

コンクリート構造物における波動伝播速度の測定手法に関する実験的研究

東北学院大学工学部環境建設工学科 ○学生会員 蓮田将希
 東北学院大学工学部環境建設工学科 非会員 平賀晴也
 東北学院大学環境建設工学専攻 非会員 李 東建
 東北学院大学工学部環境建設工学科 正会員 李 相勲

1. はじめに

コンクリートの弾性波速度は既設構造物の圧縮強度を推定するに非常に大事なファクターである。コンクリート構造物に衝撃を与えると、衝撃弾性波が発生する。コンクリート内の鉄筋の有無など衝撃を与える箇所に違いがあるところでは、測定された弾性波に違いがあるかは不明である。また、衝撃をあたえるインパクトの規格が弾性波の測定に影響があるかも定かではない。鉄筋の有無とインパクトの種類が伝播速度の結果に影響するのかを特定することが本研究の目的である。本研究では、新設の構造物である大日川橋の橋台に対して、様々なインパクトと複数の振動センサを用いて測定実験を行った。測定内容としては、表面2点法、多重反射法、透過法である。

2. 弾性波速度の測定方法

表面2点法では、2つの加速度センサを対象コンクリート部材の表面に一定距離をおいて、その付近の一直線上の点をインパクトで叩いて発生させた弾性波を測定し式(1)より弾性波速度を求める。多重反射法は、インパクトを用いてコンクリート表面を打撃し弾性波を発生させ、これを加速度センサで測定し式(2)を用いて値を求める方法である。透過法は、2つの加速度センサを対象コンクリート断面の両側に設置し、片方のセンサ付近をインパクトで叩いて発生させた衝撃弾性波の時間差から式(3)より伝播速度を測定する。

$$V_a = \frac{l_2}{\tau_2 - \tau_1} \quad (1)$$

$$V_b = 2fd \quad (2)$$

$$V_c = \frac{D}{t_2 - t_1 + \frac{l_1}{V_a}} \quad (3)$$

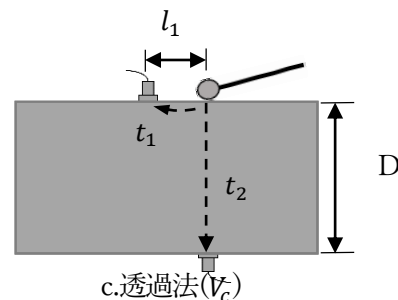
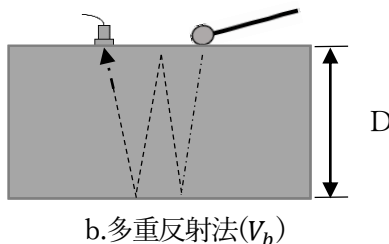
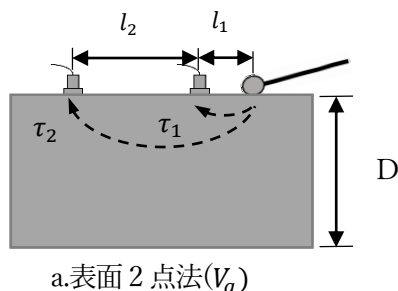
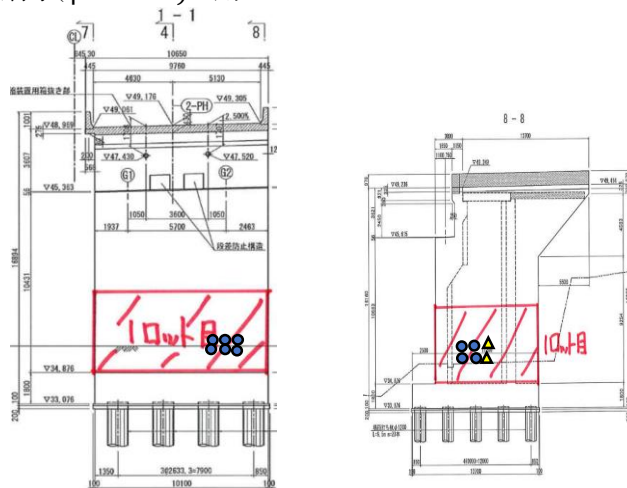


図2 各弾性波測定法の概要図

ここで V_a :表面2点法による弾性波速度(m/s), V_b :多重反射法による弾性波速度(m/s), V_c :透過法による弾性波速度(m/s), f :共振振動数(Hz), D :コンクリートの厚さ(m), τ :表面2点法において弾性波が加速度センサに到達する時間(s), t :透過法において弾性波が加速度センサに到達する時間(s), $l_2 l_1$:打撃点から加速度センサまでの距離(m)である。

3 測定箇所

測定では地上から高さ1.5mのところ鉄筋のある箇所とない箇所にインパクトで衝撃を与え測定を実施した。インパクトでは小鋼球($\phi 15\text{mm}$), 中鋼球($\phi 75\text{mm}$), 大鋼球($\phi 110\text{mm}$)を用いた。



正面壁(壁厚1.3m)

側壁(壁厚0.7m)

● 表面2点法, 多重反射法 ▲ 透過法

図1 大日川橋の測定箇所図

キーワード: 衝撃弾性波法, 透過法, 表面2点法, 多重反射法

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央一丁目13-1

TEL022-368-1116

4. 測定結果

1)各測定箇所における弾性波速度の結果

正面壁には表面2点法、多重反射法を、側壁にはこれらに加えて透過法を実施し、その結果を図3～図6に示す。多重反射法で求めた弾性波速度は、実構造物に対しては平均3640m/sの値をみせておりばらつきもあまり見受けられなかった。それに対し、表面2点法で求めた速度は、1939～2500m/sの分布をしており、比較的ばらつきが大きい。透過法については、小鋼球のインパクトを除くと安定した速度を求めることができた。一方、円柱供試体の弾性波速度は多重反射法で平均4025m/s、透過法で3513m/sとなり表面2点法より大きい値となっている。

