ダム堤体コンクリート表面の状態がテストハンマーの計測結果に及ぼす影響

独立行政法人土木研究所　正会員　○小堀　俊秀
独立行政法人土木研究所　正会員　金銅　将史
一般財団法人ダム技術センター　正会員　山口　嘉一

１．試験目的

コンクリートに打撃を与え，反発の衝撃により強度を推定する方法の一つにコンクリートテストハンマー（以下，テストハンマー）（写真-1）を用いた方法がある．テストハンマーを用いた方法はコンクリートを破壊しないで強度の測定をすることができ，かつ簡便であるためダムの堤体コンクリートを対象とした多くの使用例がみられる．しかし，テストハンマーを用いた強度推定は，あくまで簡易試験法による間接評価であることのほか，局所的な影響を受けて試験結果のばらつきが大きくなることがあり試験の実施，結果の評価にあたっては留意すべき事項がある．例えば，コンクリート表面の風化・劣化やジャンカなどで表面が荒れている場合は，反発が実際よりも小さくなり，結果として実際よりも低い強度が推定されることになる．

国土交通省では，長期的視点を踏まえたより効果的・効率的なダムの維持管理を推進するため平成 25 年 10 月に以下の二つの通達を出している．

・ダム長寿命化計画の策定について [1)]
・ダム総合点検実施要領について [1)]

そのため，今後全国のダムの健全性評価を行う際に，テストハンマーのような簡易な試験の利用がますます進むものと考えられる．しかし，長期供用したダム堤体のコンクリート強度を計測する場合，表面の風化・劣化の影響により，その使用方法によっては適切な評価ができない可能性がある．そのため，本調査では，実際のコンクリートダムにおいて，測定点の表面状態が計測結果に及ぼす影響を評価するため，堤体の表面の状況を変化させてテストハンマーを用いた確認試験を実施した．

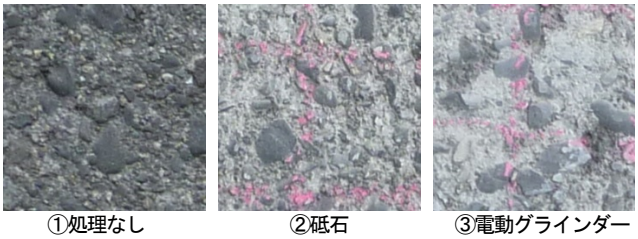
２．測定箇所の選定および処理方法

テストハンマーを用いたコンクリートの測定方法については，コンクリートの反発度の測定方法（JIS A1155）（以下 JIS 規格）と硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法（案）（JSCE-G504）（以下 JSCE 規格）の 2 規格がある．テストハンマーによる試験を実施する際の測定箇所の選定については，JSCE 規格では，*測定面は，なるべくせき板に接していた面で，表面組織が均一でかつ平滑な平面部を選定する，測定面にある豆板，空隙，露出している砂利などの部分は避ける*と示されている．コンクリート表面の処理については，JSCE 規格では，*測定面にある凹凸や付着物は，と石等で平滑に磨いてこれを除き，粉末その他の付着物をふき取ってから行う*と示されている．JIS 規格においても同様の記載がある．

３．試験方法

確認試験は，築堤後長期経過した複数の重力式コンクリートダムにて実施した．各ダムの試験は，堤体表面の劣化の状態が同様な範囲で実施し，写真-2 に示すようにコンクリート表面の状況は，「①処理なしの状態」，動力を使わない簡易的な処理方法として「②砥石（カーボンランダムストーン）で研磨」，入念に表面の処理ができる方法として「③電気グラインダーで研磨」の 3 種類とした．使用した砥石とグラインダーを写真-3 に示す．それぞれの測定の 1 回あたりの計測は JSCE 規格に従い，互いに 30㎜ 以上の間隔を持つ 20 点とした．

写真-1　テストハンマーの例



①処理なし　②砥石　③電動グラインダー

写真-2　堤体表面の状態

写真-3　砥石（左）と電動グラインダー（右）

キーワード　ダム，長寿命化，総合点検，テストハンマー，コンクリート強度
連絡先　〒305－8516　茨城県つくば市南原 1 番地 6　TEL 029-879-6781

4．試験結果

試験結果の例として，凍害を受ける地域に 1940 年代に築堤されたダムで実施した結果を示す．試験結果は，測定の1回あたりの計測20点のばらつきを評価するために，計測された反発度で整理を行った．なお，JSCE 規格では注(2)に*その偏差が平均値の±20%以上になる値があれば，その測定値を捨て，これに代わるものを補うものとする*と記載されているが本調査では測定値を棄却せずに評価を行っている．

試験は目視により，ダム堤体コンクリートに劣化や汚れ等がなく健全部と判断された箇所(健全部)，劣化部のうち苔等の汚れの激しい箇所(劣化部①)，劣化部のうちスケーリングが発生した上に汚れが付着した箇所(劣化部②)で，各箇所複数回実施した．整理は，図-1 に示すように1回の計測で実施した20打点の計測値から平均と標準偏差をもとめ正規分布の算出を行った．

