

新製品紹介 2

複合型ボルト緩み試験機の紹介

Introduction of Multifunctional Bolt Vibration Testing Machine

小林 悠亮 株式会社東京衡機試験機 技術部

Yusuke Kobayashi TOKYO KOKI TESTING MACHINE CO. LTD. Technical Department



要旨

ボルト緩み特性評価試験機は、NAS3350加速振動試験やDIN 25201振動試験などの規格に準じたものが普及していますが、各々異なる機構の専用試験機であることが一般的です。この度、弊社では、幅広い性能評価や検証を効率的に行えるよう、1台で両規格の試験に対応可能な「複合型ボルト緩み試験機」を商品化したので紹介します。

1. はじめに

近年、構造物の大型化や輸送機器の高速化が進み安全性に対する要求は一段と高まり、我々が日常、恩恵を受けている高層ビル、鉄道、高速道路、橋梁、発電所などは安全であることが当然とされています。そして、ボルト、ナットはそれらの構造物の要素・部材の締結に多用され欠くことのできない重要な機械要素となっていることは周知の事実と言えます。

ボルトの歴史は古く紀元前に発明され、銅製ボルトは産業革命の時代に実用化されたと言われています。実用化当初は、各国それぞれ独自の形状のもでしたが、戦後には規格整備により国際的な標準化が進み、同時に性能評価試験方法なども数々の研究や検証により規格化され、信頼性・安全性の裏付けに役立っています。

2. ボルト緩み試験規格

ボルト緩み試験規格は、米国航空規格NAS3350加速振動試験やドイツ工業規格DIN 25201振動試験が普及しています。

前者は図1に示すように、評価対象のボルト、ナット及び、ワッシャ、シリンダで構成された締結体を、試験機加振部にあるホルダの長穴内を上下自由動作できるようセットしたうえで正弦波加振し、加振方向反転時に発生する衝撃力を与え、その際の緩み特性を評価する加速試験です。試験条件は規格により、繰返し速度30 Hz、振幅11.4 mm (p-p)、回数30,000回と定義されています。

一方、後者はユンカー振動試験とも呼ばれ、締結体がせん断負荷を受けることで緩み現象の度合いを評価する試験です。図2に示すように、固定プレート及び可動するグライダープレートを縫付け固定するようボルト、ナットを取付け、グライダープレートをせん断方向に繰返し速度12.5 Hz、回数2,000回の条件にて規定振幅で振動させた時の締結軸力減少をもとに緩みを評価します。

両試験ともに正弦波振動により緩み評価する点については共通ですが、各々異なる機構を必要とする試験のため、各要件に

沿った構造の試験機が必要となります。

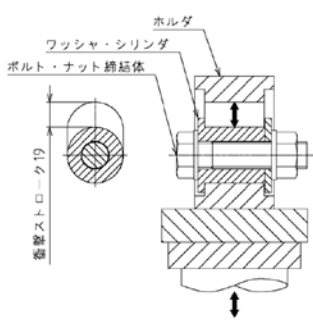


図1 NAS3350試験構造

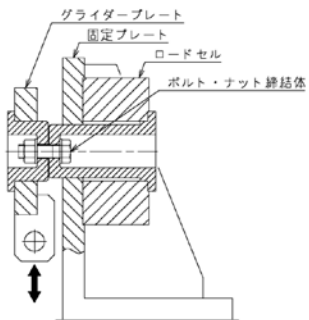


図2 DIN 25201試験構造

3. 今回商品化したボルト緩み試験機

本試験機は、1台でNAS3350加速振動試験とDIN 25201振動試験の両規格の試験に対応可能な試験機で、株式会社トーネジ殿にご協力頂き、商品化しました。試験機外観を図3に示します。

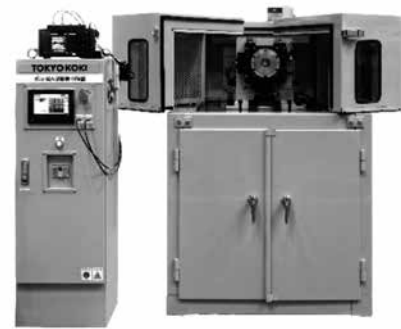


図3 複合型ボルト緩み試験機 外観

試験機は、試験機本体及び計測制御装置から構成され、試験機本体下部に両試験に対応した共通の負荷機構部が、上部に加振部及びスライド移動式DIN 25201試験ユニットが配置されています。段取り替えは大掛かりな作業を不要とし、オペレー

タへの負担軽減を実現しました。具体的には、「試験部のアタッチメント交換 (DIN 25201試験ユニットの前後移動及びNAS3350治具の着脱)」「負荷機構部偏心盤の偏心量調整」「計測制御装置のタッチパネル操作による繰返し速度などの条件設定」を行うことで試験規格の変更が可能です。図4、5に各試験の試験状態を、図6に段取り替え構造を示します。また表1に試験機仕様を表します。

