

「もんじゅ」 供用期間中検査装置開発

(開発の経緯と現状及び課題と対策)

— 説明会資料 —

1992年4月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

「もんじゅ」供用期間中検査装置開発 (開発の経緯と現状及び課題と対策)

—説明会資料集—

林道 寛¹⁾、荒 邦章²⁾、横山邦彦³⁾、
三田部稔秋⁴⁾、秋山貴由輝⁴⁾、為平浩一¹⁾、
大高雅彦¹⁾

要 旨

平成3年度から4年度にかけて、「もんじゅ」実プラントの供用前検査 (PSI)、及びその後の必要な改良を経て、供用期間中検査 (ISI) へ流用することを目標に、平成2年度から、各種の供用期間中検査装置の開発を進めている。

本報告は平成3年7月に開催した「もんじゅ」供用期間中検査装置開発 (中間報告) において発表した際に用いたOHP原稿を取りまとめ、若干の修正を加えたものである。

設置許可申請、安全審査、AVE委員会の答申及び研究開発の現状までを体系化、包括化した資料は本報告書が初めてである。

¹⁾大洗工学センター機器構造開発部機器システム開発室

²⁾機器システム開発室 (現在もんじゅ建設所 技術開発部 開発推進室)

³⁾機器システム開発室 (現在非破壊検査(株))

⁴⁾機器システム開発室 (現在北海道電力(株))

平成3年7月10日
機器システム開発室

「もんじゅ」併用期間中検査装置開発(中間報告)
- 開発の経緯と現状及び課題と対策 -

説明資料

「もんじゅ」供用期間中検査装置開発（中間報告） ー開発の経緯と現状及び課題と対策ー目次

項目	ページ
I. 全体概要	1
供用期間中検査についての基本計画	2
供用期間中検査用装置の開発計画	3
供用期間中検査の概要（表1）	4
1次主冷却系配管の体積試験について（参考図）	5
AVE委員会の設立（意義）	6
AVE委員会の検討例	7
「もんじゅ」供用期間中検査に関連するitemの変遷	9
モックアップ試験の意義	10
総合機能試験での確認事項	11
原子炉容器まわりISI総合機能試験装置	14
1次主冷却系配管体積試験用総合機能試験装置	17
蒸気発生器伝熱管ISI装置総合機能試験装置概要	18
「もんじゅ」供用期間中検査装置開発工程	19
「もんじゅ」ISI装置開発体制	20
「もんじゅ」PSI実施体制	21
II. 炉容器まわりISI装置の開発	22
原子炉容器まわりISI装置の構成	23
原子炉容器本体検査機のご概念	25
原子炉容器まわりISI装置の使用環境	26
検査機搭載センサ設計要目	27
検査の手順	28
検査の概要	29
各データ処理フローとデータ例	30
要素技術の開発	35
これまでに実施した検査機の改良項目	37
検査機挿入装置改良項目	41
改良による検査機の変化	46
総合試験からの技術経験、技術課題と今後の解決策	48
将来的な技術課題	50

Ⅲ. 1次主冷却配管ISI装置の開発	51
1次主冷却配管体積試験用ISI装置の構成	52
検査装置と設計主要目	53
検査の概要	54
検査手順	55
探傷データの取扱い	56
軽水炉との条件比較	57
要素技術開発	58
装置開発上の課題	59
総合試験からの技術経験、技術課題と今後の解決策	60
試験の結果と表示例	61
開発の現状と技術的課題	72
Ⅳ. SG伝熱管ISI装置開発	73
渦電流探傷装置の構成	74
装置設計要目	75
超音波探傷装置の構成	76
装置設計要目	77
軽水炉との条件比較	78
ECT検査手順	79
探傷データの取扱い	80
装置開発上の課題	81
要素技術開発	82
総合試験からの技術経験、技術課題と今後の解決策	83
渦電流探傷信号例	85
開発の現状と技術的課題	87
Ⅴ. 「もんじゅ」PSIへのR&D成果の反映と技術協力	88
ECT装置トレーニングの概要	89
PSI実施工程（SG/Cループ）	91
モックアップの結果とPSIの結果の比較例	92
挿入不可伝熱管に対する対策について	100
今後の展開	

1.全体概要

「もんじゅ」設置許可申請書一添八追補VIIーより

3. 基本計画

原子炉冷却材バウンダリについては、主要な機器、配管等について溶接部を主たる対象として①肉眼試験を主とした試験を行い、また供用期間中を通じて②ナトリウム漏えい監視を行うこと等により冷却材の漏えいを速やかに検知できるようにする。さらに③今後の検査機器開発の成果を取り入れることができるように設計上配慮する。一部の構造材については④材料監視試験を行い、必要に応じて材料に対する環境効果を評価する。

原子炉カバーガス等のバウンダリについては放射性カバーガスモニタを設置する他、必要に応じて原子炉冷却材バウンダリに準ずる試験等を行う。

その他については、安全性確保上の必要性に応じて試験等を行う。上記の基本計画による供用期間中検査の概要を表1に示す。

「もんじゅ」設置許可申請所一添八追補VIIーより

参考資料 8

供用期間中検査用装置の開発計画

供用期間中検査用装置については「供用期間中検査について」に示す基本計画に基づき、つぎのような考え方により開発を進める計画である。

1. 原子炉容器

ガードベッセルに囲まれた部分の遠隔肉眼試験用装置としては、現在までのITVカメラ（冷却）による遠隔肉眼試験装置の開発成果を基礎として、冷却装置、走査装置、信号伝送装置の小型化などにより更に実用性を高める。また、ファイバースコープの応用についても研究開発を進める。

2. 1次主冷却系循環ポンプの外ケーシング、中間熱交換器の胴体

ITVカメラによる遠隔肉眼試験装置に重点をおき開発を進める。

3. 1次冷却系配管

- (1) 1次主冷却系室の部分については、常温におけるITVカメラによる遠隔肉眼試験装置に重点を置いて開発を進める。また超音波探傷による体積試験のための試験装置及び保温構造の脱着装置について遠隔自動化を考慮して、研究開発を進める。
- (2) 原子炉容器ガードベッセル内にある原子炉容器入口配管については、ITVカメラ（冷却）による遠隔肉眼試験と、超音波探傷による体積試験を行うことができる装置について、非接触型体積試験用センサー、ファイバースコープの応用なども含めて、さらに研究開発を進め、実用性、信頼性を高める。

4. ガードベッセル

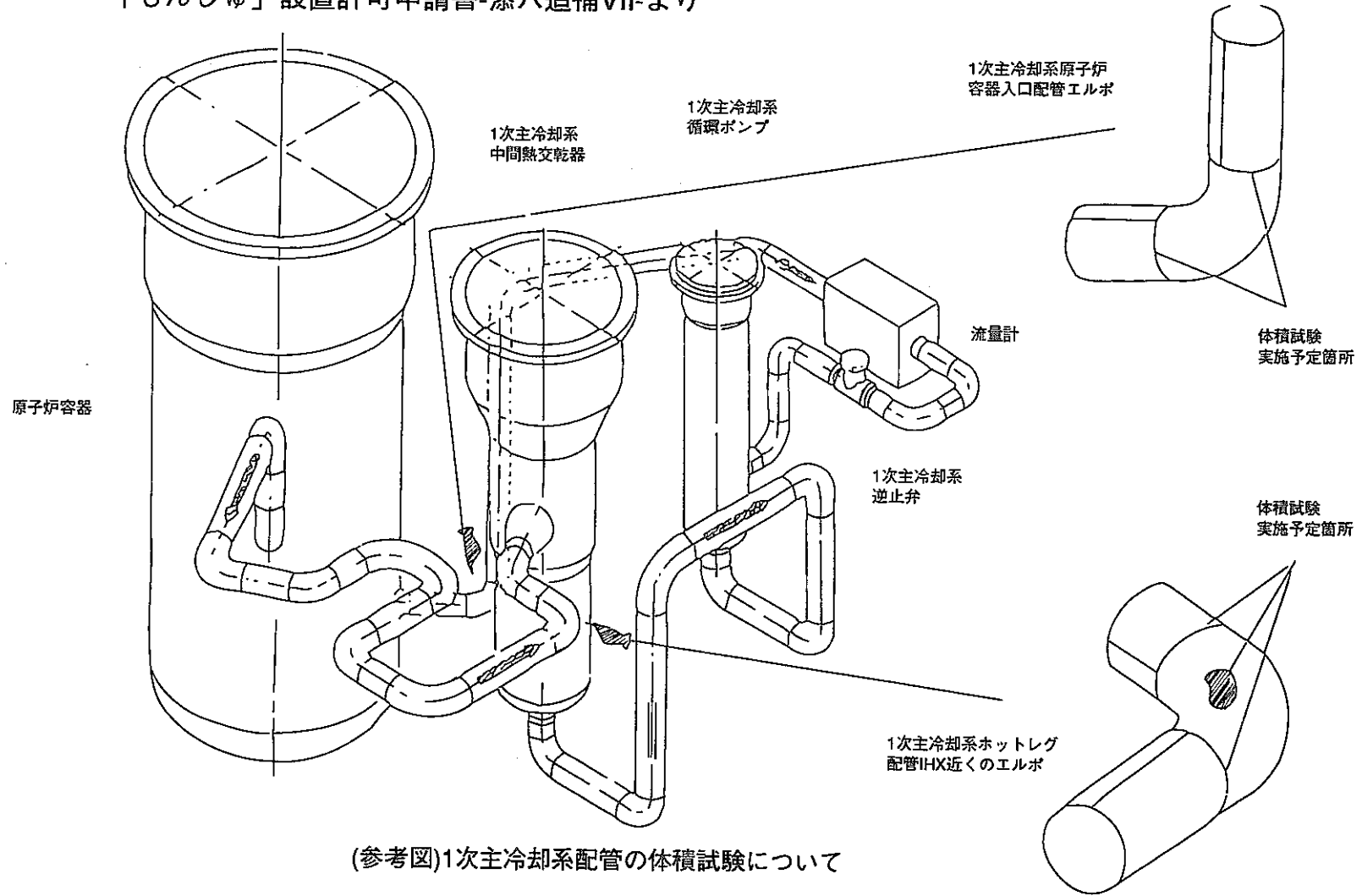
- (1) 原子炉容器ガードベッセルの肉眼試験については、原子炉容器用試験装置で対応できるように開発を進める。

「もんじゅ」設置許可申請書—添八追補VII—より

表 1 供用期間中検査の概要

機 器	対 象 部 分	試 験 等 の 方 法
原子炉容器	ガードベッセルに囲まれた部分	肉眼、ナトリウム漏えい監視、 材料監視
	ガードベッセル外	ナトリウム漏えい監視、放射 性カバーガスモニタ
しゃへいプラグ	原子炉カバーガス等のバウンダリ	放射性カバーガスモニタ
1次主冷却系循環ポンプ	外ケーシング	肉眼、ナトリウム漏えい監視、 放射性カバーガスモニタ
1次主冷却系中間熱交換器	胴体	肉眼、ナトリウム漏えい監視
	伝熱管	漏えい監視
1次主冷却系配管	配管	肉眼、ナトリウム漏えい監視、 体積
1次主冷却系逆止弁	弁箱	ナトリウム漏えい監視
炉心支持構造物	炉心支持板、炉心槽	材料監視
ガードベッセル	胴体	肉眼、（材料監視）
1次補助ナトリウム系配管	配管	ナトリウム漏えい監視
2次主冷却系循環ポンプ	外ケーシング	肉眼、ナトリウム漏えい監視
蒸気発生器	胴体	肉眼、ナトリウム漏えい監視
	伝熱管	体積
2次主冷却系配管	配管	肉眼、ナトリウム漏えい監視、 体積
補助冷却設備空気冷却器	伝熱管	ナトリウム漏えい監視
炉外熱料貯蔵設備	ナトリウムバウンダリ	ナトリウム漏えい監視

「もんじゅ」設置許可申請書-添八追補VII-より



(参考図)1次主冷却系配管の体積試験について

AVE小委員会報告書（安藤良夫主査）より

AVE小委員会（安藤良夫主査）

調査の目的

高速増殖炉のナトリウム冷却材バウンダリは、その材料にぜい性的挙動を示さないオーステナイト系ステンレス鋼を使用しており、バウンダリに作用する内圧が低いこととあいまって、安全性確保の観点から許容しうる欠陥の大きさが、その壁厚に比べて十分大きい。したがって、供用期間中に行う体積試験については、その欠陥検出性に関して軽水炉におけるそれとは異なる観点に立って、合理的な試験方法を策定する必要がある。

このため、高速増殖炉のナトリウム冷却材バウンダリに適した体積試験方法とその欠陥検出性について調査検討を行う。

調査の範囲

調査の範囲は、次の2項目からなる。

- (1) 高速増殖炉のナトリウム冷却材バウンダリに適した体積試験方法について、新技術の導入を含めて、調査検討する。
- (2) 前項の検討により有望と見られる試験方法について、その欠陥検出性を調査検討する。

AVE小委員会報告書（安藤良夫主査）より

カテゴリー：I（原子炉容器）

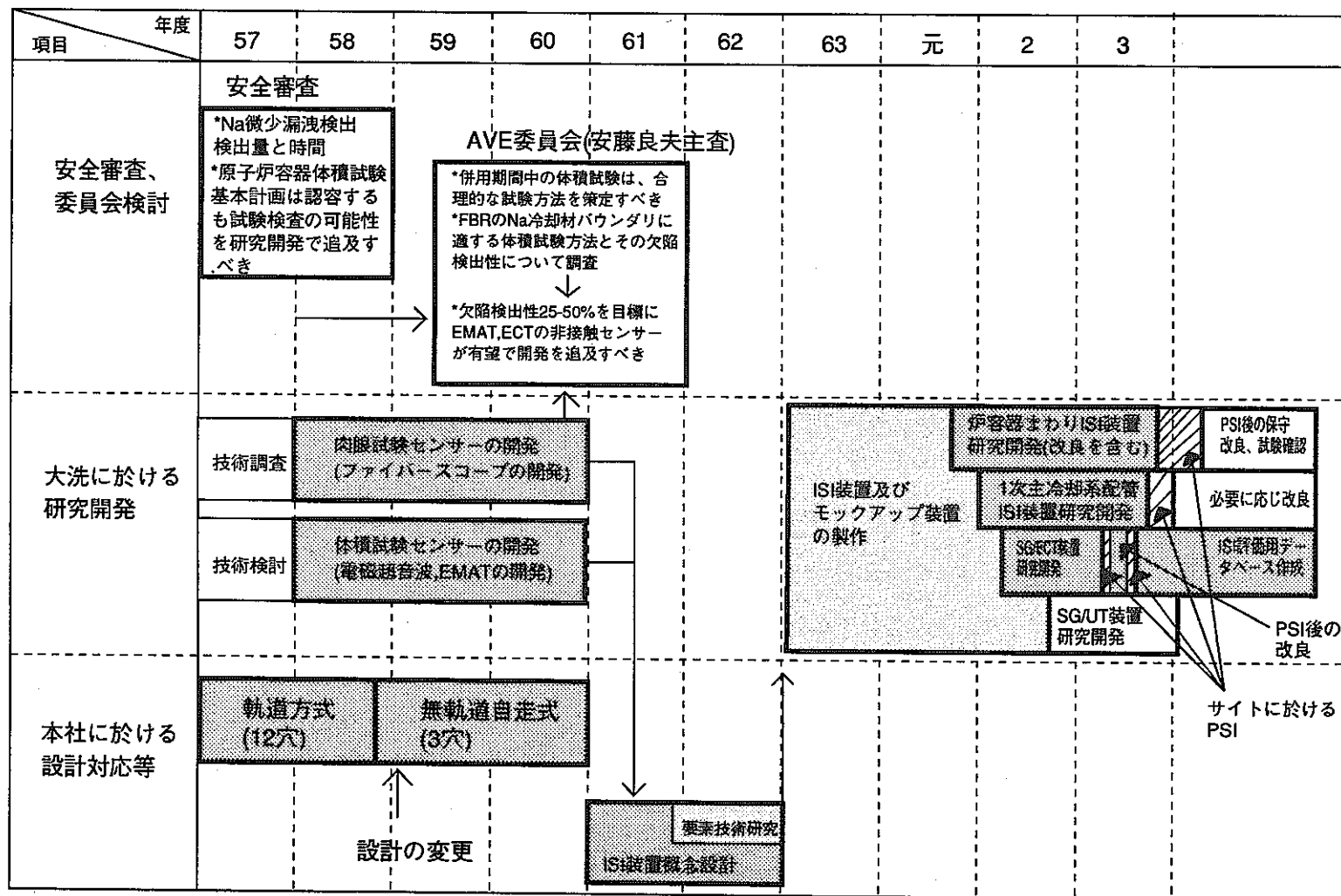
評価項目		適用方法		電磁超音波法
		評価基準	判定・評価	
1. 試験環境への適合性	耐環境性	温度 (200℃)	○	欠陥割れ中にNaが入れば若干影響有
		放射線 ($1 \times 10^3 \text{R/hr}$)	○	
		Na (内包)	○	
		雰囲気 (N_2)	○	
	付帯設備		不 要	
	試験対象個所までのアクセス性	ガイドレールの要、不要、人間がどこまで関与するか等	自 動	接近、探傷共にガイドレール有、無共に可
2. 作業性	作業空間	試験に必要な装置のスペース及び近接に必要なスペース		300φmm以内 (プラント要求)
	走査装置	走査制御の必要度	特に必要とせず	従来UTと同程度
		姿勢制御の要否	否	
		達成難易度	易	
	対象部の前後処理	対象部表面処理	不 要	
		保温材の脱着	不 要	
試験時間	1シーム当り試験に要する実時間溶接線長 $\leq 22.3\text{mm}$	約3時間	[前後走査の溶接線方向スピードを2mm/secとする]	
3. 欠陥検出性	A: ~0.25 B: 0.25~0.50 C: 0.50~0.75 D: 0.75~		B~C	
4. 実用性	開発の難易度 (4~5年以内に開発可能か否か)		可	高温用小型走査装置の開発
	装置の特殊性		無	

AVE小委員会報告書（安藤良夫主査）より

カテゴリー：II（1次主冷却系配管：原子炉容器廻り）

評価項目		適用方法		電磁超音波法
		評価基準	判定・評価	
1. 試験環境への適合性	耐環境性	温度 (200℃)	○	欠陥割れ中にNaが入れば若干影響有
		放射線 (1×10 ³ R/hr)	○	
		Na (内包)	○	
		雰囲気 (N ₂)	○	
	付帯設備		不 要	
	試験対象個所までのアクセス性	ガイドレールの要、不要、人間がどこまで関与するか等	自 動	接近、探傷共にガイドレール有、無共に可
2. 作業性	作業空間	試験に必要な装置のスペース及び近接に必要なスペース		300φmm以内
	走査装置	走査制御の必要度	特に必要とせず	従来UTと同程度
		姿勢制御の要否	否	
		達成難易度	易	
	対象部の前後処理	対象部表面処理	不 要	
		保温材の脱着	不 要	
	試験時間	1 シーム当り試験に要する実時間溶接線長≒22.3mm	約3時間	[前後走査の溶接線方向スピードを2mm/secとする]
3. 欠陥検出性	A: ~0.25 B:0.25~0.50 C:0.50~0.75 D:0.75~		B~C	
4. 実用性	開発の難易度 (4~5年以内に開発可能か否か)		可	高温用小型走査装置の開発
	装置の特殊性		無	

「もんじゅ」併用期間中検査に関連するitemの変遷



モックアップ試験の意義

1、共通

開発した装置は、直接「もんじゅ」サイトのPSI及びISIで使用全体システムを研究開発で確証
ハード、ソフトともサイトと同等の条件で試験サイトで手直しをしない

2、原子炉容器まわりISI装置

温度条件（約200度）と障害物、変位を模擬

アクセス性、倣い性、制御性、信頼性をシステムレベルで検証

目視機構の検証、体積試験センサーの検証

スキヤニング機構と信号伝送、検査装置の制御性の検証

様々な検査姿勢に対する押しつけ機構の検証

姿勢を考慮した駆動、旋回機構の妥当性

フェイルセーフの実証

ゴンドラと検査装置との同調性の確証（高温状態で）

3、1次主冷却系配管ISI装置

保温材着脱装置の成立性の実証

検査装置の走行再現性、精度の確証

温度の影響評価

作業性の検討

探触子の自動探傷時の性能確証

4、蒸気発生器伝熱管ISI装置の開発

位置決め装置の精度確保、バウンダリ保持の確証

挿入装置の条件の最適化、距離精度の確証

探傷プローブの耐久性、検出能（S/N比を含む）の向上

データ処理装置の信号自動分類、欠陥自動解析、信号検出位置同定

総合機能試験装置での確認項目（原子炉容器まわり）

検査機の機能実証

- ①往還機能
- ②走行機能（原点セット等）
- ③走査精度（倣い等）
- ④ケーブル処理

制御ソフトの最適化

- ①パラメータチューニング
- ②ソフト最適化
- ③自動化

高温雰囲気下での機能耐久性の実証

- ①200℃での機能実証
- ②パラメータチューニング

信頼性・保守性の確認

- ①異常時・事故時の非常脱出
- ②メンテナンス性

検査性能の確認

- ①肉眼・体積能力
- ②データ処理

総合機能試験装置での確認項目（1次主冷却系）

温度の影響の確認

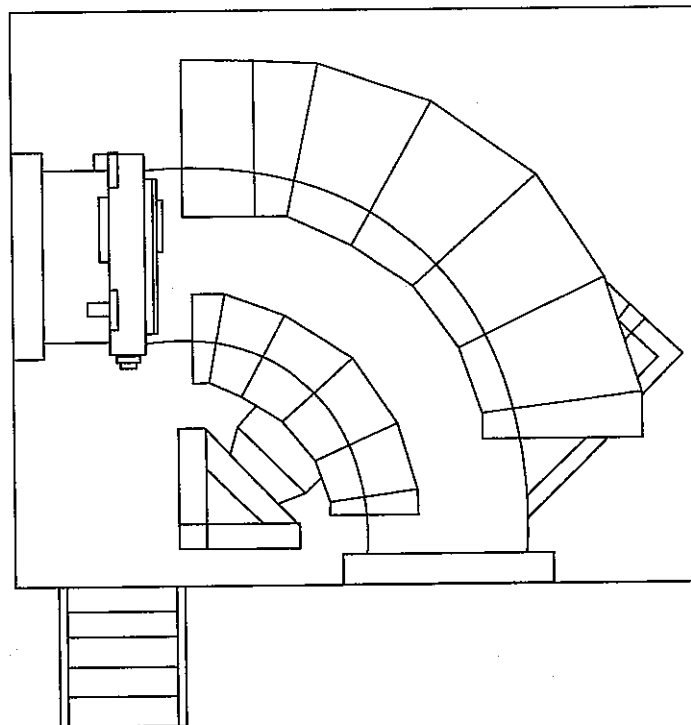
- ④配管温度
- ・検査機・探触子）常温・高温の変化の確認

作業性の検討

- ⑤作業性能
- ・検査機の取付、運搬
- ・配線
- ・被ばく低減を目的とした作業方法
- ・走行再現性の確保

装置の性能確認

- ①保温材着脱装置
- ・着脱性能
- ・バックル性能
- ・検査機走行範囲の確認
- ②検査機
- ・干渉チェック
- ・走行精度の確保



③探触子

- ・カップリング性能確認
- ・欠陥検出性能確認

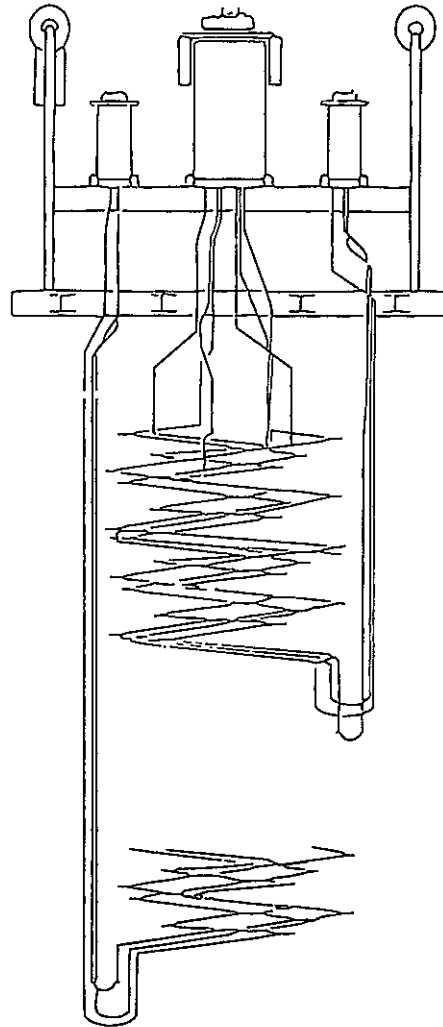
総合機能試験装置での確認項目 (SG)

作業性の確認

- ・ フランジ解放作業
- ・ 装置据付作業
- ・ 装置配置
- ・ ケーブル引廻し
- ・ バウンダリ保持作業

位置決め装置

- ・ 位置決め精度確保の確認
- ・ 干渉確認
- ・ 据付、撤去方法の確認

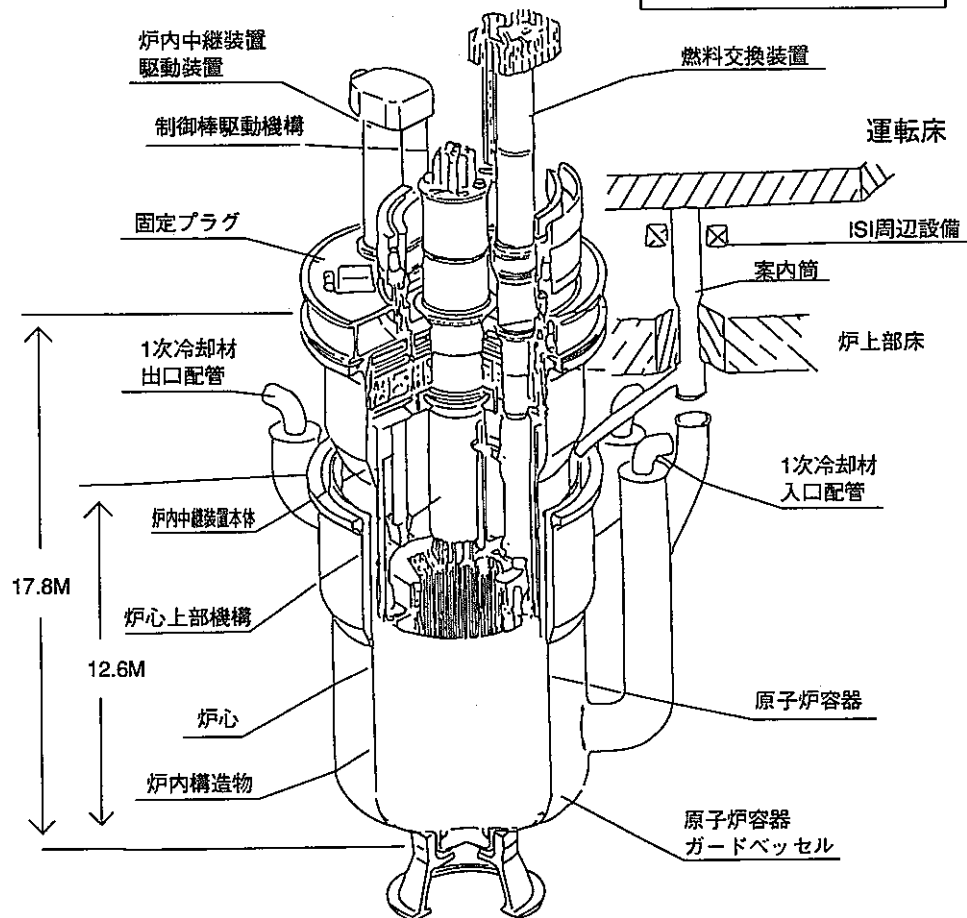


探傷プローブ

- ・ 挿入条件の確認
- ・ 耐久性の確認
- ・ 検出性の確認

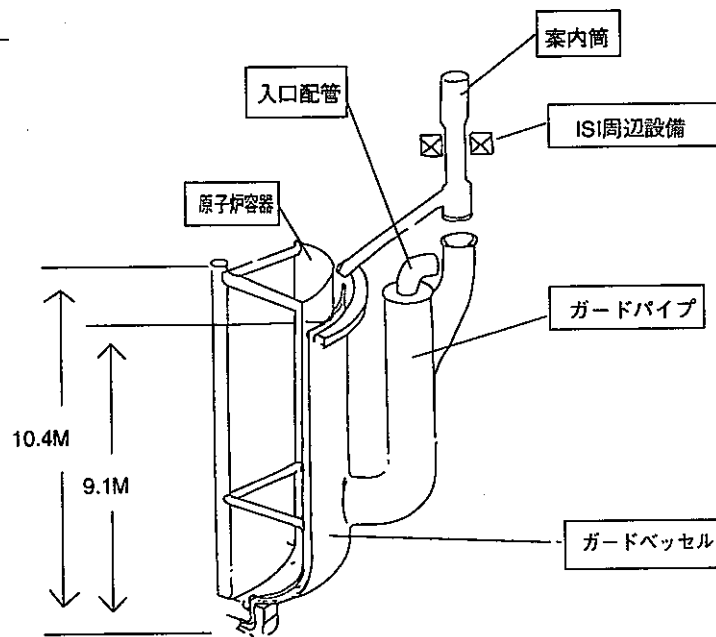
実機

ISI時環境条件
 温度:約200° C
 放射線:10³R/h
 雰囲気:窒素ガス
 空間制限:約30cm



モックアップ

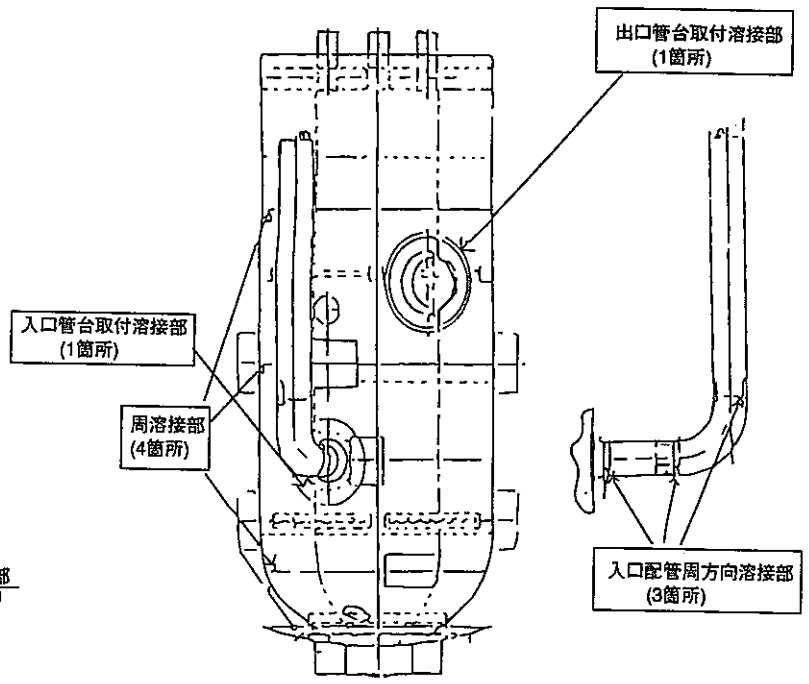
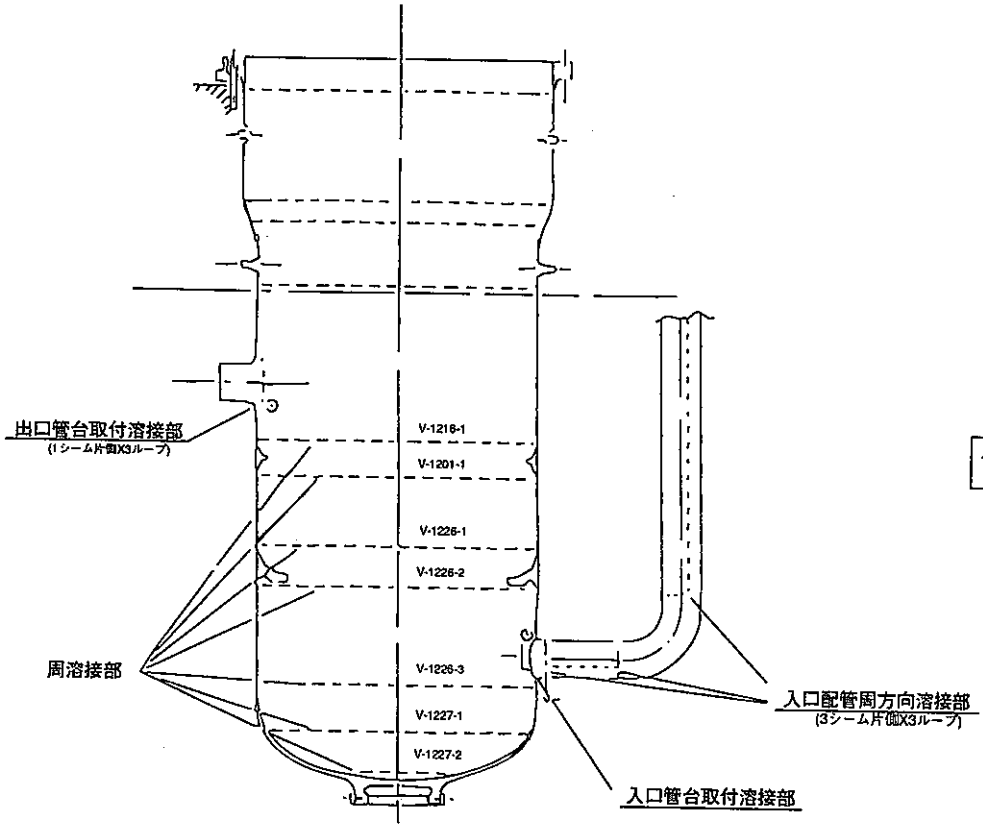
R/V仕様
 形状:1/5セクタ
 板厚:10mm
 材質:SUS304

