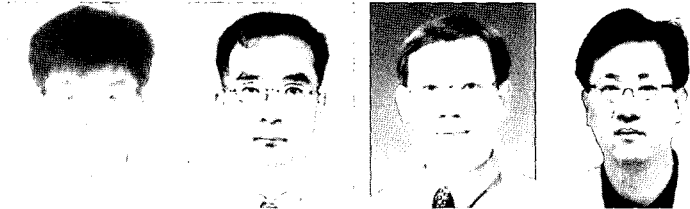


유럽의 기능성 콘크리트 포장



정 종 석 | 정회원 · 중앙대학교 도로교통연구실
 조 윤 호 | 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 조교수
 양 성 철 | 정회원 · 편집위원 · 홍익대학교 건축공학과 부교수
 이 승 우 | 정회원 · 편집위원 · 강릉대학교 토목공학과 조교수

1. 서론

2004년 국내 콘크리트포장은 2차선 기준으로 약 15,000km에 달하고 있다. 일반적으로 콘크리트 포장은 중 차량에 대한 하중지지능력이 우수하고, 아스팔트 포장에 비하여 공용기간이 길다는 장점으로 고속도로, 산업도로 등의 고급도로에 적용이 선호되어 왔으나 콘크리트포장은 공사비용이 높고, 소음이 크며, 유지보수가 까다롭다는 단점이 있다. 그러나 콘크리트포장의 수명이 아스팔트포장에 비하여 길다는 점을 고려하면 생애주기 비용측면에서는 콘크리트포장이 경제적이라고 판단할 수 있다.

그러나 도로사용자들의 소득과 생활수준 향상에 따른 생활의 질적 향상을 추구하기 시작하면서 환경 소음 문제가 대두되고 있다. 특히 도로 교통 소음은 지속적인 소음의 노출 때문에 운전자의 피로를 가중시켜 사고 발생 가능성을 높이며, 도로주변에 거주하는 주민들에게는 스트레스, 불쾌감 및 불면증의 원인이 되기도 한다.

또한 도로관리자들은 콘크리트포장이 유지보수가 까다롭다는 선입관 때문에 콘크리트 포장의 적용을 회피하고 있다. 도로사용자와 관리자들과의 콘크리트

포장에 대한 불만 중 상당부분은 국내의 콘크리트 포장기술 수준이 미흡하거나 개발된 기술들이 실무에 잘 적용되고 있지 못하고 있기 때문이라고 판단된다. 미국 및 국내에서 구조적인 면을 강조해온 반면 유럽은 다양한 콘크리트 재료 및 기능성을 개선한 환경 친화적인 콘크리트포장이 개발되고 실용화되어왔다.

이 글은 도로이용자와 관리자의 욕구에 부응하는 기능성 콘크리트포장인 골재노출공법, 롤러 전압 콘크리트포장(RCCP), 투수콘크리트포장 등의 기술현황을 조사하고 이를 국내 기술진에 소개하여 국내 콘크리트포장의 발전을 위한 연구개발 및 적용의 기준 수립의 작은 역할을 할 것으로 기대한다.

2. 골재노출공법

골재노출공법은 콘크리트 포장 시공시에 표면의 모르타르를 제거하여 조골재를 노출시켜서 미끄럼 저항력을 확보하는 방안으로 소음 감소효과가 매우 우수한 공법으로 평가되고 있다. 하지만 콘크리트의 제조방법, 시공순서, 시공장비 사용 등 여러 가지 공

사 시방을 철저히 준수해야 하기 때문에 기술적으로 쉬운 공법이 아니므로 시공자는 충분한 경험을 가지고 있어야 한다. 골재노출공법을 적용하기 위해서는 콘크리트 재료 배합 시 균일하게 많은 조골재를 포장 표면에 노출되도록 조골재 용적률을 크게 하여야 한다. 일반적으로 최대 입경을 20mm 이하로 하는데 해외에서는 조골재의 최대 입경을 15mm 이하로 하여 소입경 골재 노출공법으로서 소음저감효과를 증대시켜 터널내 포장에 적용하는 예가 많다. 골재를 노출시키기 위하여 자연제를 표면에 살포하여 표면 2~3mm정도의 모르타르의 경화속도를 늦추고 골재노출기(Brush)를 사용하여 표면의 경화 전에 2~3mm정도의 모르타르를 긁어내어 표면의 결을 구성하는데, 노출 시기는 모르타르 경도 30~40 정도에서 하는 것이 적당하다.

