



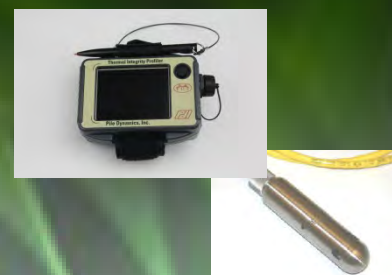
PIT-X



CHAMP



PDA



TIP



ACT

杭の動的試験に関するご要望にお応えします。
 世界ナンバーワンの杭基礎の動的試験装置メーカー
Pile Dynamics, Inc.社製品の取扱いを開始しました。

- **インテグリティ試験装置 PIT-X, PITFV**により、各種杭の先端位置、クラック、断面変化を簡易に計測可
- 既製コンクリート杭、場所打ちコンクリート杭、鋼管杭、H型鋼、深礎、オープンケーソン、地中連続壁等への適用実績有
- フーチング下の各種基礎への適用も可
- 地震等の災害時や、構造物の建て替え時等地中基礎部の簡易調査に最適
- **クロスホールアナライザー CHAMP**により、場所打ち杭、地中連続壁の空隙、ジャンカ、等の異常部検出可
- **衝撃载荷試験装置 PDA**により杭の支持力を簡易に測定可
- 世界最新の**温度式インテグリティ試験装置 TIP**により、場所打ち杭のくびれ、膨らみ等の形状、鉄筋かぶり等を検出可
- **音響式コンクリートテスター ACT**により、トンネル覆工、構造床、擁壁、フーチングのコンクリート厚さを簡易に測定可

インテグリティ試験装置 PIT-X、PIT-FV、PIT-W

米国PDI社のインテグリティ試験装置は、小型ハンマー、加速度計、処理表示装置から成り、地中のコンクリート杭の亀裂、断面縮小、空隙部等の性状を診断する装置です。

特長

- PIT-XはワイヤレスのセンサーとポケットPCから成る最新小型モデルです。
- PIT-FVは2チャンネルのセンサーとタブレットPCから成るフルスペック型です。
- PIT-Wは両者に対応、データの整理・解析用ソフト、シミュレーションソフトで、杭体の異常の有無、深度を判定できます。
- インテグリティ試験は、国交省土木研究所外「インテグリティ試験を用いた橋梁基礎の損傷調査法」で技術評価されています。
- 米国技術基準ASTMD5882準拠

用途

- 場所打杭、アースドリル杭、コンクリート打込杭、コンクリート充填鋼管、木材杭に適用可
- 亀裂、断面縮小、ジャンカ、空隙部等局部的異常の検出に適用可
- 建物や土木構造物の建替時、被災時等における既往基礎の性状調査に最適



PIT-X



PIT-FV with Instrumented Hammer, PIT V has a similar look

インテグリティ試験法の原理

インテグリティ試験は、杭頭を打撃、杭中を伝播する弾性波がインピーダンスの異なる境界で反射する現象を利用して、杭の断面変化、杭中のクラック等を判定する手法です。

- 反射波はインピーダンスの異なる境界で発生、反射波の振幅と極性に注目することにより、杭の性状を判断することが出来ます。

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{①}$$

$$Z = \frac{EA}{C} \quad \text{②}$$

②に①を代入して

$$Z = A\sqrt{E\rho} = A\rho C$$

を得る。ここに、

C:弾性波伝播速度

E:杭のヤング率

Z:インピーダンス

ρ :杭の密度

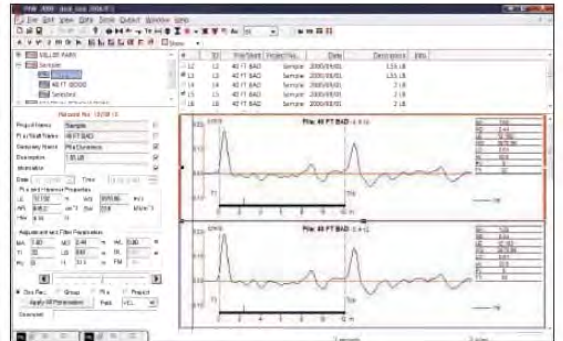
A:杭の断面積

弾性波が境界 I から II に入射する時の反射係数 r_{12} は

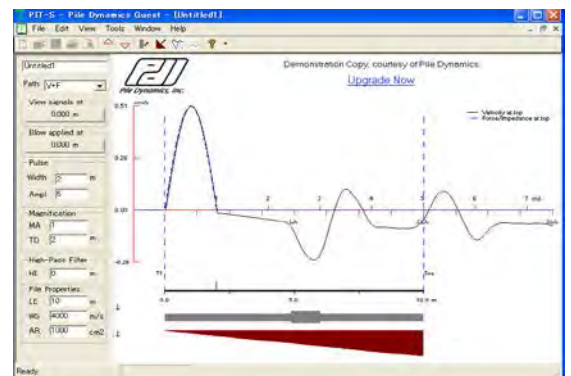
$$r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

