鋼管・コンクリート複合構造橋脚における温度応力解析について

鉄建建設（株）　正会員　○安保　知紀
国土交通省北海道開発局　伊藤　学
国土交通省北海道開発局　山口　賢一
鉄建建設（株）　須藤　満

１．はじめに

鋼管・コンクリート複合構造は，高橋脚工事の省力化・急速施工及び耐震性の向上を目的として開発した，鋼管を主体とする鉄骨鉄筋コンクリート構造である[1)]．本構造の特徴として，橋脚基部等の塑性ヒンジ区間において所要のじん性能を確保するため，鋼管内にコンクリートを充てんする必要がある．

本工事では，橋脚躯体と鋼管内の充てんコンクリートの打込み順序に着目した温度応力解析をおこない，打込み順序を決定した．本報告では温度応力解析の結果とともに，施工での温度計測結果をあわせて報告する．

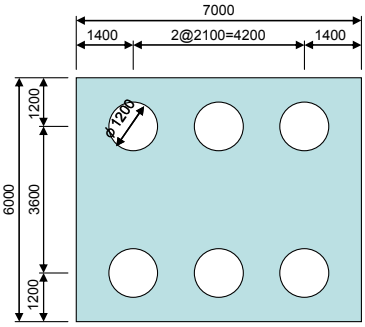


図-1　橋脚断面

２．温度応力解析

対象とする橋梁は，函館江差自動車道 新当別大橋（仮称）であり，橋梁形式は 2 径間 PCT ラーメン橋，橋長は 220m である．このうち下部工事は，φ10000 の深礎杭 17.5m および橋脚（躯体）34.0m を建設する工事である．対象とする橋脚の断面を**図-1** に示す．

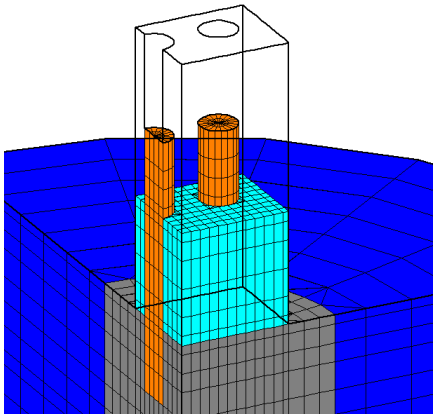


図-2　橋脚解析モデル

温度応力解析は「2007 年制定 コンクリート標準示方書【設計編】（土木学会)」に準拠し，3 次元 FEM 解析をおこなった．解析は深礎杭および橋脚(7 リフト分)をモデル化しておこなった．対象となる橋脚 1 リフトおよび鋼管内コンクリートの解析モデルを**図-2** に，解析ケースを**表-1** に示す．また，橋脚コンクリートの打込みは冬期となるため，橋脚全体の給熱養生をおこなうとともに，打込み後 5 日間は合板型枠を残置し，脱枠後は断熱材およびフィルムシートによる養生をおこなう条件とした．

表-1　解析ケース

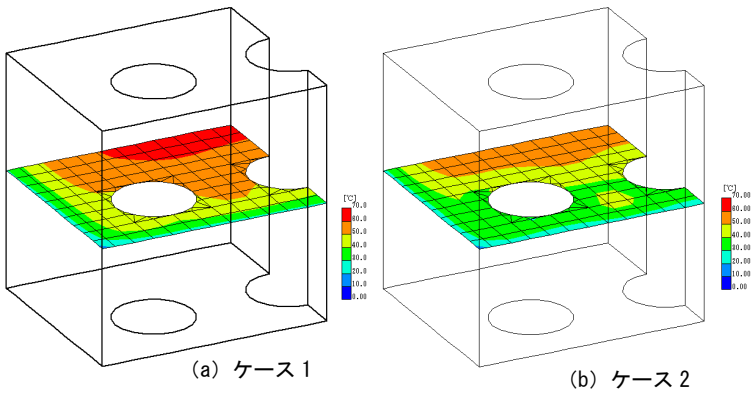
ケース	鋼管内クーリング	鋼管内コンクリート
1	未実施	後打設
2	5 日間実施	後打設
3	5 日間実施	先打設

３．解析結果

ここでは鋼管内にコンクリートを充填する橋脚第 1 リフトを対象とする．

まず，鋼管内のクーリングの影響に着目したコンクリートの最高温度分布を**図-3** に示す．鋼管内をクーリングすることにより，橋脚内部の最高温度が抑制されているのが分かる．

次に，鋼管内の充てんコンクリートの打込み順序に着目し，コンクリートの最小ひび割れ指数分布を**図-4** に示す．いずれも躯体表面部はひび割れ指数が 1.0 を下回る結果となったが，ケース 2 では，その範囲が狭くなっていることが


(a) ケース 1　　(b) ケース 2
図-3　最高温度分布

キーワード　鋼管・コンクリート複合構造，温度応力
連絡先　〒101-8366　東京都千代田区三崎町二丁目 5 番 3 号　鉄建建設（株）　ＴＥＬ03-3221-2172

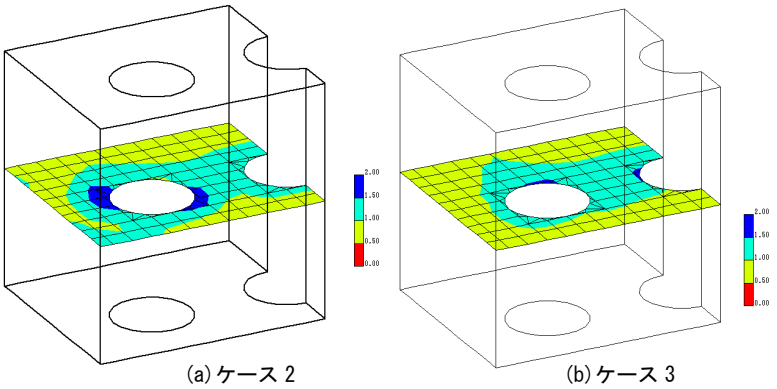
分かる.

