

골재노출 콘크리트의 소음 저감 특성에 대한 연구

A Study on the Properties of Noise Reduction on the Exposed Aggregate Concrete

문 한 영* 하 상 옥** 양 은 철***
Moon, Han Young Ha, Sang Wook Yang Eun Cheol

ABSTRACT

Generally, Portland cement concrete(PCC) pavements have the advantage of durability and superior surface friction when compared to most dense-graded asphalt. However, It is known that PCC pavements create more noise than asphaltic surfaces due to the noise from interaction of tire and pavement surface. Recently exposed aggregate concrete(EAC) pavement was suggested to reduce traffic noise.

So in this paper, we considered several materials and mixture proportions for proper depth of exposed aggregate which was measured by the sand patching test, and then according to those relationships, we tried to find out dosage of retarding agents and optimum mixture proportions for expecting good effects to noise reduction. It were also evaluated sound level at every conditions of surface texture as like depth of aggregate exposed, profile peak, distance of aggregate and types of aggregate.

1. 서 론

최근 우리나라는 경제발전이 힘입어 생활수준이 크게 향상됨으로써 자동차의 보급률이 매년 기하급수적으로 증가하고 있는 추세이며 이에 따라 자동차 전용도로 및 고속도로 등의 신설 및 확장공사도 증대되고 있다. 그러나 자동차의 보급은 일상 생활의 편의성을 제공하는 반면 소음 공해 및 대기 오염 등을 발생시키므로써 이러한 공해들이 심각한 사회 문제로 대두되고 있는 실정이다.

그래서 국내외 도로포장현황을 살펴보면 콘크리트포장이 내구연한, 공용성 및 유지관리 면에서 유리한 장점이 있으나 소음측면에서는 아스팔트포장에 비하여 취약하다 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트포장의 소음을 저감시키기 위한 연구의 일환으로 최근 선진국에서 활발하게 진행되고 있는 골재노출공법을 적용하여 소음저감을 위한 최적의 조건을 선정하고자 하였다. 그래서 우선적으로 타이어 충격소음을 측정하여 소음저감에 적합한 골재노출깊이를 1~2mm로 정하였고 아울러 소요깊이의 골재노출 콘크리트를 제조하기 위하여 모르타르의 경도와 골재노출깊이와의 상관관계를 구하였으며 이를 통하여 적정 경도값의 범위를 30~40으로 하였다. 이러한 제조기준을 중심으로 하여 사용 지

* 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수

** 정회원, 한양대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 한양대학교 대학원 석사과정

연제의 종류 및 사용량을 조절하여 실험하였으며 외부온도조건을 20 및 30℃로 변화시켜 시공조건에 따른 양생방법에 대해서도 검토하였다.

2. 실험 개요

2.1. 사용재료

- (1) 시멘트: 비중 3.15이고 분말도 $3,150\text{cm}^2/\text{g}$ 인 보통 포틀랜드시멘트(이하 OPC로 약함)를 사용하였다.
- (2) 사용골재: 굵은골재는 최대치수 13mm, 비중 2.67인 부순돌 골재에 대해 검토하였으며 잔골재는 비중이 2.62인 강모래를 사용하였다.
- (3) 지연제: 2종류의 초지연제를 사용하였으며 이는 주성분이 인산염계이며 비중 1.09인 A형과 주성분이 변성인산염계이며 비중 1.18인 B형을 사용하였다.

2.2 시험방법

- (1) 시험편 제조: 각주형 몰드(가로:세로:높이=50:50:5cm)를 사용하였으며, 지연제를 살포하여 콘크리트표면의 응결을 지연시킨 뒤 적정의 경도가 얻어질 때 브러싱(brushing)을 통하여 콘크리트 표면의 모르타르 부분을 제거하였다.
- (2) 표면경도 측정: 스프링식 고무 쇼어 경도계를 사용하여 콘크리트 표면경도를 측정하였으며, 5회 측정된 값을 평균하여 경도값으로 취하였다.
- (3) 골재노출깊이 측정: 샌드패칭(Sand Patching)법을 사용하였으며, 콘크리트 표면에 고운 모래를 분산시켜 전체 체적으로 깊이를 환산하였으며 종방향과 횡방향으로 2회 측정하였다.
- (4) 타이어 충격소음 측정: 간이적으로 소음을 평가하는 방법으로서 그림과 같이 타이어를 일정한 높이에서 자유 낙하시킴으로써 발생하는 타이어/노면의 공기파열음을 소음측정기로 측정하였다. 타이어 규격은 195/70 R14 91T이며 사용공기압은 30psi이다.

