

17. 作業船の位置決め測量方法の検討 (光波・レーザ測量装置による実験例)

山 田 弘 道
菊 池 公 男
川原田 一 稔

(株)竹中工務店

1. まえがき

近年、臨海地域の海底軟弱土層を壁状に改良固化する深層軟弱地盤改良工法が開発され、実用化の検討がなされているが、改良壁体の連続性を確保するため作業船の位置決めが重要な問題として提案された。この問題を解決するには、海上における作業船の動きを数値的に把握することが必要となった。そこで、種々の測量方法を検討し、光波距離計と当社で開発したレーザ測量装置を利用した方法を採用して実験を行った。

本報告は、その実験についてまとめたものである。

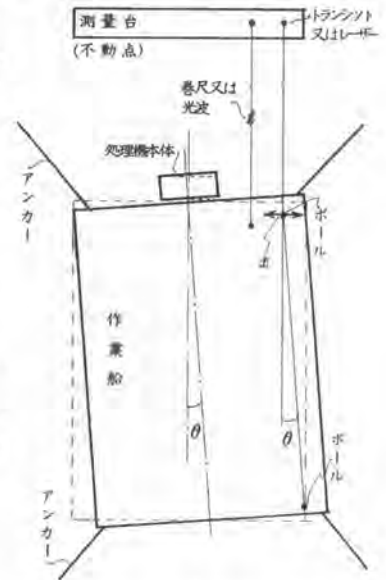


図-1. 測量方法(平面)

2. 本論

2.1 測量方法の検討

作業船の平面上の位置を決めるには、図-1における作業船の前後方向位置 l 、左右方向位置 x 、及び旋回角 θ を知る必要がある。そこで、これら l を測量する方法として次の6種類の方法を検討した。

- (a) 巻尺で前後方向位置 l を、トランシットで左右方向位置 x 、旋回角 θ を測る方法
 - (b) 光波距離計測距部本体を測量台上に置き l を測り、トランシットで x 、 θ を測る方法
 - (c) 光波距離計測距部本体を作業船上に置き l を測り、トランシットで x 、 θ を測る方法
 - (d) 光波距離計本体を測量台上に置き l を測り、レーザ測量装置で x 、 θ を測る方法
 - (e) 光波距離計本体を作業船上に置き l を測り、レーザ測量装置で x 、 θ を測る方法
 - (f) 光波距離計2セットでも、 x 、 θ の3項目を測る方法
- 以上をまとめると表-1のごとくなる。

表-1. 測量方法

項目 方法	l	x	θ
(a)	巻尺	トランシット	
(b)	光波本体 測量台上	同上	
(c)	光波本体 船上	同上	
(d)	光波船上 測量台上	レーザ測量装置	
(e)	光波本体 船上	同上	
(f)	光波距離計2セット		

これらの6種類のうち、巻尺では誤差が大きくまた測量範囲にも限度があること、トランシットによる方法や、光波距離計測距部本体を測量台上にセットする方法では、作業船側で測量結果が不

明であり、自動記録も不可能であること、光波距離計のセットでは θ の読み取り、自動記録等に問題があること、などの理由により(e)の方法を採用することにした。

2.2 実験概要

(1) 実験目的

陸上用の測量装置と海上(特に作業船上)で使用する場合の問題点を把握すること、及び作業船の動きを知ることに。

(2) 実験方法及び測量項目

図-2に示す測量方法によって、次の3項目について測量した。

- ・作業船の前後方向位置(l) ----- 光波距離計
- ・ \times 左右方向位置(x) ----- レーザ測量装置
- ・ θ 旋回角度(θ) ----- θ

(3) 使用機器

(a) 光波距離計

図-3のごとく測距部本体、コントロールユニット、反射鏡で構成されており、mm精度の測量が可能である。

- ・測距部本体 --- 光の発光部と受光部が一体となって組込まれた視準望遠鏡が中心で、一般のトランシット同様に水平角・高度角の読み取りが可能となっている。また、測尺へのセット方法もトランシット類と同様である。
- ・コントロールユニット --- 周波数変換器・増幅器・バッテリー等の組込まれたBoxで、表面パネルには測量結果のデジタル表示板・光量レベルメータ・測量スタート鈕・本体との接続コネクタ類がセットされている。
- ・反射鏡 --- コーナプリズムでできた鏡で、光は必ず入射方向に反射される。整準台・求心アラケット等と共に構成され、トランシット類と同様の方法で測尺にセットできる。

