

ペーパーハニカムパネルの浸水検出へのアクティブサーモの 応用に関する実験的検討

Experimental Study on the Application of Active Thermo to Detection of Water in Paper Honeycomb Panel

○高橋絵里子*、山口 瑛子*、谷口 正成*、家名田敏昭*、高木 相*、中鉢 憲賢**

○Eriko TAKAHASI*, Akiko YAMAGUCHI*, Masanari TANIGUCHI*, Thosiaki YANADA*
Tasuku TAKAGI*, Yoshinori CHUBACHI***

* 東北文化学園大学科学技術学部、** 東北学院大学工学部

* Faculty of Science and Technology, Tohoku Bunka Gakuen Univ.

** Faculty of Engineer, Tohoku Univ.

キーワード：ペーパーハニカムパネル(Paper honeycomb panel)、浸水検出(Water detection)、
赤外放射技術(Infrared radiation technique)、アクティブサーモ(Active thermo)

連絡先：〒981-8551 仙台市青葉区国見 6-45-1 東北文化学園大学
科学技術学部応用情報工学科 谷口研究室 高橋絵里子
Tel : 022-233-3797、Fax : 022-233-3797、E-mail : taniguti@ait.tbgu.ac.jp

1. はじめに

ペーパーハニカムパネルは、軽量、強固、ならびに、安価という特徴を有しており、現在、輸送用コンテナ、建築用外装パネル、搬送車両の壁面や床材など、いろいろな分野で使用されている。一方、本パネルを屋外で長時間放置した場合、雨水等がパネル内に浸透し、パネルの耐久性の劣化の要因となる場合がある。

従来、パネル内の浸水の有無は熟練者による打音法による手法で評価されている。しかし、この手法では、多大な時間と作業を要し、評価精度も低いと言われている。一方、最近、超音波診断の応用について、調査、検討が試みられて^[1] さらに、建築、構造物の非破壊検査に赤外放射技術を応用した評価方法が検討されている。^[2]

筆者らは、パネル内の浸水を非接触で評価する一手法としてサーモグラフィの応用を試み、その有効性が得られた。^[3] 今般、さらに、アクティブサーモの応用を試み、パッシブサーモを応用した場合と比較した結果、アクティブサーモでは、パネル内の浸水を明確に検出できる可能性が得られた。本報では、諸学兄のご意見を賜りたく、その結果の一部を紹介する。

2. 被測定ハニカムパネルの概要

本研究では、可搬型シェルタに使用されている電磁遮蔽パネルを被測定ハニカムパネルとした。被測定ハニカムパネルは図1に示すように、蜂の巣状のペーパーハニカムを両面からアルミ板で挟み、接着した構造である。アルミパネル板の厚さは約1mm、ハニカムのペーパーの厚さは約0.2mmである。なお、ハニカム内には樹脂で硬化したウレタンが挿入されている。また、アルミパネルの表面はフタル酸系塗装、あるいは、ウレタン系塗装が施されている

被測定ハニカムパネル表面の温度分布、ならびに、温度変化の測定には、市販のサーモグラフィ装置(NEC三栄製：TH3104MR)を利用した。

3. パッシブサーモによる表面温度測定

3-1. 実験条件と実験方法

実験条件A：図2に示すように、被測定ハニカムパネルの一方を剥離し、ペーパーハニカムの高さ約数ミリのアルミパネルを下にして、水平に固定し、ハニカム面(約10mm四方、厚さ10mm)に湯水を滴下し、その時のアルミパネル表面の温度分布とその温度変化を赤外線カメラで検出、測定した。

