

IV-465

弾性波探査法による道床バラストの劣化度評価に関する考察

東海旅客鉄道 ○正会員 長戸 博

東海旅客鉄道 福山富士夫

三菱重工業 正会員 大川 賢紀

1. はじめに

これまでに、道床バラストの劣化度評価手法として弾性波探査及び共振試験について実線計測及び要素実験を行ってきた¹⁾。その結果、弾性波探査法は、まくらぎ下の細粒化状態に対して感度が良く、比較的簡易な手法であることから劣化度評価手法として有効であることがわかった。そこで、弾性波探査法を利用した道床バラストの劣化度評価手法の実用化に向けて、実線における細粒化状態の異なる道床で弾性波探査を実施し、得られた走時曲線について解析した。

2. 計測箇所及び方法

表1に示す東海道新幹線の細粒化状態の異なる区間において5ケースの探査を行った。ケース1,2は、コンクリート路盤上の道床更換前後で行った計測を、ケース3,4は、土路盤上の道床更換前後で行った計測である。ケース5は、細粒化層がまくらぎ底面に達している最も劣化した道床状態での計測である。探査方法は、図1に示すとおり重錘落下による起振点から道床表面に設置した受振器群（Acc1～5）により線路内を伝播した弾性波を計測した。往路及び復路とも最大受振距離は、4.2mである。各受振点は、レール近接のまくらぎ間に設置し、起振点からAcc3までの受振点間隔は、約0.6m、それ以遠は約1.2m間隔とした。重錘の形状は、直径138mm 重さ7.5kgの円柱状で底面が球面型のものを使用した。測線は、左右レールの内側を探索しながら線路方向に移動させた。弾性波初動到達時間は、S/N比向上のために7～10回分の入力及び受振波形の記録を同期加算した波形から読みとった。

表1 実線計測ケースの道床状態

	路盤構造	道床厚(mm)	道床敷設年数	バラストマット	細粒化深さ(mm)
CASE1	高架	250	13	有	125
CASE2	高架	250	0	有	—
CASE3	土	300	21	無	143
CASE4	土	300	0	無	—
CASE5	高架	300	33	無	0

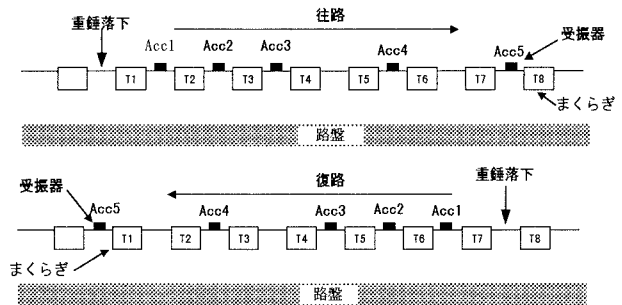


図1 実線道床における弾性波探査

3. 結果及び考察

図2にCASE1～5の往復走時曲線の一例を示す。図から各ケースの往復走時はほぼ一致しており、往路及び復路の探査が同一経路を経てきたものと考えられる。路盤条件及び道床条件によらず走時曲線は、起振源から約1.2m付近に折れ点が存在し、伝播速度の速い層を通過してきた波動が前の波に追いつくクロスオーバーポイントが1.2m付近にあることがわかる。図3に路盤構造が高架橋上での計測結果の平均値から、水平2層構造と仮定したときの走時曲線を比較したものを示した。図より道床条件によらず第1層目の表層バラストを伝播する直接波の速度は、400～470m/sではほぼ同程度である。しかし、第2層目を屈折伝播したと思われる弾性波速度は、ケース5の細粒化

