

라텍스를 활용한 다공성 콘크리트의 동결융해저항성 평가

양엄*, 주예*, 유승운**

*가톨릭관동대학교 토목공학과 석사

**가톨릭관동대학교 토목공학과 교수, 교신저자

e-mail:swyoo@cku.ac.kr

Evaluation of Freeze-thaw Resistance of Porous Concrete using Latex

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

*Dept. of Civil Engineering, Catholic Kwandong University

**Dept. of Civil Engineering, Catholic Kwandong University

요약

본 연구에서는 굵은 골재 및 라텍스를 사용하여 친환경 다공성 식생콘크리트의 동결융해저항성 및 물리, 역학적 특성을 평가하고자 하였다. 콘크리트에 연속적인 공극 통로를 만들고 알칼리성을 낮추는 것이 다공성 식생콘크리트의 준비의 관건이다. 라텍스 배합비가 다공성 식생콘크리트의 성능에 미치는 영향을 연구하여, 적합한 라텍스 배합비를 만들어 다공성 식생콘크리트의 우수성을 충분히 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 라텍스의 영향에 근거하여 다공성 식생콘크리트의 물리적 역학적 성능과 내구성능을 분석하였다.

1. 서론

다공성 식생콘크리트는 생태환경에 대한 부하를 줄일 수 있는 동시에 자연생태계와 조화를 이루어 상호 공생할 수 있는 인간의 쾌적한 환경을 위한 자연생태콘크리트다. 다공성 식생콘크리트를 파괴된 수로 호안, 도로변 비탈 등의 생태계에 사용해서 복구하고 재건함으로써 전통적인 콘크리트 호안의 특징뿐만 아니라 다공성 콘크리트 표면에 녹색식물이 자라고 있어 주변 대기환경을 개선하고 녹색 자연경관을 유지하고 있다[1]. 또한, 미생물 및 작은 동식물들은 다공성 식생콘크리트의 울퉁불퉁한 표면이나 연속된 구멍 안에서 생식하며 생물의 다양성을 유지하면서도 하천, 호수의 수질을 직간접적으로 정화하여 일거수일투족 한 생태적 효과를 가지고 있으며, 콘크리트와 자연환경의 접점을 만들고 사회적 효과와 생태적 효과가 뛰어나 인류의 지속가능성에 기여하고 있다. 본 연구의 목적은 라텍스를 이용하여 다공성 식생콘크리트의 성능 및 동결융해저항성을 분석하는 것이다.

2. 다공성 콘크리트의 구성

대체적으로 다공성 식생콘크리트의 공정은 일반 콘크리트의 잔골재 용적을 낮추어 공극을 늘리며 최적의 물/시멘트비

는 30~40%의 범위이다. 이 범위를 웃도는 높은 물/시멘트비의 경우는 시멘트 페이스트가 점성을 잃으며 흘러내려 유실될 가능성이 높고, 낮은 물/시멘트비에서는 특정 공시체에 요구되는 적당한 점도가 형성되지 않아 다짐이 어렵다. 배합비면에서의 다공성 식생콘크리트 제조는 많은 실험과 연구를 통해서 최적의 배합비 값을 도출해야 된다[2,3]. 다공성 식생콘크리트 블록의 특성은 독립 또는 연속된 공극구조가 많고 공존하는 물리적 특성을 가지고 있다. 일반적인 다공성 식생콘크리트의 물리적 특성은 [표 1] 과 같다.

[표 1] 다공성 식생콘크리트의 일반적 특성

Physical properties	Range of physical properties
Specific gravity	1.6~2.0
Porosity	5~35%
Compressive strength	5~30 MPa
Tensile strength	1/7~1/14 of Compressive strength
Flexural strength	1~5 MPa
Bond strength	1.5~6 MPa
Static modulus of elasticity	0.7~2.0×10 ⁴ MPa
Dry shrinkage	200~350×10 ⁻⁷ MPa
Permeability	0.1×5.0 cm/s
Thermal performance	0.3kg-cal/m ² ·h·°C

3. 실험 계획 및 결과

라텍스는 고무나무의 껍질에서 흡을 내어 천연 액체의 원료를 얻어지는 천연소재를 말한다. 현재 사용되는 라텍스의 대부분은 50%의 물과 40~50%의 수성 폴리머를 인공 제조에 사용하고 있다.

