

60 Series

技術資料

(1/8inch ~ 1 inch PFA BODY)
3mm ~ 25mm

目次

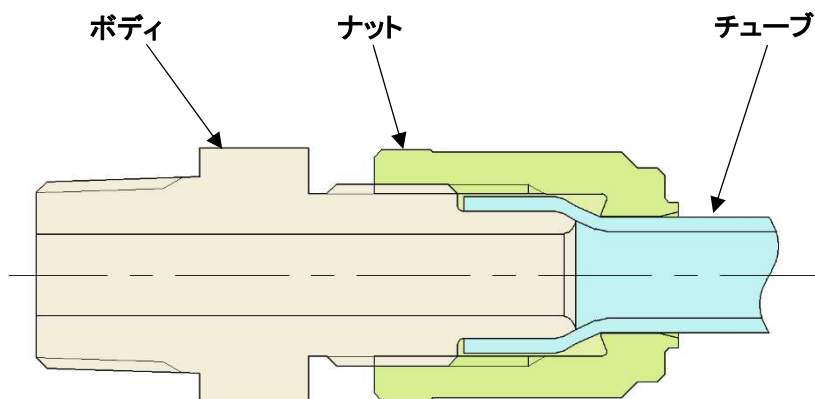
| | |
|-----------------------------|----|
| 1. はじめに..... | 2 |
| 2. 60S 継手の構造及び仕様..... | 2 |
| 2.1 構造 | 2 |
| 2.2 仕様 | 2 |
| 3. 試験結果..... | 4 |
| 3.1 試験チューブサイズ..... | 4 |
| 3.2 気密試験 | 4 |
| 3.3 引張試験 | 6 |
| 3.4 ヒートショック試験..... | 7 |
| 3.5 サイドロード試験 | 9 |
| 3.6 バースト試験 | 11 |
| 3.7 液置換特性..... | 13 |
| 3.8 ヒートサイクル試験（熱油循環試験） | 18 |
| 3.9 繰返し着脱試験..... | 19 |
| 3.10 参考写真 | 21 |

1. はじめに

本資料は、(株)フロウエル製“60シリーズ”フッ素樹脂継手(PFA BODY)の技術資料である。

2. 60S 継手の構造及び仕様

2.1 構造



2.2 仕様

- ① シール方式 : フレアタイプ
- ② 施工方法 : 専用治具によるフレア施工
 コールドフレア … レバー治具を使用してフレア施工する方法
 ホットフレア … チューブを加熱して、レバー治具又は簡易治具を使用してフレア施工する方法
- ③ 最高使用温度 : 100℃
- ④ 使用材質 : ボディ………PFA フッ素樹脂 または PTFE フッ素樹脂
 ナット………PFA フッ素樹脂
- ⑤ 適用チューブ : PFA、PTFE フッ素樹脂チューブ
- ⑥ チューブサイズ : 1/8"~1"、3mm~25mm
- ⑦ 常温時における最高使用圧力

| チューブサイズ (ミリサイズ) | 最高使用圧力 | | | |
|--------------------|----------|--------|-----------|--------|
| | PFA チューブ | | PTFE チューブ | |
| | (MPa) | (psig) | (MPa) | (psig) |
| φ3 X φ2 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ4 X φ3 | 1.2 | 174 | 1.1 | 159.5 |
| φ5 X φ3 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ6 X φ4 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ8 X φ6 | 1.2 | 174 | 1.1 | 159.5 |
| φ10 X φ8 | 1.1 | 159.5 | 0.8 | 116 |
| φ12 X φ10 | 0.9 | 130.5 | 0.7 | 101.5 |
| φ19 X φ16 | 0.9 | 130.5 | 0.6 | 87 |
| φ25 X φ22 | 0.7 | 101.5 | 0.5 | 72.5 |

| チューブサイズ (インチサイズ) | 最高使用圧力 | | | |
|---------------------|----------|--------|-----------|--------|
| | PFA チューブ | | PTFE チューブ | |
| | (MPa) | (psig) | (MPa) | (psig) |
| φ 3.17 X φ 1.59 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ 6.35 X φ 3.95 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ 6.35 X φ 4.35 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ 9.53 X φ 6.35 | 1.2 | 174 | 1.2 | 174 |
| φ 9.53 X φ 7.53 | 1.2 | 174 | 0.9 | 130.5 |
| φ 12.7 X φ 9.53 | 1.2 | 174 | 1.1 | 159.5 |
| φ 19.05 X φ 15.9 | 0.9 | 130.5 | 0.7 | 101.5 |
| φ 25.4 X φ 22.2 | 0.7 | 101.5 | 0.5 | 72.5 |

3. 試験結果

3.1 試験チューブサイズ

3.2～3.5 の試験は以下条件にて実施する
試験チューブ：PFA フッ素樹脂チューブ

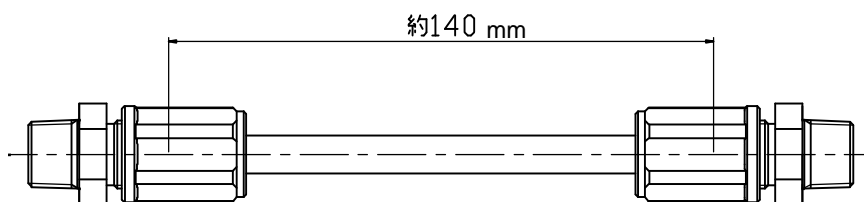
| Unit:mm | |
|---------------|-----------------|
| 試験 チューブサイズ | φ 3.17 X φ 1.59 |
| | φ 6.35 X φ 4.35 |
| | φ 9.53 X φ 7.53 |
| | φ 12.7 X φ 9.53 |

3.2 気密試験

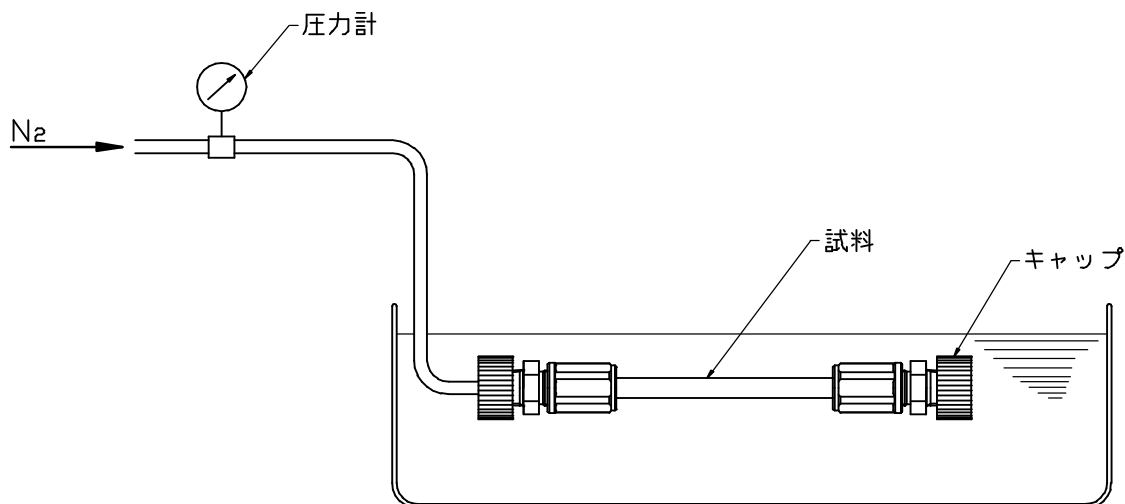
気密試験：最高使用圧力を負荷させ、漏れ・異常発生の有無を確認する

(1) 試験方法

- ① 140[mm]のチューブの両端に継手を施工し、ナットを初期締めまで締め付けて試料を組立てる。



- ② 試料内を N₂にて加圧し、水槽に水没させ、気泡発生の有無を目視にて確認する。
試験温度：常温 (25℃)
試験圧力：最高使用圧力の 200%
試験時間：15 分