골재노출공법은 다른 표면처리공법보다 소음 저감 효과가 우수하다. 특히 횡방향타이닝과 소음측정값 비교시 5dB(A)정도의 저감효과를 보이며 골재의 크기가 작을수록 소음의 감소효과가 크고 미끄럼저항은 커진다고 보고되고 있다. 또한 골재노출공법으로 인한 포장표면은 횡방향타이닝과 같은 일정한 간격이 아니라 골재가 임의적인 패턴으로 Whine 현상을 최소화할 수 있는 공법이다.

2.1 국외의 골재노출 포장의 소음 저감 효과

독일의 연구에 따르면 골재노출콘크리트표면의 내부소음과 외부소음의 차이는 1dB(A) 이하였으며, 횡방향타이닝과 차이는 최고 3dB(A)라고 보고했다. 벨기에서는 골재노출공법이 횡방향타이닝에 비해 4dB(A)정도의 주행소음이 감소되는 것을 비롯하여 시간이 지남에 따라 골재노출의 소음이 줄어드는 반면 아스팔트를 제외한 다른 공법들의 소음은 증가한다고 보고 되었다. 스웨덴과 오스트리아의 연구에서도 이러한 결론이 확인되었다. 최대 8mm 골재를 포함하고 있는 골재노출공법의 주행소음이 5dB(A) 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 주파수 분석에서

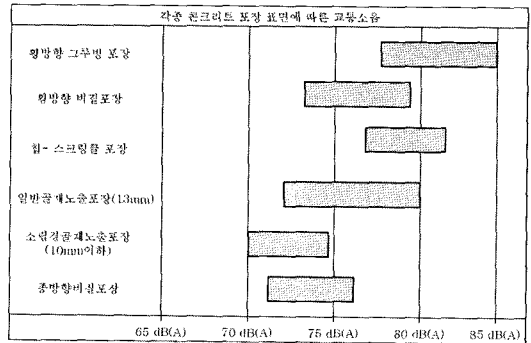


그림 1. 각종 표면처리 소음 측정 시험결과

가청 주파수 범위인 500~2,000Hz에서 상당히 감소하는 것으로 나타났다. 여러 나라의 콘크리트포장에서의 소음과 표면조직에 관계되는 연구의 주요 결론은 횡방향타이닝이 가장 큰 소음을 나타내며, 임의의 타이닝은 타이어와 포장면 사이에서의 소음을 줄이고 전체적인 소음수준도 낮추며, 골재노출표면의 조직깊이와 타이닝 깊이는 소음에 중요하다고 나타났다.

그림 1은 각 포장표면 조직의 주행 시 발생하는 소음을 측정하여 비교한 자료이다. 횡방향 조직의 경우 78dB(A)~85dB(A)로 소음이 가장 크게 측정되었으며, 잔골재 노출 포장은 70dB(A)~74dB(A)로 소음이 가장 작게 발생하는 것으로 측정되었다.

한편, 종방향 비결로 표면조직을 처리한 포장은 72dB(A)~76dB(A)로 측정되어 소음이 낮게 발생

표 1. 최적 골재노출방법

최적 노출 방법	기 준	사 유
응결자연제 종류	Pozzolith	시공성이 양호
자연제 살포량	400g/m ²	평균조직 깊이 0.9mm이상 골재 노출도 2,500mm ² 에서 60개 이상 확보
자연제 농도	(자연제 : 물) 1 : 2	
골재노출시기	콘크리트 타설 후 24시간	
자연제 살포시기	콘크리트 타설 후 즉시	
골재노출기	steel brush 사용	
양생	비닐 양생	

하는 것으로 나타났으나 미끄럼 저항이 다른 표면조직 방법에 비하여 낮기 때문에 안전이 중요시되는 포장에서는 실제 적용을 재검토해야 한다. 측정 결과를 분석에 따르면 동일한 방향의 같은 조직이라 하더라도 조직을 내는 방법에 따라 소음도가 달라지며 골재노출 공법의 경우 노출 골재의 크기에 따라 소음도에 차이가 발생한다는 것을 본 소음 측정 결과로부터 알 수 있어서 조직을 발생시키는 방법에 대해서도 고려를 해야 한다.

