

재생골재를 이용한 식재용 콘크리트 블록의 형태개발에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on the Shape Development of Planting Concrete Block Using Recycled Aggregates

김 경 민^{*} 백 명 숙^{*} 이 상 태^{**} 최 청 각^{***} 김 기 철^{****} 한 천 구^{*****}
Kim, Kyoung Min Baek, Myung Sook Lee, Sang Tae Choi, Chung Gak Kim, Gi Cheol Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This study is intended to develop the new concrete block for planting through investigating weight and basic physical properties, varying the shapes of concrete block for planting. According to the results, unit weight, void ratio and absorption water ratio of concrete block show 1625 kg/m³ 30%, and 7.7% respectively, and pH is small, compared with non neutralization and pH is below 8.5 after 7 days elapses. The compressive strength of concrete block for planting shows 38kgf/cm² at the age of 7 days, and 50kgf/cm² at the age of 28 days respectively. As the number of the hole is many and the area of hollow is large, weight of developed concrete block for planting grow light. Weight of optimum scheme with 2 hollow is reduced by 25%.

1. 서 론

최근 각 산업분야에서 환경문제에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데, 건축분야에 있어서도 생물서식 공간의 확보, 도시기후 변화의 완화와 환경오염의 저감을 목적으로 건물옥상의 정원화가 활발히 연구되고 있다.

이러한 옥상 정원화 방법 중 옥상식재용 콘크리트의 연구와 관련하여 본 연구팀에서는 그동안 부순돌, 경량골재 및 재생골재를 사용하여 식재용 콘크리트블록 개발에 대한 연구를 진행한바 있는데, 특히 재생골재를 사용하면 경제성은 물론이고, 흡수성, 경량성, 단열성 측면에서 일반골재보다 유리하여 품질면에서 더 효과적인 것으로 밝혀졌다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구에 대한 일련의 실험으로서, 개발된 식재용 콘크리트블록의 추가적으로 해결해야 할 점으로 지적되고 있는 무거운 중량에 따른 시공의 어려움, 식물 발아공간 부족 및 관수문제 등 관리의 어려움 등이 지적되어 식생 콘크리트블록을 여러 가지 형태변화로 변화시켜 이에 따른 중량 및 기초적 물성 등을 검토하고, 차후 식물의 생육특성 등을 확인하므로써 새로운 식재용 콘크리트블록의 개발에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

* 정회원, 청주대학교 대학원, 석사과정

** 정회원, 청주대학교 대학원, 박사과정

*** 정회원, 옥산기업, 대표

**** 정회원, (주) 선엔지니어링 종합건축사사무소, 공학박사

***** 정회원, 청주대학교 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 콘크리트의 배합사항은 표 2와 같다. 즉, 실험요인으로 W/C는 25% 1수준에 페이스트 골재비(P/G)는 30%로 하였고, 골재는 25mm 재생골재를 사용하였다. 시험체 종류는 표 1 및 그림 2와 같이 직경 6cm의 구멍 갯수 변화 3종류, 직경 4cm의 구멍 갯수 변화 3종류, 그리고 각 직경에서 골 변수 2개로 하여 총 8종류로 실험계획 하였다.

경화콘크리트의 실험사항은 단위용적중량, 공극률, 흡수율, 알칼리용출량, 각 블록공시체의 중량 및 압축강도를 측정하는 것으로 실험계획 하였다. 단, 식물생육과 관련한 실험은 차후에 보고토록 한다.

2.2 사용재료

본 실험의 사용재료로써, 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였고, 재생골재는 충북 청원군의 폐콘크리트 처리업체에서 재생산한 것을 사용하였는데 물리적 성질은 표 3과 같다. 혼화제로서 AE제는 나트륨 로릴 황산염계를, 고성능 감수제는 폴리칼본산계를 사용하였다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하였고, 각각의 블록 공시체는 그림 1, 2 및 사진 1과 같이 합판으로 제작한 30×30×10cm 몰드에 성형한 후 테이블 진동기로 3초동안 진동하여 제작하였다.

