



3級技能検定の 実技試験課題を用いた 人材育成マニュアル

Human Resource Development Manual

冷凍空気調和機器施工 (冷凍空気調和機器施工作業) 編



はじめに

厚生労働省においては、若年技能者の人材確保・育成のための事業を進めており、その一環として、熟練技能者を「ものづくりマイスター」として中小企業や工業高校等に派遣し、若年者に対する実技指導等を行っています。

ものづくりマイスターによる実技指導を効果的なものにするため、現場での指導に活用するための人材育成マニュアルを作成しています。平成25年度以降、中級向けのマニュアルを34職種分作成し、公表しました。

最近は、ものづくりに関心をもつ初心者からも要望や質問が多いため、平成28年度からは、初級レベルに着目し、基本技能の実技指導のためのマニュアルを作成しました。過去に実施し、既に公表されている3級技能検定の実技試験問題を題材として取り上げ、当該職種（作業）の問題に含まれている技能等を解説しています。必ずしも、3級技能検定の実技試験に合格するための解説とはなっていませんが、初級レベルの技能を習得するための早道になることと思います。

今後、ものづくりマイスターはもとより、工業高校、職業訓練施設等の教員・指導員の関係者など、技能検定委員でない多くの有識者に活用いただき、若年者の技能向上に貢献してくれることを期待します。

平成30年3月

厚生労働省人材開発統括官付
能力評価課担当参事官室

● 3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル作成委員会

井澤 秀昭（一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会）

仲村 直基（埼玉県立中央高等技術専門校）

近藤 務（一般財団法人 日本空調冷凍研究所）

佐藤 英治（一般社団法人 日本冷凍空調工業会）

中嶋 助義（元福岡県立福岡高等技術専門校）

（敬称略、順不同）

● 実演協力

埼玉県立中央高等技術専門校

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	冷凍空気調和機器施工作業に求められる技能	2
	(1) 施工計画の立案	
	(2) 冷媒配管工事に関する技能	
	(3) 機器の整備（分解・組立て・調整）に関する技能	
	(4) 機器の試験に関する技能	
	(5) 機器の故障対応（原因の特定、修理等）に関する技能	
3	実技課題の概要	4
	(1) 課題	
	(2) 課題条件	
	[1] 作業時間 [2] 仕様 [3] 使用材料 [4] 施工図	
4	実技課題に含まれる技能の内容	7
	(1) 現寸図の作成技能	
	(2) 管の加工技能	
	[1] 管の切断 [2] 曲げ加工 [3] フレア加工 [4] 継手接続	
	(3) 作業段取りの立案能力	
5	課題の実施方法（作業手順）	8
	(1) 作業準備	
	[1] 作業服装 [2] 使用工具等	
	(2) 銅管の基本的な加工等作業	
	[1] 切断 [2] 曲げ加工 [3] フレア加工 [4] 継手接続	
	[5] 現寸図の作成	
	(3) 部品の加工手順	
	[1] 部品1の加工 [2] 部品2の加工 [3] 部品3の加工 [4] 部品4の加工	
	[5] 部品5の加工 [6] 部品6の加工	
	(4) 組立て手順	
	[1] 配管部分の組立て [2] 固定金具の取付け -	



1 このマニュアルの使い方

このマニュアルには、過去の技能検定3級実技試験で出題された課題を一つの事例として取り上げ、その実技課題に含まれる技能の内容、具体的な実施方法（作業手順）を記載しています。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮しています。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて利用されることをお勧めします。

なお、本マニュアルは、技能検定3級の実技試験に合格する観点から解説したものではありませんが、過去の実技試験の課題を使用した解説となっているため、現職の技能検定委員など関係者がこれを用いて、講師として受検者を指導してはならないことに留意してください。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおりです。

項目	概要
2 冷凍空気調和機器施工作業に求められる技能	技能検定に限らず、冷凍空気調和機器施工作業に求められている技能について、一般論を記載。
3 実技課題の概要	本マニュアルで取り上げた実技課題について、その概要を掲載。
4 実技課題に含まれる技能の内容	実技課題を行うにあたって必要な技能のポイントを記載。
5 課題の実施方法（作業手順）	作業手順の一例を紹介するとともに、実技課題を行うのに必要となる特徴的スキルやその内容について掲載。

2 冷凍空気調和機器施工作業に求められる技能

冷凍空気調和機器は、冷凍・冷却や空気調和（空気の温度、湿度、清浄度や気流分布を調整すること）を行う機器であり、冷暖房設備、冷凍冷蔵設備、空気調和設備、換気設備、製氷設備、冷水・温水設備など様々なものがありますが、いずれも私達が快適で豊かな生活を送るためには欠かせないものとなっています。

このため、これらの冷凍空気調和機器の施工に従事する作業者は、社会基盤を支える重要な役割を担う技能者であると言っても過言ではなく、施工対象となる冷凍空気調和機器に関する様々な知識と技能を有していなければなりません。

冷凍空気調和機器施工に従事する作業者に求められる技能は、機器の設置から保守に関わることまで様々ですが、主要なものは次のとおりです。

(1) 施工計画の立案

冷凍空気調和機器の施工を計画する際は、次のことを考慮して工程表や工数見積をできるようにしておく必要があります。

- ① 機器の設置場所状況、電気やダクト工事などの他作業との関連に関すること
- ② 高圧ガス保安法、フロン排出抑制法などの関連規則等に定められた基準に適合していること
- ③ 冷媒の種類、温度、圧力に対応した最適な材料の選定に関すること
- ④ 冷凍空気調和機器の機能を阻害しないように、冷凍機油戻り、配管の膨張・収縮及び振動を考慮して冷媒配管施工図を作成すること

(2) 冷媒配管工事に関する技能

冷媒配管工事においては、配管の加工（曲げ加工、フレア加工、拡管加工、切断等）及び接続（フレア接続、ろう付接続等）の作業が必要ですが、これらの作業は、冷凍空気調和機器施工作業において最も基本的かつ重要な技能です。

これらの作業を確実にを行うことによって、機器の設置工事中や設置後において、配管からの冷媒の漏洩防止やシステム本来の能力を発揮することができるため、配管の加工・接続に関する訓練は日頃から機会を見つけて十分にいき、確実かつ迅速な作業ができるようにしておくことが必要です。

また、冷凍空気調和機器施工作業における配管工事は、他の建築設備配管以上に、配管内の「乾燥」、「清浄」、「気密」の3点には細心の注意を払うことが必要であり、このことを考慮しつつ作業を行うことを忘れてはなりません。

(3) 機器の整備（分解・組立て・調整）に関する技能

冷凍空気調和機器の機能・性能を長期間にわたって発揮させるためには、定期的な保守点検により維持管理していく必要があります。適切な維持管理のためには、対象機器の整備（分解・組立て・調整）に関する様々な要求事項を的確に処理できる知識と技能が求められます。

このため、機器の整備に従事する作業者は、日頃から現場での整備の機会を捉え、また訓練の場を作って、整備に関する技能の向上に努めていく必要があります。

(4) 機器の試験に関する技能

冷凍空気調和機器を設置または整備する際には、法令上の要求や機器の取扱上の要求から、それらの要求に合った試験を行う必要があります。気密試験、真空試験、機能試験、性能試験などがあります。

試験を行うにあたっては、各試験の要領や評価基準等を理解した上で、該当する試験用器材の取扱いに精通していることが必要です。必要に応じて機能試験や性能試験を行う必要があるため、各種の試験装置等を使用して適切に機器の試験ができる技能が求められます。

(5) 機器の故障対応（原因の特定、修理等）に関する技能

冷凍空気調和機器に故障が発生した場合、故障による影響を少なくするために、速やかに原因を特定して修理しなければなりません。故障原因の特定及び修理には、対象機器の取扱要領を確認・理解し、故障探求及び修理の手順に沿って様々な器材を活用して作業を行う必要があります。このため、故障対応に従事する作業者には、機器の取扱説明書等を読み解く知識・能力はもちろんのこと、指定された器材及び資材を適切に使用できる技能が必要となります。

また、故障対応は、実際の作業現場での経験や教訓を活用することで、的確かつスムーズに処理できるものであるため、可能な限り多くの経験を積むことが重要です。

3 実技課題の概要

(1) 課題

課題条件に示す仕様及び施工図により冷凍空調設備の配管作業を行う。

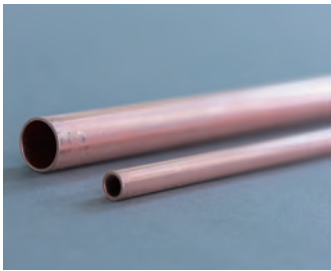
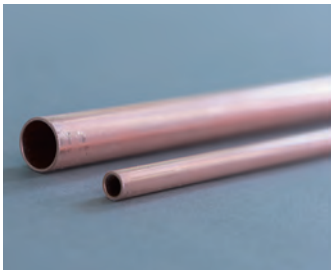





