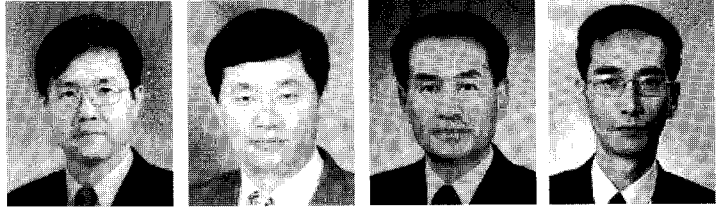


도로공사 표준시방서 주요 개정 내용 소개



이성준 | 정회원 · 국토해양부 간선도로과장
 허용 | 정회원 · 국토해양부 간선도로과 시설사무관
 박광신 | 정회원 · 한국도로교통협회 기술국장
 최장원 | 정회원 · 한국도로교통협회 팀장

1. 개요

국토해양부는 도로건설현장에서의 시공품질 향상과 각종 관련법규·상위기준의 개정, 다양하게 개발된 기술·공법 등의 반영을 위하여 도로공사표준시방서를 개정하고 이를 2009년 3월 17일 공고하였다(표 1 참조).

2. 주요 개정 내용

2.1 골재 등급제 도입

아스팔트 콘크리트 포장의 골재품질기준은 골재의 내마모성을 평가하는 기준인 마모 감량, 동결융해 저항성을 평가하는 기준인 안정성 시험, 골재의 맞물림 작용에 영향을 미치는 요소이며 자연석과 파쇄석의 구분을 위한 기준인 파쇄면 비율, 부순 모래의 청결

성을 평가하여 골재와 아스팔트 바인더의 부착력에 영향을 미치는 요소에 대한 평가기준인 모래당량 시험, 부순 모래와 자연 모래의 구분을 위한 기준인 잔골재 입형시험 등은 비교적 엄격한 규정과 시험방법 등을 적용하고 있는 반면에 골재의 맞물림 작용과 포장의 내구성에 직접적으로 영향을 미치는 편장석 시험은 그렇지 못하였다.

골재의 입형과 아스팔트 혼합물의 특성을 분석해보면 골재 입형이 불량할 경우 단위 중량 및 실적률이 낮아 혼합물 제조 시 밀도가 낮게 나타나며, 다짐 시공 시 편장석으로 인하여 골재의 배열이 수평방향으로 넓게 되어 다짐의 불량원인이 제공되는 결과가 나타나므로 이번 개정에서 편장석 함유량에 따른 골재의 품질기준을 명확하게 하여 아스팔트 혼합물의 품질향상을 도모하였고, 현장에서의 골재 수급 현실을 고려하여 발주처의 승인을 받아 골재 등급의 조정이 가능하도록 반영하였다.

