

熊本大学工学部 正会員 井上正康

1 緒言

数年来岩石の強度について種々の面から研究を行なつて来たが、特に供試体の作成の困難さを軽減しかつ現場で強度を簡易に推定する非破壊強度試験の方法として「テストハンマーによる岩石の強度測定(第2報)」を昨秋の土木学会で発表した。しかしこの方法は打撃箇所のごく近傍の反撓度を示すものであり、従つて大塊全体としての強度は均質な材料である時にのみ信頼されるものである。非破壊試験の他の方法として弾性波の利用も盛んであり、ダムやトンネルの工事に先立って地震探査により付近の岩盤、地下構造の様子を予測する大規模な方法や、数十キロサイクル以上の超音波を用いた強度試験用の小形供試体の物性を構造上の特性を調べる実験室的な方法がある。

今回述べるのは上述の中間の規模即ち数十 cm から 20~30 m の範囲の速度測定器を使用し、数十 Kg の岩塊についての弾性波速度とテストハンマーによる反撓度の比較、弾性波速度に及ばず亀裂・節理の問題、この方法の応用例として砂防ダムの強度推定結果についてである。

2 測定方法

岩石試料については熊本市近郊、三角半島・天草・球磨川などの採石場や岩塊露出箇所から、1辺 50~100 cm、厚さ 15~20 cm の岩塊を採取し、岩塊としての弾性波速度を測定した後テストハンマーの連打法で 2、3箇所反撓度を求めた。

弾性波速度測定器は泰陽貿易 K.K. のソノタイマーで E・G の二つのピックアップを岩石面上におき、エネルギーピックアップ E の近くの岩石面をハンマーで打撃し、両ピックアップ間の弾性波の伝播時間がメーターから読み取られるようになっており、波形の観測は行なわれなりのでハンマーの打撃による同じ振動を二つのピックアップが受振することが前提条件である。測定に当っては岩石に密着しかつ体の振動を除くためにスポンジでピックアップを包んで握り、2点間の距離(l) 所要時間(t) より P波の速度は $v = l/t$ として求められる。大体5回の平均値で求められている。測定器の最小目盛は 0.01 ミリ・秒でこのため 4000 m/s の岩石で $l = 0.4$ m では 10 目盛を示すにすぎず、このため幾分試料が小さく誤差の心配された例もある。

反撓度の測定は N2 型のテストハンマーで 20 回連打し、これを 2~3箇所で行なりその平均値を示した。

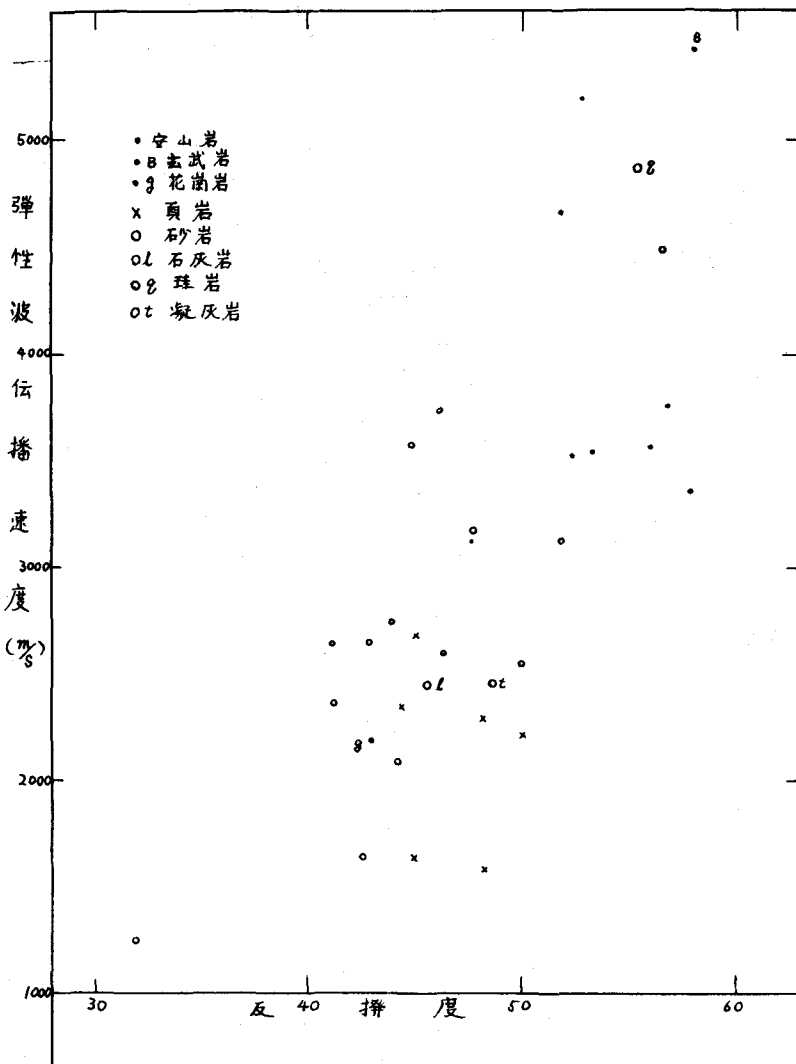
3 測定結果

3.1. 弾性波速度と反撓度との関係

強固に結合し緻密になつてゐる岩石ほどテストハンマーによる反撓度は大きく一方弾性波の伝播速度も大になるので両者はかなり密接な関係があることが予想される。実測結果は第1図に示す通りであつて大体の傾向は認められるがかなりばらつきが大きくなつてゐる。これは速度と反撓度とが全く異質の両者を直接対比させることについての問題と、速度は全体の平均或は線を示すのに対して反撓度は局部或は点を示す点にもばらつきの原因があるように思われる。

