

戦-39. 道路橋における目視困難な重要構造部位を対象とした点検技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平20～平23

担当チーム：橋梁構造研究グループ

研究担当者：木村嘉富、村越潤、飯田明弘、高橋実

【要旨】

近年、道路橋において目視点検が困難な部位に経年劣化による損傷が報告されており、このような部位の合理的かつ効率的な調査手法の確立が求められている。本研究では、道路橋における目視困難な重要構造部位の損傷として、1)鋼床版デッキプレート進展き裂、2)コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損を対象とし、これらの部位の損傷に対する非破壊調査技術の検討を行う。平成21年度は、1)を対象として、過年度に提案し基礎検討を終えた超音波探傷法について実用化に向けた検討を行い、その成果をマニュアルとしてとりまとめた。また、同探傷法について、実橋5橋において試行し、うち1橋については、き裂破面との比較照合を行い適用性・信頼性を確認した。2)については、鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を整理した。

キーワード：非破壊調査技術、目視困難な部位、鋼床版、超音波探傷法、腐食

1. はじめに

近年、道路橋の点検において目視点検が困難な部位に経年劣化による損傷が報告されており、重大事故を未然に防ぐための合理的・効率的な点検・調査手法の確立が求められている。

一方、他分野を含め数多くの非破壊技術の研究開発が行われているが、維持管理の目的に見合った性能を有する技術は少なく、技術開発のシーズとニーズが必ずしも一致していないのが現状である。点検・調査技術に求められる性能・仕様を明確にした上で、対策検討の意志決定ツールとしての適用条件、適用方法を個別に明らかにしていく必要がある。

本研究では、道路橋における目視困難な重要構造部位の損傷として、維持管理の課題・ニーズを踏まえたうえで、1)鋼床版デッキプレート進展き裂、2)コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損の2種類を対象とし、これらの部位の損傷に対する非破壊点検・調査技術の提案を行う。

平成21年度は、1)を対象として、過年度に提案し基礎検討を終えた超音波探傷法（以下、臨界屈折角探傷法）について実用化に向けた検討を行い、その成果をマニュアルとしてとりまとめた。また、同探傷法について、実橋5橋において試行（うち、3橋は管理者による損傷調査の一環として試行）・改良を行い、現場作業性を確認した。うち1橋については、き裂破面との比較照合を行い

適用性・信頼性を確認した。2)については、他分野を含め既往の調査技術のレビューを行い、適用性の期待される技術（各種波による超音波探傷法）について整理を行うとともに、鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を整理し、実用化検討を行う技術の抽出を行った。

本報告では、鋼床版デッキプレート進展き裂に対して、提案する臨界屈折角探傷法を実橋に適用した結果について述べる。次に、コンクリートへの鋼材埋込部に生じる腐食欠損に対して、鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を検討した結果について述べる。

2. 実橋鋼床版に発生したき裂への適用性の検討

(1) 対象とする鋼床版デッキプレート進展き裂

近年、交通条件の厳しい鋼床版橋において、デッキプレートとU型の縦リブの溶接部を起点とするデッキプレートを貫通するき裂が報告されている^{1), 2)}。図-2.1に示すとおり、このき裂は溶接ルート部からデッキプレート内部に進展し、デッキ表面に貫通するため、目視点検では発生・進展過程を直接確認することは困難である。き裂が進展するとデッキプレート上の舗装の変状として現れるので、その大部分が変状に伴う舗装除去時や打換え

時に発見されている。貫通前にき裂深さを概略捉えるには、現状では超音波探傷法が唯一の手段と考えられる。

(2) 探傷装置

写真-2.1 に臨界角探触子や角度調整機構付き探触子ホルダなど過年度に開発した探傷装置の構成を示す。装置の内訳としては、超音波探傷器は市販品を用い、臨界屈折角探触子、角度調整機能付き探触子ホルダ、レール式の自動走行装置、自動走行装置の操作盤、超音波探傷器の搭載ソフトウェアである。

(3) 実用化に向けた検討とマニュアル作成

平成21年度は、鋼材音速のばらつきを想定した臨界角探触子の振動子の製作上の入射角に要求される仕様を検討した。その結果、例えば、鋼材の横波音速を3,240m/sec、探触子くさびの縦波音速を2,340m/secとした場合、入射角の許容範囲は45.5~46.1度となる。また、これまで得られた検討による成果をマニュアルとしてとりまとめた³⁾。改良後の探傷装置を用いて(4)に後述する実橋鋼床版に発生したき裂に対する適用性を検討した。