実験条件B：実験条件Aと同様、ハニカム面に約10mm四方、厚さ10mmの氷片を置き、その時のアルミパネルの温度分布とその温度変化を赤外線カメラで検出、測定した。

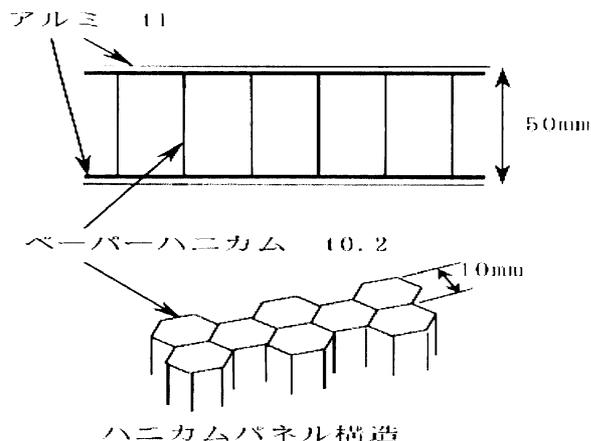


図1 被測定ハニカムパネルの概略図

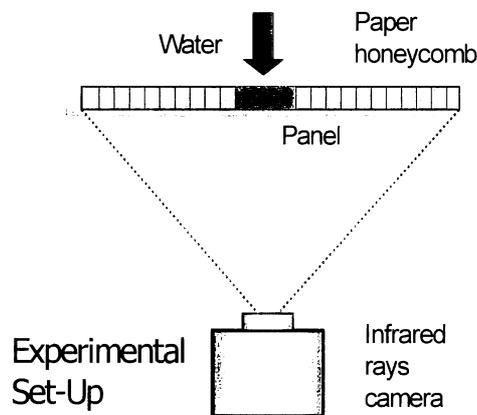
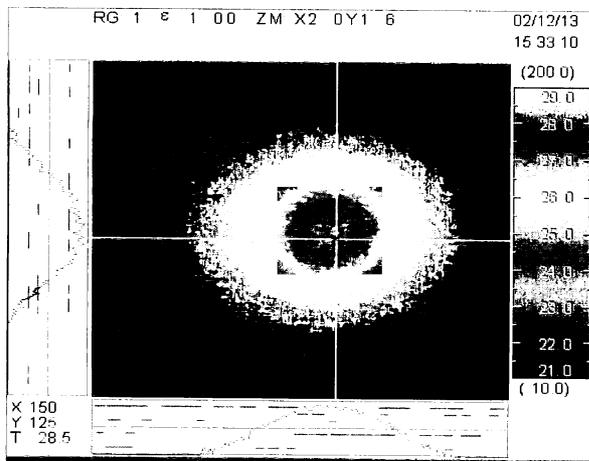


図2 パッシブサーモによる実験方法概略図

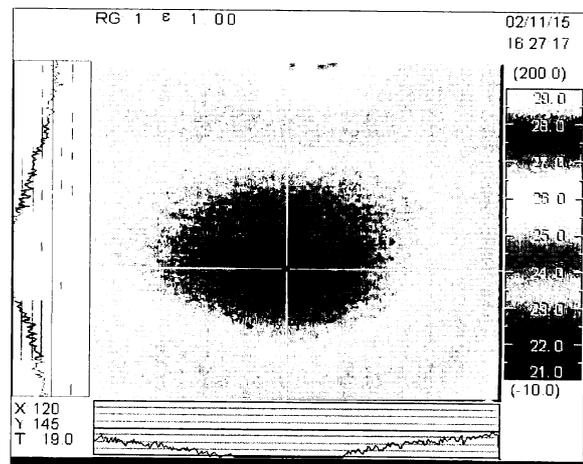
3-2. パネル表面の温度分布と温度変化

実験条件Aで、被測定パネルのペーパーハニカム表面に湯水を滴下し、20秒後と120秒後のアルミパネル表面の温度分布を測定した結果の一例を図3に示す。また、湯水を点下直後から、湯水滴下中央部分のアルミパネル表面の温度変化を測定した結果の一例を図4に示す。

一方、実験条件Bで、氷片をハニカム面に置き、3分後と15分後のアルミパネル表面の温度分布を測定した結果の一例を図5に示す。また、氷片をハニカム面に置いた直後からその中央部分のアルミパネル表面の温度変化を測定した結果の一例を図6に示す。



