

순환잔골재를 사용한 미장용 모르타르에 관한 실험적 연구

The Experimental Study on the Plaster mortar using Recycled fine aggregate

이 대 근^{*} 한 상 일^{*} 최 덕 진^{*} 강 철^{**} 김 준 석^{***} 김 진 만^{****}
Lee, Dae Geun Han, Sang Il Choi, Duck Jin Kang, Cheol Kim, Jun Seok Kim, Jin Man

ABSTRACT

The use of the recycled fine aggregate to the material of structural concrete is not easy currently because there are some problems, such as the difficulty of quality control and the badness of chemical and physical property other than river sand, crushed fine aggregate. To use of recycled fine aggregate, many researches on the recycling of recycled fine aggregate have been studying until today. However, the result of the research is little except for some results. Therefore, the purpose of this study is to confirm the possibility of use of recycled fine aggregate for raw material of plaster mortar. In this study, various tests were performed such as flow, air content, unit weight, bond strength, and compressive strength test to evaluate the effect according to the substitution of recycled concrete aggregate. The results of strength test showed that the concrete strength improved with the increase of replacement ratio of recycled fine aggregate. In the other side, flow and air content are decreased according to replacement ratio of recycled fine aggregate. The result of this study could be used as the basic data for the recycling of recycled fine aggregate.

요 약

순환잔골재를 구조체용 콘크리트의 잔골재로 이용하는 것은 아직까지 품질관리 및 불확실한 내구성 등으로 활성화가 어려운 실정이다. 따라서 구조체용 보다는 2차제품 분야에서의 순환잔골재의 재활용성을 기대해 볼 수 있는데, 특히 미장용 모르타르의 경우, 입도 및 흡수율 등의 요구성능을 만족한다면 일반 잔골재의 대체재로써 순환잔골재를 사용 가능할 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 미장용 모르타르의 일반 잔골재를 순환잔골재의 대체율에 따른 특성을 검토하기위해, 플로우, 공기량, 단위용적중량, 부착강도, 압축강도 실험을 실시하였다. 실험결과, 순환골재 대체율에 따른 플로우 및 공기량은 감소하는 결과를 보였으며, 단위용적중량 및 압축강도는 순환골재 대체율이 증가함에 따라 각각 단위용적중량과 압축강도가 증가하는 결과를 나타냈다. 따라서 본 실험결과 순환잔골재를 미장용 모르타르의 일반잔골재 대체재로써 적용이 가능한 것으로 나타났다.

* 정회원, 공주대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
** 정회원, 공주대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
*** 정회원, 대한주택공사 건설폐기물 재활용 연구단
**** 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

1. 서론

콘크리트의 제조에 사용되는 골재의 수급현상을 살펴보면 강자갈이나 강모래는 이미 오래전부터 고갈상태에 이르러 부족한 골재 충당하기 위해 부순돌, 부순모래 및 해사 등을 사용해 왔으나 이러한 골재자원마저도 부존량의 한계와 골재 채취에 따른 산림훼손 및 바다 생태계파괴 등을 방지하기 위한 인허가 제한 등의 환경규제가 강화되고 있는 실정이다. 따라서 이러한 부족한 골재의 수급책으로 폐콘크리트에서 발생하는 골재를 재활용하는 것이 대두되고 있으며, 이에 관련된 많은 연구와 국가정책들이 시행되고 있는 상황이다. 이에 본 연구는 폐콘크리트의 재활용 공정에서 발생하는 순환잔골재의 재활용 가능성을 알아보기 위하여 건축용 건조모르터 중 미장용 모르터에 기존 생산 시 사용되고 있는 골재의 일부를 순환잔골재로 대체한 후 기초물성을 검토함으로써 향후 순환잔골재의 활성화를 위한 기초 자료를 제시하고자한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 실험계획은 Table 1과 같이 건축용 건조모르터 중 미장용에 대하여 입도별 순환잔골재를 기존공정에 사용되는 S1, S2에 대하여 0~40% 대체하여 모르터를 제조한 후 굳지 않은 상태에서의 플로우, 단위용적중량, 공기량을 측정하였으며, 경화성상에서 부착강도, 압축강도를 측정함으로써, 기존의 골재를 사용한 건조모르터와 비교·검토하였다. 또한, 건조모르터의 배합은 바인더에 대한 잔골재의 비율을 1:3.1로 하였으며, 비빔수량은 KS L 5220 「건조 시멘트 모르터」의 플로우 측정방법으로 100±5%, 환산 시 200±10mm 범위에 들도록 혼합수의 양을 조절하여 실험을 실시하였다.

