

地すべり発生機構に関する二・三の知見 (破碎帯地すべりの一例)

末 峯 章・島 通保・小西利史

SOME REMARKS ON LANDSLIDE MECHANISM (AN EXAMPLE OF FRACTURED ZONE LANDSLIDE)

By Akira SUEMINE, Michiyasu SHIMA and Toshifumi KONISHI

Synopsis

Explanation of landslide mechanism is described from extensometer's and internal strain meter's records. There are both a creeping landslide and a brittle landslide. Landslide surface seems to shift from one place to another. Analyzing the onset time of these records makes clear that rupture occurs in middle landslide slope and is propagated bilateral along a slope at a few meters per an hour or unilateral along a slope at dozens of meters per an hour. Extensometer's record put between head cliff makes clear that rise time in landslide is about ten and odd hours.

1. は じ め に

今まで各地の地すべりにおいて地すべり現象を解明する目的で、種々の地すべり変動観測が行なわれてきている。しかし、これらの観測はどちらかというと観測計器の配置密度や時間精度は荒く、地すべりの発生機構について詳細な所まで言及し得るような観測は行なわれていない。今までの主な地すべり変動観測は、地すべり地の範囲の決定、地すべり面(層)の深さの決定、圧縮領域であるか引張り領域であるか、どの方向にどの位変動したか、何時頃崩壊が起こるか、地すべり対策工事の結果地すべり活動が停止したかどうかなど、これらのいくつかを組み合わせたものを解明する目的であった。

地すべり現象を発生機構の現象面から考えた場合、Fig. 1 に示すような種々の物理量を明らかにする必要がある。まず第1に地すべりの核となるものが何時、斜面のどこに形成されるのか?次に破壊がどの方向にどの位の速さで伝播するのか?そして地中の変位速度はどの位であるのか?変位の空間依存性ならびに rise time (変位が起り始めてその変位が終るまでの時間)はどの位の order

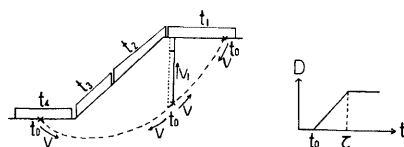


Fig. 1. Schematic model of landslide mechanism.

であるのか?そして変位がどの位の速度で地表面に伝播するのか?破壊面の面積はどの位であるのかという点である。これらの種々の物理量のうちの破壊面である地すべり面の平均的な破壊伝播速度について、破碎帯地すべり地における一観測例は前に報告した¹⁾。その平均的な破壊伝播速度は数十 m/h の order であった。これらの種々の物理量を解明する為に、さらに徳島県三好郡井川町西井川の西井川地すべり地にて、昭和54年3月から計器を再設置して計器観測を行った。昭和54年6月26日から7月4日にかけてこの地すべり地に 285 mm の降雨があった。この時この地すべり地において地すべり活動を観測した。この時のデータによって前記の物理量の一部が解明されたので報告する。

2. 西井川地すべり地の概要

西井川地すべり地は、吉野川流域の叡訪谷の東斜面にある。昭和48年11月下旬頃、木工団地設立を旨として切土して、現在建物が建っている約南半分の地域を埋め戻して約 $50\text{ m} \times 150\text{ m}$ の平坦な土地造成を行ったところ、幅約 60 m 長さ約 70 m にわたって地すべりが発生した。(Fig. 2 参照) その後、この地すべり地は降雨に対応して間欠的に変動を繰り返し、現在幅約 130 m 、長さ約 170 m の地すべり地となっている。地すべり地の地形は、四国山地の吉野川に面する斜面から派生する小規模で緩やかな尾根の中央部から西に向いた標高約 180 m から約 230 m の部分である。地質は、三波川結晶片岩類のうち北縁部の点紋帯に属する塩基性片岩と泥質片岩から構成されている。地層の走向は $N 74^\circ E \sim N 85^\circ W$ でほぼ東西で、傾斜は $20^\circ \sim 30^\circ$ で北落ちになっている。ボーリングによる地質調査によると、塩基性片岩と泥質片岩の厚い風化層が存在しており、深い所で 20 m 程度まで認められる。しかし岩屑性堆積物はほとんど存在していない²⁾。