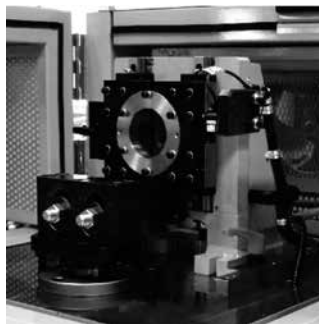


図4 NAS3350試験



図5 DIN 25201試験

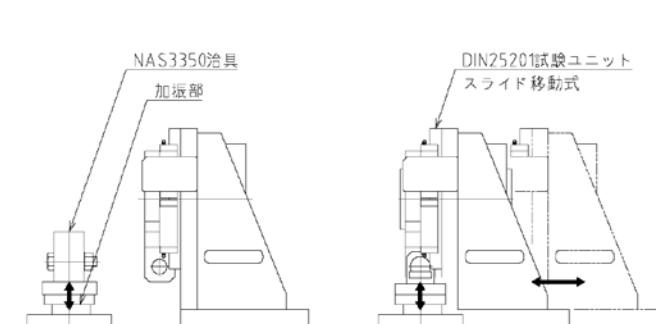


図6 段取り替え構造

表1 複合型ボルト緩み試験機 仕様

繰返し速度	最大30 Hz
振幅	最大11.4 mm (p-p)
対応ボルトサイズ	NAS3350: M8～20 (M48迄特注可) DIN 25201: M8～20
締結軸力	最大50 kN (DIN 25201のみ)
外形寸法 (扉開閉占有面積含む本体サイズ)	約幅230×奥行130×高さ150cm
質量 (試験機本体)	約1,000 kg
計測出力 (データロガーはオプション品)	NAS3350: 振幅 DIN 25201: 締結軸力、振幅

4. 特長

4.1 NAS3350、DIN 25201準拠の複合式

本試験機は上述の通り、1台で2つの試験規格に準拠した複合型試験機です。これにより装置1台分のスペースにて両規格の試験が実施でき、幅広い性能評価や検証を効率的に行うことができます。また試験機が1台で済むため、2台設置に比べ管理やランニングコストの点で有利となります。

4.2 可変振幅クランク機構を採用

各規格に求められる動作はともに正弦波加振ですが、NAS3350では衝撃力を発生させるための大振幅高速加振が、DIN 25201では負荷変動下での微小かつ安定した加振が必要とされます。また試験中は反力に関係なく振幅一定であることが望まれます。これらを満足するためには電気油圧サーボ方式アクチュエータによる変位制御などが考えられますが、大型複雑化によるコストアップ、運転動力効率の悪化などの観点から不利となります。

そこで、これを解決するために可変振幅機能付きクランク機構を採用し、シンプルな構造としました。本方式は弊社製品「シェンク式平面曲げ疲労試験機」で実績のあるもので、電動機の回転運動を調整可能な偏心盤とクランク装置により往復運動へ変換し正弦波加振させるものです。また駆動軸や軸受けに対しては、特に高剛性とバックラッシュに配慮した設計を行い、両規格を満足する精度を実現しました。

5. 試験データ例

本試験機により取得したDIN 25201試験データ例を示します。図中データ上側は締結軸力(縦軸)を、下側は加振振幅(縦軸)であり、それぞれ共通した時刻経過(横軸)における変化を示しています。

図7では加振開始前に設定した締結軸力が加振と同時に低下していく様子を読み取れます。一方、図8では締結軸力が試験終了まで安定して保持されており、高機能ボルトの戻り止め効果が機能している様子を読み取れます。

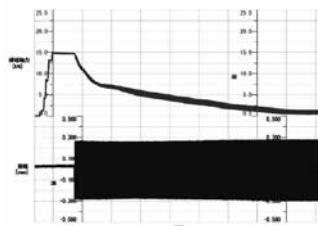


図7 DIN 25201試験データ1

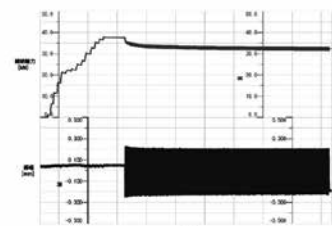


図8 DIN 25201試験データ2

NAS3350試験については、加振条件のデータ取得が可能で、試験中の振幅や回数が規格要求を満足していることが確認できます。

6. むすび

今回、NAS3350及びDIN 25201試験規格双方に準拠するといった強みを持つ「複合型ボルト緩み試験機」を紹介させていただきました。この試験機が、高機能ボルト、ナットの開発、緩み特性評価さらにはボルト締結構造物の安全性評価に貢献できれば幸いです。