

620.192.45=620.172.2:539.22
 (122) 快削性金属介在物を分散する炭素鋼の昇温時の材料強度と異方性について 633/2

金属材料技術研究所 1490~1492
 工博○荒木 透・谷地 重男

An Anisotropic View of Material Strength of Carbon Steel Dispersed with Free-Cutting Metallics when Tested at Elevated Temperature.

Dr. Toru ARAKI and Shigeo YACHI.

I. 緒言

快削鋼の青熱せい性域付近における機械的性質とその介在物および方向性との関係などその挙動にはまだ明らかでない点が多い。本実験では炭素鋼に対する鉛、銀その他快削性金属介在物の分散が引張試験における材料強度、靱性上におよぼす影響について研究しあわせて昇温状態での異方性についても検討した。

II. 試料の調製と予備実験

1) 10kg 高周波誘導炉 (30kVA) でマグネシア製ルッポを使用して軟鋼ベース材と加炭剤をアルゴン気流中で溶解した。0.43% 炭素鋼に成分調整脱酸後 1600°C で快削性元素を添加し約 2mn 後の 1570°C 前後で鑄込 5.5kg 丸型鋼塊とした。化学成分は Table 1 の通りである。鋼塊は 1150°C に加熱エアハンマーで 20mm φ (鍛造比18)に鍛造し 16mm φ に荒旋削後 850°C に加熱 20mn 保温後水焼入を行ない (HrC~45), 続いて 650°C で焼戻した (HrC 12~14 狙い)。引張試験片は平行部径 6mm φ 平行部 36mm と 1.2mm φ ×7mm の縦方向 (L) 横方向 (T) を採取して平行部は最終。04エメリーパーパーで入念な仕上げをした ($h < 0.5 \mu$)。

2) 別個に鉛および銀の分散挙動を系統的に調べるためタンマン炉で同種材料によつて 400g を溶製した。前記と同様要領により鍛造比 4 および 20 とし検鏡試料を採取した。化学分析結果を Table 2 に示した。

3) 分散の確認法についての予備実験

検鏡試料の研磨法は前報¹⁾の要領により最終ミクロクロースにてアンモニア性アルミナ水により入念にたく磨しピロードクロスにてさらに低速で水たく磨を行ない仕上げ検鏡用とした。顕微鏡的鉛および銀粒の検出確認法として etch 法, 加熱法²⁾, X線マイクロアナライザーを併用した。まず前項 2) の試料について 1000 倍の顕微鏡にて (1 視野 9025 μ^2) 鉛, 銀の平均直径 ($r = \sqrt{ab}$ ただし a, b は介在物の短長径をあらわす) を 1 ミクロンづつの範囲の群に別つて分布を測定し, 鍛造と分散個数分布の関係を調べ Fig. 1 に示した。

以上の測定結果より鉛の分散頻度においては T-1, T-2 では 1.5 μ の粒子が 1mm² 当り 200 個前後あり, 5 μ 以上のものは殆んどなく大体似た分布を示し, 1.5 μ 中心の粒子が最大の分布頻度である。鍛造比を増すとこれらはさらに微粒側へ移行する。鉛の少ないものではアナライザーによる確認によると銀との合金の粒が見られ 2~3 μ が最大分布を示すが鍛造比が増加するにつれて 1.5 μ 中心のものに移りし分布頻度も大となっている。なお 1 μ 以下の鉛, 銀粒子については 1000 倍にて確認された数値の外実際には未確認のものがまだ存在すると考えられる。T-3 においては鉛, 銀とも典型的な粒度分布の鍛造による微細化が見られた。T-4 の銀の値が若干異常であるがこれは銀に対し添加温度が低いため鋼塊の上部より取つた試料に粗粒の偏在が見られたためである。全粒の表面積と体積の比 $\Sigma S / \Sigma V$ の値を示し以つて顕微鏡によつて観察した粒子の分散の度合を相対的に代表させると鍛造による分散度の向上が定量的に判断される(図省略)。

III. 実験結果ならびに検討

1) 上述の実験により鋼中の鉛, 銀単独の場合および複合添加の場合の挙動を知つたので同様に HPb 以下の材料試験片についても以上の知識を用いてこれら分散粒が鍛造後 2 μ 以下を中心とする微細分散形式の介在物を有する組織であることを確認した。ただし HPb-S については通常のごとく鍛造方向に伸びた Mn 硫化物系介

Table 1. Chemical composition of H series sample melted with H. F. furnace.

