

コンクリートテスターを用いた連続打撃による強度指標値の変化に関する基礎的研究

株式会社 コサカ技研 鈴木拓也

iTECS 技術協会 極壇邦夫

1. はじめに

近年、機械インピーダンス法によるハンマーを使用したコンクリートテスター(CTS-02)が開発され適用の幅を広げるとともに、継続的に研究も進められている。ハンマーによる構造物の強度推定値には、打撃するコンクリート表面の平滑度や劣化度が大きく作用するため、本来の強度を得ることが難しい。

そこで本研究では、表面劣化が進行したケースを擬似的に作成し、ハンマー(CTS-02)による連続打撃を行うことで得られる推定強度を調査した。その結果を報告する。

2. CTS-02 の理論と表面劣化の影響について

2.1 測定装置の概要

測定に使用したハンマーCTS-02は、内部に加速度計が内蔵されており、コンクリートを打撃したときの加速度を計測し、打撃力の時間波形を測定・解析するものである。測定理論を図1に示す。ハンマーの打撃力とコンクリート面の変形エネルギーは等しいと仮定し、計測によって得られる速度 V と打撃力 F を用いて機械インピーダンス Z を求めるものである。図1の波形のように、左右対称の釣鐘型であればコンクリートは健全な状態であるといえる。

2.2 表面劣化の影響

図2に表面劣化が進行した円柱供試体での測定データと表面1cmを除去整形し平滑な状態での打撃波形を示す。図2左の波形から、表面劣化しているコンクリートの打撃力は低く、健全な状態のコンクリートに対して半分程度であることがわかる。表面劣化波形の形についても、健全なコンクリートは対称性があり鋭いのに対して、対称性を失い波形前半のハンマーが押している時間が長いことがわかる。構造物の強度推定が重要視されている現在、既設構造物において、築材齢が高いもの程このようなケースが多いことから、強度推定の際は表面処理を余儀なくされる状況である。CTS-02においても、打撃面の変形エネルギーを用いていることから、表面劣化が強度指標値に与える影響は大きい。以上のことから、打撃による構造物の強度推定では、表面劣化の影響をいかに無くし簡易に真値を求めるかが重要であると考ええる。

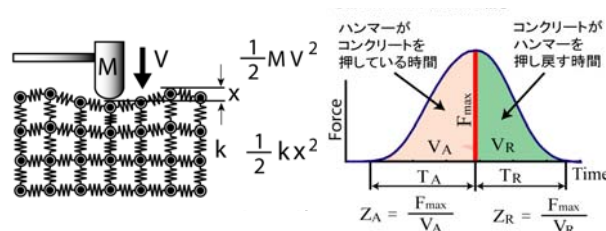


図1 CTS-02 の考え方

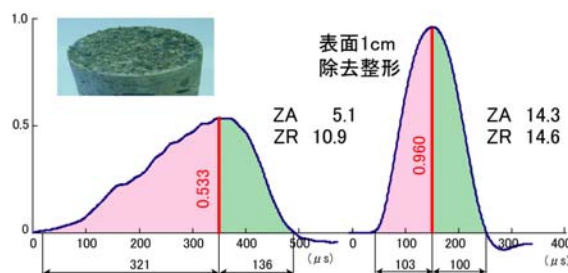


図2 表面劣化の有無による影響

3. 実験概要

本実験は打撃面の表面劣化が強度推定値に与える影響と打撃回数、表面劣化指標値の変化を調査することを目的に CTS-02 による連続打撃を行った。打撃面に紙を敷くことで表面劣化を模擬的に作成し、枚数を変化させることで劣化度の変化とした。また、強度および材質の影響を見るためにコンクリート供試体と白御影石の2種類で実施した。コンクリート供試体による打撃状況を写真1に示す。



写真1 実験状況

キーワード：非破壊試験、コンクリートテスター、表面劣化、強度推定

連絡先 〒039-1103 青森県八戸市大字長苗代字上碓田 56 番地 2 TEL:0178-27-3444

4. 測定結果

4.1 打撃回数と STR 値

最大打撃力 F_{max} を反発速度 VR で除した機械インピーダンス ZR を STR 値として強度指標値としている。図 4.1 に連続打撃回数と STR 値の変化を、コンクリート、白御影石それぞれ図 4.1、4.2 に示す。図中の凡例は紙の枚数を示す。図 4.1 のコンクリートの STR 値の変化を見ると、紙の枚数が多いほど初期の打撃からの強度増加が大きく、紙の枚数が少ない場合は、初期の打撃から比較的安定していることがわかる。図 4.2 に示した白御影石についても、コンクリート供試体と同様の結果が得られた。ただし、初期の打撃から一定の STR を得るまでの増大率に関しては、白御影石の方が大きいことがわかる。また、コンクリート供試体では 15 回程度の連続打撃、白御影石については打撃回数 10 回程度で一定値を得ることがわかった。

