

# 岩盤割れ目の透水性に関する検討

応用地質株式会社 ○正会員 小野寺正勝  
正会員 上野 将司

## 1. まえがき

ダム基礎岩盤の透水性を把握する調査としては、ルジオンテストのみが行われるのが一般であり、試験区間長が5mを基準にしているため、得られた結果はその区間の平均的な透水性を示すことになる。そこで、孔内微流速測定を実施し、ルジオンテスト結果との比較を行って、透水性割れ目の分布状況や連続性に関する検討を試みた。

## 2. 地質概要

調査地の地質は、中生代白亜紀の和泉層群からなり、塊状の砂岩層と、頁岩優勢の砂岩・頁岩互層の2層に大別される。和泉層群の地質構造は、走向・傾斜がN60°E, 30°S程度の単斜構造を呈している。岩盤状況は概ね良好であり、河床付近で行ったボーリングでは、割れ目の少ないC<sub>H</sub>ないしB級岩盤が主体である。

## 3. 試験結果

今回孔内微流速測定を行ったのは、河床部の近接する2孔のボーリング孔で、いずれも孔口から湧水が生じている箇所である。

A孔(図-1)の場合、孔内微流速測定で、明瞭な流速変化として現れた透水性ゾーンを5箇所確認した。このうち、深度34~37m, 46~49m間の2区間では孔内水の上昇流速が増加しており、この区間でボーリング孔内に湧水が生じていることがわかる。また、深度9~11m, 14~17m, 22~23m間の3区間では、逆に上昇流速が減少しており、ボーリング孔からの逸水を示している。

孔内微流速測定結果とルジオンテスト結果を比較すると、透水ゾーンを含む試験区間でのルジオン値は、透水ゾーンを含まない試験区間のルジオン値より、明らかに大きめの値を示し、両者の試験結果は調和的である。細かくみると、深部の湧水を示す透水ゾーンを含む区間では10Lu程度、浅層の逸水を示す透水ゾーンを含む区間では、深度20~25m区間を除き、30Lu程度以上となっている。また、深度26~30m, 40~46mの区間では、流速が少しつつ変化し、わずかに透水性があることを示しており、ルジオン値は5Lu程度となっている。

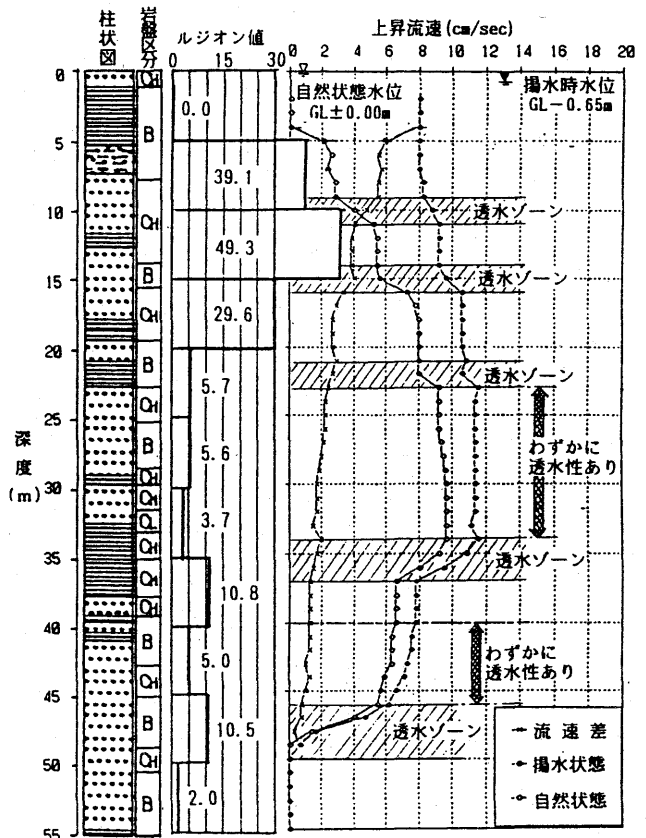


図-1. 透水試験結果 (A孔)

