

PC箱桁の主ケーブル内を覗いてみよう

～インパクトエコー法によるスペクトルイメージングのグラウト充填度評価～

Let's Inspect Inside the Main Cable of PC Box Section Girder

竹瀨 敏郎
Toshio TAKEBUCHI

川田工業㈱橋梁事業部技術部
技術開発部開発課

荒木 光江
Mitsue ARAKI

川田建設㈱土木保全事業部工事事務
技術課

渡辺 智史
Satoshi WATANABE

川田建設㈱土木保全事業部工事事務
工事課

ポストテンション方式のPC橋では、PC鋼材を健全な状態に保つことは、長期耐久性を確保するために重要な一要素です。そのため、シース管内のグラウト充填度は、橋梁・PC鋼材の耐久性を保証する上で重要な要因の一つとなります。

しかし、充填状況の目視確認は不可能であり、主ケーブルグラウト充填度の非破壊評価は、方法は様々ありますが、どれも課題があり、開発が待たれている状態です。

表1 グラウト充填評価と適用性

	環境	調査対象	適用性	問題点
X線透過法	×	局部調査		・放射線管理区域の問題 ・部材厚さ制限 ・PC鋼材並列配置部は不可能
電磁波反射法		局部調査	×	・鋼製シースでのシース管内部は判別できない
衝撃弾性波法		ケーブル全長調査(長さ制限有)		・床版、横桁横締め鋼材の実績のみ

とりわけ評価する箇所の部材厚が厚く、また対象ケーブルが長いものについては評価方法がないのが現状です。

そこで、研究段階であるインパクトエコー法によるスペクトルイメージングの評価方法に着目し、実橋でその適用性を調査してみることにしました。

実験される橋梁形式は？

橋梁形式は、支間45 mの3径間連続PC箱桁（4セル）の支点部（桁高200 mm，ウェブ厚700 mm）を調査対象として、主ケーブル1本に着目して調査を行いました。

どんな方法？

インパクトエコー法とは、衝撃による振動が空隙や鉄筋などに反射して返ってきた弾性波を測定して、内部欠陥をその波形の違いから判断する方法です。しかし、弾性波に対する知識と理解が必要であり、誰が見てもわかるものではありませんでした。

そこで、スペクトルイメージング（図1）という方法で、測定した波形の強弱を着色することにより、内部欠陥の判断を容易にしました。

調査方法

予め、調査したいケーブルの線形を桁側面に墨出しをして、調査するポイントを決めておきます（写真1）。そこに写真2のように、図2に示すアルミニウム製の金属弾を衝突させて、反射してきた弾性波を測定しました。

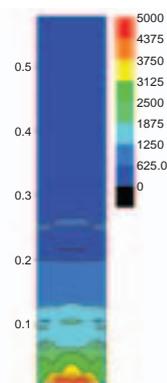


図1 スペクトルイメージング

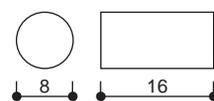


図2 金属弾の形状



写真1 墨出し

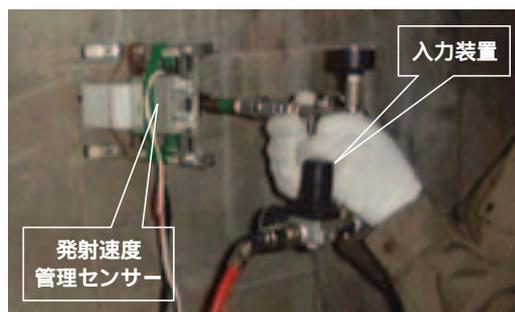


写真2 試験状況

調査の結果は？

スペクトルイメージングは、入力された5回の測定値を平均した周波数スペクトルで実施しました。

図3のスペクトルイメージング結果は、横軸を100 mm、縦軸が主桁ウェブ厚さを表し、金属弾による打撃面を下側にとりました。

各スペクトルイメージング図の右上のカラーバーにおいて、上方にいくに従い周波数スペクトルの振幅値の総和が大きいことを示しています。これから打撃面付近は振幅値が大きいことを示す赤～黄、打撃面から離れるに従って振幅値が小さくなっていくことがわかります。空隙などの異常がなければ、振幅値は徐々に小さくなっていくわけです。

それでは、ケーブル曲上げ部の始点側と終点側の結果を比較してみましょう。始点側曲上げ部では、カラーバーの順序通り、打撃面から離れるに従い、徐々に色が変化しています。このことから、内部に空隙を示唆する結果は得られなかったことがわかります。しかし、終点側の結果では、桁表面から140 mm付近に空隙を示唆する高い反射を確認しました。

