

(表面形状の変化に及ぼす熱処理履歴の影響)

Surface Durability of Case-Carburized Gears

(Influence of Heat Pattern on Changes in Surface Shape)

○ 准 竹内 隆 (宮崎大院)      正 中西 勉 (宮崎大)      正 鄧 鋼 (宮崎大)

Takashi Takeuchi, Tsutomu Nakanishi and Gang Deng  
Miyazaki University, 1-1, Gakuenkibanadai-nishi, Miyazaki

Key Words : Case-Carburized Gear, Surface Durability, Roller, Heat Treatment, Hardness, Surface Shape, Profile Curve, Maximum Height

1. まえがき

著者らは、高負荷条件下で用いられる表面硬化歯車について、負荷とその繰返しで歯面に発生する微小き裂・ピットにより歯形の変化すなわち摩耗が生じ、運転上問題になる場合のあることを示した<sup>(1)</sup>。本報では、浸炭焼入れ歯車の歯形の変化と関連のある転がり滑り接触面の断面曲線の変化・最大高さの変化・表面形状の変化に及ぼす歯車材の熱処理履歴の影響すなわち硬さの影響について、異なる二種類の熱処理履歴(タイプAとタイプB)を施した円筒試験片<sup>(2)</sup>と二円筒面圧基礎試験機<sup>(3)</sup>・表面粗さ測定器などを用い考察・検討した。

2. 実験条件及び実験方法

2.1 円筒試験片 実験に用いた円筒試験片の寸法は、外径70mm, 幅28mm, 有効接触幅8.5mmであり、その素材は材料成分JIS SCM420相当で低酸素真空溶解によって溶製したものである。なお、円筒試験片には異なる二種類の熱処理履

歴(タイプAとタイプB)<sup>(2)</sup>を施した。具体的にはタイプAとタイプBの熱処理履歴を、浸炭時間5.6hr.と6.4hr., 拡散時間を4.4hr.と3.6hr., 焼戻し時間を同一の2.0hr.と設定した。その結果、タイプAとタイプBは、表面硬さHV770とHV930となりタイプAに比べタイプBのほうが表面硬さでHV150程度硬いこと、有効浸炭深さ1.2mmと1.5mm程度となり有効浸炭深さで0.5mm深いこと、すなわち、円筒試験片の表面硬さと断面硬さ分布が明らかに異なることがわかった。

2.2 実験方法 実験にはバックアップロール式二円筒面圧基礎試験機<sup>(3)</sup>を使用した。実験では、法線荷重をF=5.7~26.8kN(最大接触応力 $\sigma_H=1.19\sim2.54\text{GPa}$ )とし、低速側円筒試験片の回転数を2630rpm(滑り率21.3%), 高速側円筒試験片の回転数を3190rpm(滑り率17.6%), 滑り速度を2.05m/sとした。潤滑油はSAE30基油(密度: $0.8861\times 10^3\text{kgf/m}^3$ )を用い、油温を $313\pm 1\text{K}$ (粘度: $97.5\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ )に制御して試験片の接触部真上から2ℓ/min.で供給した。

