

 **SEAM SEEKER**

シームシーカーのご紹介

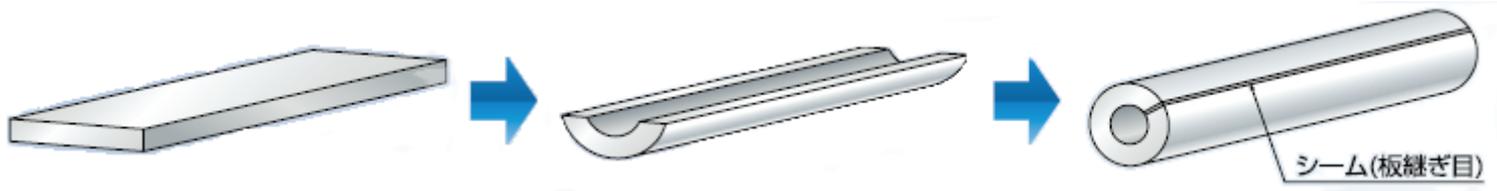
作成：2016年07月30日
改訂：2020年04月13日

1. 背景

下記はパイプの製造法の一つです。

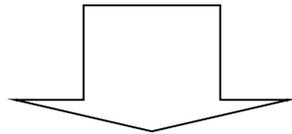
鋼板を円筒状に加工し、継ぎ目を溶接するシーム鋼管は溶接部（シーム）が硬化します。

⇒ 溶接部は折り曲げ加工時等に割れたりする為、シーム位置を特定する必要があります。



従来の確認方法は下記です。

- ・ 人的確認：目視
- ・ 装置確認：カメラ検査(光学式検査)

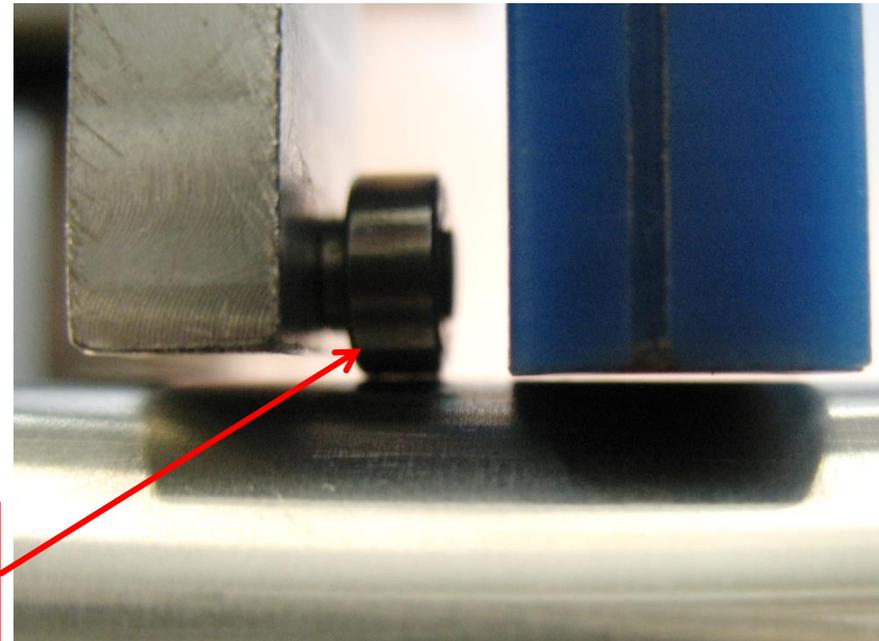


これらに代わる検出方法をご提案

磁気を使った非破壊検査

2. シームシーカーのメリット

- ・ 検査物に外傷を与えずに検査が可能
- ・ 反射率、色彩、照明に影響されません(光学式の弱味)
- ・ 表面の油等に影響されません(光学式の弱味)
- ・ 傷の有無の影響を軽減できます
- ・ 高速検査が可能(約1.5秒～)
- ・ センサーは非接触です
(カムフロアーでセンサー
距離を一定に保ちます)
- ・ 自動設定(設定フリー)と
手動設定があります



