

第V部門

計測条件の違いが衝撃弾性波法によるコンクリートの版厚推定に与える影響

立命館大学理工学部 学生会員 ○野崎 峻  
 立命館大学理工学部 正会員 内田 慎哉  
 立命館大学大学院 学生会員 木村 貴圭

1. はじめに

衝撃弾性波法によりコンクリート部材の版厚を推定するための日本非破壊検査協会規格として、NDIS2426-2：コンクリートの非破壊試験－弾性波法－第2部：衝撃弾性波法がある。この規格においては、振動センサとして、入力装置により入力された弾性波を受信するために十分な感度および分解能をもつものを使用することと規定されている。通常、加速度センサは構造の違いにより電荷型と電圧型の2種類に区別することができ、この規格では、どちらの種類のセンサをどのようにしてコンクリート表面に取り付けるかまでは明確になっていない。

そこで本研究では、コンクリートの版厚が異なる2体の版状供試体を対象に衝撃弾性波法による計測を行い、加速度センサの構造およびセンサ取り付け方法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を行うことを目的とした。

2. 衝撃弾性波法によるコンクリート版厚の推定原理

図-1 に衝撃弾性波法によるコンクリート版厚の推定原理を示す。この手法では、鋼球を用いてコンクリート表面を打撃することによりコンクリート内部に弾性波を伝搬させ、打撃面と底面との間で多重反射する波を、打撃面に設置したセンサにより受信し、これを周波数解析することにより得られるピーク周波数に基づき、コンクリート版厚： $T(m)$ を推定することができる。版厚に相当する理論上の共振周波数（縦波共振周波数）： $f_T(Hz)$ は、コンクリートを伝搬する縦波の伝搬速度： $C_p(m/s)$ を用いて、次式より算出できる。

$$f_T = C_p / 2T \quad (1)$$

3. 実験概要

3.1 供試体

供試体は、版厚 300mm および 600mm の2体のコンクリート版状供試体である。

3.2 衝撃弾性波法による計測

弾性波の入力には、鋼球を用いた。版厚 300mm の供試体に対しては直径 19.1mm の鋼球を、版厚 600mm では 50.8mm をそれぞれ使用した。一方、弾性波の受信には、センサ構造の異なる電荷出力型と電圧出力型の2種類の加速度センサをそれぞれ使用した。いずれのセンサにおいても、センサの取り付け方法は、シアノアクリレートを主成分にした接着剤と手で固定する2ケースを設定した。計測概要を図-2 に示す。また、計測によるばらつきを把握するため、弾性波の入力および受信は、計 10 回行った。

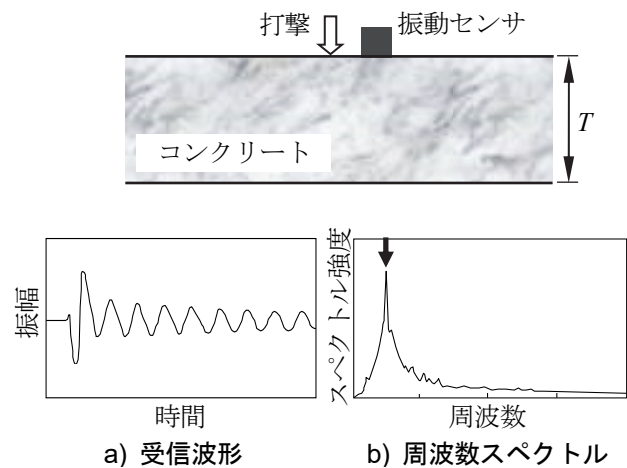


図-1 衝撃弾性波法による版厚の推定原理

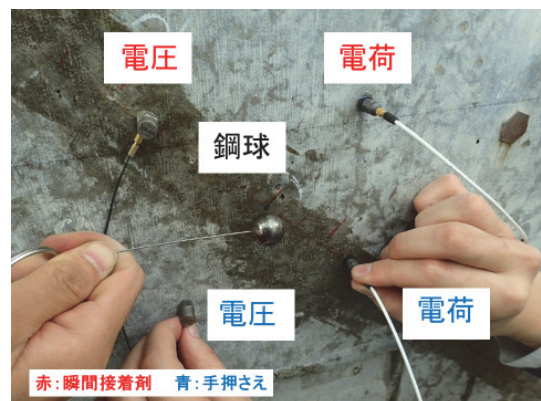


図-2 計測概要

#### 4. 実験結果および考察

版厚 600mm の場合に、電荷出力型の加速度センサで受信した波形の一例を、図-3 に示す。図より、手がダンパーの役割を果たすことで、周期の小さい（周波数の高い）波の成分が低減されていることがわかる。