2.2 골재노출기법 연구

콘크리트 포장의 골재노출은 표면의 골재를 노출시키기 위하여 콘크리트의 표면 모르타르를 제거하는 방법이다. 이 공법은 소입경 골재콘크리트배합을 상층에 사용하고, 특별히 개량한 슬립 폼 페이퍼로 상하층을 시공한 다음 특수한 표면 지연제와 양생제를 살포하고, 그 다음날 Brushing하여 골재를 노출시켜 균일한 노면형상을 얻는 방법으로 오스트리아에서 처음 개발되었다.

골재노출은 포장시공 후 24시간 이내에 실시하는데, 72시간까지 노출작업을 연기할 수도 있다. 48시간 이전에 노출작업을 실시할 경우 표면은 노출작업 후 양생제를 살포하여 표면을 반드시 보호하여야 한다. 현장 시공시 대규모 노출작업을 위해서는 노출장비가 슬래브 위에서 작업해야 하므로 이를 고려하여 노출 작업 시 표층 상부 2~3mm는 응결이 지연되고 하부는 노출장비 중량을 견디기 위해 굳은 상태가 되도록 한다.

본 공법의 순서는 새로이 포설된 콘크리트 표면에 지연제를 골고루 살포하고 살포 즉시, 지연제와 콘크리트 표면을 방수 시트를 덮어서 보호한다. 경화가 지연된 모르타르를 습식 또는 건식 브러시로 제거한다. 브러시로 골재가 노출되면, 콘크리트는 양생 분말을 살포하여 보호한다.

가장 중요한 사항은 평균조직깊이와 단위면적당 골

재노출의 수이다. 평균조직깊이(MTD)는 보통 모래의 용적을 이용하여 측정된다. 권장되는 표면조직의 깊이는 ASTM E965 Sand Patch Test를 사용해서 측정했을 경우 0.9mm이다. 이때 0.9mm 보다 깊이가 낮아질 경우 소음이 크게 발생하게 된다. 노출도의 경우 만일 2,500mm² 당 60이상의 골재가 노출되면, 소음이 낮아지게 된다. 표 1은 강릉대학교에서 골재노출의 방법에 대해 실험한 결과 값이다.

3. 롤러 전압 콘크리트포장 (RCCP)

롤러 전압 콘크리트포장(이하 RCCP)은 소일시멘트(Soil Cement)의 시공기법에 착안하여 처음 제시되었으며, 일반 콘크리트와는 다른 토공전압방식이 사용된다. RCCP는 시멘트 콘크리트 타설에 있어 기존의 포장 콘크리트 타설 대신 무 슬럼프 콘크리트를 생산하여 아스팔트 피니셔로 포설, 롤러 전압, 줄눈 설치 및 양생하는 시멘트 콘크리트 포장공법으로서 시공 후 수일 내에 교통개방이 가능하다. RCCP의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- RCCP는 포설장비를 아스팔트 페이퍼를 사용하기 때문에 포설속도가 빠르다.
- RCCP는 일반적인 콘크리트의 타설 또는 거푸집 진동다짐이 아니라 롤러 전압다짐의 토공방식이 적용된다.
- 전압 시공되므로 표면처리가 따로 필요 없고 줄눈의 다웰 및 타이바를 사용하지 않는다.
- 일반 콘크리트에 비해 건조수축이 저감된다.(약 1/2)
- 평탄성이 일반 콘크리트 포장보다 떨어지나 아스팔트 마모층을 사용하면 고급포장으로 사용할 수 있으며 시공 후 3일 이내에 교통개방이 가능한 포장공법이다.

3.1 RCCP의 다짐효과

RCCP의 배합에서는 일반 콘크리트의 배합 시에

표 2. RCCP와 일반 포장 공법 비교 (이병철 등, 1996)

구 분	AP	JCP	RCCP	
표층의 재료	아스팔트 혼합물	포장용 콘크리트 슬럼프 0~25mm	전압 콘크리트 슬럼프 0mm	
시공 장비	아스팔트 페이퍼 다짐장비	거푸집 콘크리트 페이퍼 콘크리트 퍼니셔 마무리 장비 (대규모의 기계 조합)	아스팔트 페이퍼 다짐장비	
특 징	변형성	중차량 도로에서의 변형발생이 많음	유동으로 인한 차바퀴 패임은 없음	좌동
	마모	큼	아스팔트 혼합물의 약 1/2정도로 우수	좌동
	색조	흑색	백색 조명효과가 AP보다 우수	좌동
	주행성	일반적으로 쾌적	줄눈부로 인해 AP보다 약간 떨어짐	줄눈간격이 길어 주행 쾌적성이 JCP보다 우수
	소음	적음	AP보다 약간 높음	-
	평탄성	PrI=10cm/km 정도	PrI=24cm/km	PrI=48 cm/km
	교통개방성	아스팔트 혼합물의 온도가 상온정도로 저하되면 개방가능	보통 2주 정도의 양생	3일 정도의 양생으로 교통개방이 가능
	시공속도	2~4m/min	0.4~0.5m/min	0.5~1.0m/min

