

폐유리 잔골재가 고강도 모르타르의 역학적 특성 및 알칼리-실리카 반응(ASR), ASR 후, 잔류 역학적 특성에 미치는 영향

Effect of Waste Glass Fine Aggregate on Mechanical Properties and Alkali-Silica Reaction(ASR), After ASR Residual Mechanical Properties of High Strength Mortar

유 하 민*	김 규 용**	손 민 재***	사 수 이****	이 예 찬*	남 정 수***
Eu, Ha-Min	Kim, Gyu-Yong	Son, Min-Jae	Sasui, Sasui	Lee, Yae-Chan	Nam, Jeong-Soo

Abstract

This study measured the mechanical performance and residual strength of high strength/normal strength mortar mixed with waste glass fine aggregate after alkali-silica reaction and alkali-silica reaction. As a result, the effect of improving the slip phenomenon of the waste glass fine aggregate in the high-strength mortar was not significant, but rather the amount of ASR was increased.

키 워 드 : 폐유리 잔골재, 모르타르, 압축강도, 휨강도, 알칼리-실리카 반응(ASR)
Keywords : waste glass fine aggregate, mortar, compressive strength, flexural strength, alkali-silica reactivity(ASR)

1. 서 론

현재 국내외에서 천연 잔골재 채취와 폐유리의 매립으로 인한 환경 문제를 해결하기 위해 폐유리를 천연 잔골재를 대체하는 대체골재로써 주목을 받고 있다. 하지만, 기존 연구들은 폐유리 잔골재를 일반 강도 모르타르 및 콘크리트에 혼입할 경우, 폐유리 잔골재의 매끄러운 표면으로 인해 Slip 현상이 발생하고, 비정질 실리카 성분으로 이루어져 있어 알칼리-실리카 반응이 발생한다고 보고하고 있다. 하지만, 고강도 모르타르 및 콘크리트에서의 폐유리 잔골재의 영향에 관한 연구는 부족한 실정이다. 고강도 모르타르는 일반강도 모르타르에 비해 시멘트 매트릭스의 부착력이 우수하고, 조직이 치밀해 폐유리 잔골재의 Slip 현상과 ASR이 개선될 것으로 사료되지만 이에 관한 연구는 부족하여 검토가 필요하다고 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 폐유리 잔골재를 혼입한 고강도 모르타르의 역학적 특성 및 알칼리-실리카 반응(ASR), ASR 후, 잔류 역학적 특성을 비교 분석하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서 사용된 폐유리 잔골재는 국내 폐유리 분쇄 업체에서 1차적으로 분쇄된 폐유리를 잔골재 표준 입도 분포를 만족시키기 위해 볼밀(Ball mill)로 2차 분쇄한 것을 사용하였으며, 무색, 녹색, 갈색의 폐유리 잔골재를 1:1:1로 혼합하였다. 일반강도 모르타르의 W/C는 0.5 잔골재/시멘트(S/C)는 3으로, 고강도 모르타르의 W/C는 0.2, S/C는 1.5로 설정하였고, 폐유리 잔골재는 천연 잔골재의 0, 25, 50, 75, 100(wt.%) 순으로 대체하였다. 모르타르의 압축, 휨 강도는 KS L ISO679, ASR은 ASTM C1260에 따라 시행하였으며, 알칼리-실리카 반응 후, 잔류 압축, 휨 강도는 시험체를 28일간 일반 수중 양생을 실시한 후, ASR 반응을 촉진하기 위해 80℃ 1N NaOH 용액에 침지시켜 1, 7, 14, 28일 간격으로 잔류 압축, 휨 강도를 측정하였다.

3. 결과 및 분석

그림 1은 폐유리 잔골재를 혼입한 고강도/일반강도 모르타르의 압축, 휨 강도 발현율을 나타낸 그래프이다. 그림을 통해 알 수 있듯이, 고강도 모르타르의 경우, 일반강도 모르타르에 비해 높은 부착성능으로 Slip 현상이 크게 개선되지 않은 것으로 확인되었다. 이를 통해, 물/시멘트비를 낮춰 시멘트 매트릭스의 부착성능을 높이는 것은 폐유리 잔골재 Slip 현상 개선에 효과가 크지 않은 것으로 판단된다.

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

** 충남대학교 건축공학과 교수·공학박사, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 건축공학과 조교수·공학박사

**** 충남대학교 건축공학과 박사과정

그림 2는 페유리 잔골재를 혼입한 고강도/일반강도 모르타르의 ASR 결과이다. 고강도 모르타르의 경우, 일반강도 모르타르에 비해 ASR이 더욱 빠르게 발생하는 것으로 나타났다. 이는 단위시멘트량이 높아 오히려 페유리 잔골재의 용해가 촉진되었기 때문으로 판단된다.

