

화강석 블록을 이용한 저마찰 주행도로 및 이의 시공방법 개발

Low Friction Road of Granite Block and Method for Applying The Same

유수재^{*}
YU, SOO JAE

1. 서론

우리나라 도로기술 개발은 노면과 타이어간의 종방향미끄럼마찰계수를 증가시켜 정지시거를 감소시키기 위해 골재노출포장, 배수성포장, 그루빙 등 다양한 기술개발이 이루어지고 있다. 또한, 전자동 제어시스템, 브레이크 잠김 방지 장치(anti-lock braking system), 센서트로닉 브레이크 컨트롤(SBC-Sensotronic Brake Control) 등 자동차 기술의 개발도 활발히 진행되고 있다.

하지만, 우리나라에서는 실제 눈길, 빙판길, 빗길 등 종방향미끄럼마찰계수가 낮은 도로를 재현할 수 있는 도로기술개발은 거의 없었다고 말해도 과언이 아니다. 저마찰 주행도로는 눈길, 빙판길 등 악천후시 운전자가 평소에 경험하지 못해서 정지거리 판단 착오에 의해 발생하는 교통사고를 미연에 방지하기 위해 빙판길 상황을 재현한 도로에서 주행하여 속도별 정지거리를 체험, 감속운전의 중요성을 인식하고 곡선부에서 over steering, counter steering 등 위기상황에서의 운전대처능력을 향상시킬 목적으로 시공한 예가 있고, 자동차 및 타이어의 품질확인을 위해 자동차 및 타이어 제작사, 공공기관 등에서 시공한 몇몇 사례가 있다. 본 고에서는 국내에서 자체개발한 화강석 블록을 이용한 저마찰 주행도로 시공법 개발과 저마찰로의 종방향미끄럼 마찰계수 측정결과 및 저마찰로의 활용방안에 대해 기술하고자 한다.

2. 저마찰로 국내시공현황

우리나라 저마찰로 시공은 2000년부터 2007년 동안 주로 자동차 및 타이어의 성능테스트를 위한 시공을 위해 교통안전공단, 자동차 제작사, 타이어 제작사에서 시공된 바 있으며, 운전자 체형교육을 위해 경북 상주에 있는 안전운전체험연구교육센터에서 2008년 화강석 블록을 최초로 시공하여, 2009년부터 현재까지 운영중에 있다. 특히할 점은 저마찰 성능이 높을수록 강도가 약하여 내구성면에서 취약점을 나타낸다는 것이었다. 이에 착안하여 안전운전체험센터 건립공사시 재료의 구득이 용이하고, 마찰성능, 강도, 내구성을 갖추고 경제성이 있는 대체 재질인 화강석 저마찰로 시공법을 개발하였다.

표 1. 저마찰로 국내시공현황

운영주체	교통안전공단		00자동차연구소	00타이어 공장
	안전운전체험센터	자동차성능연구소		
마찰로 재질	화강석	세라믹, 바잘트, 브리지드페블	바잘트, 우레탄, 세라믹	바잘트

3. 화강석 저마찰로 개발현황

화강석 저마찰로 기술개발의 의의는 국내 생산량이 풍부하고 제작이 용이할 뿐만 아니라 저마찰성능이 우수한 화강석 블록을 활용함으로써 저마찰로의 LCC(Life Cycle Cost) 절감 및 우수한 저마찰 성능 구현에 있다.

* 정희원 · 교통안전공단 녹색교통안전연구원 선임연구원 · 031-362-3710(E-mail:yusoojae@ts2020.kr)

3.1 화강석 저마찰로 시공방법

화강석 블록을 이용한 저마찰 주행도로는 자동차시험로의 제동코스 영역의 노면에 마련되는 몰탈층; 및 상기 몰탈층에 동일 평면상으로 복수개가 행렬로 고정되고 화강석으로 이루어진 직육면체의 화강석 블록을 포함하는 것을 특징으로 한다. 또한, 상기 화강석 블록 사이사이의 간격을 채우는 줄눈을 포함하며, 몰탈층 시공전 콘크리트 슬래브 표면은 부착력 증진을 위해 치핑처리한다. 또한, 화강석 블록은 상부는 모서리를 모따기 처리하고, 상면은 물갈기로 표면 처리한 것을 재료로 한다.

