

아스팔트 콘크리트 포장의 종방향 파손에 대한 보수공법 개발연구

A Study on Repairing Method for Longitudinal Damages of Asphalt Concrete Pavement

진정훈* · 김낙석** · 조규태*** · 김홍만****

Jin, Junghoon · Kim, Nakseok · Cho, gyutae · Kim, Hongman

1. 서 론

국내 물류의 90% 이상을 처리하고 있는 도로는 국내의 산업발전에 중추적인 역할을 하고 있다. 산업 및 경제발전으로 국민소득의 향상은 교통량 급증과 증차량 증가로 이어져서 아스팔트 콘크리트 포장도로 파손을 급속하게 발생시키고 있다. 국내의 아스팔트 콘크리트 포장은 이러한 문제로 매년 보수비용이 증가하고 있다. 그러나 충분한 도로보수예산이 뒷받침되고 있지 못하기 때문에 국민의식과 경제적인 삶의 질 향상으로 도로 공용성이 일정한 상태로 유지하지 못할 경우 많은 민원이 증가하고 있다. 또한 공용성이 떨어지는 도로 포장 파손 구간에 대한 보수가 빠르게 이루어지지 못할 경우 교통사고의 원인으로 작용할 수 있기 때문에 적절한 시점에서 최소의 비용으로 도로 보수를 실시하여 일정한 공용성을 확보하는 것이 중요하다. 국내의 예산 편성상 도로건설 예산의 일정비율을 도로유지보수비로 사용하던 관례로 최근 5년동안 도로예산의 축소로 포장보수예산의 효율적인 집행이 요구되고 있다. 따라서 한정된 포장보수예산의 효율적인 집행을 통하여 포장보수비를 절감과 민원의 해결을 위한 적절한 도로포장보수공법 개발이 필요하다.

일반적으로 아스팔트 콘크리트 포장의 보수공법을 두 가지로 나눌 수 있으며, 절삭 후 덧씌우기(재포장 포함)공법과 소파보수(10㎡이하)공법이다. 두 가지 공법을 비교하면 규모면에서 덧씌우기 공법은 차도 전폭(3.6m) 또는 그 이상의 차로에 대하여 보수하는 공법이고, 포트홀, 소성변형, 균열 등의 국부적인 파손이 평균적으로 10㎡이하일 경우 소파보수를 사용하게 된다. 아스팔트 콘크리트 포장 파손부를 조사하면 대부분의 파손이 차랑 바퀴통과부에서 발생하고 있다. 바퀴통과부의 파손(소성변형 및 균열 등)으로 인하여 아스팔트 콘크리트 포장 보수시 차로의 전폭을 보수하는 방법을 국내에서 사용하고 있다. 이번 연구를 통하여 개발하고자 하는 공법은 아스팔트 콘크리트 포장의 종방향으로 차로바퀴통과부에서 발생하고 있는 파손부에 대한 보수공법을 개발하고자 연구를 진행하였다. 바퀴통과부의 파손 폭을 결정하기 위하여 현장조사를 실시하였으며, 차로 수 및 차량의 이격거리를 통계 분석하였고, 보수공법을 적용할 포장단면에서 채취된 현장 코어 공시체에 대한 실내시험과 현장 FWD 시험을 수행하였다. 이 연구는 차량의 바퀴통과 파손부에 대한 보수를 실시하여 아스팔트 콘크리트 포장의 수명을 연장하기 위한 방법을 개발하기 위한 연구이다. 이 연구에 의해서 개발된 공법의 적용시점은 일반적인 보수시기보다 앞서서 조기보수를 통하여 적은 보수비용으로 아스팔트 콘크리트 포장도로의 수명을 연장하는 것이다(그림 1). 이 연구는 현장시험과 실내시험을 실시하였으며, 시험 시공을 통하여 공법의 실용화에 대한 검증을 실시하고있다.

* 정회원 · (주)도화종합기술공사 기술개발연구원 · 수석연구원 공학박사(E-mail : jinrino@paran.com)
** 정회원 · 경기대학교 토목환경공학부 교수 · 공학박사(E-mail : nskim1@kyonggi.ac.kr)
*** 정회원 · 인천대학교 공학기술연구소 연구교수 · 공학박사 (E-mail : ichogt@yahoo.co.kr)
**** 정회원 · (주)도화종합기술공사 기술개발연구원 원장 · 공학사 (E-mail : hmkim42@hanmail.net)

2. 차로내 바퀴통과부 분석시험

이번연구를 위하여 차량바퀴의 차로내 운행특성조사분석(조명환 등, 2008)를 실시하였으며, 차량의 바퀴통과부가 차로폭원에 따른 오차와 차로수의 특성은 표 1과 같다.

