

建築・土木業界向け ノルトロックワッシャーのご提案

大阪オフィス ☎ 072-727-1069

東京オフィス ☎ 03-6423-1069

✉ nlj@nord-lock-jp.com

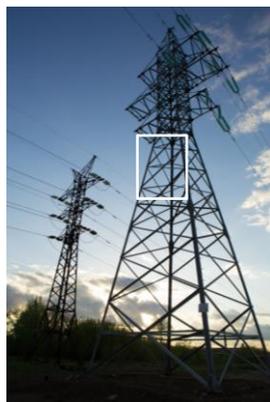
建築・土木業界での実績

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案



摩擦に依存しない緩み止め
「ノルトロックワッシャー」

- ・摩擦に依存しない緩み止め機構
- ・外側の細かな歯のついた「リップ面」
- ・内側の山が入った「カム面」
- ・2枚1組（糊付け状態で納品）
- ・使用、作業が簡単
- ・ゆるみ止め効果にバラツキがない
- ・再利用可能
- ・安心できるトレサビリティ



電力関係
(送電塔、風力発電タワーなど)



道路関係
(標識、ガードレール、アンカーボルトなど)



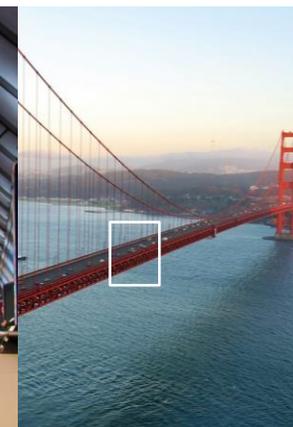
仮設機材(足場)



線路沿い施設(防音壁、信号、柵など)



駅内(ケーブルラック、照明、標識など)



橋梁、ビル関係(ケーブル、アンテナなど)



土木・建築業界におけるボルト締結の課題

建築、土木業界向け
ボルトロックワッシャーのご提案

摩擦に依存した緩み止め製品



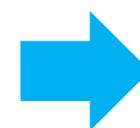
- ・風や機械的振動による緩み、脱落、それによる事故
- ・緩み止めを使っても緩みが止まらない
- ・定期的な緩み点検、増し締め作業
- ・締め外し作業に時間がかかる
- ・再利用できない

「原因」

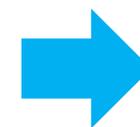
軸力管理不足, 摩擦に依存するゆるみ止めの使用

改善のポイント

ボルトの緩みが招く事故のリスクが非常に高い業界で増し締め、作業時間増加などによるコスト増加も大きなダメージとなる。そのため、バラツキのない緩み止め効果と同時にその作業時間短縮が改善のポイントとなる。(安全性と作業性確保が前提条件である。)



その結果
安全性**低下**
事故リスク**増加**
作業時間**増加**
作業性**低下**
全体コスト**増加**



摩擦に依存しない
緩み止めが必要になる

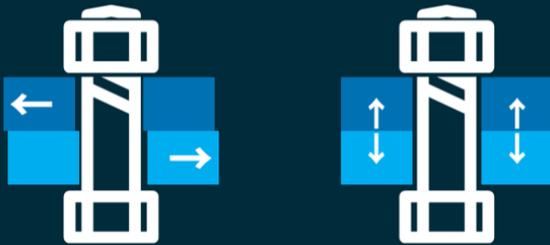
緩みの種類とその対策

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

回転緩み



- ・振動や衝撃が原因
- ・戻り回転により合マークがずれる

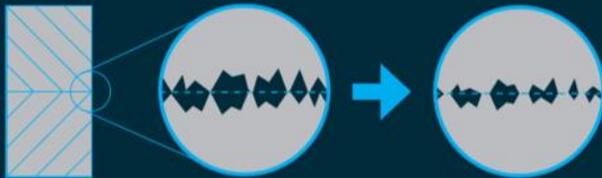


ボルト・ナットが少しでも戻り回転すると**致命的な軸力損失**につながる

非回転緩み



- ・なじみ、陥没、パッキンのへたり、塑性変形、温度サイクルが原因
- ・戻り回転しない緩み
- ・合マークがずれない



軸力損失は大きくないが、**回転緩み**につながる恐れがある。また、軸力損失により**疲労破壊**恐れも。

回転緩み対策

- ・適正軸力管理（**軸力** > **外力**）

しかし正確な**軸力管理**は**非常に難しい**



But! 多くの場合、**両方発生する**

摩擦に依存しない、回転緩みを物理的に防ぎ、非回転緩みによる軸力損失後も軸力を維持することができる緩み止めが必要になる。



非回転緩み対策

- ・増し締め
- ・ばね効果を生み出す緩み止めの使用

しかし**回転緩み**につながることは**防止不可**

ゆるみ止め製品の種類と特徴

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

摩擦に依存した緩み止め製品



- 締め付け作業に時間がかかる
- 摩擦より大きな振動になると回転緩みが起きる
- 取外しにも時間がかかり、焼き付きなどで外れない場合も
- 再利用できない
- ナット形状が大半

