

次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発の概要

企画小委員会委員 米山一幸（清水建設(株) 技術研究所）

1. はじめに

我が国のエネルギー情勢は、原油価格の記録的な高騰、アジア市場におけるエネルギー需要の増加などを背景に、供給源の多様化によるエネルギーセキュリティ向上が急務となっている。このような状況の中、天然ガス(都市ガス)は、比較的多くの埋蔵量が確認されており、また、石油と比較して CO₂ などの排出量が少ないことから、今後の我が国における主要なエネルギー供給源と位置づけられている。

天然ガスの今後の利用拡大を図る上で、需要地の供給導管網と基幹パイプラインを組み合わせた広域的な供給ネットワークを構築することが望まれる。このようなネットワークの効率的な運用のためには、季節・週間の需要変動を吸収して導管網やパイプラインの利用効率を向上させるための大規模貯蔵施設が必要となる。

天然ガスの大規模貯蔵施設としては、海外では枯渇ガス田、帯水層、岩塩層などを利用した地下貯蔵施設が既に実用化され、欧米を中心に多数が建設されている。一方、大規模帯水層や岩塩層などの地質構造を有しない我が国においては、これらの施設とは異なるコンセプトに基づく大規模地下貯蔵施設の開発が重要となる。

以上の背景のもと、(社)日本ガス協会は、経済産業省の補助事業「次世代天然ガス高圧貯蔵技術(ANGAS:Advanced Natural Gas Storage)開発」においてライニング式岩盤貯蔵施設に関する技術開発を進めており、その一環として、現在、岐阜県神岡鉱山に小規模実証試験施設を建設している。本稿では同事業の概要と、実証試験施設建設の現況を報告する。

2. ライニング式岩盤貯蔵施設のコンセプト

ライニング式岩盤貯蔵施設のイメージ図と構造の概念図を図-1、図-2 に示す。同方式における貯蔵空洞の設計コンセプトは以下の通りである。

- ①貯蔵内圧に対する耐圧性は岩盤で支持する
- ②気密性は気密材(鋼製ライニング)により確保する
- ③裏込めコンクリートは内圧を伝達する
- ④施工時、内圧解放時は排水システム(排水パイプ等)により地下水を排水し、気密材に過大な外水圧を作用させない



図-1 ライニング式岩盤貯蔵施設のイメージ

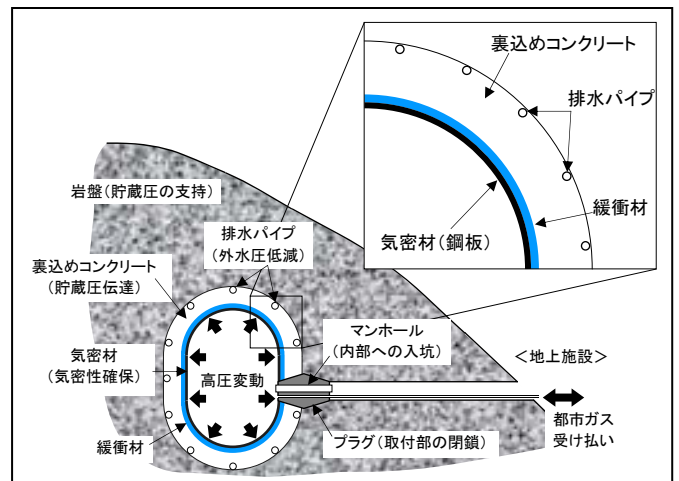


図-2 ライニング式岩盤貯蔵槽の構造概念図

貯蔵空洞の形状は、構造特性、コスト等の観点から、図のようなサイロ型空洞が有利と考えられている。建設対象岩盤は国内の中硬岩～硬岩が想定されており、最大貯蔵圧力は 20MPa 程度、貯蔵幾何容積は最大で 2 万 m³ 程度が計画されている。

ライニング式岩盤貯蔵施設は、商用施設としてはスウェーデンに天然ガス貯蔵用施設が一例あるのみで、国内には実績がない。施設の実現のためには、国内の地質条件を考慮した上で、上記の設計コンセプトにおける技術開発項目の成立性を実証試験などにより検証することが重要と考えられている。

