

Table 2. Cold-sinking of the stainless composite steel pipe.

Steel	Gauge length (mm)		Elongation	
	Before sinking	After sinking	(mm)	(%)
Carbon steel	1047	1100	53	5.1
Stainless steel	1190	1252	62	5.2

差は 0.1% であつて外側炭素鋼部と内側ステンレス鋼部の伸びは実験誤差の範囲内で一致し、その接触面でのすべりはないことが実験的にも証明された。

4.5 製管試験と空引試験の引抜力

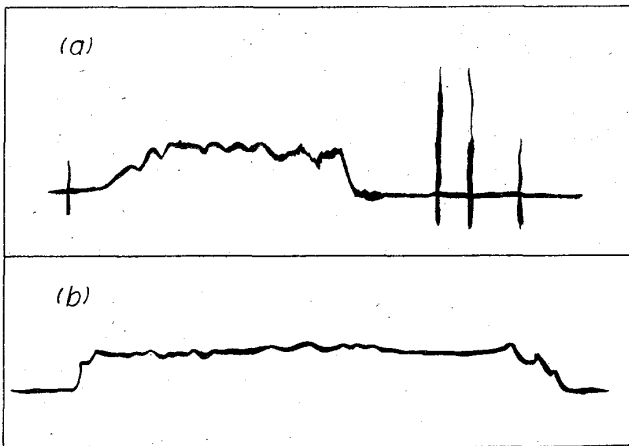
冷間引抜法による製管試験と空引試験の引抜力、引抜速度の抵抗線歪計によるオシログラフ測定結果を Fig. 3 (a) (b) と Fig. 4 に示す。

4.5.1 製管試験

Fig. 3 (a) は潤滑下地のみ (b) は潤滑下地に潤滑剤を施した場合で、引抜力の変動は (b) が小さいから潤滑状態が良いほど精度が高いとわかつた。

4.5.2 空引試験

Fig. 4 は引抜力の変動がなくて実験精度が高い。その原因は試験片に冷間引抜によつて製管されたままの組



(a) With lubricant. (b) With emulsion lubricant.

Fig. 3. Drawing forces of stainless composite steel pipes in the cold drawing process.

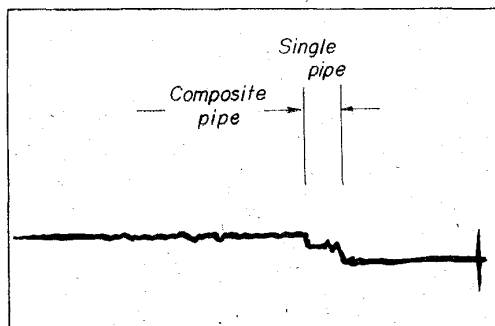


Fig. 4. Cold-sinking force of the stainless composite steel pipe.

合管を用いたためと解される。したがつて管引抜理論式の実験的検証などの場合、引抜力の高精度を要するときには、一度引抜いた管材をそのまま素材として繰り返し引抜けば引抜力の変動を無くし得る。

4.5.3 異型管の空引き

Fig. 4 に示す空引試験の管材は前方部を単一の炭素鋼管後方部を炭素鋼・ステンレス組合せ鋼管とする異型管である。

5. 結 言

(1) 冷間空引製管法による炭素鋼・ステンレス組合せ鋼管においては、外側炭素鋼部に内側ステンレス鋼部を固く緊定する自緊力が発生する。

(2) 一般に組合せ管の自緊力には次の実用公式が成立つ。

$$\sigma_{st} = f / (2\pi \mu t)$$

ただし $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{st} = \text{自緊力}, \mu = \text{摩擦係数} \\ t_1 = \text{外側部材肉厚} \\ f = \text{単位長さの管の接触摩擦力} \end{array} \right.$

(3) 自緊法による組合せ管は冷間引抜加工中にその接触面において相互にすべることはなく、単一管と同等の引抜加工性を有する。

(4) 冷間空引加工による組合せ管の製管法では曲面ダイスによれば内管の心金効果による外管の肉厚減少はない。

文 献

- 1) SCHEURER, GRÜNER & POMP: Stahl u. Eisen, 71 (1951) 15, p. 760
- 2) 藤津: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 2104
- 3) 藤津: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1052

(151) 冷間加工を施した 18Mn-Cr オーステナイト鋼の回転曲げ疲れ強さについて

日本製鋼所, 室蘭製作所

工博 渡辺 十郎・〇一岡 敏夫
本社技術部 阪部 喜代三

On the Rotating Bending Fatigue Strength of a Cold Worked 18Mn-Cr Austenitic Steel.