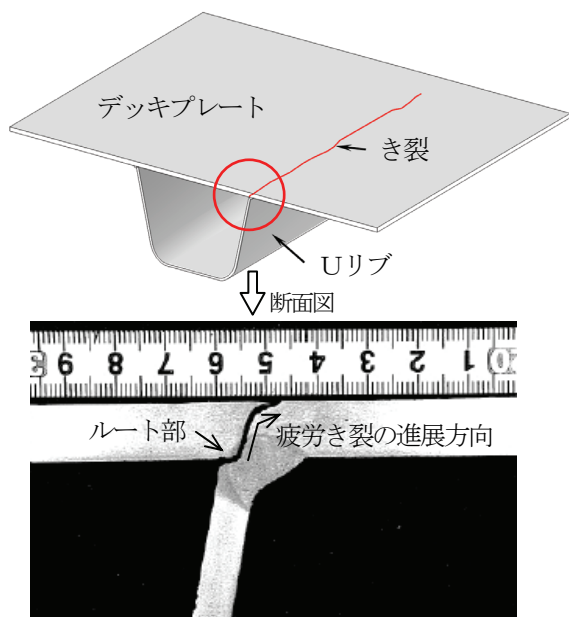


図-2.1 鋼床版デッキプレート内進展き裂の例

(4) 実橋鋼床版での試行と現場作業性の検討

表-2.1に(2)に示した過年度に提案した臨界屈折角探傷法について実橋5橋での試行結果を示す。試行の際に実際に探傷装置の調整や調査作業を行う調査員は、各試行においてすべて同じ調査会社のほぼ同じ人が実施しているため、人員による違いはほとんど含まれていないと考えられる。探傷装置の改良は、装置の事前の調整時間の短縮および間違いを減らすための作業手順の簡単化、作業効率向上を図るために、超音波探傷器における事前調整ソフトウェアの改良、探傷データの事後処理ソフトウェアおよび探触子を走査するレールの脱着方式の3種類の改良を実施した。これらの改良についても表-2.1に示す。足場などの作業条件や走査方式が異なるケースもあるが、装置を改良したことと作業手順の熟度の向上もあり、試行の回数を重ねるに連れ、調査速度(横リブ交差部の首振り手動探傷を含む)の向上が認められた。改良前は、1日当たりの調査長さが約15m/日であったが、改良後は、約65m/日と約4倍に向上し、改良による効果を確認した。この改良により、通常超音波自動探傷試験の1日当たりの調査長さとはほぼ同程度の性能を有することを確認した。

(5) き裂破面との比較照合による適用性・信頼性の検討

表-2.1に示した実橋5橋における試行のうち、1橋に

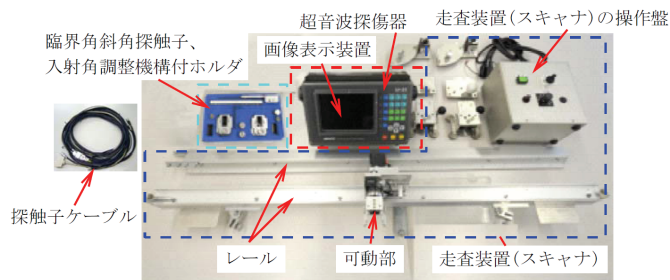


写真-2.1 超音波探傷装置の構成

表-2.1 実橋での試行結果

実橋名	走査方式	調査長 (m)	調査時間 (hr)	調査速度 (m/8hr)	探傷装置の改良	備考
C橋	自動	26.7	13	16.4	—	箱げた内作業(足場なし)
G橋	自動	18.9	7	21.6	—	箱げた内作業(足場なし)
G橋(2回目)	自動	74.2	14	42.4	—	箱げた内作業(足場なし)
SH橋	自動	22.3	12	14.9	レール脱着方式の簡単化	移動足場+高所足場
C橋(2回目)	自動	195.0	24	65.0	探傷器ソフトの操作性向上	高所足場(解体、再組立による移動)
SK橋	手動	14.0	7	16.0	結果処理ソフトの操作性向上	箱げた内作業(足場なし)
K橋	自動	62.4	8	62.4	—	箱げた内作業(足場なし)

注: 実橋での試行の順に記述。

については、き裂破面との比較照合を行い適用性・信頼性を確認した。この実橋鋼床版の諸元等を以下に示す。

橋梁形式:バスケットハンドル型ニールセンローゼ橋、支間:254m、幅員:20.25m、車線数:4車線、床版:鋼床版(下弦材との合成構造)、竣工年月:平成3年9月、供用年月:平成5年11月、交通量:18,700台/日・車線(大型車混入率20.7%)、舗装厚:65mm(表層35mm、基層30mm)、デッキプレート厚:12mm、Uリブ厚:6mm、横リブ間隔:3m。き裂の調査対象箇所は、変状が生じた舗装を剥がしたところ目視によりデッキプレート上面にき裂が確認された箇所とした。

