打球探査法によるコンクリート骨材原石の品質判定

新潟県　新発田地域振興局　奥胎内分所　　山元長裕樹
鹿島建設（株）北陸支店　正会員　○大井　篤，門脇　要
鹿島建設（株）北陸支店　正会員　阿部　高，柴田勝博，赤井　喬
鹿島建設（株）技術研究所　正会員　藤崎勝利，川野健一

1. はじめに

コンクリートダム建設工事では原石山で採取する原石からコンクリート骨材を製造することが多いが，原石の健全性の判定は，主に専門技術者による目視評価やハンマー打撃などによる定性的な評価に頼っている．一方，定量的な評価方法として原石の比重や吸水率による判定があるが，この判定には室内試験が必要であり迅速性に欠けている．そこで，原位置で迅速かつ高精度に定量的な判定ができる打球探査法を，奥胎内ダム本体建設工事の原石品質判定に実適用した．本文では，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**写真-1** に示すとおり，タブレット型パソコン及び金属製の球形ハンマーで構成される．ハンマー中央部には加速度計が取り付けられており，**写真-2** のように原石の表面を打撃した際に得られる加速度応答波形からハンマーと原石の接触時間を算出し，これをHertz の理論式 [1)]に代入することで原石の弾性係数を直接評価することができる（**図-1**）．弾性係数は吸水率と良い相関があり，両者の関係を事前に把握しておくことで弾性係数から吸水率を推定できる．また，概ね粒径 80mm 以上あれば打撃時の揺れや境界面の不陸等の影響なく原位置にて弾性係数を評価できる．打球探査法の主な特長を下記に示す．

写真-1　打球探査装置

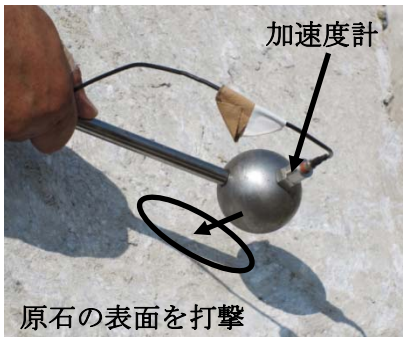

写真-2　打撃状況（ハンマー：φ5cm）

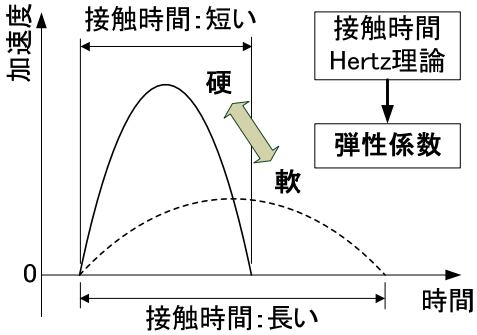

図-1　原石の硬軟と接触時間の概念

①迅速性：測定時間は 1 点当たり 10 秒以内
②信頼性：経験的な相関式によらず，力学理論に基づく評価
③有用性：吸水率や岩級区分などの推定が可能
④汎用性：加速度から打撃力を算定しているため，試験者による個人差や打撃方向による影響なし
⑤適用性：コンクリート，アスファルトにも適用でき，水中でも適用することが可能

3. 原石の品質判定実績

奥胎内ダムでは本体基礎掘削ズリ及び胎内川河床砂礫を原石として，ダムコンクリート用の骨材を製造している（**写真-3**）．本体基礎掘削ズリは，岩級区分が CL 級以上であればコンクリート骨材として使用可能としている．また，奥胎内ダムのように骨材原石の対象となる本体基礎掘削部分が急峻・狭隘な地形である場合，原石を採取する現地での適用・廃棄の分類が難しく，原石仮置場でも品質を判定する必要がある．なお，

写真-3　原石と骨材の比較

キーワード：打球探査法，品質判定，弾性係数，吸水率，コンクリート骨材
連絡先：〒950-8550　新潟市中央区万代 1-3-4　鹿島建設（株）北陸支店　TEL025-243-3761

現場での品質管理基準は，中硬岩以上かつ吸水率3%以下と規定されている．

(1) シュミットロックハンマー

奥胎内ダムの原石の品質判定は，シュミットロックハンマーによる簡易品質判定を実施する計画としていた．一般的に，ダムコンクリート用の骨材原石を採取する場合，採取地で粒径 600 ㎜程度以下に破砕した後に原石仮置場に運搬する．しかし，シュミットロックハンマーによる判定の適用できる原石は 600 ㎜程度以上必要であり（**写真-4**），破砕後の原石のほとんどがシュミットロックハンマーによる判定の適用外となる可能性がある．さらに，奥胎内ダムの骨材原石のほとんどがシュミットロックハンマーの適用範囲[2]（反発値 50 程度まで）を逸脱した値（反発値が 60～80）を示したため，打球探査法による品質判定が妥当と判断し，発注者との協議の上で打球探査法を採用した．

