音響インピーダンスの異なる介在物周りの 弾性波動伝搬特性に関する研究

コンクリート	非破壊試験	弹性波法
内部探查	波動伝搬特性	介在物

1. はじめに

筆者らは、先に弾性波トモグラフィ法による内部探査 結果として、母材モルタルよりも伝搬速度の速い鉄鋼埋 設部でも、弾性波は鉄鋼部を透過せずに迂回した初動波 が検出され、見掛け上、鉄鋼部の伝搬速度が小さく推定 される結果となる場合のあることを報告した¹⁾。そのた め、前報²⁾では、母材より伝搬速度の速い鉄鋼と遅い発 泡スチロールが1個埋設されている場合を対象として、 介在物近傍の弾性波の伝搬特性に及ぼす介在物、弾性波 の入・検出位置の影響について検討を行った。本報では、 引き続き、試験体内部に2種類の介在物が埋設されてい る試験体を対象として、実験的・解析的に検討を行った。

2. 実験方法

2.1 実験の概要

本実験では、表-1および図-1に示すように、2種類の 介在物(寸法(厚さ×幅×長さ):5×40×100および10×40× 100mmの発泡スチロールと鉄鋼)が埋設された100×100 ×400mmのモルタル試験体(W/C=60%、骨材寸法=5mm) を使用し、介在物の埋設深さと設置間隔(図-1参照)、並 びに計測方向(+側計測および-側計測の2種類)を実験要 因として取り上げて、試験体内部の介在物近傍における 弾性波の波動伝搬特性について実験的に検討を行った。

2.2 計測方法

計測は、ファンクション・ジェネレータで発生させた 弾性波(幅10µsの矩形パルス)を、まず高速バイポーラ電 源によって約200Volに増幅した後、圧電式の弾性波入力 用AEセンサ(共振周波数:約1MHz)を介して試験体の所 定位置(図-2に示すS1~S7の7箇所が1組)から弾性波を 入力し、図-2に示す検出位置(弾性波の入力位置から対 面するR1~R7と入力点隣接のR8の合計8箇所が1組)に設 置した超小型圧電式加速度ピックアップ(上限周波数:

試験体 記号	試験体 寸法 (mm)	母材モルタル		埋設物詳細	
		W/C (%)	骨材寸法 (mm)	種 類	厚×幅×長 (mm)
PLAIN	□100	60 5		. <u> </u>	
V05S10			5	空洞	5×40×100
	×			鉄鋼	10×40×100
S05V10	400			鉄鋼	5×40×100
				空洞	10×40×100

表-1 実験の概要

Study on Wave Propagation Behaviors around Inclusions in Concrete with Different Acoustic Impedance

正会員	Ο	山田	和夫*1
同		高橋	卓也*2
同		関	俊力*3
同		瀬古	繁喜*4

 25kHz)で検出した。同一試験体の計測は、図-2に示す+ 側計測(ASAI1~ASAI4)と弾性波の入力・検出面を入れ
替えた-側計測(FUKA1~FUKA4)との2方向で行った。
3. 解析方法

本解析では、図-2に示す介在物が埋設されいている試 験体を対象として、弾性波の入力から検出に至るまでの 波動伝搬特性を調査するために、2次元波動伝搬解析を 行った。なお、本解析では、介在物と母材が完全結合し ている場合(弱層無しと略記)と介在物と母材が弱層を介 して結合している場合(鉄鋼のみで弱層有りと略記)の解 析を行い、弾性波動伝搬特性に及ぼす弱層の影響につい ても検討を行った。ただし、介在物と母材との界面に弱 層を設けた解析では、弱層の厚さを1mmに設定した。

4. 結果とその考察

図-3は、5mm厚の鉄鋼と10mm厚の発泡スチロールが 30mm間隔で埋設されている試験体の介在物左端から弾 性波を入力した場合の最短弾性波伝搬経路と弾性波入力 点近傍に設置されたR8の検出波形の解析結果を界面弱 層の有無別に示した例である。また、図-4は、R8の波 形(図-3(b)および(c))で無次元化した検出波形の相対二 乗平均振幅値を示したものである。図によれば、鉄鋼界 面に弱層が有ると、弱層が無い場合と比べて弱層面の弾 性波反射率が大きく、かつ弾性波入力面間の多重反射が 著しいため、入力位置近傍の検出波形の振幅は大きいが、







弱層界面の弾性波透過率は逆に小さいため、R1~R7の 検出弾性波の相対二乗平均振幅値は小さくなっている。

図-5は、前掲の図-4と同じ鉄鋼と発泡スチロールが埋 設されている試験体の平均伝搬速度に関する実験結果と 解析結果を示した例である。図によれば、鉄鋼界面の弱 層無しの解析結果は、最短迂回した弾性波の到達時間か ら算定される平均伝搬速度と良く一致する結果が得られ ているが、平均伝搬速度に関する実験結果および鉄鋼界 面の弱層有りの解析結果は、何れも弾性波の伝搬距離が 長くなる(図-3(a)参照)ほど、介在物を最短迂回したと 仮定して算定した平均伝搬速度よりも小さくなる傾向を 示している。これは、実際の試験体でも母材モルタルと 鉄鋼の界面に弱層が存在していることを示唆している。

5. むすび

*1

*2

*3

*4

本研究の結果、介在物が2個埋設されている場合も、

教授・工博

博士前期課程

研究生・修士(工学)

教授・博士(工学)

愛知工業大学工学部

愛知工業大学大学院

愛知工業大学大学院

愛知工業大学工学部

界面弱層有りの鉄鋼や透過弾性波の減衰の著しい発泡ス チロールが埋設されていると、迂回弾性波が先に検出さ れること、弾性波速度トモグラフィ法による内部探査精 度を向上させるためには、母材内部に埋設した音響イン ピーダンスの小さい介在物を透過した弾性波が抽出でき る解析方法を構築する必要があること、などがわかった。 【参考文献】

- 1)山田和夫、関俊力、瀬古繁喜:弾性波トモグラフィ法 によるコンクリートの内部探査結果に及ぼす欠陥種類 の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、 pp.573-574、2018.9
- 2)山田和夫、金森藏司、関俊力、瀬古繁喜、:弾性波ト モグラフィ法の精度向上に関する研究(波動伝搬特に 及ぼす介在物の影響)、日本建築学会大会学術講演梗 概集(北陸)、pp.617-618、2019.9

*1 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng. *2 Master Course, Aichi Institute of Technology

- *2 Master Course, Alem Institute of Technology
- *3 Research Student, Aichi Institute of Technology, M.Eng.
- *4 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.