

# 国家石油ガス備蓄基地建設時における水封機能評価・管理の事例 -波方基地プロパン貯槽工事-

大成建設(株) 正会員 下茂 道人 正会員 文村 賢一 正会員○堀田 渉  
(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 正会員 前島 俊雄 大久保 秀一

## 1. はじめに

波方基地プロパン貯槽工事は、愛媛県今治市周辺に分布する新鮮な花崗岩類の岩盤中に、地下水の流入により LP ガスの液密性・気密性を確保する水封式地下岩盤貯蔵方式による貯槽空洞（幅 26m×30m×485m×2 列，図-1）を建設するものである。通常のトンネルや地下空洞工事と異なり，水封式岩盤貯蔵の建設では，施工中における地下水保持（空洞周辺に不飽和部を発生させない）が重要であるため，掘削に際しては，間隙水圧（図-2）などの計測データの分析に基づいて将来を予測しながら必要な対策（水封強化，グラウチング等）の実施・効果確認を繰り返し実施する情報化施工を行った。本報では，波方基地プロパン貯槽建設時に実施した水封機能保持を目的とした地下水情報化施工の概要と実績について述べる。

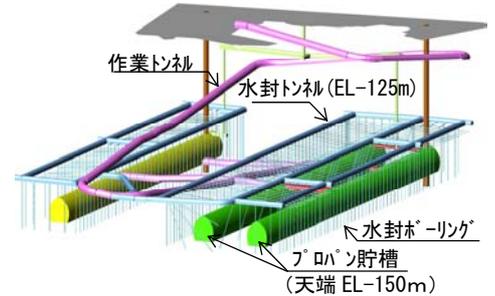


図-1 波方基地鳥瞰図

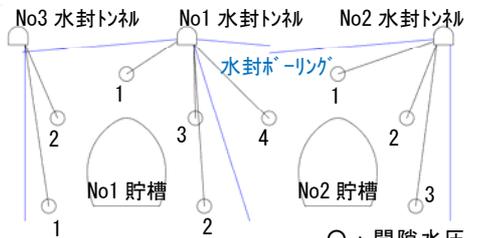


図-2 貯槽周辺間隙水圧配置(全 10 断面)

## 2. 貯槽建設時における地下水情報化施工の概要

貯槽建設時における地下水情報化施工フローを図-3に示す。貯槽掘削開始前に実施した水封機能効果確認試験結果<sup>1)</sup>の他，導坑，アーチ，ベンチの各掘削段階において得られた地質情報，地下水位，間隙水圧，貯槽湧水量，水封水供給量の計測結果及びグラウチングデータ（1次孔，チェック孔のルジオンテスト結果など）をもとに，水理地質モデル（図-4）を逐次更新し<sup>2)</sup>，三次元地下水流動解析により貯槽掘削～完了，気密試験および操業段階における貯槽周辺の地下水挙動予測を行い，水封機能保持のための対策の選定や実施した対策の妥当性を，各掘削段階で繰り返し確認しながら施工を進めた。

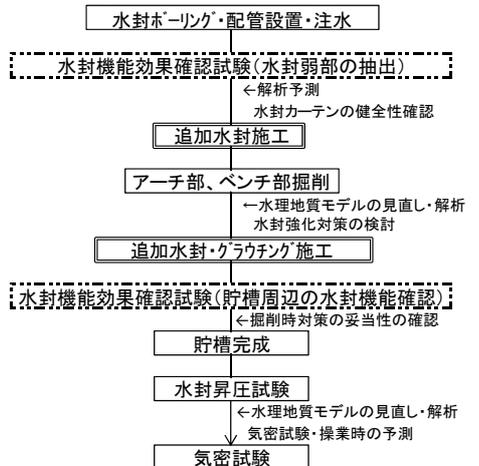


図-3 地下水情報化施工フロー

## 3. 地下水情報化施工の実績

### (1) 貯槽間隙水圧の評価と対策の事例

プロパン貯槽は並設する 2 貯槽を同時に掘削したため，掘削による影響の大きい両貯槽間の岩盤内の間隙水圧保持が水封機能上の課題の一つであった。貯槽南側の計測断面 AA 断面(TD55)においては，間隙水圧計 P1A-3 の計測値が，ベンチ掘削の時点から他断面の同位置の計測値と比較して低い値が得られた。水理地質モデルによる再現解析の結果，注水ボーリングの不足，及び粘土介在割れ目 (F-6, ④) による水平水封ボーリングからの供給の遮断が要因と考えられた (図-5)。そこで，ベンチ掘削の段階で，粘土介在割れ目の下盤に対する水封強化を目的に，AA 断面付近の貯槽間に 10m ピッチで 6 本の追加注水ボーリング(当初設計 50m ピッチ)を実施した (図-5)。その結果，P1A-3 の間隙水圧は 4m 程度回復し (図-6)，その後のベンチ掘削においても計測器設置深