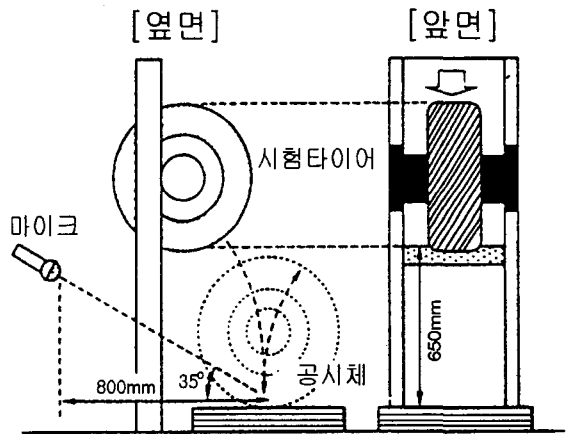


그림 1 타이어 충격소음 측정장치

2.3 사용배합

대전-진주간 고속도로 배합을 참고로 S/a를 조정하여 굵은 골재의 용적비를 산정, 표면에 많은 양의 굵은 골재가 노출될 수 있도록 하였다.

표 1 골재노출 시공에 사용된 배합

Specification				Unit Weight (kg/m ³)				
W/C	S/a	Air	Slump	W	C	S	G	AE agent
46%	39%	4.5%	2.5±1cm	159	346	701	1,117	0.3%

2.4 시험 조건

- (1) 지연제 종류와 사용량 : 2가지의 초지연제를 사용하였고 지연제의 사용량을 100, 200 및 400g/m²으로 변화하여 콘크리트 표면에 살포하였고 아울러 지연제:물을 1:1로 희석한 지연제 희석액 200g/m²도 시험변수로 추가하였다.
- (2) 외부온도조건 : 외부온도조건을 20℃와 30℃로 변화하여 실험하였다.
- (3) 표면양생조건 : 적용 양생방법으로서의 지연제 살포 후 대기에 노출시킨 것, 비닐시트로서 양생을 한 것과 습윤 상태의 양생포를 덮어 양생한 것으로 총 3종류의 양생방법을 고려하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 골재의 노출깊이와 소음 발생량에 대한 검토

골재노출 콘크리트가 타이어/노면소음을 저감시킴에 있어서 가장 중요한 변수로 작용하는 것이 골재가 노출된 깊이라고 할 수 있으므로 골재노출깊이별로 음압을 각각 측정하여 그 결과를 정리한 것이 그림 2이다. 골재노출 깊이가 0인 경우 약 93dB의 높은 값을 나타낸 반면에 골재노출깊이가 약 1.5mm인 경우의 소음은 약 83dB로서 10dB의 저감 효과를 얻을 수 있었다. 아울러 노출깊이가 일정한 범위를 넘어서면 오히려 노출된 골재로 인하여 타이어의 진동이 발생될 수 있으므로 본 실험의 결과를 통해 볼 때 소음저감에 효과적인 골재노출깊이는 1~2mm로 사료된다.

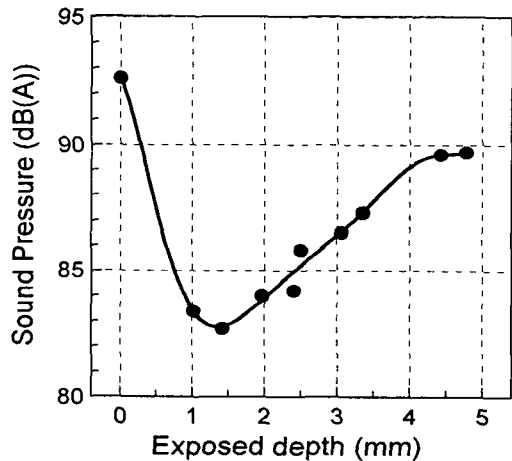


그림 2 골재 노출깊이와 소음값

3.2 콘크리트의 경도와 골재노출깊이에 대한 고찰

콘크리트 표면 지연된 모르타르를 제거함에 있어서 콘크리트의 경도값을 기준으로 브러싱 시점을 정하였다. 그러므로 이번에는 콘크리트의 표면 경도값과 노출된 골재깊이와의 상관관계를 검토하였으

며 그 결과를 정리한 것이 그림 3이다. 이 그림에서 콘크리트의 경도값이 증가함에 따라 골재노출깊이가 비례 감소하고 있으며 앞선 실험에서 제시한 골재노출깊이 1~2mm를 얻기 위해서는 콘크리트 경도값 30~40에서 브러싱을 통하여 골재를 노출시켜야함을 알 수 있었다.

