

## 付属資料 1) 鋼道路橋溶接部の超音波自動探傷検査要領(案)・同解説

本研究の 2 回にわたる回送試験をはじめとする種々の検討の結果とその分析からは、現状で鋼道路橋の溶接部に適用される可能性のある一般的な超音波自動探傷装置では仕様の違いによる検出性能の違いはほとんどなく、検出率や空振り率などの評価指標は仕様に関係なく大きくばらつく結果となった。

これらの試験結果からは、良好な状態で適切に検査が行われた場合には高い検出性能が発揮できる反面、わずかな条件の変化によっても検出性能に影響があらわれることが推察される。本共同研究では、ここに示すように成果の一つとして超音波自動探傷検査要領(案)を提案するが、一連の検討結果をふまえてこの要領では機器の仕様を規定することはせず、適切な能力を有する超音波自動探傷装置の検査能力が検査完了までできるだけ良好な状態で維持されることと、検査の過程を通じて検査結果に悪影響を及ぼすかあるいは及ぼした可能性のある要因について把握するとともに事後にそれらが検査にどのような影響を及ぼした可能性があるのかを特定できることで検査結果の妥当性について一定の評価が行えることに留意して必要な項目等についてとりまとめた。

本要領(案)・同解説は、今後の超音波自動探傷検査を行うにあたって要領を作成するための参考となると考えられる。

目次

1章 総則	491
1.1 適用範囲	491
1.2 引用規格	492
1.3 用語の定義	492
1.4 検査技術者	493
2章 検査機器	494
2.1 超音波自動探傷装置	494
2.1.1 必要な機能	494
2.1.2 保証方法	494
2.2 超音波自動探傷装置を構成する機器およびプログラムソフトウェア	495
2.2.1 超音波探傷器	495
(1) 必要な機能	495
(2) 必要な性能	495
(3) 保証方法	495
2.2.2 探触子	496
(1) 必要な機能	496
(2) 必要な性能	496
(3) 保証方法	496
2.2.3 走査装置	496
(1) 必要な機能	496
(2) 必要な性能	496
(3) 保証方法	497
2.2.4 画像表示装置	497
(1) 必要な機能	497
(2) 必要な性能	497
(3) 保証方法	497
2.2.5 搭載されたプログラムソフトウェア類	498
(1) 必要な機能	498
(2) 必要な性能	498
(3) 保証方法	498

3章 実証試験	500
3.1 一般	500
3.2 保証方法	500
3.3 試験方法	501
3.4 実証試験結果の報告	503
4章 検査要領	504
4.1 事前確認	504
4.2 検査要領書の作成	504
4.3 検査の実施	505
4.3.1 一般	505
4.3.2 検査に対する客観的証拠の提示方法	505
4.3.3 一定レベル以上の形状エコーが発生時した場合の検査要領	505
5章 判定	507
6章 報告	507
6.1 報告書の作成	507
付属書1 維持管理用試験片の例	508
付属書2 識別ブロックの例	509

# 1章 総則

## 1.1 適用範囲

- (1) 本要領は、鋼道路橋における、十分な管理の基に施工された完全溶込み突合せ溶接継手の超音波自動探傷検査に適用する。
- (2) 検査対象とする継手の適用板厚は8mmから100mmまでとする。

- (1) 本要領は、鋼道路橋の十分な管理の基に施工された完全溶込み突合せ溶接継手に対して適用できる。

ここでいう十分な管理の基に施工された溶接継手とは、道路橋示方書などの溶接の施工条件に関する規定に従って施工された継手という意味である。従って、溶接ビードの形状が著しく不整であるなどの継手に対しては、本要領に従って検査を行っても必ずしも適切な検査結果が得られるものではなく、また本要領は少なくとも外観からだけでもいわゆる形状エコーの発生が懸念されるような状態での検査を念頭に規定されたものではないことに注意する必要がある。また、超音波探傷検査には種々の方法があるが、本要領は、超音波自動探傷検査に関する基本的な事項についてその要領を定めたものであり、特に探傷方法による区別は行っていない。したがって、1探触子パルス反射法\*1、TOFD法\*2、タンデム探傷法\*3など一般的な超音波探傷方法に適用できると考えられるが、探傷の実施にあたっては、それぞれの探傷方法や探傷装置毎に固有の検査手順や機器の調整などが必要な場合があるが、それらの本要領に記載のない事項については、それぞれの探傷方法や探傷装置毎にあらかじめ十分な検討を行う必要がある（添付記号\*1～\*3については用語解説資料を参照）。

- (2) 本要領は、国土交通省らの鋼道路橋溶接部の非破壊検査手法に関する共同研究などによる板厚8mm～100mmの完全溶込み突合せ溶接継手の超音波自動探傷検査について得られた結果を基に定めたものであり、適用範囲についてもこの範囲とした。従って、本条文に定める範囲外の継手形式や板厚に対して本要領を適用するにあたっては十分な検討が必要である。また、対象とする継手の溶接条件についても、原則として内部きずの寸法が、きず高さの最大が7mmかつアスペクト比（高さ／長さ）が0.1～1.0の範囲内となる多層盛り溶接を前提としているため、このアスペクト比が変化するような溶接を行う場合には本要領によらず別途検討が必要である。

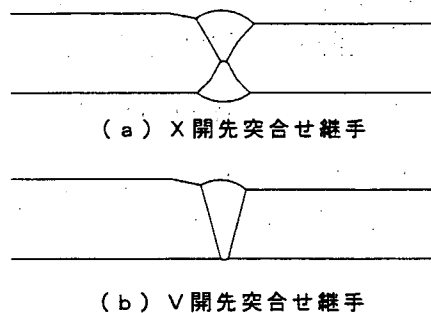


図-解 1.1 適用範囲となる完全溶込み突合せ溶接継手の例

## 1. 2 引用規格

本要領では、必要に応じて次に掲げる規格を引用する。これらの引用規格のうちで発効年を付記してあるものは、記載の年の版だけが本要領の引用規格であり、その後の改正版・追補は適用しない。

道路橋示方書・同解説	平成 14 年 3 月	(社)日本道路協会
JIS G 0553	: 1996	鋼のマクロ組織試験方法
JIS Z 2300	: 1991	非破壊試験用語
JIS Z 2345	: 2000	超音波探傷試験用準試験片
JIS Z 2350	: 2002	超音波探傷子の性能測定方法
JIS Z 2351	: 1992	超音波探傷器の電気的性能測定方法
JIS Z 2352	: 1992	超音波探傷装置の性能測定方法
JIS Z 3060	: 2002	鋼溶接部の超音波探傷試験方法
JIS Z 3070	: 1998	鋼溶接部の超音波自動探傷方法

