非破壊試験技術資料

Nondestructive Testing
Technical Sheets

（超音波探傷試験技術）

２０１５年

東亜非破壊検査株式会社

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

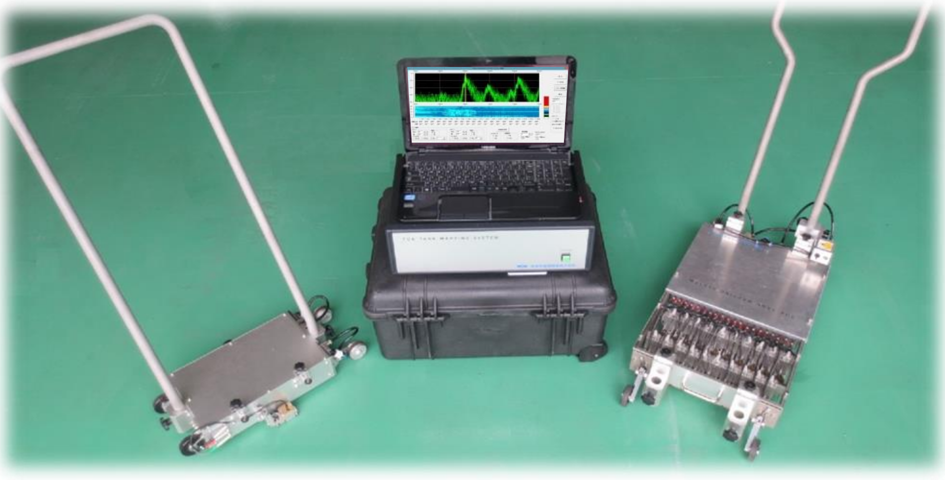
目次

(1) 超音波によるタンク底板連続板厚測定 ---------------------------- 1
(TOA TANK MAPPING SYSTEM)
(2) ＴＯＦＤ法による溶接部の超音波探傷試験 ----------------------- 2
(3) 超音波内挿回転式チューブ検査 (IRIS 9000) --------------------- 3
(4) ロングレンジUT (ISONIC 2001、2006 Long range UT) ------------ 4
(5) フェイズドアレイ超音波探傷試験 -------------------------------- 5
(Phased Array Ultrasonic Inspection)
(6) 自動肉厚マッピング装置 -- 6
(7) 自動超音波探傷試験 (Automatic Ultrasonic Testing) ----------- 7
(8) オーステナイト系鋼溶接部の超音波探傷試験 -------------------- 8
(9) 高温下溶接部での超音波探傷試験 -------------------------------- 9
(10) 超音波探傷試験によるボイラーチューブ内面スケール厚さ測定 ----- １０
(11) ＴＯＵＴＭⅡ -- １１
(データロガ付き超音波厚さ計によるタンク底板測定システム)
(12) 連続肉厚測定装置 -- １２
(13) 自走式連続肉厚測定装置 -- １３

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

超音波によるタンク底板連続板厚測定
（TOA TANK MAPPING SYSTEM）



1chスキャナ　　　　20chスキャナ

TOA TANK MAPPING SYSTEMは20chの超音波探触子と渦流センサを搭載し、タンク底部の板厚をコーティング上から連続的に高速で測定できる装置です。測定結果はカラーマップで表示し、板一枚毎に最小値や平均値等も自動的に出力します。スキャナはヒーターコイル等の付属品直下の狭所部へも対応できるように設計されています。また、20chスキャナの測定不可部は1chスキャナーで補うことができ、測定不可部を極力少なくするように設計された装置です。

特　長

- 全面高速検査に対応
- コーティング上からの検査に対応
- 全波形収録
- カラーマッピング出力
- マルチプレクサー方式のパルサーレシーバーを装備

適　用

- 板厚：3～36mm
- 塗膜厚：Max2mm
- 検出能：φ2平底穴
- 検査スピード：Max600mm/秒
- 1回の検査幅：300mm（20chスキャナ）

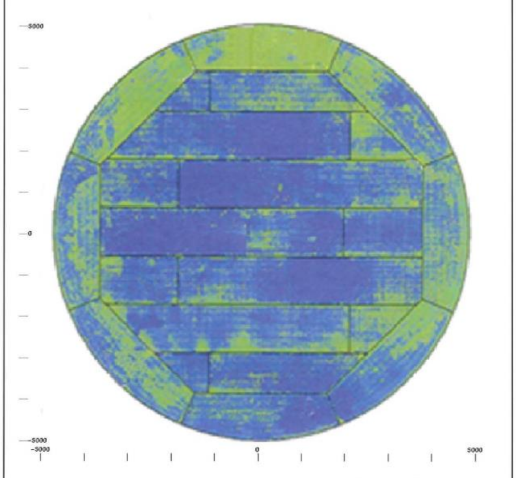
スキャナー全高100mm

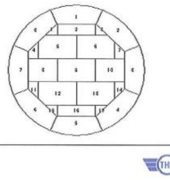
検査結果出力例

板厚分布図

設計板厚　アニュラ板　9.0 mm
底板　9.0 mm
単位：mm

板番号	連続板厚測定 最小値	連続板厚測定 最大値	厚さ計	平均値	半径60mm平均値	半径300mm平均値	側板500mm平均値	80%以下分布率(%)	t値	備考
アニュラ板	0.2	76.0	2.0	8.55	7.77	8.37	8.52	0.4074	3.95	
底板	5.6	90.0	4.2	8.56	8.01	8.53	-----	0.0995	3.61	





