

JAERI-M

7 6 3 8

多目的高温ガス実験炉第1次供用期間中検査指針

1978年5月

大岡紀一・江崎正弘・古平恒夫・村岡 進

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

多目的高温ガス実験炉第1次供用期間中検査指針

日本原子力研究所 動力炉開発・安全性研究管理部

大岡紀一⁺・江崎正弘・古平恒夫⁺⁺・村岡 進⁺

(1978年 3月23日 受理)

多目的高温ガス実験炉の構造設計指針に基づき、機器の製造および組み立ての工程での材料の品質管理体制および溶接部の試験・検査体制、ならびに運転開始後の機器健全性を検査する供用期間中検査体制を整える必要がある。

本報は、この検査を規定する第1次の供用期間中検査指針であり、この指針は高温ガス炉の安全設計基準(ANSI-N213)、ASME Boiler and Pressure Vessel code sec. XI、ならびに多目的高温ガス実験炉のシステム構造の特殊性などを考慮して作成されている。内容は、検査間隔、試験対象箇所、試験範囲およびその程度、試験方法、ならびに欠陥評価法などである。

+) 日本原子力研究所大洗研究所材料試験炉部

++) 日本原子力研究所東海研究所安全工学部

Guidelines for Inservice Inspection of Component in Experimental
Multi-Purpose Very High Temperature Gas-cooled Reactor Plant

Kiichi OOKA[†], Masahiro EZAKI, Tuneso KODAIRA^{††} and Susumu MURAOKA[†]
Division of Power Reactor Projects, JAERI

(Received March 23, 1978)

The guidelines for structural design of experimental multi-purpose very high temperature gas-cooled reactor (EX-VHTGR) specify the guidelines for quality assurance of materials and welds during fabrication and construction, and inservice inspection to obtain integrity of the structures.

The guidelines for inservice inspection are presented, which considers Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary Gas Cooled Reactor Plants, Guidelines for the Structural Design of EX-VHTGR at Elevated Temperature Service, ASME Boiler and Pressure Vessel code sec. XI, specifications of EX-VHTGR's system construction. Covered are inspection intervals, areas for examination, extents of examination, examination methods, examination results evaluation, etc. in three classes of components according to safety nature.

Keywords: In-Service Inspection, Guidelines, VHTGR, Component Class, Safety, Structural Integrity, Quality Assurance

[†] Division of JMTR Project, JAERI

^{††} Division of Reactor Safety, JAERI

目 次

まえがき	1
1. 総 則	2
1.1 目 的	2
1.2 適 用	2
1.2.1 適用範囲	2
1.2.2 適用開始の時期	2
1.3 所有者の責任	2
1.4 接近性	2
1.5 試 験	3
1.6 非破壊試験検査員および作業員	5
1.7 検査間隔	5
1.8 試験結果の評価基準	5
1.8.1 評 価	5
1.8.2 欠陥インディケーションの性状決定	6
1.9 補修要領	7
1.9.1 範 囲	7
1.9.2 補 修	7
1.9.3 改造, 取替, 追加および変更	8
1.10 系の漏洩および耐圧試験	8
1.10.1 一般事項	8
1.10.2 ヘリウム系統と構成機器	8
1.10.3 水系統と構成機器	8
1.11 取 替	9
1.12 記録および報告書	9
2. クラス1 機器に対する要求事項	17
2.1 適用範囲および責任	17
2.1.1 適用範囲	17
2.1.2 試験対象機器	17
2.2 試験および検査	18
2.2.1 供用前検査	18
2.2.2 供用期間中検査	18
2.2.3 供用期間中検査の程度	20
2.2.4 供用期間中検査の試験方法	20
2.3 試験結果の評価	30
2.3.1 非破壊試験結果の評価	30

2.3.2	補足試験	31
2.3.3	欠陥インディケーションの性状決定	31
2.3.4	許容欠陥基準	31
2.3.5	評価基準	32
2.3.6	欠陥インディケーションの評価解析	35
2.4	補修および取替	64
2.4.1	適用範囲	64
2.4.2	補修	64
2.4.3	系の漏洩および耐圧試験	64
2.4.4	補修計画	64
2.5	クラス1機器ならびに系の漏洩および耐圧試験	65
2.5.1	ヘリウム系およびヘリウム系機器	65
2.5.2	水系および水系機器	65
3.	クラス2機器に対する要求事項	66
3.1	適用範囲および責任	66
3.1.1	適用範囲	66
3.1.2	試験対象機器	66
3.2	試験および検査	67
3.2.1	供用前検査	67
3.2.2	供用期間中検査	67
3.2.3	供用期間中検査の程度	69
3.2.4	供用期間中検査の試験方法	69
3.3	試験結果の評価	69
3.4	補修および取替	69
3.5	クラス2機器ならびに系の漏洩および耐圧試験	69
3.5.1	気体系および気体系機器	69
3.5.2	水系および水系機器	83
4.	クラス3機器に対する要求事項	83
4.1	適用範囲および責任	83
4.2	試験および検査	83
4.2.1	供用前検査	83
4.2.2	供用期間中検査	83
4.2.3	試験方法	83
4.3	試験結果の評価	83
4.4	補修および取替	84
4.5	系の耐圧試験	84
4.5.1	気体系および気体系機器	84
4.5.2	水系統および水系機器	84

あとがき	85
参考文献	86
脚注一覧表	87
〔付則1〕 溶接部の超音波探傷試験	91
〔付則2〕 ハーフビード法による補修	97
〔付則3〕 プラント設計への要求事項	102
〔付則4〕 機器のクラス分類	104

CONTENTS

Foreword -----	1
1 General Requirements -----	2
1.1 Scope -----	2
1.2 Application -----	2
1.2.1 Components Subjects to Inspection -----	2
1.2.2 Enforcement of Inspection -----	2
1.3 Owner's Responsibility -----	2
1.4 Accessibility -----	2
1.5 Examination -----	3
1.6 Qualification of Inspectors, Inspection Specialist, and Inspection Agencies -----	5
1.7 Inspection Intervals -----	5
1.8 Standard for Examination Evaluation -----	5
1.8.1 Evaluation -----	5
1.8.2 Flaw Indication Characterization -----	6
1.9 Repair Procedures -----	7
1.9.1 Scope -----	7
1.9.2 Repairs -----	7
1.9.3 Modification, Replacements, Additions, and Alterations-----	8
1.10 System Leakage and Pressure Test -----	8
1.10.1 General -----	8
1.10.2 Pneumatic Systems and Components -----	8
1.10.3 Fluid Systems and Components -----	8
1.11 Replacements -----	9
1.12 Reports and Records -----	9
2 Requirements for Class 1 Components of EX-VHTGR -----	17
2.1 Scope and Responsibility -----	17
2.1.1 Scope -----	17
2.1.2 Components Subject to Examination -----	17
2.2 Examination and Inspection -----	18
2.2.1 Preservice Inspection -----	18
2.2.2 Inservice Inspection -----	18
2.2.3 Examination Requirements -----	20
2.2.4 Examination Method Requirements -----	20
2.3 Acceptance Standards for Flaw Indications -----	30

2.3.1	Evaluation of Nondestructive Examination Results	30
2.3.2	Supplemental Examinations	31
2.3.3	Flaw Indication Standards	31
2.3.4	Acceptability	31
2.3.5	Acceptance Standards	32
2.3.6	Indication Evaluation Analyses	35
2.4	Repaire Procedures	64
2.4.1	Scope	64
2.4.2	Repaires	64
2.4.3	System Leakage and Pressure Tests	64
2.4.4	Repaire Program	64
2.5	System Leakage and Hydrostatic Pressure Tests	65
2.5.1	Pneumatic Systems and Components	65
2.5.2	Fluid Systems and Components	65
3	Requirements for Class 2 Components of EX-VHTGR	66
3.1	Scope and Responsibility	66
3.1.1	Scope	66
3.1.2	Components Subject to Examination	66
3.2	Examination and Inspection	67
3.2.1	Preservice Examination	67
3.2.2	Inservice Inspection	67
3.2.3	Examination Requirements	69
3.2.4	Examination Method Requirements	69
3.3	Acceptance Standards for Flaw Indications	69
3.4	Repairs and Replacements	69
3.5	System Leakage and Hydrostatic Pressure Tests	69
3.5.1	Pneumatic Systems and Components	69
3.5.2	Fluid Systems and Components	69
4	Requirements for Class 3 Components of EX-VHTGR	83
4.1	Scope and Responsibility	83
4.2	Examination and Inspection	83
4.2.1	Preservice Examination	83
4.2.2	Inservice Inspection	83
4.2.3	Examination Method Requirements	83
4.3	Evaluation of Examination Results	83
4.4	Repairs and Replacements	84
4.5	System Pressure Test	84

まえがき

原子炉冷却材出口温度 1000°C を目指す多目的高温ガス実験炉の安全を保证するには、耐圧機器ならびにその支持構造物の溶接部の健全性を定期的に検査する供用期間中検査が不可欠である。

高温ガス炉の供用期間中検査については、ASME Boiler and Pressure Vessel code (以下 ASME コードと称す) の 1975 年 Winter Addenda で sec XI, div 2 にとりあげられたが "trial use" としての公布であり、正規の検査コードになっていない。また、多目的高温ガス実験炉のシステム構成と質を異にしており、実験炉に供し得る指針ではないと云える。

日本原子力研究所においては 1975 年に、多目的高温ガス実験炉に関する供用期間中検査の指標となる指針の第 1 次素案 (未公開) を作成した。この指針作成のために所内の高温構造ワーキンググループ傘下に ISI・QA サブワーキンググループを設置し、そのグループで原案作成および討論が行なわれた。この作業では、実験炉の安全設計との調整、利用可能な検査技術の調査・評価、ならびに欠陥評価の動向などについて検討し、実験炉の建設の時期を想定した場合に、その時点と現状とで変更すべき内容についても明らかにするように努めた。この指針素案は、サブワーキンググループの検討を経た後、所内の専門家の助言をえて逐次改訂されるとともに、JEAG-4205 (1977)、ASME コード (1977 年版) などの最近の動向を考慮した調整・改訂が続けられた。

指針素案は、概念設計終了の現時点では、溶接部の具体的形状がまだ確定しておらず、今後の設計や研究開発の進展状態によって改訂されていく性質のものと考えられる。

しかし、実験炉の概念設計が終了している 1978 年の時点での供用期間中検査に関する規定は今後予定している詳細設計を控えて、機器製作・組み立て後の供用前検査と供用期間中検査間の試験内容の整合、およびそれを踏えての検査の実施を確実かつ容易に行ない得る機器構造の明確化などに必要である。したがって、執筆者の文責ならびに規程の出処または新たに規定する根拠を明示した形 (巻末の脚注一覧表) で、第 1 次指針として公開報告書にまとめた。

また、本文を補足するものとして、溶接部の超音波探傷試験、ハーフビード法による補修、プラント設計への要求事項、機器のクラス分類を付則に示した。

1. 総 則

1.1 目 的

本指針は、鋼製圧力容器を使用した黒鉛減速ヘリウム冷却多目的高温ガス実験炉（以下 EX-VHTGR と略す）の安全クラス 1～3 の機器（但し、格納容器を除く）に対する供用期間中検査の原則を規定するもので、所有者の責任、検査対象の箇所、供用期間中検査を実施する頻度、試験を実施するための接近性、試験方法、試験の程度、試験員の資格認定、試験結果の評価、処置および補修、ならびに記録等の事項について示す。

1.2 適 用

1.2.1 適用範囲

本指針は特に除外されるものを除き安全クラス 1～3 の耐圧機器^{*}（以下クラス 1～3 機器と称す）およびその支持構造に適用する。

1.2.2 適用開始の時期

製造時に要求される最終検査完了以後の検査に適用する。

1.3 所有者の責任

本指針で定める供用期間中検査は、EX-VHTGR 所有者の責任において実施するものであって、次の事項を履行する責任を有する。

- (1) 各機器のクラス分けを実施する。^{2*}
- (2) 規定の試験を可能ならしめるために、機器の周囲に適切な空間を設け得る設計の実施と機器の配置を行なうこと。
- (3) 検査要領書を作成すること。ただし、これらの書類には試験の対象となる部分の位置および範囲を記述した図面および系統図を含むこと。
- (4) 非破壊試験検査員および作業員の資格を確認する。
- (5) 図表、図表、検査データ^{3*}、検査員および作業員の資格認定などの記録の保管を行なうこと。なおこれらの検査記録の保管は EX-VHTGR の寿命期間中とする。

1.4 接近性

対象となる機器の設計および配置は、規定の試験を行ない得るスペースを持つように、次の事項について考慮を払わなければならない。^{4*}

- (1) 検査員および作業員、ならびに試験を行なうに必要な器具が試験箇所へ接近できる。
- (2) 試験の遂行をさまたげる構造部材、しゃへい材、保温材、ならびにその他の装置および機器の取りはずしおよび保管が可能である。
- (3) 装置、機器およびその他の材料の取りはずし、解体および保管に用いられる取扱い機械（ホイストあるいはその他の取扱い装置）を設置し、維持できる。
- (4) 他に定める試験を必要とするような構造上の欠陥あるいはそのインディケーションが現われる場合の対応としてとる代替または追加試験が可能である。
- (5) 補修または取替えを必要とするような構造上の欠陥またはそのインディケーションが現われた場合には、系を構成する機器配管の補修および取替えに付随する必要な作業の遂行が可能である。

1.5 試験^{5*}

供用期間中検査に用いる試験方法、試験技術、試験要領は大別して肉眼試験、表面試験、体積試験の3種に分類できる。プラント機器への接近性の度合や放射線レベルに応じ、また探傷装置の自動化に応じ、各試験は異なった技術や要領で実施してもよい。^{F*}

(1) 肉眼試験^{A*}

肉眼試験は、表面のかき傷、摩耗、クラック、腐食、侵食もしくは機器または部品の心合せ不良および移動、漏れの有無などを含め、機器、部品または表面の状態を観察するために行なう。

なお、清浄な表面または除染を必要とする肉眼試験の場合は、試験結果を有効に評価するため試験に先立ち適切な洗浄方法により洗浄しなければならない。

a. 直接肉眼試験

被検面から600 mm以内の位置で被検面に対し30°以上の角度に目をおいて接近できる場合には、直接肉眼試験を行なっても差支えない。また、視角を改善するために鏡を用いてもよい。

一般照明のほかにクラック、腐食および侵食を観察するために、直角または斜めに被検面を照らす照明を設けなければならない。この場合、接近性、照明の方法および視角は、上記規定によらなくても差支えないが、被検面と同様の状態におかれた18%中性灰色カード上の0.8 mm幅の黒線が識別できなければならない。

b. 遠隔肉眼試験

欠陥の判別が少なくとも直接肉眼試験と同等であることが立証された場合は、直接肉眼試験の代りに遠隔肉眼試験を行なうことができる。

遠隔肉眼試験には、永久記録装置の有無にかかわらず、望遠鏡、潜望鏡、ボアスコープまたはテレビカメラなどの光学装置が含まれる。

なお、クラック、表面のかき傷、腐食、侵食、機器または部品の心合せ不良もしくは移動の有無を観察するため、適切な照明装置、光学装置もしくはこれらを組合せたものを使用しても差支えない。

c. レプリカ法

表面レプリカ法は、表面の分解能が肉眼試験と少なくとも同等である場合は、使用しても差支えない。

(2) 表面試験^{F*}

表面試験は表面または表面近くのクラックもしくは不連続部の存在を検出するために規定されたものであり、表面状況、材料および接近性などの点において磁粉探傷試験、液体浸透探傷試験が可能な場合には、それらのうちいずれかを適用して表面試験を実施することができる。表面が試験期間中、水中にあるか、水びたしになるような場合には、これらの試験を適用してはならない。

a. 磁粉探傷試験^{6*}

磁粉探傷試験は、磁性を有する溶接部、板材、鍛造材、管状製品および鍛造材の円形状の不連続部、クラックその他の線状不連続部を検出する方法である。

感度は、表面欠陥に対して最大であり、表面より内部に入るにつれて急速に小さくなるため表面および表面直下の欠陥の検出に用いられる。なお、この方法を適用する場合の手順は原則として JIS G 0565-1974「鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び欠陥磁粉模様等級分類」に従って実施すること。

b. 浸透探傷試験^{6*}

浸透探傷試験は、多孔質でない鋼材および非鉄金属材料の表面に開口している不連続部を検出する方法である。この方法で検出できる主な不連続部は、クラック、オーバーラップ、コールドシャットおよびラミネーションである。なお、この方法を適用する場合の手順は原則として JIS Z 2343-1974「浸透探傷試験方法及び欠陥指示模様の等級分類」に従って実施すること。

(3) 体積試験^{6*}

体積試験は、被検部の全体積を試験し、内部の不連続部を検出する方法であって、放射線透過試験または超音波探傷試験のいずれかを使用する。

a. 放射線透過試験

線源としてエックス線、ガンマ線または熱中性子線などを使用する場合は、影像記録技術としては写真フィルム、印画紙などがある。^{7*}

エックス線装置または放射性同位元素により写真フィルムを使用して行なう放射線透過試験の手順は、原則として JIS Z 3104-1968「鋼溶接部の放射線透過試験方法及び透過写真の等級分類法」に従って実施すること。

その他の放射線透過試験技術を用いる場合は、上記の技術基準に規定された感度と少なくとも同等であることを証明しなければならない。

b. 超音波探傷試験^{6*}

パルス放射法を使用する超音波探傷試験は、別紙〔1〕の規定に従って実施すること。この技術基準が適用できない場合は、原則として JIS Z 3060-1975「鋼溶接部の超音波探傷試験方法および試験結果の等級分類方法」に従って実施しなければならない。

その他の超音波探傷試験技術または新たに開発された技術は、その方法がパルス反射法に得られるものと少なくとも同等であることが証明されれば、上記方法に代えて使用することができる。

(4) 渦電流探傷試験^{F*}

熱交換器の伝熱管に対して実施される渦電流探傷試験は原則として JIS G 0568-1974「鋼の渦電流探傷試験方法」に従って実施すること。

(5) 代替試験^{F*}

代替試験方法、諸試験の組合せ、または新たに開発された技術によって試験した結果が、本指針に規定されている試験の結果と同等以上であることを検査専門家（中立機関に属し、日本非破壊検査協会に加入し、各検査分野での権威者と認められている専門家）に示し得るならば、それは代替試験として使用できる。

1.6 非破壊試験検査員および作業員^{A*}**1.6.1 非破壊試験検査員**

- (1) この規程で、規定する非破壊試験検査員は、日本非破壊検査協会非破壊試験技術者技術認定に基づく特級もしくは1級の資格を有する者であることが望ましい。
- (2) 非破壊試験検査員は、この規定に適合していることを確認するために追加試験を必要とする場合には、非破壊試験作業員に対して追加試験を要求しなければならない。
- (3) 非破壊試験検査員は、非破壊試験を実施する作業員が1.6.2項で規定する資格を有するものであるか否かを確認しなければならない。

1.6.2 非破壊試験作業員

非破壊試験を実施する作業員は、日本非破壊検査協会非破壊試験技術者技術認定規定に基づく2級の資格を有するものであることが望ましい。

1.7 検査間隔^{F*}

機器の試験と検査は、2.2.2(2)、3.2.2(2)、4.2.2(2)の「検査プログラム」に従って実施すること。原子炉設備が運転を開始した後の歴年で示す検査間隔は、プラント停止時期と一致させるために1年間以内であれば延長できる。また1年以上連続休止しているプラントの検査間隔はそれと等しい期間延長してもよい。

1.8 試験結果の評価基準**1.8.1 評価^{A*}**

- (1) プラントの最初の運転に先立ち設備の基本データを採取し、供用期間中検査の試験結果と比較するため供用前検査を行なうこと。供用前検査では、定められた基準以上の欠陥インディケーションを記録し、評価を行なうこと。
- (2) 供用期間中試験では、定められた基準以上の欠陥インディケーションについて記録すること。このうち評価の対象となる欠陥インディケーションは、安全クラス1の機器については、2.3

項、安全クラス2の機器については3.3項、安全クラス3の機器については4.3項に従って評価すること。

- (3) 特別な機器または試験カテゴリに対する受入基準がまだ準備段階である場合は、供用期間中試験で検出されたインディケーションがその機器の製作に適用された技術基準に規定された受入基準を超えるものについては、その全てに対して評価を行うこと。
- (4) 1.8.1(3)項の代わりに、試験カテゴリB-Aの受入基準を試験カテゴリC-AおよびC-Bの受入基準として用いてもよい。

1.8.2 欠陥インディケーションの性状決定^{A*}

- a. 供用前検査(2.2.1, 3.2.1, 4.2.1項)および供用期間中検査(2.2.4, 3.2.4, 4.2.3項)で検出された欠陥インディケーションは、記録および解析のためにその寸法を決定すること。欠陥インディケーションは、それに外接する長方形または正方形で置き換える。正方形または長方形の一辺は機器内面に平行にとること。いずれの場合も囲んだインディケーションの投影平面は、機器内面に垂直であること。欠陥インディケーションに外接する長方形または正方形の板厚方向の辺の長さをAとし、これを直交する辺の長さをLとする。
- b. 1.8.2 a項に従って囲んだ欠陥を1.8.1の評価に供するために、可能な限り次の(1)項から(7)項までの規定に従って分類すること。

(1) 表面平板状欠陥

- a. 欠陥部が機器の表面と 10° 以上の面に存在し、かつ第1.1図の欠陥#1~#3に表示されているように、欠陥の一部が機器表面に達している単独の欠陥インディケーションは、最大主応力面に垂直に投影した大きさの表面平板状欠陥として考える。
- b. 第1.1図欠陥#4に表示されているように、欠陥インディケーションの一部と表面との距離Sが機器の表面に最も近い位置で $A/2$ 以下の場合には、たとえその欠陥インディケーションが内部欠陥であっても表面欠陥と考える。ここで、距離Sは第1.1図の欠陥#4に示されている方法で決定する。
- c. 欠陥インディケーションが表面欠陥と判定された場合には、評価すべき欠陥の大きさaおよびlは、

$$a = A \quad \text{または} \quad a = A + S$$

$$l = L$$

とする。

ただし、 $l/2 < a$ の場合は $l = 2a$ とする。

(2) 内部平板状欠陥

- a. 欠陥が機器の表面と 10° 以上の面に存在し、かつ欠陥インディケーションの一部と表面からの距離Sが、機器の表面に最も近い位置で $A/2$ よりも大きい場合は、欠陥インディケーションは内部平板状欠陥と考える。ここで、距離Sは、第1.2図に示されている方法で決定する。
- b. 欠陥インディケーションが内部欠陥と判定された場合には、評価すべき欠陥の大きさaおよびlは、

$$a = A/2$$

$$l = L$$

とする。

ただし、 $l/2 < a$ の場合は $l = 2a$ とする。

(3) 複数平板状欠陥

- a. 隣接する欠陥インディケーション間の距離 S が第 1.3 図の条件を満足している場合は、たとえ不連続欠陥インディケーションであっても単一平板欠陥として考える。
- b. 1.8.2(3)a 項によって、単一平板状欠陥として考えるものであって、1.8.2(1)項または(2)項の条件を満足するものは、表面または内部平板状欠陥として評価する。

(4) 非平板状欠陥

- a. 第 1.4 図に示すような欠陥も平板状欠陥と考える。
- b. 非平板状欠陥は、欠陥インディケーションを主応力面に投影し、1.8.2(1)、(2)および(3)項により単一欠陥または複数欠陥として取扱う。

(5) 平行平板状欠陥

機器の表面には平行でないが、互いに平行な面に存在する不連続欠陥インディケーションは、第 1.5 図に示す方法で評価する。

(6) ラミネーション欠陥

- a. 欠陥インディケーションの長さおよび表面からの深さが機器の表面に対して 10° 未満の面にある欠陥インディケーションは、ラミネーション欠陥として考える。
- b. ラミネーション欠陥の面積は、第 1.6 図に示されているように、互いに重ね合せになったり互いの距離 S が 25 mm 以内にあるようなすべての欠陥インディケーションを囲む正方形または長方形の面積とする。

(7) 複数線状配列重複欠陥

(未設定)

1.9 補修要領

1.9.1 範囲^{0*}

- a. 本節は機器耐圧部分の補修について適用する。
- b. 本指針に規定されていない特定の補修は、機器製造時にファブリーケータが行なう補修要領に従って行なってよい。

1.9.2 補修^{8*}

- a. 2.3, 3.3, 4.3 の各項によって、補修することが必要になった欠陥については、その系の機器が運転を再開する前に 2.4 項に規定する補修方法により補修するか、または欠陥のある部品を取替えなければならない。また、これらの補修部もしくは新しく取付けられた部品^{A*}に対しては、再試験を行なわなければならない。
- b. 機器の耐圧溶接部補修後は（表面肉盛部と熱交換器のプラグ溶接部を除く）、1.6 節、

2.5節, 3.5節, 4.5節の規定に従って耐圧試験を行なうこと。^{C*}

- c. 再試験は欠陥を検出した方法を含め実施すること。また再試験結果は新たな供用試験データとして使用すること。^{C*}

1.9.3 改造, 取替, 追加および変更

- a. 各機器が供用前または供用期間中のいずれかで1.9.1項の要求事項を満たす範囲内での変更を必要とする場合は, 2.4項, 3.4項または4.4項の補修の項によって行なわなければならない。
- b. 供用期間中, 機器の交換あるいは系統への追加により, 系統を機器に溶接する場合は1.9.2項の補修および試験手順に従って行なわなければならない。^{A*}

1.10 系の漏洩および耐圧試験

1.10.1 一般事項

本節は安全クラス1, 2, 3の耐圧機器とそれにより構成される耐圧系統の耐圧試験方法を規定する。技術基準によって規定されている耐圧試験と漏洩試験は, 供用前試験として認められる。^{G*}

1.10.2 ヘリウム系統と構成機器^{F*}

(1) 試験一般

ヘリウム系統および機器の供用中耐圧試験および漏洩試験について規定する。これ等の試験は次の作業条件を満たすことが必要である。

- a. 試験媒質は不燃性ガスを使用し, 急激なガス放出を想定した防護措置を採ること。
- b. 加圧前の試験装置ならびに被試験系統および機器の気密性を調べ, 試験対象外の系統および付属機器が試験結果に影響を与えないように, 弁や他の適当な方法で隔離されていること。

(2) 加圧要領

被試験系統の圧力は試験圧力の1/2をこえない圧力まで徐々に増圧し, その後は規定圧力になるまで試験圧力の約1/10の圧力で段階的に増圧すること。

(3) 漏洩試験要領

試験圧力は最初, 最低10分間保持すること。その後の圧力は設計圧力または試験圧力の3/4のいずれか大きい方の圧力まで減圧し, 系統の漏洩試験期間中保持すること。漏洩試験はすべての継手部, 結合部および開口部周辺, 板厚の変化部で代表される高応力部分について実施のこと。試験用に設けられ, 後に取替え得る仮設ガスケットおよびシールからの漏洩は, 系統試験圧力の規定時間保持に支障を来たさない場合は許容される。

1.10.3 水系統と構成機器^{B*}

(1) 試験一般

系の漏洩および水圧試験は, 定められた時期に定められた試験圧力および試験温度で行ない肉眼試験を実施しなければならない。

試験圧力および試験温度は^{10*}、肉眼試験開始前少くとも4時間保持しなければならない。ただし、機器表面を観察しうる場合にあっては10分以上とする。

(2) 漏洩試験

- a. 肉眼試験は、次のように実施しなければならない。
 - (a) 漏洩の有無を確認するために、保温材の外表面および継手部を試験すること。
 - (b) 構造物から漏洩した水滴の有無を確認するため、構造物の直下の床（あるいは機器）の試験をすること。
 - (c) 圧力容器および配管の垂直表面に沿って取り付けられている保温材継手部の試験は、圧力容器および配管の垂直表面の最下端部に試験のために接近することができ、かつ保温材の設計が垂直表面の漏洩が集められて、最下端部の保温材継手部から漏洩する構造になっている場合は実施する必要はない。
 - (d) 構造物の水平面に沿って取り付けられている保温材継手部の試験は、接近性が妨げられない限り、個々の継手部に対して行なうこと。
 - (e) 漏洩回収装置が設置されていない場合は、通常漏洩が予想される場所または漏洩水が集まる場所で、確実に漏洩が回収できることを調べておくこと。
 - (f) 腐食領域が構造物の健全性に与える影響の評価は、1.8項によって実施すること。
腐食領域の補修あるいは構造物の交換は、1.9項によって実施すること。

(3) 処 置

- 1.10.3(2)項の試験によって発見された漏洩の箇所は、次の修正処置を実施しなければならない。
 - a. 通常状態で漏洩が考えられる構造部品にあっては、できる限り漏洩を少なくすること。
 - b. 通常状態で漏洩があってはならない構造部品であって水圧試験時に漏洩が認められた場合には、漏洩をなくすこと。
 - c. 構造物の耐圧壁の貫通欠陥からの漏洩は、補修または部品の交換によってなすこと。

1.11 取 替

(未設定)^{11*}

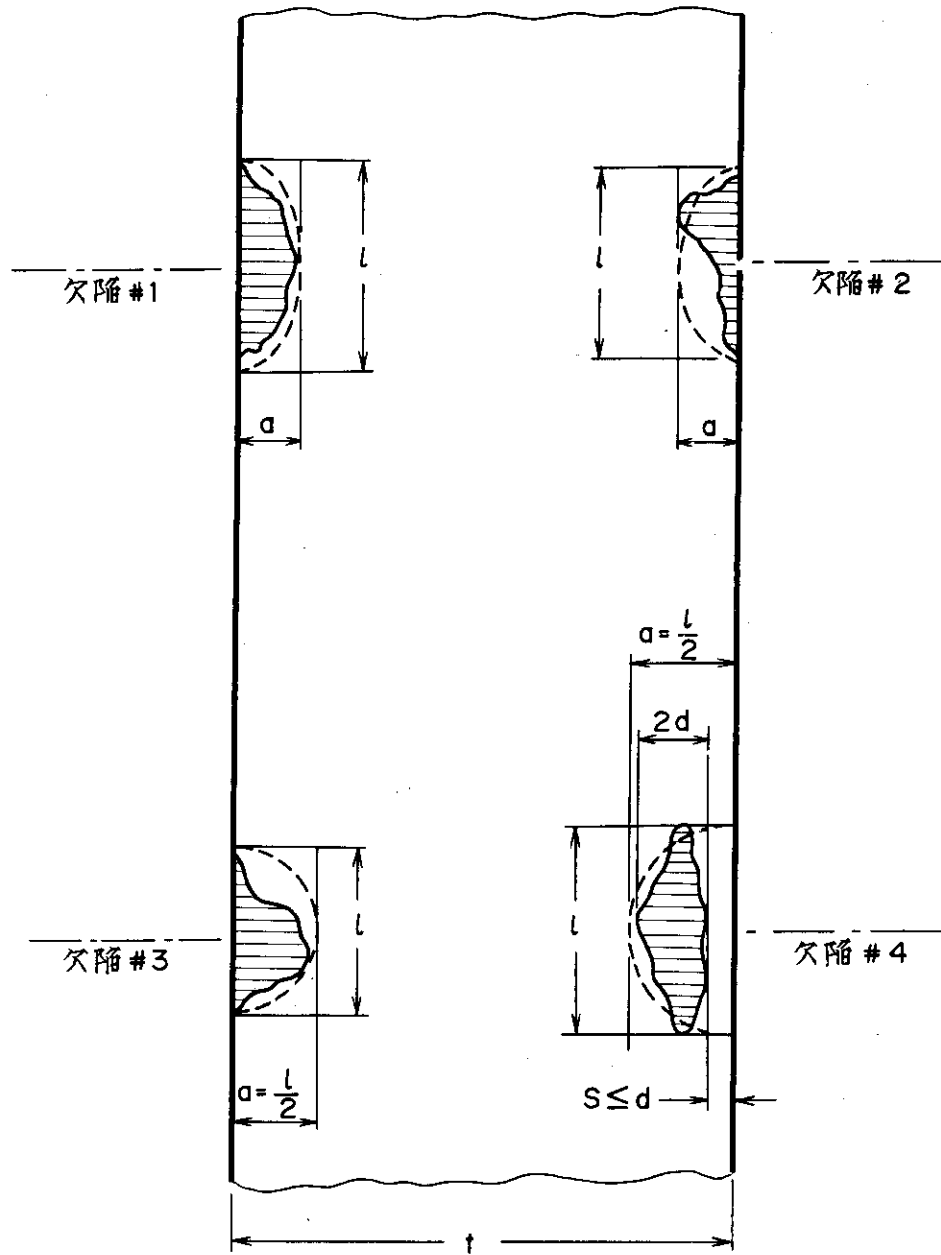
1.12 記録および報告書

(1) 所有者の責任^{A*}

- a. 所有者は、供用期間中検査記録、計画、工程および基準などの記録方式を確立し維持しなければならない。検査記録の中には補修に関する一切の記録、補修前後の試験記録および適用規格を含むものとする。
- b. 所有者は、上記記録のすべてが必要に感じ、常時利用し得るようにしておかなければならない。

