

<防護柵支柱の埋設長さ測定 PLC-02>

1. 技術の概要

鋼製防護柵支柱の埋設長さ測定技術（PLC-02）は、土中に埋設された状態、特に管内土が存在する状態でガードレール支柱の埋設長さを高精度で測定する装置です。

本システムはインパクト（直径 10～30mm の鋼球）、または金槌のようなハンマ、受信センサーおよび制御用 PC によって構成されます。

測定は簡単で測定面に受信センサーを設置し、その近傍をインパクトで打撃して測定します。弾性波の入りに打撃方式を採用しているため、測定面の特別な前処理は不要です。



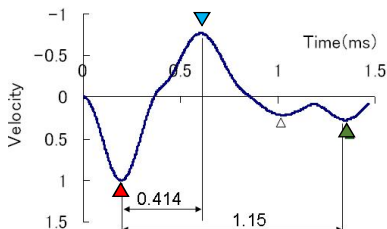
測定状況

2. 基本原理

支柱長の埋設長さの測定原理は、基本的には衝撃弾性波法による杭の健全性試験と同様の原理に基づいています。支柱の頭部を打撃して波動を入力し、波動が頭部から先端に伝搬後、反射して頭部に戻る波動現象を測定します。支柱は、基本的に 1 次元の弾性棒とみなせます。このため、1 次元波動理論を用いて測定解析を行います。

3. 解析方法

測定波形から、打撃力波形と反射波波形を探します。



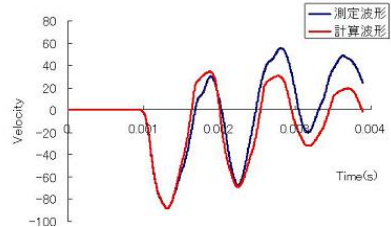
打撃力波形は最初の下に凸な波形(赤▲)です。次いで反射波を探します。基本的に、支柱先端は自由端とみなしますので、支柱先端からの反射波の方向成分は打撃力と同じです。つまり、白△が緑▲が候補となります。この波形では紺色下▼が特徴的です。このように上に凸な波形が発生するのは、支柱管内に土砂が詰まっているためです。

反射波の到達時間から考慮すると、支柱頂部から約 1.0m 下まで管内土が詰まっていると計算されます。管内土が詰まっているとすれば、反射波とみた白△波形は、この管内土によって誘発された波形と考えられます。したがって、支柱先端からの反射波は、緑▲となります。時間から長さを計算すると、支柱長は、2.9m となります。管内に土が詰まっている場合、波動の伝搬速度は約 30%程度低下します。この点を考慮して、支柱長さを計算すると

$$L = \{(1.15 - 0.414) \times 0.7 + 0.414\} \times 5.12 / 2 = 2.38 \text{m}$$

となります。5.12 は、波動が 1ms 間に進行する距離(m)です。(弾性波速度)

測定波形で明瞭な結果が得られない場合には、下図のように波形マッチング法などの解析方法により判断します。



波形マッチング法による解析

4. 出来形管理

現在、国交省では土中埋め込み式^{*1}の鋼製防護柵（防止柵も含む）における支柱^{*2}の根入れ長について、所定の根入れ長が確保されているかを簡易的に確認するため、監督職員が指示した支柱（種別毎に支柱総数の 20% 以上の支柱）に対して、非破壊試験による測定が施行されています。

以下に、国交省の測定要領を抜粋します。

※1 本要領が対象とする土中埋め込み式は、図1の支柱を土中に埋め込む方式であり、図2の支柱をコンクリートに埋め込む方式は対象外である。図3の支柱をコンクリートで巻き付ける方式については、測定可能な機器を用いる場合は対象とする。

※2 本要領が対象とする支柱は、曲り部のない直管とする。



図1 支柱を土中に埋め込む方式

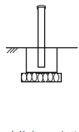


図2 支柱をコンクリートに埋め込む方式

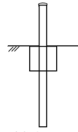
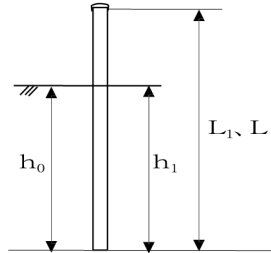


図3 支柱をコンクリートで巻き付ける方式



5. 測定者

測定者は、測定機器の操作方法及びその評価法について十分な知識を有する者とする。

なお、資格等（講習会の受講等も含む）を有する必要がある測定機器を使用する場合は、当該資格等を有する者とする。

h_0 : 設計根入れ長（設計の根入れ長）

h_1 : 測定根入れ長（測定機器により測定した根入れ長）

L_1 : 測定支柱長（測定機器により測定した支柱長）

L : 支柱実寸長（巻き尺等により測定した支柱長）

6. キャリブレーション（性能基準）

使用する測定機器の特性に応じ、測定に悪影響を及ぼさない環境下（支柱埋め込み前の地上部における測定など）において、測定機器が下記の性能基準を満たしているか確認を行う。

支柱長2.600mm以下の鋼製防護柵において、測定支柱長（ L_1 ）と支柱実寸長（ L ）との差（測定誤差）が $\pm 30\text{mm}$ の範囲であることが測定機器の条件です。

$$-30\text{mm} \leq \{ \text{測定長} (L_1) - \text{実寸長} (L) \} \leq +30\text{mm}$$



キャリブレーション測定状況

7. 判定基準

測定根入れ長（ h_1 ）と設計根入れ長（ h_0 ）との差（測定誤差）が下記の範囲であれば合格となる。

$$-100\text{mm} \leq \{ \text{測定根入れ長} (h_1) - \text{設計根入れ長} (h_0) \} \leq +100\text{mm}$$