

## 岩盤判定における打球探査法による定量的評価

国土交通省 九州地方整備局 首藤美誠, 麻生英介, 染矢 晃  
鹿島建設(株) 正会員 菅原俊幸, 奈須野恭伸, ○上本勝広

### 1. はじめに

ダムやトンネル等の建設工事における岩盤判定は、一般的に「岩片の硬さ」、「割れ目の間隔」、「割れ目の状態」の組合せによって行われるが、岩片の硬さは岩検ハンマーの打診によるため定性的評価となっている。そこで、岩石および岩盤の弾性係数を原位置にて迅速かつ簡便に取得可能な打球探査法を用いた岩盤判定時の定量的判定方法が提案・試行されている<sup>1)</sup>。今回、打球探査法による岩盤判定をロックフィルダム建設工事の岩盤判定に適用したので、その適用実績について報告する。

### 2. 打球探査法の概要

打球探査法は、加速度計を取り付けた金属性の球形ハンマー（直径 5 c m）で対象となる岩石または岩盤を打撃し、打撃した時の接触時間 T から Hertz の理論式を用いて弾性係数を算出するものである。写真-1 にハンマー、図-1, 2 にそれぞれ打球探査時の加速度波形のイメージ、Hertz の理論式を示す。



写真-1 球形ハンマー

### 3. 実施工へ適用するために実施した改善点

打球探査法を実施工に適用するために実施した改良点を以下に示す。

#### (1) 統計処理による取得データの精度向上

岩盤判定は、「岩片の硬さ」、「割れ目の間隔」、「割れ目の状態」の組合せによって評価されるため、D, CL, CM', CM, CH 級の各材料区分の弾性係数は明確に分かれずに重複する。また、岩盤判定を実施する岩盤面には割れ目が存在するため、1 点のみの判定では打撃箇所の代表値としては判定精度が低くなる。そこで、判定精度の向上を目的として統計処理機能を付与した。統計処理を行うための測定点数は 29 点とし、上下各 2 点を除いた 25 点の平均値を採用することとした。

#### (2) GPS 機能による測定位置の記録

近年、土木工事において CIM (Construction - Information - Modeling, Management) に対する取組みが積極的に行われており、施工時の取得データに対する測定位置の記録が重要となっている。そこで、打球探査装置に GPS 機能を付与した。GPS による測定位置データはデータシートに記載されるシステムとした。

### 4. 打球探査法を用いた岩盤判定の適用実績

打球探査法を用いた岩盤判定は写真-2 に示すように 5×5 メッシュ点でデータを取得した。打球探査法による岩盤判定時の判定基準は、基礎掘削の初期段階に発注者によって判定された

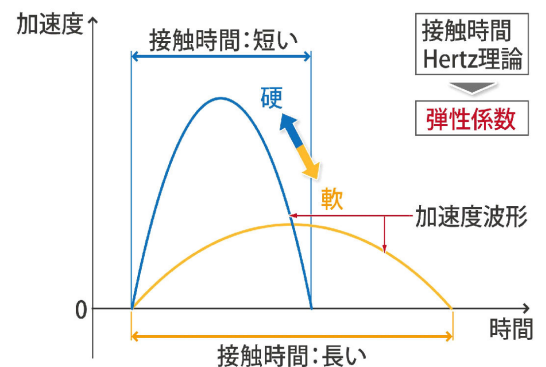


図-1 岩盤硬さの違いによる波形差

【Hertzの理論式】

$$T=4.53 \left[ \frac{\left( \frac{1-\nu_H^2}{E_H} + \frac{1-\nu_R^2}{E_R} \right) \cdot \frac{m}{\pi}}{\sqrt{r \cdot V_0}} \right]^{0.4}$$

|       |                      |       |                                |
|-------|----------------------|-------|--------------------------------|
| T     | : 接触時間               | m     | : ハンマー質量                       |
| $\nu$ | : ポアソン比              | R     | : ハンマー半径                       |
| E     | : 弾性係数               | $V_0$ | : 打撃速度                         |
| 添字H   | : ハンマー<br>(打球探査法による) |       | ( $\nu_R$ は岩質に応じて<br>一般的な値を採用) |
| 添字R   | : 岩盤・岩石              |       |                                |

図-2 Hertz の理論式

キーワード 岩盤判定, 材料判定, 弾性係数, 試験方法, CIM

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設株式会社土木管理本部ダムグループ TEL 03-5544-1111

岩級区分と打球探査法で取得した弾性係数から求めた相関関係から設定した。各岩級区分の弾性区分範囲と判定基準を図-3に示す。既往の検討のように弾性係数分布には重複領域が確認されたが、各岩級の弾性係数の平均値には相関関係が得られた。

実施工にて用いた打球探査法による岩盤判定データシートを図-4に示す。25点の測定結果を統計処理することにより、ばらつきの影響を除いた測定値を取得できていることが確認できる。また、基礎掘削工ではD、CL級岩盤をコア粗粒材、CM'級以上の岩盤を内部ロック材として流用する計画であったため、判断基準により材料判定を行うための図-5に示す材料判定シートを整備した。実施工では、約140万 $\text{m}^3$ の基礎掘削において「岩片の硬さ」、「割れ目の間隔」、「割れ目の状態」の組合せによる従来の岩盤判定を実施したが、全517箇所の岩盤判定において、従来の判定結果と打球探査法による判定結果は92.3%の割合で合致しており、打球探査法により定量的評価が可能であることが確認できた。

