

# 콘크리트포장 린콘크리트 기층에 고로슬래그 미분말 적용에 관한 연구

## Application of Granulated Blast Furnace Slag to the Lean Concrete Base of Concrete Pavement

류 명 찬 \*      엄 주 용 \*\*      김 대 영 \*\*\*      손 진 군 \*\*\*\*  
Roo, Myung Chan      Eum, Joo Yong      Kim, Dae Young      Sohn, Jin Gun

### ABSTRACT

An experimental study is carried out to estimate the way of applying the granulated blast furnace slag[GBFS] to the lean concrete base of concrete pavement. According to the test results, this application seems promising. For this application, mixing percent of GBFS ranging from 30 to 50 is recommendable at this stage. And performance of the base mixed with GBFS is greatly affected by the curing and placing condition. As long as all requirements for application of GBFS to the base is satisfied, better performance is expected.

### 1. 서 론

고로슬래그 미분말은 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융슬래그를 물로 급랭시켜 얻은 입상의 수쇄슬래그를 건조하여 미분쇄한 것으로서, 우리 나라에서는 주로 고로 시멘트 제조에 사용하여 왔지만 외국의 경우 영국, 미국, 캐나다, 일본 등에서는 시멘트 콘크리트 혼화재로서의 사용기준이 확립되어 있고 또 사용 실적도 상당하다.

국내에서는 1995년 고로슬래그 미분말에 대하여 토목학회 기준 "콘크리트용 고로슬래그 미분말 규격(안)"을 제정함과 더불어 "고로슬래그 미분말을 이용한 콘크리트의 설계 시공 지침(안)"을 제정하였다. 1996년 건설교통부 제정 "콘크리트 표준 시방서"에서는 시공편에 혼화재로서의 이의 사용에 대한 규정을 설정하고 있다.

고로슬래그 미분말은 시멘트 콘크리트용 혼화재로서 적정히 잘 사용하면 콘크리트의 장기강도를 증진시키고, 수화 발열 속도를 늦추며, 수밀성을 향상시키고, 황산염이나 해수에 대한 화학저항성을 개선시키고, 알칼리 실리카 반응을 억제시키는 등의 효과를 기대할 수 있다.

\* 정회원, 명지전문대학 토목과 조교수

\*\* 정회원, 한국도로공사 도로연구소 콘크리트포장연구실장

\*\*\* 포항산업과학연구원 자원활용연구팀 선임연구원

\*\*\*\* 포항산업과학연구원 자원활용연구팀장

고로슬래그 미분말을 콘크리트 포장에 적용하여 기존 일반 시멘트 사용시 보다 수화열 저감, 장기강도, 내구성 등의 고유한 특성을 발휘할 수 있도록 연구 개발하므로써 건조수축 균열저감, 포장두께 줄임, 포장 수명 연장 등의 효과를 기대할 수 있다. 물론 공사비 절감, 유지보수 비용 절감의 경제적인 효과도 기대된다. 본 연구를 통하여는 우선 고로슬래그 미분말의 콘크리트 포장 린(lean) 콘크리트 보조기층 적용을 목표로 한다.

## 2. 실험 개요

고로슬래그 미분말을 활용한 포장용 콘크리트 생산기술 개발의 첫 번째 단계로서 현재 국내 콘크리트포장 시공시 기층으로 주로 적용되고 있는 린콘크리트(lean concrete) 기층에의 고로슬래그 미분말 적용을 위한 제반 필요 시험을 시행하고자 한다.

### 2.1 사용재료

실내시험을 위한 공시체 제작을 위해 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트(1종), 고로슬래그 미분말 1종(비표면적 3000~5000cm<sup>2</sup>/g)을 사용하였으며 잔골재, 굵은골재를 포함한 사용 재료에 대한 자세한 시험 결과는 최종 연구보고서를 참조 바란다.

#### 2.1.1 배합설계

표준 골재입도는 표 1.과 같으며, 잔골재는 강모래(비중: 2.54, F.M.=2.49)를, 굵은골재는 부순돌(비중:2.68, Gmax=40mm)을 사용하였으며, 고로슬래그 미분말 치환율은 0, 30, 40, 50, 60, 70%의 6수준을 적용한다. 빈배합 콘크리트의 시멘트량 결정을 위한 7일에서의 일축압축강도는 50kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 한다. 이때 최소 단위 시멘트량은 150kg/m<sup>3</sup>으로 규정한다. 본 실험의 실험 배합은 다음 표 2.와 같으며, 참고로 현재 한국도로공사에서 사용하고 있는 표준배합은 표 3.과 같다.

