

解説 3

締付け管理と緩みから考える ねじ締結体の信頼性

岡山大学 大宮 祐也*

*おおみや ゆうや：大学院 自然科学研究科 助教

はじめに

信頼性とは“機械製品又は機械要素が所定の要求事項を満足できる能力であって、所定の要求事項には基準期間も含まれる。”¹⁾と定義されている。ねじ締結体における信頼性とは、極めて単純で外力が作用した場合においても接合面に十分な締付け力を有することである。したがって、外力作用時のねじ締結における力学挙動を十分に考慮し、ねじ締結は設計されている。しかしながら、多くの方が見落としている点がある。それは、ねじ締結のトラブルの主要因であるねじの“締付け管理”と“緩み”である。そこで、本稿ではねじの締付けとねじの緩みに焦点を絞って述べる。

ねじの締付けでは多くの場合、トルクレンチを用いたトルク法に基づいて締付け管理が行われているが、この方法は簡便であるがゆえに重要な点を見逃しがちである。ねじの緩みでは多くの緩み止め部品が市場に出回っていることから、その重要性は十分に認識しているが、いまだにすべての理解には至っていない。

これらについて比較的近年に明らかになった研究を例に問題の再認識および防止、予測方法を紹介する。

ねじの締付けに関して

1. ボルト1本に注目した場合

ねじを締め付ける方法としてトルク(締付け)法、回転角(締付け)法、トルク勾配(締付け)法が代表

的である。これらの方法は、ねじを設計値(目標締付け力、kN)に締め付けることを目的に用いられている。しかしながら、これら締付け方法を用いたとしても多くの場合、締付け力を設計値に締め付けることはできず、“おおむね”設計値にしかない。締付け係数 Q (=最大値/最小値)で示すと、トルク法の場合は1.4~3、回転角法の場合では、1.5~3、トルク勾配法の場合では、1.2が示されている。さらにこの値についても、さまざまな因子で大きく変化する²⁾。

利用が簡便であることから広く用いられているトルク法について述べると、トルク法は下記に示すトルクと締付け力との関係式を用いた締付け管理方法である。

$$T = KFd$$

ここで、 T は締付けトルク(Nm)、 K はトルク係数、 F は締付け力/設計値(kN)、 d はねじの呼び径(m)である。この式での“不確かな値”は“トルク係数”である。トルク係数に決まった値はなく、ねじ締結体の状態(材料組合せ、表面粗さ、表面形状、潤滑の有無、潤滑剤の種類や量、締付け速度、環境温度、環境湿度、汚れなど)で、いくらかでも値が変化する。このトルク係数は下記の式を用いて算出される。

$$K = 1/d(P/2\pi + 0.577\mu_{th}d_2 + 0.5\mu_bD_b)$$

ここで、 P はねじのピッチ、 μ_{th} はねじ面の摩擦係数、 d_2 はねじの有効径の基準寸法、 μ_b は座面の摩擦係数、 D_b は座面の摩擦に対する直径である。この式での“不確かな値”は“摩擦係数 μ_{th} 、 μ_b ”と“座面の摩擦に対する直径 D_b ”である。すなわ