3. 観測方法

観測に使用した伸縮計は、坂田電機 K. K. 製のスーパーインバー線伸縮計 SRL-1 型21台である。これ

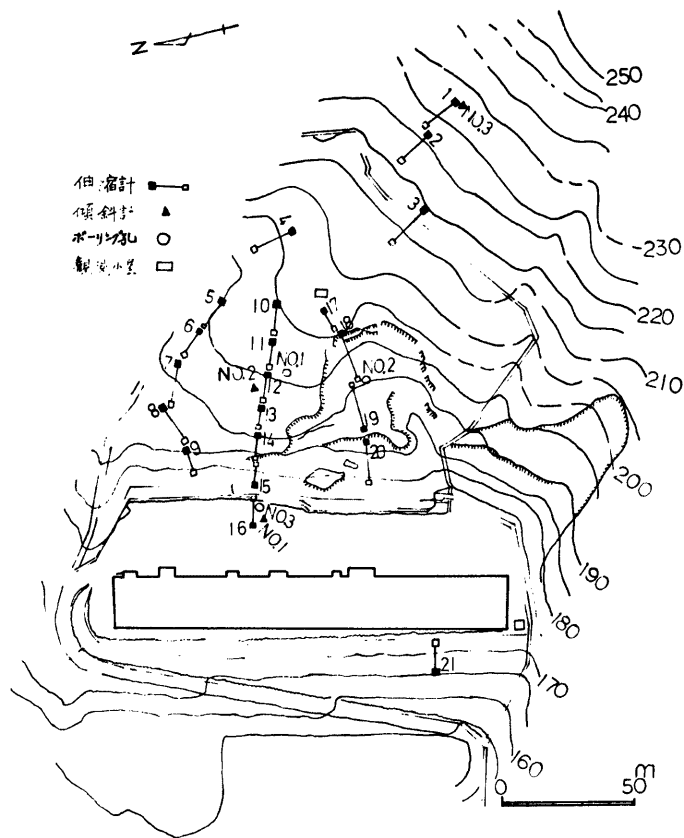


Fig. 2. Station of observing instruments.

Table 1. List of observing instruments.

Extensometer	Span	Sensitivity	Extensometer	Span	Sensitivity
1	14.07m	1.42 $\times 10^{-3}$ mm	12	15.15m	1.32 $\times 10^{-3}$ mm
2	14.78	1.35	13	14.98	1.34
3	18.42	1.09	14	14.14	1.41
4	15.95	1.25	15	14.35	1.39
5	14.53	1.38	16	12.11	1.65
6	14.20	1.41	17	8.63	2.32
7	16.79	1.19	18	18.05	1.11
8	13.51	1.48	19	20.38	0.98
9	15.48	1.29	20	15.86	1.26
10	10.01	2.00	21	14.68	1.36
11	14.08	1.42			

は、長さ 1.2 m～1.5 m、径約 20 cm の松の木杭の一方にスーパーインバー線の一端を、他方に記録器を設置して、両木杭間の伸縮変化を記録するものである。この記録器は大地の伸縮変化を 5 倍に拡大し、ペンの送り速度は約 4 mm/h である。又地中の変動状況を記録する為に、外径 48 mm の塩化ビニールパイプにストレーンゲージをセンサーとして 1 m 間隔（地すべり面（層）付近と思われる深さには 50 cm 間隔）に貼った地中内部歪計を製作した。この長さ 20 m の地中内部歪計を 3 本、昭和 54 年 4 月中旬から昭和 54 年 5 月中旬にかけて設置して、共和電業 K. K. 製のデジタル歪測定器装置 SD-500 型で記録させた。地中内部歪は、昭和 54 年 6 月 27 日から 7 月 3 日にかけては基本的には 10 分おきに出力させたが、観測期間の後半には一部 20 分おきとか 1 時間おきに出力させた。そして、各観測記録の立ち上りの時間差等を利用して、地すべり発生機構を解明した。Fig. 2 に計器の配置図を Table 1 に各伸縮計の定数を示している。

4. 観測結果と考察

まず地中内部歪計による地中内部の歪の状況について述べ、地すべり発生機構を規定する物理量の一部に

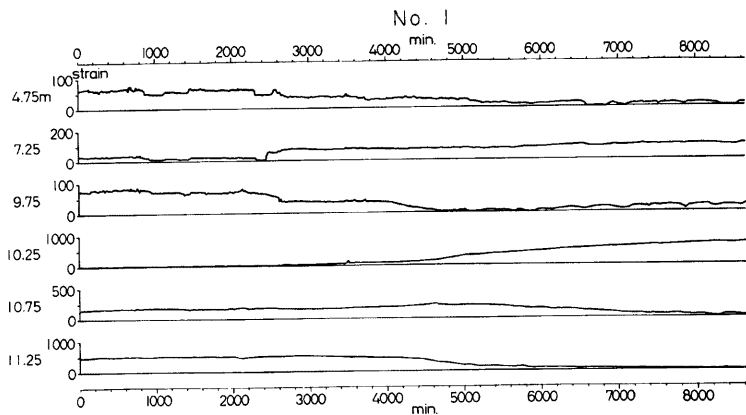


Fig. 3 (a). Examples of the internal strain gauges at No. 1 shown in Fig. 2 from 27 June to 3 July 1979.