き裂の探傷試験は、補修補強のためにき裂発生部を切り出す直前に実施した。

写真-2.2に現場での適用状況を示し、図-2.2に対象とした実橋鋼床版き裂の探傷試験の位置とその探傷結果(A

スコープ波形)の3次元図とコンター図を示す。写真-2.3に同じ裂の破面を示す。探傷は横リブをはさんだ両側に400mmの範囲で実施した。き裂がない部位からの有意なエコーは見られなかったことから、図ではき裂部分の探

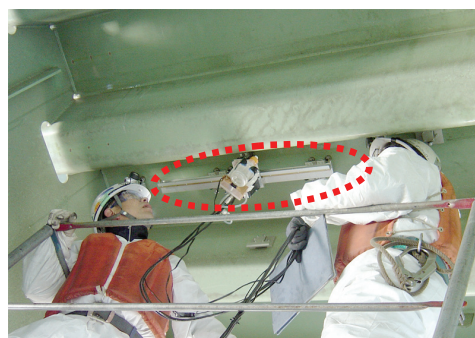


写真-2.2 現場での適用状況

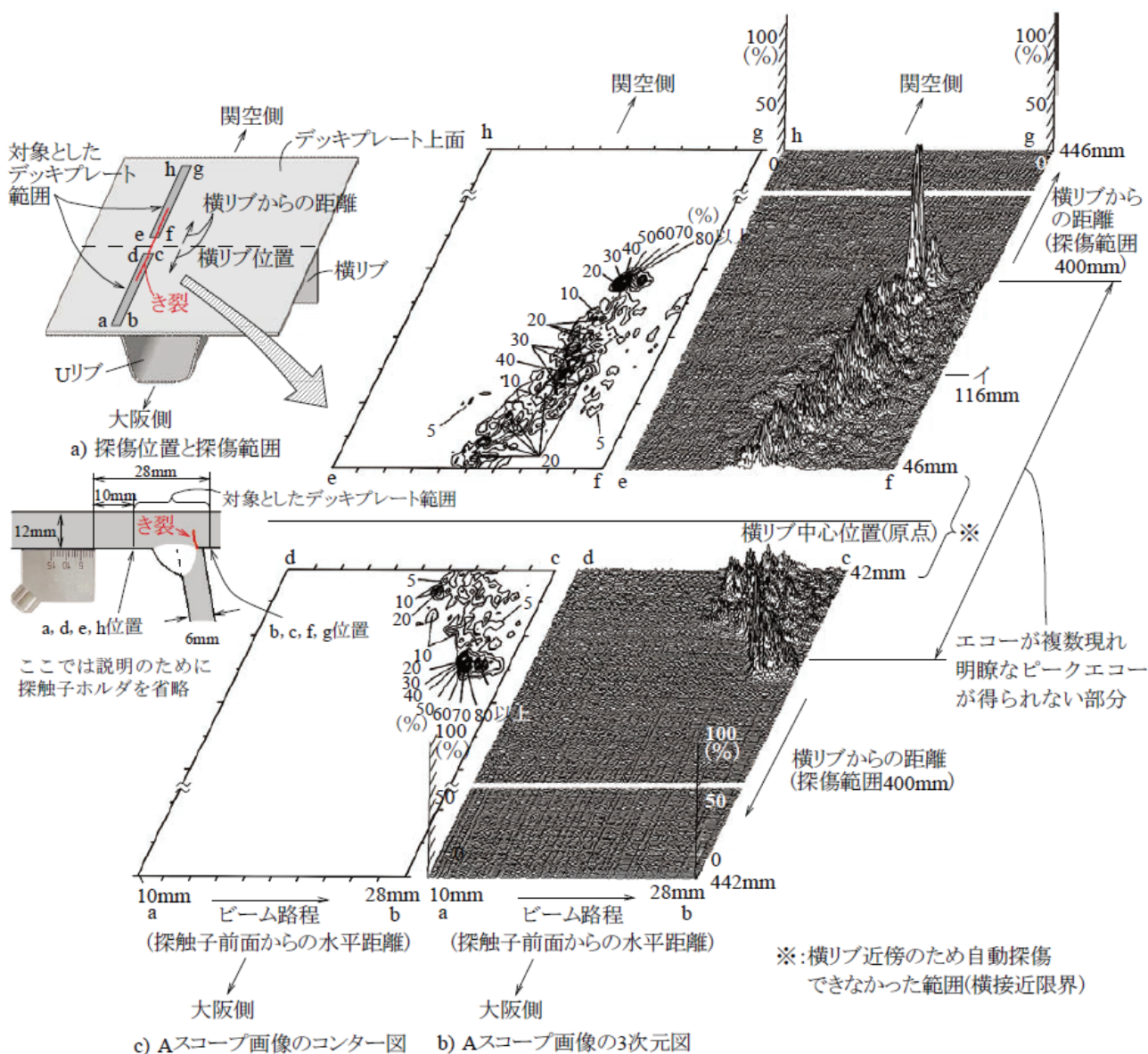


図-2.2 実橋の探傷試験の位置およびその探傷結果のAスコープ画像の3次元図とコンター図

傷結果を抜粋して示している。また、図-2.3に、図-2.2においてエコーが複数現れ明瞭なピークエコーが得られない部分を除いた、き裂深さの実測値とエコー高さ比の関係を示す。図中の縦軸のエコー高さ比とは、感度調整用対比試験片(RB-41 No. 1)の標準穴(深さ5mmのφ3mmの横穴)からのエコーを用いて、探触子を前後走査させながら得られるエコー高さの軌跡を求め、これをH線としたエコー高さ区分線を作成し、H線-6dBをM線、H線-12dBをL線、H線-18dBをL/2線とし、これらのエコー高さ区分線のうち、L/2線を基準(0dB)としたときのき裂エコーの相対比で示した。図中には、小型の模擬き裂試験体による探傷試験結果を併せて示す。