표 1. 도로공사 표준시방서 개정 주요 내용

구 분	개정 주요 내용
제1장 총 칙	- 도로법, 건설산업기본법 등 관련 법규 개정사항 검토·반영
제2장 토공사	- 암발파의 설계·시공 관련 기준 보완 - 뒤채움 재료 품질기준, 압성토 시방기준 보완
제3장 비탈면안정공사	- 잔디식재, 종자뿌어붙이기, 식생 및 그물망·카페트, 암절개면 보호식재 편을 비탈면 녹화 편으로 통합 - 피암터널, 기대기 옹벽, 사태물질 방지공법 추가
제4장 지반개량공사	- 연직배수공을 샌드드레인, 팩드레인 등 공법별로 세분화 - 경량재(EPS 블록) 쌓기 및 진동다짐에 대한 시방기준 추가
제5장 배수공사	- 수로 암거 유출입부의 유속별 수로보호시설 설치규정 제시 - 파행강판 규격 추가, 뒤채움 재료 및 시공 시 품질관리기준 보완
제6장 구조물공	- 기성말뚝의 동재하 시험빈도 및 지내력 검토방법 제시 - 콘크리트공의 균열 허용오차 범위 조정 - PSC 제작용 골재의 최대치수에 대한 예외 기준 추가 - 교면방수재의 시험기준 추가 - 보강토 옹벽(섬유보강재)의 재료기준 강화(재료 및 시공)
제7장 터널공사	- 터널 갱구부의 지형측량 축척기준 강화 - 쏜크리트 잔골재율(70→60%)과 굵은골재 최대치수(13→10mm)조정
제8장 동상방지층, 보조 기층 및 기층공사	- 보조기층 등 골재생산 시 스크리닝스를 활용하도록 기준 추가 - 가열 아스팔트 안정처리 기층용 골재의 품질기준 개정
제9장 아스팔트 콘크리트포 장공사	- 친환경적 도로건설을 위하여 컷백 아스팔트 내용 삭제 - 골재 품질기준 개정
제10장 시멘트 콘크리트 포장공사	- 절삭 시 환경 피해 최소화를 위한 진공흡입장치 이용방안 추가 - 배합 시 AE제와 감수제의 혼합사용이 가능하도록 기준 추가
제11장 안전시설공사	- 교통안전표지, 도로전광표지에 대한 기준 추가 - 태양열 시선유도기 시설 도입에 따른 관련 기준 추가
제12장 환경관리공	- 건설현장의 표준적인 항목 중 환경관리 관련 기준 추가 - 시설공사의 공종별로 오염물질 방지 시공기준 추가
제13장 식재공사	- 가로수 식재, 식재 후 관리 항목 추가
제14장 부대공사	- 방음터널, 생태통로, 우회도로공 시방기준 추가 - 보도 등에 포장 시방기준 추가
제15장 공사용 재료	- 관련 KS 변경 사항 반영, 스크리닝스 품질기준 추가 - 부분 개정된 도로교설계기준의 교량 구조용 압연강재 추가

표 2. 아스팔트 콘크리트 중간층용 골재의 품질기준

항 목		시험방법	기 준
잔골재	모래당량 (%)	KS F 2340	50 이상
	잔골재 입형 시험 (%)	KS F 2384	45 이상
굵은 골재	마모감량 (%)	KS F 2508	35 이하
	안정성 (%)	KS F 2507	12 이하
	파쇄면 (%)	ASTM D 5821	85 이상
	편장석 함유량 (%)	KS F 2575	30 이하

* 편장석 함유량에 따른 골재의 품질기준은 1등급(10% 이하), 2등급(20% 이하), 3등급(30% 이하)으로 구분된다. 1등급 골재는 4차로 이상의 도로 또는 중차량의 통행이 빈번한 도로, 2등급 골재는 2차로 이하의 도로 중 일반국도, 3등급 골재는 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급·2등급에 해당되지 않는 도로 등에 적용토록 한다. 단, 현장여건상 골재의 수급이 어려운 경우 발주처의 승인을 받아 골재의 등급 적용을 조정할 수 있다.

2.2 교면방수재 품질기준 강화

기존의 시방서에서 언급되고 있는 「침투식 방수재」를 KS 규격에 따라 「흡수방지식 방수재」로 용어를 수정하여 사용 상의 혼돈을 방지하였고, 품질관리의 일관성 유지가 용이하도록 현재 사용되고 있는 교면방수재의 제품 규격과 시험방법의 기준이 되는 KS 관련 규격을 추가하였으며, 품질관리를 위한 항목별 최소 기준 요구 성능도 수치화하여 효율적인 품질관리가 될 수 있도록 하였다.

2.3 미끄럼 방지포장 신설

신설된 미끄럼 방지포장은 사용재료의 선택 시 친환경 건설자재 사용 유도와 품질향상을 위하여 휘발성 유기용제(Volatile Organic Compounds:VOCs)¹⁾의 함량을 5% 이하로 제한하도록 규정을 강화하였고, 포장재료의 내마모 성능 검증을 위하여 내마모 가속 시험(50만회)을 통과한 재료에 대한 미끄럼 저항 시험(BPN)으로 포장상태를 검증하도록 함으로써 포장의 최소 마찰력이 확보될 수 있도록 강화된 기준을 도입하였다.