その他の緩み止め製品



- 脱脂・乾燥に時間がかかる
- 外す時に外れない
- 再利用できない
- 作業者のスキルに依存
- 作業性が悪く時間がかかる
- ゆるみ止め効果にバラツキ

“非回転緩み”用の製品



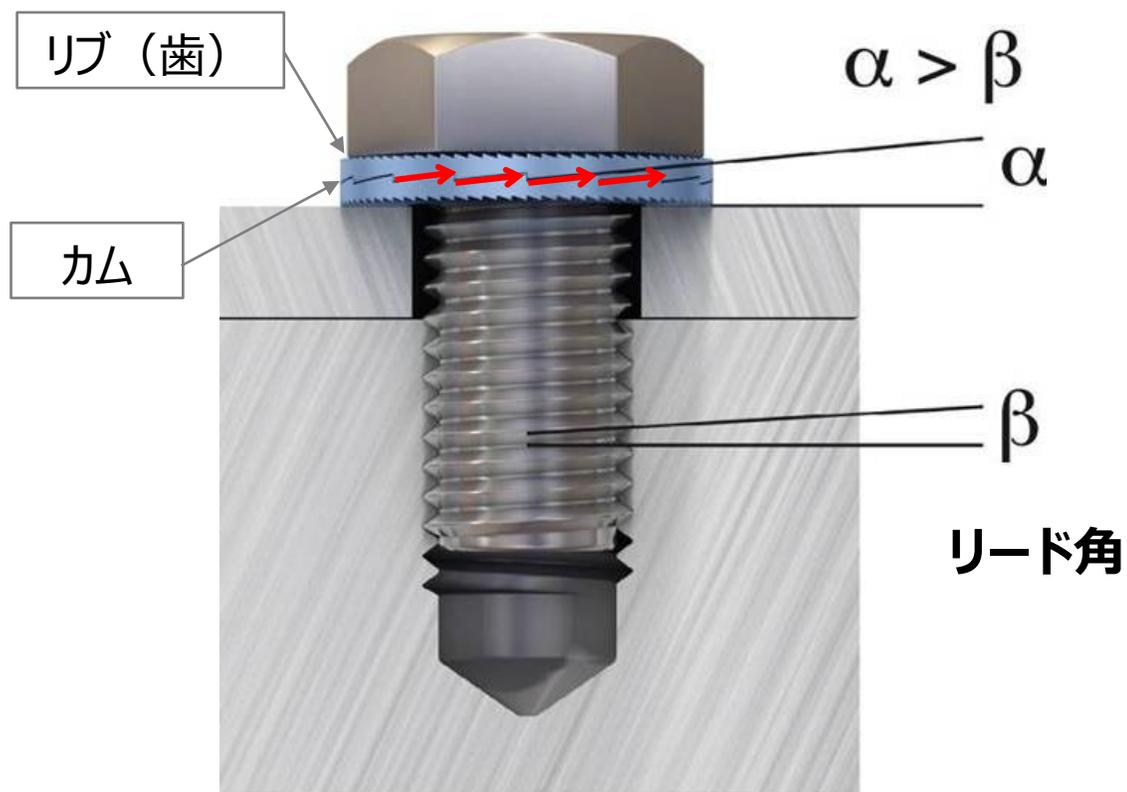
- 陥没の対策
- 非回転緩みの対策
- ばね効果を利用するので軸方向の変化には対応するが回転緩みには期待できない

軸力を利用した緩み止め製品



- 摩擦に依存しない
- 物理的に緩みを止める
- 作業者のスキルに依存しない
- 締め外し作業が簡単
- 再利用が可能
- メンテナンスコストの削減可能
- 潤滑剤にも影響を受けない

ほとんどのゆるみ止めは**摩擦の影響**と**作業者のスキル**によりその効果に**バラツキ**が生じる。



NORD-LOCK®

「ウェッジロック機構」

■ ノルトロックワッシャーの緩み止め機構

- ① 「リブ面」がボルト首裏と相手材表面にグリップ
- ② 戻り回転発生時は「カム面」間のみが動く
- ③ $\angle \alpha$ が $\angle \beta$ よりも大きいため、セルフロック
- ④ 振動や衝撃に晒されても物理的に緩めない
- ⑤ 取外し時は、カム山を一つ乗り越えれば解除
- ⑥ 解除時のトルク \leq 締付トルク

ノルトロックワッシャーとそのメリット

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

回転緩み防止



カム

リブ

コントロール番号

「ノルトロックワッシャー」

- ・ 摩擦に依存しない緩み止め機構
- ・ 外側の細かな歯のついた「リブ面」
- ・ 内側の山が入った「カム面」
- ・ 2枚1組（糊付け状態で納品）
- ・ 糊なしタイプあり
- ・ 鉄・ステンレス材（標準品）
- ・ インコネール・ハステロイ製品有
- ・ 安心のトレサビリティ
- ・ 広いサイズレンジ M3～M130まで

- ボルトが物理的に緩むことができない
- 増し締め不要。メンテ作業の工程削減
- 作業がシンプルで、作業性を損なわない
- 締付トルク同等 or 以下のトルクで解除可
- 誰が作業を行っても同じ効果が得られる
- 軸力の大小に影響されない緩み止め効果
- 潤滑油使用可。トルク-軸力を安定化
- 再利用可。ボルトにもダメージを与えない



ノルトロックワッシャーを使うことで既存の課題の緩み、緩み止め効果のバラツキ、作業時間、再利用できない部分の改善ができることで安全性、作業性が同時に向上できる。

安全性 + 作業性 = コストダウン

回転、非回転緩み両方防止



皿ばね形状

「ノルトロックXシリーズワッシャー」

- ・ ノルトロックの機構はそのまま保持
- ・ 皿ばね形状で非回転緩みにも対応
- ・ 回転、非回転両方に対応可能
- ・ 鉄製のみのラインナップ
- ・ M6～M20まで
- ・ 安心のトレサビリティ

