

並列配置シースの SIBIE 法による PC グラウト未充填評価の考察

熊本大学 学生会員 ○吉良 美咲
熊本大学 学生会員 荒巻 新
富士ピー・エス 正会員 山田 雅彦
熊本大学 フェロー会員 大津 政康

1. はじめに

コンクリート構造物にプレストレストコンクリート(PC)が多く用いられるが、グラウトの充填不良による PC 鋼材の損傷は橋梁の健全性に大きな影響を及ぼす。

グラウトの充填度を確認する手法として、非破壊検査手法の 1 つであるインパクトエコー法により得られる周波数スペクトルを用い、調査断面において弾性波の反射の影響を 2 次元画像化し、欠陥部を評価する SIBIE を開発している¹⁾。

本研究では並列配置シースの PC グラウト未充填部検出の評価技術としての SIBIE の確立を目的とし、グラウト未充填・部分充填・充填を有する供試体において実験を行い、欠陥検出の評価を行った。

2. SIBIE 法の原理²⁾

周波数スペクトルのピーク周波数は、理論的には入力された弾性波が不連続面で反射することにより生じる。そこで、供試体断面での弾性波の反射位置を画像化する SIBIE という画像処理法を開発している。手順としては、図-1 に示すように解析対象の断面を正方形要素に分解しモデル化する。次に、分割された各要素の中心からの弾性波の反射による共振周波数を求める。弾性波は入力点から要素中心、そして出力点といった伝搬経路を通る。その伝搬経路を R とすると式(1)のように表される。

$$R = r_1 + r_2 \quad (1)$$

解析対象中を伝わる弾性波の波速を C_P とすると、分割された要素の中心で反射することにより生じる共振周波数は、式 (2) のように考えられる。

$$f_R = C_P / R \quad (2)$$

実測した周波数スペクトルにおいて、式(2)から求められる理論的な反射による共振周波数の相対振幅値を要素値とし、各要素からの反射の強さとする。

これを図-2 のように 2 次元画像化し、相対振幅値を 5 段階に色分けする。

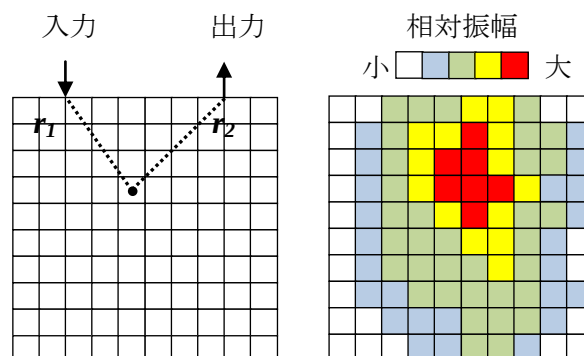


図-1 弾性波伝播経路

図-2 SIBIE 図例

3. 実験概要

実験に用いた PC 角柱供試体(500×1000×2000)の断面図および入出力点を図-3 に示す。プレストレスは導入せず、シースは主方向 PC 鋼材用 Φ70mm、横締め PC 鋼材用 Φ35mm を 3 本ずつ配置し、それぞれグラウト未充填・部分充填・充填の状態とした。グラウトの状態の概要を図-4 に示す。

シース位置によって上限周波数を設定することで並列配置された主方向 PC 鋼材用シースを検出可能であるかを判断する。

入力には別報の開発治具、検出にはインパクトエコー用センサである変位計(PAC 社製)と加速度計(小野測器社製 NP-3211)の 2 種類を使用し、その貼付間隔を 100mm として欠陥の検出性能を比較した。

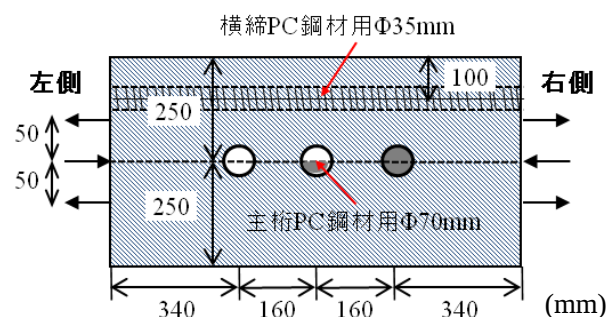


図-3 供試体の断面図

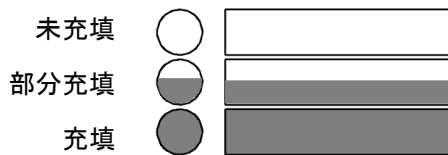


図-4 グラウト充填状態概要

4. 結果および考察

実験により得られた周波数スペクトル(図-5)から SIBIE 解析を行った結果を図-6 および図-7 に示す。

なお、弾性波速度は $C_p=4510\text{m/s}$ より、入出力点からの並列配置シースの位置 340mm, 500mm における共振周波数は式(2)よりそれぞれ 6.6kHz, 4.5kHz となった。そこで、上限周波数を 7kHz, 5kHz に設定し解析を行った。今回は上限周波数 5kHz の結果のみ示す。

