

CONCRETE THICKNESS GAUGE (CTG-2)

CTG-2 日本語簡易マニュアル



CTG-2 with WinCTG2 Software Version 1.3 (日本語版)



Olson Instruments, Inc.

◆ 最初にお読みください。

<取扱注意事項>

1) CTG-2 ヘッドは落とさない

CTG-2 ヘッドは丈夫に作られていますが、衝撃を与えると壊れる場合があります。

2) 受波センサーを測定面で擦らないように

CTG-2 ヘッド底面にある受波センサー（白のプラスチックパーツ）は、非常にデリケートなパーツです。

3) CTG-2 ヘッドは横に寝かして置く

CTG-2 ヘッド底面にある受波センサーは、底面から突出しています。

4) CTG-2 ヘッドは常にきれいに

泥はインパクターの作動に影響を与えます。またセンサーに小石やその他のものが付着している場合は、十分なデータがとれない場合があります。

5) CTG-2 ヘッドの電源の切り忘れ

CTG-2 ヘッドの電源は自動でシャットダウンはしません。グリーンランプを点灯させていると電池が消耗します。

6) ケーブルおよびコネクタは脆弱パーツ

引っぱり、折り曲げによる切断には十分ご注意ください。

7) CTG-2 ヘッドは防水ではありません

濡れている面の測定および雨天時の測定はお控えください。

8) もし CTG-2 ヘッドを水の中に落とした場合

ハンドル部の電池カバーを開けてすぐに電池を取り出し、ケーブルを外してください。また底面カバーを外し、中に入った泥や汚れを取り除き、しっかりと乾かしてください。

目 次

1.0	はじめに	・ ・ ・ ・ 4
1.1	衝撃弾性波法の原理	・ ・ ・ ・ 5
2.0	機器	・ ・ ・ ・ 6
2.1	機器構成	・ ・ ・ ・ 6
2.2	CTG-2 の電池交換方法	・ ・ ・ ・ 6
2.3	セットアップ	・ ・ ・ ・ 7
3.0	WindCTG2 ソフトウェア	・ ・ ・ ・ 8
3.1	作動条件	・ ・ ・ ・ 8
3.2	WinCTG2 ソフトウェアのアンインストール方法	・ ・ ・ ・ 8
3.3	WinCTG2 ソフトウェアのインストール方法	・ ・ ・ ・ 8
3.4	WinCTG2 ソフトウェアの立ち上げ	・ ・ ・ ・ 8
3.5	WinCTG2 ソフトウェアの概要	・ ・ ・ ・ 8
4.0	測定	・ ・ ・ ・ 10
4.1	設定	・ ・ ・ ・ 10
4.2	閲覧モードでの測定 (A)	・ ・ ・ ・ 11
4.3	データの良否の判定	・ ・ ・ ・ 12
4.4	個別測定モードでの測定 (B)	・ ・ ・ ・ 14
4.5	連続測定モードでの測定 (C)	・ ・ ・ ・ 15
4.6	音速校正の方法	・ ・ ・ ・ 17
4.7	厚みのあるコンクリートでの測定	・ ・ ・ ・ 19
4.8	単位	・ ・ ・ ・ 19
4.9	音量	・ ・ ・ ・ 19
4.10	測定パラメータの保存とリセット	・ ・ ・ ・ 20
4.11	波形フィールド	・ ・ ・ ・ 20
4.12	フィルタ機能	・ ・ ・ ・ 21
4.13	測定時の注意事項	・ ・ ・ ・ 22
5.0	解析方法	・ ・ ・ ・ 24
5.1	ファイルを開く	・ ・ ・ ・ 24
5.2	連続したファイルを開く	・ ・ ・ ・ 24
5.3	イメージのコピーと保存	・ ・ ・ ・ 24
5.4	コマ区切りデータの書き出し	・ ・ ・ ・ 25
6.0	トラブルシューティング	・ ・ ・ ・ 27

1.0 はじめに

OLSON 社の CTG-2 は、衝撃弾性波を用いたコンクリート厚さ計で、コンクリートの床や壁等の厚さを片面から容易に測定することができます。CTG-2 で得られたデータは、Windows 7 以上のラップトップ PC やタブレット PC で解析し、コマ区切りフォーマットで出力することができます。測定厚さは、8.1cm (3.2 inches) から 50.8cm (20 inches) であり、ハンマーを使用することにより 1.8m までの測定が可能です。またこれまで米国で培われた OLSON 社の衝撃弾性波解析法を基礎として開発されました CTG-2 専用ソフトウェア (WinCTG2) は、受波波形と周波数解析結果の両方を一度に表示することにより、その場で視覚的にデータの信頼性を確認することができるという特徴があります。また CTG-2 は既知のコンクリート厚を使って音速を補正し、正確なコンクリート厚さを求めることができます。その精度は、音速初期設定値 (12,000fps) では厚さの約 10%、また既知の厚さで音速校正された場合は厚さの約 2%となっています。さらにコンクリート厚だけではなく、空洞やクラックの探査、プラスチックや石、その他の物質の厚さを測定することも可能です。

1. 1 衝撃弾性波法の原理

衝撃弾性波法は、コンクリート表面を打音し、その反対側にある空気との境界または空洞などで反射した音波を受波器で受波し、その第一共振周波数からコンクリートの厚さを求める方法（図 1-1）です。

CTG-2 は、ヘッド部分にインパクトと受波器を内蔵し、コンクリート表面への打音から受波まで片手で実行できる特徴を有します。受波した音波は、専用ソフトウェア WinCTG2 を用いて高速フーリエ変換（FFT）し、第一共振周波数を求めます。第一共振周波数 f (Hz) とコンクリート厚さ D (m) の関係は（1）式で表すことができます。

$$D = \beta V_p / (2 * f) \quad (1)$$

ただし、 V_p (m/s) は音波の速度、 β は構造体に起因する係数で 0.8（柱のような形状）から 0.96（壁や床）まで幅があります。

なお壁や床で得られた波形の周波数解析結果は単一ピークとなりますが、梁や柱状のような断面形状では、側壁からの反射の影響で周波数解析結果には複数のピークが現われます。