표 1. 표준골재 입도

구 분	50mm	40mm	19mm	10mm	4.75mm	0.60mm	0.074mm
체통과 중량 백분율(%)	100	90-100	50-85	40-75	25-60	10-30	3-12

표 2. 실험 배합표

실험번호	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	S/A (%)	단위시멘트량 (kg/m <sup>3</sup> )	슬래그치환율 (%)	중 량 배 합 (kg/m <sup>3</sup> )				
					C	B S	W	S	G
1	115	33	150	0	150	0	115	702	1448
2				30	105	45			
3				40	90	60			
4				45	82.5	67.5			
5				50	75	75			
6				60	60	90			
7				70	45	105			

표 3. 린콘크리트 표준배합

골재최대 치수(mm)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	시멘트량 (kg/m <sup>3</sup> )	W/C(%)	S/A(%)	잔골재 (kg/m <sup>3</sup> )	굵은골재 (kg/m <sup>3</sup> )	혼화제 (kg/m <sup>3</sup> )
40	-	-	125	158	79	33	702	1448	-

2.1.2. 공시체 제작

최적함수비 도출을 위한 다짐시험은 흙의 다짐시험방법(KS F 2312)에 준하여 실시되는데 이때 얻어지는 함수비가 최적함수비(OMC: Optimum Moisture Content)이며 이를 단위수량으로 한다. 이 시험의 적용범위는 시료의 건조밀도-함수비 곡선, 최대 건조밀도 및 최적함수비를 구하는 것으로 래머에 의해 시행한다. 시험에 사용하는 래머의 무게와 몰드의 안지름은 현장에서 보통 사용되고 있는 다짐방법 중에서 E방법을 사용하여 시편을 제작한다.

공시체를 2일 후 탈형하여 재령별 시험 시까지 기건 양생을 하였고, 시험 1일 전에 수중 침지하여 물성시험을 시행한다. 제작된 공시체에 대하여 재령 7일, 28일, 56일에서의 압축강도 및 할열 인장강도를 측정한다.

3. 결과 및 고찰

고로슬래그미분말을 이용한 린콘크리트의 역학적 특성을 고찰하기 위한 본 실험의 결과는 다음 표 4.에 나타난 것과 같다. 우선 압축강도 결과는 모든 치환율에서 시방 기준인 50kg/cm<sup>2</sup>을 만족하며, 28일 및 56일 강도시험 결과로부터 고로슬래그 미분말 적용에 의한 장기강도 발현 특성이 잘 나타남을 확인할 수 있다. 그리고 할열 인장강도 시험 결과 또한 표 3.과 같이 나타났으며, 이 결과로부터 고로슬래그 미분말 사용으로 인한 장기강도 향상 경향이 압축강도의 경우와 유사함을 확인할 수 있다. 이러한 경향은 치환율이 30-50%의 경우에 두드러짐을 알 수 있다. 치환율 60% 이상의 경우는 좀더 명확한 장기강도 증진효과 확인이 필요하다.

표 4. 실험결과표

실험번호	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	S/A (%)	단위시멘트량 (kg/m <sup>3</sup> )	슬래그치환율 (%)	실험 결과			
					압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )			인장강도(kg/cm <sup>2</sup> )
					7일	28일	56일	
1	115	33	150	0	121	172	191	15.8
2				30	115	180	207	15.6
3				40	107	175	202	15.1
4				45	108	166	194	14.7
5				50	103	162	188	14.8
6				60	98	150	169	13.2
7				70	93	139	161	12.3

#### 4. 결 론

- (1) 콘크리트포장의 린콘크리트 기층에 고로슬래그 미분말 적용시 70% 치환율까지 실내시험 결과 모든 고려 치환율에서 시방기준을 만족하는 것으로 나타났고, 실제 현장 적용시에는 국내에서 시행 초기 임을 감안하여 치환율 30-50% 범위에서 현장조건에 따라 적용하는 것이 타당할 것으로 사료된다 .
- (2) 또한 현장적용의 경우 양생조건에 따라 고로슬래그 미분말 사용 콘크리트의 공용성에 미치는 영향이 크므로 주의를 요한다.
- (3) 이와 같은 고려사항만 주의를 기울이면 고로슬래그 미분말 사용으로 여러 기대효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

이 연구는 포항제철에서 연구비 지원으로 수행된 “고로슬래그 미분말을 활용한 시멘트 콘크리트 생산기술 개발”이라는 과제의 연구결과의 일부이며, 실험 수행 시에 현대건설기술연구소의 도움을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- 1) AASHTO, AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993
- 2) E.J. Yoder, M.W. Witzczak, Principles of Pavement Design, 2nd edition, John Wiley & Sons Inc., 1975.
- 3) PCA, Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, 1984.
- 4) 대한토목학회, 고로슬래그 시멘트 및 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 설계·시공지침(안), 1995. 8.
- 5) 엄주용 외 2인, “린콘크리트의 재료물성 및 단면개선 방안 연구”, 한국도로공사 도로연구소 연구보고서, 1998. 12.
- 6) 대한토목학회, 콘크리트 표준시방서, 1996.
- 7) 김성수, 최신토목재료학, 구미서관, 1997