

시멘트 콘크리트포장 파손부 전단면 보수공법, 급속 보수공법, 슬래브잭킹공법

홍 승 호* · 진 인 창**

1. 머리말

콘크리트 포장 줄눈부와 슬래브내에 많은 파손이 포함되어 있는 경우 보수를 위해 전단면 보수가 시행될 수 있다. 전단면 보수 공법은 국부적인 보수가 아닌 콘크리트 포장 슬래브 전단면에 걸쳐 시행되므로 포장의 구조적인 성능 개선과 승차감 개선이 가능해질 수 있으며 포장의 공용 수명을 연장할 수 있다. 급속 보수 공법은 주행하는 차량의 승차감을 저해할 수 있는 국부적인 파손이 발생된 경우나 파손의 진전을 막기 위해 시행될 수 있는 공법으로 응급복구 차원에서 많이 시행되는 공법이다.

슬래브 잭킹 공법은 포장 슬래브 파손보다는 하부 기층이 팽팽이나 기층의 침하로 인하여 공동이 발생되어 인접 콘크리트 포장보다 낮아져 단차가 발생하거나 궁극적으로 콘크리트 포장체가 큰 파손을 유발할 수 있는 원인을 제공하는 포장체에 대하여 발생된 공동 부위를 채움으로 낮아진 슬래브를 인접 슬래브와 동일한 위치까지 회복시켜 승차감 개선과 포장체 파손 발생 원인을 제거할 수 있는 공법이다.

2. 전단면보수 공법

콘크리트포장에서 전단면 보수공법은 파손상태

가 심한 경우에 시행될 수 있는 공법이다. 일반적으로 전단면 보수공법은 최소 1.8m 길이와 1차선 폭으로 시행될 수 있다.

전단면 보수를 시행하기 위한 포장체의 파손 형태 및 정도는 표 1, 2와 같다.

표 1. 줄눈 콘크리트포장 전단면 보수를 위한 파손 종류 및 등급

파손 종류	파손 정도
블로우업	상, 중, 하
우각부 파손	상, 중, 하
줄눈 및 균열부 "D" 균열	상, 중
기존 보수재 파손	상, 중
종방향 균열	상, 중
줄눈 스폐링	상, 중
횡방향 균열	상, 중
스폴링 골재 줄눈 및 균열부 충전	상, 중

표 2. 연속철근 콘크리트포장 전단면 보수를 위한 파손 종류 및 등급

파손 종류	파손 정도
블로우업	상, 중, 하
시공 줄눈 파손	상, 중
균열부 "D" 균열	상
기존 보수 인접부 파손	상, 중
기존 보수재 파손	상, 중
국부적인 파손	상, 중
종방향 균열	상, 중
편치 아웃	상, 중, 하
횡방향 균열	상, 중(철근이 파손된 곳)

* 정희원 · 한국도로공사 도로연구소 연구원

** (주)청조 대표이사

2.1 줄눈콘크리트포장 전단면 보수공법

줄눈콘크리트포장의 조기 보수부 파손 가능성의 최소화를 위하여 다음과 같은 최소 보수 규격이 추천된다.

2.1.1 보수부 범위

- 가. 다웰바 또는 타이바 보수 : 최소 1.8m 길이와 전차선 쪽 보수가 포장체 흔들림, 평평 및 붕괴 최소화를 위해 요구된다.
- 나. 무다웰바 또는 타이바 없는 보수 : 트럭 교통 하중이 낮은 포장에서는 최소 1.8m 길이가 요구되나, 중·상 정도의 트럭 교통 하중을 받는 포장체인 경우 2.4~3m 길이가 요구된다.

2.1.2 고려사항

줄눈 콘크리트포장의 보수 경계면 기준은 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

- 가. 긴 보수길이는 중간 슬래브에 균열이 발생될 수 있다. 그러므로 3~4m 이상의 보수 길이는 균열 방지를 위해서 중간에 줄눈을 시공하거나, 균열을 잡아주기 위해 철근을 보강해야 한다.
- 나. 보수 경계면은 기존 횡방향 균열 또는 줄눈과 너무 가깝게 있어서는 안된다. 너무 가깝게 있는 경우 인접 슬래브 파손이 발생할 수 있다. 1.8m의 최소 길이는 횡방향 균열 또는 줄눈에서 전단면 보수 줄눈으로 추천된다.
- 다. 다웰바가 있는 횡방향 줄눈과 떨어진 경계면은 기존 줄눈을 포함하여 0.3m의 범위이다.