- 杭断面が縮小している場合や、杭中のクラックや弾性波速度や密度が杭体より低下している部位からの反射や、支持層の弾性波速度や密度が杭体より小さい場合の先端の反射波は入力波と逆位相の反射波となります。

- 杭断面が拡大している場合や支持層の弾性波速度や密度が杭体より大きい場合の先端の反射波は入力波と同位相の反射波となります。



インテグリティ試験プログラム PIT-W



シミュレーションプログラム PIT-S

2クロスホールアナライザー CHAMP

クロスホールアナライザーCHAMPは、送信及び受信超音波プローブを用いて、杭の品質検査を行う装置です。

特長

- 杭中に予め敷設した測定用の細管を用いて、超音波を送受して杭の空隙やジャンカ等異常の有無、品質を判定します。
- 測定結果は、受信波形の振幅や伝播時間、伝播速度に着目して異常部を抽出する方法やトモグラフィ解析により、2D,3Dの形で解析表示することが可能です。
- 米国材料試験協会のASTM D6760-02として標準化され、米国を中心として、広く実施されている手法です。

ASTM D6760-02 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Cross hole Testing

用途

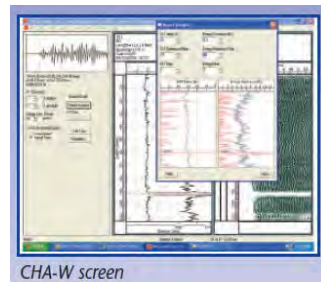
- 場所打ち杭の空隙やジャンカ等異常の有無、健全度評価に最適
- コンクリート杭中の超音波伝播速度から、別途求めた強度推定式を用いて、杭中の強度分布を推定可

主な仕様

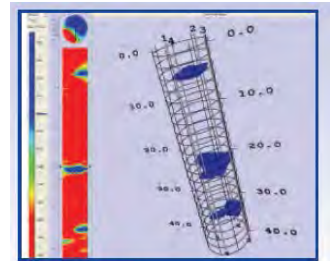
- 測定方式:送受信同一孔で測定するSSL方式及び送受信別孔で送受信するCSL方式
- プローブ寸法: 25mmφ、L215mm
- 送受信周波数: 45KHz
- ケーブル長: 60m 100m, 150m
- 処理・表示部: タッチスクリーンWindowsCEマシン、
- 寸法、重量: 115 x 190 x 240 mm, 4.2Kg
- ソフトウェア: CHA-W を実装
- 電源 : 12V内蔵バッテリー、5時間連続測定可



Shaft cross section with four tubes, six paths are tested.



CHA-W screen



Tomosonic screen

衝撃載荷試験装置 PDA

衝撃荷重試験装置PDAは、杭頭に重錘を落下させ、杭体に発生した弾性波を、杭頭に取り付けたひずみと加速度センサーで測定し、杭の打止め深度の判定や支持力等を解析的に求める装置です。

特長

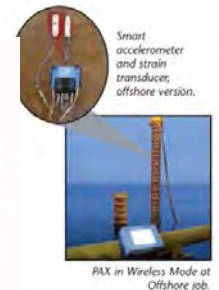
- PDA(Pile Driving Analyzer)は、2種類のセンサー(ひずみ計、加速度計)とPDA本体で構成されます。
- 杭頭に重錘を落下させ、杭体に発生した波動現象を、杭頭に取り付けたひずみと加速度センサーから次元波動理論に基づいて支持力を導出します。
- PDA搭載ソフトPDA-W/iCAPにより、リアルタイムで全貫入抵抗力を算出表示し、杭の施工管理に適しています。
- より高度なソフトCAPWAP(PC版)により、波形マッチング解析法によって、静的支持力を算出できます。
- 杭の高ひずみ動的試験に関する標準ASTM D4945で標準化された手法です。
- 日本では地盤工学会の「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」(JGS-1816-2002)の衝撃載荷試験に対応します。

