

Fig. 3. Relation between  $r_t$  and  $r_e$ .

レス成形性との関連をプレス成形部品について調査する方法を確立し、パイプ、ブロー・ホール、非金属介在物などの形状の外に大きさ、位置などの要因もプレス性に影響していることを確認した。

エッチピット法により求めた  $r$  値は非金属介在物などによる機械的性質の異方性が入つてこないためか引張試験による  $r$  値より高めの値を示した。

文 献

- 1) 岡本, 他: 住友金属, 14 (1962) No.2

669.14 = 620, 175, 251 = 669.4  
 (120) 炭素鋼の振り試験特性におよぼす鉛の影響

63310  
 八幡鋼管研究部 ○小 柳 明  
 金属材料技術研究所 工博 荒 木 透

1485 ~ 1487.  
 The Effect of Lead on the Torsion Test Characteristics of Carbon Steel.  
 Akira KOYANAGI and Dr. Toru ARAKI.

I. 緒 言

鋼中の鉛はその分散が微粒均一であれば鋼の熱間加工

性を害さないと考えられる。然しこれは疵の発生を主体とした定性的なもので定量的な変形能に関しては IHRIG<sup>2)</sup>の実験があるのみである。本報では振り試験機を用い低炭素鋼, 中炭素鋼の 800°C 以上での高温高速変形におよぼす鉛の影響を調べ, 併せて常温以上の  $\alpha$  域での各温度の高速振り変形における鉛の影響, 青熱脆性との関係を検討した。

II. 供試材および実験方法

供試材のうち低炭素鋼グループは別報“低炭素鋼の加工硬化歪時効におよぼす鉛の影響”で使用したものと全く同じで 10C, 10CF は  $\phi$ 22mm, H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub> は  $\phi$ 20mm の焼準材である。中炭素鋼の 45C, 45CF はそれぞれ 4t, 1.5t 鋼塊から圧延した  $\phi$ 130mm 材を  $\phi$ 22mm に鍛造後 850°C 油焼入 600°C 戻しを行なったもので Table 1 にその成分を示す。

振り試験機の性能は次のようなものである。

容量: 5 kg-m, モーター: 3 相誘導, 5HP,  
 試験回転速度: 180~2880 rpm 5 段変速

トルク, 2 次張力はストレンゲージ, スtrenメーターを用い破断までの振り回数は電池回路を点滅させ, この 3 現象を電磁オシログラフにより記録させた。

前記供試材より昇温試験用として平行部  $\phi$ 6mm x 20mm, 高温試験用は平行部  $\phi$ 8mm x 20mm, フィレットの曲率半径 6mm, 8mm の試験片を削り出した。昇温振り試験は 10C, 10CF は常温, 150°C, 250°C, 300°C, 400°C, 550°C, 650°C, 850°C の各温度で 45C, 45CF は常温, 250°C, 300°C, それ以上は 100°C 毎に 700°C までの各温度であつた。振り回転数は何れも 200 rpm である。高温振り試験は 10C, 10CF, 45C, 45CF 共 800°C, 900°C, 1000°C とそれ以上は 50°C おきに 1250°C まで,  $\phi$ 8mm 試験片で振り速度 2880 rpm で行なった。Pb% 以外は殆んど同一組成とみなされる H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub> は常温, 280°C, 1150°C で振り試験してチェックを行なった。

III. 実験結果

(1) 昇温振り試験

Fig. 1 にこれらの常温より 850°C までの各温度での昇温振り試験結果を示す。

一般に振りに要する最高トルクおよび破断までの回転数は含鉛鋼の方がやや少ない。殊に 700°C 以上では明らかに振り回数の差がみられる。低炭素系では 250°C 前後でトルクの低下がみられ, 低炭素, 中炭素系共 300°C ~ 550°C 付近までに含鉛によるトルクの明瞭な低下が認められるが振り回数は向上しているものもある。H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub> の常温での振り回数は無鉛の H<sub>1</sub> が含鉛の H<sub>2</sub> ~ H<sub>4</sub> より少し多いようである。280°C では逆に H<sub>4</sub> は H<sub>1</sub> よりやや振り回数多くトルクは大体 Pb% の増加と共に減少する。

Table 1. Chemical analysis of specimens.

