

コンクリートの弾性波速度算定法に対する新提案

東北学院大学 工学部環境建設工学科 ○学生会員 蜂屋 淳
 東北学院大学 工学部環境建設工学科 非会員 鈴木 大雅
 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

コンクリートの弾性波速度はコンクリートの強度推定やコンクリートの劣化状況・内部欠陥などの評価に対する最も重要な材料定数の一つである。既設のコンクリート供試体に対して、同条件での測定により得られた複数のデータに基づき、従来の方法で弾性波速度を算出した結果、大きなばらつきが見られ安定した弾性波速度が得られないことを確認した。その理由として従来の方法、すなわち加速度センサーで測定した振動波形の第1波のピーク値を振動の到達時間とする方法では、振動の到達時間の定義が難しいことが考えられる。そこで、本研究ではこの問題を解決するために、波形の全体面積に対する導入部の波形の面積割合で波動の到達時間を判断する新たな算定法を提案する。コンクリート供試体を対象に測定距離を変化しながら得られた様々な波形に対して、全体波形の面積に対する導入部の割合を求め、平均値や標準偏差などの比較により最適の割合を見出した結果を報告する。

2. 弾性波速度の測定方法

衝撃弾性波法(表面波法)とは、対象物にインパクト等で衝撃を与えて弾性波を発生させ、対象物を伝わる弾性波を2点の加速度センサーで受信し、2点間で受信した時間差によって対象物の表面波速度を算出する方法である。表面波法の概要図を図-1に示す。鉄筋供試体に対し、直径約16mmのインパクトを用い、表面波法で測定した。

以下の式より弾性波速度を求める。

$$v = \frac{l}{(t_2 - t_1) \cdot 10^{-6}} \dots (1)$$

ここに、 v :弾性波速度 l :加速度計の間隔(m)
 t_1 :ch1での伝播時間(μs) t_2 :ch2での伝播時間(μs)

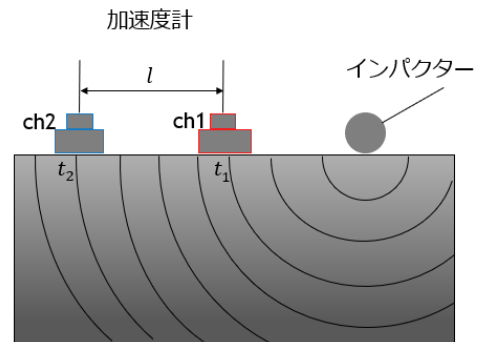


図-1 表面波法の概要図

3. 供試体概要と実測面

測定の対象となるコンクリートは長さ1000mm×高さ1000mm×厚さ200mmの鉄筋コンクリートを使用する。縦の波動を測定したものを測定ケース1、横の波動を測定したものを測定ケース2とし、鉄筋コンクリート供試体における測定位置(西面)を図-2に示す。また、鉄筋の直径およびかぶりを表-1に示す。

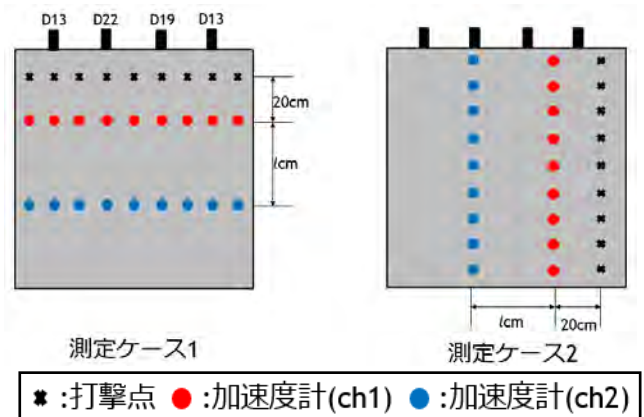


図-2 供試体における測定位置 (西面)

表-1 鉄筋の直径およびかぶり

東面	鉄筋の直径	D22	D22	D19	D13
	かぶり	30mm			
西面	鉄筋の直径	D13	D22	D19	D13
	かぶり	30mm			

キーワード 衝撃弾性波法, 弾性波速度, 面積, 算定法, 積分

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL: 022-368-1116

4. 到達時間の定義

この算定法では振動の到達時間を定義し、到達時間から波形面積の算出を行う。到達時間の定義はいくつかのパターンに分けられる。振動波形の最初の山までの谷が小さい場合、-から+に変わる点を到達時間としたものをパターン①、振動波形の谷が無視できないほど大きい場合、谷の前の山のピーク値を到達時間としたものをパターン②、谷の中の山のピーク値を到達時間としたものをパターン③とし、それぞれ図-3、図-4、図-5に示す。

