

天然ガス高圧貯蔵技術開発における実証試験結果 (耐圧試験結果)

清水建設 正会員 ○若林 成樹 正会員 奥野 哲夫
 日本ガス協会 正会員 小松原 徹
 大林組 正会員 中岡 健一
 大成建設 正会員 林 成浩

1. はじめに

(社)日本ガス協会では、経済産業省より補助を受け、平成16年度より「次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発事業」を実施している。岐阜県飛騨市の神岡鉱山・茂住坑道内に図-1に示すような鋼製ライニング式岩盤貯蔵施設の実証試験施設を建設し、最大20MPaでの耐圧試験、気密試験、繰り返し・長期载荷試験を実施している^{1,2)}。本論ではこの内、耐圧試験結果の概要を報告する。

2. 耐圧試験の目的および試験方法

耐圧試験では設計圧力である20MPaまで段階的に水で加圧し、実証試験施設の耐圧性・水密性を確認する。耐圧試験の载荷パターンを図-2に示す。10MPa/hourの加減圧速度で段階的に20MPaまで加圧する。20MPa到達後は全てのバルブを閉鎖(シャットイン)して耐圧性・水密性を評価する。減圧は4MPaピッチで行う。主要な計測機器の配置を図-3に示す。岩盤変位計を4箇所、内空変位計を3箇所、プラグ絶対変位計を2箇所、マンホール相対変位計を1箇所配置した。また、貯槽全体の変形を計測するためにBOTDR方式の光ファイバセンサを岩盤表面に3測線、裏込めコンクリート中の鉄筋に沿わせて3測線、貯槽内部の気密材表面に4測線設置した。さらに圧力計、温度計も貯槽内に設置した。これ以外にも貯槽内に気密材変位計、構造不連続部近傍に歪みゲージを、裏込めコンクリート内に鉄筋ひずみ計、間隙水圧計、温度計を、岩盤内に間隙水圧計、温度計、3成分ひずみ計を、構造不連続部に相対変位計を、プラグ内に埋設ひずみ計を設置した。



図-1 実証試験施設の貯槽前面

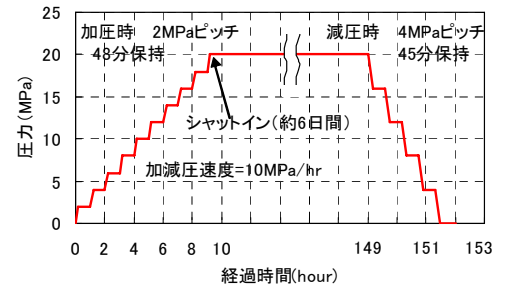


図-2 耐圧試験の载荷パターン

3. 試験結果

耐圧試験中の貯槽内の圧力変化、水温変化を図-4に示す。最初の20MPaのシャットインでは貯槽のクリープ変形のために圧力が低下する。20.4MPaまで再加圧してシャットインした後も同様に初期は圧力低下するが、その後は上昇している。加圧時やシャットイン中に貯槽前面のプラグ周辺岩盤、マンホール、配管、バルブ、ケーブル取り出し口などから漏洩の無いことは目視で確認している。また、貯槽からの漏洩が無いと仮定し、クリープ変形による貯槽容積の増加に伴う圧力低下と水温上昇による水の体積膨張に伴う圧力増加を検討した結果を図中に示した。実測の圧力とほぼ一致しており漏洩の無いことを示唆している。岩盤内の変位分布を図-5に示す。上部、右部、端部の岩盤変位は20MPa時に3mm以下で予測値以下であるが、下部は約11mmと予測値より大きくなっている。また、表面から50cmの範囲の変形が大きく、掘削の緩み域と推察される。シャットイン期間中のクリープ変位もわずかである。内空変位を図-6に示す。岩盤変位に対応して左右、長軸方向の変形

