

北松型地すべりの運動機構に関する研究 (II)

渡 正亮・藤田寿雄・酒井淳行・伊藤和行

建設省土木研究所

On the Mechanism of Landslides in Hokusho Area (II)

By

Masasuke Watari, Hisao Fujita, Atsuyuki Sakai and Kazuyuki Ito

Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Tokyo

Abstract

The Washiodake landslide is a typical model of the so-called "Hokusho Type" in the northern part of Nagasaki Prefecture. This type is represented by block-glide movements depending on the slide surface of a clayey layer in Tertiary system.

Observations of landslide movements with some instruments have been carried out since January 1968. The present report shows the data observed in the period from June 1969 to October 1970.

A typhoon attacked this area in the beginning of July 1969, and it caused some distinctive movements of the landslide. The data of these movements give some suggestions about the peculiar property of mutual relation among three sliding blocks.

目	次
1. まえがき	35
2. 調査概要	36
3. 層すべり型地すべりの地表変動特性	37
3.1 地表面伸縮計による移動量測定	37
3.1.1 設置位置	37
3.1.2 観測結果	38
3.2 地盤傾斜計による変動量測定	39
3.2.1 設置位置	39
3.2.2 観測結果	39
4. 層すべり型地すべりの地中ひずみ特性	39
4.1 パイプひずみ計による	
地中ひずみ特性	39
4.1.1 設置位置	39
4.1.2 観測結果	39
5. あとがき	39

1. まえがき

昭和43年度後半から地すべり運動測定のための諸計器の観測が開始され、昭和44年5月23日までの記録については第1報に集録されている。

引き続き昭和44年度以降についても観測を継続し、研究期間終了後の昭和45年4月からは長崎県当局の御協力をもって現在も資料の収集が続けられており、少なくとも連続2か年の資料を得て運動機構の解析が行なわれる予定である。

本報では第1報に続き昭和44年5月23日以降、

昭和45年10月末日に至る観測結果を掲げ、観測についての経緯、計器の移動および若干の考察を付するものである。

運動機構についての詳細な検討は、ただ地表変動に関する資料のみならず、気象、地下水についてのデータとの関連をあわせ検討する必要があり、本報告で同時に発表される他機関の報告をかりて、さらに研究を続けたいと考えるが、この結果については、46年度に刊行を予定されている第3報に

最終報告としてまとめたい。

試験地調査では毎日の観測、計器維持は考えるより大変な仕事である。県当局および現地観測者に必から感謝の意を表する。

2. 調査概要

鷲尾丘地すべりはヘダモノ層と称される軟弱な

粘土層を含む挟炭層をすべり面とするもので、地質構造が比較的乱されていないために、すべり面は広い単斜構造の層理面からなっている。

このため、地すべりの動きは一枚の板のつた物体の移動と同様で、地すべり土塊の攪乱は少なく、ヘダモノ層上部にのつた砂岩・頁岩の互層からなる移動層は、亀裂、陥没の少ない(周縁部を

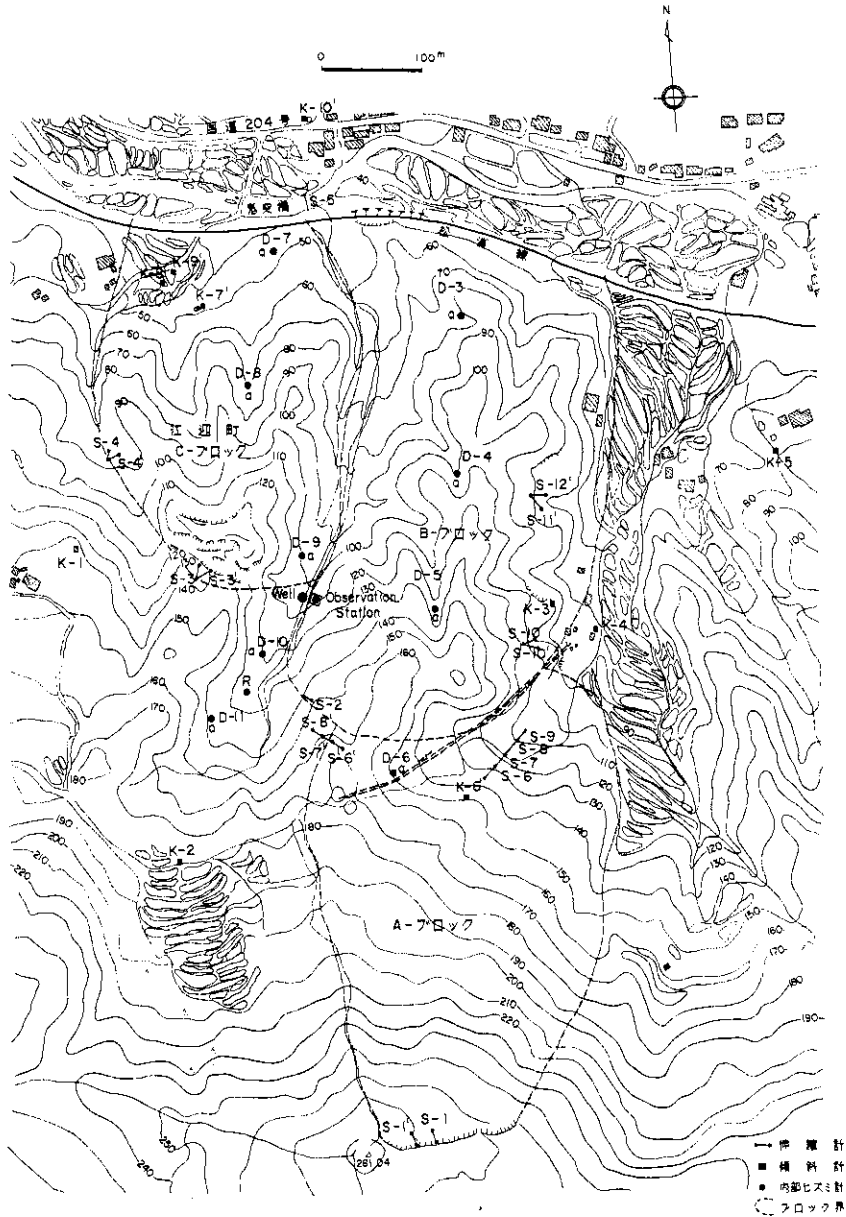


図-1 調査平面図

別として) マップを変動を示して、いわゆる層すべり型と分類されるものであろう。

地形および地すべりの状況から、三つの地すべりブロックに分けられた動きを想定し、これにもとづく移動の特徴を把握するために、それぞれ地すべり計測器を配置し、観測を実施した。

昭和43年からの計器配置はつぎのようである。

ブロック	傾斜計	伸縮計	地中ひずみ計
A	0	5	1
B	1	3	3
C	0	2	3
ブロック外	4		2

その後、各ブロックの動きを検討した結果、計器設置位置に若干の変更を必要とし、図-1に示

すとおり昭和44年11月から傾斜計の増設を含めて各計器を移動した。移動または増設した計器には計器番号にダッシュを付して区別した。

計器の撤去、新設に関しては表-1のとおりである。

3. 層すべり型地すべりの地表変動特性

3.1 地表面伸縮計による移動量測定

3.1.1 設置位置

既設の伸縮計については第1報に述べてある。新設伸縮計の位置はおよそ次のとおりである。

S-6', S-7', S-8' ; A, Bブロックの境界付近での亀裂をはさむもので、志戸氏断層がこれに近く沿い、地すべり移動に対する影響を調査するものである。

表-1

傾斜計	K-1	昭和44年11月11日まで観測	その後撤去
	K-2		
	K-4		
	(K-3, K-5については継続)		
新設	K-6'	昭和44年11月21日設置	
	K-7'	" (N-S方向故障のため12月30日から観測)	
	K-8'	"	
	K-10'	" 25日設置 (E-W方向故障のため1月27日から観測)	
伸縮計	S-1)	昭和44年11月7日まで観測, 11月11日撤去	
	S-2		
	S-6		
	S-7		
	S-8		
	S-9)		
	(S-3, S-4, S-5, S-10については継続)		
新設	S-6'	昭和44年11月13日設置, 観測開始	
	S-7'	" " , "	
	S-8'	" " , "	
	S-10'	" 11月14日 " , "	
	S-11'	" 11月12日 " , "	
	S-12'	" " , "	
	S-1'	" 11月14日 " , "	
	S-3'	" " , "	
	S-4'	" " , "	
地中内部ひずみ計	D-5	昭和45年8月31日まで観測, 以後観測不能	
	(D-5以外は継続)		
新設	D-12	昭和45年5月7日から観測開始	

S-10'; S-10にほぼ直角に置いたもので移動の方向性を定めようとした。

S-11', S-12'; S-10のはさんでいた同じ亀裂の北方部でS-10, S-10'と同じく直角に開いて移動の方向を確かめる。同時にこの亀裂の観測点の増設により、Bブロックの移動をより適確に定めようとしたものである。

S-1'; 滑落崖変動量測定用のS-1が破損したため、これに代えたもので、若干西寄りに設置した。

S-3'; S-3に直角に開いたものでCブロックの動きを把える。

S-4'; S-4に直角に開いたもので、S-3, S-3'と同様Cブロックに関するものである。

以上のように伸縮計については、B, Cブロックの動きをよりよく得ることに重点を置き、Aブロックについては滑落崖S-1'による変動量をもって代表し、A, B, C間の動きの差異の有無を把握することを目的としている。

3.1.2 観測結果

旧設置地点における観測結果については図-2.1~2.10に、また位置変更後の後期の結果は図-3.1~3.9にまとめてある。

前期の観測結果のうち、昭和44年6月末から7月初旬にかけての台風に伴う豪雨による地すべり移動がかなり明瞭に得られており、この地すべりの特徴を示していると考えられる。

6月初旬に58mm, 中旬に24mmの降雨があ

ったが、地すべりには大して影響を与えていないが、これが先行降雨としての影響をもっているかどうかは判定はむずかしい。6月25日に64mmの降雨があって、まもなく28日から台風に伴う豪雨が続く。7月2日~3日の小休止をはさんで前後115mm, 297mmの降雨量を記録した。

28日の降雨は46mmであったが、夜半から29日にかけて大きい移動の始まりが現われてきているが、同量以上の降雨があった6月初旬でも移動はみられなかったため、ここに先行降雨の影響が現われているとみられなくはないが、他の機関による調査の地下水圧、湧水量などの資料とつぎ合わせてみて、この間の関連につき検討する必要がある。

図-2の伸縮計の観測によれば末端部のS-5でまず移動が観測され、ついで地すべり最上部の滑落崖にあったS-1, その後S-5の観測しているBブロックの頭部と考えられるS-2に移動の開始が続いている。

S-1をのぞいて、降雨の休止期間中にははっきりした移動はなく停止状態であったが、4日からこの豪雨で移動が再開しているが、その開始順序は若干前回と異なって末端に当初あらわれ、順次上方に影響している状況がみられ、観測から計算された時刻のずれは表-2のとおりであった。

(週巻きの観測計器であるので、この時刻には2時間程度の誤差はあろうが、相対的な時刻は大差ないと考えられる)。

この地すべりは前記のごとくヘダモノ挟炭層を

表-2 地すべり移動開始時刻

	S-1	S-2	S-5	S-8	S-10
第1回	6月28日 23:00	29日 9:30	28日 18:00	29日 1:40	29日 10:00
第2回	7月5日 14:00	4日 22:50	4日 18:40		4日 24:00

すべり面とするいわゆる層すべりで、小さなブロックに分かれずに比較的一体となってすべる機構が考えられ、A, B, Cブロックは一体で同時にすべる運動特性が得られることも予想されたこともあるが、少なくとも各ブロックの比較的大きなマッシュを変動が考えられるとしてきた。

しかし、この移動記録をみると、同じBブロックとしたS-2, S-5の頭部と末端では第1回

では15時間あまり、第2回では4時間のずれがみられ、このブロックを一体とすれば、このようなずれはもっと小さくてよいように考えられ、頭部と末端の間には地表に現われていない亀裂が数多くあって、小さなブロックが存在していることが予想された。

さらにAブロックの最上部では移動の遅れがあるので、A, Bは別ブロックとしてよいように考

えられる。

地表の乱れなどの少ないBブロックではほぼ一体としてきたが、前述のように移動開始時間のずれは2～3の地表にみえない線に分かれることを示唆しており、運動機構としても、このうちの末端の小さいブロックが降雨による地下水の間隙水圧の上昇などによって小移動を生じ、上方のブロックがこれに続いたとするのが妥当であろう。

移動・休止がはっきりしているのが層すべりの特徴であって、この記録はこれを裏づけているが、最上部の滑落崖のS-1では休止期にはいるまでにゆるいカーブで移動が続き、1回目と2回目の移動の間の休止期間がはっきりしない。これはブロックの上方の攪乱が大きく、すべり土塊が安定しないために生ずる現象であろう。

3.2 地盤傾斜計による変動量測定

3.2.1 設置位置

新設の地点については下記のとおりである。

K-6' ; Aブロックの下部で、A、Bブロックを分けているバサルトのダイクの上方にあって、Bブロックの変動との関連を知るために設置された。

K-7' , K-8' , K-9' ; Cブロックにはこれまで傾斜計の測定がなかったが、地すべり末端部にあたる位置はBの末端部にあるヘダモノ層が上向きに押しあげられていることからみて、この層がここに連なっているとすれば、同様に上向きの回転を生ずるはずである。この変動が得られればCブロックの末端位置の推定が可能となるであろう。

鉄道の変動がCの末端ではあまりないことから、この3基の範囲内で測定しうると考えられた。

3.2.2 観測結果

観測結果を図-4.1～4.4に示した。

伸縮計で明瞭に得られた昭和44年6月～7月にかけての資料を検討してみたが、この時期の傾斜計は区域外の潜在的なすべり、または地盤変動を知るために配置したので、同時期における変動はあまり現われてはいず、伸縮計との関連は得られなかった。

K-5は地すべり外にあって不動点とみられていたが、8月から9月にかけて130秒の累積があるなど全般的に変動量が大きく、この地点だけの特性とは考えられるが、完全な不動点の資料としての意味は薄くなった。

4. 層すべり型地すべりの地中ひずみ測定

4.1 パイプひずみ計による地中ひずみ測定

4.1.1 設置位置

パイプひずみ計は地下埋設であるので、計器の移動設置はできない。D-3～D-11までの設置地点についての説明は第1報を参照されたい。

新設はD-12のみであるが、これはK-6'と同様A、Bブロック界のバサルトダイク上方に設置されたもので、Bブロックの移動および玄武岩脈の変位との関連を知るためのものである。

4.1.2 観測結果

前年度の観測が継続されたわけであるが、これまでと同様ヘダモノ層付近の変化がいちぢるしく、主すべり面はここにあることを示しているが、他にも上部の炭層に近いところでひずみの累積が若干あって、部分によっては2層のすべりとなりうる要素も持っているといえよう。

結果については図-5.1.a, b～5.10.a, bに示した。

前述の地すべり変動が激しい時期について検討してみると、No.3の29～31m付近、No.5の41m、No.6の41m、No.8の20m付近とそれぞれのヘダモノ層にあたる位置でのひずみ累積が大きく、この時の動きを裏付けている。しかし自記録でないため、時間的な検討はできない。

また同様にヘダモノ層以外の炭層のひずみ累積はNo.5の20m、No.6の20m、No.3の16m、No.4の30m、50m付近にあって、無視できないように考えられる。この場合には、層の傾斜方向からしてすべり面が場所によって斜面の途中にあらわれてくる部分があるはずであり、この地点での調査が行なわれれば、先の地すべりの細ブロック化につながりが得られるかもしれない。

5. あとがき

移動がかなり明らかな形で得られているので、これと地下水など他の地すべり関連要素とあわせみれば、かなり解析が進むと思われた。

また、これと同時に地すべりが大きく一体となって移動するかどうかがこの調査の一つの重点であったが、前述のとおり、いくつかの特性が得られてきたので、これをもう少し明確に区別けし、各ブロック毎の安定を間隙水圧分布の記録とともに解析して、運動の段階を追跡してみる必要がある。