단위용적중량은 공시체의 부피와 기건중량으로부터 환산하여 구하였고, 공극률은 공시체의 수중중량과 기중중량을 측정하여 용적법으로 구하였다. 흡수율은 공시체의 표건중량과 절건중량을 이용하여 구하였고, 알칼리 용출량은 인산2암모늄 [(NH₄)₂ HPO₄] 15% 용액에 침지한 Ø5×10cm 공시체를 2주간 수중양생한 후 상부에서 30ml의 증류수를 살포하여 하부에 흘러나온 증류수의 pH를 KS M 0011의 방법으로 측정하였다. 압축강도 시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였다.

표 1 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C (%)	1	25
	P/G (%)	1	30
	골재 최대치수 (mm)	1	25
	골재종류	1	재생골재
시험체	시험체 변화	8	<ul style="list-style-type: none"> · I 6cm 구멍 4개 · II 6cm 구멍 5개 · III 6cm 구멍 9개 · IV 6cm 골 2개 · V 4cm 구멍 9개 · VI 4cm 구멍 13개 · VII 4cm 구멍 16개 · VIII 4cm 골 3개
실험사항	경화 콘크리트	6	단위용적중량, 공극률, 흡수율, 알칼리용출량, 중량, 압축강도 (7, 28일)
	식물 생육*	4	<ul style="list-style-type: none"> · 잔디 (켄터키 블루) · 기린초 · 상추 · 허브

* 식물 생육에 대한 자세한 사항은 차후 보고 예정

표 2 식재용 콘크리트의 배합

W/C (%)	P/G (%)	S.P제 (%)	AE제 (%)	W (kg/m ³)	용적배합 (ℓ/m ³)		중량배합 (kg/m ³)	
					C	G	C	G
25	30	0.5	0.0025	71	90	539	285	1131

표 3 재생골재의 물리적 성질

비중	공극률 (%)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m ³)
2.10	37.5	6.47	1,295

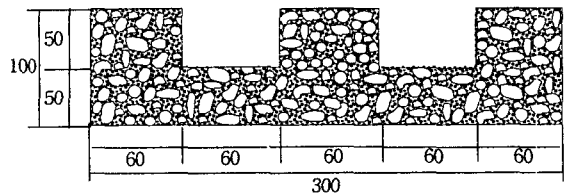


그림 1 IV 블록 공시체의 중앙부 단면도

KS M 0011의 방법으로 측정하였다. 압축강도 시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 식재용 콘크리트의 물리적 성질

표 4는 단위용적중량, 공극률, 흡수율, 알칼리용출량 및 압축강도를 나타낸 것으로써, 단위용적중량은 1625 kg/m^3 , 공극률은 30%로 나타나 기존의 연구자료¹⁾를 참고할 때 식물의 생육이 가능한 연속공간이 확보됨을 알 수 있었다. 또한 흡수율은 7.7%로 크게 나타났는데, 보수성 측면에서 식물 생육에 유리한 조건임을 알 수 있었으며, 7일 및 28일 압축강도는 38 및 50 kgf/cm^2 을 나타내었다.

그림 4는 재령경과에 따른 pH를 나타낸 것으로 중화처리 전에는 pH가 11 이상으로 크게 나타나 식물이 생육할 수 없을 정도의 결과였으나, 재령이 경과함에 따라 저하하기 시작하여 중화처리를 실시한 시료의 경우는 재령 1주일이 경과한 후 pH가 8.5 이하로 저하하여, 식물 생육에 적당한 pH가 확보됨을 확인하였다.

3.2 시험체별 형태 및 중량 비교

사진 2는 블록 공시체별 거꾸집 탈형 후 모습 및 식물과중 모습을 나타낸 것으로, 옥상식재용 콘크리트 블록으로써 양호한 상태로 제작되었음을 알 수 있다.

