

尖塔型探触子を用いた超音波測定手法のコンクリートへの適用に関する基礎的検討

富山県立大学

○山岸 祥希 (学生会員) 伊藤 始 (正会員)
内田 慎哉 (正会員)

1. はじめに

コンクリートの内部欠陥を検出する非破壊試験の1つに超音波法がある。超音波法では図-1(a)のような円柱型探触子で超音波を測定し、コンクリートの内部欠陥を検出する。この探触子で超音波を測定する場合、測定箇所は平面または半径の大きい曲面の必要がある。そのため、円柱型探触子との接触面積を確保できない平面や半径の小さい曲面においても超音波を測定できるように図-1(b)のような尖塔型探触子が用意されている。しかし、この探触子を用いてコンクリート構造物の超音波を測定した事例は少ない。

本研究では、尖塔型探触子を用いた超音波測定手法のコンクリートへの適用について検討を行った。

2. 角柱供試体での超音波測定試験

(1) 試験方法

この試験では、100mm×100mm×400mmの角柱供試体をモルタルおよびコンクリートで作製し、円柱型探触子、尖塔型探触子(共に中心周波数54kHz)を用いて、探触子設置間隔が100mm、400mmとなる複数の位置で透過法により超音波伝播時間(以下、伝播時間)を測定した。

(2) 試験結果

図-2に試験結果を示す。各探触子の設置間隔が等しいため、図中には伝播時間を示した。測定箇所に表面気泡が見られる場所を除き、各探触子での測定結果は、おおむね一致し、平面上では尖塔型探触子を用いても適切な伝播時間が得られることを確認した。

3. 円柱供試体での超音波測定試験

(1) 試験方法

凸面での検討を目的にモルタル、コンクリートで直径100mm×200mmの円柱供試体を作製し、底面から高さ方向5、10、15cmの各位置で、尖塔型探触子により伝播時間を測定した。また、円柱供試体の長さ方向において円柱型探触子で伝播時間を測定した。

(2) 試験結果

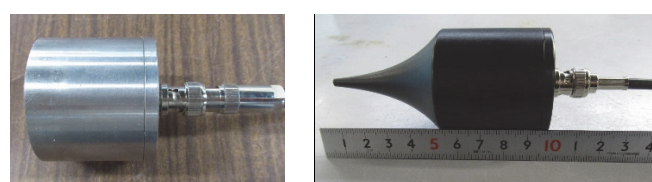
図-3に試験結果を示す。各探触子で供試体の同一高さの異なる箇所(距離)を測定したため、図中には

超音波伝播速度(以下、伝播速度)を示した。コンクリート供試体の側面における超音波伝播速度は、長さ方向のものとの差異が大きくなった。この要因として、コンクリート供試体内部の粗骨材分布の影響が考えられる¹⁾。

4. コア孔を想定した供試体での超音波測定試験

(1) 試験方法

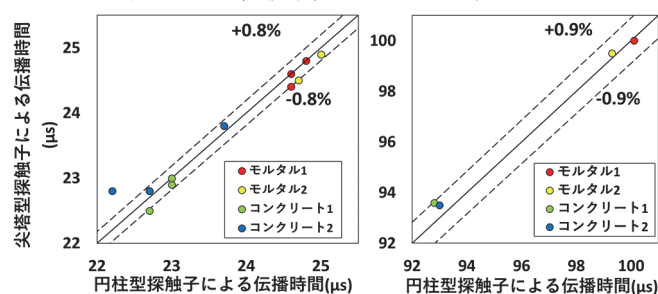
凹面での検討を目的に、図-4に示した200mm×



(a)円柱型探触子

(b)尖塔型探触子

図-1 超音波測定に用いる探触子



(a)設置間隔 100mm

(b)設置間隔 400mm

図-2 角柱供試体での伝播時間測定結果

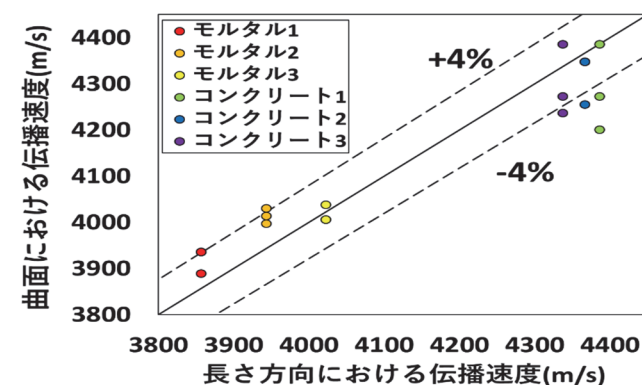


図-3 円柱供試体での超音波測定結果

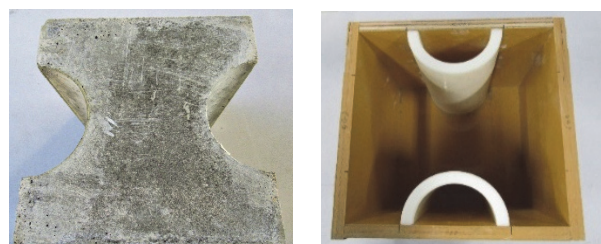


図-4 コア孔を想定した供試体とその型枠

200mm×200mm の立方体の対面から直径 100mm×200mm の半円柱を取り除いた形の供試体をモルタル、コンクリートで作製した。この供試体の凹面間において底面から高さ方向 5, 10, 15cm の各位置で尖塔型探触子により伝播時間を測定した。また、凹面のない側面間でも、底面から高さ方向 5, 10, 15cm の各位置で円柱型探触子により伝播時間を測定した。

