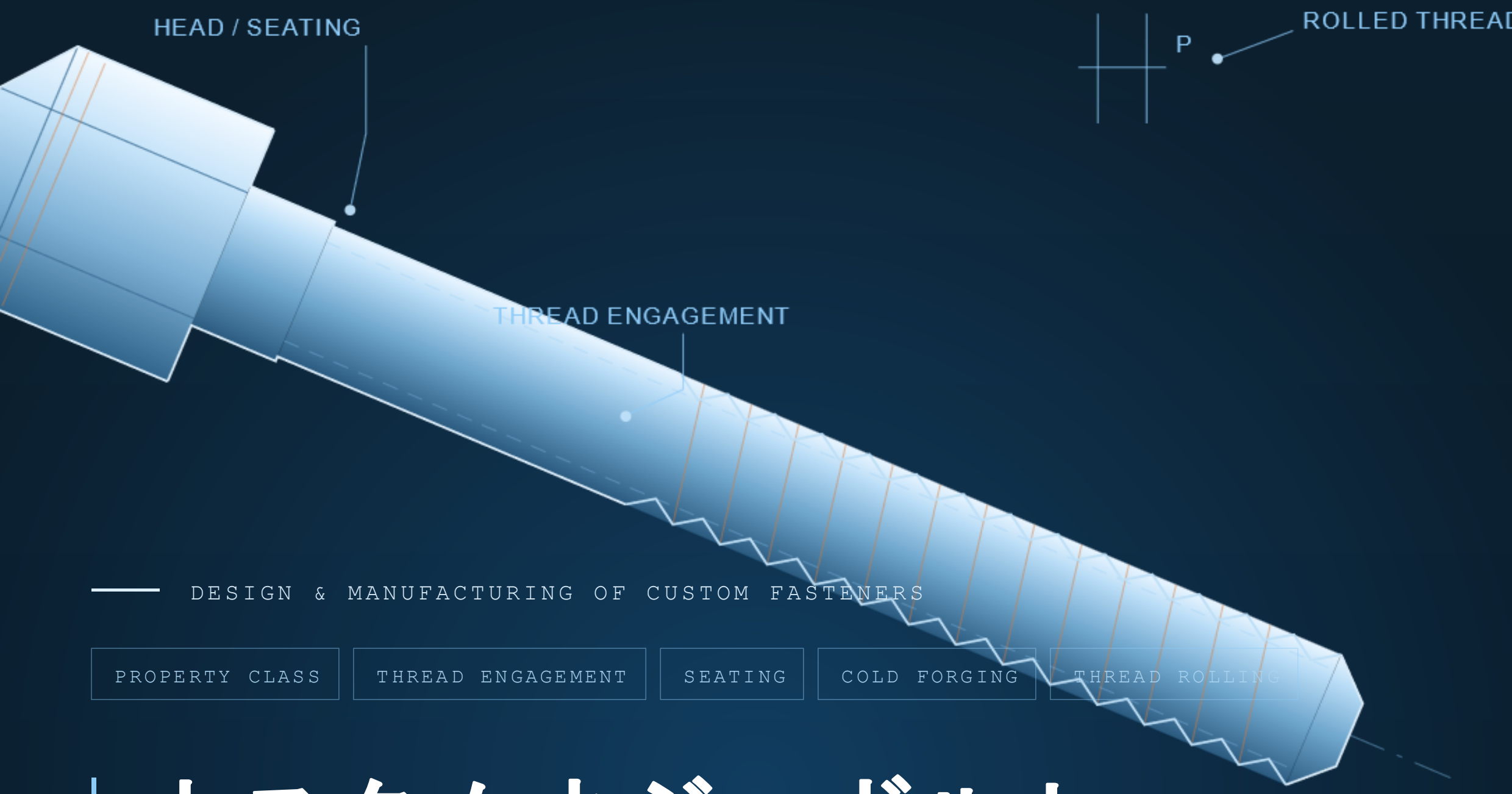
FASTENER
ENGINEERING



DESIGN & MANUFACTURING OF CUSTOM FASTENERS

PROPERTY CLASS | THREAD ENGAGEMENT | SEATING | COLD FORGING | THREAD ROLLING

カスタムネジ・ボルト
設計製造の基礎

FOR DESIGN ENGINEERS / QUALITY ASSURANCE

強度区分、有効ネジ部の長さ（かかり代）と締結トルク、座面の密着性、冷間圧造と転造。設計者・品質保証担当者が特殊締結部品を検討するうえで押さえておきたい基礎を、製造現場の視点から整理しました。

