

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 フェロー 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試験法を考案し、「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」として提案したものである。

2. 試験概要

「テストハンマー硬さ」は、反発度の測定と同時に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。

供試体は曲げ供試体(高さ $15 \times 15 \times 53 \text{cm}$)、柱部材(高さ $60 \times 50 \times 20 \text{cm}$) および床部材(高さ $20 \times 50 \times 60 \text{cm}$) とし、表-1 に示す4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：(5日間湿潤+空気中) および(同+水中)の2種類、材齢：7~49日の9種類とした。

コア圧縮強度は、各供試体から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 $[(\text{楕円面積} - \text{接触面積}) / (\text{楕円面積})]$ 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、(1/楕円面積)、(1/接触面積)、空隙率との関係を、それぞれ図-5、図-6、図-7、図-8、図-9 に示す。

反発度 $\cdot (1/\text{楕円面積}) \cdot (1/\text{接触面積})$

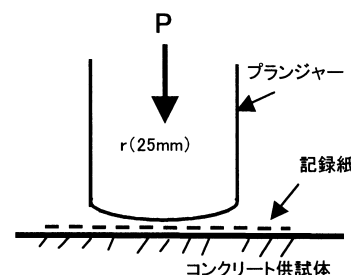


図-1 テストハンマー硬さ

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 $4.5 \pm 1.5\%$)

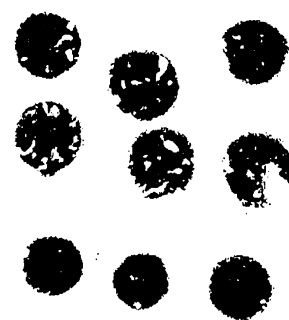


図-2 記録紙の画像

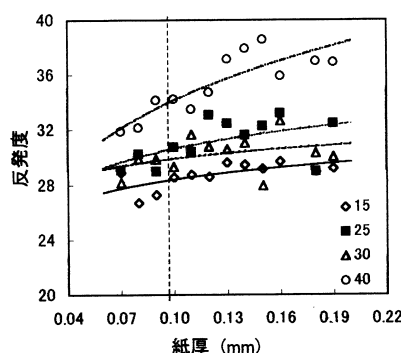


図-3 紙厚と反発度との関係(①)

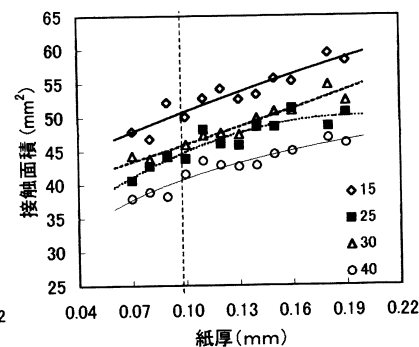


図-4 紙厚と接触面積との関係(①)