さらにすべり面がヘダモノ層に限らず、2～3

枚あるとすれば、それぞれについての安定を検討しなければならぬ。

観測の開始が、年度計画の予定により遅くなっ

たので観測は現在なお継続されている。移動のはっきりした資料が少なくとも3回得られれば、かなり明瞭に比較検討できよう。

S - 1

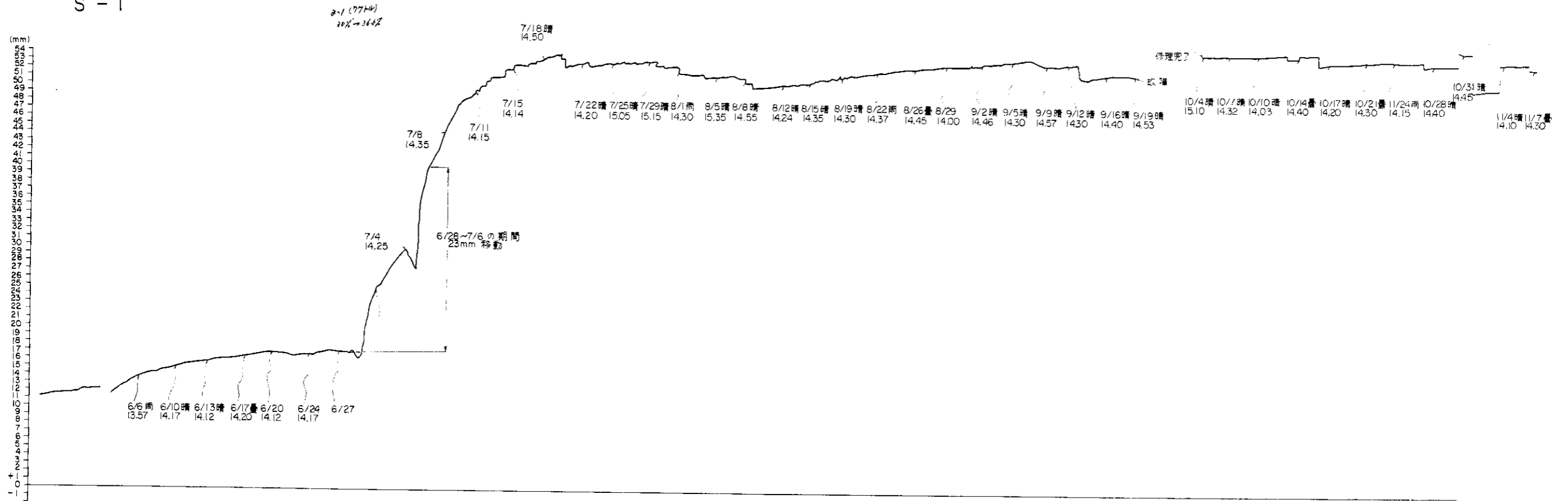


図 - 2.1 伸縮計測定結果

S - 2

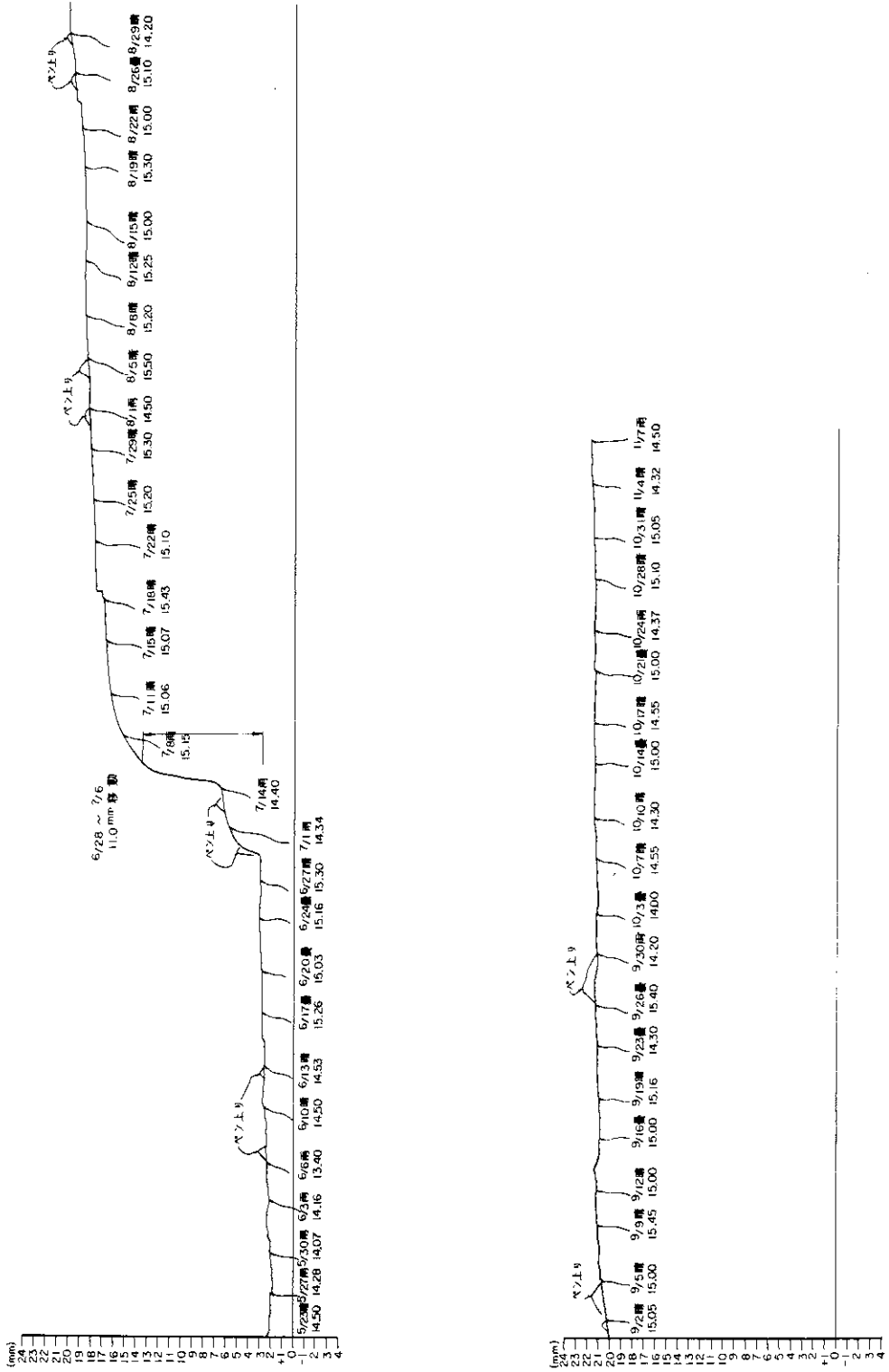


図 1-2 伸縮計測定結果

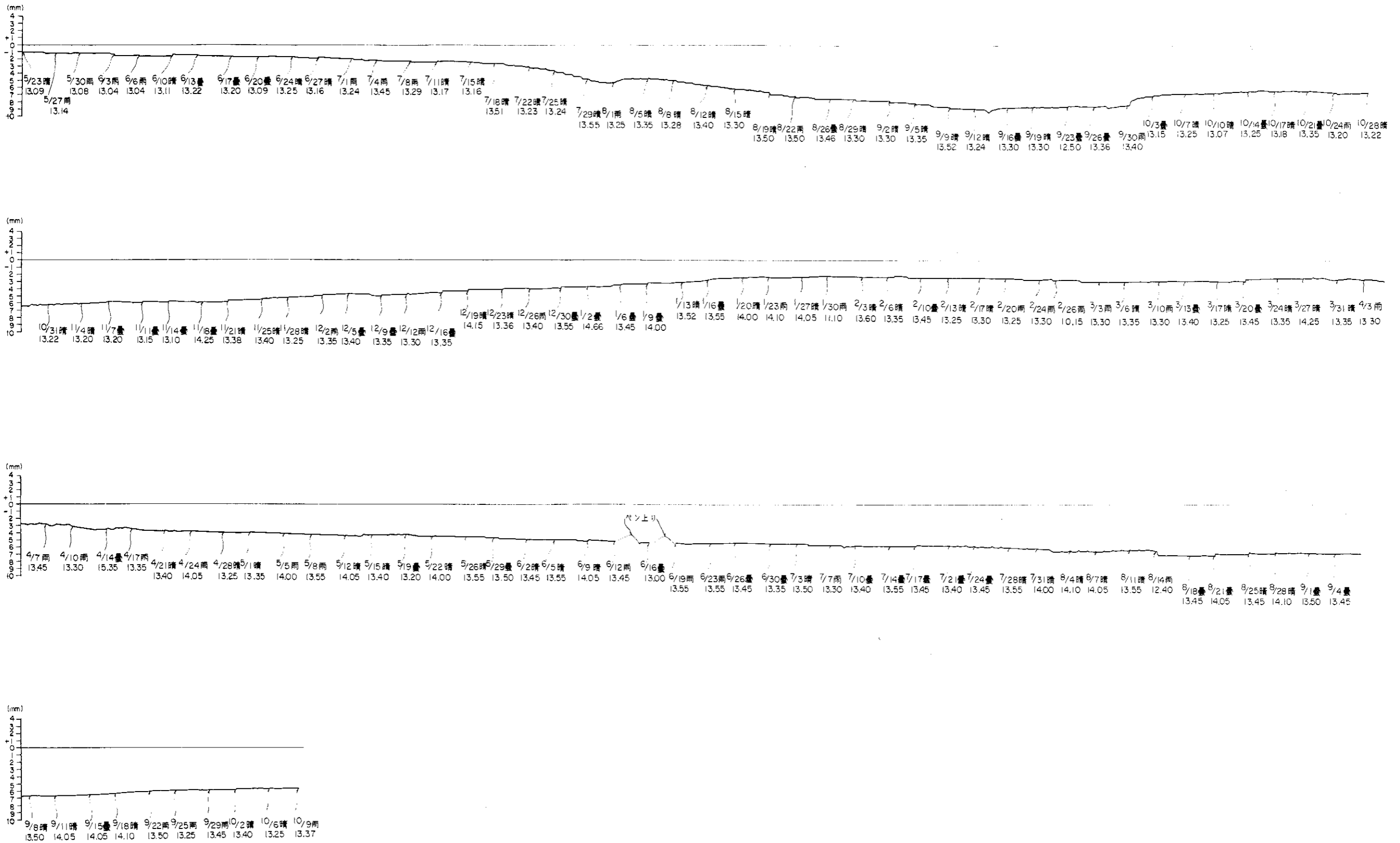
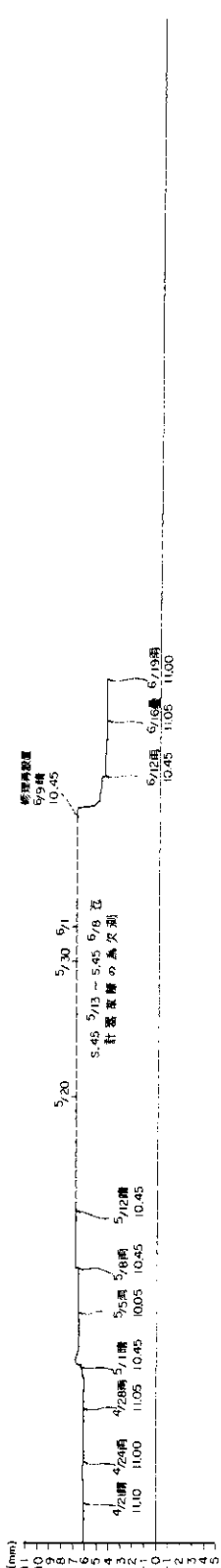
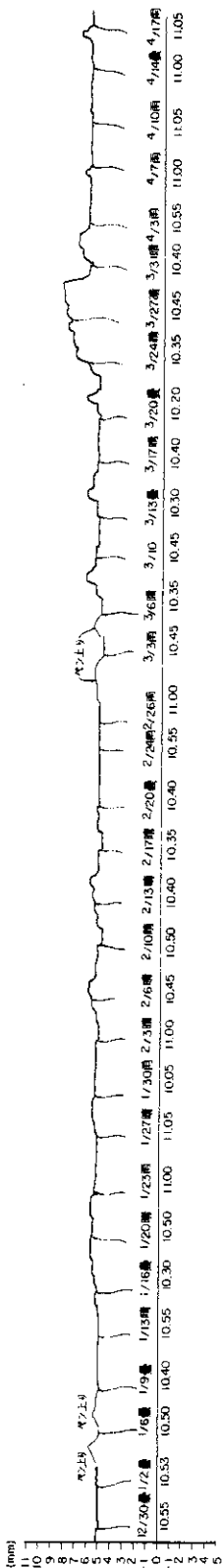
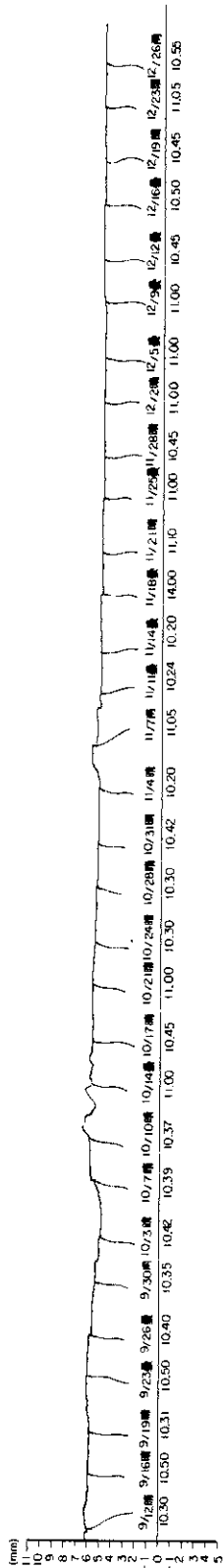
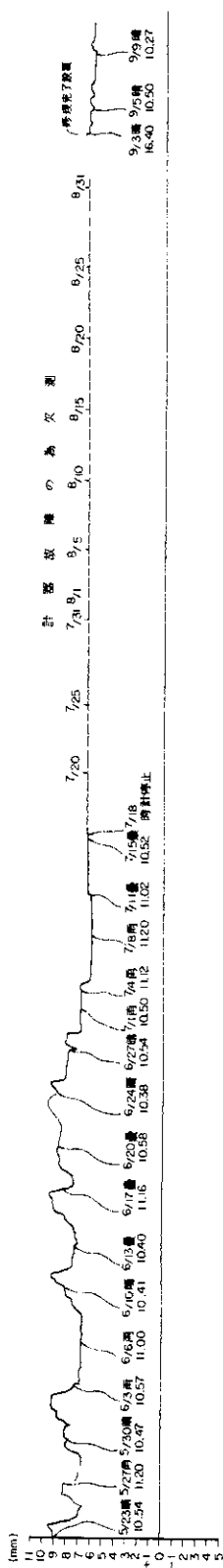


