

# 大容量プレキャストPCタンク (9 000m<sup>3</sup>) の設計

田辺 明\*<sup>1</sup>・榛葉 孝男\*<sup>2</sup>・岡島 武博\*<sup>3</sup>・田中 侃\*<sup>4</sup>

## 1. まえがき

掛川市は静岡県の中央南部に位置し、東海道新幹線、在来線の主要駅が設置されており、また東名高速自動車道のインターチェンジの開設も平成6年に予定されている。このように、地理的および交通網の利便性に加えて、気候的にも温暖な地域であるため、お茶、みかん等の農業も主要な産業の一つとなっている。

今回報告を行う五明地区は、各種の農地開発事業等により基礎整備が行われ、農業生産性が高まった地域であるが、近年相次ぐ遅霜被害および夏場の干害に悩まされている。そのため、受益地 25 ヘクタールに凍霜害防止を主目的に、かん水、防除等多目的利用の畑かん施設を整備し農業経営の安定を図るものとし、平成二年度に 9 000 m<sup>3</sup> のファームポンドを整備することとした。

今回の 9 000 m<sup>3</sup> のファームポンドには、プレキャスト PC タンク工法を採用するものとした。このような大容量のプレキャスト PC タンクは、海外では多くの実績が報告されているが国内では少ないこともあり、ここでは一般の現場打ち工法では行われていない破壊時の検討も加え、プレキャスト PC タンク設計の一例として報告するものである。

## 2. 構造概要

工事名：団体営灌漑排水事業五明地区第 1 揚水機  
場築造工事

工事場所：掛川市五明地内

発注者：掛川市役所

施工者：ドーピー建設工業株式会社

形式：プレキャスト PC タンク

容量：V=9 000 m<sup>3</sup>

内径：D=40.0 m

側壁高：H=7.8 m

側壁厚：t=0.24 m

水深： $H_w=7.2$  m

PC 工法：円周方向；シングルストランド埋込み方式

鉛直方向；プレテンション方式

側壁支点：プレストレス導入時；可動支持

タンク完成時；ヒンジ支持

## 3. ファームポンドの構造形式の決定

### 3.1 構造形式の比較検討

ファームポンドの構造形式としては、次の 4 案が考えられた。

- ① プレキャスト PC タンク
- ② 現場打ち PC タンク
- ③ 現場打ち角型 RC タンク
- ④ 鋼製タンク

現場打ち角型 RC タンクについては、本計画での壁高が 8 m 程度となり PC タンク等に比べて割高となること、コンクリート打継ぎ部の水密性も他案に比べて信頼性が劣ることなどから今回の検討対象から除くものとした。また、鋼製タンクについても、本体の塗替えが必要となり維持管理費が多く発生すること、本計画ではタンク本体の 1/2 以上が埋設されるため塗替え作業が不可能なことなどから検討対象から除くものとした。

この結果、プレキャスト PC タンクと現場打ち PC タンクの 2 案について、工期、工費、構造的に対する比較検討を行うこととした。

#### (1) 工期および工費の比較

工期および工費比較のいずれにおいてもプレキャスト案が現場打ち案より優れ、概略工期では 20% 程度の短縮となり、概算工費でも 10% 程度の減額となった。

○工期については標準的な想定での比較であり、実際には、天候等による影響の少ないプレキャスト案は数字で示す以上のメリットがあると考えられる。

○工費についての比較では、側壁工事と PC 工事に主要

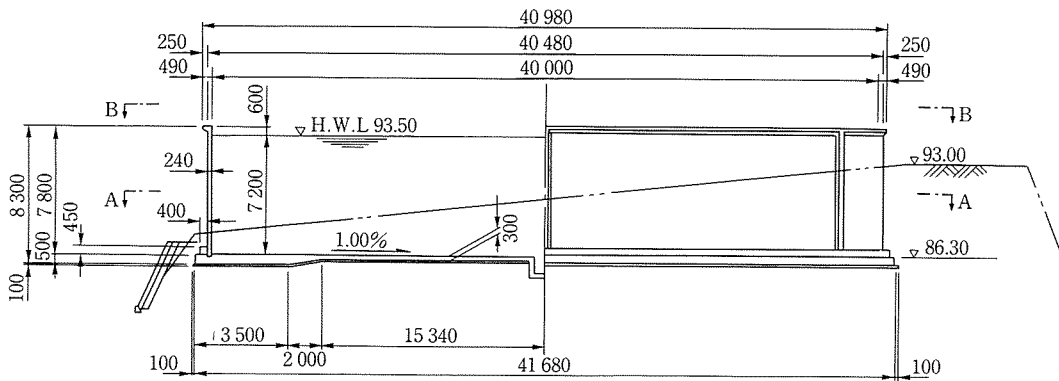
\*<sup>1</sup> Akira TANABE：掛川市役所経済振興部農村整備課土地改良係長

