

# 아두이노 센서를 활용한 폐유리 발포비드 혼입 식생블록의 온습도 유지성능 평가

## Evaluation of Temperature and Humidity Maintenance Performance with Vegetation Blocks Incorporating Waste Glass Beads Using Arduino Sensor

길민우<sup>1</sup> · 김규용<sup>2</sup> · 편수정<sup>3</sup> · 최병철<sup>3</sup> · 김문규<sup>4</sup> · 남정수<sup>5\*</sup>

Gil, Min-Woo<sup>1</sup> · Kim, Gyu-Yong<sup>2</sup> · Pyeon, Su-Jeong<sup>3</sup> · Choi, Byung-Cheol<sup>3</sup> · Kim, Moon-Kyu<sup>4</sup> · Nam, Jeong-Soo<sup>5\*</sup>

**Abstract** : Recently, heat island and dry island phenomena occur frequently due to land surface development and excessive energy consumption in urban areas. As a result, the surface temperature of the building and the entire temperature of its surroundings are increased, and as a result, the durability of the building is rapidly deteriorated. In order to suppress these causes, a method of maintaining the temperature of road heating wires was implemented as a temporary measure, but this did not predict climate change. Therefore, this study is a method to measure the compressive strength, density, and thermal conductivity of lightweight concrete using waste glass foam beads. After fabricating a simple chamber, the temperature and humidity of the inside and outside were measured with an Arduino device in consideration of external factors. Therefore, if waste glass foam beads made through proper mixing are constructed in the urban center, the quality of the urban can be improved.

**키워드** : 아두이노, 폐유리, 발포비드, 블록, 유지성능

**Keywords** : arduino, waste glass, beads, block, maintenance performance

### 1. 서론

최근 산업화 및 도시화와 과도한 에너지 사용에 따른 문제점은 도시의 열섬현상을 유발하고 있다. 열섬현상은 구조물의 표면 온도와 주변의 평균 온도를 상승시키며 도심지의 온실 효과에 따른 냉방 기기 등의 가동률을 상승시켜 에너지 절감을 어렵게 한다. 이에 따라 도시의 평균 온도를 유지하기 위해 동절기에는 도로 열선을 이용하거나 하절기에는 도심 미스트를 활용하는 방안을 시도하여 상대적인 저온-고온 환경을 유도하는 방법을 시행하고 있지만, 일시적인 방법으로 설비의 유지보수 관리가 필수적으로 요구된다[1]. 따라서 본 연구에서는 기존 폐유리 분말을 특수 열 가공한 다공질 폐유리 발포비드를 활용하여 식생 블록을 제조하였고, 식생블록의 온도 및 습도 유지성능을 평가하고자 아두이노 센서를 활용하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

본 실험체 제작을 위해 사용된 폐유리 발포비드(Waste Glass Bead, 이하 WGB)는 다수의 기공이 존재하므로, 배합 중의 수분 흡수를 방지하고자 24시간 동안 프리웨팅(Pre-wetting)된 것을 사용하였다. 골재 보정계수를 고려하여 프리웨팅된 WGB가 혼입된 배합은 W/C 40%, 프리웨팅되지 않은 WGB의 배합은 W/C 50%로 실험수준을 계획하였다.

#### 2.2 실험방법

식생블록은 24×24×12(cm)로 제작하였고, 간이 챔버는 아크릴 소재로 24×24×35(cm) 직육면체 형태로 실험환경을 조성해 상부가 개방된 상태로 제작하였다. 그림 1과 같이 A, B, C층으로 나누어 A층은 실외 환경과 유사한 조건을 충족하기 위한 이끼류를 설치하고, B층은 A층과 C층의 온습도 유지를 목적으로한 식생블록 설치, C층은 환기가 되지 않는 내부 환경으로 구성하였고 각 층마다 센서를 연결할 수 있게 길이 5cm의 정사각형 형태로 천공하였다. 실험은 12시부터 21시까지 3시간 간격으로 각 층별 온도 및 습도의 절대값에

1) 충남대학교 건축공학과, 학-석사 연계과정

2) 충남대학교 스마트시티 건축공학과, 교수

3) 충남대학교 건축공학과, 박사과정

4) 충남대학교 건축공학과, 석사과정

5) 충남대학교 스마트시티 건축공학과, 교수, 교신저자(j.nam@cnu.ac.kr)

