

ひび割れ部分を含むコンクリートの温度変化に関する実験および熱伝導解析

首都高メンテナンス神奈川(株)
 関東学院大学工学部
 関東学院大学工学総合研究所
 関東学院大学工学部

正会員 ○高橋 正亨
 正会員 中藤 誠二
 フェロー会員 関島 謙蔵
 フェロー会員 出雲 淳一

1. はじめに

これまで著者らは、ひび割れを含むコンクリート表面を強制的に加熱することにより、ひび割れ部とコンクリートとの間に生じる温度差から、ひび割れ深さを推定する方法を検討してきた¹⁾²⁾。しかし、ひび割れ深さを推定するにあたり、加熱した熱がコンクリート表面からひび割れ内部にどのように伝わるのか理解する必要がある。

本研究では、コンクリートの加熱実験結果に対する熱伝導解析を行い、実験パラメータの同定を行うとともに、加熱後のひび割れ部分の温度変化について検討を行った。

2. 加熱実験¹⁾²⁾

鉄筋コンクリートはりの曲げ載荷試験を行って、曲げひび割れを発生させた供試体のはり下面(写真では上面)から加熱を行い、加熱後の表面の温度変化を赤外線カメラで撮影した(写真-1 参照)。

3. 解析方法

非定常熱伝導解析は、2次元 FEM 解析で行った。解析領域は、白熱球で加熱した領域のひび割れ部を含む対称部分(W=150mm×H=150mm)をモデル化して行った(図-1 参照)。解析に用いた熱物性値を表-1 に示している³⁾⁴⁾。境界条件は、ひび割れ部分と白熱球で加熱するコンクリート部に熱流束を与えて、それ以外の箇所は断熱状態を設定した。

4. 解析結果および考察

図-2 は、非定常熱伝導解析による加熱時と放熱時の結果を示している。加熱後の解析結果が、赤外線カメラで測定した実験結果の現象を再現できるように試行錯誤を繰り返して、実験結果に合うような熱流束の値として 2500W/m² を設定した。放熱過程の解析では、空気層の境界条件を断熱条件から、外部温度 300K の境界条件に変更して非定常熱伝導解析を行った。

図-3 には、解析結果と実験結果のひび割れ部分の放熱時の温度変化を示している。解析結果は実験結果と比較して、温度変化の傾向は同じであるが、赤外線カメラで測定した実験結果よりも解析結果の方が全体的に温度が高くなった。この原因の一つには、温度によって変化するコンクリートおよび空気の熱物性や供試体のモデル化が熱伝導解析に影響しているの



写真-1 加熱状況

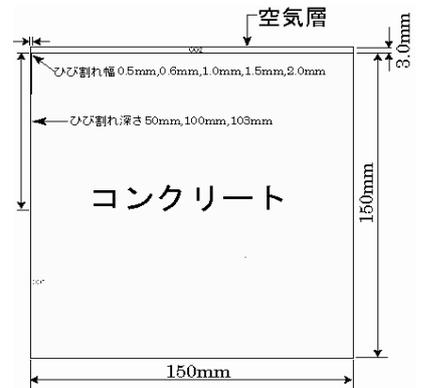
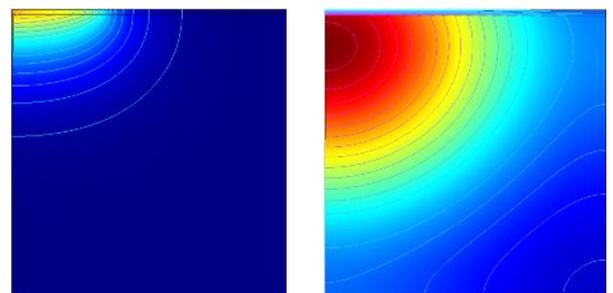


図-1 解析モデル

表-1 熱物性値

物性	熱伝導率 (W/m・K)	比熱 (J/kg・K)	密度 (kg/m ³)
コンクリート	1.60	590.28	2380
空気	0.02461	1007	1.1763



加熱時

放熱時

図-2 熱伝導解析結果

キーワード：維持管理，ひび割れ深さ，ひび割れ幅，赤外線法，非破壊検査，熱伝導解析

連絡先：〒221-0045 神奈川県横浜市神奈川区神奈川 2-6-4 首都高メンテナンス神奈川(株) Tel : 045-453-9041

ではないかと考えられる。

解析による模擬実験として、ひび割れ幅を 1.0mm と一定にしてひび割れ深さを 50mm, 100mm に変化させて熱流束 5000W/m² で 30 分間加熱した場合の解析結果を図-4~図-5 に示している。2つの図においてひび割れ先端部に着目すると、ひび割れ深さ 50mm では 30 分の加熱後に 40℃近くまで温まり徐々に冷めているのが確認されるが、ひび割れ深さ 100mm の場合には加熱後徐々に温度が上昇しているが、その温度上昇はひび割れ深さ 50mm の場合よりも小さくひび割れ先端部まで十分に熱が伝わっていないことが分かる。ひび割れ幅が同じ場合、ひび割れ表面部分での加熱・冷却時の温度変化はあまり違いが認められないが、ひび割れ深さの違いによってひび割れ表面部と先端部との温度差に違いが認められる。

