

이온수지를 활용한 다공성 콘크리트의 식생성능에 관한 실험적 연구

주예*, 양엄*, 유승운**

*가톨릭관동대학교 토목공학과 석사졸업

**가톨릭관동대학교 토목공학과 교수, 교신저자

e-mail:swyoo@cku.ac.kr

An Experimental Study on the Vegetation Performance of Porous Concrete Using Ion Resin

Rui Zhu*, Yan Yang*, Seung-Woon Yoo**

*Graduate Student, Dept. of Civil Engineering, Catholic Kwandong University

**Professor, Dept. of Civil Engineering, Catholic Kwandong University

요약

식생콘크리트의 발전은 다공성 콘크리트를 식생의 기초로 활용하는 기술이 적용되고 시작되었다고 볼 수 있다. 일반적인 콘크리트는 토양과 달리 공극이 작고 알칼리성이 강하며 수분 및 비료성분을 저장 할 수 없기 때문에 이런 문제들을 해결하기 위해 개발된 콘크리트가 다공성 식생콘크리트이다. 콘크리트에서 식물이 성장하기 위해서는 토양과 같은 환경이 필요하며 식생콘크리트는 다공질 콘크리트로 제작하여 뿌리의 정착을 위한 다공성 공간을 제공하고 식물의 성장을 위해 다공질 콘크리트 속에 인위적인 고보수성 배양토를 충전, 고용성 비료를 혼입, 강알칼리에서의 식물 생육을 위해 적당한 pH가 확보되도록 중화처리를 함과 동시에 강도를 확보하도록 구성되어야 한다. 본 연구의 목표는 생태계 보존을 위한 식생환경 보호에 이용되는 다공성 콘크리트에 이온수지를 적용하는 배합비를 제시하고 성능실험을 통해 식생에 대한 성능을 평가하였다.

1. 서론

식생콘크리트의 발전은 다공성 콘크리트를 식생의 기초로 활용하는 기술이 적용되고 시작되었다고 볼 수 있다. 다공성 콘크리트의 공극의 이용은 토양 내의 충전, 보수재 혼입, 비료 혼입, 알칼리 완충재 혼입 등에 사용되며, 식물 뿌리에 침투 효과를 볼 수 있고, 토양 미생물과 토양내의 작은 생물의 생을 가져오는 효과로 분석된다.

국내에서 농부산물 볏짚 재료를 혼입한 다공성 콘크리트 블록의 공학적 특성과 다공성 블록 내 식생특성에 관한 연구에서는 공극률과 중성화처리의 시점 및 양생방법에 따른 다공성 콘크리트의 압축강도, 휨강도 및 pH 등을 측정하였다 [1]. 개발된 다공성 블록에 대해서는 잔디, 참사리, 비수리를 파종 후의 식생효과에 대한 연구를 진행하였다. 연구 결과에 따르면 볏짚 재료의 첨가량이 증가하면서 공극률이 감소하였고, 강도는 첨가량이 증가하고 강도의 최고치를 6일 중성화 처리할 때 가장 높았다. PH에 대한 저감효과는 기건 양생하는 것보다 수중 양생하는 것이 우수하였으며, 수중양생과 중성화처리를 동시에 실시하는 경우 중성화처리 시점에 관계없이 높은 PH 저감 효과를 나타내었다. 이와 같이 농부산물 재

료와 기존 다공성 콘크리트의 안전성, 경제성, 환경성, 고내구성 시킴으로써 다공성 식생콘크리트를 개발하기 위해서는 많은 연구가 필요하며, 그 중에서도 강도 및 식물간의 성장관계를 정확히 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 양자의 관계를 탐구하기 위해서는 정립된 이론 보다 주로 실험을 통해 관련 성능평가를 실시하는 것을 주요 근거로 해야 한다[2,3]

본 연구에서는 다공성 콘크리트의 식생성능을 실험으로 연구, 분석을 시도하였다.