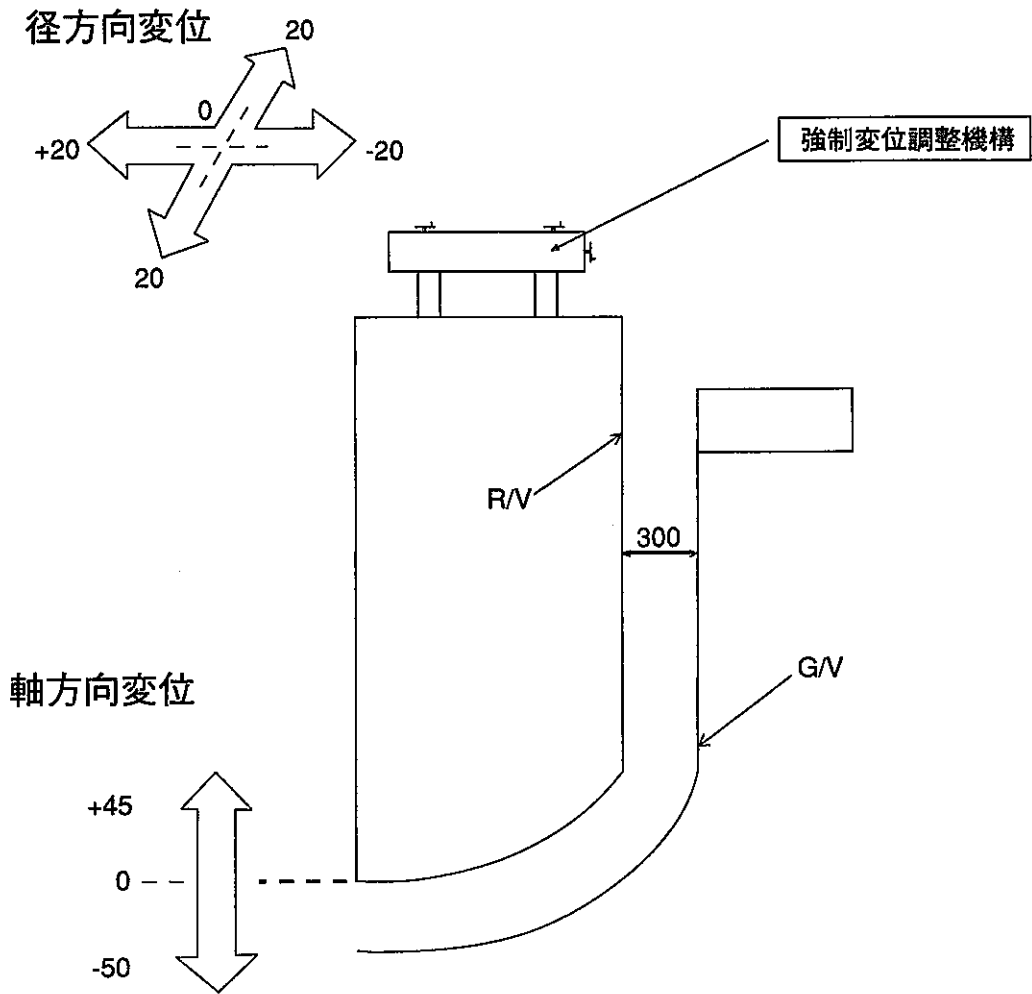


原子炉容器廻りISI装置総合機能試験装置

実機

モックアップ





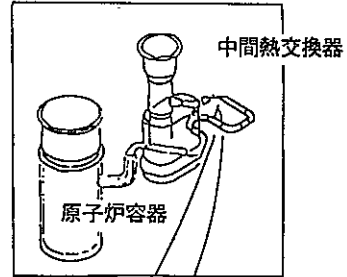
		実機			試験装置
公称隙間		300mm			
相対変位量		製作・据付等誤差	ISI時熱伸び差	合計	強制変位量
	軸方向	(約±30mm)	約-18mm	+30mm	+45mm
				-48mm	-50mm
	径方向	(約±15mm/R)	約+1mm	+16mm	±20mm
				-15mm	

熱変位の種類

実機

ISI時環境条件

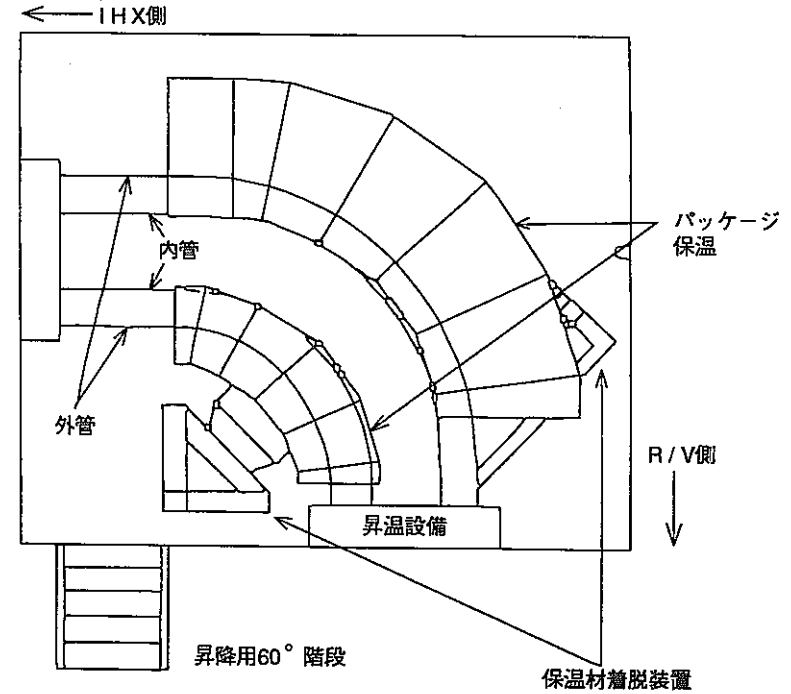
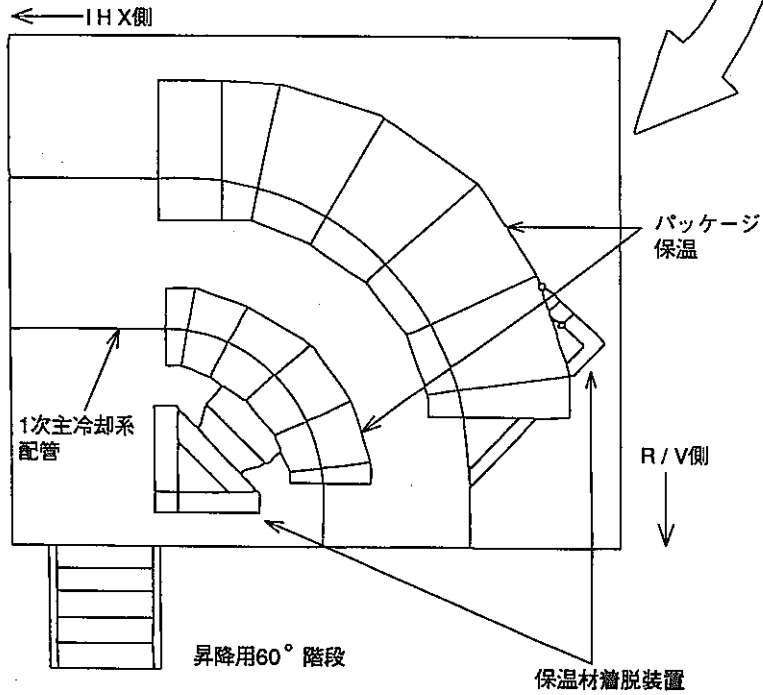
雰囲気温度 : 55 °C (max)
 配管表面温度 : 80 °C (max)
 空間線量率 : 約 1 R/H
 配管表面線量率 : 約 1.5 R/H



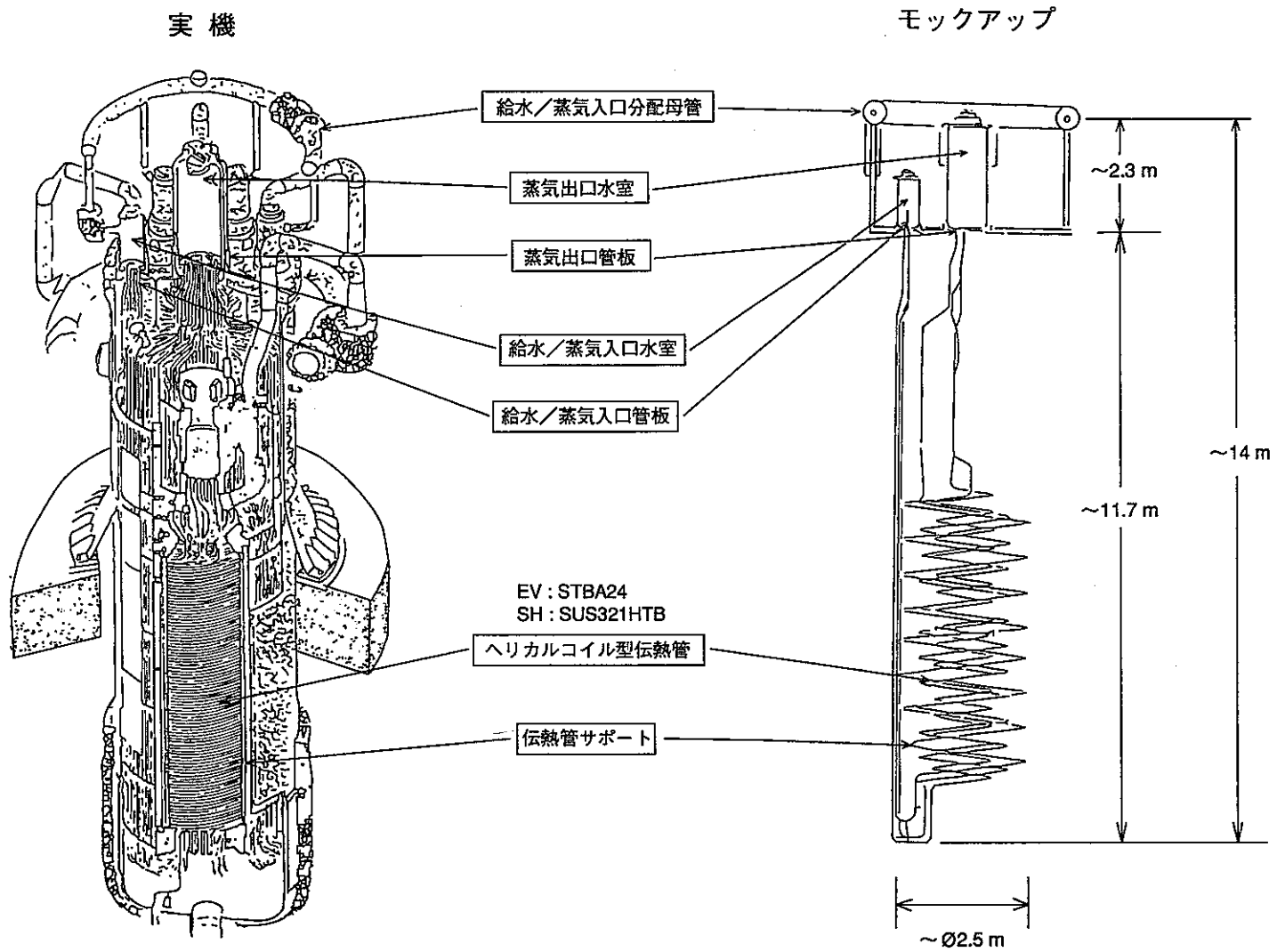
モックアップ

配管仕様

形状 : 1/1
 外径 : 812.8 mm
 板厚 : 11.1 mm
 材質 : SUS304

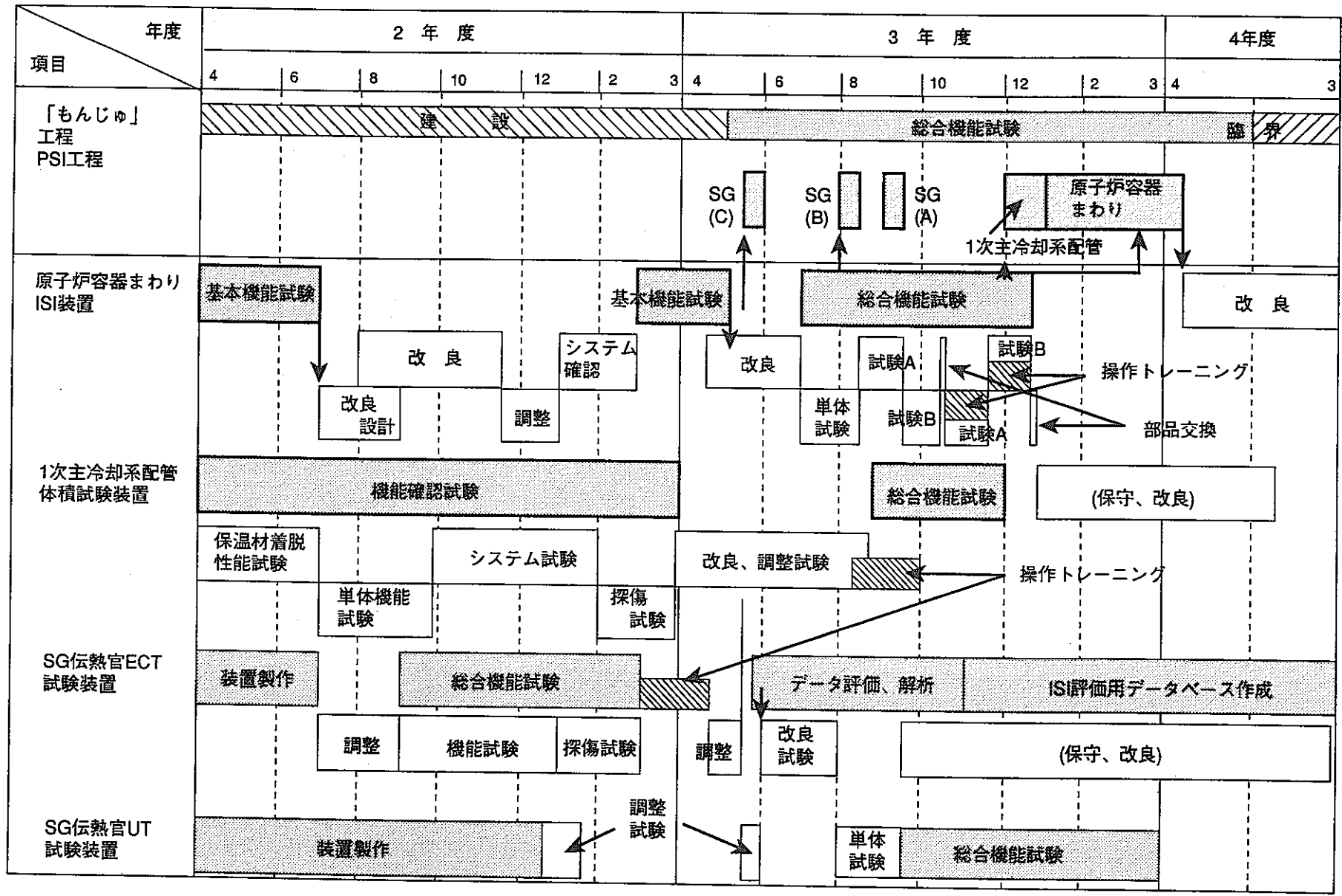


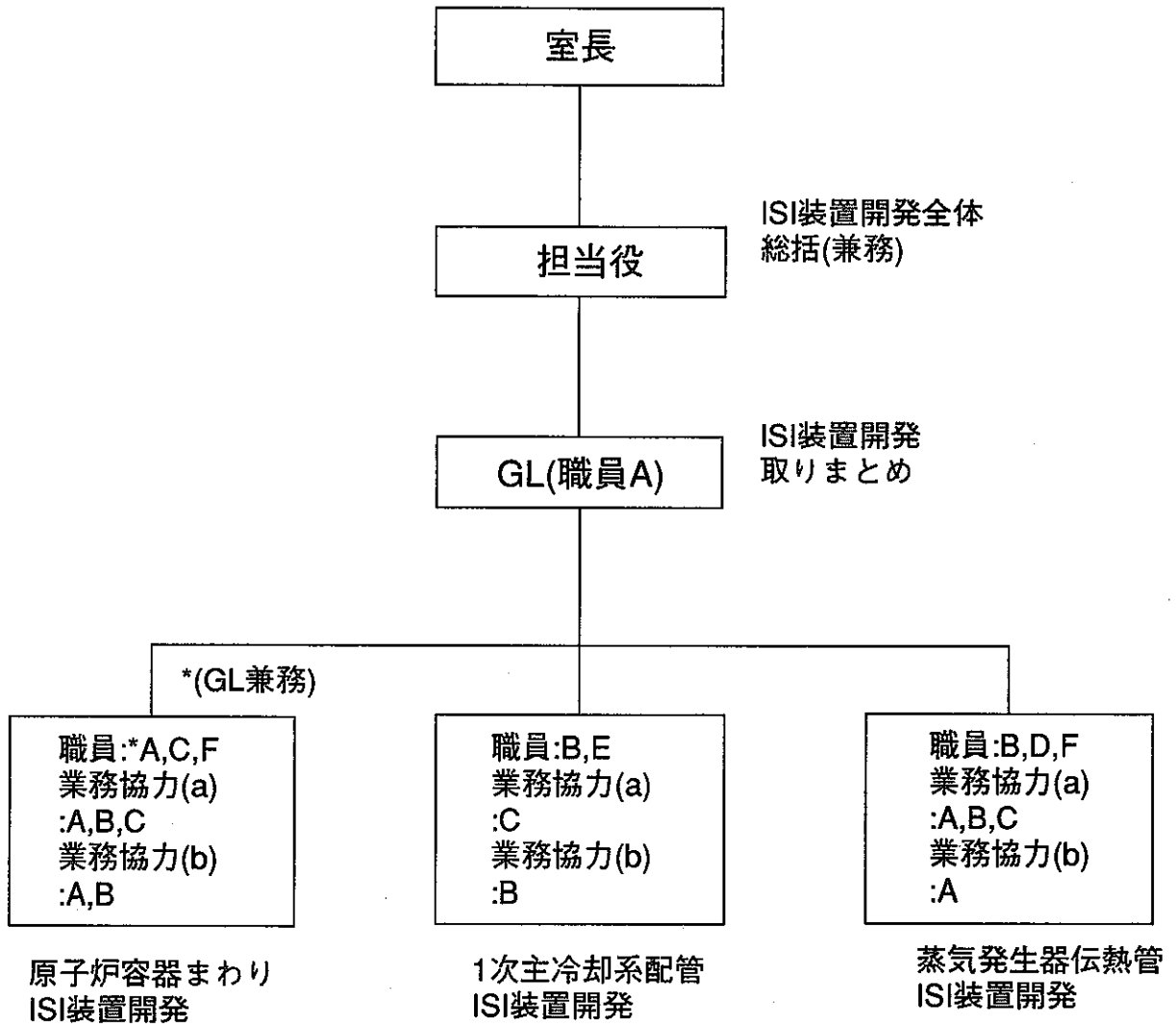
1次主冷却系配管体積試験用総合機能試験装置



蒸気発生器伝熱管ISI装置総合機能試験装置概要

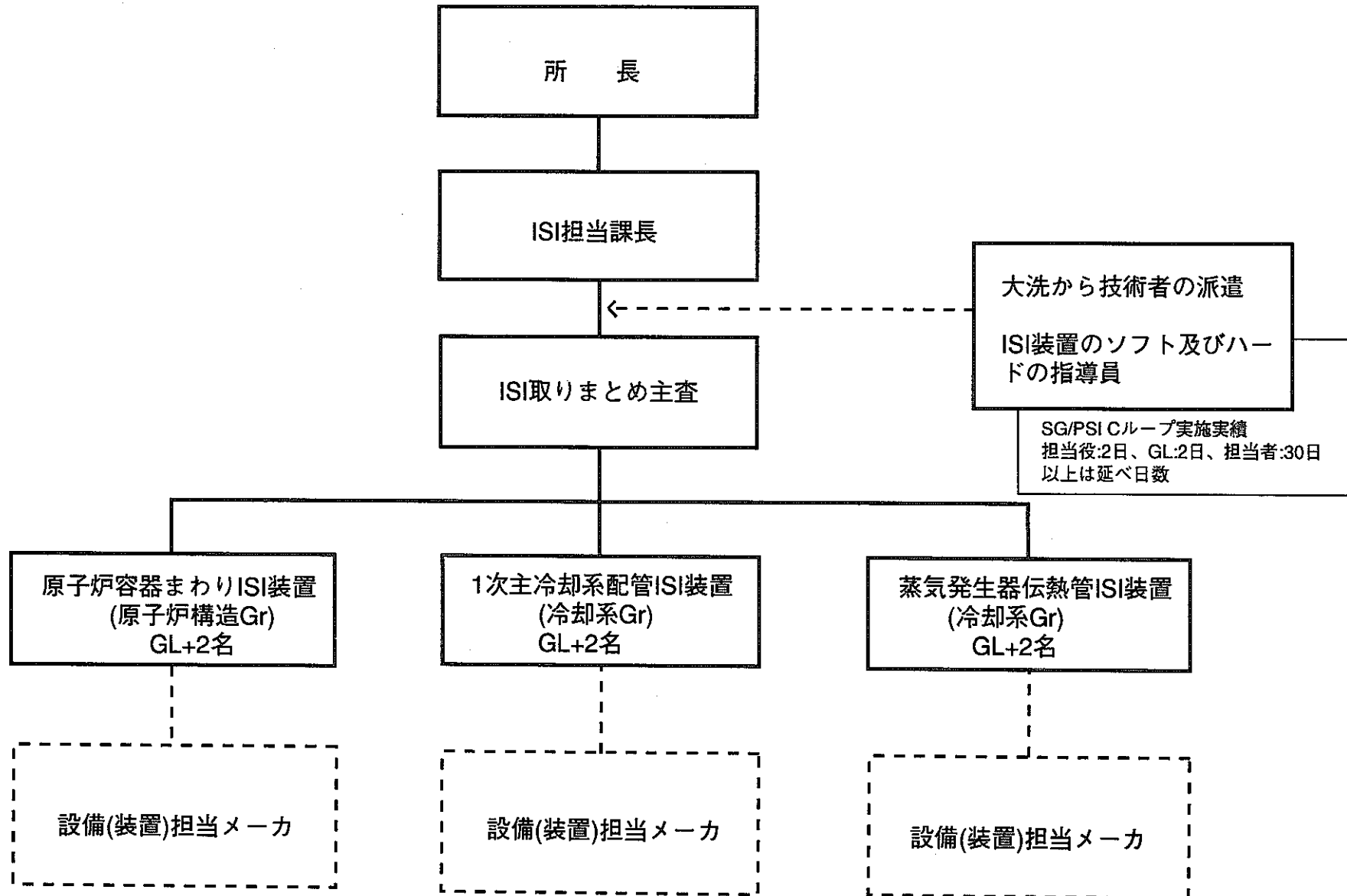
「もんじゅ」供用期間中検査装置開発工程



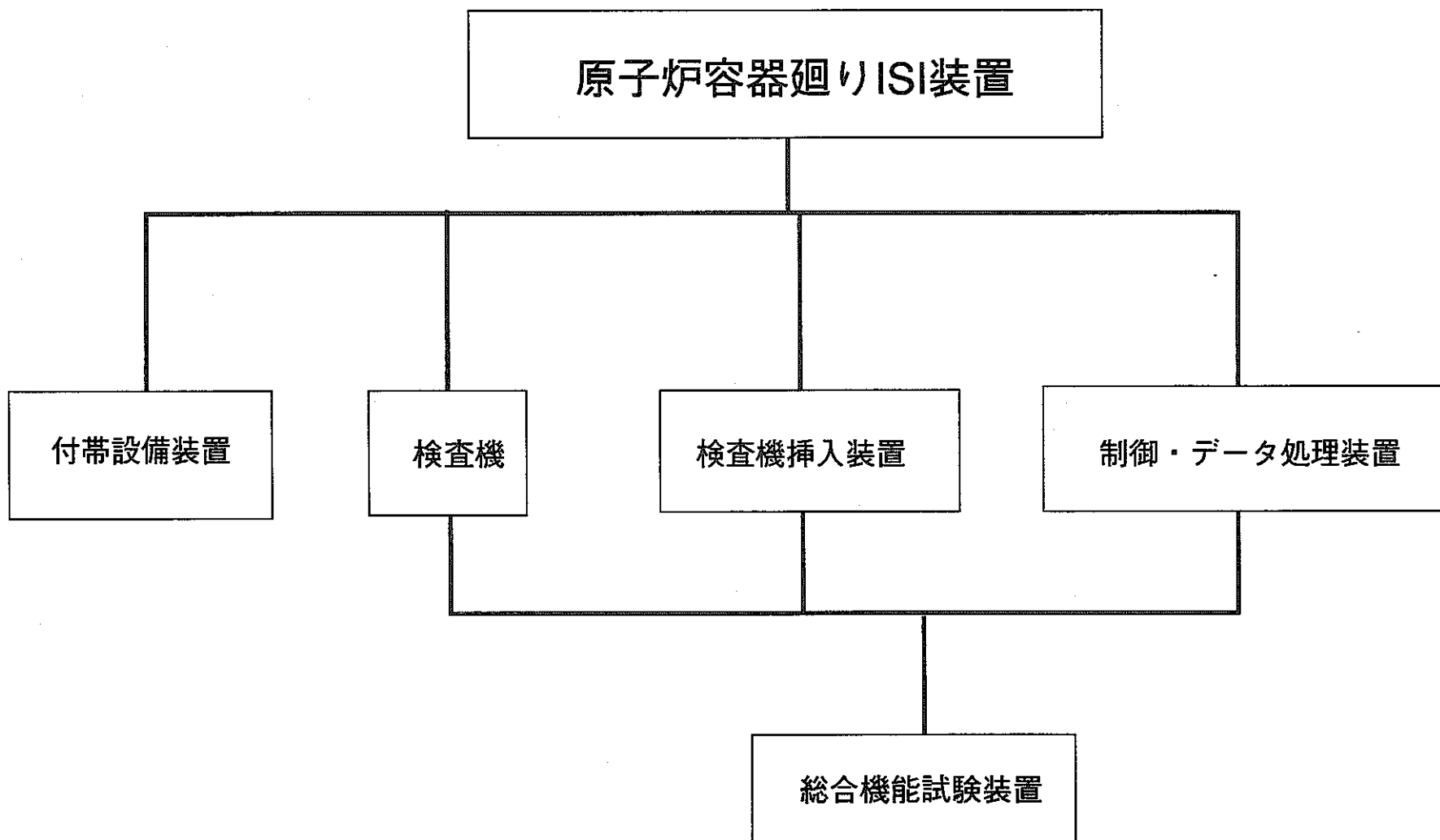


「もんじゅ」 ISI装置開発体制

「もんじゅ」PSI実施体制

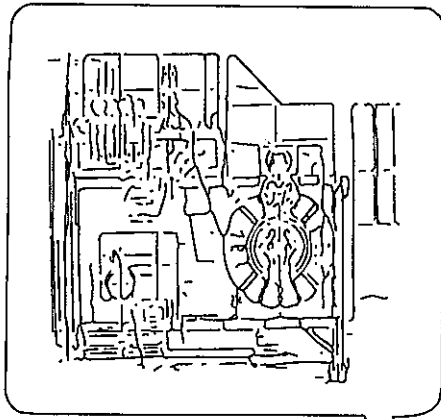


II. 炉容器まわりISI装置の開発

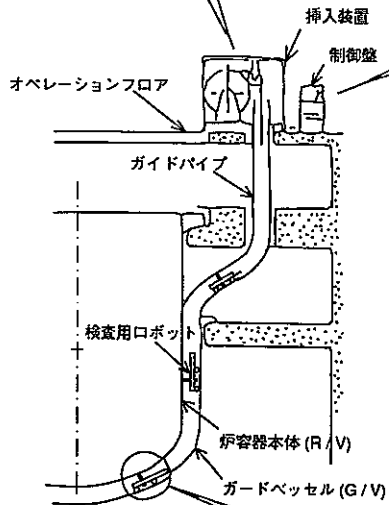
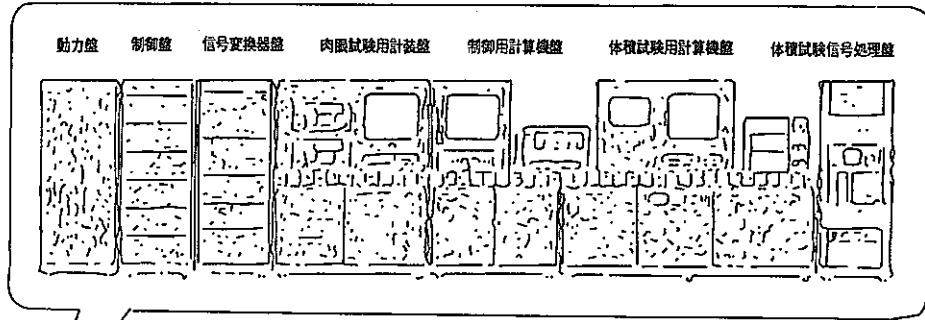


原子炉容器廻りISI装置の構成

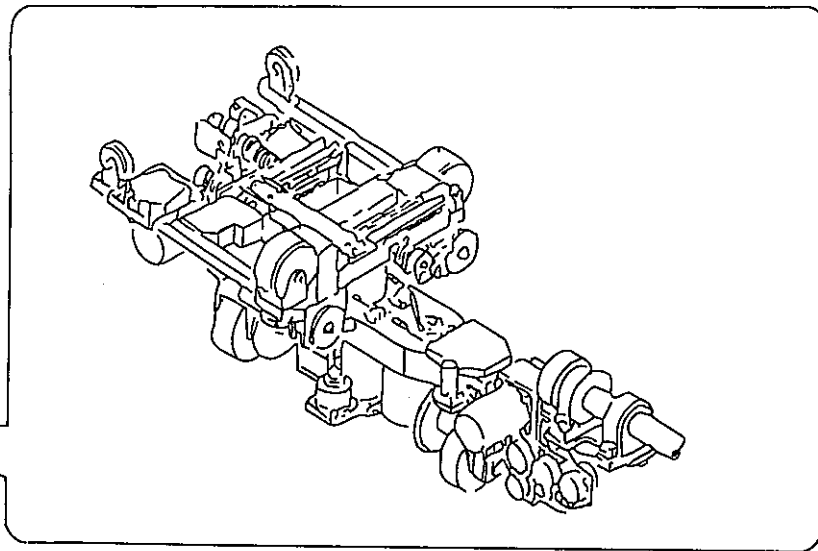
検査機挿入装置



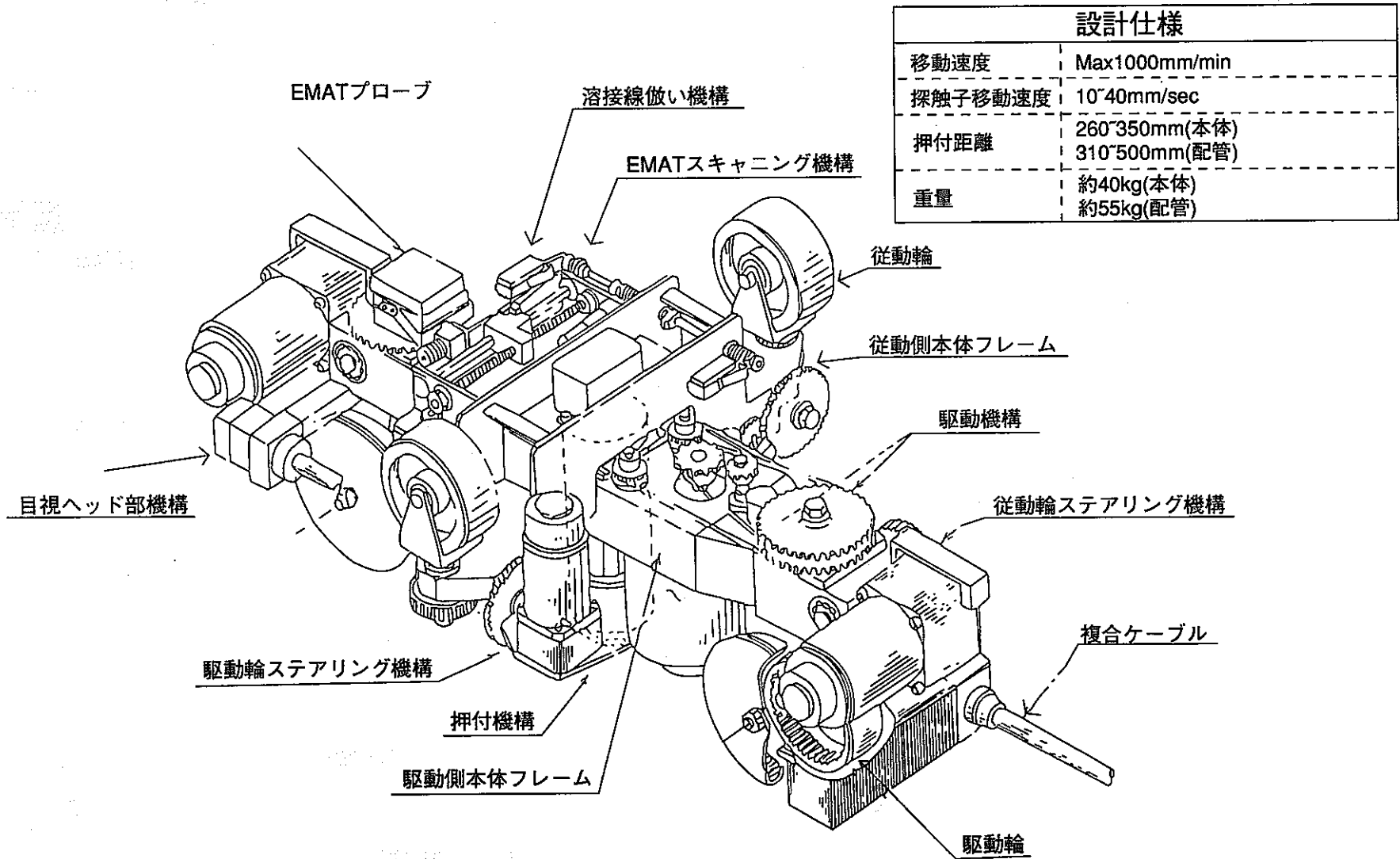
制御・データ処理装置



検査機



原子炉容器廻りISI装置の構成



原子炉容器本体検査機 の 概念

原子炉容器廻りISI装置の使用環境

装置名	最高使用		放射線線量率	雰囲気	設計寿命
	温度	圧力			
付帯設備装置	220°C 目標 240°C	0.01 $\text{kg/cm}^2\text{G}$	10^3R/h	2V/O 酸素濃度 窒素ガス	30年間 (但し、消耗品 は除く)
検査機					
検査機挿入装置					
制御 ・データ処理装置	40°C	大気圧	———	空気	