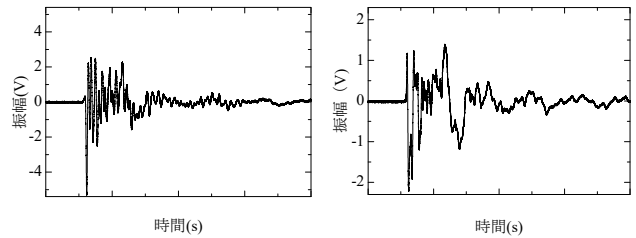
版厚 600mm の場合に、電荷出力型センサで受信した波形に対して FFT を実施して求めた周波数スペクトルの一例を、図-4 に示す。周波数スペクトル上の矢印は、縦波共振周波数の位置である。センサの取り付け方法の違いに関わらず、縦波共振周波数の位置近傍にピークが出現していることがわかる。また、図-3 の受信波形から考察した通り、センサを手で固定することで、15kHz 以上の周波数成分が減衰することがわかった。

図-5 に、ピーク周波数とセンサ種類および取り付け方法との関係を版厚ごとにそれぞれ示す。図の横軸に示すピーク周波数は、周波数スペクトル上で強度が最大となる周波数である。図には、10 回の計測で求めた全てのピーク周波数を示している。いずれの版厚においても、電荷出力型（接着剤および手）と電圧出力型（接着剤）では、ピーク周波数は概ね同じ値であり、しかも縦波共振周波数近傍に出現した。これに対して、電圧出力型（手）の場合では、縦波共振周波数を下限値として、これよりも高い周波数範囲においてピークが複数出現していることが確認できる。電圧出力型加速度センサは、一般的に、センサケーブルから高い周波数成分が混入しやすいと言われている。そのため、センサを手で固定した場合は、縦波共振周波数よりも高い周波数においてピークが出現したと考えられる。

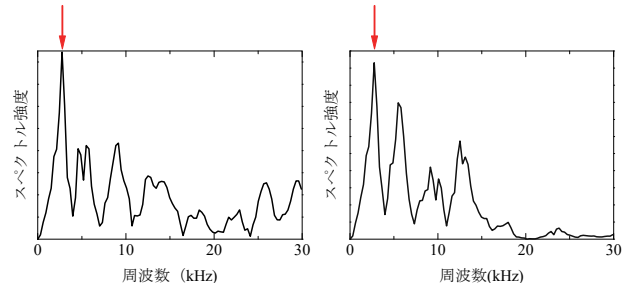
#### 5. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 電荷出力型および電圧出力型加速度センサいずれの場合においても、接着剤でセンサを確実に固定した場合は、縦波共振周波数近傍にピークが出現する。
- 2) 手でセンサを固定した場合、電圧出力型加速度センサでは、高い周波数成分がノイズとして混入し、縦波共振周波数の位置にピークを出現させることが困難な場合がある。
- 3) ただし、手でセンサを固定する場合でも、電荷出力型加速度センサを用いることで、ノイズの混入を低減することができ、ピーク周波数と縦波共振周波数が一致する。

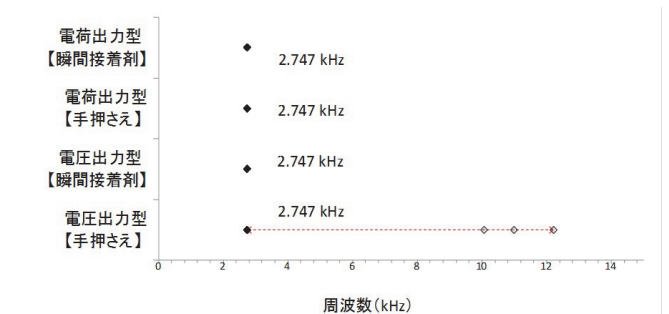


a) 接着剤による固定      b) 手による固定  
図-3 電荷出力型加速度センサで得られた受信波形

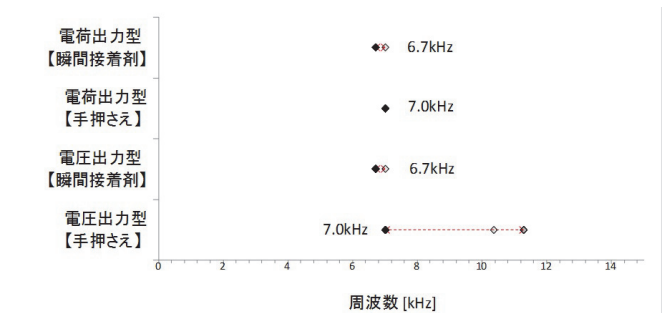


a) 接着剤による固定      b) 手による固定

図-4 電荷出力型加速度センサで得られた周波数スペクトル



a) 版厚 600mm



b) 版厚 300mm

図-5 ピーク周波数の分布

#### 謝辞

本研究で使用した供試体は、土木研究所 森濱和正氏よりご提供頂いた。また、研究を実施するにあたっては、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究（C）15K06173）の援助を受けて行った。ここに記して謝意を表する。