(2) 試験結果

| チューブ サイズ | 施工方法 | 加圧力 | 試料 No. | 現象 |
|-----------------|---------|----------------------------------------|--------|------|
| φ 3.17 X φ 1.59 | コールドフレア | 2.4 MPa (24.5kgf/cm ²) | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| φ 6.35 X φ 4.35 | コールドフレア | 2.2 MPa (22.4 kgf/cm ²) | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| | ホットフレア | | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| φ 9.53 X φ 7.53 | コールドフレア | 1.4 MPa (14.3 kgf/cm ²) | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| | ホットフレア | | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| φ 12.7 X φ 9.53 | コールドフレア | 1.6 MPa (16.3 kgf/cm ²) | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |
| | ホットフレア | | ①-1 | Pass |
| | | | ①-2 | |
| | | | ②-1 | |
| | | | ②-2 | |

注記 : (a) Pass:漏れなし、Leakage:漏れありを表す。

(b) 各試料とも、継手には異常無し。

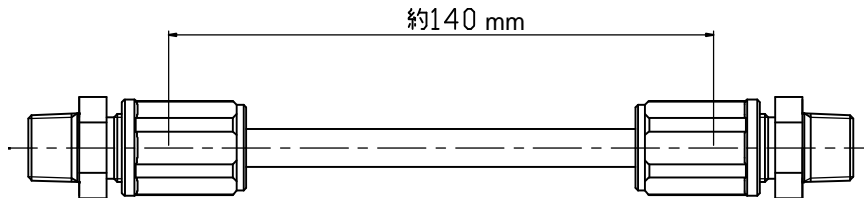
(c) φ3.17×φ1.59 サイズの継手では、ホットフレアが無い。

3.3 引張試験

チューブ抜け、チューブ破断が発生するまで施工した試料に引張り力を負荷させ、引張強さを測定する。

(1) 試験方法 (3-10 参考写真参照の事)

- ① 140[mm]のチューブの両端に継手を施工し、ナットを初期締めまで締め付けて試料を組立てる。



- ② 試料を試験装置 (引張試験機) にセットし、指定の引張速度で引張強度を測定する。
引張速度 : 30 [mm/min]

(2) 試験結果

| チューブサイズ | 継手 (施工方法) | 引抜き荷重 N (kgf) | 伸び率 (%) |
|-----------------|--------------|------------------|------------|
| φ 3.17 X φ 1.59 | コールドフレア | 112 (11.4) | 114 |
| φ 6.35 X φ 4.35 | コールドフレア | 263 (26.8) | 203 |
| | ホットフレア | 243 (24.8) | 131 |
| φ 9.53 X φ 7.53 | コールドフレア | 408 (41.6) | 266 |
| | ホットフレア | 397 (40.5) | 248 |
| φ 12.7 X φ 9.53 | コールドフレア | 662 (67.5) | 47 |
| | ホットフレア | 598 (61) | 29 |

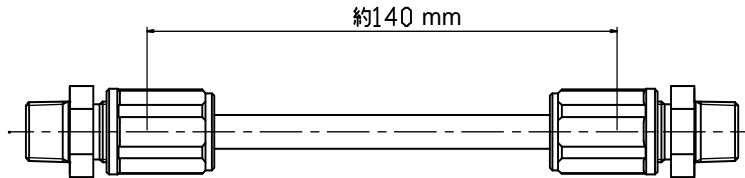
注記 : 結果の値は試料 2 本の平均値を示す。

3.4 ヒートショック試験

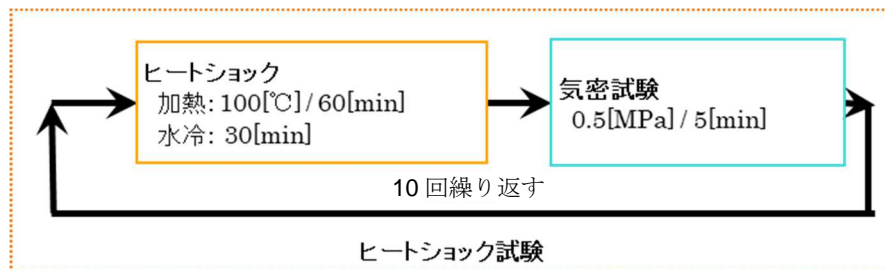
継手に繰り返し急激な温度変化を与え、耐久性の試験を行う。

(1) 試験方法

- ① 140[mm]のチューブの両端に継手を施工し、ナットを初期締めまで締め付けて試料を組立てる。

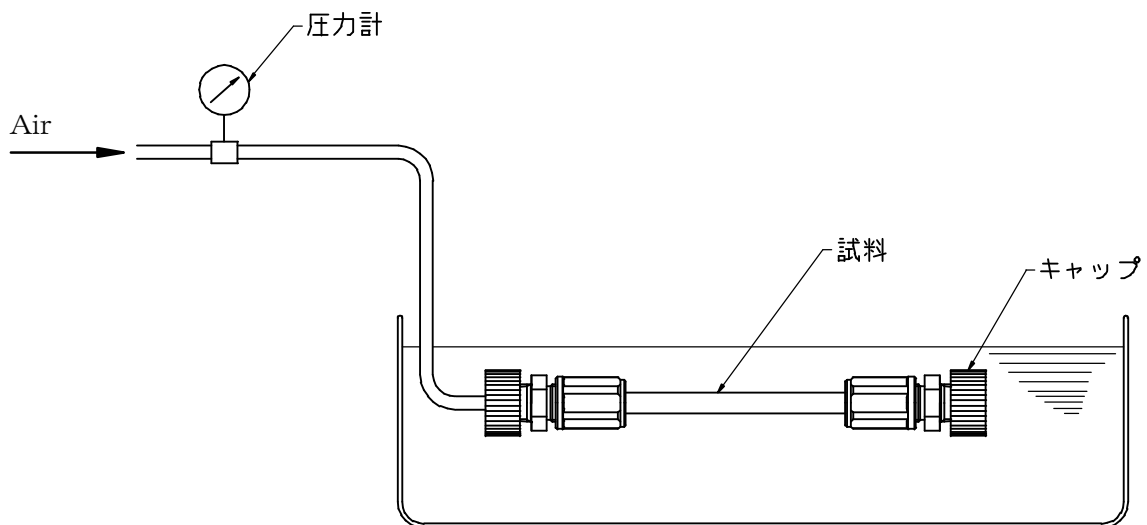


- ② 試料を恒温機器に入れ加熱し、その後恒温機器から取り出した試料を室温冷却する。
- ③ 冷却後試料内をAirで加圧し、試料を水没させ、気泡の発生有無を目視により確認する。



- ④ ヒートサイクル 10 回を行ってから、30 分間、最高使用圧力の 1.25 倍の AIR を加圧し耐圧試験を実施する。その際に漏れの有無を確認する。

| | |
|--------------------|-----------------------------------------|
| φ3.17 x φ1.59..... | 1.5 MPa (15.3 kgf/cm ²) Air |
| φ6.35 x φ4.35..... | 1.4 MPa (14.3 kgf/cm ²) Air |
| φ9.53 x φ7.53..... | 0.88MPa (9.0 kgf/cm ²) Air |
| φ12.7 x φ9.53..... | 1.0 MPa (10.2 kgf/cm ²) Air |



