

ハンド・チューブ・ベンダー 取り扱い説明書



目次

はじめに.....	4
チューブ技術資料.....	4
チューブの取り付け.....	6
製品情報.....	7
バイス・クランプ用ブロック.....	8
曲げのレイアウト.....	9
ハンド・チューブ・ベンダーの操作方法..	12
曲げ加工.....	15
逆方向への曲げ加工.....	18
スプリング・バック (戻り) 作用	19
曲げ方向の決め方.....	20
調整値 (ゲイン) の算出	21
トラブルシューティング	24
交換用部品.....	26

はじめに

Swagelok® ハンド・チューブ・ベンダーを使用すると、Swagelok チューブ継手に接続可能な各種材質のチューブを常に正確に曲げることができます。

ハンド・チューブ・ベンダーをご使用になる前に、この取り扱い説明書をよくお読みください。

スウェージロックについて

米国オハイオ州ソロンに本社を置くスウェージロック社は、研究開発、計装、製薬、オイルおよびガス、発電、石油化学、代替燃料、半導体などの業界向け流体システム・ソリューション（製品、アSEMBリー、サービス）の開発および提案を行っています。スウェージロックの製造工場、研究施設、技術サポートや流通などの拠点は、70 カ国で約 200 カ所の指定販売会社で形成されるグローバル・ネットワークを支えています。

詳細につきましては、またはサポートが必要な場合は、スウェージロック・ウェブサイトアクセスいただくか、スウェージロック指定販売会社までお問い合わせください。

チューブ技術資料

- Swagelok ハンド・チューブ・ベンダーは、外径サイズが 1/8 インチ、1/4 インチ、5/16 インチ、3/8 インチ、1/2 インチ、3 mm、6 mm、8 mm、10 mm、12 mm のさまざまな肉厚のチューブを曲げることができます。
- スクラッチ傷がなく、曲げ加工に適したチューブをご使用ください。

チューブ技術資料

ご注文時の推奨事項

インチ・サイズ・チューブ

高品質の耐圧用軟質焼きもどし炭素鋼シームレス・チューブ (ASTM A179 準拠または同等品) をご使用ください。硬度は 72 HRB (130 HV) 以下のものをお選びください。

完全に固溶化熱処理した高品質 (304、316 ほか) の耐圧用ステンレス鋼 (シームレスまたは溶接+引抜) チューブ (ASTM A269 / A213 準拠または同等品) をご使用ください。硬度は 90 HRB (200 HV) 以下のものをお選びください。

チューブ 外径 サイズ	曲げ半径 (概数値)	炭素鋼 チューブの 肉厚 最小値/最大値		ステンレス鋼 チューブの 肉厚 最小値/最大値	
		(mm)		(mm)	
1/8	9/16	0.71 / 0.89			
1/4	9/16	0.71 / 1.65			
	3/4	0.71 / 1.65			
5/16	15/16	0.89 / 1.65			
3/8	15/16	0.89 / 1.65		0.89 / 2.11	
1/2	1 1/2	0.89 / 2.11			

ミリ・サイズ・チューブ

高品質の耐圧用軟質焼きもどし炭素鋼チューブ (DIN 2391 準拠または同等品) をご使用ください。硬度は 72 HRB (130 HV) 以下のものをお選びください。

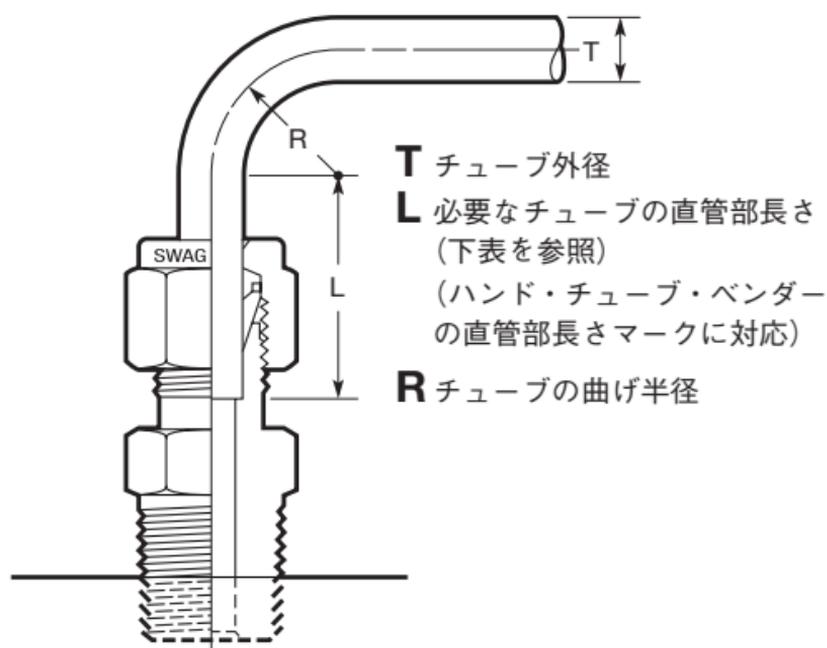
完全に固溶化熱処理した高品質 (304、316 ほか) のステンレス鋼チューブ (EN ISO 1127 準拠または同等品) をご使用ください。硬度は 90 HRB (200 HV) 以下のものをお選びください。

チューブ 外径 サイズ	曲げ半径 (概数値)	炭素鋼 チューブの 肉厚 最小値/最大値		ステンレス鋼 チューブの 肉厚 最小値/最大値	
		(mm)		(mm)	
3	15	0.8 / 1.0		0.8 / 0.8	
6	15	0.8 / 1.5			
8	24	1.0 / 1.5			
10	24	1.0 / 1.5		1.0 / 2.0	
12	38	1.0 / 2.2		1.0 / 2.0	

チューブの取り付け

正しく選定したチューブを Swagelok チューブ継手に取り付けることで、漏れのない配管システムが実現します。

チューブの曲げ部の近くに継手を取り付ける際は、必ずチューブが Swagelok チューブ継手内部の肩まで届くよう十分に直管部を設けてください。



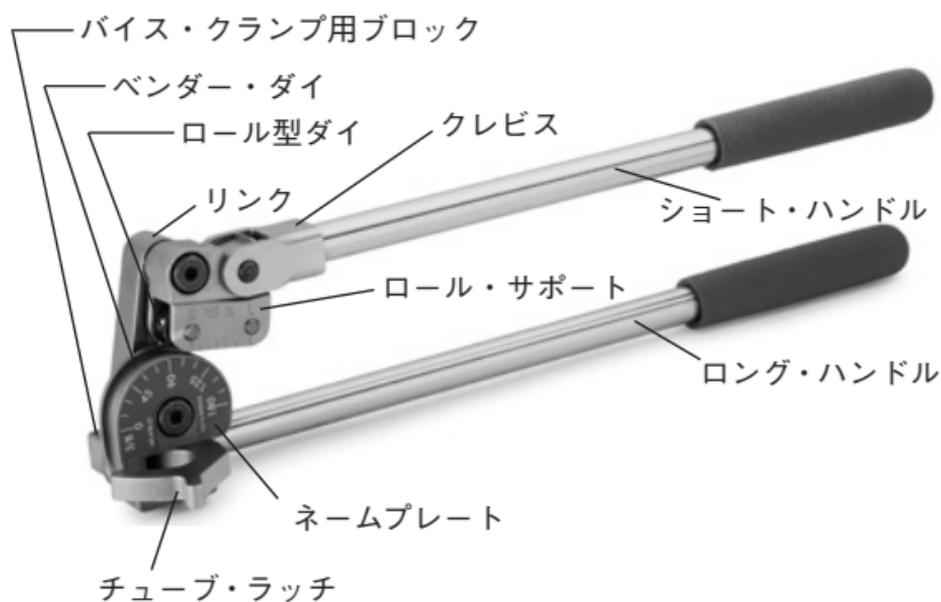
インチ・サイズ

T チューブ 外径サイズ (インチ)	R 曲げ半径 (インチ)	L (mm)
1/8	9/16	18.2
1/4	9/16	20.6
	3/4	
5/16	15/16	22.2
3/8	15/16	23.8
1/2	1 1/2	30.2

