

第 8 回

千葉県非破壊検査研究会  
研究発表会

日時 平成 6 年 1 月 25 日 (火)

13:30~17:00

会場 高度ポリテクセンター

# 目次

1. 薄鋼板の板波探傷について	1
川崎製鉄㈱千葉製鉄所	○守井隆史
2. 自動超音波探傷装置の紹介	5
(建築用ボックス柱の角溶接部およびダイヤフラムエレクトロ スラグ溶接部に適用)	
駒井鉄工㈱東京工場	○工藤憲二, 清水光弘
㈱アスペクト	芝 彰男
3. Bモード用ファントム試験片	10
㈱検査技術研究所	○林 栄男, 小野光造, 小林 博
4. デジタル超音波探傷器UI-21の紹介	14
三菱電機㈱鎌倉製作所	○矢光信明
5. 超音波開口合成法を用いたコンクリート内部構造の 断面表示に関する研究	19
清水建設㈱技術研究所	○倉持 貢
日本クラウトクレーマー㈱	深田 修
ジャパンプローブ㈱	中田正明
6. 建築鉄骨工事における第三者検査機関の企業審査基準に 関する一試案	23
エンジニアリングサービス㈱	○三浦邦敏

# 薄鋼板の板波探傷について

Lamb wave ultrasonic testing for thin steel plates.

川崎製鉄（株）千葉製鉄所 守井隆史

## 概 要

板厚が4mm以下の薄鋼板の表面、および内部きずの探傷には板波探傷法が利用されている。近年板波探傷は、探傷装置の送信強度や探触子の改善により、S/N比が向上し微小きずも検出されるようになってきた。今回実験装置を用い板波探傷のモードと入射角について各板厚毎に測定し、理論値と比較した。また減衰等の基本性能について調査を行った。また実際に自然きずの探傷を行い、検出性能を確認した。

## 1. はじめに

従来板波超音波探傷法は薄鋼板の表面および内部きずの検出におおいに利用されていたが、検出きずが微小になったことや、S/N比がとれないためしばらくの間活用されていなかった。しかしながら近年になってタイヤ探触子の改良、板波入射角の改善、送信パルスのサインパルスによるレベルアップ等により、S/N比が向上し微小きずの検出も可能となってきた。今回板波探傷のモードと入射角について各板厚毎に測定し、各モード毎の理論値と比較し、また板厚、材質による減衰および拡散状況について調査を行った。さらに実際の自然きずの探傷を行い、検出性能の確認を行った。

## 2. 探傷装置

- (1) 超音波探傷器 : トキメック製 SM600A
- (2) 探触子 : タイヤ探触子  $\phi 120\text{mm}$  周波数 2.25MHz
- (3) 接触媒質 : マシン油

探傷装置を写真1に示す。

## 3. 板波モードと入射角

図1に各板厚毎の板波モードと入射角の関係を示す。図1にプロットした点が実測の値である。各板厚とも理論値とよく合っている。実際の探傷においてはA<sub>0</sub>モードが感度的にも、角度を設定する上からも使用しやすい。板厚によってA<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>モードも確認されるがA<sub>0</sub>モードの方が利用し易い。

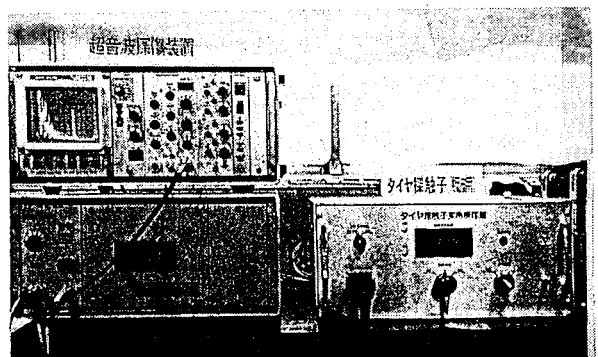


写真1 超音波探傷装置

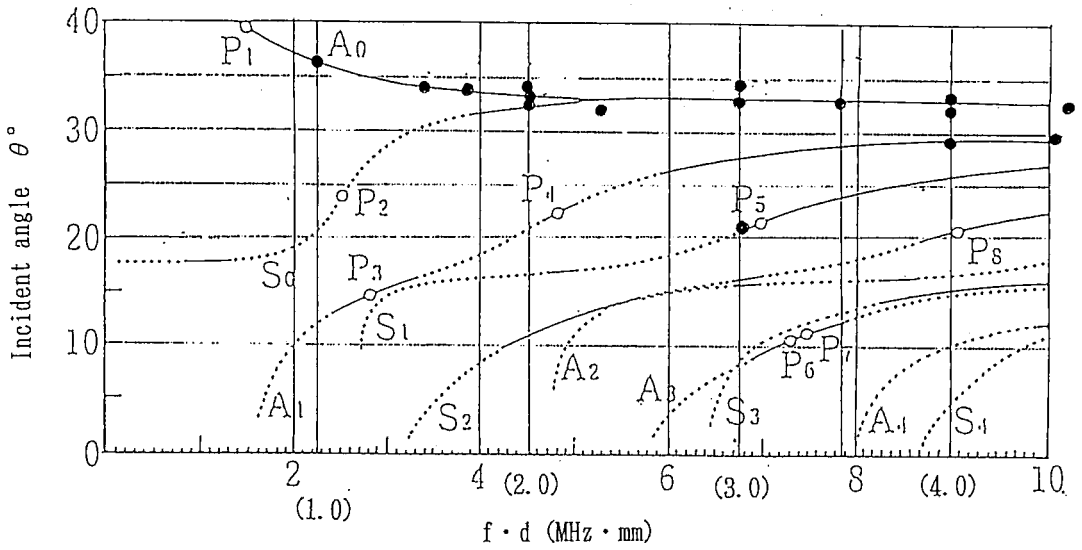


図1 板波のモードと入射角および  $f \cdot d$  との関係

#### 4. 板波の入射角依存性

入射角の変化によりどの程度エコー高さが変動するか、 $\phi 1.0\text{mm}$  の貫通ドリルホールを加工した板厚  $4.0\text{mm}$  の鋼板を探傷した結果を図2に示す。入射角が中心角に比べ $\pm 0.5^\circ$  変動することにより  $3\text{dB}$  のエコー高さ低下を示しており設定角度は $\pm 0.5^\circ$  以内が限度である。写真2に $\phi 1.0\text{mm}$  ドリルホールの探傷図形を示す。

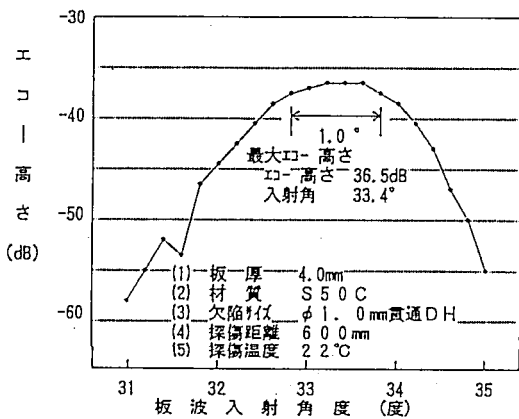


図2  $\phi 1.0\text{mm}$  D・Hの入射角依存性

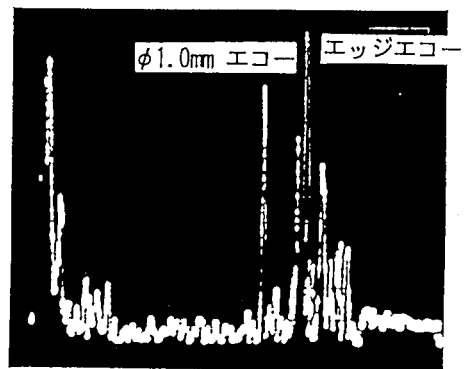


写真2  $\phi 1.0\text{mm}$  D・H探傷図形

## 5. 探傷感度

薄鋼板に加工したφ1.0mm ドリルホールと鋼板エッジを探触子距離が通常探傷距離となる600mmで探傷し、それぞれのエコー高さを測定した。結果を図3に示す。探傷感度を調整する場合その都度鋼板に入口きずを加工することは困難であるため、鋼板のエッジからのエコーを検出し、エッジエコーより一定レベル感度を上げればほぼ所定の探傷感度となる。φ1.0mm ドリルホールのエコーとエッジとの差は約24dBであり板厚に関係なくエッジエコーを利用して感度調整ができる。

## 6. 減衰係数

板波探傷は鋼板の幅方向に広い範囲にわたり探傷を実施するため探傷距離が長くなる。このため拡散や減衰の影響を受け探傷距離に応じた補正が必要となる。材質S50Cで板厚1.5, 2.0, 4.5mm について減衰を測定した結果を図4に示す。また板厚で整理した減衰係数を図5に示す。この結果板厚によってさほど変化はなく、2.0dB/100mm程度の感度補正をすれば十分探傷が可能である。

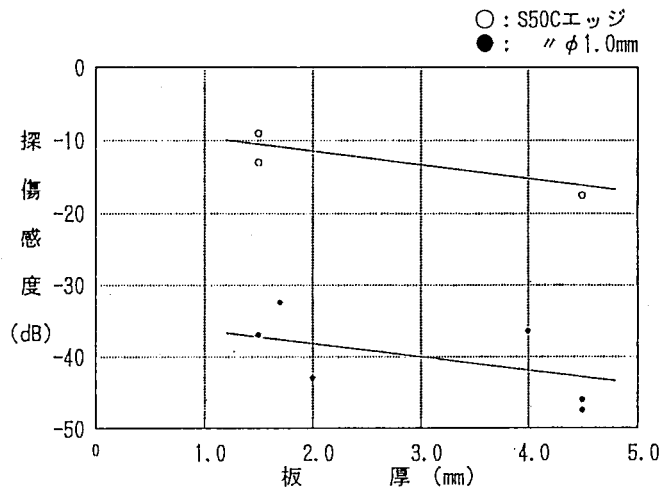


図3 探傷感度レベル (S50C)