検査機搭載センサ設計要目

1. 目視用ファイバ스코ープ (目視検査用)

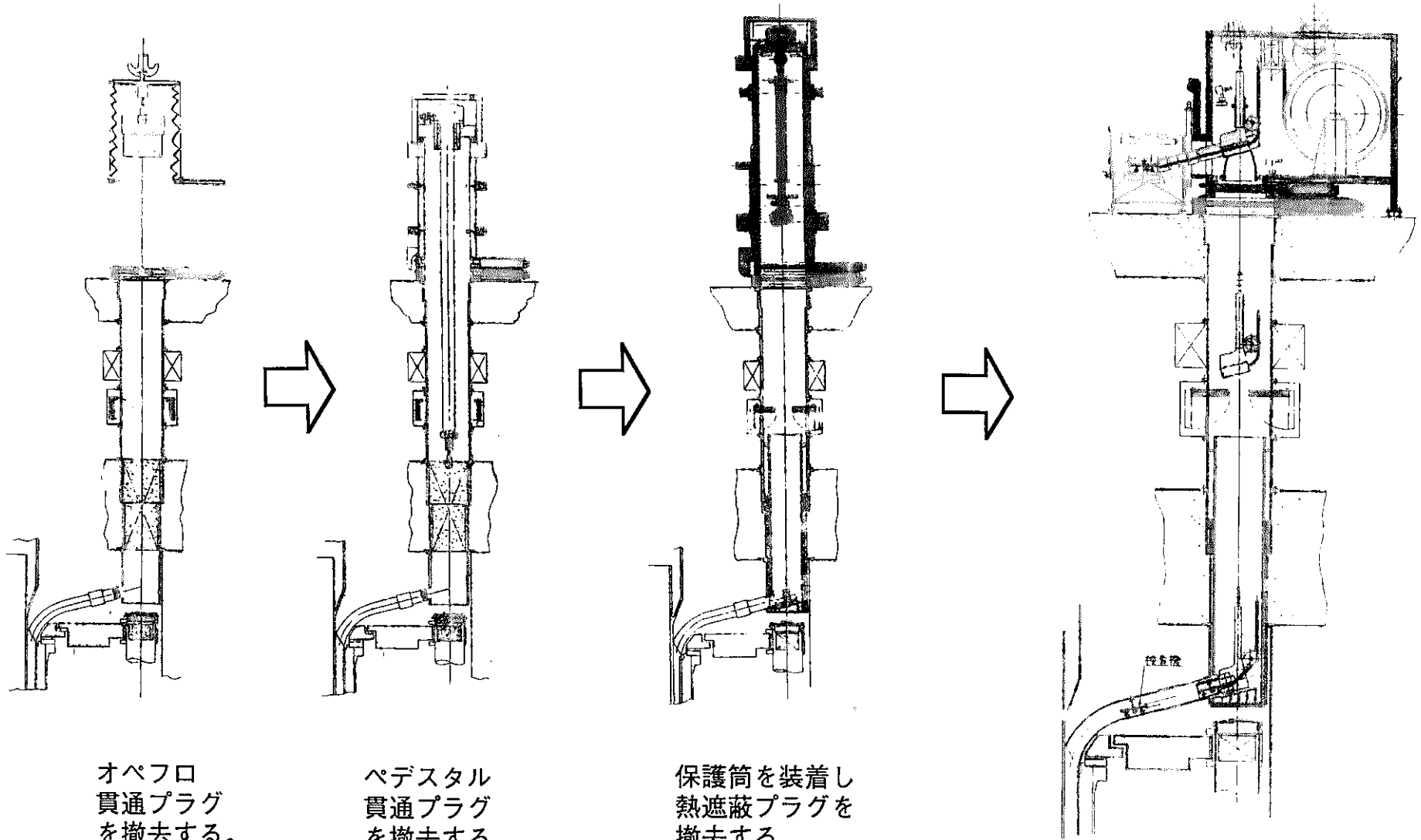
ファイバ種別	純粋石英コアイメージファイバ
画素数	30,000±3,000
画素間隔	10±1μm
イメージサークル	1.8±0.2mm
ファイバ外径	2.0±0.2mm
全長	約44m
対物レンズ材質	石英ガラス
視野角	28±4°
焦点位置	100mm
最小曲げ半径	150mm
使用温度範囲	240℃ (MAX)
耐放射線性	1×10 ³ R/h×200h以上

2. 電磁超音波探触子 (EMAT) (非破壊検査用)

使用箇所		胸部	鏡部	入口配管部
		50t用	100t用	14.3t用
屈折角		60°	45°	70°
周波数	高温 (240℃)	700KHz	700KHz	510KHz
	常温	730KHz	730KHz	530KHz
欠陥検出性能		20% t スリットを S/N=2以上		30% t スリットを 3S/N=2以上

3. BEEDセンサ (溶接線検出用)

型式	電磁誘導方式
外形	φ12mm×35mm
位置検出精度	±1.5mm
励磁周波数	10KHz



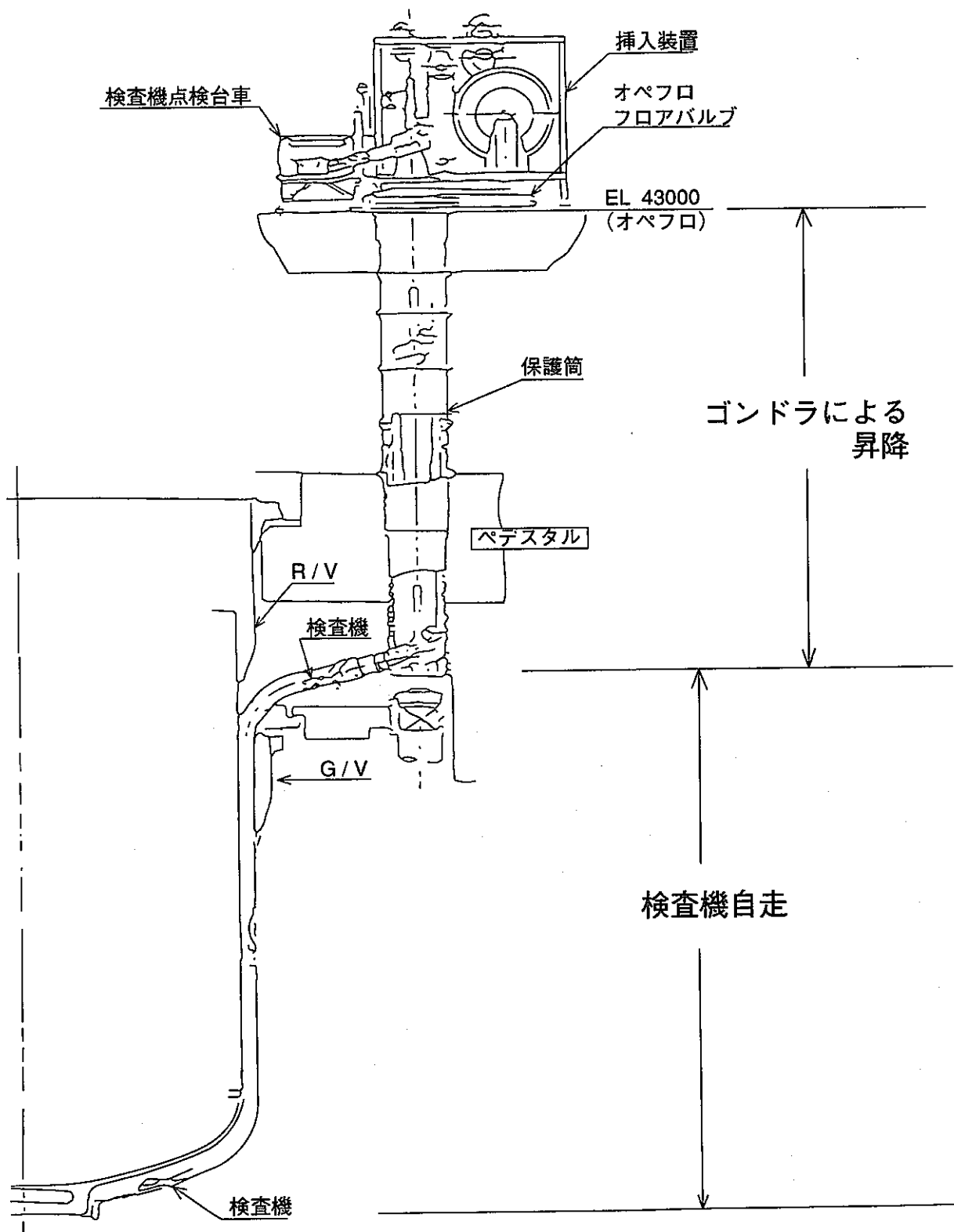
オペフロ
貫通プラグ
を撤去する。

ペDESTAL
貫通プラグ
を撤去する。

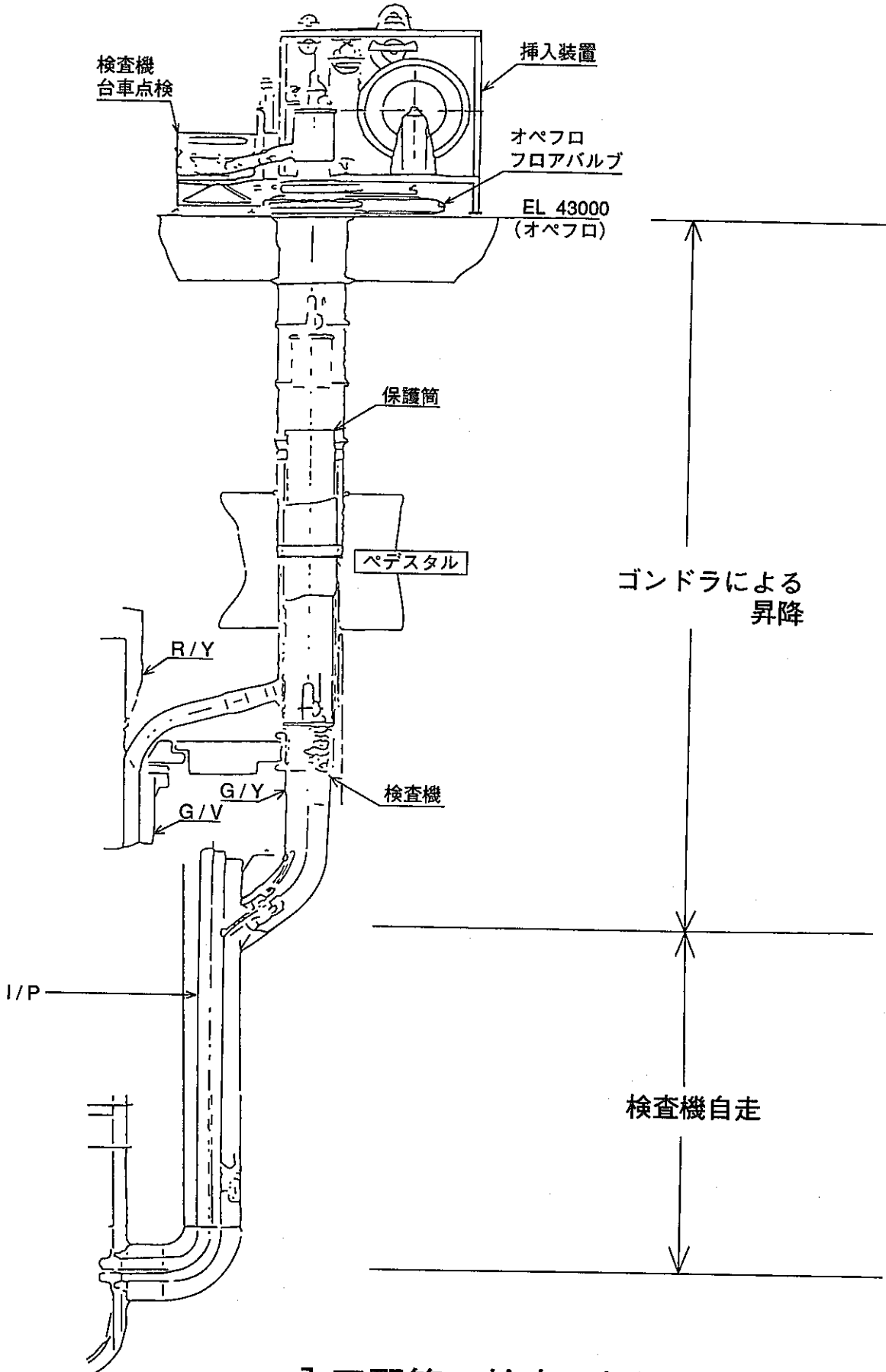
保護筒を装着し
熱遮蔽プラグを
撤去する。

検査機を調整し
ゴンドラで案内管まで
降ろし検査機を自走させ
検査を行う。

検査の手順

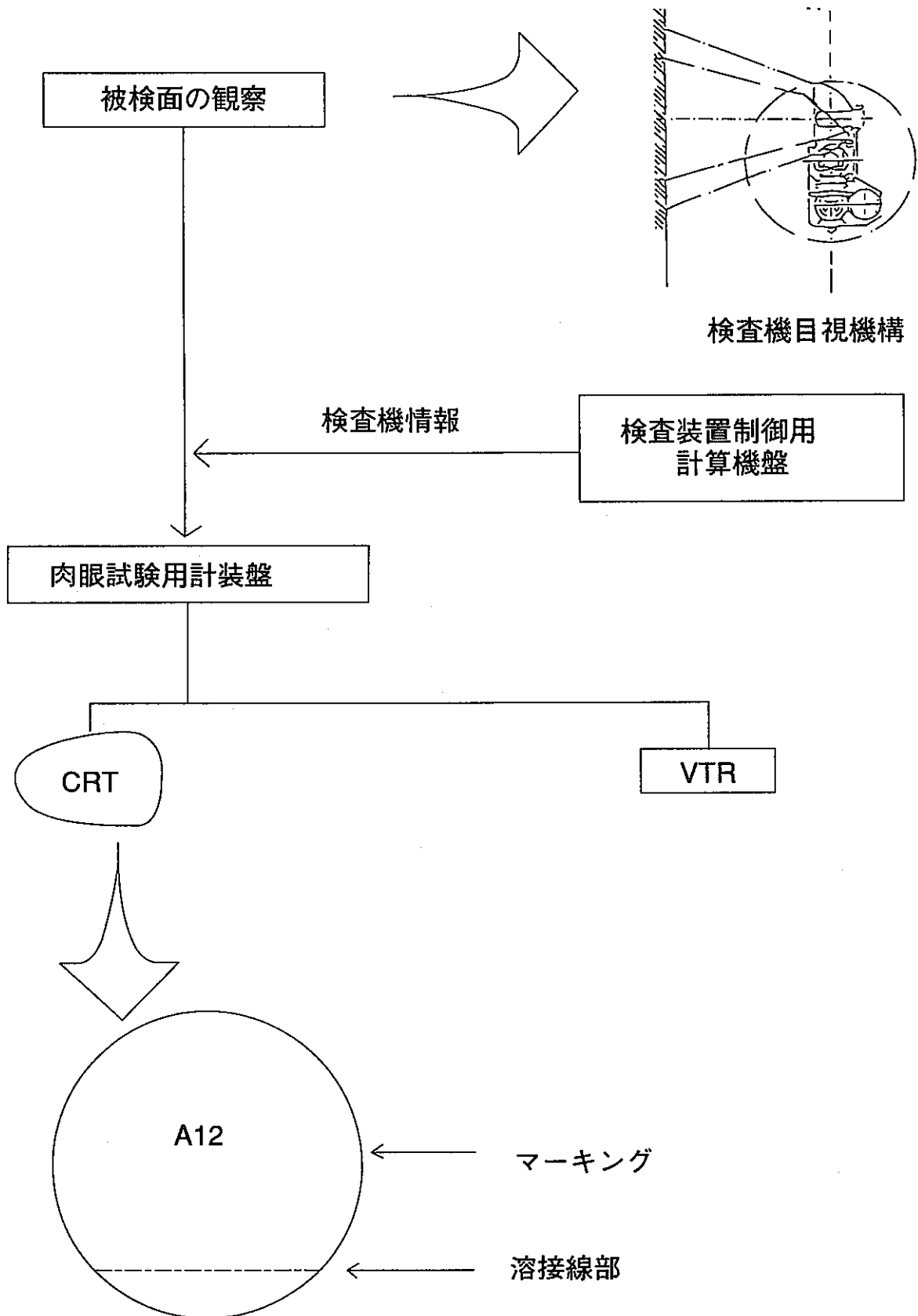


原子炉容器本体の検査の概要

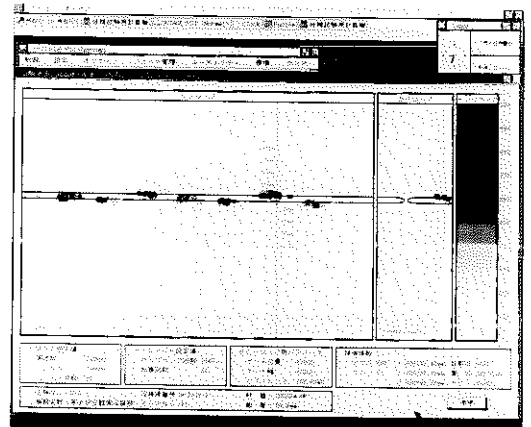
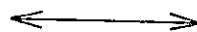
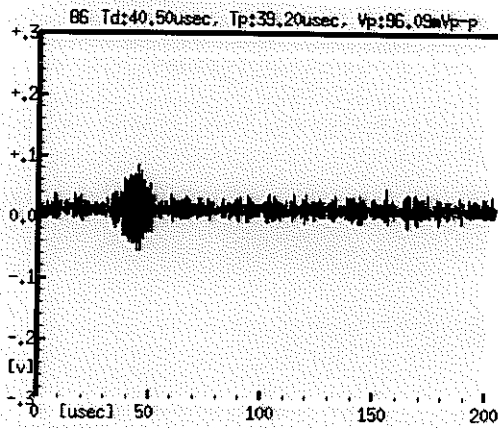
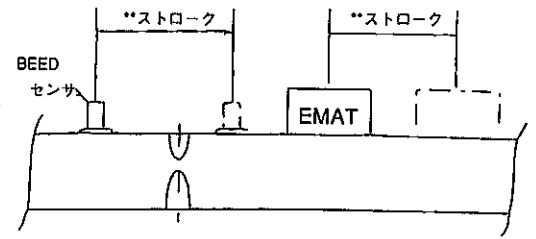
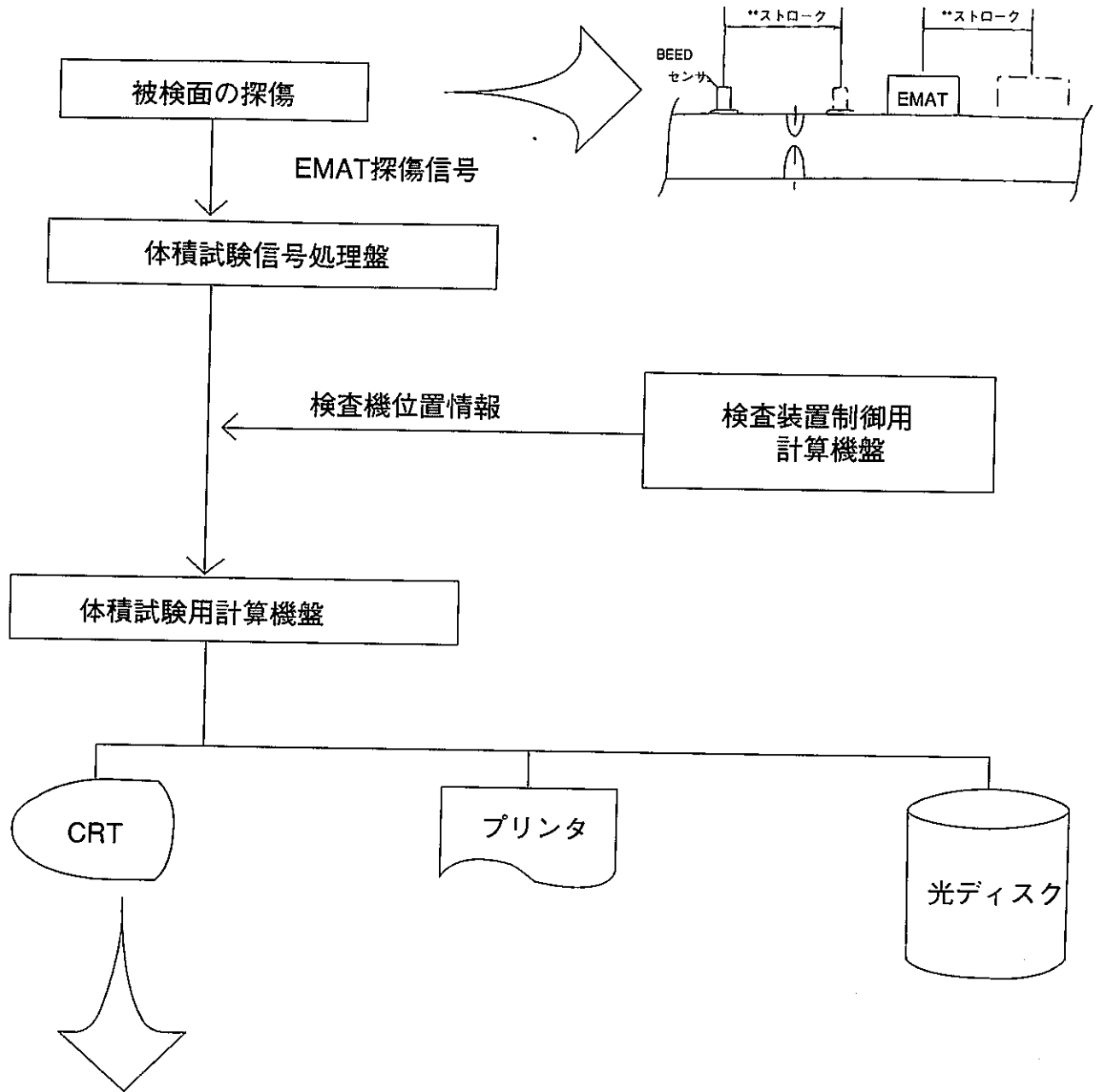


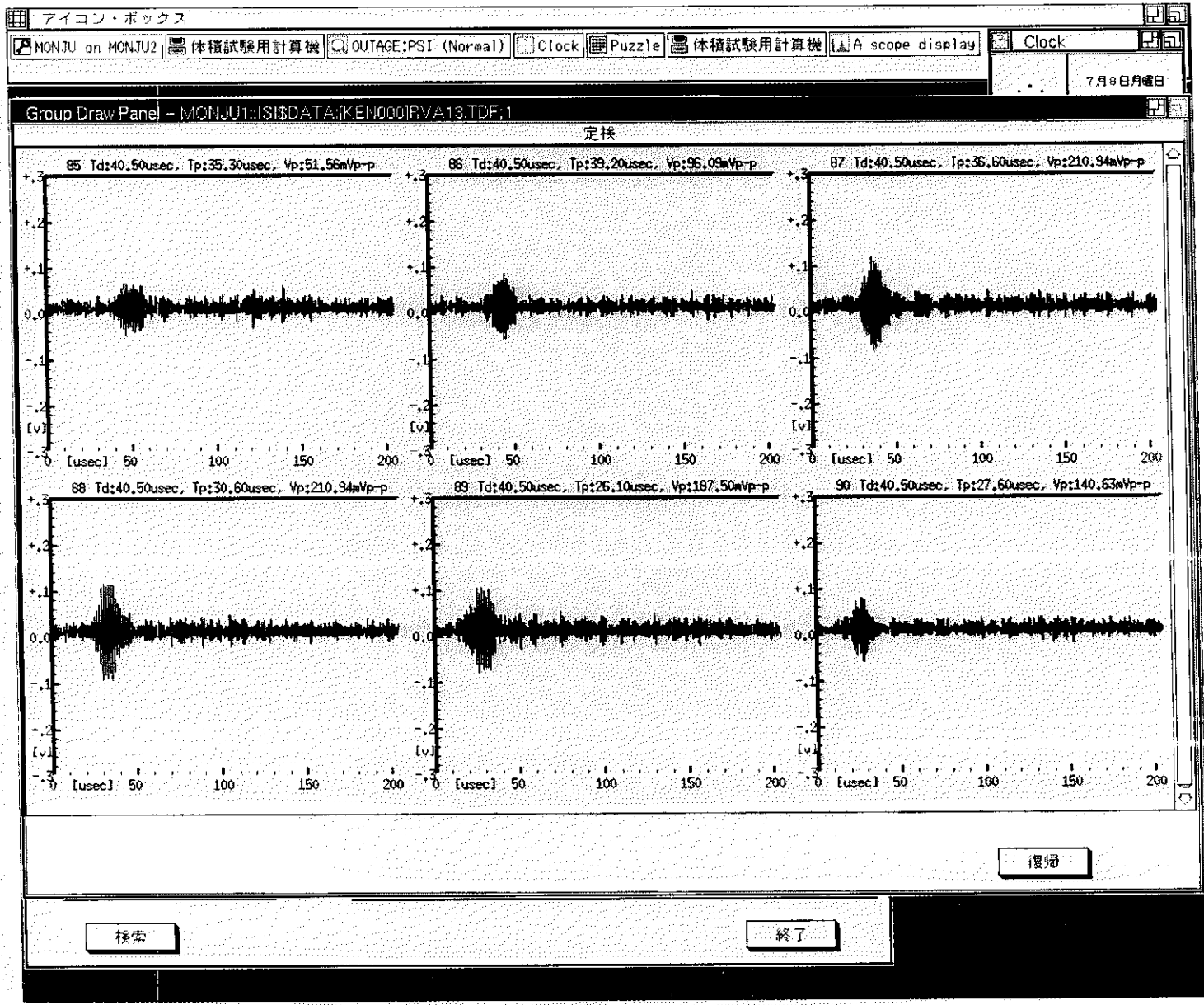
入口配管の検査の概要

肉眼試験データ処理フロー

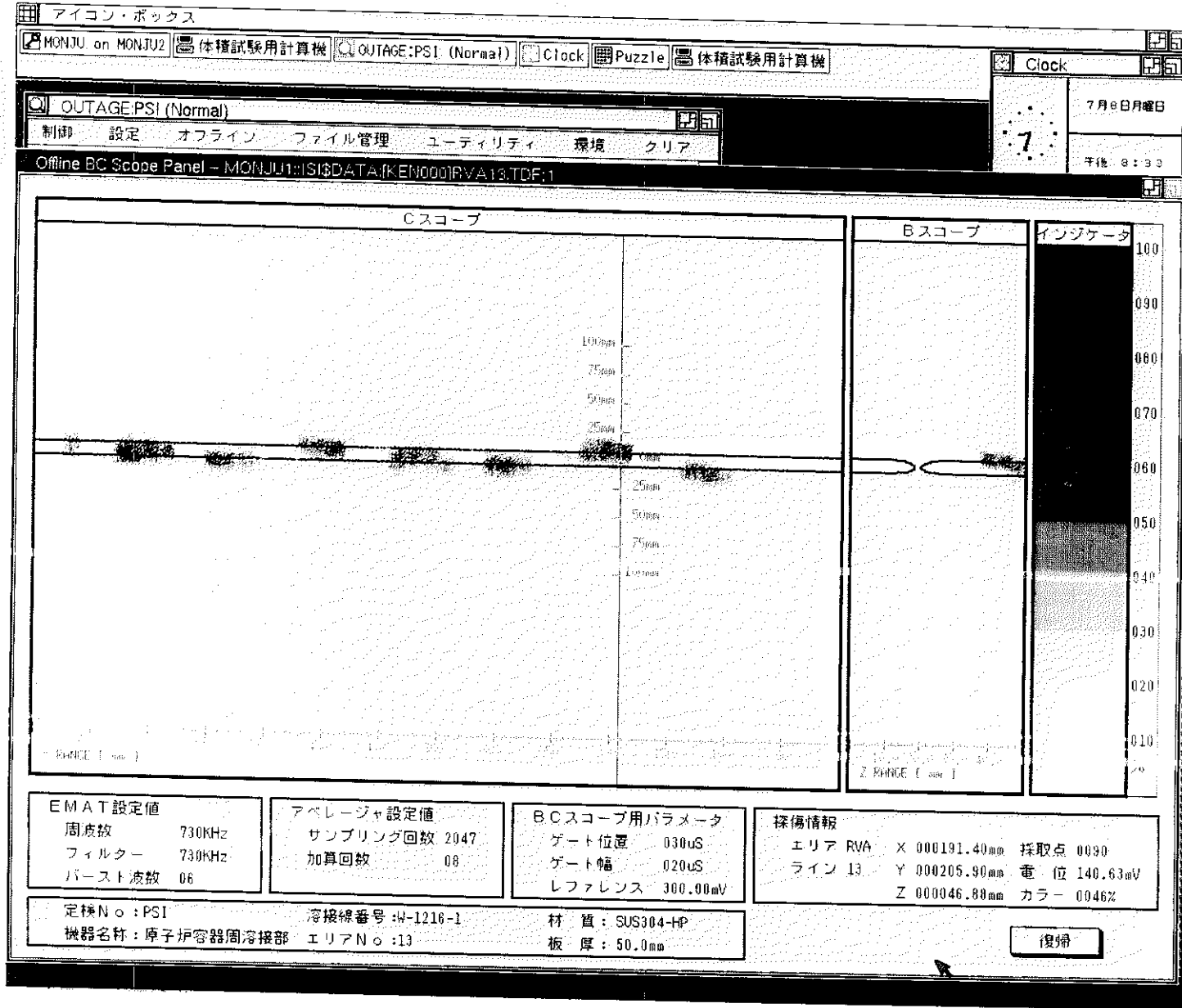


体積試験データ処理フロー





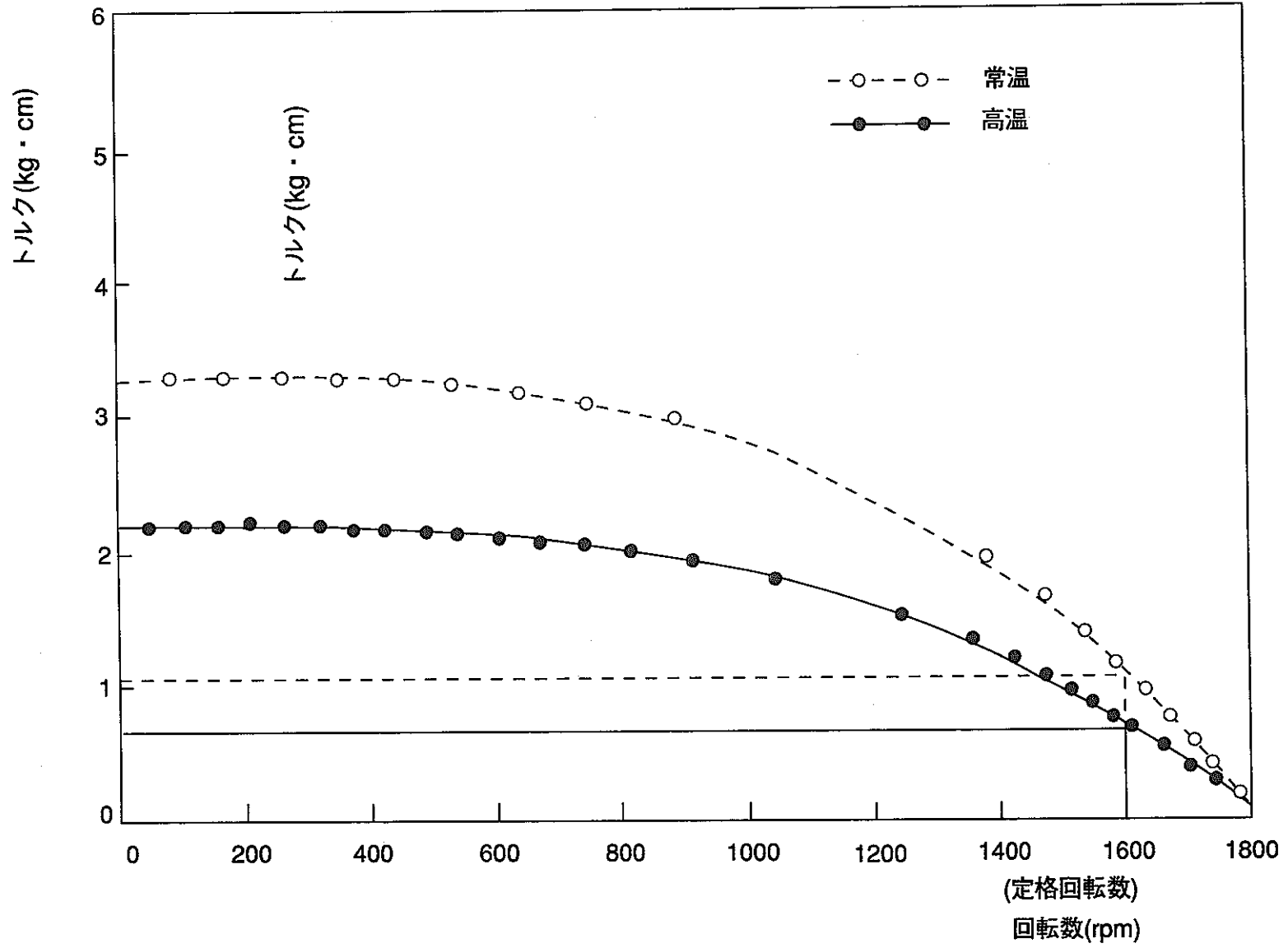
EMATの信号波形例



EMATの信号処理例

要素技術の開発

部品名		開発での問題点	開発時の実績
電気部品	モータ	<ul style="list-style-type: none"> ・高温環境下での出力の低下。 ・軸受等の機械部品の耐久性が低い。 ・時間の経過とともにコイルの絶縁抵抗が低下する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・軸受の耐久性、約300時間。 ・約160時間でコイルの絶縁抵抗が低下。
	シンクロ		
	ブレーキ		
機械部品	軸受	<ul style="list-style-type: none"> ・温度変化による熱膨張を考慮する必要がある。 ・グリスが焼付きを起こし潤滑作用がなくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・セラミック軸受で、約200時間。 ・高温用グリスで、約150時間。
	ボールネジ		
	車輪	<ul style="list-style-type: none"> ・高温になると摩擦係数が小さくなる。 ・材質的に硬い物を使用すると局部摩耗が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・約150時間を超えると摩擦係数が低下。
センサ	肉眼試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ITVカメラの場合は、大きな冷却設備が必要である。 ・放射線により画像が劣化する。 	
	体積試験		