\*<sup>2</sup> Takao SHINBA：掛川市役所経済振興部農村整備課土地改良主任

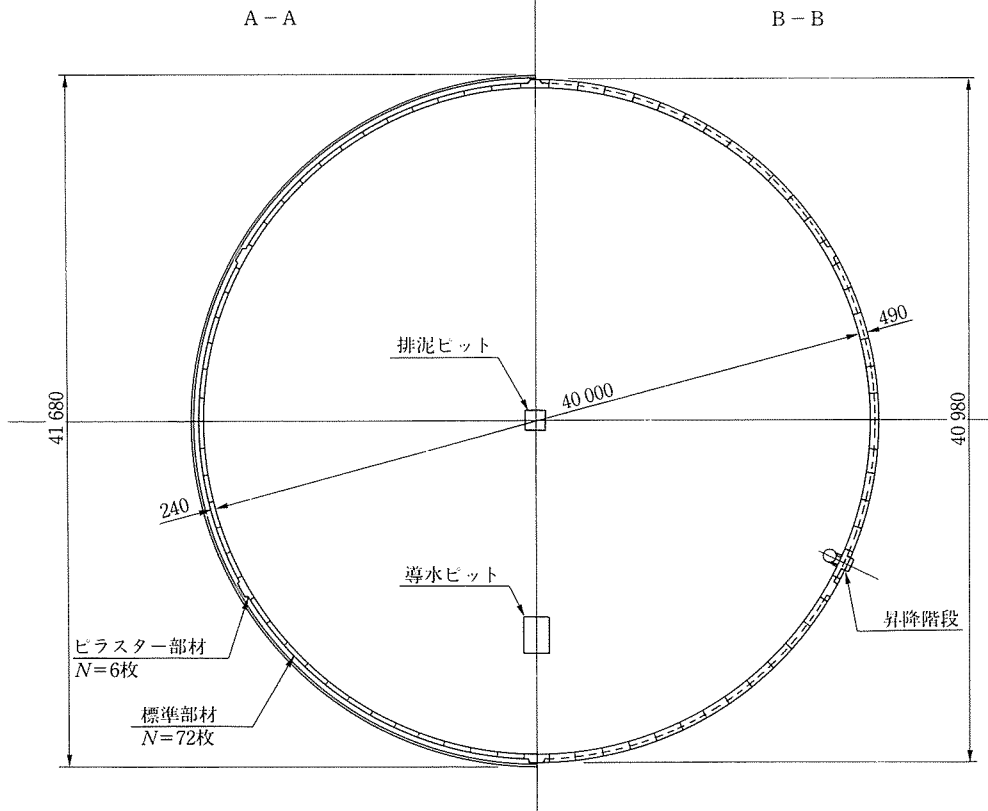
\*<sup>3</sup> Takehiro OKAJIMA：ドーピー建設工業（株）本社技術部

\*<sup>4</sup> Sunao TANAKA：ドーピー建設工業（株）東海支店設計課

側面図



平面図



側壁部材断面

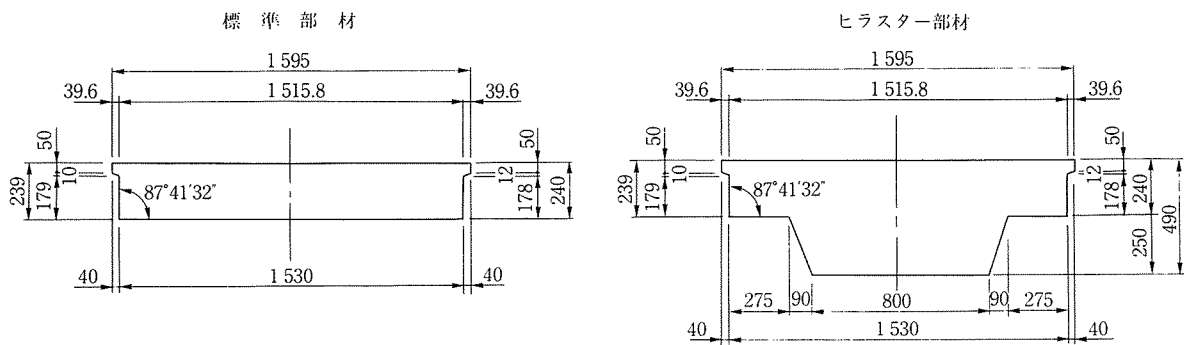


図-1 一般図

な相違点が現れた。

プレキャスト案ではプレキャスト部材を使用するため、側壁工事での材料費は当然割高なものとなったが、逆に施工費は減少した。PC工でも、鉛直方向のプレストレスはプレテンション方式で部材に与えるため、部材単価は高いものとなったが、現場でのPC工は円周方向のみとなるため施工費は減少した。結果的にはプレキャスト案が経済的となった。

## (2) 構造についての比較

構造比較でもプレキャスト案が優れた結果となった。プレキャスト案と現場打ち案の構造に関する相違は次の点である。

- ① プレキャスト案では側壁をプレキャストとしているため、鉛直方向に接合目地ができる。
- ② 側壁下端支持構造は、現場打ち案は固定構造であるが、プレキャスト案はプレストレス導入時は可動構造、完成時はヒンジ構造と変化する。

○プレキャスト案は、接合目地部はフルプレストレスとしており側壁部は完全な一体構造とみなせるため現場打ち案と比較しても優劣はなかった。

逆に部材の品質面に着目して比較すれば、工場製品であるプレキャスト部材は現場施工による部材よりは信頼性は優れていると判断された。

○側壁下端部の支持構造は、固定構造あるいはヒンジ構造とした場合は下端部が拘束されるため、プレストレス、水圧等による円周方向フープテンションは側壁下端部では0に収束する。可動構造とした場合は下端部は自由となるため、プレストレス等によるフープテンションは側壁下端部にも与えられる。

