

# 鷲尾岳地すべり地の変位測定

熊谷 貞治

国立防災科学技術センター第2研究部地表変動防災研究室

## On the Observation of Displacement at Washiodake Landslide Area

By

Teiji Kumagai

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

### Abstract

To make clear the movement of sliding blocks in the Washiodake landslide area, extensometers and shearing displacement meters were set on many positions of the ground surface and across the sliding surface at the underground tunnels.

The methods of measurement and the data of observation from February 1968 to May 1969 are described at the coal seam of C37c, the predicted main sliding surface. Under the main sliding surface, it is interesting to have observed in March 1968 that the extension between the upper block and the basalt dyke crossing the landslide area was accompanied by simultaneous shrinkage between the lower block and the dyke, and vice versa. Clear relation between the movement of the underground blocks and that of ground surface has not been observed, and further investigation of the structure at observation points is necessary

### 目次

|                |     |                   |     |
|----------------|-----|-------------------|-----|
| まえがき .....     | 171 | 2. 測定結果と問題点 ..... | 176 |
| 1. 測定の概要 ..... | 171 |                   |     |

### まえがき

北松型地すべりの構造および機構を明らかにするため、典型的な北松型と思われる鷲尾岳地すべり地において1、すべり面別の変位を直接測定し主たるすべり層の確認、2、地表と地中内部の変位について量的、時間的關係の測定、3、降水と地表、地中の変位の量的・時間的關係の測定、4、地すべり地のほぼ中央を横断している玄武岩の岩脈の上部地域、下部地域の変位量の差に関する測定などをおこなっている。

測定は、1968年2月から開始し、途中設置位置の変更はあったが、現在継続し測定中である。

測定器は地表では摺動抵抗型伸縮計、地中では差動トランス型変位計を使用した。本報では測定の期間が短かく、資料が不足なので、測定の概要と変動量が大きかった1968年3月の測定値についてのみ報告する。

#### 1. 測定の概要

##### 1.1 測器の配置

地表、地中および岩脈上部、下部における変位の量的、時間的關係を検討するため、図1にその位置を示すように地表には玄武岩岩脈をはさんで1968年2月に指示式伸縮計6台、自記式伸