01 STRENGTH
強度区分と材質

02 JOINT
かかり代・締結トルク

03 PROCESS
冷間圧造・転造・切削

PRODUCED BY
太陽精工株式会社
SPECIAL FASTENING PARTS / CUSTOM COMPONENTS

特殊ネジカスタム部品製造.com
TEL 075-681-1416 special-fastening-parts.com

SCALE NTS UNIT mm

目次 CONTENTS

01 特殊ネジとは何か P.03
「特殊」を構成する要素／製品分類ラインナップ／代表的な特殊形状

02 ネジ・ボルトの強度区分 P.06
引張強さと降伏点／鋼製ボルトの機械的性質／アルミボルトと軽量化

03 有効ネジ部の長さ（かかり代）と締結トルク P.09
破損の2パターン／かかり代の求め方

04 座面の密着性と逃げ溝 P.11
圧造首下Rの干渉／アンダーカットと逃げ溝の使い分け

05 冷間圧造（ヘッダー加工） P.13
加工原理と用途／5つの加工方法／メリットとデメリット

06 転造加工と切削加工 P.16
転造盤の3分類／転造ネジと切削ネジの違い

07 設計チェックリストとご相談の流れ P.18
設計時の確認項目／ご注文から納品まで／会社概要

01 特殊ネジとは何か

WHAT MAKES A FASTENER "SPECIAL"

特殊ネジとは、一般的な規格品だけでは満たしにくい形状・材質・機能を、使用条件に合わせて設計・製造するねじ・締結部品です。

「特殊」になる要素は、頭部やねじ穴、胴部、先端の形状だけではありません。軽量化、緩み止め、耐食性、位置決め、部品点数削減などの機能や、ステンレス・アルミ・チタンなどの材質も含まれます。そのため、製品名が分からない場合でも、用途・困りごと・図面を起点に、適切な形状や製造方法を検討できます。

SHAPE

形状

頭部・胴部・先端・ねじ穴。溝付き、段付き、中ツバ、貫通穴、低頭・極低頭など。

FUNCTION

機能

軽量化、緩み止め、耐食性、位置決め、部品点数削減、脱落防止など。

MATERIAL

材質

炭素鋼・合金鋼に加え、ステンレス、アルミ、チタン、真鍮などにも対応。

検討の起点は3つの視点

製品分類から探す

頭部・胴部・先端・ねじ穴の形状から探す

必要な機能・用途から探す

01 特殊ネジ 種類ラインナップ

PRODUCT CATEGORIES

製作可能な特殊ネジ・特殊締結部品の代表例は、次の24種類です。

01 溝付きネジ	02 段付きボルト	03 異形製品
04 インサート製品	05 小判頭製品	06 プラグネジ
07 イモネジ	08 セムスネジ	09 緩み止め付きネジ
10 ローレット付きネジ	11 フォームローリングピン	12 低頭ネジ
13 タッピングネジ	14 中空リベット	15 中ツバボルト
16 貫通穴付ボルト	17 クリンチングスペーサー	18 キャップスクリュー
19 カシメナット	20 セルフタップネジ	21 六角フランジボルト
22 インサートカラー	23 段付きピン	24 極低頭ネジ

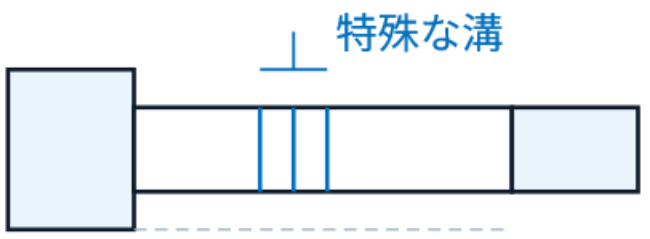
この24種類は代表例です

上記は代表例であり、すべてではありません。300種類以上の特殊締結部品をラインナップしており、四角ネジ・四角頭ボルト（とも回り防止や意匠性）、基板スペーサー（保持・間隔確保・部品点数削減）、つまみネジ（工具を使わない締め付け・取り外し）などにも対応しています。

01 代表的な特殊形状

TYPICAL
GEOMETRIES

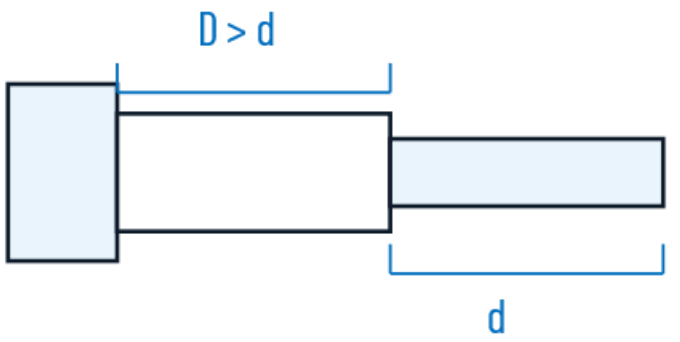
01 溝付きネジ



ネジに特殊な溝を付けることで、複雑なねじ穴に対しても嵌合できるようになります。溝付きネジ・溝付きボルト・溝付きナット・溝付きリベットの製作が可能です。

製作例：十字穴付ナベ頭軸部溝付き先端丸先ネジ／すり割り溝入れボルト／六角タップ付きナット／六角穴付き溝入れ

02 段付きボルト



段付きの定義は、ボルトなどのねじを切っていない円筒部が、ねじの呼び径よりも大きいものを指します。特殊な段を付けることで、適切に嵌合できるようになります。

製作例：十字穴付座付きなべ頭段付きネジ／座付きなべ頭段付きボルト／横穴付き四角頭段付きピン

製品仕様の指定項目

CATEGORY 製品分類	**HEAD** 頭部形状	**MATERIAL** 材質	**PROCESS** 加工方法
FINISH 表面処理	**THREAD** ネジ形状	**SIZE** サイズ・全長	**LOT** ロット