2. 다공성 콘크리트의 구성

일반적인 콘크리트는 토양과 달리 공극이 작고 알칼리성이 강하며 수분 및 비료성분을 저장 할 수 없기 때문에 이런 문제들을 해결하기 위해 개발된 콘크리트가 다공성 식생콘크리트이다. 콘크리트에서 식물이 성장하기 위해서는 토양과 같은 환경이 필요하며 식생콘크리트는 다공질 콘크리트로 제작하여 뿌리의 정착을 위한 다공성 공간을 제공하고 식물의 성장을 위해 다공질 콘크리트 속에 인위적인 고보수성 배양토를 충전, 고용성 비료를 혼입, 강알칼리에서의 식물 생육을 위해 적당한 pH가 확보되도록 중화처리를 함과 동시에 강도를

확보하도록 구성되어야 한다. 따라서 식생콘크리트에 필요한 구성 조건은 콘크리트내의 식물이 성장 할 수 있는 식생기능과 콘크리트 골격 구조로써의 기본적인 역학적 성질이 공존되어야 한다[4,5].

3. 실험 계획 및 결과

다공성 식생콘크리트의 구조적 안정성 및 공극률 또한 중요하지만 식생의 생존환경 확보가 필수적이기 때문에 다공성 식생콘크리트에서 식생의 성장이 가능한지 검토해야 한다. 따라서 다공성 식생콘크리트의 식생능력을 분석하기 위한 비교 시험이 실시하였다.

모든 배합에 대해 식생을 실험하면 실험 장치가 제한적이다. 따라서 다공성 식생콘크리트의 공극률은 25%를 고정하였으며, 여기에 13~20mm 골재, 이온수지 0%로 만든 표준 배합 비율을 표준배합으로 설정한다. 또한 강도 데이터와 pH 데이터의 결합 분석 후 대비배합의 다공성 식생콘크리트는 13~20mm 골재, 이온수지 8%로 만든 다공성 식생콘크리트(No.9)를 선택하였다. 이 두 조의 식생 능력 시험변수는 [표 1]과 같다.

[표 1] 혼합비례의 재배능력분석

No.	unit : kg		percent (%)		
	Water	Cement	Aggregate size	AD (%)	Ion resin (%)
			13~20mm		
No.5	1.846	7.385	40.919	0.35	0
No.9	1.846	7.385	40.919	0.35	8

이온교환수지는 그 기체의 종류에 따라 스티렌계와 아크릴계로 나눌 수 있다. 수지중 화학활성기단의 종류에 따라 수지의 주요 성질 및 카테고리가 정해진다. 먼저 용액 중 양이온과 음이온을 각각 교환할 수 있는 양이온수지와 음이온수지 두 종류로 나눌 수 있다. 양이온수지는 강산성과 약산성 두 가지로 나눌 수 있으며 음이온수지는 강알칼리성과 약알칼리성 두 가지로 나눌 수 있다. 또는 중강산과 중강알칼리성 두 가지가 추가된다. 다공성 식생콘크리트의 식생능력을 분석하기 위하여 [그림 1]과 같이 450×100×100mm의 식생실험 포트를 제작하였다.



[그림 1] 식생실험 포트 제작

다공성 식생콘크리트의 기능적 특성과 외부 환경조건에 따라 식물의 성장특성과 결합하여 식물 자체의 특성 및 재배의 특성에서 식물의 품종 선정을 고려할 수 있다. 식생 자체의 특성으로 볼 때 장기성장주기, 가뭄저항성, 내한성, 알칼리성 환경에 대한 강한 적응성 등 종합적인 성능이 우수한 품종을 선택하는 것이 바람직하다. 그래서 본 실험에 사용된 식물은 두 가지인데, 톨페스큐와 페레니얼은 [그림 2]과 같다.



[그림 2] 톨페스큐와 페레니얼

식물 성장 모니터링을 위한 실내 평균 온도는 25.4℃, 평균습도는 48.8 %이며, 일일 최고온도는 30℃, 최저온도는 24℃로 설정한다. 식생모니터링 결과는 [그림 3]과 같다.