図 - 2.3 伸縮計測定結果

S-4



図一2.4 伸縮計測定結果

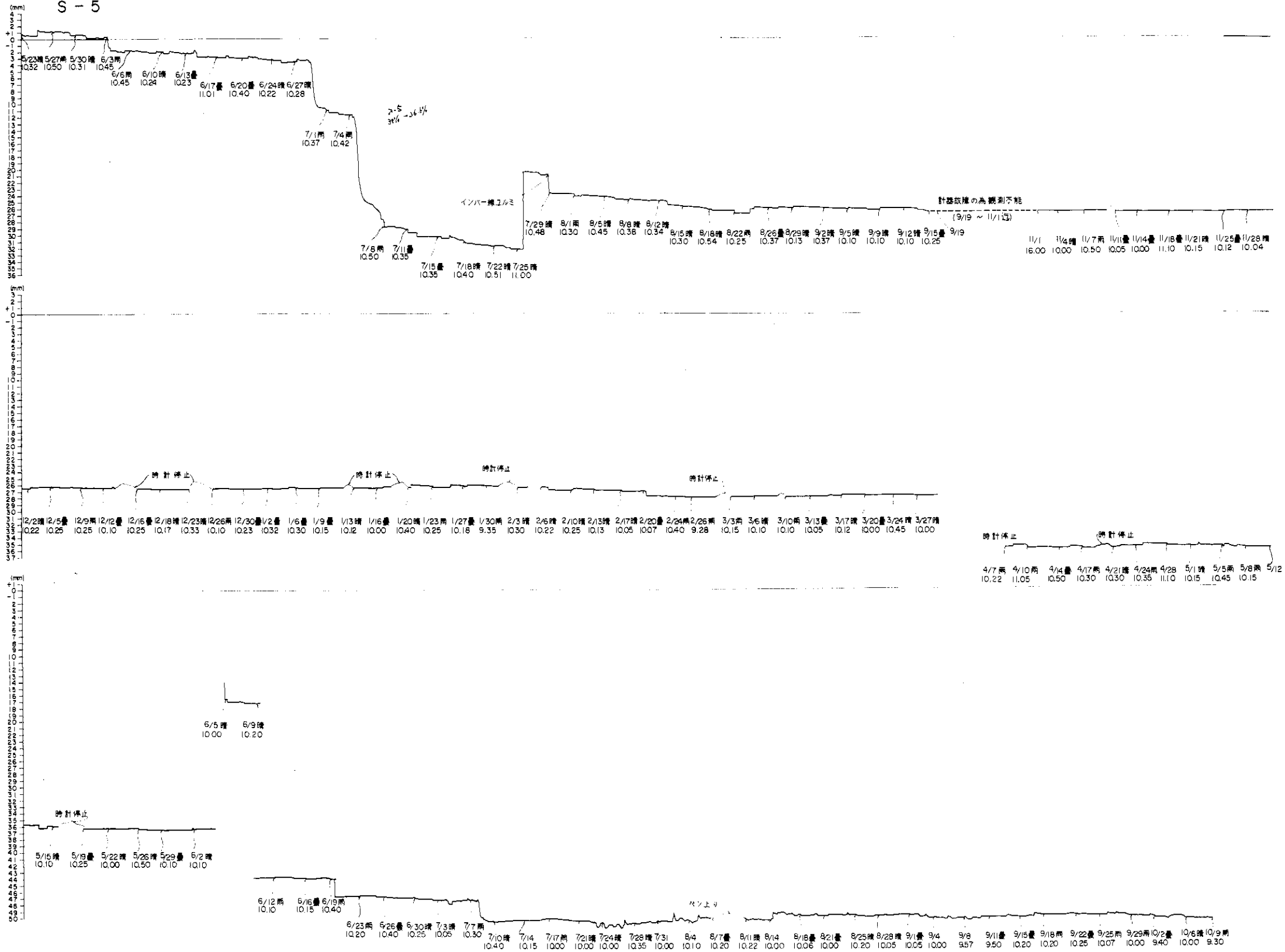


図-2.5 伸縮計測定結果

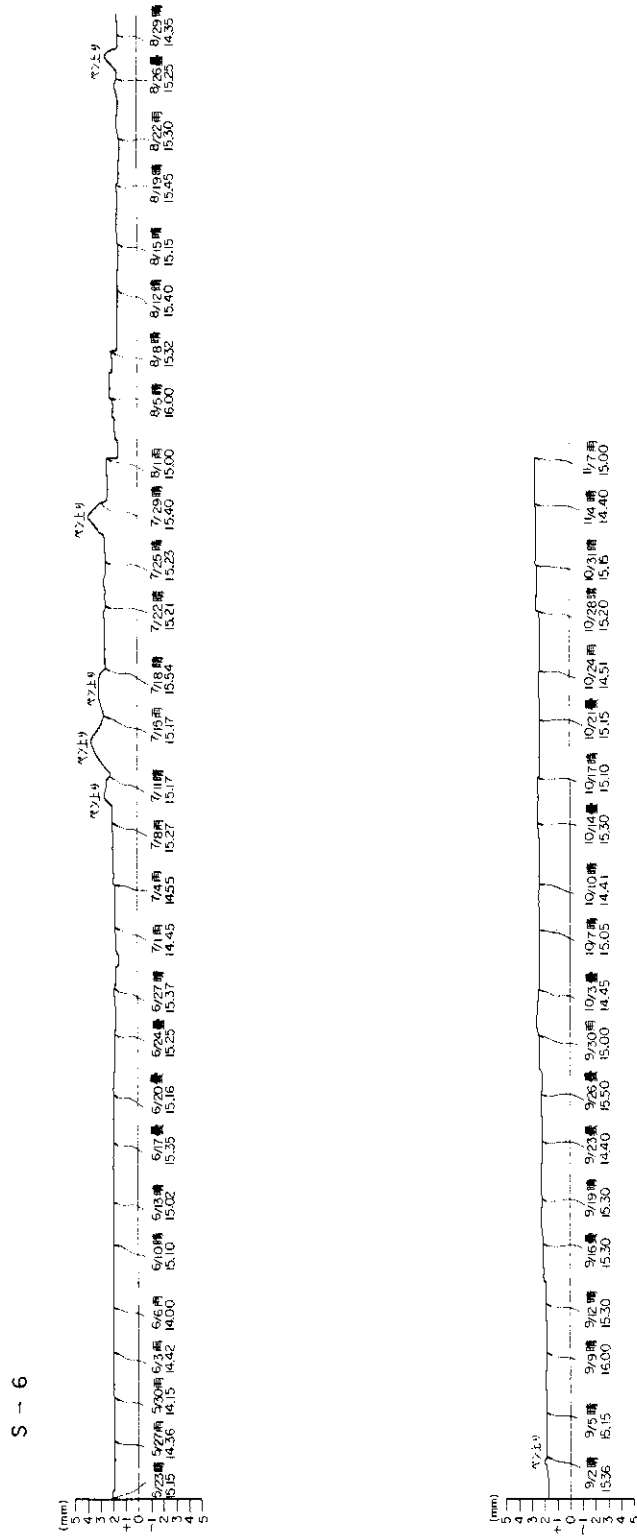


図-2.6 伸縮計測定結果図

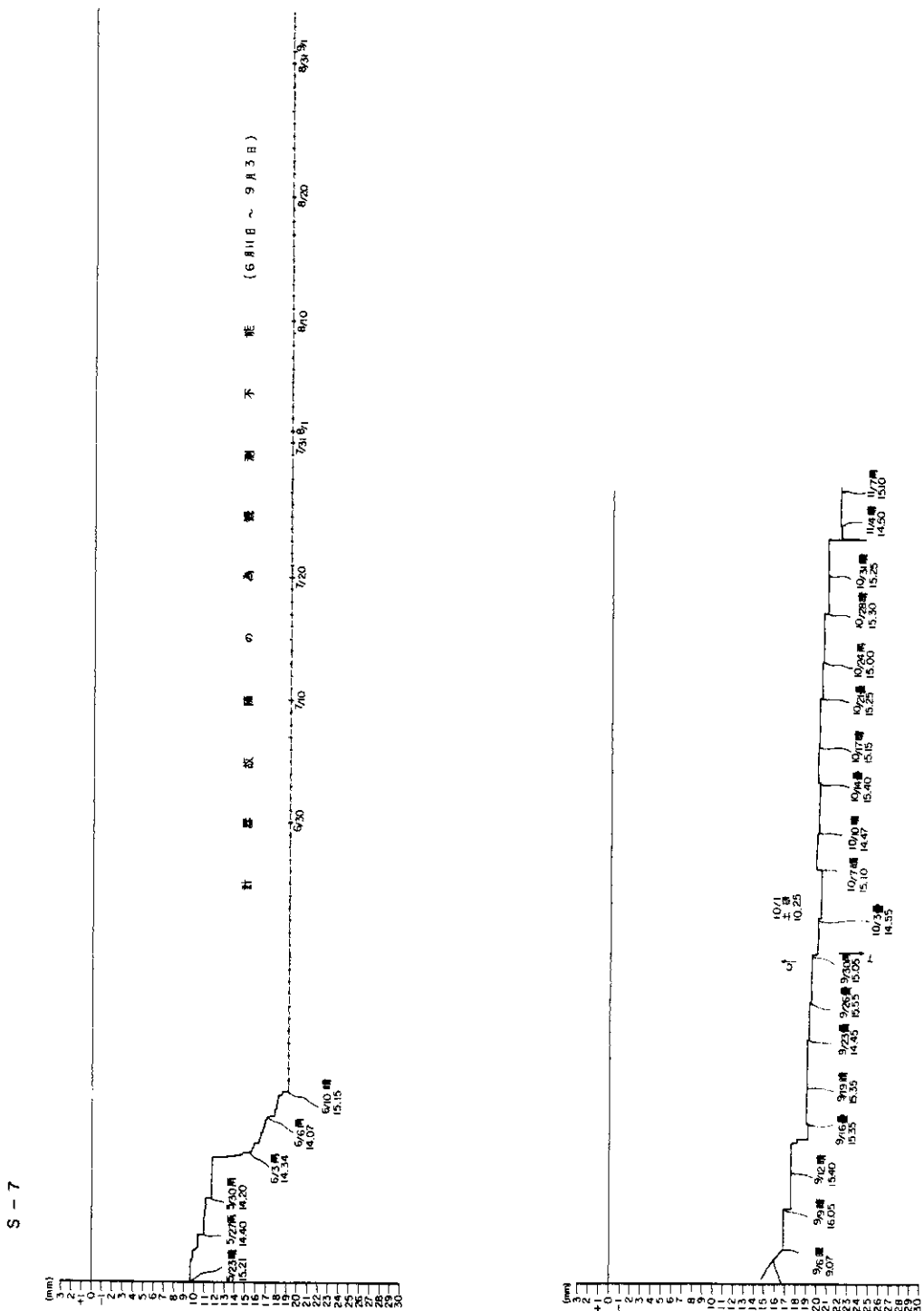


図-2.7 伸縮計測定結果

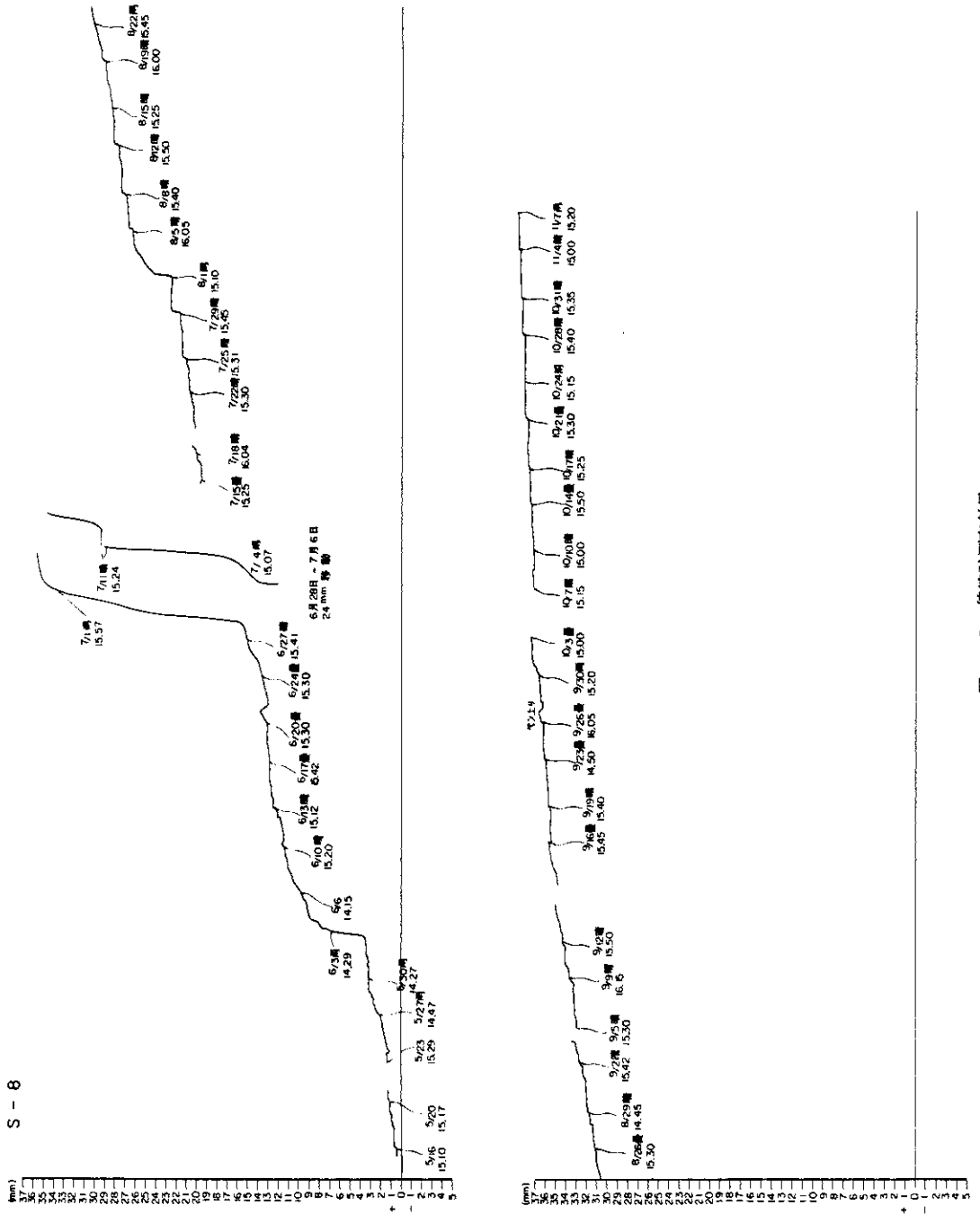


図 - 2.8 伸縮計測定結果

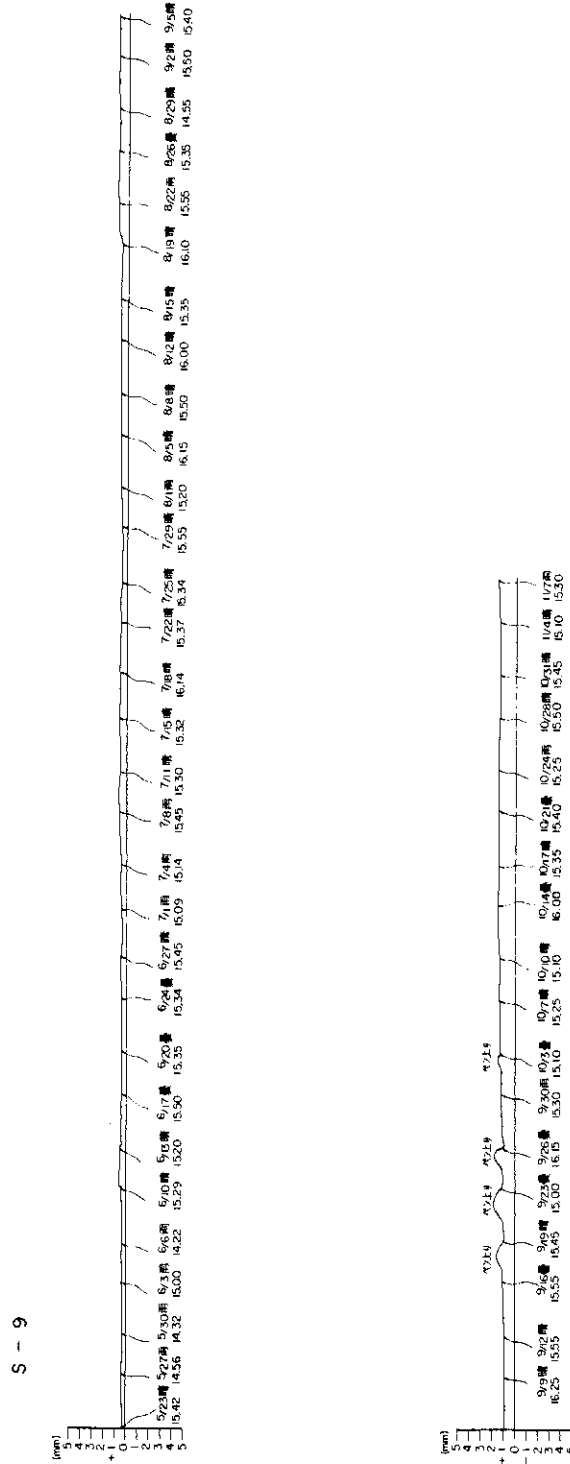


図 - 2.9 伸縮計測定結果

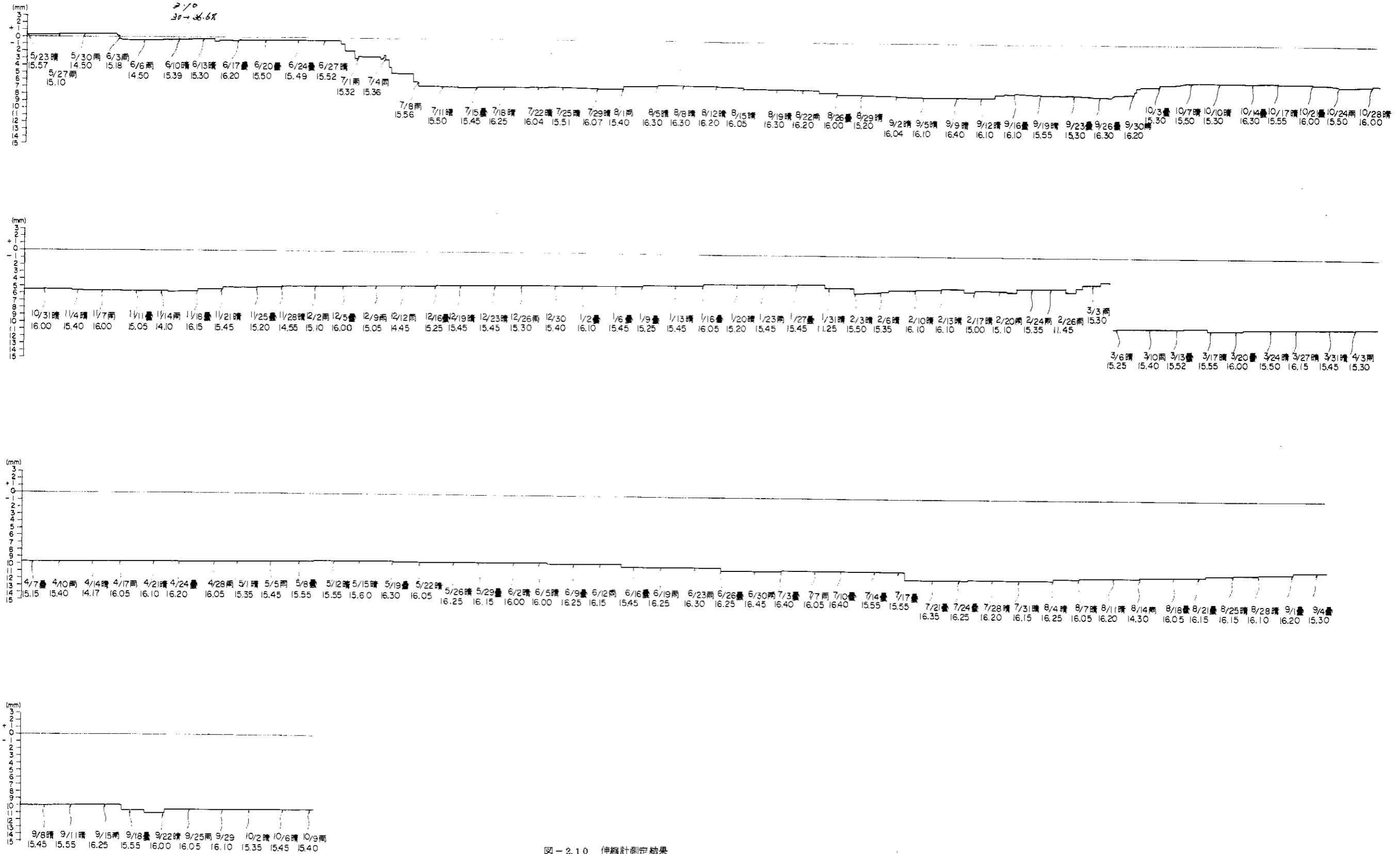


図-2.10 伸縮計測定結果

S - 1'

