

弾性波入力方法および部材断面の寸法の違いが衝撃弾性波法により得られる周波数分布に与える影響

大阪大学大学院工学研究科 学生会員    ○前 裕史    正会員    鎌田 敏郎    正会員    内田 慎哉  
大阪大学大学院工学研究科 学生会員    山本 健太    学生会員    中山 和也    正会員    大西 弘志

1. はじめに

本研究では、コンクリート断面の形状・寸法が異なる 3 種類の部材に対してインパクトエコー法を行い、入力する弾性波の上限周波数の違いがコンクリートの版厚推定に与える影響について検討した。

2. 弾性波の上限周波数の違いが版厚推定に与える影響

2.1 実験概要

コンクリート部材断面の形状や寸法の違いが版厚推定に与える影響について検討するため、図-1 に示す形状や寸法の異なる 3 種類の部材 I, II および III を計測の対象とした。加速度センサの貼り付け位置は、部材 I, II および III における幅方向 (B) の中央部 (コンクリート版の端部からはそれぞれ  $L=900, 400, \text{および } 1000\text{mm}$ ) とした。弾性波の入力位置は、いずれの場合についてもセンサ設置位置より下方に  $50\text{mm}$  離れた位置とした。弾性波の入力には直径の異なる 6 種類の鋼球を使用して、弾性波の上限周波数を変化させた。表-1 に、6 種類の鋼球直径と、直径から定義される上限周波数を併せて示す。

2.2 実験結果および考察

コンクリート部材 I, II および III で得られた周波数分布を図-2 に示す。周波数分布上の矢印は、版厚に相当する縦波共振周波数である。表から明らかとなり、部材断面の形状や寸法に関わらず、入力する弾性波の上限周波数が小さくなるにしたがって、版厚に相当する縦波共振周波数の近傍にピーク周波数が出現する傾向を示した。一方、弾性波の上限周波数が大きくなると、版厚に相当する縦波共振周波数を含んでいるにもかかわらず、縦波共振周波数付近におけるピーク周波数を確認することができない

場合があった。  
そこで、この結果を踏まえて、周波数分布上でピーク周波数が容易に判読でき、さらに、ピーク周波数とコンクリートの版厚に相当する縦波共振周波数が一致した鋼球直径を調べることにした。その結果、部材 I で  $19.1\text{mm}$ 、部材 II では  $50.0\text{mm}$ 、部材 III については  $63.5\text{mm}$  であった。しかも、版厚に起因する縦波共振周波数： $f_T$  と、鋼球直径から決定される弾性波の上限周波数： $f_{max}$  との関係は、 $B/T$  によらず、おおよそ次式の通りの関係があることがわかる。

$$f_{max} = 1.5 \sim 3.0 f_T \tag{1}$$

これより、上記 (1) の関係式を使用すれば、コンクリートの部材断面の形状や寸法に関係なく、版厚の縦波共振周波数を明瞭に出現させることが可能である。

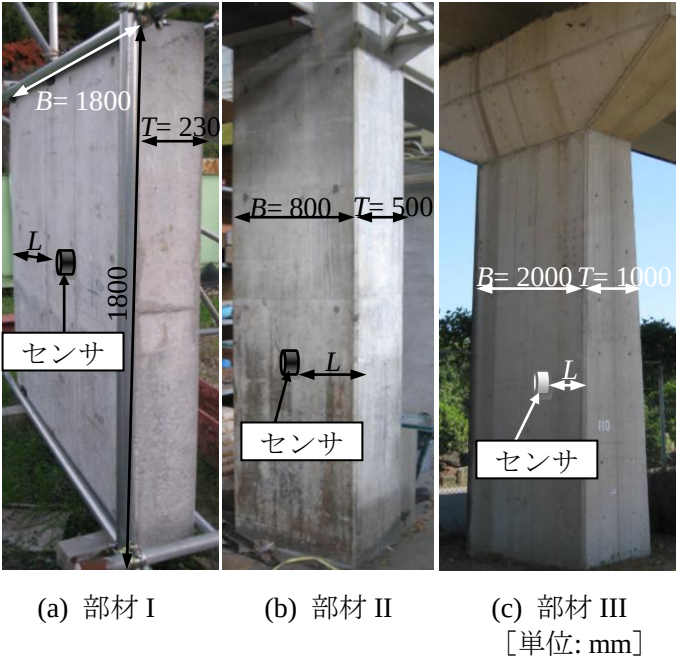


図-1 対象としたコンクリート部材

表-1 鋼球直径と入力する弾性波の上限周波数との関係

|                        |       |       |       |      |      |      |
|------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 鋼球直径：D (mm)            | 3.2   | 9.6   | 19.1  | 30.0 | 50.0 | 63.5 |
| 上限周波数： $f_{max}$ (kHz) | 90.84 | 30.28 | 15.22 | 9.64 | 5.72 | 4.58 |