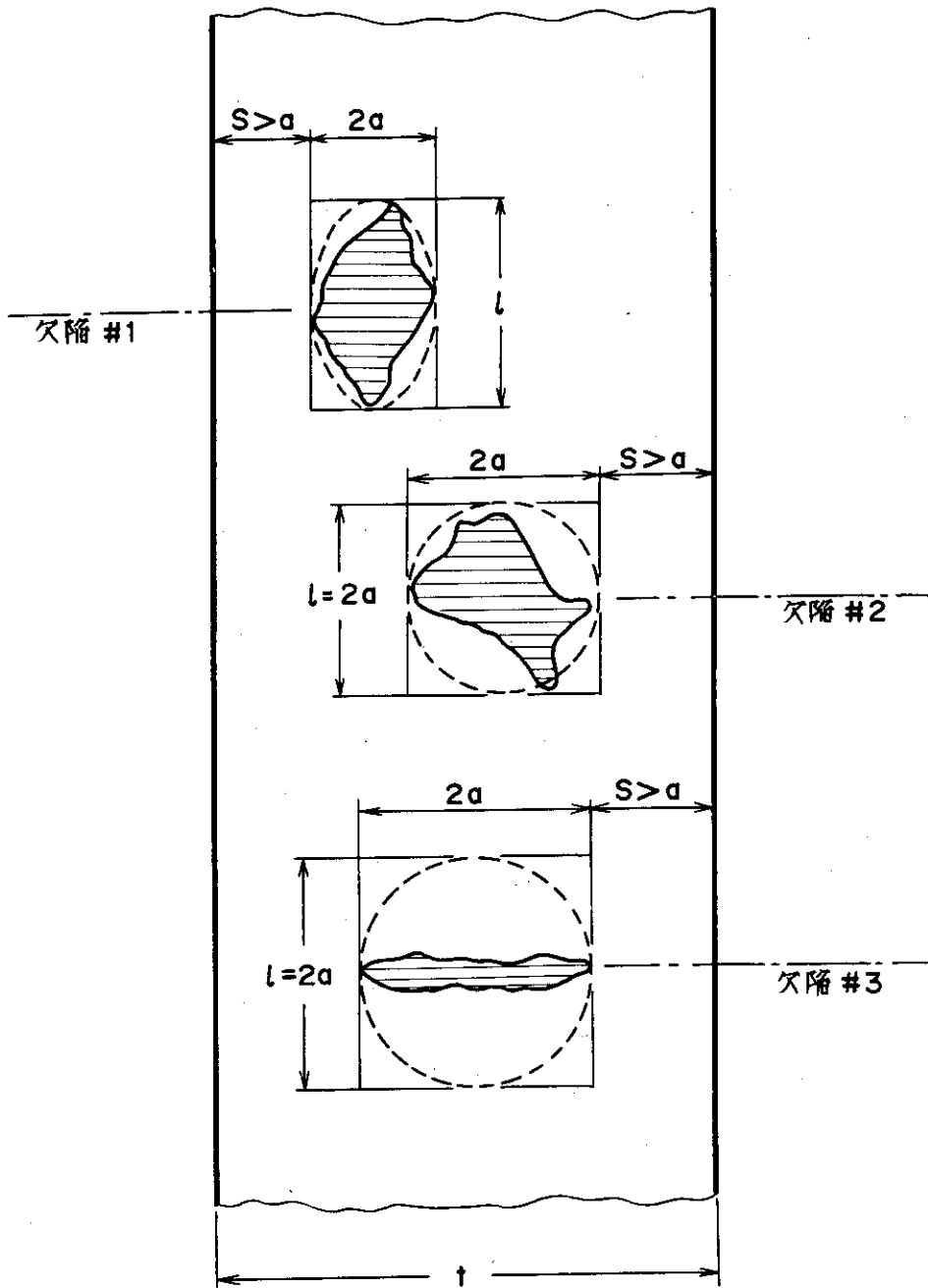
(2) 計画および報告書^{B*}

- a. 所有者は、本指針に従って作成した全供用期間中に行なわれる供用期間中検査の計画および日程を作成保管し、提示することができるよう準備しておかなければならない。
- b. 供用期間中検査の結果は、すべて報告書を作成しなければならない。
- c. 報告書には、次の内容が分るようにしておかなければならない。
 - (a) 日付
 - (b) 所有者の名称および住所
 - (c) EX-VHTGR の名称および住所
 - (d) EX-VHTGR の運転開始日
 - (e) 認可出力
 - (f) 認可番号
 - (g) 機器名称、図面、材料、その他理解に必要とする情報
 - (h) 製作者名
 - (i) 試験実施日時
 - (j) 検査員名および資格
 - (k) 試験実施会社およびその住所
 - (l) 検査結果および対策事項の要約
 - (m) 検査責任者の署名



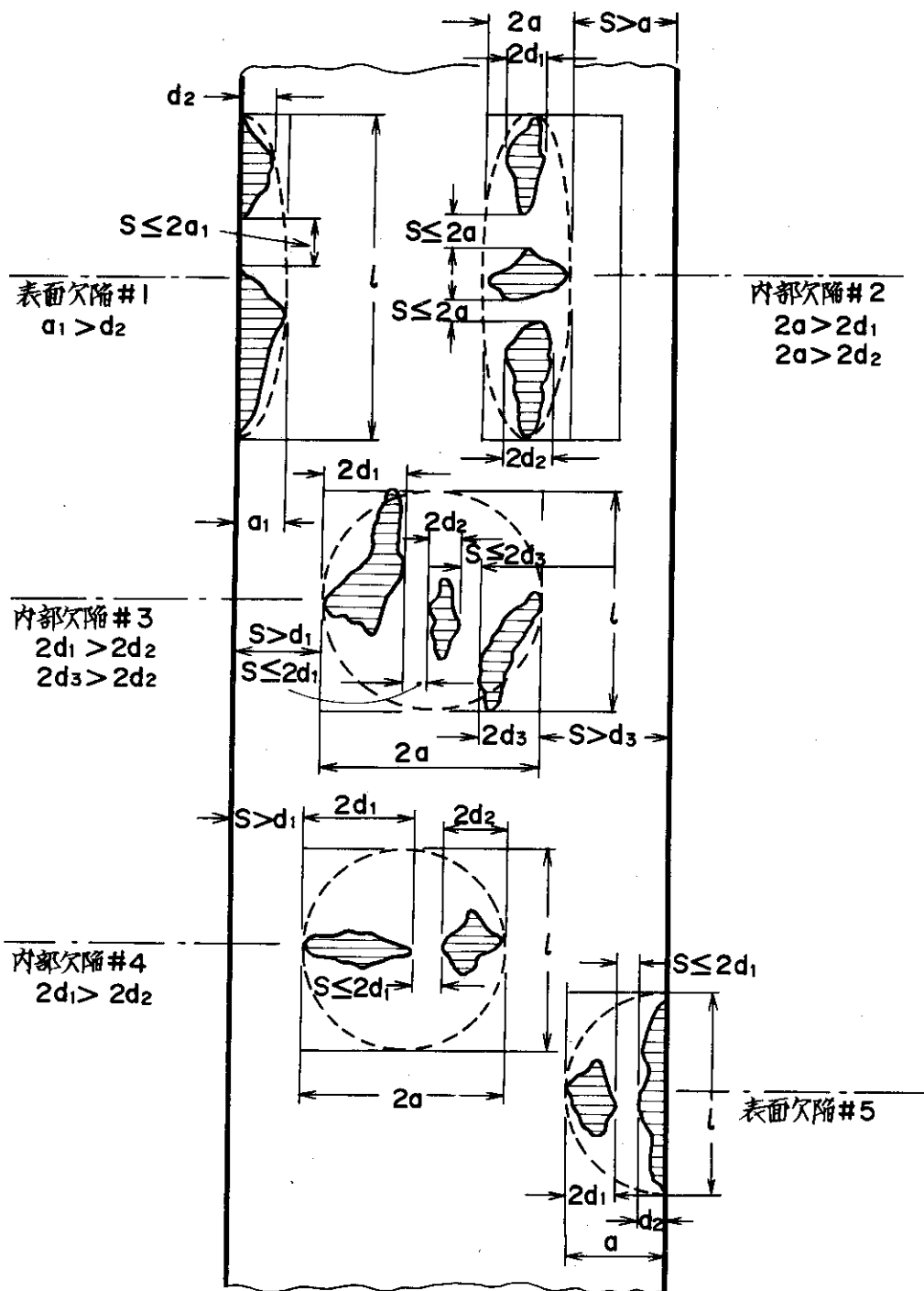
欠陥形状の模式図および寸法 a および l の決定

第 1.1 図 最大応力に垂直な平面上に存在する表面平板状欠陥



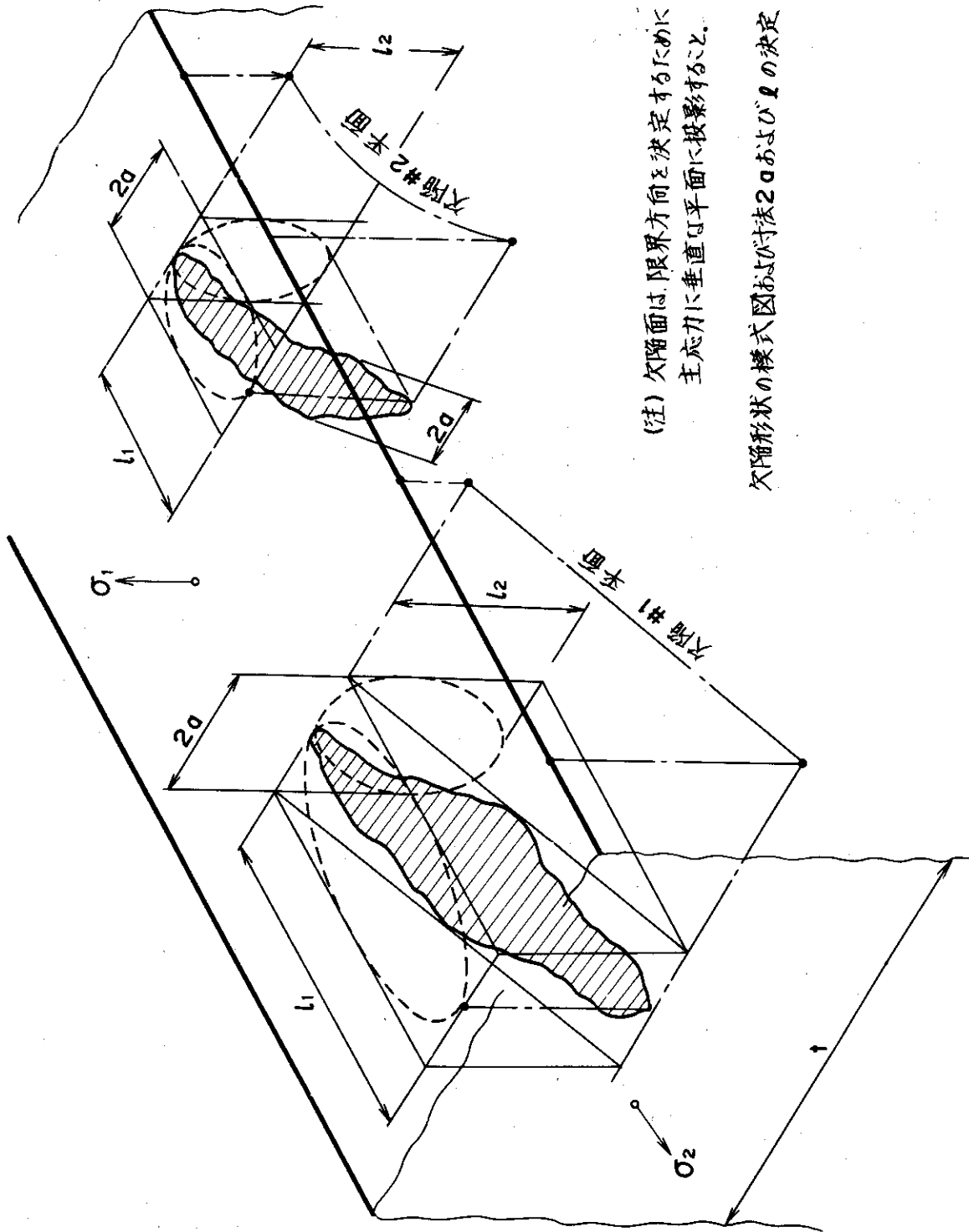
欠陥形状の模式図および寸法 $2a$ および l の決定

第 1.2 図 最大応力に垂直な平面上に存在する内部平板状欠陥



欠陥形状の模式図および寸法 a , $2a$, および l の決定

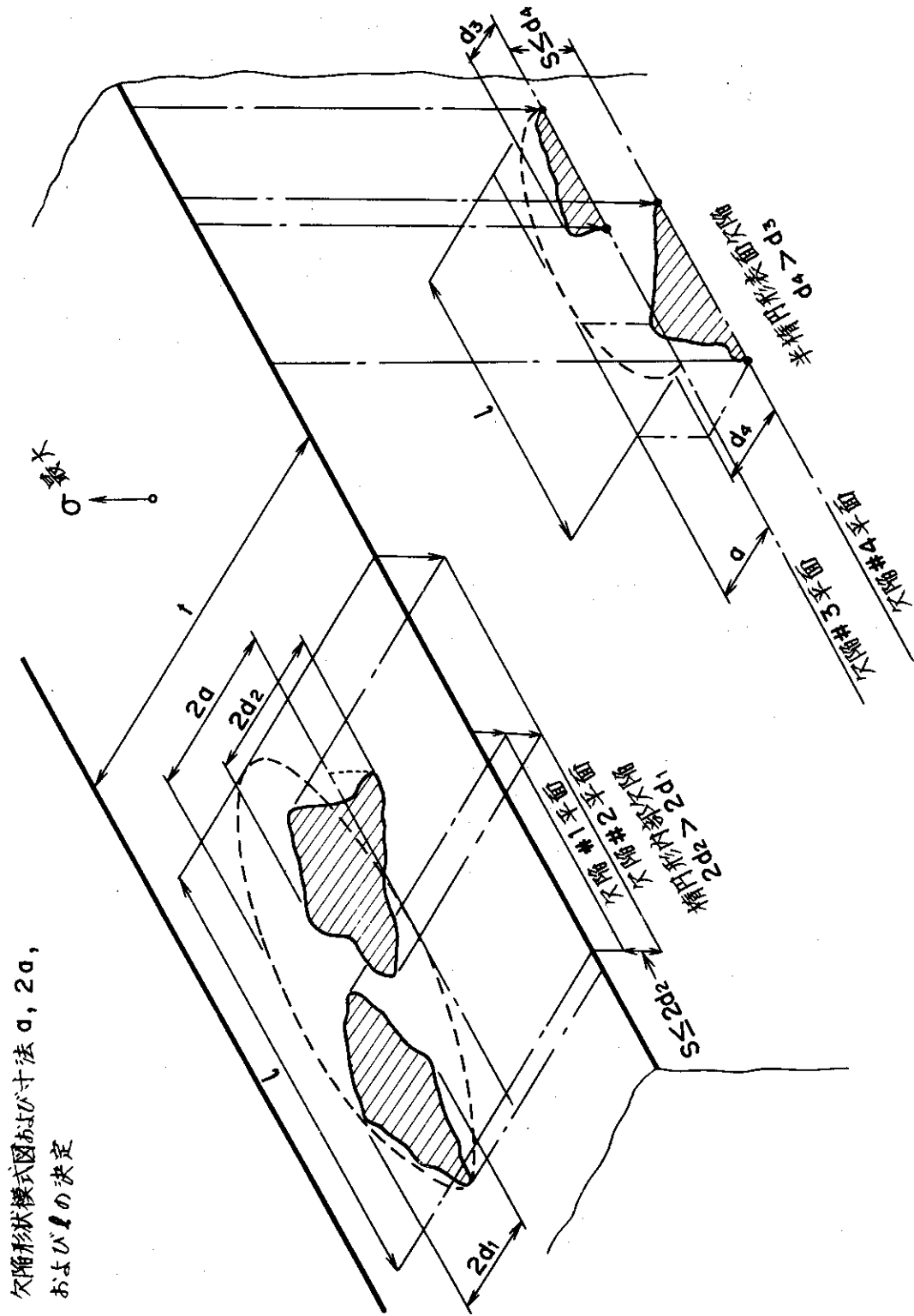
第 1.3 図 最大応力に垂直な平面上に存在する複数平板状欠陥



(注) 欠陥面は、限界方向を決定するために
主応力に垂直な平面に投影すること。

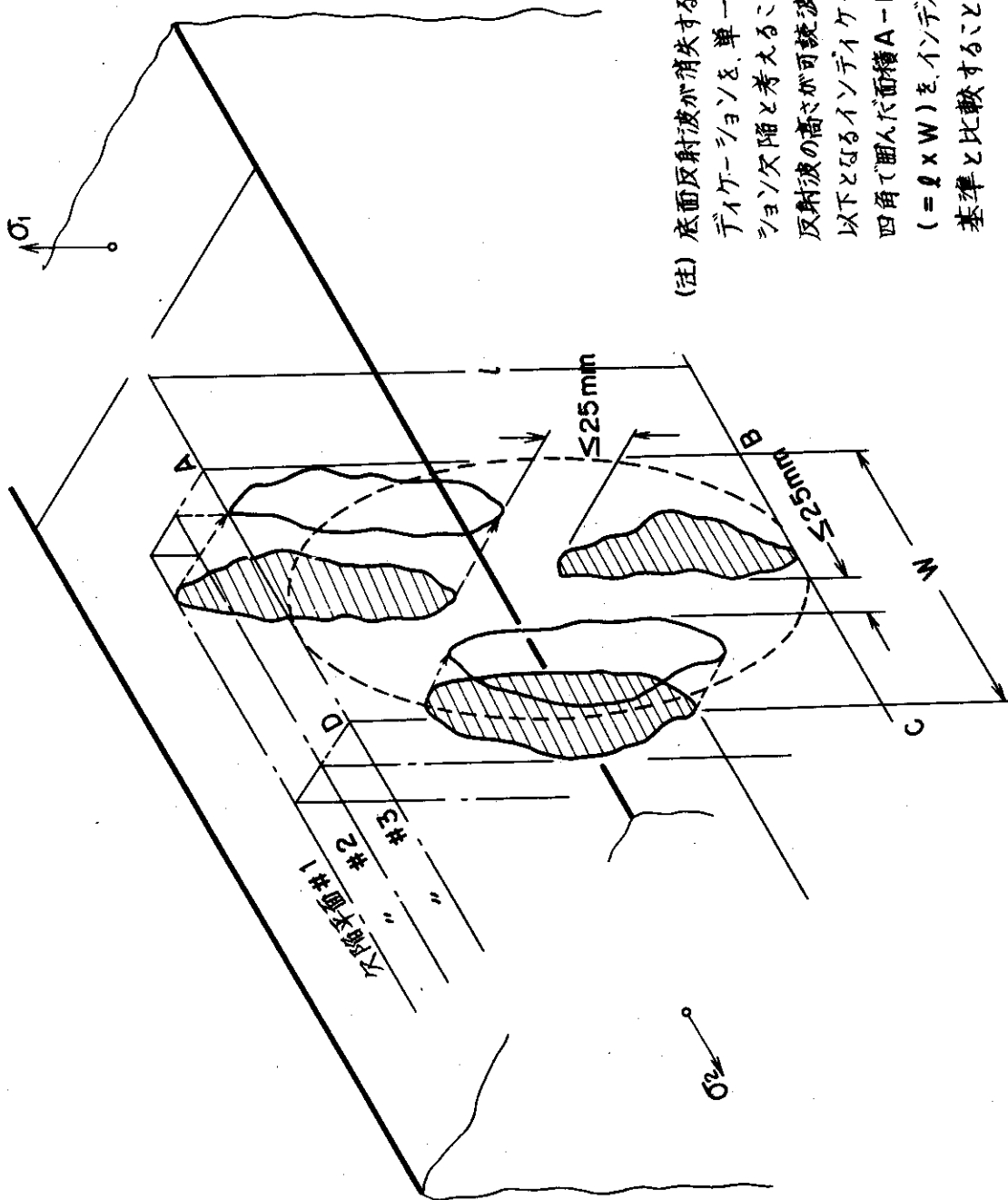
欠陥形状の模式図および法 $2a$ および l の決定

第 1.4 図 非平板状楕円形内部欠陥



欠陥形状模式図および寸法 $a, 2a,$
および d の決定

第1.5図 平行平板状欠陥



(注) 底面反射波が消失する全てのインディケーションを、単一ラミネーション欠陥と考えること。(底面反射波の高さが可読波高値の5%以下となるインディケーション) 四角で囲んだ面積A-B-C-D (= $l \times W$) を、インディケーション基準と比較すること。

第1.6図 ラミネーション欠陥

2. クラス1機器に対する要求事項

2.1 適用範囲および責任

2.1.1 適用範囲^{B*}

本章は、EX-VHTGR プラントにおけるクラス1機器（耐圧部およびその支持部）に対する供用期間中検査の要求事項を定める。

2.1.2 試験対象機器

(1) 試験対象機器

本章の試験要求事項は、容器、配管、循環機および弁類等^{12*}のクラス1機器（耐圧部およびその支持部）に適用する。

(2) 試験免除機器

- a. 下記の条件いずれかを満たすような機器については、体積および表面試験を免除し、代わりにシステムの漏洩および耐圧試験時の肉眼試験を実施してもよい。
- (a) 原子炉格納容器を貫通している系統配管で、原子炉側から見て、最も外側の格納容器隔離弁^{13*}より遠い機器^{A*}
 - (b) 原子炉格納容器を貫通しない系統配管で、原子炉運転中通常閉の2個の弁のうち、原子炉側から見て2番弁より遠い機器^{A*}
 - (c) 原子炉側から見て、原子炉冷却材安全弁および逃し弁より遠い位置にある機器^{A*}
 - (d) 機器の機能が停止のための熱除去運転、核反応度制御、または化学物質侵入の検出もしくは抑制に使用されない機器^{B*}
 - (e) 機器またはその部品の故障によって、設計減圧事故で設定した1次系の減圧速度を越える減圧が起きない機器^{F*}
- b. 下記の条件のいずれかを満たすような機器については、試験を免除してよい。^{15*}
- (a) 通常原子炉運転中、その機器からの冷却材喪失という仮定の下で、原子炉冷却材補給系統^{16*}のみで冷却材を補給することにより、原子炉を通常の手順で停止させ、かつ冷却できる^{A*}。
 - (b) 機器が、停止のための熱除去運転、原子炉反応度制度又は化学物質の侵入の検出もしくはその制御に使用される系統と2個の弁によって隔離されるかそれが可能な場合であること。隔離用として使用される弁は、両方共閉、両方共開又は一方が開で他方が閉であってもよく、シリーズにある2個の逆止弁でもよい。開いている弁又は逆止弁は、自動起動可能でなければならない。そして、他方の弁が開いている状態の時、その閉鎖時間は、もし機器が故障した場合、系統の運転を妨げないような、または設計減圧事故に対して設定した割合を越える1次冷却系の減圧に至らないような時間でなければならない。^{F*}
 - (c) 停止のための熱除去運転、核反応度制御または化学物質侵入の検出もしくはその制御に使用される系統に、もしその機器が故障した場合に、系統の運転を妨げない、または設計

減圧事故に対して設定した1次系の減圧速度を越える減圧に至らない方法で機器を接続できる。機器の接合部、配管および関連弁とそれらの支持部である。^{17*}

- c. なお、2.1.2(2)aおよびb項により試験を免除された機器のすべての部材は2.5項によって要求される系の耐圧試験時に、1.10項に従って試験を行なうこと。^{A*}

2.2 試験および検査

2.2.1 供用前検査^{A*}

- a. 供用前検査として、本規程に定めるすべての範囲について、詳細な試験をプラントの最初の運転開始に先立って行なわなければならない。ただし、この場合、耐圧溶接部についての試験範囲は原則として100%とすること。
- b. 次の条件がすべて満たされる場合、供用前検査の代わりに工場内試験記録あるいは現地据付時試験記録で代用してもよい。
- (a) 容器であって、技術基準によって水圧試験を行なった後に、試験を行なう場合
- (b) 以後の供用期間中検査と同等と考えられる状態、設備および技術を用いて試験を行なう場合
- (c) その試験記録が、以後の供用期間中検査で行なう試験記録と対照できる様式である場合

2.2.2 供用期間中検査

(1) 検査時期^{A*}

供用期間中検査は、各検査間隔中における原子炉燃料交換時、または保守停止のような通常の運転休止中に行なうことを原則とする。

(2) 検査日程

a. 検査プログラム^{D*}

- (a) 供用期間中検査は、第2.2表で試験実施時期が規定される試験および熱交換器の伝熱管の試験を除いて、要求される試験を第2.1表に示すプログラム^{18*}に従って各検査間隔内に完了しなければならない。

第2.1表 検査プログラム

検査回数	検査時期 (カレンダー年)	最小の試験終了量 (%)	最大試験量 (%)
1回目	3	100	100
2回目	7	33	67
	10	100	100
3回目	13	16	34
	17	50	67
	20	100	100

- (b) 熱交換器の伝熱管については次の検査プログラムに従って第 2.2 表で要求される試験を各検査間隔中に完了すること。^{D*}
- ① 第 1 回目の試験は、運転開始後 1 年以降 2 年以内に実施する。
 - ② 第 2 回目の試験は、第 1 回目の試験後 1 年以降 2 年以内に実施する。
 - ③ 第 3 回目以降の試験は、前回試験後 $3\frac{1}{3}$ 年以内に実施する。
- (c) 供用前試験で、定められた基準以上の欠陥インディケーション^{19*}が発見された部分については、通常検査プログラムで検査する割合の如何にかかわらず、運転開始後少なくとも 3 年間連続して試験を行なうこと。この間、著しい変化^{20*}がない場合は、その後の検査間隔は通常プログラムに戻してもよい。^{B*}
- b. 第 2 回目以降の検査間隔における検査プログラム^{A*}
- (a) 第 2 回目以降の検査間隔についても、第 2.2 表および第 2.3 表の規定によらなければならない。
 - (b) 100% の試験を規定している部分は、第 1 回の検査間隔の $\frac{1}{3}$ 終了までに試験した部分と同じ部分を、第 2 回以降の検査でも $\frac{1}{3}$ 終了までに試験を行なわなければならない。このような繰り返し方式は、できる限りそれ以後の間隔を通じて行なわなければならない。
 - (c) 100% の試験を規定していない部分については、前回の検査間隔中に試験を行なわなかったものの中から、同じ割合を選んで試験しなければならない。
 - (d) 試験が機器の分解時のみに行なわれる部分は、最初の検査間隔に行なったと同じ試験範囲について、同じ試験程度の検査を行なわなければならない。
 - (e) 2 回目以降の検査で選ぶ部分は、第 2.2 表で要求される割合の部分以外に次の範囲を加えたものを試験範囲とする。
 - ① 供用前試験で定められた基準以上の欠陥インディケーションが発見された部分で、条件付きで使用が許可されている部分
 - ② 供用期間中検査で定められた基準以上の欠陥インディケーションが発見された部分で条件付きで使用が許可されている部分
 - (f) 2.2.2 b(e) で規定する引き続き試験をおこなう欠陥インディケーションは全寿命中行なうこと。^{D*}
- c. 熱交換器伝熱管に対する第 2 回目以降の検査間隔における検査プログラム^{C*}
- 試験された熱交換器伝熱管の 10% 以上が伝熱管母材肉厚の 20% 以上異常であれば、その後の 2 回の試験が 1 年から 2 年以内にその部分について行なわなければならない。その 2 度の試験の結果が、前回欠陥の伝熱管の肉厚異常の増大が 10% 以内で、かつ異常伝熱管本数の増加が 10% 以内であれば通常の検査間隔に戻してよい。
- d. 追加試験^{C*}
- (a) 検査の結果、許容欠陥インディケーションを越えるインディケーションの欠陥が発見された場合は、同じカテゴリ内の機器について少なくとも検査計画の試験の数にはば等しい数か、または範囲を追加して試験を行なわなければならない。^{21*}
 - (b) 試験程度が 1 つのループの試験または 1 つの技管ループについての試験である場合には 2.2.2 d(a) 項で要求する試験の追加は他のループまたは技管ループに順次拡大すること。

e. 熱交換器伝熱管に対する追加試験^{D*}

- (a) その検査間隔での試験で、熱交換器伝熱管の10%以上が伝熱管母材肉厚の20%以上の異常であれば、更らに5%の伝熱管を追加して試験すること。追加する伝熱管は欠陥インディケーションが検出された領域から選定すること。更らに、他の同一型式の熱交換器で試験されていない熱交換器については、同様の領域から5%の伝熱管を選定して、試験を追加すること。
- (b) 2.2.2 e(a)項での追加試験で、伝熱管の10%以上でその母材肉厚の20%以上の異常があれば、更らに全ての同一型式の熱交換器の5%の伝熱管について試験を追加すること。

2.2.3 供用期間中検査の程度

各機器に対する試験範囲、試験程度および実施時期は、第2.2表によらなければならない。

2.2.4 供用期間中検査の試験方法

1.5(5)項に規定されている代替試験を行なう場合以外の耐圧部の機器およびその一部に対する試験の方法は、第2.3表に従わなければならない。

第2.2表 試験のカテゴリ

試験範囲	試験程度および実施時期
<p>B-A 原子炉容器の耐圧溶接部^{O*}</p> <p>試験範囲は、容器胴の長手および円周方向溶接部ならびに容器鏡板溶接部であり、試験すべき体積を第2.1図～第2.3図に示す。</p> <p>試験範囲は、容器フランジ間、鏡板フランジ間の溶接部であり、試験すべき体積を第2.4図と第2.5図に示す。</p> <p>原子炉容器炉心外周域の耐圧溶接部で、母材が溶接補修され、その深さが呼び板厚の10%を超える場合には、その部分の試験を行なうこと。溶接補修部の位置が明確でない場合は、その溶接補修部を含む板、鍛造あるいは単胴全体を試験範囲とする。その炉心外周域とは、その容器内に熱しゃへい体が使用されているものではその熱しゃへい体の長さ、熱しゃへい体を使用されていないものでは核燃</p>	<p>次に示す試験を各検査間隔の間に行なわなければならない。</p> <p><u>第1回目の検査間隔における試験</u></p> <p>容器胴の長手および円周方向溶接部、胴フランジ間溶接部、鏡フランジ間溶接部、ならびに容器鏡の円周方向および子午線方向で接近可能な溶接部の全長の100%について試験すること。</p> <p>原子炉容器炉心外周域で母材が溶接補修されている部分の100%について試験すること。</p> <p><u>第2回目以降の検査間隔における試験</u></p> <p>試験は次の対象について実質的に100%^{22*}行なうこと。</p> <p>(a) 1つの容器炉心外周域の円周方向溶接部（もし、構造的不連続部にあればそのなか</p>

試 験 範 囲	試験程度および実施時期
<p>料の有効長さに対向する原子炉容器胴の長手および円周方向溶接部とする。</p>	<p>ら選ぶこと)</p> <p>(b) 1つの容器炉心外周域の長手方向溶接部</p> <p>(c) 容器炉心外周域で母材が溶接補修された部分があればその中から1つ</p> <p>(d) 胴-フランジ溶接部</p> <p>(e) 鏡-フランジ溶接部</p> <p>(f) 容器鏡のそれぞれについての上記(d), (e)を除く1つの子午線方向溶接部ならびに1つの周方向溶接部</p> <p>以上の選定された溶接部は引き続き行なわれる検査間隔でも再試験すべきである。</p> <p>容器胴の溶接補修された部分, 円周方向および長手方向溶接部, ならびに下部鏡板の円周方向および子午線方向溶接部の試験はそれぞれの検査間隔の終りまたは終り近くで行なうこと。</p>
<p>B - B 容器の耐圧溶接部 (原子炉圧力容器を除く)^{D*}</p>	
<p>試験範囲は, 容器胴の長手および円周方向溶接部ならびに容器鏡板溶接部とする。</p> <p>試験すべき体積は, 第2.1図~第2.6図に示す通りである。</p>	<p>次に示す試験を各検査間隔で行なわなければならない。</p> <p><u>第1回目の検査間隔における試験</u></p> <p>胴の各長手方向および円周方向溶接部ならびに各容器鏡の円周方向および子午線方向溶接部の100%について試験を行なう。</p> <p><u>第2回目以降の検査間隔における試験</u></p> <p>1つの容器の胴の各長手方向および円周方向溶接部の各々1つの溶接部, ならびに1つの容器鏡の円周方向および子午線方向溶接部の各々1つの溶接部について試験すること。その1つの容器の選定は同一の機能をもち, 同一の雰囲気下にある容器グループ毎について行なうこと。また, 選定された容器は各検査間隔で試験されるべきである。</p>

試験範囲	試験程度および実施時期
B-D 容器のノズルの完全溶け込み溶接部 ^{D*}	
<p>試験の範囲は、各ノズルと容器の溶接部および第2.7図～第2.9図に示すノズル溶接部の隣接部とする。</p>	<p>各ノズルの試験範囲は、第2.7図～第2.9図に示された試験されるべき体積の100%を実施し、各検査間隔中にすべてのノズルを試験すること。^{23*}これらの試験は、各検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p>
B-E 容器の部分溶け込み耐圧溶接部 ^{D*}	
<p>各貫通部周辺は、耐圧試験(1.10項)時に漏洩の有無について試験を行なうこと。</p>	<p>各検査間隔中に行なわれる試験は、同等の寸法、機能を持つ貫通部の各グループに対し少なくとも25%を累積的に実施すること。</p>
B-F 異種金属の耐圧溶接部 ^{D*}	
<p>試験範囲は、フェライト鋼(炭素鋼、低合金鋼、高張力鋼)とオーステナイトステンレス鋼、Ni-Cu-Fe合金、Ni-Fe-Cr合金およびNi-Cu合金鋼との異種金属溶接部とする。</p> <p>試験は、第2.10図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>各異種金属溶接部の100%について、体積試験および表面試験を行なうこと。^{24*}</p> <p>容器の異種金属溶接ノズル(たとえばセーフエンド溶接部)についてはカテゴリB-Dの試験と整合させること。</p>
B-G-1 直径50mmを越える圧力保持用ボルト締め付け部 ^{D*}	
<p>この試験範囲は、ボルト、植込みボルト、ナット、母材金属のねじ部およびねじの切られた植込みボルト孔間のフランジリガメントとする。ボルト、植込みボルト、フランジリガメントの試験すべき体積は、第2.4図および第2.14図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、ボルト、植込みボルト、ナット、母材金属のねじ部およびねじの切られた植込みボルト孔間のフランジリガメントの全数について行なうこと。</p> <p>フランジのねじ部およびリガメントの試験は、フランジの結合が分解された状態で実施する。ボルトは装着されて引張りのかかっているとき、ボルトがはずされているときのいずれかの場合に試験を行えばよい。</p> <p>ボルトおよび植込みボルトの表面試験は検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p> <p>熱交換器、循環機、弁のボルトおよび植込み</p>

試 験 範 囲	試 験 程 度 お よ び 実 施 時 期
	<p>ボルトの表面試験および体積試験はそれらの B-B, B-L-1, および B-M-1 のカテゴリーの試験程度で制限してよい。また、それら試験は各検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p>
<p>B-G-2 直径 50 mm 以下の圧力保持用ボルト締め付け部 ^{C*}</p>	
<p>試験範囲は、ボルト、植込みボルトおよびナットとする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、ボルト、植込みボルトおよびナットの全数について行なうこと。 ボルトは装着されて引張りのかかっているとき、ボルトがはずされているとき、またはボルトによる結合が分解されているときのいずれかの場合に試験を行えばよい。</p>
<p>B-H 容器支持部 ^{D*}</p>	
<p>試験範囲は、容器に一体溶接した容器支持部の容器への溶接部で、第 2.15 図～第 2.17 図に示す通りである。ただし、ノズルに一体溶接された支持パッドを除く。</p>	<p>容器との周溶接部ならびに鋳造または鍛造の一体溶接された支持付属物の試験可能な溶接線の 100% について検査すること。 同一の設計、寸法および機能をもつ複数容器については、試験を 1 つの容器の支持構造に限定してよい。</p>
<p>B-J-1 配管の耐圧溶接部 ^{D*}</p>	
<p>試験範囲は、配管中の長手および円周方向溶接部ならびに肉厚の半分に対応する幅または 10mm のいずれか大きい方の隣接母材とする。 長手方向溶接部については、試験の対象とした円周方向の溶接部との交点から計って少なくとも 300mm の長さを試験すること。 枝管接続部は、全溶接金属、溶接部の端から少なくとも肉厚の半分の幅または 10mm のいずれか大きい方の主管母材および枝管側母材の範囲を試験すること。 試験は、第 2.10 図～第 2.13 図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、円周方向の全継手（および隣接した長手方向の溶接部）数の 50% ^{E*} ^{G*} について行なうこと。 枝管接続部溶接継手については、溶接部の 100% の試験を行なうこと。ただし、原子炉冷却系ループへの結合されている形状が実質的に同一で、かつ同一の機能を果している継手グループには、そのグループから 1 つの継手を冷却ループ別に選定して試験してよい。 第 1 回目の検査間隔で選定した箇所はそれ以降の検査間隔でも試験されること。</p>

