

つた結果である。

300°C においては抗張力はC%の増加によつて急激に向上するが、400°C、500°C になると C 0.45% 以上ではCの影響はほとんど認められなくなる。衝撃値は 300°C では C% の増加により低下の傾向がかなり著しいが、400°C ではC%の影響がほとんどなくなる。

以上よりコールド・パンチ、木工工具、プラスチック・モールドイング・ダイス用には C 0.45~0.55% が、またニューマティック用チーゼル、スナップ、および熱間工具鋼用としては C 0.40~0.45% が、適当であることがわかる。

III. 結 言

以上 Cr 1.5%, W 2%, V 0.2% を含むものにCを種々に変化させ、またVの添加量をも変化させてその影響を調査したが、得られた結果の概要はつぎのごとし。

(1) 変態点はCの増加により降下し、Vの添加により上昇する。また 940°C 加熱の場合の Ms 点もCの増加により低下する。

(2) 焼入性はCの増加により急激に向上する。

(3) 焼戻によつては 200°C まではC量の高いものほど軟化率が大であるが、200~350°C 焼戻では何れも

焼戻による軟化がほとんど停止する。またVの添加によつても焼戻軟化抵抗が大となる傾向がある。

(4) 920°C 油冷の場合の寸法変化はかなり小であり長さ方向はCの増加によつて膨脹量が大となるが C 0.6% でも +0.12% 程度である。焼戻による収縮量も 300°C までは非常に僅かである。

(5) C量の増加によつて硬度・抗張力・降伏点は上昇するが靱性は低下する。焼戻によつてシャルピー衝撃値は 200°C に山を生じ 300~350°C に谷を生ずる。

Vの添加は衝撃値を向上し、また高温強度をも増大する。

終りに本研究の発表を許可された石原工場長に敬意を表します。(昭和 31 年 3 月寄稿)

文 献

- 1) 山中, 日下: 鉄と鋼 **40** (1954), No. 10 p. 1001~1007
- 2) Greninger, Troiano: Tr. ASM **28** (1940) p. 537
- 3) SAE Handbook (1954) p. 134
- 4) Kroneis, Gattringen, Ebner, Krainer: Arch. Eisenhüttw, **24** (1953), 7-8, S 333~349

電磁共振型疲労試験機による実物中空鋼の繰返強度に就て*

内 山 道 良**・関 不 二 雄**

ON THE FATIGUE TEST OF HOLLOW DRILL STEEL BY A FATIGUE-TESTING MACHINE OF ELECTROMAGNETIC-RESONANCE TYPE

Michira Uchiyama and Fujio Seki

Synopsis:

The authors investigated the fatigue strength of hollow drill steel rods under reversed bending, using an electromagnetic resonance type fatigue testing machine, as shown its block diagram in Fig. 1. 53 kinds of foreign and home manufactures are referred to the preparation of 10 kinds of test steels, whose chemical compositions, physical and mechanical properties are listed in Table 1~2.

Results obtained were as follows;

- 1) Fatigue limits of hollow drill steel rods showed 20~30 kg/mm². Those were not affected by the kind of steel, but largely by their method or heat treatment. (Fig. 2)
- 2) Steels with the troostitic micro-structure, of hardness around Hv 400, could obtain the maximum fatigue strength. (Fig. 3)
- 3) Surface conditions of hollow drill steel rods had a considerable influence on their fatigue strength.

* 昭和 30 年 10 月本会講演大会に発表 ** 三菱鋼材株式会社研究課

I. 緒 言

筆者らは嘗て各種中空鋼材の繰返打撃強度に関する研究を行つたが¹⁾²⁾、中空鋼そのものの疲労強度の測定はまだ前例もないので、今回その使用状態における繰返し曲げ強度について報告する。

II. 試料及び実験法

予備実験として、内外7ヶ国の新旧中空鋼 53 種類、すなわち

C工具鋼では、BLACK-DIAMOND・SKF・FOR-BACO・FJAB・KOL・MK・M651・-52・UHB15・RHB7 DUNELT・BC・OTTAWA・CRUSCA・SD1・XY5C・4XY5C・CY1・THROWAWAY・ALPINE・BLUE-LABEL・NOVO・SANDVIK・M851・LR・SD2・IRSOT・TH48L・TIMKEN・RHB9,

