大涌谷における地表変動量の精密測定について

著者	岩崎 一雄, 佐藤 優, 勝目 一泰
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	9
ページ	17-44
発行年	1966-03-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002518/

551.243(521.26)

大涌谷における地表変動量の精密測定について

岩崎一雄・佐藤　優・勝目一泰
地質調査所技術部地形課

Precise Measurement of Ground Fluctuation at Owakudani

By Kazuo Iwasaki, Yu Sato and Kazuyasu Katsume
Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

Measurement of ground fluctuations was carried out by precise triangulation as one of the studies of landslides in volcanic altered areas. In the present paper, examination is made on the equipment and method of the observation, especially on the method of taking away the influence of meteorological anomalies. The observation was carried out five times in a period from September 1964 to November 1965. Relatively precise results of ground fluctuations are obtained.

1. 概説

火山性地すべり研究の一環として，精密三角測量による地表変動量の測定を実施し，同時に，このような地帯における基準点，変動点などの設置法およびその観測法を検討した．地表移動量の絶対値を求めるには，変動目標点と不動の基準点間の空間的位置関係を測定することが必要であるが，直接測定法によることは，大涌谷の試験地のような地形では技術的に困難であるため，間接測定法によらなければならない．近時開発された光波距離測定機を用いればかなり能率的であるが，高い精度を得ることは現在の器械の性能では望みがたい．このような種々の条件から，座標位置の決定には，一等三角測量方式による三角測量を実施した．

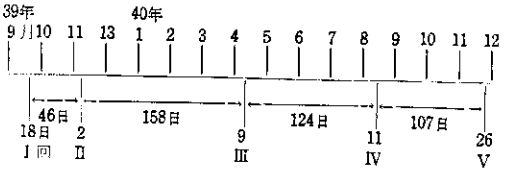
まず地域内に最も移動観測に良好と認める地点9箇所を選び，不動の基準点から精密角観測で±2mmの確率値をもって，地表の移動現象が測地学的に絶対量を把握できるように，移動目標点（変動点）を設定し，各々の目標点には観測基準点標柱6箇（写真—1）と変動目標点標柱9箇（写真—2）を構築した．コンクリート柱の頂部には，0.1mmの精確度で観測機械の中心を合致させるため，機械と標的が密着して取付けられる穴を精密加工したステンレス製の金具を埋定し，観測精度の確保を期した．

標的は，夜間観測の精度を高めるために，特種電灯照明装置付のもの数種類を考案試作して用いた．

角観測にはカールバンベルヒ一等経緯儀（写真—3）とウイルドT3経緯儀（写真—4）を用い．一方向に対して24回視準に相当する角観測法を採用し，まず基準網を決定して，基準点の三方向から6対回の方向観測法で変動点を測観し，角辺同次平均計算の条件方程式により距離を求めて，座標位置を決定した．

垂直方向の測定は，基準点については原則として一等水準測量で水準仮原点から結測して求めることにしたが，調査日数と天候の状況により，ウイルドT3経緯儀による天頂角観測の間接測定法を併用し，また変動点に対しては，ウイルドT3による三方向からの間接測定をもって決定した．また観測は満1ケ年で5回の記録を収めた．観測に対する経過日数を表—1に示す．

表—1　観測回数および経過日数



それぞれの項目は下記人員によって分担実施された．

1)　地表変動測定計画取まとめ，岩崎一雄



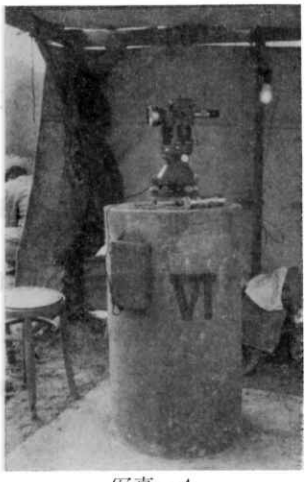
写真—1



写真—2



写真—3



写真—4



写真—5



写真—6

2) 観測法実験，岩崎一雄，勝目一泰，岡　重文，磯己代次，市川賢一，桂島　茂，池田国昭
3) 観測値処理・表現・解析，岩崎一雄
4) 数値計算まとめ，佐藤　優
5) 成果表現解析，勝目一泰
6) 観測装置試作実験，和田義一郎，青木市太郎，小川銀三，竹内三郎

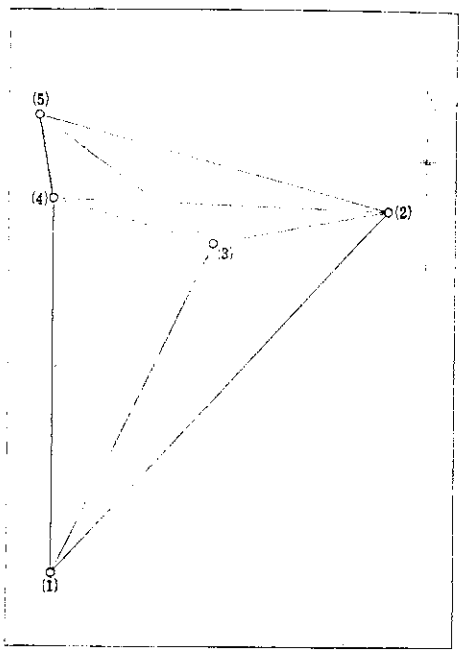
2. 観測基準点の設定とその安定度

地すべり地内に設置したコンクリート標的心の空間における位置を比較するには，不動固定である基準観測点からの絶対変位を求めなければならない．基準観測点は変動点の標的が視準できる地点で，しかも不動と見なされる岩盤に設置することが望ましい．神山を含めた大涌谷地区に対する理想的な信頼度の高い不動点としては，箱根外輪山系から誘導することも考えられるが，変動地区までの連繋測量に必要な精度を保つことは，器械的に困難であること，測地学的に完全な不動点，とにかく文字どおりの不動点は存在するはずがないから，とくに局地的な不動点ということは，なかなか難しい問題であり，調査目的に応じた実用精度を決定することで一応満足しなければならないことを考慮し，不動点を周囲の状況から最も安定しているとみなされる神山山頂の露岩上に選定し，ここに(1)号点を置いた．ついで神山から東北に延びる大涌谷と早雲山分水嶺の上に(2)号点を設けて，(1)(2)号点を結び，方向を不動方向と定め，これをもとにして同次数の一連の三角網により誘導した6点の基準観測点を，計画基線の精度および使用測角機の精度と，観測精度限界とによる制限に基いて計画し，選点図型の重量を考慮のうえ，図—1，図—2に示すような図型を選定した．

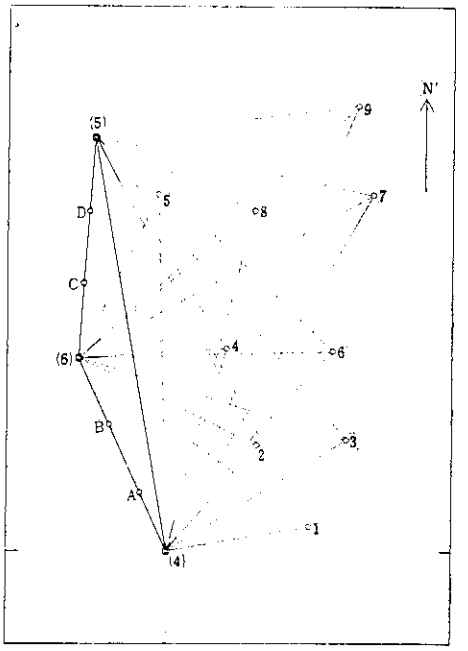
しかし，標高1,400mの神山は芦の湖を控え，夜間はとくに強風などによる気象状態がわるく，短かい観測期間中では曇霧に視通しを障害される夜が多く，全基準網の観測が困難であり，欠測などを生じて終始統一できなかった関係から，とりあえず(4)号基準点を仮不動原点として比較量を算出した．

(4)号点の安定度の問題について検討すると，観測時毎における(5)—(6)の測定基線長が，地表変動のため伸縮していても，点検基線である(4)—(6)の長さに対し，微変量を示すのみであることが，基線網観測の結果から検証され，仮不動方向の相対関係に基く，内角の変動に合理的な裏付けを得られる(表—2，表—3参照)．

なお(4)号点コンクリート台の精密中心合致式の中心金



図—1　基準点三角網図

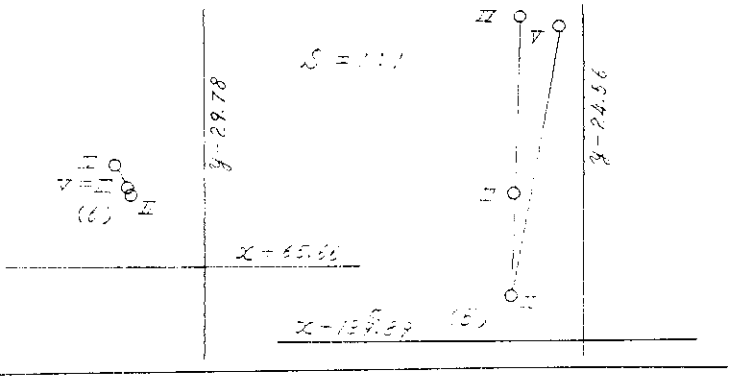


図—2　変動点三角網図

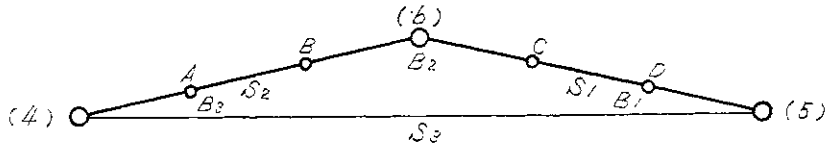
表－2　　基線網計算精度表

回	点	観測角	A	$\frac{1}{A}$	$R=\frac{1}{A}$	補正角	Log	Sin	測定長 S_1 (6)—(5) 比率精度
I	B_1	13° 59′ 5.″20	84.5	0.0118	+ 0.42	5.62			
	B_2	151 34 34. 17	38.9	0.0257	+ 0.93	35.10			
	B_3	14 26 18. 84	81.8	0.0122	+ 0.44	19.28			
	Σ	179 59 58. 21	205.2	0.0497	+ 1.79	0.00			
	W	$R=\frac{-1.79}{0.0497}=36.016$							
II	B_1	13 59 2. 82	84.5	0.0118	− 0.37	2.45	9.383	1889	
	B_2	151 34 36. 54	38.9	0.0257	− 0.81	35.73	9.677	5919	
	B_3	14 26 22. 20	81.7	0.0122	− 0.38	21.82	9.396	8195	
	Σ	180 0 1. 56	205.1	0.0497	− 1.56	$_{m}$ 0.00	S_1	1.871 6287	$\frac{1}{3677.000}$
	W	$R=\frac{+1.56}{0.0497}=31.388$				72.11043=	S_2	1.857 9981	
						142.03686=	S_3	2.152 4011	
						S_1 74.40956			
III	B_1	13 58 57. 883	84.6	0.0118	+ 0.049	57.932	9.383	1507	
	B_2	151 34 36. 042	38.9	0.0257	+ 0.108	36.150	9.677	5903	
	B_3	14 26 25. 867	81.7	0.0122	+ 0.051	25.918	9.396	8530	
	Σ	179 59 59. 792	205.2	0.0497	+ 0.208	0.00	S_1	1.871 7042	$\frac{1}{4591.000}$
	W	$R=\frac{-0.208}{0.0497}=4.185$				72.11107=	S_2	1.858 0019	
						142.05010=	S_3	2.152 4415	
						S_1 74.42250			
IV	B_1	13 58 53. 058	84.6	0.0118	+ 0.137	53.195	9.383	1106	
	B_2	151 34 33. 642	38.9	0.0257	+ 0.297	33.939	9.677	5989	
	B_3	14 26 32. 725	81.8	0.0122	+ 0.141	32.866	9.396	9097	
	Σ	179 59 59. 425	205.3	0.0497	+ 0.575	0.000	S_1	1.871 8225	$\frac{1}{551.400}$
	W	$R=\frac{-0.575}{0.0497}=11.569$				72.11463=	S_2	1.858 0234	
						142.07305=	S_3	2.152 5117	
						S_1 74.44277			
V	B_1	13 58 56. 235	84.6	0.0118	− 0.137	56.098	9.383	1352	
	B_2	151 34 24. 142	38.9	0.0257	− 0.298	23.844	9.677	6381	
	B_3	14 26 40. 200	81.7	0.0122	− 0.142	40.058	9.396	9686	
	Σ	180 0 0. 577	205.2	0.0497	− 0.577	0.000	S_1	1.871 8355	$\frac{1}{778.600}$
	W	$R=\frac{+0.577}{0.0497}=11.6097$				72.11110=	S_2	1.858 0021	
						142.07085=	S_3	2.152 5051	
						S_1 74.44500			

回	変動量 基線長 (6)—(5)	検定線 (6)—(4)	増大辺 (1)—(5)
II	mm + 12.94	mm + 0.64	+ 13.24
III	+ 20.27	+ 3.56	+ 22.95
IV	+ 2.23	− 3.53	− 3.20
V			



