

リバウンドハンマーによるコンクリートの強度推定の精度向上技術に関する研究

九州産業大学工学部 フェロー会員 ○豊福 俊泰
九州産業大学工学部 佐藤 武夫

1. まえがき

反発度法は、構造物中のコンクリートの非破壊試験による圧縮強度検査方法として JIS 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低減が課題となっていた。本研究は、平成 14 年度に開発したテストアンビルによるリバウンドハンマーの個体差誤差の較正方法¹⁾に関する継続研究であり、この方法の実用性を検証したものである。

2. 試験方法

リバウンドハンマーは、衝撃エネルギーが標準 2.207Nm のリバウンドハンマー①～⑩の 10 機種を、製造元に依頼して標準に調整した(⑨2.10, ①④⑥2.12, ③⑤2.14, ⑪2.19, ②2.22, ⑩2.24, ⑧2.28, ⑦2.30 Nm)。テストアンビルは、基準値 80 のほかに 50, 30 の合計 3 種類を使用し、鉛直打撃方向、水平打撃方向で測定した。コンクリートの反発度試験は、コア採取箇所の表面で 10 点測定した。全打撃回数は 7,965 回で、試験温度は 29～18℃である。

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 8 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(コア圧縮強度は、各々 2 箇所で試験し平均)。

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(%)	材齢	供試体の種類	養生方法
普通15	86	1週	曲げ供試体 柱部材 床部材	屋内(空气中) 屋内(湿潤養生5日) 屋内(養生剤塗布) 屋外
普通20	63	2週		
普通25	54	4週		
普通30	52	7週		
普通40	38	10週		
普通45	37	2年		
普通50	31	3年		
普通60	30	4年		
		5年		
		6年		
		7年		

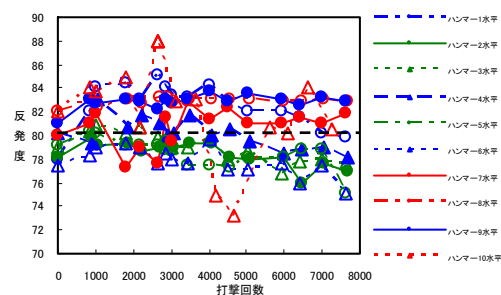


図-1 水平打撃の反発度の変化

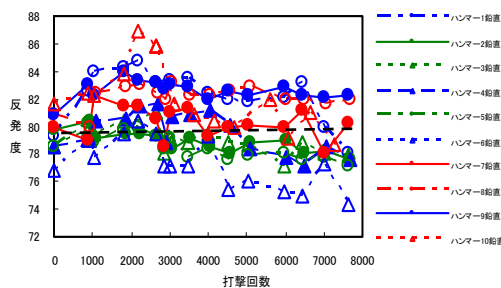


図-2 鉛直打撃の反発度の変化

3. 各種のリバウンドハンマーの構造物での試験結果

11 機種のリバウンドハンマーの水平打撃、鉛直打撃の反発度(テストアンビル基準値 80 の場合)は、図-1 および図-2 に示すように、打撃回数の増加により反発度が全体的に減少する傾向が認められ、個体差が生じている。鉛直打撃の反発度とテストアンビル基準値、水平打撃の反発度との関係は、代表例として図-3、図-4(打撃回数 3634 回の場合)に示すように、リバウンドハンマーによって勾配が異なり個体差が生じており、一定の関係式で較正すると誤差となる。特に、衝撃エネルギーが小さいハンマー①の場合、テストアンビル基準値に対して、反発度が高くなる傾向が認められる。

