

プレストレストコンクリート製円筒形タンクの設計手法に関する考察 一側壁下端弾性固定の影響を考慮した断面力算定方法一

(株)安部工業所 正会員 ○今尾 勝治 (株)安部工業所 正会員 村井 篤
 (株)安部工業所 正会員 井上 浩之 (株)安部工業所 正会員 西尾 浩志
 岐阜大学工学部 フェロー 小柳 治

1. はじめに

PCタンクに関しては優れた性能すなわち高い液密性、耐久性、耐震性が認められ、社会基盤施設の一部として、水道用施設、農業用施設などに多数建設されている。このうち、水道用PCタンクの設計については「プレストレストコンクリートタンク標準仕様書」((社)日本水道協会)に基づき行われるのが一般的である。その仕様書では、『固定支持のタンクでは、支持部における底版の剛性が側壁の剛性に比べ著しく大きな場合には、完全固定に近い挙動を示し、底版の剛性が側壁の剛性とあまり変わらない場合等は弾性固定の挙動を示す。後者の場合の側壁下端に生じる曲げモーメントは、前者のそれよりも小さいものとなる。』と記述され、側壁下端完全固定モデルによる側壁下端の断面力より、弾性固定の場合の側壁下端の断面力を算定する手法が述べられている¹⁾。

本論文では、改めてその算出根拠を明確にし、弾性固定の影響を考慮した側壁下端の断面力の算定方法を新たに提案するものである。なお、底版の形式には、底版を一層とする場合および二層とする場合があるが、ここでは一層の場合を示す。

2. 検討方法

2.1 概要

水圧やプレストレス等の荷重により側壁下端に発生する曲げモーメントは、側壁下端完全固定として容易に求めることができる。しかしながら、実際には側壁との結合部において底版が回転することにより、弾性固定の挙動を示すものと考えられ

る。よって、ここでは図-1に示すよう

に側壁下端完全固定のモデルと側壁と弾性床上の底版が結合されたモデルの断面力を比較することにより、完全固定の側壁下端断面力から弾性固定の影響を考慮した断面力を簡便に算定する係数 α ・ β を提案する。

2.2 解析モデル

解析モデルは、一般的なPCタンクの形状を想定した容量1,000 m^3 ~30,000 m^3 のモデルにより行った。各容量別モデルを表-1に示す。解析は軸対称薄肉シェル要素を用いた有限要素法により行った。

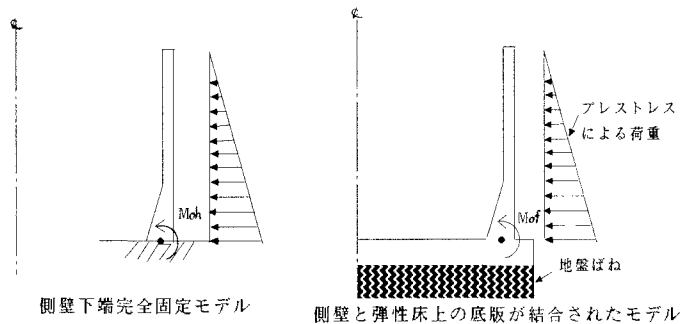


図-1 完全固定と弾性固定概念図

表-1 解析モデル一覧表

容量 V (m^3)	内径 D (m)	水深 H (m)	壁厚 t (m)	側壁下端厚 th (m)	底版端部厚 trp (m)
1.000	16.6	4.7	0.25	2×t	1.0×th 1.5×th 2.0×th
3.000	23.9	6.8	0.25		
5.000	28.2	8.1	0.25		
10.000	35.5	10.2	0.25		
20.000	44.8	12.8	0.40		
30.000	51.2	14.7	0.45		

3. 結果

図-1に示した側壁下端固定モデルと側壁と弾性床上の底版が結合されたモデルにより側壁下端の断面力をそれぞれ計算し、その結果を用いて次式により算定係数 $k\alpha \cdot k\beta$ を算出した。

$$k\alpha \cdot k\beta = M_{0f} / M_{0h} \quad (1)$$

ここに、

M_{0f} : 弾性固定の場合の側壁下端の鉛直方向
向曲げモーメント

M_{0h} : 側壁下端固定支持の場合の側壁下端
の鉛直方向向曲げモーメント

容量5,000m³の場合の地盤反力係数と $k\alpha \cdot k\beta$ との関係を図-2に示し、側壁下端厚 th と底版厚 trp との比毎にグラフ化して、図-3に示す。これらの図より以下の事項が明らかとなった。

