

시멘트 콘크리트 포장의 미끄럼 방지 및 평탄성 증진 공법

Skid Resistance and Roughness Improvement Method on Cement Concrete Pavement

홍승호* 한승환**, 윤경구***

Hong, Seung Ho · Han, Seung Hwan · Yun, Kyong Gu

1. 서론

경제수준의 향상으로 도로의 기능은 주행 중인 차량의 운전자 쾌적성과 안전성에 대한 요구가 증대되고 있다. 본 논문은 도로의 우천시 안전성을 증대시키기 위하여 포장의 미끄럼 방지를 향상시키기 위하여 수행된 시험시공에 대하여 설명하고자 한다.

도로의 포장은 공용 년 수가 경과되면서 반복적인 교통하중과 대기작용에 의해 표면 노후화가 진행된다. 노후화된 표면으로 인하여 종단 평탄성이 저하될 수 있다. 또한, 표면 마모가 심하게 마모된 경우 우천시 미끄럼 사고의 발생 가능성이 높아질 수 있다. 본 논문에서는 노후화된 도로의 표면을 개량하기 위하여 다이아몬드 그라인딩 공법을 적용하여 건전한 표면 조직을 노출하여 평탄성 및 미끄럼 방지 효과를 증진하고자 수행되었다. 다이아몬드 그라인딩 공법은 미국에서 1960년대부터 적용되기 시작했으나, 장비의 발전으로 인하여 최근에 그 효과가 크게 향상되었다.

본 논문에서 수행된 다이아몬드 그라인딩 시험시공을 통하여 평탄성 향상과 미끄럼 방지 효과가 증진되는 것으로 조사되어 노후된 콘크리트 포장을 개량하기 위한 보수공법으로 현장에서 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 시험시공

2.1 시험시공 계획

본 공법의 시험시공으로 선정된 노선은 중부고속도로로서 일부 구간에서 표면 타이닝의 마모가 발생한 구간이다. 시험시공은 중부고속도로 하행 330.5~330.8km의 1, 2차로를 대상으로 300m 연장을 시공하였다. 시험시공 전 포장의 표면 결함을 육안으로 조사하였다. 시험시공 전 평탄성 조사는 ARAN 장비를 이용하였으며, 미끄럼 상태 조사는 우리공사의 KHPFT 장비를 사용하여 조사하였다. 조사 완료 후 시험시공을 실시하였고, 시험시공 완료 후 동일한 장비로 평탄성과 미끄럼 상태를 조사하여 시공 전·후의 공용성을 분석하였다.

2.2 시험시공 절차

시험시공 전 포장 상태는 그림 1, 2에서 보는 바와 같이 건설 초기에 시공된 표면 타이닝이 많이 마모된 것을 볼 수 있다. 시험시공을 시작하기 전에 작업 구간의 안전 확보와 원활한 교통 소통을 위하여 1차로 차선에 대하여 라바콘을 설치하였다. 시험시공 장비는 그림3과 같이 종방향으로 진행하면서 포장면을 절삭하게 된다. 장비 구성은 그림 3에서 보는 바와 같이 다이아몬드 그라인딩 장비가 중앙에 놓이고, 물 공급 차량은

* 정회원 한국도로공사 도로교통기술원 공학석사 013-371-3440(E-mail : HSH373@freeway.co.kr)

** 정회원 한국도로공사 도로교통기술원 공학박사 031-371-3365(E-mail : Hansu@freeway.co.kr)

*** 정회원 강원대학교 공과대학 토목공학과 교수 033-250-6336(E-mail: kkyun81@hotmail.net)

장비의 후면에 위치하여 절삭에 필요한 물을 장비에 연결된 호스로 연속적으로 공급하고, 장비의 절삭 장치로 제거된 콘크리트 포장의 슬러리와 물은 장비에 설치된 물과 슬러리를 빨아들이는 장치를 이용하여 장비의 전면에 놓여 있는 슬러리 처리 탱크로 연결되어 연속적으로 보내져 처리하게 된다. 이와 같은 과정을 거쳐 포장면이 제거된 표면에는 잔류 슬러리와 물이 남지 않게 된다. 노후된 콘크리트 표면의 절삭은 종방향 진행하게 되며, 한 구간의 작업이 종료되면 절삭 장비와 연결된 물탱크 차량과 슬러리 차량의 연결 호스를 제거하고 작업 시작점으로 고속으로 후진하여 새로운 작업을 준비하게 된다.

