屋外暴露した無筋コンクリート試験体における横波伝搬速度と起振周波数の関係

青木あすなろ建設（株）技術研究所　正会員　○新井 佑一郎　フェロー　牛島 栄　フェロー　佐藤 俊男
（株）地球システム科学　正会員　坂本 浩之　会員外　三上 創史

１．はじめに

社会インフラの老朽化が問題視される今日において、鉄筋コンクリート部材の非破壊試験法に関するニーズは高まっている。RC 部材の非破壊試験では、主に電磁誘導、電磁波、X 線、超音波を用いた手法が用いられるが、調査目的に応じた方法を選別する必要がある。そのため、複数の項目（例えば、鉄筋位置とコンクリートの内部空隙）で調査・調査を行う場合は、複数の機器を用いて個別に調査を行わなくてはならず、調査・診断業務の生産性向上の妨げとなっていた。筆者らは、新しい調査の原理として、超音波横波を用いた試験法についての検討を行ってきた。超音波横波を用いた調査では、鉄筋位置（多段配筋も検出可能）、空隙やジャンカの大きさと位置、コンクリート品質の項目を 1 回の調査で得ることができる。また、深さ 1～2m までの探査が可能であり、従来の技術と比較して探査可能な範囲が広いのも特徴である。既報[1)]では、主に鉄筋位置の検出精度の検証を行っており、深さ 40～50cm までの多段配筋を精度良く検出できることを確認している。また、超音波横波の起振周波数 f を変化させると、横波伝搬 V_s が変化する現象が見られることも確認された[2)]。これは、起振周波数 f の変化に伴いコンクリート深さ方向の振動領域が変化するためと考えられことから[2)]、本現象を応用した新たな調査・診断手法の確立が期待できる。

本論では、起振周波数 f と横波伝搬速度 V_s の関係について、既報[2)]の無筋コンクリート試験体を用い、経年変化と計測位置が V_s と f の関係に与える影響を調査した。

２．実験概要

計測に用いる試験体は、既報[2)]の計測で用いた無筋コンクリート試験体 9 体から、表 1 に示すようにコンクリート呼び強度が異なる 2 体を選択した。呼び強度 21N/mm^2 の試験体を 21N-A、42N/mm^2 の試験体を42N-A と称する。形状は図 1 で示すように 1m 角の立方体である。試験体は、標準期に打設し、屋外で 510 日間暴露した。試験体の設置状況は 21N-A, 42N-A 試験体ともに東西面が開放され、風及び日照を受けている。南北面は 21N-A 試験体で北面開放, 南面隣接、42N-A 試験体で南北面ともに隣接している。ここで、隣接とは 20cm 程度の間隔でコンクリート試験体が並んだ状態である。開放面については、東側に建物（約 20m 離れた位置に 3 階建て建物）があるため、西側のほうが日射を受けている時間が長い。計測は、各試験体とも東・西面とし、1 面当たり 6 点の計測点を設けた。計測位置の名称は、**試験体呼び強度と東西(E, W)－上下位置、水平位置番号**で表される（例：21E-下②）。超音波横波トモグラフィ装置を用い、起振周波数を 10～100kHz の範囲で変化（5kHz or 10kHz ピッチ）させ、各点の V_s を計測した。

表 1　試験体諸元

試験体名	21N-A	42N-A
呼び強度	21N/mm^2	42N/mm^2
打設時期	標準期	
材齢（日）	510	
計測時期	春期（3月）	
東面	開放	開放
西面	開放	開放
南面	隣接	隣接
北面	開放	隣接