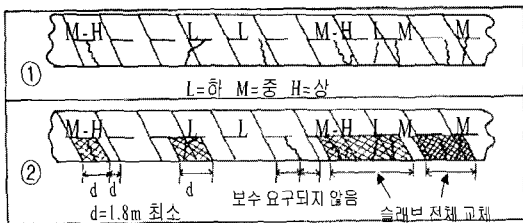


그림 1. 줄눈 콘크리트 포장 파손부 전단면 보수 개념도

라. 줄눈부터 3m 또는 좀더 먼 곳에 있는 균열은 각각 보수되어지나 손상이 심하면 슬래브 전체를 교체해야 된다.

그림 1은 줄눈 콘크리트포장의 전단면 보수 공법의 시공 도면으로 A는 포장에 발생된 균열을 나타내고, B의 빗금친 부분은 보수되어야 할 부분을 나타낸다.

2.2 연속 철근콘크리트포장의 전단면 보수공법

연속철근 콘크리트포장의 대부분 전단면 보수는 기존 콘크리트 포장체의 심한 편치아웃이나 국부적인 파손 면적에 시행된다.

2.2.1 보수부 범위

연속 철근 콘크리트포장의 보수 경계면을 결정하기 위한 기준은 다음과 같다.

- 가. 1.8m의 최소 보수 길이가 추천된다. 보강 철근이 연결되어 있으면 1.2m의 철근이 역학적 으로 연결되거나 용접되어야 한다.
- 나. 보수부 사이의 경계는 460mm보다 근접되어서는 안된다. 종종 이런 경우 균열이 매우 가깝게 있으면 피할 수 없게 될 수도 있다. 균열이 매우 좁은 간격인 곳은 기존의 조밀한 횡방향 균열에서 150mm보다 가깝게 보수가 시행될 필요가 있다.
- 다. 전차선 쪽 보수가 일반적으로 추천되며, 최소 보수폭 1.8m가 보수 쪽 내에 모든 파손이 포함되어 있을 때는 보수폭으로 사용될 수 있다.

그림 2는 파손부 충전, 평평 및 파손부의 보수 최소화를 위한 알맞은 겹친 길이 면처리를 위한 도면이다.

2.3 시공절차 및 교통 개방시간

전단면 보수 공법의 시공 절차는 다음과 같다.

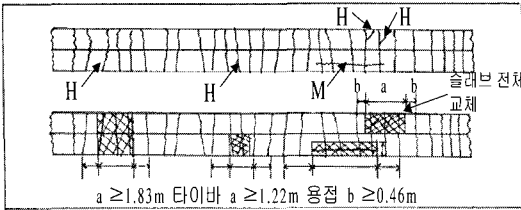


그림 2. 연속철근 콘크리트포장 파손부 전단면 보수 개념도

- (1) 파손부 슬래브 절단
- (2) 기존 콘크리트 제거
- (3) 보조기층 재정리 및 다짐
- (4) 다웰바 및 타이바 재설치
- (5) 콘크리트 타설 및 다짐
- (6) 양생 및 줄눈부 정리

전단면 보수를 시행한 단면의 양생기간 및 교통 개방 시간은 적용되는 콘크리트의 종류, 기후 조건에 따라 결정하며, 미국도로협회(NHI)의 교통 개방 시기 결정은 다음과 같다.

- 압축강도 : 138 kg/cm² 이상
- 휨강도 : 1점 재하시 : 21kg/cm² 이상
2점 재하시 : 17kg/cm² 이상

3. 급속 부분단면 보수공법

콘크리트 포장 파손부에 대한 급속 보수공법은 국부적인 파손부에 응급을 요하는 경우에 많이 시행되는 공법으로 국내·외에서 수많은 연구가 진행 중이며 새로운 재료들이 개발되고 있으나 현재까지 우수한 공법으로 추천되는 공법이나 재료들은 많지 않은 상태에 있다.

