

# 機械インピーダンス法によるコンクリートの圧縮強度推定に関する実験的検討

Experimental Study on Compressive Strength Estimation of  
Concrete by Mechanical Impedance Method

○岡本 真 久保 元 久保元樹 日東建設株式会社  
MAKOTO OKAMOTO HAJIME KUBO GENKI KUBO Nitto Construction Inc.  
境 友昭 アプライドリサーチ株式会社  
TOMOAKI SAKAI Applied Research Inc.

## 概 要

機械インピーダンス法は、弾性領域での量を測定し、これから破壊時の応力を推定するものである。しかし、コンクリートは非線形材料であるため、破壊時の応力を推定する際に弾性係数の低減率を考慮する必要がある。低減率は圧縮強度によって異なるため、測定対象とする圧縮強度によって強度換算式も異なる。本論では、低強度域と高強度域のコンクリートを対象に強度換算式の変異について実験的に検討したものである。

キーワード 機械インピーダンス、強度評価、非破壊試験

## 1. まえがき

筆者らは、コンクリートの圧縮強度推定方法として、機械インピーダンス法について研究を行ってきた<sup>1)</sup>。機械インピーダンス法では、弾性領域での量を測定し、これから圧縮強度を推定するものであるが、圧縮強度は破壊強度であり、弾性領域の量である機械インピーダンスとの間に物理的な関係があるわけではない。このため、機械インピーダンスの測定値から圧縮強度を推定するためには、両者の関係を関連付ける必要があり、校正試験（強度換算式の取得）によって機械インピーダンスから圧縮強度の推定を行っている。しかしながら、コンクリートは非線形材料であり、低強度域と高強度域では材料としての性質が異なるため、強度換算式も異なる可能性がある。本論では、低強度域（40 N/mm<sup>2</sup> 未満）と高強度域（40 N/mm<sup>2</sup> 以上）のコンクリートを対象に機械インピーダンスと圧縮強度の関係をそれぞれ求め、強度換算式がどのように変化するか検討したものである。

## 2. 実験概要

実験は、使用材料を同一として配合を変化させて作成した円柱供試体を対象に実施した。円柱供試体は、呼び強度 20~36 N/mm<sup>2</sup> の円柱供試体 19 本、40~60 N/mm<sup>2</sup> の円柱供試体 18 本である。なお、セメントは普通ポルトランドセメント、円柱のサイズはφ150×H300 mm の円柱供試体である。測定の方法は、図1に示すとおりである。機械インピーダンス測定後アムスラー試験機にて圧縮強度試験を実施した。

