

Ⅲ-114

割れ目系岩盤における水理地質構造の連続性評価のための揚水試験

(財)電力中央研究所 正会員 田中 靖治

(財)電力中央研究所 正会員 宮川 公雄

(財)電力中央研究所 田中 和広

1. はじめに

近年、LPGや石油の地下貯蔵、放射性廃棄物の地層処分、圧縮空気の下地貯蔵等、地下に大規模な土木構造物を建設することが注目されている。これら地下構造物の立地選定、建設や環境への影響評価にあたっては、岩盤の水理特性の把握が極めて重要な問題となる。しかし、不均質性の著しい割れ目系岩盤の水理特性を正確に評価することは非常に困難である。当所では花崗岩サイトにおいて様々な地質・地下水調査を実施し、水理地質構造モデルを構築した。そして、今回はそのモデルの妥当性を検証するために揚水試験を実施した。

2. 試験方法

試験サイトは海岸線から数十メートル入った所に位置している（図-1）。試験サイト付近の地質は、傾家花崗岩類に属し、強片麻状花崗閃緑岩・片麻状花崗閃緑岩および泥質岩起源のホルンヘルスに区分される。このサイトにおける主要な割れ目構造は、固結破碎帯と系統的節理に区分される。また、単孔式透水試験により得られた透水係数の平均値は 6.56×10^{-6} cm/secであった。

中央のB-2孔を揚水孔とし、揚水孔から10m離れた位置に観測孔としてB-7, 8, 9, 10孔を、30m離れた位置にはB-1, 3, 4, 5孔を配置した。揚水孔、観測孔ともにすべて孔長約60mの鉛直ボーリングである。

試験装置の概観を図-2に示す。観測孔のうちB-7, 8孔では、5連式パッカーにより孔を4つの区間に仕切り、各区間の水圧変化を計測した。パッカーの設置深度は、B-7孔ではG.L.-13.5～-54.5m、B-8孔ではG.L.-16.0～-57.0mとした。他の観測孔では孔内水位を計測した。

試験では、揚水孔内に設置したポンプにより揚水孔の水位を設定水位（G.L.-20m）まで強制的に下げ、その後は、揚水量を自動制御することにより揚水孔の水位を約120時間設定水位に保ち、観測孔の水圧変化等を計測した。

3. 試験結果

B-2孔の孔内水位およびB-7, 8孔の各パッカー区間におけるピエゾ水頭の時系列変化を図-3に示す。各パッカー区間には上から順にa, b, c, dと名付けた。揚水開始後、B-2孔の水位は約40分で設定水位であるG.L.-20mに達した。その後、B-2孔の水位をあまり変動させることなく設定水位付近に維持することができた。一方、B-9孔では試験終了時まで9.6m、B-10孔では11.8mの孔内水位の低下がみられた。B-1, 3, 4, 5孔では1.4～3.4

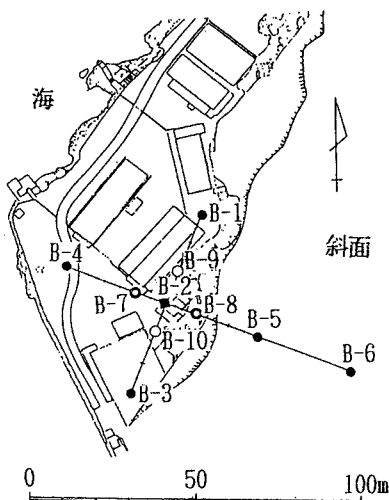


図-1 試験サイト

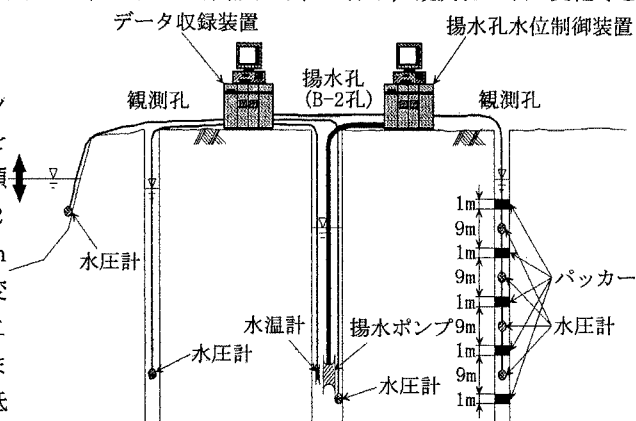


図-2 試験装置の概観

mの水位低下にとどまった。揚水量は、揚水開始直後には最大37.67リットル/分であったものが、10時間後には21.24リットル/分、120時間後には13.82リットル/分に減少しており、試験期間中の総揚水量は134,468リットルであった。電気伝導度は、揚水開始時に $420\mu\text{s}/\text{cm}$ であったものが、揚水の開始とともに増大していき、試験終了時には $1,090\mu\text{s}/\text{cm}$ に達しており、海水の影響がみられた。揚水期間中の総降雨量は32mmであった。