## 7. 自然きず探傷結果

磁気探傷で検出されたS50C、板厚3.5mmの熱延サンプル材を板波探傷で探傷した探傷図形を写真3に示す。

また当該部のCスキャン結果を図6にきず部の断面マイクロ組織を写真4に示す。これは表面直下の介在物が検出されている。

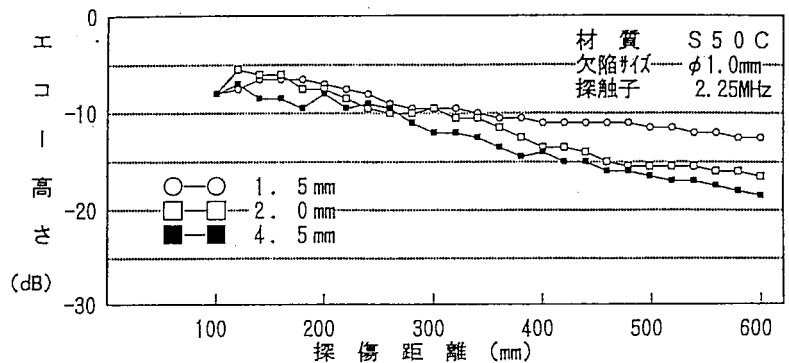


図4 S50C距離振幅特性曲線

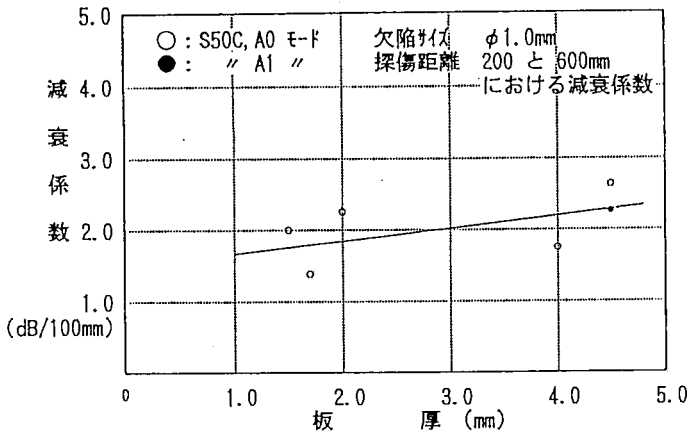


図5 板厚毎減衰係数

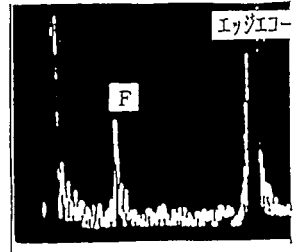


写真3 きず部探傷図形

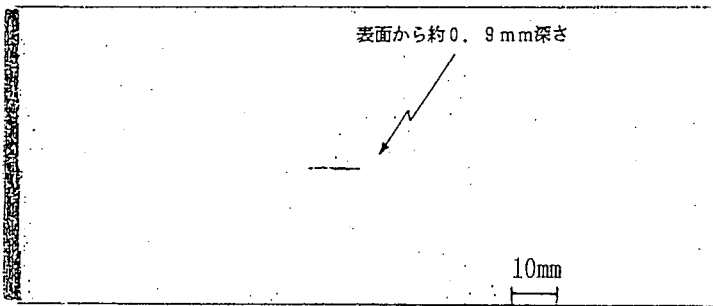


図6 きず部Cスキャン結果

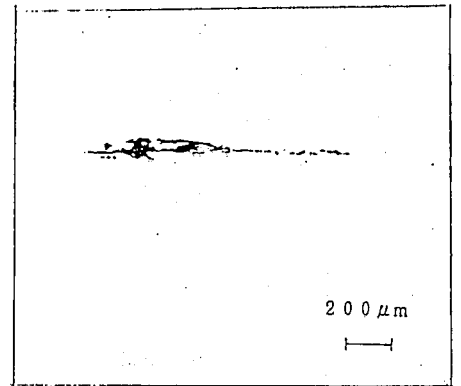


写真4 きず部断面マイクロ結果 (C断面)

## 8. まとめ

- (1) 薄鋼板の板波探傷条件の整備を行い、十分探傷に供することが明確になった。
- (2) 鋼材内部非金属介在物をはじめ表面のへげ、スリバー等の検出に有用である。
- (3) 今後減衰の大きな材質についても確性を行い、探傷範囲を拡げる予定である。

# 自動超音波探傷装置の紹介

〈建築用ボックス柱の角溶接部およびダイヤフラムエレクトロスラグ溶接部に適用〉

工藤 憲二<sup>1)</sup> 清水 光弘<sup>2)</sup>

建築鉄骨の溶接部に対する非破壊検査は手動超音波探傷法の適用が主流になっている。この検査法は軽量のポータブル型超音波探傷器を被検査対象物に持ち運び、探触子を手動で走査する事により、その場で溶接欠陥を判別できる簡便さに大きな特徴がある。反面、探触子の走査が手動である事に起因し、下記に示す問題点が指摘されている。

- ① 検査結果の判定が技術者のレベルにより左右されることがある。
- ② 検査データの再現性が完全でない。
- ③ 第三者が判別する際不可欠な欠陥位置と長さを明示した記録性の欠如。

今回、以上の問題点を排除した自動超音波探傷装置をボックス柱製造ラインの最終工程に導入した。以下にボックス柱の角継手完全溶込み溶接部およびダイヤフラムエレクトロスラグ溶接部に対する検査の概要を紹介する。

## まえがき

当社のボックス柱製造ラインは高品質なものを高能率で供給する目的で導入され現在稼働している。高品質なボックス柱である事を証明する品質保証の一部として、溶接内部品質について従来は、手動超音波探傷器により検査を行い、その結果を分析し製造ラインにフィードバックしていた。

しかし、製造ラインの最終工程を人手にたよるが故の問題点も多く、自動超音波探傷装置（㈱アスペクト社製）を1992年2月に設置した。現在導入後約1年を経過し、本装置の特性について概ね把握する事が出来、ボックス柱製造ラインの最終工程を担い、フル稼働している。（写真-1,2,3）

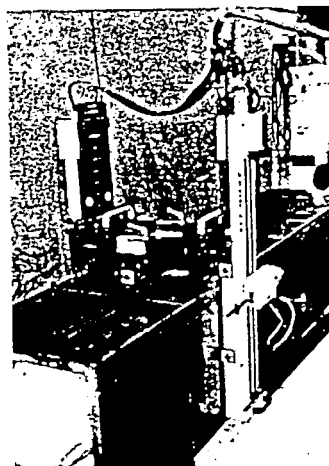


写真-2 ダイヤフラムエレクトロスラグ溶接部自動探傷装置

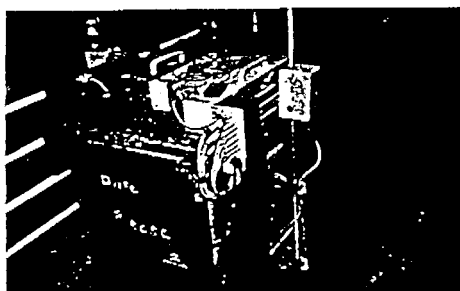


写真-1 角溶接部自動探傷装置

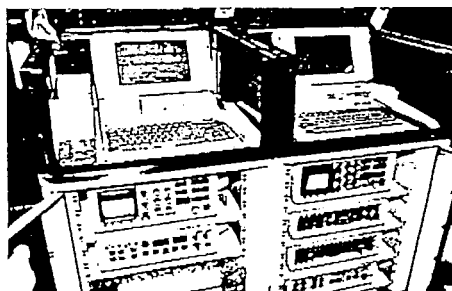


写真-3 データ収録用コンピューター

1) 東京工場技術部技術課課長 2) 東京工場技術部技術課

## 1. システム構成

システムの概要を図-1に示す。

### 1) 超音波探傷装置〔4chUT+4chCC〕……①

4チャンネル探傷のAスコープ表示と4チャンネルのカップリングチェックが、1台のCRT画面表示でスイッチの切り換えにより、リアルタイムで監視できる。

### 2) データ収録用コンピュータ……②

データ収録用プログラムが組み込まれており、探傷前に行うキャリブレーションの設定値をキー入力する。表示は4チャンネル探傷のリアルタイムCスコープ表示および探触子走査軌跡表示を行う。またチャンネルごとのエコー高さ(%)、ピーク路程(mm)をデジタルで示す。さらにカップリング状態G(Good)・N(No Good)を表示する。データ収録は300mmごとにハードディスクへ約1秒の転送時間で自動転送され、転送後直ちに次の300mmの自動収録体制に入る。

### 3) ボックス柱UT台車〔BP〕……③

自動走行台車(BT)と自動走査機構部(AP)から構成される。BTは、ボックス柱フランジ面をマグネットローラにて駆動する主駆動部、ボックス柱端部を検出する端部検出センサー部、AP用X軸駆動機構部で構成される。

APは走査駆動部本体、Y軸シャフト4本のZ軸探触子ホルダーおよび、複合探触子4個により構成されており、ウェブ面角継手4線に対し超音波を同時に入射する。

探触子は探傷面から0.2~0.5mm程度浮かしたギャップ法により探傷する。探傷面の凹凸に対しては探触子ホルダー部のジンバル機構(接触面に対して常に自由に可動して面の傾きなどに追従する機構)およびZ軸の伸縮スプリング機構が機能し、探触面に沿った安定した走査ができるよう設計されている。

### 4) 自動走行台車制御部〔BTC〕……④

走行台車を制御する。探傷モード選択スイッチ・

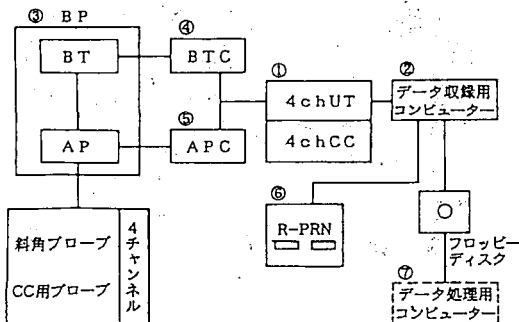


図-1 システムの概要

フルベネ検出用探触子ゲイン・ゲート調整ツマミ・走行スイッチ・台車走行速度調整ツマミ・走行方向操作レバー・台車走行距離デジタル表示・アラームランプにて構成されている。

### 5) 自動走査機構制御部〔APC〕……⑤

走査機構部の制御を行いX軸・Y軸座標をデジタル表示する。原点およびストローク設定スイッチ、開始・中断・終了スイッチ、マニュアル時の走行方向走査レバー、X軸・Y軸スピードツマミ、アラームランプなどで構成される。

### 6) リアルタイムプロッタ〔R-PRN〕……⑥

300mmごとにデータ収録された4チャンネルのA・B・Cスコープ表示をデータ転送直後に印字する。

### 7) データ処理用コンピュータ……⑦

収録データの解析作業用コンピュータ。標準のデータ処理プログラムは収録データのA・B・Cスコープ表示、ピークエコーリスト、ピークエコー高さ、検査成績書などである。

## 2. 操作方法概要

### 1) 角溶接部の探傷

探傷前作業として、入射点、屈折角の測定を行い、探傷感度の設定時にDAC曲線を作成する。次に検査対象部材マーク、開先形状寸法、測定範囲、検査位置および検査ゾーンをデータ収録用コンピュータに入力する。検査対象物の置き方は、フランジ面を天地方向にする。探傷子が走査するウェブ面のケレン作業を行った後、検査ゾーンに探触媒質を塗布する。走行台車を検査対象物の材端近傍にセットする。以上で準備作業は終了となる。

探傷手順を図-2に示した自動UTフローチャートに基づき以下に説明する。

- ① 探傷スタートスイッチをONにする。
- ② 台車は自動走行にて材端へ移動し、材端部をリミットスイッチにて検知した後
- ③ あらかじめ入力された検査ゾーンのスタート位置へ移動する。
- ④ 探触子の走査が始り300mm毎に探傷・データ収録・走行を繰り返す。
- ⑤ 1FL分の検査ゾーンが終了すると次の1FL分の検査ゾーンのスタート位置に台車が移動する。
- ⑥ 柱1本全全ての検査ゾーンの探傷が終了すると最初のスタート位置(原点)に台車が移動し検査が終了する。

2) ダイアフラムエレクトロスラグ溶接部の探傷  
探傷前の作業としては、内部欠陥検出用について探傷感度の設定時にDAC曲線を作成する。溶込み幅測定については、探傷開始前に健全部の