B孔(図-2)の場合、孔内微流速測定で孔内流速に明瞭な変化がみられる透水ゾーンを3箇所(深度29~31m, 38~40m, 46~47m)を3箇所(深度29~31m, 38~40m, 46~47m)で確認した。いずれも孔内水の上昇流速が増加しており、湧水が生じている区間である。また、深度8~20m間では、揚水時の測定で、上昇流速が少しずつ増加しており、わずかに透水性があることを示している。ルジオンテスト結果では、孔底付近を除き、ほとんどの区間でルジオン値は20Lu以上と大きな値となっており、孔内微流速測定で流速変化がまったく認められない区間のルジオン値も同様である。このように、孔内微流速測定結果とルジオンテスト結果では異なった試験結果が得られ、ルジオンテスト結果からは、ほぼ一様に透水性の高い岩盤であるといえる。

#### 4. 割れ目の特徴

基盤岩の和泉層群中に見られる割れ目は、図-3に示すように、傾斜30°程度の層理面にあたるものと、層理面とほぼ直交する節理面の2方向が卓越しており、全体に格子状の割れ目系となっている。層理面と直交する割れ目は砂岩層に多くみられ、頁岩層ではやや少ない。また、砂岩と頁岩が細かく互層する箇所では、割れ目が密に発達している。開口性の割れ目は、砂岩中の節理に多くみられ、層理面(特に砂岩層とその下位の頁岩層との境界)も開口している場合が多い。

ボーリングコアでも、割れ目は層理面と高角度の節理面の2種類が多くみられ、割れ目沿いは、方解石を挟んだり、わずかに褐色化している場合がある。

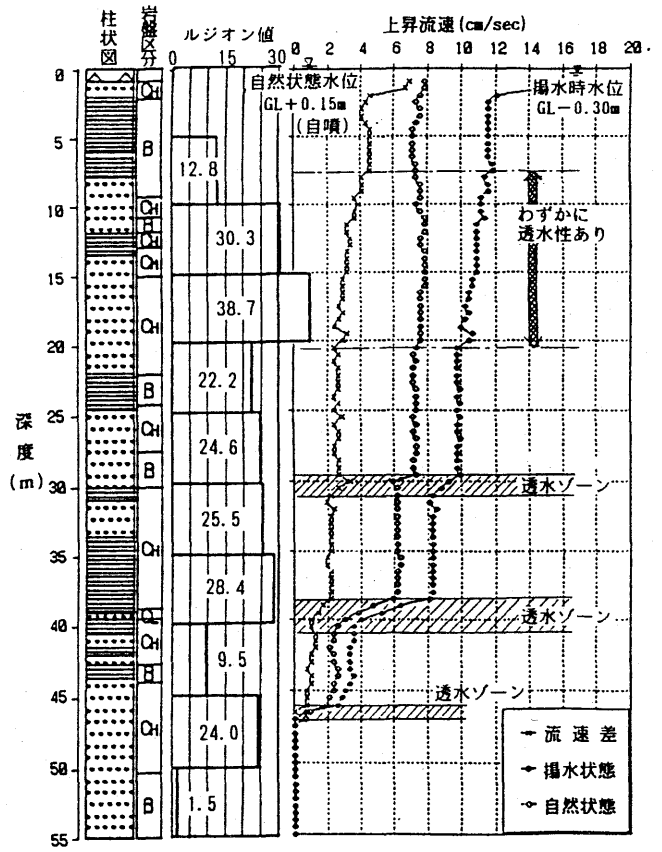


図-2. 透水試験結果 (B孔)

