

V-587 コンクリートのテストハンマー強度の試験方法に関する研究

九州産業大学工学部 正会員 豊福 俊泰
亀倉精機（株） 亀倉 邦男

1. まえがき

現在、構造物中のコンクリートの品質の検査方法は、簡便かつ信頼できる試験技術が確立されていないため、工事に使用したコンクリートの品質の検査結果および運搬・打込み・養生の検査結果を利用して行われている。このため非破壊試験による検査法の確立が望まれるが、簡便さからテストハンマーによるコンクリートの強度試験方法¹⁾の必要性が高い。そこで、本研究では、テストハンマーの機器の相違が強度の推定精度に及ぼす影響を検討した。

2. 試験方法

試験は、テストハンマーの耐久性試験およびテストハンマー強度試験を行った。試験機器は、A種、B種の2種類のテストハンマーを無作為に選定し、それぞれ6台を比較した。

耐久性試験は、テストハンマーをテストアンビルで 80 ± 1 に調整後、図-1の装置に固定して1回/10秒の割合で打撃を繰り返し、連続500回ごとに反発度（6回の平均値）を測定し、テストハンマーに異常が生じるか、反発度が 80 ± 2 の範囲を越えるまで試験を行った。コンクリート供試体は、1週水中養生後、26週以上 20°C 、60%の恒温室で養生を行った（ $f_{c28}=380\text{kgf/cm}^2$ ）。

テストハンマー強度試験は、表-1の配合で $15 \times 15 \times 53$ 、 $\phi 15 \times 30$ のコンクリート供試体を作成し、反発度～圧縮強度の関係を求めた。供試体は48時間で脱型し、1週水中養生後、4週まで 20°C 、60%の恒温室で養生を行った。反発度は、各供試体の両側面を測定面とし、砥石で平滑にして裁荷板上に 50kgf/cm^2 の拘束力を加えて固定後、図-2に示す箇所で測定した。測定点は20点（中央値から6以上差がある値は棄却）を基準とし、測定箇所は無作為に選定した5箇所とした。

3. 試験結果

耐久性試験結果は、図-2に示すように、5000～12000回の測定時に反発度が 80 ± 2 の範囲外となった。A種のテストハンマーは、B種に比較して反発度の変動がやや大きい傾向が認められる。

テストハンマー強度試験結果を、図-3および図-4に示す。測定箇所数は、1箇所

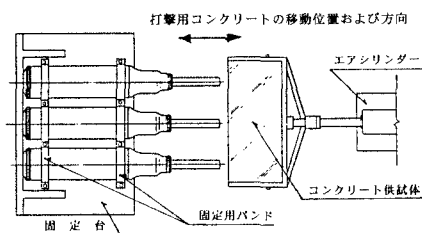


図-1 耐久性試験装置

表-1 試験供試体の種類

区分	C kg/m ³	W kg/m ³	W/C %	s/a %	SL cm	A %	f _{c28} kgf/cm ²
配合Ⅰ	206	156	75.7	39.9	8.0	3.8	187
配合Ⅱ	273	156	57.1	37.9	9.4	4.5	327
配合Ⅲ	352	159	45.2	35.8	9.7	3.6	440
配合Ⅳ	361	119	32.3	34.9	7.8	3.7	660

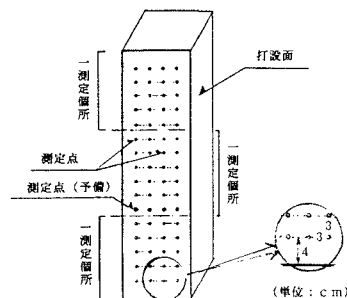
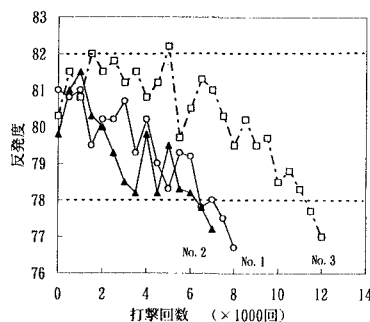
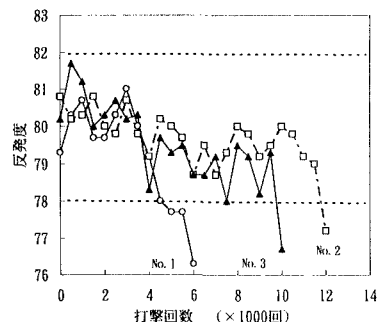