본 연구에 사용된 라텍스는 SB 라텍스를 적용하였으며, 라텍스의 주성분은 [표 2] 와 같으며, SB 라텍스 사진은 [그림 1]과 같다.

[표 2] SB 라텍스의 특성

Solid content (%)	Styrene content (%)	Butadiene content (%)	pH	Density (g/mm ³)	Surface tension (dyne/cm)	Particle size (Å)	Viscosity (cps)
49	34±1.5	66±1.5	11	1.02	30.57	1,700	42



[그림 1] SB 라텍스

본 연구에서는 기존 다공성 식생콘크리트 블록에 대한 자료 조사를 통하여 기준배합을 설정하고, 라텍스 및 섬유 소재를 사용하여 물리역학적 특성 및 내구성능을 분석한 후 최적의 배합비를 결정하였다. 다공성 식생콘크리트의 최적의 배합도출을 위한 배합비는 [표 3]과 같다.

동결융해저항성은 다공성 식생콘크리트의 중요한 성능 지표이다. 노반경사, 강둑호사, 도로 노면, 주차장 등에 사용되는 다공성 식생콘크리트는 모두 대기 자연환경에 노출돼 있어 추운 겨울에는 녹는 파괴작용을 피할 수 없다. 따라서 다공성 식생콘크리트의 내구성 이론을 연구하고 다공성 식생콘크리트의 내구성을 개선 및 향상시키기 위한 조치를 취하는 것은 다공성 식생콘크리트 연구 중 필요하고 시급한 내용이다. 호안에 적합한 다공성 식생콘크리트는 물에 자주 잠기는 습윤 상태에서는 큰 영향을 미치지 않지만 건조와 침습이 반복

되는 곳에서는 동결로 의해 팽창하여 균열이 발생하기 쉬우므로 동결융해저항성 시험을 통해 안정성을 연구 및 실험할 필요가 있다. 따라서 본 실험에서는 다공성 식생콘크리트의 동결융해저항성을 분석하였다.

[표 3] 다공성 식생콘크리트의 배합 설계

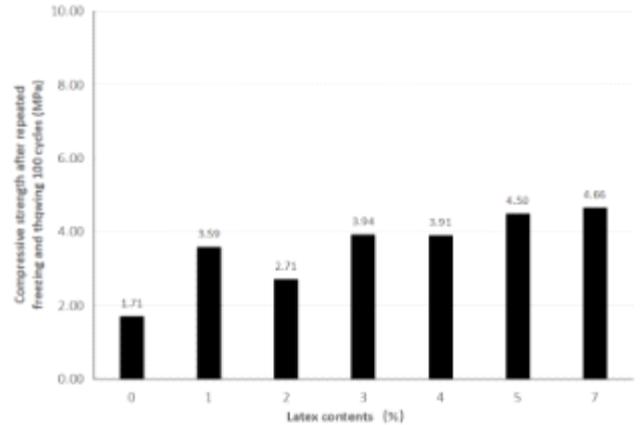
No.of mix	unit : kg				unit : percent (%)	
	Water	Cement	Aggregate size		AD (%)	Latex (%)
			5~13 mm	13~20 mm		
No.1	1.646	6.585	42.633		0.35	0
No.2	1.646	6.585	42.633		0.35	2
No.3	1.646	6.585	42.633		0.35	4
No.4	1.646	6.585	42.633		0.35	6
No.5	1.846	7.385		40.919	0.35	0
No.6	1.846	7.385		40.919	0.35	1
No.7	1.846	7.385		40.919	0.35	2
No.8	1.846	7.385		40.919	0.35	3
No.9	1.846	7.385		40.919	0.35	4
No.10	1.846	7.385		40.919	0.35	5
No.11	1.846	7.385		40.919	0.35	7

