

## 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

日本原子力研究開発機構 鈴木 弘

大成建設（株） 正会員 進藤 彰久，正会員 ○南出 賢司，正会員 本島 貴之

### 1. はじめに

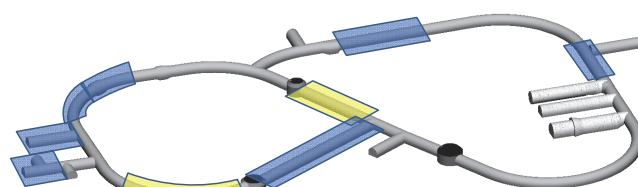
日本原子力研究開発機構は幌延深地層研究計画地下研究施設整備（第Ⅱ期）等事業の一環として、平成23年2月から平成26年6月まで地下施設建設工事を実施し、平成30年度まで施設の維持管理および研究事業を遂行中である。この施設建設工事に含まれるグラウト工事の実施内容および結果の概要について報告する。

### 2. 地下施設整備事業におけるグラウト工事

幌延深地層研究センターは北海道天塩郡幌延町に建設された3本の立坑と水平坑道からなる施設であり、地質としては新第三紀の堆積泥岩である声問層および稚内層が分布している。水平の調査坑道掘削深度にあたるGL.-250mからGL.-350m付近(図-1参照)には声問層と稚内層の地層境界およびその下層に位置する漸移帯が分布している。声問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程度の比較的高透水性の部分も確認されていた。これらの高透水性の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、事前検討の解析条件によっては、深度300m以深では施設内への湧水量が1日あたり約3,000 $\text{m}^3$ を超えることが予想されていた(図-2参照)。そのため止水対策として掘削工事に先立って高水圧下でのグラウト工事を実施した。

#### ・改良範囲：改良

範囲を図-3および図-4に示す。地下施設周辺での事前ボーリング調査等から断層の出現位置を予測し、断層と立坑および水平坑道が交差する箇所を改良範囲として事前に設定している。また、坑道建設工事に伴って蓄積した地質や施工情報に基づいて情報化施工の一環



■：水平坑道からの注入エリア  
■：立坑から注入エリア

図-4 グラウト改良範囲(350m 水平坑道)

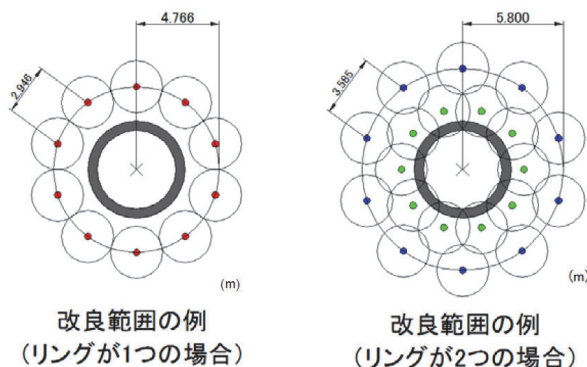


図-5 グラウト孔配置断面図(立坑)(澤田ほか<sup>1)</sup>より引用)