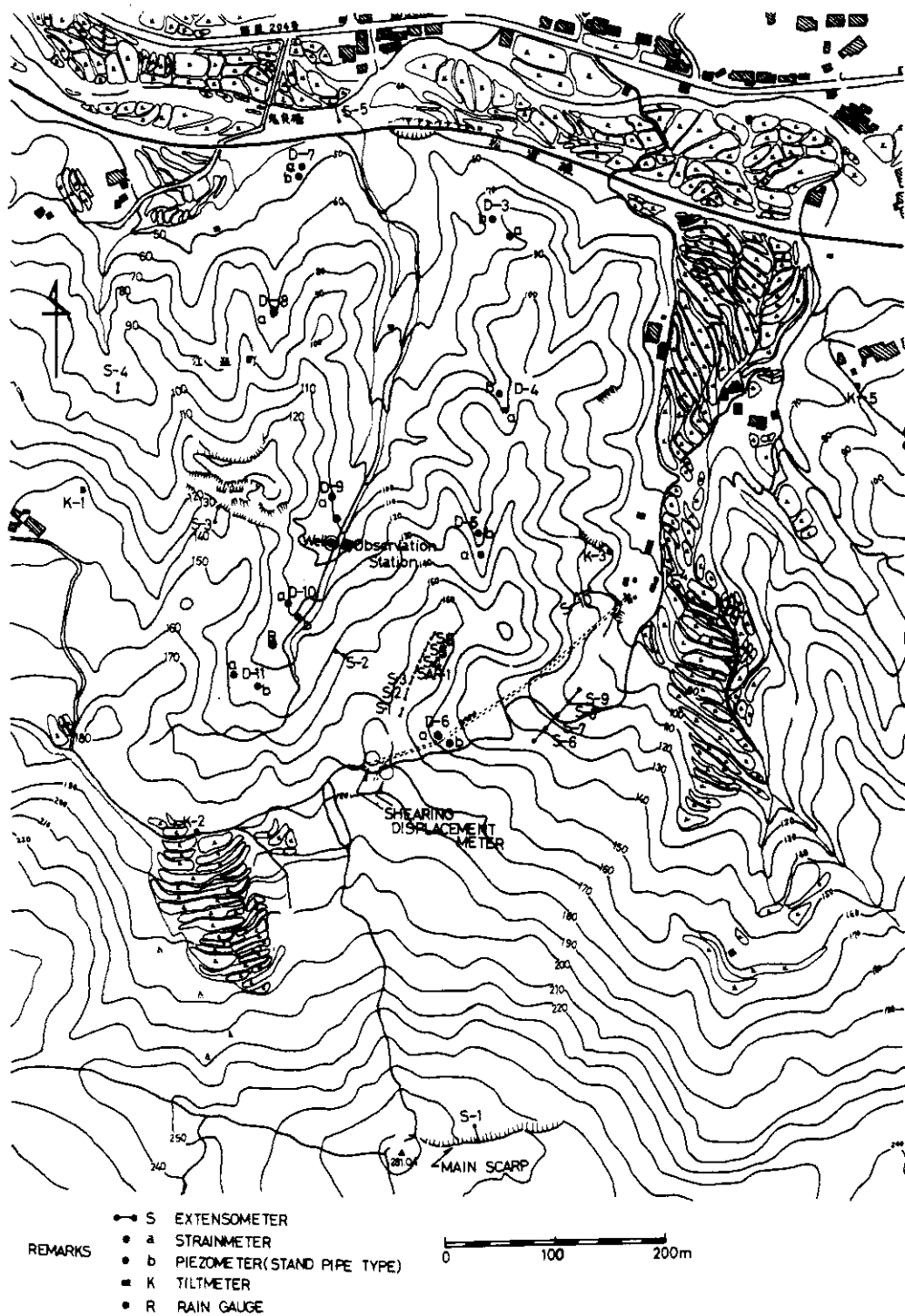


図-1 鷲尾岳試験地測器配置図

縮計1台，地中には，鷲尾隧道中の玄武岩岩脈とその上部，下部の変位を測定する差動トランス型ワイヤー式変位計2台，ヘダモノ層C37cに差動トランス型せん断変位計3台をいったん設置した。1968年9月には鷲尾隧道内のせん断変位計は撤去し，同月にC37aに1台，C37cに2台設置した。試験井には鷲尾隧道における変位との関係を検討するためにヘダモノ層C37a，bの各層をはさんでそれぞれ2台，1969年3月にC37c層に2台設置し，鷲尾隧道のC37aに1台を付加した。当所の測定以外にこの総合研究では，図-1に示すようにパイプひずみ計(D-3a~11a)による地中のひずみ測定，伸縮計(S-1~10)，傾斜計(K-1~5)による地表の移動測定を建設省土木研究所，間隙水圧計(D-7b，9b~11b)による水位測定を農林省農業土木試験場，雨量計(R)，流量計(図示されていない)による測定を運輸省気象研究所が担当している。通常の測定は，当所の委託

をうけて三扇コンサルタントにより行なわれている。測定回数は自記測定をのぞいて間隙水圧測定は毎日，その他は毎週2回(月，木)行なっている。

## 1.2 鷲尾隧道内の測定

### 1.2.1 せん断変位計

主たる地すべり面と予想されたヘダモノ層に図-2に示すように1968年2月に設置した。当初，せん断変位計は岩盤にモルタルで取付けたが，測定中にはがれて落ちたので1968年9月以降図-3に示す位置に設置し，取付方法は図-4，図-5のような取付け方をした。すなわち，鉄板を岩盤に長さ約1mのアンカーボルトで固定し，岩盤の凹凸面はモルタルでふさぎ，岩盤に固定した鉄板に測器を取付けた鉄板を固定するという方法である。現在この取付け方法で落ちたものはない。写真-1は1968年2月に設置したものであり，写真-2は1968年9月に取付方法を改良したものである。

