

건식제조법에 의해 생산된 고품질 재생잔골재의 품질 및 재생콘크리트의 성상에 관한 연구

A Study on the Qualities of Recycled Fine Aggregate and Properties of Recycled Concrete Produced by the Drying Manufacturing Method

장 증 호**
Jang, Jong Ho
나 철 성*
Na, Chul Sung

이 등 혁*
Lee, Dong Heck
주 지 현**
Joo, Ji Hyun

문 형 재*
Moon, Hyung Jae
김 무 한***
Kim, Moo Han

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate quality of recycled fine aggregate manufactured by drying manufacturing system which is the manufacture method of high quality recycled fine aggregate, and to analyze on the fresh, hardened and durability properties of recycled concrete using it. Therefore it is to present the fundamental data for structural application of recycled concrete.

The results of this study are as follows;

Quality of recycled fine aggregate by drying manufacturing system is improved, and compressive and tensile strength of recycled concrete using high quality recycled fine aggregate are similar to those of normal concrete. But, durability such as carbonation, salt damage and dry shrinkage show decreased somewhat.

1. 서 론

최근 일본에서는 천연골재의 품질기준을 만족할 수 있는 고품질 재생골재를 제조할 수 있는 방법이 개발되었으며, 이와 같은 상황에서 2003년 일본건축학회 건축공사표준사양서 JASS 5에 천연골재의 품질기준과 유사하게 고품질 재생골재의 품질기준이 제정되어 건설현장에 실용화되고 있다¹⁾.

한편 국내 건설현장의 잔골재 수급상황은 천연골재자원의 고갈 및 환경규제 강화에 따른 골재채취 제한에 의해 콘크리트용 잔골재의 품귀현상이 일어날 정도로 심각한 문제로 대두되고 있어 재생잔골재의 콘크리트용 골재로의 적용을 위한 고품질화 제조기술 및 재생콘크리트에 관한 연구가 다각적으로 진행되고 있는 상황이다^{2),3)}.

따라서 본 연구에서는 고품질 재생잔골재를 제조하는 방법으로서 건식제조법에 의해 생산된 재생잔골재의 품질을 검토 한 후, 이를 사용한 재생콘크리트의 굳지않은 성상, 경화성상, 내구성상에 관하여 검토·분석함으로써 재생콘크리트의 구조체 적용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 건식제조법에 의한 재생잔골재의 제조시스템

본 연구의 건식제조법에 의한 고품질 재생잔골재의 제조 시스템은 그림 1에 나타낸 바와 같이 미립분을 다량 함유한 재생골재를 반입하여 전처리, 송풍에 의한 비중분리 공정 및 집진공정을 거쳐 반입된 재생잔

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 박사과정

*** 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

골재의 미립분을 분리·제거함으로써 흡수율, 비중, 마모율, 입형 등 재생골재의 품질을 대폭 향상시킬수 있는 제조 시스템이다.

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획 및 배합

표 1은 건식제조법에 의해 제조된 고품질 재생골재의 품질평가 항목을 나타낸 것으로 각각의 KS 규준에 준하여 체가름 시험, 비중, 흡수율, 단위용적질량, 실적율, 잔입자율 및 페이스트 부착율을 평가하였다. 여기서, 페이스트 부착율은 재생골재를 5%의 염산수 용액에 침지하고 일정시간 경과 후 물로 세척하여 건조한 후 침지전의 질량에 대한 염산에 용해된 질량의 비율을 구하여 측정하였다.

또한 표 2는 고품질 재생골재를 사용한 재생콘크리트의 성상을 검토하기 위한 실험계획 및 배합으로서 물시멘트비 45%, 재생골재 대체율 0, 25, 50, 100%의 4수준으로 설정하여 굳지않은 성상, 경화성상 및 내구성상을 검토·분석하였다.

3.2 사용재료 및 비법방법

본 연구에서 사용한 재료의 물리적 성질은 표 3에 나타난 바와 같이 시멘트는 비중 3.15의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 혼화제는 폴리카르본산계 고성능AE감수제를 사용하였다, 또한 굵은골재는 비중2.65의 부순자갈을 사용하였으며, 잔골재는 비중 2.58, 흡수율 1.12%, 조립율 2.41의 제염사와 비중 2.44, 조립율 3.06, 흡수율 3.43, 실적율 56.01%로서 비중을 제외하고는 전반적인 품질이 JASS 5의 건축구조용 재생골재의 품질기준을 만족하는 재생골재를 사용하였다.

