

講演概要 可動式横取り装置及び 横取り装置用列車防護装置の改良

中村 慎也¹・安藤 洋次郎²・堀 雄一郎³

^{1,3}正会員 JR 東日本 鉄道事業本部 設備部 (〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目 2-2)
E-mail: nakamura-shi@jreast.co.jp (Corresponding Author)

²正会員 JR 東日本 横浜保線技術センター (〒221-0044 横浜市神奈川区東神奈川一丁目 29-56)

JR 東日本では、横取り装置及び同防護装置の老朽取替に合わせ、保守の省力化、耐久性向上、作業性向上及び故障リスクの軽減を目的に改良を実施した。具体的には、レール締結装置は従来のボルト締結から e クリップ締結へ変更して保守の省力化を図り、横取り材は先端断面の形状変更と材質の高強度化により耐久性を向上した。また、まくらぎは合成まくらぎを採用し、さらに軌道沈下抑制のため、前後の軌道構造との違いによるレール支持ばね係数差を小さくするよう、まくらぎ下に従来よりも硬めの弾性材（ウレタン）を採用した。防護装置については、内部機器及び検知器状態を外から視認できる外付け表示器を設置して作業性向上を図り、防滴パネルや絶縁パネルの設置及びバッテリーの長寿命化により、故障リスクの軽減を図った。

Key Words: movable set-off equipment, train protection equipment, the maintenance vehicle

1. はじめに

横取り装置¹⁾²⁾は、保守用車等を本線レールを乗り越え分岐させる簡易な装置であり、機械動力による転換鎖錠装置を持たず、横取り装置を使用時以外は収納されているため、通常に分岐器に比べて保守が省力化される。また、JR 東日本（以下、「当社」と呼ぶ）では、横取り装置取り扱い時の安全対策のため、信号機等との連動も含めた横取り装置用列車防護装置¹⁾を設置している。

当社では、敷設から横取り装置は約 30 年、同防護装置は約 10 年経過しているものもある。そのため、各装置の老朽取替に合わせ、保守の省力化、耐久性向上、作業性向上及び故障リスクの軽減を目的に、各装置の改良を実施したことから、本稿ではその内容を紹介する。

1人で横取り器(前:左右)と横取り器(後)の3箇所を回転操作により短時間に設置が可能となる(図-1, 図-2)。

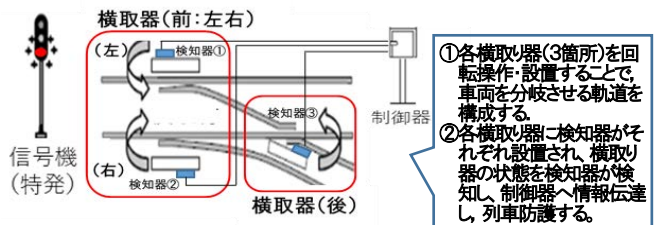


図-1 横取り装置概要



図-2 可動式横取り装置(横取り器(前))

(1) 改良対象

当社に敷設されている可動式横取り装置の種類は、表-1のとおりである。

表-1 可動式横取り装置の種類

	可動式横取り装置種類		対象	備考
	標準軌用	狭軌用		
ロングレール 区間用	50kgNレール用	狭軌用	○	改良時に60kgレール用と省力化用を統合
	60kgレール用	狭軌用	○	
	TC省力化軌道(60kgレール)用	狭軌用	○	
定尺レール 区間用	50kgNレール用	狭軌用	○	敷設数が少なく対象から除外
	60kgレール用	狭軌用	—	

2. 可動式横取り装置の改良

横取り装置は 1967 年に設計・開発され、当初は作業員 2~3 名が、横取り材を使用の都度組立てて設置していた。その後に軽量化等の数々の開発がなされ、最終的には現在の可動式横取り装置¹⁾²⁾に至っており、作業員

本稿では、先行して改良検討したロングレール区間用(50kgN・60kgレール用)狭軌用と定尺区間用(50kgNレール用)について報告する。

(2) 改良内容

a) 締結装置構造の改良 (図-3)



