

浮き式傾斜計の鋼管傾斜計測への適用について

飛島建設 技術研究所 正会員 松元 和伸 近久 博志 小林 薫
大阪支店 中川 勲治 後藤 正彦

1. はじめに

鋼管中掘り工法のように中掘りしながら鋼管矢板を圧入していく方法では、鋼管自体の傾斜を測定しながらの掘削が必要となる。また、構真柱の施工や鋼管矢板建て込み工法では、掘削孔の鉛直施工精度以上に、構真柱や鋼管建て込み時の鉛直性の確保が重要なため、構真柱や鋼管本体の傾斜を測定する必要がある、杭長が長くなると特に問題となる。この工法では、傾斜を測定する方法として超音波孔壁測定装置が用いられる場合がある。この方法は、鋼管仮建て込み後、鋼管頭部に装置を固定し、計測用センサー付きケーブルを昇降させながら鋼管の傾斜状況を測定するもので、杭頭部をジャッキにより上下移動させることで鋼管の傾斜を補正した上で、鉛直性の確認のため再度計測を行っている。しかし、この方法では、計測のために施工を中断する必要があり施工サイクルに悪影響を及ぼす。

また、傾斜の状況をリアルタイムに判断できない。そのため、施工を中断することなく傾斜測定を連続的に行うことができる計測方法が望まれている。

本文は、こうした課題に対処するために筆者らが開発した浮き式傾斜計¹⁾を、鋼管建て込み時の鉛直性管理に適用した事例について報告するものである。

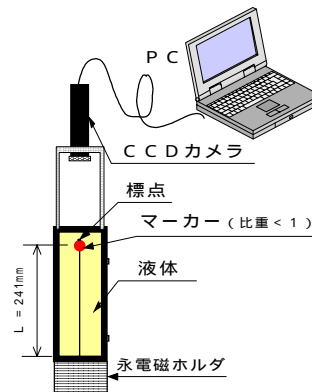


図 - 1 構成図

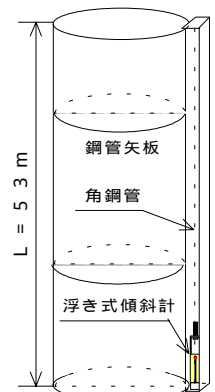


図 - 2 設置図

2. 計測装置の概要

図 - 1 に本装置の構成イメージ図を示す。図 - 2 に示すように、全長 $L=53\text{m}$ （18m、23m、12m）の鋼管矢板側面に溶接した角鋼管内部の先端に本装置を取り付け、鋼管矢板建て込み時の傾斜を測定するものである。先端部に永電磁ホルダを用いて固定しているので計測終了後回収し再利用が可能である。写真 - 1 に示すように、鋼管が傾斜すると CCD カメラに映し出されたマーカーが基準点より移動し、その移動量と長さ L から傾斜角を算定することができる。

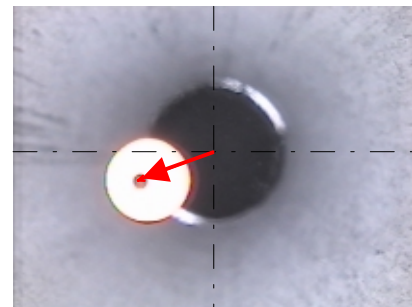


写真 - 1 画像例

3. 室内キャリブレーション結果

本装置の傾斜角と移動ピクセル量との関係を把握するために、室内キャリブレーションを実施した。本装置を段階的に傾斜させた時に取り込んだ各傾斜時のマーカーの移動を CCD カメラで撮影し、そのマーカー中心位置の移動量を計算した。デジタル画像における標点（写真 - 1 のマーカー）の中心座標の取得については、標点が複数の画素で形成されているため、撮影

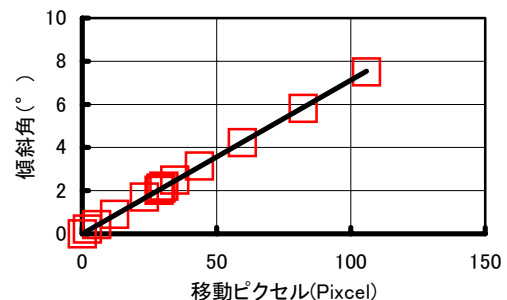


図 - 3 傾斜角と移動ピクセル量の関係

キーワード：CCDカメラ、傾斜計測、浮き

〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 TEL.04-7198-7572、FAX.04-7198-7586

表 - 1 浮き式傾斜計による鋼管先端位置

計測位置 (m)	増分X ピクセル	増分Y ピクセル	傾斜角X (°)	傾斜角Y (°)	先端位置X (cm)	先端位置Y (cm)
0.0	—	—	—	—	0.0	0.0
-18.0	-3.893	11.541	-0.265	0.787	-8.3	24.7

