

## サーモグラフィー法による構造スリット非破壊検査に関する基礎実験

正会員 ○友利 格<sup>1)</sup> 同 小暮 直親<sup>1)</sup> 同 小嶋 裕記<sup>2)</sup> 同 宮北 晋一<sup>3)</sup>  
同 木田 道雄<sup>4)</sup> 同 深澤 協三<sup>5)</sup> 同 笹谷 真通<sup>6)</sup>

コンクリート工事 構造スリット  
非破壊検査 サーモグラフィー

## 1.はじめに

鉄筋コンクリート造建物において、柱・梁と非耐力壁を構造的に絶縁する「構造スリット」に関して、建物竣工後に大規模修繕等で構造スリットの入れ忘れ、湾曲等の不具合事例が発見され、一部が社会問題化<sup>1)</sup>している。

建物竣工後に構造スリットの有無、湾曲の確認には、外壁面のシール材を剥がすか検査用の穴を開けた上で、ピン等を差し込んで発泡体から成る芯材の存在を確認する検査法が多用される。この検査方法ではシール材の修復が必要になる、また外壁面では検査箇所へアクセスするための足場等が必要になる等の課題がある。

建物壁面のタイルの浮きの検査等に用いられる「サーモグラフィー法」は、検査箇所へ近接、破壊を必要としない非破壊検査であり検査が簡便に行える特徴を有する。

構造スリット部分はコンクリート躯体と熱的性能が異なるため、サーモグラフィー法による検出が可能と考えられる。そこで、サーモグラフィー法による構造スリッ

トの検査方法に関する基礎実験結果を行った。本報では、その実験結果を報告する。

## 2.サーモグラフィー法について

サーモグラフィー法は、物体の表面から放出される赤外線を検出素子（一般には赤外線カメラ）を用いて二次元的に走査し、検出された赤外線量を熱画像（サーモグラフィー）として表示してコンクリート構造物の欠陥箇所を把握する検査法である。建築物では、タイル等の仕上げ材の浮き、コンクリート漏水箇所の非破壊検査に用いられている。

一方、構造スリットは、芯材（発泡体）、力骨材（塩化ビニル等のプラスチック）と外壁面に設けるシール材から構成されていて（図1参照）、その材質・寸法からコンクリート躯体とは熱伝達率・熱容量が相違している。そのため、構造スリットとコンクリートでは表面温度に差が生じ、サーモグラフィー法による構造スリット位置の把握が可能と考えられる。

