

ISO 16130

Aerospace series - Dynamic testing of the locking behaviour of bolted connections under transverse loading conditions (vibration test)

航空宇宙規格 - 軸直角方向振動条件下でのねじ締結体の動的ゆるみ試験（振動試験）

<https://www.iso.org/standard/55728.html>

●適用範囲

ISO とは国際標準化機構（International Organization for Standardization）の略称であり、この ISO が策定した国際規格を ISO 規格と呼びます。2015 年に規格化された ISO 16130 では、開発用、航空宇宙応用のねじ締結体のゆるみ試験（ユニカー式軸直角方向振動試験）について規定しています。振動試験機ごとに剛性等が異なるため、この規格に関する試験では絶対的な評価が不可能です。したがって、この試験の目的は、ある決められた条件で締結された一般的なねじ部品とゆるみ止め特性を有するねじ部品のゆるみ止め特性を同条件で比較することにあります。

●ルール

締付け用部品は定められた軸力（例えば降伏応力の 75%）で振動試験機に取り付け、ボルト軸直角方向に振動させます。締結物に上記以外の荷重がかからないように注意します。振動試験実施中は、軸力の変動を測定します。

- ・ 指定したサイクルを超過した
- ・ 残留軸力が安定した
- ・ 残留軸力が 0 kN になった
- ・ ボルト破断

のいずれかが発生した場合、試験を終了します。

●装置

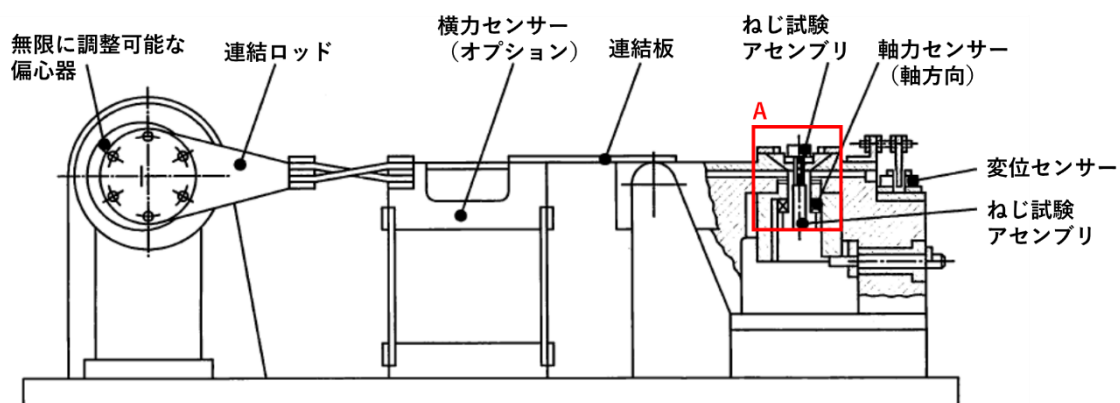
試験機は、油圧又はモーターにより、軸直角方向に変位を発生させます。試験機は、固定台と振動台で構成され、締結された試験品が含まれています。振動板には回転しないワッシャーが入っています。固定板には固定板と振動板間の軸力を測るための軸力センサー（ロードセル）を含んでいます。軸力センサーは回転しないよう固定されています。変位センサーは固定板と振動板の相対的な動きを測定するようになっています。振動周波数：10-15 Hz（誤差±3%）が可能でないといけません。

ISO 16130 においては、軸力の設定として MJ ねじとインチねじの例しか記載されておりませんが、弊社では 2019 年に ISO 16130 対応ユニカー試験機（Vibration Master 社製 VM J900）を導入し、通常のメートルねじ規格とインチねじ（ユニファイ）規格のユニカー試験