2.4 시멘트 콘크리트 포장의 수명연장을 위해 주입줄눈재 품질기준 강화

시멘트 콘크리트 포장의 줄눈에 대한 기존의 기준은 도로포장재료로서는 적합하지 않은 건축용 줄눈재 기준(KS F 4910)을 적용하고 있어 이번 개정을 통하여 이를 삭제·보완하였고, 아스팔트 계열 및 실리콘 실란트 재료의 품질기준(표)을 도입하여 국내의 기후 변화에 적합한 성능기준이 될 수 있도록 개정하였다.

2.5 스크리닝스²⁾를 보조기층·동상방지층·린콘크리트기층용 세골재로 활용

현재 보조기층 및 동상방지층용 재료 생산을 위한 골재 파쇄 시 골재의 입도조정을 위하여 세골재로 천연모래를 투입, 일률적으로 천연모래를 혼합골재의 중량비로 30%를 사용하는 경우가 있었다. 이는 세골재원의 고갈 및 공사원가의 증가에 많은 영향을 미치고 있었으므로 천연모래를 대체할 수 있는 스크리닝스의 사용에 대한 개정이 요구되고 있었다.

스크리닝스의 적용에 대한 국외의 현황을 살펴보

면, 미국의 경우 보조기층 재료 생산 시 골재입도 조정용 세골재로 스크리닝스를 선택적으로 사용하고 있으며, 일본에서는 아스팔트 포장 요강에서 노반(보조기층) 재료용 입도조정 쇄석 생산 시 쇄석·제강 슬래그·모래·스크리닝스 등을 혼합할 수 있도록 규정하고 있다.

세립분의 함유량 변화에 따른 보조기층 재료의 역학적 특성을 알아보기 위하여 세골재로 구분되는 모래와 점토 및 스크리닝스를 투입하여 최적함수비, 최대건조밀도, 수정 CBR, 투수계수, 동상의 특성을 분석한 결과는 아래와 같다.

- (1) #200체 통과량 변화에 따른 최적함수비의 변화
: #200체 통과량이 증가할수록 최적함수비는 증가(그림 1)

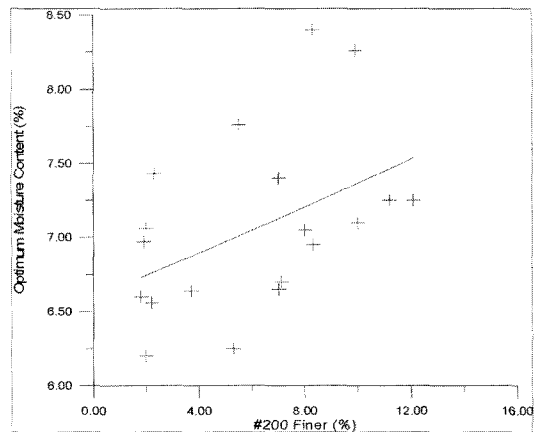


그림 1. #200체 통과량 변화에 따른 최적함수비의 변화

- (2) #200체 통과량 변화에 따른 최대건조밀도의 변화
: #200체 통과량 변화에 따라 최대건조밀도 변화곡선이 #200체 통과량 5~6%에서 변곡점을 형성, 5~6% 이후에서는 최대건조밀도의 감소 폭이 증가(그림 2)

1) VOCs : 대기 중에 휘발돼 악취나 오존을 발생시키는 탄화수소화합물을 일컫는 말로서 피부접촉이나 호흡기 흡입을 통해 신경계에 장애를 일으키는 발암물질