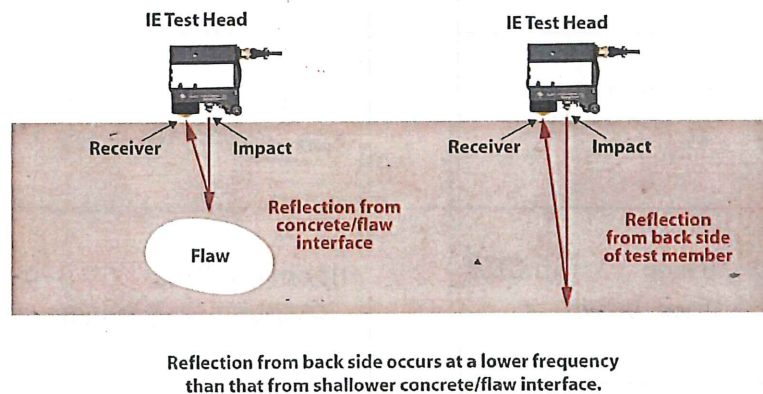


図 1-1 CTG-2 を用いた衝撃弾性波法の原理

2.0 機器

収納ケースに収められている機器の構成を以下に示します。

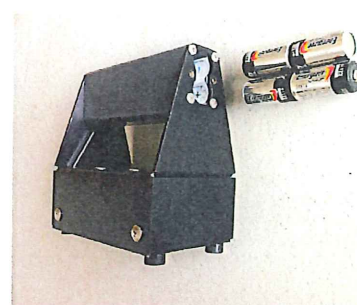


2.1 機器構成

名称	数量	備考
 CTG-2 ヘッド	1	受波センサーとインパクターが一体化した CTG-2 ヘッド。ハンドル部に電池 4 本が内蔵されています。
 ステレオケーブル	1	PC のマイクロフォン端子と CTG-2 ヘッドを接続するケーブル
 マイクロフォン端子アダプター	1	タブレット PC がマイクロフォン・ヘッドフォン端子の場合のアダプター
 Olson WinCTG2 Jump Drive	1	Olson WinCTG2 ソフトウェア, マニュアル (英語版) を含む USB メモリ
 USB-MicroUSB アダプター	1	USB メモリとタブレット PC を接続するためのアダプター

2.2 CTG-2 の電池交換方法

- ① +ドライバーで CTG-2 ヘッドのグリップ部側面にあるネジをはずします。
- ② 電池カバーを外し、内部のイラストに従った方向にカメラ用リチウム電池 (CR123A 3V) 4本を入れます。
- ③ 電池カバーを閉め、ドライバーでネジを締めます。

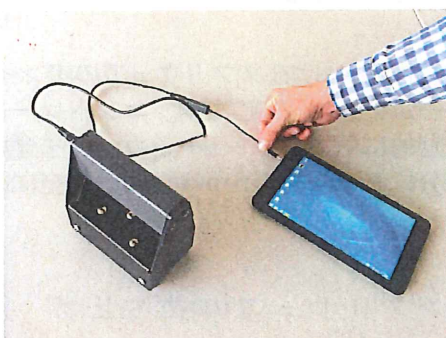
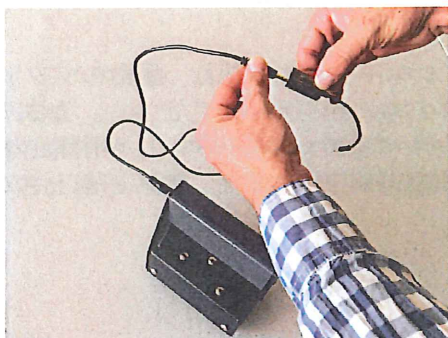


2.3 セットアップ

- ① ステレオケーブルを CTG-2 ヘッド端子に接続します。



- ② 接続する PC およびタブレット PC にマイクロフォン端子がある場合は、ステレオケーブルを直接マイクロフォン端子に接続します。もしタブレット PC がマイクロフォン・ヘッドフォン併用端子の場合は、マイクロフォン端子アダプターを間に入れて接続してください。この場合、アダプターの接続端子はマイクロフォン側です。なおヘッドフォン端子のみの PC では使用できません。



- ③ 下の写真の用に接続されれば完成です。なおタブレット PC は水平モード（固定）でご使用ください。



- ④ CTG-2 ヘッドの電源を入れてハンドル上部にグリーンライトが点灯することを確認してください。これで測定準備は終了です。

3.0 WinCTG2 ソフトウェア

3.1 作動条件

WinCTG2 ソフトウェアは、Windows 7, Windows 8 (32 or 64 bit) で使用できます。なお Windows 10 での作動も確認されています。

3.2 WinCTG2 ソフトウェアのアンインストール方法

1. もし古いバージョンの WinCTG2 ソフトウェアがインストールされている場合は、まずアンインストールをしてください。
2. Windows 機器の USB コネクタに “Olson Jump Drive” をさし (MicroUSB コネクタの場合は、USB-MicroUSB アダプターをご利用ください) , デスクトップ上に WinCTG2 Setup フォルダをコピーします。次にそのフォルダ内の WinCTG2 Setup/Release/setup.exe をクリックしてください。ソフトウェアは、 “C:/Olson Instruments/WinCTG2” に保存されます。

3.3 WinCTG2 ソフトウェアのアンインストールの方法

PC およびタブレット PC におけるソフトウェアのアンインストールの方法は、通常のソフトウェアのアンインストールの方法と同じです。コントロールパネルから行ってください。なおアンインストールは、自動的に始まり、ショートカットを含むすべてのコンポーネントが削除されます。この行程には5分ほどの時間がかかります。完全に作業が終了するまで、電源を落とさないで下さい。

3.4 WinCTG2 ソフトウェアの立ち上げ

タブレット PC またはラップトップ PC のデスクトップにある WinCTG2 ショートカットをクリックすると図 3-1 の画面が表示されます。この時、メインメニューの “状態 (Status)” フィールド (黄色表示) は “待機 (Stand by)” となっています。

3.5 WinCTG2 ソフトウェアの概要

WinCTG2 ソフトウェアは、図 3-1 示すように上からメインメニュー、ツールバー、メイン画面 (パラメータ画面、フィルタ画面、波形解析画面) の3つから構成されています。測定時、メイン画面は波形解析画面のみとなります。なおパラメータ画面およびフィルタ画面のショートカットボタンはツールバーの右にあります。また波形解析画面は、上段に波形フィールド、下段に周波数フィールドが配置されています。

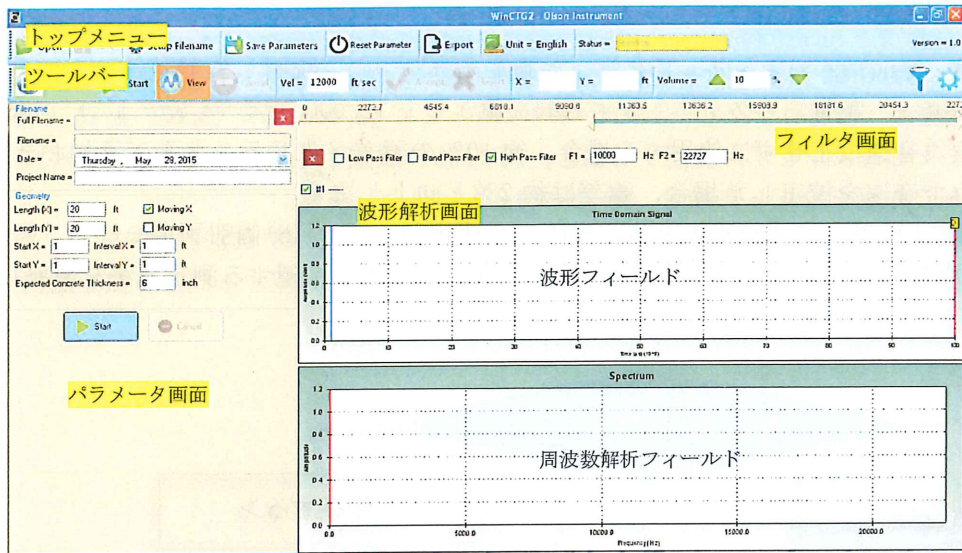


図 3-1 - WinCTG2 ソフトウェアの基本画面構造

4.0 測定

この章では、WinCTG2 ソフトウェアを使った測定方法について説明します。

音速の初期値は、普通コンクリートの平均的な値として 12,000 f/s (3,657 m/s) が設定されています。このまま音速校正せずに使用する場合、約 10% の誤差が生じることをご承知おき下さい。なお既知の厚みで音速を校正した場合、誤差は約 2% と向上します。

