

煙突構築時の施工計画上の配慮

戸田建設(株) 正会員 ○下垣 啓、荒谷 洋介

1. はじめに

江戸川左岸流域下水道の普及率は令和元年度末で 81% となっている。下水道の整備が進むに従って、処理場に流入する下水道量も増加するため、令和 3 年 3 月 1 日から新たに江戸川第一終末処理場の供用を開始した（図-1）。本工事は当流域下水道において汚水処理に伴い発生する汚泥を焼却処理する施設を整備することを目的としている。

本工事で施工する汚泥焼却施設の 1 つである煙突は、部材厚 5.1m、幅 18m の正八角形であり、1 回のコンクリート打設量も 930m³ と大量打設であった。

- そのため、以下の課題が懸念された。
- 課題①：マスコンの温度ひび割れ対策
 - 課題②：大量打設時の品質確保



図-1 江戸川第一終末処理場（全体イメージ）

2. マスコンクリートのひび割れ防止対策（課題①）

煙突の底版は、厚さ 5.1m のマスコンクリート構造物であることからコンクリートの水和熱による温度ひび割れが生じることが考えられた。

そのため、施工段階で発生するひび割れを制御し、長期の耐久性能を確保するため、構造物の施工条件や環境条件を考慮し、温度応力解析を実施した。

解析手法は、3 次元有限要素法温度解析及び温度応力解析とし、内部拘束ひび割れが卓越するため、目標ひび割れ指数を 1.0 以上とした。

解析対象範囲は図-2 のように設定した。解析モデルは 2 面対象の 1/4 モデルとした（図-3）。また、使用するコンクリートの配合を表-1 に示す。

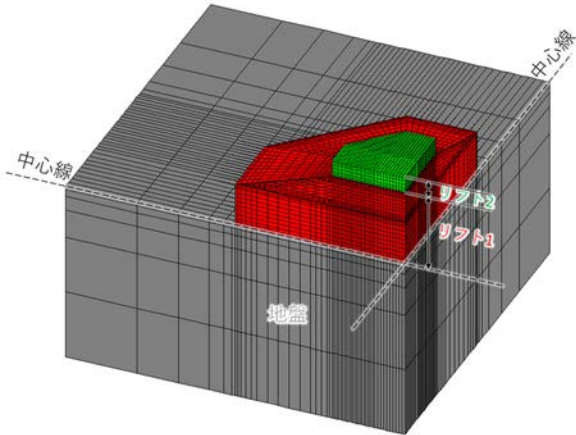


図-3 解析モデル

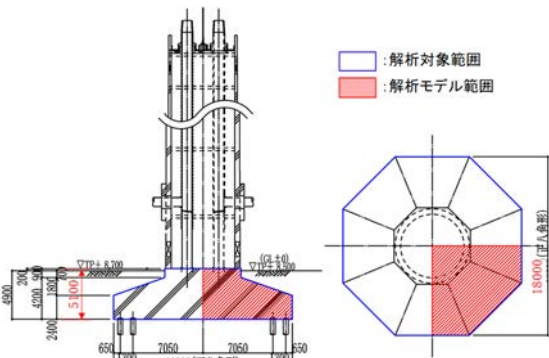


図-2 解析対象範囲

表-1 標準配合

使用部位	呼び方	W/C	単位量 (kg/m ³)				
			セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
リフト1	27-15-20N (標準配合)	54.3%	317	172	835	971	3.17
リフト2							

3. 対策工の検討（課題①）

図-4 に示す解析結果では、表面部の最小ひび割れ指数は 1.0 以下の部分が多く、最小ひび割れ指数は 0.67 という結果となった。ひび割れ指数が最小となる材齢 13 日のとき、表面部と中心部の温度差は 38℃であり、コンクリート初期の温度上昇およびその後の温度降下過程における内外温度差が大きくひび割れ指数に影響していると考えられる。

キーワード マスコンクリート、温度ひび割れ、混合生コン

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋 1-2-5 戸田建設(株) 首都圏土木支店 TEL03-3535-1426

今回は内部拘束ひび割れが対象のため、温度上昇抑制として低発熱型セメントの選定、収缩量低減を図る石灰石骨材の採用、拘束力（内外温度差）緩和として養生方法・期間の検討を行った。各種対策を単独または組み合わせて温度応力解析を行った結果を表-2に示す。

効果および経済性を考慮して、最小ひび割れ指数 1.0 以上を満足する図-5に示す対策5のセメント変更(中庸熱)+石灰石骨材使用+養生期間延長を採用した。

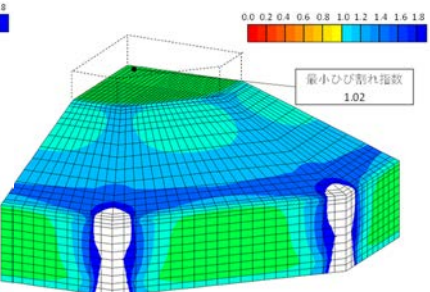
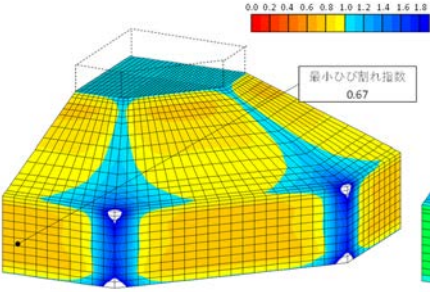


