

地中風速測定と高精度傾斜変動測定によるゆるみ岩盤の調査技術の開発

独立行政法人土木研究所 正会員 佐々木靖人、阿南修司、片山弘憲、柴田光博、脇坂安彦

1. はじめに

最近のダムサイトにはゆるみ岩盤がしばしば見受けられ、斜面安定・透水性・変形性等が問題になることが多い。そこで著者らは、ゆるみ領域とその性状を迅速かつ的確に把握することを目的に、地中風速測定による緩み領域推定法、ならびに高精度傾斜変動測定による変形性推定法を開発し、現地実験を行った。

2. 開発した手法

2.1 地中風速測定

調査横坑やボーリング孔内で深度別に風速を測定し、風速分布から、坑孔内におけるゆるみ領域とその程度を把握するものである。開発の契機は、著者らが既に開発したエアートレーサー試験¹⁾において、ゆるみのある岩盤内に、外気温と岩盤の温度差に起因する自然の空気の流れがあることを見出したことによる。

2.2 高精度傾斜変動測定

調査横坑底面に設定した測線上の1点に高精度傾斜計（著者らは、傾斜分解能1ナノラジアン²⁾の米国Pinnacle社製²⁾を用いている）を設置し、傾斜計より遠方から一定重量の錘（著者らは錘として「人間」を用いている）を段階的に近づけ、傾斜変動を観測し、その後有限要素法などで測点付近の変形性を推定するものである。傾斜計を順次ずらして繰り返し測定することで、測線沿いの変形性の分布を測定できる。

3. 調査地の状況

ダムサイトの原石山調査横坑を用いて実験を行った。調査地は岩手県に計画中のIダムの原石山調査横坑（全長173m）である。地質は新第三紀中新世～鮮新世の石英安山岩からなる。横坑の坑口付近から80m付近までの岩盤は柱状節理沿いに開口亀裂が発達したゆるみ岩盤の様相を呈する。

4. 試験方法

夏期（8月）と秋期（10月）に、坑口から約5m毎に風速測定を行った。傾斜計は、坑口から45m付近の枝坑に設置した。また、併せて、岩盤の岩級や亀裂の調査を行った。

5. 調査結果

5.1 亀裂分布

全体の累積亀裂本数は、浅部と深部に大きな違いはない（図1）。しかし、5mm以上の開口量を有する累積亀裂本数は、深度80～85m付近に大局的な累積曲線の変曲点が認められ、深度80～85m以深では亀裂本数が減少する。更に累積開口量については、深度80～85m付近での累積曲線の変化が顕著に認められる。

5.2 横坑内の岩級区分

横坑内の岩級は、深度85mまでは岩片自体硬質であるがやや亀裂が多くCM級を主体とするが、所々で劣化が著しくCL～D級を示す箇所がある。特に深度40～85m区間は、変質の影響などにより岩盤劣化が激しく、CL～D級が主体となる。とりわけ深度53～63m付近には強変質帯（粘土化したゾーン）が存在する。深度85m以深は非常に良好な岩盤であり、CH級主体となる。

5.3 地中風速

横坑内の風は切羽から坑口方向へ一方向の流れである。深度別の傾向は、深度40m以浅では風速は徐々に低下するが、深度45～65mではほぼ一定の値である。これは深度53～63m区間の強変質帯が空気の流れを遮断するためと考えられる。深度65～85mでは風速は大きく降下する。これは開口亀裂から推定される緩みと一致する。10m区間毎の風速変化量と累積開口量の関係（図2）から、調査地は、堅岩（図のA）、深い緩み（同B）、及び浅い緩み（粘土による開口亀裂の目詰まりの影響のある緩み。同C）に分けられる。

キーワード：ゆるみ岩盤、地質調査 連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 土木研究所地質チーム(0298-79-6769)