表—3　基準網成果抜萃



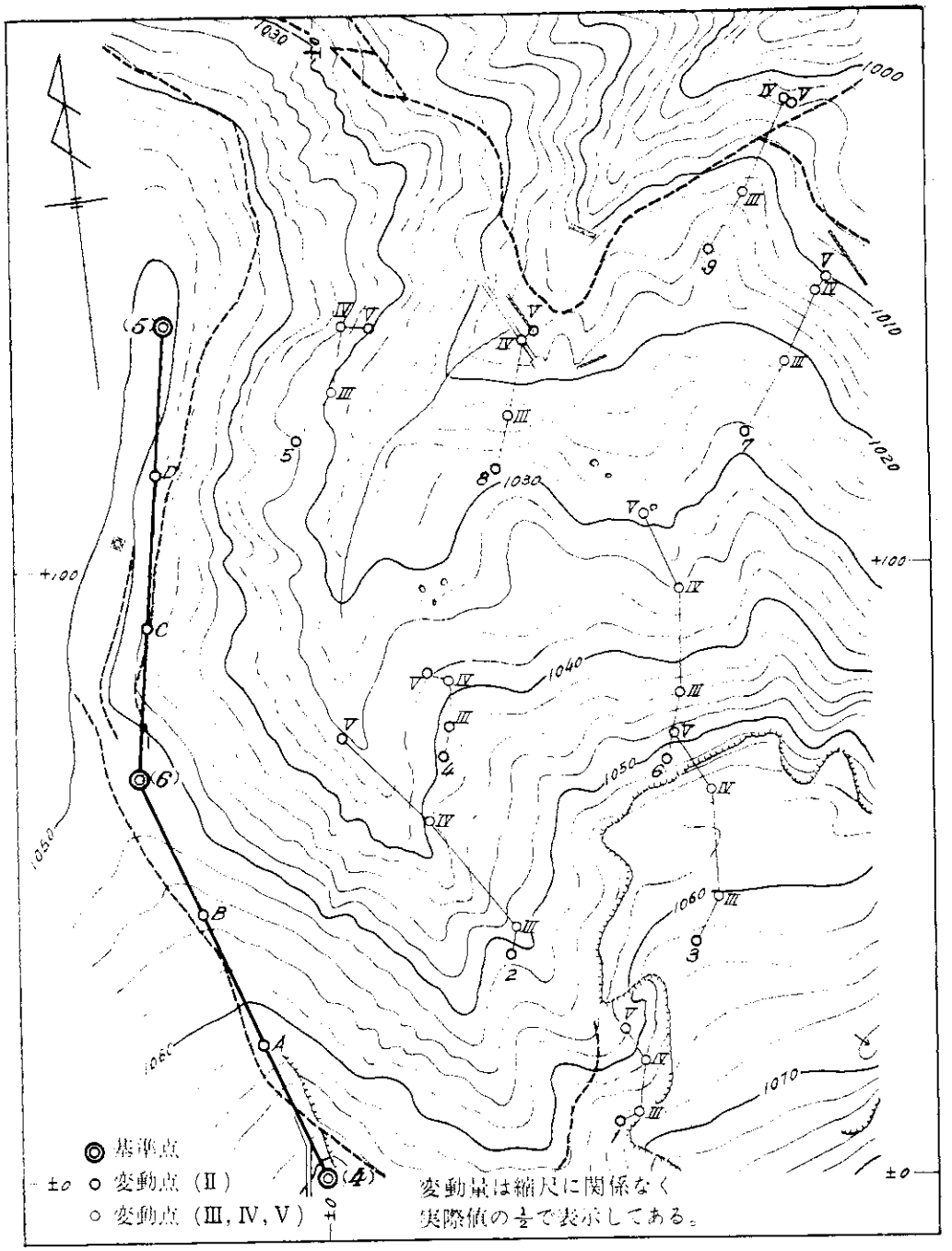
点番	(4)			(6)			(5)		
回	視	平均方向	S	視	平均方向	S	視	平均方向	S
I	x 0.0000 m y 0.0000 h			x y h			x y h		
	(6)	335° 35′ 58.″12	2	(5)	155° 35′ 58.″12	1	(4)	170° 2′ 17.″40	3
	(5)	350 2 17. 40	3	(4)	4 1 23. 02	2	(6)	184 1 23. 02	1
II	x 0.0000 y 0.0000 h 1071.428			$x+$ 65.6695 m $y-$ 29.7897 h 1051.800			$x+$ 139.8957 m $y-$ 24.5695 h 1051.373		
	(6)	335 35 58. 12	2	(5)	155 35 58. 12	1	(4)	170 2 19. 94	3
	(5)	350 2 19. 94	3	(4)	4 1 22. 39	2	(6)	184 1 22. 39	1
III	x 0.0000 y 0.0000 h 1071.436			$x+$ 65.6701 $y-$ 29.7900 h 1051.800			$x+$ 139.9092 $y-$ 24.5691 h 1051.375		
	(6)	335 35 58. 12	2	(5)	155 35 58. 12	1	(4)	170 2 24. 04	3
	(5)	350 2 24. 04	3	(4)	4 1 21. 97	2	(6)	184 1 21. 97	1
IV	x 0.0000 y 0.0000 h 1071.436			$x+$ 65.6733 $y-$ 29.7915 h 1051.803			$x+$ 139.9327 $y-$ 24.5683 h 1051.372		
	(6)	335 35 58. 12	2	(5)	155 35 58. 12	1	(4)	170 2 30. 99	3
	(5)	350 2 30. 99	3	(4)	4 1 24. 18	2	(6)	184 1 24. 18	1
V	x 0.0000 y 0.0000 h 1071.431			$x+$ 65.6701 $y-$ 29.7900 h 1051.803			$x+$ 139.9314 $y-$ 24.5630 h 1051.364		
	(6)	335 35 58. 12	2	(5)	155 35 58. 12	1	(4)	170 2 38. 18	3
	(5)	350 2 38. 18	3	(4)	4 1 34. 28	2	(6)	184 1 34. 28	1
	(1)			(2)			(3)		
VI	$x-$ 637.4639 $y+$ 0.0127 h 1406.848			$x-$ 20.7205 $y+$ 563.7055 h 1241.156			$x-$ 78.5909 $y+$ 267.6320 h 1190.317		

具に装着した傾斜計の測定値から大きな変動のないことが推定され，かりに未知量の微変動があったとしても，その観測時における変動点相互の関係はその精度に基く状態で固定していると認められるので，観測時点毎の比較移動性から推定して，(4)号の仮不動点は変動標柱の移動量に比較し大きな変動のないものとしてよい（図—3参照）．

神山不動点と一連の基準網の第Ⅳ回観測値を(4)号点から逆に算出した成果は表—3に示す．

3. 基線長の測定

基線は動かない平たんな場所に設定することが望ましいがこの実験地ではそれが困難であったため，傾斜地に折基線を選定した．測定のたびに基線の両端点が変動していても，不動点と不動方向に連繋する観測基準点の相対関係は前項で述べたように固定しているので精密観測にはこれでさしつかえない．基線長の測定には 25 m インバー線，基線尺を使用し，「カウンターウイト」の張力で懸吊して実測し，使用の前後には厳密な比較検定を行なって，その性質を明らかにし，検定時と同じ条件同じ状態で実地に測定を行ない，精度に影響する補正を



図—3　大涌谷地表変動量表示図

表—4　基線長測定手簿

自 (6) 点　至 (4) 点

INVAR NOW 315　天候 曇霧　読定者 前端 松本 後端 増本　竜雄 薫

昭和39年11月2日

時分	部点	尺読定 前端	尺読定 後端	測定長	中数	温度	備考
		0	25				
16. 0	C (6) 往	20.7	36.0	15.3		7.5	10 kg
		31.5	46.8	15.3			
		42.1	57.5	15.4			
		30.2	45.6	15.4			
		41.8	57.2	15.4			
		30.1	45.5	15.4			
		33.5	48.8	15.3			
		23.6	39.0	15.4			
		29.3	44.6	15.3			
		15.3	31.2	15.4	+ 15.36	7.5	
				153.6			
		0	25				
	(6) C 復	12.0	27.3	15.3		7.5	
		22.9	38.2	15.3			
		32.4	47.7	15.3			
		34.6	49.9	15.3			
		25.6	40.9	15.3			
		26.4	41.8	15.4			
		42.9	58.2	15.3			
		28.5	43.9	15.4			
		36.5	51.8	15.3			
		14.5	29.9	15.4	+ 15.33	7.5	
17				153.3			

満した（写真—5，写真—6，表—4参照）．

また，測定に当っては基線節点間で5回行なった測定の較差制限を0.3 mm 以内として，往復測定の基線比率精度を70万分の1以上となるようにつとめた．第一回の観測は，神山で風速 60 m を記録した台風による天候で測定装置が故障したため観測を中断せざるを得なかった．

第Ⅱ回，Ⅲ回，Ⅵ回およびⅤ回の観測した基線長測定の1例を表—4に，またその結果を表—2に示す．

4. 水平方向の変位測定

4.1 基線網の観測

基準網の観測時点毎の変動点を不動点から結合する重要なものであり，一連の三角網で測地学的に不動の状態を誘導固定して，絶対測量法の成果を発揮するのであるから，その観測結果の処理はとくに慎重に取扱い，観測資料に対する最も確かな成果を求めるためと，能率的に計算するために，基準網に対する完全観測の場合における同次平均の条件式と計算方式（表—8上），および天候の不順などによって完全観測が不可能の場合に対処するために対角四辺形図型同次平均の条件式と計算式（表—8下）を考案した（表—5，6参照）．

基準網の観測は1 mm 単位の変動量を求めるために，一等三角測量方式に準じて実施した．(1)号と(2)号点の間は基準網の中で，もっとも長い860m の距離であり，三角形の閉合誤差と図型重量から，観測の制限，求める精度の限界が定まってくる．このための改良案として基準網の図型選定の(2)号を不動点とした．(2)，(3)，(4)，(5)の四辺形と変更することも考慮し，この場合不動方向になるべく遠い(6)号以北の低地に不動方向点を設けることが望ましいと考えたが，今回は諸般の事情により最初に述べた(1)—(2)方向を不動方向として計算処理を実施した．

4.2 変動点の交会観測

地すべり地内の9基の変動点の移動量は基準点からの交会観測をもって求めるようにし，変動点の相互観測は行なわなかった．したがって変動点は不観測点となる．これらの測標点の水平観測結果の自乗平均精度は変動点の配置，図型，三角形基準線の遠近度，視測回数，観測制限，気象条件等の函数である．それぞれの変動点に対する確かなる値を観測値から求める同次平均計算処理については，次のように取扱った．すなわち不観測点の取扱いについては，条件式において，0.5 の重量を課すことにしたが，図型による重量は網の大きさから入れていない．その条件式および計算式は，表—9に示したように最少自乗法の「ガウス」移通係数法で方程式の答解を求めるが，それぞれの変動点に対する基準点および図型は同一であり，したがって未定係数 K_1～K_6 の乗数は係数化するので，あらかじめ計算用紙に印刷することができる．なお角規約条件式の W_1～W_6 の数値は各変動点とも等しいので，未定係数 K_1～K_6 における W_1～W_6 の答解値は初回の算出値を他の変動点平均計算に適用できる．K_7 の乗数と点検数値は辺条件式を組成する角の Log Sin の1秒差が基礎になるので，計算用紙上に算出欄として単純化されているが，これは最少自乗法解式を近似値的に簡易化したものではなく，厳密な計算の結果と変りはない．基準網同次計算方式も規を一にするが，条件式が増えるので多少の複雑化はまぬがれない．

観測値のまま算出した三角辺長の照合差および平均結果を表—10に示したが，その精度はほぼ ± 1 mmから2 mm の間に含まれている．変動点の第Ⅱ回，第Ⅲ回，第Ⅳ回，第Ⅴ回の観測結果は表—11により，ほぼ目標精度に近い結果を得たが，その比較値に対しては，測定時に仮不動原点と基準点の安定度に微変動があるものとすれば，同一目標点の観測時の独立変数から求めた絶対変位の精度は，不正確さが含まれるものと見なけれ

