

- 研究 -

針葉樹の挽材におけるステライト盛金歯の効果 (1)

- 道産エゾマツ・トドマツ材に対する
ステライト材種の耐摩耗性の比較 -

鎌田 昭吉 鷹栖 紀明

はじめに

帯鋸歯の切削寿命(再研磨に至るまでの挽材量・時間)を高めるために、歯先の焼入れ、超硬合金の付け歯、ステライトの盛金などがこころみられ、なかでもステライト盛金帯鋸は、挽材の困難な南方産材などの製材に広く実用化されている。

実用試験例¹⁾²⁾³⁾によれば、普通の鋸(無処理鋸歯)にくらべて、ステライト盛金鋸歯の寿命は摩耗性の高い南方産材を挽材した場合には約20~100倍、国産ブナ材の場合には約2~3倍、国産ツガ材の場合には約2倍におよぶといわれている。

しかしながら、ステライトを盛金する場合には、当然、歯先の加工処理に手間も経費もかかり、盛金操作には高度の熟練を要するので、加工技術の難易・経済的な評価をも考え合わせるならば、普通の帯鋸で容易に挽材できる樹種、例えば、国産針葉樹を挽材するのにステライト盛金鋸を使用することの有利性は、大方疑問視されている。単に、鋸歯の寿命延長の効果ということに限ってみても、問題があるといわれている。

針葉樹材は、概して、挽材しやすいが、硬い節が多く散在する。これに対して、衝撃にはもろいというステライトの材質特性からして、挽材の最中に、節によって盛金鋸歯が欠けること(歯の先端が部分的に欠ける:歯こぼれが生ずること)。また、盛金加工することによって、いくぶんアサリの仕上精度の低下、アサリ幅の不揃いはさげがたく、挽き材面の状態(挽き肌)が悪くなることなどが、その主な理由である。

一般の製材工場では、スプルス、ミツガなど特定の輸入針葉樹を挽材する場合とかテーブル盤で背板を専門に処理する場合などに、それらごく少数の工場が使われているにすぎないようである。北海道において

も、本道の主要針葉樹エゾマツ、トドマツに対するステライト盛金鋸の試用例や実用例についてはあまり聞かない。

このため、針葉樹製材におけるステライト盛金鋸使用の可否、技術的問題点について検討することにした。あわせて、鋸挽きした材を鉋削加工して用いる場合の盛金鋸の効果について、つまり第1次加工領域としての製材におけるステライト盛金鋸使用の可否についても検討することにした。

通常、鋸挽きした材を生材のままにし、乾燥したあとにし、鉋削りして使う場合には、手鉋や自動鉋による削りしろは、経験的に1~2mmは下らないといわれ、加えて、乾燥による狂いも除去するとなれば、それだけ削りしろも多くなり、挽き肌の良否については、それ自体はさほど問題にならないと考える。

このような見方から、つぎのような手順をふんで、針葉樹に対する普通の鋸(無処理鋸歯)とステライト盛金鋸歯の寿命についての実用上の比較試験をおこなった。

1. まず、第1段階として、市販の三菱ヘインズ・ステライト3種類を1本の帯鋸に盛金し、この鋸を用いて、道産針葉樹エゾマツ・トドマツ原木を、凍結期と非凍結期(冬期)の2回にわたって、挽材し、アサリ幅の減少量と歯先の欠け発生状態を調べ、どのステライトが適当であるかを見い出すことにした。この結果、ステライトNo.1およびNo.12が良く、No.6は不適と判断された。(本報)
2. 第2段階として、挽材成績の良かったステライトNo.1およびNo.12をそれぞれ1本の帯鋸の全部の歯に盛金し、シトカ・スプルスの原木を挽材し、生産作業上の鋸歯の寿命限界点におけるアサリ

幅の減少量と歯先の欠け発生状況を調べ、普通の鋸と寿命をくらべてみた。(第2報)