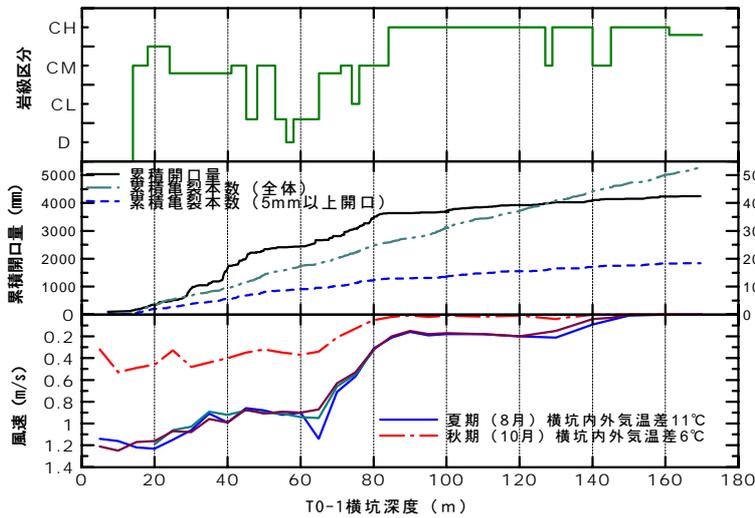


図-1 横坑深度と風速・累積開口量・岩級区分の関係

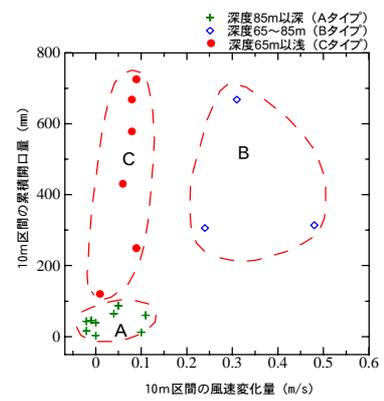


図-2 10m区間毎の風速変化量と累積開口量の関係

5.4 高精度傾斜変動測定

枝坑の切羽付近に設置された傾斜計（図 3）に、5.5mの距離から3人の人間（計約200kg）が約1m毎に2分間隔で近づき、最小0.7mまで近づいて3分経過した後に、再び2分間隔で遠ざかった結果が図-4である。試験以外の変動としては地球潮汐等によるなだらかな変動（図中においてはX軸方向はプラス方向、Y軸方向はマイナス方向への全体的な変動）とノイズ状の微小変動（常時微動？）が認められる。試験の結果、200kg程度の荷重でも、4.5～3.5m程度の距離から傾斜変動が認められ、変動量はY方向のみでも総計0.25マイクロラジアン程度あることがわかった。この試験値からの変形性の推定方法としては理論式による数値計算や有限要素法による解析などいくつかの方法がある。例えば Boussinesq³⁾による理論解を用い、ポアソン比を平均的な0.2としたとき、ゆるみ岩盤の弾性係数は2～4 GPa程度で、軟岩レベルの静弾性係数に相当することがわかった。

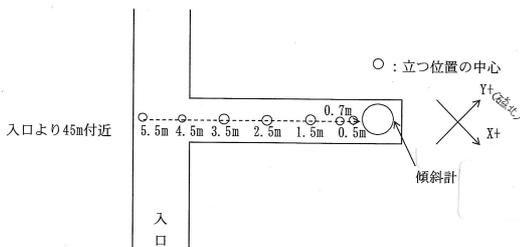


図-3 調査箇所と測線の位置関係

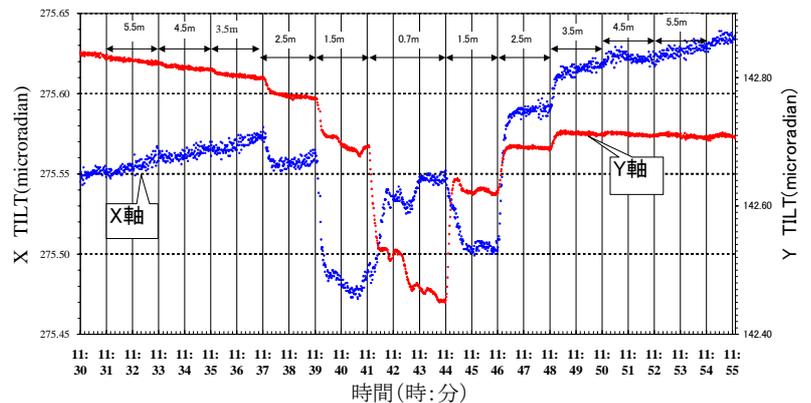


図 4 試験による傾斜変動の結果

6. 結論

ゆるみ岩盤の新しい調査法を開発した。

地中風速測定は、開口亀裂の連続性を把握でき、緩み領域のゾーニングに活用できる。高精度傾斜変動測定は新しい原位置変形試験に位置付けられ、原位置平板載荷試験の前などに横坑内の緩み領域の変形性分布を迅速に把握するのに有効である。

引用文献

- 1)地熱エンジニアリング(株)(2001):ピナクル社製高精度傾斜計取扱説明書。
- 2)大谷知生・佐々木靖人・脇坂安彦(2000):現地実験によるエアートレーサー試験の活用法の検討,日本応用地質学会平成12年度研究発表会講演論文集, pp.189-192
- 3)土木学会(2000):原位置岩盤試験法の指針,p.160.