

道床横抵抗力の算定に関する一考察

四国旅客鉄道 正会員 ○福島 裕樹

四国旅客鉄道 正会員 西本 正人

四国旅客鉄道 正会員 高原 正樹

1. はじめに

有道床軌道における道床横抵抗力は、軌道の横方向安定性に大きな役割を果たしており主要な管理項目であることが知られている。また昨今の限られた経費および人員の中で適正で効率のよい管理が要求されている。今回営業線において様々な道床形状に対する道床横抵抗力の実測定を行い、現行の道床横抵抗力算定式と比較検討することにより各種道床形状を考慮した道床横抵抗力算定式の提案および検討を行った。



図1 マクラギ抵抗測定器

2. 試験方法

測定は、KS-2形マクラギ抵抗測定器（図1、カネコ製）を用い、営業線(50N、PC6S号マクラギ)において標準パターン（肩幅 $a=400\text{mm}$ 、余盛り $f=0$ 、斜面勾配 1:1.5）の他に9パターン、計10パターンの測定（表1：6測点／パターン）を行った。

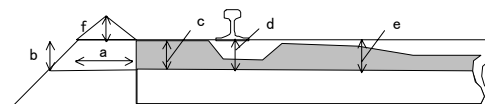


図2 マクラギと道床簡略図

3. 試験結果及び考察

佐藤¹⁾らは、道床横抵抗力算定式を、マクラギ上重量を W 、道床単位体積重量 γ 、マクラギ端部及び側面の断面一次モーメントをそれぞれ G_e ・ G_s 、 a, b, c を任意定数としたうえで、最終道床横抵抗力をマクラギの端面・側面・底面の抵抗の和とした（1）式を提案し、現行指針の理論背景として広く用いられている

$$F = aW + b\gamma G_e + c\gamma G_s \quad \dots (1)$$

また、マクラギ横変位と道床横抵抗力関係の一例(図3)では3mm程度の微小変位領域においては、変位の増大に伴い道床横抵抗力も増大しており、道床がすべり破壊するには至っていないと考えられる。ここでマクラギ横変位2mmにおける道床横抵抗力を最終道床横抵抗力と比較すると70%から80%程度になることが知られている²⁾。よって今回の測定値を0.7で除した値を、（1）式による算定値と比較すると、測定値のおおよそ1.9～2.3倍程度(図4)の値を示している。また営業線における道床横抵抗力の測定値が実験の測定値のおおよそ2～3.5倍となること³⁾が知られており、今回の測定結果もこれを左証する結果となった。しかしながら、（1）式では所定の道床状態における抵抗力を、道床調査に基づく低減比(i)を端面・側面・底面の各項に乘ずることで簡略して算定しており、抵抗力増加に大きな影響を持つと考えられる余盛りや道床肩幅といった道床の形状に関する効果について細かい点が算定に反映されない点があった。そこで今回は、マクラギ端部の道床形状を考慮するため標準パターンの面積 A_0 を定め各形状パターンの面積 A_i との比を考慮した換算単位体積重量 $\gamma' (= \gamma \cdot A_i / A_0)$ を導入した（2）式を提案した。また、側面および端面の断面一次モーメントに関しては、バラストの接している面を有効として算出することとし、それぞれを G'_e ・ G'_s とした。

表1 試験パターン（単位：mm）

Case	肩幅 a	端面 b	側面			余盛り f
			軌間外c	レール下d	軌間内e	
1	400	0	0	0	0	0
2	400	-30	-30	-30	-30	0
3	400	0	0	-30	-30	200
4	500	0	0	-30	0	100
5	500	0	0	0	0	200
6	0	0	0	0	0	0
7	300	0	0	0	0	0
8	450	0	-60	-60	-60	0
9	600	-200	0	0	0	0
10	400	-50	0	0	0	0

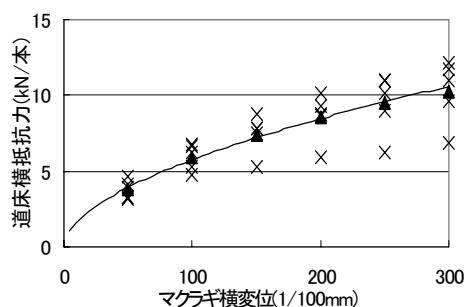


図3 道床横抵抗力測定例 (Case8)

キーワード: 有道床軌道、道床横抵抗力、道床形状、道床横抵抗力算定式

連絡先 : 〒760-0011 香川県高松市浜ノ町9-23 TEL 087-825-1681 FAX 087-825-1682

$$F = aW + b \cdot (\gamma \cdot A_i / A_0) G'_e + c \gamma G'_s \quad \dots (2)$$

(2) 式を用いて実測値を補正した結果を一次式で近似すると図4の実線($y=0.5029x$)となり、点線で示す補正前の近似式の決定係数(相関係数の二乗の値)が $R^2=0.6700$ であるのと比較して、補正後の決定係数は $R^2=0.9337$ とかなりよい精度で近似されている。

