

コンクリート壁と柱を想定した数値解析による 波動伝播速度に関する基礎的研究

東北学院大学 工学部 環境建設工学科 学生会員 ○藤原卓也
 東北学院大学 工学部 環境建設工学科 非会員 鈴木哉汰
 東北学院大学 工学部 環境建設工学科 正会員 李 相勳

1. はじめに

実物大のコンクリート材の壁や柱を想定して解析モデルを作成し、衝撃弾性波法¹⁾による波動伝播速度を求めるための測定実験を有限要素法による数値解析でシミュレーションした。具体的には、壁や柱の厚さ方向に対する波動データに対して周波数解析などより共振振動数や位相角などを調べ、衝撃弾性波法を用いて伝播速度を求める際の測定対象の構造形態や測定位置などが波動伝播速度に与える影響について検討した。この結果より、コンクリート材の実構造物に対する波動伝播速度の測定時に適切な測定位置や形状係数などを提案することが可能になる。

2. コンクリート供試体の解析モデル

解析対象としてコンクリートの壁と柱の実物大の解析モデルを想定した。検討を行った柱モデルの大きさは幅 300mm、奥行き 300mm、高さ 2000mm であり、壁モデルの大きさは幅 200mm、奥行き 1000mm、高さ 2000mm である。解析には柱と壁モデル両方とも部材厚さ方向の寸法の半分までを使った 1/2 モデルを使用した。図-1 の左と右にそれぞれの解析モデルの形態と衝撃弾性波法の打撃点である荷重の一例と方向を示す。1/2 モデルを使用した理由としては、解析結果においての必要な厚さ方向の波動データのみを得ることができるためである。そのために厚さを半分にし、モデルの切断面の直角方向の移動を拘束した。材料データのポアソン比と重量密度はコンクリート標準示方書の値を参考にそれぞれ 0.2 と 2260(N/m³)にした。境界条件は、上下端面を縦、横方向を固定として設定した。解析モデルのメッシュの大きさは概ね一辺の長さ:10mm の立方体である。衝撃を与えるための入力波は図-2 に示すように三角形時刻歴荷重を用いた。

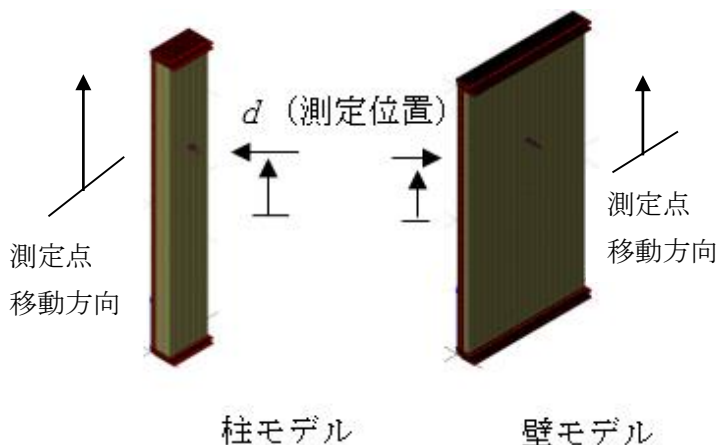


図-1 解析モデル (1/2 モデル)