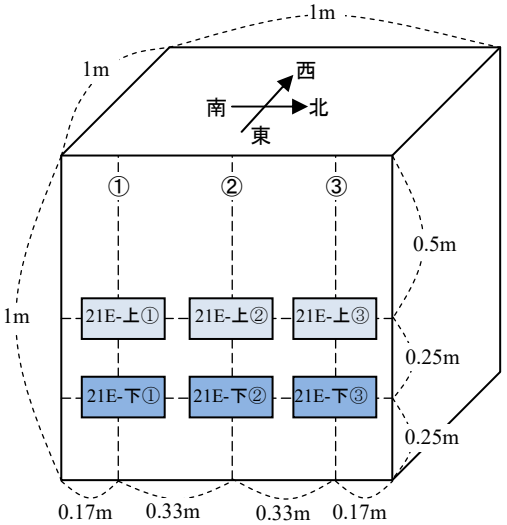

図 1　試験体計測位置

３．実験結果

計測結果を試験体の計測面ごとに示したグラフを図 2 に示す。グラフのプロットは水平位置ごとに色分けし、上段を◆下段を▲で表している。結果より、すべての計測面で既報[2)]と同様に、起振周波数 f の

キーワード　非破壊試験法，超音波横波，起振周波数，横波伝搬速度，経年変化
連絡先　〒300-2622　茨城県つくば市要 36-1　青木あすなろ建設(株)技術研究所 建築構造研究室　TEL029-877-1112
〒160-0022　東京都新宿区新宿 1－23－1 新宿マルネビル 7 階　TEL 03-3357-1761

