

Fig. 3. Comparison of creep-rupture strength of heat-resisting steels at 700°C.

または Ta-B を組合せて添加することにより、比較的少量の添加元素によつて、従来の 316, 321, 347 などが 650°C で示すと同程度のクリープ被断強度を 700°C において有する材料が得られることが明らかとなった。

これらの材料は、今後さらに熱間加工性、溶接性などの点について検討を加える必要があるが、超臨界圧ボイラー用鋼管材として極めて有望であると考えられる。

(161) 18-4-1 型高速度鋼におよぼす P, S, N, Sn, As の影響

日本特殊鋼

相沢 力・○鈴木 正之

Effects of P, S, N, Sn and As on 18-4-1 Type High Speed Steel.

Tsutomu AIZAWA and Masayuki SUZUKI.

1. 緒言

高速度鋼に混入する不純物については従来から多くの人々によつて研究されて来た。小柴¹⁾は 0.02%~0.06%

までの N を研究し、0.04% 以上で切削耐久力を減少すると述べている。一方 Sn について、小柴^{2)~4)}は 0~3% までを調査し 1% 以上の Sn は急激に耐久力を減少する。ことに 2% 以上はいちじるしいと述べ、FRENCH & DIGGES⁵⁾⁶⁾も Sn は 0.5% まではたいした影響を示さないと記しているのに対し、佐藤⁷⁾は 0.07% 付近より急激に衝撃値を低下し、切削耐久力は Sn が 0.04% で約 3/4 に低下すると述べている。また As についても、小柴¹⁾はその量を増すほど耐久力を低下し、0.2% 以上はいちじるしいと報告している。FRENCH & DIGGES⁵⁾⁶⁾, GILL & FROST⁸⁾は、As, Sn はその量を増加すると結晶粒を微細にする。材質を脆くするなど述べている。しかしいずれも不純物が多量に含有されたものが多く、ごく微量に混入した場合について研究されたものはほとんど見当たらない。また、P, S は鋼質を劣化させるものとして極力その混入を避けているが、その研究報告はわずかである。そこで著者は SKH2 について、通常、溶解において混入して来るとされる不純物の中から、特に、切削性に影響をおよぼすと考えられる P, S, N, Sn, As について、これらが単独で微量混入した場合の機械的性質におよぼす影響を調査したので、その結果を報告する。

2. 供試材および実験方法

2.1 供試材

35 kVA 高周波誘導炉により溶製した 8kg Ingot を 12mm φ, 15mm φ に鍛伸し、これを焼鈍した後、各実験に供した。これらの化学成分を Table 1 に示す。

2.2 実験方法

上記焼鈍材の 12mm φ より静的曲げ試験片 8mm φ × 100mm を、15mm φ よりシャルピー衝撃試験片および切削耐久試験用バイトを作製した。焼入は塩浴炉を用い浸漬時間を 3min とし、油中焼入を行なった。焼戻は各供試材とも 1 hr 保持 2 回繰返しとし、保持後空冷を施した。靱性の判定についてはねじり試験⁹⁾、無溝衝撃試験などもあるが、本実験では広く用いられている静的曲げ試験¹⁰⁾、およびシャルピー衝撃試験を採用した。静的曲げ試験は支点間距離 80mm、巾 30mm の 2 点荷重式試験機をアムスラー試験機で負荷し、破断までの荷重および撓み値を測定した。シャルピー衝撃試験につい

Table 1. Chemical composition of specimens (in wt.%)

