

## 坑道周辺の掘削影響領域の水理特性把握を目的とした短区間透水試験装置の開発

東京電力(株)	正会員	南 将行	正会員	日比野悦久
東電設計(株)	正会員	谷 智之	正会員	星野吉昇
ハザマ	正会員	今井 久		

## 1. はじめに

放射性廃棄物の地層処分では、処分坑道周辺の掘削影響領域の水理特性並びにその広がりを把握することが安全評価上重要な項目となる。本研究では、坑道周辺の水理特性を詳細に把握するために、短区間透水試験装置を新たに開発し、硬質堆積岩を対象に実証試験を実施した。以下、その適用結果について報告する。

## 2. 開発のねらいと特徴

調査地点の坑道の掘削影響領域は、事前の弾性波探査の結果では2m程度であった。この影響領域の水理特性を詳細に把握するために、測定区間長10cmから透水試験が可能な短区間透水試験装置を開発し、実証試験を行った。開発の目標は、次のとおりである

- ・ 区間長10cm～50cmの短区間での透水試験が可能であること。
- ・  $10^{-2} \sim 10^{-9}$ cm/s オーダーに対応する広範な透水係数の測定が可能であること。
- ・ 移動式であること。

10cmの短区間に所要の圧力をかけて測定を行うためには、この種の試験に多用されているインフレーション方式のパッカーではパッカーゴムの定着長や変形長、口金長で約10cmが必要となりこの区間長に対応できない。このため、本試験装置では、ゴムの塊をプローブ軸方向に圧縮させた際に生ずる半径方向の変形により岩盤との密着を図るメカニカルパッカー方式を採用することで、測定区間長10cmを確保した。パッカーの遮水性についてはアクリルパイプでの性能試験、健岩部での注入状況から確認した。

また、広範な透水係数に対応させるために4本の径の異なる注水タンクを用意し、透水量に応じて注水タンクを切り替えることとした。これにより  $10^{-2} \sim 10^{-9}$ cm/s オーダーに対応した透水係数の測定を可能とした。

## 3. 原位置試験結果

原位置試験を実施した坑道(B=3.2m,H=3.2m)は地山被りが約500mの大深度にあり、発破工法で掘削後、約5年経過している無巻きの坑道である。試験箇所地質は粗粒砂岩・礫岩の礫が密集したほとんど基質を挟まない混在岩層で非常に硬質な堆積岩である。

試験は、外径100mmの水平孔を坑壁より5m掘削して行った。特に坑壁表面部の水理特性を把握するために、坑壁には厚さ30cmのカバーコンクリートを打設し、この部分にパッカーを装着することで、坑壁表面部での測定ができるようにした(図-1)。

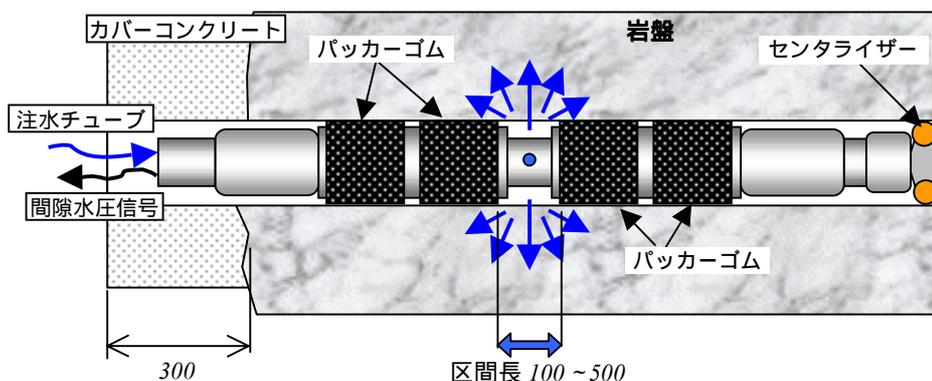


図-1 短区間透水試験器の概要

キーワード：掘削影響領域，水理特性，短区間透水試験，原位置試験，硬質堆積岩

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3 / TEL:03-4216-4237 / t0785634@pmail.tepco.co.jp / 南 将行

また、試験に先立ち、試験孔のわれめ分布状況を見るために、BTV並びにCCDカメラによる観察を実施した。試験は、これらの観察結果に基づき、開口われめが認められた区間を主体に12区間を選定した。

短区間透水試験から求められた透水係数の分布を図-2に示す。透水係数の算出は、下式に示すパッカー法の関係式(西垣誠, 1986)<sup>1)</sup>を用いた。

$$Q = \frac{2\pi Lk\Delta H}{\sinh^{-1}(L/2r_w)}$$

ここで  $Q$ : 流量 (l/min),  $r_w$ : 井戸半径 (cm),  $k$ : 透水係数 (cm/s),  $L$ : 透水試験区間長 (cm),  $\Delta H$ : 試験区間内における水圧増分 (Mpa) である。

