

高ひずみ繰返し载荷が RC 部材に与える影響検討

日本ガス協会 正会員 澤 一男

清水建設株式会社 正会員 ○延藤 遵、フェロー会員 石塚 与志雄

清水建設株式会社 正会員 安部 透、正会員 田中 博一

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年度より都市ガスの岩盤貯蔵技術調査事業を行っている。岩盤貯蔵施設（図1）では、裏込めコンクリートは構造部材ではなく周辺岩盤へガス圧（最大20MPa程度）を伝達する応力伝達部材として期待されている（図2）。裏込めコンクリートには、ガス圧の作用によりひずみ振幅1000～3000 μ 程度の引張ひずみが最大1万回程度繰返し発生することが予想される。

そこで、高引張ひずみ繰返し作用による裏込めコンクリートへの影響について実験的に検討した。ここでは、その実験結果について報告する。

2. 試験方法

試験体は、図3及び表1に示すコンクリート角柱の中心に、径 $d_b=19\text{mm}$ の異形棒鋼（SD345、竹節鉄筋）を埋め込んだものを製作し、2箇所にノッチを設けてひび割れを誘発し、ひび割れ部及びひび割れに挟まれた部分を再現した。試験体の両端については、鉄筋周辺のコンクリートがコーン状に破壊するのを防止するために、絶縁チューブで鉄筋とコンクリートとの付着を切った。また、コンクリートから抜け出した鉄筋が降伏するのを防止するために鉄筋端部に径25mmのネジ節鉄筋を摩擦接合により溶接した。コンクリートは、実施工を勘案して高流動コンクリートを採用した。コンクリート及び鉄筋の物性を表2及び3にそれぞれ示す。载荷ひずみの制御方法は、コンクリートから抜け出した鉄筋の上下端間の変位を変位計で測定し、鉄筋ひずみに換算することにより行った（図4）。载荷ひずみは、以下の通りであり、 $\epsilon_{\max}$ をパラメーターとした。

引張载荷： $\epsilon_{\max}$ 圧縮载荷（内圧開放想定）：0 μ

繰返し载荷（1万回、0.2Hz）： $\epsilon_{\min}$ （=1000 μ ）～ $\epsilon_{\max}$

圧縮载荷（内圧開放想定）：0 μ

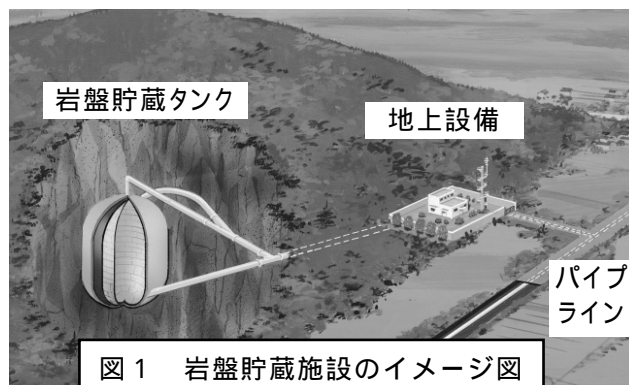


図1 岩盤貯蔵施設のイメージ図

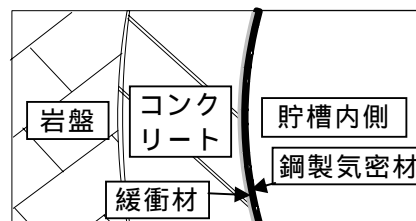


図2 貯槽構造概念図

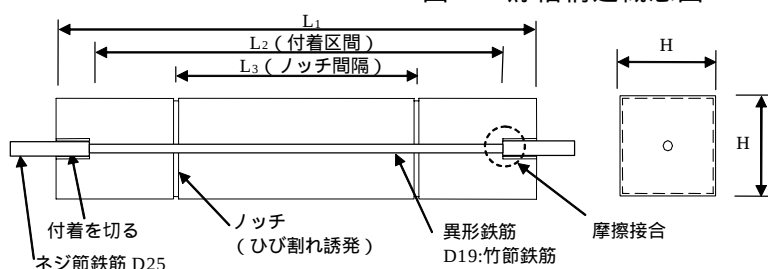


図3 供試体イメージ図

表1 供試体一覧表

供試体	H (mm)	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)	かぶり c (mm)	c/d _b	供試体数
C - 1	80	320	240	122	30	1.6	2
C - 2	100	420	320	162	40	2.1	3
C - 3	135	500	460	232	58	3.1	1
C - 4	175	790	620	312	78	4.1	1

表2 コンクリート物性

圧縮強度 (N/mm ²)	割裂強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
47.6	3.50	35.3

表3 鉄筋物性

降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び (%)
392	592	20

キーワード： 高圧気体貯蔵、鉄筋コンクリート、繰返し载荷、疲労

連絡先： 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 TEL.03-5441-0595 Fax.03-5441-0543