(a) 滴下2秒後



(b) 滴下120秒後

図3 実験条件Aによるパネル表面の温度分布測定結果

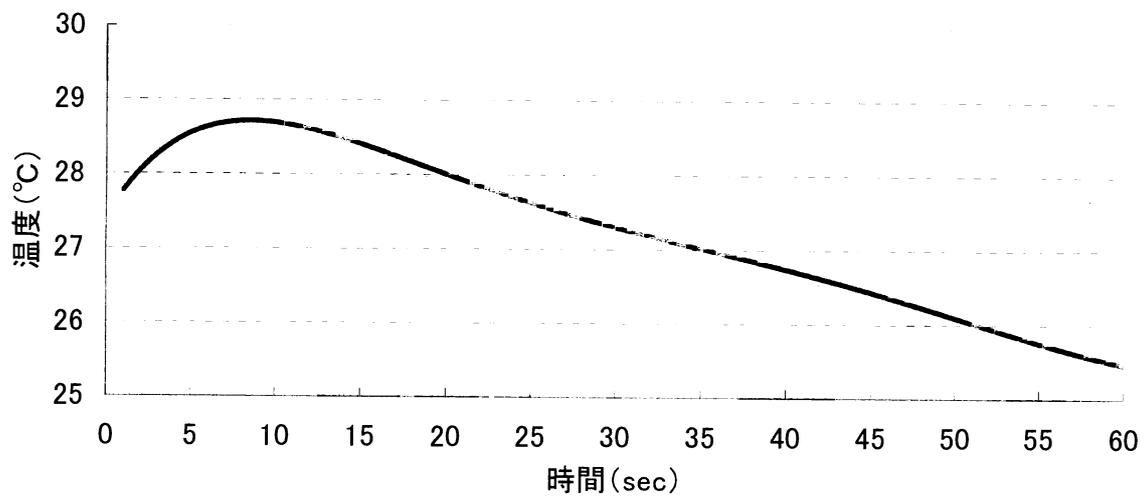
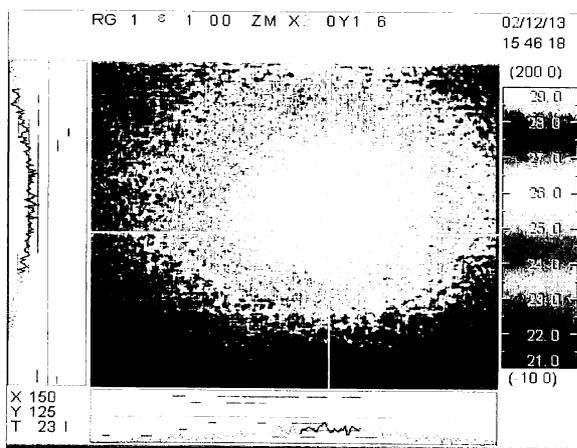
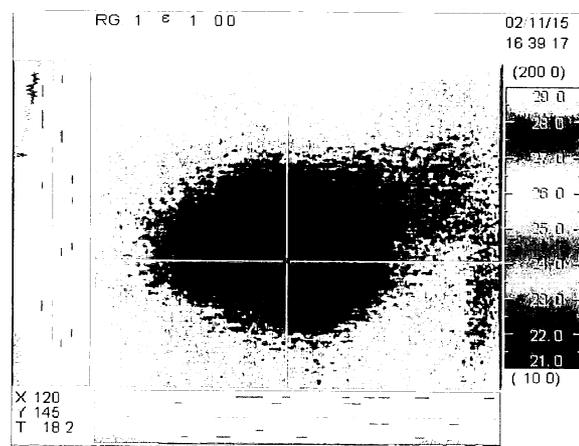


