

低熱ポルトランドセメントを用いたマスコンクリートの施工

佐藤・奥村・竹中土木共同企業体 正会員 北野 祐介*¹
 佐藤・奥村・竹中土木共同企業体 宮崎 照幸*¹
 佐藤工業（株） 正会員 吉田 克弥*²
 建設省関東地方建設局江戸川工事事務所 鴨下 由男*³

1. はじめに

首都圏外郭放水路事業のうち、調圧水槽新設工事は総掘削土量 270,000m³、コンクリート打設数量 126,000m³ の巨大地下構造物を既設の地中連続壁内部に構築するものである。その特徴は、底版および側壁コンクリートの部材寸法が最低でも 3.5m と非常に大きなことである。一般に、このような構造物の場合には地盤や既設コンクリートが拘束体となり、温度ひび割れが発生する可能性が高いマスコンクリートとしての対策が必要であるとされている。

そこで筆者らは、温度ひび割れ対策として低熱ポルトランドセメントの使用およびひび割れ誘発目地の設置等を実施することによって温度ひび割れの抑制を試みた。

本報告は、マスコンクリートを施工するにあたって事前に行った検討と施工結果について述べたものである。

2. 工事概要

当工事では、マスコンクリートへの対策として設計段階から低熱ポルトランドセメントを採用した。その理由は、マスコンクリートの施工において温度ひび割れを抑制する方策としてはコンクリートの水和熱の蓄積による最高温度を出来るだけ低く抑えること、表面と内部の温度差を小さくして内部拘束応力を低減すること等が有効であるとされているからである。また、当初本体コンクリートと厚さ 1.0m の既設地中連続壁とは一体化して施工する設計であったが、温度応力解析により地中連続壁の外部拘束が温度ひび割れに悪影響を及ぼすことが確認されたため、連壁と本体コンクリートの間に縁切りシート（厚さ 6mm 発泡ポリエチレン+ポリプロピレン織物+ゴムアスファルト製）を設置して外部拘束応力を軽減するための対策をとった。その他にも、

粗骨材最大寸法を 40mm としたり設計基準強度保証材齢を 56 日とすることによる単位セメント量の低減、ひび割れ誘発目地の設置、養生方法の検討等、マスコンクリートのひび割れ防止対策を準備した。施工断面図を図-1 に、使用したコンクリートの基本配合を表-1 に示す。

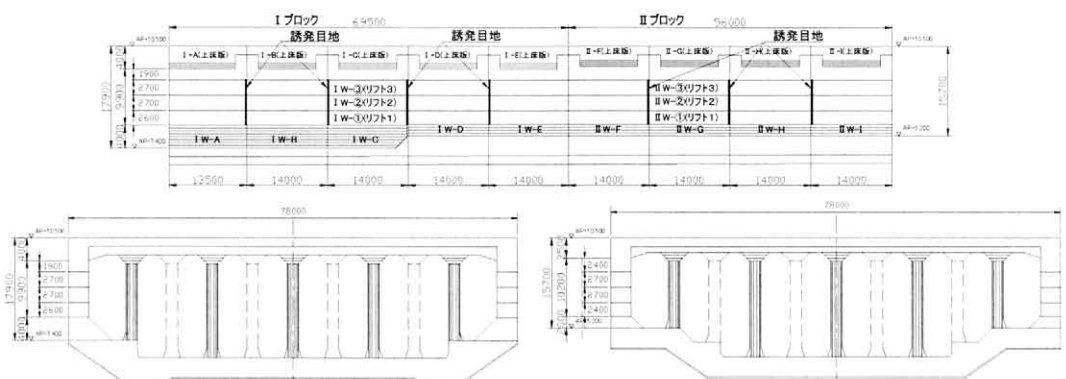


図-1 施工断面図

表-1 示方配合

配合 種類	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					備 考
					W	C	S	G	Ad.	
低熱	8±2.5	4.5±1.5	60.0	42.6	150	250	813	1114	2.5	C:低熱ポルトランドセメント

指定スランブ 8cm, 粗骨材最大寸法 40mm (21-8-40L σ56)

keywords : マスコンクリート, 低熱ポルトランドセメント, ひび割れ誘発目地, 温度応力

*1: 〒344-0112 埼玉県北葛飾郡庄和町西金野井 878 Tel.048-746-9171 Fax 048-746-9173

*2: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 Tel.03-5823-2353 Fax 03-5823-2358

*3: 〒278-0005 千葉県野田市宮崎 134 Tel.0471-25-7436 Fax 0471-23-1741

3. 温度応力解析

温度応力解析を行うにあたり、比較的データの少ない低熱ポルトランドセメントの力学特性、熱特性を把握する目的で事前に室内試験を実施した（表-2 参照）。とくに熱膨張係数に関してはこれまでの一般的なコンクリートの数値として採用されていた $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と比較して若干小さな値 ($8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) が得られた（表-3 参照）。そこで、温度応力解析では熱膨張係数として $8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ を採用し、温度ひび割れ指数が 1.2 以上となるようなひび割れ誘発目地の設置間隔を求めた。

