

国家石油ガス備蓄基地（地上低温タンク方式） 建設工事の概要

加藤元彦・武石秀夫・駒嶺優茂礼

国家石油ガス備蓄基地は、国の委託を受けた独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構が統合管理を行っており、国家備蓄石油ガス 150 万トンの体制に向けて 3 基地が操業開始し、2 基地が建設中である。その中で操業開始している基地は、低温タンク方式を採用した石川県七尾地点、長崎県福島地点、茨城県神栖地点の 3 基地であり、平成 17 年度に建設工事を完了している。

本報文では、地上低温タンク方式の国家石油ガス備蓄基地の設計仕様、建設工事の概要等について報告する。

キーワード：国家備蓄、LP ガス、地上低温タンク方式、七尾基地、福島基地、神栖基地

1. はじめに

液化石油ガス（LP ガス）は、プロパン、ブタンを主成分とする液化ガスであり、全国の約 2,600 万世帯で利用され、供給エリアとしては国土の 90% 以上をカバーしており、家庭での消費量は年間約 540 万トンにも達している。

LP ガスは、原油同様に 70～80% を輸入に依存し、さらに中東依存度は 80～90% にも達しているため、エネルギー安全保障の観点から備蓄の重要性は充分認識されていたものの、これまでは民間備蓄（50 日分）に依存する状態であった。

しかしながら、湾岸戦争を契機として国家備蓄の必要性が認識され、平成 4 年 6 月の石油審議会石油部会液化石油ガス分科会答申により、国家石油ガス備蓄 150 万トン体制を確保することとなり、国の委託を受けて独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（以下、「JOGMEC」という）が国家石油ガス備蓄基地の建設を推進している。

国家石油ガスの備蓄方式には、民間 LP ガス輸入基地が一般的に採用している「地上低温タンク方式」と、大容量の備蓄が可能で海外でも実績のある「地下岩盤貯槽方式」とがある。

「地上低温タンク方式」を採用している国家石油ガス備蓄基地（以下、「国備地上基地」という）は、石川県七尾地点、長崎県福島地点、茨城県神栖地点で、平成 17 年度中に建設工事を完了している。

「地下岩盤貯槽方式」を採用している国家石油ガス

備蓄基地（以下、「国備地下基地」という）は、愛媛県波方地点と岡山県倉敷地点で、現在建設工事を進めている（図-1）。

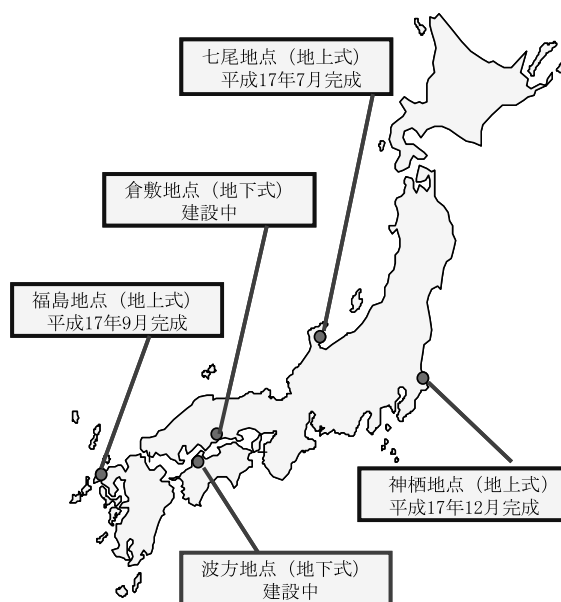


図-1 国家石油ガス備蓄基地の配置

2. 国備地上基地の概要

(1) 低温タンク設備の概要

国備地上基地の貯蔵方式としては、平底円筒式金属二重殻タンク（以下、「低温タンク」という）方式を採用している。この貯蔵方式は、LP ガスや LNG といったガスは低温で液化するため、大量に貯蔵でき、

国内の輸入基地等で最も採用されているものである。

また、貯蔵能力としては、国内実績として最大級である5万トンのものを採用し、低温タンクの外槽直径は約60m、側部高さは約35m、屋根部までの高さは約45mである。

低温タンクは、主に低温用鋼材の内槽と一般鋼材の外槽で構成されている(図-2)。内槽で低温低圧のLPガスを貯蔵し、外槽で外気と遮断しており、また内槽と外槽の間には断熱材と窒素が封入されているため、外気からの入熱を防ぎ鋼材の防錆効果もある。