## 1. 3 用語の定義

本要領で用いる主な用語の定義は以下によるほか、「1. 2 引用規格」による。

### 超音波自動探傷装置

: 超音波自動探傷検査に用いる装置のこと。通常は、超音波自動探傷器、探触子、走査装置、画像表示装置、装置に搭載されたプログラムソフトウェア等探傷から結果の出力に必要な全ての機器およびプログラムソフトウェアから構成される装置のこと

破壊試験: 断面試験やマクロ組織試験(JIS G 0553)等の方法によって試験片等を切断または破断等して内部きずを調べる試験のこと。

実証試験: 試験片等について、探傷試験および破壊試験を実施して内部きずを調査し、探傷結果と破壊試験結果を比較する試験のこと。

### 一定レベル以上の形状エコー

: 溶接ビードから反射する形状エコーのうち、装置が検出を保証できる大きさのきずの有無やきず長さの判定に影響を与えるある限界レベル以上の形状エコーのこと。個々の装置により実証試験を基に定義される。

本要領に用いられている用語のうち、とくに定義を明確にする必要のあるものについて記したものである。

本条文に示す以外の用語のうち非破壊検査に関するものについては、「1. 2 引用規格」に示される「JIS Z 2300(1991) 非破壊試験用語」の他に、「(社)日本非破壊検査協会:非破壊検査用語辞典, 1990」が参考にできる。

#### 1. 4 検査技術者

- (1) 探傷装置の操作に従事する検査技術者は、社団法人日本非破壊検査協会規格「NDIS 0601 非破壊検査技術者技量認定規定」(以下、NDIS 0601 という。)に定められた試験の種類のうち、超音波検査2種技術者に該当する試験(またはこれと同等もしくはそれ以上の検定試験)に合格した者でなければならない。
- (2) 探傷結果から合否の判定を行う検査技術者は、NDIS 0601 に定められた試験の種類のうち、超音波検査3種技術者に該当する試験(またはこれと同等もしくはそれ以上の検定試験)に合格した者でなければならない。
- (3) 検査技術者は、鋼道路橋溶接部の超音波自動探傷検査に関して十分な訓練を行った者でなければならない。

信頼できる検査結果を得るために、検査結果に影響を及ぼす可能性のある立場にある者に対して一定水準以上の知識と技術を要求することを規定したものである。

(1) (2)

探傷装置の操作を行う検査技術者は、NDIS 0601 に定める超音波検査2種技術者に該当する試験(またはこれと同等もしくはそれ以上の検定試験)に合格している者とした。ここでいう同等もしくはそれ以上の検定試験とは、同じNDIS 0601 に定める超音波検査3種技術者に該当する試験や社団法人日本非破壊検査協会規格NDIS J001「非破壊試験—技術者の資格及び認証」(以下、NDIS J001 という。)に定める超音波探傷試験に該当するレベル2やレベル3の試験などのことである。

探傷結果から合否の判定を行う検査技術者は、NDIS 0601 に定める超音波検査3種技術者に該当する試験(またはこれと同等もしくはそれ以上の検定試験)に合格している者とした。ここでいう同等もしくはそれ以上の検定試験とは、NDIS J001 に定める超音波探傷試験に該当するレベル3の試験などのことである。

なお、これらの資格は基本的に超音波自動探傷試験の技術者を対象に設けられたものではないが、今のところこれらにかわる資格制度がなく、当面これらの資格によることで超音波自動探傷試験に従事する検査技術者の知識ならびに技術の水準を一定以上確保することとした。

- (3) 溶接部の内部欠陥が発生する位置や大きさなどは、構造物の種類や製作方法などによって各々異なる。非破壊検査を行うにあたっては、対象構造物に対するこれらの必要最小限の知識や経験を有することが、信頼できる検査結果を得るための重要な要素となる。したがって、本要領では、検査技術者に対して鋼道路橋溶接部の超音波自動探傷検査に関して十分な訓練を行ってきていることを要求した。ここでいう十分な訓練とは、鋼道路橋溶接部に対する基本的な知識を有するだけでなく、少なくとも過去1年以内に鋼道路橋溶接部を対象とした、超音波自動探傷検査に従事した経験もしくは超音波自動探傷装置の取扱いに関する習熟訓練または本要領3章に示す実証試験を実施した経験を有することを意味している。

## 2章 検査機器

### 2.1 超音波自動探傷装置

#### 2.1.1 必要な機能

超音波自動探傷装置は、検査対象部位の内部きずのうち、要求される許容きず寸法より長い内部きずを検出し、実際のきず長さおよび位置の推定結果を記録できる機能を有していなければならない。

鋼道路橋の溶接部の内部きずに対する健全性の評価は、実際のきず長さとその位置に対して行われるため、超音波自動探傷装置には、当該部位に対する許容寸法以上の内部きずについて、実際のきず長さおよび位置の推定結果が自動的に記録できる機能を要求した。

#### 2.1.2 保証方法

- (1) 超音波自動探傷装置による検査結果が十分な信頼性を有していることを保証するためには、次の二つの事項を明確にしなければならない。
- 1) 超音波自動探傷装置を構成する機器およびプログラムソフトウェアのそれぞれが2.2に規定する必要な機能と性能を有していること。
  - 2) 超音波自動探傷装置が3章の実証試験(またはそれと同等の性能を確認する試験)に規定する必要な性能を有していること。
- (2) 超音波自動探傷装置が探傷結果を保証できる適用の範囲を探傷試験に先立って予め明らかにし、当該探傷試験がその範囲内であることを明確にしなければならない。

- (1) 1) 超音波自動探傷装置の機能や性能による検査結果の信頼性は、一般には、それを構成する機器およびプログラムソフトウェアのそれぞれが所要の機能および性能を満足したとしても、必ずしも保証されるわけではなく、それを構成する機器やプログラムソフトウェアの組合せにおける適合性に影響される。
- したがって、超音波自動探傷装置を構成する個々の機器やプログラムソフトウェアに対する所要の機能や性能および信頼性について2.2の規定によって保証するとともに、これらの構成機器やプログラムソフトウェアが実際に探傷を行う状態に組合された状態において、所要の機能や性能および信頼性を有することを示すことを要求したものである。
- 2) 超音波自動探傷装置の性能を保証するためには、基本的には、1)の解説のとおり周辺機器等を当該試験の実施時と同じ状態に組み合わせた状態において保証する以外にない。
- したがって、超音波自動探傷装置を構成する個々の機器等の性能を保証するという1)の規定に加えて、2)では組み合わされた状態における性能の保証を別途要求した。
- なお、現在のところ信頼できる保証の方法は実証試験による以外になく、これについては3章に規定している。
- (2) (1)によって保証された探傷装置の性能が保証できる探傷条件の範囲(板厚・温度・材質・姿勢など)は、試験に先立ってそれらを明確にし、試験条件がそれに合致していることを明確にすることが必要である。