(2) 課題条件

[1] 作業時間：1時間30分

[2] 仕様

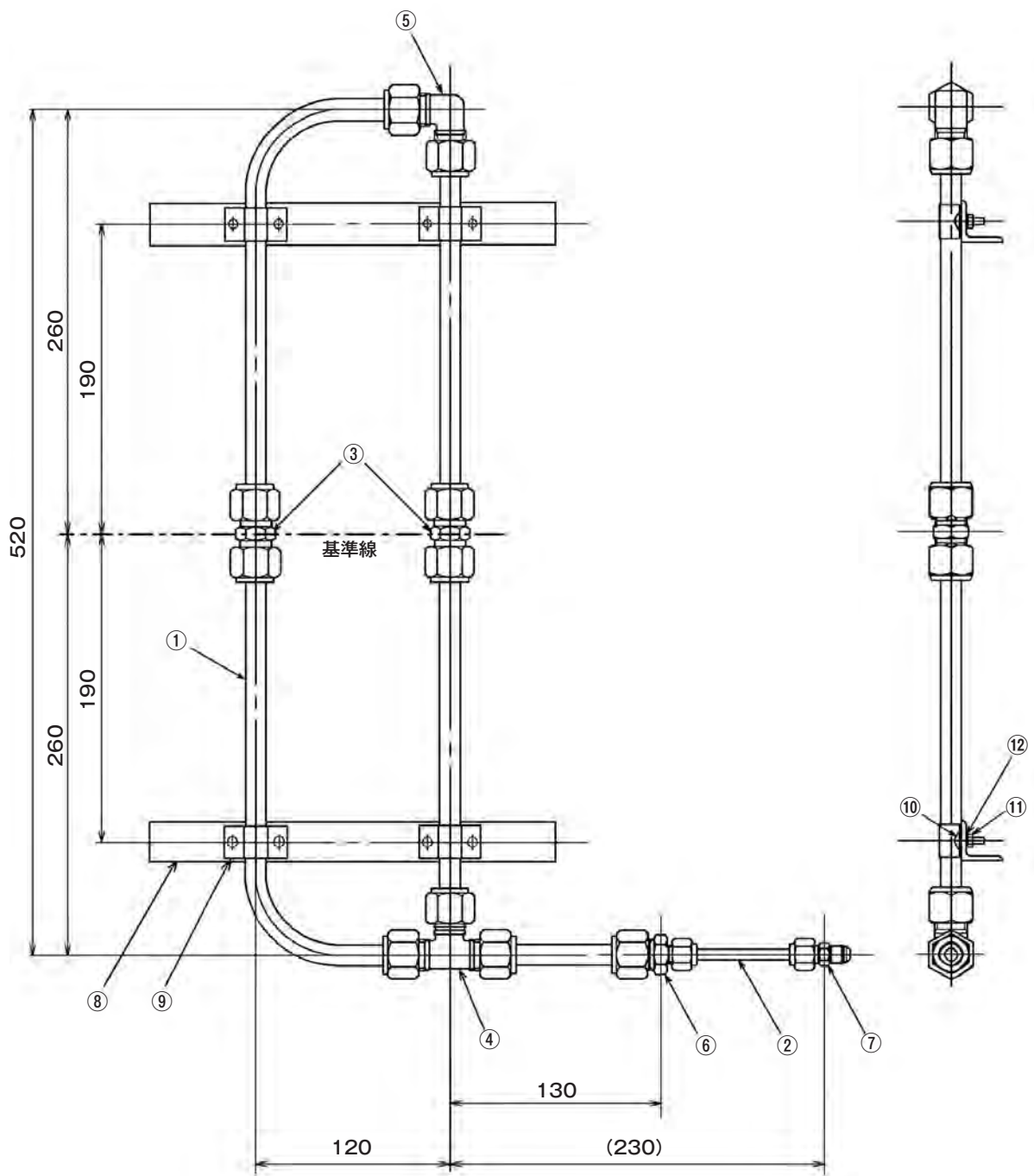
- ① 材料は、次の「[3] 使用材料」の項のものを使用する。
- ② 寸法公差は、 ± 3 mm とする。
- ③ 作業は、合板に基準線、固定金具の取付け位置及び管の中心線を示す平面図を現寸で描いてから行うこと。ただし、継手及び曲げ加工の部分の作図は、省略してよい。
- ④ フレア継手を取り付ける部分の管端には、フレア加工を行う。
- ⑤ フレア加工の箇所の締付けには、テーパ面に冷凍機油を塗布しても差し支えない。
- ⑥ 管の曲げ加工は、パイプベンダを使用して行う。
- ⑦ 固定金具は、加工しないで使用するものとし、製品をねじれないように取り付ける。

[3] 使用材料

品名	施工図内の番号	参考写真	数量	寸法又は規格
銅管 (りん脱酸銅 継目無管)	①		1	JIS H 3300 C1201T-O 又は C1220T-O 外径 12.7mm 肉厚 0.8mm 長さ 1500mm
銅管 (りん脱酸銅 継目無管)	②		1	JIS H 3300 C1201T-O 又は C1220T-O 外径 6.35mm 肉厚 0.8mm 長さ 150mm
フレア継手 (ナット付き) (冷媒 R410A 用)	③		2	12.7mm 真ちゅう製 ユニオン
	④		1	12.7mm 真ちゅう製 チーズ
	⑤		1	12.7mm 真ちゅう製 エルボ 
	⑥		1	12.7 × 6.35mm 真ちゅう製 異径ユニオン

品名	施工図内の番号	参考写真	数量	寸法又は規格
フレア継手 (ナット付き) (窒素ガス ポンベ接続用)	⑦		1	6.35mm 真ちゅう製 ユニオン (ナット 1 個付き)
固定金具	⑧		2	等辺山形鋼 アンゲル L25 × 25 × 3mm 長さ 250mm ※ 穴あけ加工済みのもの
サドルバンド	⑨		4	
丸小ねじ (プラス)	⑩		8	JIS B 1101 M4 長さ 14mm 程度のもの
ナット	⑪		8	JIS B 1181 M4
平座金	⑫		8	JIS B 1256 M4 小型丸

[4] 施工図



注1 施工図の寸法は、フレア継手のユニオン（③の2個）の中心を結ぶ線を基準として記載してある。

注2 () の寸法は参考寸法である。

禁転載複製

4 実技課題に含まれる技能の内容

(1) 現寸図の作成技能

実技課題では、「3 実技課題の概要」の仕様により現寸図を描いてから作業を行うことが求められています。現寸図の作成にあたっては、合板の上に定規を使用して、正確に基準線や管の中心線を描くことがポイントとなります。

なお、継手及び曲げ加工の部分は省略することができます。

(2) 管の加工技能

[1] 管の切断

実技課題では、銅管をパイプカッタで切断する作業を数回行う必要がありますが、この切断作業では、主に次のことに注意して、迅速に作業を行うことが求められています。

- ① 施工図から銅管の切断長さを読み取って正確にマーキングできること
- ② 正しく直角に切断すること
- ③ パイプカッタの送りを適切に行い銅管の変形（つぶれ）がないように切断すること
- ④ 切断後に管端内側のバリを銅管用のハンドリーマを使用して綺麗に取り除くこと

[2] 曲げ加工

実技課題では、手動式のパイプベンダを使用して銅管を90°曲げる加工が2か所要求されています。パイプベンダを使用して、適切な曲げ加工ができるように何度も練習することが大切です。

[3] フレア加工

フレアツールを使用して銅管の管端部をフレア加工することが求められています。フレア加工は、冷凍空気調和機器施工の作業現場で頻繁に行われる加工作業であり、この作業が正確にできないと空調機や冷凍機のガス漏れの原因となるため、より正確なフレア加工ができるように練習を積み重ねておくことが大切です。

[4] 継手接続

実技課題では、合計5種類6個のフレア継手を使用して銅管を接続する必要があります。

フレア継手を接続する際に最も重要なことはナットの締付力（トルク）です。締付け力の過小や過大は冷媒漏洩や銅管の割れの原因となるので、規定の締付力を身に付けられるようにトルクレンチなどを使用して練習を積み重ねておくことが大切です。

(3) 作業段取りの立案能力

前述の管の加工技能を駆使して実技課題の施工図に示された各配管を作成し、それらを組み立てて行く必要がありますが、どこの部品から加工し、どのように組み立てるかを即座に立案することが求められます。

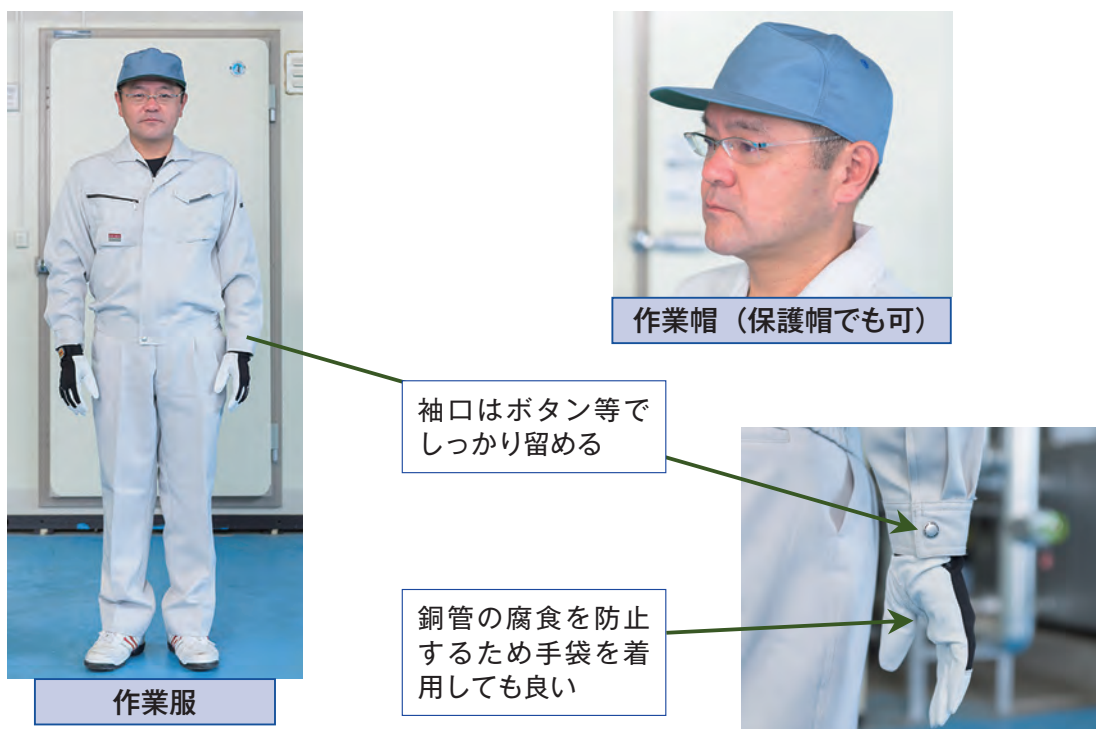
実際の作業現場では、施工図を見て作業効率や作業安全等を考慮した作業の段取りを即座に立案することが求められますので、教えられたとおりの手順で作業をするばかりでなく、自分自身で作業の段取りを立案する練習をしておくことが大切です。

5 課題の実施方法(作業手順)

(1) 作業準備

[1] 作業服装

作業開始前に作業安全を確保するため、次の写真のような作業服等を準備する。



[2] 使用工具等

工具等を次の表のとおり準備する。

品名	参考写真	数量	寸法又は規格
パイプベンダ		1	外径 12.7mm (1 / 2 インチ) の加工ができるもの ※電動式及び油圧式は不可
フレアツール		1	冷媒 R410A 用 ※電動式は不可

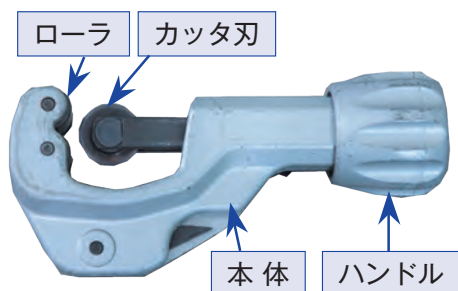
品名	参考写真	数量	寸法又は規格
パイプカッタ		1	
リーマ		1	面取り用 スクレーパも可
モンキレンチ		各1	150mm、200mm、250mm、300mm スパナ、トルクレンチでも可 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px 0;">トルクレンチ</div> 
ドライバ (プラス)		1	
組やすり		1組	
鋼製巻尺		1	
さしがね		1	
冷凍機油		若干	
ウエス		若干	
筆記用具		一式	鉛筆、消しゴム、サインペン等
合板		1	910mm × 910mm × 3mm 程度

