

## 分岐器用新型締結ボルトの開発

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○池田 貴久  
 島田 秀典  
 中川 敬二  
 杉森 充

### 1. はじめに

東海道新幹線の分岐器の締結用ボルトには、全て JIS メートルねじが使用されていた。この JIS メートルねじは疲労強度が低く、列車荷重による振動で、ナット部との境界のねじ山から折損する事象が発生したため、平成 11 年に疲労強度を向上させたボルト（以下、CD ボルトと称する。）が開発導入された。

CD ボルトはねじ山高さを漸減させ各ねじ山にかかる荷重を均一化することで、疲労強度を向上させている点が特徴である。一方、ねじ山高さを漸減させていることにより、ボルトの緊締位置は限定されるため、ボルト緊締時には、余長管理が必要となる。

そこで、余長管理を必要とせず、かつ CD ボルト以上の疲労強度を有するボルトの研究を進めた結果、平成 18 年に NEW-CD ボルトを開発したので報告する。

### 2. 設計の概要

NEW-CD ボルトの設計条件は次のとおりである。

- ・ボルトの余長管理を不要とするため、ねじ山高さを同一とする。
- ・CD ボルト以上の疲労強度とするため、ねじ谷の半径を  $h/6$  から  $2h/3$  に拡大し、応力を受ける面積を大きくすることで、応力が集中するねじ谷部の応力を緩和させる（図 1）。
- ・CD ボルトと同様、第一ねじ山に掛る応力より頭部首下に掛る応力を大きくすることで、ボルト頭部が飛散しないよう、折損部位が頭部首下部となる構造とする。

これにより、ねじ谷部における応力集中係数は、2.59 から 1.58 へと約 40%低減された。またこの部分の最大塑性ひずみは、7,300  $\mu$  から 809  $\mu$  へと約 90%低減された（図 2）。

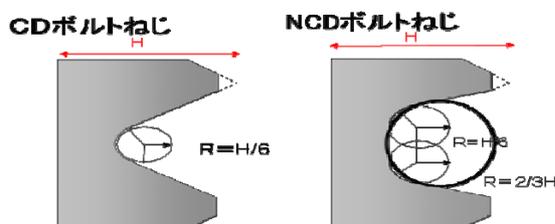


図 1 ねじ谷部の半径比較

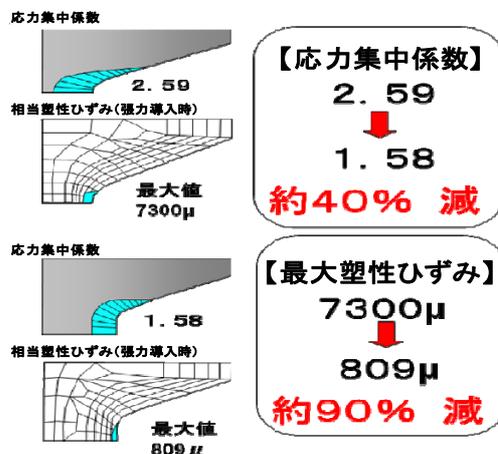


図 2 ボルトねじ谷部の比較

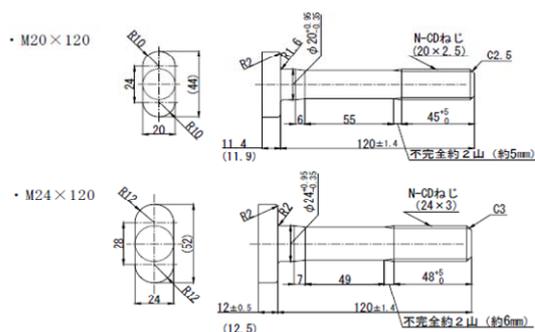


図 3 試験ボルトの形状・寸法

表 1 ボルトの機械的性質、ナット・座金硬さ

構成部品	試験片の機械的性質				製品の機械的性質	
	耐力 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %	絞り %	引張荷重 kN	硬さ HRC
ボルト	940以上	1040以上	10以上	40以上	255以上	30~39
ナット	-				-	27~37
座金	-				-	35~45

キーワード: NEW-CD ボルト、余長管理、疲労強度

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目9番1 東海旅客鉄道株式会社 TEL(03)5218-6273

### 3. 性能実験

試作した NEW-CD ボルトの性能を確認するため、金属組織、引張荷重、円筒部硬さ、機械的性質、疲労強度について、CD ボルトとの比較試験を実施した。

試験には M20×120 および M24×120 の 2 種類を用いた。図 3 に試験に供された NEW-CD ボルトの形状を示す。また強度区分は、JIS B 1051 10.9 に準拠することとした。表 1 にその機械的性質を示す。

