

# 부순모래와 EEZ모래를 혼합사용한 모르타르의 기초물성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Physical Properties of Mortar Using EEZ Sand and Crushed Sand

박종호\*      장재봉\*      나철성\*\*      조봉석\*\*      김재환\*\*      김무한\*\*\*  
Park, Jong-Ho      Jang, Jae-Bong      Na, Chul-Sung      Cho, Bong-Suk      Kim, Jae-Hwan      Kim, Moo-Han

### Abstract

Recently, Trouble of sand supply is occurred according to exhaustion of natural sand resources. therefore, various measures are proposed for solution of trouble of sand supply. also the government settled trouble of sand supply through application of EEZ sand and crushed sand. but because both EEZ sand and crushed sand are poor against general sand, they lead to lowering of quality of ready-mixed concrete. Therefore, this study evaluated physical properties of mortar using EEZ sand and crushed sand and applied evaluation result to fundamental data

The result of this study have shown that quality of mortar using EEZ sand and crushed sand independently is poor against general mortar. but, mortar flow and compressive strength is increased in case of mixing EEZ sand and crushed sand properly.

키워드 : 부순모래, EEZ 모래, 모르타르, 기초물성

Keywords : Crushed sand, EEZ sand, Mortar, Physical Properties

## 1. 서론

과거 국내 콘크리트용 모래의 경우 강모래가 대부분이 사용되었으나 국내 건설시장의 성장 및 다수의 다목적 댐의 영향으로 상류 토사의 하류로의 이동이 어려워짐에 따라 모래의 자원량이 급격히 감소하였으며 이로 인하여 강모래의 대체재로서 바다모래가 사용되고 있다. 그러나 바다모래의 경우에도 현재 바다모래 채취에 의한 환경 파괴로 인하여 정부의 바다모래 채취에 관한 환경 영향 평가가 강화되고 지역주민의 반발이 심화됨에 따라 원활한 공급이 어려워진 실정이다. 특히 2004년에는 수도권 모래수요의 50% 이상을 공급해오던 용진·태안군의 모래채취 중단되어 수도권 모래수급 부족 문제가 발생하였다.

한편 이러한 모래부족현상을 해결하기 위하여 정부는 부순모래의 공급확대와 배타적 경제수역(EEZ)에서 모래를 채취·공급함으로써 모래공급 부족문제를 해결하고자 하였다. 그러나 부순모래의 경우 입형 및 입도가 불량하고 미립분량이 많아 콘크리트의 시공성 및 압축강도가 저하되는 문제점들이 보고되고 있으며 배타적 경제수역(EEZ)에서 채취된 모래의 경우에도 기존의 바다모래보다 조립율이 현저하게 저하되어

콘크리트의 플로우 감소에 따른 시공성 저하 및 콘크리트의 압축강도가 저하됨에 따라 레미콘품질관리가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 EEZ모래와 부순모래를 혼합사용한 모르타르의 기초물성에 관하여 실험·실증적으로 검토함으로써 향후 EEZ모래와 부순모래를 혼합사용한 콘크리트의 품질관리를 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획 및 배합

표 1은 EEZ모래 및 부순모래의 조립율별 부순모래의 대체율에 따른 모르타르의 기초물성을 실험·실증적으로 검토하기 위한 실험계획 및 배합을 나타낸 것으로 일반적으로 레미콘 제조현장에서 사용되는 물결합재비 50%의 배합을 선정하여 EEZ모래의 조립율을 1.5 및 2.0의 2수준으로 설정하고 부순모래의 조립율을 2.7, 3.0, 3.3 및 3.6의 4수준으로 설정한 후 부순모래의 대체율을 0, 25, 50, 75 및 100%의 5수준으로 설정하였다. 또한 비빔직후 굳지않은 성상을 검토하기위하여 모르타르 플로우 및 공기량을 측정한 후 재령에 따라 압축강도를 측정하였다.

