

スラブ軌道用多頭式ボルト緊解機の現場性能確認試験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○渡部 慎吾
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 佐竹 宣章

1. はじめに

レール交換において、レール締結装置の緩解締結作業は、発電機の運搬に1名、ボルト緩解、締結作業に2名、トルク設定に1名の4名体制で行っており約1,200mの交換においては約8班体制で施工し、合計32名の人員が必要となる。また、1班あたり約150mの緩解、締結を連続で休みなく行っている為、過酷な労働を強いられていることがわかる。

今後、少子高齢化が進み、作業員の減少が予測される。その為、4名体制を1名で施工可能とし、さらに、重労働の軽減を目的とした、スラブ軌道用多頭式ボルト緊解機の試作機を完成させた。

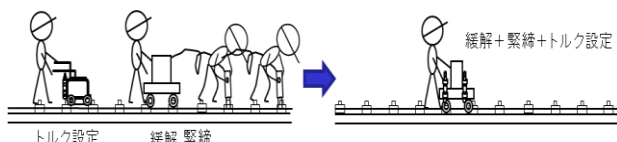


図-1 レール緩解締結作業

今後の導入に向けて、試作した多頭式ボルト緊解機の現場性能確認試験を行った。その中で、様々な課題が見つかり、その改修を行ったので紹介する。

～試作機について～

直結8形タイプレート2枚分のボルトを同時に緩解緊締トルク設定可能(図-2)

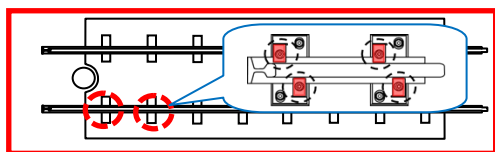


図-2 同時緩解締結可能タイプレート図

作業速度	緩解・緊締 4締結10秒
重量	135kgエンジン含む (5/パーツ 25kg以下)
組立・解体	3分以内
トルク設定	許容トルク50N・m～70N・m

表-1 スラブ軌道用多頭式ボルト緊解機性能表

その他作業速度、重量組立解体時間、トルク設定の性能は上記の表による。(表-1)



写真-1 全体写真

2. 課題について

課題1. 緩解時ソケットの空転

営業線には、様々なナットが使用されている。(表-2) その中でも、ナットの上部の形状が特殊であるスペースロックナット(表-2 左から3番目)を湿潤状態でつかまない(空転)する事象が発生した。

ノーマルナット	スカートナット	スペースロックナット	ハードロック

表-2 営業線で使用されているナット

原因...スペースロックナットがソケットの奥まで入らない為、ソケットとナット六角部との引っ掛かり長さが短くなり、外れ易くなっていた。

対策...ソケット奥の空間の内径を大きくし、さらに、ソケットまでの距離を短くすることにより、スペースロックナットが奥まで入るように形状を変更した。(図-3、4参照)

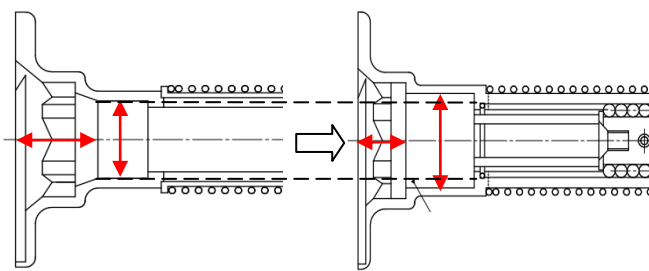


図-2 改造前

図-3 改造後

改修後、同条件で試験を行った結果、どのナットについても、正常に緩解、締結が可能であることを確認した。

課題2. トルク設定

緊締トルク設定後、ナットの締付トルクをIマーク法により測定すると、規定の50Nm～70Nm以内に収まっていないボルトがあることが分かった。

キーワード 軌道スラブ、直結8形レール締結装置、ボルト緊解機、トルク設定

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本 テクニカルセンター 保線作業機械化 PT TEL048-651-2389

ボルト 16 本（タイププレート 8 枚）を確認した結果を表に示す。（表-3）

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	最小トルク
実機	65.0	64.0	65.0	65.0	65.0	65.0	64.0	65.0	44.3
Iマーク	72.3	60.4	44.3	47.6	64.5	68.3	46.7	66.4	最大トルク
	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	72.3
実機	65.0	64.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	平均
Iマーク	70.2	68.9	65.0	53.3	65.8	57.4	70.9	70.4	62.0
									標準偏差σ
									9.061

表-3 トルク設定（改修前）

最大で 72.3Nm、最小で 44.3Nm、平均 62.0Nm となり、最小の値は、新幹線の高速走行に対し、締結装置の緩みは致命的となることから、特に危惧しなければならない結果となった。

