

V-166 コンクリート製卵形消化タンクの設計法に関する一考察

（株）錢高組 土木本部PC部 正会員 青柳計太郎

1. まえがき

我が国のコンクリート構造物に対する設計法は、許容応力度法から限界状態設計法に移行しつつあり、従来のPC、RCの区別のないコンクリート構造として統一した概念で設計できるようになってきた。本報告は、こうした技術的な動向を踏まえて、卵形消化タンクにPRC構造の概念を導入し、その時の設計と施工について考察を加えたものである。この結果、卵形消化タンクの場合には合理的かつ経済的な設計が可能になるとともに、施工性の向上も期待できることが明らかになった。以下、その概要について述べる。

2. 卵形消化タンクにおけるPRC 構造の概念

PRC 構造はRC部材の使用状態におけるひびわれ性状を改善するためにプレストレスを導入した構造である。これを卵形消化タンクのような水密性の要求されるコンクリートシェル構造物に適用した場合の基本的な考え方について考察する。

(1) 卵形消化タンクにおけるPC鋼材と鉄筋の位置付け

一般のコンクリートシェル構造物においては、表-1に示すように軸力と曲げはそれぞれに異なった構造特性を示すものである。したがって、この種の構造物を設計する場合には軸力と曲げを分けて考えることが基本となる。

このような点を踏まえて、卵形消化タンクを PRC構造として設計する場合のPC鋼材と鉄筋に対する基本的な考え方を表-2に示す。

表-1 コンクリートシェル 構造特性

	軸 力	曲 げ
力学的な特性	釣り合い力 部材の破壊に関わる	ひずみ拘束による力 拘束の低下に伴い開放される
ひびわれ	貫通し、部材の損傷は大 水密性は著しく低下する	貫通することはなく、損傷は局部的。ひび割れ幅を制御することにより水密性は確保できる

表-2 卵形消化タンクにおける PC鋼材 と鉄筋 の位置付け

	設 計		施 工
	使用状態	終局状態	（クライミング工法）
P C 鋼 材 （プレストレス力）	軸引張力打ち消し 貫通ひび割れが生じないようにする	PC鋼材+鉄筋 安全度の照査	軸圧縮力により打継ぎ部の止水性を確保する
鉄 筋	曲げひび割れ幅を制御し、水密性を確保する		RC部材として施工時断面力を負担する

この表からつぎのような効果を期待できる。

- 1) 曲げひび割れを許容することによりPC鋼材量を減少できる。
- 2) 設計がシンプルになる。
- 2) PC部材としてはコンクリート強度の低めものが使用できる。
- 3) 早強コンクリートを用いなくても、クライミング工法の施工性は低下しない。

3. 卵形消化タンクの使用状態

PRC 構造の場合、使用状態が設計上の重要なポイントになる。表-3に卵形消化タンクの使用状態での荷重条件と設計法の一例を示す。ここに、本構造物の荷重条件の特徴として、①運転時においては汚泥の液位変動が小さい ②消化タンクを掃除するためにタンクを空にすることは少ないことが挙げられる。

表-3 卵形消化タンクの使用状態

使用状態	荷 重 組 合 わ せ	設 計 法
運 転 時	自重+汚泥+消化ガス圧+消化温度 +有効プレストレス力（円周方向、経線方向）	円周方向、経線方向共に軸圧縮 状態とする－PC鋼材量の算定
水張り試験時	自重+試験時水圧+水温 +有効プレストレス力（円周方向、経線方向）	曲げひび割れ幅の検討－鉄筋量 の算定
施 工 時 （運転開始まで 空の時を含む）	自重+施工時荷重 +導入プレストレス力（円周方向、経線方向）	RC部材－鉄筋量のチェック

3. 試設計例

試設計に用いたモデル（ $V=4000\text{ m}^3$ ）の形状寸法を図-1に示す。
図-2に導入プレストレス量の比較を示す。なお、本試設計におけ
る設計条件は以下の通りである。

荷重 汚泥 $1.02\text{ (tf/m}^3\text{)}$ コンクリート $2.5\text{ (tf/m}^3\text{)}$
ガス圧 $0.5\text{ (tf/m}^2\text{)}$ 内外面温度差 $5\text{ }^\circ\text{C}$
材料 コンクリート設計基準強度 $f_{ck}=300\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
PC鋼材 SBPR95/120 $\phi 32$ 鉄筋 SD30

使用限界状態（運転時） 軸圧縮応力度 5 kgf/cm^2 以上
曲げひび割れ幅 鉄筋の引張応力度 1000 kgf/cm^2 以下
終局限界状態 設計荷重 運転時の1.2 倍の割り増し、
破壊モードは円周方向の軸引張破壊とした。

この結果から、次のことが言える。

- (1) 円周方向の必要プレストレス量はPC部材の場合とほとんど変わらない。
- (2) 経線方向の必要プレストレス量は図-2に示されるように減少できる。
- (3) 鉄筋量は最小鉄筋量に比べて、拘束部で円周方向、経線方向に増加する。

4. おわりに

卵形消化タンクはすでに30基以上が建設されている。今後これを更に普及していくためには、いかに経済的な設計ができるかが大きな鍵を握るものと考ええる。このような意味において、PRC構造はおおいに期待できるものであろう。

現在、曲げひび割れ幅と水密性との関係、地震時の面内せん断力に対する設計法、クライミング施工における問題点等について検討しており、この内容については別の機会に報告したい。

参考文献1)土木学会コンクリート標準示方書（昭和61年制定）2)H.Bomhard(青柳訳):「コンクリート製消化槽」環境技術 3)野永、百合山、青柳、「PC卵形消化タンクの設計と施工」最新施工技術3 昭和62年5月 4)安久津他「

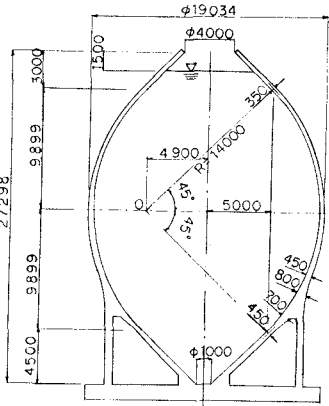


図-1 試設計モデル

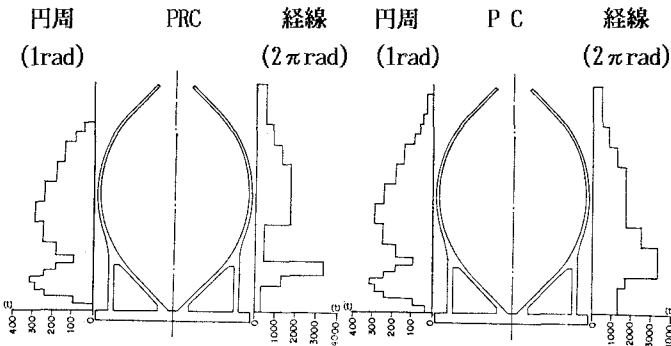


図-2 導入プレストレス量の比較