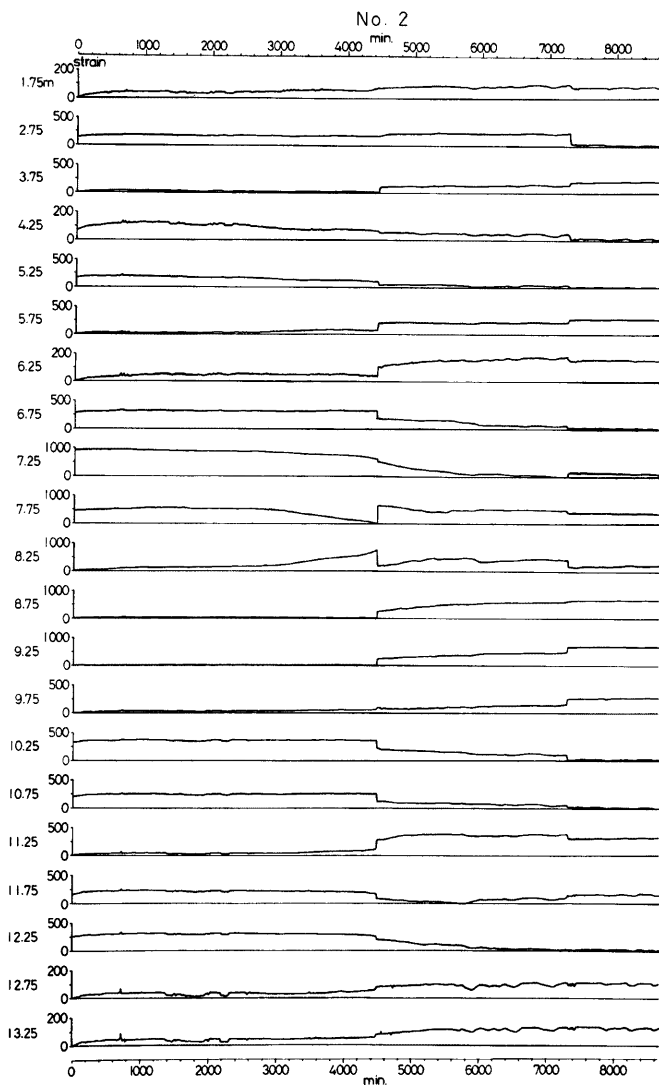


Fig. 3 (b). Examples of the internal strain gauges at No. 2 shown in Fig. 2 from 27 June to 3 July 1979.

ついて述べる。Fig. 3 (a)・Fig. 3 (b)・Fig. 3 (c) に、昭和54年6月27日から7月3日にかけての地中内部歪計の観測結果の一部を示している。ただしこれらの図にはこの期間中に 50×10^{-6} strain 以上の変化のあつ

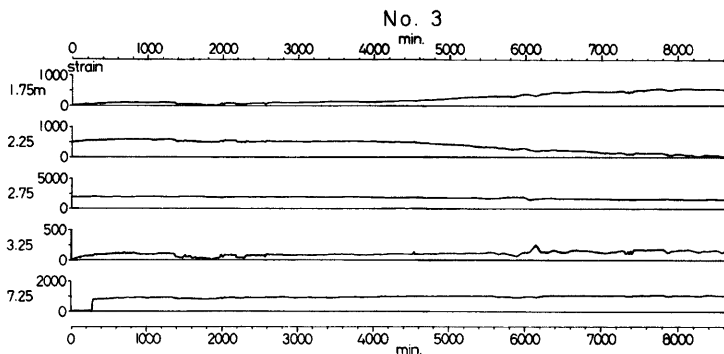


Fig. 3 (c). Examples of the internal strain gauges at No. 3 shown in Fig. 2 from 27 June to 3 July 1979.

た深さだけ示している。No. 1 の深さ 10.25 m・10.75 m・11.25 m, No. 2 の深さ 7.75 m・8.25 m, No. 3 の深さ 1.75 m・2.25 m から明らかなように、地中内部歪にはクリープ的な動きと No. 2 で観測されている brittle 的な動きが存在しているらしい。この brittle 的な歪の変化がもし電気的な影響であるならば、No. 1 や No. 3 にも同時期に起こるはずであるが、そのような変化は現われていない。したがってこの歪の変化は電気的なものではなく、現実の地中内部歪の変化を記録しているものと思われる。

又、この種の地中歪計は一度地中に設置してしまうと目で変化を確認することができないので、何らかの方法でその動きをチェックする必要がある。そのチェックの仕方として、島ほか³⁾によって作られた挿入型地中内部歪計を利用した。その観測結果を Fig. 4 に示している。Fig. 4 中の A は斜面に対して横断方向の塩化ビニールパイプの変形を表わしており、マイナス側への変動は塩化ビニールパイプが南側へ凸状に変形していることに対応し、プラス側への変動は塩化ビニールパイプが北側へ凸状に変形していることに対応し

