

長野県北部第三紀層地すべり地域における 断層帯の構造ひずみの計測

吉澤孝和*・川上 浩**・斎藤 豊***・小林 詢****
(昭和61年 5月31日受理)

A Measurement on Tectonic Strain of Fault Zones in the Tertiary Landslide Area of the Northern Nagano Prefecture

Norikazu YOSHIZAWA, Hiroshi KAWAKAMI,
Yutaka SAITOH and Makoto KOBAYASHI

In view of the possibility that, in the northern area of Nagano Prefecture, a famous landslide area, there would exist such tectonic movements as influence groundwater flows or exert an effect on the stability of landslides, a triangulation for direct determination of ground displacement was carried out by using an electro-optical distance meter. Two surveying networks, each in Shinshu-Shinmachi and in Nakajo-Mura, were built across the Saigawa and Nakajo faults respectively. A three-year surveying has detected no significant ground displacements and, on the other hand, furnished fundamental data on the surveying networks useful for future measurements and disclosed errors to be considered in the measurement.

1. 緒 言

電子工学を応用した光波測距法の実用化により、近年、数 m から数十 km にわたる距離の計測が容易に精度よく行われるようになった。これにより、精密測量手法としての長い歴史を占めてきた三角測量が光波測量にその座を譲りつつある。

さらに光波測量の新しい応用面として現在研究の途上にあるものが、地殻のひずみや断層運動の計測である¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。わが国における一例として、地震予知を目的とした富士川断

* 信州大学工学部助教授 ** 同教授

*** 信州大学教育学部助教授 **** 同教授

層の挙動の監視がある。ここでは1981年4月以来、光波測量が連日行われており、 10^{-7} までのひずみの追跡が可能となっている⁵⁾。

断層の造構運動は、地形・地質学的にみると、地震の発生のみならず、地すべりや山崩れなどのマス・ムーブメントの発生にも大きな影響力をもつと考えられている。筆者らの調査によると、長野県北部第三紀層地帯における地すべりの発生状況は、地質構造的にみたととき、断層沿いに発生するものが背斜軸または向斜軸沿いに発生するものの2倍以上を占めている。これには、断層地帯における地層の破碎による強度の低下のみならず、長年月にわたるひずみの増減とこれに起因する地下水系統の変化も何らかの作用を及ぼしているものと考えられる。しかしながらその現象を数量的にとらえて解析したものはなく、推論の域を脱し得ない。このような実状からみて、地すべり地域に分布する断層の長期的な観測システムを早急に実現させることが、現象の究明と防災科学の確立の上で必要と考える。

筆者らは1983年に文部省科学研究費により、長野県北部の犀川断層及び中条断層の両地域において一連の観測を開始し、長期的な視野のもとでのデータを収集している。特に中条断層地域では恒久的な観測ステーションを建設した。ここに報告するものは、1983年から85年にわたる成果である。データを解析してみると何らかの傾向らしきものも観察できるが、観測器械の公称の誤差内での変動であるため、現段階では確定的なことは言えない。これについては今後も継続を予定している観測の結果を含めて研究していくことが必要である。

なお、本研究における観測ネットワークは、2つの近接する犀川、中条両断層の造構運動に関する相関性の有無を検証することをも目的として設置したものである。

2. 観測地域の選定と観測ステーションの設置

断層の構造ひずみの計測場所として、計画の当初は、門沢断層(長野市)、持京断層(小川村)、新町断層(信州新町)、犀川断層(信州新町)、中条断層(中条村)を候補地を選んだ。観測地域の選定については次の事項を考慮して検討を行った。

- (1) 断層をはさんで測点を設置した場合、測点相互間の見通しに地形的な障害のないこと。
- (2) 観測精度の均一性を保つため、測点間の視準線はできるだけ水平に近いこと。
- (3) 観測ステーションの設置場所は地すべりなどの影響を受けないこと。
- (4) 断層の周辺には地すべり地が適当に分布していること。
- (5) 観測作業中、測点間を迅速に移動することのできる道路が存在すること。

以上の条件を各候補地について比較検討した結果、観測地を犀川断層と中条断層の2カ所に決定した。これを図1に示す。図から明らかなように、これらの2つの断層は、山上条断層を介してほぼ一直線上に連なっている。したがって2つの断層の動きに何らかの相関性があらわれるかどうかにも興味がある。

