

コンクリート構造物の非破壊診断装置

iTECS-8

弾性波速度

伝搬時間差から
速度測定

厚さ測定

板状構造物の
厚さ測定

内部欠陥

多重反射による
弾性波速度

剥離の検知

表層剥離
横ひび割れ

PC 構造

シース位置
充填度合い

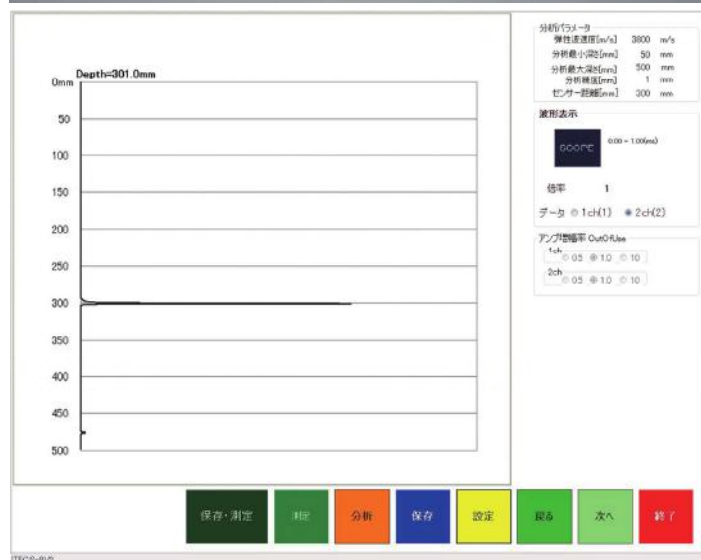
ひび割れ

直角回折法
行路差法による
深さ測定

iTECS

iTECS-8は、iTECS技術に基づく測定装置です。打撃力入力用のインパクト(打撃力センサー、付加質量付き)とコンクリート構造物などの振動(波動)応答を測定するセンサーが付属します。2chの入力を持ち、測定した信号を高速AD変換して、制御用のパソコン(Windows XP以降)に送ります。制御・測定用アプリケーション(iTECS-8)では、データの取り込み、最大エントロピー法(MEM)によるスペクトル解析(厚さ測定)、SONARモード解析、行路差法、直角回折法による縦ひび割れ深さの測定、弾性波速度の測定など、コンクリート構造物の非破壊による健全性試験用の測定装置、測定技術です。

iTECSは、コンクリート構造物の振動応答波形を測定し、そのMEMスペクトルを解析することを基本機能としています。図は、測定直後のスペクトル表示画面です。パワースペクトルは、周波数ではなく、設定した弾性波速度をもとに、多重反射が成立した場合の固有振動数が距離(波長の1/2)で表示されます。このため、構造物の厚さ、内部欠陥の有無などが一目で分かるようになっています。また、周波数分析の分解能は、周波数ではなく、距離に対して一定間隔です。このため、構造物の厚さを必要な精度で知ることができます。厚さが既知な場合には、弾性波速度を知ることができます。



iTECS-8 の特徴

測定が簡単

センサーを手で軽くコンクリート面に押しつけて、インパクトでセンサー近傍を軽く打撃するだけです。コンクリート表面の劣化が著しくない限り、表面処理は不要です。超音波法と異なって、接触媒質などは使用しません。

一人で測定できます

インパクトにセンサーがついており、トリガー信号源となります。小型軽量ですので、一人で持ち運び、測定ができます。乾電池、2次電池など交換可能な電池を使用していますので、電源の心配が不要です。

iTECS-8 の用法

多数点測定

診断対象コンクリート構造物を線状、面的に多数点測定し、全体を図化して健全性を診断します。ソナーモード測定では、1点の測定時間は3秒以内です。

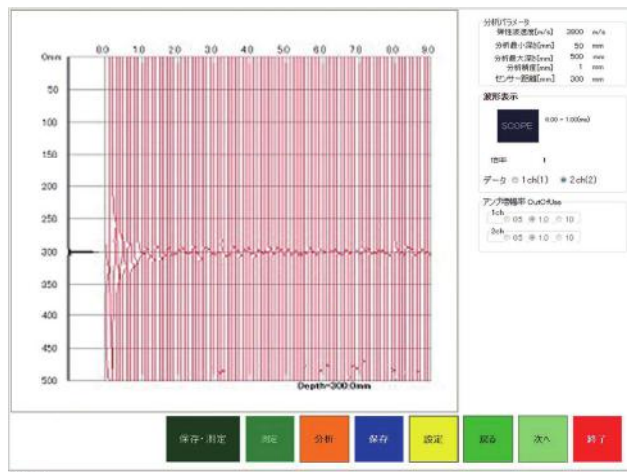
コンクリート構造物の健全性診断

コンクリートの強度、厚さ、剥離、内部欠陥などをスペクトルカウンター、弾性波速度カウンターを用いて診断します。また、直角回折法、行路作法などを用いたひび割れ深さの測定、弾性波速度の測定機能が備えられています。

