

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.30

March 2002

鋼道路橋溶接部の超音波自動探傷検査要領・同解説

中谷 昌一・玉越 隆史・川端 淳
西川 和廣・高橋 実

Automatic Ultrasonic Testing Manual for Welded Joints of steel Highway Bridges

syoichi NAKATANI, Takashi TAMAKOSHI, Sunao KAWABATA

Kazuhiro NISHIKAWA, Minoru TAKAHASHI

Report of the 1st Evaluation Sub Committee of NILIM in FY 2001
Evaluation Committee of NILIM

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management,
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

鋼道路溶接部の超音波自動探傷検査要領・同解説

中 谷 昌 一*
玉 越 隆 史**
川 端 淳***
西 川 和 廣****
高 橋 実*****

Automatic Ultrasonic Testing Manual for Welded Joints of steel highway Bridges

Syoichi NAKATANI
Takashi TAMAKOSHI
Sunao KAWABATA
Kazuhiro NISHIKAWA
Minoru TAKAHASHI

概 要

溶接部の品質を確認する方法として超音波探傷検査があるが、鋼道路橋においては、従来、放射線透過試験と併用してこれを補完するような位置づけで使用されていることが多く、また、鋼道路橋溶接部に適用する場合の統一的な検査基準も整備されていなかった。

本報告書は、今後、鋼道路橋における厚板の使用が増加するのに伴い、適用性などの観点から溶接部の品質管理法として採用されることが増えると予想される超音波自動探傷検査について、その方法を既往の研究成果に基づき要領としてとりまとめたものである。

キーワード：鋼道路橋，溶接継手，超音波自動探傷検査，溶接品質，内部きず

Synopsis

In the steel highway bridges, using thick steel plate in order to rationalize or economize manufacturing and constructing is increasing. And the case that the Ultrasonic Testing is considered to adopt as the non-destructive testing for checking the weld quality of the joints is increasing, too. Because, on thick plate, it is still more difficult to check the weld quality with the radiographic testing, and there is the problem of radiation management.

This report adjusts the method of inspection in the case of applying ultrasonic automatic testing in the check of the weld quality of the welding joints of a steel highway bridge as the point based on the result of a characteristic evaluation examination of two or more ultrasonic automatic testing systems.

Key Words : Steel highway bridge, Weldge joint, Automatic ultrasonic testing, weld quality, Internal flaw

* 橋梁研究室長

** 橋梁研究室主任研究官

*** 橋梁研究室研究官

**** 元 国土交通省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室室長

現在：国土交通省国土技術政策総合研究所企画部評価研究官

***** 元 国土交通省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員

現在：独立行政法人土木研究所構造橋梁グループ

* Head, Bridge Division, Road Department, NILIM

** Senior Research Engineer, Bridge Division, Road Department, NILIM

*** Research Engineer, Bridge Division, Road Department, NILIM

**** Research Coordinator for Evaluation, Planning and Research Administration
Department, NILIM

***** Researcher, Bridge Structure Team, Structures Research Group, PWRI

まえがき

近年、国際化への対応、透明性の確保、競争力の向上等を目標として、各種技術基準が性能規定化されつつあるなかで、道路橋に関する技術基準についても、性能照査型の規定への移行が検討されている。このような流れの中で、鋼道路橋の溶接部に対しても要求される品質の明確化とその品質が確保されていることを検証する手法の確立が必要とされている。

鋼道路橋の溶接部の品質確認は、従来より放射線透過試験による検査が一般的に行われており、この方法によることが不可能あるいは困難な場合においては限定的に超音波探傷試験が用いられていた。その一方で、近年、鋼道路橋においては、合理化、省力化の観点から、構造の簡素化、部材に用いる鋼板の厚板化が進んでおり、適用性、安全性などの面から放射線透過試験に代る溶接部の品質確認手法の確立が必要となっている。このような中で、他分野での採用実績、また、限定的ではあるが鋼道路橋においても適用されていたことから、鋼道路橋の溶接部の品質確認に対して超音波探傷試験の採用を検討されている例も増加しており、なかでも探傷結果の記録性や再現性などの面から超音波自動探傷装置による検査は有力なものの一つとして挙げられている。しかしながら、鋼道路橋の合理化、省力化の流れに対して、超音波探傷試験を適用する際の検査要領などは必ずしも整備されておらず、実際に適用するにおいては十分に環境が整っていたとは言えない状況であった。

