

다중경사면 적용을 위한 식생블록의 개발

Development of concrete block for planting with the multi-slope

전 인 기* 최 명 화** 윤 기 원***
 Jeon, In-Ki Choi, Myung-Hwa Yoon, Gi-Won

Abstract

This study enforced to produce the planting concrete block which could be applied to various slopes economically. First of all, the physical properties was investigated with the various types of aggregate and aggregate ratio of the paste for the lead to mixture proportion of the planting concrete.

As a result, the orchid stone as aggregate and 30% of aggregate ratio of the paste were used as the basic mixture proportion considering 20~30% of maintained void ratio for the growth of plant, over 20% of capillary suction for holding water, and 3MPa as the minimum strength. For the result of the test to the new planting block which was quite different from existing planting concrete block, it could complement the problems and be possible to produce effectively and economically because various slopes like 40°~75°, continual produce by extrusion, and pumping out were possible were possible.

키 워 드 : 식생콘크리트, 부순골재, 난석, 다중경사면
 Keywords : Concrete Block for Planting, Crushed Aggregates, Orchid Stone, Multi Slope

1. 서 론

1.1 연구의 배경

현대도시는 과거 생산성 중심의 급속한 공업화, 산업화 및 고밀도 개발로 인한 자원의 고갈, 대기·수질오염 및 녹지 공간의 감소 등 생태계 파괴라는 심각한 환경문제가 대두되고 있으며, 이러한 도시의 환경보존 및 유해가스 감축을 위한 대책을 정부와 산·학·연 등의 각계에서 다각도로 연구가 진행되고 있는 실정이다.

이러한 환경보존 및 환경부하 절감을 위한 다양한 대안 중에서 오랫동안 토목 및 건축공사의 가장 대표적인 재료로 사용되어 오면서도 비환경적인 재료로 인식되어 온 시멘트·콘크리트에 대해 환경친화적인 재료로 전환시키기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다.

그 대표적인 예로 식생블록은 다공성 콘크리트의 공극을 이용하여 식물이 뿌리를 내리고 생육이 가능한 포러스콘크리트로서 열특성이 일반 콘크리트와 다름에 따라 녹지공간창출 및 환경부하저감 등의 효과가 높은 것으로 알려져 많은 사용이 기대되어 지고 있다.

1.2 연구의 목적

현재 국내의 경우 식물의 생육이 가능한 식생블록이 개발되어 도시의 건물옥상을 녹화하거나 경사면의 보호블록으로 활용하는 등의 성과를 보이고 있다. 그러나 대부분의 식생블록은 2차제품 생산 공정에서 PC방식의 낱장으로 제조하는 생산방식으로 생산성이 낮아 비경제적이며, 결속시공의 어려움을 야기해 활용도가 낮은 상태이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 기존 식생블록의 단점을 보완하여 경제적인 생산이 가능하고 다중경사면 적용이 용이한 식생블록을 개발하고자 1차적으로 식생블록의 적정배합도출을 위한 실험을 진행하였고, 2차적으로 식생블록의 형상을 설계하고 도출된 배합을 적용하여 제작 및 시공을 실시하였다.

2. 실험계획

2.1 배합계획

식생블록의 적정배합 도출을 위한 실험으로써 그 실험계획은 표 1과 같다. 먼저 물시멘트비 25%의 1수준에 대하여 페이스트골재비 20, 30, 40%의 3수준으로 계획하였고, 골재는 20mm 부순골재 및 난석의 2수준으로 계획하여, 총 6배치를 실험계획하였다. 이때 페이스트플로우는 페이스트골재비 20, 30, 40%에서 각각 230, 210, 190mm를 목표로 하여 ±5mm

* 아주산업(주) 기술연구소 연구원, 정희원
 ** 아주산업(주) 기술연구소 선임연구원, 정희원
 *** 아주산업(주) 기술연구소 연구소장, 정희원

의 범위를 만족하도록 배합설계하였다. 실험사항으로는 경화 콘크리트에서의 연속공극률, 단위용적질량, 압축강도 시험을 계획하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		수준	실험인자
배합 사항	W/C(%)	1	25
	골재종류	2	부순골재, 난석
	P/G(%) ¹⁾	3	20, 30, 40
실험	경화 콘크리트	3	연속공극률
			단위용적질량
사항			압축강도

1) 페이스트골재비(%)

2.2 실험방법

2.2.1 연속공극률 및 단위용적질량

연속공극률은 공시체의 수중중량과 기중중량을 측정하여 용적법으로 식 (1)과 같이 구하고, 단위용적질량은 공시체의 부피와 기중중량으로부터 환산하여 산출하였다.

$$A(\%) = [1 - (W2 - W1) / V1] \times 100 \quad (1)$$

여기서, A : 콘크리트의 연속공극률(%)

W1 : 공시체의 수중중량

W2 : 24시간 자연방치후 기중중량

V1 : 공시체의 용적

2.2.2 압축강도

압축강도시험은 Ø100×200mm 시험체를 제작하여 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험방법)에 규정된 방법에 준하여 강도를 측정하였다.