ミリ・サイズ

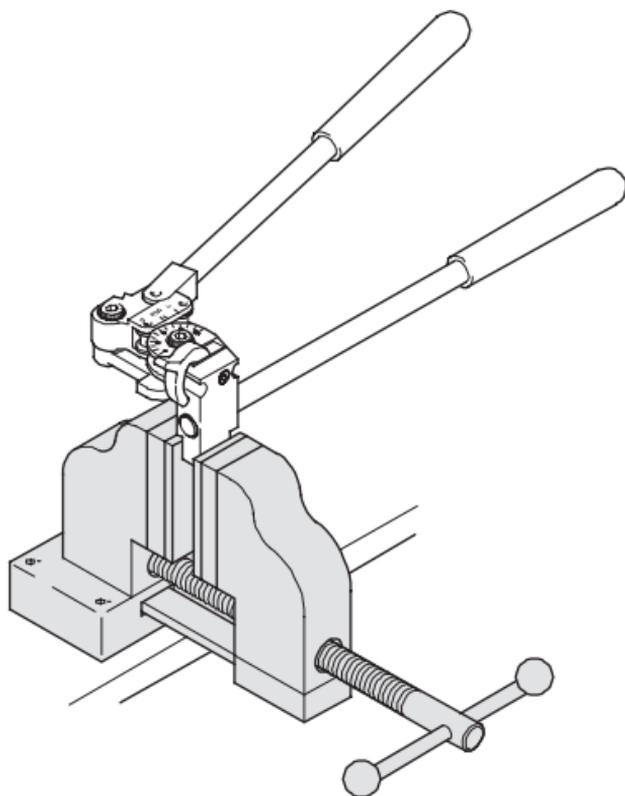
T チューブ 外径サイズ (mm)	R 曲げ半径 (mm)	L (mm)
3	15	19
6	15	21
8	24	23
10	24	25
12	38	31

製品情報



バイス・クランプ用ブロック

Swagelok ハンド・チューブ・ベンダーには、ベンダーをバイスに固定するためのバイス・クランプ用ブロックが付いています。これに固定することで、硬い材質や厚肉のチューブ、またサポートが必要な長いチューブを容易に曲げることができます。



曲げのレイアウト

ハンド・チューブ・ベンダーを使用すると、単純曲げ、オフセット曲げなど、さまざまな曲げ加工を行うことができます。本セクションでは、曲げ加工の前に行うチューブの測定およびマークの付け方について記載しています。

注意：すべてのマークは、必ずチューブの外周（360°）全体に付けてください。

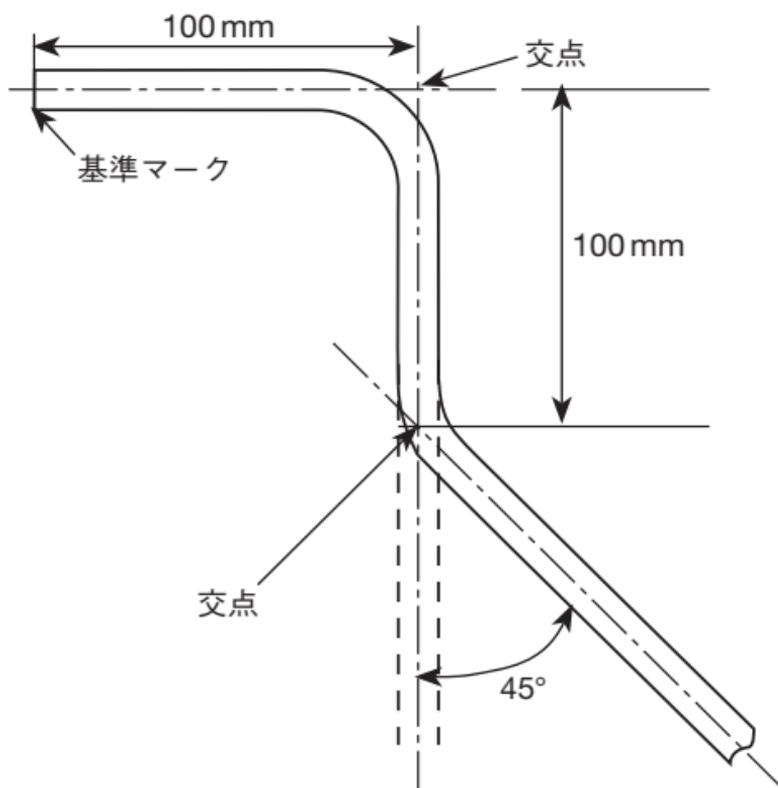
測定と曲げ加工を交互に行う場合

1. すべての部分の長さを合計し、必要なチューブ全長を算出します。
2. チューブに寸法の測定開始点を示す基準マークを付けます。
3. 基準マークから、希望する曲げの長さを測り、チューブに曲げマークを付けます。この曲げマークは、曲げの交点となります。
4. 12 ページの**ハンド・チューブ・ベンダーの操作方法**の項を参照して、チューブを曲げます。
5. 続けて曲げ加工を行う場合、最初の曲げの交点が、次の曲げ加工を行うための基準マークとなります。手順 3～4 に従って、2 つ目の曲げ加工を行います（交点とは、曲げたチューブのセンター・ラインが交差する点です）。

次ページの例をご参照ください。

測定と曲げ加工を交互に行う場合の例：

100 mm の間隔をあけて、90° および 45° の 2 つの曲げ加工を行う場合

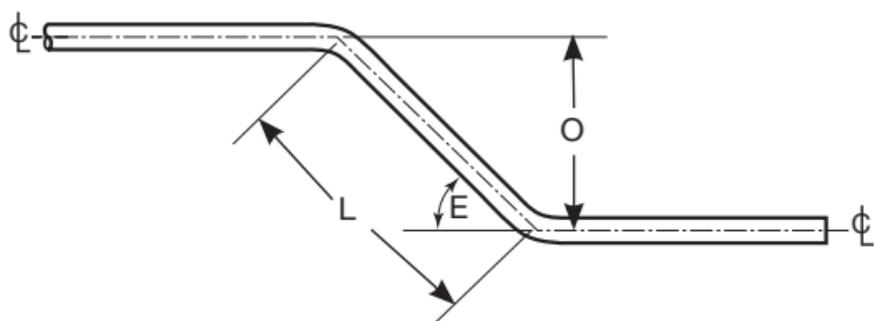


1. チューブに寸法の測定開始点を示す**基準マーク**を付けます。
2. **基準マーク**から 100 mm のところ（最初の希望する曲げの長さ）に、**曲げマーク**を付けます。
3. 12 ページの**ハンド・チューブ・ベンダーの操作方法**の項に従って、チューブを 90° に曲げます。
4. 90° 曲げの**交点**から 100 mm のところに、2 つ目の曲げマークを付けます（**基準マーク**とは反対の方向に寸法を測ってください）。
5. 45° 曲げ部分の外側（曲げと反対の側）を示すため、**方向を示すマーク**を曲げマーク上に付けます。これにより、適切な曲げ方向に曲げ加工を行うことができます。



6. 12 ページの**ハンド・チューブ・ベンダーの操作方法**の項を参照して、チューブを 45° に曲げます。

オフセット・ベンドの公式



オフセット曲げは、障害物を避ける場合など、センター・ラインを変更するために行います。オフセットの長さを決める際は、まずオフセット角度 (E) を選びます。次に、オフセット寸法 (O) にオフセット・ベンド係数 (A) を乗じてください。

$$L = O \times A$$

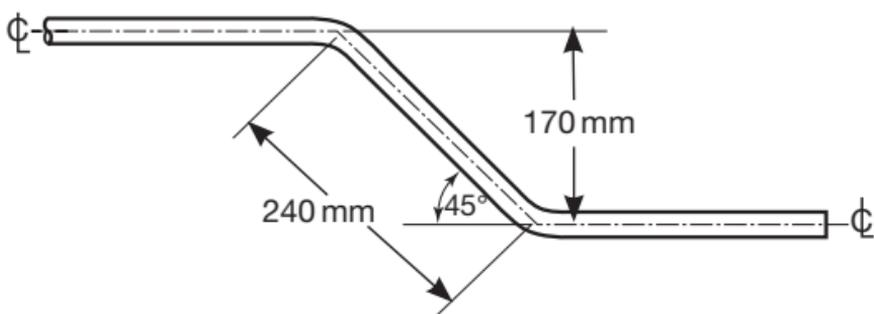
オフセット・ベンドの公式を利用して、9 ページの曲げのレイアウトの項に記載の曲げマーク間の距離を算出します。