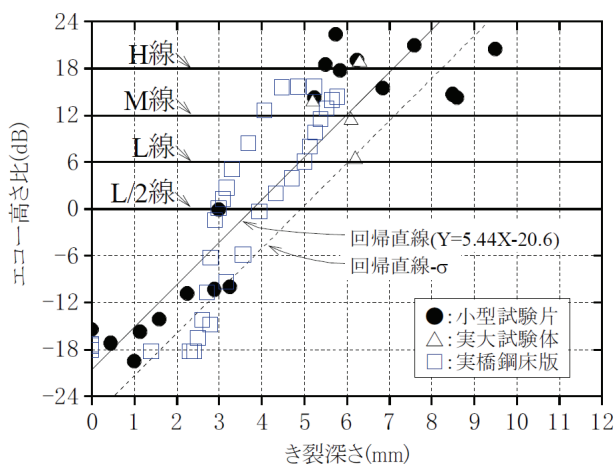
き裂は横リブ交差部をはさんで発生しており中央部では貫通している。き裂の両先端では扁平な半楕円に近い形で進展している様子がうかがえる。これに対して、探傷試験結果では、き裂先端から3~6mm程度の浅いき裂の部位に対して明瞭なピークエコーが得られ、き裂の深さとの相関性が高いことがわかる。図-2.3中の回帰直線

は、図中の全プロットに対する一次回帰式である。プロットにばらつきは見られるが、深さ6mm程度までのき裂に対して概ね良好な対応を示している。一方、その先の6mm程度以上のき裂部位では、エコーの伝搬経路が複数存在し、例えば図-2.4(き裂貫通部からの図-2.2のイの位置のAスコープ画像)に示すようにエコーが複数現れ明瞭なピークエコーが得られず、エコー高さ比が頭打ちになる傾向が見られた。

本研究で開発した自動探傷の場合、浅いき裂先端部から深いき裂部、または深いき裂部から浅いき裂先端部に向かってき裂深さが徐々に変化する状況を連続的に探傷することになる。このため、エコー高さの連続的な変化により、き裂の両先端部を特定することは十分可能であり、かつその部分は浅いき裂であることも容易に推定できるものと考えられる。2~6mm程度のき裂の場合、き裂の傾きや形状に対するエコーの変化も比較的少ないと考えられ、き裂が図-2.1に示されるような傾きや形状にほぼ限定される場合には、図-2.3中の回帰直線を用いてエ



