

V-337

貯水池側壁コンクリートのプレクーリング効果の確認報告

三井建設（株） 正会員 本郷 善彦 正会員 竹内 光 久岡 雅見
横須賀市水道局 石川 広志

1. はじめに

マスコンクリート構造物の水と過程で発生する温度ひびわれを制御する方法として、あらかじめ冷却したコンクリートを打設するプレクーリング工法はその効果が大きく、最近では、 -19.6°C の液体窒素を用いた骨材やコンクリートを冷却する方法、真空冷却法等の工法が実用化されている。本研究は、新たな冷却媒体としてドライアイスを用いたプレクーリング工法により貯水池側壁コンクリートを施工し¹⁾、施工後の力学的特性、温度・応力の計測結果について検討した結果を報告する。

2. 冷却コンクリートの施工概要

施工した貯水池の断面図を図-1に示す。プレクーリングの対象となった部位は、中区貯水池の側壁の第1、第2リフトの3m部分である。温度ひびわれ指数1.5以上を満足するひびわれ制御対策として、FEMを用いた温度応力解析による事前検討の結果、セメントを超低発熱セメントに変更し、さらに、プレクーリングによって第1リフト 18°C 、第2リフト 20°C まで打込み温度を低減させた。

施工したコンクリートの配合を表-1に示す。冷却コンクリートの製造方法は、文献1)に示すように既存のミキサ内で①骨材とドライアイスを粉体混合させ、冷却骨材を製造し、②ミキサ内の炭酸ガスの排気を確認した後、③水、セメントを投入し冷却コンクリートを出荷した。出荷時のコンクリート温度管理値の初期値を、解析温度 -4°C と設定し、施工にともなって筒先での計測温度をプラント側に直ちにフィードバックさせ、出荷目標温度を調整しながらコンクリートの出荷を行った。打込んだコンクリートの温度は全て目標温度以下であり、平均温度は第1リフト 16.7°C 、第2リフト 18.4°C であった。

3. コンクリートの力学的特性

採取したコンクリートの圧縮強度、引張強度、静弾性係数、ポアソン比の測定結果を表-2に示す。配合強度は材令56日で $240\text{kgf}/\text{cm}^2$ を目標としたが、測定値は28日で $290\text{kgf}/\text{cm}^2$ の値が得られた。また、圧縮強度 $f_c(t)$ と引張強度 $f_t(t)$ 及び静弾性係数 $E(t)$ の関係は、 $f_t(t)=1.4\sqrt{f_c(t)}$ 、 $E(t)=1.8\times 10^4\sqrt{f_c(t)}$ となった。

4. 打込み後のコンクリートの温度

図-2に熱電対及びコンクリートひずみ計の位置図を示す。図中の測点5、6には有効応力計を同時に設置した。コンクリート打込

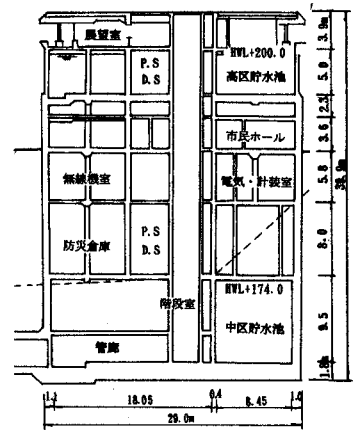


図-1 貯水池断面図

表-1 コンクリートの配合

スラップ (cm)	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)	
				W	C	S	G	AE減水剤	超遅延剤
15	20	51.7	43.5	155	300	782	1064	1.5	0.07

表-2 コンクリートの力学的特性

項目	材令	3日	7日	28日	56日	91日
圧縮強度 (kgf/cm ²)		57	177	289	323	337
引張強度 (kgf/cm ²)		—	15.4	24.7	26.3	26.9
静弾性係数 (10 ⁴ kgf/cm ²)		1.36	2.41	3.06	3.31	3.48
ポアソン比		0.18	0.18	0.20	0.21	0.22

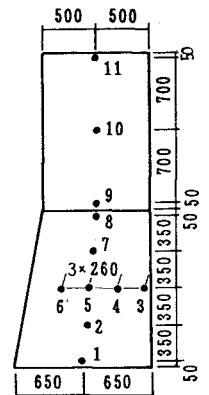


図-2 計測位置図

み後の各リフト中央部分のコンクリート温度の測定結果を図-3に示す。図には、プレクーリングを行わなかった場合及び普通ポルトランドセメントを用いた場合の解析結果もあわせて示した。超低熱セメントを使用することにより、コンクリートの最高温度は15℃低減され、さらに、プレクーリングによって5℃低減された。また、温度の上昇、低減勾配も緩やかになった。

