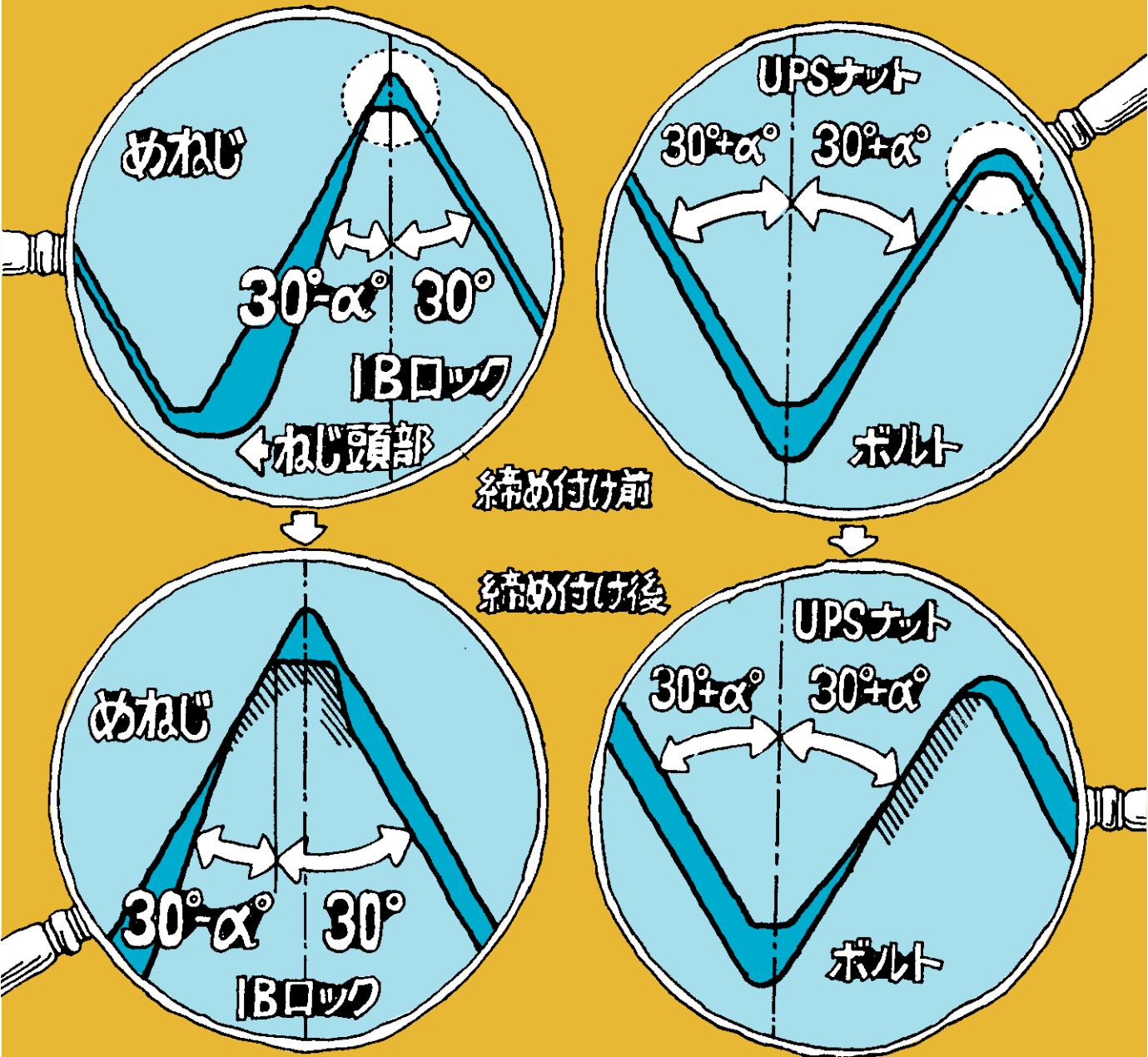


# sigma

2008.5

シグマ

No.111



**【IB】イワタボルト®**

- 1 IWATA BOLT USA が新工場の鋤入れ式  
北米の一大生産拠点に，ロサンゼルス工場の3倍に
- 3 IWATA BOLT MEXICANA が Honda より表彰される  
品質と納期の総合評価で，3年連続の受賞
- 4 ~ 第47回 QC サークル活動事例発表大会・研究発表 ~  
タ ッ ピ ン ボ ル ト の 開 発  
ボルトとタッピンねじの違い タッピンねじの注意点  
タッピンボルトの狙い タッピンボルトの形状  
評価試験方法 試験結果  
タッピンボルトの使用条件
- 10 (ねじ勉強会・中級編 )  
ね じ の 締 結  
1. ねじの締付け トルクと軸力の関係の基本式  
2. ねじの静的破壊  
(1)ねじ部の引張り破断 (2)おねじのねじ山せん断  
(3)頭部のせん断 (4)めねじのねじ山せん断
- 13 IWATA BOLT( THAILAND )CO., LTD. 社屋移転