カムフロアー

3. シームシーカーの検査理論 1

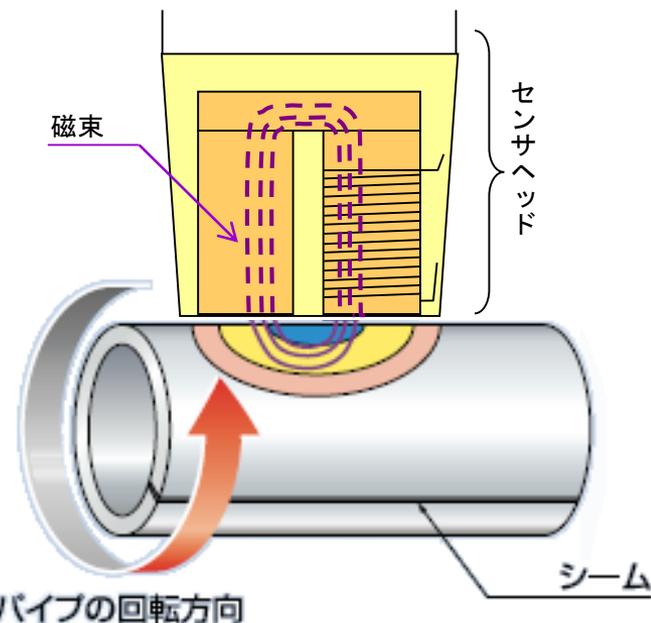
- ・ 鋼鉄に熱処理 (焼入れ=シーム部) すると組織変化を起し、機械的性質が変化します。それに伴って磁気特性 (透磁率と導電率) も変化します (検査理論 2、3、4 参照)。
- ・ 本装置は鋼鉄の磁気特性を取得し (ファラデーの電磁誘導の法則)、透磁率と導電率を数値化 (=特性値) します。

ファラデーの電磁誘導 e [V] の法則式

$$e = -N \times d\Phi / dt$$

N : 検出アレイコイルの巻き数

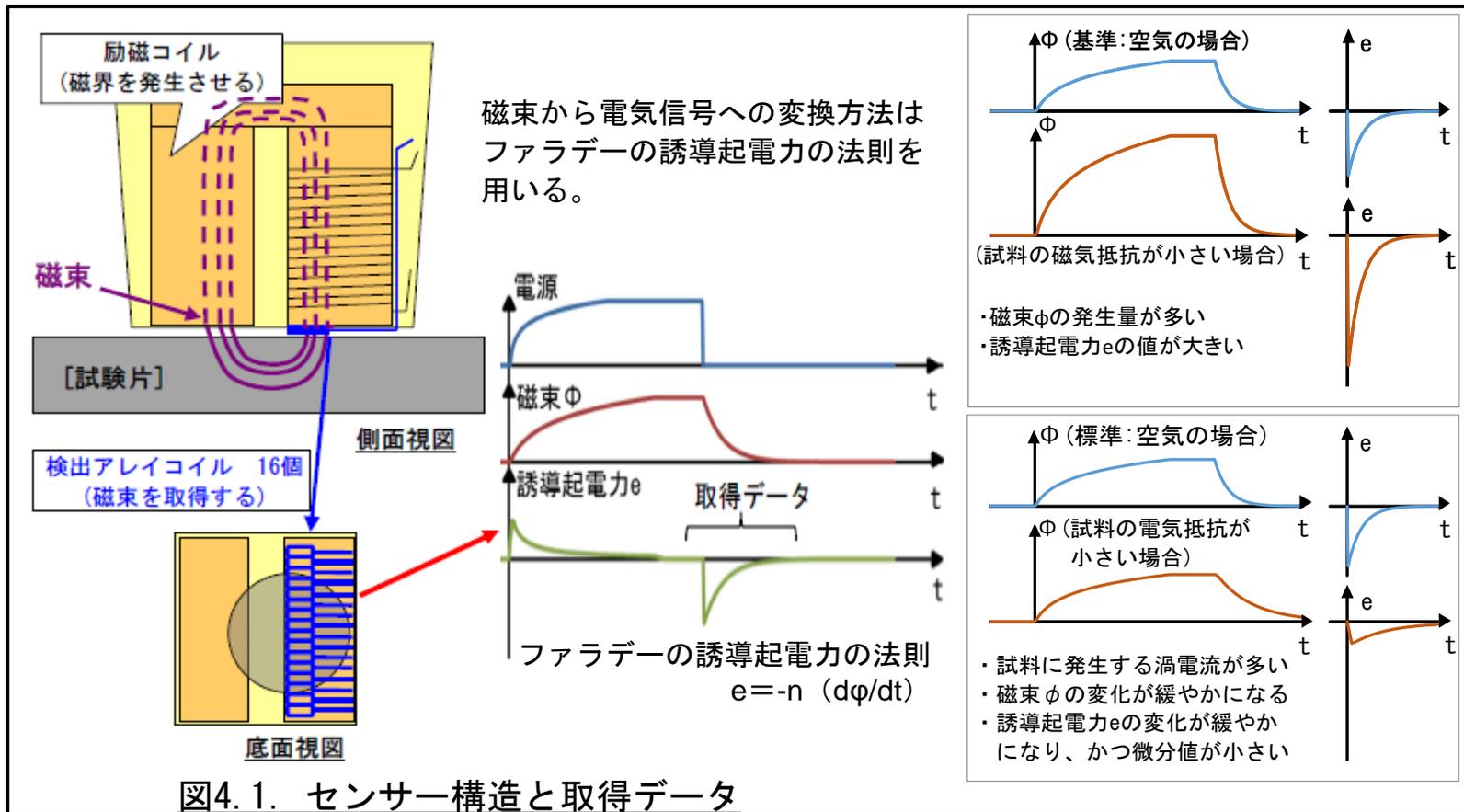
Φ : 磁束 [Wb]