4.2 STR 値と表面劣化指標値の関係

図 1 で示した測定波形の前半部分 ZA を後半部分 ZR で除したものを index とし表面劣化指標値とし、値が大きいほど表面劣化度が高い傾向を示している。図 4.3 に連続打撃による表面劣化指標値 index と STR 値の関係を示す。それぞれ連続打撃の平均値を採用した。この図から、連続打撃によって得られた index と STR は直線関係にあることがわかる。図中の index が高い値ほど紙の枚数が多いケースであり、表面劣化が激しい場合、連続打撃を行っても表面劣化の影響を取り除くことは難しく、強度指標値の妥当性に関しても検討が必要であると考ええる。

また、表 4.1 に表面劣化なし(枚数 0)に対する 12 枚、24 枚の時の STR、index 値を比率で示す。12、24 枚での STR 値は、健全な状態に対して 80%、57%の推定値であることがわかる。

4.3 連続打撃による波形の変化

図 4.4 にコンクリート供試体(24 枚)で連続打撃を行ったときの 1、10、25 回目の波形を示す。1 回目の打撃では、ハンマーの接触時間が多く波形も非対称性であることがわかる。打撃を重ねるごとに打撃力も増加、波形も対称性に変化している。このときの STR 値および index 値を表 4.2 にまとめる。表からもわかるように、打撃回数を重ねる度に index 値が 1.0 に近づいている。このことから、連続打撃を行うことで柔らかかった打撃表面が硬化し、与えた打撃力と同程度の反発力が得ることができると予想され、最も厚い 24 枚においても、25 回程度で強度推定は可能であると考ええる。

5. 結論

表面劣化が進行している場合でも、連続打撃を行うことで STR 値が増加し、波形も対称性を有する波形を得ることが可能である。また、2 種類の供試体を用いた結果、強度増加は白御影石の方が大きいことから、構造物の強度によって強度増大率は変化するものと考ええる。

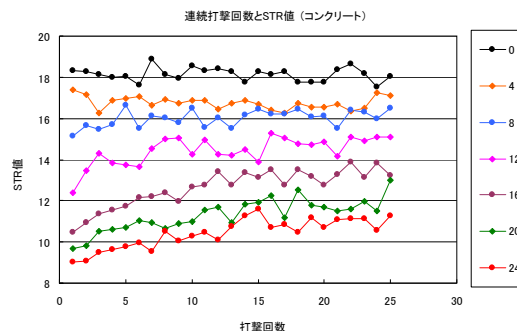


図 4.1 STR 値の変化 (コンクリート)

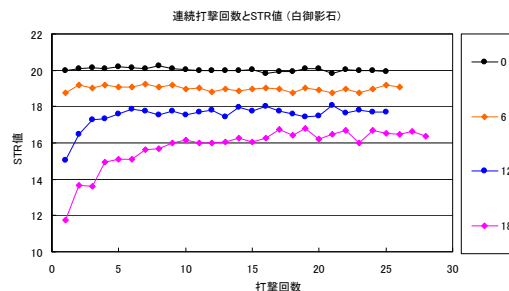


図 4.2 STR 値の変化 (白御影石)

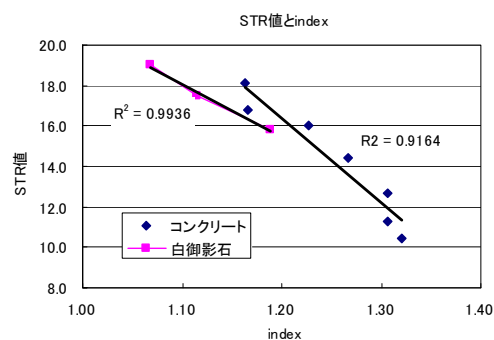


図 4.3 STR 値と index 値の関係

表 4.1 25 回打撃での各指標値

枚数	STR	比率	index	比率
0	18.1	1.00	1.16	1.00
12	14.4	0.80	1.24	1.07
24	10.4	0.57	1.32	1.14

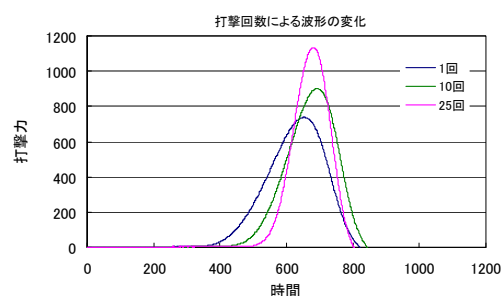


図 4.4 打撃回数による波形変化

表 4.2 打撃回数による指標値の変化

打撃回数	STR	index	最大打撃力	接触時間	
				前半	後半
1	8.75	1.48	737	550	171
10	9.84	1.42	901	689	153
25	12.1	1.15	1134	599	124