합비로 혼합한 후 KS F 2331 방법을 이용하여 최적함수비와 최대건조밀도를 결정한다.
- 안정처리 재료의 혼합 및 다짐 시 현장함수비를 측정하여 최적함수비와 동일한 지 확인한다.
- 시험구간의 안정처리 재료의 혼합, 포설, 다짐을 수행한 후 양생이 되기 전에 현장다짐도가 최대건조밀도의 95% 기준을 만족하는지 검사하여 만족하는 다짐횟수를 선정한다.
- 다짐 후에 두께를 측정하여 설계두께의 10%이상의 증감이 있는지 확인한다.

- 각 시험구간에서 10일 습윤양생 후에 코어를 채취하여 일축압축강도 시험을 수행하여 포장하부 안정처리층의 일축압축강도 기준을 만족하는지 확인한다.
- 계약상대자는 시험포장을 통해 포설두께, 다짐 함수비 범위, 다짐장비별 다짐횟수 및 다짐시공관리체계를 등을 결정하여 감독자의 확인을 받아야 하며, 현장의 다짐시공 관리는 그 결과에 따른다.



〈그림 4.1〉 시험포장 구간 선정 예

4.4 혼합

(1) 안정처리 혼합방식은 현장혼합방식과 플랜트 혼합방식으로 분류된다.

(2) 혼합하기 전에 혼합두께를 결정하여 시멘트 및 플라이애시 함량과 현장함수비를 결정한다.

(3) 플랜트혼합방식은 운반 및 다짐 시 발생하는 건조를 고려하여 재료의 최적함수비보다 2~3% 높은 함수비로 혼합한다.

해 설

- 안정처리 혼합방식은 혼합하는 장소, 사용하는 혼합기계의 종류에 의해 현장혼합방식과 플랜트 혼합방식으로 분류한다.
- 혼합하기 전에 혼합두께를 결정하여 시멘트 및 플라이애시 함량과 보조기층 또는 노상 원재료의 현장함수비를 결정한다.
- 현장혼합방식은 시멘트와 플라이애시를 보조기층이나 노상 위에 균일하게 살포하여 로드 스

테빌라이저 (Road Stabilizer)를 사용하여 혼합하고 포설하는 방식이다.

- 현장혼합방식에서 보조기층 안정처리를 할 경우에 노상면 위에 골재를 균일한 층으로 고르게 정리해놓고, 노상 안정처리를 할 경우에는 노상토를 균열한 층으로 고르게 정리해 놓는다.
- 배합설계에서 결정된 소요량의 시멘트와 플라이애시를 균일하게 살포하고, 혼합기계로 1~2회 사전 혼합한 후, 최적함수비가 되도록 살수하여 충분히 혼합하여야 한다.
- 최적함수비 부근에서 혼합하기 위해 필요한 가수(加水)는 정확히 관리할 수 있는 방법으로 하여야 한다.
- 시멘트와 플라이애시 살포시 바람이 많이 불 경우에는 분진에 대한 대책이 필요하다.
- 플랜트 혼합방식은 연속믹서가 달린 플랜트 또는 배치믹서(Batch Mixer)가 달린 플랜트 등을 사용하여 재료를 개량하고, 벨트컨베이어(Belt Conveyor), 버킷엘리베이터(Bucket Elevator)등으로 믹서(Mixer)에 보내고 필요한 경우에는 물을 가하여 혼합하는 것이다.
- 배합설계에서 결정된 소요량의 시멘트와 플라이애시를 믹서에서 골재 또는 흙과 균일하게 혼합한다.
- 혼합 전에 원재료의 현장함수비를 측정하고 최적함수비 부근에서 혼합하기 위해 플랜트에서 물을 추가하도록 한다.
- 플랜트 혼합방식에서는 운반 및 다짐 시 발생하는 건조를 고려하여 혼합된 안정처리 재료의 최적함수비보다 2~3% 높은 함수비로 혼합한다.
- 플랜트 혼합방식에서 생산된 안정처리 재료는 1시간이내 현장에서 포설할 수 있도록 하여야 하며 운반 시에는 수분증발 및 이물질 혼합을 막기 위해 덮개를 설치해야 한다.
- 함수비가 너무 높을 경우에는 요구되는 소요강도를 얻기가 힘들며, 또한 양생 후에 균열의 발생 가능성이 높다. 함수비가 너무 낮을 경우에는 다짐 시에 요구되는 다짐밀도를 얻기가 어렵다.