表—5　精密角観測手簿

(6) 測点　昭和39年9月18日　天候 曇霧　風区分 強　風方向 南西　温度 19.0
測器 WILD T3 41264　観測者 岩崎一雄　記簿者 勝田一泰

時	分	輪郭	眼鏡	番号	視準点 名	視準点 標	測微鏡 A	測微鏡 B	申数	番号	結果	倩角	測差
20.	55	0	r	1	1	＋	0 0 32.8	32.9	0 0 65.7	1	0 0 0.0		
				2	2	◉	151 34 50.8	50.7	151 35 41.5	2	151 34 35.8	67.3	+ 4.3
			l	2			331 34 47.9	47.8	331 35 35.7	2	151 34 31.5		
				1			180 0 32.1	32.1	180 0 64.2	1	0 0 0.0		
							標的照明不良観測差大再測 S.P.2						
		15	l	1	(5)		15° 0′ 15.″7	15.″6	15° 0′ 31.″3	1	0° 0′ 0.″0		
				2	(4)		166 34 32.4	32.4	166 34 64.8	2	151 34 33.5	66.7	− 0.3
			r	2			346 34 34.9	34.6	346 34 69.5	2	151 34 33.2		
				1			195 0 18.1	18.2	195 0 36.3	1	0 0 0.0		
		30	r	1			30 0 21.8	21.8	30 0 43.6	1	0 0 0.0		
				2			181 34 39.3	39.5	181 34 78.8	2	151 34 35.2	69.9	+ 0.5
			l	2			1 34 36.8	36.8	1 34 73.6	2	151 34 34.7		
				1			210 0 19.5	19.4	210 0 38.9	1	0 0 0.0		
		45	l	1			45 0 20.5	20.6	45 0 41.1	1	0 0 0.0		
				2			196 34 38.0	37.8	196 34 75.8	2	151 34 34.7	68.7	− 0.7
			r	2			16 34 39.3	39.6	16 34 78.9	2	151 34 34.0		
				1			225 0 22.5	22.4	225 0 44.9	1	0 0 0.0		
					(4)	号点	電球切れ						
		60	r	1			60 0 23.7	23.7	60 0 47.4	1	0 0 0.0		
				2			211 34 41.4	41.4	211 34 82.8	2	151 34 35.4	69.3	+ 1.5
			l	2			31 34 39.1	39.0	31 34 78.1	2	151 34 33.9		
				1			240 0 22.3	21.9	240 0 44.2	1	0 0 0.0		
					(4)	号点	電球切れ						
		75	l	1			75 0 22.2	22.2	75 0 44.4	1	0 0 0.0		
				2			226 34 39.4	39.3	226 34 78.7	2	151 34 34.3	68.0	− 0.6
			r	2			46 34 40.6	40.6	46 34 81.2	2	151 34 33.7		
				1			255 0 23.7	23.8	255 0 47.5	1	0 0 0.0		
		90	r	1			90 0 23.0	23.1	90 0 46.1	1	0 0 0.0		
				2			241 34 39.3	39.3	241 34 78.6	2	151 34 32.5	64.8	+ 0.2
			l	2			61 34 37.5	37.5	61 34 75.0	2	151 34 32.3		
				1			270 0 21.3	21.4	270 0 42.7	1	0 0 0.0		
		105	l	1			105 0 18.3	18.2	105 0 36.5	1	0 0 0.0		
				2			256 34 34.6	34.7	256 34 69.3	2	151 34 32.8	67.9	+ 2.3
			r	2			76 34 37.8	37.9	76 34 75.7	2	151 34 35.1		
				1			285 0 20.3	20.3	285 0 40.6	1	0 0 0.0		
					(4)	号点	電球切れ						

表—6　角観測値集録簿

(6) 測点					(4) 測点				
月日	輪郭	r/l	角	観測値	月日	輪郭	r/l	角	観測値
9.18	0°	r	1.2	151° 34′ 34.″6	9.19	0°	r	1.2	14° 26′ 18.″8
		l		33. 6			l		20. 9
	15	〃		33. 5		15	〃		21. 9
		r		33. 2			r		19. 9
	30	〃		35. 2		30	〃		19. 3
		l		34. 7			l		21. 1
	45	〃		34. 7		45	〃		20. 5
		r		34. 0			r		20. 4
	60	〃		35. 4		60	〃		16. 3
		l		33. 9			l		16. 4
	75	〃		34. 3		75	〃		16. 7
		r		33. 7			r		16. 7
	90	〃		32. 5		90	〃		16. 6
		l		32. 3			l		17. 9
	105	〃		32. 8		105	〃		18. 0
		r		35. 1			r		18. 6
	120	〃		35. 3		120	〃		19. 3
		l		34. 1			l		17. 7
	135	〃		34. 7		135	〃		18. 1
		r		35. 5			r		19. 9
	150	〃		34. 2		150	〃		19. 2
		l		35. 0			l		19. 4
	165	〃		33. 7		165	〃		18. 6
		r		34. 1			r		19. 9
				820. 1					452. 1
				151 34 34. 171					14 26 18. 838
				$m=\sqrt{\frac{\Sigma(\delta\delta)}{n(n-1)}}$					$m=\sqrt{\frac{\Sigma(\delta\delta)}{n(n-1)}}$
				$=\sqrt{\frac{18.6496}{24\times23}}$					$=\sqrt{\frac{58.1756}{24\times23}}$
				$=\sqrt{0.03378}$					$=\sqrt{0.10539}$
				$=\pm0.184$					$=\pm0.324$

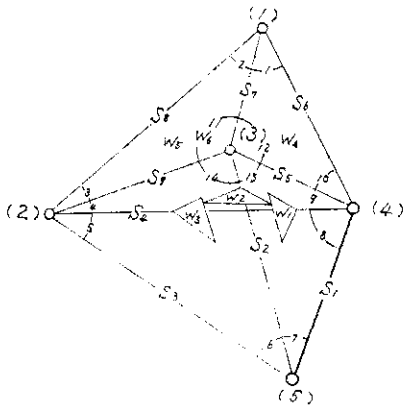
表—7　精密水準観測手簿

自　原　点　至　(6) 点　　測　器　WILD　No 85966
昭和40年4月9日　天候　晴　観測　西　　標　尺　No. 183
観測者　岩　崎　—　堆

番号	距離	方向	左側目盛 読定	左側目盛 補数	右側目盛 読定	右側目盛 補数	備考
			補数	読定	補数	読定	
		B	.	.	.	.	原点 13h 00 15°C
1	9	B	0.9827	× 9.0173	3.9982	× 6.0018	
		F	× 8.4934	1.5066	× 5.4778	4.5222	
			× 9.4761	0.5239	× 9.4760	0.5240	
		B	2.8412	× 7.1588	5.8565	× 4.1435	
2	12	F	× 9.8143	0.1857	× 6.7985	3.2015	
			2.1316	× 7.8684	2.1310	× 7.8690	
		B	2.9576	× 7.0424	5.9730	× 4.0270	
3	12	F	× 9.7669	0.2331	× 6.7514	3.2486	
			4.8561	× 5.1439	4.8554	× 5.1446	
		B	2.8213	× 7.1787	5.8368	× 4.1632	
4	16	F	× 9.8929	0.1071	× 6.8774	3.1226	
			7.5703	× 2.4297	7.5696	× 2.4304	
		B	2.9944	× 7.0056	6.0097	× 3.9903	
5	12	F	× 9.9280	0.0720	× 6.9127	3.0873	
			10.4927	× 9.5073	10.4920	× 9.5080	
		B	2.0081	× 7.9919	5.0236	× 4.9764	
6	6	F	× 8.5326	1.4674	× 5.5170	4.4830	
			11.0334	× 8.9666	11.0326	× 8.9674	
		B	1.8612	× 8.1388	4.8767	× 5.1233	
7	7	F	× 9.7562	0.2438	× 6.7408	3.2592	(6) 13h 43 16°C
	74		12.6508	× 7.3492	12.6501	× 7.3499	
		B	.	× .	.	× .	
		F	×	.	× .	.	
		B	.	× .	.	× .	
		F	× .	.	× .	.	
		B	.	× .	.	× .	
		F	× .	.	× .	.	
		B	.	× .	.	× .	
		F	× .	.	× .	.	
		B	.	× .	.	× .	
		F	× .	.	× .	.	
			.	.	.	.	
	74		16.4665	3.8157	37.5745	24.9244	
	75		3.8157	.	24.9244	.	
	149		+12.6508	.	+12.6501	.	

自　原　点　至　(6) 点　　$m_{(I)}=+12.6504$　T=16°C

表—8　その1　　基準点三角網平均計算簿

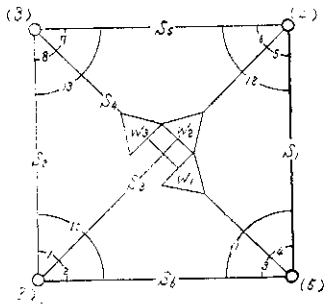


条　件　式

$$\partial_7 + \partial_8 + \partial_9 + \partial_{13} + W_1 = 0$$
$$\partial_4 + \partial_9 + \partial_{13} + \partial_{14} + W_2 = 0$$
$$\partial_4 + \partial_5 + \partial_6 + \partial_{14} + W_3 = 0$$
$$\partial_1 + \partial_{10} + \partial_{12} + W_4 = 0$$
$$\partial_2 + \partial_3 + \partial_{11} + W_5 = 0$$
$$\partial 11 + \partial_{12} + \partial_{13} + \partial_{14} + W_6 = 0$$
$$\mathrm{Log}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 5}{\mathrm{Sin}\ \angle 4}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 7}{\mathrm{Sin}\ \angle 6}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 9}{\mathrm{Sin}\ \angle 8}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 14}{\mathrm{Sin}\ \angle 13} + W_7 = 0$$
$$\mathrm{Log}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 2}{\mathrm{Sin}\ \angle 1}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 4}{\mathrm{Sin}\ \angle 3}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 10}{\mathrm{Sin}\ \angle 9} + W_8 = 0$$

平均角		Log Sin
∠(4+5) =	° ′ ″	9.
∠(6+7) =	.	9.
∠(8+9) =	.	9.
∠(13+14) =	.	9.

その2　基準点網平均計算簿

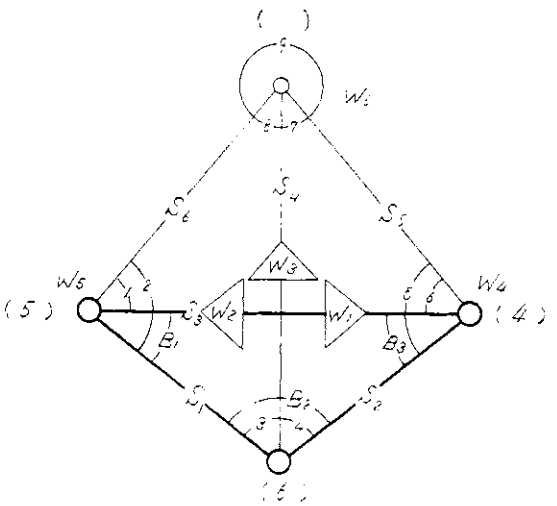


条　件　式

$$\partial_2 + \partial_3 + \partial_4 + \partial_5 + W_1 = 0$$
$$\partial_4 + \partial_5 + \partial_6 + \partial_7 + W_2 = 0$$
$$\partial_6 + \partial_7 + \partial_8 + \partial_1 + W_3 = 0$$
$$\mathrm{Log}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 1}{\mathrm{Sin}\ \angle 2}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 3}{\mathrm{Sin}\ \angle 4}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 5}{\mathrm{Sin}\ \angle 6}\frac{\mathrm{Sin}\ \angle 7}{\mathrm{Sin}\ \angle 8} + W_4 = 0$$

平均角		Log Sin
∠(1+2) =	° ′ ″	9.
∠(3+4) =	.	9.
∠(5+6) =	.	9.
∠(7+8) =	.	9.