用途

- 杭の鉛直支持力評価、設計支持力の確認
- 打込み杭工法の施工管理

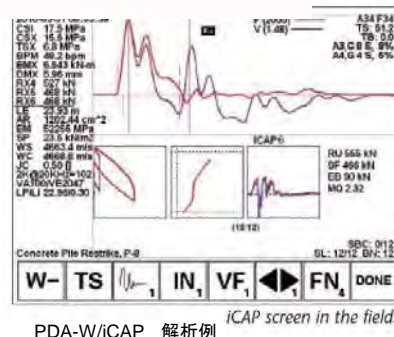
主な仕様

- チャンネル数: 4チャンネル(PAX-4)、又は8チャンネル(PAX-8)
- ワイヤレス測定システム: スマートセンサを使用、制御とデータ通信を無線通信(100m)で行う。
- インターネットによるリモート監視システム: インターネット経由でリアルタイムでデータを受信、くい打ちのリモート監視管理が可能



Smart accelerometer and strain transducer, offshore version.

PAX in Wireless Mode at Offshore job.

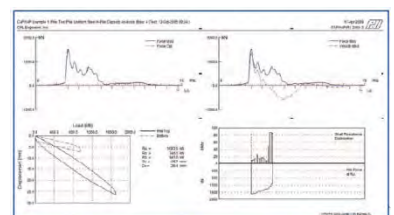


静的試験

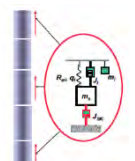
測定データ

PDA-W/iCAP 解析例

iCAP screen in the field.



CAPWAP 解析例



CAPWAP Soil Resistance and Pile Model

パネとダッシュポットの杭モデル

音響式コンクリートテスター ACT

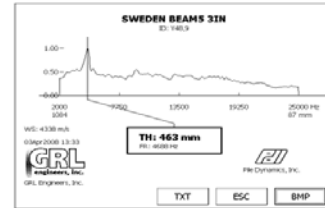
音響式コンクリートテスターACT (Acoustic Concrete Tester)は、厚さ75mm～900mmに対応する広帯域超音波パルスを送受信し、共振周波数を検出し、異常の有無を判定、厚さを測定します。

用途

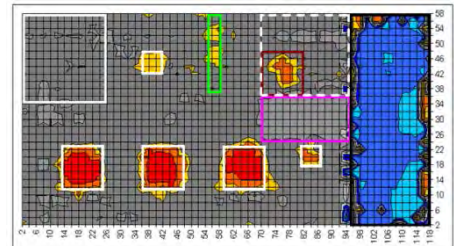
- コンクリート構造物中の剥離、損傷、ジャンカ等の異常の判定
- コンクリート舗装、構造床、擁壁、トンネル覆工、フーチング厚さ等コンクリート板の厚さ判定 (コンクリート厚さ75mm～900mm)
- トンネル覆工、プレキャストコンクリート、フーチング、コンクリート擁壁、水中コンクリート構造物 (水中用オプションプローブを使用) 等

主な仕様

- プローブ: 共振周波数: 36KHz、45mmx60mmφ、0.5Kg
- 処理表示部: VGA タッチスクリーン、175 x 235 mm x 75mm、2.2 Kg
- 電源: 内蔵電池で8時間作動
- 動作温度: 0° ~ 50°C



スペクトル図、共振周波数 f と伝播速度 v から、コンクリート厚さは $t=v/(2f)$ で得られる。



ACTによるモデル実験: コンクリート床厚さ20cm (灰色)、10cm (青色)、剥離モデル(ゴム板、深さ25～50mm、赤色) 等

杭中温度測定式杭の品質試験法 TIP

TIP (Thermal Integrity Profiler) は、コンクリート杭施工時に杭中の温度を計測し、場所打ち杭の品質管理を行う最新の手法です。

特長

●コンクリート打設後、セメントの化学反応によって、24時間～48時間の場所打ち杭中の温度は、右図のような釣鐘状となることに着目することにより、温度計測結果から、杭体のくびれ、膨らみ等の杭体の形状、鉄筋のコンクリート被り、鉄筋籠の形状等を推定します。

