

冬期施工時における鋼管・コンクリート合成構造橋脚の温度ひび割れ対策

中央コンサルタンツ（株）○正員 長太正人
 中央コンサルタンツ（株） 正員 野田勝哉
 北海道開発局 正員 赤代恵司
 北海道開発土木研究所 正員 三田村浩

1. はじめに

鋼管・コンクリート合成構造橋脚は、中空断面の鉄筋コンクリート橋脚に対して鋼管を主鉄筋代替および内型枠として使用することにより、施工の省力化・工期短縮を図る事を目的として開発された構造であり、その採用実績も増えつつある。一方この構造は、その断面構造の特徴からコンクリートの発熱に起因した温度応力の影響を受けやすいことが指摘されている。特に寒冷地においては冬期施工となることも多く、外気温の低下に伴い橋脚コンクリートの内外温度差が大きくなることから、夏期に比べてひび割れ発生の可能性が高くなることがわかっている。¹⁾

以上を踏まえ本検討では、冬期施工の鋼管・コンクリート合成構造橋脚を対象に温度応力解析を行い、冬期における温度ひび割れ対策の効果について検証した。また、解析モデルの妥当性の確認として、現場施工データとの検証も併せて行った。

2. 解析概要

2.1 解析モデルおよび解析条件

解析モデルは図-1 に示すように後リフトの影響を考慮した3次元モデルとした。なお、解析モデルと解析条件の諸元は文献¹⁾を参照されたい。

また、実施工では防寒囲い内の空気を圧送する鋼管内クーリングなどの対策工を実施しており、これらをモデルに反映した。このほか、コンクリートの打込温度は実施工の温度とし、コンクリートの断熱温度上昇特性は、使用するセメントのものとした。

2.2 鋼管内空気要素の設定

中空部の鋼管内空気温度は、躯体温度の上昇・下降の影響を受けながら変化するため、空気の熱物性値を設定することで、より実情に近い解析を行うこととした。また、対策工の鋼管内クーリングについては、鋼

管内空気の熱伝導率を大きくして取り込む空気の熱伝導を高めることで空気の対流をシミュレートしている。具体的には、クーリングを行わない場合は $0.03\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ 、クーリング実施の場合は $500\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ とした。

2.3 解析ケース

解析ケースは、冬期施工時の温度ひび割れ対策の効果を検証する目的で、無対策の Case-1 と対策工（鋼管内クーリング）を反映した Case-2 とした。

両ケースともに外気温は施工場所の日平均気温を使用し、給熱温度については施工目標値の 10°C とした。

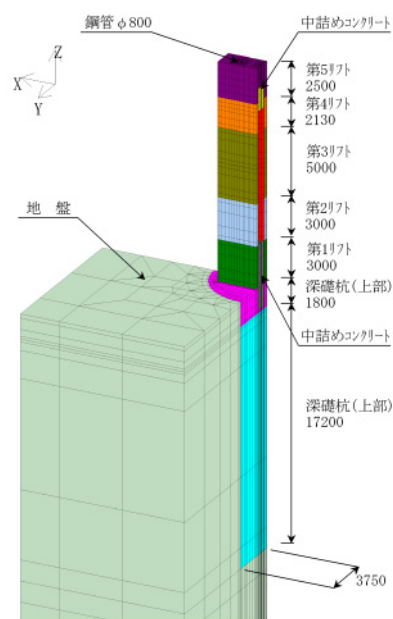


図-1 解析モデル

3. 温度応力解析結果

温度ひび割れに対する照査は、コンクリートに発生する引張応力と引張強度の比である温度ひび割れ指数(Icr)を用いる方法が行われている。²⁾ 一般に温度ひび割れ指数は1以上を目標とすることが多く、本解析においてもこれを目安とした。図-2 に Case-1、Case-2 表面部の最小ひび割れ指数経験値図を示す。

無対策の Case-1 では充実部、中空部ともに、表面から内部に至る広い範囲でひび割れ指数が1を下回る結果となった。また、ひび割れ指数は図-3 に示すように、「材令初期」と「次リフト打設時」に低下し、打設から給熱停止までの期間が短い場合には「給熱停止時」にも低下する。これは、①材令初期に躯体中心部温度が

キーワード 鋼管・コンクリート合成構造橋脚, 冬期施工, 温度応力解析

連絡先 〒060-0034 札幌市中央区北4条東1丁目2-3 TEL 011-233-2541

ピークとなる時、②当該リフトが次リフト打設による熱影響を受けるとき、③躯体温度が十分に終息していない段階で給熱を終えるときであり、いずれも内外温度差が大きくなることに起因している。また、図-2に示すように、Case-1 では中空部においてコンクリート表面にひび割れが発生した場合、鋼管に達する可能性が高い。