試験の結果、NEW-CD ボルトの金属組織、引張荷重、円筒部硬さ、機械的強度、疲労強度は、いずれも CD ボルトと同等もしくはそれ以上の値を示した。特に有効径円筒部を長くすることにより、首下応力が低減され、疲労強度が増加していることが判明した。そこで、首下長さが 120mm のボルトの場合、有効径円筒部を CD ボルトに比べ約 45mm 長く設定することにより、首下応力を低減させた(図 4)。これらの改良をした試験体を用いて試験をした結果、M20×120 の NEW-CD ボルトの時間疲労強度は 42.1N/mm<sup>2</sup> で、同規格の CD ボルトより約 30% 増加し、M24×120 の NEW-CD ボルトの疲労強度は同規格の CD ボルトと同等の 24.5N/mm<sup>2</sup> であった(図 5)。

なお、NEW-CD ボルトの引張試験では、設計通り全試験片がボルト首下部で折損することを確認した。飛散防止の観点から、分岐器締結用ボルトの使用中に生じる折損は、折損部位がねじ部ではなく首下部になることが求められており、NEW-CD ボルトは、この条件も満している。

### 4. フィールド試験と結果

試験結果を基に製品化された NEW-CD ボルトを 11 ヶ月本線上の分岐器に敷設し、フィールド試験を実施した。

調査項目は、①外観観察、②磁粉探傷試験、③引張試験、④試験片引張試験、⑤円筒部軸部の硬さ試験、⑥断面硬さ試験、⑦金属組織、⑧腐食状況、である。

調査した結果、外観上で問題はなく、また機械的試験の結果も、全てのボルトが JIS 規格内の数値を示した(写真 1)。

また、き裂の発生はなく、機械的性質も変化していないことから、機能上の問題はないと言える(図 6、表 2)。

### 5. おわりに

開発した NEW-CD ボルトは今後、東海道新幹線全線の分岐器に計画的に投入していく予定である。

最後に開発、性能試験にご協力頂いた、鉄道総合技術研究所、株式会社 NS ボルテン様に誌上より深謝の意を表したい。

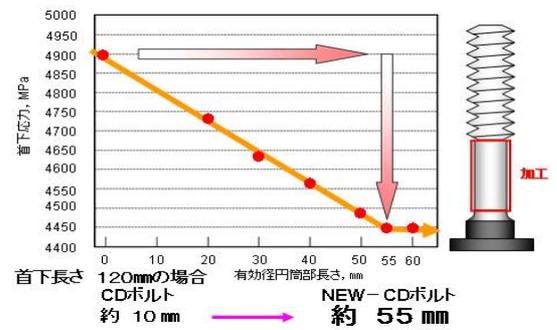
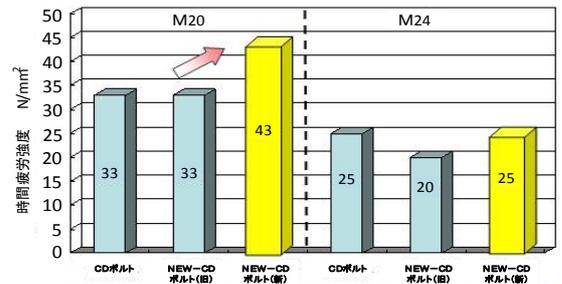


図 4 有効円筒部長さの比較

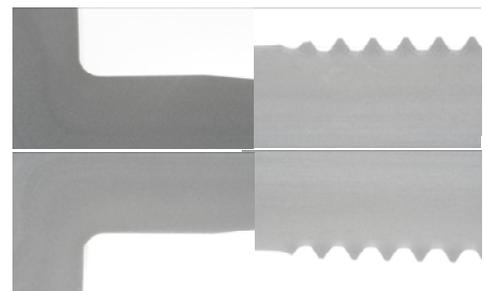


M20の場合、NEW-CDボルト 30% 増強

図 5 時間疲労強度の比較



写真 1 M24×100 の外観



(a) 首下部拡大 (b) ねじ部拡大  
図 6 M24×100 のマクロ組織

表 2 試験片の機械的性質

ボルトサイズ	頭部長さ (mm)	試験箇所	耐力 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %	絞り %
M20×70	11.4	番号 37731 No.43	9 9 2	1 1 0 2	1 7	6 2
		番号 67731 No.42	9 9 2	1 1 0 1	2 0	6 1
		番号 27731 No.41	9 8 7	1 0 9 7	2 1	6 3
M20×80	11.4	番号 37731 No.92	9 8 6	1 0 9 6	2 1	6 3
		番号 27731 No.14	9 8 3	1 0 9 2	1 8	6 2
M20×110	11.4	番号 77731 No.10	9 8 6	1 0 9 6	1 8	6 0
		番号 37731 No.125	9 8 2	1 0 9 1	2 1	6 2
M24×90	13.8	番号 37731 No.126	9 8 7	1 0 9 6	1 9	6 2
		番号 37731 No.123	9 8 8	1 0 9 7	2 3	6 2
M24×100	13.8	番号 37731 No.98	9 8 6	1 0 9 5	1 9	6 1
		規格値	9 4 0	1 0 4 0	1 0	4 0
			以上	以上	以上	以上