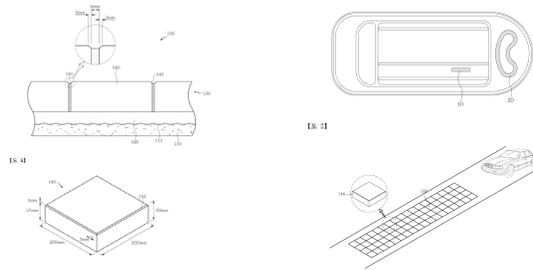


그림 1. 저마찰로 시공 개략도

시공법의 착안점은 콘크리트와 화강석간의 강한 부착원리를 활용하여, Base Concrete층(20cm) 위에 치핑처리 후 몰탈층(20mm), 화강석, 줄눈을 일체화시킨 것이다. 또한 강도를 증대시키기 위해 시공성을 고려하여 블록의 두께를 60mm로 최적화하였다.

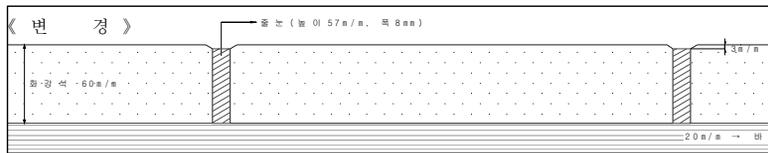


그림 2. 저마찰로 시공 단면도



그림 3. 저마찰로 시공 전경도

3.2 화강석 저마찰로 시공법 기술개발 효과

화강석 블록을 이용한 저마찰 주행도로 시공법 기술개발 효과는 국내에서도 쉽게 구할 수 있는 화강석 블록을 자동차시험로의 저마찰 주행도로 시공에 사용하여 설치 및 유지보수에 원활한 자재의 공급을 이룰 수 있는 효과가 있다. 또한, 상기 화강석 블록의 상부를 모따기와 물갈기로 처리하여 자동차시험로의 저마찰 주행도로로서 필요한 저마찰계수의 노면을 얻을 수 있는 효과가 있다. 또한 내구성이 강한 화강석 블록으로 시공하여 저마찰 주행도로가 쉽게 파손되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다. 또한, 화강석 블록을 콘크리트 기초층의 치핑면 위에 고정시켜 화강석 블록이 노면으로부터 쉽게 떨어지는 등의 하자발생을 억제할 수 있는 효과가 있다. 또한 복수개의 화강석 블록을 줄눈을 통해 시공하여 일부 화강석 블록이 마멸되는 경우 해당 화강석 블록만을 교체하는 것으로 유지보수를 쉽게 이룰 수 있는 효과가 있다.

표 2. 거창 화강석 물성표

압축강도 (kg/cm ²)	비중 (g/cm ³)	흡수율 (%)	P-파속도 (m/sec)	쇼아 경도	마모경도 (HA)	내동결성 (%)	내산성 (%)
1,700	2.63	0.33	3,630	76	37.7	93.5	93.4

4. 화강석 저마찰로의 마찰계수 측정

도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙의 정지시거는 반응시간 동안의 주행거리와 제동정지거리의 합으로 정의된다. 교통안전공단 안전운전체험센터의 직선제동코스의 길이는 50M이며, 시험방법은 타이어 상태가 양호한 승용차로 운전전문 교수요원이 저마찰로 100M 이전지점에서 출발하여 저마찰로에 자동차의 뒷바퀴가 들어옴과 동시에 속도별 제동거리를 측정하였다.

4.1 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙내용

정지시거는 운전자에게 큰 영향을 미치므로 충분히 안전한 값을 취하지 않으면 안된다. 그러므로 종방향 미끄럼마찰계수를 노면습윤상태로 고려함과 더불어 속도를 주행속도로 하여 (식 5-38)에 의하여 산정하면 표 3과 같다.

$$D = d_1 + d_2 = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{254f} = 0.694V + \frac{V^2}{254f} \dots\dots\dots (식 5-38)$$

- 여기서, D : 정지시거(m)
- d1 : 반응시간 동안의 주행거리
- d2 : 제동정지거리
- V : 주행속도(km/hr)
- t : 반응시간(2.5초)
- f : 노면습윤상태의 종방향미끄럼마찰계수

