

振動試験機を用いたねじの緩み評価試験

百瀬 晶（機械・材料技術部 機械計測グループ）

1. はじめに

ねじは部品の締結に用いられる機械要素として様々な工業製品で使われているが、メンテナンスの容易さの反面、緩みが生じるという問題を抱えている。ねじの緩み・脱落は時に重大な事故を招くことから、緩み防止の機能を高めた様々な製品が開発されており、その効果を実証するためにねじの緩み試験が行われている。

現在広く普及しているねじの緩み試験には、軸直角振動式と衝撃加振式があり、前者はドイツ工業規格 DIN65151 に準拠したユンカー振動試験、後者は米国航空規格 NAS3350¹⁾ に準拠した NAS 振動試験と呼ばれている。どちらも民間企業や試験機関²⁾ 等で実施されているが、当所では対応できていなかった。

そこで本研究では、既設の振動試験機を活用して、NAS 式によるねじの緩み試験が可能か検証することを目的とした。NAS 規格に基づいて製作した治具を振動試験機に設置し、ねじの締結条件を変えて加振実験を行った。ここではその結果を報告する。

2. 実験方法

NAS 振動試験の概要を説明する。この試験は、図 1 のように加振台に取付けられた試験治具にボルトナット締結体を設置して、全体を上下方向に振動させる試験である。締結体は、治具の長穴内で自由に上下動できるようになっているが、加振台を規定の条件で動かすと、長穴の上下両端に衝突する。これを規定の回数繰り返して、ねじの緩みを評価するのが NAS 振動試験である。

本研究で評価対象としたねじは、呼び径 M8 である。市販の鋼製ねじで強度区分 10.9 のものを使用した。試験治具については、材質や硬度、長穴部の寸法、摺動部分の表面粗さなどが規格 NAS3354 で規定されている。寸法はねじの呼び径ごとに決められているが、インチねじで示されているため、M8 に数値が最も近い 5/16 インチ用の仕様を

参考にして試験治具を設計・製作した。加振機は IMV (株) 製の振動試験機 i250/SA5M を使用した。試験治具および試験装置の外観を図 2 に示す。締結体の緩み、脱落によって、これが飛び出すと危険であるため、台の周囲にポリカーボネート製のプレートを設置している。

次に、締結条件については、締付けトルクを変えたり、緩み防止機能³⁾の有無など、様々な条件で実験を行った。締付けトルクは、標準締付けトルク 1.8T、2.4T 系列の参考値⁴⁾をもとに 28Nm を最大設定値とし、その 1/2 の数値を最小設定値として、その間でいくつか水準を設けた。トルクはデジタルトルクレンチを用いて設定した。また、緩み防止機能としては、標準の六角ナットを重ねたダブルナット (DN と記す)、テーパの付いた 2 つのナットのうち一方が偏心して、組んだ際の楔効果により緩み防止機能を高めた市販の偏心テーパ二重ナット (HLN と記す) の 2 種類について効果を確認した。

加振条件は規格 NASM1312-7 に従った。単位系をインチからメートルにし、表 1 に示す条件で実施した。

またこの規格では、締結体が治具内を自由に動けるよう、摺動部には潤滑油を塗布することが要求されている。ここでは、SAE0W-20 を使用した。

表 1. 加振条件

振動数	30Hz
振幅	11.43mmp-p
衝撃ストローク	19mm
振動回数	30,000 回 (約 17 分)