2) 아스팔트 혼합물 또는 시멘트 콘크리트용 골재 생산 시 부산물로 얻어지는 부순 잔골재

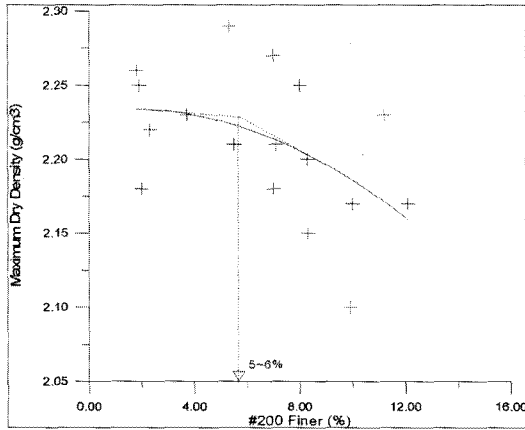


그림 2. #200체 통과량 변화에 따른 최대건조밀도의 변화

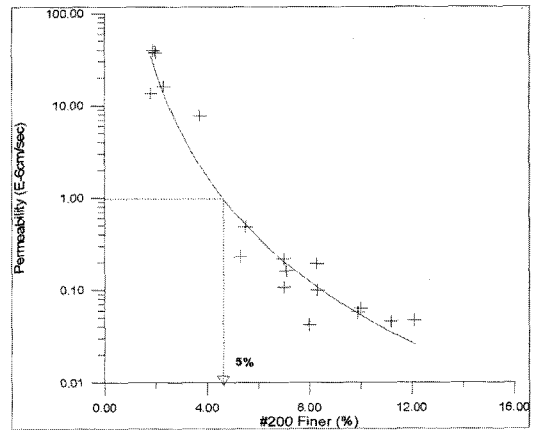


그림 4. #200체 통과량 변화에 따른 투수계수의 변화

(3) #200체 통과량 변화에 따른 수정 CBR의 변화
 : #200체 통과량이 증가할수록 수정 CBR은 감소, 대부분의 경우에서 수정 CBR이 30 이상으로서, 보조기층 재료의 품질기준은 만족(그림 3)

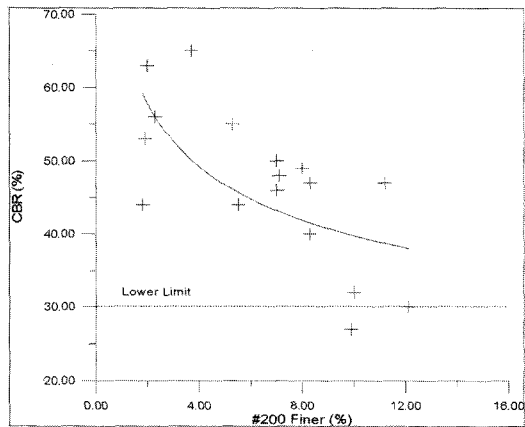


그림 3. #200체 통과량 변화에 따른 수정 CBR의 변화

(5) #200체 통과량 변화에 따른 동상의 특성 변화
 : #200체 통과량이 증가할수록 동상률³⁾이 감소, 동상성을 나타내는 동상률의 기준인 20%에 크게 미달(그림 5)

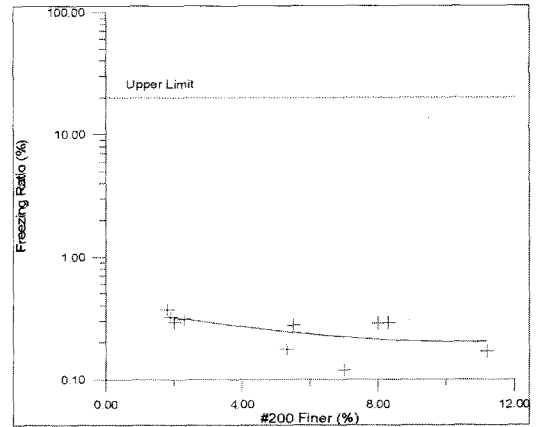


그림 5. #200체 통과량 변화에 따른 동상의 특성 변화

(4) #200체 통과량 변화에 따른 투수계수의 변화
 : #200체 통과량이 증가할수록 투수계수가 감소, 보조기층 재료의 세골재로 모래를 사용하는 경우의 투수계수는 1×10^{-6} cm/s를 나타내므로 이 경우에 해당하는 #200체 통과량은 5% 정도로 나타나고 있음.(그림 4)