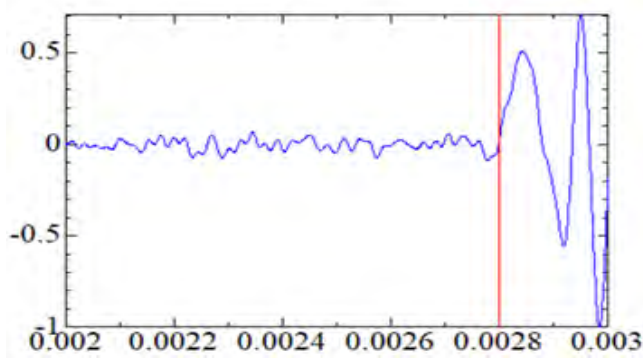


図-3 パターン①

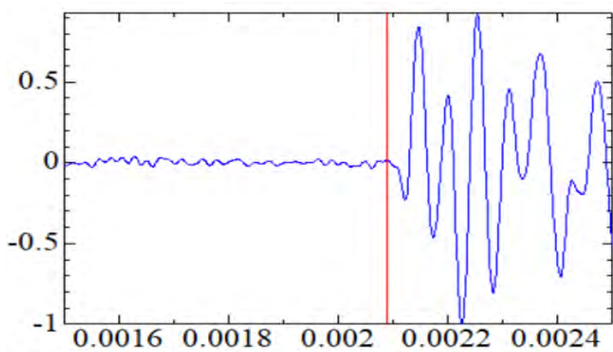


図-4 パターン②

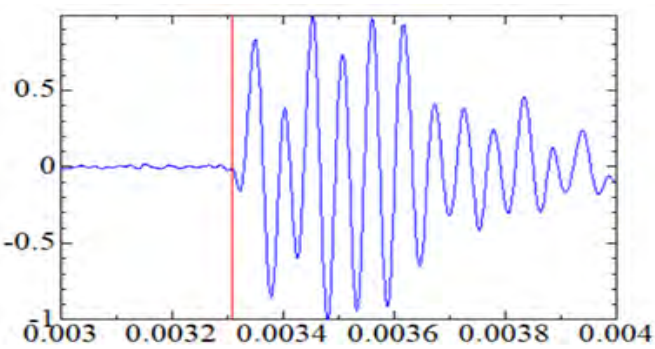


図-5 パターン③

5. 測定結果

まず、測定距離が 10cm の場合、弾性波速度の標準偏差が極端に高く安定しないことが確認されたため、そのデータを除して比較を行った。測定ケース 1 の弾

性波速度の標準偏差を図-6 に示す。波形全体面積に対する波動入射部の割合が、0.06%から 0.10%の広い範囲で標準偏差が安定して分布していることが分かる。また、測定ケース 2 の図-7 を見ると測定距離が広がるほど標準偏差が低くなっていき安定することが確認された。

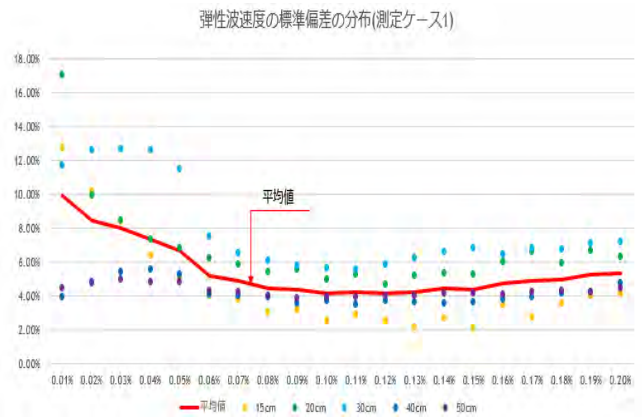


図-6 弾性波速度の標準偏差の分布(測定ケース 1)

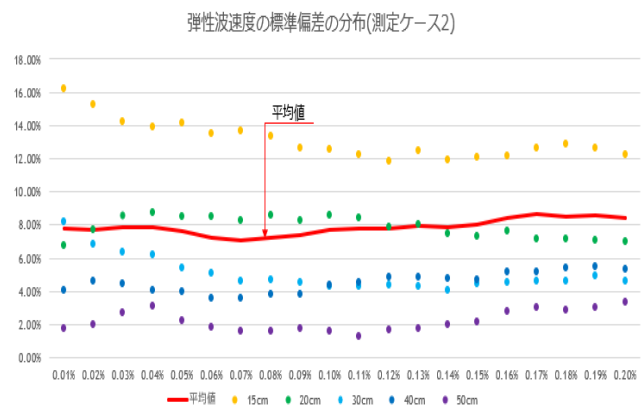


図-7 弾性波速度の標準偏差の分布(測定ケース 2)

6. 結論

- ・今回提案する弾性波速度の算定方法では実測の場合、波形全体面積に対する波動入射部の割合が、0.06%から 0.10%の広い範囲で低い標準偏差が分布しており、この方法の安定性が示された。実測に適用する際には中間値の0.08%を表面波の到達時刻にすることを提案する。
- ・弾性波速度算定の測定点間の距離が大きいほど、標準偏差が低くなり、安定した結果が得られることが確認された。
- ・今回の提案の方法でも、安定した測定結果を得るには受信センサー間の距離が 15cm 以上確保する必要があることを確認した。