底面エコー高さを80%に合わせる。探触子が走査する面は、4面エレストラの為、両サイドウェブ面探傷後、ボックス柱を90°反転させ、両サイドフランジ面を探傷する。

探傷手順を図-3に示した自動UTフローチャートに基づき以下に説明する。

- ① ダイヤフラム部に台車移動。
- ② 走査機構探触子位置をダイヤフラム位置表示逃げ線に合わせ原点のセット。
- ③ スタートスイッチON。
- ④ 走査範囲設定用リミットスイッチの検出によりストップ。
- ⑤ 次のダイヤフラム部に台車移動。
- ⑥ ②、③、④、⑤を繰返し、フランジ面を全て検査する。
- ⑦ ボックス柱を90°反転。②、③、④、⑤を繰返しウェブ面を全て検査する。
- ⑧ 検査終了。

### 3. 自動超音波探傷法(AUT)と手動超音波探傷法(MUT)の比較

#### 1) 欠陥検出性能

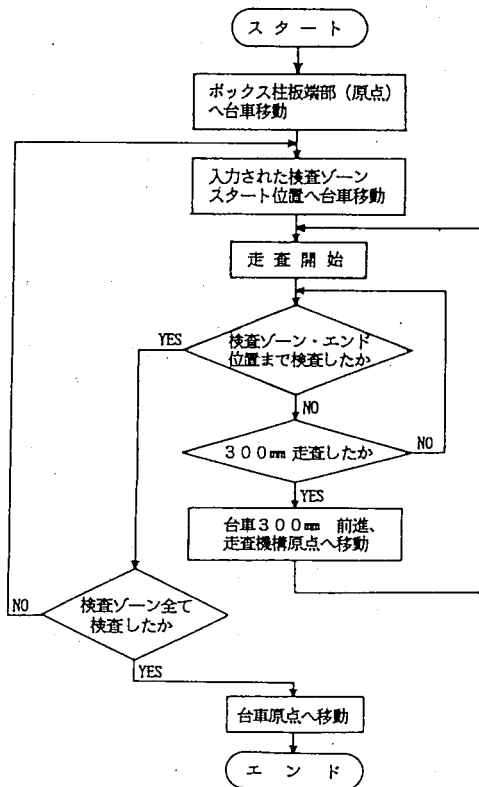


図-2 自動UTフローチャート(角溶接部)

- ① 走査法はAUTの場合最大1mmピッチで縦方型走査を行う事ができる。MUTでは手動によるジグザグ走査にて行う為、均一な走査は困難である。
- ② 欠陥指示長さの測定精度はAUTの場合最大1mm単位で行う事ができ、L線を超える範囲の探傷子移動距離をコンピュータにより自動読み取りにより行う為、何度検査しても同じ結果(再現性が良い)ができる。MUTではL線を超える範囲の探触子移動距離を目視でスケールにて読み取る為、測定精度にバラツキが出る。
- ③ 長時間の連続運転による影響はAUTの場合探傷装置を1度セットしてしまえば検査ゾーンがいくら長くても連続運転が可能であり、検出性能に影響を与える事は無い。MUTでは人間の集中力、持続時間に限界がある以上、長時間作業の際、欠陥判定精度に誤差を生じる場合がある。

#### 2) 欠陥データの採取および記録

- ① AUTの場合、探傷作業、データ収録、収録データのプリントアウトがコンピュータ制御により、全て人間が介在せず自動的に行うことができる(図-4)。

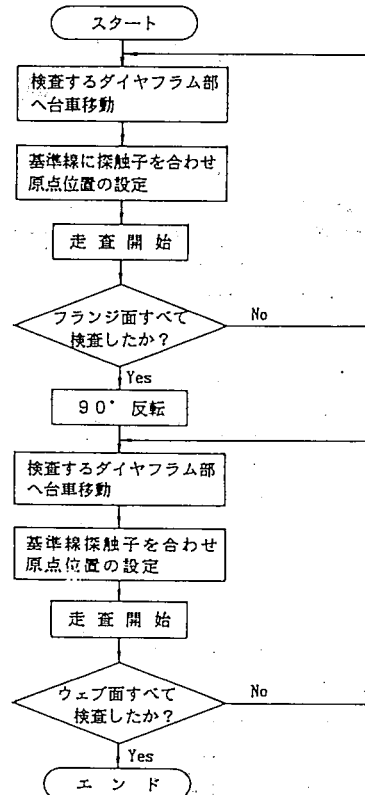


図-3 ダイヤフラムエレクトロスラッグ溶接部

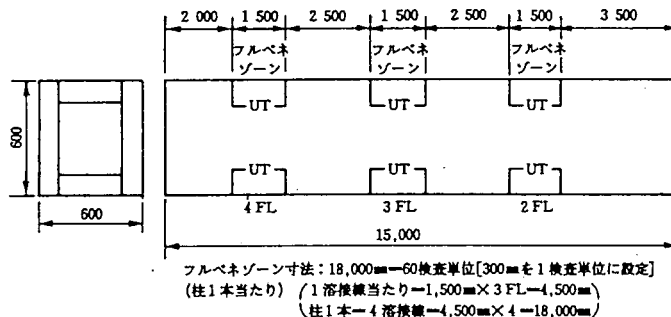


表-1 AUTとMUTの探傷作業能率の比較例

比較項目	AUT (H)		MUT (H)	
	内訳	小計	内訳	小計
検査柱の配置	柱5本を所定場所に配置する 20分×5本	1.7h	検査可能な柱に検査員が移動して検査する	0.0h
探傷準備作業 探触子探傷装置の調整およびキャリブレーション	朝と昼の作業開始時 30分×2回	1.0h (8.9%)	30分×6回	3.0h (8.2%)
探傷面の手入れ	スパッタ、スラグ除去 接触媒質の塗布	0.5h (4.4%)	AUTと同じ	0.5h (2.1%)
探傷作業	30分×5本	2.5h	平均100検査単位/11.5h	15.0h
探傷結果の記録 欠陥位置計算	探傷作業時に収録し 柱1本単位でリアルタイムにてプリントアウト	0.4h	欠陥数により大きく異なるが平均的な値を採用した	2.5h
合否判定	データ解析用コンピュータにて自動判定	1.0h	検査員が判定規準と照合	1.25h
探傷台車の移動	専用治具にて移動	0.4h	—	0.0h
検査結果表のまとめ	データシートの整理収録	2.0h	報告書作成	3.0h
検査終了柱の移動	次工程へ移動する	1.7h	—	0.0h
合計		11.2h		25.25h
AUTとMUTの比較	1		2.25	

設定条件

- 1) 検査柱数量を1日当り5本に設定する。
- 2) 検査柱のサイズ：スキンプレート板厚(mm)×断面寸法(mm)×全長(mm)=40×600×15,000
- 3) 検査対象部位：BOX柱角溶接の各FL毎フルベネゾーン(UT部位)
- 4) 検査員数は2人-1組(A・MUT=探傷装置1台)



し現状では床面に排水用設備が無い為、この機能を使用できない。今後はソニコートと水の音響インピーダンスをチェックした上で適用を検討したい。

- ③ 制御装置と台車間の接続ケーブルを極力減らしたい。

台車走行時のケーブルが台車に沿って移動する機構になっている。ケーブル損傷防止の為、制御装置からの指令を無線化の方向で検討したい。

- ④ 従来建築鉄骨の分野では同じ溶接部を製作者側が行う自主検査と、受入側が行う第三者検査とが二重に行われている。AUTによる客観性の有るデータを得られるようになった現在、AUT

データ提出により、第三者検査を省略もしくは同検査の抜取率低減を働きかけて行きたい。

- ⑤ AUT検査データとBOX柱製造装置類とを接続した総合品質保証体制の確率。

現在検査終了柱毎にUTデータシートを溶接オペレータにフィードバックして次の溶接サイクルに反映している。しかし製品の最終品質に影響を及ぼす因子は溶接工程のみならず、全工程が含まれる。この事から将来は全てのBOX柱製造装置と接続し、互いに情報交換できるシステム創りにあげたい。

最後に、本装置の導入およびその後の改良に対し多大な協力をいただいた㈱アスペクト社に感謝の意を表します。

## Bモード用ファントム試験片

(株) 検査技術研究所 小野 光造  
小林 傳  
林 榮男

### 1. はじめに

現在、弊社では(社)日本非破壊検査協会から依頼を受けて超音波の標準試験片(S T B-A 1, A 3, N 1, G)の検定作業を行なっておりますが、そのほかに試験片として超音波医療装置の性能試験を行なうためのファントムを製作し供給しておりますので今回紹介します。

ここでBモードとは非破壊試験というBスコープ(断面表示)の事であり、ファントムとは幻影という意味で生体近似体を表します。

### 2. 非破壊用超音波と医療用超音波の違い

非破壊検査で使用されている超音波の主流はAスコープ表示(基本表示)であり、これに対して医療用の主流はBスコープ表示である。そのために探触子も非破壊検査で使用されているものの主流は、中に振動子が1個ないし2個なのに対して、医療用で使用されているものはアレイ型探触子と呼ばれ、多数の振動子が並んでおり一度に多くの情報が得られ画面に表されるようにしてある。ご存知の通りAスコープ表示では素人が見ると何だかわからないのに対して、Bスコープ表示では図1の様にある程度見当がつく。これは、医療用の場合は比較的単純な人体に限定されているのに対して、非破壊検査の場合は1台の装置で多種多様なものを検査できるようにしているためである。

しかし装置の性能を調べるための試験片を作る場合、Aスコープ表示の方がエコーの返ってくる強さなどを数字で表すことができるため試験片は比較的単純なもので良く、作りやすいが、Bスコープ表示の場合は、画面に出てくる画像の鮮明差でしか表現できないため試験片は複雑なものになってしまい、作るのが大変になっているのが現状である。

また金属の場合は比較的簡単に切り出して対比試験片を作れるのに対して、人体は切り出すわけにいかないため近似な物を作らなければならないが、よくしている原因になっている。

そこで(社)日本電子機械工業会 医用超音波機器技術委員会では1982年頃ごろからファントムワーキンググループを作り(弊社も客員として参加)、海外で作られているファントムを参考にして試作を行ってきた

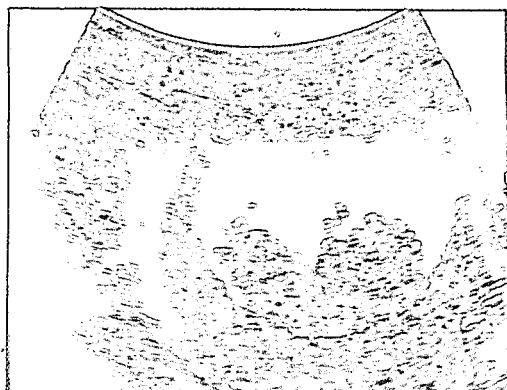


図1. 胎児の画像

### 3. ファントムの基本構成

Bモード用ファントムは、図2に示すように、ファントム基材、ストリングターゲット、シストターゲット、走査窓、ファントムケースで構成されている。

ファントム基材は、生体軟部組織を近似したもので、音響特性がその中の範囲内に入るように、寒天、プロパノール、グラファイトを混ぜたものから作られている。

ストリングターゲットは、装置の空間分解能を評価するための物で、生体軟部組織に対し多少異なった音響インピーダンスを持ち、適度なエコー強度が得られるように、ナイロン線を使用してある。

