

P Cグラウト充填率判定システムの開発

西日本高速道路エンジニアリング 中国 (株)

正会員 ○前田 良文

原子燃料工業 (株)

正会員 松永 嵩, 小川 良太, 匂坂 充行

藤吉 宏彰, 磯部 仁博

1. はじめに

日本の高速道路では、建設後 30 年を経過する橋梁が約 4 割あり、それらの約半数には注意が必要な変状が発生し^[1]、一部の橋梁では PC 鋼材が腐食し、さらには破断する事例が顕在化している。また、英国の Ynys-y-Gwas 橋をはじめ、PC グラウトの充填不足を要因の一つとした落橋事例は少なからず存在するため、PC グラウトの充填率を調査する技術の開発が必要とされている。しかしながら、現在 7 万橋を超える PC 橋^[2]を詳細調査するためには、莫大な費用を要するため、簡易的にグラウト充填率の良否を判定できる手法が望まれている。このような背景の中、筆者らはコンクリート内部に生じる劣化を非破壊的に検出可能、且つ検査員の経験や熟練度に依らない客観性、記録性のある検査を提供するシステムとして、AE(acoustic emission)センサを用いた打音検査技術(図 1)の開発を進めている^[3]。

本報では、PC グラウトの充填率を判定するシステムの開発を目的として、PC グラウト充填不足を模擬したコンクリート供試体(図 2)を用いた適用性検討と PC グラウトの充填不足が確認されている既設 PC 橋での適用結果について報告する。

2. 予備試験

2-1 実施内容

コンクリート供試体に対して、AE センサ装置を用いて振動を取得した。振動取得方法は、センサを対象につけて、その近傍をテストハンマー(#1/4)で打撃する。振動測定箇所は、PC 鋼棒/より線が配置されているライン及びその間に対して、等間隔に 9 点とし、得られた振動波形を周波数解析することで周波数分布を得た。この周波数分布の卓越している部分は固有振動周波数(以下「評価ピーク周波数」という)であり、この周波数とグラウト充填率の関係性を評価した(図 3)。

2-2 実施結果

コンクリート供試体の PC 鋼棒/より線が配置されているライン及びその間 11 ラインについて、20 cm 間隔で水平方向に 9 点の測定位置(計 99 点)で振動を計測し、評価ピーク

周波数を算出した結果をコンター図として図 4 に示す。グラウト充填率が低い箇所の評価ピーク周波数は、グラウト充填率が高い箇所と比較して明確に低周波側の値となった。

キーワード PC グラウト, 非破壊, 打音, グラウト充填率, 固有振動数

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 TEL 082-532-1430



図 1 測定装置

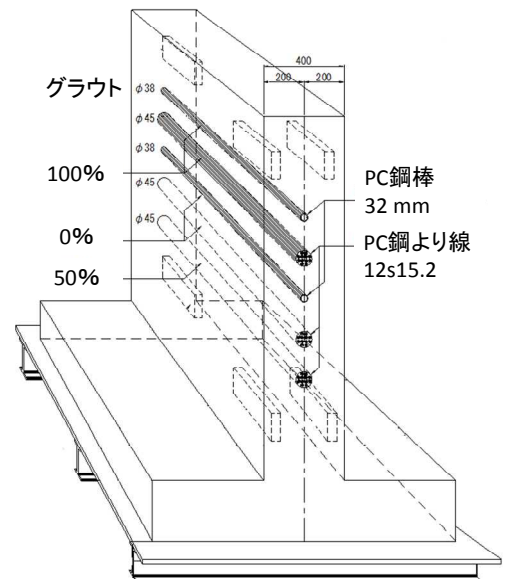


図 2 コンクリート供試体

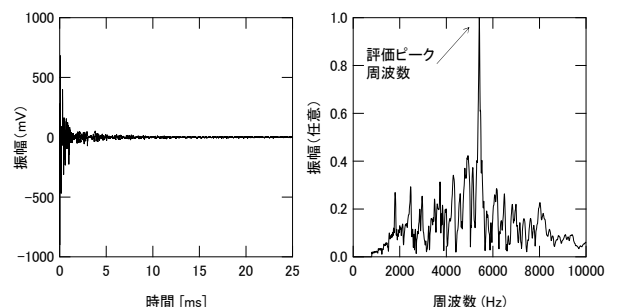


図 3 信号解析例

また、PC 鋼棒／より線が設置されているラインごとに評価ピーク周波数を平均化した値を図 5 に示す。PC 鋼棒の充填率 100%の結果は 5146 Hz、0%の結果は 4803 Hz となり、343 Hz の低下がみられた。PC 鋼より線の充填率 100%の結果は 4906 Hz、50%の結果は 4463、0%の結果は 4377 Hz となり、最大で 529 Hz の低下がみられた。PC 鋼棒と比べて PC 鋼より線は、評価値が全体的に低く、また、充填率低下に伴う評価値の変化量が大きい。これは、PC 鋼より線の径がより大きく、固有振動数に影響しやすいためであると考えられる。したがって、現場で適用する際は、PC 鋼のタイプを予め調査しておくか、周囲との変化量で評価する必要がある。