写真-2.3 実橋から切り出されたき裂破面写真



注) エコー高さ比はL/2線を基準(0dB)とした。
Y: エコー高さ比(dB), X: き裂深さ(mm), σ: 標準偏差。

図-2.3 エコー高さ比とき裂深さの関係

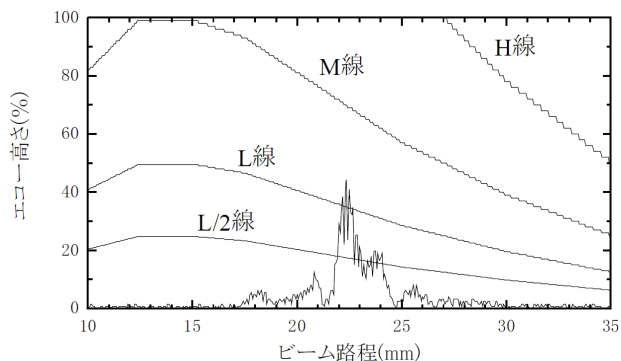


図-2.4 き裂深さ12mm(貫通している部分)のAスコープ画像の例

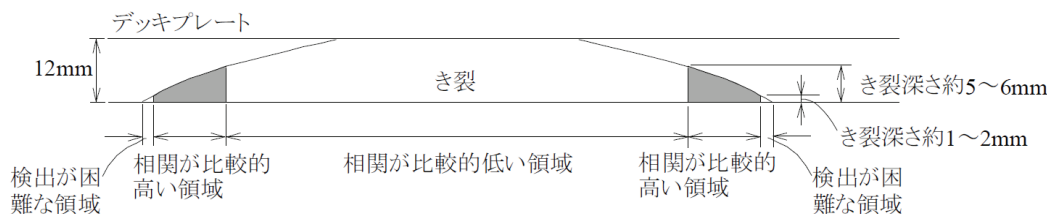


図-2.5 き裂深さとエコー高さの相関が比較的高い領域

コー高さよりき裂深さを概略推定できる可能性がある。
 なお、推定値の信頼性については、今後、実き裂に対する探傷を積み重ねることでそのばらつきを確認する必要があると考えられる。

以上の実橋鋼床版におけるき裂深さとエコー高さの関係を模式的に図-2.5にまとめる。

なお、き裂が貫通しているか否かについては応急対策を判断する上で重要な情報となるが、過年度に提案した臨界屈折角探傷法を用いた方法だけでは貫通の有無を直接判別することは難しいと言える。ただし、浅いき裂を確実に捉えられるので、溶接線方向のき裂の進展状況とエコーの傾向からき裂の状態を概略判断することは可能と考えられる。また、貫通き裂の場合には、汎用性の高い斜角70度の探触子による探傷において、き裂面からの強い反射エコーの検出が期待できるため、過年度に提案した臨界屈折角探傷法を適用した上で、疑わしい部位について屈折角70度の斜角探触子を用いた従来からの探傷法を組み合わせることにより、より実用性の高い効率的な探傷が可能と考えられる。

3. コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損を対象とした既往の調査技術の調査

コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損を対象とし、他分野を含め既往の調査技術のレビューを行い、適用性の期待される技術（各種波による超音波探傷法）について整理を行った。また、鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を整理し、実用化検討を行う技術の抽出を行った。

(1) 既往の調査技術の調査

調査対象技術の条件として、土中（道路標識柱など）もしくはコンクリート中に埋込まれた鋼材（床版に埋込まれた主構部材）の腐食欠損（写真-3.1参照）を計測するための非破壊技術とし、検知するためのセンサは腐食欠損の生じている埋込部より少し離れた位置に配置することを想定し、腐食欠損は目視困難な埋込部中に生じている

こととした。調査方法は、インターネット上の各種文献データベースよりキーワードにより検索する方法とした。対象とした分野は、鉄道橋、石油・化学プラント、発電プラント、石油精製、電力鉄塔、照明柱（標識柱、信号柱）、海洋構造物、港湾構造物である。

表-3.1に調査結果（文献4～13）により分類整理した技術の一覧を示す。

表面SH波を用いた技術では、必ずしも腐食欠損の検出率が高くないという課題があるとしている。また、板波を用いた技術では、速度の分散性により扱う波形が多いことと、埋込部において周囲のコンクリート等の周囲材料への散乱が著しくなる懸念があるとしている。また、SH板波については、モード変換がほとんど生じず、埋込部においてコンクリート等の周囲材料への散乱も少ないと考えられる。配管に用いられている全周および軸方向に複数のセンサを使用する方法では、装置にかかる費用の面の課題があるとしている。

(2) 各超音波の伝搬数値シミュレーションによる適用性の検討

鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を整理し、実用化検討を行う技術の抽出を行った。数値シミュレーションとしては、二次元弾性波時間領域差分法¹⁴⁾を用いた。



