

とくていぎのうひょうかしけん

特定技能評価試験

こうくうぶんや こうくうきせいび
(航空分野:航空機整備)

てきすと
テキスト

こうくうき きほんぎじゅつ

航空機の基本技術

ていけつ でんきけいそく

(締結、電気計測)



公益社団法人 日本航空技術協会

こうえきしゃだんほうじんにほんこうくうぎじゅつきょうかい

注意 ～ 利用時のルール

本テキストに掲載・公開している情報（以下「コンテンツ」といいます。）は、複製、翻訳、編集等、自由に利用いただけます。コンテンツ利用に当たっては、本利用ルールに同意したものとみなします。

著作権

- 本テキストの著作権は公益社団法人日本航空技術協会（以下、「当協会」という）に帰属します。
- コンテンツを転載する際は出典を記載してください。
（出典記載例）出典：公益社団法人日本航空技術協会
- コンテンツを編集・加工等して利用する場合には、出典とは別に、編集・加工等は利用者が行ったものであって、当協会によるものではない旨を明記して下さい。

禁止事項

- テキスト全体あるいは、コンテンツを以下のように利用することは禁止します。
 - 原本そのままの状態での有償販売行為（翻訳版、参考情報を付加して副読本としたような場合を除く。ただし、原本のコンテンツが全体の半分以下であること）
 - 反社会的勢力や違法行為に関係、あるいは、助長するような目的での利用
 - 公序良俗に反する目的での利用
 - 当協会のイメージを損なうような利用
 - その他当協会が不適切と判断する利用

免責

- コンテンツは、利用者の責任において利用してください。利用者がコンテンツ（内容を編集・加工等したコンテンツを含む）を利用することによって生じたトラブルや損失、損害等に対して、いかなる理由によるものであっても当協会は一切責任を負いません。
- 本ルールを含め、コンテンツは、予告なく変更、削除等行うことがあります。コンテンツの変更の有無はテキスト裏表紙下に記載した発行日を確認してください。

はじめに

このテキストは、公益社団法人日本航空技術協会が行う特定技能評価試験（航空分野：航空機整備）の学習に使用するために作られたもので、特定技能1号により日本に在留し、航空機整備の分野で働く上で必ず知っておかなくてはならない基本的な、また、たいへん重要な情報が書かれています。

特定技能評価試験（航空分野：航空機整備）は、「航空機の基本技術（締結、電気計測）」、「作業安全・品質」、「航空機概要」の3つの科目から問題が出されます。

この3つの科目にあわせて、テキストも3つ発行されています。

この「航空機の基本技術（締結、電気計測）」テキストでは、航空機部品の取付けに使用されている締結方法と、電気計測に係る基本的事項について、多くの図を使いながら紹介しています。

このテキストでは、いろいろな航空機や航空関連業務に共通してあてはまる基本的な内容を紹介していますが、航空機の型式、タイプあるいは会社によってはあてはまらないこともあります。実際の整備作業を行う時は、必ずその航空機の整備マニュアル、就労する会社の業務実施規程・要領等、その作業に適した正しいやり方に従ってください。

もくじ 目次

はじめに	1
もくじ 目次	2
第1部 <small>ていけついつぱん</small> 締結一般	
1. <small>ほると</small> ボルト (Bolt)	3
2. <small>なっと</small> ナット (Nut)	7
3. <small>すくりゅー</small> スクリュー (Screw).....	9
4. <small>わっしゃー</small> ワッシャー (Washer)	11
5. <small>ほると なっと しめつ とるく</small> ボルト、ナットの締付けトルク	13
6. <small>あんぜんせん かた</small> 安全線 (Safety Wire) のかけ方	14
7. <small>こったーびん まわ ど</small> コッターピン (Cotter Pin) による回り止め	17
第2部 <small>でんきけいそく ひとつぱん</small> 電気計測 一般	
1. <small>てすたー かいろけい</small> テスター (回路計、Circuit Tester)	20

だい ぶ ていけつ いっぱん
第1部 締結 一般

こうくうき おお ぶひん ぼると すくりゆう なつと けつ
航空機は多くの部品がボルト (Bolt) 、スクリュー (Screw) およびナット (Nut) などのねじによって結
ごう こうせい ぶひん く た ぶんかい こうかん るい れんちとう こうぐ けつごうちょうせい
合され、構成されている。部品の組み立て、分解、交換はねじ類をレンチ等の (工具) によって結合調整
しょう きのう せいのう ほじ るい ちしき と あつか し こうくうき せいびさぎょう
し、所要の機能、性能を保持される。ねじ類の知識やねじの取り扱いを知らずに航空機の整備作業はで
るい おんど ふしよく はげ しんどう た きょうど いちど けつごう ぜったい ゆる
きない。ねじ類は、温度、腐食および激しい振動に耐える強度と、一度結合したものは絶対に緩まないた
しく ほうほう
めの仕組みや方法がある。

ぼると
1. ボルト (Bolt)

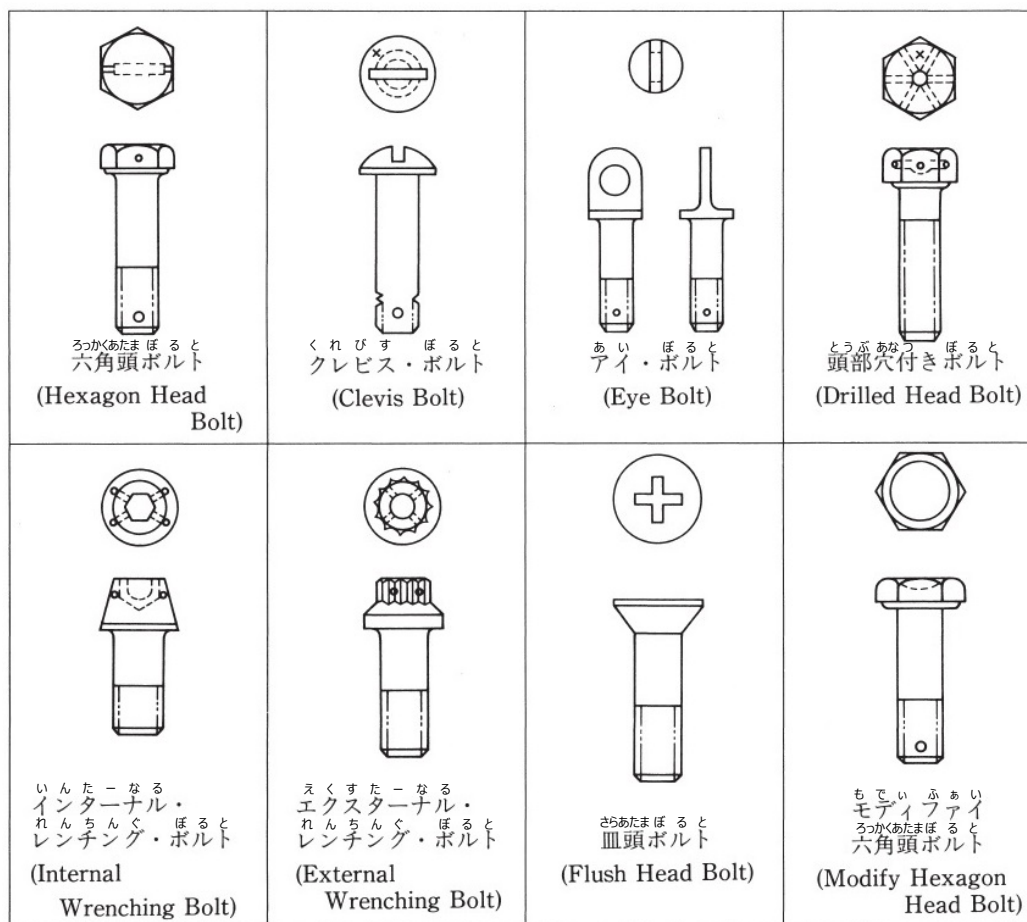
こうくうきようぼると ひじょう おお かじゅう う けつごうぶぶん つか
航空機用ボルトは、非常に大きい荷重を受ける結合部分に使う。