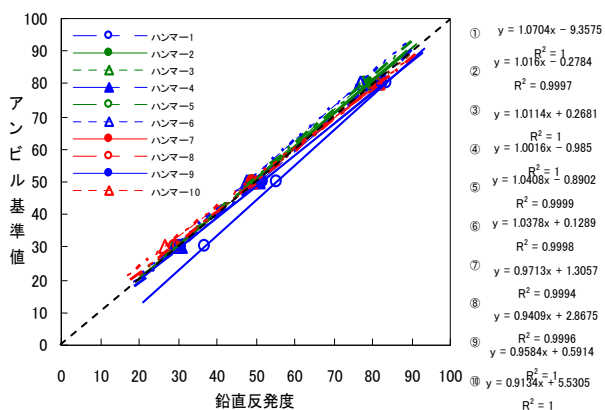


図-3 鉛直反発度とテストアンビル基準値 (3634 回打撃)

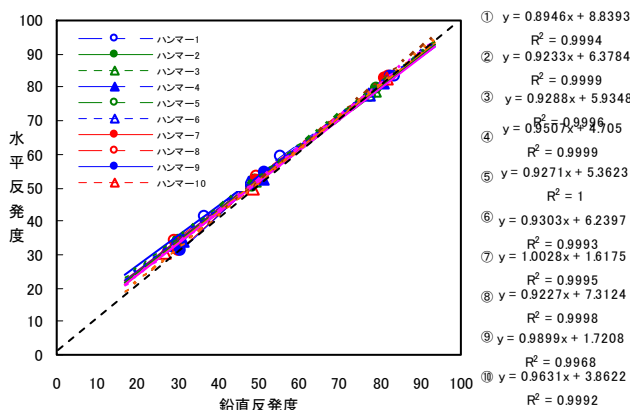


図-4 鉛直反発度と水平反発度 (3634 回打撃)