다이아몬드 그라인딩 장비는 장치의 고장, 물 공급 중단 및 슬러리의 층만 등을 제외하고는 야간에도 작업이 가능하다. 한 차로의 작업이 종료되면 그림 4와 같이 시공이 완료된 구간으로 교통을 소통시킨 후 새로운 차선을 대상으로 작업을 연속적으로 수행할 수 있다.



그림 1. 시험시공 전 2차로 포장 상태

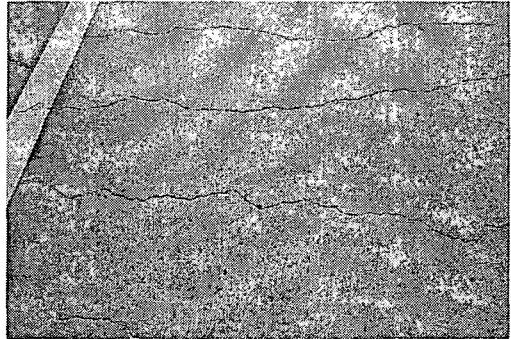


그림 2. 시험시공 전 1차로 포장 상태

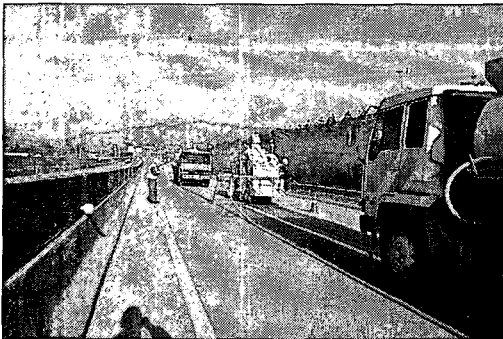


그림 3. 시험시공 장비 구성

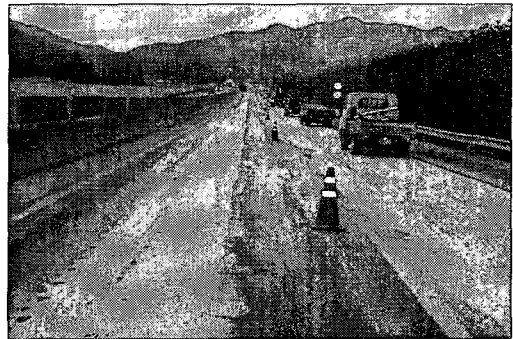


그림 4. 2차로 시험시공 후 교통 소통

시험시공이 완료된 후 포장 상태는 그림 5에서 보는 바와 같이 시험시공 구간과 시공되지 않은 구간이 색상으로 분명하게 구분되는 것을 볼 수 있다. 시험시공된 포장 표면은 그림 6에서 보는 바와 같이 새로운 표면 조직이 만들어진 것을 볼 수 있다. 그림 6에서 보는 바와 같이 시공되지 않은 우측의 표면은 횡방향 타이닝 마모 현상을 볼 수 있는데, 시험시공 표면에서는 새로운 종방향 조직이 생성된 것을 볼 수 있다. 또한, 종방향 줄눈부의 경우 시험시공으로 인한 스폐링 발생이나 기존에 시공된 줄눈재의 탈리가 거의 발생하지 않은 것을 관찰할 수 있었다. 시험시공된 표면은 그림 7에서 보는 바와 같이 거친 마이크로 조직이 전면에 걸쳐 새로 생성되어 있기 때문에 타이닝 마모에 의해 우천시 발생할 수 차량의 미끄럼 사고를 예방하는 데 큰 효과를 발휘할 것으로 사료된다.