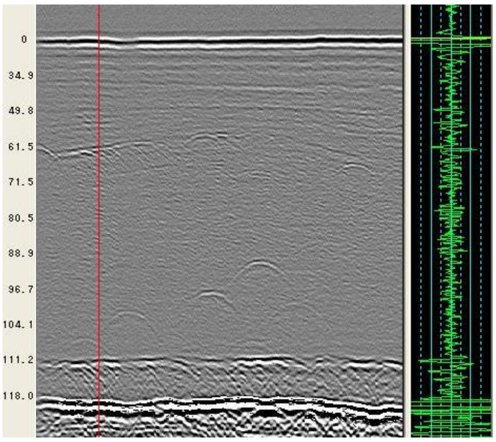
板厚区分(%)	(mm)		面積(cm2)	割合(%)
90	8.1	超	776602	98.9
90	8.1	以下	7235	0.9
80	7.2	以下	1297	0.2
70	6.3	以下	207	0.0
60	5.4	以下	18	0.0
未測定			210	0.0
異常表示・不表示			25	0.0

東亜非破壊検査株式会社

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

TOFD法による
溶接部の超音波探傷試験



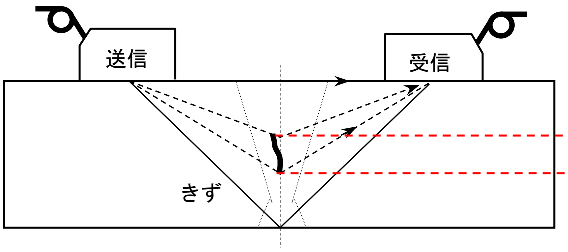
TOFD法は送信、受信の探触子を同一試験体表面に配置し、きずの上下端部で発生する回折波を検出し、伝搬時間差からきずの高さや深さを求める手法です。装置は、スキャニング装置、探傷器、データ処理器（パソコン）より構成されます。溶接部の検査方法としては超音波パルス反射法が一般的ですが、きずの形状や傾き等に影響を受け、きずの大きさを正確に求めることはできません。TOFD法はきずの検出能及び寸法測定精度に優れた特性を備え、経年劣化で発生した割れの寿命評価及び継続監視に有効な手法です。また、ASME規格に基づいたRT代替え検査として圧力容器の検査に適用されています。

特　長

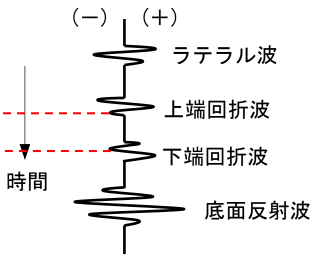
- 高速、高検出能
- 高精度寸法測定
- パルス反射法と比較して、広い走査範囲不要
- きず位置の断面表示
- リアルタイムで、きず画像が得られる
- ASME規格に基づくRT代替え検査

適　用

- 鋼突合せ溶接部
- 平板突合せ溶接部



探傷イメージ

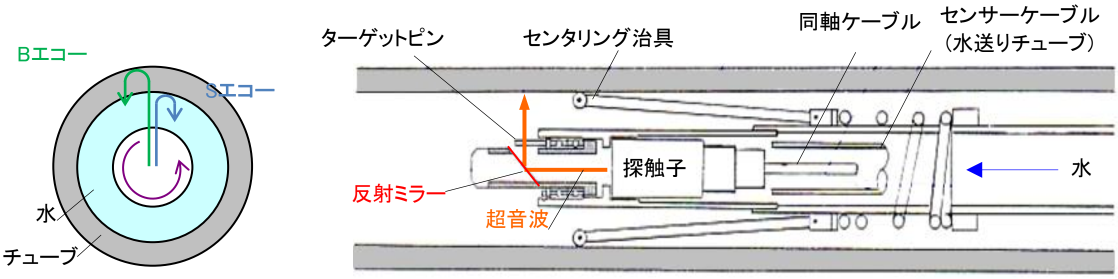


上端回折波－下端回折波＝きず高さ

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

超音波内挿回転式チューブ検査
(IRIS9000)



IRIS9000の探傷方法

IRIS9000はボイラ、熱交換器等のチューブ内外面の減肉状況を精度良く検出できる内挿式回転超音波検査システムです。軸方向に送信される超音波を回転式ミラーによって周方向に反射させ、送受信することでチューブ肉厚をS-B1方式で測定します。ミラーを水圧で高速回転させることで、チューブ全周の探傷が可能となります。

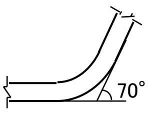
特　長

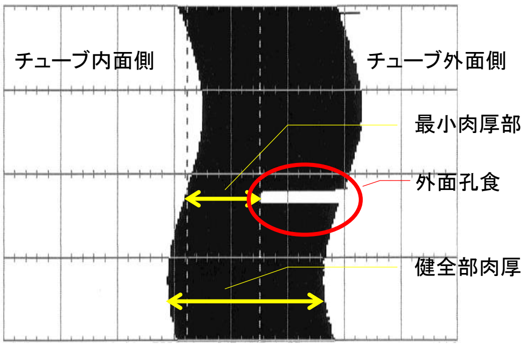
- 直管チューブ全長全周の探傷が可能
- ボイラチューブ曲り部の通過可能

IRIS9000

適　用

- 検査対象：ボイラ、熱交換器チューブ
- チューブ外径：φ11.2～φ89.1mm
- 測定肉厚：0.51～10.16mmまで測定可能
- チューブ長さ：最大25mmまで
- 検出能：平底穴 φ1mm以上
  （すり鉢状 φ2mm以上）
- 高精度：±0.08mm
- 適用曲率：70°の曲率を通過可能





探傷画像(外面孔食の例)

探傷画像(内面孔食の例)

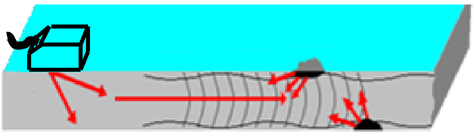
TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

ロングレンジUT
(ISONIC 2001、2006 Long range UT)

探傷状況 (ISONIC 2001)

装置 (ISONIC 2006)



ガイド波の伝搬イメージ

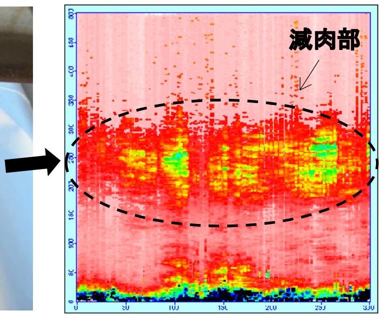
ロングレンジUTは、ガイド波を用い、アクセスできない部位に発生するきずや腐食を検出する手法です。ガイド波は、板厚全体を伝播し、断面形状が変化する部位で反射します。