キーワード：非破壊検査、ブリネル硬さ、テストハンマー、反発度、圧縮強度

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学工学部土木工学科 TEL 092-673-5678

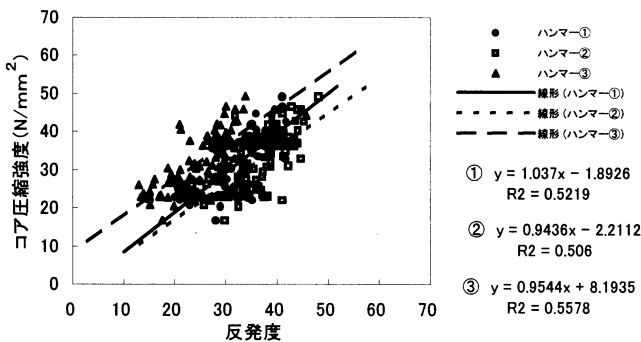


図-5 反発度とコア圧縮強度との関係

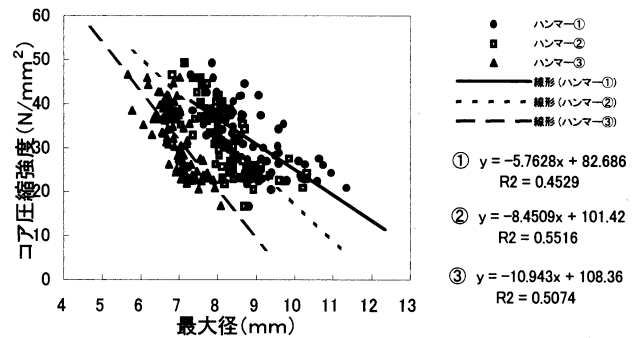


図-6 最大径とコア圧縮強度との関係

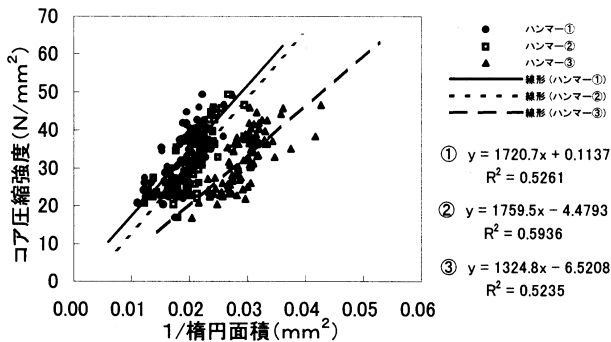


図-7 (1/楕円面積)とコア圧縮強度との関係

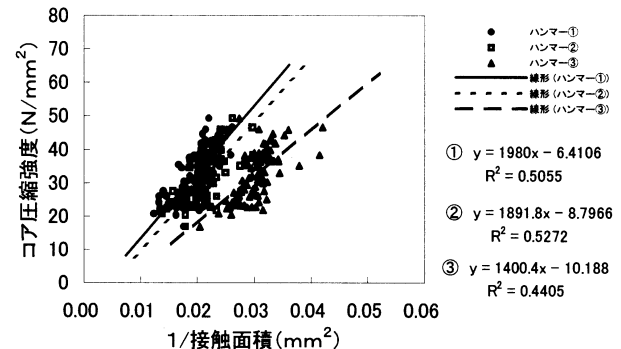


図-8 (1/接触面積)とコア圧縮強度との関係

が増加，最大径・空隙率が減少するほど，コア圧縮強度が増加する関係が認められ，(1/楕円面積)との相関性が良い。床部材（上面）は，柱部材に比べると楕円面積・空隙率が高くなり，コア圧縮強度が低くなる傾向が認められる。

これらの試験結果から，テストハンマー硬さ T_K を(1/楕円面積)と定義し，反発度 H_A とともにコア圧縮強度 F_c (N/mm²) との関係，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）。

$$[\text{ハンマー①}] \quad F_c = -2.66 + 938.801 T_K + 0.5281 H_A \quad (1) \\ (2.5) \quad (2.3) \\ (n=92, R=0.744)$$

$$[\text{ハンマー②}] \quad F_c = -6.21 + 1351.13 T_K + 0.2810 H_A \quad (2) \\ (4.8) \quad (1.7) \\ (n=92, R=0.779)$$

$$[\text{ハンマー③}] \quad F_c = -2.40 + 0.5957 H_A + 671.594 T_K \quad (3) \\ (4.6) \quad (3.6) \\ (n=92, R=0.783)$$

いずれも $T_K \cdot H_A$ の複合式で表され単回帰式より相関性が良く，ハンマー③の相関性が最も良くなっている。

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，内田老鶴圃，pp.95-115，1998年6月

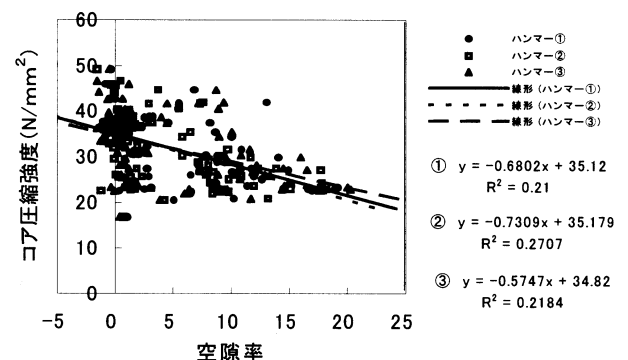


図-9 空隙率とコア圧縮強度との関係

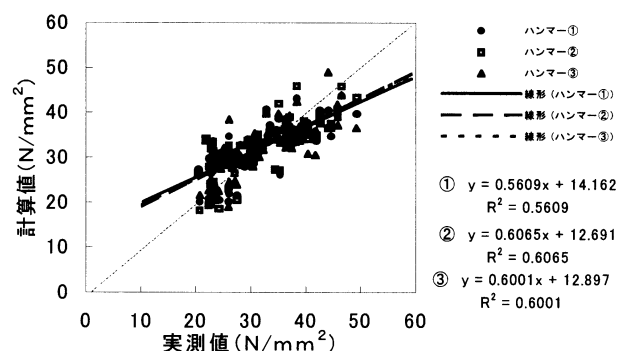


図-10 測定値と計算値との関係