## 5. おわりに

打球探査法を実際のロックフィルダムの基礎掘削時における岩盤判定に適用し、岩盤判定時の参考値として活用した。本報告が今後の土木工事の岩盤判定、材料判定の定量的評価手法として活用されれば幸いである。



写真-2 打球探査法の実施状況

| 岩級   | 打球探査法 |                                |
|------|-------|--------------------------------|
|      | 平均    | 管理範囲( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) |
| D級   |       | ～ 930                          |
| CL級  | 1,475 | 930 ～ 1960                     |
| CM級  | 2,392 | 1960 ～ 4120                    |
| CM'級 | 6,500 | 4120 ～ 8640                    |
| CH級  |       | 8640 ～                         |

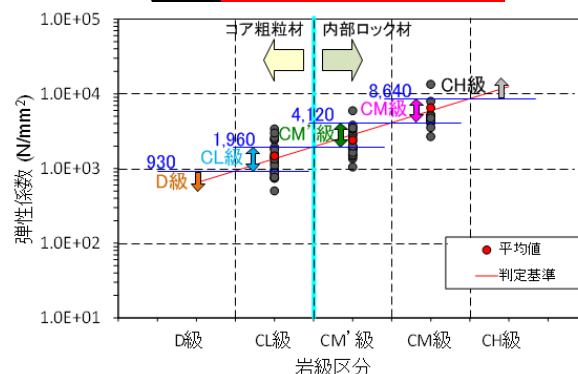


図-3 岩級区分と弾性係数の関係

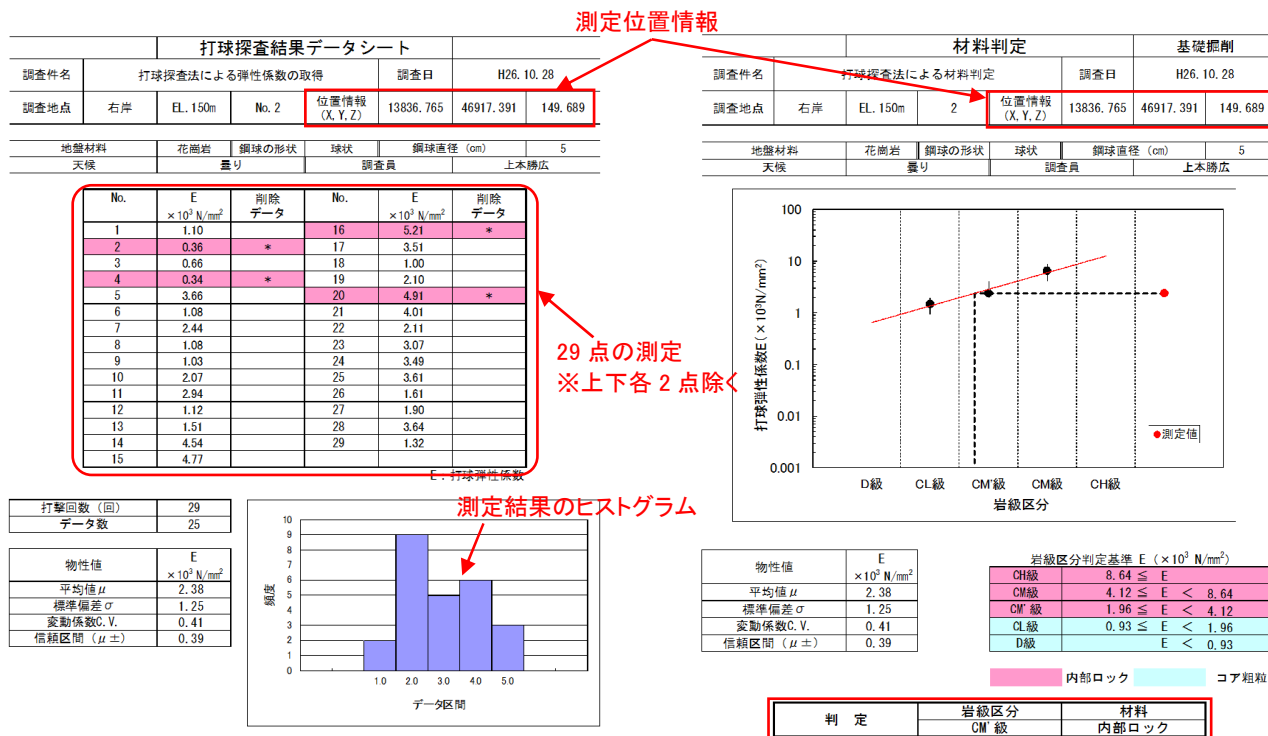


図-4 打球探査結果のデータシート

打球探査結果に基づく  
岩級及び材料判定

図-5 材料判定シート

## 参考文献

- 1) 白鷺ら：打球探査法による原石品質及び岩級の判定，平成25年度ダム工学会研究発表会・講習会，ダム工学会，2013