機械インピーダンス法の適用範囲について

日東建設㈱　正会員　○久保　元樹
日東建設㈱　正会員　久保　元
北見工業大学　正会員　岡田　包儀
アプライドリサーチ㈱　正会員　境　友昭

1. まえがき

コンクリートの圧縮強度を非破壊で推定する方法として，リバウンドハンマ法や機械インピーダンス法がある．両手法は，測定原理に違いはあるものの，ハンマでコンクリート表面を打撃するという類似の測定手法に基づいている．コンクリート表面を打撃する測定手法を適用する場合，打撃に対して測定対象となるコンクリートの慣性抵抗が十分に大きいことが原則である．つまり，測定対象物の質量が大きければ発生する慣性抵抗が大きく正確な測定ができるが，質量が小さければ発生する慣性抵抗も小さく，正確な測定が困難になると考えられる．本論は，機械インピーダンス法およびリバウンドハンマ法での測定値が測定対象の質量によって変化するのか検証し，両手法の適用限界を示すものである．

2. 測定方法

供試体は強度が偏っていない H900×W900×D205mm の供試体を表-1 に示すように 10 回切断しつつ測定を継続した．測定は，供試体の上面 1 箇所と隣接する側面 2 箇所の計 3 箇所とし，測定点の配置は各測定箇所で測定面に対して中央付近に 5×5 の 30mm メッシュを印し測定点とした．なお，測定はハンマ重量 190g と 386g の 2 種類を使用し，リバウンドハンマでも同条件にて測定を実施した．供試体の質量は，供試体が手で持ち運び出来るサイズになった段階で実際に質量を計測して密度をもとめ算出した．

表-1　供試体概要

回数	H	W	D	質量
	mm	mm	mm	kg
1	900	900	205	389.3
2	900	595	205	257.4
3	591	595	205	169.0
4	591	395	205	112.2
5	400	395	205	75.9
6	400	250	205	48.1
7	250	250	205	30.0
8	250	148	205	17.8
9	151	148	205	10.7
10	151	102	205	7.4
11	99	102	205	4.9

3. 強度分布測定

供試体を切断しながらの測定を実施する前に，使用する供試体の強度が場所によって偏りがないことを確認するため，切断する前の供試体に 29×29 の 30mm メッシュを印し，190g ハンマと 386g ハンマにて強度分布を求めた．図-1 に 190g ハンマの測定結果を示す．強度分布図は暖色ほど強度が低く，寒色ほど強度が高いことを示している．

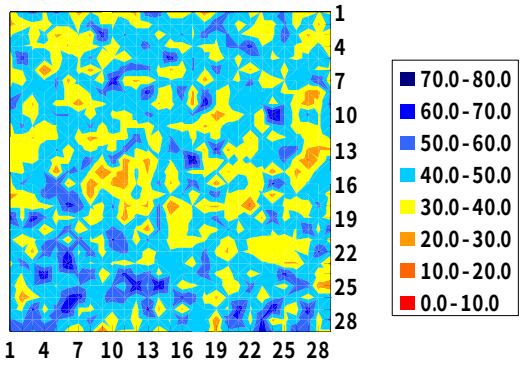

図-1　強度分布図(190g ハンマ)

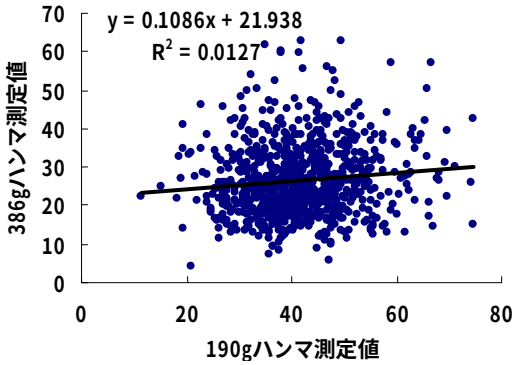

図-2　両ハンマの相関関係

キーワード　コンクリート，圧縮強度，非破壊試験，機械インピーダンス
連絡先　〒003-0833　北海道札幌市白石区北郷 3 条 4 丁目 9-8　日東建設㈱札幌支店　TEL：011-874-6200

図からわかるとおり，色相はほぼ均等に布置している．図-2 は 190g ハンマと 386g ハンマの相関を求めた図であるが，供試体の強度に偏りがあれば両者には相関関係が成り立つはずであるが，相関係数は 0.1 程度であり両者に相関関係はない．以上のことから使用した供試体には強度の偏りがなく測定値は真値＋誤差の関係となっていることが確認できる．