表紙説明

イワタボルトが開発した，安価で高性能のロックネジ IBロックとロックナット UPSナットの形状と性能を図案化したものです。詳しくは《シグマ》70のp.8～p.13と《シグマ》72のp.11を御覧下さい。

シグマ 111号 2008年5月27日  
編集発行 イワタボルト㈱社長室

誌名 シグマ の由来

シグマ はギリシャ語のアルファベット (Sigma) で，微積分では總体の和を表す記号となっております。「ねじ」は基本的には，回転運動を直線運動にかえて物体を移動させる送りねじと，その性質を利用して物体を組み立てる締付けねじとの，2つの機能と役割があります。この2つが夫々独自の働きをしながら，同時に不可分のものとして一体的に結びつき，トータルコストの削減へとつながる，それがイワタボルトの最適締結システムです。それを總体の和と輪をもって進めたいとの願いを秘めたのがシグマです。

---

# IWATA BOLT USA が新工場の鍬入れ式

IWATA BOLT USA INC.

VP 鹿山 晃

---

IWATA BOLT USA Inc. は3月31日、アメリカ、オハイオ州フェアフィールド市の新工場建設予定地において鍬入れ式（Ground Breaking Ceremony）を行いました。

IWATA BOLT USA Inc. は1987年のロサンゼルスへのアメリカ進出以来、ジョージア州アトランタ、オハイオ州デイトン、テネシー州ナッシュビルのアメリカ国内以外にもカナダ、オンタリオ州ニューマーケット、メキシコ、ハリスコ州グアダラハラに支店を展開し、日系を中心とした主として自動車関連、弱電関連のお客様からの品質要求、安定供給のご要求を満たした部品の供給を続けています。

アメリカ国内の工場は1995年にロサンゼルス工場が稼動を開始し、品質、価格の安定向上を図り、お客様の需要に応えた生産を続けています。

この度の新工場はロサンゼルス工場の約3倍となる約10,000平米で、手狭になった現工場に比べ設備増設に余裕を持った広さとなり、お客様からの需要により柔軟に応えられる体制を整えられることとなります。竣工は2008年12月を予定しています。

鍬入れ式には岩田忍 IWATA BOLT USA 社長が参加し、ロナルド デピファニオ、フェアフィールド市長ほか市関係者、設計会社、建設会社等の方々に参加頂きました。

11:00より今回の工事の設計を担当した PDT 設計事務所のフィンキー氏の工事概要の説明に始まり、会社の説明、今回の工場設立の意味等の説明がアメリカならではの堅苦しくないリラックスした雰囲気の中で和気あいあいに進められました。

最後に銀色のスコップで代表者が鍬入れならぬスコップ入れをし、工事の無事故、無災害を祈願しました。当日は冷たい雨が降る寒い陽気でしたが、この鍬入れ式の前後だけ雨もやみ、予定通り式典を挙行できました。現地の新聞の取材もあり、当地での期待の高さも感じることができました。

鍬入れ式も終わり、いよいよ本格的な工事開始となりますが、お客様の期待に背かぬような工場を皆の手で作り上げていこうと改めて気を引き締め社員一同、日々の業務に精励する所存です。



北米の一大拠点となる新工場の鍬入れ式に臨む、左から IWATA BOLT USA の平賀 BM , 鹿山 VP , 岩田忍社長 , フェアフィールド市長のロナルド・デビファニオ氏