ぼると しゅるい
A. ボルト (Bolt) の種類

ぼると きかく ざいりょう ようと もくてき せいみつこうさ けいじょうべつ ぶんるい
ボルトは、AN、NAS、BAC などの規格、材料、用途、目的、精密公差、形状別に分類できる。

けいじょう ぶんるい
B. 形状による分類

- ろっかくあたまぼると
(1) 六角頭ボルト (Hexagon Head Bolt)
- くれびす ぼると
(2) クレビス・ボルト (Clevis Bolt)
- あい ぼると
(3) アイ・ボルト (Eye Bolt)
- とうぶあなつ ぼると
(4) 頭部穴付きボルト (Drilled Head Bolt)
- いんたーなる れんちんぐ ぼると
(5) インターナル・レンチング・ボルト (Internal Wrenching Bolt)
- えくすたーなる れんちんぐ ぼると
(6) エクスターナル・レンチング・ボルト (External Wrenching Bolt)
- さらあたまぼると
(7) 皿頭ボルト (Flush Head Bolt)
- もていふあいろっかくあたまぼると
(8) モディファイ六角頭ボルト (Modify Hexagon Head Bolt)



ずぼるとけいじょうぶんるい
 図1 ボルトの形状による分類

C. 用途による分類

(1) シア・ボルト (Shear Bolt)

せんだんかじゅうかしょしよ
 剪断荷重のかかる箇所に使用する。

しあぼるとぼるとうぶあつうすくぶみじか
 シア・ボルトはボルト頭部の厚みが薄く、ねじ部が短い。

(2) テンション・ボルト (Tension Bolt)

ひっぱりかじゅうかしょしよ
 引張荷重のかかる箇所に使用する。

とくたかひっぱりかじゅうかしょはいてんしよんぼるとつか
 特に高い引張荷重のかかる箇所には、ハイ・テンション・ボルトが使われる。

D. ボルトの呼び径、長さの単位

(1) 呼び径の単位

No.10 から 5 / 8 in までは、1 / 16in 単位、3 / 4 in から、1 + 1 / 2 in までは、1 / 8 in の単位で大きくなっている。

なが たんい
 (2) 長さの単位

1 / 16 in の倍数となっているが、AN ボルトは 1 / 8 in の倍数となっているものが多い。

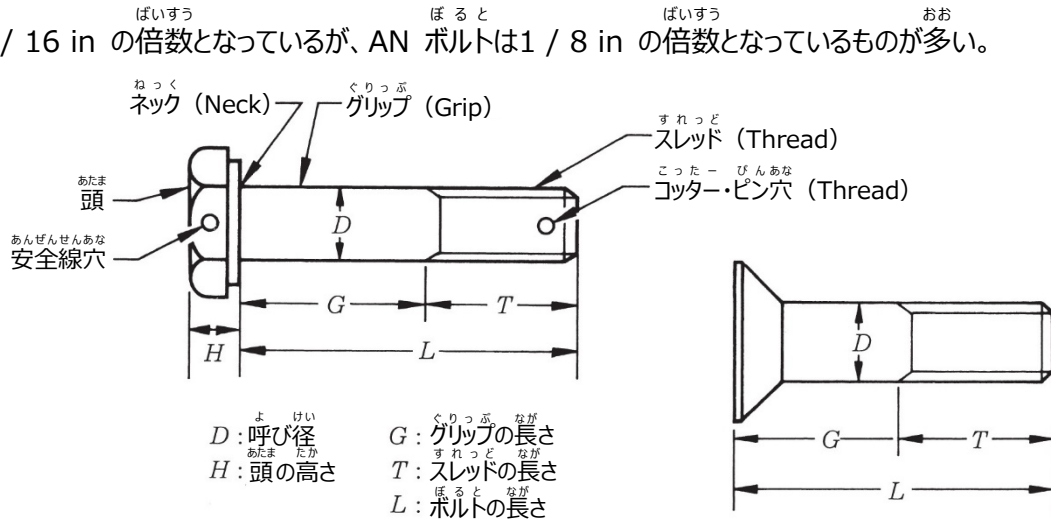


図2 ボルト各部の名称

ぼると と あつか
 E. ボルトの取り扱い

(1) ボルトは使用される箇所により、強度、耐食、耐熱に適合する指定の部品番号のものを使用する。

(2) 締付け部とボルト、ワッシャーの組み合わせは、腐食防止の点から一般的にアルミニウム合金部に
 あるみにうむごうきん わっしやー ぼると しよう こうぶ こう わっしやー ぼると しよう
 アルミニウム合金のワッシャーおよびボルトを使用し、鋼部には鋼のワッシャーおよびボルトを使用する。

こうとるくぶ あるみにうむごうきん こう しめつ ぶ こう わっしやー ぼると しよう
 高トルク部にはアルミニウム合金、鋼の締付け部にかかわらず鋼のワッシャーとボルトを使用する。

あるみにうむごうきん ぶ こうぼると しよう ぼあい ふしょくぼうし かどみうむ めっき ぼると
 アルミニウム合金部に鋼ボルトを使用する場合は、腐食防止のためにカドミウム・メッキされたボルトを
 しょう いしゆきんぞく せつしよく ふしょく げんいん
 使用する (異種金属の接触により腐食の原因となる) 。

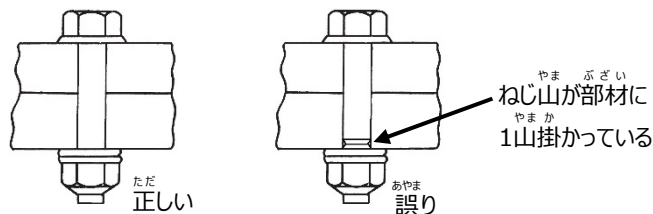
ぼると なが けつてい
 (3) ボルトの長さの決定

a. グリップの長さは部材の厚さと同じか、わずかに長いものである事。

b. グリップの長さの微調整はワッシャーを挿入することにより行うことができる。

ぼあい かたがわ まい りようがわ まい さいだい いじよう ぼると こうかん
 この場合は片側2枚、両側3枚までが最大で、それ以上はボルトを交換する。

せんだんりよく ぶざい しょう しあ ぼると やま やま ぶざい
 剪断力のかかる部材に使用されるシア・ボルトについては、1山でも、ねじ山が部材にかかっている
 らない。



ず しあ ぼると なが
 図3 シア・ボルトの長さ

ぼると と つ ほうこう
 (4) ボルトを取り付ける方向

いっばんてき なつと はず ぼると め だ ぜんほう こうほう じょうほう か ほう
 一般的にナットが外れてもボルトが抜け出さないように前方から後方へ、上方から下方へ、
 うちがわ そとがわ む と つ
 内側から外側へ向かって取り付ける。

ちたんごうきんぼると しょうじょう ちゅうい
 (5) チタン合金ボルトの使用上の注意

ちたんごうきんぼると こ ぎんめつき せるふ ろっきんぐ なつと しょう
 a. チタン合金ボルトを600°F を超えるところで銀メッキされたセルフ・ロッキング・ナットを使用してはな
 らない。

