

Ⅳ-17 バラストホッパー車の改良と道床横抵抗力に対する効果の算定

四国旅客鉄道株式会社 正会員 ○福島 裕樹
正会員 西本 正人

1. はじめに

線路は、古くからレールと碎石（道床バラスト）からなる有道床軌道が使われており、JR四国管内総延長 898.0km のうち、810.3km と 9 割強をしめている。この有道床軌道は他の軌道構造と比べ建設コストが小さい反面、修繕を常態とする労働集約型のメンテナンスを必要とするためランニングコストが大きい。従って今後の労働力の安定した確保や賃金の高騰によるリスクを避けるため従来から作業の効率化が進められてきた。今回は、軌道メンテナンスの一つである道床整理作業について考察した結果を発表する。

2. 道床整理作業の現状とその問題点

道床バラストの役割の一つとしてマクラギを保持し軌道の変形を抑止することが挙げられる。曲線部走行時の軌道横方向における力の釣り合いを考えると、変形力として曲線外側方向へ遠心力、抵抗としてマクラギ-バラスト間の底面・側面および端面摩擦力

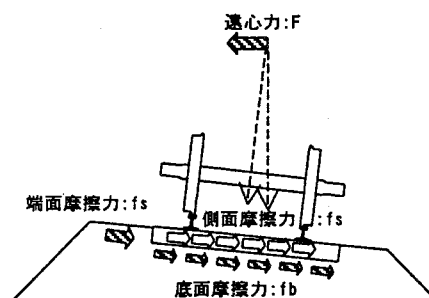


図1. 曲線部における力の釣り合い

（以下、道床横抵抗力）が考えられる。このうち端面摩擦力は道床形状によって大きく値が異なり、従来からマクラギ端部の道床肩巾とマクラギの露出について基準を定め管理を行ってきた。

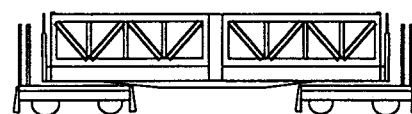


図2. ホッパー車

整備方法として、専用作業車であるホッパー車（図2）を用いてバラスト散布作業が行われてきたが、散布されるバラストに関して以下の問題点があり、散布後手作業による整理作業が不可欠となっている。

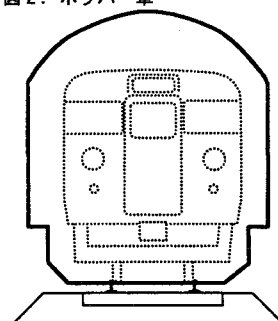


図3. 建築限界

- ① バラスト散布量が多すぎる（特に曲線部）と、建築限界（図3の太線）と呼ばれる、列車走行の安全上必要と定めた空間を支障する可能性があるため、散布後の確認と支障箇所を手直しする必要がある。
- ② 軌間外への散布時、レール直近のマクラギ間へのバラスト散布がホッパー車の散布機構上十分できないため、バラストをマクラギ間に入れる道床整理作業の必要がある。

以上から検討の結果、2両編成ホッパー車中間部に排土板（図4）を取り付け散布場所の再走行をすることで道床整理作業の効率化を行ったのでその概要を報告する。

3. 排土板概要

排土板（図4）は、排土板本体と取付具に2分割することにより、特長として踏切等の排土板が支障する箇所での脱着を容易にしたことと、余盛り高さが調整できるよう上下方向に移動可能な構造としたことが挙げられる。実作業状況を図5に示す。

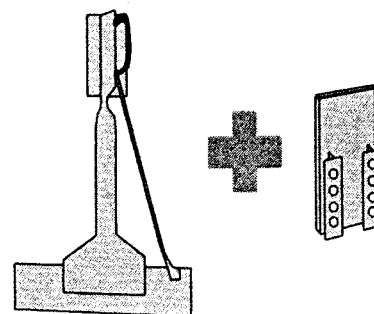


図4. 排土板と取付具

4. 作業結果と効果

排土板による道床整理作業を行ったのち、マクラギ抵抗測定器¹⁾で道床横抵抗力を測定した結果、バラスト散布前に比べて+22%、バラスト散布後と比べるとばらつきはあるものの平均+5%と道床横抵抗力増加が見られた。(図6)