断層をはさんだ観測点の配置を図2、図3に示す。これらの図には各測線長(水平距離)と各測点の標高(信州新町は三角点成果表、中条村は観測値による)を示した。犀川断層地域での測点(五百山、^{ゴヒヤクヤマ} 牧野島、^{マキノジマ} 和田ノ城、^{ワダノジロウ})は、国土地理院の四等三角点をそのまま利用

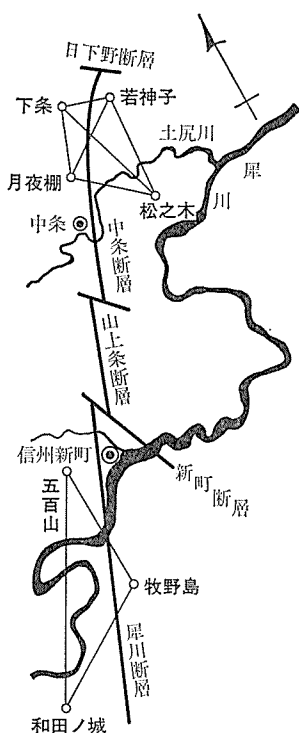


図1 観測点の配置図

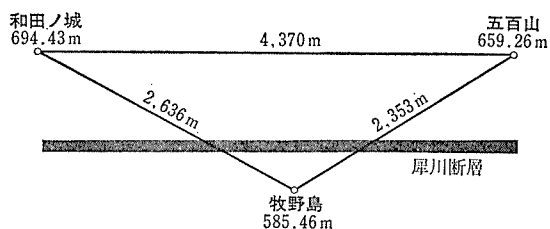


図2 信州新町における観測点の配置と測点標高及び測線長

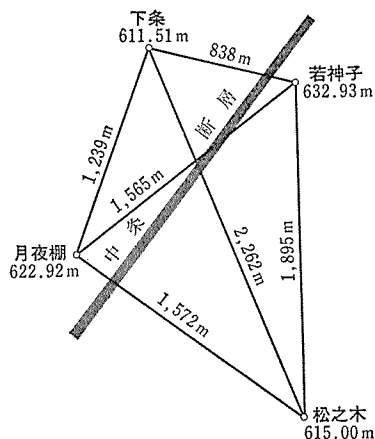


図3 中条村における観測点の配置と測点標高及び測線長

した。これは過去における国土地理院の測量成果および静岡大学が同じ場所について行った2年間（1979—1980）の観測結果とも比較するためである。

中条断層地域では三角点の配置状況が上記のような条件下にないため、観測ステーションを新設した。現地を十分に踏査して、尾根上の安定した見とおしの良好な4つの地点（松之木、月夜棚、下条、若神子）を選定した。

図4に観測ステーションの構造を示す。まず掘削を60cmの深さまで行い、掘削後5cm×5cm×200cmの山形鋼を地中に三脚状に打ち込んでその頂部を連結して地中三脚を構成した。打ち込むことのできた深さは、松之木50cm、若神子1m、月夜棚と下条では全長2mであった。地中三脚の完成後、掘削底面から30cmの厚さに砂利を敷きつめて凍上の影響を防いだ。次いで砂利層の上に3cm×3cm×90cmの山形鋼を組んで、測量器械用三脚の支持台を組み立て、また地中三脚の頂部は20cm×20cm×60cmのコンクリート柱で固めて周辺とはスチロパール板で絶縁して測点標柱を固定したのちに、砂利層の上に厚さ30cmにコンクリートを打設して観測ステーションを完成させた。

