

## VII-41 エアサポート工法を利用した完全埋設式LNG地下タンクRC屋根の施工

鹿島建設東京支店 正会員 小河 知之<sup>\*1</sup>  
 東京ガス生産技術部 正会員 宮崎 信一<sup>\*2</sup>  
 鹿島建設東京支店 正会員 社本 芳明<sup>\*1</sup>  
 鹿島建設東京支店 松浦 正典<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

本工事は、東京ガス㈱が袖ヶ浦、根岸工場に続く第三の工場として建設を進めてきた扇島工場に、世界最大級（20万kl）のLNG地下タンクを構築するものである。

扇島工場ではタンク全体を屋根まで含めて地表面以下とする完全埋設式地下タンクを世界で初めて採用し、屋根をRCドーム構造とした。この屋根には覆土・自重により圧縮力が作用するため、RC構造としては最適であるが、構築面積・支保空間が大きく施工面で解決しなければならない課題がいくつかある。ここでは、エアレイジングからエアサポートへの連続切替によるRCドーム屋根施工について報告する。

### 2. エアサポート工法の施工

図-1に20万kl埋設式LNG地下タンクの構造概要図を示す。RCドーム屋根は巨大な球面スラブコンクリートであり、施工に際しては、合理的・経済的な構築方法を目的とし、種々の検討を実施した。その結果、スラブ型枠となる仮設鋼製屋根の空気圧浮上工法（エアレイジング工法）、鉄筋組立時及びコンクリート打設時の重量を空気圧で支えるエアサポート工法を採用することとした。直径72mもの大規模なエアサポート工法は、国内では東京ガス根岸工場の20万kl LNG地下タンクにおいて実用化された工法であるが、エアレイジングからエアサポートへの連続切替による施工はこれまでに例がない。また、今回のエアサポートは鉄筋組立からコンクリート打設まで3ヶ月という長期間になる。そこで、エアサポートのシステムを安全に稼働させるために多岐にわたる検討を実施した。図-2に今回採用したエアサポートシステム系統図を示す。システムを自動運転するために、常用及び予備用のコンプレッサー、プロワーを配置し、電源としては常用の電源に加え、停電時のバックアップ用として発電機を設置した。自動弁の開閉は、タンク内の圧力を圧力発信機で検出し、その信号を制御盤を介して自動運転できる放散弁に送ることにより行った。なお、エアサポート時のタンク内圧に関しては、仮設鋼

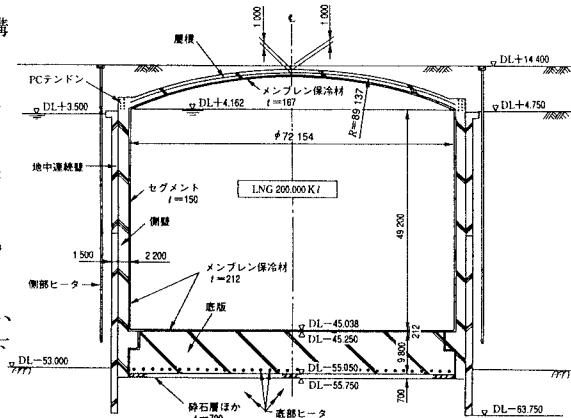


図-1 LNG地下タンクの構造概要図

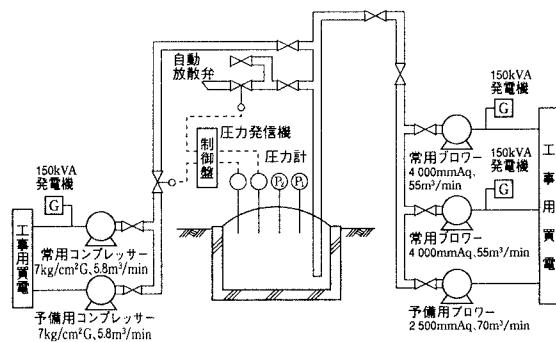


図-2 エアサポートシステム系統図

キーワード：LNG地下タンク、RCドーム屋根、エアサポート

\*1 〒230-0055 横浜市鶴見区扇島4-1 Tel 044-266-3522 Fax 044-266-3557

\*2 〒230-0055 横浜市鶴見区扇島4-1 Tel 044-392-7182 Fax 044-287-2180

製屋根の強度及び座屈検討結果より、表-1に示すように圧力制御することとした。

### 3. コンクリート打設

コンクリート打設時に、コンクリートの自重により型枠となる仮設鋼製屋根は変形する。この変形により若材令のコンクリートに初期ひび割れが誘発される可能性があり、仮設鋼製屋根の変形が生じなくなる打設終了までの約11時間、コンクリートの硬化を抑制する必要があった。このため、凝結始発開始が12時間以降となるようにコンクリートの配合検討を行った。表-2にコンクリートの要求品質、表-3にコンクリートの示方配合を示す。なお、減水剤として超遅型減水剤（ポゾリスNo.89）を使用した。コンクリート打設状況を写真-1に示す。打設中は、屋根を支持する空気圧の監視と、屋根の鉛直方向の変形をチェックするために、仮設鋼製屋根のレベルを計測した。図-3にコンクリート打設

