

遮熱シート養生を用いた RC 躯体の温度応力解析

群馬大学 理工学部 環境創生理工学科

学生会員 ○大山 峻平

群馬大学大学院 理工学府 環境創生理工学教育プログラム

非会員 富山 隆彦

河本工業株式会社

非会員 大島 亮一

群馬大学大学院 理工学府 物質環境類 土木環境プログラム

正会員 小澤 満津雄

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物 (RC 構造物) に発生するひび割れは, 耐久性の低下, 美観を損ねる点から問題視されている¹⁾. 一般的に, 施工時におけるセメントの水和熱膨張と収縮により, ひび割れが生じる危険性がある. これまでに, 遮熱シートの適用について, 橋台に適用²⁾したものがあがるが, 検証データ数としては十分とはいえないのが現状である. そこで, 本研究では RC ボックスカルバート構造物の温度応力解析においてブルーシートと遮熱シートを用いた影響を熱伝達率 h に置き換えて温度応力解析を実施した. その後, 実 RC ボックスカルバートに遮熱シート養生を適用し, 内部温度を計測して保温効果を確認した.

2. 温度応力解析概要

本解析には有限要素法を用いたコンクリート構造物の三次元非線形温度応力解析プログラムを使用し, 非定常熱伝導解析および温度応力解析を実施した. 図 1 に解析モデルを示す. モデル作成の際には構造物の対称性に考慮し, X 軸対象の 2 分の 1 モデルとした. 本研究では構造部材である中壁部 (リフト 2) を対象とし, 内部温度とひび割れ指数を検討した. 中壁の養生方法と熱伝達率 h の設定方法を図 2 に示す. 通常養生では, 合板型枠 ($8(W/m^2\cdot^{\circ}C)$) を設定した. 遮熱養生では, 遮熱シート ($0.384(W/m^2\cdot^{\circ}C)$) を型枠外側に配置するとして, 設定した. 遮熱シートは全ての打設が終わるまで 84 日間設置するとした.

3. 解析結果および考察

図 3 に通常養生と遮熱シート養生を実施した場合の最高温度分布および, 中壁部中心と表面部における内部温度の経時変化を示す. 通常養生では, 中心

部と表面部の温度差は $4.4^{\circ}C$ であった. 一方, 遮熱シート養生の中心部と表面部の温度差は $0.5^{\circ}C$ であった. 遮熱シート養生の方が中心部の温度が高く, 部材表面との温度差が小さいことがわかる. また, 最高温度時の時間からの温度下降速度が遮熱シート養生を実施した方が緩やかであることがわかる. 図 4 に中壁の着目点における温度応力の経時変化を示す. 通常養生と遮熱シート養生で圧縮応力の最大値は $0.24(MPa)$ と $0.58(MPa)$ であった. 材齢の進行とともに引張方向に応力が卓越していくことがわかる. 通常養生の場合, 材齢 20 日における引張応力は $2.72(MPa)$ であったが, 遮熱シート養生では $1.51(MPa)$ であり, 引張応力が低減される結果となった.