(2) 試験結果

ヒートショック試験結果

| チューブサイズ (施工方法) | 試料 No. | 水冷ヒートサイクルの回数/リーク状況 | | | | | | | | | | 耐圧試験 現象 |
|------------------------------|-----------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| φ 3.17 × φ 1.59 (コールドフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 6.35 × φ 4.35 (コールドフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 6.35 × φ 4.35 (ホットフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 9.53 × φ 7.53 (コールドフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 9.53 × φ 7.53 (ホットフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 12.7 × φ 9.53 (コールドフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ 12.7 × φ 9.53 (ホットフレア) | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |

注記 : (a) P:Pass(漏れなし)、L:Leakage(漏れあり)を表す。

(b) ヒートサイクル 10 回後の漏れテスト(最高使用圧力の 1.25 倍)での検査結果

(c) 各試料とも、継手には異常無し。

3.5 サイドロード試験

チューブがサイドロード状態にある場合の継手のシール性能を確認する

(1) 試験方法 (3.10 参考写真参照の事)

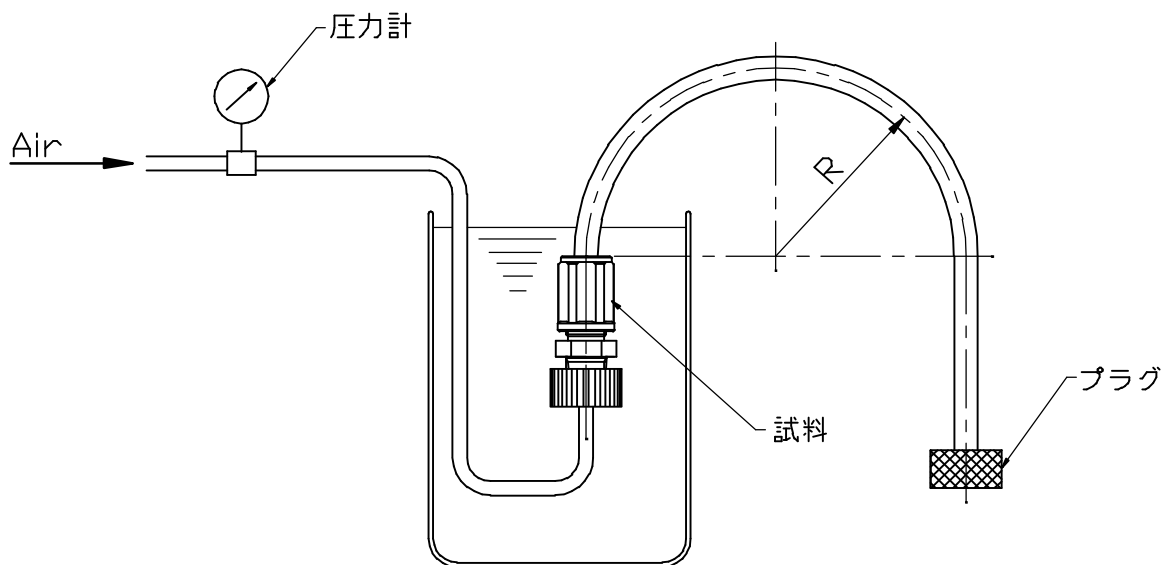
① 図示のようにチューブを所定のRに曲げて継手からの漏れの有無を確認する。

② 試験条件

試験温度：常温 (25℃)

試験圧力：0.6[MPa] (N₂ガス)

曲げ半径：結果一覧表の通り



試験装置取付図

(2) 試験結果

| チューブサイズ | 施工方法 | 基準半径 R (mm) | 曲げ半径 (mm) | | 気密試験 現象 |
|-----------------|---------|-------------------|--------------|----------------|------------|
| | | | 開始半径 (3R) | 終了半径 (0.5R) | |
| φ 3.17 X φ 1.59 | コールドフレア | 13 | 39 | 7 | Pass |
| φ 6.35 X φ 4.35 | コールドフレア | 35 | 105 | 18 | Pass |
| | ホットフレア | | | | Pass |
| φ 9.53 X φ 7.53 | コールドフレア | 75 | 225 | 38 | Pass |
| | ホットフレア | | | | Pass |
| φ 12.7 X φ 9.53 | コールドフレア | 95 | 285 | 48 | Pass |
| | ホットフレア | | | | Pass |

注記 : (a) Pass:漏れなし、Leakage:漏れありを表す。

(b) 各試料とも、継手には異常無し。

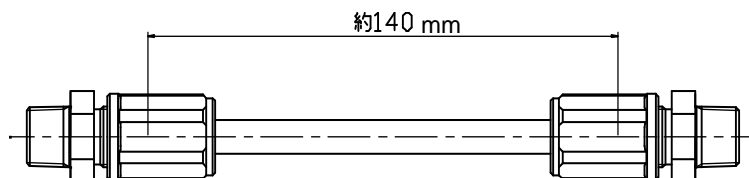
(c) 基準半径Rとは、チューブの最小曲げ半径である。(0.5Rまで曲げられるのは、チューブに内圧をかかっているため)

3.6 バースト試験

チューブ破裂、チューブ抜け等が発生するまで試料内に圧力を負荷し、それまでに試料に異常が発生しないかを確認する。

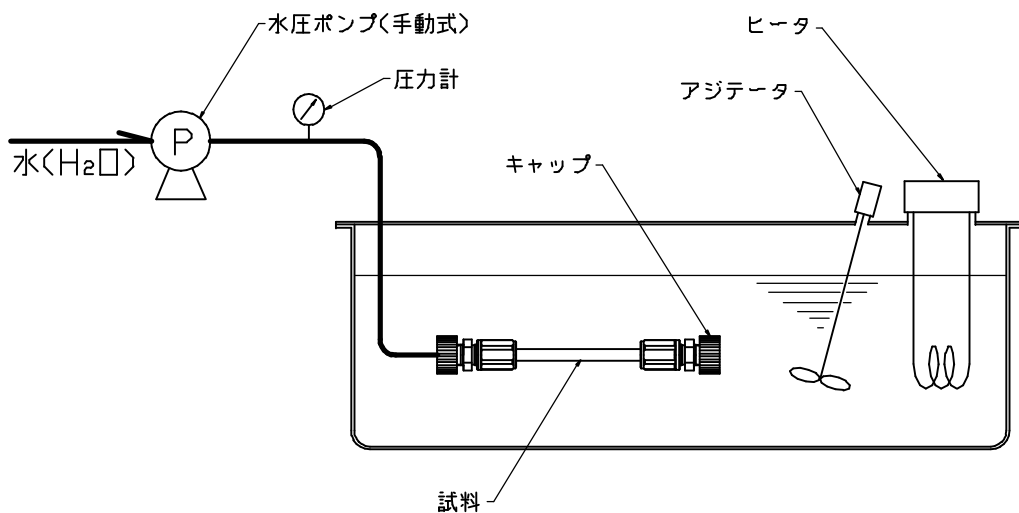
(1) 試験方法 (3.10 参考写真参照の事)

- ① 140[mm]のチューブの両端に継手を施工し、ナットを初期締めまで締め付けて試料を組立てる。



- ② 試料を試験装置（水槽）内にセットし、水圧ポンプ（手動式）を接続する。
- ③ 水圧ポンプにて試料内に加圧する。チューブ破裂等の異常が発生するまで加圧を行う。
- ④ 加圧中の最高圧力を記録し、継手の初見観察を実施する。