ノルトロックワッシャー適用例

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案



摩擦に依存した緩み止め製品

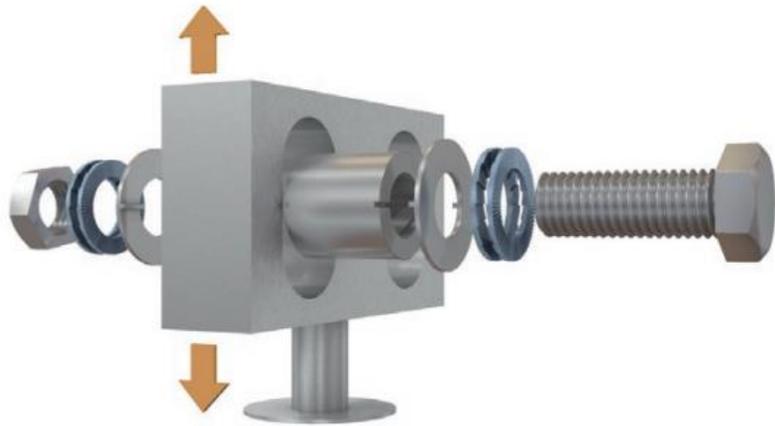


- 物理的に緩みを止めたいところ
- バラツキのない緩み止め効果が必要なところ
- 作業スペースが狭く、作業性が落ちるところ
- 増し締め作業の接近性が落ちるところ
(高所、狭所、遠所)
- 増し締めにかかる時間と労力大きいところ
- 緩みによる事故のリスクが高いところ
- 機械・風による振動, 衝撃が多いところ
- 緩み止めの締め外しに時間がかかるところ



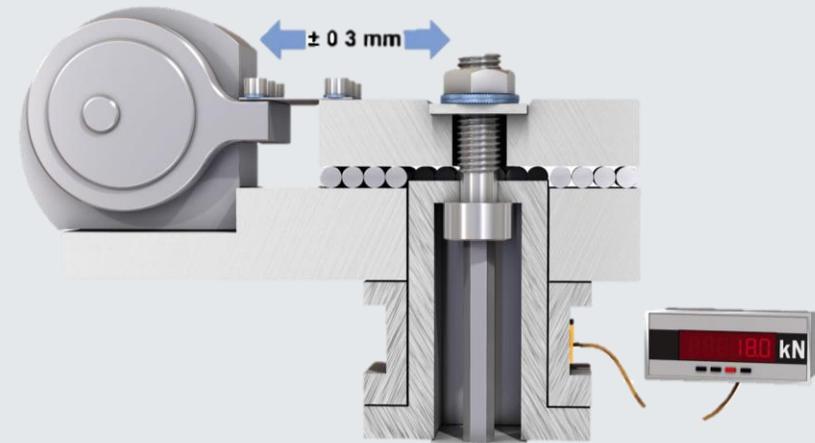
メンテナンスコスト削減

NAS式振動試験



米国航空宇宙規格：NAS (NATIONAL AEROSPACE STANDARD) が定める、高温環境下で緩み止めナットの評価を行う衝撃試験
ねじ部品の脱落や戻り回転の有無から評価を行う

ユンカー式振動試験



ドイツ工業規格DIN65151に準拠した試験
軸力を数値化することができ、初期軸力を揃え
緩み止め製品の比較評価を行う

NAS式振動試験について

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

NAS式振動試験

CUSTODIAN NATIONAL AEROSPACE STANDARDS COMMITTEE		THIRD ANGLE PROJECTION 
PROCUREMENT SPECIFICATION	NUTS, SELF-LOCKING, 450°F AND 800°F, HIGH QUALITY	CLASSIFICATION SPECIFICATION
NONE		NAS3350 SHEET 1 OF 19

NATIONAL AEROSPACE STANDARD COMMITTEE	
NAS 3351	Stud and Mandrel Test Fixture – Self-Locking Nuts
NAS 3352	Fixture – Stress Embrittlement Test – Self-Locking Nuts
NAS 3353	Fixture – Bearing Surface Squareness Test – Self-Locking Nuts
NAS 3354	Fixture – Vibration Test – Self-Locking Nuts
NASM 1312	Fasteners, Test Methods

←Aerospace Industries Associationより

米国航空宇宙規格：NAS（NATIONAL AEROSPACE STANDARD）が定めるもので、NAS3350は高温環境のもと緩み止めナットの衝撃耐性を評価する試験、360度以上の戻り回転の有無で性能を評価する。
・ナット（インチサイズ）・温度帯（450°F～800°F）・管理トルク・試験治具・試験方法（NASM1312）など
日本国内で行われているNAS式振動試験は、この規格に準じて行う衝撃振動試験のみを指すことが多い。

ノルトロックではNAS3350に定められるNASM1312-7で試験を実施している。これは米軍が定める規格化されたボルト等の耐性を評価するものであり、その評価はNAS3350での評価と同義である。この見解は国際的な第三者認証機関であるDNV（Det Norske Veritas）に認められており、弊社が実施する専用治具を用いたNAS試験ならびにユンカー振動試験の評価に矛盾がないことを証明するものである。（右に認証の一部を示す）

DET NORSKE VERITAS	
TECHNICAL REPORT	
Date of first issue: 2006-08-02	Project No.: 724 06 310
Approved by: Astri Haukerud Gaarde Head of Section	Organisational unit: Certification of Mechanical Equipment
Client: NORD-LOCK AB	Client ref.: Martin Schneider

DET NORSKE VERITAS AS
Region Nordic
Offshore Class Technology
Veritasveien 1
1322 Hovik
Norway
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 99 11
http://www.dnv.com
Org. No: NO 945 748 931 MVA

↑Det Norske Veritas Reportより

米国航空規格 NAS3350 / NASM1312-7 に準拠した振動試験での評価 NL8

NL8を下表の条件にて、専用治具を使用し試験を行った。17分間加振（約30,000サイクル）

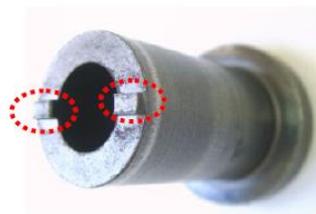
振動周波数	~1,780c.p.m(≒30Hz)
加振ストローク	~11mm
衝撃ストローク	~19mm
加振枠体加速度	~19.5G
時間	17分
締付トルク	テスト1 20Nm テスト2 5Nm
回数	各3回

