

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

九州産業大学工学部 学生会員 ○ 篠原 知則
九州産業大学工学部 正会員 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

本研究は、鋼材の硬さ試験に用いられているブリネル硬さ試験の原理¹⁾を、テストハンマー試験に適用する方法を考案し、さらに精度が良い新しい非破壊検査法として、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を、提案したものである。

2. 試験概要

「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」は、テストハンマーによるコンクリート表面の打撃面積を測定するもので、このときテストハンマー硬さ H_T を、 $P/[\text{テストハンマーのプランジャーと供試体の接触面積}]$ (N/mm^2) と定める(図-1 参照)。接触面積は、記録紙をコンクリート面に貼り測定する。

供試体は円柱供試体(高さ $20 \times \Phi 10\text{cm}$) および曲げ供試体(高さ $15 \times 15 \times 53\text{cm}$) とし、表-1 に示す4配合のレディーミックスコンクリートを用いて、養生条件: 5日間湿潤+空気中・同後水中の2種類、材齢: 7~49の9種類と変化させて作製した。

コア圧縮強度は、曲げ供試体から2個採取して測定した。テストハンマーには、衝撃エネルギーが 2.207Nm を2機種(ハンマー①、ハンマー②)、 0.74Nm を1機種(ハンマー③)使用した。

3. 試験結果と考察

(1) テストハンマー硬さの測定法

テストハンマー硬さは、曲げ供試体を圧縮試験機に立てて 3.5N/mm^2 で加圧し、水平方向の反発度とともに上下部で各24点測定した。記録紙の画像は、図-2 に示すように、コンクリート表面の打撃部が黒く求められ(接触面積)、凹部は白抜きで現される。この画像から、最大径、楕円面積(最大径とこの直角方向径とから算出)、接触面積、空隙率〔(楕円面積-接触面積)/(楕円面積)〕を、高精度画像処理システムにより測定した。

記録紙の厚さ(紙厚)と反発度、接触面積との関係は、それぞれ図-3、図-4 に示すとおりである。紙厚の増加に伴い、反発度、接触面積のいずれも増加する傾向が認められるが、一方、紙厚が薄すぎる場合破損することから、ここでは、紙厚を 0.10mm とした。

(2) 圧縮強度との関係

コア圧縮強度(7~53日の7材齢)と反発度、最大径、楕円面積、接触面積、 $(1/\text{接触面積})$ との関係は、それぞれ図-5、図-6、図-7、図-8、図-9 に示す。反発度・ $(1/\text{接触面積})$

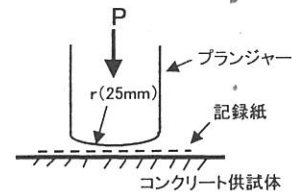


図-1 テストハンマー硬さ

表-1 コンクリートの配合

種類 (注)	W/C (%)	s/a (%)	C (kg/m^3)	W (kg/m^3)	f_{c28} (N/mm^2)
普通15	86	49.1	192	165	22.8
普通25	63	47	259	163	38.0
普通30	52	45.2	314	163	40.5
普通40	38	38.4	474	180	47.0

注) 呼び強度15, 25, 30, 40の普通コンクリート(粗骨材最大寸法20mm, スランプ $8 \pm 2.5\text{cm}$, 空気量 $4.5 \pm 1.5\%$)

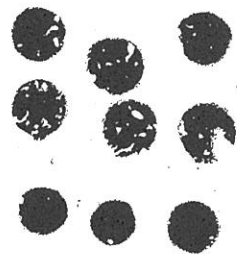


図-2 記録紙の画像

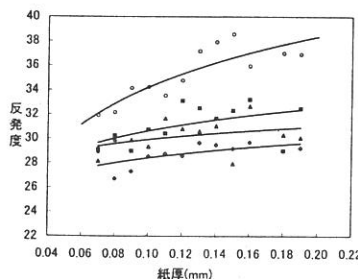


図-3 紙厚と反発度との関係 (①)

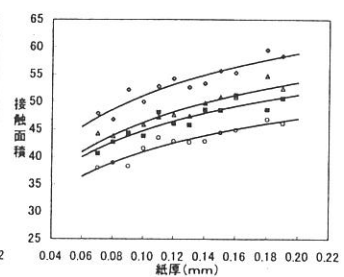


図-4 紙厚と接触面積との関係 (①)