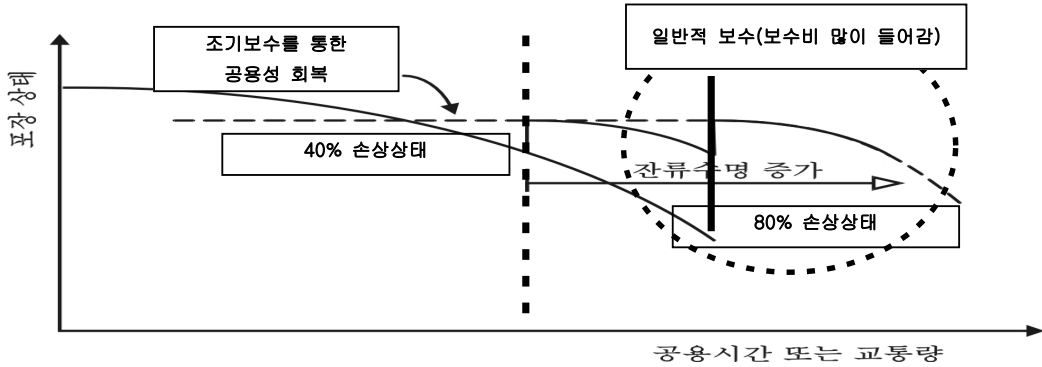


그림 1. 보수공법의 실시 시기

현장조사는 1차 측정 후 일정한 기간이 경과한 후에 보정을 위하여 2차 측정을 실시하여 보정하였다. 표 1과 같이 편도 1차로(차로폭 3.0m)에서는 평균적으로 바퀴가 통과하는 범위는 1종 차량의 경우 78-85cm내에서 통과하고 있었다. 편도 2차로 도로(차로폭 3.25m)에서는 평균 통과폭의 범위가 1종 차량의 경우 1차로의 경우 57.3-77.59cm, 2차로의 경우 99.8-114.3cm의 범위에 위치하고 있다. 편도 3차로 도로(차로폭 3.25m) 1종 차량의 경우는 1차로에서 57.3-93.1cm, 2차로의 경우에는 72.6-90.1cm, 3차로의 경우 80.4-83.3cm의 범위에 있었다. 4종 차량의 경우 편도 1-3차로의 경우 77.7-113.9cm범위에 위치하고 있었다. 서울시에 위치하고 있는 버스전용차로(차로폭 3.5m)의 경우 평균 통과폭이 86cm범위내에서 통과하고 있었다. 강민수등(2003)은 차로 폭 및 차종변화에 따른 wandering 효과에서 차로폭 3.0m, 3.3m, 3.5m에서 1종차량의 경우 평균 통과폭이 81.5cm, 93.0cm, 97.5cm로 나타나고, 차로 폭은 고려하였지만 차로별 특성은 반영되어 있지 않다. 따라서 이 연구결과에 의해서 조사 분석한 표 1과 일부 상이한 경향이 나타나고 있다.

표 1. 차로내 바퀴통과부에 대한 조사분석

구분	도로 폭 (m)	차로 위치	1종 차량		4종 차량			
			평균통과폭 (cm)	표준편차(cm)	평균통과폭 (cm)	표준편차(cm)		
편도 1차로	1차	3.00	1차로	78.1	26.0	77.7	22.3	
	2차	3.00	1차로	85.8	21.9	91.3	19.3	
편도 2차로	1차	3.25	1차로	77.5	25.6	78.6	24.5	
			2차로	99.8	23.6	100.1	24.3	
	2차	3.25	1차로	85.9	21.3	90.7	20.1	
			2차로	114.3	19.4	113.9	17.3	
편도 3차로	1차	3.25	1차로	57.3	25.3	55.9	21.6	
			2차로	72.6	26.1	74.1	19.9	
			3차로	83.3	25.4	87.1	24.5	
	2차	3.25	1차로	93.1	20.0	99.4	17.4	
			2차로	90.1	20.9	90.7	17.7	
			3차로	80.4	24.2	80.2	26.8	
구분	도로 폭 (m)	차로 위치	84.85	3종 차량				
			평균통과폭(cm)		표준편차(cm)			
버스전용차로	1차	3.50	버스중앙차로	86.0		17.3		