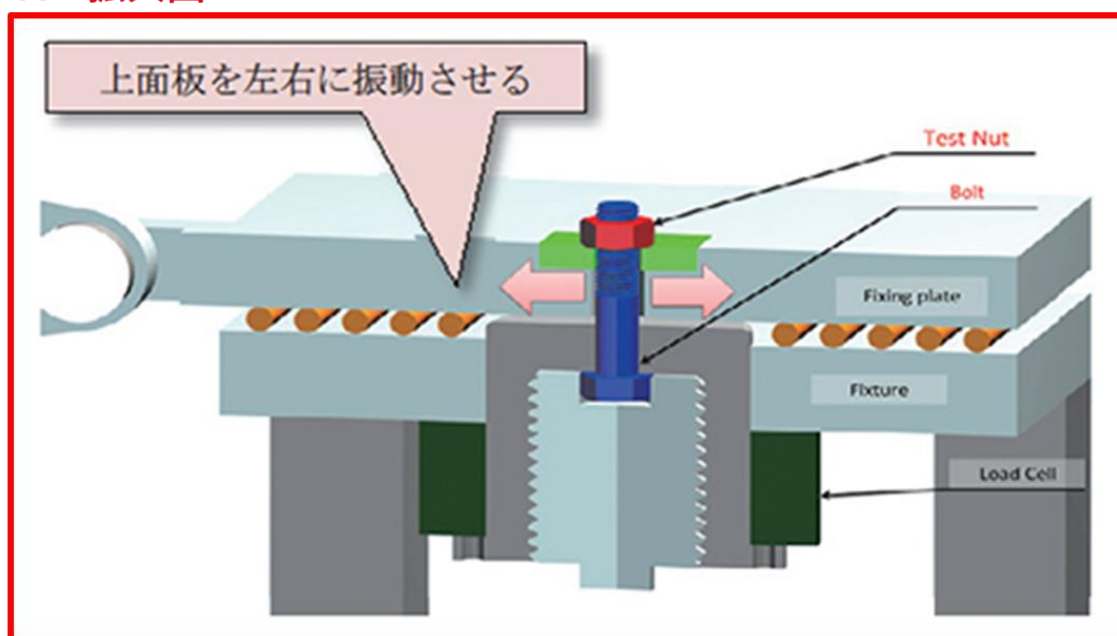
も可能としております。

ISO 16130 で言及されているサイズならびに弊社が現時点で試験可能なサイズ。

ISO 16130 で言及しているサイズ		弊社で現在試験が可能なサイズ	
MJ 4×0.7	.1640-36	M6	3/4”
MJ 5×0.8	.1900-24	M10	7/8”
MJ 6×1.0	.2500-20	M12	1”
MJ 7×1.0	.3125-18	M14	1-1/8”
MJ 8×1.0	.3750-16	M16	1-3/8”
MJ 8×1.25	.4375-14	M18	1-5/8”
MJ 10×1.25	.5000-13	M20	1-3/4”
MJ 10×1.5	.5625-12	M22	
MJ 12×1.25	.6250-11	M24	
MJ 14×1.5	.7500-10	M27	
MJ 16×1.5	.8750-9	M30	
MJ 18×1.5	1.0000-8	M33	
MJ 20×1.5	1.1250-7	M36	
MJ 22×1.5	1.2500-7	M42	
MJ 24×2.0	1.3750-6		
	1.5000-6		
	1.7500-5		
	2.0000-4.5		



Aの拡大図



出典：(上) ISO 16130: 2015 の 4 ページの Fig. 2。(下) ハードロック工業株式会社作成。

●試験手順

参照試験と検証試験の 2 つから構成されています。

参照試験：

ゆるみ止め機能を持たない締結体を使用し、検証試験のための振幅条件を決める試験です。参照試験を通じて、試験の軸直角方向の変位（振幅）を決定します。300±100 サイクル後に軸力が 0 となる（ゆるみ切る）振幅を、試験を通じて探し出します。もちろん、軸力はボルトあるいはナットの強度区分の弱い方に合わせる必要があります。

再現性の有無を確認するため、毎回、新しい試験品で 3 回行う必要があります。次に、参照

試験で決定した振幅で検証試験を行います。

検証試験：

ゆるみ止め機能を有する締結体のゆるみ止め効果を検証するための試験です。参照試験、検証試験は同じ方法、同じ条件で実施しなければなりません。

振幅を初期状態にセットした後、試験品を取付け、定められた軸力（例えば降伏応力の 75%）で締付けます。試験中は常温で実施し、振幅を確認しつつ、サイクル数と残留軸力の関係を記録します。

試験依頼者の依頼があった場合は、試験済み試験品に破損がなければ、ゆるみ止め効果を確認するために再試験を行ってもよいとされています。

●試験設定

呼び径に対する締付け長さの比はできる限り小さい方がよいとされており、締付け長さは呼び径の 2-2.5 倍が推奨されています。試験依頼者はこれとは異なる試験条件を設定することもできます。再現性を得るために、1) 初期軸力、2) 振動周波数、3) 振幅、4) 締付け長さ、を明確にさせておく必要があります。

