

페로니켈 슬래그 골재를 활용한 비소성 시멘트 모르타르의 강도 특성

Strength of Non-Sintered Cement Mortar Using Ferro-nickel Slag Aggregate

윤민식¹ · 나형원² · 형원길^{3*}

Youn, Min-Sik¹ · Na, Hyeong-Won² · Hyung, Won-Gil^{3*}

Abstract

Carbon dioxide emissions in the construction sector account for 38% of all industries, and environmental destruction is occurring due to indiscriminate use of natural resources. The purpose of this study is to develop by-product aggregate Non-Sintered Cement(NSC) that can replace sand used as natural aggregate and Portland cement. Therefore, Ground Granulated Blast Furnace Slag, Type C Fly Ash and Type F Fly Ash are used to replace cement, and water granulated ferro-nickel slag(FNS) is used to replace aggregate. The flow, compressive strength and flexural strength of the formulation using sand as an aggregate and the formulation replacing 100% FNS were compared. As a result of the experiment, the formulation using FNS had higher overall strength than the formulation using sand, and as the substitution rate of Type C fly ash increased, the strength was the best. Formulation using FNS is more fluid than using sand. Through this study, we show the possibility of 100% substitution of FNS and its applicability to secondary concrete products of by-product aggregate NSC.

키 워 드 : 페로니켈 슬래그, 고로슬래그, 플라이애시, 비소성 시멘트

Keywords : ferro-nickel slag, blast furnace slag, fly ash, non-sintered cement

1. 서 론

건설 분야의 환경부하 배출량은 전 산업의 38%에 해당되며 대표적으로 시멘트(Ordinary Portland Cement, OPC) 산업에서 7%를 차지한다[1]. 또한 국내 건설공사의 지속적인 성장으로 천연골재 자원이 급감함에 따라 부순 모래나 바다 모래 또는 순환골재 등의 사용이 증가하고 있지만 부순 모래와 바다 모래는 환경오염을 유발하는 문제점이 있다[2]. 따라서 제조과정에서 이산화탄소 발생량을 줄이고 천연자원을 사용하지 않는 콘크리트의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 비소성 시멘트를 결합재로 이용하며 잔골재를 페로니켈 슬래그(Ferro-Nikel Slag, FNS)로 100% 치환한 공시체(F-NSC)의 압축강도와 휨강도, 플로우를 실험을 통해 평가하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 고로슬래그 미분말(Ground Granulated Blast Furnace Slag, GGBFS)을 기반재료로 사용하였으며, 잠재수경성인 GGBFS의 수화반응을 촉진시키기 위해 고칼슘 플라이애시(Type C Fly Ash, CFA)와 KS L 5405 기준에 따라 미분탄 플라이 애시(Type F Fly Ash, FFA)를 혼입하여 사용하였다. W/B는 40%로 고정하였으며 결합재와 잔골재의 중량비(B:S)는 1:3으로 설정하였다. FNS는 물로 급냉한 수쇄 페로니켈 슬래그를 체가름 시험을 통해 5mm 이하의 입도로 조정하여 사용하였

표 1. 배합표

Type	Aggregate	W/B	Binder Proportion (%)				B:S B:F
			OPC	GGBFS	CFA	FFA	
PLAIN	Sand	0.4	100	-	-	-	1:3
FC5F15	FNS (Below 5mm)		-	80	5	15	
FC10F10			-	80	10	10	
FC15F5			-	80	15	5	

1) 영남대학교 건축공학과, 석사과정

2) 해원, 대표이사, 공학박사

3) 영남대학교 건축학부 교수, 교신저자(beda@yu.ac.kr)

다. 실험에 사용된 모르타르 배합표는 표 1과 같다. 모르타르 배합 후 KS L 5105의 기준에 따라 플로우를 측정하였으며, 강도 측정용 공시체를 제작하였다. 공시체 제작은 48시간 습윤양생 후 20±2°C 조건에서 수중양생을 실시하였다. F-NSC 압축강도와 휨강도 시험은 KS L ISO 679 시멘트의 강도 시험 방법 기준에 따라 재령 3, 7, 28일 공시체의 강도를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 결론

