

堆積軟岩を対象としたプレグラウト施工範囲の調査方法に関する研究

(独)日本原子力研究開発機構 正会員 ○澤田 純之

(独)日本原子力研究開発機構 非会員 熊谷 誓也

(独)日本原子力研究開発機構 非会員 常盤 哲也

大成建設(株) 正会員 南出 賢司

1. 目的

(独)日本原子力研究開発機構は、北海道幌延町において堆積軟岩を対象に地下研究施設(図-1参照)を建設している。立坑などの地下施設建設において、掘削箇所の地質状況や湧水の有無を把握することは、安全に工事を進めるためにも極めて重要である。しかしながら、堆積軟岩を対象としたプレグラウト工に関する知見は、未だ十分に得られていないのが現状である。本論文では、地上より実施した換気立坑先行ボーリング(以下、PB-V01孔)の調査結果と、湧水抑制対策工として換気立坑の250mより実施したプレグラウト工のパイロットボーリング(以下、P孔)の施工実績から、堆積軟岩を対象としたプレグラウト注入必要箇所の調査および予測方法に関する検討を行ったものである。

2. 地質(地域)概説

地下研究施設建設位置周辺には新第三系～第四系の堆積軟岩が分布しており、下位より稚内層、声間層、勇知層、および更別層が分布している(図-2)。地下施設建設位置においては、東立坑および換気立坑で深度約250mまで珪藻質泥岩からなる声間層が、それ以深は珪質泥岩からなる稚内層が分布している。また、声間層の割れ目は連続性・連結性に乏しく水みちとして機能していない(多孔質媒体)のに対して、稚内層の割れ目は連続性・連結性を有し、割れ目が主要な水みちとして機能している(亀裂性媒体)ことが示されている¹⁾。なお、グラウト施工対象域は亀裂性媒体の稚内層である。

3. 換気立坑先行ボーリング孔(PB-V01孔)の調査結果

PB-V01孔は、平成19年10月から平成20年3月にかけて実施された調査ボーリング孔^{2),3),4)}である。PB-V01孔の位置は、換気立坑の中心より平面距離約16.7m(東方向7.0m,北方向15.5m)にあり、深度520mまで鉛直に削孔されている。本孔の主な調査項目は、コア観察や流体電気伝導度検層(FEC検層)などである。FEC検層は、孔内水の水質の変化する位置を電気伝導度の変化から捉える手法であり、流体の流出入箇所(FP: Flow Point)の位置の把握に有効な調査手法である。図-3左には、調査結果を示している。PB-V01孔のコア観察結果より、深度250~290m, 320m, 350~380m付近に割れ目頻度の高い箇所が確認されており、割れ目の発達箇所であることが示された。また、これらの割れ目には深度320mを除き、断層岩(断層ガウジや断層角礫)が認められている。また、FEC検層の結果より、これらの割れ目が発達する箇所においてFPの存在が確認された。以上の結果より、連続性

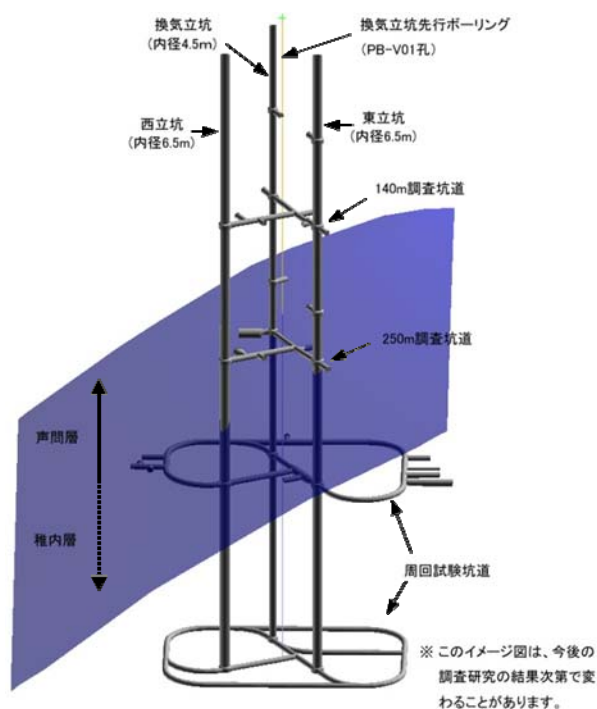


図-1 地下研究施設のイメージ図

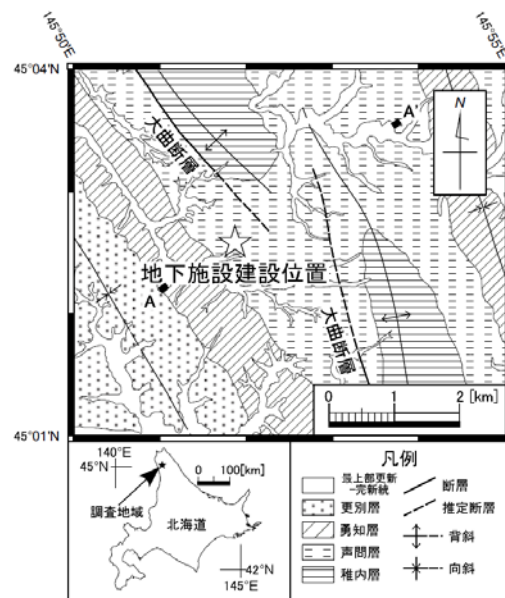


図-2 地下施設建設位置および周辺の地質概要

キーワード 立坑, 堆積軟岩, ボーリング調査, プレグラウト

連絡先 〒098-3207 北海道天塩郡幌延町北進432番2 幌延深地層研究センター TEL: 01632-5-2022

が高い断層岩を伴う割れ目であり、FP として確認された深度を包含する領域を改良予定域と設定し、深度 254~307m と 342~375m を改良予定域とした。

4. プレグラウト施工時におけるパイロットボーリング孔 (P 孔) の結果

プレグラウト工は、前述のグラウト注入領域を対象に施工することとし、安全に施工を実施する観点から、他のグラウト孔の施工に先行して P 孔を実施している。施工は、1 孔の削孔長が約 130m、1 ステージの基本長を 5.0 m としたショートステージ工法で実施した。

