

急曲線におけるロングレール交換緊張力について

○東日本旅客鉄道株式会社 新宿保線技術センター 正会員 鈴木 裕也
 東日本旅客鉄道株式会社 新宿保線技術センター 正会員 山地 毅彦
 東日本旅客鉄道株式会社 新宿保線技術センター 岩楯 邦夫

1. 概要

曲線区間におけるロングレール交換時等においてはレールが緊張器の引張力により小返りや内方変位するおそれがあり転動防止金具等を設置し緊張器の緊張力に上限を設けて施工している。しかし冬期に急曲線ロングレール交換をすることになった場合、緊張力が十分に上げられずロングレール許容レール温度が非常に低い温度になってしまい、後日に設定替が必要となり、緊張力の上限は大きな制約である。

そこで、近年弊社で首都圏を中心に導入されているTC型省力化軌道（以下省力化軌道）について、有道床の軌道構造に比べ大幅に軌道強化されていることから曲線区間のロングレール交換における緊張器の緊張力の上限を改めて検証した。

2. 曲線における緊張器緊張力の上限について

曲線部のレール交換や設定替え等の作業にて、緊張器を使用する場合、レールの内方分力により、レールが内方に変位しようとする。そのため、内方変位を防ぐことが出来る転動防止金具等を設置し、作業を行うことをルールとしている。また転動防止金具等の設置間隔は、作業性や転動防止ローラーを設置することで発生する摩擦抵抗により、レールが伸びてこないことを考慮してマクラギ4本辺り1本を最小間隔としている。(表1)

曲線部で緊張器を使用した際、レールからの内方分力が転動防止金具等に加わり、これがマクラギを介して道床に伝わり力の釣合いをとる。しかし、緊張力が過大になり、レールの内方分力が過大となると、①『道床横抵抗不足によるマクラギの内方変位』もしくは②『転動防止金具等の破損』が発生する危険がある。そのため、①②それぞれに対し曲線半径毎に緊張力の上限を照査し上限値を定めている。

しかしこの照査では、有道床の軌道構造を前提条件としており、省力化軌道の場合に比べ軌道構造等の前提条件が非常に弱いものとなっており、軌道構造が強化された省力化軌道においては緊張力の上限が大幅に上がっていることが予想される。

曲線半径(m)	計画緊張力(t)	t ≤ 30	30 < t ≤ 50	50 < t ≤ 70	70 < t
800 ≤ R ≤ 1000		1/12	1/7	1/5	1/4
600 ≤ R < 800		1/9	1/5	—	—
400 ≤ R < 600		1/6	—	—	—
300 ≤ R < 400		1/4	—	—	—

表1. 曲線半径における転動防止金具の設置間隔

3. 省力化軌道における横抵抗力

マクラギの内方変位に対する照査では、軌道構造は有道床区間が想定されており、有道床区間におけるマクラギの内方変位に対する緊張力の照査を行う際に使用する道床横抵抗力は 1000kgf/m(R < 600), 800kgf/m(600 ≤ R)を採用している。一方で省力化軌道の軌道構造は、マクラギ下やマクラギ側面の道床バラストを固定化しており、軌道構造が強化されており、ロングレールの安全度判定の道床横抵抗力については、2,600kgf/mを採用しており有道床に比べて大幅に道床横抵抗力が強化されている。

この値を適用して、省力化軌道と有道床区間においてマクラギ4本辺り1本に転動防止ローラーを設置した場合における曲線半径毎のマクラギが内方変位を起こす緊張力を算出し、比較を行った。(表2)

表2. マクラギ内方変位を起こす緊張力の比較

曲線半径 (m)	緊張力 (省力)	緊張力 (従来)
1000	693.3t	242.4t
800	554.6t	193.9t
600	416.0t	145.5t
500	346.6t	151.5t
400	277.3t	121.2t
300	208.0t	90.9t

キーワード：ロングレール交換、緊張力、急曲線、TC 省力化軌道、転動防止金具、道床横抵抗力

連絡先：東京都新宿区歌舞伎町 JR 新宿総合事務所 6F 1-30-3 NTT(03)3367-8410 FAX(03)3367-841

4. 転動防止ローラーの材料強度

転動防止金具等の破損の照査では、レールの緊張に伴う内方分力により転動防止金具等の構造上最も弱い部分が破損しないか検討されている。現在のルールは、3号5型PCマクラギのようなネジくぎ式の締結装置に使用する転動防止金具を対象にネジ穴に挿入した鋼棒の曲げ許容応力を計算することで緊張力の上限值を決定している。(図1)

