

チューブ技術資料 — 異材質の組み合わせ

適用範囲

本資料には、さまざまな材質のチューブを取り付けた Swagelok® チューブ継手の最高使用圧力（参考情報）を記載しています。最適なシステム操作のため、同じ材質のチューブと継手を使用するべきであると言われてはいますが、316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手は性能が優れているため、異なる材質のチューブを取り付けた場合でも、過酷な条件下で使用することができます。

その利点は、以下のとおりです。

- 標準の 316 ステンレス鋼に比べてクロムとニッケルの含有量が高く、耐食性に優れる
- アドバンス・バック・フェルール構造による Hinging-colletting™（ヒンジ・コレット）機能（特許）により、軸方向の動きがチューブに対する中心方向へのスウェーピング動作に変換されるだけでなく、少ない締め付けトルク量での取り付けが可能となり、優れたチューブ・グリップ性能を実現

その結果、例えば 316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手に合金 254 チューブを取り付けることで、海水を使用するシステムにおいて、費用を抑えつつ腐食にも強いというソリューションが実現します。他の異なる材質のアセンブリーと同様、材質が異なる合金チューブと合金製継手を組み合わせた場合の最高使用圧力は、最高使用圧力が低い方の材質によって決まります。

Swagelok チューブ継手の特徴および性能に関する詳細につきましては、製品カタログ『Swagelok チューブ継手（ゲージによる締め付け度の確認が可能）／アダプター継手』（MS-01-140）をご参照ください。

目次

チューブの選定について	1
チューブの取り扱いについて	2
ガス配管について	2
チューブの取り付け	2
最高使用圧力（参考情報）	
合金 254 チューブを取り付けた	
316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手	4
904L ステンレス鋼チューブを取り付けた	
316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手	5
UNS C69100 銅合金（Tungum®）チューブを取り付けた	
316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手	6
合金 825 チューブを取り付けた	
316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手	7
温度上昇と圧力低下係数	3

チューブの選定について

チューブの適切な選定、取り扱い、取り付けを行い、用途に適した Swagelok チューブ継手と組み合わせることは、信頼性の高い配管システムを構築する上で非常に重要です。

Swagelok チューブ継手に使用するチューブをご注文の際は、次の点にご注意ください。

- チューブの表面仕上げ
- チューブの材質
- チューブ外径面の硬度
- チューブの肉厚

チューブの表面仕上げ

ASTM 規格では、上記の点について詳細に記載していますが、表面仕上げに関する詳細は扱っていません。例えば、一般配管用規格である ASTM A450 には、次のように記載されています。

11. Straightness and Finish

11.1 Finished tubes shall be reasonably straight and have smooth ends free of burrs. They shall have a workmanlike finish. Surface imperfections (Note) may be removed by grinding, provided that a smooth curved surface is maintained, and the wall thickness is not decreased to less than that permitted by this or the product specification. The outside diameter at the point of grinding may be reduced by the amount so removed.

Note: An imperfection is any discontinuity or irregularity found in the tube.

（以下は参考訳です）

11. 真直度と仕上げ

11.1 完成品のチューブは、適度な真直性を備え、その管端はバリのない滑らかな状態であること。チューブは良好に仕上げられていること。表面欠陥(注)は、滑らかな曲面が損なわれない限り、かつ、チューブ肉厚が本規定または製品仕様で許容される肉厚より薄くならない限り、研磨によって除去してもよい。研磨が行われる部分の外径は、削られた分だけ小さくなくてもよい。

注：表面欠陥とは、チューブ表面上に見られる不連続または不規則な部分のこと。

チューブの材質

各チューブ材質のご注文時の推奨事項につきましては、各表の下に記載しています。

チューブ外径面の硬度

金属製の Swagelok チューブ継手に適したチューブの硬度は、継手の材質の硬度よりも低いものを選ぶことが重要です。ご注文時の推奨事項に記載しているチューブを使用すると、Swagelok チューブ継手は適切に機能します。

チューブの肉厚

本資料中の表には、各種チューブの最高使用圧力を肉厚別に記載しています。この最高使用圧力は ASME B31.3, ASME BPV Section II, Part D で規定している強度の低い方の材質の応力 (S) 値から算定したもの、または油圧流体の漏れを基準にした 4:1 の設計率で Swagelok チューブ継手に繰り返し行った圧力テストに基づいた数値です。