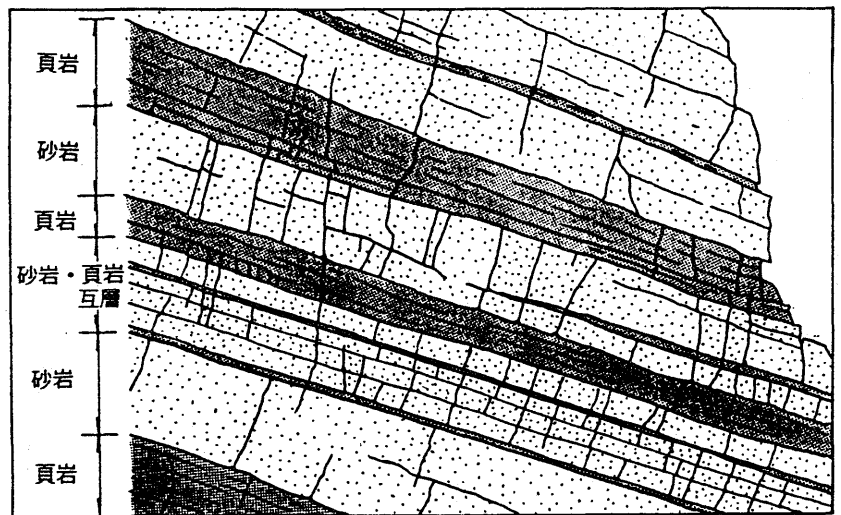


図-3. ボーリング地点付近の露頭スケッチ

孔内微流速測定で明瞭な透水ゾーンとなっている箇所におけるボーリングコアをみると、

- ①砂岩・頁岩の境界部（層理面）
- ②砂岩中の高角度の割れ目（節理）

のいずれかが認められ、これらの割れ目が透水経路となり、透水ゾーンを形成していることがうかがえる。

### 5. 試験結果の考察

露頭で観察したように、砂岩・頁岩互層からなる岩盤では、層理面と、これに直交する節理が発達し、格子状の割れ目系をなしていることが多い。

層理面はかなりの連続性を有しているために、層理面が開口している場合は、層理面に沿って広い範囲で透水性がよい状況となることが予想される。また、層理面と直交する節理の連続性がよい場合や、節理が開口した層理面に導通している場合にも、同じように広い範囲で透水性がよくなることが考えられる。

A孔で行った透水試験では、孔内微流速測定結果で得られた透水ゾーンと、ルジオンテストで大きなルジオン値を示す区間がほぼ一致しており、このような箇所には連続性のよい割れ目があって、ボーリング孔から遠くまで透水性がよくなっているものと考えられる（図-4の透水経路a）。

B孔においては、孔内微流速測定では、3つの透水ゾーンと、揚水時にわずかに透水性を示す区間（深度8~20m間）を確認したが、ルジオンテストではほぼ一様にルジオン値が大きくなっている。A孔のように明瞭な対応は認められない原因としては、ルジオンテスト

が5mという長い区間の全体の透水量を測定するために、細かな割れ目や透水性割れ目の一つ一つを示さずに、試験区間の平均的な透水性を示しているためと考えられる。孔内微流速測定で得られた透水ゾーンは、A孔の場合と同様に、連続性のよい割れ目（層理面・高角度の節理）の存在に起因するものと考えられる。

孔内微流速測定で、透水性が認められない区間で、ルジオン値が大きな値を示す箇所では、岩盤中の開口割れ目の連続性があまりよくないことが考えられる。この場合、ルジオンテストで圧入した水が、格子状に発達した割れ目（層理面と節理）を通して、試験区間から地盤中に圧入された水が試験区間外で再びボーリング孔内に戻ることも予想され、得られたルジオン値はボーリング孔周辺の局所的な透水性を示すこともあり得る（図-4の透水経路b）。

孔内微流速測定でわずかに透水性が認められる区間では、ルジオン値が30Lu以上と極めて大きな値となっているが、ここでは岩盤が緩んでいるために、割れ目が開口きみで透水性がやや高くなり、割れ目全体から少しずつ透水するような状況にあるものと考えられ、特定の割れ目による透水ゾーンとは区別すべきものである。

以上のように、ルジオン値が大きな値を示しても、割れ目の性状や連続性については異なることがあり、得られたルジオン値はボーリング孔周辺の狭い範囲での透水性を示す場合がある。