写真-3.1 コンクリート中に埋め込まれた鋼材の腐食欠損現場での適用状況

表-3.1 鋼部材の埋設部の腐食減肉状況の検知評価に適用可能な技術

対象施設	透過/反射	超音波の種類	特徴	センサ種類	センサの数	文献例
港湾構造物(鋼矢板岸壁)	反射法	表面SH波	超音波センサの送受信面積を大きくして利用	圧電素子	1個	4)
原子力発電所(原子炉格納容器鋼板)			エコーの立上がり角度を利用		3個	5)
柱状埋設構造物(街路灯柱、鋼製電柱)			部材端部(最深部)からのエコーを利用	1個	6)	
配管(発電・化学・ガスプラント)		板波	周波数と次数により速度が異なることを利用	電磁超音波	全周(多数)、軸方向複数	7)
			縦波			8)
		ねじり波	センサの多段化、エコーの平均化処理を利用			9)
	曲げ波		10)			
	透過法	板波	周波数と次数により速度が異なることを利用			圧電素子
SH板波	12)					
				電磁超音波		13)

図-3.1に数値シミュレーションにおいて対象とした埋込部を想定した鋼部材を示す。同図(a)のモデル1では腐食損傷は想定せずコンクリート等埋込部のみをモデル化し、同図(b)のモデル2では腐食欠損を模擬した三角溝を片面側に設けたモデルとした。

数値シミュレーションにおいて対象とした超音波の種類は、本研究で対象とするコンクリート中に埋め込まれた鋼部材の大きさとコストの点から、表-3.1に示す既往の技術の調査結果のうち、センサの数が1~2個で適用可能な超音波の種類を選定し、表-3.2に示す4種類とした。

図-3.2にモデル1における縦波斜角、横波斜角、SV板波の3種類の超音波の伝搬状況を示す。同図(a)は、縦波がコンクリート埋込部へ入り込むところの伝搬状況であるが、鋼材の側面で縦波がほとんど反射せず、モード変換により横波の反射が確認される。このため、縦波は、側面で反射を繰り返す毎に減衰し消滅してしまうため、埋込部の調査技術への適用性は低いと考えられる。同図(b)は、横波がコンクリートとの境界部で反射および屈折している伝搬状況である。コンクリートとの境界面で、横波の反射が確認されるため、縦波と比べると、鋼材側面の反射による減衰は少ないと考えられる。また、横波がコンクリート中に透過しており、コンクリート境界面で

反射を繰り返す毎に一部はコンクリート中に透過するため、鋼材中を伝搬する横波はいずれ減衰し消滅してしまうことから、埋込部の調査技術への適用性は低いと考えられる。同図(c)は、SV板波の伝搬状況であるが、縦波斜角、横波斜角と比べて、鋼材側面での反射による減衰はほとんど認められないが、コンクリート境界部では、コンクリート中に板波に起因する横波が伝搬している。SV板波は、縦波斜角、横波斜角と比べて、埋込部の調査技術への適用性は高いと考えられる。

図-3.3にモデル2におけるSV板波、SH板波の2種類の超音波の伝搬状況を示す。同図(a)は、SV板波が腐食欠損を模擬した三角溝に対して、反射および透過している状況を示している。同図より、SV板波が三角溝に到達した後、ほとんどの超音波の波動は、三角溝を透過して伝搬しており、三角溝で反射する波動成分はほとんど確認できないくらい弱いものとなっている。よって、SV板波は、腐食欠損の調査技術への適用性は低いと考えられる