●測定装置としては、プローブ方式又は鉄筋抱き合わせ方式、があります。

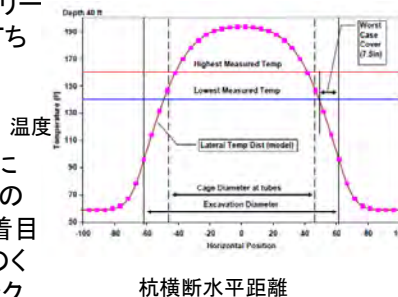
●プローブ方式は、直交4方向の赤外センサを有するプローブを塩ビパイプ又は鉄パイプ (水無しの状態) 中を昇降して温度を計測します。

●鉄筋抱き合わせ方式は、予め300mm間隔にセンサーを固定し、一定時間間隔の測定します。

●この手法は、University of South Florida (Multin, A.G.らが開発した手法で、専用の解プログラムが用意されています。

用途

●場所打ち杭の杭体の括れ、膨らみ等の杭体の形状、鉄筋のコンクリート被り等、品質管理に最適



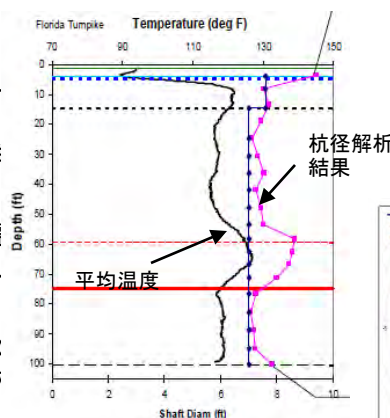
杭横断水平距離



TIP収録処理装置



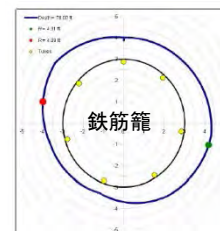
データ収録用ポート
鉄筋方式 プローブ方式



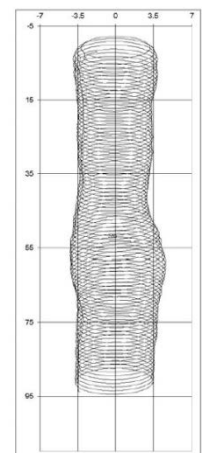
測定解析結果



プローブ



水平断面図



温度測定結果から3D断面を算出

打込み杭の施工管理装置 E-Saximeter

E-Saximeter は、打込み杭の施工管理用のツールです。

手動計測

- 手動操作では、オペレータが杭打ち開始をキーインし、開始深度と打込み深度値をキーパッドから入力します。
- E-Saximeterは杭打ち音を自動で検出し、打込み回数をカウントします。
- データはLCDディスプレイに表示、メモリーに記録されます。
- データはUSBインターフェースでPCに転送可

自動計測(オプション)

- 自動深さ測定用センサーと無線通信装置により、杭打ち深度が無線通信で記録装置に送信されます。(オプション)
- 杭打ち機に2個のセンサーを設置、ラム落下時の時間差から速度を測定、これによりエネルギーを測定、無線通信で記録装置に送信されます。(オプション)

記録内容

- 杭の名称
- 杭打ち開始、及び終了時刻
- 深さ～杭打ち回数
- 時間～杭打ち回数
- 杭打ち回数最終20回に対する最終等価打込み回数
- オープンエンドのディーゼルハンマーのストローク
- オープンエンドのディーゼルハンマーの打ち込みエネルギー



無線通信機



場所打ち杭の施工管理用ツール PIR

杭の施工管理用ツール、Pile Installation Recorder PIRは、コンクリートで現地で打設する方式の各種場所打ち杭基礎の施工管理用のモニタリング装置です。

リアルタイムモニタリング項目

- グラウト量～深さ
- グラウト圧力
- オーガー先端深度
- オーガーのトルク、回転、撤退率
- 開始、停止時刻

特長

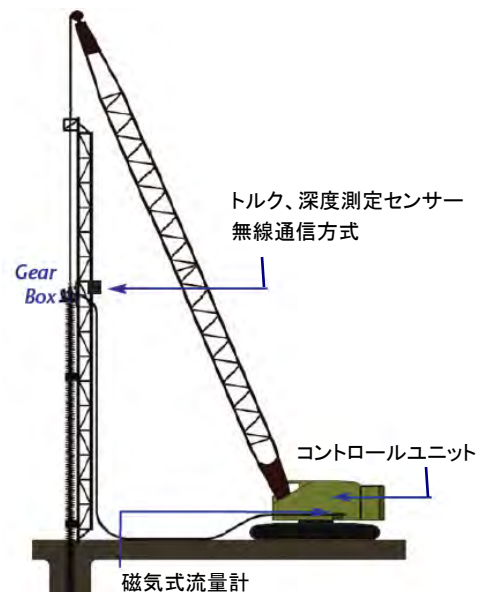
- あらゆるタイプのリグに対応
- ワイヤレス伝送
- 簡易はデータ入力
- 深度入力方式をユーザが選択
- 鮮明な表示LCDタッチスクリーン