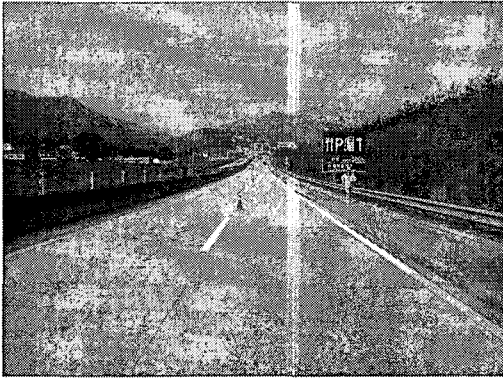


그림 5. 시험시공 구간 전경

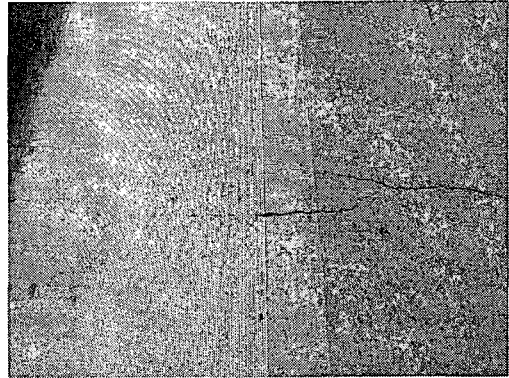


그림 6. 그라인딩 시공 전·후 비교

시험시공이 완료된 후 사진 7, 8과 같이 한 차로로 차량을 소통시키면서 차선도색 작업을 수행 할 수 있으며, 차선도색 작업이 종료 후에 전 차로를 대상으로 교통을 소통시킬 수 있어 작업 공정이 신속한 시간 내에 완료될 수 있다.



그림 7. 시험시공 후 차선도색 공정

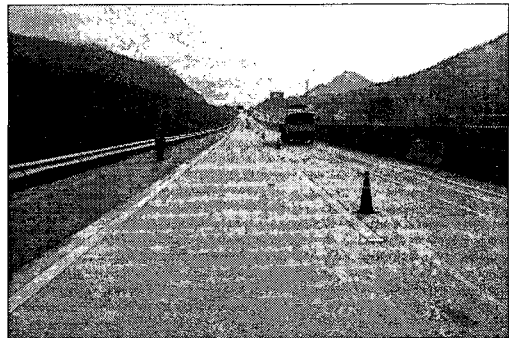


그림 8. 시험시공 완료 후 차량 소통

3. 미끄럼 결과분석

시험 구간에 대한 미끄럼 특성 변화 조사는 시험시공 전·후에 미끄럼 저항 측정 차량으로 조사되었다. 본 시험시공 구간에서는 ASTM E501, ASTM E524 미끄럼 측정용 타이어로 측정되었다.

3.1 시공 전 미끄럼 상태

본 구간에 대하여 ASTM E 501 홈이 있는 타이어를 사용한 미끄럼 조사는 2002년에 8월에 표 1, 그림 9, 10과 같이 조사되었다. 1차로에서 각 지점별 미끄럼 상태는 SN R 35에서부터 SN R 46이 측정되었으며, 2차로에서는 SN R 36에서부터 SN R 43이 측정되었다. 조사대상 일부 지점에서 미끄럼이 낮아진 것으로 조사되었다.

표 1. 시험시공 전 1차로 미끄럼 상태

측정 단면 차로	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	평균
	1차로	46	40	35	41	40	
2차로	43	38	36	36	38	38	39