試験温度：常温（25℃），75℃，90℃



(2) 試験結果

| チューブ サイズ | 施工方法 | 試験温度 ℃ | 加 圧 力 | | 現 象 |
|-----------------|---------|-----------|-------|------------------------|----------|
| | | | MPa | (kgf/cm ²) | |
| φ 3.17 X φ 1.59 | コールドフレア | 25 | 10 以上 | (100 以上) | 圧力計オーバー |
| | | 75 | 7.6 | (78) | 全てチューブ破裂 |
| | | 90 | 6.7 | (68) | |
| φ 6.35 X φ 4.35 | コールドフレア | 25 | 6.1 | (62) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 3.9 | (40) | |
| | | 90 | 3.5 | (36) | |
| | ホットフレア | 25 | 6.1 | (62) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 3.9 | (40) | |
| | | 90 | 3.5 | (36) | |
| φ 9.53 X φ 7.53 | コールドフレア | 25 | 3.9 | (40) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 2.5 | (25) | |
| | | 90 | 2.1 | (21) | |
| | ホットフレア | 25 | 3.8 | (39) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 2.5 | (25) | |
| | | 90 | 2.1 | (21) | |
| φ 12.7 X φ 9.53 | コールドフレア | 25 | 4.3 | (44) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 2.8 | (29) | |
| | | 90 | 2.5 | (25) | |
| | ホットフレア | 25 | 4.4 | (45) | 全てチューブ破裂 |
| | | 75 | 2.7 | (28) | |
| | | 90 | 2.5 | (25) | |

注記 : (a) 試験は各サイズ 2 本行い、チューブ破裂圧力は低い値を表記。

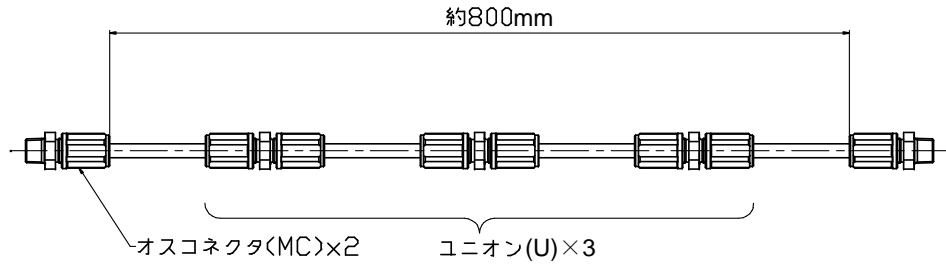
(b) 目視観察では、全ての継手に異常無し。

3.7 液置換特性

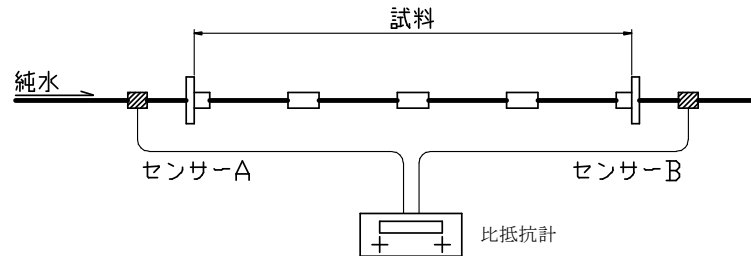
継手内に生じる液溜り、及び駅の排出性の度合いを純水による置換性により測定する。

(1) 試験方法 (3.10 参考写真参照の事)

- ① 図示の試料を用意する。



- ② 95%硫酸を試料内に満たし、30分間放置する。
 ③ 試料内の硫酸を排出させて、下記のような試験機にセットする。



- ④ 試料内に純水を流して、比抵抗計で指示値の変化を見る。
 ⑤ 比抵抗計で抵抗値 (MΩ-cm) の変化を記録する。

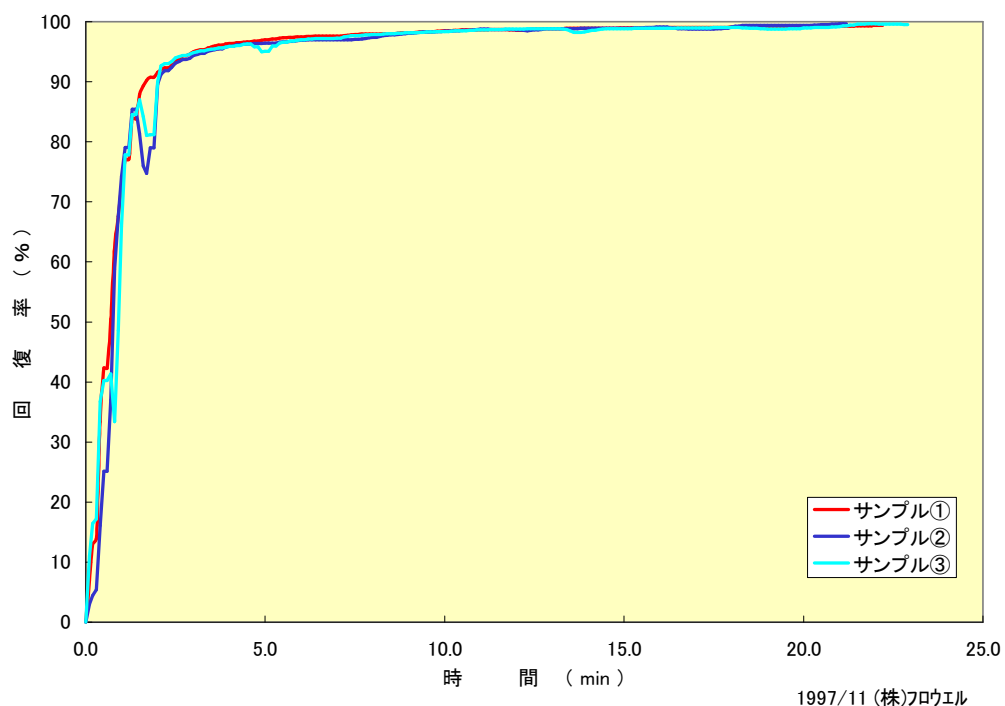
| | | |
|------|-----------------|---------|
| 純水流量 | φ 6.35 × φ 4.35 | 2 l/min |
| | φ 9.53 × φ 7.53 | 3 l/min |
| | φ 12.7 × φ 9.53 | 3 l/min |

(2) 試験結果

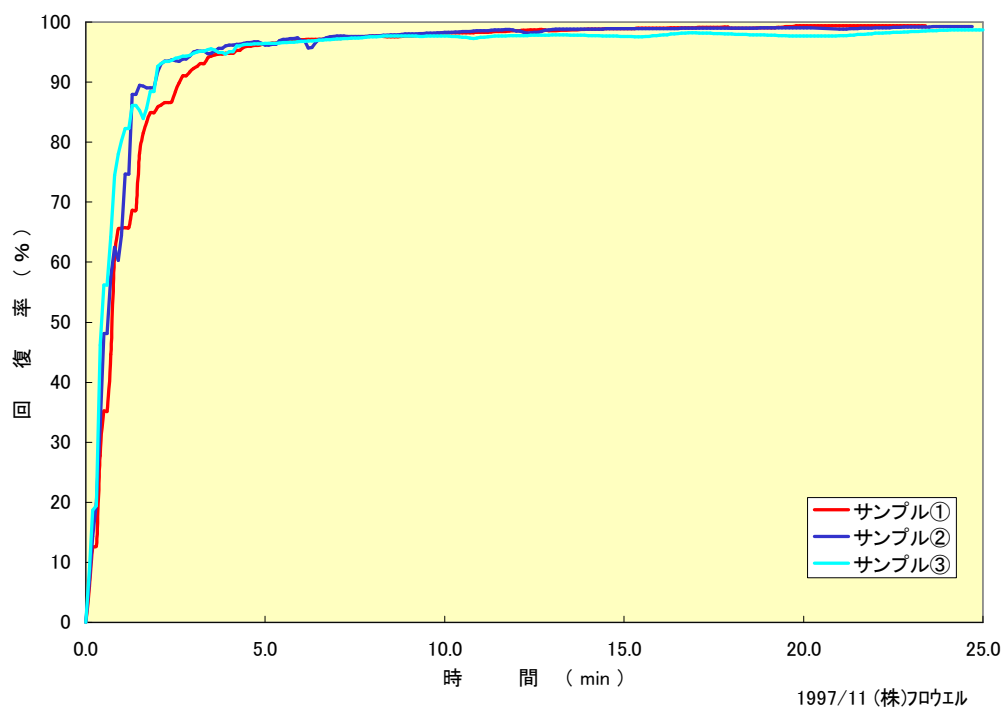
| サイズ | | コールドフレア | | ホットフレア | |
|-----------------|-----|------------|-----|--------|-----|
| 種類 | No. | 回復率%/回復時間% | | | |
| | | 50% | 90% | 50% | 90% |
| φ 6.35 X φ 4.35 | 1 | 42 | 100 | 43 | 150 |
| | 2 | 46 | 120 | 37 | 115 |
| | 3 | 54 | 120 | 26 | 115 |
| | 平均 | 47 | 113 | 35 | 127 |
| φ 9.53 X φ 7.53 | 1 | 37 | 91 | 48 | 180 |
| | 2 | 43 | 138 | 73 | 204 |
| | 3 | 56 | 177 | 75 | 294 |
| | 平均 | 45 | 135 | 65 | 226 |
| φ 12.7 X φ 9.53 | 1 | 53 | 104 | 48 | 144 |
| | 2 | 39 | 86 | 47 | 231 |
| | 3 | 43 | 175 | 42 | 102 |
| | 平均 | 45 | 121 | 46 | 159 |