일반적인 콘크리트의 동결융해저항성 시험은 KS F 2456의 규정에 의거한 것이다. 온도를 4 °C에서 -18 °C로 낮추어 동결작용과 다시 4 °C로 올리는 융해작용을 100회 반복 한 후 상대동탄성계수를 측정하는 방법이다.

그러나 호안블록은 환경표지인증(EL 745 용벽·타 일·판재류, EL 245 투수콘크리트 제품)이나 단체표지인증 (SPS-KCIC0001-0703) 규정[4]에 의거해서 동결융해 100회 반복 후 압축강도를 측정하는 방법을 제시하고 있으므로 본 실험 연구에서는 이 규정에 따라 시험을 실시하였다. 동결융해 반복 실험사진은 [그림 2] 과 같다.



[그림 2] 동결융해저항성 시험



[그림 3] 동결융해저항성 시험결과

4. 결 론

본 연구에서는 다공성 식생콘크리트의 성능에 미치는 라텍스의 영향을 분석했으며, 본 실험 결과를 정리하면 다음과 같다.

동결융해 주기 100회 이후에는 압축강도가 감소하지만 라텍스를 첨가하면 동결융해저항성 실험을 반복한 후 압축강도의 감소를 억제하는 효과가 있다. 라텍스를 사용하면 다공성 식생콘크리트의 초기 유동성이 증가하며, 골재와 골재 사이의 표면은 접합 물질로 완전히 덮여 표면 효과가 강화된다. 그리고 라텍스 자체의 접착력을 통해 재료 간 접착력을 높여 동결융해저항성 시험한 후 압축강도를 개선할 수 있다.

동결융해를 반복한 후 잔류압축강도의 실험결과 라텍스는 접착성이 있어 다공성 식생콘크리트의 서리저항성이 개선된 것으로 나타났다. 동결융해 실험을 100회 반복한 후 라텍스가 첨가된 모든 제형에서 다공성 식생콘크리트의 압축강도는 이전의 58% 이상으로 나타났다.

참고문헌

- [1] 최경영, (2005). “하천 및 수로의 환경친화적 정비를 위한 다공성 콘크리트 블록 개발과 적용성 시험”, 건국대학교.
- [2] Yukari Aoki, B.E. M.E., (2009). “Development of Pervious Concrete”, University of Technology, Sydney.
- [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] 환경표지인증, (2015). “EL245. 투수콘크리트제품” 한국환경산업기술원.

골재 5~13cm, 13~20cm 크기의 굵은 골재로 만든 다공성 식생콘크리트의 압축강도, 휨 인장강도, 공극률, 투수계수, pH 등을 종합적으로 분석하여, 동결융해 실험에서 13~20cm의 굵은 골재로 만든 다공성 식생콘크리트를 선택하기로 했다. 다공성 식생콘크리트 동결융해저항성 시험결과는 표 4] 및 [그림 3]과 같다.

[표 4] 다공성 식생콘크리트의 동결융해저항성 시험결과(MPa)

No.of mix	Repeated 100cycle (freezing and thawing)				Residualcompressive strengthratio(%)
	No. of specimens			Avg.	
	1	2	3		
No.5	1.11	2.16	1.87	1.71	38.60
No.6	4.44	3.57	2.75	3.59	65.51
No.7	2.50	2.32	3.33	2.71	58.27
No.8	3.75	3.96	4.10	3.94	60.33
No.9	3.40	3.43	4.91	3.91	89.86
No.10	4.35	4.85	4.30	4.50	76.01
No.11	4.87	4.37	4.73	4.66	85.19