

論文 電磁誘導加熱を用いた各種非破壊検査における鉄筋加熱むら解消法に関する研究

中央大学 理工学部土木工学科 学生会員 ○梅原 稔之
中央大学 理工学部土木工学科教授 工博 正会員 大下 英吉

1. はじめに

著者らはコンクリート内部に存在する剥離、空洞や鉄筋腐食といった劣化現象を非破壊、非接触によって同時に評価を可能とする新たな非破壊検査システムの構築に着手している。その概要は、コンクリート内部の鉄筋を強制的に加熱することによりコンクリート表面に向かった熱拡散を生じさせ、赤外線センサにより測定したコンクリート表面の温度性状から劣化現象を評価するものである。本システムは、単一鉄筋を有する RC 部材という非常にシンプルな部材に対して適用性が確認されているが、縦横無尽に鉄筋が交差し結束されている場合、結束部による接触抵抗の影響で単一鉄筋を強制的に加熱した場合に比べて発熱量が大きくなり、コンクリート表面に加熱むらが生じるという問題がある。結束部において高温となる性状やそれによる他の領域への熱拡散という問題に関しては、未解明のままであった。

本研究では、鉄筋網の結束箇所が生じる加熱むらの低減ならびに均一加熱領域の拡大手法を確立することを目的として、まず磁場の発生を制御可能な銅板を用いて鉄筋網の温度性状を把握し、次に鉄筋網を配筋したコンクリート供試体に対して加熱実験を実施し、鉄筋網の加熱むら解消法の適用性を議論する。

2. 結束部からの熱拡散影響評価

(1) 実験方法

実験概要を図-1に示す。同図は200×200mmの1格子鉄筋網に対してH1鉄筋から60mmの位置に600×365×1mmの銅板を水平鉄筋の中心と銅板の中心が一致するように設置し、H1鉄筋の結束部の2箇所に100×200×10mmの銅板を設置した状態である。また、結束部は結束線を用いて結束した。

本実験に用いた鉄筋はD16鉄筋であり、電磁誘導加熱に用いるコイルは980×310×12mmの矩形形状であり、コイルから鉄筋までの距離は56mmである。コイル負荷電力は3.7Kw、加熱時間は120秒とした。

キーワード：非破壊検査、電磁誘導、鉄筋腐食

住所：東京都文京区春日1-13-27、電話：03-3817-1892、FAX：03-3817-1803

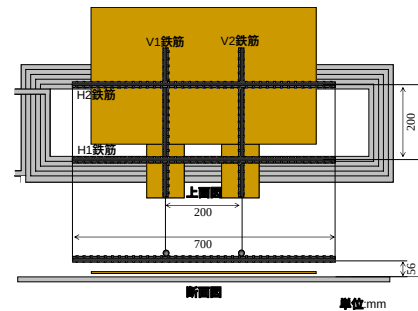


図-1 実験概要

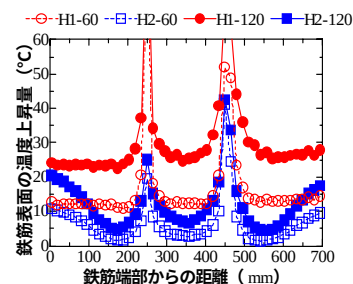


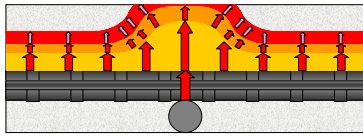
図-2 鉄筋表面の温度上昇量分布

(2) 鉄筋表面の温度性状

図-2に加熱開始後60秒の時点および120秒の時点における鉄筋表面の温度上昇量分布を示す。図中に示す記号H1、H2は鉄筋位置であり、60、120は加熱開始後からの経過時間である。なお、均一加熱の対象とした鉄筋はH1鉄筋であり、以下では主としてH1鉄筋に関する検討を行うこととする。

同図は、鉄筋網を形成していることからH1、H2鉄筋ともに結束部(鉄筋左端部から250mmおよび450mm)では他の領域に比べて高温となっている。しかし、格子内の温度分布に均一温度領域が存在し、結束部の影響はあるものの、H1鉄筋は時間が経過しても高温領域は広くならず、均一温度領域も小さくなっていない。H1鉄筋の350mmの位置における温度上昇量は加熱開始後60秒で12.9℃、120秒で25.6℃であり、均一に加熱されている領域は加熱開始後60秒で285～415mm、120秒で305～395mmである。

