

V-281

サーモグラフィによる鋼・コンクリート間の空隙評価

岐阜大学工学部 学生会員 川瀬貴行
 岐阜大学工学部 正会員 鎌田敏郎
 東京工業大学工学部 学生会員 岩波光保
 岐阜大学工学部 正会員 六郷恵哲

1. まえがき

本研究では、鋼板で補強したコンクリート部材を想定し、人工空隙を鋼板の裏側に設置し欠陥部とした供試体を作製した。そして、この鋼板部分を強制的に冷却し、冷却後の表面温度分布をサーモグラフィにより把握した。さらに、得られた熱画像から温度分布曲線を求め、これより空隙を評価する手法の検討を行った。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体の概要を図-1に示す。鋼板には4.5mm厚のもの、人工空隙には発泡スチロール板を、モルタルには水セメント比50%のものを使用した。人工空隙のサイズは表-1に示す通りである。

鋼板の冷却には液体窒素を用いた¹⁾。50cm四方で厚さが1cmのベニヤ板にタオルを巻き付け、そこへ液体窒素をしみこませ鋼板に押し当てた。そして、冷却時間を

10,20,40,60秒とし、それぞれ冷却終了直後より、コンパクトサーモ TVS-2300Mk II ST（日本アビオニクス社製）で鋼板の表面温度を測定した。さらに得られた熱画像から表面温度分布を読みとり評価に用いた。また、実験結果の妥当性を評価するため熱伝導解析を行いその結果と比較した。

3. 結果と考察

実験・解析結果をまとめ、以下の3つの項目について検討を行った。なお、(1)と(3)については20秒冷却した結果についてのみ示した。

(1) 冷却終了後の温度差の経時変化についての検討

図-2(a)に直径10cm・厚さ10mmの人工空隙を設置した場合で、20秒冷却終了後からの健全部との温度差分布の時間的推移を示す。これによると、冷却終了後0秒時に空隙部と健全部との温度差が最大となった。また、図-2(b)に直径10cm・厚さ10mmについての解析結果を示す。解析値でも冷却終了後0秒時において温度差が最大となった。これを実験値と比較すると、温度差が小さくなっていく過程が解析値の方が早くになっているものの、両方のケースにおいて、時間の経過に伴い温度差は小さくなる傾向があり、実験値の妥当性が確認された。この結果から、温度分布曲線を用いて空隙を評価するには、空隙部と健全部との温度差が最大となる冷却終了直後が最も適していると考えられる。

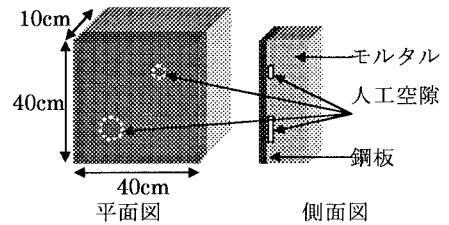
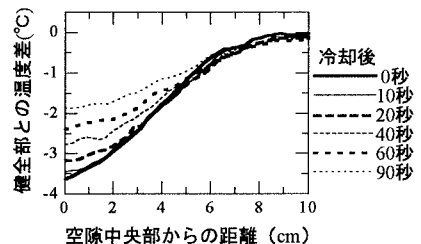


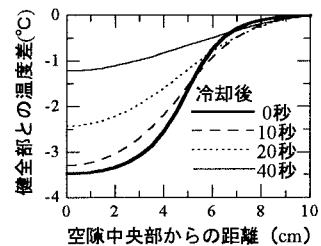
図-1 供試体の概要

表-1 人工空隙のサイズ

直径	厚さ
5cm	1,3,5,10mm
10cm	1,3,5,10mm



(a) 直径10cm 厚さ10mm (実験値)



(b) 直径10cm 厚さ10mm (解析値)

図-2 20秒冷却直後からの温度差分布

キーワード； サーモグラフィ、空隙、液体窒素冷却、熱伝導解析、鋼板巻立て工法

連絡先； 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL/FAX 058-293-2469

（２）冷却時間についての検討

図-3(a)に直径 10cm・厚さ 10mm の場合で冷却後 0 秒時における温度差分布について冷却時間の違いによる影響をそれぞれ示す。これらの図から、冷却時間 10 秒では他の冷却時間に比べ温度差が小さく評価には適していないと考えられる。冷却時間 20、40、60 秒については、空隙のサイズによって最大の温度差を与える時間にはバラツキが生じた。図-3(b)に直径 10cm・厚さ 10mm についての解析値を示す。こ