## 2. 2 超音波自動探傷装置を構成する機器およびプログラムソフトウェア

### 2. 2. 1 超音波探傷器

#### (1) 必要な機能

超音波自動探傷器は、次に示す機能を有していることを原則とする。

- 1) エコー収録ゲート機能
- 2) エコー収録ゲートの設定値の記録機能
- 3) 距離振幅補正機能
- 4) カップリングチェック機能
- 5) データ収録機能

- 1) エコー収録ゲートの設定値は、検査ポイントごとにその範囲を自動的に記録できることが望ましい。検査ポイントごとの自動記録ができない場合は、検査途中で設定されたゲート範囲が変更されていないことを何らかの方法で保証する必要がある。
- 5) データ収録機能は、検査結果の妥当性を保証し、事後に当該検査における判定行為が再現できることを要求したものであり、そのために必要なデータが自動的に収録できることが必要である。

#### (2) 必要な性能

超音波自動探傷器は、超音波自動探傷装置として組合された状態において、次に示す性能が試験を通じて試験結果の妥当性を保証する水準でなければならない。

- 1) 一般
  - a. 増幅直線性
  - b. 時間軸直線性
  - c. 感度余裕値
  - d. 電源電圧変動に対する安定度
  - e. 周囲温度に対する安定度
- 2) エコー収録ゲート
  - a. 時間軸の性能
  - b. エコー高さ軸の性能
  - c. 設定値の記録性能
- 3) 距離振幅補正の性能
- 4) カップリングチェックの性能

必要な性能として、JIS Z 3070 の第6章に定める性能が試験を通じて満足できる水準であることを要求したものである。

#### (3) 保証方法

超音波自動探傷器が(1)および(2)に示す機能および性能を有していることを保証するために、次に示す事項について明確にしなければならない。

- 1) 一般
  - a. 増幅直線性
  - b. 時間軸直線性
  - c. 感度余裕値
  - d. 電源電圧変動に対する安定度
  - e. 周囲温度に対する安定度
- 2) エコー収録ゲート
  - a. 時間軸の性能
  - b. エコー高さ軸の性能
  - c. 設定値の記録性能
- 3) 距離振幅補正の性能
- 4) カップリングチェックの性能



## 2. 2. 2 探触子

### (1) 必要な機能

- 1) 探触子は、探傷にあたって組合わされる超音波自動探傷器に適合したものであり、超音波自動探傷装置の性能を保証した条件における探触子と同じ機能を有していなければならない。
- 2) 探触子には、製造者名・製造番号等が明記され、入射点を確認するための基準線を有していなければならない。

超音波自動探傷装置の性能を保証した条件とは、例えば実証試験による装置の保証を行った場合には、その実証試験に用いた探触子と、(2)項 1)～3)の許容範囲が同じであること、および(3)項 1), 2), 4), 7)の特性値を当該探触子と比較することで実証試験の状態が再現できることを示す。なお、ここでいう(3)項 1), 2), 4), 7)の特性値の比較について特に許容範囲は規定しない。

### (2) 必要な性能

探触子は、超音波自動探傷装置として組合された状態において、次に示す性能を有していなければならない。

- 1) STB屈折角  $\pm 1$ 度
- 2) ピーク周波数  $\pm 10\%$
- 3) 周波数帯域幅  $\pm 15\%$  (6dBダウン帯域幅)

探触子の性能測定方法は JIS Z2350 による。また、2)のピーク周波数は STB-A1 の R=100 の曲面を用いて計測する。

### (3) 保証方法

探触子が(1)および(2)に示す機能および性能を有していることを保証するために、次に示す事項について明確にしなければならない。

- 1) 探触子名称 (JIS Z2350, 3.2項に従った記号で表記)
- 2) 接近限界距離 (探触子ホルダー装着時)
- 3) STB屈折角
- 4) ビーム中心軸の偏りと偏り角
- 5) ピーク周波数
- 6) 周波数帯域幅
- 7) 収束範囲およびビーム幅

## 2. 2. 3 走査装置

### (1) 必要な機能

走査装置は、探傷に必要な個数ないしは組数の探触子を確実に保持できるホルダーを有し、所要の精度で自動走査できる機能を有していなければならない。

なお、探触子走行機は、自動走査を原則とする。手動走査の場合には探触子位置を超音波自動探傷装置として自動記録できる機能を有していなければならない。

### (2) 必要な性能

走行装置は、超音波自動探傷装置として組合された状態において、次に示す性能を有していなければならない。

- 1) 直角走査長に対する試験実績の位置ずれ 2%以下
- 2) 平行走査長に対する試験実績の位置ずれ 2%もしくは10mmのうち小さい値以下

### (3) 保証方法

走行装置が(1)および(2)に示す機能および性能を有していることを保証するために、次に示す事項について明確にしなければならない。

- 1) 走行速度
- 2) 直角走査長に対する試験実績の位置ずれ
- 3) 平行走査長に対する試験実績の位置ずれ

実際の検査に使用する走行速度（平行走査および直角走査方向）が超音波自動探傷装置の性能を保証した条件と異なる場合には、それに起因する問題が生じないことを保証する必要がある。また、試験の開始点のずれ誤差も含めて上記の値以下でなければならない。

## 2. 2. 4 画像表示装置

### (1) 必要な機能

画像表示装置は、カップリングチェック画像の表示および、探傷状況と結果について必要な画像情報が表示できなければならない。

超音波自動探傷検査では、音響結合が不良の場合には、内部きずが存在してもエコーが得られずに誤った判定がなされる場合があるため、音響結合状態の監視のためにカップリングチェック結果の表示機能を要求したものである。

また、画像表示できる情報としては、探傷状況の確認や結果の客観性を高めるために、少なくとも、きずの平面表示と断面表示が行えることが必要である。

### (2) 必要な性能

画像表示装置は、超音波自動探傷装置として組合された状態において、次に示す性能を有していなければならない。

- 1) 表示するエコー高さまたは領域の下限は、任意の高さに変えられること。
- 2) 探傷方向およびスキップの別が、視認または識別できること。
- 3) 各座標軸は、1 mm以下の精度で反射源の位置を評価し表示できること。
- 4) 一定レベル以上の形状エコーが検出された範囲を表示できること。
- 5) 収録データから、探傷時に表示された画像が再表示できること。

超音波自動探傷装置では、収録された探傷データに対して様々な処理が行われるため、探傷結果の評価が適切に行われることを検証する必要がある。ここでは、探傷状況の確認や結果の客観性を確保するために画像表示装置として必要な性能を要求した。