Sample	Composition %	C	Si	Mn	Al	Pb	Ag	Bi	S	Mo
H base		0.40	0.21	0.81	0.004	—	—	—	~0.01	—
H Pb		0.43	0.38	0.77	0.001	0.20	—	—	〃	—
H Ag		0.46	0.37	0.70	0.001	—	0.16	—	〃	—
H Bi		0.46	0.36	0.70	0.001	—	—	0.04	〃	—
H Pb-Ag		0.42	0.37	0.68	0.001	0.16	0.08	—	〃	—
H Pb-Bi		0.50	0.38	0.77	0.007	0.06	—	0.04	〃	—
H Pb-S		0.42	0.38	0.72	0.007	0.04	—	—	0.262	0.44

Table 2. Chemical composition of T-sample by Tammann furnace.

Sample	Composititon %	C	Si	Mn	Pb	Ag
T-1		0.44	0.30	0.59	0.19	—
T-2		0.43	0.24	0.50	0.15	0.07
T-3		0.40	0.25	0.50	0.11	0.18
T-4		0.42	0.21	0.53	—	0.20

在物が多量に存在している。その他の酸化物系介在物については平均して良好な品位のもの認められた。

2) 各温度における引張試験はオルゼン型およびシュブナール型試験機によつて応力歪曲線を記録しつつ行なつた。ベース材に対して鉛, 銀および着鉛などを単独または複合添加した場合の昇温状態における引張試験の結果を縦(L), 横(T)両方向を対比して示した。まず L 方向については単独の銀はほとんど影響をおよぼさず鉛は

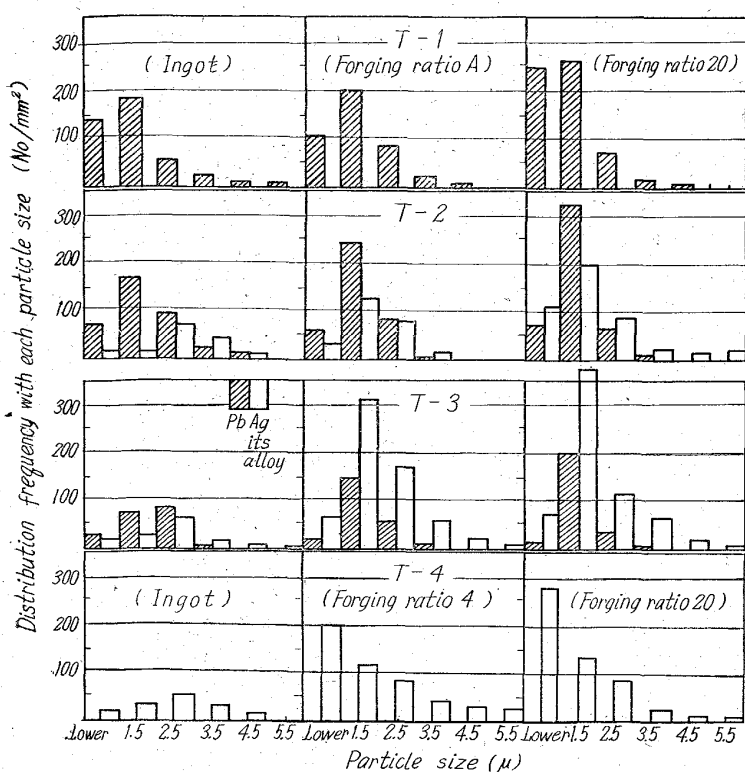


Fig. 1. Lead and silver particle distribution in relation to forging ratio.

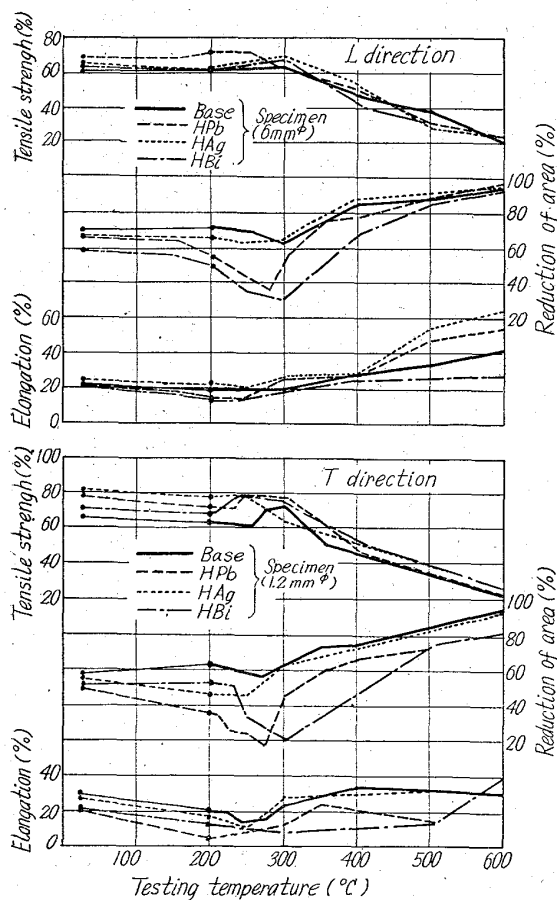


Fig. 2. Effect of dispersed lead, silver and bismuth on tensile properties of carbon steel at elevated temperatures.