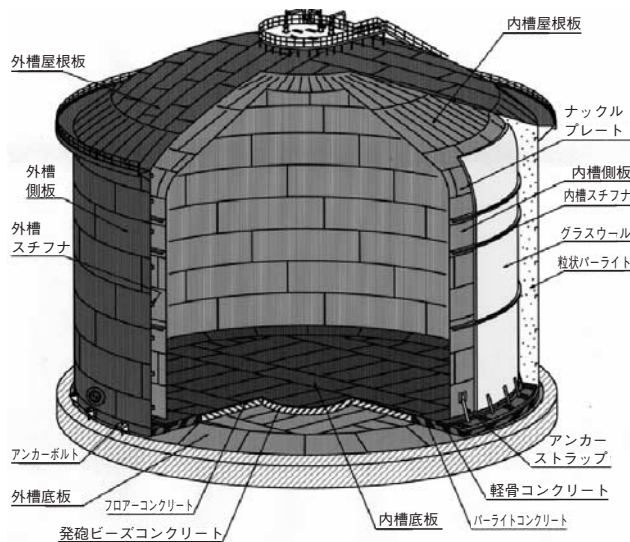


図-2 低温タンクの構造図

(2) BOG 処理設備の概要

低温タンクで貯蔵されている低温LPガスは、外気からのわずかな入熱によりガス化し低温が維持される(ガス化するガスはボイルオフガスと称し、以下「BOG」という)。低温タンクから発生したBOGは圧縮機で圧縮され、コンデンサーで冷却水と熱交換することにより常温高圧のLPガスとなる(写真-1)。この常温高圧のLPガスは、一般的なLPガス輸入基地の場合にはローリ車等で出荷するが、国備地上基地



写真-1 BOG処理設備の全景

の場合には通常出荷しないため再度低温タンクへ戻すこととなる。

(3) 隣接方式の採用

国家石油ガス備蓄基地は、民間LPガス輸入基地に隣接して立地することで、入出荷設備、用役設備(電気、窒素、水)及び運転管理体制等を共用することにより、建設費と運転管理費の低減を図っている(図-3)。

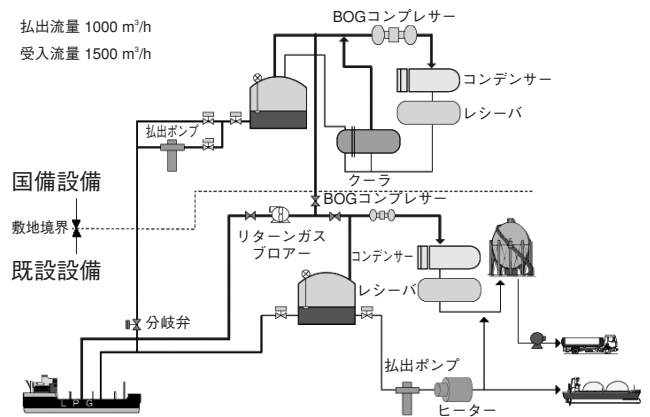


図-3 国備地上基地の受払フロー

3. 国備地上基地の概要

七尾国家石油ガス備蓄基地(以下、「七尾基地」という)は、石川県七尾市三室町に位置し、平成10年10月に立地決定後、平成14年6月に基礎工事を着手し平成17年7月に完成した(写真-2)。七尾基地の備蓄能力は約25万トン、敷地面積は約28haであり、操業管理は隣接基地の操業会社である三井液化ガス(株)(法の申請者は液化ガスターミナル(株))に委託している。



写真-2 七尾基地の全景写真

福島国家石油ガス備蓄基地(以下、「福島基地」という)は、長崎県松浦市福島町に位置し、平成10年11月に立地決定後、平成14年9月に基礎工事を着手し平成17年9月に完成した(写真-3)。福島基地の備蓄能力は約20万トン、敷地面積は約16haであり、操業管理は隣接基地の操業会社である九州液化瓦斯福島基地(株)に委託している。



写真一三 福島基地の全景写真

神栖国家石油ガス備蓄基地（以下、「神栖基地」という）は、茨城県神栖市奥野谷に位置し、平成13年5月に立地決定後、平成15年10月に基礎工事を着手し平成17年12月に完成した（写真一4）。神栖基地の備蓄能力は約20万^ト、敷地面積は約12haであり、操業管理は隣接基地の操業会社である鹿島液化ガス共同備蓄株に委託している。なお、神栖基地は、今後のプロパン・ブタン需要量変動の可能性を考慮して、設備の一部をプロパン・ブタン兼用化している。