シストターゲットは、エコーフリーな部分がクリアに表示されるか否かの評価と、スライス方向の分解能の評価をするための物である。適度な散乱を持つ周りのファントム基材に対して十分にエコーフリーな状態であるように寒天とプロパノールで作られている。

走査窓は膜材とクッション材とで構成され、探触子とファントムとの接触部となっている。膜材は超音波の多重エコーを少なくするため、生体に近い音響インピーダンス（通常皮膚のインピーダンス）を持ち、機械的強度も十分であるようにウレタン(0.3mm)とポリイミド(25 $\mu$ m)で作られている。

クッション材は、探触子を走査させる際にファントム基材の受ける機械的損傷を最小限にどめるようにオイルゼリー(2.5mm)で作られている。

図3はファントムの外観写真であり、図4は3.5MHz探触子で得られた画像である。

### 4. 音響特性の調整

生体軟部組織の音響特性は、音速が1450(脂肪)~1640(水晶) m/s、減衰が0.3(脂肪)~2.0(筋肉) db/cm/MHzの範囲であることからファントムもこの範囲内で音速、減衰の調整ができればならない。

音速を変えるためにはプロパノールの量を変

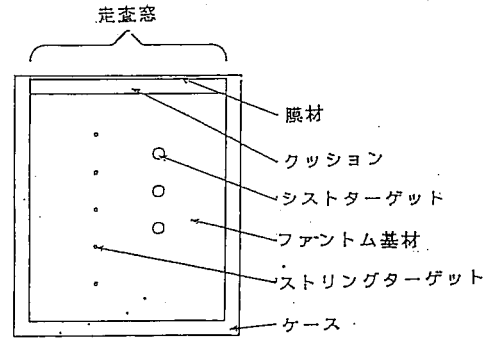


図2. ファントムの基本構成

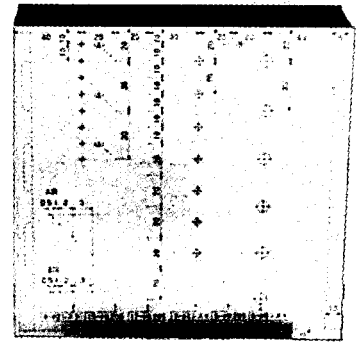


図3. ファントムの外観写真



図4. ファントムの画像

えることによって調整できる。図5に水にプロパノールを加えた場合の音速の変化を示す。

減衰を変えるためには、グラファイトの量を変えることにより調整できる。図6に水+寒天(3%)にグラファイトを0~6%間で変化させたときの減衰の変化を示す。

この時の測定システムを、図7に示す。また、音速は式1により、減衰は式2により求めた。なお減衰は、水とファントムの音響インピーダンス差が小さく、また、水の減衰も無視しうるとの検討結果により式3により求めた。

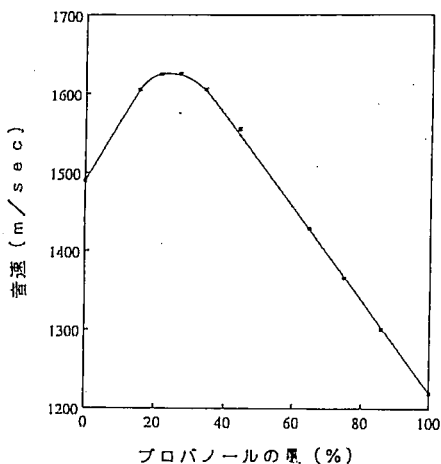


図5. プロパノール溶液の濃度と音速

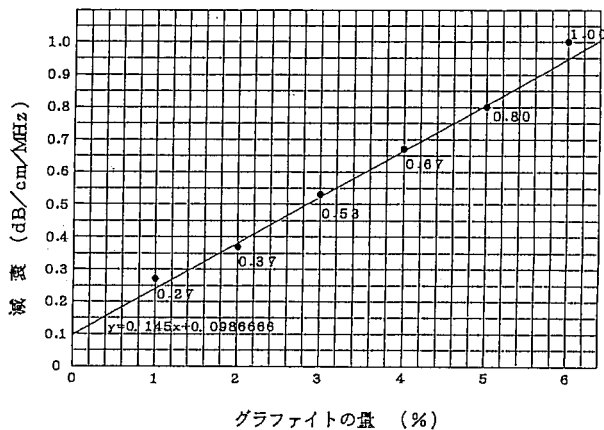


図6. グラファイトの量と減衰

$$C_x = \frac{2 t_x \cdot C_w}{2 t_x - \Delta T C_w} \quad \text{----- (式1)}$$

$t_x$  : ファントムの厚さ

$C_x$  : ファントム中の音速

$C_w$  : 水中の音速

$\Delta T$  :  $T_0 - T_1$

$T_0$  : ファントム無しの到達時間

$T_1$  : ファントム有りの到達時間

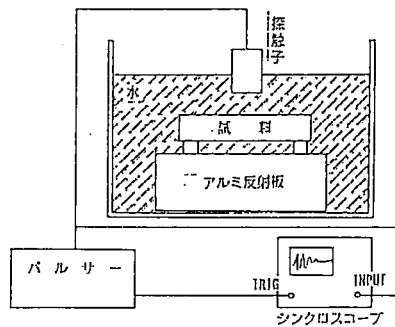


図7. 音速及び減衰の測定システム

$$\beta_x = \frac{20}{2 t_x} \left[ 10 \log_{10} \frac{V_R \cdot 4 Z_w Z_x}{V_R^2 (Z_w + Z_x)^2} + \beta_w \right] \quad \text{----- (式2)}$$

$Z_w$  : 水の音響インピーダンス

$Z_x$  : ファントムの音響インピーダンス

$\beta_w$  : 水の減衰率(dB/cm)

$\beta_x$  : ファントムの減衰率(dB/cm)

$$\beta x \approx \frac{20}{2tx} \log \frac{V_R}{V_R'} \quad \text{--- (式3)}$$

## 5. 課題

ファントムは人体に近似させるため寒天を使用している生物である。そのため腐敗してくると共に蒸発して重量が減少していく。とくに、走査窓から少しずつ蒸発していくため保証期間は約1年である。この走査窓に使用しているウレタン+ポリイミド膜より透湿性の少ないものを捜さなければならない。あるいは寒天に変わるものを開発していく必要がある。

また、製作方法もまだ完全に確立されておらず、気泡が完全に抜けなかったり、そのことにより膜がきちんと張った状態にならなかったりするときがある。

最近の超音波装置の技術の進歩は目覚ましいものがあり、多種多様な用途の装置ができてきており、それにより探触子もいろいろな形状なものが出てきているためそれにあった形状のファントムを作っていく必要がある。

現状のファントムは生体に完全に近似したものでなく、例えば、生体内は不均一な音響特性なのに対してファントムはほぼ均一だという問題点があるため、さらに近似させる努力が必要である。

非破壊検査においてもBスコープ表示の装置は増えてきているし、増えていくべきである。それにともないBスコープ用の装置についても、STBのような試験片が必要になってくるのではないかと思われる。

## 6. 参考文献

- 1) 超音波画像診断 南江堂
- 2) Bモード用ファントムの製法 : 超音波医学, 19(6), June, (1992)
- 3) 富士 岳, ファントム : 非破壊検査, Vol42, No10
- 4) 医用超音波ファントムに関する報告書 : 医用超音波機器委員会 WG-10  
昭和61年10月

# 三菱超音波探傷器 UI-21

三菱電機（株）鎌倉製作所  
矢 光 信 明

## ▶ はじめに

当社のポータブル&デジタル超音波探傷器 [UI-21] は探傷条件の調整、超音波波形の読取、表示をフルデジタルで行なう本格的なデジタル探傷器で、操作の簡便性、探傷結果の記録性等の基本機能の向上と小型・軽量を特徴としている。

本項ではUI-21の開発の背景、目的、特徴などについて紹介する。

## ▶ なぜデジタルなのか？

超音波探傷器は、最近の鉄骨溶接部への超音波試験の義務化などにも見られるように、製造時及びメンテナンス時における非破壊評価に対する要求が社会的要請として顕在化しており、今後成長が期待できる分野である。このように非破壊検査の需要は増加する傾向にあるのに対し、熟練検査技術者の数は微増ないし横ばいである。従って、検査業務の効率化を図るとともに検査結果の信頼性を維持することが重要な課題となっている。このような状況下で検査手段としての超音波探傷器に求められる機能としては、

- ◎小型・軽量で使い易いこと。
- ◎再現性があること。
- ◎記録性があること。
- ◎試験結果評価のための付加機能があること。

などが考えられる。

従来のアナログ方式の超音波探傷器では小型軽量化はある程度達成されているが、波形表示に使用されている静電偏向ブラウン管は表示画面の大きさに比べ奥行き長い構造を持っており探傷器の形状はおのずと

制限される。また、再現性については超音波探傷器単体の性能規定を明確化したJIS Z 2351-1992「超音波探傷器の電気的性能測定方法」によって製造時に保証されることで超音波探傷試験結果の分散や機差問題が改善される方向にある。しかし、アナログ方式の超音波探傷器では検波回路以降の低周波増幅回路の周波数特性に起因して、エコーの立ち上がり特性などによってエコーの高さに差異が生じ、きずの評価に誤差を生じる問題が残っている。なお、記録性や試験結果評価のための付加機能についてはほとんどないのが現状である。次に超音波探傷器にデジタル方式を採用することでこれらの問題についてどう対処できるかを考えてみる。

◎小型・軽量で使い易くなる。

最近の電子デバイス技術の進歩は著しく、より小型・高性能・低消費電力化が特長的である。表示技術についても液晶表示器のようにより小型で視認性の良いものが多数実用化されている。そのため従来の探傷器の形状にとらわれない小型・軽量のものが実現できるようになっている。また、操作性についても家庭用の電気製品の例でもわかるようにマイクロコンピュータの発達によって操作はソフトウェアでコントロールされ、様々な工夫が加えられるようになっている。

◎再現性が改善される。

アナログ超音波探傷器で残っていた検波回路以降の低周波増幅回路の周波数特性によってエコーの高さに差異が生じるという問題点は、検波前の高周波信号を直接A/D変換し、その後の検波、フィルタリングの処理をデジタル化することによって取り除くことがで