콘크리트 포장의 덧씌우기 및 보수에 적용할 수 있는 재료는 적용시 시공두께가 구분되어 있다. 시공 두께는 골재 치수와 재료의 물리적 특성에 많은 영향을 받으며, 일반 콘크리트 포장에 사용되는 골재(32~40mm)가 폴리머 콘크리트에 사용되는 골재보다 크다. 보수 및 덧씌우기의 시공 두께는 사용되는 골재의 규격에 따라 결정되며 적용 두께는 골재 크기의 3배 이내에서 시행되어

표 3. 보수 및 덧씌우기 재료 특성(1)

구 분		시멘트 콘크리트	마이크로 실리카 개질 콘크리트	라텍스 개질 콘크리트 (LMC)	침하가 안되는 골재로 배합된 개질 폴리머 콘크리트	
성분	결합제	시멘트	시멘트	시멘트	시멘트	
	첨가제	-	마이크로 실리카	-	침하가 되지 않는 골재	
	혼화제	감수제, A.E제	HRWR, A.E제	SBR 라텍스	아크릴 라텍스	
적용 사항	시공두께(cm)	> 4.4	> 3.0	> 3.0	0.6~3.8	
	시공온도(℃)	5~32	5~32	7~35	-	
	양생	습윤 7일	습윤 7일	습윤 3일	-	
재료 특성	건조수축	낮다	낮다	낮다	보통	
	열팽창계수	기층과 동일	기층과 동일	기층과 적합	기층과 적합	
	압축 강도	1시간	0	0	-	-
		1일	46 kg/cm ²	211 kg/cm ²	-	105 kg/cm ²
		3일	175 kg/cm ²	282 kg/cm ²	-	-
		28일	352 kg/cm ²	527 kg/cm ²	422 kg/cm ²	352 kg/cm ²
	탄성계수	2.6×10 ⁵ kg/cm ²	2.8×10 ⁵ kg/cm ²	1.7×10 ⁵ kg/cm ²	1.7×10 ⁵ kg/cm ²	
	투수성(콘크리트=10)	9	6	5	5	
	동결-융해저항성	좋음	좋음	아주 좋음	아주 좋음	
	침하량	자료 없음	좋음	자료 없음	아주 좋음	
발열	낮다	낮다	낮다	보통		

표 4. 보수 및 덧씌우기 재료 특성(2)

구 분		마그네슘 인회암 콘크리트	골재 타설 콘크리트	에폭시 모르타르	메틸 메타아크릴레이트 (MMA) 콘크리트	
성분	결합재	마그네슘 인회암 시멘트	시멘트	에폭시 수지	아크릴 수지	
	첨가재	-	포졸란	-	-	
	혼화제	-	유동화제	-	-	
적용 사항	시공두께(cm)	> 1.9	> 7.6	0.4 ~ 1.2	0.6 ~ 1.3	
	시공온도(℃)	10 ~ 40	5 ~ 32	10 ~ 32	-6 ~ 50	
	양생	45분 ~ 2일	습윤 7일	4시간 ~ 2일	1 ~ 6시간	
재료 특성	건조수축	보통	매우 낮다	낮다	보통	
	열팽창계수	기층과 동일	기층과 동일	(1.5 ~ 5)×콘크리트	(1.5 ~ 5)×콘크리트	
	압축강도	1시간	141 kg/cm ²	0	-	282 kg/cm ²
		1일	450 kg/cm ²	35 kg/cm ²	-	844 kg/cm ²
		3일	493 kg/cm ²	158 kg/cm ²	-	-
		28일	591 kg/cm ²	316 kg/cm ²	843 kg/cm ²	844 kg/cm ²
	탄성계수	2.2×10 ⁵ kg/cm ²	2.6×10 ⁵ kg/cm ²	1.5×10 ⁵ kg/cm ²	2×10 ⁵ kg/cm ²	
	투수성(콘크리트=10)	9	10	1	1	
	동결-융해저항성	아주 좋음	좋음	아주 좋음	아주 좋음	
	침하량	낮다	자료 없음	보통	자료 없음	
발열량	높다	낮다	높다	높다		

* 건조수축 : 낮음-0.05% 이하, 보통-0.05~0.10%, 높음-0.10% 이상

야 한다. 급속 보수 공법에 많이 사용되는 재료로는 아원계 또는 알루미늄계 초속경 시멘트 콘크리트, 폴리머 콘크리트, 에폭시 콘크리트, 메틸 메타아크릴레이트(MMA) 콘크리트, 폴리에스터 스타렌 콘크리트, 우레탄 콘크리트, 및 상온 아스팔트 콘크리트 등이 있다. 각 재료의 일반적인 특징은 표 3, 4와 같다.