本試験では17分間の加振後もマークのずれがなく、緩みは生じない結果であった。

専用の治具を使用した理由は、ノルトロックワッシャーは平ワッシャーなどの供回りするものを介した締結では緩み止め機能が正しく発揮できないため、専用治具を使用しなければ評価できない。

本試験方法はボルトの戻り回転の有無しか判断できず、なじみのような軸力の低下は判断が出来ない。

一方でユンカー式振動試験では軸力の可視化、振動時の軸力の推移を確認できる。



専用特殊スリーブ



専用特殊治具ワッシャー



米国航空規格 NAS3350 / NASM1312-7 に準拠した振動試験での評価 NL12

NL12を下表の条件にて、専用治具を使用して試験を行った。17分間加振（約30,000サイクル）

技術誌：配管技術 2018.12月より

	テスト1 締付トルク20Nm		テスト2 締付トルク32Nm	
	1回以上の緩み回転		1回以上の緩み回転	
ノルトロックワッシャー	無	合いマークずれ無し	無	合いマークずれ無し
ばね座金	無	合いマークずれ有り	無	合いマークずれ無し
皿ばね座金	有	340秒で脱落	無	合いマークずれ無し
フランジナット (SL付)	有	210秒で脱落	無	合いマークずれ無し
ナイロンナット	無	合いマークずれ無し	無	合いマークずれ有り
板ばね付きナット	無	合いマークずれ有り	無	合いマークずれ無し
偏芯ナット	無	合いマークずれ有り	無	合いマークずれ有り
ダブルナット	有	940秒で脱落	無	合いマークずれ無し
六角ナットのみ (緩み止め無し)	有	50秒で脱落	無	合いマークずれ無し

テスト1
ボルト降伏点45%程度

テスト2
ボルト降伏点70%程度

ノルトロックワッシャーは17分間の加振後もマークのずれがなく、緩みは生じない結果であった。

脱落、合マークのずれ（360度以内）が生じたものが多数存在した。
本試験は軸力を測定できないが、合マークがずれていることから回転緩みが生じており、軸力が低下していると推測できる。

一方でテスト2においては高いトルクで締めたため、発生軸力が高い傾向になった。
六角ナット含めすべて360度以上回転するものはなく、脱落に至ったものは無い。

NAS式振動試験では戻り回転による脱落の有無を評価するが、合マークのずれが生じた際の軸力の推移は確認できない。

NAS式振動試験評価

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

米国航空規格 NAS3350 / NASM1312-7 に準拠した振動試験での評価 NL12 試験画像

ノルトロックワッシャー

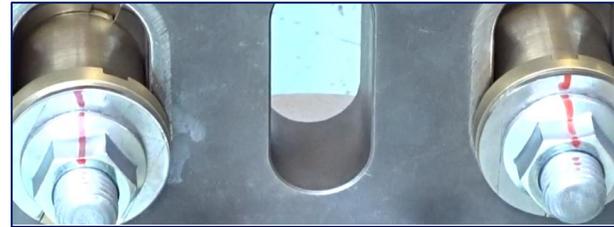


右 テスト1 締付トルク 20Nm
左 テスト2 締付トルク 32Nm



テスト1、2
合マークずれ無し

フランジナット



右 テスト1 締付トルク 20Nm
左 テスト2 締付トルク 32Nm



右 テスト1 210秒加振に脱落
左 テスト2 合マークずれ無し

ばね座金 (スプリングワッシャー)



右 テスト1 締付トルク 20Nm
左 テスト2 締付トルク 32Nm



右 テスト1 合マークずれ有り
左 テスト2 合マークずれ無し

緩み止め製品 試験方法

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

NAS式振動試験

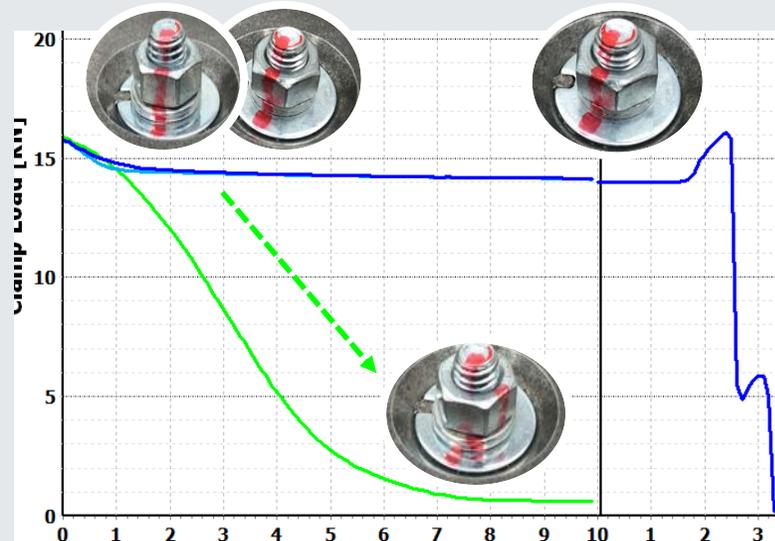
- ・評価
加振によるねじ部品の脱落や戻り回転の有無
- ・基準が不透明
合マークずれ有りでも脱落しない場合の評価
- ・高軸力下での評価
高トルクの場合は発生軸力も高く、
ノーマルナットでも脱落しない傾向あり



軸力測定ができないため、
合マークのずれが生じた場合
どの程度の軸力減少している
か不明
※脱落しない≠緩まない？

ユンカー式振動試験

- ・軸力数値化による評価
ボルトにせん断方向の振動を与え緩みを発生、
緩む過程を軸力推移で確認できることから緩み止め機能を評価できる
- ・基準が均一
初期軸力を揃えることで同一条件下での機能比較が可能