試 験 範 囲	試験程度および実施時期
B-J-2 配管の内表面 ^{G*}	
<p>試験範囲は、配管耐圧部内表面の内部断熱構造ライナー表面で、試験のための接近が可能となる領域とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、試験カテゴリB-J-1 で選んだ試験対象の配管また枝管接続部とする。</p>
B-J-3 配管の内部取付物および内部配管 ^{G*}	
<p>試験範囲は、配管内表面に溶接された取付物および耐圧機能をもたない内部配管の内部断熱構造ライナー表面で、試験のための接近が可能となる領域とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、試験カテゴリB-J-1 で選んだ試験対象の配管または枝管接続部とする。</p>
B-K-1 配管, 弁, 循環機の支持部材 ^{D*}	
<p>試験範囲は、耐圧部へ一体溶接された支持部材のうち、耐圧部との溶接部、溶接部の下の母材および支持部材とする。</p> <p>試験は、第2.15図～第2.17図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>カテゴリB-J に従って試験すること。^{26*}</p>
B-K-2 配管, 弁, 循環機の支持構造物	
<p>試験範囲は、配管, 弁, 循環器の支持構造物とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、すべての支持構造物について行なうこと。</p> <p>固定または可変のスプリング型ハンガ、スナップ、ショックアブソーバなどの支持構造物の取付け状態を確認すること。</p>
B-L-1 循環機ケーシングの耐圧溶接部 ^{D*}	
<p>試験範囲は、第2.18図に示す体積の溶接金属と母材とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、系の中において同様の機能をもつ各循環機グループ（たとえば1次系ガス循環機）それぞれについて少なくとも1台の循環機（耐圧溶接部があるもの）の耐圧溶接部の全長について行なうこと。</p> <p>この試験は、検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p>

試験範囲	試験程度および実施時期
<p>B-L-2 循環機ケーシングの内表面^{D*}</p> <p>試験範囲は、循環機ケーシングの耐圧部の内表面（内部断熱構造部についてはライナー表面）で試験のための接近が可能となる領域とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、系の中において同様の機能をもつ各循環機グループそれぞれについて、少なくとも1個の循環機について行なう。</p> <p>この試験はカテゴリB-L-1の試験に選ばれた循環機について行なうことができる。</p> <p>また、この試験は、検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p>
<p>B-M-1 弁本体の耐圧溶接部</p> <p>試験範囲は、第2.19図に示す体積の溶接金属と母材とする。^{D*}</p>	<p>各検査間隔中の試験は、系の中において同一の機能（たとえば、格能容器隔離弁、系の圧力上昇止弁）をもつ同一構造設計（たとえば、玉形弁、仕切弁または逆止弁）、同一製法同一メーカーの各弁グループそれぞれについて、少なくとも1個の弁（耐圧溶接部があるもの）の耐圧溶接部の全長について行なうこと。^{B*}</p> <p>この試験は、各検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。</p>
<p>B-M-2 弁本体の内表面</p> <p>試験範囲は、呼び径100mmを越える弁における耐圧部の内表面（内部断熱構造部についてはライナー表面）で試験のための接近が可能となる領域とする。^{G*}</p>	<p>各検査間隔中の試験は、系の中において同一の機能をもつ同一構造設計（たとえば、玉形弁、仕切弁または逆止弁）、同一製法、同一メーカーの各弁グループそれぞれについて1個の弁について行なうこと。</p> <p>この試験は、カテゴリB-M-1の試験に選ばれたものと同じの弁について行なうことができる。また、この試験は、各検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。^{C*}</p>

試験範囲	試験程度および実施時期
B-N-1 原子炉容器の内部 ^{B*}	
試験範囲は、通常の燃料交換のために、内容物を除去した状態で試験のための接近が可能となる炉心上部および下部とする。	試験は、最初の燃料交換時および引続いて行なわれる燃料交換時であって約2年毎に行なうこと。 ^{27*}
B-N-2 一体溶接された炉心支持構造物と原子炉容器への内部取付物 ^{D*}	
試験範囲は、原子炉容器壁に溶接された取付物および炉心支持構造物とする。 ^{27*}	各検査間隔中の試験は、肉眼試験可能な取付物および炉心支持構造物の表面100%について行なうこと。 この試験は、各検査間隔の終りまたは終り近くに行なうことができる。
B-O 制御棒駆動ハウジングの耐圧溶接部 ^{D*}	
試験範囲は、第2.20図に示す体積の溶接金属と母材とする。	各検査間隔中の試験は、制御棒駆動ハウジングのうち周辺の25%のハウジングの全溶接部について行なうこと。 ^{28*} この試験は、検査間隔の終りまた終り近くに行なうことができる。
B-P 2.1.2(2)項によって試験を免除される部材	
2.1.2(2)項によって体積試験および表面試験を免除される部材とする。	すべての部材は2.5項によって要求される系の耐圧試験時に、1.10項に従って試験を行なうこと。
B-Q 熱交換器伝熱管 ^{D*, 29*}	
直管型伝熱管については、全長の伝熱管母材を試験範囲とする。U字型伝熱管については、高温部、曲り部については全長を、低温部についてはその一部を試験範囲とする。	各検査間隔中に全伝熱管の5%について試験すること。2回目以降の検査間隔での検査は第1回目の検査と同一の伝熱管を選ぶこと。

第2.3表 機器、部品および試験方法^{D*}

項目	第2.2表による 試験のカテゴリ	試験される機器および部品	試験方法
B 1 原子炉容器			
B 1.1	B-A	容器胴の長手および円周方向溶接部 容器鏡の子午線方向および円周方 向溶接部 容器とフランジおよび鏡板とフラン ジとの円周方向溶接部	体積 体積 体積
B 1.2	B-D	1次側ノズルと容器との溶接部およ びノズルと容器との接続部内面の丸 みの部分	体積
B 1.3	B-E	制御棒駆動用貫通部および計測用貫 通部を含む容器の貫通部	肉眼 (1.10項)
B 1.4	B-F	ノズルとセーフエンドとの溶接部	体積および表面
B 1.5	B-G-1	ナット	表面
B 1.6	B-G-1	植込みボルト (着装時)	体積
B 1.7	B-G-1	植込みボルト (取外し時)	体積および表面
B 1.8	B-G-1	ねじ付き植込みボルト孔間のリガメ ント	体積
B 1.9	B-G-1	上蓋用ワッシャ	肉眼
B 1.10	B-G-2	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼
B 1.11	B-H	一体溶接された容器支持部	表面または体積
B 1.12	B-N-1	容器の内部	肉眼
B 1.13	B-N-2	内部取付物および炉心支持構造物	肉眼
B 1.14	B-N-3	炉心支持構造物	肉眼
B 1.15	B-O	制御棒駆動ハウジング	体積
B 1.16	B-P	除外部材	肉眼 (1.10項)
B 2 補助冷却器および中間熱交換器			
B 2.1	B-B	1次側の管板-鏡または胴の溶接部 を含む, 長手方向ならびに円周方向 溶接部	体積

項目	表2.2表による 試験のカテゴリ	試験される機器および部品	試験方法
B 2.2	B-D	ノズルと容器鏡板との溶接部および ノズルと鏡板との接続部内面の丸み の部分	体 積
B 2.3	B-F	ノズルとセーフエンドとの溶接部	体積および表面
B 2.4	B-G-1	圧力保持用ボルトおよび植込みボルト (着装時)	体 積
B 2.5	B-G-1	圧力保持用ボルトおよび植込みボルト (取外し時)	体積および表面
B 2.6	B-G-1	圧力保持用ボルト締め付け部	肉 眼
B 2.7	B-H	容器支持構造物	表面または体積
B 2.8	B-P	除外部材	肉眼 (1.10項)
B 2.9	B-G-2	圧力保持用ボルト締め付け部	肉 眼
B 2.10	B-Q	伝熱管	体 積
B 3 配管 耐 圧 部			
B 3.1	B-F	配管とセーフエンドとの溶接部なら びに枝管とセーフエンドとの溶接部	体積および表面
B 3.2	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (着装時)	体 積
B 3.3	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (取外し時)	体積および表面
B 3.4	B-G-1	圧力保持用ボルト締め付け部	肉 眼
B 3.5	B-J-1	呼び径 100mm 以上の配管の円周お よび長手方向溶接部	体積および表面
B 3.6	B-J-2	内部断熱構造ライナー	肉 眼
B 3.7	B-J-3	内部取付物および内部配管	肉 眼
B 3.8	B-J-1	呼び径 100mm 未満の配管の円周お よび長手方向溶接部	表 面
B 3.9	B-J-1	枝管接続溶接部	表 面
B 3.10	B-J-1	ソケット溶接部	表 面

項目	第2.2表による 試験のカテゴリ	試験される機器および部品	試験方法
B 3.11	B-K-1	一体溶接された支持部	表面または体積
B 3.12	B-K-2	支持構造部	肉眼
B 3.13	B-P	除外部材	肉眼 (1.10項)
B 3.14	B-G-2	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼
B 4 循環機耐圧部			
B 4.1	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (着装時)	体積
B 4.2	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (取外し時)	体積および表面
B 4.3	B-G-1	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼
B 4.4	B-K-1	一体溶接された支持部	表面または体積
B 4.5	B-K-2	支持構造物	肉眼
B 4.6	B-L-1	循環機ケーシングの溶接部	体積(一部に表面を追加)
B 4.7	B-L-2	循環機ケーシングの内表面	肉眼
B 4.8	B-P	除外部材	肉眼 (1.10項)
B 4.9	B-G-2	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼
B 5 圧力弁の耐圧部			
B 5.1	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (着装時)	体積
B 5.2	B-G-1	圧力保持ボルトおよび植込みボルト (取外し時)	体積および表面
B 5.3	B-G-1	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼
B 5.4	B-K-1	一体溶接された支持部	表面または体積
B 5.5	B-K-2	支持構造物	肉眼
B 5.6	B-M-1	弁本体の溶接部	体積(一部に表面を追加)
B 5.7	B-M-2	弁本体の内表面	肉眼
B 5.8	B-P	除外部材	肉眼 (1.10項)
B 5.9	B-G-2	圧力保持用ボルト締め付け部	肉眼

2.3 試験結果の評価

2.3.1 非破壊試験結果の評価

(1) 供用前検査^{A*}

a. 一般（記録する欠陥）

2.2.1項の要求を満すため1.5項の要領で供用前試験を実施し、以下に定める基準以上の欠陥インディケーションがあれば記録すること。

(a) 超音波探傷試験：DAC 50%以上のインディケーション

(b) 浸透探傷または磁粉探傷試験：1.6 mm以上の長さまたは径のインディケーション

(c) 肉眼試験：非破壊試験結果の評価のさまたげとなるような表面形状および表面きず

b. 許可（無条件で受入れられる欠陥）

試験の結果、欠陥インディケーションがなかった場合、または欠陥インディケーションがあってもそれが第2.4表の許容欠陥基準内にある場合は、その機器は使用して差しつかえない。この場合は、確認された欠陥インディケーションの存在場所、寸法、形状、方向および分布を決められた方法で記録しておくこと。

c. 条件付き許可（条件付きで受入れられる欠陥）

機器の試験結果、第2.4表の許容欠陥基準を越える欠陥インディケーションが発見された場合は、機器を使用する前に2.3.6項に示す解析を行なってその健全性を確認すること。

解析の結果、2.3.6項の条件を満足する場合、および満足しない場合であっても、その機器が2.4項に従って補修または交換されれば使用してよい。

d. 補修および再試験

補修および再試験は、1.9項および2.4項の要求に従うこと。また、再試験は1.5項に従って実施し、その試験結果が、第2.4表の許容欠陥基準に適合していることを証明しなければならない。

(2) 供用期間中検査^{A*}

a. 一般（記録する欠陥）

2.2.4項の要求により1.5項の要領で検査間隔の間、またはその終りに供用期間中検査を実施し、2.3.1(1)a項で定めた供用前検査と同様の基準以上の欠陥インディケーションについて記録し評価しなければならない。

b. 許可（無条件で受入れられる欠陥）

試験の結果、欠陥インディケーションがなかった場合、または欠陥インディケーションがあってもそれが第2.4表の許容欠陥基準内である場合は、その機器を引続き使用しても差しつかえない。その場合、使用前検査および以前の供用期間中検査の結果と較べて確認された欠陥インディケーションの変化は、決められた方法で記録しておくこと。

c. 条件付き許可（条件付きで受入れられる欠陥）

(a) 機器の試験の結果、第2.4表の許容欠陥基準を越える欠陥インディケーションが発見された場合は、2.2.2(2)d項の要求を満し、かつ下記①または②項のいずれかの要求に適合させれば、その機器を引続き使用に供してよい。

- ① 欠陥は除去するか、または第2.4表の許容欠陥基準に適合するのに必要な程度まで補修を施すこと。
- ② 機器を引続き運転することの構造上の健全性を確認するため、2.3.6項に規定されている解析を行なって欠陥インディケーションの評価を行ない、これに合格していること。このような場合、2.2.2(2)a項に従って実施される以後の検査の度毎に、その欠陥を含む部分を試験すること。

(b) 欠陥インディケーションが、2.3.6項に規定されている条件を満足しないと判定された場合には、補修するかまたは交換しなければならない。

d. 補修および再試験

補修および再試験は、1.9項および2.4項の要求に従うこと。また、再試験は1.5項に従って実施し、その試験結果が第2.3表の許容欠陥基準に適合していることを証明しなければならない。

(3) 不合格

第2.2表の肉眼検査で表面欠陥インディケーションが発見された機器については、2.3.2項に基づいてその欠陥の補足試験を行ない、その結果が2.3.1(2)項の要求を満足しない場合は、その機器の継続使用は認められない。

2.3.2 補足試験^{A*}

2.3.1項によって、評価を必要とする欠陥インディケーションを検出した場合は、欠陥の寸法形状および方向を決定すること。

肉眼試験で表面欠陥を検出した場合は、可能な限り表面試験または体積試験を追加すること。

2.3.3 欠陥インディケーションの性状決定^{A*}

供用前検査(2.2.1項)および供用期間中検査(2.2.4項)で検出された欠陥インディケーションは、1.8.2によりその性状を決定して、2.3.4に述べる許容欠陥基準、2.3.5の評価基準と照合すること。

2.3.4 許容欠陥基準^{A*}

(1) 適用範囲

第2.3表の許容欠陥基準は、供用前検査(2.2.1項)や供用期間中検査(2.2.4項)で機器の使用の可否を評価するのに適用する。

(2) 欠陥の分類

検出された各欠陥インディケーションまたはその集団は、その寸法を決めるために2.3.3項の規定によって分類する。これらの寸法は、2.3.5項の欠陥評価に用いる。

(3) 許容される欠陥

ある欠陥インディケーションの寸法が、各々の試験カテゴリに対して2.3.5項に示される許容欠陥基準の寸法を越えない場合は、許容される。

2.3.5 評価基準

(1) 試験カテゴリ B-A (原子炉容器炉心外周域の耐圧溶接部) に対する基準^{A*}

a. 許容平板状欠陥インディケーション

(a) 第 2.1 図から第 2.5 図までに示される平板状欠陥インディケーションの寸法は、第 2.5 表の値を越えてはならない。

b. 許容ラミネーション欠陥インディケーション

ラミネーション欠陥インディケーションの面積は、第 2.6 表に示す値を越えてはならない。

(2) 試験カテゴリ B-B (容器中の耐圧溶接部, 容器-フランジ間, 鏡板-フランジ間の耐圧溶接部) に対する基準^{A*}

a. 許容平板状欠陥インディケーション

(a) 第 2.1 図から第 2.6 図までに規定する試験範囲内にある平板状欠陥インディケーションの寸法値は、第 2.7 表の値を越えてはならない。

(b) 試験範囲以外でも欠陥インディケーションを検出した場合 (第 2.1 図および第 2.2 図参照) は、その欠陥インディケーションの寸法を第 2.7 表の値と比較すること。

(c) 13 mm 離れた二つの平行面内に入り、正味断面厚さを減少させるように組合わされる二つあるいはそれ以上の欠陥インディケーションは、個々のインディケーションの深さ寸法が第 2.7 表の許容限界を越えず、かつ組合わされた欠陥インディケーションの深さ寸法が次に示す限界を越えなければ許容することができる。

① 二つの表面欠陥インディケーションがあり、その一方は機器の内側、もう一方は機器の外側にある場合

両方を組合わせた深さ寸法が、個々の欠陥外形寸法比に対する第 2.7 表の許容表面欠陥インディケーション寸法の合計の平均値を越えてはならない。

② 二つあるいはそれ以上の内部欠陥インディケーションがある場合

これらの組合わせたインディケーションの深さ寸法比が、個々の欠陥外形寸法比に対する第 2.7 表の許容内部欠陥インディケーション寸法比の合計がインディケーション数で除した値を越えてはならない。

③ 二つあるいはそれ以上の表面欠陥および内部欠陥インディケーションがある場合

組合わせた深さ寸法が、2.3.5(2)a(c)①および②項で許容された表面および内部欠陥インディケーション各々の許容組合わせた深さ寸法の合計の平均値を越えてはならない。

b. 許容ラミネーション欠陥インディケーション

2.3.5(2)a 項の図にかかれた試験範囲内に存在するラミネーション欠陥インディケーションの面積は、第 2.8 表の値を越えてはならない。

c. 条件付きで許容されるラミネーション欠陥インディケーション

(a) 第 2.8 表に規定された限界を越えるラミネーション欠陥インディケーションがある場合は、条件付きで許容されるラミネーション欠陥インディケーションと考え、そのラミネーション欠陥インディケーションを得た範囲を第 2.2 表の適用試験カテゴリの試験範囲に追加すること。

(b) ラミネーション欠陥インディケーションが平板状欠陥インディケーションと重なっている

場合(第2.5図)は、2.3.5(2)a項に従うこと。

(3) 試験カテゴリ B-D (容器のノズルの完全溶け込み溶接部) に対する基準^{A*}

a. 許容平板状欠陥インディケーション

- (a) 第2.7図から第2.9図までに規定する試験体積範囲内に存在する平板状欠陥インディケーションの寸法値が、第2.9表の値を越えてはならない。
- (b) 第2.7図から第2.9図までに規定する試験体積範囲内の容器胴、または鏡の部材中で検出された欠陥インディケーションに対しては、2.3.5(2)a項の基準を適用すること。
- (c) 13mm未満離れた二つの平行面内にあり、正味断面厚さを減少させるように組合わされる二つあるいはそれ以上の欠陥インディケーションは、個々のインディケーションの深さ寸法が第2.7表の許容限界を越えず、かつ組合わせた欠陥インディケーションの深さ寸法が次に示す限界を越えなければ許容することができる。

① 二つの表面欠陥インディケーションがあり、一方は内側に、もう一方は外側にある場合

両方を組合わせた深さ寸法が、個々の欠陥外形寸法比に対する第2.6表の許容表面欠陥インディケーション寸法の合計の平均値を越えてはならない。

② 二つあるいはそれ以上の内部欠陥インディケーションがある場合

これらの組合わせたインディケーションの深さ寸法比が、個々の欠陥外形寸法比に対する第2.7表の許容内部欠陥インディケーション寸法比の合計をインディケーション数で除した値を越えてはならない。

③ 二つあるいはそれ以上の表面欠陥および内部欠陥インディケーションがある場合

組合わせた深さ寸法が、2.3.5(2)a(c)①および②項で許容された表面および内部欠陥インディケーション各々の許容組合わせた深さ寸法の合計の平均値を越えてはならない。

(d) ノズルコーナー部に存在する表面欠陥インディケーションは、以下に従うこと。^{31*}

- ① クラッド材内にある表面欠陥インディケーションが母材内まで貫通していない場合
ノズルコーナ部の表面欠陥インディケーションは、その深さがクラッド材の公称厚さに等しいものと考えた時、第2.9表の値を越えてはならない。
- ② ノズルコーナ部の表面欠陥インディケーションで母材内まで貫通している場合
欠陥の深さは、クラッド材の公称厚さと母材内の貫通深さの合計とすること。
- ③ ノズル母材内にある欠陥インディケーションで2.3.3(1)b項により表面欠陥に分類される欠陥インディケーションは、第2.9表の許容内部欠陥インディケーションの大きさを越えないこと。

b. 許容ラミネーション欠陥インディケーション

- (a) 第2.7図から第2.9図までに規定された試験範囲内の容器胴、または鏡部材に存在するラミネーション欠陥インディケーションは、2.3.5(2)b項の基準に従うこと。
- (b) ノズル部材中に存在するラミネーション欠陥は、平板状欠陥と考え、2.3.5(3)a項の基準を適用すること。

(4) 容器の部分溶け込み耐圧溶接部(未設定)

(5) 試験カテゴリ B-F (異種金属の耐圧溶接部) および試験カテゴリ B-J (配管の耐圧溶接部) に対する基準^{C*}

a. 許容平板状欠陥インディケーション

(a) 第 2.10 から第 2.13 図までに示す試験範囲内に存在する平板状欠陥インディケーションの許容寸法は、次に示す限界を越えてはならない。

① フェライト鋼製配管に対する許容基準

- (i) 第 2.10 表の許容平板状欠陥インディケーションを越えないこと。
- (ii) 表面試験により検出された外表面インディケーションが第 2.10 表の許容基準を越えた場合は、その箇所について体積試験を実施し、そのインディケーションが第 2.10 表に示す体積試験法に対する許容基準を越えないこと。

② オーステナイト鋼製配管に対する許容基準

- (i) 第 2.11 表の許容平板状欠陥インディケーションを越えないこと。
- (ii) 表面試験により検出された外表面インディケーションが第 2.11 表の許容基準を越えた場合は、その箇所について体積試験を実施し、そのインディケーションが第 2.11 表に示す体積試験法に対する許容基準を越えないこと。

③ 異種金属の溶接部に対する許容基準

- (i) 異種金属溶接継手での炭素鋼または低合金鋼端での許容されるインディケーションの基準は第 2.10 表によること。
- (ii) 高合金鋼または高ニッケル合金端、ならびに異種金属溶接継手での許容されるインディケーションの基準は第 2.11 表によること。

(b) 試験表面および体積の境界を越えて存在する欠陥インディケーションならびに複数の分離した欠陥インディケーションがその試験範囲境界内・外で検出され、1.8.2 項の規程により一つのインディケーションとして性状が決定されるものは、その全体の寸法を上記(a)項に従って評価しなければならない。

(c) 2つあるいはそれ以上の線状配列重複欠陥インディケーションで、1.8.2 項の規程により分離した欠陥インディケーションとして性状が決定されるものは 1.8.2(7)項に従ってよい。

(d) 配管内表面上にオーステナイト鋼クラッドが施こされた配管機器の体積試験で内表面欠陥インディケーションが検出された場合は次の規程に従うこと。

- ① 表面欠陥インディケーションが公称クラッド厚さを越えて母材に至っていないならば、2.3.5(5)a(a)項を適用しなくともよい。
- ② 表面欠陥インディケーションがクラッドを越えて母材に至っているときは 2.3.5(5)a(a)項に従わなければならない。この場合、欠陥インディケーション深さ a は公称クラッド厚さを全深さから差し引いた値としてよい。
- ③ 内表面にクラッドを施こされた母材で、1.8.2(1)b の規程により表面欠陥インディケーションとすることのできる内部欠陥インディケーションは、2.3.5(5)a(a)の基準を越えないこと。

b. 許容ラミネーション欠陥インディケーション

第 2.10 図から第 2.13 図までに示す試験範囲の境界内に存在し、1.8.2(6)項で性状決定されるラミネーション欠陥の許容面積は、第 2.12 表の基準を適用する。

(6) 試験カテゴリ B-G-1 (直径 50mm を越える圧力保持用ボルト締め付け部) に対する基準^{A*}体積試験でインディケーションが検出された場合は、全て表面試験で確認すること。

a. 表面試験における許容欠陥インディケーション

容器一蓋スタッドボルトおよび圧力保持ボルト締め付け部の許容表面欠陥インディケーションは、次に示す限界を越えてはならない。

(a) ボルト軸に平行でないインディケーション …… 長さ 6.4 mm

(b) ボルト軸に平行なインディケーション …… 長さ 25.4 mm

b. 体積試験における許容インディケーション

(a) 第 2.14 図に示すような容器一蓋スタッドボルトおよび圧力保持ボルト締め付け部における非軸方向欠陥インディケーションの許容寸法は、第 2.13 表に規程された限界を越えてはならない。

(b) 欠陥部の直径を減少させるように組合わされた二つ以上の内部欠陥インディケーションは、組合わせた欠陥深さ寸法が、個々の欠陥外形寸法比に対して第 2.13 表に規定された許容限界の合計をインディケーション数で除した値を越えてはならない。

(c) 体積試験により検出された軸方向欠陥インディケーションは表面試験で確認し、第 2.13 表に示す基準に基づき評価すること。^{O*}

2.3.6 欠陥インディケーションの評価解析^{A*}

(1) 2.3.5 項の許容欠陥基準を越える欠陥インディケーションは、その検出位置における下記の限界欠陥パラメータを決めること。

a_f : 機器の耐圧寿命期間末期における最大予測寸法

a_e : プラント状態 I および II における最小限界欠陥寸法であって、解析の対象としている欠陥インディケーションと同じ a/l をもつ形状のもの

a_i : プラント状態 III および IV における非停止成長の始まる最小限界欠陥寸法であって、解析の対象としている欠陥インディケーションと同じ a/l をもつ形状のもの

(2) 2.3.6(1)項で定義された限界欠陥パラメータは、次の許容基準を越えてはならない。

$$a_f < 0.1 a_e$$

$$a_f < 0.5 a_i$$

(3) a_f , a_e および a_i の設定法

(未設定)

第2.4表 許容欠陥基準^{D*}

試験カテゴリ	試験対象機器および箇所	評価基準
B-A	原子炉容器の溶接部	2.3.5(1)項
B-B	原子炉容器以外の容器の耐圧溶接部	2.3.5(2)項
B-D	容器のノズルの完全溶け込み溶接部	2.3.5(3)項
B-E	容器貫通部, 溶接部, 容器の部分溶け込み耐圧溶接部	(未設定)
B-F, B-J-1	異種金属の耐圧溶接部および配管の耐圧溶接部	2.3.5(5)項
B-G-1	直径50mmを越える圧力保持用ボルト締め付け部	2.3.5(6)項
B-H, B-K-1	機器支持部材	(未設定)
B-K-2	配管, 弁, 循環機の支持部材	(未設定)
B-L-1, B-M-1	循環機の耐圧溶接部および弁本体の耐圧溶接部	(未設定)
B-L-2, B-M-2	循環機ケーシングの内表面と弁本体の内表面	(未設定)
B-N	原子炉容器内部と炉心構造物	(未設定)
B-Q	制御棒駆動装置ハウジング	(未設定)
B-Q	熱交換器伝熱管	(未設定)

第2.5表 SA-533, SA-508 -材およびJIS相当材に
 対する許容平板状欠陥インディケーション^{D*}

a/l (注)	表面欠陥インディケーション a/t (%)	内部欠陥インディケーション a/t (%)
0	1.8	2.3
0.05	2.0	2.4
0.10	2.2	2.6
0.15	2.4	2.9
0.20	2.7	3.2
0.25	3.1	3.7
0.30	3.5	4.1
0.35	3.5	4.6
0.40	3.5	5.2
0.45	3.5	5.8
0.50	3.5	6.5

(注) 中間の比に対しては、比例配分してよい。

第2.6表 許容ラミネーション欠陥インディケーション^{A*}

機器の肉厚(mm) (注)	欠陥インディケーション面積 (cm ²)
100	65
150	65
200	130
250	195
300	260

(注) 中間の肉厚に対しては、比例配分してよい。

第2.7表 許容平板状欠陥インディケーション^{A*}

材料 : 技術基準の要求事項に合致し、室温における最小降伏点が 35 kg/mm^2 以下に規定されたフェライト鋼

肉厚 : 100 mm以上

外形寸法比 a/ℓ (注1)	表面欠陥インディケーション a/t (注2)	内部欠陥インディケーション a/t (注2,注3)
0	2.0	2.6
0.05	2.1	2.8
0.10	2.3	2.9
0.15	2.6	3.2
0.20	2.9	3.6
0.25	3.2	4.1
0.30	3.7	4.6
0.35	3.7	5.2
0.40	3.7	5.8
0.45	3.7	6.5
0.50	3.7	7.2

(注1) 寸法 a および ℓ は、第2.1図～第2.6図に定義されている。欠陥外形寸法比 a/ℓ の中間値については、比例配分してよい。

(注2) 機器の肉厚 t は、機器の圧力保持表面に垂直に測定すること。断面肉厚が変化する場合、平板状欠陥インディケーション全長にわたる平均肉厚をもって機器の肉厚とする。

(注3) 許容内部欠陥インディケーションの合計深さ寸法は、上記表中の値の2倍とする。

第2.8表 許容ラミネーション欠陥インディケーション*^A

機器の肉厚 t(mm) (注1,注2)	ラミネーション欠陥面積(注3) (cm ²)
100	70
150	110
200	150
250	190
300	230
350	270
400	310

(注1) 機器の肉厚tは、機器の圧力保持表面に垂直に測定すること。断面肉厚が変化する場合は、ラミネーション欠陥インディケーション全長にわたる平均肉厚をもって機器の肉厚とする。

(注2) 肉厚の中間値については、比例配分してよい。

(注3) ラミネーション欠陥の面積は、2.3.6(6)項に定義されている。

第 2.9 表 許容平板状欠陥インディケーション^{A*}

材料 : 技術基準の要求事項に合致し、最小降伏点が 35 kg/mm^2 以下に規定された SA-508

・ クラス 2 およびクラス 3 鍛造材および JIS 相当材

肉厚 : 75 mm 以上

外形寸法比 a/l (注1)	表面欠陥インディケーション a/t (%) (注2)	内部欠陥インディケーション a/t (%) (注2, 注3)
0	1.9	2.3
0.05	2.0	2.4
0.10	2.2	2.6
0.15	2.4	2.9
0.20	2.7	3.3
0.25	3.1	3.7
0.30	3.5	4.1
0.35	3.5	4.6
0.40	3.5	5.2
0.45	3.5	5.9
0.50	3.5	6.5
内側コーナー丸み部	2.5	—

(注1) 寸法 a および l は、第 2.7 図 ~ 第 2.9 図に規定されている。欠陥外形寸法比 a/l の中間値については、比例配分してよい。

(注2) 第 2.16 図に示す典型的な欠陥に対する機器肉厚 t は、次のように決定する。

$$\text{欠陥 \# 1 および \# 2} \quad t = (t_{n1} + t_{n2}) / 2$$

$$\text{欠陥 \# 3} \quad t = t_s$$

$$\text{欠陥 \# 4} \quad t = t_{n1}$$

$$\text{欠陥 \# 5} \quad t = t_{n2} \text{ または } t_s \text{ の小さい方}$$

(注3) 許容内部欠陥インディケーションの合計深さ寸法は、上記表中の値の 2 倍とする。

第2.10表 許容平板状欠陥インデンティケーション

材料 : 技術基準の要求事項に合致し, 室温における最小降伏点が 35 kg/mm² 以下に規定されたフェライト鋼

外形寸比 a/l	体積試験法												表面試験法							
	機器公称肉厚 t (mm)				25.4				50.8				76.2				101.6以上		公称肉厚 t (mm)	欠陥長さ l ₁ (mm)
	表面 a/l, %	内部 a/l, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %	表面 a/t, %	内部 a/t, %				
0	7.4	9.2	6.7	8.4	5.7	7.2	4.7	5.8	3.7	4.6	7.93以下	3.17								
0.05	7.9	9.6	7.2	8.7	6.2	7.5	5.0	6.1	4.0	4.8										
0.10	8.7	10.4	7.9	9.5	6.8	8.1	5.5	6.6	4.3	5.2										
0.15	9.6	11.5	8.8	10.5	7.5	9.0	6.1	7.3	4.8	5.8										
0.20	9.6	11.5	9.9	11.8	8.4	10.1	6.9	8.2	5.4	6.5										
0.25	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	7.8	9.3	6.1	7.3										
0.30	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	8.8	10.5	6.9	8.2										
0.35	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	8.8	11.8	6.9	9.3										
0.40	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	8.8	11.8	6.9	10.4										
0.45	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	8.8	11.8	6.9	11.6										
0.50	9.6	11.5	9.9	11.8	9.5	11.4	8.8	11.8	6.9	11.6										
供用期間中試験																				
0	11.1	13.8	10.0	12.6	8.5	10.8	7.0	8.7	5.5	6.9										
0.05	11.8	14.4	10.8	13.0	9.3	11.2	7.5	9.1	6.0	7.2										
0.10	13.0	15.6	11.8	14.2	10.2	12.1	8.2	9.9	6.4	7.8										
0.15	14.4	17.2	13.2	15.7	11.2	13.5	9.1	10.9	7.2	8.7										
0.20	14.4	17.2	14.8	17.7	12.6	15.1	10.3	12.3	8.1	9.7										
0.25	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	11.7	13.9	9.1	10.9										
0.30	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	13.2	15.7	10.3	12.3										
0.35	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	13.2	17.7	10.3	13.9										
0.40	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	13.2	17.7	10.3	15.6										
0.45	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	13.2	17.7	10.3	17.4										
0.50	14.4	17.2	14.8	17.7	14.2	17.1	13.2	17.7	10.3	17.4										

(注1) 欠陥外形寸法比 a/l および板厚の中間値については, 比例配分してよい。

(注2) 肉厚 t は公称値または UT 試験で求めた実際の値でよい。

(注3) 表面欠陥の全体の深さは 2a である。

第2.11表 許容平板状欠陥インテンシティーケージョン

材料 : 技術基準の要求事項に合致し, 室温における最小降伏点が 25 kg/mm^2 以下に規定されたオーステナイト鋼

外形法比 a/ℓ	体積試験法						表面試験法	
	7.9以下		25.4		50.8		76.2	
	表面 $a/\ell, \%$	内部 $a/\ell, \%$	表面 $a/\ell, \%$	内部 $a/\ell, \%$	表面 $a/\ell, \%$	内部 $a/\ell, \%$	表面 $a/\ell, \%$	内部 $a/\ell, \%$
供用前試験								
0	9.4	9.4	8.5	8.5	8.0	8.0	7.6	7.6
0.05	9.6	9.6	8.6	8.6	8.2	8.2	7.7	7.7
0.10	9.8	9.8	8.8	8.8	8.3	8.3	7.8	7.8
0.15	9.9	9.9	8.9	8.9	8.4	8.4	7.9	7.9
0.20	10.0	10.0	9.1	9.1	8.6	8.6	8.1	8.1
0.25	10.0	10.0	9.2	9.2	8.7	8.7	8.2	8.2
0.30	10.0	10.0	9.4	9.4	8.9	8.9	8.3	8.3
0.35	10.0	10.0	9.5	9.5	9.0	9.0	8.5	8.5
0.40	10.0	10.0	9.7	9.7	9.1	9.1	8.6	8.6
0.45	10.0	10.0	9.8	9.8	9.3	9.3	8.7	8.7
0.50	10.0	10.0	10.0	10.0	9.4	9.4	8.9	8.9
供用期間中試験								
0	11.7	11.7	10.6	10.6	10.0	10.0	9.5	9.5
0.05	12.0	12.0	10.7	10.7	10.2	10.2	9.6	9.6
0.10	12.2	12.2	11.0	11.0	10.4	10.4	9.7	9.7
0.15	12.4	12.4	11.1	11.1	10.5	10.5	9.9	9.9
0.20	12.5	12.5	11.4	11.4	10.7	10.7	10.1	10.1
0.25	12.5	12.5	11.5	11.5	10.9	10.9	10.2	10.2
0.30	12.5	12.5	11.7	11.7	11.1	11.1	10.4	10.4
0.35	12.5	12.5	11.9	11.9	11.2	11.2	10.6	10.6
0.40	12.5	12.5	12.1	12.1	11.4	11.4	10.7	10.7
0.45	12.5	12.5	12.2	12.2	11.6	11.6	10.9	10.9
0.50	12.5	12.5	12.5	12.5	11.7	11.7	11.1	11.1
							7.93以下	5.08
							25.4	6.35
							50.8	11.43
							76.2以上	16.51