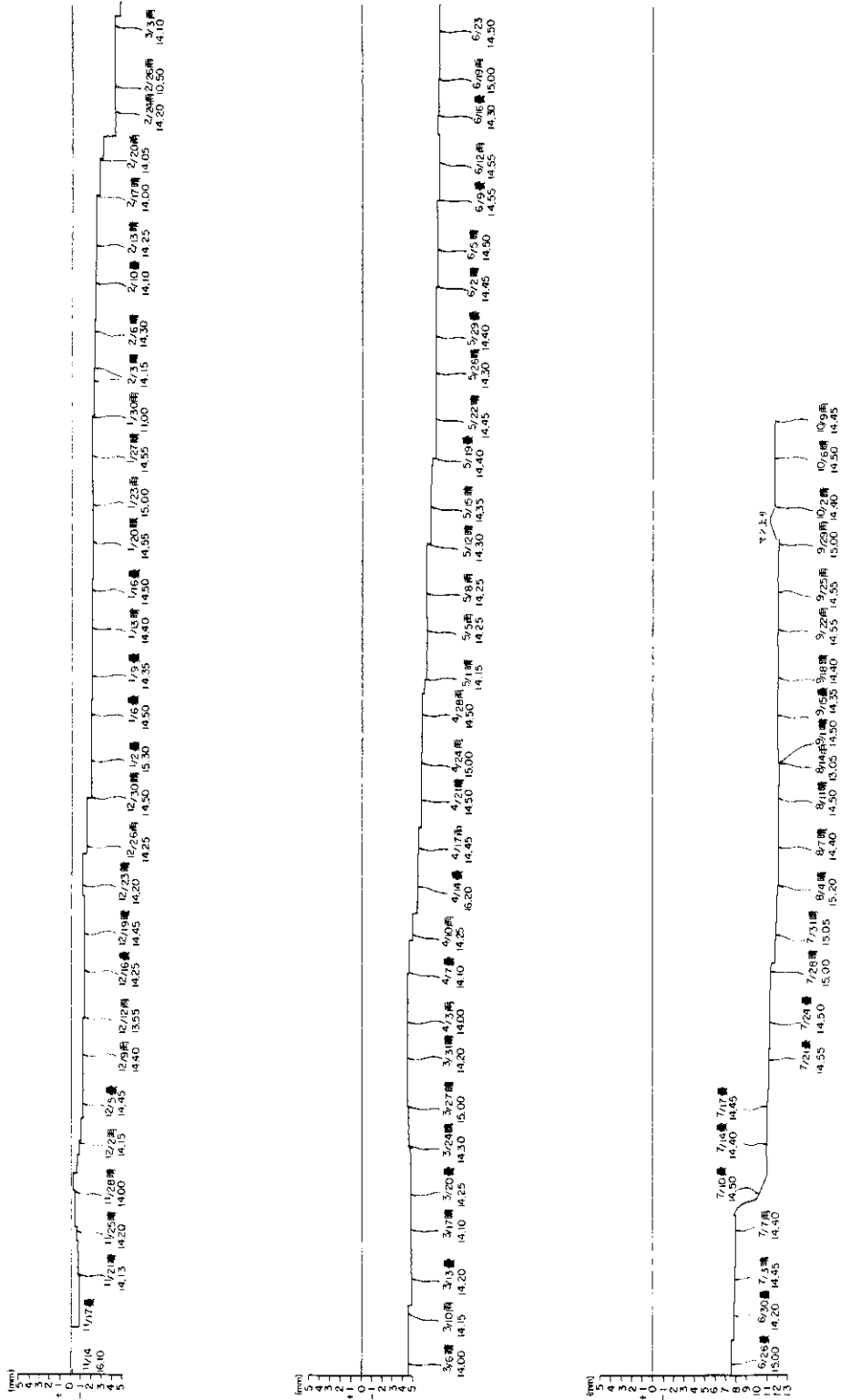


図 - 3.1 伸縮計測定結果

S - 3'

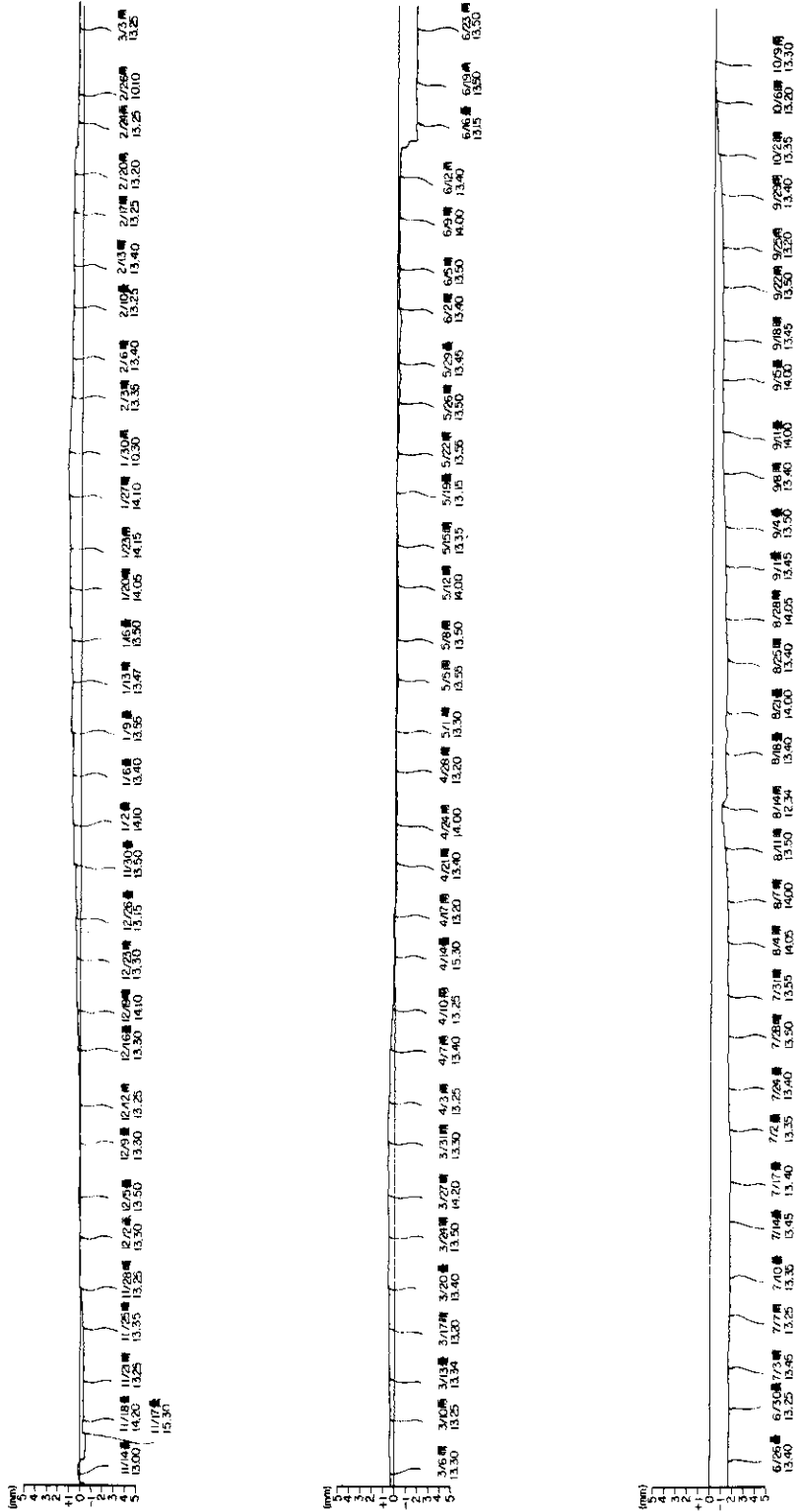
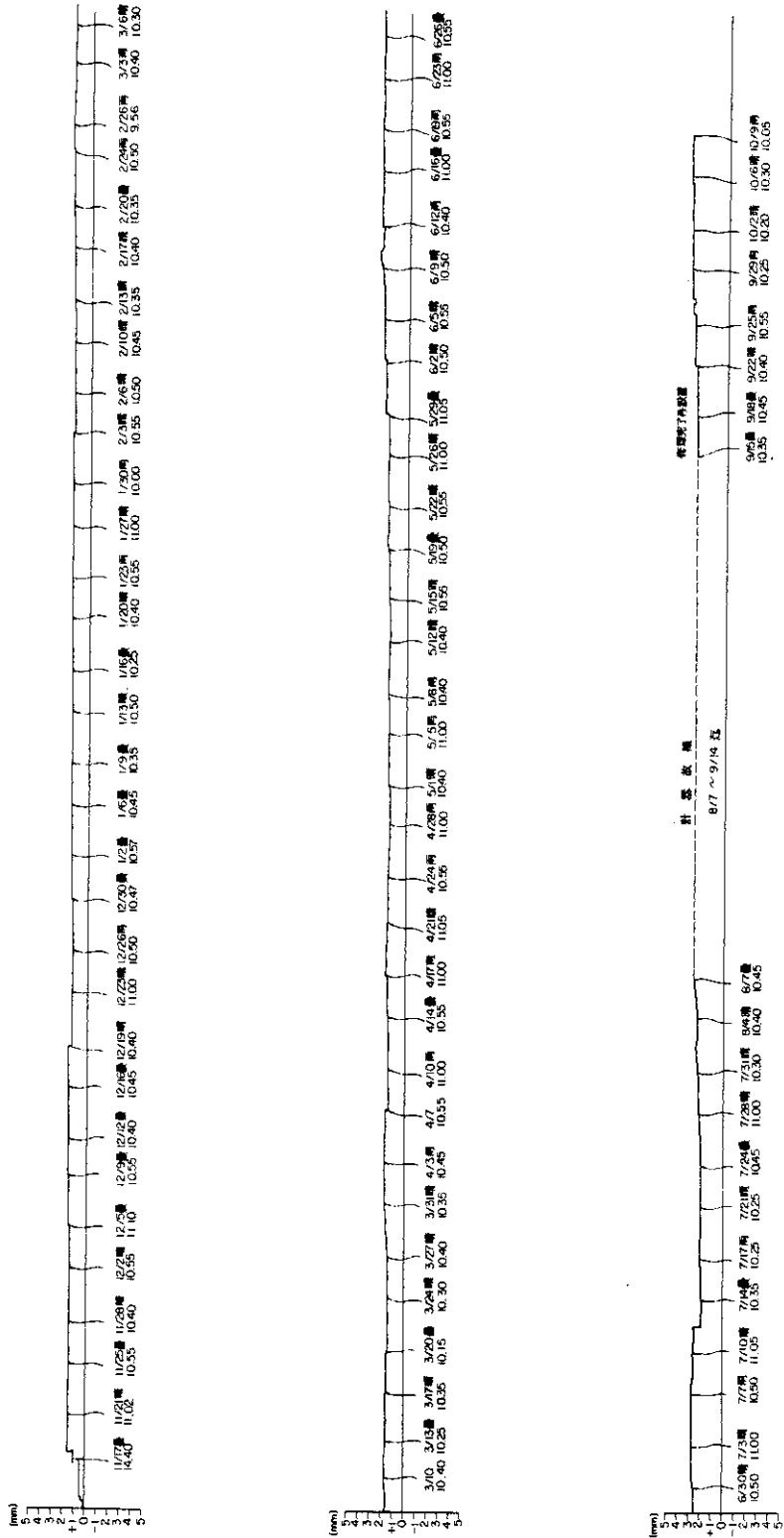


図 - 3.2 伸縮計測定結果

S - 4'



図一 3.3 伸縮計測定結果

S - 6'

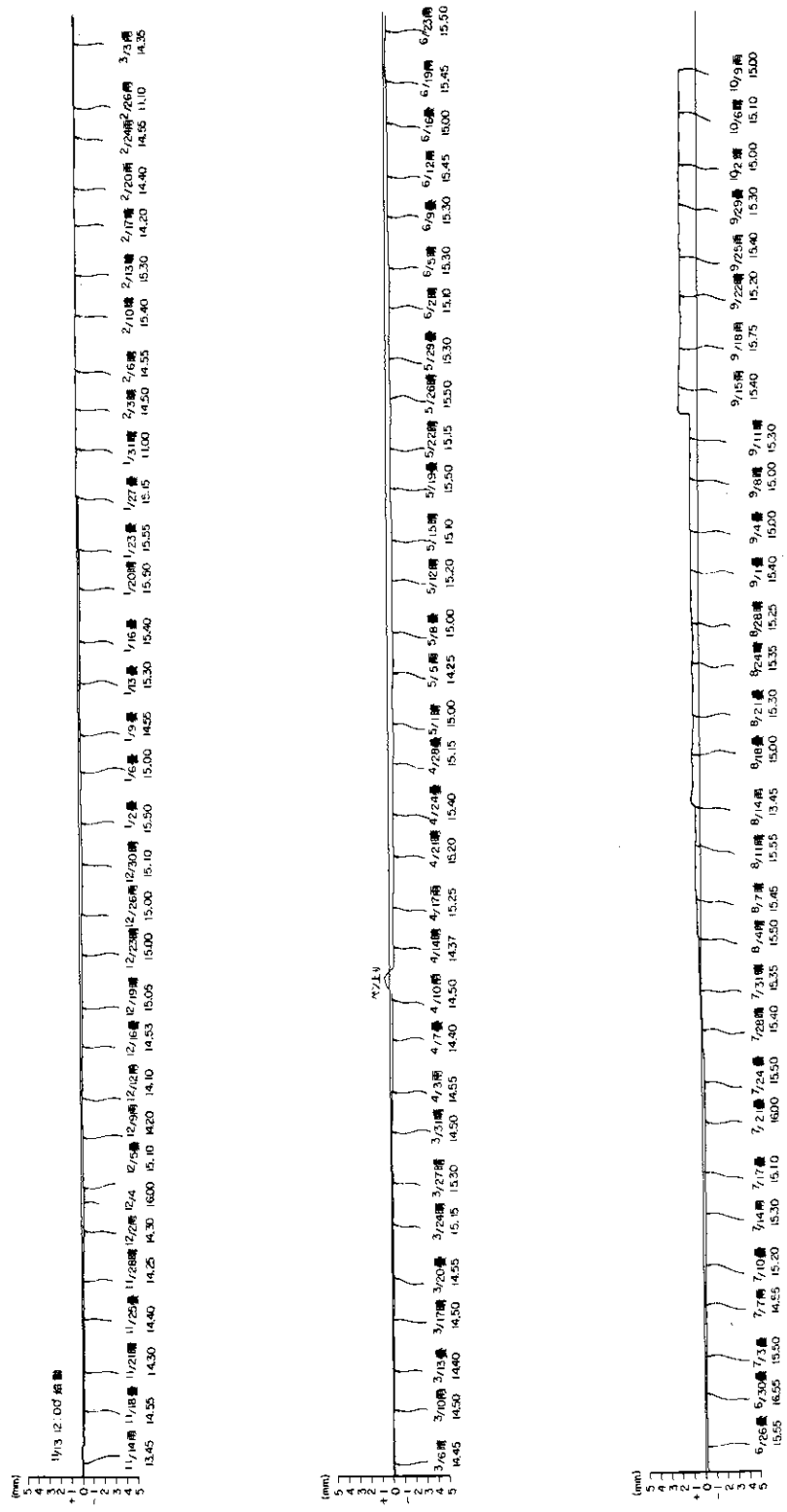
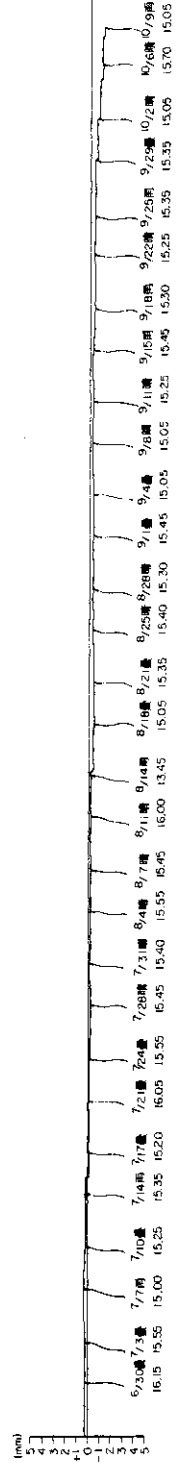
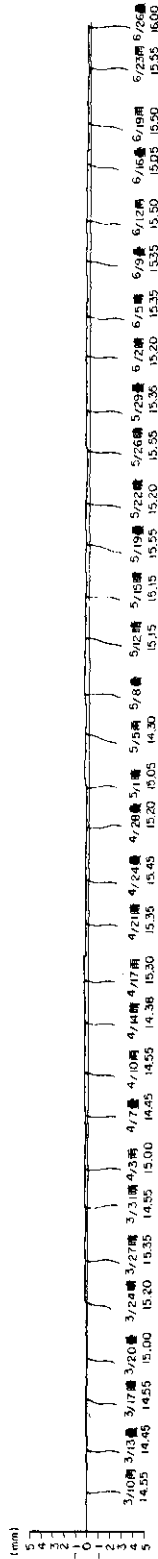