弊社実施のユンカー振動試験 M8

(例) スプリングワッシャー
初期軸力16kNから1kNへ推移
合マークのずれは60度程度

(例) ノルトロックワッシャー
初期軸力16kNから14kNへ推移
合マークのずれはない
なじみ（非回転緩み）以外では
振動による軸力推移が無い

緩み止め性能の検証：アンカー振動試験

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

ドイツ工業規格DIN65151にてその試験方法が定められた、ボルト締結体の耐振動性試験。現在では更に詳細な試験方法・レポート書式を定めたDIN25201までが存在する。

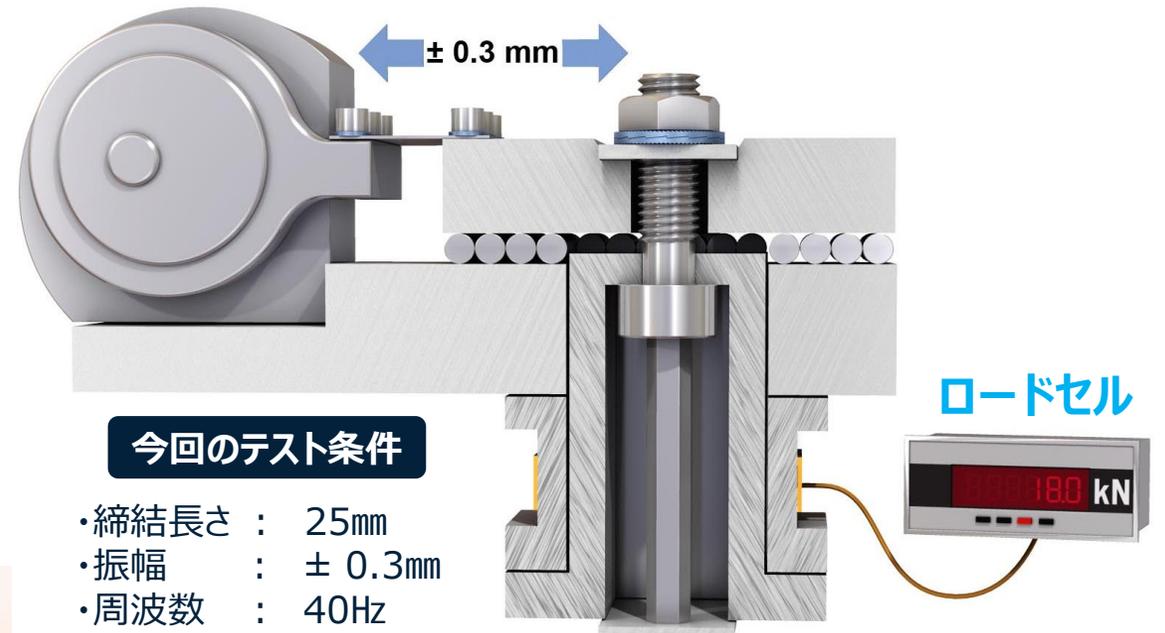
アンカー振動試験では、ボルト軸に対してせん断方向の振動を一定の周波数（単位：Hz）とサイクルで加え、試験機に接続されたロードセルと呼ばれるセンサーで実際に失われた軸力値（単位：kN）を数値で把握することができる点に特徴があり、これが所定時間内に360°回転したかを見るNAS式試験と大きく異なる点である。最も回転緩みを起こしやすいせん断方向に加振し、数値で軸力損失を計測できることから、「最もシビアな耐振動性試験」とも言われる。

アンカー振動試験デモ実施中（無償）

目の前でノルトロックワッシャーと他の緩み止めとの性能試験ができます。試験機のサイズは右図のようで、机と100v電源一口あれば可能です。ご興味ある方はノルトロックジャパンまでご連絡ください。



振幅及び周波数の可変可能



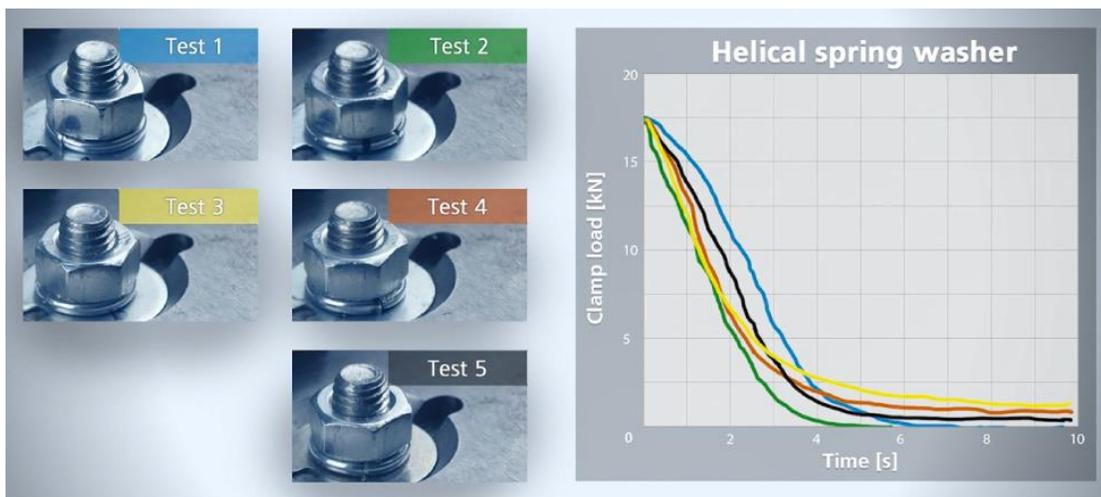
今回のテスト条件

- ・締結長さ : 25mm
- ・振幅 : ± 0.3mm
- ・周波数 : 40Hz
- ・時間 : 10秒
- ・ボルト : M8（強度8.8）
- ・軸力 : 15～16kN
(降伏点60%程度)