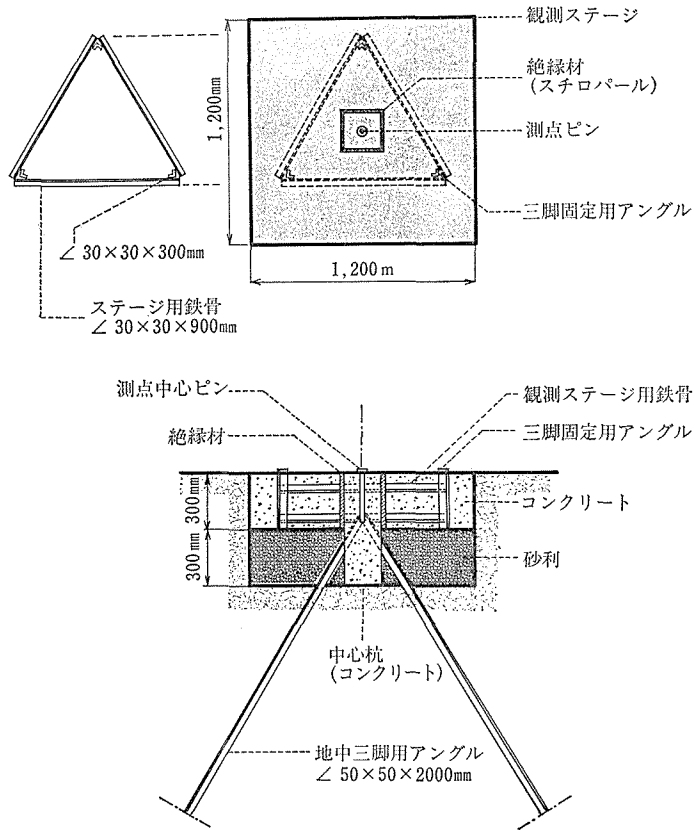


図4 観測ステーションの構造図

3. 観測方法および観測データ

3・1 観測機器

距離（斜距離 D ）の測定には光波距離計 RED2（測機舎製）を用いる。この距離計の測定性能は、反射プリズムが1素子のとき1800m、3素子のとき2600mとされている。しかしながら、2点間を光波が往復しさえすれば原理的にはそれ以上の距離の測定も可能である。本研究においては現地の最大距離4370m（和田ノ城一五百山間）に対して9素子プリズムを用いて試験したところ、十分に安定した状態で測定ができた。なおこの距離計の測定値に対する標準偏差はメーカーの仕様書によると、 $\pm\{5\text{ mm}+0.000005\times(\text{測定距離})\}$ とされている。

角度（天頂角 Z ）の測定には精密セオドライト TM1A（測機舎製）を用いる。このセオドライトの高度自動補償精度は0.3秒、望遠鏡の分解能は2.5秒、マイクロメータ最小読み取り目盛は1秒である。