図-3.4 伸縮計測定結果

S-7'



図一3.5 伸縮計測定結果

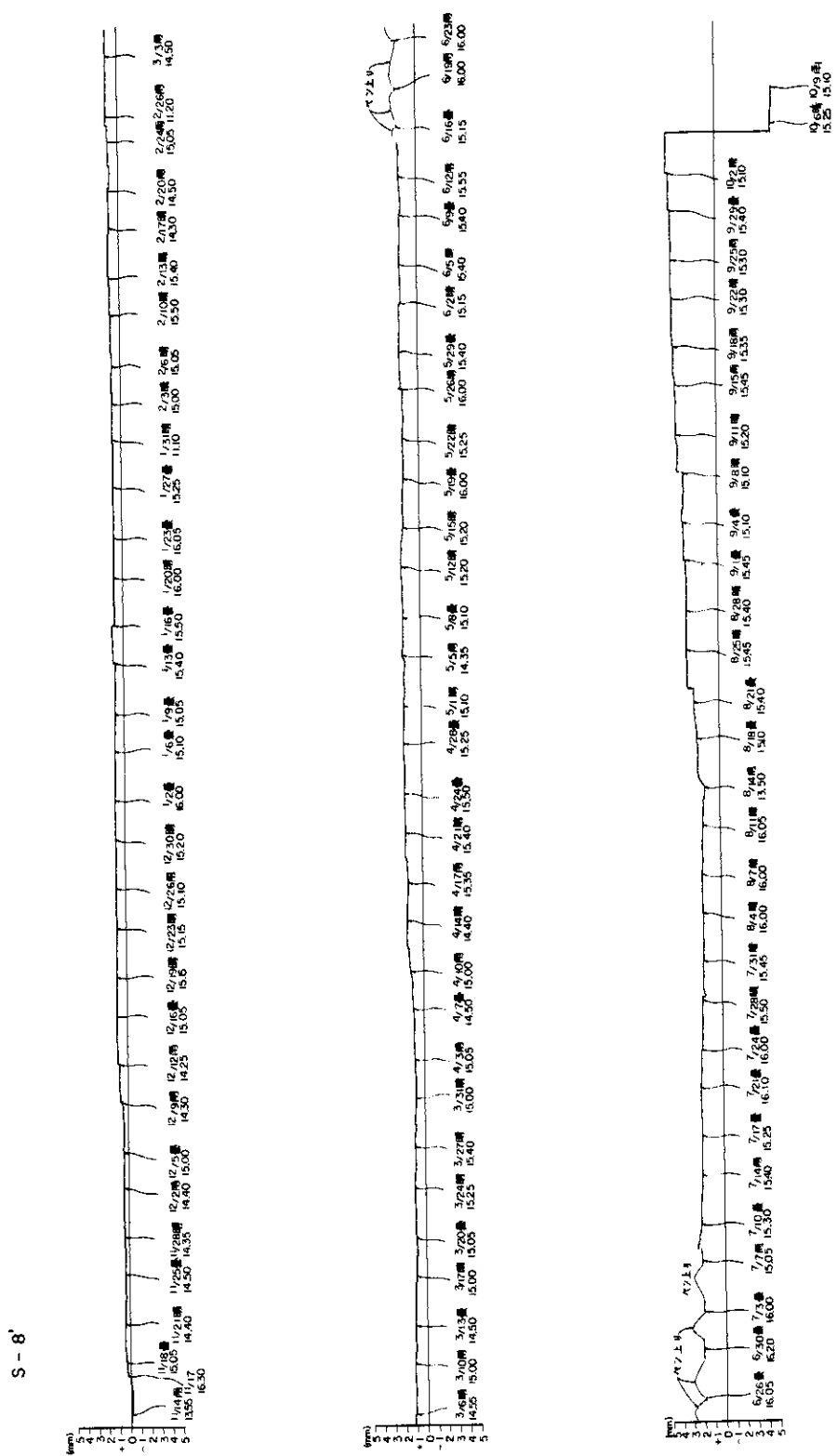


図 3.6 伸縮計測定結果

S - 10¹

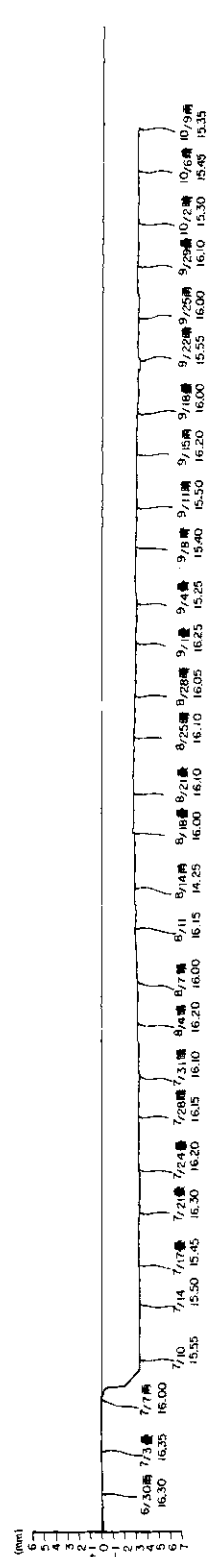
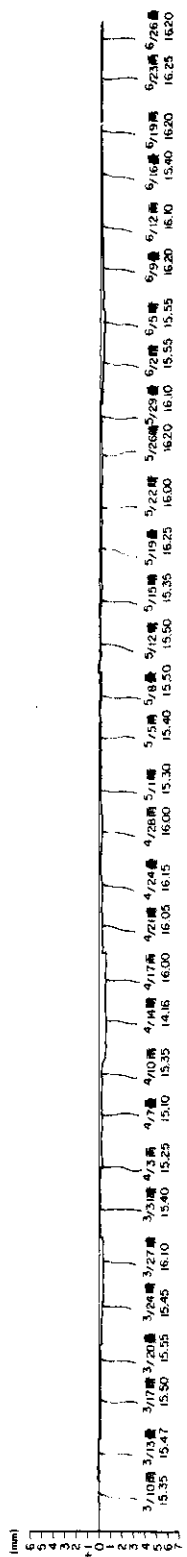
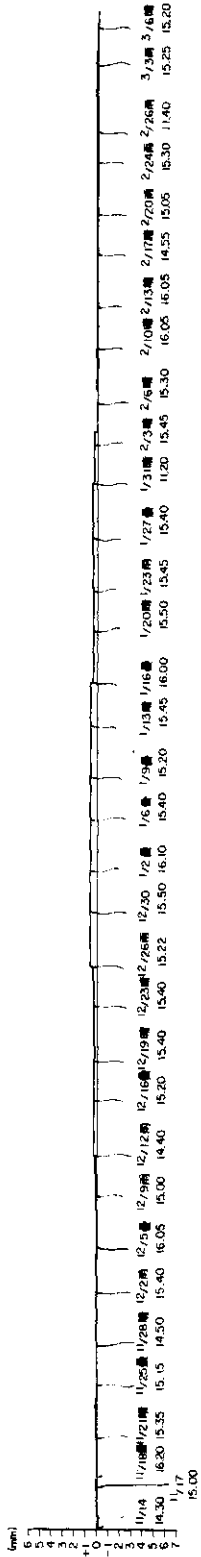


図-3.7 伸縮計測定結果

S-11'