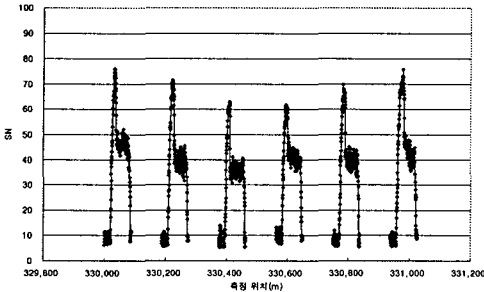


그림 9. 시공 전 1차로 미끄럼 상태

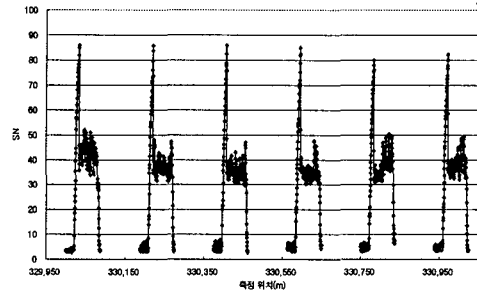


그림 10. 시공 전 2차로 미끄럼 상태

3.2 시공 후 미끄럼 상태

시험시공 완료 후 미끄럼 저항 측정장비를 이용하여 미끄럼 상태를 조사하였다. 시험에 사용된 타이어는 ASTM E524의 흠이 없는 타이어를 사용하였으며, 미끄럼 측정은 시공 후 1주일 경과된 후 1차로와 2차로 구간에서 수행하였다. 시험시공 전 각 지점별 미끄럼 상태는 표 2에서 보는 SN S44, SN S48이 측정되었다. 시험시공이 시행된 지점에서는 표 2에서 보는 바와 같이 SN S 52가 측정되었고, 시험 시공 구간에서는 SN S 66~78 정도의 높은 미끄럼 저항 상태가 측정되는 것을 볼 수 있다.

시험시공 구간과 연속된 2구간에서는 그림 12에서 보는 바와 같이, 첫 번째와 두 번째의 시험시공이 된 구간에서는 높은 미끄럼 저항 상태를 보이는 것을 볼 수 있다. 연속된 세번째 일반 구간에서의 미끄럼은 낮은 상태임을 알 수 있다. 시험시공된 각 지점별 미끄럼 상태는 표 2에서 보는 바와 같이 SN S 67 정도의 높은 미끄럼 상태를 나타내는 것을 볼 수 있었다. 연속된 지점에서는 표 2에서 보는 바와 같이 SN S 71이 측정되어 매우 높은 미끄럼 상태를 보이고 있어 시험시공 후에 미끄럼 저항값이 매우 높게 증가된 것을 알 수 있었다. 연속 측정된 일반구간에서는 표 2에서 보는 바와 같이 SN S 45가 측정되어 시험시공 구간보다는 낮은 미끄럼 상태를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 시험시공 된 2차로 구간별 미끄럼 상태는 표 3과 그림 13, 14에서 보는 바와 같이 일반 구간보다 높은 미끄럼 저항 값이 측정된 것을 볼 수 있다. 각 지점별 상세 미끄럼 상태는 그림 14에서 보는 바와 같다.

표 2. 시험시공 후 1차로 미끄럼 상태

측정 단면 차로	시공 전	시공 전	시공 전후	시공 후	시공 후	시공 전	평균
	3-1	3-2	3-3	3-1	3-2	3-3	
1차로	44	48	52	67	71	45	55

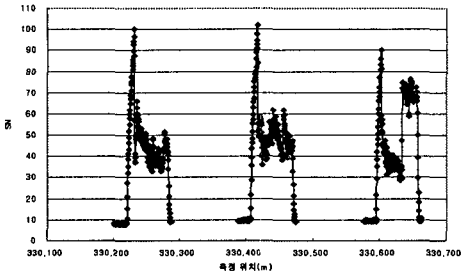


그림 11. 시험시공 후 미끄럼 상태(1구간)

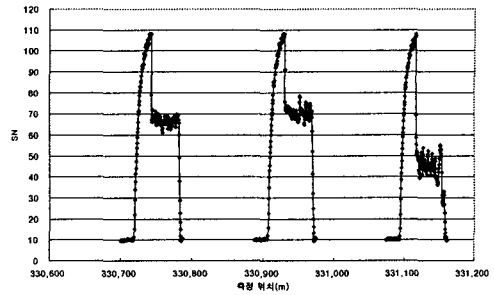


그림 12. 시험시공 후 미끄럼 상태 (2구간)

