

## CBN 工具の凝着による摩耗過程の解析(第4報)

機械金属部 小石川勝男

### 1. 緒言

CBN 工具は、焼入れ鋼などの高硬度材料や高じん性材料に対しては従来の超硬工具等に比べ高性能を発揮するが、軟鋼等に対しては寿命が短い<sup>1)</sup>。

そこで、一般に凝着傾向の弱い工具材料といわれている Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CBN, TiC, TiN 等<sup>2)</sup>の物質を含む CBN 工具が軟鋼等では超硬工具より寿命が短いという現象を解明するために、本実験では CBN 工具の摩耗生成機構を解明する手段として、炭素工具鋼(SK3)の焼ならし材を用い、凝着が摩耗に及ぼす影響について、SEM により摩耗面を微視的に観察したので報告する。

### 2. 実験方法

凝着による摩耗生成状態を把握するために実験に用いた被削材の分析結果を表1に、使用した機器の仕様を表2に示す。実験は、切削速度 200m/min か、切込み 0.5mm, 0.1mm/rev と一定の切削条件とした。

被削材形状は図1に示すように作製し、実験では凸部を切削した。観察方法として、凸部を1回切削後に CBN 工具を外して一定の位置の摩耗面を観察した。また、切削の最後に摩耗面を X線マイクロアナライザで分析を行った。

表1 被削材の化学成分及び機械的性質

|           |                     |      |                     |      |      |      |      |      |
|-----------|---------------------|------|---------------------|------|------|------|------|------|
| 分析試験結果(%) | C                   | Si   | Mn                  | P    | S    | Cu   | Ni   | Cr   |
|           | 1.05                | 0.40 | 0.95                | 0.21 | 0.14 | 0.04 | 0.04 | 0.46 |
| 機械的試験結果   | 降伏点                 |      | 引張り強さ               |      | 伸び   |      | 紋り   |      |
|           | kgf/mm <sup>2</sup> |      | kgf/mm <sup>2</sup> |      | %    |      | %    |      |
| 熱処理       | 焼ならし材 硬さ HB 200     |      |                     |      |      |      |      |      |
| 寸法        | 外径                  |      | 長さ                  |      |      |      |      |      |
|           | 94 mm               |      | 500 mm              |      |      |      |      |      |

表2 使用機器の仕様

| 施 盤       |                            |
|-----------|----------------------------|
| メーカー名     | 池貝鉄工                       |
| 型式        | D 20                       |
| スクロールチェック | No. 7                      |
| 回転センタ     | M.T No. 5                  |
| ベット上の振り   | 450 mm                     |
| 心間最大距離    | 1,000 mm                   |
| 主軸回転数     | 16 ~ 2,000 rpm             |
| 主軸電動機出力   | 7.5 kw                     |
| 無段変速機構    | バイエル無段変速機                  |
| 主軸回転数測定方式 | 検出部 光電式                    |
|           | 表示部 パルスカウンタ                |
| 走査電子顕微鏡   | メーカー名 徇明石製作所<br>型式 ISI-60A |

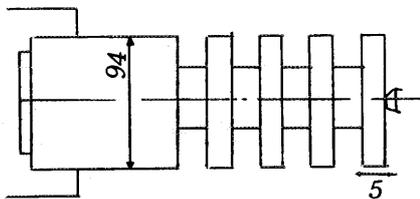
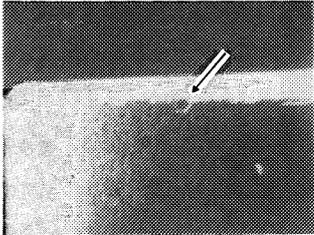
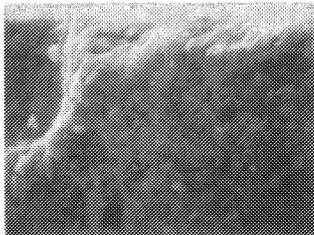
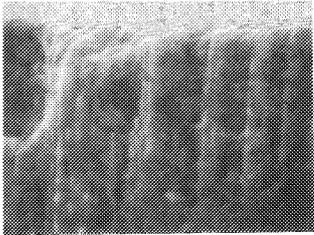
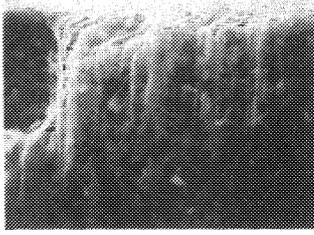
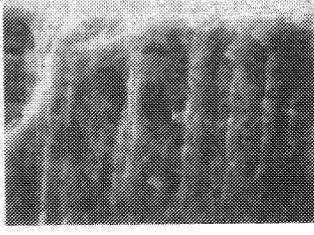