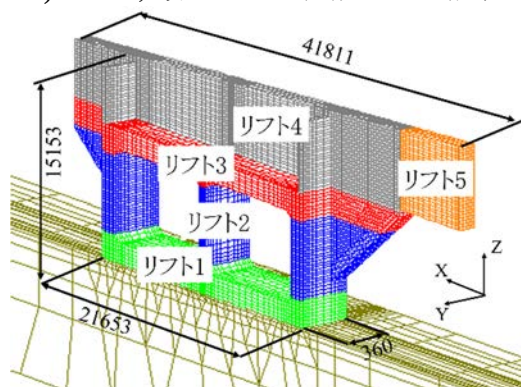


図 1 解析モデル

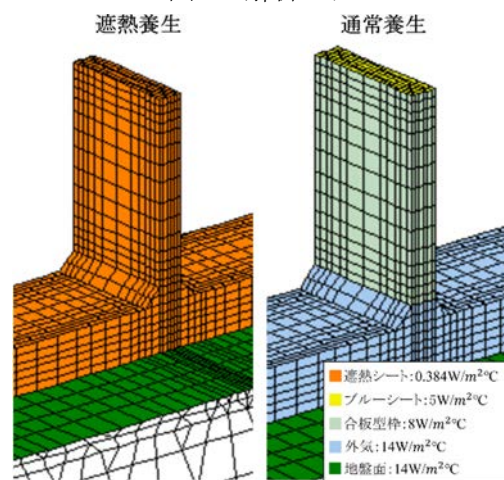


図 2 熱伝達率設定条件

キーワード RC 構造物, 温度応力解析, 水和熱, 遮熱シート養生, ひび割れ指数

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1

群馬大学 理工学府 コンクリート工学研究室 TEL0277-30-1613

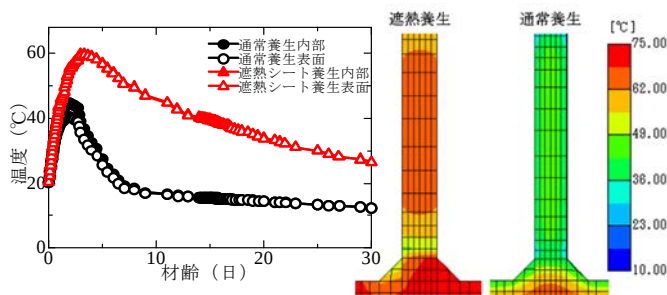


図3 内部温度の解析結果

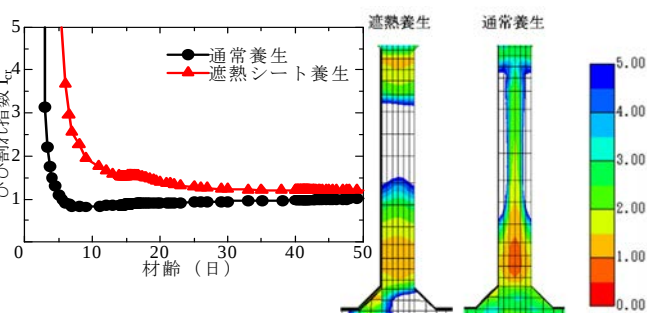


図5 ひび割れ指数の解析結果

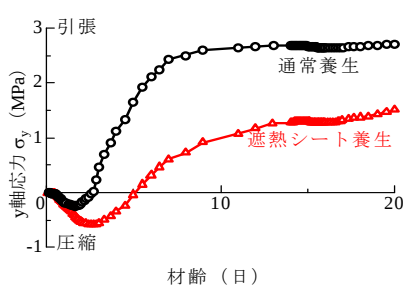


図4 内部応力の比較

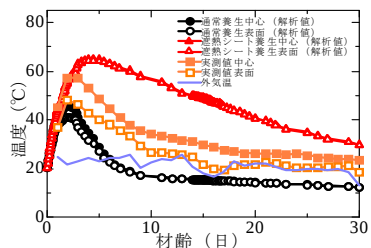


図6 解析値と実測値の温度比較

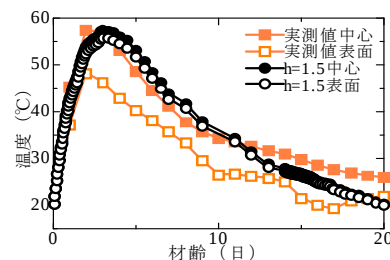


図7 事後解析による温度比較

た. 図5に中壁の着目点におけるひび割れ指数の経時変化と, 最小ひび割れ指数コンター図を示す. 通常養生では, 最小ひび割れ指数が0.82であったが, 遮熱シート養生を実施することで1.20となり改善効果が確認できた. 以上より, 遮熱シートの保温効果によってひび割れ指数が改善されることが確認できた. 次に, 遮熱シートを実際にRCボックスカルバートに適用し, 内部温度を測定して保温効果を確認した.

4. 事後解析による考察

図6に中壁部の温度実測値と解析値(通常養生および遮熱シート養生)の経時変化を示す. 遮熱シート養生の実測値は, 表面から10cm位置の温度最高値が48.2°Cであり, 中心温度最高値が57.4°Cとなり, 最大温度差は10.7°Cであった. 解析値よりも実測値の方が温度差は大きく, 養生時における内部温度の最大値は小さくなった. 実施工ではシート設置作業による時間のロスもあるため, 解析値と実測値に差が生じたと考えられる. そこで, 遮熱シート養生における熱伝達率を変えて, 事後解析を実施し実測値と比較した. 図7に, 遮熱シートの熱伝達率 h を1.5(W/m²°C)にした場合の解析値と実測値の温度経時変化を示す. $h=1.5$ の場合, 中心部の最高温度57.4°Cと実測値と同じであった. また, 温度の降下時の材齢から材齢9日までの中心部における温度下降速度

を比較すると, 実測値が0.129°C/hrで解析値($h=1.5$)が0.136°C/hrであった. 以上より, 熱伝達率 $h=1.5$ (W/m²°C)の場合, 実施工と同様な温度変化を示すことが分かった.

5. まとめ

- 1) 温度応力解析において, 遮熱シート養生を実施することによりひび割れ指数を低減させる効果があることが分かった.
- 2) 実構造物のRCボックスカルバートに遮熱シート養生を適用し, ひび割れ抑制効果を確認した.
- 3) 内部温度の実測値と遮熱シート養生の解析値で差異が生じた. そこで, 事後解析を実施し熱伝達率1.5(W/m²°C)に設定したところ, 実測値に近い温度の解析結果を示した.

【参考文献】

- 1) 佐藤良一, 丸山一平: 収縮ひび割れの予測と制御のあるべき姿, コンクリート工学, pp.11-20, Vol.43, No.5, 2005, 5
- 2) 富山隆彦, 小澤満津雄, 大島亮一: 遮熱シートを用いた鉄筋コンクリート橋台の養生効果, コンクリート技術シリーズ No.124「コンクリート構造物の品質確保」に関するシンポジウム論文集, pp.173-176, 2020, 8