© Japan Society of Civil Engineers

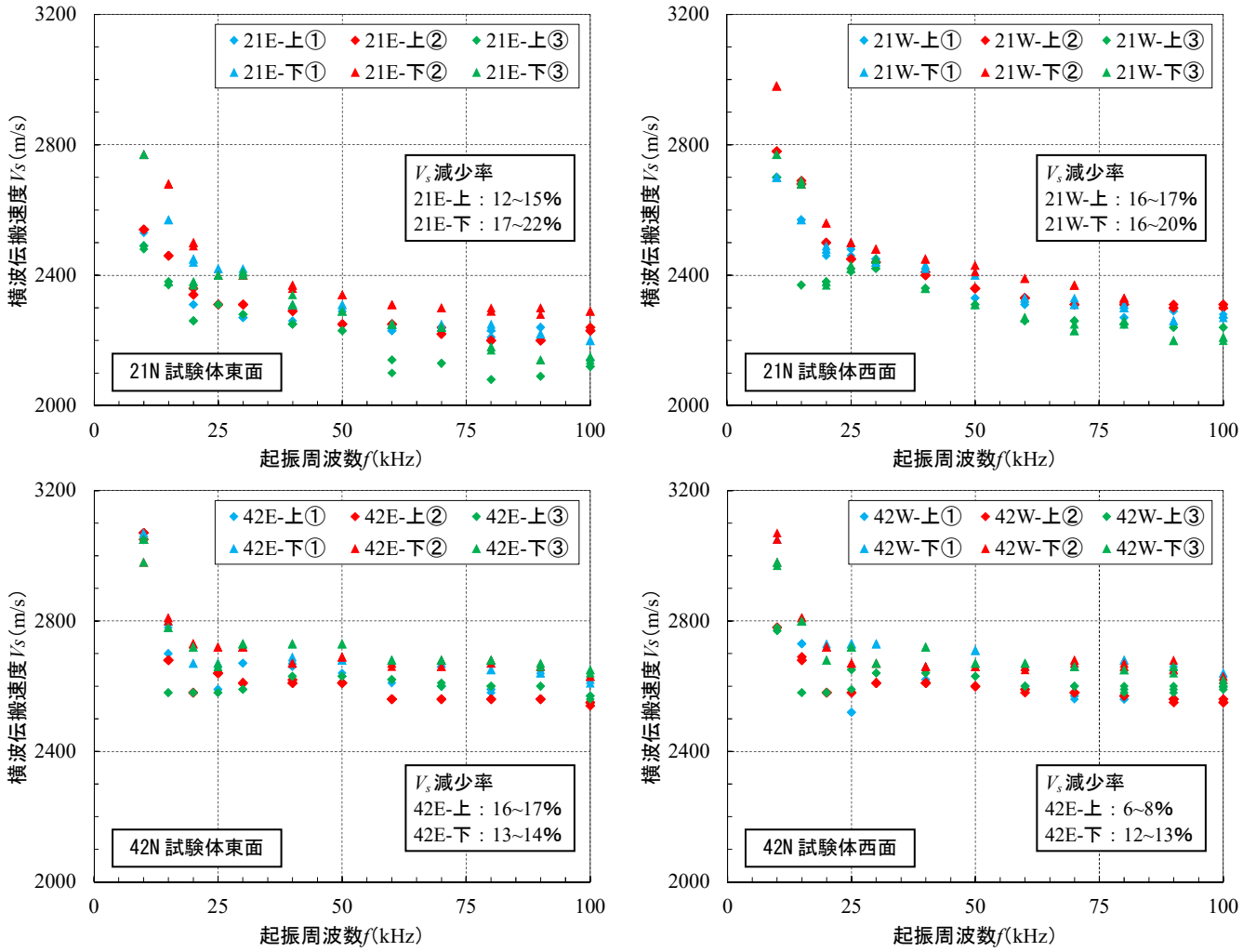

図 2　各試験体の起振周波数 fー横波伝搬速度 V_s 関係

増加に伴い、横波伝搬速度 V_s が低下する傾向が見られた。

グラフ中には各計測面の V_s(10kHz)に対する V_s(100kHz)の減少率も載せている。V_s 減少率は、42N 試験体の方が 21N 試験体よりも小さかった。検査位置については、42N 試験体東面を除き、上が下と比較して小さくなった。また、21N 試験体では 25kHz 以上で V_s がなだらかに減少する傾向が見られたが、42N 試験体では 20kHz 以上でほぼ一定値となった。計測面の方向については、21N 試験体で西面の方が V_s-f 関係が大きくなったが、42N 試験体では有意な差が見られなかった。

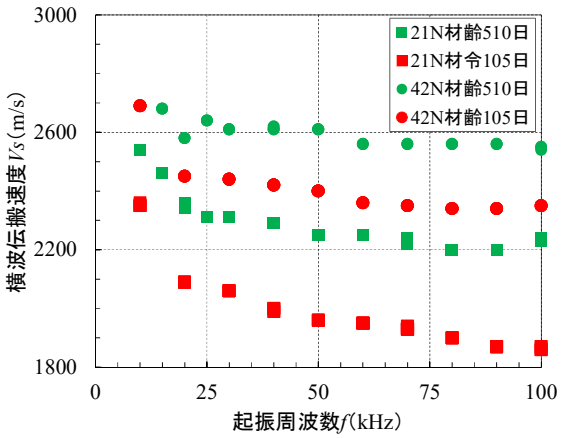

図 3　材齢による V_s-f 関係の変化

経年変化を確認するため、既報 [2] と計測位置が近い各試験体の東面の上②位置の結果と既報の計測値（材齢 105 日）を比較したグラフを図 3 に示す。結果より V_s-f 関係は上方にシフトし、増加することが確認された。また、増加率は起振周波数 f が高い領域の方が大きいことも確認された。

4．まとめ

本論では、無筋コンクリート試験体を用い横波伝搬速度 V_s と起振周波数 f の関係を調査した。結果から、既報 [2] と同様に起振周波数 f の増加とともに横波伝搬速度 V_s が減少する傾向が見られた。今後も継続的に計測を行い、新しい調査・診断技術への応用を目指す。

【参考文献】
1) 新井 佑一郎, 坂本 浩之, 三上 創史, 牛島 栄:超音波横波トモグラフィ装置による配合が異なる RC 壁の鉄筋探査事例, 土木学会 第 73 回年次学術講演梗概集, pp.343-344, 2018.8
2) 新井 佑一郎, 坂本 浩之, 牛島 栄, 佐藤 俊男, 三上 創史:コンクリート中を伝搬する超音波横波速度と周波数の相関に関する検証, 土木学会 第 74 回年次学術講演梗概集, V-550, 2019.8

© Japan Society of Civil Engineers