

VI-38 完全埋設式 LNG タンクにおける鉄筋コンクリートドーム屋根の構築概要

東京ガス生産技術部 正会員 宮崎 信一^{*1}
 鹿島建設土木設計本部 正会員 深田 敦宏
 鹿島建設東京支店 綱川 浩文
 鹿島建設東京支店 樋江井夕紀夫

1. はじめに

発展を続ける首都圏のガス需要に対応して、東京ガス(株)は横浜市に LNG 受入基地、扇島工場を建設し、平成 10 年 10 月に運転を開始した。この工場では、既に 20 万 kl LNG タンクと 6 万 kl LPG タンクが各 1 基稼働しており、さらに 2 基の 20 万 kl LNG タンクを建設中である。これらのタンクは、土地の有効利用、周辺環境との調和などの観点から、屋根を含めて地表面以下とする完全埋設型を採用している。このため、屋根を従来の鋼製に代え、鉄筋コンクリート製（以下「RC 製」とする）としている。本報告は、この RC ドーム屋根の構築概要を示したものである。

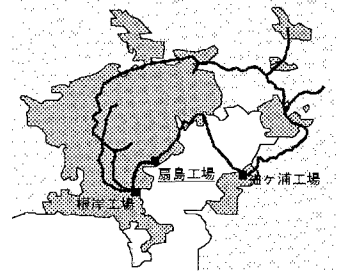


図-1 扇島工場位置図

2. 完全埋設式タンク開発の経緯

扇島工場は、景観整備が進められている横浜ベイエリアの一角を占めており、またその周囲には石油タンク群や首都高速湾岸線があるため、安全性と環境との調和を最優先とした工場が要求された。そこで、新たに開発した最新鋭の土木技術を駆使し、世界初の完全埋設式タンクを完成させた。

3. 技術的特徴

従来の地下タンクでは、RC 製躯体は地表面以下でその鋼製屋根は地表面に現れていた。埋設式タンクでは屋根を RC 製にし、その上部を覆土することにより安全性を高めるとともに、緑地化することにより美しい景観を創出した。

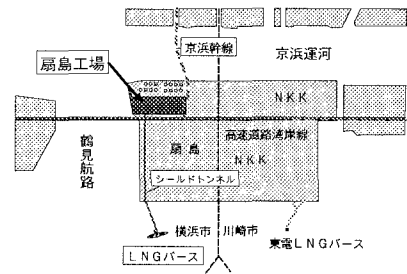


図-2 扇島工場周辺図

図-3に 20 万 kl の埋設式 LNG タンク、6 万 kl 埋設式 LPG タンクの構造図を示す。この貯槽は、内径 72 (45) m、液深 49.2 (37.8) m の円筒状地下構造物である。その RC ドーム屋根は 4 (0.9) 万 t の覆土と 1.5 (0.4) 万 t の自重を支えるため、厚さは中央で 1m、端部で 2m となっている。また、ドーム屋根が扁平になればなるほど掘削土量が少なくなりコストダウンにつながるが、座屈安定性が小さくなる。このようなドーム構造は過去に前例がなかったため、スケール 1/20 の模型実験と非線形解析により座屈安定性を確認し、ドーム屋根のライズスパン比を従来の 1/6 から 1/10 へとより扁平にした。

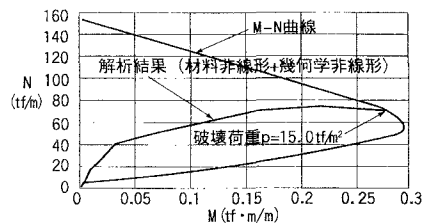


図-4 非線形解析結果の一例

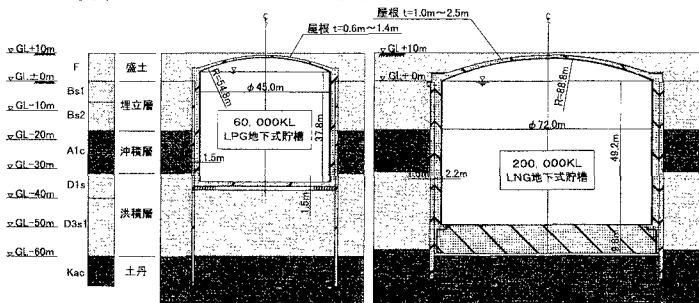


図-3 完全埋設式地下タンクの構造概要図

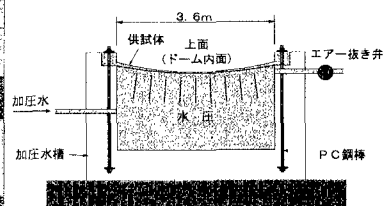


図-5 模型実験装置概要図

キーワード：鉄筋コンクリートドーム屋根、エアレイジング、エアサポート

* 1 〒230-0055 神奈川県横浜市鶴見区扇島 4-1 Tel : 044-392-7182 Fax : 044-287-2180

4. RC ドーム屋根の施工方法

このような巨大かつ扁平な RC ドーム屋根の施工は本邦初であり、支保空間・面積が大きいため、その施工法については品質、安全、工期、工費の面から検討した。その結果、既に運転が開始されている 20 万 kl LNG タンクでは、底版上に傘状の立体鋼製トラスを組立て、その傘の上部で RC ドーム屋根を構築した。一方、6 万 kl LPG タンクの RC 屋根は、0.4 万トと 20 万 kl タンクより軽量であるため、底版上で構築した RC ドーム屋根をリフトアップする方式を採用した。