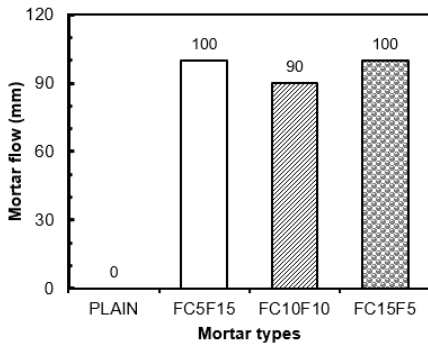


그림 1. 플로우 실험결과

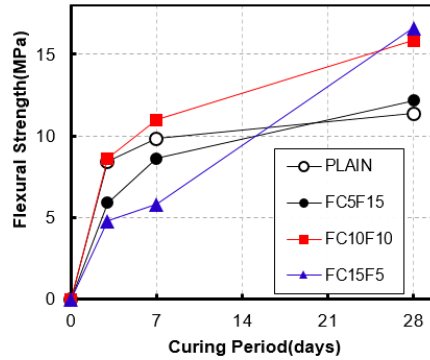


그림 2. 휨강도

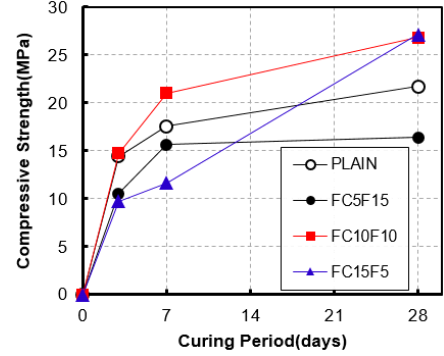


그림 3. 압축강도

그림 1은 F-NSC의 플로우 테스트 결과를 나타낸 그래프이다. 플로우 테스트 결과 PLAIN의 경우 낮은 W/B로 인해 플로우를 측정하지 못하였다. FNS를 골재로 사용한 배합은 모두 90mm 이상으로 동일한 W/B에서 PLAIN보다 높은 플로우가 나타났다.

그림 2와 그림 3은 F-NSC의 휨 및 압축강도 시험결과를 나타낸 그래프이다. 재령 28일 PLAIN의 경우 휨강도는 가장 낮은 값을 나타냈으며 압축강도는 21.7MPa으로 FC10F10과 F15F10보다 낮은 값을 나타냈다. FC15F5 배합은 재령 3일 휨 및 압축강도 모두 가장 낮은 값인 4.8MPa, 9.8MPa을 나타냈으나 28일 강도 기준 16.6MPa, 27.1MPa로 가장 높은 측정값을 나타냈다. 또한 FC10F10 배합의 경우 모든 재령에서 휨 및 압축강도가 PLAIN보다 높은 측정값을 나타냈다.

본 연구에서는 OPC와 모래를 산업부산물로 완전 대체한 F-NSC의 역학적 특성을 알아보았다. 연구 결과, FNS를 사용한 배합은 모래를 사용한 배합보다 작업성이 더욱 우수한 것으로 나타났다. 또한 FNS를 사용한 NSC는 PLAIN보다 강도가 높게 나타나고 있다. 따라서 현재 사용하고 있는 일부 콘크리트 2차 제품의 휨 및 압축강도 기준을 만족하였으며 이후 추가 실험을 통해 일반 건축용 콘크리트의 적용도 가능하다고 판단된다.

감사의 글

본 논문은 SNNC에서 페로니켈 슬래그를 지원 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. 나형원, 산업부산물을 전량 활용한 비소성 시멘트 모르타르의 콘크리트 제품 적용성 실험, 한국콘크리트학회, 2020, 371 p.
2. 조봉석, 서냉 페로니켈 슬래그 잔골재를 이용한 콘크리트의 역학적 특성 및 동결 융해 저항성, 한국건설순환자원학회, 2018, 319 p.