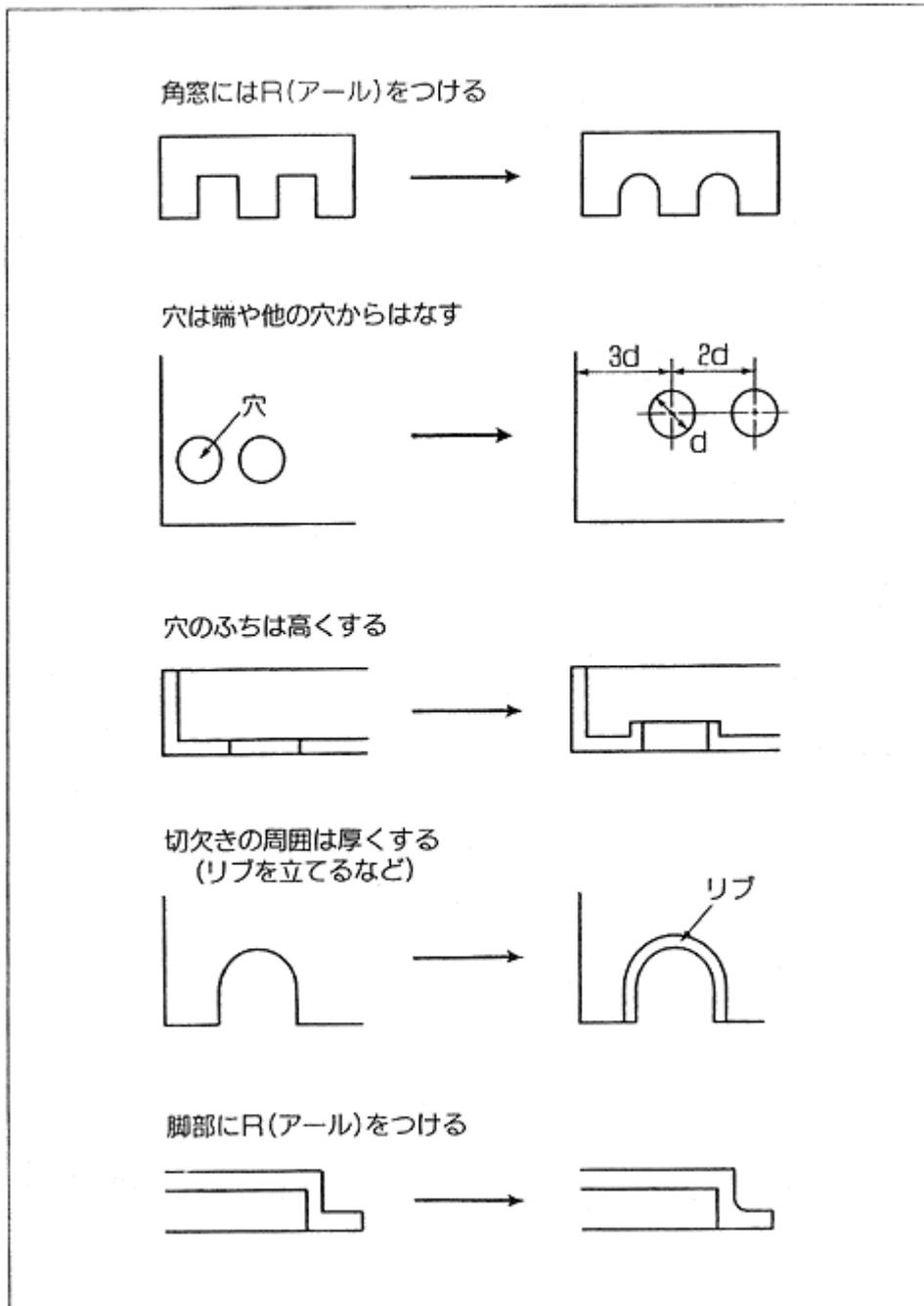


その他トラブルを少なくする設計

(1) クラック防止の設計図例

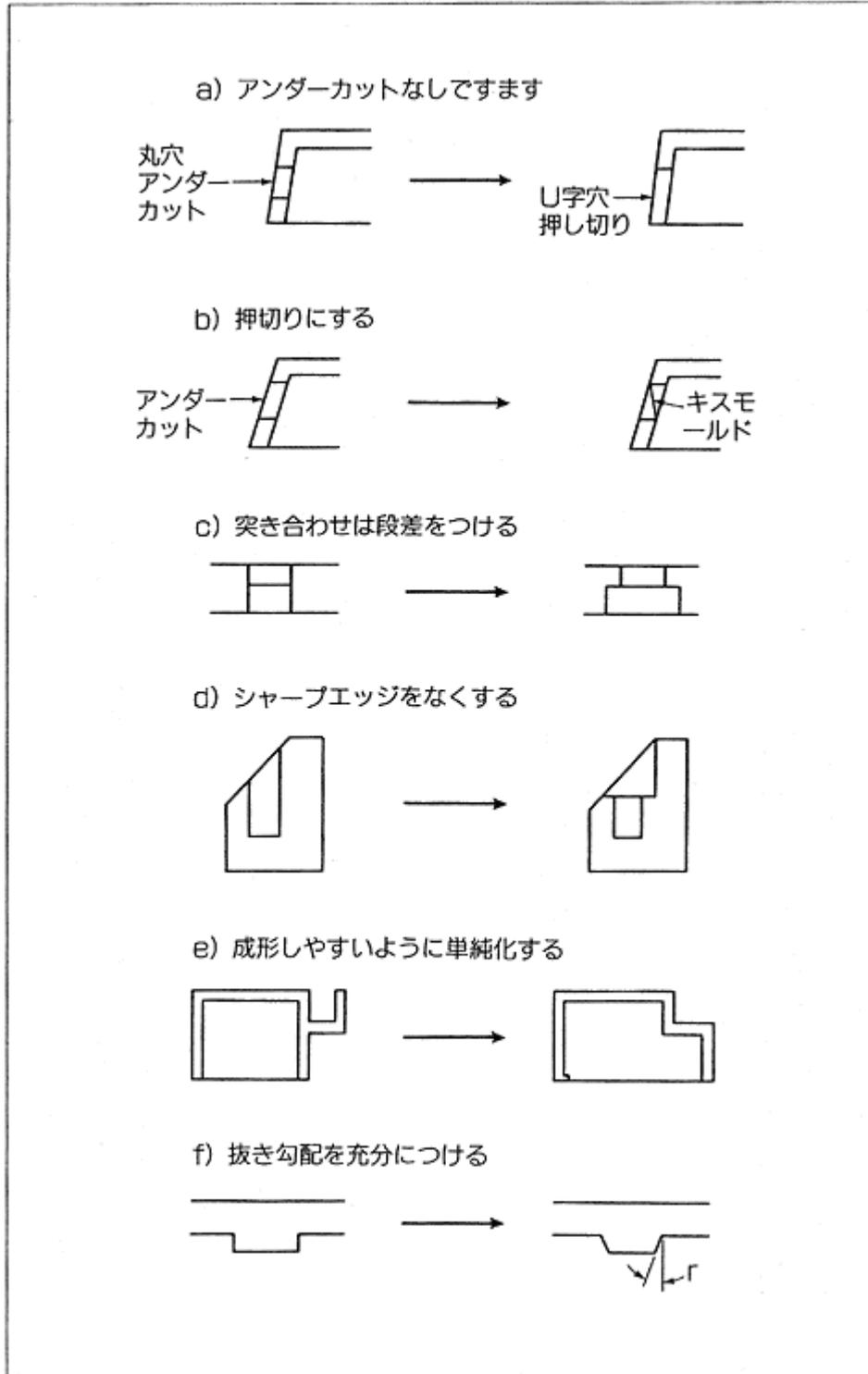
図 クラック防止の設計図例



「プラスチック射出成形機チェックリスト」より

(2) 成形トラブルの少ない設計図例

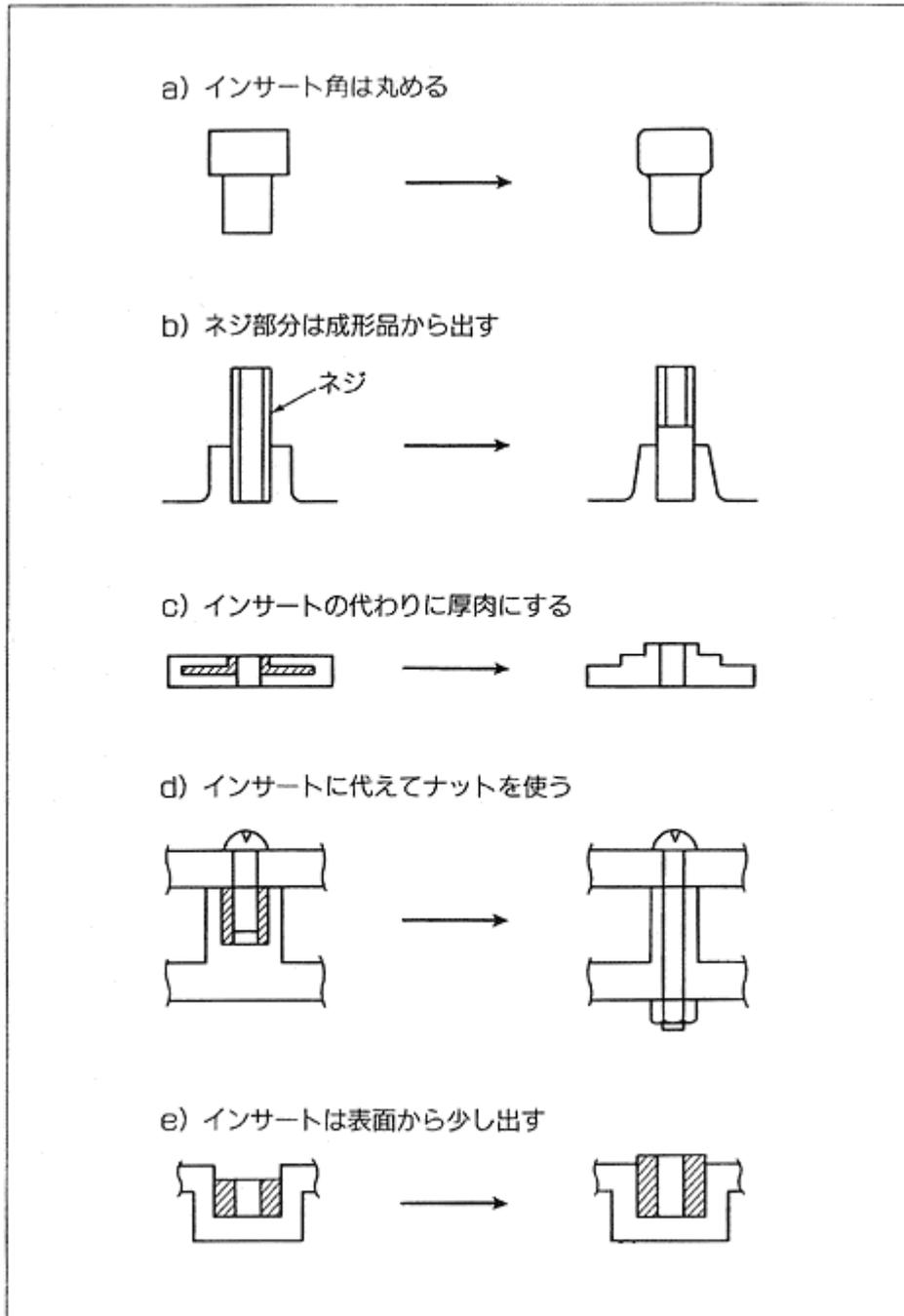
図 成形トラブルの少ない設計図例



「プラスチック射出成形機チェックリスト」より

(3) インサート金具のトラブルを防ぐ設計図例

図 インサート金具のトラブルを防ぐ設計図例

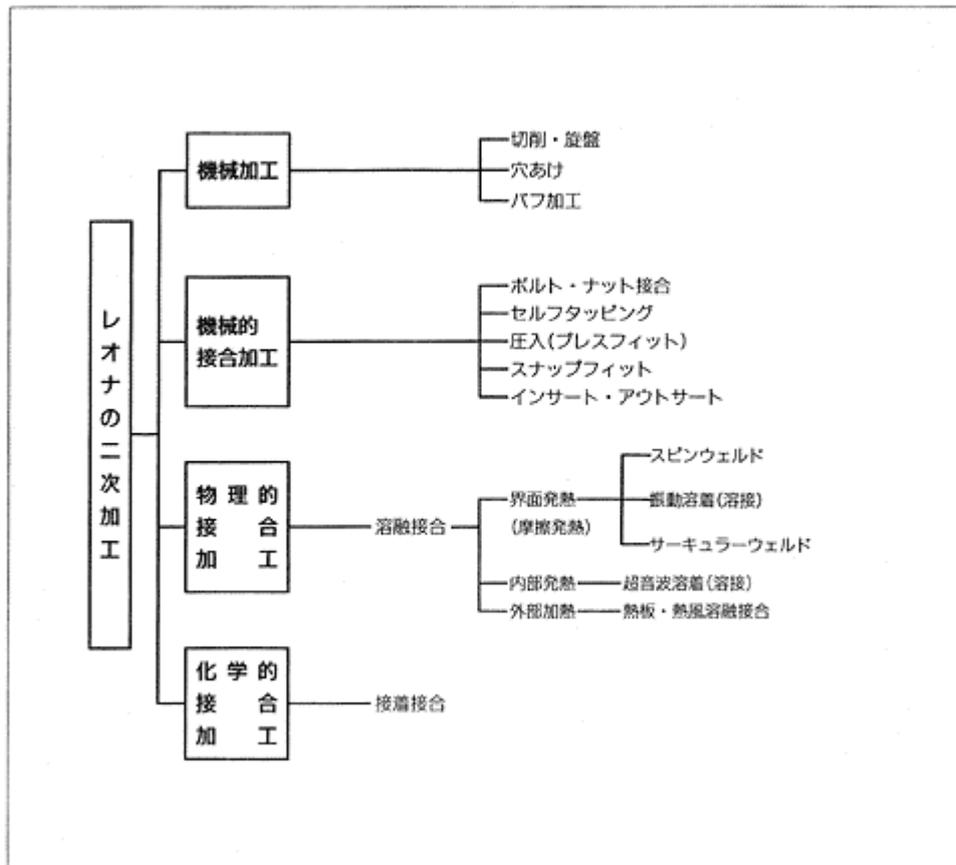


「プラスチック射出成形機チェックリスト」より

二次加工のための設計

射出成形とか押出成形のことを一次加工と呼び、これではまだ製品にできない場合、手を加えることを二次加工と呼びます。レオナの場合、機械加工、機械的接合加工、物理的接合加工、化学的接合加工などが、主に行われます。図に、レオナの二次加工一覧図を示します。

図 レオナの二次加工一覧図

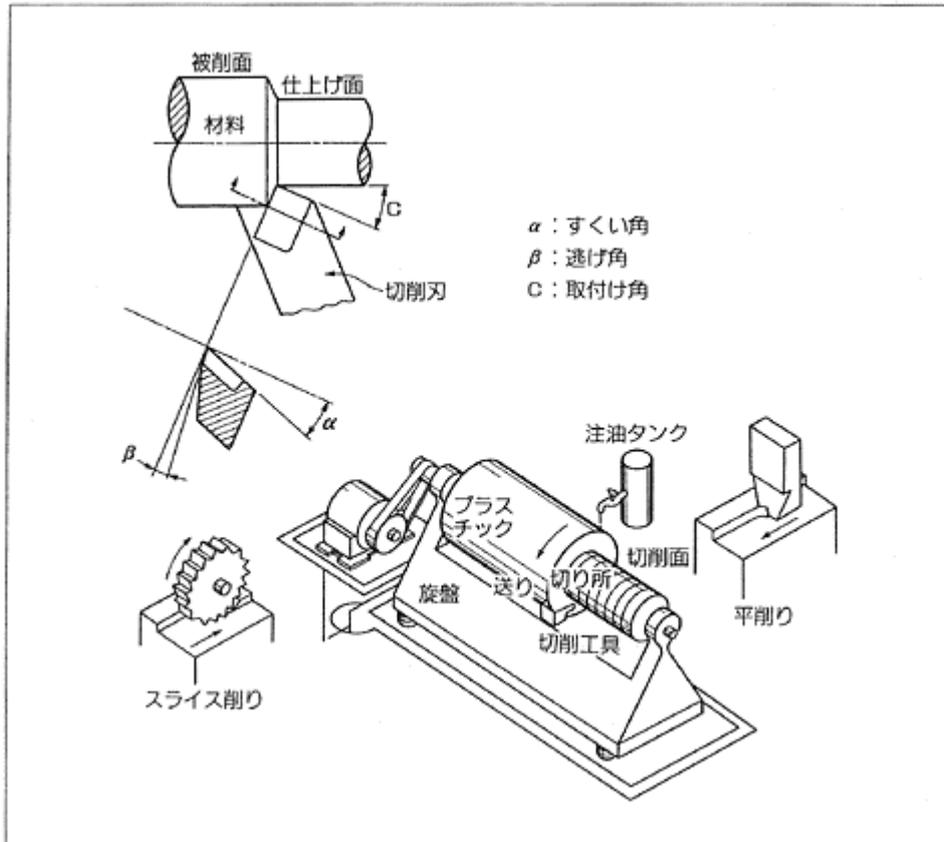


(1) 機械加工

1) 切削

バイトで切削する場合、あまり高速で作動させますと切削熱で樹脂が溶融することがあるので注意が必要です。冷却するためには空冷がベターです。(レオナは吸水性が大きいので、水冷は好ましくありません) 切削工具材質は、ガラス強化グレードでも超合金または高速度工具鋼が使われます。また、切削刃のすくい角はガラス強化グレードでは大きく、非強化グレードでは、小さくとります。

