

VI-265

20万KL L N G地下式貯槽の水圧試験

清水建設土木本部設計第2部

正会員 妹島 淳生

東京ガス生産技術部

正会員 中野 正文

東京ガス生産技術部

川村 佳則

清水建設土木東京支店土木第2部

正会員 杉野 文明

三井建設東京土木支店工事第1部

福田 康男

1. はじめに

現在、図-1に示す容量20万KLの埋設式LNG地下式貯槽を建設中である。この貯槽の底版は耐水圧強度底版であり、下方からの地下水圧すなわち揚水圧を受ける大型鉄筋コンクリート製円版である。

本論文では、この底版の挙動確認のために実施した水圧試験について報告するとともに、大型RC円版の挙動についての一考察を述べる。

2. 底版の概要（図-2参照）

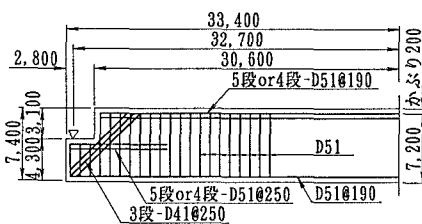
底版は支点間距離 73.8m、厚さ9.8mの円版であり、側壁との接合はピン・スライドである。

底版には、自重・揚水圧・LNG液重・温度荷重が作用するが、最もクリティカルとなるのは空液かつ揚水圧作用時である。この時、底版自重 0.230 N/mm^2 に対し、揚水圧 0.570 N/mm^2 が作用する。

底版上筋には7段の太鉄筋が必要（主鉄筋比は0.8%）となるため、従来¹⁾に比べ底版外周の支点部の段差を小さくし、中央部の主筋を曲げ下げ支点を越えて定着させ、斜筋を無くした構造配筋とした。一方、外周部においてかぶりが大きくなる部分には、ひびわれ幅が底版中央部と同等となるようにひびわれ制御鉄筋を配筋した。なお、底版の使用材料は、表-1に示すとおりである。

3. 水圧試験の方法

水圧試験では底版下部に揚水圧を作用させるが、屋根上部の覆土施工前に試験を実施する。従って、貯槽の浮上り抵抗を確保するため揚水圧は設計の85%を作用させた。そのタイムスケジュールは図-3に示すとおりであり、各ステップ毎に、底版の鉛直変位及び底版表面のひびわれ状況を観察した。



従来貯槽

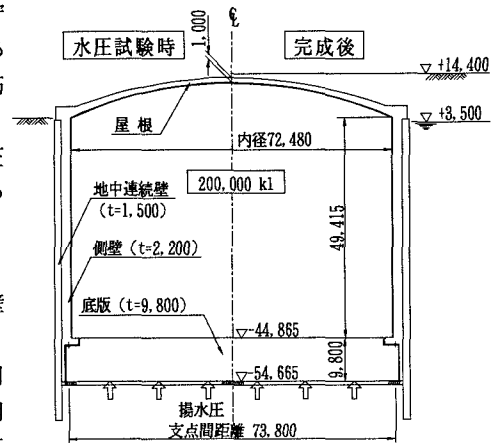
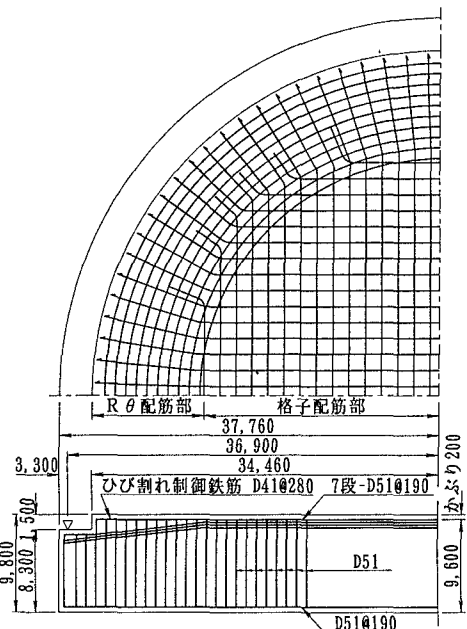


図-1 LNG地下式貯槽の構造概要



本貯槽

図-2 底版の構造配筋図（配筋はイメージ図であり、鉄筋の本数、段数は簡略化してある）

4. 水圧試験の結果及び考察

（１）鉛直変位分布

各ステップ毎の底版の鉛直変位分布は図－４に示すように滑らかな２次曲線となり、底版中央部の最大鉛直変位は30mmとなった。

（２）揚水圧と底版中央部鉛直変位との関係

揚水圧と底版中央部鉛直変位との関係を図－５に示す。揚水圧の増加につれて変位増分が大きくなり底版の剛性が低下していることがわかる。解析値と比較すると、揚水圧が 0.3 N/mm^2 を超える付近から、実測値の勾配は断面剛性を弾性体の 0.5 とした解析値の勾配に近くなる。

