

V-213 赤外線放射温度計によるRC部材の 欠陥検出の2、3の試み

茨城大学 正会員 福沢公夫
 “ 正会員 沼尾達弥
 三平建設* 鈴木正浩

（*研究当時 茨城大学学生）

1 はじめに

近年、コンクリート内部の、空隙や欠陥、鉄筋の位置、直径および腐食状態、仕上げ材の剥離状態などといった、RC部材内部の非破壊検査が関心の的となってきた。その中で赤外線を利用した手法は、気象の変化、環境条件によって計測に影響を受けやすい欠点があるが、一度に広い範囲を計測できることや、その簡便さなどのため実用化が期待されている。

本研究は、赤外線放射温度計による温度測定からRC部材のひび割れ深さの推定、内部欠陥の有無の検出および鉄筋の切断位置の検出の可能性を検討したものである。

内部欠陥・ひび割れを模したスリット付きのコンクリート供試体および切断された鉄筋を配置したコンクリート供試体を、スリット面あるいは鉄筋切断面の片側の供試体側面あるいは鉄筋端部を加熱して温度勾配を与え、欠陥等を表面から温度を測定して、欠陥等検出の可能性を検討した。

2. 実験方法

(1) コンクリートの欠陥検出実験

供試体の寸法を図1に、また供試体のひび割れあるいは内部欠陥を模したスリット（以下、欠陥という）の幅と深さの水準を表1に示す。欠陥の側から観察する場合は、欠陥はひび割れに相当し、欠陥の裏側から観察する場合は内部欠陥に相当する。供試体は各水準の組み合わせごとに1体ずつ合計12体作製した。コンクリートの水セメント比は40%、細骨材率は59.4%とした。図2に示すようにシリコンラバーヒーターにより供試体下面を80℃で加熱し、供試体の欠陥側およびその裏側の表面温度を赤外線映像装置によって測定を行った。なお、実験は20℃、60%RHで保たれた恒温恒湿室で行い、測定面、加熱面、放熱面以外の測面は断熱した。

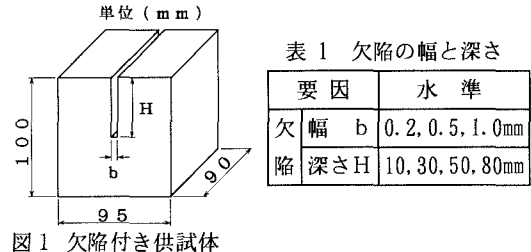


図1 欠陥付き供試体

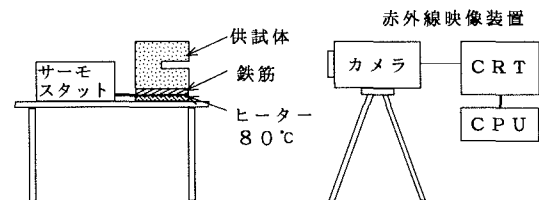


図2 欠陥検出実験の方法

(2) 鉄筋破断検出実験

供試体の寸法を図3に、破断間隔およびかぶりを表2に示す。供試体は各水準の組み合わせごとに1体ずつ合計12体作成した。コンクリートの配合は欠陥検出実験と同様である。実験方法の概略を図4に示す。供試体の上面、下面、裏面を断熱して、リボンヒーターにより鉄筋の片側を70℃で加熱し、断熱していない面の表面温度を赤外線映像装置によって測定を行った。実験は、欠陥検出実験と同様、恒温恒湿室で行った。

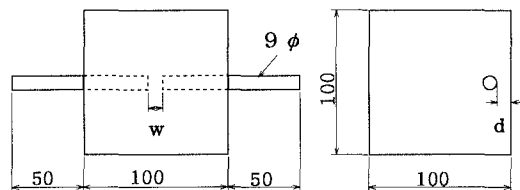


図3 鉄筋破断供試体

3. 実験結果と考察

(1) コンクリートの欠陥検出実験

欠陥側の表面温度分布の測定結果を図5に示す。これより、ほぼ3時間後には定常状態となることおよび欠陥部付近で温度の急激な変化のあること等がわかる。定常状態（6時間後）での欠陥部における温度変化の大きさ（以下温度差）と欠陥深さおよび幅との関係を図6に示す。図6には、有限要素法により解析を行った結果も併せて示した。モデルは、2次元で作成し、縦15分割、横20分割にメッシュを切った。また、欠陥部にも空気を想定したメッシュを切り物性値を与えた解析とした。これより有限要素法により、欠陥部の幅が大きい場合（0.5mm以上）の場合は、実験の結果を推定できることがわかる。

