

鋼板巻き立て工事におけるサーモグラフィ法を用いた検査手法の提案

東京大学大学院 学生会員 出口 知史
 東京大学生産技術研究所 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

阪神大震災の惨劇を教訓に、全国各地の橋脚の補強工事がなされるようになった。その代表的な工法として鋼板巻き立て工法がある。現在の鋼板巻き立て工事において、橋脚とその外側に設置した鋼板の間に打設するモルタルやエポキシ樹脂などの充填性についての検査法としては検打が主に行われているが、その実用性については検査の対象となる面積などを考えると疑問が残る。

そこで本研究では渡部¹⁾によって提案され、その適用性が確認されたサーモグラフィ法を用いて、鋼板巻き立て工事における検査方法を中心に考察してみることにした。

2. 実験概要

実験には普通ポルトランドセメントを使用したセメントペースト(W/C:40、30%の2種類)を、図-1に示すようなコンクリート柱と鋼板の隙間(幅 50mm)に鋼板に向かって最上部左端からのみ打設した。なお、一連の作業において一切の締め固めは行わなかった。打設時の様子をサーモグラフィを用いて経時的に検査し、さらに15時間後に脱型しペーストの充填の様子を目視した。さらにW/C40%のペーストについては、脱型前に鋼板をメッシュ状に区切った52箇所を振り子状のハンマーで打撃し、その音を測定する打音法を用いた検査を併用した。

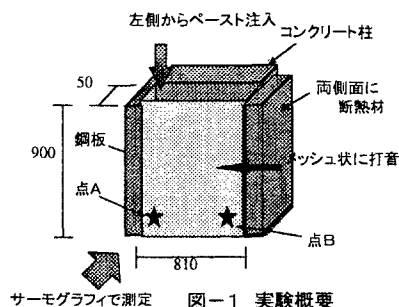


図-1 実験概要

3. 実験結果及び考察

サーモグラフィによって撮影した、それぞれのW/Cにおけるペースト打設終了直後の熱画像を写真-1、2に、脱型後の目視した際のペーストの充填状況を写真-3、4に示す。

また写真-1に示されているサーモグラフィによって得られた(W/C40%ペースト打設直後)測定結果もとに、撮影範囲の中での最高温度を得られた箇所にはペーストが完全に充填しており、最低温度を得られた箇所には完全な空隙が出来ていると仮定し、サーモ式充填率 α は以下の式に表した。

$$\alpha = \frac{T_{ij} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

T_{ij} : 測定点での温度

T_{min} : 最低温度 T_{max} : 最高温度

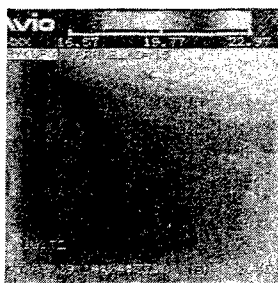


写真-1 打設直後 (W/C40%)

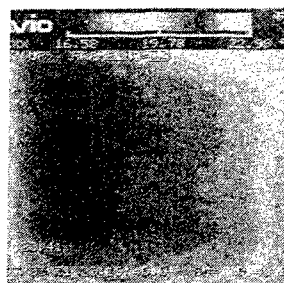


写真-2 打設直後 (W/C30%)



写真-3 脱型外観 (W/C40%)

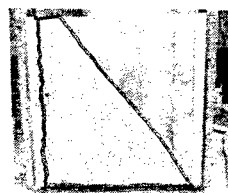


写真-4 打設直後 (W/C30%)