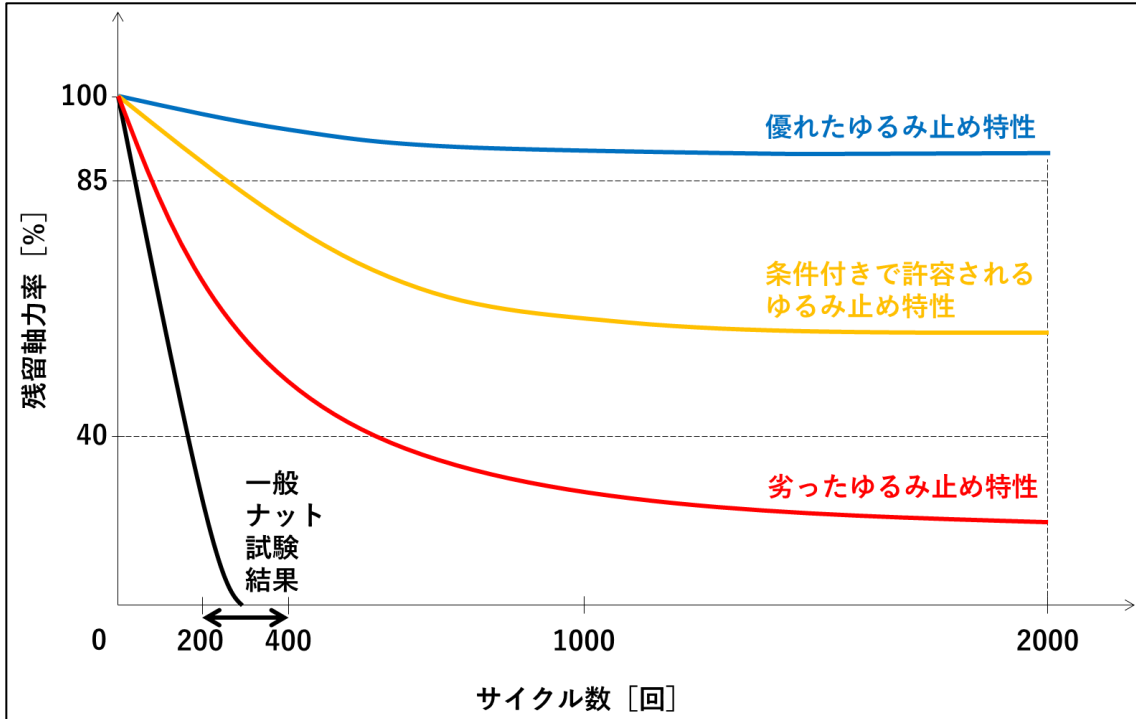
●評価

経過サイクルを横軸に、残留軸力（あるいは残留軸力率）を縦軸にプロットしたカーブにより振動試験中のゆるみ挙動を知ることができます。評価の方法としてはそれぞれの試験で規定されないといけません。

- ・締付け力が完全に喪失した時をもって負荷サイクルの数を決定する方法、
- ・明らかな数の負荷サイクルの後で残留締付け力を決定する方法、
- ・ボルトの疲労破壊までに完了した負荷サイクル数を決定する方法、

がありますが、評価の一例として ISO 16130 では、2000 サイクル経過後の残留軸力率が 100-85%を優れたゆるみ止め特性、85-40%を条件付きで許容されるゆるみ止め特性、40%以下は劣ったゆるみ止め特性、というものを挙げております。あくまでもこれは航空宇宙産業の細目ねじ締結体の振動試験評価の一例であって、一般産業用の並目ねじ締結体等にそのまま当てはまるわけではないことに注意することが必要です。最終的にどう評価するのかは試験依頼者に委ねられています。

航空宇宙産業の細目ねじ（MJねじ）締結体の評価例



注) あくまでもこれは航空宇宙産業の細目ねじ（MJねじ）締結体の振動試験評価の一例でしかなく、一般産業用の並目ねじ締結体等にこの評価がそのまま当てはまるわけではないことに注意が必要です。最終的にどう評価するのは試験依頼者に委ねられています。