요구되는 기본 물성뿐만 아니라 다짐률이 매우 중요하다. 다짐률은 강도와 직접적인 관계를 가지며 배합강도를 얻을 수 있는 다짐률을 확보하기에 용이한 배합이 현장 시공시 유리한 RCCP 배합이 될 수 있다. 이병철 등은 실내시험을 통해 RCCP의 1단 및 2단의 다짐 시 다짐횟수와 다짐률의 관계를 파악하여 표 2와 같이 보고하였다.

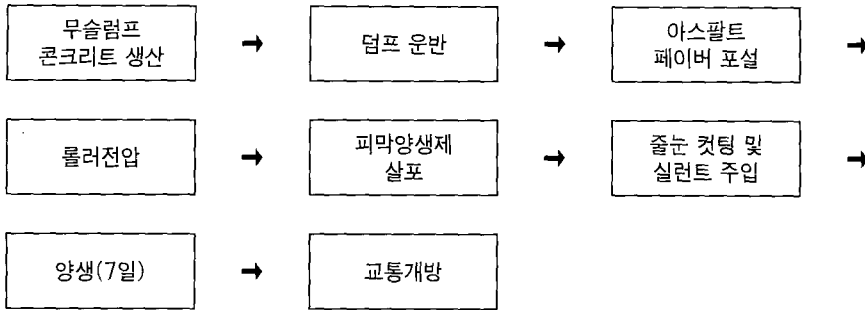
포설두께가 200mm인 경우(포장두께는 약 150mm) 1단 다짐 시 95% 이상의 다짐률을 확보하기 위해서 마샬다짐으로 30회 정도의 다짐이 필요한 것으로 나타났다. 각 층을 100mm 정도로 하여 2단 다짐을 실시한 결과, 95% 이상의 다짐률을 확보하기 위해서는 2단 다짐 시 마샬다짐시험으로 14.5×2회=29회 이상이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 포장두께가 150mm 정도일 경우, 1단, 2단 다짐은

큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉, 현장시공시 다짐률을 확보하기 위한 장비가동은 1단이나 2단 다짐이 거의 동일할 것으로 판단된다. 그리고 1단 다짐의 최대포장두께는 150mm 정도로 제한하도록 권장하고 있다.

3.2 판교 부체도로의 RCCP 시험포장

시험시공은 판교 부근의 부체도로에 1995년 7월경에 설치하였고 수회의 추적조사 결과 현재까지 양호한 것으로 나타났다.(이병철 등, 1996) 보통 고속도로의 부체도로, 농로 등 이설도로의 포장은 시멘트 콘크리트 포장(두께:200mm)으로 인력 시공하므로 시공성의 문제와 공사비 증가의 원인이 되고 있어 물리 전압 콘크리트 포장공법이 그 대안이 될 수 있었다.

표 3. 롤러 전압 콘크리트포장 시공 흐름도



시험시공단면은 폭 5m, 슬래브 두께 200mm로 시험시공을 실시하였다. 횡방향 줄눈은 6m 간격으로 설치하였고, 시험시공재료는 32mm 굵은 골재를 사용하였으며 물-시멘트 비는 0.29~0.33 정도이었다. 시멘트는 350kg/m³으로서 조강 슬래그 시멘트를 사용하였다. 시험시공절차는 표 3과 같이 시험시공을 실시하였다.

1차 전압은 타이어 롤러 8~15톤을 사용하여 5회 전압하였다. 2차 전압으로 진동 롤러 10톤을 사용하여 5회 전압하며 텐덤 롤러 5~8톤을 사용하여 5회 전압을 통해 마무리하였다. 실내 적응성 시험결과에서 압축강도는 210kgf/cm²이상과 휨강도는 40kgf/cm² 이상으로 나타나 조기 교통 개방이 가능한 공법이다. 또한 강도시험이외에도 마모시험 등을 수행한 결과 콘크리트 포장과 동등함이 알려졌다.