設計シース管表面位置は、桁表面から約200 mmであり、シース管位置がコンクリート打設に伴い移動したと仮定すると、この高い反射はシース管内の空隙である可能性を示唆した結果となりました。

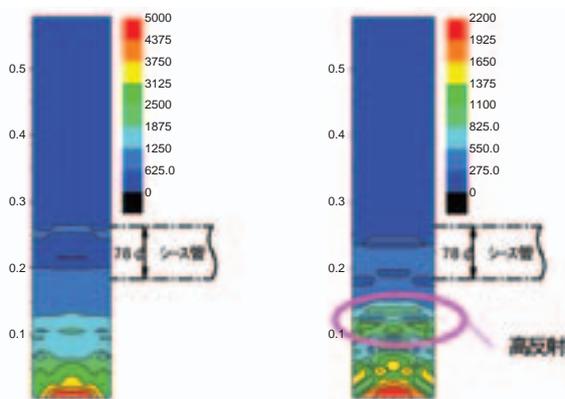


図3 スペクトルイメージング結果

調査結果を検証してみよう

調査結果より推測した空隙が本当にあるのかどうか確かめるために、終点側曲上げ部の削孔調査を行い、実際に内部の状況を確認することにしました。

削孔に伴い、桁表面から120 mmの位置にシース管表面を確認しました。シース管内部の状況について、写真3に示します。写真からわかるように、管内にグラウトはなく、ケーブルの確認もできました。

今回の確認されたシース管位置をスペクトルイメージ

ング結果に重ね合わせると図4のようになり、桁内部の状況をスペクトルイメージングにより評価できることがわかりました。

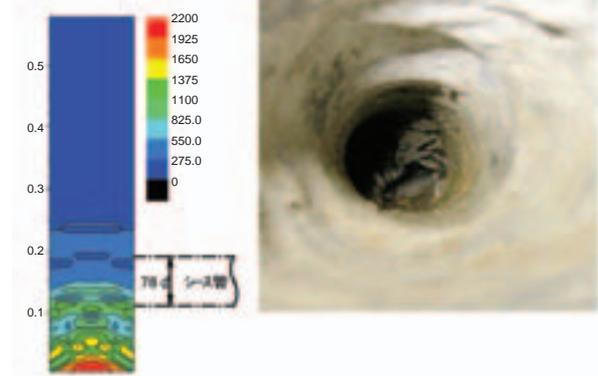


図4

写真3 内部状況

今後の予定

今回の調査から、本方法の実橋への適用性・実用性は非常に高いことがわかりました。今年度も4主桁について調査を実施し、信頼度の高い結果を得ることができました。今後の課題としては、ハンチ部のプログラミング、現場におけるシステムの一貫性等の改良、ケーブル並列部の評価方法の立案などが挙げられます。

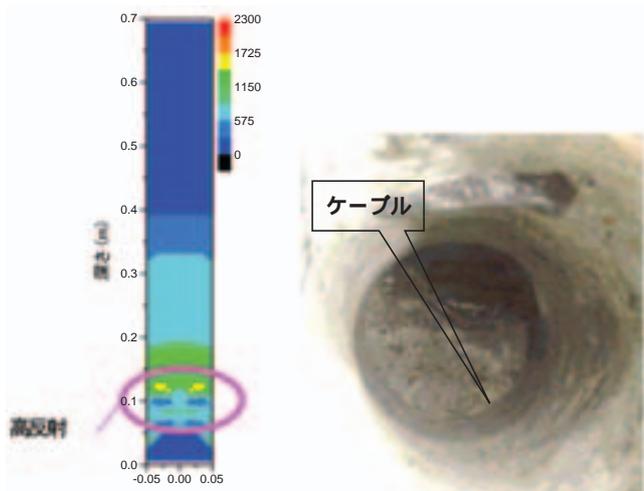


図5 今年度インパクトエコー結果

参考文献

- 1) 渡辺, 渡海, 小坂, 大津: インパクトエコー法の画像処理に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, 2000.
- 2) M.Ohtsu: On High-Frequency Seismic Motion of Reinforced Concrete Structure, J.Materials Concrete Structures and Pavement, JCSE, 544/V-32, pp.277-280, 1992.
- 3) 竹淵, 柴田, 内田, 伊東, 重石, 大津: インパクトエコー法によるスペクトルイメージングの実橋への適用性, 構造物の診断と補修に関する第13回技術・研究発表会論文集, 2001.