4. シームシーカーの検査理論 2

本磁気センサーは二つのコイルで構成されます。

- ①励磁コイル：磁気を発生させる電磁石
- ②検出コイル：発生した磁束を電気信号に変換し取得



5. シームシーカーの検査理論 3

本磁気センサーの励磁方式は直流遮断方式です。

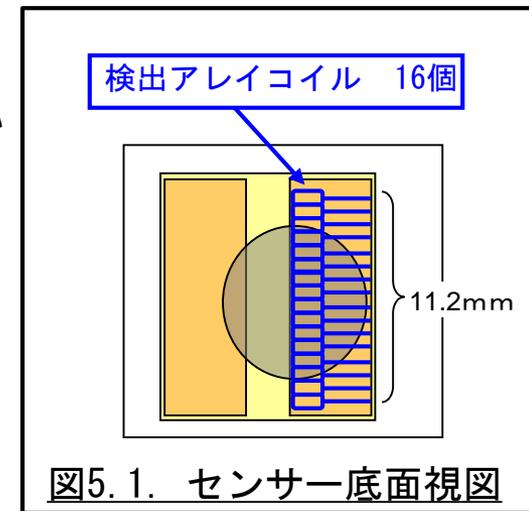
(弊社オリジナル技術：特許取得済み)

一般技術である交流（正弦波）方式と次の点で異なります。

- ・ 透磁率の大小を判別できる
- ・ 交流方式に比べ誘導起電力の発生量が多い

よって、次の性能を実現しております。

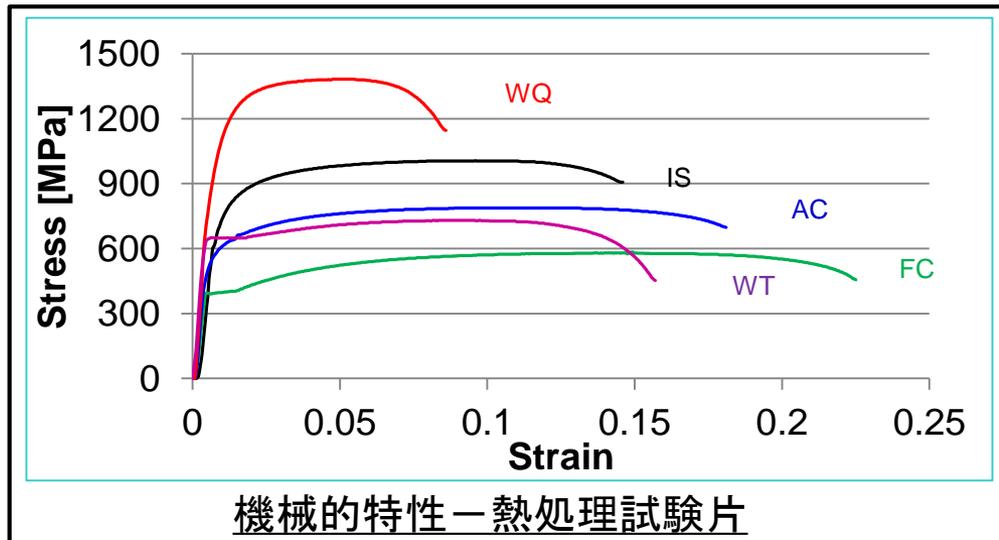
- ①高性能化：鋼鉄の組織変化を検知可能
- ②小型化：約11mm内に16個のレイセンサを配備