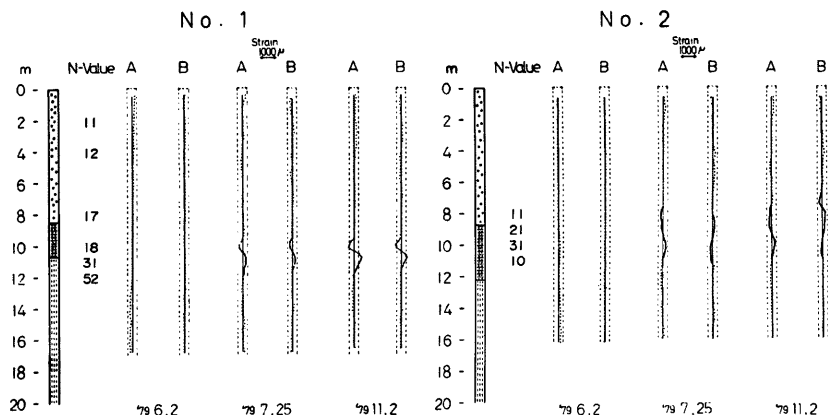


Fig. 4(a). Value of the strain meter of insertion type at No. 1 shown in Fig. 2.

Fig. 4(b). Value of the strain meter of insertion type at No. 1 shown in Fig. 2.

ている。Fig. 4 中の B は斜面の縦断方向の塩化ビニールパイプの変形を表わし、マイナス側への変動は塩化ビニールパイプが諏訪谷の方へ凸状に変形していることを示し、プラス側への変動は塩化ビニールパイプが山の方に凸状に変形していることを示している。この挿入型地中内部歪計を塩化ビニールパイプに挿入するさいの誤差は、最大 ± 200 マイクロストレインであるということが判明している。ボーリングが掘削されて地中内部歪計が設置された約 1 ヶ月後の 6 月 2 日の測定では、No. 1～No. 3 のボーリング孔すべて、斜面の横断方向ならびに縦断方向に塩化ビニールパイプは変形していないということが分る。それに対してこの梅雨期以後の 7 月 25 日の測定では、No. 1 では深さ 10.4 m 前後に地すべり面(層)が、No. 2 では深さ 9.6 m 前後に地すべり面(層)が、No. 3 では深さ 2.2 m 前後に地すべり面(層)が存在していることが分る。ただしそれらは 300 マイクロストレイン前後の変化であるが、6 月 2 日と 7 月 25 日の結果を比べてみて明らかに大きく、又 11 月 2 日の測定の時には明らかに同じ深さで同じような変形パターンを示している。挿入型地中内部歪計のセンサー自体の Calibration の結果、センサーの精度はあまり変化していないので、これらの深さで塩化ビニールパイプが曲っているのは確かであると思われる。従って No. 1 の 10.25 m・10.75 m・11.25 m の深さのクリープ的な歪の変化や、No. 3 の 1.75 m・2.25 m の深さのクリープ的な歪の変化は、真の土中の歪の変化を表わしているものと思われる。ただし地中内部歪計の深さについては、地中内部歪計を設置するさいのソケットの所の空間や、ボーリング孔底にスライムが残っているため、完全に地中内部歪計を正しい深さに設置できないので、挿入型地中内部歪計の深さとは一致していない。

No. 2 のボーリング孔の地中内部歪計は、前にも述べたような深さ 7.75 m と 8.25 m に代表されるようなクリープ的な地中の動き、6 月 30 日に観測された brittle な大地の動きを観測している。そして、その時の一番大きな動きを観測したのが深さ 7.75 m と 8.25 m であって、かつそのクリープ的な動きと brittle 的な動きのセンスは逆であった為、総歪変動量、いいかえればパイプの曲りはこの深さではあまり観測されていない。破壊と関係深い brittle 的な歪変動量は、13.25 m 以浅のほとんど全ての深さで同時間に観測されているので、どこで破壊が始まり、どの方向にどの位の速度で伝播したかは不明である。なお 10 分以内に伝播していることは確かであるから、その速度は約 60 m/h 以上であることは確定的である。今後サンプリング間隔をもっと早くして、この物理量を解明する必要があると思われる。