（４）底版表面のひびわれ状況

最大揚水圧作用時の底版表面のひびわれ状況を図－６に示す。ひびわれの方向は、 0° 方向、 45° 方向とも中央部は格子状、外周部は放射状であり、底版の配筋パターンと同様の方向性を示した。

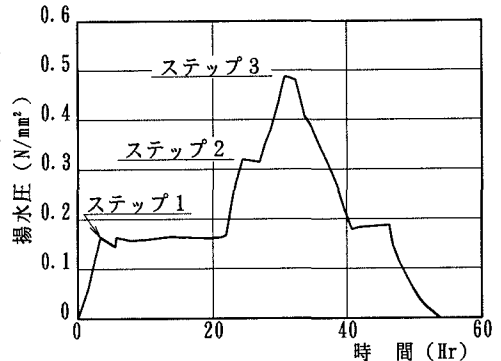
底版の最大ひびわれ幅は中央部で 0.35 mm 、外周部で 0.40 mm であり、コンクリート標準示方書に従った計算値、両者とも 0.47 mm に比べ若干小さいもののほぼ等しい。また、外周部のかぶりの大きい部分のひびわれ幅は中央部とほぼ同等であり、ひびわれ制御鉄筋の妥当性が確認された。

5. まとめ

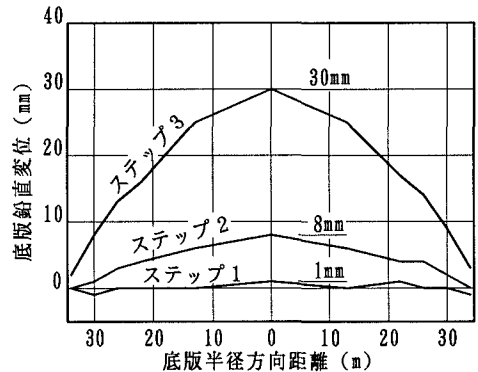
水圧試験により、厚さ 9.8 m の大型 RC 円版においても、通常の鉄筋コンクリートとしての挙動を示すことが確認された。また、RC 円版の剛性残存率は約 0.5 であった。さらに、RC 円版のひびわれパターンは配筋と同じ方向性を有することが示された。

表－１ 使用材料及び設計に用いる定数

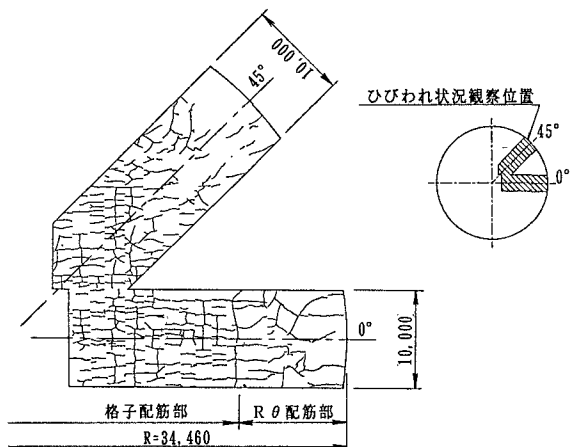
コンクリート	設計基準強度 $f'_{ck} = 23.5 \text{ N/mm}^2$
	弾性係数 $E_c = 24.5 \text{ kN/mm}^2$
鉄筋	鉄筋材質 S D 345
	降伏点 $f_{sy} = 345 \text{ N/mm}^2$



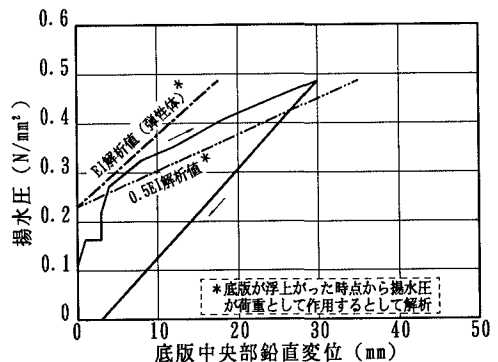
図－３ 揚水圧の経時変化



図－４ 底版の鉛直変位分布



図－６ 底版表面ひびわれ状況



図－５ 揚水圧～底版中央部鉛直変位