

(562) S含有量 0.005%~0.025%レベルの S45C 鋼の被削性におよぼす不純物元素の影響

合同製鉄(株) 姫路製造所

大 西 一 義

1. 緒 言

鋼の被削性におよぼす各元素の影響については、その評価は既に確立されており、また、いわゆる快削性元素の分類<sup>1)</sup>についても周知のことである。しかし、従来の実験報告における被削性試験の供試材は、転炉鋼を基本にしているためか Cu, Sn などの影響について実験した文献はみあたらない。電炉鋼は通常の製造法では、Cu, Sn などの元素が転炉鋼と比較すると 30 倍程度含有されている場合があり、被削性におよぼす影響は無視できない量であると考えられる。一方、近時は S 含有量 0.005% レベルの確保は容易であり、一般的な 0.02% レベルからみると低硫化による被削性の低下が懸念される。これについては既に実験結果が報告<sup>2)</sup>されているが、本報は被削性を S と Tramp element の相関の有無に着目して検討したものである。

2. 実験方法

供試材は、直径 65 mm の熱間圧延丸棒で S45C と近時実用されている非調質型 S45C である。そのチェック分析値を Table 1 に示す。供試材は 840°C × 1.5<sup>h</sup> 空冷の焼ならし

を施し、長さ 600 mm として外周長手切削を行なった。被削材は、直径 36 mm となるまで切削を繰返し、刃先完全損傷までの切削時間を加算して工具寿命とした。実験繰返し数は 2 回である。切削条件を Table 2 に示す。

3. 実験結果

3.1 S 量のみを指定変数とした場合

Fig 1 に示すように、本実験の S 含有量範囲では、いわゆる快削性元素としての効果は認められない。

Table 2. Turning Conditions

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Cutting speed (m/min):           | 224 / 138 |
| Feed (mm/rev):                   | :0.30     |
| Depth of cut (mm):               | :2.0      |
| Tool: P20(-5, -5.5, 5, 30, 0.08) |           |
| Chip breaker width:              | :2.7      |
| Cutting fluid:                   | none      |

3.2 P, S, Cu, Sr, N の 5 元素を組合せて指定変数とした場合

工具寿命を 4 元素同時影響と考え、Fig 2 に示すようにこれらの元素は快削性元素としての効果が認められる。さらに、5 元素の任意の組合せで重回帰分析し、そのうち分散比が最高値を示した回帰式を用いプロットし

た場合が Fig 3 である。この場合、

工具寿命は式 (1) の形に表現できる。

$$T(\text{sec}) = 2.27(\text{Cu} \cdot 10^2)^{1.85} (\text{Sn} \cdot 10^3)^{-1.41} \quad (1)$$

但し、Cu: 10<sup>2</sup>Cu%  
Sn: 10<sup>3</sup>Sn%

4. 結 言

S45C 系鋼の被削性は S 含有量 0.005% までの低硫化は影響なく、工具寿命におよぼす効果としては Cu、Sn の寄与が大きい。文献 1) 古澤貞良; 第 96, 97 回西山記念技術講座, P40 2) 赤澤正久; 鉄と鋼, 69 (1983), A285

Table 1. Chemical composition (Wt %)

| No. | C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cu    | Ni   | Cr   | Sn    | T.Aℓ  | N      |
|-----|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|
| 1   | 0.45 | 0.24 | 0.68 | 0.013 | 0.009 | 0.23  | 0.07 | 0.08 | 0.018 | 0.005 | 0.0067 |
| 2   | 0.46 | 0.24 | 0.63 | 0.025 | 0.005 | 0.15  | 0.07 | 0.10 | 0.011 | 0.016 | 0.0068 |
| 3   | 0.46 | 0.24 | 0.68 | 0.017 | 0.007 | 0.08  | 0.06 | 0.08 | 0.006 | 0.010 | 0.0061 |
| 4   | 0.41 | 0.26 | 0.70 | 0.022 | 0.006 | 0.07  | 0.05 | 0.08 | 0.007 | 0.010 | 0.0054 |
| 5   | 0.43 | 0.34 | 0.71 | 0.012 | 0.016 | 0.14  | 0.06 | 0.07 | 0.012 | 0.019 | 0.0068 |
| 6   | 0.42 | 0.32 | 0.75 | 0.021 | 0.006 | 0.08  | 0.05 | 0.09 | 0.007 | 0.010 | 0.0059 |
| A1  | 0.46 | 0.27 | 0.70 | 0.024 | 0.024 | 0.005 | 0.02 | 0.12 | 0.001 | 0.026 | 0.0064 |
| A2  | 0.44 | 0.21 | 0.63 | 0.023 | 0.007 | 0.14  | 0.06 | 0.17 | 0.020 | 0.017 | 0.0055 |
| B1  | 0.46 | 0.24 | 0.70 | 0.028 | 0.015 | 0.01  | 0.02 | 0.01 | 0.001 | 0.027 | 0.0049 |
| B2  | 0.47 | 0.23 | 0.77 | 0.026 | 0.022 | 0.005 | 0.02 | 0.12 | 0.001 | 0.030 | 0.0031 |
| C1  | 0.46 | 0.26 | 0.82 | 0.017 | 0.019 | 0.01  | 0.01 | 0.01 | 0.001 | 0.038 | 0.0038 |
| C2  | 0.48 | 0.26 | 0.74 | 0.022 | 0.026 | 0.01  | 0.01 | 0.02 | 0.001 | 0.039 | 0.0034 |
| D1  | 0.45 | 0.23 | 1.03 | 0.016 | 0.007 | 0.13  | 0.06 | 0.09 | 0.006 | 0.026 | 0.0080 |
| E1  | 0.45 | 0.35 | 1.05 | 0.017 | 0.026 | 0.02  | 0.03 | 0.18 | 0.001 | 0.035 | 0.0098 |

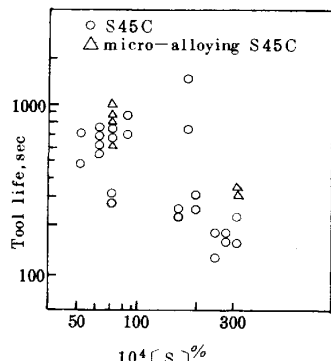


Fig. 1. Effect of S on tool life

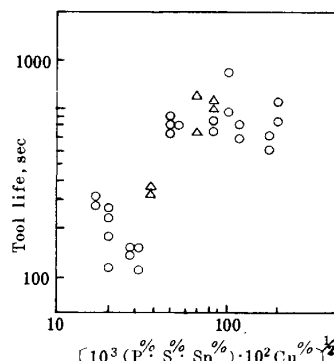


Fig. 2. Effect of P, S, Cu and Sn on tool life

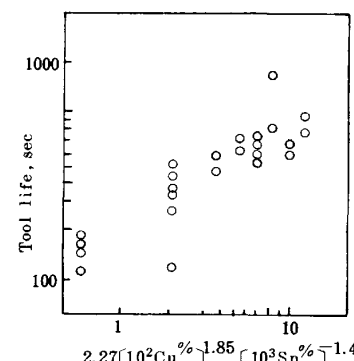


Fig. 3. Effect of Cu and Sn on tool life