3・2 観測方法および計算式

図5に光波距離計とセオドライトを組み合わせた場合の観測方法を示す。セオドライト

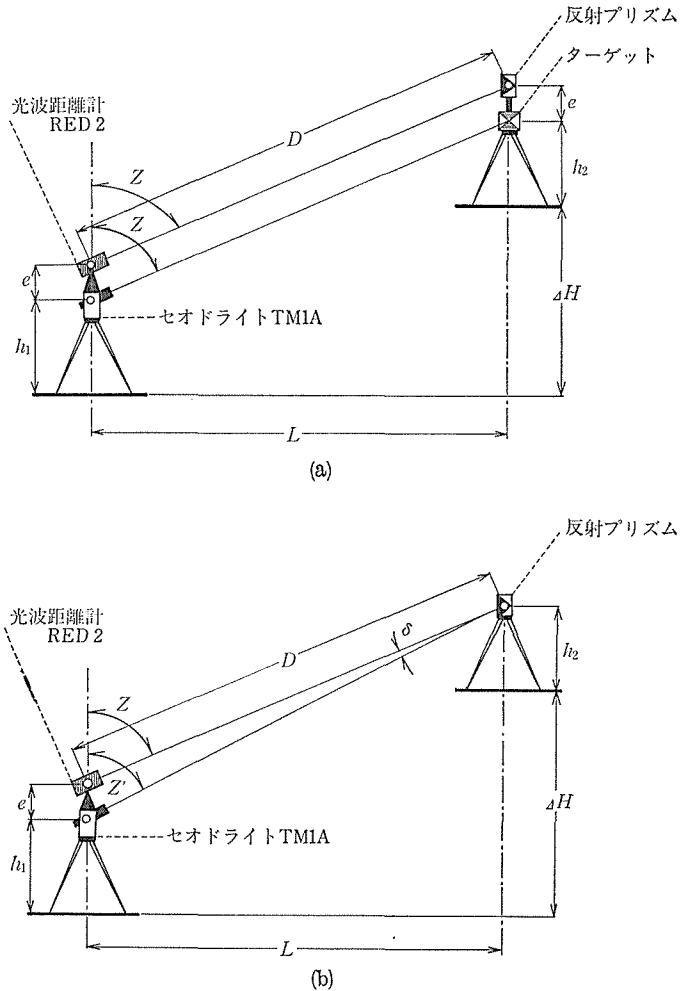


図5 観測方式

の上に光波距離計をとりつけて目標点に設置したターゲットを TM1A で、反射プリズムを RED2 で観測する場合は (a) 図である。この観測方式は1983年の中条村における観測で採用した。図から明らかなように、測距線の天頂角 Z は測角線の天頂角 (セオドライトで測定した天頂角) に等しくなる。(b) 図は目標点にプリズムのみを据え付けて観測する場合である。TM1A と RED2 との中心間の距離を $e (=20\text{cm})$ 、セオドライトで測定した天頂角を Z' 、光波距離計で測定した斜距離を D とすれば、光波距離計の天頂角 Z は次式で与えられる。

$$Z = Z' + \sin^{-1} \frac{e}{D} \sin Z' \quad (1)$$

この観測方式は1984, 1985年の中条村での観測および1983, 1984, 1985年での信州新町に

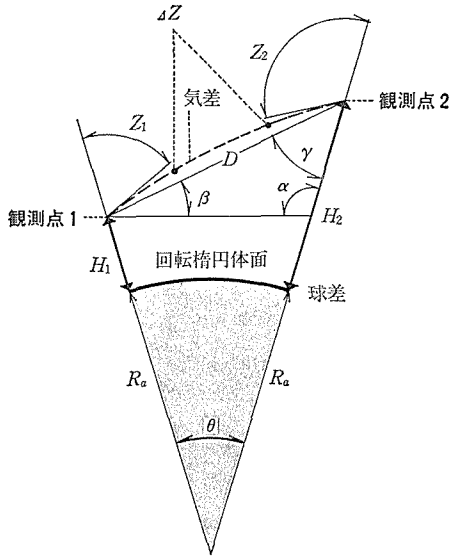


図6 準拋楕円体面上での観測条件

光波距離計で測定した斜距離には、気象補正を施さなければならない。RED2 に関する気象補正式を次に示す。

$$D = d(1 + 0.000001 \cdot X) \quad (2)$$

ここに：

$$X = 278.96 - \frac{0.3872P}{1 + 0.003661C} \quad (3)$$

d = 測定距離 (m), P = 測定時の気圧 (mmHg), C = 測定時の気温 ($^{\circ}\text{C}$) である。なお、測定距離 d は光波測距儀による10回連続観測の平均値である。気圧および気温は距離測定の第5回と6回の間において器械点と目標点の2点で測定した値を平均したもとする。

また、観測ステーションの標高を求めるためには地上測点と器械中心との距離が必要となる(図5の h_1, h_2)。但し、中条村の観測ステーションではすべて $h_1 = h_2$ になる条件で器械の据え付けができるため、これらの測定は不要である。信州新町での観測においてはこれらの測定値が必要となる。

図6は地球の表面における観測の状況を示す。本研究においては2点間の距離が大きいため、測定された斜距離 D を準拋楕円体面上の距離 S に投影することが必要である。このための変換式は次式で与えられる⁸⁾。

$$S = \left(1 - \frac{H_m}{R_a}\right) \left(D - \frac{h^2}{2D} - \frac{h^4}{8D^3} + \dots\right) \quad (4)$$

ここに

$$H_m = \frac{H_1 + H_2}{2}, \quad h = H_2 - H_1 \quad (5)$$

における観測で採用した。

なお、天頂角の測定は、1983年度は望遠鏡正位の状態連続10回観測を行ってその平均値を求めた。1984年以降は観測方法に改良を加え、望遠鏡正位および反位による対回観測を2回行い、その結果から天頂角を算出した。

距離測定は、1983年度には天頂角観測を中心としてその前後に5回ずつ合計10回行い、1984年以降は距離測定(10回連続)を中心にしてその前後に1対回ずつの天頂角観測を行った。この方式の採用により、1測線の観測に要する時間は1983年は20~40分であったが、1984年以降は10~20分に短縮した。