この反射エコーを受信し、きずの位置や大きさを測定します。

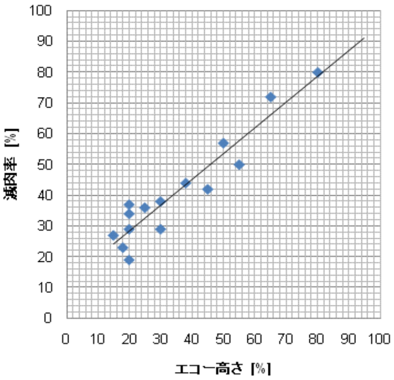
特 長

- 1回の探傷で表裏面の検査が可能
- 稼動中の検査が可能
- 測定対象物の広範囲にわたる性状を把握できる
- 検査結果のビジュアル性に優れている
- 検量線による減肉率の評価が可能

配管バンド部腐食状況



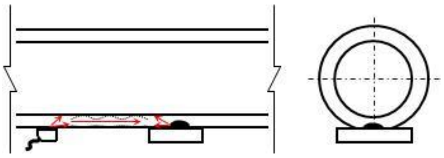
探傷画像(外面腐食)



検量線 (参 考)

適 用

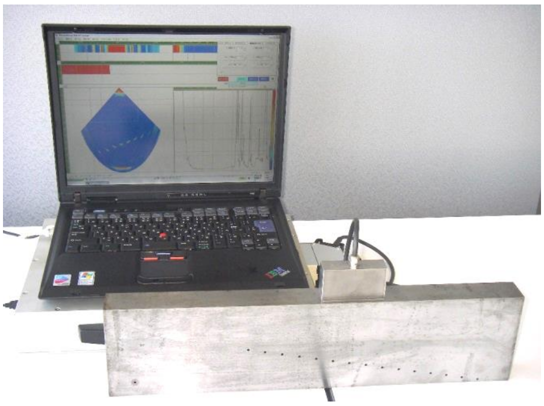
- 検査対象:
  配管(直置き、バンド巻き部、コンクリート貫通部等)
  塔、槽(側板、底板等)
- 対象材質:主に炭素鋼
- 対象肉厚:4mm～30mm
- 対象サイズ:4B～平板
- 検出レベル:減肉率20%以上
- 対象温度:常温



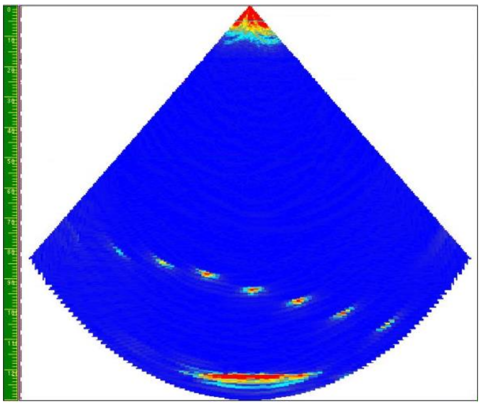
配管架台部の検査

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

フェイズドアレイ超音波探傷試験
(Phased Array Ultrasonic Inspection)

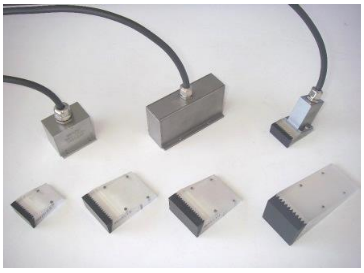


フェイズドアレイ超音波装置

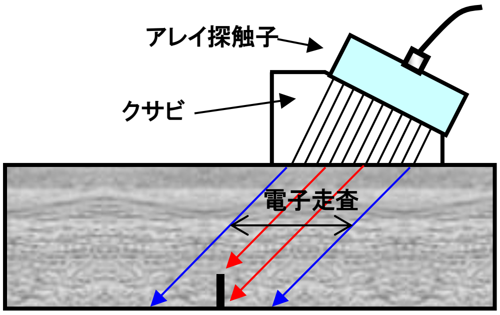


φ3横穴の探傷画像(セクタ走査)

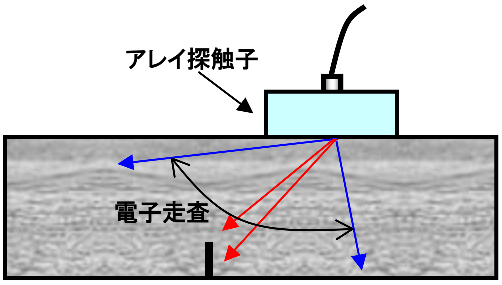
フェイズドアレイ超音波探傷試験は、アレイ探触子の各振動子に電圧を印加するタイミングを変えることで、探触子を走査せずに各振動子の電子走査で超音波ビームの入射方向や集束深さを任意に設定し、きず検出、きず高さ測定等を行うことが可能です。
16～128エレメント(振動子)のアレイ探触子を用途別に使い分けます。