解析の結果から、壁厚 3.5m、高さ 12m（内ハンチ部 4m）、総延長 250m の壁部コンクリートを打設する場合には、ひび割れ誘発目地の設置間隔を 28m にするとハンチ部の大部分が温度ひび割れ指数 1.0 以下となり、14m にすれば温度ひび割れ指数がほぼ 1.2 以上に保たれることが推定された。

したがって、当工事では壁部コンクリートのひび割れ誘発目地の設置間隔を 14m とすることとした。また、ひび割れを確実に入れるためには、ひび割れ誘発目地の断面減少率を 20~30% 以上とする必要があるとされているが、断面減少率については、壁厚 3.5m での実績が少ないため、より大きな効果を得るために 1.8m 鋼板を使用して 51% に設定した。ひび割れ誘発目地の詳細を図-2 に示す。

4. 埋設計器による計測

現場における温度の経時変化や種々の熱特性データを把握するために、熱電対を埋設して打設直後からのコンクリート温度を測定した。温度計測の結果は温度応力解析との整合性を検証し、次回以降の壁部コンクリート、頂版部コンクリート等の温度応力解析にフィードバックさせて今後の解析精度の向上と打設計画の妥当性の検討に役立てた。埋設計器の位置を図-3 に示す。

5. ひび割れの発生状況

壁部コンクリートに発生したひび割れを調査した結果、ひび割れ誘発目地 14 箇所に対しひび割れは 17 箇所発生した（このうち 14 箇所はひび割れ誘発目地部分に、残り 3 箇所はひび割れ誘発目地の近傍に発生した）。この結果から明らかのように、今回のひび割れ誘発目地の設置間隔は適正であったと考えられる。

6. おわりに

壁部コンクリート総延長 250m に対して低熱ポルトランドセメントの使用および 14m 間隔で設置したひび割れ誘発目地の効果により、温度ひび割れはおおむね制御することができた。今後は埋設した計器から得られる実測値と解析値との比較を行い、適正な定数の同定や解析精度の向上を目指す予定である¹⁾。

参考文献

1) 内田ほか：低熱ポルトランドセメントを用いたマスコンクリートの温度応力解析に関する一考察，土木学会第 55 回年次学術講演会，第 V 部門，2000.9（投稿中）。

表-2 圧縮強度試験結果

呼び強度 21(N/mm ²)	材齢(日)									
	3 材齢(日)		7		14		28		56	
	実測値	平均値	実測値	平均値	実測値	平均値	実測値	平均値	実測値	平均値
供試体 1	6.8	6.6	9.7	10.1	15.6	15.7	23.6	23.8	31.7	31.5
供試体 2	6.6		10.2		15.7		24.3		30.9	
供試体 3	6.5		10.4		15.8		23.5		31.9	

(21-8-40L σ56)

単位: N/mm²

表-3 熱膨張係数測定結果

	試験体中心の温度(°C)			最終温度と初期温度の差における長さ変化率の実測値(×10 ⁻⁶)	熱膨張係数(×10 ⁻⁶ /°C)	
	初期温度	最終温度	温度差		実測値	平均値
試験体1	19.3	36.2	16.9	132	7.8	7.9
試験体2	19.0	36.1	17.1	137	8.0	

側壁部断面図

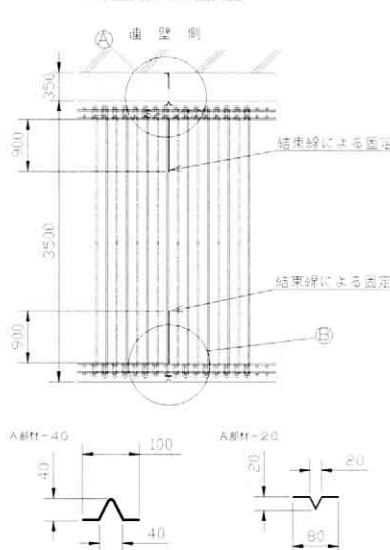


図-2 ひび割れ誘発目地の詳細

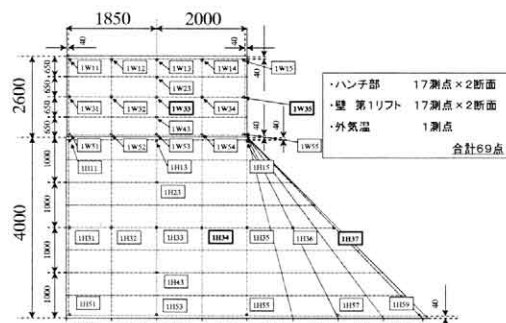


図-3 埋設計器の位置