

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

九州産業大学工学部 学生会員 ○廣田 一宏
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 正会員 亀井 頼隆

1. まえがき

構造物中のコンクリートの品質検査方法としては、従来から反発度法が用いられているがばらつきが大きく、高精度の試験法の開発が課題となっている。そこで、本研究は、低強度用のテストアンビルを使用したリバウンドハンマーの検定¹⁾、記録紙の打撃画像測定²⁾を行い、圧縮強度検査法を検討したものである。

2. 試験方法

リバウンドハンマーは、衝撃エネルギー2.207Nmのハンマー、の3機種（ハンマーは勾配補正装置付）を使用した。テストアンビルは、基準値80のほか低強度用の30の合計2種類を使用し、鉛直打撃方向、水平打撃方向で測定（写真-1参照）した。打撃画像測定は、リバウンドハンマーのプランジャーによるコンクリート表面の打撃面積を、記録紙の画像から測定する（図-1参照）。試験は、最初にテストアンビルで反発度を測定後、反発度・打撃画像を各試験箇所にて24点測定した。記録紙の画像から、楕円面積（外接矩形の長辺と短辺とから算出）を、高精度画像処理装置により測定した。ハンマーは、記録紙なしの場合についても反発度を測定した。



写真-1 水平打撃方向のテストアンビル

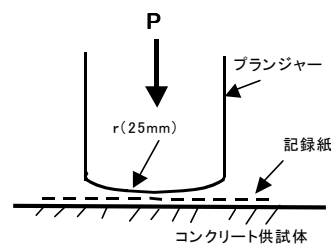


図-1 記録紙の打撃画像測定

供試体は、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）とし、表-1に示す10配合のレディーミクス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、それぞれ2個採取して試験を行った。

3. 試験結果

(1) リバウンドハンマーの機種別試験結果

図-2および図-3は、打撃回数とテストアンビルの反発度測定値の変化（基準値80の場合）であり、鉛直方向と水平方向との反発度の関係から求めた勾配の変化は、図-4に示すとおりである。全体的に打撃回数の増加とともに反発度、勾配がやや減少する傾向が認められ、機種によって勾配が異なっている。反発度とコア圧縮強度との関係は、反発度の補正なし場合（図-5参照）に対し、従来どおり打撃角度補正表で較正した反発度の場合（図-6参照）、ここで提案する $y=ax+b$ とみなしテストアンビルの水平・鉛直打撃補正の反発度の場合

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 円柱供試体	屋内(空气中) 屋内(湿潤養生5日) 屋内(養生剤塗布) 屋外 水中
普通20	86	2週		
普通25	63	3週		
普通30	52, 54	4週		
普通40	37, 38	5週		
普通45	38	6週		
普通50	31	7週		
普通50	31	8週		
普通60	30	9週		
普通60	30	10週		
		1年		
		2年		
		3年		