(注1) 欠陥外形寸法比 a/ℓ および板厚の中間値については, 比例配分してよい。
 (注2) 肉厚 t は公称値または UT 試験で求めた実際の値でよい。
 (注3) 表面欠陥の全体の深さは $2a$ である。

第2.12表 許容ラミネーション欠陥インディケーション^{C*}

公称配管肉厚, t(mm)	ラミネーション欠陥面積 (cm ²)
15.8 以下	8.0
50.8	25.8
152.4	77.4

(注1) ラミネーション欠陥インディケーションの面積は
1.8.2 b(6)に従うこと。

(注2) 配管肉厚の中間値については、比例配分してよい。

第2.13表 許容平板状欠陥インディケーション^{A*}

材料 : 技術基準の要求事項に合致する SA-193 Grade B7, SA-320
Grade L43, SA-540 class 3 Grade B23, 24 および JIS 相当材

直径範囲 : 公称径 100 mm を越えるもの

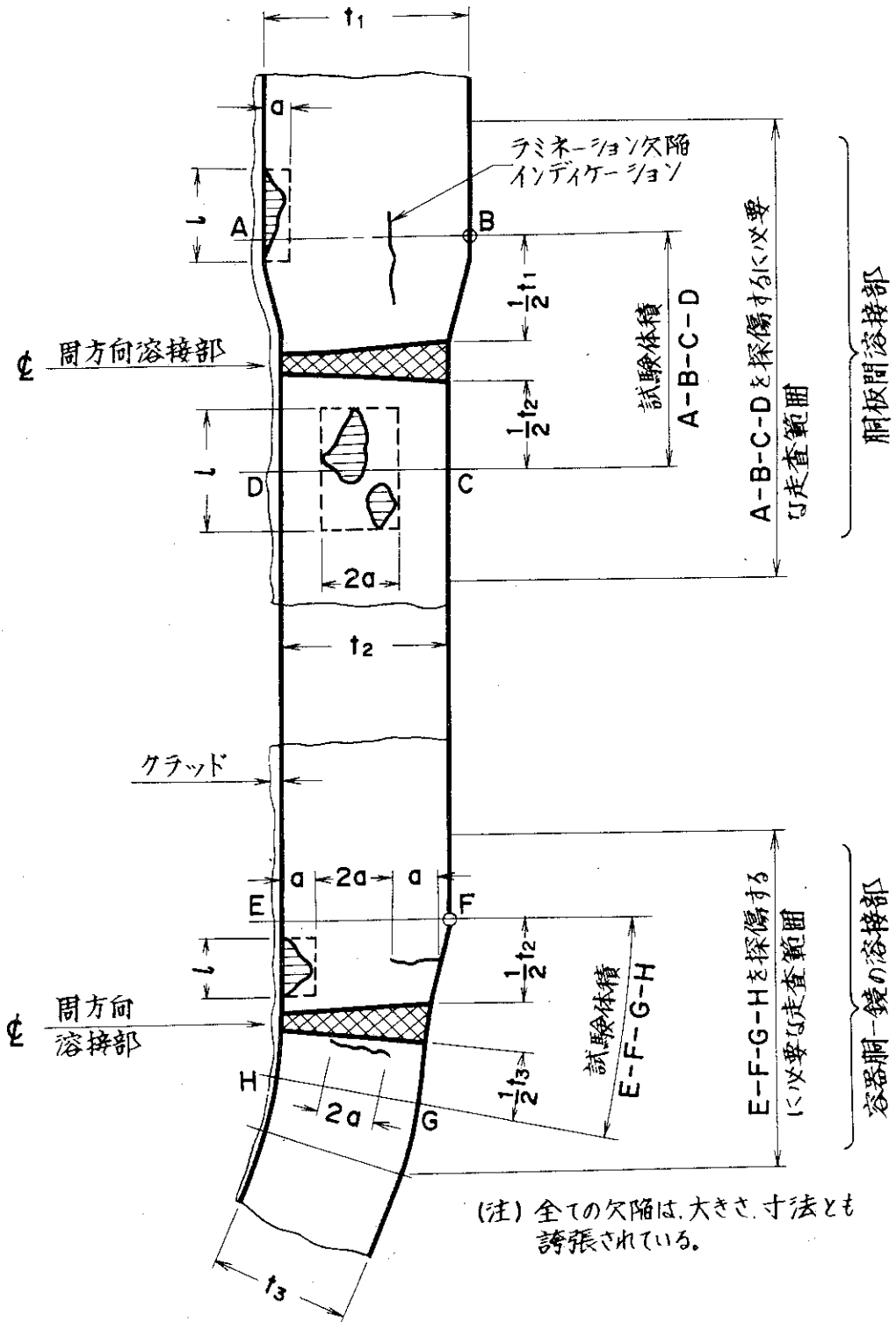
外形寸法比 a/ℓ (注1)	内部欠陥インディケーション(注2) a(mm)
0.0	2.5
0.10	2.5
0.20	3.8
0.30	3.8
0.40	5.0
0.50	6.3

直径範囲 : 公称径 50mm以上, 100mm以下

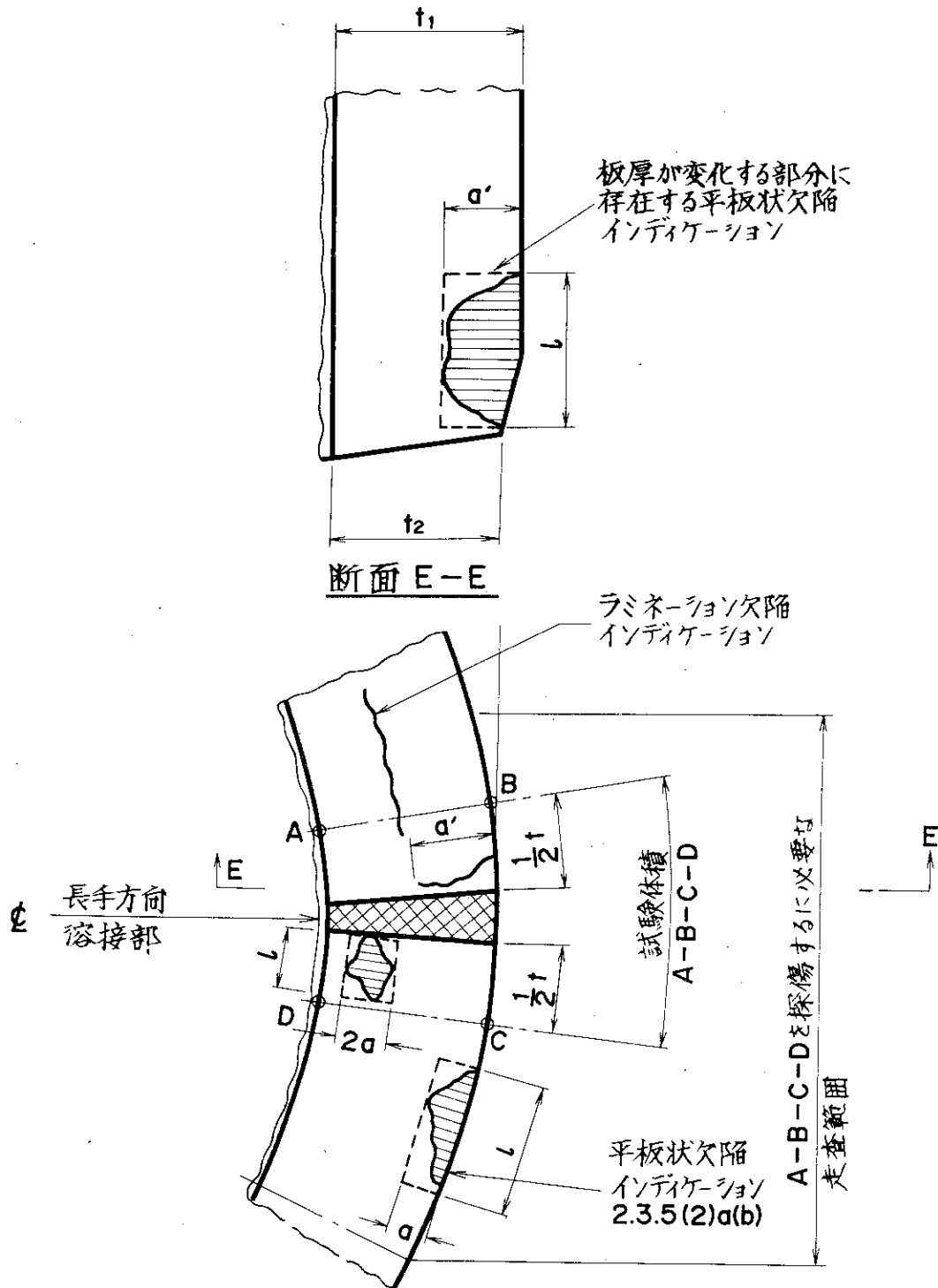
外形寸法比 a/ℓ (注1)	内部欠陥インディケーション(注2) a(mm)
0.0	1.9
0.10	1.9
0.20	2.5
0.30	2.5
0.40	3.8
0.50	4.5

(注1) 寸法 a および ℓ は、第2.14図に規定されている。また、欠陥外形寸法比 a/ℓ
の中間値については、比例配分してよい。

(注2) 許容内部欠陥インディケーションの合計深さは、上記表中の値を2倍したもの
である。

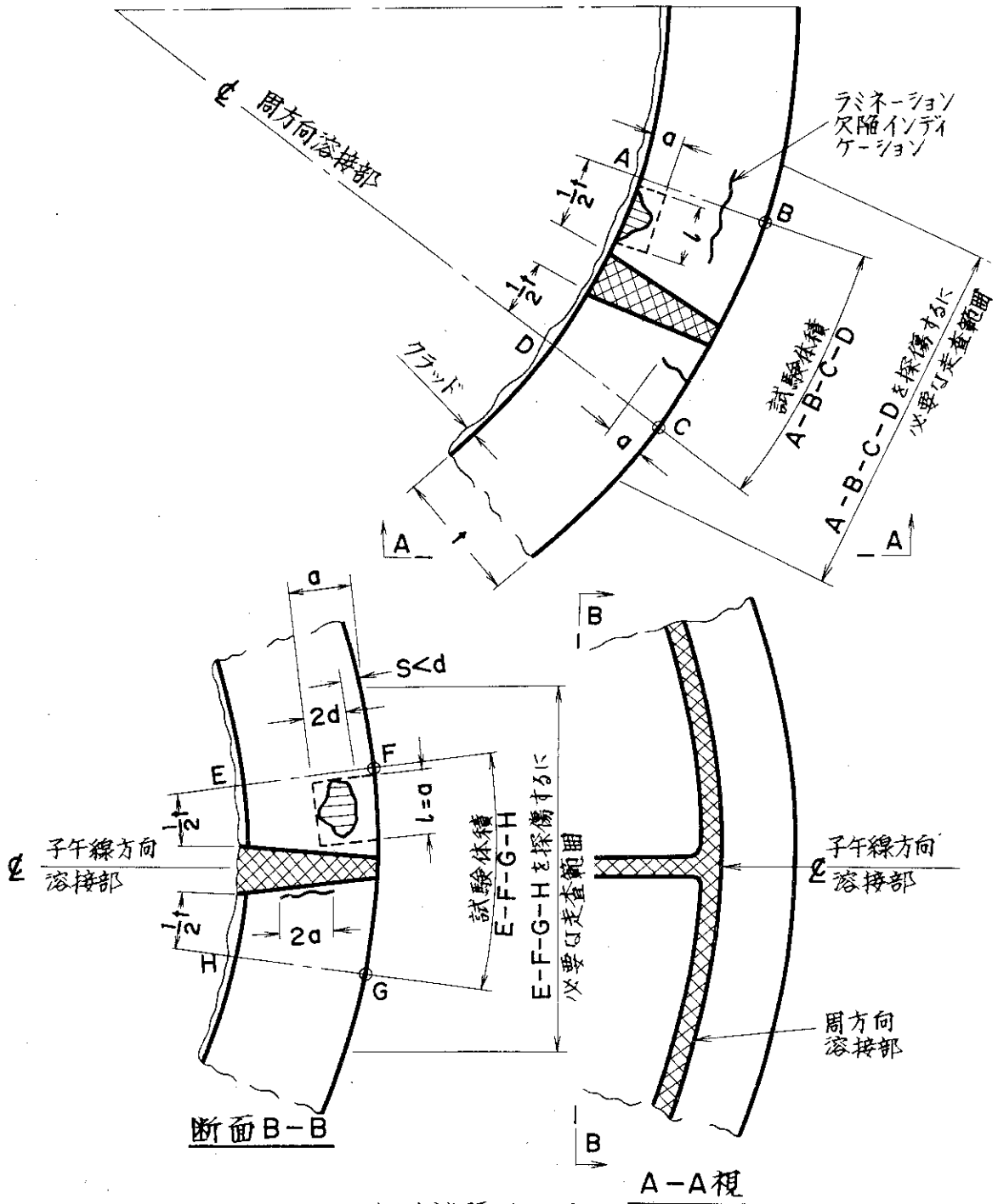


第 2.1 図 容器胴周方向溶接部 ^{A*}



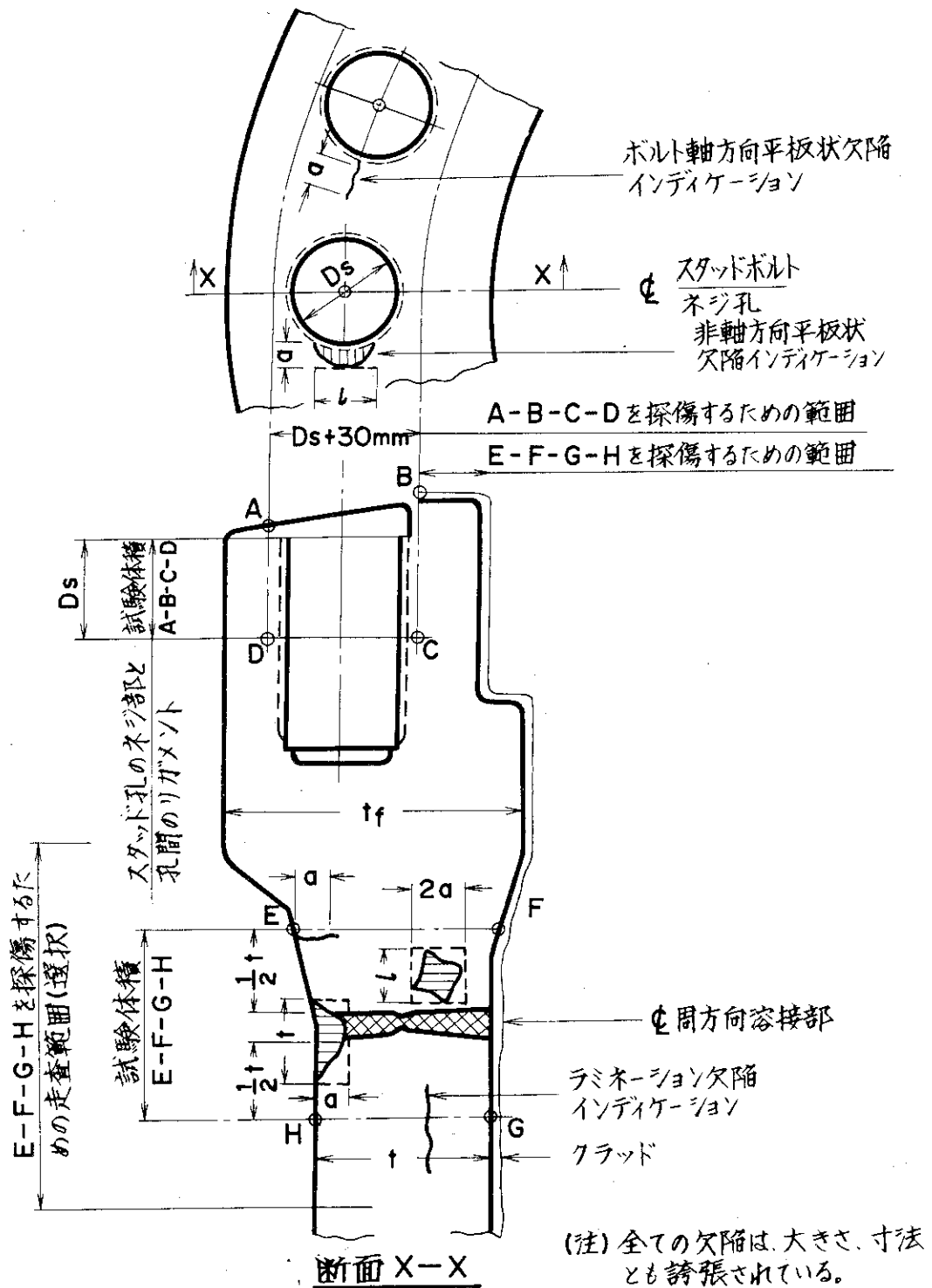
(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.2 図 容器胴長手方向溶接部 ^{A*}

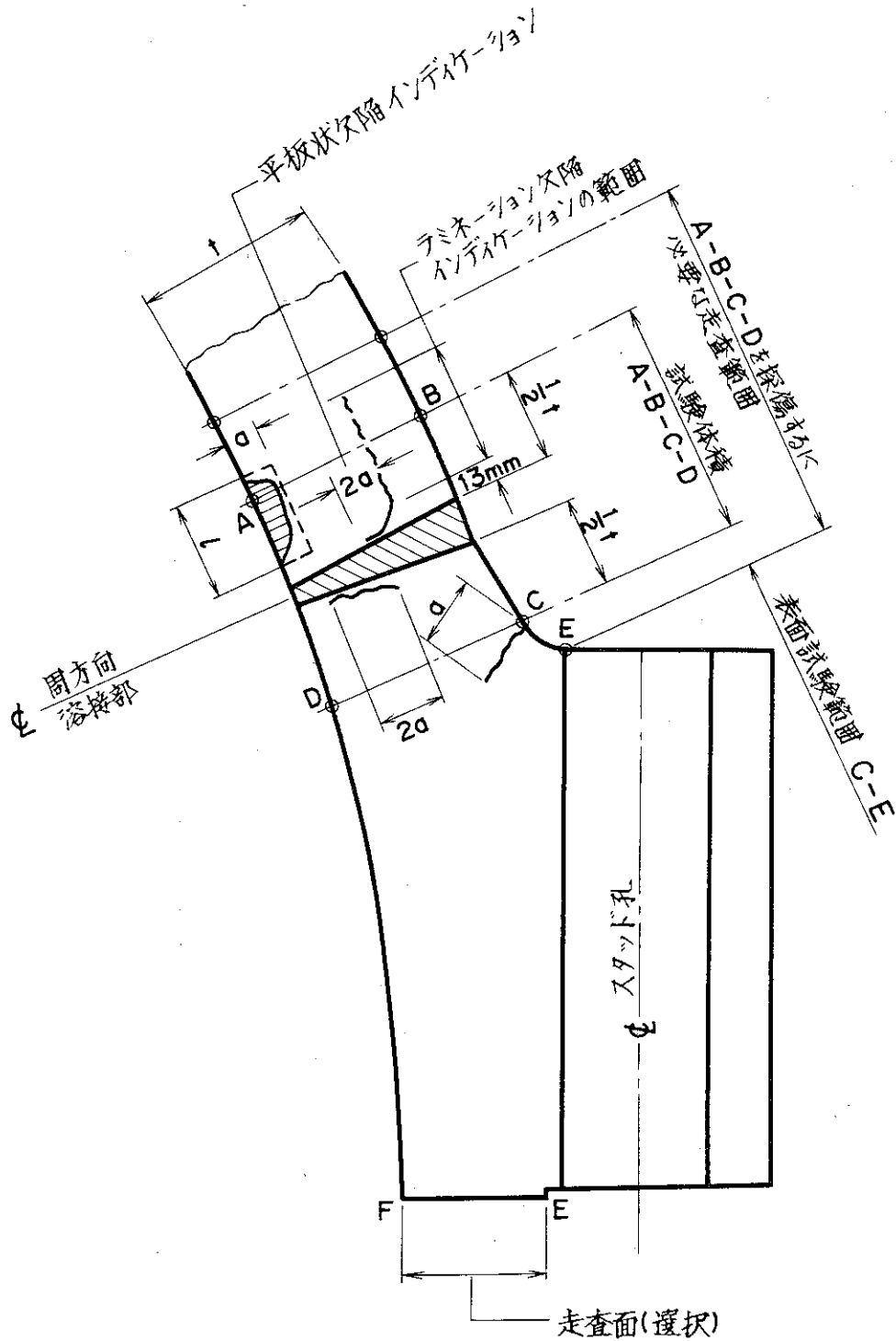


(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.3 図 球状容器上蓋一周方向および子午線方向溶接部^{A*}

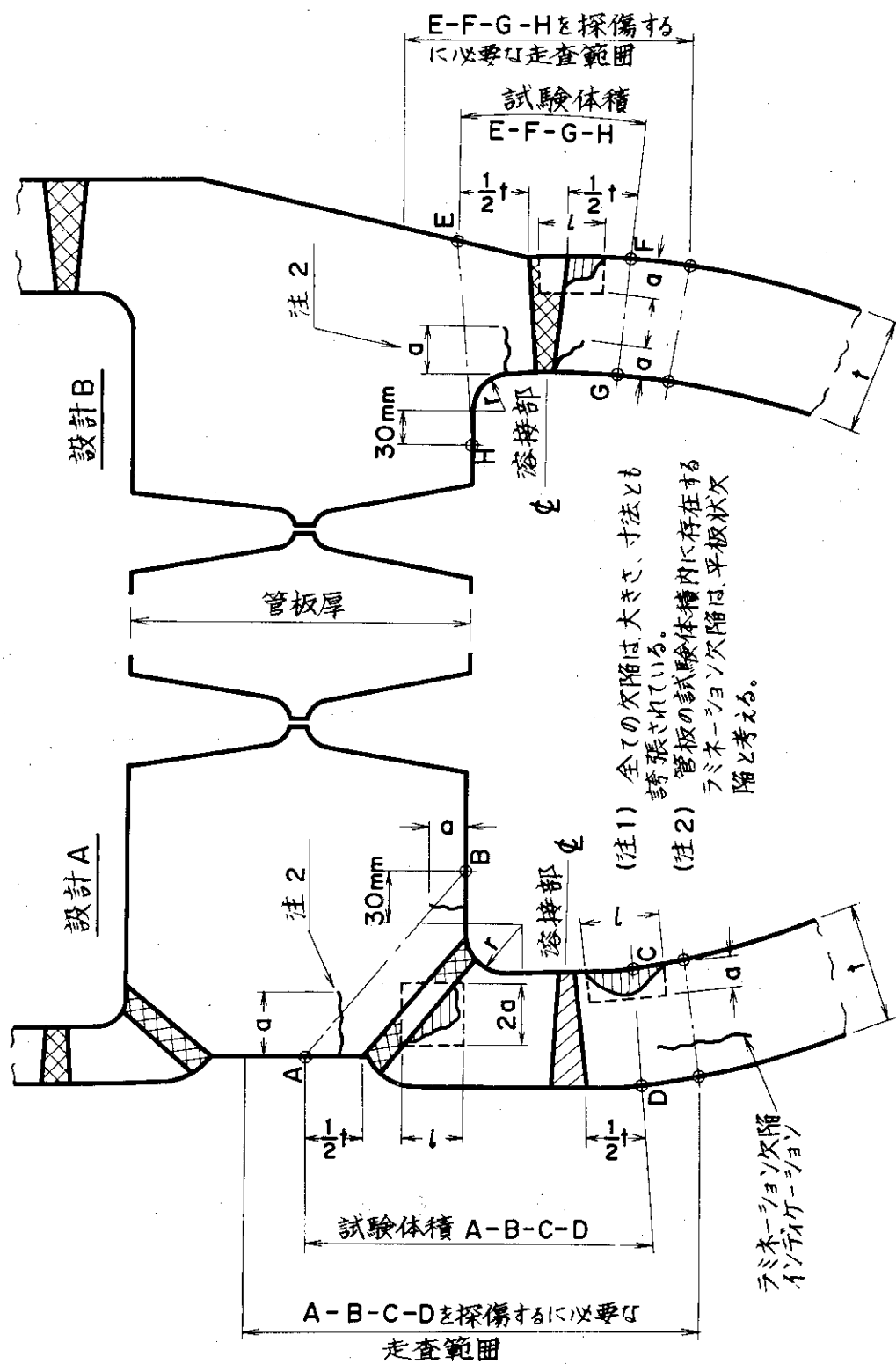


第 2.4 図 胴-フランジ溶接部^{A*}

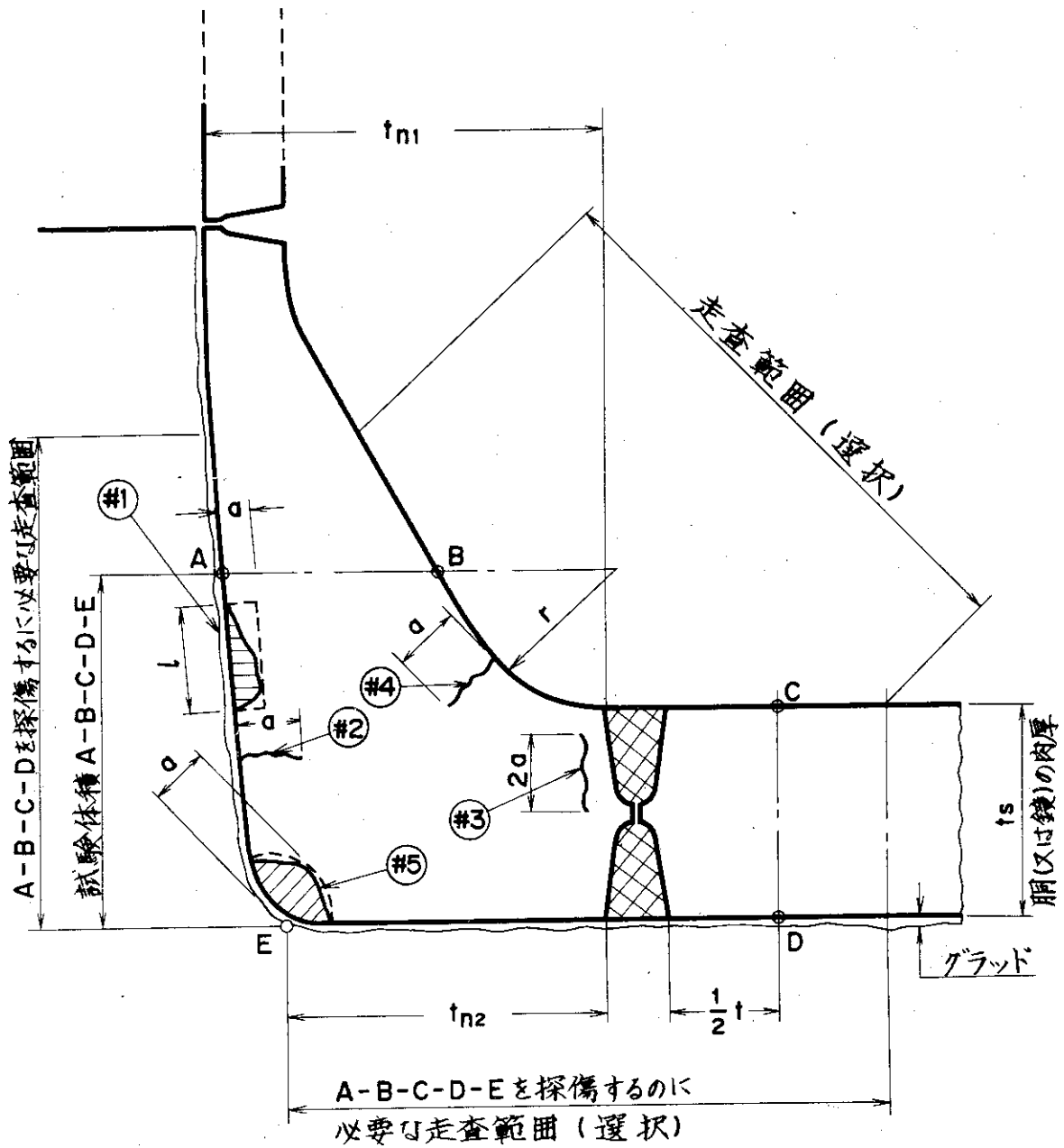


(注) 全ての欠陥は大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.5 図 鏡-フランジ溶接部^{A*}

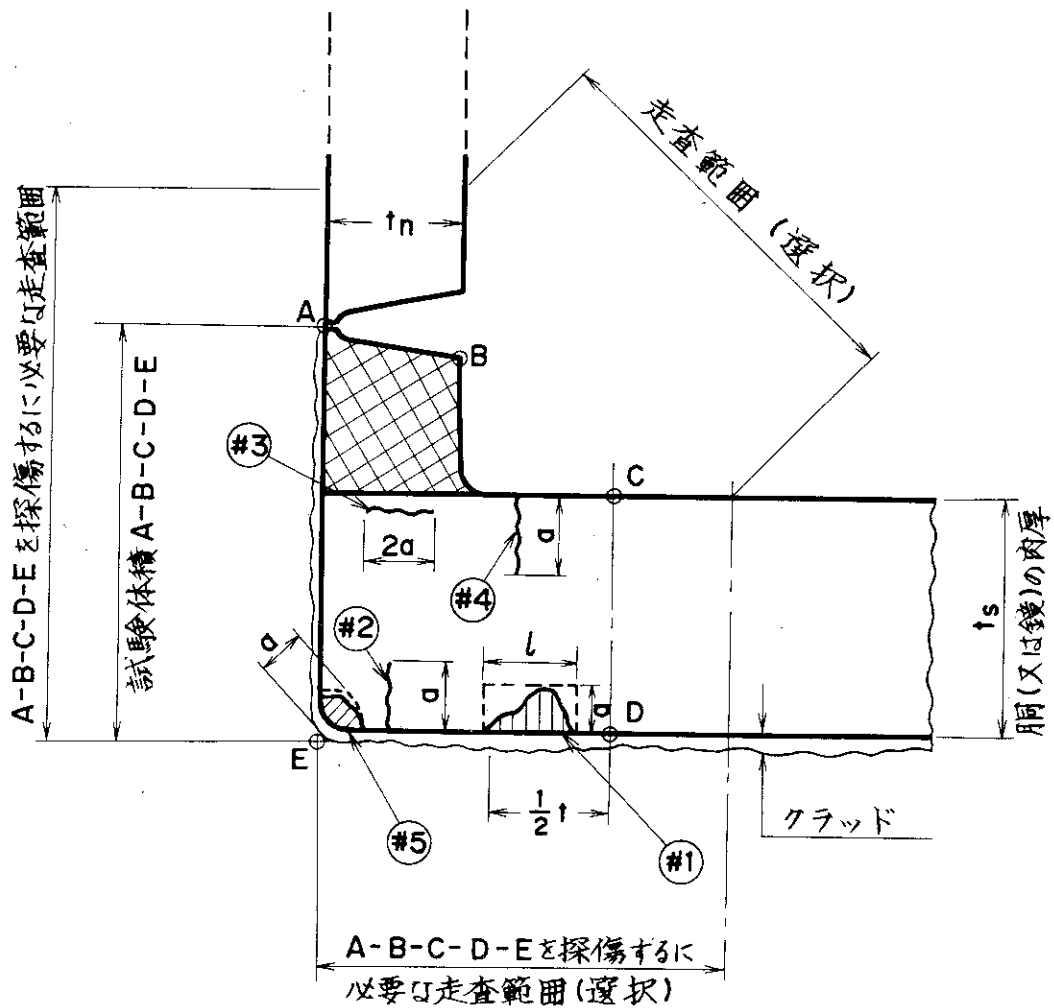


第2.6図 代表的な管板-鏡溶接部^{B*}



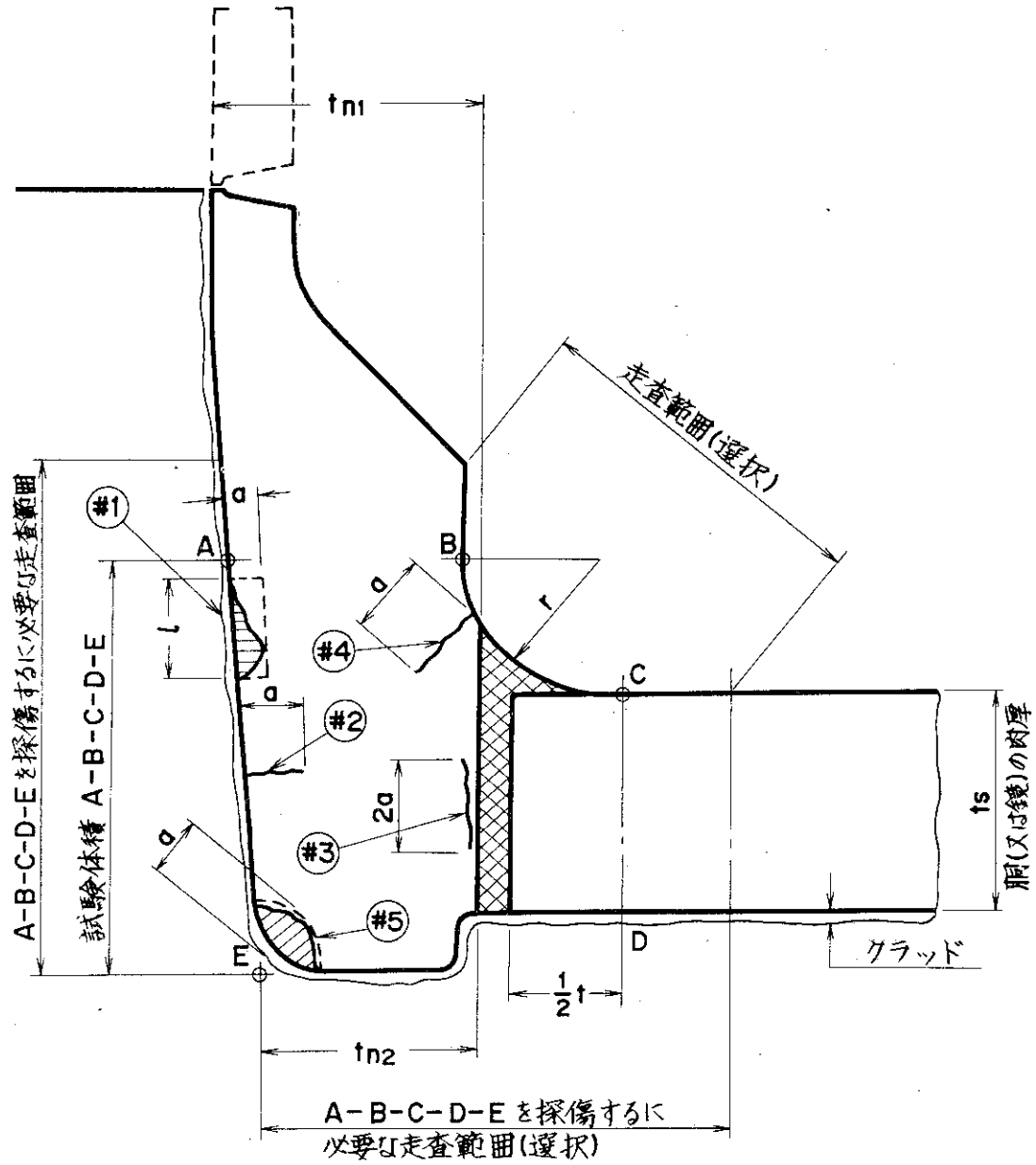
(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.7 図 ノズル-胴または鏡溶接部 (その 1)^{G*}
 (内部補強の有無にかかわらずノズルに適用する)