図-3 基本締結構造 (ロングレール区間用：縦抵抗力無し)

本改良では、ボルトの緩み防止及び適正な締結力を確保するため、従来のボルト締結方式からeクリップ締結方式を基本とした。また、ロングレール区間用は、縦抵抗力を持たせない構造とし、本線レール締結部は隙間あり座金+隙間のあるカンコを採用した。なお、片側をカンコにすることでeクリップのコストダウンも図った。

b) まくらぎ構造の改良 (図-4)

- ①材質を合成まくらぎとし、耐久性向上を図った。
- ②つき固め不能箇所を削減するため、検知器用にケーブル防護用まくらぎを標準装備とした。
- ③軌道沈下抑制のため、まくらぎ下の弾性材 (ウレタン) は、前後の軌道構造の単位レール支持ばね係数を考慮し、従来よりも硬めのものを選定した。なお、レール支持ばね係数については、連続弾性支持モデルを用いて算出している³⁾。
⇒TC型省力化軌道区間は、境界部にある従来の緩衝構造を不要とした(表-2)。
⇒弾性PCまくらぎ区間は、単位レール支持ばね係数を横取り装置と同程度にすることで、弾性材の品形をTC型省力化軌道区間と共通化することのバランスを図った(表-3)。
なお、敷設箇所の軌道状態について、約1年経過後も大きな軌道変位進みも無く推移している(図-5)。



図-4 改良形可動式横取り装置用合成まくらぎ (標準仕様)

表-2 TC型省力化軌道区間におけるレール支持ばね係数比較

【従来】	(MN/m ²)		【改良】	(MN/m ²)	
横取り装置	前後の軌道構造		横取り装置	前後の軌道構造	
バラスト軌道 (隣接区間)	バラスト軌道 (隣接区間)	TC省力化軌道 (隣接区間)	バラスト軌道 (隣接区間)	バラスト軌道 (隣接区間)	TC省力化軌道 (隣接区間)
合成まくらぎ (USP付(ゴム等)) USP:まくらぎ下弾性材	PCまくらぎ(PGH) (USP付(ゴム等)) ※TC省力化隣接区間 (48本/25m配列)	TC省力化PCまくらぎ (USPなし) ※TC省力化隣接区間 (48本/25m配列) 数: 60MN/m	合成まくらぎ (USP付(ウレタン))	合成まくらぎ (USPなし) ※TC省力化隣接区間 (48本/25m配列)	TC省力化PCまくらぎ (USPなし) ※軌道パッドばね定数: 60MN/m
19.4	34.6	78.8	33.3 [※]	34.6	78.8

※従来の緩衝区間と同程度とした

表-3 弾性PCまくらぎ区間におけるレール支持ばね係数比較

【従来】	(MN/m ²)		【改良】	(MN/m ²)	
横取り装置	前後の軌道構造		横取り装置	前後の軌道構造	
バラスト軌道 (隣接区間)	バラスト軌道 (隣接区間)	PCまくらぎ(TCE) (USP付(ウレタン)) ※1線線配列相当 (44本/25m配列)	バラスト軌道 (隣接区間)	バラスト軌道 (隣接区間)	PCまくらぎ(TCE) (USP付(ウレタン)) ※2線線配列相当 (39本/25m配列)
合成まくらぎ (USP付(ゴム等)) USP:まくらぎ下弾性材	PCまくらぎ(TCE) (USP付(ウレタン)) ※1線線配列相当 (44本/25m配列)	PCまくらぎ(TCE) (USP付(ウレタン)) ※2線線配列相当 (39本/25m配列)	合成まくらぎ (USP付(ウレタン))	合成まくらぎ (USP付(ウレタン))	合成まくらぎ (USP付(ウレタン))
19.4	27.9	24.7	33.3 [※]	27.9	24.7