2.3 사용재료

2.3.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201의 규정에 적합한 국내산 A사의 제품인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.

2.3.2 골재

본 실험에서 사용된 골재는 식생콘크리트로 활용되는 골재의 최대치수인 20mm를 기준으로 하였으며, 부순골재는 충북 옥산산 화강암 부순돌을 사용하였다. 난석은 관상용 난의 재배에 있어 화분하부에 사용되는 일본산 원예용 난석을 사용하였고, 각 골재의 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2. 골재의 물리적 성질

구 분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	조립율	공극율 (%)	단위용적질량 (kg/m ³)
부순골재	2.69	1.15	6.72	40.8	1,647
난석	1.15	40.3	6.74	54.6	504.3

2.3.3 혼화제

본 실험에 사용된 혼화제로써 AE제는 빈줄계를 사용하고, 고성능 감수제는 폴리카본산계를 사용하는데, 그 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 3. 혼화제의 물리적 성질

구 분	주성분	형태	색상	밀도 (g/cm ³)
고성능 감수제	폴리카본산계	액상	연황색	1.05
AE제	빈줄계	액상	연황색	1.18

3. 식생블록의 실험결과 및 적용

3.1 실험결과 및 분석

표 4는 골재종류별 식생블록의 연속공극률과 단위용적질량 및 압축강도의 실험결과를 나타낸 것이다.

표 4. 물리적 특성 실험결과

골재 종류	W/C (%)	P/G (%)	연속 공극률 (%)	단위용적 질량 (kg/m ³)	흡수율 (%)	압축강도(MPa)	
						7일	28일
부순 골재	25	20	33	1,704	3.5	4.1	5.8
		30	26	1,818	3.7	6.2	7.1
		40	22	1,943	3.7	10.8	15.4
난석	25	20	30	952	24.1	2.2	2.5
		30	24	1,093	22.1	3.1	3.8
		40	20	1,232	21.8	5.4	8.1

3.1.1 연속공극률

그림 1은 골재종류별 식생블록의 공극률을 페이스트골재비 및 골재종류별로 나타낸 것이다.

전반적으로 페이스트골재비가 증가할수록 연속공극률은 저하하는 것으로 나타났고, 골재종류별로는 부순골재에 비하여 난석의 경우가 작은 것으로 나타났는데, 이는 페이스트골재비가 증가할수록 페이스트가 공극을 충전하는 효과에 기인한 것으로 분석되며, 난석의 경우 부순골재에 비하여 입형이 양호하여 나타난 결과로 사료된다.

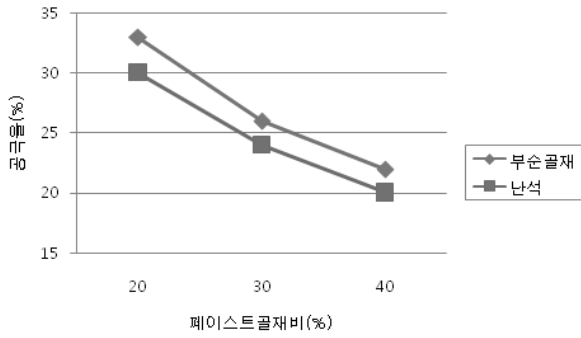


그림 1. 페이스트골재비 및 골재종류별에 따른 공극율

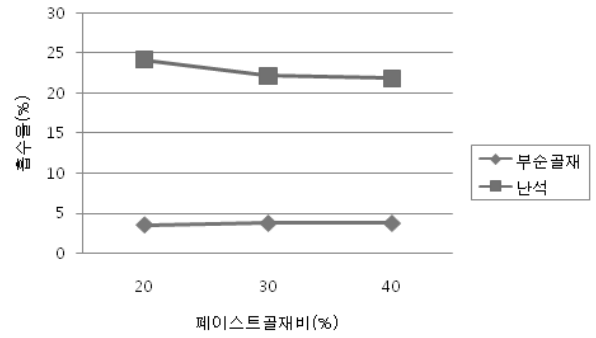


그림 3. 페이스트골재비 및 골재종류별에 따른 흡수율

3.1.2 단위용적질량

그림 2는 페이스트골재비 및 골재종류별 식생블록의 단위용적질량을 페이스트골재비별로 나타낸 것이다.

단위용적질량은 페이스트골재비가 증가할수록 커지는 것으로 나타났고, 골재종류별로는 난석의 경우가 부순골재에 비하여 작게 나타났다. 페이스트골재비에 따른 단위용적질량의 증가는 페이스트에 의한 공극충전으로 공극율이 저하하면서 나타난 당연한 결과로 사료되며, 골재종류별로는 골재자체의 단위용적질량차이에 의한 것으로 사료된다.