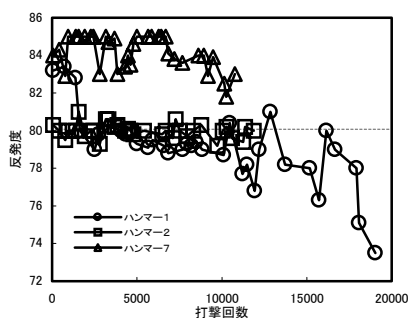


図-2 水平打撃の反発度の変化

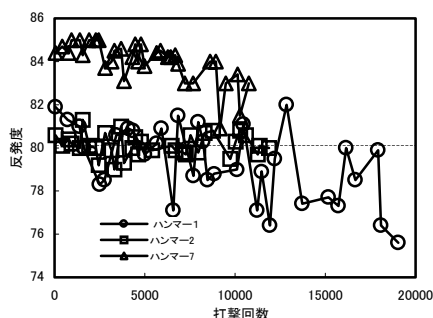


図-3 鉛直打撃の反発度の変化

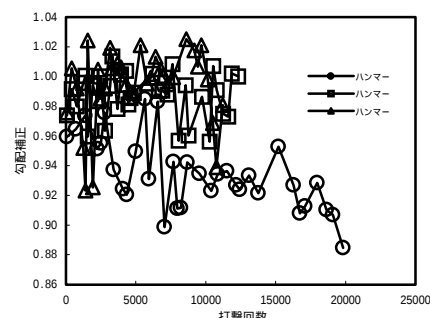


図-4 鉛直～水平打撃の関係の勾配の変化

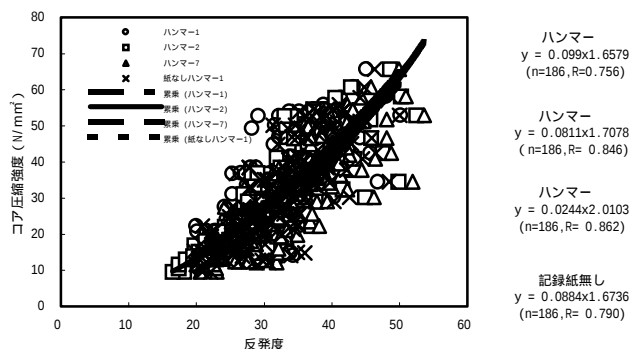


図 - 5 補正なしの反発度とコア圧縮強度との関係

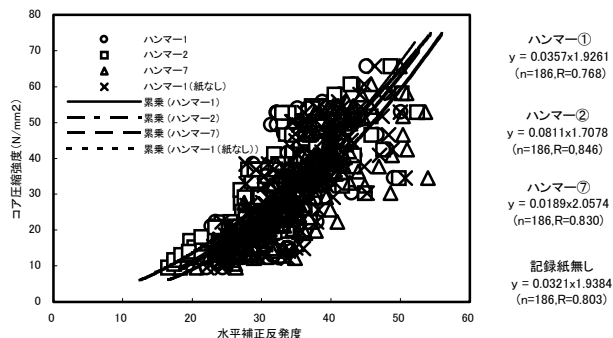


図 - 6 打撃角度補正表校正の反発度とコア圧縮強度との関係

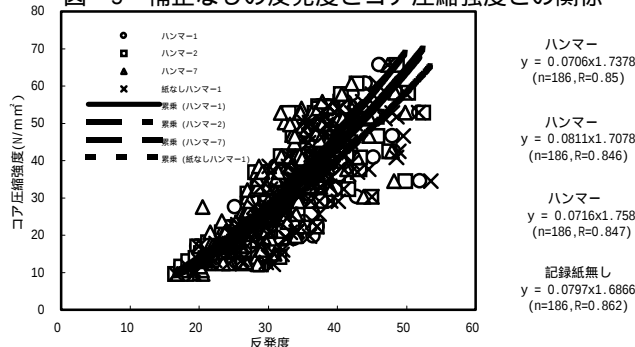


図 - 7 水平・鉛直打撃補正の反発度とコア圧縮強度との関係

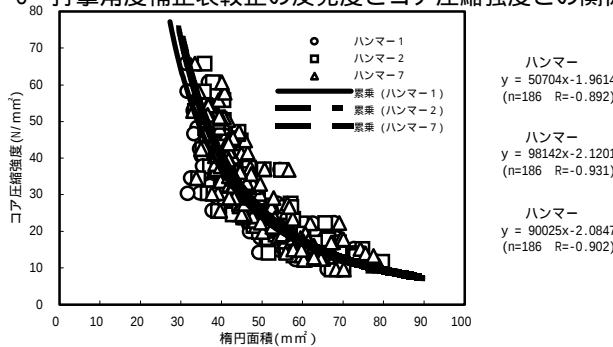


図 - 8 楕円面積とコア圧縮強度との関係

合(図-7 参照)を比較すると、ここで提案する場合の推定精度が高くなっている。勾配補正装置付のハンマーは、補正なしで自動的に反発度が求められる。

楕円面積とコア圧縮強度との関係(図-8 参照)は、反発度より相関性が良くなっており、これらの試験結果から、楕円面積 D_A と反発度 H_A とを組合せ H_A/D_A (反発度/楕円面積)とコア圧縮強度 F_c (N/mm²)との関係を、図-9 に示す。さらに、重回帰分析(変数増減法, $F_{in}=F_{out}=2.0$)の結果、(1)~(3)式および図-10 が得られた(n: データ数, R: 重相関係数, 式の下段の()内は t 値)。

$$[\text{ハンマー}] F_c = 10^{2.9240} D_A^{-1.4109} H_A^{0.5794} \quad (1)$$

$$(-9.4) (4.2)$$

$$(n=186, R=0.874, e_s=6.44)$$