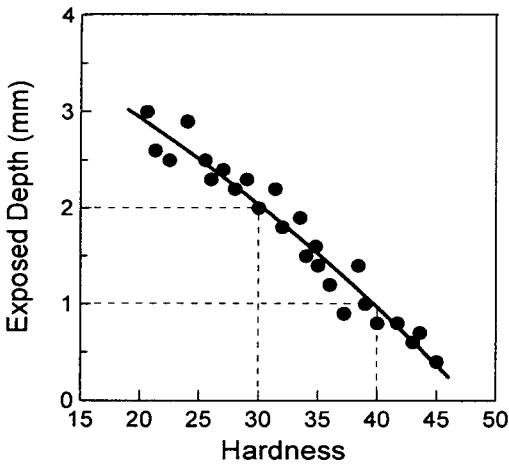


그림 3 콘크리트의 경도와 골재노출깊이

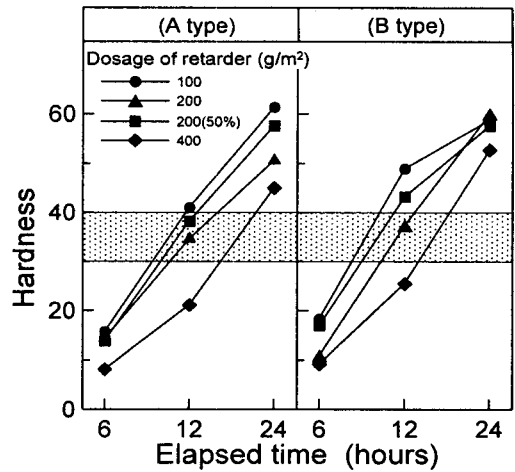


그림 4 지연제 종류 및 사용량과 경도변화

3.3 지연제의 종류 및 사용량에 따른 콘크리트의 경도에 대한 고찰

위의 그림 4에서 보이는 것처럼 지연제의 종류에 따른 선정실험 결과에서는 A형 지연제를 사용한 경우가 B형 지연제를 사용한 경우보다 대체적으로 경도가 낮게 나타남으로써 지연제에 의한 응결지연 효과가 높음을 알 수 있었다. 특히 경과시간 12시간에서 적정 경도범위인 30~40을 얻기 위해서는 A형 지연제가 바람직한 것으로 판단된다.

한편 지연제 사용량에 따른 경도변화를 조사한 결과, 지연제 사용량이 많을수록 지연의 효과는 비례 상승하였으며 50% 희석하여 사용한 경우도 전반적으로 원액 100g/m²과 200g/m²사용결과의 중간값을 나타내었다. 이 결과들을 통해볼 때 골재노출 시공을 위한 적정 경도값은 지연제 사용량 200g/m²의 경우, 타설 후 12시간 전후에서 얻을 수 있으며 지연제의 사용량이 작거나 희석액을 사용할 경우는 타설 후 12시간이 경과하기 이전에 가능할 것으로 예상된다.

3.4 외부온도에 따른 골재노출깊이에 대한 고찰

현장조건을 감안하여 외부온도조건을 20℃와 30℃로 하고 각각의 경우에 있어서 지연제 첨가에 따른 경과시간별 콘크리트 경도를 측정하여 그 결과를 그림 5 및 6에 나타내었다. 외부온도가 30℃의 경우는 20℃에 비하여 지연제에 의한 지연효과가 상당히 약화되어 지연제 사용량 100g/m²의 경우, 타

설 후 6시간에서 이미 경도값이 약 30에 달하였으며 12시간이 경과하기 이전에 이미 적정 경도값을 초과하는 결과를 보였다. 마찬가지로 지연제 사용량이 400g/m²이고 외부온도조건이 20℃인 경우 재령 12시간에서 약 21의 경도값을 나타낸 반면, 30℃에서는 재령 6시간에서 유사한 경도값을 나타내었다. 즉, 외부온도가 증가함에 따라 지연제를 사용함에도 불구하고 콘크리트의 응결이 상당히 빨리 진행됨을 알 수 있었다.

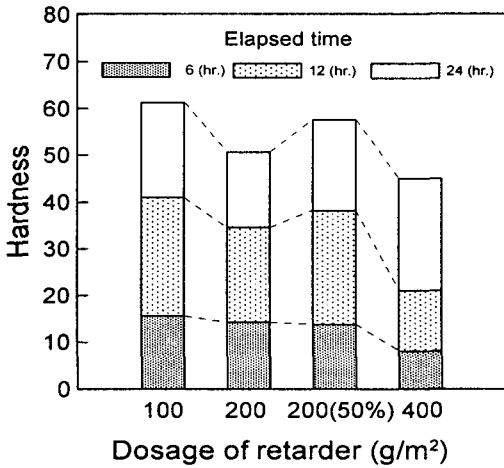


그림 5 외부온도에 따른 경도변화(20℃)