また、探傷結果の妥当性検証のために、探傷時に表示された画像は、探傷後に収録された探傷データから再現できる性能を有していることを画像表示装置に要求した。

### (3) 保証方法

画像表示装置が(1)および(2)に示す機能および性能を有していることを保証するために、次に示す事項について明確にしなければならない。

- 1) カップリングチェック画像表示方法、保存方式
- 2) 一定レベル以上の形状エコーが検出された場合の画像表示方法、保存方法
- 3) 画像表示方法と保存方式
- 4) 画像化に関するデータ処理方法

画像表示装置は、探傷状況の確認や結果の妥当性を判断するために必要な情報を探傷時に提供できる唯一の手段であり、適切な画像表示が行われることは特に重要である。したがって、画像の表示にいたるデータ処理のプロセスや方法について明確にすることを要求したものである。なお、探傷時に収録されるデータが膨大になることが想定される場合には、保存形式なども予め十分に検討しておくことが必要である。

## 2. 2. 5 搭載されたプログラムソフトウェア類

### (1) 必要な機能

超音波自動探傷装置に搭載されたプログラムソフトウェア等については、アルゴリズムおよびフローチャートが明確に示せるものでなければならない。

超音波自動探傷装置には、画像化に関するプログラムソフトウェアや結果の判定プロセスに関するプログラムソフトウェアおよびこれらに類するものが搭載されているものが多い。

これらのプログラムソフトウェア等が搭載されている場合、それらによる処理内容が探傷結果に大きく影響を及ぼす可能性があるため、これら処理内容が、プログラムソフトウェア等のアルゴリズムやフローチャートによって明確に示されなければならないことを要求したものである。

### (2) 必要な性能

超音波自動探傷装置に搭載されたプログラムソフトウェア等については、それらが 3章に示す実証試験の際に搭載されたものと同等の性能を有していることを示さなければならない。

超音波探傷装置に搭載されたプログラムソフトウェア等の修正あるいは変更は、装置の性能に直接影響を及ぼす可能性がある一方で、それらが装置全体の性能に影響を及ぼさないことを証明することは困難である。したがって、原則として実証試験等で装置の性能を保証したときのプログラムによって実際の探傷が行われなければならないことに留意することが必要である。

### (3) 保証方法

超音波探傷装置に搭載されたプログラムソフトウェア類が (1) および (2) に示す機能および性能を有していることを保証するために、次に示す事項について明確にしなければならない。

- 1) 超音波自動探傷装置に搭載されているプログラムソフトウェア等のアルゴリズム およびフローチャート
- 2) 超音波自動探傷装置に搭載されているプログラムソフトウェア等が実証試験の際に搭載されたものと同等の性能であることを示す資料

保証すべきプログラムソフトの機能の一例として以下のものが挙げられる。

- ①電気的なノイズや接触媒質等による疑似エコーをきずエコーと分別して除去する機能
- ②エコーの分布状況ときずの実寸法の相関を推定する機能
- ③エコーの分布状況ときずの実位置を推定する機能
- ④複数の探傷面からの情報を統一する機能
- ⑤隣接きずと単独きずを分別する機能
- ⑥音響異方性に対応する機能
- ⑦探触子との組合わせが変わった場合に対応する機能
- ⑧一定レベル以上の形状エコーが発生した場合、形状エコーを除去してきずエコーを分別する機能
- ⑨複数の探触子もしくは探傷方法を併用する場合、複数の異なった判定結果を統一して最終的な判定結果を示す機能

### 3章 実証試験

#### 3.1 一般

実証試験は、超音波自動探傷装置の性能を保証するものであるため、客観性が保証された状態で実施しなければならない。また、その試験結果は十分詳細で明確に示せるものでなければならない。

##### (1) 実証試験

下記項目のいずれかに該当する場合は、実証試験を行うのを原則とする。

- i) 過去に実証試験の実績ない超音波自動探傷装置を検査に用いる場合
- ii) 過去に実証試験の実績はあるが、対象板厚、検査姿勢など過去の実証試験の検査区分と条件が異なる場合
- iii) 過去に実証試験の実績はあるが、改造、変更し過去の実証試験と装置が異なる場合

##### (2) 実証試験の省略

過去に実証試験の区分が同一であるもしくはそれ以上の条件で実証試験を行い、かつ鋼道路橋の溶接部の内部きずに対して超音波自動探傷検査の経験をもつ場合は、その時の実証試験結果を示すことにより実証試験を省略できるものとする。

ここでは、実証試験を行う際の一般的原則を示した。実証試験は、装置を構成する機器やプログラムソフトウェアのそれぞれの機能や性能に関する規定のみでは実際の探傷状態を再現することが難しいことから、これらの構成機器やプログラムソフトウェアが実際に探傷を行う状態に組合された状態において、所要の機能や性能を有することを確認するために行われるものである。また、その結果は、超音波自動探傷装置の適用性の評価につながるため、公的機関やそれに類する機関、それ以外の場合でも試験の実施、結果の評価に対し客観性が保証される組織で行うのを原則とする。

また、同様に実証試験に用いる試験体の選択や実証試験の合否判定に対しても客観性が保証される組織で行うのを原則とする。

実証試験の結果について、形状エコーときずからのエコーの分離に関しては、実際の探傷の際に問題となることが予想されるため解明する必要がある。なお、実証試験結果のとりまとめについては国土交通省らの共同研究が参考にできる。

また、実証試験が必要となる条件を(1)、(2)の通り定めた。

- (1) 超音波自動探傷装置の性能は、探傷時の微妙な条件の違いによって大きく左右されることがある。従って、実証試験は、実際に適用しようとする探傷試験を再現した試験条件下において行うことを原則とした。実証試験で保証された条件範囲に対してのみ実際の探傷結果は有効である。したがって、実証試験の実施にあたっては、予めそれらの条件について明確にしておく必要がある。
- (2) 実証試験による保証は、必ずしも個々の超音波自動探傷装置全てに対して行われる必要はない。過去に同等もしくはそれ以上の条件で行われた実証試験で保証された超音波自動探傷装置が同一の装置であり（同一メーカー、同一機種、同一のプログラムソフトウェアなどすべてが同一の場合）、その特性が保証された場合は実証試験を省略できるものとする。

#### 3.2 保証方法

##### (1) 実証試験で保証すべき性能

自然欠陥に対して、判定基準以上のきずに対し見逃しなく検出し、判定基準未満のきずに対して許容きずであるとの判定ができること。検出したきずの位置の特定が可能なこと。

##### (2) 実証試験の合否判定基準

実証試験体に含まれるすべてのきずに対して(1)ができること。

- (1) 国土交通省などの共同研究の結果によれば、使用する超音波自動探傷装置毎によって、自然欠陥に対する検出性能に大きな差異が見られた。このようなことから、超音波自動探傷装置の検出性能を適切に評価するため、自然欠陥に対して探傷試験を実施することを要求した。破壊試験結果と探傷結果の比較による検出性能や2.1.1の「実際のきず長さおよび位置の推定結果の評価」を行うにあたっては、きずの一致の判定が重要となるが、これらについては国土交通省らの国土交通省などの共同研究の報告書が参考にできる。