5. コンクリートの温度応力

コンクリートひずみ計の計測データから温度応力を精度よく求めるためには、有効材令での弾性係数、クリープ特性を正しく評価する必要がある。ここでは、実測データに弾性係数低減率を乗じた有効弾性係数を用いた。具体的には、測点5、6での有効応力計のデータとひずみ計のデータから弾性係数低減率を求めた。図-4に弾性係数の実測値及び設定した弾性係数低減率を示す。弾性係数低減率は上部リフト打込みによる荷重増加に対応するクリープひずみの増加の影響を考慮して、段階的に低減させた。図-5に測点5の応力の経時変化を示す。コンクリートの応力は温度降下とともに引張側となり、第2リフト打込み直後まで急激に増大し、その後は、日変化を伴いながら漸減している。また、ピーク応力発生時の応力分布を図-6に示す。鉛直方向、水平方向ともに中央部分の測点5で最大応力を示した。

6. おわりに

超低発熱セメントを使用し、ドライアイスを用いたプレクーリングの実施によって、側壁コンクリートのピーク温度を約20℃低減し、温度応力の値はコンクリートの引張強度に比べて十分小さくなった。さらに、表面の観測結果からもクラックの発生は皆無であり、このような壁状構造物に対する温度ひびわれ指数1.5以上の妥当性が検証された。

参考文献

1) 本郷、竹内、久岡、石川：ドライアイスを用いたプレクーリング工法による貯水池側壁コンクリートの施工、コンクリート工学年次論文報告集、1993。

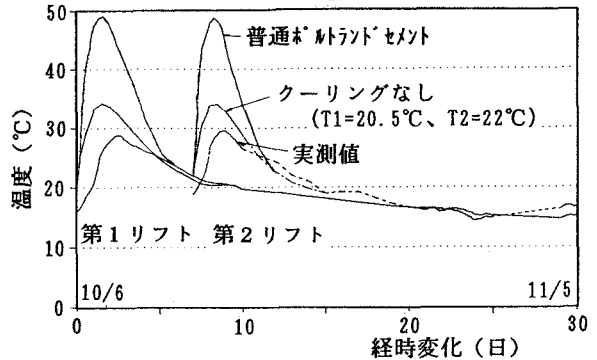


図-3 打込み後のコンクリート温度

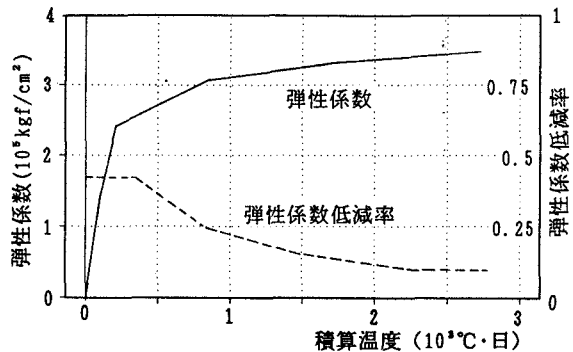


図-4 弾性係数及び弾性係数低減率

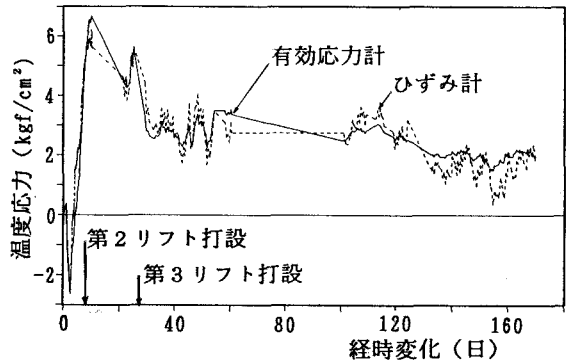


図-5 コンクリート応力の経時変化

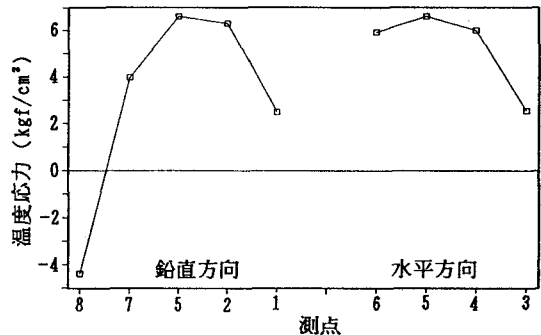


図-6 ピーク応力発生時の応力分布