

골재노출 콘크리트의 지연제 효과에 대한 검토

Effects of retarder on manufacturing Aggregate Exposed Concrete

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

ABSTRACT

The traffic noise from automobiles have been causing so serious problems in urban areas that the study and solutions to reduce noise and air pollution have been required. In general, Portland cement concrete(PCC) pavements have the advantage of durability and superior surface friction when compared to most dense-graded asphalt. However, data collected to date generally show PCC pavements to create more noise than asphaltic surfaces.

Therefore, recent research has shown some new concrete pavement textures to be worth further examination. Exposed Aggregate Pavements have also been evaluated for noise impacts. This PCC surface is accomplished by brushing the surface of the plastic concrete to expose the aggregate, increasing the macrotexture.

In this study, in order to manufacture Aggregate Exposed Concrete for low noise pavements, we considered the effects of retarder agents according to dosage and curing conditions. So we tried to find out relationship between textures of surface and effects of retarder.

1. 서 론

근래 경제발전과 더불어 국내 자동차의 보급률이 급속하게 증가함에 따라 교통소음에 의한 환경공해가 심각한 사회 문제로 대두되고 있는 실정이다. 국내 도로포장의 현황은 장기 공용성 측면에서 점차적으로 아스팔트포장에서 내구성이 좋은 콘크리트포장의 신설이 증가하고 있는 추세이다. 하지만 콘크리트포장의 경우 아스팔트포장에 비하여 소음발생이 크다는 것이 해결하여야 할 문제점이라 할 수 있다. 한편 교통소음의 주원인의 하나로서 도로의 포장표면과 타이어 사이의 소음을 들 수 있으며 이의 경우 선진 외국에 비해 국내에서는 연구성과가 전무한 상태로서 본 연구에서는 저소음 콘크리트포장의 한 방법으로서 노면/타이어소음을 저감시키는 골재노출공법 적용 콘크리트를 제시하고 또한 이를 제조하기 위한 방법으로서 지연제의 사용성 검토 및 표면 지연효과에 따른 콘크리트 표면의 성상을 실험을 통하여 고찰하였다.

* 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정

*** 정회원, 한양대학교 토목공학과 석사과정

2. 시험 개요

2.1 사용재료

- (1) 시멘트: 비중 3.15이고 분말도가 $3,150\text{cm}^2/\text{g}$ 인 보통 포틀랜드시멘트(이하 OPC로 약함)를 사용하였다.
- (2) 사용골재: 굵은골재는 최대치수 13mm, 비중이 2.67인 부순 골재에 대해 검토하였으며 잔골재는 비중이 2.62인 강모래를 사용하였다.
- (3) 지연제: 콘크리트 표면의 응결을 지연시킴으로써 소요 골재노출 깊이를 얻기 위하여 2종류의 초지연제를 사용하였고 이는 주성분이 인산염계이고 비중이 1.09인 A형과 주성분이 변성인산염계이고 비중이 1.18인 B형을 사용하였다.

2.2 시험방법

- (1) 시험편 제조: 콘크리트를 믹싱한 후, 평판형 몰드(가로×세로×높이=50×50×5cm)를 이용하여 시험편을 제조하였고 표면의 물걸힘이 발생할 시기에 지연제를 고루 살포하여 적정시기에 콘크리트 표면의 모르터를 제거하였다.
- (2) 표면경도 측정: 저소음 콘크리트를 제조함에 있어서 그라인더에 의한 골재노출시기를 정할 목적으로 스프링식 고무 쇼어 경도계(JIS K 6301)를 사용하여 콘크리트 표면경도를 측정하였으며 5회 측정하여 평균값을 취하였다.
- (3) 골재노출깊이 측정: 콘크리트표면에서 골재가 노출된 깊이를 측정하기 위하여 샌드패칭(Sand Patching)법을 사용하였는데 이는 콘크리트 표면을 고운모래를 이용하여 일정 면적으로 분산시켜 전체 체적으로 깊이를 환산하는 것으로서 종방향과 횡방향으로 2회 측정하여 평균값을 얻었다.

