

III-73 鏡を用いた地盤の挙動観測手法

金沢大学工学部 正 太田秀樹
 金沢大学工学部 学 中村朋治
 (株)ホクコク地水 正 大森晃治

1. はじめに 本報告では観測点に鏡を設置しこれをトランシットで測定することで地盤の変形挙動を簡便に把握する方法と測定事例について述べるものである。

2. 測定原理 測定は図-1に示す様に観測点Mに十字の印をつけた鏡を取り付けトランシットAから鏡を介してターゲットBが見える様に設定をする。そうするとトランシットAから鏡を見るとターゲット上に十字の線でマーキングされている様に見える。いま鏡Mの位置で変位が生じたとすると鏡は移動、回転の形でずれ、A点から見るとターゲット上を十字線が移動したかの様に見える。この時ターゲット上の移動量 Δ とトランシットの測定角 α_A, θ_A より鏡の位置の変位量を求めるものである。

3. 測定の方法 手順は①鏡を観測点Mに取り付ける。②A点にトランシット、B点にターゲットを配置し鏡MをAからBが見える様に調整し α_A, θ_A の初期値とする。③別にB点にトランシット、A点にターゲットを配置し②と同様の作業を行う(α_B, θ_B)。この時A、B間の距離LとA、Bのトランシットの位置での標高差 L_z も測定する。④経時的な変化は測定ごとに②、③の位置からトランシットで $\alpha_A, \theta_A, \alpha_B, \theta_B$ およびターゲットの水平変位量($l_{AB}-L$ 、図-2参照)と鉛直変位量 l_z を求める。

4. 鏡の位置での変位量 鏡の変位は図-2に示す様に鏡を一つの平面として見ると平行移動と回転の5つの自由度を持つ。ここでは鏡の座標を表すために図-2の軸を設定し、回転は鏡の平面の走向と傾斜角で表す。鏡の各軸方向の変位量を $\Delta X_M, \Delta Y_M, \Delta Z_M$ とし、鏡の走向の変化を $\Delta \alpha_M$ 、傾斜角の変化を $\Delta \theta_M$ とする時、観測量との関係は表-1に示す形で表わされる。表は鏡の変位を図-2に示した各座標軸で囲まれる3つの平面に投影した形で示す。

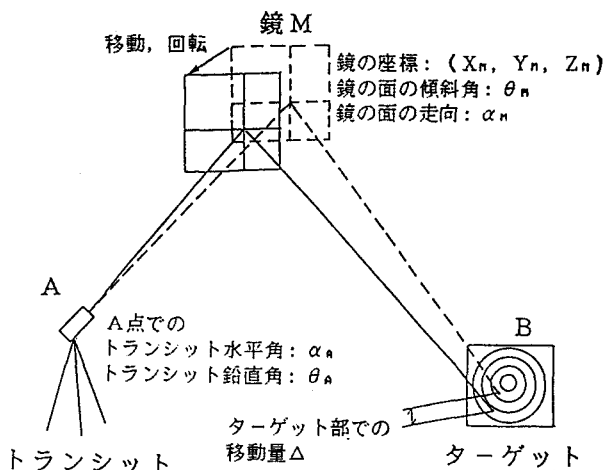
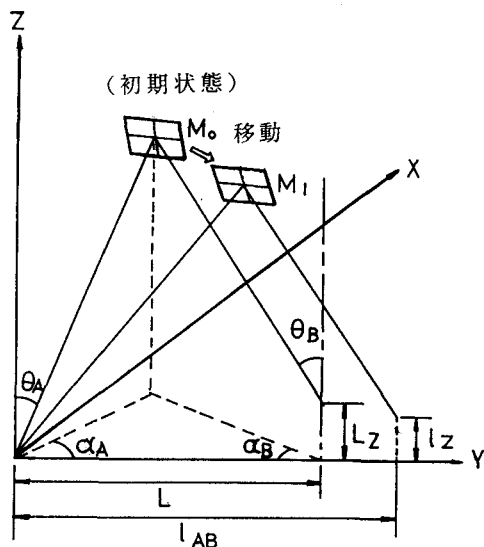


図-1 測定原理



Y軸; AとBを結ぶ方向
 X-Y平面; 水平面
 Z軸; 鉛直方向
 L; A、B間の距離
 L_z ; A、B間の標高差
 l_{AB} ; 鏡を介して見えるターゲット部の距離
 l_z ; 鏡を介して見えるターゲット部の標高差