(2) 銅管の基本的な加工等作業

実技課題の作業を行うにあたっては、次の5つの加工等作業を組み合わせる必要がありますので、配管の作業手順を解説する前に、これらの作業要領の概要を説明することとします。

- ① 切断
- ② 曲げ加工
- ③ フレア加工
- ④ 継手接続
- ⑤ 現寸図の作成

[1] 切断



① パイプカッタを準備する。

② 図面から銅管の切断長さを読み取って切断箇所にマーキングする。

③ ハンドルを回し、②で印を付けた箇所にカッタ刃がくるようにして、ローラとカッタ刃で銅管を軽く挟む。

④ ハンドルを少し締め、本体を下から1周させ全周に切り込み線をつける。

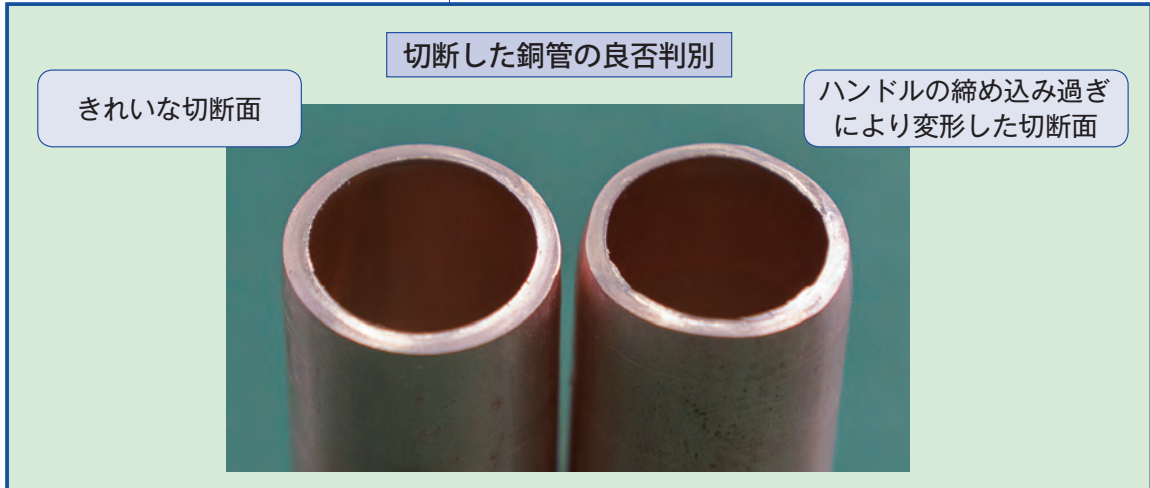
! POINT

切り込み線がラセン状になっていないことを確認する。

⑤ パイプカッタのハンドルを軽く締め込みながら切断する。

注意

パイプカッタ本体は、パイプの下から回す。銅管は軟らかく、ハンドルを締め込み過ぎると変形したり、カッタ刃が破損するので注意する。



⑥ 管端内側のバリを、リーマを使用してきれいに取り除く。

! POINT

管内にバリの切粉が入らないように、切断面を下に向けて作業する。



◇◇ スクレーパによるバリ取り方法 ◇◇



リーマと同様に管内にバリの切粉が入らないように切断面を下に向けて作業する。



スクレーパの刃部で銅管内部をすくうようにスクレーパを回しながらバリを取る

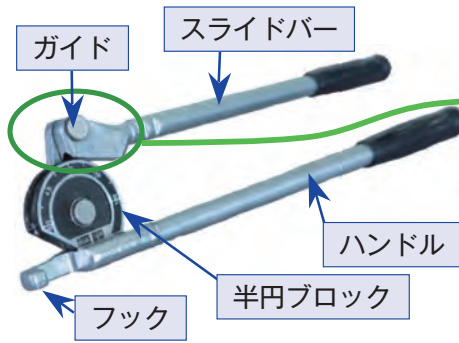
注意

きれいにバリ取りをして切断面を整えないとフレア面に傷が付き、フレア接続をしたときに冷媒漏れの原因となるので、しっかり練習する必要がある。



⑦ 目標の寸法に合致しているかを確認する。

[2] 曲げ加工



※ 名称はメーカー等で異なります

① パイプベンダを準備する。

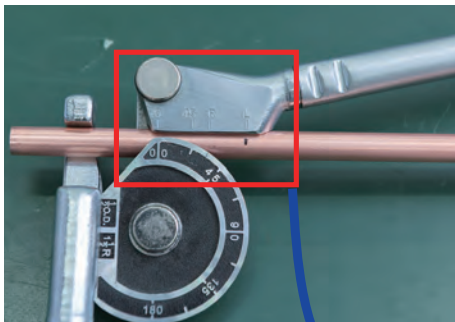


R：管の右端からの寸法で曲げる場合に使用
L：管の左端からの寸法で曲げる場合に使用

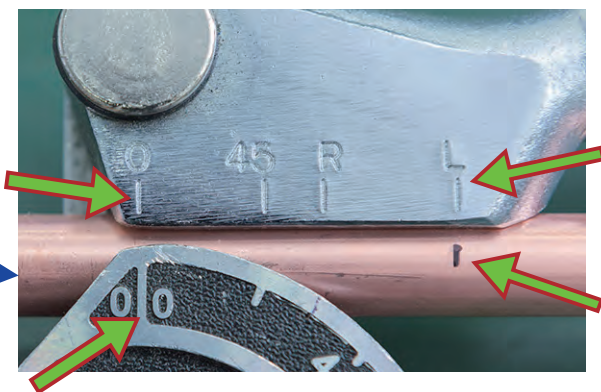
銅管の左端から100mmの位置で90°に曲げる場合の手順



② 左端から 100mm の位置に印を付ける。

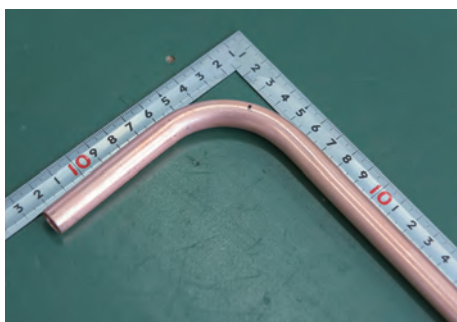
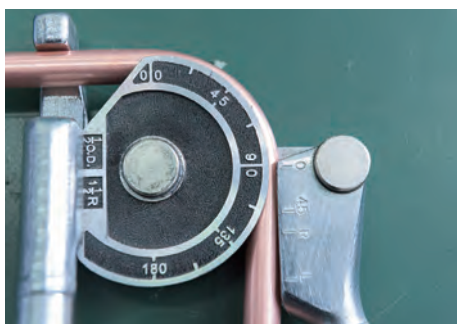


③ ガイドの「0」と半円ブロックの角度目盛の「0」の位置が合った状態で、銅管に付けた印とガイドのLマークを合わせてフックをかける。





- ④ スライドバーを一定のスピードでゆっくり動かし、ガイドの「0」位置が半円ブロックの角度目盛90°の所に合うまで銅管を曲げる。



- ⑤ パイプベンダから銅管を外し、さしがね等で90°に曲がっているかを確認する。



銅管の曲げ加工の不良例



内側が波状に変形



外側が平らに変形

[3] フレア加工

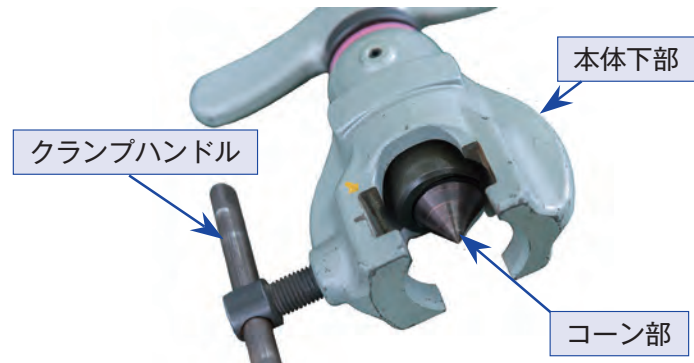


※ 名称はメーカー等で異なります



1) 加工前準備

- ① フレアツールを準備し、コーン部（フレアポンチ部）に傷がないことを確認する。ゴミが付着している場合はコーン部の清掃を行う。



- ② フィートハンドルを左に回して、止まるまで完全に緩める。

- ③ クランプハンドルを緩めて、本体をストップボルトに当たるまで移動させる。

- ④ ゲージバーを左右に開いて銅管をセットする準備をする。



2) 銅管のセット

- ① 該当する銅管サイズの穴に銅管をセットし、手でゲージバーを軽く締める。
- ② 銅管の先端がゲージバーの上面と同一になるように銅管の位置を微調整する。



正常なセット

不良なセット

突き出し不足

突き出し過多

参 考

フレア管端部の形状・寸法 (JIS B 8607)

呼び	管外径	フレア外径 (0, - 0.4)	
		第1種	第2種
1/4	6.35	9.0	9.1
3/8	9.52	13.0	13.2
1/2	12.70	16.2	16.6
5/8	15.88	19.4	19.7
3/4	19.05	23.3	24.0

- 備考1. フレアする銅管はO材、又はOL材を用いなければならない。
2. フレア管端部の振れは、- 0.4mm以下でなければならない。
3. 第1種のフレア管端部は第1種のフレアユニオンに、また、第2種のフレア管端部は第2種のフレアユニオンに接続する場合に用いる。
4. 第1種：最高使用圧力3.45MPa以下
5. 第2種：最高使用圧力4.15MPa以下