3. つぎに、ステライトNo. 1を全歯に盛金した鋸で、道産エゾマツ・トドマツのフリッチ材を定速送りで挽材し、鋸歯の摩耗と挽材状態の変化 - アサリ幅の減少量、歯先の欠け発生状況、挽板の寸法精度、挽き肌の状態など - についての経時的変化を調査し、普通の鋸歯とくらべてみた。

これら、一連の試験結果について、今後、3回にわたって報告するが、今回は、その第1報として - 道産エゾマツ・トドマツ材に対するステライト材種の耐摩耗性の比較 - について報告する。

1. 試験方法

1.1 供試帯鋸

帯鋸はTBS製、合金工具鋼 S 5種 (SKS₅) のものを4本用いた。

鋸厚0.91mm (20BWG)、鋸幅152mm、腰入量はヒートテンションを施したもので曲率半径400cm、背盛量は長さ90cmの最大矢高が0.5mm、歯型の要素、形状は第1図に示すとおりである。

アサリの出は平均0.65~0.70mm、いづれの帯鋸も



ピッチ: 39mm 歯高: 12mm
歯喉角: 30° 歯背角: 17° 歯端角: 43°
第1図 歯型の形状

ほぼ同一条件に目立加工を施し、アサリ出し研磨をおこなった直後のものを用いた。

1.2 盛金材料と鋸歯の処理⁴⁾⁵⁾

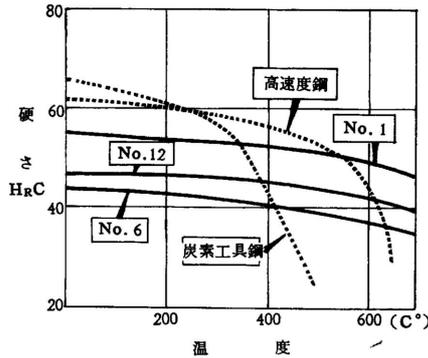
盛金材料はヘインズ・ステライト (HAYNESS・STELLITE) を3種用いた。

ヘインズ・ステライトNo. 1 (三菱 No. 11)

" No. 12 (三菱No. 33)

" No. 6 (三菱No. 66)

ステライトは、コバルト・クローム・タングステン を主成分とする非鉄合金で、この合金の特徴は、硬度が高く、温度が上昇しても硬さが変化せず(第2図)、



第2図 高温度におけるステライトの硬さ

摩擦係数が小さく、耐摩耗性が非常に高いことである。しかし、比較的もろいために、ステライト盛金歯で鉄片や砂石などを挽いた時に、歯こぼれが多くあらわれやすいといわれている。参考までに、ステライトの公称成分と主な性質を第1表と第2表に示した。

鋸歯の処理については、1本の帯鋸(歯数200枚)に、ステライトNo. 1, No. 6, No. 12をそれぞれ50枚程度盛金し、残りの歯約50枚を無処理歯とした。

第1表 ステライトの成分 (%)

| 材 種 | 成 分 | コバルト Co | クローム Cr | タングステン W | 炭 素 C | 鉄 Fe |
|------------|--------|------------|------------|-------------|----------|---------|
| ヘインズ・ステライト | No. 1 | Bal. | 30.0 | 12.0 | 2.5 | 3.0Max. |
| " | No. 12 | Bal. | 29.0 | 8.0 | 1.35 | 2.5Max. |
| " | No. 6 | Bal. | 28.0 | 4.0 | 1.0 | 3.0Max. |

Bal: 残余

第2表 ステライトの物理的性質

| 材 種 | 比 重 | 溶 融 点 C° | 比 熱 | 熱膨脹係数 (50~600°C) | 引張り強さ kg/mm ² | 硬 さ HRC |
|------------|--------|-------------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|
| ヘインズ・ステライト | No. 1 | 8.48 | 1,265 | 0.094 | 13.8×10 ⁻⁶ | 33 |
| " | No. 12 | 8.47 | 1,285 | 0.098 | 14.4×10 ⁻⁶ | 53 |
| " | No. 6 | 8.42 | 1,295 | 0.101 | 14.9×10 ⁻⁶ | 74 |