プレキャスト案のように側壁支持構造を変化させれば、大きな水圧が作用する側壁下端部にも十分なプレストレスを与えることができ安全性も高まる。

これらの比較検討結果より、ファームポンドとしてはプレキャストPCタンクによるものとした。

## 3.2 プレキャストPCタンクの構造

次にプレキャストPCタンクの構造概要と施工法を示す。

プレキャストPCタンクは、図-1に示すような近似円筒形状の構造物である。側壁部は長さ7.8m、幅1.53m、厚さ0.24mのフラットなプレキャストPC版78枚より構成され、これらを底版部の支承上に建て込み、部材間目地に無収縮モルタルを注入する。プレキャストPC版には水平方向にケーブル孔が設けてあり、それらにPC鋼線(シングルストランド)を挿入し定着壁(ピラスター部)にて円周方向プレストレス力を与え側壁部を一体構造とする。

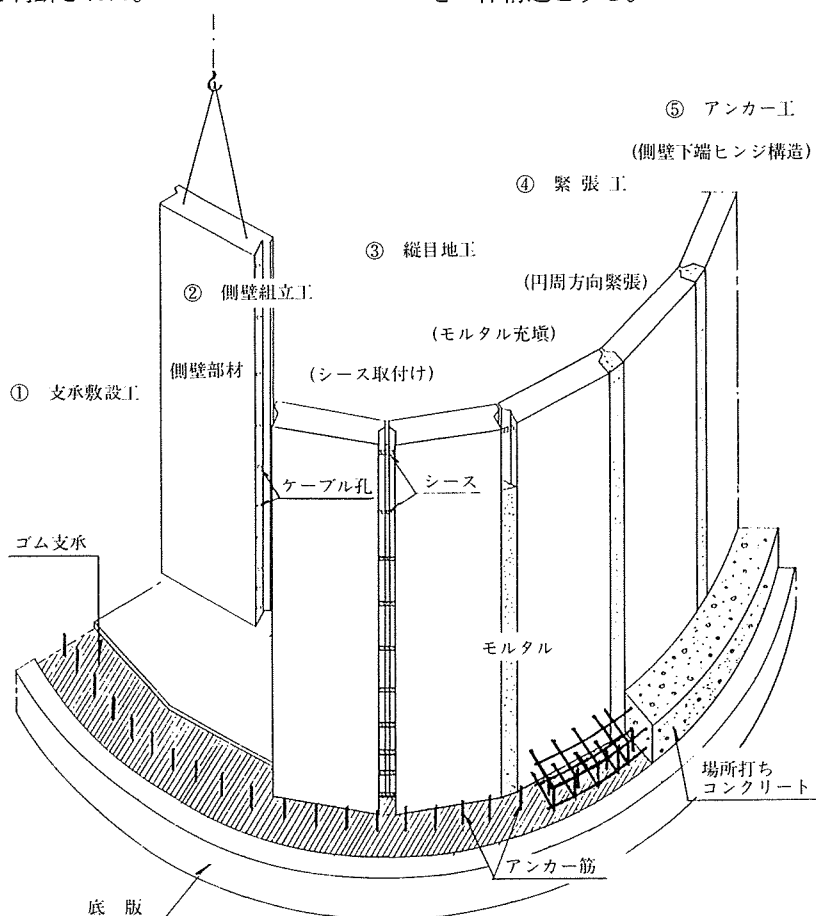


図-2 側壁部の施工

◇報告◇

次に側壁下端部と底版部より出ているアンカー筋とを連結するため、側壁下端外側部に現場打ちコンクリートを打ち足しヒンジ構造とする。目地部等に防水処理を施して本体の完成となる(図-2)。

4. 設 計

4.1 設計に当たっての条件

設計を行うに当たっての条件を次に示す。

- ① 部材の安全性の照査は、許容応力度法によって行うものとする。
- ② 側壁部形状は近似円筒形とみなし、軸対称薄肉シェル構造として解析するものとする。
- ③ プレキャストPCタンクでは側壁下端の構造形を変化させるので、コンクリートのクリープによる影響を考慮するものとする。
- ④ タンクは本体の1/2以上が傾斜地に埋設されるため、土圧による影響を考慮するものとする。土圧は偏土圧として偏載荷するものとする。
- ⑤ 円周方向のプレストレスの程度は、すべての供用時(静水圧作用時、温度荷重作用時、地震時)に接合目地部に引張応力が発生しない(フルプレストレス)ように決定するものとする。
- ⑥ 本タンクは新しい工法によるものであり、容量も9000 m<sup>3</sup>と大きく、また通常想定しない偏土圧等も作用することなどから破壊に対する安全性の検討を行うものとする。
- ⑦ 破壊に対する検討は、部材の設計断面耐力が設計破壊断面力より大きいことを確認することによって行うものとする。
- ⑧ プレキャスト部材は、製作時、運搬時、架設時での応力チェックを行うものとする。

