

機械インピーダンス法による劣化コンクリートの打撃回数と強度測定精度の検討

北見工業大学 正会員 ○岡田 包儀 正会員 猪狩 平三郎
日東建設(株) 正会員 久保 元 正会員 久保 元樹 正会員 金田 重夫
アプライドリサーチ(株) 正会員 境 友昭

1. 背景及び目的

今日の財政制約の下社会資本については、機能診断に基づく適切な維持・管理を施す予防保全対策によるアセットマネジメント手法の確立が喫緊の課題となっている。今後の構造物の診断においては、益々非破壊試験の需要が高まっている。このような背景のもとでコンクリートの非破壊強度を測定する手法としては、近年、機械インピーダンス法によるハンマー¹⁾(写真1)が開発・実用化されている。

筆者らは、これまで機械インピーダンス法ハンマーを使用し、前処理(表面を切削し平滑化)無しではその適用(測定)が困難とされている劣化したコンクリート面を対象とした強度推定手法の検討²⁾を行ってきた。本研究は、この一環として機械インピーダンス法により重量の異なる数種のハンマーを使用し、劣化コンクリートへの打撃回数と測定精度を算出し省力的測定手法の検討を行ったものである。

2. 研究方法

2.1 調査構造物の概要及びコンクリートの配合条件

(1) 調査構造物の概要 構造物用途：水路用コンクリート構造物，供用年数：36年，環境：寒冷地内陸環境

(2) コンクリートの配合条件(当時の資料より) F_{ck} : 300kgf/cm²，スランプ：8.0cm，空気量：5.0%，
最大W/C：55%，最小セメント量：280kg/m³，セメント種類：普通ポルトランドセメント

2.2 調査領域及び測定方法

(1) 調査領域及び測定位置の設定 調査領域は、写真2に示す水路用コンクリート構造物の側壁部で劣化状況の違いを考慮し、写真3に示すように気中部，水中部の2箇所を対象としたが、本論文では気中部の検討結果を掲載する。測定領域における各ハンマーの打点測定箇所数は、各ハンマーそれぞれ21測定箇所(7点×3行)とした。



写真1 ハンマー(機械インピーダンス) 写真2 水路コンクリート全景 写真3 水路コンクリート測定部

(2) 機械インピーダンスハンマーの各ハンマー重量 a) 190g(従来型), b) 416g(新規製作), c) 552g(新規製作)

(3) 測定方法 非破壊強度測定は前半部と後半部に分け実施し、前半部は、劣化した測定部を前処理無しで打点領域(21測定箇所)において同一地点で20回連続打撃し強度指標値を測定した。これは、劣化面であっても同一点を連続的に打撃することによって脆弱な劣化部を潰し、表層研磨と同等の強度指標値が得られるかどうかを確認するためのものである。前半部の測定後、内部コンクリートの強度指標値に影響を及ぼさないと想定される未中性化・未劣化深さまで中性化試験・劣化観察等しながら、切削・平滑化し内部コンクリートと同等の指標値が想定される基準面(表2参照)を設けた。後半部の測定は、前半部と同一測定領域を設定し強度指標値の基準値を測定した。この時の基準値測定方法は、各打点領域内でハンマー測定打撃点をずらし3点ずつデータを採取した。

表2 切削・研磨後の平均深さ

(強度指標値の基準面)

表1 表面劣化深さ及び中性化深さの試験結果

測定部位	劣化深さ			中性化深さ		測定部位	平均切削深さ 平均値(mm)
	平均値(mm)	標準偏差(mm)	変動係数(%)	平均値(mm)	劣化深さ含(mm)		
気中部	0.8	0.40	47	9.3	10.1	気中部	16.2

3 測定結果及び考察

気中部（平均劣化深さ：0.8mm）において、研磨前と研磨後の基準強度指標値との比率及びその変動係数については、図1～図3に示す。ハンマー重量が190gの場合、変動係数について劣化の影響を受ける1打目については、8.9%と比較的低く収まっており2打目以降もより低く安定（4～7%）している。強度指標値については、劣化の影響で3打目までやや相対的に低く（90.0～94.8%）現れているが、4打目以降20打目迄は何れも96～100%の強度指標値の範囲であった。ハンマー重量が416gの場合、変動係数について1打目は、8.5%と比較的低く2打目以降も低く安定（4～7%）している。強度指標値については、1打目のみやや相対的に低く（97.0%）現れているが、2打目以降20打目迄は101～105%の強度指標値の範囲であった。ハンマー重量が552gの場合、変動係数について1打目は、9.9%と比較的低く、2打目以降も比較的低く安定（5～10%）している。強度指標値については、1打目のみやや相対的に低く（97.7%）現れているが、2打目以降20打目迄は何れも99～105%の強度指標値の範囲であった。