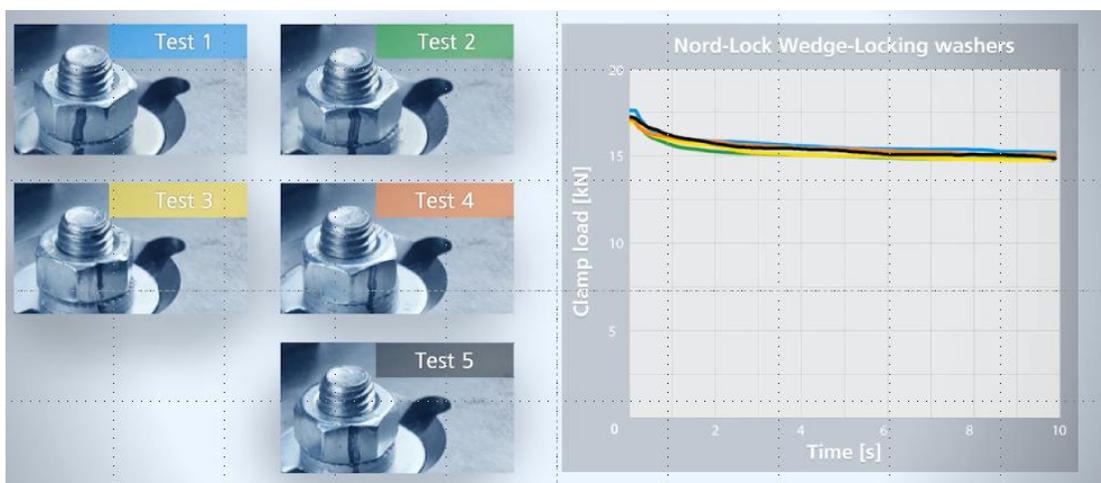
緩み止め効果比較テスト Vs ばね座金

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

テストの動画はこちらからご覧ください [CLICK](#)



- ### スプリングワッシャーの特徴
- ・ 非回転緩み専用
 - ・ 回転緩みには効果が期待できない
 - ・ 効果にバラツキがみられる
 - ・ 締め外し作業が簡単
 - ・ 回転緩みにつながると軸力維持は困難

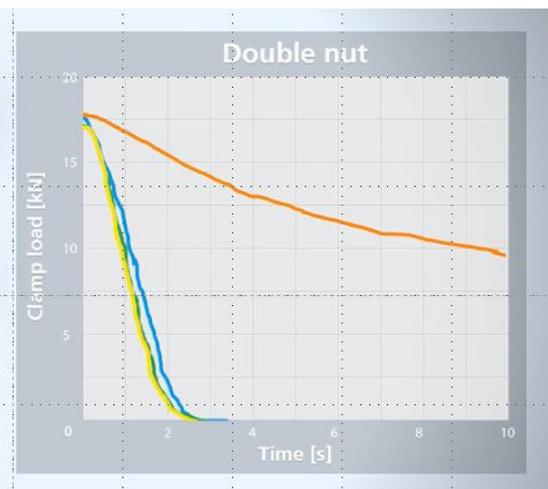
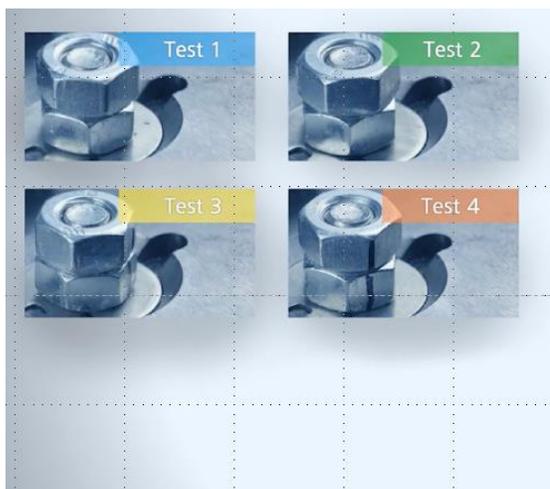


- ### ノルトロックワッシャーの特徴
- ・ 物理的に回転緩みを止める機構
 - ・ 緩み止め効果にバラツキがない
 - ・ 締め外し作業が簡単
 - ・ 一般工具だけで締め外しが可能
 - ・ 再利用可能
 - ・ 作業者による効果のバラツキがない

緩み止め効果比較テスト Vs ダブルナット

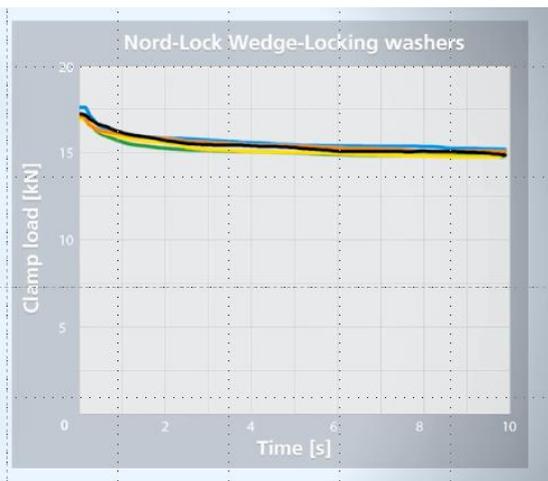
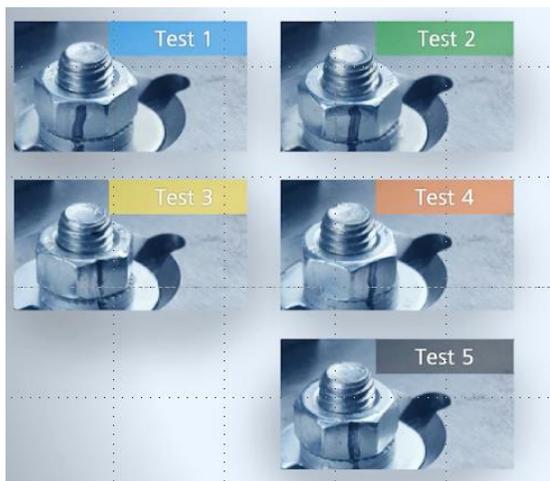
建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

