

大深度立坑における止水グラウト排水用の超高揚程ポンプの開発

大成・大林・三井住友特定建設工事共同企業体	正会員	○中澤 慶介
(国研) 日本原子力研究開発機構	非会員	須藤 正大
大成・大林・三井住友特定建設工事共同企業体	正会員	白瀬 光泰
大成・大林・三井住友特定建設工事共同企業体	正会員	名合 牧人
大成建設株式会社	正会員	押野 善之

1.はじめに

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構は、幌延深地層研究計画地下研究施設整備(第Ⅱ期)等事業の一環として、北海道天塩郡幌延町において平成23年2月から平成26年6月まで地下施設建設工事を実施し、平成30年度まで施設の維持管理及び研究事業を遂行中である。本稿では、施設建設工事におけるグラウト注入作業時に発生する比重の大きいグラウト排水について、地下250mから地上への直接排水を実現した超高揚程ポンプを開発したので報告する。

2.地下施設整備事業におけるグラウト注入工事

地下施設は、3本の立坑と水平坑道から構成される。地質としては、新第三紀の堆積泥岩である声間層及び稚内層であり、水平の調査坑道掘削深度にあたる地下250mから地下350m付近には声間層と稚内層の地層境界及びその下層に位置する漸移帯が分布している(図1)。地上からの調査ボーリングにより、声間層や稚内層の岩盤基質部分は、透水係数にして 10^{-9}m/s 以下の低透水性であるものの、漸移帯中に発達した割れ目帯や断層部分では 10^{-6}m/s 程度の周辺に比べ相対的に高滞水領域部分も確認されていた。これら高滞水性領域に対して止水対策を施さずに掘削工事を進めた場合、深度300m以深では、地下施設内への湧水量が1日あたり約 $3,000\text{m}^3$ を超え、排水処理設備の能力を超えることが予想された¹⁾ため、止水対策として地下350mまでの掘削工事に先立ち、高水圧下でのグラウト注入を地下250m坑道から地下350mに向け実施した(図2)。

3.グラウト排水方法の課題

各深度で発生した坑内湧水は、約70m深度毎に設けた東立坑のポンプ座の中継タンクに集約し、一つ上のポンプ座まで揚水し、地上で処理をしている(図3)。

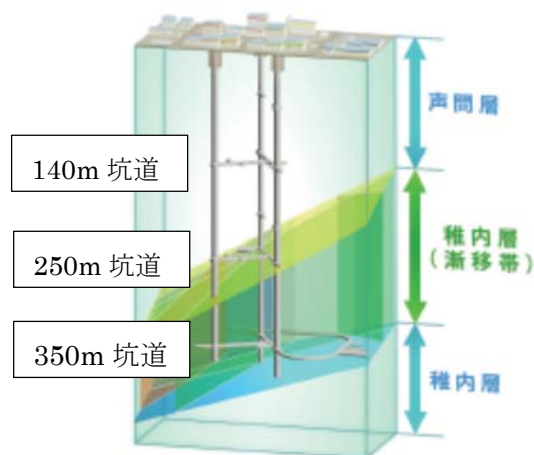


図1 幌延深地層研究センター鳥瞰図

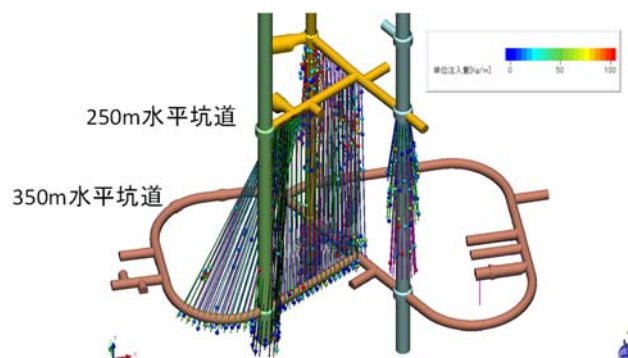


図2 グラウト注入図

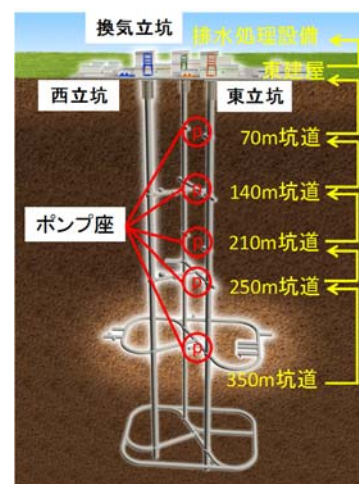


図3 坑内湧水排水経路図

立坑、グラウト、排水、高揚程ポンプ

連絡先 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432-2 大成建設株式会社 TEL 01632-5-2080