Swagelok チューブ継手には、表中に記載の最小肉厚値、最大肉厚値を用いてテストを繰り返し行っています。

Swagelok チューブ継手を使用する場合、本資料中の表でサイズごとに示した範囲外の肉厚のチューブは推奨していません。

チューブの取り扱いについて

信頼できるチューブ製造業者より良好なチューブを入手してください。取り扱いの際はチューブ表面を保護し、スクラッチ傷を可能な限り減らすよう、十分に注意してください。

- チューブを棚や表面の粗い場所から取り出す際は、絶対に引きずり出さないようにしてください。
- チューブ・カッターや金のこは、鋭利な刃を使用し、一度に深く切りすぎないようにしてください。
- チューブ両端のバリ取りを必ず行ってください。バリ取りを行うと、継手へのチューブ挿入が容易になり、フェルールのシール面に傷をつけることなく、継手内部の肩まで確実に差し込むことができます。

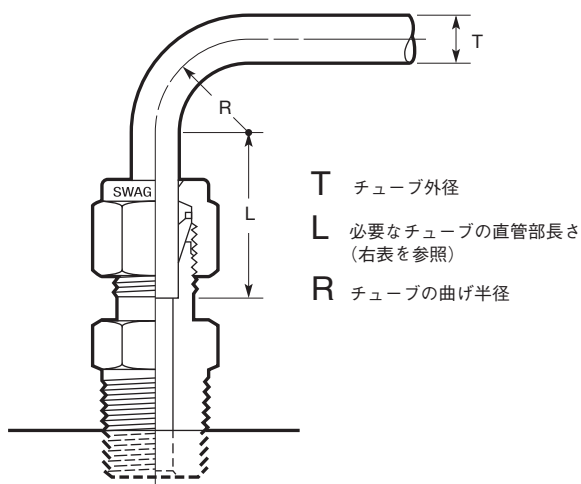
ガス配管について

ガス (空気、水素、ヘリウム、窒素など) は非常に小さい分子で構成されているため、極めて小さな傷からでも漏れが発生する可能性があります。チューブ表面上の欠陥は、このような漏れの経路となる場合もあります。外径の大きいチューブほど、スクラッチ傷などの表面欠陥によって適切にシールされない可能性が高くなります。

ガス配管を行う際は、締め付け手順に従って接続を行い、本資料中の表にある肉厚以上のチューブをご使用ください。

なお、厚肉チューブの場合、薄肉チューブに比べ、締め付け時のフェルールの動きに対する抵抗が大きいため、小さな表面欠陥であればフェールが埋めてしまいます。一方、薄肉チューブの場合、締め付け時のフェルールの動きに対する抵抗が小さいため、スクラッチ傷などの表面欠陥を埋めることができなくなります。適切なチューブ肉厚を選ぶ場合は、**最高使用圧力 (参考情報)** の表の背景が白い部分に記載しているチューブ肉厚値を選んでください。

チューブの取り付け



チューブは正しく選定し、取り扱いには十分ご注意ください。このようなチューブを 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、さまざまなシステムにおける信頼性が高まります。

信頼性の高い性能を最大限に発揮できるように、以下のような製品を使用してください。

- 正しい選定および取り扱いを行った Swagelok チューブなどの高品質チューブ
- カタログの説明に従って取り付けを行った Swagelok チューブ継手
- チューブおよび流体システム・コンポーネントの動きを制限する適切なチューブ・サポート

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 (下表を参照)。

インチ・サイズ	
T チューブ外径	L ^① (mm)
1/16	12.7
1/8	18.2
3/16	19.1
1/4	20.6
5/16	22.2
3/8	23.8
1/2	30.2
5/8	31.8
3/4	
7/8	33.3
1	38.1

① 必要なチューブの直管部長さ

ミリ・サイズ	
T チューブ外径	L ^① (mm)
3	19
6	21
8	23
10	25
12	31
14	32
15	
16	
18	34
20	
22	
25	40

最高使用圧力 (参考情報)

この技術資料中に記載している図や表は、あくまで参考情報として作成しており、これらの数値をそのまま配管設計に使用することはできません。設計の際は、産業ごとの適応規格や実施方法を十分にご考慮ください。ASME 規格は ASA Piping Codes を継承・代替する規格です。