275°C ~ 300°C において絞り値に著しい低下が見られ、これは蒼鉛の場合には添加量に比べてより著しい。T方向については以上の影響がさらに大きく表われ伸びにも若干の変化が見られる。一方複合添加の場合には以上に述べた単独の影響がほぼ相加的に作用していることが見られる。硫化物の影響は傾向をさらに強める方向に作用することが見られる。T方向においては延伸された硫化物により特に全般的な伸び絞りの低下が著しくなつてかえつて鉛の影響は不明確である。

IV. 総括および考察

本実験にみられたごとく、構造用鋼に対する各種快削性金属介在物の材料強度に対する影響としては青熱脆性域の近辺におけるものが重要である。得られた結果について、含有量ひいては分散分布量当りにその影響をみてみると蒼鉛、鉛、銀の順に悪影響は少くなる。とくに銀の分散がミクロン以下を中心とする微細分散においては単独での材料えの悪影響はみられず異方性についても各温度について無添加のベース材と同等と考えてよいであろう。常温および550°C以上では鉛の微細分散によつての異方性は増さないが 275°C ~ 300°C の絞り値の低下は既知知られている通り顕著である。蒼鉛は含有量

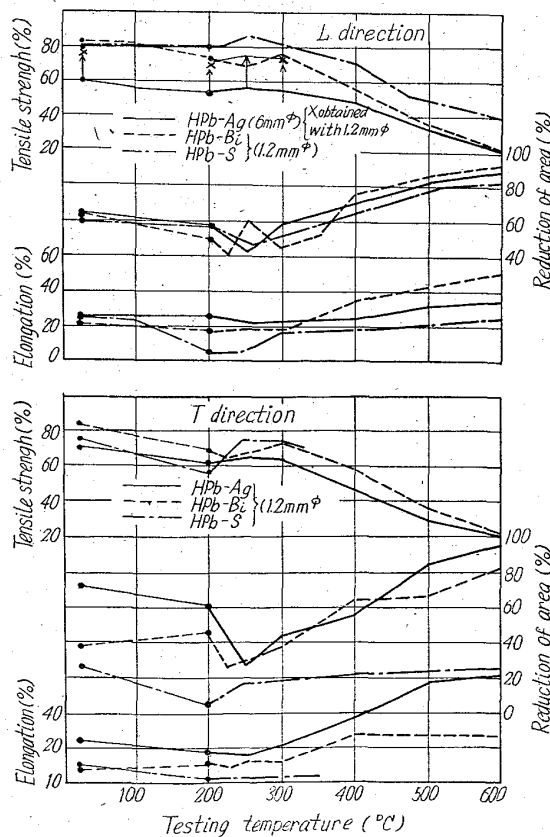


Fig. 3. Effect of duplex addition of lead and other free cutting additive on tensile properties of carbon steel at elevated temperatures.

が少いにかかわらず同等以上の傾向を示す。伸びはこの実験の応力-歪み曲線を精査した処によると絞りを除外した均一伸び率には何れもL方向について大きな影響は認められなかつた。絞りのみが300°C 辺の温度で低下し同時に著者の他の実験によれば疲労限、転動寿命²⁾などにこの辺の温度の影響が著しく見られるのは鋼の歪硬化および時効特性と関係しているものと判断される。すなわち局部絞りにより歪時効硬化が著しくなる段階において液状の Pb, Bi などの介在による微視的歪緩和作用が働く。また同時に応力集中部における微小空隙内の融解体とマトリックスとの界面張力の低下による潤れ現象も内部切欠きを促進する効果が考えられる。この場合 Pb, Bi あるいは複合物の融点(微粒の場合は bulk より若干低下している)と脆性温度との関連も一つの見方を与えるが、含鉛の場合その温度範囲が広がっていることは注目される。銀は固体粒として作用するために以上の効果が見られないと考えられるが鉛と複合した場合には当然鉛と同様の挙動を示した。含硫黄系においては硫化物による異方性強調が以上の金属性介在物よりはるかに著しいものであるため同時に存在する鉛粒の効果がかくされた結果をえた。