- ③ 本体をセットした銅管の中心に来るように移動させる。



- ④ 本体にある矢印をゲージバーのラインマークに合わせて、クランプハンドルを回してしっかり固定する。



3) フレアの加工

フィートハンドルを右に回し、クラッチ音が3回程度聞こえるまで、しっかり締め付ける。

※ クラッチが切れるとフィートハンドルが軽くなるが、銅管のフレア面を均一にするため、その後、2回程度回す必要がある。

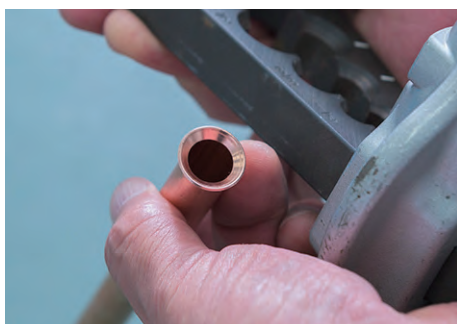


4) 加工後作業

- ① フィートハンドルを左に止まるまで回して完全に緩め、その後、クランプハンドルも緩める。



- ② 本体をストップボルトに当たるまで移動させる。



③ ゲージバーを左右に開いて銅管を取り外す。

④ フレア面を確認する。

! POINT

フレア面のチェック

- ① フレア部の大きさが適切であること。
- ② フレア内面が、均等な幅で光沢があること。
- ③ フレア部の肉厚が均等であること。

正常なフレア加工例



フレアの不良加工例



突き出し不良



突き出し過多

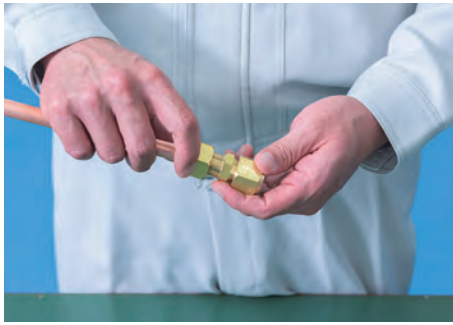


バリ取り不良



フレア破損

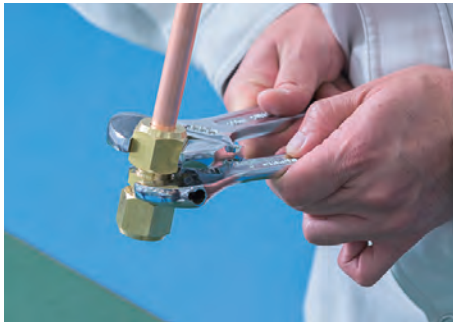
[4] 継手接続



① フレアナットの中心を合わせ、手締めでねじ込む。

! POINT

手でスムーズに締まらない場合は、ねじ山が合っていないので、外して再度締め直す。



② フレア継手を2つのモンキレンチを使用して締め付ける（ダブルスパナ法）。

! POINT

モンキレンチの下アゴ（可動側）が向き合う状態にする。



! POINT

適正な締付力で締める。
 締付力が過小：漏洩の原因となる。
 締付力が過大：経年による割れの原因となる。
 (適正な締付力)

管外径 (mm)	締付力 N・m (kgf・m)
φ6.35	14~18 (1.43~1.84)
φ12.7	49~61 (5.00~6.22)

※ JIS B 8607 推奨値

トルクレンチを使用すれば適正な締付力を確認できる。



[5] 現寸図の作成



① 合板の上に、定規を使用して、施工図に示されている基準線を引く。



② 基準線を基準にして、銅管の中心線を施工図のとおり現寸で描く。



③ ユニオンを一つずつ現寸図の上に置き、継手の端面の位置に印を付ける。

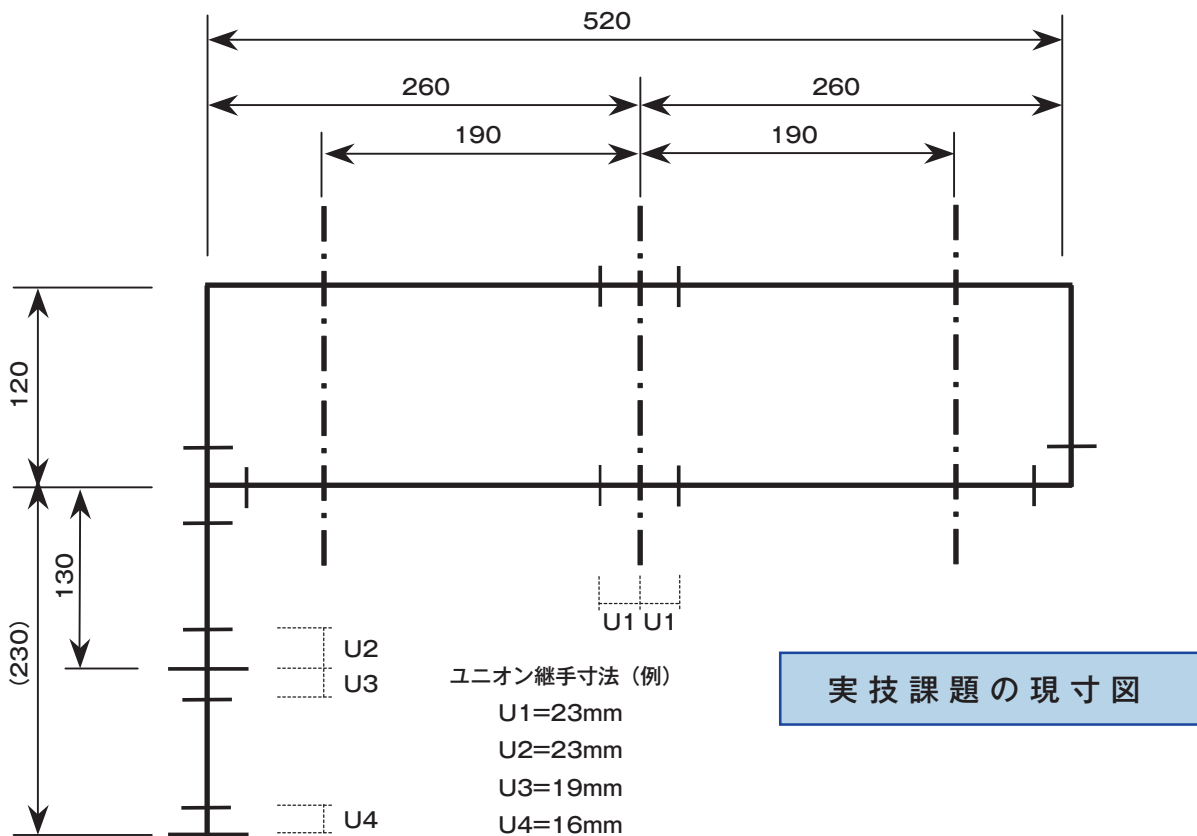
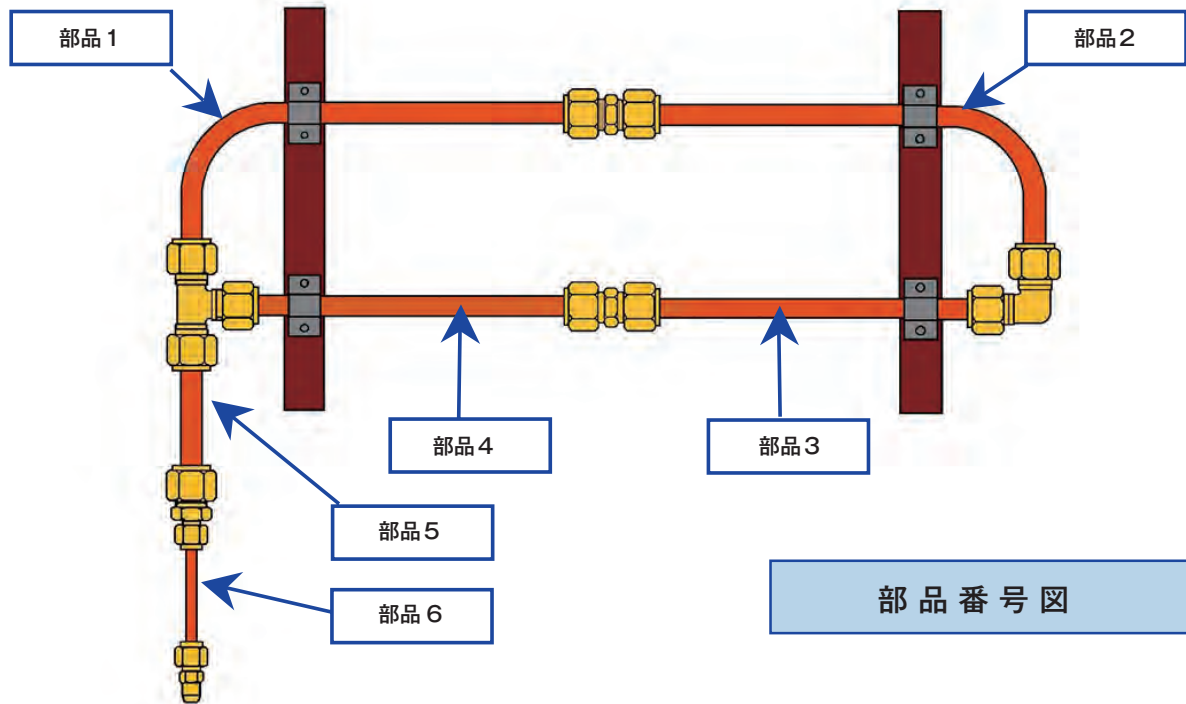


現寸図完成例



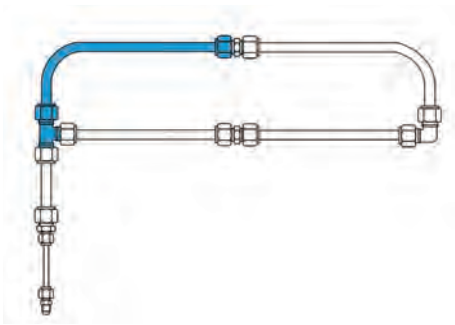
(3) 部品の加工手順

実技課題の配管作業では、前項で説明した基本的な加工等作業を活用して、最初に各部品の加工を行う必要があります。部品の加工順は、いくつかの順番が考えられますが、ここでは、下の部品番号図に示す部品の番号順に加工していくこととし、まず前述の「現寸図の作成」のとおり、下の現寸図のように継手の部分も入れた図を作成します。



()内の数字は参考寸法

[1] 部品1の加工



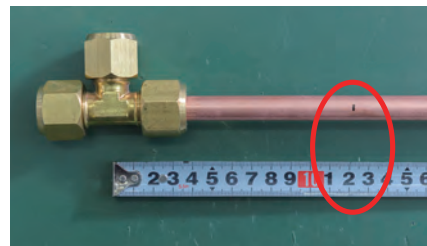
左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



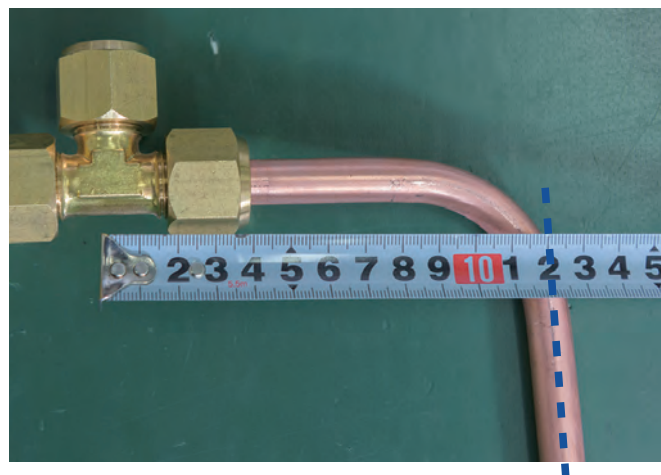
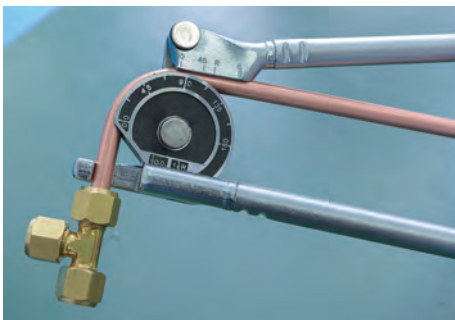
- ① 部品1用の銅管を用意し、片側の端面のバリ取り、フレアナットの挿入、バリ取りした端面のフレア加工を行った後に、挿入したフレアナットを手締めしてチーズに銅管を仮固定する。