6. シームシーカーの検査理論 4

表6.1. 熱処理試験片一覧

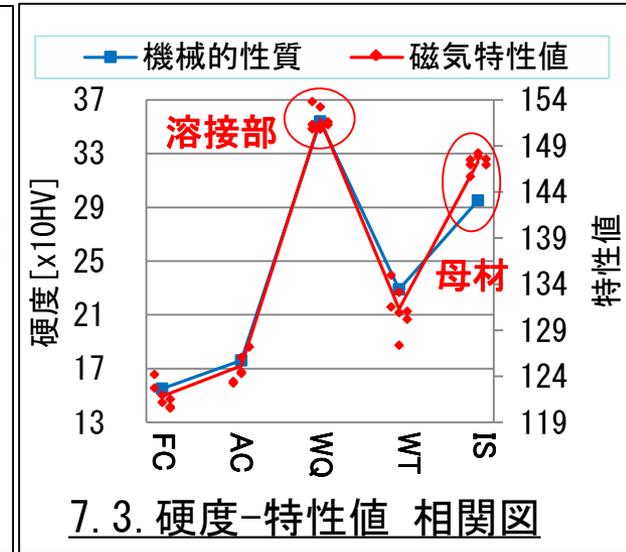
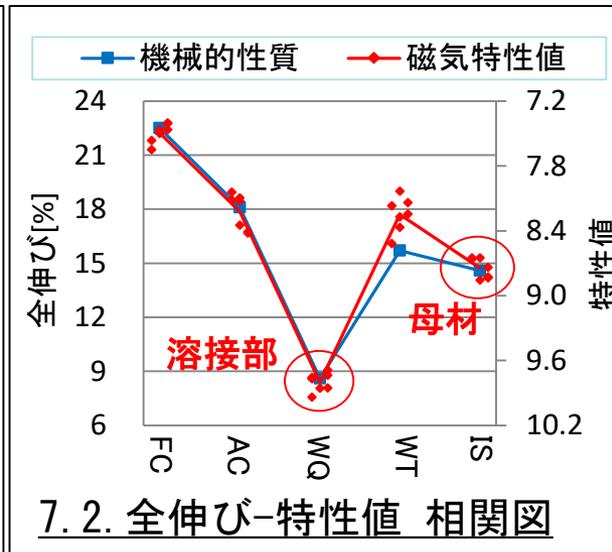
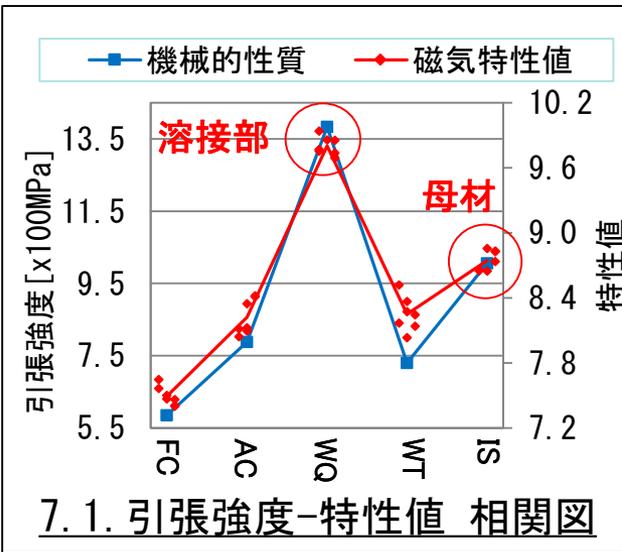
名称	加工内容	引張強度 [MPa]	全伸び [%]	硬度 [HV]
FC	1000度(5分) + 炉冷	585	22.5	155
AC	1000度(5分) + 空冷	788	18.1	176
WQ	1000度(5分) + 水冷	1383	8.6	354
WT	1000度(5分) + 水冷 + 600度(15分) + 空冷	730	15.7	229
IS	加工無し (初期状態)	1006	14.6	295