含VのC工具鋼では、MKE・CY2・SEV2,

軸受鋼では、OIL・LG・VIBRESIST・CAPITAL・19C10M・4KK1・HBL・PIONJÄR,

含Ni・CrのC工具鋼では、B-C-SPECIAL・PINK-LABEL,

構造用のNi-Cr鋼では、SNC1・KIR,

構造用のNi-Cr-Mo鋼では、T95・LIDICOAT・CHIPPEWA・QD3・CR2・CR3・JOHN-BEDFORD・NUSHANK,

という108本の素材あるいは完成ロッドについて、化学成分(ガス分析を含む)・結晶粒度・非金属介在物・顕微鏡組織・脱炭層・引張強度・衝撃強度・硬度・曲げ強度・繰返捻り強度・繰返曲げ強度・表面粗度および形状寸法に関する詳細な調査を行つた後³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾、つぎの試料を製作した。

試料は塩基性の電炉鋼でそれぞれ Table 1 の化学成分と Table 2 の諸性質を有する正しい形状寸法の22mm

六角中空鋼であり、長さを700mmに切断して試片とした。

また試験には、撓み振動の固有振動数が毎秒100~300回の磁性体で上記の試片に適用できる電磁共振型の曲疲労試験機を使用した。その原理は Fig. 1 に示すごとくである。

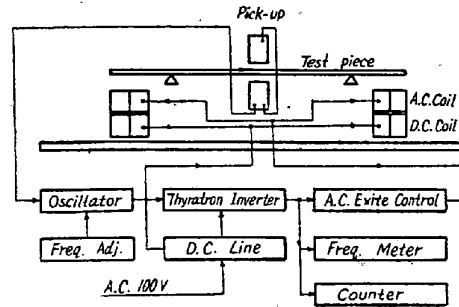


Fig. 1. Block diagram of a fatigue testing machine of electromagnetic resonance type

III. 実験結果

実験の結果は Fig. 2~3 に示すごとくであるが、これによれば

試片は黒皮状態であるにもかかわらず結果はよく揃っている。

中空鋼の曲疲労限は 20~30 kg/mm² であり、圧延ままのC鋼が 20~21 kg/mm²・圧延ままの合金鋼が22~24 kg/mm²・熱処理を施したC鋼および合金鋼がともに 26~30 kg/mm² となつている。

VやTiを添加した鋼種には大した特徴がない。

各鋼とも、圧延まま・低温焼鈍・焼入焼戻・と次第に疲労強度を増してゆくが、焼入操作で微粒パーライトの得られるものは焼入焼戻した場合と同等の疲労強度を示している。

疲労強度の最大値は Hv 400 内外に処理したものに

Table 1. Chemical compositions of samples.

Sample No.	Chemical compositions (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	B
1	0.80	0.28	0.50	0.018	0.014	—	—	—	—	0.15	—
10	0.64	0.25	0.48	0.024	0.018	—	—	—	—	—	—
9	0.74	0.23	0.24	0.021	0.038	—	—	—	0.08	—	—
2	0.38	0.33	0.70	0.020	0.008	3.18	0.76	0.39	—	—	—
3	0.32	1.11	0.36	0.016	0.019	—	1.36	—	0.13	—	—
4	0.21	0.80	0.91	0.028	0.015	0.28	2.30	0.25	—	—	—
5	0.85	0.26	0.28	0.020	0.013	—	1.11	0.26	0.25	—	—
6	0.55	0.35	0.85	0.025	0.018	—	0.72	—	—	—	—
7	0.55	0.30	0.88	0.035	0.010	—	1.10	0.22	0.17	—	—
8	0.62	0.35	0.96	0.016	0.024	—	0.57	—	—	—	yes

Table 2. Physical and mechanical properties of samples.