図-6 では、上段に左側、下段に右側からのインパクト結果を示している。側からのインパクト結果では充填部にほとんど反射がなく、部分充填部のみを検出できていると考えられる。また、右側からのインパクト結果では、未充填部、部分充填部ともに強い反射が見られるため、欠陥を検出可能であることが示された。

図-7 において上段の結果では、部分充填部および充填部に強い反射が見られ、また下段の結果では、部分充填部には反射はなく、未充填部に強い反射が見られる。の理由として図-7 より、変位計は 10kHz 以下の周波数成分を増幅してしまう性質を有しているためであると考えられる。また、既往の研究により加速度計は約 30kHz 以降の周波数特性を増幅してしまう性質を有することが明らかとなっているが³⁾、本研究では上限周波数を 7kHz 以下に設けているため、影響はなかったと考えられる。

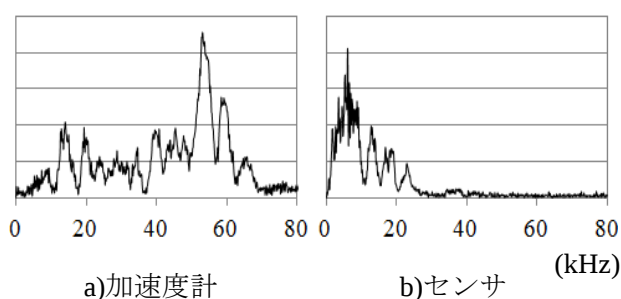


図-5 周波数スペクトル

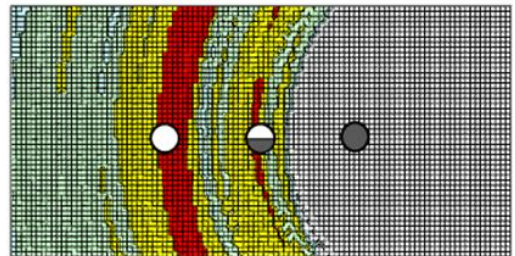
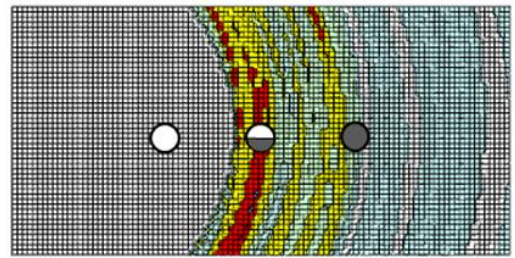


図-6 加速度計を用いた結果

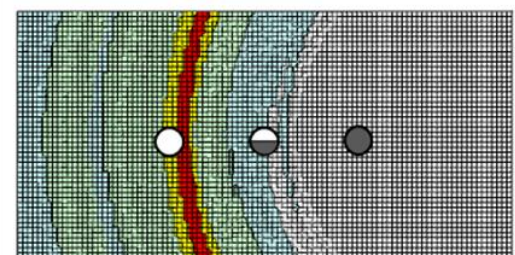
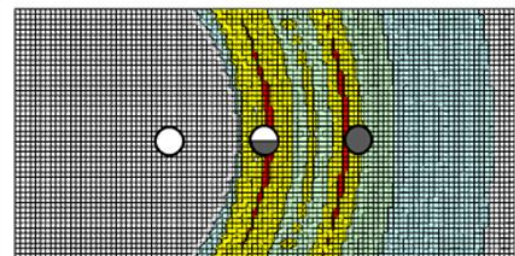


図-7 センサを用いた結果

5. 参考文献

- 1) 山田雅彦, 大久保太郎, 大津政康, 内田昌勝: SIBIE による PC グラウト未充填部のモデル試験による検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.31, pp.2047-2052, 2009
- 2) 三原真一, Ninel Ata, 大津政康: SIBIE による PC グラウト未充填部の評価に関する考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.1953-1958, 2004
- 3) 園田崇博, 山田雅彦, 大津政康: インパクトエコー法における衝撃入力 of 定量的評価法の開発, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集 11 巻 pp247-254, 2011