

부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 화학적 침해 저항 특성

Chemical Attack Resistance Characteristics of Cement Mortars Using in Crushed Sand

김강민* 백동일** 김명식*** 장희석****
Kim, Kang Min Beak, Dong Il Kim, Myung Sik Jang, Hui Suk

ABSTRACT

As this study is to test effects of chemical attack on deterioration of cement mortars using in crushed sand. Besides tests have been carried out with cement mortars by river sand and crushed sand by fine sand, cement mortars mix various proportions of silica fume and fly ash(up to 15% and 50% by weight for cement) were prepared and immersed in pure water, sodium sulfate solution, magnesium sulfate solution, seawater for 28days. Test on the change in the weight and compressive strength of cement mortars according to the duration of immersion time and the content of silica fume and fly ash was performed.

1. 서론

최근 천연강모래의 고갈로 인한 부순모래 사용량이 급격하게 증가하고 있다. 이에 따라 매우 복잡하고 다양한 콘크리트 구조물의 성능저하를 초래하고 있으며, 이에 내구성을 개선하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 하지만 현재까지 명확히 규명되지 못한 부분들이 많고, 특히 콘크리트의 화학적 침해에 관한 연구가 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기 연구된 부순모래의 최적 배합비로 혼합된 혼합모래를 사용하고 내구성 향상효과가 있는 실리카퍽과 플라이애쉬를 사용하여 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르 초기재령에서의 화학적 침해에 대한 저항 특성을 연구하였다.

2. 실험개요

2.1 재료의 특성

본 실험에서는 비중이 3.14인 국내 S사에서 생산되는 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다. 잔골재는 부산근교에 위치한 김해지역 석산에서 생산된 부순모래와 낙동세사를 혼합한 혼합모래와 천연강모래를 사용하였으며 부순모래의 품질특성은 표 1과 같다. 혼화재는 노르웨이 Elkem Co.에서 생산된 분말 마이크로 실리카퍽과 석탄화력발전소에서 미분탄 연소 후 부산물로 생산되는 플라이애쉬를 사용하였

*정회원, 부경대학교 토목공학과 석사과정

**정회원, 부경대학교 토목공학과 박사수료

***정회원, 부경대학교 토목공학과 교수

****정회원, 부경대학교 토목공학과 교수

으며 혼화제는 폴리카본산계 고성능AE감수제를 사용하였다. 그리고 침적용액으로 10% 황산나트륨 용액과 황산마그네슘 용액 그리고 해수를 사용하였다.

표 1 부순모래의 품질특성

시험 시료	조립률	밀도	흡수율	단위용적중량	유기불순물	0.08mm체 통과량	실적율	안정성
KS 규격	2.3~3.1	2.5이상	3.0이하	-	표준색	7.0이하	53이상	10이하
부순모래	4.14	2.54	2.3	1690	담황색	3.8	67	2.0

2.2 시편제작

본 실험에 사용한 모르타르의 배합은 시멘트:잔골재=1:2.45로 실시하였다. 시멘트 모르타르의 설계기준강도는 35MPa, W/C=45%, Flow Table=115~130cm로 고정하고 배합설계를 실시하였다. 사용된 시편은 5×5×5cm의 큐빅 몰드를 사용하여 제작하였고 비빔은 시멘트 모르타르 믹서를 사용하여 「KS L 5109 수경성 시멘트 반죽 및 모르타르의 기계적 혼합 방법」에 의거해 실시하였다. 다짐은 다짐봉을 사용하여 2단계로 나누어 수행하였다. 양생은 온도조절이 가능한 양생조를 사용하여 실시하였다.

2.3 실험방법

실험방법은 천연강모래와 혼합모래(부순모래 : 낙동세사=7 : 3)를 사용한 시멘트 모르타르에 실리카 폼은 시멘트 단위중량의 5%, 10%, 15% 치환하고 플라이애쉬는 시멘트 단위중량의 15%, 30%, 50% 치환하여 각각의 시편을 제작하였다. 화학적 침해의 정도를 평가하기 위해 침적용액으로 10% 황산나트륨 용액과 황산마그네슘 용액 그리고 해수를 사용하였고 실험개요는 그림 1과 같다. 단위중량변화 측정에는 시편의 표면건조포화상태 중량 평균을 비교하였다. 압축강도는 「KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험 방법」에 준하여 실시하였으며 압축강도변화는 역시 평균값을 비교하였다. 이에 따라 본 실험의 목적은 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 화학적 침해에 대한 초기재령에서의 단위중량 및 압축강도의 변화양상을 고찰하는 것이다.