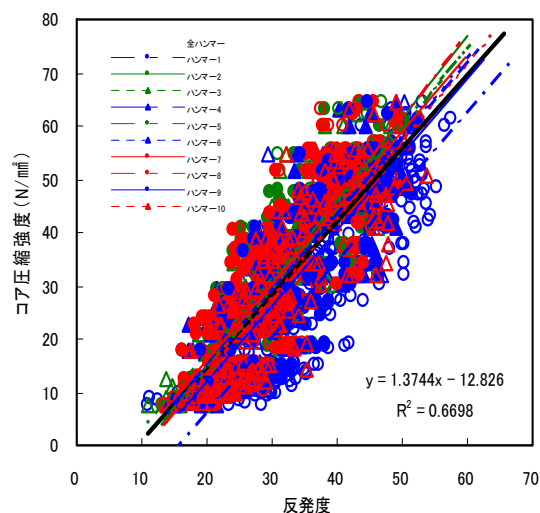


図-5 補正なしの反発度とコア圧縮強度

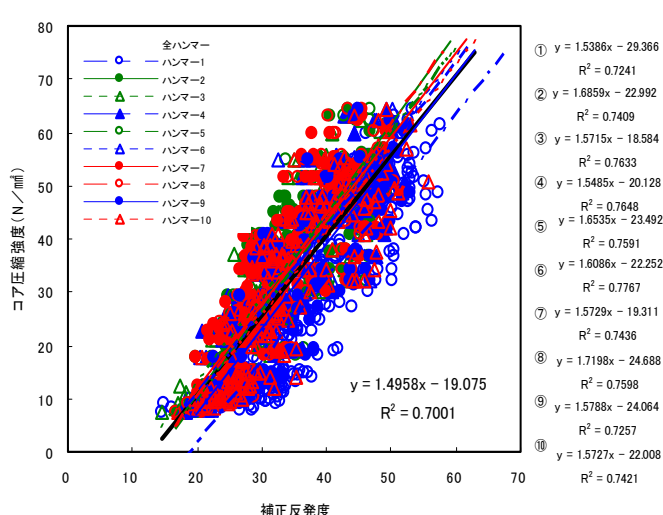
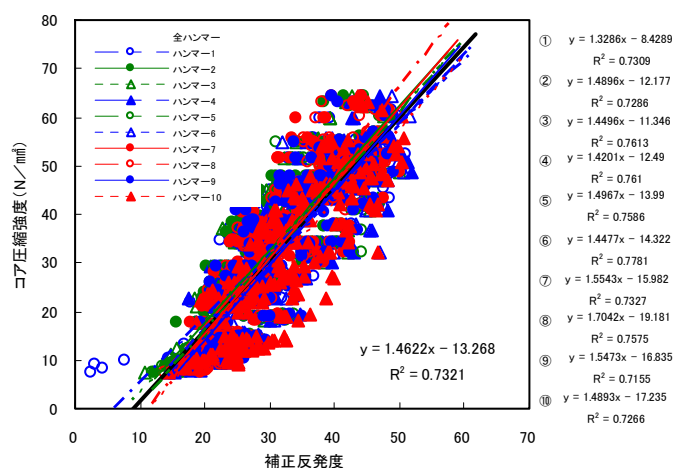
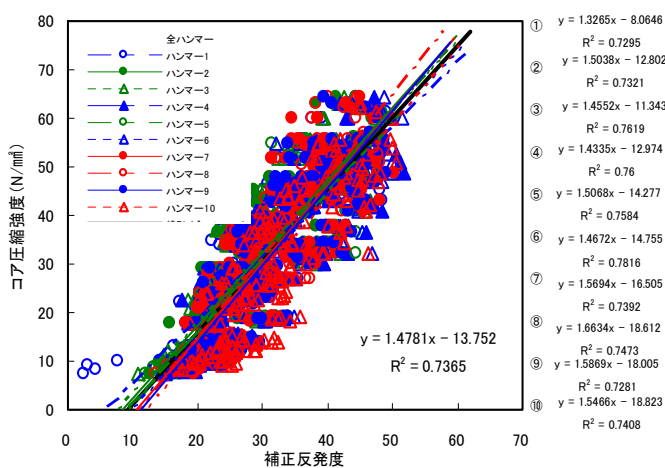


図-6 打撃方向補正表で補正した反発度の場合

図-7 基準値 80, 30 の $y=ax+b$ 式補正の反発度の場合図-8 基準値 80, 50, 30 の $y=ax+b$ 式補正の反発度の場合

次に、全試験結果から反発度とコア圧縮強度との関係を求めると、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きく生じている（補正なしの場合、図-5 参照）。この変動の要因は、既知のように測定装置の個体差（打撃角度、打撃回数、温度など）の他に、材齢、水分、材料・配合条件などである。

そこで、開発したリバウンドハンマーの個体差誤差の較正方法¹⁾では、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基準値 y と反発度 x との関係 $y = ax + b$ 式を求め（図-3 参照）、コンクリート反発度の補正値を計算する。この較正方法は、従来どおりの打撃方向補正表で補正した場合（図-6 参照）と比較すると、基準値 80, 30 の反発度を $y = ax + b$ 式で補正した場合（図-7 参照）、基準値 80, 50, 30 の反発度を $y = ax + b$ 式で補正した場合（図-8 参照）のように、後者の場合ほど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おり、開発した較正方法を採用する効果が示されている。特に、基準値に対して反発度が高くなる傾向があるハンマー①の場合、個体差が著しく較正されている。

また、個体差以外による変動要因は、トレント法、中性化深さ、水分計法などとの複合法による必要がある。

4. まとめ

リバウンドハンマーは、標準の衝撃エネルギーであっても個体差誤差があり反発度の変動するが、基準値 80, 50, 30（または、80, 30）のテストアンビルで求めた $y = ax + b$ 式で補正する較正方法によって、個体差誤差を著しく低減することが可能となり、コンクリートの圧縮強度推定の精度向上を図れることが検証された。

参考文献

- 1) 安里和晃・豊福俊泰・亀井頼隆：テストアンビルによるテストハンマーの検定方法に関する研究，平成 14 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp. A-466～A-467，2003 年 3 月