3. 試験結果

試験結果一覧を表4に、試験結果例として試験体C-2-3の鉄筋ひずみ測定結果を図5に示す。

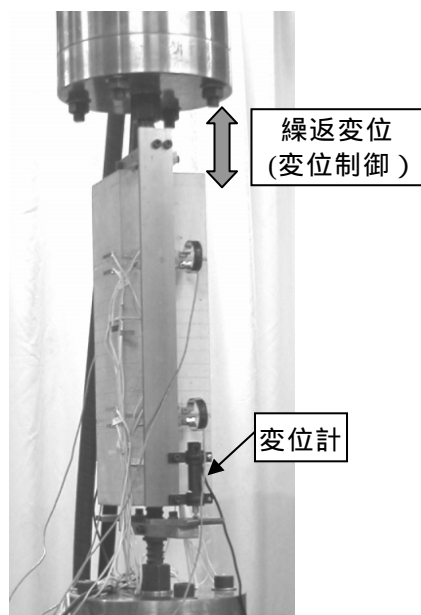


図4 試験状況図

3.1 コンクリートへの影響：1回目の載荷時にノッチ部に発生した微細な割裂ひび割れは、繰返し載荷中にほとんど進展することにはなかった。また、付着については0～1000回載荷時に190mm位置で鉄筋ひずみが増大しており、付着状態の変化が見られるが、それ以外には変化はなかった。また、繰返し載荷後、初期状態に戻してもひび割れに挟まれた部位の中心位置において鉄筋の残留ひずみによるコンクリート表面での有意な圧縮ひずみの発生は見られなかった。

3.2 鉄筋への影響：図5より、ひび割れ位置において鉄筋ひずみは集中し、その最大ひずみは18,000 μ にも達しているが、ひずみ振幅についてはその集中度合いは小さく、ひずみ振幅は最大2,500 μ であり平均ひずみより25%だけ大きいという結果となった。その際の1万回載荷中における平均ひび割れ幅は、80mm地点において0.02～0.45mm、240mm地点において0.7～1.2mmであった。全供試体において、1万回載荷に対する疲労強度がひずみ振幅で2000 μ 以上となったが、3000 μ のひずみ振幅に対しては、C-2-1及び2において鉄筋が破断しており、鉄筋の疲労強度が問題となることが判明した。

4. まとめ

試験体数は限定されているが、今回の試験結果より都市ガス岩盤貯蔵が対象とするひずみ振幅（1000～3000 μ 程度、最大1万回載荷）に対しては、コンクリートについては特に問題は無く、鉄筋の疲労破壊が問題となることが判明した。

表4 試験結果一覧表

試験体名		$\varepsilon_{\min}$ (μ)	$\varepsilon_{\max}$ (μ)	ひずみ振幅 (μ)	試験結果 (鉄筋)
C - 1	1	1000	4000	3000	○ 破断せず
	2		4000	3000	○ 破断せず
C - 2	1		4000	3000	× 5500回で破断
	2		4000	3000	× 7500回で破断
	3		3000	2000	○ 破断せず
C - 3	1		3000	2000	○ 破断せず
C - 4	1		3000	2000	○ 破断せず

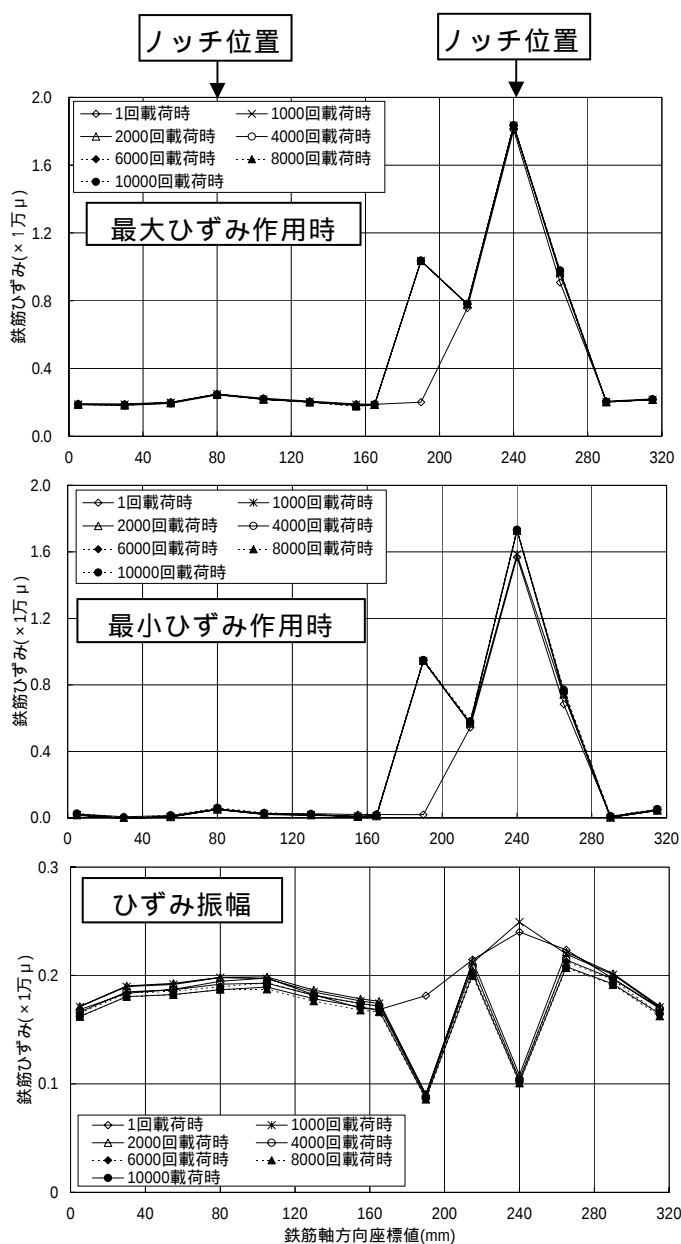


図5 鉄筋ひずみ測定結果（試験体名：C-2-3）