

### 西原原水調整池の施工報告

(株)安部工業所 正会員 ○上村 剛史  
 (株)安部工業所 非会員 三浦 勝則  
 (株)安部工業所 非会員 宮城 義勝  
 (株)安部工業所 非会員 原口 彰輔

#### 1. はじめに

西原原水調整池は、沖縄県中城郡西原町字小那覇に位置し、その形状は内径  $D=88.30\text{m}$ 、水深  $H_e=9.15\text{m}$ 、有効容量  $V_e=56,000\text{m}^3$  の水道用プレストレストコンクリート製円筒形タンクである。本調整池における底版の部材厚はリングプレート部  $100\text{cm}$ 、円版部  $40\text{cm}$ 、側壁の部材厚は一般部  $45\text{cm}$ 、下端部  $81\text{cm}$  の部材寸法であるため、マスコンクリートに分類される。また、施工時期が沖縄県での夏期という酷暑条件を考慮した場合、コンクリートの温度応力によるひび割れに対して何らかの対策が必要となった。

本報告では、底版及び側壁の温度ひび割れ制御のため実施した対策について報告する。

#### 2. 構造物概要

本調整池の構造物概要を以下に示し、一般構造図を図-1に示す。

工 事 名 : 西原原水調整池本体築造工事

構造種別 : 水道用プレストレストコンクリート製  
 円筒形タンク

構造形式

- 側 壁 : 壁下端固定円筒形シェル
- 底 版 : 底版二層円形スラブ
- 基礎形式 : くい基礎

基本寸法

- 内 径 :  $D=88.30\text{m}$
- 有効水深 :  $H_e=9.15\text{m}$
- 全 水 深 :  $H=9.35\text{m}$
- 側 壁 厚 :  $t=0.45\text{m}$  (一般部)  
 $t=0.81\text{m}$  (下端部)
- 底 版 厚 :  $t=1.00\text{m}$  (リングプレート部)  
 $t=0.40\text{m}$  (円版部)
- 有効容量 :  $V_e=56,000\text{m}^3$

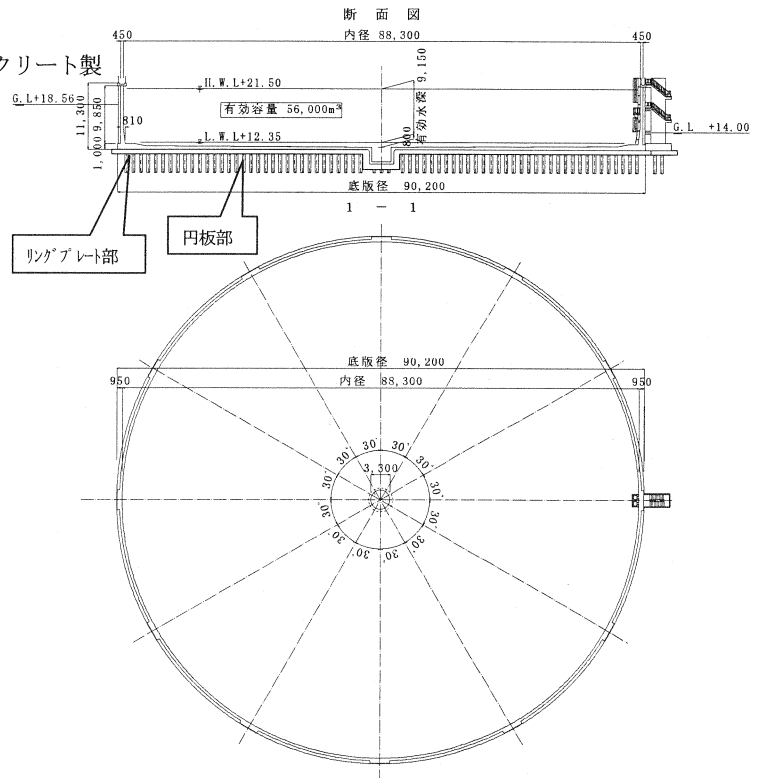


図-1 一般構造図

### 3. 底版施工における温度応力ひび割れ対策

底版施工においてはコンクリートの温度応力によるひび割れを制御するため、行った対策を以下に述べる。

#### 3-1 単位セメント量の低減

底版コンクリートは、水和熱上昇の抑制、所要のワーカビリティ、強度等が確保できる範囲で繰り返し試験練りを実施し、当初配合より単位セメント量を  $19 \text{ kg/m}^3$  少なくした。表-1にコンクリート配合を示す。

表-1 コンクリートの配合

配合の種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スラブの厚み (mm)	空量の割合 (%)	水灰比 W/C	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
						水 W	セメント C	混和剤 F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
当初配合	20	12±2.5	4.5±1.5	46.5	45.8	160	344		827	1004	2.408
本調査配合	20	12±2.5	4.5±1.5	46.5	49.8	151	325		919	950	3.250

