

座屈防止杭が道床縦抵抗力に与える影響に関する基礎的研究

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○瀬瀬 智也
東海旅客鉄道株式会社 正会員 前田 麦

1 はじめに

当社では、下級線区の PC まくらぎ化を推進しており、労務費、材料費の低コスト化を図るために下級線用まくらぎを開発し、平成 26 年度より本格導入した。下級線用まくらぎには、軌間内に貫通縦穴を 2 箇所に向けており、その貫通縦穴に異形棒鋼を打込むことにより、道床横抵抗力の増強を図ることができることを既往研究¹⁾により確認している。しかし、これまでの研究では、座屈防止杭設置による道床横抵抗力への影響は検証していたものの、道床縦抵抗力への影響は検証していなかったため、施工対象を定尺レール区間のみとしており、ロングレール区間への適用は見送っていた。そこで、試験により座屈防止杭の道床縦抵抗力への影響を確認し、座屈防止杭をロングレール区間へ適用をすることを検討した。本稿では、その試験の概要と結果を報告する。

2 座屈防止杭の概要

下級線用まくらぎの特徴の 1 つとして貫通縦穴を設けたことが挙げられ、この穴に打ち込む鉄製のアンカーを座屈防止杭と呼ぶ。貫通縦穴へ座屈防止杭を打込むことで容易に道床横抵抗力の増強が可能であり、縦抵抗力に対しても増加が見込まれる(図 - 1)。



図 - 1 杭の打ち込み状況



図 - 2 貫通縦穴及び座屈防止杭

平成 27 年度より当社で導入した座屈防止杭は、汎用性の高い異形鉄筋 (D22) の先端を尖らせたものである(図 - 2)。なお、座屈防止杭が路盤に達してしまうと、道床抵抗力増加効果が減少することが試験により判明していたことから、まくらぎ下面から 200mm の長さで製作した。

3 道床縦抵抗力試験の概要

3-1 試験ケース

従来まくらぎ (P5H) 及び開発した下級線用まくらぎ (LFC) の道床縦抵抗力試験を軌きょう引きにより実施し

た。試験のパターンを図 - 3 に示す。試験では、従来まくらぎ、下級線用まくらぎ単体、下級線用まくらぎの貫通縦穴に座屈防止杭を打込んだ状態 (5 本及び 10 本) の道床縦抵抗力試験を実施し、それぞれ 2 回ずつ、合計で 8 回の試験を実施した。

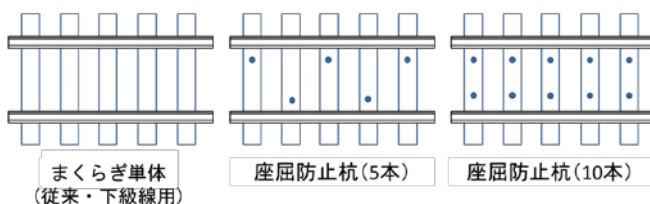


図 - 3 試験パターン

3-2 試験方法

各試験ケースを同条件とするため、道床バラストは密度が 1.6 t/m^3 となるよう締固めを行い、まくらぎ間隔は 625mm、道床厚は 250mm に統一した。道床厚はレベル測量により管理を行った。

ジャッキにより鉛直方向に 0.4 mm/min 程度の速度で最大変位が 30mm となるまでゆっくり引き、水平変位、鉛直変位及び載荷荷重を測定した。

軌きょう引きを行う際は、まくらぎ 5 本が同時に移動するよう剛性の高い固定フレームを設置した。なお、試験では 40N レールを使用し、固定フレーム等の設置によって 50N レールと同重量となるようにした。試験状況を図 - 4 に示す。

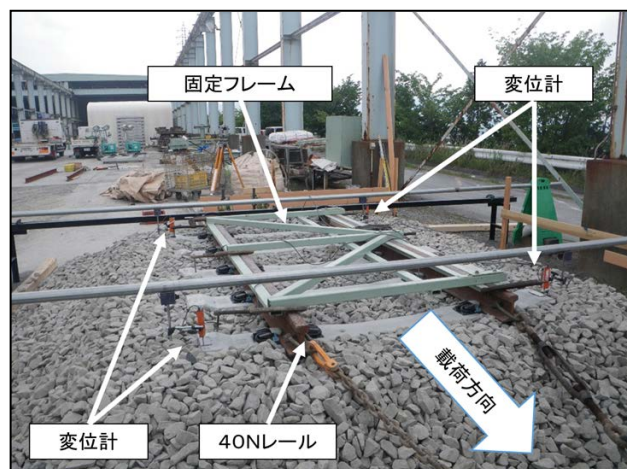


図 - 4 試験状況

キーワード PC まくらぎ、道床縦抵抗力、座屈防止杭

連絡先 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 1-3-4 東海旅客鉄道(株) 工務部 保線課