> 製品名が決まっていない場合でも、用途・困りごと・図面から検討を進められます。上記の指定項目のうち分かる範囲をお伝えいただければ、形状と製造方法をあわせてご提案します。

02 強度区分の考え方

PROPERTY CLASS

鋼製ボルトの強度区分は、次の10段階に分かれています。

3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9

10.9

左側の数値 ＝ 引張強さ

「10」は引張強さ 1000 N/mm² を表します。

右側の数値 ＝ 降伏点の比率

「.9」は引張強さに対する降伏点の比率90%。900 N/mm² 未満の荷重を考慮した設計が必要です。

引張強さとは

材料を破壊するまでの最大荷重(N)を、ネジ部の断面積(mm²)で割った値です。

降伏点とは

材料が塑性変形を開始する応力の限界点です。降伏点を超えると材料は元の形状に戻らず、永久変形を起こします。

強度区分	詳細
4.8	400N/mm²の引張強さの内、80%の320N/mm²以上の荷重がかかると伸び切り、元に戻りません
8.8	800N/mm²の引張強さの内、80%の640N/mm²以上の荷重がかかると伸び切り、元に戻りません
10.9	1000N/mm²の引張強さの内、90%の900N/mm²以上の荷重がかかると伸び切り、元に戻りません
12.9	1200N/mm²の引張強さの内、90%の1080N/mm²以上の荷重がかかると伸び切り、元に戻りません

02 鋼製のボルト・小ねじの機械的性質

JIS B1051 抜粋引用

強度区分	引張強さ N/mm² min	HV min/max	HB min/max	HRC min/max	材料と熱処理	推奨される鋼種
3.6	330	95/250	90/238	—	炭素鋼	SWCH6A, SWCH8A, SWCH10R
4.6	400	120/250	114/338	—	炭素鋼	SWCH6A, SWCH8A, SWCH10R
4.8	420	130/250	124/238	—	炭素鋼	SWCH10A, SWCH12A
5.6	500	155/250	147/238	—	炭素鋼	SWCH25K, SWCH35K, SWCH45K
5.8	520	160/250	152/238	—	炭素鋼	SWCH25K, SWCH35K, SWCH45K
6.8	600	190/250	181/238	—	炭素鋼	SWCH25K, SWCH35K, SWCH45K
8.8 d≦16	800	250/320	238/304	22/32	炭素鋼 焼入焼戻し 添加物入り炭素鋼	SWCH45K, 10B23
8.8 d≧16	830	255/335	242/318	23/34	焼入焼戻し 合金鋼	SWCH45K, 10B23
9.8	900	290/360	276/342	28/37	炭素鋼 焼入焼戻し 合金鋼	SCM435, SWCH45K
10.9	1040	320/380	304/360	32/39	炭素鋼 焼入焼戻し 合金鋼	SCM435, 10B30
12.9	1220	385/435	366/414	39/44	合金鋼 焼入焼戻し	SCM435

表の読み方

「引張強さ min」は、その区分が満たすべき下限値です。区分8.8以上は焼入焼戻しが前提となり、鋼種も炭素鋼から合金鋼へ移ります。同じ8.8でも、呼び径d≦16とd≧16で下限値が変わる点に注意してください。

材質選定との関係

強度区分は熱処理とセットで決まります。高強度区分を選ぶほど熱処理工程が増え、コストとリードタイムに影響します。必要荷重から逆算し、過剰な区分を選ばないことがコストダウンにつながります。

02 アルミボルトの機械的性質と軽量化

ALUMINIUM

アルミの強度区分については、鋼製ボルトのどの強度に相当するかで整理します。軽量化のニーズは省エネが求められる近年さらに高まっており、自動車業界では恒久課題として取り上げられています。

材質区分	合金番号	ネジの呼び区分	熱処理	引張強さ N/mm²	耐力 N/mm²	伸び %	鋼製相当区分
AL1	A5052	M1.6以上、M10以下	無	270	230	3	×
AL2	A5056	M1.6以上、M14以下	無	310	205	6	3.6（サイズによる）
AL3	A6061	M1.6以上、M6以下	有	320	250	7	3.6（サイズによる）
AL4	A2024	M1.6以上、M10以下	有	420	290	6	4.6（サイズによる）
AL5	A7N01	M1.6以上、M39以下	有	460	380	7	4.6
AL6	A7075	M1.6以上、M39以下	有	510	440	7	5.8
—	A700系（開発材料）	—	有	630	58	—	6.8