高温6Wモータの出力特性(計算値)

これまでに実施した検査機の改良項目

改造箇所	改造理由	改造内容
駆動機構	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1個のモータをチェーンで結合しているため、片方の車輪の滑りが他方にも影響する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 車輪ごとに駆動モータを取付け、独立駆動方式とした。
押付機構	<ul style="list-style-type: none"> ・ 押付機構を駆動させるための接点信号（リミットスイッチ）の調整が難しい。 ・ クリアランスが大きく変化する時に追従しきれない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ テレスコパネを3段に組み合わせた方式とした。 ・ 補助輪押付機構を追加した。
センサスキャンニング機構	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検査溶接線の曲率が変わるごとに斜角スペーサを交換するため調整時間が長い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ EMATを検査機中央に配置し、センサの交換以外の調整を不要にした。
目視機構	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被検面を照明で直接照らすのでハレーションが起き、良く見えない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ランプにリフレクターを取付け、光が拡散するようにしてハレーションを防止した。
信号伝送方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電源からのノイズが探傷信号にのり、解折に影響がでる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複合ケーブルの改良、ノイズカットトランスの取付け、伝送方法を光通信にした。

これまでに行った検査機の改良点

		前検査機	現在の検査機	現状での問題点
駆動機構	本体用	<p>① 2WD・・・15W、1M</p> <ul style="list-style-type: none"> ・チェーンとギアの結合により1個のモータで前後の車輪を駆動させることができる。 また、前後の車輪を同期させて回転させられる ・高温時には、チェーンの熱伸びと使用する潤滑剤を考慮しなければならない。 <p>② 駆動軸間寸法・・・389mm</p>	<p>① 2WD・・・6W、2M</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計装配管の乗越え時のずれ防止。 <p>② 駆動軸間寸法・・・520mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスサンプリング管、計装配管の乗越え時に滑りが起きる。 ・検査機の実移動距離とオドメータ値に差がある。
	入口用	<p>① 4WD・・・15W、2M</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体用と同様。 <p>② G/P側駆動軸間寸法・・・409mm</p>	<p>① 4WD・・・6W、4M</p> <ul style="list-style-type: none"> ・偏芯したI/PとG/Pの水平走行時は各輪の周速度は異なるため、独立駆動としている。 <p>② G/P側駆動軸間寸法・・・520mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・検査機の実移動距離とオドメータ値に差がある。
旋回機構本体用		<p>① 従動輪寸法・・・$\phi 80$mm</p> <p>② 従動輪モータ容量・・・1.5W、2M</p>	<p>① 従動輪寸法・・・$\phi 70$mm</p> <p>② 従動輪モータ容量・・・3W、2M</p>	

		前検査機	現在の検査機	現状での問題点
押付機構	本体用	<p>①中心軸ボールネジ駆動+スプライン軸ガイド方式+バネ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・L.Sからの信号によりスプラインを上下させる方式であるが、L.Sのストライカーと接点の位置関係がデリケートなため実用的でない。 また、クリアランスの変化に追従しきれない。 ・ボールネジの移動とモニター出来ないバネの部分でクリアランスの測定を行なうので、値がリニアに変化しない。 <p>②ストローク・・・260～350mm</p> <p>③押付力・・・Max110kg</p>	<p>①テレスコバネ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テレスコバネを3段に組み合わせ、押付力とストロークを得ている。 <p>②ストローク・・・250～360mm</p> <p>③押付力・・・Max280kg</p>	
	入口用	<p>①中心軸ボールネジ駆動+スプライン軸ガイド方式+バネ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体用と同様。 <p>②ストローク・・・310～500mm</p> <p>③押付力・・・Max110kg</p>	<p>①テレスコバネ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体用と同様。 <p>②ストローク・・・305～535mm</p> <p>③押付力・・・Max200kg</p>	

		前検査機	現在の検査機	現状での問題点
往還機能本体用		①押付機構のみ ・前述した押付機構の問題点により、不連続部の走行が出来ない。	①補助押付機構の追加 ・押付のガイドとしてリニアガイドを4箇所設け、往還時の走行を補助するローラ ($\phi 150 \times 2$) をモータにより押付る	・補助ローラを押付るタイミングが捕えられないので、操作が難しい。
スキャンニング機構本体用		①探傷方向の変更 ・検査対象箇所により斜角スペーサを交換しなければならない。	①探傷方向の変更 ・検査機自走輪間の中心にスキャンセンサーを配置しているのでスキャナー角度変更は不要。	・入口用検査機については、EMATの押付力不足。
非常時脱出機構		①シェアピン切断方式 ・押付機構部のシェアピンをケーブル巻取力で切断し、車高を最小隙間以下にして回収する。 ・0.5～1 tonの外力が必要。	①バネ引き倒し方式 ・押付機構のバネをケーブルの巻取力で引き倒し、車高を最小隙間以下にして回収する。 ・自重 (約55kg) + α の外力が必要。	
目視機構		①ミラーチルト+目視ヘッド回転機構 ・ミラーとランプの位置関係によりハレーションが発生し、見えにくい。	①ミラーチルト+目視ヘッド回転機構 ・回転ミラー及びランプを任意に遠隔操作出来る。	・探傷時に溶接線とマーキングを同時には捕えられない。
重量	本体用	・約40kg	・約68kg	・重量が増えたことで、タイヤへの負担が増加し、タイヤの耐久性が低下している。
	入口用	・約55kg	・約76kg	

検査機挿入装置改良項目

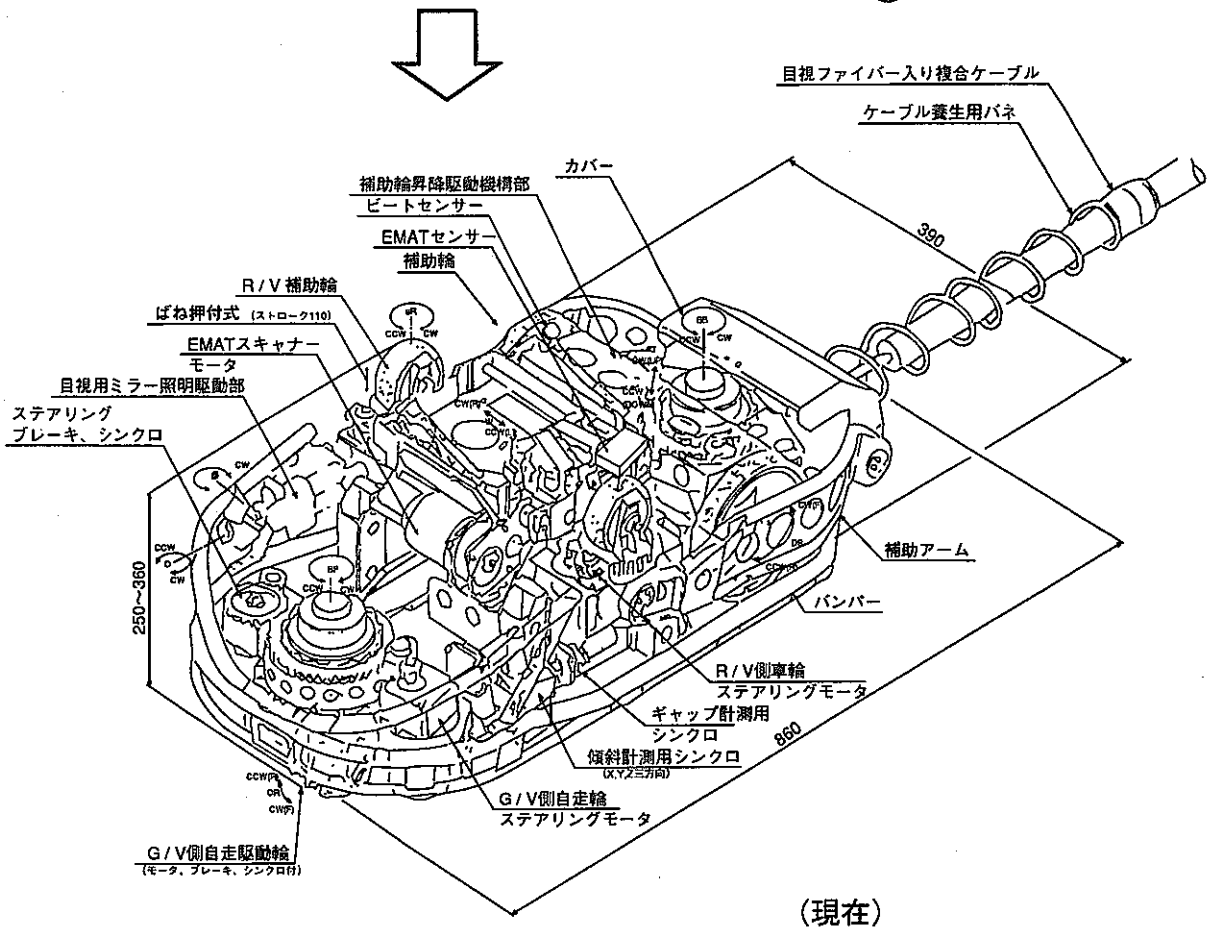
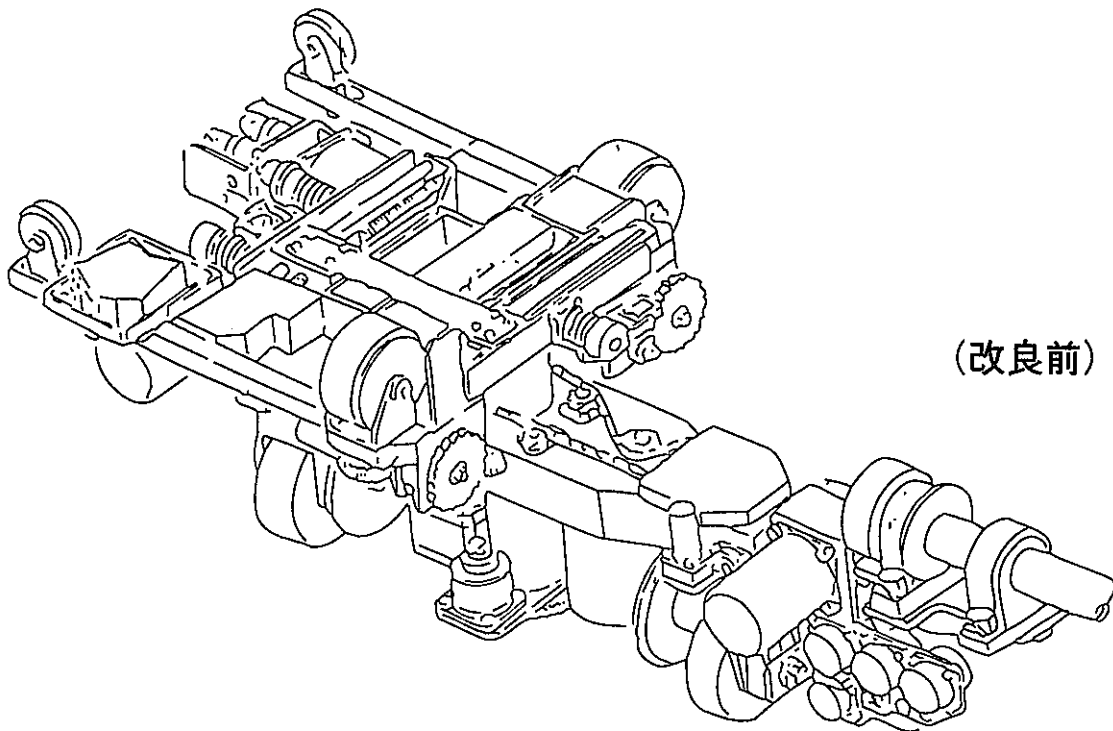
機器名称	改造項目	原因及び事象	改造内容及び対策	改造による効果	関連機器
1. キャスク本体	(1)視窓の追加 (操作性向上) (信頼性向上)	①点検台車とゴンドラ (特にR/V本体用)を接続する時、取合部が見えない。 ②R/V入口配管用ゴンドラをキャスク内にて傾斜させる時、ワイヤー及びケーブルの相関関係が確認できない。	①現在の視窓と側面ドアバルブ間に $\phi 100$ 程度の視窓を追加する。 ②圧力計及び温度計の上方に $\phi 100$ 程度の視窓を追加する。	①点検台車からR/V本体用ゴンドラへ検査機用ガイド板を案内しやすくなる。 ②R/V入口配管用ゴンドラを垂直から水平状態に傾斜して行く時、内枠と外枠ゴンドラのワイヤー及びケーブルの張り具合が具合が確認できる。	点検台車 各ゴンドラ
	(2)機側配線、端子箱の見直し (操作性向上) (メンテナンス性向上)	制御盤からキャスク本体の中継箱(TB-5)へ接続するケーブルが多い為、煩雑である。	挿入装置用動力盤をキャスク側面に取付ける。	挿入装置用動力盤と中継箱(TB-5)への仮設ケーブルがなくなり、キャスク本体外部に取付く動力線が中継箱(TB-5)を経由しない為、中継箱を小さくできる。	挿入装置用 動力盤 接続ケーブル
2. ケーブル巻取・処理機構	(1)ケーブル弛み検出用LSの位置変更 (信頼性向上)	弛み状態によってはLSが作動したり、しなかったりする。	ケーブルを巻取ドラム中心にLSを移設する。	ケーブルが垂れる中心にLSがある為、確実にケーブル弛みを検出できる。	キャスク本体 複合ケーブル
	(2)ロードセル取付方法の見直し (不具合対策)	ケーブルを巻取り及び送り出す毎にケーブル荷重が脈動する。	ロードセルの当り面を球面とし、軸受を自動調芯型に変更する。	シープに加わるケーブル荷重が軸受以外に加わらない為、ケーブル荷重が安定する。	—
	(3)シープ回転性向上及びケーブルかみ込み防止対策 (信頼性向上)	①ケーブルをクランプしない場所にてガイドローラがレールに対し斜めに当り、荷重を受ける為回転性が悪くなる。 ②ケーブルをクランプするグリッパ側が金属面の為、ケーブル径の変化に対し、追従できない。	複合ケーブル径の変更($\phi 30 \rightarrow \phi 35$)に伴ない以下の内容を実施する。 ①グリッパ毎に2ヶのローラを取付け機械的に内外レールを介し、ケーブルをクランプさせる。 ②グリッパ内面にゴムを張付ける。	①ケーブルをクランプする時もクランプしない時もシープの回転力が一定となる。 ②ケーブルを両面のゴムにて挟み込むのでケーブル径の変化に追従できる。	複合ケーブル

機器名称	改造項目	原因及び事象	改造内容及び対策	改造による効果	関連機器
3. 昇降・旋回機構	ロードセル取付方法 見直し (不具合対策)	ゴンドラ昇降毎にゴンドラ荷重 のが脈動する。	同ケーブル巻取・処理機構	ワイヤドラムに加わるゴンドラ 荷重が軸受以外に加わらない為、 ゴンドラ荷重が安定する。	
4. 下部及び側面 ドアバルブ 含むキャスク本体	非常用ハンドルの追加 (不具合対策)	現在、モータ故障時エアーモータ にてバルブの開閉を行なっているが、 エアーが切れるとバルブの開閉 ができない。	エアーモータと軸取合い を同一とした手動ハンドルを 追加する。	モータも故障し、エアーもなく なった時でも非常操作が可能。	
5. 点検台車	(1)部品落下防止用 パレットの追加 (メンテナンス性向上)	各検査機のメンテナンスの時、ビス 及び取付部品類が検出機用ガイド 板から点検台車の底部に落下する とグローブを介しては回収で きない場合がある。	点検台車内を3つのエリアに分けて パレットを分割配置する。	部品落下があった場合でもパレ ット上に落下するのでグローブを 介して回収する事ができる。	各検査機
	(2)通話装置の追加 (メンテナンス性向上)	対面者との共同作業時、互いの声 が聞きとりにくい。	通話装置を追加する。	協同作業の連絡が容易になる。	
	(3)上部及び下部ガイド 板の変更 (改良型検査機対応)	各検査機の形状が変わる為、現状 のガイド板では取合いができない。	上部ガイド板を跳ね上げ式にし、 各検査機専用品とする。	ガイド板をチェーンブロックで吊 らなくて済むので検査機のメンテ ナンスが容易になる。	各検査機 各ゴンドラ
	(4)グローブ数及び 取付位置変 (メンテナンス性向上) (改良型検査機対応)	従来のグローブ間隔では広過 ぎるので取扱いにくく、各検査 機の点検台車内での固定位置が 変わるのでメンテナンスができな くなる。	両手のグローブ間隔を500mm→ 400mmに変更し、グローブ中心 も検査機中心に合致させる。又、 グローブも少し柔らかい物を選定 する。更に、物品搬入口からグロ ーブ位置が遠ざかるので新に片手 分を追加する。	グローブ間隔が肩幅ぐらいになり、 指先も柔らかいので検査機のメン テナンスが容易になる。	各検査機

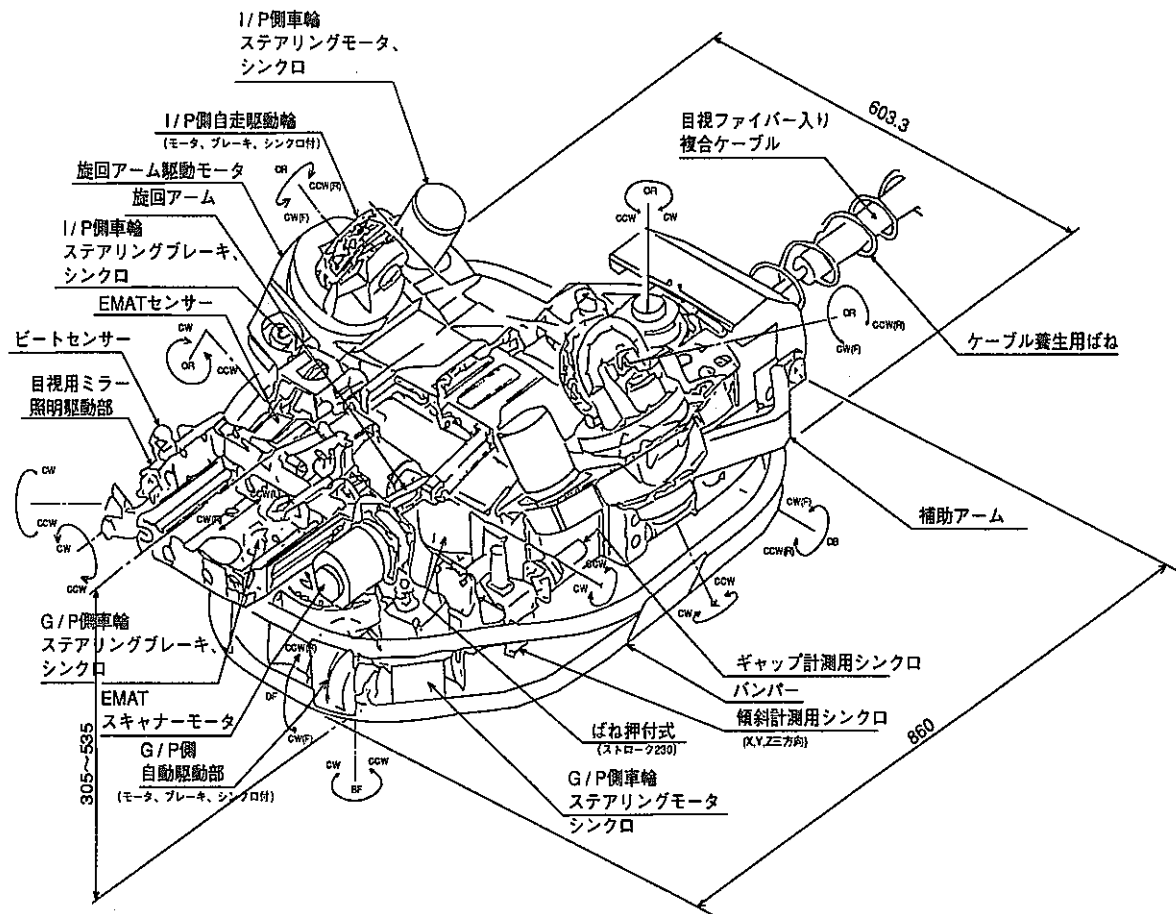
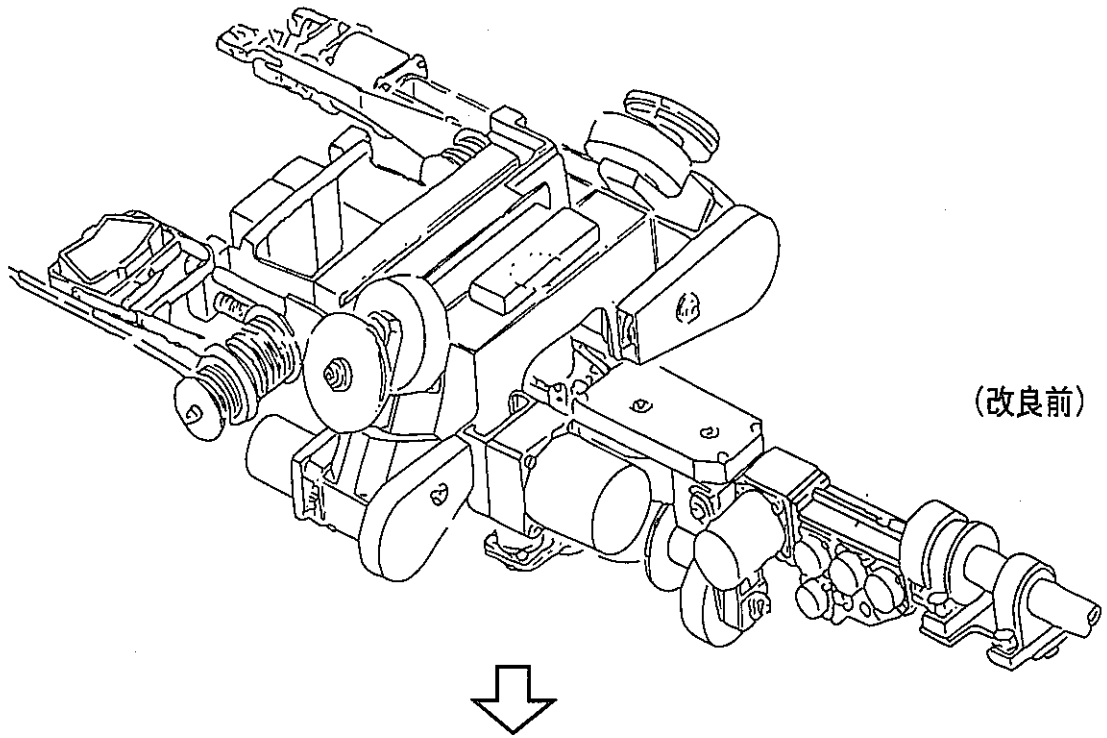
機器名称	改造項目	原因及び事象	改造内容及び対策	改造による効果	関連機器
6. R/V本体用 ゴンドラ	(1)ケーブル弛み検出用 LSの位置変更 (不具合対策)	現在、シーブのすぐ下であり、弛み状態によってはLSが作動したり、しなかったりする。又、LS用又、当板のエッジにて複合ケーブルの被覆が破れる可能性がある。	ケーブル弛み検出用LSの位置をゴンドラ内枠後方まで下げる。LS用当板を曲げ加工により丸味を付ける。	LS位置が弛み状態に左右されないので確実に検出できる。又、LS用当板は丸味を持たせているので複合ケーブルの被覆が破れない。	複合ケーブル
	(2)シーブ及びケーブル ガイドローラの位置変更 (改良型検査機対応)	検査機の形状が変わる為、現状のローラ位置では複合ケーブルの曲げR150が確保できない。	検査機のケーブル末端処理部に合わせて現状より下げ、シーブ位置も外径側に移動する。	複合ケーブルの曲げR150以上確保できる。	複合ケーブル
	(3)内枠用メカニカル ブレーキの位置変更 (信頼性向上)	現在、内枠スライド用モータ軸のギアにプランジャを押付けているのでギアが削れ、徐々にブレーキの利きが悪くなる。	外枠先端部4箇所プランジャを取付け、内枠先端部に取合い溝を追加する。	移動終わりの時のみメカニカルブレーキが作動するので故障しにくい。	
	(4)非常脱出機構の 見直し (信頼性向上)	軽荷重でボールネジが解除されるので、昇降途中で解除される可能性がある。	ボールネジが解除されるまで100mm程度昇降できる遊び部分を追加し、ワイヤーがゴンドラに絡まないように常に外側に垂むようにする。	ボールネジが解除されるまで昇降する必要があるため、通常では非常脱出機構が働かない。	昇降機構
	(5)吊りピースの変更 (メンテナンス性向上)	現在、吊具アダプターにて昇降機構部のターンテーブル中心にゴンドラがなるようにしているが、ワイヤー交換した時には左右のワイヤー長さに差が生じるとゴンドラのバランスを取ることができない	吊りピースをターンテーブル中心に配置し、長さ調整できるアジャスタボルト方式に変更する。	ゴンドラを案内管中心に配置し、ゴンドラのバランス(但し、左右のみ)が容易調整できる。	昇降機構
	(6)ゴンドラ高さの変更 (信頼性向上)	現状ゴンドラでは、昇降量に余裕が少ない。(ゴンドラ最上限位置からワイヤードラムまでの距離)	上部フレーム分(150mm)下げる。	ゴンドラ昇降量に余裕が多くなるのでゴンドラをより安全に昇降できる。	昇降機構

機器名称	改造項目	原因及び事象	改造内容及び対策	改造による効果	関連機器
6. R/V本体用 ゴンドラ	(7)検査機収納用LSの 位置変更 (信頼性向上)	間接的な検出方法（検査機 が内枠に取付けたストライカ を押すことにより外枠にでも 取付けたLSが作動）の為、LS の検出性が悪い。	内枠上面にLSを取付ける。尚、 内枠が600mmストロークする時 ケーブルが弛まないよう にローラ滑車機構を追加する。	検査機が直接LSを作動させる 検出性が向上する。	R/V本体用 ゴンドラ
7. R/V入口配管 用ゴンドラ	(1)入口配管芯ずれ吸収 対策 (不具合対策) (改良型検査機対応)	現在、ISI案内管のレールに対して、 ゴンドラ内枠の車輪巾を広くし、 ガタ分にて挿入角度（約4.2°） を吸収しているが、内枠全体 が下がる為ISI案内管のG/P 側当板（1000R）との取合い 高さが変わり、検査機が通過 できない。	ゴンドラ内枠全体が挿入角度分 旋回できるように、車輪取付 ベースに回転機構を追加する。	ゴンドラ内枠先端が入口配管に 密着しやすくなり、ISI案内管の レールに対してもガタがなくな るのでレール上の移動もスム ーズになる。	
	(2)入口配管熱影響対策 (不具合対策) (改良型検査機対応)	現在、温度変化（200℃）に 伴い入口配管の取付位置 ±20mm変動する時、ゴンドラ 内枠先端が入口配管に密 着しないので検査機の往還 ができない。	ゴンドラ内枠先端が±20mmの変 が動を吸収できるように折れ曲り 機構を追加し、ゴンドラ内枠下 部はISI案内管の当板と取合い 位置決めできるようにガイド 機構を追加する。	ゴンドラ内枠先端が入口配管に 必ず密着し、ISI案内管の当板 にあまり段差が生じない ので検査機の往還路が確保 できる。	R/V入口 配管用検査機
	(3)吊りピースの変更 (メンテナンス性向上)	同R/V本体用ゴンドラ	同R/V本体用ゴンドラ	同R/V本体用ゴンドラ	同R/V本体用ゴンドラ

機器名称	改造項目	原因及び事象	改造内容及び対策	改造による効果	関連機器
8. 複合ケーブル	(1)ケーブル押し機構の追加 (不具合対策)	R/V体用ゴンドラを保護筒供試体に設置した後、多羽根スイング弁を閉じるが、それ以後に弁の金属部と複合ケーブルが干渉する。	キャスク下部に複合ケーブルを開口部中央付近までピストンにてガイドローラを押し出す機構を追加する。	多羽根スイング弁金属部との干渉がなくなり、ケーブル送りもスムーズになる。	R/V本体用ゴンドラ
9. キャスク下部端子箱	(1)コネクタ型式の変更 (メンテナンス性向上)	現在、角形コネクタを使用しているが、ケーブル配線及び接続時に角形コネクタでは配線時に周囲の突起物に引っ掛かったり、取付時にドライバを必要とする。	ねじこむだけで固定できる丸形コネクタに変更する。	ケーブルの配線及び接続が容易にできるようになり、コネクタの破損度も減少する。	
10. 検査機	(1)簡易押付け用治具の追加 (メンテナンス性向上) (改良型検査機対応)	現在、検査機は解放状態ではバネ力により自然に跳ね上がるので点検台車内及びゴンドラ内に収納する時、直接収納できなく、大掛りな押付け装置を使用しているため準備作業に多くの時間を費やしている。	持ち運び自由の簡易型のアジャスタボルト方式の検査機押付け治具を追加する。	検査機が跳ね上がった状態でもアジャスタボルトを締めたり、緩めたりするだけで検査機の高が変化できるようになる。	各検査機 ゴンドラ及び 点検台車



改良による検査機の外形の変化 (本体用)