力強く鍬入れ式を行う  
皆さん

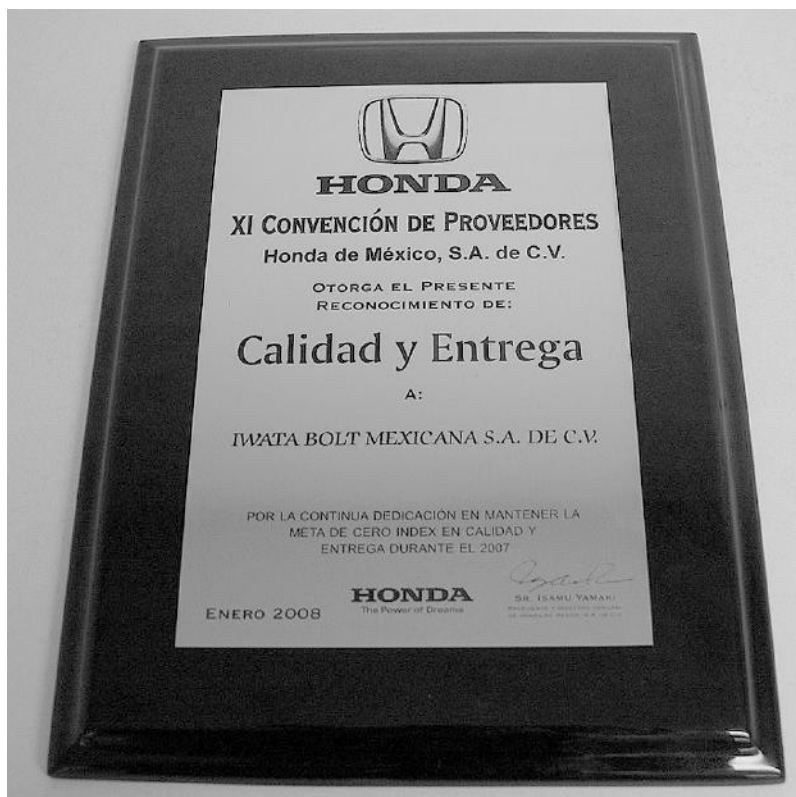
---

## Honda de Mexico より総合評価で表彰される

IWATA BOLT MEXICANA

BM 田村 泰司

---



2008年1月25日に Honda de Mexico , S. A. de C. V. 様のサプライヤーミーティングが開催されまして、その席上で私ども IWATA BOLT MEXICANA は表彰を頂きました。

この表彰は当社 IWATA BOLT MEXICANA の2007年度分の品質及び納期を総合評価頂いた物で有りまして2006年度の受賞より3年連続の受賞となり当社と致しましては非常に光栄な受賞でありました。

Honda de Mexico , S. A. de C. V. 様はメキシコ第二の都市グアダハラに所在され、乗用車、二輪車を中心とした製造をされております。

弊社とは2001年2月よりお取引を開始頂きまして現在に至っております。

今回の受賞を励みに社員一同更に精進しまして、尚一層お客様へのサービスに努めさせて頂く所存で有りまして。今後とも IWATA BOLT MEXICANA 御愛顧の程よろしくお願い申し上げます。

## タッピンボルトの開発

技術開発課 影山 正直

### 1. はじめに

地球環境問題、省エネルギーの観点から製品の軽量化は重要課題の一つとなっており、自動車部品や携帯電子機器への軽合金（アルミニウム合金、マグネシウム合金等）の使用率が高くなってきています。そして、ボルト締結箇所のめねじタップを廃止できる締結方法の提案が求められました。

タップ工程を廃止するにはタッピンねじの使用が一般的ですが、タッピンねじを高い締付け軸力が発生する箇所に使用することは好ましくありません。そこで、ボルト締結箇所のめねじタップを廃止するため、めねじ成形機能を持ったボルト「タッピンボルト」の開発に取り組むことにしました。

### 2. ボルトとタッピンねじの違い

タッピンボルトについて説明をする前に、ボルトとタッピンねじの違いについて説明させていただきます。

#### ・定義

ボルトは一般にナットと組んで用いるおねじ部品の総称。タッピンねじはねじ自身でねじ立てができるねじの総称と定義されています。

#### ・締結方法

ボルトはおねじとめねじとはめ合わせ、締付けによっておねじ部品の軸部に引張力（締付け軸力）を与えて締結をします。タッピンねじはねじ込み材の下穴におねじ自身でめねじを成形しながら締結をします。そのため、めねじタップが不要になります。

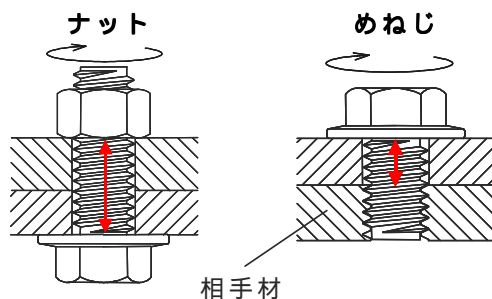


図1 ボルト締結

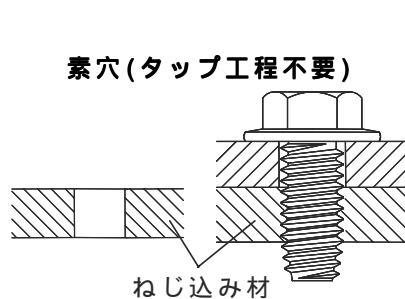


図2 タッピンねじ締結

#### ・熱処理

熱処理とは、所要の性質を付与する目的で行う加熱と冷却のいろいろな組合せのことを言います。その中でもボルトやタッピンねじは「焼入れ」と「焼戻し」を続けて行う「焼入焼戻し」