一方、対策工の Case-2 は、中空部のひび割れ指数が大きく改善し、1を上回る部位が多くなる結果となった。また、図-3 に示すように、打設から給熱停止までの期間が短い場合についても改善する。これは、鋼管内クーリングにより中空部の躯体中心温度が下がり、内外温度差が Case-1 よりも小さくなったためと考える。なお、充実部については鋼管内クーリングによる効果はほとんど無く、Case-1 からほとんど改善されない。

解析ではほかに、打込温度を下げることで材令初期のピーク温度もそれに比例して下がること、中詰めコンクリートを躯体打設の数日前に先行して打設することで充実部のピーク温度が数℃下がることを確認しており、いずれもひび割れ指数の改善に効果があることがわかった。

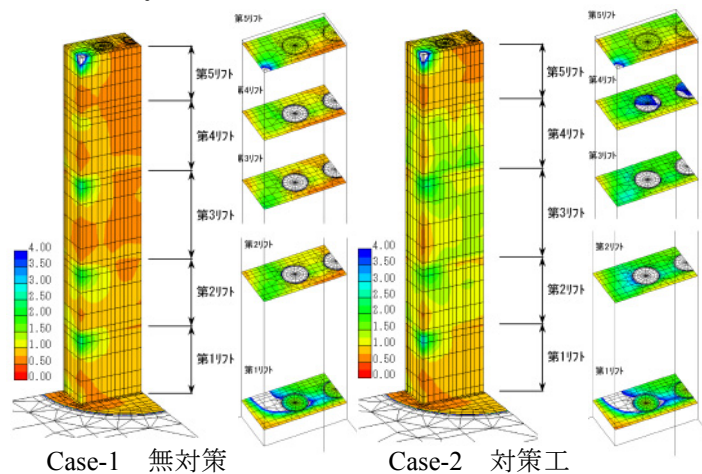


図-2 最小ひび割れ指数経験値図（表面部）

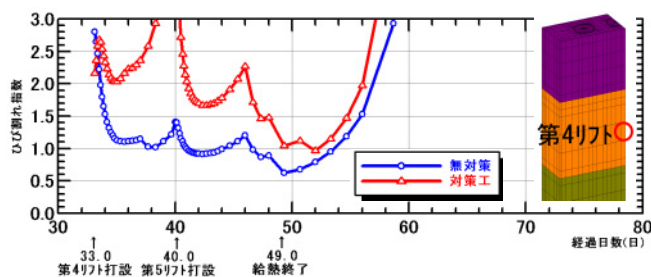


図-3 ひび割れ指数時刻歴図

4. 解析モデルの妥当性の確認

次に、解析モデルの妥当性の確認として、Case-2 の外気温および給熱温度を実測温度に替えて解析を実施

し、コンクリート実測温度と温度解析結果との比較を行った。解析温度は図-4 に示すように実測温度に概ね近い結果となり、設定した物性値等の解析条件は妥当であったと考える。

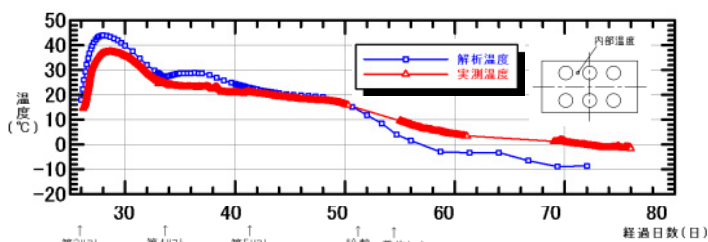


図-4 コンクリートの内部温度時刻歴図

5. 実施工における対策工の効果

実施工では橋脚全面にひび割れ防止筋を設置しており、他にも脱型後から防寒囲い撤去まで躯体を覆うようにウレタン製の養生シートを設置している。施工後の目視観察では、有害なひび割れは発生していない。

ひび割れは解析結果ほどの確率で発生しておらず、鋼管内クーリング以外にこれらの対策工を実施することひび割れ発生抑制に効果があるものと考えられる。

6. まとめ

冬期施工時の温度ひび割れ対策についてまとめると、以下のことが言える。

- 1) 冬期施工時においても、躯体中心部温度を下げるには鋼管内クーリングの実施が効果的であり、ひび割れに対して有効となる。また、打込温度を下げることや中詰めコンクリートの先行打設の実施も、更なるひび割れ発生抑制が期待できる。
- 2) 橋脚基部などの充実部は中空部に比べて温度ひび割れ発生可能性が高い。充実部については、ひび割れ防止筋の配置やシート養生を行うことでひび割れ発生抑制が期待できる。
- 3) コンクリート実測温度と温度解析結果は概ね近い結果となり、本解析で設定した物性値等の条件は妥当であった。温度応力解析で使用する物性値は、適切なものとする必要がある。

参考文献

- 1) 野田・菅・赤代・三田村・國松：鋼管・コンクリート合成構造橋脚における温度応力解析，平成16年度論文報告集2005.2，第61号，土木学会北海道支部
- 2) 土木学会：2002年制定 コンクリート標準示方書 施工編