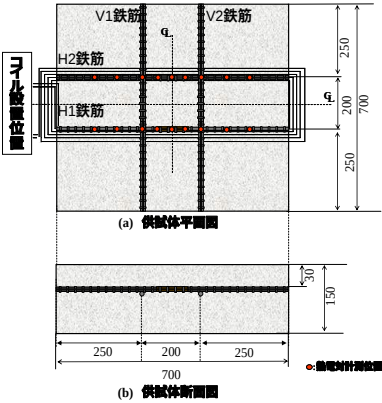
以上のことから、計測対象となる水平鉄筋1本に対して結束部の2箇所に銅板を設置することによって、



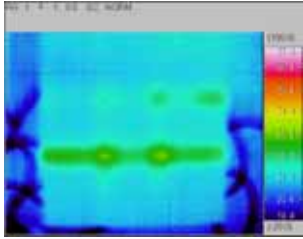
図－3 結束部からの熱拡散状況

表－1 配合表

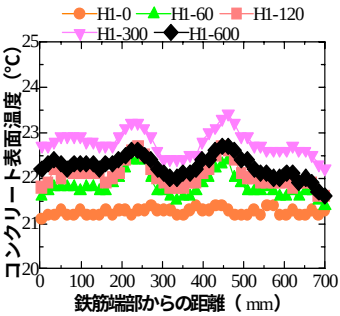
Gmax	W/C	スランブ	空気量	単位量 (kg/m ³)				
(mm)	(%)	(cm)	(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
20	60	10	5	168	280	826	996	2.80



図－4 供試体概要図



図－5 加熱停止後300秒の熱画像



図－6 コンクリート表面温度分布

結束部の発熱からの熱拡散が抑制され、格子内の温度上昇量をほぼ均一にすることが可能であり、鉄筋網を電磁誘導加熱した際に発生する加熱むら解消に対して有効な手法であると言える。

3. 鉄筋網を配筋したコンクリートの加熱特性

前章で対象とした試験体は鉄筋のみであり、図－3に示すように、同様の配筋状態にあるコンクリート中の鉄筋を加熱した場合、結束部から多方向へ熱拡散するためにコンクリート表面温度にむらが発生しやすくなる。本章では、鉄筋網を配筋したコンクリート供試体を用いた実験により前述した同様の効果が得られるかを検証した。

3.1 実験方法

本実験に使用したコンクリート供試体の配合および形状寸法をそれぞれ表－1，図－4に示す。

供試体の鉄筋加熱方法は、まずコンクリート供試体の上に断熱材である発泡スチレンボードを敷き、前章と同様の銅板をコイルと発砲スチレンボードの間に設置し、鉄筋表面からコイルまでの距離が56mmになるようにした。コンクリート表面温度の計測は、赤外線センサによって初期温度計測後、加熱が終了しコイル撤去直後から5秒間隔で90分撮影した。

3.2 コンクリート表面温度性状

図－5，6に、それぞれ加熱停止後300秒の熱画像、H1鉄筋直上のコンクリート表面温度分布を示す。図－5では、結束部を除きほぼ様な温度になっており、結束部の影響によるコンクリート表面の加熱むらが解消されていることがわかる。図－6に関して、均一な温度領域は、経時最高温度である加熱停止後300秒の時点で300～400mm初期温度からの温度上昇量とともに加熱停止300秒の時点で最も高くなっており、コンクリート表面温度の経過時間における温度分布もほぼ

変化していないことから、前章で示した結束部からの熱拡散抑制は大気中と同様に、コンクリート中に配筋された鉄筋網に対しても適用可能であることがわかる。

4. まとめ

本研究では、電磁誘導加熱の問題点である鉄筋網を加熱した際の鉄筋の加熱むらに対して、結束部直上に銅板を設置することによる結束部の温度上昇量制御、結束部からの熱拡散抑制を行い、鉄筋網の温度性状を評価した。

以下に本研究で得られた結果を示す。

- 1) 大気中において電磁誘導で鉄筋網を加熱する際、結束部に銅板を設置することによって結束部からの熱拡散が制御され、格子内の温度上昇を一定にすることができる。
- 2) 鉄筋網を配筋したコンクリート供試体に対しても、結束部に銅板を設置することで結束部からの熱拡散が制御され、コンクリート表面温度の加熱むら解消に有効である。

参考文献

1) 堀江宏明・尾崎勝成・谷口修・大下英吉：熱画像処理に基づいたコンクリート内部の鉄筋網の鉄筋腐食性状評価に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.2，pp.685-690，2007