

티타늄 금속을 활용한 수열온도 예측용 간이측정장치 개발에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on Development Hydrothermal Temperature Measuring Tools Using Titanium

심 상 략* 류 동 우**

Sim, Sang-Rak Ryu, Dong-Woo

Abstract

Accurate fire diagnoses are needed to properly repair and strengthen buildings affected by fire. The current diagnosis method of fire takes time and is ineffective. In previous research, Melting point temperature of each sequence to grasp easily the temperature of the concrete up to 200 ~ 600 °C was to estimate the temperature by utilizing a different sequence representing material. But In the form of conventional hydrothermal temperature prediction simple measuring device, it is difficult in the future buried in application to the construction site, there is a problem of damage when concrete pouring, and only the extension of life measured by the zinc has a problem does not distinguish between 400 °C and 500 °C. Therefore this study is conducted by utilizing a titanium metal changes the color depending on the temperature to check for the applicability of the simple apparatus for measuring the temperature prediction sequence.

키 워 드 : 수열온도, 수열온도 예측 간이 측정 장치, 보수·보강, 티타늄 금속

Keywords : hydrothermal temperature, hydrothermal temperature measuring tools, repair and reinforcement, titanium

1. 서 론

콘크리트는 일반적으로 450 ~ 550°C 이상의 온도영역에서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 열분해 되고 이로 인해 열에 의한 중성화가 진행되어 내구성이 현저히 저하하는 것으로 알려져 있다.²⁾ 화재로 인해 내구성이 저하된 건축물의 보수·보강을 위해 화재 피해 진단시 육안조사, 1차, 2차 조사를 거쳐 콘크리트의 수열온도를 예측하지만 이러한 방식은 장시간이 소요되어 비효율적이다. 선행 연구¹⁾에서는 콘크리트의 수열온도를 간편하게 파악하고자 200 ~ 600°C까지 각 온도별 녹는점이 서로 다른 대표물질을 활용하여 수열온도를 추정하고자 하였다. 하지만 기존의 수열온도 예측용 간이측정장치(이하 간이측정장치)의 형태는 향후 건설현장에 적용시 매설의 곤란함, 콘크리트 타설시 파손의 문제점 및 400 ~ 500°C영역에서 아연으로만 측정하여 명확하게 400°C와 500°C를 구분하지 못하는 문제점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 온도에 따라 색상이 다르게 변하는 티타늄 금속을 활용하여 수열온도 예측용 간이측정장치에 대한 적용 가능성을 확인해보고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 300 ~ 600°C의 온도영역에서 가열 시간별 티타늄 금속의 색상변화를 확인하여 간이측정장치에 활용하기 위한 사전 연구로 티타늄 금속을 해당 온도에서 30 ~ 120분 동안 30분간격으로 전기 가열로 실험을 진행하여 온도별, 시간별 티타늄 금속의 색상변화를 확인하였다. 티타늄 금속의 색상변화를 정량적으로 확인하기 위해 실험종료 후 티타늄 금속 표면의 상단 평면을 디지털 카메라로 촬영하고 색좌표 값의 정량적인 추출을 위해 포토샵(Photoshop) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 또한 색상분석은 티타늄 금속 표면의 상단 평면 촬영 사진을 포토샵의 효과 중 지정한 값 주위 픽셀의 색 평균을 표현하는 모자이크(Mosaic)효과를 적용하여 20개 부위를 추출하여 RGB, HSB 색좌표 값을 측정하였다.^{3,4)}

3. 실험결과 및 고찰

3.1 온도에 따른 티타늄 금속의 색상변화

온도에 따른 티타늄 금속의 변화를 관찰한 결과, 300°C에서는 티타늄 금속의 표면이 30분부터 120분까지 모두 노란색으로 변하는 것을 관찰할 수 있었다. 400°C에서는 30분에서 60분까지는 황동색으로 변하고 90분이 넘어가면서 120분까지는 보라색으로 변하는 것을 관찰할

* 대진대학교 건축공학과 석사과정

** 대진대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 교신전자(dwryu@daejin.ac.kr)

수 있었다. 450°C에서는 30분부터 120분까지 모두 보라색으로 변하는 것을 관찰할 수 있었고, 500°C에서는 30분부터 120분까지 모두 청색으로 변하는 것을 관찰할 수 있었다. 550°C에서는 30분에서만 옅은 청색을 나타내었고 60분부터 120분까지는 옅은 회색으로 변하는 것을 관찰할 수 있었다. 600°C에서는 30분부터 120분까지 모두 진한 회색으로 변하는 것을 관찰할 수 있었다.