2)鉄筋の影響

各方法ごとの正面壁と側壁の両方の結果において、弾性波速度の平均値をみると、まず正面壁の鉄筋ありで 2016m/s(表面 2 点法), 3736m/s(多重反射法), 鉄筋なしで 2234m/s(表面 2 点法), 3850m/s(多重反射法)となっており鉄筋が交差している箇所の弾性波速度が鉄筋の配置のない箇所よりやや小さい値を示している。側壁についても同様に鉄筋ありで 2083m/s(表面 2 点法), 3700m/s(多重反射法), 鉄筋なしで 2156m/s(表面 2 点法), 3762m/s(多重反射法)であり鉄筋の有る場合の方が、弾性波速度が小さい結果となった。これは壁の断面方向の振動において鉄筋の存在が、質量の増加を招いたからと考えられる。

3) インパクトの影響

多重反射法により測定(図 3~図 6)を行う際に、小鋼球では測定対象である壁に断面方向伸縮振動が発生せず、共振振動数が測定できなかった。一方、中・大鋼球によっては伸縮振動に対する共振振動数が測定でき弾性波速度を求めることができた。透過法により測定(図 5 のみ)についても、小鋼球では有意義な弾性波速度が得られなかった。測定寸法の小さい円柱供試体に対する測定(図 7)では、小鋼球のみを用いたが 6 つの供試体について多重反射法と透過法の両方に安定的な弾性波速度が測定された。

4)測定法の影響

同じ材料法できている測定対象物でも、多重反射法と透過法、表面2点法と異なった方法で測定した場合はその弾性波速度は異なった値を表す結果となった。このことは、各測定法で測定した弾性波速度は材料物性値としてその絶対値は使えないことを示している。

5 結論

- ・鉄筋コンクリート構造物が測定対象の場合、鉄筋は断面方向の伸縮振動において質量として作用し弾性波速度を小さく評価するように働く。測定時には、配筋箇所を避けることが望ましい。
- ・測定対象の大きさに応じて適切な大きさのインパクターを選ぶ必要がある。
- ・測定法によって得られる弾性波速度が異なるため、理論値である p 波速度を材料物性値として用いることを提案する。そのためには、 p 波速度と各測定法による弾性波速度との換算率をあらかじめ設定しておく必要がある。

6 参考文献

- 1)日本非破壊検査協会：新コンクリートの非破壊試験 P.67～84

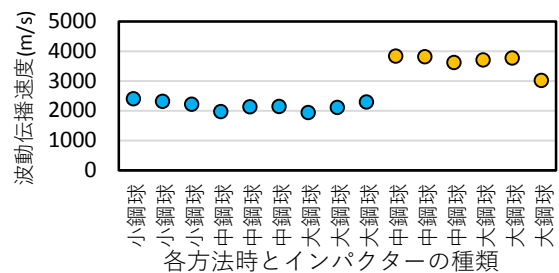


図3 正面壁の伝播速度結果(鉄筋あり)

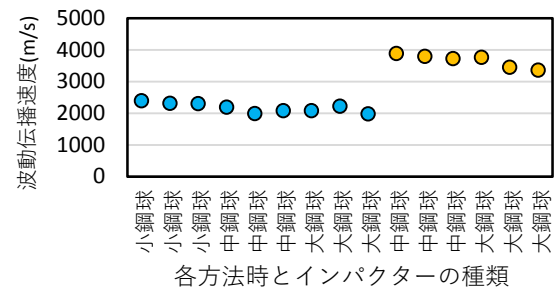


図4 正面壁の伝播速度結果(鉄筋なし)

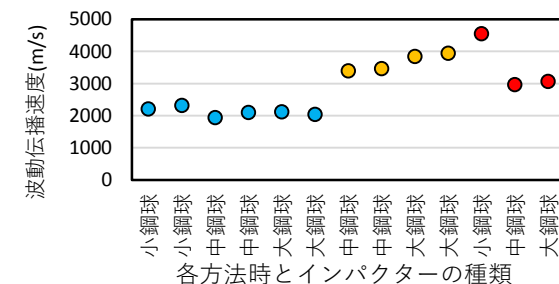


図5 側壁の伝播速度結果(鉄筋あり)

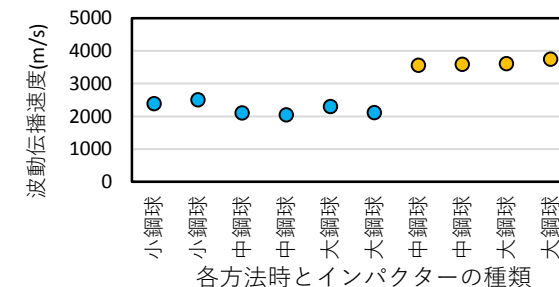


図6 側壁の伝播速度結果(鉄筋なし)

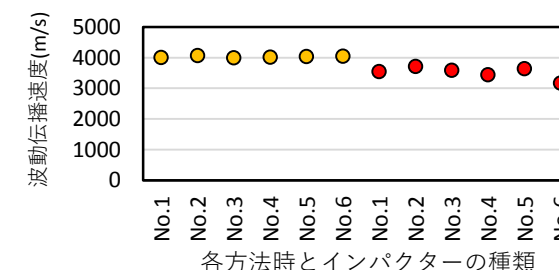


図 7 円柱供試体の伝播速度

- 表面2点法 ● 多重反射法 ● 透過法