

非破壊検査による線路路盤内空洞調査に関する基礎的研究

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○三輪 一弘
 東海旅客鉄道(株) 正会員 森本 勝
 東海旅客鉄道(株) 正会員 阪本 泰士
 東海旅客鉄道(株) フェロー 関 雅樹

1. はじめに

鉄道構造物において、軌道を支える路盤の変状が原因となって、時として小規模な道床陥没や道床沈下が発生することがある。その原因としては、長期間にわたる雨水の影響により土粒子が流出し、路盤内に空洞を形成、それが列車荷重により崩壊するためといわれている。したがって、空洞を予め予測・対処することは重要な課題である。本研究においては、路盤内の空洞調査に関して比較的簡便に実施可能な弾性波探査を用いた試験方法とともに、空洞の有無を視覚的に判別するためにウェーブレット変換の適用を提案する。

2. 提案試験方法

今回、東海旅客鉄道株式会社の小牧研究施設内試験線において線路路盤内空洞調査に関する試験を実施した。図-1に示すように寸法、深さの異なる発泡スチロールを線路路盤内に設置することにより、模擬的に空洞を作り、弾性波探査を実施した。過去の経験により、空洞調査については弾性波探査が有効な手法の1つとされている。試験条件の詳細については表-1に、また使用した計測機器の概要を図-2に示す。

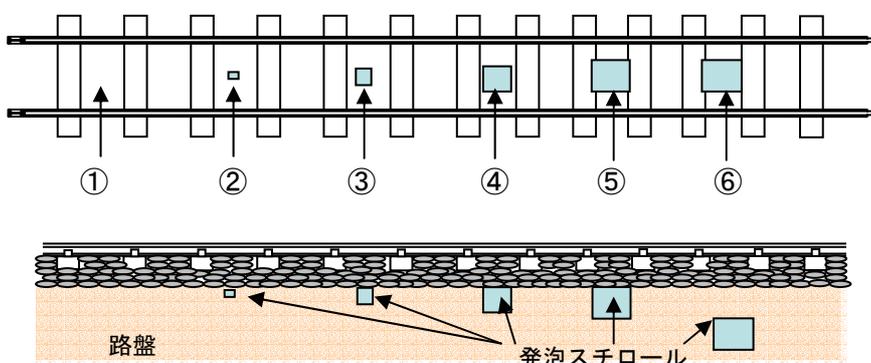


図-1 試験線概要

表-1 試験条件

条件No.	空洞の寸法	深さ（マクラギ上面から）
①	なし	—
②	10cm×10cm×10cm	50cm
③	20cm×20cm×20cm	50cm
④	30cm×30cm×30cm	50cm
⑤	50cm×50cm×50cm	50cm
⑥	50cm×50cm×50cm	100cm

提案する試験手順は次の通りである。

(1) 打撃ハンマーにて近傍のPCマクラギを打撃し、PCマクラギを介して道床および路盤に対し弾性波を与える。

(2) 道床上に設置した加速度計によって、弾性波を計測する。

(3) 波形をデータレコーダーに記録する。

(4) パソコンによって波形処理を行う。

なお、今回の試験において使用した弾性波入力用打撃ハンマーについては、予備試験の段階で波形が安定的に得られたゴムハンマーを採用することとした。

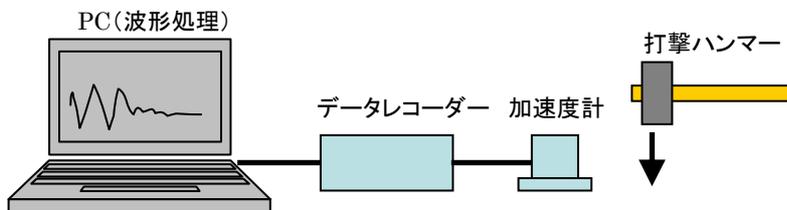


図-2 計測機器概要

キーワード 非破壊検査、弾性波探査、路盤内空洞、ウェーブレット変換

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545番33 TEL 0568-47-5375

3. 試験結果

試験によって得られた波形を処理し、パワースペクトルで表したものが図-3である。ここで、点線は条件①の空洞がない場合であり、実線が条件②～⑥におけるパワースペクトルを示す。路盤内に空洞が無い場合には路盤面からの反射波による単一ピーク波となり、空洞がある場合には、空洞内反射の影響により複数のピークが存在することがわかる。

図-4は、ウェーブレット変換を適用したものであり、今回マザーウェーブレットについては、時間とともに波の減衰性を明確にするため Gabor を用いた。ここで空洞がある場合には、空洞のない条件①と比較