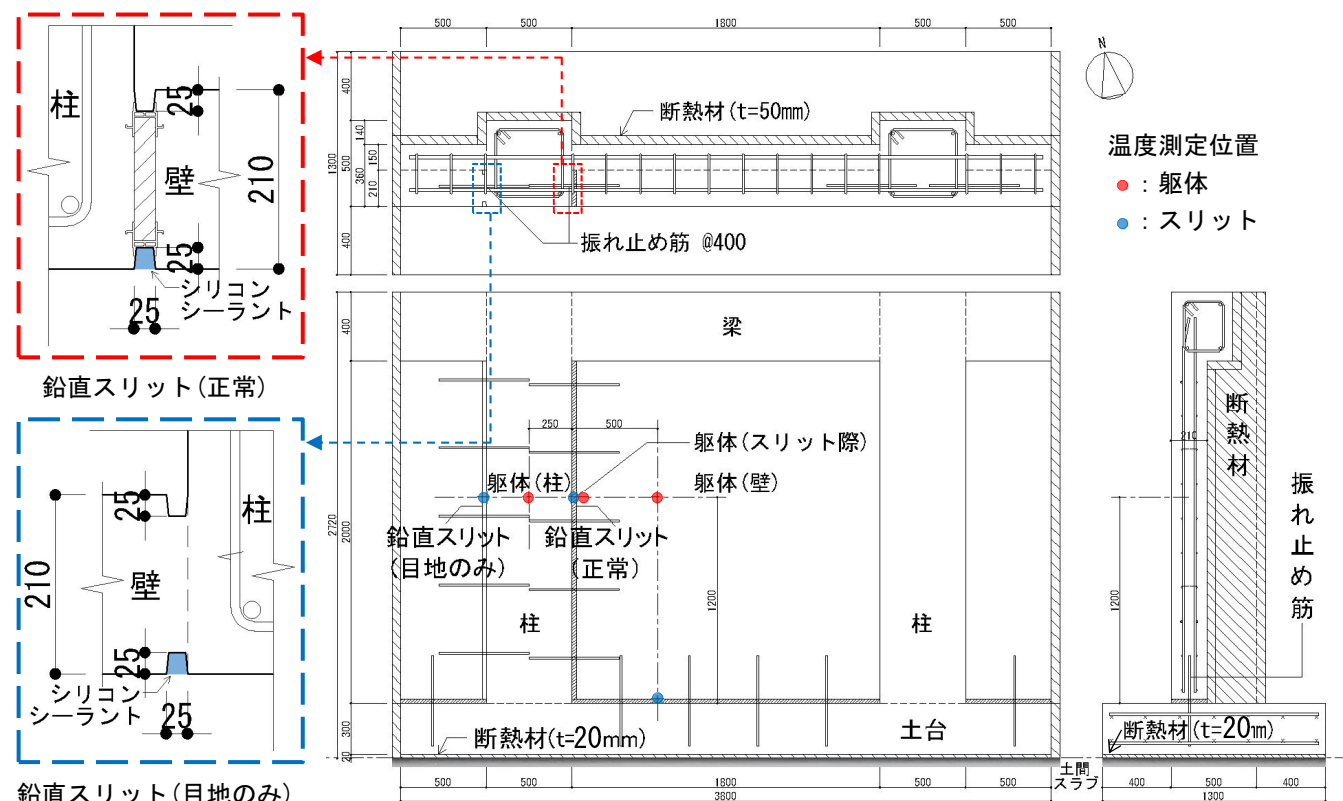


図1. 試験体形状・寸法

Fundamental experiment about the non destructive inspection system of the structure slit using the thermography

1)TOMORI Itaru 2)KOGURE Naochika  
3)KOJIMA Yuki 4)MIYAKITA Shinichi  
5)Fukazawa Kyouzou 6)SASATANI Masamichi

### 3. サーモグラフィー法を用いた非破壊検査

#### 3-1 実験計画

実験は、図1に示す柱、梁、壁より構成される鉄筋コンクリート造架構を再現した準実大の試験体を対象に①コンクリート躯体と構造スリット表面温度時刻歴測定、②赤外線カメラによる表面温度測定、を行った。

図1に示す通り、試験体は屋外のRC造土間スラブ上に設置されたもので、土間スラブと試験体土台の間には断熱材（発泡ポリスチレン押出成形板・ $t=20\text{mm}$ ）を配置している。構造スリットは壁と試験体土台間に水平スリット、柱（2本の柱のうち右側の1本）と壁の間に鉛直スリットを配置している。鉛直スリットのうち柱右側は通常の鉛直スリット、柱左側はスリットの入れ忘れ、あるいは脱落を想定して目地のみとしている。水平・鉛直スリットともに、外壁面をシリコンシーラント材（色は白色）でシールした。また、屋内側に相当する架構裏面には断熱材（ $t=50\text{mm}$ ）を貼り付けた。

①表面温度時刻歴測定では、図1中に示す6箇所（躯体3箇所、スリット3箇所）の表面温度を熱電対により30分毎に測定した。②赤外線カメラによる表面温度測定には、赤外線カメラ（ $-20\sim 350^{\circ}\text{C}$ 、分解能 $0.2^{\circ}\text{C}$ 、画素数 $160\times 120$ 万画素）を用いた。

#### 3-2 実験結果

①表面温度時刻歴測定：本年3月1日（天候：晴れ）の温度測定結果を図2に示す。

水平、鉛直スリットともに気温、日射による温度上昇がコンクリート躯体よりも大きい。時刻14:00の温度は水平スリットが $32.4^{\circ}\text{C}$ 、鉛直スリット（正常なスリット）が $33.4^{\circ}\text{C}$ 、躯体（柱）は $30.1^{\circ}\text{C}$ 、躯体（壁）は $29.4^{\circ}\text{C}$ で、スリットは躯体よりも $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度温度が高かった。

スリット部分の温度はシーラント材の表面温度であり、シーラント材は躯体よりも熱容量の小さいために温度上昇が大きいと考えられる。

また、鉛直スリット（正常）と施工不良を想定した目地のみを比較すると、鉛直スリット（正常）が目地のみよりも温度上昇が大きく、時刻14:00では $1.8^{\circ}\text{C}$ の温度差が生じており、スリットの有無を温度差で検出できる可能