本報告書は、上記のようなことを鑑み、過去に行われた超音波探傷試験装置の探傷特性に関する研究などの成果をもとに、現在までに得られている知見に基づき超音波自動探傷試験を鋼道路橋の溶接部の品質確認の手法として適用する場合の検査方法を要領としてとりまとめたものである。本報告書が、今後建設される鋼道路橋のコストの縮減、また品質の向上に対して一助となることを願う次第である。

平成14年3月

目次

1章 総則	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 引用規格	2
1.3 用語の定義	2
1.4 検査技術者	3
2章 検査機器	4
2.1 超音波自動探傷装置	4
2.1.1 必要な機能	4
2.1.2 保証方法	4
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	5
2.2.1 超音波探傷器	5
2.2.2 探触子	6
2.2.3 走査装置	7
2.2.4 画像表示装置	7
2.2.5 搭載されたプログラムソフトウェア類	7
3章 実証試験	10
3.1 一般	10
3.2 保証方法	11
4章 検査要領	12
4.1 検査要領書の作成	12
4.2 検査の実施	12
4.2.1 一般	12
4.2.2 検査に対する客観的証拠の提示方法	12
4.2.3 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	12
5章 判定	13
6章 報告	13

1章 総 則

1. 1 適用の範囲

- (1) 本要領は、鋼道路橋における、十分な管理のもと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母材板厚は8mmから100mmまでとする。

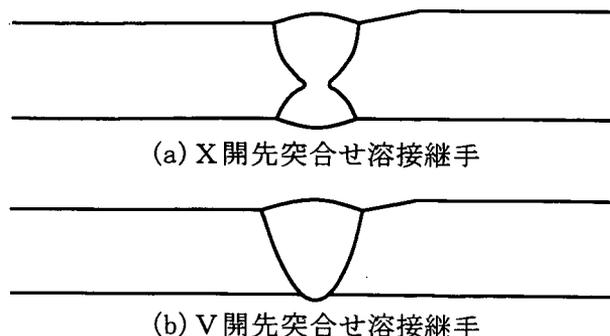
本要領の適用の範囲を示した。

超音波探傷検査には種々の方法がある。本要領は、鋼道路橋の溶接部に対して超音波自動探傷検査を適用する場合における基本的な事項を定めたものであり、探傷方法による区別は特にしていない。

一般的な超音波自動探傷方法として1探触子パルス反射法、TOFD法、タンデム探傷法などが挙げられ、これらの探傷方法、また機器およびソフトウェアの組合せにより探傷において特性が表れることがある。よって、探傷検査を行うにあたっては、鋼道路橋の溶接部に対して求められる品質と探傷特性についてあらかじめ十分な検討を行い、信頼性のある探傷結果が得られるように配慮することが必要である。

なお、本要領の作成にあたっては、溶接は開先を設けた多層盛り溶接を前提として、内部きずの寸法が最大高さ7mm、アスペクト比(高さ/長さ)が0.1~1.0の範囲にあるものを想定している。このため、溶接方法などにより実きず寸法がこの範囲をこえると考えられるものについては、本要領によらず、別途十分な検討を行った上で探傷検査を行わなければならない。

- (1) ここでいう十分な管理のもとに施工された完全溶込み突合せ溶接継手とは、道路橋示方書の規定に従って適切に施工された継手を意味する。したがって、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、本要領によ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。
- (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¹⁾などによる板厚8~100mm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、母材板厚についてもこの範囲と適用の範囲とした。よって、範囲の範囲をこえる板厚に対して本要領を適用する場合には、十分な検討を行う必要がある。



図一解 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	: 1992	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: 断面试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。

