

친환경 조립식 빗물침투저류블록 구조체의 성능검토

Performance Evaluation of Eco-Friendly Prefabricated Rainwater Permeable Detention Block Structure

정영웅¹ · 주승진¹ · 김호진² · 이태규³ · 최희용⁴ · 류정림⁵ · 최형길^{6*}

Jung, YoungWoong¹ · Ju, SeungJin¹ · Kim, Hojin² · Lee, Taegyul³ · Choi, Heeyong⁴ · Ryu, Jungrim⁵ · Choi, Hyeonggil^{6*}

Abstract : In this study, the performance evaluation and structural safety of rainwater permeation detention block were analyzed. As a result, the compressive strength (19.3 MPa), flexural strength (5.2 MPa), and permeability coefficient (2.0 mm/s) of the eco-friendly prefabricated rainwater permeable detention block satisfied the KS F 4419 and SPS-KCIC0001-0703 and it was confirmed sufficient safety even under maximum load.

키워드 : 친환경, 빗물침투저류블록, 압축강도, 투수계수, 최대압축하중

Keywords : eco-friendly, rainwater infiltration detention block, compressive strength, permeability, maximum compressive load

1. 서론

지구온난화에 의한 기온상승은 강수량의 증가, 홍수, 가뭄 및 집중호우 등의 자연재해 발생을 증가시키는 원인이다[1]. 우리나라 역시 지구온난화의 영향으로 전국각지에서 집중호우 및 태풍으로 인한 침수 피해가 발생하고 있으며, 침수 피해 원인으로 도로포장에 따른 불투수성 지면 증가 및 기존 하수관거의 용량 부족 등을 들고 있다²⁾. 이러한 문제를 해결하기 위해 침투형 저류시설에 관한 연구가 진행되고 있으며, 본 연구에서는 빗물침투와 저류를 동시에 구현할 수 있는 친환경 조립식 빗물침투저류 시스템에 대해 검토했다. 친환경 빗물침투저류시설의 개발을 위해 고로슬래그 기반 배합설계를 확립하고, 이를 기준으로 제작된 빗물침투저류블록의 성능검증 및 안전성 분석을 위해 압축강도, 투수계수 및 최대 압축하중 시험을 진행하였다. 이를 차도용 콘크리트 인터로킹 블록(투수성)과 콘크리트 호안 및 옹벽 블록(다공성)의 품질 기준 및 도로교 설계기준과 비교 검토하여 빗물침투저류블록의 요구 성능 만족 여부를 확인하였다.

2. 시험계획 및 평가

본 연구에서는 친환경 조립식 빗물침투저류블록 제작을 위해 차도용 콘크리트 인터로킹 블록(투수성)의 요구 성능을 설계기준 강도로 설정하여 분체와 골재 비율 1:4.5%, 물 분체비는 16.5%로 설정하여 고로슬래그 미분말 사용량을 0, 50, 60, 70%로 배합하여 재령 3, 7, 14, 28일에 휨강도 시험을 진행하였다. 시험결과를 바탕으로 최적의 고로슬래그 미분말 사용량 및 최적배합설계를 확립하고 이를 적용하여 친환경 조립식 빗물침투저류블록을 제작한 후, 압축강도와 투수계수 및 빗물침투저류 구조체의 최대압축하중을 시험하였다. 휨강도 시편은 (200×200×60)mm, 압축강도 시편은 (80×80×80)mm, 투수계수 시편은 (200×100×90)mm로 하였으며 빗물침투저류블록 (Figure 1)은 (1000×1000×200)mm로 성형하여 5개를 단위 구조체 (1000×1000×1000)mm로 제작하여 최대압축하중 (Figure 2)을 측정하였다.

Table 1. Experimental Plan

Division	Detail				
	W/B (%)	16.5			
Condition (Flexural strength)	Cement (%)	90	40	30	20
	GGBFS (%)	0	50	60	70
	Aggregate (%)	1 : 4.5			
	Admixture (%)	Fly Ash (7.5), Silica Fume (2.5)			
Items	<ul style="list-style-type: none"> - Compressive Strength - Permeability coefficient - Maximum Compressive Load 				

1) 경북대학교 건축학부, 학사과정
 2) 경북대학교 건설환경에너지공학부, 박사과정 / 한국화학융합시험연구원 대구경북센터, 책임연구원
 3) 세명대학교 소방방재학과, 조교수
 4) (주)클레이맥스, 대표이사
 5) (주)에프엠웍스, 기술연구소장
 6) 경북대학교 건축학부, 부교수, 교신저자(hgchoi@knu.ac.kr)