CTG-2 の測定方法は、音速校正の有無の他に、(A) 閲覧モード、(B) 個別測定モード、(C) 連続測定モードの 3 つの測定モードがあります。図 4-1 の手順に従って、希望する測定方法を選択してください。

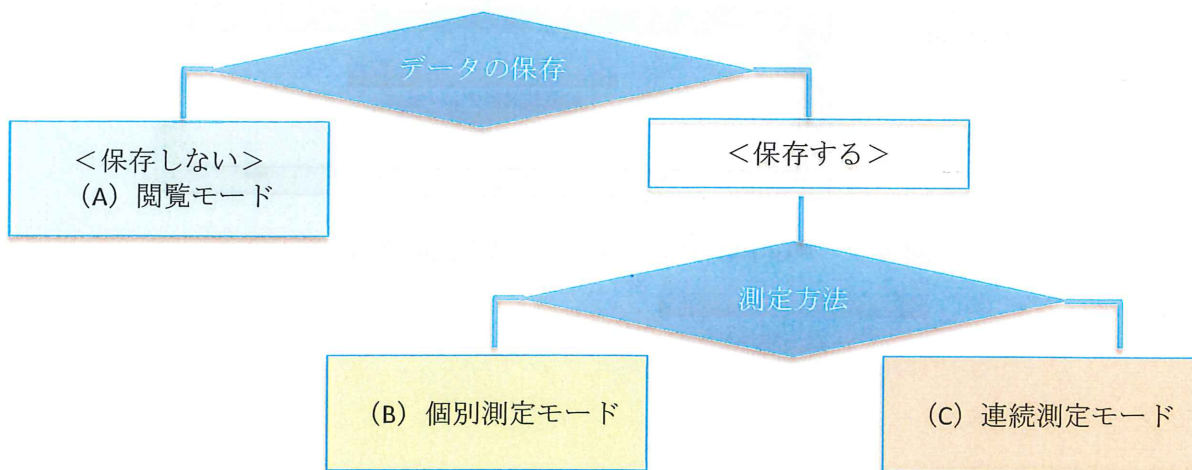


図 4-1 測定方法の選択

4.1 設定

最初にメイン画面左側のパラメータ画面の設定を行います。

1. 上段の“ファイル名 (Filename Feature)” フィールドに、日付、プロジェクト名 (ファイル名ではありません) を入力してください。なおこれは探査のメモとしてご利用ください。

4.2 閲覧モード (View) での測定 (A)

閲覧モードは、データの記録を必要としない場合や探査前のチェック等にご利用いただけます。

1. CTG-2ヘッドのグリーンランプが点灯していること確認し、測定面に押し当ててください。
2. ツールバーの“閲覧 (View)” をクリックしてください。メインメニューの“状態 (Status)” フィールドが“準備中 (Ready to Test)” モードに代わり、受波待ちとなります。
3. CTG-2ヘッドのトリガーを引いて打音してください。
4. なお“閲覧 (View)” をクリックした後、CTG-2ヘッドを移動させた場合、測定面との接触時に接触信号を受波しますので、一旦結果を“キャンセル (Reject)” してから再測定してください。
5. 受波信号は、図 4-2 のように測定結果画面に表示されます。
6. 再度測定する場合は、CTG-2ヘッドを測定面に押し当てた後、“閲覧 (View)” をクリックしてからトリガーを引いて打音してください。
7. データを保存する測定を開始するためには、(B) 個別測定モードでは“開始 (Start)” (→4.4) を、(C) 連続測定モードでは“ファイル名を保存 (Setup Filename)” (→4.5) をクリックしてください。

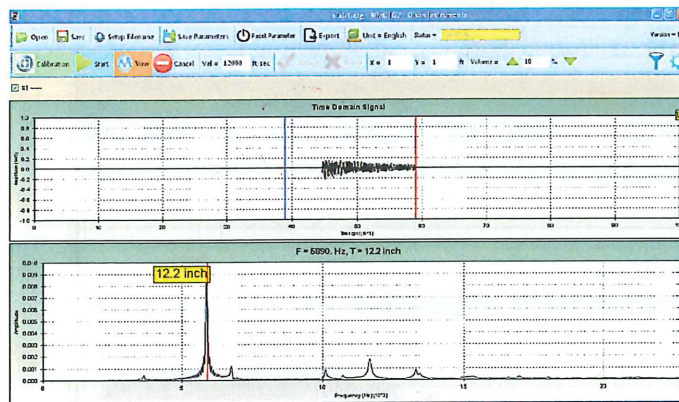


図 4-2 ビューモード

4.3 データ良否の判定

図 4-3A から 4-3E に測定された結果のサンプルを示します。良好なデータは、図 4-3A に示すような受波波形（上部）の振幅が 0.1V から 0.8V の間にあり、かつ周波数解析結果に一つの明確なピークを有する場合があります。