Sample No.	Surface roughness (μ)	Thickness of decarburized layer (mm)	Nonmetallic inclusions	Grain size	Heat treatments	σ_B (kg/mm ²)	ϵ (%)	φ (%)	ρ (kg/m ³)	Hv	
1	18	O.S.	0.06	A1.1 3 μ	Gg 6.5	R	95.2	16.4	21.3	2.1	272
						LA	91.3	16.4	23.6	2.7	252
		I.S.	0.02	B3.0 3 μ		Q	159.8	8.1	12.4	1.4	420
						T	138.7	12.8	20.2	2.7	344
						S	70.4	23.6	42.8	4.8	202
10	32	O.S.	0.15	A1.0 3 μ	Gg 5.4	R	73.6	16.0	27.4	3.8	214
						LA	72.3	16.4	27.4	3.4	209
		I.S.	0.04	B2.6 3 μ		Q	131.5	8.1	16.5	1.7	404
						T	113.2	14.4	25.8	2.7	328
9	20	O.S.	0.17	A1.8 3 μ	Gg 6.0	R	91.7	16.4	21.8	2.1	278
						LA	89.8	17.1	23.2	2.1	262
		I.S.	0.08	B3.1 4 μ		Q	143.2	8.1	15.3	1.4	409
						T	125.1	12.3	25.8	2.7	341
2	26	O.S.	0	A0.7 3 μ	Gd 7.2	R	145.4	11.5	28.2	4.3	436
						LA	98.4	23.6	63.8	13.3	273
		I.S.	0.01	B2.8 3 μ		Q	189.1	7.1	13.2	3.0	568
					T	128.2	16.0	42.3	6.1	381	
3	18	O.S.	0.05	A0.8 3 μ	Gd 6.4	R	84.0	25.5	64.6	11.4	236
						LA	81.8	29.4	64.6	11.8	232
		I.S.	0	B3.0 3 μ		Q	166.4	12.3	38.1	3.8	487
					T	159.2	14.4	42.8	4.8	441	
4	30	O.S.	0	A0.8 3 μ	Gd 6.6	R	125.0	19.8	45.4	9.1	385
						LA	104.7	21.3	52.7	12.7	298
		I.S.	0	B2.7 3 μ		Q	151.2	12.8	42.3	4.8	470
					T	133.3	16.4	49.6	6.8	391	
5	18	O.S.	0.06	A0.6 3 μ	Gd 5.6	R	135.5	12.3	26.2	1.0	404
						LA	107.3	16.4	44.8	3.7	291
		I.S.	0	B2.4 3 μ		Q	>193	<3	<7	0.5	736
					T	152.5	11.0	21.8	0.8	476	
6	20	O.S.	0.13	A0.7 3 μ	Gd 5.5	R	101.8	17.8	38.5	2.7	315
						LA	92.4	20.0	42.4	4.8	261
		I.S.	0.01	B2.9 3 μ		Q	>197	<4	<7	0.5	680
					T	131.8	12.3	35.5	2.7	371	
7	38	O.S.	0.15	A0.8 3 μ	Gd 6.2	R	134.5	9.4	21.3	2.7	381
						LA	96.6	16.4	40.3	4.8	285
		I.S.	0.01	B2.9 3 μ		Q	>196	<2	<15	0.5	695
					T	145.4	12.8	38.1	6.1	436	
8	32	O.S.	0.13	A0.8 3 μ	Gd 6.7	R	119.1	17.8	33.8	2.1	307
						LA	88.3	19.3	40.8	4.8	250
		I.S.	0.01	B2.7 3 μ		Q	>190	<4	<17	0.5	700
					T	123.4	15.6	38.1	2.7	357	

Rem. R : As rolled

LA : Annealed at low temperature (No. 4 at 600°C, other samples cooled in furnace at 650°C)

Q : As quenched (850°C, oil)

T : Hardened and drawn (Nos. 3 & 4 are drawn at 400°C, other samples at 500°C)

S : Spheroidized

O.S. : Outer surface

I.S. : Inner surface

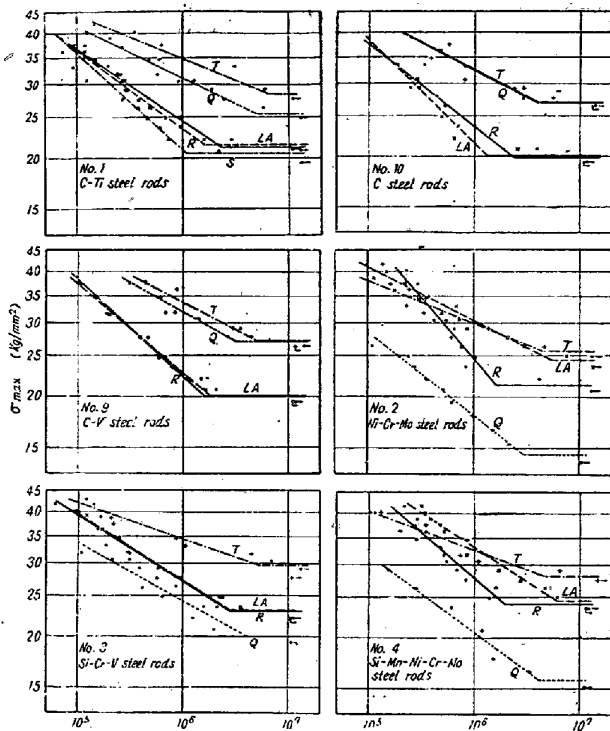


Fig. 2. S-N diagrams for hollow drill steel rods by reversed bending test.