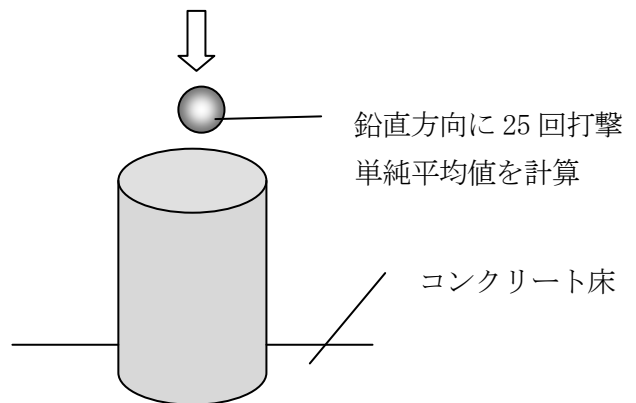


図1 測定概要

### 3. 測定結果

図2に測定結果を示す。図2左は低強度域（呼び強度  $40\text{N/mm}^2$  未満）、図2右は高強度域（呼び強度  $40\text{N/mm}^2$  以上）の機械インピーダンスと圧縮強度の関係を示したものである。強度換算式となる回帰式のベキ値は、低強度域で3.9乗、高強度域で4.6乗となっている。その差は0.7と小さいものの、低強度域で設定した強度換算式を高強度域に用いると強度を過小評価することが分かる。機械インピーダンス法では、コンクリートの破壊直前のひずみ量 $\varepsilon$ （終局ひずみ）がほぼ同じであると仮定し、 $\sigma = E\varepsilon$ から弾性係数 $E$ と終局ひずみ $\varepsilon$ の積によって圧縮強度 $\sigma$ を決定している。しかしながら、打撃によって発生するひずみ量はわずかである。このため、終局ひずみ時の弾性係数を推定する必要があるが、コンクリートは非線形材料であり、微小変形範囲と終局状態の弾性係数では、弾性係数が低減する傾向がある。この低減率は、圧縮強度によって異なり、高強度のコンクリートほどこの低減率は小さい。この影響が強度推定式のベキ値の違いとして表れたものと考えられる。

図3は、低強度域と高強度域を合算したものであるが、高強度域のデータは、回帰式より上側に分布しており、図中の回帰式を強度換算式として適用した場合、強度を過小評価することとなる。しかしながら、その差は小さく、今回実験を実施した強度範囲であれば低強度域と高強度域を合算した一つの強度評価式によって強度推定を実施しても現実的に問題は少ないものと考えられる。

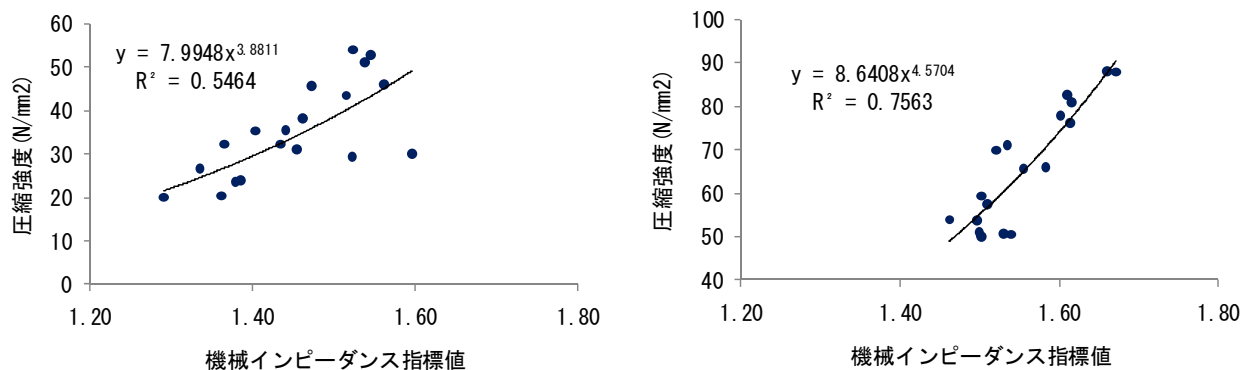


図2 機械インピーダンスと圧縮強度の関係（左：低強度域 右：高強度域）

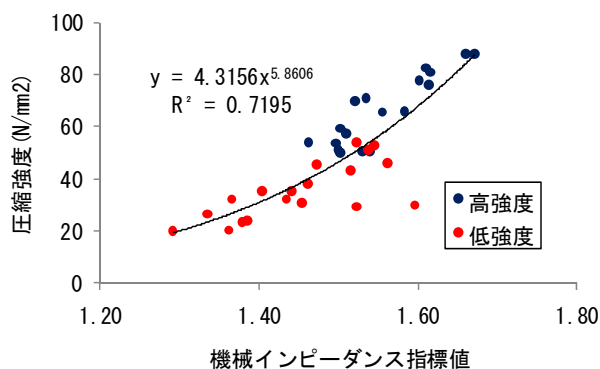


図3 機械インピーダンスと圧縮強度の関係（低強度と高強度）

### 4. まとめ

本実験の結果、低強度域と高強度域では強度換算式が異なり、低強度域の強度換算式のベキ値が高強度域のベキ値より小さくなることが分かった。これにより、低強度域で設定した強度換算式を高強度域のコンクリートに適用した場合、強度を過小評価することが分かった。しかしながら、ベキ値の違いはわずかであり、今回実施した実験の範囲内であれば、低強度域と高強度域を合算した一つの強度換算式を用いることも可能であることが分かった。