$$\text{回復率(\%)} = \frac{\text{出口の抵抗率(センサーB)}}{\text{入口の抵抗率(センサーA)}} \times 100\%$$

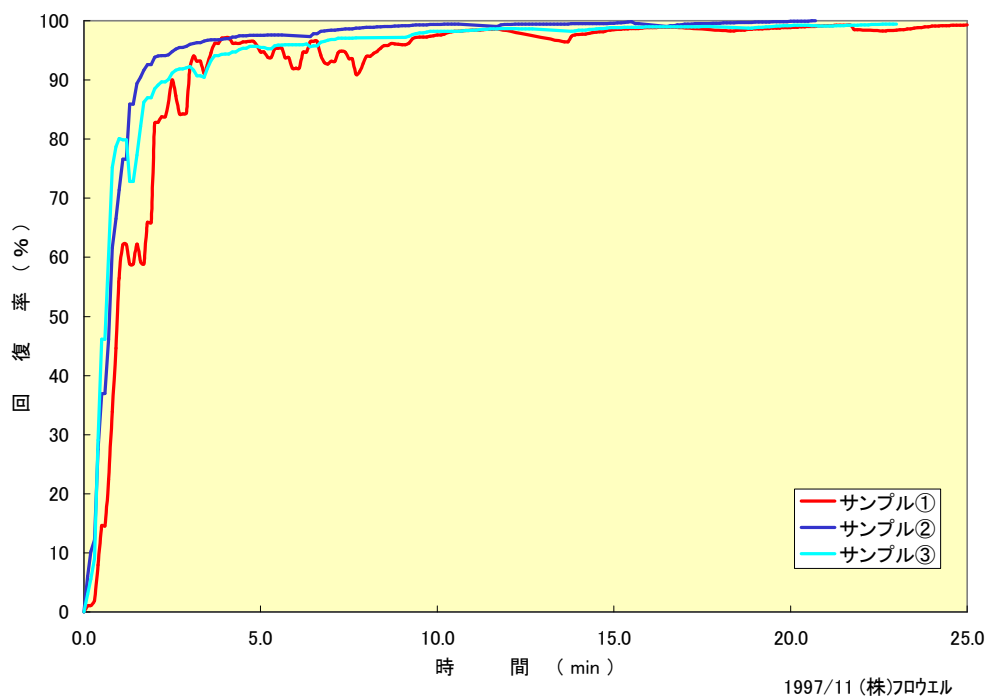
60 シリーズ(φ 6.35× φ 4.35)(コールドフレア)置換特性の実験結果



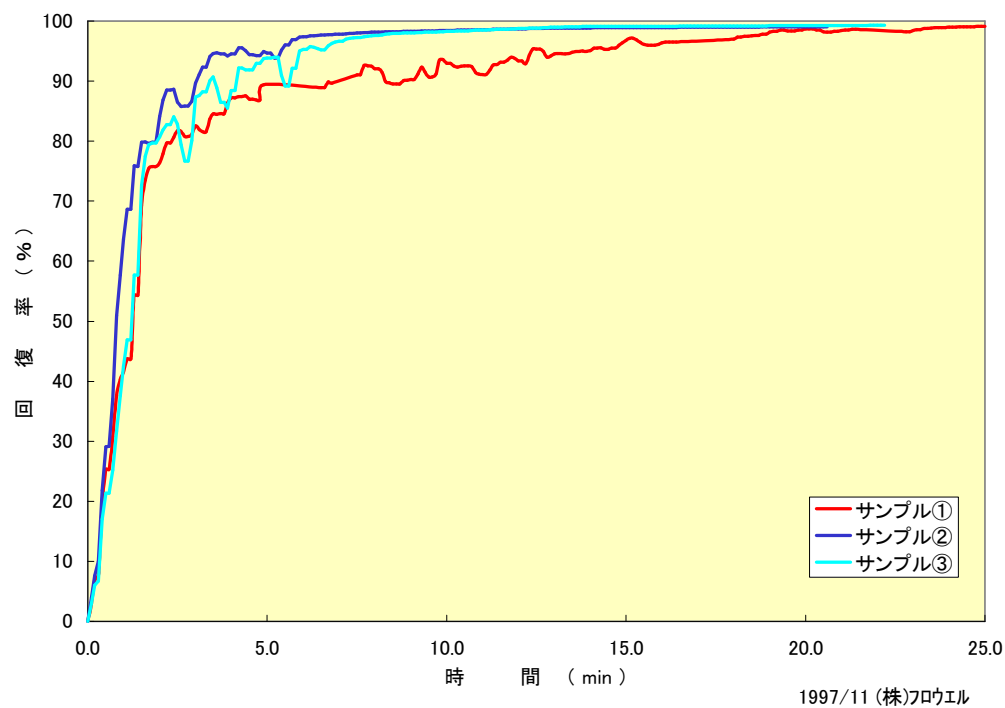
60 シリーズ(φ 6.35× φ 4.35)(ホットフレア)置換特性の実験結果