図1 被削材形状

### 3. 実験結果および考察

写真1 (A) ~ (L)は、CBN 工具の逃げ面摩耗の走査型電子顕微鏡写真( SEM 写真)である。写真の中の矢印の穴は、一定の位置を観察するための目印としてレーザにより直径約  $12\mu\text{m}$  の穴を付けものである。

| 切削時間  | 摩耗経過写真  | 切削時間   | 摩耗経過写真   |
|-------|---|--------|--|
| 切削前   |  <p>(A) <math>100\mu\text{m}</math></p>  | 8.8 秒  |  <p>(D) <math>25\mu\text{m}</math></p>   |
|       |  <p>(B) <math>25\mu\text{m}</math></p>  | 13.2 秒 |  <p>(E) <math>25\mu\text{m}</math></p>  |
| 4.4 秒 |  <p>(C) <math>25\mu\text{m}</math></p> | 17.6 秒 |  <p>(F) <math>25\mu\text{m}</math></p> |

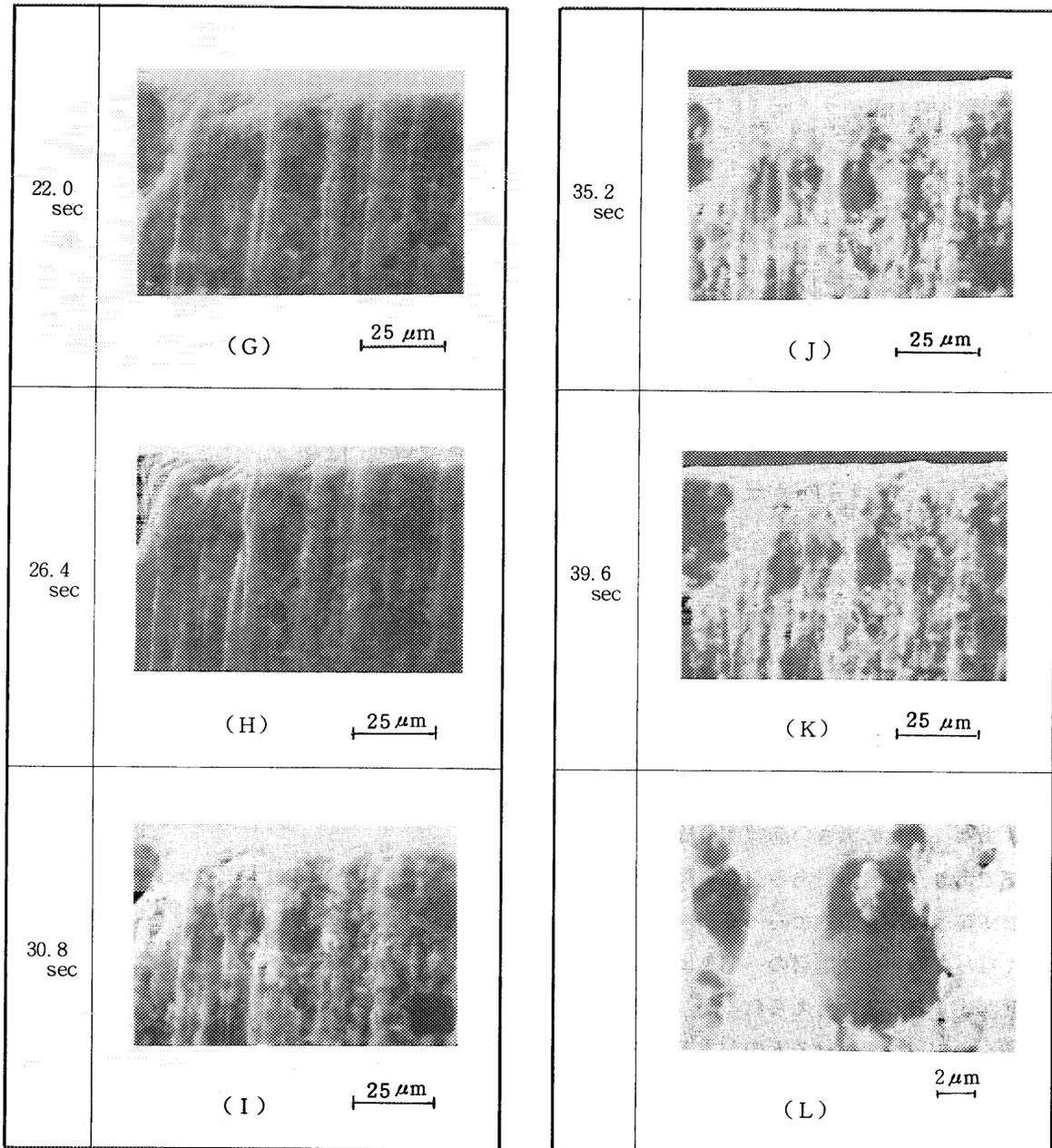


写真1 走査型電子顕微鏡による CBN 工具の逃げ面摩耗写真

