

模擬岩盤を用いた短区間透水試験に関する基礎的検討

(株) 大林組 正会員 ○中岡 健一、畑 浩二
安藤 賢一、二島 建

1. はじめに

坑道周辺岩盤は、掘削による応力再配分や発破振動により、力学的、水理学的影響を受け、掘削影響領域（以下 EDZ と呼ぶ）が生じるものと考えられる。放射性廃棄物地層処分における天然バリアの性能評価を行うためには EDZ の特徴とその範囲を把握する必要がある。水理学的な観点から EDZ の拡がり进行评估する試験手法の一つとして、筆者らは Mini Multi Packer System（以下、MMPS と呼ぶ）による透水試験が有効と考えている。このシステムはパッカーに挟まれた短い試験区間が並んだもので、通常長時間要する透水試験をそれぞれの区間で独立して実施できるよう開発された。これにより、岩盤の局所的な透水係数の分布を測定し、EDZ を評価できることが期待される。海外では本装置による EDZ の評価の実績があるものの¹⁾、国内ではまだない。そこで、本装置の我が国の岩盤条件に対する有効性を調べることを目的に、人工的な岩塊（以下、模擬岩盤と呼ぶ）を用いた適用性試験を行った。本論文では MMPS の概要と試験結果の概要を報告する。

2. 試験装置の概要

MMPS は図-1 に示すように、長さ 10cm の透水区間と長さ 10cm のパッカーが交互に 5 つ並んだ構造で、端部（図では左端）も試験区間と同じ機能を有する。それぞれの試験区間には注水管と試験区間の圧力を測定するための管が独立して繋がっており、パッカー間 10cm における短区間での独立した透水試験を同時に行える。パッカーも同様に独立した拡張を行うことができる。また、透水区間長を 10cm、30cm、50cm、70cm、90cm の間で任意に選定することも可能である。MMPS の直径は 48mm、長さは 2m である。

3. 模擬岩盤の概要

模擬岩盤は図-2 に示すように、長さ 2.9m、高さおよび幅を 0.8m とし、材料は透水係数を制御するために空隙率を調整したモルタルとした。MMPS 挿入口から奥側の模擬岩盤は、透水係数が我が国の岩盤に相当する $10^{-10} \sim 10^{-8} \text{ m/s}$ となるように配合検討し、挿入口側の模擬岩盤は空隙率を大きくして EDZ 相当の透水係数になることを期待した。モルタルは撒出し、タンパーによる締固めにより打設した。模擬岩盤 と の間は無処理の打継目とし、水みち亀裂をモデル化した。MMPS 挿入用孔は 2 孔とし、孔間の水圧の応答を測定できるようにした。また、模擬岩盤は打設後 40 日間水中養生し、飽和をはかった。

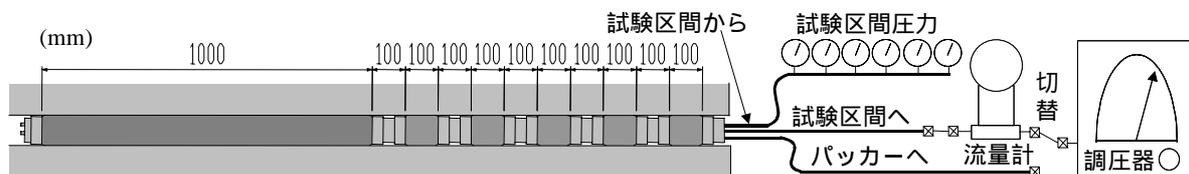


図-1 MMPS の概要

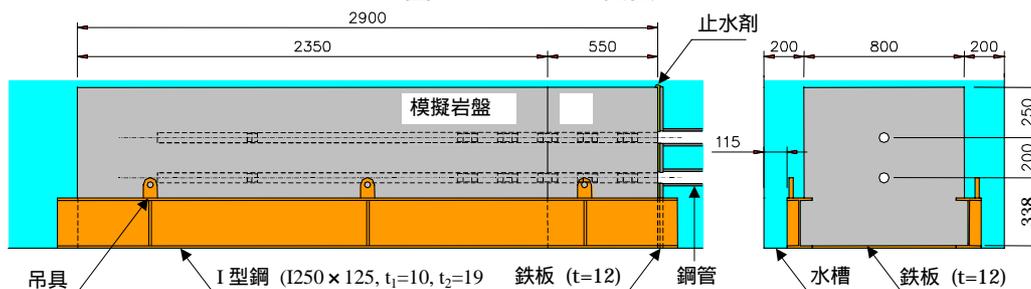


図-2 模擬岩盤の概要

キーワード：短区間透水試験、MMPS、掘削影響領域、EDZ

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林組技術研究所地盤岩盤研究室 TEL:0424-95-0910、FAX:0424-95-0903