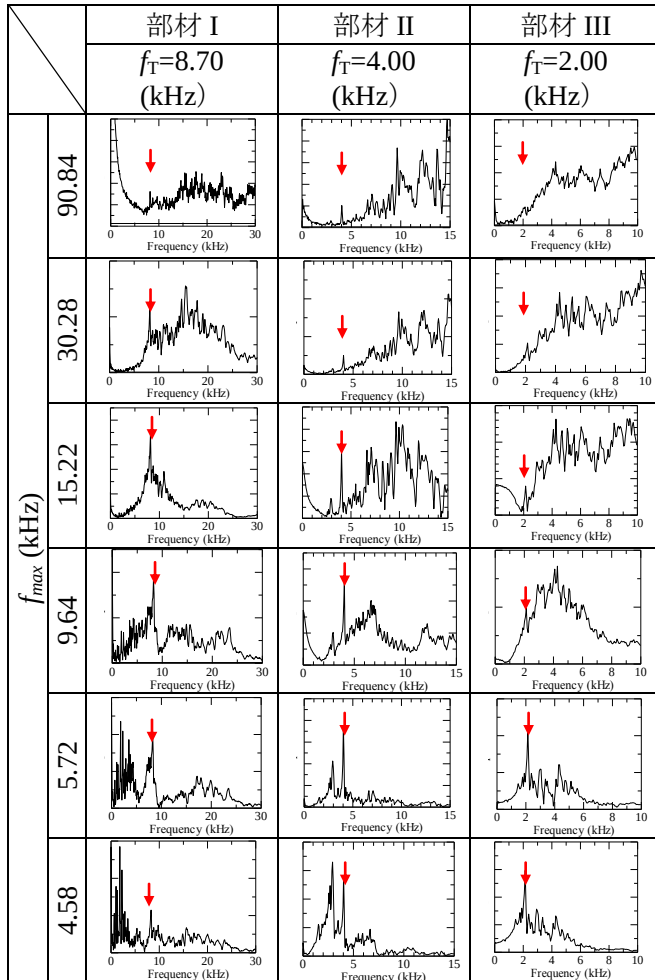


図-2 周波数分布上での上限周波数の影響

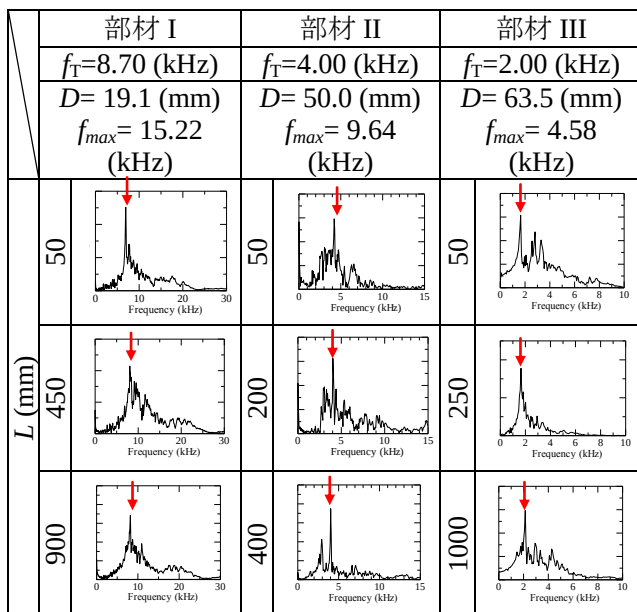


図-3 周波数分布上での部材端部からセンサまでの距離の影響

### 3. コンクリート断面の形状・寸法と計測点との関係

#### 3.1 実験概要

部材側壁面における波の反射の影響が版厚推定に

与える影響について検討するため、センサの設置位置にバリエーションを設けた。すなわち、部材 I におけるセンサ設置位置は、コンクリート版の端部からそれぞれ  $L=50, 450$  および  $900\text{mm}$  (図-1 参照) とした。一方、部材 II については  $L=50, 200$  および  $400\text{mm}$  (図-1) とし、部材 III では  $L=50, 250$  および  $1000\text{mm}$  (図-1) である。弾性波の入力に用いた鋼球直径は、式 (1) に基づき、部材 I で  $19.1\text{mm}$ 、部材 II では  $50.0\text{mm}$ 、部材 III については  $63.5\text{mm}$  とした。

#### 3.2 実験結果および考察

各部材で得られた周波数分布を図-3 にそれぞれ示す。周波数分布上の矢印は、版厚に相当する縦波共振周波数である。いずれの部材についても、部材の中央部や部材端部などの計測位置にかかわらず、周波数分布上において、明確なピーク周波数を確認することができる。しかも、そのピーク周波数は、理論上の版厚に相当する縦波共振周波数とほぼ一致している。一般的に、部材の端部付近において衝撃弾性波法を実施した場合、コンクリート版の端部において弾性波が反射する。したがって、コンクリートの版厚に相当する縦波共振周波数に加えて、コンクリート端部からの波の反射の影響を受けて、得られた周波数分布には、複数のピーク周波数が生成される。そのため、版厚に相当する縦波共振周波数を明確に判別することは困難である。しかしながら、本研究の範囲内では、部材中央部で得られた周波数分布上のピーク周波数と入力される弾性波の上限周波数との関係から選定された鋼球の直径を使用することにより、部材端部における波の反射の影響を受けにくい版厚推定を実施できることが明らかとなった。

#### 4. まとめ

- 1) コンクリートの版厚に相当する縦波共振周波数に対して  $1.5\sim 3$  倍程度の上限周波数を有する鋼球直径を使用することにより、版厚の共振周波数を明瞭に出現させることが可能である。
- 2) 上記 1)の条件で弾性波の入力を行うことにより、コンクリート部材端部からの弾性波の反射の影響を小さくすることができる。