図4 実験条件Aによるパネル表面の温度変化測定結果



(a) 氷片を置いて3分後



(b) 氷片を置いて15分後

図5 実験条件Bによるパネル表面の温度分布測定結果

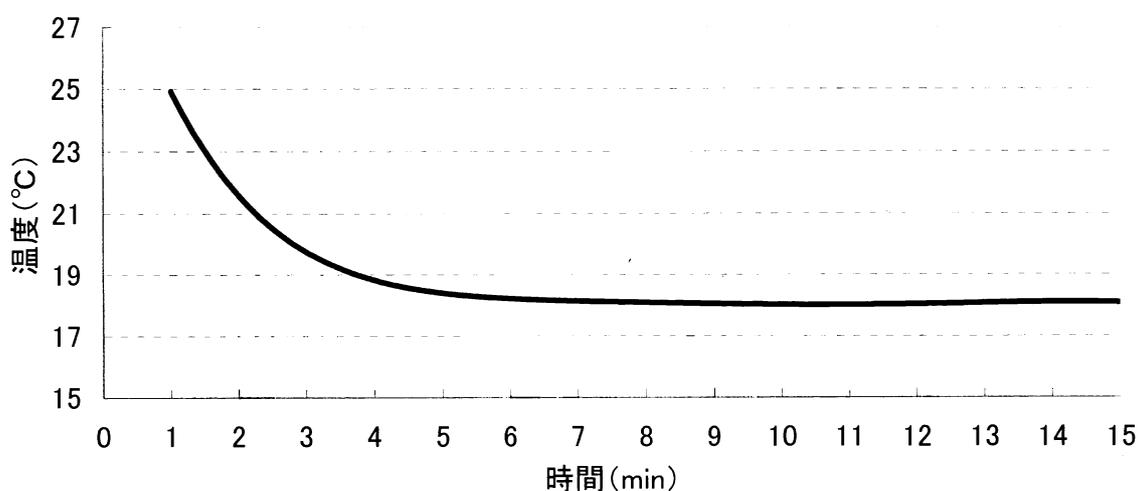


図6 実験条件Bによるパネル表面の温度変化測定結果

実験条件Aとした場合、図3に示すように、湯水を点下した個所が最も高い温度を示し、それを中心に同心円状の熱パターンを観測した。また、図4に示すように、湯水を点下した後の同心円中央の温度は湯水点下10秒後最も高い温度を示したが、その後、徐々に低下する傾向を観測した。このような傾向を示した要因は湯水が10秒後、冷えたためと思われる。

一方、実験条件Bとした場合、図5に示すように、氷片を置いた個所が最も低い温度を示し、同心状の熱パターンを観測した。また、図6に示すように、その中央部分の温度は氷片を置いた直後から急激に温度が低下し、5分後、ほぼ、一定の温度を示した。このように湯水と比較して、氷が解けるまで長時間低い温度を保った。

4. アクティブサーモによる表面温度測定

4-1. 実験条件と実験方法

実験条件C：図7に示すように、パッシブサーモと同様、ペーパーハニカムを取り除いた箇所(約10mm 四方、厚さ10mm)に氷片と水を注ぎ、被測定パネルの下部約50mmから電気ヒータ(AC100V,1200W)でアルミパネルの表面を加熱後、アルミパネル表面の温度分布と温度変化を測定した。

実験条件D：図8に示すように、ペーパーハニカムを取り除いた箇所に水を注ぎ、その水を凍らせ、アルミパネル表面に湯水を吹きつけ、その時のアルミパネルの表面の温度分布とその温度変化を赤外線カメラで検出、測定した。

4-2. パネル表面の温度分布と温度変化

(1) 実験条件C

ペーパーハニカムを取り除いた箇所に氷片と水を注ぎ、アルミパネルの表面をヒータで20秒間加熱後、その表面の温度分布を測定した結果の一例を図9に示す。図9の(a)は加熱停止10秒後、(b)は加熱停止30秒後を示す。また、加熱後の氷片中央部分とその周辺の温度変化を測定した結果の一例を図10に示す。