図 切削



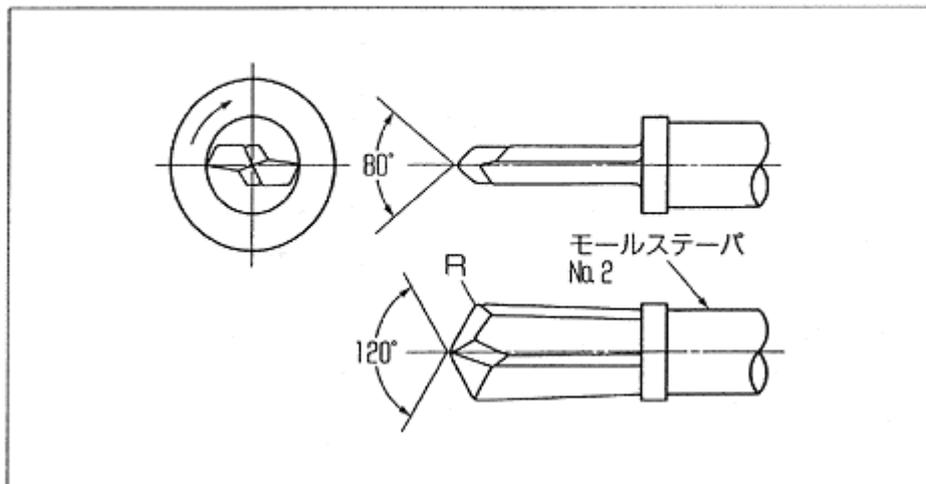
2) 穴あけ

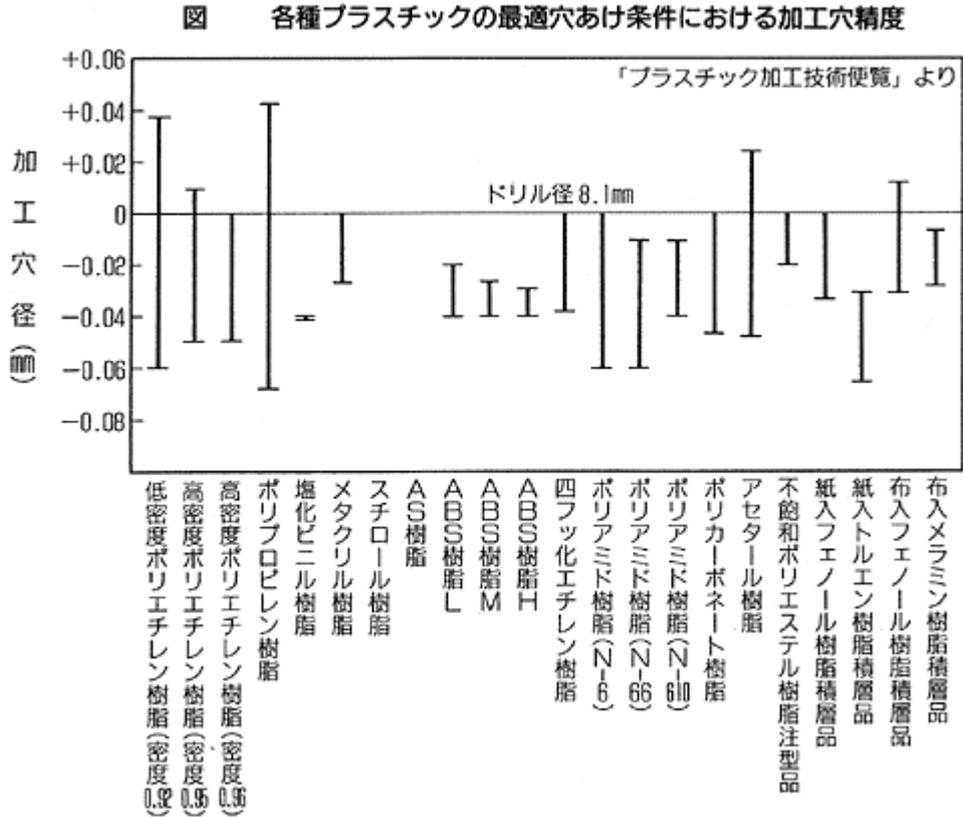
金属用のドリルかプラスチック用のドリルを用いますが、プラスチックの切削は弾性があるため、刃先で割るのではなく、削ることになります。また、切削後の穴径はドリルの径より若干小となりますので、ドリル径の選択には注意が必要です。

ドリル用材質は、高速度工具鋼(SKH₂)が、ガラス強化および非強化グレード共に使われます。

また、刃のすくい角は、ガラス強化で大きく、非強化で小さくとります。

図 穴あけドリルの例





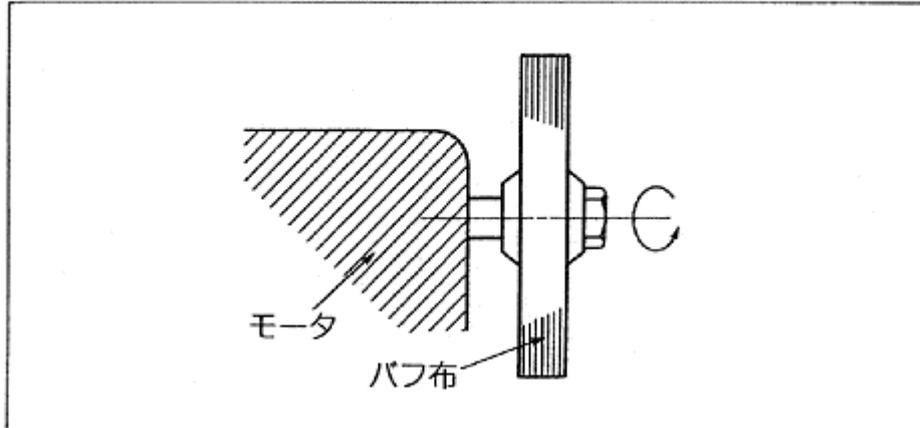
3) バフ加工

ゲート仕上げや表面の艶出し、あるいは傷とりなどでバフ加工をすることがありますが、ガラス補強グレード等の場合は、ガラス繊維が表面に剥きだしになるので好ましくありません。

バフ種類には、荒バフ、仕上げバフ、綿バフ等がありますが、特に艶出しだけに用いるならば、仕上げバフが適します。

仕上げバフは、ネル地布を50枚ほど重ねたものを使用します。これとともに、バフ仕上げには研磨剤が使用されますが、特に光沢を出すにはピカール、キングライト(商品名)などの研磨剤が使用されます。