テストの動画はこちらからご覧ください [CLICK](#)



ダブルナットの特徴 (摩擦依存型緩み止め)

- ・ 回転緩みを起こす
- ・ 緩み止め効果にバラツキがある
- ・ 締め外し作業に時間が掛かる
- ・ 作業者の技能により効果に差がある
- ・ 軸力低下により折損リスクあり



ノルトロックワッシャーの特徴

- ・ 物理的に回転緩みを止める機構
- ・ 緩み止め効果にバラツキがない
- ・ 締め外し作業が簡単
- ・ 一般工具だけで締め外しが可能
- ・ 再利用可能
- ・ 作業者による効果のバラツキがない

ダブルナットとの比較

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

道路照明灯 M24アンカーボルト施工における、ダブルナットとの作業コスト比較

道路照明灯 200本施工を想定（4km道路両側に施工 1照明/40m）

道路照明1本につきM24アンカーボルト4箇所 トルクレンチにてトルク管理(300Nm)

○ノルトロックワッシャー：1箇所につき1回の締付工程 ⇒ 800回締結

○ダブルナット：1箇所につき2回の締付工程 ⇒ 1,600回締結

	締付回数	1照明あたり 必要作業時間	照明200本あたり 必要作業時間	人件費（円） （3,000円/1時間）	必要工期
ノルトロックワッシャー	800回	10分	33時間	100,000	5日
ダブルナット	1600回	20分	66時間	200,000	10日
		-10分	-33時間	-100,000	-5日

・※計算に使用しています値は参考値を用いております。予めご了承ください。

ノルトロックワッシャーはアンカーボルト1箇所につき1回のトルク管理で作業完了

対してアンカーボルトはアンカーボルト1箇所に対して2回のトルク管理、場合によっては上下ナットをかきつけて作業するため負担大

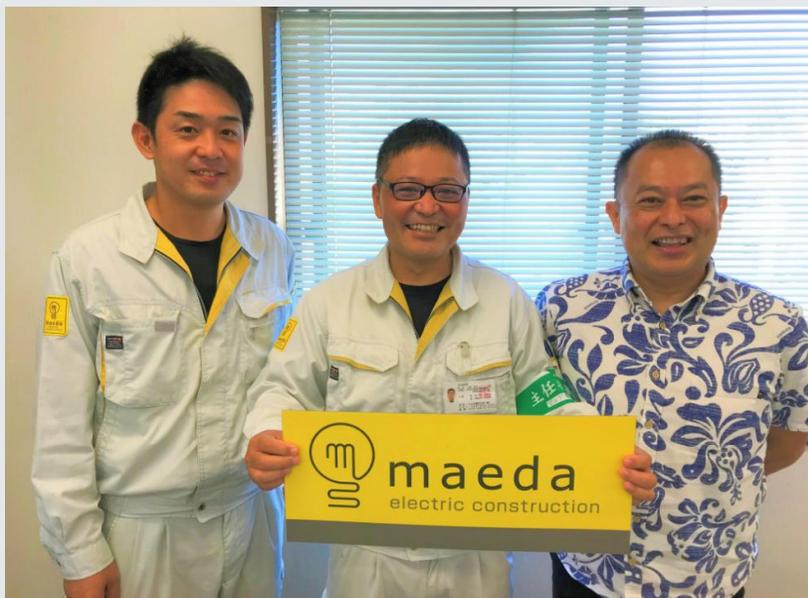
10km区間の道路照明灯施工の場合 約82時間（2週間）の工期短縮が見込まれる

ダブルナットからの置換事例

マエダ電気工事株式会社様の場合

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案

マエダ電気工事株式会社



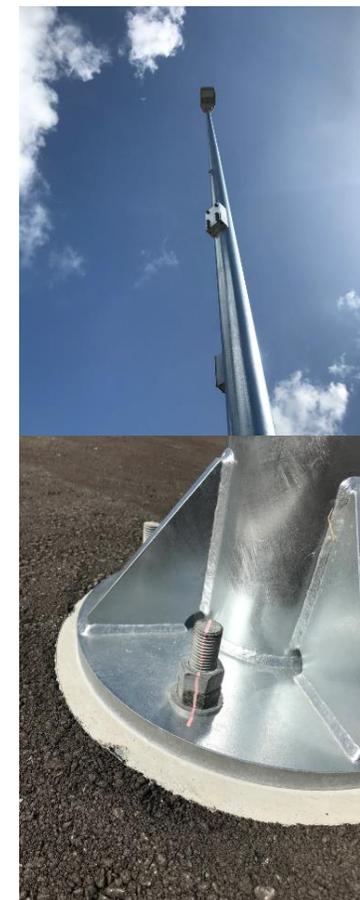
沖縄県 電気工事の老舗企業様
台風などの自然災害からインフラを守り、良質なサービスかつスピーディな対応を心がけ、国交省関連の工事物件を多数請け負う。近年では人口密集、インフラ老朽化から「道路整備プログラム」に関する電気工事が急務。

■ 採用物件
「ハシゴ道路」と呼ばれる国道整備工事において電気工事を担当
国道照明にノルトロックワッシャーを採用

- ノルトロックワッシャーのメリット
- ① 施工時間の短縮
(照明100本あたり約16.6時間)
 - ② 作業性 + 緩み止め効果
 - ③ NETIS登録製品