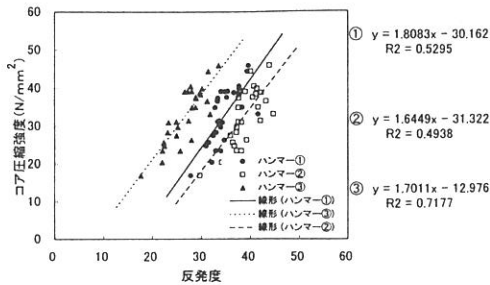


図-5 反発度とコア圧縮強度との関係

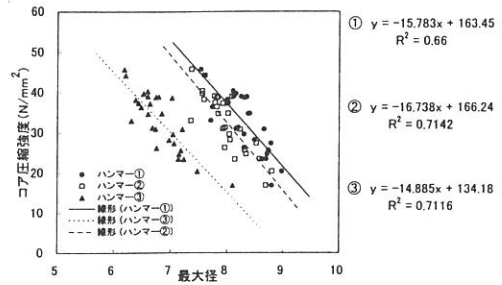


図-6 最大径とコア圧縮強度との関係

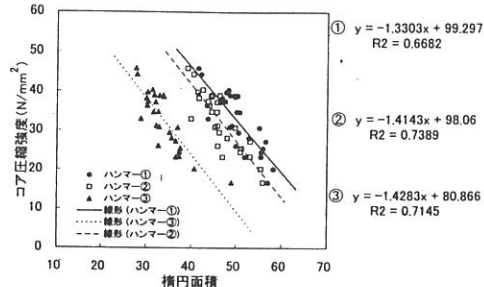


図-7 楕円面積とコア圧縮強度との関係

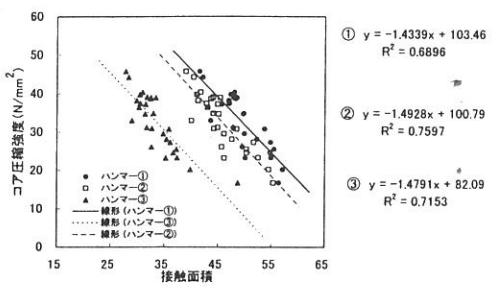


図-8 接触面積とコア圧縮強度との関係

が増加，最大径・楕円面積・接触面積が減少するほど，コア圧縮強度が増加する関係が認められ，接触面積との相関性が良い。一方，空隙率は，圧縮強度と空気量との関係と異なり，相関性が認められない。

これらの試験結果から，テストハンマー硬さ H_T を $(1/\text{接触面積})$ とし，反発度 H_A とともにコア圧縮強度 F_c (N/mm^2) との関係をも，各テストハンマーごとに重回帰分析 (変数増減法， $F_{in}=F_{out}=2.0$) で求めた結果，(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)。

$$[\text{No. 1}] F_c = -43.61 + 2505.21H_T + 0.7126H_A \quad (1)$$

(3.8) (1.8)

$$(n=28, R=0.839)$$

$$[\text{No. 2}] F_c = -38.60 + 3225.36H_T \quad (2)$$

(9.0)

$$(n=28, R=0.870)$$

$$[\text{No. 3}] F_c = -25.98 + 6967H_T \quad (3)$$

(9.1)

$$(n=28, R=0.873)$$

(2) 式および(3)式は 1 変数で表されており，いずれも H_T が H_A よりも相関性が良くなっている。

4. まとめ

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は，テストハンマー試験による反発度と同時に測定され，構造物中のコンクリートの非破壊検査法として実用されることが検証された。

参考文献

1) 須藤一：材料試験法，内田老鶴園，pp.95-115，1998 年 6 月

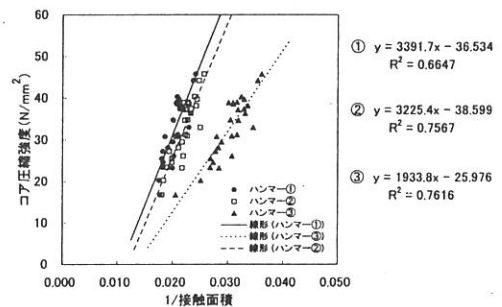


図-9 $(1/\text{接触面積})$ とコア圧縮強度との関係

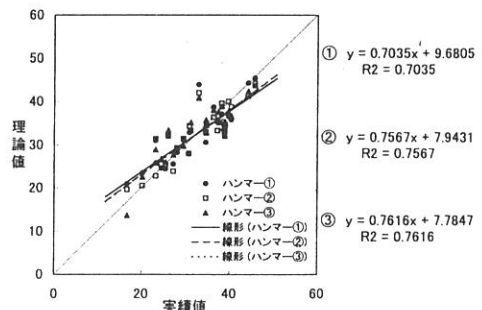


図-10 測定値と計算値との関係