- ② チーズの分岐部分中心から120mm（曲げ寸法）でマーキングする。



- ③ マーキングした線をパイプベンダのLマークに合わせて90°曲げ加工をする。

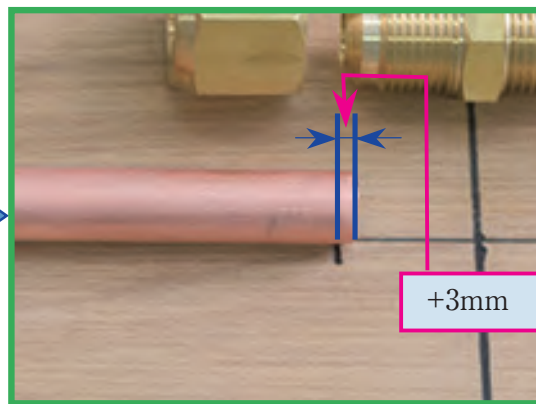
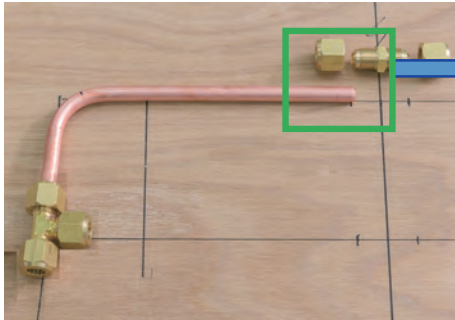




- ④ 加工中の部品 1 を現寸図の上に合わせて置き、ユニオン端部の線から +3mm（フレア加工分の寸法）の位置で銅管にマーキングする。



- ⑤ マーキングした線で切断する。



- ⑥ 切断した端面のバリ取りを行う。



- ⑦ 銅管にフレアナットを挿入する。

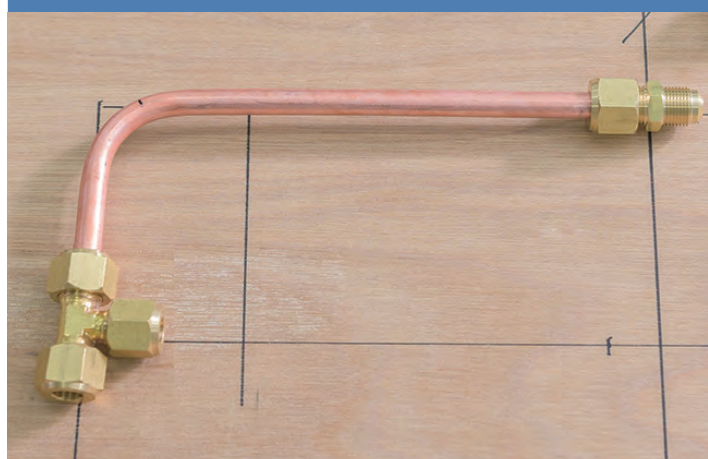


⑧ フレア加工を行う。

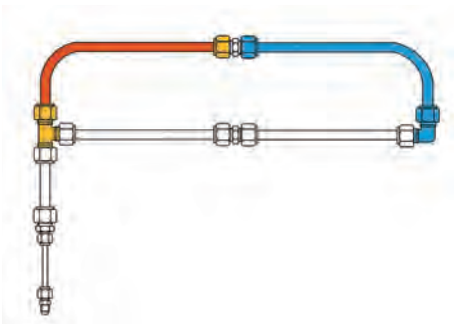


⑨ フレア加工した銅管にユニオンを取り付け、フレアナットで仮固定する。

部品 1 の完成例



[2] 部品2の加工



左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



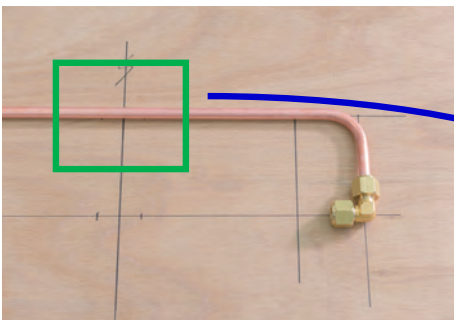
- ① 部品2用の銅管を用意し、片側の端面のバリ取り、フレアナットの挿入、バリ取りした端面のフレア加工を行った後に、挿入したフレアナットを手締めしてエルボに銅管を仮固定する。



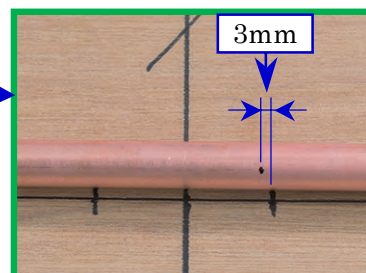
- ② エルボ中心から 120mm（曲げ寸法）でマーキングする。



- ③ マーキングした線をパイプベンダのLマークに合わせて90°曲げ加工をする。



- ④ 加工中の部品2を現寸図の上に合わせて置き、ユニオン端部の線から +3mm（フレア加工分の寸法）の位置で銅管にマーキングする。





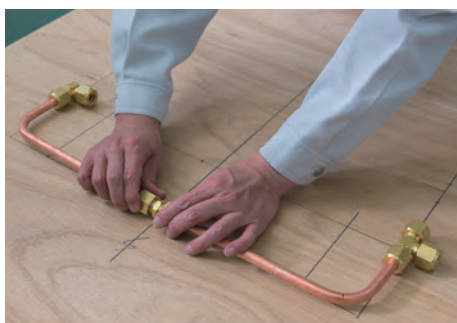
⑤ マーキングした線で切断する。



⑥ 切断した端面のバリ取りを行う。

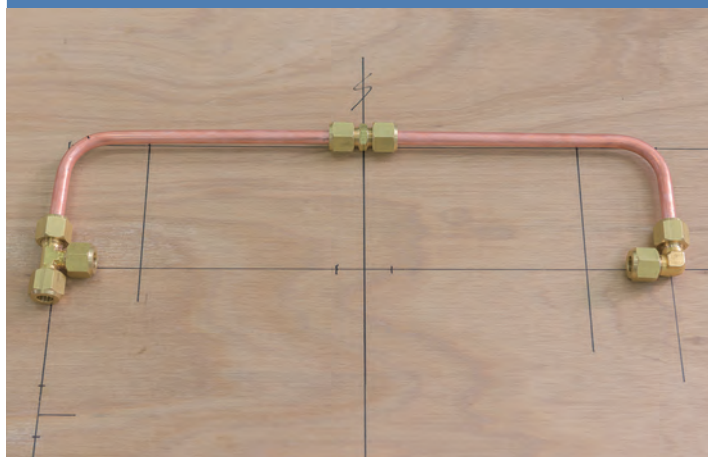


⑦ 銅管にフレアナットを挿入した後にフレア加工を行う。

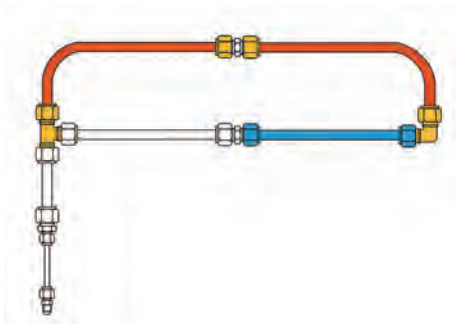


⑧ 部品2と部品1をユニオンで仮固定し、現寸図の上に置いて寸法を確認する。

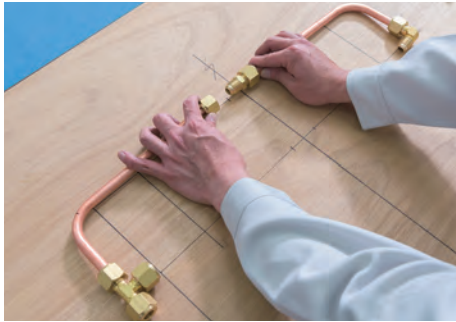
部品 2 までの完成例



[3] 部品3の加工



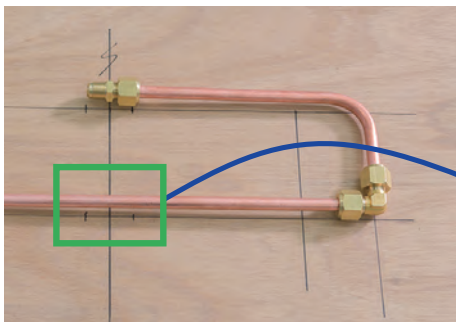
左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



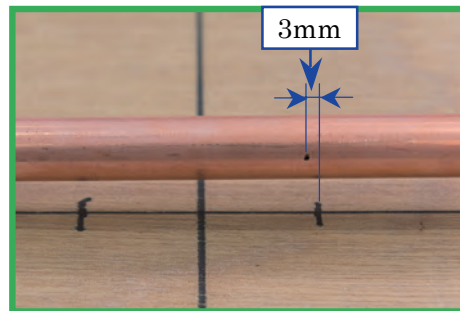
- ① 部品3の加工を容易にするため、仮固定した部品1と部品2を接続するユニオンの部品1側のナットを外す。



- ② 部品3用の銅管を用意し、片側の端面のバリ取り、フレアナットの挿入、バリ取りした端面のフレア加工を行った後に、挿入したフレアナットを手締めしてエルボに銅管を仮固定する。