- (2) 実証試験の結果では、きずの検出、きずの長さや位置の推定などが破壊試験による実際のきずとどの程度一致しているのかに着目して評価を行う。その際、実証試験体に含まれるすべてのきずに対して(1)ができることが、実証試験の可否判定基準となる。

### 3. 3 試験方法

#### (1) 実証試験の試験方法

実証試験の試験方法は、実際に使用する超音波自動探傷装置を用いて探傷試験を実施する方法によるものとする。

#### (2) 実証試験による確認項目

##### 1) 検出しなければならない内部きずの確認

検出しなければならない内部きずは道路橋示方書による。

##### 2) 超音波自動探傷装置および試験用材料

実証試験に使用する超音波自動探傷装置および試験材料は、実工事に使用するものと同一または同等の品質を有するものでなければならない。

##### 3) 試験条件の確認

i) 実証試験では、実際に使用する試験条件と同じ条件(またはこれと同等の条件のうち最も不利になる条件)で行うことを原則とする。

ii) 実証試験における試験条件では、探傷器と探触子の組合せ、探触子の適用板厚、探傷姿勢などの項目を確認しなければならない。

#### (3) 確認試験体

実証試験では、確認試験体を使用する。

##### 1) 確認試験体の板厚

確認試験体の板厚は、実際の検査で対象とする板厚を含まなければならない。

##### 2) 確認試験体の鋼材種類

確認試験体に用いる鋼材種別は、実際の検査で対象とする鋼材と同一材質、同一熱処理のものとする。

##### 3) 確認試験体の開先形状および溶接方法

確認試験体は、原則として実際の検査対象試験体と同一の開先形状および同一溶接方法により製作する。但し、実証試験の区分が同一の場合にはこの限りではない。

##### 4) 確認試験体の溶接きず

確認試験体のきずは、母材の厚さ、材質、溶接方法および開先形状などから発生が予想される溶接きずとし、適切な方法で付与する。

##### i) きずの種類

実際の探傷検査で対象とする溶接において発生する可能性のある全ての溶接きずの種類を含まなければならない。

##### ii) きずの寸法

実際に適用しようとする探傷において検出を要求されるきずの寸法以下のものを含まなければならない。

##### iii) きずの個数と溶接線の長さ

きずの個数と溶接線の長さは、装置の性能を保証する上で有意な結果の判定ができるものでなければならない。

##### iv) きずの位置

きずの位置は、溶接部の表面または表面極近傍とみなせる位置にあるものを含むものとする。

##### v) きずの特徴

形状エコーときずが分離できることを保証する上で有意な結果の判定できるきずを含まなければならない。

(4) 実証試験の区分

実証試験の区分は、次の各項目の区分の組合せによる。実証試験の区分が異なる毎に実証試験を実施する。

1) 母材の厚さによる区分

ある板厚の実証試験を実施するとき、この板厚に対して±10mmの範囲については同一区分とする。

2) 材質による区分

確認試験体と同材質であるか、または超音波的性質が近似している試験体は同一区分として扱う。

3) 溶接方法による区分

適用する溶接方法は、被覆アーク溶接、ガスシールドアーク溶接、サブマージアーク溶接を一区分とし、その他の溶接はそれぞれ一区分とする。

4) 溶接施工方法による区分

溶接方法の区分は表-3.1による。

表-3.1 溶接施工方法の区分

溶接施工方法の区分	種類	備考(適用開先形状)
1	片面裏波溶接	I, V, U, レ, J
2	両面溶接	I, V, U, レ, J, X, K, H

5) 試験条件による区分

i) 探触子

JIS Z 2344(金属材料のパルス反射による超音波探傷試験方法)に従って探触子の表示をしたとき、同一表示となるものをそれぞれ一区分とする。

ii) 感度調整用試験片

探傷感度の調整に使用する標準試験片および対比試験片の種類を持ってそれぞれ一区分とする。

(5) 溶接内部きずの確認方法

確認試験体を破壊試験等により切断するときは次の方法によるものとし、きずの種類、形状・寸法および位置の確認を行う。

1) 切断方法

確認試験体の溶接線方向に溶接部をはさみ、止端部より母材側へそれぞれ15mmの位置で切断する(切断幅(mm):溶接金属の幅+30)。次に、溶接線方向の長さをノギスなどにより測定した後、溶接線方向に適切な位置で切断する。これらの試験片の溶接線長さをノギスなどにより測定し、切断による欠損長さを把握する。

2) きずの長さの測定およびきず形状の確認

試験片の端面をグラインダー、フライス切削機などにより切削研磨し、5%硝酸アルコール溶液等にてマクロエッチングし、きずの有無を確認する。1回毎に0.5~2.0mm以下の切削・研磨を繰り返すことを基本とし、そのつどマクロエッチングしてきずの有無の確認する。

(6) 実証試験結果が不合格の場合の処置

適切な処置を施し、実証試験を再度実施するものとする。

(4) 1) 共同研究では、40, 60, 80, 100mmの試験体により検討、評価した。

(5) 2) 共同研究の検討では、1回毎の切削代を0.5mmもしくは1.0mmとして、きずの有無の確認、きず寸法の評価を行った。欠陥寸法と切断代の関係の検討において、切断代が板厚の1/40であれば欠陥寸法の評価が正しく行えるとの結論が得られている。このため、40mmまでは0.5mm, 80mmまでは1.0mm, 80mmを越え100mmは2.0mmの切削代とするのが望ましい。ただし、BHの評価を行う場合、板厚によらず切削代は0.5mmもしくは1.0mm程度が望ましい。

### 3. 4 実証試験結果の報告

- (1) 確認試験体
  - 1) 確認試験体の諸元 (材質, 板厚, 員数, 製作方法など)
  - 2) きずの諸元 (寸法, 位置, 種類)
- (2) 装置  
実証試験時の装置の諸元・状態について2章で規定する各事項
- (3) 探傷結果
  - 1) きずの検出結果 (指示長さ, 指示位置)
  - 2) きずの判定結果 (実寸法, 実位置)
  - 3) 2)の判定根拠 (実寸法と指示長さ, 実位置と指示位置の誤差分布図など)
- (4) 実証試験において保証する項目
  - 1) 検出性能
  - 2) 計測性能
  - 3) 適用範囲
    - ・実証試験で保証する適用板厚と探触子の特性
    - ・実証試験結果を保証する溶接継手開先形状
    - ・実証試験結果を保証する探傷姿勢
- (5) 検査要領
- (6) 探傷面数の制限に関する装置の性能
- (7) 実証試験を実施した技術者の資格