これらの写真を順次みてゆくと CBN 工具の逃げ摩耗面は縦にすじ状の摩耗が多くみられる。これは第1回目の切削から生じ、それが下方方向に発達していくのがわかる。また、写真(L)は CBN 粒子の写真であるが、CBN 粒子の表面上に幾筋もの溝がみられ、CBN 粒子自体も摩耗していることがわかる。

図2は、最後の切削したときの逃げ摩耗面をX線マイクロアナライザ(EPMA)による組成像と線分析したもので、B-K, C-K, N-K, O-K, Al-K, Ti-K, および Fe-K の7種の特性X線を検出した結果である。

図の写真の黒い部分ではB, C, Nだけが検出され、CBN粒子と判断することができる。白い部分では、Ti, Alが明瞭に検出されバインダと判断することができる。また、被削材SK3の主成分Feが凝着物となってバインダ部分に現われていることがうかがえる。この分析結果から、被削材の主成分Feとバインダの主成分Ti, Alとの関係が大きいと判断することができる。

図3は図2と同一の摩耗面を等高線によって凸凹を地形的に現わしたものである。矢印の部分の変化の少ない部分はCBN粒子である。また、変化の大きい曲線部分は、バインダ部分であり、凝着物である。この図をみるとCBN粒子は、全体的にバインダ部分より低くなっており、被削材の一部とよく反応し、摩耗がすすむことが考えられるが、図2からは、この現象を裏付けるものがみあたらない。また、矢印部分では縦に深い溝が長くみられ、複雑な摩耗状況もみられる。

写真2は、摩耗面の立体写真である。この写真を見るとCBN粒子がバインダ部分より低くなっているのが確認できる。また、バインダ部分は微小な割れが多く観察することができる。