※TC型省力化軌道区間と共通化した

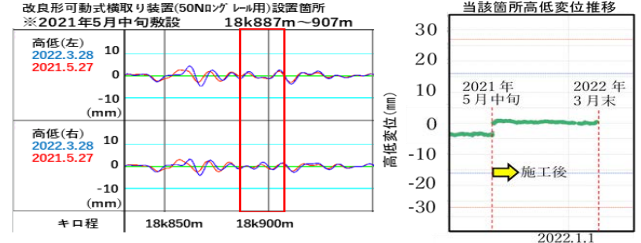


図-5 敷設後の軌道状態確認 (線路設備モタリングシステムデータ)

c) 横取り材の高強度化 (図-6)

横取り材の変形対策は、横取り材先端の主材の踏面を従来の2段勾配から単一勾配(1/20勾配)とし、断面積を増加した。また、横取り材取付板の材質は、一般構造用圧延鋼材(SS400)から高強度な建築構造用圧延鋼材(SN490B)に変更した。なお、材質変更の対象は横取り材3本中フランジウェイ(FW)幅65mmを跨ぐ2本とし、残る1本はFW幅21mmと狭いため、従来材質でも十分な強度のため、今回は変更していない。

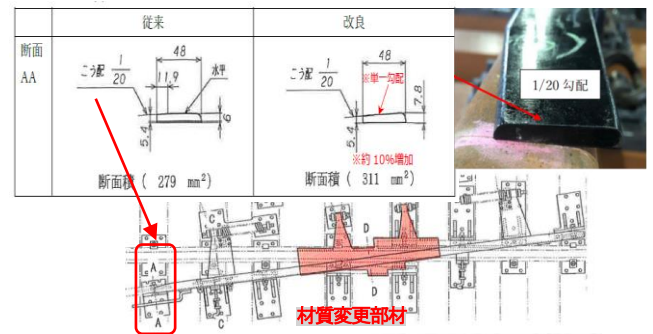


図-6 横取り材の高強度化 (横取り器(後)の例)

d) 横取り材押えピンの改良 (図-7, 図-8)



図-7 従来の押えピン

図-8 改良した押えピン

①脱落防止部の高強度化

横取り材押えピンの脱落防止部(図-7装着側(本線軌道内)の赤枠部)が損傷し、横取り材押えピンが脱落する事象が確認されたため、部材の高強度化を図った。高強度化は、従来の脱落防止部(φ6棒鋼を溶接)をネジ式ピン(M8)に変更し、頭部を全周溶接する構造とした。

②持ち手形状の変更

押さえピンの取付け・取外しにおける作業性を考慮し、各押さえピンの持ち手を握りやすい形状とした。また、装着側の持ち手を筒状にし、スパナ等を筒に挿入することで、簡単に回転することが可能となる。

e) 横取り材受け台の改良

横取り材受け台は、横取り材収納時の検知器への衝撃緩和のため設置している。従来の木製受け台(図-9)は、現場合わせにより加工し、高さ調整することから精度及び耐久性が低い。そのため、改良形は以下の仕様とした。

①材質は、従来の木製から合成まくらぎと同じ材質(FFU)(図-10)とした。

②受け台(合成片)は、周囲の部材との干渉を避けるため、取付穴を6つ穴とし、収納時に横取り材とコナスクリューの頭が支障しないよう、横取器(前:左右)と横取器(後)で、取付穴(4箇所使用)を変えることで共通化した(図-11)。