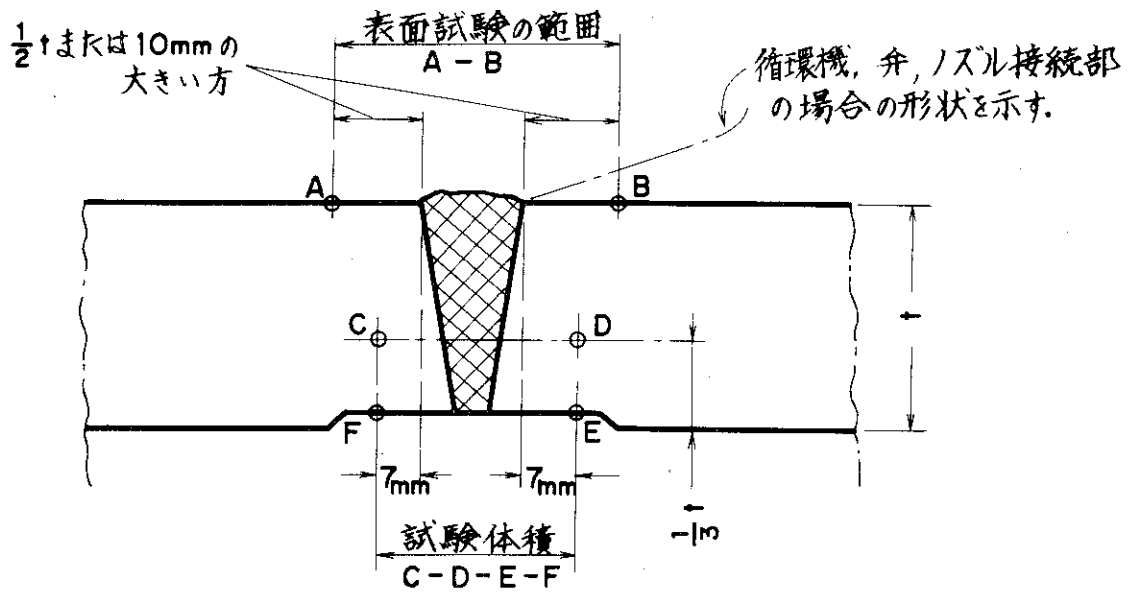
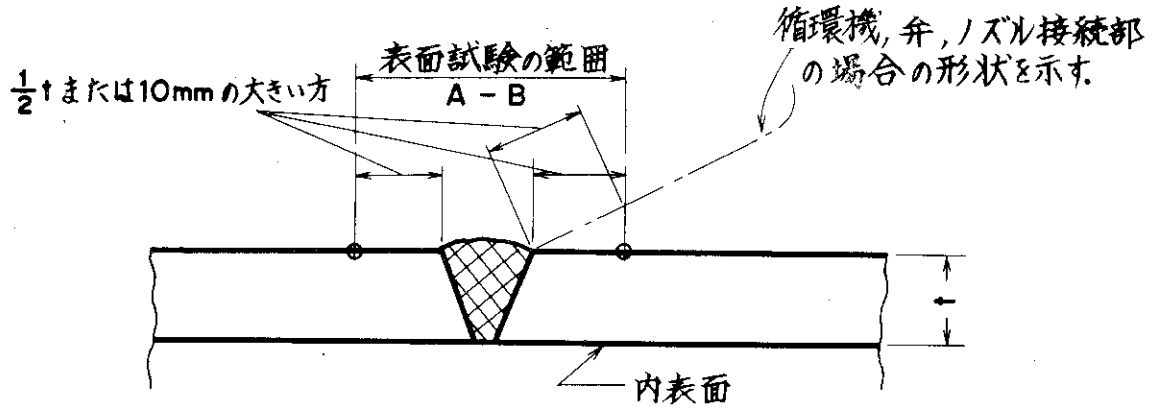
(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.8 図 ノズル-胴または鏡溶接部 (その 2)^{Q*}
 (内部補強の有無にかかわらずノズルに適用する)



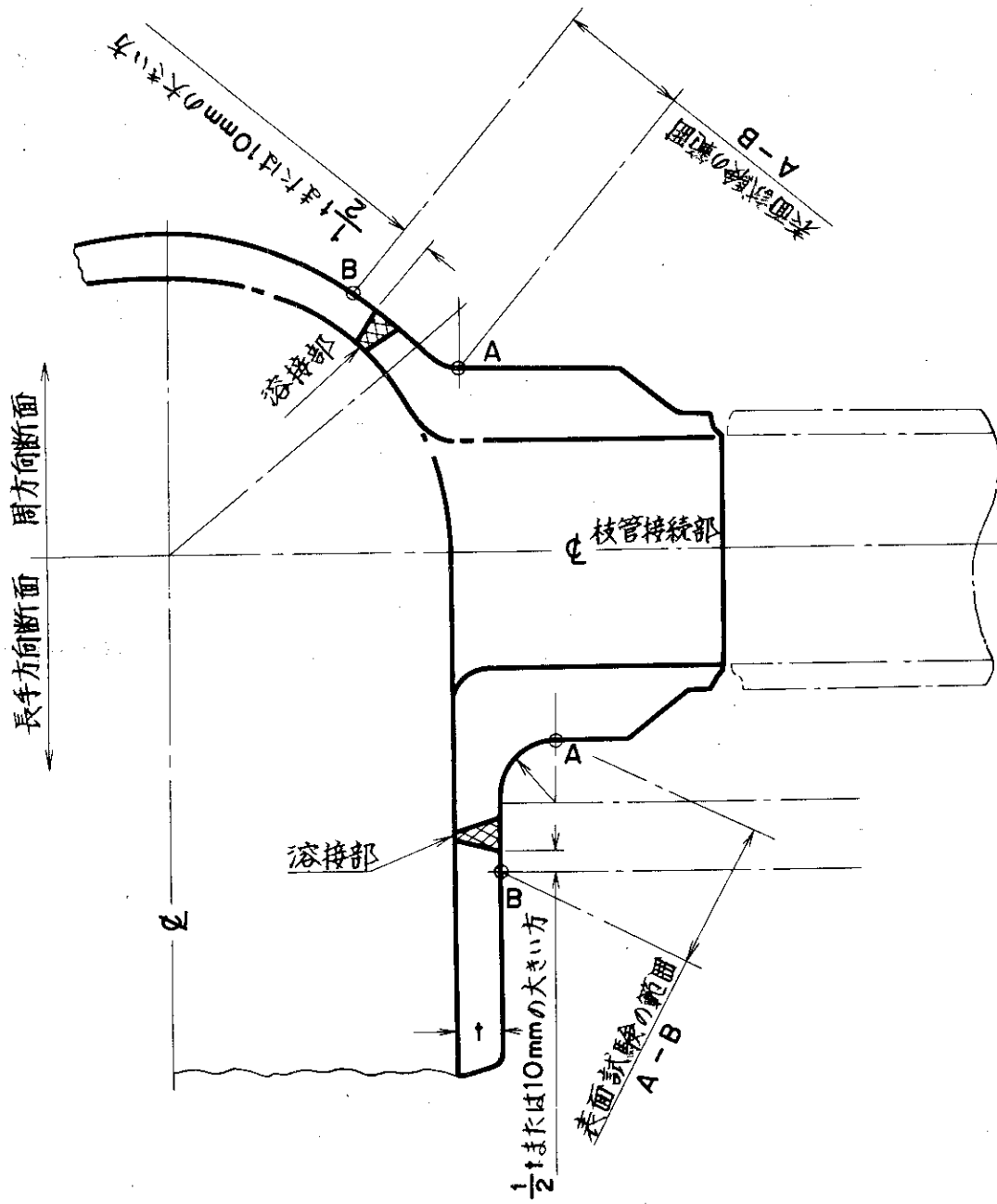
(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.9 図 ノズル-胴または鏡溶接部 (その 3)^{A*}
 (内部補強の有無にかかわらずノズルに適用する)