<材料諸元>

- ・ 鋼 材 : JSC980Y
- ・ 炭素量 : 0.16 [mass%]
- ・ 寸 法 : W120xD40xt1.8 [mm]

7. シームシーカーの検査理論 5



機械的性質と特性値の間に強い相関があることがわかります。

8. 検査対象

検査対象を下表に示します。

[前提] シーム部は焼入硬化に伴い、脆性化するの
割れ易くなる。よってシーム部の特定が必要。

表8.1. 検査対象一覧表

分類	材質	検査対象	焼入硬化性
鉄	純鉄、SS材	×	なし
	炭素鋼板（鋼鉄）	○	あり
ステン	オーステナイト系（SUS304）	×	なし
	フェライト系（SUS430）	×	なし
	マルテンサイト系（SUS440）	○	あり

※補足情報

[オーステナイト系]

SUS304を基本鋼種とするCr-Ni鋼で、非磁性で耐食性が良い材料です。

高温の状態に加熱しても安定したオーステナイトの状態のため焼入硬化性はありません。

[フェライト系]

18Crステンレスと称されているSUS430を代表鋼種とする鋼で、オーステナイト系ステンレスよりも比較的安価な耐食性構造材料として使用されます。この鋼種も高温の状態に加熱してもフェライトの状態なので焼入硬化性はありません。磁性体です。

[マルテンサイト系ステンレス]

13Cr系を主体とするSUS420, SUS440を代表鋼種とするステンレスで、焼入れ性を上げるためにCを添加してあります。

C量が増えると耐食性が低下するため、焼入硬化性はあるものの他のステンレスと比較すると耐食性がやや劣ります。磁性体です。

9. 検査手順

手順	内容	通信方向
1	パイプを搬入。	搬入機構
2	PLCがSSFへ[検査開始(信号①)]を通知。	PLC⇒SSF
3	SSFがモータを1回転しデータを取得。 検査中はSSFがPLCへ[検査中(信号②)]を発信。 ※[検査中(信号②)]はレベル保持。	SSF⇒PLC
4	SSFがモータを回転しシームを規定位置へ移動(※1)。 この間も[検査中(信号②)]はレベル保持。	SSF⇒PLC
5	SSFがPLCへ検査終了通信。 検査完了は[検査中(信号②)]がOFFで通知。	SSF⇒PLC
6	パイプ搬出等の後工程を実施。	搬出機構

※1:規定位置：デフォルトでは真上(0度)、角度指定可能
この際にエラー判定等をPLCへ通知可能

※2:SSF =シームシーカー / PLC=Programmable Logic Controller
手順3, 4について次ページで補足します。

10. 位置出し手順

- (1) パイプを一周させ円周方向の磁気特性を取得します。
- (2) 取得データから特性値分布を算出します。
- (3) 溶接部（シーム位置）の特性値が突出します。
- (4) 突出部の角度をモータへ伝え、位置出しをします。