③受け台高さは、横取材と検知器の設計上の寸法を考慮し、50N用:37mm、60kg用:65mmとした(図-12)。



図-9 従来の木製受け台 図-10 改良した合成片の受け台

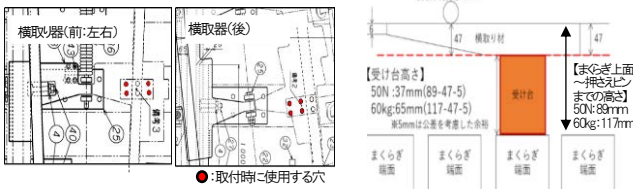


図-11 合成片(横取器(前・後)共通化) 図-12 受け台高さの検討

3. 横取り装置用列車防護装置の改良

当社の横取り装置用列車防護装置(以下、防護装置)による列車防護方法⁴⁾は、作業者の取り扱い誤りによる作業員の接触事故や列車脱線事故を防止するため、過去にも数々改良されてきた。現在は防護装置を動作させると同時(線路内立ち入り前)に信号機等を停止現示にする方法を採用している。また、タイマー機能を追加し、列車が当該横取り装置を通過するまでは横取り装置を操作できない仕様としている(図-13)。

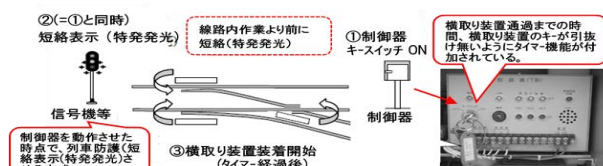


図-13 横取り装置用列車防護装置の列車防護機能

(1) 改良対象

当社の防護装置の列車防護方式は以下の2種類であり、改良は両者を対象に実施した。

a) 短絡方式

防護装置始動後に軌道回路を自動的に短絡させることで信号制御する方式。

b) LED方式

防護装置始動後に横取り装置用に設置した特殊信号発光機(赤色LED)を発光させる方式。

(2) 改良内容

防護装置の改良では、従来の列車防護方式⁴⁾は変更せず、保線技術センターやパートナー会社(施工会社)からの意見聴取(表-4)や過去の故障内容原因(図-14)から、作業性の向上、取り扱い誤り防止、防護装置自体の耐久性向上(故障リスクの軽減)を目的に改良した。本稿では、その中で主要な改良内容について報告する。

表-4 意見・要望内容

制御ユニット改良に対する意見・要望	改良
・外から横取り材の着脱状態を確認できる。	済
・制御ユニット取り合時の照度確保	済
・メモ等が取れるテーブル等の設置	済
・各表示灯の視認性向上	済
・各名称等の表記の見直し(よりわかりやすく)	済

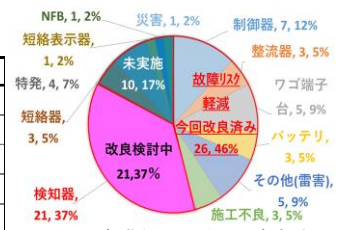


図-14 防護装置関係故障内容

a) 作業性の向上(使用者からの意見聴取を反映)

①外付け表示器の設置(図-15)

外付け表示器を設置し、外部電源の供給状態、短絡等状態、横取り材検知状態を外部から確認可能とした。また、巡視時や他作業時にも上記状態の視認が可能であるため、異常状態を早期に発見が可能となる。

②内部照明及びテーブルの設置(図-16)

防護装置内の作業性向上のため、内部照明及び折畳み式のテーブル(耐荷重1.5kg)を設置した。



図-15 外付け表示器の設置

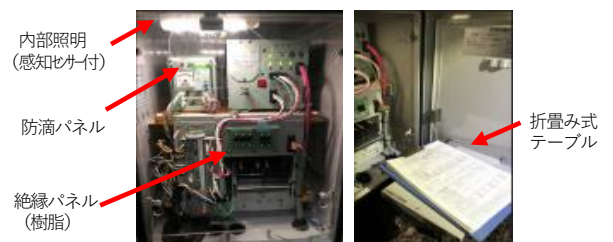


図-16 防護装置内部

b) 故障リスクの軽減(過去の故障原因把握から改良)

①装置内部への雨水対策及び雷害対策(図-16)