図 バフ研磨機



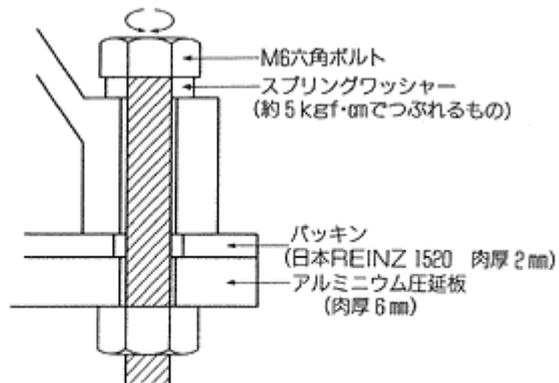
(2) 機械的接合加工

1) ボルト・ナット接合

非常に簡便な方法ですが、クリープ及び応力緩和のためにトルクダウンが起こりますので、注意が必要です。ばね座金等を併用することをお勧めします。

測定方法

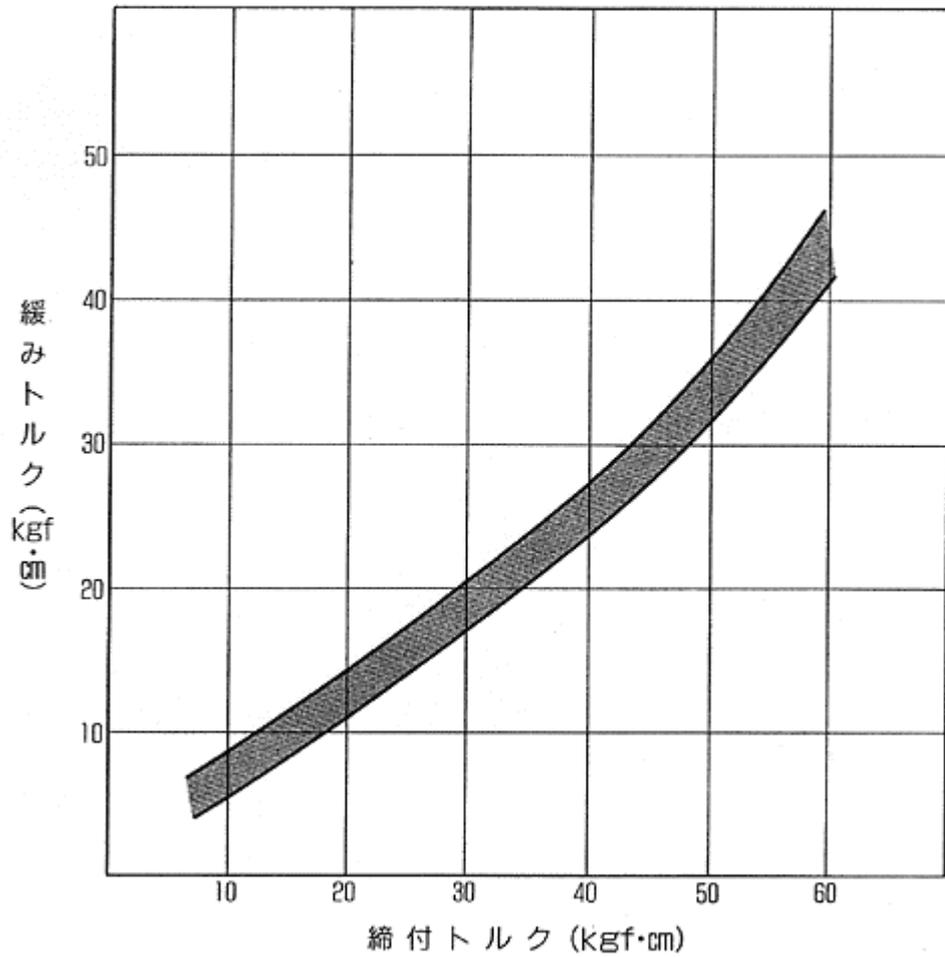
・測定したボルト・ナット



・トルク測定

トルクメーター (0~120kgf・cmの範囲のもの) で締付トルク (↷方向) 及び緩みトルク (↶方向) を測定。

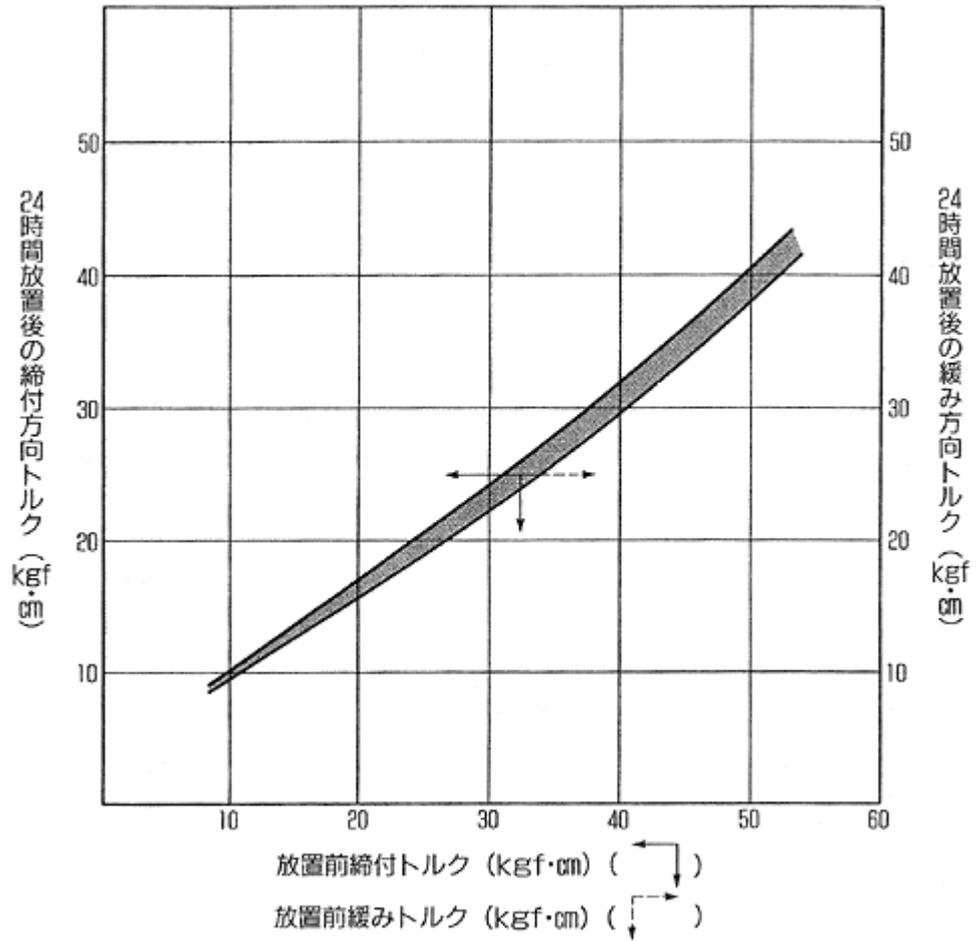
図 締付トルクと緩みトルク(締付直後の緩みトルク)
(1402G、常温)



SI単位への換算
 $10\text{kgf}\cdot\text{cm}=0.980665\text{J}$

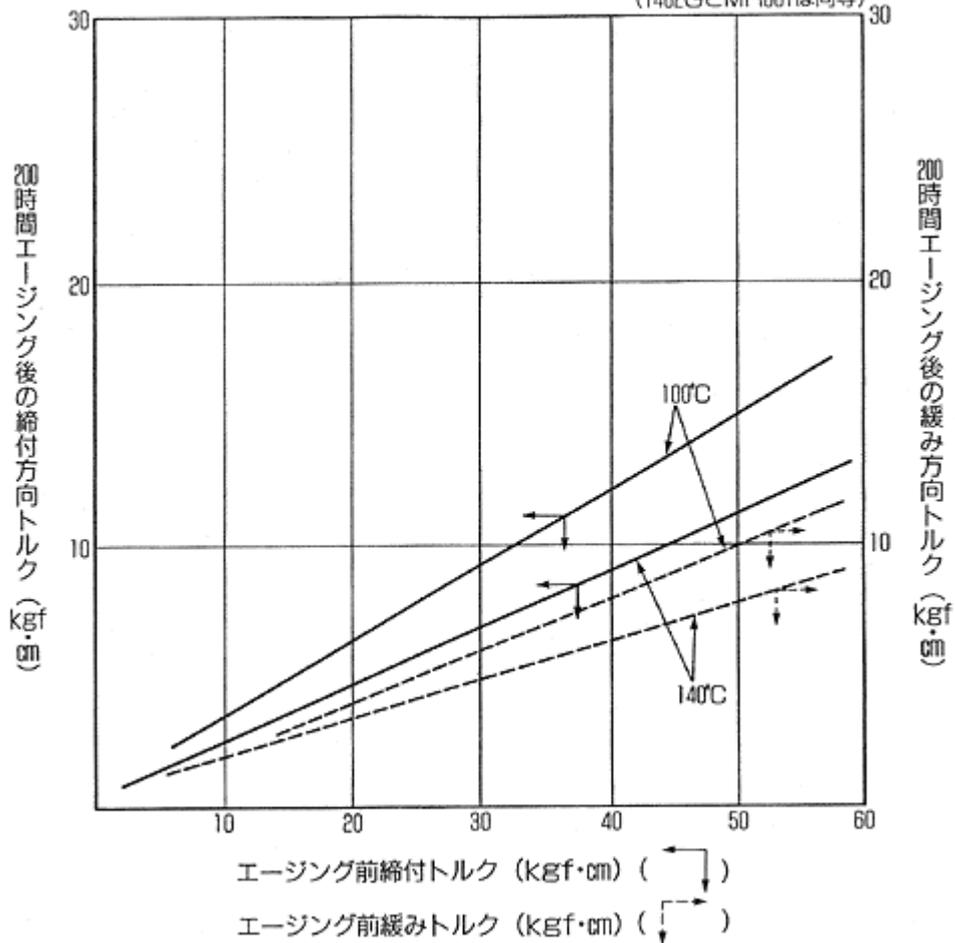
図 締付トルクと緩みトルク(常温で24時間放置後)
(1402G、MR001)

(1402GとMR001は同等)



SI単位への換算
10kgf・cm=0.980665J

図 締付トルクと緩みトルク(高温エージング前後)
 (1402G、MR001) (1402GとMR001は同等)



SI単位への換算
 $10\text{kgf}\cdot\text{cm}=0.980665\text{J}$

2) セルフタッピング

セルフタッピングは、ネジ切りのない部分にタッピングネジでねじを切って接合する技術です。

セルフタッピングの場合、下穴径（ボス内径）は、ネジ外径の90%位、また、ボス外径はネジ外径の2~3倍が適当です。

はめ合い長さは引抜力に大きく影響しますので、ネジ径の2倍位とった方がよいでしょう。また、ボス基部が破壊しやすい為、基部に十分なRをつける必要があります。Rは底板の厚さの0.25倍以上が必要です。

トルクの経時変化は、長期放置しても30%位の低下です。

ネジの選択

ネジのタイプは、ネジ込みトルクの低いものが好ましい。

ネジの径と長さの選択についてはある要求強度に対して大きい径のネジではめ合い長さを小さくする方法と（ボス高さにデザイン上の制限がある場合）、小さい径のネジ

を使用してはめ合い長さを大きくする方法があるが、深さと径の両方が自由に選択出来る場合は、はめ合い長さを大きくするのが良いと思われます。

引抜き力 (F)

$$F = \tau \times A = \frac{\tau}{3} \times \pi \times D_p \times h$$

- F : 引抜き力(kgf)
- τ : 剪断強度(kgf/cm²)
- A : 剪断面積(cm²)
- τ : 引張降伏強度(kgf/cm²)
- D_p : 有効径(cm)
- h : はめ合い長さ(cm)

破壊トルク (T)

$$T = F \times p \times \left[\frac{+2 \mu}{2} - \mu \right]$$

- T : 破壊トルク(kgf・cm)
- F : 引抜き力(kgf)
- p : ピッチ(cm)
- μ : 摩擦係数(-)
- r : 半径(cm)

S I 単位への換算

1kgf=9.80665N

1kgf/cm²=9.80665 × 10⁻²MPa

1kgf・cm=9.80665 × 10⁻²J

図 セルフタッピング用ボスの標準的デザイン例

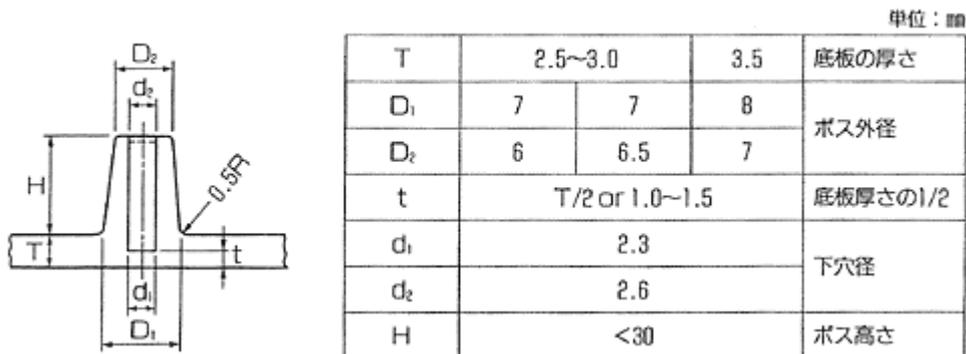


図 セルフタッピング性測定方法

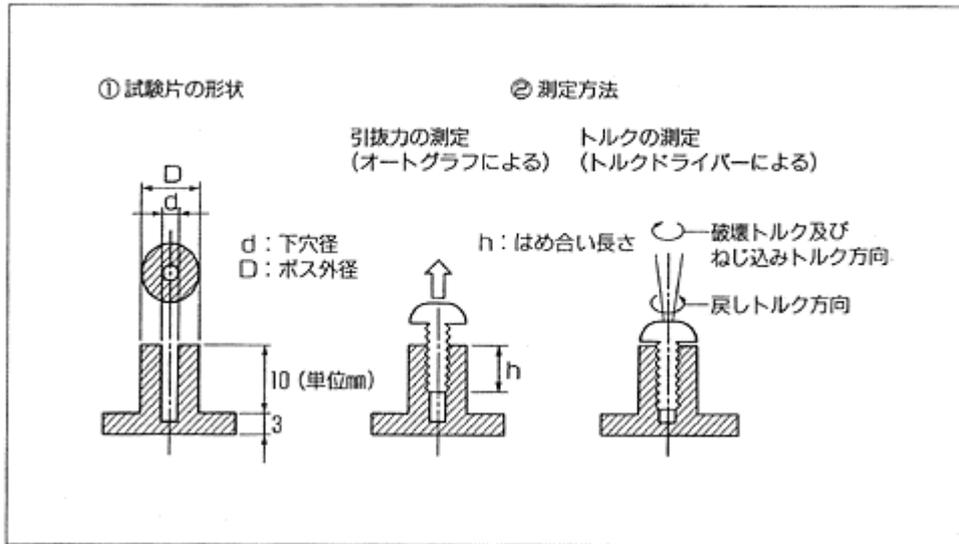
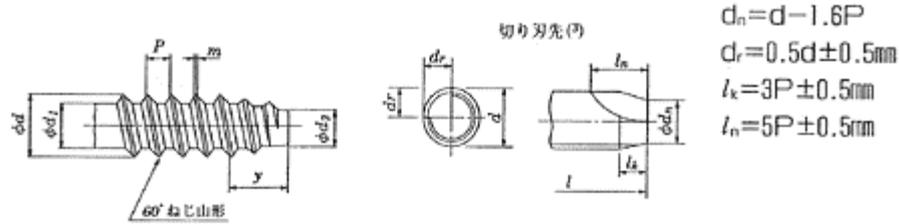