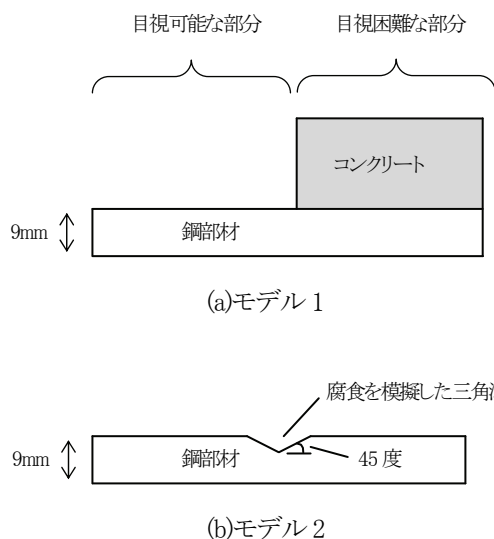


図-3.1 数値シミュレーションにおける対象モデル

表-3.2 数値シミュレーションにおいて対象とした超音波の種類

超音波の種類	屈折角
縦波斜角	70度
横波斜角(SV波斜角)	70度
SV板波	90度
SH板波	90度

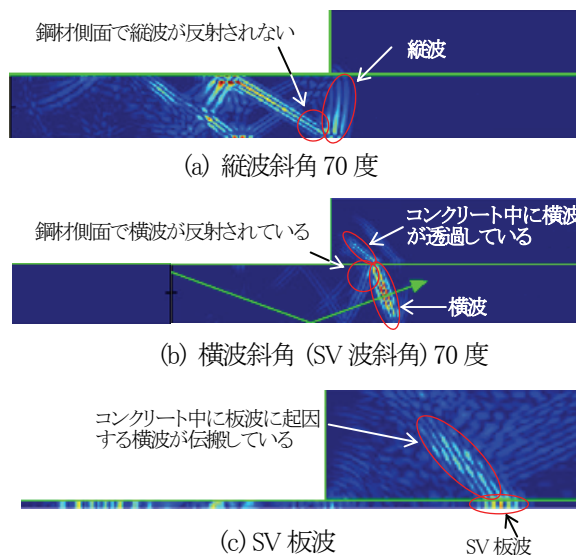


図-3.2 モデル1における超音波の各種類の伝搬状況

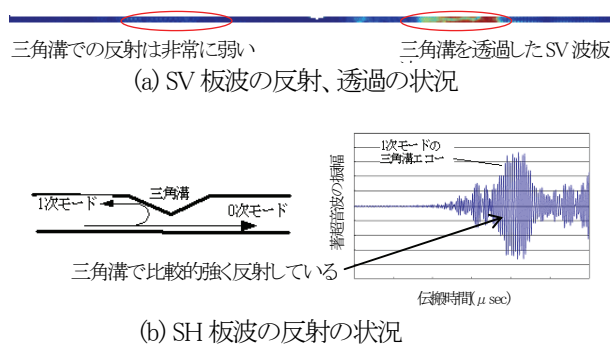


図-3.3 モデル2における超音波の各種類の伝搬状況

る。同図(b)は、SH板波が腐食欠損を模擬した三角溝に対して、反射したときの超音波の振幅を示している。SH板波は、三角溝に対して反射する特徴を有していることが確認できたため、腐食欠損の調査技術への適用性は高いと考えられる。今後は、主として、SH板波を利用する方法に着目して検討を進めることを考えている。

4. まとめ

道路橋における目視困難な重要構造部位の損傷として、維持管理の課題・ニーズを踏まえたうえで、1)鋼床版デッキプレート進展き裂、2)コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損の2種類を対象とし、適用性、適用方法に関する検討を行った。以下に主な結果をまとめる。

(1) 鋼床版デッキプレート進展き裂を対象とした検討については、過年度に提案し基礎検討を終えた臨界屈折角探傷法について実用化に向けた検討を行い、その成果をマニュアルとしてとりまとめた。

(2) 同探傷法について、実橋鋼床版で発見されたデッキ進展き裂に適用し、き裂破面の結果との比較を行った。その結果、実鋼床版のき裂に対して、3~6mm程度の浅いき裂部位に対するき裂の検出性能及びき裂深さとエコー高さ比の相関性が確認され、かつ誤検出も見られず、探傷法として実橋鋼床版に十分適用可能な実用性の高い探傷法であることを示した。

(3) 同探傷法について、実橋5橋において試行(うち、3橋は管理者による損傷調査の一環として試行)・改良を行い、現場作業性を確認した。その結果、改良前は、1日当たりの調査長さが約15m/日であったが、改良後は、約65m/日に向上し、改良による効果を確認した。この改良により、通常の超音波自動探傷試験の1日当たりの調査長さとはほぼ同程度の性能を有することを確認した。

(4) コンクリート等埋込部の鋼材に生じる腐食欠損を対象とし、他分野を含め既往の調査技術のレビューを行い、適用性の期待される技術(各種波による超音波探傷法)について整理を行った。また、鋼部材内に伝搬する超音波の伝搬数値シミュレーションを行い、欠損部からの反射波の伝搬挙動の観点から各技術の適用性を整理し、実用化検討を行う技術の抽出を行った。その結果、SH板波については、モード変換がほとんど生じず、埋込部におけるコンクリート等の周囲材料への散乱も少なく、三角溝からのエコーが得られたことから、本研究では、来年度の検討として、SH板波を利用する方法に着目して検討を進める方針をまとめた。