■ 採用の決め手
弊社実施のユンカー式振動試験

■ 評価
○ NETIS製品使用による加点
○ 時間短縮による労働改革
現在も継続して各種電気工事へ採用いただく



採用事例のご紹介 #1

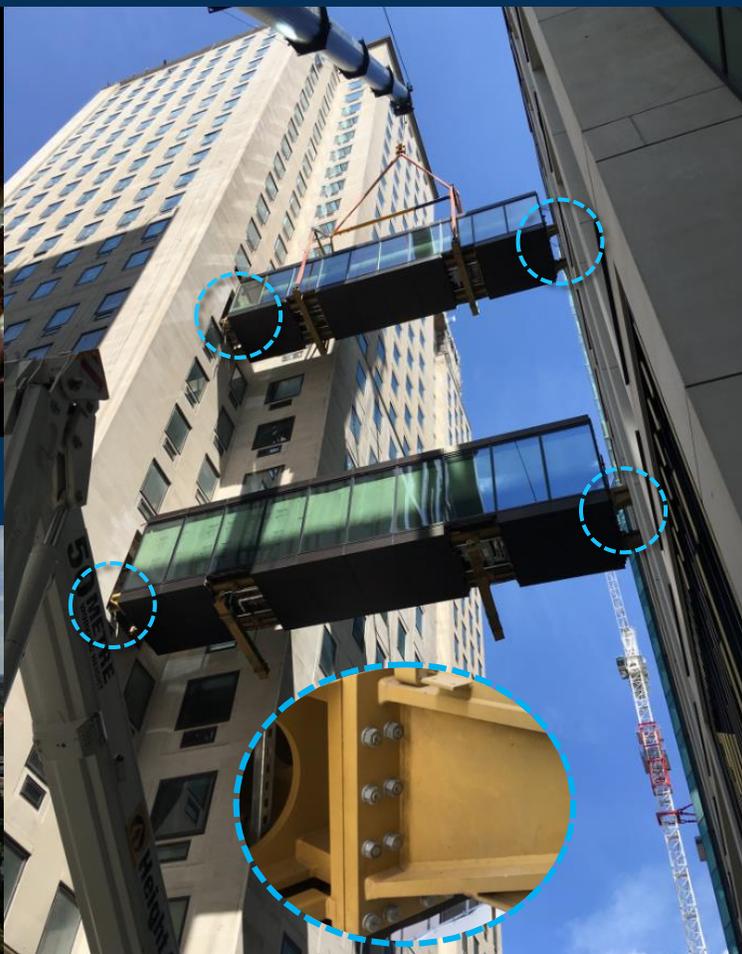
建築、土木業界向け
フルロックワッシャーのご提案



駅舎：鉄骨+ガラス構造物（スウェーデン）



ビル外壁のゴンドラ用のレール（スウェーデン）



複数の建物を結ぶリンクブリッジ（イギリス）



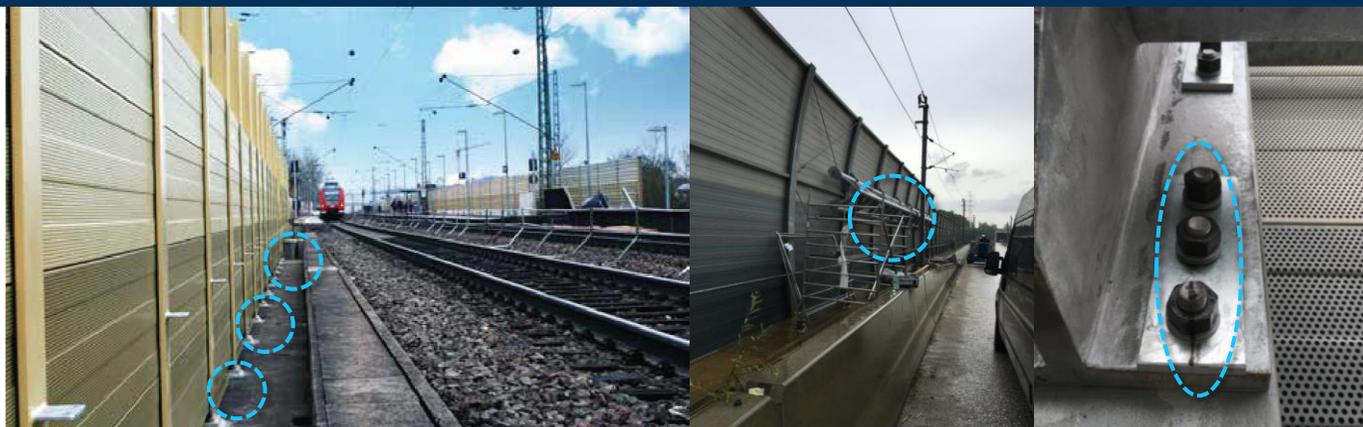
スカイツリー：アンテナの固定部など（日本）

採用事例のご紹介 #2

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案



線路上を通る歩道橋（ドイツ）



鉄道線路沿い防音壁（ドイツ）

鉄道線路沿い防音壁（オーストリア）



橋梁の柵（オーストリア）



トンネル内の天井の固定部（スウェーデン）

高層部の自動ドア

採用事例のご紹介 #3

建築、土木業界向け
ノルトロックワッシャーのご提案



造船所の鉄骨構造物締結部（ドイツ）



サッカースタジアムの鉄骨構造部（ドイツ）



WHEN SAFETY REALLY MATTERS

製品説明、デモンストレーション、カタログ、サンプルなど
ご要望ありましたら、下記までにお問い合わせください。

大阪オフィス ☎ 072-727-1069

東京オフィス ☎ 03-6423-1069

✉ nlj@nord-lock-jp.com

