

재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성

Physical Properties of Planting Concrete Using Recycled Aggregate

이 상 태^{*} 신 동 안^{**} 황 정 하^{***} 김 진 선^{****} 오 선 교^{*****} 한 천 구^{*****}

Lee, Sang Tae Shin, Dong An Hwang, Jeong Ha Kim, Jin Seon Oh, Seon Kyo Han, Cheon Goo

ABSTRACT

In this paper, physical properties of planting concrete using recycled aggregates made with demolished concrete and construction wastes are investigated. According to the test results, It shows that recycled aggregates made with demolished concrete and construction wastes have low physical properties compared with crushed stone. But, recycled aggregates made with construction wastes shows better performance in absorption ratio, unit weight and thermal conductivity than crushed stone. Accordingly it is thought that they are available for being applied to planting concrete considering the sides of efficient recycling of construction wastes and saving the manufacturing cost.

1 서 론

식재용 콘크리트에 있어 골재품질에 따른 강도와 내구성 및 식물의 생육과 관련한 제반특성은 배합의 특이성으로 인하여 보통 콘크리트보다 영향력이 작을 것으로 판단된다. 따라서 현재 재활용이 시급히 요구되는 건설폐기물을 환경친화적 건축부재인 식재용 콘크리트에 이용하는 방안이 품질 및 경제성 측면에서 매우 효과적인 것으로 검토되었다.

그러므로 본 연구에서는 건설폐기물을 재생골재로 활용하여 식재용 콘크리트를 개발하기 위한 기초적인 검토로서, 폐콘크리트와 혼합폐기물을 재생골재로 이용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성을 부순돌을 사용한 경우와 비교분석함으로써 식재용 콘크리트로의 활용가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합사항은 표 1과 같다. 즉, 시멘트는 고로슬래그 시멘트 1수준, 물시멘트비는 25%로 고정하였다. 골재종류는 부순돌, 폐콘크리트, 혼합폐기물의 3수준으로 하였고, 페이스트 골재비는 20, 30 및 40%의 3수준으로 실험계획하였다.

표 1. 실험계획 및 배합사항

시멘트	W/C (%)	골재 종류	P/G (%)	AE/C (%)	SP/C (%)	공극율 (%)	결대용적배합 (ℓ/m ³)		
							물	시멘트	골재
고로 슬래그 시멘트	25	부순돌	20	0.00	0.60	31	50	65	575
			30		0.55	26	74	97	569
			40		0.50	23	95	125	550
		폐 콘크리트	20		0.35	25	54	71	625
			30		0.32	22	78	102	600
			40		0.30	19	100	132	578
		혼합 폐기물	20		0.25	30	50	66	584
			30		0.23	28	72	95	553
			40		0.20	24	94	124	542

* 정희원, (주) 선 엔지니어링 종합건축사사무소 연구원

** (주) 선 엔지니어링 종합건축사사무소 품질경영실장

*** 김희원, 상주대 건축공학과 조교수, 공학박사

**** 청주대 조경학과 부교수, 환경계획학 박사

***** 정희원, (주) 선 엔지니어링 종합건축사사무소 대표이사

***** 정희원, 청주대 건축공학과 교수 공학박사

2.2 사용재료

시멘트는 국내산 고로슬래그 시멘트(비중:3.03, 분말도:4,091cm²/g, 슬래그 함유율:30%)를 사용하였고, 골재는 최대치수가 20mm로, 부순돌(비중:2.60)은 화강암 골재를 사용하였고, 페콘크리트(비중:2.15)는 W/C가 60%인 공시체를 파쇄하여 사용하였으며, 혼합폐기물(비중:2.07)은 페콘크리트가 대부분이고, 벽돌, 블록 등이 혼합된 것을 사용하였다. 혼화제로서 AE제는 나트륨 로털 황산염계를, 고성능 감수제는 폴리칼본산계를 사용하였다.

2.3 실험방법

콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 이용하여 일반적인 방법으로 실시하였고, 공시체 제작은 테이블 진동기로 7초 동안 진동하여 성형하였다. 공극율, 흡수율 및 보수율은 비중, 표건 및 절건중량을 측정하여 구하였고, 단위용적중량은 공시체의 부피와 표건중량으로부터 환산하여 구하였으며, 열전도율은 열전도를 측정기(Thermal Conductivity Meter)를 이용하여 구하였다.