図-4 最小指数分布（設計） 図-5 最小指数分布（対策5）

4. 同一日での大数量打設の対策（課題②）

本工事では、工程遅延を避けるため煙突の底版を1回の打設量 930m³ で施工する計画とした。しかし、レディミクストコンクリートの製造工場が1カ所のみでは供給量が不足してしまう問題が発生した。

対策として製造工場2カ所選定し供給量を賄うこととした。しかし、同一区画へのコンクリート打設は打設後の責任所在の不明瞭化から望ましくないとされている。

そこで、複数製造工場のコンクリートがミックスされた状態の品質を確認することとした。具体的には2カ所の製造工場のコンクリートを混合した試験練りを実施し、品質に問題ないことを確認することとした。

5. 対策工の検討（課題②）

2カ所の製造工場の配合は 30 - 15 - 20M とし、使用する材料は表-3、4に示す。試験練りは、それぞれの製造工場で各材料を投入・練混ぜ後、単独にて品質検査を行った。品質試験合格後、2種類のコンクリートを混合し、再度品質検査を実施し供試体の作製を行った。

実施した品質試験は表-5に示す項目であり、単独および混合の状態ですべての品質試験に合格した。

6. おわりに

本工事ではマスコンクリートのひび割れ防止対策を実施した結果、0.2mm を超える温度ひび割れは発生しなかった。また、発生した 0.2 mm 以下のひび割れは、ひび割れ指数分布図の最小ひび割れ指数の位置で発生し、事前の検討および対策が妥当であった判断できる。

また、複数製造工場のコンクリートの混合試験練りで品質試験が全て合格となり2製造工場での打設を行った。そのため、工程遅延させることなく、概ねコンクリート打設計画通りに打設を終えることができた。

表-2 対策毎の解析結果一覧

対策項目	セメント変更	石灰石骨材使用 (線膨張係数低減)	養生期間延長	ひび割れ指数
変更前条件	普通 (27-15-20 N)	非石灰石骨材 線膨張係数 10 μ / C	側面:3日で脱型 上面:7日で養生終了	0.67
対策1	中庸熱 (30-15-20 M)	10 μ / C (非石灰石)	側面:3日で脱型 上面:7日で養生終了	0.67
対策2	低熱 (30-15-20 L)	10 μ / C (非石灰石)	側面:7日で脱型 上面:7日で養生終了	0.74
対策3	低熱 (30-15-20 L)	10 μ / C (非石灰石)	側面:14日で脱型 上面:14日で養生終了	0.94
対策4	中庸熱 (30-15-20 M)	7.9 μ / C _{eq} (石灰石)	側面:7日で脱型 上面:14日で養生終了	1.02
対策5	低熱 (30-15-20 L)	7.9 μ / C _{eq} (石灰石)	側面:7日で脱型 上面:10日で養生終了	1.03

表-3 使用材料（製造工場 A）

材料名	種類	産地・銘柄	密度
セメント (C)	中庸熱ボルトランドセメント	宇部三菱セメント(株)	3.21
練混水 (W)	上水道水	-	-
細骨材 (S)	混合砂	千葉県君津市戸崎 青森県八戸市松館	2.62
粗骨材 (G)	砕石2005	山口県美弥市伊佐町 栃木県佐野市会沢長	2.69
混和剤 (Ad)	AE減水剤標準型 (I 種)	シーカメント J	-

表-4 使用材料（製造工場 B）

材料名	種類	産地・銘柄	密度
セメント (C)	中庸熱ボルトランドセメント	太平洋セメント(株)	3.21
練混水 (W)	上水道水	-	-
細骨材 (S)	山砂	千葉県富津市	2.61
粗骨材 (G)	砕石2005 (石灰砕石)	山口県美弥市秋芳	2.70
混和剤 (Ad)	AE減水剤標準型 (I 種)	フローリックSV	-

表-5 品質確認試験内容

項目	試験方法	No	要求性能	ロス値	目標値	管理値
スランプ	JIS A 1101	1	15.0cm	3	18.0	18.0cm ± 2.5cm
空気量	JIS A 1128	1	4.5%	0.5	5.0	5.0% ± 1.5%
コンクリート温度	JIS A 1156	1	5℃以上35℃以下	-	-	5℃以上35℃以下
塩化物含有量	カンタブ低濃度品	1~3	0.30kg / m ³ 以下	-	-	0.30kg / m ³ 以下
No	材料 配合	供試体採取本数 (本)			養生方法	
		7日	28日	x 日		
1	30-15-20M	3本	3本	-	標準養生	