표 1. 온도에 따른 티타늄 금속의 색상변화

가열온도	300°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C
30분						
60분						
90분						
120분						

3.2 티타늄 금속 색상변화의 정량적 분석

티타늄 금속의 색상변화를 정량적으로 분석한 결과, 그림 1과 같이 RGB 좌표계에서는 R, G, B의 값은 300 ~ 400°C범위에서는 감소하는 경향을 보였고 400 ~ 550°C까지는 증가하는 경향을 보였다. 그림 2와 같이 HSB 좌표계에서는 채도(S)와 명도(L)는 온도가 증가함에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나, 색상(H)의 값은 300 ~ 400°C범위에서는 증가하는 경향을 보였으며, 400 ~ 600°C범위에서 감소하는 경향을 나타내었다.

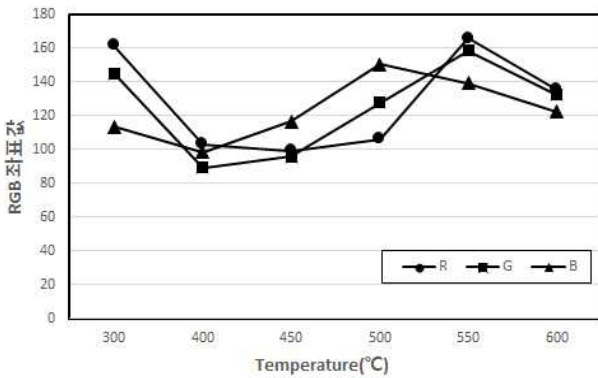


그림 1. 온도별 RGB 색상값 변화

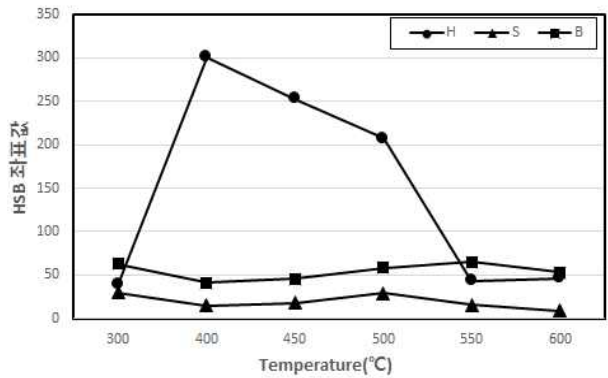


그림 2. 온도별 HSB 색상값 변화

4. 결 론

가열온도에 따른 티타늄 금속의 색상변화를 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 300 ~ 600°C까지 티타늄 금속의 색상변화가 나타나 공기 중에서 티타늄 금속이 받은 수열온도를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.
- 2) 400 ~ 550°C에서는 HSB 좌표계로 티타늄 금속이 받은 수열온도를 예측할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 300, 550, 600°C에서는 일관되게 나타나는 HSB 좌표값과 다르게 RGB 좌표값이 모두 다르게 나타나고 있어 티타늄 금속이 받은 수열온도를 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 심상락 외 1인, 화재 피해를 받은 구조물의 수열온도 예측 간이 측정 장치 개발, 건축사공기기술대전, 2015.11
2. 이성민, 화재를 입은 콘크리트구조물의 손상평가방법 및 보수보강 대책, 한국철도학회지 제8권 제1호, 2005.3
3. 이종원 외 3인, 사진 분석법을 이용한 고온 콘크리트의 색상변화 측정 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제32권 제2호, 2012.10
4. 박양순 외 2인, 고온 (300~1000°C)에서 티타늄 금속시편의 표면 산화거동, 분석과학 제22권 제6호, 2009.12