3. 技術開発事業の概要

本技術開発事業は、「次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発補助事業」として、経済産業省の1/2補助のもと、(社)日本ガス協会が事業主体となって実施されている。同協会に、民間企業12社(東京ガス、大阪ガス、帝国石油、東邦ガス、西部ガス、北海道ガス、清水建設、大林組、大成建設、石川島播磨重工業、三井造船、三菱重工業)が協力して、要素研究、実証試験設備の設計・建設などを実施している。事業期間は平成16～19年度までの4年間であり、図-1に示すスケジュールに従って要素研究、実証試験、実機の試設計、技術基準規定の試案、および、総合評価が実施される予定となっている。

表-1 技術開発事業の概略工程

技術開発項目	16年度	17年度	18年度	19年度
①要素研究				
1) 気密構造の設計技術	←→	←→	←→	
2) 高性能プラグの設計技術	←→	←→		
3) 省エネルギー型運用	←→			←→
②実証試験				
1) 調査・設計	←→			
2) 実証試験設備の建設・撤去		←→	←→	←→
3) 実証試験の実施			←→	←→
③実機の試設計				←→
④技術基準規定の試案	←→			←→
⑤総合評価				←→

4. 実証試験の概要と現況

ANGAS技術開発事業において、ライニング式岩盤貯蔵の設計コンセプトに基づく貯槽気密構造(気密材、緩衝材、裏込めコンクリート、岩盤)、プラグの設計技術の検証などを目的に、小規模試験空洞を用いた実証試験が計画されている。現在、実証試験施設は岐阜県神岡鉱山の既設坑道内に建設中であり、本節ではその概要と現況を簡単に紹介する。

4.1 実証試験地

実証試験は、岐阜県神岡鉱山の茂住坑道において、既設坑道部から試験用の空洞を新たに掘削して実施する。神岡鉱山の位置を図-3に、茂住坑道の展開図と実証試験位置を図-4に示す。