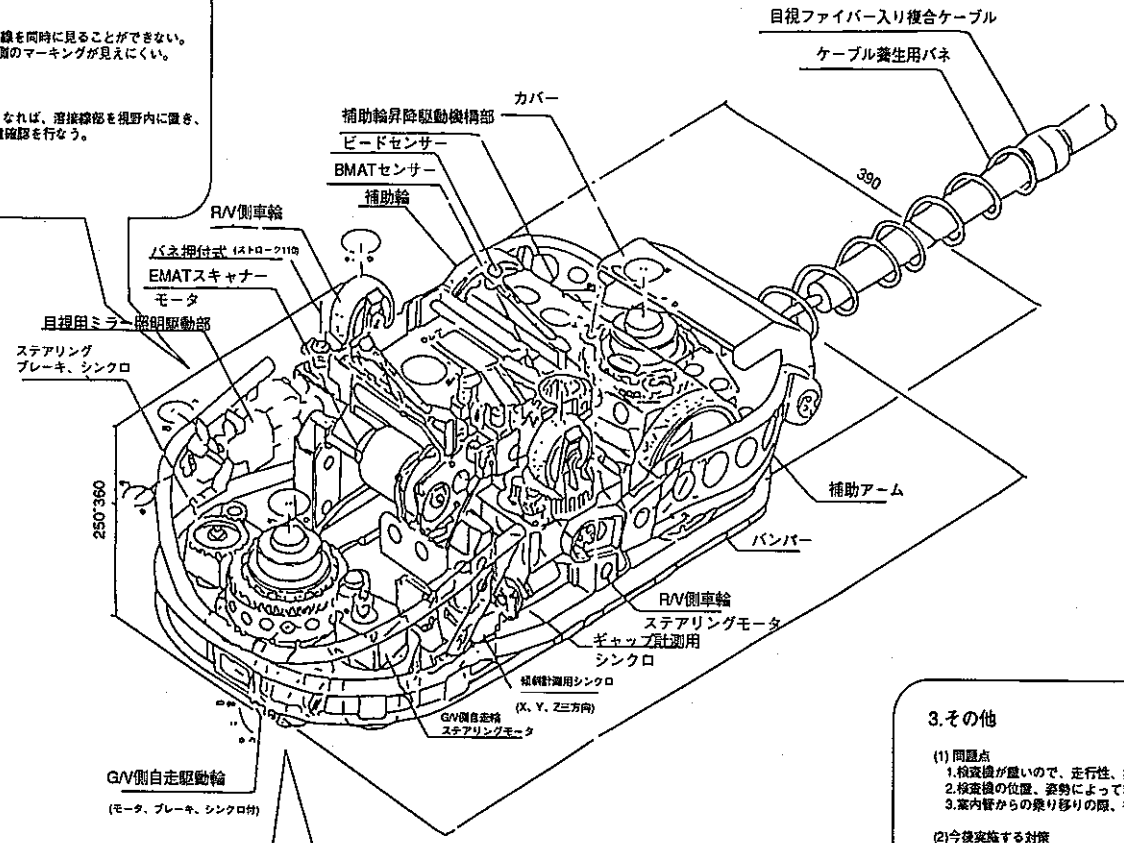


大洗での総合試験を通じて得られた技術経験、技術的課題と今後の解決策

本体用検査機

2. 目視系
(1) 問題点
 1. 稼働走行時、マーキングと溶接線を見ることができない。
 2. 焦点距離が高くなるため、GV側のマーキングが見えにくい。

(2) 今後実施する対策
 1. 実移動量と計測値の差が小さくできれば、溶接線部を視野内に置き、マーキング部で視野を変え位置確認を行なう。



1. 自走駆動系
(1) 問題点
 1. 検査機の実際の移動量とシンクロでの計測値に差がある。
 2. タイヤの摩擦係数が小さい。また、耐久時間が短い。

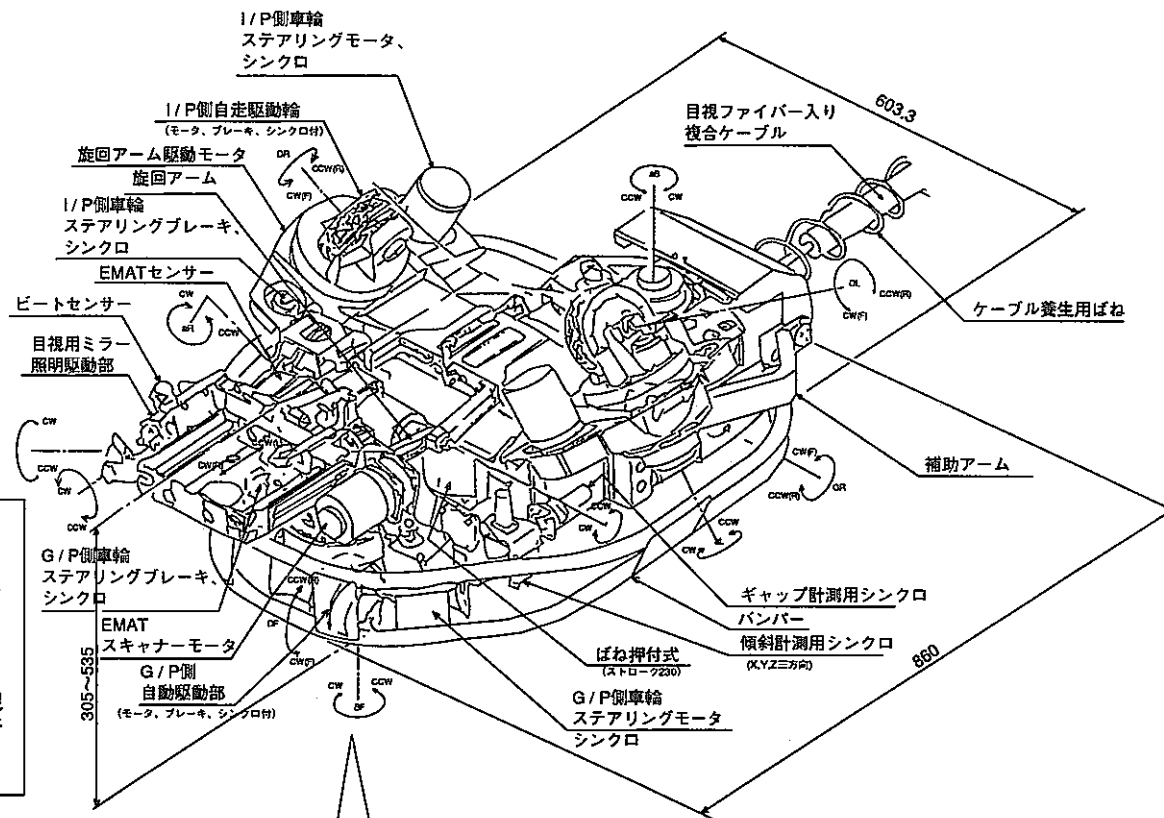
(2) 今後実施する対策
 1. 検査機に移動量を測定するためのアイドラーを設け、計測値と移動量の差を小さくする。
 2. タイヤの内摩、巾、材質を変え対応する。

3. その他
(1) 問題点
 1. 検査機が重いため、走行性、操作性が悪い。
 2. 検査機の位置、姿勢によって非常脱出が難しい。
 3. 案内管からの乗り移りの際、補助輪昇降系を操作するタイミングが解かりにくい。

(2) 今後実施する対策
 1. 強度を必要としないケーシング等をアルミニウムにし軽量化を図る。
 2. 検査溶接機への検査機の接近手順、走行方向の見直し。

大洗での総合試験を通じて得られた技術経験、技術的課題と今後の解決策

入口配管用検査機



2. 目視系
 (1) 問題点
 ① 探傷走行時、マーキングと溶接線を同時に見ることができない。
 ② I/P, G/P側ともマーキングが見えにくい。
 (2) 今後実施する対策
 ② 実移動量と計測値の差が小さくなれば、溶接線部を視野内に置き、マーキング部で視野を変え位置確認を行なう。

2. 自走駆動系
 (1) 問題点
 ① 検査機の実際の移動量とシンクロでの計測値に差がある。
 ② タイヤの摩擦係数が小さい。また、耐久時間が短い。
 (2) 今後実施する対策
 ① 検査機に移動量を測定するためのアイドラを設け、計測値と移動量の差を小さくする。
 ② タイヤの肉厚、巾、材質を変え対処する。

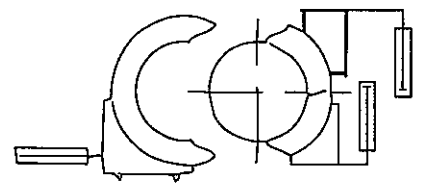
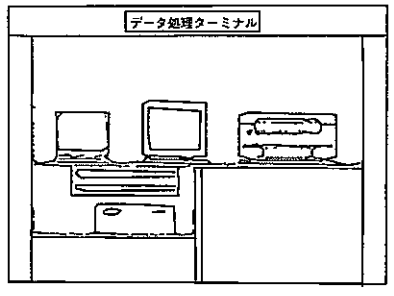
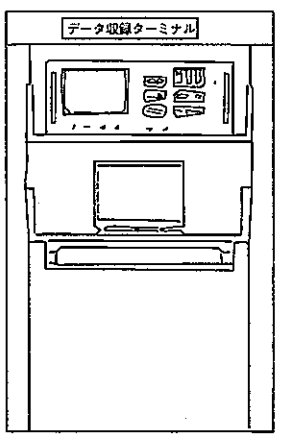
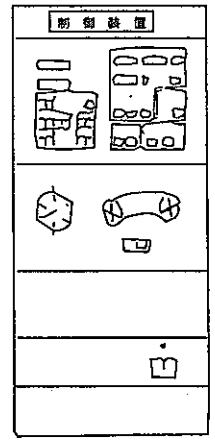
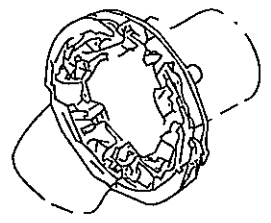
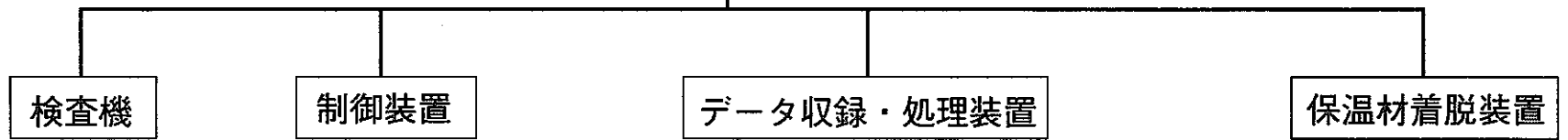
3. その他
 (1) 問題点
 ① 検査機が重いので、走行性、操作性が悪い。
 (2) 今後実施する対策
 ① 強度を必要としないケーシング等をアルミニウムにし軽量化を図る。

将来的な技術課題

必要改良項目	期待される効果	改良のポイント（課題）
検査機の 軽量化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 操作性の向上 ・ 取り扱い性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温用ハーモニックドライブの開発
押付機構の 改良	<ul style="list-style-type: none"> ・ 押付圧の一定化 ・ 非常脱出機構の簡素化 ・ 軽量化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温用ガスシリンダの開発 ・ 高温用エアチューブの開発
部品の耐久性 の向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済性の向上 ・ 信頼性の向上 ・ 高温での良好な潤滑方式の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温環境化でも摩擦係数の大きな耐久性のあるタイヤの開発
制御システム	<ul style="list-style-type: none"> ・ オペレータの負担軽減 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不連続部での乗移り方法の改良 ・ 異常時の支援システムの開発

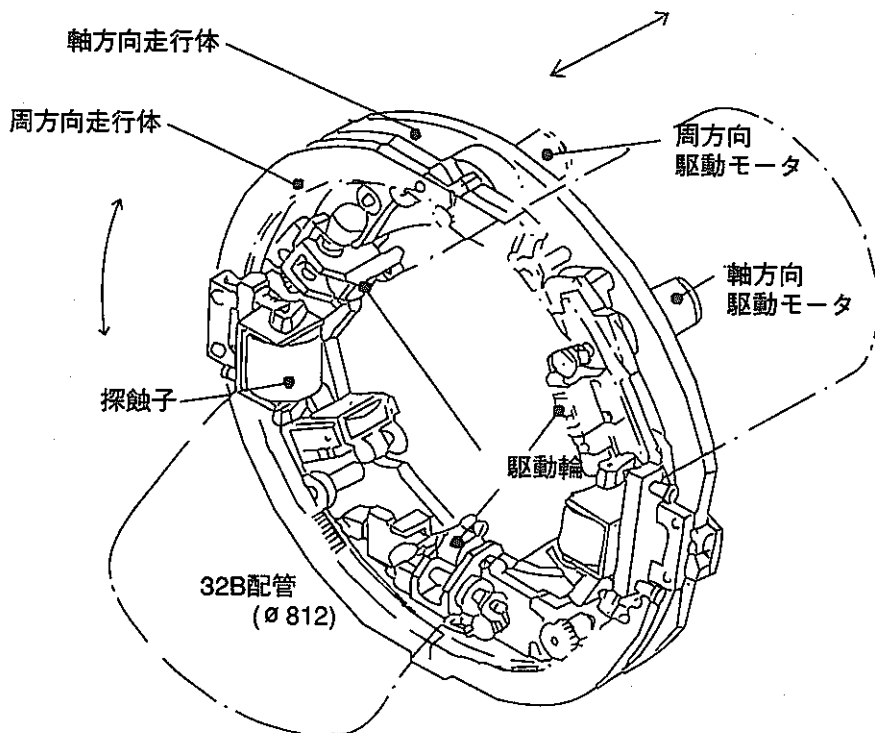
Ⅲ. 1次主冷却配管 I S I 装置の開発

1 次主冷却系配管体積試験用 ISI 装置の構成



1 次主冷却系配管体積試験用 ISI 装置の構成

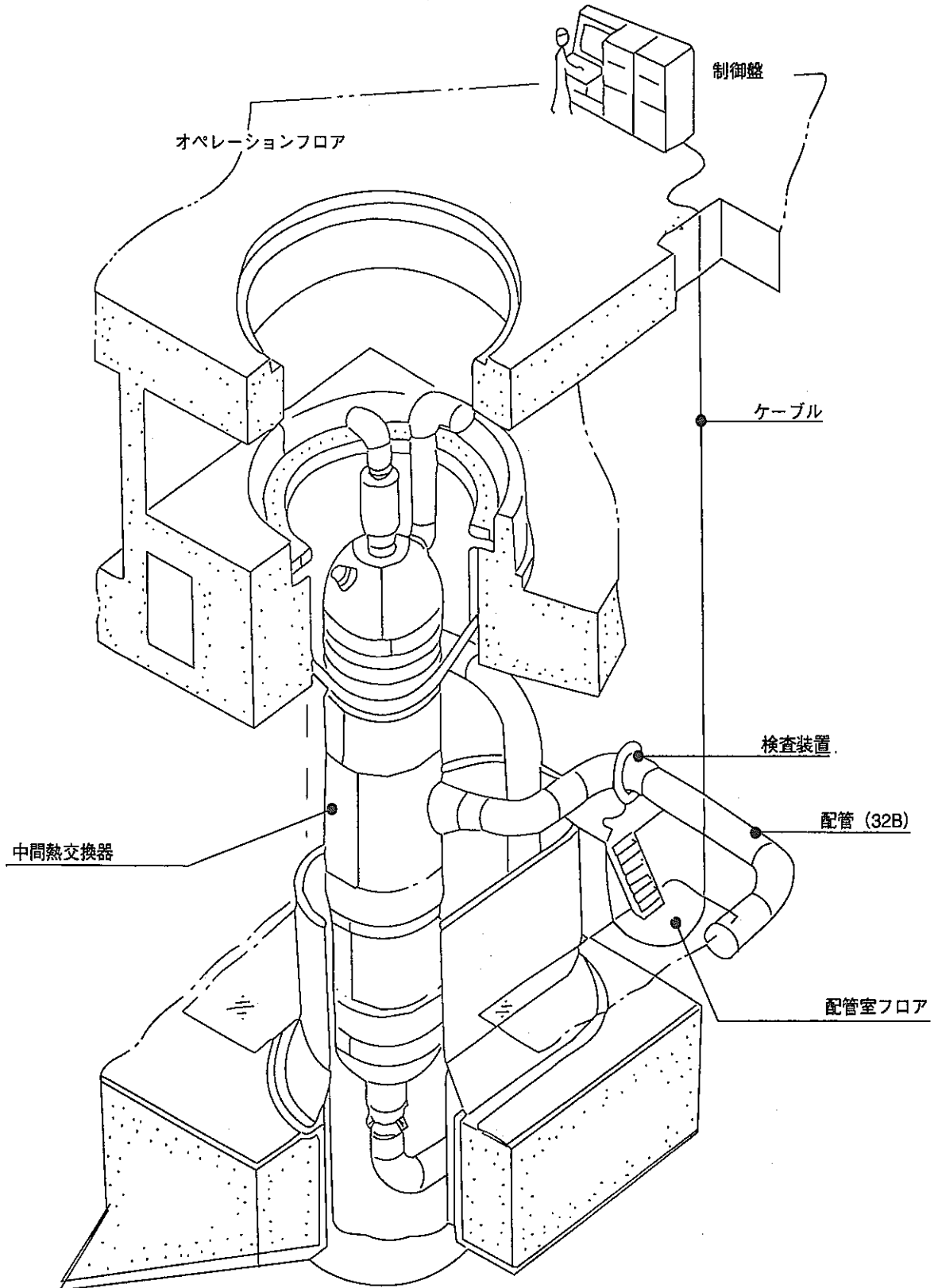
1 次主冷却系配管体積試験装置 (検査機)



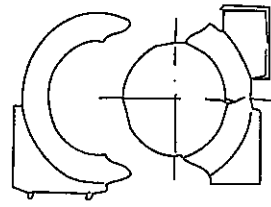
装置設計要目

	超音波探触子	スキヤナ	超音波探傷装置
型式	ノンカプラント探触子	無軌道自走式	3チャンネルマルチ方式
仕様主項目	(1)屈折角度： 垂直、斜角 (45° , 60°) (2)周波数 垂直：7 MHz 斜角：3.5 MHz	(1)探傷速度： 0～50mm/sec (5段階切換) (2)位置再現精度 周方向：± 5 mm 長手方向：± 5 mm (3)重量：38kg (探触子含む)	(1)チャンネル数 超音波探傷器：3チャンネル プリアンプパルサー：3 チャンネル (2)増幅度 超音波探傷器：約80 dB プリアンプパルサー： 約20 dB
設計条件	最高使用温度：80℃	最高使用温度：55℃	使用温度：10～40℃

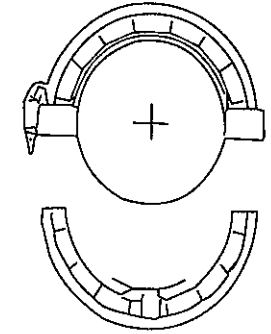
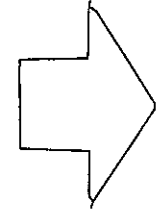
検査概要



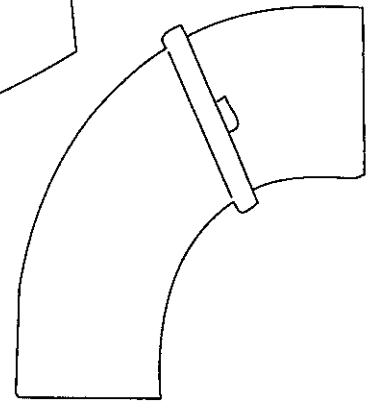
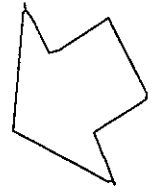
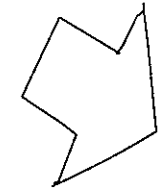
検査手順



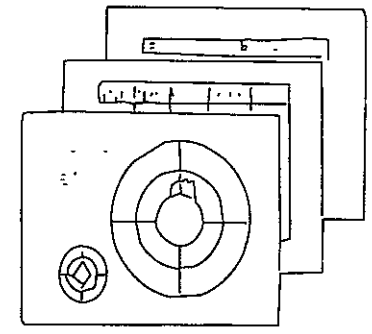
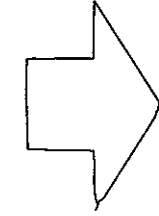
保温離脱



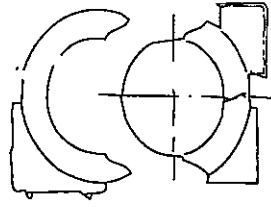
検査機取付



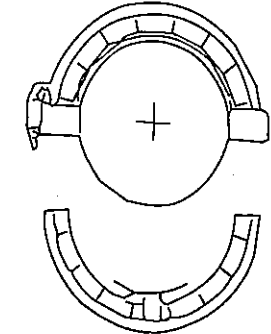
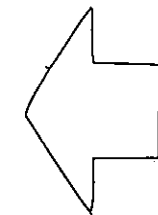
探傷



データ処理・解析



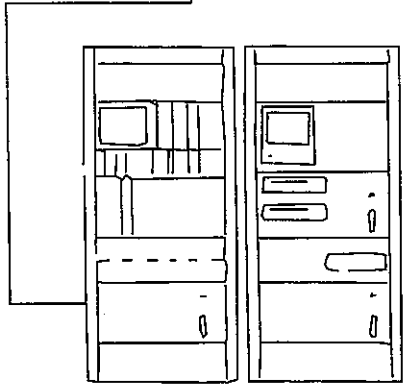
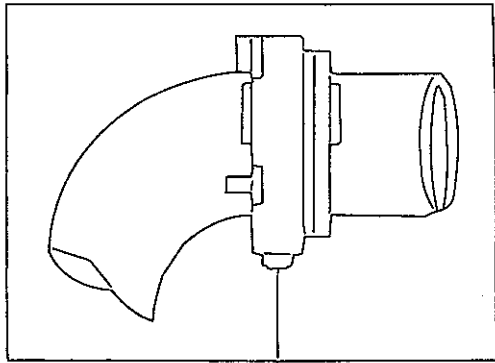
保温装着



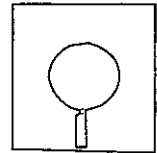
検査機取外

探傷データの取扱い

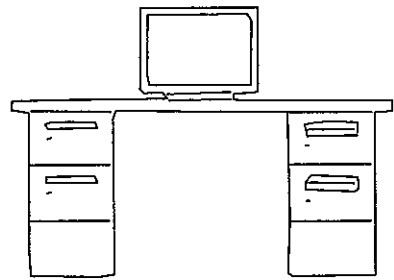
現地における探傷



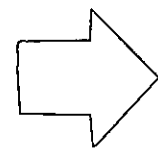
データ収録



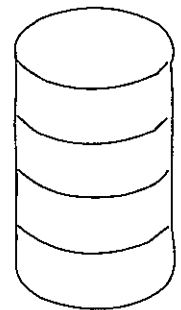
探傷データ



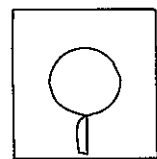
光ディスク装置



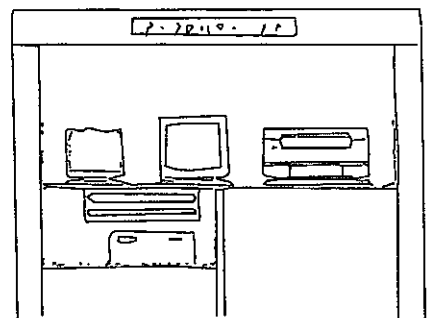
データベース作成



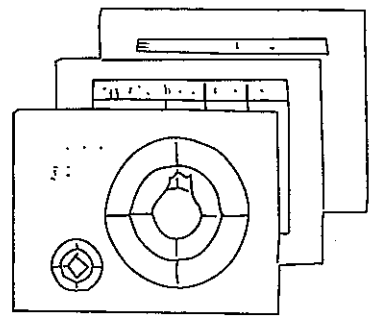
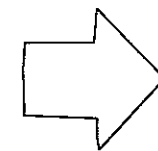
データ解析



探傷データ



データ処理装置



軽水炉との条件比較

項目	F B R	軽水炉
雰囲気温度	55° C(max)	常温
雰囲気湿度	20~80%	20~80%
配管表面温度	80° C(max)	約40° C以下
適用配管径	32インチ	4インチ~24インチ
探傷速度	0~50mm/sec	0~約100mm/sec
走査モード	自動、手動	自動、半自動
駆動方式	無軌道式	軌道式

要素技術開発

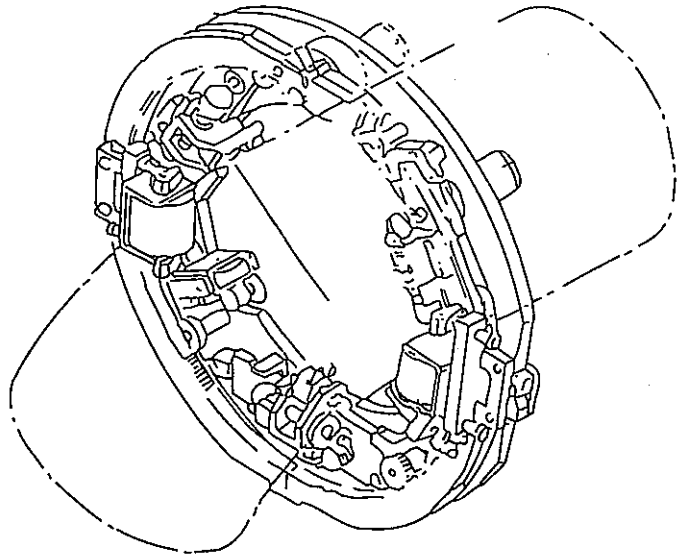
ノンカプラント探触子

- ・ 振動子周波数の検討
- ・ コンタクトラバー材料の検討
- ・ 構成要素の検討
- ・ 押付け圧力の検討
- ・ 高温適用化の検討

検査機

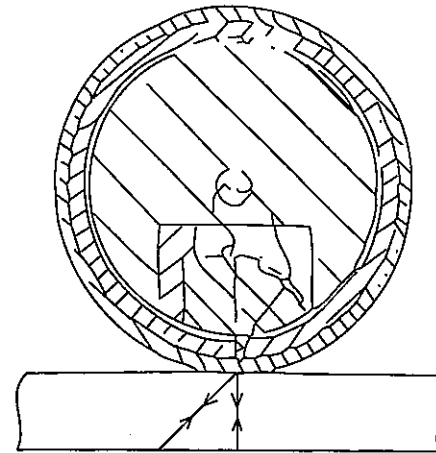
- ・ 駆動輪数の検討
- ・ フレーム剛性の検討
- ・ 制御手法の検討
- ・ 軽量化の検討
- ・ 機内ケーブル処理の検討

装置開発上の課題



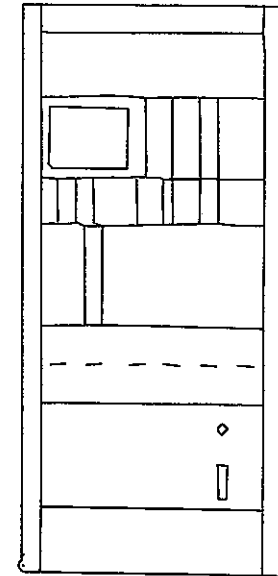
検査機

- ・ 走行精度の確保
- ・ 重量軽量化
- ・ 剛性の確保
- ・ 姿勢制御手法



ノンカプラント探触子

- ・ 探傷性能の確保
- ・ 内部構造の検討
- ・ カップリング性能の確保



超音波探傷器

- ・ 遠距離感度の確保
- ・ ノイズ低減対策

総合機能試験を通じて得られた技術経験、技術的課題とその解決

1.超音波探触子問題点

- ① 探触子のカップリング状態が悪く、エコー高さが不安定。
- ② 探触子内ノイズが多い。

実施した解決策

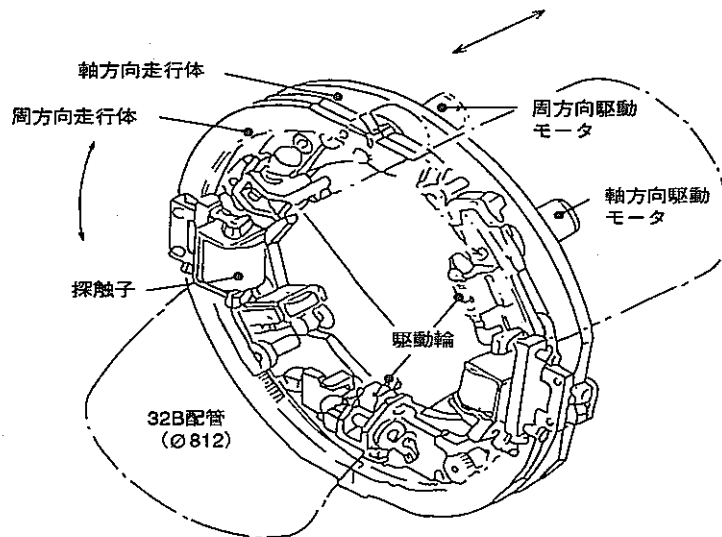
- ① 最高押付け圧力の選定。
- ② 振動子・内部構造材料見直しのため試験中。

4.制御ケーブル等問題点

- ① ケーブル本数が多く接続時間がかかる、また干渉を起す。

実施した解決策

- ① 原点補正センサー廃止ケーブル簡素化検討中。



2.検査機（スキャナ）問題点

- ① 探傷動作時の周方向走行体の原点ずれの発生。
- ② 検査機の軸方向位置再現性にばらつきが大きい。
- ③ スキャナの制御ケーブル及びUTケーブルが保温材と干渉を起こす。
- ④ 探触子押付け圧力増加による検査機負荷の増加。

実施した解決策

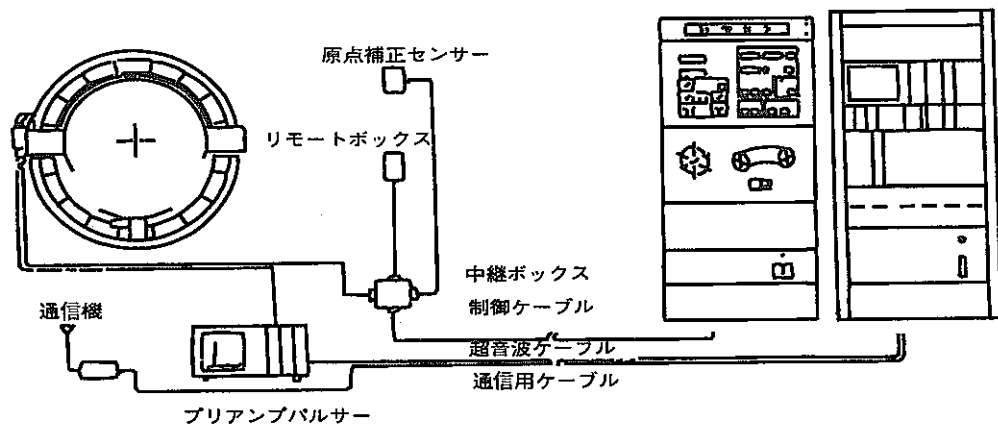
- ① 制御装置のフィルタを付加し原点ずれを防止。
- ② 各センサ及び駆動輪の信号を調査し、位置ずれの発生要因を究明中。（表面の影響）
- ③ ケーブルの引回し方法を検討中。
- ④ 二重探触子保持機構（ジンバル）簡素化検討中。

3.超音波探傷装置問題点

- ① 超音波探傷機のAスコープ画面上にノイズが発生し、探傷作業が困難となった。

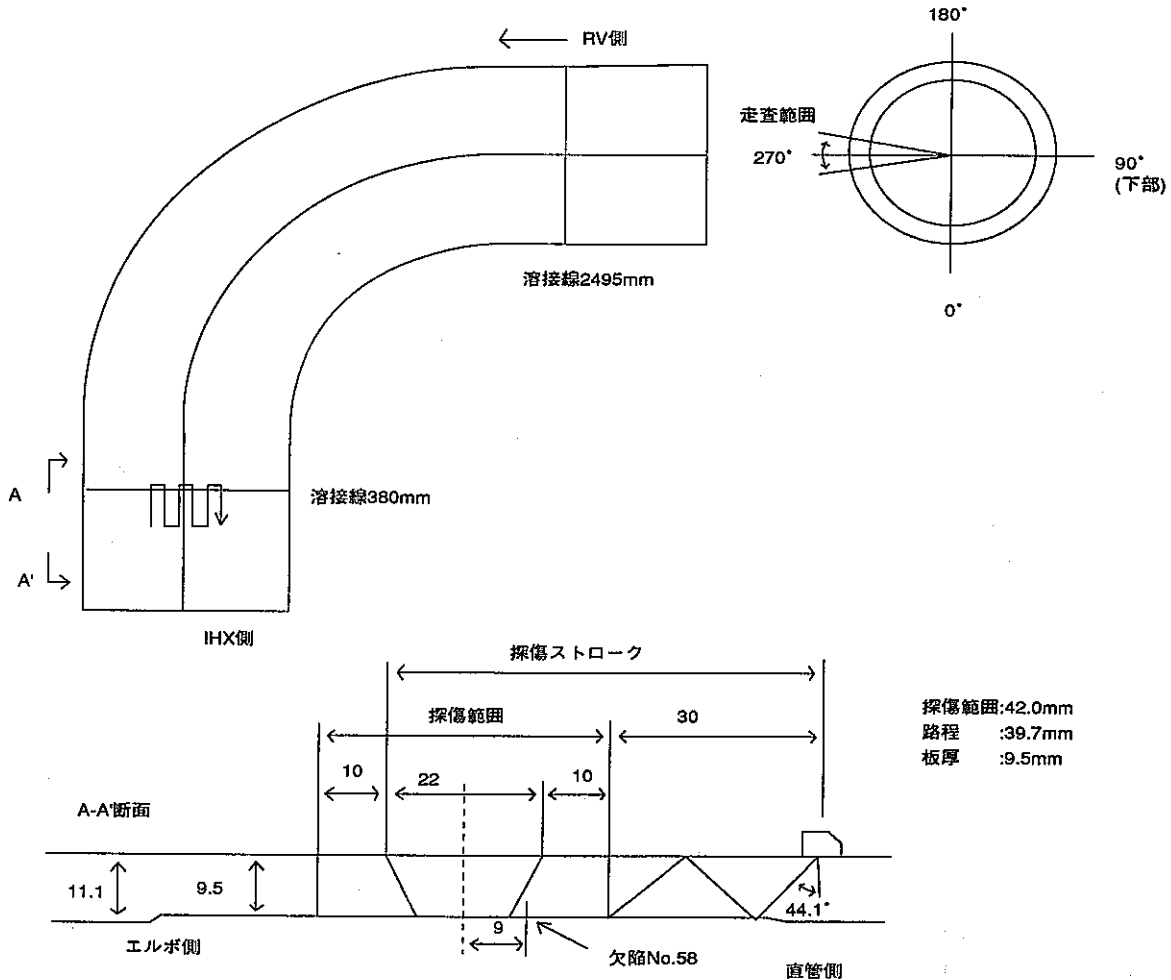
実施した解決策

- ① CVCFにフィルタを付加しノイズ低減を図った。また、制御ケーブルとUTケーブルを離す等、ケーブルの引回し方法を変更した。



超音波探傷データ 1

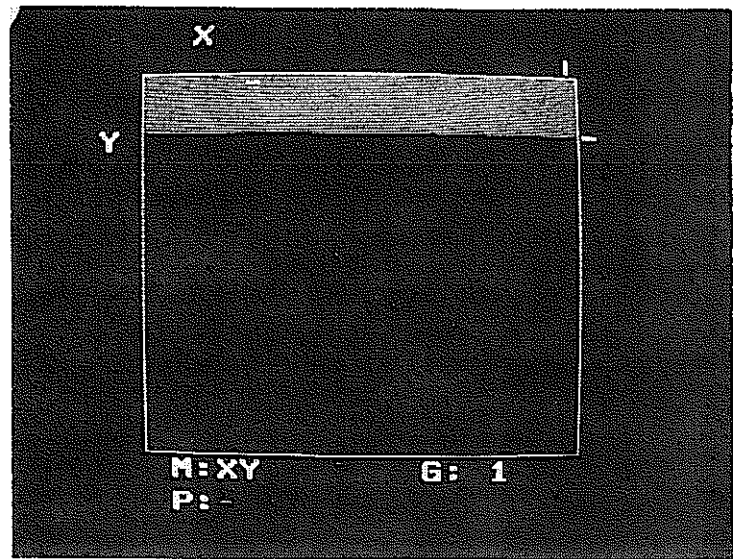
探傷試験条件記録		
試験実施日	H. 3. 6. 25	
試験部位	IHX側周溶接線	
探傷方向	直管側からの探傷	
探傷欠陥No.	欠陥No.58 (H. 2. 2, W:0.5, L:25.4)	
探傷条件	配管表面温度	常温
	探触子	3.5 Z 10×10 A45
	DAC No	M/U-1
	探傷感度	86 dB (DAC作成感度)
	ゲート位置	1/4 スキップ点~7/4 スキップ点
	走査モード	YX (軸探傷モード)
	探傷開始位置	X:260° Y:329mm
	探傷ストローク	62mm
	探傷ピッチ	0.3°
	探傷長さ	20°
	探傷速度	スピード1
	ビーム方向	0°
	溶接線位置	380mm (実際の溶接線のアドレス)



