

レーザーによるシールドマシン姿勢モニターについて

福山大学工学部 正 富田武満 日本スービドショア 正 ○ 上村克己

1・はじめに レーザーが出現して4半世紀になり,その多岐にわたる応用開発は目ざましいものがある。土木での利用も施工面での合理化,施工精度の向上のためトンネルを中心として利用されてきた。この間、次のような問題点が指摘されてきている。

1. 距離によるビーム径の拡大。
2. ビームの揺動(fluctuation) 。
3. 1枚の受光板(ターゲット)のみでは単に位置のずれがわかるのみでシールドマシンの姿勢を検知することができない。

ここでは,このような問題点を解決すべく開発したもので,ここで提案する方法を用いることにより,シールドトンネル工法で精度の高い姿勢監視形態をとらう。

2・装置の概要 装置の構成としては,図-1に示すようにレーザービームを受光するターゲット部,ピッチング,ローリングを検出する傾斜計および演算部(マイコン)とからなる。受光体は図-2に示すようにビームスプリッターにより,2つの光に分けられ,距離 l をおいて,受光される。この受光部図-3に示すようにはシールドマシンの円形断面中心より L の距離に取付けられるものとする。受光板の最小読み取り目盛りおよび,最小読み取り間隔はそれぞれ0.27mm、4秒まで可能である。

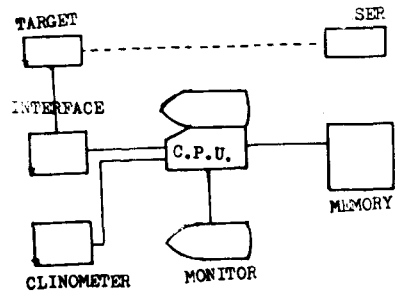


図-1 装置の構成

3・モニターの原理 シールドマシンの姿勢計測項目としては,ピッチング,ヨーイング(蛇行)およびローリングが計測されるが,ピッチング,ヨーイングには上下,左右の平行移動が含まれるので,これを分離する。2枚の受光板および傾斜計から得られたデータと,計測項目との関係はレーザー光を基準線とすると,以下になる。

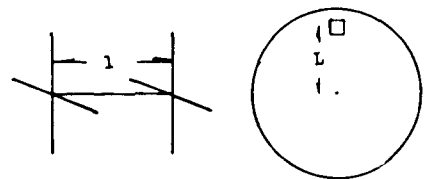


図-2 受光部の概略図

図-3 受光板の取付位置
傾斜計(ローリングのみを計測)
(θ_r)

受光板 1	受光板 2
(X1, Y1)	(X2, Y2)
ピッチング (0, 0)	(0, Yp2)
ヨーイング (0, 0)	(Xy2, 0)
ローリング (Xr, Yr)	(Xr, Yr)
平行移動 (Xh, Yv)	(Xh, Yv)

以上より次式がえられる。

$$X_1 = X_r + X_h \quad \text{----- (1)}$$

$$X_2 = X_{y2} + X_r + X_h \quad \text{----- (2)}$$

$$Y_1 = Y_r + Y_v \quad \text{----- (3)}$$

$$Y_2 = Y_{p2} + Y_r + Y_v \quad \text{----- (4)}$$

$$\tan \theta_p = (Y_2 - Y_1) / l \quad \text{----- (5)}$$

$$\tan \theta_y = (X_2 - X_1) / l \quad \text{----- (6)}$$

$$X_r = L \sin \theta_r \quad \text{----- (7)}$$

$$Y_r = L (1 - \cos \theta_r) \quad \text{----- (8)}$$

これを解くことにより、

$$\text{ピッチング} \quad \theta_p = \tan^{-1} ((Y_2 - Y_1) / l)$$

$$\text{ヨーイング} \quad \theta_y = \tan^{-1} ((X_2 - X_1) / l)$$

$$\text{ローリング} \quad \theta_r$$

$$\text{平行移動} \quad (X_1 - L \sin \theta_r, Y_1 - L (1 - \cos \theta_r))$$

この値を用い行列式により図形変換をおこない CRT

にシールドマシンの姿勢を直接グラフィック化する。

4. 結果 実験結果を 図-4

図-5 に示す。 図-4 は断面図で、ピッチングおよび上下の平行移動を、 図-5 はヨーイングおよび左右の平行移動(蛇行)をあらわしている。表示間隔が4秒であるのでリアルタイムでシールドマシンの姿勢をモニターすることができる。表-1 は測定結果であるが揺動(fluctuation)などにたいしては4秒で計られたデータを平均化してある。

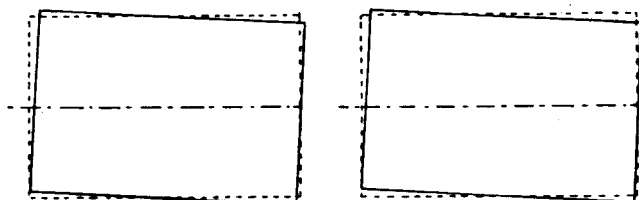


図-4 ディスプレーの模式図
(断面)

図-5 ディスプレーの模式図
(平面)

5. おわりに このような研究開発についてはすでにいくつかのものが試みられており我々も今後シールドマシンそのものの自動制御へと発展させてゆく予定である。皆様がたのご批判を仰げれば幸いです。

参考文献

- 田中, 園田 : シールドトンネル施工における掘削制御, 土木学会論文集, No. 349 / VI-1 /, 1984, pp. 44-52
- 茶 谷 : 礫地盤におけるシールド工法の自動化, 建設機械と施工シンポジウム論文集, 昭和59年, pp. 5-8
- 河原畑 : シールド掘進機の自動制御, 新しい土木技術の最近の話題, 土木学会全国大会, 研究討論会資料, 昭和59年10月, pp. 17-24