〈그림 4.2〉 현장혼합방식

〈그림 4.3〉 플랜트 혼합방식

4.5 포설

(1) 시멘트와 플라이애시 안정처리 혼합물은 포설 장비에 의해 균일하게 포설한다.

(2) 보조기층 및 노상의 안정처리 재료의 포설은 다짐 후의 1층 두께가 200mm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 포설하여야 한다.

해 설

- 시멘트와 플라이애시 안정처리 혼합물은 아스팔트 포장용 피니셔를 이용하거나 로드 스테빌라이저를 이용하여 균일하게 포설한다.

- 포설 장비는 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 스크류, 조절스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물 및 물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.
- 포설에 앞서 보조기층 및 노상면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거해야 한다.
- 플랜트 혼합방식의 경우에는 포설에 있어서 양호한 마무리를 얻기 위하여 안정처리 재료를 적절한 간격으로 반입하여 연속적으로 진행하여야 한다.
- 기계포설이 불가능한 곳에는 인력포설을 실시한다.
- 보조기층 및 노상의 안정처리 재료의 포설은 다짐 후의 1층 두께가 200mm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 포설하여야 한다.

〈그림 4.4〉 안정처리 혼합물의 공급

〈그림 4.5〉 안정처리 혼합물 포설

4.6 다짐

(1) 안정처리 보조기층과 노상에서 적정 다짐밀도를 얻을 때까지 다짐을 실시한다.

(2) 안정처리 보조기층 및 노상은 최대 건조밀도의 95% 이상 다짐하여야 한다.

(3) 안정처리 보조기층 및 노상은 10일 양생기간 후 일축압축강도가 기준을 만족하도록 다짐하여야 한다.

해 설

- 안정처리 보조기층 및 노상의 다짐은 탄뎀 롤러, 타이어 롤러 등을 이용하며 시험포장을 통하여 다짐장비 및 횟수를 선정한다.
- 다짐은 가수 혼합한 후 2시간 이내에 완료되도록 하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않은 상태로, 균일한 다짐도가 얻어지고, 평탄하게 마무리하여야 한다.
- 안정처리 보조기층 및 노상층 1층 다짐 완료후의 두께는 200mm 이하이어야 하며, 각층마다 KS F 2331의 방법에 의하여 정해진 최대건조밀도의 95% 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다.

- 10일 양생 후 안정처리 보조기층 및 노상 재료의 일축압축강도가 〈표 3.1〉에서 제시한 기준을 만족하도록 다짐하여야 한다.
- 균일하고 효율적인 다짐을 위해 그레이더 등으로 면 고르기를 하여야 하며, 흙의 함수비를 최적함수비 허용범위 이내로 조절한 후 다져야 한다.
- 강우 등으로 인하여 함수비 조절이 불가능 하거나, 결빙이 되는 동절기에는 다짐작업을 중지하여야 한다.
- 다짐장비는 전 구간에 걸쳐 시험시공 시와 동일한 수준의 다짐 장비를 사용하여야 하며, 다짐장비를 변경하고자 할 경우에는 시험시공을 재실시하여 감독자의 확인을 받아야한다.
- 구조물에 인접한 부분과 같이 좋은 면적 또는 구조물에 과도한 압력을 가하여 손상을 일으킬 가능성이 있는 장소에는 감독자의 확인을 받은 소형 다짐장비를 이용하여 균일하게 다져야 한다. 다짐이 끝났다 하더라도 양생이 완료될 때까지는 롤러 등 중장비를 시공면에 세워두어서는 안 된다.
- 본 공법에 사용되는 안정처리 혼화재의 안정성 확보를 위해서 시공 당일 예상되는 기온이 5℃ 이상 유지되어야 안정처리 된 층의 양생 시 시멘트의 수화작용에 따른 강도 증가효과를 얻을 수 있다. 기온이 5℃이하의 경우에는 안정처리 공법을 적용하지 않는 것이 바람직하다. 일반적으로 안정처리토의 양생을 위해서는 시멘트의 수화작용에 따른 강도 증가가 필수적이다. 그러나 기온이 30℃이상일 경우에는 토사의 pH가 감소하여 강도증가가 미미하나, 양생 시에는 온도가 높을수록 조기 강도발현이 크다.

