

東京大学大学院

学生会員

山口明伸

東京大学生産技術研究所

正会員

魚本健人

1. はじめに

コンクリート構造物を施工する際の型わく内へのコンクリートの打込みは、硬化後の構造物の品質に対して極めて大きな影響を及ぼす重要な作業行程であり、その時に生じる欠陥を未然に防止することが施工管理の理想的な姿である。そのためには、施工過程をリアルタイムでモニタリングしてその品質を定量的に評価する技術が必要である。このような観点から既に渡部、魚本らによって、コンクリートの打込み時における型わく外面の熱画像から、型わく内部のコンクリートの打上がり状況を検出し、かつ、締固め不良、材料分離によって生ずる空隙や豆板等の欠陥をリアルタイムで検出する手法が提案されている^{1)~3)}。

本報告は、この手法を高流動コンクリートを使用したコンクリート構造物の実施工に適用した結果について述べるものである。

2. 対象構造物の概要

計測の対象とした構造物は、図1に示すようにP C高架橋の主桁部分である。図のように、使用した型わくは幅が大変狭くまた縦に深くなっており、さらに内部の鉄筋量も大きいので、コンクリート打設および締固め作業は困難であり、コンクリートの確実な充填が懸念される。そこで、型わく内部のコンクリートの充填性の確認のために、熱赤外線画像を用いてモニタリングを行った。計測には、N社製(TVS-2000)赤外線カメラを用い、カラー表示256色、画像積算回数32回、計測距離12mとして行った。計測箇所は、図1に示すようにシースが形わく断面全体に配置されており、特に充填しにくいと思われる端部付近でおこなった。コンクリートの打設箇所および打設順序を図1上部の番号で示す。なお、打設時のコンクリート温度は約20℃、測定中の外気温は9.5~10.5℃であった。

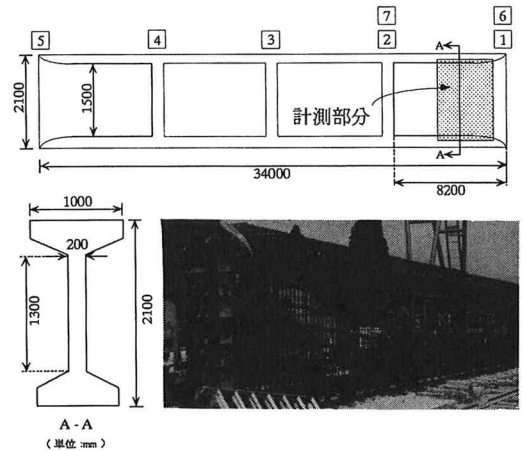


図1 構造物の概要（T形P C桁）

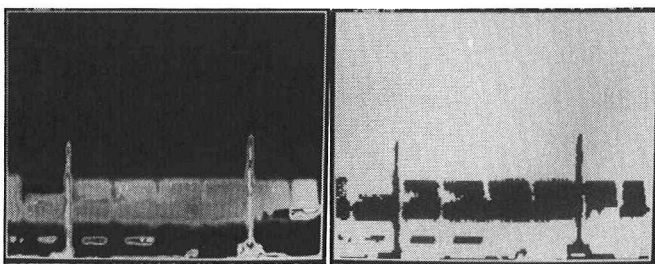
3. モニタリングの結果と考察

写真1(a)、(b)、(c)に1層目、2層目および打込み終了後の撮影結果を示す。コンクリートの打込みは3層に分かれており、打込みの進行に伴って、外殻鋼板の温度が上昇している。このように、実際の施工においても室内実験と同様に、コンクリートの流動および充填の状況を外殻鋼板の温度変化として検出できることが確認できた。

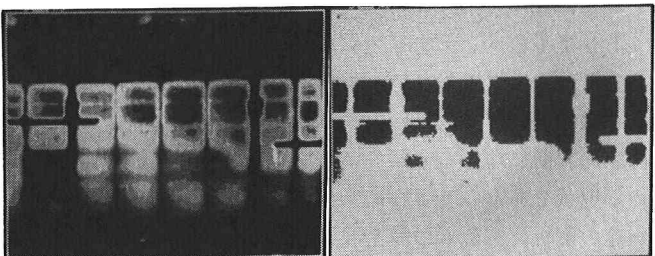
しかしながら、原画像からだけでは定量的な充填性評価を行うことは難しい。そこで、コンクリートの欠陥を客観的、定量的に識別するため、熱画像内の測定温度のバラツキを考慮したしきい値を設定し、原画像の2値画像処理を行い、コンクリートが充填された部分とそうでない部分とを2値画像として表示した。写真1(a)、(b)、(c)は、左側が原画像、右側が2値画像である。2値画像におけるしきい値は、原画像において明らかにコンクリートが充填されたと見なせる部分の、平均温度上昇量と標準偏差を用いて、95%の信頼確率でコンクリートの充填部分と未充填部分を判別できるように設定した。なお、プラントでの若干のトラブルのため、1層目の打設と2層目以降の打設の間に1時間程度の中断があった。そのため、それまでに打

ち込まれた部分の型わくが気温と強風の影響でかなり冷えて、中断後の熱画像では低温領域となって示されている。したがって、充填の識別は1層目と2層目以降で別々に判断することが必要である。なお、縦横方向に存在する棒状の低温領域は、型わく外部に取り付けられた単管パイプである。

これらのことを考慮して処理結果を見ると、コンクリートの打込みにともないコンクリートが型わく内に充填されていく状況が明確に識別できる。また写真2は、3層目を打込んだ後コンクリートをバイブレーターで締め固める前の2値画像である。締め固め終了後の写真1の(c)と比較すると、締め固めを行うことにより未充填部分にコンクリートが充填されたことが確認できる。



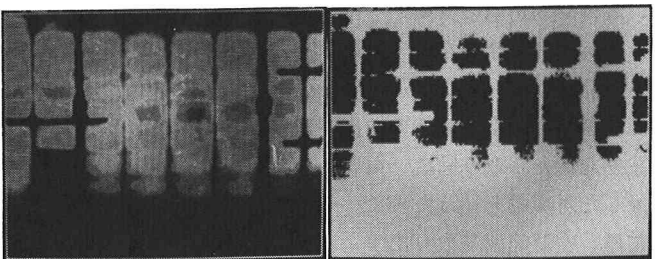
(a) 1層目打込み終了後



(b) 2層目打込み終了後



写真2 3層目締め固め前の
2値画像処理結果



(c) 3層目打込み終了後

写真1 熱画像の撮影結果と2値画像処理結果

4. まとめ

熱赤外線画像を用いて高流動コンクリートの打込み状況および充填性を確認する本手法を実施工に適用し、その実用性を検討した。その結果、室内実験と同様に実施工においても、コンクリート打込み時の熱赤外線画像に画像処理法を適用することにより、コンクリートの充填性、あるいは締め固め状況の定量的な判定を行うことができることが明らかになった。

本研究を実施するにあたり、渡部正氏（前田建設工業）、西村次男技術官（東大生研）の多大なる御協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 渡部・魚本：型わく面の熱赤外線画像によるコンクリート打込み時の欠陥検出法に関する研究、土木学会第47回年次学術講演会、V-226、平成4年9月
- 2) 渡部・魚本：型わく面の熱画像解析によるコンクリートの打設監視法に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15、No.1、pp583-588、1993
- 3) 魚本・渡部：サーモグラフィー法によるコンクリートの打設監視システムに関する研究、生産研究、第46巻、第4号、pp22-25、1994.4