

부순모래의 사용비율 및 조립율 변화에 따른 콘크리트의 물리적 특성에 관한 연구

A Study on Physical Properties of Concrete Using Crushed Sand which Using Ratio and Changing Fineness Modules

박 영 신*
Park, Young Shin

남 성 우**
Nam, Sung Woo

박 재 명***
Park, Jae Myung

ABSTRACT

In this paper, study on applicability and quality control of the concrete using crushed sand. Recently, Trouble of sand supply is occurred according to exhaustion of natural sand resources. Now, application of crushed sand are proposed for solution of trouble of sand supply. Therefore, this study evaluated properties of concrete using crushed sand which mixing rate and changing FM.

1. 서 론

현재 국내에서는 지역에 따라 천연모래 수급의 불안정으로 부순모래의 사용은 일반화된 현실이라 하겠다. 부순모래는 생산시 원석을 채취한 후 굵은 골재를 생산하고, 이의 부산물로서 부순모래 및 석분을 동시에 생산하고 있는 경우가 비일비재한 실정이므로, 부순모래의 물리적, 화학적 성질은 원석의 종류, 생산설비의 성능 및 생산방식에 따라 다소 차이를 보이고 있으며, 이를 콘크리트에 사용할 경우 부순모래의 품질에 따라 콘크리트의 품질이 크게 변화한다. 부순모래 사용에 따른 품질저하 및 품질불안정으로 부순모래만을 전량 사용하기는 어려움이 따르며, 천연모래와의 적절한 비율로 혼합 사용하여 품질저하를 다소 감소시키고 있다. 부순모래 사용량에 대한 적정비율은 부순모래, 천연모래, 굵은골재 등의 품질에 따라 차이를 보이게 되며, 골재의 품질이 일정하지 않은 상황에서는 부순모래의 품질에 따라 사용비율을 수시로 조정하여 사용하는 것이 불가피하며, 부순모래는 사용전에 품질특성을 명확히 확인하고 이에 적합한 배합을 적용하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 부순모래의 품질변화에 따라 적합한 배합을 적용하기 위하여 동일산지의 부순모래를 사용하여 혼합비율 변화와 임의로 조립율을 조정하여 조립율 변화에 따른 콘크리트의 물리적 특성을 실험을 통하여 확인하고 부순모래의 적정 사용율과 품질 변동시 레미콘 생산에 적용하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 실험계획

본 연구에서는 부순모래의 치환율 및 조립율 변화에 따른 콘크리트의 물리적 특성을 파악하기 위한 실험계획은 표 1과 같다. 배합 규격은 25-24-15이며, 목표슬럼프은 부순모래 치환율 및 조립율에 따른

* 정회원, 한라콘크리트(주) 연구개발팀 대리

** 정회원, 한라콘크리트(주) 파주사업소 과장

*** 정회원, 한라콘크리트(주) 연구개발팀 이사

단위수량 변화와 현장 적용성을 고려하여 16~17cm로 고정하였으며, 공기량은 4.5±1.5%로 설정하였다. 본 연구에서의 실험은 슬럼프 경시변화, 공기량 경시변화, 압축강도시험을 KS 방법에 의하여 실시하였다. 부순모래는 세척사와 10%씩 변화하여 치환하였고, 조립율은 2.5~3.4로 4가지 수준으로 변화를 주어 임의의 시료를 준비하였다.

표 1 배합인자 및 실험항목

항 목	구 분		수준
배합 조건	규격 : 25-24-15, 목표슬럼프 : 16~17cm, 공기량 : 4.5±1.5		-
배합 인자	부순모래 치환율	0~100% (10%씩 증가)	11
	부순모래 조립율	2.5, 2.8, 3.1, 3.4	4
실험 항목	슬럼프 경시변화, 공기량, 압축강도(3일, 7일, 14일, 28일)		-

2.2 사용재료

시멘트는 분말도 3,285cm/g인 L사 보통포틀랜드시멘트를, 혼화제는 G사 제품인 AE감수제 표준형을 사용하였으며, 골재의 물리적 특성은 표 2와 같다.

