

2次元自動走査測定装置を用いた空中超音波法によるコンクリートの経年劣化探査に関する研究

非破壊検査 内部探査 空中超音波法
自動計測 平均伝搬速度 振幅値

正会員 ○ 金森 蔵司*1
同 関 俊力*2
同 瀬古 繁喜*3
同 山田 和夫*4

1. はじめに

筆者らは、前報¹⁾において、空中超音波法によるコンクリートの内部探査の対象として初期欠陥を取り上げ、探査精度に及ぼす初期欠陥の種類、大きさ、厚さおよび埋設深さの影響について検討を行い、その適用性を確認した。本研究では、コンクリート造建築物の経年劣化を評価対象として、経年劣化の原因となるひび割れおよび鉄筋腐食に影響するコンクリート充填不良部の探査精度について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試験体

本実験では、表-1と図-1に示す2シリーズの空中超音波法によるコンクリートの内部探査実験を行った。

①実験-1：本実験は、空中超音波法によるひび割れ探査の適用性についての検討を目的としたもので、長さ×幅×厚さが300×250×75mmの試験体内部に、長さ×幅×厚さが20×20×5、30×30×5、40×40×5および50×50×5mmのひび割れモデルが角度を30、45、60および90°に変化させて埋設してある試験体を使用して、ひび割れの探査精度に及ぼすひび割れの寸法と設置角度の影響について検討を行った(図-1(a)参照)。

②実験-2：本実験は、鉄筋腐食に影響する鉄筋周りのコンクリート充填不良部を探査の適用性についての検討を目的としたもので、長さ×幅×厚さが300×250×75mmの試験体内部に、直径16mmの鉄筋を挿入した後、鉄筋周りのコンクリート充填不良部をモデル化した直径×長さがφ25×50、φ30×50、φ40×50およびφ50×50mmの発泡スチロールを設置した試験体を使用し

表-1 実験の概要
(a) 実験-1

試験体記号	試験体寸法(mm)	種類	ひび割れモデルの詳細	
			幅×長さ×厚さ(mm)	ひび割れ角度(°)
CRACK-75	75×250×300	発泡スチロール	50×50×5	30°, 45°, 60°, 90°

(b) 実験-2

試験体記号	試験体寸法(mm)	鉄筋(mm)	鉄筋周りの充填不良部の詳細	
			種類	幅×長さ×厚さ(mm)
STL-AIR-75	75×250×300	φ16	発泡スチロール	φ25×50, φ30×50, φ40×50, φ50×50

て、鉄筋周りのコンクリート充填不良部の探査精度について実験的に検討を行った(図-1(b)参照)。

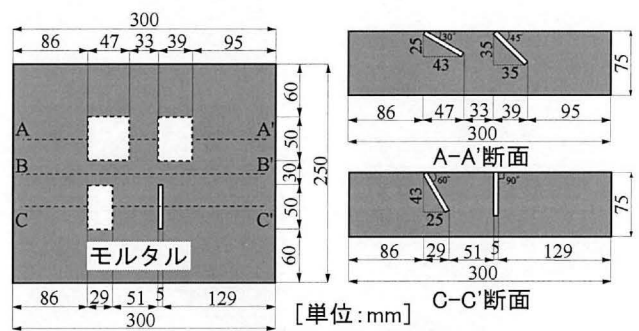
2.2 試験体の作製方法

2.2 計測方法

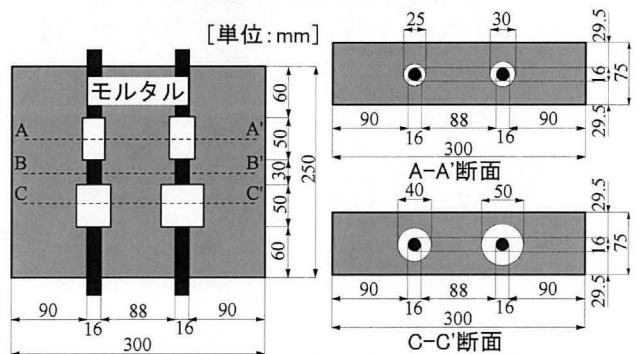
空中超音波の入力・検出に際しては、変換子の設置位置を図-2に示すように、試験体に厚さに関わらず入力用変換子から8mmの位置、検出用変換子が入力用変換子から120mmの位置とし、図-3に示す試験体の黒破線枠内の範囲(200×200mm)をx・y方向ともに10mm間隔で2次元的に自動走査しながら自動計測を行った。

3. 実験結果とその考察

3.1 評価指標に振幅値と伝搬速度を単独で用いた場合



(a) 実験-1 (探査対象：ひび割れ)



(b) 実験-2 (探査対象：鉄筋周りの充填不良部)

図-1 試験体の形状・寸法

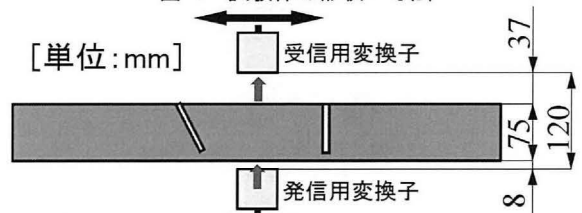
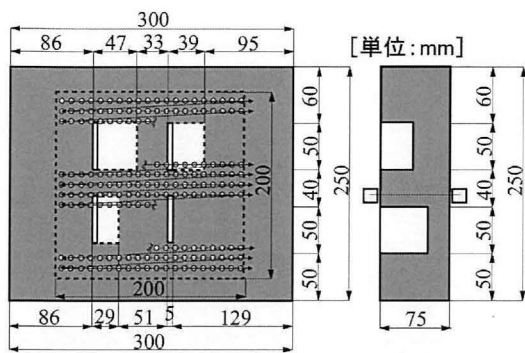