ちたんごうきん ぼると こ かどみうむ めつき なつと しょう
 b. チタン合金のボルトは200°F を超えるところでカドミウム・メッキされたナットを使用してはなら
 ない。

せいみつこうさ ぼると しょうじょう ちゅうい
 (6) 精密公差ボルトの使用上の注意

ぼると たた こ ばあい ぶらすちつく はんまー しょう
 (1) ボルトを叩き込む場合は、プラスチック・ハンマーを使用する。

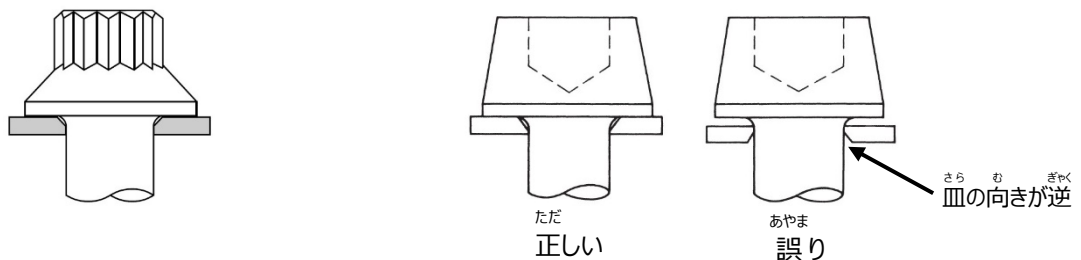
さらあたま せいみつこうさ ぼると と つ さい ぼると あたまがわ あな めんと おこな
 (2) 皿頭でない精密公差ボルトを取り付ける際には、ボルトの頭側の穴は面取りを行う。

えくすたーなる れんちんぐ ぼると いんたーなる れんちんぐ ぼると しょうじょう ちゅうい
 (7) エクスターナル・レンチング・ボルトおよびインターナル・レンチング・ボルトの使用上の注意

ぼるとあたました あ ぼるとあな めんと こうきようどさらと わっしやー しょう
 a. ボルト頭下の「R」に合うようボルト穴を面取りするか、または高強度皿取りワッシャーを使用する。
 なつと した こうきようどわっしやー しょう
 ナットの下には高強度ワッシャーを使用する。

さらと わっしやー しょう ばあい わっしやー む ちゅうい
 b. 皿取りワッシャーを使用する場合、ワッシャーの向きに注意する。

ぼると たい なつと こうきようど なつと しょう
 c. このボルトに対するナットは高強度ナットを使用する。



ず えくすたーなる れんちんぐ ぼると いんたーなる れんちんぐ ぼると しょうじょう ちゅうい
 図4 エクスターナル・レンチング・ボルトおよびインターナル・レンチング・ボルトの使用上の注意

2. ナット (Nut)

航空機用ナットはいろいろな形状および寸法のものがあるが、ボルトのようにその上に識別記号や文字が付いているものが少ないので、一般的には金属特有の光沢、ナイロン挿入片の有無あるいは構造、ねじ等で識別する。

A. ロック機構による分類

ナットはそれ自身では、ロック機構を持っていない、Non Self-locking Nutと、ロック機構を持っているSelf-locking Nutがある。

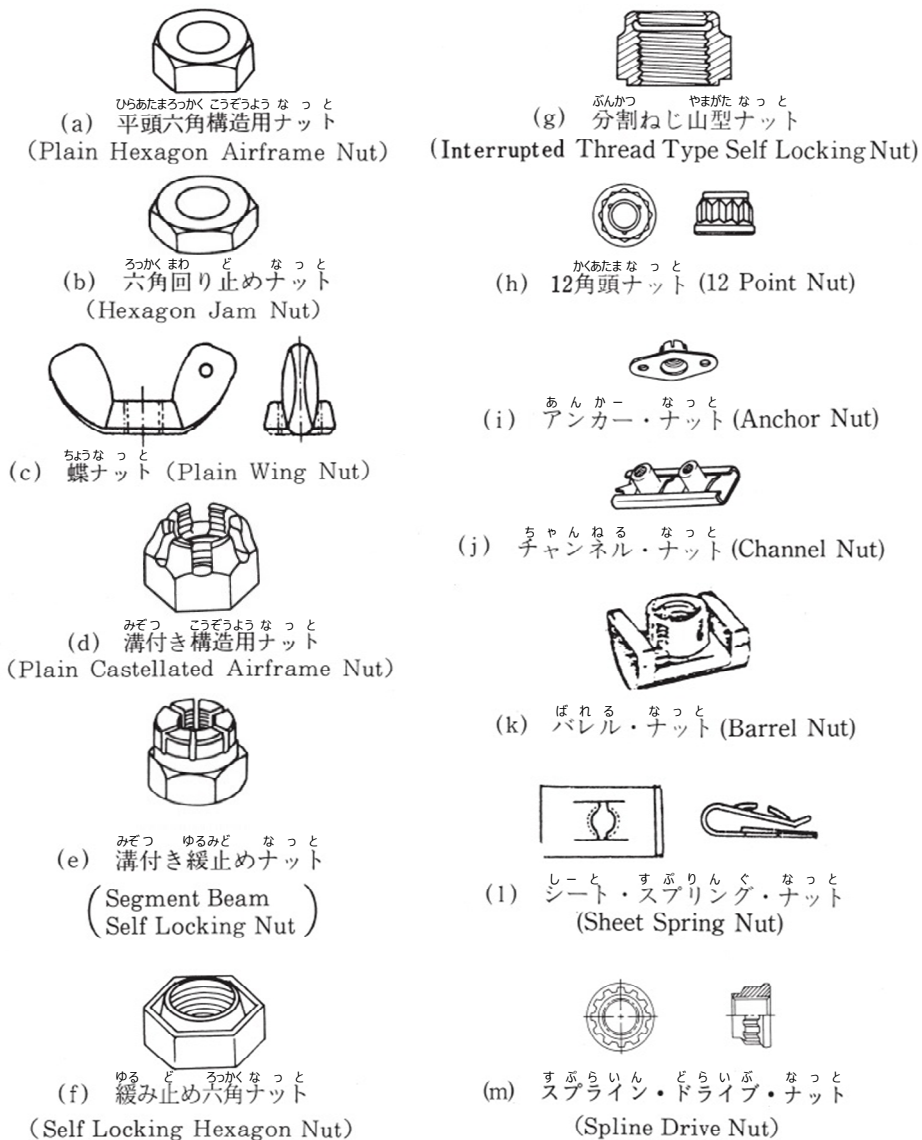


図5 ナットの形状

なつと しようおんどせいげん
B. ナットの使用温度制限

なつと しよう ぶぶん おんど つか わ
ナットは、使用される部分の温度により使い分ける。

なつと と あつか
C. ナットの取り扱い

なつと しよう かしよ きょうど たいしょく たいねつ てきごう してい ぶひんばんごう しよう
(1) ナットは使用される箇所によって、強度、耐食、耐熱に適合する指定の部品番号のものを使用する。

せるふ ろっきんぐ なつと しよう かしよ
(2) セルフ・ロッキング・ナットを使用できない箇所

せるふ ろっきんぐ なつと ゆる ぼると けっそん ひごう あんぜんせい えいきょう およ かしよ
a. セルフ・ロッキング・ナットの緩みによるボルトの欠損が飛行の安全性に影響を及ぼす箇所。

