

低熱ポルトランドセメントを用いたマスコンクリートの温度応力解析に関する一考察

佐藤工業（株） 正会員 内田 雅一*1

佐藤工業（株） 大西 清介*1

佐藤・奥村・竹中土木共同企業体 正会員 北野 祐介*2

建設省関東地方建設局江戸川工事事務所 鴨下 由男*3

1. はじめに

首都圏外郭放水路事業のうち、調圧水槽新設工事は平成 12 年度の竣工を目指して現在施工中である。当現場ではマスコンクリートの施工に対して設計段階から低熱ポルトランドセメントを採用することとなっているが、温度応力解析においては、底版部、壁部および頂版部コンクリートそれぞれについてリフト割りやひび割れ誘発目地の設置に関する詳細検討を随時実施し施工を行っていることは既に報告したとおりである¹⁾。

本報告は、壁部コンクリートの施工において得られたデータをもとに解析値と実測値の比較を行い、その後の施工に対し解析の精度の向上を目指した結果について述べたものである。

2. 温度応力解析

低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートの熱特性に関するデータが比較的少ないこともあり、事前に力学特性、熱特性の室内試験を実施した上で 3 次元 FEM 温度応力解析を行った。断熱温度上昇量と熱膨張係数に関しては実測値を用いることで精度の向上を図っているが、とくに熱膨張係数に関しては $8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ を採用しており、これまでの一般的なコンクリートの数値として採用されていた $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ よりも小さい。また、今回はひび割れ誘発目地の効果を考慮したモデルを利用することにより、より現場に近い施工条件でひび割れ誘発目地の間隔やリフト高さに関する検討を実施した。なお、温度ひび割れ指数は 1.2 以上を満足することを目標とした。

その結果、壁厚 3.5m、高さ 12.0m（内ハンチ部 4m）、総延長 250m の壁部コンクリートの打設には、ひび割れ誘発目地を 28m 間隔で設置する場合にはハンチ部の大部分が温度ひび割れ指数 1.0 以下となり、目標のひび割れ指数を満足できないことが予想されたが（図-1 参照）、14m 間隔で設置すればほぼ全域で温度ひび割れ指数が 1.2 以上になることから（図-2 参照）、ひび割

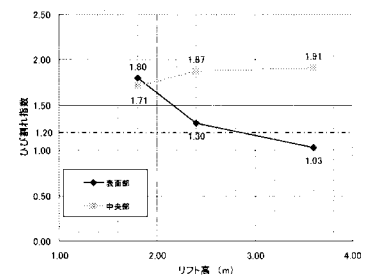
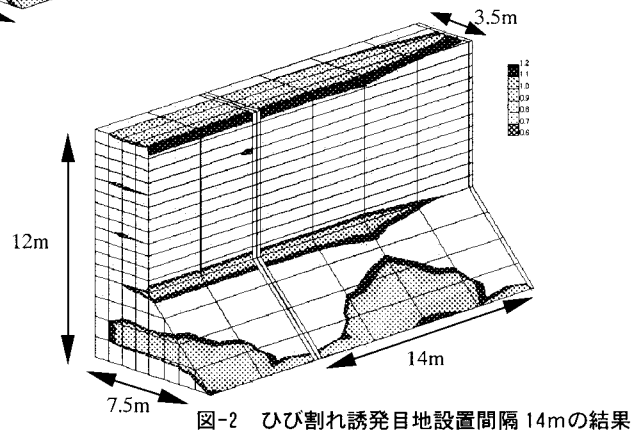
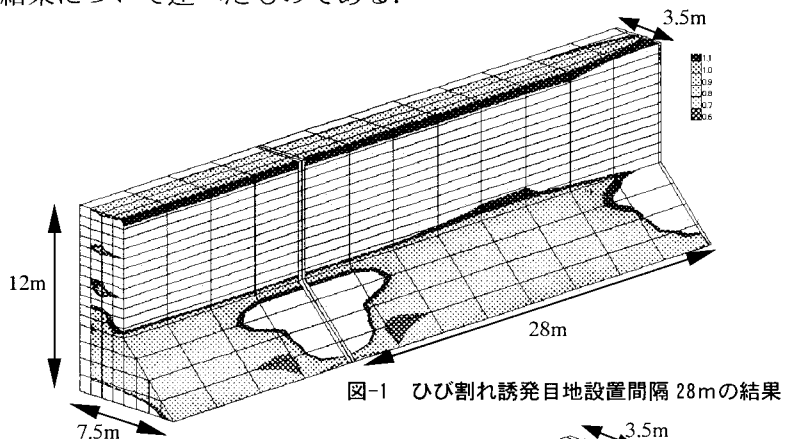


図-3 リフト高さと温度ひび割れ指数との関係

keywords : マスコンクリート, 低熱ポルトランドセメント, ひび割れ誘発目地, 温度応力解析

*1: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 Tel.03-5296-2371 Fax 03-5296-2373

*2: 〒344-0112 埼玉県北葛飾郡庄和町西金野井 878 Tel.048-746-9171 Fax 048-746-9173

*3: 〒278-0005 千葉県野田市宮崎 134 Tel.0471-25-7436 Fax 0471-23-1741

れ誘発目地間隔を 14m として壁部コンクリートを施工することとした。一方、リフト高さに関しては図－3 に示すように温度ひび割れ指数が 1.2 以上となる限界は 2.8m 程度となることから、ハンチ部より上方の 8m はそれぞれリフト高さ 2.6m, 2.7m および 2.7m に分割して施工することとした。