一部 JIS B1051 抜粋引用

CASE

60%

軽量化を実現

鉄材部品 ⇒ アルミへの材質変更

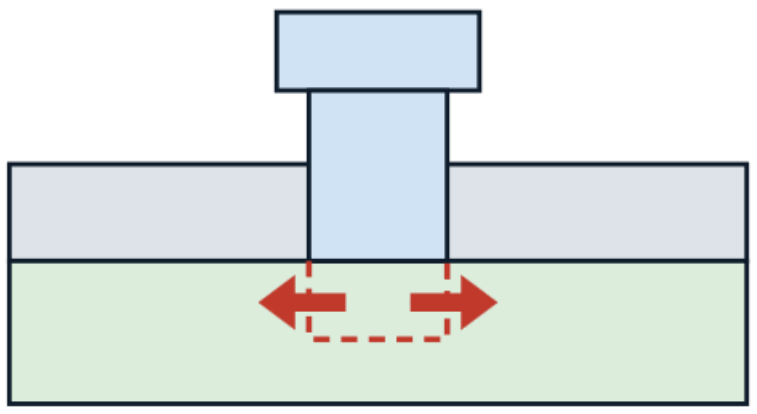
鉄材の旧製品からアルミ製の新製品に切り替えたことで、約60%の軽量化を実現した事例があります。アルミは通常の転造ではつぶれる恐れがあるため、先に熱処理（T6処理等）を行い強度を向上させてから転造することで、つぶれることなくネジ部の成形が可能になります。

03 かかり代と締結トルク｜破損の2パターン

ネジが折れないために、またネジ山がせん断・破断しないためには、強度区分を踏まえたうえで最適な有効ネジ部の長さ（かかり代）と締結トルクを考える必要があります。

※せん断：はさみのように切断されること ※破断：引きちぎるように切れること

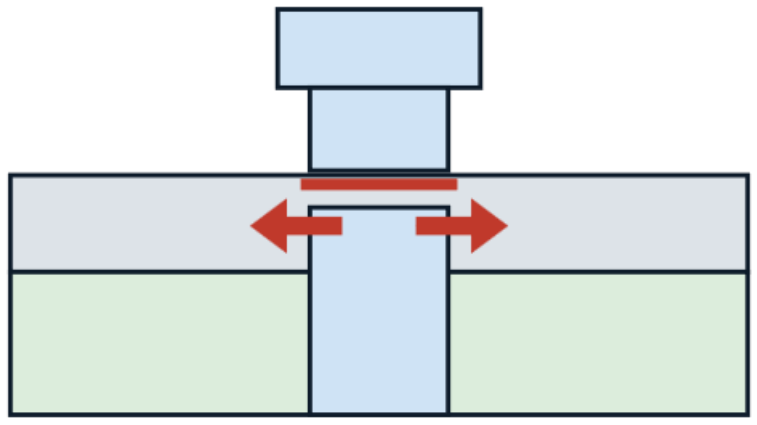
❶ かかり代が短い場合



破損原因は「ねじの勘合長さが短すぎる」

有効ネジ部の長さ（かかり代）が短い場合、必要なトルクで締付ける前に、ネジ山が破損（せん断・破断）する場合があります。

❷ 締付トルクが高すぎる場合



破損原因は「締付トルクが高すぎる」

かかり代が十分にある場合でも、必要以上のトルクで締付けてしまうと、ネジ谷部で破損（ネジ部が引張荷重により破断）してしまいます。

> **ネジ山が破損する場合は有効ネジ部の長さ（かかり代）に原因があり、ネジ谷部で破損する場合は締結トルクに原因があります。** まずはネジ部引張荷重により破断しない範囲でトルクを決定し、そのうえで引張強さよりもねじ山せん断・破断強さを強くすることで、ねじ山せん断破損は防ぐことができます。