4. 슬래브 잭킹공법

슬래브 잭킹 공법은 절성토부의 압거 및 교량 뒷채움부의 침하 부위 보수에 주로 사용하는 공법으로 슬래브 또는 보조기층 밑으로 시멘트 그라우트를 고압으로 펌핑하여 그라우트 압에 의해 침하된 슬래브를 원래의 높이까지 들어 올리는 방법이다(그림 3).

4.1 적용범위

- 균열 발생이 없는 포장 침하시 침하 경사도

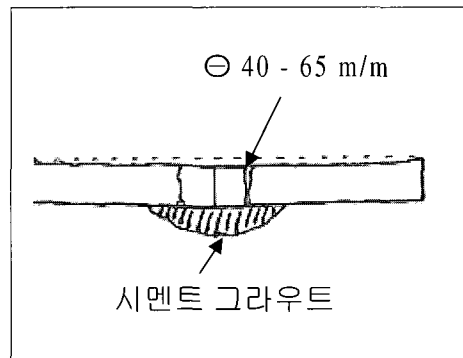


그림 3. 그라우팅 단면도

- 가 1/250 이상인 경우
- 구조물 뒷채움부

4.2 준비작업

4.2.1 그라우트 혼합물

시멘트 그라우트 언더셀링법에 사용되는 그라우트 혼합물 배합과 동일하며, 그라우트 혼합물

중 사용되는 것은 다음과 같다.

- 시멘트·석회석분 그라우트(또는 시멘트·수화석회 그라우트)
- 시멘트·포졸란 그라우트 또는 시멘트·플라이애쉬 그라우트
- 시멘트·모래 그라우트
- 석회·플라이애쉬 그라우트

일반적으로 그라우트 혼합물의 반죽질기에서 반죽질기가 된 상태의 그라우트는 슬래브를 들어 올리는 역할을 하고 좀 묽게 배합된 그라우트는 슬래브 아래의 공극을 메우는 역할을 하기 때문에 적용 용도에 따라 적절한 반죽질기로 배합해야 한다.

4.2.2 장비

슬래브 잭킹을 위한 장비는 주입구 천공을 위한 천공장비, 그라우트의 균일한 혼합 및 제조를 위한 믹서, 그라우트 압입을 위한 그라우트 펌프로 구성된다.

4.2.3 슬래브 잭킹을 위한 천공 구멍의 배치

그라우트 주입 구멍의 배치는 침하 상태의 경중에 따라 다르게 결정되지만 일반적으로 주입 구멍을 가로 방향 줄눈이나 슬래브 가장 자리로부터 30cm 이상, 45cm 이하로 떨어지게 배치하고 천공 구멍 중심간 거리는 180cm 이하로 해야 한다.

이와 같은 배치를 하면 한 구멍당 2.3~2.8㎡ 정도의 슬래브를 들어 올릴 수 있다. 슬래브의 균열이 있으면 이보다 더 많은 주입 구멍을 뚫어야 한다. 천공 구멍의 배치는 그림 4와 같이 침하량, 파손 종류 및 파손 정도에 따라 각각 다르고, 동일 차선 침하의 경우 그림 5와 같이 삼각형 배치를 하여 모든 주입 구멍이 동일 거리를 유지하도록 한다.

