

第V部門

鉄筋の配置が弾性波に基づく電磁パルス法によるPCグラウト充填評価に与える影響

大阪大学工学部 学生会員 ○山本 志緒莉
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 服部 晋一
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 岡本 匠平
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基
 西日本高速道路エンジニアリング関西㈱ 非会員 鈴木 真

1 はじめに

プレストレストコンクリート（PC）構造物において、グラウト充填不良が存在すると、シース内部に水・酸素が侵入し、PC鋼材の腐食・破断を引き起こす。PC構造物におけるグラウト充填不良は目視による調査では把握することが困難であるため、非破壊で検知する手法の確立が求められている。

既往の研究では、電磁パルス法を用いた非破壊検査手法の検討がなされている。この手法では、入力したパルス磁場によって、コンクリート内部の磁性体を振動させ、これによる振動を弾性波としてAEセンサーで受信する方法や、鋼材上に発生した渦電流による二次的な磁場の変化をサーチコイルで受信する方法が検討されている。

ここで、コンクリート内部の鉄筋は、磁性体であるため電磁パルス法に影響を与える可能性が考えられるが、これまでその影響について十分検討されておらず不明であった。そこで本研究では、弾性波を受信する方法に関して、鉄筋の配置が電磁パルス法に与える影響について基礎的な検討を行った。

2 鉄筋の配置が電磁パルス法に与える影響

2.1 実験概要

鉄筋の配置が、弾性波に基づく電磁パルス法に与える影響を検討する実験を行った。図-1に実験概要を示す。振動は例jコイルから発生する磁場が、電磁力として磁性体に作用することで発生することから、磁束密度を用いて振動挙動を評価した。また、磁場はコンクリートの影響を受けないため、鉄筋、シース・鋼棒、励磁コイルを空中に設置し、鉄筋の高さ・かぶりのみを変化させて、X方向の磁束密度 B_x とZ方向の磁束密度を計測した。鉄筋高さは、図-1に示すように励磁コイルの位置を基準に定義した。シース

径は $\Phi 48\text{mm}$ 、鉄筋径はD16である。また、鉄筋高さは $+150\text{mm} \sim -150\text{mm}$ で 50mm ごとに变化させ、鉄筋かぶりは $30\text{mm} \sim 70\text{mm}$ で 10mm ごとに变化させた。計測位置は、励磁コイルの中央位置と、そこからシース上で 100mm 離れた位置（以下、左端・右端）の3点とした。また、鉄筋2本を、 $\pm 150\text{mm}$ 、 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 50\text{mm}$ の位置にそれぞれ設置し同様の実験を行った。 B_x の計測にはシースに10回直巻きしたサーチコイルを使用し、 B_z の計測には直径 40mm で10回巻いたサーチコイルをシースに貼り付けた。

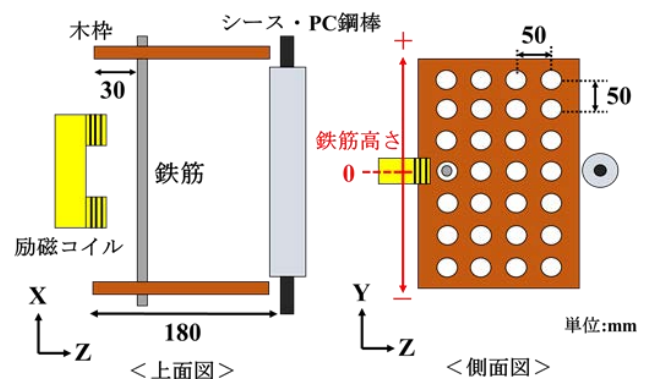


図-1 実験概要（鉄筋配置の影響評価）

2.2 実験結果

図-2に、鉄筋かぶり 30mm において鉄筋高さを変化させた場合のシース周辺の最大磁束密度 B_x を、図-3に、鉄筋高さ 0mm において鉄筋かぶりを変化させた場合のシース周辺の最大磁束密度 B_x を示す。これらの結果から、鉄筋高さ・かぶりを変化させても、シース周辺の最大磁束密度 B_x はほとんど変化しないことが分かった。また、鉄筋高さとシース周辺の最大磁束密度には相関がなかったことから、今回の検討の範囲外でも、シース直上に並走する鉄筋の高さがシースの振動挙動に与える影響は小さいことが示唆

された。一方で、鉄筋かぶりが大きくなるとシース周辺の磁束密度は小さくなる傾向が確認されたことから、シースの振動挙動は鉄筋のかぶりの影響を大きく受けることが分かった。