4. 今回提案算定式を用いた計算例

前項で提案した算定式を用い、端面・側面および両者を同時に不足させたケース(図5)、肩幅を不足させたケース(図6)についてPC6S号マクラギにおける道床横抵抗力の算定を行った。図5によると、端面・側面とも不足している場合(図中の■)で、マクラギ上面から50mm不足時(マクラギ中央の上面程度)では、約10%の道床横抵抗力の減少が見られ、90mm不足(マクラギのほぼ半分露出)している場合では31%と大幅に抵抗力が減少する。また、側面不足ケース(△)と端面不足ケース(×)を比較すると、不足量にかかわらず両者の差は10%程度とほぼ一定量で端面不足ケースの減少率が大きく、現実の軌道状態に存在する不足量の範囲内では側面不足よりも端面不足の方をやや注視する必要があるといえる。また道床肩部のバラストが施工基面に流れているいわゆる“肩ダレ”状態における道床横抵抗力と肩幅の関係(図6)を示す。ここで、肩ダレ状態はマクラギ端部から施工基面まで完全に肩がない状態を100%とし、標準状態を0%とし設定した(図7)。標準肩幅400mmに対し肩幅200mmの場合約13%、300mmの場合約6%の減少が、また500mmの場合では約6%の増加が想定される。また肩幅400mmの場合で100%肩ダレしている場合は、肩幅が200mmの状態に相当し、道床横抵抗力確保に対して早急な対策が必要でまたその優先順位が高いといえる。

5. まとめ

本研究において提案した道床横抵抗力算定式では、余盛りの高さや道床肩部の状態などを加味した道床横抵抗力の算定により精度の高い座屈判定等に活用できるようになった。しかしながら今回の算定式では簡略性を重視したため、マクラギ下面より上部における変化だけを考慮しマクラギ下面より下部の道床の影響を省略したこと、また形状変化を増加面積の変化で表すこととし形状の差異による影響を省略したことなど今後さらに補正方法の検討の余地があるといえ、各種軌道構造における実測をさらに進め提案式の妥当性を検証していくことが必要であると考えられる。

[参考文献]

- 1) 佐藤吉彦・宮井徹 : 「各種有道床マクラギ軌道の道床横抵抗力とその特性」、鉄道技術研究所速報 No.76-150、S51.11
- 2) 鉄道総研編 : 「鉄道構造物等設計標準・同解説—軌道構造[有道床軌道](案)」、H9.3
- 3) 宮井・飯田ほか : 「営業線における道床横抵抗力試験」、鉄道技術研究所速報 No.82-142、S57

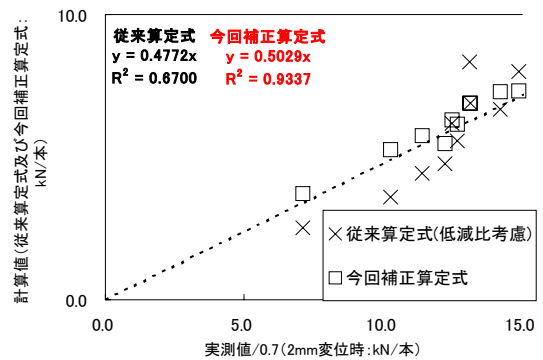


図4 従来算定式および今回補正算定式の比較

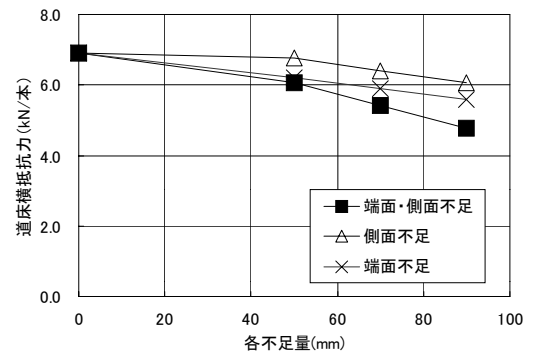


図5 各パラメーターによる算定値の変化

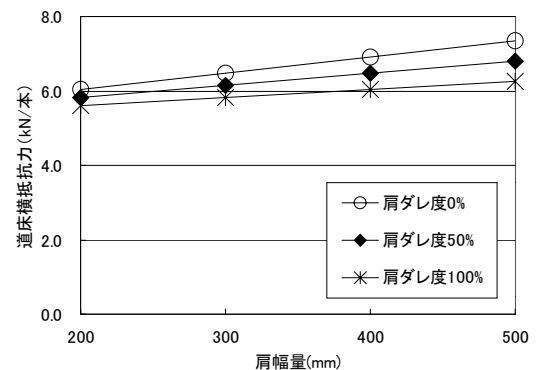


図6 肩幅変化に対する算定式の変化

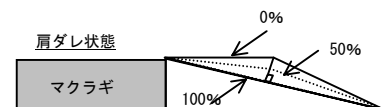


図7 肩ダレ状態の説明図