アレイ探触子とクサビ



リニア走査



セクタ走査

電子走査方式

特　長

- 探傷断面の可視化
- 画像処理による識別性、測定精度の向上
- 広範囲なフォーカス点に対応
- 走査時間の短縮
- きず(欠陥、亀裂)の検出、サイジング

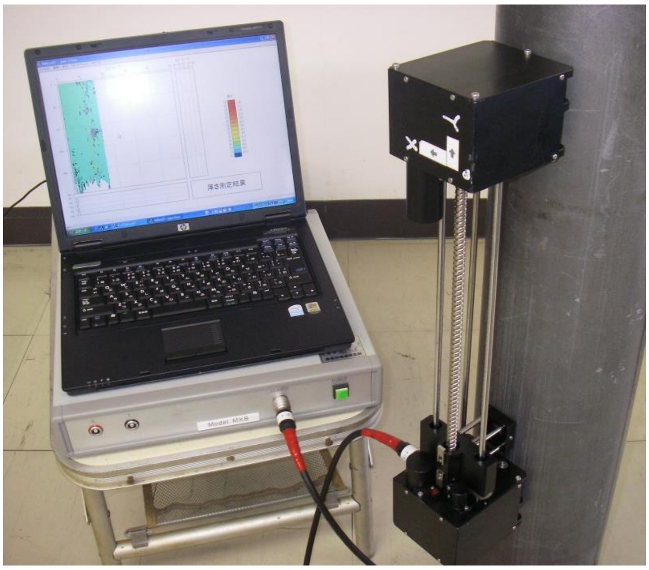
適　用

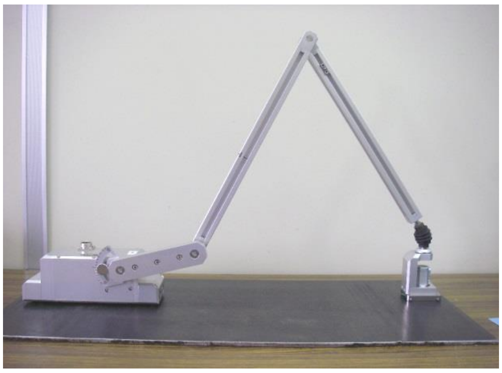
- 発電設備蒸気管きずサイジング
- 石油精製機器配管きずサイジング
- 化学プラント機器配管きずサイジング
- 複雑形状部への適用

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

自動肉厚マッピング装置



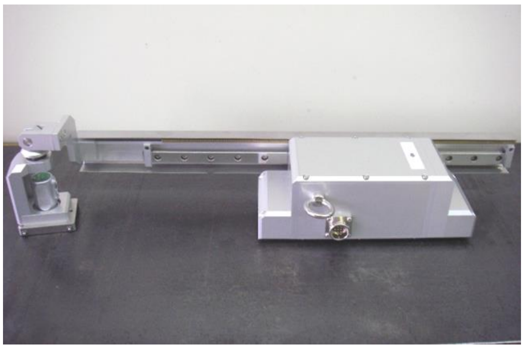


アーム型

本装置は自動で超音波肉厚測定を行い、その結果を肉厚値により色分けし、マップ（Cスコープ）の作成が可能な装置です。又、任意の位置のBスコープ（断面表示）も表示可能です。電子データとして保存が可能で、再現性に優れています。

特　長

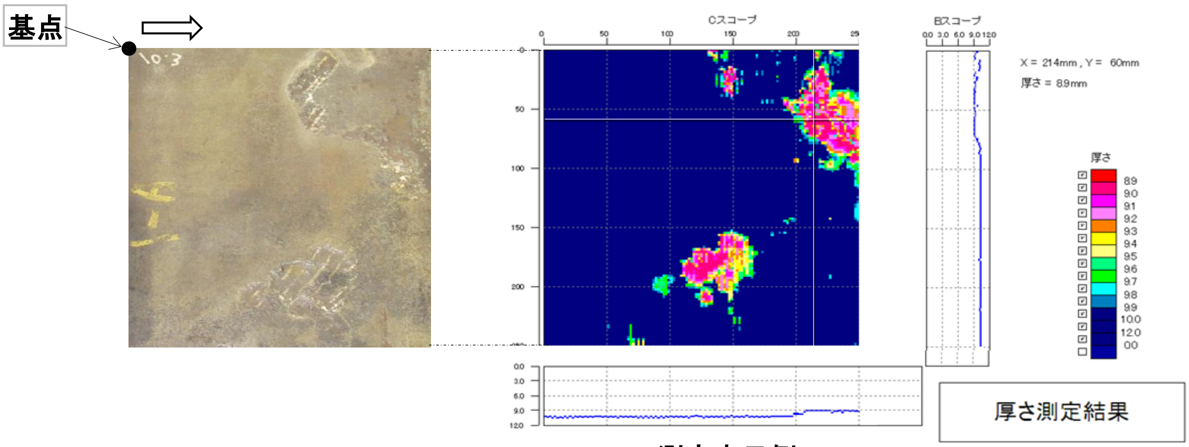
- 画像処理により減肉部をわかり易く表示
- スキャナは3種類あり、用途に応じて使い分け可能
  アーム型（X軸電動駆動、Y軸手動）
  スライド型（X軸電動駆動、Y軸手動）
  オート型（2軸電動駆動）
- 最小1mmピッチでのデータ採取可能
- 現場でデータ収集後マップの編集可能
- バッテリー式でもAC100Vでも使用可能
- 測定範囲：最大300mm×300mmで表示



スライド型

適　用

- 測定対象物：機器、配管、平板他
- 測定配管径：φ50mm以上～平板

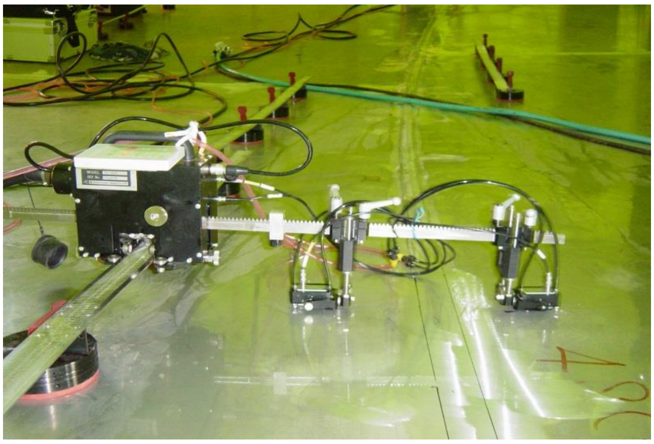


測定表示例

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

自動超音波探傷試験
(Automatic Ultrasonic Testing)