4. 供試体質量と測定値の関係

図-3 に各ハンマで計測した結果を示す．図中の横軸は供試体の質量(kg), 縦軸は測定値(指標値)である．なお，縦軸は指標値であるため単位はない．測定は供試体の上面および隣接する側面の計 3 箇所で実施しているが，強度分布測定の結果から測定位置によって強度に偏りがないことが確認されているため, 3 箇所の平均値を図にプロットしている．図から，機械インピーダンス法では 190g ハンマと 386g ハンマのいずれにおいても供試体質量の影響をほとんど受けていないことがわかる．一方で，リバウンドハンマでは供試体質量が 48kg より軽くなると強度を過小評価していく傾向にあり，質量の影響を受けているといえよう．

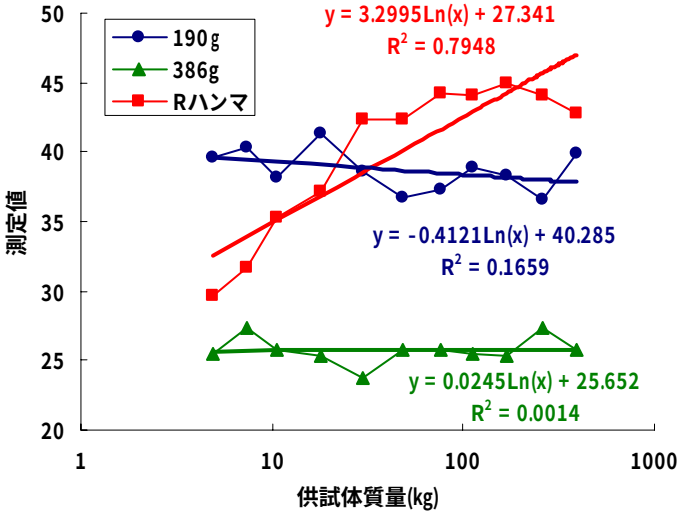

図-3　供試体質量と測定値の関係

この原因は，打撃力の発生機構にあると考えられる．図-4 および図-5 にハンマ打撃時にコンクリート表面の加速度から算出した速度波形を示す．機械インピーダンス法(190g ハンマ)ではコンクリート面は振動しているものの並進運動の量は極僅かである．一方で，リバウンドハンマでは大きく並進運動していることが分かる．このような現象の差は，機械インピーダンス法では重錘そのもので打撃を発生させているのに対し，リバウンドハンマでは重錘と比較して機械インピーダンスの小さい細長いプランジャーを介しているため打撃力が小さくその継続時間が比較的長く作用していることに起因している．つまり，打撃力が比較的長い時間作用することによって結果的にコンクリート供試体に発生している加速度が小さく，このためコンクリートの慣性抵抗が小さくなったためと推測される．

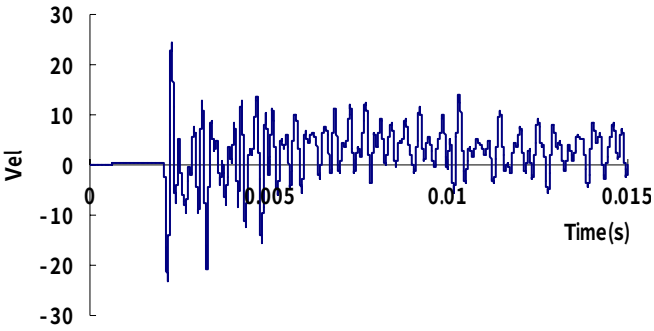

図-4　190g ハンマ速度波形

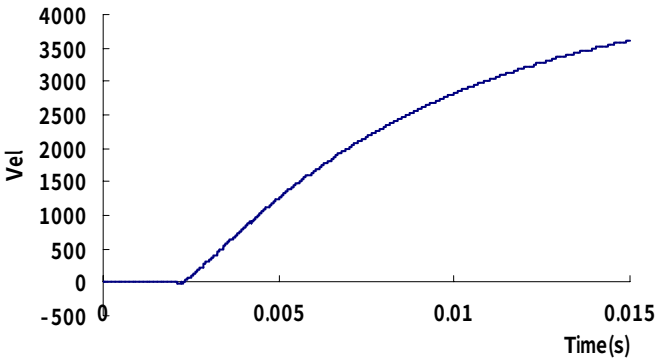

図-5　リバウンドハンマ速度波形

5. まとめ

供試体質量と測定値の関係を検討した結果，機械インピーダンス法においては 190g ハンマおよび 386g ハンマの両ハンマとも今回実験を実施した範囲の質量では影響を受けないことがわかった．一方で，リバウンドハンマでは質量の影響を受け, その原因は打撃力の発生機構にあると考えられることがわかった. 今後は，両手法の打撃力発生機構に着目し，原因を詳細に分析する予定である．