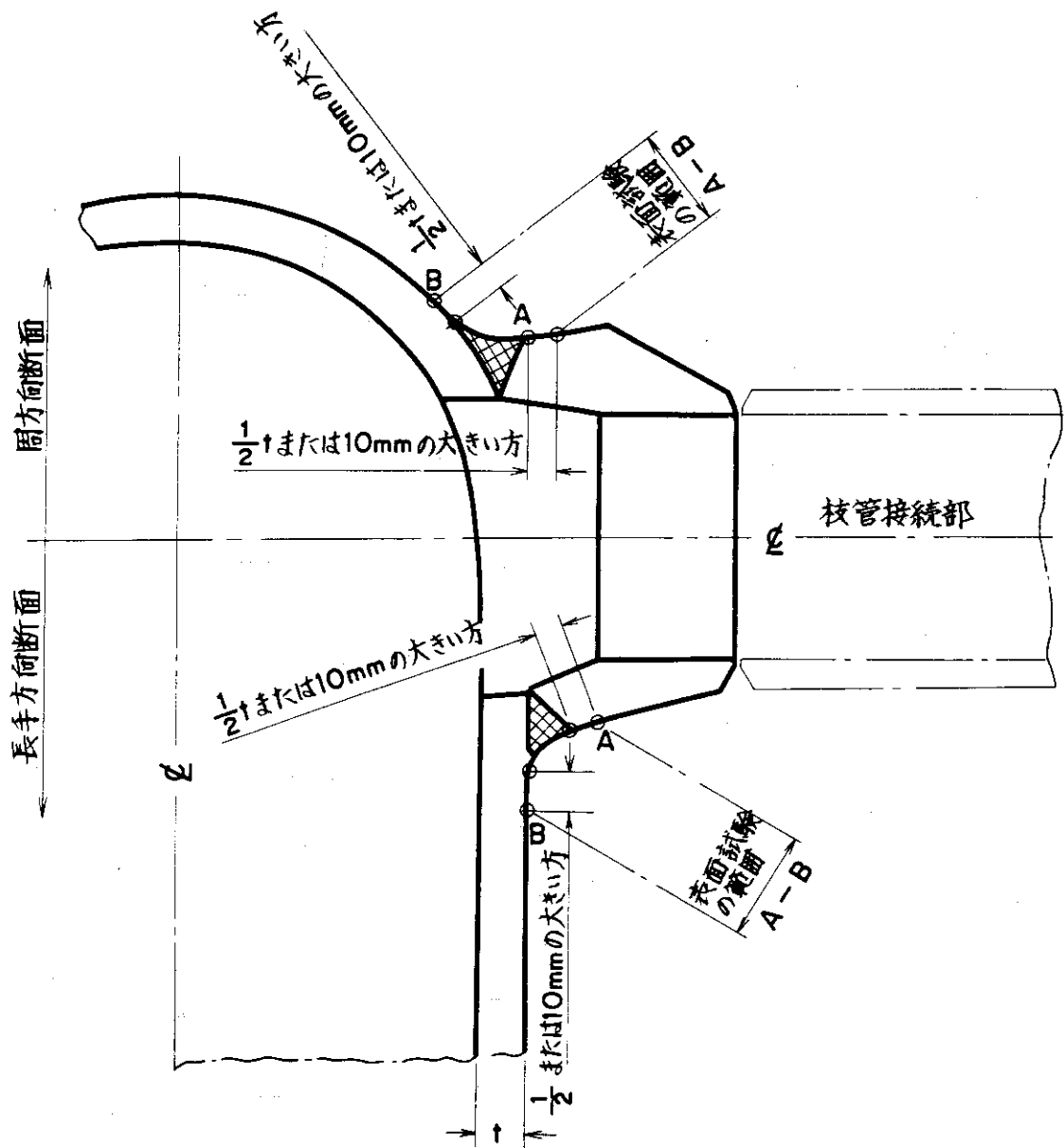


公称管径が100mm以上の配管の溶接部

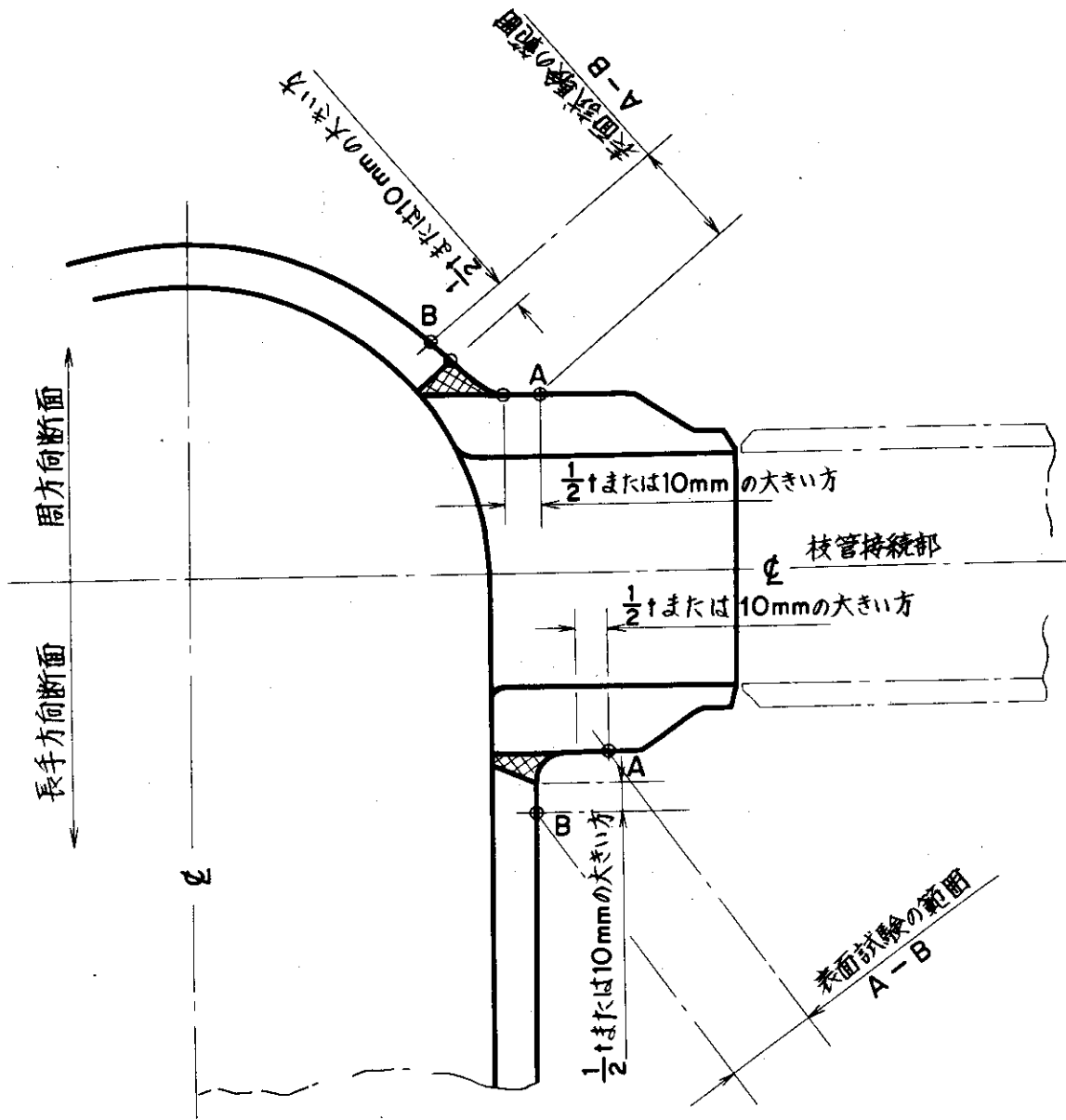
第2.10図 配管溶接部^{D*}



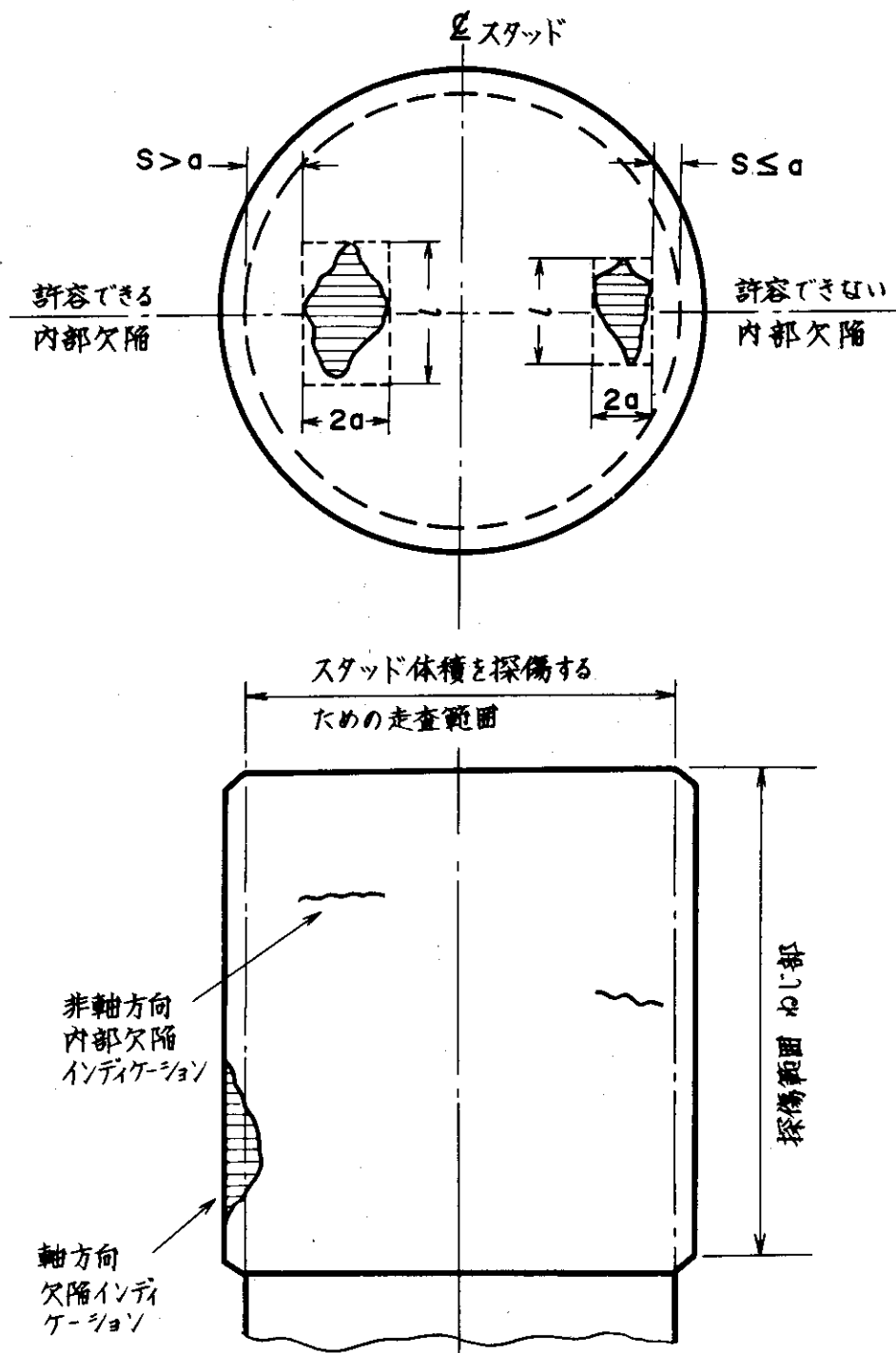
第 2.11 図 枝管接続部 (その 1)^{A*}



第 2.12 図 枝管接続部 (その 2)¹⁾*

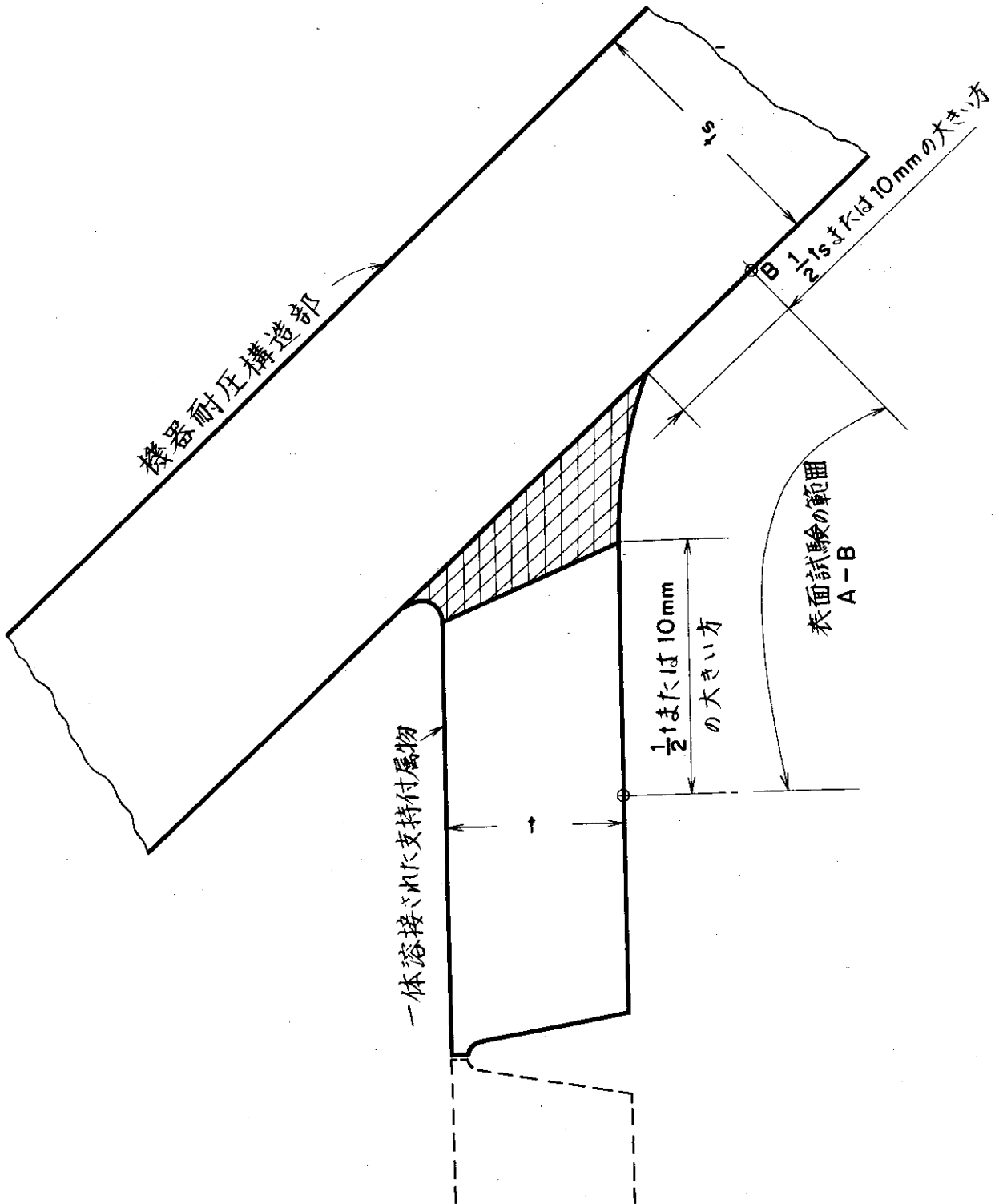


第 2.13 図 枝管接続部 (その 3)^{A*}

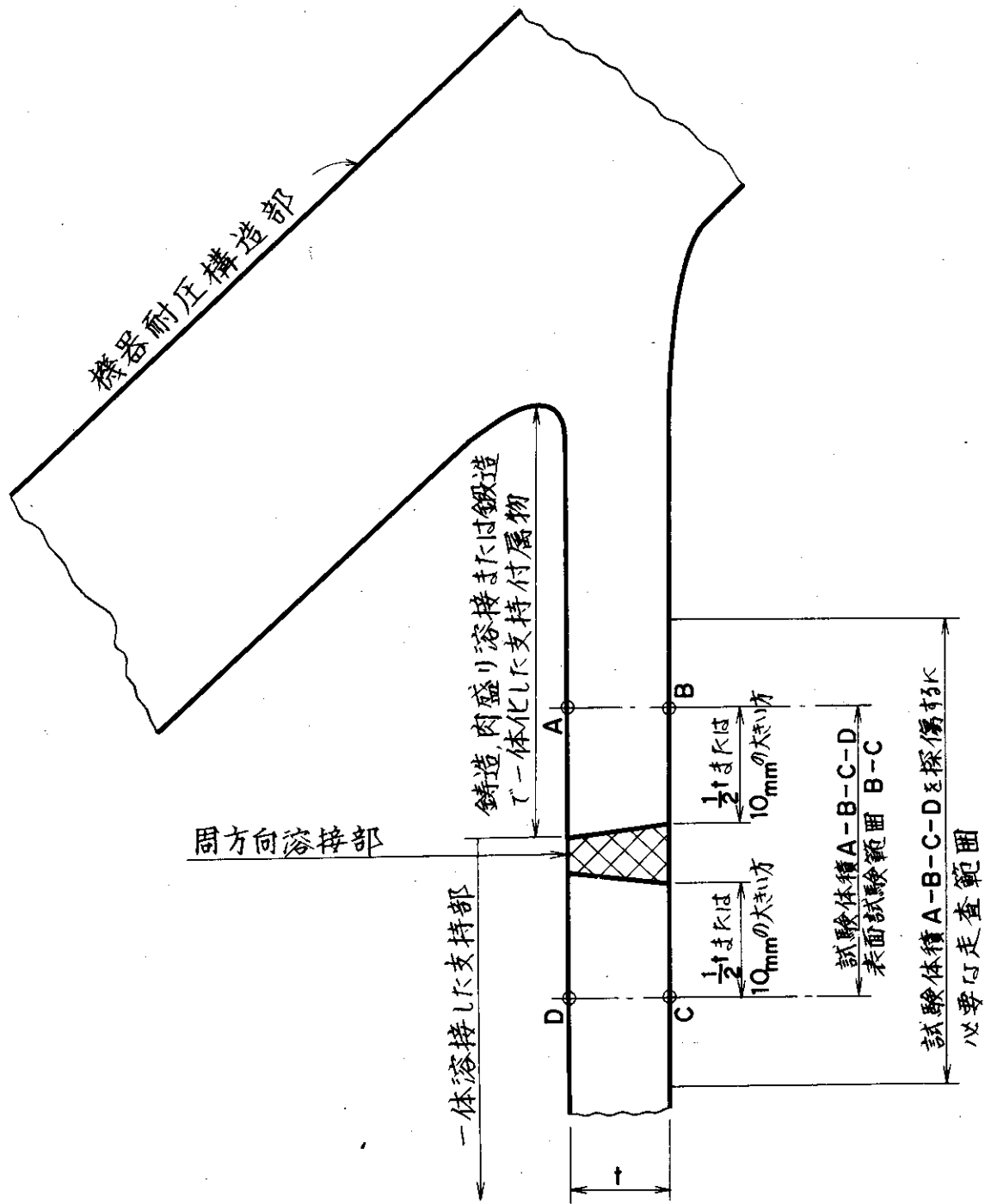


(注) 全ての欠陥は、大きさ、寸法とも誇張されている。

第 2.14 図 スタッドボルト内のインディケーション^{A*}

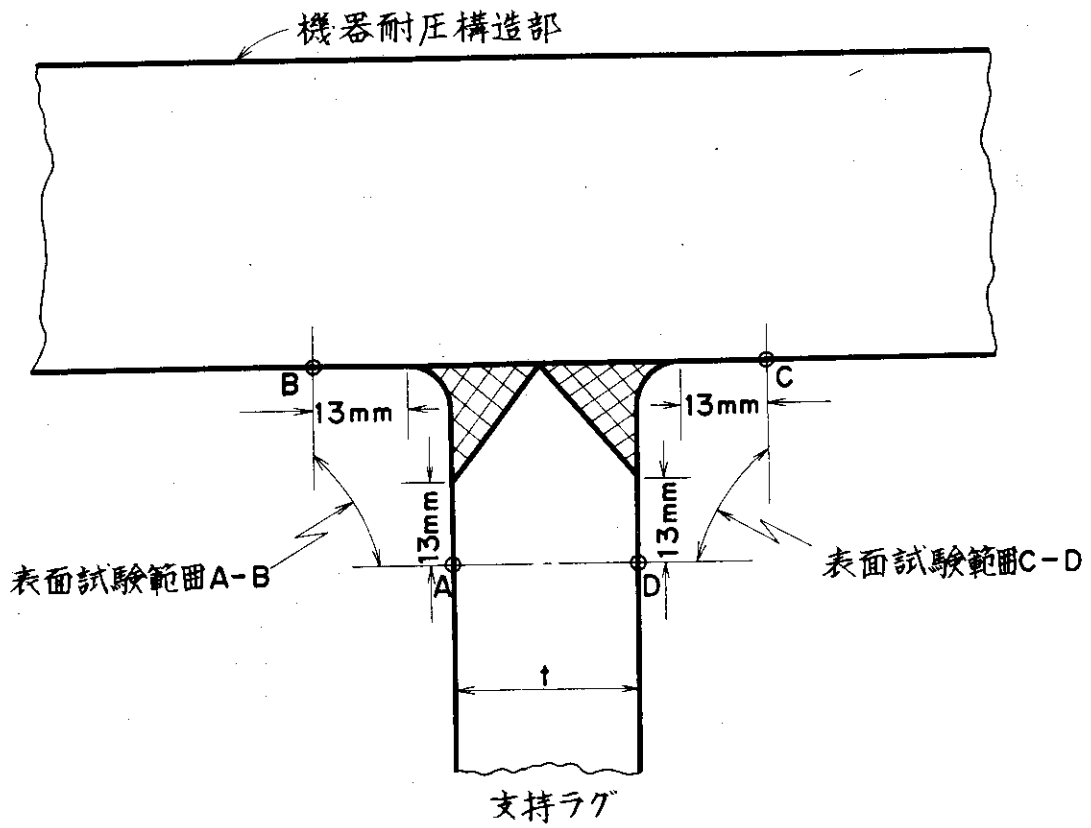


第 2.15 図 支持部の周方向溶接部^{D*}

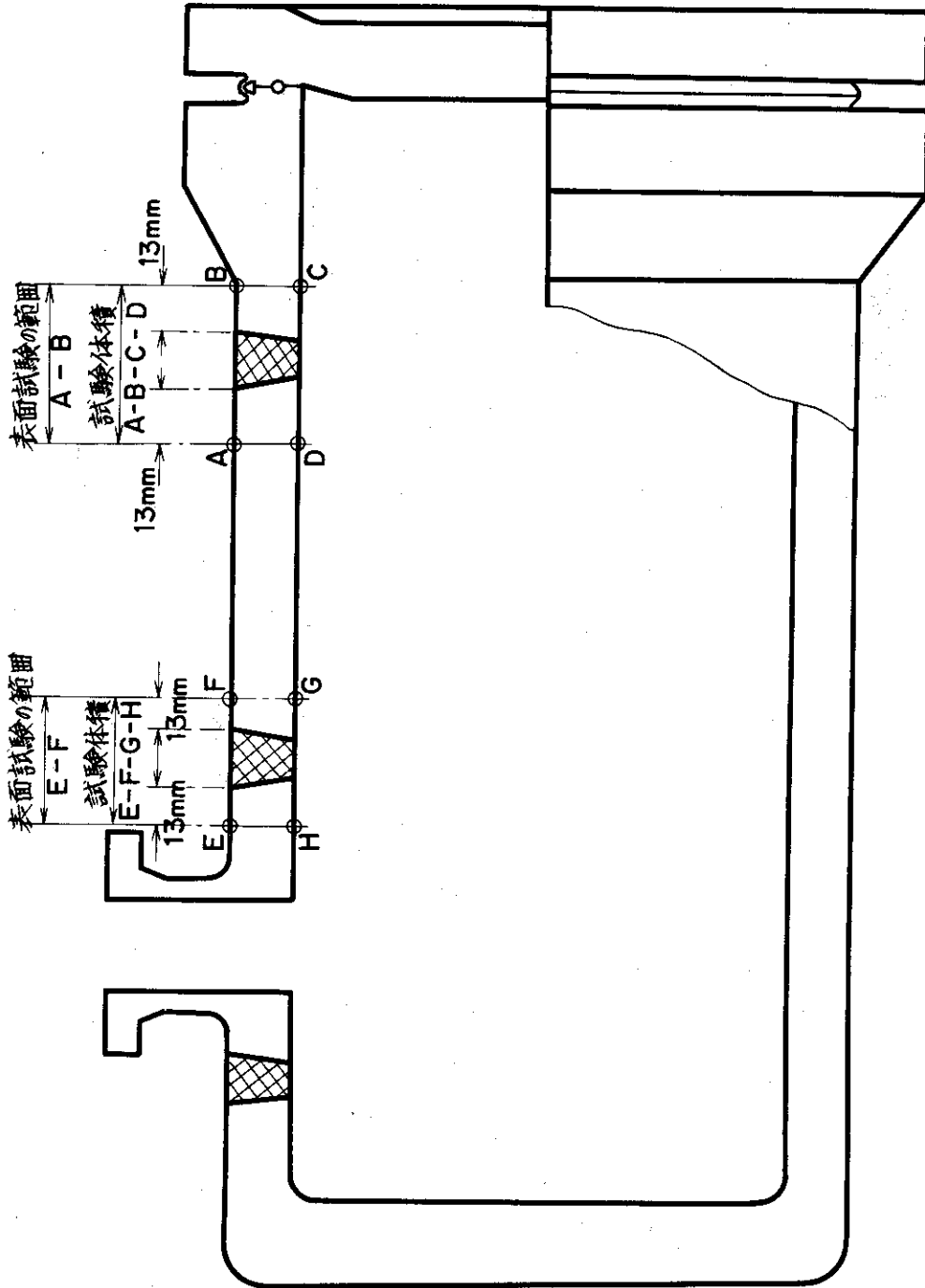


(注) 周方向溶接部に関し一つの側面(B-C)からの体積試験を表面試験の代替としてよい。

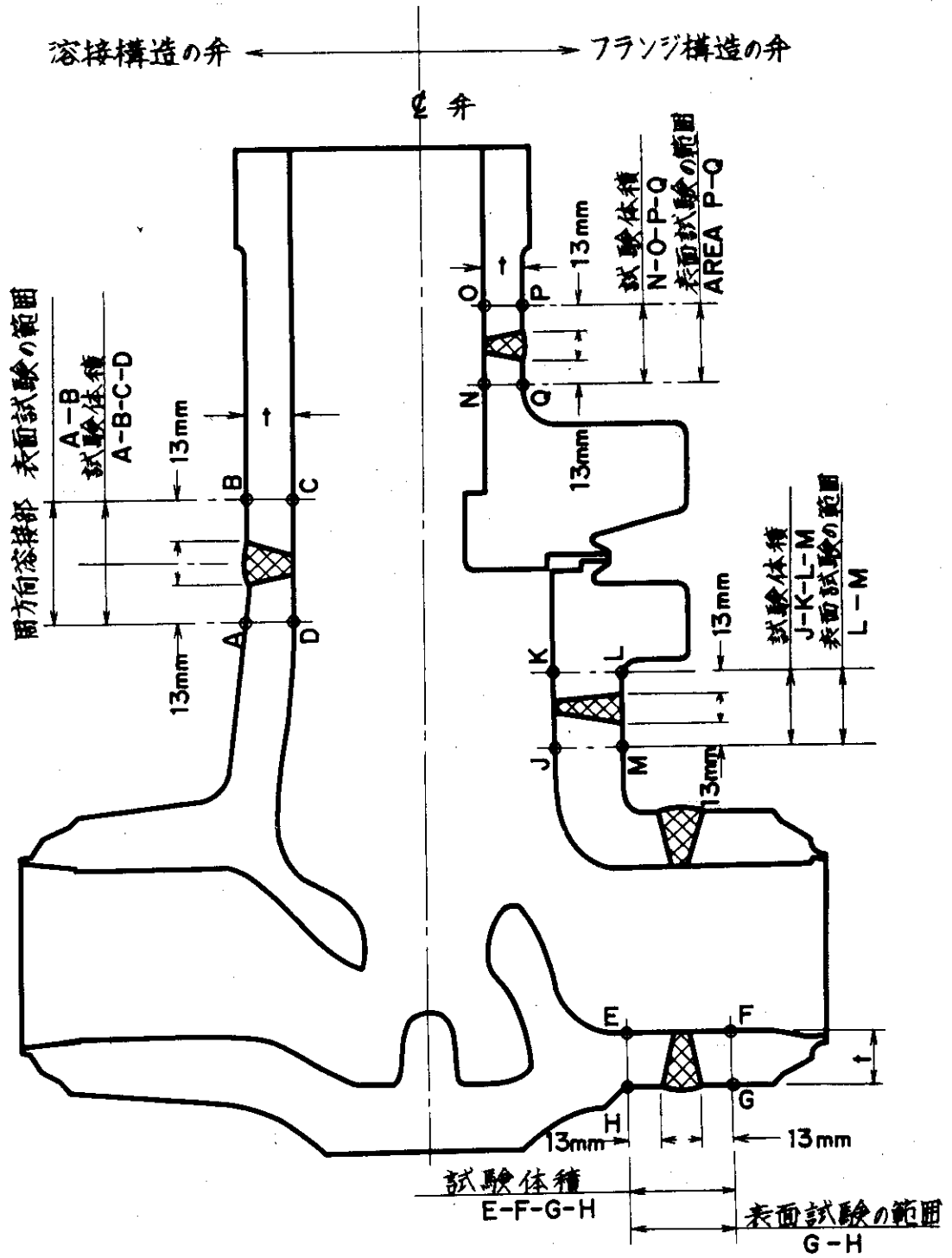
第 2.16 図 支持部の周方向溶接部^{D*}



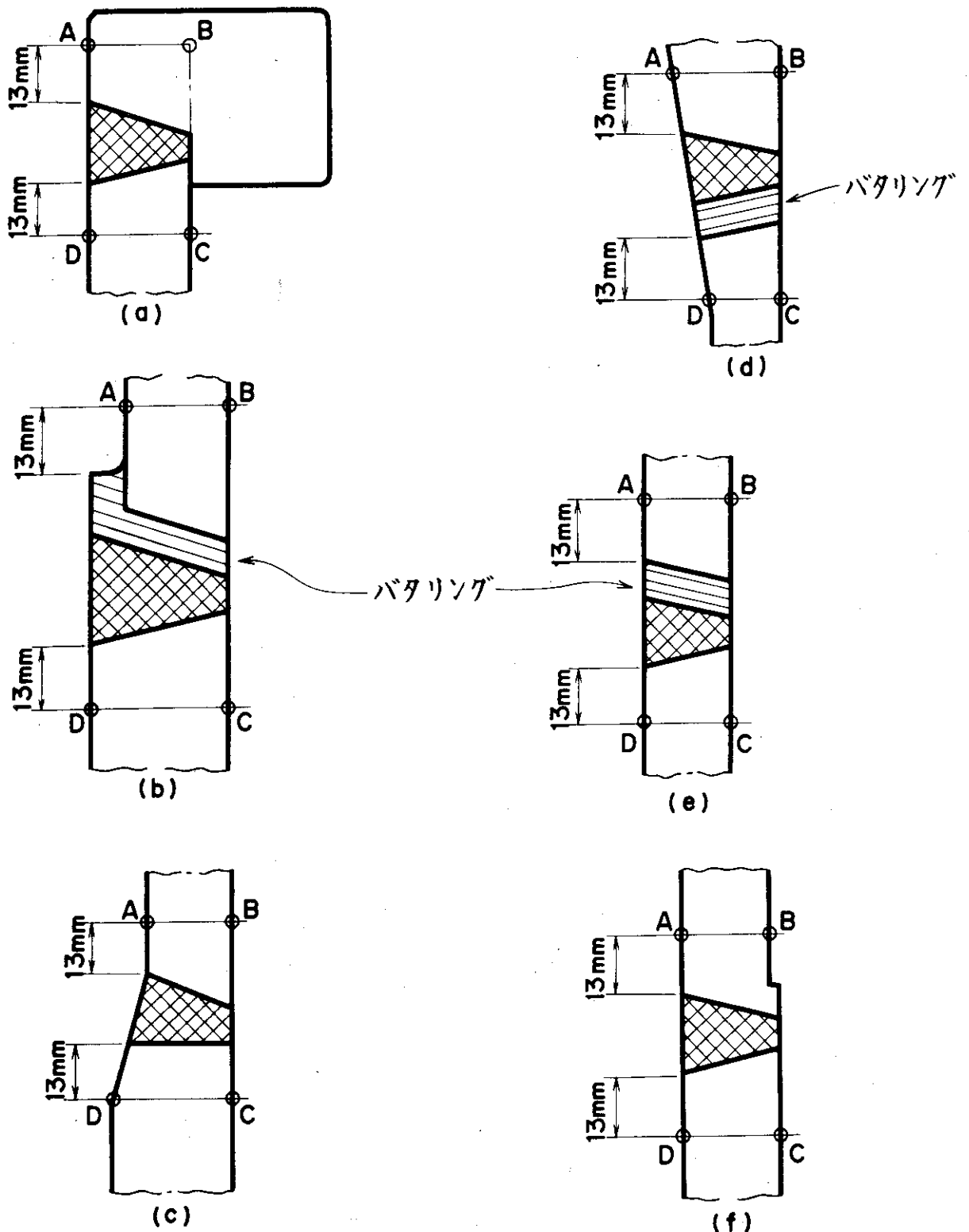
第 2.17 図 支持ラグ付属物^{D*}



第 2.18 図 ガス循環機胴裕接部^{G*}



第 2.19 図 弁胴溶接部^{G*}



試験体積 A-B-C-D
表面試験の範囲 A-D

第 2.20 図 制御棒駆動機構の耐圧ハウジングの溶接部^{D*}

2.4 補修および取替^{B*}

2.4.1 適用範囲

2.3項において補修することが必要になった欠陥については、その系の機器が運転を再開する前に補修するか、または欠陥のある部分を取替えなければならない。また、これらの補修部もしくは新しく取り付けられた部品に対しては再試験を行わなければならない。

2.4.2 補修

(1) 溶接を必要としない補修

(a) 表面欠陥

表面欠陥は、欠陥除去後の寸法が必要厚さを満足するならば、機械的方法で除去すること。熱を加える方法は使用してはならない。欠陥除去後は技術基準に規定している試験要領にしたがって磁粉探傷試験または浸透探傷試験を行ない、2.3.4項に示す許容欠陥基準が満足されなければならない。

(b) 2.4.2(1)a)項の規定内で欠陥が完全に除去できない場合で、溶接補修後の溶接後熱処理が不可能もしくは実際的でない場合には、下記の規定にしたがって除去してもよい。

- ① 欠陥除去後の凹部は円形であり、その直径および間隔は技術基準に示す補強を必要としない開孔部に対する限界値および2.3.4項の限界値を越えないこと。
- ② 凹部の深さは技術基準に示す補強を必要としない開孔部に対する限界値を越えないこと。
- ③ 欠陥除去の方法は、2.4.2(1)a)項と同様とする。
- ④ 凹部の仕上げ完了後、2.3.4項に規定している試験要領にしたがって磁粉探傷試験または浸透探傷試験を行ない、2.3.4項に示す許容欠陥基準が満足されなければならない。

(2) 溶接を必要とする補修

溶接による補修は、当該法規に規定する溶接施行法および溶接士によって実施し、かつ検査しなければならない。補修後の検査に用いる試験の方法は、補修前の検査に用いたと同じ方法を用いて実施し、その結果は、その後の供用期間中検査の基準となるように記録しておかなければならない。

2.4.3 系の漏洩および耐圧試験^{B*}

原子炉冷却材圧力バウンダリにかかわる部材を溶接により補修した後は、2.5項に規定する漏洩および耐圧試験を実施しなければならない。ただし、強度部材に含まれない肉盛溶接部の補修後は上記漏洩および耐圧試験を省略することができる。

また、もし、補修された部分が極めて小さくて、明らかに構造上の強度が害されていないことが解析され評価されている場合は、上記漏洩および耐圧試験を省略することができる。ただし、この場合、その解析および評価の結果を記録しておかなければならない。

2.4.4 補修計画

補修計画は、すべて本規程の内容を満足するものでなければならない。すなわち、溶接士および

び溶接施行方法については 2.4.2(2)項、非破壊試験の方法および非破壊試験検査員および作業者については 1.5 項および 1.6 項の要求にそれぞれ合致しているものでなければならない。

補修計画は、フロント現地を管轄する監督官庁の審査を受けること。

2.5 クラス 1 機器ならびに系の漏洩および耐圧試験

2.5.1 ヘリウム系およびヘリウム系機器^{F*}

(1) 一般

原子炉冷却材圧力バウンダリに対して、加圧媒体として冷却材ヘリウムを用いて次の試験を行わなければならない。

- a. 燃料交換後、運転開始前の系の漏洩試験
- b. 各検査間隔の終りまたは終り近くの系の耐圧試験

(2) 試験圧力

系統の耐圧および漏洩試験は、系統の設計圧力 (Pd) の 1.20 倍以上の圧力で実施すること。

2.5.2 水系および水系機器^{D*}

(1) 一般

水系の冷却材圧力バウンダリに対して、その系統の冷却水を用いて次の試験を行わなければならない。

- a. 燃料交換後、運転開始前の系の漏洩試験
- b. 各検査間隔の終りまたは終り近くの系の水圧試験

(2) 試験圧力

a. 漏洩試験圧力

系の漏洩試験は、系の最高位値にある機器に対し、系の 100% 定格出力における定常運転圧力で実施しなければならない。

b. 水圧試験圧力

系の水圧試験は、系の最高位置にある機器に対し、系の 100% 定格出力における定常運転圧力 (Po) の 1.1 倍以上の圧力で実施しなければならない。

系構成部のフェライト系材料に対する遷移温度による判定基準を満たすために、38℃以上で系の水圧試験を行なう場合は、次の表に従い試験圧力を下げることができる。

試験温度	試験圧力
38 °C	1.10 Po
93 °C	1.08 Po
149 °C	1.06 Po
204 °C	1.04 Po
260 °C	1.02 Po

3. クラス 2 機器に対する要求事項

3.1 適用範囲および責任

3.1.1 適用範囲

本章は、EX-VHTGR におけるクラス 2 機器（耐圧部およびその支持部）に対する供用期間中検査の規程と要求事項を定める。

3.1.2 試験対象機器

(1) 試験対象機器

本章の試験要求事項は、クラス 2 機器（耐圧部およびその支持部）に適用する。

(2) 試験免除機器^{D*}

下記のいずれかに相当する機器は、第 3.2 表および第 3.3 表で要求される試験を免除し、代わりにシステムの漏洩および耐圧テスト時に肉眼試験を行なってよい。

a. 機器の機能による免除

- (a) 機器の機能が、停止のための熱除去運転、原子炉反応度制御または化学物質侵入の検出もしくはその制御に使用されないこと。
- (b) 機器又は機器の部品の故障によって、設計減圧事故に対して設定した割合を越える当該の冷却系の減圧が起こらないこと。

b. 機器の隔離による免除

機器が、停止のための熱除去運転、原子炉反応度制御、又は化学物質侵入の検出もしくはその制御に使用されるシステムと 2 個の弁によって隔離されるかそれが可能な場合であること。隔離用として使用される弁は、両方共閉、両方共開又は一方が開で他方が閉であってもよい。シリーズにある 2 個の逆止弁でもよい。各開いている弁又は逆止弁は、自動起動可能でなければならない。そして、他方の弁が開いている状態の時、その閉鎖時間はもし機器が故障した場合システムの運転を妨げないような、または設計減圧事故に対して設定した割合を越える当該の冷却系の減圧に至らないような時間でなければならない。

c. 接続サイズによる免除

当該の機器を、停止のための熱除去運転、原子炉反応度制御又は化学物質侵入の検出もしくはその制御に使用されるシステムに、もしその機器が故障した場合にシステムの運転を妨げない、または、設計減圧事故に対して設定した割合を越える当該の冷却系の減圧に至らない、ような方法で接続できる場合であること。

d. 水系のみに適用できる免除

- (a) 最高使用圧力および最高使用温度が、各々 $19.3 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ 以下、かつ $93 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下の系統内の機器
- (b) 呼び径 100 mm 以下の機器接続部、配管および弁、容器（およびこれらの支持部）

e. 3.1.2(2)a から d までの項により、試験を免除され得る配管部分であっても、格納容器貫通部のパイプホイップ拘束器間の部分については試験免除を通用できない。^{B*}

なお、3.1.2(2)a から d までの項により、試験を免除された機器のすべての部材は3.5項によって要求される系の耐圧試験時に、1.10項に従って試験を行なうこと。

(3) 配管に一体溶接された支持付属物ならびに配管支持構造物で、コンクリート構造に包まれているものは3.2.3および3.2.4項の要求から除外できる。^{C*}

3.2. 試験および検査

3.2.1 供用前検査

プラントの運転開始に先立って、第3.2表、第3.3表に従って全寿命期間中に行なわれる全ての対象範囲について供用前検査を行なうこと。また、2.2.1 b項を準用してもよい。

3.2.2 供用期間中検査

(1) 検査日程

a. 検査プログラム^{D*}

(a) 供用期間中検査は、第3.2表で試験実施時期が規定される試験および熱交換器の伝熱管の試験を除いて、要求される試験を第3.1表に示すプログラムに従って各検査間隔内に完了しなければならない。

第3.1表 検査プログラム

検査回数	検査時期 (カレンダー年)	最小の試験終了量 (%)	最大試験量 (%)
1回目	3	100	100
2回目	7	33	67
	10	100	100
3回目	13	16	34
	17	50	67
	20	100	100

(b) 熱交換器の伝熱管については次の検査プログラムに従って、第3.2表で要求される試験を各検査間隔中に完了すること。

- ① 第1回目の試験は、運転開始後1年以降2年以内実施する。
- ② 第2回目の試験は、第1回目の試験後1年以降2年以内実施する。
- ③ 第3回目以降の試験は、前回試験後3 $\frac{1}{2}$ 年以内実施する。

(c) 供用前試験で、定められた基準以上の欠陥インディケーションが発見された部分については、通常検査プログラムで検査する割合の如何にかかわらず、運転開始後少なくとも3

年間連続して試験を行なうこと。この間、著しい^{20*}変化がない場合は、その後の検査間隔中は通常の検査プログラムに戻してもよい。^{B*}

b. 第2回目以降の検査間隔における検査プログラム^{A*}

- (a) 第2回目以降の検査間隔についても、第3.2表および第3.3表の規定によらなければならない。
- (b) 100%の試験を規定している部分は、第1回の検査間隔の $\frac{1}{3}$ 終了までに試験した部分と同じ部分を、第2回目以降の検査でも $\frac{1}{3}$ 終了までに試験を行なわなければならない。このような繰り返し方式は、できる限りそれ以後の間隔を通じて行なわなければならない。
- (c) 100%の試験を規定していない部分については、前回の検査間隔中に試験を行なわなかったものの中から、同じ割合を選んで試験しなければならない。
- (d) 試験が機器の分解時のみに行なわれる部分は、最初の検査間隔に行なったと同じ試験範囲について、同じ試験程度の検査を行なわなければならない。
- (e) 2回目以降の検査で選ぶ部分は、第3.2表で要求される割合の部分以外に次の範囲を加えたものを試験範囲とする。^{D*}

- ① 供用前試験で定められた基準以上の欠陥インディケーションが発見された部分で、条件付きで使用が許可されている部分
- ② 供用期間中検査で定められた基準以上の欠陥インディケーションが発見された部分で条件付きで使用が許可されている部分

- (f) 3.2.2 b(e)項で引き続き検査を要求されている部分で、その検査間隔中に著しい^{20*}変化がない場合は、その後の検査間隔では通常の検査プログラムに戻してもよい。^{C*}

c. 熱交換器伝熱管に対する第2回目以降の検査間隔における検査プログラム^{O*}

試験された熱交換器伝熱管の10%以上が伝熱管母材肉厚の20%以上異常であれば、その後の2回の試験が1年から2年以内にその部分について行なわなければならない。その2度の試験の結果が、前回欠陥の伝熱管の肉厚異常の増大が10%以内で、かつ異常伝熱管本数の増加が10%以内であれば通常の検査間隔に戻してよい。

d. 追加試験^{D*}

- (a) 検査の結果、許容欠陥インディケーションを越えるインディケーションの欠陥が発見された場合は、同じカテゴリ内の機器について少なくとも検査計画の試験の数にほぼ等しい数か、または範囲を追加して試験を行なわなければならない。
- (b) 試験程度が1つのループの試験または1つの技管ループについての試験である場合には、3.2.2 d(a)項で要求する試験の追加は他のループまたは技管ループに順次拡大すること。

e. 熱交換器伝熱管に対する追加試験^{D*}

- (a) その検査間隔での試験で、熱交換器伝熱管の10%以上が伝熱管母材肉厚の20%以上の異常であれば、更らに50%の伝熱管を追加して試験すること。追加する伝熱管は欠陥インディケーションが検出された領域から選定すること。更らに、他の同一型式の熱交換器で試験されていない熱交換器については、同様の領域から5%の伝熱管について試験を追加すること。
- (b) 3.2.2 e(a)項での追加試験で、伝熱管の10%以上がその母材肉厚の20%以上の異常であ

れば、更らに全ての同一型式の熱交換器の5%の伝熱管について試験を追加すること。

3.2.3 供用期間中検査の程度

各機器に対する試験範囲、試験程度および実施時期は、第3.2表によらなければならない。

3.2.4 供用期間中検査の試験方法

1.5(5)項に規定されている代替試験を行なう場合以外の耐圧部の機器およびその一部に対する試験の方法は、第3.3表に従わなければならない。

3.3 試験結果の評価

(未設定 ただし、2.3節を準用してよい。)

3.4 補修および取替

2.4節を準用する。

3.5 クラス2機器ならびに系の漏洩および耐圧試験

3.5.1 気体系および気体系機器^{F*}

(1) 一般

各検査間隔の終り近くにおいて、系統の耐圧試験および漏洩試験を実施すること。

(2) 試験圧力

系統の耐圧試験および漏洩試験の圧力は $P_D \times 1.20$ 倍とする。ただし、 P_D は系統の設計圧力とする。

3.5.2 水系および水系機器^{D*}

(1) 一般

各検査間隔の終り近くにおいて、機器の水圧および漏洩試験を実施すること。

(2) 試験圧力

a. 系の水圧試験圧力は、 $P_D \times 1.25$ とする。

b. 系統機器を構成しているフェライト鋼材料に適用される破壊じん性基準を満たすため、系統の水圧試験を38℃を越える温度で実施するよう要求された場合、試験圧力は第3.4表に従って減圧してもよい。ただし、 P_D は系の設計圧力とする。

第3.4表 水圧試験圧力

試験温度	試験圧力
38 °C	1.25 P_D
93 °C	1.20 P_D
149 °C	1.15 P_D
204 °C	1.10 P_D
260 °C	1.05 P_D

c. 通常の原子炉運転中その機能を要求されない機器に対しては、その系統試験圧力は、定期的な系統供用期間中試験実施中に^{32*}加えられる圧力の100%以上であること。

また、貯蔵タンクの場合、そのタンクを設計容量まで満した時の公称静水圧を系統試験圧としてよい。

d. 非閉回路系統の開口部から最初の遮断弁までの間は、試験を実施しなくてよい。

第3.2表 試験のカテゴリ

試験範囲	試験程度および実施時期
<p>C-A 圧力容器の耐圧溶接部^{C*}</p> <p>試験範囲は、容器の胴および鏡部の円周方向溶接部で構造的に不連続箇所とする。</p> <p>試験は、第3.1図および第3.2図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>各検査間隔中に各溶接線の実質的に100%を行なうこと。同様の設計、寸法、および機能をもつ複数の容器については1つの容器の100%の溶接部またはそれ等の複数容器に分散させて実質的に100%としてよい。</p> <p>試験される溶接部は各検査間隔で同一の部分とすること。</p>
<p>C-B 容器とノズルの耐圧溶接部^{C*}</p> <p>試験範囲は、ノズルと容器との溶接部とその周辺領域とする。</p> <p>試験は、第3.3図および第3.4図に示す範囲について行なうこと。</p>	<p>試験カテゴリC-Fの基で選定された配管系の配管端と結合するノズルの溶接部の100%について試験を行なうこと。</p> <p>第1回目の検査間隔で選定されたノズルをその後の検査間隔でも選定すること。</p>
<p>C-C 容器に一体溶接された支持付属物^{C*}</p> <p>試験範囲は、容器に一体溶接された支持付属物（厚板-胴型支持溶接部および線形支持溶接部）でその母材の厚さが12mm以上の溶接部とする。</p> <p>その範囲は、第3.5図に準ずること。</p>	<p>試験範囲の100%について各検査間隔で行なうこと。ただし、同様の支持構造設計をもち同様の機能を果す複数容器については、1つの容器についての試験でよい。この複数容器の試験では支持付属物の試験範囲を支持付属物単位で複数容器に分散し、実質的に1つの容器に関して100%の試験を行なったとすることもできる。</p> <p>第1回目の検査間隔で選んだ試験対象部はその後の検査間隔でも引き続き試験されること。</p>

試験範囲	試験程度および実施時期
C-D 直径50mm以上の圧力保持用ボルト締め付け部 ^{D*}	
<p>試験範囲は、耐圧機器のボルト、植込みボルトとする。その試験体積を第3.6図に示す。</p>	<p>各検査間隔で各耐圧容器の各結合部のボルトおよび植込みボルトの100%について試験すること。</p> <p>ボルト材は、引張力のかかっている取付け状態、ボルト締めが分解されているとき、あるいはボルト材が取外されているときのいずれかに試験してもよい。</p> <p>同様の設計、寸法および機能を果す複数の容器、循環機、ポンプ、ならびに弁については、1つの容器、1つの循環機、1つのポンプ、1つの弁についての試験でよい。また、その中のボルトおよび植込みボルトが同様の設計、寸法をもつものであれば、その中の2個づつについて試験すればよい。</p> <p>試験カテゴリC-Fに基づいて、選定された配管系で、同様の設計および機能である複数配管系については1つの配管系のフランジの結合についての試験でよい。</p>
C-E-1 配管、弁、循環機、ポンプの支持部材 ^{D*}	
<p>試験範囲は、一体溶接された支持付属物でその支持部の母材の肉厚が19mm以上のものについて、第3.5図に示す範囲とする。</p>	<p>各検査間隔で、カテゴリC-FおよびC-Gで選定された機器の支持溶接部の100%について試験すること。</p>
C-E-2 配管、弁、循環機、ポンプの支持構造物 ^{B*}	
<p>試験範囲は、配管、弁、循環機、ポンプの支持構造物とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、試験カテゴリC-C、C-FおよびC-Gで選ばれた全ての支持構造物とする。</p> <p>固定または可変のスプリング型ハンガ、スナップ、ショックアプソーバなどの支持構造物の取付け状態を確認する。</p>
C-F-1 配管の耐圧溶接部 ^{O*}	
<p>試験範囲は、円周方向溶接部、枝管結合溶接部、および円周方向溶接部を横切る点から</p>	<p>配管系および枝配系の試験範囲の100%について各検査間隔に試験すること。</p>

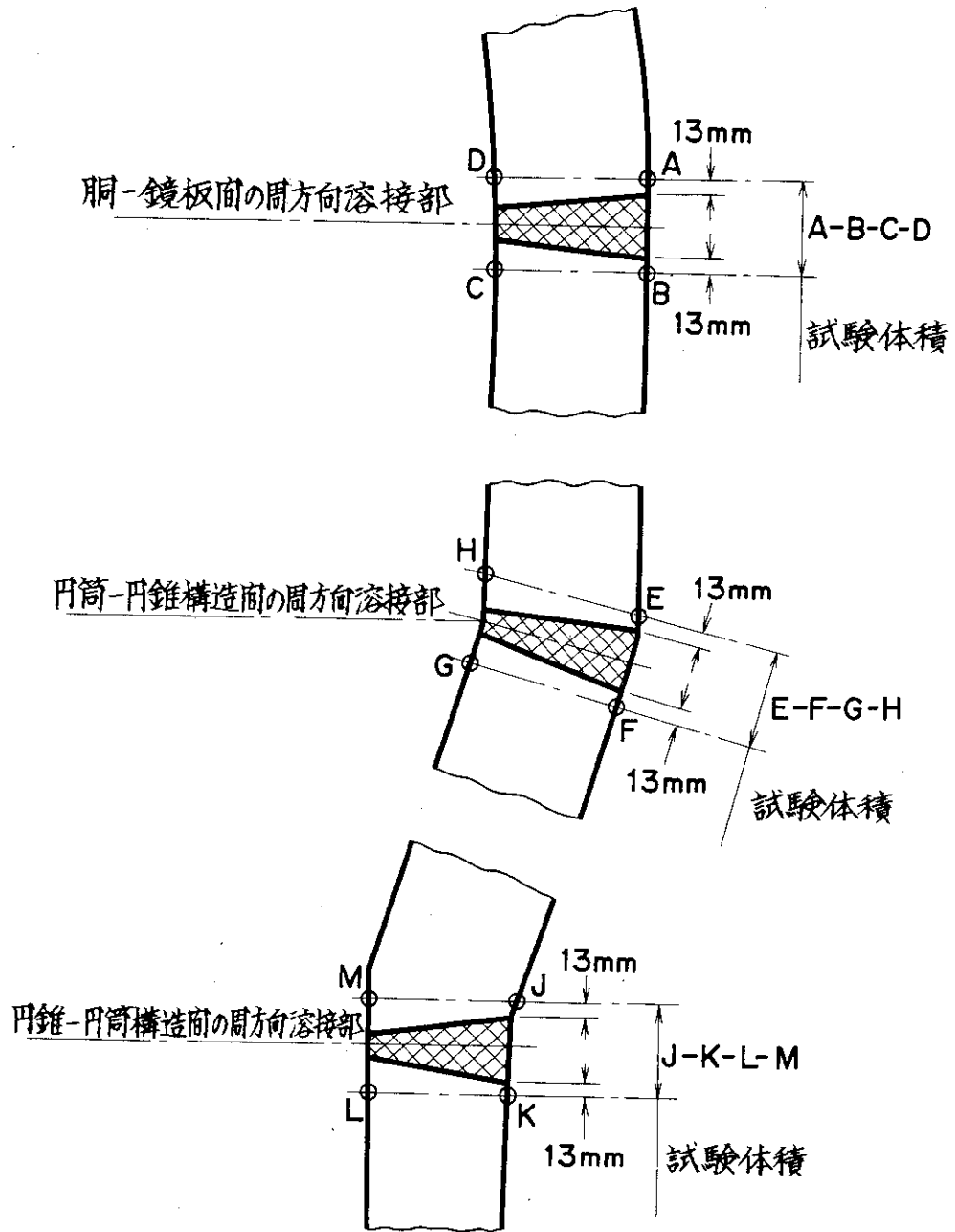
試験範囲	試験程度および実施時期
<p>2$\frac{1}{2}$t 以内の領域の長手方向溶接部である。</p> <p>なお、円周方向溶接部として、その溶接部の破断が規定減圧事故相当の事故結果を与え得る部分ならびに配管系、枝管配管系の構造的に不連続な突き合わせ円周溶接部（配管と配管ノズル、配管と弁本体、配管と循環機ケーシング、配管とエルボ、配管とティ、配管とレジュューサ、配管とフランジ、異った板厚のパイプどうしの溶接部）等を選ぶこと。</p> <p>試験範囲を第3.7図と第3.9図に示す。</p>	<p>なお、配管系および枝管系で、同様の設計寸法、機能ならびに使用雰囲気グループがあるならば、各グループ単位で1系統について100%の試験になるように配分してよい。</p> <p>この場合、第1回目の検査間隔で選ばれた溶接部がそれ以降の検査間隔でも試験されること。</p>
<p>C-F-2 配管の内表面^{G*}</p>	
<p>試験範囲は、配管耐圧内表面の内部断熱構造ライナー表面で、試験のための接近が可能となる領域とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、試験カテゴリC-F-1で選んだ試験対象の配管または枝管接続部とする。</p>
<p>C-F-3 配管の内部取付物および内部配管^{G*}</p>	
<p>試験範囲は、配管内表面に溶接された取付物および耐圧機能をもたない内部配管の内部断熱構造ライナー表面で、試験のための接近が可能となる領域とする。</p>	<p>各検査間隔中の試験は、試験カテゴリC-F-1で選んだ試験対象の配管または枝管接続部とする。</p>
<p>C-G 循環機、ポンプ、弁の耐圧溶接部</p>	
<p>循環機およびポンプのケーシング、ならびに弁本体の耐圧溶接部について内表面および外表面の双方について試験すること。</p> <p>試験表面を第3.8図に示す。</p>	<p>各検査間隔で、試験カテゴリC-Fで選定した配管系に結合する全ての機器の溶接部の100%について試験すること。その系統で同様の設計、寸法、機能ならびに使用雰囲気の循環機、ポンプ、弁が複数個あるならば、そのグループの中で、1つの循環機、ポンプ、弁の試験でよい。</p> <p>第1回目の検査間隔で選定された循環機、ポンプ、弁はそれ以降の検査間隔でも試験されること。</p>
<p>C-H 熱交換器伝熱管^{G*}</p>	
<p>伝熱管および伝熱管と管板との溶接部。</p>	<p>各検査間隔中に（5%×全数）個の伝熱管</p>

試験範囲	試験程度および実施時期
	溶接部ならびに伝熱管と管板との溶接について体積検査を実施する。ただし、異種金属溶接部については各検査間隔中に全数の伝熱管について検査対象とすること。 また、全数について耐圧試験を実施する。

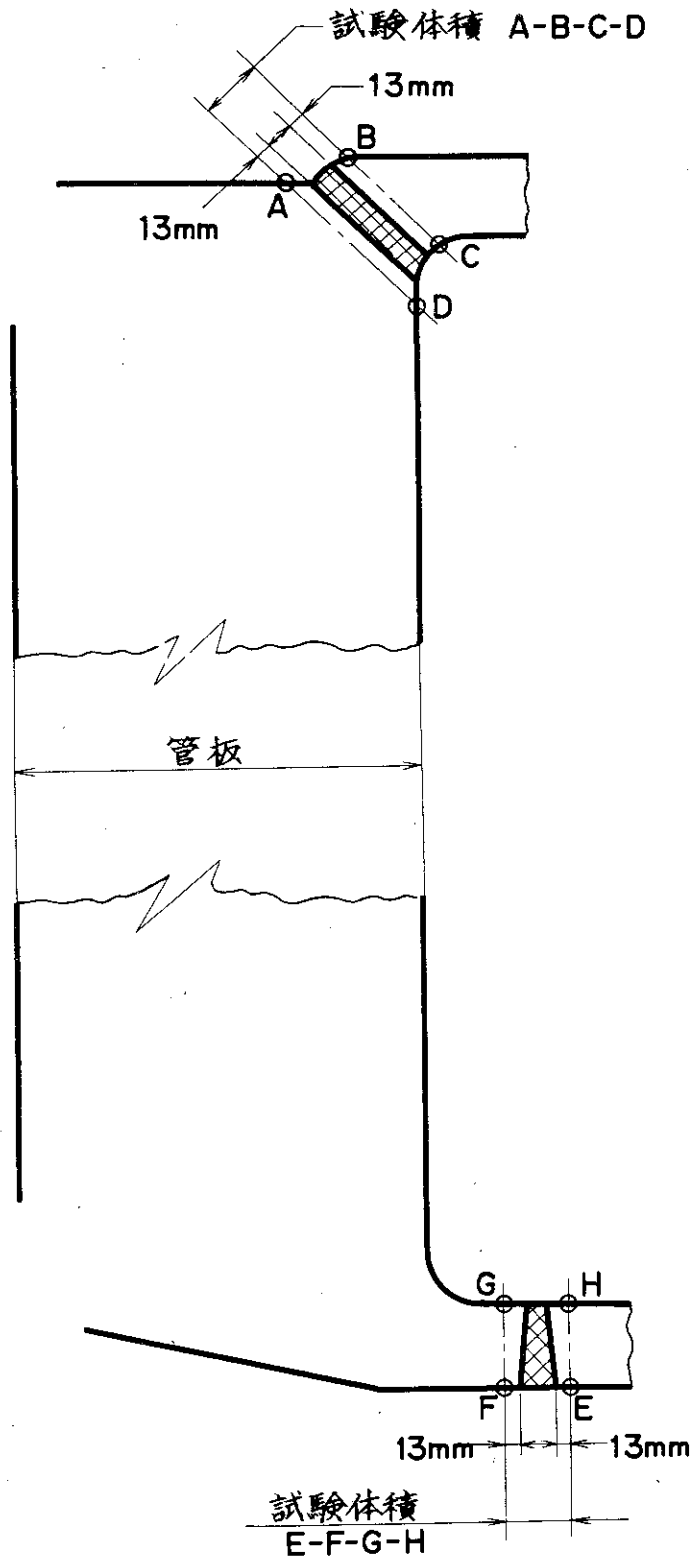
第3.3表 試験方法^{C*}

項目	第3.1表による試験のカテゴリ	試験されるべき機器および部分	試験方法
C 1 圧力容器			
C 1.1	C-A	容器胴および鏡溶接部, ならびに管板と胴との溶接部	体積
C 1.2	C-B	ノズルと容器との溶接部-ノズル肉厚 12mm 以下	表面
C 1.3	C-B	ノズルと容器との溶接部-ノズル肉厚 12mm を越えるもの	表面と体積
C 1.4	C-C	一体溶接された支持付属物	表面
C 1.5	C-D	圧力保持用ボルト締め付け部-ボルト直径 50mm を越えるもの	体積
C 1.6	C-E-2	支持構造物	肉眼
C 2 配管			
C 2.1	C-F-1	配管溶接部-公称管肉厚 12mm 以下	表面
C 2.2	C-F-1	配管溶接部-公称管肉厚 12mm を越えるもの	表面と体積
C 2.3	C-F-1	枝管接続溶接部	表面
C 2.4	C-F-2	内部断熱構造ライナー	肉眼
C 2.5	C-F-3	内部取付物および内部配管	肉眼
C 2.6	C-E-1	一体溶接された支持付属物	表面
C 2.7	C-E-2	支持構造物	肉眼
C 2.8	C-D	圧力保持用ボルト締め付け部-ボルト直径 50mm を越えるもの	体積

