

Generation IV
超音波による熱交換器チューブ検査システム

Mirai G-IV

日本非破壊検査株式会社

◇ Miraiは全てを極めた 究極の水浸超音波システムです

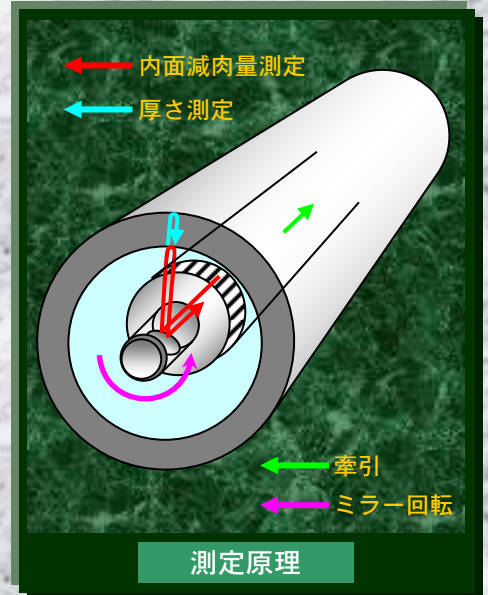
水浸法による熱交換器チューブの検査では、固定センサーによる線上測定に始まり、回転式ミラーによる全面測定、内外面Cスキャンシステム (Mirai) へと進化を遂げてきました。

今回さらに改良を重ね、究極とも呼べる第4世代の水浸法システム「Mirai-G4」が完成しました。これ以上ない高速化とトータルバランスに優れた、高度なシステムです。

小型軽量・バッテリー駆動



Type S



ツインアンフ搭載



定速率引装置



Type E

◇ 特徴

★ 速度

現在の超音波探傷検査はパルス反射式であり、1秒間に数十～数万回の超音波パルスを発信し、反射エコーを捉えます。このパルス発信間隔を P. R. F. (繰り返し周波数) と呼び、この値が高いほど1秒間に得られるデータ数が多いということになります。

一方、小さな腐食を見つけるには超音波ビームを絞らなければならないので、一回のパルスで測定できる面積は、どこの装置も大差ありません。

従って、探傷速度 (一定時間にどれだけの面積を測定できるか) は P. R. F. によってほぼ決まってきます。

Mirai の P. R. F. は最高 20000 Hz。これは**限界の早さ**と言えます。

これ以上高速になると、遅れエコーが頻発したり、探傷レンジが狭まり極小径のチューブにしか適用出来ず、いくら早くても一般的には使用できません。

P. R. F. はセンサーの最適回転数も左右します。例えば、P. R. F. =20000Hz で外径 25.4mm (外周長さ約 80mm) のチューブを、周・軸方向共に 0.5mm ピッチで測定したい場合には、周方向は、 $20000 \div (80\text{mm} \div 0.5) = 125 \text{ 回/秒} = 7500 \text{ r. p. m}$ でミラーを回転させ、軸方向は、 $125 \times 0.5 = 62.5 \text{ mm/秒}$ で牽引すれば良いことになります。

★ 精度

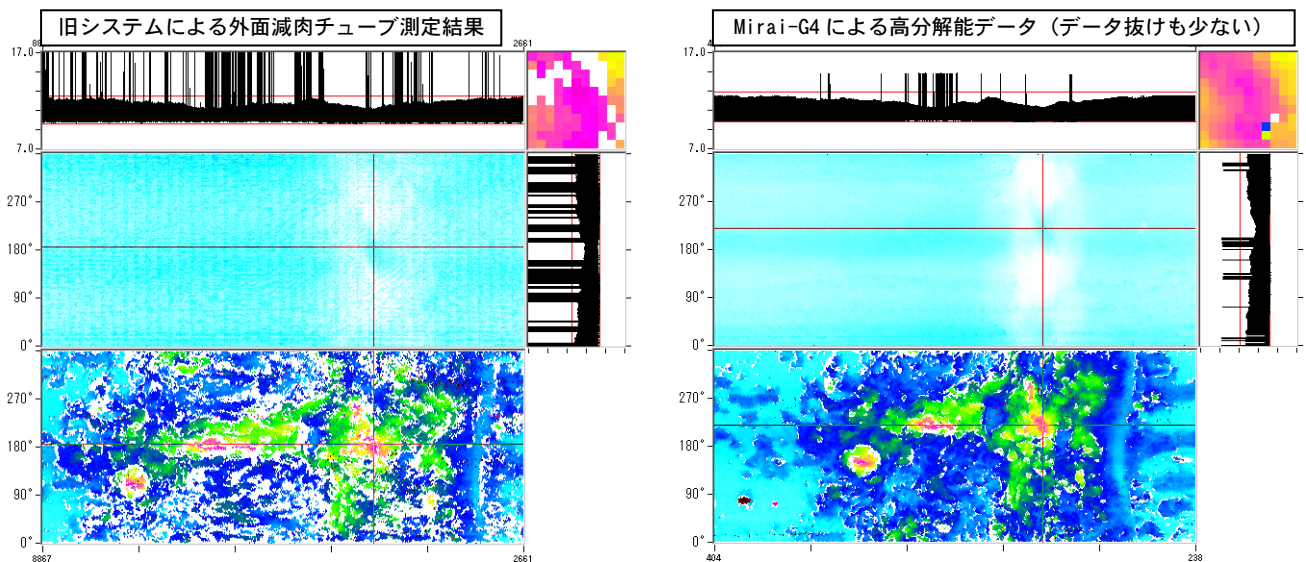
デジタル超音波探傷装置は、一般的に 50MHz ~ 100MHz 程度の内部サンプリング速度 (= 基本的な時間分解能) です。100MHz の分解能とは、鋼で 0.03mm 程度です。