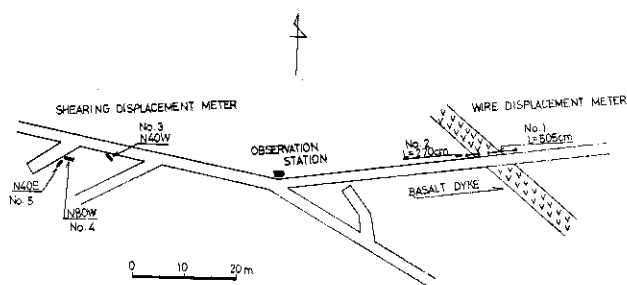


図-2 鷲尾トンネル内の測器配置図  
(1968年2月~1968年9月)

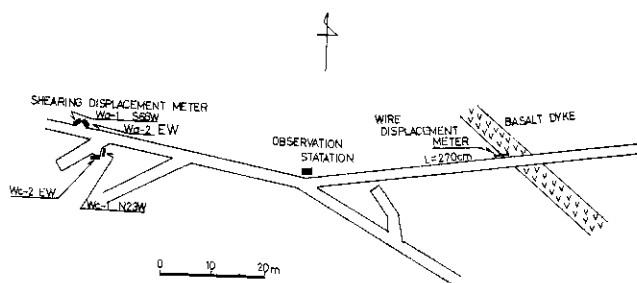


図-3 鷲尾トンネル内の測器配置図  
(1968年9月~)

設置した測器は差動トランスを使用したせん断変位計である。測定方法は，ヘダモノ層をはさんでいる上部の地層にアンカーをとり，下部の地層に変換部を固定する。アンカー側と変換部とをアームで連結し，相互の動きを平行に差動トランスへ伝達させるようになっており，測定方向以外の変位に対しては回避出来るような構造となっている。本測器の仕様は測点距離：20~40cm(但しヘダモノ層の厚さにより40~60cmも可能)，測定範囲： $\pm 2.5$ mm，読取精度：測定範囲の1/100である。出力は電圧であるので目盛を換算した電圧計で読み取る。(せん断変位計は土木測器センター製，DJ-25型を使用)

### 1.2.2 ワイヤー式変位計

岩脈をはさんだ上部と下部の変位を測定するため1968年2月に図-2に示す位置に差動トランス型ワイヤー式変位計を2台設置した。測定方法は測定点と不動点(玄武岩岩脈)をワイヤー(0.5mmφインパー線)で結び変換部内の重錘であらか

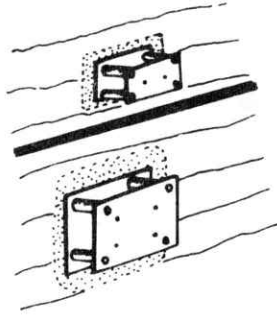


図-4 セン断変位計取付台概略図

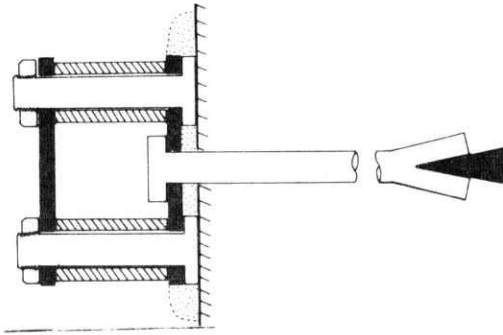


図-5 セン断変位計台取付断面図

じめ張力を一定にしておく。設置後2点間に生じた変位はワイヤーに直結されている差動トランスのコアを変位と同量だけ移動させ、このため差動トランスより電気出力が発生する。それをせん断変位計と同じく目盛を換算した専用指示計(電圧計)で読取る。本測器の仕様は測定距離、2m~20m, 測定範囲:  $\pm 2.5$ mm, 読取精度: 測定範囲の1/100である。(ワイヤー式変位計は土木測器センター製DEC-25型を使用)。本器は1969年1月坑内工事のため $\#1$ (下部側)は取りはずし、 $\#2$ (上部側)のみ測定継続中である。

### 1.2.3 温湿度計

せん断変位計, ワイヤー式変位計の温度・湿度変化による測定誤差が考えられるので1968年2月より9月まで図-2の観測ステーションの位置で温度・湿度を測定したが, 測定期間8ヶ月間中温度 $17^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$ , 湿度 $95\% \sim 98\%$ の間