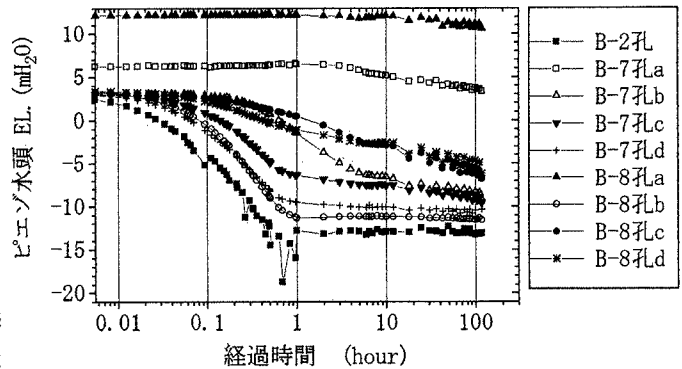


図-3 ピエゾ水頭の時系列変化

4. 考察

別途実施した地質・地下水調査により作成した図-4の水理地質構造モデルを基に、揚水試験の結果を検討した。

まず、B-7、8孔ともに区間aは下部の3区間に比べて応答も遅く、水頭低下量も少ない。これは、固結破砕帯CとGが単孔式透水試験によれば難透水性で、各種ジオ・トモグラフィーにより孔間での連続性も認められており、遮水ゾーンを形成していることによると考えられる。

B-7孔の区間bについては、B-2孔での単孔式透水試験・フローメーター検層により水みち構造として検出されたENE系の系統的割れ目帯Aによって水頭低下が起こったと考えられる。

B-7孔の区間cにおける水頭低下は、単孔式透水試験・フローメーター検層で水みち構造として認められた固結破砕帯Dに起因すると考えられる。固結破砕帯D自体は透水性は低い、その周辺に透水性の高い部分を伴うものと推測される。

B-7孔の区間dには単孔式透水試験やフローメーター検層で顕著な水みちは認められないが、正弦波圧力試験でB-2孔のG.L.-35.0～-37.5m区間からの発信に対する強い応答が認められた。区間dの顕著な割れ目構造としては、固結破砕帯のF77とF78が認められる。これらの破砕帯は固結破砕帯Dまたは系統的割れ目帯Bと交差しており、これらを介してB-2孔と連結している可能性がある。

B-8孔の区間bでは、単孔式透水試験によると透水性も高く、正弦波圧力試験でもB-2孔のG.L.-32.5～-37.5m区間からの発信に対する強い応答が認められた。水みちとなる割れ目構造として、B-8孔側では系統的割れ目帯J85、J86、B-2孔側では系統的割れ目帯J78が考えられるが、これらの連続性は確認されていない。

5. まとめ

花崗岩サイトにおいて揚水試験を実施した。試験結果は、別途実施した地質・地下水調査により作成した水理地質構造モデルに良く対応しており、モデルの妥当性が確認できたものとする。

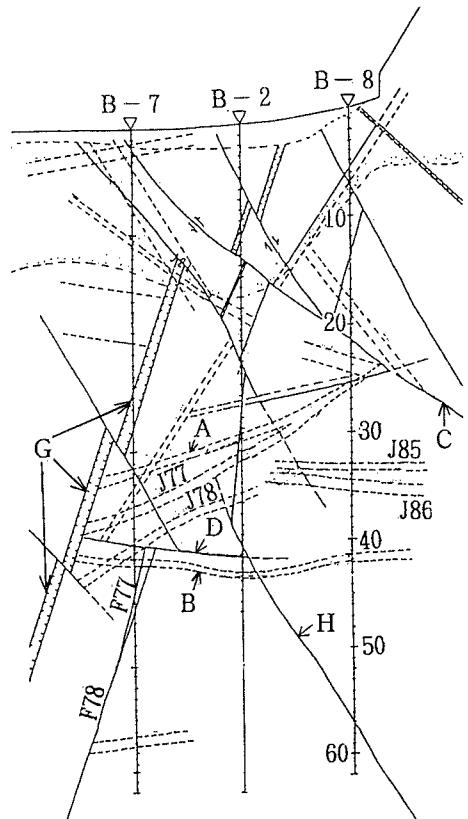


図-4 水理地質構造モデル