図-3 右には、P 孔の施工実績を示している。施工実績より、10 L/min 以上の湧水が発生した箇所は 8 箇所あり、最大で 50 L/min の湧水が確認された。これに対し、セメント材料の単位注入量が 1,000kg/m を超えた箇所は、深度 265.4 ~265.9m、277.4~282.0m、287.4~288.4m、317.4~318.4m、

362.4~364.4m の 5 箇所であった。この注入箇所は概ね湧水量の多い箇所と一致している。なお、湧水は遊離ガスを伴っており、箇所によってそれらが急激に噴出する噴発が確認された。深度 362.4~364.4m では、グラウト注入後のリボーリング時に同一ステージで噴発が繰り返し確認され、8 度の注入を実施した。

5. PB-V01 孔およびパイロットボーリングの比較

図-3 より、PB-V01 孔の調査結果および P 孔の実績を比較すると、多量のグラウト材料を注入した 5 箇所は、深度 317.4~318.4m を除き、PB-V01 孔の調査でプレグラウト工による透水性の改良が必要と判断された範囲内にあった。一方、深度 317.4~318.4m においては、割れ目頻度は高いものの断層岩を伴わないことから、割れ目の連続性が低いと考えられ、割れ目に対する注入の必要性が無いと判断された箇所であったが、本結果より、少なくとも数十 m 程度（換気立坑と換気立坑先行ボーリングの距離）の連続性を有していると考えられる。

本研究では、断層岩を伴い割れ目が発達する箇所は水みちとしての機能を果たしており、グラウト施工対象と設定する必要があることが確認できた。また、断層岩を伴わない場合でも、割れ目が発達している箇所は数十mの連続性を有し、水みちとしての機能を果たしていると考えられ、本箇所についてもグラウト施工対象と設定する必要があることが明らかとなった。

6. まとめ

本研究では、稚内層を事例として、亀裂性媒体としての特徴を持つ堆積軟岩のプレグラウト工による施工範囲の設定方法に関する検討を実施した。その結果、事前の調査結果により、1) 断層岩を伴う割れ目、2) 割れ目頻度が高く、かつ電気伝導度検層による FP が確認された割れ目、を改良範囲の対象とすることでグラウト施工範囲を的確に設定可能であることを示した。

参考文献

- 1) 舟木泰智, 石井英一, 常盤哲也: 新第三紀堆積岩中の割れ目は主要な水みちとなり得るか?, 応用地質, 第 50 巻, 第 4 号, 238-247 頁, 2009.
- 2) 舟木泰智ほか: 幌延深地層研究計画 換気立坑先行ボーリング (PB-V01 孔) 調査報告書 —地質調査—, JAEA-Data/Code 2008-013, 2008.
- 3) 藪内聡ほか: 幌延深地層研究計画 換気立坑先行ボーリング (PB-V01 孔) 調査報告書 —岩盤の水理特性調査—, JAEA-Data/Code 2008-026, 2008.
- 4) 舟木泰智ほか: 幌延深地層研究計画 換気立坑先行ボーリング (PB-V01 孔) 調査報告書 —物理検層—, JAEA-Data/Code 2010-002, 2010.

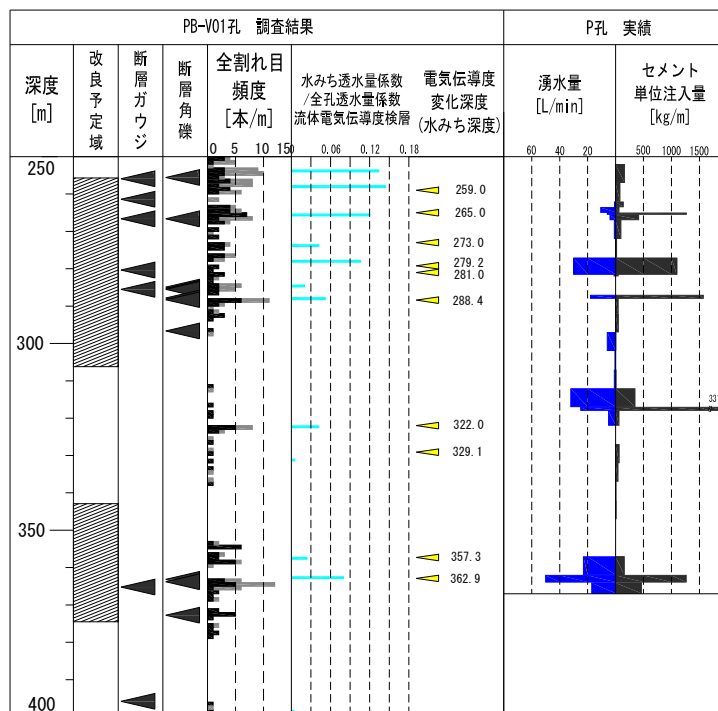


図-3 PB-V01 孔の調査結果および P 孔の施工実績