

유도가열에 의한 도전성 저항체의 승온특성

Heating Properties of Conductive Resistor by Induction Heating

한창우* 안재철** 오상균*** 강병희****
 Han, Chang-Woo Ahn, Jae-Cheol Oh, Sang-Gyun Kang, Byeung-Hee

Abstract

The purpose of this study is to select a conductive resistor as high energy efficiency through analysis of the heating properties by induction heating. The result of this study, the heating properties is capable of weaken cementitious joint in 10~30 seconds when using the conductive resistor with wire mesh or punching metal. Although the steel is higher temperature than SUS304, SUS304's heating properties are more uniform.

키워드 : 유도가열, 도전성 저항체, 분해성
 Keywords : Induction Heating, Conductive Resistor, Disassembly Property

1. 서론

본 연구에서는 건축물의 다양한 접합시스템 가운데, 가장 범용적으로 사용되며, 조립성이 우수한 시멘트계 접합부에 분해성을 부여하는 것을 통하여, 해당 접합방법이 적용되는 건축부품의 해체후 친환경적으로 재사용 및 재이용이 가능한 접합기술을 개발하는 것을 목적으로 한다. 시멘트계 접합부의 메커니즘으로서 유도가열에 의한 도전성 저항체의 가열특성을 이용하였다. 유도가열 기술은 에너지적 측면에서 효율이 높으며, 선택적이고 국소적인 가열이 가능하기 때문에, 건축 부재 및 재료의 접합 부분만을 범위로 하여 적은 에너지로 가열 하는 것이 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 도전성 저항체의 종류에 따른 유도가열시의 승온특성을 분석하여, 에너지효율이 높은 도전성 저항체를 선정하는 것을 목적으로 한다. 또한, 고주파 출력과 도전성 저항체 가열거리에 따른 승온특성을 분석한다.

2. 실험개요

표 1은 본 실험의 인자를 나타낸다. 유도가열은 기본주파수 100 kHz(동작주파수 60~120 kHz), 최대 고주파출력 5 kW의 실험용 장치를 사용하였다. 가열코일은 팬케이크형으로 $\phi 10 \times 3$ N, 외형치수 $\phi 120$ 의 것을 사용하였으며, 이때 동작주파수는 100 kHz이다.

표 1. 실험인자

기호	도전성 저항체		고주파 출력
	금속망·편칭메탈	규격	
F-4M F-10M	철망 (아연도금)	$\phi 1.60 \text{ mm} \times P4.75 \text{ mm}$ (4.0M) $\phi 0.55 \text{ mm} \times P1.99 \text{ mm}$ (10M)	1 kW 2.25 kW 4.0 kW
S-4M S-10M	스테인 레스망 (SUS304)	$\phi 1.60 \text{ mm} \times P4.75 \text{ mm}$ (4.0M) $\phi 0.53 \text{ mm} \times P2.01 \text{ mm}$ (10M)	
Fp0.5- $\phi 3$ Fp1.0- $\phi 3$ Fp1.0- $\phi 5$	철제 편칭메탈	T0.5 mm- $\phi 3 \text{ mm} \times P5 \text{ mm}$ (개구율 32.4%) T1.0 mm- $\phi 3 \text{ mm} \times P5 \text{ mm}$ (개구율 32.4%) T1.0 mm- $\phi 5 \text{ mm} \times P6 \text{ mm}$ (개구율 62.5%)	
Sp0.5- $\phi 3$ Sp1.0- $\phi 3$	스테인 레스제 편칭메탈	T0.5 mm- $\phi 3 \text{ mm} \times P5 \text{ mm}$ T1.0 mm- $\phi 3 \text{ mm} \times P5 \text{ mm}$	



그림 1. 유도가열장치의 구성

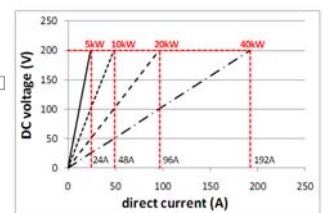


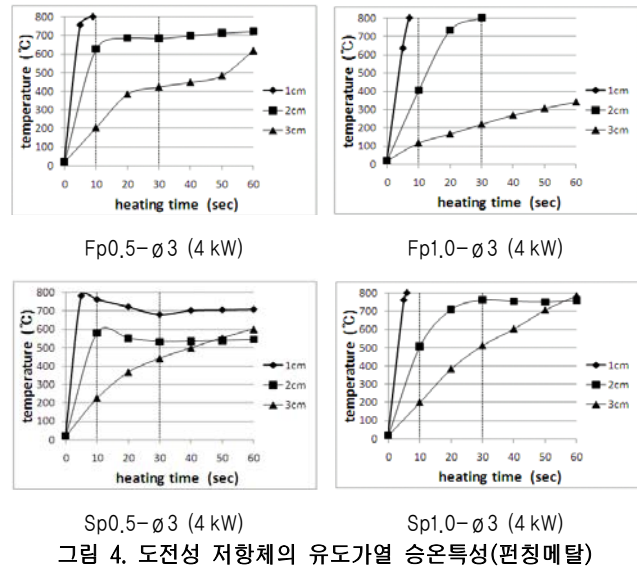
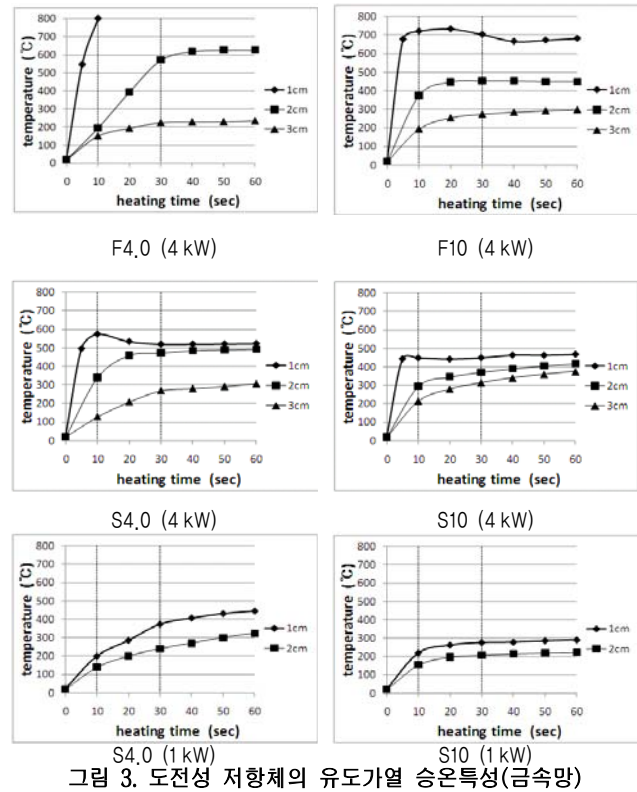
그림 2. 유도가열장치의 출력