1.3 供試材

道産エゾマツ・トドマツの新材をきれいに皮剥きした原木を、1.25cm厚さの板にガラ挽きした。径級は16~30cm、長さ3.7m、2・3等材である。挽材は冬期におこなったが、凍結の影響についても調べてみることにして、つぎのとおり2回にわたっておこなった。

第1回目の挽材：11月中旬（非凍結期）

エゾマツ・トドマツ各々30本、含水率74~122%（平均98%）、凍結していない原木

日中最高気温 +4.1°C
日中平均気温 +0.4°C
日中最低気温 -3.2°C ただし、10日間の平均

第2回目の挽材：2月上旬（凍結期）

エゾマツ・トドマツ各々20本、含水率54~134%（平均94%）、凍結した原木

日中最高気温 -3.9°C
日中平均気温 -8.2°C
日中最低気温 -13.0°C ただし、10日間の平均

1.4 製材機

1, 200mm自動送材車式帯鋸盤、
所要動力37.5KW、鋸の走行速度
（鋸車の外周速度）は47.2m/sec.
である。

2. 測定方法

盛金材種による摩耗性の差異を明
きらかにするため、鋸の通りが段々
悪くなって、挽材が困難な状態（挽
き曲りが生じ、極端に低い速度で送
材しなければならぬ状態）に至る
まで、通常作業の寿命限界を越え
て、鋸を使用した。

使用前・挽材中3回・使用後の各
時点に、アサリ幅と歯先の欠けを測
定した。さらに、挽材通し毎に、挽
材面積（鋸断面の幅×材長）と実際
の挽材時間（鋸断時間）も計った。

2.1 アサリ幅

1/100mm目盛りのマイクロメ
ーターにより全部の歯についてアサリ

幅を測定した。ただし、歯先に欠けの生じたものは除
いた。

2.2 歯先の欠け

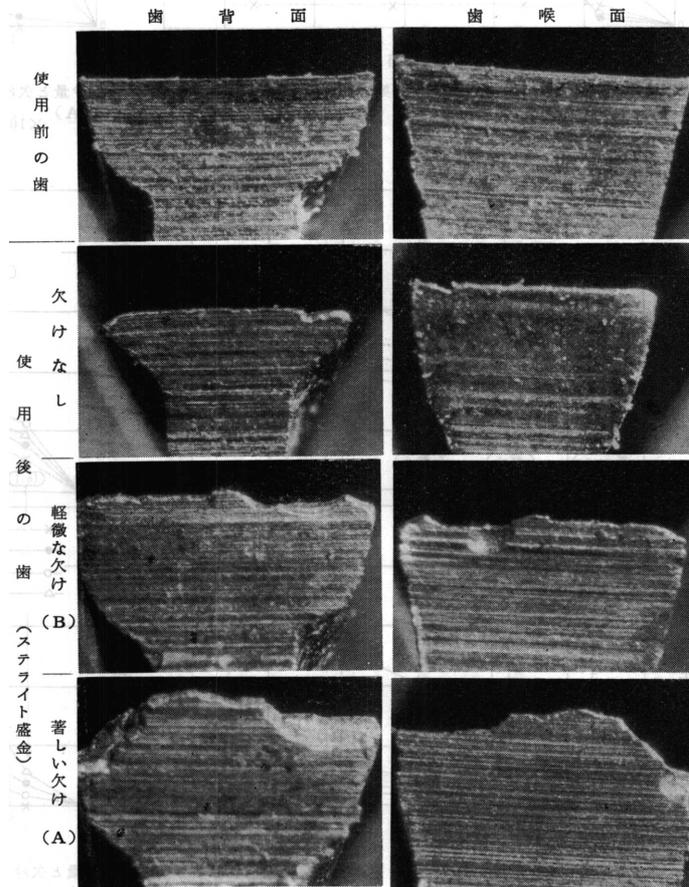
全歯を肉眼で観察し、欠けの状態により、写真のご
とく、A（著しい欠け）B（軽微な欠け）、の2種類
に分けてそれぞれの欠け発生数を数えた。