という熱処理を施します。「焼入れ」をしたままでは硬さは高くなるものの、組織的にも内部応力的にも不安定でもろくなります。「焼戻し」をすることによって組織を安定させ、韌性が増すと共に所定の機械的性質に改質します。さらに、焼入焼戻しの中でもボルトは調質（焼入焼戻し）、タッピンねじは浸炭焼入焼戻しという処理になります。処理条件を比較しますと、焼入れでは同一の組織にするため温度に大きな違いはありませんが、炉内雰囲気（CP値）が異なります。ここでいうCPとはカーボンポテンシャルの略で、炉内雰囲気の炭素濃度を表します。CP値が材料の炭素含有量より低いと材料中の炭素が出ていく脱炭、逆にCP値が材料の炭素含有量より高いと材料に炭素が入り込む浸炭になります。調質では表面を微脱炭させるためCP値は材料の炭素含有量よりやや低く、浸炭はその名の通り材料に炭素を入り込ませるため高い値となっております。また、調質は高い韌性が必要なため焼戻し温度が高く、浸炭は耐摩耗性が必要なため低い温度となっております。これにより調質では全体が均一な硬さで韌性があり、浸炭では表面に炭素を浸炭・拡散させることで表面と近傍は硬く耐摩耗性に優れ、心部は軟らかく韌性があるようになります。

表1 熱処理条件

		調質	浸炭
焼入れ	炉内温度	860~880℃	880~℃
	炉内雰囲気(CP値)	0.18~0.4	0.8~1.0
焼戻し	炉内温度	430~600℃	300~350℃

・硬 さ

硬さは炭素量にのみ依存しますので、製品全体が均一な炭素量のボルト（調質）は硬さも均一になりますが、タッピンねじ（浸炭）は、表面付近は浸炭硬化されて硬く心部は材料そのものの炭素量なので軟らかくなっています。

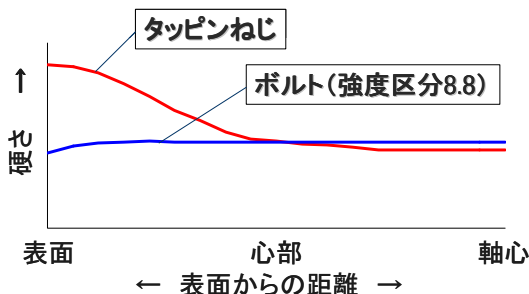


図3 表面からの硬さ分布

・金属組織

調質（ボルト）は中炭素鋼，ポロン鋼，合金鋼の金属組織を一様にソルバイトという組織に変化させます。浸炭（タッピンねじ）では低炭素鋼の表面に炭素を浸炭・拡散させることで、表面と近傍は高炭素，心部は低炭素の複合組織にします。

・機械的性質

ボルトは締付け軸力に応じた引張強さと安全性を確認する試験などを規格化しています。

表2 ボルトの機械的性質（JIS B 1051より抜粋）

		強度区分		
		8.8 (d≤16)	10.9	12.9
最小引張強さ	N/mm <sup>2</sup>	800	1040	1220
ビッカース硬さ	HV	250～320	320～380	385～435

タッピンねじについては、表面及び心部硬さ、浸炭硬化層深さ、規定の鋼板に変形することなくめねじ成形できることを確認するねじ込み性など、ねじ部が破損することなくめねじ成形できることを保証する規格となっています。

表3 タッピンねじ（6mm）の機械的性質（JIS B 1055より抜粋）

表面硬さ	HV	450以上
心部硬さ	HV	200～400
浸炭硬化層深さ	mm	0.15～0.28
ねじり強さ	Nm	13.24以上
ねじ込み性		

### 3. タッピンねじの注意点

ここまでボルトとタッピンねじの違いについて説明してきましたが、タッピンねじには欠点があります。それは、タッピンねじを高い締付け軸力が発生するような箇所に使用した場合、遅れ破壊する危険性が非常に高いことです。遅れ破壊とは、締付け後に静的な引張荷重がかかったまま、24時間、あるいは数年経過した後突然破壊する現象のことで、タッピンねじにおいて遅れ破壊の一番の要因は水素ぜい化です。水素ぜい化は、めっき工程などで材料内に浸入した水素が引張荷重集中部へ集中し、遅れ破壊クラックを生成、遅れ破壊クラックが成長することで破壊へとつながります。ボルトにおいても遅れ破壊は発生し、高強度になるほど少ない水素量で破壊が起こるようになります。