4.2 設 計

ここでは、主に側壁部の設計についての報告を行う。

4.2.1 設計荷重

本設計で考慮した設計荷重とその組合せを表-1に示す。

(1) プレストレス

円周方向プレストレス力は、すべての供用時にフルプレストレスとなるように決定した。

プレストレス力は、外側より中心に向かって作用する分布荷重として載荷するものとした。

上端部から静水圧によって生じる最大フープテンション部にかけては、そのフープテンションに余裕応力として30 t/m程度を加算したものを荷重に置き換えて載荷した。また、下端部は静水圧相当分とした(図-3)。

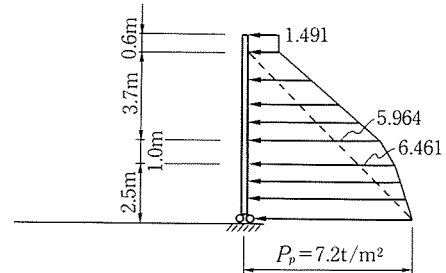


図-3 プレストレス

(2) 静水圧

静水圧は側壁に垂直に載荷するものとした(図-4)。

$$P_w = \rho \cdot H_x$$

ここに、

$P_w$  : 水面から任意の深さの静水圧 (t/m<sup>2</sup>)

$\rho$  : 水の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$H_x$  : 任意点の水深 (m)

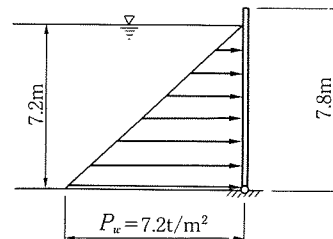


図-4 静水圧

(3) コンクリートのクリープによる影響

側壁下端部はプレストレスを与えてからヒンジ支持と

表-1 設計荷重とその組合せ

荷重の組合せ 設計荷重	プレストレス 導入直後	常 時				温度荷重作用時		地 震 時			
		満 水 時		空 水 時		満 水 時	空 水 時	満 水 時		空 水 時	
		クリープ 含まず	クリープ 含む	クリープ 含まず	クリープ 含む	クリープ 含まず	クリープ 含む	クリープ 含まず	クリープ 含む	クリープ 含まず	クリープ 含む
プレストレス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
静水圧		○	○			○	○	○	○		
ク リ ー プ			○			○	○		○		○
温 度 荷 重						○	○				
偏 土 圧				○	○					○	○
地 震								○	○	○	○
震 動								○	○		
時 土 圧										○	○

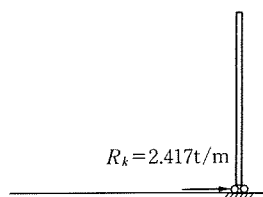


図-5 クリープ

するためプレストレスによるコンクリートのクリープ変形が拘束され、側壁下端に不静定反力が生じる。

一般には、この不静定反力による側壁部の影響は、可動支持状態のタンク側壁この不静定反力を荷重として載荷して求められている（図-5）。

コンクリートのクリープによる不静定反力は次式によった。

$$\Delta R_k = \Delta R(t_\infty) - \Delta R(t_1)$$

$$\Delta R(t_\infty) = R_p \cdot \frac{\phi(t_\infty, t_0)}{1 + \rho_k \cdot \phi(t_\infty, t_0)}$$

$$\Delta R(t_1) = R_p \cdot \frac{\phi(t_1, t_0)}{1 + \rho_k \cdot \phi(t_1, t_0)}$$

ここに、

$\Delta R_k$  : コンクリートのクリープによる不静定反力

$\Delta R(t_\infty)$  : コンクリートの材令  $t_0 \sim t_\infty$  までに生じたクリープによる不静定反力

$\Delta R(t_1)$  : コンクリートの材令  $t_0 \sim t_1$  までに生じるクリープによる不静定反力

$R_p$  : 平均プレストレス力  $(P_i + P_o)/2$  を与えたときに生じる弾性ひずみを側壁下端で拘束したときに生じる弾性反力

$\phi(t_\infty, t_0)$  : コンクリートの材令  $t_\infty \sim t_0$  までのクリープ係数

$\phi(t_1, t_0)$  : コンクリートの材令  $t_1 \sim t_0$  までのクリープ係数

$t_0, t_1$  : プレストレス導入時の材令および構造型変化時材令

$\rho_k$  : コンクリートのクリープ変形とともに生じる応力減少に関する係数

#### (4) 温度荷重

温度の影響としては、満水状態でのタンク側壁部内に内外  $5^\circ\text{C}$  の温度差が発生したとして検討を行った。

温度差によって発生する応力は次式によった。

$$\sigma_c = \pm \frac{T \cdot \alpha_c \cdot E_c}{2(1-\nu)}$$

ここに、

$\sigma_c$  : コンクリート応力度（温度の低い面が引張応力）

$T$  : 温度差

$\alpha_c$  : 線膨張係数

$E_c$  : コンクリートのヤング係数

$\nu$  : ポアソン比

#### (5) 偏土圧

タンク本体は傾斜地に埋設されるため、土圧は円周方向に変化しながら側壁に垂直に作用する。本設計では、 $\theta=0$  度部を最大とし  $\theta=180$  度部が最小となる偏土圧として載荷するものとした（図-6）。