표 3. 시험시공 후 2차로 미끄럼 상태

측정 단면 차로	시공 전·후 3-1	시공 후 3-2	시공 후 3-3	평균
2차로	43	69	62	59

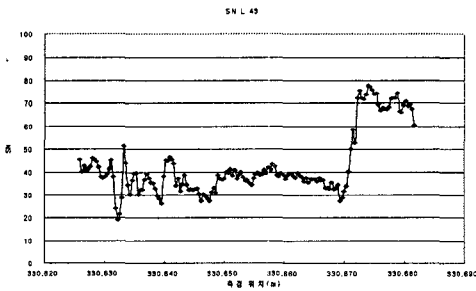


그림 13. 시험시공 2차로 미끄럼 상태 3-1

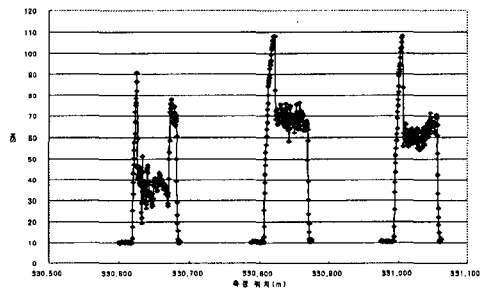


그림 14. 시험시공 2차로 미끄럼 상태

4. 평탄성 결과분석

시험시공 구간에 대한 평탄성은 ARAN 장비를 이용하여 조사하였다. 본 조사 대상 구간의 평탄성은 그림 15에서 보는 바와 같이 시험 시공 전에 2.12에서 2.29가 조사 되었다. 고속도로의 종단 평탄성은 3.5 이상에서 보수하는 것으로 관리하고 있으나, 본 조사 대상구간은 매우 좋은 상태의 평탄성으로 유지되고 있는 것으로 조사되었다. 시험 시공 후 종단 평탄성은 그림 15에서 보는 바와 같이 1.69에서 1.92가 조사되어 평탄성이 향상 된 것을 볼 수 있었다.

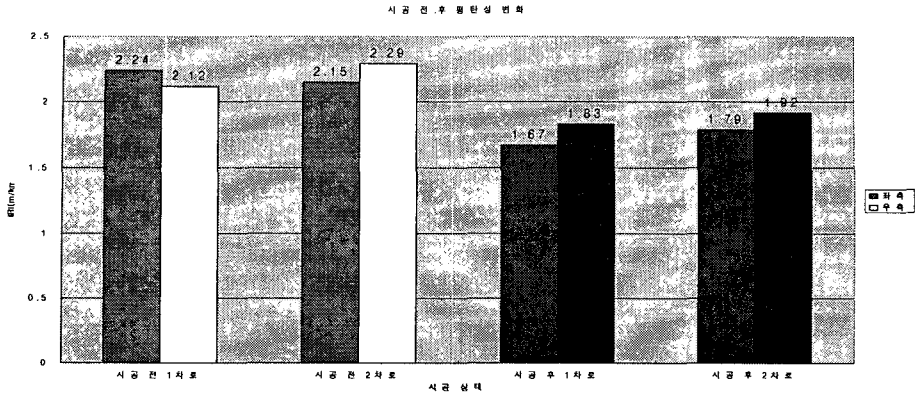


그림 15. 시험시공 전·후 종단 평탄성 결과

5. 결론

콘크리트 포장의 종단 평탄성과 미끄럼 방지를 위한 본 공법의 시험시공을 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

본 시험 시공 구간에서 시공 전과 비교하여 시공 후에 전 차로에서 매우 높게 미끄럼 마찰 계수가 향상 되는 것으로 분석되었다. 또한, 본 조사 대상구간은 매우 좋은 상태의 평탄성으로 유지되고 있으나, 시험 시공 후 종단 평탄성도 향상 된 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. Drakopolous, A., T.H. Wenzel, S.F. Shober, and R.B. Schmiedlin, "Crash Experience on Tined and Continuously Ground Portland Cement concrete Pavements," Transportation Research Record 1639, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1998, pp.140-146.
2. Rao, Yu and M. Dater, "The Longevity and Performance of Diamond-Ground Pavements," R & D Bulletin RD118, Portland Cement Association, Skokie, Ill., 1999.