Aは再研磨をしても使用不能な歯、Bは再研磨によ
り使用可能な歯である。

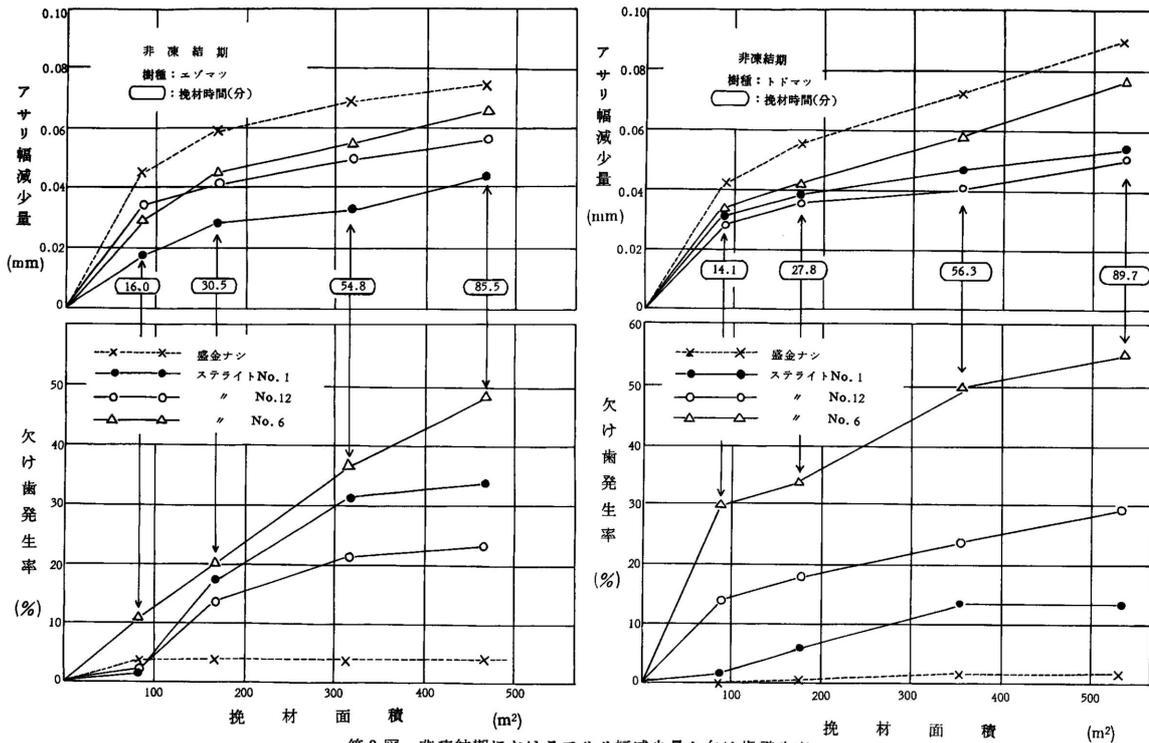
3. 試験結果

挽材をつづけることによって、アサリ幅は減少し、
歯先に欠け（歯こぼれ）が生じてくるが、この経時変
化を第3図（非凍結期の例）と第4図（凍結期の例）
に示した。

さらに、各鋸の使用前と使用後のアサリ幅、挽材数

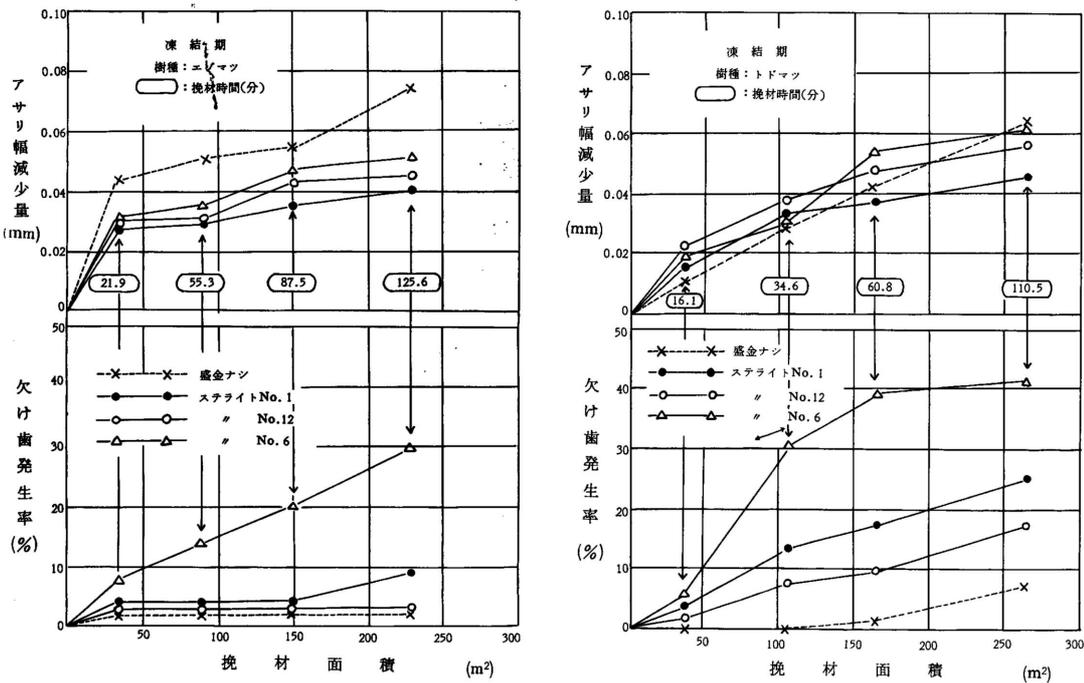


針葉樹の挽材におけるステライト盛金歯の効果(1)



第3図 非凍結期におけるアサリ幅減少量と欠け歯発生率

$$\text{欠け歯発生率} = \frac{\text{欠けの程度}(A)}{\text{測定歯数}} \times 100$$



第4図 凍結期におけるアサリ幅減少量と欠け歯発生率

$$\text{欠け歯発生率} = \frac{\text{欠けの程度}(A)}{\text{測定歯数}} \times 100$$

針葉樹の挽材におけるステライト盛金歯の効果(1)

第3表 挽材成績

| 挽材時期 | 非凍結期(11月中旬) | | | | | | | | 凍結期(2月上旬) | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|------|---------|------|-------|------|-----------|------|-------|------|---------|------|-------|------|------|
| | エゾマツ(イ) | | | | トドマツ(ロ) | | | | エゾマツ(ハ) | | | | トドマツ(ニ) | | | | |
| | ステライト | | 盛金 | | ステライト | | 盛金 | | ステライト | | 盛金 | | ステライト | | 盛金 | | |
| 挽材樹種(供試鋸) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 挽材時間(分) | 85.5 | | | | | | | | 89.6 | | | | | | | | |
| 挽材面積(m ²) | 465.9 | | | | | | | | 532.5 | | | | | | | | |
| 挽材回数(通し) | 624 | | | | | | | | 730 | | | | | | | | |
| 平均挽材幅(cm) | 20.2 | | | | | | | | 19.5 | | | | | | | | |
| 平均送材速度(m/分) | 27.0 | | | | | | | | 30.6 | | | | | | | | |
| 盛金材質 | 盛金ナシ | | No. 1 | | No. 12 | | No. 6 | | 盛金ナシ | | No. 1 | | No. 12 | | No. 6 | | |
