

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

Inspection method for compactability of grout between concrete and steel plate by thermo graphic method

出口 知 史*・魚 本 健 人*

Satoshi DEGUCHI and Taketo UOMOTO

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に関して考察した。

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) を用いた。また試験体は縦900mm, 横810mm のコンクリート柱 (厚さ150mm) と鋼板 (材質 SS400, 厚さ 9 mm) を幅50mmの間隔で平行に設置したものとし、その隙間に各ペーストを鋼板に向かって最上部左端から打設した (図1)。打設時の鋼板表面温度の連続的变化をサーモグラフィにより測定したが、一連の作業において外気温18.5度の下で行い、ペーストの締め固めは一切行わなかった。打設終了後15時間経過後に脱型し、ペーストの充填の様子を目視し写真撮影した。さらに W/C40%のペーストについては脱型前に鋼板を75mm 間隔のメッシュ状に区切り、その各測定点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。なお、補足実験として上述したコンクリート柱と鋼板の隙間を30mm に設定し、W/C=40%のセメントペーストを注入し、同様にサーモグラフィで鋼板表面温度の連続的变化を測定した後に脱型し充填状況を

*東京大学生産技術研究所 第5部

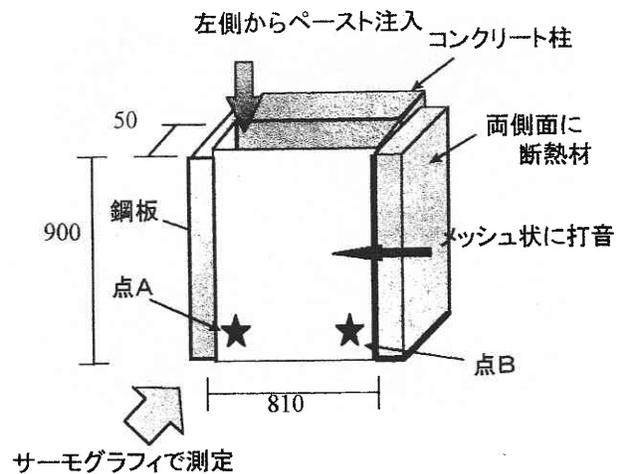


図1 実験概要

写真撮影した。

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、脱型後に写真撮影した際のペーストの充填状況を写真4, 5に示す。また、補足実験については熱画像の写真3, 脱型後の写真6に示したように、同じ W/C=40%ペーストを隙間50mm に入れたものとほぼ同様の結果が生じた。この結果より W/C=40%においては隙間50mm の場合も30mm の場合もペーストは同様の挙動を示すと考えられた。

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%ペースト打設直後の) 測定結果から、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た。サーモ式充填率 α は式(1)のように定めた。

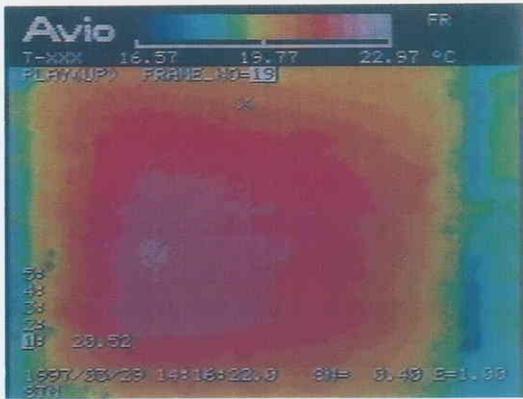


写真1

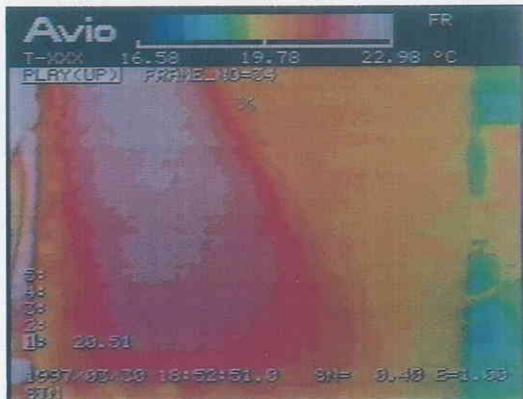


写真2

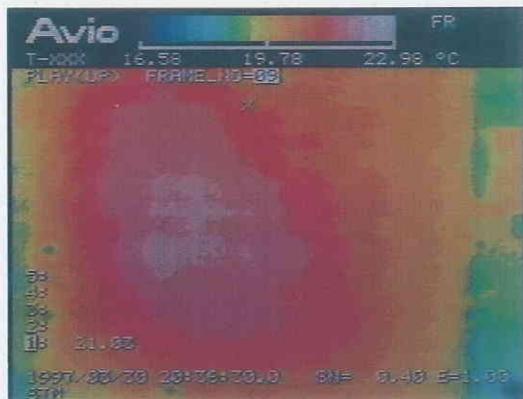


写真3

$$\alpha = \frac{T_{ij} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \quad (1)$$