Dr. Juro WATANABE, Toshio ICHIOKA and Kiyozo SAKABE.

1. 緒 言

0.53 C-18 Mn-4.5 Cr オーステナイト鋼は冷間加工した高降伏強さの状態、機械部品特に電気機械部品に使用される。そこでその疲れ強さを冷間加工度をパラメーターとして、平滑および切欠試験片について求めた。

2. 供試材と実験方法

2.1 供試材

エルー式電気炉で溶解した 18Mn-4.5Cr オーステナイト鋼の 7t 鋼塊を 28mm ϕ \times 450mm に熱間鍛造し、1050°C \times 2hr 水冷の溶体化処理を施した。化学組成は Table 1 のとおりである。

Table 1. Chemical composition in wt.%.
 C Si Mn P S Ni Cr Cu Mo

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo
0.53	0.51	18.2	0.018	0.009	0.21	4.51	0.13	0.06

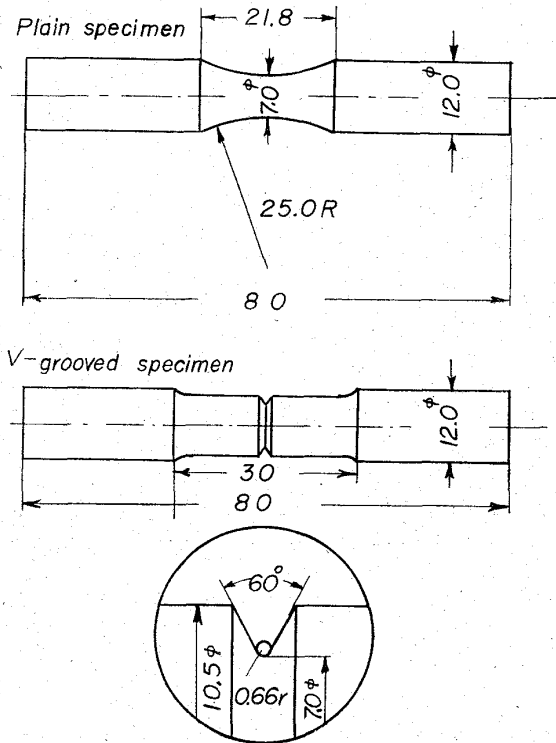


Fig. 1. Rotating bending fatigue test specimens.

試材の冷間加工は引張試験機で行ない、17mm φ の丸棒を引張して20および40% (伸び率で示す) の冷間加工を与えた。冷間加工に伴う引張性質の変化は Fig. 3 のとおりである。

2.2 疲労試験機と試験片

小野式回転曲げ疲労試験機 (3000rpm) を使用した。試験片の形状寸法は Fig. 1 のとおりであり、最小直径が7.0mm の平滑 (厳密には形状係数 1.04) およびV切欠 (形状係数 2.0) 試験片である。

このオーステナイト鋼は冷間加工硬化が著しいので²⁾、試験片の機械加工には細心の注意を払った。すなわち平滑試験片の仕上げとV切欠加工にはすべて研削を用い、試験片表面の加工変質層を最少限度に止めるように努力した。その結果、微小硬さ測定結果から判定すれば、加工変質層の深さは約 15μ、最外表面と内部との硬さの差は冷間加工しないもので $H_V=116$ 、冷間加工 40% のものでは $H_V=50$ であった。

3. 実験結果と考察

3.1 平滑疲れ強さについて

冷間加工度 0, 20 および 40% の試材の S-N 線図を Fig. 2 に示す。この結果からすると冷間加工をしていない材料は明瞭な耐久限度は示さないようであるが、冷間加工 20% 以上の材料については耐久限度が存在するようである。ここでは 10^7 hr 強度をもつて耐久限度と

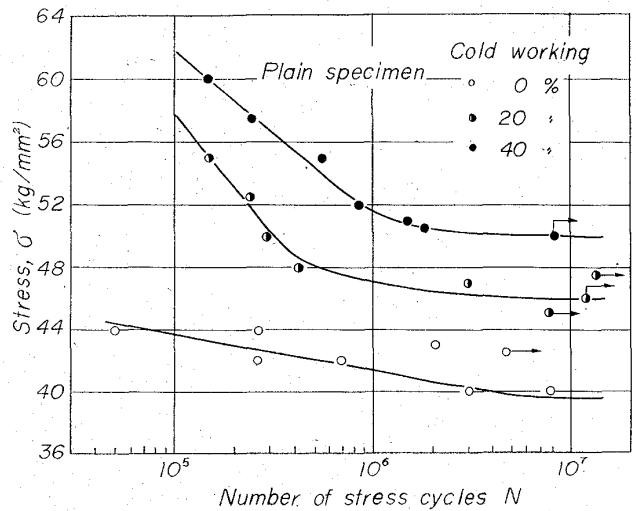


Fig. 2. S-N diagram of plain specimen.