オフセット角度 (E)	オフセット・ベンド係数 (A)
22.5°	2.613
30°	2.000
45°	1.414
60°	1.154

例

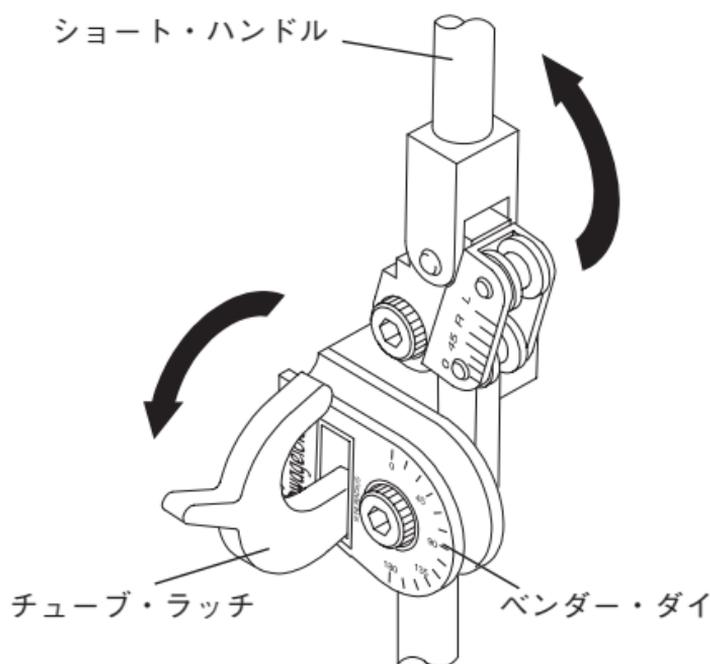
オフセット角度 (E) 45°
オフセット寸法 (O) 170 mm

$$170 \times 1.414 = \text{約 } 240 \text{ mm}$$

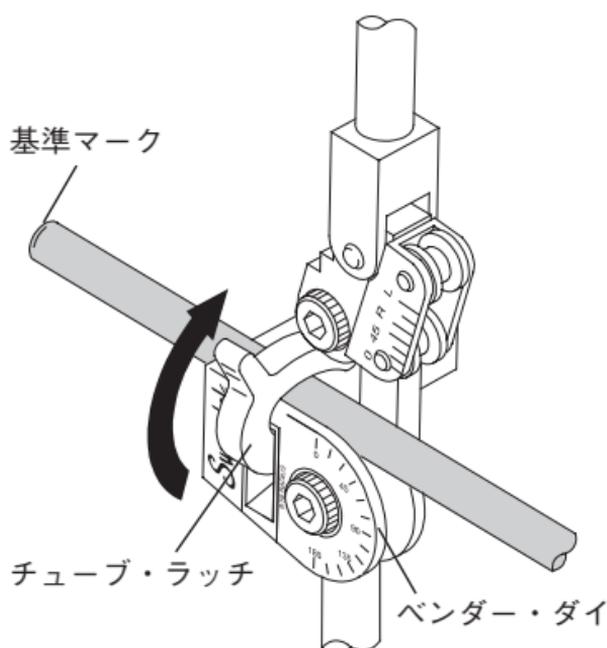


ハンド・チューブ・ベンダーの操作方法

1. ショート・ハンドルをベンダー・ダイの上部まで持ち上げます。
2. チューブ・ラッチを開きます。

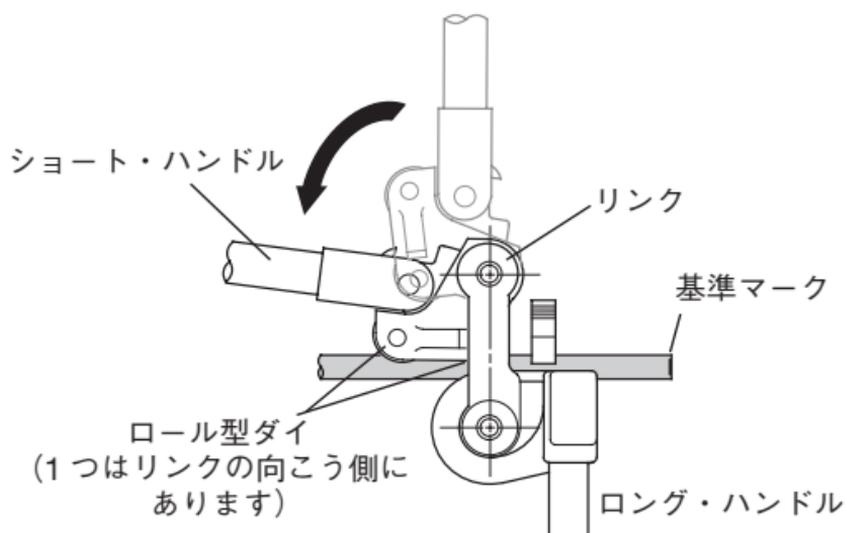


3. チューブ・ラッチの左側に基準マークが来るよう、チューブをベンダー・ダイの溝にセットします。
4. チューブを保持できる程度にチューブ・ラッチを閉じます。これで、最初の位置決めの際にチューブが動かないよう固定されます（後に必要となるチューブの位置合わせの調整も可能です）。



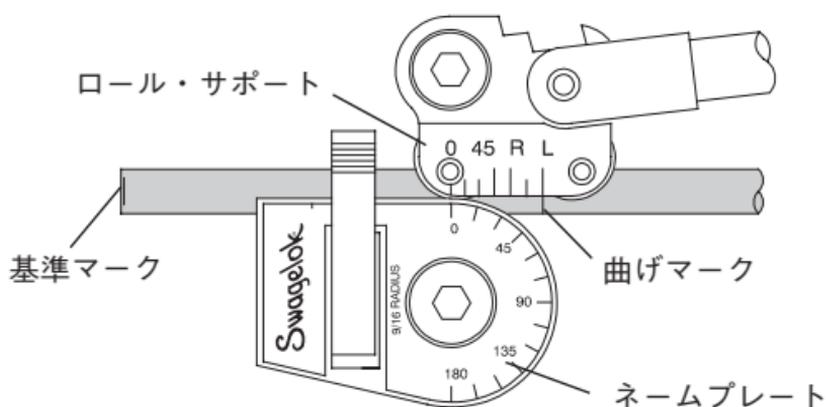
5. ロール型ダイがチューブに軽く当たるまで、ショート・ハンドルを徐々に下げていきます。その際にリンクがロング・ハンドルに対してまっすぐ平行になるようにしてください。