4 試験結果

4-1 測定結果

軌きょう引き各ケースの測定結果として、水平荷重と水平変位の関係グラフを図-5、道床縦抵抗力の平均値を表-1に示す。また、各ケースの道床縦抵抗力の最大値（以下、「最終道床縦抵抗力」という）について表-1にまとめた。

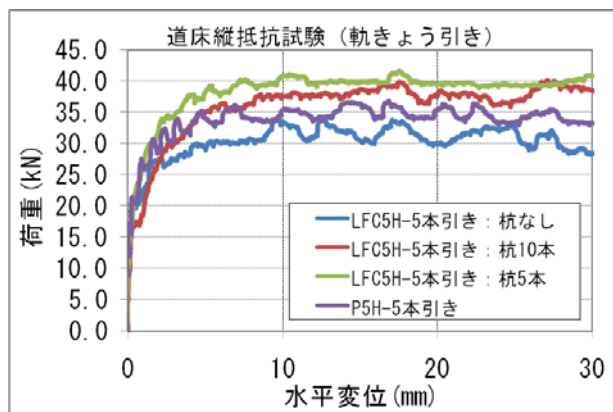


図-5 水平荷重と水平変位の関係

表-1 道床縦抵抗力測定結果

まくらぎ種別	座屈防止杭 本数	道床縦抵抗力	
		最終	1本当たり
従来まくらぎ (P5H)	-	36.1kN	7.2kN
下級線用 まくらぎ (LFC)	なし	33.9kN	6.8kN
	5本	40.9kN	8.2kN
	10本	40.3kN	8.1kN

これより、従来まくらぎと新まくらぎの最終道床縦抵抗力を、座屈防止杭なしの状態と比較すると、従来まくらぎ 36.1kN に対して新まくらぎ 33.9kN と、新まくらぎの方が約 6%低い値であるが、試験結果のばらつきを見ると、誤差の範囲であると考えられる。新まくらぎに対して、まくらぎ単体の場合と貫通縦穴に座屈防止杭を打込んだ状態で比較すると、座屈防止杭なし 33.9kN に対して座屈防止杭 5 本の打ち込みで 40.9kN となり、座屈防止杭なしに比べ 2 割程度高い値であることを確認した。これは、打ち込まれた座屈防止杭が、道床縦抵抗力の増加に影響を与えたと考えられる。

座屈防止杭の打ち込み本数による効果を最終道床縦抵抗力で確認すると、座屈防止杭 5 本では平均 40.9kN になり、10 本では平均 40.3kN になり、ほぼ同等であることを確認した。このことから、座屈防止杭を 5 本使用し、まくらぎ下面から 200mm 程度打ち込むことで、道床縦抵

抗力を 2 割程度増強可能であることが明らかとなった。

以上の結果から、座屈防止杭打ち込みによって、軌道のふく進抵抗など管理上必要な道床縦抵抗力を、容易にコントロールできる可能性があると考えられる。

ロングレール管理を行う中で、道床縦抵抗力は道床横抵抗力の 2 倍として計算を行っているが、杭の打ち込みにより比率がどのように変わるか確認を行った。平成 26 年に軌きょう引きにて測定した道床横抵抗力試験の結果²⁾を表-2に示す。表から、道床横抵抗力は座屈防止杭の打ち込みにより、約 9 割増加することが分かる。しかし、今回の試験で、道床縦抵抗力は座屈防止杭の打ち込みを行っても 2 割程度の増加幅に留まることが判明した。このことから、杭の打ち込みを行っても、ロングレールに与える影響は軽微であるため、これまでと同様の管理によりロングレールを保守できるものと考えられる。

表-2 道床横抵抗力測定結果

まくらぎ種別	座屈防止杭 本数	道床横抵抗力	
		最終	1本当たり
従来まくらぎ (P5H)	-	21.5kN	4.3kN
下級線用 まくらぎ (LFC)	なし	20.8kN	4.2kN
	10本	38.8kN	7.8kN

5 おわりに

今回、実物大の軌道モデルで新まくらぎの道床縦抵抗力試験を実施した結果、まくらぎ単体では従来まくらぎとほぼ同等であることを確認した。しかし、新まくらぎに施した貫通縦穴を利用し、座屈防止杭を打込むことで、道縦抵抗力が 2 割程度増強できることを実験的に明らかにした。

最後に今回の試験の実施にあたりご協力頂いた公益財団法人 鉄道総合技術研究所 軌道・路盤研究室、及び株式会社 安部日鋼工業に感謝し、謝辞にかえさせて頂く。

〈参考文献〉

- 1) 福中，久永；座屈防止杭による道床横抵抗力増強発現のメカニズム，第 70 回土木学会年次学術講演会概要集，VI-507，2015
- 2) 清水，渡邊；実物大の軌きょうを用いた P C まくらぎの道床横抵抗力試験，第 69 回土木学会年次学術講演会概要集，VI-465，2014