- ①図-2より、 k_v が小さな値ほど、側壁下端の曲げモーメントは小さくなる。
- ②図-2より、水圧相当プレストレスと余裕圧縮プレストレスの荷重分布形状による $k\alpha \cdot k\beta$ の差はない。
- ③図-2、図-3より、底版厚さと側壁下端厚さとの比が大きくなるほど $k\alpha \cdot k\beta$ は大きくなる。

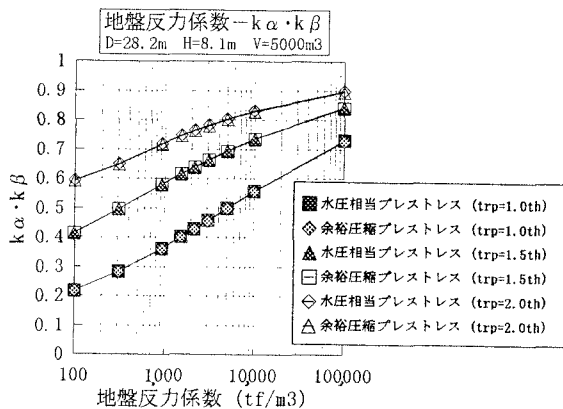


図-2 地盤反力係数と $k\alpha \cdot k\beta$ との関係

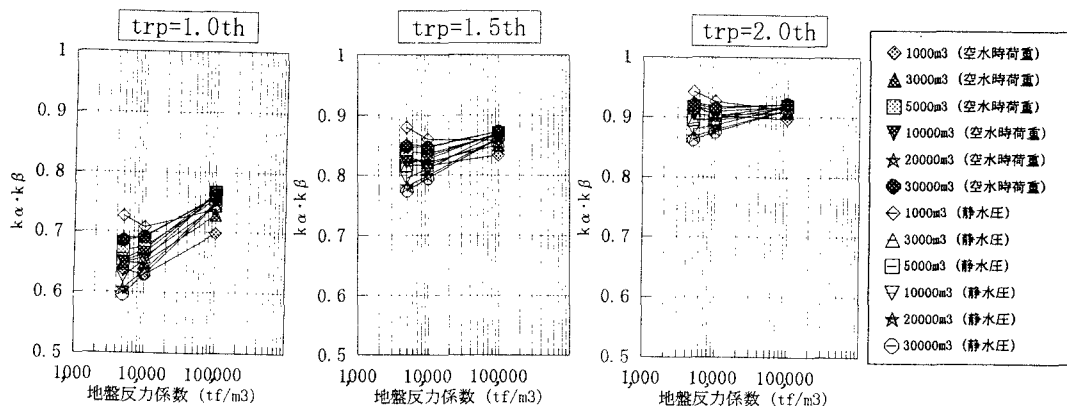


図-3 底版が一層の場合の地盤反力係数と $k\alpha \cdot k\beta$ との関係

4. 係数 $k\alpha \cdot k\beta$ の提案

現行の標準仕様書では、底版が一層の場合の係数 $k\alpha \cdot k\beta$ を普通地盤の場合0.8、堅固な地盤の場合0.9としているが、図-3をもとにして、普通地盤の $k_v=10,000\text{tf/m}^3$ 、堅固な地盤（岩盤等）の $k_v=100,000\text{tf/m}^3$ とした場合、係数 $k\alpha \cdot k\beta$ を表-2の値とするのが合理的であると考える。

【参考文献】

- 1) (社)日本水道協会：プレストレストコンクリートタンク標準仕様書、pp. 58-61、昭和55年3月
- 2) 井上浩之、今尾勝治、郭朝光、西尾浩志：PCタンクの側壁下端部ハンチ形状の決定手法、第5回シンポジウム論文集、プレストレストコンクリート技術協会、pp. 261-264、1995

表-2 底版が一層の場合の $k\alpha \cdot k\beta$

地盤条件	$trp=1.0 \times th$	$trp=1.5 \times th$	$trp=2.0 \times th$
普通地盤	0.75	0.90	0.95
堅固な地盤	0.80	0.90	0.95