2.2 사용재료

본 실험에서 사용한 시멘트는 국내 H사 제품의 밀도 3.15g/cm³ 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 골재 종류별 조립율은 Table 2와 같고 일반잔골재 및 순환잔골재의 밀도 및 흡수율은 각각 2.55g/cm³, 2.30g/cm³, 1.85%, 6.37%로 나타났다.

실험배합은 일반잔골재에 대한 최적의 순환잔골재 대체율을 검토하기 위해 순환잔골재 대체율 0~40%로 실험을 실시하였다. 또한 각각 실험배합의 입도분포는 Fig. 1과 같으며, 각 배합의 조립율을 계산한 결과 Table 3과 같이 대체율이 증가함에 따라 조립율 역시 증가하는 것을 알 수 있다.

2.3 실험방법

본 연구에서 건조모르터의 비빔은 KS L 5109에 「수경성 시멘트 페이스트 및 모르터의

Table 1 Experimental design

Type	B:S*	Aimed flow (cm)	Grading of fine aggregate (mm)	Replacement ratio of recycled fine aggregate (%)	Test items
Plaster	1:3.1	20±1	0.71~1.0 (S1) 1.0~2.25 (S2)	0	· Flow · Unit weight · Air Content · Bond strength · Compressive strength
				10	
				20	
				30	
				40	

* B:S : Binder : Sand

Table 2 F.M according to the types of fine aggregate

Type	Fine aggregate		Recycled fine aggregate	
	S1 (0.71~1.0mm)	S2 (1.0~2.25mm)	SS1 (0.71~1.0mm)	SS2 (1.0~2.25mm)
F.M	1.56	3.27	2.87	3.74

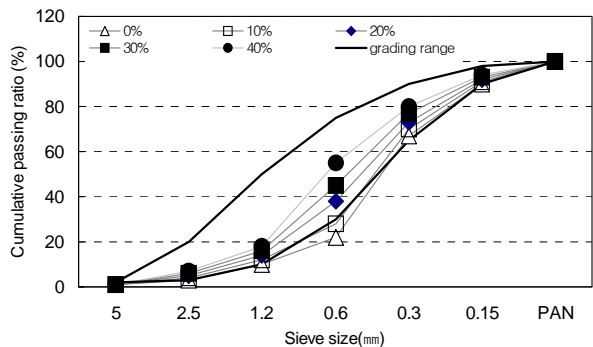


Fig. 1 Particle size distribution according to replacement ratio of recycled fine aggregate

기계적 혼합방법」의 한 용량 4.73ℓ의 모르터 전용믹서를 사용하였고, 혼합방법은 혼합수를 먼저 넣고 건조모르터를 15초간 전량 투입한 후 1속에서 45초간 혼합하였다. 또한, 각각의 시험은 KS L 5220 「건조시멘트 모르터」에 준하여 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 플로우

순환잔골재 대체율에 따른 플로우를 측정할 결과, 대체율이 증가함에 따라 플로우 값이 감소하는 것으로 나타났다. 대체율 30%까지는 목표플로우를 만족하는 것으로 나타났지만 대체율 40%는 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 대체율 증가에 따라 플로우가 감소한 원인으로는 순환잔골재 표면에 붙어있는 구모르터 성분이 혼합수를 흡수하여 모르터의 유동성을 저하시킨 것으로 판단된다.

3.2 공기량

순환잔골재 대체율에 따른 공기량은 KS L 5220 「건조시멘트 모르터」기준인 27% 이하를 모두 만족하였으며, 대체율이 증가함에 따라 그 차이는 크지 않지만 점차 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 Table 3의 시험결과에서 볼 수 있듯이 대체율이 증가함에 따라 골재의 조립율이 증가하는 것으로 보이며, 이로 인해 entrapped air는 감소하게 되어 Fig. 3과 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다.