タッピンねじの場合は板厚も遅れ破壊に影響を与えます。ねじ込み材が薄板の場合は、タッピンねじが斜めにねじ込まれても着座時に板が変形して曲げ応力が大幅に緩和され、また、板が降伏して大きな軸力も発生しないため遅れ破壊の危険性は低くなります。しかし、ねじ込み材が厚板の場合は斜めねじ込みがそのまま残ってタッピンねじの曲げ応力を大きくし、発生軸力も大きくなって遅れ破壊が問題となります。

従って、厚板でかつ高い締付け軸力を発生させる締結にはタッピンねじは使用できず、めねじ成形機能を持ったボルト「タッピンボルト」の開発が必要となります。

### 4. タッピンボルトの狙い

タッピンボルトはボルトとタッピンねじの機能を合わせ持っています。ボルトの機能としてはボルト締結と同等な締付け特性値（具体的には締付け破断トルク、極限締付け軸力、保持力）、タッピンねじの機能としてはめねじ成形性、ねじ込みトルクの低減が求められます。ねじ込みトルクとは、ねじ込み材の下穴にタッピンねじの先端から首下までねじ込む間に発生する最大のトルク値のことです。



タッピンねじがねじ込み材を貫通する場合、ねじ込んでいくとトルクは増加していきますが、めねじ成形が完了したあたりでピークとなり、以降は成形されたためねじに平行ねじ部がねじ込まれるだけなのでトルクは低くなります。つまり、めねじ成形に要するトルクがねじ込みトルクになります。

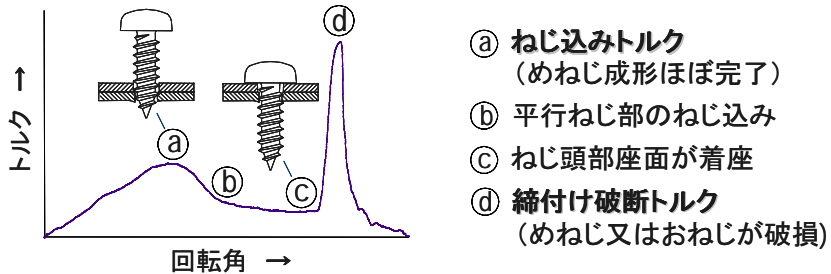


図4 貫通する場合のねじ込みトルク

ねじ込み材が深穴の場合、ねじ込みトルクはめねじ成形に要するトルクと、成形されたためねじと締付け部のねじ山が接触することで発生するトルクであり、嵌合長さが長くなるほどねじ込みトルクは高くなります。

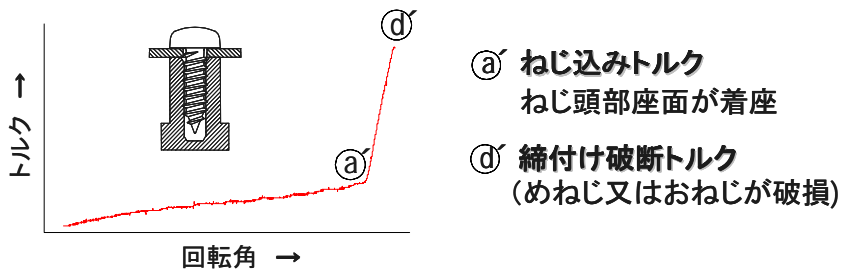


図5 深穴の場合のねじ込みトルク

タッピンボルトは締付け部の有効径をめねじ成形部より小さくし、成形されたためねじとの接触を低減することによりトルク増大を抑制します。

また、締付け軸力はねじ頭部座面が着座してから発生するため、ねじ込みトルクが低いほど締付けトルクが締付け軸力に反映されます。つまり、ねじ込みトルクが低い方が低い締付けトルクで高い締付け軸力を得ることができます。