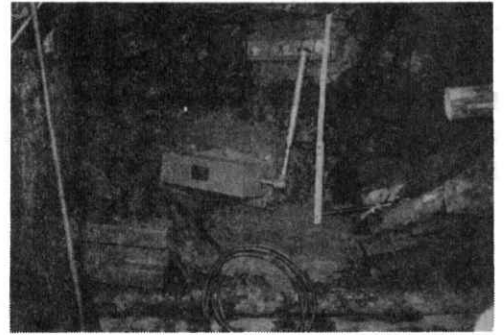


写真-1 設置されたせん断変位計 (1968年9月以前)

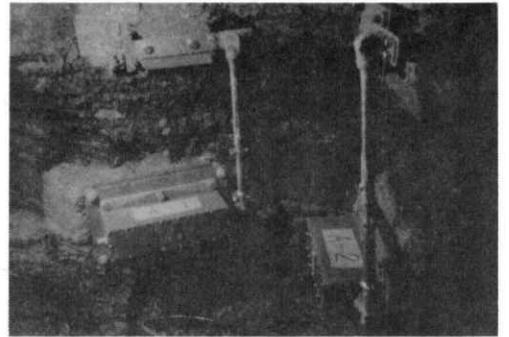


写真-2 設置されたせん断変位計 (1968年9月以降)

で一定であるため、測器の温度特性を考慮しても温度変化は無視出来るものとする。(温湿度計は中浅測器製, 2段式7日巻自記温度湿度計気象庁検定を使用)

### 1.3 試験井内測定

鷲尾隧道内と試験井内における変位の時間的, 量的関係およびヘダモノ層C37の主な3層中の炭層におけるせん断変位を明らかにするため試験井(位置は図-1に示す)内のC37a, b, cの3層に図-6に示すような位置に差動トランス型せん断変位計を設置した。せん断変位計の仕様および取付方法は鷲尾隧道内に設置(1968年9月以降)したものと全く同様である。設置時期はa層, b層が1968年9月, c層が1969年3月である。測定は現在継続中である。鷲尾

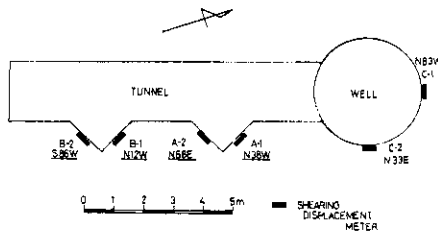


図-6 試験井内せん断変位計配置図

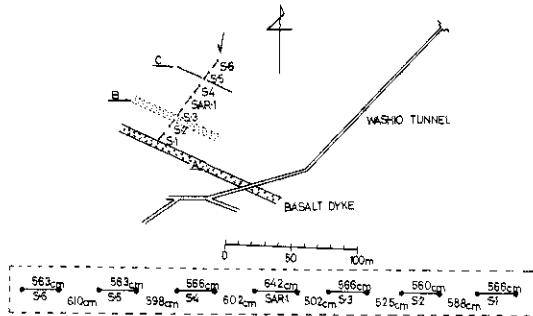


図-7 鷲尾岳試験地内伸縮計配置図

道内と異なる点は自記化したことである。次に自記の概要について説明する。せん断変位計よりの電気出力をケーブルで観測小屋まで導き、自動平衡動作の直流電圧計により記録させる。自記々録の他、週2回鷲尾隧道内の測定に使用している専用指示計で比較測定を行なっている。直流電圧計の仕様は、記録点数：6点（a, b, c層各2台）、打点間隔：5秒、目盛：電圧入力に対し直線、平衡時間：2.5秒、記録紙送り速度：25 mm/hである。記録紙は1ヶ月に1回の交換である。またこの自記装置は停電時には電源が自動切替によりインバータから電力が供給され少なくとも15時間程度測定が継続できる。商用電源が通電すれば再び自動的に電力は商用電源より供給される。

試験井についての詳細は別途報告されるので、ここでは設置点に関係あることについてのべる。

試験井は直径3.5 m、深さ28 mで垂直に掘削され、深さ24 m附近よりほぼ南の方向に奥行10 m、巾2 m程度の横坑が掘られている。試験井は標高100 m程度のところに位置し、ヘダモノ層C37はこれより深さ23 m～25 mの位置に存在している。