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Pb	Sol Al	$\Sigma N$
S45C	0.47	0.25	0.67	0.013	0.007	0.17	0.15	0.10	—	0.004	0.006
S45CF	0.46	0.29	0.72	0.014	0.028	0.12	0.14	0.06	0.20	0.015	0.018

(2) 高温振り試験

800°C ~ 1250°C での各温度における振り試験結果を Fig. 2 に示す。

この場合も最高トルクは一般に含鉛鋼の方が低い。破

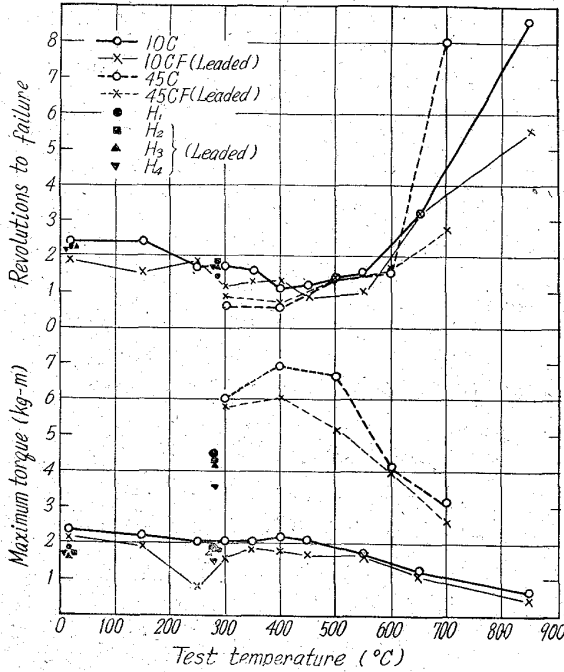


Fig. 1. Ductility/temperature, maximum torque/temperature curves of leaded and non leaded specimens.

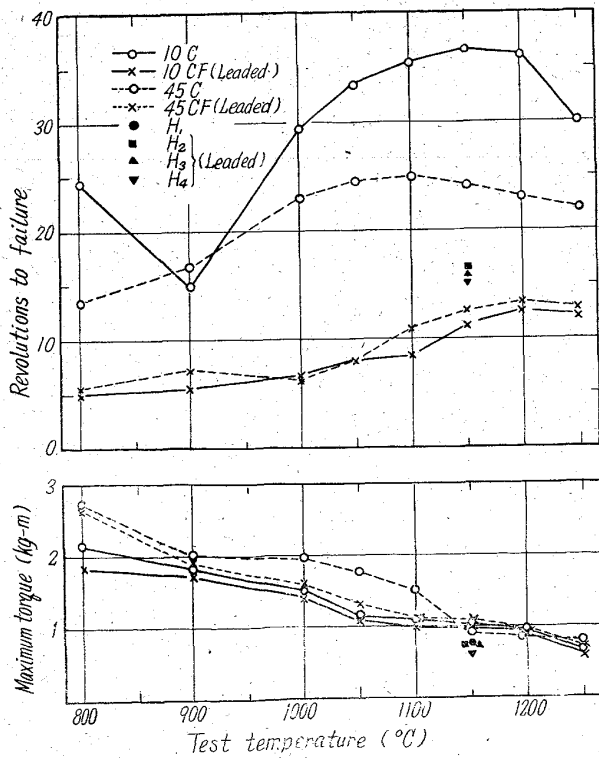


Fig. 2. Ductility/temperature, maximum torque/temperature curves of leaded and non leaded specimens.

断までの振り回数は含鉛によつて著しく減少し特に低炭素系の差は甚だしい。10C の 900°C での振り回数の谷は  $\alpha + \gamma$  2 相組織に起因すると考えられるが 10CF および中炭素系には明瞭な谷が認められないのは Pb や C などの影響の方が大きいためであろう。1150°C での  $H_1 \sim H_4$  の結果から明らかなようにトルク、振り回数は無鉛の  $H_1$  が最も多く含鉛の  $H_2 \sim H_4$  は少ない。しかも

