

## 高压気体岩盤貯槽における複合構造の挙動確認（室内模型実験）

(社)日本ガス協会 正会員 澤 一男

清水建設(株) 正会員 若林成樹、フェロー会員 石塚与志雄

清水建設(株) 正会員 多田浩幸、正会員 延籐 遵、寺田岳彦

**1. はじめに** (社)日本ガス協会では経済産業省より委託を受け、平成12年度より都市ガス岩盤貯蔵技術調査事業を行っている。高压気体を貯蔵する岩盤貯槽は気密材、緩衝材、裏込めコンクリート、岩盤からなる複合構造である<sup>1)</sup>。圧力は岩盤で負担し、気密性は炭素鋼板やステンレス鋼板からなる気密材で確保される。また、緩衝材には裏込めコンクリートの亀裂近傍の気密材のひずみ集中を緩和する効果が期待されている。本報では緩衝材のひずみ集中緩和効果の確認と解析手法の検証に必要なデータを得るために、実際の岩盤貯槽と同じ複合構造を有する模型貯槽を圧力容器内に作成し、内圧を作用させて挙動計測をした結果を報告する。

**2. 模型貯槽の作成方法** 実験では気密材の材質、緩衝材の有無を組み合わせた次の3ケースを実施した。

気密材はSUS304とし、緩衝材(ポリウレタン)が有る場合、気密材はSUS304で緩衝材が無い場合、気密材はSM400で緩衝材が有る場合である。模型試験体は図1に示すように気密材、緩衝材、裏込めコンクリート、模擬岩盤、圧力容器からなる。気密材は厚み1.2mm、内径200mm×高さ600mmの円筒形である。緩衝材は気密材の円筒容器の外側にポリウレタンを厚さ0.7mmで吹き付けた。裏込めコンクリートはセメント系無収縮モルタル(アサノ・ファイブスター・メンテ)、模擬岩盤には石炭灰スラリー系充填材(アサノ・ツメテック)を用いた。裏込めコンクリート中には所定位置に亀裂を誘発させるためのスチールプレート(厚み0.5mm、幅70mm、高さ600mm)を2箇所(b,d方向)に配置し、亀裂を分散させるために配筋した。なお、人工亀裂が平行に開口するように裏込めコンクリートと模擬岩盤の間にテフロンシートを挿入して縁を切るようにした。

計測機器の配置を図2に示す。裏込めコンクリートのひずみ計測用に、モールドゲージ(東京測器製PMFL-50-2LT:ゲージ長50mm)を埋設した。人工亀裂位置では、スチールプレートの穴を通し、亀裂開口幅を計測した。気密材内側にはひずみゲージを

計36点に貼付け、ひずみ分布を計測した。特に、人工亀裂部分では、ひずみ分布を詳細に捉えるため、応力集中測定用ひずみゲージ(1軸5素子の共和電業製KFG-2-120-D9-16:ゲージ長2mm)を各3枚設置した。その他の箇所には一般応力用ひずみゲージ(共和電業製KFG-5-120-C1-16:ゲージ長5mm)を設置した。

**3. 実験方法** 図3に示すような荷重パターンで気密材円筒容器を加圧した。予備荷重(0.2~1.0MPa)、5MPa荷重(0.2~5.0MPa)、10MPa荷重(0.2~10.0MPa)、15MPa荷重(0.2~15.0MPa)を5回づつ繰り返し、最後に20MPa荷重(0.2~20.0MPa)を1000回繰り返した。各荷重段階において荷重・除荷は2分間とし、荷重・除荷後