| Designation | C | Si | Mn | P | S | Cr | W | V | N | Sn | As |
|-------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|--------|----|----|
| STD (S 1) | 0.77 | 0.30 | 0.48 | 0.005 | 0.017 | 4.08 | 18.36 | 0.95 | 0.0164 | — | — |
| P 1 | 0.76 | 0.29 | 0.48 | 0.008 | 0.016 | 4.08 | 18.00 | 0.97 | 0.0152 | — | — |
| P 2 | 0.76 | 0.30 | 0.50 | 0.026 | 0.016 | 4.11 | 17.92 | 0.95 | 0.0170 | — | — |
| P 3 | 0.78 | 0.31 | 0.50 | 0.036 | 0.016 | 4.05 | 17.84 | 0.97 | 0.0170 | — | — |
| S 2 | 0.76 | 0.29 | 0.50 | 0.006 | 0.027 | 4.03 | 17.82 | 0.96 | 0.0170 | — | — |
| S 3 | 0.75 | 0.29 | 0.50 | 0.006 | 0.045 | 4.03 | 17.85 | 0.99 | 0.0189 | — | — |
| N 1 | 0.76 | 0.29 | 0.48 | 0.006 | 0.012 | 4.11 | 17.64 | 0.99 | 0.0365 | — | — |
| N 2 | 0.78 | 0.30 | 0.48 | 0.006 | 0.013 | 4.27 | 17.83 | 1.03 | 0.0399 | — | — |
| N 3 | 0.72 | 0.28 | 0.48 | 0.006 | 0.014 | 4.06 | 17.98 | 0.88 | 0.0741 | — | — |
| Sn 1 | 0.74 | 0.32 | 0.52 | 0.009 | 0.015 | 3.99 | 17.99 | 0.98 | 0.0140 | — | — |
| Sn 2 | 0.74 | 0.29 | 0.49 | 0.006 | 0.014 | 3.99 | 18.03 | 0.97 | 0.0160 | — | — |
| Sn 3 | 0.74 | 0.28 | 0.49 | 0.006 | 0.014 | 3.99 | 18.00 | 0.97 | 0.0090 | — | — |
| As 1 | 0.75 | 0.29 | 0.49 | 0.008 | 0.017 | 4.19 | 18.28 | 0.96 | 0.0110 | — | — |
| As 2 | 0.76 | 0.28 | 0.52 | 0.009 | 0.014 | 4.06 | 18.00 | 0.97 | 0.0110 | — | — |
| As 3 | 0.74 | 0.36 | 0.49 | 0.010 | 0.014 | 4.13 | 17.87 | 0.96 | 0.0130 | — | — |

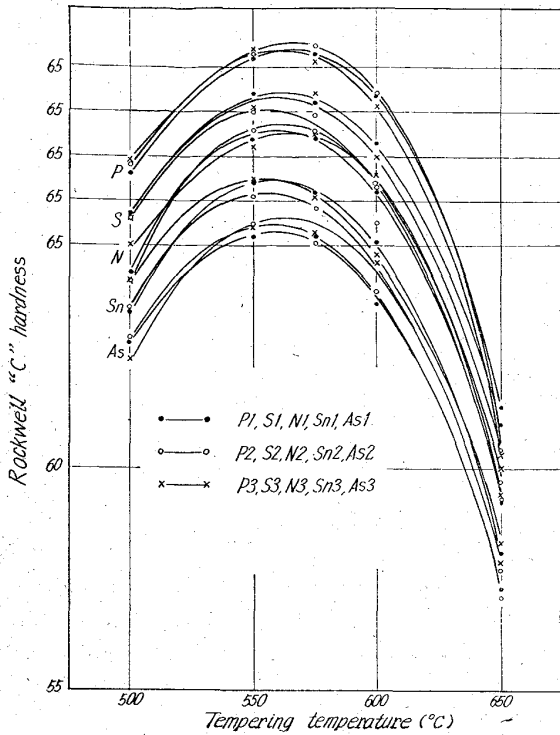


Fig. 1. Effect of tempering temperature on hardness.

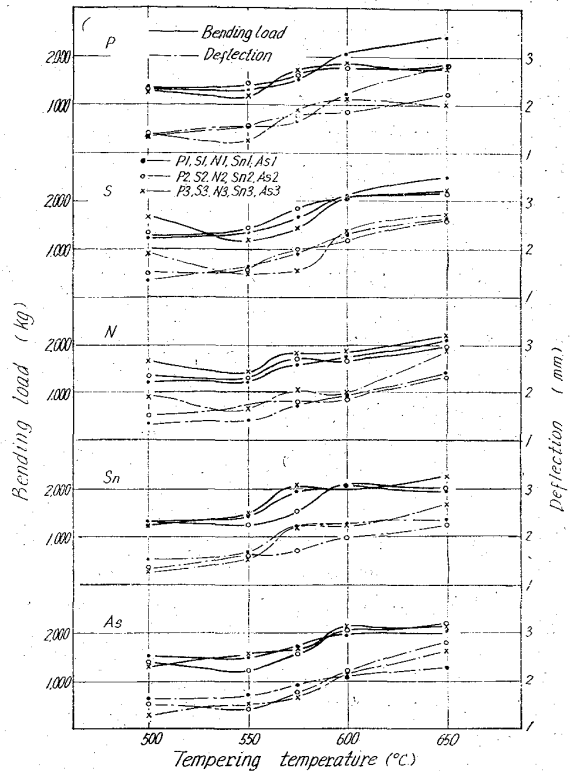


Fig. 3. Effect of tempering temperature on bending load and deflection.