- 記載の圧力はすべて、ASME B31.3, Process Piping で規定している公式に基づいて算定しています。ASME B31.1, Power Piping に基づいた最高使用圧力を算定する際は、記載の係数を乗じてください。
- 圧力値は、最大外径サイズと最小肉厚に基づいて算定しています。ただし、表に個別に規定している場合は除きます。
例：ASTMA269 に基づき、外径サイズ 1/2 インチ×肉厚 0.89 mm の合金 254 チューブを購入した場合：
外径サイズの公差 ±0.005 インチ、肉厚公差 ±10%
外径サイズ 0.505 インチ×肉厚 0.80 mm のチューブとして計算します。
- 腐食しろや浸食しろについては考慮していません。

温度上昇と圧力低下係数

温度上昇と圧力低下係数は、ASME B31.3 または ASME BPV Section II, Part D に規定されている許容応力値に基づいています。

表 1 — 温度上昇と圧力低下係数

温度 (°C)	チューブ材質			
	合金 254	UNS C69100 Temper TF00	904L ステンレス鋼	合金 825
93	0.88	1.00	0.82	1.00
149	0.79	1.00	0.74	0.95
204	0,73	0.96	0.68	0.90
260	0,69		0.63	0.87
315	0.66		0.58	0.84
371	0.64		0.56	0.81
426				0.79

高温での最高使用圧力は、表 2～7 に記載している数値に、表 1 の係数を乗じた数値となります。

例：315°C における外径サイズ 1/2 インチ×肉厚 1.65 mm の合金 254 チューブの場合

1. 4 ページの表 2 より、-28～37°C における最高使用圧力は、35.1 MPa です。
2. 上の表 1 より、315°C における圧力低下係数は、0.66 です。
 $35.1 \text{ MPa} \times 0.66 = 23.1 \text{ MPa}$

したがって、315°C における外径サイズ 1/2 インチ×肉厚 1.65 mm の合金 254 チューブの最高使用圧力は、23.1 MPa となります。

合金 254 チューブを取り付けた 316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手

316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手（外径サイズ：1/4～1 インチ、6～25 mm）には、高品質の完全に焼きなました耐圧用合金 254（シームレスまたは溶接＋引抜）チューブを使用することができます。

溶接＋引抜チューブにつきましては、溶接欠陥に応じた係数を乗じ、最高使用圧力を算定する必要があります。ダブル溶接チューブの場合は、該当の最高使用圧力に 0.85 を乗じた数値となり、シングル溶接チューブの場合は 0.80 を乗じた数値となります。

表 2 1/4 インチ・サイズ

油圧流体の漏れを基準にした 4：1 の設計率で Swagelok チューブ継手に繰り返し行った圧力テストに基づく数値です。

チューブ 外径 サイズ (インチ)	チューブ肉厚 (mm)								Swagelok 継手 シリーズ 番号	取り付け方法	
	0.71	0.89	1.24	1.65	2.11	2.41	2.77	3.05		1 1/4 回転の 締め付け	予備 締め付け
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)										
1/4	27.5	35.1	51.6	70.2					400	○	○
3/8		22.7	33.0	44.7					600	○	○
1/2		17.9	25.4	35.1	46.1				800	○	○
5/8 ^①			27.5	37.2	41.3	41.3			1010	×	○
3/4 ^①			22.7	30.3	33.7	33.7	33.7		1210	×	○
7/8 ^①			19.2	25.4	33.0	33.0	33.0		1410	×	○
1 ^①				22.7	24.8	24.8	24.8	24.8	1610	×	○

① 取り付けの際には、予備締め付けツールまたは Swagelok マルチヘッド・ハイドロリック・スウェージング・ユニット (MHSU) が必要です。
詳細につきましては、製品カタログ『Swagelok チューブ継手 (ゲージによる締め付け度の確認が可能) / アダプター継手』(MS-01-140) をご参照ください。