3.3 시험 시공 후 제안된 특별시방서 내용

성공적으로 RCCP 시험시공을 수행 후에 도로연 구소에서는 조기개방을 위한 고속도로용 아스팔트 마모층 사용의 콘크리트 슬래브로서 RCCP 공법 특별시방서를 제정하였다. 그 주요 관리 기준을 다음 표 4에 정리하였다. 평탄성은 7.6m 프로파일 미터를 이용하여 차선마다 1회 이상 측정하여 평탄성 지수(PrI)는 48cm/km 이하로 시방하고 있다. 이는 RCCP 자체로 마무리하는 것이 아니라 RCCP 슬래브의 줄눈 시공이 종료되면 바로 아스팔트 마모층(표준두께 t=50mm)을 시공하는 것으로 되어 있다. 단, RCCP 수축줄눈부의 반사균열은 교통개방 1~2년 내에 일어날 것으로 예상되며 실린트를 주입하여 보수하는 것으로 하였다.

표 4. RCCP 관리시험 빈도 및 기준

시험 항목	시험 방법	시험 빈도	시 방 기 준	
골재의 체가름	KS F 2502	1회/1일	-	
골재의 표면수량	KS F 2509	2회/1일	-	
현장밀도	KS F 2311	층별 400m 당 (1차선 기준)	기준 건조밀도 (KS F 2312 D 방법)의 100 % 이상	
두 겹		층별 100m 당 (1차선 기준)	-	
압축강도시험	KS F 2328	1회/1일	$s_3 = 210\text{kgf/cm}^2$ $s_{3k} = 350\text{kgf/cm}^2$	
평탄성 시험	종방향	프로파일 미터 이용	1회/1차선	PrI=48cm/km
	횡방향	3m 직선자 이용	200m당 1.5m씩 중복	최요부 10mm

수축줄눈은 8m 간격으로 설치하며 가로줄눈의 절단 깊이는 75mm, 세로줄눈의 절단 깊이는 60mm로 제시하였다. 줄눈부에는 일반 JCP에서와 같이 백업재와 실린트를 주입하나 다웰바 및 타이바는 설치하지 않는다.

1996년 이병철 등은 조기개방을 위한 고속도로용 RCCP 공법의 설계표준 단면은 노상위에 보조기층, 린콘크리트(15cm), RCCP슬래브(25cm), 표층(최대골재치수가 13~19mm인 밀입도아스콘)을 제시하였다.

3.4 외국의 RCCP 기준 연구

(1) 유럽의 RCCP 시공

유럽에서 RCCP를 가장 많이 사용한 나라가 스페인이다. 1970년 이후 2차선 기준으로 약 560km 도로에 RCCP를 적용해 왔다. 적용된 곳은 소형 및 중형 규모의 도로, 확장부 및 덧씌우기 공사 등이었다. RCCP는 보통 220~250mm 두께로 포설된다. RCCP 포장의 단점인 표면의 평탄성 문제점을 보완하기 위해서 스페인에서는 80~100mm의 AC 덧씌우기를 실시하고 있다. 줄눈간격은 7~10m 정도로서 충분히 수축줄눈으로서의 역할을 하고 있으나, AC 덧씌우기를 하는 경우 반사균열이 많이 발생했다. 현재는 이를 해결하기 위한 방안으로 줄눈간격을 2.5~3.5m로 줄여서 시공을 하고 있다. 1992년에 조사된 자료에 의하면 2년 후 1백만대의 차량 통과 후에 겨우 0.5% 미만의 반사균열이 발생되었다

고 보고되었다. (US Tour, 1992)

(2) 북미의 RCCP 시공

북미에서는 1970년대부터 캐나다에서 목재 운반 도로포장을 RCCP로 시공하면서 본격적인 시공이 시작되었다. 이에 영향을 받아 미국에서는 공병단의 군사용 RCCP 시공을 필두로 1980년대에 대대적인 RCCP 시공이 시작되었다. 미국에서는 최대골재크기, 1층 포설의 두께 한계 (250mm) 및 다층 포설, 다짐도 문제, 양생 및 강도시험 등에 대한 체계적인 연구 및 시공을 통해 가이드라인을 작성하였다. 이에 대한 기준이 ACI 325.10R에 정리되었고 미 육·해·공군이 합동으로 작성한 Unified Facilities Criteria에 자세히 수록되어 있다.(ACI 325.10R, 95: Unified Facilities Criteria, 2001)