(b) レーザ測量装置

レーザ発光部・受光部(1)・受光部(2)・記録表示部で構成され、mm精度の測量が可能である。なお、本装置は当社で開発した曲線トンネルレーザ測量装置の一部を利用したものである。

- ・レーザ発光部 --- 図-4のごとくレーザチューブ・チョップ

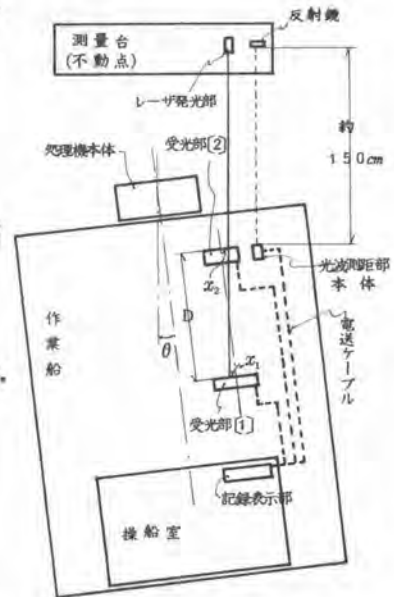


図-2 実験方法



図-3. 光波距離

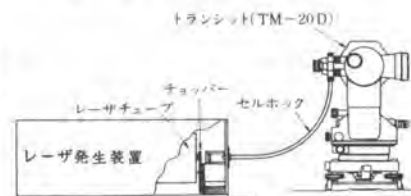


図-4. レーザ発光部

パ・電源安定器を組込んだレーザ発生装置と、トランシット、及び発生装置からトランシットまでレーザ光を伝送するためのセルホック(脱着可能)から成っており、出力は5mWである。

- 受光部(1) 図-5に示すごとくシリコン光電素子による受光板・増幅器・サーボ追尾機構等によって構成され、受光板はレーザ光を追尾して上下・左右に移動する機構になっている。その移動量が電気信号として出力される。

Y軸サーボ追尾機構(奥行最大寸法 450)

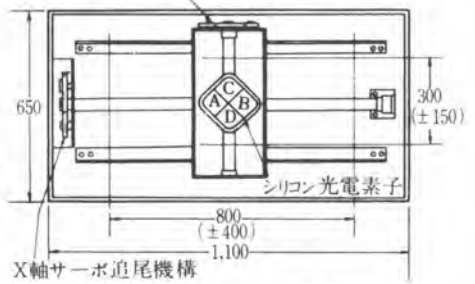


図-5. 受光部(1)

- 受光部(2) 写真-1に示す装置で原理は受光部(1)と同じであるが、左右方向の移動量だけを検出するものである。また、受光板の中心部は後方の受光部(1)にレーザを通過させるためにスリット状になっている。なお受光部(1)と(2)の左右方向移動量 X_1 と X_2 、及び受光部間距離 D をもちいて次の式にて作業船の旋回角 θ が表わされる。

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(X_1 - X_2)}{D} \right\}$$



写真-1. 受光部(2)

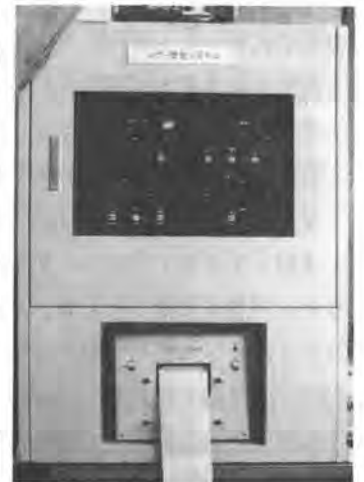


写真-2. 記録表示部

- 記録表示部 写真-2に示すごとく、測量時刻・受光部(1)のデータ X_1 (左右方向)、 Y_1 (上下方向)・受光部(2)のデータ X_2 ・旋回角 θ がデジタル表示されると同時に、下部のプリンターには同数値がプリントアウトされる。