ボルトねじ山せん断強度		ボルトの引張強度
これは発生させたくない	<	破損する場合は、こっちにしたい

03 かかり代の求め方

THREAD ENGAGEMENT

STEP 1 — 理論上の同等点

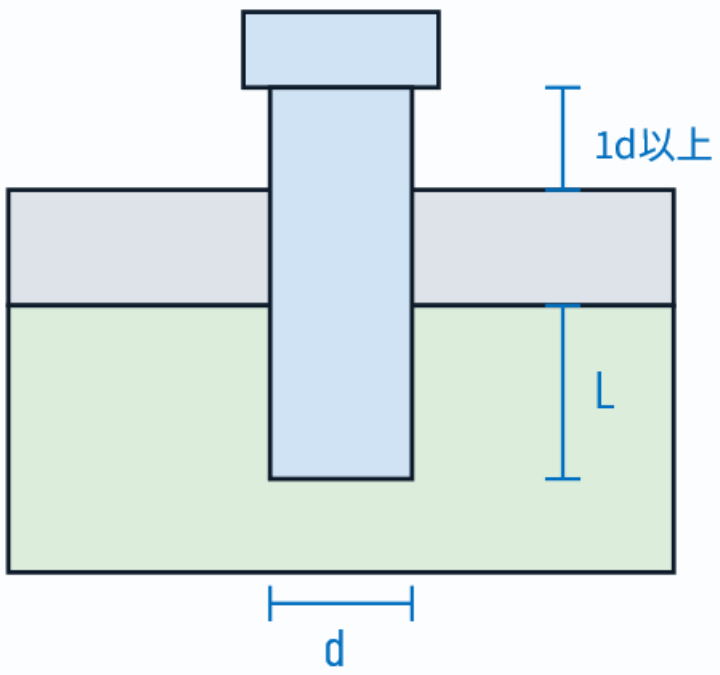
せん断強さを引張強さの60%として算出すると、M20以下の場合、有効ネジ部の長さ（かかり代）が **2山（1ピッチ）前後、または呼び径(d)の0.4倍弱** で、引張強度とネジ山せん断強度が同等になります。

例：M2.5なら1.7山以上 または 0.34d以上／M10ならば2.5山以上 または 0.37d以上

STEP 2 — 実設計での目安

安全率・形状・締付け環境などにより変化することを考えれば、 **呼び径(d)以上** の長さであることが好ましいです。

例：M2.5なら2.5mm以上／M10ならば10mm以上



DESIGN RULE OF THUMB

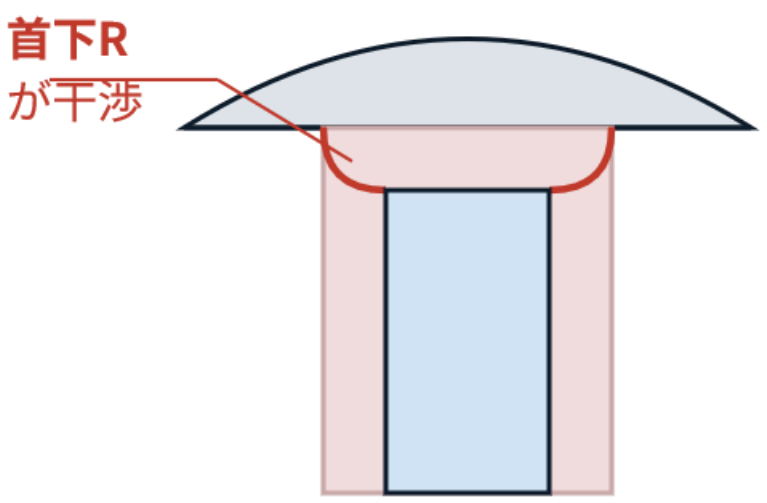
有効ネジ部の長さ（かかり代） ≧ ねじの呼び径(d)

実物評価を行うことが確実ですが、設計時にはこの目安が基準になります。あわせて、不完全ネジ部によるネジ破損にも注意が必要です。不完全ネジ部があることで頭部が浮き上がり、完全に締結できないという事象が発生し、無理に締結すると破損する危険性があります。一般的には切削加工でヌスミ加工を行い削除しますが、転造加工のみで不完全ネジ部を半ピッチ以下に抑えることができれば、二次加工が不要となりコスト低減につながります。

04 座面の密着性｜圧造首下Rの干渉

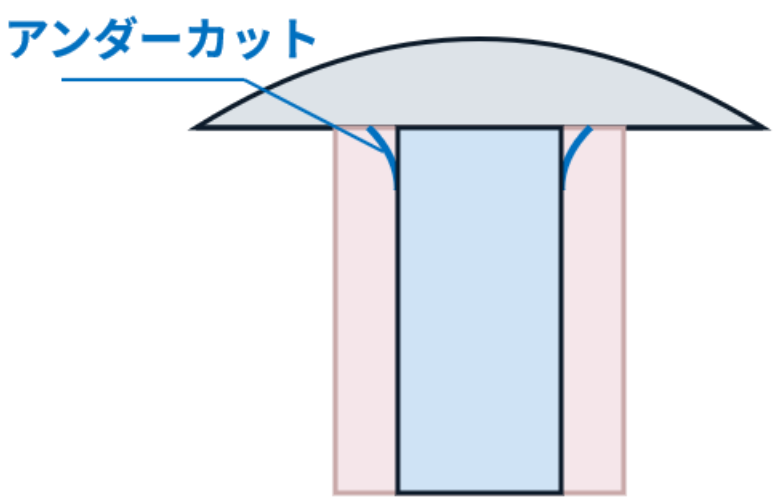
通常、圧造では首下や角部にRができます。塑性加工で製品を加工しているため、Rというのは避けられません。しかしこのRが相手材と干渉するため、密着性が悪くなります。