\* 충남대학교 일반대학원 건축공학과 석사과정, 정회원

\*\* 충남대학교 일반대학원 건축공학과 박사과정, 정회원

\*\*\* 충남대학교 건축공학과 교수·공박, 정회원

표 1. 실험 계획 및 배합

시리즈	W/B (%)	세척사 조립율 (F.M.)	부순모래 조립율 (F.M.)	부순모래 대체율 (%)	플라이애시 대체율 (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	측정 항목		재령 (일)
							굳지않은 성상	경화성상	
Plain	50	2.7	0	0	15	175	■ 플로우 (cm) ■ 공기량 (%)	■ 압축강도 (MPa)	3 7 28
I		1.5	2.7	0					
II		2.0	3.0	25					
			3.3	50					
			3.6	75					
				100					

표 2. 사용재료의 물리적 성질

종 류	물리적 성질
시멘트	1종 보통포틀랜드시멘트 (비중 3.15, 분말도 3770 g/cm <sup>3</sup> )
혼화재	플라이애시 (보령산, 비중 2.13, 분말도 2976 g/cm <sup>3</sup> )
혼화재	0.5% Type 고성능 나프탈렌계 감수제 AE제

표 3. 잔골재의 물리적 성질

구분	조립율 (F.M.)	절건밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	표건밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	흡수율 (%)	0.08 mm 체통과 백분율 (%)	입형판정 실적율 (%)
일반 바다모래	2.7	2.56	2.58	0.60	1.30	60.58
EEZ모래	1.5	2.56	2.58	0.60	-	-
	2.0	2.56	2.58	0.60	-	-
부순모래	2.7	2.58	2.61	0.73	2.75	54.29
	3.0	2.58	2.61	0.73	3.54	54.29
	3.3	2.58	2.61	0.73	3.10	54.29
	3.6	2.58	2.61	0.73	2.70	54.29

## 2.2 사용재료

본 실험에서 사용된 재료의 물리적 성질은 표 2에 나타낸 바와 같으며 시멘트는 비중 3.15의 1종 보통포틀랜드시멘트, 혼화재는 보령산 비중 2.13의 플라이애시를 사용하였다. 혼화제는 현재 레미콘 제조현장에서 주로 사용되는 0.5% Type 나프탈렌계 고성능감수제 및 AE제를 사용하였다.

또한, 본실험에서 사용된 잔골재의 물리적 성질은 표 3에 나타낸바와 같으며 EEZ 모래의 경우 조립율 2.0의 모래를 입도조정하여 조립율 1.5의 모래를 제조하였으며 부순모래의 경우는 조립율 3.0의 부순모래를 입도조정하여 조립율 2.7, 3.3 및 3.6의 부순모래를 제조하였다.

## 2.3 시험체 제작 및 시험방법

시험체제작은 모르타르 믹서기를 이용하여 시멘트, 플라이애시 및 모래를 30초간 건비빔을 실시하고 물 첨가 후 60초, 고성능감수제 첨가 후 60초 비빔을 실시하여 총 2분 30초 비

빔을 실시한 후 압축강도를 측정하기 위하여 50×50×50 mm의 공기체를 제작한 후 50±5℃의 고온수중양생을 실시하였다.

모르타르의 플로우 측정은 KS L 5111 시멘트 시험용 플로테이블에 규정된 플로우 측정용 형틀과 플로우테이블을 이용하는 KS L 5105에 규정된 방법에 준하여 실시하였으며 플로우의 측정은 형틀을 제거한 후 모르타르의 퍼짐이 정지된 시점에서 직교하는 두 방향의 지름을 mm단위까지 측정하고 그 평균을 플로우로 하였다. 모르타르의 공기량 측정은 공기량 시험은 KS F 2421 콘크리트 공기량 시험에 준하여 실험을 실시하였으며 콘크리트용 공기량 측정기 대신에 독일산 모르타르용 공기량 측정기를 사용하여 실험을 실시하였다.

압축강도의 측정은 KS L 5105 수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험 방법에 규정되어 있는 50×50×50mm의 입방형 시험체를 제작하여 50±5℃에서 수중양생을 실시한 후 재령 3, 7 및 28 일에 UTM(Universal Test Machine)을 이용하여 측정을 실시하였다