文 献

- 1) 荒木透, 他: 鉄と鋼, 44 (1958) p. 1097
- 2) 荒木透, 他: 鉄と鋼, 43 (1957) p. 357
- 46 (1960) p. 1379

669,14,018,252,2 = 669,154-194
 = 620,172,2 = 620,178,39

(123) 鉛快削鋼の疲労特性

(鉛快削鋼の研究—X)

大同製鋼研究所 63313
 工博 浅田千秋・○藤原達雄・福井彰一

The Fatigue Property of Leaded Free-Cutting Steel. 1492~1494

(Study on the leaded free-cutting steel—X)

Dr. Chiaki ASADA, Tatsuo FUJIWARA and Shoichi FUKUI.

I. 緒 言

鋼の機械的性質を損うことなく被削性を向上するために鉛を添加することが行なわれるが、鉄に固溶しないで微細な粒として分散する鉛は非金属介在物と同様に鋼が外力を蒙つた時に応力集中源として作用することが考えられる。疲労強度のごとく応力集中により鋭敏に影響される特性に対して鉛が普通の非金属介在物と同様の挙動を示すかどうかは実用上検討しておく必要がある。

この問題に関し従来にも多くの研究結果があるが、わ

れわれは鋼の切欠感受性との関連において鉛粒が切欠作用を示す可能性があるという見地に立つて鉛添加鋼の疲労特性を無鉛鋼のそれと比較して行なつた実験の結果について報告する。

II. 供試材および試験方法

供試材は Table 1 に示すごとき化学成分の強靱鋼および肌焼鋼である。

強靱鋼は熱間圧延により 18mm φ の丸棒とし、850°C 油焼入後各種の温度で焼戻して小野式回転曲疲労試験を行なつた。また肌焼鋼は厚さ 8mm, 巾 100mm の板とし、これより圧延方向および直角方向の試験片を切出し、ガス滲炭焼入焼戻を行なつてシエンク式平面曲疲労試験に供した。

回転曲疲労試験は 1800 または 3000 rpm, シエンク式平面曲疲労試験は 2900 rpm の応力繰返速度で常温で行なつた。

III. 実験結果

SCM 3 および SCM 3F で焼戻温度を変えた場合の機械的性質の変化を Fig. 1 に示す。鉛添加の有無に拘らず焼戻温度 200°C 以上では引張強さは焼戻温度の低

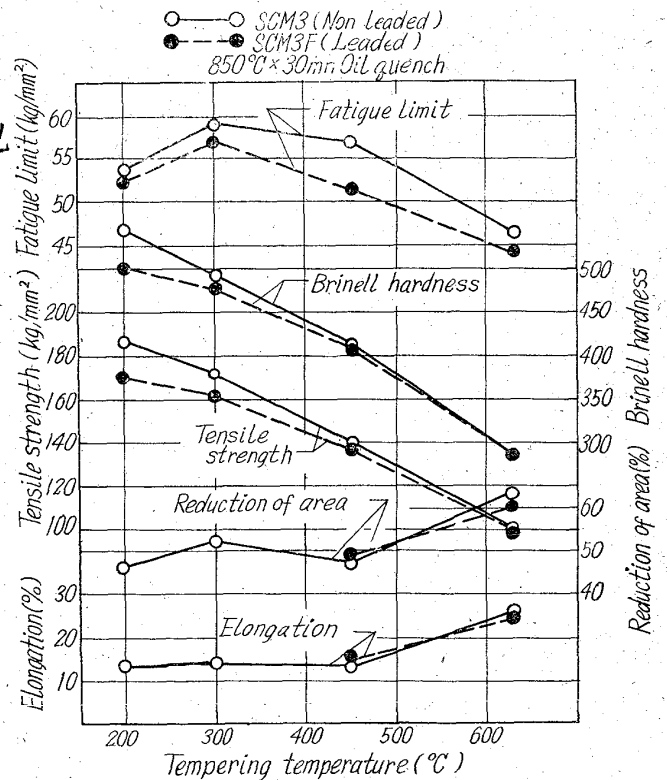


Fig. 1. Relations between tempering temperature and mechanical properties.

Table 1. Chemical compositions. (%)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Pb
SCM 3	0.36	0.26	0.76	0.016	0.010	0.19	0.10	1.02	0.18	—
SCM 3 F	0.35	0.24	0.75	0.019	0.013	0.19	0.12	1.02	0.19	0.15
SCM 22	0.20	0.23	0.72	0.015	0.019	0.19	0.12	1.01	0.19	—
SCM 22 F	0.19	0.24	0.74	0.011	0.010	0.19	0.17	0.99	0.21	0.17