図 推奨ネジの例 (JISネジ)

タッピンネジの2種のねじ部形状・寸法 (JIS B1003、B1007より)

2種



単位：mm

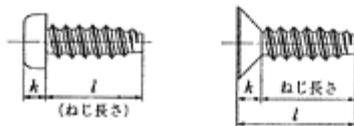
呼び径		2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8	
d	最大	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8	
	最小	1.9	2.4	2.9	3.4	3.95	4.35	4.85	5.05	7.8	
d1	最大	1.5	1.9	2.3	2.7	3	3.4	3.8	4.6	6.1	
	最小	1.4	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	4.4	5.9	
d2	最大	1.4	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	4.4	5.9	
	最小	1.2	1.6	2	2.4	2.7	3	3.3	4	5.4	
P		0.63	0.91	1.06	1.27	1.41	1.58		1.81	2.12	
ねじの山数		40	28	24	20	18	16		14	12	
m		最大 0.1							0.15		
y	短いねじ先	最大	1.3	1.8	2.1	2.5	2.8	3.2		3.6	4.2
		最小	0.95	1.4	1.5	1.9	2.1	2.4		2.7	3.2
	長いねじ先	最大	1.6	2.3	2.6	3.2	3.5	4		4.5	5.3
		最小	1.3	1.8	2.1	2.5	2.8	3.2		3.6	4.2

備考 1. 2種におけるテーパ部の長さyは、呼び径に対するねじ長さ(2)が次の表の値以下を短いねじ先、これを超えるものを長いねじ先とする。

単位：mm

呼び径	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8
ねじ長さ	3.2	4.5	5.3	6.4	7	8		9	10

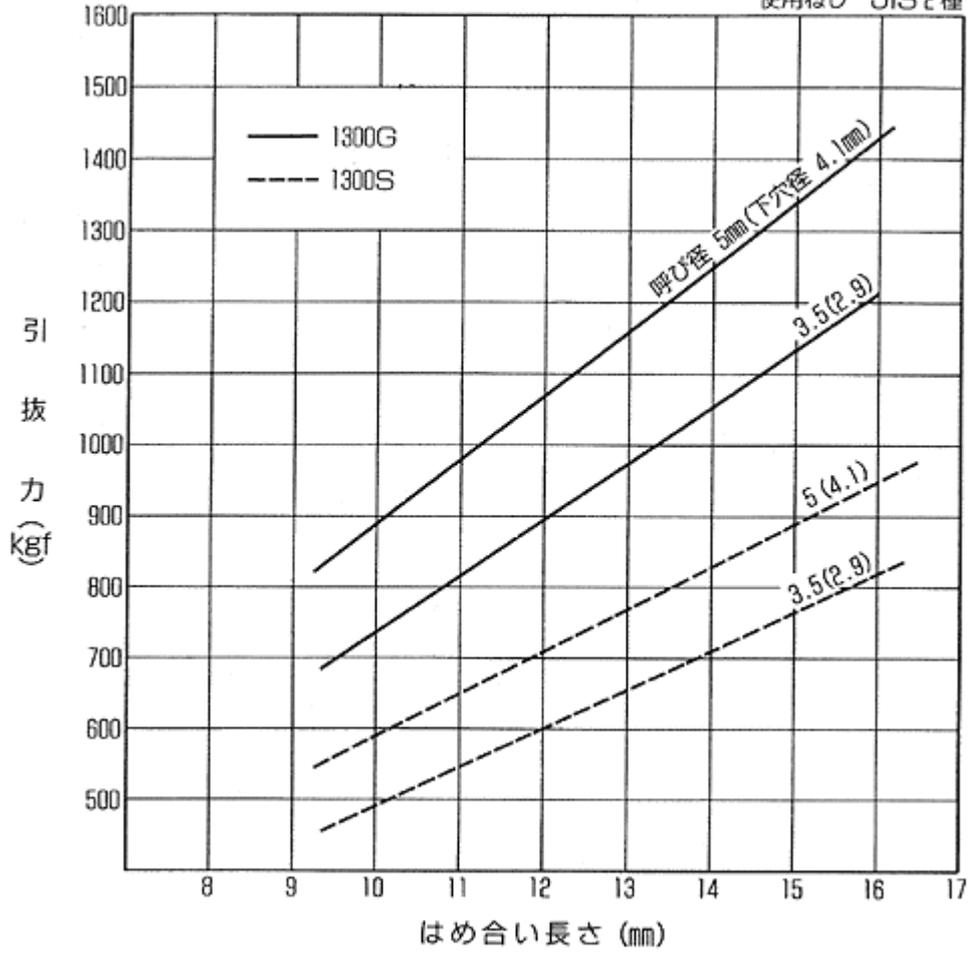
(注) (2)ねじ長さは、首下から先端までの長さであって、なべ、トラス、バインドなどでは呼び長さlに一致するが、皿小ねじ及び丸印小ねじでは呼び長さlからこの寸法に含まれる頭部の高さkを差し引いた長さである(下図参照)。



- 2種のテーパ部には、その長さの半以上の部分にわたってねじ山がなければならない。
- 2種においては注文者の指定がある場合は、先端に溝を入れることができる。

図 引抜き力とはめ合い長さ
 (1300S、1300G)

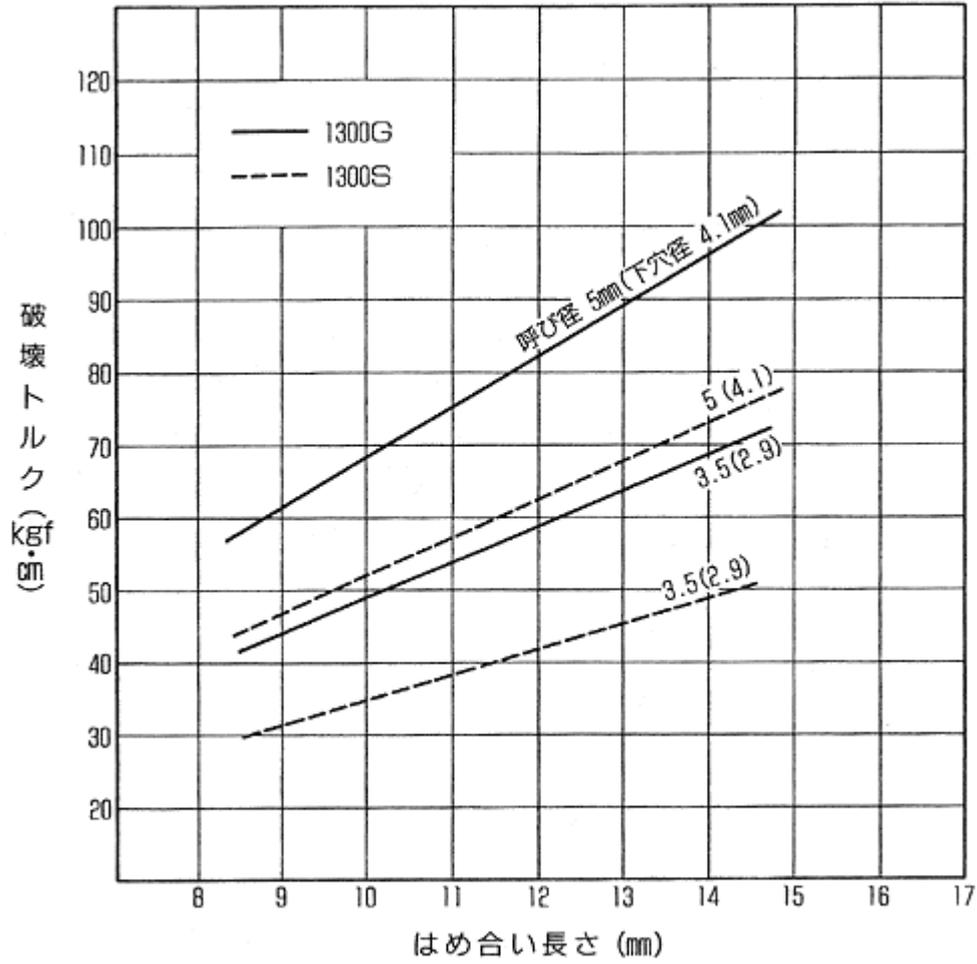
使用ねじ JIS 2種



SI単位への換算
 100kgf=980.665N

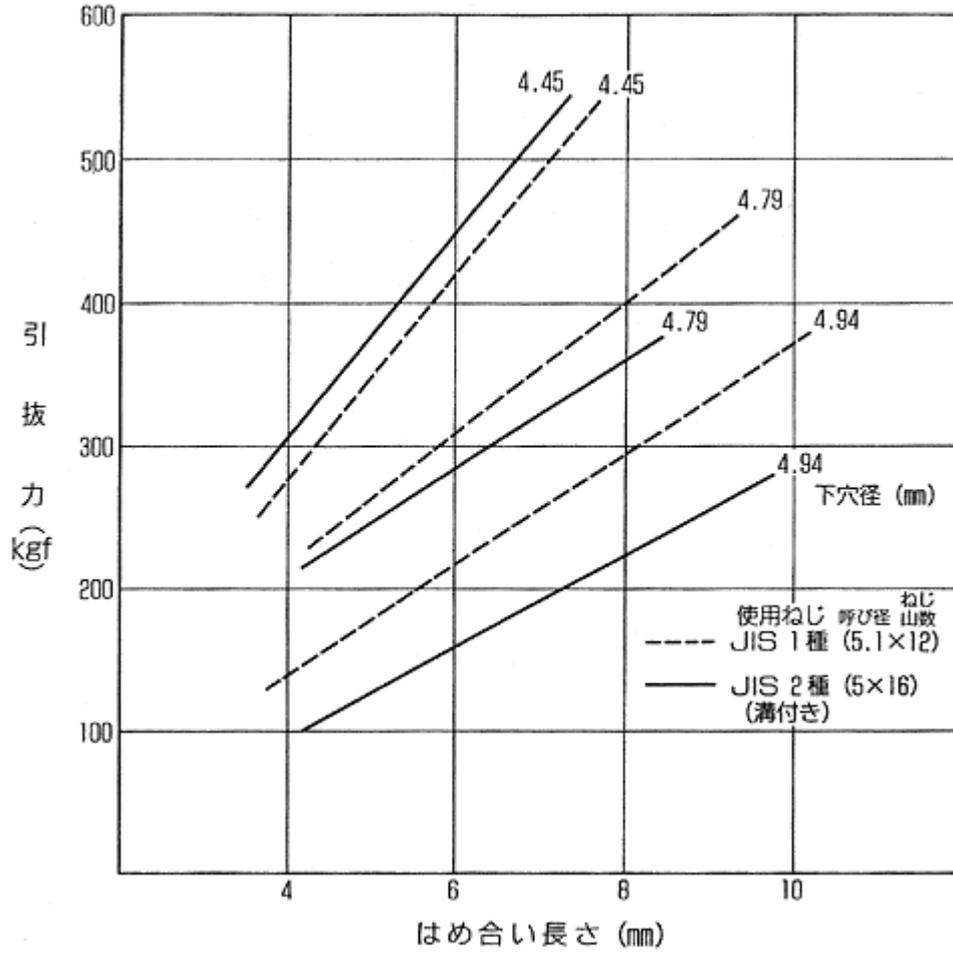
図 破壊トルクとはめ合い長さ
 (1300S、1300G)