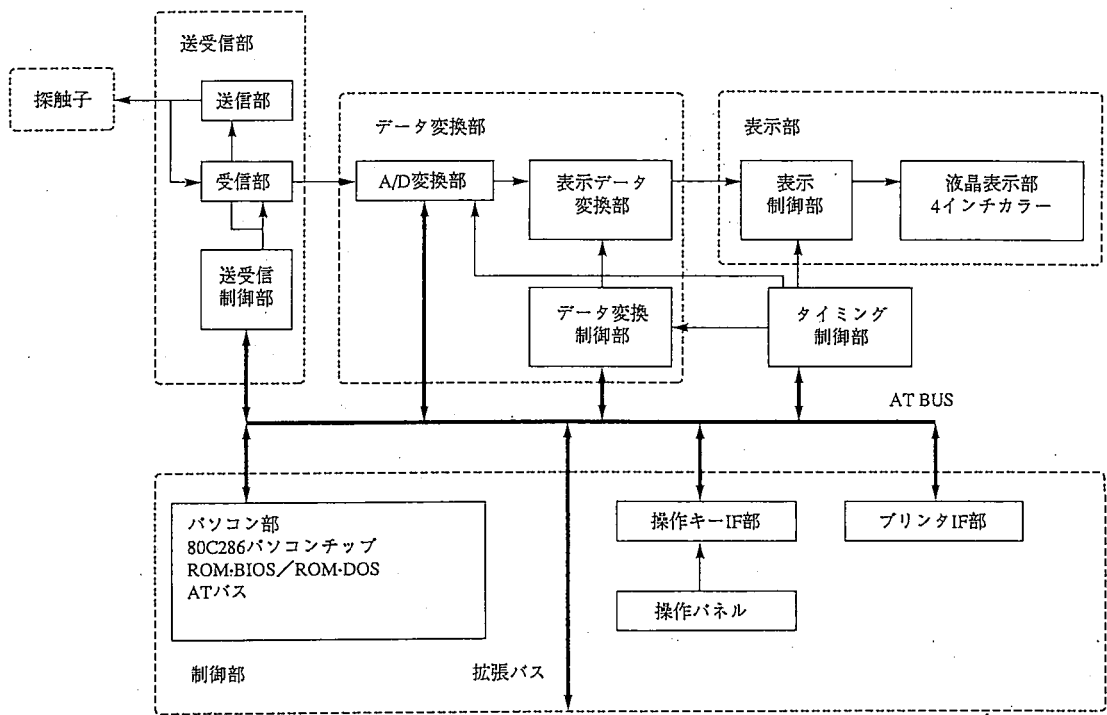


図1 UI-21ハードウェア構成図

き、エコーの高さを忠実に表示することが可能となる。

◎記録性を持つ。

記録性は超音波探傷器をデジタル化することの最大のメリットであり、探傷波形だけではなく、その時の超音波探傷器の諸条件を含めてデジタルメモリなどの記憶素子に記録することで簡単に再生することも可能となる。

◎試験結果評価のための機能も容易に付けられる。

波形や探傷条件をデジタル化できることで、基本表示から断面表示への変換やエコーの周波数測定などのデータ処理が可能となる。また、試験報告書を自動作成することも記憶した情報によって可能となる。

▶ 超音波探傷器のデジタル化へのハードル

以上述べたようにデジタル技術を超音波探傷器に採用することは多くのメリットがあるように見えるが現実にはアナログ式超音波探傷器の代替として探傷現場にあまり普及していない。その最も大きな原因として、デジタル式探傷器表示応答性の悪さが挙げられる。一つの原因は表示器に使用する表示デバイスのフ

レーム周波数が30Hz～60Hzに制限されているためで、探触子の走査スピードと使用している探触子のビーム幅によっては欠陥のピークを見逃す可能性も出てくる。また、検波前の高周波信号を直接A/D変換し、かつエコー高さを1～2%程度の精度で検出するためには通常、試験周波数の10倍以上のサンプリング速度が必要になる。そのため、測定長さにもよる膨大なデータを処理するための時間が必要となり、それが表示速度を低下させる原因ともなっている。さらに、超音波探傷器がデジタル化され便利になっても誰でも探傷試験が可能になる訳ではない。探傷試験の信頼性はJISの規格によると試験者の責任で確保しなければならない。すなわち、試験者は適切な試験装置を選択し、校正し、必要な性能を持っていることを証明しなければならない。これはデジタル方式を採用する場合でも適用され、便利になった記録性や試験結果評価のための付加機能は試験者の責任において使用されなければならないが、それらの機能をどのように生かすかについて、具体的な検討はほとんど行われていない。また、現場の状況及び試験体によっても必要とされる機能は異なると思われる。

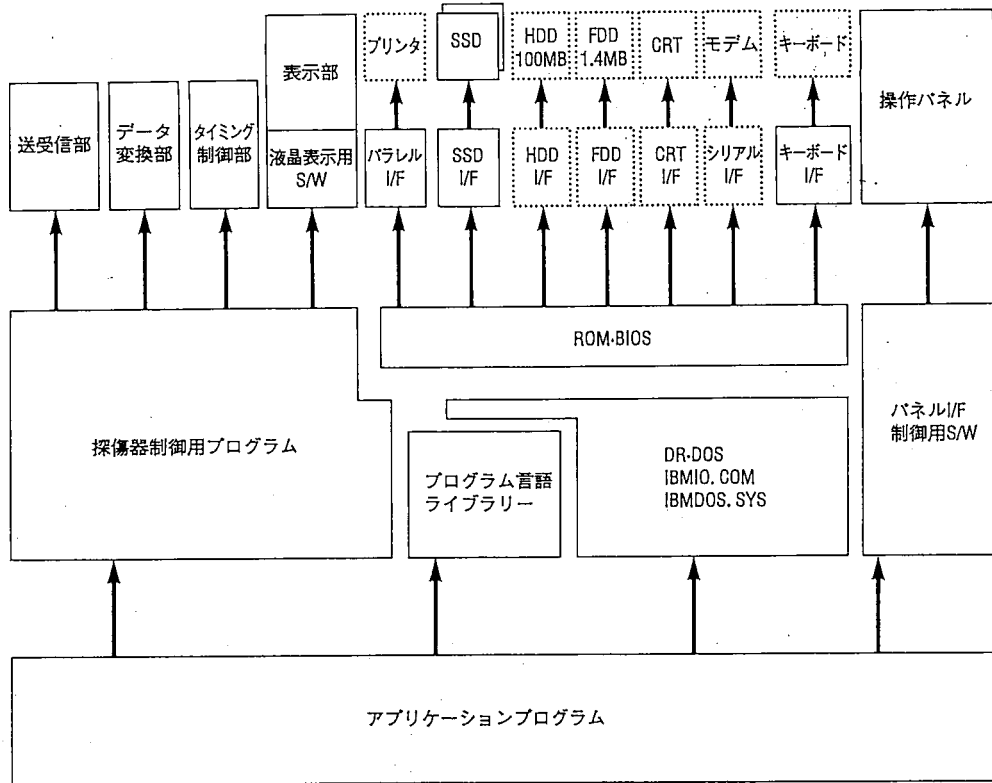


図2 UI-21のソフトウェア構成

## ▶ UI-21の開発目標

以上述べたような背景から、デジタル超音波探傷器【UI-21】は以下に示す目標で開発された。

◎現場でアナログ方式の超音波探傷器と同等以上に使用できるため、

- ①小型・軽量化を計る。
- ②探傷波形の視認性を向上させる。
- ③基本性能を確保する。
- ④探傷波形の応答性をアナログ方式並に向上させる。

◎試験者が必要又は有用と考えた機能を、超音波探傷器自体をパソコン化することによって

- ①後から容易に組み込めるようにする。
- ②有用な機能は試験者自身でも作成可能とする。  
(検査ノウハウを探傷器に組み込む)

◎検波前の高周波信号を直接A/D変換し、デジタル波形記憶及び表示処理を加えることによって、

- ①検波後に発生する機差の要因を無くす。

- ②探傷波形を拡大表示し試験周波数を読み取れるようにする。

## ▶ UI-21の構成

以上の目標を実現するため、UI-21は図1に示すように、大きく分けて送受信部、データ変換部、表示部及びパソコン部から構成されている。

送受信部は超音波探傷器の基本的性能の確保のため、アナログ探傷器で蓄積した技術に、さらに改良を加えた。データ変換部、表示部は検波前の高周波信号を直接A/D変換し、かつ探傷波形の応答性をアナログ方式と同程度に向上させることを主眼に設計されている。パソコン部は探傷器の制御を行うとともに必要または有用と考えた機能を、試験者自身が作成しやすい環境を提供する。このため、ハードウェアをIBM-PC/AT互換とし、基本ソフトウェア(OS)にもMS-DOS互換のDRDOSを採用している。

また、外観は「コンパクトで斬新なデザイン」を目

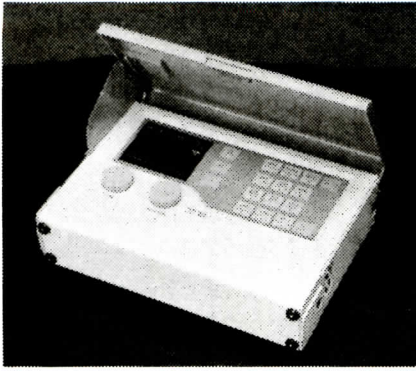


写真1 デジタル超音波探傷器UI-21

的に写真1に示すようなA4パイプファイルサイズとし、耐久性のためケースに鉄板を使用したにもかかわらず重量を4.5kgfと従来の超音波探傷器よりも2kgf以上軽量化(当社比)した。

表示器は4インチのカラー液晶表示器を採用し、データ、探傷波形の視認性を向上させている。

## ▶ UI-21の特徴

つぎに開発目標のなかから特徴的な3点について紹介する。

### ◎UI-21のソフトウェア

UI-21のソフトウェアは全てMS・DOS互換のDR DOS上で動作しており、パネルスイッチからの割込信号で機能する。また、アプリケーションのためにマシンインターフェース及び超音波探傷器制御用のユーザーインターフェースを提供している。

ソフトウェアの構成を図2に示す。

これらのソフトはOSも含めROMで供給されており、ROMを交換することでUI-21の機能拡張が可能となっている。このため、UI-21に機能追加が行われた場合、ユーザはROMを交換することで容易に最新の機能を手に入れることが可能となる。

ユーザが独自の機能を追加する場合にはUI-21が提供するユーザーインターフェースを使ってアプリケーションプログラムを作成することで可能となる。

アプリケーション開発の概要は

①拡張ユニットを接続し、UI-21をパソコン化する。日本語環境にする場合にはDOS/V対応のOSを導入する。

②開発言語としてC言語等のMS・DOS用として市販されているプログラム言語を用意する。

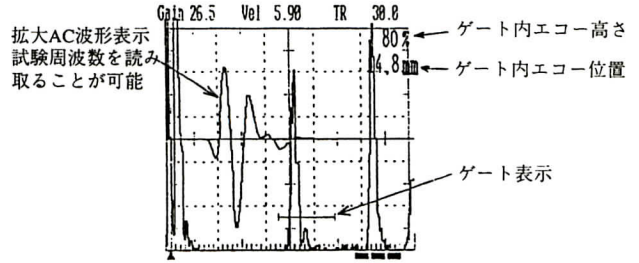


図3 探傷波形拡大例

表1 UI-21の仕様

\*測定法はJIS Z 2351準拠

送信部の性能	実効出力インピーダンス	Z <sub>0</sub> =33~50Ω (f=5MHz)		
	送信パルスの繰り返し	PRF (MAX)=2KHz		
	周波数	PRF (MIN)=125Hz		
	送信パルスの立上り時間	TR=40ns以下		
	送信パルスの幅	TW=100ns ± 10ns (f=5MHz)		
	送信パルスの振幅	V <sub>p</sub> =200V以上 (5MHz時)		
受信部の性能	感度	S=88dB以上 (f=5MHz Narrow Band)		
	ゲイン調整器の誤差	最大2dB以下 (調整範囲99.5dB)		
	二探触子法における入力インピーダンス	50 ± 7.5 Ω		
	高周波増幅回路の周波数帯域	f=1MHz 狭帯域	FH (MHz)	FL (MHz)
			0.88	1.31
		広帯域	0.74	1.83
			2MHz 狭帯域	1.71
		広帯域	1.38	3.46
			5MHz 狭帯域	4.17
		広帯域	3.39	7.70
10MHz 狭帯域			8.21	12.8
広帯域	6.07	15.3		
(狭帯域は±10% 広帯域は±20%)	0.43	14.3		
増幅直線性	±3%以下			
測定範囲	1μs~1250μs以上 (2.45mmL~3.688mmL)			
掃引遅延範囲	2550μs以上/40nsピッチ			
時間軸直線性	画面表示で±1%			
時間分解能	0.4μs以下 (試験周波数5MHz)			
供給電源	AC100V ± 10% 50/60Hz ACアダプタ使用 バッテリー DC12V2.8Ah 1個収納			
バッテリー電圧モニタ機能	バッテリー容量低下表示機能付, バッテリー容量低下自動遮断機能付			
バッテリー連続使用時間	4Hr/1個 2本標準添付 (当社指定条件による)			
同期運転	2台以上の同時送信、時分割送信可能			
リジェクション	リニアリジェクション 0~50%			
周囲温度	-5℃~45℃			
外形寸法	約210W × 310H × 75D			
質量	約4.5Kg			