注意：リンクがロング・ハンドルに対してまっすぐ平行でない場合、チューブが早く曲がり過ぎるおそれがあります。



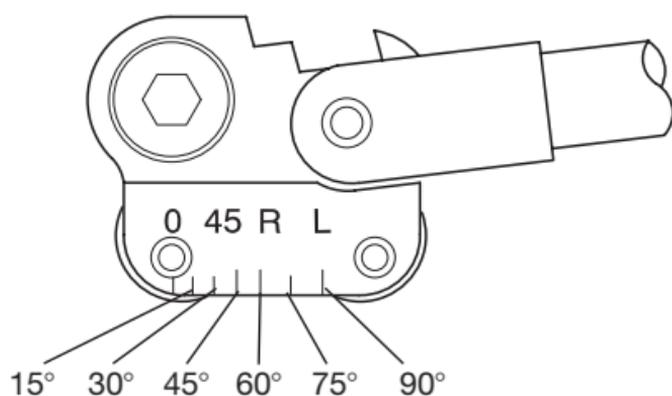
注意：図は、ベンダーを背面から見たものです。

6. ロール・サポート上の目盛りの「0」と、ネームプレート上の目盛りの「0」を合わせます。



図は 90° 曲げの場合です。

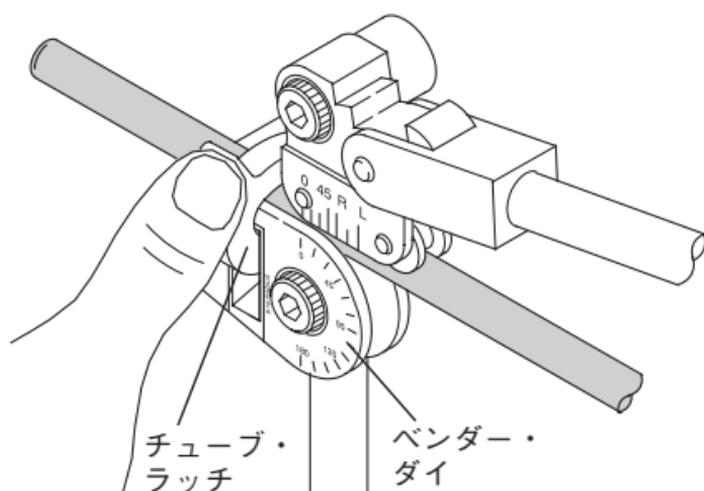
7. 曲げマークを、曲げ角度に対応するロール・サポート上の目盛りに合わせます。



注意：その他の角度の曲げを行う場合は、ハンド・チューブ・ベンダー上の目盛りを参考に、0～90°の曲げ角度と見なしてください。

8. チューブ・ラッチを確実に閉じて、ベンダー・ダイの溝にチューブを固定します。

注意：チューブ・ラッチに過度の圧力を加えた場合、軟質チューブが損傷するおそれがあります。

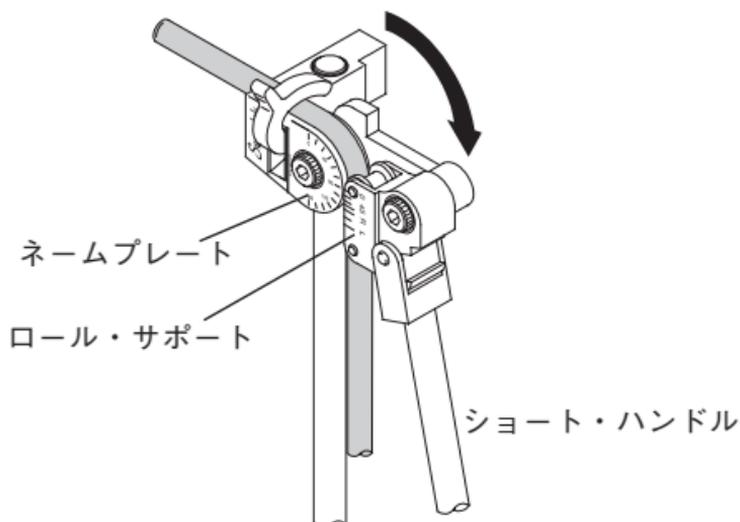


曲げ加工

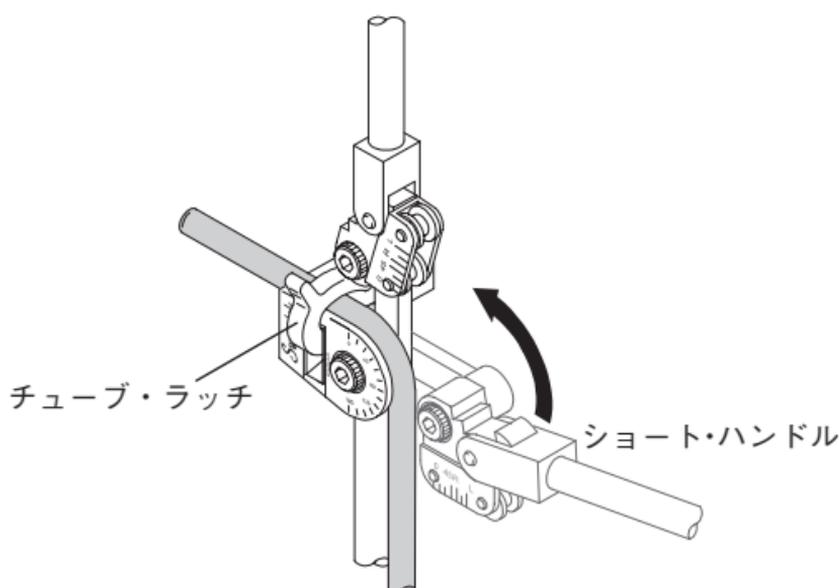
曲げ角度が 90° 以下の場合

1. ロール・サポート上の目盛りの「0」がネームプレート上の目標の角度（目盛り）に達するまで、ショート・ハンドルをゆっくりと押し下げます。

注意：スプリング・バック（戻り作用）を考慮してください。詳細につきましては 19 ページをご参照ください。



2. 曲げ終わったら、ショート・ハンドルを持ち上げ、チューブから離します。

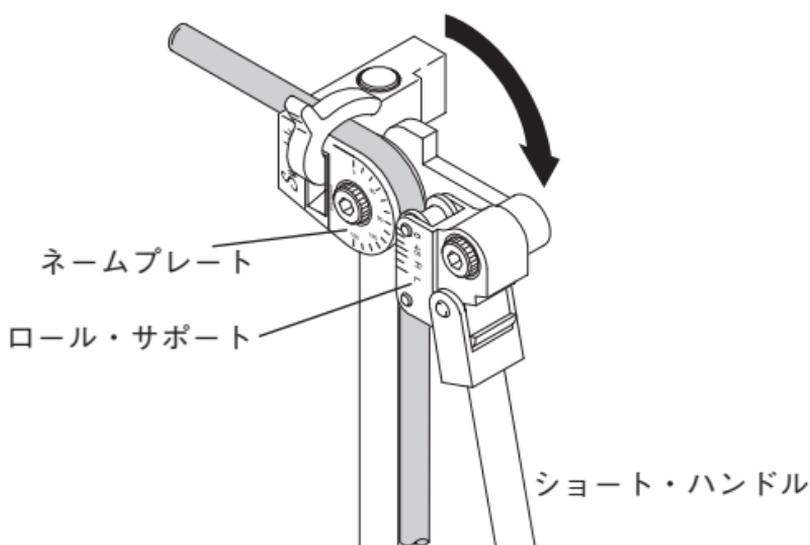


3. チューブ・ラッチをチューブから外し、チューブをハンド・チューブ・ベンダーの溝から取り外します。

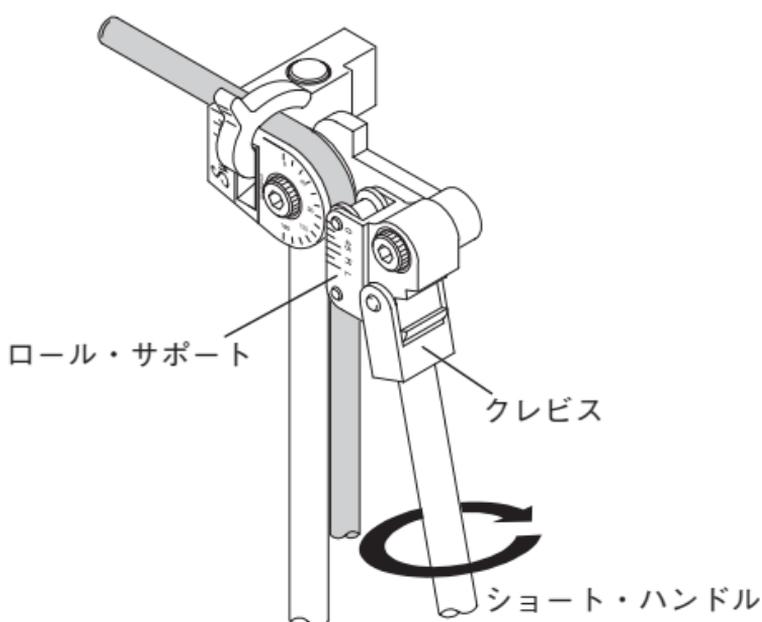
曲げ角度が 90° を超える場合

Swagelok ハンド・チューブ・ベンダーは、直角型にデザインされており、曲げ加工の際にてこの原理を最大限に利用することができます。この独自のデザインにより、曲げ角度が 90° を超える場合でも直角にてこの原理を利用することができます。