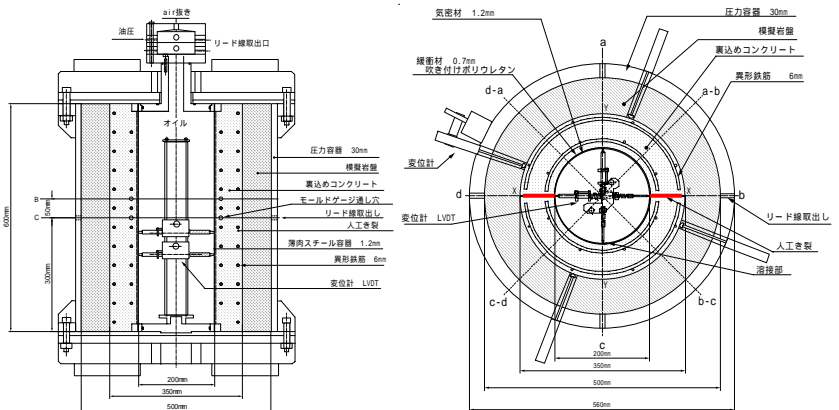


図1 模型試験体の構造

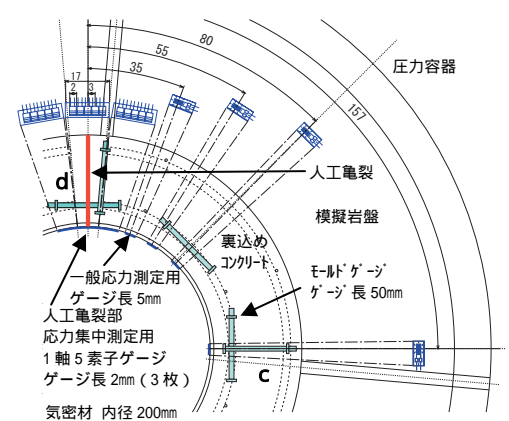


図2 C断面の計測機器配置

キーワード：都市ガス岩盤貯蔵、模型実験、気密材、緩衝材、ひずみ集中緩和効果

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 社会基盤技術センター TEL 03-3820-5520

は 30 秒間保持した。

**4. 実験結果** 初期載荷時の亀裂開口幅と内圧の関係を図 4 に示す。3 ケースとも亀裂は最初の 5MPa 載荷時に大きく開口するが、その後は内圧にほぼ比例して開口する。20MPa で緩衝材の有る 2 ケースの亀裂は約 0.44mm 開口し、緩衝材の無い場合の 0.36mm に比べて大きい。

5MPa 載荷時に亀裂が大きく開口するのはテフロンシートを挿入した際に僅かな隙間が生じていたため、緩衝材があると開口が大きくなるのは気密材による拘束が低減されるためと考えられる。

気密材のひずみ分布の測定例として 10、20MPa 載荷時を図 5 に示す。SUS 緩衝材有り・無しの場合を比較すると、緩衝材が有ることにより亀裂近傍の気密材ひずみは 10MPa で約 0.4%が約 0.2%、20MPa で約 1.4%が約 0.7%と約 1/2 に低減されている。また、SUS・SM 緩衝材有りを比較すると、10MPa では亀裂近傍の気密材ひずみは両者とも約 0.2%であるが、20MPa では SUS 材の約 0.7%に対し、SM 材は 1.7%とひずみ集中が顕著になる。3 ケースの内圧と気密材平均ひずみ、最大ひずみ、ひずみ集中度（最大ひずみ / 平均ひずみ）の関係を図 6 に示す。緩衝材が有るとその圧縮のため、気密材の平均ひずみは若干増加するが、最大ひずみ、ひずみ集中度は約 1/2 に低減され、緩衝材のひずみ集中緩和効果を示している。SUS、SM 材とも 10MPa 以下で弾性域にある場合はほぼ同じ最大ひずみ、ひずみ集中度であるが、10MPa を超えて塑性域に達すると SM 材は最大ひずみ、ひずみ集中度は顕著に増加し、SUS 材に比べてひずみ集中しやすいとの結果が得られた。

なお、1000 回の繰り返し載荷終了後に解体調査を行ったが、緩衝材や気密材に大きな変状は無かった。

**5. まとめ** 緩衝材の有無、気密材材質を変えた 3 ケースの複合構造の室内模型実験を行った。緩衝材により亀裂近傍の気密材ひずみは約 1/2 に低減され、緩衝材によるひずみ集中緩和効果が確認された。また、塑性域に達すると SM 材は SUS 材に比べてひずみ集中しやすいとの結果が得られた。

本実験結果と解析との比較検討に関しては関連報告の室内模型実験の解析検討<sup>2)</sup>を参照されたい。

**参考文献** 1)澤、臼井、丹羽、香川、梅田、石塚：都市ガス岩盤貯蔵の運用性と技術開発について、土木学会第 57 回年次学術講演論文集、CS1-005、2002.9。 2)澤、多田、石塚、若林、延藤、寺田：高圧気体岩盤貯蔵における複合構造の挙動確認（室内模型実験の解析検討）、土木学会第 58 回年次学術講演論文集（投稿中）、部門、2003.9。