深度方向で見ると、透水係数は坑壁表面0~20cmの間で高く、それ以深については $10^{-7} \sim 10^{-9}$ cm/sと低い結果であった(図-2)。

## 5. 考察

深度0~10, 10~20cmの2区間では、透水係数が $6.2 \times 10^{-3}$ cm/s,  $5.8 \times 10^{-5}$ cm/sと他の区間( $10^{-7} \sim 10^{-9}$ cm/s オーダー)に比して極端に透水係数が高い。また、この2区間については、透水試験時に試験孔から50~100cm離れた岩盤のわれめからリークが認められた。これらより、坑壁表面から深度20cm間は、掘削の影響によって水理的なゆるみが生じた領域であり、地質の相違による影響などを明確にする必要があるものの、発破工法で掘削した坑道の水理的な掘削影響領域が坑壁表面付近のわずか数十cmの範囲にとどまること、その部分での透水性が深部に比べて極端に高くなる可能性があることを示唆すると考えられる。ただし、この坑道の掘削影響領域を確定するためには、さらに試験個数を追加する必要があると考えられる。

次に、透水試験結果と実測のわれめ幅の関係を評価するために、試験結果を基に、当該試験区間に1枚の平行平板のわれめが存在し、われめ内を層流の放射流で水が流れると仮定して算出した「等価われめ幅」と、BTVとCCDカメラで観察された実測のわれめ幅を図-3に示す。ただし、実測のわれめ幅は同一われめ毎に測定値の最小・最大を用いて表し、0.05mm未満の微細なわれめは一律0.02mmとして示した。等価われめ幅と実測されたわれめ幅は必ずしも一致していないが、これは実際のわれめでは、その広がりや幅が一定ではないことが主な原因と考えられる。したがって、坑道周辺の水理モデルの構築のためには、BTV観察等によりわれめ幅を実測するだけでなく、本試験のような装置を用いて、われめ毎の透水係数を評価することが有効であると考えられる。

## 6. まとめ

処分坑道周辺の掘削影響領域の水理特性を把握する調査手法の一環として短区間透水試験装置を開発し、原位置への適用を試みた。この結果、坑壁表面より10cm間隔で水理特性を把握することができた。今回の実証は硬質堆積岩をサンプルとして実施したが、今後は軟岩等を含めた掘削影響領域の評価に当該試験装置の適用拡大について検討を進めることとしたい。

## 【参考文献】

- 1) 西垣誠：単孔式原位置透水試験の整理(その2)、地下水と井戸とポンプ、pp.15 - 24, 1986

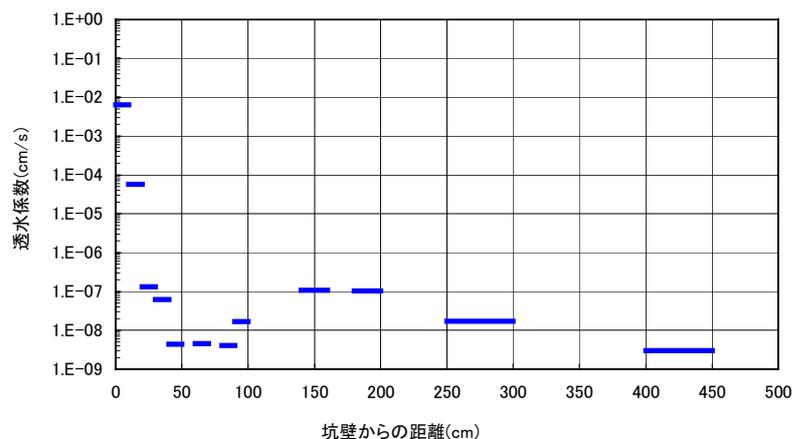


図-2 透水試験結果

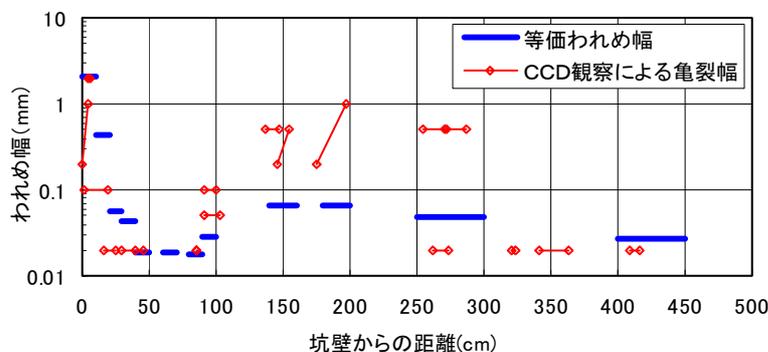


図-3 観察と透水試験からの割れ目幅