

機械インピーダンス法によるコンクリート圧縮強度推定の誤差について

日東建設（株） 正会員 ○久保 元樹
 日東建設（株） 正会員 久保 元
 アプライドリサーチ（株） 正会員 境 友昭

1. はじめに

いわゆる機械インピーダンス法(MIM)は、加速度計を装備したハンマでコンクリート表面を打撃し、その時に観測されるコンクリート側の反力の時間波形を測定、ハンマとコンクリートが接触する点での機械インピーダンス値(MIMV)を求める方法である。MIM を応用したコンクリートの圧縮強度推定方法では、MIMV によって測定されるコンクリートの弾性的特性が、圧縮強度と相関関係にあることを利用している。弾性領域での測定量から破壊領域に関わる圧縮強度を推定する手法であることから、様々な仮定の導入は必要であり、それらに伴う系統誤差を免れることはできないが、それ以外にも測定に伴う様々な誤差の発生が考えられる。本論では、測定誤差について解析し、測定装置の誤差とコンクリート表面の強度のばらつきに起因する測定値の変動について考察を行った。

2. 校正試験における誤差の確認

MIM による測定量とコンクリートの圧縮強度の関係を把握し、校正曲線を求めるために校正試験が実施されている。実際の圧縮強度が $50 \sim 88 \text{ N/mm}^2$ の範囲(設計強度 $30 \sim 60 \text{ N/mm}^2$, 3 N/mm^2 ステップで 9 水準 18 個)の円柱供試体($\phi 150 \text{ mm} \times$ 高さ 300 mm)を作成し、各供試体 31 回の打撃試験を行い、MIMV と圧縮強度の関係及び測定誤差について実験を行った。図 1 は、実際の各供試体の圧縮強度と測定値の変動係数の関係である。圧縮強度が高くなると、測定値の変動係数が小さくなる傾向を示す。変動係数の平均値は、3.77% であり、測定装置の誤差は、この値以上に小さいことがわかる。また、コンクリート強度と測定値の変動係数に関係があることは、コンクリートの場合、強度が高くなるほど、表面での弾性係数が均一化することを示している。

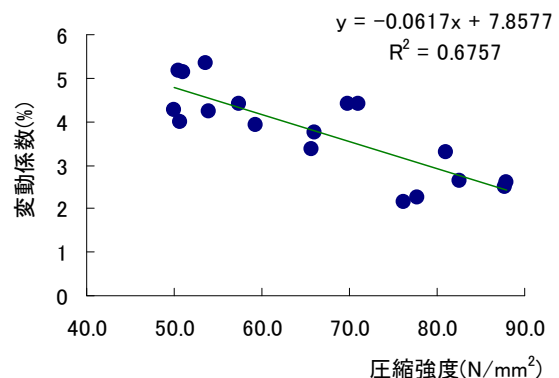


図 1 圧縮強度と MIMV の変動係数

3. 供試体による実験

図 2 のコンクリート供試体を用い、図中矢印破線で示す測定線で、供試体左端 100mm から 25mm 間隔で右端側 100mm までの 57 点をそれぞれ 10 回ずつ、MIM によりコンクリートの圧縮強度推定値を測定した。打撃では、できるだけ狭い範囲を打撃するようにし、打撃試験後、圧痕の分布範囲を測定した。供試体には、模擬剥離があり、測定線はこれらの位置を含んでいる。

図 3 に平均強度値の分布を示す。図中に空隙位置を示しているが、 $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 被り厚さ 50 mm の空隙では強度推定値の低下が見られるが、 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 被り厚さ 50 mm では、強度推定値の低下は小さい。平均値は、強度推定値 49.8 N/mm^2 , 変動係数 10.9% である。図 4 は、測定された強度推定値と測定値の変動係数の関係を示したものである。円柱供試体を用いた実験では、両者の負の相関関係が見られたが、この供試体では、推定強度が高いほど変動係数が大きくなるような傾向が見られる。しかし、統計的な有意性はない。図 5 は、打撃痕の大きさと変動係数の関係を示しているが、打撃痕が大きくなるほど、やや変動係数が増加する傾向を示すが、図 4 と同様統計的な有意性は認められない。