表—9 その1　　変動点平均計算簿



条件式

$$\delta_4+\delta_5+1.5\delta_7+W_1=0$$
$$\delta_2+\delta_3+1.5\delta_8+W_2=0$$
$$-\delta_1-\delta_6+1.5\delta_9+W_3=0$$
$$\delta_5-\delta_6+W_4=0$$
$$-\delta_1+\delta_2+W_5=0$$
$$1.5\delta_7+1.5\delta_8+1.5\delta_9+W_6=0$$
$$\log\frac{\sin\angle1\sin\angle3\sin\angle5}{\sin\angle2\sin\angle4\sin\angle6}+W_7=0$$

角	観測値	補正値 (δ)	平均秒	辺閉塞誤差	表差(A)	平均 log sin	$\delta\delta$	角
1	19° 0′ 41.07″	−0.118″	40.952″	9.5128929	+61.1	9.512 8922	0.0144	1
2	32 59 43.89	−0.488	43.402	9.7360565	+32.4	9.736 0549	0.2401	2
3	122 10 30.81	−0.785	30.025	9.9275877	−13.3	9.927 5888	0.6241	3
4	29 24 5.73	−0.024	5.706	9.6910178	+37.3	9.691 0177	0.0004	4
5	104 10 0.62	+0.178	0.798	9.9865869	− 5.3	9.986 5868	0.0324	5
6	89 43 38.42	+0.559	38.979	9.9999951	+ 0.0	9.999 9951	0.3136	6
7	46 25 53.65	−0.155	53.495			9.860 0691	0.0225	7
8	24 49 45.30	+1.274	46.574	9.4270675		9.623 1676	1.6129	8
9	288 44 21.05	1.120	19.930	9.4270694		9.976 3466	1.2544	9

$W_7=-19$

$\frac{678}{677}[\delta\delta]$ 4.1148

$W_1=0$
$W_2=0$
$W_3=+1.56$
$W_4=+0.38$
$W_5=+0.37$
$W_6=0$

$$m=\sqrt{\frac{4.1148}{2\times6}}=\pm0.585$$

辺長計算

$S_1\sin\angle2/\sin\angle8$	1.984 5160
$S_2\sin\angle5/\sin\angle7$	1.984 5158
S_4	59
	96.4975
$S_2\sin\angle4/\sin\angle7$	1.688 9467
$S_3\sin\angle3/\sin\angle9$	1.688 9467
S_5	67
	48.8592
$S_1\sin\angle3/\sin\angle8$	2.176 0499
$S_3\sin\angle6/\sin\angle9$	2.176 0496
S_6	497.5
	149.9857

与件

$B_1=$	13°	59′	2.45″
$B_2=$	151	34	35.73
$B_3=$	14	26	21.82

$S_1\cdots$ 1.8716287

$S_2\cdots$ 1.8579981

$S_3\cdots$ 2.1524011

表—9　その2　　変動点平均計算簿（Kの計算）

K番号	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	W	点検項
(1)	+4.25	0	0	+1	0	+2.25	−42.6	0	− 35.1
(2)		+4.25	0	0	+1	+2.25	−45.7	0	− 38.2
(3)			+4.25	+1	+1	+2.25	−61.1	+1.56	− 52.6
(4)				+2	0	0	− 5.3	+0.38	− 1.3
	+0.23529		−)	+0.23529	0	+0.52940	− 10.02335	0	− 8.25868
				+1.76471	0	−0.52940	+ 4.72335	+0.38	+ 6.95868
	+0.23529		−)	+0.23529	+0.23529	+0.52940	− 14.37622	+0.36705	− 12.37625
				+1.52942	−0.23529	−1.05880	+ 19.09957	+0.01295	+ 19.33493
(5)					+2	0	− 93.5	+0.37	− 89.5
	+0.23529				+0.23529	+0.52940	− 10.75273	0	− 8.98808
					+1.76471	−0.52940	− 82.74725	+0.37	− 80.51192
	+0.23529				+0.23529	+0.52940	− 14.37622	+0.36705	− 12.37625
					+1.52942	−1.05880	− 68.37103	+0.00295	− 68.13567
	+0.15384				+0.03620	+0.16289	− 2.93828	−0.00199	− 2.97449
					+1.49322	−1.22169	− 65.43275	+0.00494	− 65.16118
(6)						+6.75	0	0	+ 13.5
	+0.52941					+1.19117	− 22.55287	0	− 18.58229
						+5.55883	+ 22.55287	0	+ 32.08229
	+0.52941					+1.19117	− 24.19404	0	− 20.22346
						+4.36766	+ 46.74691	0	+ 52.30575
	+0.52941					+1.19117	− 32.34695	+0.82588	− 27.84697
						+3.17649	+ 79.09386	−0.82588	+ 80.15272
	−0.69229					+0.73300	− 13.22244	−0.00897	− 13.38538
						+2.44343	+ 92.31630	−0.81691	+ 93.53810
	−0.81816					+0.99954	+ 53.53446	−0.00404	+ 53.31227
						+1.44389	+ 38.78184	−0.81287	+ 40.22583
(7)							+6379.24	−19	+6131.04
	−10.02353						+ 427.00238	0	+ 351.82590
							+5952.23762	−19	+5779.21410
	−10.75294						+ 491.40936	0	+ 410.76231
							−5460.82826	−19	+5368.45179
	−14.37647						+ 878.40232	−22.42729	+ 756.20232
							+4582.42594	+ 3.42729	+4612.24947
	+12.48811						+ 238.51753	+ 0.16172	+ 241.45673
							+4343.90841	+ 3.26557	+4370.79274
	−43.81990						+2867.25656	− 0.21647	+2855.35639
							+1476.65185	+ 3.48204	+1515.43635
	+26.85928						+1041.65230	−21.83310	+1080.43663
							+ 434.99955	+25.31514	+ 434.99953
							K_7 =	− 0.05820	

$(A_1)^2$	3733.21
$(A_2)^2$	1049.76
$(A_3)^2$	176.89
$(A_4)^2$	1391.29
$(A_5)^2$	28.09
$(A_6)^2$	
(AA)	6379.24

K_7 の乗数	
(1)	$-A_4+A_5=-42.6$
(2)	$-A_2+A_3=-45.7$
(3)	$-A_1+A_6=-61.1$
(4)	$+A_3+A_4=-5.3$
(5)	$-A_1-A_2=-93.5$
(6)	$0=0$
(7)	$(AA)=-6379.24$

点検項の数値	
(1)	K_7の乗数$\times 7.5=-35.1$
(2)	〃 $\times 7.5=-38.2$
(3)	〃 $\times 8.5=-52.6$
(4)	〃 $\times 4.0=-1.3$
(5)	〃 $\times 4.0=-89.5$
(6)	〃 $\times 13.5=13.5$
(7)	ΣK_7 $=+6131.04$

表—9　その3　　変動点平均計算簿（Kの計算）

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	W	〔　〕
					+1.44389	−2.25710	−0.81287	−3.06997
					K_6=	+2.12618		
				+1.49322	−2.59753	+3.80819	+0.00494	+1.21560
				K_5=	−0.81408			
			+1.52942	+0.19154	−2.25120	−1.11159	+0.01295	−3.15830
			K_4=	+2.06530				
		+4.25	+2.06503	−0.81408	+4.78390	+3.55602	+1.56	+11.15087
		K_3=	−2.62373					
	+4.25	0	0	−0.81408	+4.78390	+2.65974	0	+6.62956
	K_2=	−1.55990						
+4.25	0	0	+2.06503	−0	+4.78390	+2.47932	0	+9.32825
K_1=	−2.19488							

補正値（δ）の計算（K_7 の乗数は表差 A_1〜A_8）

− 1 K_3	+2.62373	+ 1 K_2	+1.55990					+1 K_1	−2.19488
− 1 K_5	+0.81408	+ 1 K_5	−0.81408	+ 1 K_2	−1.55990	+ 1 K_1	−2.19488	+1 K_4	+2.06503
+61.1K_7	−3.55602	−32.4K_7	+1.82568	−13.1K_7	+0.77406	−37.3K_7	+2.17086	−5.3K_7	+0.30846
δ_1	−0.11821	δ_2	−0.48830	δ_3	−0.78584	δ_4	−0.02402	δ_5	+0.17861
− 1 K_3	+2.62373								
− 1 K_4	−2.06503	+ 1.5K_1	−3.29232	+ 1.5K_2	−2.33985	+ 1.5K_3	−3.93560		
− K_7		+ 1.5K_6	+3.18927	+ 1.5K_6	+3.18927	+ 1.5K_6	+3.18927		
δ_6	+0.55870	δ_7	−0.10305	δ_8	+0.84942	δ_9	−0.74633		
		1.5 δ_7	−0.15458	1.5 δ_8	+1.29413	1.5 δ_9	−1.11950		

補正値（δ）の検算 W_7 算出の（δ_1〜δ_9）の乗数は表差（A_1〜A_6）

+ δ_4	−0.02402	+ δ_2	−0.48830	− δ_1	+0.11821			
+ δ_5	−0.17861	+ δ_3	−0.78584	− δ_6	−0.55870			
+1.5δ_7	−0.15458	+1.5δ_8	+1.27413	+1.5δ_9	−1.11950			
W_1'	+0.00001	W_2'	−0.00001	W_3'	−1.55999	+61.1δ_1	− 7.22262	
W_1	0	W_2	0	W_3	+1.56000	−32.4δ_2		−15.82092
						+13.3δ_3	+10.45167	
				+1.5δ_7	−0.15458	−37.3δ_4		− 0.89595
+ δ_5	+0.17861	− δ_1	+0.11821	+1.5δ_8	+1.27413	+ 5.3δ_5	− 0.94663	
− δ_6	−0.55870	+ δ_2	−0.48830	+1.5δ_9	−1.11950	− δ_6		
W_4'	−0.38009	W_5'	−0.37009	W_6'	+0.00004	Σ	+ 2.28242	−16.71987
W_4	−0.38000	W_5	+0.37000	W_6	0	W_7'	+18.999	
						W_7	−19.000	

表—10　観測角三角形点検簿

点名称		観測夾角	改正角	辺 log	長	計 log	算
1	a	24° 49′ 45″30	補	cosin a	0.376 8382	cosin a	
				bc	1.871 6287	bc	2.248 4669
(5)	b	32 59 43 89					
(6)	c	122 10 30 81		sin b	9.736 0565	sin c	9.927 5887
Σ				ac	1.984 5234	ab	2.176 0546
ε W				(1) (6)	96.4991	(1) (5)	149.9873
1	a	46 25 53 65	補	cosin a	0.139 9306	cosin a	
				bc	1.857 9981	bc	1.997 9287
(6)	b	29 24 5 73					
(4)	c	104 10 0 62		sin b	9.691 0178	sin c	9.986 5869
Σ				ac	1.688 9465	ab	1.984 5156
ε W				(1) (4)	48.8592	(1) (6)	96.4974
1	a	288 44 21 05	補	cosin a	0.023 6542	cosin a	
				bc	2.152 4011	bc	2.176 0553
(5)	b	19 0 41 07					
(4)	c	89 43 38 42		sin b	9.512 8929	sin c	9.999 9951
Σ				ac	1.688 9482	ab	2.176 0504
ε W				(1) (4)	48.8594	(1) (5)	149.9859
2	a	35 55 58 22	補	cosin a	0.231 4829	cosin a	
				bc	1.871 6287	bc	2.103 1116
(5)	b	32 0 19 45					
(6)	c	112 3 42 33		sin b	9.724 2752	sin c	9.966 9764
Σ				ac	1.827 3868	ab	2.070 0880
ε W				(2) (6)	67.2027	(2) (5)	117.5136
2	a	75 50 43 15	補	cosin a	0.013 3899	cosin a	
				bc	1.857 9981	bc	1.871 3880
(6)	b	39 30 54 21					
(4)	c	64 38 22 64		sin b	9.803 6489	sin c	9.955 9914
Σ				ac	1.675 0369	ab	1.827 3794
ε W				(2) (4)	47.3191	(2) (6)	67.2024
2	a	248 13 18 63	補	cosin a	0.032 1586	cosin a	
				bc	2.152 4011	bc	2.184 5597
(5)	b	18 1 16 63					
(4)	c	50 12 0 44		sin b	9.490 4786	sin c	9.885 5223
Σ				ac	1.675 0383	ab	2.070 0820
ε W				(2) (4)	47.3193	(2) (5)	117.5119
3	a	33 5 42 05	補	cosin a	0.262 7843	cosin a	
				bc	1.871 6287	bc	2.134 4130
(5)	b	43 59 43 41					
(6)	c	102 54 34 54		sin b	9.841 7351	sin c	9.988 8816
Σ				ac	1.976 1481	ab	2.123 2946
ε W				(3) (6)	94.6560	(3) (5)	132.8295
3	a	49 1 27 79	補	cosin a	0.122 0595	cosin a	
				bc	1.857 9981	bc	1.980 0576
(6)	b	48 40 2 00					
(4)	c	82 18 30 21		sin b	9.875 5743	sin c	9.996 0749
Σ				ac	1.855 6319	ab	1.976 1325
ε W				(3) (4)	71.7186	(3) (6)	94.6526
3	a	277 52 50 16	補	cosin a	0.004 1209	cosin a	
				bc	2.152 4011	bc	2.156 5220
(5)	b	30 0 40 59					
(4)	c	67 52 8 01		sin b	9.699 1180	sin c	9.966 7630
Σ				ac	1.855 6400	ab	2.123 2850
ε W				(3) (4)	71.7200	(3) (5)	132.8266
備考							

