

天然ガス高圧貯蔵技術開発における実証試験中の周辺間隙水圧の検討

株式会社大林組 正会員○栗原 雄二
 株式会社大林組 正会員 武内 邦文
 清水建設株式会社 正会員 奥野 哲夫

社団法人日本ガス協会 正会員 小松原 徹
 株式会社大林組 正会員 中岡 健一

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」(ANGAS: Advanced Natural Gas Storage)を実施してきた。天然ガス高圧貯蔵施設では、運用時において地下水圧は貯槽内部の運用ガス圧で支えられるが、点検等の必要性から圧力を解放する場合は、気密材(気密性確保のため貯蔵空洞内側に設置される鋼板)に過大な外水圧が作用すると気密材が損傷する可能性がある。このため気密材に作用する外水圧を低減させるため、貯蔵空洞周辺には排水システムが設置される。実証試験においても実機を想定した排水システムとして、図-1に示すような排水パイプを設置し、貯槽周辺の間隙水圧を測定した。本稿では、排水システムの設計に用いた事前解析結果及び一部試験結果を踏まえた事後解析結果を実証試験での間隙水圧測定結果と比較し、その差異から排水システムの設計手法の妥当性について報告する。

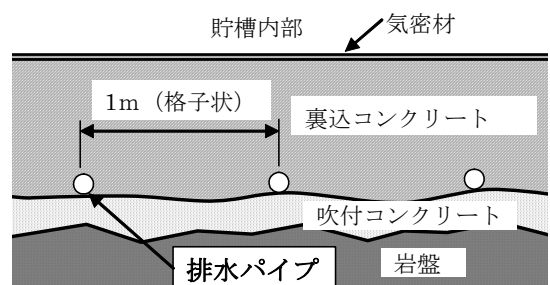


図-1 排水システムの概念

2. 事前解析

排水システムの設計に当たって、気密材に作用する外水圧を算定するための事前解析を行った。解析は飽和定常の2次元FEM解析とし、岩盤及び裏込コンクリートの透水係数は $1E-8m/s$ とした。解析結果として、実証試験での測定位置に対応する間隙水圧(水頭)は、裏込コンクリート内で $0\sim 1.3m$ となった(図-2参照)。なお、貯槽下部の岩盤内(設置深度4m)の水頭は86m、排水パイプ内への湧水量は $1.9L/min$ となっている。

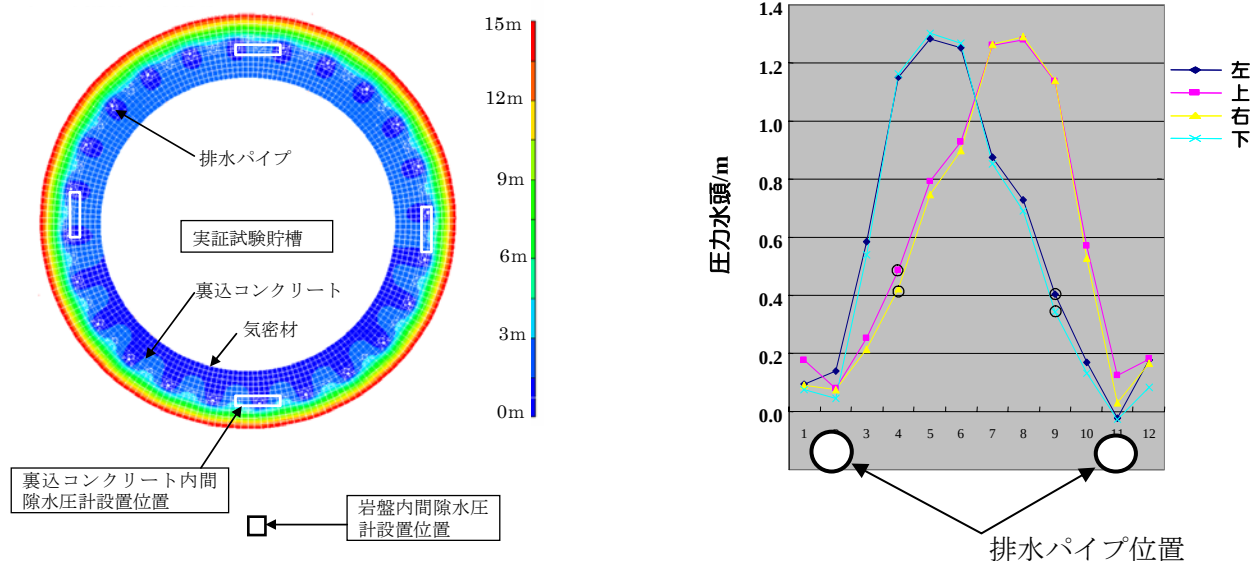


図-2 事前解析での裏込コンクリート内の水圧

キーワード 地下空洞, 天然ガス高圧貯蔵, 実証試験, 間隙水圧, 排水システム

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組原子力本部原子力環境技術部 TEL 03-5769-1309