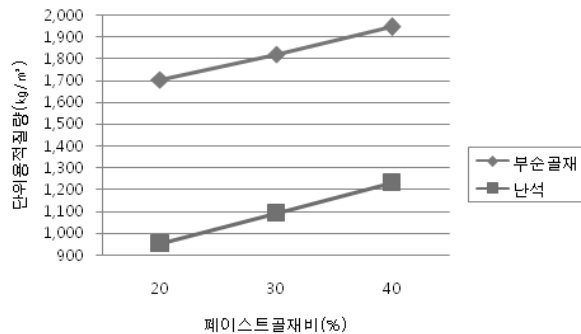


그림 2. 페이스트골재비 및 골재종류별에 따른 단위용적질량

3.1.3 흡수율

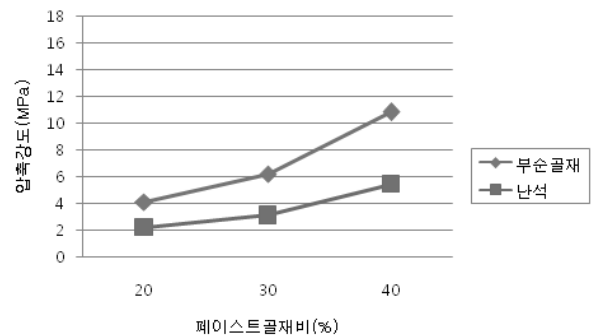
그림 3은 페이스트골재비 및 골재종류별 식생블록의 흡수율을 페이스트골재비별로 나타낸 것이다.

흡수율은 부순골재의 경우 골재 자체의 작은 흡수율로 인하여 3.5%의 흡수율을 나타냈으며 페이스트골재비의 증가에 따른 큰 변화는 나타내지 않았으나, 난석의 경우는 난석 자체의 높은 흡수율을 갖는 성질에 의하여 약 20%이상의 흡수율을 나타내었고 페이스트골재비의 증가에 따라서는 페이스트가 난석의 흡수를 방해함으로 인해 흡수율이 작아지는 경향을 나타내었다.

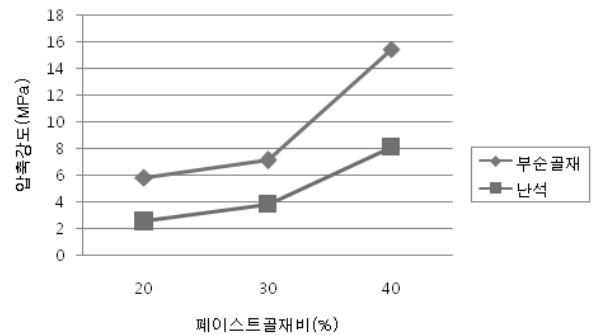
3.1.4 압축강도

그림 4은 페이스트골재비 및 골재종류별 식생블록의 압축강도를 페이스트골재비별로 나타낸 것이다.

압축강도의 경우 페이스트골재비가 증가할수록 결합력의 증대 및 공극감소에 기인하여 비례적으로 증가하는 것으로 나타났고, 골재 종류별로는 골재자체의 강도에 따라 부순골재가 난석에 비해서 약 50%정도 크게 나타났다.



a) 재령7일



b) 재령28일

그림 4. 페이스트골재비 및 골재종류별에 따른 압축강도

3.2 기본배합결정

식생블록의 기본배합 도출을 위하여 골재종류 및 페이스트골재비 변화에 따른 물리적 특성을 실험한 결과, 식물이 충분

한 뿌리를 내릴 수 있는 공극을 확보하고, 현장적용시 원지반 보호기능을 수행할 수 있는 범위인 연속공극률은 20~30%, 압축강도는 3MPa, 보수성을 위한 흡수율은 20%이상, 제작시 시멘트 페이스트가 흘러내려 공극이 폐쇄하지 않는 페이스트 골재비 30%를 기본배합으로 선정하였다.

3.3 식생블록의 개발

본 연구에서 개발한 식생블록의 형상 및 특징으로써 그림 5와 같이 먼저 블록앞부분에는 표층객토 및 식물식재를 위한 공간을 형성하였으며, 블록중간부분에는 경사각 조절을 위한 상부 4개의 홈(조절단)과 하부 고정홈을 설계함으로써 경사를 조절(40°~75°)할 수 있게 하였고, 또한 상·하부의 블록 상호간의 결합강도가 향상시킬 수 있도록 하여 절개지 또는 경사지의 사면조건에 따라 용이하게 시공을 할 수 있어 공사기간의 단축과 효율성을 높일 수 있게 하였다.