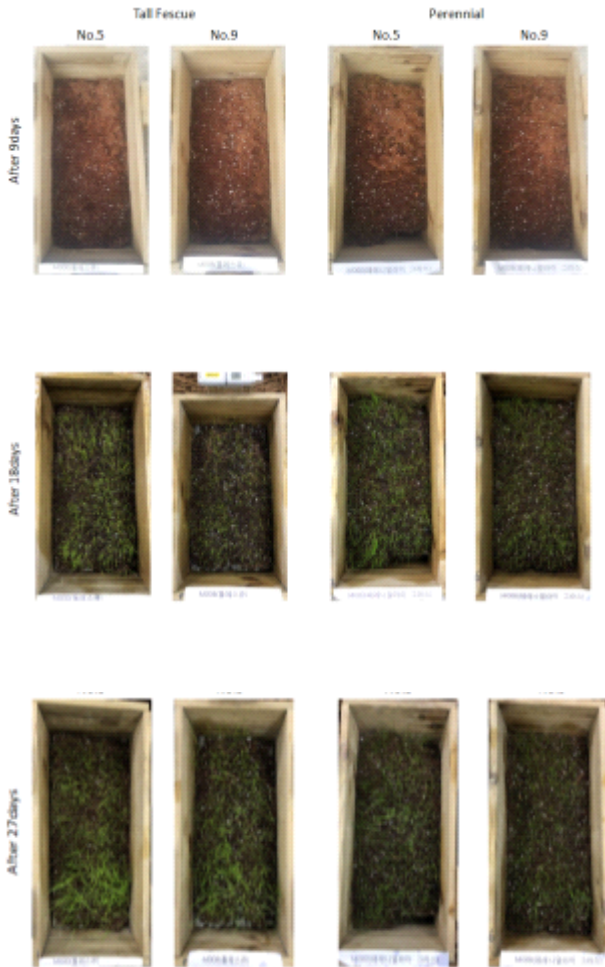
톨페스큐의 실험 데이터를 분석하면 식생 모니터링은 12일 연속으로 날씨 추위 때문에 톨페스큐 첨가한 식물 초장 길이가 2.2~2.3cm를 나타낸다. 12일 후부터 차이가 시작하였으며, 15일 후 이온수지를 사용한 최적화합(No. 9)에서 가장 긴 4.0cm를 나타내었고, 이온수지를 사용하지 않은 조합(No.5)에서 가장 긴 3.7cm를 나타내고 있다. 27일 후 이온수지 사용 최적 배합(No. 9) 중 가장 긴 식생의 길이는 8.0cm를 나타내었으며, 이온수지를 사용하지 않은 조합(No.5)과 조합(No.9) 0.4cm의 초간장 길이 차이가 나는 것으로 측정됐다.

또한, 페레니얼의 식생모니터링 9일째 식물 초장 길이가 0.5~0.7 cm를 보여주고 있으며, 15일 후부터 이온수지를 넣은 식생길이가 기초배합보다 높은 결과가 나타내고 있고, 27일 동안 모니터링을 실시한 후 이온수지를 사용한 최적 배합

(No. 9)과 기초 배합(No.5)은 비슷한 식생 길이를 보여주며 길이는 모두 7.7cm 의 성장을 보여주고 있다.

참고문헌

[1] 김황희, (2006), “산업부산물을 활용한 다공성 식생콘크리트의 설계 및 성능 평가”, 공주대학교 박사학위논문.
 [2] 김황희, 김춘수, 전지홍, 박찬기, (2014), “비소성 무기결합재를 사용한 무시멘트 다공성 식생콘크리트의 물리·역학적 특성 및 동결융해 저항성 평가”, 한국농공학회논문집.
 [3] Montes, F., Valavala, S., and Haselbach, L.M., (2005). “A New Test Method for Porosity Measurements of Porous Concrete”, Journal of ASTM International
 [4] Tennis, P.D., Leming, M.L., and Akers, D.J., (2004). “Pervious Concrete Pavements, EB302, Portland Cement Association”, Skokie, Illinois, and National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, Maryland.
 [5] Yukari Aoki, B.E. M.E., (2009). “Development of Pervious Concrete”, University of Technology, Sydney.



[그림 3] 시간경과에 따른 식물 성장

4. 결 론

이온수지를 첨가한 다공성 콘크리트의 식생 성능을 실험한 결과, 이온수지를 첨가하지 않은 경우에 비해 대조실험을 하였다. 이온수지를 넣은 다공성 식생콘크리트의 식생성능을 측정하기 위해 대조 실험을 하였다. 연구를 통해 이온수지를 첨가하지 않은(No.5) 실험체보다는 이온수지를 첨가한(No.9) 실험체가 약 5%의 향상을 보여 식물생장에 유리함을 보여주고 있다. 실험 결과를 보면, 툴페스큐와 페레니얼의 두 가지 데이터를 종합하여 분석하면 툴페스큐 식물은 페레니얼 식물보다 성장능력이 더 강한다. 동시에 이온수지를 넣었을 경우, 다공성 식생콘크리트 내부에 대한 알칼리성 환경을 줄여 식물의 성장에 유리하다고 판단할 수 있다.