4. 試験結果

試験区間の配置を図-3 に、試験結果の一例を図-4 に示す。図には透水係数を求めるための逆解析の結果もあわせて示した。逆解析は透水量係数と比貯留係数を未知数とした非定常井戸解析で、試験結果にフィッティングさせたものである。なお、試験結果は図-3 に示したように P1-3、P1-4 区間を例として示した。

図-4 左のパルス試験では、ピーク圧力で一般的な圧力の降下を示し、3 分程度で圧力はほぼなくなった。同定された透水係数は $2.2 \times 10^{-8} \text{m/s}$ で、設定したモルタルの透水係数の上限値に近い値となった。

図-4 中央は流量を 30 cc/min に固定した定流量試験の結果であり、同定された透水係数 $3.9 \times 10^{-8} \text{m/s}$ はパルス試験の結果に近い値である。ただし、時間の経過とともにわずかに圧力の上昇傾向が見られ、定常状態になるまで長時間を要すると予測されることから、模擬岩盤の一部に不飽和領域が残っている可能性が示唆される。

図-4 右は模擬岩盤 と の打継目部に位置する試験区間 P1-4 の圧力を 0.14MPa に固定した定圧試験の結果である。同定された透水係数は $3.7 \times 10^{-6} \text{m/s}$ と、試験区間 P1-3 の結果に比べて 2 桁高くなっていることから、打継目部に水みちが存在した可能性が示唆される。

5. まとめと今後の課題

今回の試験から、 10^{-8}m/s オーダーの母岩から 10^{-6}m/s の水みちまで広い透水特性を有する岩盤に対して、MMPS は適用できると考える。また、2 つ隔たった試験区間同士の水圧の影響が小さいことを確認しており、例えば P1-1、P1-3、P1-5 の 3 つの試験区間で同時に透水試験が可能となるなど、透水試験を効率化できる可能性を明らかにした。

今後の課題として、実際の岩盤に対する適用性を実証することが望まれる。原位置では、岩盤の透水係数の分布から EDZ の範囲を同定すること、孔間の圧力伝播試験やトレーサ試験などから孔間をつなぐ水みちの位置を同定すること、などの実証が挙げられる。

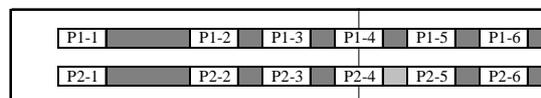


図-3 試験区間の配置

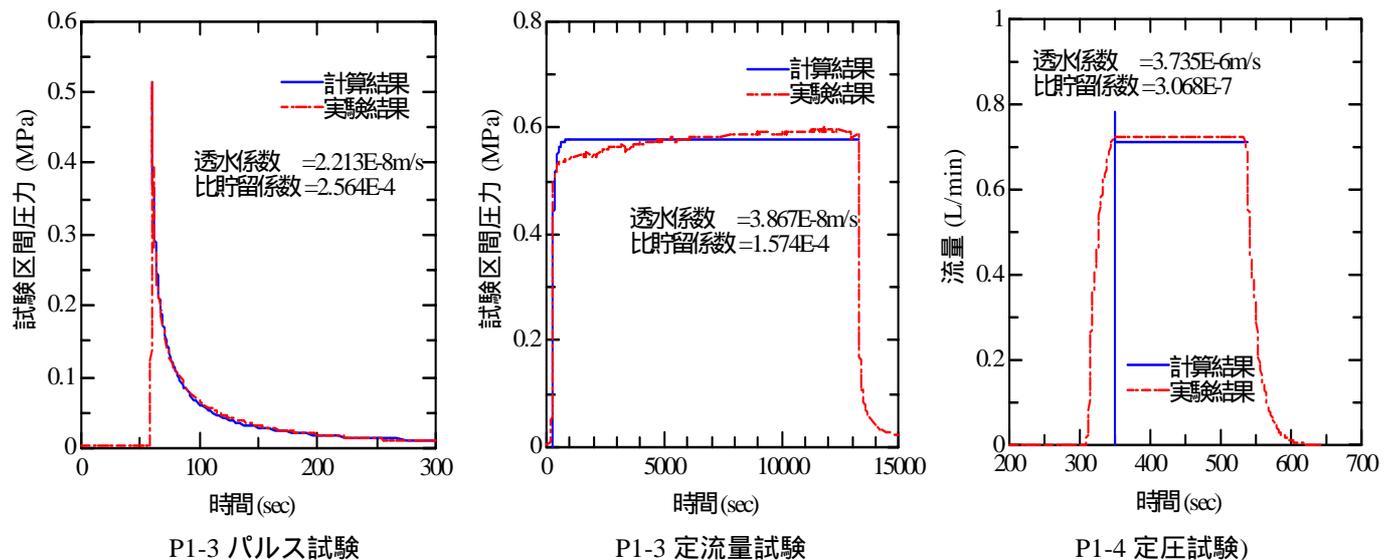


図-4 透水試験結果および逆解析結果

- 1) Thury, M., Bossart, P., Mont Terri Rock Laboratory Results of the Hydrogeological, Geochemical and Geotechnical Experiments Performed in 1996 and 1997.