# 鋼床版 CFT ガーダー橋 コンクリート充填試験(その2) ~ 赤外線サーモグラフィを用いた非破壊検査 ~

川崎重工業㈱	正会員	津村洋祐	川崎重工業㈱	正会員	川畑	治
神戸市		福水一郎	神戸市		田尻英之	
			大阪工業大学	正会員	栗田貧	〕光

#### 1.はじめに

神戸新交通ポートアイランド線延伸事業に適用される鋼床版 CFT ガーダー橋<sup>1)</sup>は、架設条件により鋼管への 充填コンクリートを水平打設する必要がある。コンクリートの充填性については、文献 2)で確認されており、 実橋においても設計上問題となる空隙は発生しないものと予想される。しかしながら、現場で用いるコンクリ ート性状、気象条件等により、試験と同等な条件で打設できるとは限らない。よって、設計上問題となる空隙 が発生しているか否かを確認するために、赤外線サーモグラフィを用いた非破壊検査を実施し、CFT 構造への 非破壊検査方法としての妥当性の検証を行った。

#### 2.試験概要

構造物内の空隙は、空隙とその他の部材との熱伝導率の違いにより温度差が生じることから、構造物の表面温 度を計測することにより発見することができる。赤外線サーモグラフィによる温度分布計測は、遠隔からコンク リート構造物の広範囲の温度を、赤外放射温度計により計測して、その画像解析結果から構造物の状態を調べる 非破壊検査に適用されている。本橋のコンクリート充填部材(CFT)の非破壊検査に適用するにあたり、実物大試験 <sup>2)</sup>を実施し、実構造物適用のための諸データを得た。

図 - 1 に赤外線サーモグラフィによる計測要領を示す。実橋での計測を考慮して、供試体からの撮影距離を 2m 程度とした。赤外放射温度計は撮影距離と使用するレンズで視野の大きさが変化し、1 画素の視野範囲も変化する ため分解能に影響がでる。今回使用する機種の分解能は、2m 離れた位置から撮影した場合、視野の大きさは約 1.2m ×1.2m で 1 画素の視野範囲は 4.4mm×4.4mm になる。本試験では人工空隙の箇所数も勘案し、1 供試体当り 6 画 面の撮影を行い、この時の赤外放射温度計の撮影範囲と人工空隙の分解能を調査した。

赤外線サーモグラフィを用いた表面温度分布計測試 験は、条件の異なる次に示す計5回行った。

- コンクリート打設後1日目の夜間
- コンクリート打設後2日目の昼間
- コンクリート打設後2日目の夜間
- コンクリート打設後5日目の昼間
- コンクリート打設後5日目の夜間

なお、 ~ はコンクリートの硬化熱の影響がある 状態、 ~ はコンクリートの硬化熱の影響がない状 態である。人工空隙は1つの供試体に対して50×50mm、



100×100mm、200×200mm、300×300mmの4種類とし、それらの厚さは円周方向で変化させている。

## 3.試験結果

図 - 2は人工空隙(300×300)を設置した部分を打設後2日目の夜間に計測した結果である。コンクリート硬化 熱による温度差により、打設後2日目の夜間で300×300の人工空隙がはっきりと検出できたことが分かる。図-3 は人工空隙(100×100)を設置した部分を打設後2日目の夜間に計測した結果である。この画像より、100×100 キーワード:鋼床版 CFT ガーダー橋、非破壊試験、赤外線サーモグラフィ 〒675-0111 兵庫県加古郡播磨町新島8番地 TEL0794-35-8413 FAX0794-35-0249 の人工空隙は検出困難であることが分かる。 なお、200×200の人工空隙を設置した場所で は空隙を検出することができた。図-4 は人 工空隙(300×300)を設置した部分を打設後 2 日目の日中に計測した結果である。日中は 空隙の有無による温度差があまり発生せず、 また、太陽光の影響により 300×300の人工 空隙がはっきりとは検出できないことが分 かった。これらの結果より、赤外線サーモグ ラフィを用いた表面温度分布計測はコンク

#### 表 1 赤外線サーモグラフィによる空隙計測結果

			人工空隙の大きさ(mm)				備	
				50 × 50	$100 \times 100$	200 × 200	300 × 300	考
打設後 花 1日目 間	夜	供試体	1	-	150 × 150	310 × 350	400 <b>×</b> 460	雨
	間	供試体	2	-	-	210 × 250	380 × 420	天
打設後 日 2日目 中	Π	供試体	1	-	-	130 × 90	150 × 110	雨
	中	供試体	2	-	-	90 <b>x</b> 90	130 × 130	天
打設後 夜 2日目 間	夜	供試体	1	-	-	200 × 280	370 × 510	雨天
	間	供試体	2	-	-	210 × 230	350 × 520	
打設後 日 5日目 中	日	供試体	1	-	-	-	-	晴
	中	供試体	2	-	-	-	-	天
打設後 7 5日目 「	夜	供試体	1	-	-	80 <b>x</b> 60	230 × 400	晴
	間	供試体	2	-	-	80 × 80	170 × 250	天

リートの硬化熱の影響のある夜間に実施することがよいことが分かった。また、人工空隙は 200×200 まで検出可 能であった。表 - 1 に各人工空隙に対する計測結果一覧を示す。



図 2 夜間計測(300×300) 次に赤外線サーモグラフィから得た、温度 数値データから空隙部の軸方向温度変化を 図-5に示す。この図より空隙がない部分で は温度が26.0度~26.5度付近で推移している が、空隙部分では24.0度以下に落ちている。 したがって、この温度差が空隙により発生し たものであると考えられる。本図より、空隙 がない鋼管上面部分の平均温度は26.3度で あると判断される。図-6に周方向の温度変 化を示す。このように赤外線サーモグラフィ



図 3 夜間計測(100×100)



図 4 昼間計測(300×300)



から得た温度数値データから定量的に空隙範囲を特定できるものと考えられる。

## 4.おわりに

本試験により、コンクリートの硬化熱がピークとなる打設後2日目の夜間に赤外線サーモグラフィによる表面 温度分布計測を行うことにより、設計上問題となる空隙(コンクリート断面積比で2%以上の空隙)を発見できるこ とが確認された。また、温度分布数値データを分析することにより、定量的な空隙範囲も特定出来ることが分か った。なお、200×200mm 程度以下の空隙については温度差の影響が表面に現れ難く、詳細な検出は困難であると 言える。但し、本橋の場合は200×200mm 程度の空隙では設計上問題とならないため、赤外線サーモグラフィに よる表面温度分布計測がコンクリート充填部材(CFT)の非破壊検査として適用できることが確認された。

#### 参考文献

1)山本他:コンクリート充填鋼管(CFT)を用いた桁橋(CFT ガーダー)に関する提案と基礎的検討、第4回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、pp243~248、1999年11月、2)川畑他、鋼床版 CFT ガーダー橋 コンクリート充填試験(その1)~充填確認切断試験~、土木学会第59回年次学術講演会(2004.9)投稿中