パターンA｜圧造成形のみ（その他加工なし）



根本に隙間が発生します。これにより、相手材との密着性が悪くなるため、密着性を上げたい場合においてはワッシャー等を採用される場合もあります。

パターンB｜圧造成形＋アンダーカット



アンダーカットは座面裏だけでなく、段部分にもつけることが可能です。転造を行う際にネジ山を根本まで成形できるようになるため、相手材との密着性を上げることができます。

なぜ密着性が問題になるのか

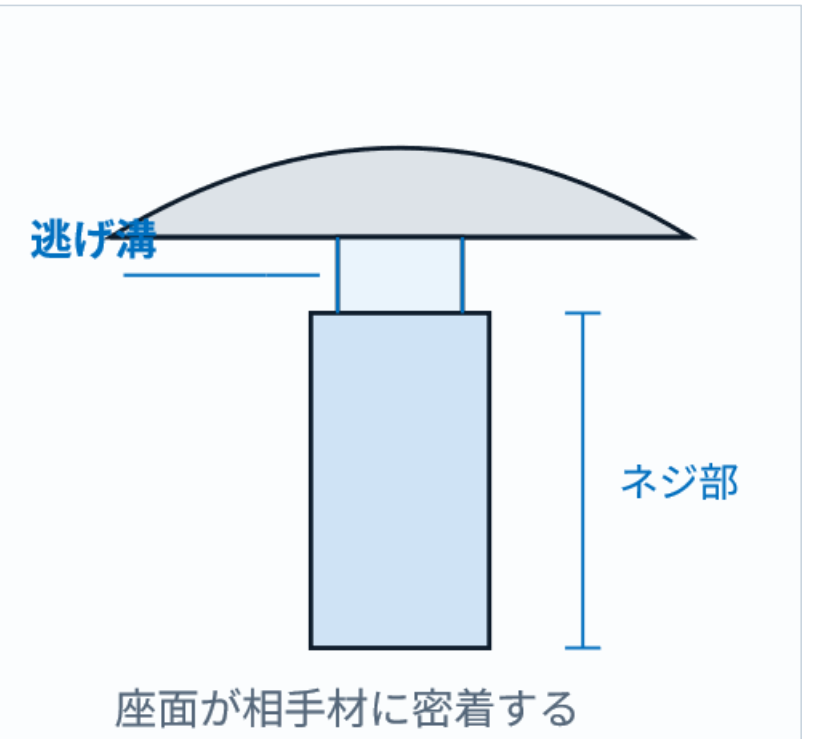
座面が相手材に完全に接地していないと、締結後に想定した軸力が得られず、緩みやガタつきの原因になります。圧造品では、首下Rをどう処理するかが最初の分岐点になります（対策の比較は次ページ）。

04 逃げ溝とは

UNDERCUT GROOVE

逃げ溝を入れるメリットは、アンダーカットと同様に、相手材との密着性をより高めることです。

軸の根本をネジの谷径程度まで細くすることで、締結した際に座面までの干渉がなくなり、座面に相手物を接地させることが可能です。



座面が相手材に密着する

転造前のブランクに対して軸の根元に溝を入れておくことで、後工程の転造加工で溝入れ部にネジを切らないことが可能になります。

対策	メリット	留意点
ワッシャーを採用	首下Rの干渉を避けて座面を確保できる	部品点数が増える
アンダーカット	転造時にネジ山を根本まで成形でき、密着性が向上。座面裏だけでなく段部分にも付与可能	形状に応じた金型設計が必要
逃げ溝	座面までの干渉がなくなり、密着性をより高められる	軸根元の断面積が小さくなるため強度検討が必要

05 冷間圧造（ヘッダー加工）とは

COLD FORGING

ヘッダー加工とは、塑性加工の原理による金属加工方法の1つで、常温において金属を圧力だけで成形する加工です。

塑性加工とは、金属材料を曲げたり、伸ばしたり、叩くなどの一定以上の力を加えて変形させることをいいます。「塑性」とは、ある一定の力を加えて変形させると「元に戻らない」性質のことです。ヘッダー加工は、コイル状の素材を必要な長さに切断したあと、熱を加えることなく「ヘッダー・ホーマー」と呼ばれる冷間圧造機で量産成形する加工方法です。圧造機械の名前から「ホーマー加工」「フォーマー加工」、または「冷間圧造加工」ともいわれますが、ここでいう「冷間」とは冷やして低温状態にするわけではありません。

2ダイ3ブローとは



「ツー・スリー」「ツーダイ・スリーブロー」とは、「2つのヘッダーダイスと3つのパンチで加工できる機械の様式である」ということです。機械内で線材を切断し、パンチとヘッダーダイスで絞ったり押し広げたりしながら自動加工していきます。

ヘッダー加工は、ネジやボルト、ピン、リベット、様々なパーツ等の製造に使われています。線材の最大切断径や最大切断長は機械によってほぼ限定されるため機械の使い分けが必要ですが、少ないダイス数とパンチ数でも、工夫次第で複雑な加工をすることも可能です。