- ③ 加工中の部品3を現寸図の上に合わせて置き、ユニオン端部の線から+3mm（フレア加工分の寸法）の位置で銅管にマーキングする。



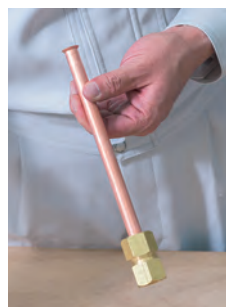
- ④ マーキングした線で切断する。



⑤ 切断した端面のバリ取りを行う。



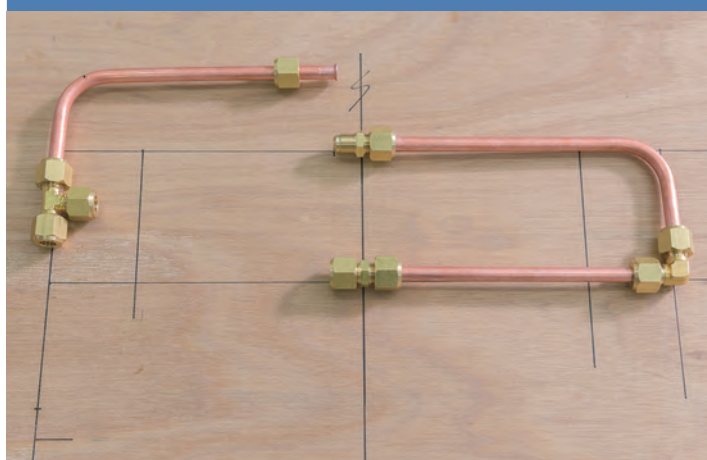
⑥ 銅管にフレアナットを挿入し、フレア加工を行う。



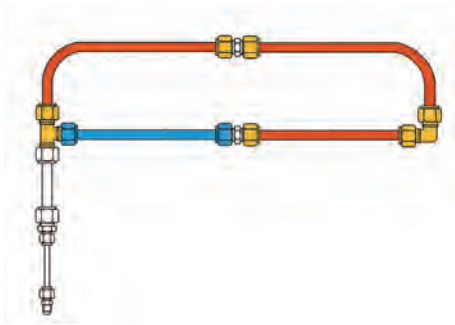
⑦ フレア加工した箇所にユニオンを取り付け、挿入していたフレアナットで仮固定する。

⑧ 部品2と部品3をエルボで仮固定し、現寸図の上に置いて寸法を確認する。

部品3までの完成例



[4] 部品4の加工



左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



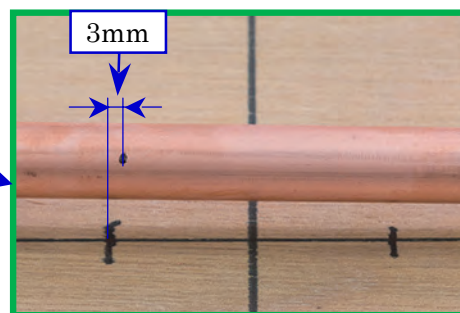
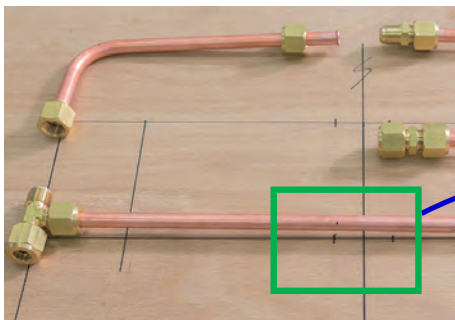
① 部品4の加工を容易にするため、部品1に仮固定したチーズを外す。



② 部品4用の銅管を用意し、片側の端面のバリ取り、フレアナットの挿入、バリ取りした端面のフレア加工を行った後に、挿入したフレアナットを手締めしてチーズに銅管を仮固定する。

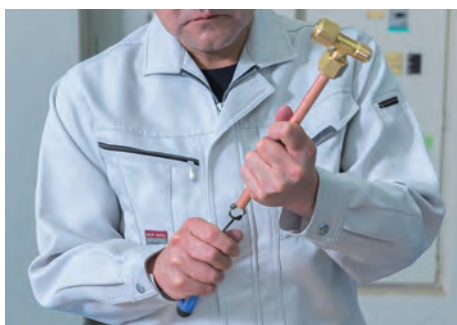


③ 加工中の部品4を現寸図の上に合わせて置き、ユニオン端部の線から+3mm（銅管のフレア加工分の寸法）の位置で銅管にマーキングする。





④ マーキングした線で切断する。



⑤ 切断した端面のバリ取りを行う。

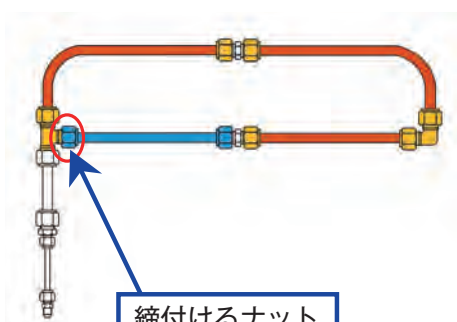


⑥ 銅管にフレアナットを挿入し、フレア加工を行う。



⑦ 左の図の赤丸で囲ったチーズのフレアナットを規定トルクで締め付ける。

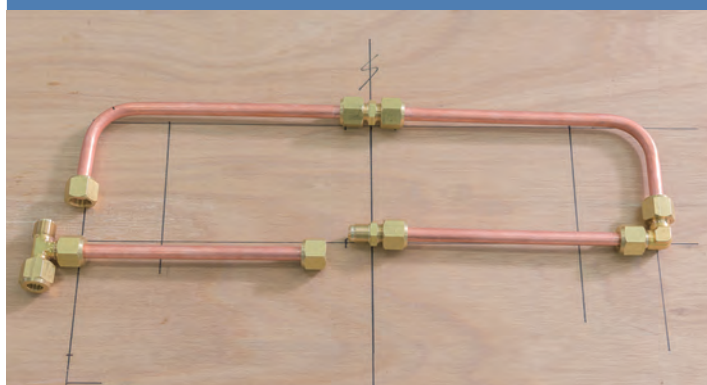
銅管外径 12.7mm の規定トルク
49 ~ 61N·m (5.00 ~ 6.22 kgf·m)



締め付けるナット

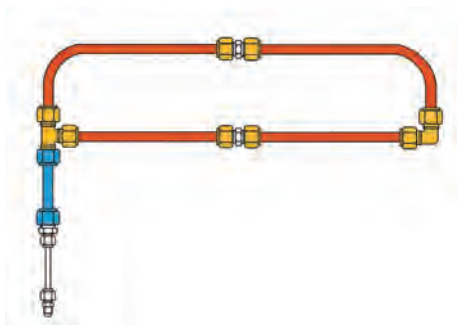


部品 4 までの完成例



※ 部品 4 の完成後に部品 1 を部品 2 に仮固定しているユニオンにフレアナットで仮固定する。

[5] 部品5の加工



左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



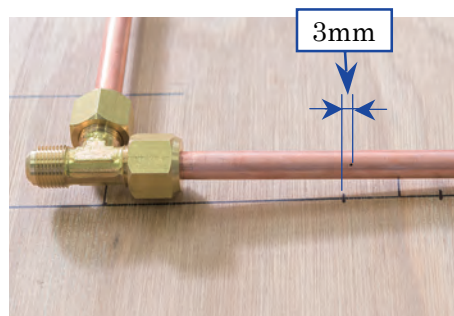
- ① 部品5用の銅管を用意し、片側の端面のバリ取り及びフレア加工を行う。



- ② ①で加工した銅管にフレアナットを挿入して当該ナットを手締めでチーズに仮固定する。



- ③ 加工中の部品5を現寸図の上に合わせて置き、異径ユニオン端部の線から +3mm（銅管のフレア加工分の寸法）の位置で銅管にマーキングする。



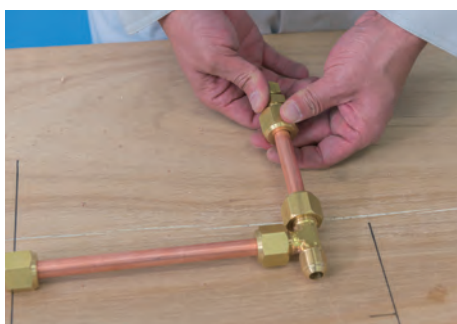
- ④ マーキングした線で切断する。



⑤ 切断した端面のバリ取りを行う。

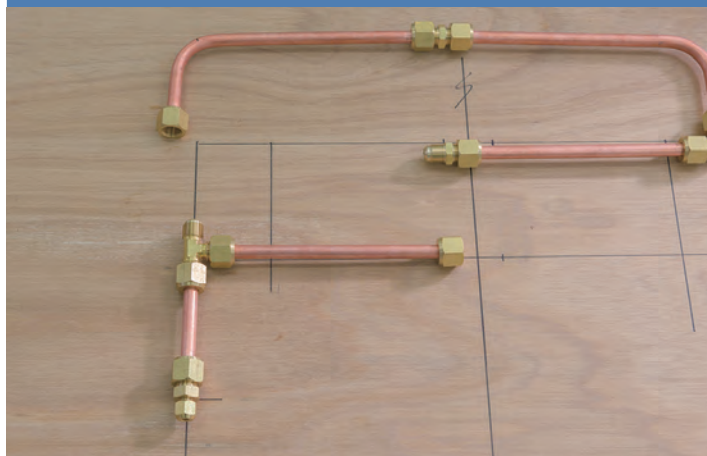


⑥ 銅管にフレアナットを挿入し、フレア加工を行う。

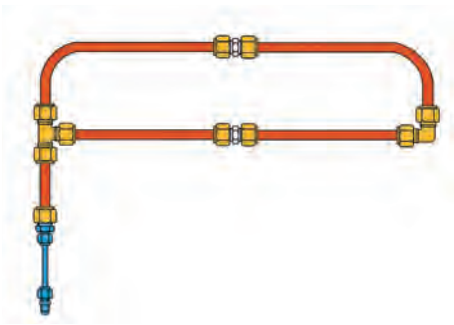


⑦ フレア加工した箇所にも異径ユニオンを取り付け、挿入していたフレアナットで仮固定する。

部品 5 までの完成例



[6] 部品6の加工



左図の青い部分の加工等を以下の手順で行う。



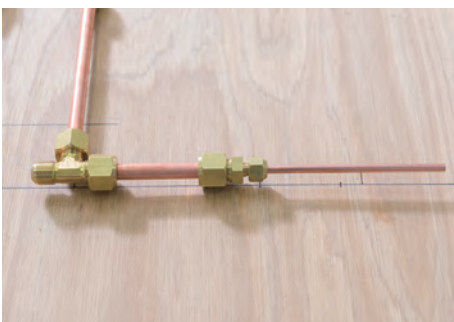
① 部品6用の銅管（外径 6.35mm）を用意し、片側の端面のバリ取りを行う。



② バリ取りした銅管をフレアツールにセットしてフレア加工を行う。

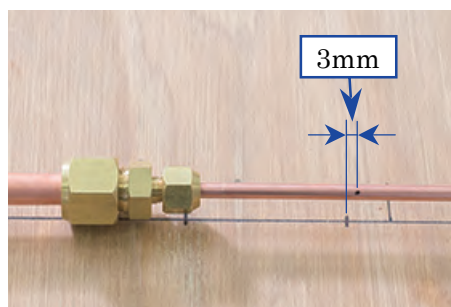


③ 加工中の部品6に異径ユニオンのフレアナットを挿入して当該ナットを手締めで仮固定する。





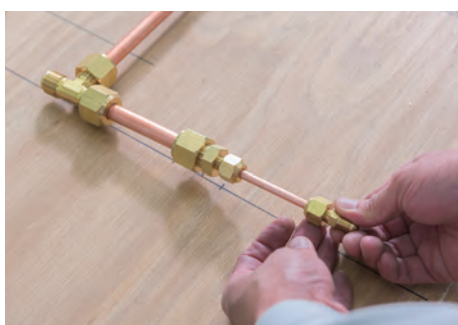
- ④ 加工中の部品 6 を現寸図の上に合わせて置き、窒素ガスボンベ接続用のユニオン端部の線から +3mm (フレア加工分の寸法) の位置で銅管にマーキングする。



