

コンクリートの強度が打音特性と表面振動に与える影響に関する基礎的研究

福岡大学 学生会員 一富哲也
 福岡大学 正会員 玉井宏樹
 九州大学大学院 正会員 園田佳巨

1. 緒言

近年、既設構造物に対して定期的な検査を行い、耐久性の評価、将来の寿命予測、維持管理・補修工事を行う必要性が高まっており、非破壊検査が行われているが、その多くは高価な計測機器が必要であることや、計測環境に対する適用条件が厳しいといった問題を抱えている。そのため、簡易に行える目視や打音検査が主体となっている。従来の打音検査では、熟練者の経験的な感覚で打音の音質の相違から異常の有無を判断することが多く、理論的な裏付けが殆どなされていないのが現状である。そのような背景を踏まえ、これまでに打音検査に関する研究・提案は数多くなされてきたが、そのほとんどが欠陥の有無による打音特性の相違に焦点をあてており、そもそもの母材であるコンクリートの強度や剛性が打音特性に与える影響は把握されているとは言い難い。

そこで、本研究では、材料の強度や剛性が打音特性に与える影響を把握する目的で、材料強度の異なる3種類のコンクリート版供試体を製作し、それらを用いた打音試験を実施した。

2. 打音試験概要

2.1 無筋コンクリート版供試体の製作

図-1 に供試体寸法を示す。供試体は $600 \times 600 \times 100\text{mm}$ の無筋コンクリート版である。水セメント比を変化させることで強度の異なる3種類の供試体を製作した。配合表を表-1、テストピースによる材料試験で得られた強度と静弾性係数を表-2に示す。ここで、本研究において、強度が 18.9N/mm^2 の供試体を低強度、 41.7N/mm^2 を中強度、 64.9N/mm^2 を高強度と呼ぶこととする。

表-1 配合表

	配合(kg/m^3)				
	水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (g/m^3)
低強度	165	220	781	1120	66.9
中強度	165	330	743	1065	83.9
高強度	165	660	628	901	992.7

表-2 材料試験結果

	強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (kN/mm^2)
低強度	18.9	26.4
中強度	41.7	35.4
高強度	64.9	37.3

2.2 打音試験方法

打音計測方法のイメージ図を図-2 に示す。版供試体の中央部をテストハンマーにより手動で打撃することとした。手動による打撃のため、打撃強さが一定ではないが、本研究で検討項目としているピーク周波数には打撃強さは関与しないことがわかっている。センサーは打撃点から左方向に 50mm の位置に加速度計（周波数範囲： $2\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ ）を、加速度計の真上にマイクロフォン（周波数範囲： $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ ）を配置し、FFT アナライザ CF7200（小野測器製）を用いて打音と加速度のデータを受信した。10回打撃して得られたデータの平均値を一つのデータとして採用し、それらをフーリエ解析することで分析を行った。

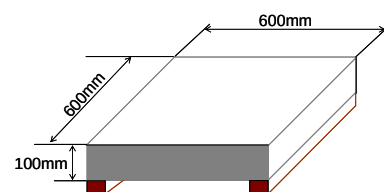


図-1 供試体寸法

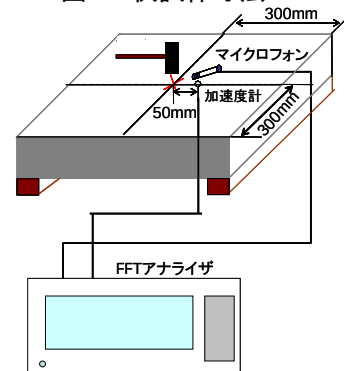


図-2 計測のイメージ図

3. 打音試験結果及び考察

3.1 打音試験の妥当性評価

まず、得られた打音データの妥当性を検証する目的で、ピーク周波数に関して式(1)を用いて得られた理論値と比較検討することとした。

キーワード 打音検査法, 打音特性, 材料強度

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1

$$E_0 = 9.47 \times 10^{-4} \cdot \frac{L^3 T}{bt^3} mf^2 \quad (1)$$

ここに、 E_0 は動弾性係数(N/mm²)、 f はたわみ振動の一次共振振動数(Hz)、 T は修正係数、 t は振動方向の辺の長さ(mm)を表している。なお、動弾性係数は静弾性係数をもとに算出した。図-3 に結果を示す。この図より、本実験で得られたピーク周波数はいずれの強度においても理論値とほぼ同じであり、本実験で得られた打音データの妥当性は確認されたものと考えられる。