3. 施工結果の検証

壁部コンクリート中に埋設した計器のうち着目点の位置を図－4 に、その計器を用いて得られたコンクリート温度の実測値と解析値との比較を図－5 に示す。この結果をみると、ハンチ部のコンクリートの最高温度に関しては実測値と解析値が非常に近いのに比べて 1 リフト目のコンクリートの最高温度に関しては実測値が解析値よりも 5℃ 以上低い値を示している。むしろ、ハンチ部のコンクリートの場合は熱定数や環境条件等の影響因子の影響で結果的に近似しただけの可能性もある。しかしながら、ハンチ部の先行打設の後 1 リフト目は当初の予定日より 1 ヶ月以上も遅れて打設されている。そのため、解析時における外気温の推定値と外気温の実績には大きな差が生じた。つまり、解析値を求めた際の設定条件（打設日、打設間隔、外気温の予測値等）は現実とズレている部分が多く含まれていたと考えられる。そこで、打設日、打設間隔および外気温の実績等を当てはめた事後解析を行った結果を図－6 に示す。

これより、最高温度の到達点において実測値は解析値よりも若干小さくなるが、これは打設時のコンクリート温度が埋設計器と接触するまでの経緯が反映されておらず、微妙に違うことを考慮すれば十分修正されるものと考えられる。一方、コンクリート温度の上昇速度や降下速度はほぼ完全に一致しており、コンクリート温度は極めて高い精度で推定されていると判断できることから、コンクリートの熱定数には問題がないことを証明しているものと考えられる。

したがって、今回事前の室内実験結果を利用して正確な熱膨張係数を採用した応力解析結果においても十分な精度が得られ、ほぼ解析時に予想したとおりに温度ひび割れ発生が認められたことを裏付けているものと考えられる。

4. おわりに

今回、低熱ポルトランドセメントを用いた配合に対し熱膨張係数 $8.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ を採用して温度応力解析を実施した。それに対し、施工後のひび割れ発生状況や外気温等の実績を反映して事後解析を実施した結果、今回用いた熱定数が適正であったことが確認できた。今後の頂版部コンクリートの施工においても同様の熱定数を用いて温度応力解析を実施し、温度ひび割れの制御に努める予定である。

参考文献

1) 北野ほか：低熱ポルトランドセメントを用いたマスコンクリートの施工，土木学会第 55 回年次学術講演会，第 V 部門，2000.9（投稿中）。

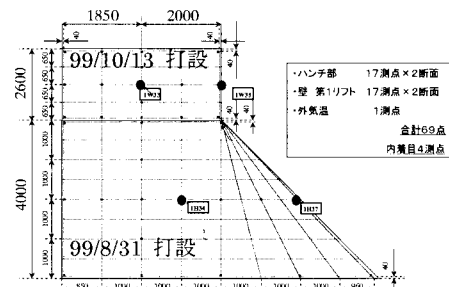


図-4 埋設計器の位置

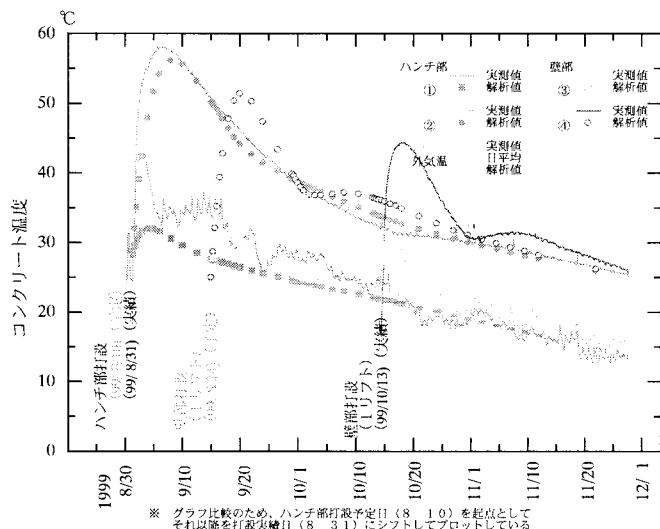


図-5 ハンチ部および壁部コンクリートの事前解析における実測値と解析値との比較

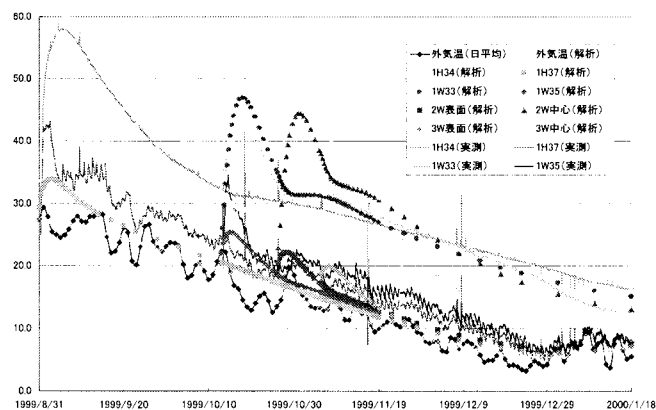


図-6 ハンチ部および壁部コンクリートの事後解析における実測値と解析値との比較