## 3. 실험결과의 검토 및 분석

### 3.1 모르타르 플로우 및 공기량의 변화

모르타르 플로우 및 공기량은 그림 1 및 그림 2에 나타난 바와 같이 EEZ모래를 100% 사용한 모르타르의 경우 Plain에 비하여 플로우가 크게 감소하는 것으로 나타났으나 세척사 조립율 1.5의 경우 부순모래의 조립율에 관계없이 부순모래 대체율 75%이상에서 일반세척사를 사용한 플레인 수준으로 플로우가 회복되는 것으로 나타났으며 세척사 조립율 2.0의 경우 부순모래 조립율 2.7 및 3.0은 대체율 75% 이상, 부순모래 조립율 3.3 및 3.6은 대체율 50% 이상에서 일반세척사를 사용한 플레인 수준으로 플로우가 회복되는 것으로 나타났다. 한편 기존의 연구에서는 일반적으로 부순모래의 입형이 불량하고 미립분량이 많아 부순모래의 대체율이 증가할수록 플로우는 감소하는 것으로 보고되고 있으나 본 실험에서 사용된 부순모래의 경우 기존의 부순모래에 비하여 입형이 개선되고 미립분의 양이 2.7~3.5%의 수준으로 감소되어 플로우가 증가하는 것으로 사료되며 향후 콘크리트 실험을 통한 검증이 필요할 것으로 사료된다.

또한 모르타르 공기량은 EEZ모래를 100% 사용한 모르타

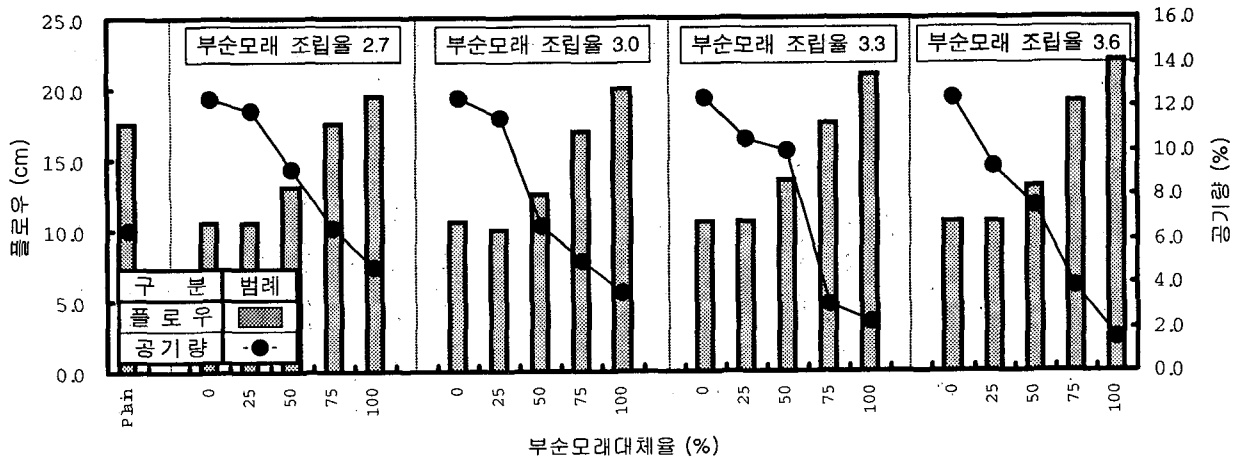


그림 1. 모르타르 플로우 및 공기량의 변화 (시리즈 I)