3.2 強度と減衰時間の関係

図-4(a)～(c)に低強度、中強度、高強度の音圧-時間関係のグラフを示す。ここで、ピーク音圧が発生してからピーク音圧の1/4の値に低下するまでの時間を減衰時間と定義すると、表-3に示すように、低強度では0.0141(s)、中強度では0.0235(s)、高強度では0.0057(s)となった。また、波形性状は若干異なるが、強度との関係性は不明である。よって、本実験の範囲内では強度と減衰時間に関係性が見られなかった。

3.3 強度とピーク周波数の関係

図-5 に音圧スペクトル-周波数関係、図-3 に強度とピーク周波数の関係を示す。これらの図より、ピーク周波数は、低強度の場合、1050Hz、中強度の場合、1150Hz、高強度の場合、1200Hzとなった。このことから、強度が上がるにつれて、高周波数帯へ推移していくことが確認できた。図-3 より強度によりピーク周波数はほぼ線形的に変化しているが、定量的な評価は本実験のみでは困難であると考えられる。本研究では強度差が約50N/mm²の供試体を用いて打音試験を実施したが、50N/mm²の強度差がピーク周波数の150Hzの差異として表れた。以前、著者らは、モルタル角柱供試体に人工欠陥を埋設した実験を行い、欠陥の大きさや深さにはよるが、欠陥の有無によるピーク周波数の差異は約1000Hz以内に収まる程度である知見を得ており、それに比べると強度差による差異も無視できないと考えられる。

4. 結論

本研究の成果を要約すると以下ようになる。

(1) 強度と減衰特性には差異は見られたが、明確な関係性が認められなかった。また、材料強度が小さくなると、ピーク周波数は低周波数帯へ推移することが確認できた。

(2) 母材であるコンクリート強度の違いが打音特性に与える影響は無視できないと考えられる。

本研究は欠陥の有無による打音特性の違いを理論的かつ定量的に把握するための基礎資料を提供するものになると考えられる。

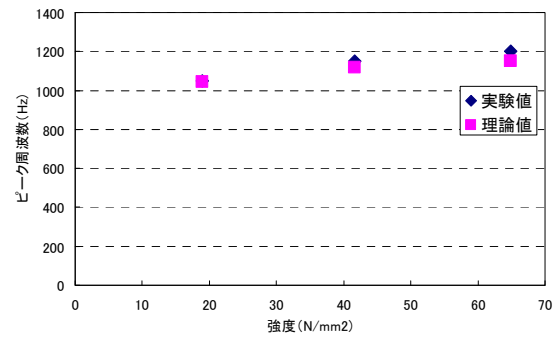


図-3 ピーク周波数の実験値および理論値

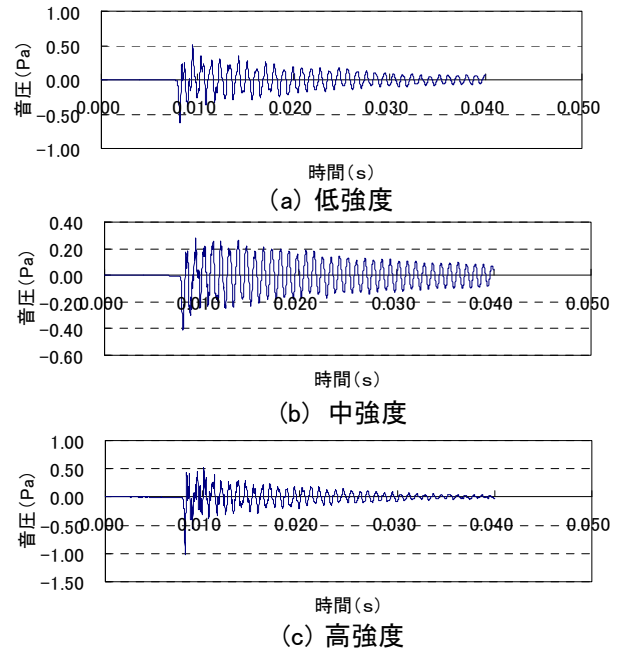


図-4 音圧-時間波形

表-3 減衰時間

強度	減衰時間(s)
低強度	0.0141
中強度	0.0235
高強度	0.0057

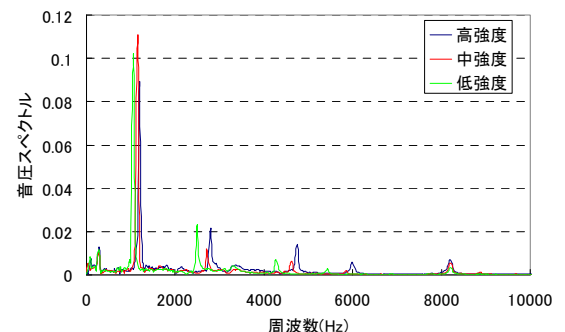


図-5 音圧スペクトル-周波数波形