표 3. 노면습윤상태일 때 정지시거

설계속도 (km/h)	주행속도 km/h	f	0.694V	$\frac{V^2}{254f}$	계산치(m)	적용치(m)
60	54	0.33	37.5	34.8	72.3	75
50	45	0.36	31.2	22.1	53.3	55
40	36	0.40	25.0	12.8	37.8	40
30	30	0.44	20.8	8.1	28.9	30
20	20	0.44	13.9	3.6	17.5	20

4.2 저마찰로의 종방향미끄럼마찰계수 실측결과

화강석 저마찰로의 주변은 아스팔트 콘크리트 포장으로 시공되어 있고 측면에서 물을 뿌려 빙판길을 재현한 도로이다. 마찰계수 측정시 사용한 차량은 2008년식 아반떼 차량으로 타이어 상태가 양호하고 ABS 장착한 차량을 사용하였다. 운전자는 사업용운전자를 교육대상으로 하는 운전교육 전문 교수직원이 운전하였다. 정지시거 산정식에서 반응시간 동안의 주행거리는 저마찰로 진입이전에 주행하였다고 가정하고 차량의 뒷바퀴가 저마찰로에 진입함과 동시에 제동을 속도별로 반복하여 제동거리를 측정하였다. 그 결과 저마찰로 거리(50M)이내의 임계속도는 시속 45km/h이었고, 이때의 제동정지거리는 47m로 측정되었다. 50km/h 주행시 저마찰로를 이탈하였다.

식 $D = \frac{V^2}{254f}$ 에 $D : 47m, V=45km/h$ 를 대입한 결과, $f= 0.17$ 로 도출되었다.

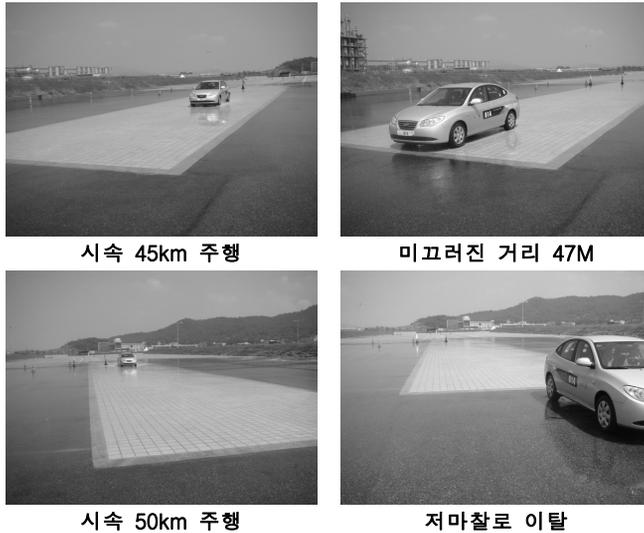


그림 4. 저마찰계수 측정전경

5. 저마찰로 활용방안

화강석 저마찰로는 현재 사업용운전자를 주 대상으로 하는 안전운전체험교육에 활용되고 있고, 일반인들도 교육비를 지불하고 교육신청시 활용할 수 있다. 본 저마찰로의 활용방안으로는 차종별·타이어별·운전자별 제동정지거리 측정 등 다양한 연구에 활용할 가치가 있을 것으로 사료된다.

6. 결 론

시공 후 현재까지 1년 6개월간 1만여명의 교육생들이 교육한 결과, 일부지점에서 콘크리트 포장의 필연적인 반사균열만 발생하고 전체 블록 5만여장 중 파손이나, 탈락된 것은 발견되지 않아 강도 및 내구성은 우수한 것으로 사료되며, 화강석 블록의 날개면적의 확대적용 및 모따기를 라운딩 처리시 더 나은 저마찰성능(종방향미끄럼마찰계수 0.1이하)의 구현이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 기술개발은 국토해양부와 교통안전공단의 안전운전체험연구교육센터 건립사업 진행 중 교통안전공단이 기술 개발한 것으로 시공을 담당한 (주)삼호와 건설사업관리를 담당한 (주)유신코퍼레이션에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 국토해양부(2009), “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침”, 국토해양부