測定原理の基本

コンクリート表面をインパクト（鋼球）で軽く打撃し、弾性波を発生させます。波動は、測定面と平行な対向反射面があると、その間で多重反射し、その過程で、波長が構造物の厚さの2倍に相当する定在波が発生します。iTECS技術では、周波数分析によってこの定在波の周波数を分析し、波長の半分の長さをコンクリート構造物の「厚さ」として検出します。iTECS-8では、多重反射による定在波がより顕著になるように、コンクリート表面での振動速度を測定しています。

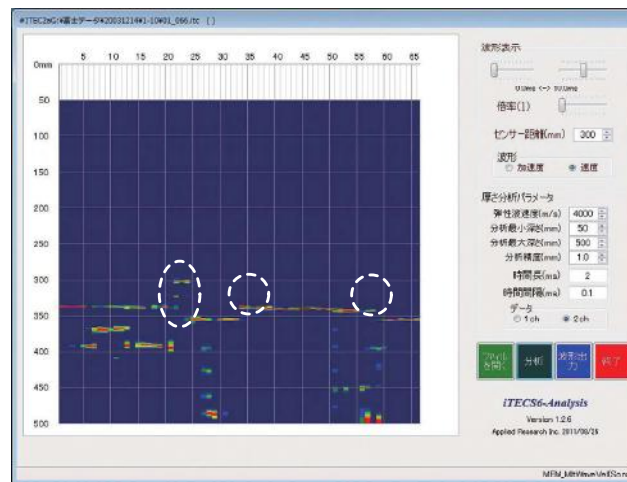
iTECS-8では、周波数分析を、距離等間隔としたMEM解析法（最大エントロピー法）によって行います。また、周波数の時間的変化をスペクトログラムとして分析し、コンクリート構造物の厚さ、内部状況の診断に必要な情報を提供します。スペクトログラムでは、構造物の応答波形が「厚さ」によるものか、内部欠陥によるものか、剥離などによるものかをスペクトルパターンによって判断できるようになります。



内部欠陥探査

iTECS-8は、基本機能としてSONARモードを備えています。測定点を線上一定間隔に配置し、順次測定、その結果をスペクトルコンターとして画面に表示します。

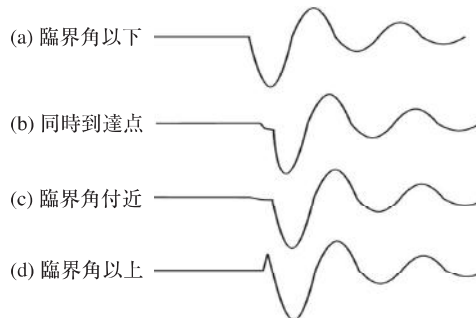
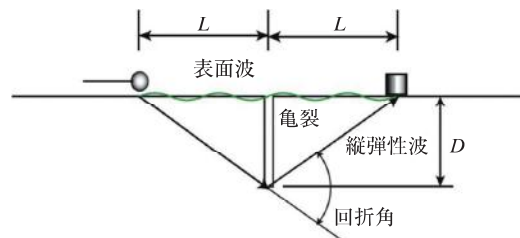
また、SONARモード解析は、測定した後のポストアナリシス用のiTECSアプリケーション(iTECS測定装置と同梱)でも解析可能です。図は、横軸が測定距離、縦軸がiTECSによって計算された厚さです。この測定はPC橋梁の桁部(厚さ350mm)を下から上方向に測定・解析した事例です。図中、破線丸で囲った部分にスペクトルの不連続面があり、PCシースの位置と推定されます。弾性波速度の低下が大きくないことから、PCは充填されているものと判断します。iTECSの解析技法では、みかけの弾性波速度が低下したところでは、周囲より「厚い」という結果が表示されます。また、断面形状が同じであれば、同じスペクトルパターンが得られますので、この原理を応用して内部欠陥の探査を行います。



ひび割れ深さ測定

ひび割れ(クラック)の深さは、縦弾性波がひび割れの先端を回折し、再度測定面に到達した時の位相反転をもとに決定します。図のようにひび割れを挟んで、打撃点からひび割れまでの距離およびひび割れから測定点までの距離を同じとして、観測される縦弾性波形の初動立ち上がり方向を検知します。回折角度が丁度90°以上になると、初動波形は引張り側から圧縮側に反転します。

iTECS-8では、縦弾性波速度を正しく設定すると、打撃点と測定点間での縦弾性波の伝搬遅延時間を測定し、回折行路長から、ひび割れ深さを算出します。また、iTECS-8では、波形の立ち上がりが引張り側であるか、圧縮側であるかを自動的に判別して画面に表示します。



弾性波速度測定

iTECS-8は、国土交通省が行っている新設コンクリート構造物の強度試験に適合した弾性波速度の測定装置です。弾性波速度は、インパクト側での打撃力と一定距離離れた点に設置したセンサーの振動の時間差から算出します。iTECS法では、測定点間隔を複数セットとして測定し、統計的処理によって弾性波速度を決定する方法を推奨しています。