雨水対策は、防護装置内全面に防滴パネルを設置し、雷害対策では、電源装置に絶縁パネル(樹脂)を使用した。

② 過放電対策

バッテリーの長寿命化を目的に、過放電対策のため、機器故障等による電圧低下時に、バッテリーの放電を遮断するように整流器の回路を改良した。

4. 結論

各装置における課題の洗い出しやコスト検討を実施し、抽出した課題に対する改良を実施した。また、改良した可動式横取り装置及び防護装置の仕様を制定し、2021年度より当社管内で導入した(図-17)。今回の改良により、保守量の省力化からメンテナンスコストの削減が図られるとともに、作業者の使用性が向上された。今後、横取り装置は本線から保守用車等の車両を分岐させる装置として、分岐器よりも保守量を軽減できるため、目的や使用頻度に応じて、横取り装置の需要は高まると考えられる。そのため、今後は施工時や敷設後の経過を確認し、さらなる保守の省力化に役立てていきたい。

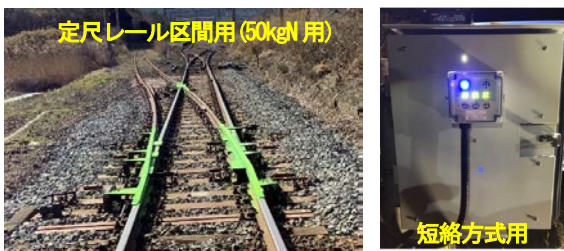


図-17 改良形可動式横取り装置及び防護装置

5. 謝辞

最後に末筆ながら、可動式横取り装置の改良設計に多大なるご尽力をいただいた鉄道機器(株)、また、その実現に向けご協力いただいた積水化学工業(株)、新日本エスライト工業(株)、防護装置の改良設計に多大なるご尽力をいただいた(株)三工社に、この場を借りて御礼申し上げたい。

REFERENCES

- 1) 新版軌道材料編集委員会：新版 軌道材料，pp. 192-195，鉄道現業社，2011.5 [New Edition Track Material Editorial Board: New Edition Track Material, pp. 192-195, Japan:TetsudoGengyousha, 2011.5]
- 2) 石野氏暁：横取り装置，新線路，鉄道現業社，2016.10 [Ujiaki, I: A set-off equipment, Shinsenro, Vol. 70, Japan:TetsudoGengyousha, 2016.10]
- 3) 佐藤吉彦，梅原利之：線路工学，pp.1-6,27-37，社団法人日本施設協会，1987.2 [Yoshihiko, S and Toshiyuki, U: Track engineering, pp.1-6,27-37,1987.2]
- 4) 大塚浩司：横取装置列車防護装置の改良，新線路，鉄道現業社，2009.12 [Hiroshi, O: Improvement of a train protection equipment for the set-off equipment, Shinsenro, Vol. 63, Japan:TetsudoGengyousha, 2009.12]

(Received April 1, 2022)

(Accepted June 3, 2022)

IMPROVEMENT OF A MOVABLE SET-OFF EQUIPMENT FOR MAINTENANCE VEHICLES AND A TRAIN PROTECTION EQUIPMENT FOR THE SET-OFF EQUIPMENT

Shinya NAKAMURA, Yojiro ANDO and Yuichiro HORI

In East Japan Railway Company (EJR), we have made improvements for the purpose of maintenance costs saving, durability improvement, workability improvement and reduction of failure risk with the replacement of older products. In particular, to prevent loosening of the rail fastening system, a conventional rail fastening method by bolts was changed to a boltless rail fastening method (e-clip) to ensure a proper rail fastening a force and to reduce maintenance costs, and for the set-off materials, deformation was prevented by increasing the cross-sectional area of the tip shape and the strength of the materials. In addition, for sleepers, synthetic sleepers (Fiber reinforced Foamed Urethane : FFU) are used as the material to improve durability. And, in order to suppress the track settlement, considering the track structure of the set-off equipment section and the back and forth section, a harder elastic material (urethane) than before is selected and pasted under the sleepers. Finally, regarding the train protection equipment for the set-off equipment, we installed an external display that allows the status of internal equipment to be visually recognized from the outside to improve workability. In addition, reduced the risk of failure in itself by taking measures to extend battery life and installing a drip-proof panel and an insulating panel