かいてんりよく う ところ れい ぶーりー くらんく れぼー りんけーじ ひんじ びん かむ ろーらー
b. 回転力を受ける所 (例：プーリー、クランク、レバー、リンケージ、ヒンジ・ピン、カム、ローラーなど)

なつと ぼると すくりゅー ゆる えんじん えあいんてーくない お おそ かしよ
c. ナット、ボルト、スクリーが緩みエンジン・エア・インターク内に、落ちる恐れのある箇所。

ひごうまえ ひごうご ていれいてき さーびしんぐ あくせす と つ とはず あくせす
d. 飛行前か飛行後、定例的にサービシング、アクセスのため、取り付け、取り外しをするアクセス・
ばねる どあ
パネル、ドアなど。

せるふ ろっきんぐ なつと ぼると と つ ばあい ぼると たんぶ なつとめん やま そうとう なが
(3) セルフ・ロッキング・ナットをボルトに取り付けた場合、ボルトねじ端部はナット面より、2山に相当する長さ (ボルトの面取り部分を含む) 以上出ていること。

せるふ ろっきんぐ なつと かごう
(4) セルフ・ロッキング・ナットを、加工しないこと。

ちゅう ろっきんぐ とるく ぼると すくりゅー なつと ねじこ じくぶ はし やま なつと
〔注〕 ロッキング・トルクとは、ボルトまたはスクリーなどにナットを振込み、軸部の端のねじ山がナット
めん やまいじょうで まわ ひつよう とるくち
面より、2山以上出してから回すのに必要なトルク値である。

3. スクリュー (Screw)

すくりゅー こうくうき こうぞう かんたん ぶひん とりつ ひろ つか
 スクリューは航空機の構造ならびに簡単な部品の取付けなどとして広く使われている。

すくりゅー ぼると そうい めいかく ていぎ いっぱんてき つぎ ち
 スクリューとボルトの相違については明確な定義はされていないが、一般的に次のような違いがある。

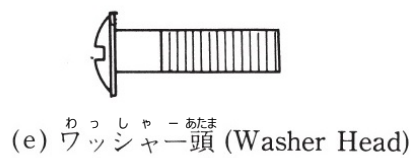
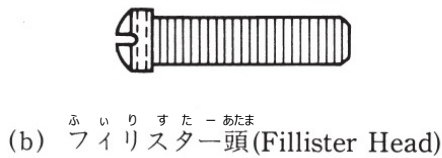
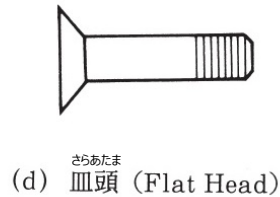
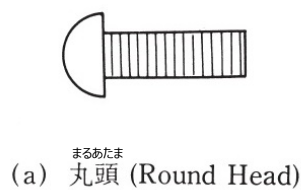
すくりゅー とうぶ だらいばー か
 * スクリューの頭部にはドライバーが掛けられるようなくぼみがある。

とうきゅう くらす
 * ねじの等級は、クラス 2である。

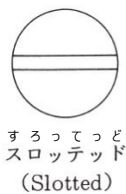
きょうど ひく
 * 強度が低い。

すくりゅー ぼると くら なが ぶ も ぐりっぶ き
 * スクリューはボルトに比べて長いねじ部を持っており、グリップもはっきり決まっていない。

すくりゅー しゅるい なか ざいりょう ぐりっぶ とうきゅう すんぼうとう ぼると どういつ もの
 スクリューの種類の中でも材料、グリップのあるもの、ねじの等級、寸法等、ボルトと同一の物は
 ぼると なまえ か
 ボルトとして名前が変わることもある。



ず すくりゅーあたま けいじょう
 図6 スクリュー頭の形状



ず すくりゅーあたま みぞ けいじょう
 図7 スクリュー頭の溝の形状

A. 用途による分類

(1) 構造用スクリュー (Structural Screw)

構造用スクリューは構造用ボルト、リベットが使われている航空機主要構造部に使われ、頭部の形状だけが構造用ボルトと違っている。これらのスクリューはボルトと同じ材料で作られていて、定められたグリップを有し、同じ寸法のボルトと等しい強度を持っている。

(2) マシン・スクリュー (Machine Screw)

マシン・スクリューは航空機のいろいろなところに最も多く使われている。並目ねじと細目ねじの2種類がある。

(3) セルフ・タッピング・スクリュー (Self-Tapping Screw)

セルフ・タッピング・スクリューはスクリュー自身の外径よりもわずかに小さいパンチした穴、ねじ立てしていないドリル穴にねじ込んで使用する。セルフ・タッピング・スクリューには、3種類ある。

a. シート・メタル・スクリュー (Sheet Metal Screw)

リベット打ちのための板金を仮止めしたり、非構造組み立てを永久的に接合する場合に使用する。バリで支障を起ささないようフェノール製またはアルミニウム・ワッシャーを使用する。

b. マシン・セルフ・タッピング・スクリュー (Machine Self Tapping Screw)

ネーム・プレートのような取り外しできる小さな軽量部品を鋳物などに取り付ける場合に使用する。下穴はあまり正確である必要はないが、アメリカねじ系列のタップ用ドリル寸法を使用する。

c. ドライブ・スクリュー (Drive Screw)

実際にはスクリューではなく釘 (Nail) であって、主として金属部品に使われる。

ネーム・プレートなどを取り付ける場合に使用する。取り外した後にもう一度使うことはできない。

(4) セット・スクリュー (Set Screw)

軸に歯車のような部品を取り付け、固定する場合や、キー・ポイントまた表面を平らにする場合などに使用される。このスクリューを回すためのレンチ溝およびスクリュー先端の形状にいくつかの種類がある。

B. スクリューの取り扱い

(1) スクリューはその使用箇所により適合する指定の部品番号のものを使用しなければならない。

(2) スクリューを回すドライバー、レンチなどはスクリュー頭の溝の形、大きさに合ったものを使う。

わっしやー
4. ワッシャー (Washer)

こうくうきもち わっしやー ぼるとあたま なつとがわ つか こうぞうぶ ぶひん めん ほご
 航空機に用いられるワッシャーはボルト頭およびナット側に使われ、構造部や部品の面を保護し、
 ぼると なつと ゆる ぼうし とくしゆ ぶぶん と つ しやうもくてき つか
 ボルト、ナットの緩みを防止あるいは特殊な部分への取り付けなど、それぞれの使用目的によって使い
 わ
 分ける。

けいじょう ようと ぶんるい
A. 形状および用途による分類

ひらわっしやー
(1) 平ワッシャー (Plain Washer)

- こうぞうぶつ と つ ぶひん しめつ りよく ぶんさん へいきんか
 a. 構造物や取り付け部品への締付け力を分散、平均化する。
 ぼると なつと こったー びんあないち ちやうせいようす べーさー しやう
 b. ボルト、ナットのコッター・ピン穴位置などの調整用スペーサーとして使用する。
 ぼると なつとしめつ じ こうぞうぶつ と つ ぶひん ほご
 c. ボルト、ナット締付け時における構造物、取り付け部品の保護。
 こうぞうぶつ と つ ぶひん しめつ めん いしゆきんぞく ふしよくぼうし
 d. 構造物、取り付け部品の締付け面の異種金属による腐食防止。

ろくく わっしやー
(2) ロック・ワッシャー (Rock Washer)