2.3 사용배합

본 실험에서는 골재노출 콘크리트에 적합할 것으로 예상되는 배합을 표 1과 같이 예비실험을 통해 선정하였다. 기존의 콘크리트포장 배합 대비 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%	$2.5 \pm 1\text{cm}$	159	346	701	1,117	0.3%

2.4 시험조건

- (1) 지연제 종류: 2종류의 초지연제를 사용하여 지연제 종류에 따른 지연특성을 검토하였다.
- (2) 지연제 사용량: 지연제의 사용량을 100, 200 및 $400\text{g}/\text{m}^2$ 으로 변화하여 콘크리트 표면에 살포하였고 아울러 지연제:물을 1:1로 희석한 지연제 희석액 $200\text{g}/\text{m}^2$ 도 시험변수로 추가하였다.
- (3) 외부온도 조건: 외부온도에 따른 지연제의 효과를 검토하기 위하여 외부온도조건을 20°C 와 30°C 로 변화하여 실험하였다.
- (4) 표면 양생조건: 적용 양생방법으로서는 지연제 살포 후 대기에 노출시킨 것을 기준으로 하고 여기에 표면의 수분증발을 막기 위하여 비닐시트로서 양생을 한 것과 습윤상태의 양생포를 덮어

양생한 것으로 총 3종류의 양생방법을 고려하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 지연제 종류 및 사용량에 따른 검토

본 실험에서는 굳지않은 콘크리트의 초기 물성에 영향을 미치지 않는 조건에서 지연의 효과를 더욱 상승시킨 2종류의 초지연제를 사용하여 각각 100, 200 및 400g/m²으로 살포하였고 사용량 200g/m²의 경우 지연제의 50%를 물로 희석한 희석액의 경우에 있어서도 검토하였다. 실험결과를 도식화하여 정리한 것이 그림 1과 2로서 지연제의 종류에 따른 선정실험 결과에서는 B형 지연제를 사용할 경우에 있어서 일부 경도가 높게 나타나는 부분이 있으나 대체적으로 지연제의 종류에 따른 표면 경도값 변화는 큰 차이를 나타내지 않았다.

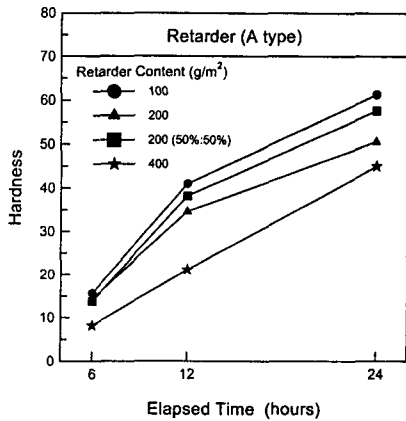


그림 1 A형 지연제 사용량과 경도관계

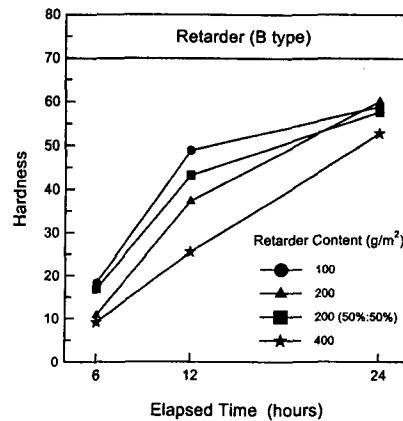


그림 2 B형 지연제 사용량과 경도관계

한편 지연제 사용량에 따라 지연의 효과가 비례 상승하였으며 희석액의 경우도 전반적으로 원액 100g/m²과 200g/m² 살포 경우의 중간값을 취하고 있다. 시간별로 보면 B형 지연제의 경우 지연효과는 약 재령 12시간에서 가장 큰 차이를 나타내며 초기 및 1일이 경과한 후는 사용량에 상관없이 유사한 경도값을 나타내므로 골재노출시공을 위한 적정 경도값은 타설 후 12시간이 경과한 뒤에 취할 수 있을 것으로 예상되며 아울러 24시간이 경과하게 되면 지연제의 영향을 고려할 수 없을 것으로 판단된다.

3.2 외부온도에 따른 검토

콘크리트 양생 시 외부 온도조건에 따른 지연제의 효과를 검토하기 위하여 주 변수로서 외부의 기온을 20℃와 30℃로 하여 측정하였고 사용한 실험조건 및 표면 경도값 변화를 표 2에 나타내었다. 이 결과를 통해서 볼 때 지연제의 효과는 외부 온도에 따라서 크게 영향을 받는다고 할 수 있다.