図-2 変数の説明

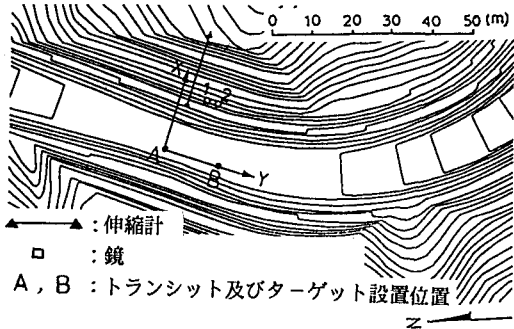


図-3 観測事例箇所の平面図

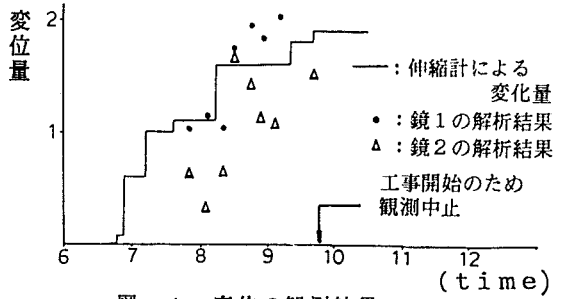


図-4 変位の観測結果

5. 観測事例 観測は図-3に示す切土斜面で実施した。斜面は切土高約20m、幅80mの4段で切土勾配は1:0.8として施工された。切土後6ヶ月経過した時点で下から4mの地層境界(傾斜8°の流れ盤で粘土を介在する)から上側がはらみ出し2段目、3段目のり面に一部クラックが発生したため観測を実施したものである。観測は対策工事の始まるまでの3ヶ月間、鏡による測定2箇所と伸縮計による連続測定1測線で実施した(図-3)。観測の結果は図-4に示す様に伸縮計の動きにほぼ一致した形で変形が進行する傾向を示し、変形の大きさもオーダ的に合うものとなっている。

表-1 鏡の状態を求めるための関係式

条件	(X-Y平面) $\alpha_n \neq 0 \theta_n = 0$ $\Delta X_n \neq 0 \Delta Y_n \neq 0 \Delta Z_n = 0$ $\alpha' = 360^\circ - \alpha$	(Z-X平面) $\alpha_n = 0 \theta_n \neq 0$ $\Delta X_n \neq 0 \Delta Y_n = 0 \Delta Z_n \neq 0$ θ' : Z-X平面に θ を投影した角度	(Z-Y平面) $\alpha_n = 0 \theta_n \neq 0$ $\Delta X_n = 0 \Delta Y_n \neq 0 \Delta Z_n \neq 0$ θ' : Z-Y平面に θ を投影した角度
概念図			
ΔX_M	$L \left(\frac{\tan \alpha_{B1}}{\tan \alpha_{A1} + \tan \alpha_{B1}} \tan \alpha'_{A1} - \frac{\tan \alpha_{B0}}{\tan \alpha_{A0} + \tan \alpha_{B0}} \tan \alpha'_{A0} \right)$	$Lz \left(- \frac{\tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{A1} + \tan \theta_{B1}} \tan \theta'_{A1} - \frac{\tan \theta_{B0}}{\tan \theta_{A0} + \tan \theta_{B0}} \tan \theta'_{A0} \right)$	—
ΔY_M	$L \left(\frac{\tan \alpha_{B1}}{\tan \alpha_{A1} + \tan \alpha_{B1}} - \frac{\tan \alpha_{B0}}{\tan \alpha_{A0} + \tan \alpha_{B0}} \right)$	—	$\left(- \frac{Lz \tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{A1} + \tan \theta_{B1}} \tan \theta'_{A1} + \frac{Lz \tan \theta_{B0}}{\tan \theta_{A0} + \tan \theta_{B0}} \tan \theta'_{A0} \right)$
ΔZ_M	—	$Lz \left(- \frac{\tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{B1} + \tan \theta_{A1}} \tan \theta'_{A1} - \frac{\tan \theta_{B0}}{\tan \theta_{B0} + \tan \theta_{A0}} \tan \theta'_{A0} \right)$	$Lz \left(- \frac{Lz \tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{A1} + \tan \theta_{B1}} - \frac{Lz \tan \theta_{B0}}{\tan \theta_{A0} + \tan \theta_{B0}} \right)$
$\Delta \alpha_M$	$-\tan^{-1} \left(\frac{1/2(\alpha_{A1} - 2\alpha_{M0} - L \tan \alpha_{B1}) \tan \alpha_{A1}}{L_{AB} - (L \tan \alpha_{B1}) / (\tan \alpha_{A1} + \tan \alpha_{B1})} \right)$	—	—
$\Delta \theta_M$	—	$1/2(180 - \theta'_{A1} - 2\theta_M - \frac{Lz \tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{B1} + \tan \theta_{A1}}) \tan \theta'_{A1} - \tan^{-1} \left(\frac{Lz \tan \theta_{B1}}{\tan \theta_{B1} + \tan \theta_{A1}} \right)$	—