표 2 골재의 물리적 특성

종 류	산 지	밀도(g/cm ³)	조립율	흡수율(%)	단위용적질량(kg/m ³)	0.08mm체 통과량(%)
바닷모래	인천	2.59	2.59	1.12	1,682	1.23
부순모래	파평	2.60	3.40	1.63	1,598	2.18
굵은골재	파평	2.61	6.73	1.20	1,584	0.10

3. 실험결과 및 분석

3.1 부순모래 치환율별 단위수량, 슬럼프 및 공기량 경시변화

본 실험을 통하여 부순모래 치환율에 따른 단위수량 변화는 표 3과 같이 부순모래 치환율이 증가할수록 단위수량은 증가하는 것으로 나타났다. 부순모래 치환율 30%까지는 단위수량 증감에 대한 영향이 적으며, 부순모래 치환율 10%증감에 따라 약 1~2kg/m³의 증감을 보였다.

표 3 부순모래 치환율별 단위수량 변화

	부순0	부순10	부순20	부순30	부순40	부순50	부순60	부순70	부순80	부순90	부순100
단위수량 증감(kg/m ³)	-8.0	-8.0	-7.6	-7.2	-4.7	-2.1	0.0	1.7	3.6	4.5	5.2

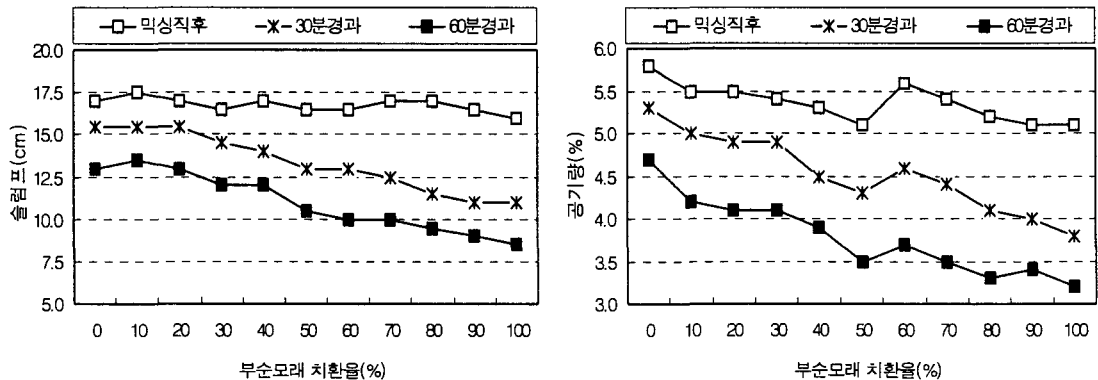


그림 1. 부순모래 치환율별 슬럼프 및 공기량 경시변화

부순모래 치환율별 슬럼프는 현장 적용성을 고려하여 단위수량 증감에 의해 16~17cm로 고정하였으며, 슬럼프 경시변화는 그림 1에 나타난 것과 같이 30분 경과에서 부순모래 치환율 30%이후 치환율이 증가할수록 급격한 슬럼프 감소를 보였으며, 60분 경과에서는 전배합에서 일정한 감소폭을 보였다. 공기량 경시변화는 그림 1에 나타난 것과 같이 슬럼프와 유사한 경향을 보였으며, 30분 경과에서 부순모래 치환율 30% 이후부터 급격한 공기량 감소를 보였다. 따라서 부순모래 치환율이 증가할수록 초기 30분에서 슬럼프 및 공기량이 급격히 감소하므로 이에 대한 대책이 필요한 것으로 판단된다.