05 ヘッダー加工の5つの加工方法

01	前方押し出し加工（絞り）	ダイ(金型)の中に入れた材料にパンチで圧力をかけ、元の径より細くする加工です。金型の穴を変化させることで様々な形状の加工品を作ることが可能です。
02	据込加工	材料に軸方向の圧力を加えることで、加圧軸に対し直角方向へ塑性変形させ、断面積を広げる加工方法です。材料を元の径より太くします。
03	トリミング加工	材料を型抜きする加工です。
04	後方押し出し加工（穴あけ）	材料に圧力をかけ、材料に穴をあける加工です。
05	穴抜き加工	金型とプレスを使用し、材料を穴抜きする加工です。主にナットの穴抜きなどに使用されます。

> ネジを作る際に最も有名なものが、ヘッダーから派生したダブルヘッダーです。ダブルヘッダーは「二段打ちヘッダー」とも呼ばれ、ねじ加工の際に用いられます。大量生産向けのヘッダー加工ですが、技術の高度化により、従来は切削加工が必要とされていた製品についても高精度なヘッダー加工で製造する場合があります。

05 冷間圧造加工のメリット

01

金型で成形するので、精度が高く安定した製品を大量生産できる

02

素材をそのまま使用できるため、材料のロスが少ない

03

量産する場合は、切削加工など他の加工に比べ低コストで製造できる

04

製品は金属組織が強化されるため、切削品より強度がある

05

温間加工と比較し、加工スピードも速く、熱による歪みが少ない

ヘッダー加工には、他の加工方法と比較し、精度の高い製品を速く・大量に生産できることや、コスト面での優位性が見られます。一方で、量産を前提とした加工であるため、金型製作が必要となる点、単品・小ロットには向かない点には留意が必要です。

SUITABLE FOR

冷間圧造が向くケース

量産数量が見込める／材料ロスを抑えたい／強度を確保したい／コストダウンを図りたい

CONSIDER OTHERS

他工法を検討するケース

単品・小ロット／試作段階で形状が固まっていない／圧造では困難な複雑形状

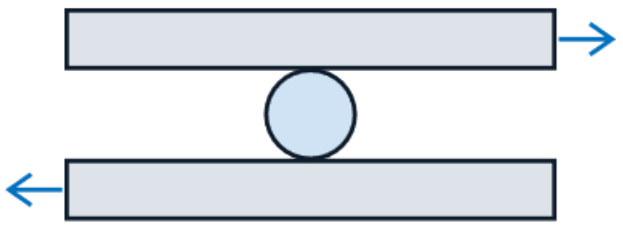
06 転造加工と転造盤の3分類

THREAD ROLLING

転造加工で使用する転造盤は、ダイスの種類や動かし方によって数種類に分類されます。一般的なものとして、平ダイス転造・丸ダイス転造・プラネタリー転造の3種類に分類されます。

TYPE 01

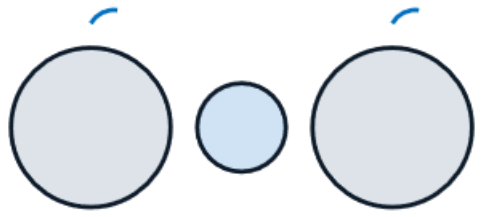
平ダイス転造盤



平行に配置した一対の板状ダイスでワークを挟み、片方を固定してもう一方を平行方向に往復運動させます。高い生産性を持ちますが加工面が限定され、応用性には欠けます。汎用ネジの大量生産に。

TYPE 02

丸ダイス転造盤



円筒状の同一形状ダイス2〜3個を同方向へ同速度で回転させながら距離を狭めます。ダイス間距離を自由に変更でき、加工面を無限延長面として使用できる一方、生産性は他2種より劣ります。

TYPE 03

プラネタリー転造盤



固定したアーチ型のセグメントダイスの内側に配置した丸ダイスで回転させて加工します。平ダイス転造と同様に高い生産性を持ちますが、加工面が限定され応用性に欠けます。

転造加工の最大のメリットは生産性の高さ

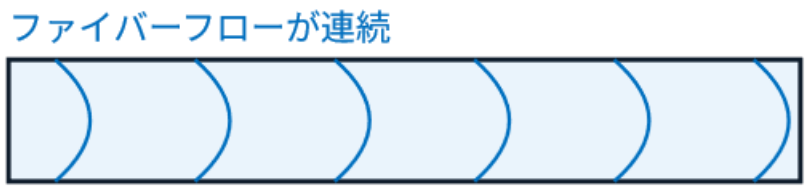
塑性加工の一種であり、切削加工と比較すると加工時間は著しく短くなります。切削加工で起こる工具摩耗が少なく、寿命が長いのも特徴です。切削加工が材料の余計な部分を除去して形状を整える加工であるのに対し、転造加工は絞る部分と盛り上げる部分によって成形することから、切屑の発生もなくコストパフォーマンスに優れ、量産加工に最適です。