対策として、締付け方法（トルク設定方法）の見直しを行った。

ねじの勘合面を馴染ます為に、65Nm 締付後に、若干戻し再度 65Nm の締付工程を追加した。（表-4）

	第一工程	第二工程	第三工程
変更前	20Nm 仮締め	65Nm 本締め	—————
変更後	20Nm 仮締め	65Nm 本締め	戻し & 65Nm 増締め

表-4 締付け工程の追加

対策後、同条件でトルク設定の確認を行った。その結果を表に示す。（表-5）

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	最小トルク
実機	65.0	64.0	64.0	65.0	65.0	65.0	64.0	65.0	56.4
Iマーク	72.8	62.3	59.2	59.6	62.4	69.0	56.4	69.6	最大トルク
	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	72.8
実機	65.0	64.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	平均
Iマーク	70.0	67.4	64.2	58.2	65.8	67.2	69.9	72.3	65.4
									標準偏差σ
									5.042

表-5 トルク設定（改修後）

この結果から、最大 72.8Nm、最小 56.4Nm、平均 65.4Nm となり規定トルク以下のボルトは見られなかった。また標準偏差は $\sigma=9.061$ に対し $\sigma'=5.042$ となり、この対策は有効であると言える。

課題 3. 締結装置緩解

営業線にて、試作ボルト緊解機を使用し、緩解作業を実施したが、複数箇所ボルトが緩んでいなかった事象が発生した。

事象①ボルト緩解作業時ボルトが緩んでいない

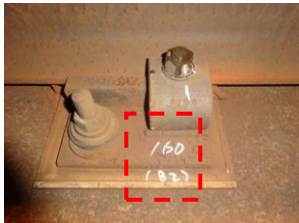
- ②緩んでいないにも関わらず、OK 表示（本来、エラー音と画面に NG 表示）

原因の追究...監視装置を構築し、不具合発生時と同条件下で再現試験を実施した。

課題 3.1 再現試験結果

緩んでいないボルトについて I マーク法によりト

ルクを確認した結果、規定トルク 60Nm の 2 倍以上の値で 120Nm～160Nm のトルクが掛かっていたことが分かった。（写真-2）



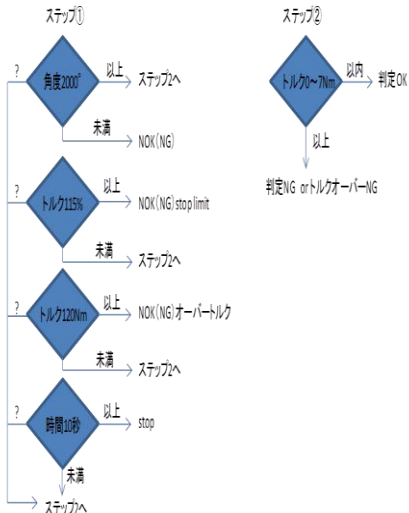
これは、板バネの2点タッチを基準としているため、劣化した板バネを2点タッチするまで締めると、規定以上のトルクが掛かるという現状がある為である。

再現結果を各課題についてまとめる。

- ①試作機の性能上 120Nm 以上のトルクを出しての緩め作業は不可能（破損の原因となるため自動でストップがかかる）
- ②ナットランナー（トルクを設定する機械）を制御するコントローラーの設定ミスにより、緩まないナットについても OK を表示していた。

課題 3.2 改修方法の検討

事象②について、再現試験結果データから、本来ステップ 1 で NG を出すはずがステップ 2 へ移行している場合がある事が判明した。（図-4）その為、下表のように、NR コントローラーの設定を 2 ヶ所変更した。（表-3）



ステップ1	条件	ステップ2	
		対策前	対策後
2000°	≥	→ステップ2へ	総合判定 OK 0~9999.9Nm
	<	NOK(NG)	総合判定 OK
>115%	≥	→ステップ2へ	総合判定 OK 0~9999.9Nm
	<	→ステップ2へ	総合判定 OK
120Nm	≥	NOK(NG)	総合判定 OK
	<	→ステップ2へ	総合判定 OK
? (60~120Nm)		なぜかステップ2に移行	総合判定 OK 0~9999.9Nm
			0~7NmでNG

表-3 設定変更

課題 3.3 改修後性能確認試験

同じく、同条件下で改修後性能確認試験を実施し、正常に動作していることを確認した。

3. まとめ

試作機の開発にあたり、営業線での使用を想定した様々な試験を行ってきた。しかし、今回の営業線における性能確認試験にて、試作時の想定を超える課題が見つかった。今後の実用化は、今回のような課題を 1 つずつ解決していかなければ向かわない。今後も、様々な条件を想定し開発を行っていく。