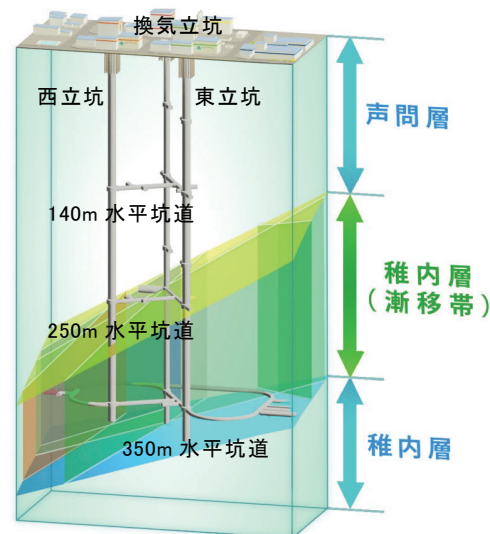


図-1 幌延深地層研究センター鳥瞰図

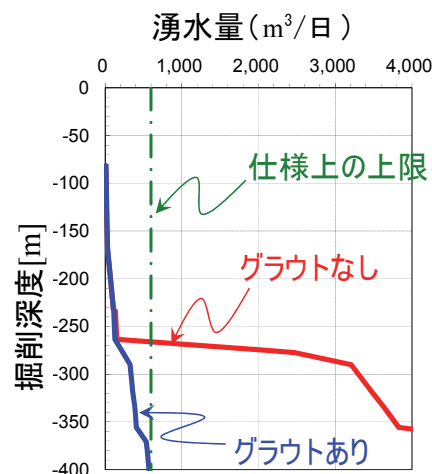


図-2 湧水量の事前予測結果

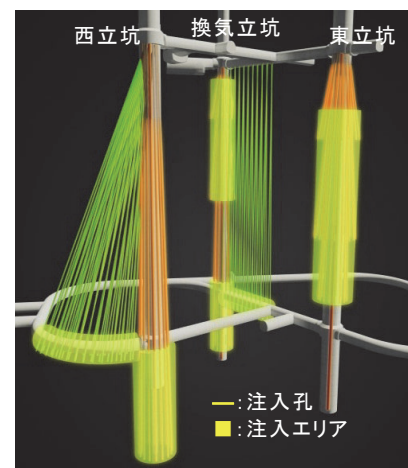


図-3 グラウト改良範囲(立坑)

キーワード：グラウト，湧水，泥岩，低透水性，ルジオン

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 TEL01632-5-2080

として新たに設定した改良範囲も一部存在した。

・**孔配置例**：図-5には立坑の場合のボーリング孔の孔配置および改良範囲断面の例を示す<sup>1)</sup>。孔配置の基本として、ボーリング孔周りの改良範囲を1.5mと設定し、全深度にわたって改良範囲がリング

状に形成されるように孔の配置および削孔角度の設定を行った。

・**注入材料**：グラウトに使用した注入材料を表-1に示す。微細な割れ目を対象とした超微粒子型注入材と、比較的開口が大きく透水性の高い割れ目を対象としたコロイド系の材料を使用した。

・**配合**：表-2に注入時のグラウト配合表を示す。通常のグラウト工事での開始配合（セメント：水＝1:10）よりも薄い配合（セメント：水＝1:20）から注入することで微細な割れ目中にもグラウト成分が行き渡ることを目指し、さらに目詰まり等の原因となる配合切替時の急激な濃度変化を避けるため、ケース進行に伴う増加セメント量がほぼ一定となるよう設定した。

・**施工手順**：グラウト工の施工手順を図-6に示す。本工事では、基本長（ステージ長）を5mとし、基本長の削孔ごとにグラウトを行うステージ工法を採用した。ただし、削孔途中でガスや地下水の噴発があった場合には即座に注入に移行するショートステージ工法も併用している。なお、事前の解析検討結果を踏まえ、施工上の透水性の改良目標は0.1ルジオン（透水係数約 $1.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ に相当）と設定した。

### 3. グラウト工事の結果概要

立坑および水平坑道を対象に実施したグラウト工の数量は、総注入孔数が約3,000孔、掘削総延長が約140,000mであった。改良結果として、全注入孔の全ステージにて1ルジオン以下、全ステージの96%で0.1ルジオン以下を達成した。地下坑道内への湧水量は、建設工事竣工時点において、事前予測結果（グラウトなし）の約 $3,000 \text{m}^3/\text{日}$ および事前予測結果（グラウトあり）の約 $600 \text{m}^3/\text{日}$ （図-2参照）を大幅に下回る約 $100 \text{m}^3/\text{日}$ を達成した。

### 4. まとめ

グラウト工事の結果、改良結果として全ステージの96%で目標の0.1ルジオン以下を達成し、坑道内への湧水量は $100 \text{m}^3/\text{日}$ と事前解析結果を下回ることができ、立坑深度GL-380m、水平坑道合計延長約1,000mの掘削工事を完了することができた。今後は、グラウト施工効果について、坑内湧水量を引き続き監視していくこと、および別途繰返し実施しているグラウト改良範囲での透水試験の結果から経時特性を把握していく。