3.3 단위용적중량

순환잔골재 대체율이 증가함에 따라 단위용적중량이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 단위용적중량은 공기량과 반비례관계를 가지고 있으며 공기량의 감소는 순환잔골재의 흡수율(6.37%)이 일반잔골재의 흡수율(1.85%)보다 높은 것에 기인하는 것으로 판단된다.

3.4 부착강도

순환잔골재 대체율에 따른 부착강도 측정결과, 재령증가에 따라 부착강도는 증가하는 것으로 나타났다. 재령별 대체율 변화에서는 7일 재령에서 대체율 변화에 따른 강도변화는 크지 않았지만, 28일 재령에서는 대체율이 증가할수록 부착강도는 감소하는 것으로 나타났다.

Table 3 F.M of fine aggregate according to replacement ratio of recycled fine aggregate

Replacement ratio of recycled fine aggregate (wt/%)	0	10	20	30	40
F.M	1.97	2.08	2.19	2.30	2.41

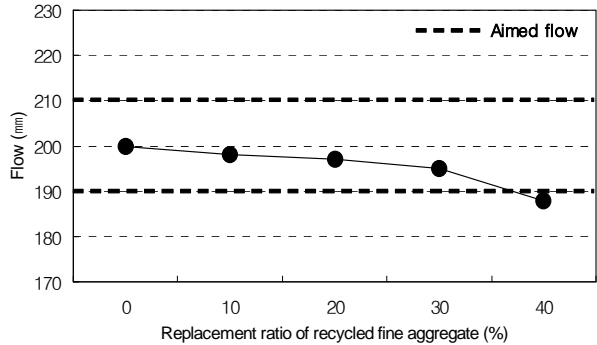


Fig. 2 Flow according to replacement ratio of recycled fine aggregate

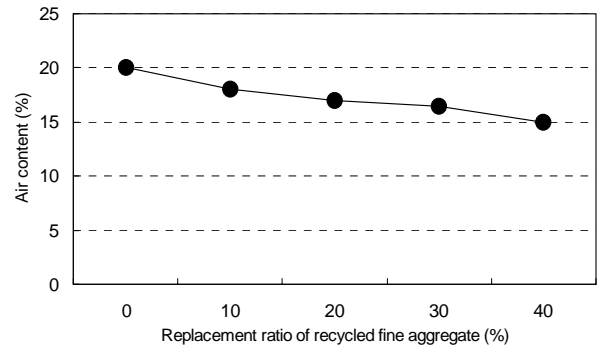


Fig. 3 Air content according to replacement ratio of recycled fine aggregate

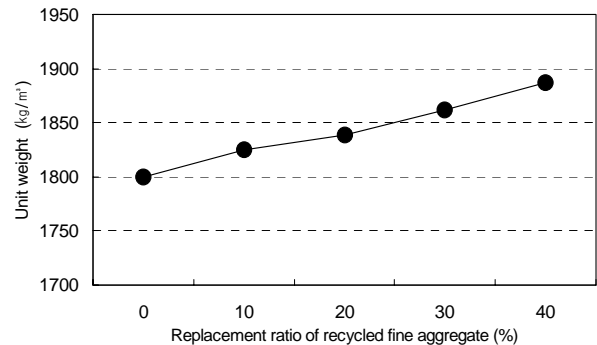


Fig. 4 Unit weight according to replacement ratio of recycled fine aggregate

3.5 압축강도

순환잔골재의 대체율에 따른 재령별(14, 28 일) 압축강도 측정결과, 재령 14일에서 대체율이 증가함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 재령 28일의 경우, 대체율의 증가에 따라 최소값과 최대값의 차이 정도가 근소하지만, 대체율이 증가할수록 전반적으로 증가하는 경향으로 나타났다.

