

電磁誘導加熱による PC 構造物におけるグラウト充填性状評価に関する研究

中央大学 学生会員 ○舘野 慎司

中央大学 非会員 宮脇 俊輔

中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

我が国では、1960 年代の高度経済成長期に社会資本が集中的に整備され、その時代に建設されたコンクリート構造物はメンテナンスフリーとされており、適切な維持管理が行われていない。特に、多くの橋梁に用いられる PC 構造物は、プレストレスを加えている PC 鋼材を用いることで引張力に弱いコンクリートの構造性能を向上させたものであるが、PC 鋼材の腐食による構造性能および耐久性性能の低下が深刻な問題となっている。

シース管中にグラウトの未充填領域が存在する場合、有害物質の侵入により鋼材が腐食し、最終的には破断することで構造物の崩壊を引き起こす恐れがある。そのため、グラウトの充填性状を把握することは、PC 構造物の安全性を確保し適切な維持管理による長期延命化を図ることに繋がり非常に重要である。すなわち、PC 構造物におけるグラウト充填性状を正確かつ非破壊で把握可能とするシステムを開発することが急務となっている。

そこで本研究では、シース管とコンクリート表面の間に鉄筋が 1 本配筋された状態の試験体と格子状に配筋された状態の試験体に対して、本システムの適用を行い、グラウト充填不良を非破壊により検知可能であるかどうかの検討を行った。

2. システム概要

グラウト充填性状評価システムは、中央大学既往の研究である RC 構造物における空洞評価システムを PC 構造物に拡張したものである。PC 構造物内部のシース管を電磁誘導により非破壊・非接触で強制加熱し、シース管からコンクリート表面に伝搬した熱を赤外線サーモグラフィで検知することでグラウト充填性状を評価するもので

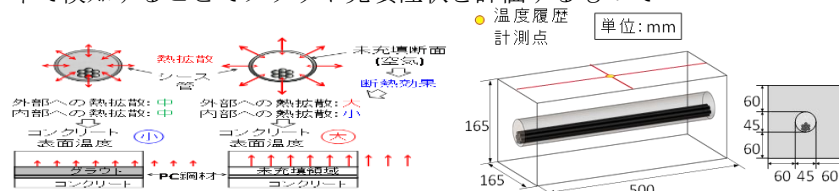


図-1 未充填領域の熱的特性

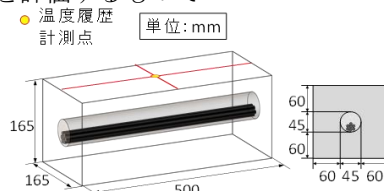


図-2 試験体概要

ある。

図-1 に示すように電磁誘導によりシース管に蓄積された熱量は、シース管内部のグラウトと外部コンクリートに拡散される。シース管内部にグラウトの未充填領域すなわち空気層が存在すると、その断熱材の効果によりシース管内部への熱拡散が抑制され、コンクリート表面へ拡散する熱量が大きくなり、コンクリート表面温度上昇量は大きくなる。本手法では、この温度の差異を利用してグラウトの充填性状を評価する。

図-2 に示す試験体に対して本システムを適用することとした。シース管内のグラウト充填率が 100, 75, 50 および 0% の 4 パラメータとする。その結果を基にグラウト充填率と最高温度上昇率の相関性を示したのが図-3 である。同図の近似曲線からも分かる通り、最高温度上昇率の増加に伴って、グラウト充填率がほぼ線形的に低下していることが確認できる。

以上より、空洞領域の大きさと断熱材の効果の相関性からコンクリート表面の温度上昇量に着目することで未充填領域の位置・程度を定性的に評価可能である。

3. 実験概要

本章では、実構造物を想定した、シース管とコンクリート表面の間に鉄筋が存在する試験体に対する本システムの適用性について論じる。

3.1 試験体概要

鉄筋が 1 本配筋されている試験体概要を図-4 (a) に示す。また鉄筋が格子状に配筋されている試験体を図-4 (b) に示す。同図に示すように、D16 鉄筋のかぶりを 30mm、直径 45mm のシース管のかぶりを 100mm とした。

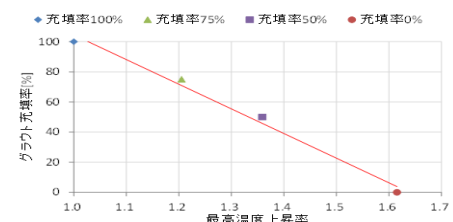


図-3 グラウト充填率と温度上昇率の相関性

キーワード 非破壊試験, PC 構造物, 電磁誘導, 赤外線サーモグラフィ

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科コンクリート研究室

TEL : 03-3817-1892 Mail : kji-shh_0520@civil.chuo-u.ac.jp

グラウト充填率は、100%および0%の2パラメータである。コンクリートの表面温度の測定は赤外線サーモグラフィを用いて行った。

3.2 鉄筋が1本配筋されたPC構造物への適用

図-4(a)に示す試験体に対して本システムを適用する。図-5は、それぞれシース管のかぶり100, 80および60mmの結果を基に作成したグラウト充填率とコンクリート表面の最高温度上昇率の相関図である。前章で述べたシース管のみの試験体で行った試験と同様な傾向を示すとなると、このような線形的な傾向になると考えられる。これは鉄筋が配筋された状態においても本システムが適用可能であること示している。