開始時と終了時における屋根変位について、解析値との比較を示すが、計測された変形量は解析値に比較して小さい値となっている。この理由として、解析では屋根骨の他に屋根板の一部しか断面剛性に考慮しなかったため、実際の屋根剛性が設計時のものよりも高

かったことが考えられる。また、仮設鋼製屋根は非軸対称構造であり、コンクリート打設による不等変形が懸念されたが、 $20^{\circ}$ 側と $200^{\circ}$ 側で変形量の大きな差がないことから、屋根全面に渡り均一にコンクリートを打設できたと評価できる。さらに、1層目のコンクリート硬化後、タンク内圧を除圧した。この際、側壁に作用する屋根自重によるスラスト力に抵抗するために、側壁頂部に3,600tのプレストレス力を導入した。除圧時の屋根中央部の変形量（沈下量）は予測解析値17mmに対し、計測値は8mmであった。このことからも、屋根の剛性が設計よりも高いことがわかる。

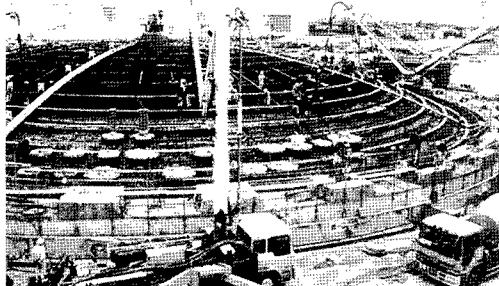


写真-1 コンクリート打設状況

### 4. おわりに

1層目のコンクリート打設終了後、エアサポート圧力を除圧し、2層目の鉄筋コンクリートの施工を行った。今後、断熱材や気密用SUS材（メンブレン）の取付工事、ヒーター等の付帯設備工事、及び盛土工事を行い、2000年6月に扇島工場に世界最大級2基目の完全埋設式LNGタンクが完成する。

表-1 エアサポート圧力制御値

項目	内容	
サポート圧力	300 mmAq	自動運転切替～高圧パワーによる昇圧手動運転切替まで
	1700 mmAq	鉄筋工事期間中
	1950 mmAq	健全性確認試験中 コンクリート第1リフト打設中 一次プレストレス導入中
圧力制御	-20 mmAq	供給弁 開
	+0 mmAq	供給弁 閉
	+5 mmAq	放散弁 閉
	+25 mmAq	放散弁 開
圧力警報	-50 mmAq 未満	赤色ランプ+ブザー
	+50 mmAq 超	黄色ランプ+ブザー
制御警報	作動指令 10秒後不動作	黄色ランプ+ブザー
電源警報	正常時	緑ランプ
	停電時	ブザー（電池）

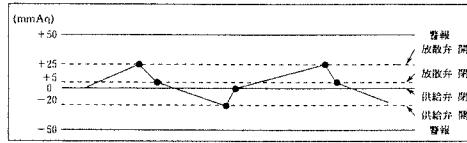


表-2 屋根コンクリートの要求品質

要求品質	項目	目標値	試験方法	
			JIS A 1108	(材齢28日)
所定の強度を満足すること	設計基準強度	30 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1108	(材齢28日)
	配合強度	34.2 N/mm <sup>2</sup>		
	10±2.5 cm		JIS A 1101	
最大斜度 23度で打設可能なコンクリート（十分に締固めができ、かつダレを生じない）	スランプ	ダレが生じない	現場施工実験（確認済）	
	空気量	5±1%	JIS A 1128	
十分な凍結融解抵抗性を有すること	凝結時間（始発）	12時間以上	ASTM C403	
打設時の型枠（鋼製屋根）の変形に追随できること				

表-3 屋根コンクリートの示方配合表

$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{cr}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G_{max}$ (mm)	セメント 種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	$W/C$ (%)	$S/a$ (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				減水剤 $C\times\%$
								W	C	S	G	
30	34.2	20	BB	10	5	48	46	150	313	834	1,020	1.0

れたが、 $20^{\circ}$ 側と $200^{\circ}$ 側で変形量の大きな差がないことから、屋根全面に渡り均一にコンクリートを打設できたと評価できる。さらに、1層目のコンクリート硬化後、タンク内圧を除圧した。この際、側壁に作用する屋根自重によるスラスト力に抵抗するために、側壁頂部に3,600tのプレストレス力を導入した。除圧時の屋根中央部の変形量（沈下量）は予測解析値17mmに対し、計測値は8mmであった。このことからも、屋根の剛性が設計よりも高いことがわかる。

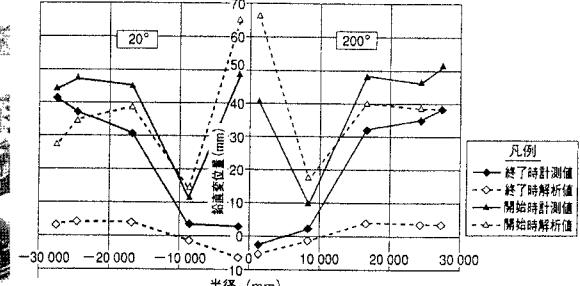


図-3 屋根変形量の比較