(3) 일본의 RCCP 시공

일본의 경우는 유럽과 미국보다는 평탄성이 우수한 것으로 보고되고 있다. 일본의 전압방식은 마무리 전압 시 타이어 롤러 마무리로서 평탄성을 잡는 것이 특징이다. 다음 표 5는 일본과 기타 외국 및 우리나라의 RCCP 다짐방법을 보여주고 있다. 줄눈의 설치 간격은 RCCP가 건조수축에 유리한 콘크리트인 관계로 일반 JCP의 6m 간격보다 더 긴 간격을 적용해도 된다. 일본의 경우는 슬래브 두께가 250mm 이상이면 가로줄눈을 15 ~ 20(깊이는 판두께의 1/4), 슬래브 두께가 250mm 이하이면 10 ~ 15m (깊이는 판두께의 1/4)로 가로줄눈을 적용

표 5. 각국의 RCCP 다짐방법 비교

구 분	일 본	외 국	우 리 나 라
1차 전압	타이어 롤러 2회 (10톤 미만)	진동 롤러 2회 무진동 다짐 (7-10톤)	타이어 롤러 5회 (8-15톤)
2차 전압	머캐덤 롤러 2회 (10톤 내외) 텐덤 롤러 2회 (10톤 내외)	진동 롤러 4회 (7-10톤) 타이어 롤러 8회 (15톤)	진동 롤러 5회 (10톤) 텐덤 롤러 5회 (5-8톤)

하고 있다.(이병철 등, 1996)

3.5 확대적용상의 문제점 및 대책

1995년 판교의 부체도로에 RCCP가 시공된 이후 실용화 설계 방안으로 두께 50mm의 밀입도 아스콘과 250mm 두께의 RCCP 슬래브를 사용하는 포장공법이 제시되었다. 이 경우 줄눈간격을 8m로 규정하였고 이로 인해 아스팔트 덧씌우기 포장에서의 반사균열이 예상되어 실용화시키지 못한 것으로 판단된다. 따라서 스페인의 경우와 같이 줄눈간격을 2.5~3.5m로 제한할 경우 반사균열을 피하면서 원하는 포장의 성능을 발휘할 수 있으리라 판단된다. 또한 판교 부체도로의 RCCP 시험시공에서 최대골재크기가 32mm이었는데, 추후에는 미국의 ACI 325.10R 기준에서 제안하는 바와 같이 평탄성의 확보 및 재료 분리의 문제점을 극소화하기 위해서 최대 골재 크기를 19mm 이하로 제한하여 사용하여야 할 것이다.

4. 투수 콘크리트 포장 (Porous Concrete Pavement)

투수 콘크리트 포장은 내구성 향상을 위해 물의 침투를 억제하는 현재까지의 포장과는 상반되는 개념으로 우수(雨水)를 공극이 많은 다공질 콘크리트 표층을 통해 노상으로 전이시켜 노상의 침투 기능에 의해 배수를 시키는 공법이다.

투수 콘크리트 포장은 일반적으로 노상, 필터층(모래층), 투수성 기층, 투수성 표층으로 구성된다. 투수 콘크리트 재료는 10⁻²cm/sec 정도의 높은 투수계수를 유지하기 위해 잔골재를 거의 사용하지 않은 단립도 주체의 개립도 혼합물이 사용된다. 보통 공극률은 20~30%가 적절하며, 내구성은 ASTM C666의 A법(수중동결 수중융해법)과 B법(기중동결 수중융해법)에 의한 동결융해 저항성 및 건조수

축 시험으로 평가한다.

4.1 투수 콘크리트포장의 효과

투수 콘크리트 포장의 효과는 크게 교통사고 감소, 소음 감소, 자연 환경 보전 등이 있다. 불투수성 포장은 강우량이 많은 경우나 도로 구배가 부적절하게 설계된 경우 배수가 신속히 이루어지지 않아 수막현상을 유발하게 되고 이는 미끄럼 저항을 감소시켜 빗길 교통사고의 원인이 된다. 도로교통안전관리공단 발표 자료에 따르면 전체 교통사고 원인 중 빗길 미끄러짐에 의한 교통사고는 약 30%를 차지하고 있다. 투수 콘크리트 포장은 강우시 빗물이 포장체를 통해 바로 배수되기 때문에 일반 콘크리트 포장에 비해 배수 효과가 뛰어나다. 따라서 이를 도로에 적용할 경우 빗길 미끄럼 저항 감소에 따른 교통사고 발생을 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