性がある。なお、この温度差は目地のみが3面ともに躯体に接しているのに対して、鉛直スリット（正常）は3面のうち1面が力骨材を介して芯材（発泡体）に接しているためと考えられる。

②赤外線カメラによる表面温度測定：本年3月30日午前11時（天候：晴れ）に赤外線カメラによる表面温度測定を行った。水平スリット部分の測定結果を写真1に、鉛直スリット部分の測定結果を写真2にそれぞれ示す。

水平、鉛直スリットともに周辺の躯体よりもスリット表面温度が高くスリットの有無及び形状をサーモグラフィーにより判定できることが確認できた。

#### 4. まとめ

1) 水平、鉛直スリットともに昼間の温度上昇がコンクリート躯体よりも大きく、スリットと躯体間で最大 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度温度差が生じた。

2) スリットの有無及び形状をサーモグラフィーにより判定できることが確認できた。

3) 鉛直スリット（正常）と施工不良を想定した目地のみを比較すると目地のみよりも温度上昇が大きく、スリットの有無を温度差で検出できる可能性がある。

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省「2019年6月25日・国土交通大臣会見要旨」（最終閲覧日：2020年4月1日）  
<https://www.mlit.go.jp/report/interview/daijin190625.html>

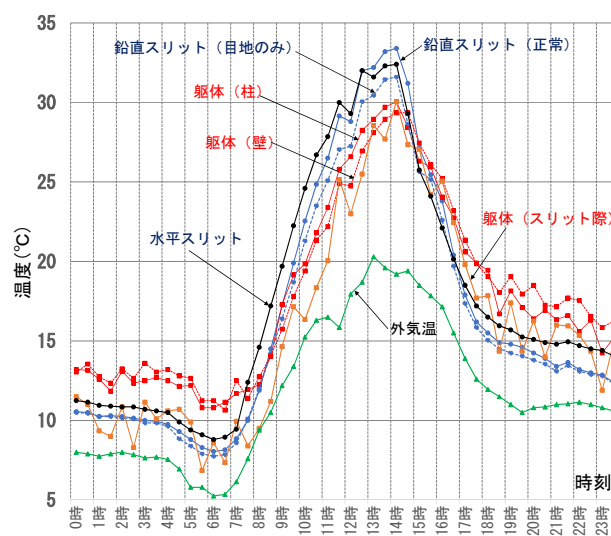


図2. 表面温度時刻歴

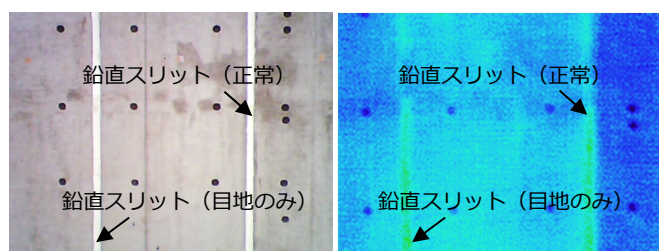


写真1. 赤外線カメラ測定結果（鉛直スリット）

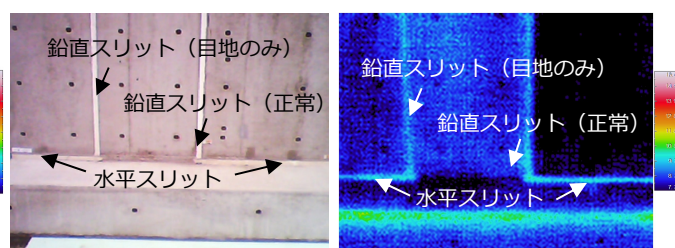


写真2. 赤外線カメラ測定結果（水平スリット）

- 1) 株式会社JSP
- 2) 東鉄工業株式会社
- 3) 多田建設株式会社
- 4) 南海辰村建設株式会社
- 5) (一社)日本建設経営協会中央技術研究所・博士（工学）
- 6) 東京電機大学建築学科・博士（工学）

- 1) JSP Corp
- 2) TOTETSU KOGYO CO., LTD.
- 3) TADA CORPORATION
- 4) Nankai Tatsumura Construction Co., Ltd.
- 5) JARGC. Central Research Institute for Construction
- 6) Department of Architecture, Tokyo Denki University