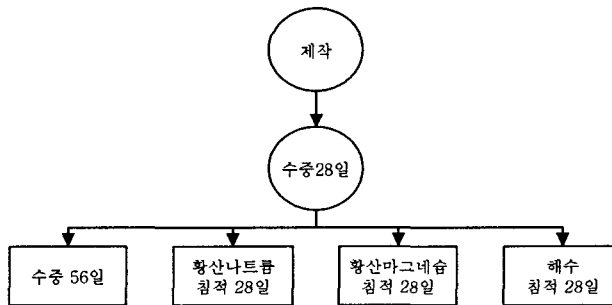


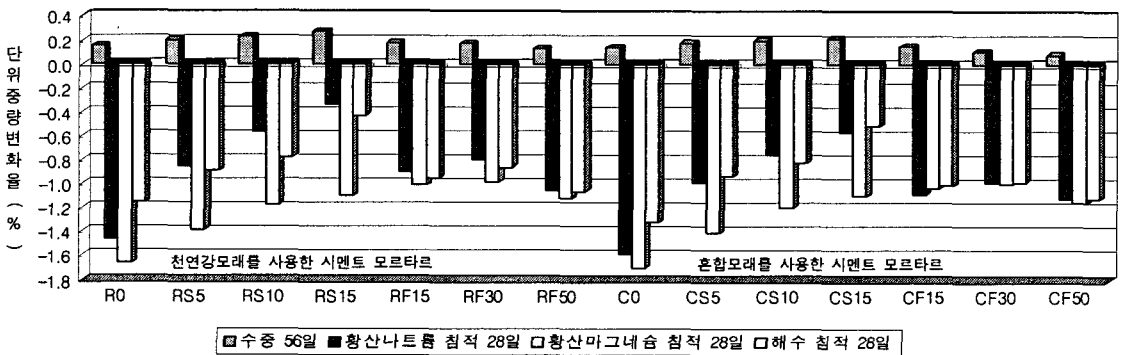
그림 3 단위중량 및 압축강도 변화 측정 실험 개요도

3. 실험결과 및 고찰

3.1 시멘트 모르타르의 단위중량

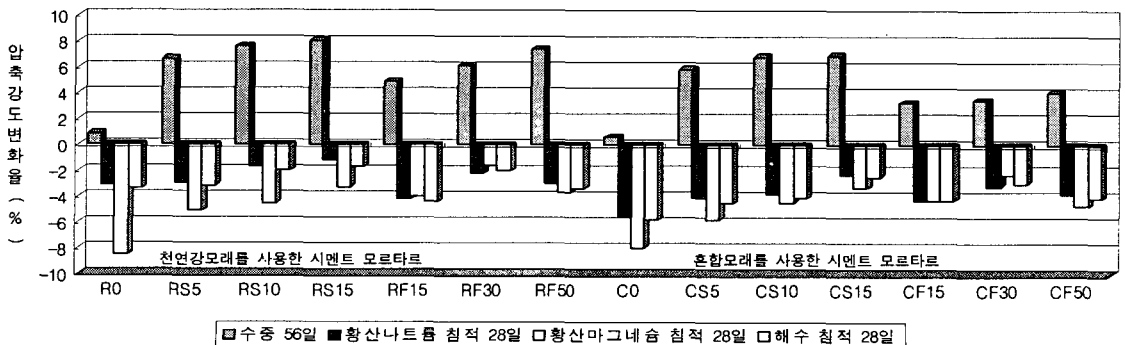
시멘트 모르타르의 단위중량은 시멘트 페이스트의 밀실여부를 판단하는 중요한 항목이다. 따라서 본 연구에서는 10% 황산나트륨 용액과 황산마그네슘 용액 그리고 해수에 침적양생시킨 경우와 계속 수중양생시킨 경우 이렇게 네 가지 경우의 시멘트 모르타르 초기재령에서의 단위중량 변화율을 비교하여

