

○大成建設土木設計第二部 正会員 津田 勝利*1
 東京ガス生産技術部 正会員 中野 正文*2
 東京ガス生産技術部 正会員 堤 洋一*2
 大成建設横浜支店 正会員 坪根 康雄*3

1. はじめに

東京ガス(株)が現在建設を進めている扇島工場では、土地の有効利用、周囲の環境との調和等の観点から地下式貯槽の屋根上に覆土を行う計画である。このため、屋根を従来の鋼製に代え、鉄筋コンクリート製とした。本報は、このうち、TP1LPG地下式貯槽（60,000kl）の、鉄筋コンクリート製ドーム屋根（以下「RCドーム屋根」と呼ぶ）の設計及び構築概要について示したものである。

2. 構造概要

構造概要を図-1に示す。貯槽は、内径45m、液深37.8m、容量60,000klを有し、底版、側壁の厚さは1.5mである。

屋根は、設計基準強度 $f_{ck}=30\text{N/mm}^2$ 、中央で0.6m、端部で1.25mの厚さのライズスパン比（高さ/直径）1/10のRCドームとなっている。

3. RCドーム屋根の設計

RCドーム屋根の設計は 屋根に作用する荷重に対して屋根-側壁-底版一体の3次元シェルモデルを用いたFEM解析により断面力算定し、限界状態設計法にて部材の安全性を照査した。解析モデルを図-2、考慮した荷重を表-1に示す。

地震の影響については従来の静的震度法による検討とあわせて、応答変位法による検討、さらには、水平加振と鉛直加振を同時に考慮した貯槽-地盤連成系動的解析により得られた0.2秒毎の断面力を用い、部材の安全性を照査した。

その際の、設計震度、入力加速度はLNG地下式貯槽指針¹⁾により設定した。（土丹上面で水平震度0.15もしくは水平加速度150Gal、鉛直はそれぞれの1/2）貯槽-地盤連成系動的解析に用いた解析モデルを図-3に示す。

またドーム形状を呈していることから、盛土荷重、屋根自重による座屈に対する安定性を「IASS（国際シェル立体構造学会）鉄筋コンクリートシェルの座屈指針案」²⁾に基づく検討並びに幾何学的及び材料非線形解析をおこない、安全性を確認した。

屋根の構造細目は耐震性を重視し、靱性確保を目的に継ぎ手は機械継ぎ手とし、せん断補強鉄筋の定着端部のフック形状は半円形フックとした。

表-1 考慮した荷重

	荷重の種類
常時	屋根自重、覆土自重、ガス圧、温度荷重、プレストレス力、上載荷重
地震時	・静的震度法 ・地震時土圧、慣性力、動液圧等 ・貯槽-地盤連成系動的解析 指針レベル地震波-3波

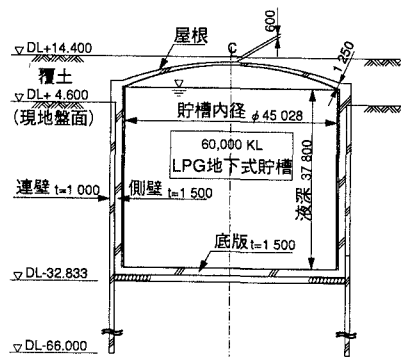


図-1 一般構造図

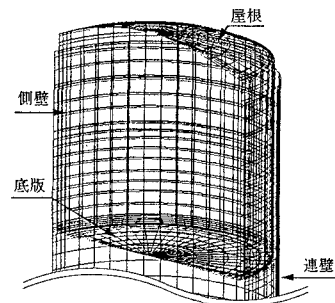


図-2 構造解析モデル

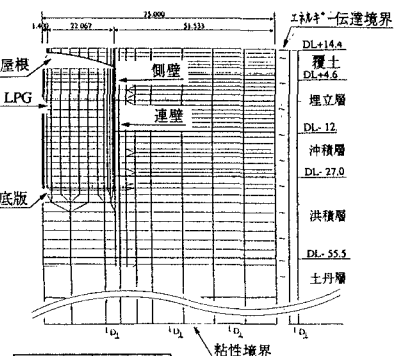


図-3 動的解析モデル

キーワード：コンクリート製ドーム屋根、三次元FEM、リフトアップ、プレストレス

*1 〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1（新宿センタービル）

TEL.03-5381-5417

FAX.03-3342-2084

*2 〒105 神奈川県横浜市鶴見区扇島4-1

TEL.044-287-5873

FAX.044-287-5594

*3 〒105 神奈川県横浜市鶴見区扇島4-1大成建設(株)LPG地下タンク作業所

TEL.044-287-6533

FAX.044-287-4985

4. RCドーム屋根の構築概要

RCドーム屋根の施工法として、底版上から屋根部分まで支保工を組む方法があるが、本貯槽の場合、内径約45m、高さ約42mの巨大な支保工となり、施工に多大な時間を要することが予想された。