実証試験の結果報告について、形状エコーときずからのエコーの分離に関しては、実際の探傷の際に問題となることが予想されるため詳細に報告する必要がある。また、実証試験において保証する条件範囲は、適用範囲として報告することとした。なお、実証試験結果のとりまとめや結果の報告については国土交通省らの共同研究が参考にできる。

超音波自動探傷装置は実証試験でその性能を確認された後も、実証試験実施時の機能を維持していることを何らかの方法で保証する必要がある。例えば、超音波自動探傷装置の維持管理のため、探触子、探傷器、走行装置などが良好に機能していることを保証するのに付属書1の維持管理用試験片(図-付1.1参照)を使用して良い。実証試験実施時に、併せて維持管理試験片の探傷を行い、その探傷記録を保存しておく。後日、維持管理試験片を用いて同様の試験を行い、結果が同様であることの確認により、装置が良好に維持されていることの証明とする。

## 4章 検査要領

### 4.1 事前確認

検査は、必要な性能を満足するよう、次に示す事項について事前に確認し、慎重に行わなければならない。

- (1) 2章および3章に示されるすべての項目については、次の報告を確認しなければならない。
- (2) 超音波自動探傷装置を構成する機器やプログラムソフトウェアのそれぞれの機能と性能およびその適用条件
- (3) 超音波自動探傷装置の機能と性能およびその適用条件
- (4) 検査対象に関する事項  
材種、音響異方性などの材料特性および、板厚、継手条件（溶接方法・開先形状・溶接ビード形状）、検査部位の形状（検査姿勢、探傷可能面）、探傷面の表面状況など。  
なお、探傷面は原則として塗装などがあってはならない。
- (5) 検査場所の環境条件  
屋内・屋外の別、電源、気温、湿度、安全に関する事項。
- (6) 検査に従事する検査技術者とその資格

実際の探傷では、実証試験において探傷結果が保証されている範囲内で行わなければならないため、これを事前に確認することとした。また、この事前確認において、実際の探傷が実証試験で保証する範囲を超える場合には、その超音波自動探傷装置による探傷結果の信頼性は保証されないため、使用してはならないこととした。なお、超音波自動探傷検査を実施するにあたっては、現在のところ実証試験以外に探傷結果を補償する方法はなく、また実証試験を別途実施するには数ヶ月単位の期間が必要になる。従って、溶接継手を超音波自動探傷検査する場合には、その探傷検査に用いる超音波自動探傷装置の試験条件が実証試験で保証する範囲内であるかどうかといった超音波自動探傷装置の適用性について、事前に十分確認しておく必要がある。

また、フィルターなどの探傷器の特性が変化する機能は、超音波自動探傷装置による探傷結果に影響を及ぼす可能性があるため、実証試験においてその機能の使用が保証されている範囲内で使用しなければならない。

### 4.2 検査要領書の作成

検査にあたっては、事前に、少なくとも以下に示す事項を含む検査要領書を作成しなければならない。

- 1) 検査期間
- 2) 探傷方法
- 3) 使用する超音波自動探傷装置
- 4) 検査対象部位と使用する探触子の組合せ
- 5) 検査技術者
- 6) 超音波自動探傷装置の配置および探傷姿勢
- 7) 探傷時期（溶接完了から検査までの時間）
- 8) 探傷面数
- 9) 超音波自動探傷装置による探傷不可能な部位の処理方法
- 10) 感度調整の方法
- 11) 使用する接触媒質
- 12) エコー収録方式および検査ポイントごとの設定値の保証方法
- 13) 収録ゲートの各板厚毎の設定方法
- 14) 距離振幅補正方式
- 15) カップリングチェック方式
- 16) 走査パターン
- 17) 走査速度



- 18) 探傷面の前処理要領（清掃ならびにさび、塗装等の対応策）
- 19) 音響異方性材の対処方法
- 20) 検査に対する客観的証拠の提示方法
- 21) 一定レベル以上の形状エコー発生時の検査要領
- 22) 手直し後の再探傷要領
- 23) 報告書の形式と提出時期
- 24) 収録データの内容と保存方法ならびに保存期間
- 25) その他

検査要領書は4. 1節に示す事前確認を実施した後作成されるものである。作成後はすみやかに当該検査の関係者間での合意を得るとともに、関係者に周知しておかなければならない。また、使用する超音波自動探傷装置に関して、2章に規定した装置等の性能を保証するために必要な報告を行わねばならない。

- 8) 探傷面数は、検査対象個所の構造形式、板厚変化によるテーパ面の位置関係により、十分な検査条件とならない場合が生じることが予想される。例えば、補剛材で検査領域が分断される場合や、溶接線が部材に対して傾きを有している場合の溶接始末端部などでは、探傷面が通常の場合以上に制限されることが予想されるため注意が必要である。

#### 4. 3 検査の実施

##### 4. 3. 1 一般

検査はあらかじめ定めた検査要領書に従って適正に行わなければならない。検査の実施にあたって、検査要領書に記載のない事項や検査要領書によらない事項が生じた場合には、あらかじめ対処方法を定めた上でなければ検査を継続してはならない。

##### 4. 3. 2 検査に対する客観的証拠の提示方法

検査の実施にあたっては、次に示す事項について客観的な証拠となりうる記録を行い、検査結果と同時に提出しなければならない。

- (1) 実際の検査行為と提出される検査記録の同一性を証明する資料
- (2) 実際の検査行為実施時における超音波自動探傷装置の探傷状態が適切なものであることを証明する資料

超音波自動探傷検査では、検査結果が超音波自動探傷装置に搭載されたプログラムソフトの処理を経て出力・記録されることや、検査の実施にあたっての超音波自動探傷装置の状態が探傷結果の精度や信頼性に極めて大きな影響を及ぼすことなどから、検査結果の提出に合わせて、検査行為の妥当性を証明することができる記録の提示を要求したものである。

これらの客観的な証拠となりうる記録を行う方法には、例えば、実際の探傷行為の中で当該検査の探傷データに含む形で同時的かつ連続（継続）的に超音波自動探傷装置の探傷状況に関する各種の情報を記録する方法などが考えられる。

例えば、実際の探傷行為の中で探傷記録と同時かつ連続（断続）的に検査行為として付属書2の保証ブロック（図-付 2.1 参照）を使用して良い。保証ブロックを接着、もしくは接触媒質をつけた状態で治具等により保持し、検査区間に取付け、保証ブロックも含めて探傷を行う。保証ブロックのセットにおいては、人工孔からの反射エコーが検査対象の領域に重ならないように注意する。

##### 4. 3. 3 一定レベル以上の形状エコーが発生時した場合の検査要領

一定レベル以上の形状エコーの発生により、通常と異なる探傷および結果判定を行う必要があることが予想される場合には、適切な検査結果が得られる方法についてあらかじめ定めておかなければならない。