〈그림 4.6〉 안정처리층 다짐

〈그림 4.7〉 함수비 조절을 위한 살수

〈그림 4.8〉 현장 다짐도 측정

4.7 양생 및 차량통제

(1) 포장하부 안정처리층은 수분의 증발에 의하여 표면이 건조되지 않도록 살수 또는 비닐덮개 등으로 습윤양생을 철저히 실시하여야 한다.

(2) 안정처리층의 양생기간은 10일 이상으로 한다.

해 설

- 포장하부 안정처리층은 수분의 증발에 의하여 표면이 건조되지 않도록 살수 또는 비닐 덮개 등으로 10일 이상 양생을 철저히 실시하여야 한다.
- 양생기간 중 동결이 예상되는 경우에는 동결을 방지하기 위하여 안정처리층을 거적, 천막 등으로 덮어 보호하여야 한다. 양생기간에는 햇볕가리개나 바람막이가 되는 덮개를 설치해야 한다. 피막양생에서는 마무리 후 보조기층 및 노상표면에서 물기가 없어져 건조되기 직전에 피막양생제를 얼룩지지 않도록 살포한다. 피막양생제의 사용에 있어서는 살포량, 시공방법 등에 대해서 충분히 검토하여야 된다. 항상 습윤 상태와 적정한 온도상태로 유지하고 예상되는 하중, 충격 등의 유해한 작용으로부터 보호할 필요가 있다.
- 본 공법을 적용한 포설 완료 후 이물질이 포설면 상부에 침전되어 차후 상부층과 분리현상이 발생할 수 있으므로 10일 이내에는 차량통행을 억제하는 것이 좋다.

〈그림 4.9〉 피막 양생

〈그림 4.10〉 양생기간중 교통통제

4.8 마무리

(1) 안정처리 보조기층 및 노상은 설계도서에 표시된 종·횡단 경사대로 정확히 마무리해야 한다.

해 설

- 안정처리 보조기층의 마무리 면은 계획고 보다 30mm 이상 차이가 있어서는 안 된다. 3m의 직선자로 도로 중심선에 평행 또는 직각으로 측정할 때 10mm이상 요철이 있어

서는 안 된다.

- 안정처리 보조기층의 두께가 설계두께에 비하여 10%이상 증감이 있을 경우에는 감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다.
- 안정처리 노상 마무리면은 도로 중심선에 평행 또는 직각방향으로 3m 직선자를 이용하여 10mm 이상의 요철이 있어서는 안 된다.

품질관리 및 검사 5

5. 품질관리 및 검사

5.1 일반사항

(1) 품질관리 및 검사는 공사에 사용할 재료가 소요의 품질을 갖고 있는가를 공사 개시 전, 설계 시 또는 설계변경 전에 시방서, 설계도, 설계서에 정한 규격에 만족하는가를 판정하기 위해 실시한다.

(2) 시공 및 재료의 품질은 포장의 내구성에 직결됨으로 재료별로 필요한 시험을 실시하고 공정별 품질관리를 수행하여야 한다. 시험을 실시할 때에는 항상 감독관의 입회하에 실시하여야 한다.