欠陥No.58

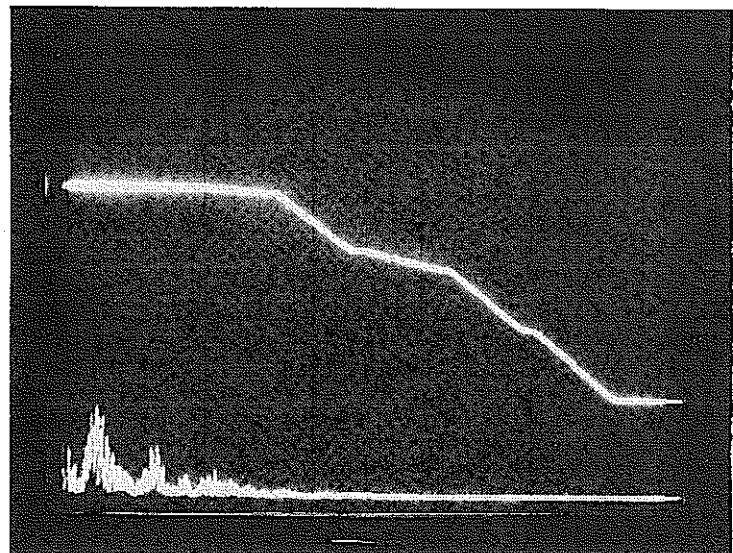
6 / 25

軌跡表示



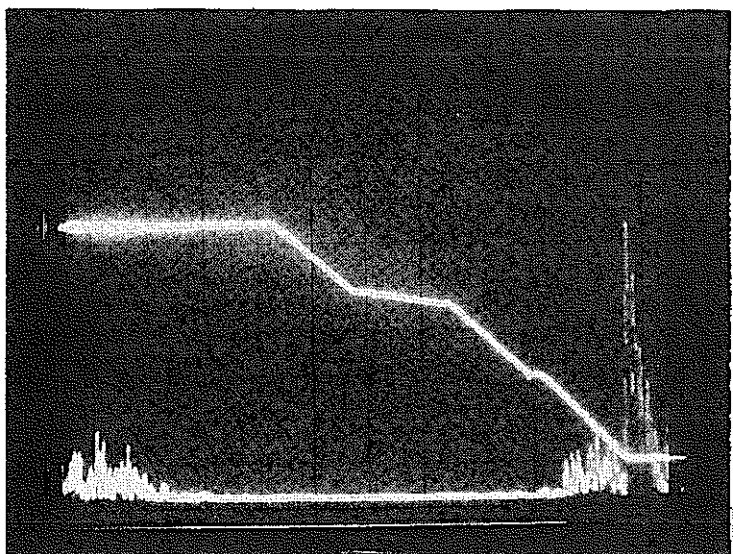
D A C No. MU

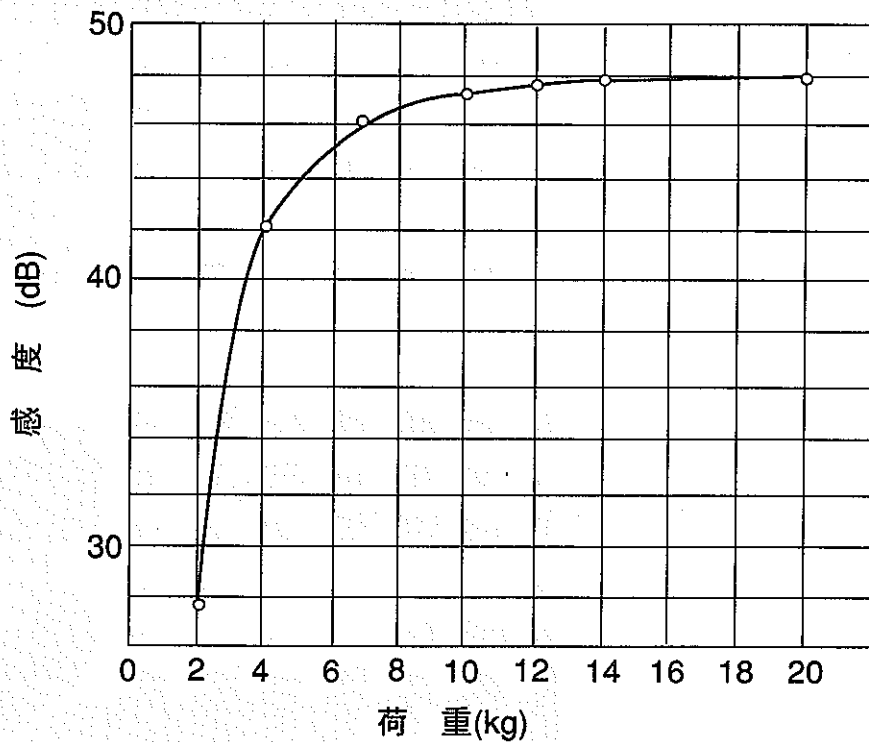
探傷時の D A C



6 / 25

探傷後の D A C





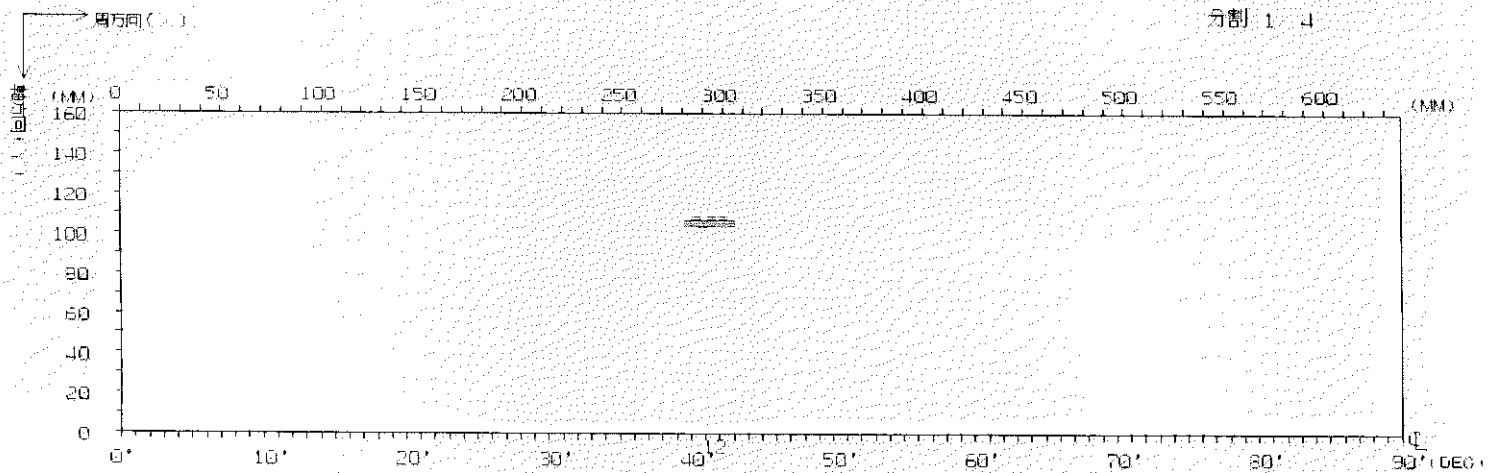
*試験方法:A2試験片 $\phi 4 \times 4$ を1.0Sで検出し、探触子
接触圧の変化による感度変化を測定した。

図3.1.2 接触圧の影響(3.5Z10X10A45/5Z5N)
(静止時)

平面展開図

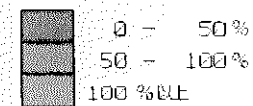
記録番号

分割 1 / 4



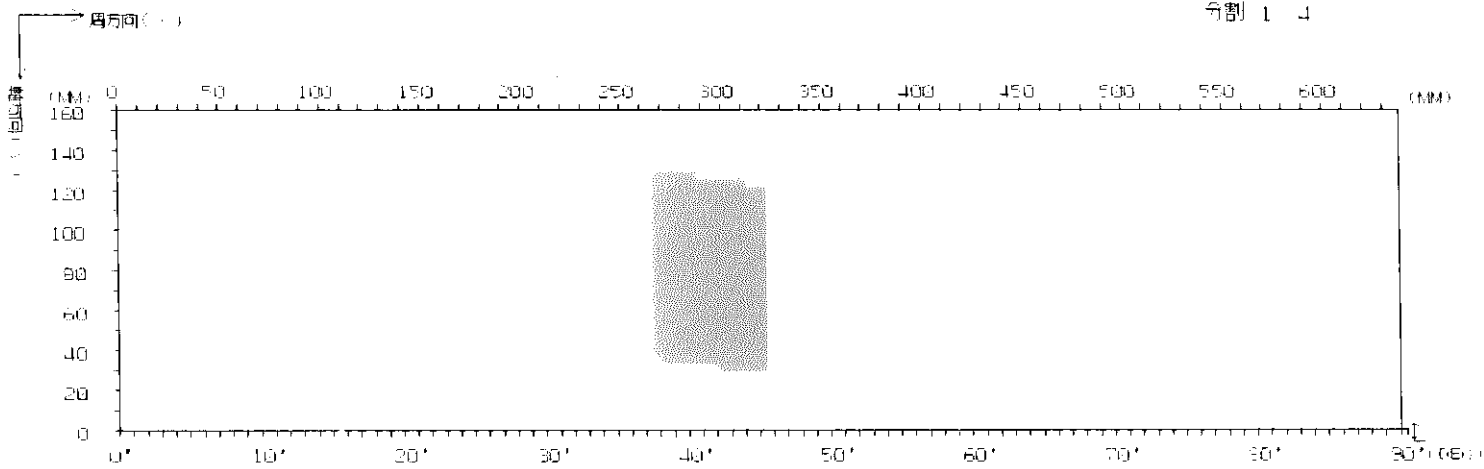
プラント名 : M.U.
 溶接番号 : -
 試験部位 : PIPE (NO.69)
 日付 : 1992.9.14

屈折角 : 43.0
 DACレベル : 20%
 走査種別 : YX
 周オフセット : 50.0(DEG)
 軸オフセット : 1000.0(MM)



走直軌跡図

記録番号 _____
分割 1 4

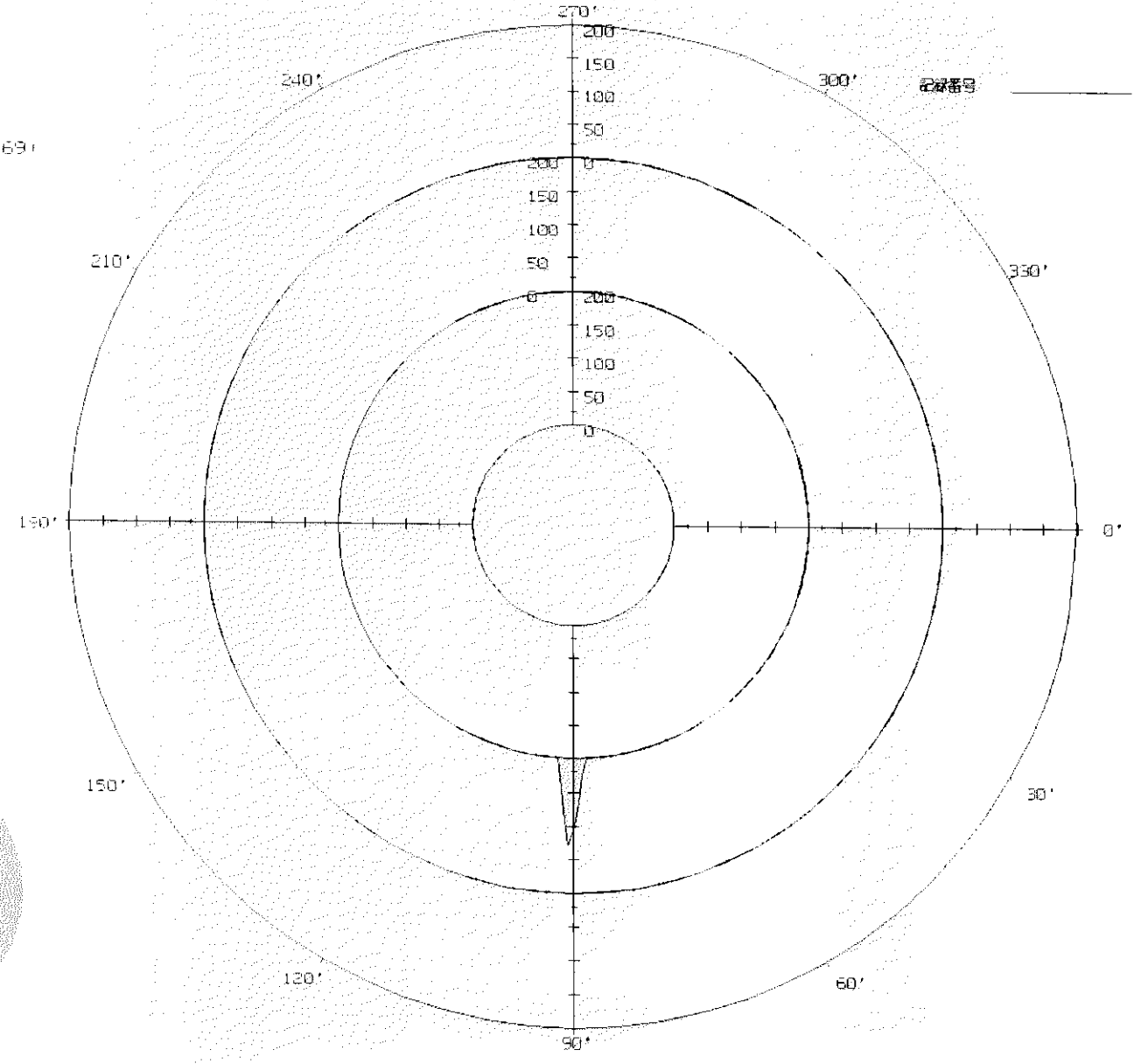


工程名 : H U
 溶接番号 : -
 試験部位 : PIPE (10.69)
 日付 : 1992.9.4

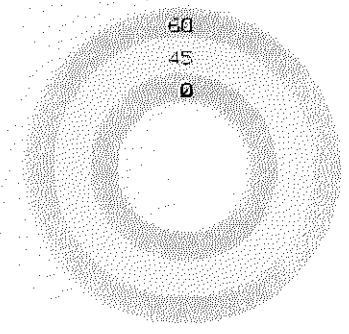
走直種別 : 17
 周寸アセット : 50.0 (DEG)
 軸寸アセット : 1000.0 (MM)

極座標図

フランシ名 : H-U
 溶接番号 : -
 試験部位 : PIPE (NO.69)
 日付 : 1992.9.4
 走直種別 : YC



入射角



試験条件	
配管表面温度	常温
走査モード	連続軸 軸方向 ステップ軸 周方向
探傷ストローク	100mm
探傷ピッチ	2.0deg
探傷長さ	360deg
探傷速度	10mm/sec
探傷器	USIPII (クラウトクレーマ製)
レコーダー	LR8100 (YOKOGAWA)
チャート速度	60mm/min

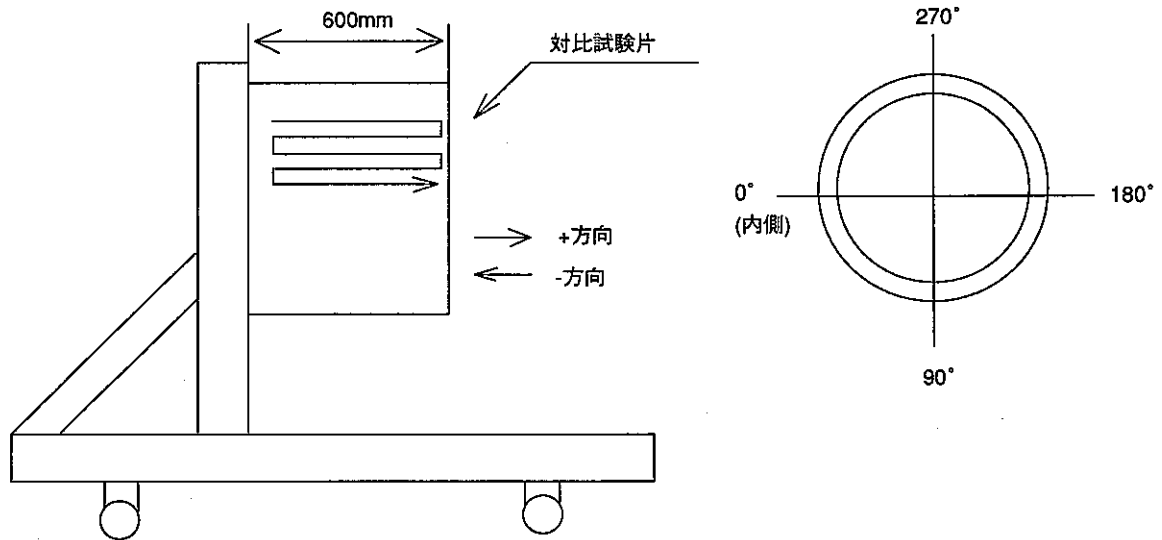


図2.2.1 カップリング性能試験時の試験条件

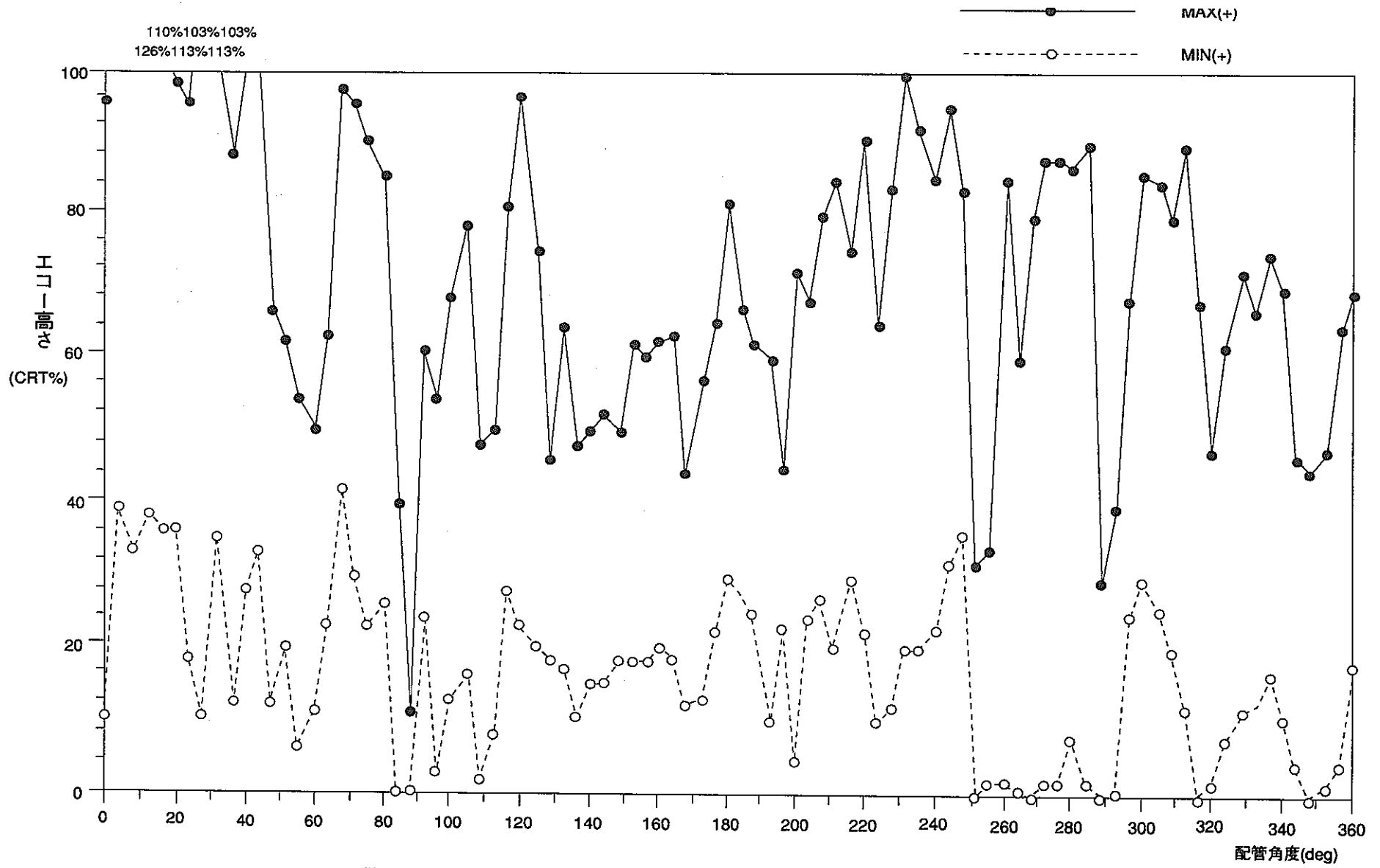


図3.2.1(b) 探触子押付け圧力とエコー高さとの関係(+方向)

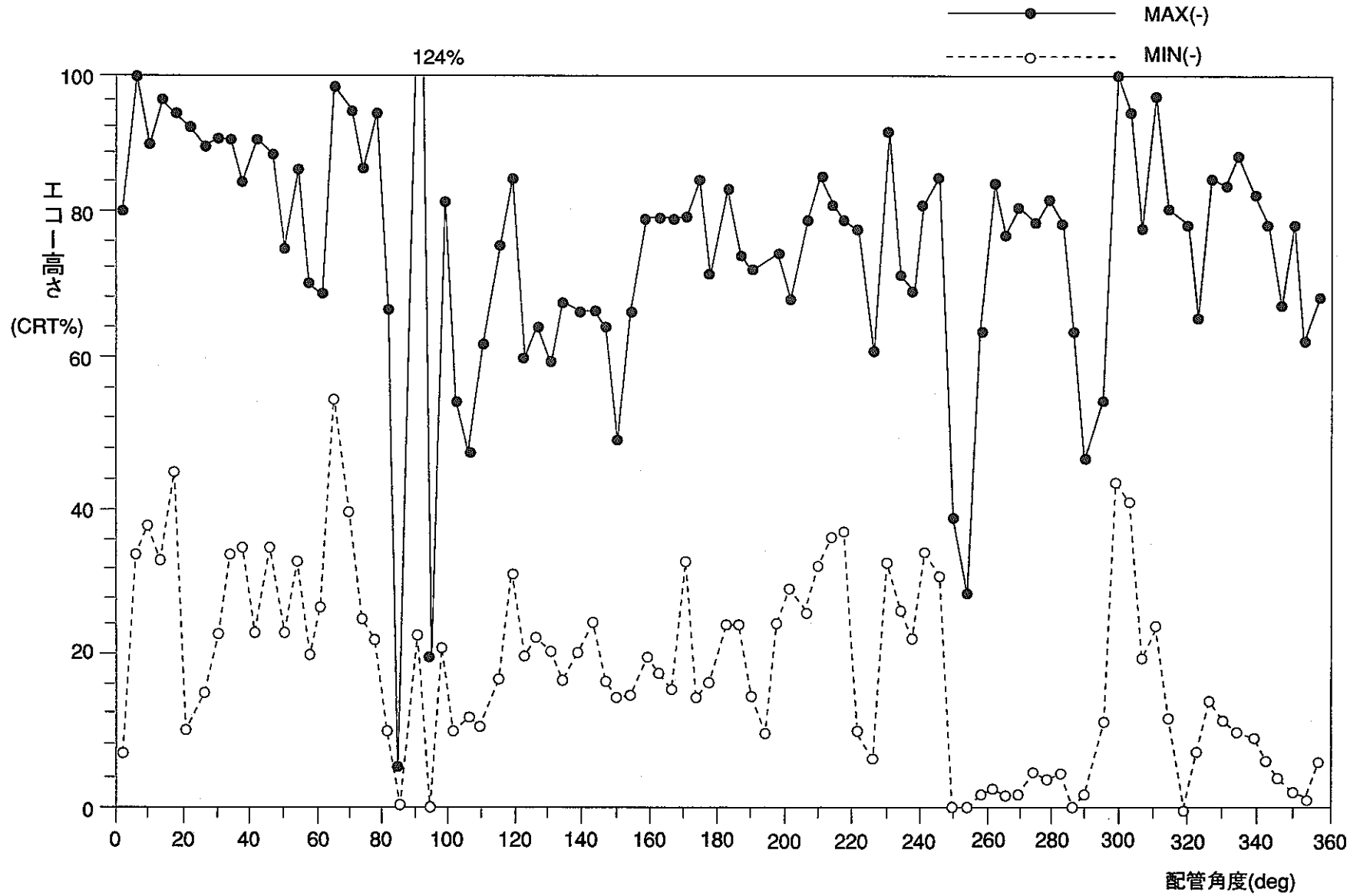


図3.2.1(b) 探触子押付圧力とエコー高さとの関係(-方向)

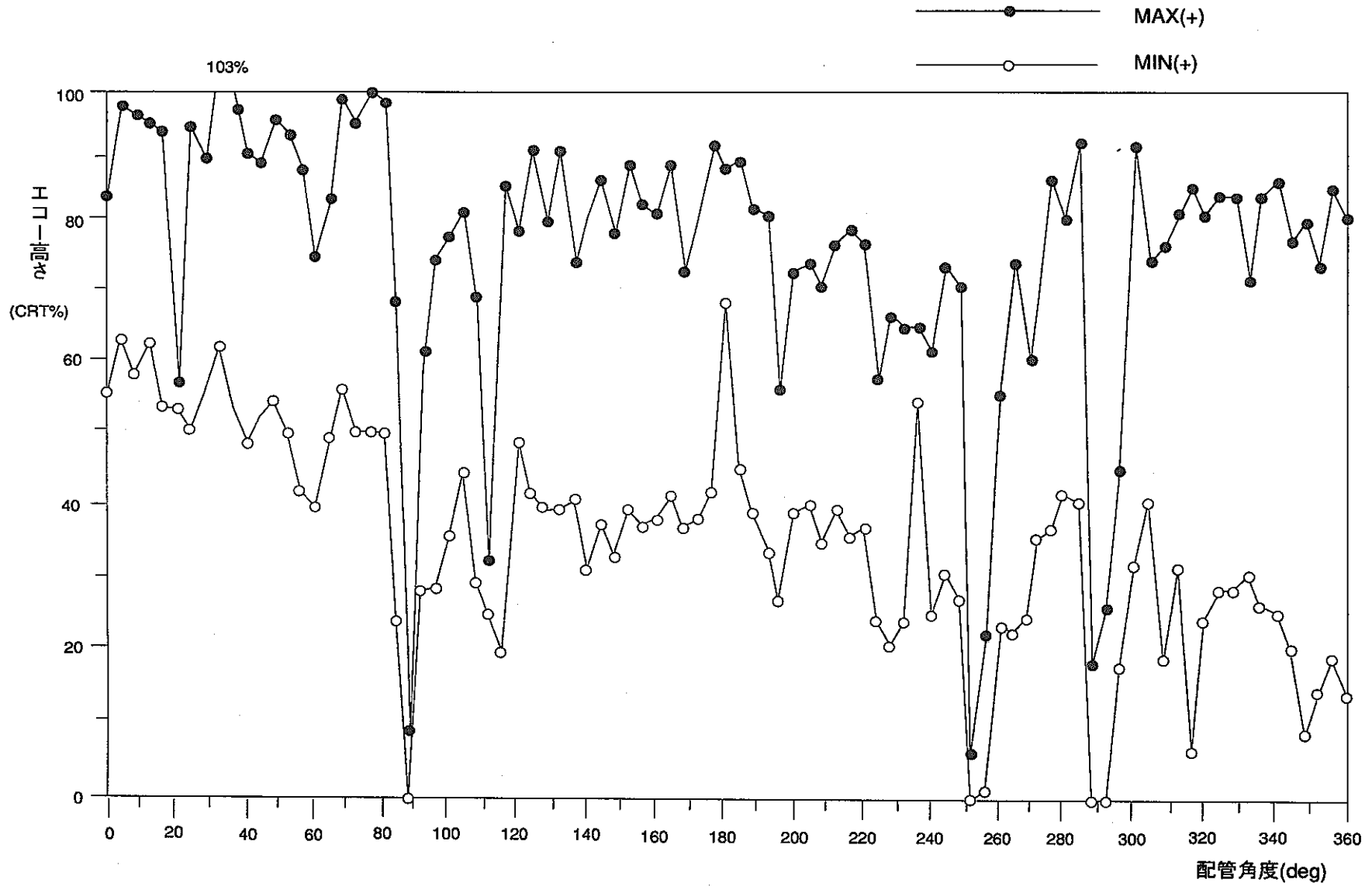


図3.2.2(a) 探触子押付け圧力とエコー高さとの関係(+方向)
[10.0kg]