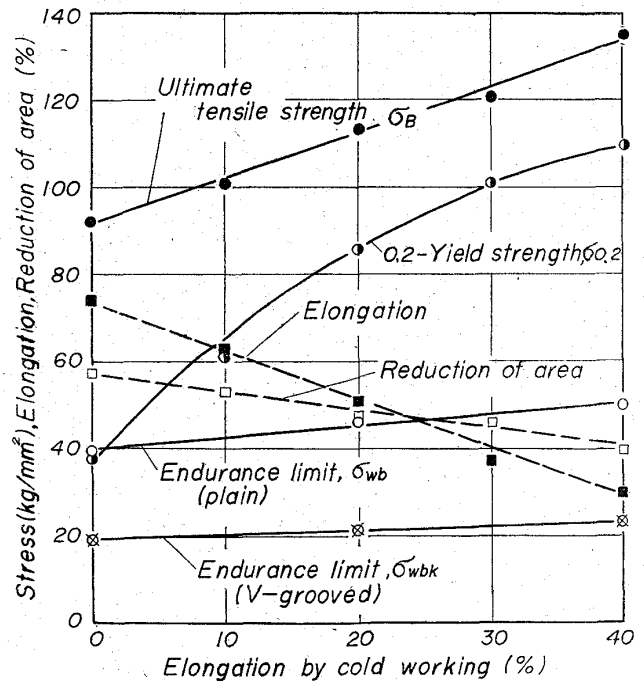


Fig. 3. Effect of cold working on mechanical properties.

一応見なしておく、その値はそれぞれ 39.5, 46.0, 50.0 kg/mm² と求められた。

冷間加工度と耐久限度との関係を図示すれば Fig. 3 のごとくである。この図について見ると冷間加工に伴い引張強さも耐久限度も上昇しているが、引張強さの増大率は引張加工率にほとんど一致した値を示しており、このことは加工した試験片についても加工前の直径に換算すれば、破断荷重はほぼ一定の値を示していることを意味する。ところが耐久限度の増大率は引張加工率に比べて若干小さい。すなわち耐久限度比 (耐久限度/引張強さ) と冷間加工率の関係は Fig. 4 に示す。とおりで、加工率の増大に伴い耐久限度比は若干低下する傾向が認められる。このことは加工前寸法を基準とすれば冷間加工によつて耐久限度が低下したことを意味し、引張加工により 1/4 サイクルの塑性疲れによる損傷を生じたと考

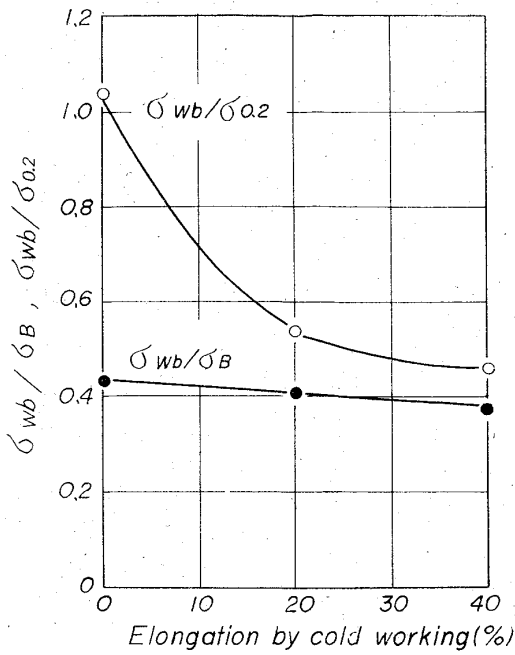


Fig. 4. Effect of cold working on endurance ratio.