ハンマーによる劣化面での連続打撃測定における初期の打撃値については、何れのハンマーも相対的に若干低い強度指標値を示した。この要因については、コンクリート表面の劣化による脆弱部の影響を受けたものと推察される。

以上の結果から、今回の劣化状況の測定面に対する測定方法としては、ハンマー重量が190gの場合、ハンマー打撃を3打行い4打目（強度指標値：97.7%）に測定データを採取することにより、所要の測定値の精度が確保できる。同様にハンマー重量が416g及び552gの場合、ハンマー打撃を1打行い2打目（基準強度指標値との比率：416g=101.0%，552g=99.0%）に測定データを採取することにより、所要の測定値の精度が確保できるものといえる。

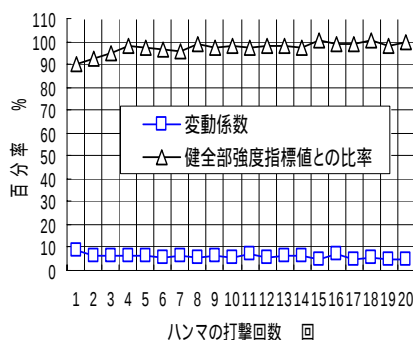


図1 測定結果（ハンマ：190g）

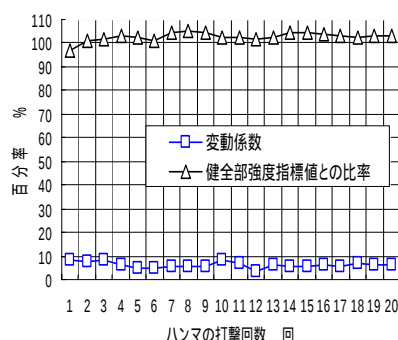


図2 測定結果（ハンマ：416g）

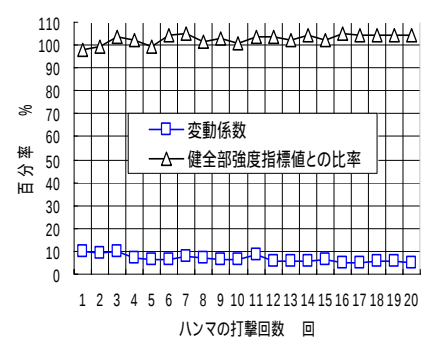


図3 測定結果（ハンマ：552g）

4 結論

表面劣化（1mm程度）した水路コンクリート面に対して機械インピーダンス法ハンマーによる連続打撃測定は、前処理無し（無切削・無研磨）で且つ、少ない打撃数（省力化）で強度測定が可能であることが明らかとなった。

但し、劣化面測定の際は、初期の打撃値については、何れも若干低い強度指標値を示しているため、ハンマー質量に応じ以下の測定対応が必要である。なお、1測定箇所の打撃測定点数は、20点とする。

(1) ハンマー重量が190gの場合は、ハンマーの同一点打撃を3打実施し、その後4打目（基準強度指標値との比率：97.7%）に測定データを採取することにより、所要の測定値の精度が確保できる。

(2) ハンマー重量が416g及び552gの場合は、ハンマーの打撃を1打実施し、その後2打目（基準強度指標値との比率：416g=101.0%，552g=99.0%）に測定データを採取することにより、所要の測定値の精度が確保できる。

謝辞 北海道開発局網走開発建設部、網走川土地改良区の各機関にご協力を頂いた。ここに感謝する。

参考文献

- 1) 久保元，金田重夫，久保元樹，極檀邦夫；ハンマ打撃によるコンクリート強度の推定，会誌コンクリート工学，5月号 Vol.44, No.5, pp41-44, 2006.5
- 2) 岡田包儀，猪狩平三郎，久保元，金田重夫，久保元樹，境 友昭；機械インピーダンス法による表層劣化水路コンクリートの強度推定，農業農村工学会北海道支部第58回研究発表会，2009.10.28