そこで、屋根の施工方法は、コスト低減及び工期短縮のためにリフトアップ工法を採用した。屋根施工は、図-5に示すように、屋根を側壁の施工と併行して底版上で構築し、その後、自重による水平スラスト力（水平に押しつける力）相当のプレストレスを導入（VSL工法 5本×E6-26）、型枠支保工を解体後、機械工事である内装保冷材及びメンブレンを取付け、リフトアップの順で行った。リフトアップはVSLジャッキ（500tf）を16台使用して行ない、総重量4,130tfの屋根を3日間で約36mリフトアップした。側壁との取り合いは、52箇所の仮設鋼材（H-428×422×35×35, SM490）で仮受後、速やかに肩部のコンクリートを打設した。

最後に、側壁上部に覆土自重および上載荷重によるスラスト力に相当するプレストレス（VSL工法7本×E6-26）を導入した。プレストレスの導入、リフトアップ、肩部コンクリートの詳細については、続報^{3)~6)}を参照されたい。尚、リフトアップ工事は、500tfのVSLジャッキ16台を、4系統に分割し、様々な施工計測を行いながら慎重に進めた結果、隣あう系統間の吊り点の最大相対鉛直変位は2mm、水平方向の変位は5mm程度に収まり、大規模RCドーム屋根のリフトアップ工事は無事完了した。

施工で特筆される、屋根のPC緊張工事、リフトアップ工事の主要諸元を表-2に示す。

表-2 諸元一覧

○屋根PC緊張工事の主要諸元		○リフトアップ工事の主要諸元	
・PCストランド SWPR7B	26S15.2B×5本(E6-26)	・コンクリートドーム屋根重量	4130tf
・定着突起部	2本定着用2ヶ所、3本定着用2ヶ所	・リフトアップ揚程	36.3m
		・ジャッキ	VSLジャッキ 500tf 16台
		・PCストランド	SWPR7B 31S15.2B×16本(E6-31)
		・リフトアップ速度	平均 2m/時間

5. おわりに

TP1LPG地下式貯槽の屋根は、覆土式RCドーム屋根であることから、設計は従来と比べ高度で詳細な検討が要求された。また、RCドーム屋根のリフトアップ工事は、設計的に裏づけされた綿密な施工計画を立案の上、慎重に行われた（写真-1参照）。リフトアップ工事は平成8月12月に無事終了し、現在は平成10年の貯槽の完成に向け、内装工事等が急ピッチで行われている。

本報が、今後の同種の工事への参考となることを期待する。

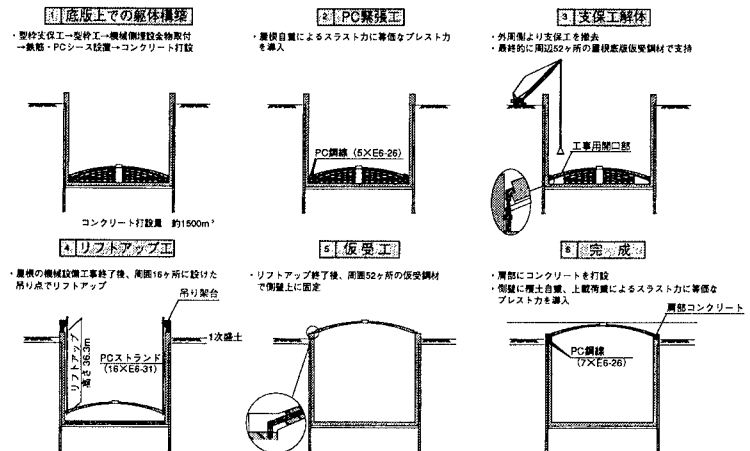


図-5 RCドーム屋根施工手順

- 参考文献 1) 資源エネルギー庁；LNG地下式貯槽指針，昭和56年12月
 2) 半谷他；IASS鉄筋コンクリートシェルの屈座指針，quarterly column 101 pp75～81，1986.7
 3) 守屋他；コンクリート製ドーム屋根へのプレストレス導入，土木学会第52回年次学術講演会，1997
 4) 高木他；コンクリート製ドーム屋根のリフトアップ計画と設計一，土木学会第52回年次学術講演会，1997
 5) 相原他；コンクリート製ドーム屋根のリフトアップ施工と計測管理一，土木学会第52回年次学術講演会，1997
 6) 坂井他；コンクリート製ドーム屋根のマスコン対策，土木学会第52回年次学術講演会，1997

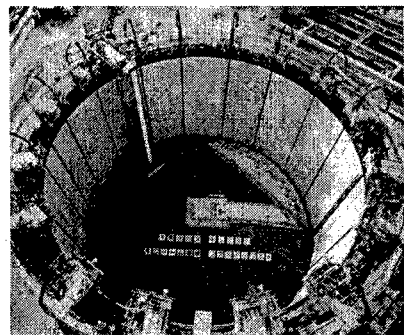


写真-1 リフトアップ状況