項目	第3.2表による 試験のカテゴリ	試験されるべき機器および部品	試験方法
C 3 循環機 (またはポンプ)			
C 3.1	C-G	循環機 (またはポンプ) ケーシング溶接部	表面
C 3.2	CC-D	圧力保持用ボルト締め付け部—ボルト直径 50mmを越えるもの	体積
C 3.3	C-E-1	一体溶接された支持付属物	表面
C 3.4	C-E-2	支持構造物	肉眼
C 4 弁			
C 4.1	C-G	弁本体の溶接部	表面
C 4.2	C-D	圧力保持用ボルト締め付け部—ボルト直径 50mmを越えるもの	体積
C 4.3	C-E-1	一体溶接された支持付属物	表面
C 4.4	C-E-2	支持構造物	肉眼

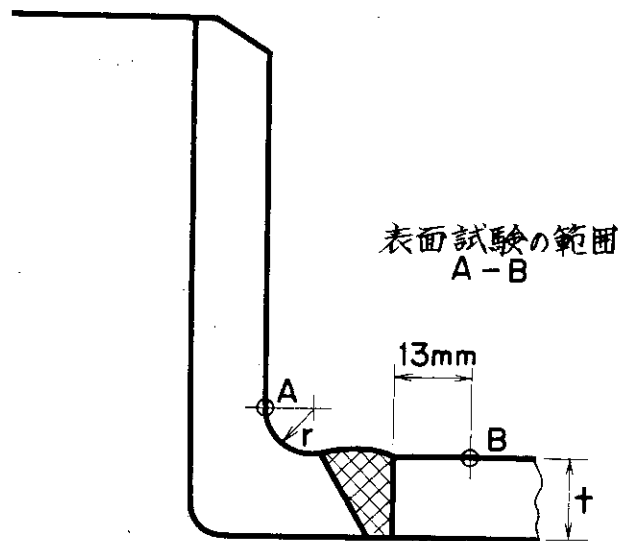
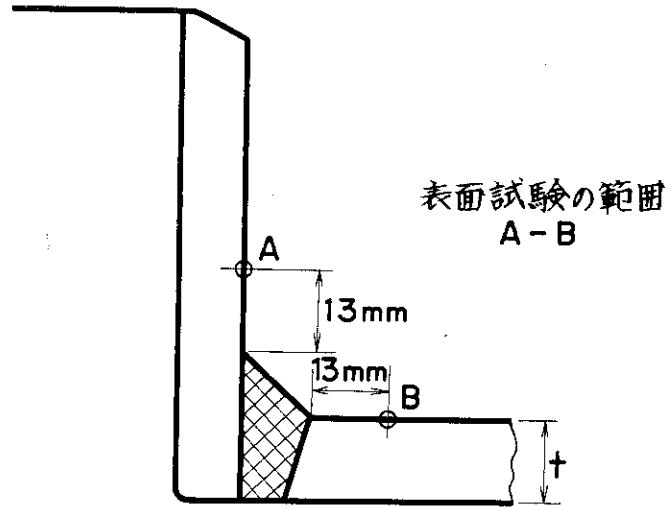


第 3.1 図 容器の周方向溶接部
(たとえば中間熱交換器など)



第3.2図 代表的な管板-胴溶接部
(たとえば補助冷却器など)

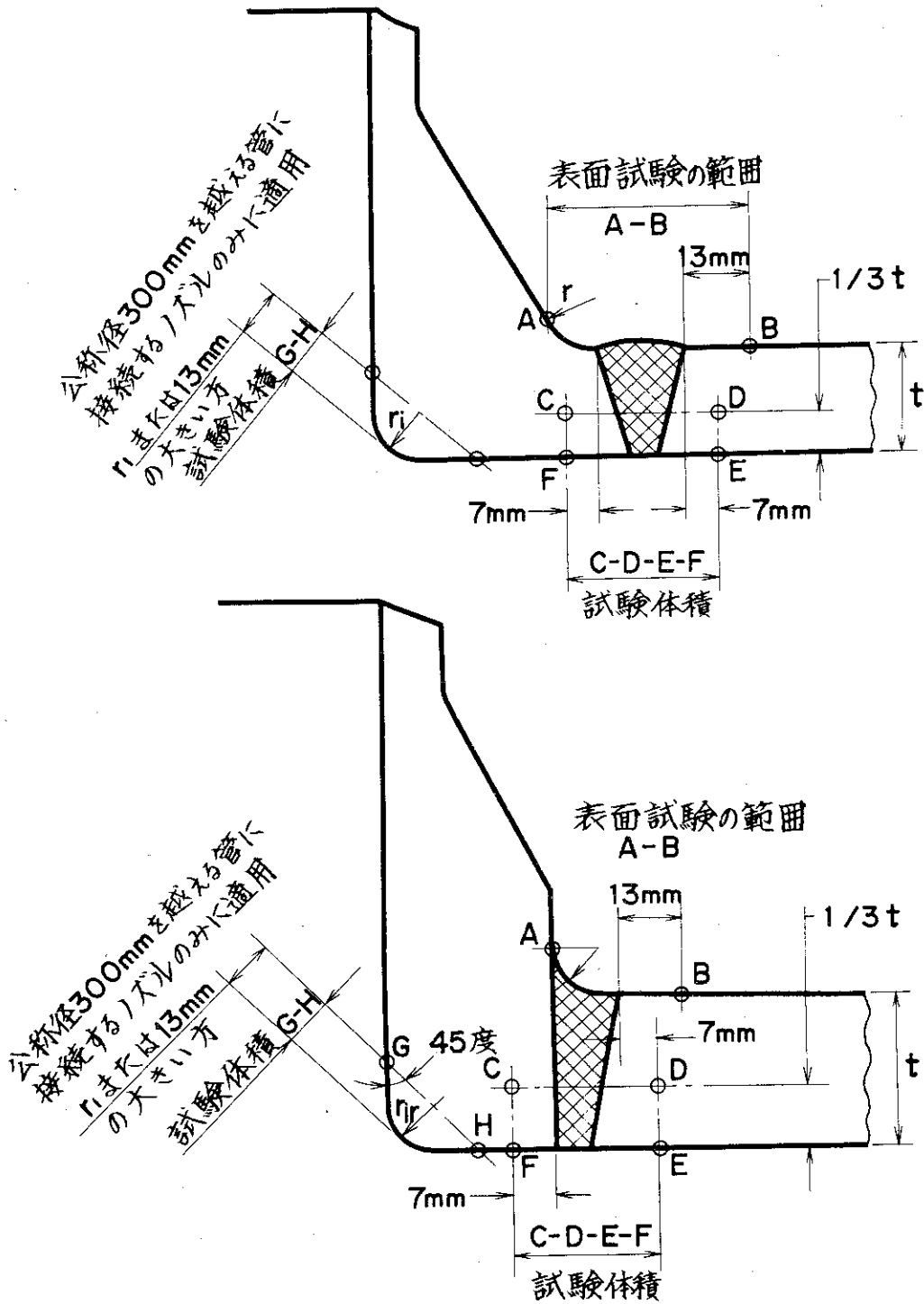
容器肉厚が12mm 以下の場合



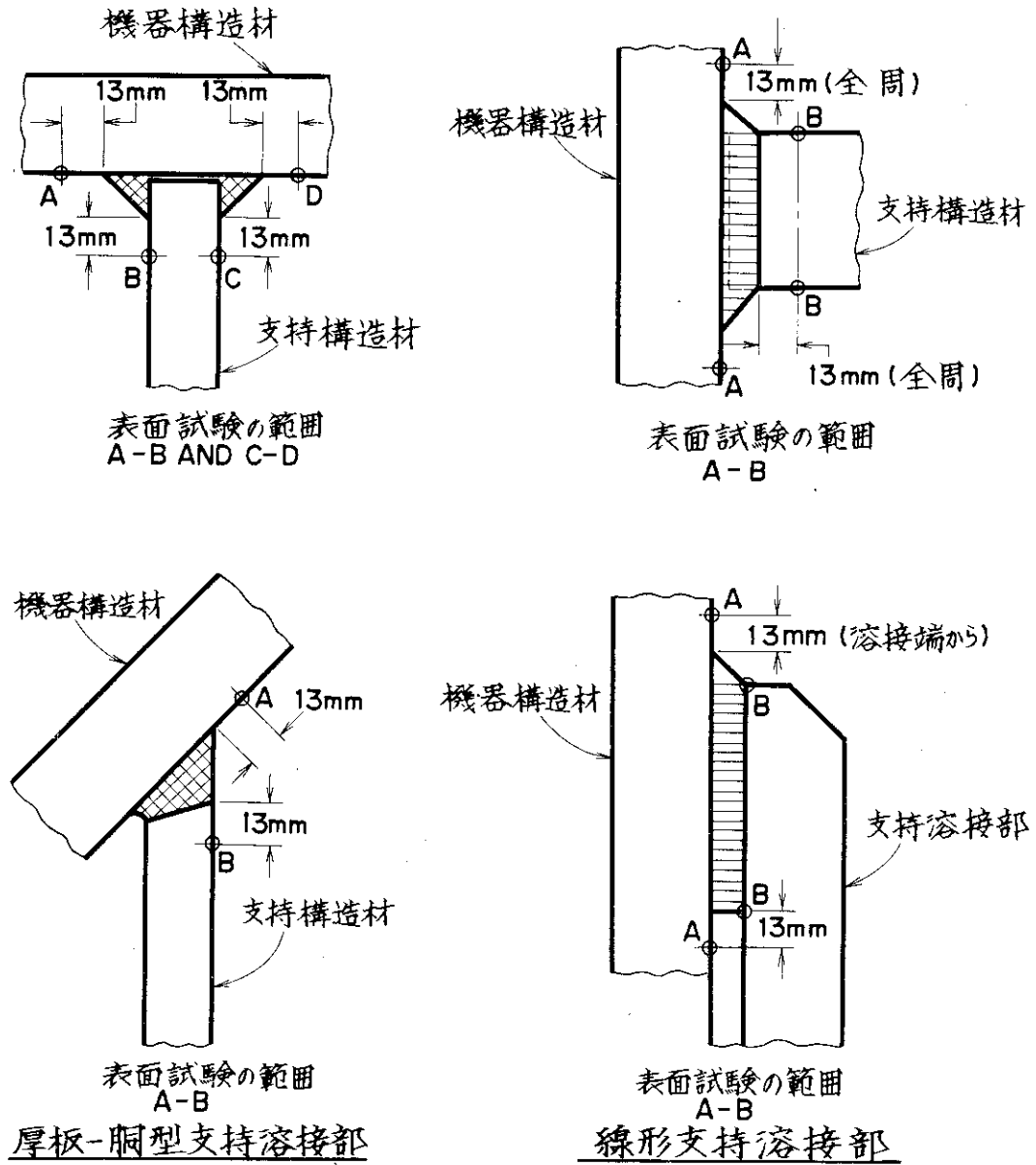
(注) ヘリウム系に属するノズルについては規定 3.1 (2) 2) の(i)~(iii) に従って試験を免除できる。また水系については同じく (iv) に従い試験を免除できる。

第 3.3 図 ノズル-容器溶接部

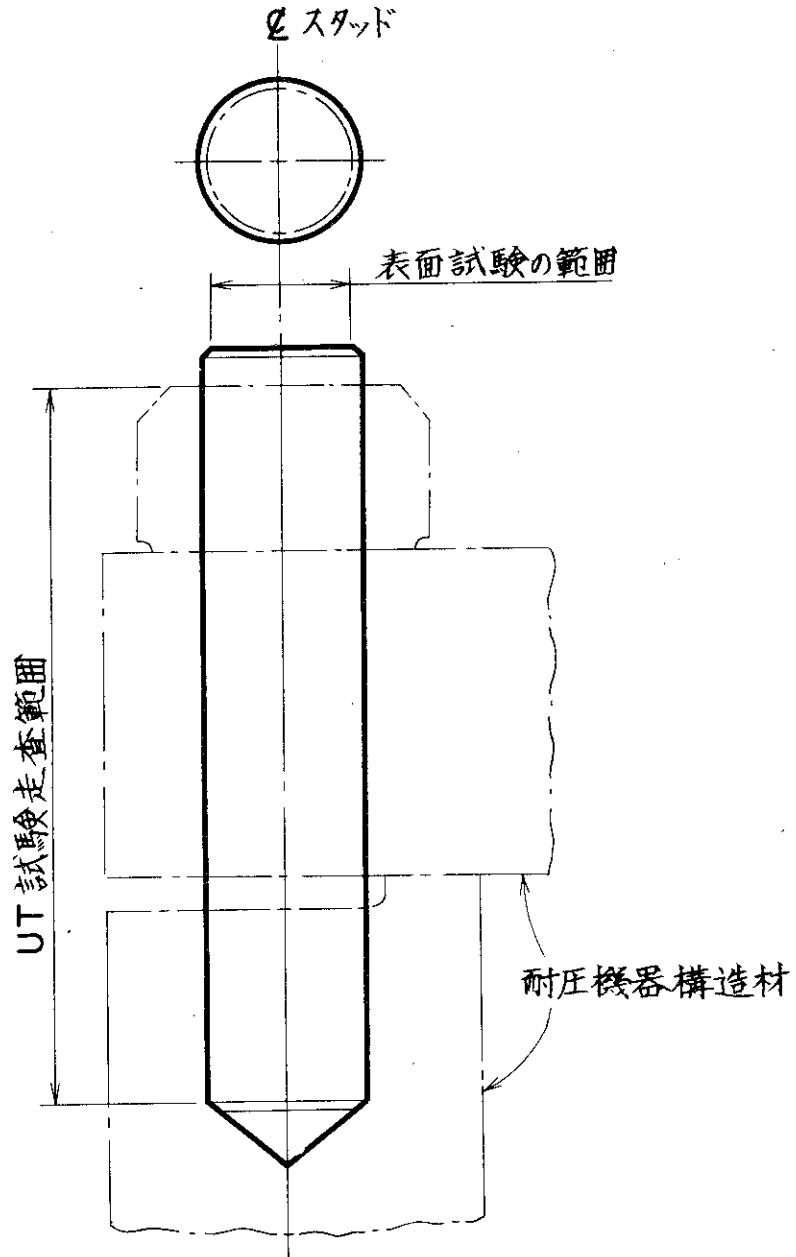
容器肉厚が12mmを越える場合



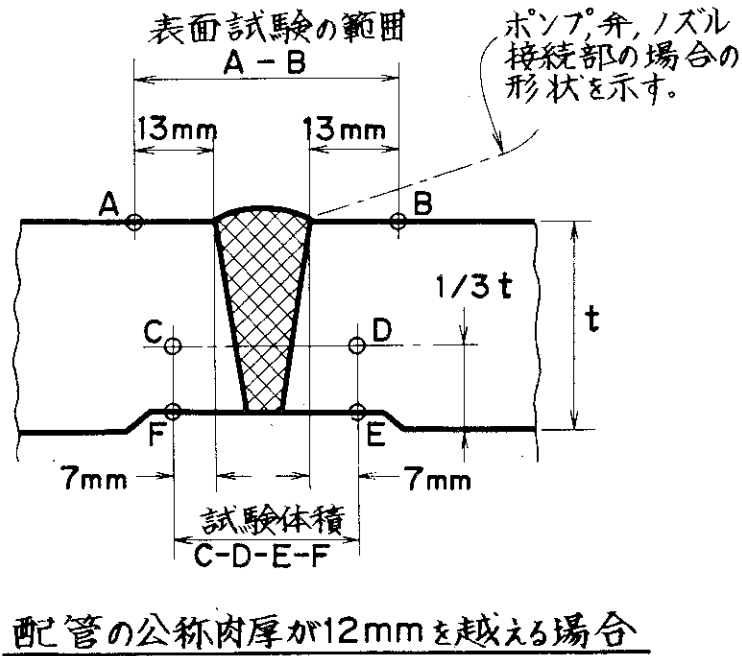
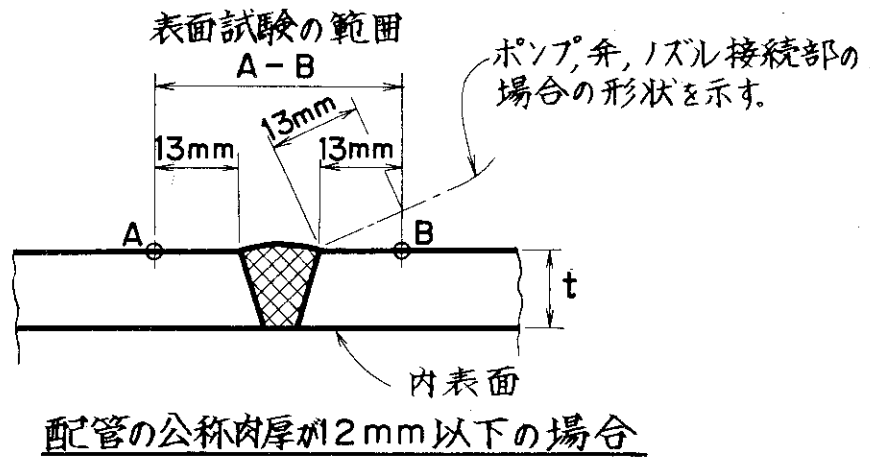
第3.4図 ノズル-容器溶接部



第 3.5 図 一体溶接された機器の支持構造部

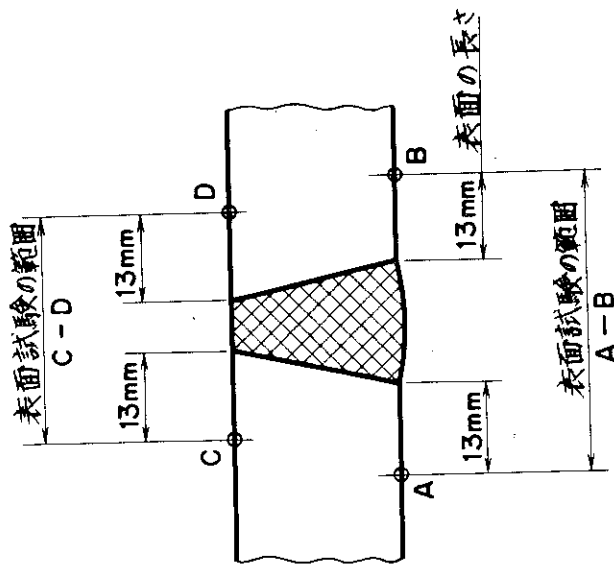
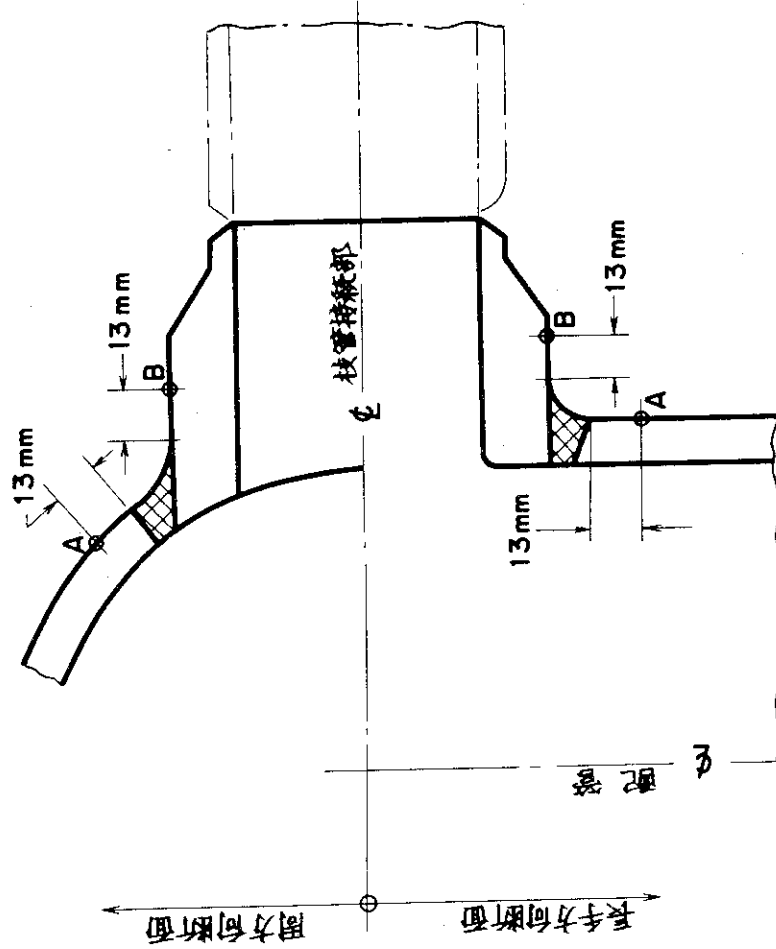


第 3.6 図 耐圧用ボルト



第 3.7 図 配管の溶接部

枝管接続部周りの
表面試験範囲A-B



第3.8図 循環ケーシング、ポンプケーシングおよび
弁胴部の溶接部

第3.9図 枝管接続部

4. クラス 3 機器に対する要求事項

4.1 適用範囲および責任

本章は、クラス 3 機器（耐圧部およびその支持部）に対する供用期間中検査の要求事項を定める。

4.2 試験および検査

4.2.1 供用前検査

プラントの運転開始に先立って、本章に要求される検査項目について供用前検査を行なうこと。

4.2.2 供用期間中検査

(1) 検査プログラム

a. 運転休止時に行なう場合には、各検査間隔の終了までに 1.10 項、4.2.3 項および 4.5 項に従って試験しなければならない。

(2) 通常運転中もしくはシステムの機能試験中に試験を行なう場合には、検査間隔の $\frac{1}{3}$ 毎に 1.10.2 項および 4.2.3 項に従って行なうこと。

4.2.3 試験方法^{D*}

系統もしくは系統の一部の機器は、次に規定する試験を受けなければならない。

- (1) 機器からの漏洩（制御された漏洩、回収装置で回収可能な漏洩は除く）、構造的変形および腐食の徴候を発見するため、供用期間中試験、機器機能試験、（弁、ポンプ、コンプレッサ）または圧力試験のいずれかを実施中に系統に対し肉眼試験実施のこと。
- (2) 埋設機器（たとえば地下配管）については、肉眼試験に代って系統の圧力試験が実施できるよう、配管埋設部を隔離する弁を取付けること。試験中の系統圧力低下は機器の漏洩を示す。
- (3) 呼び径 100 mm を越える機器につけられるサポート、レストラントおよびハンガのうち重要なものについては、目視によってその健全性を確認しなければならない。

4.3 試験結果の評価^{A*}

- (1) 供用前検査または供用期間中検査で行なった試験の結果、技術基準で定められた材料、溶接部の受入基準を越える欠陥が発見された場合には、補修を含む処置を決定するための評価を行なわなければならない。なお、この際欠陥については最終的な処置を決める前に、可能な限り他の非破壊試験を実施しその性状（寸法、形状、位置、方向）を明確にして評価の参考としなければならない。
- (2) 欠陥が発見された場合の処置については、判断の資料となる十分な記録を用意しておかなければならない。

ればならない。

4.4 補修および取替

2.4項を準用する。

4.5 系の耐圧試験

4.5.1 気体系および気体系機器^{F*}

(1) 試験日程

漏洩の有無を調査するため、各検査間隔の終りまたは終り近くの時期に圧力試験を実施のこと。

(2) 試験圧力

系統耐圧試験および漏洩試験の圧力は系統設計圧力 P_D の1.10倍とする。

4.5.2 水系統および水系機器^{A*}

(1) 試験日程

漏洩の有無を調査するため、機器は各検査間隔の終りまたは終り近くの時期に圧力試験を実施のこと。

(2) 試験圧力

- a. 系統耐圧試験は少なくとも系統設計圧力の1.10倍以上で実施すること。
- b. 貯蔵タンクについては、タンクの設計容量まで水を満した場合の公式静水圧を系統の試験圧力としてよい。
- c. 非閉回路（たとえば貯蔵タンクからの吸込ライン）の開口端から最初の止め弁までの間は4.5.2項の要求から除外してよい。

あ と が き

本指針は、ISI・QA サブワーキンググループが発足の時点でとりまとめた「多目的高温ガス実験炉供用期間中検査指針（第1次案）」（JAERI-memo 6177, 1975年, 未公開）と較べ大巾に変更せざるを得なかった。とくに、ASME コード sec. XI (1977) で要求する試験範囲、試験程度が大巾に変わり、現在の国内で採られている内容と較べ厳しい規程になっている。このギャップの取り扱いに関し、著者等が降した判断は、実験炉の建設・運転の時期を考慮すると、その指針の基本を ASME コード sec. XI (1977) に置き、実験炉システムの特殊性を考慮した内容とすべきである。従って、本指針は、ASME コード sec. XI (1977) で言及されていない実験炉システムの特殊性に関する規程は ASME コード sec. XI (1977) 以外の内容を検討し取り入れている。このような経移を理解していただくために、指針本文に脚注を施し、その規程の位置づけに留意した。

今後とくに研究開発を進めるべき項目は、本指針を満足する試験を可能ならしめる試験装置の開発、許容欠陥基準を越えるインディケーションに対する評価方法である。後者については、その内容の不明な部分も多く、日本原子力研究所で研究の途上にある事項であり、その成果が明らかになるのを待ち、本指針にとり入れることとして「未設定」としている。

本報を完成するに当り、多目的炉高温構造検討会の各位ならびに高温構造ワーキンググループの各位には有益な助言や種々の御支援を得た。とくに、野村末雄（前燃料工学部長、現企画室長）ならびに宮園昭八郎（安全工学部 構造強度研究室長）の両氏には指導と貴重な助言を得た。ここに関係者各位に心から感謝の意を表わす。

なお、本報は原案作成を江崎正弘が行ない、次に示す各分野の専門家の責任下で検討、評価したものである。

- 1) 総則および一般事項 江崎正弘, 大岡紀一
- 2) 試験範囲・試験程度 大岡紀一, 江崎正弘
- 3) 試験方法 大岡紀一, 村岡 進, 江崎正弘
- 4) 試験結果の評価 大岡紀一, 村岡 進, 古平恒夫, 江崎正弘
 許容欠陥基準 村岡 進,
 許容欠陥を越える欠陥評価 古平恒夫
- 5) 安全設計との整合 江崎正弘

参 考 文 献

- (1) 野村, 他, 「多目的高温ガス実験炉第1次高温構造設計指針」, JAERI-M 6396 (1976)
- (2) ANSI-N 213, "Nuclear safety criteria for the design of stationary gas cooled reactor plants" (1974)
- (3) ASME Boiler and Pressure Vessel code, sec. XI, div. 1, "Rules for inservice inspection of nuclear power plant components", (1977)
- (4) ASME Boiler and Pressure Vessel code, sec. XI, div. 2, "Rules for inspection and testing of components of gas-cooled nuclear power plants", (1975)
(この指針は Summer 1976 Addenda で ASME コードから除外された。)
- (5) 江崎, 他, 「多目的高温ガス実験炉の安全保護系機能」, JAERI-M 6893, (1977)
- (6) 中村, 大岡, 「OGL-1における供用期間中検査(基本的考え方・炉内管供用前検査結果)」
JAERI-M 7459 (1978)
- (7) 大岡, 江崎, 村岡, 古平, 「多目的高温ガス実験炉の供用期間中検査の考え方」, 日本非破壊検査協会・分科会 予稿集 (1976)
- (8) 「原子カプラントにおける耐圧試験の考え方」 ISES 7501-A (1974)

脚注一覧表

- A* JEAG 4205 - 1977 「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査」の記述に準拠した規程またはその解釈である。
- B* JEAG 4205 - 1977 の記述に、EX-VHTGR の特性を考慮して一部に修正を加えた規程またはその解釈である。
- C* ASME code sec. XI (1977) div. 1 の記述に準拠した規程またはその解釈である。
- D* ASME code sec. XI (1977) div. 1 の記述に、EX-VHTGR の特性を考慮して一部に修正を加えた規程またはその解釈である。
- E* ASME code sec. XI (Winter 1975, Addenda) div. 2 の記述に準拠した規程またはその解釈である。
- F* ASME code sec. XI (Winter 1975, Addenda) div. 2 の記述に、EX-VHTGR の特性を考慮して一部に修正を加えた規程またはその解釈である。
- G* EX-VHTGR の安全特性または構造を考慮して新たに設定した規程またはその解釈である。
- 1* 供用期間中検査の対象となる箇所は、EX-VHTGR の高温構造設計指針の安全重要度分類⁽¹⁾における安全クラスを考慮し、特に規程されたものを除き、原則として耐圧機器（圧力容器、配管、循環機ポンプ、弁、コンプレッサ等）を指す。
- 2* 各機器のクラス分けは、EX-VHTGR に関する安全設計基準⁽²⁾ならびに高温構造設計指針の要求を満す分類であること。なお、付則(4)にて各機器のクラス分類を例示する。
- 3* 評価の基準とすることができ、かつ後に行なわれる試験との比較が可能な試験結果の記録であること。
- 4* EX-VHTGR の所有者は、対象となる機器配管の設計および配置において、規定の方法による試験を可能にするために、対象箇所に接近することを可能にするように線量区分ならびに作業区分の決定に関する責任をもつ。
- 5* ASME code sec. XI (1977) div. 1 による検査管の義務、技術専門家および検査機関、ならびに検査管の接近等については、検査体制の相異を考慮して削除した。これに関連する規程は別途準備されるものとする。
- 6* JEAG 4205 - 1977 の準用にあたって、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める告示ならびに省令」に依る「技術基準」の内容は通商産業省告示第 501 号および同省令第 81 号を示しているが、本指針ではこの「技術基準」をそれ等の告示、省令の覆行に使用している具体的規格・基準（たとえば、JIS など）で置き替えている。

- 7* JEAG 4205-1977 に示される「ゼラジオグラフ、直接イメージオルシコンまたはイメージインテンシファイア」については現実の利用頻度の推定が困難なため省略した。従って、それ等の使用を禁止するものではない。
- 8* 補修要領書の審査に関しては監督官庁により別途指示されるものとして削除する。
- 9* 「供用前試験は」は「多目的高温ガス実験炉・高温構造設計指針」で規定される供用前試験である。その設計指針で規定されるのを待ち、その旨を明文化する。
- 10* 試験温度は「多目的高温ガス実験炉・高温構造設計指針」で規定される値を用いる。
- 11* 取替についての規程は、EX-VHTGR の開発スケジュールおよび関連する構造設計コード体系の進捗状況を考慮して、明文化を留保する。
- 12* 本規程は、熱交換器伝熱管伝熱管、管板等にプラントシステム構成から見て耐圧機能を持たせている場合はそれ等に対し検査を要求する。^{G*}
- 13* 「格納容器隔離弁」とは、格納容器を貫通している系統中にあり、格納容器内側のその系統を外側の系統から隔離するように働く弁のことである。隔離信号による自動作動の能力を持たない限り簡単な逆止弁を隔離弁とすることはできない。^{A*}
- 14* 「通常閉の2個の弁」は、直列に接続された2個の逆止弁でもよい。
- 15* ASME code sec. XI div. 1 および div. 2 (trial use) では試験免除の規程は明文化されていないが JEAG 4205-1977 では明文化されているため、本指針もそれに準拠している。
- 16* 「原子炉冷却材補給系統」とは、プラント起動、高温待機運転あるいは冷却の各状況下で、所内電源のみによって冷却材を供給する能力を有する系統のことである。^{B*}
- 17* 軽水冷却型原子炉機器の供用期間中検査を規定する JEAG 4205-1977 では、「呼び径 25mm」以下の配管の接続について規定しているが、ヘリウム冷却型原子炉における減圧事故時の事故結果が軽水炉のそれと大幅に異なるために、具体的な配管の呼び径により規定することを避け、安全設計に適合させ検査することを要求する。しかし、EX-VHTGR の安全特性の解析⁽⁵⁾によると「呼び径 25mm」の配管の瞬時破断はプラント状態Ⅳの1次系減圧事故時の破断面積の 1/100 以下であり、「呼び径 25mm」以下の配管を目安としてよい。
- 18* ASME コードによる検査プログラムは、プラントの初期故障（欠陥）の検査を重要視した不均等検査間隔方式のプログラム A と、既存プラントで行なわれている検査プログラムを配慮した在来からの均等検査間隔方式のプログラム B があるが、本指針は既存プラントへの配慮を必要としないため前者に基づく規程のみ採用した。
- 19* 「定められた基準以上の欠陥インディケーション」とは、2.3.5 項の評価基準で許容される欠陥イ

ンディケーションをいう。

- 20* 「著しい変化がない」とは、検査期間の間、欠陥が進展していないことが証明されることをいう。
- 21* 「追加試験」を行なった結果更に許容基準を越えるインディケーションが発見された場合、その機器の残りの部分は、その検査間隔において第2.2表に規定されている範囲で拡大すること。^{A*}
- 22* 「実質的に100%」とは、対象となった溶接部の一部分の試験を他のそれに相当する溶接部の部分で替えることはできないという意味である。また、「1つ」とは、溶接線の形状が同じでかつ雰囲気と同じ溶接部を1つのグループとし、その中から1つを選ぶ意味である。^{G*}
- 23* ASME code sec. XI (1977), div. 1の規程によると、検査間隔の第1回目～第2回目と第3回目以降で試験程度を変えているが、EX-VHTGRの寿命と材料データの現状を考慮して、第1回目の検査程度に統一した。また、検査プログラムBについての記述は、本指針ではそれを採用していないため、削除されている。
- 24* カテゴリB-Dの試験程度に合わせ、すべての検査間隔における試験を、第1回目の検査程度に統一した。
- 25* ASME code sec. XI (1977), div. 1の規程では、冷却ループが互に相似であることを前提として、1ループ冷却系に対し100%の試験を要求しているが、EX-VHTGRではループ間の特性が異なる可能性があるため、各ループに対し50%の溶接部の試験を要求する。
- 26* ASME code sec. XI (1977), div. 1では、第1回目および第3回目の検査間隔のみに試験を要求しているが、EX-VHTGRの安全特性を考慮して全検査間隔に試験を要求する。
- 27* EX-VHTGRの炉心支持構造物は炉外取り出が不可能な構造であることを前提として、沸騰水型炉の規程を準用した。なお、EX-VHTGRの燃料交換を2年毎に行なうこととして、内面検査を3年から2年に変更した。
- 28* ASME code sec. XI (1977), div. 1によると、最外周囲の制御棒ハウジングの10%についての試験を規定しているが、EX-VHTGRの制御棒配置が軽水炉のそれと異なるため、試験の比率を25%にする。また、「周辺の」を最外周2リングに配置された制御棒ハウジングとする。
- 29* 高温の伝熱管に対する安全上の要求を考慮して、ASME code が要求する3%を5%に増加するとともに、第2回目以降の試験に対しても第1回目と同じ試験程度を要求する。なお、伝熱管に対する安全上の要求は、「LOCAにより伝熱管破損が発生し、1次冷却材の一部が格納容器外に放出される可能性のある系統・機器では、伝熱管の減肉により制限値以上の1次冷却材放出を起こす伝熱管破損の発生を防ぐために、その健全性を保証する伝熱管の検査を行なうこと。^{G*}」である。
- また、実験炉の中間熱交換器の伝熱管は、その破損が直接的に2次系ループを介して1次系冷却の放出を起因しないが、2次系のLOCA時にこの伝熱管の健全性により1次冷却材放出量を抑制するならば、そのLOCA時での伝熱管破損本数を制限できる検査(カテゴリB-Q)を将来要求するこ

