

20 万 KL L N G 地下式貯槽の水圧試験

鹿島土木設計本部	正会員	深田 敦宏 ^{* 1}
東京ガス生産技術部	正会員	中野 正文 ^{* 2}
鹿島東京支店	正会員	小河 知之 ^{* 3}
鹿島東京支店	正会員	社本 芳明 ^{* 3}

1 . はじめに

2000 年 6 月に図 - 1 に示す容量 20 万 KL の埋設式 L N G 地下式貯槽が竣工した。本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既往の LNG 地下式貯槽の水圧試験結果と比較して、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

底版は、図 - 2 に示すように支点間距離 70.0m、厚さ 9.8m の円版であり、側壁との接合（支承条件）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 0.23N/mm^2 に対して揚水圧 0.57N/mm^2 が作用する。このため、底版上筋には 6 段の太径鉄筋 D51 を、また、せん断補強筋としても D51 を配置している。なお、底版の使用材料等は表 - 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した。したがって、貯槽の浮き上がり抵抗を確保するために揚水圧は設計（自然水位）の約 85% を作用させた。水圧载荷のタイムスケジュールは図 - 3 に示すとおり最大揚水圧到達までを 5 ステップに分け、各ステップ毎に底版の鉛直変位計測及び底版表面のひび割れ状況を観察した。

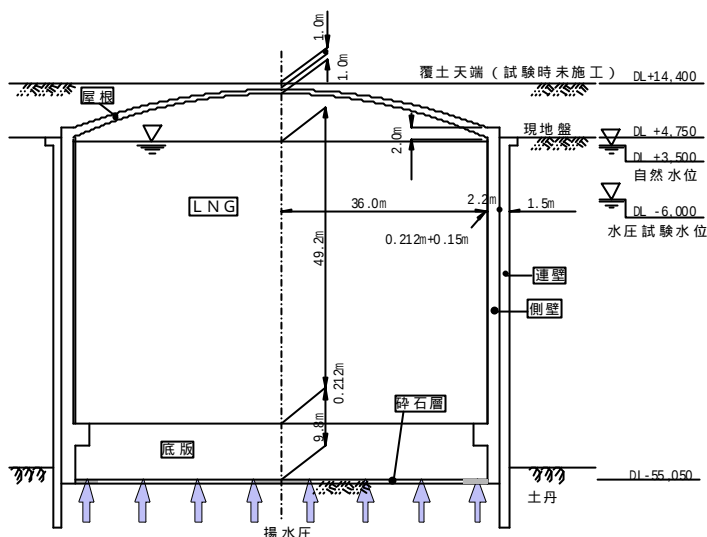


図 - 1 LNG 地下式貯槽の構造概要

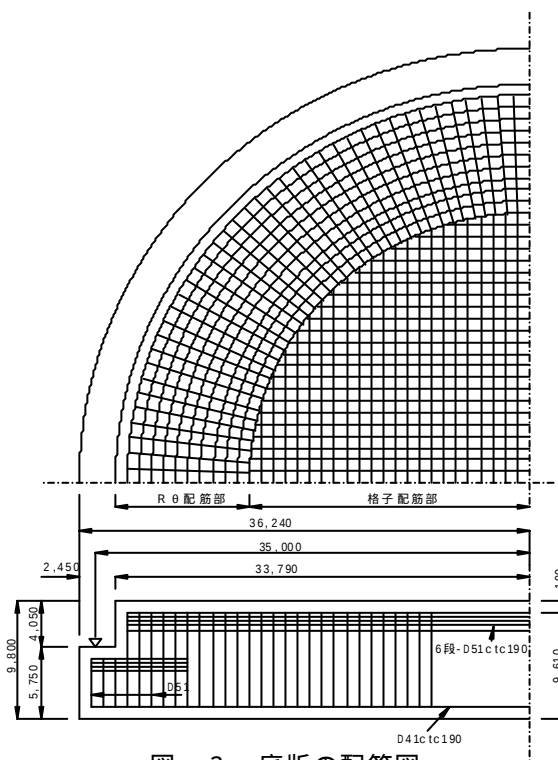


図 - 2 底版の配筋図

（配筋はイメージ図であり鉄筋本数・段数は省略してある）

キーワード：地下タンク，底版，水圧試験，大型 RC 円版，ディープビーム，剛性残存率

* 1 〒230-0055 神奈川県横浜市鶴見区扇島 4 - 1 TEL044-287-5591 FAX044-287-2180

* 2 〒230-0055 神奈川県横浜市鶴見区扇島 4 - 1 TEL044-266-3522 FAX044-266-3557

* 3 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 TEL03-5561-2158 FAX03-5561-2049

4．水圧試験の結果及び考察

(1) 底版の鉛直変位分布

各ステップ毎の鉛直変位分布は図 - 4 に示すようにほぼ 2 次曲線を描いており、図中右側の変形が若干少ない。また、底版中央部の最大鉛直変位量は 13mm であった。

(2) 揚水圧と底版中央部鉛直変位の関係

揚水圧と底版中央部鉛直変位との関係を図 - 5 に示す。揚水圧の増加に伴っ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分かる。鉄筋の剛性を評価した換算剛性を用いた解析値と比較すると実測値は揚水圧 0.4N/mm² を越えたあたりから若干勾配が小さくなっている。この時の揚水圧がひびわれ発生荷重とほぼ等しいことから、この荷重を境にひびわれによる剛性低下の影響が発生しているものと考えられる。剛性低下の度合いは約 80% となっている。