溶接ビード近傍を超音波探傷試験する場合には、しばしば溶接ビードからの形状エコーにより正しい評価が困難になることが想定される。したがって、溶接ビードからの一定レベル以上の形状エコーの発生に対する処置方法などの検査要領を装置や検査部位に応じて予め決めておかなければならない。図-解 4.1 に一定レベル以上の形状エコーが発生した場合の検査フローを示す。

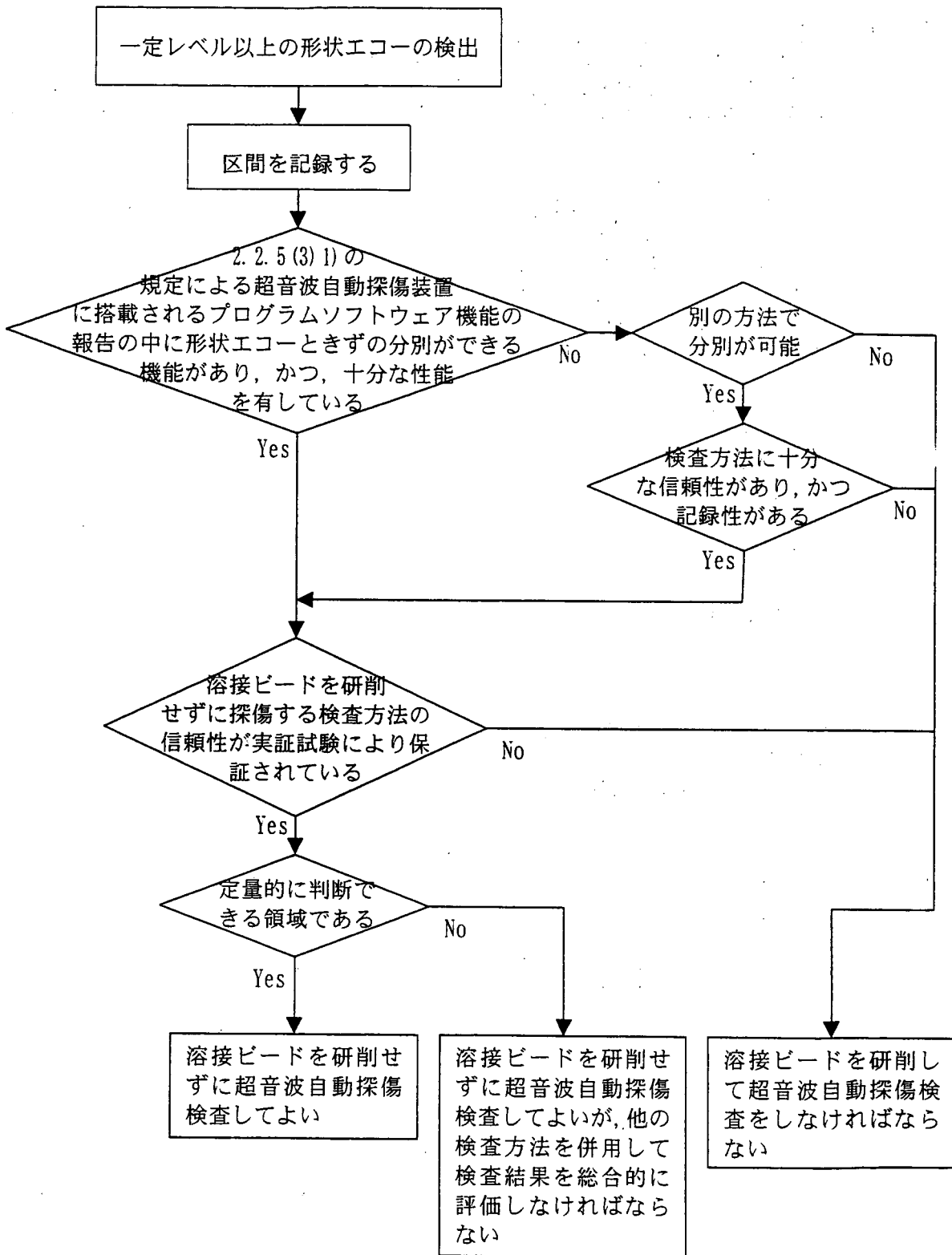


図-解 4.1 一定レベル以上の形状エコーが発生した場合の検査フロー

## 5章 判定

実証試験に基づき保証された装置独自の判定基準により、実際のきず寸法の要求される許容値をこえるか否を判定する。

## 6章 報告

### 6.1 報告書の作成

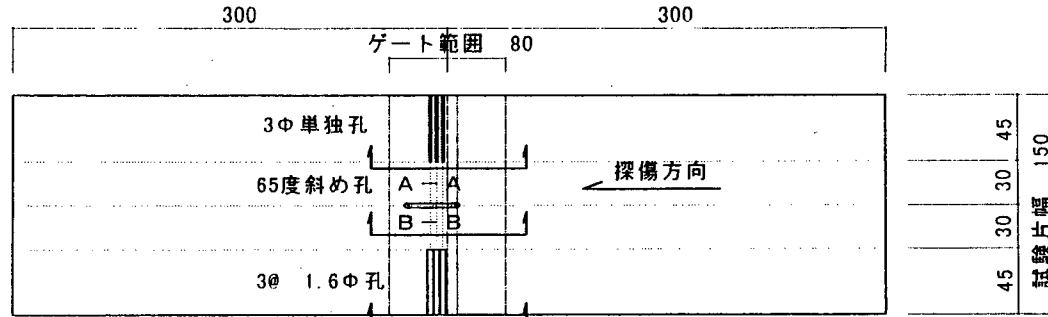
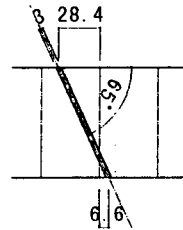
超音波自動探傷検査を行った後、少なくとも次に示す事項を含めた報告書を作成しなければならない。また、再探傷試験後の報告書もこれと同様の報告書とする。

- 1) 検査年月日・時刻(時間)
- 2) 施工業者または製造業者名
- 3) 工事名 または部材名
- 4) 検査技術者名および保有資格者の証明
- 5) 検査部位(検査記録 との照合に必要な記号等)
- 6) 検査部位の状況(事前調査結果および探傷時)  
(溶接ビードの状況, 開先形状, 板厚, 表面状態…)
- 7) 使用した超音波自動 探傷装置
- 8) 使用した探傷子および検査対象部位との組合せ
- 9) 超音波 自動探傷装置の配置および探傷姿勢
- 10) 探傷した面を示す資料
- 11) 超音波自動 探傷装置で探傷不可能な部位に関する資料, 別途の方法で行った検査結果
- 12) 感度調整の方法
- 13) 接触媒質
- 14) エコー収録方式および検査ポイントごとの設定 値に関する資料
- 15) 収録ゲートの各板厚毎の設定
- 16) 距離振幅補正
- 17) カッ プリングチェック方式
- 18) 走査パターン
- 19) 走査速度
- 20) 探傷面の前処理結果(清掃ならびにさび, 塗装等の対応策)
- 21) 音響異方性材に対する対処結果
- 22) 検査に対する客観的証拠
- 23) 一定レベル以上の形状エコーが発生した時の検査結果の扱いに関する資料
- 24) 合否判定結果および根拠となるきずの記録
- 25) その他収録データ一式
- 26) その他