キーワード：道床バラスト、弾性波探査、非破壊検査

連絡先：名古屋市巾川区長良町1-1・TEL 052-363-7924 FAX 052-369-1501

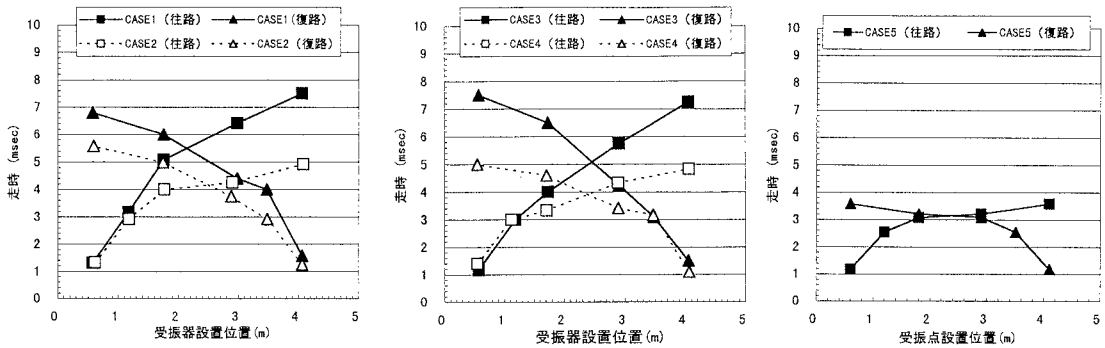


図2 往復走時曲線

道床が 2032m/s、ケース 2 の新道床が 1299m/s、ケース 1 の半細粒化状態が 706m/s の順で小さくなっている。次に実線計測で得られた走時曲線と道床の内部構造から推定される境界層までの層厚 Z_1 を次式に代入して求めた理論走時とを比較した。

$$T_1 = \frac{x}{V_1} \quad T_2 = \frac{2Z_1 \cos \theta_{12}}{V_1} + \frac{x}{V_2} \quad \theta_{12} = \sin^{-1} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)$$

ここに、 V_1 , V_2 : 第 1, 2 層目の伝播速度、 T_1 : 表層バラストを伝播する直接波の走時、 T_2 : 第 2 層目を屈折伝播する波の走時、 x : 受振点距離。伝播速度は、図 3 の走時曲線から求めたものを用いた。図 4 に理論走時曲線を示す。図中の Z_1 には、表層バラストの層厚分 250mm を含んでいる。ケース 1 の表層バラストから細粒化層までの層厚 375mm を代入した理論走時は、実測走時と同じ傾向を示した。ケース 2 の理論走時は、細粒化層が存在しないため、コンクリート路盤までの層厚 500mm を代入したが、実測走時とはほぼ同じ傾向を示した。ケース 5 の細粒化層までの層厚 250mm を代入した理論走時は、実測走時と異なった傾向を示しており、クロスオーバーポイントが 0.6m 付近にあり、実測走時と比べ受振距離 4.2m の位置で 1msec 程度速まっている。

4. まとめ

今回の実線計測では、東海道新幹線における道床状態の異なる 5 ケースで弾性波探査を実施し、得られた走時と水平 2 層構造と仮定した理論走時との整合性を確認した。その結果、コンクリート路盤上の細粒化深さ 125mm 程度の半細粒化状態の道床では、実測走時と理論走時が一致し、実測走時曲線から道床の細粒化深さを推定できる。今後は、実線計測データを蓄積しさらに検討を重ね道床バラストの劣化度評価手法を確立したい。

【参考文献】

- 1) 長戸、宮本、大川：道床の細粒化状態評価に関する研究（その 3）、土木学会第 52 回年次学術講演会 概要集 No 4、pp800-801

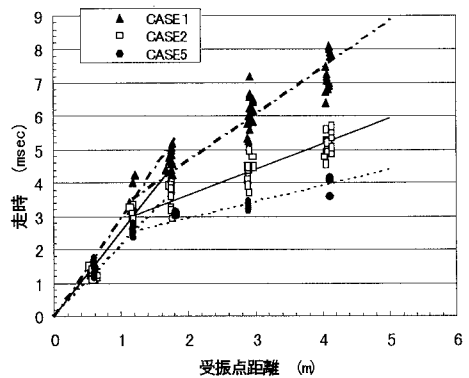


図3 高架橋上での走時曲線の比較

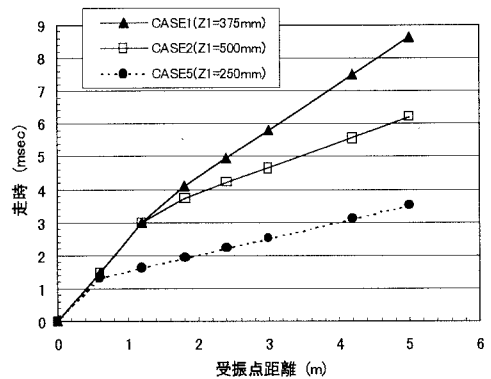


図4 理論走時曲線