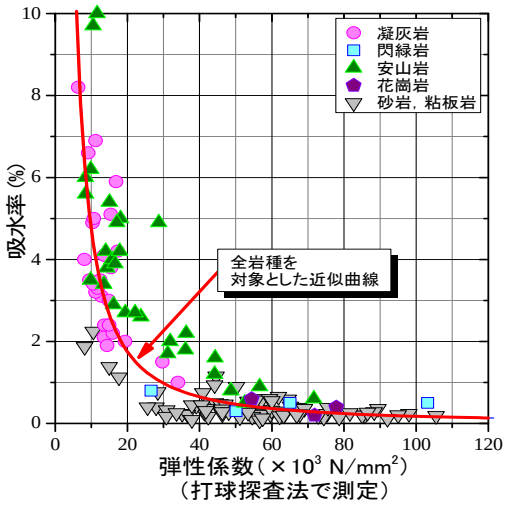

図-2 吸水率と弾性係数の関係

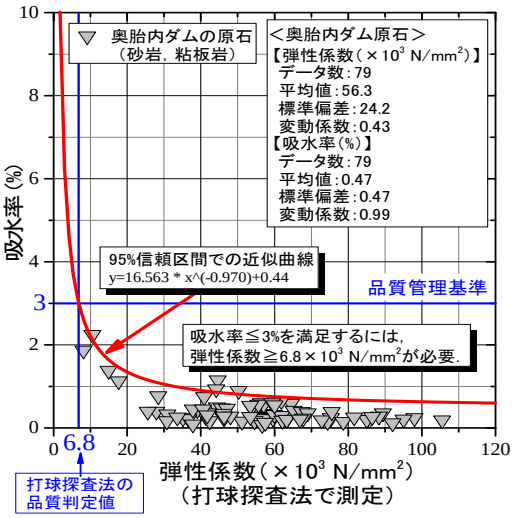

図-3 奥胎内ダム原石への適用結果

写真-4 シュミットロックハンマーの適用状況

写真-5 打球探査法の適用状況

(2) 打球探査法

a) 吸水率と弾性係数の関係

岩種別の結果を**図-2** に示すが，岩種に関わらず吸水率と弾性係数には良い相関があり，弾性係数から吸水率を推定できることが分かる．

b) 管理値の設定

奥胎内ダム原石（79 個）への適用（**写真-5**）結果を**図-3** に示す．適用結果における 95%信頼区間での近似曲線と品質管理基準である吸水率 3%との交点（弾性係数：6.8×10^3N/mm^2）を求め，これを打球探査法の品質判定値とした．打球探査法による品質判定フローを**図-4** に示す．

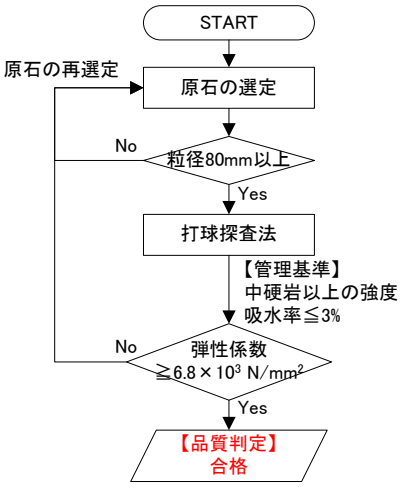

図-4 品質判定フロー

4. おわりに

本文では，打球探査法による原石の品質判定結果について報告した．一般的にダム用コンクリート骨材原石は採取段階で粒径 600 ㎜程度以下に破砕してしまうため、シュミットロックハンマーによる原石の品質判定を適用することは難しいといえる．一方，打球探査法による原石の品質判定は，破砕後の粒径の小さい原石でも品質判定を容易に行うことができる画期的な手段であり，品質管理手法として適用できることが確認できた．今後，打球探査法による原石品質判定手法を広く提案したい．

【参考文献】

1)池尻ほか：打球探査法による岩の力学的性質評価，第 47 回地盤工学研究発表会，pp. 457-458，2012.
2)社団法人地盤工学会：岩盤のシュミット式ハンマー試験方法（JGS 3411），2004.