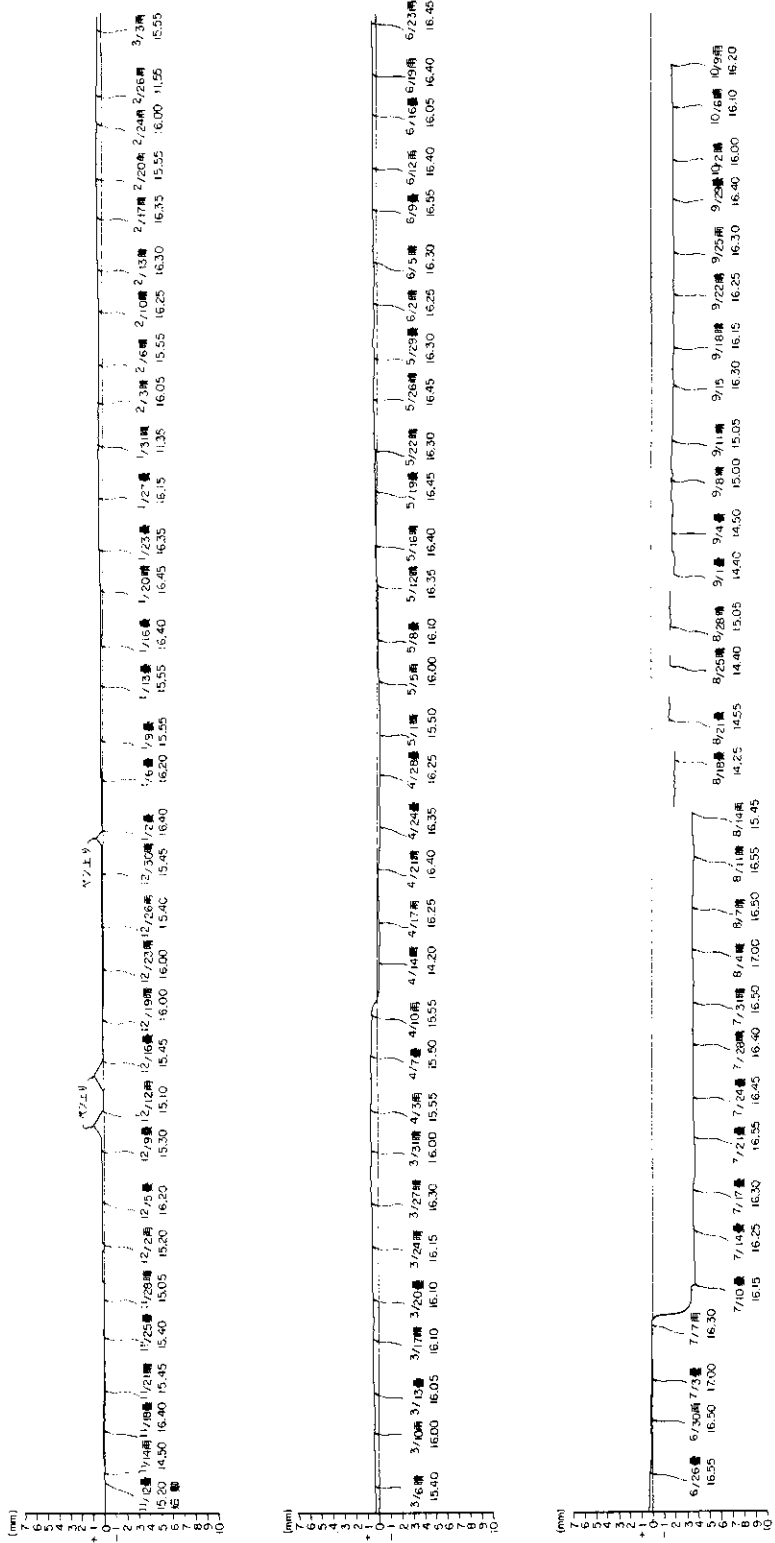


図-3.8 伸縮計測定結果

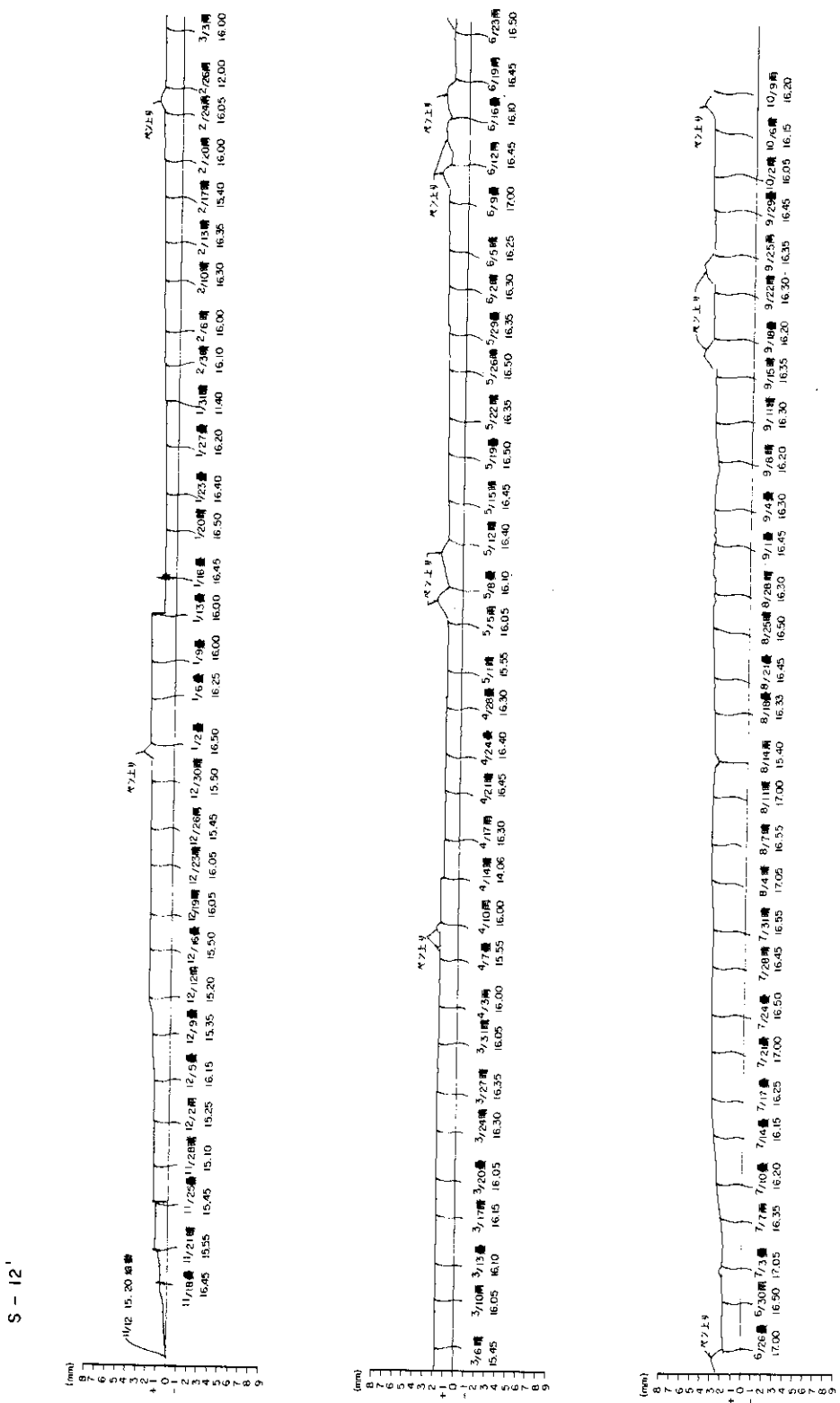


図 3.9 伸縮計測定結果

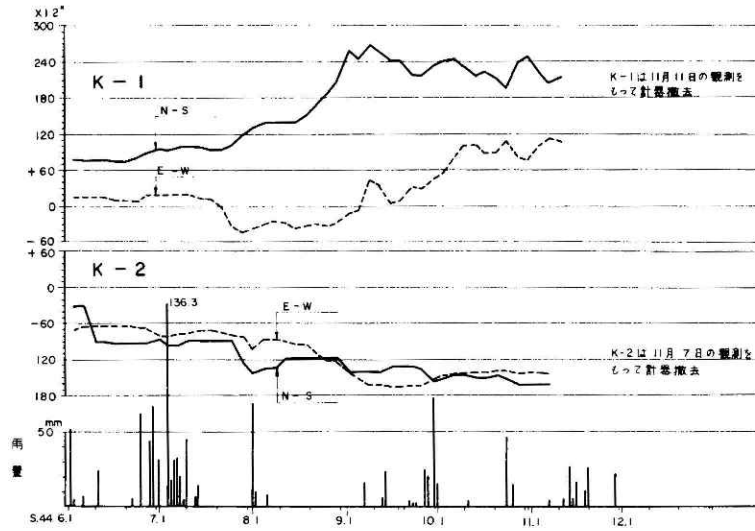


図-4.1 傾斜計測定結果

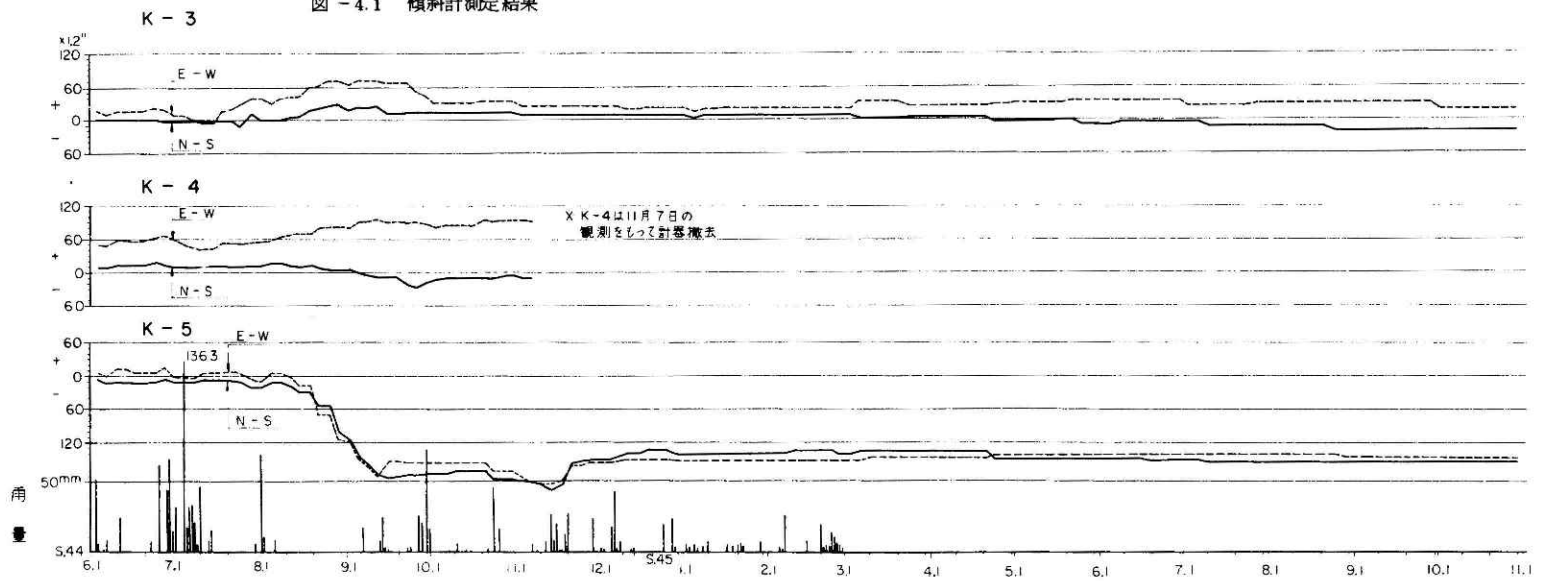


図-4.2 傾斜計測定結果

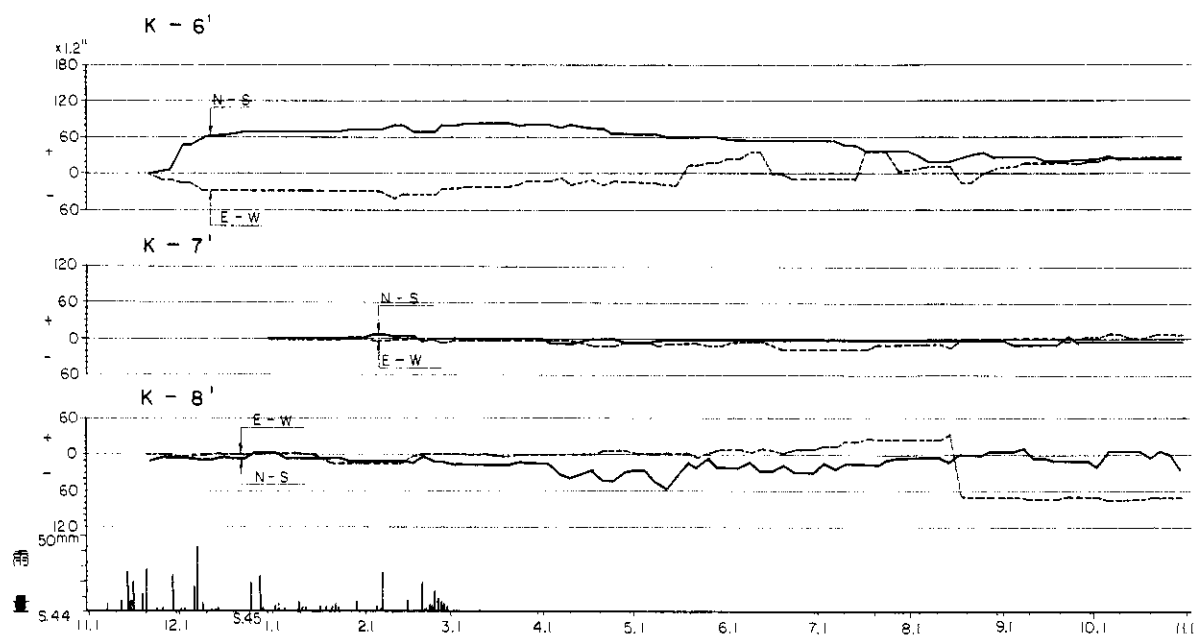


图 - 4.3 傾斜計測定結果

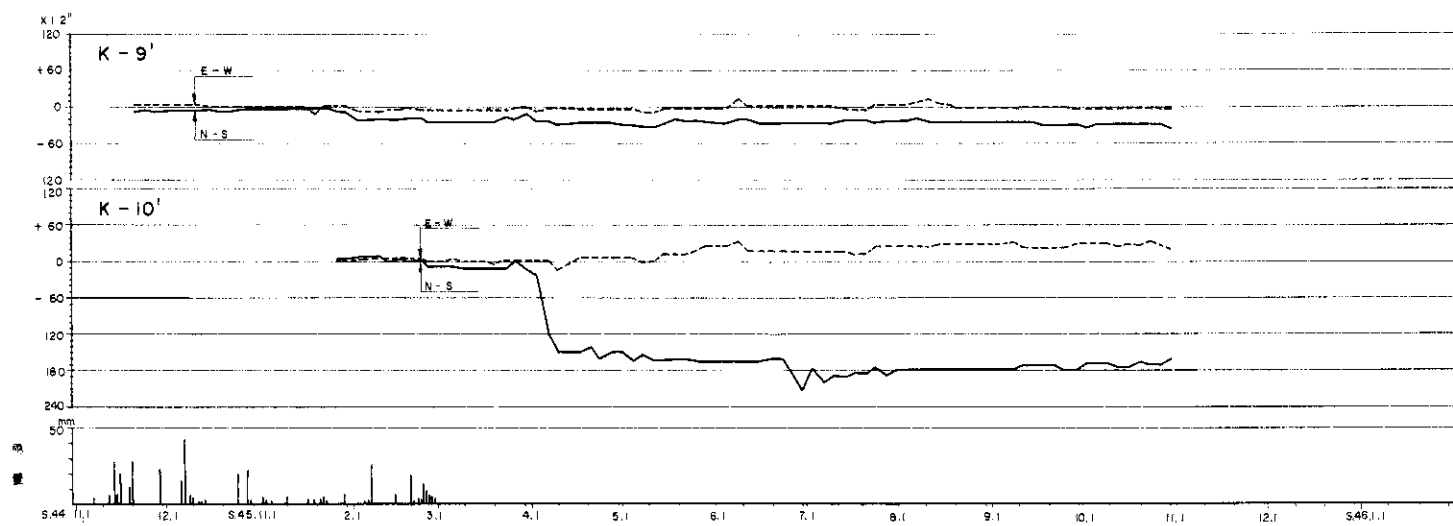


图 - 4.4. 傾斜計測定結果

D-3-a ひずみ量日変化図

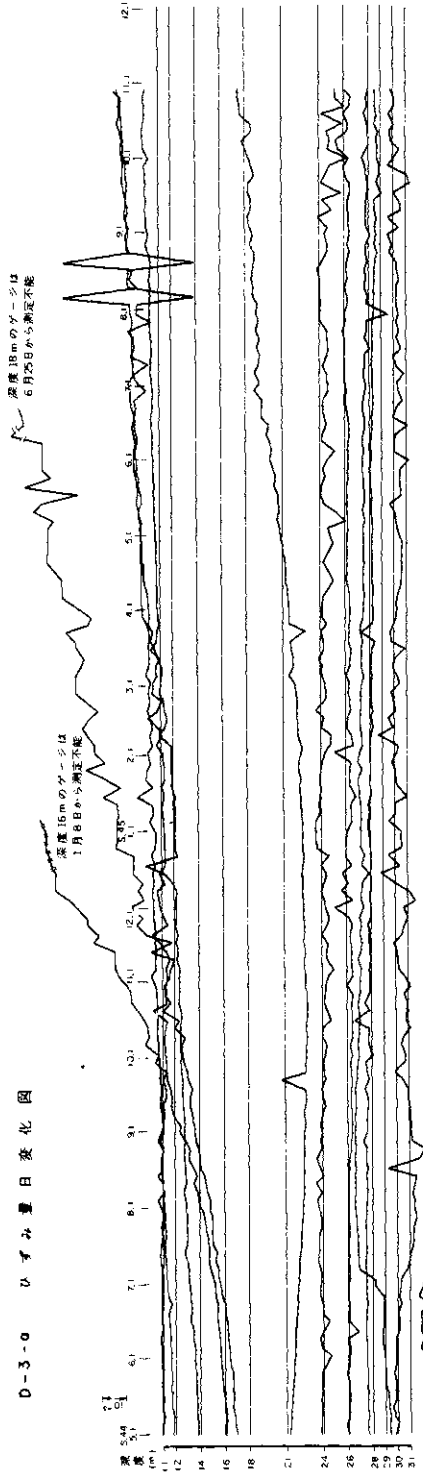


図-5.1.a

D-3-a ひずみ柱状図

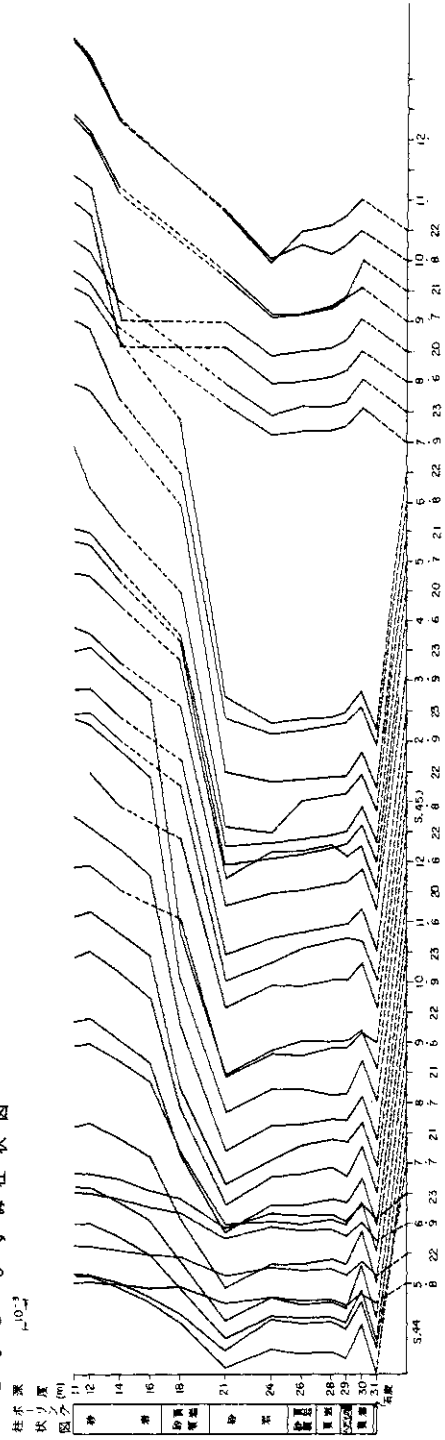