又このクリープ的な地すべり変動の起り始める時間を次のようにして決定した。得られたデータは不等間隔のデータであるから、斎藤⁹⁾による不等間隔のデータを 3 次の spline 関数で滑らかに内挿して等間隔データに変換するプログラムを使用して、10 分間隔のデータに作り直した。もとのデータには小さな短周期の電気的なノイズが含まれている可能性があり、今問題としているのは長周期の立ち上り時間なので、田中⁵⁾による Gaussian Filter のプログラムを使用して、24 Hz/day の周期の波を 5% 残すような Filter 操作を等間隔データに施した。又、このようなぬらっとした変化の立ち上りを決定するのは、石川、宮武⁶⁾によってもとのデータの微係数に Wiener's Prediction Filter を使用すれば精度よく決定できることが明らかにされているので、この方法を利用した。即ち Gaussian Filter を施したデータを数値微分して、各時間における微係数を入力データとした。まず自己相関関数を計算するデータの個数は 100 個と固定して、それから 10 個か

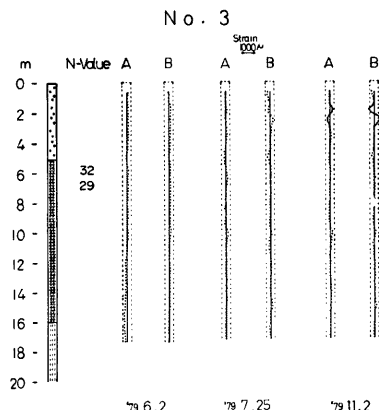


Fig. 4(c). Value of the strain meter of insertion type at No. 1 shown in Fig. 2.

Table 2. List of onset time at No. 2 shown in Fig. 2.

7.25m	6/28		6/29	6/30		
			15:52	7:32	8:42	10:22
			②-	②-	④-	③-
7.75m	10:12	15:02		9:52		12:12
	⑥-	③-		⑬-		⑧+(9)
8.25m	8:32	15:12		9:02	10:42	12:22
	③+	②+		⑦+	⑦+	⑦-(9)
8.75m	8:12					12:12
	②+					⑧+(45)

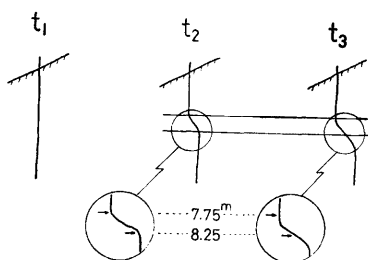


Fig. 5. Schematic model neighbouring slide surface.

らなるフィルターを作り、1ステップだけ先即ち10分間先の予測値を計算し、もとのデータとの差をとる。この操作を1stepずつごと繰り返して作用させて、その差がその値以前の100個の予測値と観測値との差の分散の2倍以上になった時間から、クリープ的な地すべりが発生したと判定した。得られた立ち上り時間はTable 2に示してある。Table 2の中で立ち上り時間の下の方で囲んだ数字はその異常値がいくつ続いて発生したかを表わし、その隣の+、-はそれぞれ微係数が増加する方向で異常値が発生したか、あるいは減少する方向で異常値が発生したかを表わし、()で囲んだ数字は一連の異常値

が発生した中での絶対値が最大の時の微係数を表わしている。ただし位相がずれないようにFilter操作を施しているが、計算機で近似計算しているので、立ち上り時間には1stepつまり10分間位の誤差は含まれている可能性はある。

これから分ることは、まずクリープ的な地すべり活動はNo.2の地点では、6月28日8時32分又は8時12分頃から深さ8.25m・8.75m付近で始まり、ついで7.75m付近では10時12分頃から始まり、以後そのクリープ的な地すべりは加速度を増しながら、6月30日の12時頃のbrittle的な破壊に達している(Fig.3(b)参照)。今回このNo.2の地点で観測された地すべりは一種のクリープ破壊である可能性が高い。Table 2からも明らかのように7.75mと8.25mにおける微係数の変化は、クリープ的な地すべりの時とbrittle的な地すべりの時ではセンスが違い、なおかつその微係数の絶対値もこれらの深さにおいて最大であるので、この付近に主な地すべり面(層)があった可能性が高い。

このクリープ的な地すべりとbrittle的な地すべりにおいて、塩化ビニールパイプの曲りが逆転するという事実を定性的に説明するモデルをFig.5に示す。

即ちクリープ的な地すべりは7.75mと8.25mで歪の変化のセンスが逆の動きをしているので、Fig.5のまん中に示すように地すべり面は7.75mと8.25mの間にあれば、深さ7.75mの所の塩化ビニールパイプは諏訪谷の方へ凸状になり、深さ8.25mの所の塩化ビニールパイプは山側に凸となり、このような現象は説明できる。そしてbrittle的な地すべりはこれとセンスが逆で、order的にもだいたい一致しているので、この時の地すべり面はこれより少し深い所にあれば、諏訪谷の方に凸になっていた深さ7.75mの所の塩化ビニールパイプが真直になったり、山の方に凸であった深さ8.25mの所の塩化ビニールパイプが真直になったりして、地中内部歪計の値はもとの値付近になり、7.75mと8.25mの歪の変化の様相を説明することができる(Fig.3(b)参照)。そして見掛上塩化ビニールパイプの曲率は小さくなっている(Fig.4