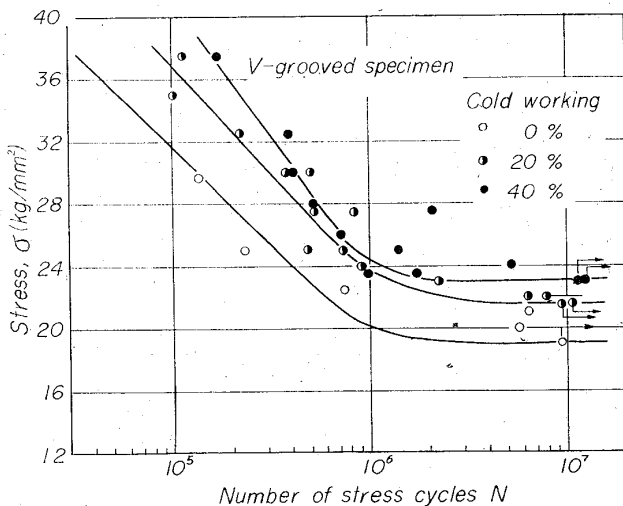


Fig. 5. S-N diagram of V-grooved specimen.

えることができよう。そうして加工率 40% の場合で耐久限度比の低下率は約 14% である。

なお、 10^5 hr 強度について見ると冷間加工の効果は 10^7 hr 強度 (耐久限度) よりもかなり顕著である。

3.2 切欠疲れ強さについて

形状係数 $\alpha=2$ の V 切欠試験片の S-N 線図は Fig. 5 のごとくであり、耐久限度 (10^7 hr 強度) は加工率 0, 20 および 40% に対して、それぞれ 19.0, 21.5 および 23.0 kg/mm² である。平滑疲れ強さとの比 (切欠係数 β) をとれば、それぞれ 2.07, 2.14, 2.17 であり、いずれも 2.0 より大きい値を示している、加工度が大きくなると若干増大する傾向がある。

フェライト鋼の小形試験片の場合には $\beta < \alpha$ となるのが一般的傾向であるが、このオーステナイト鋼では $\beta > \alpha$ となっている。これはこの 18Mn-Cr オーステナイト

鋼は加工硬化能が著しいために、切欠底における応力集中の緩和がおき難いことに原因するものと考えられる。

3.3 KRONEIS らの実験結果との比較

KRONEIS ら³⁾ は 0.7C-8.7Mn-3Cr-7Ni オーステナイト鋼について、冷間加工度を変えて平滑および切欠疲れ強さを求めているが、冷間加工度と平滑耐久限度比との関係は筆者らの 18Mn-Cr 鋼より若干小さいがほぼ同様の数値を示し、冷間加工に伴い低下する傾向も同様である。しかし切欠耐久限度については、筆者らの結果と著しく異なる傾向があり、冷間加工率の小さい場合には $\beta \ll \alpha$ となっている。この原因については明白な断定を下し得ないが、両実験の相違の原因は切欠の加工法の差にあるのではないかと推定される。

4. 総 括

電気機械部品に主に使用されている 0.53C-18Mn-4.5Cr オーステナイト鋼について、冷間加工度と回転曲げ疲れ強さの関係を実験し、検討した。その結果はつぎのとおりである。

1) 平滑耐久限度は冷間加工に伴い上昇するが、耐久限度比 (耐久限度/引張強さ) は逆に低下する。このことは引張加工による 1/4 サイクルの塑性疲れの影響と考えられよう。

2) 切欠耐久限度について、切欠係数 $\beta \cong$ 形状係数 α であつたが、加工に伴い β は若干大きくなる傾向を持つ。このオーステナイト鋼の場合、冷間加工硬化が著しいので切欠底での応力緩和が生じ難いのであろう。

3) KRONEIS らの 0.7C-8.7Mn-3Cr-7Ni 鋼の結果と比較すると、平滑試験片については大体同様の結果となつているが、加工度の小さい切欠試験片については、KRONEIS らが $\beta \ll \alpha$ となつている点で差がある。

文 献

- 1) R. A. BAUDRY & G. D. COOPER: Trans. Amer. Soc. Mech. Eng. Paper, (1964) 64, Met-11, p. 1
- 2) 渡辺, 荒木田, 本間: 日本機械学会論文集 (第 1 部), 27 (1961) 182, p. 1620
- 3) M. KRONEIS & R. GATTRINGER: Stahl u. Eisen, 81 (1961) 7, p. 431

(152) Cr-Mo 系ボイラー用鋼管の高温強度におよぼす Al の影響について

山陽特殊製鋼

工博 結城 晋・梶川和男・矢木敬二

On the Effect of Aluminium Concerning High Temperature Strength of Cr-Mo Boiler Tube.

Dr. Susumu YŪKI, Kazuo KAZIKAWA and Keiji YAGI.

1. 緒 言

ボイラーチューブの高温強度については、脱酸時の Al 添加量が影響することは広く知られているが、その