土圧の計算はクーロンの公式によった。

$$P_A = K_A \cdot (\gamma_s \cdot h + q)$$

$$K_A =$$

$$\frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

ここに、

$P_A$  : 常時主働土圧強度 ( $\text{t/m}^2$ )

$\gamma_s$  : 背面土の単位体積重量 ( $\text{t/m}^3$ )

$h$  : 地表面から求めようとする位置までの深さ ( $\text{m}$ )

$q$  : 単位面積当り等分布上載荷重 ( $0.57 \text{ t/m}^2$ )

$K_A$  : 常時主働土圧係数

$\alpha$  : タンク背面の地表面が水平となす角

$\beta$  : タンク背面が鉛直面となす角

$\phi$  : 土のせん断抵抗角

$\delta$  : タンクの背面と土との摩擦角

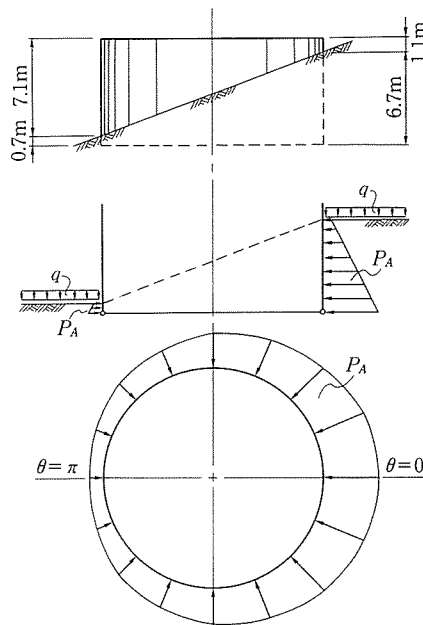


図-6 偏土圧

#### (6) 地震の影響

地震時の検討は、タンクの固有周期計算結果より静的解析とした。設計水平震度としては  $K_h=0.2$  とした。

##### 1) 自重慣性力および動水圧

側壁の自重慣性力および動水圧の載荷状態を図-7, 8

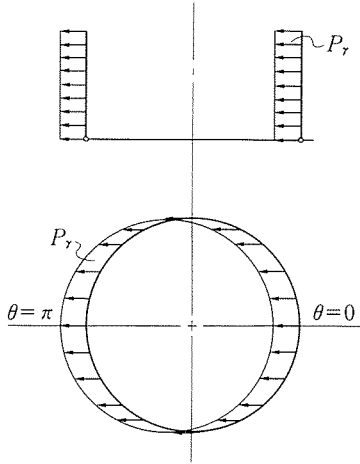


図-7 自重慣性力

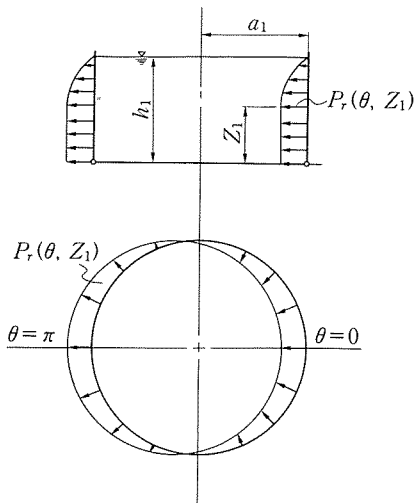


図-8 動水圧

に示す。自重慣性力および動水圧は次式によった。

$$P_r = K_h \cdot \rho_c \cdot t$$

ここに、

$P_r$  : 自重慣性力 (t/m<sup>2</sup>)

$\rho_c$  : コンクリートの単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$t$  : 側壁厚 (m)

$$P_r(\theta, Z_1) = K_h \cdot \rho \cdot a_1 \cdot \cos \theta \cdot I \left( \frac{Z_1}{h_1} \right)$$

ここに、

$P_r(\theta, Z_1)$  : 動水圧 (t/m<sup>2</sup>)

$\rho$  : 水の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$a_1$  : タンクの内部半径 (m)

$Z_1$  : 底版からの高さ (m)

$h_1$  : 水深 (m)

$I \left( \frac{Z_1}{h_1} \right)$  : ベッセル関数

## 2) 地震時の土圧による地震力

地震時の、土圧による影響が無視できないと思われるので、次式で示す地震力を載荷するものとする。載荷

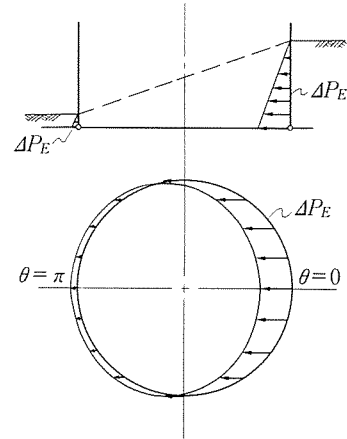


図-9 地震時の土圧による地震力

の方向は側壁に対して最も危険と思われる  $\theta = 0$  度から 180 度の方向にのみ行い検討するものとした (図-9)。

地震力は次式によった。

$$\Delta P_E = P_{EA} - P_A$$

ここに、

$\Delta P_E$  : 地震時の土圧による地震力

$P_{EA}$  : 地震時主働土圧

$P_A$  : 常時主働土圧 (偏土圧の項参照)

$$P_{EA} = (1 - K_v) \left[ \gamma_s \cdot h \cdot K_{EA} \frac{q \cdot \cos \beta}{\cos(\beta - \alpha)} \cdot K_{EA} \right]$$