参考文献

- 1) 村越潤、梁取直樹、宇井崇：鋼床版の疲労損傷と補修・補強技術に関する検討、鋼構造と橋に関するシンポジウム、(社)土木学会、鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集、第10回、一鋼床版の疲労損傷とその対策一、pp. 19-37、2007年8月
- 2) 例えば、菊池孝雄、児玉孝喜、後藤和満：湘南大橋における鋼床版の疲労対策、(社)土木学会鋼構造委員会、鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集、vol. 10、pp. 1-10、2007年8月
- 3) 村越潤、木村嘉富、高橋実：鋼床版デッキプレート進展き裂の調査のための超音波探傷マニュアル(案)、土木研究所資料、第4138号、平成21年3月
- 4) 浅沼陽介、長瀬禎、鈴木慶律：鋼矢板式岸壁点検装置の開発について、国土交通省北海道開発局、技術研究発表会、第51回、技-07、平成20年2月
- 5) 石田仁志：大型探触子超音波探傷法によるコンクリートで覆われた原子炉格納容器鋼板の腐食測定技術の開発(第2報)、原子力安全システム研究所、INSS JOURNAL、pp. 271-279、2005年12月
- 6) 例えば、<http://www.energia.co.jp/press/03/p030930.html> (平成15年9月30日、中国電力(株)、金属柱劣化判定装置の開発について)
- 7) 本間一茂：街路灯地中埋設部の腐食検査装置、(株)IHI 検査計測、IIC Review、技術紹介、2005年4月
- 8) 山崎友裕、河部大輔、大谷俊博、平尾雅彦：電磁超音波センサを用いた最適波形法による鋼管の減肉検査、日本機械学会論文集、A編、67巻659号、論文No. 00-1144、pp. 1255-1260、2001年7月
- 9) 山崎友裕、河部大輔、大谷俊博、平尾雅彦：電磁超音波センサによる縦波を用いた銅パイプの探傷、日本機械学会論文集、A編、70巻690号、論文No. 03-0508、pp. 238-245、2004年2月
- 10) 山崎友裕、河部大輔、大谷俊博、平尾雅彦：ねじり波用電磁超音波センサによる銅パイプの深傷、(社)日本非破壊検査協会、非破壊検査、第52巻、2号、pp. 89-94、2003年2月
- 11) 卯西裕之、平林清照、土屋憲一郎、大谷靖弘：ガイド波を用いた配管腐食検査技術の検討、(社)日本非破壊検査協会超音波分科会、超音波による非破壊評価シンポジウム、第9回、7-2、pp. 109-112、平成14年1月
- 12) 平塚隆明、渡辺徳明、菅利之：機器及び配管技術の腐食検査技術の開発、(財)石油産業活性化センター、第20回技術開発研究成果発表、[R4. 1. 2]、平成18年6月
- 13) 中村暢伴、Silvina URIBE、荻博次、平尾雅彦：電磁超音波

- センサによるSH板波のモード変換を利用したパイプの減肉検査、非破壊検査、第58巻、10号、2009年10月
- 14) 木村友則、三須幸一郎、和高修三、小池光裕：弾性波FDTD法による音場シミュレーションの超音波斜角探傷への適用、(社)電子情報通信学会、信学技報、US2005-124、pp. 11-16、2006年2月
- 15) 高橋実、村越潤、木村嘉富：鋼橋溶接部への超音波探傷法の適用に関する検討、(社)日本非破壊検査協会、第11回新素材及びその製品の非破壊評価シンポジウム論文集、4-2、pp. 84-89、平成21年3月
- 16) 高橋実、村越潤他：鋼床版き裂の超音波探傷法、(社)日本道路協会、日本道路会議、第28回、40P03、平成21年10月

RESEARCH ON INSPECTION TECHNOLOGY FOR INVISIBLE PARTS OF CRITICAL STRUCTURAL COMPONENTS IN HIGHWAY BRIDGES

Abstract : With recent increase of aged and deteriorated highway bridges, it is needed to establish rational and efficient inspection/investigation techniques for preventing highway bridges from fatal damage. In this research, inspection/investigation techniques for invisible parts of critical structural components in highway bridges are investigated in order to put them into practice.

In FY2009, applicability of ultrasonic testing method to detect fatigue crack of weld root at deckplate-rib connection, in orthotropic steel decks was investigated on existing bridges, and a reliable cost-effective technique was proposed through improvement. Literary survey was conducted for measuring section loss due to corrosion at invisible parts of critical structural components in highway bridges. Also applicability of various types of Ultrasonic Testing waves was investigated by numerical analysis.

Key words : nondestructive inspection, invisible part, orthotropic steel decks, ultrasonic testing