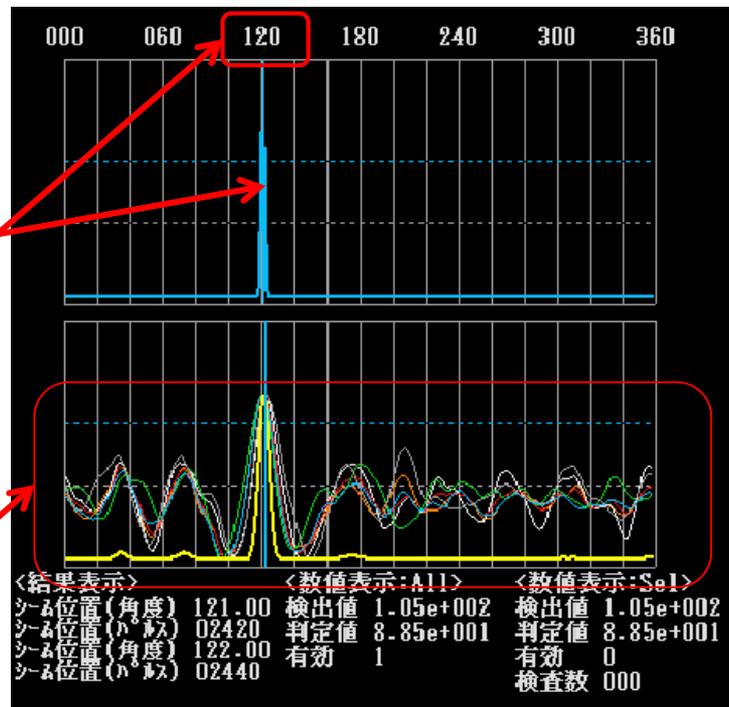


図10.1. 検査画面

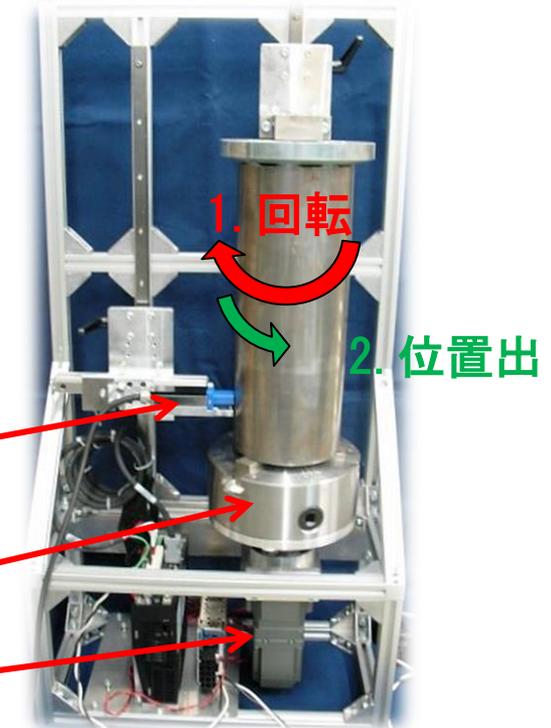


図10.2. 検査風景

11. 検査時間

検査時間 (検査回数360回=検査間隔1度毎)

回転角度	検査回数	所要時間	位置出し※1	合計
360°	360回	約1.90秒	約0.20秒	約2.10秒

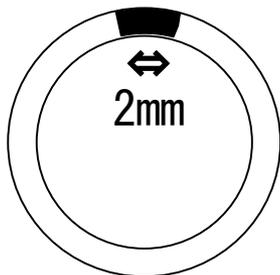
検査時間 (検査回数180回=検査間隔2度毎)

回転角度	検査回数	所要時間	位置出し	合計
360°	180回	約1.50秒	約0.20秒	約1.70秒

※1) 最大距離(180°)回転した場合

※2) 上記はモータ性能に依存します

検査回数の決定方法



<パイプ仕様>

外径 20mm

シーム幅 2mm

円周距離からシーム上での検査回数を算出します

- ・ 円周 : 62.8 [mm] (外径20[mm])
- ・ 1度あたり : 0.174 [mm]

⇒

- ・ 検査間隔 1度の時 : 11.4回
- ・ 検査間隔 2度の時 : 5.73回

シーム上で3~5回検査するように検査間隔を決定します

12. 装置仕様

型式	SSF01	
検査条件設定	検査画面にて設定 (設定内容はファイルに保存可)	
データ保存	XLS形式(CSV)	
オプション	PLC通信設定	
製品構成 および 寸法・重量	本体	350x255x100mm 重量 5.4kg
	中継器	100x160x 40mm ケーブル長 10m 重量 約350g (ケーブルは除く)
	センサ	100x 20x 20mm ケーブル長 1.5m 重量 約200g (ケーブル含む)
	通信ケーブル	2本 (ケーブル長 各10m) ※接点I/O用、RS-422通信用
動作温度範囲	5°C~35°C	
動作湿度範囲	~80%RH (結露なきこと)	
電源	AC85V~240V, 0.5A (本装置のみ)	

13. サンプル検査

- 弊社本社内でサンプル検査を受付けております
検査可能なサンプルは下表(治具性能に依存)のとおりです

	小径用	大径用
外径 [mm]	10~90	10~140
内径 [mm]	~80	~120
長手長 [mm]	100~300	100~300
重量 [kg]	~2.0	~3.5
材質	鋼鉄 ステンレスはマルテンサイト系	



図13. 2. 大径用治具



図13. 1. 小径用治具