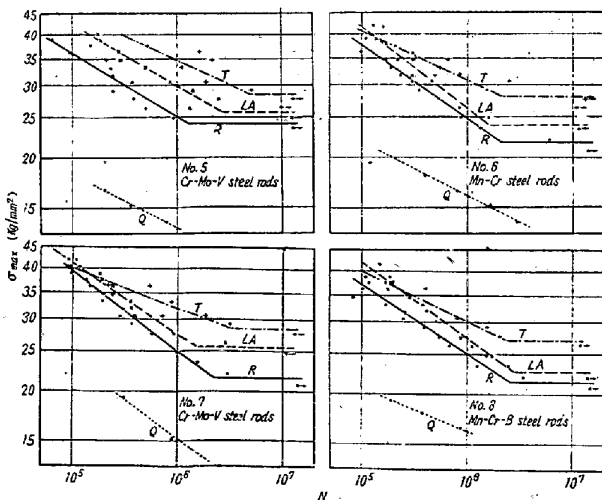


Fig. 2. (continued) S-N diagrams for hollow drill steel rods by reversed bending test

得られ、疲労限では・1-T・3-T・5-T・が、またさく岩時の寿命 60mn 附近における使用可能高応力では、2-R・4-LA・が最高の性能を示した。ということが明らかになった。

IV. 結 言

以上、多数の内外商品を参考とした新旧鋼種による実験でつきの結論を得た。

1. 中空鋼には工具鋼・構造用鋼に該当する多くのC

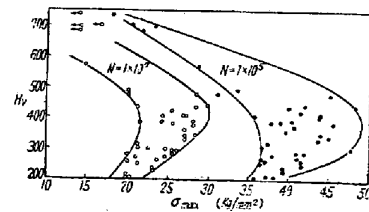


Fig. 3. Relation between hardness and fatigue strength of hollow drill steel rods.

鋼・合金鋼が使われているが、結果的には鋼種を限定する必要はない。又 30 kg/mm 以上の疲労限への期待は少ない。

2. 各鋼種ともトルースタイトまたはこれと類似の組織で H_v 400 前後の時の性能が最高である。(これは別に吟味する^{7)~15)})

3. 中空鋼の表面状態は寿命に関係するところ極めて大である。

本報の結果は前報²⁾と興味ある関係にあり、これは衝撃試験と疲労試験との特徴をそれぞれ現したものと解釈できる。終りに臨み本研究の一部は昭和 28 年度の通産省鉄工業研究補助金によつてなされたことを附記して感謝の意を表明する。(昭和 31 年 4 月寄稿)

文 献

- 1) 内山・関：三菱鋼材研究報告 50 号 (昭 26)
- 2) 内山・関：鉄と鋼, 2 (昭 27) 22
- 3) 内山・関：三菱鋼材研究報告 54-1 号 (昭 29)
- 4) 内山・関：三菱鋼材研究報告 54-2 号 (昭 29)
- 5) 関・阿部：三菱鋼材研究報告 54-3 号 (昭 29)
- 6) 内山・関：三菱鋼材研究報告 55-5 号 (昭 30)
- 7) H. J. Gough: The Fatigue of Metals (1926) 142
- 8) Houdremont, Mailänder: Kruppsche. Mh. (1929) 40
- 9) 日本学術振興会：金属材料 # I (昭13) 98
- 10) E. Siebel: Handbuch der Werkstoffprüfung- Die Prüfung der metallischen Werkstoffe (1939) 207
- 11) United States Steel Co.: The Making, Shaping and Treating of Steel (1951) 1407
- 12) 石橋：金属の疲労と破壊の防止 (昭29) 19
- 13) 大和久・栗原：鉄道業務研究資料 1 (昭30) 16
- 14) 大和久：鉄道業務研究資料 9 (昭30) 26
- 15) 富田・渡辺：日本機械学会, 昭 31 春季講演会 発表