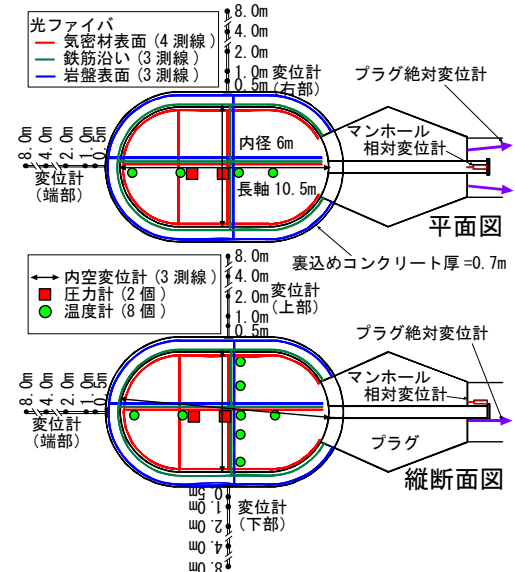


図-3 主要計測機器配置図

キーワード：地下空洞、岩盤貯蔵、天然ガス高圧貯蔵、鋼製ライニング、実証試験、耐圧試験
 連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL 03-3820-8396

は少なく、上下方向は大きな変形を示している。内空変位はシャットイン期間中にほぼ収束したことを確認した。

光ファイバによる測定例として気密材の歪み分布を図-7に示す。20.4MPa最終時で垂直断面の貯槽奥半球部と手前半球部の底部付近で4000μ程度、円筒部の底部、左下で8000μ程度の歪みが発生している。その他の部分はほぼ均等に約2000μの歪みが発生している。気密材は全面にわたって塑性域に達し、減圧しても1000~6000μ程度の歪みが残留することが確認された。減圧時の歪み変化は歪みの大きい円筒部の下部、左下でも約2000μ程度であった。

プラグの絶対変位、マンホールの相対変位を図-8に示す。プラグやマンホールはほとんど変形していない。

4. おわりに

最大 20.4MPa での耐压試験を実施した。貯槽底部の変形が大きく、気密材には最大 8000μ の歪みが発生したが、貯槽の耐压性・水密性は十分に確保されていることを確認した。気密材の疲労検討も行ったが、減圧時の歪み変化が小さく、以後の気密試験、繰り返し・長期载荷試験は十分に実施可能であると判断した。

今後は他の計測結果を踏まえ、貯槽の全体挙動、クリープ挙動の評価などを行う予定である。耐压試験後に実施した気密試験の結果³⁾は参考文献を参照されたい。

謝辞

本内容は、東京ガス、大阪ガス、東邦ガス、西部ガス、北海道ガス、帝国石油、ならびに天然ガス高圧貯蔵技術開発共同企業体（代表者：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）の関係各位にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)小松原 他：天然ガス高圧貯蔵技術開発における実証試験計画と実証試験サイトの岩盤特性，土木学会第62回年次学術講演会，III，2007.9。 2)新美 他：天然ガス高圧貯蔵技術開発における実証試験施設の設計，土木学会第62回年次学術講演会，III，2007.9。 3)奥野 他：天然ガス高圧貯蔵技術開発における実証試験結果（気密試験結果），土木学会第62回年次学術講演会，III，2007.9。