3. 実証実験での測定結果

実証試験における気密試験時の間隙水圧測定結果を図-3 に示す。センサーの特性および初期値を考慮すると、非加圧時の裏込コンクリート内の水頭は0～1m以下と事前解析と同等であり、気密材に作用する外水圧は設計において適切に予測されていたと言える。ただし、岩盤内の水頭は設置深度4mにおいて非加圧時に約7mと事前解析結果よりかなり小さな値となった。また、実際の排水量は約3L/minと、事前解析とほぼ同等であった。

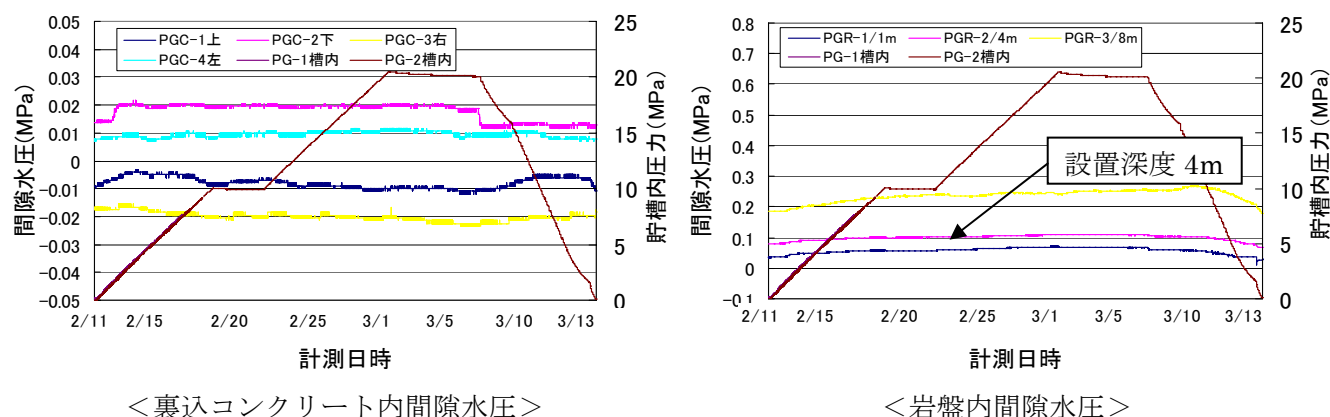


図-3 実証試験（気密試験）における間隙水圧測定結果

4. 事後解析

事後解析では周辺岩盤の水理場の再現も視野に入れ4ケースの解析を実施した。裏込コンクリートの透水係数については実証試験で得られたコンクリートのひび割れデータに基づいて設定した。また、岩盤の透水係数、掘削影響領域（透水係数100倍）の有無、境界条件の影響も考慮した。事前解析および測定結果を含め、解析条件と解析結果を表-1に示す。裏込コンクリート内の水圧（≒気密材に作用する圧力）に対してはコンクリートの透水係数が支配的であり、湧水量に対しては岩盤の透水係数が支配的である。岩盤内の水圧については、事前解析より測定結果に近づいたが、依然として差異が見られる。この原因としては、実証試験場所が既存鉱山に位置することから、周辺の間隙水圧が既に低下していたことが考えられる。

表-1 解析結果と測定結果の比較

項目	解析条件				解析結果		
	岩盤透水係数	掘削影響領域	コンクリート透水係数	下部境界	コンクリート内水圧	岩盤内水圧	湧水量
	m/s		m/s		m	m	L/min
計測値	—	—	3E-5	—	0～1	7	3
事前解析	1E-8	無	1E-8	圧力固定	0～1.3	86	1.9
事後解析	① 1E-8	無	1E-8	不透水	0～1.3	57	1.3
	② 1E-5	無	3E-5	不透水	≒0	56	16.5
	③ 1E-8	有	3E-5	不透水	≒0	41	1.7
	④ 1E-5	有	3E-5	不透水	≒0	41	17.8

5. まとめ

気密材へ作用する水圧は現状の設計手法で適切に予測が可能である。ただし、コンクリートの透水係数に左右されることから、設計におけるコンクリートのひび割れ予測が重要である。また、排水量の予測や周辺環境に対する水理的影響を適切に予測するためには、事前の水理地質調査が重要である。

謝辞：本技術開発内容は、東京瓦斯(株)、大阪瓦斯(株)、東邦瓦斯(株)、西部瓦斯(株)、北海道瓦斯(株)、帝国石油(株)、ならびに天然ガス高圧貯蔵技術開発共同企業体(清水建設(株)、(株)大林組、大成建設(株)、(株)IHI、三井造船(株)、三菱重工業(株))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：社団法人日本ガス協会；次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発平成19年度事業報告書，ppⅡ-2.7-130-Ⅱ-2.7-154，2008