使用ねじ JIS 2種



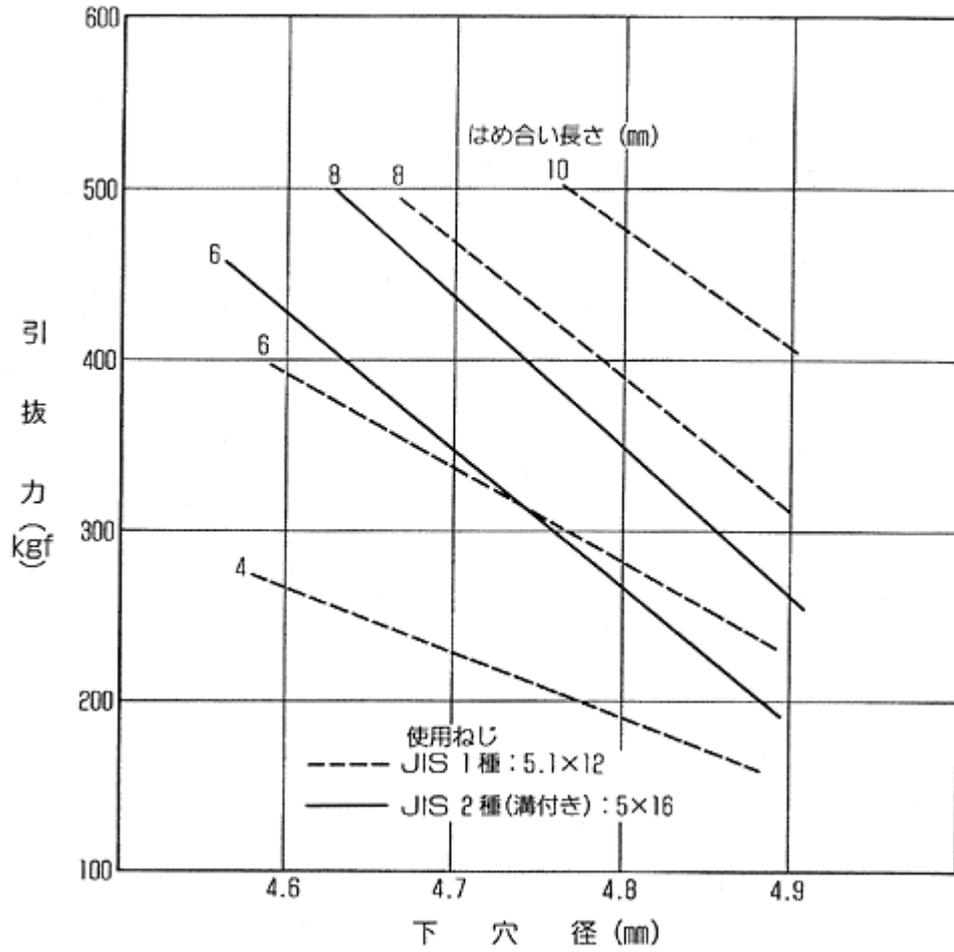
SI単位への換算
 $10\text{kgf}\cdot\text{cm} = 0.980665\text{J}$

図 引抜き力とはめ合い長さ
 (MR001)



SI単位への換算
 100kgf=980.665N

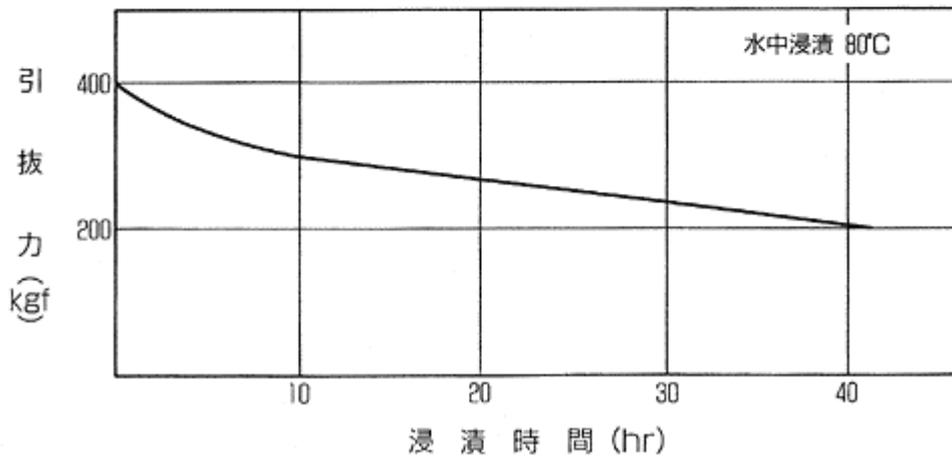
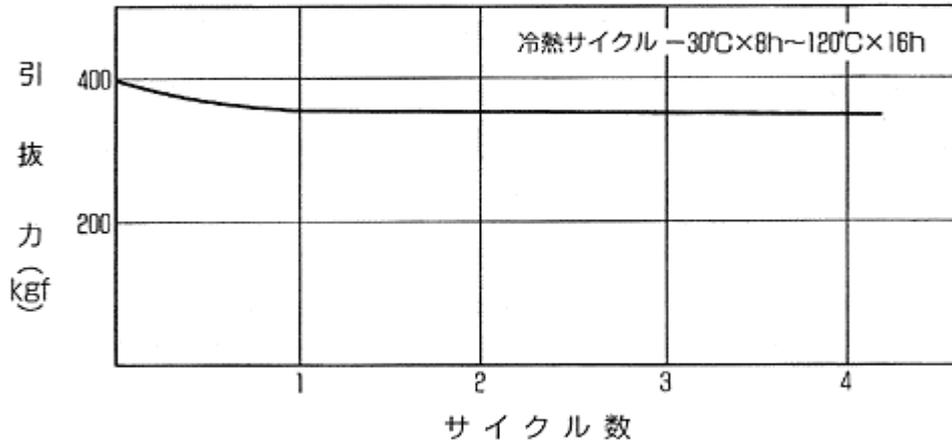
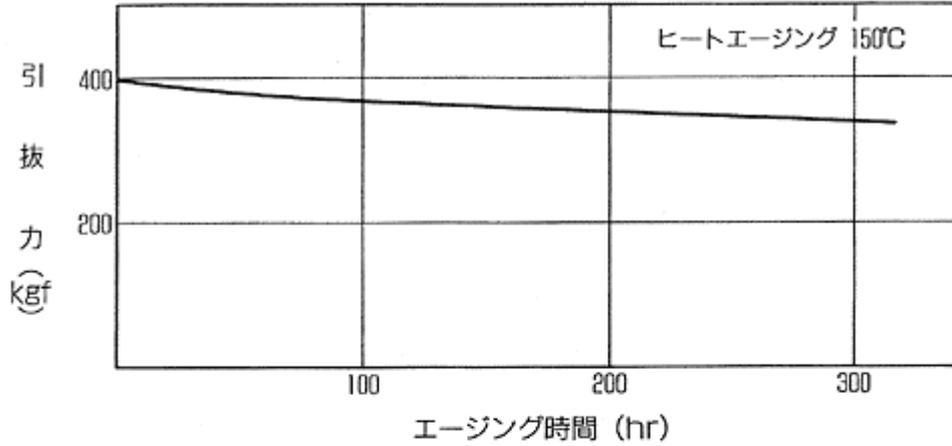
図 引抜き力と下穴径 (MF001)



SI単位への換算
 100kgf=980.665N

図 引抜力の経時変化
 (MR001)

使用ねじ JIS 1種 5×25
 下穴径 4.7mm
 有効ねじ深さ 6.5mm



SI単位への換算 100kgf=980.665N

図 破壊トルクとはめ合い長さ (1)
 (MR001)

使用ねじ JIS 1種 5×25

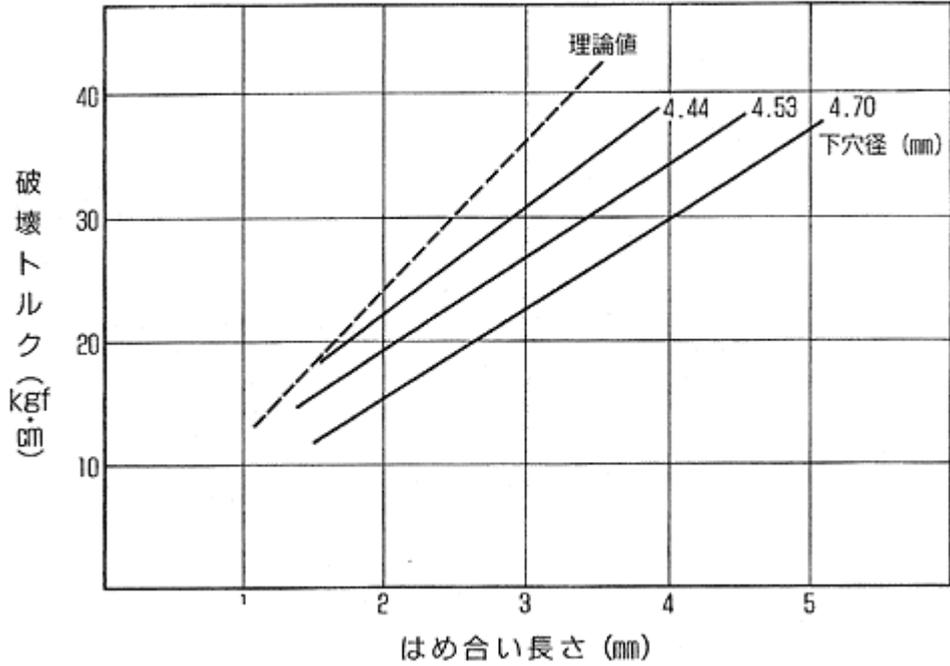
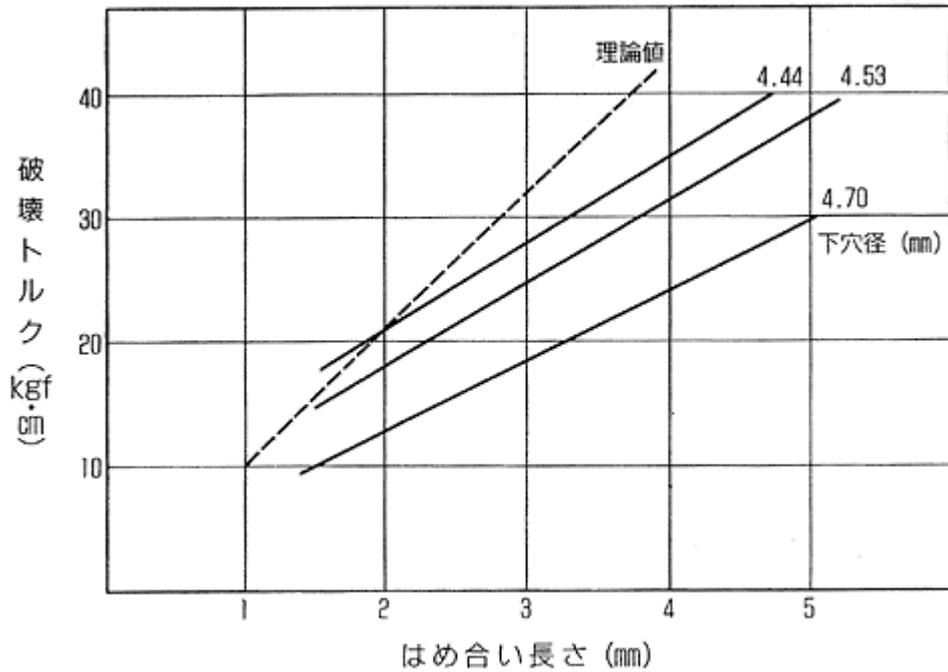


図 破壊トルクとはめ合い長さ (2)
 (MR001)

使用ねじ JIS 2種(溝付き) 5×20



SI単位への換算 10kgf·cm=0.980665J

図 破壊トルクとはめ合い長さ (3)
 (MR001)

