

V-348

ひび割れを有する床版コンクリートの打撃音

佐藤工業（株）中央技術研究所 正会員 伊東 良浩

1. はじめに

コンクリートを打撃したときにコンクリートから放射される音はその振動と密接な関係がある。これまでに、形状の単純な梁供試体について実験および解析を行い、この放射音を適切に測定すれば振動測定や超音波測定と同様な測定が可能であることを確認した。本報告ではこれに引き続いて、形状、支持条件が複雑な床版コンクリート供試体を対象に、静的および動的載荷試験時の打撃音について検討した。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は、図-1に示すように長さ2.0m、幅1.5m、厚さ20~24cmの高架橋スラブを模擬したもので、長辺下部を桁によって支持している。その物性値は表-1に示すとおりであり、表に示される動弾性係数はφ10cm×20cmの管理供試体を用いて超音波共振法によって求めた。載荷は20cm×20cmの載荷板を介して供試体中央部から下方に向かって行われた。静的載荷については、最大載荷力を所定の増分で大きくしながら繰り返し載荷し、動的載荷については、下限載荷力をゼロ、上限載荷力を100kNから300kNまで変化させながら、繰り返し速度を0.6Hzで載荷した。打撃音の測定は除荷状態で図-2に示すような位置で行った。測定に用いたマイクロフォンは、コンクリート表面からの距離を一定に保つこと、周囲のノイズを低減することを目的として、周囲にフードを取り付けている。なお、打撃は先端が球形のハンマーを用いた。

3. 実験結果

載荷前の各測定位置における打撃音の測定結果を図-3に示す。図より打撃および測定位置によってかなり異なった卓越周波数を有する放射音が測定されていることがわかる。これらの卓越周波数のうち、側面長軸方向で得られている約840Hzの最も大きな振幅を持つ卓越周波数は、動弾性係数から算定される長軸方向の縦波一次共振周波数と一致した。また側面短軸方向では、短軸方向の共振周波数ではなく、長軸方向で得られた共振周波数の約2倍の卓越周波数が得られ、長軸方向共振周波数の2次モードであると考えられた。得られた840Hzの一次共

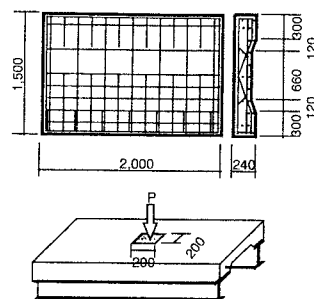


図-1 実験供試体

表-1 コンクリート物性値

W/C	密度	粗骨材最大寸法	圧縮強度	静弾性係数	動弾性係数
%	g/cm ³	mm	(28days) MPa	GPa	GPa
60	2.31	25	34	15	26

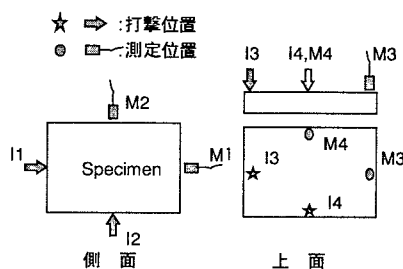


図-2 打撃位置および測定位置

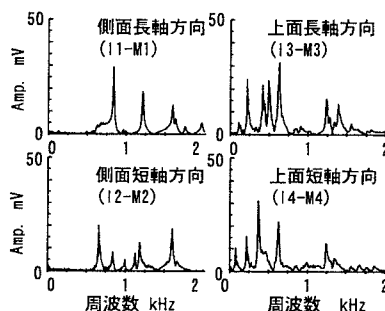


図-3 各測定位置での打撃音のスペクトル

keywords : 非破壊検査、打音法、床版コンクリート、載荷試験、動弾性係数

〒243-02 神奈川県厚木市三田 47-3 Tel 0462-41-2172 Fax 0462-41-4784 e-mail y.ito@safokogyo.co.jp