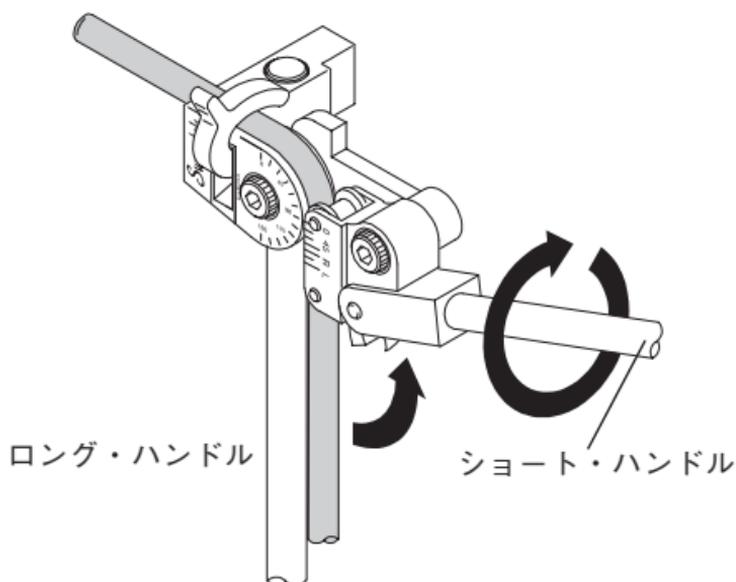
1. ロール・サポート上の目盛りの「0」がネームプレート上の角度（目盛り）の約 90° に達するまで、ショート・ハンドルをゆっくりと押し下げます。



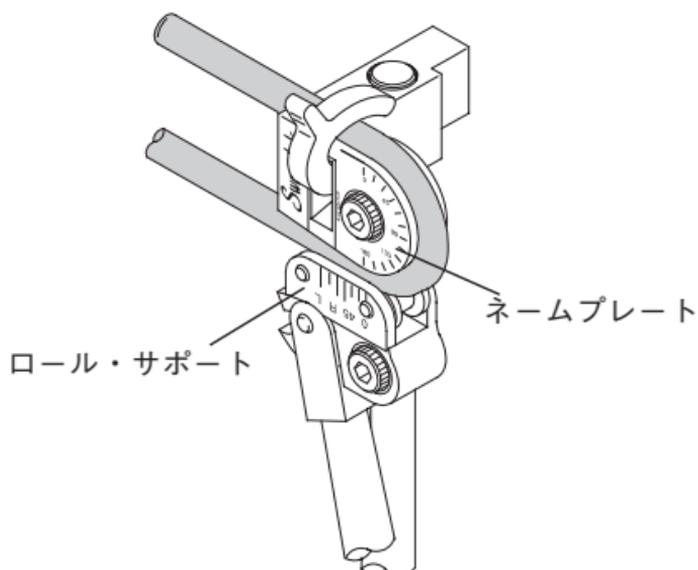
2. ロール・サポートを動かさずにショート・ハンドルが回転するようになるまで、ショート・ハンドルを回してクレビスから緩めます。



3. ロング・ハンドルに対して垂直の位置より少し上に来るように、ショート・ハンドルを持ち上げます。
4. ショート・ハンドルを再度締め付けます。この後も、直角のこの原理を使って曲げていくことができます。



5. ロール・サポート上の目盛りの「0」がネームプレート上の目標の角度(目盛り)に達するまで、曲げていきます。



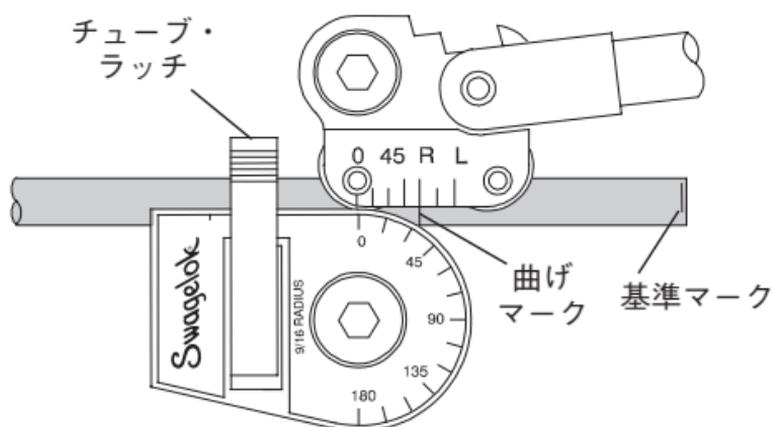
6. 曲げ終わったら、ロール・サポート上の目盛りの「0」を約90°に合わせた状態で、ショート・ハンドルを離します。ショート・ハンドルを緩め、ロング・ハンドルと平行になるまで動かしてから、ショート・ハンドルを再度締め付けます。
7. ショート・ハンドルを持ち上げ、チューブから離します。
8. チューブ・ラッチをチューブから外し、チューブをハンド・チューブ・ベンダーの溝から取り外します。

逆方向への曲げ加工

測定と曲げ加工を交互に行う場合

複数の曲げ加工を行う際、逆方向への曲げ加工が必要となる場合があります。その際は、チューブ・ラッチの右側に基準マークをセットして、逆方向への曲げ加工を行います。

1. 以下の手順で、曲げマークをロール・サポート上の目盛りに合わせます。
 - 90°曲げの場合：Rマークに合わせます。
 - 90°曲げ以外の場合：「0」～「R」の目盛りを「0」～「90」と見なして合わせます。



図は、90°の逆方向への曲げ加工の場合です。

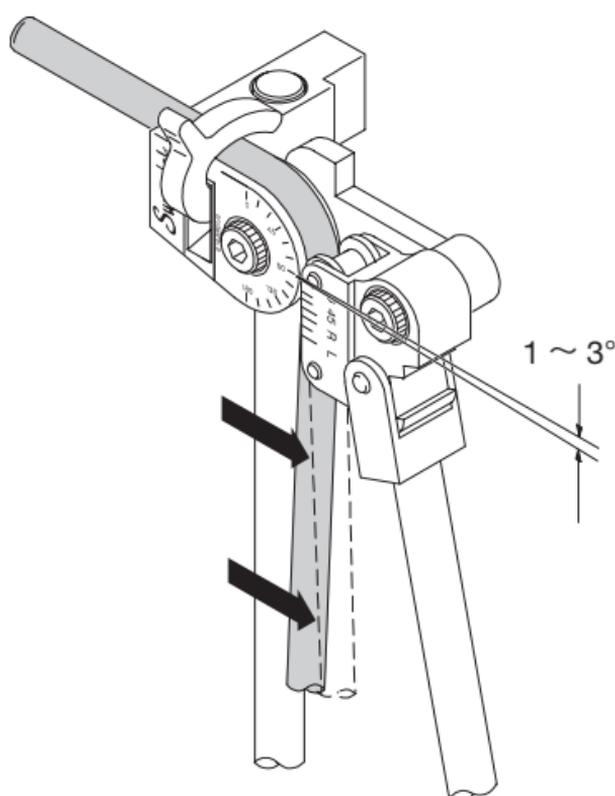
2. 15ページの曲げ加工の項に従って、チューブの曲げ加工を行います。

スプリング・バック (戻り) 作用

曲げ終わると、どのようなチューブにもスプリング・バック (戻り) 作用が生じます。スプリング・バックの量は、曲げ角度、曲げ半径、チューブの材質、肉厚によって異なります。