이러한 결과는 Table 3에서 볼 수 있듯이 대체율이 증가함에 따라 조립율이 증가하고 있으며, 그 값이 미장용 잔골재의 공히 중간 입도 범위인 F.M 2.67에 가까워짐에 따라 압축강도가 가장 크게 나타났는데, 이는 최밀 증진입도의 영향에 기인한 것으로 판단된다.

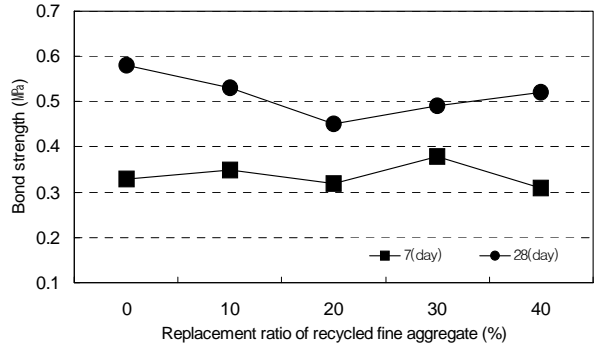


Fig. 5 Bond strength according to replacement ratio of recycled fine aggregate

4 결론

폐콘크리트의 재활용 과정에서 발생하는 순환 잔골재를 건축용 건조모르터에 적용하여 기초물성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 순환잔골재 대체율에 따른 굳지 않은 성상을 검토한 결과 대체율이 증가함에 따라 플로우, 공기량은 다소 감소하였으며, 단위용적중량은 증가하는 것으로 나타났다.
- (2) 순환잔골재 대체율에 따른 경화성상의 특성을 검토한 결과, 부착강도는 재령이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났지만 대체율 변화에 따른 강도변화의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 압축강도의 변화에서는 부착강도와 유사하게 재령이 증가할수록 압축강도는 증가하는 것으로 나타났다. 대체율 20% 까지는 압축강도가 증가하는 경향을 보였으나 대체율 20% 이상부터의 압축강도 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 압축강도 증가 원인으로는 대체율 증가에 따라 상대적으로 조립율이 증가하여, 그 값이 미장용 잔골재의 공히 중간 입도 범위인 F.M 2.67에 가까워짐에 따라 압축강도가 증가한 것으로 판단된다.

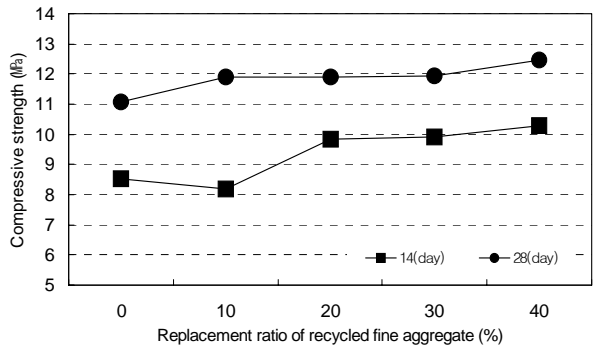


Fig. 6 Compressive strength according to replacement ratio of recycled fine aggregate

감사의글

본 연구는 건설교통부 첨단도시개발사업의 지원 하에(과제번호 05 건설핵심D07) 공주대학교 자원재활용신소재지역혁신센터(RIC/NMR)가 공동으로 수행한 연구의 일부이며, 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받은 것으로 관계 기관에 감사의 말씀을 올립니다.

참고 문헌

- 1) 환경부, 국립환경연구원, 2004 전국폐기물 발생 및 처리현황, 2005, pp.4~36
- 2) 이세현, 습식 생산에 의한 재생 잔골재 및 이를 사용한 모르터 특성에 관한 연구, 대한 건축학회지 20권 6호 2004년
- 3) 권하석, 화학적 처리와 저속 습식 마쇄기를 이용한 고품질 순환잔골재 생산기술 개발, 공주대학교 학위논문, 2007
- 4) 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률, 환경부 산업폐기물과, 2005
- 5) 김호구, 골재의 입도분포 및 석회석 미분말 혼입율 변화에 따른 시멘트 모르터의 표면광택특성, 한국콘크리트학회 2000년도 봄 학술발표회 논문집 Vol. 12 No. 1, pp.179