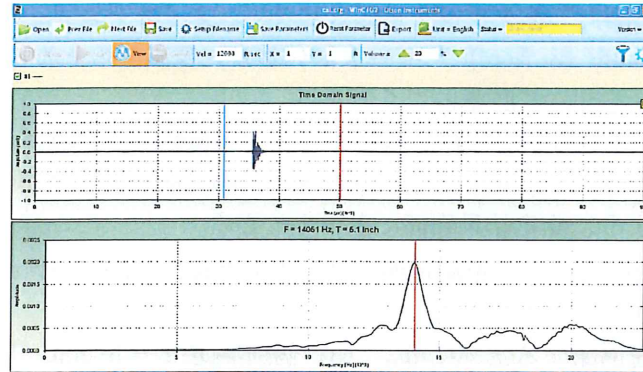


図 4-3A 良好なデータ例

図 4-3B は、悪いデータ例です。周波数解析結果に多くのピークが見られるのが特徴です。この場合、測定面が平面であることを確認し、再度測定を行ってください。

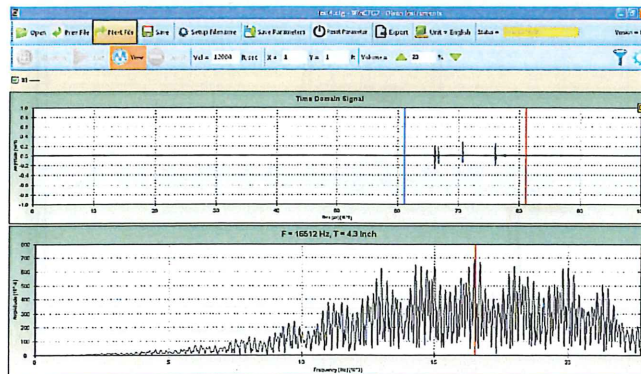


図 4-3B 悪いデータ例

図 4-3C は、周波数解析結果にピークがありますが、受波波形がない例です。これはデータ未取得ですので、再度測定を行ってください。

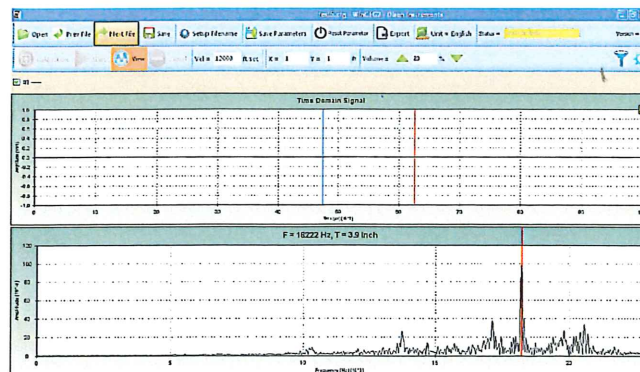


図 4-3C データ未取得例

複数のクラックがある場所での測定結果を図 4-3D に示します。周波数解析結果に複数のピークが見られ、深度の判別が難しくなります。

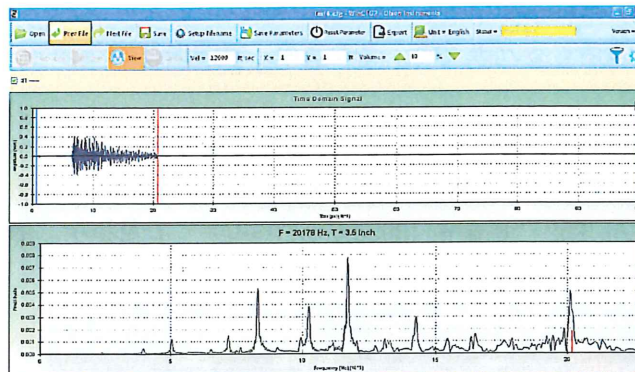


図 4-3D 複数のクラックがある場合の例

最後に図 4-3E は、6 inch (15cm) × 12inch (30cm) の柱での測定結果です。深さ 12inches にあたる 5,890Hz ピッチの倍音 (11,780Hz, 17,670Hz) が見られます。深さに対して側面が小さい構造物では、側面からの反射波の影響を受けます。

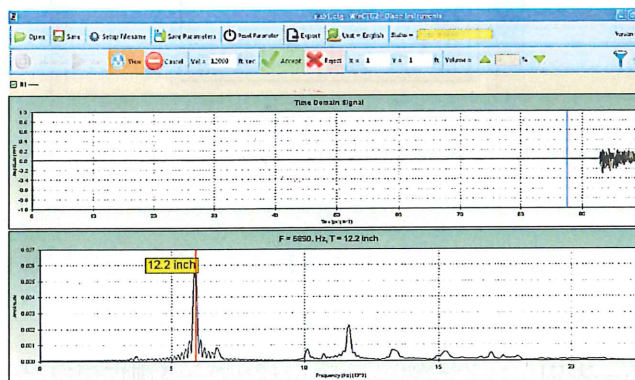


図 4-3E 6 inch (15cm) × 12inch (30cm) の円筒柱での測定例

4.4 個別測定モードでの測定 (B)

個別のファイルにデータを保存する方法です。そのため、毎回保存するファイル名を入力する必要があります。

1. ツールバーの“開始(Start)”をクリックしてください。図 4-4 に示す“名前を付けて保存 (Save As)”ダイアログボックスが開きます。個別のファイル名を入力します。ツールバーの“状態(Status)”フィールドが“準備中 (Ready to Test)”に変わり、信号の入力待ちとなります。

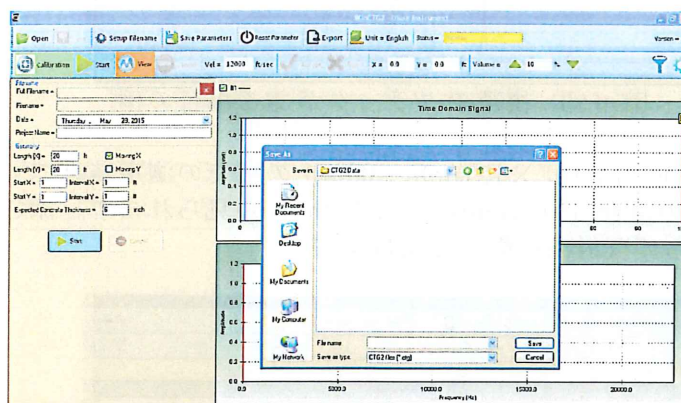


図 4-4 “名前を付けて保存 (Save As)”ダイアログボックス

2. CTG-2ヘッドのグリーンランプが点灯していること確認し、測定面に押し当ててください。
3. パラメータ画面下の“開始 (Start)”をクリックしてください。
4. グリップの内側のトリガーを引いてください。インパクトが測定面をたたき、その衝撃弾性波を受波センサーが受波します。
5. 受波後、図 4-5 に示すように“状態(Status)”フィールドが“承認または拒否 (Accept or Reject)”となり、上部に受波波形、下部に周波数解析結果が表示されます。結果を受入れる場合は“承認 (Accept)”を、承認せず再測定する場合は“拒否 (Reject)”をクリックしてください。
6. “承認 (Accept)”をクリックした場合は、指定したファイル名にデータが保存されます。もしデータが不良で再測定をする場合は、ツールバーの“拒否 (Reject)”をクリックしてください。Reject した場合は、再度測定モードになります。トリガーを引いて再度測定してください。Accept するまで何度も測定が可能です。
7. 調整：測定中、受波波形フィールドにある青線（左）と赤線（右）を移動することにより、解析する波形の幅を決めることができます。詳しくは 4.10 を参照ください。また周波数フィルタの変更も可能です。このフィルタは“予想躯体厚”を設定することにより自動で設定されます。詳しくは 4.11 をご覧ください。

4.5 連続測定モードでの測定 (C)

音速の初期値は、普通コンクリートの平均的な値として 12,000 f/s (3,657 m/s) が設定されています。このまま音速校正せずに使用する場合、約 10% の誤差が生じることをご承知おき下さい。なお既知の厚みで音速を校正した場合、誤差は約 2% と向上します。