専用ソフトウェアPIR-PLOT

- 各種深度増加率条件でデータの分析可
- 杭打設状況の各種指標の出力
- 施工管理に役立つ各種図表の出力



専用ソフト PIR-PLOT



システム構成例

打込み杭施工管理用ソフトウェア CRLWEAP

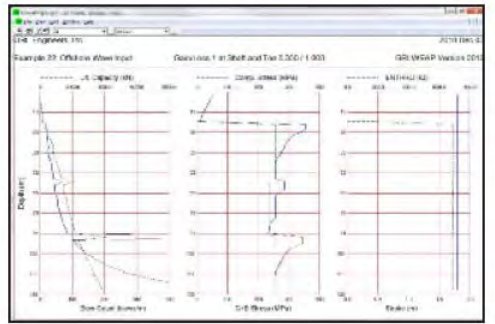
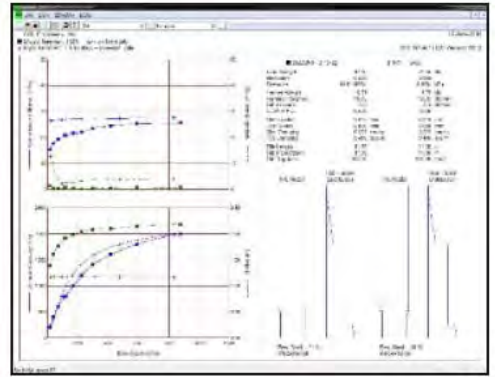
CRLWEAP 2010は、打ち込み杭の施工管理用のソフトウェアです。衝撃・振動ハンマーによる基礎杭の応力と運動を杭の運動方程式による各種解析法を組み込み、800種類以上の杭打ち機のDBに対応しています。

機能

- 杭の抵抗力、杭の動歪の算出、杭打ちデータから支持力の推定
- 地質条件、必要な支持力、杭種から、杭打ち施工の最適設計値
- 杭の過大応力の載荷や所定貫入深度前の不具合発生、等の判断
- 全杭打ち時間の推定

出力図

- 支持力図：一回の打撃による掘進長と支持力、応力の関係を図示
- 杭打ち図：支持力、打撃回数、動的応力値の深度分布を図示、杭打設中に生じる様々な条件変化に対応



ACTによるモデル実験：コンクリート床厚さ20cm（灰色）、10cm（青色）、剥離モデル（ゴム板、深さ25～50mm、赤色）等

ボーリング N値補正装置 SPT

土質ボーリングにおいては、標準貫入試験が実施されていますが、試験装置による試験値に有意差を生じる場合があり、衝撃力を実測して補正する必要があると考えられ、補正方法がASTMで標準化されました。SPT アナライザーは、ASTMで標準化された手法に基づく装置です。

本技術の背景

- ボーリング標準貫入試験で得られるN値を正規化するため、エネルギーを測定することが推奨されます。(ASTM D1586)
- 特に、N値から砂の液化化判定を行う場合に、エネルギーを測定してN値を正規化することが必須です。(ASTM D6066)
温度
- ASTMが認めている唯一の方法は力と速度の測定に行われます。(ASTM D4633)
- ヨーロッパでも標準化されました。(EN ISO 22476-3)

操作方法

- 歪ゲージ、加速度計各2チャンネルを固定した測定用ロッド(60cm)をボーリングロッドの先端に固定
- 測定用ロッドの信号線をSPTアナライザーにコネクタで固定
- 歪ゲージと加速度計データを用いて、標準貫入試験によってロッドに加えられたエネルギーを算出、ディスプレイにリアルタイム表示



株式会社 ジオファイブ
<http://www.geo5.co.jp/>

〒336-0931 埼玉県さいたま市緑区原山 1-12-1
TEL:048-871-3511
FAX:048-871-3512
E-mail:sales@geo5.co.jp