3. 실험결과 및 고찰

도전성 저항체의 형태와 사용전력, 그리고 가열거리에 따른 유도가열시 승온특성은 전반적으로 중심부에 비하여 외측부가 용이하게 가열이 이루어졌었으며, 시간이 지남에 따라 점차 내부로 가열이 진전되었다. 고주파 출력 4 kW를 기준으로 보면, 금속망의

* 동아대학교 건축공학과 석사과정
 ** 상지건축부설연구소 선임연구원, 공학박사, 교신저자 (jcan222@nate.com)
 *** 동의대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
 **** 동아대학교 건축공학과 교수, 공학박사

경우, 코일로부터 도전성 저항체까지의 유도가열 거리가 1 cm, 2 cm일 때, 약 10~30초 이내에 급격한 온도상승후 가열시간에 따라 온도는 일정하거나 오히려 다소 감소하는 경향을 나타내었다.



이는 유도가열 에너지가 집중되어 가장 급속도로 가열되던 외측부가 녹는점에 도달하면서 파단되어 유도가열이 가능한 회로의 기능이 중지되고, 이로 인하여 상대적으로 승온효율이 낮은 중심부로 새로운 회로를 만드는 과정에서 온도가 감소하는 것을 알 수 있었다. 특히, 10M(메쉬) 철망(F10)의 경우는 스테인레스망과

비교할 때 최고온도는 동일하였으나 가열면적이 크게 감소하는 것을 알 수 있었다. 그러나, 거리가 3 cm 에서는 회로의 파단이 거의 이루어지지 않은 상태에서 서서히 온도가 증가하는 것으로 나타났다. 동일한 원리로서 고주파 출력 2.25 kW의 경우에서 가열거리 2 cm, 3 cm일 때, 시간과 함께 온도가 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나, 가열거리 1 cm의 경우는 4 kW와 2.25 kW의 출력에 따른 승온속도의 차이는 거의 없었으며, 가열거리가 점차 멀어짐에 따라 고주파 출력에 따른 가열효율의 영향이 커졌다.

도전성 저항체의 두께에 따른 영향은 유도가열에 의한 2차 회로가 단면내부에서 용이하게 만들어지는 철망, 스테인레스망 4M가 원활히 가열이 이루어지는 것을 알 수 있다. 반면, 재종에 따른 승온특성은 철의 경우가 최고온도는 다소 높았으나 스테인레스의 경우가 전체적으로 균일한 가열경향을 나타내었다.

펀칭메탈의 경우는, 전반적으로 금속망에 비하여 승온속도가 월등히 우수한 것으로 나타나 4kW 가열조건에서 대부분 10초 이내에 800 °C에 도달하였으며, 가열거리가 가까울수록 그 차이는 컸다. 개구율에 따른 차이는 ø5 mm(개구율62.5%)가 ø3 mm(개구율 32.4%)에 비하여 다소 승온속도가 느린 것으로 나타났다. 그러나, 고주파 출력 1 kW의 경우에서는 대부분의 경우에서 60초 가열에도 시멘트계 물질의 취약화가 예상되는 400°C를 넘지 못하였다.

4. 결 론

- 1) 회로간 접촉이 큰 펀칭메탈의 경우가 금속망에 비해 승온속도가 월등히 우수하다.
- 2) 최고온도의 경우 와전류 손실과 히스테리시스 손실에 의한 발열반응을 나타내는 철의 경우가 다소 높았으나, 스테인레스의 경우가 전체적으로 균일한 가열경향을 나타내었다.
- 3) 가열거리 1 cm의 경우 4 kW와 2.25 kW의 출력에 따른 승온속도 차이는 거의 없으며, 가열거리가 멀어짐에 따라 출력에 따른 영향이 커졌다.
- 4) 도전성 저항체로서 금속망과 펀칭메탈을 사용할 경우 시멘트계 접합부의 가열에 의한 취약화를 위해서는 에너지 효율성과 승온특성을 고려한다면, 가열거리 1 cm이내의 경우는 2.25 kW가, 1~2 cm의 경우는 4 kW가 적절할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 安幸徹 建築材料及び部品の易分解性を考慮したセメント系接合技術の開発 東京大学博士論文 2010年3月