표 2 외부 온도의 영향에 따른 표면경도 변화

배합명	사용지연제	온도조건	경도변화			배합명	사용지연제	온도조건	경도변화		
			6h	12h	24h				6h	12h	24h
20-100	A형	20℃	15.7	41.0	61.3	30-100	A형	30℃	28.5	48.0	66.2
20-200			14.3	34.6	50.6	30-200			20.9	40.3	65.2
20-50:50			13.8	38.2	57.6	30-50:50			24.4	45.2	68.4
20-400			8.1	21.1	45.0	30-400			19.6	37.2	57.4

지연제 400g/m²을 사용하였을 때 외부 온도조건이 20℃인 경우 재령 12시간에서 약 21의 경도값을 나타낸 반면 30℃에서는 재령 6시간에서 약 20을 나타낼 정도로 온도에 따른 영향이 크다고 할 수 있다. 한편 그림 3에서와 같이 재령 12시간에서 지연제의 사용량 400g/m²을 제외하면 온도에 따른 경도값이 평균적으로 외부 온도가 30℃인 경우가 7정도 높게 나타나며 재령 24시간에서는 재령 12시간보다 높은 경도값 차이를 나타내는 반면에 사용량에 따라선 거의 유사한 값을 나타내므로 이 경우 적정 재령을 초과하면 지연제의 효과는 기대하기가 힘든 것으로 판단된다.

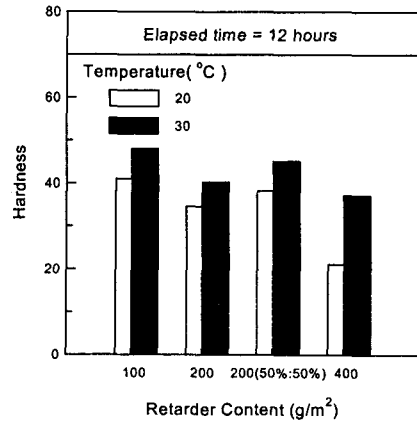


그림 3 온도조건에 따른 경도변화

3.3 양생조건에 따른 검토

이번에는 지연제 살포 후 양생방법을 달리하여 표면 경도 값으로 그 효과를 평가하였다. 적용 양생방법으로서는 지연제 살포 후 대기에 노출시킨 것을 기준으로 하고 여기에 표면의 수분증발을 막기 위하여 비닐시트로서 양생을 한 것과 습윤상태의 양생포를 덮어 양생한 것으로 총 3종류의 양생방법을 고려하였으며 그 결과를 표 3으로서 정리하였다.

표 3 양생조건에 따른 표면경도 변화

배 합 명	양생조건	지연제	온도 조건	경도변화			배 합 명	양생조건	지연제	온도 조건	경도변화		
				6h	12h	24h					6h	12h	24h
20-100%-A	대기 노출	200g/m ²	20℃	14.3	34.6	50.6	30-100%-A	대기 노출	200g/m ²	30℃	20.9	40.3	65.2
20-100%-S	비닐 시트			10.7	30.8	49.4	30-100%-S	비닐 시트			17.2	35.7	61.7
20-100%-M	양생포			11.0	25.1	53.2	30-100%-M	양생포			19.5	39.3	59.7
20-50%-A	대기 노출	50% 회석액		13.8	38.2	57.6	30-50%-A	대기 노출	24.4		45.2	68.4	
20-50%-S	비닐 시트			14.2	35.3	59.1	30-50%-S	비닐 시트	19.1		39.6	59.1	
20-50%-M	양생포			9.8	31.9	59.8	30-50%-M	양생포	20.3		44.4	63.8	

외부 온도조건이 20℃인 표준상태에서는 습윤 양생포를 사용하므로써 12시간까지의 응결 지연효과가 가장 우수하게 나타났으며 30℃의 경우에서는 비닐 시트 양생이 우수하게 나타났다. 이는 20℃의 경우 수분 증발도 발생하지만 습윤상태의 양생포를 사용하므로써 표면에 일부의 수분이 제공되어 지연효과가 발생된 것으로 판단되며 30℃의 경우는 표면의 수분증발을 낮출 수 있는 양생방법이 표면 지연효과에 가장 효율적인 것으로 평가된다. 물론 이러한 응결지연 효과가 반드시 골재노출 시공을 함에 있어서 비례관계로 성립되진 않지만 내부 시멘트가 충분히 경화되면서 표면부분에서만 응결이 지연되어야 하므로 적정 표면경도를 얻는 데는 계속된 실험을 통하여 수준을 찾아야 할 것으로 생각된다.

4. 결 론

- (1) 지연제의 종류에 따른 경도값 변화는 큰 차이를 나타내지 않았으며 지연제 사용량의 증가와 효과는 비례 상승하였고 특히 지연효과는 재령 12시간에서 가장 큰 차이를 나타내었다. 한편 24시간이 경과하게 되면 지연제의 영향을 고려할 수 없을 것으로 판단된다.
- (2) 외부온도에 따른 경도값의 변화는 30℃의 경우가 20℃보다 평균적으로 10정도 높은 경도값을 나타내었으므로 지연제 살포량의 조절이 요구되고 양생조건으로서는 20℃의 경우 습윤 양생포, 30℃의 경우 비닐시트 양생방법이 표면 지연효과에 가장 효율적인 것으로 평가된다.