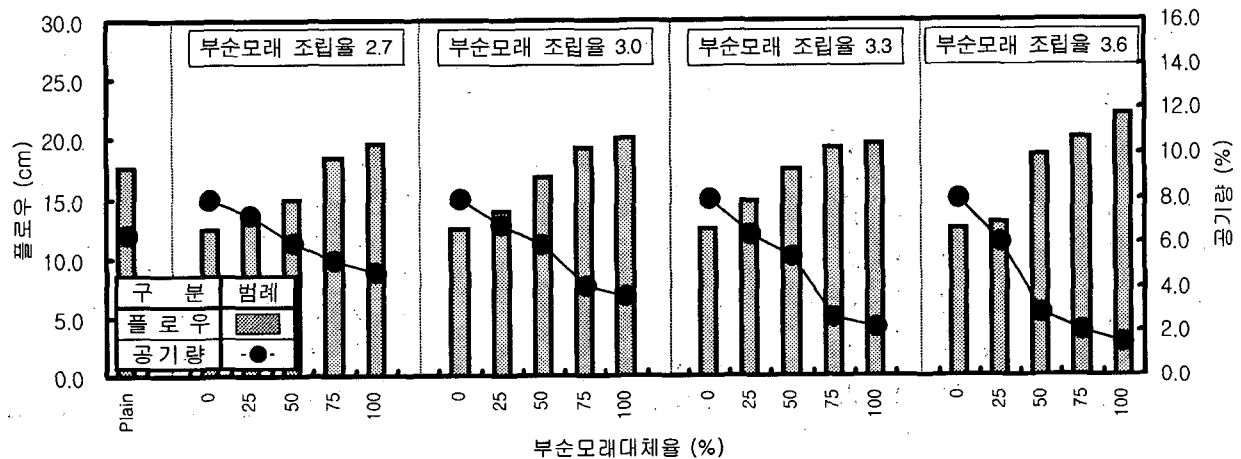


그림 2. 모르타르 플로우 및 공기량의 변화 (시리즈 II)

리의 경우 Plain에 비하여 공기량이 증가하는 것으로 나타났으나 세척사 조립율 1.5의 경우 부순모래의 조립율에 관계없이 부순모래 대체율 50~75% 수준에서 일반세척사를 사용한 플레인 수준으로 공기량이 감소되는 것으로 나타났으며 세척사 조립율 2.0의 경우 부순모래의 조립율에 관계없이 부순모래 대체율 25% 수준에서 일반세척사를 사용한 플레인 수준으로 공기량이 감소되는 것으로 나타났다.

따라서 EEZ 모래를 사용한 콘크리트의 플로우 저하로 인하여 발생하는 시공성 저하 문제는 EEZ 모래의 일부를 부순모래로 대량 대체함으로써 일반세척사를 사용한 콘크리트 수준으로 회복시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.2 모르타르 압축강도의 변화

모르타르 압축강도의 변화는 그림 3 및 그림 4에 나타난 바와 같이 EEZ모래의 조립율에 관계없이 EEZ모래를 100% 사용한 모르타르의 경우 Plain에 비하여 압축강도가 감소하는 것으로 나타났으나 세척사 조립율 1.5의 경우 부순모래의 대체율에 관계없이 부순모래 대체율 25% 수준에서 일반세척사를 사용한 모르타르의 압축강도 수준으로 회복되었으며 부순

모래 조립율 2.7 및 3.0은 대체율 100%, 부순모래 조립율 3.3 및 3.6은 대체율 75%에서 압축강도가 가장 높게 나타났다.

세척사 조립율 2.0의 경우는 부순모래의 대체율에 관계없이 부순모래 대체율 25% 수준에서 일반세척사를 사용한 모르타르의 압축강도 수준으로 회복되었으며 부순모래 조립율 2.7 및 3.0은 대체율 75%, 부순모래 조립율 3.3 및 3.6은 대체율 50%에서 압축강도가 가장 높게 나타났다.

따라서 EEZ 모래를 사용한 모르타르의 경우 압축강도가 저하되는 경향이 있으나 부순모래를 대체함으로써 압축강도를 일반세척사 수준으로 회복시킬 뿐만 아니라 향상시키는 것이 가능할 것으로 사료된다.

### 4. 결 론

부순모래와 EEZ모래를 혼합사용한 모르타르의 기초물성에 관한 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) EEZ모래를 사용할 경우 일반 바다모래를 사용한 모르타르