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta_0)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta + \theta_0)}$$

$$\left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\beta + \delta + \theta_0) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2$$

ここに、

$K_{EA}$  : 地震時主働土圧係数

$K_v$  : 鉛直震度

$$\theta_0 : \tan^{-1} \left( \frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

$\gamma_s, h, \alpha, \beta, \delta$  については偏土圧の項参照。なお、 $q$  は載荷しない。

## 4.2.2 断面力

断面力は、有限要素法による軸対称薄肉シェル要素として解析を行うものとした。解析は日本電子計算 (株) 「DYASOR」 (任意形軸対称タンクの応力解析プログラム) によった。

断面力の検討は、 $\theta = 0$  度、45 度、90 度、135 度、180 度の 5 断面で行うこととした。

各設計荷重による断面力と、それらの合成結果を図-10~図-13 に示す。

## 4.2.3 供用時の部材の安全性の検討

供用時の部材の安全性の確認は、円周方向フープテン

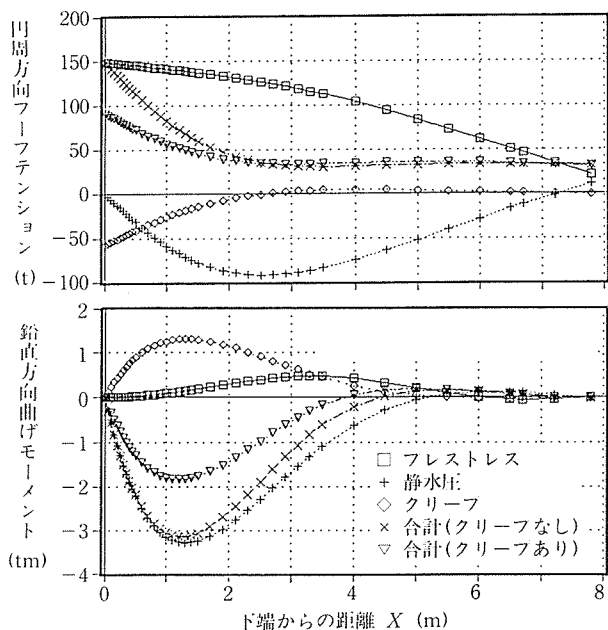


図-10 常時、満水状態の断面力

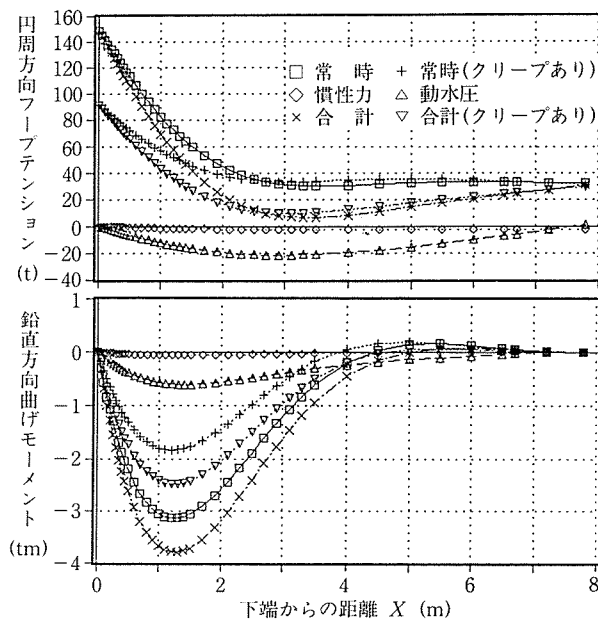


図-12 地震時、満水状態の断面力

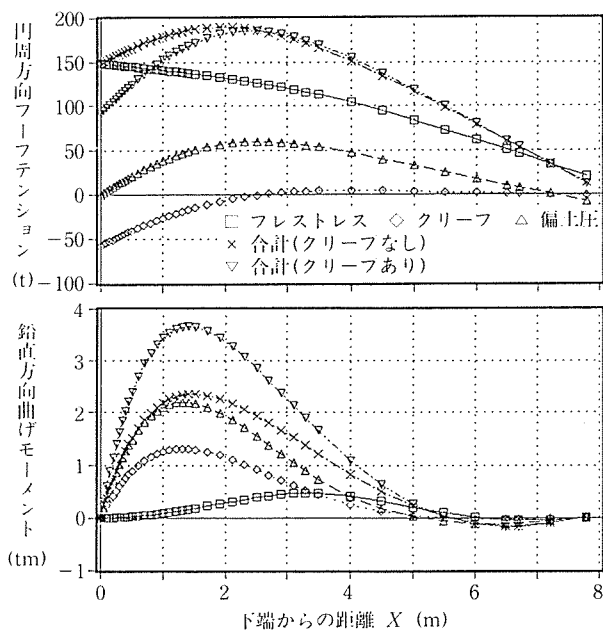


図-11 常時、空水状態の断面力

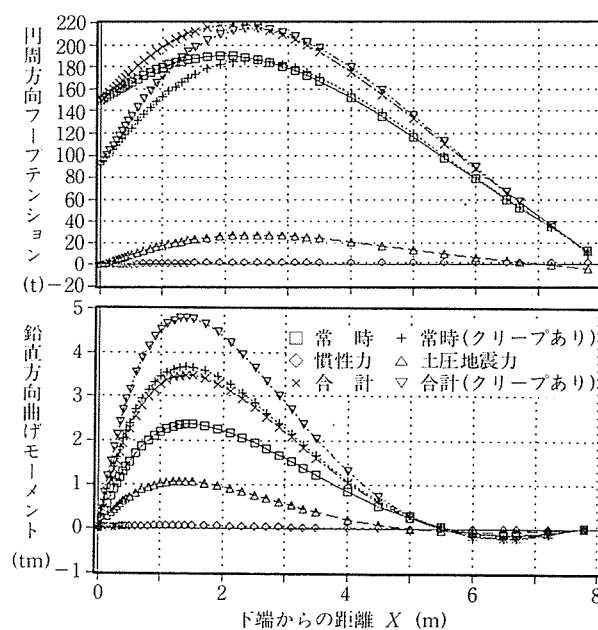


図-13 地震時、空水状態の断面力

ション、鉛直方向曲げモーメント、および面外面内せん断力に対して行った(表-2~表-4)。

4.2.4 破壊に対する安全度の検討

破壊の検討に用いる安全係数は、材料係数  $\gamma_m$ 、荷重係数  $\gamma_f$ 、および部材係数  $\gamma_b$  とした。

設計断面耐力は、材料強度を材料係数で除して算定した部材断面耐力  $R$  を部材係数で除した値とした。

設計破壊断面力は、荷重による断面力  $S$  に荷重係数を乗じたものとした。

$$R_d > S_d$$

$$R_d = R / \gamma_b$$

$$S_d = S \cdot \gamma_f$$

各安全係数は次のように定めた。

(材料係数 $\gamma_m$ )	コンクリート	: 1.30
	鋼材	: 1.0
(荷重係数 $\gamma_f$ )	自重、静水圧、土圧	: 1.05
	プレストレス、クリープ	: 1.0
	地震荷重	: 1.4
(部材係数 $\gamma_b$ )	曲げ領域	: 1.15
	軸力領域 圧縮	: 1.3
	引張	: 1.15

円周方向フープテンション、鉛直方向曲げモーメント

表-2 円周方向の合成応力度

	円周方向 合成軸力	合成応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 考	
		Max (t)			$\sigma_{e\max}$
		Min (t)			$\sigma_{e\min}$