写真一四 神栖基地の全景写真

表一 国備地上基地の主な設備仕様

分類	設備名称	設備能力		
		七尾基地	福島基地	神栖基地
低温タンク設備	プロパン	5万 ^ト ×3基	5万 ^ト ×3基	5万 ^ト ×3基※
	ブタン	5万 ^ト ×2基	5万 ^ト ×1基	5万 ^ト ×1基※
BOG処理設備	プロパン	6.6 ^ト /h×2台	6.8 ^ト /h×2台	4.6 ^ト /h×3台
	ブタン	2.0 ^ト /h×2台	1.0 ^ト /h×2台	3.0 ^ト /h×2台
出荷設備	プロパン	500 ^{m³} /h×2台	500 ^{m³} /h×2台	500 ^{m³} /h×2台
	ブタン	500 ^{m³} /h×2台	500 ^{m³} /h×2台	×2系列
安全防災設備	散水ポンプ	1,600 ^{m³} /h×1台	800 ^{m³} /h×3台	1,600 ^{m³} /h×2台
	給水ポンプ	260 ^{m³} /h×2台	隣接基地を利用	280 ^{m³} /h×2台
	防消火用タンク	2,600 ^{m³}	1,000 ^{m³}	3,000, 1,110 ^{m³}
	グランドフレア	8.5 ^ト /h	隣接基地を利用	11.5 ^ト /h

※貯蔵仕様。設備仕様は、プロパン低温タンク1基、プロパン/ブタン兼用3基

4. 国備地上基地の建設工事の概要

(1) 建設工程の流れ

国家石油ガス備蓄基地は、地元自治体からの誘致に基づき国の承認のもとで石油公団（当時）により立地決定される。国家石油ガス備蓄建設体制の整備後に、地質調査や設計業務により基礎工事の仕様を決定し、低温タンク工事会社や設備工事会社の施工設計により高压ガス保安法の許可申請を行う。

その後、低温タンク基礎工事に着手し、低温タンク基礎完成後に低温タンク建設工事を開始する。低温タンクの現地組立工事は約1.5年の期間を要するため、並行して設備工事や各種付帯工事を施工し、全ての工事完了後に総合試運転を実施する（図一4）。

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目以降
主要工程	★立地決定						
	★国備基地の建設体制発足						
開業業務	準備業務、地質調査	←→					
	設計・施工監理		←→	←→	←→	←→	
	総合試運転					←→	←→
	★高圧法許可						←→
建設工事	★工事完了★						
	★稼働運転						
	低温タンク基礎工事			←→	←→	←→	←→
	防液堤工事			←→	←→	←→	←→
	低温タンク建設工事			←→	←→	←→	←→
	設備工事			←→	←→	←→	←→
	建築工事				←→	←→	←→
排水・舗装工事				←→	←→	←→	
外構・緑化工事					←→	←→	

図一4 国備地上基地の建設工事の流れ

(2) 国備地上基地の設計の基本的考え方

国備地上基地の設計に際しては、適用法規等の遵守、国備基地の設計思想の統一、隣接する操業基地の設備の有効活用と調和を原則として、安全かつ効率的な基地設計を目指した。

高压ガスを取り扱う施設は、「高压ガス保安法」「石油コンビナート等災害防止法」といった法規により様々な規制がある。特に、低温タンク設備は大量の可燃性ガスを貯蔵する設備であるため、通常の地震動（レベル1地震動）及び地震動による液面揺動（スロッシング）に対しても十分な強度を保有しているうえに、阪神淡路級の大きな地震動（レベル2地震動）に対しても、LPガスが漏洩しない設計仕様としている。

(3) 地盤改良工事及び杭打工事

低温タンク基礎工事の着手前に地盤条件等に応じて、地盤の液状化・沈下・滑動検討等を行い、必要に応じて地盤改良工事や杭打工事を実施した。

主な地盤改良工事としては、液状化対策と沈下量の抑制等のために地盤に砂杭を造成するサンドコンパク

ション工法（SCP工法）があり、周辺設備への影響等を考慮して低振動・低騒音型締固め工法を採用した。従来のSCP工法は、振動するケーシングパイプを地盤中に貫入し、引抜き・引戻しを繰り返す施工方法であるのに対して、低振動・低騒音型締固め工法は、強制昇降装置を用いたオーガーマーターによる回転圧入により、振動をほとんど生じさせずに貫入・引抜き・打戻しを繰り返す静的締固め施工（ウエーブ施工）をするものである（図-5）。