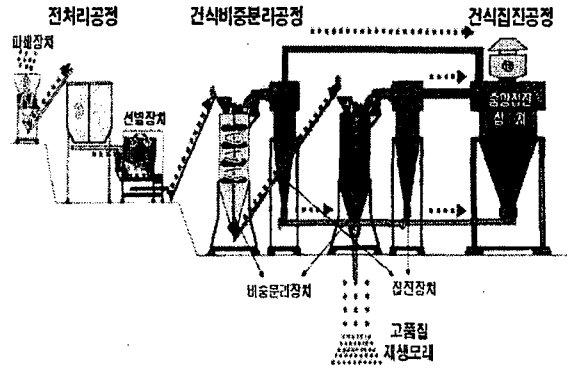


그림 1. 고품질 재생골재 제조시스템의 개요

표 1. 재생골재의 품질평가항목

평가항목	평가기준
체가름 시험	KS F 2502
비중 및 흡수율 시험	KS F 2504
단위용적 질량 및 실적율 시험	KS F 2505
잔입자율 시험	KS F 2511
페이스트 부착율 시험	-

표 3. 사용재료의 물리적 성질

사용재료	물리적성질
시멘트	보통포틀랜드 시멘트, 비중 3.15
혼화제	폴리카르본산계 고성능AE감수제
굵은골재	부순자갈 (비중 2.65, 흡수율 0.82%, 조립율 6.50)
잔골재	제염사 (비중 2.58, 흡수율 1.12%, 조립율 2.41)
	재생골재 (비중 2.44, 흡수율 3.43%, 조립율 3.06)

표 2. 실험계획 및 배합

물시멘트비 (%)	재생골재 대체율 (%)	잔골재율 (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위중량 (kg/m ³)				측정항목		
				시멘트	잔골재	재생골재	굵은골재	굳지않은성상	경화성상	내구성상
45	0	46	175	389	773	0	940	· 슬럼프 · 공기량 · 응결시간	· 압축강도 · 인장강도	· 중성화깊이 · 염소이온침투깊이 · 건조수축율
	25			389	580	184	940			
	50			389	387	358	940			
	100			389	0	737	940			

콘크리트의 비빔은 100ℓ의 강제식 팬타입믹서를 이용하여 시멘트, 재생잔골재를 투입하여 30초간 건비빔을 실시한 후 물과 고성능AE감수제를 투입하여 60초간 비빔을 실시하고, 굵은골재를 투입하여 60초간 비빔을 실시하였으며 총 비빔시간은 2분 30초 소요되었다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 재생잔골재의 품질평가 검토

표 4는 건식제조법에 의한 처리전, 처리후의 재생잔골재의 품질평가 결과를 나타낸 것으로 처리후의 재생잔골재가 처리전보다 조립율, 밀도 및 실적율은 높게 나타났으며, 흡수율, 잔입자율 및 페이스트 부착율은 낮게 나타나 건식제조법에 의해 재생잔골재의 품질이 향상되는 것으로 나타났다. 또한 JASS 5의 건축구조용 재생잔골재의 품질기준을 비중을 제외하고는 만족하고 있는 것으로 나타났다.

4.2 재생콘크리트의 성상 검토

1) 굳지않은성상

표 5는 고품질 재생잔골재를 사용한 재생콘크리트의 굳지않은 성상 측정결과를 나타낸 것이다.

2) 경화성상

그림 2 및 그림 3은 재생잔골재 대체율에 따른 압축강도 및 인장강도의 변화를 나타낸 것으로 대체율에 관계없이 압축 및 인장강도는 유사한 수준으로 나타났다.

표 4 재생잔골재의 품질 측정결과

종 류 평가항목	처리전	처리후	KS	JASS
조립율 (F.M.)	2.62	3.06	-	-
단위용적질량 (kg/m ³)	1.30	1.37	-	-
비 중	2.33	2.44	2.2 이상	2.5 이상
흡수율 (%)	6.74	3.43	1종: 5이하 2종: 10이하	3.5 이하
실적율 (%)	55.77	56.01	53 이상	53 이상
잔입자율 (%)	13.6	1.4	5 이하	7 이하
페이스트 부착율 (%)	24.15	13.45	-	-

표 5 굳지않은 성상 측정 결과

측정 항목 대체율(%)	공기량 (%)		슬럼프 (cm)			SP첨가율 (%)
	직후	60분	직후	30분	60분	
0	4.8	3.1	23.0	19.5	15.0	0.25
25	5.2	3.5	22.5	15.5	11.0	0.25
50	5.4	3.5	22.0	18.0	11.0	0.25
100	5.5	3.2	21.0	18.0	14.0	0.30

