

부산근교에서 생산된 부순골재의 특성에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on the Properties of Crushed Aggregates Produced in Busan Suburbs

배원만* 염치선* 이환우** 장희석** 김종수** 김명식**
Bae, Won Mahn Youm, Chi Sun Lee, Hwan Woo Jang, Hui suk Kim, Jong Soo Kim, Myung Sik

ABSTRACT

The objective of in this study makes investigation into the characteristics of concrete as to properties and blended ratio of crushed aggregates through experimental researches. In this study, river sand is blended with crushed sand as to investigate the quality change and characteristics of concrete with variation of blend ratio of crushed sand(50, 60, 70, 80, 90, 100%). Measured the air contents and slump to investigate properties of fresh concrete, and unit weight and compressive strength in age of 7, 28days to investigate properties of hardened concrete. The experimental results of crushed aggregates' qualities were all satisfied with Korea Standard's values.

1. 서론

경제발전과 더불어 건설분야의 급속한 성장으로 인하여 1980년대 중반까지 주류를 이루고 있던 양질의 천연골재가 거의 고갈되었다. 그래서 최근에는 석산에서 생산되는 부순골재로 대체되어가고 있는 실정이다. 굵은골재는 94%이상이 석산에서 생산된 부순자갈로 공급되고 있으며, 잔골재는 강모래, 바다모래, 육상모래 및 석산의 부순모래 등 다양한 골재원으로부터 공급되고 있다. 그런데 최근에는 양질의 천연강모래는 고갈되어 채취가 거의 불가능한 상태이고, 한동안 허용되었던 바다모래의 채취도 수질오염, 환경파괴, 어업피해 등으로 인하여 불허하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라는 산지가 70%를 차지하고 있으므로 인하여 석산의 개발여지가 많아 부순골재의 공급원은 풍부한 편이며, 그 수요 역시 증가하고 있는 추세이다.

따라서 본 연구에서는 부순골재의 기초적 특성을 파악하고, 강모래에 부순모래를 각각 50, 60, 70, 80, 90, 100%로 혼입하여 부순모래의 혼입률 변화에 따른 콘크리트의 특성을 파악하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 사용재료 및 실험조건

2.1 사용재료

본 연구에서는 비중이 3.16인 보통포틀랜드시멘트를 사용한다. 굵은골재 및 잔골재는 부산 근교에 위치한 양산지역, 김해지역, 진해지역 석산에서 생산된 최대치수 25mm의 부순자갈과 부순모래를 사용한다. 혼화제는 표준형 고성능AE감수제를 사용한다.

2.2 실험조건

본 연구에서 부순골재의 기초물성과 혼입률에 따른 콘크리트의 기초특성을 파악하기 위하여 설계기준강도는 240kgf/cm^2 , W/C는 46.6%, 슬럼프는 15cm, 공기량은 4.5%로 고정하여 배합설계를 실시한다. 그리고 강모래에 생산지역별 부순모래를 각각 50, 60, 70, 80, 90, 100%로 혼입률을 변화시켜 실험을 실시한다.

* 정희원, 부경대학교 토목공학과 석사과정

** 정희원, 부경대학교 건설공학부 교수

3. 실험방법

3.1 부순골재의 품질시험

생산지역별 부순자갈 및 부순모래의 품질과 기초적 물성을 파악하기 위하여 한국산업규격(KS)의 시험방법에 준하여 품질시험을 실시한다.

3.2 굳지 않은 콘크리트시험

「KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트이 공기량 시험 방법」에 준하여 굳지 않은 콘크리트의 공기량을 측정하고, 부순골재를 사용한 콘크리트의 유동성을 파악하기 위하여 「KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법」에 준하여 슬럼프시험을 실시한다.