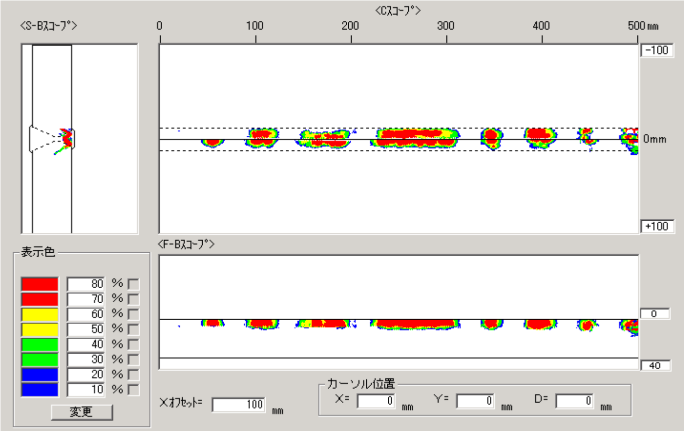
自動超音波探傷システムは、鋼構造物溶接部の超音波探傷検査における探傷作業の合理化・省力化、記録性、試験結果の信頼性向上を目的として構築されたシステムです。
本システムは、超音波斜角探傷法を自動で探触子走査、データの取込み、妨害エコーときずエコーとの

特　長

- 検査時間の短縮
- 妨害エコーを自動消去
- 装置性能がＪＩＳ Ｚ ３０７０に適合
- 自動校正機能の採用により、校正精度を向上
- 探傷装置がコンパクトで軽量

適　用

- 鋼構造物の完全溶込み突合せ溶接部　ほか



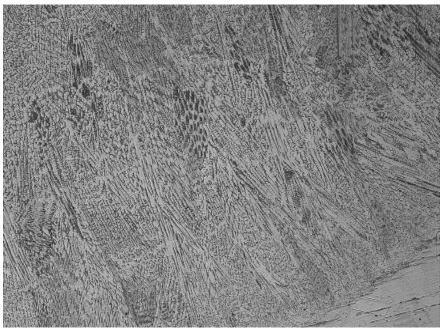
探傷画像データ

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

オーステナイト系鋼溶接部の超音波探傷試験

対比試験片によるキャリブレーション



オーステナイト系溶接部の柱状晶組織

オーステナイト系溶接部は種々の材料の組合せを含み、オーステナイト系ステンレス鋼及びインコロイ系のようなニッケルクロム合金等を含んでいます。オーステナイト系材料の溶接部に超音波探傷試験を適用する場合、溶接金属の特性である粗大な結晶粒や柱状晶が超音波を散乱、減衰させるため、フェライト系材料に比べて一般的に超音波探傷試験は困難とされています。

弊社では縦波斜角法、クリーピングウェーブ法、広帯域横波斜角法を併用し、フェライト系材料と同程度の検出能で探傷が可能です。

特　長

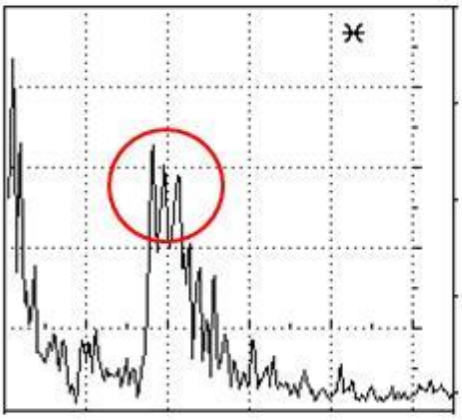
- フェライト系材料と同程度の検出能で検査が可能

適　用

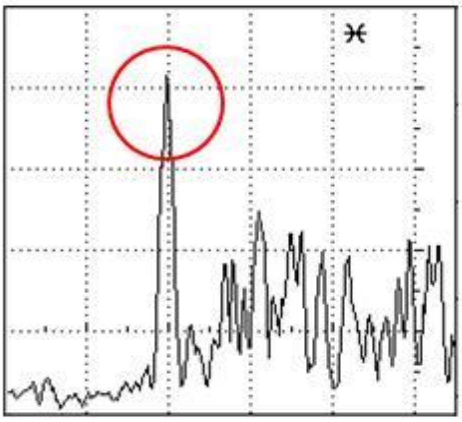
- 配管外径：4B～平板
- 配管肉厚：6mm～
- 配管温度：常温

※　試験対象物と同一仕様の対比試験片の製作が必要

◆オーステナイト系溶接部φ2横穴の探傷例



一般的な横波斜角探触子の波形
□母材部と溶接金属との境界エコー有り
□溶接金属内の林状エコー有り



二振動子縦波斜角探触子
□SN比が良好な波形

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

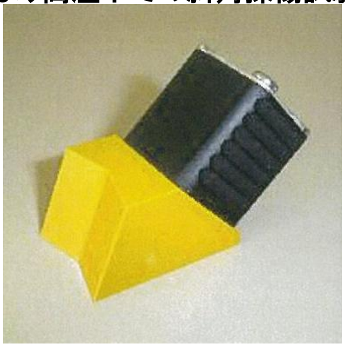
東亜非破壊検査株式会社

高温下溶接部での 超音波探傷試験

常温の溶接部では広く行われている斜角探傷試験ですが、高温下では一変して超音波機材等の耐久性の問題、あるいは超音波特性の変化により施行が困難になります。
一般には、通常探触子ではくさび音速等の差により、きずエコー位置が正確に把握出来ないと言われています。
弊社では、高温用機材を使用、条件を補正することにより高温下での斜角探傷試験を可能としました。