表 3 3 ミリ・サイズ

油圧流体の漏れを基準にした 4：1 の設計率で Swagelok チューブ継手に繰り返し行った圧力テストに基づく数値です。

チューブ 外径 サイズ (mm)	チューブ肉厚 (mm)										Swagelok 継手 シリーズ 番号	取り付け方法	
	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0		1 1/4 回転の 締め付け	予備 締め付け
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)												
6	31.0	42.0	54.0	71.0							6M0	○	○
8		31.0	39.0	52.0							8M0	○	○
10		24.0	30.0	40.0							10M0	○	○
12		20.0	25.0	33.0	41.0	47.0					12M0	○	○
18 ^①			21.0	28.0	32.0	32.0	32.0				18M0	×	○
20 ^①			19.0	25.0	29.0	29.0	29.0				20M0	×	○
22 ^①			17.0	22.0	26.0	26.0	26.0				22M0	×	○
25 ^①					24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	25M0	×	○

① 取り付けの際には、予備締め付けツールまたは Swagelok マルチヘッド・ハイドロリック・スウェージング・ユニット (MHSU) が必要です。
詳細につきましては、製品カタログ『Swagelok チューブ継手 (ゲージによる締め付け度の確認が可能) / アダプター継手』(MS-01-140) をご参照ください。

ご注文時の推奨事項

高品質の完全に固溶化熱処理した耐圧用合金 254（シームレスまたは溶接＋引抜）チューブ（ASTM A269、ASTM A213 準拠または同等品）をご使用ください。硬度 96 HRB 以下で、スクラッチ傷がなく、曲げ加工やフレアー加工に適したチューブをご使用ください。

904L ステンレス鋼チューブを取り付けた 316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手

316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手（外径サイズ：1/4～1 インチ、6～25 mm）には、高品質の耐圧用 904L ステンレス鋼シームレス・チューブを使用することができます。

表 4 ーインチ・サイズ

最高使用圧力は、ASME B31.3 および ASME B31.1 で規定している公式と最大 S 値（137.8 MPa）から算定したものです。

チューブ 外径 サイズ (インチ)	チューブ肉厚 (mm)								Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.71	0.89	1.24	1.65	2.11	2.41	2.77	3.05	
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)								
1/4	27.5	35.1	51.6	70.2					400
5/16		27.5	39.9	55.1					500
3/8		22.7	33.0	44.7	51.6				600
1/2		17.9	25.4	35.1	46.1				800
5/8			19.9	27.5	35.8	41.3			1010
3/4			16.5	22.7	28.9	33.7	39.9		1210
7/8			13.7	19.2	24.8	28.9	33.0		1410
1				16.5	21.3	24.8	28.9	32.3	1610

表 5 ーミリ・サイズ

最高使用圧力は、ASME B31.3 および ASME B31.1 で規定している公式と最大 S 値（137.8 MPa）から算定したものです。

チューブ 外径 サイズ (mm)	チューブ肉厚 (mm)										Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)										
6	31.0	42.0	54.0	71.0							6M0
8		31.0	39.0	52.0							8M0
10		24.0	30.0	40.0	51.0	58.0					10M0
12		20.0	25.0	33.0	41.0	47.0					12M0
14		16.0	20.0	27.0	34.0	38.0	43.0				14M0
15		15.0	19.0	25.0	31.0	36.0	40.0				15M0
16			17.0	23.0	29.0	33.0	37.0	40.0			16M0
18			15.0	20.0	26.0	29.0	32.0	37.0			18M0
20			14.0	18.0	23.0	26.0	29.0	33.0	38.0		20M0
22			14.0	16.0	20.0	23.0	26.0	30.0	34.0		22M0
25					18.0	20.0	23.0	26.0	29.0	32.0	25M0

ご注文時の推奨事項

高品質の完全に固溶化熱処理した耐圧用 904L ステンレス鋼シームレス・チューブ（ASTM 269、ASTM B677 準拠または同等品）をご使用ください。硬度 200 HV (90 HRB) 以下で、スクラッチ傷がなく、曲げ加工やフレアー加工に適したチューブをご使用ください。

UNS C69100 銅合金 (Tungum) チューブを取り付けた 316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手

316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手 (外径サイズ: 1/4 ~ 1 インチ、6 ~ 25 mm) には、高品質の析出硬化系 UNS C69100 銅合金 (temper TF00、ASTM B706 準拠) シームレス・チューブを使用することができます。

表 6 ーインチ・サイズ

ASTM B706 準拠の析出硬化系 UNS C69100 銅合金シームレス・チューブ (temper TF00、Tungum または同等品、金属温度範囲: -28 ~ 37°C) の最高使用圧力は、ASME B31.3 で規定している S 値 (137.8 MPa) から算定したものです。