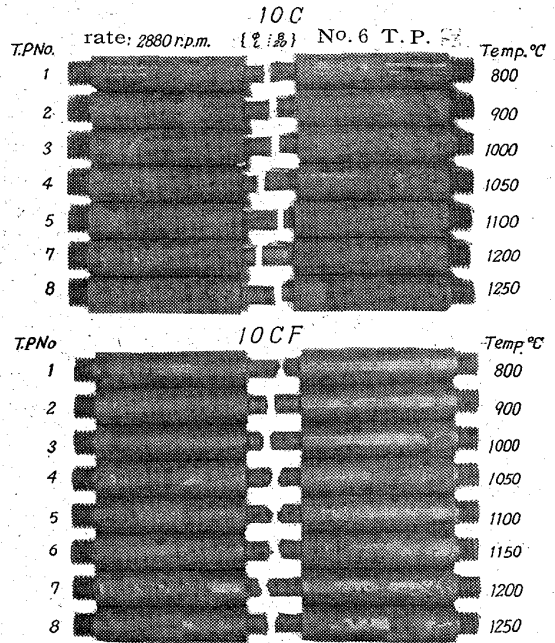


Photo. 1. Failed test pieces of non leaded 10C, leaded 10CF after hot torsioned.

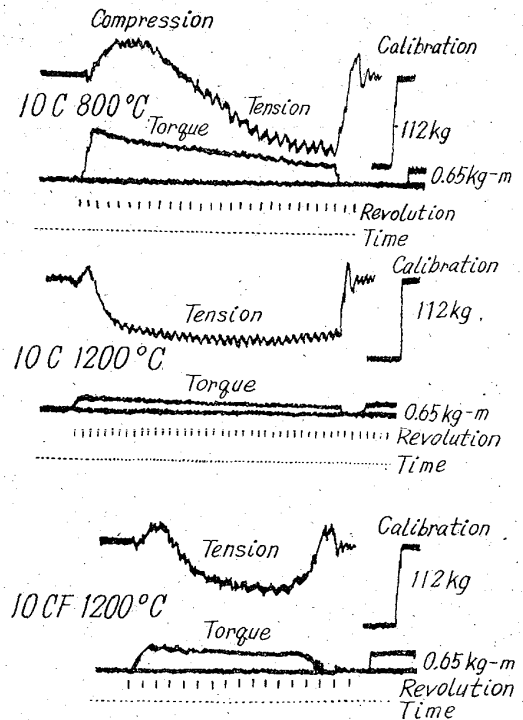


Fig. 3. Torque-revolution, tension-revolution curves of 10C(non leaded), 10CF(lead) on hot torsion test.

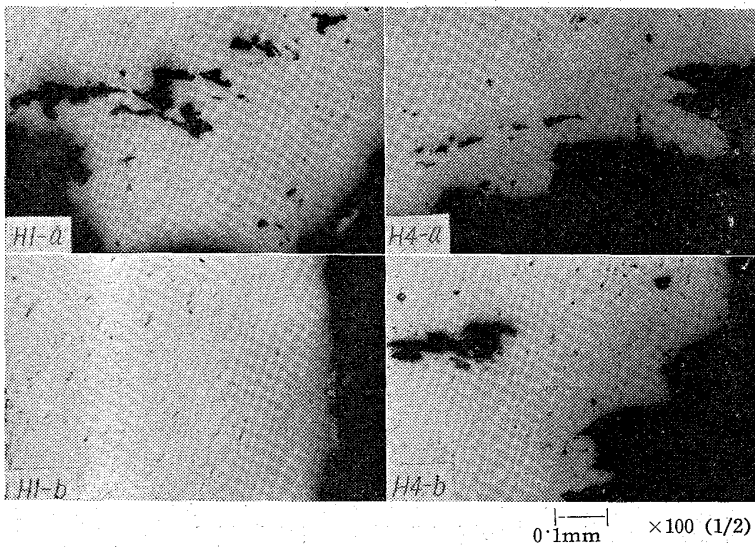


Photo. 2. Cracks or voids of specimens H<sub>1</sub>(non leaded), H<sub>4</sub>(leaded) after twisted at 1150°C.

