

分割施工が伴う RC ボックス橋台における温度ひび割れ解析結果と対策

東日本旅客鉄道（株） 東北建設プロジェクトマネジメントオフィス 正会員 ○大島 里紗
 東日本旅客鉄道（株） 東北建設プロジェクトマネジメントオフィス 正会員 井上 聡子

1. はじめに

マスコンクリートかつ分割施工が伴う RC ボックス橋台においては温度応力，および乾燥収縮等による影響緩和対策が必要となる．本稿では現場のリフト割などの施工条件を反映した3次元モデルにおいて温度ひび割れ解析を実施した結果とその対策について報告する．

2. 解析対象と課題

図-1 に解析対象とした橋台の概略寸法等を記載する．本橋台は構造物直下で立体交差化する計画からボックス形状であること，道路の上下線が一体となった 11.9m×24.9m×1.9m の横長，かつマスコンクリートとなるフーチングや鉛直伸縮目地が入った壁体で構成されることが特徴である．マスコンクリートによる温度応力の影響を受けるフーチング，及び分割施工により乾燥収縮等の影響を受ける壁体・上スラブの双方について，施工に伴う有害ひび割れの発生を抑制するため，温度解析による検討を実施する事とした．

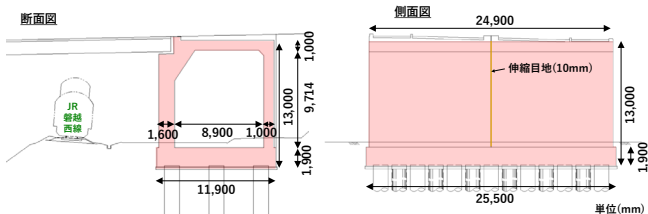


図-1 構造概略図

表-1 コンクリート配合

打設リフト	打設部位	コンクリートの種類	呼び強度	単位セメント量 kg/m ³	水セメント比	セメントの種類による記号
1~2リフト	フーチング	普通	27N/m ²	307	53.0%	N
3~10リフト	躯体			323		

表-2 コンクリート物性値

熱伝導率	W/m ² C	2.7
比熱	KJ/kg ² C	1.15
密度	kg/m ³	2400
ポアゾン比		0.2
線膨張係数	μ/ ² C	10
圧縮強度	N/mm ²	$f_c(te) = (te-Sf) / (a+b*(te-Sf))*(f_c(tn))$
ヤング係数	N/mm ²	$E_c(te) = 6300*f_c(te)^{0.45}$
引張強度	N/mm ²	$ft(te) = 0.13*f_c(te)^{0.85}$

※圧縮強度の推定式および各係数はマスコンクリートのひび割れ制御指針¹⁾を参照

表-3 養生条件および熱伝導率

養生箇所	養生条件	熱伝導率 W/m ² C	養生日数
1~3リフト	側面	木製型枠	9日
	上面	養生マット+散水	
4リフト	側面	木製型枠	7日
	上面	養生マット+散水	
5~10リフト	側面・下面	木製型枠	5日
	上面	養生マット+散水	
養生後・地盤面	-	14	-

3. 解析概要

表-1, 2, 3, 4, 図-2 に本解析の条件等を記載する．養生条件として外気温は気象庁月別平均気温（3年平均値）を，コンクリート初期温度は外気温に5℃加えた値とした．また，収縮ひずみの算出について，マスコンクリートのひび割れ制御指針¹⁾ではマスコンクリートの場合，乾燥収縮を考慮しないこととしているが，本構造物では壁体・スラブ打設に伴い乾燥収縮の影響を大きく受けかつ，既施工部の外部拘束により長期材齢時の残留ひずみに対する検討が必要と予想された．したがって，コンクリート標準示方書²⁾に記載の乾燥収縮ひずみも考慮した式を用いて収縮ひずみを求めることとした．なお，拘束条件として図-3 のようにフーチング底面のφ1,500mmの場所打ち杭接合部に X,Y,Z 拘束を与えている．