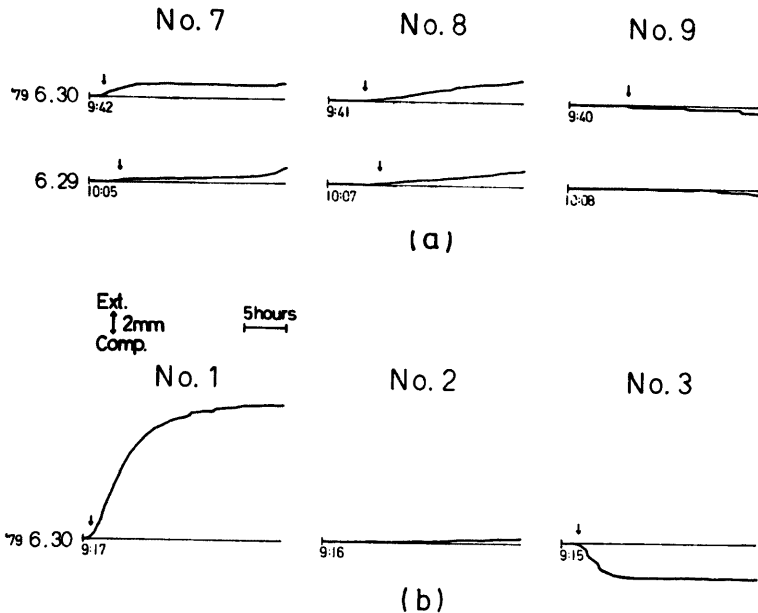


Fig. 6. Examples of extensometer's variation.

(b) 参照)。このように破壊面即ち地すべり面(層)が移動するという現象は、今回のように時間精度と深さの精度が高い時に始めて観測される現象であって、地すべり発生機構に関する新たな物理現象として非常に興味深い問題であると思われる。

4.2 伸縮計観測結果と考察

伸縮計の観測結果の一部は Fig. 6 に示されている。伸縮計 No. 1～No. 3 は斜面の上部に設置しており、No. 1 は滑落崖と思われる崖を挟んで設置してある伸縮計である。又伸縮計 No. 7～No. 9 は斜面を背にして右側に一続きに設置してある伸縮計である (Fig. 2 参照)。

まず斜面の上部の滑落崖付近の地すべり発生機構について言及する。6月30日には No. 1 の伸縮計は伸びの歪を、No. 2 の伸縮計はほんの少しの伸び歪を、No. 3 の伸縮計は縮みの歪を観測している (Fig. 6 参照)。

これらの伸縮計の記録は、ある一連の地すべり変動を表わしているものと思われる。それでこの記録を使用して地すべり面(層)の破壊が、斜面の上部から始まっているのか、斜面の中間から始まっているのか、あるいは斜面の下部から始まっているのか、破壊の伝播速度の速さはどの位であるのか、rise time はどの位であるのかを決定した。まず10倍のルーペを使用して記録紙上で 0.5 mm 以上の変動を始める時刻をもって、便宜上各伸縮計の立ち上りの時間とした。Table 1 より伸縮計の感度は、No. 1・No. 2・No. 3 はあまり大差はないので、多分立ち上りの時間に対する各伸縮計の地表面の歪の違いによる誤差はあまりないと思われる。記録紙の送りは約 4 mm/h であるから、時間精度は15分位はあると思われる。よって各伸縮計間において15分以上立ち上りの時間差があれば、それは有意な時間差と見なすことができる。このようにして決定された各伸縮計の立ち上りの時刻は、Table 3 に示されている。ただし No. 2 の伸縮計が観測した地表面の歪

Table 3. List of rupture velocity.

Extensometer	Onset time	Phase	Mean rupture velocity
No. 1	6/29 12:27	ext.	4.3m/h (bi-lateral)
No. 3	6/29 13:51	comp.	
No. 1	6/30 10:11	ext.	36m/h (bi-lateral)
No. 3	6/30 11:50	comp.	
No. 13	6/27 12:35	ext.	026m/h (uni-lateral)
No. 14	6/27 13:56	comp.	
No. 15	6/29 14:25	comp.	1066m/h
No. 16	6/29 15:52	comp.	
No. 15	6/30 3:48	comp.	3197m/h
No. 16	6/30 4:17	comp.	
No. 15	6/30 11:19	comp.	866m/h
No. 16	6/30 13:06	comp.	
No. 15	7/1 8:17	comp.	4635m/h
No. 16	7/1 8:37	comp.	

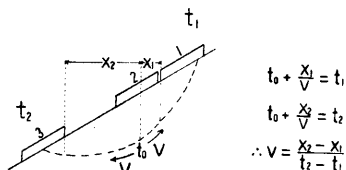


Fig. 7. Model of landslide mechanism at upper landslide.