振周波数に着目して、静的载荷による共振周波数に及ぼす影響を示したものが図-4である。载荷によって明らかに縦波一次共振周波数が低下しているが、最大载荷力に達するまで明確な卓越周波数が認められた。このときの周波数から弾性波速度を求め、さらに動弾性係数を算定したものが表-2である。载荷前は動弾性係数が約 27.1GPa とほぼ管理供試体の値と一致した値であったが、最終的には、22.7GPa と初期値の約 84%まで低下した。ここで得られた動弾性係数 E を板の振動に関する式(1)に代入して床版の1次たわみ共振周波数を求め、たわみ方向の打撃音との比較を行ったところ、図-5に示すように上面長軸方向打撃音の第1番目の卓越周波数の傾向とほぼ一致した。つまり今回の実験においては、縦波共振から求められた見かけの動弾性係数は、構造全体の平均的な動弾性係数を示していると見てよく、コンクリートに発生するひび割れを平均的な材料物性の低下としてとらえることができると考えられる。

表-2 縦波共振周波数からの動弾性係数算定結果

载荷力 kN	共振 周波数 Hz	動弾性 係数 GPa
0	840	27.1
100	835	26.7
200	815	25.5
275	800	24.5
400	780	23.3
450	770	22.7

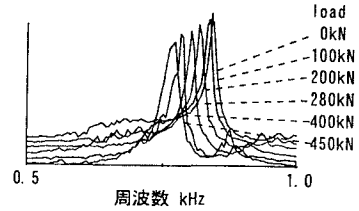


図-4 静的载荷にともなう縦波共振周波数の変化

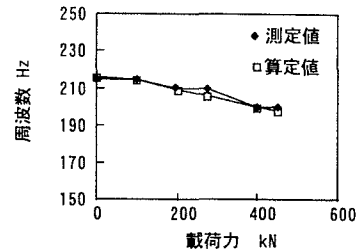


図-5 算定動弾性係数から計算された床版のたわみ共振1次モードと、測定されたたわみ長軸方向卓越周波数の比較

$$f = \frac{\pi}{4\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot h \quad (1)$$

ここで、 f :板のたわみ共振周波数、 a, b :辺長、 h :高さ、 m, n :振動モード次数、 ρ :密度。

次に動的载荷を行った場合について同様の測定結果を示す。図-6は側面長軸方向で測定された縦波共振周波数であるが、载荷力 300kN までは明瞭な卓越周波数が認められたが、10 万回载荷を繰り返したあたりからピークが不明瞭になった。ただし、繰り返し数が増えるにつれて全体に低周波数側へ移動する傾向は静的の場合と同様であった。図-7は側面短軸方向で得られた縦波2次共振周波数を用いて床版のたわみ共振周波数を求めた結果と実測値を比較した結果である。全体に測定値は算定値よりもやや大きいとその低下傾向は一致し、動的载荷においても、構造物の見かけの動弾性係数の低下を損傷評価の指標とすることができると考えられる。

3. まとめ

本実験の結果、構造および支持条件がある程度複雑であっても、適切な位置で測定を行うことによって板状構造物の縦波共振やたわみ共振を打撃音によって測定可能であることがわかった。また、これらの共振がわかれば、見かけの動弾性係数を求めることができ、これによりひび割れによる損傷を評価可能である。ただし動的試験では共振周波数が不明確になる傾向があった。本研究における実験は東京大学生産研究所奨励会、コンクリート構造物の劣化診断に関する研究委員会（魚本健人委員長）において実施したものである。

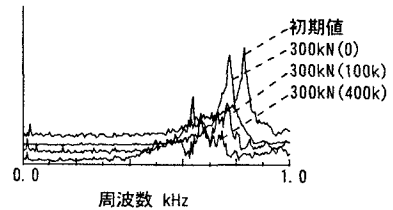


図-6 動的载荷にともなう縦波共振周波数の変化

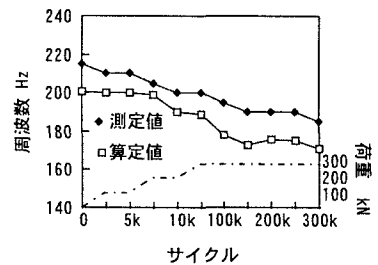


図-7 算定動弾性係数から計算された床版のたわみ共振1次モードと、測定されたたわみ長軸方向卓越周波数の比較