06 転造ネジと切削ネジの違い

ねじ切り加工とはネジ山を作る加工方法です。大きく切削加工と転造加工が採用され、お客様の要望によって選択されます。

ROLLED THREAD

転造ねじ



線材を転がすことで膨らませるため、元の直径よりも大きな直径のねじを成形します。素材自体のファイバーフローが切断されることなくねじ山に沿って連続しているため、切削ねじに比べると強度が高くなります。かじりやバリがなく、精度の均一性も上回ります。材料ロスが少なく経済的で、コストダウンに貢献します。

難点：加工応用性が効きにくい

CUT THREAD

切削ねじ



鋼材を削って谷と山を作っていくため、加工のしやすさに優れ、形状が複雑な特殊ねじの製作に適しています。刃物を任意の方向に移動できるため自由度が高く、元の金属よりも小さなねじを製造できます。一方で構成刃先やバリの影響でねじ精度に不安があり、ファイバーフローが途中で切れることから強度不足になる点が懸念されます。

留意点：材料費＋切屑排出の観点から、数量が増えると加工費が高くなる傾向

比較項目	転造ねじ	切削ねじ
強度	高い（フロー連続）	フロー切断による不安
切屑	発生しない	発生する
形状自由度	応用性が効きにくい	高い
適する数量	量産	単品・小ロット

07 設計時チェックリスト

DESIGN CHECKLIST

☐	**強度区分**	想定荷重に対し、降伏点（引張強さ×右側の数値）未満に収まっているか
☐	**かかり代**	有効ネジ部の長さが呼び径(d)以上を確保できているか
☐	**締結トルク**	ネジ部が引張荷重で破断しない範囲にトルクを設定しているか
☐	**不完全ネジ部**	頭部の浮き上がりが起きないよう、処理方法（ヌスミ／転造）を決めているか
☐	**座面の密着性**	首下Rの干渉に対し、ワッシャー／アンダーカット／逃げ溝のいずれで対応するか
☐	**材質**	軽量化・耐食性の要求に対し、アルミ等への置換余地があるか
☐	**工法**	数量・形状から、冷間圧造／転造／切削の組み合わせが妥当か

TECHNICAL PROPOSAL

形状が決まっていない段階でもご相談いただけます

お客様の求めるネジ形状や材質、締結箇所や用途に合わせて、有効ネジ部の長さ（かかり代）、呼び径(d)、締結トルクをご提案します。基本的なネジであれば強度計算も簡単ですが、計算の難しい異形状のネジについても目利き力で最適なご提案をいたします。

07 ご注文から納品までのフロー

01	お問い合わせ	まずはお客様にて設計されたネジの設計図を、メール・FAX・電話にてご連絡ください。
02	VA提案	お客様からの必要機能を確認し、コスト面・品質面を考慮しながら最適形状を提案します。
03	ご承認	当社の提案形状をご承認いただきましたら、正式図面化となります。
04	工程設計／金型発注	完成品に至るまでの各工程での寸法を、工程特性を考慮しながら設定します。この工程寸法に基づいた金型設計を実施し、金型発注となります。
05	試作／サンプル納品	材料・金型が入荷後、試作トライとなります。試作時のサンプルをお客様の要求項目に基づき、寸法・強度検査を実施後に納品。お客様で機能テストを実施していただきます。
06	量産／納品	量産開始時期を確認のうえ、量産用の材料・スペア金型を準備し量産スタート。開始後はお客様の需要予定に基づき、生産管理部門が最適納期を実現します。

太陽精工株式会社の会社概要

COMPANY
PROFILE



本社



第二工場

社名	太陽精工株式会社
代表者	代表取締役 山下 貴嗣
本社	〒601-8344 京都府京都市南区吉祥院蒔絵町21 TEL: 075-681-1416 FAX: 075-681-8508 E-mail: info@taiyoseiko.co.jp
設立	昭和34年2月
主要製品	特殊冷間圧造部品／特殊ネジ／十字穴付コネジ・タッピン／座金組込ネジ／切削加工品／規格ネジ全般
主要納品先	自動車メーカー／自転車メーカー／家電メーカー／ねじ直需商社 等

CUSTOM FASTENING PARTS

ネジ・ボルトなどの締結部品の ことなら お気軽にご相談ください

創業以来積み重ねてきた冷間圧造技術のノウハウと、オリジナリティあふれる金型設計力、ネジ・リベット・ナットの幅広い調達ネットワークにより、多種多様な特殊締結部品の製造を試作開発から量産までトータルサポートいたします。また、積極的なVA/VEによる技術提案により、お客様のニーズにお応えします。

80社

以上の協力工場ネットワーク

300種類

以上の特殊締結部品ラインナップ

24時間

無人稼働によるコストダウン

特殊ネジカスタム部品製造.com

太陽精工株式会社

〒601-8344 京都府京都市南区吉祥院蒔絵町21

075-681-1416

受付時間 平日 8:00 ～ 17:00

special-fastening-parts.com