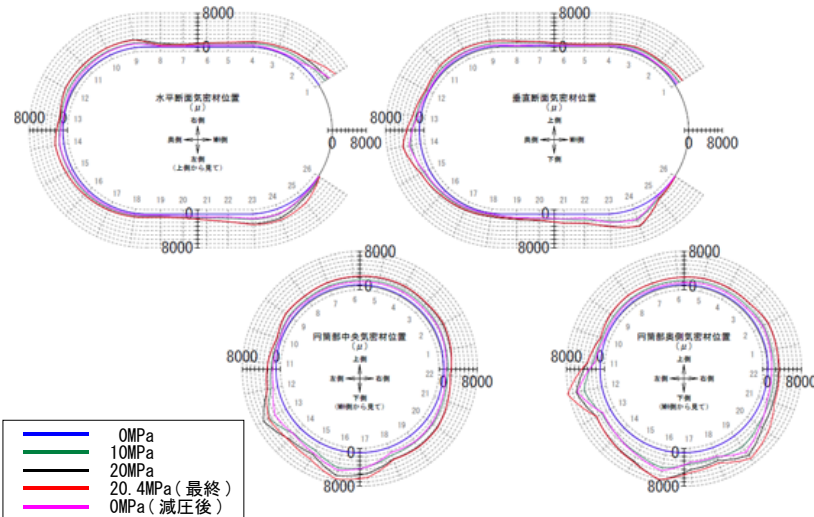


図-7 気密材の歪み分布

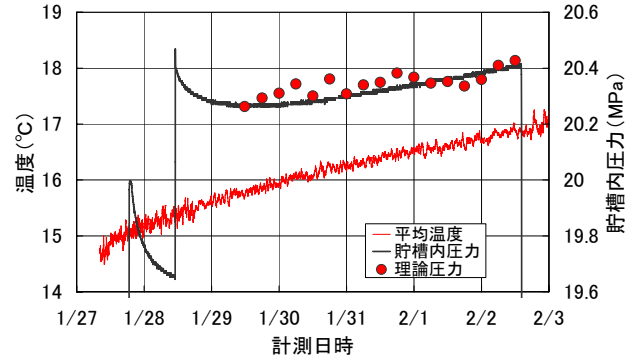


図-4 シャットイン中の貯槽内圧力・温度変化

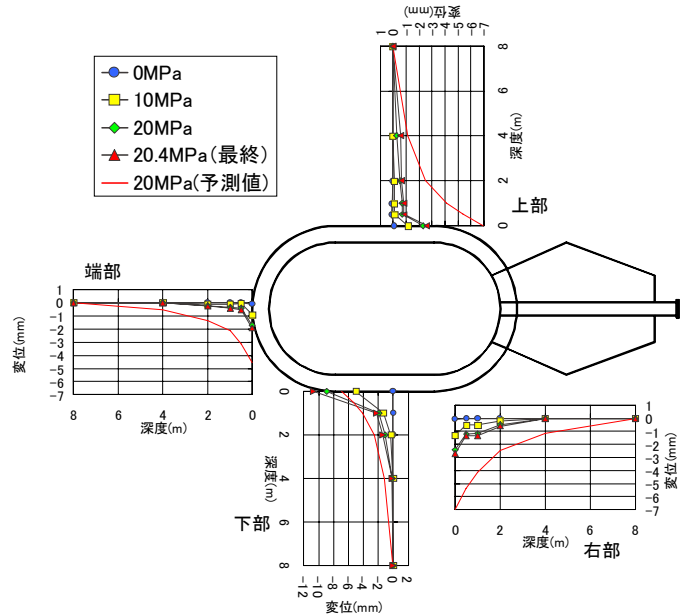


図-5 岩盤内の変位分布（縦断面）

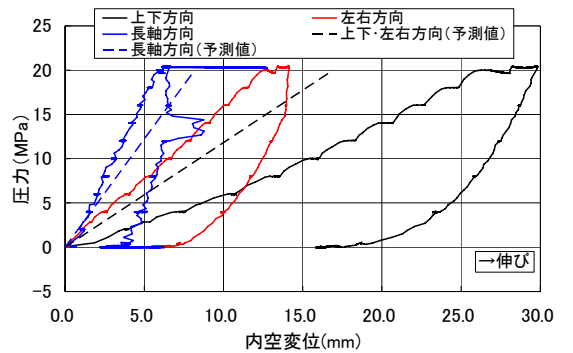


図-6 内空変位と内圧の関係

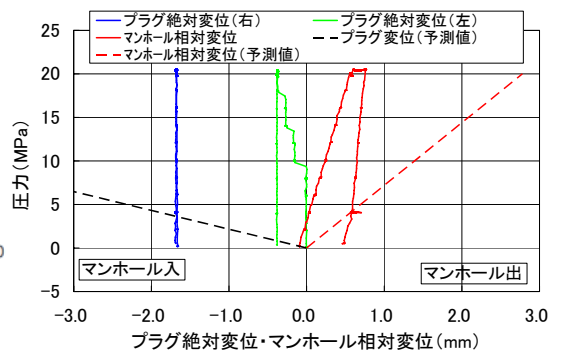


図-8 プラグ・マンホール変位と内圧の関係