は No. 1・No. 3 に較べて小さいので、今回は No. 2 の地域では伸び縮みはなかったものと見なした。この立ち上り時間以外の既知の量は、各伸縮計の span ならびに各伸縮計間の距離、および各伸縮計によって観測された歪のセンスである。

これらの既知の量を定性的に良く説明するこの地域の地すべり発生機構に関する簡単なモデルを Fig. 7 に示す。ただしこの地域にはボーリング孔が掘削されていないので、地すべり面（層）の深さについては不明である。しかし、地形ならびに滑落崖付近であることを考慮すると、地すべり面（層）は数 m 位であると推察される。前記の地中内部歪計の観測結果から、地中のある所での変位が地表面に伝達される速さは約 60 m/h 以上であると判明している。よって、地すべり面（層）の深さの違いに

よる地表面の歪が引き起こされる時間差は、数分以内であると思われる。従って地すべり面（層）の深さによる違いは、今回の第一次近似的な取り扱いにおいては無視した。

もし斜面の滑落崖の所に地すべりの核が発生し、その破壊が地すべり斜面の下部に伝播するような場合には、No. 1 の地域が最初に伸びて、次に No. 2 の地域が先に縮んでそれから伸びるかあるいは歪を観測せず、最後に No. 3 の地域が縮まなければならない。又、もし最初に No. 3 付近に地すべりの核が発生し、その破壊が地すべり斜面の上部に伝播するような場合には、まず No. 3 の地域が縮んで、次に No. 2 の地域が先に伸びてそれから縮むかあるいは歪を観測しないで、最後に No. 1 の地域が伸びなければならない。しかし現実はこのようになっておらず、まず No. 1 の地域が伸びて No. 2 の地域はほとんど歪を観測せずに、次いで No. 3 の地域が縮んでいる（Fig. 6）。立ち上りの時間差ならびにその歪のセンスを定性的に説明する為には、No. 2 の地域のまん中付近で地すべりの核が発生し、それが地すべり斜面の上部と下部両方に伝播されたと考えたと伸縮計の両端の杭にほとんど同時に破壊が伝播し、同じ様な変位をすると考えられるので、No. 2 の地域ではほとんど歪は観測されない。従ってまず No. 1 の下の杭が下方へ変位するので No. 1 の地域に伸び歪が、次いで No. 2 と少し離れている No. 3 の上の杭が下方に変位するので No. 3 の地域に縮みの歪が観測されることになる。この現象と実際の観測記録とは良く一致している。従って Fig. 7 の右側に示した簡単な計算によって地すべり面（層）における平均的な破壊の伝播速度が算出できる。このように算出された平均的な破壊の伝播速度は Table 3 に示してある。

この結果をまとめると以下になる。地すべり斜面上部においては、地すべり発生核は斜面の中間付近に存在し、破壊は斜面の上部と下部への二方向に伝播し、その速さは数 m/h である。地すべり斜面下

部においては、地すべり発生の際はどこに存在しどの方向に伝播しているか不明であるが、平均的な破壊の伝播速度は約 10 m/h 位から数十 m/h の order で前報¹⁾と大差ない。

又、No. 1 の伸縮計は滑落崖を挟んで設置してあるので、滑落崖の上の方にある杭は不動点と考えられ、下方の杭の所が移動していると考えられる。Fig. 6 の No. 1 の記録から、地表面の歪の変化が終了するまでに10数時間かかっていることが分る。よって今回この地域における変位の rise time は、10数時間であると思われる。

Fig. 6 の (a) に示されている伸縮計 No. 7~No. 9 の記録は、地すべり発生機構のうちの変位の空間依存性を考える上で興味深い問題を提起している。即ち 6 月 29 日と 6 月 30 日の伸縮計の記録を見ると、このグループの中で一番斜面の上部に設置してある No. 7 でまず最初に、6 月 29 日 12 時 28 分と 6 月 30 日 11 時 27 分に伸び歪を、次いで No. 7 のすぐ下に設置してある No. 8 で 6 月 29 日 16 時 20 分と 6 月 30 日 14 時 05 分に伸び歪を、そしてこれらの中で一番斜面の下に設置してある No. 9 で 6 月 30 日 16 時 35 分にはほんの少しの縮みの歪を観測している。もし No. 7 が設置してある地域で地すべりの核が発生し、その破壊が斜面の下方へ伝播したのなら、No. 7 が伸び歪を観測している時には、No. 8 は縮みの歪と観測していなければならない。しかし現実には、No. 8 は No. 7 よりも時間的に遅れて伸び歪を観測している (**Fig. 6 (a)** 参照)。よってこの可能性はあり得ない。もし地すべりの核が No. 8 の下端付近で発生し、それが斜面の上下方向に伝播したと仮定すると、まず No. 8 の伸縮計が伸び歪を記録し、次いで No. 7 の伸縮計が伸び歪を記録するはずである。しかし、観測記録はこのようになっている。