3. 현장 코아시험 및 분석

아스팔트 콘크리트 포장도로에서 차량의 바퀴통과부에 대한 조사 분석결과는 표 1과 같이 대부분의 파손이 많이 되는 범위는 일반도로의 경우 84.9cm의 평균 통과 폭을 가지고 있으며, 버스전용차로의 경우에는 86cm범위이다. 시험도로현장에서 그림 2와 같이 시험시공전후로 도로표면으로부터 표층코아를 채취하여 역학적인 실내시험을 실시하여 비교분석하였다. 시험방법(진정훈 등 2007, 김홍만 등 2008)은 차량의 바퀴진행부와 중앙부에 대하여 코아를 채취하였으며, 시공 후에는 조인트발생부에 대해서는 코아를 채취하여 시험을 실시하였으며 결과는 표 2와 같다. 그림 2에서 ①부가 위치하고 있는 차량의 바퀴가 지나가지 않은 곳에서는 포장의 파손이 진행되지 않았으며, ③부에서 소성변형이 발생하였다. 표 2에서 시험 시공 후 바퀴통과부의 경우 밀도가 증가하는 것을 볼 수 있다.

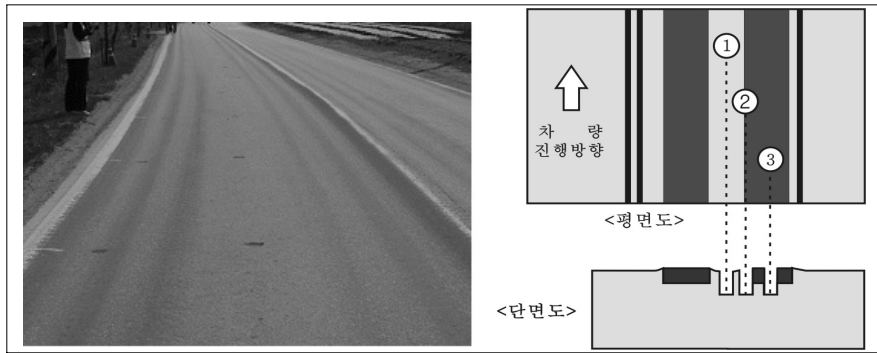


그림 2. 현장채취코아 위치

표 2. 현장채취코아의 실내시험결과

구분	밀도(gf/cm ³)	마찰안정도(kgf)	흐름값(1/100cm)	간접인장강도(kgf/cm ²)	수분민감도(%)	
시공전	①중앙부	2.346	1,025	34	9.48	65
	③바퀴통과부	2.320	1,185	22	8.24	57
시공후	②조인트부	2.134	684.9	41	6.01	74
	③바퀴통과부	2.241	953.7	63	10.40	81

4. 현장시험시공

아스팔트 콘크리트 포장의 파손시 보수공법 선정을 위한 순서는 기초조사, 정책결정, 적용 및 성능향상의 3단계 의사결정에 의해서 결정된다(국토해양부, 2008). 기초조사 단계에서는 소성변형이나 피로균열 등의 포장파손이 발생한 부분에 대해서 그림 3과 같이 육안조사 또는 표면조사장비 등을 통하여 수행한다. 정책결정 단계에서는 포장의 상태평가와 유지보수공법을 선택하게 되며, 적용 및 성능향상단계에서는 도로포장의 공용성을 일정수준 회복을 위하여 보수공법 등을 시공하게 된다. 아스팔트 콘크리트포장의 보수공법은 포트홀 등을 보수하는 10m²이하 공법과 1개차로 이상을 보수하는 절삭후 덧씌우기 공법이 국내에서는 많이 사용되고 있다. 이 연구의 대상이 되고 있는 종방향 바퀴통과부에 대한 파손의 형태인 균열 및 소성변형의 경우에는 절삭후 덧씌우기 공법이 일반적으로 사용되고 있다. 따라서 이 연구에 의해서 개발된 보수공법은 바퀴통과 파손부의 최소폭원을 결정하여 절삭후 덧씌우기 하는 공법으로 차로폭원이 3.0m인 지방도에 대하여 보수공법을 적용하였다. 그림 2의 현장에서 발생하고 있는 소성변형의 깊이를 그림 3과 같이 측정된 결과 최대 25mm까지 발생하였으며, 소성변형의 폭원은 5m마다 측정한 결과 75-101cm까지 발생하였다. 또한 그림 4와 같이 FWD를 사용하여 시험시공전의 처짐을 비교한 결과 중앙부의 경우 처짐이 적은 반면 바퀴통과부와 소성변형에 의해서 밀려서 솟아오른 부분의 경우 처짐이 크게 발생한 것을 알 수 있었다. 따라서 보수공법은

