



(様式 5)

指導教員 承認印	
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------

平成 29 年 12 月 13 日  
Year Month Day

## 学位 (博士) 論文要旨

(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 (Ph.D. candidate)	工学府博士後期課程 機械システム工学 専攻 (major) 平成 28 年度入学(Admission year) 学籍番号 16833007 氏名 新仏利仲 (student ID No.) (Name)  (Seal)
主指導教員氏名 (Name of supervisor)	桑原 利彦
論文題目 (Title)	ナットの回転緩みを止める二重ねじ構造ボルト開発 Development of double thread anti-loosening bolt to prevent nuts' reverse rotation
論文要旨 (2000 字程度) ねじ締結体は極めて使用頻度、重要度が高い機械要素であり、その歴史は古く、社会的にも広く普及している。一方、ねじの緩みは、激しい振動や衝撃を伴う使用環境下では避けることのできない課題である。そのため、特にナットの戻り回転による緩みの機構は多面的に解明され、様々な防止策が考案されてきた。しかし、それらのほとんどはねじ面間の摩擦力を強化したものに過ぎず、決定的な緩み防止にはなっていない。一方、リード角の異なる 2 種類のねじを同軸上にもち、各々のリードに対応するナットを締めてダブルナット構造にする二重ねじ構造ボルト (DTB: Double Thread Bolt と呼ぶ) は、両ナットの緩み速度の違いにより機械的干渉効果生まれ、ナットの戻り回転による緩みに対して高い抑止力をもつ。そこで本研究では、DTB の各種性能評価と量産化技術に関する研究を継続的に行った。まず、構造が単純な一条並目ねじと一条細目ねじから構成された DTB-I のねじ転造による量産化技術を確立するとともに、通常のシングルねじに匹敵する強度を有することを実証した。次に、DTB-I の細目ねじに関係する種々の問題を解決するために、一条並目ねじに多条並目ねじを重畳させた DTB-II を考案した。そしてその転造実験や強度評価試験から、ねじ構造上の問題点を見いだした。さらに、DTB-II の多条ねじの構造を種々改変することにより、転造成形性や強度を大幅に向上させ、DTB-I 以上の仕様性能をもつ	

新型 DTB の実用化にこぎつけた。

それらの研究結果を踏まえ、第 1 章「緒言」では、本研究の背景と研究目的ならびにねじの緩みに関する過去の研究や成果について述べ、本研究の意義を明らかにしている。

第 2 章「並目一条・細目一条二重ねじ構造ボルトの転造加工」では、DTB-I を量産するためのねじ転造加工法のプロトタイプを考案し、その加工性実験と性能評価試験を行った。その結果、通常のシングルねじと同様の転造工程で高精度かつ高能率に成形でき、NAS 式衝撃振動緩み試験では全く緩まず、通常のシングルねじと同等以上の疲労強度をもつことを確認できた。

第 3 章「並目一条・並目多条二重ねじ構造ボルトの開発」では、多条ねじの条数を 2 条、3 条、4 条の 3 種類に設定した DTB-II を考案した。検証実験を重ねた結果、ねじ山構造の改良すべき要点を解明した。

第 4 章「並目一条・並目多条改良型二重ねじ構造ボルトの開発」では、DTB-II の引張り強度や転造成形性の向上を図り実用性を高めるために、多条ねじ溝の条数を選択的に減じ、残った多条ねじ溝を等ピッチに配置した改良型 DTB-II を考案した。検証実験の結果、改良型 DTB-II は、多条ねじの条数によらず狙い通りの十分な高さのねじ山が全周に渡り成形され、転造加工性は大幅に改善された。準静的引張り試験、動的疲労強度において、転造シングルねじと同等以上の性能に道筋を付けられた。ユンカー式振動試験の結果、3-1 DTB-IIB は、外側ナットの締付けトルクをのみを管理するだけで規定の負荷繰返し数後の軸力残留率は 90%以上を保持した。しかし、量産化を行う上での課題点が残った。

第 5 章「並目一条・底上げ並目多条新改良型二重ねじ構造ボルトの開発」では、DTB-II の製品品質やダイス工具寿命の向上を図り、量産化技術を確立するために、前章の DTB-IIB のシングルねじ山に重畳させる多条ねじ溝を底上げすることにより、ねじ溝底部に生じる過転造域を減少させた 3-1 および 4-2 DTB-IIC を考案し、転造加工性実験と FEM による工程シミュレーション、および性能評価試験を行った。その結果、DTB-IIC はいずれも狙い通りの十分な高さのねじ山が全周にわたり成形され、DTB-IIB に比べ加工直後の素材温度が大幅に低下し、切りくず、材料剥離や工具のチップングの発生は抑制されたため、量産化技術の確立に目処がついた。また、DTB-IIC では、通常高さのシングルねじナットのみでも十分使用可能な静的引張り強度に達し、ユンカー式振動試験の結果は DTB-IIB と全く同等であった。

第 6 章「結論」では、DTB-I と新型 DTB-II の開発に関する研究を総括するとともに、残された今後の課題を示している。

(英訳) ※和文要旨の場合(400 words)

## ABSTRACT

Screw fasteners are very frequently used and high importance machine elements, their history is old and widely spread in society. On the other hand, the loosening of the screw is a problem that can not be avoided under the use environment accompanied by severe vibrations and shocks. Therefore, in particular, the mechanism of loosening due to the return rotation of the nut has been elucidated in various ways, and various preventive measures have been devised. However, most of them are merely enhanced versions of the frictional force between the threaded surfaces, which is not a definitive loosening prevention. On the other hand, a double screw bolt (DTB: Double Thread Bolt) which has two types of screws with different lead angles coaxially and tightens the corresponding nuts for each lead makes it a double nut structure. A mechanical interference effect is generated due to the difference in slack speed, and it has high deterrence against looseness due to the return rotation of the nut. Therefore, in this research, we conducted research on DTB's various performance evaluation and mass production technologies on a continuous basis.

Chapter 1 "Introduction" describes the background of this research and clarifies the significance of this research.

In Chapter 2, "Railroad 1st section, 1st row double row threaded bolt rolling process", we devised a prototype of thread rolling processing method for mass production of DTB-I and conducted its workability test and performance evaluation test. I went successfully.

In Chapter 3, "Development of first-row first-row double-threaded bolt", the thread structure is a combination of multiple threads of a single thread (DTB-II). We have elucidated the structural points to be improved.

In Chapter 4, "Development of double-threaded double-threaded bolt with first-row coarse thread, development of double-threaded bolt", improvement by selectively reducing the number of threads of multiple threads and arranging the remaining multiple thread groove at equal pitch. We devised type DTB-IIB. However, the problems in mass production remained.

In Chapter 5, "The first coarse round rise", the development of a double-threaded double-threaded bolt with a newly improved double screw structure ", by raising the multiple thread groove to be superimposed on the single thread of the DTB-IIB, the mass production become to be expected.

Chapter 6 "Conclusion" summarizes the research on the development of DTB-I and the new DTB-II, and shows future issues to be solved.