압축강도 시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였고, 알칼리 용출량은 인산2암모늄[(NH₄)₂HPO₄] 15% 용액에 침지한 $\phi 5 \times 10$ cm 공시체 상부에서 30ml의 증류수를 살포하여 하부에 흘러나온 증류수의 pH를 KS M 0011의 방법으로 측정하였다. 길이변화 시험은 KS F 2424의 다이알게이지 방법, 동결융해 시험은 KS F 2456의 수중 급속동결융해 방법으로 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 공극율, 단위용적중량, 흡수율, 열전도율 및 압축강도

그림 1은 골재종류별 식재용 콘크리트의 물리적 특성을 페이스 트 골재비별로 나타낸 것이다.

골재 종류별 특성으로 먼저, 공극율은 부순돌과 혼합폐기물의 경우는 23~31%로 비슷하게 나타났고, 페콘크리트는 18~25%로 약간 작게 나타났지만, 기존의 연구자료¹⁾를 참고할 때 잔디의 뿌리가 활착할 수 있을 정도의 연속공간은 확보될 수 있음을 알 수 있었다.

단위용적중량은 전반적으로 1550~1880kg/m³ 정도의 범위로 나타났는데, 부순돌에 비해 페콘크리트는 30~90kg/m³ 정도가 작게, 혼합폐기물의 경우는 170kg/m³ 정도가 작게 나타났다.

흡수율은 골재 종류별로 큰 차이를 나타냈는데, 부순돌의 경우는 3% 정도로 비교적 작게 나타난 반면, 페콘크리트는 6% 전후로 나타났고, 혼합폐기물의 경우는 7~8%로 나타나 재생골재의 경우가 수분의 함유력이 크게 작용함을 확인하였다.

열전도율은 부순돌이 0.19~0.28kcal/m.h.°C로 나타난 반면, 재생골재의 경우는 부순돌보다 0.04~0.1kcal/m.h.°C 정도가 작게 나타

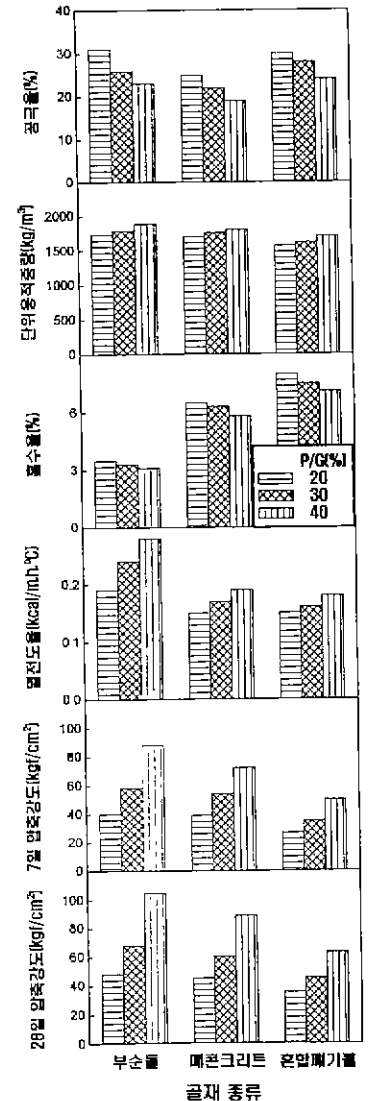


그림 1. 골재종류별 특성

나 단열성면에서도 유리함을 알 수 있었다.

압축강도는 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물의 순으로 크게 나타났는데, 28일 재령에서 부순돌의 경우는 50~105kgf/cm² 정도인 반면, 페콘크리트는 부순돌보다 약 5~15kgf/cm² 작게, 혼합폐기물은 10~40kgf/cm² 정도가 작게 나타났다.

페이스트 골재비별로 살펴보면, 페이스트 골재비가 커질수록 공극율과 흡수율은 각각 2~5%, 0.2~0.5%가 감소하였고, 단위용적중량, 열전도율 및 압축강도는 각각 40~100kg/m³, 0.02~0.05kcal/m.h.℃, 10~40kgf/cm² 정도 증가한 것으로 확인되었다.

