

VI-219

コンクリート製ドーム屋根のリフトアップ
—計画と設計—

○大成建設土木設計第二部 正会員 高木宏彰*1
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 井関英生*3
大成建設横浜支店 正会員 相原孝次*3

1. はじめに

東京ガス(株)扇島工場で現在建設中のTP1LPG地下式貯槽(60,000kl)は、完全覆土式の貯槽であり、屋根は鉄筋コンクリート製のドーム屋根(以下「RCドーム屋根」と呼ぶ)である。本貯槽の内径は約45mであり、屋根はライズスパン比が1/10で厚さは0.6~1.25mである。図-1に貯槽の概要を示す。本報は、屋根工事の内リフトアップ工事の計画及び設計について示したものである。

2. リフトアップ工法の計画

屋根工事のコスト低減および工期短縮を図る事を目的とし、リフトアップ工法を採用した。屋根のリフトアップ工事は前報¹⁾で示した様に、底版で屋根構築、リフトアップ、仮受けの手順で行われる(図-2参照)。

今回リフトアップにおける吊り上げ箇所は、側壁頂部上でのジャッキ配置のバランス、1基当りのジャッキの能力(500tf)等から、16ヶ所とした。ジャッキの油圧系統はリフトアップ時の制御を考慮して、4系統とし、1系統内の4ジャッキは同一油圧となる様にした(図-3参照)又、仮受け箇所は、側壁内面の多角形形状から52ヶ所とした。

この配置を基に、リフトアップ時の屋根の健全性、ジャッキが設置されるリフトアップ架台、仮受け時の仮受鋼材の仕様を検討した。

3. リフトアップ時の屋根の設計

リフトアップ時に屋根に作用する荷重として、自重とプレストレス力があるが、工事用の開口部、PCケーブル定着用突起部、内装の重量のバラツキ等の原因により屋根の重量分布は円周方向に不均等になる。

また、PCケーブルの本数が奇数(5本)であること、及びPCの定着突起部が不均等な配置となっていることにより、PC導入力も円周方向に不均等な分布となる。詳細は前報²⁾参照のこと。

これらの影響により、ジャッキ反力は円周方向にばらつきをもつことになる。そこで、屋根をシェル要素で、リフトアップケーブルを線形バネ要素でモデル化し、3次元FEM解析を行い、リフトアップ時の屋根各部の応力の検討を行った。図-3に解析モデルを示す。

荷重は、自重とプレストレス力の他に、ジャッキ反力のアンバランス荷重を考慮した。このアンバランス荷重は過去の実績から最大ジャッキ反力の20%とし、これを系統毎に交互に作用させた。解析の結果、発生した断面力を基に算定した鉄筋の最大発生応力度は1200kgf/cm²以下であり、問題となるようなひびわれは発生しないと考えられる³⁾範囲の鉄筋応力度であった。

キーワード:コンクリート製ドーム屋根, リフトアップ, 3次元FEM

*1 〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1(新宿センタービル)

*2 〒210 神奈川県横浜市鶴見区扇島4-1

*3 〒210 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.03-5381-5417

FAX.03-3342-2084

TEL.044-287-5873

FAX.044-287-5594

TEL.044-287-6533

FAX.044-287-4985

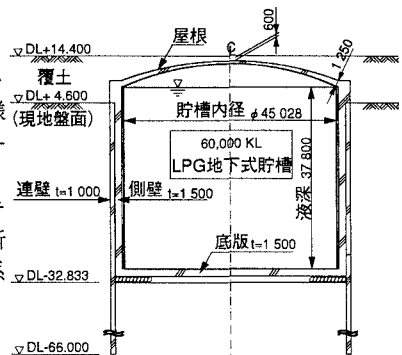


図-1 貯槽概要

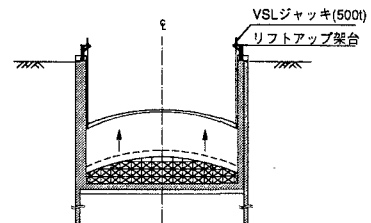


図-2 リフトアップ概要

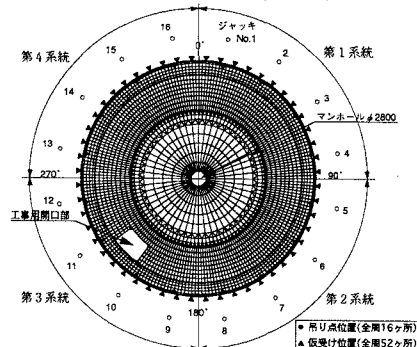


図-3 3次元シェルモデル

4. リフトアップ架台の設計

500tfのリフトアップジャッキは、リフトアップ架台に設置する。リフトアップ架台の構造を図-4に示す。リフトアップ架台の設計は、ジャッキ反力のばらつきを考慮し、3次元FEM解析の結果得られた最大ジャッキ反力の2割増しの荷重を用い、3次元フレーム解析により（図-5参照）行なった。その結果、鋼材の応力度は全て表-1に示す許容応力度以内にあることを確認した。