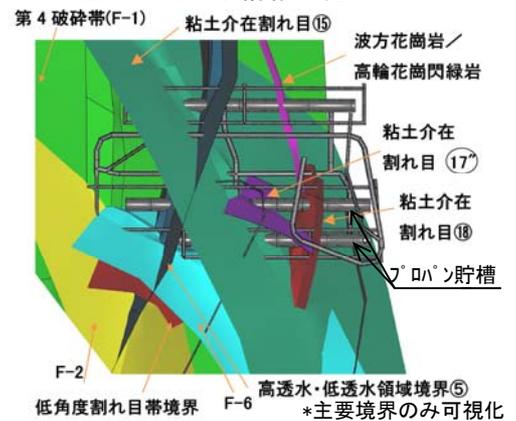


図-4 三次元水理地質モデルに反映した水理地質境界

キーワード LPG 岩盤貯槽，水封式地下備蓄方式，水封機能，水理地質モデル

連絡先 〒794-0063 愛媛県今治市片山町 1-3-28-2F 波方基地プロパン貯槽工事作業所 TEL 0898-55-8640

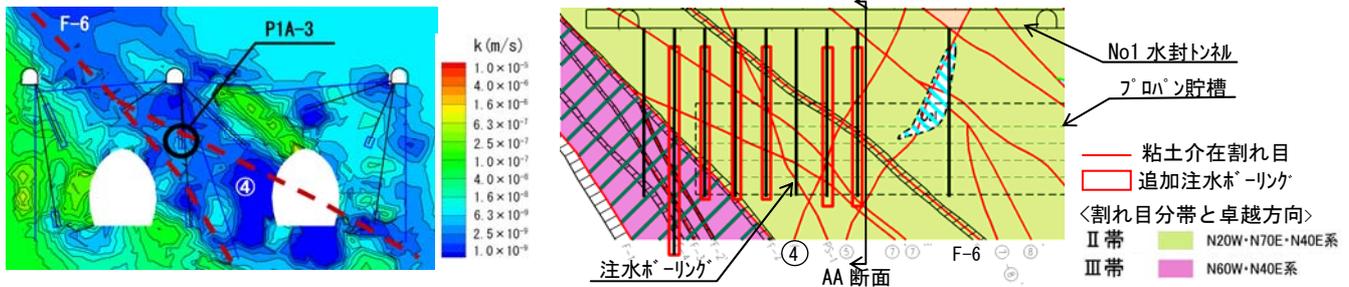


図-5 AA断面透水係数分布及び追加注水ボーリング配置図 (No1水封トンネル縦断)

度+10m以上の間隙水圧を保持した。さらに、掘削完了直後、No.1貯槽よりF-6上盤にポストグラウトを実施した結果、約9mの間隙水圧の回復がみられた(図-7)。貯槽間の他の計測断面においても同様の検討を実施し、追加注水ボーリングやグラウチングを施工することで、不飽和部を発生させることなく空洞掘削を完了した。

(2) 貯槽湧水量の予測とグラウト計画への反映

完成時の貯槽湧水量は設計湧水量以下とする必要がある。そこで、各施工段階で更新した水理地質モデルを用いて三次元地下水流動解析による最終湧水量予測を行いながら(図-8)、湧水量低減に必要なグラウチング(プレ・ポスト)を計画・実施した。湧水量が最大となる水封昇圧試験(水封水圧1.25MPa)結果は、事前解析の予測値719l/minに対して716l/minであり設計湧水量800L/min(48m<sup>3</sup>/h)以下の値となった。一方、グラウチングを実施しない場合(アーチグラウトを除く)の予測値は876l/minであり、止水対策の効果が確認された(図-8)。水封昇圧前後の区間湧水量は、図-9に示すように解析結果と計測値の整合性が高く、地下水情報化施工に用いた三次元水理地質モデルが、貯槽周辺の透水不均質性を良好に表現していることを確認した。