図-2 テストハンマー強度の測定点



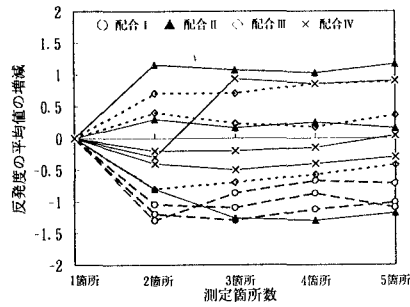
(a) A 種



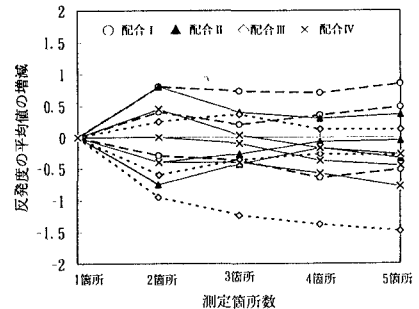
(b) B 種

図-2 打撃回数と反発度の関係

（20点）ではサンプリングのばらつきがあり、3箇所以上とするとこれが小さくなっている。A種は、図-2と同様にB種に比べやや変動が大きくなっている。サンプリングによるばらつきをなくすため、5箇所の測定値の平均値から反発度と圧縮強度との関係を



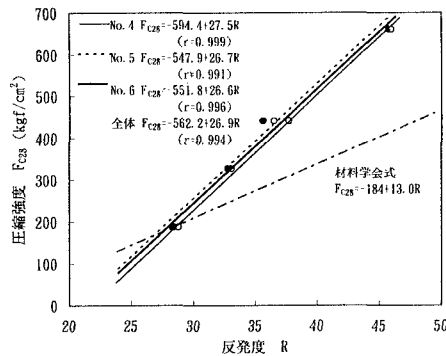
(a) A種 (No.1~No.3)



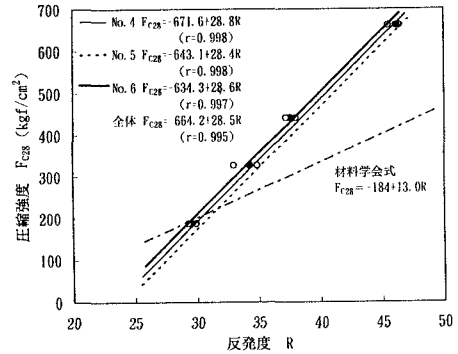
(b) B種 (No.1~No.3)

図-3 測定箇所数と反発度の平均値の増減との関係

求めると、各ハンマーごとの回帰式は、A種、B種のいずれも相関性が極めて良く、一方、既往の強度推定式の代表例である材料学会式と比較すると、適合性が



(a) A種 (No.4~No.6)



(b) B種 (No.4~No.6)

図-4 反発度と圧縮強度との関係

悪いことがわかる。推定精度は、表-2に示すとおりであり、各ハンマーごとの回帰式を用いた場合、残差37.2~20.9kgf/cm²、標準偏差8.0~22.6kgf/cm²となっており、強度の検査法として実用できる精度とみなされる。これに対し、材料学会式を用いた場合、高強度では残差が250kgf/cm²にも達し、実用の範囲を超えている。また、反発度が30、40、50である場合のテストハンマー強度の推定値を各回帰式から求めると、表-3に示すとおりであり、反発度が同一であってもテストハンマーごとに製品の変動があるため、各ハンマーごとの回帰式から強度推定する必要があることがわかる。

4. 結論

コンクリートの材齢、養生条件、乾湿状態、温度、測定面の状態、測定部材の厚さ、ハンマーの打撃方向、測定回数（1箇所20点を3箇所以上）を一定とした条件下で、コンクリートのテストハンマー強度は、各テストハンマーごとに強度推定のための推定式を求めることにより、高度の相関で推定できる。

参考文献

- 1) JSCE-G504-1990 硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法、コンクリート標準示方書規準編 [平成8年制定]
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの非破壊試験法研究委員会報告書、1992年3月

表-2 推定式の推定精度

推定式の区分	推定精度 (kgf/cm²)					
	A 種			B 種		
	c	e _s		c	e _s	
No. 4式	12.7~	-0.2	8.0	16.3~	-7.3	9.5
No. 5式	37.2~	-20.9	22.6	16.6~	-7.3	9.8
No. 6式	21.2~	-16.4	14.9	16.5~	-17.5	13.6
全体式	46.3~	-24.1	18.3	32.1~	-22.0	16.6
材料学会式	248.6~	-3.4	85.51	252.5~	-17.7	90.6

注) 残差c: 実測値-推定値 e_s: eの標準偏差

表-3 推定式の推定精度

反発度 R	材料学会式での推定値 (kgf/cm²)	A種、B種のNo. 4式~No. 6式での推定値 (kgf/cm²)			
		推定値	範囲	$\bar{x}$	σ
R=30	206	193.0~253.4	60.4	225.6	20.7
R=40	336	481.2~520.5	39.3	503.2	13.3
R=50	466	769.4~797.2	27.8	780.8	9.1