試験結果を図-2 に示す．また，それぞれの箇所で実施した，表面処理方法に対する平均，標準偏差と変動係数を表-1 に示す．劣化部①と劣化部②については，表面の処理を行うことにより反発度の平均値が大きくなっている．そのため，平均値の影響を除いてばらつきを評価するため変動係数による整理を行った．試験結果より，健全部はコンクリート表面の処理方法に関わらず変動係数はほとんど変わらないことが確認できた．苔等の汚れの激しい箇所である劣化部①は，砥石やグラインダーによる表面処理を行うと反発度の平均値が大きくなり，変動係数が小さく，つまりばらつきが小さくなった．スケーリングが発生している劣化部②は，反発度の平均値の傾向は劣化部 1 と同様であるが，変動係数は砥石とグラインダーで同程度となった．

5．まとめ

試験結果について以下にまとめる．

ダム堤体表面のコンクリートで，目視で風化や苔等の汚れやスケーリングが発生していない場合は，砥石や電動グラインダーで表面の処理を行わずにテストハンマーを使用しても適切な反発度が得られることが確認された．しかし，堤体表面コンクリートが苔等で汚れている，また劣化や風化が進んだ箇所でテストハンマーを使用する場合は，電動グラインダー等を用いて凹凸や付着物を取り除かなければ反発度が低めに計測されるため留意が必要であることがわかった．

参考文献

1)国土交通省 水管理・国土保全局 HP：
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/index.html#dam

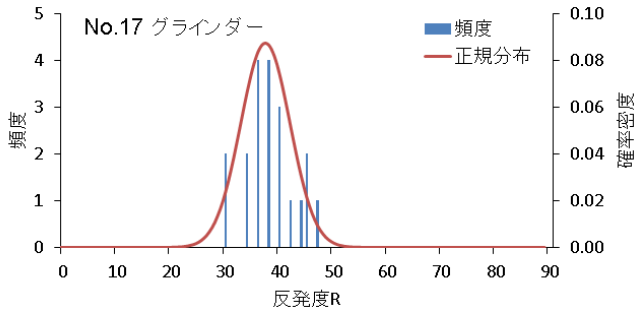
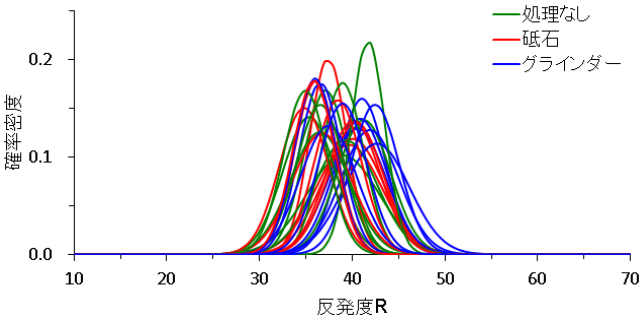
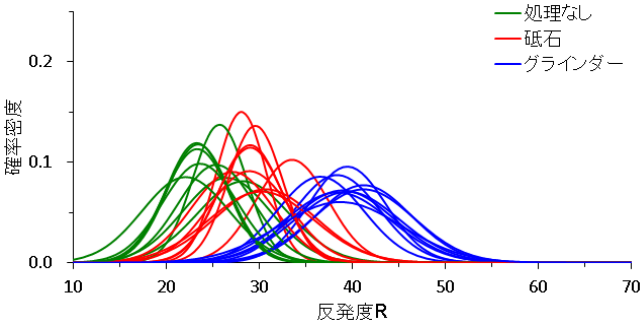


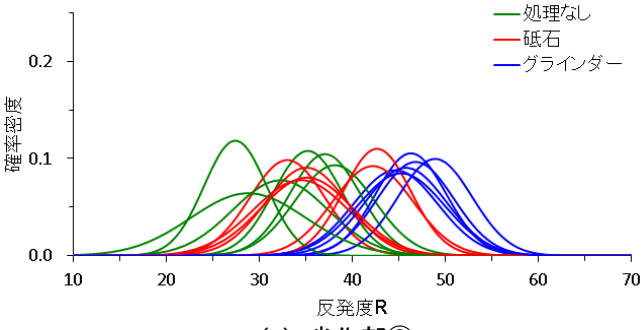
図-1　データ整理の方法の例



(a) 健全部



(b) 劣化部①



(c) 劣化部②

図-2　テストハンマー反発度の正規分布

表-1　反発度・標準偏差・変動係数の平均

反発度		処理なし	砥石	ｸﾞﾗｲﾝﾀﾞｰ
健全部	平均	38.07	37.95	39.84
	標準偏差	2.77	2.76	2.78
	変動係数	7.30	7.26	6.96
劣化部①	平均	33.13	37.08	46.28
	標準偏差	4.41	4.41	4.26
	変動係数	13.62	12.09	9.22
劣化部②	平均	24.59	29.55	39.14
	標準偏差	3.95	4.02	5.27
	変動係数	16.11	13.61	13.48