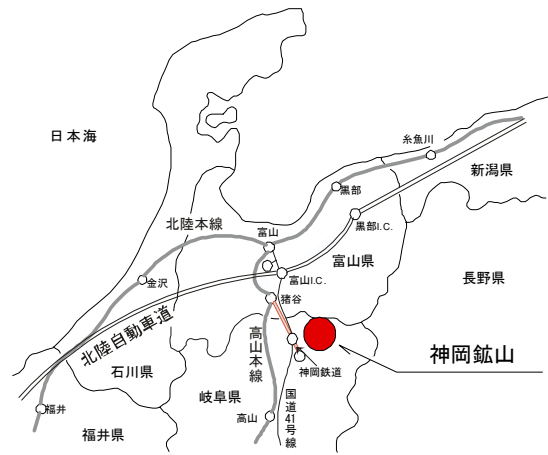


図-3 神岡鉱山の位置

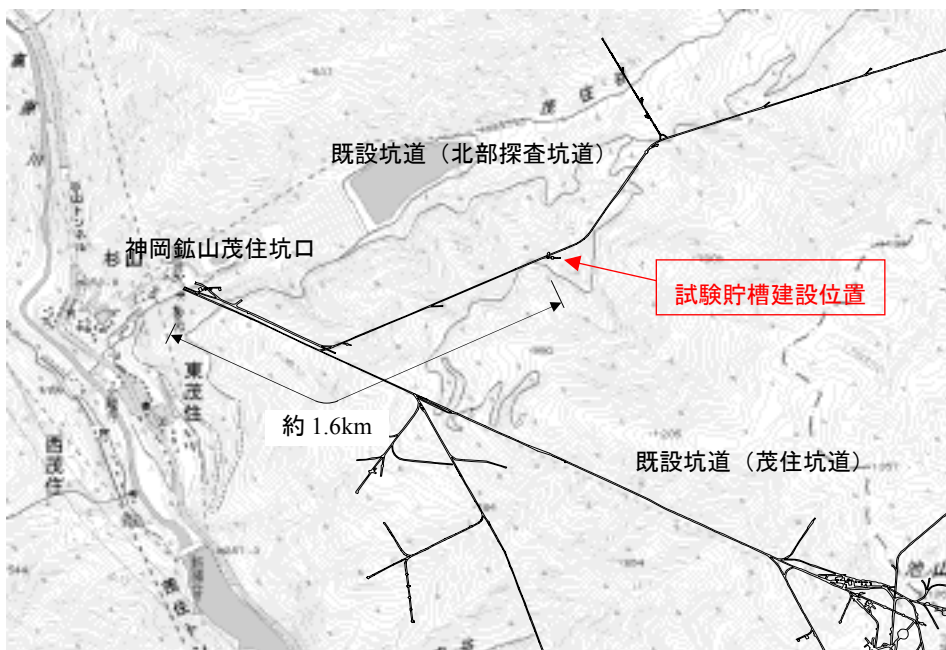


図-4 実証試験貯槽建設位置

試験用の空洞は、茂住坑道の坑口から約 1.6km の位置に掘削される(図-4)。空洞掘削位置の標高は海拔 360m であり、地表面との標高差(土被り)は約 400m となっている。試験地近傍に他の探鉱・採掘坑道が少ないことから、周囲の地下水位は比較的高いことが予想されている。

4.2 試験地の地質状況

神岡鉱山は、日本の地質構造区分上では飛騨帯に属し、試験地である茂住坑道の近傍には、片麻岩類を主体とした変成岩類(飛騨変成岩類)、花崗岩類(船津花崗岩類)、中生代の堆積岩類(手取層群)などが分布する。試験施設は、この内の手取層群中に位置する。

手取層群は、中部ジュラ～下部白亜系に属する堆積岩類で、富山県東部から福井県東部にかけて分布し、飛騨片麻岩類や船津花崗岩類を不整合に覆っている。試験地には、猪谷互層と呼ばれる手取層群の砂岩一頁岩互層が主に分布しており、この層は極粗粒～中粒の砂岩が主体で、礫岩を介在することが知られている。

試験施設建設に先立って実施したボーリング調査では、試験貯槽建設位置が細粒～粗粒砂岩の中に薄い頁岩層を介在する互層構造をなしており、電研式岩盤分類で C_H ～ C_M 級の岩盤が主体であることが確認された。事前の試験より推定した岩盤の平均的な変形係数は、おおよそ 10GPa であった。

4.3 試験貯槽構造

実証試験貯槽の基本構造を図-5 に示す。また、貯槽の計画諸元を以下に示す。

- ・貯蔵流体：空気／水
- ・貯蔵圧力：20 MPa
- ・貯蔵温度：40℃
- ・貯槽容積：240m³

実証試験における空気／水の貯蔵圧は、実機で想定する最大貯蔵圧の 20MPa であり、貯槽容積は実機の約 1/80 の 240m³ となっている。また、実機では図-1 に示すような縦型のサイロ型空洞を想定しているが、貯槽とプラグのプロポーシオンや施工性などの点を考慮し、実証試験貯槽は横型の空洞とされている。

4.4 試験施設建設の現況と今後の予定

実証試験施設の建設は、平成 16 年度に予備調査(ボーリング調査)、基本設計を実施し、今年度上期には原位置試験(平板載荷試験:写真-1)、高圧ガス保安法の許認可手続き等を完了し、現在、試験貯槽の掘削が行われている(写真-2)。今後は、貯槽気密構造(ライニング、裏込めコンクリート)、プラグ、マンホール、機械

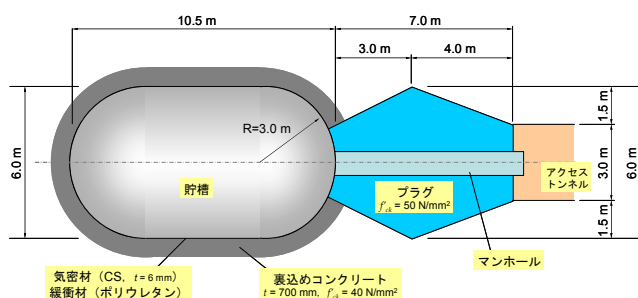


図-5 試験貯槽の基本構造



写真-1 平板載荷試験状況



写真-2 試験貯槽の掘削状況

設備、計測・制御設備などを施工し、平成 18 年度下期に竣工する予定となっている。

施設竣工後は、所轄の県・協会による完成検査を受けた後、水・空気を用いた加圧試験が実施される。この実証試験で得られた成果は、要素研究などの結果と併せて、ライニング式岩盤貯蔵施設的设计技術として平成 19 年度にまとめられる予定である。

5. おわりに

以上、次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発の概要と現況を概略報告した。本報告にあたっては、(社)日本ガス協会殿のご了解と多大なご支援を賜りました。関係各位に深く感謝申し上げます。