투수 콘크리트 포장은 다량의 공극으로 인해 반사되는 일부의 소음을 제외하고는 대부분의 소음이 포장체 내로 흡수된다. 포장체 내부로 흡수된 소음은 투수성 포장체의 배면층(背面層)에 반사되어 공극을 역투과하여 공기중으로 재반사되는데 역투과 과정에서 상위차(相位差)에 의한 간섭작용으로 인해 소음이 소멸된다. 따라서 투수 콘크리트 포장을 도로에 적용할 경우 소음감소 효과가 클 것으로 기대된다. 기존연구 결과에 따르면 일반적으로 투수성 콘크리트 포장이 일반 콘크리트 포장에 비해 약 3~7dB 정도 소음 감소 효과가 있는 것으로 나타났다.

또한 투수 콘크리트 포장은 다량의 공극으로 인해 노상에 공기와 수분을 공급하기 때문에 흙 속의 미생물들이 번성할 수 있는 환경을 조성하고 지하수 보전을 통하여 토양의 산소 결핍 방지, 가로수 육성, 토양 온도 상승 억제, 열섬(Heat Island) 현상 방지 등에 효과가 있어서 보도 및 차도 등에 적용될 경우 도시 하천 범람 방지, 공공수역 오염 경감, 배수시설 부담 경감 등의 효과가 있다.

4.2 투수 콘크리트 국내·외 현황

1980년대부터 선진 외국에서는 투수성 아스팔트를 개발하여 보도를 중심으로 한 생활관련 도로, 광장 및 주차장 등의 포장에 사용하고 있다. 그러나 투수성 아스팔트 포장은 여름철 온도 상승에 의해 영구변형이 발생하고 공용연수 증가에 따라 공극 막힘 현상이 발생하여 투수 기능이 상실되는 단점이 있기 때문에 투수 콘크리트 포장의 필요성이 대두되었다.

미국의 경우 미연방도로국의 방침에 의해 고속도로에서의 적용을 위한 연구가 진행되고 있다. 유럽 국가에서는 1970년대 후반부터 투수 콘크리트 포장 개발을 시작하여 현재는 주차장, 콘크리트 포장의 노면 등에 적용하고 있다. 또한 일반국도 등에 시험 포장을 실시하고 있으며 근시일 내에 고속도로에도 적용될 예정이다. 일본의 경우에도 투수 콘크리트의 실용화를 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며 시멘트협회 포장기술전문위원회에서 투수 콘크리트를 도로에 적용하기 위하여 적극적으로 검토하고 있다.

하지만 국내경우에는 투수 콘크리트 포장에 대한 연구는 거의 전무한 상태이며 기술 또한 초보 단계에 있다. 실례로 투수 콘크리트 포장이 적용되는 구간은 공원, 보도, 자전거 전용도로 등으로 제한되어 있으며 사용되는 골재도 6~10mm로 국한되어 있는 실정이다.

4.3 투수 콘크리트 포장 시공 및 유지보수

(1) 투수 콘크리트 포장 시공방법

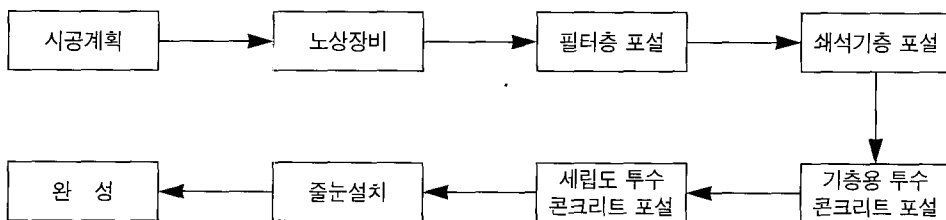


그림 2. 투수 콘크리트 포장 시공방법

투수 콘크리트 포장의 시공 방법은 그림 2와 같다. 시공계획은 투수콘크리트 및 표층용 투수콘크리트 포장을 시공할 경우 투수성을 확보하고 평탄성, 강도, 공극율, 다짐율, 색상 등이 유지될 수 있도록 시공계획을 세워야 한다.