特 長

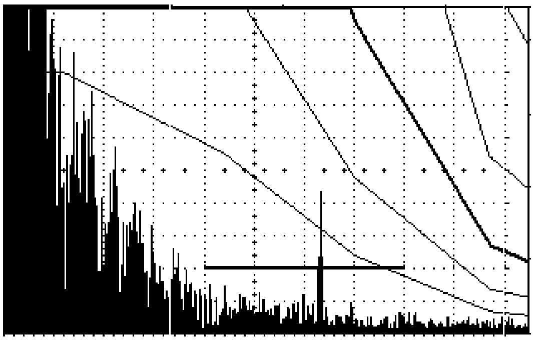
- 200℃までの探傷が可能
- 稼働中の検査が可能



高温斜角探触子
周波数 ： 4MHz
屈折角 ： 45°
振動子サイズ ： 10×13mm

適 用

- 検査対象:
  構造物、圧力容器
- 対象材質:鋼
- 対象板厚:50mm程度まで

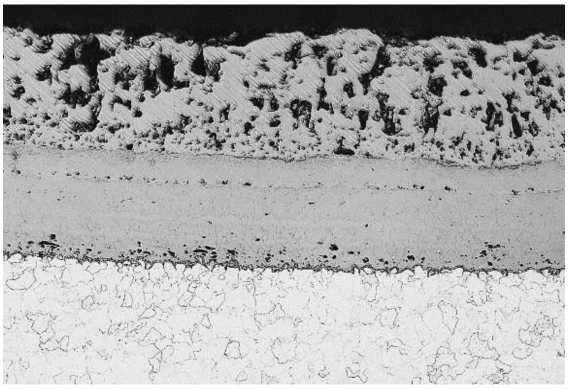


高温下探傷波形

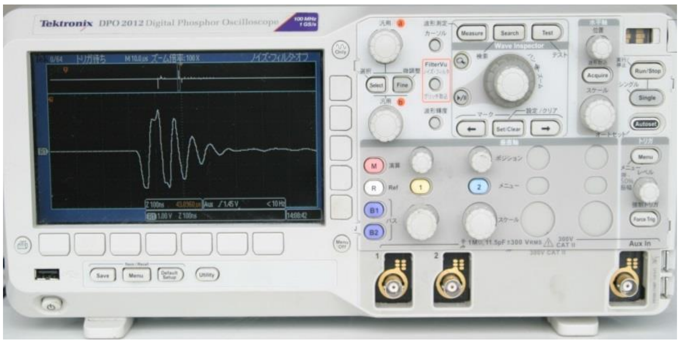
TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

超音波探傷試験による
ボイラーチューブ内面スケール厚さ測定



内面スケールの断面写真



探傷波形例

ボイラーチューブ内面に付着するスケールが厚くなると熱交換率が低下するため、チューブの母材温度が上昇し、クリープ破断の原因となります。そのため、内面スケールの厚さを管理する必要があります。

高周波の超音波を使用し、反射エコーをデジタルオシロスコープに取り込み、パソコンで演算処理をすることで、薄い範囲のスケール厚さ測定を可能としました。

特　長

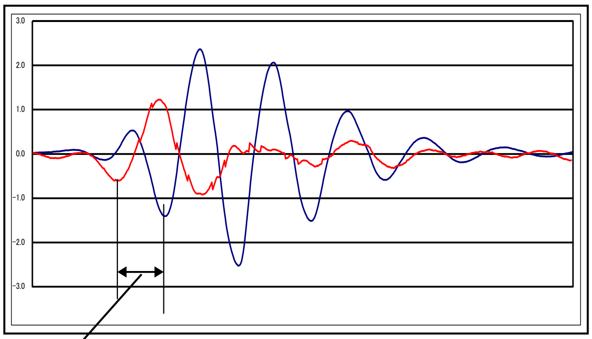
- 測定可能スケール厚さ:50μm以上
- 精度:±10μm

適　用

- ボイラーチューブの内面スケール

探傷波形

パソコン上で処理



スケール厚さ

境界エコーと内表面エコーを分離

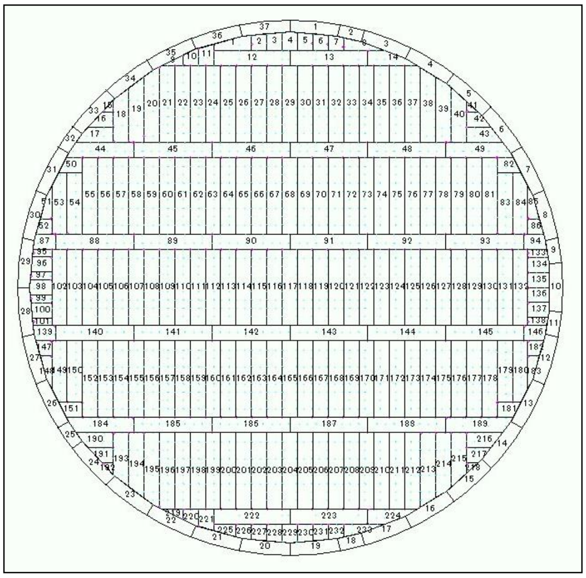
:内表面エコー
:境界エコー

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

TOUTM Ⅱ

（データロガ付き超音波厚さ計によるタンク底板測定システム）



タンク底板の厚さ測定は、測定点が多く、測定、現場記録の作成、記録の転記等作業量が膨大となるため、多大な工数が必要となり、人為的ミスの発生の可能性があります。

当システムでは、測定データの記録をデータロガ付きの測定装置を用いることで、スピーディに、また、確実に記録保存を行うことができます。更に、タンク底板の板割図の作成、板厚測定データの入力、報告書の作成までを一貫して行うシステムであるため、タンク底板の肉厚測定業務を能率的