チューブ 外径 サイズ (インチ)	チューブ肉厚 (mm)							Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.71	0.89	1.24	1.65	2.11	2.77	3.05	
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)							
1/4	27.5	35.1	51.6	70.2				400
5/16		27.5	39.9	55.1				600
3/8		22.7	33.0	44.7				800
1/2		17.9	25.4	35.1	46.1			1010
5/8			19.9	27.5	35.8			1210
3/4			16.5	22.7	28.9	39.9		1410
1				16.5	21.3	28.9	32.3	1610

表 7 ーミリ・サイズ

ASTM B706 準拠の析出硬化系 UNS C69100 銅合金シームレス・チューブ (temper TF00、Tungum または同等品、金属温度範囲: -28 ~ 37°C) の最高使用圧力は、ASME B31.3 で規定している S 値 (137.8 MPa) から算定したものです。

チューブ 外径 サイズ (mm)	チューブ肉厚 (mm)								Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.2	2.5	3.0	
	最高使用圧力 (MPa) 注意: ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)								
6	31.0	42.0	54.0						6M0
8		31.0	39.0	52.0					8M0
10		24.0	30.0	40.0	58.0				10M0
12		20.0	25.0	33.0	47.0				12M0
14		16.0	20.0	27.0	38.0	43.0			14M0
16			17.0	23.0	33.0	37.0	40.0		16M0
20				18.0	26.0	29.0	33.0		20M0
25					20.0	23.0	26.0	32.0	25M0

ご注文時の推奨事項

高品質の析出硬化系 UNS C69100 銅合金 (temper TF00、ASTM B706 準拠または同等品) シームレス・チューブをご使用ください。硬度 90 HRB 以下で、スクラッチ傷がなく、曲げ加工やフレアー加工に適したチューブをご使用ください。

合金 825 チューブを取り付けた 316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手

316 ステンレス鋼製 Swagelok チューブ継手（外径サイズ：1/4 ～ 1 インチ、6 ～ 25 mm）には、高品質の合金 825 チューブを使用することができます。

表 8 — インチ・サイズ

油圧流体の漏れを基準にした 4：1 の設計率で Swagelok チューブ継手に繰り返し行った圧力テストに基づく数値です。

チューブ 外径 サイズ (インチ)	チューブ肉厚 (mm)						Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.89	1.24	1.65	2.11	2.41	2.77	
	最高使用圧力 (MPa) 注意：ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)						
1/4	44.0	64.0	70.2				400
3/8	28.2	40.6	51.6				600
1/2	20.6	29.6	40.6				800
3/4			26.1	33.7	39.9		1210
1			19.2	24.8	28.9	28.9	1610

表 9 — ミリ・サイズ

油圧流体の漏れを基準にした 4：1 の安全率で Swagelok チューブ継手に繰り返し行った圧力テストに基づく数値です。

チューブ 外径 サイズ (mm)	チューブ肉厚 (mm)								Swagelok 継手 シリーズ 番号
	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	
	最高使用圧力 (MPa) 注意：ガス配管用チューブにつきましては、背景が白い部分に記載されたチューブ肉厚値をご使用ください。 (詳細につきましては、2 ページのガス配管についての項をご参照ください。)								
6	41.0	53.0	66.0						6M0
10		30.0	37.0	48.0					10M0
12		25.0	30.0	39.0	47.0				12M0
18				24.0	30.0	34.0	37.0	37.0	18M0
25						24.0	26.0	30.0	25M0

ご注文時の推奨事項

高品質の完全に焼きなました合金 825 シームレス・チューブ (ASTM B163、ASTM B423 準拠または同等品)、または完全に焼きなました合金 825 溶接チューブ (ASTM B704, class 1 準拠または同等品) をご使用ください。15T スケールでのロックウェル硬さが 90 (201 HV) 以下でスクラッチ傷がなく、曲げ加工やフレアー加工に適したチューブをご使用ください。肉厚公差は、±10% 以内とします。

安全な製品の選定について

安全にトラブルなく機能するよう、システム全体の設計を考慮して、製品をご選定ください。機能、材質の適合性、数値データなどを考慮し製品を選定すること、また、適切な取り付け、操作およびメンテナンスを行うのは、システム設計者およびユーザーの責任ですので、十分にご注意ください。

この日本語版技術資料は、英語版技術資料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、万一相違が生じた場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。