

IV-303 道床の細粒化状態評価に関する研究（その1）

－ 実線道床における弾性波探査 －

東海旅客鉄道 正会員 長戸 博
同 正会員 宮本 秀郎
三菱重工業 大川 賢紀

1. まえがき

東海道新幹線の道床部は、路盤上に碎石を敷き込んだ構造、いわゆる有道床軌道が大部分を占めている。道床部は、列車の繰返し荷重やMTT(マルチプルタイタンパー)による締固めによって、細粒化が進行する¹⁾。細粒化した道床は、雨水により噴泥化し、乾くと固結することから支承体としての安定性に欠けるため更替工事を実施している。従来、道床の細粒化状態は、目視によりマクラギ下面を基準とした細粒化深さによって判断している。目視による細粒化状態の把握は、道床の掘り起こし作業を伴うため作業効率が悪い。そこで今回、道床の細粒化状態を非破壊的に評価する手法を試み、実線道床において弾性波探査を実施したので以下に報告する。

2. 計測概要

実線計測は、弾性波探査に加え道床の物理的性質を把握するために、含水比・粒度試験及び密度計測を実施した。計測区間は、表1に示すような道床厚部における細粒化率が100%の道床(以下細粒化道床)、56%の道床(以下半細粒化道床)及び0%の道床(以下新道床)とし、図1に示す計測を実施した。道床下は、コンクリート路盤を選定したが、半細粒化及び新道床区間についてはバラストマットが敷設されている。弾性波探査の起振源は、加速度計を取り付けた重錘(10Kg)を高さ5cmから自由落下させた。計測位置は軌きょう外のew1、レール近接のew2及び線路中心のew3の3測線とした。受振点の加速度計は、鉛直方向に設置しP波探査を実施した。受振点は、落下中心から590mmと1790mmの間隔に2点設置した。密度は、道床の計測に適用された例がある導管埋設型RIを用いた²⁾。密度計測箇所では碎石をサンプリングし、含水比及び粒度試験を実施した。

3. 結果及び考察

(1) 含水・粒度試験及び密度計測

サンプリングした碎石と道床碎石の規格値の粒度分布を図2に示した。図より、粒径10mm以下の割合は細粒化の進行に伴い増加し、新道床が0.5%に対して細粒化道床は20.5%である。RIを用いて2.5cm間隔で

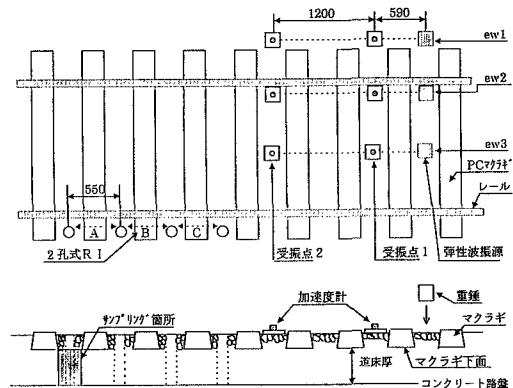


図1 計測概要

表1 計測条件

道床 種別	細粒化層までの深さ(a) (マクラギ下面基準)	道床厚(b)	細粒化率 (b-a)/b	バラスト マット	敷設 期間
細粒化	0 mm	300 mm	100 %	無	30年
半細粒化	110 mm	250 mm	56 %	有	10年
新	230 mm	230 mm	0 %	有	3ヶ月

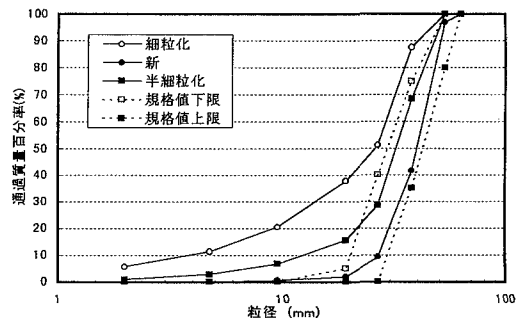


図2 粒度試験結果

計測した密度を図3に示した。マクラギ下面(測定深度 0cm)から-2.5cm 間において新道床の密度が大きいのは、PC マクラギの影響を受けたものと考えられる。表2には、密度の有効計測深度(-5.0cm~-15.0cm)間での平均密度、含水比及び均等係数を示した。以上のことから、道床の細粒化が進行すると細粒分が増加し、締め固め易い粒度分布になり、道床部の空隙に細粒分が充填され、密度が大きくなると考えられる。