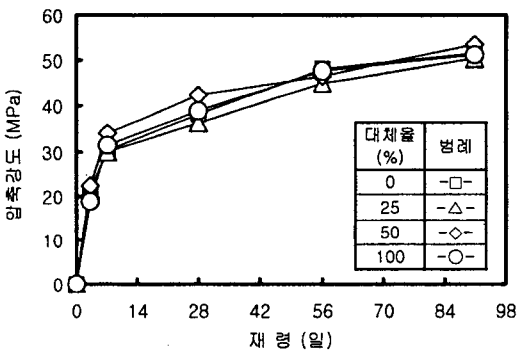


그림 2. 압축강도의 변화

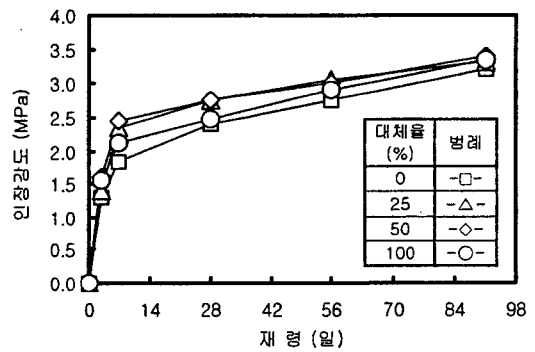


그림 3. 인장강도의 변화

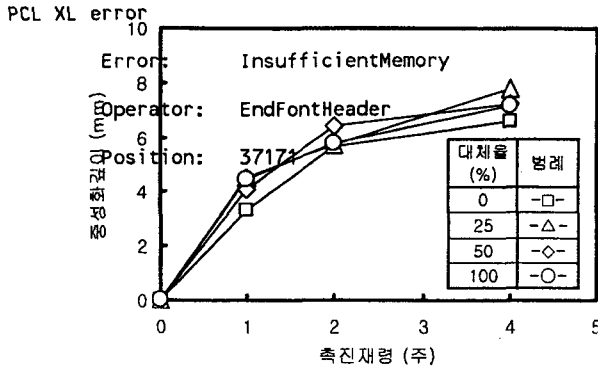


그림 4. 축진중성화 깊이의 변화

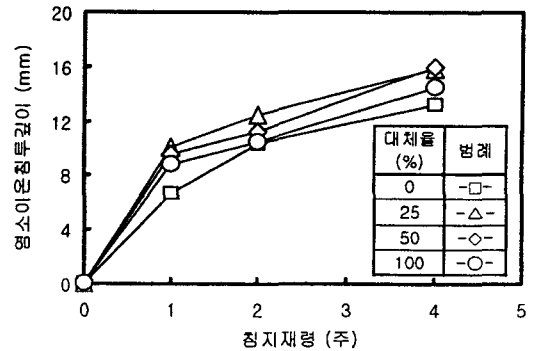


그림 5. 염소이온 침투깊이의 변화

3) 내구성상

그림 4 및 5는 재생잔골재 대체율에 따른 축진중성화 깊이와 염소이온 침투깊이의 변화를 나타낸 것으로 재생잔골재를 사용한 재생콘크리트의 중성화 깊이와 염소이온 침투깊이가 재생잔골재를 사용하지 않은 콘크리트 보다 다소 크게 나타났다.

그림 6은 재생잔골재 대체율에 따른 건조수축율의 변화를 나타낸 것으로 건조수축율은 재생잔골재 대체율이 증가할수록 다소 크게 나타났다.

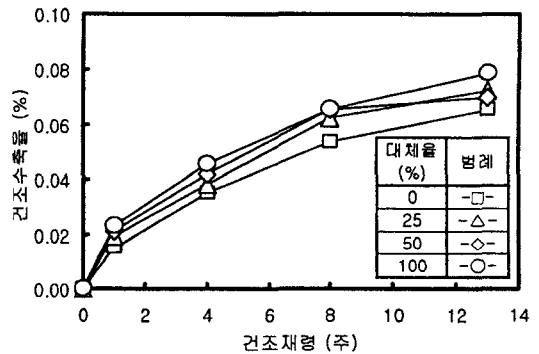


그림 6. 건조수축율의 변화

4. 결론

건식제조법에 의해 생산된 고품질 재생잔골재의 품질 및 재생콘크리트의 성상에 관하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 건식제조법에 의해 재생잔골재의 품질이 향상되는 것으로 나타났으며, 비중을 제외하고는 JASS 5의 건축구조용 재생잔골재의 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다.
- 2) 고품질 재생잔골재를 사용한 재생콘크리트의 압축강도 및 인장강도는 재생잔골재를 사용하지 않은 콘크리트와 유사한 수준으로 나타나고 있으나, 중성화, 염해, 건조수축 등의 내구성은 다소 저하하는 경향을 보이고 있어 향후 건식제조 시스템의 성능향상이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 중소기업기술혁신개발사업 「자원순환형 고품질 재생잔골재 제조·생산 시설 및 활용기술 개발」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 日本建築學會, 建築工事標準仕様書·同解説(JASS 5), 2003
2. 최민수, "건설폐기물의 재활용 촉진을 위한 법적 정비 방안", 한국건설산업연구원, 2002. 7
3. 김무한 외, "건식제조방식에 의해 생산된 재생잔골재의 품질 및 모르타르 특성에 관한 실험적 연구", 한국콘크리트학회 학술발표논문집, 제15권 제2호, 2003, pp.229~232