された標点の色の濃さ(白黒 256 階調、黒:0～白:255)から色の濃さの重み付き重心座標を自動的に計算している。その結果、図 - 3 に示すような線形関係となり、式(1)に示す関係式が得られた。

$$\text{傾斜角}(\text{°}) = 0.0682 \times \text{移動ピクセル量} \quad (1)$$

4 . 現場計測結果

浮き式傾斜計の精度検証と現場への適用性を確認するために、現場計測実験を行った。

鋼管矢板建て込み時の鋼管鉛直精度の検証方法として、超音波孔壁測定装置による測定が標準方法として実施されており、浮き式傾斜計による計測を各段階で同時に実施した。1本目の鋼管(L=18m)を挿入し、仮置きした時の杭先端位置の計算結果を表 - 1 に示す。図 - 4 に示す画像も、杭先端はX(-)方向、Y(+)方向に移動していることを示している。なお、ここでは、画像ピクセル値の増加方向をプラスとしている。この時の超音波孔壁測定装置の出力データ(Y軸方向)を図 - 5 に示すが、同様の傾斜傾向を示していることが確認できる。1本目の鋼管の傾斜補正を行った後、2本目(L=23m) 3本目(L=12m)の鋼管の溶接・仮置き・傾斜補正を行った時の浮き式傾斜計による杭先端位置の測定結果を表 - 2 に示す。補正後の杭先端位置は± 2 c m程度以内に収まっていることがわかる。超音波測定装置による孔壁位置計測でも杭傾斜補正後には、鉛直性を確保出来ていることが確認されている。

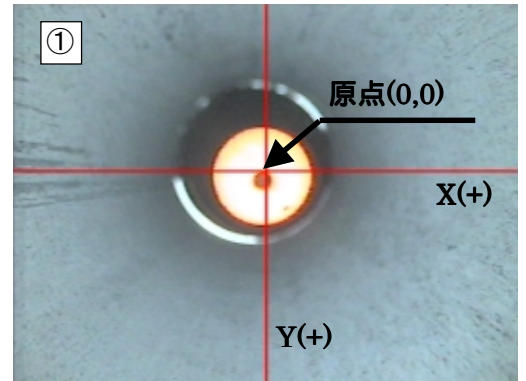


図 - 4 仮置き時の浮き傾斜画像

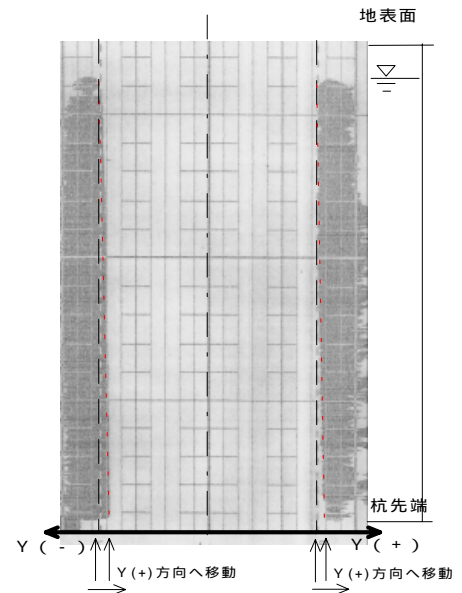


図 - 5 超音波孔壁測定装置の出力

5 . おわりに

鋼管等の建て込み時に鉛直精度を確保する場合、施工サイクルに悪影響を及ぼすことなく、リアルタイムに計測できる方法が望まれる。本施工法では、画像原点の把握方法や建て込み鋼管溶接時の鉛直性の確保が課題となったが、本方法はパソコン画面上で傾斜状況を可視化しながら確認でき、傾斜測定作業を連続的に行うことができ、計測完了後には回収も可能であるため、適用範囲は広いと考えている。課題の解決を図るとともに、中掘工法のような杭傾斜結果を掘削にリアルタイムに反映できる工事への適用を進めるとともにリアルタイムに傾斜を補正できる施工法も検討していきたいと考えている。

表 - 2 鋼管先端位置の推移状況

	計測位置 (m)	先端位置X (cm)	先端位置Y (cm)
2本目溶接後	0.0	0.0	0.0
	-18.0	10.3	-24.4
2本目仮置き時	0.0	0.0	0.0
	-23.0	-14.2	21.2
2本目傾斜補正後	-41.0	-14.9	13.4
	0.0	0.0	0.0
3本目溶接後	-23.0	-6.5	14.8
	-41.0	-1.3	2.0
3本目仮置き時	0.0	0.0	0.0
	-12.0	0.0	0.0
3本目傾斜補正後 (最終状態)	-35.0	-7.1	12.0
	-53.0	-2.3	-3.1
3本目傾斜補正後 (最終状態)	0.0	0.0	0.0
	-12.0	-1.8	-1.3
3本目傾斜補正後 (最終状態)	-35.0	-12.4	8.1
	-53.0	-10.4	-8.9
3本目傾斜補正後 (最終状態)	0.0	0.0	0.0
	-12.0	0.5	0.6
3本目傾斜補正後 (最終状態)	-35.0	-5.7	13.8
	-53.0	-0.2	-0.3

参考文献

1) 熊谷幸樹、近久博志、小林薫、松元和伸、中原博隆、筒井雅行、鉛直削孔精度管理のための傾斜計開発に関する室内基礎実験、土木学会第55回年次学術講演会講演概要集、Vol. 、 pp.328-329、2000.9.