이상의 결과를 종합해 보면 보조기층재료 생산을 위하여 세골재를 투입할 경우 합성골재의 입도가 #200체 통과량 5%까지는 최적함수비·최대건조밀도·수정 CBR의 변화 및 동상률은 기준을 만족하지만

$$3) \text{ 동상률}(\%) = \frac{\text{공시체의 동결 후 높이} - \text{공시체의 최초 높이}}{\text{공시체의 최초 높이}} \times 100$$

#200체 통과량이 5%를 넘는 경우에는 투수계수에 문제가 발생할 수 있으므로 합성골재의 #200체 통과량을 5% 이하로 유도할 필요가 있다고 판단된다.

결론적으로 품질관리 기준을 만족하며 씻기시험에 의한 손실량(#200체 통과량)을 10% 이내로 하고, 합성골재의 #200체 통과율의 상한치를 5% 이내로 제한할 경우 혼합골재 중량의 30% 범위 내에서는 스크리닝스의 사용이 가능하다고 판단되므로 이를 반영하였다.

2.6 파형강판 뒤채움 시공기준 강화 및 규격 다양화

파형강판은 용융 아연도금된 강판에 골을 성형하여 하중에 대한 저항력을 높인 것으로서, 일반강판에 비하여 단면계수가 증가되어 휨강성·내력 및 내구성을 향상시킬 수 있는 구조체이다. 소교량 및 통수로 암거에 적용이 가능하며, 강판에 곡률을 형성하는 것에 따라 다양한 단면형태(관·아치·박스형 단면)와 크기로 시공이 가능하므로, 적용성이 높은 반면에 현장 적용 결과를 분석한 결과 결함이 발생하는 부분이 있어 이에 대한 개선을 위하여 시공기준을 강화하였다.

뒤채움 재료 및 시공 시의 뒤채움 높이와 파형강판 주변에 대한 상세한 시공 기준, 사용장비 기준 등이 규정되어 있지 않음으로 인하여 발생할 수 있는 뒤채움부의 침하와 누수 등의 하자 발생 등을 방지하기 위한 내용을 보강하였다(그림 6).

뒤채움부도 파형강판 구조물의 거동에 직접적인 영향을 주는 구조적 뒤채움부와 외곽의 일반적 뒤채움부로 구분하여 구조적 뒤채움부에 적용하는 재료의 품질기준을 규정하였고, 땅갈기·흙쌓기부의 접속부와 종방향 경사부 등에 대한 뒤채움 방법과 다짐시 장비운용 방법을 규정하였다.

뒤채움의 시공 시 뒤채움부의 피토포가 3.5m 이하인 경우에는 SB-1, 피토포가 3.5m 이상인 경우에는 노상토를 사용하도록 규정하였으며, 뒤채움 재료를 포설하기 전 파형강판 구조물의 측면부에 200mm마

다 각 층 두께를 표시하여 층다짐 상태를 확인할 수 있도록 하고, 매 3층마다 다짐도 시험을 실시하도록 하였다.

상부 다짐 시 최소토포두께⁴⁾가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않으며, 다짐장비를 제외한 중장비의 통행과 중량물의 야적을 할 수 없도록 규정하였다.

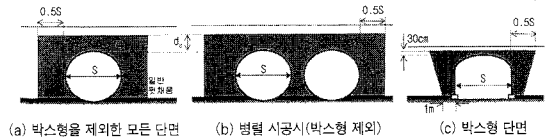


그림 6. 성토부에 지중 강판 구조물을 설치할 경우 구조적 뒤채움 영역

표 3. 지중 강판 구조물의 구조적 뒤채움부 재료의 품질기준

구 분 \ 등 급	보조기층재료급 (SB-1, SB-2)	노상재료급
200번체 통과량	10% 이하	25% 이하
소성지수(PI)	NP	10% 이하
통일분류 기호	GW, SW, GP, SP	SM, SP

파형의 규격(corrugation)을 표준형과 대골형으로 구분하고, 대골형을 다시 Type 1 과 Type 2로 구분, 두께(t) 기준도 표준형은 2.7~7.0mm, 대골형의 Type 1은 3.42~7.01mm, Type 2는 3.00~8.00mm로 규정하여 파형강판의 규격의 다양화를 도모하였다.