この観測記録を定性的に説明できる機構として No. 1～No. 3 の地域で考慮したのと同様な考えでもって **Fig. 8** に示すような機構を考えた。即ち地すべりの核は No. 8 の中間付近に発生し、その破壊が斜面の上下方向に伝播して、No. 8 の両端の木杭の所まで達した。しかし、**Fig. 8** の右側に示したように、最初のうちは No. 8 の両端の木杭付近の変位は同じであるので、No. 8 の伸縮計には歪は観測されず、No. 7 に伸び歪が観測される。それから時間が経過すると、No. 8 の両端で変位が何らかの原因によって変化した為に、No. 8 に伸び歪が観測される。No. 9 の地点は、傾斜の変換点の所にあたるので地表面が盛り上る等によって歪があまり観測されないか、あるいはほんの少しの縮みの歪が観測される。このように考えれば、この一連の No. 7～No. 9 の歪の変化の様子が一応説明可能であるが、今後もっとデータをとって解析しなければ断定的なことは言えない。

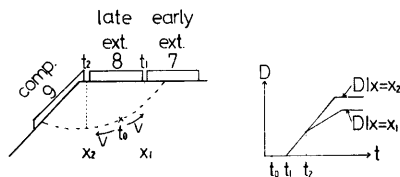


Fig. 8. Model of landslide mechanism at lower landslide.

5. ま と め

西井川地すべりで1979年6月下旬から7月初頭の梅雨期に285 mmの降雨があり、この雨水が地下に浸透して地すべり面(層)の剪断強度を低下させて、地すべり活動を引き起こした。この時の観測記録から地すべりの発生機構に係る種々の物理量の一部が明らかになった。まとめると次のようになる。

- ① 地すべり活動のうち地中内部歪にも、クリープ的な地すべり活動と brittle 的な地すべり活動があるということが分った。
- ② brittle 的な地すべり活動は約 60 m/h 以上の速度で、地表面に伝播しているということが分った。
- ③ 破壊面である地すべり面（層）が移動するらしい現象が存在することが判明した。
- ④ 地すべり斜面上部付近の一つの地すべりにおいては、破壊は斜面の中央部付近で発生して、bilateral で伝播しその速さは数 m/h 位であるのと、地すべり斜面の下部付近の伸縮計 No. 7～No. 9 が設置してある

付近では、変位の時間による違いが存在し、地すべり斜面の下部付近の地すべりにおいては伝播方向は不明であるが、10 m/h 前後と数 10 m/h 前後の破壊の伝播速度が存在しているらしいということが判明した。

⑤ 変位の rise time は滑落崖を挟んで設置した伸縮計の記録より、今回の地すべり活動においては10数時間であるらしいということが判明した。

しかし、まだまだデータが少ないので地すべり発生機構に関する種々の物理量については、これとは違った値が検出される可能性も高い。もっと色々なデータをとって前記のことについて解明していくつもりである。

おわりに地すべり部門の小林芳正助教授の有益な助言と批判に対して感謝する。又この計算を行う過程で、色々助言をして頂いた松村一男助手と野田均氏に、また田中寅夫助教授と入倉孝次郎助教授に感謝します。なお Wiener's Prediction Filter のプログラムは、石川・宮武によるプログラムを、Gaussian Filter のプログラムは田中のプログラムを使用しました。資料整理には高橋君子氏に大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

この計算には、京都大学防災研究所附属防災科学資料センターのM-140を使用した。

参 考 文 献

- 1) 島 通保, 末峯 章, 小西利史: 地すべり面における破壊伝播速度について, 京都大学防災研究所年報, 第20号 B-1, 1977, pp. 199-208.
- 2) 島 通保, 古谷尊彦, 小西利史: 破砕帯地すべり地の地中歪観測の 2・3 の結果, 京都大学防災研究所年報, 第18号 B, 1975, pp. 253-263.
- 3) 島 通保, 竹内篤雄: 地中内部歪の測定方法について, 地すべり, VOL. 10, No. 2, 1973, pp. 6~17.
- 4) 齊藤正徳: 時系列解析用サブルーチン, 地質工学, 第 9 輯, 1974, pp. 27-39.
- 5) 田中寅夫: 和歌山における局地震前後の微細土地変動の研究 (第 3 報), 京都大学防災研究所年報, 第 7 号, 1964, pp. 61-65.
- 6) 石川有三, 宮武 隆: ウィーナーフィルターの適用による地殻変動, 地震活動データの予測の試み, 地震 2, VOL. 31, No. 1, 1978, pp. 73-86.