設計基準強度 :  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

混和剤 : 高性能 AE 減水剤

#### 3-2 ビニールフィルム

くい基礎と底版の間に設けた基礎版により底版コンクリートの温度応力による体積変化の拘束が考えられるため、ビニールフィルムを敷くことによって基礎版の拘束を低減した。

#### 3-3 底版コンクリート分割

底版コンクリートの全数量は約  $3,900 \text{ m}^3$  と多く、部材厚もリングプレートと円版部で異なるため、図-2に示す8分割(1BL~8BL)とし1回のコンクリート打設量をリングプレートで約  $340 \text{ m}^3$  円版部で約  $590 \text{ m}^3$  とした。さらに、円版部に関しては、表面積が広いので、乾燥収縮及び温度応力による体積変化を考慮し、各ブロックが拘束しないよう幅  $800 \text{ mm}$  の間詰を設け、養生終了後、膨張コンクリート(収縮補償型)の打設を行った。

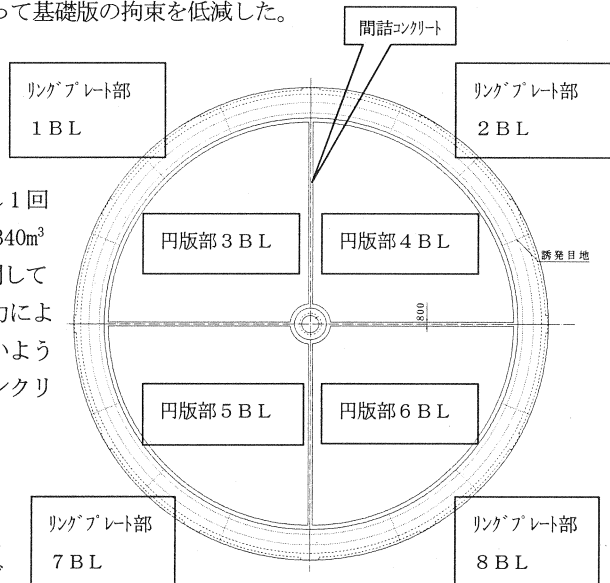


図-2 施工分割

#### 3-4 ひび割れ誘発目地

リングプレート部については、図-3に示すような断面減少率 30% のひび割れ誘発目地を 1 ブロックに 3ヶ所設けた。

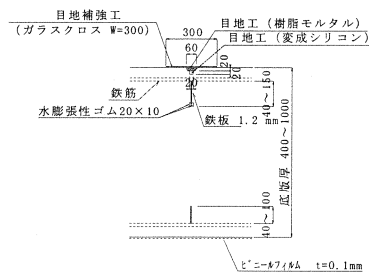


図-3 ひび割れ誘発目地詳細図

#### 3-5 その他対策

上記以外に採用したコンクリートの温度応力によるひび割れ対策を以下に示す。

##### 1) 生コン車の待機場所設置

生コン車の待機場所を遮光ネットで覆い温度上昇を抑制

##### 2) 遮光ネット

打設ブロック全面を遮光ネットで覆い温度上昇を抑制

4. 側壁下端施工における温度応力ひび割れ対策

側壁下端施工においては、コンクリートの温度応力によるひび割れを制御するため、行った対策を以下に述べる。

4-1 単位セメント量の低減

側壁下端コンクリートは、水和熱上昇の抑制、所要のワーカビリティ、強度等が確保できる範囲で繰り返し試験練りを実施し、当初配合より単位セメント量を 27 kg/m<sup>3</sup> 少なくした。表-2 にコンクリートの配合を示す。

表-2 コンクリートの配合

当調整池 本調整池	セメントの種類 普通ポルトランドセメント	粗骨材の	スラブの	空気量の	水セメント比	細骨材率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
		最大寸法	範囲	範囲	W/C		水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
		(mm)	(mm)	(%)	(%)		W	C	F	S	G	A
		20	12±2.5	4.5±1.5	40.5	42.8	164	405		747	1023	2.835
					40.5	47.4	153	348	30	850	969	3.780

設計基準強度： $f_{ck}=36\text{N/mm}^2$  混和材：膨張材(側壁1段~3段) 混和剤：高性能AE減水剤

4-2 打設高

一般的に水道用プレストレストコンクリート製円筒形タンクの1回のコンクリート打設高さは1.8mで段階的に施工されてきた。しかし本調整池では、打設高さを0.9mに抑えることで、コンクリート全体の温度を下げ、ひび割れ発生の抑制につながるか、2次元FEM温度応力解析を行ない確認した。

表-3に解析条件、図-4に温度履歴を示す。

解析結果から、コンクリートの最高温度は、打設高さ1.8mで20時間後に68.2℃、打設高さ0.9mで16時間後に64.9℃を示す結果となり、最高温度が約3℃下がることで、ひび割れ発生の抑制効果があることを確認した。よって、本調整池の側壁1段の打設高さは0.9mでの段階施工を行った。

4-3 型枠の材料

型枠は、一般的に鋼製型枠を用いる場合が多いが、十分な円形状が取り難い小型構造物では、内型枠のみ木製型枠あるいは内外とも木製型枠が使用されることが多い。本調整池は、大型構造物となるが、コンクリート打設後の温度勾配、発生する引張応力を低減させるため熱伝達率の小さい木製型枠を採用した。