5. 仮受鋼材の設計

屋根は、リフトアップ完了後の変形を保持したままで仮受鋼材を取りつけ、側壁頂部に仮受する。仮受鋼材の構造を図-6に示す。

仮受鋼材の設計は、図-3の3次元FEM解析モデルに仮受鋼材を梁部材として付加し、吊上げ時に発生する鉛直方向変位を強制変位として仮受鋼材に入力し、発生する断面力に対して行った。

又、仮受鋼材は側壁頂部にのせるだけで、下端は特に固定しない構造であるが、仮受鋼材の鉛直部材には圧縮軸力や水平摩擦力が作用することから、実際の下端の支承条件として剛結・ピン・ピンローラーとなる3ケースが考えられた。そこで、上記の3種類の支承条件を包含するように設計を行った。（検討モデルを図-7に示す。）

その結果、鋼材の応力度は、全て表-1に示す許容応力度以内にあることを確認した。

表-1 許容応力度一覧表

材料	許容応力度	適用
SS400	$\sigma_{sa} = 2100 \text{ kgf/cm}^2$ $\tau_{sa} = 1200 \text{ kgf/cm}^2$	・リフトアップ架台 ・仮受鋼材（束材）
SM490	$\sigma_{sa} = 2850 \text{ kgf/cm}^2$ $\tau_{sa} = 1650 \text{ kgf/cm}^2$	・仮受鋼材（梁材）

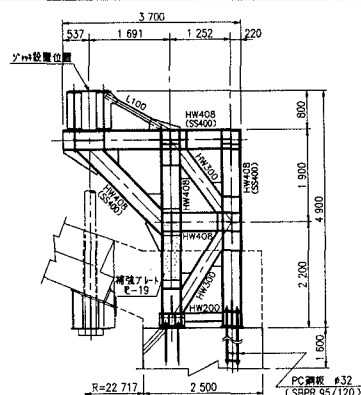


図-4 リフトアップ架台の構造

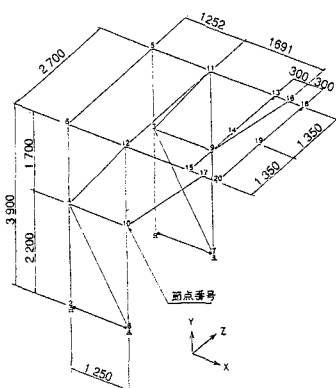


図-5 リフトアップ架台の解析モデル

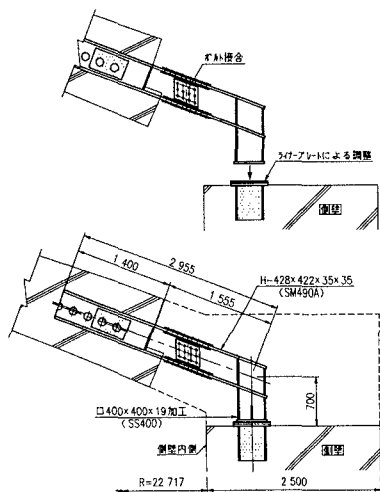


図-6 仮受鋼材の構造

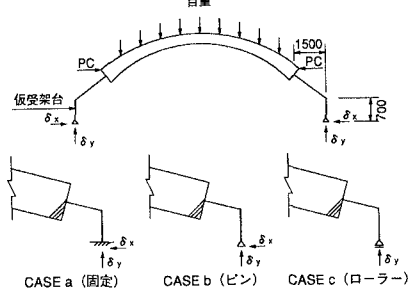


図-7 仮受鋼材の解析モデル

6. まとめ

RCドーム屋根のリフトアップ工法の計画・設計についてまとめた。施工実績、管理実績については、次報⁴⁾に示すが、工事は無事に完了することができた。今回の方法が、今後の同様な工法を行う際の一助となれば幸いである。

- 参考文献 1) 津田他；コンクリート製ドーム屋根の設計及び構築概要，土木学会第52回年次学術講演会，1997
2) 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
3) 土木学会；コンクリート標準示方書（平成8年版）設計編
4) 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