一般に、道床横抵抗力 g の増加は、コンパクターなどによる動的締固めの他、道床形状が大きく影響することが知られている。このうち今回の作業では締固めなどは行っていないため後者の影響によると考えられ、道床形状(図7)では①肩幅 B の増加②盛土端部余盛量 h の増加、そして③マクラギ露出量 d の減少と大きく3つの要因が考えられる。まず①に関しては、通常保守状態である

$B > 400$ (mm) の範囲では肩幅 B を増加させても g の増加はほとんど見られない¹⁾ こと、②に関しては 100mm 程度の余盛りにより若干の抵抗力増加が見込まれる²⁾ が、今回は排土板作業により作業後は余盛りがほとんど無くなってしまうことからこの影響を除外し、以下では③による影響について考察する。図7に道床散布及び整理作業前後の道床状態概念図を示す。図中の点線はバラスト散布前を、実線は排土板作業後の状態を示し、バラスト散布作業で作られた余盛り部(イ)を排土板作業によってかき均すことによって露出部(ア)を埋めるものと仮定する。マクラギ露出量 $d < 10$ (cm) 程度の範囲における道床横抵抗力 g は過去の計測結果から(1)式で近似できる¹⁾。

$$g \approx -15d + 290 \cdots (1)$$

g : 道床横抵抗力 (kgf/本)

d : マクラギ露出量 (cm)

(1)式により、バラスト散布及び排土板作業によって道床横抵抗力が 22%増加する場合のマクラギ露出量は $d = 42.5$ mm と算出され、実際の排土板作業後においては多少の余盛りが残っていることを加味すると仮定とほぼ整合性がとれ、実際の現場状況とも合致している。ゆえに、マクラギ露出量 d を管理することの重要性が再確認され、排土板による道床整理作業は道床横抵抗を増加させ、同様の効果をもたらす手作業と比較して作業性及び経済性で優っており、道床横抵抗力確保には、今回開発した排土板による機械施工を中心に作業を行うことが効率的であると考えられる。

5. おわりに

以上、鉄道における軌道メンテナンス作業の改良について述べたが、これからも簡便かつ確実な作業実施に向けた機械化を推進し、安全で乗り心地の良い鉄道輸送の確保と経済性の良い軌道保守を両立していきたい。

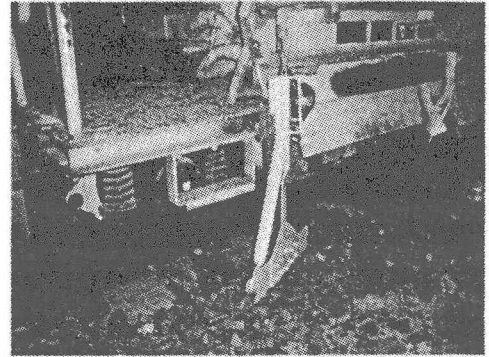


図5. 排土板作業例

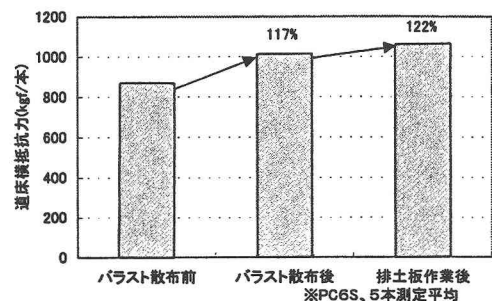


図6. 道床横抵抗力増加割合

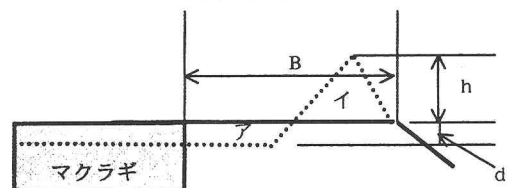


図7. 道床状態概念図

参考文献 1) カネコ計測工業株式会社:「マクラギ抵抗測定器 KS-2 型 取扱説明書」、p2

2) 佐藤吉彦・浜崎郷広:「道床横抵抗力の特性に関する試験結果」、鉄道技術研究所速報 No.82-1010、S57.3