

コンクリートの反発度の測定方法の精度向上技術に関する研究

九州産業大学工学部 学生会員 ○山内 信治

九州産業大学工学部 フェロー会員 豊福 俊泰

1. まえがき

コンクリートの反発度の測定方法は、JIS A 1155 に規定されているが、リバウンドハンマーの個体差による誤差を解消する技術の開発が課題となっている。本研究は、平成 16～18 年度に亘り各種のリバウンドハンマーを使用して行った試験結果を総合的に解析し、反発度測定精度向上技術を検討したものである 1) 2)。

2. 試験方法

リバウンドハンマーは、標準の衝撃エネルギー 2.207Nm である 10 機種を製造元に依頼して調整 (図-1 に示すハンマー 1・1～10-3) し、テストアンビルおよびコンクリートの反発度試験を行った。テストアンビルは、基準値 80 のほかに 50, 30 の 3 種類を使用し、鉛直打撃、水平打撃の両方向で測定した。試験時期は毎年 9～12 月である。

コンクリートの供試体は、構造物を曲げ供試体 (高さ 15×15×53cm)、柱部材 (高さ 60×50×20cm)、床部材 (高さ 20×50×60cm) で代表し、表-1 に示す 10 配合のレディーミクストコンクリートを用いて、養生条件、材齢を変化させた。試験箇所はそれぞれ 2 箇所とし、反発度を JIS A 1155 に基づき供試体の表面で 10 点測定した。その後コアを採取し、コア圧縮強度と反発度とを平均値で対比した。

3. 各種のリバウンドハンマーの構造物での試験結果

全機種のリバウンドハンマーの水平反発度 (図-2 参照)、鉛直反発度とテストアンビル基準値との関係は、機種によって異なっており、衝撃エネルギーが大きいほど勾配が小さくなっている。図-3 は、テストアンビルの鉛直反発度と水平反発度との関係を求めたものであり、通常の打撃角度に応じた補正方法では一定値で換算しているが、機種によって反発度の変動が認められ勾配が異なっている。反発度は、試験時期の経過 (打撃回数の増加) によって変動し、全体的に打撃回数の増加とともに減少する傾向が認められた。

次に、図-4 は反発度とコア圧縮強度との関係であり、高度の相関があるが機種によって勾配が異なっておりばらつきが大

ハンマー* 衝撃エネルギー (標準との比率)

8-2	3.574Nm	(1.619)
9-2	2.937Nm	(1.331)
4-2	2.439Nm	(1.105)
7-2	2.343Nm	(1.062)
8-3	2.340Nm	(1.060)
3-2	2.328Nm	(1.055)
7-3	2.274Nm	(1.030)
1-2	2.228Nm	(1.010)
5-2	2.215Nm	(1.004)
1-1	2.207Nm	(1.000)
10-3	2.189Nm	(0.992)
2-2	2.187Nm	(0.991)
5-3	2.161Nm	(0.979)
9-3	2.135Nm	(0.967)
1-3	2.110Nm	(0.956)
2-3	2.076Nm	(0.941)
10-2	2.064Nm	(0.935)
4-3	2.015Nm	(0.913)
6-2	2.011Nm	(0.911)
6-3	1.732Nm	(0.785)

* 1) 前: 1～10
ハンマーの種類
1～6: K社
7～10: P社
2) 後: 1～3
1: 16年度
2: 17年度
3: 18年度
3) 標準の衝撃エネルギー 2.207Nm

範囲 ±1% 以内

図-1 試験ハンマーの種類

表-1 試験供試体の種類

コンクリートの種類(水セメント比、%) [製作年度、H]	材齢 [試験年度]	供試体の種類	養生方法
普通15(86) [16,17,18]	1週 [16,17,18]	曲げ供試体 柱部材 床部材	屋内(空気中)
普通30(52) [16,17]	2週 [16,17,18]		屋内(湿潤養生5日)
普通30(54) [18]	3週 [16,17]		屋内(養生剤塗布)
普通45(38) [16,17,18]	4週 [16,17,18]		屋外
普通60(30) [16,17,18]	5週 [16,17]		
普通15(86) [13,14]	6週 [16,17]		
普通20(86) [15]	7週 [16,17,18]		
普通22(63) [14]	8週 [16,17]		
普通30(52) [13,14]	9週 [16]		
普通30(54) [15]	10週 [16,18]		
普通40(37) [15]	11週 [17]		
普通40(38) [14]	1年 [16,17,18]		
普通45(38) [13]	2年 [16,17,18]		
普通50(31) [15]	3年 [16,17,18]		
普通60(30) [13]	4年 [17,18]		