③ユーザインターフェースとしてソフトウェア割込 (INT69H, INT6AH) が用意されているのでそれらを用いてプログラムの作成、デバックを行う。

④ROM化については当社もサポートするが専用ツールを購入することでユーザでも可能となる。

⑤アプリケーション開発時のために講習会の実施、資料の提供及びパソコン通信利用によるテクニカルサポートを行っている。

#### ◎再現性及び応答性の向上

アナログ探傷器では避けられなかった検波回路以降の低周波増幅回路に起因するエコーの高さへの影響の問題を取り除くため、検波前の高周波信号を100MHz相当で直接A/D変換し、検波・フィルタリングの処理をエコーの高さに影響を与えない形でデジタル化した。また、表示デバイスのフレーム周波数の制限による応答性低下を無くすために次のような手法を用いた。

○送信パルスの繰返し周波数と表示の繰返し周波数を独立させ、送信パルスの繰返し周波数を引き上げる。

○表示周期内の複数の送信パルスの繰返しごとにその最大値を前回までの最大値と比較し更新していく処理を行い、各表示画素ごとに表示周期中の最大値を表示する。

○以上の処理を最小限の時間で実施するため、表示データへの変換処理をハードウェア化した。

○表示制御に画像表示用の専用プロセッサを搭載し表示の高速化を図る。

その結果、UI-21では表示の繰返し周波数60Hz、送信パルスの繰返し周波数最大2KHz (等価サンプルによって実質的には500Hz相当) を実現している。また、ゲート内波形の拡張機能 (ZOOM機能) によって図3に示すように探傷エコーの周波数を画面から読み取ることも可能となり、試験結果の評価の精度が一段と向上することが期待できる。

#### ◎基本性能を確保する。

当社では、基本性能の追求をテーマとして1991年10月にアナログ探傷器・FD-670を発売している。UI-21でもこのテーマを継承しFD-670と同等の送受信部の性

能を実現するとともに、下記の改良を加えた。なお、表1にUI-21の仕様を示す。

#### ○送信パルス幅の微調整機能

試験周波数ごとに送信パルス幅は自動的に変化させることはFD-670でも実施しているが、UI-21では更に探触子の特性に合わせて最適送信なパルス幅へ微調整することが可能となり、感度向上が期待できる。

#### ○広帯域 (0.4-15.0MHz) の設置

高い減衰係数を持つ材料などでは反射エコーの周波数が低下する現象が観測できる。例えば5MHzの広帯域探触子を用いて探傷しても、反射エコーの周波数は2MHzになるなどの現象である。そこで、広帯域な周波数特性に切り換えることで、探傷信号のS/Nを向上させたり、反射エコーの周波数測定から減衰量の測定などへの活用に用いることができる。

## ▶ おわりに

デジタル方式の超音波探傷器は今後、各種の検査ノウハウを組み込むことで、より信頼性の高い検査結果を提供しかつ検査業務の効率化を図るために専用器化していくと考えられる。また、送信波形の管理や探傷波形への信号処理を加えることでS/Nの改善や、将来的には欠陥の定量評価まで進歩することも予想される。最後に当社は従来、超音波探傷器をFDシリーズとして生産してきたが、今回デジタル超音波探傷器を発表するにあたり [UI] というネーミングに変更した。これは超音波探傷器の呼称がISOの用語委員会などで有力になった Ultrasonic test Instrument から引用しているが、もう一つの yoU (ユーザ) & I (当社) という意味も込めている。これはユーザと当社が一緒に育て進化させていくデジタル超音波探傷器 [UI-21] にしたいという願いを表したものである。

#### 参考文献

- (1) JIS Z 9901「品質システム-設計、開発、据え付け、及び付帯サービスにおける品質保証モデル」4.10.4「検査、測定及び試験の装置」
- (2) 和高他：「パルス圧縮探傷法」等レンジサイドローブパルス圧縮超音波探傷法、三菱電機技報、Vol.66 No.12 1992 P96~P100

# 超音波開口合成法によるコンクリート内部欠陥の断面表示

清水建設技術研究所 ○ 倉持 貢  
日本クラウトクレーマー 宇田川義夫  
ジャパンプローブ 中田 正明

## 1. まえがき

地球環境問題等がクローズアップされ、既存コンクリート構造物では、その延命化が命題とされている。延命化を図るためにはコンクリートの健全度を適正に評価する必要がある。鉄筋腐食、ひび割れ、中性化、充填度、圧縮強度等に対する非破壊評価技術の開発が切望されている。非破壊評価技術としては、現在、超音波法、電磁波法、放射線法、赤外線法等が考案され実用に供されているが、その評価精度はまだ充分とはいえないのが実情である。

筆者らは、超音波試験技術に着目し、コンクリートの品質評価手法について研究してきた。本稿では、航空宇宙技術分野で実用化されている開口合成法を用いて、コンクリート内部欠陥の断面表示法について検討したので報告する。

## 2. 超音波開口合成法の原理・特徴

コンクリートの内部空隙の検出法とし、一探触子反射法と提案するとともにこれらが検出可能な超音波測定装置を開発した。しかしコンポジット材であるコンクリートに於て、本測定器のCRT画面から内部空隙などを適正に識別するには超音波法の基礎知識と豊富な経験が必要とされている。

開口合成法は超音波で得られた探傷信号の時間情報又は位相情報を主体にして像形成を行い、方位分解能を高め、画像の解像度やSN比の改善をもたらす手法である。本論で採用した開口合成法は、ALOK法と称され、各探触子位置で受信した波形信号を加算平均して、画像化し、内部空隙の識別の高精度化を図ろうとする手法である。

## 3. 実験装置及び試験体

実験装置及び試験体のブロックダイアグラムを図1に示す。本装置は、マルチ超音波測定器と試作したBスコープアダプターから構成されている。超音波測定器は周波数が可変型でかつ一探触子反射法が適用できる機能を有している。また探触子は $\phi 40$ と $\phi 56$ の低周波探触子である。Bスコープアダプターは、マルチ超音波測定器で受信した反射波をデジタル信号化し、フロッピー内に取り込んだ後、設定画像処理条件に従い画像化して、ディスプレイ上に断面図を表示するものである。

実験に供した試験体（普通ポルトランドセメント、W/C=45%）は2体で、各試験体には欠陥径の異なる3個の内部空隙が挿入されている。

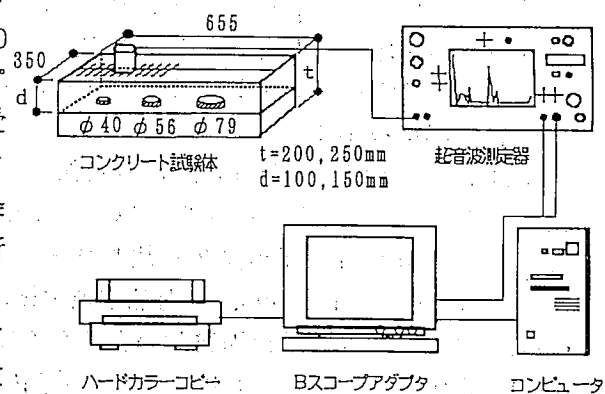


図1. 実験装置及び試験体の構成

#### 4. 実験条件及び実験方法

実験条件を表1に示す。送信周波数(4水準)及び探傷感度(2水準)をパラメータとして、一探触子反射法により探傷を行った。探触子の走査線は欠陥の中心部の1ラインとし、超音波データは走査間隔5mm毎に採取した。その後、探触子毎に上記の実験パラメータ及び表1中の開口合成条件を種々変化させて、画像データを比較した。

表1. 実験条件

条件	項目	設定値
探傷条件	音速	4000m/s
	励振周波数	100, 125, 150, 175kHz
	ゲートスタート点・幅	0 ~ 300mm
	A/D 平均回数	128 回(n=7)
	測定ピッチ	5mm
	全測定点	110 点
	探触子	0.5C40N, 0.5C56N (縦波)
画像処理条件	画像表示階調	カラー256 階調
	開口合成数	1, 2, 4, 8
	開口合成ピッチ	5, 10, 15, 20mm
	波形モード	全波(FW), 半波(HP)
	DAC処理	1+0.0035/Pixel
	校正範囲	0.20 (係数), 1-a*x(関数)
	移動処理	10Dot
	カラー感度	2.0

#### 5. 実験結果及び考察

##### 5. 1 画像の鮮明度

アウトプット画像データの例を図2に示す。本図は探触子の走査ラインに於ける断面図(W550XD300mm)を示し、反射波はエコー高さに応じ256階調の色で表示されている。探傷条件及び画像処理条件による画像の鮮明度(信号とノイズとの識別度)について検討した。結果は以下のように要約される。

- (a)  $\phi 40$ と $\phi 56$ の探触子の結果を比較すると、振動子寸法の大きな探触子の方がノイズ成分が少なく、内部空隙や底面エコーの識別が容易である。これは $\phi 40$ の方が指向性が鈍く、より広範囲の骨材等からの反射波を受信しやすくなるためである。
- (b) 開口合成数が多くなる程、ノイズ成分が少なく鮮明な画像となる。開口合成数が多くなると、見掛け上、探触子径が大きくなる効果と波形の加算平均化の効果が相乗してSN比が改善され、欠陥及び底面の識別が容易になると考えられる。
- (c) 開口合成ピッチも合成数と同様な効果が期待でき、特に比較的遠距離にある大きな反射源の検出に有効と考えられるが、本実験ではその効果は顕著ではない。
- (d) 波形モードを全波(FW)と半波(HP, HN)とした場合、波数が多くなる程、画像から読み取られる反射源の数が全波で多くなり、欠陥実数との対応が低下する。

以上の結果から、 $\phi 56$ の探触子を用い、探傷感度は健全部のエコーをCRT-50%, 送信周波数は100kHzで探傷し、開口合成数とピッチを8-1, 波形モードを半波とすると、鮮明な画像とほぼ満足できる欠陥検出率が得られることが明らかとなった。

