

マスコンクリートの保温養生へのエアータックの適用

千代田化工建設株式会社 正会員 ○阿部 高弘
 千代田化工建設株式会社 正会員 松川 圭輔
 水島エルエヌジー株式会社 高本 仁

1. はじめに

大型コンプレッサー等の回転機器基礎では、セメントの水和熱応力等により生じたひび割れが振動により運転開始後に問題となるケースがあり、ひび割れの抑制が大きな課題である。今回、回転機器基礎のマスコンクリートの保温養生に、梱包材料であるエアータックを用いて施工管理を実施し良好な結果を得たのでその結果を報告する。

2. 解析及び施工概要

対象とした構造物は、テーブルトップ型コンプレッサー基礎（ベース：10.5m×9.8m×厚さ1.2m、立上部：3m×7.5m×高さ4.2m）であり、ベース/立上部についてマスコンクリートとしての水和熱応力解析を行い、型枠脱型時期の施工管理を熱電対による温度計測結果に基づき実施した。熱応力解析は二次元FEM温度応力解析プログラム（ASTEAMACS）を用いた。

3. 解析概要

3-1. 材料特性

解析に使用したコンクリート及び土の各材料特性値を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、各熱物性値は標準示方書¹⁾及び土質調査結果により推定した。引張強度は標準示方書中の実験式で28日設計圧縮強度を用いて計算し、解析上安全側となるようにした。

3-2. 境界条件

養生には通常のシート養生に加えエアータック（空気粒径20mm、空気粒高8mm）による保温養生を行った。各養生条件ごとの熱伝達率は表-2に示す推定値を適用した。

3-3. 解析位置

熱電対による温度測定は図-1に示すとおりスラブ/立上部共に各4箇所ずつで行った。側面部はコンクリート表面より100mmの位置とした。

3-4. ひび割れ指数

ひび割れ指数は標準示方書4章に示される算定式により算出し、事前の解析において最小ひび割れ指数は「ひび割れを防止したい場合」の $I_{cr}(t)=1.75$ を目標値とした。

3-5. その他

スラブの施工時期は2月初旬であったため、解析に用いる外気温は既往観測データの2月中旬の日平均気温の最低値を採り、コンクリート初期温度は2月の施工記録のうちの最低打設温度を採用し、それぞれ表-3の値とした。

表-1 材料特性値

項目	土	コンクリート
比熱 (kcal/kg℃)	0.24	0.25
熱伝達率 (kcal/m ² hr℃)	0.49	2.2
密度 (kg/m ³)	1,750	2,300
線膨張係数 (1/℃)	1.0×10 ⁻⁶	10×10 ⁻⁶
圧縮強度(材令28日) (N/mm ²)	-	21
単位セメント量 (kg/m ³)	-	313

表-2 境界条件と熱伝達率

境界条件	熱伝達率 (kcal/m ² hr℃)
養生マット+エアータック+シート	3.01
型枠(合板)	6.88
養生なし	12

表-3 施工時温度条件

外気温	5.1℃
コンクリート温度	9.1℃

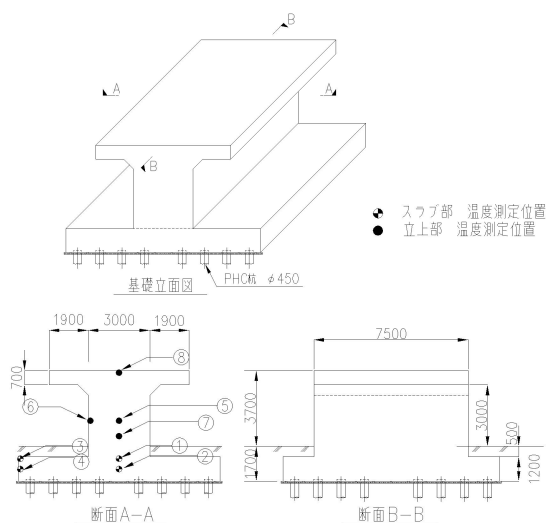


図-1 基礎概形図

キーワード マスコンクリート, 熱伝達率, エアータック, 保温養生, FEM温度解析

連絡先 〒230-8601 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-12-1 千代田化工建設(株) TEL045-506-7528

4. 解析結果

4-1. スラブ

事前のひび割れ指数の解析結果により、側部及びスラブ天端に断熱性の高いエアerpック 4 枚による保温養生を、それぞれ材令 4 日及び材令 17 日まで実施する計画とし、特に初期材令における天端表面付近のひび割れ防止に留意した。施工時の熱電対による測定温度及びそれに基づき推定したひび割れ指数を図-2 に示す。事前の目標通りエアerpック保温養生により天端付近の温度差は十分小さく抑えられた一方で、その撤去時のサーマルショックによりひび割れ指数の低下が発生することが認められた。