3.2 알칼리용출량

그림 2는 중화처리 유무 별로 구분한 알칼리용출량을 재령경과에 따라서 페이스트 골재비와 골재종류 별로 나타낸 것이다.

전반적으로 중화처리를 하기 전의 pH는 11이상이었으나, 중화처리를 한 후에는 8.5 전후로 급격히 감소하였고, 그 후로 재령경과에 따라서 pH는 일정범위까지는 증가하다가 감소하는 결과를 나타내었다.

중화처리 유무별 pH는 중화처리를 한 경우가 하

지 않은 경우보다 전 재령에서 작게 나타났고, 골재 종류별로는 페콘크리트, 혼합폐기물, 부순돌의 순으로 pH가 크게 나타났으며, 페이스트 골재비별로는 페이스트 골재비가 클수록 pH가 크게 나타났다

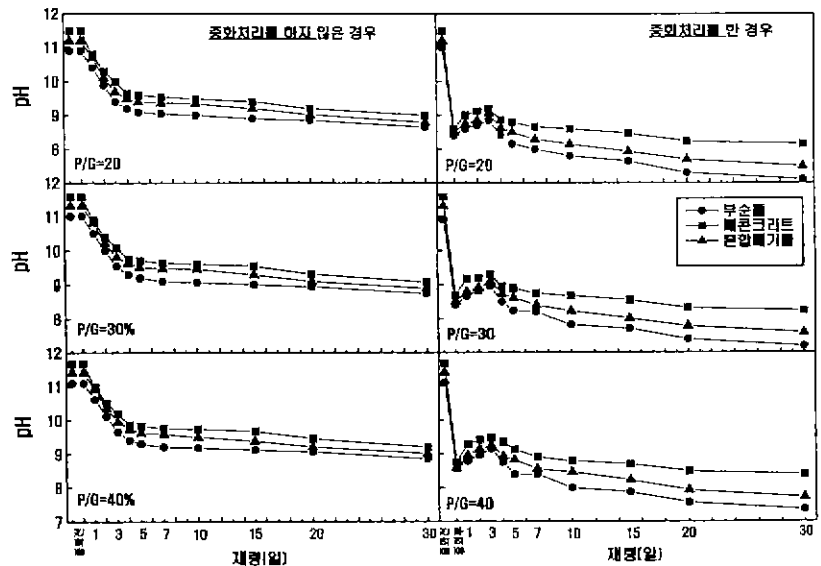


그림 2. 재령 경과에 따른 알칼리용출량

3.3 길이변화율과 보수율

그림 3은 재령경과(재령 7일까지는 수중양생, 그 후로는 기중양생)에 따른 길이변화율과 보수율을 골재 종류별로 나타낸 것이다.

전반적으로 길이변화율과 보수율은 유사한 경향으로 나타났는데, 수중양생까지는 증가하였고, 그 후로는 감소하는 것으로 확인되었다.

골재종류별 길이변화율은 부순돌, 혼합폐기물, 페콘크리트의 순으로 작게 나타났는데, 재령이 경과할수록 차이는 더욱 커지는 경향이였다. 보수율은 근소한 차이로 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물의 순으로 작은 결과를 나타내었다.

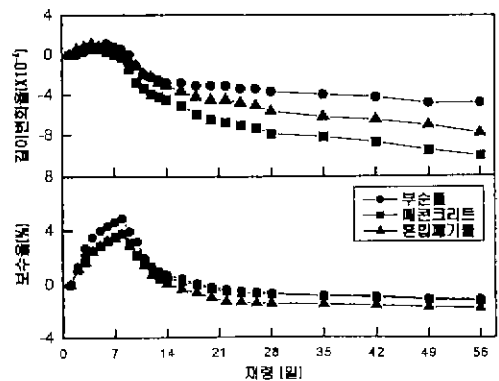


그림 3. 재령경과에 따른 길이변화율과 보수율

3.4 동결융해저항성

그림 4는 동결융해 사이클 변화에 따른 상대 동탄성계수를 골재종류별로 나타낸 것인데, 전반적으로 동결융해 사이클이 증가할수록 상대 동탄성계수는 급격히 감소한 것이 확인되었다.

