

スイス・グリムゼル岩盤実験場におけるガス移行挙動試験(1)

コンクリートサイロの設計

(株)大林組 正会員 安藤賢一 中岡健一
(財)原子力環境整備センター 正会員 加来謙一

1.はじめに

グリムゼル岩盤試験場はスイス南部のグリムゼル峠に位置する揚水式地下発電所のアクセス・トンネルに隣接して作られた花崗閃緑岩質の地下施設であり、種々の国際的な研究プロジェクトに利用されている。現在、試験場ではフェーズV試験と称していくつかの実験が進行中であり、ガス移行挙動試験(Gas Migration Test :GMT)はその一環として、平成9年度より開始された。GMTの基本的概念は、現実的な地質条件下において低・中レベル放射性廃棄物のサイロ型処分場を建設する場合を模擬して、人工バリアと天然バリア中のガスや地下水の移行挙動を実験、評価することである。このために、試験場内に高さ約4.5m、直径約4mのサイロ空洞を掘削し、周囲にベントナイト系充填材を充填したコンクリートサイロを建設、サイロ内にガスを充満させ、その移行挙動を評価するための実証試験を予定している。

本稿は、コンクリートサイロガス圧に対する設計検討の概要と、充填材に対しては圧密解析により変形量を調べ、充填材仕様の妥当性について検討した結果を報告する。

2.試験体構造の概要

コンクリートサイロは図-1に示すように、外径1.25m、高さ2mで、上面に4mの高さの埋戻し材が上載される。試験中は図に示すように、サイロ内に空気を1MPaで圧入するため、サイロ躯体を内側から外側に向かって押し広げるような力が作用する状態となる。サイロ上部にはポーラスコンクリートが設けられ、この部分からベントナイトに空気が移行していく仕組みとなっている。

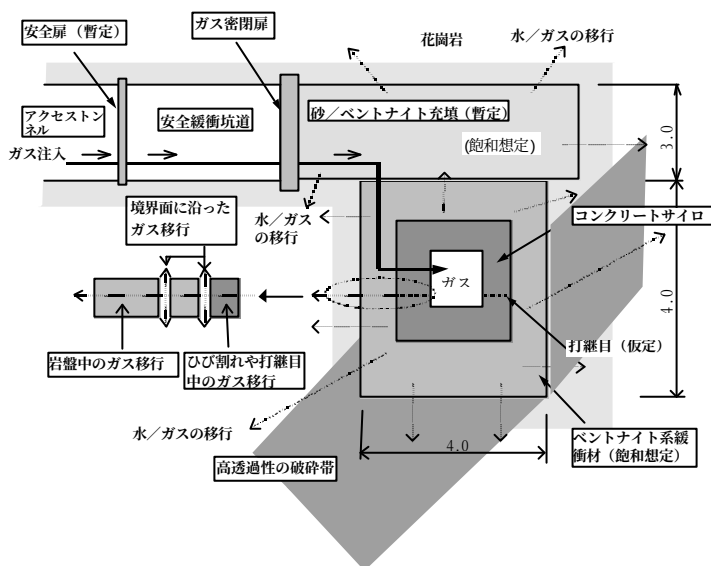


図-1 コンクリートサイロの概要

3.検討条件

材料物性および設計に使用するコンクリートおよび鉄筋使用を表-1に示す。外周充填材は重量比で20%のベントナイト混合砂が想定されており、設定した圧密特性について表-2に示す。考慮する荷重は、サイロおよびベントナイトに対しては

表-1 材料物性

	密度 (g/cm ³)	ヤング率 (kN/mm ²)	ポアソン比	許容応力 (kN/mm ²)
ガスバント	1.92	20	0.2	未使用
コンクリート	2.50	25	0.2	40
充填材	2.10	0.98	0.33	未使用
鉄筋	未使用			345

表-2 充填材の圧密特性

	値	備考
圧縮指数(λ)	0.0539	処分高度化確証試験の成果より引用
初期有効応力	0.3(MPa)	膨潤圧を想定
初期間隙比	0.6875	乾燥密度1.6、土粒子密度2.7を想定し、計算

キーワード：応力解析、コンクリートサイロ、圧密沈下

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟 TEL:03-5769-1309、FAX:03-5769-1972

圧入する空気圧と埋戻し材の締固め圧、各材料の重量とする。
設計方法は許容応力度法を用いる。

4.解析手法および解析モデル

コンクリートサイロは軸対称モデルとし、各材料を弾性体とした有限要素法を用いる。充填材の変形に対する検討については、土の圧密解析に一般的に用いられている Biot の圧密理論に基づく有限要素法を用いる。図-2 にプラグおよびサイロモデルの荷重条件と境界条件を示す。