表—11　その 1

39年10月

第Ⅱ回　変動点観測角三角形点検と平均計算後の比較および各成果の出合い一覧表

$W_1=0$, $W_2=0$, $W_3=+1.''56$, $W_4=0.''38$, $W_5=+0.''37$, $W_6=0$ （各点同じ）

三角形点検				辺の閉塞	平均計算		座標計算			高低値	S の真数
変動点	辺	S の較差 対数	S の較差 真数	W_7	突角の中等誤差	S の較差 対数未位	方向	Y	X		
			mm					mm	mm	mm	m
1	S_4	78	1.7			2	(6)—1	.99	.43	9	96.4975
	S_5	17	0.2	− 19	±0.59	0	(4)—1	.97	.45	8	48.8592
	S_6	42	1.4			3	(5)—1	.98	.43	6	149.9857
2	S_4	74	0.3			2	(6)—2	.22	.25	5	67.2017
	S_5	14	0.2	0	±0.68	0	(4)—2	.21	.26	4	47.3191
	S_6	60	1.7			2	(5)—2	.22	.23	2	117.5126
3	S_4	156	3.4			1	(6)—3	.32	.96	9	94.6532
	S_5	81	1.4	+ 21	±1.33	3	(4)—3	.31	.96	7	71.7193
	S_6	96	2.9			1	(5)—3	.30	.93	9	132.8268
4	S_4	43	0.5			1	(6)—4	.82	.91	91	49.8117
	S_5	8	0.1	+ 18	±0.54	2	(4)—4	.81	.90	91	71.5304
	S_6	69	1.3			2	(5)—4	.81	.92	88	83.9602
5	S_4	48	0.7			0	(6)—5	.62	.58	10	60.8686
	S_5	7	0.2	+142	±0.47	0	(4)—5	.61	.58	11	120.5968
	S_6	183	1.2			2	(5)—5	.61	.57	07	28.6346
6	S_4	10	0.2			1	(6)—6	.65	.14	70	85.9859
	S_5	30	0.6	− 9	±0.36	2	(4)—6	.62	.12	71	88.1655
	S_6	11	0.3			1	(5)—6	.63	.12	67	108.1337
7	S_4	54	1.3			3	(6)—7	.37	.81	7	113.6680
	S_5	20	0.7	+ 24	±0.53	1	(4)—7	.34	.80	7	139.4751
	S_6	58	1.3			3	(5)—7	.36	.82	7	96.0336
8	S_4	87	1.6			0	(6)—8	.26	.19	7	77.1568
	S_5	37	1.0	+ 58	±0.84	1	(4)—8	.27	.19	8	119.0781
	S_6	108	1.4			2	(5)—8	.26	.19	5	59.0255
9	S_4	159	4.7			5	(6)—9	.57	5.06	18	127.0332
	S_5	78	2.9	+ 58	±1.13	4	(4)—9	.59	5.03	20	164.1469
	S_6	139	2.9			2	(5)—9	.52	4.96	17	89.5506

表—11　その2

40年4月

第Ⅲ回　変動点観測角三角形点検と平均計算後の比較及び各成果の出合い一覧表

$W_1=0$, $W_2=0$, $W_3=-0.''208$, $W_4=-0.''051$, $W_5=-0.''049$, $W_6=0$　（各点同じ）

三角形点検				辺の閉塞	平均計算		座標計算			高低値	Sの真数
変動点	辺	Sの較差 対数	Sの較差 真数	W_7	夾角の中算調差	Sの較差対数未位	方向	Y	X		
			mm					mm	mm	mm	m
	S_4	1	0.0			2	(6)—1	.47	.86	1	96.5004
1	S_5	21	0.2	+12	±0.11	0	(4)—1	.46	.86	1	48.8653
	S_6	8	0.2			3	(5)—1	.48	.83	0	149.9968
	S_4	96	1.5			1	(6)—2	.15	.70	4	67.1997
2	S_5	81	0.9	−43	±0.79	1	(4)—2	.14	.69	3	47.3276
	S_6	58	1.6			1	(5)—2	.17	.69	3	117.5168
	S_4	62	1.4			7	(6)—3	.55	.24	9	94.6565
3	S_5	44	0.7	−16	±0.57	4	(4)—3	.59	.20	8	71.7330
	S6	34	1.0			4	(5)—3	.60	.17	7	132.8306
	S_4	104	1.2			2	(6)—4	.84	.67	3	49.8146
4	S_5	81	1.3	−60	±1.05	1	(4)—4	.84	.65	1	71.5402
	S_6	83	1.6			2	(5)—4	.85	.64	0	83.9642
	S_4	144	2.0			0	(6)—5	.06	.18	4	60.8872
5	S_5	95	2.6	−162	±0.88	1	(4)—5	.08	.14	1	120.6134
	S_6	211	1.4			1	(5)—5	.05	.13	0	28.6414
	S_4	67	1.3			1	(6)—6	.69	.56	2	85.9918
6	S_5	41	0.8	−17	±0.66	1	(4)—6	.69	.54	1	88.1853
	S_6	43	1.1			0	(5)—6	.69	.55	0	108.1318
	S_4	177	4.6			6	(6)—7	.35	.92	1	113.6905
7	S_5	97	3.1	−36	±1.33	3	(4)—7	.27	.88	0	139.5016
	S_6	116	2.6			3	(5)—7	.33	.93	0	96.0439
	S_4	10	0.2			1	(6)—8	.50	.59	9	77.1710
8	S_5	4	0.1	−7	±0.10	0	(4)—8	.48	.57	6	119.0960
	S_6	13	0.2			0	(5)—8	.48	.57	6	59.0173
	S_4	26	0.8			3	(6)—9	.78	.26	5	127.0535
9	S_5	8	0.3	−6	±0.09	1	(4)—9	.74	.21	2	164.1681
	S_6	24	0.5			2	(5)—9	.78	.23	0	89.5618

表—11　その 3

40年 8 月

第IV回　変動点観測角三角形点検と平均計算後の比較及び各成果の出合い一覧表

$W_1=0$, $W_2=0$, $W_3=-0.''575$, $W_4=-0.''141$, $W_5=-0.''137$, $W_6=0$ (各点同じ)

三角形点検				辺の閉塞	平均計算		座標計算			高低値	S の真数
変動点	辺	S の較差 対数	S の較差 真数	W_7	夾角の中等誤差	S の較差対数単位	方向	Y	X		
			mm		″			mm	mm	mm	m
1	S_4	19	0.5			1	(6)—1	.50	.67	93	96.4961
	S_5	35	0.4	+24	±0.17	3	(4)—1	.50	.68	91	48.8712
	S_6	8	0.2			0	(5)—1	.52	.65	91	150.0038
2	S_4	10	0.2			2	(6)—2	.62	.51	25	67.1624
	S_5	28	0.3	+17	±0.14	3	(4)—2	.62	.53	23	47.3364
	S_6	1	0.0			1	(5)—2	.63	.54	23	117.4935
3	S_4	69	1.5			2	(6)—3	.90	.79	298	94.6468
	S_5	61	1.0	+26	±0.57	1	(4)—3	.91	.81	298	71.7505
	S_6	34	1.1			1	(5)—3	.91	.81	301	132.8191
4	S_4	63	0.7			0	(6)—4	.12	.44	92	49.8170
	S_5	68	1.1	+39	±0.65	1	(4)—4	.13	.46	89	71.5546
	S_6	34	0.7			0	(5)—4	.11	.47	90	83.9713
5	S_4	77	1.1			0	(6)—5	.54	.21	11	60.9055
	S_5	44	1.1	−115	±0.50	1	(4)—5	.53	.28	10	120.6345
	S_6	148	1.0			0	(5)—5	.54	.25	10	28.6450
6	S_4	53	1.1			2	(6)—6	.72	.49	69	85.9941
	S_5	54	0.9	+17	±0.56	1	(4)—6	.76	.50	68	88.2115
	S_6	53	1.1			1	(5)—6	.73	.50	67	108.1243
7	S_4	129	3.3			8	(6)—7	.91	.83	37	113.7156
	S_5	76	2.5	+22	±1.06	5	(4)—7	.97	.81	35	139.5268
	S_6	75	1.6			4	(5)—7	.86	.85	36	96.0537
8	S_4	63	1.1			1	(6)—8	.68	.16	65	77.1899
	S_5	43	1.2	+13	±0.55	2	(4)—8	.67	.19	63	119.1211
	S_6	33	0.5			0	(5)—8	.68	.19	62	59.0308
9	S_4	200	5.9			2	(6)—9	.63	.14	09	127.0828
	S_5	104	4.0	+31	±1.08	0	(4)—9	.63	.10	06	164.2010
	S_6	126	2.6			0	(5)—9	.63	.15	07	89.5757

表—11　その4

40年11月

第V回　変動点観測角三角形点検と平均計算後の比較および各成果の出合い一覧表

$W_1=0$, $W_2=0$, $W_3=+0.''577$, $W_4=+0.''142$, $W_5=+0.''137$, $W_6=0$（各点同じ）

三角形点検				辺の閉塞	平均計算		座標計算			高低値	S の真数
変動点	辺	S の較差 対数	S の較差 真数	W_7	夾角の中等誤差	S の較差対数未位	方向	Y	X		
			mm					mm	mm	mm	m
1	S_4	227	5.1	− 7	±0.22	1	(6)—1	.79	.59	2	96.4803
	S_5	206	2.4			1	(4)—1	.79	.58	2	48.8653
	S_6	14	0.4			0	(5)—1	.80	.56	3	149.9869
2	S_4	189	2.9	+ 82	±1.58	2	(6)—2	.55	.49	5	67.1213
	S_5	150	1.6			3	(4)—2	.54	.49	5	47.3390
	S_6	121	3.2			0	(5)—2	.53	.46	5	117.4516
3	S_4	149	1.3	+ 31	±1.18	7	(6)—3	.11	.43	2	94.6278
	S_5	87	1.4			5	(4)—3	.04	.48	1	71.7504
	S_6	84	2.5			3	(5)—3	.11	.47	1	132.7934
4	S_4	229	2.6	+130	±2.29	2	(6)—4	.67	.35	3	49.8085
	S_5	173	1.9			1	(4)—4	.66	.36	6	71.5553
	S_6	186	3.6			1	(5)—4	.65	.35	4	83.9610
5	S_4	72	1.0	+108	±0.49	1	(6)—5	.73	.72	5	60.9098
	S_5	40	1.1			1	(4)—5	.73	.72	6	120.6327
	S_6	140	0.9			0	(5)—5	.73	.74	3	28.6470
6	S_4	164	3.3	+ 41	±1.60	3	(6)—6	.99	.17	4	85.9817
	S_5	100	2.0			1	(4)—6	.95	.20	6	88.2230
	S_6	105	2.6			2	(5)—6	.97	.18	4	108.0944
7	S_4	183	4.8	+ 43	±1.47	6	(6)—7	.13	.14	1	113.7158
	S_5	89	2.8			3	(4)—7	.15	.11	1	139.5321
	S_6	137	3.0			2	(5)—7	.08	.09	1	96.0506
8	S_4	164	3.0	+ 68	±1.39	6	(6)—8	.99	.06	6	77.1952
	S_5	92	2.5			3	(4)—8	.97	.06	7	119.1247
	S_6	140	1.9			4	(5)—8	.01	.10	6	59.0273
9	S_4	188	5.5	+ 47	±1.17	1	(6)—9	.10	.78	4	127.0848
	S_5	95	3.6			0	(4)—9	.06	.74	1	164.2007
	S_6	140	2.9			2	(5)—9	.09	.76	3	89.5729

表―12 その1　変動点標的心座標値表

変動点	第Ⅰ，Ⅱ回		第Ⅲ回		第Ⅳ回		第Ⅴ回	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	m	m	m	m	m	m	m	m
1	+ 8.6804	+ 48.0820	+ 8.6838	+ 48.0875	+ 8.7007	+ 48.0905	+ 8.7116	+ 48.0828
2	+ 36.1212	+ 30.5672	+ 36.1307	+ 30.5692	+ 36.1655	+ 30.5416	+ 36.1935	+ 30.5125
3	+ 38.1030	+ 60.7603	+ 38.1172	+ 60.7676	+ 38.1528	+ 60.7659	+ 38.1715	+ 60.7541
4	+ 68.6979	+ 19.9298	+ 68.7077	+ 19.9318	+ 68.7225	+ 19.9321	+ 68.7254	+ 19.9247
5	+ 120.5486	− 3.4596	+ 120.5642	− 3.4481	+ 120.5852	− 3.4445	+ 120.5837	− 3.4367
6	+ 67.9601	+ 69.5644	+ 67.9816	+ 56.1707	+ 68.0155	+ 56.1707	+ 68.0402	+ 56.1590
7	+ 120.8888	+ 56.1656	+ 120.9119	+ 69.5773	+ 120.9348	+ 69.5879	+ 120.9391	+ 69.5911
8	+ 115.4532	+ 29.1573	+ 115.4706	+ 29.1615	+ 115.4952	+ 29.1667	+ 115.4981	+ 29.1700
9	+ 151.0350	+ 64.2856	+ 151.0532	+ 64.2968	+ 151.0831	+ 64.3106	+ 151.0818	+ 64.3131

その2 変動量表

変動点	Ⅰ，Ⅱ−Ⅲ	Ⅲ−Ⅳ	Ⅳ−Ⅴ	Ⅰ，Ⅱ−Ⅴ
	δ	δ	δ	δ
	mm	mm	mm	mm
1	6.5	17.2	13.3	31.2
2	9.7	44.4	40.4	90.7
3	16.0	35.6	82.1	68.8
4	10.0	14.8	7.9	28.0
5	19.4	21.3	7.9	41.9
6	22.1	33.9	27.3	80.4
7	26.5	25.2	5.4	57.0
8	17.9	25.1	4.4	46.6
9	21.4	32.9	2.8	54.3