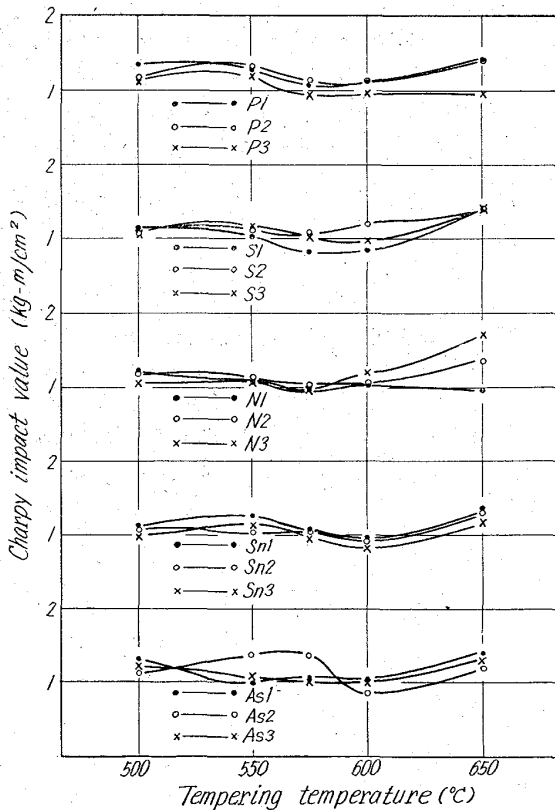


Fig. 2. Relation between Charpy impact value and tempering temperature.

では、高速度鋼のような高硬度のものに対しては、一般に用いられる U, V ノッチ試験では得られる値が低過ぎるが、ノッチ半径をある程度大きくすれば衝撃値を増大

し、熱処理の変化に対してもかなり敏感となる¹¹⁾といわれているので、12mm R ノッチ付 JIS 3号試験片を使用した。切削耐久試験は旋盤により乾式切削を行なった。バイトは 10mmφ×85 とし刃先角度を (0, 10, 6, 6, 13, 6) とした。被削材は 55mmφ の 0.41% C, 0.34% Si, 0.76% Mn, 0.015% P, 0.014% S, 0.88% Cr, 1.70% Ni, 0.25% Mo を含む SNCM8 を H_B 331~352 に調質した。工具寿命の判定は切削中刃先の損傷により現われる光輝帯発生時間をもつて示した。

3. 実験結果

3.1 熱処理硬度測定結果

1280°C より焼入し同一温度で 2 回繰返し焼戻を施した時の、焼戻温度と硬度の関係を Fig. 1 に示す。各供試材とも 550~575°C 焼戻で最高 2 次硬度 H_{RC} 66.5 程度を有し、不純物量の変動による焼戻硬度への影響はほとんど見られなかった。焼鈍硬度は H_B 241~248 を、焼入硬度は H_{RC} 64.6~65.1 を示し、いずれも影響がなかった。

3.2 シャルピー衝撃試験結果

Fig. 2 にシャルピー衝撃試験結果を示す。P はその成分の増加とともに靱性の低下を見せ、その傾向は焼戻温度の高い方で強い。N は最高 2 次硬化温度以上でいちじるしい靱性の向上を示している。P, S, N は 575°C 付近で極小値を示しているが、Sn はそれより高温側に移動し 600°C で極小になっている。As についてはあまり顕著な極小点は見られない。S, Sn, As はこの程度の成分では靱性にほとんど影響を与えないと思われる。

3.3 静的曲げ試験結果

Fig. 3 に焼戻温度と曲げ荷重、撓みの関係を示す。各

供試材とも2次硬化の起る 550°C で極小点を示すが、あまり顕著な低下は示さない。Pは600°C以上の焼戻温度で靱性低下の傾向を示す。とくに650°Cにおいて著しい。Nは各焼戻温度において靱性の増加を示している。Asは600°C以上で靱性を幾分向上させている、SおよびSnは本実験範囲ではほとんど影響を示さない。

34. 切削耐久試験結果

575°C 2回繰返し焼戻を行なったバイトにつき、切削速度 19 m~37 m の範囲で速度と耐久力との関係を求めた結果を Fig. 4 に示す。Fig. 4において切削速度 18.6 m/min の試験結果は、他の速度に比べて低い値を示している。これは、切削速度が低い時には光輝帯がはつきり現われず、切り屑が被削材表面に干渉するため、測定値にかなりのバラツキがあるので、36.7m/min, 25.8m/min の時の結果について検討を行なった。0.045% S は耐久時間を標準試料 (STD) の 1/2 程度に減少し、0.036% P と同様に 4/7~3/5 と短い値を示している。0.115% Sn, 0.050% As はあまり耐久力に影響を示さないが、それでも幾分低下の傾向を見せている。

