

解説 1

ねじ締結体の締付け軸力の直接管理法

芝浦工業大学 橋村 真治*

*はしむら しんじ：工学部 機械機能工学科 教授

はじめに

さまざまな分野、さまざまな機器、さまざまな構造物で利用されるねじ締結体において、最も重要なファクターは締付け軸力である。ねじ締結は、「締付けに始まり、締付けに終わる」と言っても過言ではない。一方、ねじ締結体の締付け軸力を正確に管理することは、決して容易ではない^{1),2)}。

締付け軸力の測定法としては、ボルト頭部から軸方向に超音波を入射し、超音波の伝達時間から締付け軸力を測定する方法³⁾や、ボルトにひずみゲージを貼付して測定する方法³⁾などがある。しかし、すべてのボルトで計測することは困難である。そのため、ねじ締結体の締付け軸力は、締付け軸力の代替パラメータとして、締付けトルクや締付け回転角を用いて、締付け過程で管理される。

JIS B 1083には、代表的な3つの締付け管理法が規定されている⁴⁾。その中で、ボルトが全断面降伏しない弾性域における方法として、トルク法と回転角法が規定されている。締付けトルクは、締付け軸力とねじ面と座面の摩擦係数を介して線形関係にある締付けトルクを管理して締め付ける方法であり、回転角法は、締付け軸力とねじ締結体のばね定数を介して線形関係にあるボルトもしくはナットの締付け回転角を管理して締め付ける方法である。

トルク法は作業性に優れ、最も広く用いられている。一方でトルク法は、個々の締付けでねじ面と座面の摩擦係数がばらつくために、得られる締付け軸力が目標値に対して大きくばらつくことが

知られている⁴⁾。回転角法においても、ねじ締結体のばね定数を正確に把握することが難しいうえ、ねじ締結体のばね定数が極めて大きいために、わずかな回転角の誤差が締付け軸力の誤差になるなど、正確な締付け管理は容易ではない。

本稿では、これまで筆者らが提案した締付け軸力の検出法^{5),6)}と、締付け軸力検出法を応用した締付け法⁷⁾について紹介する。これらの方法では、ねじ締結体における摩擦係数やばね定数を使用しないので、それらの影響を受けることはない。

締付け軸力の検出

1. 締付け軸力検出理論

図1(a)に、ボルトとナットにより締結されたねじ締結体の概略図を示す。ボルトとナットにより被締結部材を締付け軸力 F で締め付けた場合、図1のようにボルトは F で引っ張られ、被締結部材は F で圧縮される。ここで締付け軸力 F は、便宜上ボルトとナットがかみ合うボルト側の第1ねじ山部(点A)に集中して作用すると仮定する。いま、図1におけるボルトの首下長さを l 、グリップ長さを l_{AB} 、締結後の被締結物の上面(点A)からボルトの先端(点O)までのねじ部長さをナットからのボルトの突出し長さ l_{OA} とする。また、このボルト・ナット締結体において、ナット上面を押さえてボルト先端の点Oに引張力 P を負荷し、 P を負荷する着力点Oの変位を δ_0 をとする。

図1(b)に、着力点変位 δ_0 に対する引張力 P の挙動を示す。図1(b)において、 P が締付け軸力 F よ