3. 現地調査

3-1 実施内容

既往の調査により PC グラウトの充填不足が確認された押し出し工法で架設された橋梁（構造型式：PC5 径間連続箱桁橋、PC 鋼材種類：VSL10φ12.4(φ70)）の主桁側面にて、予備試験と同様に、PC ケーブルライン上の 3 2 か所について、その近傍を打撃して振動を取得し、グラウト充填不足の検出性を評価した。

3-2 実施結果

現場調査断面の外観写真を図 6 に示す。この写真の右側を削孔調査した結果、グラウト充填不足が確認されている。この PC ケーブルライン（黄色ライン）上を 10~20cm の間隔（計 3 2 点）で振動計測した結果を図 7 に示す。

写真左側から削孔により充填不足を確認した箇所付近に近づくと、評価ピーク周波数が低周波側にシフトしている傾向がある。右側で比較的高い値を示したのは、グラウトを注入した際に勾配の下の方にグラウト材が先に流れ（先流れ現象）、勾配の上の方に空隙が生じた可能性が示唆される。

4. まとめ

AE(acoustic emission)センサを用いた打音検査技術を用いた PC グラウトの充填率判定システムを開発するために、予備試験及び現場調査を行った結果、以下の知見が得られた。

- ・予備試験により、PC グラウトの充填率低下に伴い、評価ピーク周波数が低周波側にシフトする傾向がみられ、PC グラウトの充填率を評価可能な見通しを得た。
- ・削孔調査により充填不足が確認された箇所は、同ケーブルの別の箇所より明らかに低周波側の評価ピーク周波数となり、現場でも同様の傾向が得られた。

参考文献

- [1] 高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 報告書, 2015.
- [2] 道路統計年報 2016
- [3] “コンクリート橋に対する劣化診断システムの開発” 勾坂他, 土木学会第 71 回年次学術講演会, pp1425-1426.

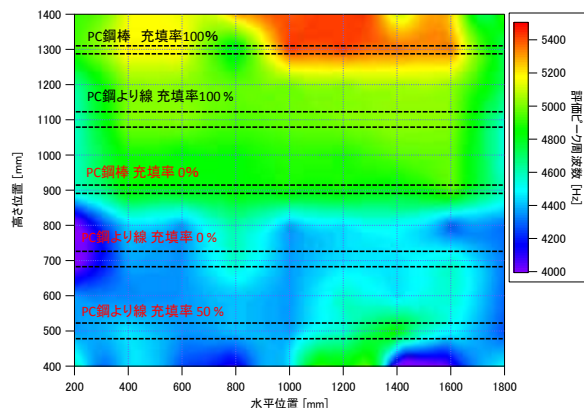


図 4 評価ピーク周波数結果（コンター図）

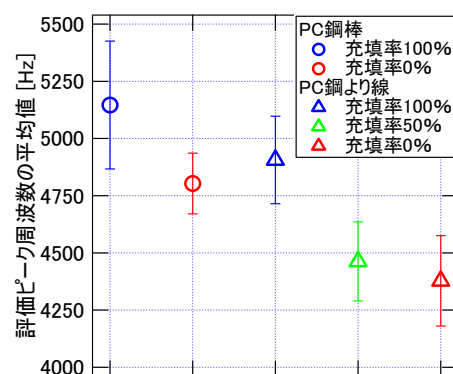


図 5 測定ラインごとの平均値

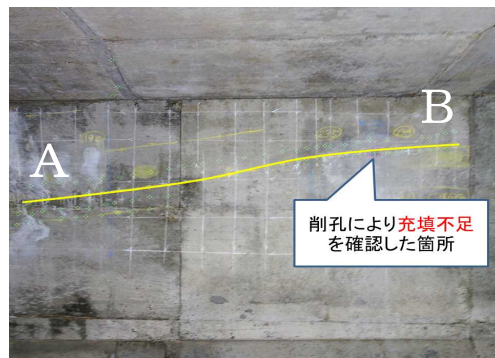


図 6 現場調査断面外観

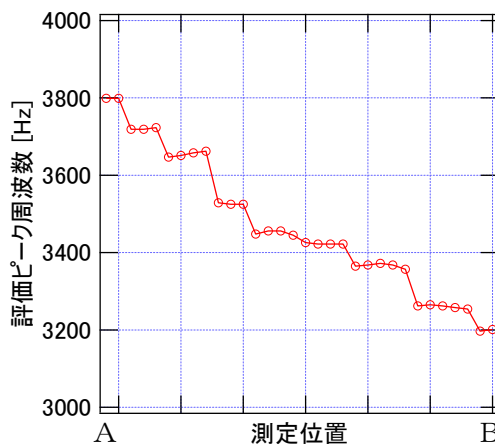


図 7 評価ピーク周波数結果