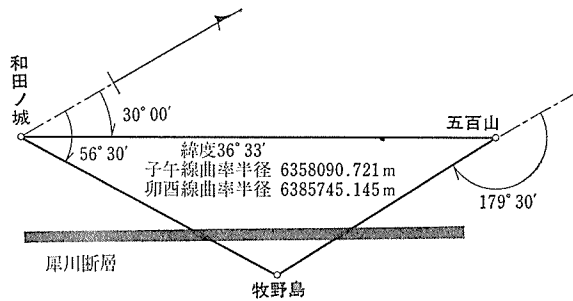


図7 信州新町における測地学的諸量

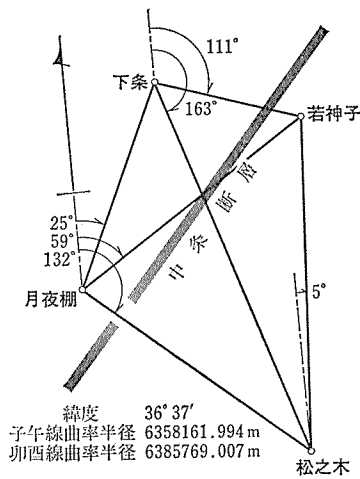


図8 中条村における測地学的諸量

$$R_a = \frac{N \cdot R_m}{N \cdot \cos^2 A + R_m \cdot \sin^2 A} \quad (6)$$

式(6)において、 R_a は平均緯度と方位角 A を用いて算出した曲率半径である(オイラーの式)。また、 R_m は子午線方向の、 N は卯酉線方向の曲率半径、 A は測線の方位角を示す⁶⁾⁷⁾。信州新町および中条村におけるこれらの測地学的因子の数値を図7と図8に示した。

なお、式(5)における2点間の比高 h は図6の記号を用いて次式で与えられる。

$$h = \frac{2(R_a + H_1) \sin \frac{Z_2 - Z_1}{2} \cdot \sin \frac{\theta}{2}}{\cos \left(\frac{\theta}{2} + \frac{Z_2 - Z_1}{2} \right)} \quad (7)^8)$$

この式を用いて観測結果から測点間の比高を算出したところ、信州新町観測網において

は、国土地理院による三角点の標高から求めた比高との差が和田ノ城～五百山間で 8 cm、五百山～牧野島間で 7 cm、牧野島～和田ノ城間で 3 cm であった。また、中条村観測網においては三角点がないため、ネットワークの各ループについて閉合誤差を求めたところ、3つの代表ループにおいてそれぞれ 2 cm、4 cm、6 cm であった。この程度の誤差は式(4)の計算結果に影響しない。よって信州新町観測網においては国土地理院による三角点の標高をそのまま用いることとし、中条村観測網においては条件方程式法によるネットワーク調整⁹⁾を行って各測線の比高の最確値を定めたのち、地形図上から松之木観測点の標高を615.00mとして各観測点の標高を定めた。これらを図2と図3に示した。また、これらの図における測線長は観測値を平均したのちに現地の水平面に投影した長さである。

表1 観測結果・回転楕円体面上投影距離 牧野島M—和田ノ城W

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
W—M	83 11 7	699.10	7.00	2636.0019	2636.0415	2633.5239	92°22'56.6"
M—W	83 11 7	699.10	7.00	2636.0019	2636.0415	2633.5239	—
W—M	84 10 12	707.90	14.20	2635.9828	2636.0312	2633.5136	92 22 53.3
M—W	84 10 12	704.00	14.85	2635.9723	2636.0260	2633.5084	87 38 31.9
W—M	85 10 28	717.00	8.50	2636.0069	2636.0327	2633.5151	92 22 52.5
M—W	85 10 28	716.10	12.50	2635.9667	2636.0032	2633.4855	87 38 49.1

表2 観測結果・回転楕円体面上投影距離 和田ノ城W—五百山G

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
G—W	83 11 7	701.50	4.75	4370.4263	4370.4789	4369.8727	89°33'25.9"
G—W	83 11 7	702.50	4.55	4370.4277	4370.4777	4369.8715	89 33 32.6
W—G	83 11 7	700.60	6.70	4370.4185	4370.4805	4369.8742	90 28 45.7
G—W	84 10 12	706.80	13.55	4370.4038	4370.4835	4369.8773	89 33 25.0
W—G	84 10 12	704.70	13.90	4370.3940	4370.4784	4369.8722	90 28 43.6
G—W	85 10 28	711.70	13.95	4370.3945	4370.4680	4369.8617	89 33 37.9
W—G	85 10 28	711.30	9.45	4370.4148	4370.4705	4369.8643	90 28 36.4