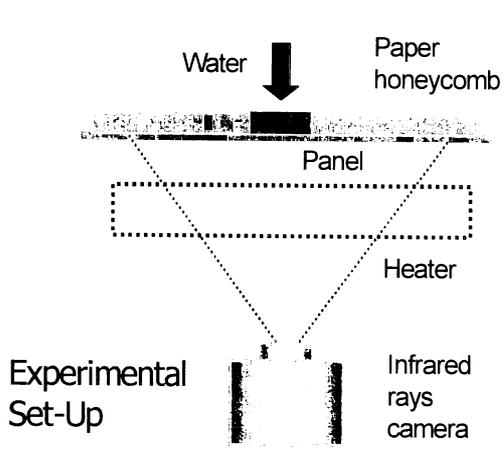


図7 実験条件Cによる実験方法概略図

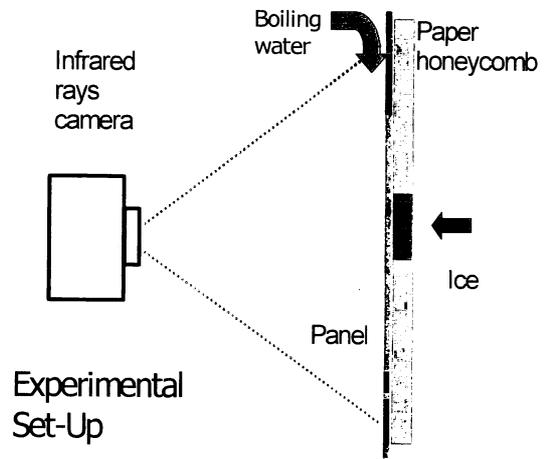
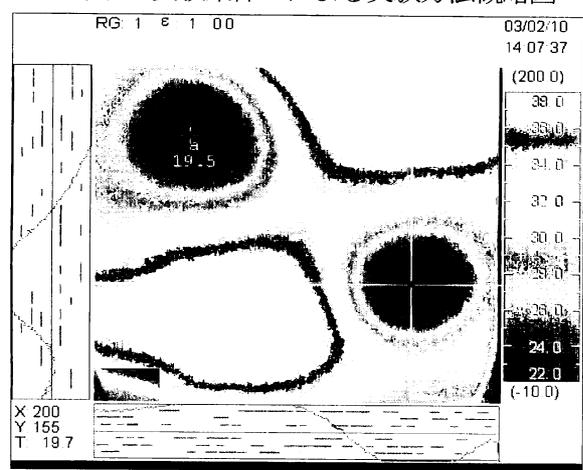
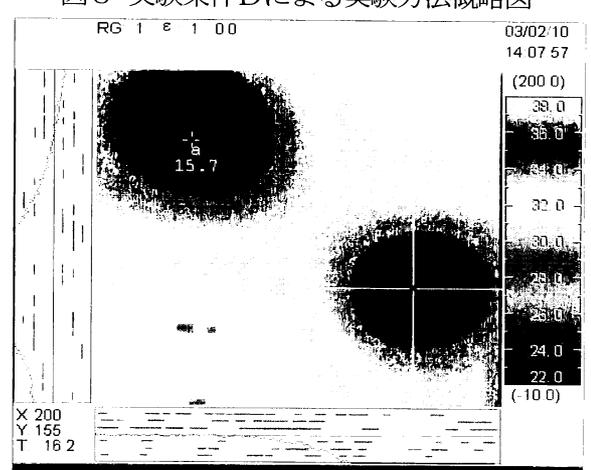