2.7 기타 내용

토공사의 암발파 기준과 관련하여 암발파 시공 전에 반드시 발파 영향권 내의 시설물에 대한 사전조사 수행을 명시하고 발파공법 분류표를 수록하였으며, 문화재 및 진동예민구조물의 진동속도 설계적용기준을 터널표준시방서 내용과 동일한 기준으로 변경하

4) 최소토포두께(minimum depth of soil cover) : 파형강판 구조물의 안정적 거동을 보장하기 위한 최소높이의 토포고

여 제시하였고, 보안물건별 진동속도 설계적용 기준이 PPV⁵⁾에 근거하고 있음을 명확하게 명시하였다.

비탈면 안정공사에서는 기존의 잔디식재, 종자뿌어붙이기, 식생 및 그물망·카페트, 암절개면 보호식재 내용을 비탈면 녹화 편으로 통합하여 기술하였으며, 배수관 및 배수암거의 유송잡물 걸림을 방지하기 위하여 배수구조물 입구에 설치하는 사태물질 방지공법, 불안정한 깎기 비탈면의 표면 보호 및 보정을 위해 콘크리트 벽체를 설치하여 비탈면을 지지하는 기대기 옹벽, 대규모 낙석·산사태·눈사태로부터 도로의 구조물과 인명을 보호하기 위한 피암터널의 내용을 새로 추가하였다.

시공 중 환경에 부정적인 영향을 미치는 유해물질이 발생되고 연화점이 초과될 경우 화재발생 위험이 있는 컷백 아스팔트의 내용을 삭제하였으며, 시공현장에서 발생될 수 있는 환경피해를 저감하기 위한 환경관리공을 별도의 장으로 구성하여 환경친화적인 도로건설을 위한 내용을 보강하였다.

3. 맺음말

도로공사표준시방서는 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위하여 시설물별로 정한 표준적인 시공기준으로서 발주청 또는 설계 등 용역업자가 공사시방서를 작성하는 경우에 활용하기 위한 시공기준이며, 각종 도로건설공사에서 중요한 역할을 수행하고 있는 국가기준이다.

이번 개정은 도로공사표준시방서가 지난 2003년 개정된 이후 각종 법규와 상위기준의 개정, 다양한 공법·기술의 개발 등 주변 여건의 변화에 부응하기 위하여 도로분야 전문가들의 참여와 자문을 통해 개정안을 작성하였으며, 중앙건설기술심의회위원회의 심의를 거쳐 개정이 이루어졌다.

현장에서의 시공품질 향상에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. 국토해양부, 가열 아스팔트 혼합물 배합설계 지침, 2005
2. 마찰 시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험 방법, KS F 2337
3. 한국도로공사, 아스팔트 콘크리트 포장용 골재의 품질 향상에 관한 연구, 1996
4. 한국건설기술연구원, 아스팔트 수명 연장 종합대책 수립을 위한 연구, 2007
5. Transportation Research Record 741, "Use of Crushed Stone Screenings in Highway Construction", pp40~42
6. 일본 아스팔트 포장 요강, p80, 1993
7. 한국도로공사, 고속도로 공용 및 건설 중인 파형강판 암거의 전수조사 결과에 대한 결함부분 원인 규명 및 대책 검토서, 2007
8. 대한토목학회지 Vol 56 No 3, 부족한 골재자원 산업 부산물로 해결, 이경하, 강민수

5) PPV(Peak Particle Velocity), 지반진동을 입자속도(particle velocity)로 측정하였을 때 직교하는 세 방향의 측정성분별 최대진폭을 말함.