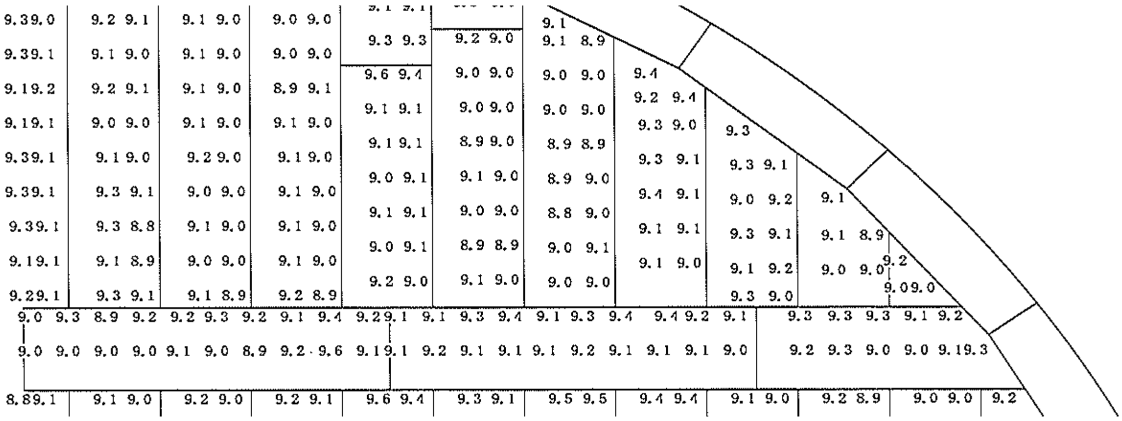
特　長

- データロガ付き超音波厚さ計とパソコンを使用
  現場記録作成時の記入ミスが発生しません。
- 厚さ測定値を板割図中に印字
  このシステムでは、表ではなく板割図に測定値を印字した図を出力します。
- 作成データが電子データとして保存可能
  開放毎に継続してこのシステムを使用すれば、更に効率アップとなります。また、経年データの比較が容易となります。

探傷状況

適　用

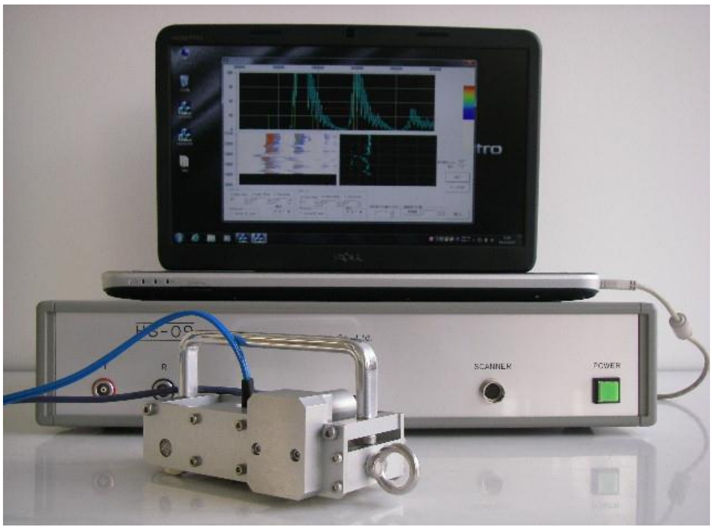
- 石油タンク底板、及び、アニュラ板
- その他円筒形タンクの底板、及び、アニュラ板



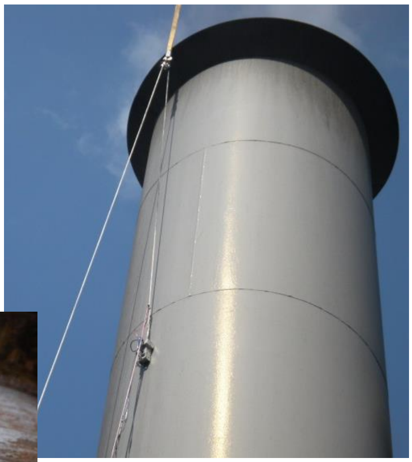
TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

連続肉厚測定装置



本装置は、マグネット車輪により対象物(強磁性体)に引っ付き、走行しながら、連続で超音波肉厚測定を行う装置です。測定結果をBスコープ表示することで、肉厚変化を分かり易く表示します。
煙突検査の場合は煙突上部にワイヤーをかけて手動にてスキャナー一部を引き上げます。

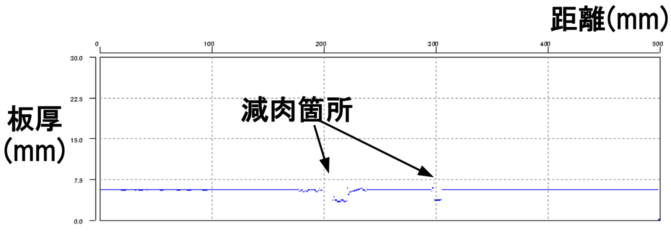


特　長

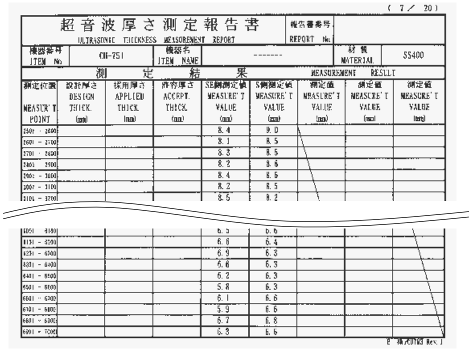
- 最小1mmピッチでのデータ採取可能
- 画像処理により分かり易く減肉表示が可能
- 溶接部等多少の凹凸(最大5mm程度)が
あっても走行可能
- スキャナーサイズ：L170×W80×H80mm
- ケーブル長：最大25m

適　用

- 対象物　　:機器、配管、平板他
- 対象材質 :一般炭素鋼(強磁性体)
- 対象外径 :3B以上
- 対象肉厚 :2mm～30mm



Bスコープ表示例



(7／20)

超音波厚さ測定報告書
ULTRASONIC THICKNESS MEASUREMENT REPORT

報告書番号 REPORT No.