대한 상대적인 차이(뒤 측정 시간대-현 측정 시간대)를 확인하였다. 실험은 온습도 측정을 위해 아두이노 기반으로 설계되었으며, 온습도 측정에 적합한 아두이노 센서를 사용하였다. 센서는 아두이노 보드 UNO R3에 연결하고 브레드보드에 이용하여 아두이노 프로그램에 적합한 코드 입력을 통해 온도, 습도를 유도하여 측정하였다. 또한 가변 저항을 조작하여 실시간으로 시리얼 모니터를 확인하였으며, 아두이노를 PC와 모바일에 연결하여 실행시켜 실시간으로 도출되는 온습도 데이터를 바탕으로 결과값을 도출하였다.

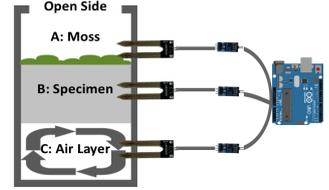


그림 1. 아두이노 센서 활용 실험환경

### 3. 실험결과

W/C 40%, 50%의 WGB 50%의 수준에서 아두이노 센서를 이용한 온도 및 습도를 측정한 결과는 표 1 및 표 2와 같다. 각 층마다 측정된 온도와 습도에 대한 결과와 절대값에 대한 상대적인 차이(뒤 측정 시간대-현 측정 시간대)를 표기하여  $\Delta H$ 와  $\Delta T$ 로 나타내었다. A층의 경우 모두 외기 접촉 면적이 같으므로 동일 값으로 측정되었으며, B층의 경우 W/C에 의한 차이로 온도 및 습도 유지성능의 차이가 있었다. 또한 C층은 WGB에 포수된 수분에 의한 비열 현상으로 인해 일정 수준의 온습도 유지성능을 보였다. 이에 따라, WGB를 활용한 식생블록은 폐자원을 활용한 건설자재로 활용될 수 있으며, 도시의 열섬현상 저감을 위한 방안으로 판단된다.

표 1. 아두이노 센서 활용 온습도 측정 결과 (W/C 40%)

W/C (%)	Layer	Factor	Time(Average)			
			12:00	15:00	18:00	21:00
40	A	H (%)	45	55	75	80
		T (°C)	14	17	12	10
		$\Delta H$	10	20	5	-
		$\Delta T$	3	5	2	-
	B	H (%)	30	28	41	51
		T (°C)	15	15	14	13
		$\Delta H$	2	13	10	-
		$\Delta T$	0	1	1	-
	C	H (%)	21	14	22	25
		T (°C)	18	21	17	14
		$\Delta H$	7	8	3	-
		$\Delta T$	3	4	3	-

표 2. 아두이노 센서 활용 온습도 측정 결과 (W/C 50%)

W/C (%)	Layer	Factor	Time(Average)			
			12:00	15:00	18:00	21:00
50	A	H (%)	45	55	75	80
		T (°C)	14	17	12	10
		$\Delta H$	10	20	5	-
		$\Delta T$	3	5	2	-
	B	H (%)	33	30	46	57
		T (°C)	15	16	15	14
		$\Delta H$	3	16	11	-
		$\Delta T$	1	1	1	-
	C	H (%)	26	12	22	26
		T (°C)	20	22	19	15
		$\Delta H$	14	10	4	-
		$\Delta T$	2	3	4	-

### 4. 결론

본 연구에서는 도시의 열섬현상을 저감하기 위한 대책으로 폐유리 경량 골재를 활용한 식생블록을 제작하여 도심 온도 저감 및 유지 등의 적용 가능성을 평가하고자 하였다. 제작된 식생블록은 아두이노 센서를 이용하여 실내-식생블록-실외 환경으로 구성된 챔버에서 온습도를 측정한 결과 내부의 온도, 습도변화는 외부에 비해 일정한 수준으로 유지된 것을 확인하였다. 따라서 도심 내에 시공된다면 고온 현상을 저감하여 도시 삶의 질 향상, 옥상녹화 시설의 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음(과제번호: No. 2020R1C1C101403812).

### 참고문헌

1. 채종윤, 김경매, 구경완. 카본사 다중파이프를 이용한 도로결빙 방지시스템. 공업기술연구 논문집. 2014. 제33권 1호. pp. 70-76.