Pb% の順になつてゐる。

また含鉛鋼は 1000°C 以上の試験では破断部以外に熱間割れが認められるが無鉛鋼にはこれは認められない。その一例を Photo. 1 に示す。

IV. 鉛の影響についての考察

昇温および高温試験共に含鉛によるトルクの低下がみられるがその程度は 250°C 前後および 400°C ~ 500°C の間が大きい。200 rpm の振り速度は普通の引張試験などに比してその変形速度は大きく従つて青熱脆性は昇温衝撃試験程ではないがかなり高温側にずれると考えられ 400°C ~ 500°C でのトルク値の差は青熱脆性の差によるものであろう。250°C 前後のトルク値の差は鉛の溶解現象も関連すると考えられる。高温振り試験は振り速度が更に早く 2880 rpm で含鉛によるトルクの減少に比し振り回数の低下は著しい。一般に鋼が熱間振り加工をうけると剪断応力以外に低温域では 2 次圧縮応力、高温域では 2 次引張応力をうける<sup>3)</sup>。Fig. 3 にオッシログラフによるトルク、2 次圧縮、引張応力の 1 例を示す。

鋼中の金属介在物としての鉛は剪断応力と 2 次引張応力の加わる高温域ではこれが起点となつて口をひらき剪断応力の高い表面にクラックが発生すると考えられる。Photo. 2 は H<sub>1</sub>, H<sub>4</sub> の 1150°C での試験後の破断部、平行部縦断面のクラックの状況の 1 例で含鉛の H<sub>4</sub> は平行部表面より少し内部に入った所にもクラックが認められる。

高温域での 2 次引張応力のかかる時間が含鉛鋼は疵発生のため短かくまた引張応力値も低く振り回数の著しい低下と対応している。

剪断応力と 2 次圧縮応力の働く低温側では鉛粒はボイドとして口をひらかず従つて振り回数も無鉛鋼と大差はないのであろう。

文 献

- 1) 荒木, 小柳, 大橋: 鉄と鋼, 42 (1956) 3, p.356
- 2) H. K. IHRIG: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met & Pet. Eng., 167 (1946) p. 749~790

3) 両角: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 323~325

669.14-124.2-153-462  
 620.172.251-620.178.152  
 (121) 341-620.178.7-620.186-669.9

含鉛および無鉛低炭素鋼管の冷牽加工度と衝撃遷移温度について 63311

八幡鋼管研究部 1487~1489  
 ○小柳 明  
 金属材料技術研究所  
 工博 荒木 透  
 八幡鋼管研究部  
 大島 弘

On the Cold-Draw Reduction and Impact Transition Temperature of Leaded and Non-Leaded Low Carbon Steel Tubes.

Akira KOYANAGI, Dr. Tōru ARAKI and Hiroshi ŌSHIMA.

I. 緒 言

著者の 1 人は先に Si-Mn 系 Al キルド鋼管の冷間加工が低温衝撃特性におよぼす影響について調査した際、ある冷間加工度 (20% 前後) で破断遷移温度が最高または飽和値に達することを認めた。本報では S10C の冷牽鋼管について縦方向のみならず横方向でもこの現象が認められるかを確認し同時に含鉛の S10C F 冷牽鋼管についても比較実験を行ない原因の検討を行なつた。

II. 供試材および実験方法

Table 1 のごとき化学成分の φ130mm 管材よりマンネスマンプラグミル方式で外径 139.8mm 肉厚 10mm 長さ約 4m に定型仕上げした鋼管を 900°C で焼準し冷牽素管とした。これを中間焼鈍なしで Table 2 のごとき累積的に冷牽し各圧下率ごとに供試管約 400mm を採取した。

Table 2 の○印の圧下率の供試管ごとに縦方向より JIS 12 号試験片および 5×10×55mm の V ノツチシャルピー試験片を、横方向より 2.5×10×45mm の V ノツチ準シャルピー試験片を採取した。引張試験は常温で、衝撃試験は主に -80°C ~ +40°C の間の各温度で行なつた。引張衝撃試験は冷牽のまま、250°C 時効、650°C 焼鈍の各試料につき行なつた。なお硬度、マイクロ組織も併せて調査した。

III. 実験結果ならびに考察

(1) 引張試験および硬度測定結果

Fig. 1 に 10C, 10C F の圧下率と各熱処理における硬度、引張強さ、伸びとの関係を示す。引抜きのまま、250°C 時効での引張強さ、硬度の上昇は 10C F の方が少なく含鉛による加工硬化、歪時効の緩和が認められる。冷牽の際、ダイスやプラグとの摩擦による温度上昇がかなりあり冷牽のままでも結果として歪時効、局部的には応力時効が促進される。10C の 250°C 時効で硬度上昇が少ないのはこのためであらう。伸びも冷牽のままの状態では冷牽率 17% までは 10C F の方が大でそれ