2.3 実験結果

以上の装置を利用して実験をした結果、種々の問題点が抽出された。以下にそれらについて示す。

(1) 光波距離計

本来、光波距離計は不動英間の距離を測量するもので、今回の実験のごとく移動する作業船の上からの測量には問題があることは予想されていた。しかし、実験の結果次の5項目について改造又は機能アップを計れば充分使用可能であることがわかった。

- (イ) 反射光の光量レベルメータを視準望遠鏡内に入れる。
- (ロ) 測量スタート釦を遠隔操作可能とする。
- (ハ) 電源をAC電源より供給する。
- (ニ) 遠隔記録(表示)装置を設ける。



写真-3. 改造光量メータ



写真-4. 遠隔スタート釦
(含時刻、測点セット装置)

(ホ) 測量時刻、測量ナンバーを記録可能とする。

これら5項目のうち(ロ)~(ホ)については比較的容易に改造・機能アップができたが、(イ)項については望遠鏡の形状設計・鋳型設計等の問題があり、時間を要するところから測距部本体の上部に光量メータをセッティングすることにした。これら改造部の一部を写真-3, 4に示す。

この様な改造光波距離計を使用し、再度実験を行った結果、直接操船にも利用できることが確認され、現在実施工においても使用されている。

(2) レーザ測量装置

測量結果が刻々と自動的に記録表示されるために、実験としては非常にメリットがあった。しかし、トンネル用の装置を代用したために

- ・受光板追尾速度が遅い。
- ・受光部(1)が過大である。
- ・表示方法を操船者にもわかりやすくする。
- ・発光部盛替に人手を要す。
- ・直射日光のもとでのレーザー光到達距離に限度がある。

などの問題が明確になった。これらの項目は、技術的にもコスト的にも困難な問題であり今後検討を要する。

(3) 作業船の移動量

レーザー測量装置で施工中の作業船の動きを測量した記録波形状を図-6に示す。(実験用としてアナログ表示)

X_1 は受光部(1), X_2 は受光部(2)の波形で左右移動量を示している。

ストローク計の波形は処理機本体の深度を示すものである。 X_1 , X_2 の波形からわかるように作業船は常に15mmの範囲で左右揺れ(Swaying)と起している。この波形の周期は3~5秒であることから判断し波浪の影響であろうと推定できる。また、光波距離計による前後方向位置を測量した結果からも同様に前後揺れ(Surging)を起していることがわかった。この揺動の影響を省略して全実験のデータを整理した結果、作業船は前後・左右共最大で2.5~3.0cm移動することが確認された。また、旋回角についても一度位置決めした船はほとんど旋回していないことが確認された。

3. まとめ

作業船の位置決め方法、及び実験についての概要について述べたが、要約すると次のごとくである。

- (1) 市販光波距離計は、改造・機能アップを行ない直接操船に利用できるようにした。
- (2) レーザ光の到達距離・測量の自動化、簡易化等、今後の研究課題が大きいに残っている。
- (3) 光波距離計・レーザー測量装置を利用した位置決め方法により、実験的には施工中の作業船移動量を定量的に把握することができた。今後は施工管理用計測機器の開発を行いたいと考える。
- (4) 一度位置決めした作業船の前後・左右・旋回の動きは、非常に小さく施工精度にほとんど影響を及ぼさないものと思われる。

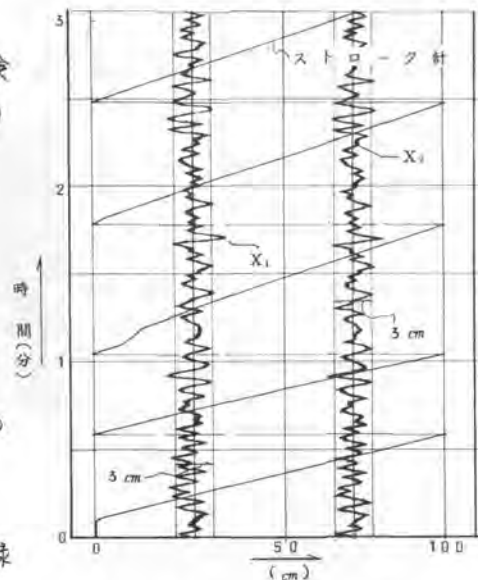


図-6. 記録波形例