使用ねじ JIS 1種 4×12

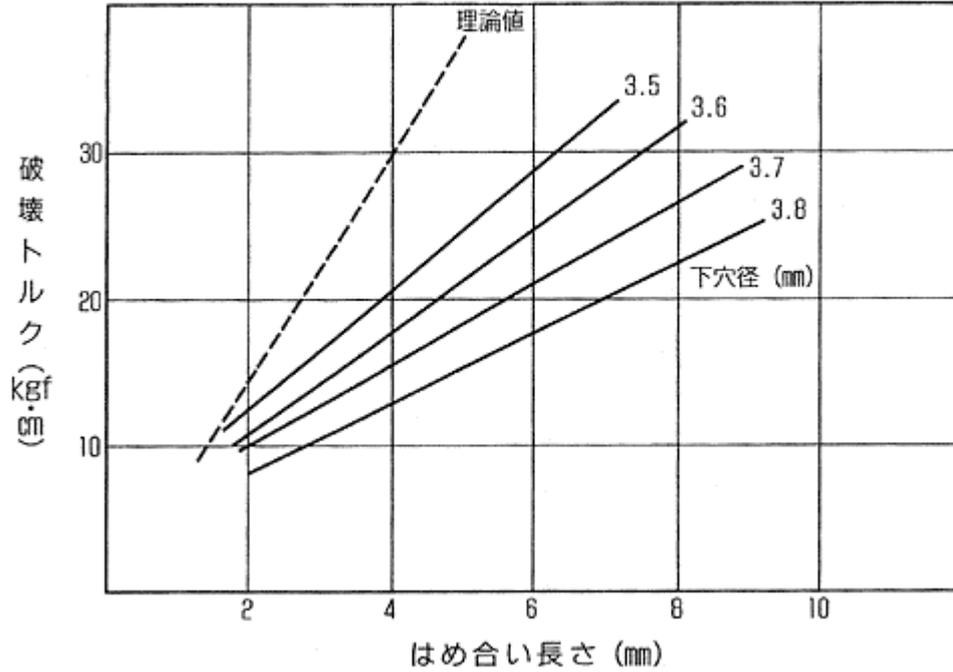
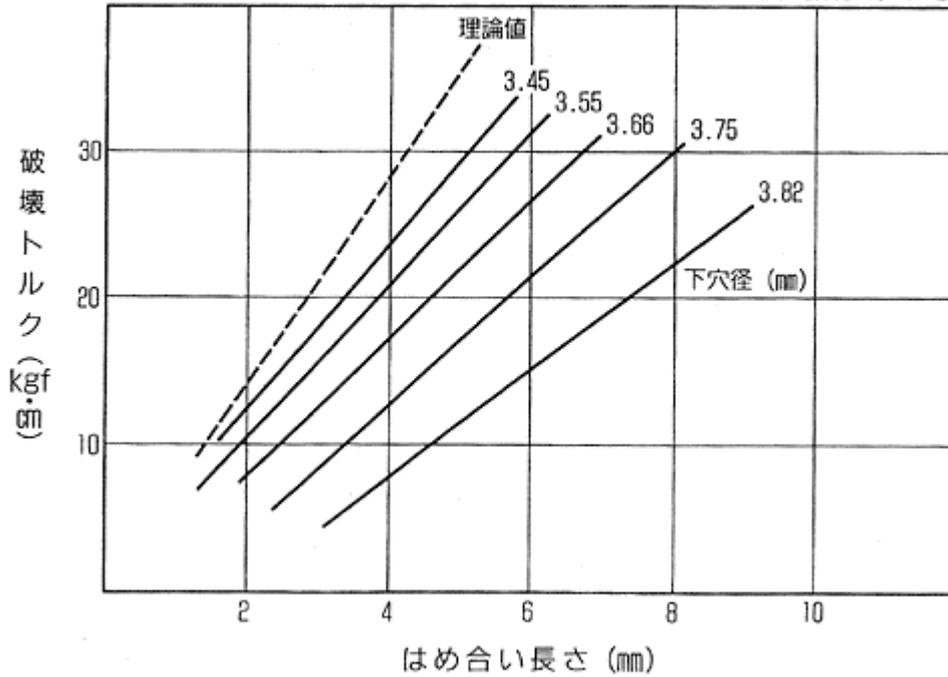


図 破壊トルクとはめ合い長さ (4)
 (MR001)

使用ねじ JIS 2種(溝付き) 4×25



SI単位への換算 10kgf·cm=0.980665J

図 ねじ込みトルクと破壊トルク (1)
 (MR001)

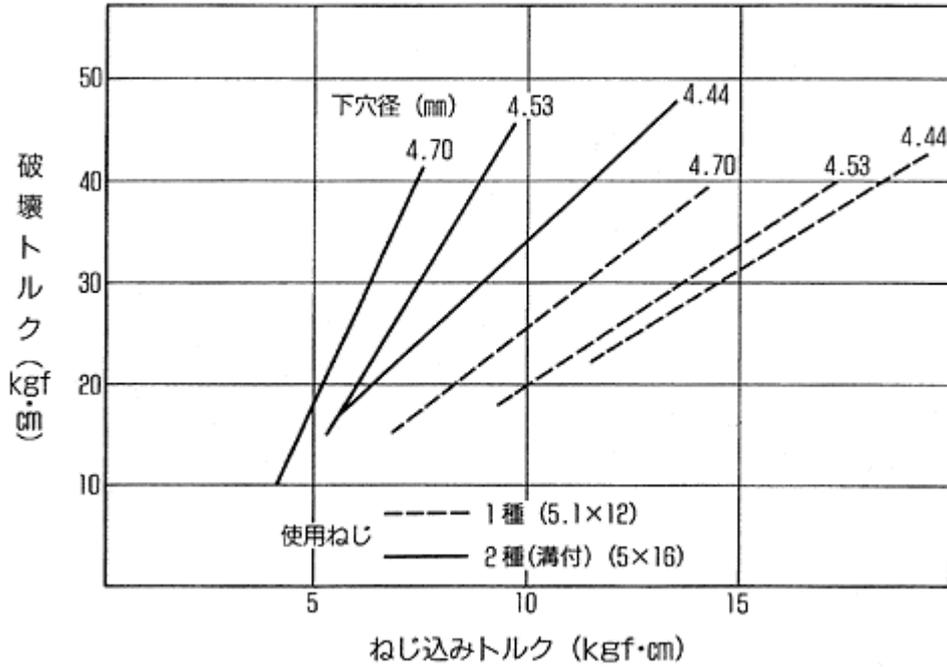
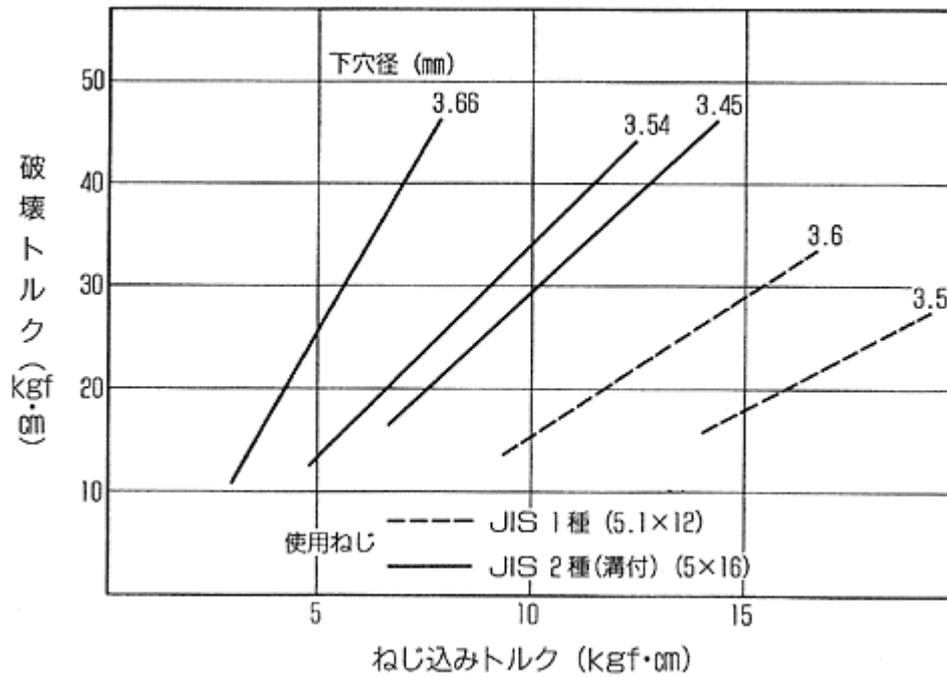


図 ねじ込みトルクと破壊トルク (2)
 (MR001)



SI単位への換算 10kgf·cm=0.980665J

3) 圧入 (プレスフィット)

圧入は、ボスにシャフトを挿入する結合法で、樹脂 (レオナ) 製ボスに対し金属製シャフトの応用例が多く見られます。圧入は非常に大きな応力を発生させる可能性のある組み立て方法なので、十分注意しなければなりません。レオナは応力緩和及びクリープ特性に優れることから、圧入しめしろさえ上手に設計すれば、長時間にわたってシャフトがゆるむことなく利用できます。レオナの場合、圧入しめしろは、非強化グレードで 3~5%、ガラス強化グレードで 2~3% がよいと思われます。

なお、許容圧入しめしろは、次式で求められます。

$$B = \frac{\sigma d D s}{W} \left[\frac{W + v h}{E h} + \frac{1 - v s}{E s} \right]$$

$$W = \frac{1 + \left(\frac{D s}{D h} \right)^2}{1 - \left(\frac{D s}{D h} \right)^2}$$

B = 許容圧入しめしろ (mm) (シャフト径 - ボス内径)

d = 設計応力 (kgf/cm²)

D h = ハブ (ボス) の外径 (mm)

D o = ボスの内径 (mm)

D s = シャフトの径 (mm)

E h = ハブ (ボス) 材の縦弾性率 (kgf/cm²)

E s = シャフト材の縦弾性率 (kgf/cm²)

h = ハブ (ボス) 材として使用するレオナの係数 = 0.34

s = シャフト材として使用する鋼の係数 = 0.29

W = 形状係数

また、圧入力または引抜力は次式で近似値が求められます。

$$F = \mu P D s L$$

$$P = \frac{d}{W}$$

F = 圧入力または引抜力 (kgf)

μ = 摩擦係数 (レオナの場合 0.19)

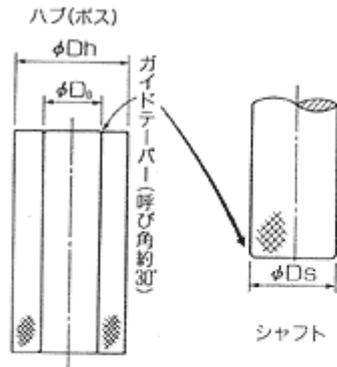
P = 結合圧力 (kgf/cm²)

D s = シャフトの径 (mm)

L = シャフト挿入長さ (mm)

d = 設計応力 (kgf/cm²)

W = 形状係数



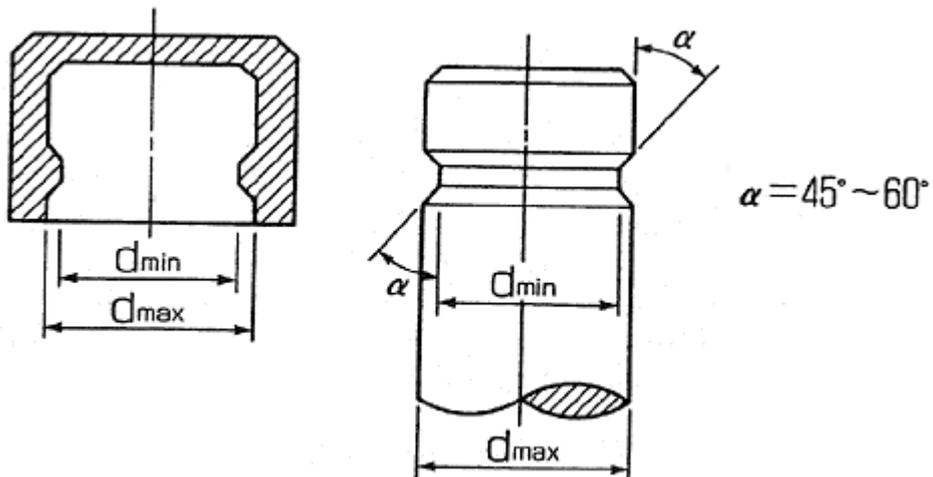
*注意：ハブ(ボス)にウェルドラインが存在すると、割れ等のトラブルが発生することがありますので、注意が必要です。

SI単位への換算
 $1 \text{ kgf/cm}^2 = 9.80665 \times 10^4 \text{ MPa}$

4) スナップフィット

レオナは弾性があるので、組み立てにスナップフィットを用いることができます。スナップフィットの形状の例を下図に示しますが、射出成形で出来上がった左図の凹部の中へ、右図の形状のものを圧力をかけて挿入し、結合する例です。

スナップフィットにはアンダーカットを必要とするので、設計では、注意が必要です。



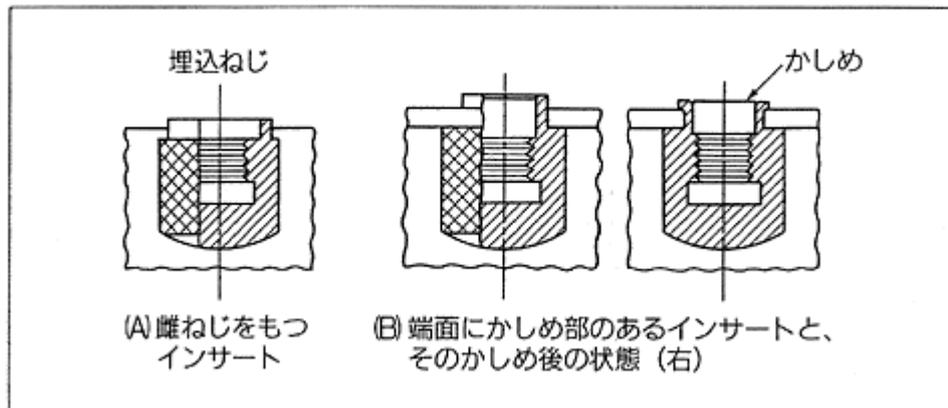
5) インサート・アウトサート インサート

ネジ部などには、強度を増すために金属インサートを用いることが多い。しかし、インサート成形を行う場合は、プラスチックにとっては金属という異物が入ってくるわけですから、インサート部のデザインと成形条件に十分な注意を払わないと、その部分から割れが生じ、強度低下を招くことがあります。トラブルを防止するために、次の注意が