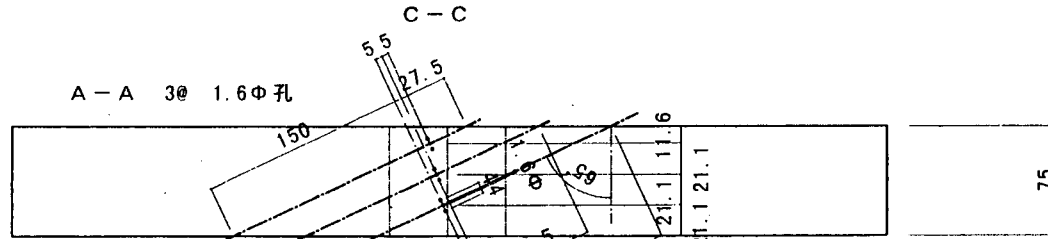
超音波自動探傷検査を行った後、少なくとも次に示す事項を含めた報告書を作成しなければならない。これらのほとんどは、本要領書の各章で検査結果の妥当性を保証するために報告を要求したものであり、これらについて最低限報告するとともに検査結果に疑義を生じる可能性のある全ての事項について当初よりもれなく報告することが必要である。

探触子（65度用）の場合の  
維持管理用試験片

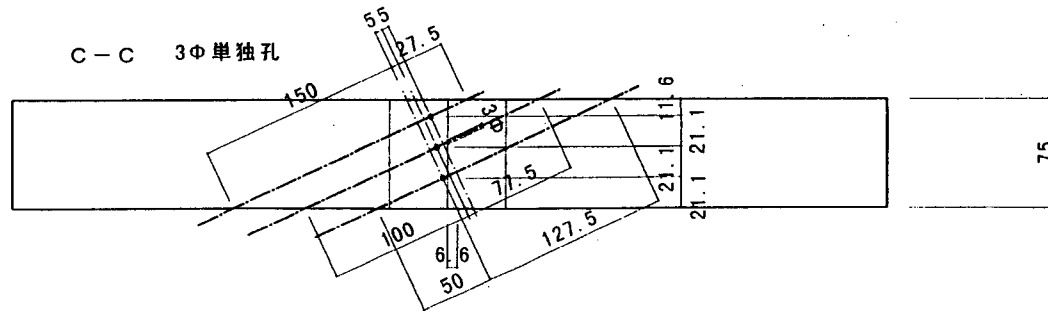
B-B  
65度斜め孔



45	30	30	45	試験片幅 150

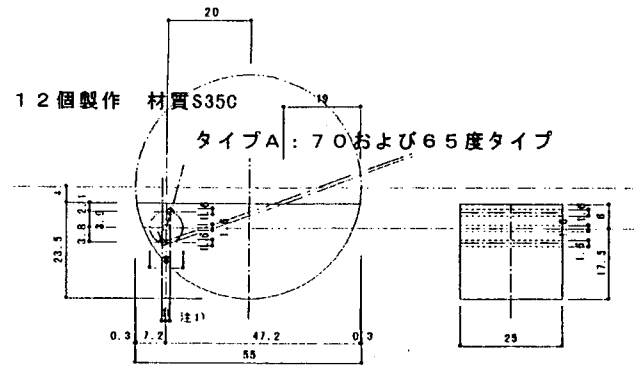


				75
--	--	--	--	----

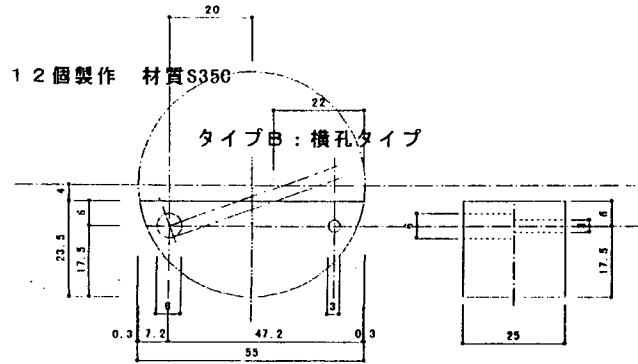


				75
--	--	--	--	----

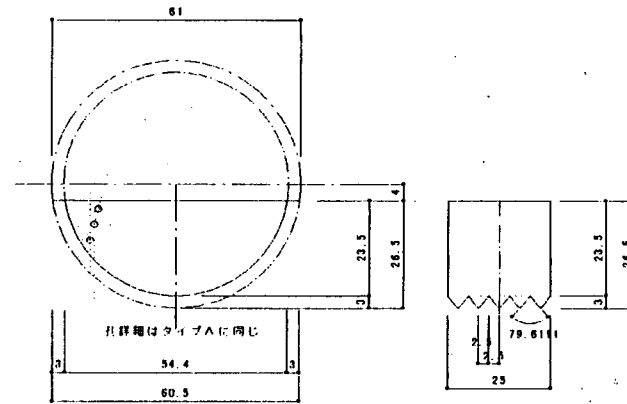
図-付 1.1 維持管理用試験片の例（パルス反射法，探触子 65 度，板厚約 12~63mm 用）



注1) 0.5 度は 1mm が 0.7mm 3.9mm は変化なし



タイプ C : ネジ切り 3 孔試作



タイプ D : ネジ切り 2 孔試作

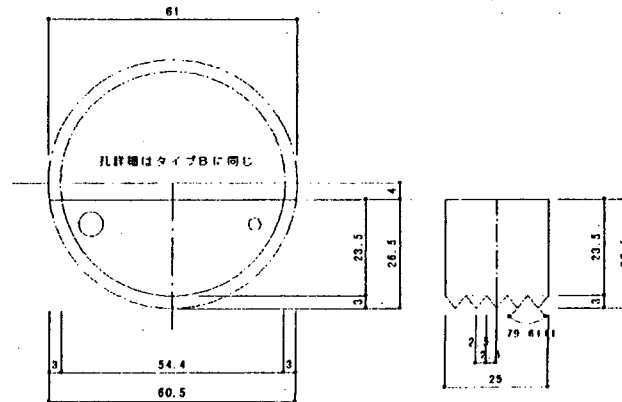


図-付 2.1 保証ブロックの例 (パルス反射法, 全波形収録方式用)