図-5.1.b

D-4-a ひずみ量日変化図

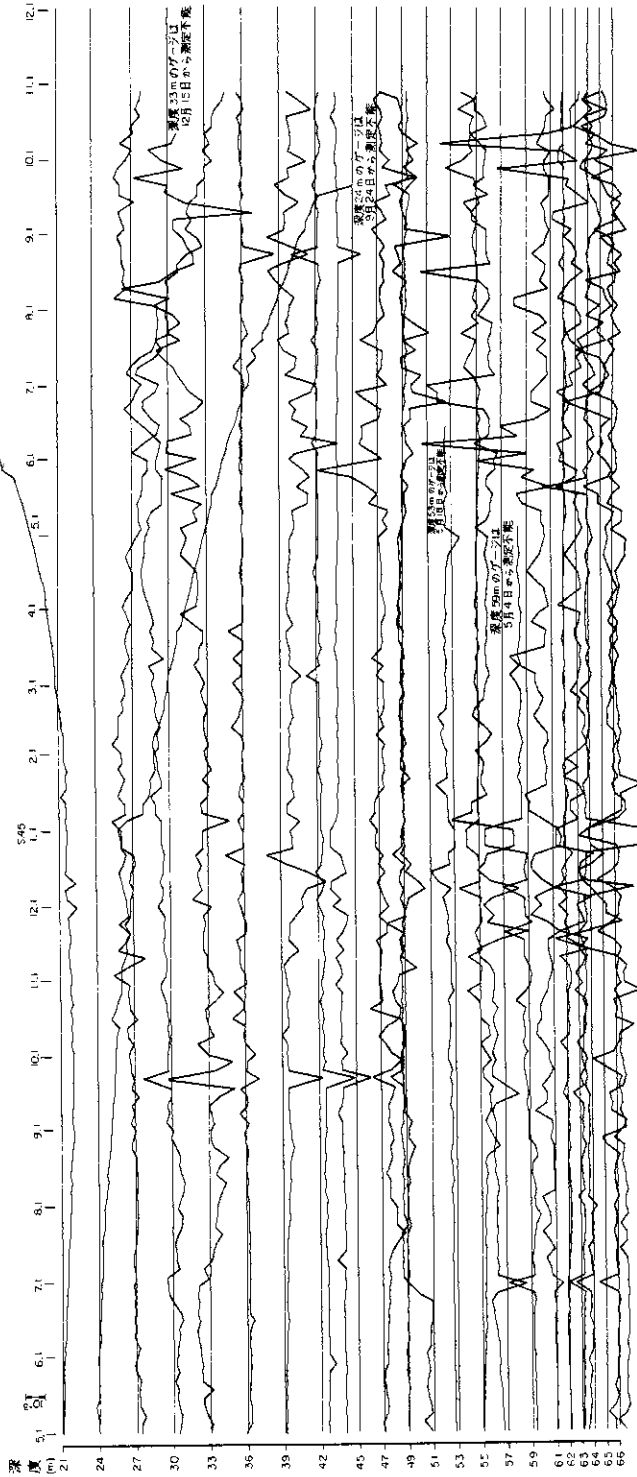


図-5.2.a

D-5-a ひずみ量日変化図

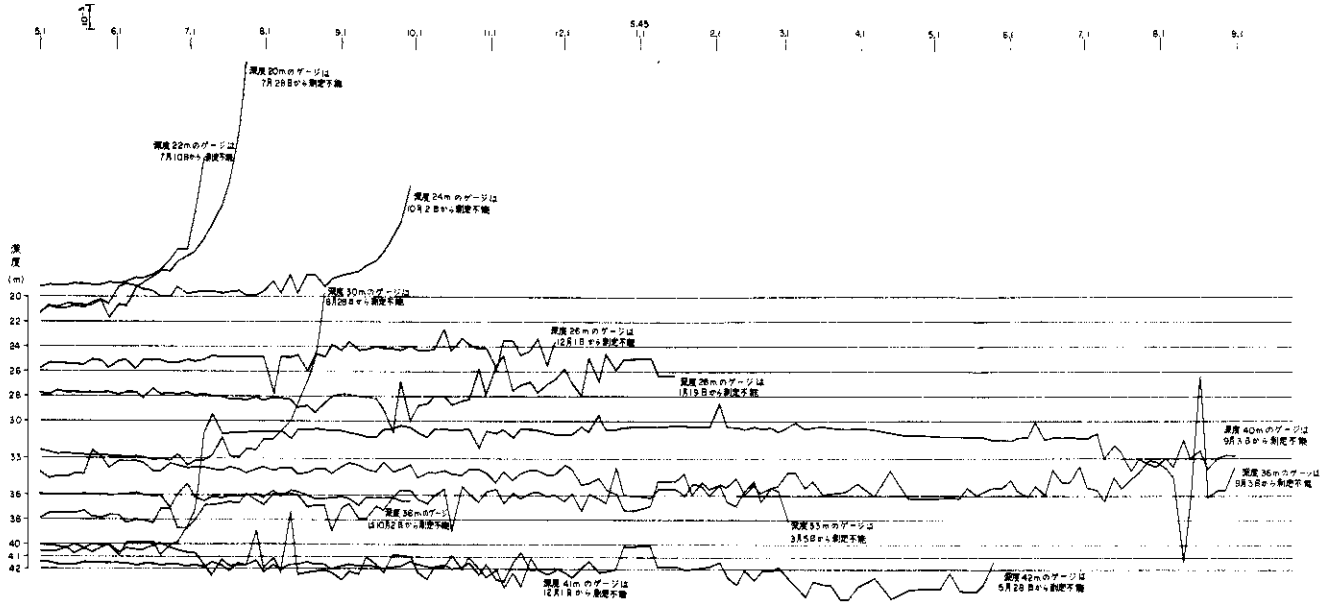


図 - 5.3. a

D-5-a ひずみ柱状図

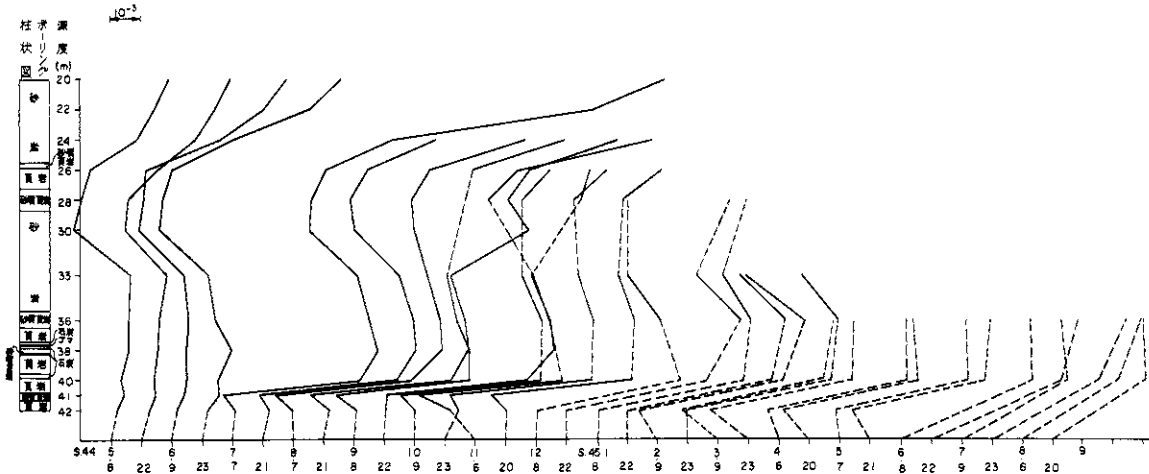


図 - 5.3. b

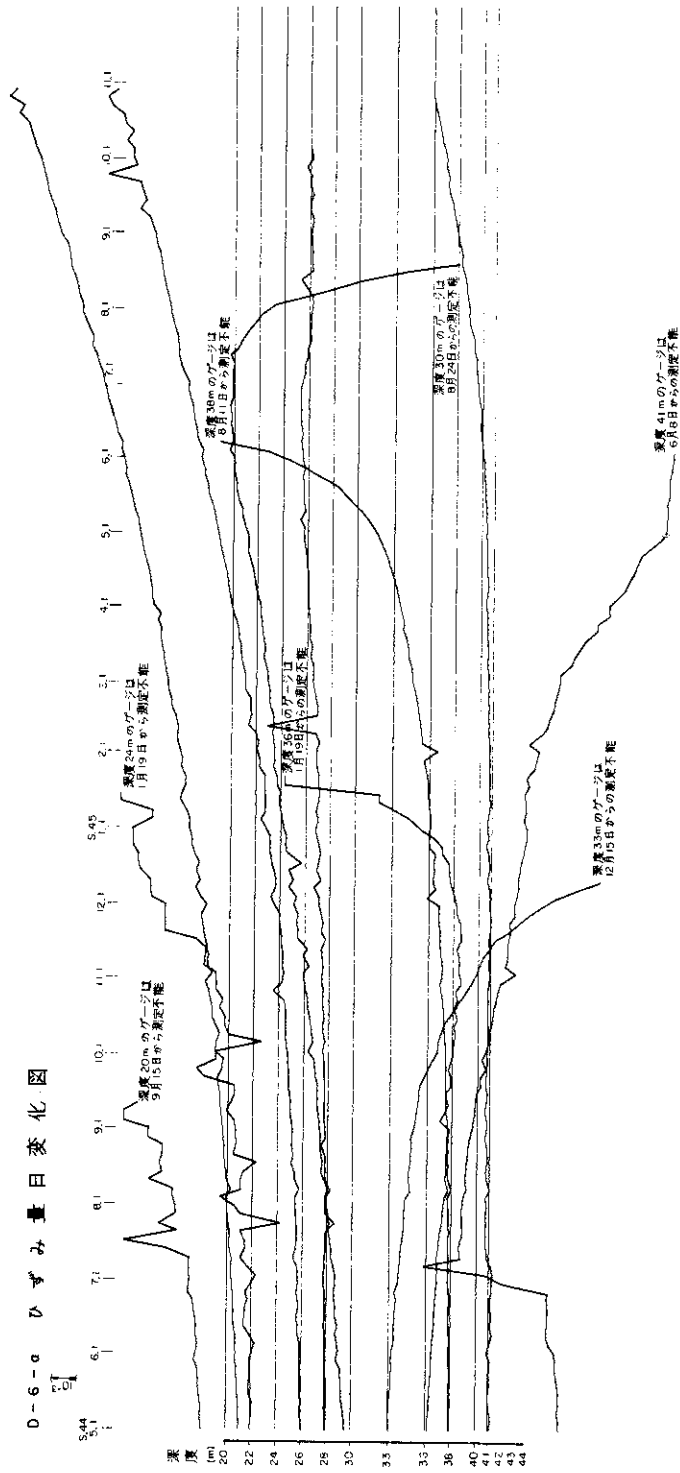


図-5.4.a

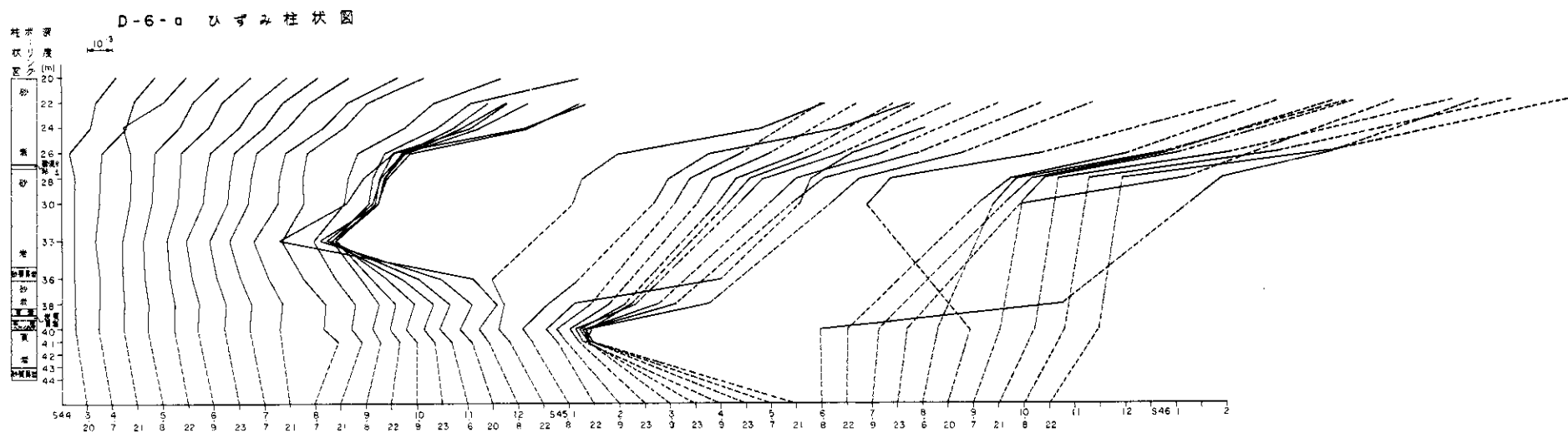


図-5.4.b

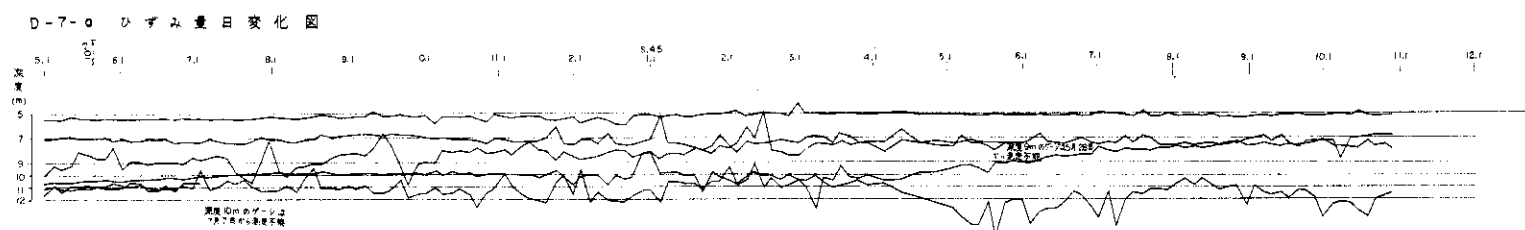


図-5.5.a

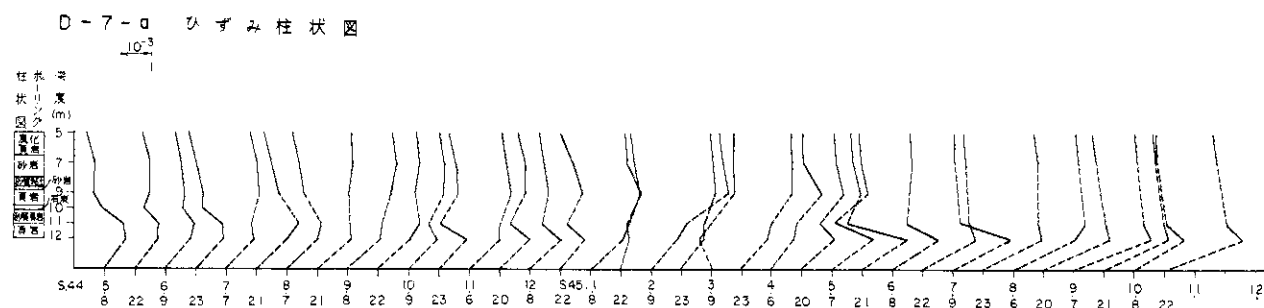


図-5.5.b

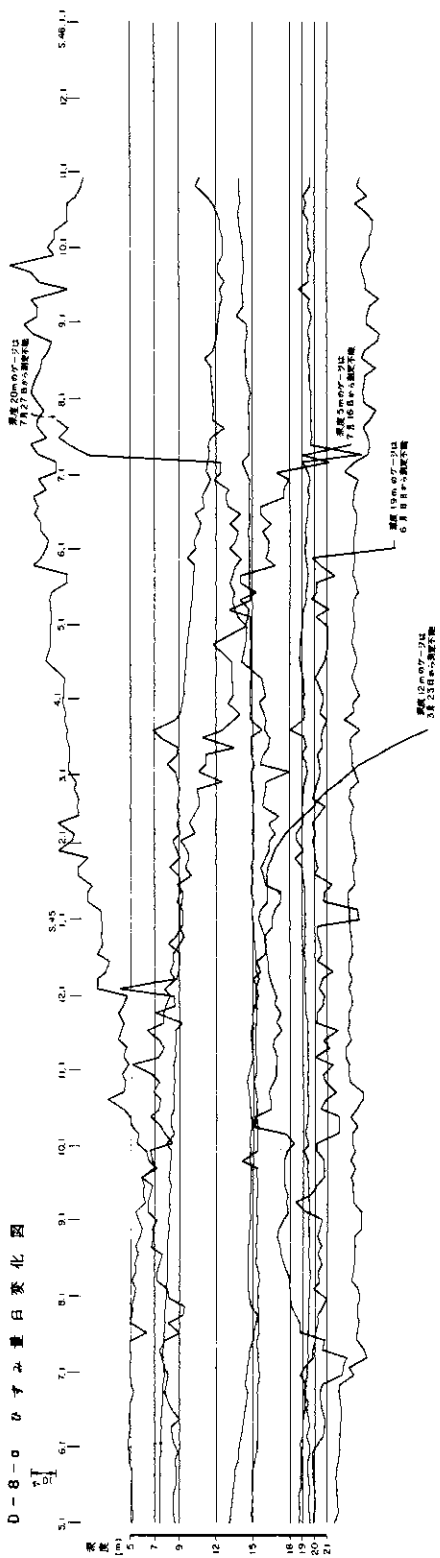


図-5.6.a