表-4 分割ロット割

行役時期	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月			
ロット番号	1ロット 3月1日	2ロット 3月6日	3ロット 3月23日	4ロット 4月12日	5ロット 5月18日	6ロット 6月19日	7ロット 7月4日	8ロット 7月19日	9ロット 8月3日	10ロット 8月26日

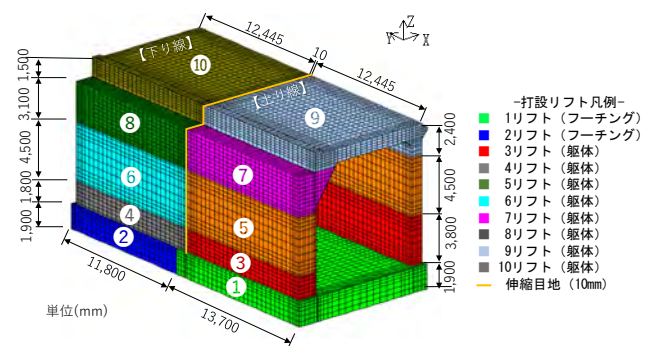


図-2 解析モデルおよびリフト割

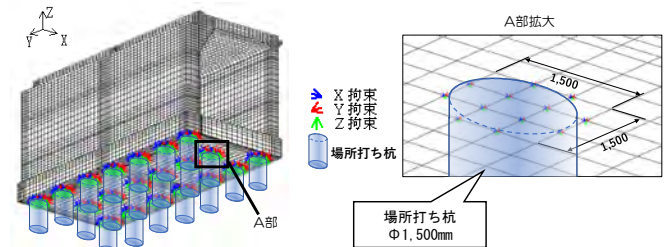


図-3 拘束条件

キーワード：マスコンクリート 温度ひび割れ解析

連絡先：仙台市青葉区五橋一丁目1番1号

4. 解析結果および対策

図-4 にひび割れ指数（以下 I_{cr} とする）1 以下に着目した解析結果を示す。一回の打設量が多いフーチング部や外部拘束の影響を強く受ける打ち継ぎ目部周辺に I_{cr} が小さく出ていることが分かる。ひび割れの発生を抑制するため、下記方針で補強を行うこととした。

- ①表面から 200mm 以浅の $I_{cr} \leq 1$ の箇所に対して引張鉄筋量を算出し補強を実施。ただし、外部拘束によるひび割れ発生リスクの高い壁部については $I_{cr} \leq 1.85$ の箇所について補強を実施。
- ②各着目点において、鉄筋の許容応力度を 120N/mm^2 として発生応力度から必要鉄筋量を算出。
- ③既配置鉄筋量が必要量を満たさない場合、径のランクアップまたは補強鉄筋を追加。フーチングに下部を強く拘束されるロットの隅角部であることから最も発生応力度が高かった図-4 に示す着目点⑤（壁体下面）における照査結果を示す。図-5 より主応力が橋軸直角方向に卓越していることから橋軸直角方向の最大応力分布を確認したところ、図-6 のとおり方向別最大応力度は 6.42N/mm^2 であった。引張鉄筋量照査の結果、当初の D25 ctc250 から ctc125 とすることで鉄筋量を満足させることができた。