Figure 1. Rainwater permeable detention block



Figure 2. Maximum compressive load test

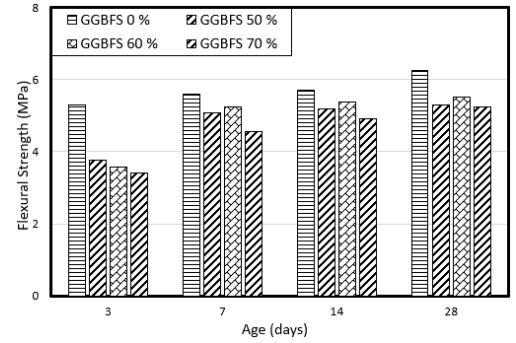


Figure 3. Flexural strength by age

3. 시험결과

재령별 휨강도 측정 결과를 Figure 3에 나타냈다. 재령이 증가할수록 휨강도는 증가하였으며, 고로슬래그의 혼입률이 증가할수록 휨강도는 감소하는 경향을 보였다. 재령 7일의 시점에서 고로슬래그 미분말 사용량 60%의 범위에서 차도용 콘크리트 인터로킹 블록(투수성)의 휨강도 기준 (5.0MPa 이상)을 만족하는 것을 확인할 수 있었다[3]. 따라서 고로슬래그 미분말의 최대 사용량을 60%로 설정하여 이를 기준으로 빗물침투저류 블록을 제작한 후 각종 성능을 평가했다. 친환경 조립식 빗물침투저류블록의 압축강도는 평균 19.3 MPa로 측정되었으며, 투수계수는 평균 2.0mm/s로 나타났다. 이는 콘크리트 호안 및 옹벽 블록의 다공성 제품의 품질 기준(압축강도 16.0 이상, 투수계수 0.3 이상)을 상회하는 수치로 빗물침투저류 블록의 강도와 투수계수 성능은 우수한 것으로 판단된다[4].

한편, 조립식 빗물침투저류블록 구조체 설계 시 시스템 상부의 이용형태 및 시공조건 등에 따른 하중을 고려해야하며, 여기에서는 고정하중에 대한 수직 등분포 파괴하중을 중심으로 분석했다. 빗물침투저류블록을 5단 적층한 단위구조체의 최대압축하중 시험 결과는 1814.2kN으로 나타났다. 이는 수직 등분포 파괴하중에 대한 응력값을 의미하며, 국내 교량 설계 시 구조물에 적용하는 도로교 설계기준에서 제시하고 있는 최댓값인 DB-24를 단순 적용할 때, 차량 총중량은 43.2 ton (423.7 kN)이 되므로 조립식 빗물침투저류블록 구조체의 안전성은 약 4배 이상 확보되어 구조적 안전성이 뛰어난 것을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 조립식으로 설치되는 친환경 조립식 빗물침투저류 시스템의 특징을 반영한 구조체 단위 실물 시험으로 현장 설치 시 안전성 파악을 위한 기초자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

4. 결론

친환경 조립식 빗물침투저류블록 구조체의 성능검토를 실시한 결과, 고로슬래그 미분말 사용량 60%의 범위에서 요구 성능을 만족했으며, 이를 기준으로 제작한 빗물침투저류블록의 압축강도 및 투수계수는 콘크리트 호안 및 옹벽 블록의 다공성 제품의 품질 기준을 만족하는 것을 확인했다. 한편, 빗물침투저류블록의 고정하중에 대한 수직등분포 파괴하중은 국내 교량 설계 시 구조물에 적용하는 도로교 설계기준에서 제시하고 있는 최댓값인 DB-24를 기준으로 약 4배 이상의 안전성을 확보하는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2021년 국토해양부 기술연구개발의 지역기술혁신사업(RS-2021-KA162704)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Intergovernmental Panel on Climate Change, Global Warming of 1.5°C special report, October. 2018. pp. 1-2.
2. 국회입법조사처. 도심 집중호우 피해예방 및 대응방안. 2022. pp. 1-3.
3. 국가표준인증 통합정보시스템. KS F 4419. 2022. pp. 2-5.
4. 한국콘크리트공업협동조합연합회. SPS-KCIC0001-0703. 2020. pp. 4-8.