529 ナノインデンテーション法によるタッピンねじの強度特性

The Strength Characteristics on the Tapping Screw by Nanoindentation Mehtod

OE	福田勝己	(東京高専) 正	小林光男	(工学院大)
	伊藤拓嗣	(エリオニクス)	舟山義弘	(都立産技研)
	山崎実	(都立産技研)	鈴木岳美	(都立産技研)

Katsumi FUKUDA, Tokyo National College of Technology, 1220-2, Kunugida-machi, Hachioji-shi, Tokyo

Mitsuo KOBAYASHI, Kogakuin University

Takuji ITO, ELIONIX INC.

Yoshihiro FUNAYAMA, Minoru YAMAZAKI & Takemi SUZUKI, Tokyo Metro. Ind. Tech. Inst.

Key Words: Nanoindentation, Tapping Screw, Strength Characteristics, Tribology

1. 緒 言

近年、機械要素の一つであるねじ締結体の信頼性や安全 性に対する要求が厳しくなり、その要求からより一層の優 れた性能や強度が求められている. 従来の JIS 規格では, ねじの機械的特性は各種試験によって規定されているが, それらの規定は、ねじ山の強度を直接保障するものではな い、ねじ締結体による締め付ける場合には、ねじ端面から 破壊することは少なく、その多くは、ねじ山がせん断破壊 して破損する場合が非常に多く、ねじ山自体の強度を把握 することは非常に重要である 1)~6).

筆者らは今までに各種ねじのねじ山の断面をナノインデ ンテーション法により測定し、硬さ特性を詳細に求めてい る. そこで本報では、タッピンねじを対象として、従来の 硬さ試験では測定が不可能であったねじ山断面の硬さをナ ノインデンテーション法 78 により測定し、その特性を実 験的に明らかにした.

2. 実験

2.1 実験装置および方法

本実験で用いた実験装置は、超微小押込み硬さ試験機(エ リオニクス社製:ENT-1100a)である.この装置は、ダイ ヤモンド製三角すい圧子(先端稜間角 115°)を測定面に 超微小荷重で押し込み、そのときの荷重と深さとを連続的 に測定し、硬さを評価するものである.測定は、設定押込 み荷重によって圧子を測定面に押し込む. 一定時間保持し た後,負荷時と同条件で除荷する.本実験では,負荷時間, 除荷時間ともに設定荷重に対して 10 秒間,保持時間は 1 秒間とし、設定押込み荷重は 10mN (≒1gf) とした. な お、本実験では測定値を次式に代入することによりマルテ ンス硬さとして評価した.

 $HM = F_{max} / 26.43 h_{max}^{2}$ ここで、HM はマルテンス硬さ(従来のナノインデンテー

ション硬さと称していた硬さ値と同様), F_{max} [N] は設定 押込み荷重, h_{max}〔mm〕は最大押込み深さを表す.

2.2 実験試料

本実験で用いた試料は、冷間圧造用炭素鋼線材 (SWRCH12A:アルミキルド鋼)で、これは浸炭処理を し、そのままでは耐食性に劣るために電気亜鉛メッキを行 い、さらにその上にクロメート処理を施してある. 冷間圧 造用炭素鋼線材の化学成分を表1に示す. 試料は、二つに 分割した後に樹脂に包埋し、測定面をポリシングとラッピ ングにより鏡面に仕上げた. 図1に, タッピンねじのねじ 山断面の測定位置を示す. Line 1 はねじ山断面の歯幅の中 心線上のねじ山先端から 50µm の点を基点として、基点 から 100µm 間隔に 10 点(基点を含む)と,その後 500 μm間隔に2点である. Line2はねじ山に沿った6点であ る.





3. 実験結果および考察

Fig.2 に line1 (ねじ山断面の歯幅の中心線上)の測定結 果を示す.縦軸はマルテンス硬さ,横軸は測定位置である. これより,マルテンス硬さ値は,ねじ内部よりもねじ山先 端部分の方がやや大きな値を示し,内部に行くに従って 徐々に減少するが,その後上昇し,1000µm以降はほぼ一 定の比較的安定した値を示す傾向にあることが分かる.こ の表面に近い部分が内部と比較して大きな硬さ値を示して いるのは,表面にメッキ等の処理を行った際の熱処理によ る熱硬化や製作過程での加工硬化によるものと考える.



Fig.2 Distribution of Martens hardness for line1

Fig.3にline2 (ねじ山断面のねじ山に沿った線上)の測 定結果を示す. 縦軸はマルテンス硬さ,横軸は測定位置で ある. これより,マルテンス硬さ値は,ねじ山先端近傍の 硬さ値が比較的大きな値を示しているが,400µm程度ま では多少減少はするものの,その後ほぼ一定の硬さ値を示 す傾向があることが分かる. これはline1 (ねじ山断面の 歯幅の中心線上)の場合と同様に,熱処理や製作加工の段 階での硬化の影響によるものと考える.



Fig.3 Distribution of Martens hardness for line2

4. 結 言

本報では、タッピンねじを対象に、従来では測定が不可 能であったねじ山断面の硬さをナノインデンテーション法 によって詳細に測定した、その結果、以下のことが明らか になった.

1) ねじ内部よりもねじ山先端部分の方がやや大きな値 を示し、内部に行くに従って徐々に減少するが、その後上 昇し、1000µm以降はほぼ一定の比較的安定した値を示す 傾向にあることが確認できた。

2) ねじ山先端近傍の硬さ値が比較的大きな値を示し, 400 µm 程度までは多少減少はするものの,その後ほぼ一 定の硬さ値を示す傾向があることが確認できた.

参考文献

- 福田勝己,小林光男:ナノインデンテーション法によるねじ締結体(ナット)の強度評価、材料試験技術、49, 1(2004)
- 2) 小林光男,福田勝己,植松卓彦,佐々木武三,富永敏 文,北郷 薫:超微小硬さによるボルトの強度評価,日 本機械学会第76期全国大会講演論文集,1998.10m
- 3) 武田泰朋,小林光男, 久保田義弘, 福田勝己, 丹羽直 毅: Th·6Al·4V 製ボルトによるねじ締結体の衝撃強度, 日本設計工学会 2004 年度春季研究発表講演会
- 4)伊藤柘嗣,福田勝己,小林光男,植松卓彦,山崎 実, 鈴木岳美: TI-6AI-4V 製ねじのナノインデンテーション 特性,日本機械学会 M&M 2004 材料力学カンファラン ス講演論文集,2004.7
- 5) 福田勝己,小林光男,伊藤拓嗣,植松卓彦,山崎 実, 鈴木岳美:純 Ti 製ねじのナノインデンテーション特性, 日本機械学会 2004 年度年次大会講演論文集 Vol.6
- 6)福田勝己,小林光男,伊藤拓嗣,山崎 実,鈴木岳美: ナノインデンテーション法によるねじ山の強度評価,日本機械学会九州支部講演論文集 2005.3
- 7) 福田勝己: ナノインデンテーション法による表面評価, 材料試験技術, 47, 1(2002)
- 8)福田勝己:超微小硬さ値に及ぼす表面粗さおよび圧子 先端形状の影響、東京大学学位論文,2000.5

- 338 -