

吹付けコンクリートの早期強度試験方法

高橋 秀樹* 寺本 勝三**
 Hideki Takahashi Syozo Teramoto
 佐藤 幸三***
 Kozo Sato

1. はじめに

従来吹付けコンクリートの早期強度の判定には、簡便さから、シュミットハンマーを適用する研究が行われてきているが、精度的に問題が多いことが指摘され、実用化されていないのが現状である。

そこで、シュミットハンマーに代わる他の硬さ試験機の可能性の検討を行った結果、電子式ペーパーロール硬さ試験機（以下、パロテスターとする）を選定し、吹付けコンクリートの若材令時における強度判定の可否について検討を行った。

2. コンクリートの早期強度試験機の検討

(1) シュミットハンマー

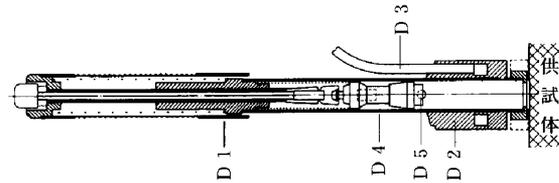
既製シュミットハンマーのインパクトスプリングの強さ、ハンマー質量およびプランジャー先端の形状を変化させた改良機を作成し、その性能の検討を行った。しかし、試験値のばらつき等当初予想していた効果が得られなかったため、コンクリートの強度測定への適用は困難であると考えられる。

そこで、シュミットハンマー同様にテストハンマーで対象物の硬さを測定する以下の試験機の検討を行う。

(2) 電子式硬さ万能試験機（エコーチップ）

この機械は、Fig. 1 に示すように、テストチップ（タングステンカーバイトまたはダイヤモンド製）を有するインパクトボデーが、供試体表面を打撃し、同時に反撥するものである。

インパクトボデーの衝突速度および反撥速度は、ボデーに内蔵する磁石が周辺のコイルの中を通過する時に発生する電圧に比例し、その比の1000倍を硬度値 L として



D 1 ローディングチューブ D 4 インパクトボデー
 D 2 コイル D 5 テストチップ
 D 3 ケーブル

Fig. 1 エコーチップ・インパクト装置

表示する。すなわち、硬度値 L は衝突速度と反撥速度の比を1000倍した値である。なお、この硬度値 L を測定することにより、材料の強度の判定が可能である。

しかし、この機械は鋼材の硬さを測定するために開発されたもので、テストチップの直径は5mmと小さく、被測定面の高い平滑度が要求される。したがって、この機械をそのまま吹付けコンクリートの測定に適用することは困難であると考えられる。

(3) 電子式ペーパーロール硬さ試験機（パロテスター）

この機械は、ペーパーロールの巻きの状況を管理するために開発されたもので、測定の原理は前述のエコーチップと同様である。この機械をPhoto 1 に示す。対象物が紙であることから、テストチップ部分は、スチール製で直径9mm、曲率25mmと大きくっており、吹付けコンクリートの強度測定に適用が可能であると考えられる。

よって、パロテスターの適用可能性に関して実験を行う。

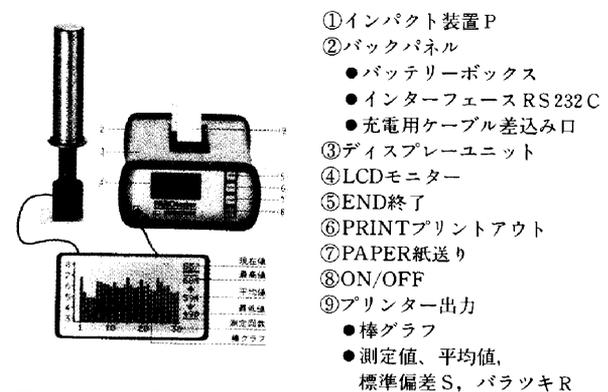


Photo 1 パロテスター

3. 実験

パロテスターにより、硬度値と圧縮強度の関係を求める基礎実験および測定面の方向（打撃角度）の影響を調べる実験を行い、その実用化の検討を行う。

*技術研究所地質研究課係長
 **土木設計部副部長
 ***技術研究所地質研究課

(1) 立方体供試体を用いた打撃試験

普通コンクリートで作成した15×15×15cmの立方体供試体の側面を試験機のインパクト装置で打撃して、その硬度値 L と圧縮強度の関係を求める。

① 試験方法

打撃試験は、立方体の3側面をBSおよびDINの規格に従いコンクリート強度に応じた圧定力（試験体を押しつけて固定する力：7.5～25 kgf/cm² (0.74～2.45 MPa)）を加え Fig. 2 に示す間隔で打撃し平均値をもって平均硬度値とした。