그림 3은 페유리 잔골재를 혼입한 모르타르의 ASR 후, 잔류 압축, 휨 강도를 나타낸 그래프이다. 고강도/일반강도 모르타르 모두, 페유리 잔골재의 ASR으로 인해 압축, 휨 강도가 일시적으로 상승한 후, 감소하는 현상을 나타내었다. 하지만, 고강도 모르타르의 경우, 빠른 ASR으로 인해 일반강도 모르타르에 비해 잔류 강도가 더욱 빠르게 감소하였다. 한편, ASR 후, 일시적인 강도 상승 현상의 원인으로는 ASR 생성물이 페유리 잔골재와 시멘트 매트릭스의 계면에 형성되어 골재와 시멘트 매트릭스의 마찰력을 높이고, 부착성능을 향상시켜 페유리 잔골재의 Slip 현상을 개선시킨 것으로 사료된다. 이를 통해, 페유리 잔골재 표면에 적절한 생성물을 통해 부착성능을 확보한다면, 페유리 잔골재의 Slip 현상 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

고강도 모르타르에서 페유리 잔골재의 Slip 현상 개선 효과는 크지 않았으며, 오히려 ASR 발생량이 증가하였다.

한편, ASR 후, 고강도와 일반강도 모르타르에서 잔류 압축, 휨 강도가 일시적으로 상승하는 현상을 통해, 골재의 부착성능을 더욱 높일 수 있는 결합재 사용과 페유리 잔골재의 표면 개질 등의 방법을 통해 페유리 잔골재로 인한 모르타르 역학적 성능 저하 문제를 해결할 수 있을 것으로 사료되어 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

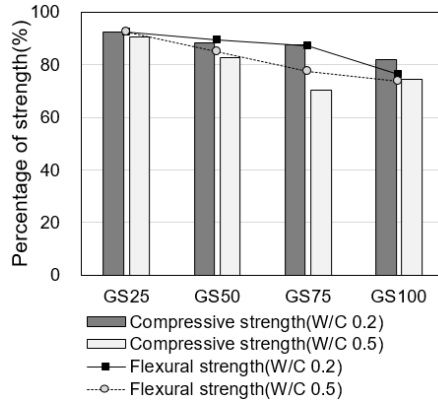


그림 1. 압축, 휨 강도 발현율

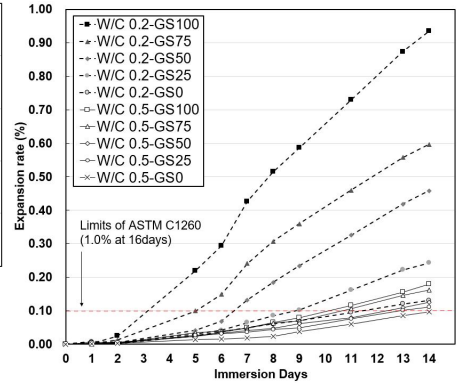


그림 2. 알칼리-실리카 반응

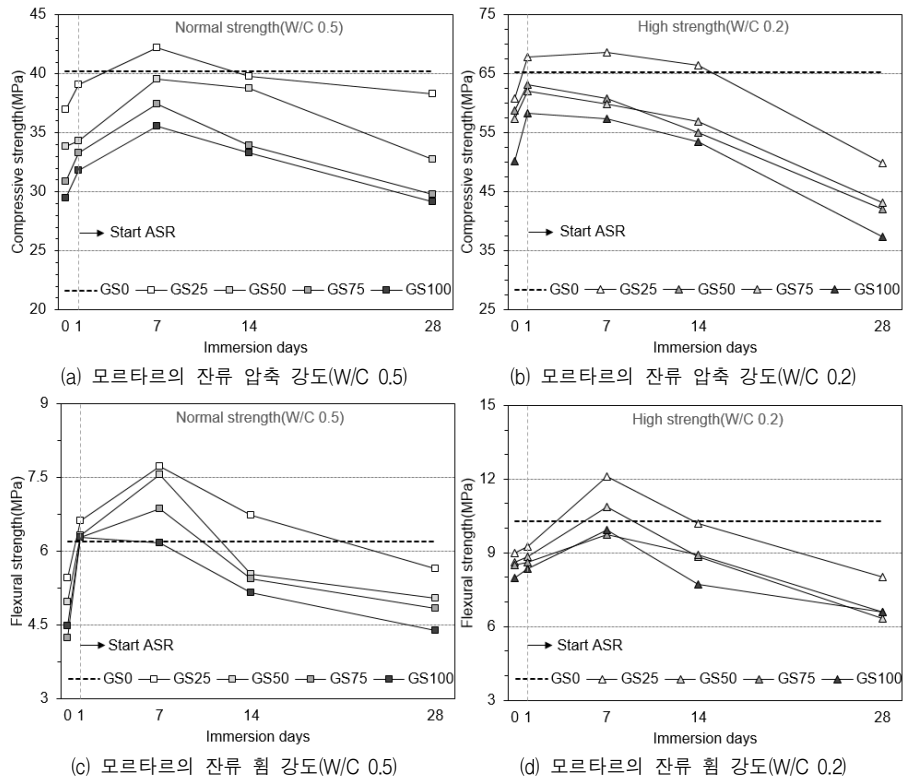


그림 3. 알칼리-실리카 반응 후, 모르타르의 잔류 압축, 휨 강도

Acknowledgement

이 논문은 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업 (과제번호: 20CTAP-C157880-01)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.