#### 1.4 地表における変位測定

地表と地中内部および岩脈上部と下部における変位の量的、時間的關係を明らかにするため、岩脈をはさんで指示式伸縮計6台、自記式伸縮計1台を図-1の位置に設置した。取付位置の

詳細は図-7に示す。鷲尾隧道内の岩脈は図-7のAであるが、隧道に露出している岩脈より地表の位置を推定したのが図-7のBである。隧道内と地表の比高は約65 mである。しかし地表調査では岩脈は発見されていなかったためBの位置が岩脈の位置であろうとして伸縮計の設置を進めていた。ところが伸縮計土台工事のため掘削中S5の南側の地点に玄武岩の風化物と思われる赤色土が発見されたので、隧道内における傾斜より岩脈は更に傾斜しているのではないかと推定された。いずれにしても岩脈をはさんでいるので当初の計画通り作業を進めた。しかし伸縮計の測線附近では測線の東側、西側の玄武岩岩脈が発見されている位置からみれば隧道内に現れている部分よりも傾斜が大きいといえよう。尚、玄武岩の風化物はS・4の北側とS・5の北側には認められず、S・5の南側の点だけに認められた。

測定にはS・1～S・6には摺動抵抗型伸縮計（坂田電機製LR-12型）、SAR-1にはパネ式、8日巻で倍率5倍の伸縮計（坂田電機製SRL-1型）を使用した。

伸縮計の設置に当たり、変位がかなり小さいと予想されたので図-8に示すような設置を行なった。測器の測点距離、間隔は図-7の点線内に示す通りである。尚SAR-1はクラックをはさんで設置されている。伸縮計の設置された地下構造については別途報告されるのでそれを参照していただきたい。またここに使用した伸縮計類は地すべり調査に普及しているため仕様の説明は省略し、指示式伸縮計の測定方法が異なるのでここでは、この方法についてのみ説明する。

通常は、測器と指示計との間でホイートストン

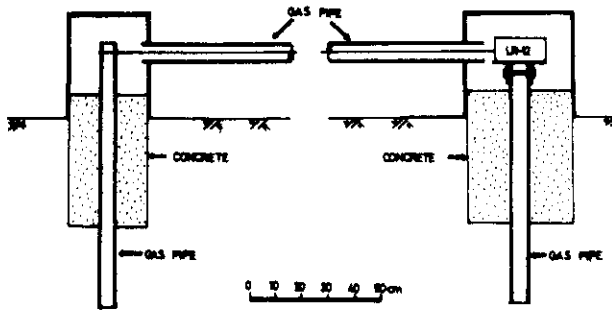


図-8 伸縮計取付台概略図

ブリッジの回路を構成し、読取るのであるが、本器の構造からみて精度が落ちると考えられる点があるので、この測定では摺動抵抗の全抵抗、抵抗体の両端より中性点までの抵抗値をその都度測定し、両者の比により変位量を求める方法をとった。この方法では測器ごとに異なる校正曲線は不用であるし、精度も最小読取値は0.05mmとなる。(抵抗値は、全抵抗約700Ω/20mmで0.1mmは約3.5Ωである。)抵抗値測定にはブリッジ(L-30型YEW製)を使用し1/10Ωまで測定する。また測定器系の温度変化を考慮して本体を取付けた木箱内に温度計を併設し、1/10℃まで測定している。

2. 測定結果と問題点

観測開始より1969年5月末日現在、ヘダモノC37を狭在している層間の変位が数mm以上認められたのは1968年3月の降雪によるもののみである。降雨時にSAR-1が1mm未満の変位が認められるが、地中の変位が認められないのでここでは鷲尾隧道および地表において観測された1968年3月の変位についてのみ報告する。

図-9に大きな変位があった期間を中心として前後25日間の測定値を示すものである。この他の期間の変動量は大略0.1~0.2mm程度である。

1. せん断変位計を取付けたヘダモノ層C37cは降雪時にすべり方向と推定される方向に移動している。C37cの他にすべっているヘダモノ層があることが予想されるが少なくともC37cをはさんで移動していることは確認で

きた。

2. 玄武岩の岩脈をはさんで設置した地表の伸縮計には、ヘダモノ層の変位に対応する変位は認められない。

3. 鷲尾隧道内に玄武岩を中心としてその上部と下部の変位をワイヤー式変位計によってみれば上部がちぢめば下部はのび、上部がのびれば下部はちぢむという測定結果が得られた。