キーワード：サーモグラフィ、鋼板巻き立て工法、打音法

〒106 東京都港区六本木7-22-1 TEL: 03-3402-6231 (ex.2543) FAX: 03-3470-0759

サーモグラフィによる充填率 α の分布を図-2に示した。

一方、打音法による(W/C40%の脱型直前)測定結果については、魚本・伊藤²⁾の研究より打音の振幅と振動を示す時間が空隙状況と関連していることから、打音式充填率 β を

$$\beta = \Delta_{\max} * (T_e - T_m)$$

$\Delta_{\max}$ ：測定点での音の最大振幅

T_e ：振幅が定常状態になった時間 T_m ：最大振幅を得た時間

と定義し、その分布を図-3に示した。

また、各手法との比較のために脱型後の目視における充填の様子をデジタル化し、それを図-4に示した（なお、図-1～4の点Aと点Bは全て対応している）。

解析結果から、打音法による充填率 β は、サーモグラフィ法による充填率 α とはほぼ同じ傾向の分布を示していることが分かる。打音法の場合、メッシュの単位幅を小さくすることにより、より正確な空隙状況を把握できると考えられる。

ここで、一般的に充填しやすいと考えられる点Aと充填しにくいと考えられる点Bの両端部に注目する。まず、打設直後の充填率を表す図-2から、両配合いずれも点Bだけでなく点Aにおいても充填率 α は低くなっている。ところが、打設15時間後の充填率を表す図-3からは、点Aの充填率は高いものの、点Bの充填率はやや低く判定されている。一方、図-4に示した脱型後の目視による充填率によると、点A、Bともに十分充填されていた。

以上の結果から判断すると、打設直後には充填率の低かった点Aと点Bの部分では、それぞれ時間と共にペーストが流れ込み、充填率が向上したものと考えられる。さらに、打音による点Bの充填率の低さを考慮すると、目視上充填されている箇所でも、打設箇所からより遠い点Bのような部分においては粘性の違いによりペーストのセメント分よりも水分の方がより多く流入する挙動を示しており、その部分のセメント濃度の違いが打音による充填率に影響しているものと考えられる。

4. 結論

1) 検査の対象範囲が広い巻き立て工事では第一段階としてサーモグラフィ法によっておおよその空隙状況の判断を下し、第二段階としてその周辺においてのみ細かなメッシュで分割して打音法によって空隙状況を把握するのが時間的に有効であると考えられる。

2) その第一段階において、セメント濃度が薄くなっている部分は見かけ上充填はされていても強度の面などにおいて欠陥が生じている可能性があるため、完全に充填されていると判断が付かない場合は打音法によって入念な検査をすることが望まれる。

参考文献：

- 1) 渡辺 正：サーモグラフィ法によるコンクリート施工のモニタリングシステムに関する研究、東京大学博士論文
- 2) 魚本 健人、伊藤 良浩：打音法によるコンクリートの非破壊検査、コンクリート工学論文集 第7巻第1号 1996年1月

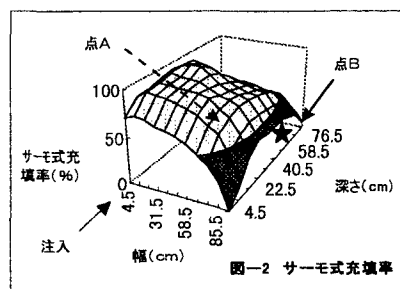


図-2 サーモ式充填率

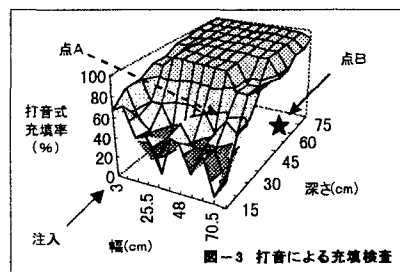


図-3 打音による充填検査

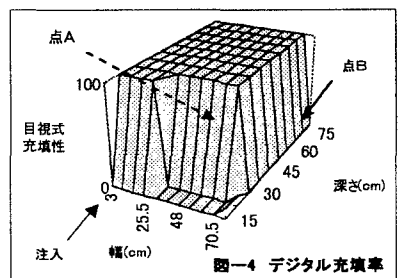


図-4 デジタル充填率