なお、裏面からの測定では図5のような変化は表れず本実験の加熱方法では内部欠陥（欠陥までの距離20mm以上）の検出はできなかった。

(2) 鉄筋破断検出実験

供試体の表面温度分布を図7に示す。この結果より、欠陥検出実験と同様にほぼ3時間後に定常状態となることが分かる。また、鉄筋の破断している供試体では、破断部前後から非加熱面までの温度が健全な供試体に比べ低くなっている。加熱30分後の健全な供試体との破断部における温度差とかぶりの関係を図8に示す。この結果を用いて分散分析を行った結果、かぶりのみが有意となった。つまり、破断間隔は広さよりも破断しているか否かが大きく影響することが示された。

4 まとめ

実験および解析で得られた知見を以下に示す。

(1) コンクリートの欠陥検出について

ひび割れを模した表面欠陥の幅が広がるほど、深さが深くなるほど、欠陥における温度差が大きくなる。熱伝導有限要素法解析により、欠陥の幅が大きい場合にはその温度差を推定できる。

尚、内部欠陥は、今回の実験では検出不可能であった。

(2) 鉄筋破断検出について

供試体中で鉄筋が破断している場合、切断箇所において、健全な供試体と比べて温度が低くなり、その値はかぶり浅いほど大きくなる。かぶり10mmまでは鉄筋破断の検出が可能である。

表2 破断間隔およびかぶり

要因	水準	単位
間隔 W	0 1 5 10	mm
かぶり b	5 10 15	mm

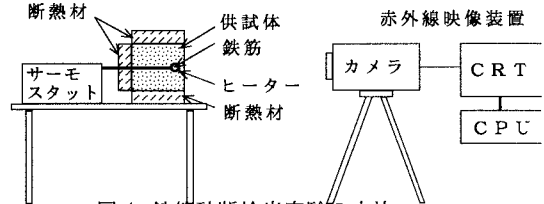


図4 鉄筋破断検出実験の方法

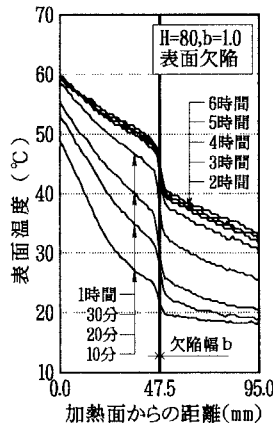


図5 欠陥検出実験の結果

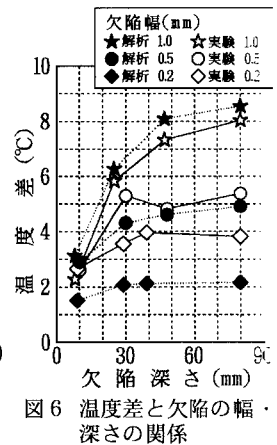


図6 温度差と欠陥の幅・深さの関係

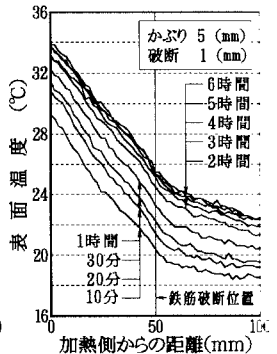
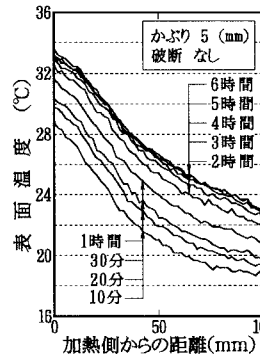


図7 鉄筋破断検出実験の結果

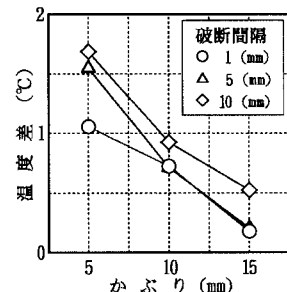


図8 かぶり温度差の関係