プレストレス 導入直後	171.5	71.5	<160	X=0.0 m	
	24.1	10.0	>0	X=7.8 m	
常 時	満水時	149.2	62.2	<135	X=0.0 m
		29.9	12.5	>0	X=3.5 m
	空水時	189.8	79.1	<135	X=1.9 m, $\theta=0$
		12.0	5.0	>0	X=7.8 m, $\theta=0$ , クリープ
温 作用 度時	満水時	-	74.2	<155.2	X=0.0 m
		-	0.5	>0	X=3.5 m
地 震 時	満水時	149.2	62.2	<202.5	X=0.0 m, $\theta=\pi$
		6.5	2.7	>0	X=3.3 m, $\theta=\pi$
	空水時	218.3	91.0	<202.5	X=2.1 m, $\theta=0$
		10.4	4.4	>0	X=7.8 m, $\theta=0$ , クリープ

表-4 せん断力による斜引張応力度

			せん断力 (t)	斜引張応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 考
面 外 せん 断	常 時	満水時	5.87	-3.7	>-10	
		空水時	6.21	-3.9	>-10	$\theta=0$ , クリープ
	地 震 時	満水時	6.96	-4.3	>-15	
		空水時	8.10	-5.1	>-15	$\theta=0$ , クリープ
面 内 せん 断	常 時	満水時			>-10	
		空水時	7.61	-0.3	>-10	$\theta=\pi/4$
	地 震 時	満水時	6.84	-0.2	>-15	$\theta=\pi/2$
		空水時	18.13	-1.5	>-15	$\theta=\pi/4$

表-5 破壊安全度

		設計断面耐力	設計破壊断面力	安全度	備 考
円周方向	満水時	184.0 t	123.5 t	1.5	X=3.3 m $\theta=\pi$
鉛直方向	空水時	14.2 tm	5.3 tm	2.7	X=1.4 m $\theta=0$ クリープ

表-3 鉛直方向の合成応力度

	荷重による 鉛直方向曲げ モーメント (t・m)	荷重による 応 力 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	鉛直プレスト レスによる応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	合成応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 考
		側壁内側	側壁内側	側壁内側		
		側壁外側	側壁外側	側壁外側		
プレストレス 導入直後	0.55	-5.8	36.2	30.4	>-18	X=3.3 m
		5.8	44.1	49.9	<210	
常 時	満水時	32.7	36.2	68.9	<170	X=1.2 m
		-32.7	44.1	11.4	>0	
時	空水時	-38.2	36.2	-2.0	>-10	X=1.4 m $\theta=0$ クリープ
		38.2	44.1	82.3	<170	
温 作用 度時	満水時	44.7	36.2	80.9	<195.5	X=1.2 m
		-44.7	44.1	-0.6	>-23	
地 震 時	満水時	39.5	36.2	75.7	<255	X=1.3 m $\theta=\pi$
		-39.5	44.1	4.6	>-28	
	空水時	-49.8	36.2	-13.6	>-28	X=1.4 m $\theta=0$ クリープ
		49.8	44.1	93.9	<255	