3. 実験結果及び考察

3.1 断面曲線の変化 図1に、運転前後の軸方向断面曲線

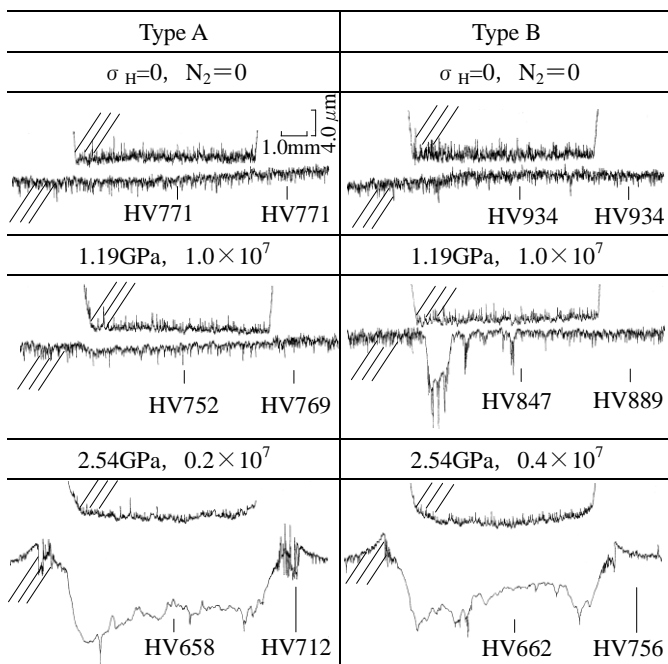


Fig.1 Profile curve before and after running

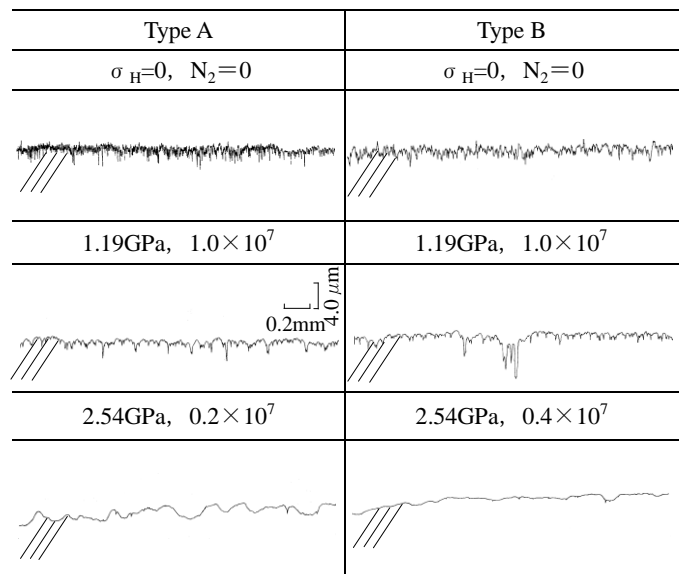


Fig.2 Changes in profile curve (in lower speed rollers)

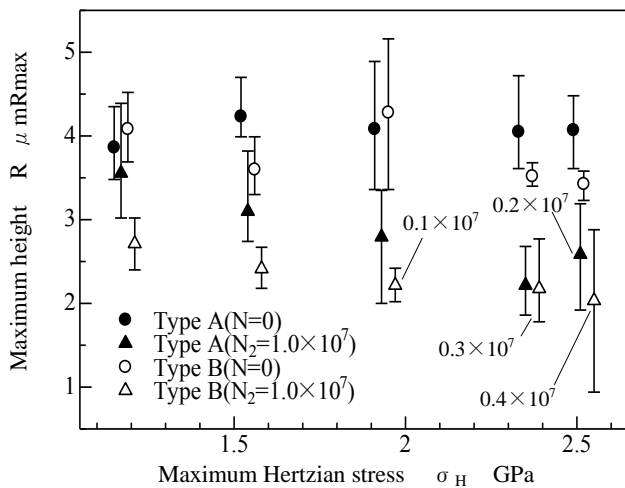


Fig.3 Comparison of maximum height (Rmax)

と表面硬さの代表例を示す。図 1 から、低速側円筒試験片に着目し、運転前後の断面曲線の変化についてタイプ A とタイプ B を比較すると、低負荷領域から高負荷領域 ( $\sigma_H=1.19\sim 2.54\text{GPa}$ ) まで明確な差異はないことがわかる。図 2 に、図 1 の低速側円筒試験片の運転前後の断面曲線について一部の横倍率を拡大したものを示す。図 2 から運転後のタイプ A とタイプ B を比較すると、同一繰返し数の  $\sigma_H=1.19\text{GPa}$  の場合ほとんど突起形状に差異は認められないこと、繰返し数の異なる  $\sigma_H=2.54\text{GPa}$  の場合繰返し数の多いタイプ B の突起のほうがいづらか滑らかになっていることがわかる。以上のことから、タイプ A とタイプ B においていずれも負荷の繰返しによって突起部が滑らかになることがわかった。

**3.2 最大高さの変化** 図 3 に、運転前後の最大高さ (JIS B 0601-1982) の測定結果を低速側円筒試験片について示す。図 3 から、最大高さの変化についてタイプ A とタイプ B を比較すると、いずれも運転後には最大高さが減少していること、低負荷領域から高負荷領域 ( $\sigma_H=1.56\sim 2.54\text{GPa}$ ) まで、最大高さの減少量は繰返し数を考慮するとほぼ同じになっていることがわかる。以上のことから、タイプ A とタイプ B において最大高さの減少量に明確な差異は現れないことがわかった。