しかし、省力化軌道に使用されている締結装置はパンドロールであり、転動防止ローラーはパンドロールのショルダーに鋼棒を通す構造で、これまで照査に使われていた転動防止金具に比べ強い構造となっている。(図2)

そこで、省力化軌道区間においてマクラギ4本辺り1本に転動防止ローラーを設置した場合における曲線半径毎の転動防止ローラーが曲げ許容を起す緊張力を算出し、従来の転動防止金具との緊張器緊張力の上限を比較した。(表3)

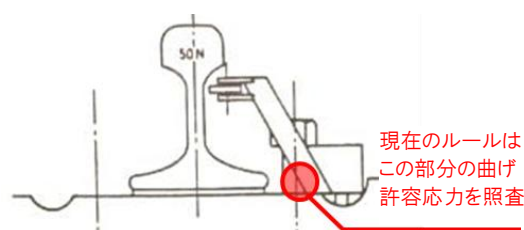


図1. 従来の転動防止金具に対する強度計算

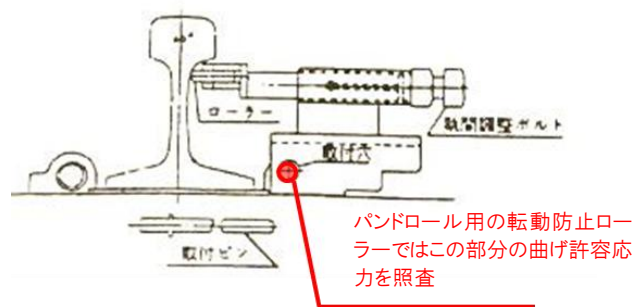


図2. パンド用転動防止ローラーに対する強度計算

表3. マクラギ内方変位を起こす緊張力の比較

曲線半径 (m)	緊張力 (省力)	緊張力 (従来)
1,000	234.1t	114.2t
800	187.3t	91.3t
600	140.5t	68.5t
500	117.1t	57.1t
400	93.6t	45.7t
300	70.2t	34.3t

5. まとめ

第3項、第4項の結果をまとめたところ、曲線区間において緊張器を使用する際の緊張力の上限は、転動防止金具の破損に対する緊張力の上限が緊張力を決める条件となっていた。また、省力化軌道におけるパンドロール式の転動防止ローラーは従来の転動防止金具に比べ大幅に緊張力の上限が上がるのが分かり(図3)、省力化軌道におけるロングレール交換等における緊張力の上限は理論上大幅に増加させることができることが分かった。この結果から、冬季に曲線区間においてロングレール交換を行うことになった場合でも、省力化軌道区間であれば十分な緊張力を掛けることができ、後日の設定替が不要になることから、工期の短縮やコストの削減につながると考える。

今後は、実施工を目指し、転動防止金具等を多数設置する場合の摩擦抵抗力の増大に伴う緊張力をかけた際のレールの伸び量不足のリスクに関する検証や、転動防止ローラーの材料強度について、実際に破損するまでの内方分力を検証し、省力化軌道において曲線半径毎に安全にロングレール交換等ができる緊張器緊張力の上限及び転動防止ローラーの設置間隔の見直しを実施していきたい。

また、弊社の現在のルールでは、曲線半径300m未満の区間では緊張器を使用できずロングレール化ができないが、曲線半径200m以上300m未満の箇所についても省力化軌道における緊張器緊張力の上限及び転動防止ローラーの設置間隔の検証を行い、ロングレール化の可否についてを検証していきたい。

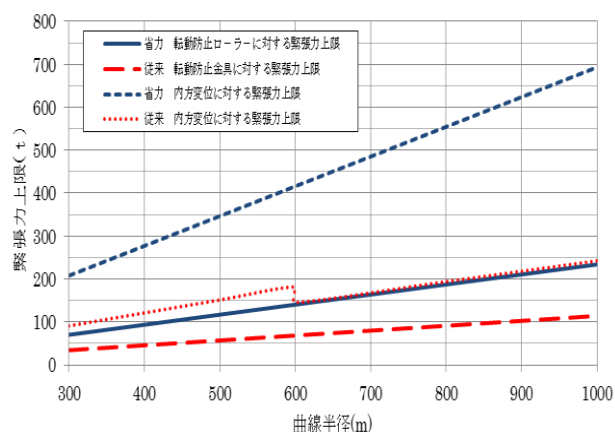


図3. 曲線半径と緊張力の上限の比較
(従来の条件と省力化軌道)