1. 連続測定モードを利用するためには、メインメニューの“(自動)ファイル名の設定 (Setup Filename)”をクリックしてください。図 4-5 に示すダイアログボックスが開きます。“閲覧 (Browse)”ボタンをクリックして“ディレクトリ (Directory)”に保存するディレクトリを指定してください。“ファイル名 (接頭名称) (Filename Prefix)”には、保存するファイル名の固定値を、“開始番号 (接尾名称) (Numerical suffix)”には自動で付加する連続数値の開始番号を入力してください。入力が完了したら“スタート (Start)”をクリックしてください。ダイアログボックスが終了します。

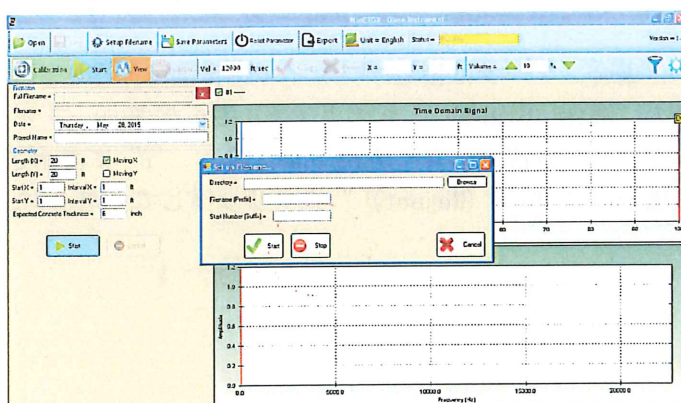


図 4-5 連続測定モードでのファイル名の設定

2. メイン画面左側のパラメータ画面の設定を行います。まず上段の“ファイル名 (Filename Feature)”に、日付、プロジェクト名 (ファイル名ではありません) を入力してください。これは探査のメモとしてご利用ください。
3. 探査面にグリッドを設定して厚さを測定する場合、“測定範囲 (Geometry Feature)”を設定します。
 1. “距離 X 軸 (Length X)”には、グリッドの水平距離，“距離 Y 軸 (Length Y)”にはグリッドの垂直距離を記入してください。
 2. 水平方向 (X 軸方向) に連続して測定する場合は、“X 軸方向への移動 (Moving X)”のチェックボックスに、また垂直方向 (Y 軸方向) に連続して測定する場合は、“Y 軸方向への移動 (Moving Y)”のチェックボックスにチェックを入れてください。(※1 : 両方のチェックボックスにチェックを入れた場合は、X 軸方向の測定を優先します。※2 : 測定軸方向に沿って一測線の測定が終了した後は、自動的に次に測線に移動します。)
 3. X 軸、Y 軸それぞれの測定開始位置を“X 軸スタート位置 (Start X)”，“Y 軸スタート位置 (Start Y)”に入力してください。なおグリッドの原点 (0, 0) から測定される場合は、そ

- れぞれ 0 を入力してください。
4. 測定ポイントの間隔を“X 軸間隔 (Interval X) ”, “Y 軸間隔 (Interval Y) ” に入力してください。
 5. 予想される測定厚さを“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness) ” に入力してください。初期設定値は 6inch(約 15cm)です。この状態では周波数フィルタの初期設定範囲により 4-8inch (10cm-20cm) の測定が可能です。(※期待される値が出ない場合は、この数値をまず確認してください。)
4. 測定は、パラメータ画面最下段の“開始 (Start) ” をクリックしてください。その後、CTG-2 ヘッドのトリガーボタンを押し、打音してください。
 5. 受波後、図 4-5 に示したように“状態 (Status) ” フィールドが“承認または拒否 (Accept or Reject) ” となり、上部に受波波形、下部に周波数解析結果が表示されます。結果を受入れる場合は“承認 (Accept) ” を、承認せず、再測定する場合は“拒否 (Reject) ” をクリックしてください。
 6. “承認 (Accept) ” した場合、データは指定のファイルに自動で保存されます。次に進む場合はパラメータ画面最下段の“開始 (Start) ” をクリックしてください。ファイル名の接尾番号が一つ繰り上がります。グリッド位置は、ツールバーの“X” , “Y” に表示されます。
 7. 承認せず、再測定する場合は“拒否 (Reject) ” をクリックしてください。同じファイル名で再測定します。

4.6 音速校正の方法

コンクリート内の音速は10,000 ~14,000ft/sec (3,000~4,300m/sec) であり、これはコンクリートの強度、素材、材齢によって異なります。例えば軽量コンクリートでは音速は小さく、高強度コンクリートでは大きくなります。本装置の音速初期値は12,000 ft/s (3,657 m/s) です。これは通常の床、壁に使われている3,000 - 4,000 psiのコンクリートの平均的な音速であり、この場合の誤差範囲は10%以内となっています。

測定する壁厚に既知の部分（コアをあけた場所、床の角、切断面など）がある場合は、音速の校正ができます。これにより測定精度を2%に向上することができます。

また音速校正モードは、既知の厚さを持つ構造物のコンクリートの相対音速を測定することにより、劣化や強度低下場所の探査にも利用できます。

1. ツールバーの“校正 (Calibration)” を選ぶと、図 4-6 に示すような“厚さ = (Calibration Form)” ダイアログボックスが開きます。
2. 測定地点における既知の厚さを入力し、“OK” をクリックしてください。校正結果を保存する場合は、“Yes” を選択し、ファイル名を入力して保存してください。その際、校正という意味で“cal” という名前を頭につけることをお勧めします。この作業を取り消す場合は“Cancel” をクリックして下さい。

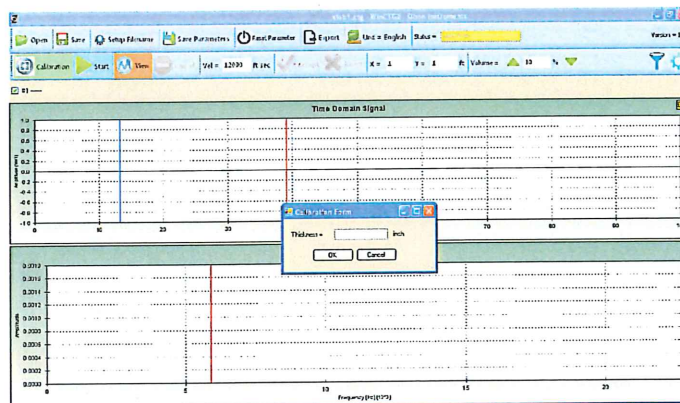


図 4-6 厚さ既知の場所での音速校正（既知の厚さの入力）

3. 6-12inch (15-30cm) の場所では、測定面に CTG-2 ヘッドを押し当て、CTG-2 ヘッドのハンドルの内側にあるトリガーボタンを押します。インパクトが測定面をたたき、反射波が受波されます。波形フィールドの受波波形があることを確認し、周波数フィールドに一本のピークを持つ周波数解析結果が表示されていれば正常です。ダイアログボックスに表示される音速値を受入れる場合は“Yes” を選択します（図 4-7）。
4. この操作により、ツールバーの“音速 (Vel)” フィールドの値が変わります。もしその値を受入れない場合は“No” を選択してください。音速は変わりません。（※音速の初期設定値は12,000f/s です。メインメニューの Unit を English にすると ft/s 単位になりますので、この値でご確認ください。）
5. 保存された校正ファイルは、ツールバーの“開く” から呼び出すことができます。