| 測定歯数 | 50 | 50 | 50 | 49 | 50 | 49 | 50 | 50 | 51 | 49 | 50 | 50 | 51 | 50 | 50 | 48 | |
| アサリ幅 | 挽材前(mm) | 2.24 | 2.28 | 2.26 | 2.26 | 2.22 | 2.32 | 2.28 | 2.26 | 2.27 | 2.28 | 2.26 | 2.27 | 2.28 | 2.25 | 2.22 | 2.23 |
| | 精度(標準偏差)(mm) | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| | 挽材後(mm) | 2.16 | 2.23 | 2.20 | 2.19 | 2.13 | 2.26 | 2.23 | 2.18 | 2.20 | 2.24 | 2.21 | 2.22 | 2.22 | 2.20 | 2.16 | 2.17 |
| | 減少量(mm) | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.06 |
| 減少量/挽材面積(10 ⁻³ mm/m ²) | 0.17 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.11 | 0.09 | 0.15 | 0.31 | 0.18 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.19 | 0.23 | 0.23 | |
| 歯先の欠け | 程度別歯数 A | 2 | 17 | 12 | 24 | 1 | 7 | 15 | 23 | 1 | 4 | 2 | 15 | 4 | 13 | 9 | 20 |
| | 程度別歯数 B | 7 | 3 | 16 | 3 | 5 | 23 | 18 | 18 | 10 | 15 | 18 | 9 | 6 | 22 | 18 | 21 |
| | 程度別歯数 ナシ | 41 | 30 | 22 | 22 | 44 | 19 | 17 | 4 | 40 | 30 | 30 | 26 | 41 | 15 | 23 | 7 |
| | 発生率 = $\frac{A}{測定歯数}$ (%) | 4.0 | 34.0 | 24.0 | 49.0 | 2.0 | 14.3 | 30.0 | 56.0 | 2.0 | 8.2 | 4.0 | 30.0 | 7.8 | 26.0 | 18.0 | 41.7 |
| 発生率/挽材面積(%/100m ²) | 0.9 | 7.3 | 5.2 | 10.5 | 0.4 | 2.7 | 5.6 | 10.5 | 0.9 | 3.6 | 1.8 | 13.2 | 3.0 | 9.8 | 6.8 | 15.8 | |