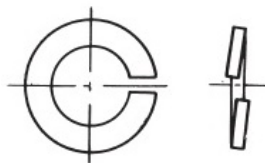
せるふ ろくく なつと こったー びん あんぜんせん しやう かしよ ぼると なつと すくりゆー ゆる ぼう
 セルフ・ロック・ナットやコッター・ピン、安全線を使用できない箇所にもボルト、ナット、スクリーアの緩み防
 し しやう
 止として使用される。

ひらわっしやー
 平ワッシャー

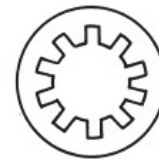


ひらわっしやー
 平ワッシャー (Plain)

ろくく わっしやー
 ロック・ワッシャー



すぶりんぐ ろくく わっしやー
 スプリング・ロック・ワッシャー
 (Spring Lock)



ひらがたちばろくく わっしやー
 平型内歯ロック・ワッシャー
 (Flat Internal Teeth Lock)



わっしやー
 平型外歯ロック・ワッシャー
 (Flat External Teeth Lock)



わっしやー
 タブ・ワッシャー
 (Tab)

ず
図8 ワッシャーの種類 ~ 平ワッシャー、ロック・ワッシャー

とくしゆわっしやー
 (3) 特殊ワッシャー (Special Washer)

こうきようどさらと こうきようどひらわっしやー
 a. 高強度皿取り および、高強度平ワッシャー

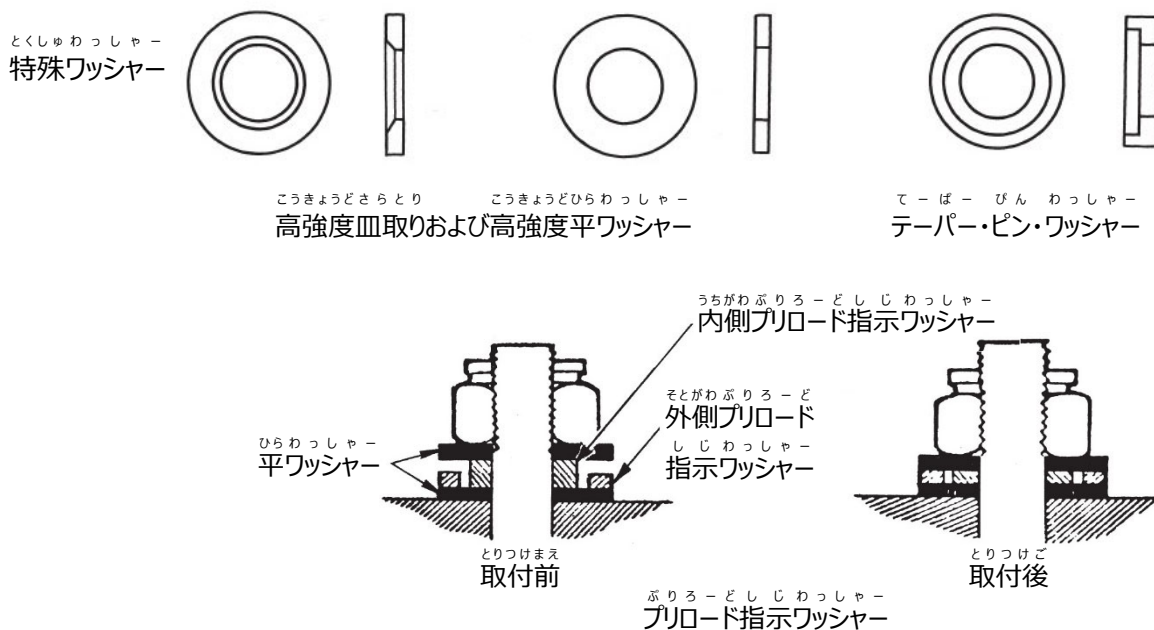
こうちよりよくかじゆう かしょ いんたーなる れんちんぐ ぼると しょう ぼるとあたま しゃんくかん
 高張力荷重のかかる箇所にインターナル・レンチング・ボルトとともに使用され、ボルト頭とシャック間
 おおきな「R」に対し構造物や部品の破損を防止するとともに、締付け面に対し平滑な面を与える。

てーばーびん わっしやー
 b. テーパー・ピン・ワッシャー (Taper Pin Washer)

つ てーばーびん しょう へいわっしやー へんけい かしょ ちようせいよう
 ねじ付きテーパー・ピンとともに使用され、平ワッシャーでは変形してしまうような箇所に調整用
 すべーさー やくめ なつと した とつ
 スペースの役目としてナットの下に取り付ける。

ぶりろーどしじわっしやー
 c. プリロード指示ワッシャー (Preload Indicating Washer)

とるく れんち せいかく しめつ ひつよう しょう
 トルク・レンチよりも正確な締付けを必要とするところに使用する。



ず わっしやー しゆるい
 図9 ワッシャーの種類 ~ 特殊ワッシャー

わっしやー と あつか
 B. ワッシャーの取り扱い

わっしやー しょう かしょ てきごう してい ぶひんばんごう しょう
 (1) ワッシャーは使用される箇所により、適合する指定の部品番号のものを使用する。

ひらわっしやー さいだい まい つか まい ぶざいひょうめんほご ほか まい ぼるとあたまがわ
 (2) 平ワッシャーは、最大3枚まで使うことができる。(1枚は部材表面保護、他2枚はボルト頭側および
 なつとがわ はい ろくく わっしやー とくしゆわっしやー まいすう かぞ
 ナット側にそれぞれ入る)。ただしロック・ワッシャーおよび特殊ワッシャーは枚数として数えない。

わっしやー げんそく ぼると どうざいりよう しょう
 (3) ワッシャーは原則としてボルトと同材料のものを使用する。

5. ボルト、ナットの締付けトルク

航空機は飛行中に激しい振動や、急激な温度変化を受ける（異種金属の膨張率の差による影響）ため、部品の結合に使用されているボルト、ナットなどの締付けトルクは非常に重要となっている。締付けトルクが過大であると、ボルト、ナットに過大な荷重がかかり、ねじを傷め、ボルトを折ってしまう。また締付けトルクの不足はボルト、ナットの疲労破壊を早めたり、ボルト、ナットなどの摩耗を招くことになる。これらを防止するために、それぞれのボルト、ナットのトルクを決めて、適正な締付けを行う。

A. トルク・レンチ (Torque Wrench) の種類

- (1) ビーム式
- (2) ダイアル式
- (3) リミット式

B. トルク・レンチの取り扱いとトルクかけ時の注意事項

- (1) トルク・レンチは定期的に校正されている測定器であるから、使用するときは、有効なものであることを確かめること。
- (2) トルク値に適した範囲のトルク・レンチを選ぶこと。（締付けトルク値とトルク・レンチの最小値および最大値が同一であってはいけない）
- (3) トルク・レンチ以外の用途に使用しないこと。（例：ハンマー、ラチェット・ハンドル）
- (4) もし精度に影響を与えるようなことがあったら必ず点検すること。（落とした時、衝撃を与えた時など）
- (5) リミット式トルク・レンチをセットしたら、必ずロックして使用すること。
- (6) リミット式トルク・レンチは使用后、トルクの最小目盛まで戻してロックしておくこと。
- (7) トルク・レンチを使い始めたら、他のトルク・レンチと交換して使用しないこと。
- (8) リミット式トルク・レンチは右ネジ用と左ネジ用があるので混同して使用しないこと。

6. 安全線 (Safety Wire) のかけ方



図10 安全線 (Safety Wire)

びっくている (Pigtail)