3.2 부순모래 치환율별 압축강도 및 압축강도 발현율

본 실험을 통하여 부순모래 치환율별 압축강도 및 압축강도 발현율은 그림 2와 같이 나타났다. 부순모래 사용에 따른 전반적인 압축강도는 부순모래 치환율 20%까지는 부순모래를 사용할수록 압축강도가 증가하는 경향을 보였으나, 치환율 30%이후부터는 재령에 따라 감소 폭은 다소 차이는 있지만 치환율 10% 증가시 압축강도는 약 5~10%의 감소폭을 나타내었다. 초기재령인 재령 3일에서는 부순모래 치환율 50%까지는 부순모래를 사용하지 않은 배합보다 높은 강도 발현을 나타내었으며, 이후의 재령에서는 부순모래 치환율 30%에서 부순모래를 사용하지 않은 배합과 유사한 강도 발현을 나타내었다. 재령 14일에서의 압축강도 발현율은 부순모래 치환율 50%까지는 기준강도 대비 100% 이상의 강도발현율을 나타내었으며, 재령 28일에서는 부순모래 100% 사용한 배합은 기준강도 대비 약107%의 강도발현율을 보여 부순모래를 사용하지 않은 배합과 다소 큰 차이를 보이고 있다. 따라서 사용되는 부순모래의 품질에 따라 다소 차이는 있겠지만, 일정 비율 이상의 부순모래를 사용할 경우 재령별로 압축강도는 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 부순모래 사용량 증가시 단위수량의 증가에 따른 것으로 판단된다.

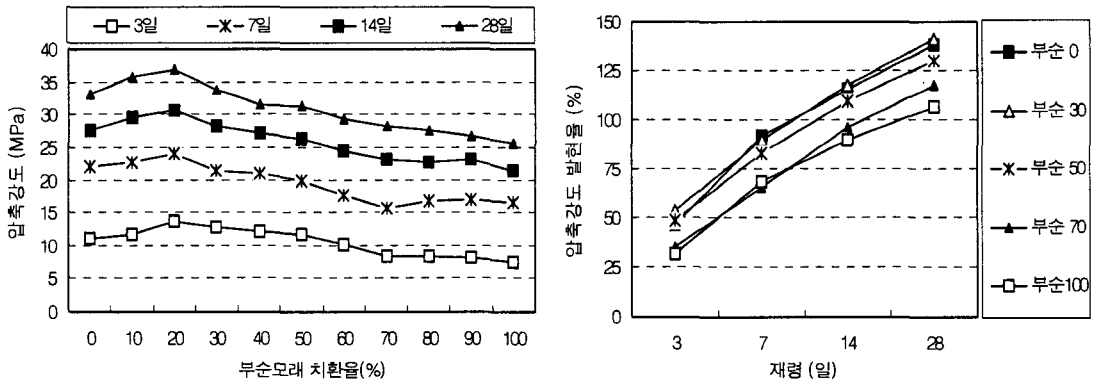


그림 2. 부순모래 치환율별 압축강도 및 압축강도 발현율

3.3 부순모래 조립율별 단위수량, 슬럼프 및 공기량 경시변화

부순모래 조립율에 따른 단위수량 변화는 표 4에 나타난 것과 같이 조립율이 낮을수록 단위수량은 증가하였으나, 그 차이가 미미하여 뚜렷한 경향은 보이지 않았다.

부순모래 조립율별 슬럼프 및 공기량 경시변화는 그림 3에 나타난 것과 같다. 초기 슬럼프는 17.0~17.5cm로 비교적 일정하게 고정하였으며, 시간의 경과에 따른 슬럼프 변화는 1.5~2.0cm로 비교적 일정한 감소폭을 나타내었으나, 조립율이 2.5인 배합에서는 30분경과시 마다 2.5~3.0cm의

표 4 부순모래 조립율별 단위수량 변화

	FM 2.5	FM 2.8	FM 3.1	FM 3.4
단위수량 증감(kg/m ³)	-8.1	-8.0	-7.6	-7.2

감소를 보여 슬럼프 경시변화가 다소 크게 나타났다. 공기량 경시변화에서도 슬럼프와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 부순모래는 일정 조립을 이하로 생산하게 되면 부순모래에 포함된 미립분의 양이 많아지게 되므로 콘크리트 품질에 영향을 주는 것으로 판단된다.