6. なお、一旦校正すると再設定するまでその音速での測定となります。初期設定に戻す場合は、“設定のリセット (Reset parameter)” をクリックしてください。

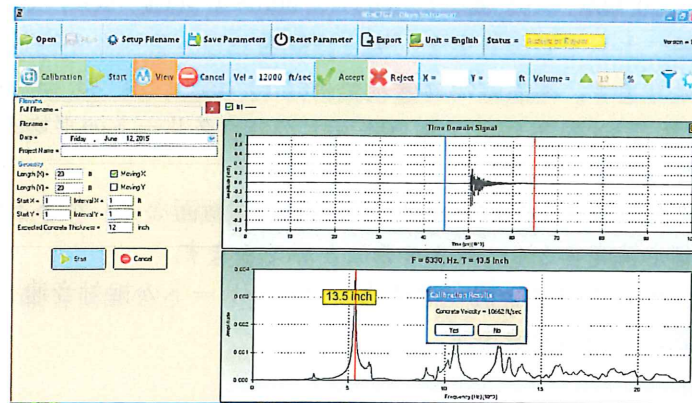


図 4-7 既知の厚さでの音速の校正 (測定結果受入れ画面)

4.7 厚みのあるコンクリートでの測定

CTG-2 ヘッドに内蔵されているインパクターで測定できるコンクリート厚さは、約 3.2 inches (8.1 cm) から 20 inches (50.8 cm) です。しかし、次の手順を踏めば約 6 feet (2 m) までのコンクリート厚さの測定が可能です。

1. パラメータ画面の“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness)” に、測定する箇所の推定厚さを入力します。なお初期設定値は 6 inches (152.4 mm) です。
2. CTG-2 ヘッドを測定面に押し当て、閲覧、個別測定モード (開始)、連続測定モード (ファイル名の設定) のいずれかのモードで測定を行います。
3. トリガーボタンの代わりに CTG-2 ヘッドの横をハンマーで打音してください。
4. 厚さのあるコンクリートに十分な衝撃弾性波を与えるためには、2-3 feet (0.6 to 1m) では 1 pound (0.5 kg) のスチールハンマーを、それより厚い場合は 3 pound (1.5 kg) またはそれ以上の大きさのスチールハンマーをご使用ください。

4.8 単位 (Units)

WinCTG-2 ソフトウェアでは、図 4-8 に示すように、メインメニューの“単位 (Units)”で“メートル (Metric : m)”と“インチ (English : inch, foot)”の単位を選択することができます。

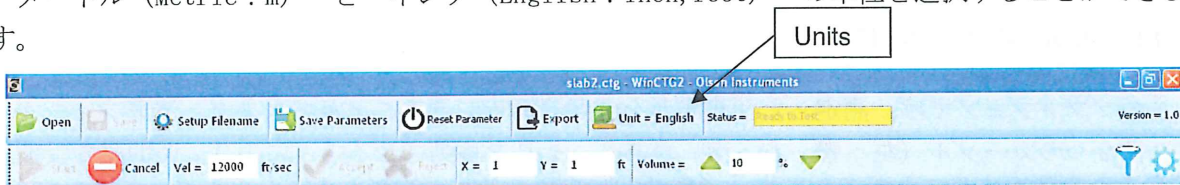


図 4-8 単位 (Units)

4.9 音量 (Volume)

“音量 (volume)”は、図 4-9 に示すようにツールバーにある緑色の三角ボタンで調整できます。

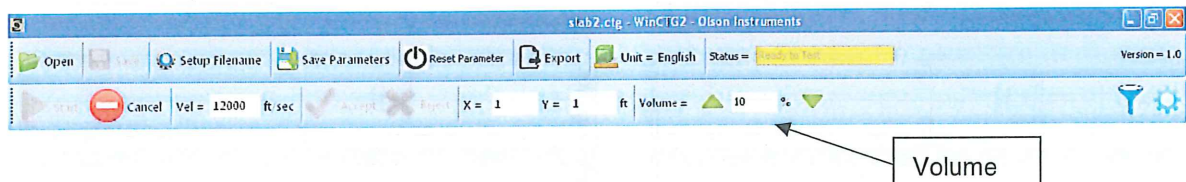


図 4-9 音量 (Volume)

4.10 測定パラメータの保存とリセット

“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness)” や “音速 (Velocity)” のようなパラメータを保存する場合は、図 4-10 に示すようにツールバーの “設定の保存 (Save Parameters)” をクリックしてください。なおこのパラメータの保存は、次回、ソフトウェアを立ち上げた際にも残っています。後日同じ場所で測定する際には有効ですが、次の測定が異なる条件で行われる場合は、図 4-11 に示す “設定のリセット (Reset Parameter)” もしくは再度音速校正をするようにしてください。

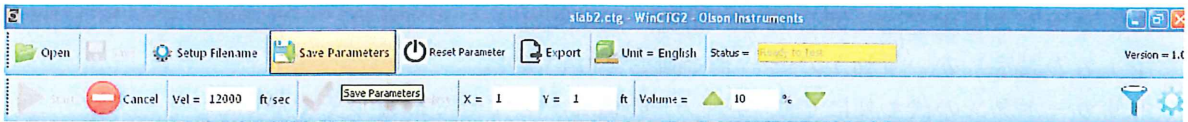


図 4-10 設定の保存 (Save Parameters)

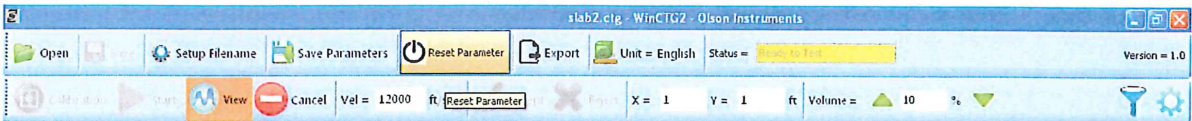


図 4-11 設定のリセット (Reset Parameter)

4.11 波形フィールド

このソフトウェアでは、測定した受波波形を再度解析時に見ることができます。波形フィールドには2つのカーソル (左 ; 青, 右 ; 赤) があり、それを移動させることにより、時間軸で受波波形のみを選択することができます。(真の受波波形の前後の波形をカットすることができます。) 図 4-12 の A と B は、時間軸での受波波形の選択の違いによる周波数解析結果への影響を示したものです。A には時間軸上の受波波形の前方にノイズがあるため、周波数解析結果に多数のピークが現われています。B には、時間軸上にノイズがないため、周波数解析結果はスムーズです。