Mirai (Type S) の内部サンプリングは 200MHz。基本的な**分解能は従来の 2 倍**です。

Mirai (Type E) には**ツインアンブ**を採用し、内面減肉測定と厚さ測定を別々の独立したアンプで測定する為、内・外面同時に減肉が発生している場合などに優れた性能を発揮します。

さらに、データ処理装置においては、従来 14 Bit であった A/D コンバーターを高速 16 Bit コンバーターとし、処理分解能を 4 倍に高めました。

これらにより、検査速度だけではなく、**検査精度もトータルに向上**させました。



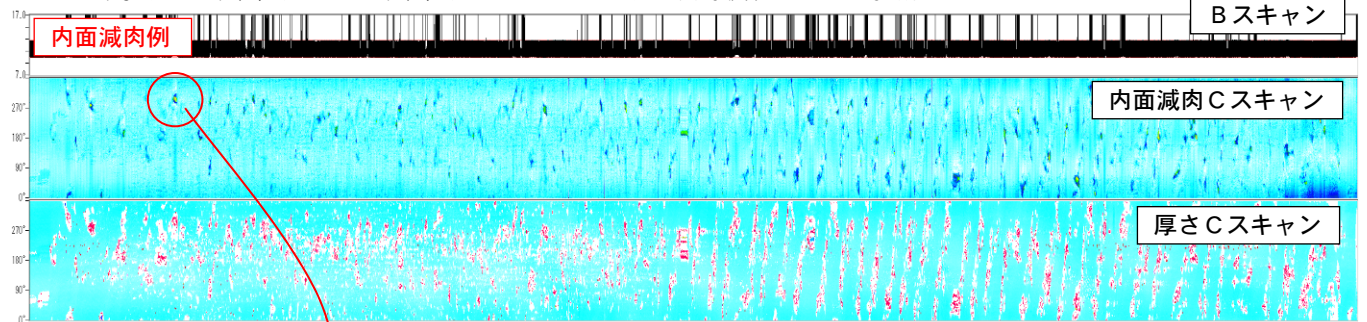
★ 記録性

全データをデジタル処理しており、その情報量は 10m チューブの場合 1 本あたり 20MB を超える量ともなります。Mirai の解析システムには、**A. I.** (Artificial Intelligence: 人工知能) とも呼べる柔軟かつ高度な機能が組み込まれており、膨大なデータの中から最薄部や最大減肉部を自動的に分析・特定するなど、解析作業を強力にサポートしています。

