

清水建設・宮原組共同企業体 正会員 ○小野健一 宮原達也
 神岡町上下水道課 今 和則
 清水建設株式会社 東北支店 正会員 根本浩史
 電気化学工業株式会社 正会員 平井吉彦

1. はじめに

現在、秋田県神岡町に建設されている農業集落排水処理施設では、地下部分に排水調整槽等の水槽設備があり、排水の外部流出または地下水の水槽内への流入を防止するため、地下壁コンクリートの品質には水密性が要求される。一般的に壁状構造物ではセメントの水和熱に起因する貫通形の温度ひび割れが発生しやすく、構造物の耐久性及び止水性を損なう恐れがある。

本工事では、品質(水密性)、コスト(ひび割れ制御対策費)を考慮し、地下壁コンクリートの第1リフト部分の配合に膨張材(エトリンガイト・石灰複合系、水和抑制型)を用いることで、温度ひび割れ制御対策を行なった。本稿は、対策を選定するために行なった検討内容について報告するものである。

2. 検討概要

2.1 検討方法

壁状構造物のひび割れ制御には「ひび割れ誘発目地」、「ひび割れ制御鉄筋」、「低発熱形セメントの使用」など様々な対策があるが、本工事では設計条件、施工条件などから、膨張コンクリートを使用する対策を採用した。本工事の地下壁コンクリート(壁厚 0.5m, 高さ 5.4m, 最大延長 20.15m)は2リフトに分けて打設するため、各リフトにおける使用配合によって検討ケースを設定して温度応力解析を実施し、その結果より品質、コストを考慮して適切な温度ひび割れ制御対策を選定するものとした。

ひび割れ制御対策の効果についての評価は、2002年制定 土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕に基づくものとし、水密性を確保するためのひび割れ指数に対する安全係数の目標値を1.75と設定した。

2.2 検討条件

(1) 解析モデル及び検討ケース

温度解析及び温度応力解析の解析モデルを図-1に示す。また、検討ケースを表-1に示す。

表-1 検討ケース

	第1リフト配合	第2リフト配合
ケース1	配合1(プレーン)	配合1(プレーン)
ケース2	配合2(膨張材入り)	配合2(膨張材入り)
ケース3	配合2(膨張材入り)	配合1(プレーン)

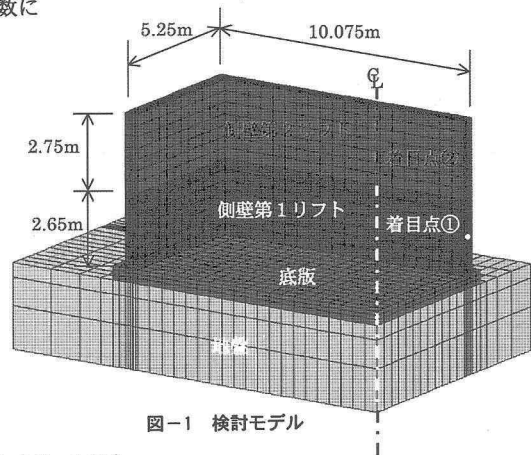


図-1 検討モデル

表-2 コンクリート配合

配合 No.	G _{max} (mm)	W/C (%)	s / a (%)	スラング [°] (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m³)						
						水 W	セメント C	膨張材	細骨材 S1 (粗砂)	細骨材 S2 (細砂)	粗骨材 G1	AE 減水剤
配合 1 プレーン	25	52	41.7	8±2.5	4.5±1.5	145	279	—	538	230	1086	0.698
配合 2 膨張材入り	25	52	41.6	8±2.5	4.5±1.5	145	259	20	536	229	1086	0.698

※セメント種類：普通ポルトランドセメント 設計基準強度：24N/mm²

(2) 配合及び解析条件

検討に用いたコンクリートの配合を表-2 に、解析条件を表-3 に示す。解析における膨張材の影響は、コンクリートの温度上昇時及び下降時における線膨張係数を変化させることで考慮した。各配合における線膨張係数は、JIS 原案「コンクリートの水和熱による温度ひび割れ試験方法(案)」による測定結果より設定した。

3. 検討結果

温度解析結果を図-2 に、また温度応力解析により算出されたひび割れ指数の経時変化を図-3, 4 に示す。

図-3 より、ケース 1 については、ひび割れ指数の最小値が第 1 リフトで 1.23 となり、目標とする 1.75 を大きく下回った。第 2 リフトでは 1.88 であり、目標値を満足した。

