

継目板ボルトの折損に対する耐久性の検討

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○木須 瞳
九州旅客鉄道株式会社 市原 正昭 榎並 志則 湯ノ口 洋平 谷川 光
帝国製鉄株式会社 新 栄樹

1. はじめに

継目板ボルト（以下、ボルト）折損による継目開口を防ぐため、当社では、これまでに材料や形状に着目した 2 種類の高強度ボルト（H（※High）および UH（※Ultra High））の導入を行ってきた。しかしながら、価格面から全路線への適用は難しい状況にあった。そこで、熱処理・ねじ転造のタイミングを見直した安価な 2 種類の新しいボルト（Screw-N（※Normal）および Screw-UH（※Ultra High））を試作した（表 1）。本研究では、これらの新しいボルトに対して過大遊間箇所への試験敷設および敷設品に対する疲労試験を実施し、ボルトの折損に対する耐久性を評価した。

表 1 各ボルトの特徴

	N (Normal) ※従来のボルト	H(High)	UH(Ultra High)	Screw-N	Scw-UH
鋼種	SCr440WCH	SCM440H	SNCM439WCH	SCr440WCH	SNCM439WCH
熱処理硬度	37HRC(平均値)	36HRC(平均値)	41HRC(平均値)	37HRC(平均値)	41HRC(平均値)
ねじ転造	熱処理前	熱処理後	熱処理前	熱処理後	熱処理後
Nボルトに対する価格の比	1	4.6	2.5	1.2	3.0

2. 試験敷設及び疲労試験

2.1 試験敷設

試験敷設箇所の列車本数は 1 日当たり 34 本(上下各 17 本)、最高速度は 95km/h である。当該箇所のレール、まくらぎは、それぞれ 50N レール(定尺)、継目用木まくらぎを使用しており、継目の支持方法は支え継ぎ法である（冬季の遊間量：15~20mm 程度）。

2.2 試験敷設品に対する室内試験

4 種類（H, UH, Screw-N, Screw-UH）の高強度ボルトの試験体（敷設品）に対して疲労試験を行った（表 2）。敷設期間は 4 ヶ月間である。試験条件は、最大曲げ応力 800N/mm²、载荷周波数 15Hz とし、3 点曲げの载荷条件でボルトが破断するまで荷重を与えた（図 1）。

表 2 使用した試験体

ボルトの種類	H	UH	Screw-N	Screw-UH
鋼種	SCM440	SNCM439	SCr440	SNCM439
熱処理硬度	36HRC(平均値)	41HRC(平均値)	37HRC(平均値)	41HRC(平均値)
ねじ転造	熱処理後	熱処理前	熱処理後	熱処理後
敷設期間	4ヶ月	4ヶ月	4ヶ月	4ヶ月
試験本数	1本	1本	3本	4本

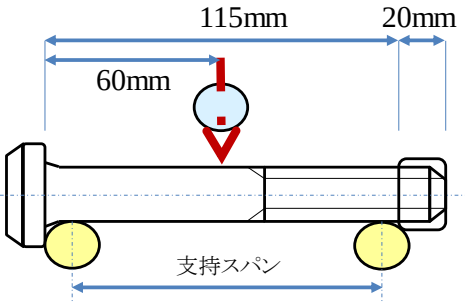


図 1 疲労試験状況

2.3 室内試験の結果

(1) 製造方法の違いによる耐疲労特性

図 2 に H, UH, Screw-N, Screw-UH の破断時の载荷回数を示す。ただし、H, UH については試験体 1 本の値、Screw-N, Screw-UH についてはそれぞれ試験体 3 本、4 本の平均値である。熱処理前にねじ転造を施した UH では約 3.1 万回であったのに対し、熱処理後にねじ転造を施した Screw-UH では鋼種、形状が同じであるにも関わらず、破断時の载荷回数が約 20 万回に増加した。この結果より、熱処理後にねじ転造を施すことで、折損に対する耐久性が 6.5 倍程度向上することが確認できた。破断位置については、熱処理前にねじ転造を施

キーワード：継目板ボルト、ねじ転造

連絡先：〒850-0058 長崎県長崎市尾上町 1-89 九州旅客鉄道株式会社長崎工務センター TEL 095-824-155

した UH では不完全ねじ部であったのに対して、熱処理後にねじ転造を施した H, Screw-N, Screw-UH では軸部となった (写真 1, 写真 2)。