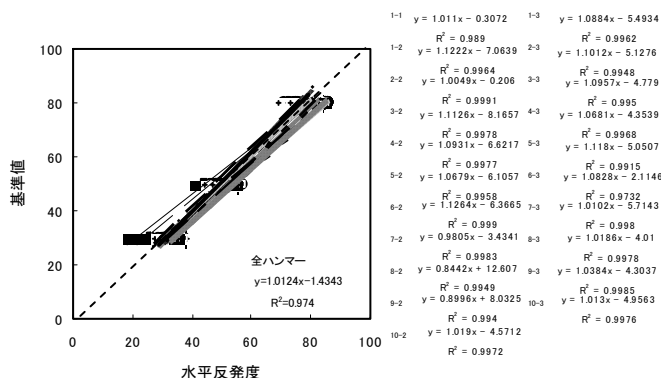


図-2 テストアンビルの水平反発度と基準値

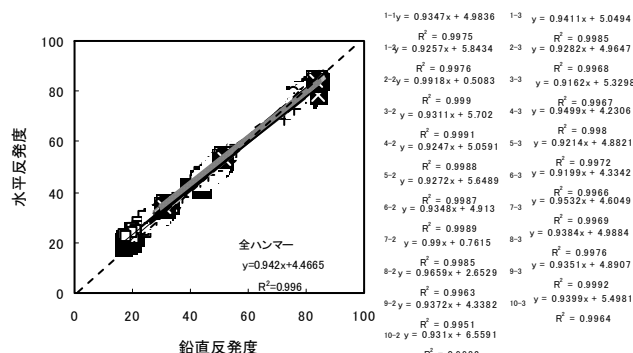


図-3 テストアンビルの鉛直反発度と水平反発度

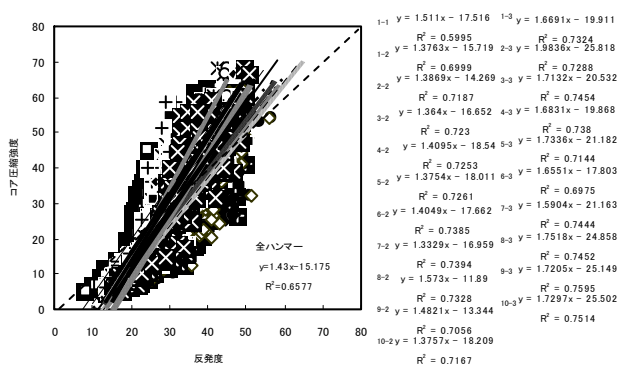


図-4 全供試体の補正なしの反発度とコア圧縮強度

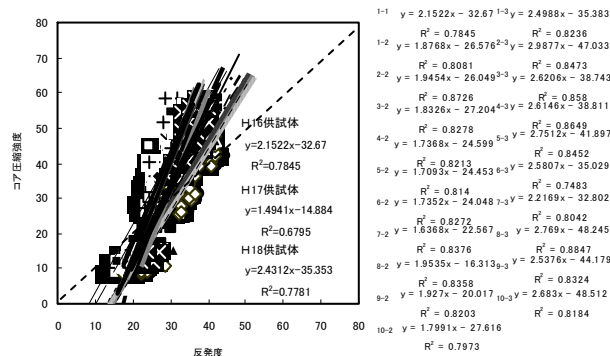


図-5 曲げ供試体の補正なしの反発度とコア圧縮強度

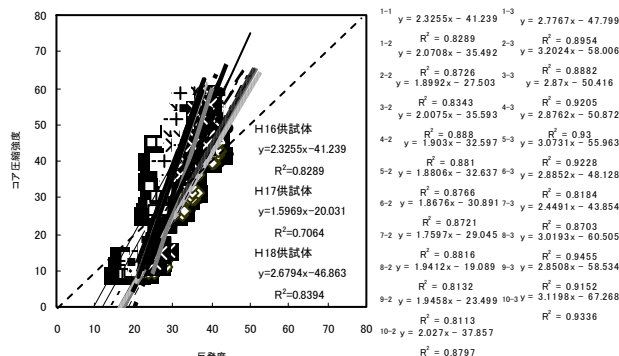


図-6 図-5を通常の打撃角度補正方法で補正した場合

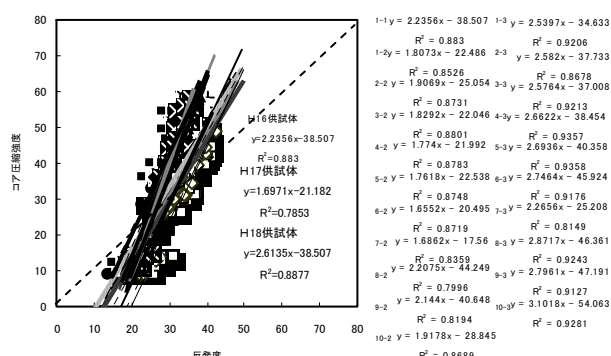


図-7 図-5を基準値のy=ax+b式で補正した場合

きく生じている（補正なしの場合）。この変動の要因は、既知のように測定装置の個体差の他に、測定条件、材齢、水分、材料・配合条件などである。そこで、材齢2～11週の曲げ供試体に限定して、反発度とコア圧縮強度との関係を供試体の年度別に求めると、図-5に示すようにばらつきが小さくなる。

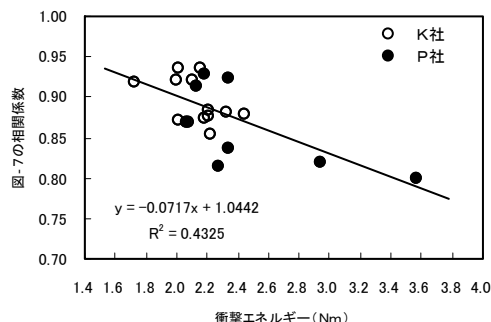
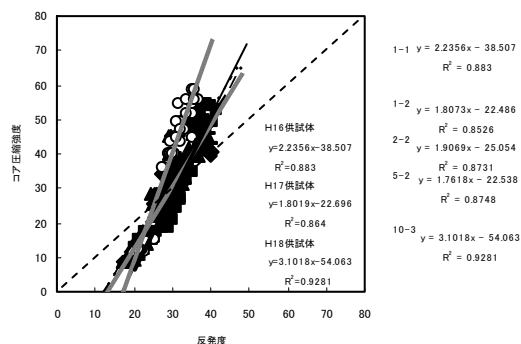
測定装置の個体差を解消する補正方法としては、測定日にコンクリートの打撃角度ごとにテストアンビルの基準値(80, 50, 30) y と反発度 x との関係 $y = ax + b$ 式を求め、コンクリート反発度の補正値を計算する方法を開発した^{1) 2)}。