現在建設が進められている 20 万 kl タンクのうち、1 基については、既に屋根の施工が完了している。このタンクでは、以下の理由により、底版上でドーム屋根の下型枠となる仮設鋼製屋根を構築した後、空気圧によって浮上させ（エアレイジング工法）、空気圧で支持したまま鉄筋コンクリート工事を行うエアサポート工法を採用した。

- ①底版上で仮設鋼製屋根を組立てるため大規模な足場や架台が不要。
- ②支保工の解体が不要。
- ③これらにより、全体工期を短縮、全体コストを削減可能。

本 RC ドーム屋根の施工手順を図-6 に示す。

まず、底版上で仮設鋼製屋根を構築し、185mmAq の空気圧で 46m 上昇させ（エアレイジング）側壁頂部に固定する。次に、その上で鉄筋コンクリート工事を行うことになるが、一括施工をするためには、その施工荷重に耐えうるまで仮設鋼製屋根の強度を高め、空気圧を高める必要がある。しかし、仮設鋼製屋根のコスト面で不利となるだけではなく、屋根骨が太くなりドーム屋根の下筋の有効高さが小さくなることから、鉄筋量の面からもコスト的に不利になる。以上から、屋根骨を H-100 とし、RC ドーム屋根を 2 層打設による施工とした。

このため、仮設鋼製屋根は低剛性となり、それ自体では自立せず、エアレイジング後、除圧することなく空気圧を 1950mmAq に上昇させ、支持された仮設鋼製屋根の上に、1 層目のコンクリートを 50cm の厚さに打設した。エアサポート期間は 3 ヶ月におよび 24 時間体制で常時圧力を監視した。コンクリートの硬化後、スラスト力に抵抗するため側壁頂部に 3,600tf のプレストレスを導入した後除圧し、総重量 6,320 トに及ぶ 1 層目の屋根を自立させた。

次に 2 層目の施工荷重については、硬化した 1 層目の RC ドーム屋根で支持し、所定の厚さにコンクリートを打設した後、11,000tf まで緊張力を追加した。

エアレイジング工法は、1960 年に米国より導入された工法であり、国内でも 100 基以上の施工実績がある。また、エアサポート工法においても国内での実績はある。しかし、本工法では、①ライズスパン比が小さい。②屋根の全体剛性が低く、しかも大スパンである。③中央部にはフラットな部分があり、完全なドーム形状ではない。④エアレイジングからエアサポートへ連続移行する。という特徴がある。これら詳細については別途報告する。

5. おわりに

エアレイジングーエアサポート工事は平成 10 年 11 月に無事終了し、現在は平成 12 年の貯槽完成に向け、内装工事が行われている。現在建設中のもう 1 基の埋設式 LNG タンクについてもエアサポート工法を適用する予定である。最後に本タンクの設計・施工に携わった関係者各位に感謝の意を表します。

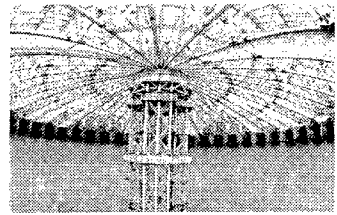


写真-1 トラス支保工による構築

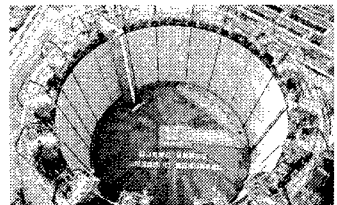


写真-2 RC ドーム屋根のリフトアップ

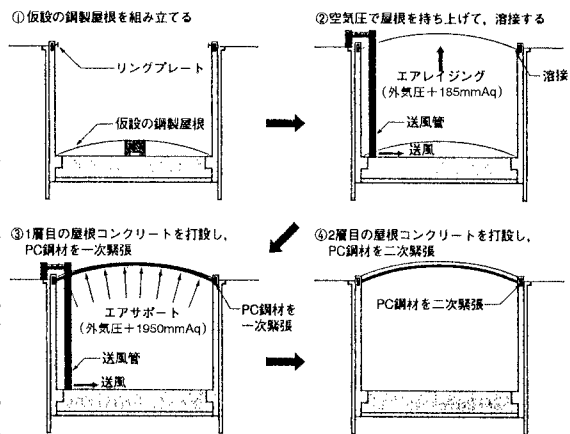


図-6 RC ドーム屋根の施工手順