超音波探傷検査は、超音波を入射してきずの境界面で生じる反射波(エコー)をとらえ、それをもとにきずの位置、長さなどを推定し、内部きずに対する評価を行うものである。そのため、検査の結果は、探傷装置の操作および探傷結果からの合否の判定を行う検査技術者の技量に影響されることもある。このようなことから、鋼橋溶接部の超音波自動探傷検査を行う検査技術者については、超音波探傷試験に関する一定水準以上の知識と技術に加えて鋼道路橋についての十分な見識が必要であり、条文のように検査技術者の資質を規定した。

- (1) 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。

なお、これらの資格は、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、現在のところ超音波自動探傷試験に特定した資格制度がなく、当面、これらの資格制度を用いて、超音波自動探傷試験を行う検査技術者の知識及び技術の水準を確保することとした。

- (2) 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。

- (3) 溶接部の内部きずが発生する位置やきず大きさなどは、構造物の種類や製作方法などによって異なり、また、溶接部に要求される品質も構造物によりそれぞれ違いがある。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な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り、条文のように定めた。

なお、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3章に示す実証試験を実施した経験を有することなどを意味している。

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、当該部位に対して許容される寸法をこえる大きさ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られ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)では組み合わせら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い、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

(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

(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

- (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) 必要な性能として、JIS Z 3070 の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。

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。

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

(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

- (1) 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)について許容範囲が同じであること、および(3)項1)、2)、4)について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。

(2) 探触子の性能測定方法は JIS Z 2350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。

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

(3) 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(2)項に示す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。

(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、1mm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。

(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

(1) 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) 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) 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。

(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、装置が3章の性能を保証された状態において搭載されてい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。

(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。

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装置の性能を保証したときに搭載されていたものと同等の性能であることを示す資料

(1) 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与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) 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と同一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) 保証すべきプログラムソフトの機能には、例えば、以下のものが挙げられる。

- ① 電氣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、その試験結果は必要な性能を有していることを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。

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 過去に実証試験の実績はあるが、超音波探傷装置に改造、変更が行われたり、過去の実証試験のときと同一の装置とみなせない場合

(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を含むとみなせる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などの体制で行うことが望ましい。

実証試験の結果について、いわゆる形状エコーなどのきず以外による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、そのときの結果の分析からあらかじめ適切な方法を定めておく必要がある。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⁹⁾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の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るとみなせる場合には実証試験を省略できる。

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、要求される許容きず寸法より長い内部きずを検出し、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)の判定ができること。

(1) 超音波自動探傷装置の性能においては、原則として溶接継手部内部に存在する要求される許容きず寸法を越える大きさのすべてのきずを検出する一方、許容できる寸法のきずについて許容値を超える寸法のきずであるとの誤判定しないことが必要である。しかし、国土交通省らの共同研究¹⁾の結果によれば、使用する超音波自動探傷装置の種類や条件によって、自然欠陥に対する検出性能には大きな差異が見られる。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、実際に探傷に用いる装置の条件に従って自然欠陥に対して探傷試験を実施することを要求している。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、きずの一致の程度の判定が重要であるが、これらについては国土交通省らの共同研究の報告書¹⁾が参考にできる。

(2) 実証試験の結果は、きずの検出、きずの長さや位置の推定などの保証すべき性能に着目して破壊試験による実際のきずとの一致の程度に着目して評価を行う。

4章 検査要領

4. 1 検査要領書の作成

検査にあたっては、事前に、検査結果を保証するに十分な内容の検査要領書を作成しなければならない。

4. 2 検査の実施

4. 2. 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. 2. 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。

4. 2. 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定めておかなければならない。

5章 判定

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

6章 報告

超音波自動探傷検査を行った後、合否判定を保証するに十分な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。

本要領書の各章で検査結果の妥当性を保証するの項目に関して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もれなく報告することが必要である。

参考文献

- 1) 鋼道路橋溶接部の非破壊検査手法に関する共同研究報告書(I)：国土技術政策総合研究所 資料第31号 平成14年3月

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
NO. 30 March 2002

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複製の問い合わせは
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課 TEL0298-64-2674