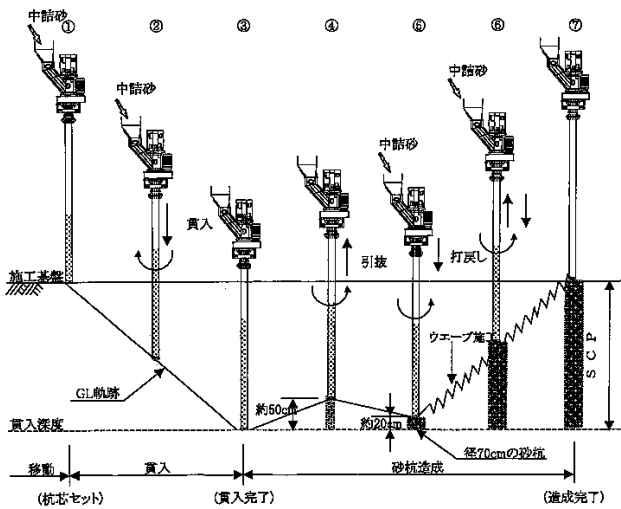
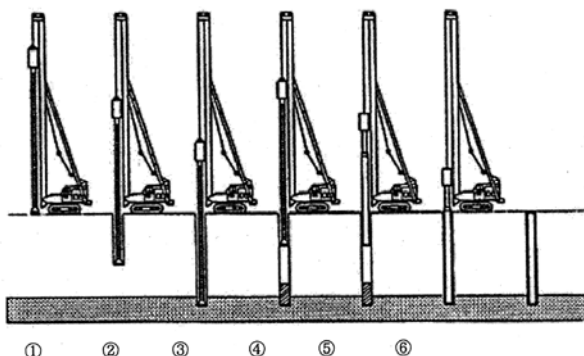


図-5 SCP工法の施工手順

杭打工事としては、①打込み工法、②プレボーリング併用打込み工法、③プレボーリング根固め工法といった工法を個別に選択し、杭芯位置、杭の傾斜具合、支持力の確認、根固め液の注入量等により規定された品質を確保した（図-6）。



- ① ビット先端から掘削液を吐出しながら、攪拌翼を取り付けたロッドで掘削する。
- ② 予定深度到達。オーガの駆動電流値の変化と調査ボーリング記録との対比。
- ③ 支持層確認後、根固め液注入。
- ④ 根固め液注入後、杭周固定液に切り換えロッド引き抜き。
- ⑤ 掘削孔に杭を建込む。
- ⑥ 根固め部に回転させながら杭を定着する。

図-6 プレボーリング根固め工法の施工手順

(4) 低温タンク基礎工事

低温タンク基礎本体（1基）は、直径は約61.3m、コンクリート量は約3,870m³、鉄筋量は約480トンである。低温タンク基礎工事は、立地地点の地質条件、振動騒音対策やコンクリートの手配制約といった諸条件を加味して施工方法を決定した（写真-5）。



写真-5 低温タンク基礎コンクリート打設状況

(5) 低温タンク建設工事

低温タンク建設工事は、低温タンク基礎上にまず低温タンク底板を敷設する。その後、側板を内槽と外槽を順次組み立てるとともに、低温タンクの内部で屋根部を組み立てる（図-7）。

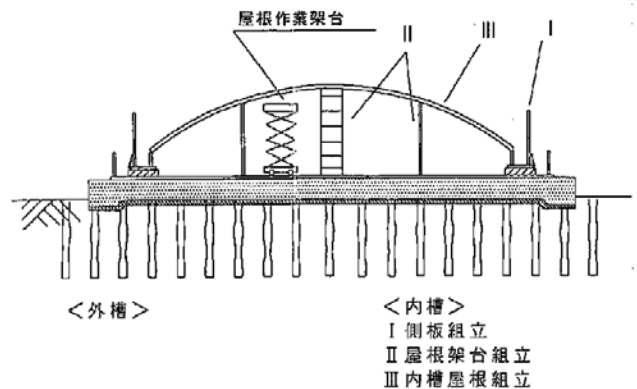


図-7 低温タンクの組立図

低温タンクの側板と屋根タンク部の組み立て完了後に、低温タンク内部の屋根板（約500～600トン）を送風機（200～250mm水柱程度の微圧）で毎分約30cmのスピードで浮上させ、低温タンク肩部で側板上部のナックルプレートと溶接を行う（以下、「エアレイジング工法」という）。このエアレイジング工法では、屋根を均等に浮上させるために、レベリングワイヤーの張り方や側板と屋根板とのシール方法等様々な工夫がなされている（図-8）。