3.3 경화한 콘크리트시험

본 연구에서는 초기재령에서 경화한 콘크리트의 단위중량 및 압축강도 특성을 파악하기 위하여 경화한 콘크리트의 재령 7일, 28일에 공시체의 단위중량을 측정하고, 「KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법」에 준하여 압축강도시험을 실시한다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 부순골재의 물리적 특성

표 1은 생산지역별 부순골재의 물성시험을 실시한 결과이다. 표 1을 참조하면 생산지역별 부순골재의 품질은 KS에서 정한 규격을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 부순골재의 경우 상대적으로 입도가 크고 중량이 큰 양산지역에서 생산된 부순자갈이 조립률, 비중, 단위용적중량, 실적율이 가장 높게 나타났다. 골재의 입형을 판정하기 위하여 편장석률을 측정해 본 결과, 모두 KS규정치 20%를 모두 만족하는 것으로 나타났다. 특히, 양산지역에서 생산된 부순자갈의 편장석함유율이 12%를 함유하고 있어 김해지역(8%)과 진해지역(6%)에 비하여 입형이 불량한 것으로 나타났다. 기상작용에 대한 골재의 내구성을 조사하기 위하여 안정성시험을 실시한 결과, 모든 생산지역에서 규정값을 만족하는 것으로 나타났으며, 양산지역에서 생산된 부순자갈은 골재의 손실중량백분율이 3.5%로 김해지역(3.2%)과 진해지역(2.9%)보다 약간 높은 것으로 나타났다. 또한 부순자갈의 마모저항에 대해 조사하기 위하여 마모시험을 실시한 결과, 양산지역에서 생산된 부순자갈이 마모율 15%로 가장 높게 나타났다.

잔골재의 품질을 시험한 결과, 김해지역에서 생산된 부순모래의 조립률은 4.14로 가장 높게 나타났다. 또한 밀도 및 단위용적중량은 진해지역에서 생산된 부순모래가 가장 높게 나타났으며, 잔골재 중에 함유되어 있는 유기불순물의 함유정도를 파악하기 위하여 유기부순물시험을 실시한 결과, 생산지역에 관계없이 표준용액의 황적색을 기준으로 연하게 나타났으며, 그 색은 담황색으로 좋은 콘크리트의 생산에 사용이 가능한 것으로 나타났다. 0.08mm체 통과량을 조사한 결과 김해지역에서 생산된 부순모래가 상대적으로 굵은 입형과 미립자의 함유량이 3.8로 가장 높게 나타났고, 이는 양산지역이나 진해지역에서 생산된 부순모래에 비하여 상대적으로 높은 단위수량이 요구될 것으로 판단된다.

표 1. 생산지역별 부순골재의 품질특성

시료	시험	조립률	밀도	흡수율	마모율	단위용적중량	유기불순물	0.08mm체 통과량	실적율	편장석률	안정성
굵은골재	KS 규격	6~8	2.5이상	3.0이하	40이하	-	-	1.0이하	55이상	20이하	12이하
	양산지역	6.95	2.71	0.8	15	1550	-	0.2	58	12	3.5
	김해지역	7.12	2.70	1.3	12	1494	-	0.2	55	8	3.2
	진해지역	7.18	2.69	1.4	9	1489	-	0.1	55	6	2.9
잔골재	KS 규격	2.3~3.1	2.5이상	3.0이하	-	-	표준색	7.0이하	53이상	-	10이하
	양산지역	3.67	2.56	1.4	-	1686	담황색	2.3	66	-	2.4
	김해지역	4.14	2.54	2.3	-	1690	담황색	3.8	67	-	2.0
	진해지역	3.21	2.62	2.3	-	1805	담황색	3.5	67	-	1.6

4.2 슬럼프

그림 1은 부순모래의 혼입을 변화에 따른 콘크리트의 유동성을 파악하기 위해 슬럼프를 측정한 결과, 김해지역과 진해지역에서 생산된 부순모래의 경우 혼입을 70%까지 슬럼프는 증가하다가 그 이상부터는 감소하는 경향을 보였다. 특히 양산지역에서 생산된 부순모래의 경우 혼입을 80%까지 슬럼프는 증가하다가 그 이상일 경우에는 감소하는 경향을 보였으며, 이는 부순모래의 혼입율이 70~80%를 초과하는 경우 혼입율이 증가할수록 부순모래의 조립률 또한 크게 증가하여 골재의 형상, 골재 표면의 거칠기 및 높은 흡수율로 인하여 슬럼프는 감소하는 것으로 판단된다.