量、実績などを第3表に示した。

3.1 アサリ幅の減少

挽材樹種によるアサリ幅減少経過ならびに減少量の差(エゾマツとトドマツの差)は、とくに認められない。同一挽材量に対する減少量の大小関係は、いづれの樹種の場合にも、おおよそ

無処理歯 > ステライトNo. 6 盛金歯 > ステライトNo. 12 盛金歯 ステライトNo. 1 盛金歯 の順となっている。

挽材時期別に、挽材面積の増に対するアサリ幅の減少度についてみると、無処理歯、ステライト盛金歯のいづれにおいても、凍結期の挽材の場合の方が、大きい。実際、凍結期の挽材原木は、固く凍った材のため、始めから鋸の通りが悪く、非凍結材の場合の半分以下の速さで送材しなければならなかった。したがって、挽材にかなり時間がかかっている。

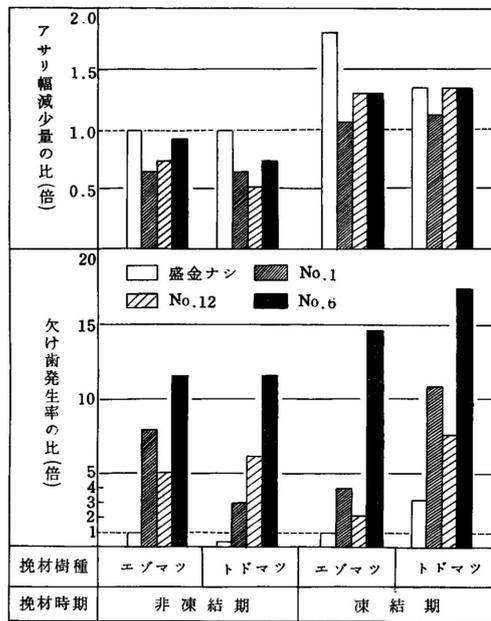
3.2 歯先の欠け

歯先の欠け発生率(欠けの程度 A)については、挽材樹種(エゾマツ・トドマツ)、挽材時期(凍結期・非凍結期)によって、大きな差異は認められない。

歯先の処理別にみると、無処理歯とステライト盛金歯では大差があり、おおよそ、

ステライトNo. 6 > ステライトNo. 12 ステライトNo. 1 > 無処理歯 の順である。

無処理歯に欠け(欠けの程度 A)を生ずるのは50枚中、1・2枚程度にすぎない。再研磨によって、容易に欠けの凹凸の消滅する程度のもの(欠けの程度 B)に



第5図 単位挽材面積当りの比 (非凍結期・エゾマツ・盛金ナシを基準1.0とした場合)