この坑内湧水の排水ルートにグラウト排水を混ぜて排水すると、排水にセメント分を含むため、週1回程度の中継タンクの清掃、研り作業及びガラ搬出が必要となる。また、水中ポンプの整備頻度が増加し、多大な費用、労力を要すことに加え、狭隘な箇所での研り作業等を伴うため、事故・災害のリスクも考えられた。

4. 超高揚程ポンプを用いたグラウト排水方法の検討

地下250mから地上までのグラウト排水について、安全性、経済性及び工程短縮等の観点から、これまで実施していた研り作業、清掃作業等を省略するため、排水用の中継タンクを介さず揚水可能な超高揚程ポンプの開発を検討した。使用する候補のポンプとして、高压での移送が可能であり汎用品であるグラウトポンプ（プランジャポンプ）を選定した。このポンプは、容積式ポンプの一種であり、杭上のパーツ（作動子）の上下動により物体の移送を行うもので、プランジャで物理的に流体を押すため、高压移送が可能であり、回転部に流体が接しないため、グラウト排水に含まれているセメントの固結による動作不良が比較的少ないと考えられた。しかし、地下250mからの地上まで直接排水を行うと、配管内に発生する圧力約2.5MPa（立坑250m相当圧力）によりグラウトポンプの逆止弁が開かなくなる可能性があり、検討課題となった。

5. 超高揚程ポンプの開発（逆止弁の選定及び改良）

ポンプ運転直後、配管内に発生する圧力による逆止弁の開閉動作不良改善のため、圧力を逃がす配管ルート新たに設置する改良を実施した（図4）。本改良により、ポンプ始動時の配管内圧力を下げることが可能とした。

また、逆止弁の型として、鉄球を用いた逆止弁を選定した。これは、坑内坑道吹付け時のグラスファイバーが排水内に混入するため、スイング式の逆止弁では、動作不良が多発していたためである（図5）。本逆止弁を採用することにより、容易に解体可能となり、逆止弁、ポンプ清掃時間を約30%短縮可能となり、全体では各ポンプ座の清掃時間等を週1回から月1回へと約75%短縮、研り作業、ガラ搬出に伴う揚重作業を無くすることが可能となった。

6. まとめ

比重の大きいグラウト排水について、地下250mから地上への直接排水を実現する超高揚程ポンプの開発を行った。本開発により、坑内湧水とグラウト排水

の分離を行うことを可能にしたことにより、各ポンプ座の中継タンクの研り作業等の頻度を低減し、省コスト及び安全性の向上を達成した。

今後、大深度立坑を施工する際に、今回開発した超高揚程ポンプを坑内排水に適用することにより、ポンプ座（径4m×L=20m）の施工を不要にするなど、更なるコストダウンが期待される。

参考文献

- 1) 鈴木弘, 進藤彰久, 南出賢司, 本島貴之, 幌延深地層研究計画地下研究施設整備（第Ⅱ期）等事業におけるグラウト工事結果の概要

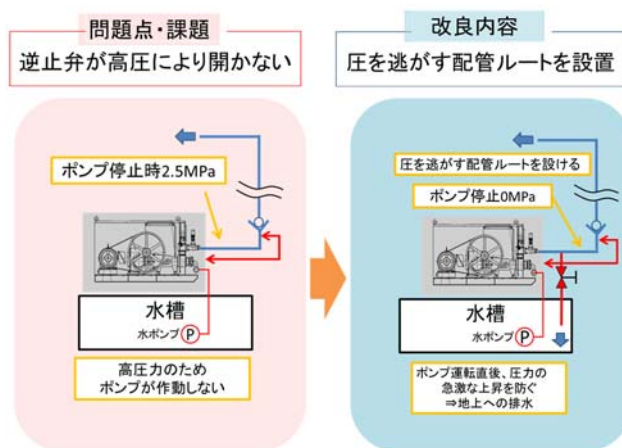


図4 逆止弁の改良図



図5 鉄球を用いた逆止弁