スプリング・バックの量は、経験を重ねるうちに予測できるようになります。あらかじめ $1\sim 3^\circ$ の補正角度を見込んでおいてください。

注意：テンプレートや分度器などを使用して曲げ角度を確認し、希望する曲げ角度に達していることを確認してください。

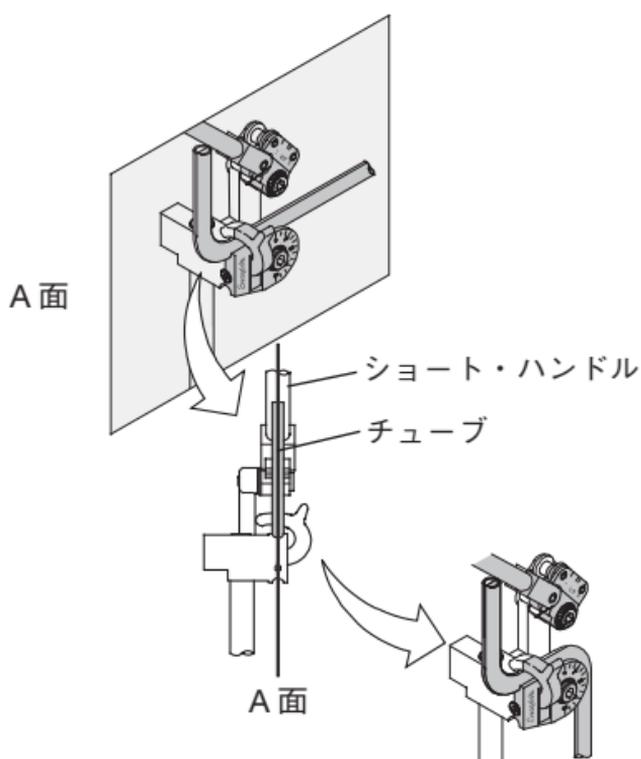


注意：銅、アルミニウムなどの軟質チューブの曲げ加工を行う場合は、曲げマークのところまで曲げないでください。

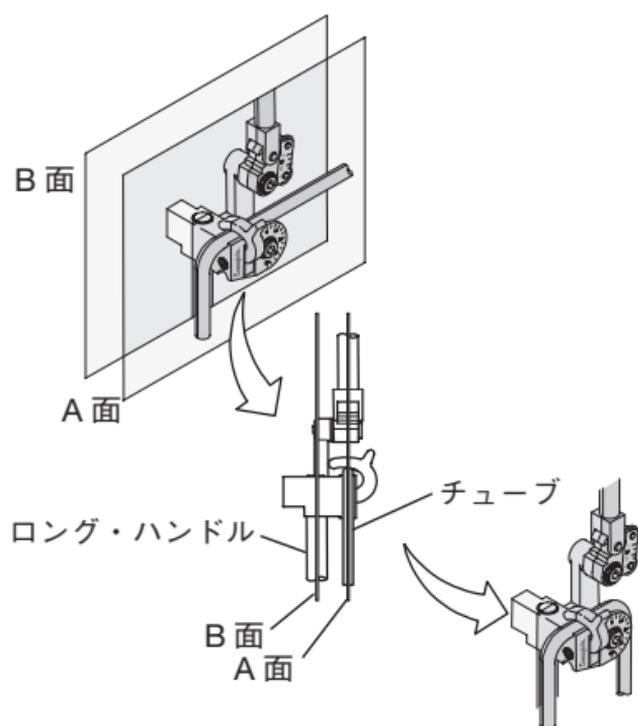
曲げ方向の決め方

1本のチューブに対して、複数の曲げ加工を行う場合は、それぞれの曲げ方向が適切かどうか確認してください。

前回と逆の方向に曲げる場合は、持ち上げたショート・ハンドルの方にチューブを向けます (A面)。



前回と同じ方向に曲げる場合は、ロング・ハンドルの方にチューブを向けます (B面)。

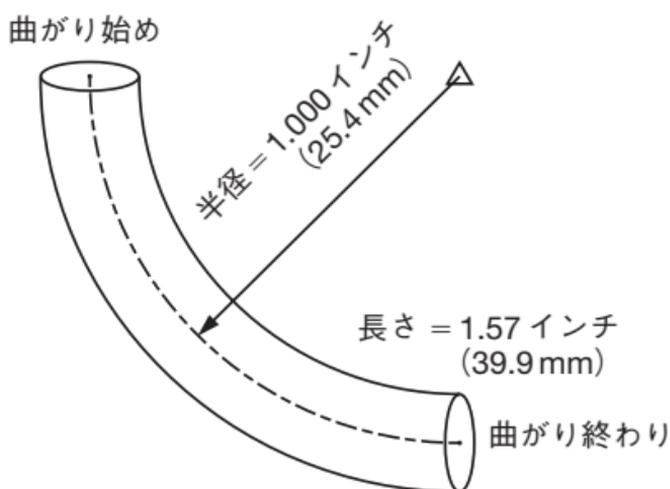


調整値（ゲイン）の算出

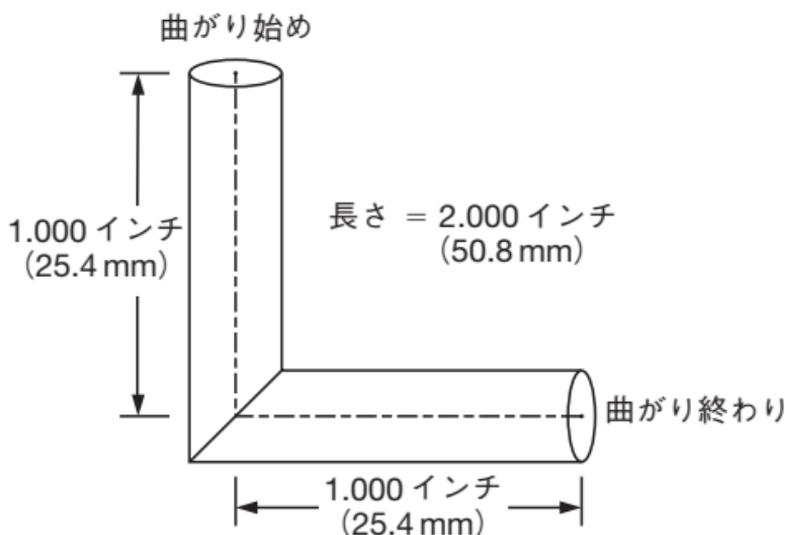
チューブの曲げ位置を決める際は、正しいレイアウト寸法が得られるように調整値（ゲイン）を考慮してください。