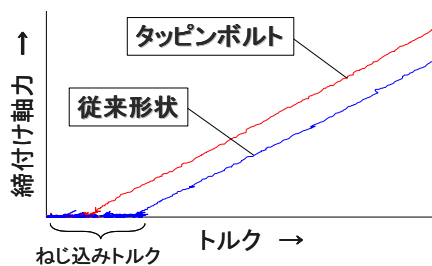


図6 トルク - 締付け軸力線図の比較

## 5. タッピンボルトの形状

タッピンボルトの形状について説明させていただきます。タッピンボルトは、ボルト先端めねじ成形部より締付け部の山角が小さいことが特徴です。締付け部の有効径を小さくしたことにより、成形されためねじと締付け部のねじ山との接触を低減させることでねじ込みトルクの増大を抑制します。

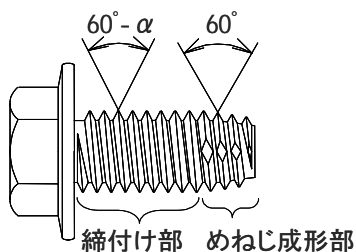


図7 製品形状

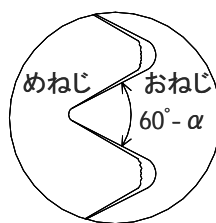


図8 締付け部嵌合状態

## 6. 評価試験方法

締付け試験と保持力試験にて評価を行います。締付け試験は、試料をセットしておねじもしくはめねじが破壊するまでボルト頭部に推力と締付けトルクを与え、ねじ込みトルク、締付け破断トルク、極限締付け軸力を測定します。保持力試験は、あらかじめめねじ込み材におねじをねじ込んでおき、おねじもしくはめねじがせん断破壊するまでおねじ先端に軸方向の負荷外力を加えて保持力を測定します。

### 相手材(ねじ込み材)

材質	Mg合金 (AZ91D)
板厚(mm)	t=10.0

### 締付け試験

試験機	小型締付け試験機
試験条件	回転数: 200rpm 推力: 30N

評価項目	締付け破断トルク 極限締付け軸力
------	---------------------

### 保持力試験

試験機	万能試験機
試験条件	送り速度: 10mm/min

評価項目	保持力 (せん断破壊荷重)
------	------------------

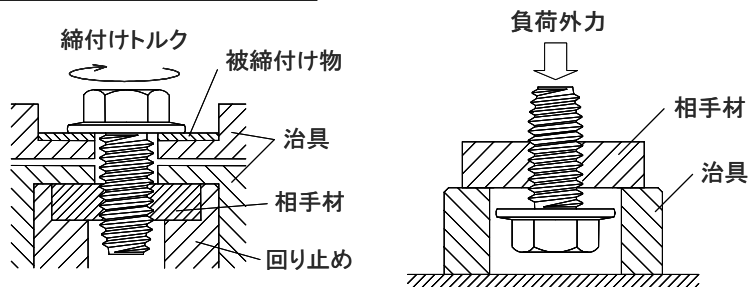


図9 試験条件及び試験状態

## 7. 試験結果

おねじの先端10mmで嵌合(めねじ成形部含む)する場合の試験結果を表4, 締付け部10mm

で嵌合（めねじ成形部含まない）する場合の試験結果を表5に示します。

めねじ成形部を嵌合長さを含める場合、嵌合面が減少するためにめねじせん断破壊荷重が低下します。そのため、めねじ成形部を突出させて締結する必要があります。

表4 おねじ先端10mm嵌合の試験結果

	標準ボルト	タッピンボルト
締付け破壊トルク Nm	31.8	25.6
極限締付け軸力 kN	12.2	10.9
保持力 kN	16.8	12.6

表5 締付け部10mm嵌合の試験結果

	標準ボルト	タッピンボルト
締付け破壊トルク Nm	31.8	30.8
極限締付け軸力 kN	12.2	11.5
保持力 kN	16.8	15.8

## 8. タッピンボルトの使用条件

最後にタッピンボルトの使用条件について説明します。

- ・軟質材に対してねじ込みが可能

タッピンボルトは強度区分8.8相当であり、表面硬さが通常のタッピンねじの心部硬さ程度しかないため、鋼板にはねじ込むことが出来ません。従って、ねじ込み材（相手材）の材質はマグネシウム合金、アルミニウム合金等の軟質材に限られます。

- ・めねじ成形部を嵌合長さに含まない締結

標準ボルトと同等の締付け軸力を発生させるためには、締付け部（有効ねじ部）での嵌合が必要です。

- ・嵌合長さが短いものには不向き

嵌合長さが短いと十分な締付け軸力を得ることができません。

---

# ねじの締結（ねじ勉強会中級編）

技術開発課 係長 鈴木 正人

---

## 1. ねじの締付け

「締付け」とは、「おねじとめねじとを合わせさせておねじ部品の軸部に引張力、被締結部材に圧縮力を与えること」とありますが、この締付けの力（締付け力）を発生させるために「トルク」が必要になります。