表2 物理的性質

道床種別	平均湿潤密度 ρ (t/m ³)	含水比 ω (%)	均等係数 U_c
細粒化	1.99	1.53	6.97
半細粒化	1.62	0.21	2.65
新	1.57	0.19	1.59

(2) 弾性波探査結果

受振点1と受振点2の応答から、各測線におけるP波速度を求めたものを図4に示した。図より、新道床では計測箇所によるP波速度の有異差は認められない。しかし、半細粒化及び細粒化道床のP波速度は、レール近接が最も速く、線路中心に向けて遅くなり軌きょう外では更に遅くなる傾向がある。各道床のP波速度を比較すると、細粒化の進行に伴ってP波速度が速くなる傾向が伺える。これは、新道床では、碎石が点接触であるのに対し、細粒化した道床は、空隙に細粒分が充填された面接触層が下層に存在するためと考えられる。レール近接のP波速度から変形係数(E)を次式により求めた。

$$V_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

ここに、 ρ はR I密度測定結果を用い、ポアソン比 ν は0.3と仮定した。図5にP波速度と求めた変形係数の関係を示した。図より、細粒化道床の平均変形係数は、新道床の約5倍程度の 6.63×10^3 (kgf/cm²) となっている。各道床種別においてP波速度と変形係数に相関が見られることから、P波探査によって道床の固結状態を推定することができる。

4. まとめ

道床の細粒化状態が異なる3区間を対象に弾性波探査を実施した。その結果、P波速度によって道床の細粒化状態による有異差が認められ、目視では評価できない道床の力学的な特性を推定することができた。今後はデータ蓄積と解析を進め道床の細粒化に伴う特性を把握し、その評価法を検討する予定である。

(参考文献)

- 1) 須長誠、池内久満：道床バラストの締め固めと沈下特性，鉄道総研報告，Vol.9, No.7, 1995.7, pp.13~17
- 2) 須長誠：ガンマ線を用いた道床バラストの密度測定法，第28回土質工学研究発表会講演集，1993, pp.2383~2384

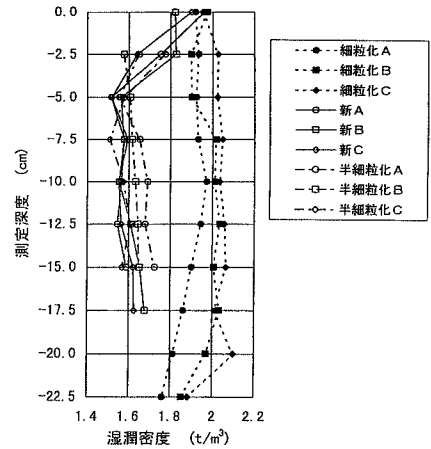


図3 R I密度計測結果

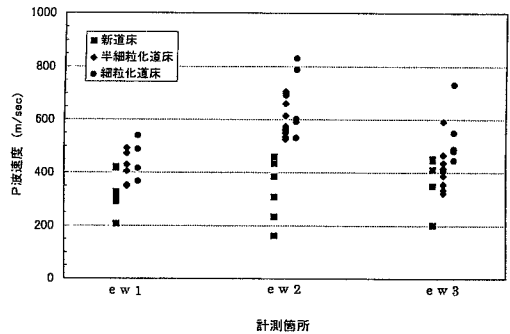


図4 各測線のP波速度

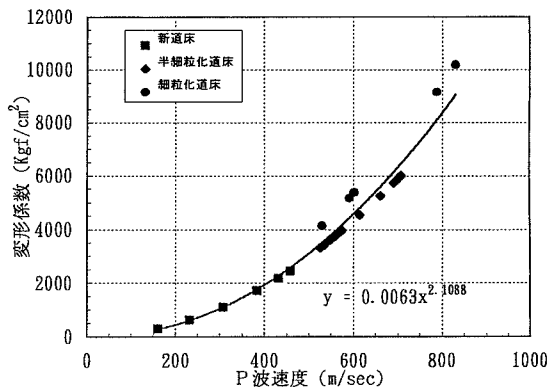


図5 P波速度と変形係数の関係