表3 観測結果・回転楕円体面上投影距離 五百山G—牧野島M

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
G—M	83 11 7	703.40	4.95	2353.0120	2353.0389	2351.6511	91°48'38.6"
M—G	83 11 7	710.30	3.80	2353.0012	2353.0194	2351.6316	88 13 01.2
G—M	84 10 12	710.80	13.80	2353.0103	2353.0501	2351.6623	91 48 42.9
M—G	84 10 12	705.10	15.00	2352.9769	2353.0243	2351.6365	88 12 52.8
G—M	85 10 28	717.60	17.05	2353.0040	2353.0450	2351.6571	91 48 55.3
M—G	85 10 28	715.70	11.60	2352.9777	2353.0086	2351.6207	88 13 11.8

4. 観測結果からみた考察

犀川断層地域(信州新町)および中条断層地域(中条村)における1983年から1985年にわたる観測結果を表1から表9に示す。これらの表において、測点名をローマ字の頭文字で略記して測線を表示した(例W-M)。左側(W)が器械点を、右側(M)が反射プリズム点を示す。観測値は、気圧、気温、観測斜距離および天頂角である。前三者はそれぞれの観測における平均値である。なお、天頂角は式(1)により光波距離計の天頂角に換算したものである。気象補正距離は式(2)による補正後の斜距離である。投影距離は式(4)で計算した準拋楕円体面上の距離である。なお、式(7)により測点間の比高が計算されるが、表への

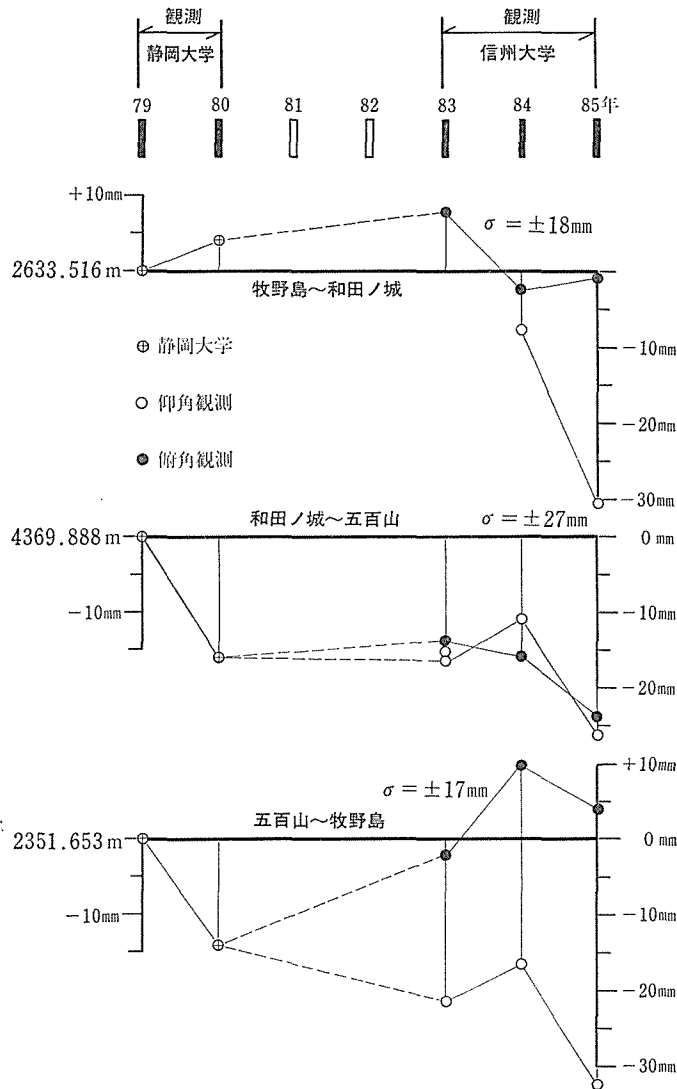


図9 犀川断層地域における観測結果(1979~1980, 1983~1985)
(準拋楕円体面上における投影距離)