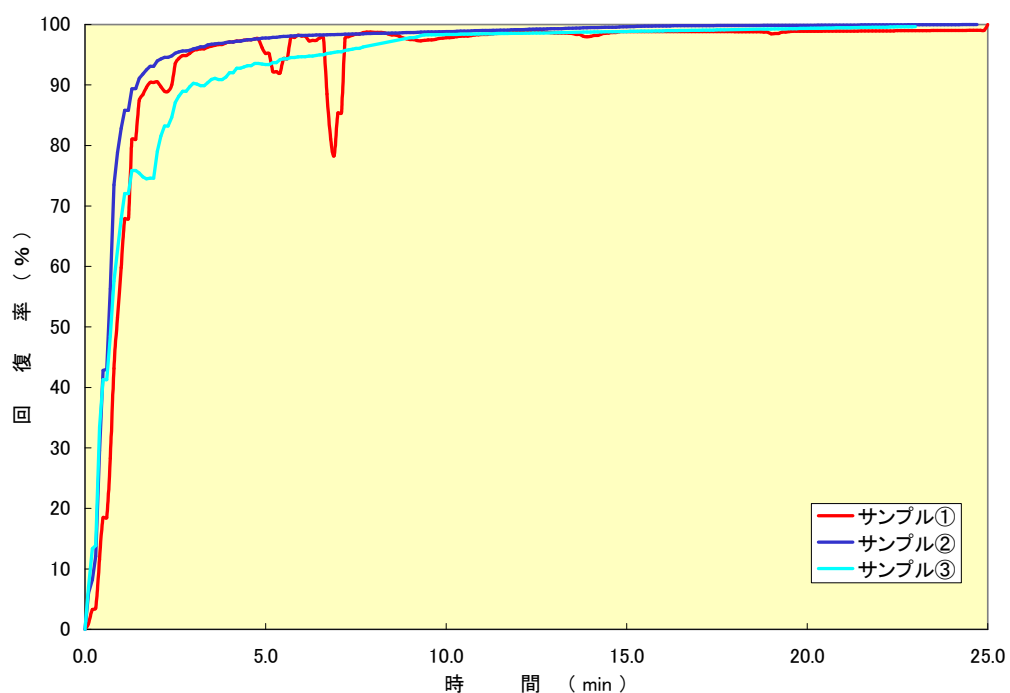
60 シリーズ(φ 9.53× φ 7.53)(コールドフレア)置換特性の実験結果



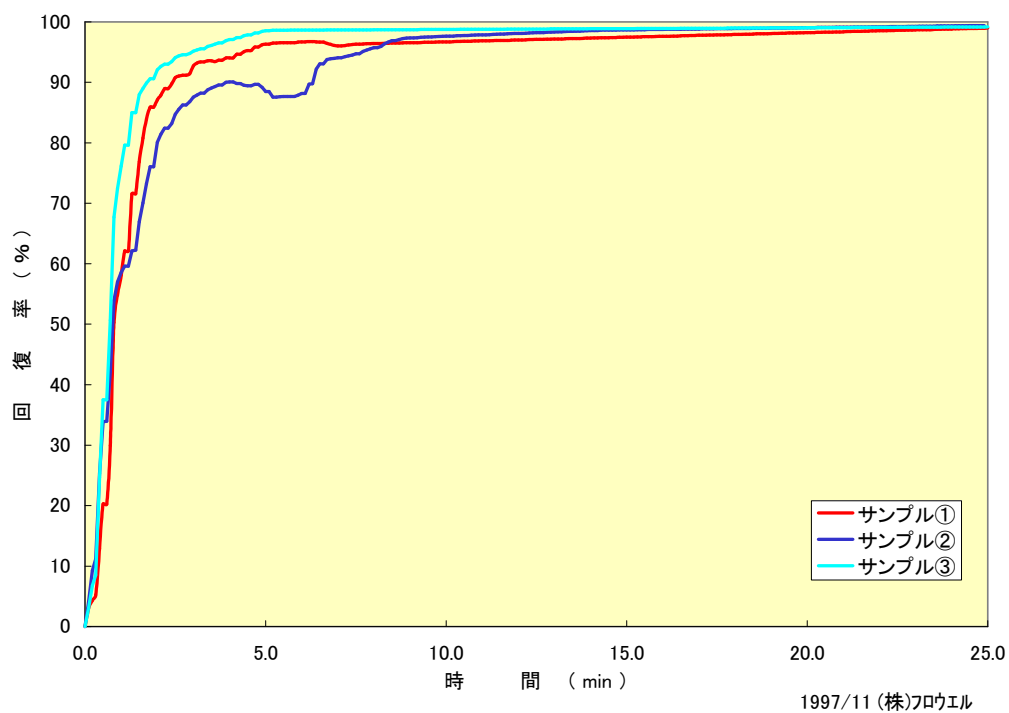
60 シリーズ(φ 9.53× φ 7.53)(ホットフレア)置換特性の実験結果



60 シリーズ(φ 12.7× φ 9.53)(コールドフレア)置換特性の実験結果



60 シリーズ(φ 12.7× φ 9.53)(ホットフレア)置換特性の実験結果

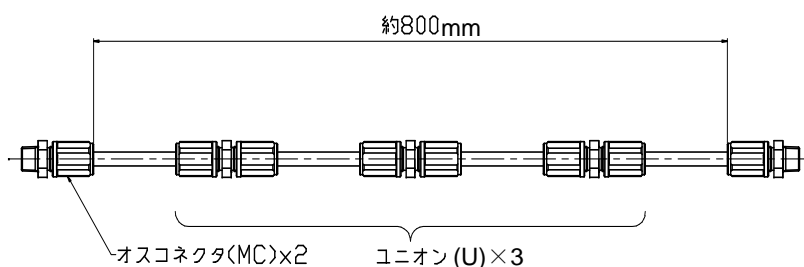


3.8 ヒートサイクル試験（熱油循環試験）

継手に熱油循環装置でヒートサイクル(加熱したシリコン油と冷却したシリコン油を交互に循環させる)を負荷し、気密性及び耐久性の評価を行う。

(1) 試験方法（3.10 参考写真参照の事）

- ① 図示の試料を用意し、試験装置にセットする。
- ② ナットの締付けは、初期締付けとする。

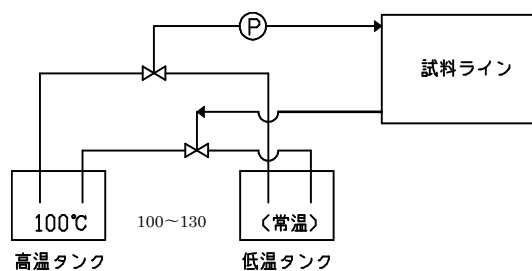


- ③ オイルバス中にシリコンオイルを満たし、ポンプ駆動により試料内を循環させる。

試験条件

温度 130℃ と常温(20～30℃)の繰返し。

圧力 0.3MPa(3.1 kgf/cm²)(130℃) ～ 0.5MPa(5.1 kgf/cm²)(常温時)



- ④ 試料に液漏れが発生した場合は増締め(1/4 回転)を行い、試験を続行する。

(2) 試験結果

| チューブ サイズ | ヒートサイクル回数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | ... | 100 | ... | 200 |
| φ9.53×7.5 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| φ12.7×9.5 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |
| | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ... | P | ... | P |