절삭폭을 80cm로 바퀴통과부에 대하여 깊이 5cm를 절삭후 덧씌우기 하는 공법을 적용하였다. 공법적용 후 채취한 코아에 대한 시험 값들은 표 2의 시공 후와 같이 양호한 상태를 나타내고 있다.



그림 3. 파손부 측정

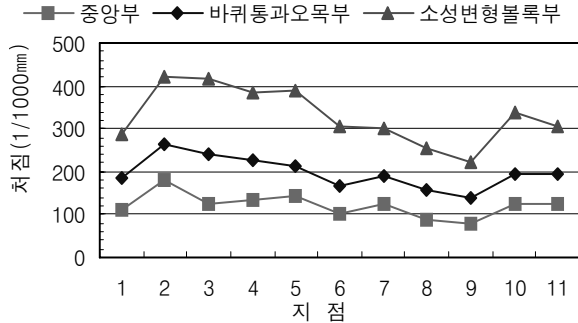


그림 4. 각 지점별 차짐

5. 결론

국내에서 보편적으로 사용하고 있는 1개차로 이상의 절삭후 덧씌우기 공법을 축소하여 차량의 바퀴통과부의 파손구간에만 보수하는 공법을 개발하였다. 개발된 보수공법을 적용하여 1년6개월 동안 지속적으로 모니터링을 실시하고 있으며, 시험시공구간에 대한 파손 상태는 다음과 같은 조건을 가지고 있었다.

1) 시험시공구간에서 소성변형 파손부는 밀도값과 흐름값, 간접인장강도, 수분민감도가 중앙부보다 작게 나오고 있었으며, 마찰안정도는 지속적인 운하중에 의해서 다짐된 결과 약간 높게 나오고 있었다.

2) 시험시공구간에서 5m마다 소성변형 깊이를 측정된 결과 15-25mm의 범위에 있었으며, 소성변형이 발생한 폭은 75-101cm 범위이며, 평균 폭은 약 88cm이다.

3) FWD시험결과 소성변형에 의한 파손부가 중앙부의 차짐 값보다 2배이상 나타나고 있었다.

4) 80cm를 절삭 후 덧씌우기 공법을 적용한 결과 아스팔트 포장에서 요구하는 시방기준을 만족하였다.

위와 같은 포장의 파손형태가 나타난 구간에 대하여 개발한 공법을 시험시공한 후 1년 이상을 공용하고 있지만, 현재까지는 소성변형 및 균열이 발생하지 않고 있었다. 따라서 장기공용성이 증명된다면 개발한 공법의 실용화가 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2007년 한국건설교통기술평가원 건설기술혁신사업인 “아스팔트포장 종방향 파손의 최소단면 보수공법 개발” 지원 사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케 한 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 강민수, 서영찬, 박동엽, 조용주(2003), “차량 Wandering의 포장손상 저감 정량화 연구”, 대한토목학회논문집 제23권 제5호, 대한토목학회.
2. 국토해양부(2008), “국도건설공사 설계실무요령”, 건설교통부.
3. 조명환, 박현식, 진정훈, 김낙석(2008), “차로위치에 따른 차량의 횡방향 이격거리 분포 특성에 관한 연구”, 대한토목학회논문집, 대한토목학회 제26권, 제3D호, pp339-346
4. 진정훈, 김홍만, 정은과, 조명환(2007), “차로의 운하중 통과부 범위 및 포장상태 연구”, 한국도로학회 2007 학술발표회논문집, pp447-450
5. 김홍만, 진정훈, 김지선, 조명환(2008), “차륜 위치에 따른 아스팔트 콘크리트 포장 재료의 역학적 특성 분석”, 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회 논문집, pp3430-3433