그림 2에 나타났다. 여기서 단위중량 변화율은 (침적양생 단위중량-수중양생 단위중량)/수중양생 단위중량×100(%)이다. 그림 2에서 천연강모래와 혼합모래를 사용한 두 경우 모두에서 세 가지 침적용액에 침적양생시킨 모르타르의 단위중량은 감소하였으며 그 중 황산마그네슘의 경우가 가장 큰 단위중량 감소율을 나타냈다. 또한 실리카폼을 사용한 경우는 사용량의 증가에 따라 단위중량 감소율이 감소하였으나 플라이애쉬를 사용한 경우는 치환율 50%의 경우가 15%인 경우보다 더 높은 단위중량 감소율을 천연강모래를 사용한 경우와 부순모래를 사용한 경우 모두에서 나타냈다. 반면에 계속 수중양생시킨 경우 실리카폼을 사용하였을 때 사용량과 단위중량 증가율은 비례관계를 나타냈으나 플라이애쉬를 사용한 경우는 반비례관계를 나타냈다. 그리고 수중양생시킨 경우 부순모래를 사용했을 때 단위중량 증가율이 천연강모래를 사용한 경우의 단위중량 증가율보다 다소 낮게 나타났으며 침적양생시켰을 때 부순모래를 사용한 경우가 천연강모래를 사용한 경우 보다 단위중량 감소율이 더 높게 나타났다.



3.2 시멘트 모르타르의 압축강도

계속 수중양생시킨 경우와 10% 황산나트륨 용액과 황산마그네슘 용액 그리고 해수에 침적양생시킨 시멘트 모르타르의 압축강도 변화율은 그림 3과 같다. 여기서 압축강도 변화율은 (침적양생 압축강도-수중양생 압축강도)/수중양생 압축강도×100(%)이다. 그림 3에서 천연강모래와 혼합모래를 사용한 두 경우 모두에서 세 가지 침적용액에 침적양생시킨 모르타르의 압축강도는 감소하였다. 그 중 실리카폼을 사용한 경우 사용량에 비례하여 감소율이 감소하였으나 플라이애쉬를 50% 사용한 경우 15% 사용한 경우보다 더 높은 압축강도 감소율을 나타냈다. 또한 수중양생시킨 모르타르의 압축강도는 혼화재의 사용량과 비례하여 증가하였다. 그리고 계속 수중양생 시켰을 때 부순모래를 사용한 경우가 천연강모래를 사용한 경우보다 더 낮은 압축강도 증가율을 나타냈으며 침적양생시킨 경우는 부순모래를 사용한 경우가 천연강모래를 사용한 경우보다 더 높은 압축강도 감소율을 나타냈다.



5. 결론

부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 화학적 침해 저항 특성에 대한 실험결과는 다음과 같다.

- (1) 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르와 천연강모래를 사용한 시멘트 모르타르의 단위중량과 압축강도 변화율을 비교해 보았을 때 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르가 천연강모래를 사용한 시멘트 모르타르보다 황산나트륨과 황산마그네슘 그리고 해수에 대한 침해 저항성이 다소 낮음을 알 수가 있었다.
- (2) 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 황산염 침해 저항성을 보완하기 위한 혼화제로 실리카 폼을 사용한 결과 단위중량과 압축강도 측면에서 세 가지 침적용액에서 모두 양호한 저항성을 보였다.
- (3) 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 황산염 침해 저항성을 보완하기 위한 혼화제로 플라이애쉬를 사용한 결과 단위중량과 압축강도 측면에서 치환율 50%일 때 저항성이 다소 감소하는 것을 제외하면 역시 세 가지 침적용액에서 모두 양호한 저항성을 보여 화학적 침해에 대한 플라이애쉬의 적정 사용량은 30%정도가 적당할 것으로 판단된다.
- (4) 부순모래를 사용한 시멘트 모르타르의 황산나트륨에 대한 침해 저항성은 실리카폼과 플라이애쉬 중 실리카폼이 좀 더 양호한 저항성을 나타냈으며 황산마그네슘에 대한 저항성은 플라이애쉬가 좀 더 양호한 저항성을 나타냈다. 또한 해수에 대한 저항성은 실리카폼과 플라이애쉬 모두 양호한 저항성을 나타냈다.

참고문헌

1. 한국콘크리트학회, “부순모래 및 부순모래 콘크리트”, 기문당, 1998.
2. 한국콘크리트학회, “최신 콘크리트 공학”, 사단법인 한국콘크리트학회, 1999.
3. 한국콘크리트학회, “콘크리트 표준시방서”, 사단법인 한국콘크리트학회, 2004. 2.
4. 염치선, “부순골재를 사용한 콘크리트의 특성 및 활용방안”, 부경대학교 대학원, 2004. 8.
5. 배원만, “부산근교에서 생산된 부순골재를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 부경대학교 대학원 2005. 2.
6. 김광열, “부순모래 콘크리트의 황산염 침해에 대한 연구”, 부경대학교 대학원 2005. 8.
7. Neville, A. M., “Properties of Concrete, 4rd Ed.”, Wiley, 1997.
8. Sidney Mindess, J. Francis Young, and David Darwin, “Concrete, 2rd Ed.”, Prentice Hall, 2003.