(a) P:Pass(漏れなし)、L:Leakage(漏れあり)を表す。

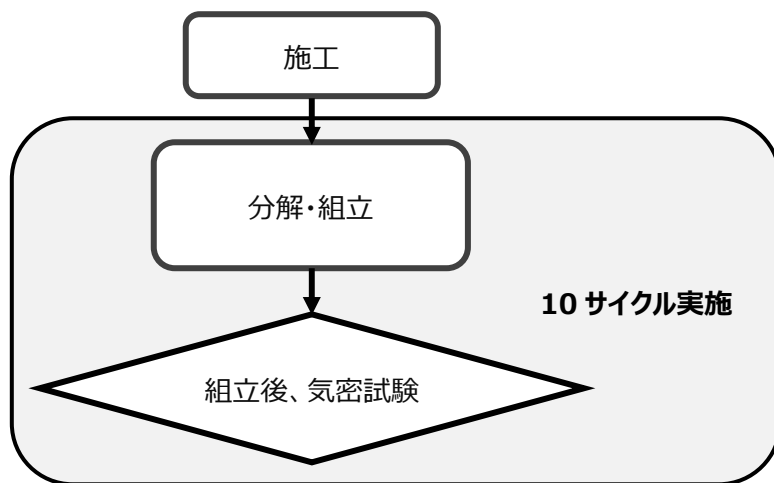
(b) 200 回熱油循環で漏れ及び継手の異常無し。

3.9 繰返し着脱試験

継手のボディから、ナットとチューブの着脱を繰返し実施し、その都度漏れの有無を確認し、繰返し結合による気密性を評価する。

(1) 試験方法

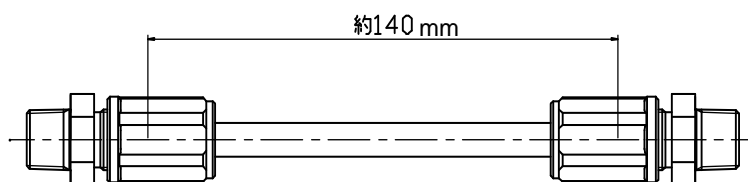
試験の流れは下記試験概要図の通りとする。



繰返し着脱試験 試験概要図

詳細な試験要領・条件は下記試験方法を参照のこと。

- ① 140[mm]のチューブの両端に継手を施工し、ナットを初期締めまで締め付けて試料を組立てる。

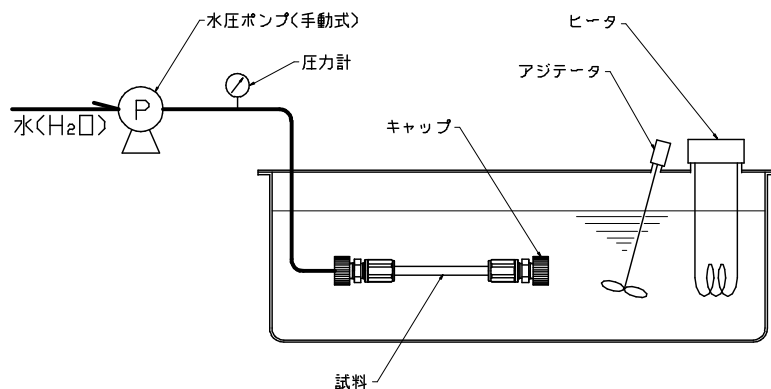


- ② 継手からナットとチューブを取り外し、再組立を行う。
- ③ 再組立を実施した後、試料を下記条件にて気密試験を実施する。

試験温度：常温(25℃)

試験圧力：0.6[MPa] (Air 加圧)

試験時間：15分



- ④ ②、③の手順を計 10 サイクル繰返し実施する。

(2) 試験結果

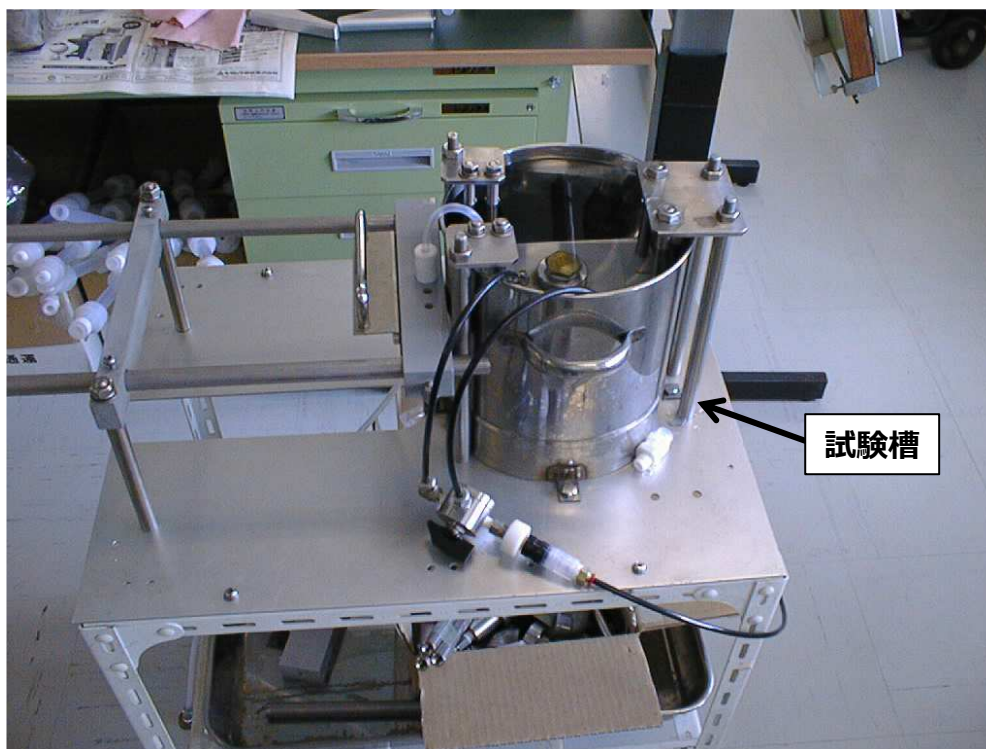
| チューブサイズ | 施工方法 | 試料 | 試験回数/気密性 | | | | | | | | | | |
|--------------|------|-----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | No. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Φ3.17 Xφ1.59 | コールド | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ6.35 Xφ4.35 | コールド | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | ホット | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ9.53 × 7.53 | コールド | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | ホット | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| φ12.7 Xφ9.53 | コールド | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | ホット | 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| | | 2 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |

注記 1 : (a) P:Pass(漏れなし)、L:Leakage(漏れあり)を表す。

(b) 各試料とも、継手には異常無し。

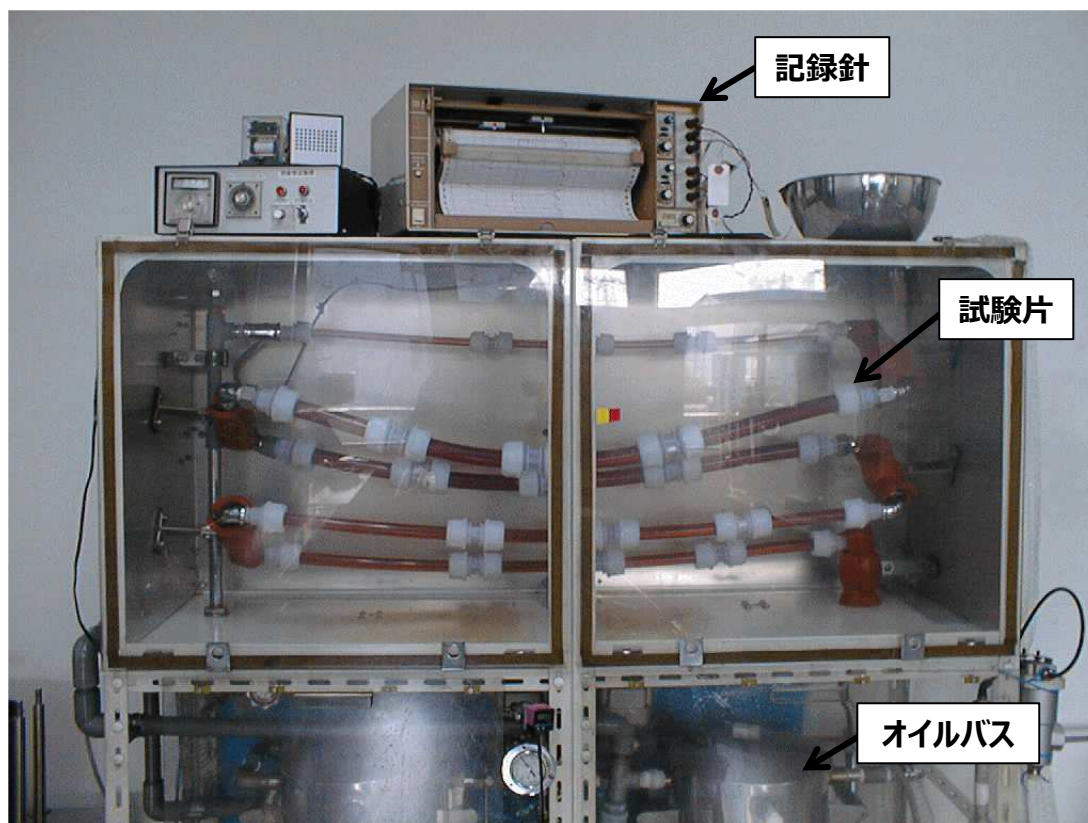
3.10 参考写真

(1) サイドロード試験

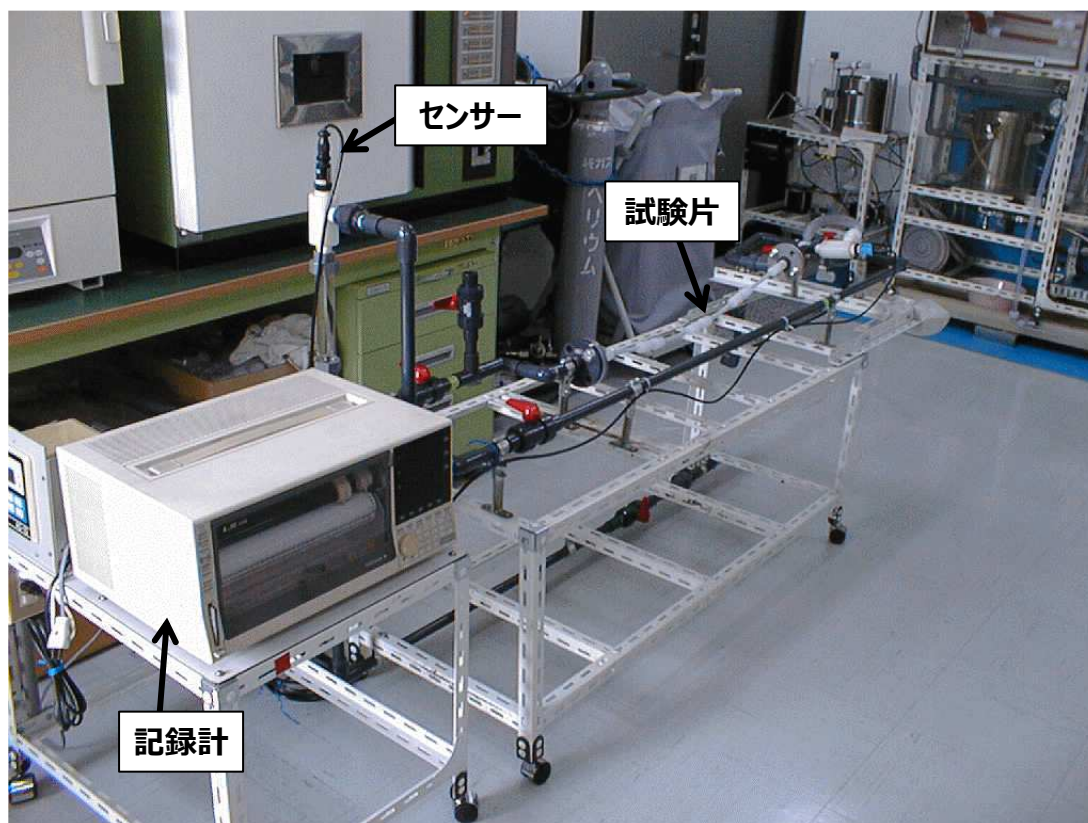


(拡大写真)

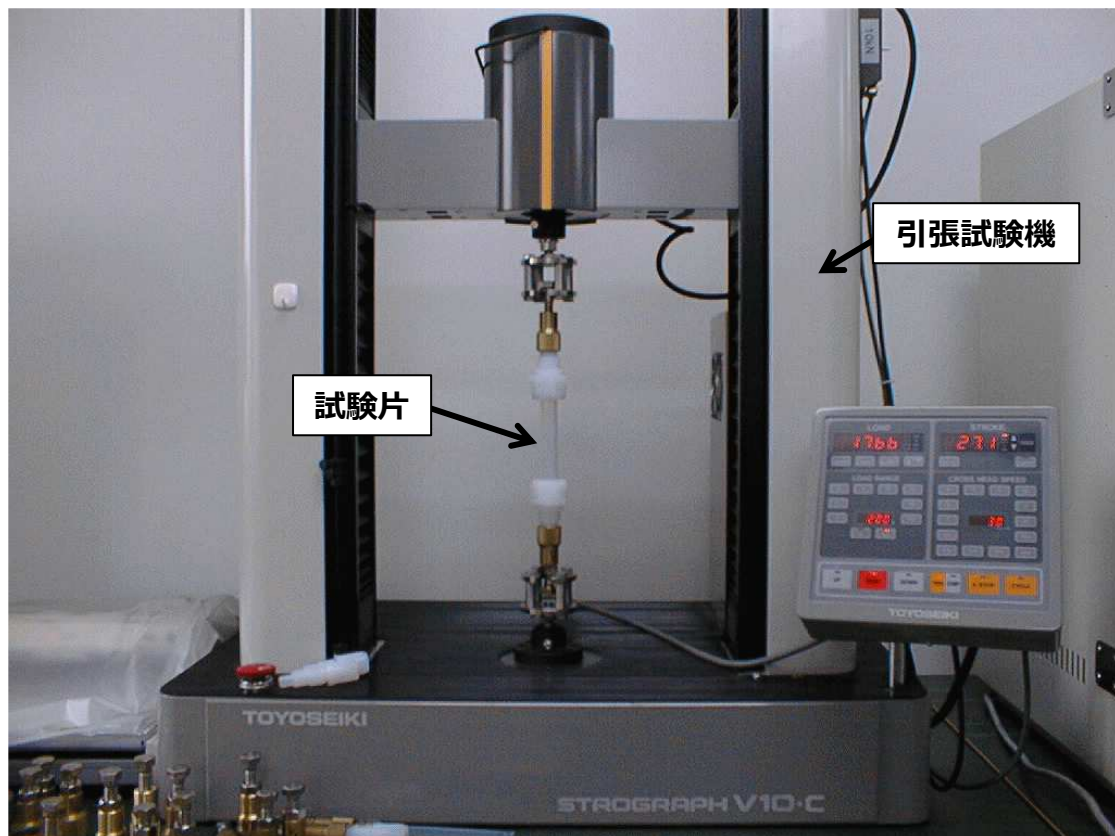
(2) ヒートサイクル試験装置



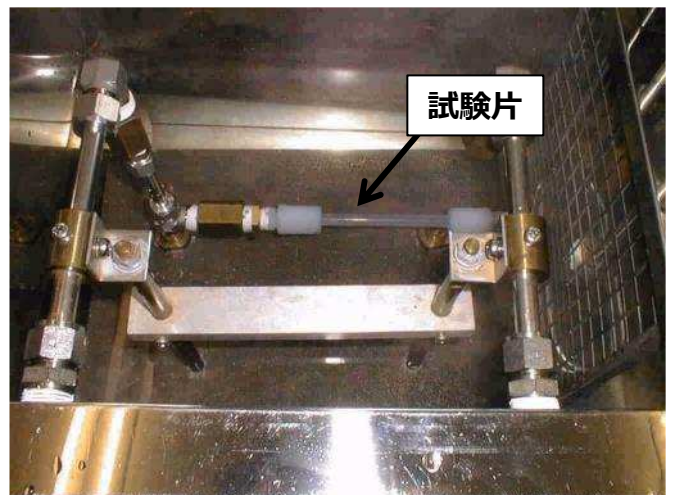
(3) 液置換特性試験装置



(4) 引張り試験装置



(5) バースト試験装置



—以上—