その3 変動点標高および較差表

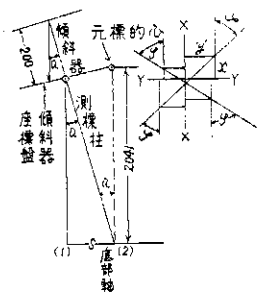
第Ⅰ，Ⅱ回	第Ⅲ回	第Ⅳ回	第Ⅴ回	Ⅰ，Ⅱ−Ⅲ	Ⅲ−Ⅳ	Ⅳ−Ⅴ
h	h	h	h	Δh	Δh	Δh
m	m	m	m	mm	mm	mm
1,067.888	1,067.891	1,067.892	1,067.882	+ 3	+ 1	+ 10
1,052.033	1,052.023	1,052.024	1,052.015	− 10	+ 9	− 9
1,064.308	1,064.308	1,064.299	1,064.291	0	− 9	− 8
1,041.090	1,041.091	1,041.090	1,041.094	+ 1	− 1	+ 4
1,037.108	1,037.112	1,037.110	1,037.105	+ 4	− 2	− 5
1,052.070	1,052.072	1,052.068	1,052.055	+ 2	− 4	− 13
1,030.447	1,030.440	1,030.436	1,030.431	− 7	− 4	− 5
1,030.966	1,030.967	1,030.963	1,030.956	+ 1	− 4	− 7
1,019.718	1,019.712	1,019.707	1,019.703	− 6	− 5	− 4

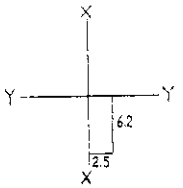
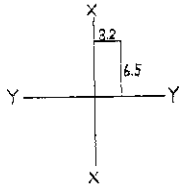
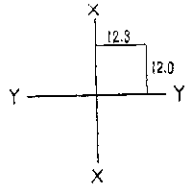
表―13 精密角観測手簿

(6) 測点　昭和39年10月29日　天候 曇小雨　風区分 和風　風方向 北東　温度 8°
測器　観測者 岩崎一雄　記簿者 勝目一泰

時分	輪郭	鏡眼	番号	視準点 名	視準点 標	測微鏡 A	測微鏡 B	中数	番号	結果	倍角	測差
20. 0		r		7	⊹	84° 36′ 22.″3	22.″3	84° 36′ 44.″6		84° 36′ 44.″0		
						21. 7	21. 6	43. 3		95 23 6. 6		
		l				95 22 33. 4	33. 2	95 23 6. 6		179 59 50. 6	− 9.4	+ 4.7
						33. 3	33. 3	23. 6		95 23 11. 3		
		l		4	⊹	96 12 29. 2	28. 9	96 12 58. 1		96 12 58. 2		
						29. 1	29. 1	58. 2		83 46 55. 8		
		r				83 46 28. 6	27. 8	83 46 56. 4		179 59 54. 0	− 6.0	+ 3.0
						27. 5	27. 6	55. 1		96 13 1. 2		
20. 23		r		6	⊙	89 58 55. 2	55. 7	89 59 50. 9		89 59 51. 2		
						55. 8	55. 7	51. 5		90 0 0. 0		
		l				90 0 0. 0	0. 0	90 0 0. 0		179 59 51. 2	− 8.8	+ 4.4
						0. 0	0. 0	0. 0		90 0 4. 4		
22. 42		r		3	⊙	73 40 26. 6	26. 7	93 40 53. 3		93 40 53. 0		
						26. 4	26. 2	52. 6		86 18 59. 2		
		l				86 18 29. 6	29. 7	86 18 59. 3		179 59 52. 2	− 7.8	+ 3.9
						29. 6	29. 5	59. 1		86 19 3. 1		
		l		2	⊹	90 0 35. 9	36. 0	90 1 11. 9		90 1 11. 6		
						35. 9	35. 4	1 11. 3		89 58 41. 1		
		r				89 58 20. 6	20. 5	89 58 41. 1		179 59 52. 7	− 7.3	+ 3.65
						20. 5	20. 6	41. 1		90 1 15. 2		
		r		1	⊹	94 38 34. 7	34. 4	94 39 9. 1		94 39 8. 6		
						34. 1	33. 9	8. 0		85 20 43. 6		
		l				85 20 21. 6	21. 9	85 20 43. 5		179 59 52. 2	− 7.8	+ 3.9
						21. 8	22. 0	43. 8		85 20 47. 5		

表—14　変動点標的柱傾斜角測定手簿および底部軸座標計算簿



		(1)	(2)	(3)
				
与点（標的心座標）	(1)	4 (1)	4 (2)	4 (3)
求点（底部心座標）	(2)	(1′)	(2′)	(3′)
$t'=$		306° 11′ 10″	296° 3′ 40″	286° 54′ 10″
$\mathrm{Tan}\ y'/x'=\varphi=$		21 57 40	26 12 40	45 42 30
$t=$		284° 13′ 30″	142° 16′ 20″	152° 36′ 40″
		mm	mm	mm
$x'=$		6.2	6.5	12.0
$y'=$		2.5	3.2	12.3
$y'/x'=$		0.40322	0.49231	1.025
$\mathrm{Sec}\ \varphi=$		1.078239	1.114613	1.432026
$\mathrm{Sec}\ \varphi\cdot x=s=$		6.686	7.245	17.18
$s/200=$		0.03343	0.036225	0.0859
$\mathrm{Tan}\ s/200=a=$		1° 54′ 50″	2° 4′ 30″	4° 54′ 30″
$\mathrm{Cos}\ a=$		0.999442	0.999344	0.996333
$\mathrm{Sin}\ a=$		0.033397	0.036208	0.085562
2047 mim $\mathrm{Cos}\ a\cdot\mathrm{Sin}\ a=S=$		69.15	74.06	174.51
$S=$		69.15	74.06	174.51
$\mathrm{Sin}\ t=$		0.969338	0.612141	0.460028
$\mathrm{Cos}\ t=$		0.245730	0.790749	0.887905
		mm		
$y_2-y_1=$		67.03		
$x_2-x_1=$		16.99		
			mm	mm
$=y_1=$		48,090.51	+ 30,541.62	+ 60,765.91
$y_2-y_1=$		− 67.03	− 45.34	+ 80.28
y_2	=	+ 48,023.48	+ 30,586.96	+ 60,846.19
$x_1=$		+ 8,700.67	+ 36,165.54	+ 38,152.80
$x_2-x_1=$		+ 16.99	− 58.56	− 154.95
x_2	=	+ 8,717.66	+ 36,106.98	+ 37,997.85

備考　測器象限による方向角の算出　第1象限 $t'+\varphi\pm180°$　第3象限 $t'+\varphi$　第2〃 $t'-\varphi$　第4〃 $t'-\varphi\pm180°$

表—15　底部軸座標値表

変動点	第 IV 回時		第 V 回時	
	x	y	x	y
	m	m	m	m
1	+ 8.7177	+ 48.0235	+ 8.6930	+ 48.0141
2	+ 36.1070	+ 30.5870	+ 36.1349	+ 30.5579
3	+ 37.9978	+ 60.8462	+ 38.0062	+ 60.8261
4	+ 68.6652	+ 19.8660	+ 68.6621	+ 19.8620
5	+ 120.5107	− 3.4474	+ 120.5072	− 3.4451
6	+ 68.0506	+ 56.0727	+ 68.0635	+ 56.0766
7	+ 120.8856	+ 69.5942	+ 120.8847	+ 69.5921
8	+ 115.4499	+ 29.1542	+ 115.4477	+ 29.1658
9	+ 151.0475	+ 64.3292	+ 151.0401	+ 64.3371

地上に 64.5 cm 突出している変動点測標心座標を，地表面座標に誘導転換し，初回の垂直座標および底部軸座標と比較計算すれば，移動方向，移動量を知ることが出来るし，崩断面図において底部移動軸点と地表移動点を結ぶ直線が，垂直測標線との交点（交点を作らない場合もある）をPとすれば，このP点の算出のみならずP点に与える土圧についても，今後数理的に検討したい．

ばならない．しかし前の安定度の項で推定したように実質上の精度は信頼性のあるものと判定される．

5. 垂直方向の変位測定

5.1 基準点と仮設水準原点の連繋

大涌谷頂部に設けられている花崗岩造りの案内盤上部中心を仮設水準点とし，一等水準測量に準じて基準点の(6)，(5)，(4)に結測した．この地区は解氷期が遅く，冬期における基準点の浮上が問題とされるが，すべりの水平移動に重点を置いた調査研究であるので，局地的な測定として取扱った基準点 (1)，(2)および(3)の標高は，(4)および(5)からのウイルド T3 による間接水準測定で求めた．また，強風下の観測には，(4)および(5)の基準点の標高を(6)からの間接水準によって求めた．その直接水準および間接観測の成果は表—7，表—12に示した．

5.2 変動点の間接水準観測

9箇の変動点は，急傾斜地内に設置してあるため，これを直接水準で求めることは能率的でないので，基準点(4)，(5)，(6)の三方向から天頂角観測による間接測定で決定した．その較差は，最大4mm以内であり，中等誤差は±1mmである．その観測例および成果は表—13，表—12に示す．その成果の信頼度は，後述する大気の異状屈折によるものが，含まれているものと見なければならない．観測基準点と変動点相互の間の同精度の同時観測は設備上困難である．異状気象による屈折が数mm含まれるものとしても，その精度は5mm以内にあり，実用にはさしつかえないものとみなされる．

6. 変動標柱の傾斜測定

地盤の変動に起因して，変動点測標柱の傾斜が明らかになったので，第Ⅳ回の変動観測からその傾斜度を測定し，長さ2m，径25cmのコンクリート柱を地下1.2mに埋設した基底部の座標を算出して，地表面の動きと地表下1.2mの動きの差を求める資料とした．コンクリート柱の頭部はすでに構築当時，工事用の気泡水準器で水平点検しながら，堅固に埋設したのでその頂部に測定器を基準方向に照準して整置し，傾斜の方向と量を測定(表—14参照)，計算によって標的柱底部軸の座標を算出することができた(表—15)．第Ⅱ回の垂直標的心座標と比較計算し，底部軸の変動量として，図—4に示した．なお変動点の標的心は地上に64.7cm突出し，底部軸は地下140cmの地点まで埋設してあるが，変動点の底部軸は同一水平面を移動したものとみなす．

7. 変動点の移動量測定結果とその検討

三座標と比較移動量の計算は次の順序にしたがって行なった．

1) 同次平均計算で角度および Log Sin を補正して算出した平均方向角，平均辺長により，(4)，(5)および(6)の基準点から変動点座標をmm以下2位まで算出し（表—16），その中数値のmm以下1位を成果表（表—20）の値とした．

2) 変動点の高低計算は間接測定による折光差を考慮してmm位まで算出したが，その平均方法は，高低角度が生のままであるという見地から，各辺長に反比例した最少自乗法で計算し（表—17），これを成果表に収録した．なお，毎回の較差は（表—12）を参照されたい．

3) 変動点間の方向および距離の計算値（表—18）は，方向角秒以下2位，辺長対数7桁で成果表に記録した．

4) 変動点の変動量は秒位を算出し，これを表—19に示し，変動方向については図—3，図—4に示した．

この変動量測定は，部分的な細かい変位量を求め，これを継続して記録する自記伸縮計や傾斜計のような利点は発揮できないが，ある広さを持つ地区内の地すべりの変位量を求めるには精度の高い有利な測定方法である．その観測ごとの一連に結測された相対的な絶対成果は表—12に示した．±1.5mmの確率度をもっている．そうして，観測時期ごとの比較成果は前述したような不動点の問題があるが，仮不動点，仮不動方向間の変化資料から考察して少なくとも，±5mm内外の信頼度があるものと考えられる．なおこの点については今後の観測で立証できるようにしたい．

8. 地形断面および等移動量曲線による変位考察

変動量表示図（図—3）に示した如く，調査地区のもっとも高い位置にある1号変動点（図—5）は水平の変位量は少なく，地すべりの1号点から(3)，(6)，(7)号点と低地に向かうにしたがって，その変位量も多少増加し，また(1)から分岐曲線と見られる(2)，(4)，(8)号点の断面についても，低地に向かうにしたがって多少づつ移動が大きく表われている．谷を挟む(5)号点でも傾斜方向の低部に向って変位している（図—6参照）．観測における第Ⅱ回と第Ⅲ回の経過日数は158日であり，その間で(1)，(2)，(4)，(8)，(9)号点を結ぶ折線断面では低地に向かうにしたがって，順次その水平移動量が増加し，相互の距離は伸びてきている．また，(1)，(3)，(6)，(7)，(9)号点を結ぶ折線断面でも(7)号点までは同じような傾向を示し，(9)号点で移動量が減少している．これは(7)号点と8号点はほぼ同じ標高であるのに対し，(9)号点にいたる距離が短かいための現象であり，両断面の全標高差に対しての変