3.3 格子状鉄筋による影響

次に本システムを図-4(b)に適用した際の結果が図-6である。コンクリート表面温度が上昇する過程(0~100s)においては、グラウト充填率による差異は無いが、降下する過程(100s~)では差異があることから温度降下の過程(100s~)に着目する。具体的には、熱伝導解析を用いて、鉄筋の温度上昇のみの影響によるコンクリート表面温度上昇量を求め、その値を先ほどの実測値から差し引くことでグラウト充填率がコンクリート表面に及ぼす影響を確認することとした。

その結果を図-7に示す。縦軸がコンクリート表面温度上昇量の差で、横軸が熱伝導解析で求めたコンクリート表面温度上昇量が最高となった時点からの経過時間である。これまでの傾向と同様に、グラウト充填率が100%より0%の試験体の方がシース管による表面温度上昇量の影響が大きくなっていることが分かる。

これらのことから、鉄筋の影響が支配的な場合でも、その影響を除去することにより、グラウト充填率の差異による影響が表れたため、鉄筋が格子状に配筋された状態に対しても、本手法の適用が可能である。

4. まとめ

本システム適用におけるPC構造物のグラウト充填性状の診断について、本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 本システムは、電磁誘導加熱終了後からのコンクリート表面温度上昇量の差異に着目することで、鉄筋が配筋されたPC構造物のグラウト充填不良の評価を可能とした。
- (2) 鉄筋が格子状に配筋されている状態では、鉄筋の影響

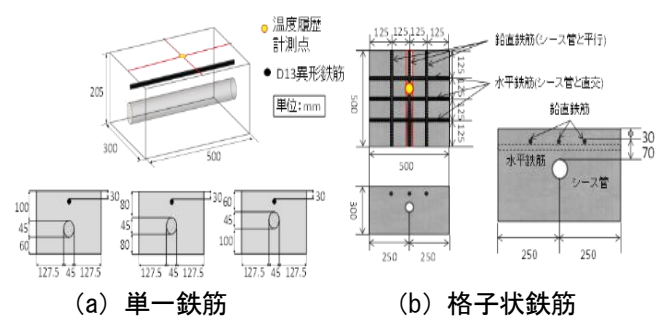


図-4 試験体概要

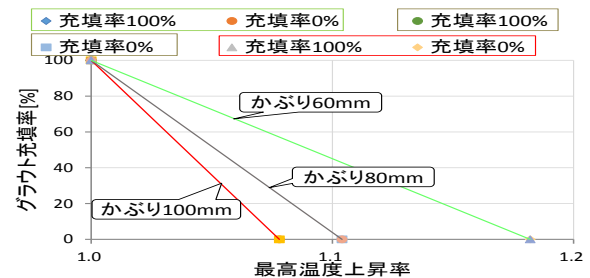


図-5 グラウト充填率と最高温度上昇率の相関性

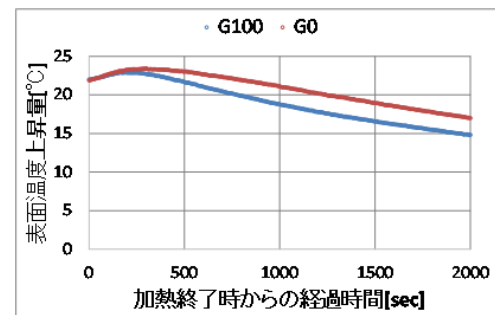


図-6 表面温度上昇量

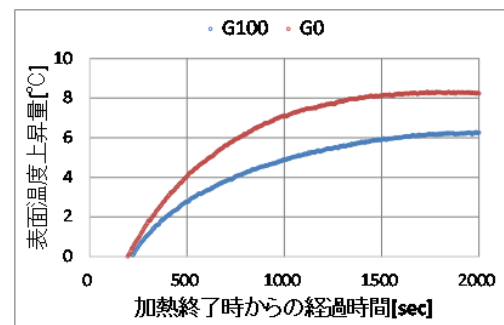


図-7 表面温度上昇量の差

が支配的になるため、それらの影響を熱伝導解析で求め実測値から除去することで、グラウト充填不良の評価を可能とした。

参考文献

- 1) 大下 英吉, 堀江 宏明, 長坂 慎吾, 谷口 修, 吉川 信二郎: 電磁誘導加熱によるコンクリート表面温度性状に基づいたRC構造物の鉄筋腐食性状に関する非破壊検査手法, 土木学会論文集 E, Vol. 65, No. 1, pp. 76-92, 2009