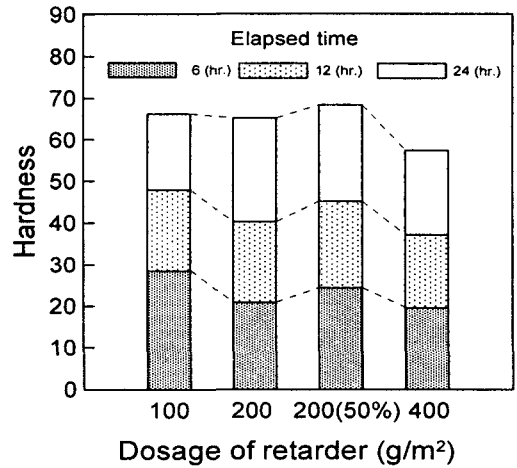


그림 6 외부온도조건과 경도변화(30℃)

5. 양생방법과 골재노출깊이에 대한 고찰

본 실험에서는 하절기의 현장 온도조건을 감안하여 앞에서 제시한 3종류의 양생방법을 채택하여 각 양생방법별 적용효과를 조사하였다. 외부온도 30℃에서 지연제를 원액 및 희석액으로 200g/m²살포한 경우에 있어서 양생종류별 경도변화를 정리하여 나타낸 것이 그림 7이다.

지연제의 희석여부와 상관없이 폴리프로필렌 시트로 양생을 한 경우가 다른 양생방법에 비하여 지연효과가 우수한 것으로 나타났다. 그 이유로서는 고온으로 인하여 콘크리트 표면의 수분증발이 급속하게 진행되므로 대기노출 양생방법은 물론 습윤 양생포의 경우에서도 수분이 급격히 증발하여 지연효과에 큰 영향을 주지 못하였기 때문이다.

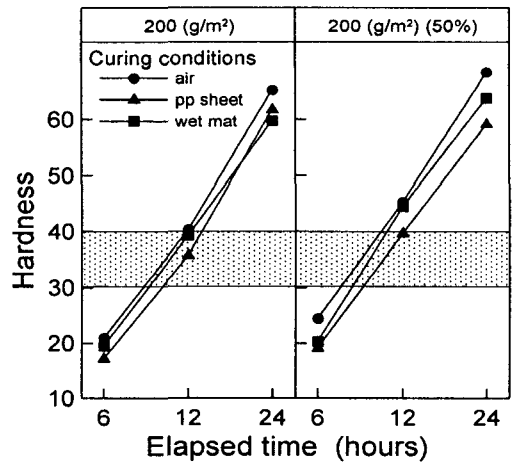


그림 7 양생종류별 경도변화(30℃)

4. 결 론

- (1) 골재노출 콘크리트의 노출깊이에 따른 소음 발생량 측정결과, 소음저감에 효과적인 골재노출깊이는 1~2mm였으며 일반 콘크리트에 비하여 약 10dB의 소음저감 효과를 얻을 수 있었다. 이 노출깊이를 얻기 위해서는 콘크리트 경도값 30~40에서 브러싱을 통해서 골재를 노출시켜야함을 알 수 있었다.
- (2) 지연제의 종류 및 사용량에 따른 지연효과는 인산염계 A형 초지연제가 효과적인 것으로 나타났으며 표준 사용량인 200g/cm²을 사용했을 경우 타설 후 12시간 전후에서 적정 경도값인 30~40을 얻을 수 있었다.
- (3) 외부 온도가 증가함에 따라 지연제를 사용함에도 불구하고 콘크리트의 응결이 급속하게 진행되었다. 콘크리트 표면의 급격한 수분증발을 줄일 수 있는 양생방법으로 폴리프로필렌 시트가 적합한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Sandberg, U., "Texturing of Cement Concrete Pavements to Reduce Traffic Noise Emission," Proceedings of Transportation Research Board, Washington, DC, 1998.
2. Stinglhammer, H. and H. Krenn, "Noise Reducing Exposed Aggregate Surfaces Experience and Recommendations," 7th International Symposium On Concrete Roads, CIMEUROPE s.a.r.l., 1994.
3. 鯉江利夫, 中西弘光, 吉乘 亨, "低騒音コンクリート舗装について," 生コンクリート, Vol. 16, No. 5, 1997.
4. 武勝和宏, 伊藤平和, "小粒径骨材露出コンクリート舗装-コンクリート舗装の低騒音化お目指して-, " 舗装, 30-9, 1995.
5. 坂本康文, 岡部俊幸, 林 信也, 入江大輔, "簡易な騒音測定装置による低騒音舗装の評価法," 舗装, 35-5, 2000.
6. 문한영, 하상욱, 양은철, "골재노출 콘크리트의 지연제 효과에 대한 검토," 한국콘크리트학회, 가을 학술발표회 논문집, 제13권 2호, 2001.
7. 문한영, 하상욱, 양은철, "골재노출 콘크리트의 기초물성," 대한토목학회, 학술발표회 논문집, 2001.