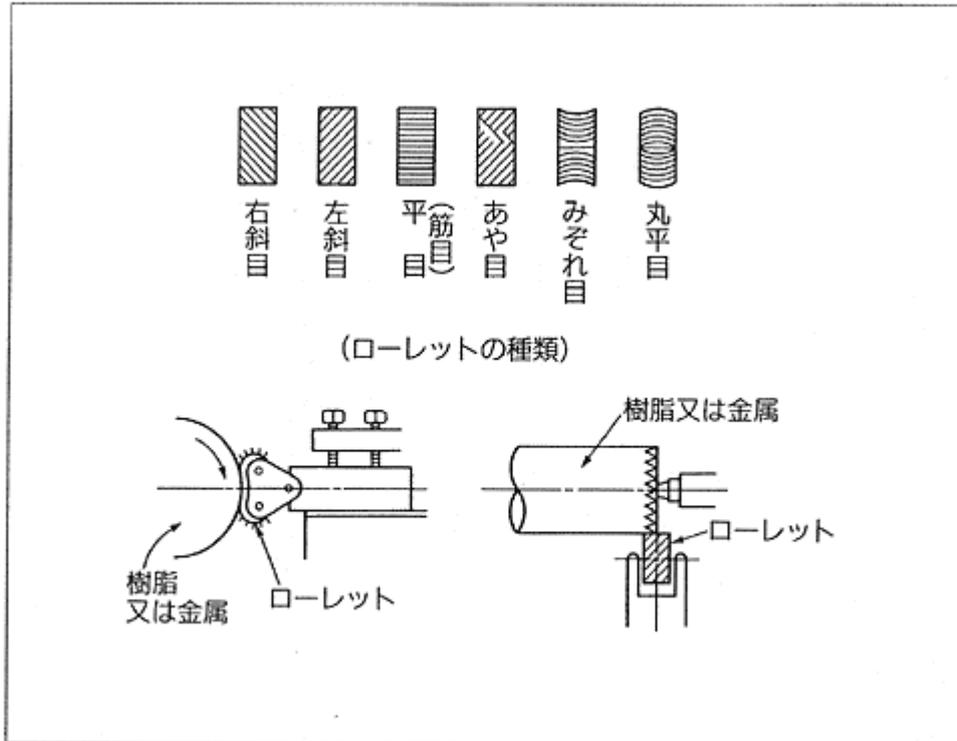
必要です。

1. インサート用金属についている油などは、環境応力亀裂の原因になることがありますので、除去して使います。
2. 高温で流れ込んだ樹脂が低温の金属に接触し、大きな残留応力を生じたり、プラスチックと金属の線膨張係数の違いにより、熱応力を発生して割れることがありますので、金属温度をできるだけ高温にし、インサート用金属は予熱して使用します。
3. インサート用金属の形状は、シャープコーナーなどのないものを使って、応力集中を防ぎます。
4. インサート金具をプラスチックに保持する方法として、ローレットがしばしば使われます。

図 インサートの例



- * **ローレット** インサートする場合、金属の表面をローレット切りして、金属とプラスチック間のかみ合いをよくすることがあります。
- * **ローレット切り** knurling ねじ頭、部品の握りなどのつかみ部分のすべりどめに、ローレットと称する工具で、工作物の表面に網目の模様を旋盤作業でつけること。



アウトサート

金属などの硬い材質の基板の上に、射出成形によりいろいろな機能部品を取付ける方法で、金属などの基板を金型内に置き、板上にプラスチック部品を成形して結合させる方法です。インサートに比べて金属に対する樹脂の量的比率がかなり小さくなります。

(3) 物理的接合加工

これは成形品の接合部に当たる部分を、様々な方法によって加熱・溶融させ、互いに密着し、硬化、接合させる方法です。レオナの場合、スピンウェルド、サーキュラーウェルド、超音波溶接、リニアバイブレーション（振動溶着）、レーザー溶着等の適用が考えられます。

1) スピンウェルド

この方法は、接合しようとするお互いのプラスチックを向かい合せて加圧し、この状態で片方を回転させて摩擦熱による発熱で接合部を溶かし溶融したところで回転をとめ、冷却固化し溶着するものです。

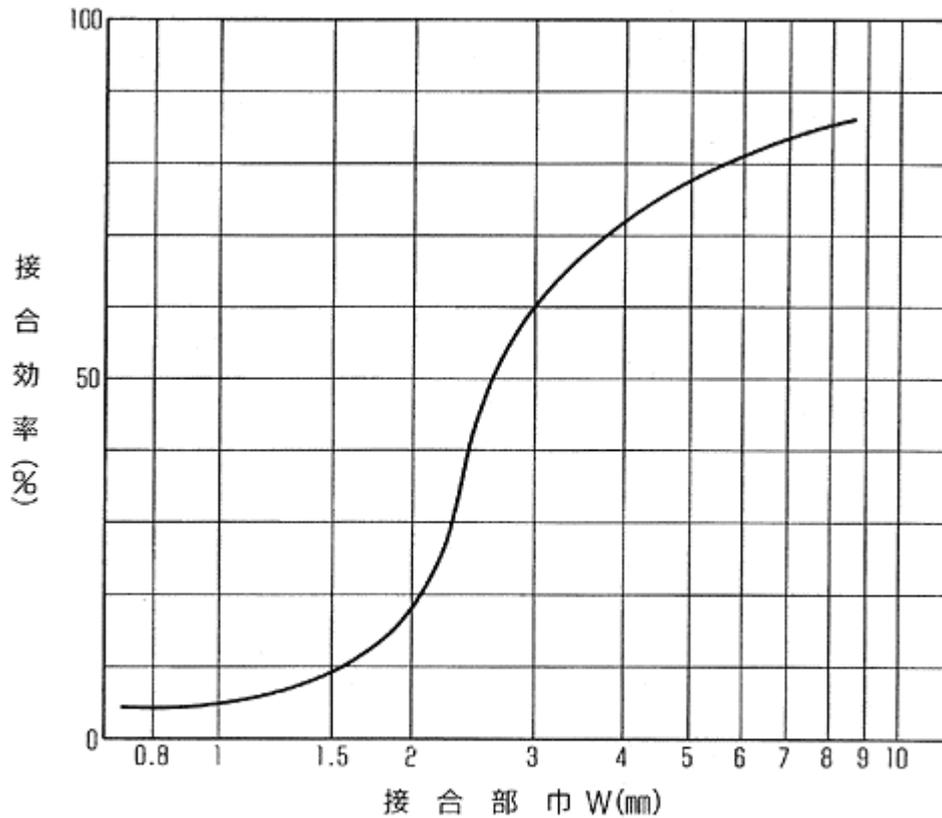
接合部の設計

スピンウェルドは、単一方向の回転という摩擦運動のため、接合部の平面形状がほぼ円形でなければなりません。設計で重要なことは接合部の巾と断面形状です。

- a. 接合部の巾.....基本的には出来るだけ大きくとって、接合強度を向上させます。しかし、巾が過大な場合は、接合中に溶融層の中心部の温度が異常に高温となったり、接合部半径が比較的小さくて巾が過大な時には、接合部の内外径比が大きくなり、接合面の内側と外側の摩擦速度の比がおおきくなって、適性条件の範囲から外れることがあります。

内外径比は1～1.5が、接合部の巾は4～6mmが適性です。

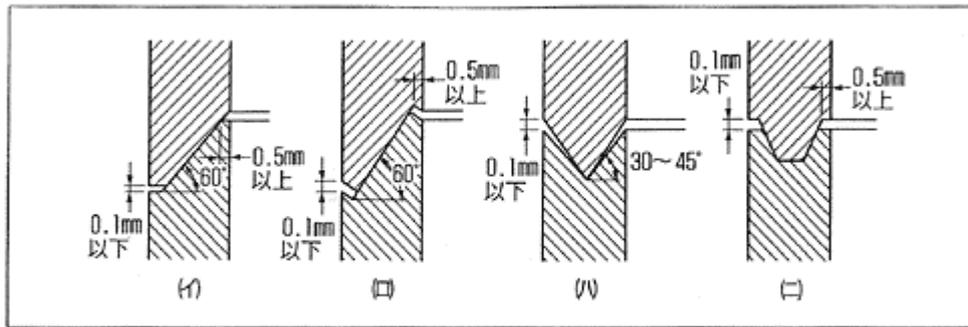
図 1300Sの接合効率(对接合部巾)



接合条件 摩擦速度(V) : 260cm/sec
摩擦時間(T) : 0.7sec
加圧力(Po) : 31kgf/cm² (3.0MPa)
停止所要時間(Ts) : 0.028sec

- b. 断面形状.....接合強度を向上させるために、接合面積を大きくすることが有効です。
好適例を示します。

図 好適な接合部の断面形状例



c. 溶けしろ(溶融しろ)……接合時に溶融して縮んだ量のこと。(P112参照)
 レオナ1300Gの場合、最低0.5mmが必要です。

c. 溶けしろ(溶融しろ)……接合時に溶融して縮んだ量のこと。
 レオナ1300Gの場合、最低0.5mmが必要です。

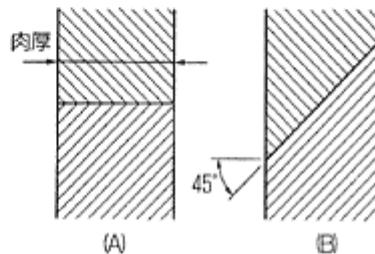
接合物性

レオナの接合事例を表に示します。標準グレード(非強化グレード)は良好ですが、コンパウンド(複合グレード)になると若干物性の低下がみられます。

表 レオナの接合事例

項目 材料	母材強度 (kgf/cm ²)	接合強度 (kgf/cm ²)	接 合 条 件				備 考	
			接合部形状*	加 圧 力 (kgf/cm ²)	摩 擦 速 度 (m/sec)	摩 擦 時 間 (sec)		停 止 時 間 (sec)
1300S	830	830	B	12	200	0.35	0.028	
1300S	830	800	A	12	250	0.4	0.035	
1300S M3300(黒)	830	830	B	15	250	0.4	0.035	着色品 マスターバッチ 20:1
1300G	1880	830	B	15	250	0.4	0.035	
MR001	1020	520	B	20	350	0.3	0.05	
1300G- 1300S	—	830	B	15	250	0.4	0.035	
1300- ナイロン6	—	730	B	15	250	0.3	0.035	

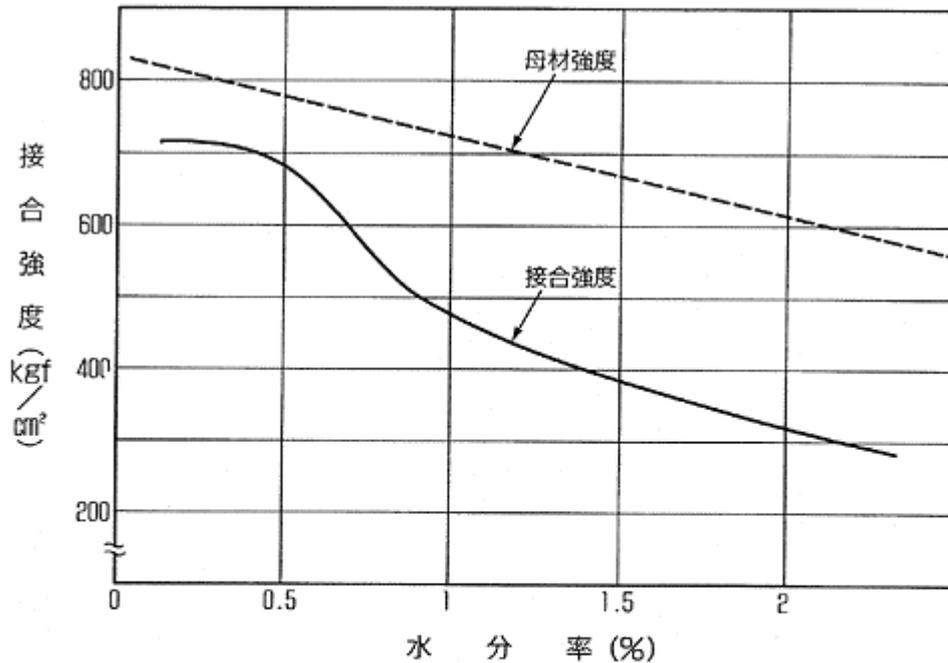
注) 接合部寸法
 外径: 30mm
 内径: 20mm
 (肉厚: 5mm)
 接合部形状*: 右図