그림 5는 각각의 블록 공시체별 중량을 나타낸 것으로, 플레인을 100으로 환산하여 백분율로 나타낸 것이다. 당연한 결과이겠지만 구멍 또는 골의 단면적이 클수록 무게는 작은 것으로 나타났는데, VIII, IV, III, VII, VI, II, V, I 순으로 가볍게 나타났다. 따라서, 같은 직경일 때 구멍보다는 골을 판 경우가 중량 및 식물생육 공간 확보 면에서 우수하고, 또한 관수시 관로매설에도 유리할 것으로 분석되어진다.

그러므로, 블록 공시체 중 VIII가 가장 가벼웠지만, 블록 제작시의 성형성, 모서리 부분의 취약함 등을 고려한다면 IV가 가장 유리할 것으로 분석되어진다. 또한, 구멍을 판 블록의 경우 각각의 구멍에 식물을 생육시킨다면 디자인 요소로 충분히 이용되어질 것으로 사료된다.

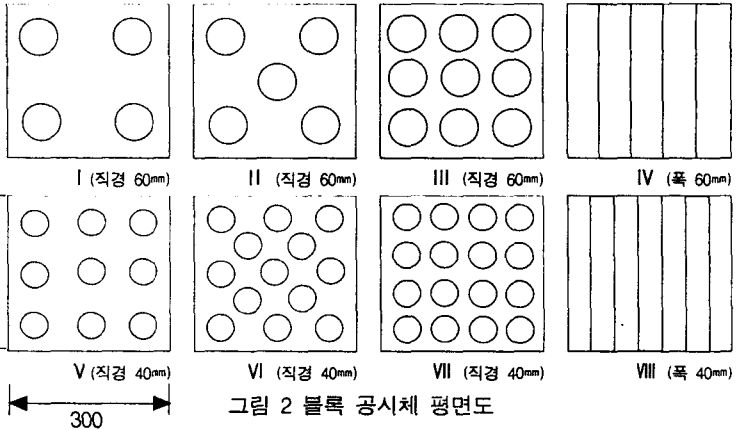


그림 2 블록 공시체 평면도



사진 1 합판 몰드 모습

표 4 물리적 성질 결과

구분	단위용적중량 (kg/m^3)	공극률 (%)	흡수율 (%)	중화처리시 알칼리 용출량 (pH) (7일경과)	압축강도 (kgf/cm^2)	
					7일	28일
결과	1625	30	7.7	8.3	38	50

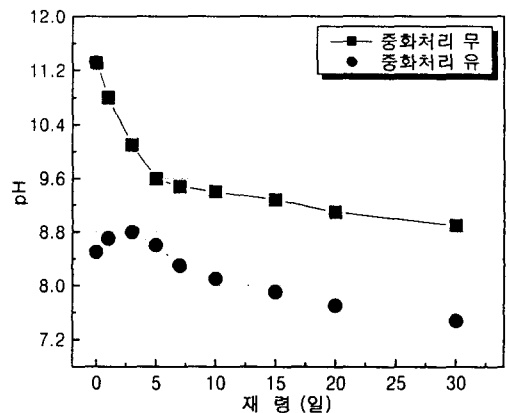


그림 4 재령경과에 따른 pH

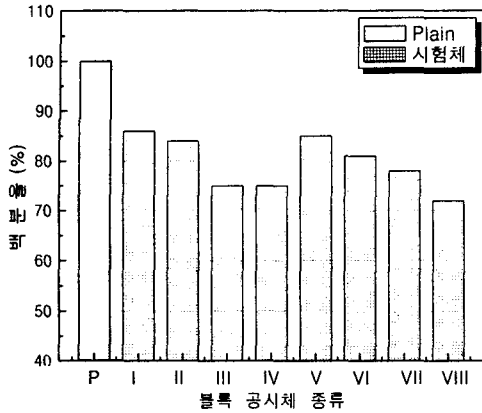


그림 5 블록 공시체별 중량

4. 결 론

본 연구는 재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성 및 여러가지 블록 형태변화에 따른 중량을 검토한 것으로, 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

1) 단위용적중량은 1625 kg/m^3 , 공극률은 30%, 흡수율은 7.7%로 나타났고, 알칼리용출량은 중화처리를 한 경우가 하지않은 경우보다 작게 나타났는데, 중화처리 한 경우는 재령 일주일 경과 후부터 pH 8.5 이하가 되었다. 또한, 제조된 식생 콘크리트의 압축강도는 7일에서 38 kgf/cm^2 , 28일에서 50 kgf/cm^2 으로 나타났다.