この補正方法は、通常の打撃方向補正方法で補正した場合（図-6参照）と比較すると、反発度を基準値の $y = ax + b$ 式で補正した場合（図-7参照）のように、ハンマーごとの補正反発度とコア圧縮強度との関係は、個体差が小さく推定精度が向上している。衝撃エネルギーが小さいほど相関性が良く（図-8参照）、標準の衝撃エネルギー2.207Nm $\pm$ 1%以内のハンマーの場合（図-9参照）、この補正により相関性が向上している。

4. まとめ

リバウンドハンマーは、個体差があり反発度が変化するが、基準値80, 50, 30（または、80, 30）のテストアンビルで求めた $y = ax + b$ 式で補正することにより、個体差による誤差を解消しコンクリートの圧縮強度推定精度の向上を図れる。材齢、供試体の種類による反発度の相違は、他の非破壊試験法による必要がある。

参考文献

- 1) 高木透・豊福俊泰：リバウンドハンマーによる構造物中のコンクリートの圧縮強度検査法に関する研究，平成16年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.909～910，2006年3月
- 2) 彼杵正親・豊福俊泰：リバウンドハンマーによるコンクリートの圧縮強度試験方法の精度向上技術の検討，平成17年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.855～856，2007年3月

図-8 ハンマーの衝撃エネルギーと図-7の $y = ax + b$ 式で補正した場合の相関係数図-9 図-7のうち衝撃エネルギー2.207 Nm $\pm$ 1%以内のリバウンドハンマーの場合