に対する破壊安全度を表-5に示す。

## 5. ま と め

今回の設計結果より次のことが判断できる。

- ① 側壁下端構造の変化による、コンクリートのクリープによる影響は数値的には無視できないものであった。しかし、全体的には安全側に作用するため設計上では問題とならなかった。

概略設計等は省略してもさしつかえないと思われる。

- ② 円周方向はすべての供用時においてフルプレストレスとしたため、常時満水状態ではすべての断面で余剰圧縮応力が 12 kg/cm<sup>2</sup> 以上となり、安全性は

非常に高いものとなった。

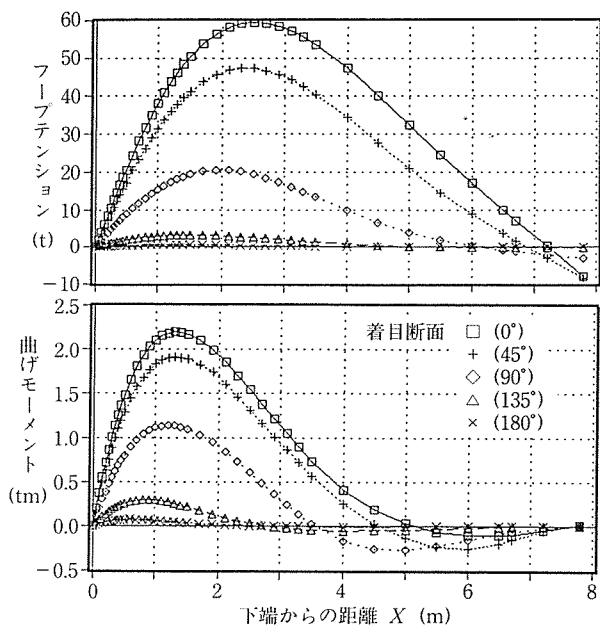
通常の設計に比べれば8%程度のプレストレス量の増加となるが、壁厚自体が通常の80%程度となっているため経済面でも問題ないと思われた。

- ③ 面内せん断力は非軸対称荷重によって発生する。本設計では、偏土圧、土圧の地震力等を考慮したため面内せん断力の検討を加えたが、結果的には非常に小さな応力しか発生せず、全く問題とならなかった。

- ④ 偏土圧による断面力の円周方向の分布状況を図-14に示す。

通常、偏土圧等は最も危険側となる位置での土圧を軸対称荷重として解析を行っている。本設計では



図-14 偏土圧による断面力 ( $\theta=0^\circ\sim 180^\circ$ )

円周方向、鉛直方向に土圧を変化させたものを載荷して断面力を求めた。

今回の結果と軸対称荷重として求めた結果とを比較したところ、最大荷重位置での円周方向フープテンション、鉛直方向曲げモーメント、および面外せん断力はほぼ一致した。

面内せん断力については、本設計での結果では  $\theta=45^\circ$  の位置で最大値を示し偏載荷の影響が現れ

た。しかし、軸対称荷重として求めた場合では、面内せん断力は発生しないため比較できない。

面内せん断力そのものが設計の結果に与える影響が小さいことを考えれば、非軸対称荷重を軸対称荷重として置換し断面力を求めても、問題ないと考えられる。

⑤ 破壊の検討についても、円周方向、鉛直方向共に十分な安全度が確保された。

円周方向では、接合目地部は鉄筋が連続していないため現場打ち等に比較すれば耐力は劣ると思われるが、フルプレストレスとして設計しているため逆に鋼材量は増加し耐力は低下しなかった。

一般に PC タンクでは、破壊断面力に対して耐力が十分に余裕があるとされており、破壊に対しての検討は省略されている。本設計でも同様な結果となった。

円筒タンクのような構造形は、プレストレストコンクリートの特性（薄くできる、ひび割れを制御できる、軸引張力に対抗できる）を十分に生かせる構造物の一つである。また今回採用したプレキャスト工法もこの点では同様であり、今後は広く普及していくと思われる。

しかし、まだまだ国内では実績も少なく、今回報告した構造、設計方法に関しても、改良、検討の余地はあると思われる。今後の課題としたい。

【1991年1月14日受付】

## ◀刊行物案内▶

### PC 斜 張 橋

(本誌第 29 巻第 1 号特集号)

現在、世界的にも、また我が国でも有力な橋梁施工法として台頭し初めた PC 斜張橋を特集した本書は、その歴史、変遷から始まって、将来展望に関する座談会、斜張ケーブルの現状、既に実施された、または計画中の代表的な斜張橋（白屋橋、東名足柄橋、猪名川第 2 橋梁、衝原大橋、呼子大橋、新丹波大橋）の報告等、多岐にわたり収録してあります。PC 橋梁の設計・施工関係技術者にとっては必携の参考書と確信します。

体 裁：B 5 判 108 頁

定 価：1500 円（送料：150 円）