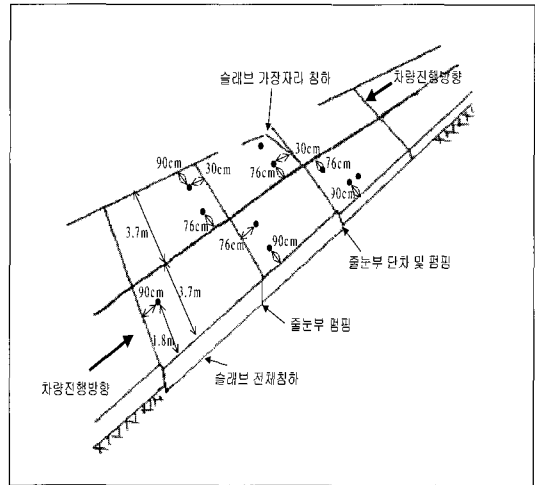


그림 4. 파손종류 및 정도에 따른 천공구멍 배치

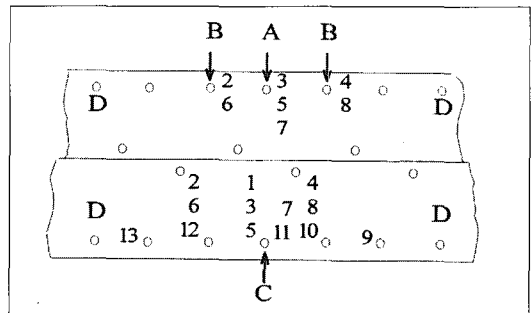


그림 5. 천공 구멍의 배치와 펌핑 순서

4.3 시공방법

- (1) 그라우트 주입 구멍의 천공 작업 및 예비작업은 시멘트 그라우트 언더실링 작업과 동일하다.
- (2) 침하된 슬래브는 한번에 조금씩 여러 구멍에 주입을 거쳐서 올려야하고, 한번 주입에 다른 어느 부분이나 또는 인접한 슬래브보다 0.6cm 이상 더 높게 올라와서는 안된다. 슬래브를 들어 올릴 때 균열 발생을 방지하기 위해 인접 슬래브와 보수부분 슬래브를 ±0.3cm 이내의 동일 평면을 유지하도록 해

야 한다.

- (3) 펌핑 작업은 전체 구간을 통하여 어느 한곳에도 무리가 가지 않도록 일정하게 다음과 같이 수행해야 한다.
 - 그림 5는 포장 침하의 평면을 나타낸 것이고 펌핑 작업은 주입공 A로 표시된 침하 부위의 가운데에서부터 시작해야 한다. 침하량이 가장 큰 가운데 지점은 양쪽 부위 보다 더 많은 양의 그라우트를 주입해야 한다.
 - A에서 펌핑을 하고 B로 옮겨 펌핑을 하면 슬래브가 들어 올려질 때 발생하는 변형을 최소로 줄일 수가 있다. 그 다음 세 번째 펌핑 순서는 다시 처음으로 돌아와서 A 지점에서 펌핑한다. 이렇게 하면 A 지점에서는 4번 펌핑, 양쪽 지점에서는 2번 펌핑하게 된다.
 - 펌핑은 항상 길어깨쪽 주입공에서부터 시작해서 중앙차선쪽 주입공으로 펌핑해야 한다.
 - 한 차선의 펌핑이 끝나면 인접차선 슬래브의 길어깨쪽 C지점에서 동일한 순서로 펌핑하고, 중앙부에서 좀더 먼 주입공(9.13번)까지 펌핑한다. 이러한 절차를 반복하여 슬래브에 균열이 발생하지 않도록 조금씩 들어 올린다.

5. 맺음말

시멘트 콘크리트 포장 파손부를 보수하기 위한 방법에 대하여 본 절에서 몇몇 방법에 대하여 설명하였다. 이외 다양한 방법들이 콘크리트포장 파손부에 적용될 수 있을 것이다. 콘크리트 포장은 공용성 측면에서 많은 장점을 지니고 있지만 파손부에 대한 적절한 보수 방법과 장시간 교통 차단 문제점 발생으로 공용 중에 발생한 파손부나 공용 수명에 도달한 콘크리트포장에서 많이 발생하는 파손에 대하여 적절한 대책 방법이 많지 않아 이에 대한 해결 방안 및 연구가 많이 진행되어야 할 것을 사료된다.

6. 참고문헌

1. 홍승호, 권순민, "콘크리트 노출 교면상판 및 포장 취약부 보수보강 방안 연구", 도로연 00-22, 한국도로공사, 2000.
2. 한국도로공사, "포장유지보수 지침서", 한국도로공사, 1994.
3. 한국도로공사, "2000 포장보수 및 설계요령", 한국도로공사, 2000.
4. 한승환, 엄주용, "슬래브 잭킹 공법", 도로연구소식지, 2000.
5. Peter H. Emmons, "Concrete Repairs and Maintenance Illustrated", R.S. MEANS COMPANYS, 1994.
6. NHI, "Techniques for Pavement Rehabilitation", FHA, Sixth Edition Third Draft January 1998.

학회지 투고안내

한국도로포장공학회에서는 여러 회원의 원고를 모집하고 있습니다. 도로 및 공항포장과 관련된 사항(설계, 시공, 현장체험, 신기술 등) 및 수필, 시, 여행체험기 등 회원 여러분이 보고, 듣고, 느끼신 귀중한 체험을 학회지에 투고하여 주시기 바랍니다.

투고요령 : 원문 및 디스켓 1부 송부

접수처 : 한국도로포장공학회 편집위원회

☎ 137-862 서울시 서초구 서초동 1355-3

서초월드오피스텔 1512호

전화: 02-525-7147 / 전송: 02-525-7149