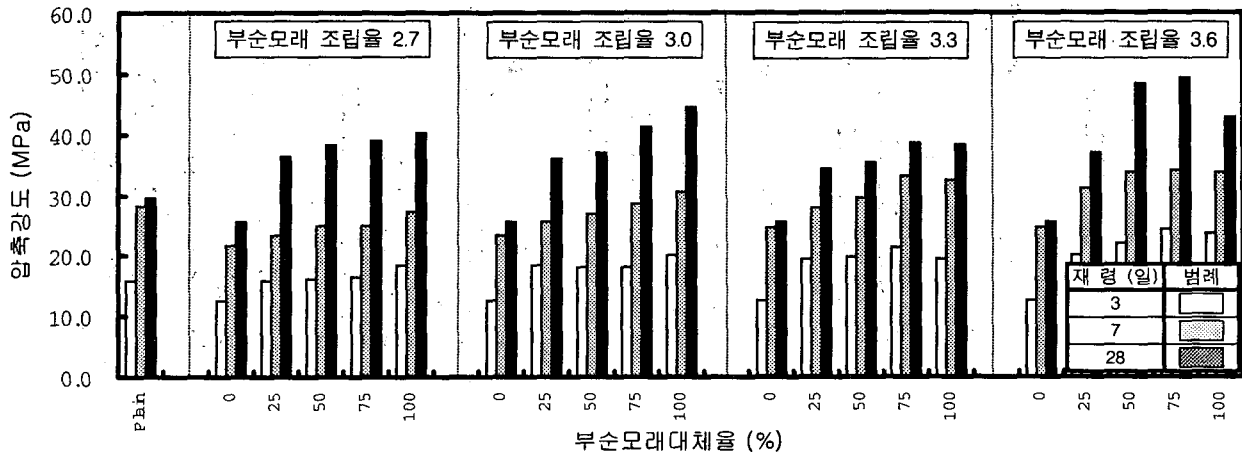


그림 3. 모르타르 압축강도의 변화 (시리즈 I)

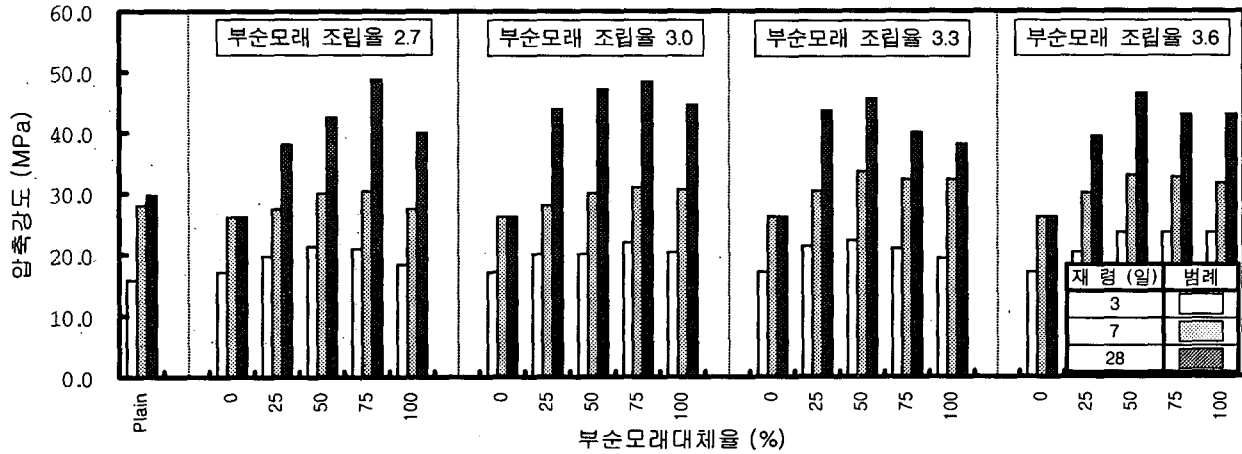


그림 4. 모르타르 압축강도의 변화 (시리즈 II)

에 비하여 모르타르 플로우가 크게 감소하고 공기량은 증가하는 것으로 나타났으나 부순모래를 대체할 경우 플로우가 증가하고 공기량은 감소하는 것으로 나타났다.

- 2) EEZ모래를 사용할 경우 일반 바다모래를 사용한 모르타르에 비하여 모르타르 압축강도가 감소하는 것으로 나타났으나 부순모래를 대체할수록 압축강도가 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) EEZ모래를 사용할 경우 전반적으로 모르타르의 품질이 일반 바다모래를 사용한 모르타르에 비하여 저하하는 것으로 나타났으나 부순모래를 활용하여 일반바다모래를 사용한 모르타르의 품질수준으로 회복시킬 수 있는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 (주)삼표 「부순모래를 활용한 콘크리트의 성능 향상 기술개발 및 실용화 방안」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. 김무한 외, 수도권 부순모래의 품질특성 및 부순모래 대체율에 따른 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구, 한국건축사공학회 04 학술기술논문발표회 2004.05 pp.51-55
2. 이성복 외, 부순모래를 사용한 시멘트모르타의 유동성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 12권 6호, 1996. 6, pp. 211-219
3. 堺孝司 外, 花崗巖系碎砂を用いたコンクリートに関する基礎的研究, 콘크리트工学論文集, 第15卷 第2號, 2004. 05, pp. 35~41