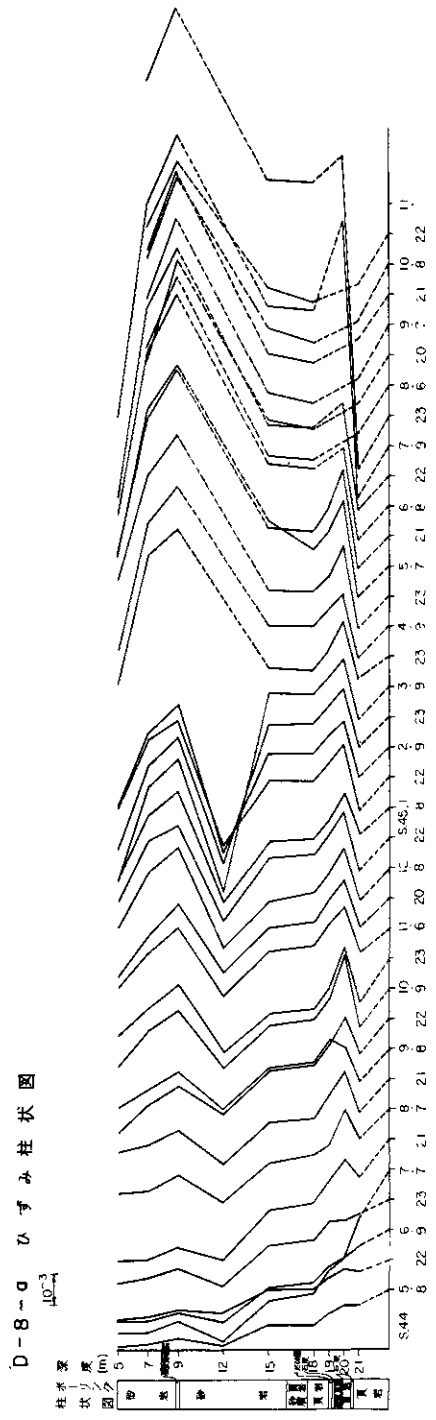


図-5.6.b

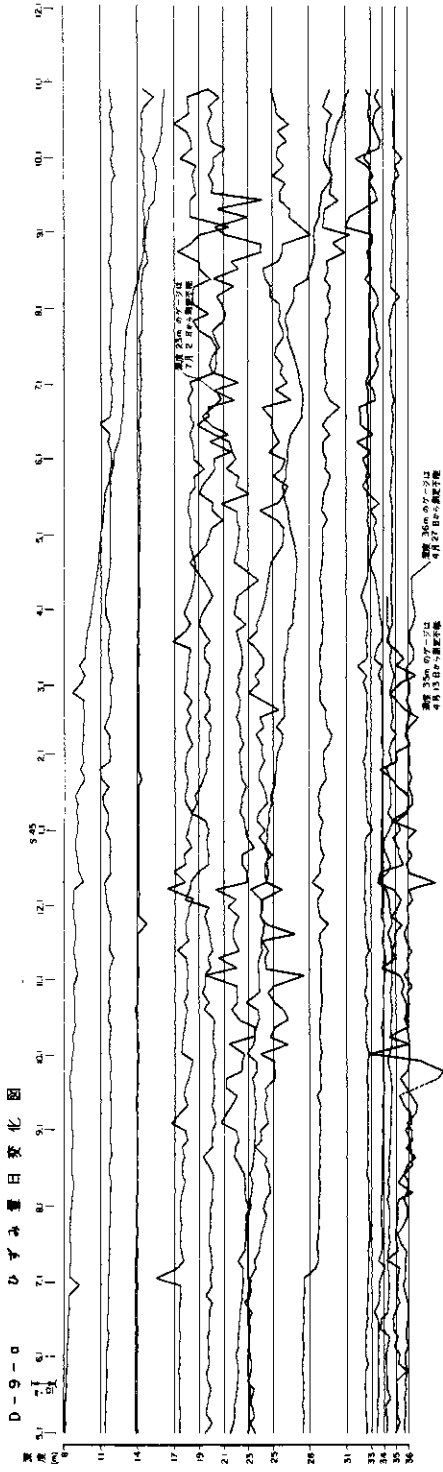


図-5.7.a

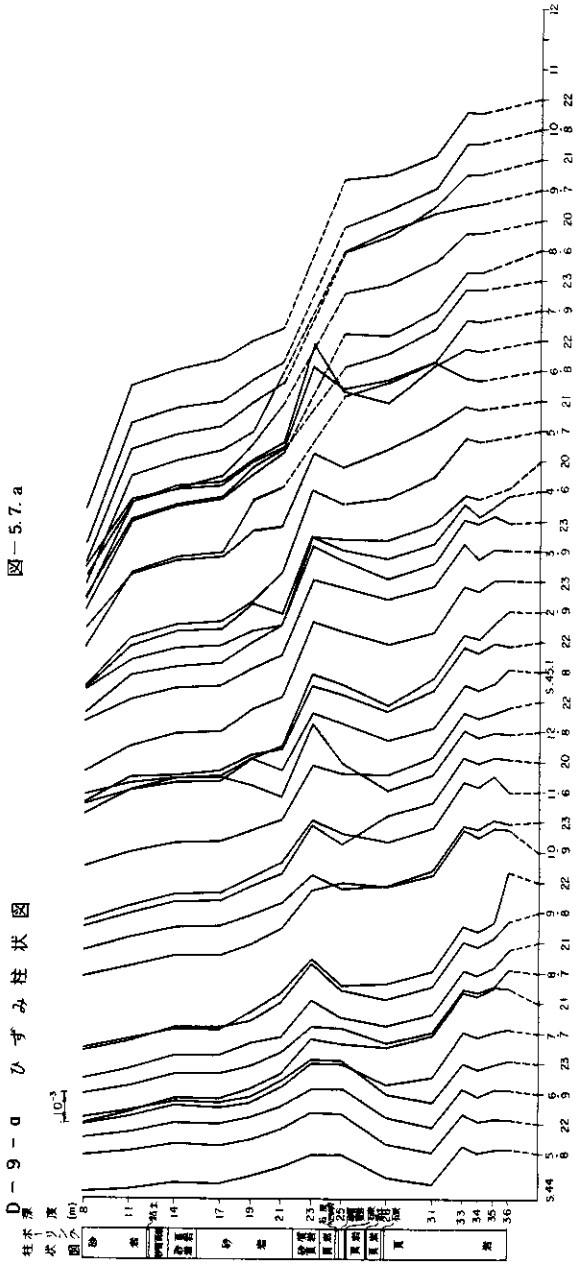


図-5.7.b

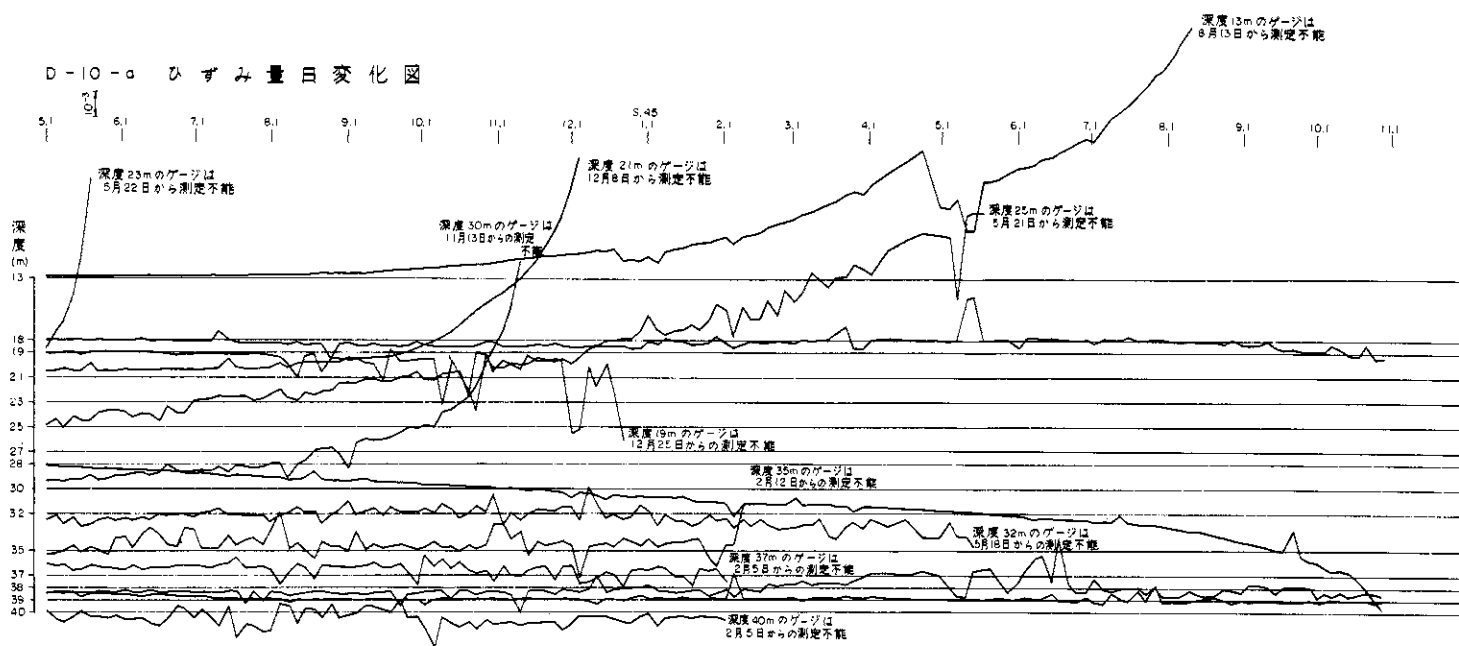


図 - 5.8. a

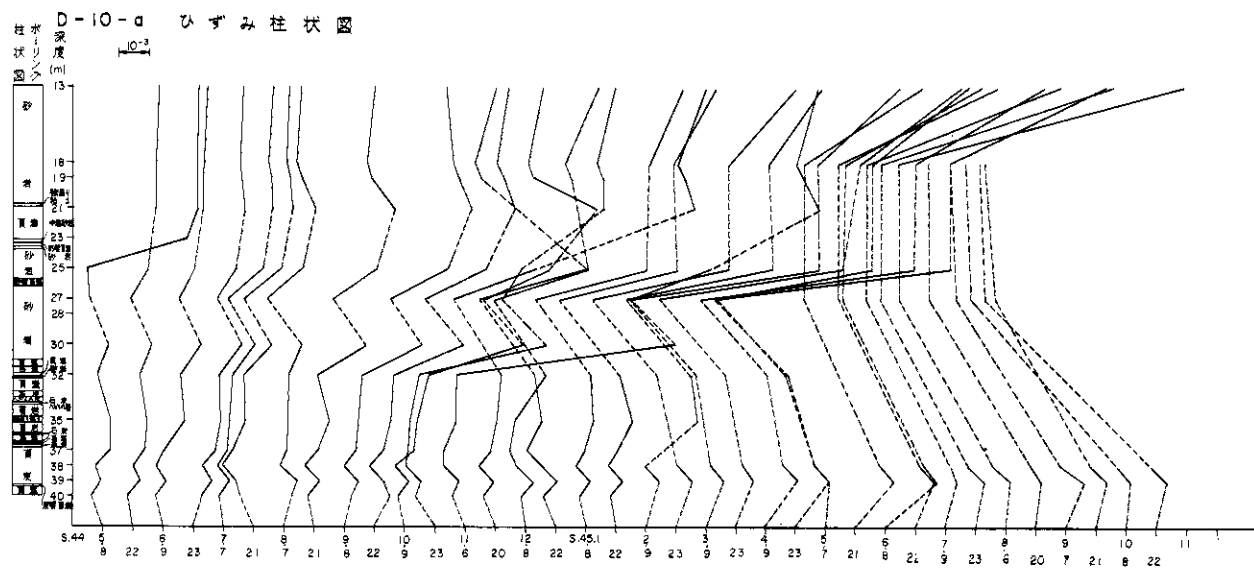


図 - 5.8. b

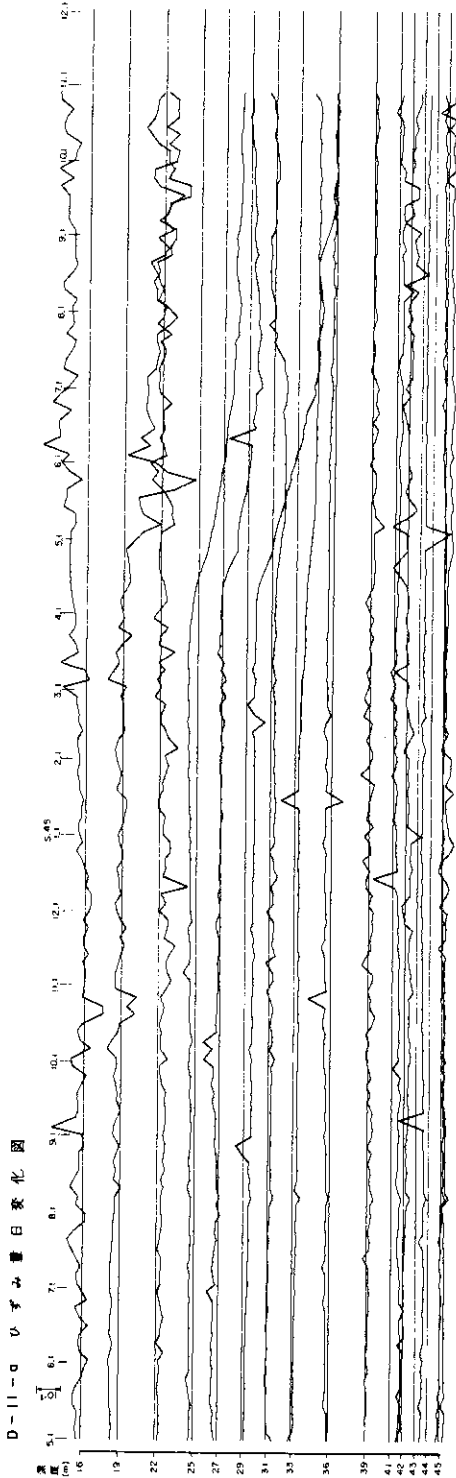


図-5.9.a

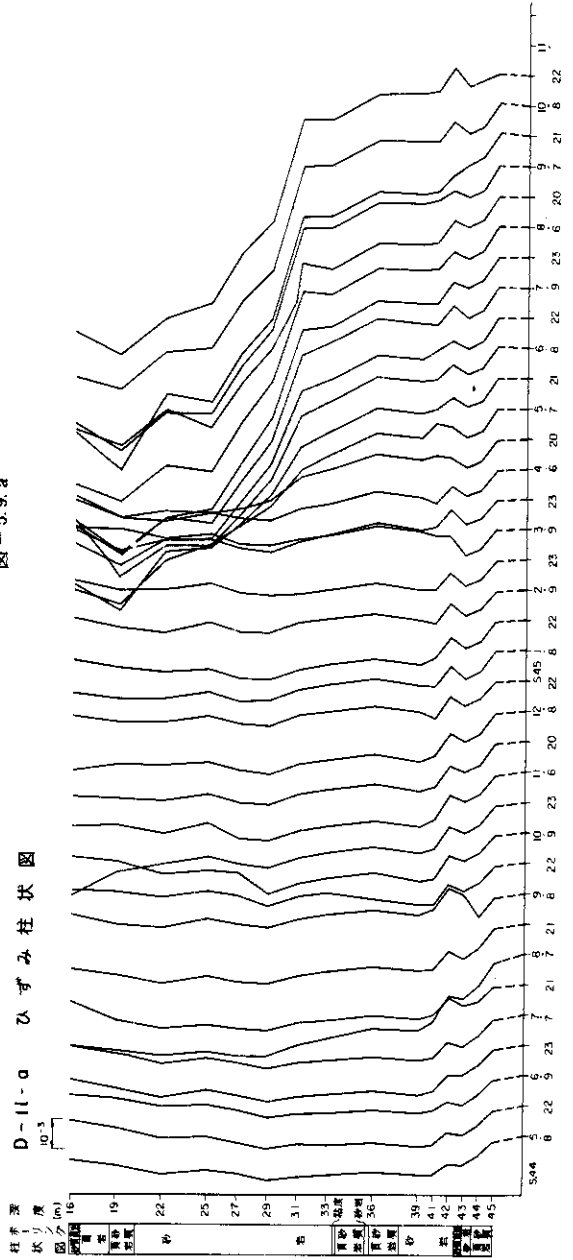


図-5.9.b

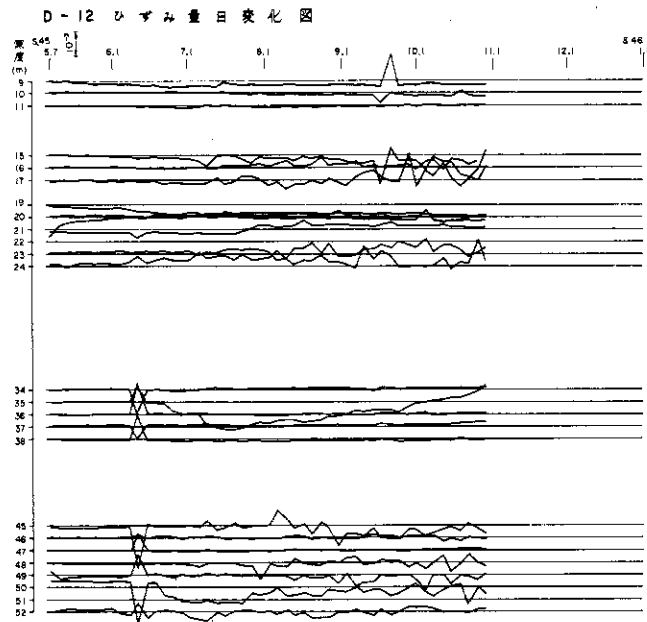


図-5.10.a

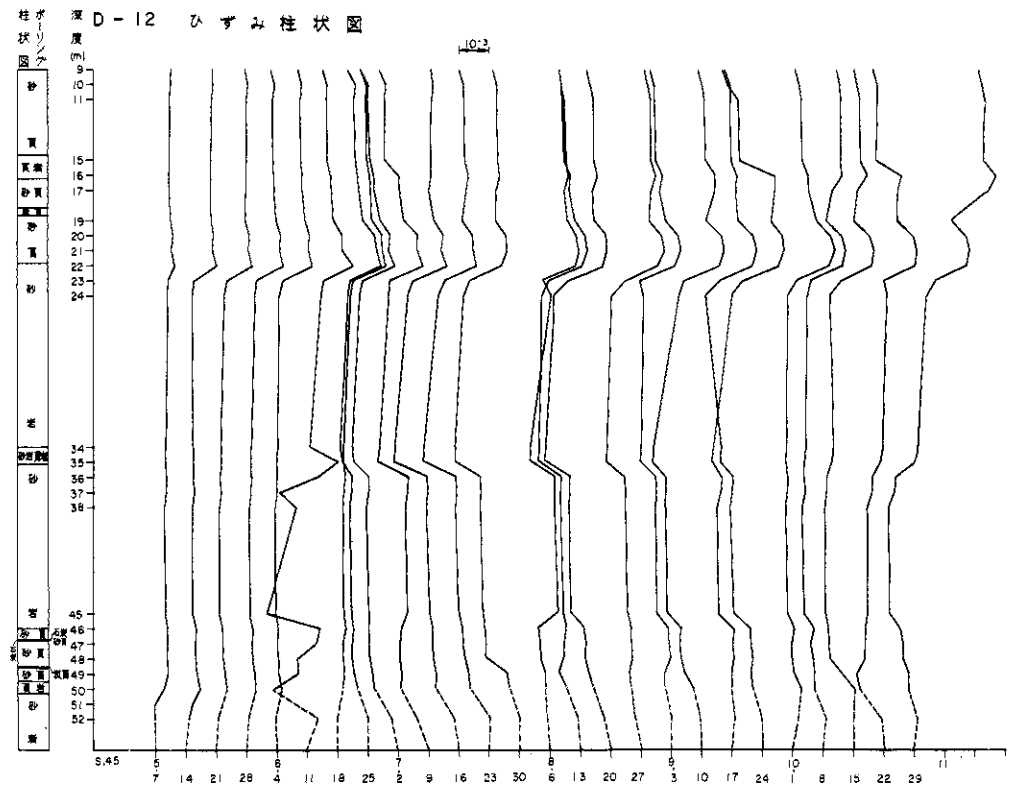


図-5.10.b