$$[\text{ハンマー}] F_c = 10^{3.2996} D_A^{-1.5783} H_A^{0.5291} \quad (2)$$

$$(-11.0) (4.4)$$

$$(n=186, R=0.886, e_s=6.15)$$

$$[\text{ハンマー}] F_c = 10^{3.2444} D_A^{-1.5535} H_A^{0.5532} \quad (3)$$

$$(-11.2) (4.4)$$

$$(n=186, R=0.886, e_s=6.14)$$

H_A 単独でも高精度化が図れるが、 D_A との複合式は、さらに圧縮強度の推定精度の向上が図れる。

4. まとめ

低強度用のテストアンビルを使用し、コンクリート供試体の測定日ごとにリバウンドハンマーの基準値を測定して、反発度を較正することにより、圧縮強度の推定精度の高精度化が図れることが検証された。

謝辞: 本研究は(社)九州建設弘済会「建設事業に関する研究開発」の助成を頂きました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 田代悟・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強度試験方法の高精度化技術の開発, 平成 15 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-544 ~ A-545, 2004 年 3 月
- 2) 井上洋一・豊福俊泰・亀井頼隆: テストハンマー硬さによるコンクリートの圧縮強度試験法に関する研究, 平成 15 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-542 ~ A-543, 2004 年 3 月

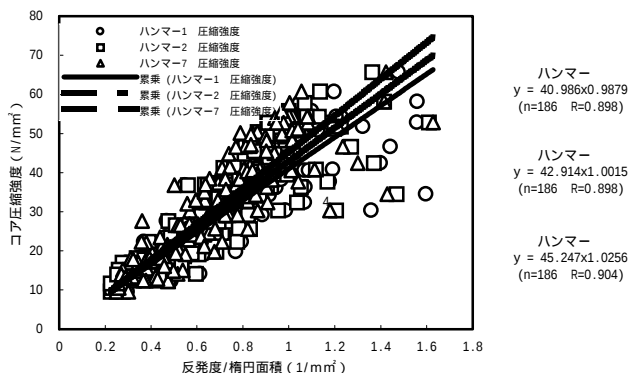


図 - 9 (反発度/楕円面積)とコア圧縮強度との関係

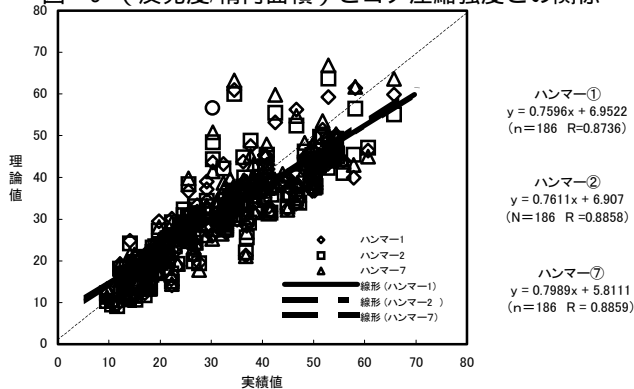


図 - 10 測定値と計算値との関係