図-2 入力・検出用変換子の設置間隔

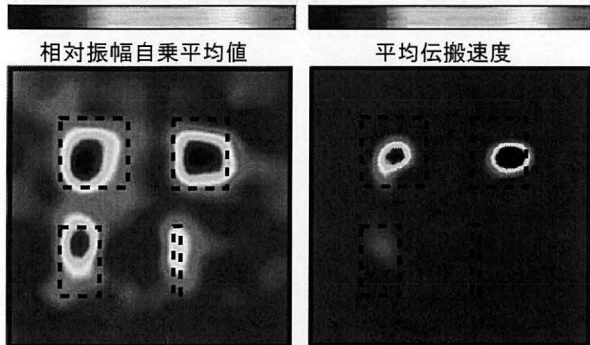
Study on Aging Degradation Evaluation of Concrete by Aerial Ultrasonic Wave Method using Two-Dimensional Automatic Scanning Measurement Device

KANAMORI Soji, SEKI Toshikatsu,
SEKO Shigeki, YAMADA Kazuo

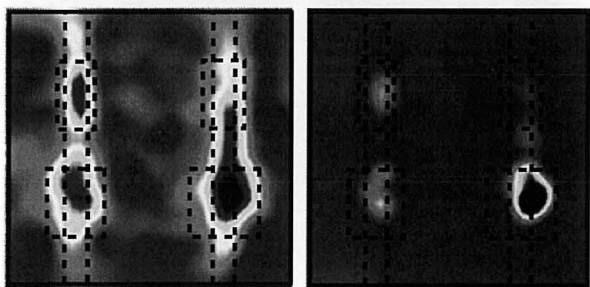


[注] ○:測定位置、□:変換子設置位置
 図-3 測定範囲および変換子の設置位置の例

0.00001 0.001 1.0 3.0



(a) CRACK-75試験体



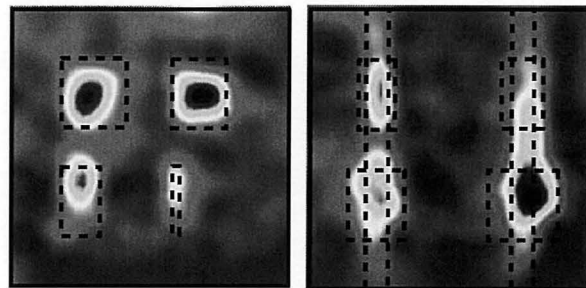
(b) STL-AIR-75試験体
 図-4 相対振幅自乗平均値および平均伝搬速度に着目した内部探査結果の例

図-4は、相対振幅自乗平均値および平均伝搬速度に着目した内部探査結果をコンター図によって示した例である。なお、図中の黒色の破線は、ひび割れ、鉄筋および鉄筋周りの充填不良部の位置を示している。

まず、図-4(a)に示したひび割れをモデル化した試験体に注目すると、内部探査の評価指標として相対振幅自乗平均値を用いた場合は、設置したひび割れモデルの寸法をかなりの精度で評価できているが、ひび割れの設置角度が急になると、ひび割れの検出精度が低下する傾向を示している。これに対して、内部探査の評価指標として平均伝搬速度を用いた場合は、相対振幅自乗平均値を用いた場合と比較して、ひび割れの寸法の検出精度が若干劣る傾向にあることがわかる。

次に、鉄筋周りの充填不良部(空洞)をモデル化した

0.00001 0.5 0.00001 0.5



(a) CRACK-75試験体 (b) STL-AIR-75試験体
 図-5 相対振幅自乗平均値と平均伝搬速度の自乗積に着目した内部探査結果の例

試験体(図-4(b)参照)に注目すると、内部探査の指標として相対振幅自乗平均値を用いた場合は、充填不良部の寸法を評価することは可能であるが、鉄筋周りに充填不良部が存在しない位置においても、充填不良部と判断される領域が存在しているのがわかる。これに対して、内部探査の評価指標として平均伝搬速度を用いた場合は、充填不良部の評価は可能であるものの、その検出精度は相対振幅自乗平均値を用いた場合と比べて悪くなっており、鉄筋周りの充填不良部においてもモルタル充填部の赤色に近づく傾向を示している。

3.2 評価指標に振幅値と伝搬速度の積を用いた場合

図-5(a)および(b)は、無次元化した検出波形の相対振幅自乗平均値と平均伝搬速度の自乗積を使用した場合の内部探査結果をコンター図によって示した例であるが、図から明らかなように、上述の相対振幅自乗平均値と平均伝搬速度を単独で用いた場合のそれぞれの欠点をそれらの自乗積を用いることで相互に相殺し、内部探査結果の精度向上が期待できるといえる。

4. まとめ

空中超音波の適用性に関して、コンクリート内部のひび割れ探査を目的する場合には、内部探査の評価指標として相対振幅自乗平均値を用いることによって、コンクリート表面に投影されるひび割れの投影面積を評価することは可能であるが、ひび割れの角度および深さを正確に評価することは困難であること、RC構造物の鉄筋周りに生じる充填不良部探査を目的する場合には、内部探査の評価指標として相対振幅自乗平均値を用いることによって、鉄筋周りの充填不良部の評価は可能であるが、鉄筋の位置・寸法を正確に評価することは困難であること、などが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 金森藏司、関俊力、瀬古繁喜、山田和夫：2次元型自動走査測定装置を用いた空中超音波法によるコンクリートの内部探査に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、pp.583-584、2018.9

*1 愛知工業大学大学院 博士前期課程
 *2 愛知工業大学大学院 研究生・修士(工学)
 *3 愛知工業大学工学部 教授・博士(工学)
 *4 愛知工業大学工学部 教授・工博

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