4.3 공기량

그림 2는 부순모래를 혼입한 굳지 않은 콘크리트의 공기량을 측정한 결과로, 부순모래의 혼입률이 증가할수록 공기량은 감소하는 것으로 나타났다.

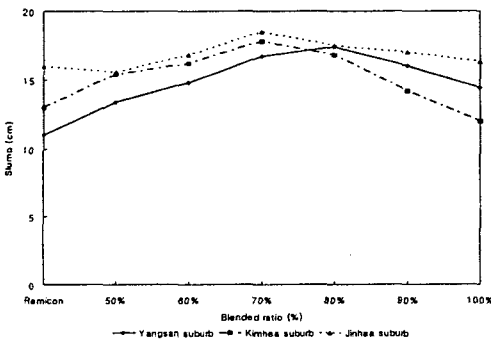


그림 1 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프

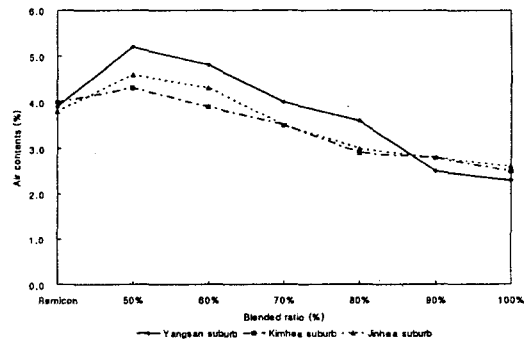


그림 2 굳지 않은 콘크리트의 공기량

4.4 단위중량

그림 3과 그림 4는 부순모래를 혼입한 재령 7일, 28일의 콘크리트의 단위중량을 측정한 결과이며, 전체적으로 부순모래의 혼입율이 증가할수록 단위중량은 증가하는 것으로 나타났다. 특히 양산지역에서 생산된 부순모래를 혼입한 콘크리트의 단위중량은 김해지역 및 진해지역에서 생산된 부순모래를 혼입한 콘크리트의 단위중량에 비해 낮게 나타났다.

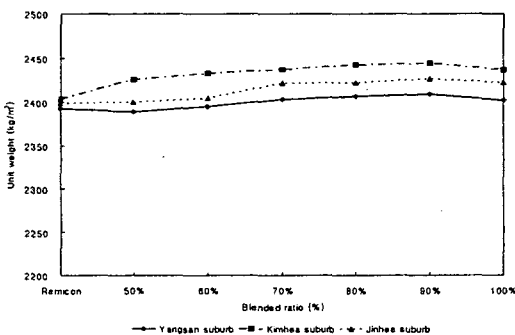


그림 3 경화한 콘크리트 단위중량 (재령 7일)

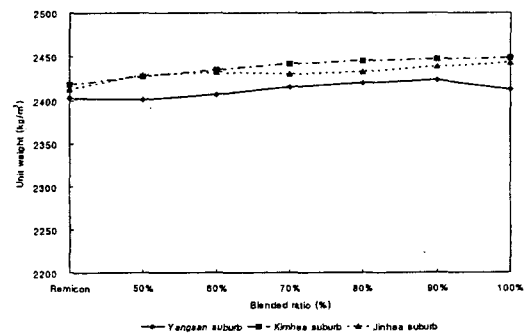


그림 4 경화한 콘크리트 단위중량 (재령 28일)

4.5 압축강도

그림 5와 그림 6은 부순모래의 혼입을 변화에 따른 경화한 콘크리트의 재령 7일, 28일의 압축강도를 측정한 결과이다. 이 결과를 살펴보면, 재령 7일 및 재령 28일의 압축강도는 전체적으로 혼입을 70%

까지 증가하다가 혼입율 70%를 초과하면 압축강도는 감소하는 것으로 나타났다. 또한 재령 28일의 압축강도에서 혼입율 70%일 때 생산지역에 관계없이 가장 높은 압축강도를 나타냈다.