- ⑤ マーキングした線で切断する。

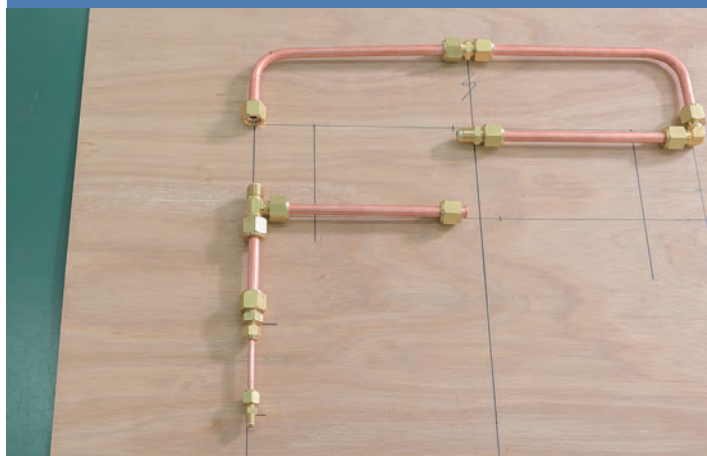


- ⑥ 銅管にフレアナットを挿入し、フレア加工を行う。



- ⑦ フレア加工した箇所にて 6.35mm (窒素ガスボンベ接続用) のユニオンを取り付け、挿入していたフレアナットで仮固定する。

部品 6 までの完成例



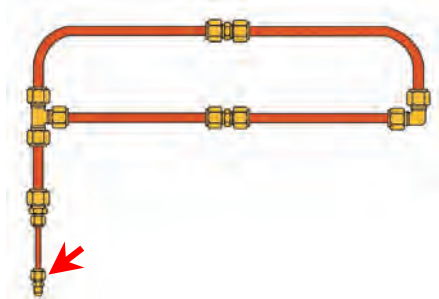
(4) 組立て手順

前項で加工した各部品を次の手順で組み立てて配管を完成させます。

[1] 配管部分の組立て



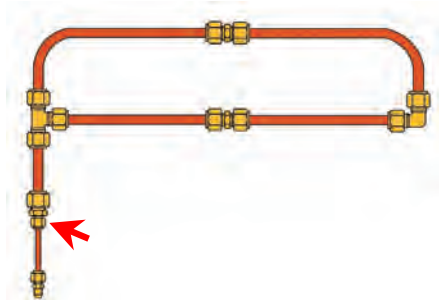
- ① 部品6の6.35mm（窒素ガスボンベ接続用）ユニオンのフレアナットを規定トルクで締め付ける。



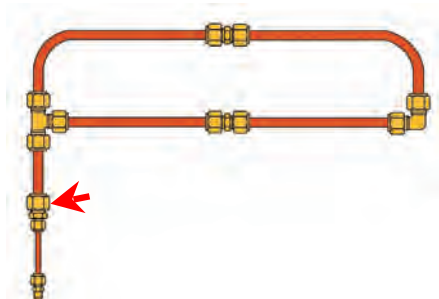
銅管外径 6.35mm の規定トルク
14 ~ 18 N·m (1.43 ~ 1.84 kgf·m)



- ② 部品6の異径ユニオンのフレアナット（外径6.35mmの銅管側）を規定トルクで締め付ける。



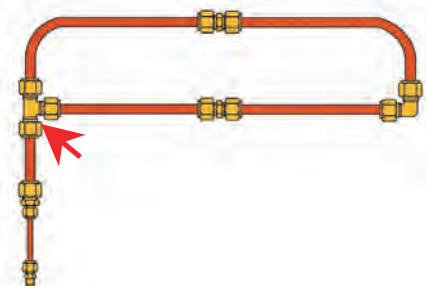
- ③ 部品5の異径ユニオンのフレアナット（外径12.7mmの銅管側）を規定トルクで締め付ける。



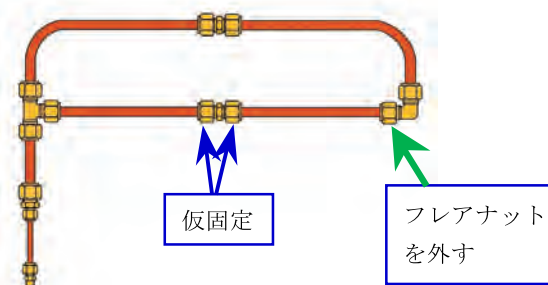
銅管外径 12.7mm の規定トルク
49 ~ 61 N·m (5.00 ~ 6.22 kgf·m)



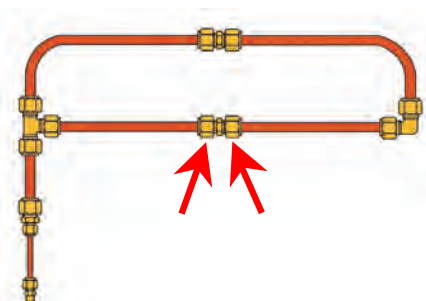
- ④ 部品5のチーズ側のフレアナットを規定トルクで締め付ける。



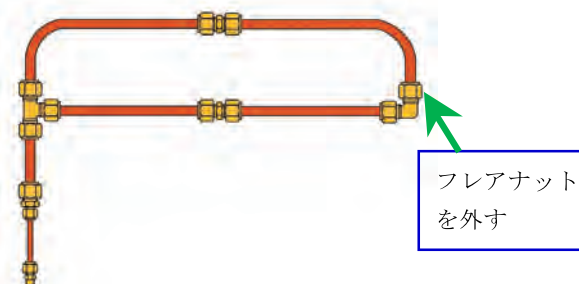
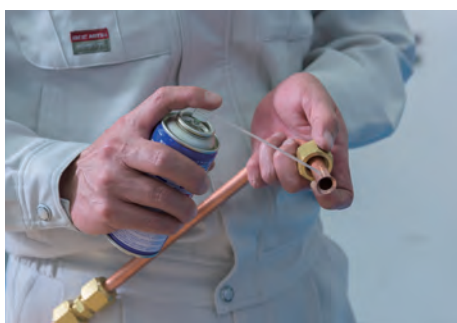
- ⑤ エルボに仮固定している部品3を外し、この部品3と部品4をユニオンで仮固定する。



