



iTECS 法 規格

試験 : 05

鋼製防護柵の支柱長さの試験方法

SIA-T-05

平成 26 年 7 月 制定

一般社団法人 iTECS 技術協会

iTECS 技術協会 規格作成委員会構成表

氏 名	所 属
(委員長) 岩野 聡史	リック株式会社
(委 員) 石垣 享一	オリジナル設計株式会社
内田 美生	株式会社中研コンサルタント
岡崎早出智	株式会社プラGRESS
久保 元樹	日東建設株式会社
斉藤 昌稔	株式会社建材サービスセンター
鈴木 拓也	株式会社コサカ技研
炭谷 浩一	株式会社大進コンサルタント
高橋 功	計測技研株式会社
那須 政人	株式会社大進コンサルタント
原 学	株式会社サンテクノス
山下 一樹	株式会社丸福久保田組
山下健太郎	株式会社東洋計測リサーチ

この規格群は、一般社団法人 iTECS 技術協会 規格整備委員会の審議を経て、一般社団法人 iTECS 技術協会が制定した規格群であり、著作権法で保護対象となっている著作物である。

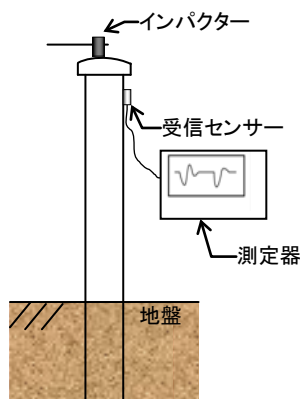
また、この規格群の一部が、特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権または出願公開後の実用新案に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般社団法人 iTECS 技術協会は、このような特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権または出願公開後の実用新案登録出願に関わる確認について責任は持たない。

1. 適用範囲

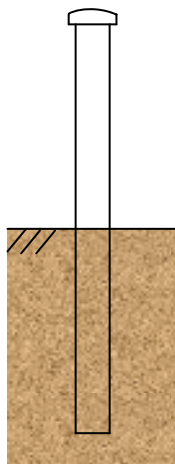
iTECS 法を用いて鋼製防護柵の支柱長さを試験する方法を規定する。

【解説】

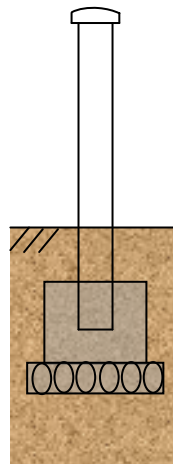
a) 試験方法の特徴



解説図1 iTECS法による鋼製防護柵の支柱長さの試験方法



解説図2 土中に埋め込む方式



解説図3 コンクリートに埋め込む方式

本法での測定状況図を**解説図1**に示す。本試験では、防護柵の支柱のキャップ部の打撃により衝撃弾性波を支柱に発生させ、支柱を往復する弾性波の到達時間を測定して、支柱長さを測定するものである。なお、本規格による試験方法は、国土交通省大臣官房技術調査課により定められた「非破壊試験による鋼製防護柵の根入れ長測定要領(案) (平成24年6月)」での非破壊試験方法としての適用が可能である。

b) 制約条件

- ①本規格が対象とするのは、**解説図2**に示す支柱を土中に埋め込む方式の防護柵であり、**解説図3**に示す支柱をコンクリートに埋め込む方式（根巻き）は対象外である。
- ②本規格が対象とする支柱は、曲り部のない直管とする。
- ③その他、コンクリート舗装、アスファルト舗装など、防護柵が堅固な材料に接着している場合には、測定に注意が必要である。

2. 測定装置

(1) インパクター

弾性波を入力するためのインパクターは、入力される弾性波の周期が反射波の到達時間よりも短くなるものとする。

(2) 受信センサー，測定器

「iTECS 法規格：測定 02 弾性波の伝搬時間差の測定方法および伝搬時間差による弾性波速度の測定方法 2. 測定装置」を満足する試験機器を使用する。

(1) について

「4. 試験方法」に示すとおり、支柱の下端で反射した弾性波である反射波の到達時間は、測定波形の第1波と第2波との時間差から測定する。この測定には、インパクターにより入力される弾性波を測定波形の第1波、反射波を測定波形の第2波と分離することが必要であり、つまり、インパクターにより入力される弾性波の周期は、反射波の到達時間よりも短くすることが必要となる。

使用するインパクターは、測定対象の防護柵の設計支柱長さや過去の試験実績とを比較することなどにより判断する。測定対象の防護柵の設計支柱長さが不明な場合や、測定波形においてインパクターにより入力される弾性波と反射波とが明確に分離されない場合などでは、入力される弾性波の周期が異なる複数のインパクターにより測定し、適切なインパクターを測定波形から判断する。

(2) について

サンプリング間隔は必要とされる測定精度および分解能から判断される。例えば、必要とされる測定精度が $\pm 30\text{mm}$ で、分解能を測定精度の10%以下(3mm以下)に設定するには、支柱を伝搬する弾性波の速度が 5126m/s の場合には、サンプリング間隔は $1.17\mu\text{s}$ 以下となる。また、計測時間長さは支柱間を往復する弾性波の伝搬時間差を確実に測定できる長さとする。