(2) 試験結果

図-5 に試験結果を示す。円柱供試体と同様に、図中には伝播速度を示した。全てのケースにおいて凹面間における伝播速度は、凹面のない側面間のものとの差異が±1.5%以内であり、おおむね適切な伝播速度が得られた。円柱供試体と比較して差異が小さくなった要因として、凸面より凹面の方が尖塔型探触子との接触面積を確保できることが考えられる。

5. 尖塔型探触子の接触角度を変えた検討

(1) 検討の目的および方法

図-1(b)に示すとおり、尖塔型探触子（BNC 端子含む）の長さは 130mm あるため、図-6 のようにコア孔に尖塔型探触子を入れ、伝播時間を測定するには最低でも直径 150mm のコア孔が必要となる。これは林田ら²⁾が円柱型探触子を用いてコア孔内で伝播時間を測定する際に検討したコア孔の大きさと等しい。構造物への損傷を最低限にするため、より小さいコア孔を活用して伝播時間を測定することを考えた。供試体（図-4）で尖塔型探触子を高さ方向の 3 測線において、接触角度をそれぞれ変えて伝播時間を測定した（図-7）。その上で、接触角度の上限とその角度で測定する際に必要なコア孔の大きさを検討した。

(2) 試験結果

図-8 に試験結果を示す。この図の伝播時間の増分とは、尖塔型探触子を図-6 のように接触させた場合と比較した伝播時間の増加量である。同一角度における測線ごとの伝播時間の増分の差異は、接触角度 45 度まではモルタル供試体の 45 度およびコンクリート供試体の 15 度で若干確認された。それに対して、60 度での差異は大きくなった。以上より、接触角度の上限は 45 度であると考えられ、この角度で測定する際に必要なコア孔の大きさは直径 100mm になる。また、コンクリート供試体では、供試体ごとに伝播時間の増分に差異が見られた。今後は、コア孔における

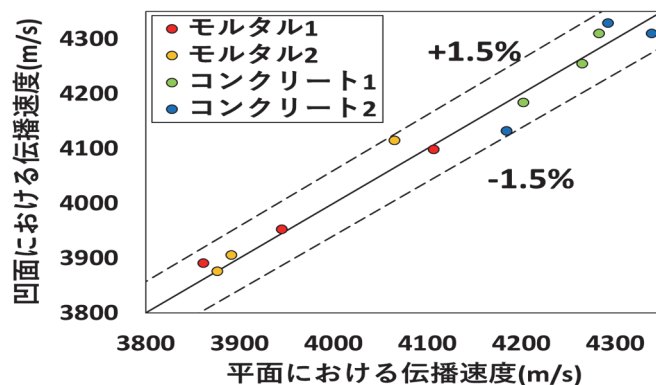


図-5 コア孔を想定した供試体での超音波測定結果

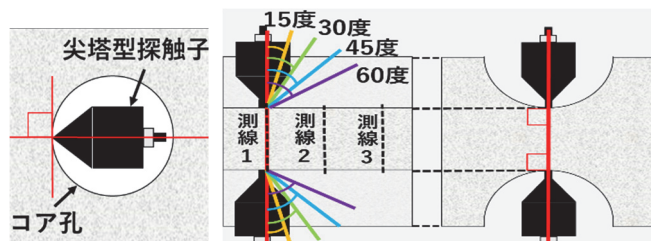


図-6 実用例

図-7 検討ケース

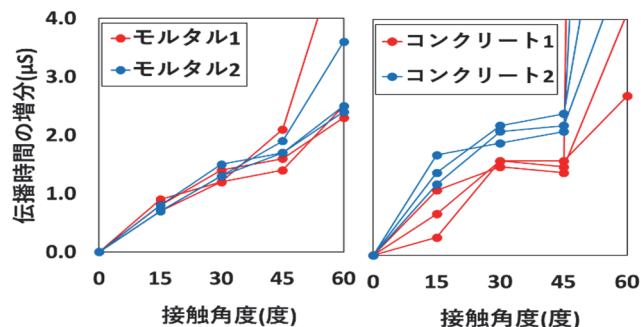


図-8 尖塔型探触子の角度を変えた超音波測定結果

接触角度を付けた伝播時間の測定方法の実用化に向けて、異なる配合のコンクリートでコア孔を想定した供試体を作製し、同様に伝播時間測定を行い、基礎データを取得する予定である。

6. まとめ

- (1) 平面、凸面、凹面において尖塔型探触子を用いて伝播時間を測定したところ、円柱型探触子と同等の結果が得られた。
- (2) コア孔内で尖塔型探触子の接触角度を付けて伝播時間を測定する場合は、接触角度の上限は 45 度であり、この角度では直径 100mm のコア孔の大きさが必要になることを明らかにした。

参考文献

- 1) 鎌田, 内田: コンクリートの非破壊試験の理論と実際 ③ 弾性波法 (超音波法・衝撃弾性波法) の理論と実際, コンクリート工学, Vol.56, No.4, pp.340-347, 2013
- 2) 林田, 田口ら: 超音波伝播速度測定による実コンクリート構造物の凍害深さ推定について, 寒地土木研究所月報, No.642, pp.2-8, 2006