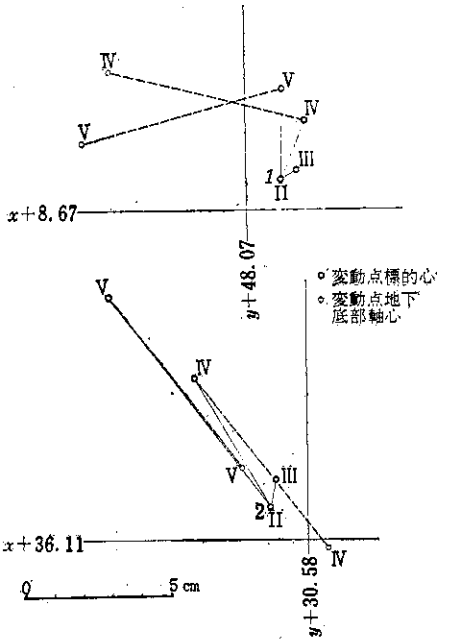
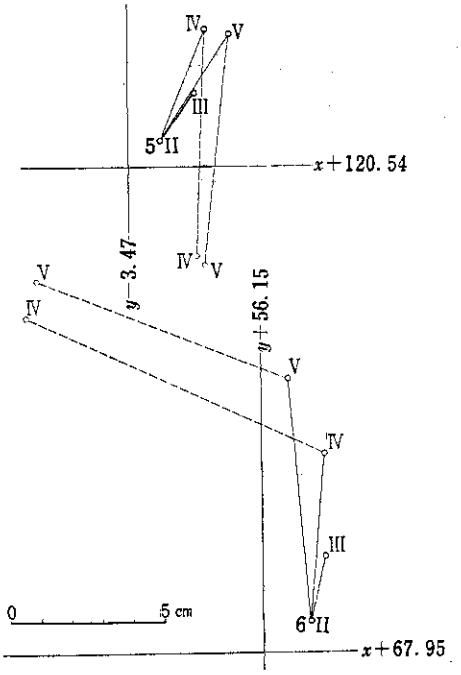
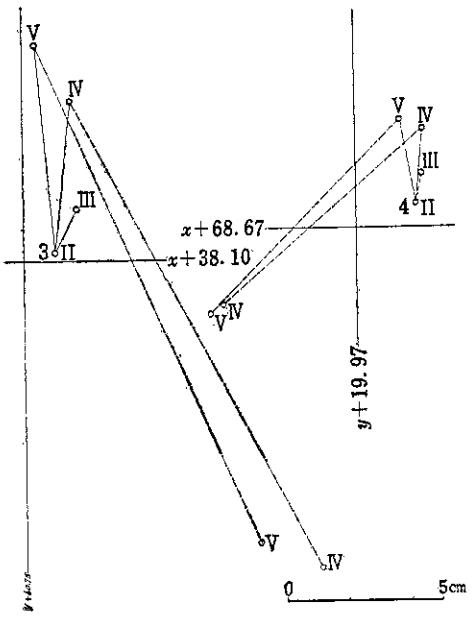


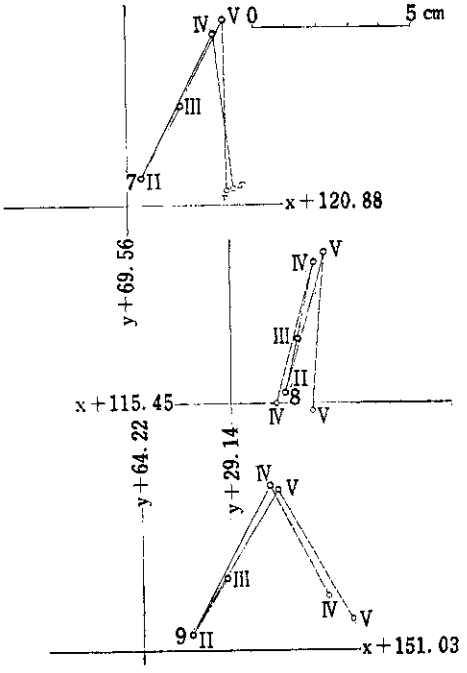
図--4.1　変動点平面位置図



図—4.2　変動点平面位置図



図—4.3　変動点平面位置図



図—4.4　変動点平面位置図

表—16　変動点座標計算簿

与点 (1)			(4)			(5)			(6)		
求点 (2)			(1)								
方向角 t	=		79°	45′	58.918″	151°	1′	38.988″	126°	11′	52.415″
S	…		1.688	9467		2.176	0497.5		1.984	5159	
$\sin t$	…		9.993	0355		9.685	1950		9.906	8639	
$\cos t$	…		9.249	5956		9.941	9347		9.771	2758	
y_2-y_1	…		1.681	9822		1.861	2447.5		1.891	3798	
x_2-x_1	…		0.938	5423		2.117	9844.5		1.755	7917	
y_1	=	−			0.00000m	−		24.56954m	−		29.78974m
y_2-y_1	=	+			48.08197	+		72.65152	+		77.87173
y_2'	=	+			48.08197m	+		48.08198m	+		48.08199m
平均 y_2	=	+48.0820									
x_1	=	−			0.00000	+		139.89572	+		65.66952
x_2-x_1	=	+			8.68045	−		131.21529	−		56.98909
x_2'	=	+			8.68045	+		8.68043	+		8.68043
平均 x_2	=	+ 8.68044									

表—17　変動点高低計算簿

与点 (1)			(4)			(5)			(6)		
求点 (2)			(1)								
高低角 $\frac{\alpha_1}{2}$	=	−	2°	13′	56″0	+	3°	15′	43″2	+ 4°	39′	12″5
α	=	−	4	27	52 0	+	6	11	26 4	+ 9	18	25 0
S	…		1.688	9467			2.176	0498		1.984	5159	
$\tan\alpha$	…		8.892	5250			9.035	3094		9.314	5279	
h	…		0.581	4717			1.211	3592		1.199	0438	
真高 H_1	=				1071.428m				1051.373m			1051.800m
高低差 h	=	−			3.814	+			16.269	+		15.814
器械高 i_3	=	+			.319	+			.287	+		.319
標的高 f_2	=	−			.045	−			.045	−		.045
両差 K	=	+			.000	+			.002	+		.001
H_2'	=				1067.888				1067.886			1067.889
平均 H_2	=		1.067.888									
m	=		$\sqrt{\frac{0.0370}{2\times0.0376}}=\pm0.70$									

	S	P	H	PH	δ	$P\delta\delta$
(4)	48.86	0.0205	8	0.1640	0.1	0.0002
(5)	149.99	0.0067	6	0.0402	1.9	0.0242
(6)	96.50	0.0104	9	0.0936	1.1	0.0126
Σ		0.0376		0.2978		0.0370

$H=1067.8879$

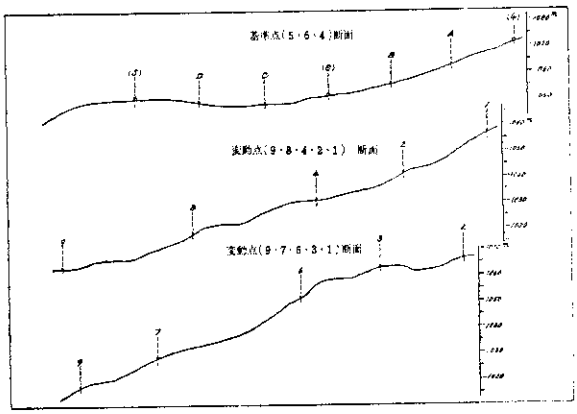
位量の和は同量に出てきている．このことは同期間中では(1)号点からの平頂凸線に働いた力が，高地から低地に向かって一様に加わったものであろうことが，等移動曲線から推定できる．高低変動では(1)号点が3 mmの隆起を示しているが，両期の観測精度は±1 mm以内であるため，気象状況によるものではないかと考察されるので，これに検討を加える．第Ⅲ回と第Ⅳ回の観測期間124日には雨期をはさんでいたので，前期に比べ大きな運動が起っているが，ほぼ前期と同じ傾向を示して傾斜方向に進んでいる．とくに(2)号地点は谷方向に大きな移動を示しているが，高さに対する変動が表われていない．このことは，この次に調査を行なって検討を加えたい．第Ⅳ回と第Ⅴ回の観測期間107日では低地帯の変動が少なく，逆に高い地区で前期と同じような移動を示している．このことは次期の観測結果で検討したい．第Ⅱ回から第Ⅴ回までの満一年におよぶ観測期間では，もっとも大きな移動量を示した(2)号点は90 mmに達している．この地点は急斜面からなる谷の頂部に当り，その脚部が崩落したことによるものと推定される．移動の詳細は変動量現寸位置図図—4，表—12に示した状況であるが，その点

表—18　　変動点間の方向および距離の計算

点 (1)	(1)	(1)	(1)	(1)
点 (2)	(2)	(3)	(4)	(5)
y_2 =	+ 30.5672m	+ 60.7603m	+ 19.9298m	− 3.4596m
y_1 =	+ 48.0820	+ 48.0820	+ 48.0820	+ 48.0820
Δy =	− 17.5148	+ 12.6783	− 28.1522	− 51.5416
x_2 =	+ 36.1212	+ 38.1030	+ 68.6979	+ 120.5486
x_1 =	+ 8.6804	+ 8.6804	+ 8.6804	+ 8.6804
Δx =	+ 27.4408	+ 29.4226	+ 60.0175	+ 111.8682
Δy ...	1.243 4051	1.103 0610	1.449 5124	1.712 1579
Δx ...	1.438 3967	1.468 6811	1.778 2779	2.048 7066
tan θ ...	9.805 0084	9.634 3799	9.671 2345	9.663 4513
θ =	32° 32′ 56′79	23° 18′ 40″95	25° 7′ 46″93	24° 44′ 13″86
(1)～(2) t =	327 27 3 21	23 18 40 95	334 52 13 07	335 15 46 14
(2)～(1) t =	147 27 3 21	203 18 40 95	154 52 13 07	155 15 46 14
Δy or Δx ...	1.438 3967	1.468 6811	1.778 2779	2.048 7066
sin θ or cos θ ...	9.925 7918	9.963 0166	9.956 8159	9.958 1991
S ...	1.512 6049	1.505 6645	1.821 4620	2.090 5075
S =	32.5540	32.0379	66.2921	123.1707

表—19　　変　動　量　の　計　算

点 (1)	Ⅱ (1)	(2)	(3)	(4)
点 (2)	Ⅲ (1)	(2)	(3)	(4)
y_2 =	+ 48.0875m	+ 30.5692m	+ 60.7676m	+ 19.9318m
y_1 =	+ 48.0820	+ 30.5672	+ 60.7603	+ 19.9298
Δy =	+ .0055	+ .0020	+ .0073	+ .0020
x_2 =	+ 8.6838	+ 36.1307	+ 38.1172	+ 68.7077
x_1 =	+ 8.6804	+ 36.1212	+ 38.1030	+ 68.6979
Δx =	+ .0034	+ .0095	+ .0142	+ .0098
Δy ...	7.740363	7.301030	7.863323	7.301030
Δx ...	7.531479	7.977724	8.152288	7.991226
tan θ ...	0.208884	9.323306	9.711035	9.309804
θ =	58° 16′ 37″	11° 53′ 19″	27° 12′ 15″	11° 32′ 5″
(1)～(2) t =				
(2)～(1) t =				
Δy or Δx ..	7.740363	7.977724	8.152288	7.991226
sin θ or cos θ ...	9.929725	9.990583	9.949078	9.991139
S ...	7.810638	7.987141	8.203210	8.000087
S =	0.0065m	0.00971m	0.01597m	0.01000m



図—5　地形断面図

の脚部の高低差が大きい地点で目立って動いている．隣接変動点の伸びと縮みの関係は，図—7，図—8に示したように，ほぼ伸びの傾向を示している．これは谷方向に押されている変位活動を続けていることを示すものであろう．

9.　地表面変動と地下変動値による変位の考察

第Ⅳ回と第Ⅴ回の観測では変動点の傾斜測定を実施した．コンクリート標柱の上端と下端の座標値から傾斜の形状が明らかになり，変動点現寸平面位置から地表面の動きと地下1.4mの動きが明らかに相違していることがわかった(図—4)．2回の観測資料によると，数mmから100 mmにおよび，その2回の比較傾斜の支点も明らかになった．今後は継続測定によって観測資料を蓄積し，

表—20　その 1　変動点水平角観測記簿

(6) 測　　点

方向		(5)				(7)				(4)				(6)				(3)			
観測	中心角 標準角 方向角	0°	0′	0″	00	56°	54′	46″	08	82°	29′	30″	11	84°	27′	2″	48	102°	54′	34″	54
	log S	′	m			′	m			′	m			′	m			′	m		
平均	中心角	0	0	0	00	56	54	45	251	89	29	29	625	84	27	2	167	102	54	33	006
	標準角	4	1	22	390	4	1	22	390	4	1	22	390	4	1	22	390	4	1	22	390
	方向角	4	1	22	390	60	56	7	631	86	30	52	015	88	28	24	557	106	55	55	396
均	log S	1.8716287 74.40956m 基線長				2.0556381.5 113.6680m				1.6973314 49.8117m				1.9344272 85.9859m				1.9761354 94.6532m			

その 2　成　果　表

原点—基準点 (4)　　変動点 (1)　　標石

B=　　x=＋ 8.6804m

L=　　y=＋ 48.0820m　　h=1,067.888m

視準点	平均方向角				観測秒	距離の対数	距離の真数	備考
真北方向角								
基準点 (4)	259°	45′	58″	92	平均秒	1.688 9467	48.8592	
〃 〃 (6)	306	11	52	42	〃	1.984 5159	96.4975	
〃 〃 (5)	331	1	38	99	〃	2.176 0498	149.9857	
変動 〃 9	6	29	37	60	計算	2.156 1668	143.2738	
〃 〃 6	7	45	54	61	〃	1.776 9068	59.8283	
〃 〃 7	10	50	17	45	〃	2.057 8422	114.2455	
〃 〃 3	23	18	40	95	〃	1.505 6645	32.0379	
〃 〃 2	327	27	3	21	〃	1.512 6049	32.5540	
〃 〃 4	334	52	13	07	〃	1.821 4620	66.2921	
〃 〃 5	335	15	46	14	〃	2.090 5075	123.1707	
〃 〃 8	349	56	56	84	〃	2.035 1773	108.4362	