T_{ij} : 測定点での温度 T_{min} : 最低温度
 T_{max} : 最高温度

充填率 α の分布を図2に示す。



写真4



写真5

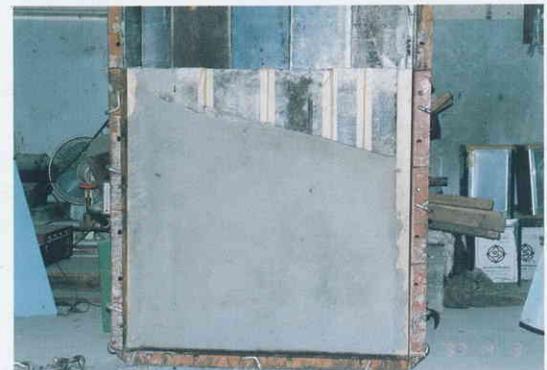


写真6

一方、打音法による (W/C40%の脱型直前の) 測定結果については、魚本・伊東²⁾の研究より測定された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 を式(2)のように定めた。

$$\beta = \Delta_{max} * (T_e - T_m) \quad (2)$$

Δ_{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
 その分布を図3に示す。

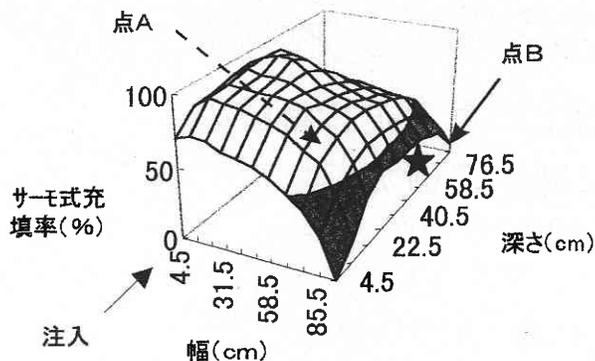


図2 サーモ式充填率

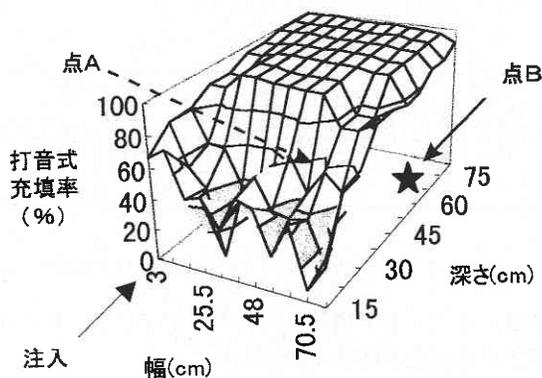


図3 打音による充填検査

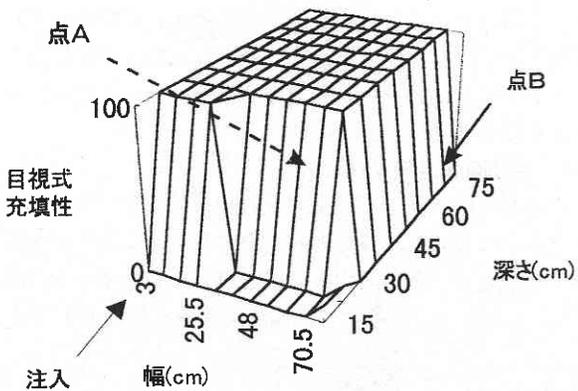


図4 デジタル充填率

また各手法との比較のため、打音検査の際に用いたメッシュ状の測定点について、脱型後の目視による充填の様子を充填箇所を1、非充填箇所を0とデジタル化し、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、打音式充填率 β は、サーモ式充填率 α

と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と判断される箇所でも、打設箇所からより遠い点B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したと考えられ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、第二段階として空隙周辺を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。

謝辞：本研究を行うに当たり、佐藤工業(株)・伊東良浩氏、魚本研究室助手加藤佳孝氏・博士課程山口明伸氏・修士課程後藤充志氏に多大なる協力を得ました。ここに感謝の意を表します。
(1997年5月23日受理)

参 考 文 献

- 1) 渡部 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，伊東良浩：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