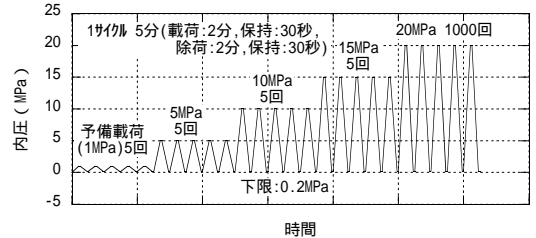


図 3 載荷パターン

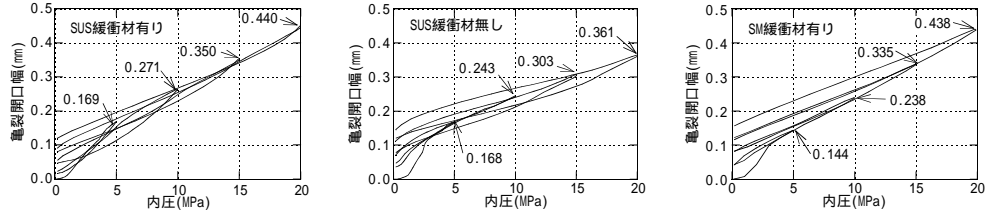


図 4 亀裂開口幅と内圧の関係

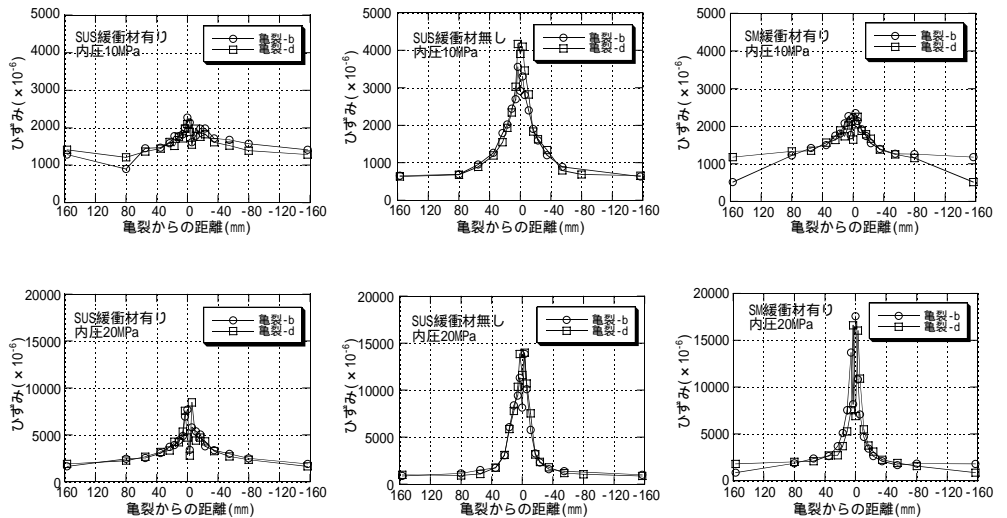


図 5 気密材のひずみ分布（10、20MPa 載荷時）

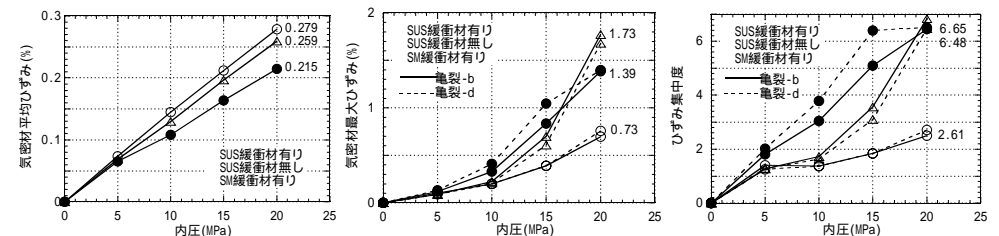


図 6 内圧と気密材ひずみの関係