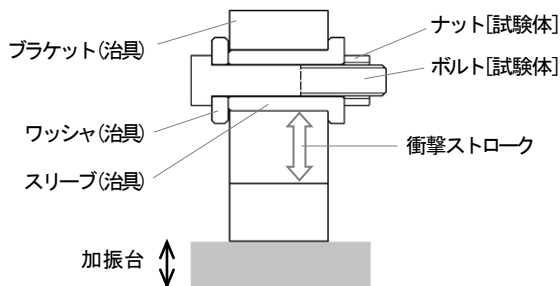


図 1. ねじの緩み評価試験の構成

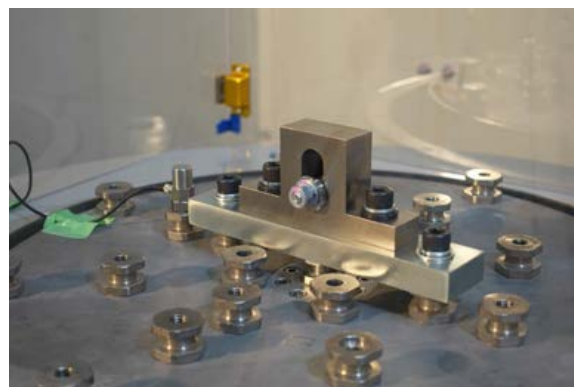


図 2. 試験治具および試験装置の外観

3. 結果および考察

M8 ねじ締結体を対象に、締結条件を変えて緩み試験を実施した。緩みの有無については、ボルト、ナットやワッシャに合わせるようにして引いた線（合いマーク）が3万回終了後にずれていないかで判断した。また、参考値として戻しトルクも測定しているが、数値の記載は省略する。

まず、締付けトルクを変えた時の結果を表2に示す。締付けトルクを26Nmまで低下しても緩みは見られなかった。さらに数値を下げると、緩みが発生して締結体は分離・脱落した。試験 No.1-4 と No.1-1、2-2 の結果が示すように、トルク値が小さいほど短時間で脱落している。

次に、緩み防止機能の有無を通じて、その効果を確認した。結果を表3に示す。締付けトルクを23Nmとした試験 No.4-3 では47秒で脱落したが、これをダブルナットにする（試験 No.4-4）ことで緩まなくなった。ダブルナットの緩み防止効果を確認することができた。

表2. 締付けトルクを変えた時の緩み試験結果

試験 No.	締付けトルク(Nm)	試験回数または時間	結果
1-3	28	30,000	緩み無
3-4	26	30,000	緩み無
1-4	25	4min50sec	脱落
1-1, 2-2	22	39sec, 49sec	脱落

表3. 緩み防止効果の確認

試験 No.	締付けトルク(Nm)	防止機能	試験回数または時間	結果
4-3	23	無	47sec	脱落
4-4	23	DN	30,000	緩み無
5-4	14	DN	55sec	脱落
5-5	14	HLN	30,000	脱落無,緩み有

さらに、緩み止め機能が優れているとされる市販の緩み止めナット（HLN）を取り上げて、その効果を確認した。締付けトルクは14Nmと大幅に小さい値に設定した。試験 No.5-4 と No.5-5 の結果から、DN に比べて HLN の方が優れた緩み防止効果を示すことが確認できた。No.5-5 の結果について補足しておく、3万回終了後の合いマークにはずれが見られたものの、ナットは脱落しなかった。

4. まとめと今後の展開

呼び径が M8 のねじ締結体を対象に、締結条件を変えながら、振動試験機を用いてねじの緩み評価試験を行った。その結果、

- (1)締付けトルクの大小に応じて緩みの有無が確認できた。
- (2)緩み防止機能を有する市販品を用いて、その効果を確認することができた。

以上により、この方法による NAS 振動試験の実施可能性について検証することができた。

今後の展開として、本研究成果の展開および課題への取り組みについて述べる。本研究成果に関しては、お客様の実サンプルを対象に評価試験を実施したいと考えている。評価をご希望のねじサンプルがありましたら、ぜひ機械計測グループまでご連絡いただきたい。また、課題としては、呼び径違いへの対応や試験治具の寿命の見極め、緩みの開始時期の調査、等々があげられる。これについては今後のニーズを踏まえつつ検討を進めていきたい。

【参考文献】

1. NATIONAL AEROSPACE STANDARD, NAS3350, NAS3354, NASM1312-7.
2. 滋賀県工業技術総合センター, 研究報告, 10 (2009).
3. 田村修, ねじの知識, 養賢堂
4. 東日トルクハンドブック, Vol.8, 35.