3. 装置の点検

(1) 定期点検

装置は定期的に点検する。

(2) 始業前，終業後の点検

測定開始前，終了後には，装置が正常に作動していることを確認する。

【解説】

(1) について，(2) について

点検方法の詳細については、「iTECS 法規格：試験 00 iTECS 法で使用する装置の定期点検方法」に示す手順とする。

4. 試験方法

支柱長さの測定は以下の手順により実施する。

①受信センサーの設置

受信センサーの設置位置は、支柱の軸方向に対しては、上端から支柱の直径2倍の範囲内として、可能な限り上端とする。支柱の円周方向に対しては、弾性波の入力点から90度の位置とする。受信センサーの感度軸は支柱の軸方向とする。

②受信センサーの設置位置の測定

支柱の上端から受信センサーまでの距離を測定する。

③弾性波の入力、振動の記録

弾性波の入力点は支柱の上端、または、キャップ部の上面の端部とする。入力点をインパクトで打撃し、発生した振動を測定器に表示する。測定波形に再現性があることを確認し、測定器に記録する。

④反射波の到達時間の測定

測定波形の第1波と第2波との時間差から、反射波の到達時間を測定する。

⑤支柱を伝搬する弾性波の速度の測定

試験対象と同じ規格で支柱長さが既知の防護柵により、①～④の手順で反射波の到達時間を測定し、式(1)により、支柱を伝搬する弾性波の速度を測定する。

$$V_p = \frac{2(L-L_0)}{T_p} \quad (1)$$

ここで、 V_p は支柱を伝搬する弾性波の速度、 L は支柱長さ、 L_0 は支柱の上端から受信センサーの設置位置までの距離、 T_p は反射波の到達時間である。

⑥支柱長さの測定

③で測定した反射波の到達時間と⑤で測定した支柱内を伝搬する弾性波の速度から、式(2)により、支柱長さを測定する。

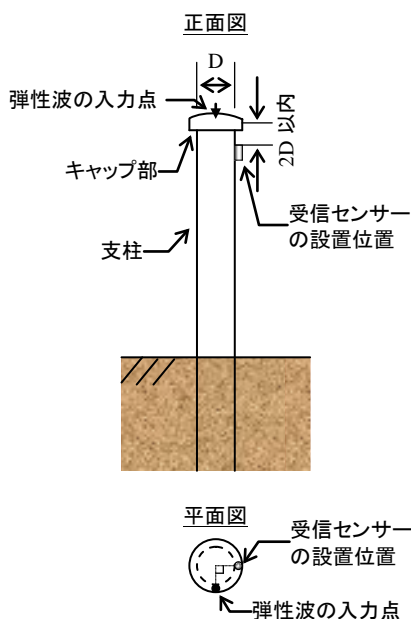
$$L = \frac{T_p \times V_p}{2} + L_0 \quad \text{式(2)}$$

ここで、 L は支柱長さ、 T_p は反射波の到達時間、 V_p は支柱を伝搬する弾性波の速度、 L_0 は支柱の上端から受信センサーの設置位置までの距離である。

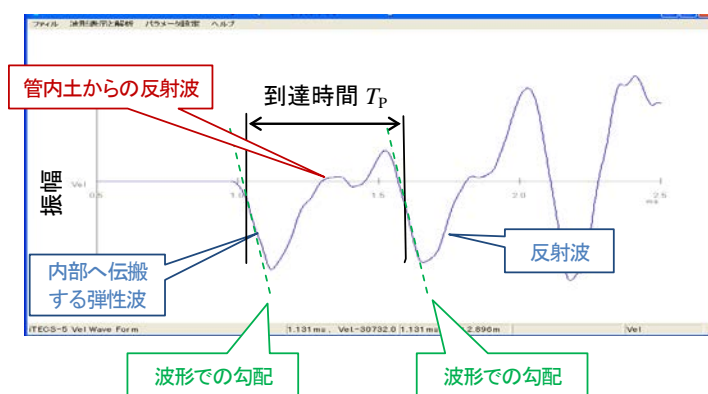
【解説】

受信センサーの設置位置及び弾性波の入力点の一例を**解説図4**に示す。受信センサーの設置位置は、支柱の軸方向については、可能な限り支柱の上端とし、キャップ部の取り外しが可能な防護柵であれば、キャップ部を取り外して、受信センサーの設置位置及び弾性波の入力点を設定する。

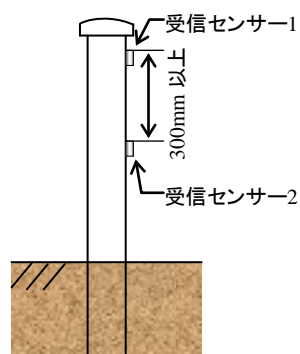
測定波形の例を**解説図5**に示す。キャップ部の上面をインパクトで打撃すると、受信センサーには、先ず、キャップ部上面から支柱内部へ伝搬する弾性波が測定される。次に、支柱の下端で反射した弾性波である反射波が測定される。このことから、これらの波形の時間差（到達時間）を測定する