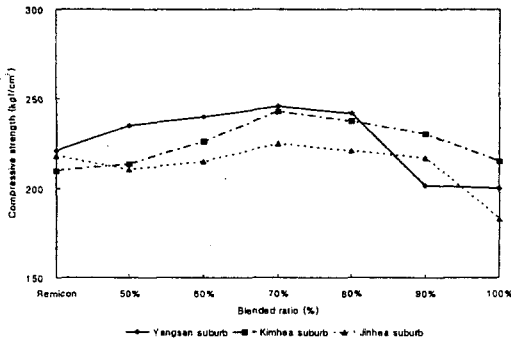


그림 5 경화한 콘크리트의 압축강도 (재령 7일)

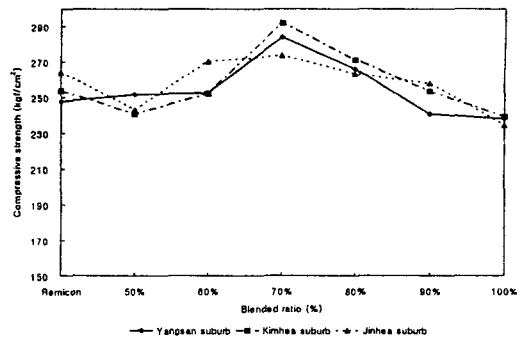


그림 6 경화한 콘크리트의 압축강도 (재령 28일)

5. 결론

본 연구에서는 부산 근교에 위치한 양산지역, 김해지역, 진해지역에서 생산된 부순모래의 품질특성과 강모래에 부순모래의 혼입율(50, 60, 70, 80, 90, 100%)로 변화시킨 콘크리트의 기초특성을 실험을 통하여 분석해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 각 지역별의 부순골재 품질은 KS 규격을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 콘크리트의 작업성을 나타내는 유동성, 충전성에 영향을 미치는 입형은 양산지역에서 생산된 부순골재가 진해지역에 비하여 상대적으로 불량한 것으로 나타났고, 이는 입형에 영향을 미치는 조립률과 판장석함유율이 양산지역의 부순골재가 진해지역보다 상대적 크기 때문으로 판단된다.
- (2) 부순모래의 혼입율 변화에 따른 유동성을 파악하기 위하여 슬럼프를 측정해 본 결과 김해지역 및 진해지역의 경우 혼입율 70%까지는 슬럼프가 증가하다가 70%를 초과하는 경우 감소하는 것으로 나타났고, 양산지역의 경우에는 혼입율 80%까지는 증가하다가 80%를 초과하는 경우에는 오히려 감소하는 것으로 나타났다.
- (3) 부순모래의 혼입율 변화에 따른 굳지 않은 콘크리트의 공기량을 측정해 본 결과, 전체적으로 부순모래의 혼입률이 증가할수록 공기량은 감소하는 것으로 나타났다. 특히 양산지역의 부순골재는 김해지역 및 진해지역의 부순골재에 비하여 공기량이 증대되었다. 이는 미분량이 적게 함유되어 상대적으로 높은 공기량을 보인 것으로 판단된다.
- (4) 재령 7일, 28일에서의 콘크리트 단위중량을 측정해 본 결과, 부순모래의 혼입률이 증가할수록 단위중량은 증가하는 것으로 나타났다. 이는 강모래에 비해 상대적으로 밀도가 큰 부순모래의 혼입률이 증가하였기 때문으로 판단된다.
- (5) 재령 7일과 28일에서의 압축강도를 측정해 본 결과, 압축강도는 전체적으로 혼입율 70%까지 증가하다가 혼입율 70%를 초과하면 압축강도는 오히려 감소하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 김병환, "콘크리트용 부순돌과 부순모래의 생산 및 품질", 콘크리트학회지, 제 9권 2호, 1997. 4, pp. 4~12.
2. 한국콘크리트학회, "부순모래 및 부순모래 콘크리트", 기문당, pp. 47~61, 1998.
3. 건설교통부, "골재수급기본계획(1999~2003)", 1998. 12.
4. 박세운, "잔골재의 혼합비를 변화에 따른 수중불분리성 콘크리트의 특성에 관한 연구". 부경대학교 산업대학원, 2004. 2.