図8 実験条件Dによる実験方法概略図



(a) 加熱停止 10 秒後



(b) 加熱停止 30 秒後

図9 実験条件Cによるパネル表面の温度分布測定結果

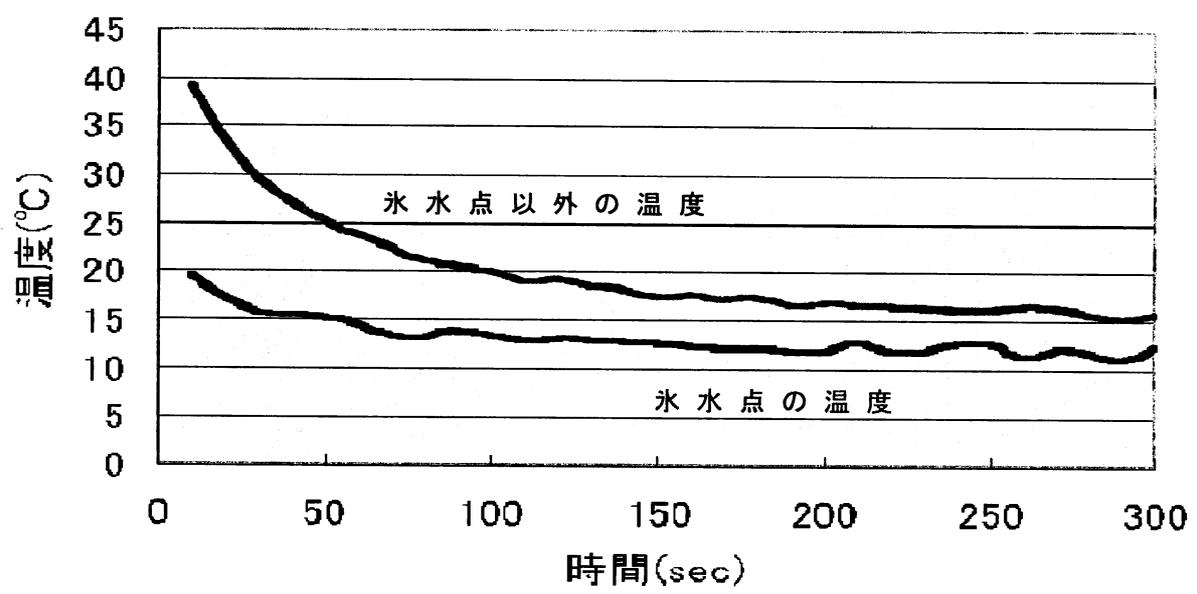
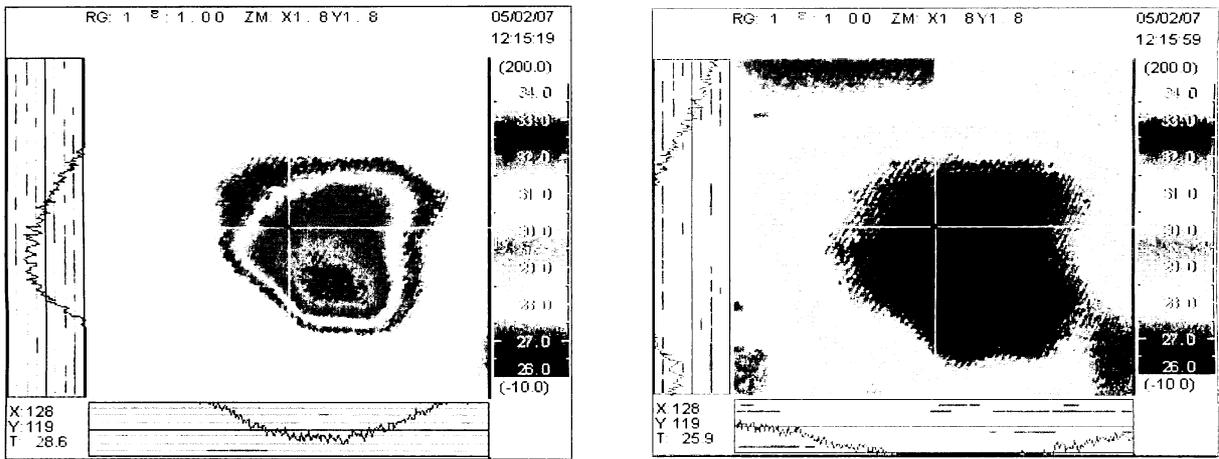


図10 実験条件Cによるパネル表面の温度変化測定結果

図9に示すように、アルミ表面を加熱した場合、加熱後のアルミ表面は全体的に温度は上昇し、その後、冷水の箇所は表面温度の低下する傾向を観測し、それ以外の箇所は徐々に低下する傾向を観測した。その傾向は図10に示すように、冷水箇所の表面温度は加熱直後、急激に低下し、数分後、一定の温度を示したが、短時間ではあるが浸水箇所を明確に検出できた。

(2) 実験条件D

ペーパーハニカムを取り除いた箇所に水を凍らせ、アルミパネル表面に60°Cの湯水を吹きつけ、その時のアルミパネル表面の温度分布を測定した結果の一例を図11に示す。なお、図11の(a)は湯水吹きつけ20秒後、(b)は60秒後を示す。また、湯水を吹きつけ後の氷片中央部分とその周辺の温度変化を測定した結果の一例を図12に示す。



