

(707) ボルト疲労特性に及ぼすねじ形状等の影響

(ボルトの疲労特性, 第1報)

新日鐵 八幡技術研究部 ○西田 新一, 浦島 親行

梶本 弘毅

I 緒言

ボルトとナットの組合せで代表される「ねじ締結体」は、(1)組立・分解が容易、(2)ねじのくさび効果で、厚物でも強力な締付が可能で、しかも高継手効率、(3)簡単な使用工具で、調整取付や精密取付が可能、など種々の長所を有している。それ故、自動車、鉄道車輛をはじめ各種鋼構造物・機械類など実に広範囲に使用されている。従って、その破損事例もしばしば見うけられるが、大部分原因究明まで至らず、部品交換という処理で済まされているようである。本論文はボルトの疲労特性に影響する因子を明らかにし、ボルト疲労強度向上に結びつける目的で、まずはねじ形状の影響等について検討した。

II 実験方法

使用材料の化学成分および機械的性質を Table 1 および 2 にそれぞれ示す。ボルトおよびナットにはほとんどの場合 SCM440 と SNCM630 を使用したが、一部ナットに S20C を使用した。試験片はいずれも素材の表層 (R=200mm 位置) から切出し、ねじ部も含め機械加工した (Fig.1)。実験はいずれも平均応力  $\sigma_m = 18 \text{ kg/mm}^2$  の部分片振り引張りで行った。試験機は  $\pm 40 \text{ t}$  電気制御油圧式疲労試験機を使用した。試験状況を Fig.2 に示す (Table 3 参照)

III 実験結果および考察

Table 3 に検討項目、 $2 \times 10^6$  回疲労強度および三角ねじの場合を基準の 100 にとったボルト疲労強度の比較を示す。本実験の範囲で、以下のごとく結論できる。

(1)ねじ形状：三角ねじ、台形ねじ、鋸歯正ねじおよび鋸歯逆ねじの 4 種類のうち鋸歯逆ねじの疲労強度が他に比べて少し良いが、加工がやや難しい欠点を有する。

(2)ねじ底切欠き半径 r :  $r = 0.30 \sim 0.70 \text{ mm}$  の範囲では疲労強度に差は認められない。

(3)ボルト材質：使用材料を SCM440 から SNCM630 に変えると時間強度が低下する。

(4)ナット材質：使用材料を S20C にした方が疲労強度が少し向上する。

(5)プレストレス：疲労実験の前に、ボルト・ナットの組合せに静的引張り応力を加えると、疲労強度が 25~50% 上昇する。

Table 1 Chemical composition

Materials	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SCM440 ( $\phi 455$ )	0.41	0.35	0.73	0.0013	0.020	0.08	1.02	0.21
SNCM630 ( $\phi 470$ )	0.29	0.25	0.44	0.009	0.006	2.97	2.93	0.59
S20C ( $\phi 40$ )	0.19	0.01	0.41	0.008	0.005	-	-	-

Table 2 Mechanical properties

Materials	PS kg/mm <sup>2</sup>	TS kg/mm <sup>2</sup>	% El	% RA	Impact Value kg·m	
					vE <sub>20c</sub>	uE <sub>20c</sub>
SCM440	59.4	80.7	21.0	-	2.7	-
SNCM630	91.0	103.0	22.0	61.4	-	10.3
S20C	>25*	>41*	>28*	Hv(10kg) 203	-	-

\*: Spec.

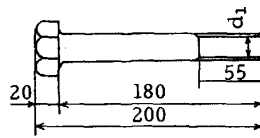


Fig. 1 Dimensions of specimen

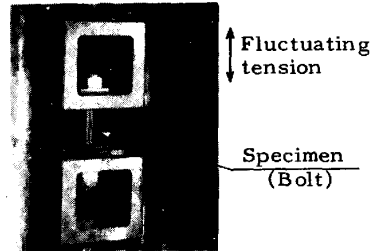


Fig. 2 Testing method

Table 3 Testing conditions and fatigue strength of bolts

検討項目	ボルトの種類	供試鋼		ボルトの寸法(mm)			前処理	試験条件		2×10 <sup>6</sup> 回 疲労強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	効果 (%)	備考
		ボルト	ナット	谷底径 d <sub>1</sub>	谷底 r	ピッチ		平均応力 (kg/mm <sup>2</sup> )	速度 (cpm)			
各種ねじ形状	三角ねじ	SCM440	SCM440	25.0	0.30	3.0	なし	18.0	500	±6.0	100	通常の形状 (基準の値)
	台形ねじ	〃	〃	〃	0.25	〃	〃	〃	〃	±7.0	117	
	ノコ歯正ねじ	〃	〃	〃	0.35	4.0	〃	〃	〃	±6.0	100	効果なし
	ノコ歯逆ねじ	〃	〃	〃	0.30	〃	〃	〃	〃	±7.0/±8.0	117/113	
ねじ底切欠き 半径 r	三角ねじ	〃	〃	〃	0.50	3.25	〃	〃	〃	±6.0	100	効果なし
	〃	〃	〃	〃	0.70	3.5	〃	〃	〃	±6.0	100	効果なし
ボルト材質向上	〃	SNCM630	SNCM630	〃	0.40	3.25	〃	〃	〃	±6.0	100	効果なし (ややマイナス)
ナット材質軟化	〃	〃	S20C	〃	〃	〃	〃	〃	〃	±7.0	117	
プレストレス 効果	〃	〃	SNCM630	〃	〃	〃	プレストレス 約43kg/mm <sup>2</sup>	〃	〃	±9.0	150	
	〃	〃	S20C	〃	〃	〃	プレストレス 約37kg/mm <sup>2</sup>	〃	〃	±7.5	125	