

座屈防止板による道床横抵抗力増強策の試験と評価

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○奥村 悠樹
 正会員 堀 雄一郎
 正会員 熊倉 孝雄
 フェロー 堀山 功

1. 背景と目的

ロングレールの座屈安定性向上のため、急曲線区間を中心に座屈防止板を設置しているが、近年、最高レール温度の上昇に伴い、理論上、一部区間においてさらなる道床横抵抗力の増強が求められている¹⁾。今回、道床横抵抗力の増強策として、座屈防止板の形状を改良した道床横抵抗力測定試験を行い、その結果と効果について評価した。

また、座屈安定性評価に採用する道床横抵抗力値は、まくらぎ1本の2mm移動時の抵抗値を採用するが、1本引きの値では、軌きょう全体でみた横抵抗力を正確に表現できていない可能性が考えられる。そこで今回、軌きょう全体での横抵抗力測定試験も実施し、1本引き試験結果との関係についても評価した。

2. 試験概要

(1) 試験軌道

試験軌道は、表1の軌道条件でJR東日本研究開発センター内実験線に製作した(図1)。

表1 軌道条件

項目	条件
軌道延長	12m
レール	50N、3.9m
まくらぎ種別	PRS5H
締結装置	バンドロール e2009
まくらぎ種別間隔	38本/25m(0.658m)
まくらぎ本数	12本(軌きょう内6本)
道床形状	余盛高150mm



図1 試験軌道

(2) 試験体

試験に用いた座屈防止板は図2の9種類とした。I～Ⅲが改良型であり、Ⅳ～Ⅵが従来品、Ⅶ～Ⅸはさらなる改良を加えた試験体である。

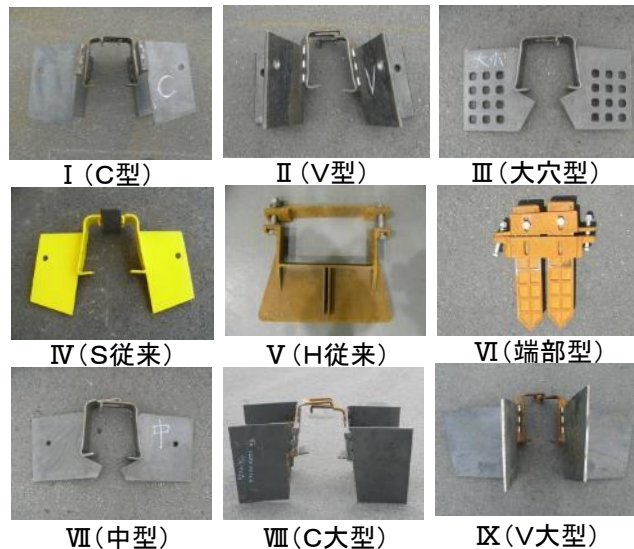


図2 試験体

3. 試験

(1) 1本引き試験

試験は図3のように実施した。各試験体において3回、変位量が30mmに達するまで測定した。移動後のまくらぎは元位置に戻し、タイタンパーにて道床つき固めを60秒間、ランマーにて締固めを2往復実施してから次の試験を実施した。

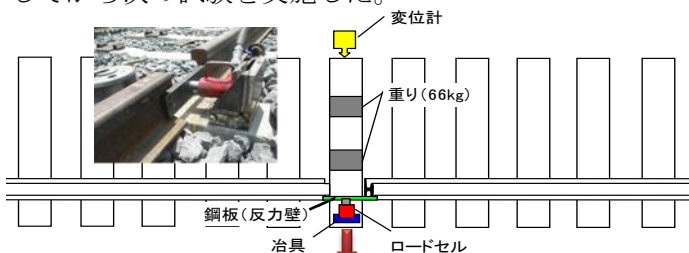


図3 1本引き試験

(2) 軌きょう引き試験

試験は図4のように実施した。各試験体において5回、変位量が30mmに達するまで測定した。試験後の軌道整備は1本引きと同様である。試験体は、1本引き試験の結果と材料コスト等から判断し、I(C型)、II(V型)、III(大穴型)の3種類と従来品Ⅳ(S従来)、Ⅴ(H従来)の計5種類で実施した。設置間隔はまくらぎ全数、まくらぎ2本に1つ(①・③・⑤)、まくらぎ3本に1つ(②・⑤)の3条件とした。

キーワード ロングレール, 座屈防止板, 道床横抵抗力, 座屈安定性

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター TEL 048-651-2389

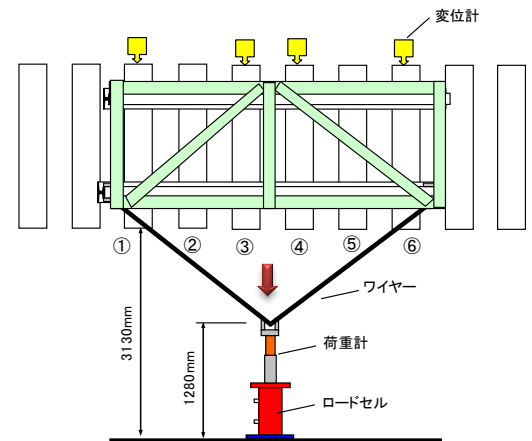


図4 軌きよう引き試験

(3)試験結果

表2にまくらぎ移動量2mm時点の道床横抵抗力値を示す。これ以降は、(実測値)×0.7/(まくらぎ間隔)÷2にて算出した1mあたりの横抵抗力値を示す。

表2 道床横抵抗力値(移動量2mm時)