以上の解析結果より,本工事においては解析ケース 2 と同じく,橋脚躯体コンクリート打込み後に鋼管内のコンクリートを打ち込む手順とした.

4. 解析結果と温度計測結果の比較

解析結果を図-5 に,施工における温度計測結果を図-6 に示す.橋脚躯体中心部の温度(Ct4)は,解析結果ではコンクリート打込み後 3 日目に最高温度約 59℃に達しているのに対し,温度計測結果では約 61℃に達している.

また,コンクリート表面温度(Ct1)および鋼管背面温度(Ct3)に着目すると,解析結果に比較して温度計測結果が高くなっているのが分かる.これは主に,給熱養生温度の違いおよび鋼管内クーリングの効果の違いによるものと考えられる.前者は,解析では給熱養生温度を 5℃と設定していたのに対し,施工では 10℃程度となっていること.また後者は,鋼管内に冷気(外気)を送り込みクーリングをおこなったが,通常のパイプクーリングと異なり冷気を通風できないことから,コンクリートの発熱による鋼管内の暖気を十分に冷却できなかったと考えられる.結果的には,コンクリート内外の温度差が小さくなり,温度応力によるひび割れが抑制されたと考えられる.



(a) ケース 2　　(b) ケース 3

図-4　最小ひび割れ指数分布

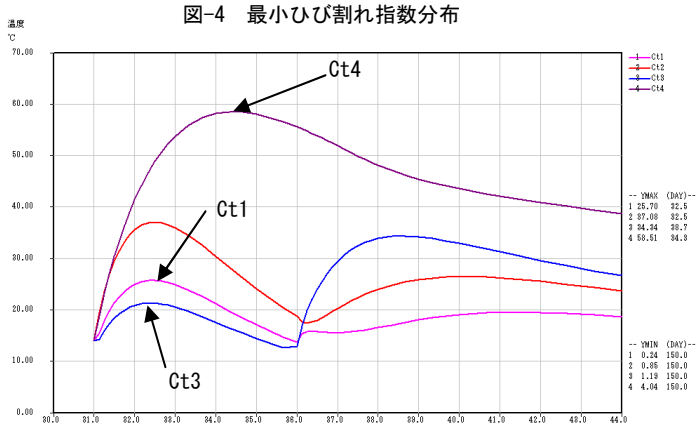


図-5　温度履歴（解析）

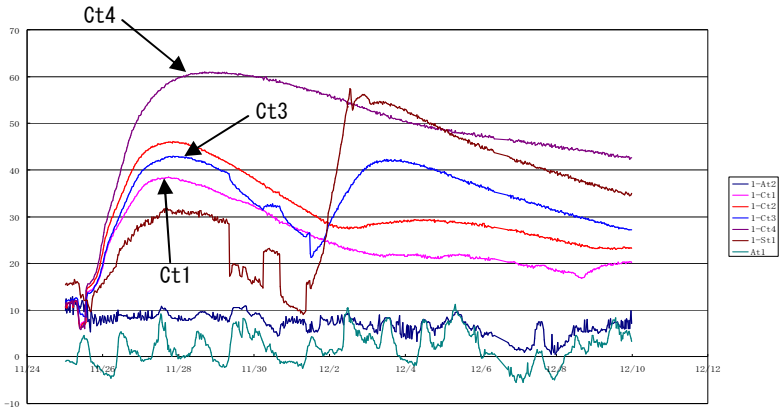
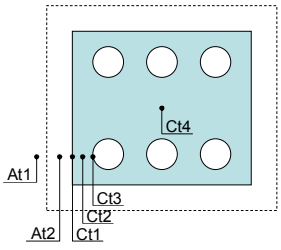


図-6　温度履歴（計測）

5. まとめ

本橋脚のような橋脚断面に占める鋼管面積の割合が 16%程度の場合は,温度応力解析および温度計測より次のことが分かった.



- 鋼管内をクーリングすることにより,橋脚内部のコンクリートの温度上昇をある程度抑制することができる.
- 橋脚躯体コンクリート打込み後に鋼管内のコンクリートを充てんした場合,鋼管内のコンクリートを先に充てんした場合に比較して,最小ひび割れ指数分布が改善される.
- 橋脚躯体コンクリート打込み後に鋼管内に冷気を送り込み,その後鋼管内のコンクリートを充てんすることにより,有害なひび割れを抑制することができる.

しかしながら,鋼管内のクーリング効果についてはさらなる検討が必要であると思われる.

最後に,本工事は平成 21 年 2 月までに橋梁下部工のコンクリート打込みを全て終了し,有害なひび割れは確認されていない.

参考文献

1) 設計要領第二集橋梁建設編　東日本高速道路株式会社他　5 章下部構造　4-4 鋼管・コンクリート複合構造橋脚　pp5-46