**3.3 表面形状の変化** 図 4 に、運転後の表面形状の変化量を低速側円筒試験片について示す。なお、表面形状の変化量は断面曲線 (図 1) の変化形状を面積に換算したもので、その数値が大きいほど摩耗と塑性変形の大きいことを表す。図 4 から、表面形状の変化量についてタイプ A とタイプ B を比較すると、いずれも繰返し数を考慮した上で負荷の上昇にともない増加していること、 $\sigma_H\leq 1.56\text{GPa}$  の負荷領域の場合タイプ B のほうが大きくなっていること、 $1.95\text{GPa}\leq \sigma_H$  の場合繰返し数を考慮した上でタイプ B のほうが大きくなる傾向のあることがわかる。以上のことから、タイプ A とタイプ B において負荷の上昇により摩耗と塑性変形は大きくなること、タイプ A に比べてタイプ B が必ずしも摩耗が減少しないことがわかった。

**3.4 最大高さの変化量と表面硬さとの関連** 図 1 に示した運転前後の表面硬さから、高負荷領域では発生する摩擦熱

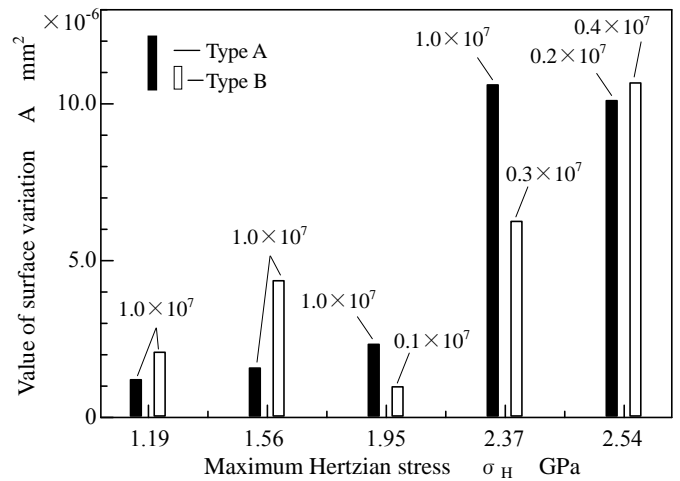


Fig.4 Relationship between max. Hertzian stress and value of surface variation after running

による表面硬さの低下が認められる。このことから、最大高さの変化量 (運転前後の最大高さの増減量) と表面硬さとの関連を調べた。その結果、タイプ A に比べてタイプ B のほうが場合によっては発生する摩擦熱による表面硬さの低下が著しく、両者同じ表面硬さになる場合もあり、両者の最大高さの変化量に明確な差異のないことがわかった。

#### 4. まとめ

本報では、同一材種の浸炭鋼の円筒試験片に異なる二種類の熱処理履歴を施し、転がり滑り接触面の表面形状の変化について考察・検討した。その結果、熱処理履歴によって浸炭鋼の硬さを変化させて、表面をより硬くしても、負荷とその繰返しにともなう

- (1) 軸方向断面曲線の変化と表面突起の変化に明確な差異のないこと、
  - (2) 最大高さの減少量に明確な差異のないこと、
  - (3) 表面形状の変化量すなわち摩耗が必ずしも減少しないこと、
  - (4) 摩擦熱による表面硬さの低下が場合によっては著しく、最大高さの変化量に明確な差異のないこと、
- がわかった。

したがって、浸炭焼入れ焼戻し材の表面形状の変化に及ぼす熱処理履歴の影響が明らかになり、高負荷用浸炭焼入れ歯車の面圧強さに及ぼす影響因子の一つについて指針を得た。

終わりに、住友金属工業株式会社並びに宮崎大学工学部機械システム工学科・九州大学大学院工学研究院の各位のご援助・ご協力に対し感謝の意を表す。

#### 文献

- (1) たとえば、有浦 泰常・中西 勉・上野 拓, 機械の研究, 37-11, (1985-11), 1208-1216.
- (2) たとえば、中西 勉・竹内 隆・鄧 鋼, 日本機械学会講演論文集, 018-1, (2001-3), 203-204.
- (3) 上野 拓・有浦 泰常・中西 勉・他 1 名, 日本機械学会講演論文集, 768-2, (1976-5), 77-80.