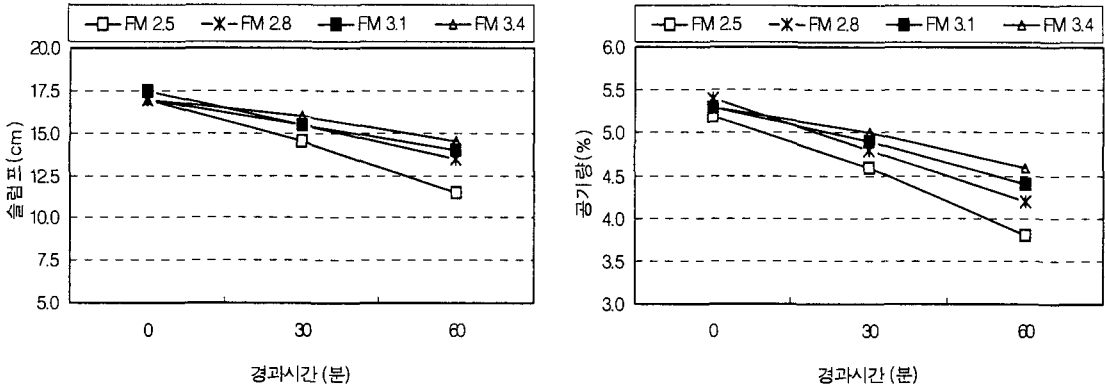


그림 3. 부순모래 조립율별 슬럼프 및 공기량 경시변화

3.4 부순모래 조립율별 압축강도

부순모래 조립율별 압축강도 발현은 그림 4에 나타난 것과 같이 재령이 지남에 따라 비교적 일정하게 강도 증진을 나타내었다. 각 재령별 압축강도는 FM 2.8~3.1 배합에서는 재령별로 유사한 압축강도를 보였으나, FM 2.5 배합에서는 재령별로 10~25% 감소하는 경향을 보였다. 이런 경향은 특히 재령 3일, 7일의 초기재령에서 크게 나타나 조립율이 낮을 경우 미립분의 영향으로 초기재령에 더 큰 영향을 주는 것으로 판단된다.

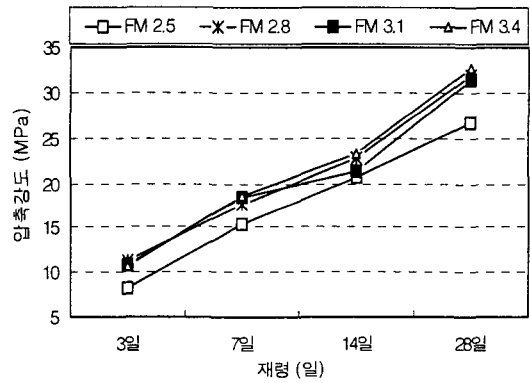


그림 4 부순모래 조립율별 압축강도 발현

4. 결론

- 1) 부순모래 치환율별 단위수량은 부순모래 치환율이 증가할수록 단위수량은 증가하였으며, 슬럼프 및 공기량 경시변화는 부순모래 치환율 30%까지는 품질변화가 미미하였으나, 그 이후 치환율이 증가할수록 슬럼프 및 공기량 감소가 크게 나타났다.
- 2) 부순모래 치환율별 압축강도는 부순모래 치환율 20%까지는 증가하였으나, 그 이후 치환율이 증가할수록 압축강도는 감소하는 것으로 나타났다.
- 3) 부순모래 조립율별 슬럼프 및 공기량 경시변화는 FM 2.5에서 다소 크게 나타났으며, 압축강도의 경우도 FM 2.5에서 재령별로 조립율이 높은 배합보다 낮은 경향을 보였다.

참 고 문 헌

1. 김무한 외, 수도권 부순모래의 품질특성 및 부순모래 대체율에 따른 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구, 한국 건축시공학회 04 학술, 기술 논문발표회 2004. 05 pp.51~55
2. 부순 모래의 실용화 방안에 대한 연구, 대한주택공사, 1993. 05