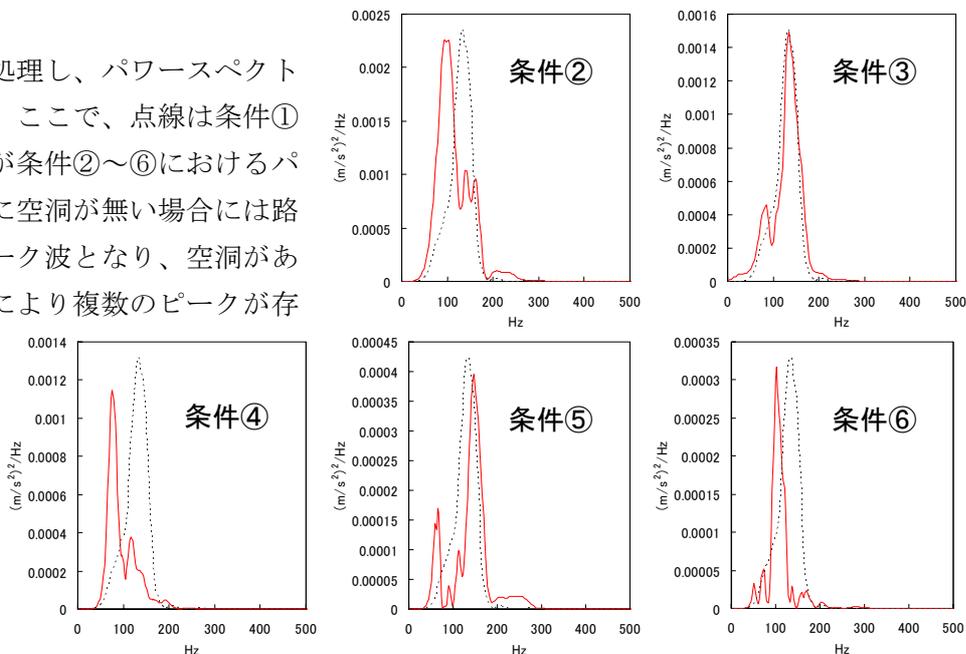


図-3 各条件における振動加速度のパワースペクトル

して、空洞の大きさとともに明かに周波数帯が広がり、また、減衰時間が長くなることがわかる。

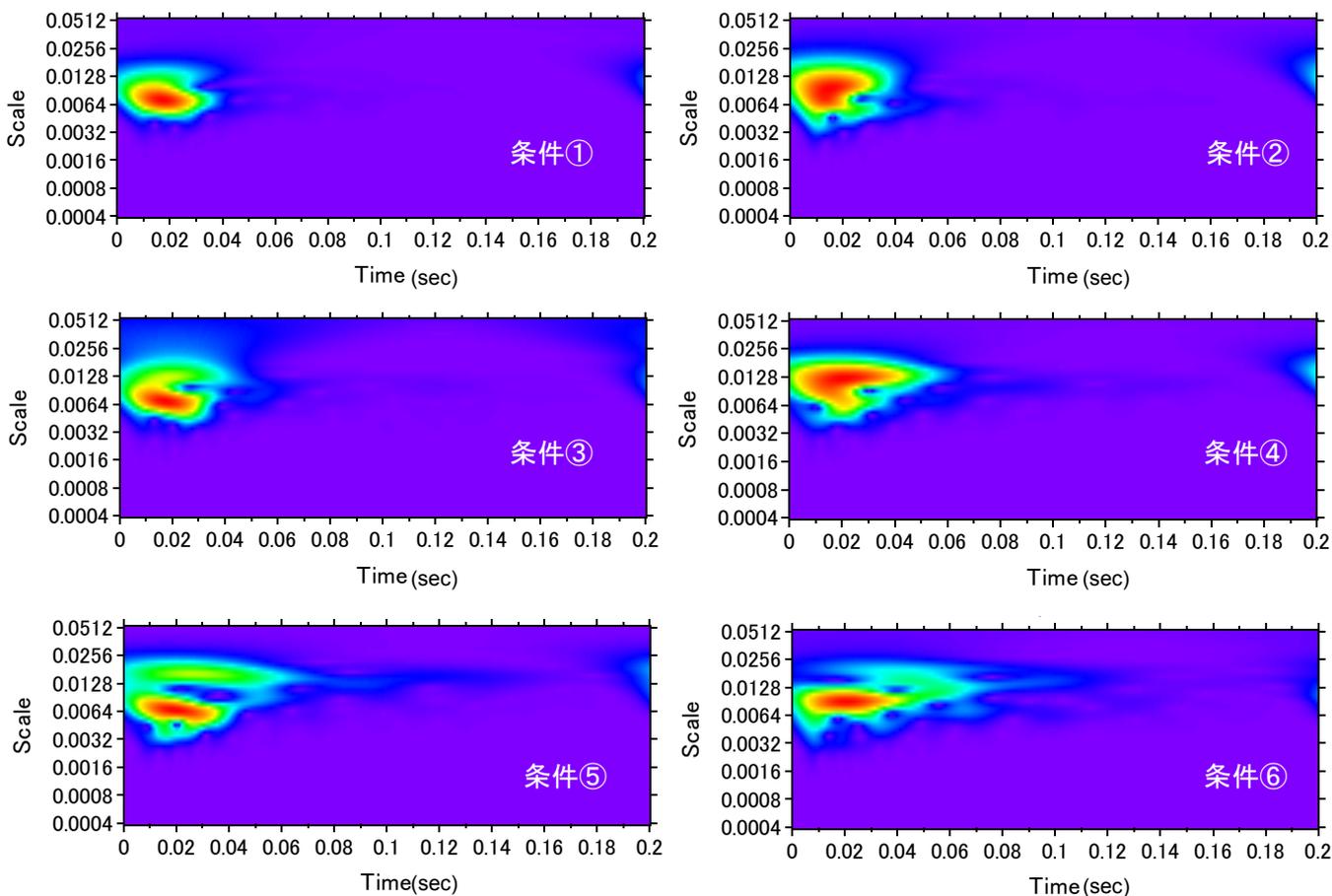


図-4 ウェーブレット変換の適用

4. まとめ

今回の試験から、線路路盤内に空隙を調査する場合に、比較的簡便な弾性波探査の適用、並びにウェーブレット変換等により視覚的な判別の可能性について見出すことができた。今後は、実線路にて試験、検証を重ね精度を高めていく予定である。