また、図-4 に、鉄筋かぶり 30mm において鉄筋間隔を変化させた場合のシース周辺の最大磁束密度 B_x を示す。この結果から、鉄筋間隔が大きくなるとシース周辺の最大磁束密度は小さくなることが分かった。このことは、鉄筋間隔が大きくなると、励磁コイルによる磁場の影響が小さくなり、鉄筋に流入する磁束量が減少することによるものであると考えられる。このことから、鉄筋間隔がシースの振動挙動に与える影響は大きいことが分かった。また、図-2 より、鉄筋 1 本を高さ +50mm、-50mm の位置に設置した場合と、図-4 より、鉄筋 2 本を高さ ±50mm に、間隔 100mm になるように設置した場合を比較すると、鉄筋 2 本を配置している場合の方がシース周辺の最大磁束密度は小さいことが分かった。このことから、鉄筋の本数が増えるとシース周辺の磁束密度は小さくなる傾向が示唆された。また、鉄筋が励磁コイルに対して対称になるように配置している場合、鉄筋の影響が小さくなる可能性が示唆された。これらの結果から、シース直上に鉄筋が複数本並走していても、鉄筋がシースの振動挙動にあたえる影響が小さくなるような、鉄筋に対する励磁コイルの配置が存在する可能性が示唆された。

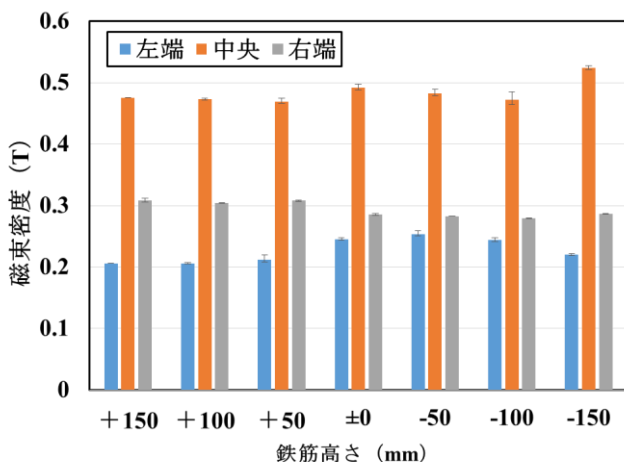


図-2 鉄筋高さを变化させた場合のシース周辺の B_x

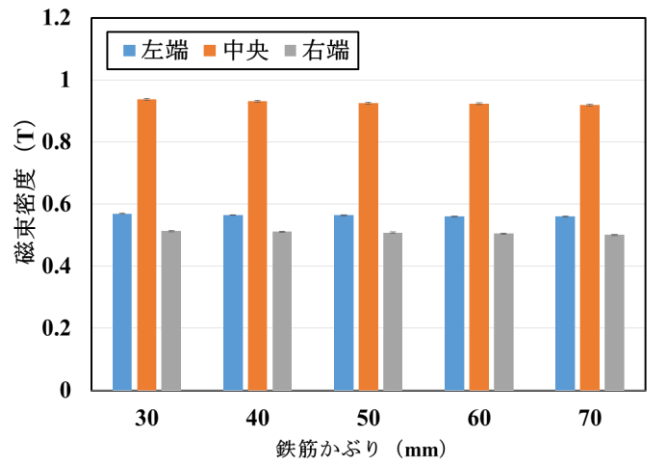


図-3 鉄筋かぶりを変化させた場合のシース周辺の B_x

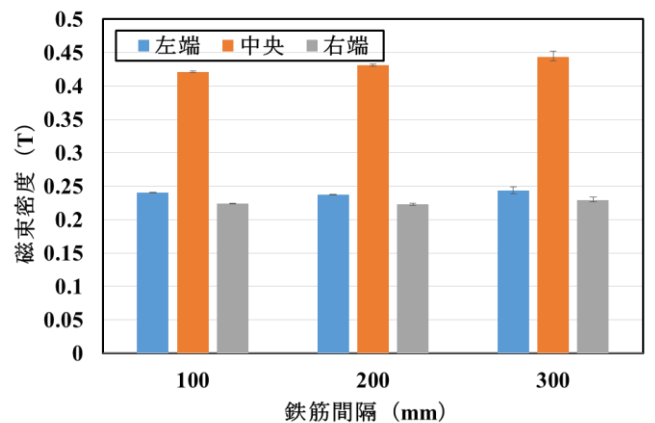


図-4 鉄筋間隔を変化させた場合のシース周辺の B_x

3 結論

- 1) 弾性波に基づく電磁パルス法において、シースに並走する鉄筋が同一のかぶりの場合、鉄筋高さが変化しても、鉄筋がシースの振動挙動に与える影響が小さいことが分かった。
- 2) 一方で、鉄筋が同一の高さの場合、鉄筋かぶりはシースの振動挙動に影響を与えることが分かった。
- 3) また、シース直上に鉄筋が複数本存在しても、鉄筋の影響を軽減するような、鉄筋に対する励磁コイルの配置が存在する可能性が示唆された。

【参考文献】

- 1) 木部大紀:機械的／電磁的入力方法による弾性波の入力条件と伝播特性に着目した PC グラウト充填評価手法に関する研究, 大阪大学修士論文, 2019