(a) 湯水吹きつけ20秒後

(b) 湯水吹きつけ60秒後

図11 実験条件Dによるパネル表面の温度分布測定結果

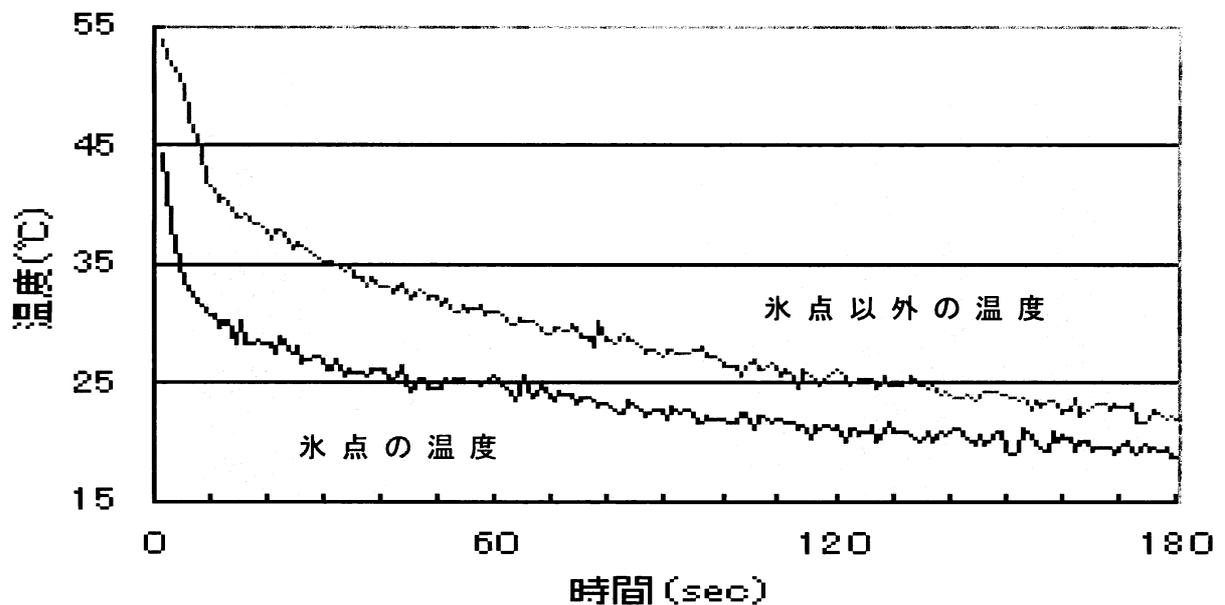


図12 実験条件Dによるパネル表面の温度変化測定結果

図 11 示すように、アルミ表面に湯水を吹きつけた場合、吹きつけ直後のアルミ表面は全体的に温度は上昇し、その後、氷箇所表面温度の低下する傾向を観測し、それ以外の箇所は徐々に低下する傾向を観測した。その傾向は図 12 示すように、冷水箇所の表面温度は加熱直後、急激に低下し、数分後、一定の温度を示し、実験条件 C と同様、浸水箇所を明確に、かつ、簡便に検出できた。

5. おわりに

今回、ハニカムパネルの浸水評価にパッシブサーモとアクティブサーモの応用を試み、比較、検討した。

その結果、スタティックサーモでは、実験条件 A, B、いずれも、パネル表面の温度の変化が観測されたが、常温で長時間放置した場合、浸水箇所を検出することは困難であった。

一方、アクティブサーモを応用した場合、実験条件 C、D、いずれも、アルミパネル表面を加熱することによって、短時間ではあるが、浸水箇所を明確に検出できた。とくに、実験条件 D は、浸水検出の実用化には最も有効と思われた。

今後、屋外に放置した場合のパネル内の浸水検出に赤外放射技術の応用の可能性について調査、検討を行う計画である。

最後に、本研究を進めるに際して、被測定ハニカムパネルを提供いただき、さらに、貴重なご助言を賜りました通研電気工業株式会社の関係者に謝意を表します。

文 献

- [1] 赤間弘則,長澤善一朗,西野秀郎,三野宮利男,中鉢憲賢:”漏 ラム波によるアルミ板—紙製ハニカム界面の欠陥評価”,電気関係学会東北支部連合大会講演論文集,1B13,p.52,(2004-8)
- [2] 赤外放射の計測に関する研究調査委員会:”最近の赤外放射計測”,照明学会研究調査報告書, JIER-069,(2001-3)
- [3] 谷口正成,家名田敏昭,高木 相,中鉢憲賢:”ペーパーハニカムパネルの浸水検出への赤外放射技術の応用に関する基礎的検討”,電子情報通信学会技術研究報告,Vol.104,No.127,pp.17-20,[EMD 2004-16],(2004-6)