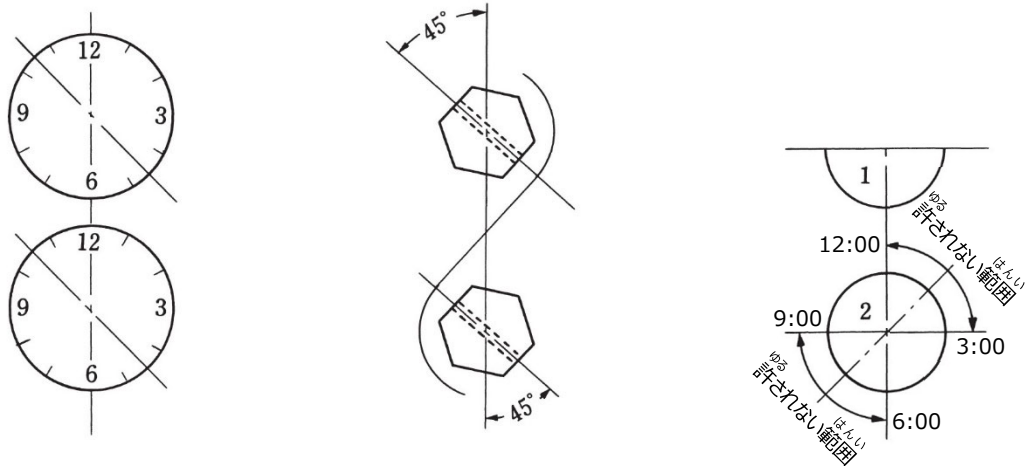
航空機に使用される安全線は目的により、次のようなものがある。航空機に使用されているねじ部品は、飛行中または運転中の激しい振動と荷重のため、緩む恐れがあるので、すべて回り止めが施されており、その方法の一つにねじ部品を締める方向に引張り、確実に固定させるロック・ワイヤがある。また非常口、消火剤発射装置、非常用ブレーキなどのハンドル、スイッチ、カバーなど誤って操作することを防ぐため、そして操作時には容易に作動できるような目的で使用されるシア・ワイヤがある。

- * 普通の安全回り止め法のワイヤは、直径が最低0.032 in を必要とする。
- * ただし、0.045 in 以下の公称穴径を有するユニットあるいはユニットの間隔が2 in 以下で0.045 in から0.062 in の公称穴径を有するユニット、あるいは、1 / 4 in もしくはそれ以下のスクリーとボルトが、詰めて配列されている場合には、0.020 in のワイヤを使用する。
- * シングル・ワイヤ方法で安全回り止めを行うときには、穴を通る最大公称径のワイヤを使用する。
- * 非常用装置に使用するワイヤは、特に指示のない限り、直径0.020 in の銅ワイヤを使用する。

A. ドリル・ヘッド・ボルトの穴の位置の決め方

ボルトを規定のトルク値まで締付け順序に従って締め、ボルト頭の穴の位置を確かめ、以下の手順により穴の位置を調整する。

- (1) 安全線は部品が緩まないように、常に締まる方向に作用していなければ安全線としての価値はないため、2つのユニットの間に安全線をかける場合の穴の位置は、通る穴が中心線に対して左に45°傾いた位置になるのが理想的な状態である。
- [注] この理想的な位置を得るために、ユニットを締め過ぎたり、緩めたりしてはならない。
- (2) ちょうど穴がそろった位置で規定トルク範囲にない場合は、厚さの異なるワッシャーまたは他のボルトなどと交換する。実際の作業でこの理想的な位置が、得られるとは限らない。このような場合、少し位置がずれるのは許されるが、第1と第2のユニットの穴が12時から3時の間、および6時から9時の間は避けなければならない。



ず あんぜんせん かた
 図11 安全線のかけ方

あんぜんせん かた
B. 安全線のかけ方

ねじ部品をワイヤによって安全回り止めするには、ダブル・ツイスト・ワイヤ方法 (Double Twist Wire Method) と、シングル・ワイヤ方法 (Single Wire Method) の2つの方法があり、ダブル・ツイスト・ワイヤ方法が、ワイヤによる安全回り止めの標準方法である。安全回り止めを行う際には、ダブル・ツイスト・ワイヤ方法を優先しなければならない。

だぶる ついすと わいやほうほう
 (1) ダブル・ツイスト・ワイヤ方法 (Double Twist Wire Method)

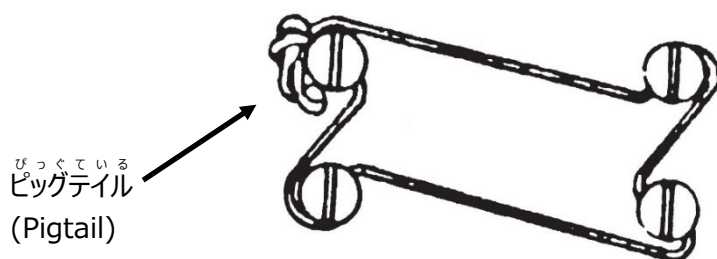
- a. 広い間隔 (4~6 in) で多数集まったユニットを、ダブル・ツイスト・ワイヤ方法でワイヤをかける場合に、一連に結合できるユニットの数は、三つが最大数である。
- b. 狭い間隔の多数のユニットに、連続してかけられる数は、長さ24inのワイヤで一連にかけられる数が最大数である。
- c. 6 in以上離れているファスナーまたはフィッティングの間にワイヤをかけてはならない。



ず だぶる ついすと わいやほうほう
 図12 ダブル・ツイスト・ワイヤ方法 (Double Twist Wire Method)

しんぐる わいやほうほう
 (2) シングル・ワイヤ方法 (Single Wire Method)

- a. 3つまたはそれ以上のユニットが狭い間隔で閉じた幾何学的な形状 (三角形、正方形、長方形、円形など) をした電気系統の部品で使用する方法。狭い間隔とは中心間距離 2 in (最大)以下をいう。



ず しんぐる わいやほうほう
図13 シングル・ワイヤ方法 (Double Twist Wire Method)

〔注〕 狭い間隔で並んでいるねじであっても、油圧シールや空気シールを止め、油圧を受ける、クラッチ機構やスーパーチャージャーの重要部分に使われているときは、ダブル・ツイスト・ワイヤ方法を用いること。

- b. シングル・ワイヤ方法が基準に示されている箇所としては、非常用装置 (Emergency Devices) (例えば、非常口、非常用ブレーキ・レバー、酸素調整器、消火剤発射装置などのハンドル・カバーのガード等) に使用される。

C. 安全線をかける際の注意と制限

- (1) 安全線は使用のたびに新しいものを用い、一度使ったものはもう再び使用してはならない。
- (2) 安全線はユニット間に緊密 (Tight) でなければならない。これは摩擦や振動による疲労を防ぐ。ワイヤに過度の応力を加えてはならない。
- (3) 安全線の取り付け作業中、ワイヤによじれ (Kink)、傷 (Nick)、こすり傷 (Scrape) などを付けないようにする。また、鋭い角に沿って引張ったり、より過ぎたり、あるいは工具でつかみ過ぎてはならない。
- (4) 安全線のより数は、よく使用される0.032 in および0.040 in 直径のもので、1 in 当たり 6 ~ 8 よりが適当である。
- (5) ワイヤは直角に切断すること。
- (6) ピッグテイル (Pigtail) は切り口が引っかけり、作業者を傷つけないようにする。また、部材・ワッシャー及びナットに当たらないように処理する。ピッグテイルの長さは、1 / 2 ~ 3 / 4 in、より数は、5~8 よりである。(参考 : NASM33540 では1 / 4 ~ 1 / 2 in (3~5 より))
- (7) 切断した余分のワイヤは、エンジン、機体および部品の中に落としてはならない。

