

埋設型枠を用いた橋脚施工における温度応力ひび割れリスクの検討

(株)大林組 正会員 ○高橋敏樹 齋藤隆

1. はじめに

橋梁下部構造のうち橋脚を急速施工するために、外周部にコンクリートやモルタル製の埋設型枠を組み立て、内部にコンクリートを打設するハーフプレキャスト工法が考案され、多くの適用事例がある。一般にこのような埋設型枠は高強度で、工場製作されるため、品質管理もよく緻密な構造となるため、工程短縮だけでなく高い耐久性も期待できる。

しかし、埋設型枠は内部コンクリートとの材齢差があり、すでに硬化した埋設型枠の内側に内部コンクリートを新たに打設するという特徴から、埋設型枠に温度応力ひび割れが生じるリスクを有している。

本稿では、埋設型枠を用いた橋脚施工の温度応力解析を実施し、打設時期や養生条件、内部コンクリートの特性が、埋設型枠の温度応力ひび割れに与える影響に関して考察した。

2. 温度応力解析の条件

(1) 解析モデル

解析対象は道路橋下部構造を参考にし、橋脚 1 リフトまでを想定した図-1 に示すような橋軸方向 3200mm、橋軸直角方向 6300mm の橋脚断面、橋脚高さ 3500mm の 1/4 モデルとした。埋設型枠の厚さは 60mm とした。

下部構造躯体および埋設型枠の配合、物性値は表-1、表-2 に示す通りとした。埋設型枠の設計基準強度は 80N/mm²、引張強度は 8.0N/mm² とし、工場製作して施工場所へ搬入することから、圧縮強度および引張強度は一定値とした。その他の条件として、全部

ン比 0.2 とした。

(2) 検討ケース

表-3 に示すように、埋設型枠の有無、打設時期、養生条件のパラメータを変化させ、6 ケースの解析を

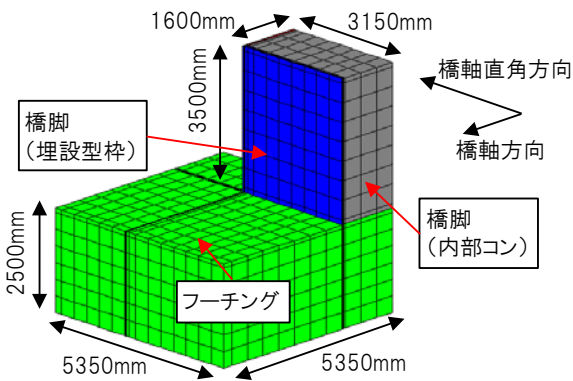


図-1 温度応力解析のモデル図

表-2 各部位の材料物性値

項目	フーチング	橋脚 (内部コン)	橋脚 (埋設型枠)
水和モデル	JSCE	JSCE	考慮しない
ヤング率	JSCE	JSCE	35,000N/mm ²
圧縮強度	JSCE	JSCE	80N/mm ²
線膨張係数	12μ/°C	10μ/°C	10μ/°C
乾燥収縮	JSCE	JSCE	考慮しない
自己収縮	JSCE	JSCE	考慮しない

※「JSCE」は2012年制定土木学会コンクリート標準示方書【設計編】に準拠して物性値を計算

表-3 各解析ケースと検討条件

解析 ケース	埋設型枠	打設時期	養生条件	膨張材 (内部コン)
①	-	夏季	標準	-
②	あり	夏季	標準	-
③	あり	夏季	保温	-
④	あり	冬季	標準	-
⑤	あり	冬季	保温	-
⑥	あり	夏季	標準	あり

表-1 各部位の配合

項目	設計基準 強度	引張 強度	セメント 種類	W/C	単位量(kg/m ³)				
	N/mm ²	N/mm ²	-	%	C	W	S	G	密度
フーチング	24	JSCE	BB	50.0	320	160	682	1135	2299
橋脚(内部コン)	30	JSCE	N	49.5	325	161	769	1045	2303
橋脚(埋設型枠)	80	8.0	埋設型枠は工場製作を想定するため圧縮強度一定とした						

※「JSCE」は2012年制定土木学会コンクリート標準示方書【設計編】に準拠して物性値を計算

キーワード 橋脚, 埋設型枠, 温度応力ひび割れ

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 設計第一部 TEL 03-5769-1305

行った。打設時期は夏季（7月）と冬季（12月）、また、埋設型枠外周部の保温養生（14日間断熱養生）の有無を検討した。ケース⑥では温度応力ひび割れ対策として採用されることの多い橋脚コンクリートへの膨張材使用の影響を検討した。

3. 温度応力解析結果

（1）埋設型枠の影響

埋設型枠の有無による躯体に発生する引張応力度の違いを図-4に示す。埋設型枠のないケース①では、橋脚中心部の引張応力度が大きくなり、フーチングに拘束されることによる外部拘束ひび割れが卓越するが、橋脚躯体の内外温度差による引張応力度は小さい。一方、埋設型枠のあるケース②では、橋脚内部コンクリートの発熱膨張により埋設型枠天端付近に 7.54N/mm^2 の引張応力度が生じている。埋設型枠は引張強度が大きいものの、ひび割れ指数が1.06となり、埋設型枠がない場合とは異なる位置にひび割れが生じるリスクがある。