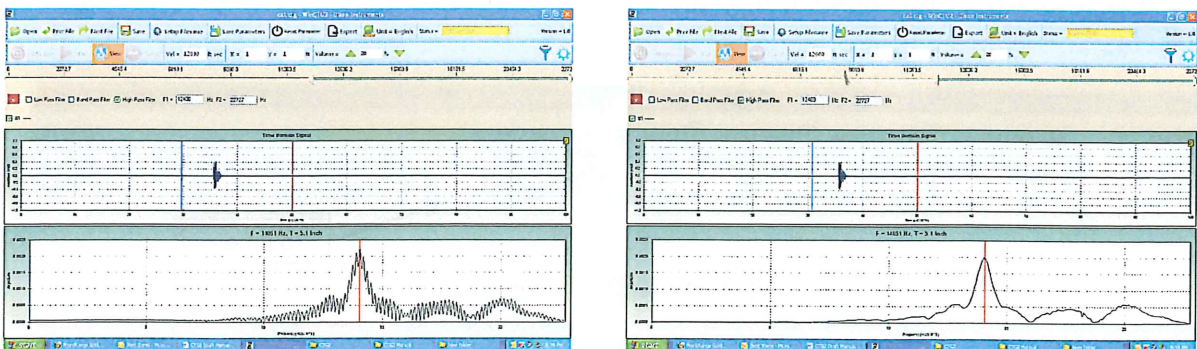


図 4-12 時間軸上にノイズがある場合 (A) とない場合 (B) の周波数解析結果

4.12 フィルタ機能

このソフトウェアには、対話式フィルタが装備されています。フィルタの種類は3種類（ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ）あり、その選択はフィルタパネルで行えます。初期設定は“Highpass”フィルタです。フィルタリング周波数の変更は“<”，“>”ボタンで行えます（図 5-2）。直接数値を入力することもできますし、スライドバーでの調整も可能です。

- ローパスフィルタ (Lowpass) : 指定した周波数より低い周波数を通し、それより高い周波数をカットします。衝撃弾性波法では通常使用しません。
- ハイパスフィルタ (Highpass) : 指定した周波数よりも高い周波数を通し、それより低い周波数をカットします。衝撃弾性波法での使用に推奨します。
- バンドパスフィルタ (Bandpass) : 指定された周波数間のみを通し、それ以外の周波数をカットします。衝撃弾性波法では、高周波雑音の干渉を受ける場合にのみ使用します。

なおコンクリート厚によるフィルタ使用の目安は以下の通りです。

- コンクリート厚が 7.5cm (3inches) 以下の場合 : バンドパスフィルタ (10,000-50,000 Hz)
- コンクリート厚が 7.5-15cm (3-6inches) の場合 : ハイパスフィルタ (6,000 Hz)
- コンクリート厚が 15-30cm (6-12inches) の場合 : ハイパスフィルタ (3,000 Hz)
- コンクリート厚が 30cm (12inches) 以上の場合 : ハイパスフィルタ (1,000 Hz)

4.13 測定時の注意事項

以下に測定時の注意事項をまとめます。

- I. **コンクリート厚さの読み取り:** CTG-2は、約 3.2 inches (8.1 cm)から 20 inches (50.8 cm)の厚みを持つ構造物のコンクリート厚さの測定が可能ですが、平面ブロックのような構造物では、少なくとも厚みの6倍の寸法(縦横)が必要です。ブロックのような構造物に対しては、側面からの反射音波が測定値に影響を与える場合があります。壁や床での測定の際には、周波数解析結果に突出するピークが存在することを確認することが重要です。
- II. **予想躯体厚:** コンクリート構造物内では付加的な共鳴が存在します。読み取り失敗を最小にするため、CTG 2では初期設定された“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness)”によってフィルタ周波数が計算され設定されています。これにより不必要な周波数範囲を減衰させますが、それによってCTG2の厚み測定範囲が限定されます。
- III. **インパクターの位置:** インパクターの位置は平面となるようにセットしてください。
- IV. **剥離状態:** もしCTG2の測位範囲よりも薄いコンクリートで測定した場合、周波数解析結果に複数のピークが現れます。これは剥離状態に起きる結果で、テーブルの上面や鉄の表面を打音した時、または未接着のタイルその他の付加的素材を通じて打音されたときに現れるだけでなく、薄いコンクリート、損傷、割れたコンクリートなどでも現われます。
- V. **厚いコンクリート:**CTG2の測定範囲よりも厚いコンクリートを測定する場合も、周波数解析結果に多数のピークが現われます。
- VI. **音速値:** もし音速が既知でない場合、コンクリート強度を基準とした以下の表を使って測定することにより、初期設定値(12,000fps)よりも読み取り厚みの正確性を向上させることができます。これにより測定誤差を5%程度に向上させることができます。ただし測定誤差を2%にするためには、既知の場所で速度校正をしてください。

コンクリート強度 :	音速
2,000 - 3,000 psi:	11,000 fps
3,000 - 4,000 psi:	12,000 fps (default value)
4,000 - 6,000 psi:	13,000 fps
6,000 - 8,000 psi:	14,000 fps

- VII. **デッキプレート:** デッキプレートでは、凹凸の向きを事前に測定し、凹凸に直角方向に測線を設定してください。ただし凹凸の境目では2つもしくはそれ以上の周波数ピークが現われる場合があります。その部位のデータは使用できません。もしデッキプレートの凹部の最大深さを知りたい場合は、上記横断方向の測定後、明らかになった凹部に平行に測定して測定してください。なお測定軸は凹凸に対して平行に設定してください。

VIII. デッキプレートを用いた CTG-2 の音速校正法:CTG-2 は、音速を適切に校正した場合、最大精度 (約 2%) となりますが、デッキプレートを使った測定方法では 4% の精度を得ることができます。

まず、0.5-inch (1.2-2.5cm) ピッチで詳細に凹凸に対し直角に深さを測定し、凹部凸部それぞれの中央位置 (深い部分 D_1 、浅い部分 D_2) を求める。音速を初期設定値 (12,000ft/s) として深い部分 D_1 と浅い部分 D_2 の深さを求める。また図面また裏面からデッキプレートの凹凸深さ H_1 を求める。これよりデッキプレートの凹凸から校正された音速 V_c は、以下の式から求めることができる。

$$V_c = 12,000 * (H_1 / (D_1 - D_2))$$

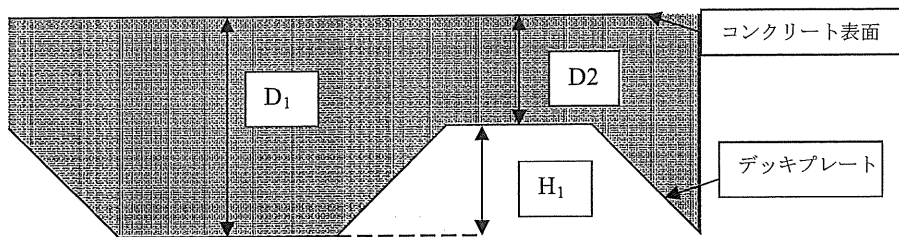


図 4-12 デッキプレートを用いた音速校正法

5.0 解析方法

ここでは、WinCTG2 ソフトウェアを用いたデータ解析方法を説明します。まずは測定同様、デスクトップ上の WinCTG2 ショートカットをクリックし、ソフトウェアを立ち上げてください。