**参考文献**：1) 澤田ほか：幌延深地層研究計画地下施設建設におけるプレグラウチングの注入実績データ集-換気立坑のプレグラウチング結果-、JAEA-Data/Code 2013-018, 2013。

表-1 グラウト使用材料

| 材料               | 名称<br>(製品名)      | 平均粒径<br>( $\mu\text{m}$ ) | 比重<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 分散剤                       |
|------------------|------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 早期硬化型<br>超微粒子注入材 | 日鐵スーパー<br>ファインX3 | 4.3                       | 2.99                             | マイティ150(高性能<br>減水剤)プレミックス |
| 超微粒子注入材          | 日鐵スーパー<br>ファイン   | 2.8                       | 2.80                             | マイティ150                   |
| コロイド注入材          | 日鐵コロイド           | 8.0                       | 3.02                             | マイティ150                   |

表-2 グラウト配合

| 配合ケース | 比率<br>C:W | 25L練上げ    |       |
|-------|-----------|-----------|-------|
|       |           | セメント量(kg) | 水(kg) |
| 1     | 1:20      | 1.23      | 24.59 |
| 2     | 1:10      | 2.42      | 24.16 |
| 3     | 1:6.62    | 3.6       | 23.80 |
| 4     | 1:4.9     | 4.78      | 23.40 |
| 5     | 1:3.86    | 5.96      | 23.01 |
| 6     | 1:3.17    | 7.14      | 22.62 |
| 7     | 1:2.67    | 8.32      | 22.22 |
| 8     | 1:2.3     | 9.49      | 21.83 |
| 9     | 1:2       | 10.71     | 21.42 |
| 10    | 1:1       | 18.74     | 18.74 |
| 11    | 1:0.8     | 22.04     | 17.63 |

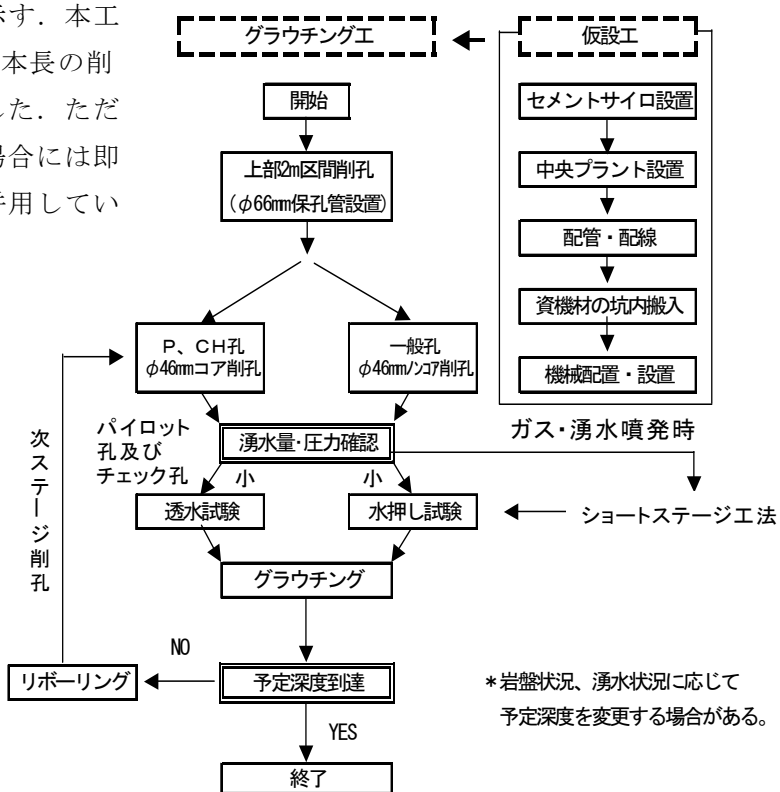


図-6 グラウト施工手順

\* 岩盤状況、湧水状況に応じて  
予定深度を変更する場合がある。