

連載 ポイントを押さえて実機的设计に活かす

力学の考え方

基礎と応用

米屋技術士事務所
金友 正文*

*かねとも まさふみ：代表 技術士（機械部門、情報工學部門）
URL：https://www.kbtkomeya.com/

ねじの緩み防止とその構造の力学 およびねじ締結検査技術の話題

最終回

はじめに

機械装置劇場における出演者の一人である機械要素のねじは、着脱機能による部品の一体化と分離、減速機能による移動台の駆動、倍力機能によるクランプと、その用途は広く、主役の機械装置を支える名脇役である。本シリーズのテーマである「力学」とねじの関係は、倍力機能を実現する力の算出である。本シリーズの第10回「固定力と構造」において、ねじの締結トルクと軸力の関係を示し、ねじの倍力機能を用いたクランプ機構について紹介した。

ねじは、低価格で、気軽に使用可能な機械要素であるが、部品を結合する目的で使用する場合、ねじが持つ着脱機能の潜在的な弱点となる「緩み」の致命的な現象が発生する。この緩み現象を防止するさまざまな構造が提案されており、設計者はこの中から用途に合った製品を使用する。本シリーズの最後となる今回の記事において、主な緩み止めを紹介し、一部の構造について緩みを止める力を算出する。加えて、最近の話題として、筆者らが開発中のねじの締結検査技術について紹介する。

緩み止め構造の紹介

ねじは機械装置に多用される要素部品で、レンチを用いて容易にその締結が可能であるが、使用環境によっては緩みが発生し、締結に必要な軸力が消滅する。ねじの緩みが許容できない部品は溶接などの接合を行えばよいが、分離が困難となるので、メンテナンス、調整などの目的で該当する部品に分離の機能が要求される場合は使用できない。前記したようにねじは容易に分離が可能で、締結の際、強固な軸力を発生できる機械要素で、産業革命以来多用されてきた。

加減速による繰返し荷重が加わる振動環境、繰返しの熱応力が加わるヒートサイクル環境など、ねじの緩みが生じる外乱に対して、技術者はねじの緩み防止に知恵を絞ってきたが、完璧な方法がないのが実情で、締結対象によって、適切な緩み止め法を採用しなければならない。製品としてメーカーから提供されているねじの緩み止め法について、表1にその分類と概要を示す。続いてそれぞれの構造と動作について説明していく。緩み止め法によって緩み防止構造のサイズと能力は変わってくるので、どれを採用するかは読者の判断にお任せする。

表1 ねじの緩み止め法の分類と概要

分類	作用分類	呼び名 *は商品名	概要	番号
ねじ	ねじ山の変形	スプリングボルト*	おねじの山の頂上部の切欠き構造のばね作用を用いて、めねじとの間で摩擦力を増大する構造	1
		ノジロック*	おねじのねじ山のらせん構造の一部にくさび形状を配置して、緩み力が作用する際、めねじとの摩擦力を増大する構造	2
		Look'n Bolt*	おねじ端部の溝付きテーパ穴のねじを半径方向に押し広げる構造により、めねじとの摩擦力を増大する構造	3
ナット	ナット軸力	ダブルナット	2個のナットの締結力の反発作用によりその緩みを防止する構造	4
	ナット半径力	エキセントリックナット*	2個のナットのうちの一方の偏心構造のテーパ穴に他方のナットのテーパ軸がはまり、テーパ面における片当たりのモーメント荷重によりナットとねじの間で摩擦力を生み出す構造	5
		NEWロックナット*	座金の偏心軸テーパ構造にナットのテーパ穴がはまり、テーパ面における片当たりのモーメント荷重によりナットとねじの間で摩擦力を生み出す構造	6
	ナット摩擦力	樹脂ばねナット	ナットの端部にナットと一体化した樹脂材を埋め込んで、樹脂のばね作用によりねじとの摩擦力を増大する構造	7
		ばねナット*	ナットの端部にナットと一体化した薄い金属板を埋め込んで、板のばね作用によりねじとの摩擦力を増大する構造	8
		オールメタルロックナット*	ナットの端部の溝の割構造によって生まれる半径方向のしまりばね効果により摩擦力を生み出す構造	9
		くさびナット*	ナットのねじ山をくさび形状に変えて、ねじとの摩擦力を増大する構造	10
座金	軸力	ばね座金	座金に半径方向の割を1カ所入れ、軸方向に変形させたらせん形状のばね構造により軸力を発生させる構造	11
		皿座金	座金を皿形状に変形させたばね構造により軸力を発生させる構造	12
	歯による固定	歯付き座金	座金の円周上にエッジ形状の突起部を複数個設け、緩み回転時にエッジ部が被締結部品とねじの座面に食い込んで緩み力を防止する構造	13
		リップロックワッシャー*	皿形状のワッシャーの両面に鋭いエッジ構造の凸部を設け、緩み力に対してこの部分が被締結部品とねじの座面に食い付いて摩擦力を増大する構造	14
	変形	菊座金	組立ての際、軸とナットの一体化を菊座金の折り曲げによって実現する構造	15
	座金とねじの相互作用	ノルトロックワッシャー*	2枚の座金による3カ所の接触部のうち、上下2面が滑りブレーキ面、中央面がすべり面となって作用し、座金のすべり面の傾きがねじピッチの傾きより大きく、緩み動作の際にねじの伸びが緩みを防止するばねとして作用する構造	16
その他	接着	接着剤	ねじと被締結部品のねじ部を接着剤により一体化し、緩みを防止する構造	17
	固定	固縛	隣り合うナットをたすきがけのワイヤで結合し、緩み回転変位と締結回転変位を相殺する構造	18
		ピン、ワイヤ固定	ねじまたはナットにピンもしくはワイヤを通し、機械的にナットとねじを一体化する構造	19