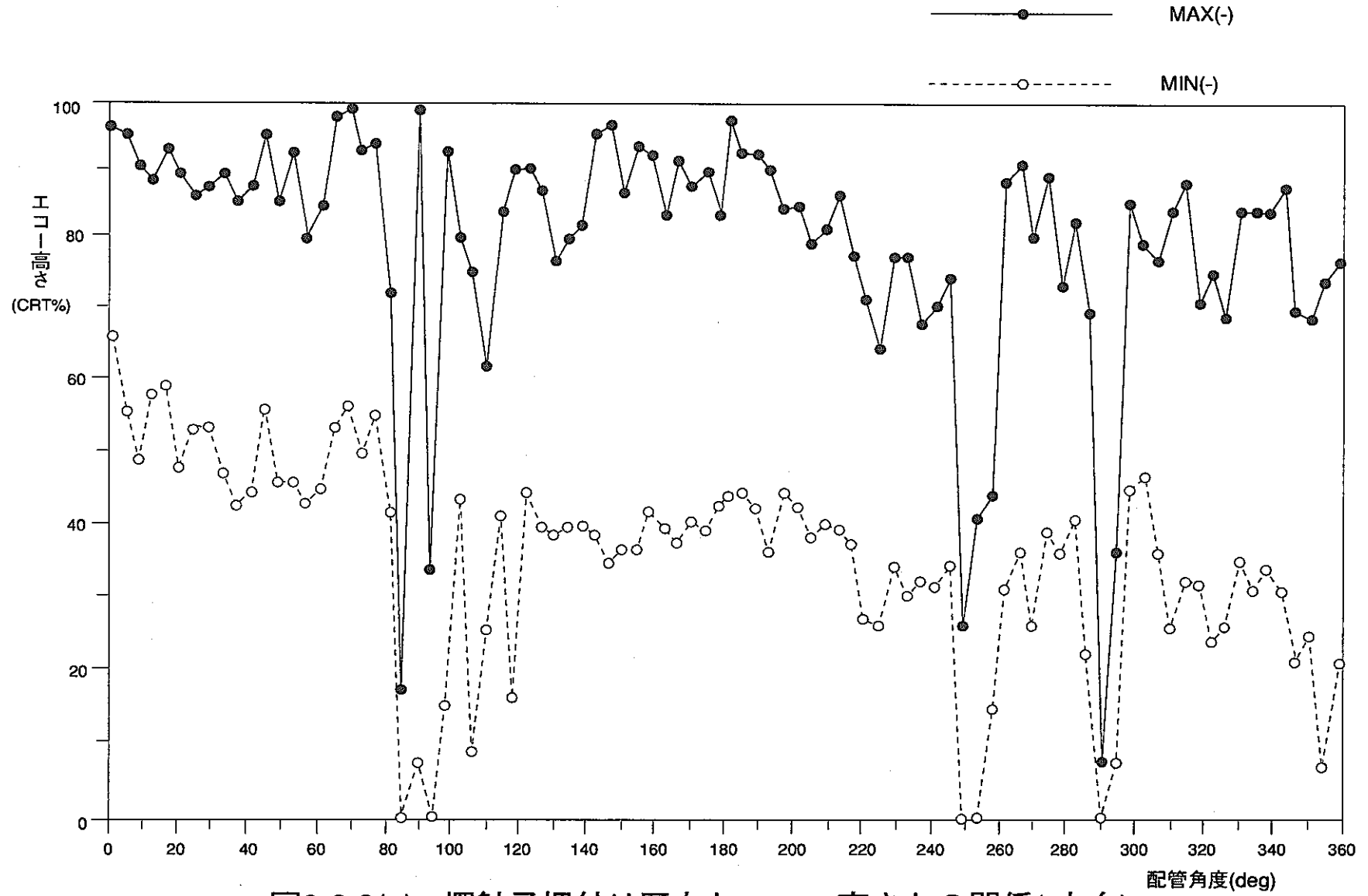


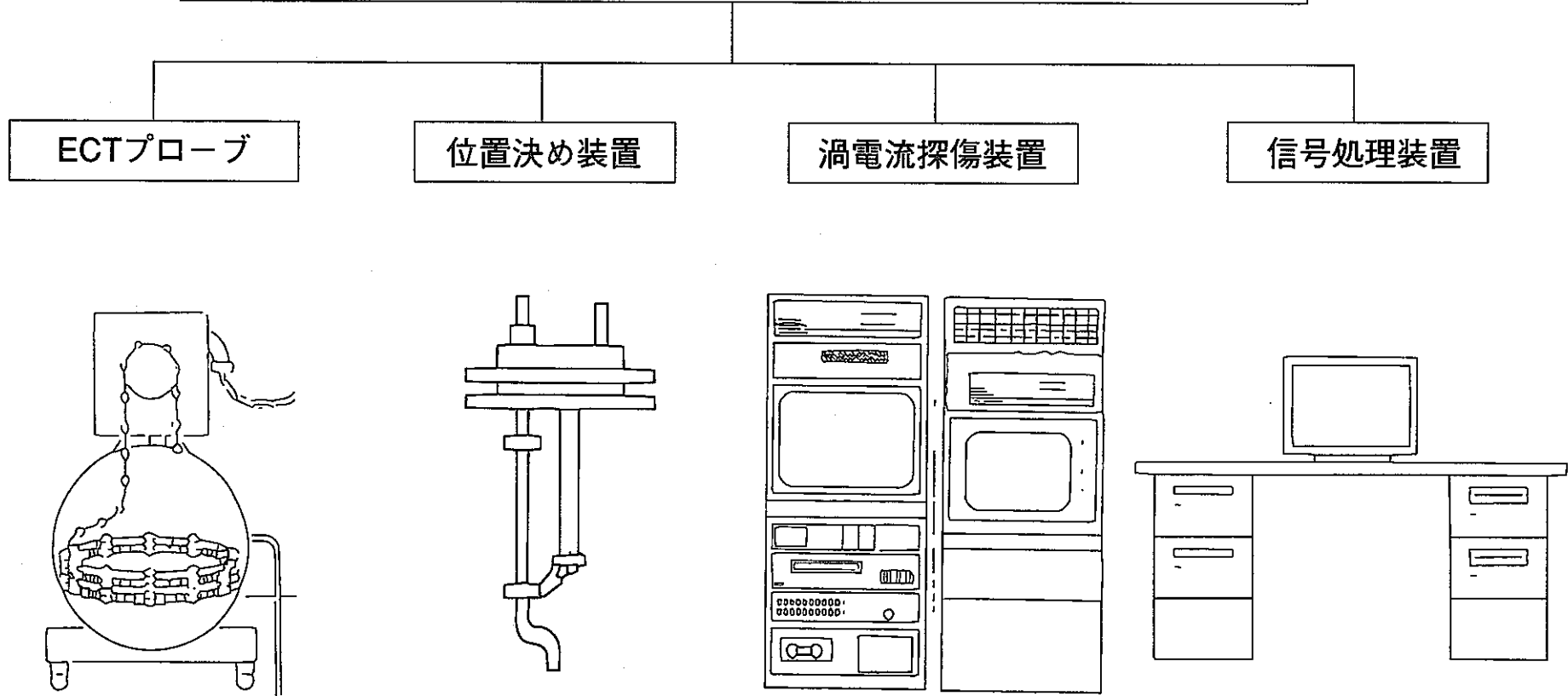
図3.2.2(a) 探触子押付け圧力とエコー高さとの関係(-方向)
[10.0kg]

開発の現状と技術的課題

	PSIまでの確認項目	今後の技術的課題
超音波探触子	1. カップリング性能 ・ 押付け圧力の最適化 ・ 探触子保持機構簡素化 2. 欠陥検出性能 ・ 振動子改良	1. 探傷性能の向上 ・ S/N比向上 2. コンタクトラバー改良 ・ 材料特性見直し (強度と柔軟性) ・ 押付け圧力低減化
検査機	1. 位置再現性の確認 ・ CCDカメラによる再現性の確保 ・ 検査機負荷の低減 2. ケーブル処理 ・ ケーブルの簡素化	1. 軽量化の検討 ・ フレーム材料の検討 2. 位置検出センサの付加 ・ 原点センサ, ビートセンサ付加 3. ケーブル、コネクタ改良 ・ ケーブルの軽量化 ・ ワンタッチコネクタの採用
被ばく低減対策	1. 現場作業時間短縮 ・ CCDカメラによる原点セット ・ ケーブルの簡素化	1. 現場作業時間短縮 ・ 作業手順、方法の検討
探傷・データ処理作業	1. 作業方法の検討 ・ 作業基準化 ・ マニュアル作成	1. データ処理速度の高速化 2. 欠陥定量化ソフトの開発

IV. SG伝熱管ISI装置の開発

蒸発発生器伝熱管(渦電流探傷装置)ISI装置



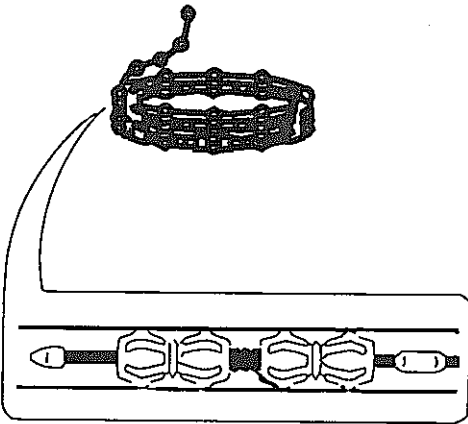
渦電流探傷装置の構成

装置設計要目

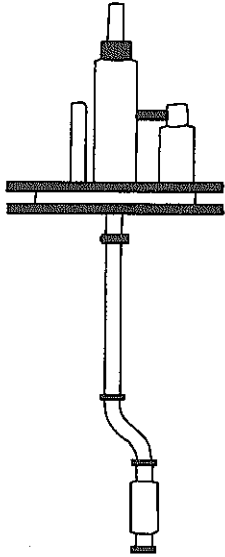
	ECTプローブ ・搬送ケーブル	プローブ挿入引抜装置		渦電流探傷装置	信号収録処理装置	制御装置
		位置決め装置	挿入装置			
型式	<ul style="list-style-type: none"> ・リモートフィールド (RF) ECT ・3分割 (マルチ) 2連ECT ・通常ECT ・圧送用フロート付同軸多芯 ・ケーブル 	一重回転プラグアーム 回転式位置決め装置	ガス圧送方式挿入装置	<ul style="list-style-type: none"> ・7チャンネルハイブリッド型渦電流探傷器 (EV用) ・3周波数2演算型渦電流探傷器 (SH用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・オンライン処理方式 ・オフライン処理方式 	リアルタイム制御方式
仕様主要目	(1)探傷速度 (a) EV探傷速度 : 可変 (MA×12m/min) (b) SH探傷速度 : 可変 (MA×24m/min) (c) 搬送速度 : 可変 (MA×60m/min) (2)可とう性 : 最小曲げ半径160mm (3)ケーブル引張強度 : 50kg以上	(1)プラグアーム回転速度 : 最大50mm/sec (2)管板位置決め精度 : ±0.5mm以内	(1)速度制御範囲 : 可変 (MAX60m/min) (2)速度検出精度 : ±5% (3)位置検出精度 : ±200m (目標±100mm) (4)ケーブル巻取能力 : 約120m	(1)適用ECTプローブ EVRF×1CHマルチDif型×6CH SHDif型×1CH (2)適用周波数帯 EVRF0.5KHz、マルチ200KHz SH10K、20K、40KHz	(1)解析対象信号自動識別機能 (2)信号発生要因自動分類機能 (3)欠陥評価シート作成機能	(1)伝熱管自動探傷制御機能 (2)プローブ挿入引抜装置 手動操作機能
設計条件	最高使用温度 80℃ (連続60℃) 最高使用圧力 8 kg/cm ²	最高使用温度 80℃ 最高使用圧力 8 kg/cm ²	最高使用温度 80℃ 最高使用圧力 8 kg/cm ²	最高使用温度 40℃	最高使用温度 40℃	最高使用温度 40℃

蒸気発生器伝熱管(超音波探傷装置)ISI装置

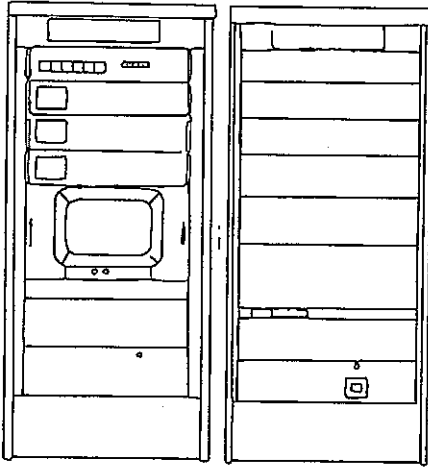
UTプローブ



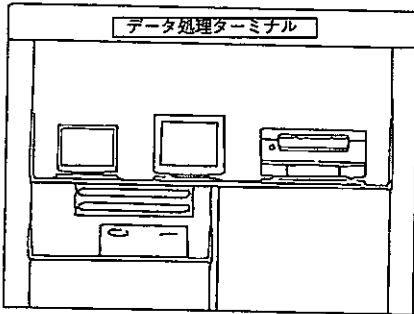
位置決め装置



超音波探傷装置



信号処理装置



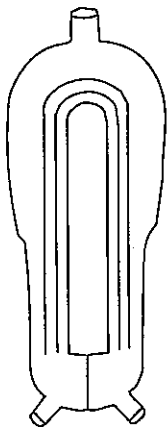
超音波探傷装置の構成

装置設計要目

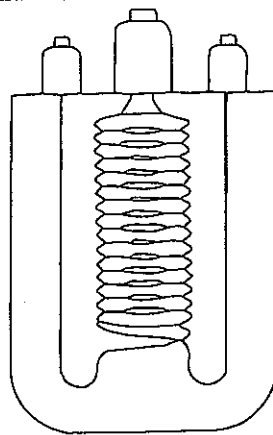
	超音波探傷プローブ	挿入システム	探傷システム
仕様	形式：マルチアレイ型複合 プローブ：3（軸、周、減肉）×32ch 探傷方式： 軸方向－水浸式2振動子送受信法 周方向－水浸式2振動子送受信法 減肉－水浸式1振動子送受信法 周波数： 軸方向－5MHz 周方向－5MHz 減肉－15MHz 調芯機構：センタリングフィン 探傷速度：4m/min 最小曲径：160mm	プローブプローブ駆動方式：水圧送方式 プローブ駆動速度： 探傷時－0～4m/min 挿入－max10m/min 引抜－max30m/min 位置検出精度：±100mm以内 管板位置決め方式：1軸回転＋X－Y移動 位置決め精度：±1mm以内 水抜き乾燥時間：30分以内	探傷回路方式：マルチチャンネル方式 探傷器：3（軸、周、減肉）×32ch 繰返周波数：max 8MHz 表示方式：Aスコープ表示（3画面） データ収録方式：デジタル信号をFDへ転送 データ処理装置：1次系ISI装置と共用 データ処理ソフト：探傷条件リスト 評価リスト 平面表示画像 断面表示画像 肉厚表示画像
設計条件	使用温度：5℃～40℃ 最高使用圧力：5kg/cm ²	最高使用温度：80℃ 使用流体圧力：5kg/cm ² （水） 8kg/cm ² （ガス）	使用温度：5℃～40℃

軽水炉との条件比較

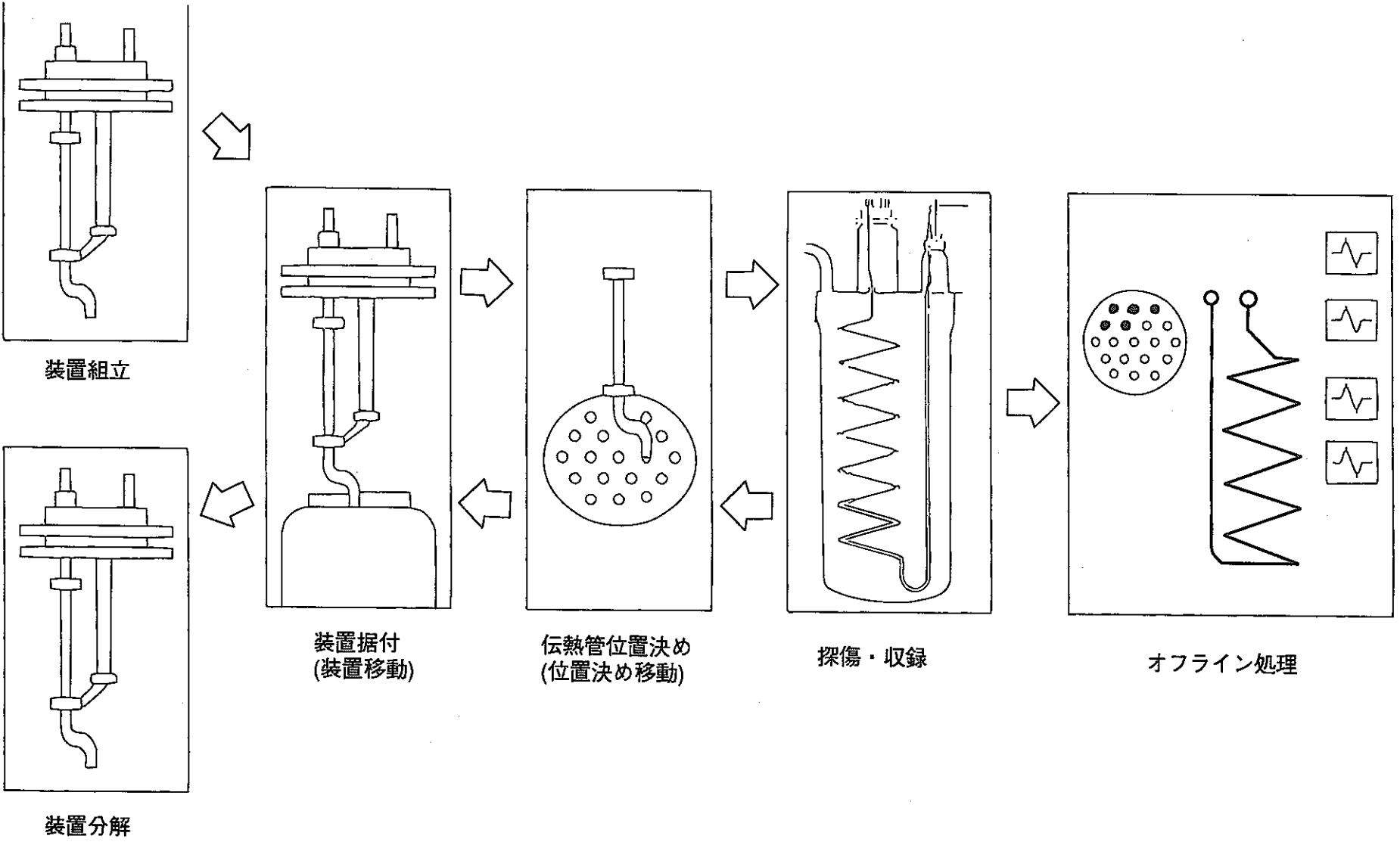
	項目	PWR	FBR
伝熱管仕様	材質	インコネル600系	SUS321/S T B A 24
	肉厚	約1.3mm	3.5mm/3.8mm
	外径	約22.2mm	31.8mm
	軸長	約40m	約50m/約90m
	形状	直管、Uイベント	ヘリカルコイル、Uイベント
	本数	約3400	147/140
	最小曲げR	55.7mm	160mm
管板仕様	個数	1	出口1 入口6
	向き	下向き	上向き
検査装置	管板位置決め装置	管板移動ロボット	回転プラグ+案内管
			6水室ごとに移動
探傷条件	探傷手法	多重周波ECT	EVリモートフィールド 内面マルチ SH多重周波ECT
	プローブ挿入方式	プッシャーによる挿入	窒素ガス圧送
	周波数	100KHz、400KHz	RF 0.5KHz マルチ 200KHz 多重周波 40KHz、20KHz、10KHz
	速度	24m/min	12m/min/24m/min

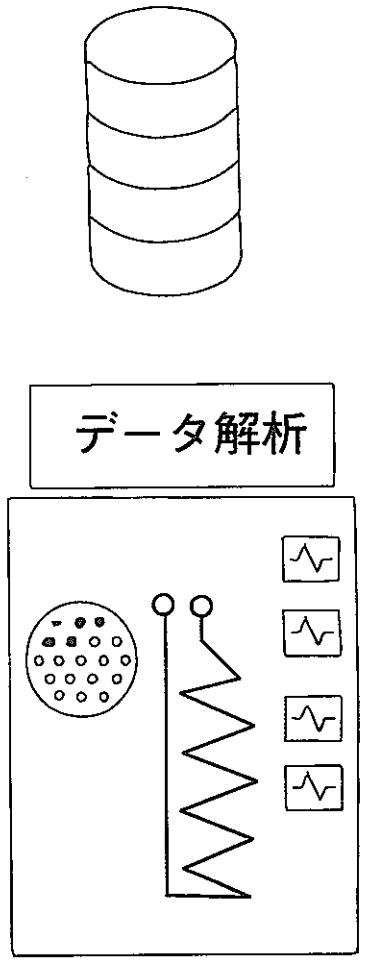
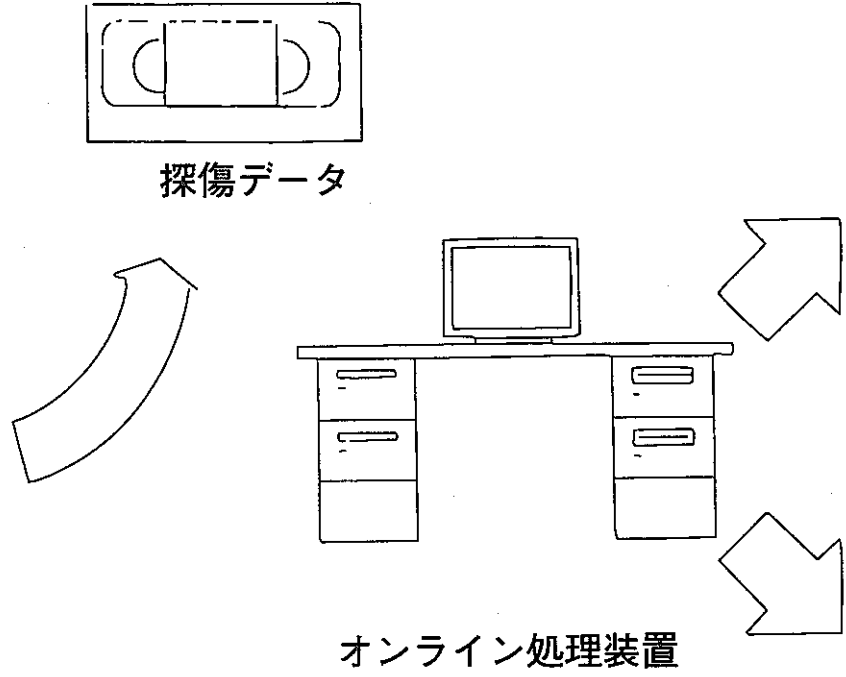
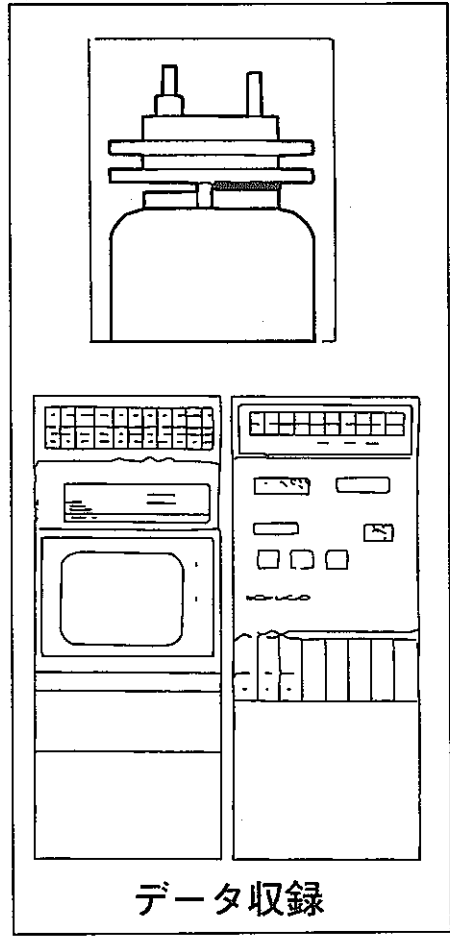


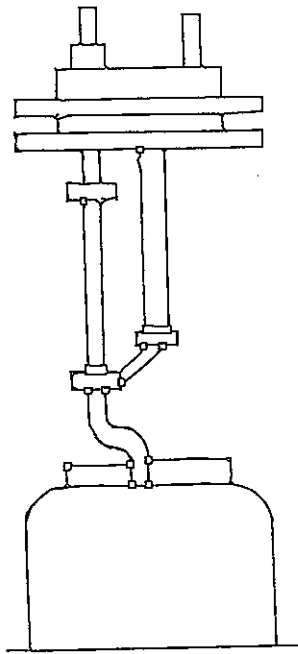
PWR



FBR

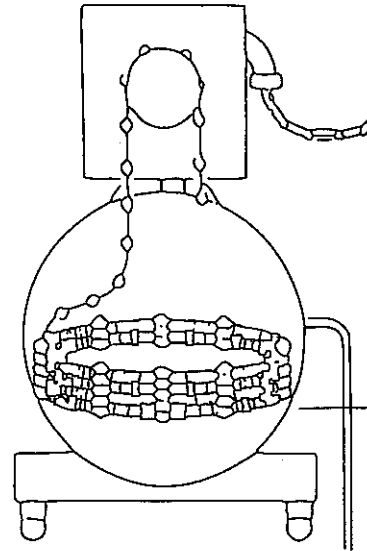






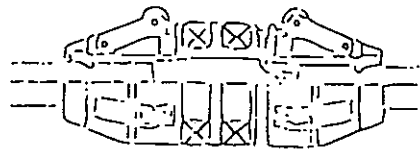
位置決め装置

- ・位置決め精度確保
- ・バウンダリ保持
- ・装置組立精度



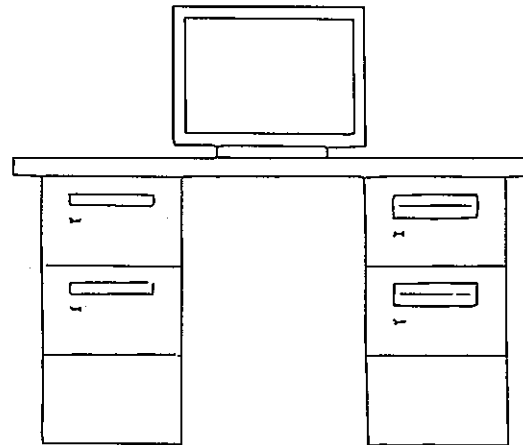
挿入装置

- ・挿入条件最適化
- ・挿入距離精度確保



探傷プローブ

- ・耐久性確認
- ・ノイズ防止
- ・S/N比向上



データ処理装置

- ・信号自動分類
- ・欠陥自動解析
- ・信号検出位置の同定

要素技術開発

探傷プローブ

- ・ 厚肉管材探傷条件の検討
- ・ 強磁性材料の探傷手法の検討
(磁気飽和法、リモート・フィールド法)
- ・ 可とう性の検討(最小曲げ 160R)

搬送ケーブル

- ・ ガス圧送条件の検討
- ・ ケーブル張力の検討
- ・ ケーブル剛性の検討
- ・ ノイズ対策

挿入装置

- ・ テンション検出機構の検討
- ・ ケーブル把持機構の検討

大洗での総合試験を通じて得られた技術経験、技術的課題とその解決 (ハードウェア)

1、位置決め装置問題点
(位置決め精度確保に関する検討)

(1)位置決め時案内管内に過度の振れが発生
(2)案内管組立毎に幾何学的誤差発生

実施した解決策

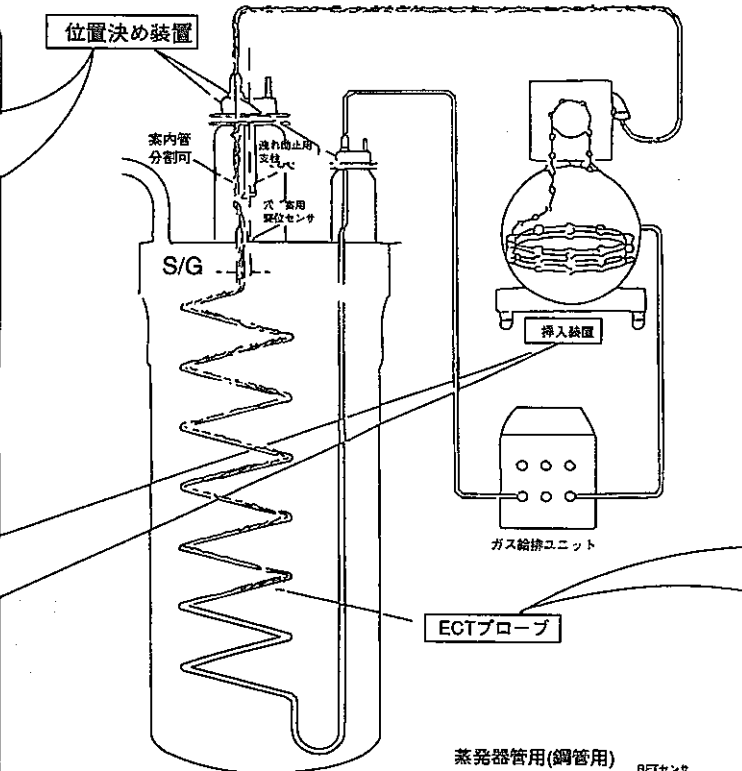
(1)振止用支柱を追加し案内管の振れを抑制
(2)案内管組立毎にアーム半径を計測(計測要領確立)

2、挿入装置問題点

(1)搬送ケーブルに詰まり発生
(2)挿入距離検出精度確保不可

実施した解決策

(1)ケーブル被覆の強度アップ、及び駆動モータ始動タイミングの適性化
(2)データ処理時にソフト処理を実施

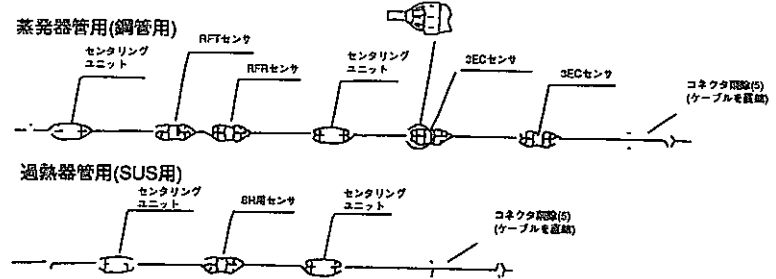


3、探傷プローブ・搬送ケーブル問題点

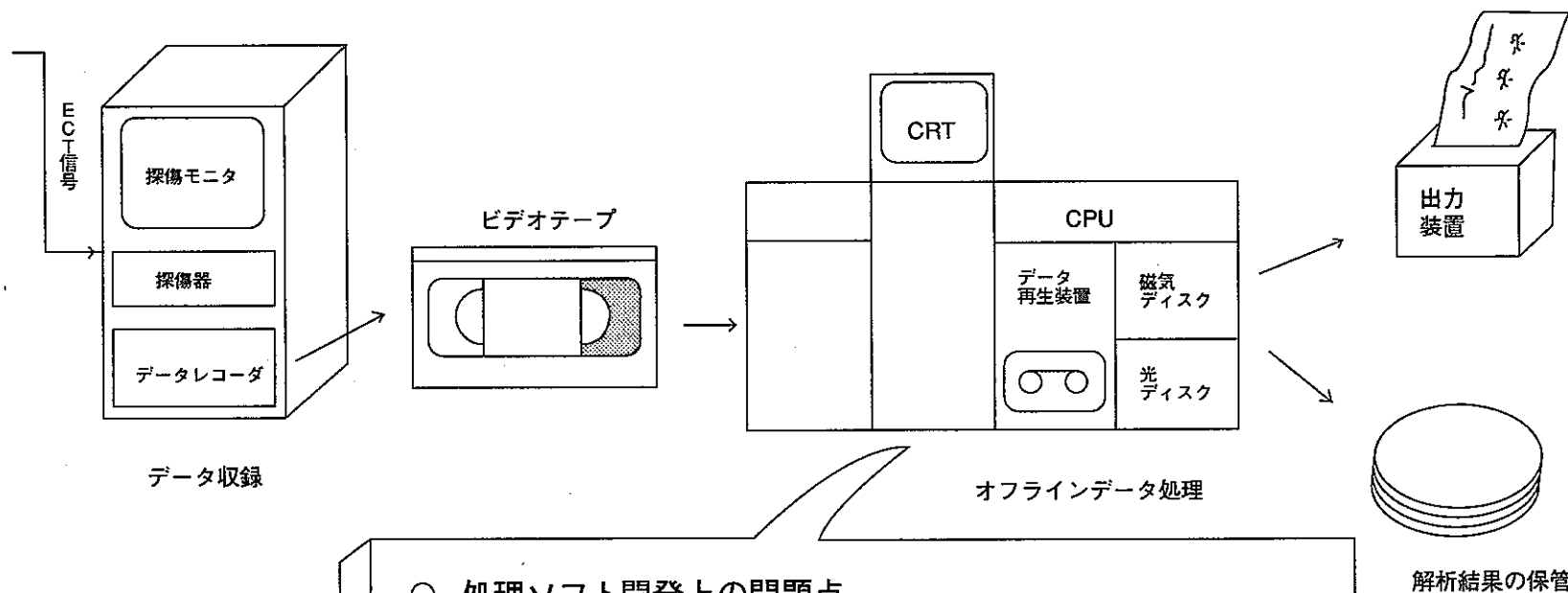
(1)リモートフィールド信号の原点ズレが生じ欠陥自動分類が困難となった。
(2)欠陥の形状、大きさ(深さ)により探傷条件が異なるため適正感度の設定が困難となった。
(3)伝熱管の形状変化部(ベント部)でノイズ信号が発生する。
(4)多重周波数探傷で溶接信号が消去できない。
(5)探傷プローブと搬送ケーブルとのコネクタ部でノイズは生じる。
(6)プローブ挿入、引抜時に詰まりが生じる。

実施した解決策

(1)処理装置にフィルタを付加し、ズレを消去
(2)低感度と高感度の2種類の感度を設定
(3)比較演算処理が行なえるソフトに改良
(4)比較演算処理が行なえるソフトに改良
(5)コネクタを削除しプローブと搬送ケーブルを直結
(6)プローブ調芯機構の改良

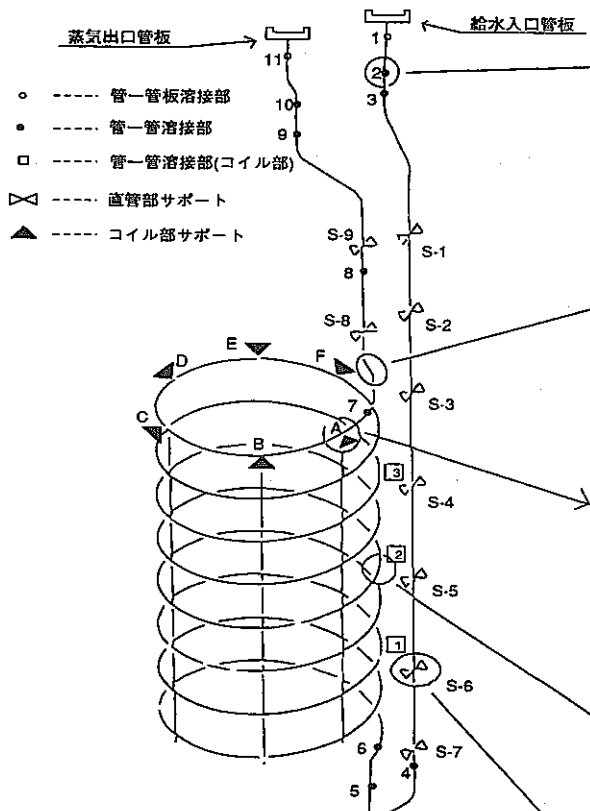


大洗での総合試験を通じて得られた技術経験、技術的課題とその解決
(ソフトウェア)