試験体の圧縮強度は、立方体供試体強度の87%（円柱供試体に換算）とする。

② 試験結果

試験結果を、Fig. 3 に示す。硬度値と圧縮強度の関係を2次曲線で相関する。

$$\sigma(L) = 0.0009L^2 - 0.042L + 0.799$$

$$(\text{相関係数}0.99) \dots\dots(1)$$

(2) 六角柱供試体を用いた打撃角度変化試験

シュミットハンマーでは、測定面の方向（打撃角度）による影響を受け、圧縮強度を推定する場合、補正する必要がある。そこで、パロテスターにおいて測定面の方向による影響を、六角柱供試体を用いて検討する。

① 試験方法

打撃角度による影響を調べるため、水平方向および上向き、下向きに45°、90°の5方向が測定できるように、供試体の形状は Fig. 4 に示す六角柱とする。

試験体の圧縮強度は、同一バッチから採取したφ10×20cmの供試体から求める。

② 試験結果

試験結果から、硬度値と圧縮強度の関係、および式(1)との比較を Fig. 5 に示す。これより、打撃角度によるばらつきが少ないことがわかる。

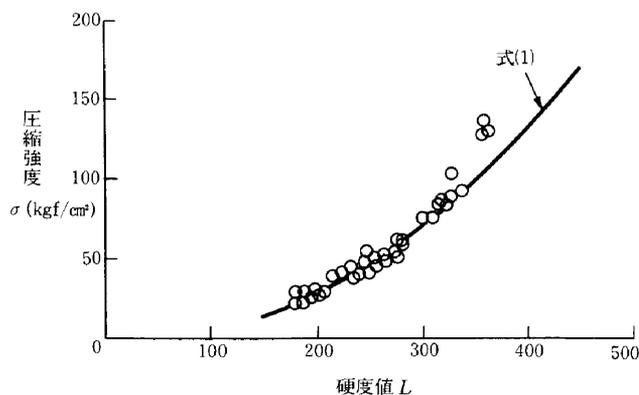


Fig. 3 反撥硬度と圧縮強度の関係
(立方体供試体)

4. まとめ

実験から次のことが明らかになった。

パロテスターでは、圧縮強度25～100 kgf/cm² (2.45～9.81 MPa) の低強度域における硬度値 L と圧縮強度の関係は、高い相関がある。

さらに、打撃角度による影響も受けにくく、補正処理を行わなくても実用に供し得るだけの相関が得られる。

コンクリートの若材令時の強度測定用として、パロテスターが十分実用に供し得るとの結果が得られた。

今後は、測定面の状況（凹凸、乾湿等）による影響や測定対象コンクリート厚さの影響（必要最低厚さと背面の状況）を調査するとともに現場における試験および測定マニュアルを作成し、実用化を図っていく。

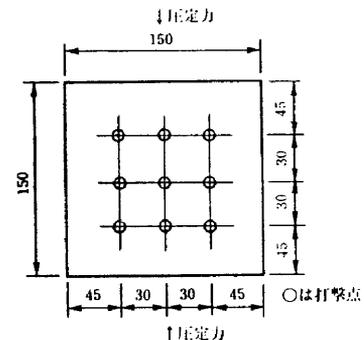


Fig. 2 供試体寸法および打撃位置

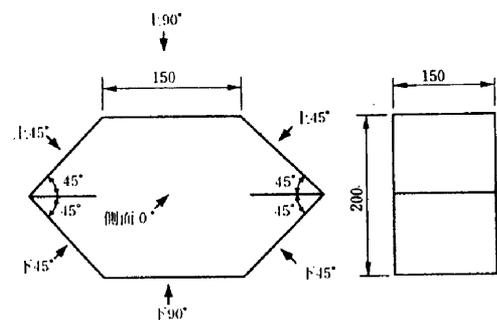


Fig. 4 供試体寸法と打撃方向

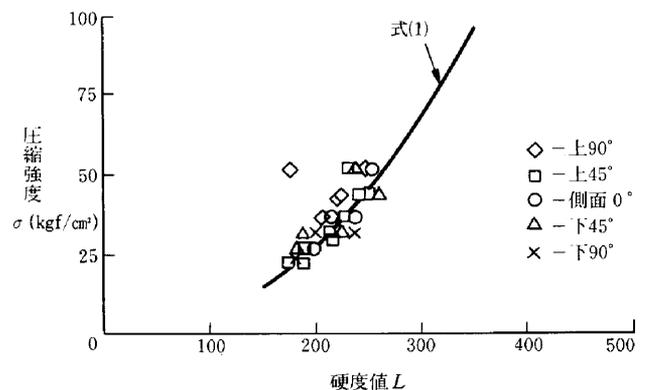


Fig. 5 反撥硬度と圧縮強度の関係および式(1)との比較
(六角柱供試体)