##### 5. 2 欠陥の検出率

探傷条件と画像処理条件に於ける画像データから、内部空隙の検出率を調査した結果例が図3である。これらの結果は以下のように要約される。

- (a)  $\phi 40$ と $\phi 56$ の探触子の結果を比較すると、 $\phi 56$ の探触子の方が内部空隙の検出率が高くなる。前者では、40mmの内部空隙の検出が困難となる。
- (b) 同一探触子では、送信周波数が高くなる程、欠陥検出率が高くなる傾向にある。
- (c) 開口合成数を1~8まで変化しても、欠陥検出率に有為な差異は現れていない。
- (d) 開口合成ピッチを1~4まで変化させた場合の結果では、合成ピッチが大きくなる程、

### 5. 3 欠陥の寸法評価精度

前項に於ける欠陥検出率が100%となる画像データを用い、内部空隙及び版厚の寸法評価精度（欠陥位置X, 欠陥深さd, 欠陥長さl）について検討した。比較結果の一例を図4に示す。結果は以下のように要約される。

#### (a) 欠陥位置(X)

$\phi 40$ と $\phi 56$ の探触子ともに、欠陥位置(X)の測定誤差は約5mm以下である。同一探触子の中で開口合成数や合成ピッチを変化させた場合、測定誤差の平均値は若干変化するが、ばらつきは約10mmと変わらない。

#### (b) 欠陥深さ(d)

内部空隙深さの測定誤差は $\phi 40$ の探触子で約8mm、 $\phi 56$ で約1mmとなり、ばらつきも5mm以下と小さい。底面すなわち版厚の測定誤差は約10mmである。

#### (c) 欠陥長さ(欠陥径) (l)

欠陥長さの測定誤差は $\phi 40$ の探触子で約10mm、 $\phi 56$ で約2mmとなり、ばらつきも小さい。

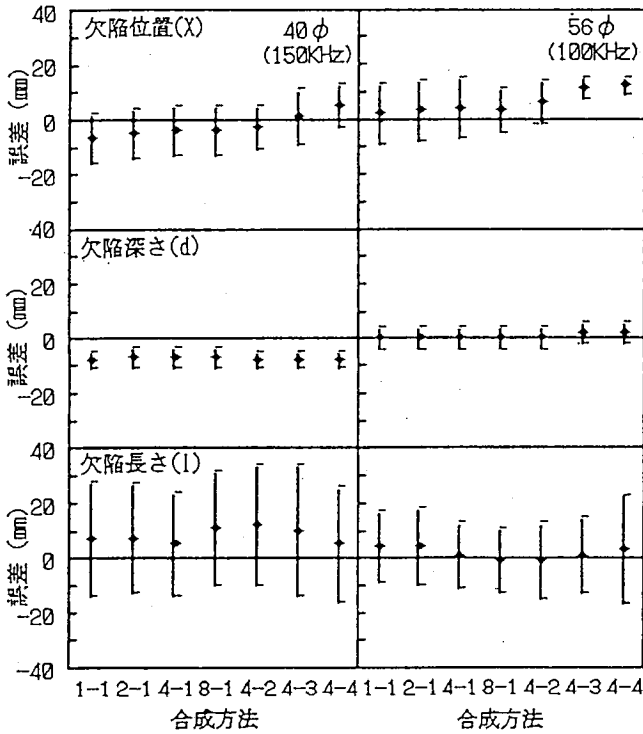


図4. 欠陥の寸法評価精度

### 6. あとがき

本論で採用した開口合成法（ALOK法）は、コンクリートの超音波法にも有効であることが確認できた。今後は、かぶり厚さや充填度の評価への適用性を確認し、実用化を推進する予定である。

小欠陥の検出率が低下する傾向にある。

以上の結果から、前項と同様の条件を満足すれば、十分な欠陥の検出率を確保できることが確認できた。

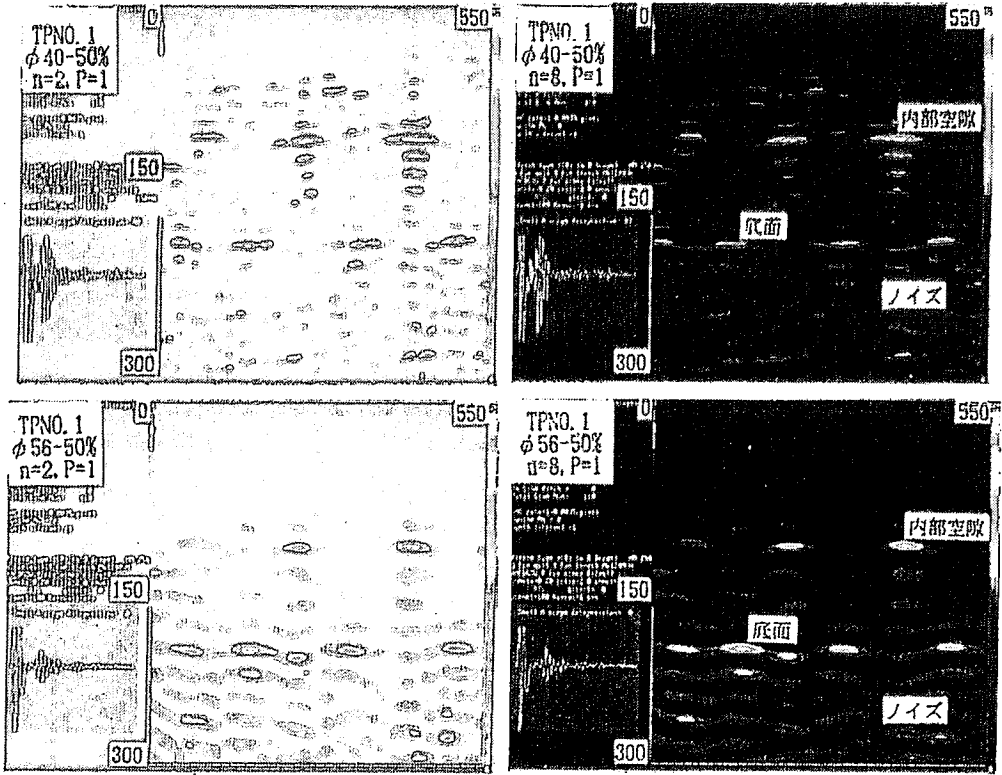


図 2. コンクリート内部空隙の断面画像

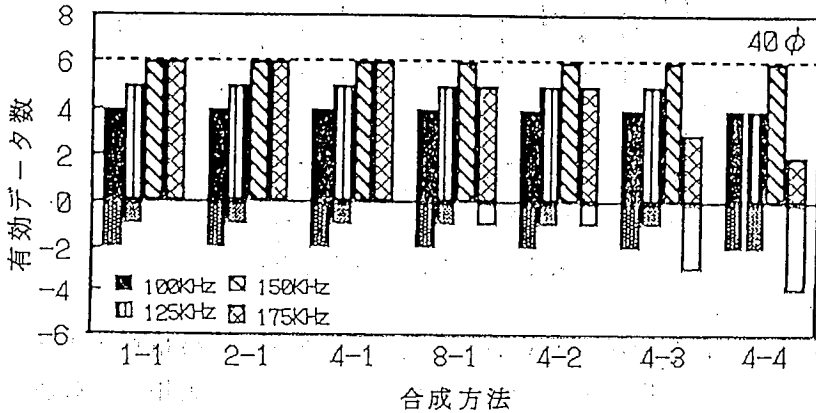


図 3. 欠陥の検出率



# 建築鉄骨工事における第三者検査機関 の企業審査基準に関する一試案

エンジニアリングサービス(株)  
三浦邦敏

はじめに

建築鉄骨工事における受入検査(第三者検査)の励行が提唱されて久しいが、検査委託者からそれを委託され代行検査をおこなう検査会社の審査については、現状ではCIW認定制度および東京都知事指定制度などにもとづいておこなわれている。

また最近では、(社)建築業協会(略称BSC)や建築設計事務所が特定の検査会社に対するアンケート調査をおこなって、企業審査のかわりとしていることもある。

千葉県非破壊検査研究会はそもそも「言いたい事を言う会」として発足しているので、当会の原点の思想を尊重し、ここでは筆者個人がほぼ適切と考えている標記一試案を紹介し、各位のご意見をたまわりたい。

なお、ここで紹介する試案の作成に当っては複数の建築構造設計者の若干のご意見およびご指導を得た。

# 「建築鉄骨工事第三者検査機関」 審査基準

制 定 \_\_\_\_\_

改 定 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

000000 「建築鉄骨工事第三者検査機関」  
審査委員会

## 1. 総 則

この基準は、建築鉄骨工事において必要とされる検査業務をおこなう「第三者検査機関」の審査の方法について定めるものである。

## 2. 審査機関

審査をおこなう機関は〇〇〇〇〇〇「建築鉄骨工事第三者検査機関」審査委員会とする。

## 3. 審査の時期

審査は「第三者検査機関」から別添の受審査申請書が提出されたのち 日以内におこなうものとし、「第三者検査機関」には事前に審査予定日を通知する。

## 4. 審査基準

審査はつぎの事項についておこなう。

### 4.1 検査部門の組織

検査部門の組織図表と実際の機能が一致しているかどうか。

### 4.2 検査要領書

建築鉄骨工事の受入検査を実施するに必要なとされる十分な事項を網羅してあるかどうか、など。

### 4.3 検査報告書

検査報告書が作成される系統は適正かどうか、検査報告書が適切に保存されているかどうか、および検査報告書の内容は受入検査報告書として妥当するかどうか。

### 4.4 検査業務の品質管理基準

検査業務の品質管理基準を保有しているかどうか、当該基準が実際に運用されているかどうか、など。

### 4.5 検査用機器類の管理

検査に使用される機器類が周到に管理されているかどうか。

### 4.6 諸設備等

諸設備等が「第三者検査機関」として整備されているかどうか。

### 4.7 事業者の第三者性

検査事業者の第三者性の程度。

## 5. 評 価

表1のとおりとする。

## 6. 評価後の処置

評価の結果は合計得点によりつぎの三種類に区分する。

1) A類	合計得点	57点以上(75%)
2) B類	合計得点	57点未満～47.5点(75%未満～62.5%)
3) C類	合計得点	47.5点未満～28.5点(62%未満～37.5%)
4) 該当なし	合計得点	28.5点未満

## 7. 審査結果の記録および通知

審査の結果は所定の用紙(次葉サンプル)に記録し当審査委員会内に保管する。また、結果は審査記録とともに該当する「第三者検査機関」に通知する。

## 8. 再審査

審査の結果、各類に該当しないと判定された「第三者検査機関」は必要な改善をおこなったのち再審査を受けることができる。

表1

事項	項	評価			
		きわめて 適切 [4点]	適切 [3点]	若干 不適切 [2点]	不適切 [1点]
1. 検査部門の組織	(1)組織				
	(2)人員および保有資格				
	(3)長と担当者の責任性				
2. 検査要領書	(1)記載事項				
	(2)具体性				
	(3)文書としての質				
	(4)実作業との整合性				
3. 検査報告書	(1)作成の系統				
	(2)保管・管理の態様				
	(3)記載の内容				
4. 検査業務の 品質管理基準	(1)管理基準の有無				
	(2)記載事項				
	(3)実態との整合性				
5. 検査用機器類の 管理	(1)保守・点検基準				
	(2)不良時の処置方法				
	(3)保守・点検記録				
6. 諸設備等	(1)諸設備等の整備状況				
7. 事業者の 第三者性	(1)公的資格の有無				
	(2)その他の証明				