5.検討結果

図-3 に解析結果の一例として、コンクリートサイロに発生する応力の鉛直成分を示す。サイロ側壁には曲げ応力が発生している様子が現れている。配筋設計を行うために、側壁および底版要素に発生する応力から壁軸線に関する断面力を計算した。図-4 に計算した断面力の一例として、曲げモーメントおよびせん断力を示す。曲げモーメントは底版中央および側壁の下端、せん断力は底版周辺部で最大となった。図-5 に圧密解析結果を示す。沈下量は弾性変形と合わせて約 2cm となった。

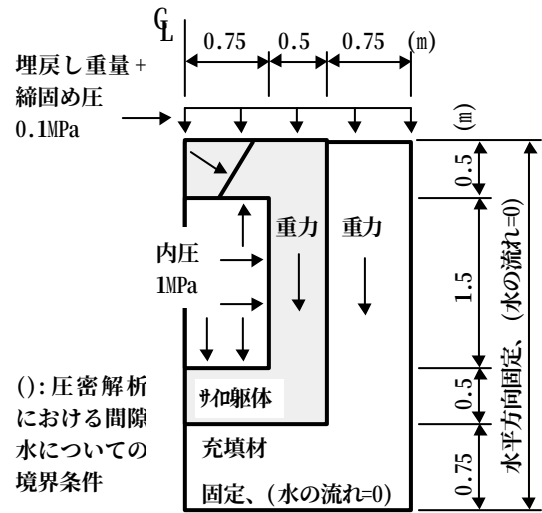


図-2 荷重および境界条件

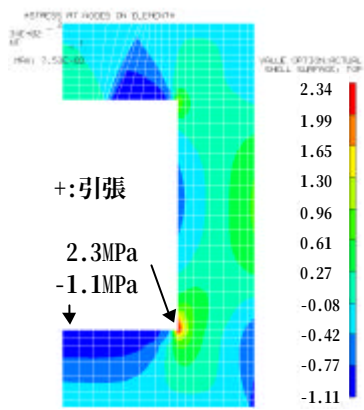


図-3 鉛直方向応力(MPa)

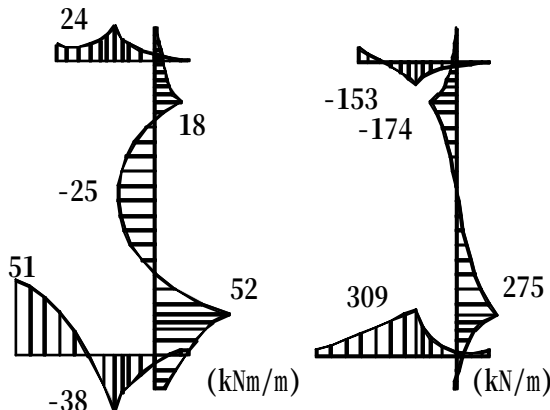


図-4 換算断面力(左:曲げモーメント、右:せん断力)

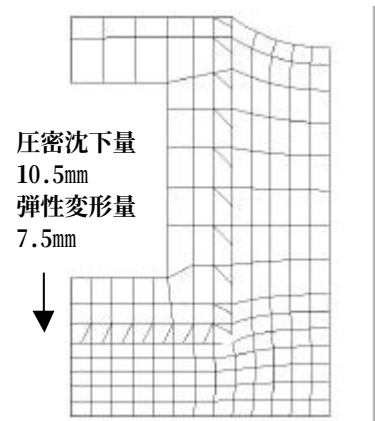


図-5 充填材の圧密沈下

6.設計および仕様の妥当性の検討

図-4 の断面力を用いて、コンクリートサイロについての配筋計算を行った結果を示す。図-3 に示した応力が許容応力に比べて小さいため、表-3 の配筋はほとんどコンクリート構造として考えられる最小鉄筋量となっている。サイロの沈下量は充填材厚さの 2%以内で、試験に与える影響は無視し得るものと考えられる。

表-3 サイロの配筋(15cmピッチ)

部位	半径方向		円周方向	
	内側	外側	内側	外側
底版	D13	D13	D16	D16
側壁	D19	D19	D16	D13
頂版	D13	D13	D10	D10

7.まとめ

コンクリートサイロ躯体は試験内圧に対して、コンクリート構造としてのほぼ最小鉄筋量で安全であることが分かった。充填材の、サイロなどの上載荷重による沈下量は試験に影響がないことが分かった。