機器番号 ITEM No.	CH-751	機器名 ITEM NAME	-------	材質 MATERIAL	SS400

測定結果 MEASUREMENT RESULT

測定位置 MEASUR'T POINT	設計厚さ DESIGN THICK. (mm)	採用厚さ APPLIED THICK (mm)	許容厚さ ACCEPT. THICK. (mm)	SE側測定値 MEASURE'T VALUE (mm)	S側測定値 MEASURE'T VALUE (mm)	測定値 MEASURE'T VALUE (mm)	測定値 MEASURE'T VALUE (mm)	測定値 MEASURE'T VALUE (mm)
2501 - 2600				8.4	9.0			
2601 - 2700				8.1	8.5			
2701 - 2800				8.3	8.5			
2801 - 2900				8.2	8.6			
2901 - 3000				8.4	8.6			
3001 - 3100				8.2	8.5			
3101 - 3200				8.5	8.2			
6001 - 6100				6.5	6.6			
6101 - 6200				6.6	6.4			
6201 - 6300				6.9	6.3			
6301 - 6400				6.6	6.3			
6401 - 6500				6.2	6.3			
6501 - 6600				5.8	6.3			
6601 - 6700				6.1	6.6			
6701 - 6800				5.9	6.6			
6801 - 6900				6.7	6.8			
6901 - 7000				6.3	6.6			

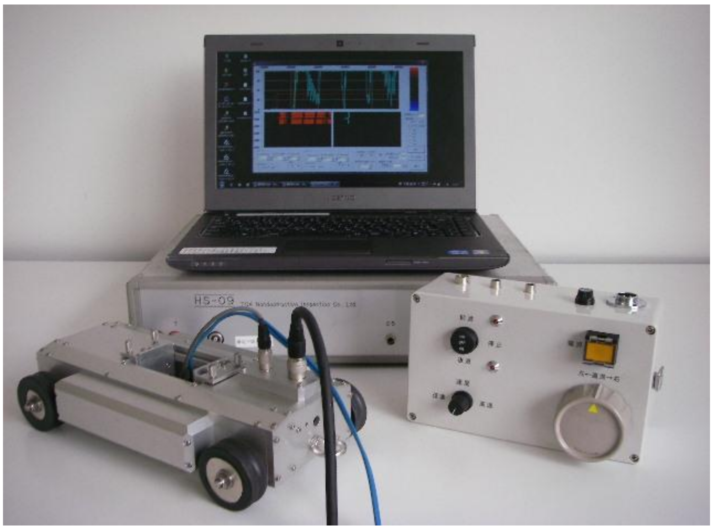
測定結果

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

TOA Nondestructive Inspection Co.,Ltd.

東亜非破壊検査株式会社

自走式連続肉厚測定装置



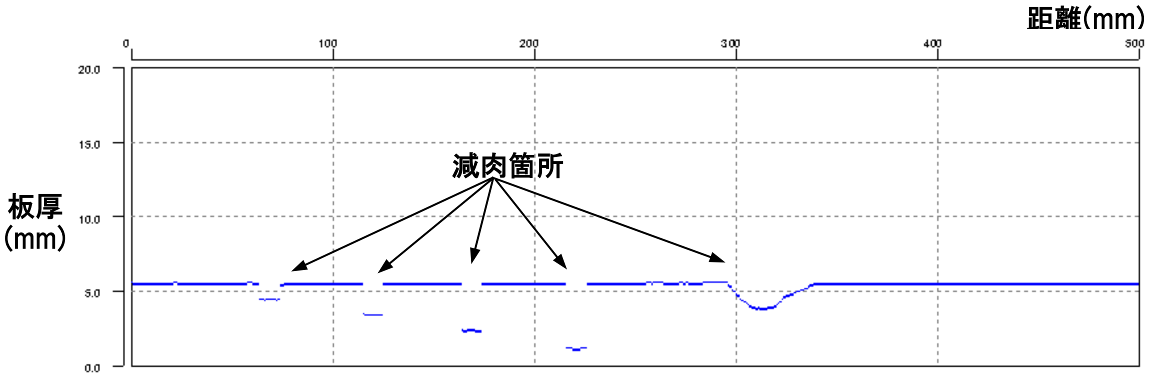
本装置は、マグネット車輪により対象物(強磁性体)に引っ付き、自走しながら連続で超音波肉厚測定を行う装置です。測定結果をBスコープ表示することで、肉厚変化を分かり易く表示します。

特　長

- 最小1㎜ピッチでのデータ採取可能
- 画像処理により分かり易く減肉表示が可能
- 溶接部等多少の凹凸(最大5mm程度)があっても走行可能
- スキャナサイズ：L320×W170×H90㎜
- ケーブル長 ： 最大25m

適　用

- 対象物　　:機器、配管、平板他
- 対象材質 :一般炭素鋼(強磁性体)
- 対象外径 :12B以上
- 対象肉厚 :2mm～30mm



Bスコープ表示例

Memo

東亜非破壊検査株式会社

TOA Nondestructive Inspection Co., Ltd.

千葉営業所 ／〒299-0111 千葉県市原市姉崎 830-1
(0436) 60-7251 Fax (0436) 62-7997

名古屋営業所／〒478-0001 愛知県知多市八幡字東水代 16-3
(0562) 33-3908 Fax (0562) 33-3969

大阪営業所 ／〒593-8327 大阪府堺市西区鳳中町 10-4-25
(072) 263-3115 Fax (072) 263-3116

八幡営業所 ／〒806-0002 福岡県北九州市八幡西区東浜町 6-10
(093) 644-5701 Fax (093) 644-5730

技術研修センター ／〒806-0002 福岡県北九州市八幡西区東浜町 6-10
(093) 644-5711 Fax (093) 644-5760

技術開発センター ／〒800-0211 福岡県北九州市小倉南区新曽根 8-46
(093) 471-2394 Fax (093) 471-2408

本社 ／〒805-8518 福岡県北九州市八幡東区山王 1-13-15
(093) 661-1115 Fax (093) 661-1193

その他の営業所などは弊社のHPをご参照下さい。

営業品目

- X線検査
- γ 線検査
- 磁気検査
- 浸透検査
- 電磁誘導検査
- 超音波検査
- 超音波厚さ測定
- ひずみ測定
- 漏洩試験
- ヘリウムリークテスト
- アンモニアリークテスト
- カメラテスト
- 金属組織試験
- 金属材質試験
- 金属材料試験
- 溶接後熱処理
- 液化石油ガス及び危険物貯槽の保安検査及び開放検査
- コンクリート構造物診断
- 溶接管理
- 技術員派遣
- 測量業務
- 検査機材販売

www.toandi.co.jp