노상면은 평탄하게 마무리한 다음 필터층을 포설하여 노상의 흙이 기층에 혼입되는 것을 방지하도록 한다. 쇄석기층 포설에서는 재료분리가 발생하지 않도록 주의하여야 하며, 투수콘크리트 포설시 기층면에 적정량의 물을 살포하여 투수 콘크리트의 수분손실을 방지하고 수분이 증발되기 전에 포설하여 재료분리가 발생하지 않도록 한다. 기층용 투수콘크리트의 수분이 증발되어 접착에 문제가 있다고 판단되면 물과 시멘트를 혼합하여 스프레이 등으로 충분히 살포한 후 표층용 투수 콘크리트를 포설해야 한다.

줄눈은 가로 줄눈과 세로줄눈의 수축 줄눈과 팽창 줄눈으로 구분되며, 가로 줄눈은 2.5~3.5m 간격으로 완전 절단하고 수축줄눈은 5~10m 간격으로 포장두께의 1/3정도를 3mm 이상 절단하며, 팽창줄눈은 30~50m간격으로 10mm이상 완전 절단하여 실리콘, 우레탄 등의 탄성이 있는 내마모성 재질로 줄눈을 처리한다.

(2) 투수 콘크리트 포장 유지보수 방법

투수 콘크리트 포장은 공용기간이 증가함에 따라 노상의 먼지와 주변으로부터의 토사 등에 의해 공극이 막혀 투수 기능을 상실하는 경우가 많이 발생한다. 이에 대한 해결책으로 고압수를 분사하여 토사를 제거함으로써 투수 기능을 회복시키는 유지보수

방법이 개발되었다. 본 방법은 낙숫물이 떨어지는 곳에서 공극 막힘이 일어나지 않는 것에 착안한 것으로 그림 3과 같이 수압에 의해 뒷면에 채워져 있는 먼지나 토사를 떠오르게 하여 씻어내는 방법이다.

공용기간이 8년이 지난 보도에서 수압 30~40 kgf/cm²의 범위로 투수 콘크리트 포장 유지보수를 실시한 결과 현장투수성능이 1265cc/15sec에서 370~580cc/15sec로 향상되어 시공직후의 투수성능인 428~820cc/15sec와 거의 유사하게 나타났다.

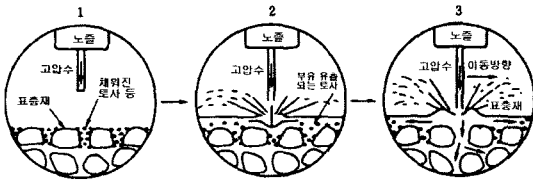


그림 3. 투수성의 회복원리

5. 맺음말

국내 콘크리트포장기술이 많이 발전해 왔지만, 소

독과 생활수준의 향상에 따른 쾌적한 도로환경의 개선은 선진국에 비해 미흡한 점들이 많다. 도로 이용자와 도로 관리자의 이러한 욕구에 따라 다양한 기능성 콘크리트포장의 개발 및 적용의 필요성이 대두되었다. 다양한 기능성 콘크리트포장 중에서 골재노출공법과 투수 콘크리트포장은 소음을 경감시킴으로써 삶의 질적 향상을 추구하는 현대인들에게 보다 쾌적한 환경을 제공하고, 도로의 미끄럼 저항을 증대시키고 수막현상을 방지함으로써 교통사고를 감소시키는 공법이다. 롤러 전압 콘크리트포장은 일반 콘크리트포장에 비해 짧은 시간내에 건설하여 수일내로 교통개방을 할 수 있는 공법이며 아스팔트포장에 이용하는 같은 장비들을 이용할 수 있는 장점이 있어 도로관리자의 선입관을 바꿀 수 있는 콘크리트포장이다. 선진국에선 많은 연구 및 실시공을 거듭하여 많은 경험이 축적되어 있지만 이에 비해 국내에서는 까다로운 시공방법으로 인한 연구의 미흡으로 실시공은 이루어지지 못하고 있다. 선진국의 연구내용을 바탕으로 체계적인 연구를 통해 우리나라의 도로실정에 적합한 시공방법과 시공 장비를 개발하여 쾌적하고 환경친화적인 콘크리트포장에 이용하여야 하겠다.

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다.
회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한미은행 : 102-53510-243
- 찬조금은 한미은행 : 102-53512-294
(예금주(사)/한국도로학회)
- 지로번호 : 6970529

<학회사무국>