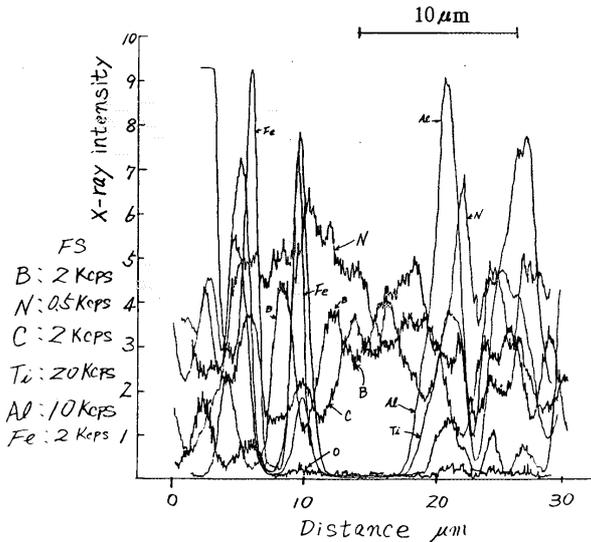
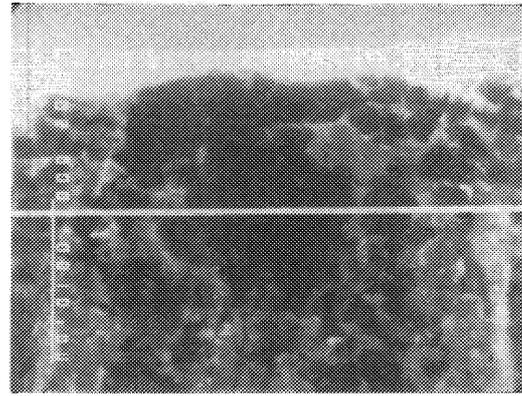


図2 X線マイクロアナライザによる組成像と線分析

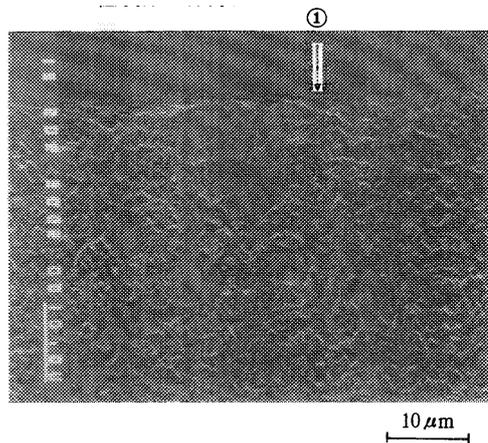


図3 摩耗面の等高線

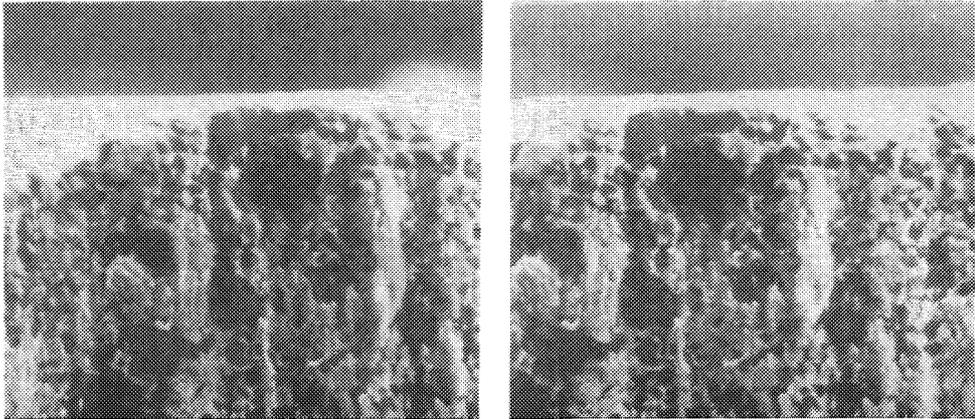


写真2 摩耗面の立体写真

#### 4. 結 言

CBN 工具が焼ならし材のような軟材に対して工具寿命が短いという現象を解明するために、逃げ摩耗面を微視的に観察した結果、以下のことがわかった。

- 1) 凝着物はバインダ部分に多くみられる。
- 2) CBN 粒子はバインダより摩耗が速いことがわかった。このことは詳細な研究が必要と考える。
- 3) バインダ部分に微小な割れが多くみられる。

#### 参考文献

- 1) 井坂ら：CBN 工具の寿命試験，茨城県工業試験所年報 第12号 36
- 2) 竹山ら：切削工具の凝欠損に及ぼす工具表面仕上げの影響，精密工学 52.2 (1986) 279