調整値（ゲイン）とは、曲がり始めから曲がり終わりまでを測定する際に、円弧状の曲げに用いられるチューブの長さ、と、角ばった曲げに必要なチューブの長さとの差です。

注意：円弧状の曲げに沿った距離は、角ばった曲げよりも短くなります。



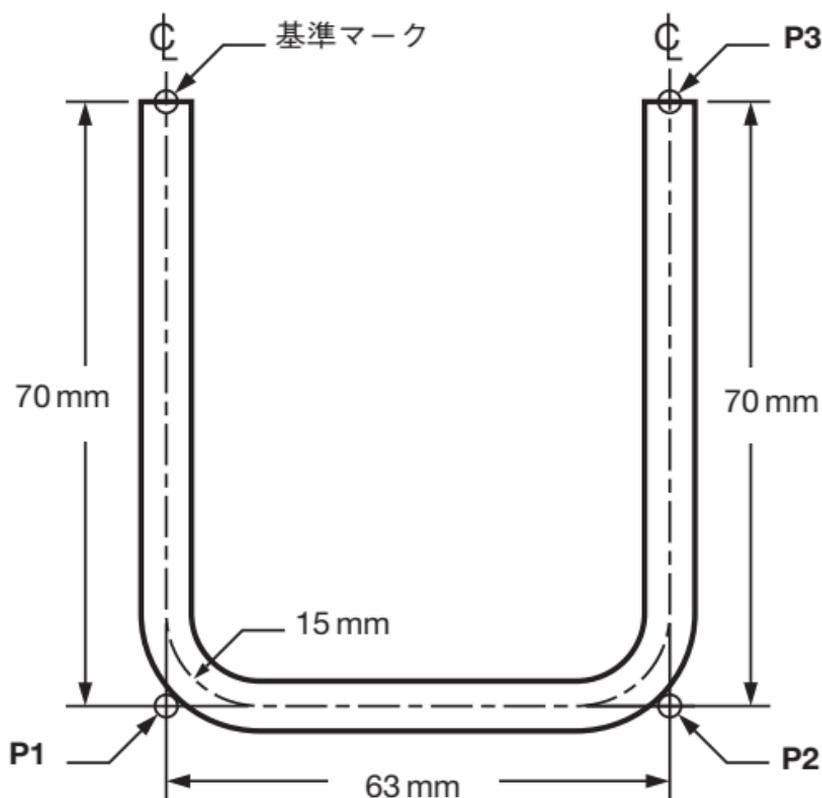
円弧状の曲げ



角ばった曲げ

例：

6 mm サイズのハンド・チューブ・ベンダーを使用して、外径サイズ 6 mm のチューブに曲げ半径 15 mm の曲げ加工を行う場合



上の図のような曲げ加工を行う際は、以下の手順でチューブにマークを付けてください。

$$P1 = 70 \text{ mm}$$

2 つ目の曲げマークの位置を決定する際は、**2 つ目の部分のチューブ長さを最初の部分のチューブ長さに加え、最初の曲げの調整値（ゲイン）を差し引いてください。**

$$P2 = P1 + 63 \text{ mm} - 8 \text{ mm (調整値)} = 125 \text{ mm}$$

$$P3 = P2 + 70 \text{ mm} - 8 \text{ mm (調整値)} = 187 \text{ mm}$$

必要なチューブ長さの合計は、187 mm です。

90°の調整値 = 8 mm

12 ページのハンド・チューブ・ベンダーの操作方法の項に従って、チューブの曲げ加工を行います。

インチ・サイズの調整値 (mm)

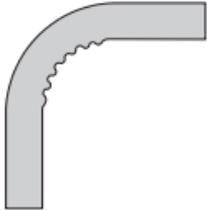
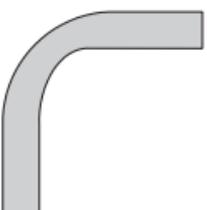
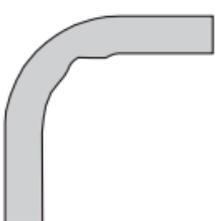
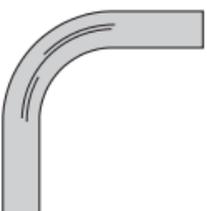
曲げ角度	チューブ外径サイズ (インチ)					
	1/8	1/4	1/4	5/16	3/8	1/2
	曲げ半径 (インチ)					
	9/16	9/16	3/4	15/16	15/16	1 1/2
30°	0	0	0	0	0	2
45°	2	2	2	2	2	2
50°	2	2	2	2	2	3
55°	2	2	2	3	3	3
60°	2	3	2	3	3	5
65°	3	3	3	5	3	6
70°	3	3	3	5	5	8
75°	3	5	5	6	6	10
80°	5	5	5	8	8	11
85°	6	6	6	10	10	14
90°	6	8	8	11	11	18

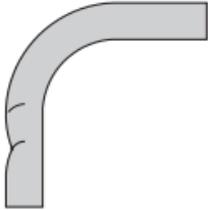
ミリ・サイズの調整値 (mm)

曲げ角度	チューブ外径サイズ (mm)				
	3	6	8	10	12
	曲げ半径 (mm)				
	15	15	24	24	38
30°	0	1	1	1	1
45°	1	1	2	2	3
50°	1	2	2	2	3
55°	1	2	3	3	4
60°	2	3	3	4	5
65°	2	3	4	4	7
70°	3	4	5	5	8
75°	3	5	6	7	10
80°	4	6	8	8	12
85°	5	7	10	10	15
90°	6	8	12	12	18

曲げ角度 30°未満の調整値は極めて小さい数値になります。

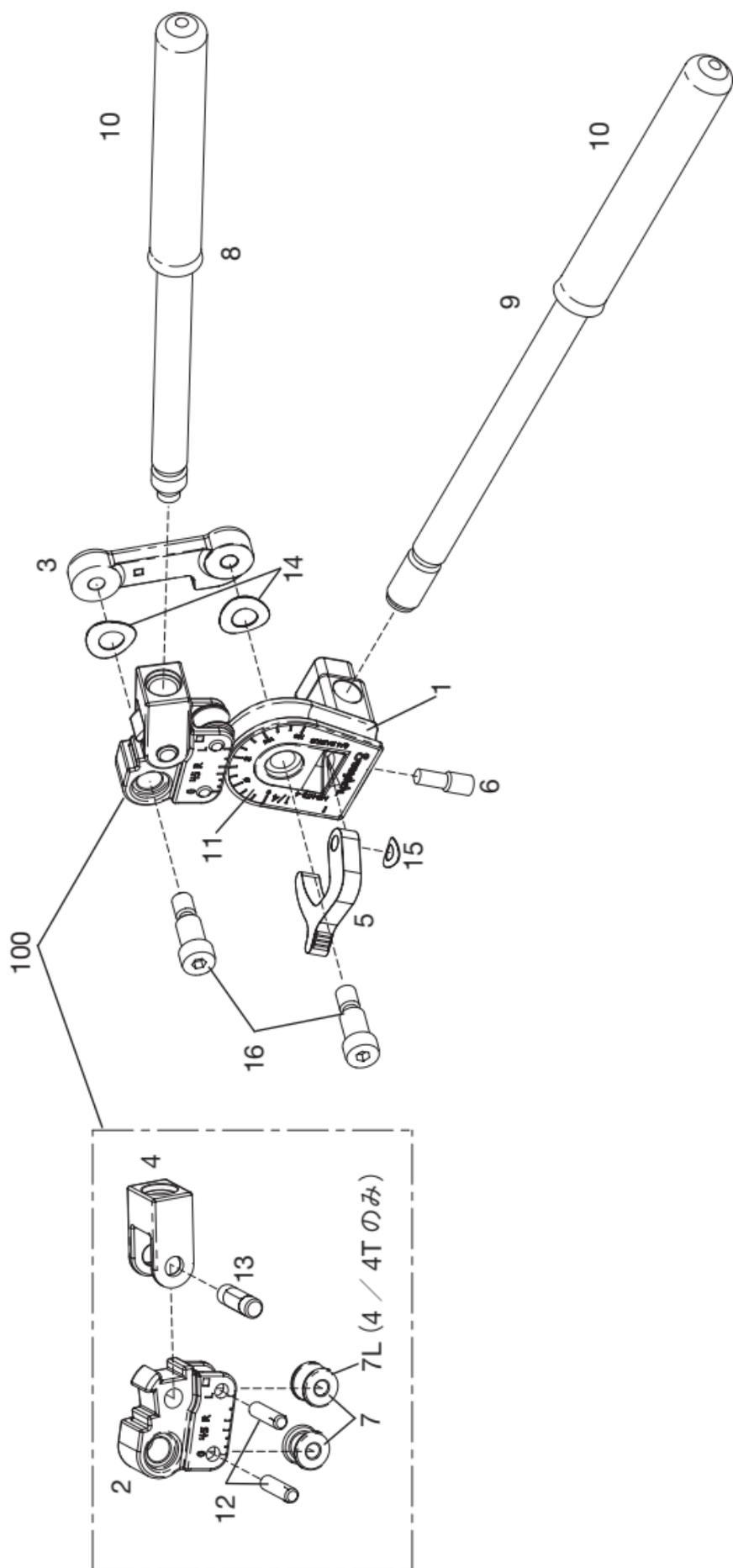
トラブルシューティング

問題	原因	処置
曲げが波状になる 	曲げ半径が小さすぎる	曲げ半径を大きくしてください
	チューブの肉厚が小さすぎる	肉厚が大きいチューブをご使用ください
曲げが平らになる 	ハンド・チューブ・ベンダーのサイズが大きすぎる	曲げるチューブに合った、正しいサイズのハンド・チューブ・ベンダーをご使用ください
	チューブが曲げ加工の途中で破損する	肉厚が大きいチューブをご使用ください
	曲げ加工の際に、プレッシャー・ダイがチューブをつぶしている	プレッシャー・ダイではなく、ローラー付きのハンド・チューブ・ベンダーをご使用ください
曲げがつぶれる 	ハンド・チューブ・ベンダーのサイズが大きすぎる	曲げるチューブに合った、正しいサイズのハンド・チューブ・ベンダーをご使用ください
	曲げ加工の前にリンクが垂直になっていないため、チューブが早く曲がり過ぎている	ローラーをチューブにセットする前に、リンクが垂直であることをご確認ください
チューブに傷がつく 	ハンド・チューブ・ベンダーのサイズが小さすぎる	曲げるチューブに合った、正しいサイズのハンド・チューブ・ベンダーをご使用ください
	ベンダー・ダイが損傷している	ベンダー・ダイを修理するか、ベンダーを交換してください
	ベンダー・ダイ／シューまたはローラーに汚れなどの異物が付着している	ベンダー・ダイ／シューまたはローラーのクリーニングを行ってください
	ローラーが動かない	損傷したローラーまたはベンダーを交換してください