評価表

「第三者検査機関」名称： \_\_\_\_\_

審査日付： \_\_\_\_\_

審査場所： \_\_\_\_\_

審査担当： \_\_\_\_\_

推薦者： \_\_\_\_\_

審査担当： \_\_\_\_\_

事項	要項	評価				
		きわめて 適切 [4点]	適切 [3点]	若干 不適切 [2点]	不適切 [1点]	
1. 検査部門の組織	(1)組織					
	(2)人員および保有資格					
	(3)長と担当者の責任性					
2. 検査要領書	(1)記載事項					
	(2)具体性					
	(3)文書としての質					
	(4)実作業との整合性					
3. 検査報告書	(1)作成の系統					
	(2)保管・管理の態様					
	(3)記載の内容					
4. 検査業務の 品質管理基準	(1)管理基準の有無					
	(2)記載事項					
	(3)実態との整合性					
5. 検査用機器類の 管理	(1)保守・点検基準					
	(2)不良時の処置方法					
	(3)保守・点検記録					
6. 諸設備等	(1)諸設備等の整備状況					
7. 事業者の 第三者性	(1)公的資格の有無					
	(2)その他の証明					
所見	評価	得点	点	点	点	点
		合計得点	点			
		判定	A類	B類	C類	該当なし

「建築鉄骨工事第三者検査機関」  
審査基準の解説と評価要領

(内 規)

## 解説および評価要領

### 1. 総 則

この基準は建築設計者が建築鉄骨工事の工事監理上で直接受入検査委託契約（以下直接委託という）をおこなう「第三者検査機関」、または特記仕様書上で工事施工部門と受入検査委託契約（以下間接委託という）をおこなわせる「第三者検査機関」を審査する基準を示すものである。

「直接委託」とは設計者／工事監理者の工事監理上の受入検査をいい、「間接委託」とは工事監理上の受入検査と工事施工部門の施工管理上の受入検査を兼ねるものをいう。

また、「第三者検査機関」とは、建築工事において設計監理者の指揮監督の下で受入検査をおこなう第三者の法人組織をいう。

### 2. 審査機関

とくになし。

### 3. 審査の時期

とくになし。

### 4. 審査基準

規定した審査項目は、設計監理者の信頼に足る受入検査を実施できる「第三者検査機関」であるかどうかを検証するための必要最小限のものである。

#### 4.1 検査部門の組織

検査業務（検査依頼の受付、検査要領書の作成、検査の指示、検査の実施、検査報告書の作成、検査結果の報告など）実施上の組織が実態と合致しているかどうか以下を検証する。

##### (1) 組 織

（建築鉄骨）検査部門においては中枢に総括本部、下部組織として技術管理部門、教育・訓練部門、検査工程管理部門、（社内技量認定部門）、検査報告書作成管理部門、検査実施部門等で構成されていれば「きわめて適切(配点 4点)」とする。

##### (2) 有資格者

NDI UT-Ⅲ種 1名以上、かつ WES 8103 1級 1名以上、かつ全構連UT検査技術者 1名以上、かつ同精度検査技術者 1名以上を保有することを「建築鉄骨工事第三者検査機関」の“必要条件”とし、NDI UT Ⅱ種かつ WES 8103 2級かつ全構連UT検査技術者の資格者(1名)が7名在籍する検査技術者構成ポイント数（10ポイントの資格者 7名で70ポイント）以上である場合を「きわめて適切(配点 4点)」とする。

ここで検査技術者構成ポイント数とはつぎの資格者に該当するポイントの合計ポイント数をいう。

NDI UT Ⅲ種	1 資格者 5 ポイント
NDI UT Ⅱ種	1 資格者 3 ポイント
WES-8103-1級	1 資格者 4 ポイント
WES-8103-2級	1 資格者 3 ポイント
全構連-UT検査技術者	1 資格者 4 ポイント
全構連-精度検査技術者	1 資格者 3 ポイント



なお、検査技術者構成ポイント数70未満50以上を「適切(配点 3点)」とし、50未満40以上を「若干不適切(配点 2点)」、40未満を「不適切(配点 1点)」とする。また、“必要条件”が満たされない場合はここでいうポイント数に無関係で「建築鉄骨工事第三者検査機関」に該当しないものとする。

### (3) 長と担当者の責任性

組織上での長(検査部長、技術部長など)の権限と責任および部員(検査員等)の義務と責任が明確になっていて、実際にそれが機能する態勢となっている状態が検証できれば「適切(配点 3点)」とする。

## 4.2 検査要領書

既存の「建築鉄骨工事における受入検査要領書」の内容の適否、実作業との整合性などについて以下を検証する。

### (1) 記載事項

総則、主目的、適用範囲、準拠図書、検査技術者、検査用機器、検査ロットの構成、検査ロットの合否判定、検査手順、検査結果の報告等の事項が記載されていれば「適切(配点 3点)」とする。

### (2) 具体性

記載事項の内容が具体的に記述されていれば「適切(配点 3点)」とする。

### (3) 文書としての質

記載順序、図表の配置、図表の精度、要領書としての文章表現力が適切であれば「適切(配点 3点)」とする。

### (4) 実作業との整合性

既存の検査要領書に示された検査業務に該当する既存の検査報告書を検閲、照査し、検査要領書の内容に見合った検査報告書であると判断される場合は「適切(配点 3点)」とする。

## 4.3 検査報告書

検査報告書が作成されるまでの系統、検査報告書の保管・管理状態および検査報告書の内容について以下を検証する。

### (1) 作成の系統

各検査員が独自に、自らおこなった検査の報告書をすべて作成する場合を除いては、必ず検査報告書の作成系統が存在する。

当該系統が“部内依頼書”等の文書を活用して整備されていれば「適切(配点 3点)」とする。文書課等が存在し、明らかに検査報告書作成上の不具合を予防できると思われる作業分担がおこなわれている状態であれば「きわめて適切(配点 4点)」とする。

### (2) 保管・管理の態様

検査報告書に認証番号が付され、過去の検査報告書が所定の保管場所に保管されて、いつでも内容確認できるシステムとなっている場合を「適切(配点 3点)」とする。

### (3) 検査報告書の内容

第三者的な受入検査の報告書として必要事項が網羅され、検査実施上の特記事項(制約や条件)が明瞭に記入され、かつ第三者検査報告書としての体裁を満足している場合(いつ、いかなる者の閲覧にも耐える状態)であれば「きわめて適切(配点 4点)」とする。

#### 4.4 検査業務の品質管理基準

いわゆる「QAマニュアル」と呼ばれる文書を保有しているかどうか、保有している場合は以下を検証する。

##### (1) 管理基準書の有無

原則として有の場合を「きわめて適切(配点 4点)」とするが、文書の表題、形式が曖昧な場合はその程度に応じて「適切(配点 3点)」または「若干不適切(配点 2点)」のいずれかとする。無の場合は「不適切(配点 1点)」とする。

##### (2) 記載事項

最高責任者の宣言、改訂履歴、用語の定義、付表一覧、総則、組織と責任、教育・訓練、文書管理、業務の受託／実施系統、検査機器の管理、検査報告書の管理、不具合処理、組織内監査等の事項が記載されていれば「きわめて適切(配点 4点)」とする。

##### (3) 実態との整合性

品質管理基準書の記載内容と企業の実態が整合しているかどうかを各部署内に立入って検証し、ほぼ整合していると判断される場合を「適切(配点 3点)」とする。

#### 4.5 検査用機器類の管理

検査用機器類の保管・管理状況について以下を検証する。

##### (1) 保管・点検基準

独自の基準書のある場合で、かつその内容が適正である場合を「きわめて適切(配点 4点)」とする。基準書のない場合は「不適切(配点 1点)」、あってもその内容が若干曖昧であるかまたは不足とみなされる場合はそれぞれ「適切(配点 3点)」または「若干不適切(配点 2点)」とする。

##### (2) 不良時の処置方法

不良機器に当該表示が明瞭に付され、かつ正常機器と明確に区分・保管され、かつ不良内容が明示され、かつ修正予定が明記されている場合を「きわめて適切(配点 4点)」とする。

##### (3) 保守、点検記録

正常機器、不良機器を問わず、キャリブレーションおよび修正記録が台帳に記載され、かつキャリブレーション記録が一定期間毎にとられている場合を「きわめて適切(配点 4点)」とする。

#### 4.6 諸設整備等

独立した検査機関に必要とされる社屋・設備は事務所、ラボラトリおよび研修室である。それぞれ、事務所内には管理部門および検査実務部門の控室等が設置されている状態、ラボラトリ内には教育・訓練設備および各種試験機器類が設置されている状態、研修室は当該検査事業者が通常社内研修をおこなうに必要とみなされる広さである状態であれば「きわめて適切(配点 4点)」とする。

教育・訓練設備がない場合は、その他のいかなる設備を有している場合においても「不適切(配点 1点)」とする。

#### 4.7 事業者の第三者性

ここでいう検査事業者の第三者性とは、建築鉄骨工事の発注者の代行として受入検査をおこなえる資質をいい、既に一部の行政機関(東京都)により当該審査がおこなわれている事実がある。ここではこの現実を踏まえて、公的機関による指定・認定などを受けているかどうかを検証する。

(1) 公的資格の有無

公的機関による指定等を受けている場合「きわめて適切(配点 4点)」とし、指定を受けていない場合を「若干不適切(配点 2点)」とする。「適切(配点 3点)」および「不適切(配点 1点)」は適用しない。

(2) その他の証明

公社、公団、設計事務所、建築会社設計部門または品質保証部門の特命または指定のある場合、3 団体以上による場合を「きわめて適切(配点 4点)」、2 団体による場合を「適切(配点 3点)」、1 団体の場合を「若干不適切(配点 2点)」とし、当該証明のない場合を「不適切(配点 1点)」とする。この検証は、検査機関に保有されている特記仕様書例などによっておこなう。

5. 評価基準

5.1 各得点に対する係数配分

評価事項 1～7 の得点に対し、評価の目的により下記の係数を配分して評価点を求める。

	評価事項	配分係数
1	検査部門の組織	0.15
2	検査要領書	0.10
3	検査報告書	0.10
4	検査業務の品質管理基準	0.15
5	検査用機器類及び管理	0.15
6	諸設備等	0.20
7	事業者の第三者性	0.15

5.2 評価目的による分類

(1) A 類：係数配分されたのちの得点57点以上 (75%以上)

【工事規模の大小を問わず、かつ高い第三者性が求められる受入検査委託に対して十分に対応できる検査機関】

(2) B 類：係数配分されたのちの得点57点未満～47.5点 (62.5%)

【A 類より劣るが、一般的な受入検査業務をおこなうことのできる検査機関】

(3) C 類：係数配分されたのちの得点47.5点未満～28.5点 (37.5%)

【限定された条件下\*での受入検査業務をおこなうことができる検査機関】

(4) 該当なし：系数配分された得点28.5点未満

〔受入検査業務を担当することが困難な検査機関〕

\* (注) 限定された条件：特記仕様により受入検査の細目が厳密に規定されている場合、または中・小規模建築物の場合。