3.3.1 시험제작 및 시공

식생블록을 제작하기 위하여 사진 1과 같은 철제 거푸집을 제작하였고, 생산된 식생블록의 모습은 사진 2와 같다.

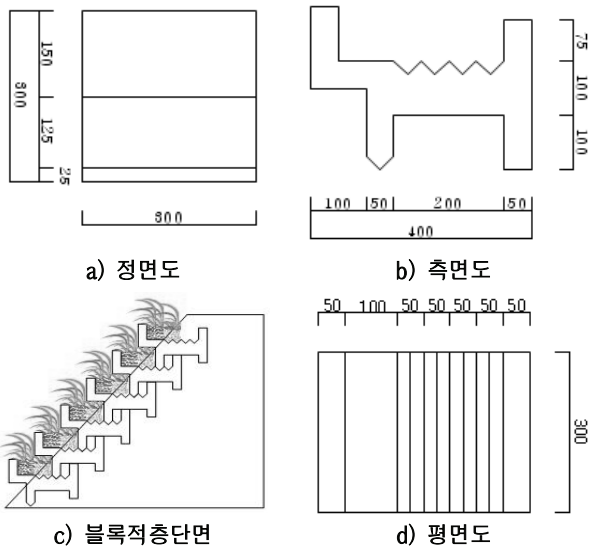


그림 5. 식생블록의 설계도면

시험시공을 위하여 사진 3과 같이 식생블록의 시작품을 제작 및 시공하였고, 잔디(혼파종, 켄터키글라스+톨레스큐)를 식재하여 경과를 관찰한 결과 잔디가 무성하게 성장하여 식생 능력이 우수한 것으로 나타났다.

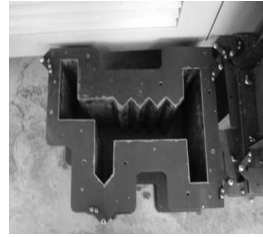


사진 1. 철제거푸집

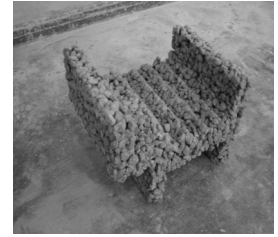


사진 2. 식생블록



사진 3. 시험시공

3.3.2 식생블록의 현장시공

표 5는 식생블록을 시공한 현장의 개요를 나타낸 것이다. 식생블록의 시공은 청주시 상가현장에서 이루어졌으며, 식생블록쌓기, 부직포깔기, 표층객토깔기, 식물(장미 외2종)식재 순으로 진행되었고 약 49°의 각도로 3단쌓기를 하여 상가출입구 미관을 확보하였다. 그 시공사진은 사진 4와 같다.

표 5. 공사개요

공사기간	2008년 8월5일
현장위치	충북 청주시 상당구 내덕동 669-11번지
경사각도	49°



a) 부직포깔기



b) 표층객토깔기



c) 식물식재



d) 시공완료

사진 4. 현장시공

4. 결 론

본 연구는 다중경사면 적용을 위한 식생블록의 개발에 관한 실험적 연구로서, 식생블록의 배합도출과 시험체 형상 고안, 시험생산 Mock-up 시험 및 현장적용 결과는 다음과 같다.

- 1) 식생 콘크리트의 기본배합 도출을 위하여 골재종류 및 페이스트골재비 변화에 따른 물리적 특성을 실험한 결과, 식물이 충분한 뿌리를 내릴 수 있는 공극을 확보하고, 현장적용시 원지반 보호기능을 수행할 수 있는 범위인 연속공극률은 20~30%, 압축강도는 3MPa, 보수성을 위한 흡수율은 20%이상, 제작시 시멘트 페이스트가 흘러내려 공극이 폐쇄하지 않는 페이스트골재비 30%를 기본배합으로 선정하였다.
- 2) 시제품 제작 및 현장 적용한 결과, 다중경사면 형성(40°~75°)이 가능하고, 횡방향 연속성을 띄어 압출연속생산이 가능하며, 옹벽 등에 적용시 배수역할도 함으로써 기존의 식생블록의 단점을 보완하고 보다 효율적이고 경제적인 생산 및 실무 활용이 가능할 것으로 기대한다.

감사의 글

이 연구는 건설교통부가 출연하고 “콘크리트 코리아 연구단”에서 주관하여 시행한 05 건설핵심D11<고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술>지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김진춘, 김기수, 최광일, 오희갑, 다공성 콘크리트의 기초적 특성과 녹화실험, pp.138~150, 1995.
2. 백대현 식생 콘크리트의 개발 및 실용화, 2006.
3. 윤기원, 이상태, 김기철, 황정하, 한천구, 식재용 콘크리트의 개발에 관한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, Vol. 10, No. 2, pp.192~195, 1998.