7. コッター・ピン (Cotter Pin : 割ピン) による回り止め

コッター・ピンは溝付きナット (Castellated Nut) ・ピンまたはその他の回り止めや、抜け出しを防止することを必要とする部品に使用され、溝付きナットの回り止めについては以下の通り。

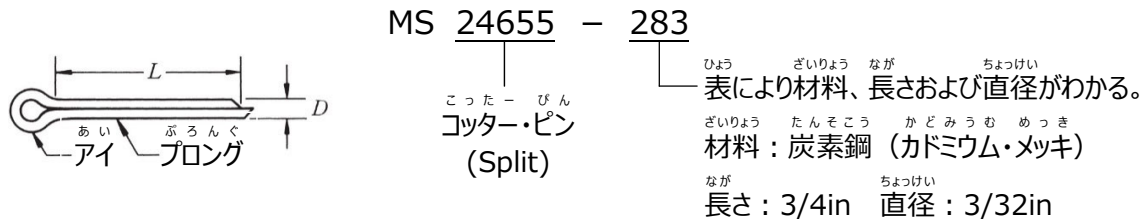


図14 コッター・ピンの名称と部品番号

A. コッター・ピンの選択

コッター・ピンの太さは、コッター・ピン穴に入る最大径のものを使用する。

B. コッター・ピンの取り付け方法

優先方法 (Preferred Method) と代替え方法 (Alternate Method) の2つの方法がある。

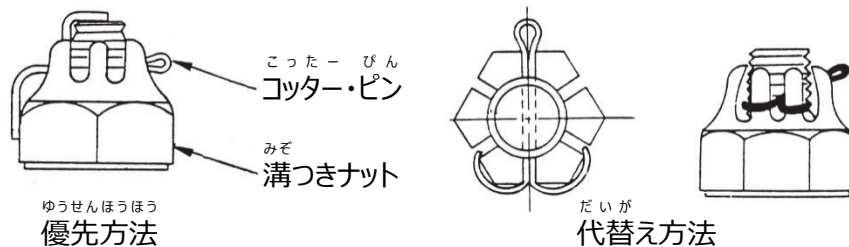


図15 コッター・ピンの取付方法

(1) 優先方法 (Preferred Method)

特に指示のない限り、優先方法で行う

(2) 代替え方法 (Alternate Method)

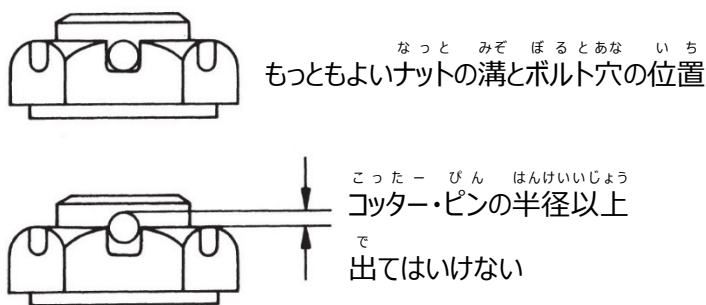
ボルト・エンドへ折り曲げた先が近くの部品と接触するような場合とか、引っかかりを起こし易い場合にゆめに許される方法である。

どりる しゃんく ぼると みぞつ なつと ていけつほう
C. ドリル・シャンク・ボルトと溝付きナットの締結法

(1) ナットを規定の最低トルクで締め、ボルトねじ端の穴と、ナットの溝の位置を確かめる。合っていない場合はトルク値の範囲内で合わせる。もし、穴と溝が合わない場合はナット、ワッシャーおよびボルトの交換やワッシャーの増減で調整する。

なつと みぞ ぼるとあな いち
 (2) ナットの溝とボルト穴の位置

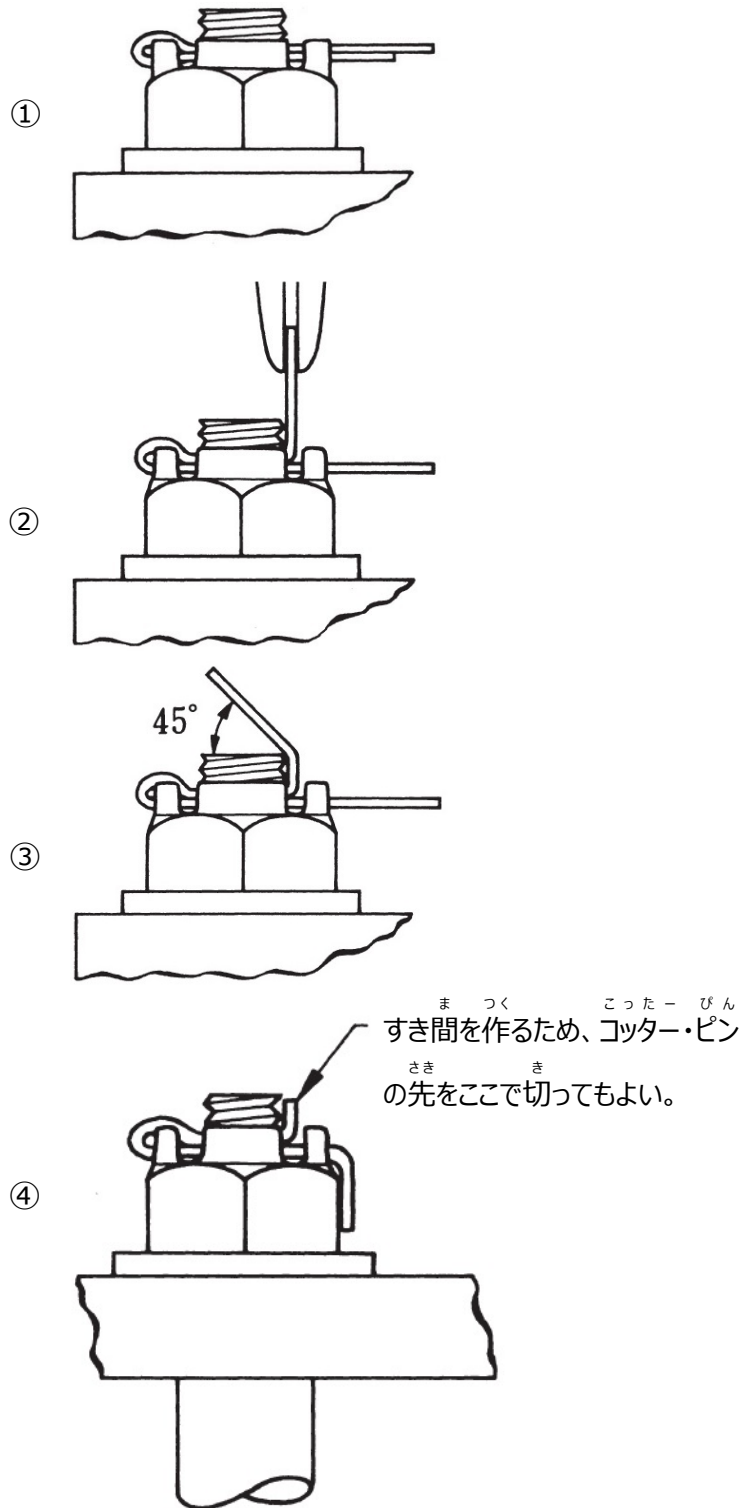
- (1) 最も好ましい位置は、ナットの溝の底とボルトの穴の下部が同一の高さになったときである。
- (2) コッター・ピン直径の50% 以上がナットの上面より出てはならない。このようなときはボルトを短いものと交換するか、ワッシャーを厚いものに交換し、ワッシャーの枚数を限界まで増して調整しなければならない。