SI単位への換算
 $1 \text{ kgf/cm}^2 = 9.80665 \times 10^{-2} \text{ MPa}$

また、成形品に水分があると、物性低下が起こりますので注意が必要です。
 尚、“接合強度”というのは、接合した部分の引張強さのことです。

図 1300Sの接合強度と水分率



接合条件 摩擦速度 (V) : 260cm/sec 注) 水分率(接合部材)は、
 加圧力(Po) : 20kgf/cm² 接合直前に測定した
 摩擦時間 (T) : 0.4sec
 接合部巾 (W) : 5mm
 停止所要時間 (Ts) : 0.03mm

SI単位への換算
 $100\text{kgf/cm}^2 = 9.80665\text{MPa}$

2) サーキュラーウェルド

一对の接合部材の一方を他方に対して自転を伴わない小円軌道運動を行わせ、この運動と加圧力とによって生じる摩擦熱を利用する溶接法です。

従って、平面をもつあらゆる形状の接合面を溶接でき、装置の大型化が可能です。

接合部の設計

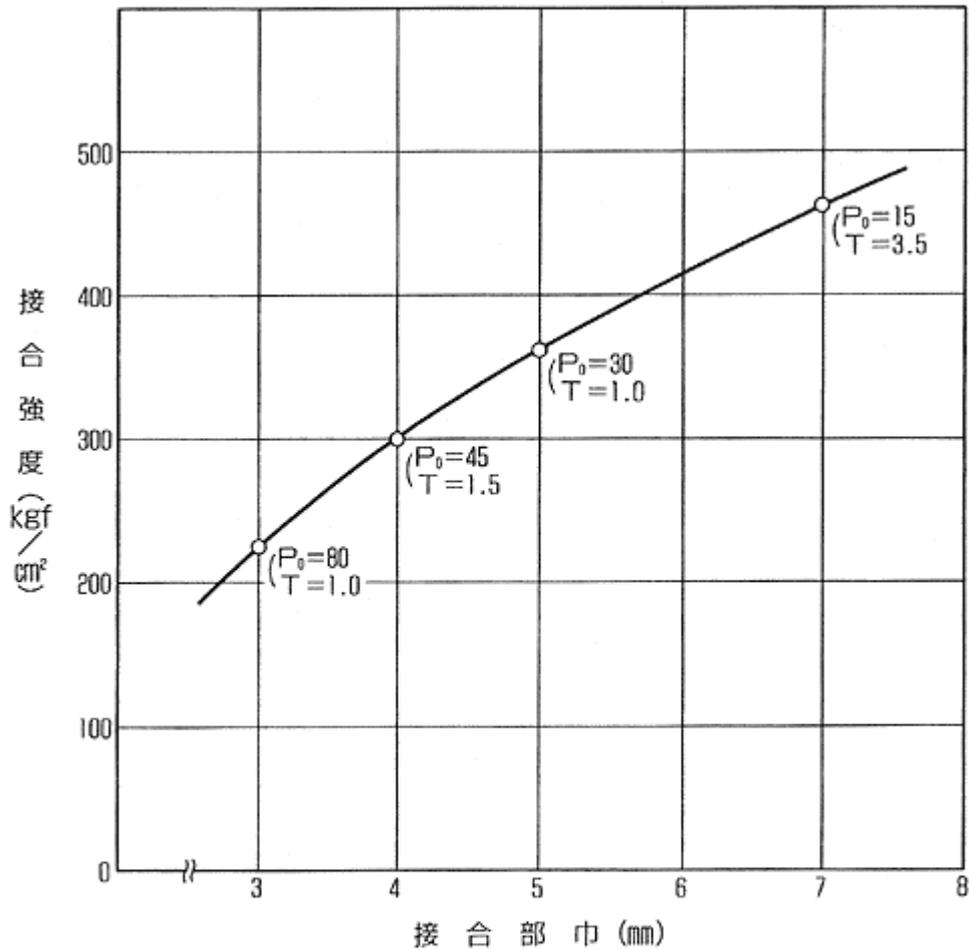
基本的にはスピンウェルドの場合に似た設計となります。

a. 接合部の巾

スピンウェルドと同様、接合部巾は重要です。

実用的な接合強度を得るためには、接合部巾はある程度 (4mm 前後) 以上必要です。

図 1300Gの接合強度と接合部巾



P₀: 加圧力 (kgf/cm²)

T: 摩擦時間 (sec)

SI単位への換算

100kgf/cm²=9.80665MPa

b. 溶けしろ (溶融しろ)

溶けしろの定義: 溶けしろとは、溶着するために、溶融加圧したときに、消費される肉厚部の寸法を指します。

サーキュラウェルドも、スピンウェルドと同様、0.5mm 以上が必要です。

図 溶けしろの定義

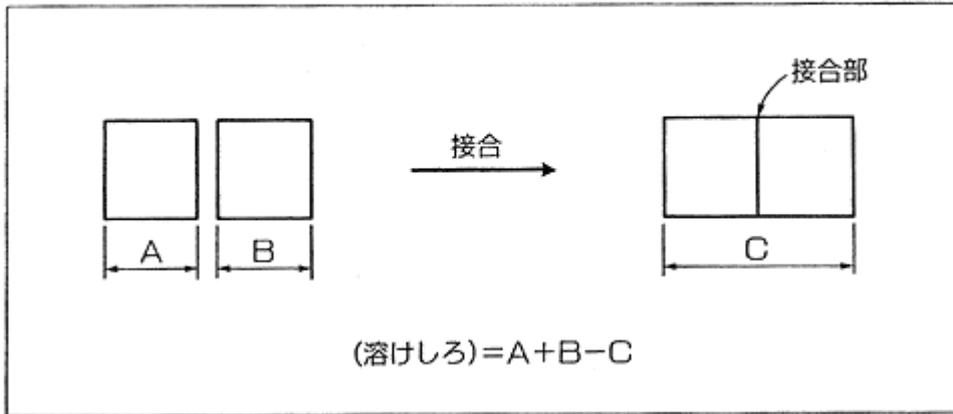
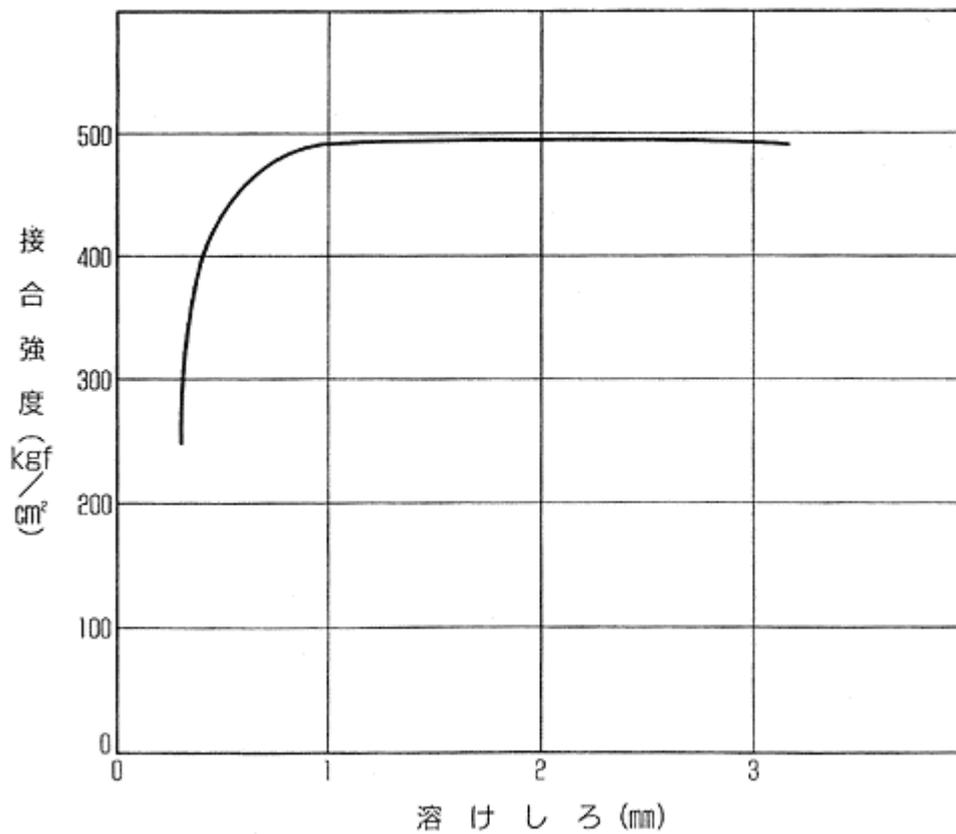


図 1300Gの接合強度と溶けしろ

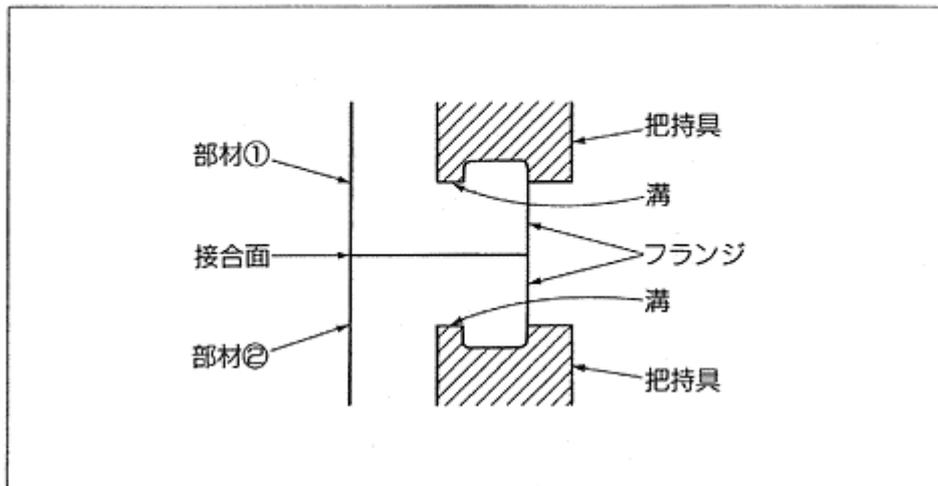


SI単位への換算 100kgf/cm²=9.80665MPa

c. 接合部にフランジを設ける

接合面に均一に加圧力を付与し軌道運動をロスなく接合面に伝えるため、接合部にはフランジを設け、この部分を把持、加圧するのが好ましい。好適な例を図に示します。

図 接合面のフランジ例



3) 超音波溶接（溶着）

高周波の電気エネルギーを同周波の機械的な振動エネルギーに代え、摩擦と往復運動するストレスによって、接触しているプラスチック表面を溶融し接合させる方法です。加工サイクルは、約0.5～2秒以内と短く、溶剤も接合面の前処理も必要なく、溶着面も美しく、また気密性・水密性への対応も可能です。

設計上の留意点

- 100～300kgf/cm²といったかなり大きな加圧力が成形品に加わるから、これに耐える成形品の強度が要求されます。
- ホーンの最大寸法は矩形のホーンで40cm、円形ホーンで直径25cmまでとされており、大型成形品の接合には不向きです。
- 接合部の位置はホーンから近いほど良い。
- 接合部は振動によるズレを防ぐため、はめ合いを考えた断面形状がよい。
- 接合部のデザインにはいろいろなタイプがあるが、エネルギーディレクタージョイント、シャージョイント、スカーフジョイント、ビートジョイントなどがその主なものです。
- ホーンの接触面はホーン制作を容易にするため、平面か単純な曲面がよい。

図 薄肉成形品の接合部例

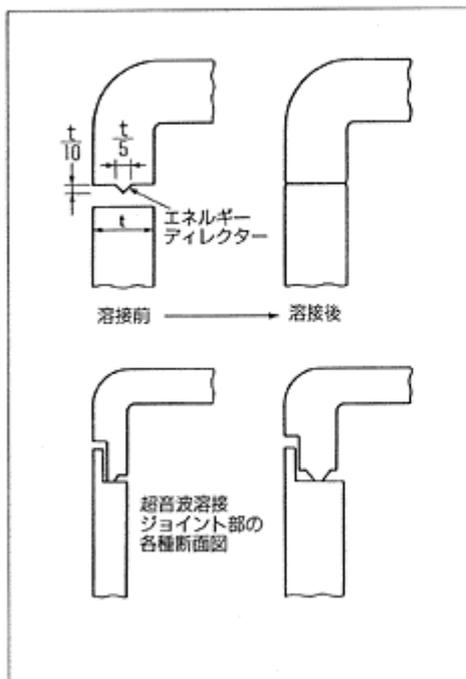


図 厚肉成形品の接合部例