キーワード 機械インピーダンス, 圧縮強度推定, 測定誤差

連絡先 〒003-0833 北海道札幌市白石区北郷 3 条 4 丁目 9-8 日東建設株式会社札幌支店 TEL011-874-620

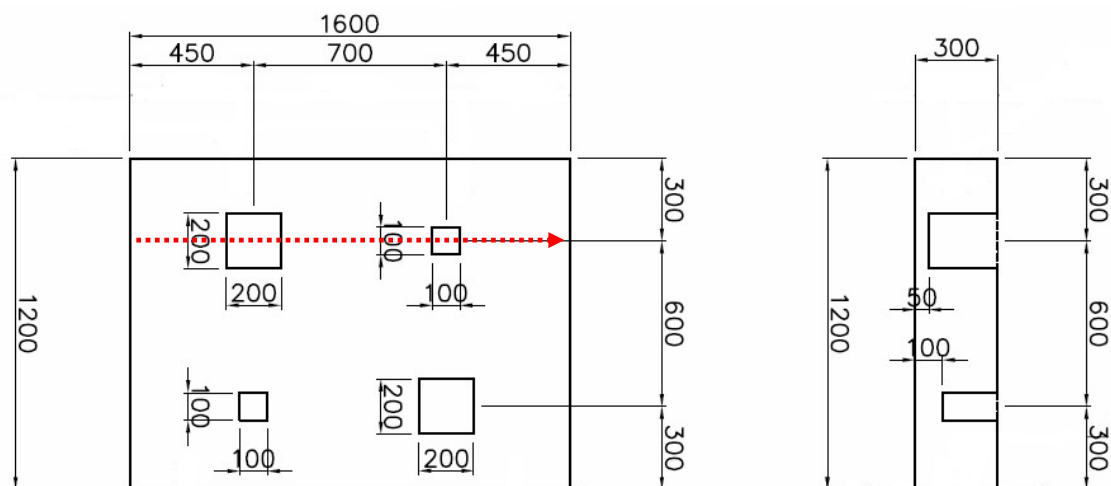


図2 模擬空隙を有する供試体(設計強度 40N/mm^2 矢印は測定線)

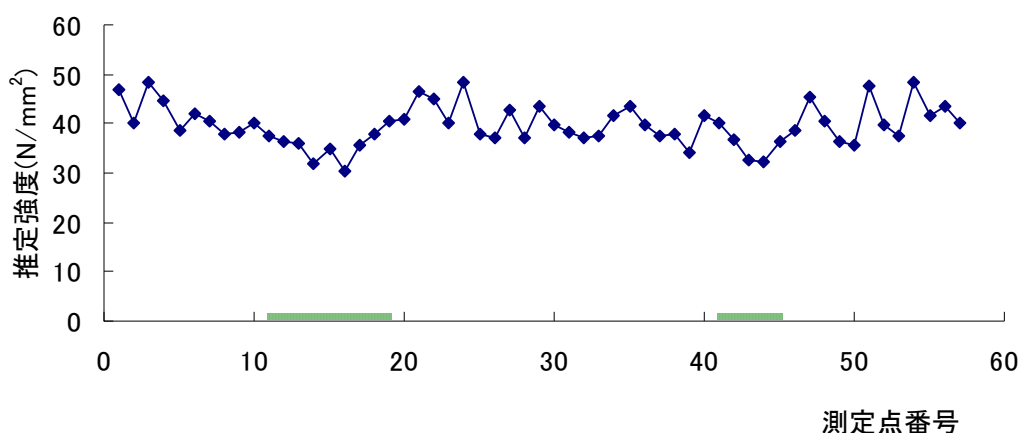


図3 推定強度測定値の変動

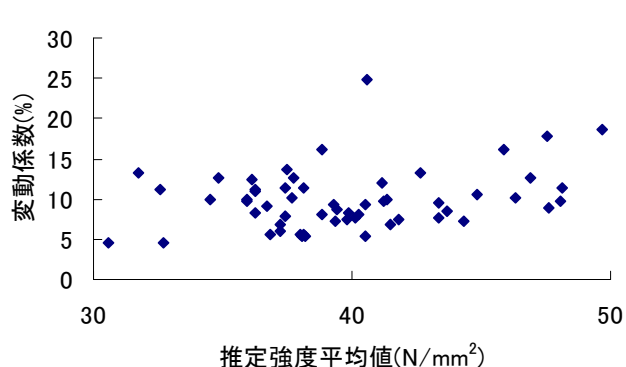


図4 推定強度とMIMVの変動係数

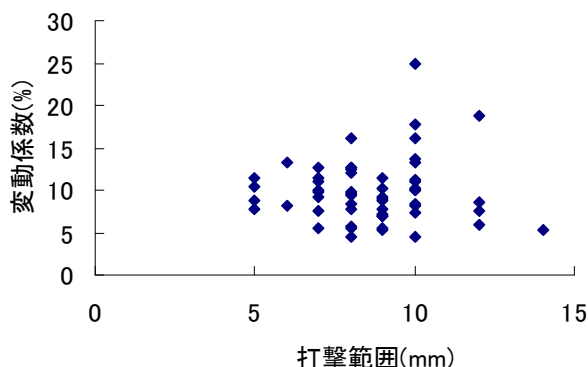


図5 打撃痕の大きさと変動係数

5. まとめ

接触点の機械インピーダンスを打撃によって測定する方法は、測定対象が線形な半無限弾性体であることを前提としている。しかし、実際的なコンクリートは均質等方な材料ではない。一般に、測定誤差が生じる場合、その原因を測定装置の誤差、あるいは偶然誤差と想定するケースが多いが、コンクリートを対象とする場合には、コンクリートの持つばらつきを考慮する必要がある。コンクリートの持つばらつきと測定誤差を明確に区別することは出来ないが、実験結果から、測定結値の変動原因として、コンクリート表面の弾性係数のばらつきが大きいことが上げられる。