問題	原因	処置
<p>チューブが過度に変形する</p> 	<p>位置合わせが不適切である</p>	<p>ベンダー・ダイとバンド・シューの位置合わせをご確認ください</p>
	<p>チューブ・ラッチに過度の圧力が加わっている(通常、軟質チューブの場合に見られる)</p>	<p>ラッチに加わる圧力を低減してください</p>

交換用部品

ハンド・チューブ・ベンダー構成部品



ハンド・チューブ・ベンダー構成部品の名称

構成部品番号	名称
1	ベンダー・ダイ
2	ロール・サポート
3	リンク
4	クレビス
5	ラッチ
6	ラッチ・ネジ
7	ロール型ダイ
7L	リード・ロール型ダイ
8	ショート・ハンドル・サブアSEMBリー
9	ロング・ハンドル・サブアSEMBリー
10	ハンドル・グリップ
11	ネームプレート
12	ロック・ドゥエル・ピン
13	クレビス・ピン
14	スプリング・ワッシャー (リンク用)
15	スプリング・ワッシャー (ラッチ用)
16	ショルダー・ネジ
100	ローラー・サブアSEMBリー

修理用キット

キットには、リンク、ショルダー・ネジ、スプリング・ワッシャー、ねじ取り付け用接着剤、安全データ・シート (SDS)、取り扱い説明書が含まれます。

ハンド・チューブ・ベンダー型番	修理用キット型番
MS-HTB-2	MS-HTBR-6ML
MS-HTB-3M	
MS-HTB-6M	
MS-HTB-4	MS-HTBR-4L
MS-HTB-4T	MS-HTBR-4TL
MS-HTB-5	MS-HTBR-6TL
MS-HTB-8M	
MS-HTB-6T	
MS-HTB-10M	
MS-HTB-8	MS-HTBR-8L
MS-HTB-12M	

グリップ・キット

キットには、ハンドル・グリップ (2 個) が含まれます。

ハンド・チューブ・ベンダー型番	グリップ・キット型番
MS-HTB-2	MS-HTB-GK4
MS-HTB-3M	
MS-HTB-6M	
MS-HTB-4	
MS-HTB-4T	
MS-HTB-5	MS-HTB-GK6
MS-HTB-8M	
MS-HTB-6T	
MS-HTB-10M	
MS-HTB-8	MS-HTB-GK8
MS-HTB-12M	

ローラー・サブアセンブリー

ロール・サポート、クレビス、ロール型ダイ、クレビス・ピン、ロック・ドゥエル・ピンを工場にてあらかじめ組み立てています。

ハンド・チューブ・ベンダー型番	ローラー・サブアセンブリー型番
MS-HTB-2	MS-HTB-2-100
MS-HTB-3M	MS-HTB-3M-100
MS-HTB-6M	MS-HTB-6M-100
MS-HTB-4	MS-HTB-4-100
MS-HTB-4T	MS-HTB-4T-100
MS-HTB-5	MS-HTB-5-100
MS-HTB-8M	MS-HTB-8M-100
MS-HTB-6T	MS-HTB-6T-100
MS-HTB-10M	MS-HTB-10M-100
MS-HTB-8	MS-HTB-8-100
MS-HTB-12M	MS-HTB-12M-100

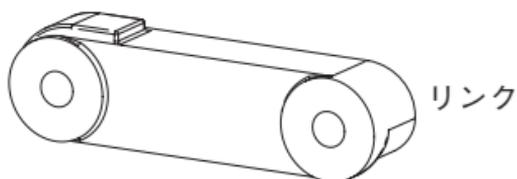
ハンド・チューブ・ベンダー構成部品

以下の構成部品は、単品でもご注文いただけます。

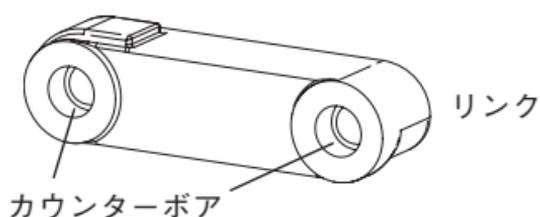
構成部品	ハンド・チューブ・ベンダー型番	構成部品型番
ショート・ハンドル・サブアセンブリー	MS-HTB-2	MS-HTB-4-008SA
	MS-HTB-3M	
	MS-HTB-6M	
	MS-HTB-4	
	MS-HTB-4T	
	MS-HTB-5	MS-HTB-6-008SA
	MS-HTB-8M	
	MS-HTB-6T	
	MS-HTB-10M	
	MS-HTB-8	MS-HTB-8-008SA
	MS-HTB-12M	
ロング・ハンドル・サブアセンブリー	MS-HTB-2	MS-HTB-4-009SA
	MS-HTB-3M	
	MS-HTB-6M	
	MS-HTB-4	
	MS-HTB-4T	
	MS-HTB-5	MS-HTB-6-009SA
	MS-HTB-8M	
	MS-HTB-6T	
	MS-HTB-10M	
	MS-HTB-8	MS-HTB-8-009SA
	MS-HTB-12M	
ネームプレート	MS-HTB-2	MS-HTB-2-011
	MS-HTB-3M	MS-HTB-3M-011
	MS-HTB-4	MS-HTB-4-011
	MS-HTB-4T	MS-HTB-4T-011
	MS-HTB-6M	MS-HTB-6M-011
	MS-HTB-5	MS-HTB-5-011-1P
	MS-HTB-8M	MS-HTB-8M-011-1P
	MS-HTB-6T	MS-HTB-6T-011-1P
	MS-HTB-10M	MS-HTB-10M-011-1P
	MS-HTB-8	MS-HTB-8-011-1P
	MS-HTB-12M	MS-HTB-12M-011-1P

構成部品	ハンド・チューブ・ベンダー型番	構成部品型番
スプリング・ワッシャー (リンク用)	MS-HTB-2	927-002
	MS-HTB-3M	
	MS-HTB-6M	
	MS-HTB-4	
	MS-HTB-4T	
	MS-HTB-5	927-004
	MS-HTB-8M	
	MS-HTB-6T	
	MS-HTB-10M	927-006
	MS-HTB-8	
	MS-HTB-12M	
ショルダー・ネジ	MS-HTB-2	763-006
	MS-HTB-3M	
	MS-HTB-6M	
	MS-HTB-4	
	MS-HTB-4T	
	MS-HTB-5	763-007 ^① 763-007L ^②
	MS-HTB-8M	
	MS-HTB-6T	
	MS-HTB-10M	763-008
	MS-HTB-8	
	MS-HTB-12M	

① カウンターボアのないリンクを併用する場合



② カウンターボアのあるリンクを併用する場合





この日本語版取り扱い説明書は、英語版取り扱い説明書の内容を忠実に反映することを目的に、製作いたしました。日本語版の内容に英語版との相違が生じないように、細心の注意を払っておりますが、万が一相違が生じてしまった場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。

Swagelok—TM Swagelok Company
© 2009–2021 Swagelok Company
May 2021, Rev. F
MS-13-43J
11-2022-KN K22P