- 処理ソフト開発上の問題点
 - ・ 信号発生要因の自動分類が困難である。
 - ・ 欠陥検出位置(伝熱管軸距離)の不適性
 - ・ ベンド部、溶接部の欠陥自動解析が困難
- 実施した解決策
 - ・ 各信号の特徴を分析し、分類ゲートの設定値、組み合わせ方法を検討
 - ・ 基準信号(出口管板信号)のソフトウェア上での適性化を検討
 - ・ 前データとの信号変化を見る比較演算処理方式を採用し、原点補正、信号振幅、補正処理ソフトを開発

信号発生要因位置



渦電流探傷信号例
(蒸発器)

管-管溶接部信号

M/U	実機

ベンド部信号

M/U	実機

コイル部サポート信号

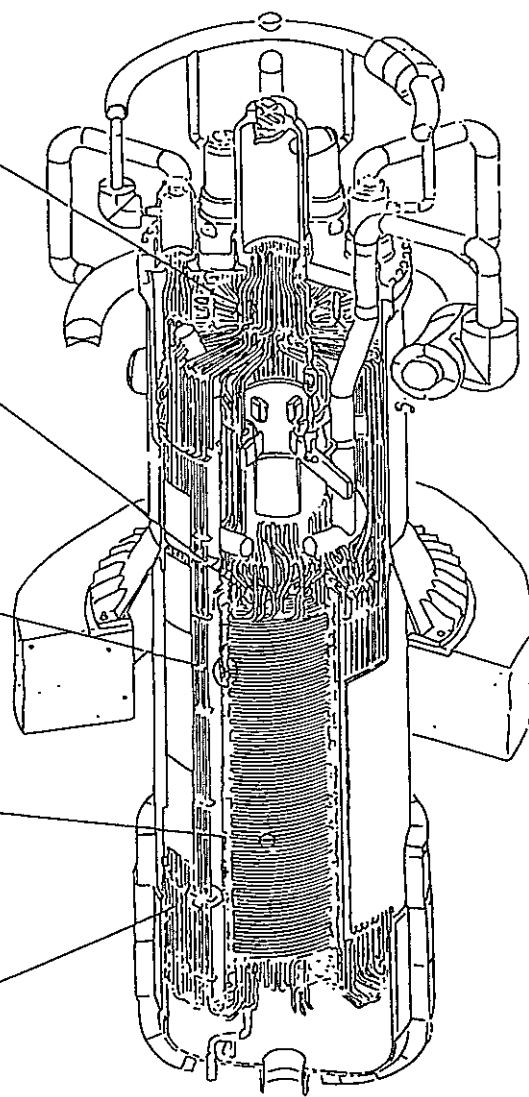
M/U	実機

コイル部管-管溶接部信号

M/U	実機

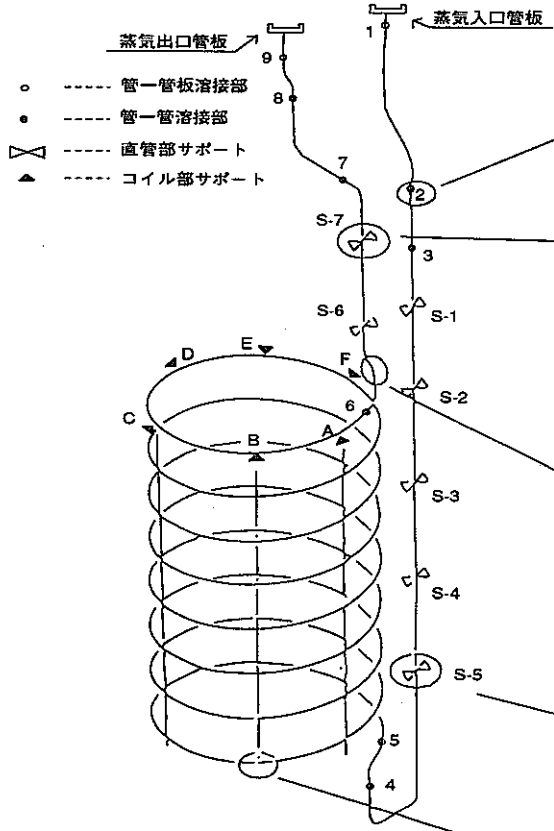
下降管サポート信号

M/U	実機



蒸発器内部構造

信号発生要因位置



渦電流探傷信号例
(過熱器)

管-管溶接部信号

M/U		実機	

上昇管サポート信号

M/U		実機	

ベンド下部信号

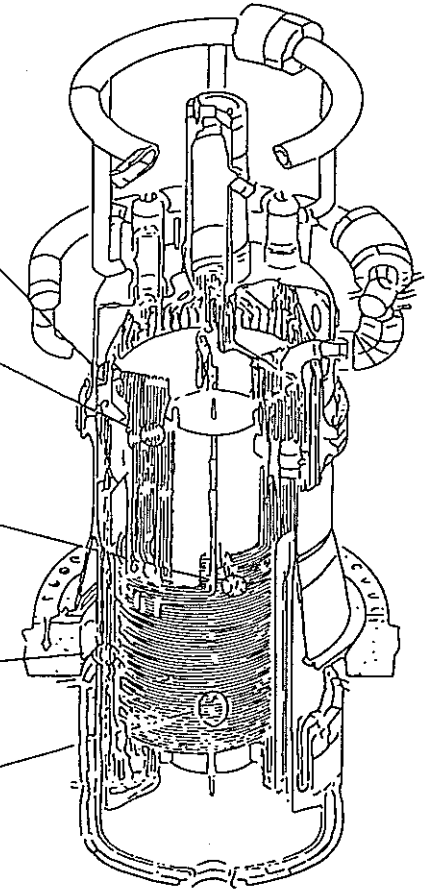
M/U		実機	

下降管サポート信号

M/U		実機	

コイル部サポート信号

M/U		実機	



過熱器内部構造

開発の現状と技術的課題

	P S I までの確認項目	今後の技術的課題
探傷プローブ 搬送ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 単体性能試験 ・ 圧送試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ S / N 比の向上 ・ センサー配置の改善 ・ 搬送力の向上
位置決め装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 位置決め確認試験 ・ アーム半径計測精度の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 位置決め精度の向上 ・ 管板穴検出センサー付加
挿入装置、 給排ユニット	<ul style="list-style-type: none"> ・ プローブ詰まり 対策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 挿入能力の向上

V. 「もんじゅ」PSIへのR&D成果の
反映と技術協力

ECT装置トレーニング指導カリキュラム表 (1/2)

※別紙ECT装置取扱トレーニング計画内訳表参照。

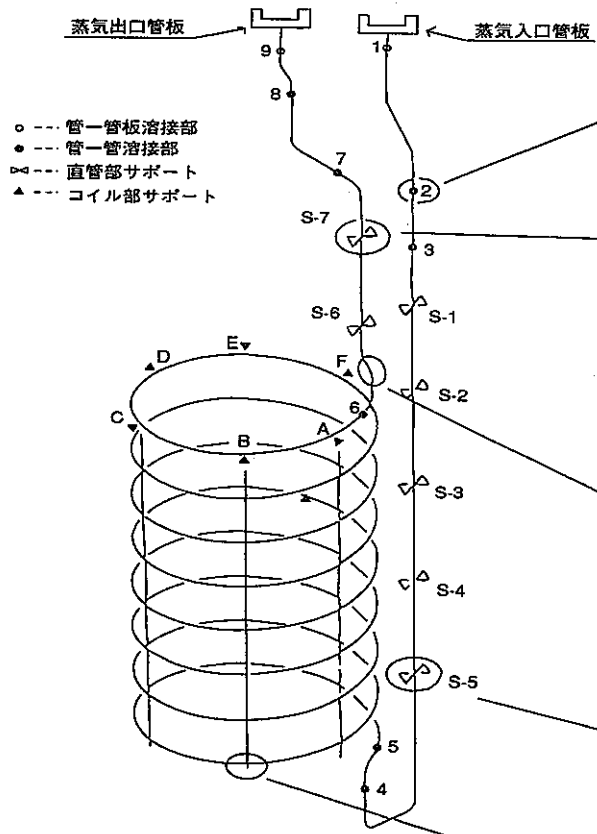
日	トレーニング項目	時間割及び内容							
		1	2	3	休	4	5	6	7
第1日	○オリエンテーション ○1.ECT装置全体概要		・オリエンテーション ・施設見学等			〔講義1.〕 ① 装置構成 ② プロープ ③ プロープ挿入引抜装置 ④ 渦電流探傷装置 ⑤ 信号収録処理装置			
	指導側		○—— 会員 ——○ ・オリエンテーション ・施設案内 〔室長、担当役、GL、 グループ全員〕			○—— 永井、横山 ——○ ・マニュアル、資料等で説明(3F会議室) ▽—— 実技3.準備 ——▽ ・組立架台、位置決め装置、盤、治具等 ・1号機位置決め装置分解(保管架台に配置)			
第2日	○1.ECT装置全体概要 ○2.ECT装置取扱作業全体手順 ○3.管板位置決め装置の組立調整要領	〔講義1.〕 ⑥ 制御装置	〔講義2.〕 ・ECT装置取扱作業全体手順			〔実技3.〕 ① 組立調整架台の組立要領 ② 管板位置決め装置の組立要領			
	指導側	○—— 同上 ——○ ・同上	○—— 永井 ——○ ・マニュアルで説明(3F会議室) ▽—— 実技3.準備 ——▽ ・装置配置、仮配線準備等			○—— 為平、斉藤、佐伯 ——○ ・組立架台は2号機用を使用 ・位置決め装置、制御盤は1号機を使用 ・位置決め装置の組立は出口、入口について各々EV、SHの体系について実施(最後はEVの体系)			
第3日	○3.管板位置決め装置の組立調整要領	〔実技3.〕 ② 管板位置決め装置の組立要領(続き)	同右			〔実技3.〕 ③ 管板位置決め装置の単体調整要領 ・アーム半径計測要領 ・変位センサ感度調整要領			
	指導側	○—— 同上 ——○ ・同上				○—— 為平、斉藤、佐伯 ——○ ▽—— 実技4.準備 ——▽ ・単体調整は、EVの体系で入口、出口について実施 ・各装置、ケーブル、ガスラインのMUからの撤去 ・位置決め装置のMUからの撤去、BCTプロープ撤去			
第4日	○4.ECT装置の据付要領	〔実技4.〕 ① ECT装置の吊込み配置要領 ② ケーブル、ガスラインの配線接続要領			同左	〔実技4.〕 ③ 管板位置決め装置の据付要領(入口用)			
	指導側	○—— 永井、石井、中石 ——○ ・2号機を用いて吊込み、配置実施 ・1号機用ケーブル、ガスラインを用いて実施 ▽—— 実技4.準備 ——▽ ・ビニールキャスク等の準備			同左	○—— 永井、石川、中石 ——○ ・2号機入口位置決め装置を用いて実施(SH)			
第5日	○4.ECT装置の据付要領 ○5.探傷準備要領	〔実技4.〕 ④ 管板位置決め装置の据付要領(出口用)				〔実技5.〕 ① 電源投入要領 ② 板位置決め装置据付調整			
	指導側	○—— 永井、石川、中石 ——○ ・2号機出口位置決め装置を用いてビニールキャスク使用で実施(SH)				○—— 永井、石川、中石 ——○ ・SHに適用時の位置決め装置の据付調整を実施 〔レベル調整、中心軸調整(ダイヤルゲージ使用) 補正量計測を数回実施 ファイバ画像調整実施〕			
第6日	○5.探傷準備要領	〔実技5.〕 ② 管板位置決め装置据付調整(続き) ③ ファイバの調整要領				〔実技5.〕 ④ ECTプロープのセッティング要領 ⑤ 0点、貫通コイル感度調整 ⑥ ガス圧調整			
	指導側	○—— 永井、石川、中石 ——○ ・同上				○—— 永井、石川、中石 ——○ ・2号機用挿入装置において、プロープケーブルセッティングを実施(ケーブル振れ取り含む)			

日	トレーニングメニュー	時間割及び内容						
		1	2	3	休	4	5	6
第7日	○6.探傷要領 ○7.探傷終了要領	[実技6.] ① 管板位置決め要領	[実技6.] ② 探傷プローブ感度調整要領(SH)			[実技6.] ③ 自動探傷要領(SH)		[実技7.] ・探傷終了要領
		指導側	○—— 永井、石川、中石 —— ・計算機盤で実施				—— 同左 ——	○—— 同左 ——○ ・SHの最内、中間、最外層について数回実施
第8日	○6.探傷要領 ○9.オフライン装置取扱要領	[実技9.] ① 装置オペレーション要領 ② データ処理要領				[実技6.] ② 探傷プローブ感度調整要領(EV)		[実技6.] ③ 自動探傷要領(EV)
		指導側	○—— 大和田、永井 ——○ ・SH及びEVのデータで実施 ▽——実技6.準備——▽ ・位置決め装置を1号機に交換(水室交換) ・挿入装置交換、据付調整実施				○—— 永井、石川、中石 ——○ ・EVの場合の感度調整実施	○—— 同左 ——○ ・EVの最内、中間、最外層について数回実施
第9日	○8.異常時の処理要領	[実技8.] ① プローブ詰まり時の処置要領 ② 装置の異常、不具合処置要領				終了式		
		指導側	○—— 永井、石川、中石 ——○ ・1号機挿入装置において、EV用プローブで詰まり解除を実施				○—— 全員 ——○	
予備日								

蒸気発生伝熱管ISI機器作動試験 Cグループ
工程表

No.	項目	月日		5 月																												6 月			
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4					
1	搬入・組立調整	搬入		(7日 9:00現在)																															
	S/H			組立・調整																															
	E/V			組立・調整																															
2	位置決め装置据付・移設																																		
	S/H						出口	入口(A)	入口(B)	入口(C)				入口(D)	入口(E)	入口(F)																			
	E/V							出口・入口(A)	入口(B)					入口(C)	入口(D)	入口(E)																			
3	ECTプローブ圧送・探傷																																		
	S/H								入口(A)	入口(B)	入口(C)				入口(D)	入口(E)	入口(F)																		
	E/V									入口(A)	入口(B)				入口(C)	入口(D)	入口(E)																		
4	装置撤去																																		
	S/H																																		
	E/V																																		
5	棚包・搬出																																		
6	E/V水抜き		周辺配管	水室内	水抜き																														
7	その他			S/H水室	保温材	撤去																													
				E/V水室	保温材	撤去																													

信号発生要因位置



管-管溶接部信号

M/U		実機	
	↗		↗

上昇管サポート信号

M/U		実機	
	↻		↻

ベンド下部信号

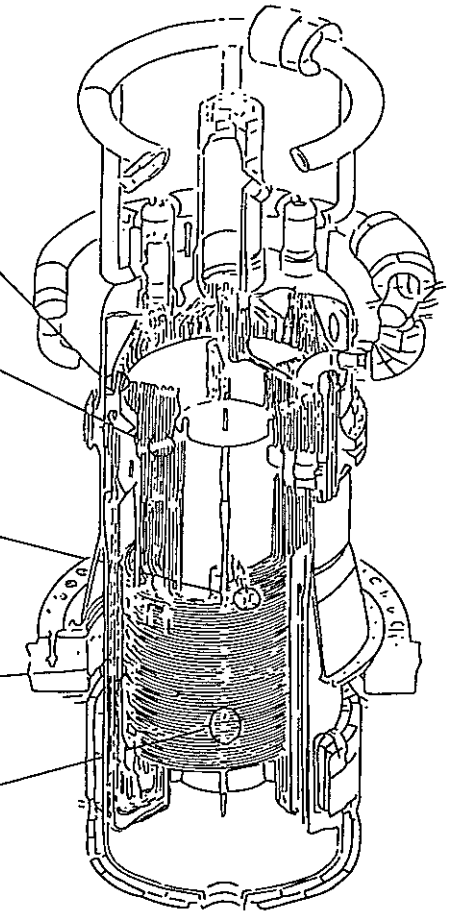
M/U		実機	

下降管サポート信号

M/U		実機	
	↻		↻

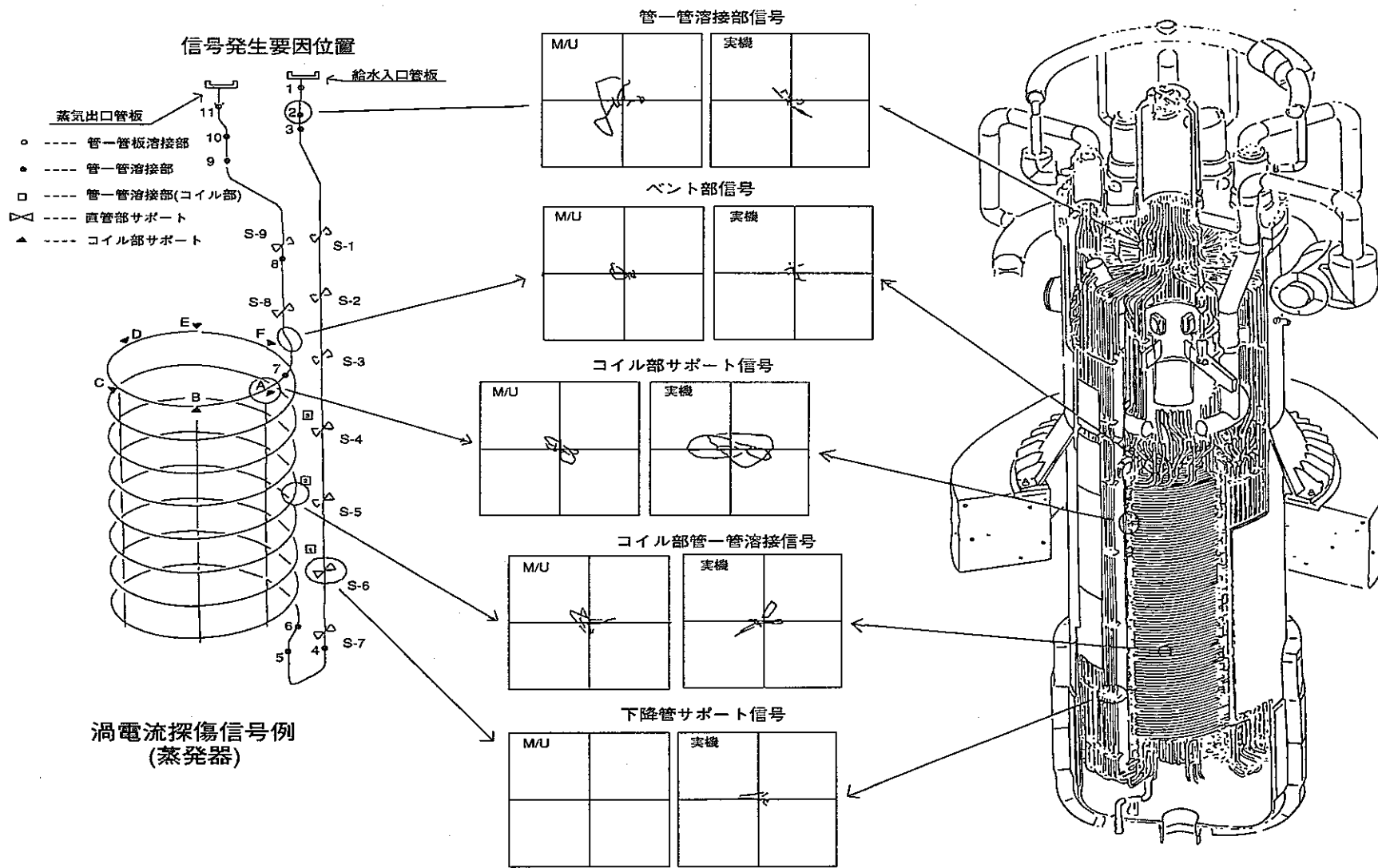
コイル部サポート信号

M/U		実機	
	↻		↻



過熱器内部構造

渦電流探傷信号例
(過熱器)



探傷モード評価

	CH1	CH2	CH3	MIX-1
前				
回				
今				
回				

ISI-PSI

チャンネル選択: CH1 CH2 **CH3** MIX-1 CH1 L CH2 L CH3 L 終了

今回時間軸: 縮小 拡大

今回位置: << < > >>

前回位置: << < > >>

レンジ: 20V 10V 5V 2.5V

今回

X

今回

Y

前回

X

前回

Y

今回-前回

X

今回-前回

Y

今回

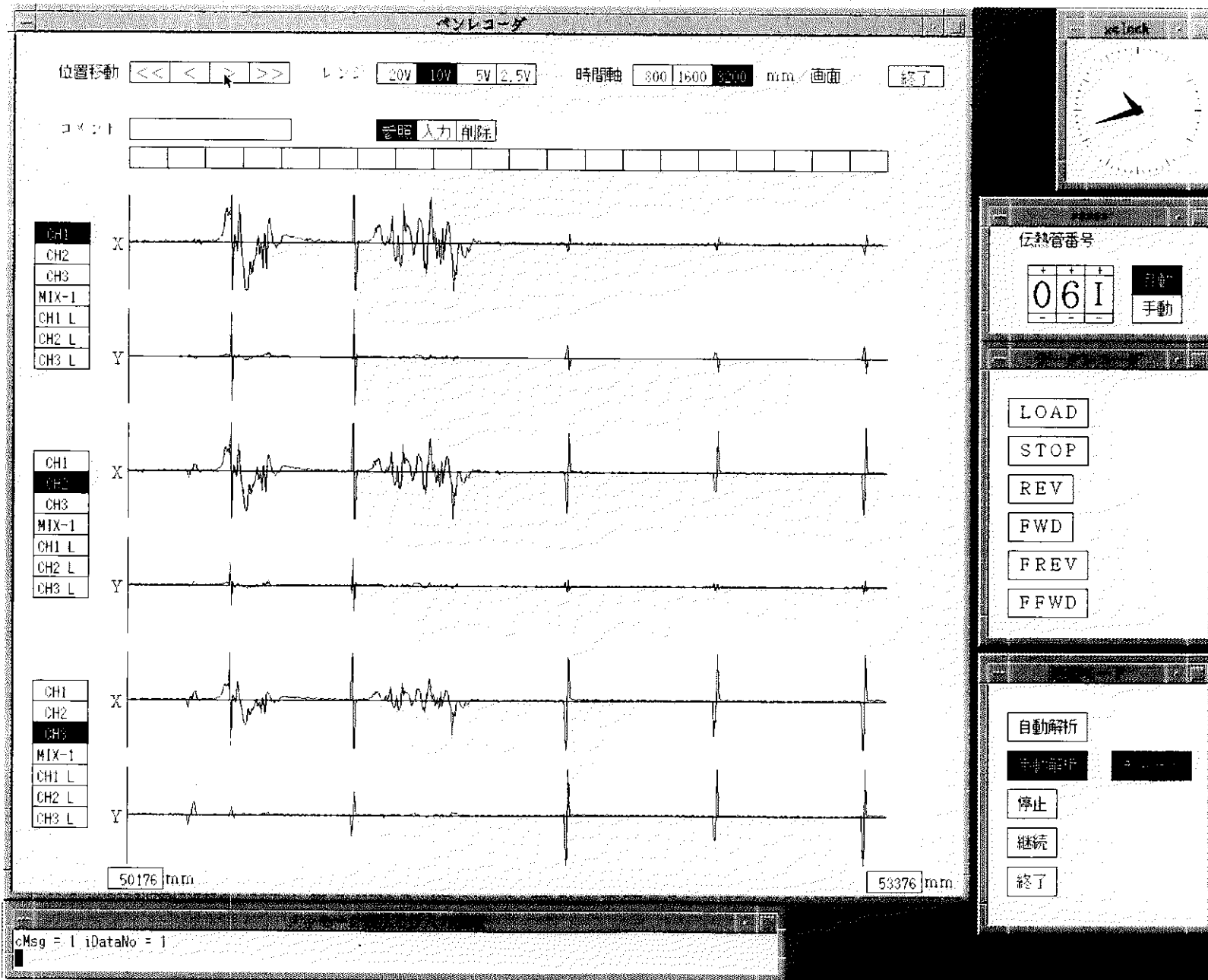
前回

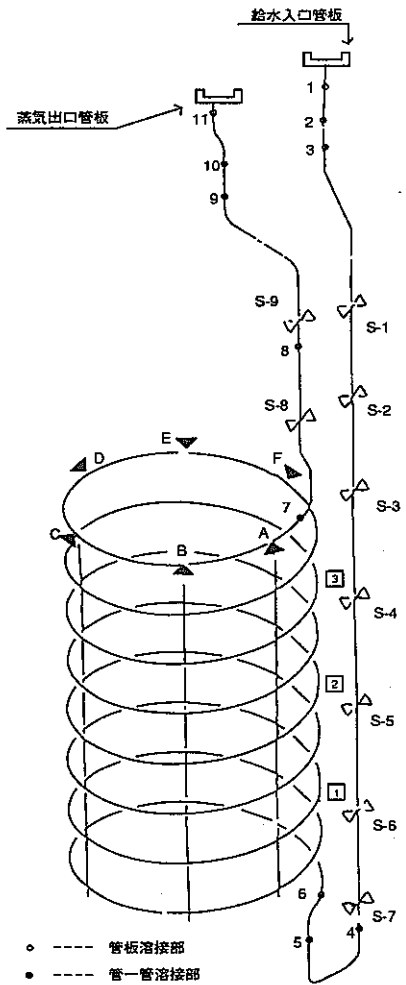
今回-前回

伝熱管番号	041
プローブ位置	001441 mm
論理出力	00011111111111
欠陥種別	管端
欠陥深さ	000% ▲ ▼
欠陥深さの変化	000% ▲ ▼

<p>前回</p> <p>停止点</p> <p>終了点</p> <p>拡大</p>	<p>CH2</p> <p>CH3</p> <p>MIX-1</p> <p>CH1 L</p> <p>CH2 L</p> <p>CH3 L</p>
---	---

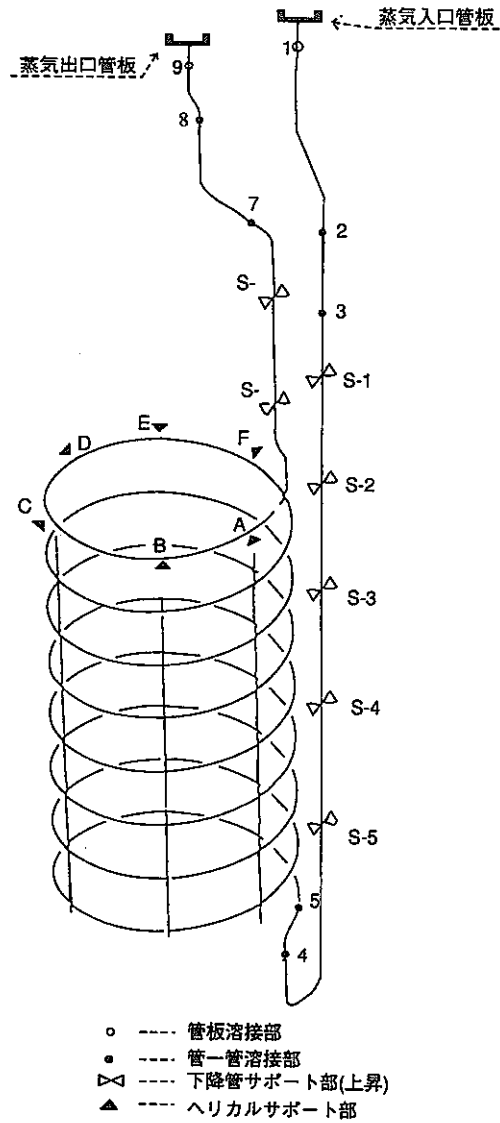
ISI = 801892 PSI = 738528





蒸発器信号例(実機Cループ)

	ヘリカル母材部	ヘリカル溶接部	Uベンド部	下降管母材部
3分割 マルチ (No.1)				
3分割 マルチ (No.2)				
リモート フィールド (RF)				



過熱器信号例(実機Cループ)

	ヘルカルサポート部	Uベンド部	下降管サポート部	管-管溶接部
40KHz				
10KHz				
演算処理 40KHz-10KHz Mix-2 (サポート消去)				

	CH1	CH2	CH3	MIX-1
前回				
今回				
今回				
今回				

伝熱管番号	134
プローブ位置	001307 mm
論理出力	000010001001
欠陥種別	バンド部
欠陥深さ	000% \triangle ∇
欠陥深さの変化	000% \triangle ∇

X

Y

前回

今回

開始点

終了点

拡大

CH1
CH2
CH3
MIX-1
CH1 L
CH2 L
CH3 L

ISI = 84448 PSI = 15624

ISI = 84448 PSI = 15596

ISI = 84448 PSI = 15624

チャンネル選択 CH1 CH2 CH3 MIX-1 CH1 L CH2 L CH3 L 終了

今回時間軸 縮小 拡大

今回位置 << < > >>

前回位置 << < > >>

レンジ 20V 10V 5V 2.5V

今回

X

Y

今回

X

Y

前回

X

Y

今回-前回

X

Y

今回-前回

X

Y

今回

前回

今回-前回

の比較

ス

検索

解析結果リスト

伝熱管No.041

日付'91.01.16

INDEX No.	位置(mm)	論理	欠陥種別	INDEX No.	位置(mm)	論理	欠陥種別
0001	000028	000010011011	バンド部	0016	004801	000010001011	バンド部
0002	000257	000010111111	溶接部	0017	004924	000010001001	欠陥を含むその他
0003	000443	000010111111	溶接部	0018	005027	000010001001	欠陥を含むその他
0004	000567	000010011011	バンド部	0019	00513	000010001001	欠陥を含むその他
0005	00067	0000010011011	バンド部	0020	005625	000000001101	支持板
0006	000797	000010001001	欠陥を含むその他	0021	007041	000000001101	支持板
0007	001158	000010011011	バンド部	0022	008453	000000001101	支持板
0008	00146	0000010011011	バンド部	0023	009877	000000001101	支持板
0009	001703	000010001011	バンド部	0024	012753	000000001101	支持板
0010	001806	000010011011	バンド部	0025	013281	000010011011	バンド部
0011	001909	000010011011	バンド部	0026	014356	000010001001	欠陥を含むその他
0012	00205	0000010001001	欠陥を含むその他	0027	015575	000000001101	支持板
0013	003184	000000001101	支持板	0028	017025	000000001101	支持板
0014	004296	000000001101	支持板	0029	018389	000000001101	支持板
0015	004699	000010001001	欠陥を含むその他	0030	019823	000000001101	支持板

挿入不可伝熱管に対する対策について

探傷プローブの改良、改造について

C号機のPSI作業結果を踏まえて以下の改良、改造を行う。

(1) 探傷プローブの改良

EVについてケーブル詰まりが多く発生し、その対策として搬送力を向上したプローブを製作する。

- a) RF-ECTの送信側センサについてスタビライザを取り外し、コイルケースのみとし、またコイルケース全長を55mmから30mmに変更し、曲げ性を良くする。
- b) ケーブルについては腰を強くし、軽量化をはかる。
- c) マルチECTのスタビライザのバネをやわらかくし、摩擦抵抗を少なくする。
- d) 調芯機構についても軽量化をはかる。
- e) フロートピッチを100mmから80mmに変更し搬送力の向上をはかる。

(2) 特殊プローブの製作

未探傷伝熱管8I及び今後の対策として、RF-ECT専用、マルチECT専用のプローブを製作する。搬送力についてはSHプローブを並みのものを有するものとする。

(3) 給排ユニット容量の見直し

給排ユニットのガス流量を増加させることにより、プローブ搬送力も増加するため、給排ユニットの容量を見直す。

以上の対策について、新しいケーブルの手配はすでに行なっているが、製作時間と大洗での試験期間を考慮し、遅くとも次に示す工程で行なう。

1. RF-ECTとマルチECTの一体となった従来型のプローブ（フロートピッチが異なる）は7月10日までに6体を製作する。その後7月21日まで大洗にて試験を行なう。
2. RF-ECTとマルチECTを分けたものについては、とりあえず今あるケーブル（PSIに使用したもの）を再利用し、6月末までに2セット製作する。その後大洗にて試験を実施する。

BループSG伝熱管のPSIは8月上旬が予定されており、Cループの実績から遅くとも7月22日にはサイトへ発送する必要がある、上記工程を厳守して対応することとする。

今後の展開

データ解析

- ・発生要因不明記号の追跡
(モックアップを使っての確認試験)
- ・各種信号の標準化

装置の改良・保守

- ・プローブ詰まり対策
(ケーブル搬送力の向上)
- ・挿入不可伝熱管対策
(リモートフィールド、マルチセンサーの分離)

伝熱管内容物の分析

- ・伝熱管付着物の分析
- ・保管水質の分析

C号機のPSI実施後の探傷プローブの改良、改善

事象	対策	実施時期	備考
蒸発器探傷時に搬送ケーブルが詰まる現象が多発	搬送力向上プローブの製作 ○RFECT送信側センサのスタビライザの取外し ○コイルケース長さを短縮 ○腰の強いケーブルの採用と軽量化 ○マルチECTスタビライザのバネの変更 ○調芯機構の軽量化 ○フロートピッチの変更	7月10日までに6体は大洗に納入 7月21日まで大洗にて試験実施	製作が若干遅れぎみであるが、間に合うように試験を実施 なおサイトの予定が変更され、Cループの再探傷が先になった。
未探傷伝熱管が生じた(8I伝熱管)	特殊プローブの製作 ○RF-ECT専用、マルチECT専用プローブをそれぞれ2体製作 ○ケーブルの処置は上述と同様	6月末までに各2セットを大洗に搬入する 大洗にて試験を実施しCループ8I伝熱管の再探傷に備える	
給排ユニットガス流量の不足	給排ユニット容量の変更	大洗の改良プローブ試験前	