このトルクと軸力の関係の基本式は次のようになります。

$$T = \frac{F}{2} \left( \frac{\mu_s}{\cos} d_2 + \frac{P}{\pi} + d_w \mu_w \right) \dots\dots\dots$$

{ T : 締付けトルク、F : 締付け力、P : ピッチ、 $d_2$  : ねじの有効径、  
 $\mu_s$  : ねじ面摩擦係数、 $\mu_w$  : 座面摩擦係数、 $\alpha$  : ねじ山のフランク角、  
 $d_w$  : 座面における摩擦トルクの等価直径 }

またこの式をもっと簡単に表すと次のようになります。

$$T = KFd \dots\dots\dots$$

{ K : トルク係数、d : ねじの呼び径 }

式は簡易設計でよく使われております。

例題) 強度区分8.8のM6六角ボルトを締付ける場合の締付けトルクを

式から算出すると以下ようになります。

なお降伏荷重を締付け力の限界とし、設計上の締付け力をその70%とします。

- ・降伏強さ： $800 \times 0.8 = 640$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ・有効断面積：20.1mm<sup>2</sup>
- ・降伏荷重： $640 \times 20.1 = 12,864$  (N)
- ・設計上の締付け力： $12,864 \times 0.7 = 9,005$  (N)
- ・締付けトルク

$$\begin{aligned} T &= k \cdot d \cdot F \\ &= 0.2 \times 6 \times 9,005 = 10.8 \text{ (N}\cdot\text{m)} \end{aligned}$$

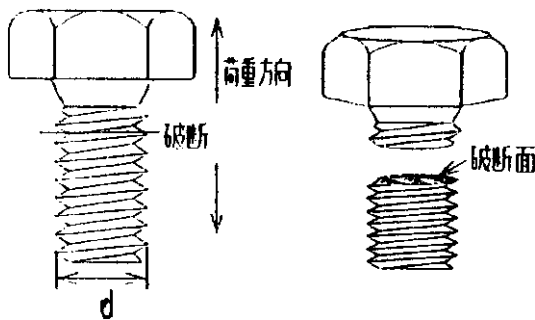
## 2. ねじの静的破壊

ねじの静的破壊には以下の種類があります。

- おねじ側
  - ・ねじ部の引張り破断 通常の破壊
  - ・ねじ山せん断 嵌合山数が少ない場合（2.5山以下）
  - ・頭部のせん断 頭部の厚さが薄い場合（呼び径の1/3以下）
- めねじ側
  - ・ねじ山せん断 めねじ材の強度がおねじ材よりも低い場合（2/3以下）

### (1) ねじ部の引張り破断

有効径と谷径の中間値を直径とした断面積をねじの有効断面積とし、この面積に引張強さを乗じたものが引張り破断荷重になります。



引張り破断荷重の式

$$W_{bt} = A_s \cdot b$$

$$A_s = \frac{1}{4} \left( \frac{d_2 + d_1}{2} \right)^2$$

$W_{bt}$  : 引張り破断荷重

$A_s$  : ねじ有効断面積

$d^2$  : おねじ有効径

$d^1$  : おねじ谷径

$b$  : おねじ材の引張強さ

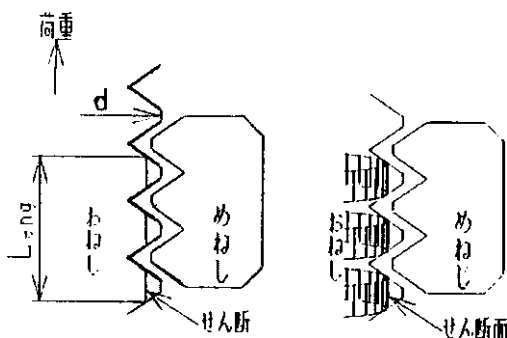
### (2) おねじのねじ山せん断

式中の長さ  $L_1$  は 1 山当りのせん断長さを表し、これと破断部の円周長さ、破壊山数を乗じたものが破壊面積となります。この面積とせん断強さを乗じたものがおねじのねじ山せん断破壊荷重になります。(ただし、十字穴、六角穴などには適用外)