4. ワイヤー式変位計の設置点を上下方向で言えばC37cの下数mの地点である。測定結果からC37cで切断されている玄武岩の岩脈もC層以下では切断されていないと推定し得る相関々係を示している。これは1.崩落崖より江迎川方向へC37c層以上が移動した場合C層以下の上部は岩脈がヨウ壁となるのでここまでは圧縮され、下部はC層以上の移動に引張られてのびの傾向を示すものと思われる。しかし、C層以上の移動が止まるとC層以下の下部は、移動の際の、のび傾向に対し、C層の以上の岩体を残してちぢむ、すなわち元に戻るようである。C層以下の上部は下部に押しちぢむという考え方と、岩脈のみC層以上の移動により下部へ傾き、C層以上の移動が止まれば元にもどるといふ板パネのような構造であるとの2通りが考えられるが、地中での絶対移動方向を測定する方法がない現在、決め手がないと言える。

5. 目的の一つであった各観測点における変位の時間的關係については、測器の精度その他に問題があり検討出来なかった。今後機会があれば自記記録化している試験井と鷲尾谷試験地の各観測点に、変位の期待される降水時に同性能の測器を配置して同時観測を試みたい。

6. 一般に地すべりの調査において地表に伸縮計を設置して土地の移動を測定する場合がある。しかし鷲尾谷地すべり試験地では地すべり面の変位に対応する変位が地表で認められない。このことは地すべり層より上の地層をのせのまま移動して行くこの種の岩盤層すべりでは地表の伸縮計による測定の意味についてはかなり検討が必要であろう。

この報告では、測定の概要と変位の大きい期間についてのみ検討した結果について述べたが、将来は測定値の集積と地質構造を併せまえがきにのべた点についての機構解明とともに排水量とすべり

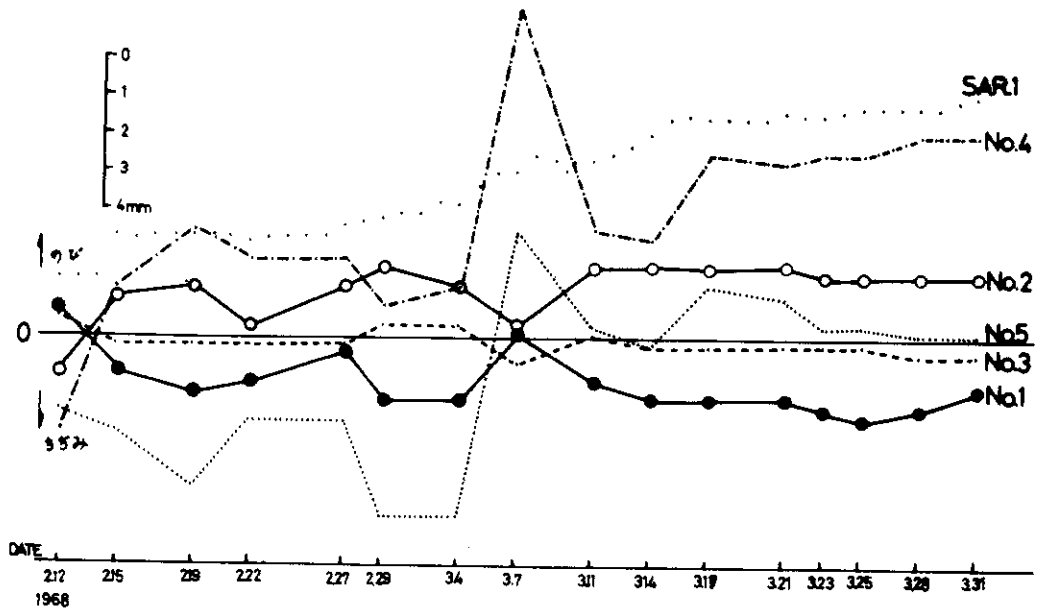


図-9 せん断変位計・伸縮計の測定値  
(1968年2月~1968年3月)

層の変位量の関係など地すべり対策工事の効果についても検討したいと考える。