ととなる。(この場合、中間熱交換器の伝熱管を機器クラス1とせざる得ない。)

30* 「正味断面厚」での肉厚寸法は公称寸法とする。^{A*}

31* 「クラッド材内の欠陥インディケーション」において、ノズルコーナ部以外のクラッド中の欠陥インディケーションは評価の対象としない。^{A*}

32* 系統供用期間中試験には、機能試験(弁、ポンプ、圧縮機等)を実施するための系統加圧および系統水圧試験がある。

〔 付 則 1 〕

溶接部の超音波探傷試験^{A*}

1. 適用範囲

クラス1機器およびクラス2機器の厚さ64 mm以上のフェライト系鋼の溶接部および隣接母材の超音波探傷試験について規定する。ただし、自動式超音波探傷装置を用いる場合は本規定と同等であることを証明すること。

2. 装置および走査方法

2.1 探傷器

- (1) パルス反射式の機器を用いること。
- (2) 探傷器の直線性は、スイープラインから可読波高値の80%までは可読波高値の±5%以内であること。
- (3) 探傷器は、その縦方向直線性範囲を越える大きさの欠陥インディケーションの計測ができるように、振幅調整が可能であること。そしてスクリーンの使用範囲内では、公称振幅の±20%以内の精度をもつこと。

2.2 走査方法

- (1) 試験範囲を完全に走査するために、探触子の振動子幅の10%以上を重複して走査すること。
- (2) 探触子の走査速さは、150mm/秒を越えてはならない。ただし、確認試験を行なえば他の速さで走査してもよい。
- (3) 可能な限り溶接部、熱影響部および溶接部の両側各 $\frac{1}{2}T$ (Tは母材の厚さ)を垂直および2種の斜角ビームで探傷すること。屈折角は45°, 60°とする。ただし相互に15°以上異なっている場合には、他の組合せの角度を用いてもよい。
- (4) 次の箇所には他の屈折角を用いてもよい。
 - a. 上蓋、胴両フランジの溶接部
 - b. ノズル孔内面から探傷する場合のノズルおよびノズル溶接部
 - c. 容器鏡の溶接部
- (5) 超音波が溶接面に対してほぼ直角に入射し、かつ溶接部を完全に走査できる場合には一方向からのみ探傷してもよい。
- (6) $\frac{1}{2}T$ 母材範囲および溶接部の探傷のため、斜角ビームが透過する範囲を垂直探傷法によって試験すること。

3. 試験片

3.1 試験片

- (1) 反射体

基準探傷感度および距離振幅校正(DAC)曲線を求めるために、横ドリル孔を用いる。この孔は、被検材に直接加工するか試験片に加工する。

(2) 試験片の材料

- a. 試験片に用いる材料は、原則として被検材の一部から採取すること。ただし、これが不可能な場合には、これと同一規格で超音波的に同等な材料を用いてもさしつかえない。
- b. 被検材がクラッドされている場合には、試験片にも被検材と同等なクラッドを設けること。
- c. 試験片には、被検材に要求されていると同等の熱処理を行ない、また試験片に溶接部があるものについては最低2時間の溶接後熱処理を行なうこと。
- d. 試験片表面は、被検材の内外面と同じ状態に仕上げること。
- e. 試験片に用いる素材には、底面反射波よりも大きな欠陥反射波があってはならない。

(3) 試験片の形状

試験片の形状、孔径、位置、寸法などは、基準探傷感度およびDAC曲線の設定に十分なものであること。

被検材の厚さと試験片厚さの関係は、第付1.1表に従うこと。試験片厚さ(T)±25mmが第付1.1表に示された2つの範囲にまたがる場合、被検部板厚が試験片厚さ(T)±25mmの範囲にある場合には、この試験片を用いることができる。孔径は、試験片厚さによって決めること。被検材厚さが2種類以上の場合、平均厚さを用いて試験片厚さを決定すること。

(4) 曲率をもった試験片の形状

- a. 探触子が接する面の曲率半径が250mmを越える溶接部

曲率半径が250mmを越える被検部に対する試験片は、同じ曲率をもつ試験片か、または平らな試験片を用いること。また、孔径は第付1.1表に従うこと。

- b. 探触子が接する面の曲率半径が250mm以下の溶接部

曲率半径が250mm以下の被検部に対する試験片は、同じ曲率をもっていなければならない。また、試験片の曲率半径の0.9～1.5倍の曲率半径をもつ被検部に対しても、同一の試験片を用いることができる。また、孔径は第付1.1表に従うこと。

3.2 校正反射体

(1) 基本反射体

探傷面に平行で側面に直角に加工した横孔を基本反射体として用いること。角ノッチが必要な場合には、参考用の反射体として用いてもよい。

試験片の形状および基本反射体配置の一例を第付1.1図に示す。

(2) ケガキ線

3つの横孔の中心を示すケガキ線を側面および両探傷面に入れること。

(3) 他の反射体

必要な場合は、3.2(1)項に示した反射体以外の反射体を追加してもよいが、校正機能を妨げるものであってはならない。

(4) 曲率をもつ試験片の反射体

曲率をもつ試験片は、第付 1.1 表によること。垂直および斜角の周方向探傷用基本反射体およびノッチは、曲面の軸と平行に加工する。斜角の長手方向探傷用基本反射体は中央のケガキ線から曲面の接線に平行な加工とし、ノッチは周方向につけるものとする。

曲率をもつ試験片の形状および基本反射体配置の一例を第付 1.2 図に示す。

4. 較正方法

4.1 機器の較正

使用機器については、次の較正を行ない検査記録に記入すること。

- (1) 振幅の直線性
- (2) 振幅制御機構の直線性

4.2 試験機システムの較正

- (1) 試験に用いる機器全体のシステムを較正すること。探触子、シュー、接触媒体、ケーブル、機器、部品などを試験機器システムの変更がある場合は、その都度較正すること。最初の較正は試験片で行ない、その後の較正の確認は試験片シミュレータで行なってもよい。

(2) 較正温度

試験片の温度は、被検物温度の $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 以内とする。もし、他の温度を用いる場合には予め影響のないことを確認しておくこと。

(3) 較正の頻度

機器の較正は、毎日、試験開始前に行なうこと。機器システムの較正は、検査開始時点に行ない、システムの確認については、DAC 曲線および時間軸較正を各試験の事前事後に行なわなければならない。

4.3 較正する項目および較正方法

次の項目について較正を行なうこと。

- (a) 時間軸較正
- (b) 機器システム感度較正
- (c) 距離振幅較正 (DAC)
- (d) 探触子の入射点および屈折角の確認
- (e) 表面および表面近くの面に直角な面欠陥のための較正
- (f) ビームの角度と広がり較正

5. 試験方法

5.1 斜角探傷試験

(1) 検査感度

a. 基準探傷感度

DAC 曲線を、欠陥の検出、計測のための基準探傷感度とする。

b. 走査感度

走査は、基準探傷感度もしくはそれ以上の感度で行なうこと。インディケーションが発見された場合には、基準探傷感度で記録すること。

(2) 溶接線に平行な欠陥の探傷

ビームの方向は、溶接線に対してほぼ 90° に保ち、前後（溶接線に直角）、左右（溶接線に平行）に動かし、全溶接線および両側の母材 $\frac{1}{2}T$ を可能な限り探傷すること。また可能な場合は 180° 異なる2方向から行なうこと。

(3) 溶接線に直角な欠陥の探傷

ビーム方向は、溶接線に対して平行に保ち、全溶接部および両側の母材 $\frac{1}{2}T$ を可能な限り探傷すること。また、可能な場合は 180° 異なる2方向から行なうこと。

5.2 垂直探傷試験（溶接部、熱影響部および溶接線より $\frac{1}{2}T$ の範囲）

(1) 走査感度

走査は、基準探傷感度もしくはそれ以上の感度で行なうこと。インディケーションが発見された場合には、基準探傷感度で記録すること。

(2) ビーム透過の確認は、被検材裏面からの底面エコーを得ることで確認されなければならない。

もし、底面エコーが得られない場合には、ビームが十分透過していることを確認すること。

5.3 垂直探傷試験（母材のラミネーションの探傷）

走査感度

底面エコーが常に出ている感度をもって探傷すること。被検部厚さにテーパーがついている場合は、角度をつけれ垂直波を底面に直角に透過させること。

6. 検査記録および位置の識別

6.1 基本項目の記録

次の項目について記録すること。

- (a) 手 順
- (b) 検査機器システム
- (c) 検査員名
- (d) 校正シートの識別
- (e) 溶接線の識別と位置
- (f) 探 傷 面

6.2 試験部の識別

(1) 溶接線位置

溶接線の名称および位置は、溶接線識別計画書に明示すること。

(2) マーキング

低応力スタンプまたは振動ペンを用いて、各々の溶接線に永久的な識別を行なうこと。深さは、 0.4mm 以下でなければならない。

6.3 反射体の記録

6.3.1 溶接部および熱影響部に対する垂直および斜角探傷試験

(1) 記録の範囲

50% DAC 以上のエコーは、すべて記録すること。

(2) 記録データ

a. 次のデータを記録すること。

(a) DAC に対する最大エコー%, 表面からの距離, 探触子位置および欠陥位置

(b) エコー最大の点から探触子を欠陥に向かって近づけ, DAC の 50% の位置にきたときの表面からの距離, 探触子位置および欠陥位置

(c) エコー最大の点から探触子を欠陥から遠ざけ DAC 50% の位置にきたときの表面からの距離, 探触子位置および欠陥位置

(d) 校正データ

b. データは、すべて探触子の動きに対して平行に探触子幅の $\frac{9}{10}$ 以下の増分毎にとること。

このときの検査は、反射体の長さの方向に平行に 50% DAC の点まで行なうこと。

6.3.2 垂直法による母材ラミネーションの試験

(1) 記録の範囲

$F_1/B_1 > 1$ 欠陥エコー部分をすべて記録すること。

(2) 記録データ

次のデータを記録すること。

(a) 表面からの距離, 基準線からの距離および基準線に平行方向の距離 (区分線または区分点からの距離)

(b) 校正シート番号

データは、すべて探触子の動きに対して平行に探触子幅の $\frac{9}{10}$ 以下の増分毎にとること。

第付 1.1 表 試験片の厚さと孔径

試験片厚さ (T)(mm)	溶接部厚さ(t)(mm)	孔径 (mm)
50以上 100未満	$T \pm 2.5$	4.8
100以上 150未満	$T \pm 2.5$	6.4
150以上 200未満	$T \pm 2.5$	8.0
200以上 250未満	$T \pm 2.5$	9.6
250以上	$T \pm 2.5$	(注)

(注) 厚さが 50mm あるいはその端数の増分毎に、孔径を 1.6mm 増すこと。

〔 付 則 2 〕

ハーフビード法による補修^{A*}

1. 適用範囲

溶接を必要とする補修で、技術基準で要求される溶接後熱処理が不可能な場合は、これを省略する溶接補修方法について記載する。

2. 低合金鋼の溶接

技術基準に定めるP-1およびP-3の材料、およびA-1およびA-2の溶接部の補修に適用する。

2.1 材 料

- (1) 材料（溶接材料を含む）は技術基準に準拠したものであること。
- (2) 溶接材料の受入試験

溶接材料に対し、必要な試験は、補修に使用する被覆溶接棒の各ロットごとに行なうこと。これらの試験は、2.3項の試験板から採取すること。

2.2 溶接施行法および溶接士の資格

- (1) 溶接施行法および補修に従事する溶接士の資格は、2.3項に従って確認すること。
- (2) 突合わせ溶接に対する施行試験板を作成する場合は、補修部の拘束条件に考慮を払うことが望ましい。特に、 $56\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上の引張強度をもつ材料または断面の大きな材料に対し考慮を払うこと。

2.3 補 修

補修作業は、補修計画に従って行なうこと。

- (1) 寸法測定は、必要に応じて補修中ならびに補修後に行なうこと。
- (2) 欠陥の除去
 - a. 欠陥の除去は、機械的方法、グラインダーまたはチップングにより行ない、熱的方法は用いないこと。
 - b. 凹部は、溶接し易いように平滑にし、内部を清浄にすること。
 - c. 補修する凹部は、補修する前に磁粉探傷試験すること。
 - d. 凹部の寸法、位置を記録すること。
- (3) 補修溶接
 - a. 補修溶接に先立って溶接施行法試験を行なうこと。
 - (a) 溶接施行法試験用の材料は、補修する材料と同一の種別であり、同じような溶接後熱処理を受けていること。もし、補修部が2つの異なるタイプの材料にかかる場合は、試験板は2組となる。

試験板の板厚：補修部の深さの5倍以上でかつ125mm以上のこと。しかし、補修部の板厚を越える必要はない。

試験板の寸法 : 凹部を取り囲む母材の大きさは、板厚または 150mm のどちらか小さい方より大きいこと。長さは 450mm または補修する実際の凹部の長さのどちらか小さい方より大きいこと。

ただし、必要な試験片が凹部の最大深さの範囲内で採取できること。

凹部の深さ : 補修する深さまた 25mm のどちらか大きい方

凹部の形状 : 凹部の底幅および開先角度は、補修部の最小値

(b) 試験片の種類

側曲げ、Vノッチシャルビーおよび引張試験

(c) 試験方法および試験結果の判定は、技術基準によること。ただし、熱影響部の衝撃値は下記を満足すること。

容器に対し溶接補修した部分の母材 HAZ の衝撃値 X' が母材の規格値以上であること。 X' は次のように決定されること。

ここで、

X : 補修を模擬した溶接施行試験の HAZ の衝撃値

Y : 補修を模擬した溶接施行試験の母材の衝撃値

Y' : ミルシート上の母材の衝撃値

とする。

もし、 $X < Y$ ならば、 $X' = Y' - R$ とすること。

ここで、

$R = Y - X$: 溶接補修に起因する衝撃値の低下

もし、 $X \geq Y$ ならば $X' = Y'$ とすること。

- b. 補修溶接が物理的な障害のもとに施行されるならば、溶接士は技術基準の溶接姿勢の区分に従って、同技術基準に定める W-3-r または W-4-r の有資格者であること。
- c. 溶接は低水素系の被覆アーク溶接棒を用いて、ビード幅は溶接棒径の 4 倍以下であること。
- d. 被覆アーク溶接棒の取扱いは、次の要求事項に従って行なうこと。

(a) 乾燥条件

- ① 乾燥温度、時間 : $430 \pm 15^\circ\text{C} \times 30 \sim 60$ 分
- ② 乾燥開始温度 : 150°C 以下
- ③ 昇温速度 : 260°C 以上では $160^\circ\text{C}/\text{Hr}$ を越えないこと。
- ④ 260°C 以上の保持温度は 5 時間以下。
- ⑤ 乾燥後 70°C 以下に冷却させないこと。

(b) 保温条件

- ① 保温温度 : $110^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
- ② 20 分以上加熱炉外に置かないこと。
- ③ 20 分以上炉外に置いた溶接棒は、速やかに再保温のこと。

- ④ 再保温条件：110℃～150℃×8時間以上
- ⑤ 炉外に長時間放出した溶接棒は、上記条件にて再乾燥のこと。
- ⑥ 2回以上の再乾燥を行なう場合は、試験によってすべての要求を満足していることを確認すること。
- e. 溶接棒は、母材の最小引張強度に近い引張強度をもつ溶接棒を選定すること。補修部分が高速中性子の影響 (10^{10} nvt, $E_n > 1$ MeV) を受けるならば、溶接棒は中性子照射の影響を最小にするために Cu を最大 0.10, P を最大 0.015 % (溶着金属について) に制限すること。
- f. 補修部と補修部から最小 3 T (T は補修部の深さ) の幅の領域は、予熱されること。最低予熱温度は 180℃ であり、後熱処理まで保持すること。最高層間温度は 260℃ であること。
- g. 予熱、層間温度および後熱処理の監視には、熱電対と記録計を用いること。熱電対は溶接で取付けてもよい。
- h. 溶接手順
- 手順 1 …… 1 層目は最大 2.6 mm の棒径を使用のこと。
- 手順 2 …… 1 層目は約 $\frac{1}{2}$ の厚さをグラインダーで除去すること。
- 手順 3 …… 2 層目は最大 3.2 mm の棒径を使用のこと。
- 手順 4 …… 以降の層は 3.2 mm または 4.0 mm の棒径を使用のこと。
- 積層は、第付 2.1 図に示すように前のビードとその熱影響部を焼もどしするように行なうこと。
- 溶接完了後一層以上の余盛溶接を行ない、その後母材と平滑になるように除去すること。
- i. 管理されたピーニングは、変形および残留応力を最小にするために使用してもよい。
- ピーニングは、初層および最終層には使用しないこと。
- ピーニング前に溶接ビードを清浄にし、 $6.3\text{kg}/\text{mm}^2$ の圧力で $1.24\text{kg}\cdot\text{m}$ 以下のエアーツールで先端が約 12 mmR の工具を使用し軽いピーニングを行なうこと。
- ピーニング中の層間温度も 2.3(3)f 項で規定した 3 T の幅の領域は、最低 2 時間 230～300℃ の温度で保持すること。
- (4) 試 験
- a. 補修溶接中、各層毎に磁粉探傷試験を行なうこと。
- b. 補修部と 3 T の幅の領域は、溶接完了後 48 時間以上常温に保持してから非破壊試験すること。
- 補修溶接した範囲は、可能な限り本規程に従って放射線透過試験、超音波探傷試験および磁粉探傷試験を行なうこと。
- (5) 溶接補修と非破壊試験の完了後、本規程に従って結果の評価を行なうこと。
- (6) 欠陥の大きさ、位置、写真、冶金学的調査の結果、応力解析および寸法記録を保管すること。

3. 高ニッケル、低および高合金鋼の溶接

P-1およびP-3のフェライト系材料からなる構造物へ取付けられるP-8およびP-43のクラッドまたは強度部材の溶接後熱処理のない溶接補修または取換えは、次の要求を満足するならば最終溶接後熱処理後に行なってもよい。

3.1 材 料

材料は、2.1項に従うこと。

3.2 溶接施行法および溶接士の資格

2.2項を適用すること。

3.3 補 修

(1) 補修すべき深さと範囲

補修すべき深さと範囲は、本規程によること。

(2) 補修作業は、補修計画に従って行なうこと。

(3) 寸法測定は、必要に応じて補修中ならびに補修後に行なうこと。

(4) 溶接前処理

- a. 欠陥の除去は、機械的方法、グライダーまたはチップングにより行ない、熱的方法は用いないこと。
- b. 凹部は、溶接し易いように平滑にし、内部を清浄にすること。
- c. 補修する凹部は、溶接する前に本規程に従って検査すること。
- d. 溶接される範囲の寸法および位置を記録すること。

(5) 補修溶接

a. 溶接施行法試験

- (a) 突合せ溶接用およびクラッド用の2種類の試験を行なうこと。
- (b) 溶接施行法試験用の材料は、補修する材料と同一の標準成分および機械的性質を有したものであり、同じような溶接後熱処理を受けていること。もし、補修部が2つの異なるタイプの材料にかかっている場合は、試験板は2組となる。

(c) 試験板 A-クラッド用

母材の板厚は、450mm×450mmの肉盛表面を含んで最小125mmであること。
技術基準で要求している曲げ試験に加えて、溶接方向に対し45°の2つの側曲げ試験片を採取し試験すること。溶接方向に対し平行に採取する試験片は、ビードの重ね部から採取すること。

曲げ試験の判定基準は、母材のHAZに対しても適用すること。

(d) 試験板 B-開先内溶接用

この試験板は、2.3項で規定した要求に従って確認すること。

b. 溶接士は、溶着金属の衝撃試験が要求されないことを除いて2.3項で規定した要求に従って確認すること。

c. P-8のクラッドおよび強度部材に対してはタイプA-7の溶着金属をもつ被覆アーク溶接棒、P-8またはP-43のクラッドおよび強度部材に対してはP-43の溶着金属をもつ被覆アーク溶接棒を使用して溶接すること。ビード巾は、溶接棒径の3

倍以下とすること。

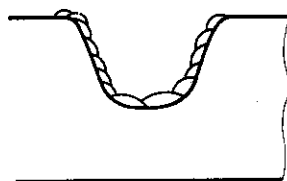
- d. 被覆アーク溶接棒の取扱いは、2.3項の要求に合致すること。
- e. 補修部分および補修部周りの3T以上の範囲を予熱すること。(Tは補修深さ)最低予熱温度は、180℃とし後熱処理まで保持すること。最高層間温度は210℃とすること。
- f. 溶接手順
 - 手順1……1層目は、2.6mmの棒径を使用のこと。
 - 手順2……1層目の約 $\frac{1}{2}$ の厚さをグラインダーで除去すること。
 - 手順3……2層目以降の溶接は、3.2mmの棒径を使用のこと。
 本項の溶接手順は、溶接施行試験でも用いること。
- g. 溶接完了後、3Tの幅の領域は、最低2時間で230～300℃の温度で保持すること。

(6) 試 験

補修部分および3Tの幅の領域は、溶接完了後48時間以上常温に保持した後、非破壊試験されること。非破壊試験には、本規程に従っての体積試験および浸透探傷試験が含まれること。

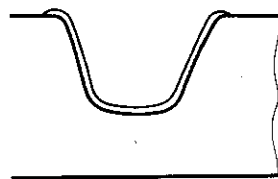
- (7) 補修部分がP-8またはP-43の強度部材に位置していたものであれば、溶接補修と非破壊試験の完了後、本規程に従って結果の評価を行なうこと。応力解析には、すべての荷重を考慮すること。

- (8) 溶接補修部の寸法および位置の記録は、保管すること。



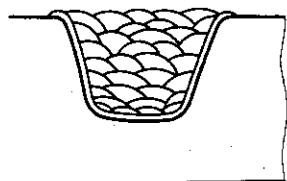
手順1

2.6mmの棒径の被覆溶接棒を使用しての凹部への一層目の肉盛



手順2

グラインダーによる一層目の $\frac{1}{2}$ 厚さの除去



手順3および手順4

3.2mmおよび4.0mmの棒径の被覆溶接棒を使用しての凹部の溶接。しかし、最終層は手順1の肉盛溶接部を超えて溶接されないこと。

また、手順1の溶接部以上の高さに溶接されること。

その溶接部分は母材表面と平滑になるように除去されること。

第付2.1図 ハーフビード法

〔 付 則 3 〕

プラント設計への要求事項^{G*}

1. 材料上の要求事項

- (1) 材料は受け入れ検査に於いて無欠陥なものを使用する。供用期間中検査（以下ISIと称す）の一貫として材料製造工程でのNDI手法を確認することが必要である。
- (2) 熱交換器の伝熱管については、ISIに於けるNDI手法上残留磁性の無い様にする必要がある。

2. 一般的なスペース上の要求事項

- (1) 機器内側からISIを実施することが規定される場合には、機器内部にISIに必要なスペースを設ける。
- (2) 検査員が機器に接近してISIを実施する場合には必要なグレーチング、足場を確保する。検査員の検査上安全上必要なスペースを設ける。
- (3) 必要な場所にISI機器の組立、設置スペースを設ける。
- (4) ISI上必要なマンハッチ、マシンハッチを設ける。
- (5) 主一次冷却系機器内部に持ち込んだISI機器の除染スペース及び保管スペースを設ける。
- (6) ISI機器の保管場所、遠隔操作室、データ処理等のISIに必要な部屋の確保の為に、全体配置計画の見通しが要求される。

3. 冷却材ヘリウム雰囲気に関する要求事項

- (1) ヘリウム内へISI機器を挿入、検査する場合に発生する不純物混入に対しプラント側で不純物除去対策を設ける。

4. 溶接に関する要求事項

- (1) 溶接材料の品質管理を厳しくする。全数検査を行う。
- (2) 溶接部開先寸法精度を向上させる。
- (3) 溶接施行は詳細に記録する。
- (4) 溶接部の数を出来るだけ減らす。
- (5) ノズルの溶接部はISIのやり易い位置に設ける。
- (6) 中性子累積照射量の低い方に溶接部を設ける。
- (7) 埋設配管溶接部は成るべく避ける。
- (8) ISI実施箇所近傍には十分なスペースを設ける。機器支持部（配管ハンガ等）の場所が動かせない場合にはISI実施箇所（溶接箇所）の位置を動かすこと。
- (9) 基本的に応力レベルの低い方、冷却材中の腐食性物質の少ない場所に溶接部を設ける。
- (10) 管と管板との溶接は検査のし易い溶接法とする。

5. 機器表面仕上げに関する要求事項

- (1) 溶接ビード部表面は削り，凹凸を無くして滑らかなものとする。
- (2) 母材表面仕上げは滑らかなものとする。
- (3) ISI 探傷面にうねりが無いこと。

6. 保温材に関する要求事項

ISI 実施箇所に装置された保温材は極く短時間に取り外しが出来る構造とすること。試験員の作業が困難な場合，機器と断熱材との間に必要な空間をあけ，そこでISI 機器を遠隔で操作する構造とすること。

7. 機器取り外しに関する要求事項

- (1) 機器を取り外してISI を実施するものについては，移動，検査の治具，スペースを周囲に設ける。
- (2) 機器取り外し，取り付けが短時間に出来ること。
- (3) 主1次冷却系機器の場合には，放射性物質の拡散，吸入，被曝を防止するために必要な設備を設けること。

〔 付 則 4 〕

機器のクラス分類^{G*}

供用期間中検査（以下 ISI と称す）の対象となる箇所は次に示すクラスに属する耐圧コンポーネントならびに支持構造とする。なお、この機器のクラス分類は「システム安全設計基準の試案」（三竹，他，JAERI-memo 7028，1977年，未公開）に示された安全クラスに基づいている。

1. クラス1機器

安全機能を有し、その単一故障が許容できない燃料損傷となるような構造物、システムおよび機器あるいはこれらの部分とする。なお、許容できない燃料損傷は、1次冷却材系あるいは2次冷却材系の減圧、1次冷却材の循環の喪失、反応度の過渡変動、化学作用物質の侵入などで生じる。例えば、ISIの対象箇所として次のようなものがある。

- (1) 1次冷却材圧力境界

2. クラス2機器

安全機能を有し、クラス1機器でない次のような構造物、システムおよび機器あるいはこれらの部分とする。

- (1) 1次冷却材圧力境界をなす。
- (2) その安全機能が、1次冷却材の閉じ込め、負の反応度の挿入あるいは正の反応度の急速な投入の防止、原子炉の冷却、炉心形状の保持、クラス1機器の想定破損の結果の低減などである。
- (3) その破損が(ii)にあげられた安全機能の遂行を妨げる。

例えば、ISIの対象箇所として次のようなものがある。

- (1) クラス1機器でない1次冷却材圧力境界
 - (2) 原子炉炉心支持構造物
 - (3) 補助冷却系
 - (4) 非常用原子炉冷却系
 - (5) 原子炉格納容器内の2次冷却材圧力境界
- などである。

3. クラス3機器

安全機能を有し、クラス1あるいはクラス2機器でない次のような構造物、システムおよび機器あるいはこれらの部分とする。

- (1) その放出によって敷地外の一般公衆へ0.5レムを越えた被曝を生ずるような放射能を取扱うか、内蔵している。
- (2) いずれかの安全に関係にするシステムに機能を具備させるか、このシステムの機能を援助する。

(3) 使用済み燃料から崩壊熱を除去する。

例えば、ISI 対象箇所として次のようなものがある。

(1) 原子炉冷却水純化系の放射能取扱い貯蔵システム

(2) 原子炉あるいは使用済み燃料の崩壊熱除去、非常の原子炉冷却、原子炉格納容器の熱除去などのシステムのサービス水系

などである。

以上の機器のクラス分類に従った多目的高温ガス実験炉の機器クラスを第付 4.1 表に示す。

ここで、クラスに * 印を施した機器構造または部分を ISI の対象箇所とする。

第付 4.1 表 機器クラス分類

機 器 名	ク ラ ス	機 器 名	ク ラ ス
<u>原子炉内構造物</u>		e) 2次ヘリウム冷却材の流路形成物でb) d) 以外のもの	2
固定反射体要素	2	f) a) の断熱構造物	2
炉心下部プレナム構造物	2	g) c) の "	2
炉心下部断熱構造物	2	h) d) の "	2
コアバレル	2	i) e) の "	2
サポートプレート	2	j) 中間熱交換器支持構造物	1*
ダイアグリッド	2		
炉心拘束構造物	2	主ガス循環機	
炉心シール構造物	2	a) 圧力バウンダリを形成するもの(例, ケーシング, 軸シール部)	1*
ボロン入り黒鉛遮蔽体	2	b) 1次ヘリウム冷却材と接しているものでa)以外のもの(例, 羽根車, 中胴)	3
炉心支持構造物	1*		
<u>反応度制御系</u>			
制御棒案内管	2	二重管	
後備停止系案内管	2	a) 二重管外管	1*
		b) 二重管内管	2
		c) 二重管内管断熱構造物	2
<u>原子炉圧力容器</u>		d) 二重管内管支持構造物	2
a) 圧力バウンダリを構成するもの	1*	e) 二重管外管 "	1*
b) 圧力容器スタッドボルト	1*	1次冷却系単管	
c) 圧力バウンダリのシール部分	1*	a) 単管	1*
d) 1次ヘリウム冷却材流路形成で a) 以外のもの (例, 高温ヘリウム出口ノズル)	2	b) 単管断熱構造物	2
e) 圧力容器支持構造物	1*	c) 単管支持構造物	1*
<u>1次冷却系</u>		原子炉冷却系の弁	
中間熱交換器 (IHX)		a) 圧力バウンダリを形成するもの(例, ケーシング)	1*
a) 1次ヘリウム冷却材と格納容器雰囲気とのバウンダリを構成するもの(例: 圧力胴)	1*	b) 故障により事故時の炉心冷却阻害するものでa) 以外の部分	2*
b) 1次ヘリウム冷却材と2次ヘリウム冷却材とのバウンダリを構成するもの	2*	c) 1次冷却系以外の事故時に, 1次冷却系の減圧を防止するためのもの(例, 一次ヘリウム供給ライン逆止弁)	2*
c) 1次ヘリウム冷却材の流路形成物でa) b) 以外のもの	2		
d) 2次ヘリウム冷却材と格納容器雰囲気とのバウンダリを構成するもの	2*	<u>補助冷却系</u>	
		補助冷却器	
		a) 1次ヘリウム冷却材と格納容器雰囲気との圧力バウンダリを	1*

機 器 名	ク ラ ス	機 器 名	ク ラ ス
形成するもの		<u>1次ヘリウム純化系</u>	
b) 1次ヘリウム冷却材と冷却水とのバウンダリを形成するもの	1*	a) 1次ヘリウム(純化済みのものも含む)と格納容器雰囲気とのバウンダリを形成しているものうち、原子炉冷却系主配管からみて第2隔離弁を含みそのまで。	1*
c) 1次ヘリウム冷却材の流路を形成するもので、a) b)以外のもの	2	b) 入口側第2隔離弁からプレチャーコールフィルタ迄の配管および弁(第2隔離弁は含まない)	2*
d) 冷却水と格納容器雰囲気との圧力バウンダリを形成するもの	2*	c) 1次ヘリウムと格納容器雰囲気とのバウンダリを形成したもので、a)以外の部分	3*
e) a)の断熱構造物	2	d) 1次ヘリウムとUCL系水とのバウンダリを形成しているもの	3
f) c)の断熱構造物	2		
g) 補助冷却器支持構造物	1*	<u>プラント計装制御系</u>	
補助ガス循環機		a) 1次ヘリウムと格納容器雰囲気とのバウンダリを形成するもの(格納容器の配管等)	2*
a) 圧力バウンダリを形成するもの	1*	b) 1次ヘリウムと補助建屋雰囲気とのバウンダリを形成するもの	2*
b) 1次ヘリウム冷却材と接しているもので、a)以外のもの	2	c) 1次冷却系および原子炉の計装制御用のもので、a) b)以外のもの	3
補助冷却器2次冷却系			
a) 圧力バウンダリを形成するもの(原子炉UCL系)とのバウンダリを除く)およびその支持構造物で隔離弁までの部分	2*		
b) 同上a)の隔離弁以降の部分	3*		
c) 原子炉UCL系とのバウンダリ	3*		
d) 循環水ポンプa)の部分以外	2		
e) 弁a)の部分以外	2		
f) 加圧器	3		
<u>後備冷却系</u>		<u>2次冷却系</u>	
a) 冷却水バウンダリを形成するものおよびその支持構造物(原子炉UCL系とのバウンダリは除く)	2*	a) 2次冷却材圧力バウンダリを形成し、原子炉格納容器内のもの	2*
b) 循環ポンプ(a)以外の部分)	2*	b) 2次冷却系で格納容器バウンダリ外にあり補助建屋雰囲気とのバウンダリを形成するもの	3*
c) 原子炉UCL系とのバウンダリを形成するもの	2*	c) 2次ヘリウムと3次冷却系とのバウンダリを形成するもの(例、蒸気発生器伝熱管)	3*
d) 弁(a)以外の部分)	2*	d) 2次ヘリウムと還元ガスとのバウンダリを形成するもの	3*
1次ヘリウム圧力調整系			
a) 1次ヘリウム冷却材流入防止用の弁	2*		

機 器 名	ク ラ ス	機 器 名	ク ラ ス
e) 2次ヘリウムの流路を形成するもので、a)~b)に含まれないもの (例、二重管内管)	3	<u>気体廃棄物処理施設</u>	
f) a)の断熱構造物	3	a) 多量の放射能を含む容器及びそれに接続する配管(第1次隔離弁を含みここまで)(例、サジタンク、希ガス回収塔)	
g) b)の断熱構造物	3		
h) e)の断熱構造物	3	b) 希ガス回収系の安全上の機能を維持するためのもの(例、希ガス回収系冷却器)	3
i) 2次冷却系格納容器隔離系(格納隔離弁)	2*		
j) " (緊急隔離弁)	2*		
k) 2次ヘリウム循環機(a)b)及び駆動機構を除く)	3	<u>液体廃棄物処理施設</u>	
<u>2次冷却系補助系</u>		a) 多量の放射能を含む容器およびそれに接続する配管(第1次隔離弁を含みここまで)	3
a) 2次冷却系ヘリウム圧力調整系	3*		
b) 2次冷却系ヘリウム純化系	3*	<u>原子炉1次格納容器</u>	
<u>UCL系</u>		a) 格納容器本体	2
原子炉UCL系	3	b) 配管貫通部	2
		c) b)以外の貫通部	2
		d) ハッチおよびエアロック	2
		e) 雰囲気調整系(通常用)	2
		f) 空気再循環浄化系(非常用)	2
<u>燃料取扱系</u>		<u>コンパートメント</u>	
a) 燃料又は制御棒交換中に一次冷却材バウンダリの一部となるもの	3*	a) コンパートメント本体	2
b) 燃料又は制御棒交換中に1次冷却材雰囲気中において安全機能を有するもの	3	b) コンパートメント冷却系(事故時用)	2
c) 燃料又は制御棒交換中に安全機能を有するもので、a)b)以外のもの(例、冷却設備)	3		