골재종류별로는 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물의 순으로 상대 동탄성계수가 크게 나타나, 압축강도와 상관성이 있음을 알 수 있었고, 부순돌과 페콘크리트는 80사이클 이상에서, 혼합폐기물은 60사이클 이상에서 상대 동탄성계수는 60% 이하의 결과치를 나타내었다.

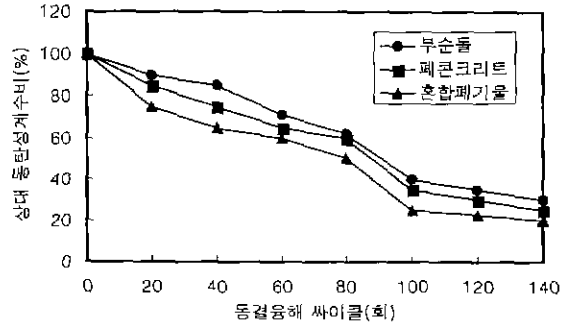


그림 4. 동결융해 사이클 변화에 따른 상대 동탄성계수

4. 결 론

건설폐기물인 페콘크리트 골재와 혼합폐기물 재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성을 부순돌을 사용한 경우와 비교하여 식재용 콘크리트의 관점에서 평가한 결과는 다음과 같다.

(1) 골재 종류별 물리적 특성은 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물을 사용한 순으로 단위용적중량, 흡수율 및 열전도율은 불량하게, 압축강도는 양호한 것으로 밝혀졌고, 공극율은 부순돌, 혼합폐기물, 페콘크리트의 순으로 양호한 것이 확인되었다. 한편, 페이스트 골재비별로는 페이스트 골재비가 커질수록 공극율, 단위용적중량, 흡수율 및 열전도율은 불량하게, 압축강도는 양호한 것이 확인되었다.

(2) 알칼리용출량은 페콘크리트, 혼합폐기물, 부순돌의 순으로 불량하게, 중화처리 유무별로는 중화처리를 한 경우가 양호하게 나타났다. 페이스트 골재비별로는 페이스트 골재비가 클수록 불량한 것으로 나타났다.

(3) 건조수축은 부순돌, 혼합폐기물, 페콘크리트의 순으로, 보수율은 근소한 차이지만 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물의 순으로, 동결융해저항성은 부순돌, 페콘크리트, 혼합폐기물의 순으로 양호한 결과를 나타내었다.

(4) 종합적으로 페콘크리트와 혼합폐기물을 이용한 식재용 콘크리트의 압축강도 등에 관한 물성은 부순돌에 비하여 다소 불량한 것으로 확인되었으나, 열전도율 등의 일부물성은 부순돌보다 양호한 측면도 확인되었는데, 특히 건설폐기물의 효율적인 재활용 측면을 고려한다면 식재용 콘크리트로의 활용가치는 충분히 있는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1 日本コンクリート 工學協會 ; エココンクリート特輯, 콘크리트工學, Vol. 36, No. 3, pp6~62, 1998.
- 2 堀口剛 ; 多孔質基盤を持つ屋上植栽システムの開發とその熱環境調整效果, 日本東京工業大學 博士學位論文, 1997
- 3 이상태 ; 잔디植栽用 多孔質 콘크리트의 基礎的 特性에 관한 實驗的 研究, 淸州대학교 산업대학원 석사학위논문, 1999
- 4 한천구, 황정하, 윤기원, 김기철, 이상태 ; 식재용 다공질 콘크리트의 개발에 관한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, 제 10권 2호, 1998.
- 5 한천구, 황정하, 홍상희, 김정진, 이상태 ; 식재용 콘크리트의 잔디생육 특성과 일환경조정효과에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표회 논문집, 제 19권 2호, 1999
- 6 최수일, "페콘크리트를 이용한 재생골재의 재활용 사례 연구", 건설폐기물의 처리 및 재활용 기술 세미나, 중앙대학교, 1995.
- 7 南相顯 ; 再生骨材 콘크리트의 工學的 特性에 관한 實驗的 研究, 忠南大學校 大學院 博士學位論文, 1995