（2）養生条件・膨張材の影響

夏季打設の標準養生と保温養生の躯体温度の比較を図-2に示す。保温養生により埋設型枠の温度が上昇し、橋脚中心との温度勾配が標準養生では 30°C 以上あったものが約 15°C に大幅に小さくなる。そのため、埋設型枠に生じる最大引張応力度（図-3）は標準養生の 5.5N/mm^2 から 3.0N/mm^2 程度に大幅に低減された。このことより、埋設型枠自体は工場製作であるため橋脚内部コンクリート打設時には湿潤養生は必要ないが、保温養生を施すことで埋設型枠に生じるひび割れリスクを低減できることがわかる。

冬季打設の場合には埋設型枠が冷却され橋脚躯体の温度勾配が大きくなるため引張応力度がさらに大きくなるが、保温養生により同様の低減効果がある。

膨張材を用いた場合の引張応力度を図-3、図-4に

示す（ケース⑥）。膨張材の効果により橋脚中心の引張応力度はやや低減するが、内部コンクリートが膨張するため、埋設型枠の引張応力度は 12.56N/mm^2 と大幅に増加し、ひび割れ指数は0.64となり、ひび割れ発生リスクが非常に大きくなった。

4. まとめ

埋設型枠を用いる場合、通常の場合打ち橋脚とは異なる形態の温度応力ひび割れが生じるリスクがあり、養生方法や内部コンクリートの選定には注意が必要であると考えられる。

参考文献

- ・ 土木学会：2012年制定コンクリート標準示方書【設計編】，2012。

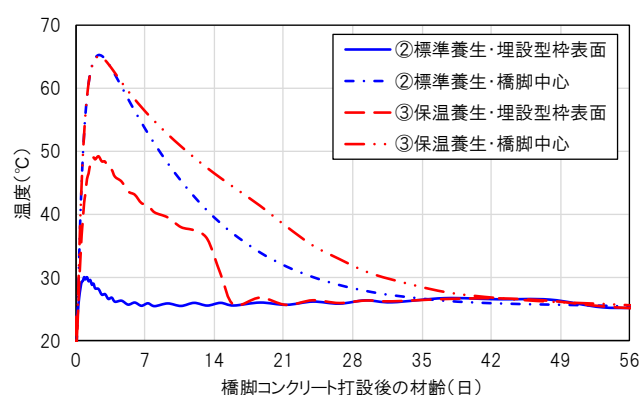


図-2 夏季打設の躯体温度

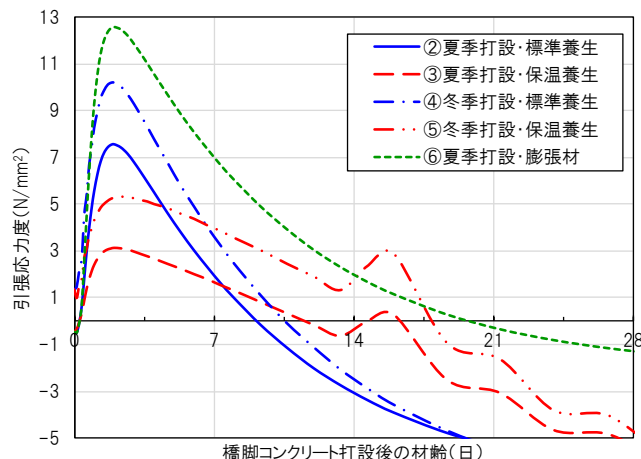


図-3 埋設型枠の引張応力度（橋軸直角方向）

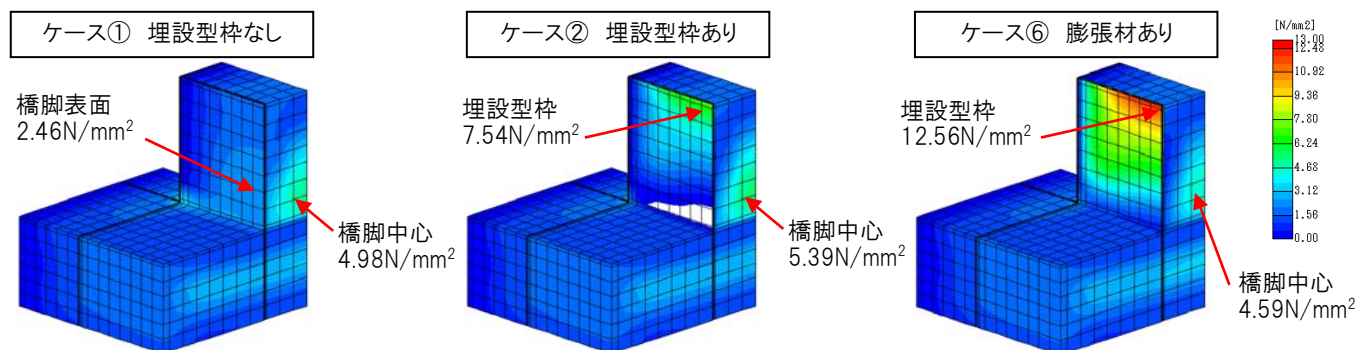


図-4 引張応力度（橋軸直角方向）のコンター図（夏季打設・標準養生のケース）