ず こったーびん とりつけほうほう なつと みぞ ぼるとあな いち
 図16 コッター・ピンの取付方法 ~ ナットの溝とボルト穴の位置

こったーびん と つ てじゆん
D. コッター・ピンの取り付け手順

- (1) ピン先の長い方を上にして、手でできるだけ押し込む。(図17①)
- (2) 通常、コッター・ピンの頭がナットの壁と同一面になるまで、コッター・ピンの頭が変形しないよう注意して、プラスチック・ハンマーで軽いたたく。頭が変形するようであれば、頭と壁を同一面にする必要はない。
- (3) コッター・ピンの上側の先をプライヤーで確実につかみ、手前に引張りながら、ボルト軸側に曲げ、ボルト径を超えない範囲で切断する。(図17②③④)
- (4) 切断したピン先をプラスチック・ハンマーで軽いたたき、ボルト・エンドにしっかりと押し付ける。
- (5) 残りのピン先をプライヤーで確実につかみ、手前に引張りながら少し下方に曲げ、ワッシャーに当たらない程度に切断する。
- (6) ピン先をプラスチック・ハンマーで軽いたたいて、ナットの壁にしっかりと押し付ける。
- (7) 取り付けたコッター・ピンに、あそび (Backlash, Play) がないか検査する。



ず こったー びん とりつけほうほう
 図17 コッター・ピンの取付方法

だい ぶ でんきけいそく いっぱん
第2部 電気計測 一般

てすたー かいろけい
1. テスター（回路計、Circuit Tester）

てすたー おお ちい さぎょうよう もち はこ べんり こがた
テスターには大きなものや小さなものがあるが、作業用となれば持ち運びに便利な小型のもの
ぼけっと てすたー つか てすたー せいど ひく せいみつそくてい てき
（ポケット・テスター）がよく使われている。テスターは精度が低いので、精密測定に適さない。



ず かいろけい てすたー
図18 回路計（テスター）

しやうじやう ちゆういじこう
A. 使用上の注意事項

- そくていまえ かなら ぜろ いち かくにん
(1) 測定前には必ずゼロ位置を確認する。
- しやうちゆう ほ かんちゆう きやうじかい えいきやう さ
(2) 使用中および保管中でも、強磁界の影響があるところは避ける。
- そくていち よそく ばあい れんじ ばいりつ たか あたい じゅんぼん さ
(3) 測定値が予測されない場合は、レンジの倍率は高い値から順番に下げる。
- そくてい ととき れんじき か のぶ いち かくにん
(4) 測定する時は、レンジ切り替えノブの位置を確認する。
- れんじき か のぶ へんこう かなら てすと びん ひそくていぶつ はず おこな
(5) レンジ切り替えノブの変更は、必ずテスト・ピンを被測定物から外して行う。
- でんあつ でんりゆう そくてい かん きよくせい かくにん
(6) DC 電圧・電流の測定に関しては、極性を確認する。
- し さ ちゆうい
(7) 視差のないように注意する。
- てすたー しんどうしやうげき よわ めーたー こうぞうじやう と あつか じゆうぶんちゆうい
(8) テスターは振動衝撃に弱い。メーターの構造上からも取り扱いには十分注意する。
- てすと りーど いろべつ つうじやう つかわ はんどうたい ちえつく ちゆうい
(9) テスト・リードの色別は通常（+）、（-）に使い分けるが、半導体のチェックには注意する。
- しやうご れんじき か のぶ いち ばあい でんあつれんじ ばいりつ たか いち
(10) 使用後のレンジ切り替えノブの位置は、OFFがない場合、AC、DC電圧レンジの倍率の高い位置に
あ
合わせておく。

B. 直流電圧 (DCV) の測定

- (1) レンジ切り替えノブを「DCV」レンジに切り替える。
- (2) テスト・ピンを回路へ並列に接続する。
- (3) メーター指針の指示を読み取る。
〔注〕 なるべく右側の目盛で指示を読み取ると誤差が少ない。

C. 交流電圧 (ACV) の測定

- (1) レンジ切り替えノブを「ACV」レンジに切り替える。
- (2) テスト・ピンを回路へ並列に接続する。
- (3) メーター指針の指示を読み取る。
〔注〕 なるべく右側の目盛で指示を読み取ると誤差が少ない。

D. ゼロ Ω 調整

抵抗測定をする前に、ゼロ Ω 調整器つまみを回して、Ω レンジの指示を校正することで、指針が振れた状態で、指針が 0 になるように調整器つまみを静かに回す。これは内蔵電池の消耗や、負荷電流変化による測定誤差を防ぐための操作であるから、長時間にわたる抵抗測定 (連続測定) の場合は時々、また他の Ω レンジに切り替えたときは、電池の負荷電流が変わるので、その都度、ゼロ Ω 調整を行う必要がある。

E. 抵抗 (オーム Ohms) の測定

- (1) レンジ切り替えノブを「Ohms (Ω)」にする。
- (2) (+) (-) のテスト・ピンをショートさせる。
- (3) ゼロ Ω 調整する。
- (4) テスト・ピンの両端を開放させる。
- (5) テスト・ピンを抵抗器に接続する。
- (6) メーター指示目盛を読み取る。

- ちゆう ていこうそくてい めもり ちゅうおう しじよ ごさすく
〔注〕(1) 抵抗測定では、なるべく目盛の中央で指示を読むようにすれば誤差が少なくなる。
- そくていじ ゆびさき てすとびん ふ からだ そくていでんりゅう なが そくていごさしやう
(2) 測定時、指先がテスト・ピンに触れると、体に測定電流が流れて測定誤差を生じるので
ちゅうい
注意する。

ていこうそくていじ てすと - きよくせい F. 抵抗測定時のテストの極性

おむれんじき か かざり そくていたんし ぎやく そくていたんし
Ωレンジに切り替えたときに限り、測定端子の (+) (-) が逆になる。これは (+) 測定端子に
ていこうそくてい でんげん ないぞうでんち いっぽう そくていたんし でんち
抵抗測定の電源となる内蔵電池の (-) がつなぐれ、一方、(-) 測定端子には、電池の (+)
かいろ とお はんどうたいしけん てすと ばあい じゅうよう
が回路を通してつながるため、このことは、半導体試験などのテストの場合に重要である。

ちやくりゅうでんりゅう そくてい G. 直流電流 (DC mA) の測定

- れんじきか のぶ れんじきか
(1) レンジ切り替えノブを「DC mA」レンジに切り替える。
- てすとびん かいろ ちやくれつ せつぞく
(2) テスト・ピンを回路へ直列に接続する。
- めーたーししん しじよ と
(3) メーター指針の指示を読み取る。
- まんいち じこ てすと - ほご いみ ひそくていかいろのあーすがわへてすと - せつぞく
(4) 万一の事故からテストを保護する意味で、なるべく被測定回路のアース側へテストを接続するよう
にすること。

- ちゅう みぎがわ めもり しじよ と ごさすく
〔注〕(1) なるべく右側の目盛で指示を読み取ると誤差が少ない。
- かいろけい そくてい でんりゅう つうじょうちやくりゅう でんりゅうち すうひやく ていど
(2) 回路計で測定できる電流は、通常直流のみで、電流値も数百mA 程度までで、
かいろけい しやう でんりゅうそくてい げんてい
回路計を使用しての電流測定は限定される。

