

고로슬래그를 다량 함유한 고강도 콘크리트의 재료적 특성

Material Characteristics of High-Strength Concrete Incorporating High Replacement Level of Blast-Furnace Slag

이 회 근* 정 재 홍* 김 한 준** 이 승 훈***
Lee, Hoi Keun Jung, Jae Hong Kim, Han Joon Lee, Seung Hoon

ABSTRACT

In this study, high-strength concrete mixtures were made with blast-furnace slag of 50% and 70% replacement level to evaluate material properties including compressive strength development, adiabatic temperature rise, autogenous shrinkage and chloride-ion migration coefficient. Test results showed that the use of high percentage blast-furnace slag in high-strength concrete can reduce heat of hydration and chloride-ion migration coefficient, result in control thermal cracking and improve durability performance especially under high corrosive environment.

요 약

본 연구에서는 고로슬래그 미분말을 다량 사용한 고강도 콘크리트의 재료적 특성을 조사하기 위해 고로슬래그 미분말을 각각 50%와 70% 사용한 고강도 콘크리트에 대해 압축강도, 단열온도상승, 자기수축 및 염소이온확산계수를 측정하였다. 실험결과, 슬래그 다량 치환 사용시 수화열 저감 및 염소이온확산계수 감소로 온도균열제어 및 고부식성 환경하 염해 저항성이 향상되는 것으로 나타났다.

1. 서 론

초고층 건물과 장대교량 등의 랜드마크 구조물의 설계 및 시공 기술에 대한 관심이 높은 가운데, 100MPa 이상의 고강도 콘크리트 사용에 대한 관심 또한 높아지고 있다. W/C를 낮추고 시멘트 사용량을 증가시켜 콘크리트 강도를 높일 수 있으나, 높은 수화열에 의한 온도균열과 자기수축으로 인한 균열 발생 가능성 또한 높다. 본 연구에서는 수화열 저감 및 염해에 대한 저항성이 우수한 재료로 알려진 고로슬래그 미분말을 50% 이상 다량 사용한 고강도 콘크리트의 재료적 성질을 측정, 고로슬래그를 다량 사용 고강도 콘크리트에 대한 재료 특성에 대한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

* 정희원, 삼성물산(주) 건설부문, 기술연구센터, 선임연구원
** 정희원, 삼성물산(주) 건설부문, 기술연구센터, 전임연구원
*** 정희원, 삼성물산(주) 건설부문, 기술연구센터, 수석연구원

2. 실험 연구

2.1 재료 및 배합비

결합재로는 1종 시멘트와 비표면적이 4500cm²/g인 고로슬래그 미분말(GGBS)이 사용되었으며, 골재로는 최대치수 20mm의 쇄석 및 세척사가 사용되었다. 표 1은 W/B가 25%로 동일하고 GGBS를 각각 70%와 50% 사용한 고강도 콘크리트 배합비를 나타내며, 목표 슬럼프 플로우는 650±50mm이었다.

표1. 고강도 콘크리트 배합비

배합구분	W/B (%)	S/a (%)	G _{max} (mm)	Unit Weight (kg/m ³)						
				W	C	GGBS	S	G	SP	AE
GGBS70	25.0	40.0	20	160	192	448(70%)	619	943	5.44	0.0806
GGBS50	25.0	40.0	20	160	320	320(50%)	630	952	6.40	0.0922

2.2 실험내용 및 방법

본 연구에서는 GGBS를 다량 함유한 콘크리트의 재료 성질들을 평가하기 위해 표1에 나타난 고강도 콘크리트를 제조하여 소요 재령별 압축강도(KS F2405), 단열온도상승, 자기수축(KS F 2586), 염소이온확산계수(NT Build 492) 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

실험결과를 나타내는 표2를 보면, 재령 56일에서의 압축강도가 GGBS70은 약 80MPa, GGBS50은 90MPa 정도로 나타나 GGBS70 배합보다 약 11% 정도 큰 경향을 나타내었다. 이는 50%의 GGBS를 사용한 배합이 GGBS70보다 상대적으로 시멘트 수화물인 수산화칼슘량이 많아 장기재령에서의 포졸란 반응이 보다 활발하게 일어나 강도 증가에 기여한 것으로 사료된다.

수화발열 특성으로는 GGBS사용량이 증가할수록 최대단열온도상승량(Q)은 감소하여 GGBS70은 39.1℃, GGBS50은 이보다 약 6.7℃정도 높게 나타났다. 결합재 사용량이 많고 W/B가 낮은 고강도 콘크리트의 주요한 체적변화 요인인 자기수축 측정 결과를 보면, 재령 90일에서의 자기수축량은 580~600×10⁻⁶으로 GGBS50이 GGBS70보다 다소 크게 나타났다. 한편, 재령 7, 28, 56일에서 측정한 염소이온확산계수 측정값을 보면, 재령 7일과 28일에서는 GGBS70이 GGBS50보다 확산계수 값이 크게 나타났으나 재령 56일에서는 거의 유사한 경향을 나타내었다.

표2. 고로슬래그를 다량 사용한 고강도 콘크리트의 재료성질 측정결과

배합구분	압축강도(MPa)					단열온도상승		자기수축(×10 ⁻⁶)		염소이온확산계수(×10 ⁻¹²)		
	1일	3일	7일	28일	56일	Q(℃)	γ	28일	90일	7일	28일	56일
GGBS70	8.1	38.3	55.6	75.8	80.4	39.1	0.697	465	579	6.38	2.30	1.77
GGBS50	9.8	49.6	66.4	81.0	90.2	45.8	0.829	546	602	3.96	1.35	1.97

4. 결론

본 실험결과로부터, 시멘트 사용량이 많은 고강도 콘크리트 배합에 고로슬래그 미분말을 다량 치환하면 수화발열량 감소로 매스 부재의 온도 균열 감소 및 낮은 확산계수에 의한 염소이온침투에 대한 저항성 향상으로 고부식성 해양 환경하의 콘크리트 구조물 적용에 유리할 것으로 사료된다. 추후 자기수축 저감 방법 및 다양한 W/C와 고로슬래그 치환량에 따른 재료적 특성에 대한 실험적 연구가 요구된다.