ついては、ステライト盛金歯>無処理歯 となっており、ステライト材種による大きな差はない。

3.3 挽材面積あたりの比較

各帯鋸の挽材終了時点は、前述のごとく、作業上の寿命限界をはるかに越えているが、その程度は、必ずしも同一ではない。しかし、ここでは概略的な傾向をみるため、挽材終了時点のアサリ幅減少量と欠け歯発生率の単位挽材面積あたりの比較を第5図に示した。

これによれば、

- 1) 樹種によるアサリ幅の減り方、欠け歯の発生には差がない。
- 2) 挽材時期によるアサリ幅の減り方には差があるが、欠け歯の発生状況の面では差が認められない。
- 3) 無処理歯とステライト盛金歯の差、さらにステライト盛金材種による差は、明瞭である。

これらの結果から、エゾマツ・トドマツの挽材に対して、3種のステライトの適否をくらべると、ステライトNo.6は不適、ステライトNo.1とNo.12が良いとみなされる。しかし、ステライトNo.1とNo.12のいづれが良いかは、本試験の結果からは断定的な判断は下し難い。

ただし、アサリ幅の減少の面ではステライトNo.1の方が小さく、欠け歯発生面ではステライトNo.12の方が小さいといえる。このことは、第2表のステライト材質の相異(ステライトNo.1の方がNo.12より硬いが引張り強さが小さい)からもある程度予想されることである。

なお、本試験は実用上の観点からできるだけ簡略な方法によって、無処理歯・3種ステライト歯間の挽材による耐摩耗性の差異をみることを主眼としたものであるから、試験方法・結果におのづから限界がある。

なかでも、挽材する材料のバラツキの影響をさけるため、1本の帯鋸歯に4種類の加工処理(無処理歯と3種のステライト歯)を施したことに注意しなければならない。数種類の鋸歯がまじり合っていることによる連鎖反応として、平均化の作用が働いていると考えられる。

例えば、無処理歯がステライト盛金歯よりも早く摩

耗した場合に、摩耗のおそいステライト歯に挽材の負担(アサリをより強く摩耗させる作用)が余計かかってきて、両者のアサリ幅の減少量を平均化させるという働きが生じているのではないと思われる。しかしながら、鋸歯の加工処理別に、アサリ幅の減少量と欠け歯発生率の差について、その大小・遅速関係を順序付けでみる限りにおいては、正しい結果が得られたと思う。

4. むすび

道産針葉樹エゾマツ・トドマツに対するステライト盛金歯の効果を検討するため、第1段階として、3種のステライトについて挽材にともなう耐摩耗性の主要指標であるアサリ幅減少量、欠け歯発生状況について調べ、供試材種としてどのステライト材種が適当であるかを検討した。

挽材試験結果によれば、

- (1) アサリ幅減少量の面では、無処理歯にくらべて3種のステライトとも良い。
- (2) 欠け歯発生面では、無処理歯にくらべてステライト盛金歯はどの材種も劣るが、ステライトのなかではステライトNo.1およびNo.12が適当である。
- (3) しかし、ステライトNo.1とNo.12では、いづれが優るかは断定し難い。

文 献

- 1) 早勢 喜久男, 羽澄 正彦: 南方産材硬材コキの製材について, 木材工業 Vol. 16, No. 172 (1971.7)
- 2) 中村 徳孫, 中野 達夫: ガス溶着による歯先硬化方法(第2報) 広島県林業試験場報告, 昭和37年度
- 3) 桜井 敏夫, 伊藤 邦昭: 帯鋸の寿命延長法に関する研究(), () 岐阜県林業試験場, 試験報告 No. 9 (1965.4)
- 4) 三菱金属鋸業株式会社: HAYNESS・STELLITE Cat. No. 20443-11N
- 5) 山口 喜弥太: 鋸歯先硬化材料, 木材工業 Vol. 19, No. 202 (1964.1)

- 試験部 製材試験科 -
(原稿受理 47.2.16)