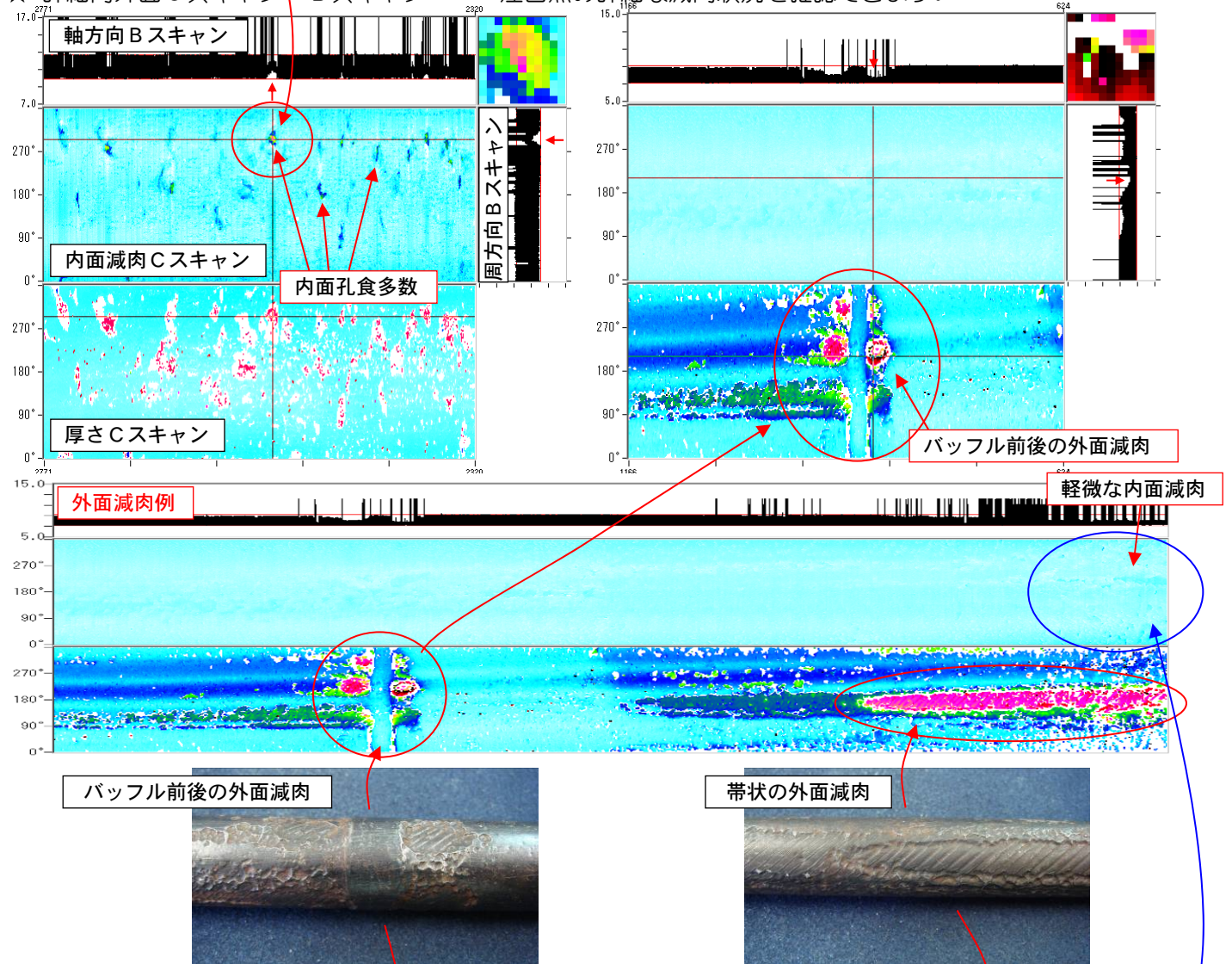
測定した**データは全て保存**する為、腐食状況の経年変化の確認や比較も容易ですし、事後に極値解析の実施が決まった様な場合にでもすぐに対応可能です。また、ご要望があれば何年後であっても、ご希望のデータを出力してお渡しが可能です。

◇ 多彩な出力

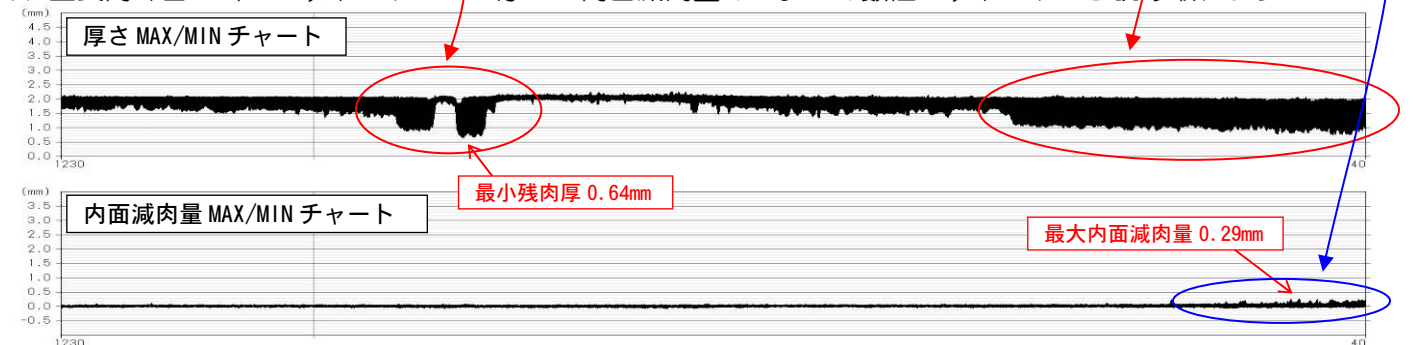
★ 全長内外面Cスキャン・Bスキャン・・・全長の減肉状況が一目瞭然です。



★ 詳細内外面Cスキャン・Bスキャン・・・注目点の詳細な減肉状況を確認できます。



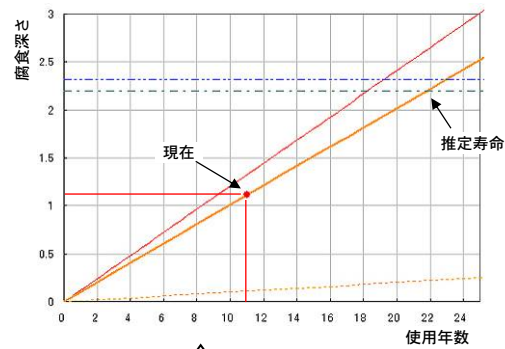
★ 全長内外面 MAX/MIN チャート・・・厚さ・内面減肉量のおよその数値がチャートから読み取れます。