おねじのねじ山せん断破断荷重の式

$$W_{bs} = \pi \cdot D_1 \cdot L_1 \cdot \frac{L_{eng}}{P} \cdot b \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos(\alpha - \alpha)}$$

$$L_1 = \frac{P}{2} + (d_2 - D_1) \cdot \tan \alpha$$



$W_{bs}$  : おねじのねじ山せん断破断荷重

$P$  : ピッチ

$d_2$  : おねじ有効径

$D_1$  : めねじ内径

$b$  : おねじ材のせん断強さ

$L_{eng}$  : はめあい長さ

$\alpha$  : ねじ山の半角

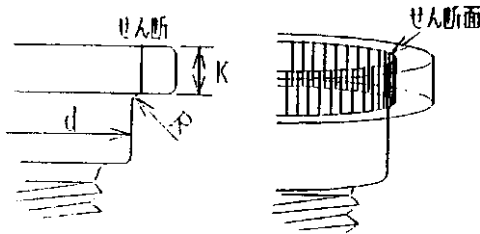
$\mu$  : 摩擦角

### (3) 頭部のせん断

せん断される長さと同径の長さおよびせん断強さを乗じたものが頭部のせん断破壊荷重になります。

#### 頭部せん断破壊荷重の式

$$W_{ks} = \{d + R \cdot (1 - \sin 30^\circ)\} \{K + R \cdot (1 - \cos 30^\circ)\} \cdot b$$



$W_{ks}$  : 頭部せん断破壊荷重

$d$  : 軸部径または有効径

$R$  : 首下  $R$

$K$  : 頭部厚さ

$b$  : おねじ材のせん断強さ

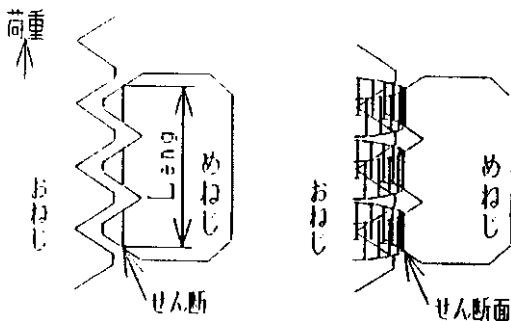
### (4) めねじのねじ山せん断

おねじのねじ山せん断破壊荷重と同様の考え方で、せん断される周囲の長さがおねじの場合と比べ長い為、ねじ山せん断荷重が高くなります。

#### めねじのねじ山せん断破壊荷重の式

$$W_{ns} = \pi \cdot d \cdot L_1 \cdot \frac{L_{eng}}{P} \cdot n \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \cos \phi}{\cos(\alpha - \phi)}$$

$$L_1 = \frac{P}{2} + (d - D_2) \cdot \tan \alpha$$



$W_{ns}$  : めねじのねじ山せん断破壊荷重

$P$  : ピッチ

$d$  : おねじ外径

$D_2$  : めねじ有効径

$n$  : めねじ材のせん断強さ

$L_{eng}$  : はめあい長さ

$\alpha$  : ねじ山の半角

$\phi$  : 摩擦角

## IWATA BOLT( THAILAND )Co., LTD. 社屋移転のお知らせ

IWATA BOLT ( THAILAND ) CO., LTD  
General Manager 玉置 清美

拝啓 新春の候 貴社ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。平素は、格別のお引き立てを賜り、有り難く厚く御礼申し上げます。

さて、イワタボルトタイランドは、設立して早や11年目を迎えることが出来ました。お陰様をもちまして、お取引様の絶大なる支援の基に、業容を拡大出来ましたことは、深く感謝申し上げます。

また、イワタボルトタイランド設立以来、二輪車業界をメインに業容を拡大して来ました。しかしながら、タイ国が昨今の東南アジアのエコカー生産の拠点として急速発展していることから、当社事務所並びに倉庫が手狭となり、このたび社屋の移転拡充をすることとなりました。

新社屋は、空港から10分の日系企業が多く存在する北と南の中間地点の好立地に位置しております。なお、倉庫につきましては、今までの2倍の広さに拡大し、製品増加に対する安定供給出来る体制が整いました。

つきましては、社員一同新社屋のもと、お客様満足度向上に更なる取り組みをして参りますので、今後ともより一層のお引き立てを賜りますようお願い申し上げます。

敬 具

社 名 IWATA BOLT( THAILAND )CO., LTD.

新住所 41/74-75 Unit F5-F6, Bangna-Trad Rd., KM. 16 5

T. Bangchalong, A. Bangplee, Samutprakarn 10540 Thailand

電 話 番 号 : 02-740-7860 ~ 2 ( 従来通り ) F A X 番 号 : 02-740-7863 ( 従来通り )

営業開始日 : 2008年 2月25日

Managing Director 岩田 雅隆

S. E. Manager 清水 一久



IWATA BOLT( THAILAND )CO., LTD. の新社屋



スタッフの皆さん