順位	種別	2mm移動時(kN/m)		
		①1本引	②軌きよう(全数設置)	②/①
1	I(C型)	5.74	4.87	0.85
2	Ⅲ(大穴型)	5.61	4.01	0.71
3	Ⅸ(V大型)	5.58	—	—
4	Ⅱ(V型)	5.55	4.02	0.72
5	Ⅵ(端部型)	5.51	—	—
6	Ⅶ(中型)	5.43	—	—
7	Ⅷ(C大型)	5.39	—	—
8	Ⅳ(S従来)	4.57	3.97	0.89
9	V(H従来)	3.35	3.85	1.15

表2の右欄には、1本引きと軌きよう引きの横抵抗力比を示している。また図5・6に、1本・軌きよう引き両試験を実施した試験体の横抵抗力値を示す。

4. 評価および考察

本試験から得られた座屈防止板改良効果について評価するとともに、1本引き試験結果と軌きよう引き試験結果の関係についても評価する。

✓1本引き試験では、I(C型)がⅣ(S従来)タイプの1.25倍となる等、全体的に改良型の横抵抗力値が大きくなった(表2)ものの、軌きよう引き試験ではⅣ(S従来)タイプの横抵抗力値が全体的に優位な結果となった(表3)。

⇒座屈防止板面積の拡大は1本引きの横抵抗力増強には効果があるものの、軌きよう全体の横抵抗力増強には繋がらなかった。

✓軌きよう引き試験の結果は、まくらぎ移動量10mm以降安定し、1本引きに比べてばらつきが少ない。
⇒移動量10mm以降の横抵抗力値は、軌きようの最終道床横抵抗力値と同等と考えられる

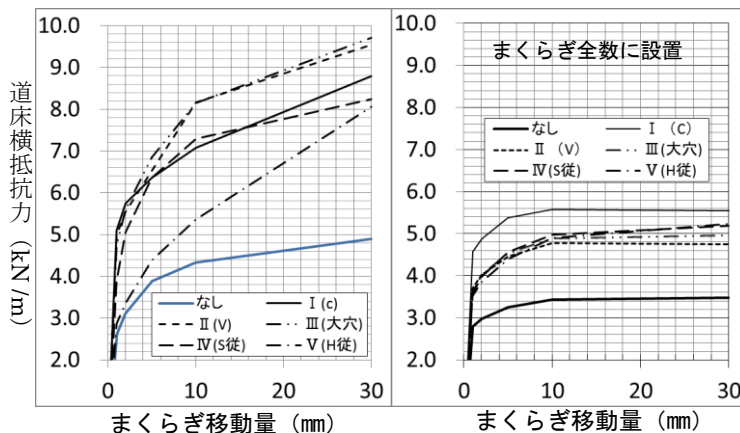


図5 1本引き試験

図6 軌きよう引き試験

⇒移動量10mm時の軌きよう道床横抵抗力値(表3)

を座屈安定性評価に採用可能と考えられる(変位10mm程度は軌きようの弾性範囲内であるため)

表3 軌きよう道床横抵抗力値(移動量10mm時)

順位	移動量10mm時(kN/m)					
	全数		2本に1つ		3本に1つ	
1	I(C)	5.58	Ⅳ(S従)	4.90	Ⅳ(S従)	4.41
2	Ⅳ(S従)	5.28	I(C)	4.64	I(C)	4.07
3	V(H従)	4.90	V(H従)	4.30	V(H従)	3.97
4	Ⅲ(大穴)	4.88	Ⅱ(V)	4.05	Ⅱ(V)	3.60
5	Ⅱ(V)	4.77	Ⅲ(大穴)	3.74	Ⅲ(大穴)	3.48

座屈安定性の評価は、軌きよう全体が移動する場合の最終道床横抵抗力値で行うことが望ましいが、営業線での測定は困難なため、これまで、1本引きの横抵抗力値に安全率を見て座屈安定性を評価してきた。

1本引きの横抵抗力値は、軌きよう全体が移動する場合の横抵抗力値に比べ、約15~20%高くなるとされており²⁾、本試験でも同様の結果となった(表2, 右欄)。さらに、移動量が大きくなるほど横抵抗力値のばらつきも大きくなるため(図5)、最終道床横抵抗力の代わりとして、移動量2mm時の横抵抗力値により座屈安定性を評価してきた²⁾

しかし、本試験結果から、軌きよう全体の最終道床横抵抗力を移動量10mm時の値で表現しようと判明したことから、まくらぎ全数に座屈防止板を設置した場合、Ⅳ(S従来)タイプでは約1.16倍(表2, 3 網掛部比較)の道床横抵抗力が期待できることになる。

5. おわりに

本試験から得られた結果をもとに、今後は、ロングレール管理方法の見直しを検討し、軌道の座屈安定性向上と張出し事故の防止に繋げることで、鉄道の安全性をさらに高めていきたい。

参考文献 1) 関野敦司：ロングレール管理の見直し，施設協会誌，2011.1
2) 三浦重，柳川秀明：急曲線へのロングレールの適用，鉄道総研報告 Vol. 6, No1, 1992.