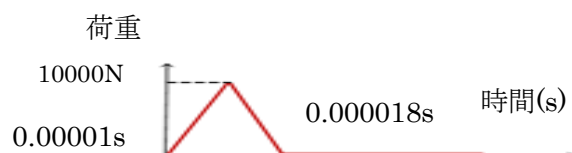


図-2 入力荷重（衝撃波）

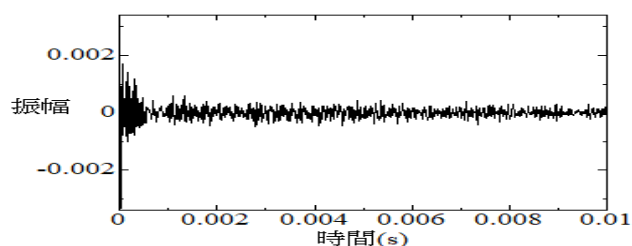


図-3 時刻歴応答加速度波形

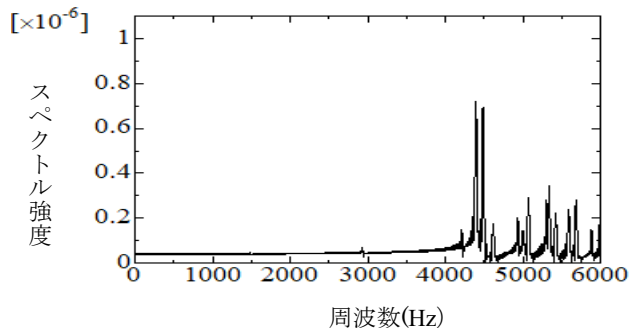


図-4 フーリエスペクトル

キーワード：衝撃弾性波法，有限要素法，波動伝播速度，形状係数

連絡先：〒986-8537 多賀城市中央 1-13-1 TEL:022-368-7213

3. 柱供試体の荷重位置の高さを変化させた解析

衝撃応答解析により求めた時刻歴応答加速度波形をフーリエ変換し、フーリエスペクトルの最大ピークである周波数を用いて式(1)より弾性波速度を求めた。

$$V_p = 2fD \quad (1)$$

V_p (m/s) : 弾性波速度, f (Hz) : 共振周波数,

D (m) : 厚さ

また、柱の解析モデルを8パターン（高さの中心から0mm, 400mm, 700mm, 750mm, 800mm, 850mm, 900mm, 950mm）に分けて解析した。壁の解析モデルは7パターン（高さの中心から0mm, 200mm, 400mm, 600mm, 800mm, 900mm, 950mm）に分けて解析した。ヤング係数はコンクリート示方書的设计値を参考に 20kN/mm^2 を用いた。ここでは解析結果の一例として、中心から0mmの高さの解析モデルを用いた解析で求められた時刻歴応答加速度波形とフーリエスペクトルをそれぞれ図-3と図-4に提示する。柱供試体の荷重位置と弾性波速度をまとめたものを表-1に、壁供試体の荷重位置と弾性波速度をまとめたものを表-2に示す。また柱供試体の中心から測定点までの位置と弾性波速度の関係を図-5に示す。壁供試体の中心から測定点までの位置と弾性波速度の関係を図-6に示す。

弾性波速度と理論値を用いて式(2)より形状係数を求めた。

$$\alpha = \frac{V_p}{C_p} \quad (2)$$

α : 形状係数, V_p : 弾性波速度, C_p : P波速度

4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 柱と壁の形状係数は、それぞれ 0.85 と 0.94 に求められた。
- 2) 実測の際には、柱の場合上下端部から 250mm 以上かつ測定方向の厚さ以上外れたところで測定を行うのが望ましい。
壁の場合上下端部から 200mm 以上かつ測定方向の厚さ以上外れたところで測定を行うのが望ましい。

参考文献

- 1) 新コンクリートの非破壊試験 社会法人日本非破壊検査協会編, 技報堂出版, 67pp

表-1 柱供試体の中心からの荷重位置と弾性波速度

荷重位置(mm)	0	400	700	750
弾性波速度(m/s)	2326	2667	2711	2710
荷重位置(mm)	800	850	900	950
弾性波速度(m/s)	2770	2854	3085	5148

表-2 壁供試体の中心からの荷重位置と弾性波速度

荷重位置(mm)	0	200	400	600
弾性波速度(m/s)	2954	2953	2960	2956
荷重位置(mm)	800	900	950	-
弾性波速度(m/s)	2952	3346	3402	-

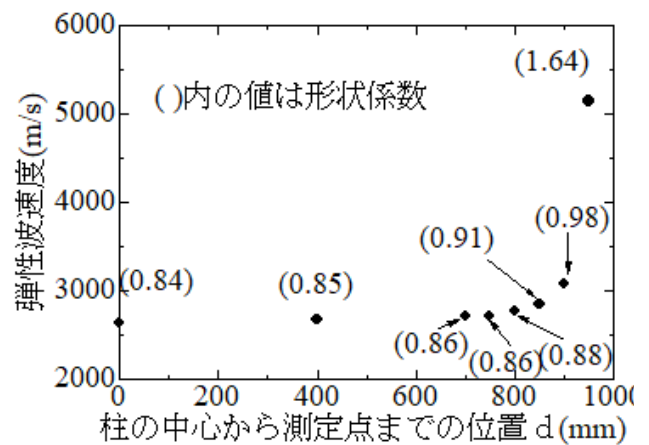


図-5 柱供試体の荷重位置と弾性波速度

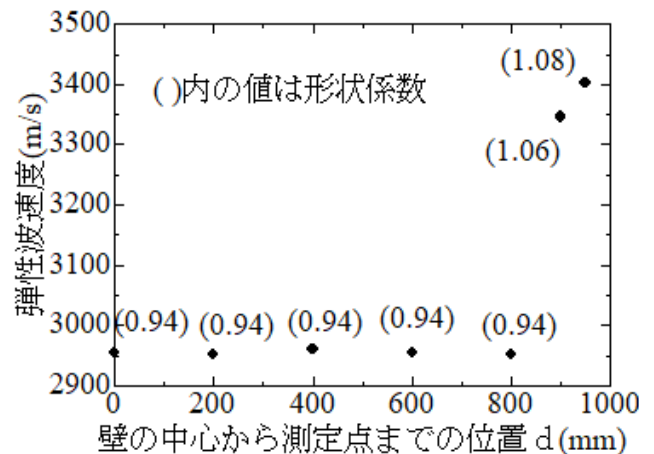


図-6 壁供試体の荷重位置と弾性波速度