4-2. 立上部

スラブ施工時の実測温度データを基に再推定したパラメーターを用いて解析した養生計画では、エアerpックの撤去直後でも $I_{cr} \geq 1.75$ を確保するよう、4枚のエアerpックを材令12日(2枚撤去)と19日(全て撤去)の2段階で撤去し、徐々に水と熱を放熱させるよう計画した。温度の解析予測値と実測値との比較を図-3 に示す。測点⑥及び⑧においては初期材令で解析値より最大 10℃程度低い値となった。また、エアerpック撤去後の顕著な温度低下は認められなかった。測定結果により各パラメーターの推定を再度実施し、表-4、表-5 に示す最終値を得た。最終値の解析パラメーターによるひび割れ指数の解析結果（実測値に相当）と事前解析値との比較を図-4 に示す。温度と同様に初期材令でのひび割れ指数の低下が解析値より大きく、撤去時のサーマルショックの影響は見られなかった。スラブ、立ち上がり部の施工を通じてモニターしたひび割れ指数は、管理目標値を若干下回ったが 1.5 は確保されており、水と熱応力に起因すると思われるひび割れは確認されなかった。

5. まとめ

- ①エアerpックの熱伝達率は施工状況により概ね $\eta = 0.9 \sim 3.0 \text{ kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ の範囲に設定される。
 - ②エアerpックによる保温養生では撤去時のサーマルショックに注意が必要であるが、この対策として段階的な撤去による水と熱の制御が可能であり、更に温度計測と解析を利用したひび割れ制御の可能性を示した。
 - ③エアerpックは入手が容易な材料であり軽くて施工性も良く、また他の保温養生材に比べ経済的である。
- 以上よりエアerpックは保温養生材料として利点の多い材料であると考えられ、今後更に有効に活用していきたい。
- 参考文献 1) コンクリート標準示方書〔施工編〕（平成 11 年版）

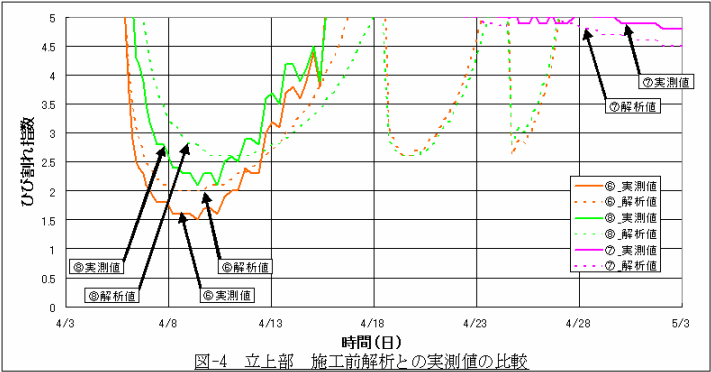
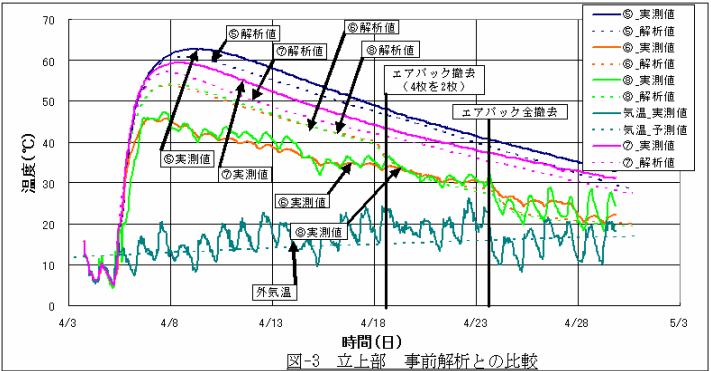
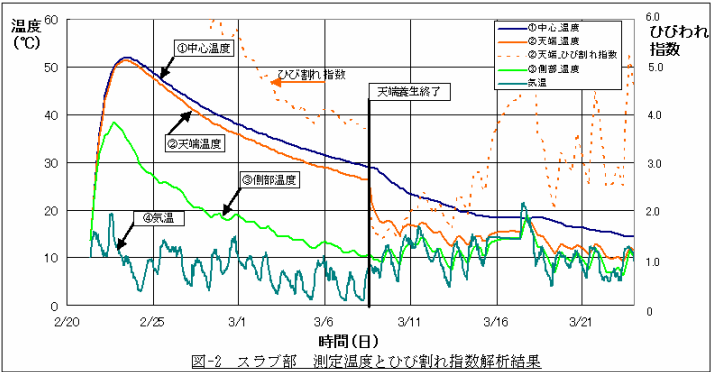


表-4 解析パラメーター					
解析ケース	a	b	c	Q	r
スラブ解析時	6.2	0.93	1.118	48.7	0.433
立上部解析時	6.2	0.93	1.7	47.0	1.3
最終値	6.2	0.93	1.7	51.0	1.0

$$f'_{cr}(t) = f'_{cr}(28) \times t \div (a + bt)$$

$$Q(t) = Q(1 - e^{-rt})$$

$$f_r(t) = c \times \sqrt{f'_{cr}(t)}$$

表-5 エアerpックの熱伝達率 η (kcal/m ² hr°C)		
養生条件	立上部解析時	最終値
養生マット+エアerpック(4枚)+シート	0.9	2.5
養生マット+エアerpック(2枚)+シート	3.0	3.0