2) 개발된 식재용 콘크리트블록 공시체별 중량을 측정한 결과 VIII, IV, III, VII, VI, II, V, I 순으로 가볍게 나타났는데, 같은 직경일 때 구멍보다 골을 판 경우가 더 작게 나타났는데, 골을 2개만든 IV의 경우는 Plain 보다 25% 정도 무게를 줄일 수 있었다.

3) 종합적으로 개발된 옥상 식재용 콘크리트블록중 가장 적합한것은 중량의 가벼움에 따른 시공의 용이함, 블록 제작시의 성형성, 식물 생육에 필요한 토심층 증가 및 관수시설의 용이함 등을 고려할 때 IV가 가장 적합한 것으로 판단되었다.

끝으로 본 연구는 중소기업청의 "02년도 「산·학·연 공동기술개발 지역 컨소시엄」 계획에 따라 충북 도내 옥산기업(대표이사 최의수)과의 컨소시엄 연구로 이루어졌음에 당해 기관에 감사한다.

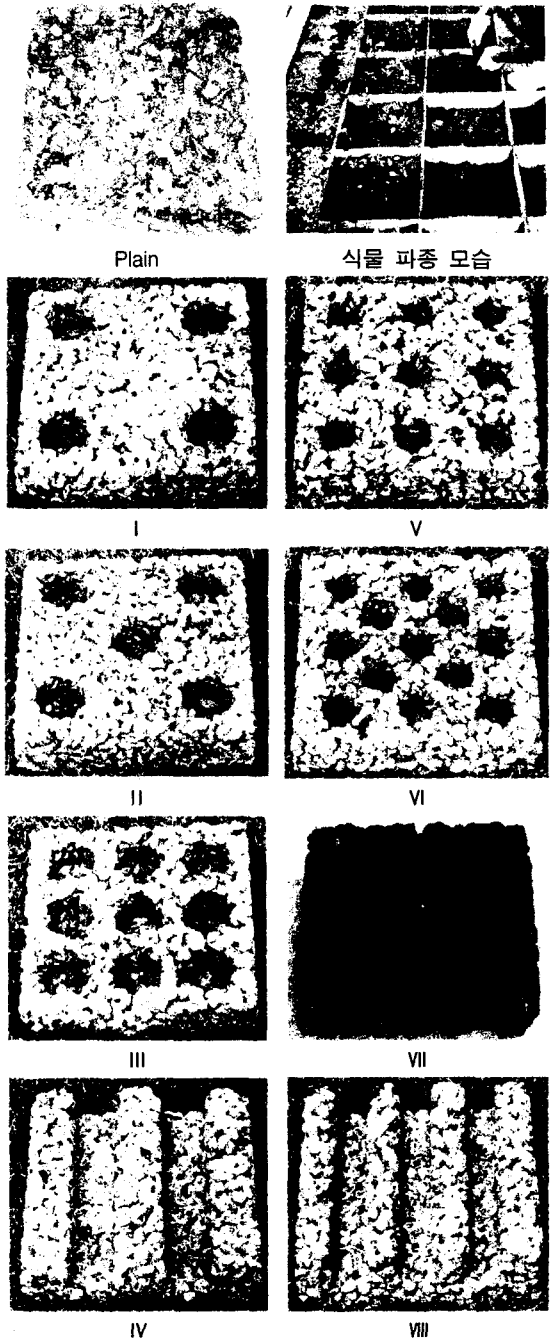


사진 2 블록 공시체 탈형 후 모습 및 식물 파종모습

참고문헌

1. 日本コンクリート工學協會 ; エココンクリート特性, 콘크리트工學, Vol. 36, No. 3, pp. 6~62, 1998.