Nについては全く影響が見られなかった。

3.5 その他

鍛造は 1140°C~980°C で行ない、鍛伸状況の観察を行なったがすべての供試材について異状は認められなかった。また、焼入試料について JIS 法に従いオーステナイト結晶粒度を測定したが、10.35~10.90 の値を示し不純物成分による影響は示さなかった。

4. 考 察

P, S は切削耐久力を著しく低下することが判明した。本実験で使用した Ingot はごく小型であり、P, S の偏析は少ないと考えられる。しかし大型鋼塊では凝固時の冷却速度もゆるやかとなり、偏析がかなり高くなると思われる。当然、偏析部では不純物量も高くなり、耐久力への影響も強くなると推定されるので、P, S の混入は極力避けねばならない。従来 Sn は 0.07% 付近で急激に衝撃値を低下し、0.04% で耐久力を 3/4 に低めるといわれ、Nについても同様 0.04% で耐久力を減少すると考えられているが、試験の結果 0.115% Sn でも衝撃値の低下は見られず、耐久力も若干の低下が見られる程度であった。また、0.0741% N は全く耐久力を低下せず靱性を増加する傾向を示した。

5. 結 言

18-4-1 型高速度鋼の不純物について調査した結果次のことが明らかとなった。

(1) 本実験で調査した範囲の不純物量では、鍛造性、各熱処理硬度、オーステナイト結晶粒度、などに影響をおよぼさない。

(2) 0.008%~0.036% までの P は材質を脆くし、とくに2次硬化温度以上の焼戻温度で著しい。0.036% の P は耐久力を 4/7~3/5 に低下させ、0.017~0.045% の S は靱性にほとんど影響を示さないが、0.045% S は耐久力を 1/2 程度に低下させ、ともに非常に有害である。

(3) 0.0365%~0.0765% までの N は各焼戻温度で

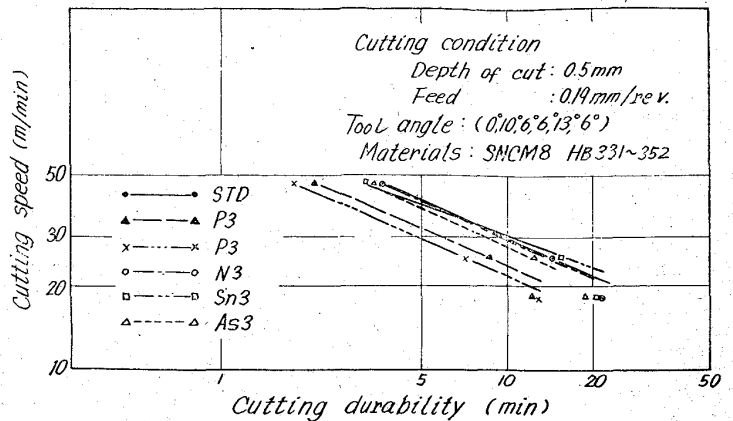


Fig. 4. Effect of cutting speed on cutting durability.

靱性を向上し、高温になるほどその傾向が強い。耐久力には全く影響を示さなかった。

(4) 0.013%~0.115% までの Sn はシャルピー衝撃値にほとんど影響を与えず、耐久力もわずかに低下するのみであった。0.014%~0.050% までの As は撓み値を高温焼戻温度で上昇させる傾向を示した。耐久力は Sn 同様若干低下する。

文 献

- 1) 小柴: 工具材料下巻, p. 376
- 2) 小柴: 日立評論, 32 (1950) 4, p. 256
- 3) 小柴: 日立評論, 32 (1950) 5, p. 313
- 4) 小柴: 日本金属学会誌, 11 (1948) 11~12, p. 15
- 5) FRENCH, DIGGES: Tr. Am. Soc. Steel. Treat., 13 (1928), p. 919
- 6) FRENCH, DIGGES: Tr. Am. Soc. Steel. Treat., 3 (1929), p. 829
- 7) 佐藤, 金子, 山中, 日下: 日本鉄鋼協会第 44 回講演
- 8) GILL FROST: Tr. Am. Soc. Steel. Treat., 9 (1926) p. 75
- 9) K. BUNGARDT, O. MULDER, W. SCHMIDT: Stahl u. Eisen., 81 (1961) 10, p. 620
- 10) K. BUNGARDT, O. MULDER, W. SCHMIDT: Stahl u. Eisen., 79 (1959) 18, p. 1258
- 11) 大沢, 新井: 不二越技報, 3 (1943), p. 413