図-4 でケース 2、ケース 3 を比較すると、第 2 リフトについては、いずれのケースも目標値 1.75 を上回るが、膨張材を用いたケース 2 の方が、ケース 3 よりもひび割れ指数が大きい。

しかしながら、第 1 リフトに着目すると、第 2 リフトを打設した直後のひび割れ指数はケース 3 の 1.76 に対してケース 2 は 1.67 と小さく、目標値を下回る。これは、第 2 リフトを打設した直後に温度が上昇し膨張することで、第 1 リフトに引張応力を発生させる層間拘束の影響が、第 2 リフトに膨張材を用いたケース 2 のほうが大きいことに起因すると考えられる。

4. まとめ

検討結果より、

- ① 1 リフトについてはひび割れ指数の目標値を確保するため、膨張材を用いた配合を採用する。
- ② 2 リフトについてはプレーン配合でひび割れ指数の目標値を確保できること、さらに、層間拘束による第 1 リフトへの影響も考慮し、プレーン配合を採用する。

以上の考えから、第 1 リフトのみ膨張材を使用するケース 3 のひび割れ制御対策を実施することとした。

現在、第 1 リフト打設から 3 ヶ月経過した段階においてもひび割れが確認されていないため、本工事におけるひび割れ制御対策の選定は適切であったと評価することができる。

参考文献

- 1) 山本賢司・盛岡実・板井悦郎・大門正機：膨張材を混和したセメントの膨張機構，コンクリート工学論文集，第 14 巻第 3 号，2003 年 9 月，pp23～31

表-3 解析条件

項目	温度解析条件
打設時期	第1リフト:10月下旬 第2リフト:11月下旬
外気温	大曲地区 月別平均気温より設定
打設温度	打設時期外気温+5℃ (第1リフト:14.3℃, 第2リフト8.5℃)
熱伝導率(W/m℃)	2.7
比熱(kJ/kg℃)	1.15
密度(kg/m³)	2400
断熱温度上昇特性	第1リフト Q_{∞} :44.14(℃) γ :0.756 第2リフト Q_{∞} :44.60(℃) γ :0.483 配合1,2共通
熱伝達率(W/m²℃)	合板:8 脱型後:13
型枠設置期間	7日間(第1,2リフト共通)
温度応力解析条件	
圧縮強度(N/mm²)	$f'_c(t) = \{t/(4.5+0.95t)\} \times 1.11 \times f'_{ck}$
引張強度(N/mm²)	$0.47 \times \{f'_c(t)\}^{0.5} \times 1$
有効ヤング係数(N/mm²)	$\phi(t) \times 4700 \times \{f'_c(t)\}^{0.5}$
ポアソン比	0.18
線膨張係数 ^{※2} ($\mu/℃$)	配合1 0～28hr:6 28～168hr:10 168hr ^{※1} :～10 配合2 0～28hr:9.2 28～168hr:8 168hr:～10

※1:「最新のマスコンクリート技術」より

※2: JIS 原案「コンクリートの水和熱による温度ひび割れ試験方法(案)」による測定結果より設定

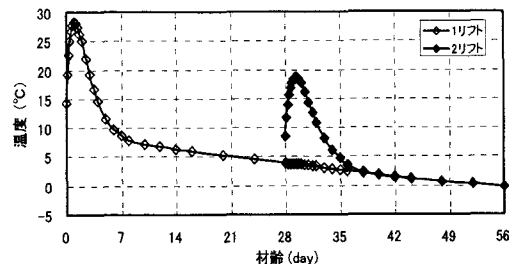


図-2 コンクリート温度の経時変化(ケース 1, 2, 3)

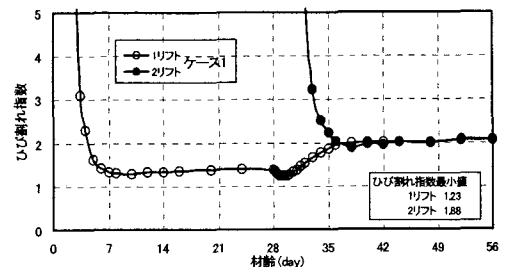


図-3 ひび割れ指数の経時変化(ケース 1)

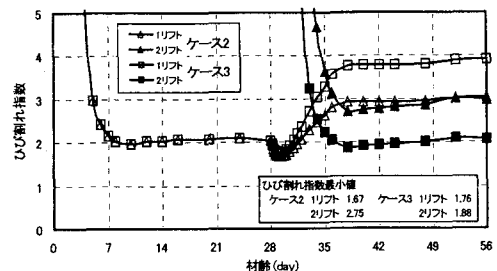


図-4 ひび割れ指数の経時変化(ケース 2, 3)