4-4 その他対策

上記以外に採用した温度応力ひび割れ対策は、底版工事と同様とした。

- 1) 生コン車の待機場所設置
- 2) 遮光ネット

表-3 解析条件

コンクリート打設直後温度 (°C)	34
断熱温度上昇定数	Q (°C) 53.58
	γ 1.849
比熱 (KJ/kg°C)	1.15
熱伝導率 (W/m°C)	2.70
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2350
型枠熱伝達率 (W/m <sup>2</sup> °C)	8
外気温 (°C)	29.2

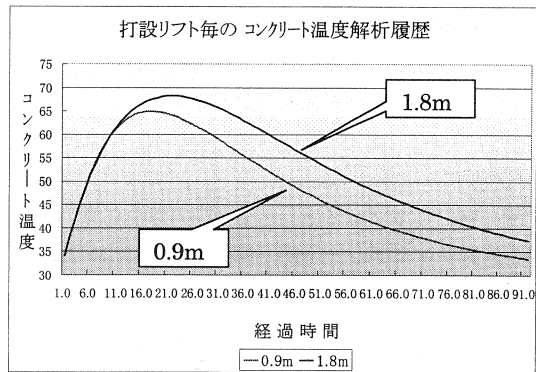


図-4 打設リフト毎のコンクリート温度解析履歴

### 5. 温度解析と温度測定と比較

底版コンクリート，側壁下端コンクリートについては，打設直後のコンクリート温度測定を実施した。リングプレートにおける温度測定結果を図-5に，側壁下端における温度測定結果を図-6に示す。以下に結果をまとめる。

#### 5-1 リングプレート

- 1) 図-5より，コンクリートの最高温度は解析値と比較し約3℃低減されている。
- 2) 図-5より，コンクリートの最高温度に達する時間差は約4時間あった。

#### 側壁下端

- 1) 図-6より，コンクリートの最高温度は解析値と比較し約2.4℃増加している。
- 2) 図-6より，コンクリートが最高温度に達する時間差は約7時間あった。
- 3) 図-6より，コンクリート温度の上昇勾配が解析値より急勾配となっている。

以上の結果から，底版リングプレートに関しては，解析値と測定温度がほぼ同じ傾向であった。側壁下端に関しては，温度上昇勾配，最高温度到達時間等，解析値と測定温度が異なっていた。側壁下端部において異なった原因としては，膨張材使用によるコンクリートの水和熱反応が考えられる。

### 6. おわりに

今回，施工したプレストレストコンクリートタンクの底版リングプレート部，側壁下端部について，温度応力ひび割れを制御する目的で，上述した内容による各種対策を行った。その結果，底版リングプレート部，側壁下端部共に，構造物の耐久性や水密性に影響を及ぼすような有害なひび割れは発生しなかった。また，本文では報告できなかったが，底版円版部についても同様，有害なひび割れは発生しなかった。本報告が，今後プレストレストコンクリートタンクの温度ひび割れ対策について設計・施工の参考になれば幸いである。

最後に，本工事の設計・施工にあたり，多大なるご尽力・ご指導を頂きました関係者各位に，心からの感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔2002年制定〕施工編，平成13年3月
- 2) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針，1986年3月

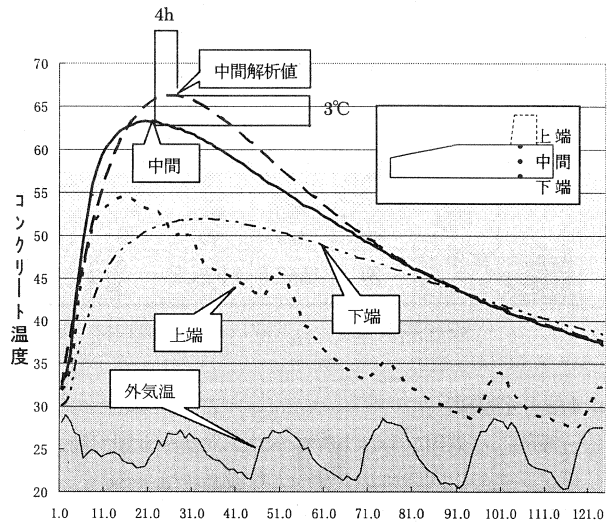


図-5 リングプレート

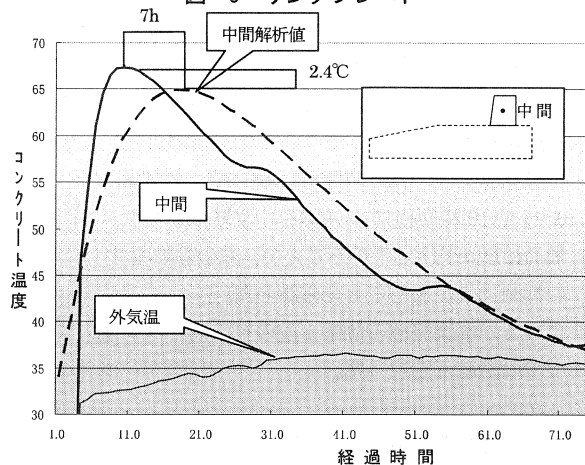


図-6 側壁下端