3. 2. 弾性波速度に及ぼす亀裂・節理の影響

強度に亀裂や節理の有無が大きな影響を及ぼすように弾性波の伝播速度にも影響が明らかに認められる。その一例として茅ヶ崎に切り取現場における実測結果を示したが、こゝから亀裂の影響は伝播速度の著しい低下とばらつきとの2つの現象として記録に現われる。亀裂・節理を含んだ岩盤全体としての強度をいかなる方法で確かめるかが特に重



視されている現在、亀裂の定量的な表示法として弾性波探査の利用研究は今後検討すべき問題と考える。

3. 3. グラムの強度推定への応用例

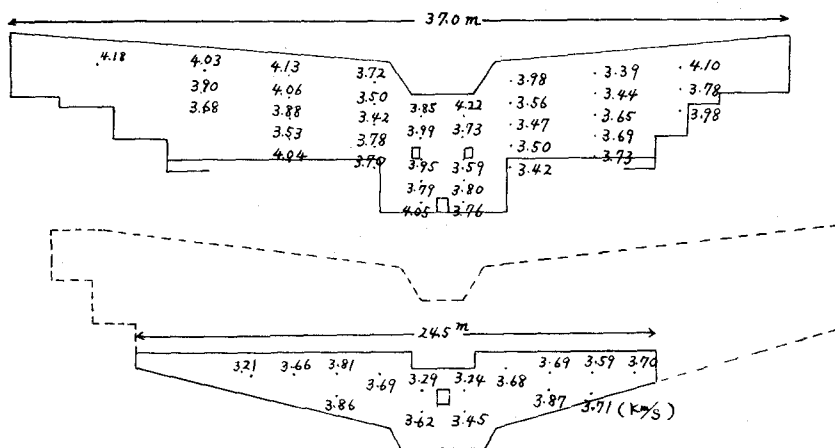
完成したダムに強度試験としてはコアを抜き取り直接強度を求める方法やテストハンマーの反撃度から推定する非破壊的な方法などがあり、前者は試験のために多大の日時と経費を必要とし、後者は比較的簡易に行なう方法である。しかしこの簡易な方法はコンクリートと打ち終つてから

かなりの日時が経過し十分固結してからでなければ実施不能であること、また 20 cm 以深のコンクリート構造上の欠かんがあつても検出困難であるなどの欠点がある。この試験は日の短い 12 月、しかも日蔭の谷底につくられた砂防ダムでコンクリートを打ち終つてから 2 週間も経過してりなり条件のものであつたため、テストハンマー法に代る方法として簡易弾性波試験を行つたものである。

弾性波の伝播現象のように小さな応力のもとではコンクリートは弾性体として働くと考えて差支えないので、縦波速度と他の物性との間には

$$v = \sqrt{E \cdot g \cdot (1 - \mu) / \rho \cdot (1 + \mu)(1 - 2\mu)}$$

なる関係が存在する。式中重力の加速度 g は一定、 μ は 0.2 ~ 0.25、 ρ は施工面から大体の値は定まるので、従つて v を測定すれば、他は実測しなくても十分信頼度の高いヤング率 E を求めることが出来、ひいては強度の推定も可能となるわけである。



第2図. 上図は野々川砂防ダム. 下図は古屋敷川砂防ダム

野々川砂防ダムは長さ 37 m、厚さは測定箇所では上部 1.5 m、下部で 4 m であり、古屋敷川砂防ダムは長さ 24.5 m、厚さは 4 ~ 4.5 m である。測定は左右 2 ~ 4 m 間隔、上部より 1 m 間隔の上流、下流両側の対称点に夫々 5.4 のピックアップを対向させ、ハンマーで軽打撃を與え兩点間の弾性波伝播時間を読みとり (3 ~ 5 回の平均値) 速度を求めた。その結果は第2図に示した通りである。2つの例とも速度のばらつきが小さくこのことは比較的均質であることを示している。速度より圧縮強度の推定は予め準備することが出来なかつたので、亀田氏や Andersen, Nerensst 両氏の音速と圧縮強度との実験結果を参考にし、ともに 200 kg/cm² の強度を推定した。

最後に本研究に当り研究室の大学院、卒研学生の協力によつたこと、又ダム試験では県の関係者、川上土木 K. K.、因南工業 K. K. の助力をりたことに厚く謝意を表するものである。