5.2 재료의 품질관리

(1) 보조기층 및 노상 재료에 대한 품질관리는 사용 전에 실시하여 각 재료의 품질 및 입도 규정에 적합한지를 판정하여야 하며, 각 재료에 대한 시험결과를 감독자에게 제출하여 승인 받아야 한다.

(2) 포장 하부구조 안정처리에 사용되는 시멘트의 품질관리 및 검사는 KS L 5201을 만족해야 하고, 플라이애시의 품질관리 및 검사는 KS L 5405를 만족해야 한다.

(3) 시료를 채취하여 일축압축강도 시험을 실시하여 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준에 만족하는지 판정한다.

해 설

- 보조기층 및 노상 재료에 대한 품질관리는 사용 전에 실시하여 각 재료의 품질 및 입도 규정에 적합한지를 판정하여야 하며, 각 재료에 대한 시험결과를 감독자에게 제출하여 승인 받아야 한다.
- 모든 시멘트는 감독자의 검사를 받은 후 사용하여야 한다. 시멘트의 품질관리 및 검사를 KS

L 5201을 만족하여야 한다.

- 최초검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과, 품질기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체하여야 한다.
- 플라이애시의 품질관리 및 검사는 KS L 5405(플라이애시)에 규정된 항목에 대하여 월 1회 이상 외부시험기관의 시험성적표에 따라 품질을 확인하거나 또는 제조업자의 시험성적표에 의해 품질을 확인한다.
- 안정처리 재료의 품질시험은 안정처리 재료의 배합, 다짐 및 마무리 등의 적정성을 판정하기 위하여 3000m2마다 감독자가 지정한 곳 또한 취약지점으로 판단되는 곳에서 최소 1개의 시료를 채취한다.
- 채취한 안정처리층의 공시체를 일축압축강도 시험을 KS F 2328에 따라 실시하여 포장하부 안정처리층 일축압축강도 기준에 만족하는지 검사한다.

5.3 시공의 품질관리

(1) 포장체 각 층을 시공한 후에는 계획고와의 차이, 규정밀도, 층 두께, 평탄성 등을 각 층별로 규정된 방법에 따라 확인하여야 하며, 감독자의 검사를 받아야 한다.

해 설

- 완성된 안정처리층의 두께는 측면에서 500m마다 측정하여야 한다. 측정한 평균두께가 설계두께보다 10% 이상 얇을 경우에는 재시공하여야 하며, 이에 대한 범위의 결정은 감독자 또는 감리자가 결정하며 계약상대자는 이에 따라야 한다. 양생기간 이후에 코어를 채취하여 두께를 측정하며 측정부위는 초속경시멘트 등으로 보충 후 다시 다짐을 해야 한다.
- 안정처리층 시공의 각 단계마다 재료의 품질 및 다짐도가 적합하게 시공되었는지 감독자의 확인을 받은 후 다음단계의 작업을 수행하여야 한다.
- 계약당사자는 다짐 및 마무리를 마친 후 안정처리 재료가 충분히 양생되면 포장 표면의 평탄성을 검사하여야 한다.

- 요철이 10mm 이상 차이가 나서는 안 되며, 10mm를 넘는 높은 부위는 승인된 기계로 갈아 내어야 한다.

참 여 진

집필진

권수안 한국건설기술연구원 선임연구위원
황성도 한국건설기술연구원 연구위원
김부일 한국건설기술연구원 연구위원
박희문 한국건설기술연구원 연구위원
엄병식 한국건설기술연구원 수석연구원
최지영 한국건설기술연구원 수석연구원
김영민 한국건설기술연구원 수석연구원
박성완 단국대학교 교수
최준성 인덕대학교 교수
김종민 세종대학교 교수

국토교통부

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

도로포장 하부구조 시공 지침

■ 행정간행물 등록번호 /
■ 발행일 / 2017. 4.
■ 발행처 / 국토교통부
■ 인쇄처 /