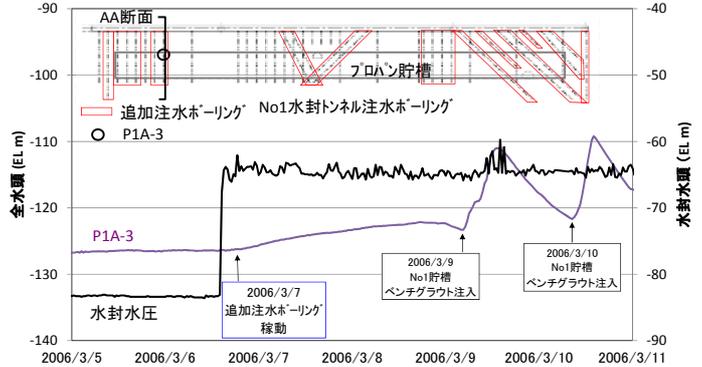


図-6 P1A-3 間隙水圧経時変化図

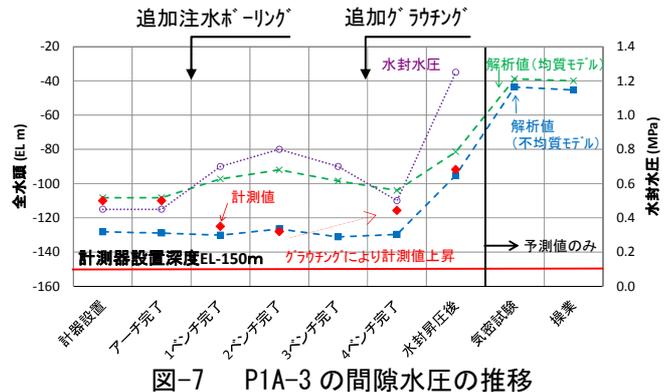


図-7 P1A-3 の間隙水圧の推移

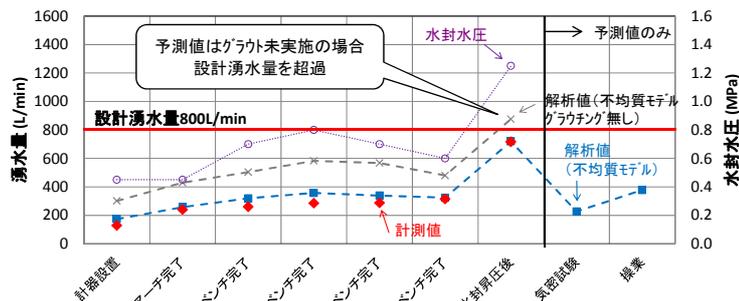


図-8 貯槽湧水量の推移

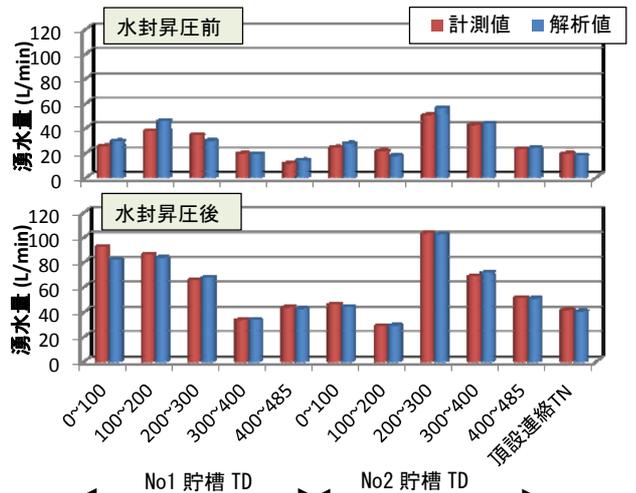


図-9 水封昇圧前後の貯槽区間湧水量変化

4. まとめ

波方基地プロパン貯槽の建設時において、水封機能保持のための地下水情報化施工を行った。各掘削段階で得られる地下水データや地質情報をもとに三次元水理地質モデルを見直し、水封強化対策を計画・実施した結果、貯槽周辺岩盤内の間隙水圧を保持しつつ湧水量の設計条件を満足する貯槽の完成に至った。

参考文献

- 1) 下茂道人, 真下秀明, 前島俊雄, 山本浩志, 青木謙治: “水封ボーリングを用いたLPG貯蔵空洞周辺の水封機能確認方法”, 第37回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, PP.55-60, 2008.
- 2) 下茂道人, 堀田渉, 下野正人, 前島俊雄, 山本浩志, 青木謙治: “主要割れ目を反映した3次元水理地質構造モデルによるLPG貯槽周辺の地下水挙動解析”, 第38回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, PP.208-213, 2009.