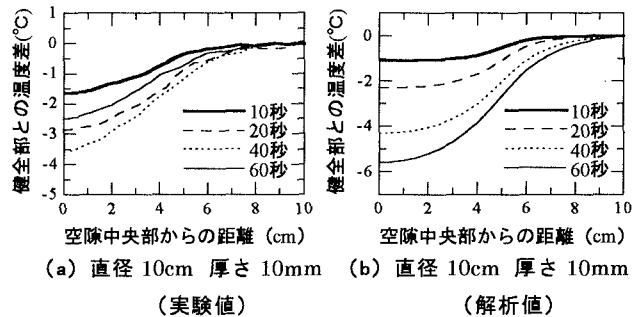


図-3 各冷却時間での温度差分布の違い

れによると、冷却時間が長くなるにつれ温度差も大きくなるという結果になった。実験結果と解析結果の傾向が異なった理由として、冷却板を押し当てるときの接触圧の違いや液体窒素の含浸量の違い、また鋼板に押し当てている間の液体窒素の蒸散の程度の違いによる影響が考えられ、今後さらに冷却条件を管理した上で再検討が必要であると思われる。

（３）空隙の大きさについての検討

図-4(a),(b)に直径 5cm・厚さ 10mm、直径 10cm・厚さ 10mm についての冷却終了直後における健全部との温度差分布の解析値をそれぞれ示す。図-4(a)においては曲線上の変曲点の位置は空隙中央部からの位置が 2.5cm となった。この場合直径 5cm の空隙であるので空隙中央部から空隙端部までは 2.5cm となる。従って変曲点の位置と空隙端部の位置とが一致した。また(b)については変曲点の位置が 5.0 となり空隙端部の位置と一致した。これらから、解析値では温度差分布曲線の変曲点の位置が空隙端部の位置と一致することがわかった。そこで、実測値についても変曲点を求め、同様の検討を行った。実測値を最小二乗法を用いて 7 次関数に近似し、得られた曲線から変曲点を求めた結果を表-2 に示す。これによれば変曲点の位置の方が若干下回っているものの、空隙端部の位置とほぼ一致したと考えられる。なお、近似した曲線は、すべて相関係数が 0.98 以上であった。

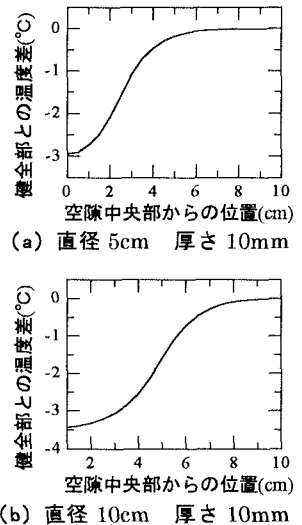


図-4 20 秒冷却直後の
温度差分布（解析値）

4. 結論

本実験、解析において明らかとなったことをまとめると以下ようになる。

- ① 温度分布曲線を用いて空隙を評価する場合、空隙部と健全部との温度差が最大となる冷却終了直後の温度分布曲線が適している。
- ② 本実験の範囲では、空隙の大きさを評価する際温度分布曲線を関数近似し得られた曲線の変曲点の位置と空隙端部の位置とがほぼ一致することが分かった。これによって、空隙の平面的な大きさを推定する可能性が示された。

【参考文献】

- 1) 黒坂 基、長滝重義、鎌田敏郎、矢崎剛吉：サーモグラフィ法による外殻鋼管コンクリートにおける鋼・コンクリート間の剥離評価，土木学会第 51 回年次学術講演会，pp.1202-1203，1996

表-2 空隙端部の位置と
変曲点の位置との比較

直径 (cm)	厚さ (mm)	空隙端部の 位置(cm)	変曲点の 位置(cm)
5	1	2.5	2.4
	3		2.5
	5		2.2
	10		2.3
10	1	5.0	4.5
	3		4.8
	5		4.7
	10		4.2