本貯槽の水圧試験結果（剛性残存率 80%）に対して既往の貯槽の試験結果（剛性残存率 50%程度）を比較すると本貯槽の残存率の方が大きい。水圧試験を実施した既往の貯槽及び本貯槽のスパン・有効高さ比(L/D)を表 - 2 に示すが、これから分かるように本貯槽以外は L/D>8 である。過去に実施した実験から L/D=8 付近がはりとしての挙動とディープビームとしての挙動の分岐点となるといわれており、これが本貯槽の剛性残存率の大きさに影響していると考えられる。

(3) 底版表面のひびわれ状況

最大揚水圧作用時の底版ひび割れ状況を 270°及び 315°方向で観察したが、ひび割れの発生は両方向とも中央部で格子状、外周部で放射状と底版の配筋パターンと同様の方向性を示した。なお、底版の最大ひび割れ幅は中央部で 0.30mm であった。

5．まとめ

水圧試験により、厚さ 9.8m 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、過去数件の地下式貯槽の水圧試験の結果と本試験を比較した結果、L/D=8 付近が、はりディープビームの境界となることが実大規模で確認された。

表 - 2 水圧試験を実施した地下式貯槽の L/D

タンク名	貯槽 A	貯槽 B	貯槽 C	本貯槽
スパン L(m)	62.40	65.40	73.80	70.00
部材高さ(m)	7.50	7.40	9.80	9.80
有効高さ D(m)	6.76	6.80	9.06	9.14
L/D	9.23	9.62	8.15	7.66

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 $f'_{ck}=24\text{ N/mm}^2$
	ヤング係数 $E_c=25\text{ kN/mm}^2$
	降伏点 $f_{sy}=345\text{ N/mm}^2$
鉄筋	材質 SD345

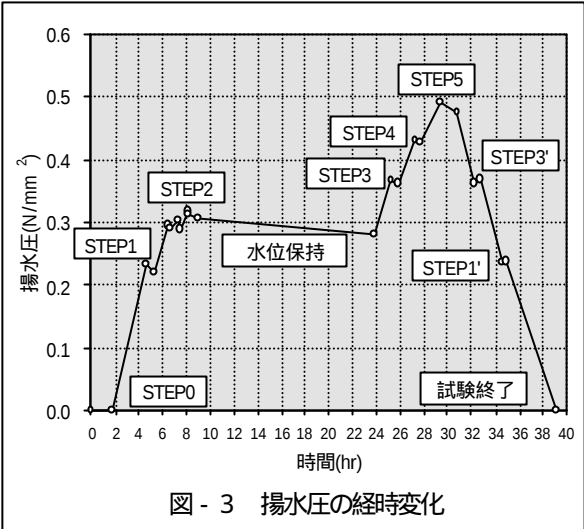


図 - 3 揚水圧の経時変化

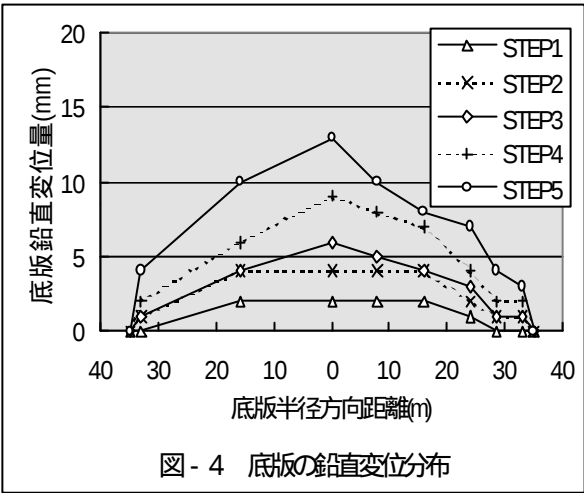


図 - 4 底版の鉛直変位分布

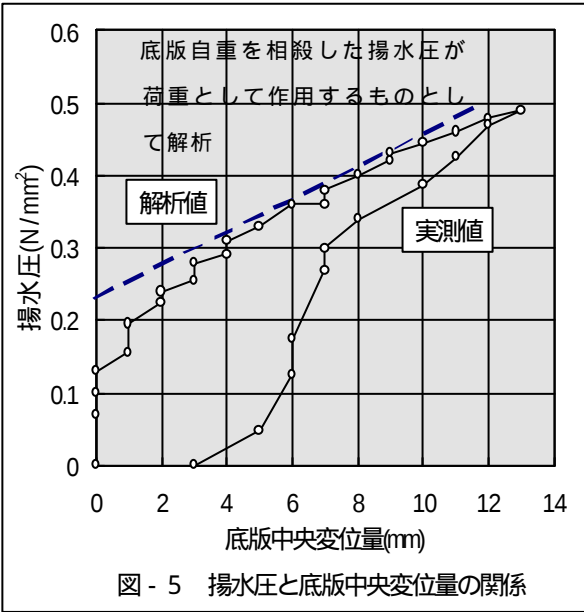


図 - 5 揚水圧と底版中央変位量の関係

参考文献 1) 中野正文ら：14 万 KL L N G 地下式貯槽底版の水圧試験，1996 年土木学会年次講演会 -264

参考文献 2) 妹島淳生ら：20 万 KL L N G 地下式貯槽の水圧試験，1996 年土木学会年次講演会 -265