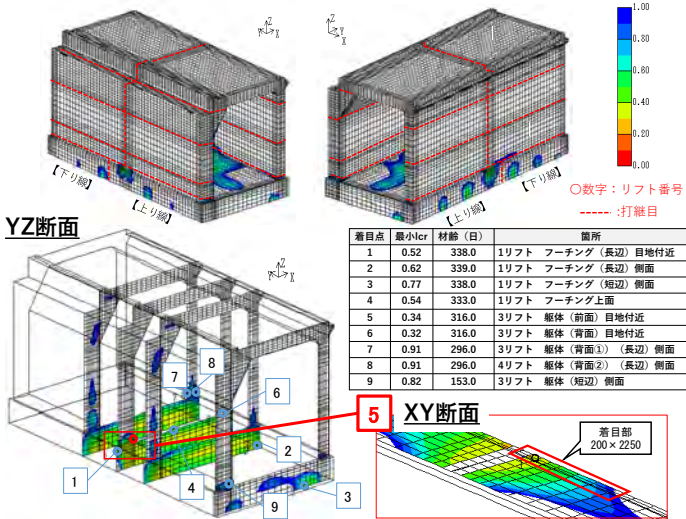


図-4 $I_{cr} \leq 1$ の際の最小 I_{cr} 分布・着目点

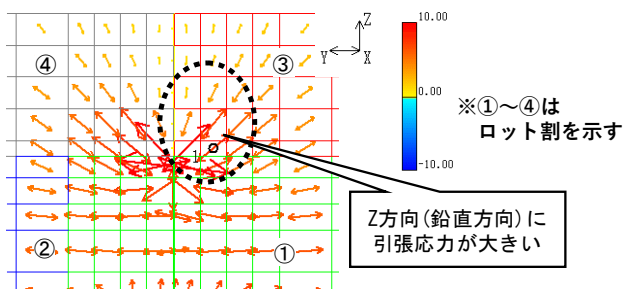


図-5 主応力矢線図

5. まとめ

以上の検討・照査を図-7 のハッチング部において行い、表-5 のとおり配筋を変更することで、構造物の品質確保を図った。今後は実構造物におけるひび割れの発生状況の経過確認を行いながら施工を確実に進めていく。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016, pp42-52
- 2) 公益社団法人土木学会：2017 年制定コンクリート標準示方書【設計編】，PP242-246

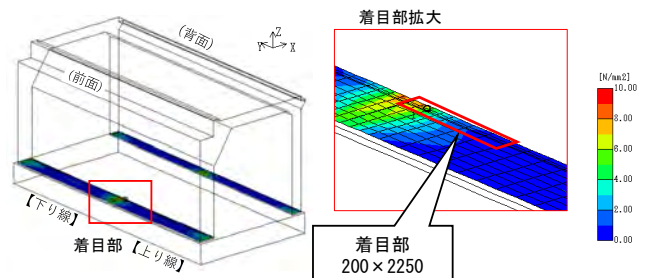


図-6 鉛直方向応力分布図

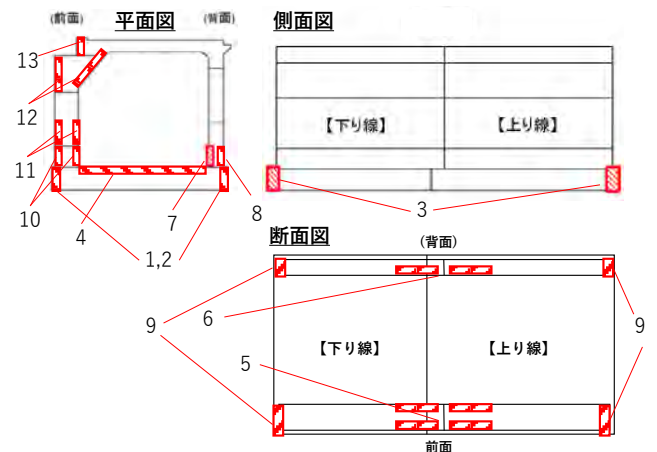


図-7 配筋変更箇所

表-5 配筋変更表

(当初)		(変更後)	
1	D19 ctc200	D22	ctc200 + D25 ctc200
2	D19 ctc200	D22	ctc200 + D25 ctc200
3	D19 ctc200	D19	ctc200 + D25 ctc200
4	D29 ctc250	D29	ctc250 + D29 ctc250
5	D25 ctc250	D25	ctc250 + D25 ctc250
6	D29 ctc250	D29	ctc250 + D16 ctc250
7	D19 ctc250	D19	ctc250 + D25 ctc250
8	D25 ctc250	D25	ctc250 + D19 ctc250
9	D16 ctc250	D16	ctc250 + D22 ctc250
10	D16 ctc250	D16	ctc250 + D19 ctc250
11	D16 ctc250	D16	ctc250 + D19 ctc250
12	D16 ctc250	D16	ctc250 + D19 ctc250
13	D16 ctc250	D16	ctc250 + D16 ctc250