図-4~図-5 以外に、ひび割れ深さを 100mm と一定にしてひび割れ幅を 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm に変化させた場合の熱伝導解析も行った。しかし、加熱時におけるひび割れ先端部の温度変化に差は認められず、ひび割れ先端部の温度変化にひび割れ幅が与える影響は小さかった。

5. 結論

本研究から以下のことが結論として得られた。

- (1) 非定常熱伝導解析により、赤外線による測定結果を再現することが可能となった。
- (2) ひび割れ表面から加熱を行っても、ひび割れ深さが大きいとひび割れ先端部分での温度変化も少なく、ひび割れ深さの影響を受けなくなる。

参考文献

- 1) 高橋正亨, 出雲淳一: 赤外線を利用したコンクリートのひび割れ深さの測定に関する基礎的研究, 第 17 回シンポジウム論文集, プレストレストコンクリート技術協会, pp.209-214, 2008 年 11 月
- 2) 高橋正亨, 出雲淳一: コンクリートのひび割れ深さの推定方法に関する実験的検討, 第 18 回シンポジウム論文集, プレストレストコンクリート技術協会, pp.185-188, 2009 年 10 月
- 3) 小根澤淳志・加藤佳孝: コンクリートの熱特性を活用した既設構造物の品質評価に関する研究(3), 生産研究, Vol.55, No.6, pp.133-136, 2003 年
- 4) 田坂英紀: 機械工学入門講座 伝導工学 「2 版」, 森北出版, p.181, 2005 年

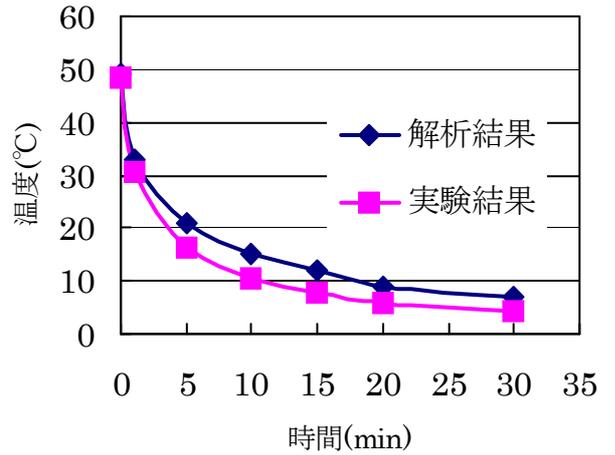


図-3 ひび割れ部分の温度の経時的変化

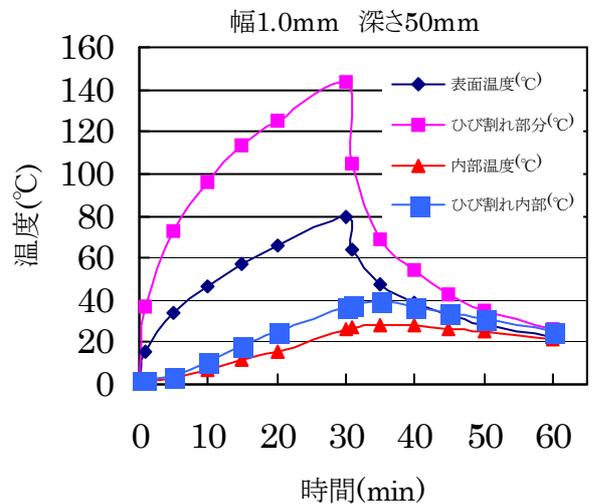


図-4 解析による温度の経時的変化

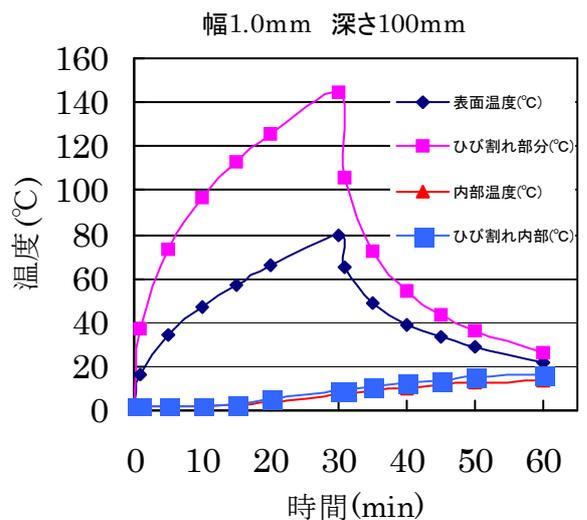


図-5 解析による温度の経時的変化