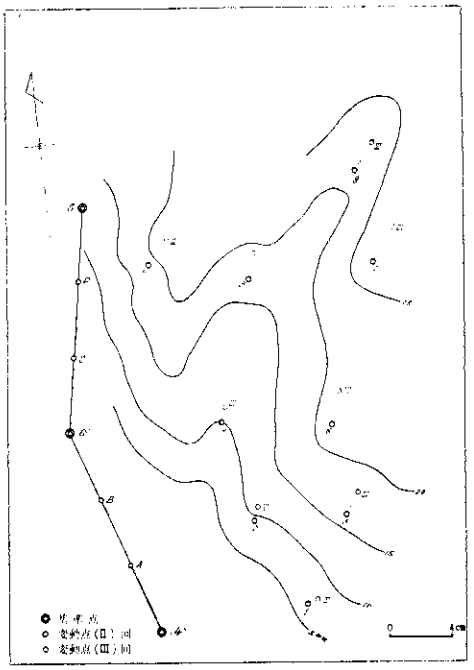
これと変動点の局所大縮尺地形図，あるいは試錐，地質資料と併せて，解析することにより運動の様相を究明したい．なお，許されれば地下 3 m か 5 mの堅固な測定用標柱を建設したいと思う．

10. 今後の研究課題について

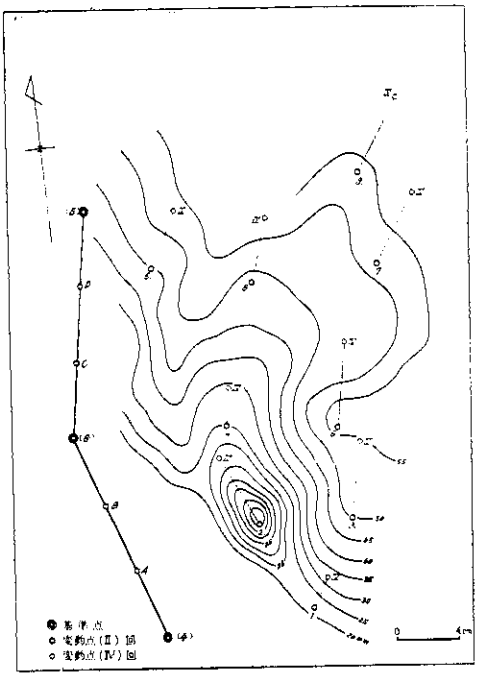
満一年にわたる 5 回の観測結果から，前述の精度に基く比較変動成果を得ることができた．点における移動量は最少 28 mm より最大 91 mm に達し，年間の平均は 55mm となり，降斜面の方向性を示している．なお移動観測を行なった地域内には一部の変動点とほぼ同じ位置に傾斜計伸縮計が設置された．これらの資料も併せての運動の解析が望まれる．

角測量の精度は，観測者の熟練度，使用機械の性能，反復測定の回数，測定位置の設備，視準目標点の適正設備および気象の状態に関係する．とくに異状地帯における噴気ガスの流れ，地熱，風向，風力，気温，湿度，気圧変化およびコンクリート柱と接する地肌に照る太陽熱などの影響により，照準線が通過する空気の状態は，測定精度に大きな影響をおよぼす，鉛直方向の大きな屈折と共に異状屈折を起こさせやすい．この影響をできるだけ除くためにとくに夜間観測を実施したが，現地は気象変化のはげしい標高 1,000 m の山地であり，毎回の限られた日数では晴夜に恵まれることが少なかった．このような異状地帯でこれらの屈折補正を求めるには，観測時点における気象記録をもとにして，条件の違う日時の観測資料を解析し，併せて異高度測定時の機械変化も検討し，精度向上への多くの研究課題が残されている．

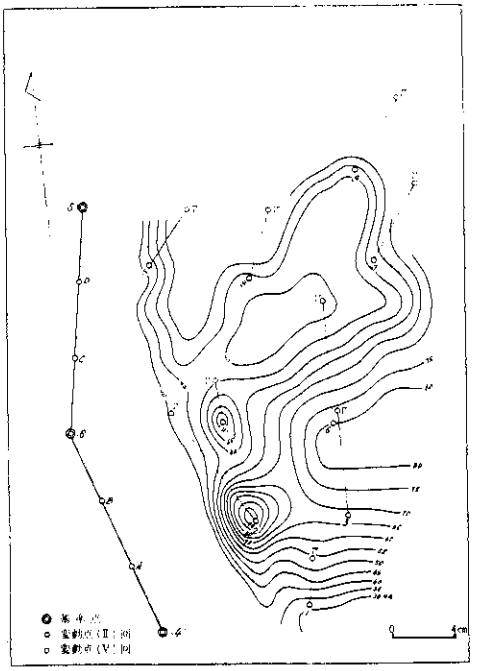
この方法による局地的な地盤変動の測定を，地すべりに応用した実験は始めてであり，大地的な地殻変動，あるいは人工築造物の変位精密測定とは条件を異にするので，今回の観測結果をなお充分に検討して，適切な地盤変動測定技術の確立と，運動機構を究明したい．



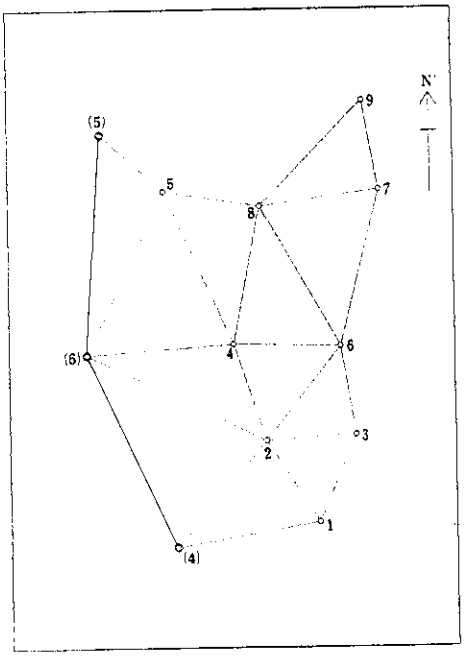
図—6.1　等移動量曲線図（Ⅱ：Ⅲ）



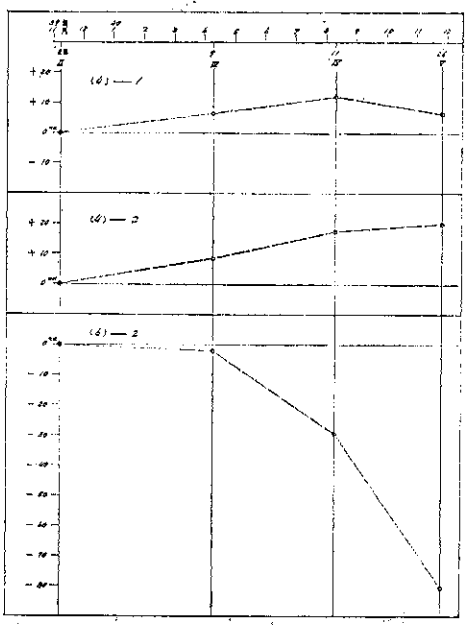
図—6.2　等移動量曲線図（Ⅱ：Ⅳ）



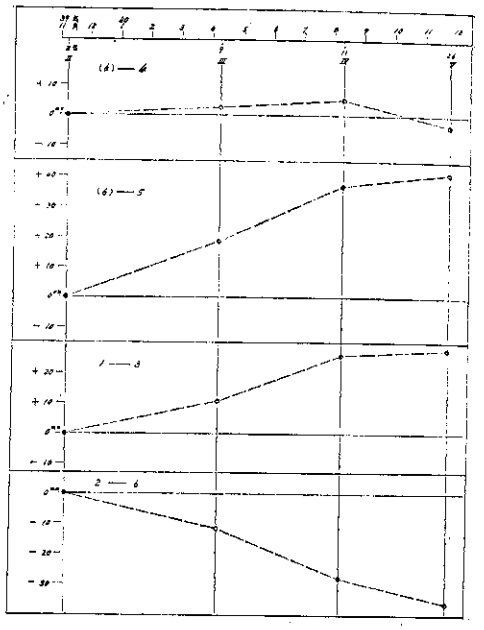
図—6.3　等移動量曲線図（Ⅱ：Ⅴ）



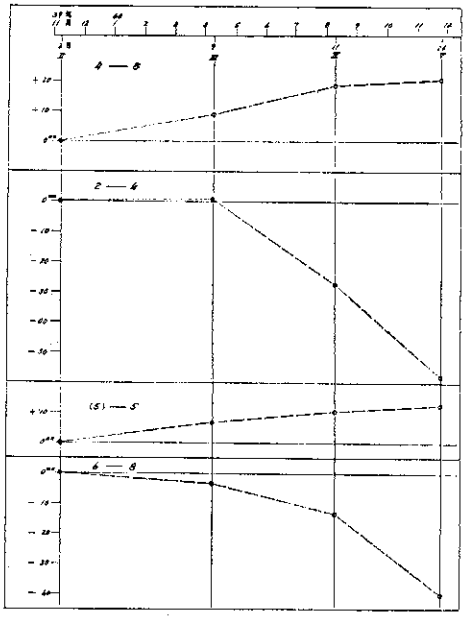
図—7　点間距離伸縮算出網図



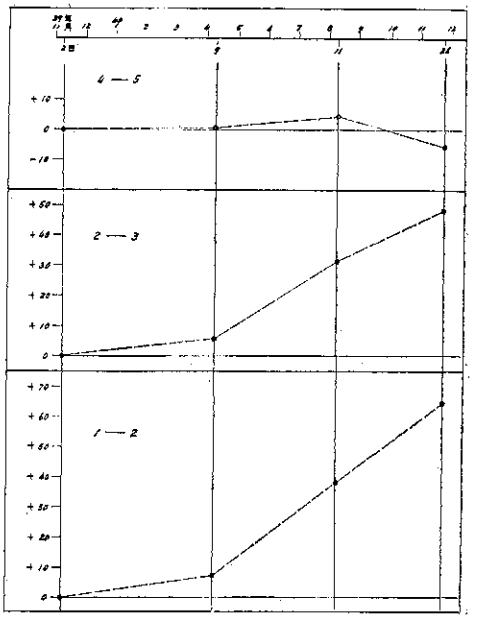
図—8.1　点間距離伸縮図（平面投影値）



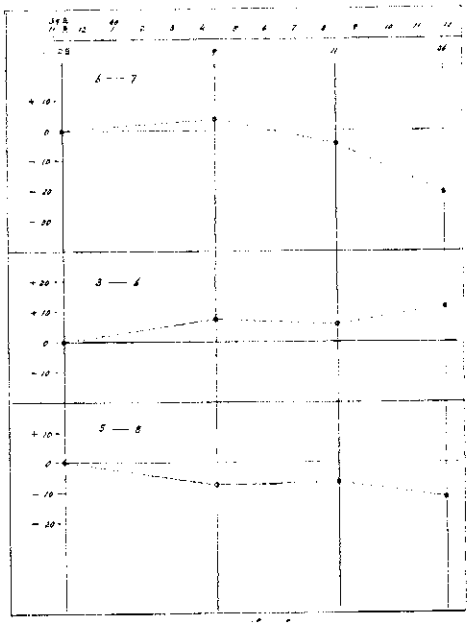
図—8.2　点間距離伸縮図（平面投影値）



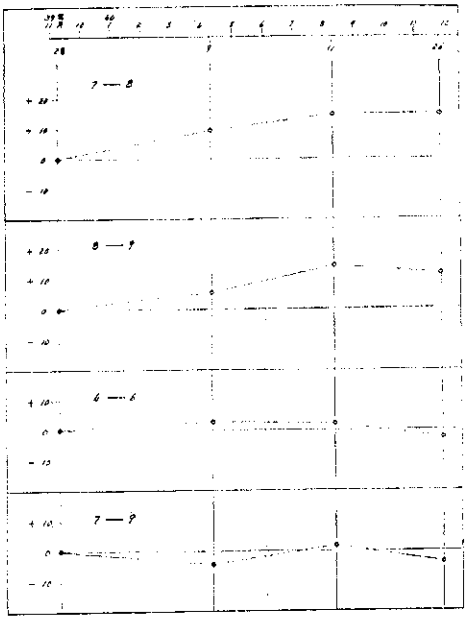
図—8.3　点間距離伸縮図（平面投影値）



図—8.4　点間距離伸縮図（平面投影値）



図—8.5　点間距離伸縮図（平面投影値）



図—8.6　点間距離伸縮図（平面投影値）