◇ 余 寿 命 推 定

・ Mirai で得られたデータをもとに、極致解析法により熱交換器チューブ全体の余寿命を推定できます。

チューブ No.	区間	1	2	3
列-番	位置 (mm)	0~500	500 ~1000	1000 ~1500
1-11	健全部肉厚	2.2	2.2	2.2
	健全部内径	14.6	14.6	14.6
	最大外面減肉量	0.1	0.1	0.1
	最大内面減肉量	0.1	0.4	0.5
	最小残肉厚	2.1	1.8	1.7
	最小残肉厚位置	400	750	1200
符合形態		円形	円形	円形



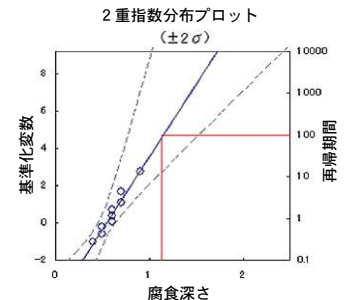
↓ データを細分化し、チューブ1本あたり複数個の極値を取り出し、統計に準ずる分布かどうかの検定を行います。

↑ 得られた結果をもとに、余寿命を推定します。

G E V 検定結果	
サンプル数	n 9
cパラメータ	C(PWM) 0.0079
kパラメータ	k(PWM) 0.0625
尺度パラメータ	α 0.1439
位置パラメータ	λ 0.5366
有意水準(両側)	P値 80.29%
判定	J 合格
(10%以上で合格)	

→ 分布が極値統計に準ずると判定された場合、推定最大値を算出します。

Gumbel 分布計算結果(MVLUE)	
全体のサンプル数	Nt 9
有効なサンプル数	N 9
尺度パラメータ	α 0.128
位置パラメータ	λ 0.540
	α/λ 0.237
再帰期間	T 100
基準化変数	y _{max} 4.600
推定最大値	x _{max} 1.130
標準偏差	σ (x _{max}) 0.184



◇ 主 な 仕 様

適用管寸法・長さ	内径：φ10.5mm～φ70mm ^(※1) 長さ：管端より1.3m ^(※1)
処理速度	100～200本/1日(1本6mとして) ^(※2)
測定ピッチ	周方向・軸方向共に、自由に設定可能 ^(※3)
測定限界	外面減肉：厚さ>0.7mm(直径φ1.5mm) ^(※4) 内面減肉：減肉量>0.2mm(直径φ2.0mm) ^(※4)
出力	内・外面Cスキャン、Bスキャン、管板図(残肉・腐食深さ等により区分)、他各スキャン出力や管板図の閾値・色分割は任意に設定可能。 (例：MAT以下の管のみを選出した管板図の作成。チューブ毎のMAT以下面積率の算出。等)
前処理	内面地肌出し(超高压WJC、ブラスト処理、化学洗浄等)
装置重量	Type S：約1.3kg Type E：約3.2kg(+PC1台)
作業人員	2～3名
用 役	AC100V、水

- * 1. 上記以外の寸法、サイズにも特注にて適用可能な場合があります。ご相談下さい。
- * 2. 処理速度は管寸法、前処理状況、減肉形態(測定ピッチ)等に大きく影響を受けます。
- * 3. 減肉形態に応じた測定ピッチを設定することにより、最大限の処理速度が得られます。
- * 4. 評価限界値は管の内面状態(前処理の良悪を含む)や材質により変化します。
- ** 管板付近の外面減肉の精密測定には、弊社超音波探傷システムATOMもご検討下さい。



日本非破壊検査株式会社

本 社	TEL 03-3761-3521	FAX 03-5763-7049
鹿島営業所	TEL 0299-90-6115	FAX 0299-96-8844
千葉営業所	TEL 0436-22-9378	FAX 0436-22-9379
東京営業所	TEL 044-542-4270	FAX 044-542-4271
四日市事業所	TEL 059-345-2444	FAX 059-347-1497
知多出張所	TEL 0562-33-1070	FAX 0562-33-1438
水島事業所	TEL 086-455-5083	FAX 086-455-7594
技術センター	TEL 086-450-3377	FAX 086-450-3378