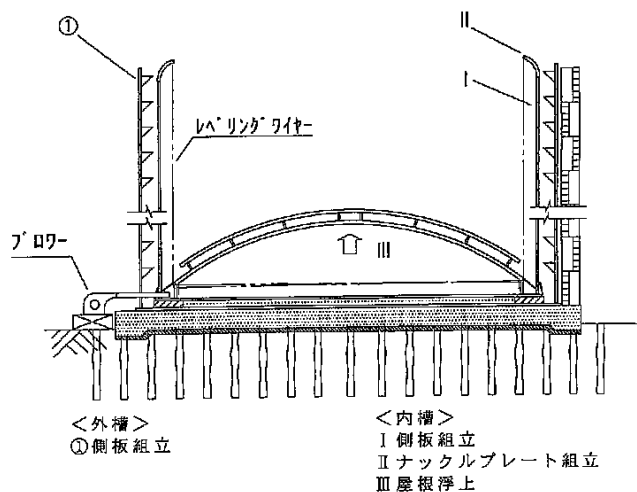


図-8 低温タンクの屋根浮上図

(6) 設備工事

設備工事は、LP ガス設備、監視・制御設備、用役設備、安全防災設備等を設置する工事で、非破壊検査、耐圧・気密試験、機器毎の試運転等を実施した（写真—6）。



写真—6 配管工事の施工状況

(7) 総合試運転

建設工事等の完了に伴い、高圧ガス保安法等の完成検査を受検した後に、空気パージ、窒素パージ、クールダウン、貯液及びLP ガス実液による総合試運転を実施した。

空気パージとは、低温タンクや機器等にLP ガスを導入する前に系内空気を窒素ガスに置換する作業である。空気パージの完了目標は、プロパンではO₂濃度5%以下で露点-20℃以下、ブタンではO₂濃度5%以下で露点-5℃以下とした。

窒素パージとは、低温タンクや機器等にLP ガスを導入し、系内の窒素ガスをLP ガスに置換する作業である。窒素パージの完了目標はLP ガス濃度95%とした。

クールダウン作業とは、低温タンクの窒素パージ完了後に、低温タンク内部のスプレイングから常温のLP ガスをスプレーすることにより、LP ガスが断熱膨張する際の蒸発潜熱を利用して低温タンク本体を冷却する工程である（図—9）。

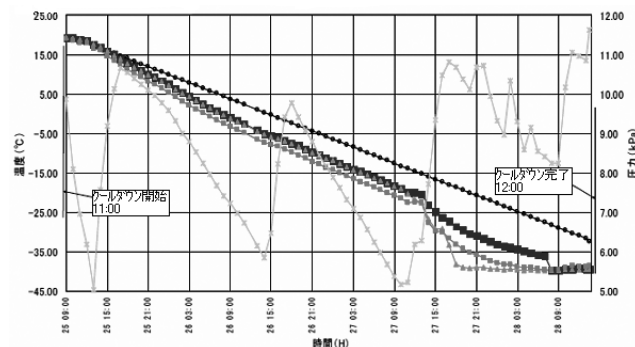


図-9 プロパン低温タンクのクールダウン実施状況

5. さいごに

国備地上基地は、平成17年に基地完成した以降に国家石油ガスを外航船（通算18隻）等により順次購入し、平成19年12月現在で約61万トンの国家石油ガスを備蓄している。

今後、JOGMECは国備地上基地については安全で効率的な基地運営と機動的な緊急時体制を推進し、国備地下基地については国家石油ガス備蓄150万トン体制に向けて建設工事を着実に推進することとしている。

さいごに、本事業にご協力いただいた各方面の皆様には誌上を借りて厚く御礼申し上げます。 JJCMA

【筆者紹介】



加藤 元彦 (かとう もとひこ)
独立行政法人
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
石油ガス備蓄部
部長



武石 秀夫 (たけいし ひでお)
独立行政法人
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
石油ガス備蓄部
審議役



駒嶺 優茂礼 (こまみね うもれ)
独立行政法人
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
石油ガス備蓄部
基地管理課
課長代理