- ⑥ 部品3と部品4を接続しているユニオンのフレアナット2箇所を規定トルクで締め付ける。

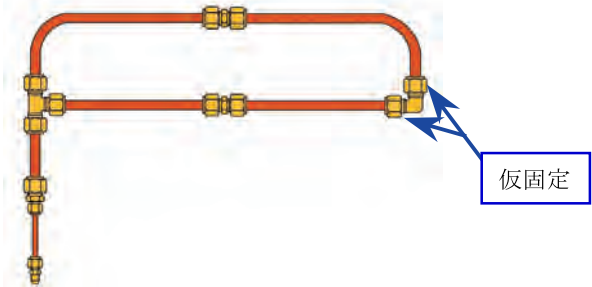


- ⑦ エルボにフレアナットで仮固定している部品2を外し、部品2のフレアの背面に冷凍機油を塗布してフレアナットの滑りを良くしておく。

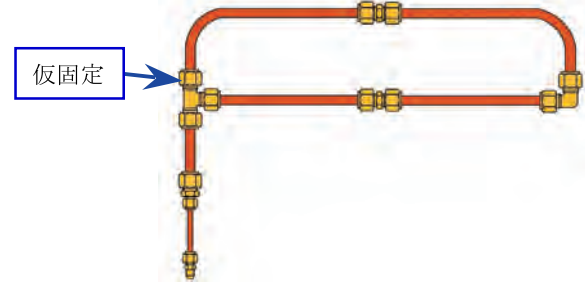




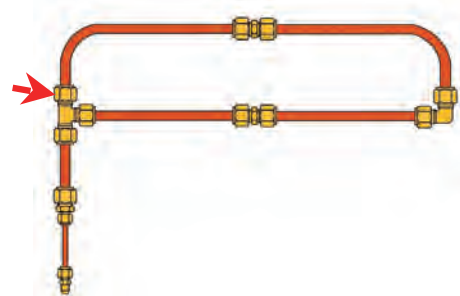
⑧ 部品 2 と部品 3 をエルボに仮固定する。



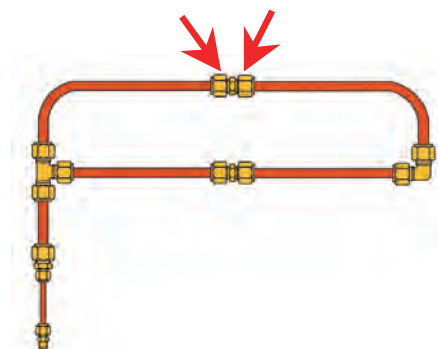
⑨ 部品 1 をチーズに仮固定する。

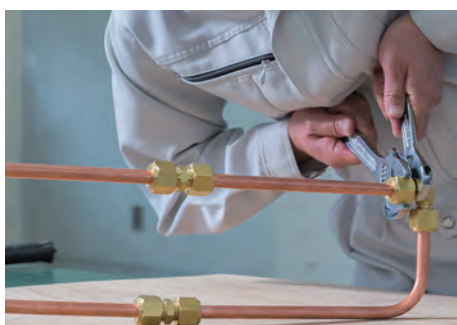


⑩ ⑨で仮固定したフレアナットを規定トルクで締め付ける。

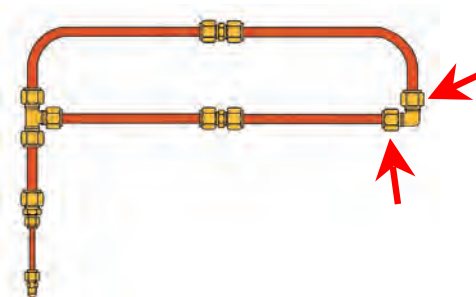


⑪ 部品 1 と部品 2 を接続しているユニオンのフレアナット 2 箇所を規定トルクで締め付ける。

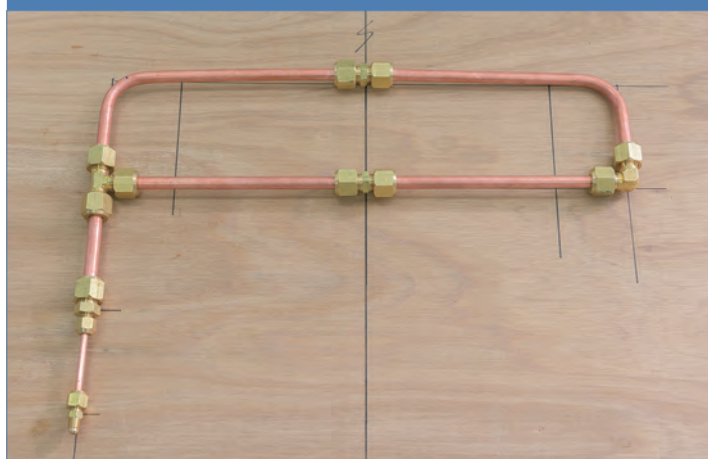




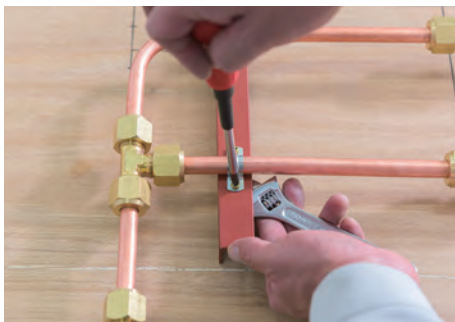
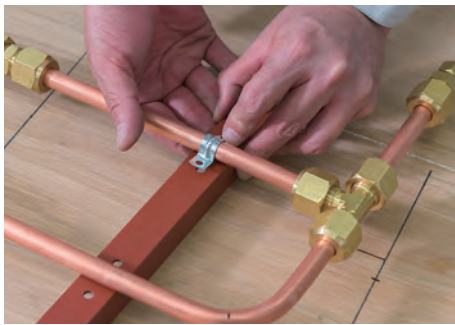
- ⑫ 部品2と部品3を接続しているエルボのフレアナット2箇所を規定トルクで締め付ける。



配管部分の組立て完成例



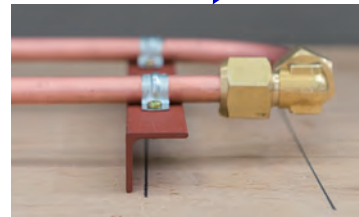
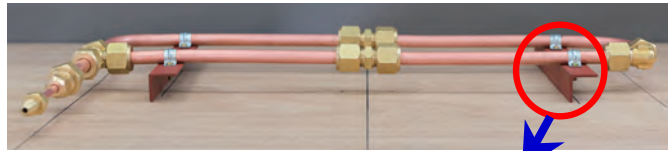
[2] 固定金具の取付け



- ① 配管部分に固定金具をサドルバンドを使って仮付けする。

! POINT

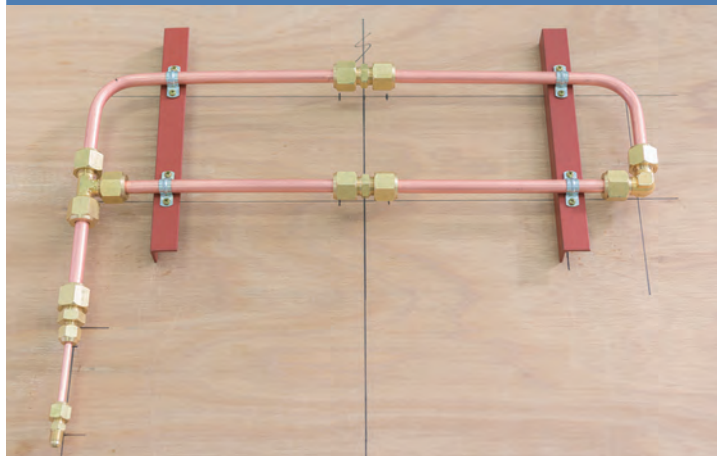
固定金具の取付け方向に注意すること。



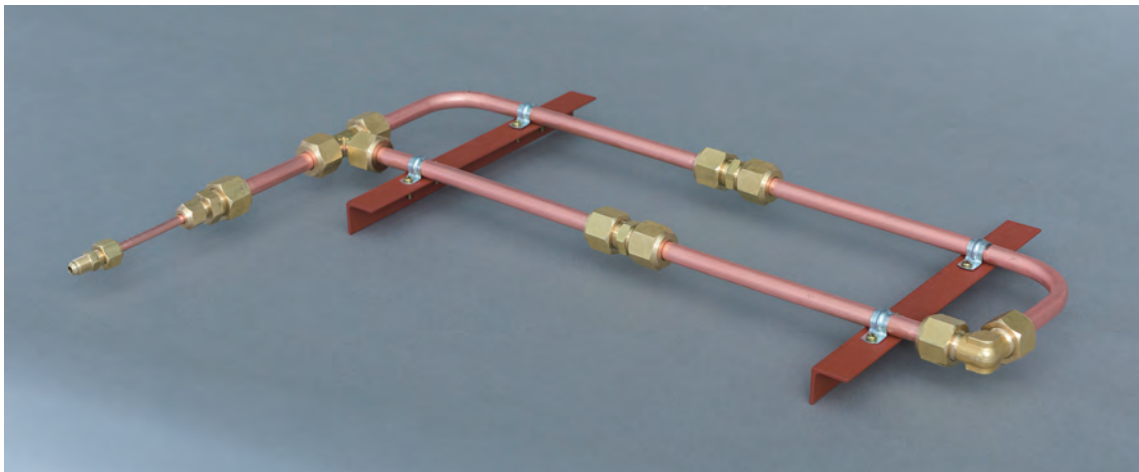
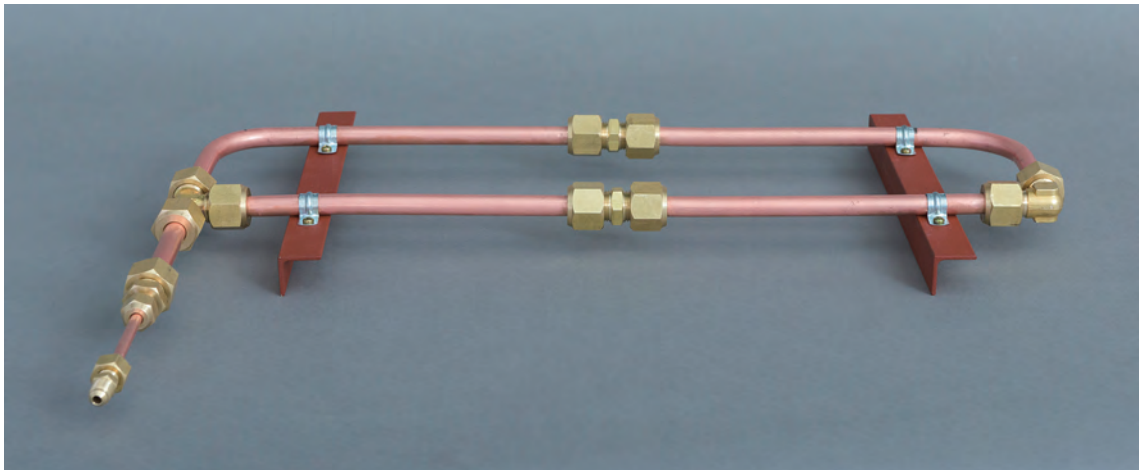
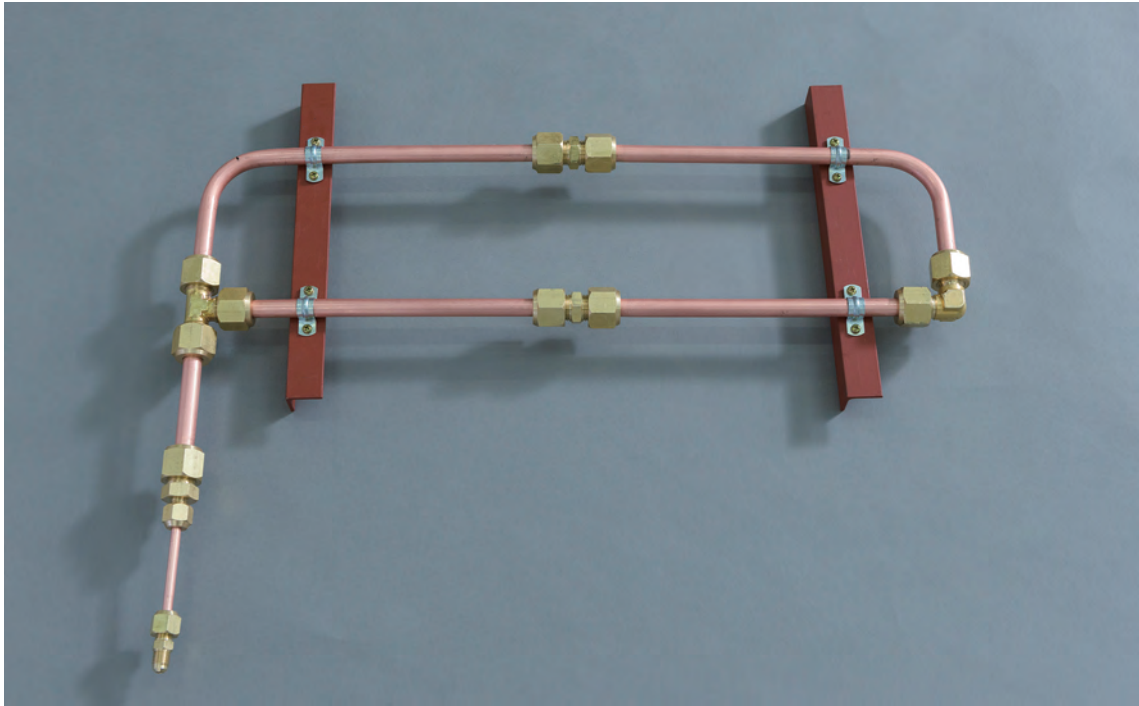
- ② 鋼製巻尺で固定金具の取付け位置を微修正する。

- ③ ドライバとモンキレンチで丸小ねじとナットを締め付ける。

固定金具の取付けが終了した完成例



完 成 品 (参 考)



3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル

平成30年3月発行

厚生労働省委託「若年技能者人材育成支援等事業」

中央職業能力開発協会

(中央技能振興センター)



厚生労働省

Ministry of Health, Labour and Welfare