解説図4 受信センサーの設置位置及び弾性波の入力点の一例



解説図5 測定波形の例



解説図6 支柱での弾性波速度測定時の受信センサーの設置方法

ことにより、支柱長さが試験される。

測定される到達時間は、弾性波が受信センサーの設置位置から下端までの距離を往復した時間差となる。このことから、支柱長さを試験するには支柱の上端から受信センサーの設置位置までの距離を

正確に測定することが必要となる。

測定の際に、キャップ部の浮きによる振動などが測定されれば、正確な測定ができなくなる。測定波形の再現性などを確認して、これらの影響を除去する。

測定波形の第1波がキャップ部上面から支柱内部へ伝搬する弾性波であり、測定波形の第2波が支柱の下端で反射した弾性波（反射波）の到達による振動となる。この第1波と第2波との形状が一致する時間差から反射波の到達時間を測定する。なお、第1波と第2波との形状の一致は、波形での勾配（時間変化に対する振幅値の変化量）から判断することが望ましい。

試験対象と同じ規格で支柱長さが既知の防護柵が存在しない場合には、支柱を伝搬する弾性波の速度は以下により測定することができる。

①受信センサーの設置

2点の受信センサーを、支柱の側面の上下方向に設置する（解説図6参照）。受信センサーの感度軸は管の軸方向とする。打撃点に近い方の受信センサーを受信センサー1、打撃点から遠い方の受信センサーを受信センサー2とする。受信センサー1と受信センサー2との距離差は300mm以上とする。

②受信センサー間距離の測定

受信センサー1と受信センサー2の距離を測定する。

③弾性波の入力、振動の記録

キャップ部の上面をインパクトで打撃し、受信センサー1、受信センサー2に発生した振動を測定器に表示する。測定波形に再現性があることを確認し、測定器に記録する。

④弾性波の伝搬時間差の測定

受信センサー1の測定波形の第1波と、受信センサー2の測定波形の第1波との時間差から、弾性波の伝搬時間差を測定する。

⑤弾性波速度の測定

受信センサー1と受信センサー2の距離と、弾性波の伝搬時間差から弾性波の速度を解説式(1)により測定する。

$$V_p = \frac{L}{T_p} \quad \text{解説式(1)}$$

ここで、 V_p は支柱を伝搬する弾性波の速度、 L は受信センサー1と受信センサー2の距離、 T_p は弾性波の伝搬時間差である。

支柱内部に土（管内土）が密着している場合には、支柱を伝搬する弾性波の速度が低下することから式(2)による支柱長さが実際の支柱長さよりも長くなる場合がある。測定波形において、管内土による反射波が確認され、式(2)による測定値への影響が大きい場合には、以下の手順により支柱長さを測定することが望ましい。

①解説式(2)により、暫定長さを推定する。

$$L_T = \frac{T_P \times V_P}{2} \quad \text{解説式(2)}$$

ここで、 L_T は暫定長さ、 T_P は反射波の到達時間、 V_P は内部に管内土が密着していない部分の支柱を伝搬する弾性波の速度である。

②管内土からの反射波の到達時間（解説図 4 参照）を測定し、支柱内部に管内土が密着していない部分の支柱長さを解説式(3)により推定する。

$$L_E = \frac{T_{PE} \times V_P}{2} \quad \text{解説式(3)}$$

ここで、 L_E は支柱内部に管内土が密着していない部分の支柱長さ、 T_{PE} は管内土からの反射波の到達時間、 V_P は内部に管内土が密着していない部分の支柱を伝搬する弾性波の速度である。

③支柱長さは解説式(4)により測定する。

$$L = L_T \times \frac{V_P}{V_P \left(\frac{L_E}{L_T} \right) + V_{PS} \left(\frac{L_T - L_E}{L_T} \right)} + L_0 \quad \text{解説式(4)}$$

ここで、 L は支柱長さ、 L_T は解説式(2)による暫定長さ、 L_E は解説式(3)による支柱内部に管内土が密着していない部分の支柱長さ、 V_P は内部に管内土が密着していない部分の支柱を伝搬する弾性波の速度、 V_{PS} は内部に管内土が密着している部分の支柱を伝搬する弾性波の速度、 L_0 は支柱の上端から受信センサーの設置位置までの距離である。

管内土は弾性波の伝搬に対する付加質量となることから、 V_{PS} は V_P よりも遅くなる。 V_{PS} は既往の研究成果により確認されている係数を乗じて設定できるが、実験等により検証した値があればこの値で設定する。

5. 報告

報告する事項は次のとおりである。

- (a) 試験年月日，試験場所，試験者名
- (b) 鋼製防護柵の種別
- (c) 試験箇所の概要（支柱番号，試験箇所位置図など）
- (d) 測定装置の型式，製造番号
- (e) 支柱長さの試験結果

SIA-T-05

Standard of the iTECS Association

Measuring method of the guardrail post length

SIA—T—05

Established 2014-7-30

Published by
iTECS association

1-6-6 Tokodai
Tsukuba-city Ibaraki 300-2635, Japan

Printed in Japan