写真 1 ボルト折損状況

(UH: 熱処理前のねじ転造, 不完全ねじ部破断)



写真 2 ボルト折損状況

(H: 熱処理後のねじ転造, 軸部破断)

(2) 鋼種の違いによる耐疲労特性

従来の鋼種であるクロム鋼鋼材 (SCr440) を用いている Screw-N とより高強度であるニッケルクロムモリブデン鋼鋼材 (SNCM439) を用いている Screw-UH では、どちらも破断時の載荷回数が約 20 万回となった (図 2)。このことから、熱処理後にねじ転造を施すことで従来の鋼種である SCr440 を用いても十分な疲労強度を得ることができるのではないかと考えられた。ただし、現段階では敷設期間が 4 ヶ月、試験本数が 3 本程度であるため、長期的な観点からも検討を進める必要がある。

3. 敷設位置の違いに関する検討

ボルトの敷設位置の影響についても評価するため、別途、前章と同様の条件で試験敷設・室内試験を実施した (H, Screw-N を対象)。図 3 に、敷設位置と破断時の載荷回数の関係を示す。図 3 より、継目に近い位置に敷設されているボルトの方が疲労の影響を受けやすい可能性があることがわかった。

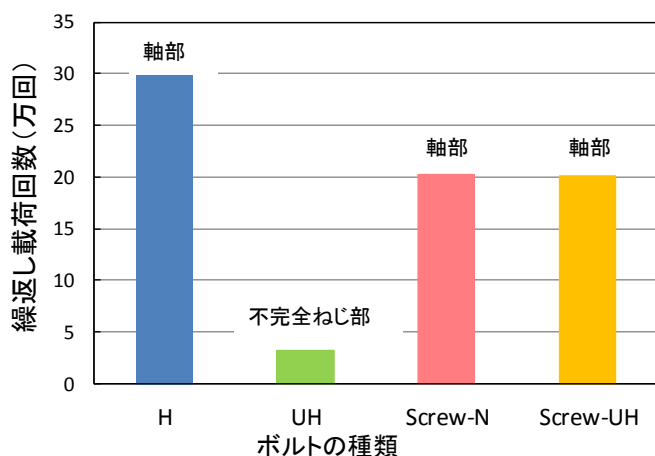


図 2 破断時の載荷回数と破断位置

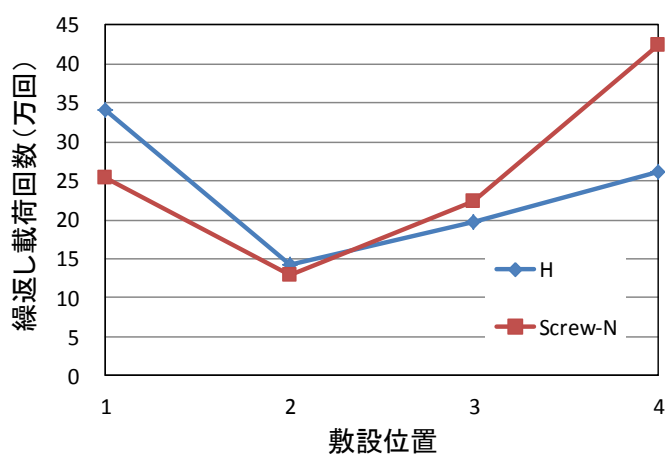


図 3 ボルト敷設位置と破断時の載荷回数の関係

4. まとめ

- ① 熱処理後にねじ転造を施すことにより、折損に対する耐久性が 6.5 倍程度増加することが確認できた。また、折損箇所についてもボルトの弱点である不完全ねじ部から軸部へと変化した。このことから、熱処理後のねじ転造はボルトの疲労強度向上に効果がある可能性があると考えられた。
- ② 本研究における疲労試験結果より、熱処理後にねじ転造を施すことで従来の鋼種である SCr440 のボルト (Screw-N) においても、高強度な鋼種である SNCM439 (Screw-UH) と同程度の強度を得られることを確認した。従って、コスト面を考慮しても、Screw-N は安価であることから、従来の高強度ボルトの代用品として Screw-N を導入することは有効であると考えられた。

5. おわりに

引き続き、試験敷設および室内試験を行うことで、『熱処理後にねじ転造を施したボルト』の長期的な疲労特性や鋼種の違いによる効果について検討を進める予定である。また、本研究ではボルトのねじ部に着目したが、今後はボルトの首部に着目した検討も行っていきたい。