### 6. 岩盤の透水性の評価

岩盤の透水性については、地質構造やルジオン試験結果で評価するのが一般的であり、図-5のように、

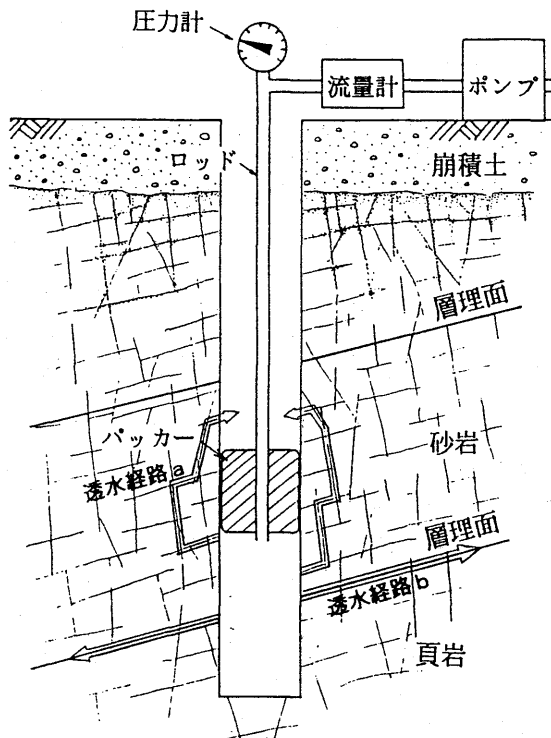


図-4. ルジオンテスト実施時の透水経路

各孔のルジオン値をもとにしたルジオンマップが作成される。この図では、B孔周辺とA孔の浅部で20Lu以上と透水性が極めて高いことを示している。しかしながら、B孔の深度25mより浅い区間では、ルジオン値は大きな値となっているものの、孔内微流速測定では明瞭な透水ゾーンが認められず、この区間では割れ目の連続性が悪く、ボーリング孔周辺の局所的な透水性を示しているものと考えられる。一方、B孔の深度25m以下に見られるような、ルジオン値が大きく、孔内微流速測定で明瞭な透水ゾーンが認められる区間では、割れ目の連続性がよく、広い範囲で透水性が高くなっているものと考えられる。

このように、同じようなルジオン値を示す箇所でも、割れ目の連続性や性状は異なっている場合が考えられ、図-6に示すような岩盤割れ目のモデルが想定され、A孔周辺やB孔深部に連続性のよい割れ目があり、広範囲にわたって透水性が高くなっているものと考えられる。

以上のような割れ目の連続性の差異は、グラウト注入量や改良程度の差に反映されるものと推定され、連続性のよい割れ目が発達する箇所では、グラウト注入量が多くなることが予想される。

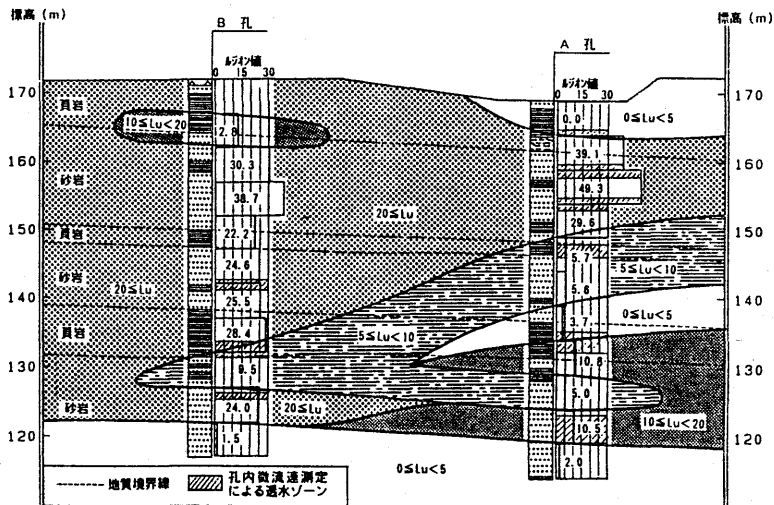


図-5. ルジオンマップ

7. あとがき

今回は、ルジオンテストと孔内微流速測定により、岩盤割れ目の透水性や連続性についての検討を行ったが、両者の透水試験には、圧力レベルの差があるので、今後の注入施工時の状況と比較し、検討結果の確認をしていく必要がある。

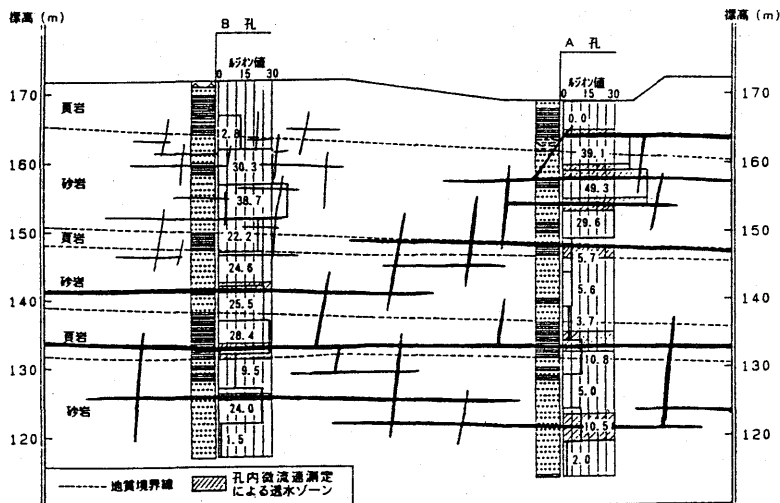


図-6. 岩盤中の透水経路模式図