5.1 ファイルを開く

メインメニューの“開く (Open)” をクリックすると図 5-1 のような “Open” ダイアログボックスが開きます。最近保存されたデータが “.ctg” ファイルとして表示されますので、必要なファイルを選んで開いてください。このときツールバーの“状態 (Status)” フィールドは、“解析 (Analysis Mode)” モードと表示されます。

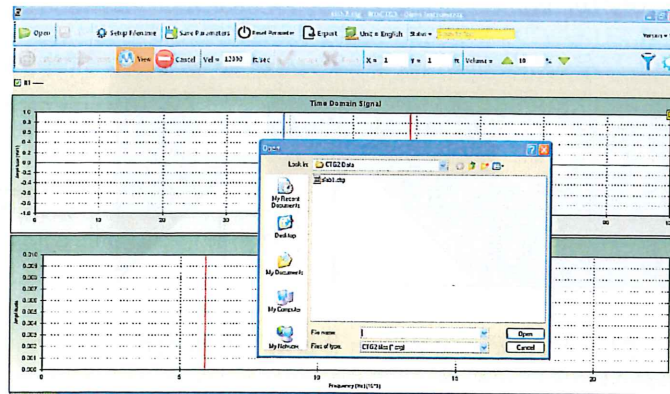


図 5-1 ファイルを開く

5.2 連続したデータファイルを開く

データファイル名が「固定名称+連続番号」であれば、“次のファイル (Next File) ”，“前のファイル (Prev File) ” のボタンを使って簡単に開くことができます (図 5-2)。

H

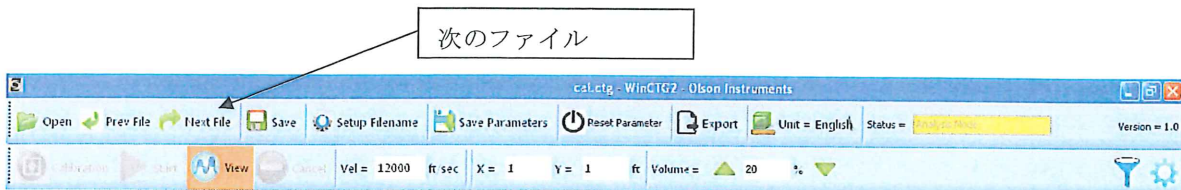


図 5-2 連続ファイルを開く

5.3 イメージのコピーと保存

受波波形または周波数解析結果は、コピーして他のドキュメントにペーストすることができます。希望の場所で右クリック (タブレットの場合は希望の場所で長押し) し、クリップボードにコピーする場合は “Copy” を選択します。また別名で保存する場合は、“Save Image As” を選び、

“Save as Type” の「.emf, .png, .gif, .jpg, .tif, .bmp」からフォーマット形式を選んでからファイル名を入力してください。

5.4 コンマ区切りデータの書き出し

WinCTG2 ソフトウェアでは、エクセルで 사용할 수 있는 콘마区切りフォーマットでの書き出しを 할 수 있습니다. 메인메뉴의 “書き出し (Export)” を 클릭すると, 図 5-3 のような “Export Output” ダイアログボックス가 開きます. 파일가 保存されている 디렉토리를 選択し, “固定名 (Prefix)”, “書き出す最初の 파일의 数値 (Suffix)”, “파일数 (number of files)” を 입력합니다. 最後に, 出力する 파일名을 記入して OK を 클릭してください (图 5-3)。



图 5-3 콘마区切りデータの書き出し設定

書き出された 파일 (.txt) には, 以下の数値가 出力されます (图 5-4) 。 엑셀で 읽기 出す場合は, 콘마区切り를 체크してください。

File Name : 파일名

X location of the test (ft or m) : X 軸方向位置 (ft または m)

Y location of the test (ft or m) : Y 軸方向位置 (ft または m)

Frequency associated with the measured thickness (Hz) : 測定された周波数 (Hz)

Measured thickness (inches or mm) : 測定厚さ (inches または mm)

filename	X (ft)	Y (ft)	F (Hz)	T (inch)
English1.c	1	0	5331	13.5
English2.c	2	0	5321	13.53
English3.c	3	0	10581	6.8
English4.c	4	0	5331	13.5

図 5-4 コンマ区切りデータ

6.0 トラブルシューティング

以下にトラブル時の対処方法をまとめます。

- I. **コンクリート構造部の大きさ**: 平面ブロックのような構造物では、側面からの反射音波が測定値に影響を与える場合があるため、少なくとも厚みの6倍の寸法（縦横）が必要です。
- II. **ソフトウェアのトラブル**: ソフトウェアに誤作動があった場合は、一旦ソフトウェアを終了し、プログラムを再起動してください。
- III. **信号のトラブル**: もし CTG2 ユニットが正常に稼働し（グリーンランプ点灯）、ステータスバーが“準備中 (Ready to Test)” のときに “no data” or “noisy data” が表示された場合は、以下をチェックしてください。
 - ① マイクロフォンアダプターがケーブルに接続されているか確認してください。ラップトップ PC およびデスクトップ PC では、マイクロフォンアダプターが不要な場合もありますが、タブレット PC では必要です。
 - ② マイクロフォンアダプターが CTG2 側ではなく、PC 側に接続されていることを確認してください。
 - ③ ケーブルの接続順を確認してください。CTG-2 ヘッド→ステレオケーブル→マイクロフォン端子アダプタ（※マイクロフォン単独端子を持つ PC の場合は不要です。マイクロフォンマークの端子にステレオケーブルを接続してください）→PC マイクロフォン端子
 - ④ インパクターの位置は平面となるようにセットしてください。
 - ⑤ もしピーク周波数が不鮮明で測定結果が思わしくない場合は、ボリュームが大きすぎないか確認してください。最低は 10 です。▼▲ボタンを使って 10 ピッチで変更することができます。初期設定値は 10 です。
 - ⑥ 周波数解析結果にノイズが多く、第一共振周波数が明確でない場合は、測定部位の厚みが測定最低厚さ (3.2 inches) よりも薄い可能性があります。適切に測定されてきた過去の場所で再度測定し、機器が適切に稼働しているかを確認することをお勧めします。
 - ⑦ また同じ症状は、“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness)” で示された値の範囲よりもコンクリートが厚い場合にも現れます。“予想躯体厚 (Expected Concrete Thickness)” の値を大きくして再度測定してください。
- IV. **トリガーボタンを押しても打音しない場合**: トリガーボタンを押しても打音しない場合（十分の強さがない場合も含む）は、インパクターに何かが引っかかっている可能性があります。あなたの爪で注意深くインパクターを引き出し、アルコールで湿らせた綿棒で汚れを取り除いてください。