表4 観測結果・回転楕円体面上投影距離 下条G—若神子W

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
G—W	83 10 21	706.60	13.30	838.1301	838.1453	837.7904	88°32'05.4"
G—W	83 10 21	705.50	11.40	838.1317	838.1457	837.7908	88 32 16.3
W—G	83 10 21	710.30	11.90	838.1308	838.1437	837.7888	91 28 23.4
G—W	84 10 11	717.85	17.00	838.1192	838.1337	837.7788	88 33 05.4
W—G	84 10 11	717.40	20.85	838.1406	838.1581	837.8032	91 29 23.4
G—W	85 10 29	719.20	16.30	838.1276	838.1412	837.7863	88 32 35.2
W—G	85 10 29	719.55	11.95	838.1408	838.1509	837.7960	91 29 15.9

表5 観測結果・回転楕円体面上投影距離 松之木M—下条G

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
G—M	83 10 21	706.40	12.75	2261.8637	2261.9036	2261.6828	89°55'15.8"
M—G	83 10 21	706.20	11.30	2261.8622	2261.8991	2261.6784	90 05 53.4
G—M	84 10 11	719.75	19.70	2261.8727	2261.9158	2261.6951	89 55 44.1
M—G	84 10 11	718.30	16.75	2261.8678	2261.9061	2261.6853	90 06 14.3
G—M	85 10 29	719.10	15.55	2261.8722	2261.9073	2261.6865	89 55 29.4
M—G	85 10 29	719.40	14.90	2261.8654	2261.8988	2261.6781	90 06 08.1

表6 観測結果・回転楕円体面上投影距離 月夜棚T—下条G

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
G—T	83 10 21	706.20	12.85	1239.7233	1239.7453	1239.5727	89°28'41.8"
T—G	83 10 21	705.80	11.40	1239.7196	1239.7401	1239.5675	90 32 01.0
G—T	84 10 11	717.40	18.20	1239.7170	1239.7399	1239.5672	89 29 12.9
T—G	84 10 11	713.75	16.20	1239.7091	1239.7316	1239.5589	90 32 43.9
G—T	85 10 29	719.55	14.90	1239.7237	1239.7420	1239.5694	89 28 53.2
T—G	85 10 29	719.10	14.20	1239.7222	1239.7399	1239.5673	90 32 42.3

表7 観測結果・回転楕円体面上投影距離 若神子W—松之木M

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
W—M	83 10 21	705.80	12.10	1894.9674	1895.0002	1894.7295	—
M—W	83 10 21	705.80	11.75	1894.9636	1894.9957	1894.7250	89°28'03.4"
W—M	84 10 11	717.10	20.35	1894.9618	1895.0007	1894.7300	90 33 32.6
M—W	84 10 11	715.75	16.40	1894.9603	1894.9935	1894.7228	89 28 25.1
W—M	85 10 29	717.30	16.50	1894.9769	1895.0092	1894.7385	90 33 23.8
M—W	85 10 29	716.65	15.80	1894.9695	1895.0011	1894.7304	89 28 05.6

表8 観測結果・回転楕円体面上投影距離 月夜棚T—若神子W

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
W—T	83 10 21	705.50	11.70	1565.0966	1565.1233	1564.9373	—
T—W	83 10 21	704.90	11.35	1565.0956	1565.1221	1564.9361	89°38'33.9"
W—T	84 10 11	715.45	19.95	1565.0967	1565.1292	1564.9431	90 22 46.9
T—W	84 10 11	712.70	15.50	1565.0833	1565.1111	1564.9251	89 38 56.2
W—T	85 10 29	718.20	14.25	1565.1058	1565.1287	1564.9427	90 22 33.3
T—W	85 10 29	716.50	13.80	1565.1081	1565.1314	1564.9454	89 38 47.1

表9 観測結果・回転楕円体面上投影距離 松之木M—月夜棚T

測線	年月日	気圧 (mmHg)	気温 (°C)	観測斜距離 (m)	気象補正距離 (m)	投影距離 (m)	距離計天頂角
T—M	83 10 21	706.20	11.50	1572.6232	1572.6493	1572.4766	90°17'48.9"
M—T	83 10 21	706.20	11.60	1572.6192	1572.6454	1572.4728	89 43 11.9
T—M	84 10 11	713.25	13.95	1572.6177	1572.6432	1572.4705	90 18 02.4
M—T	84 10 11	716.25	18.00	1572.6280	1572.6574	1572.4848	89 43 22.8
T—M	85 10 29	717.15	13.45	1572.6283	1572.6508	1572.4781	90 18 14.5
M—T	85 10 29	717.45	14.70	1572.6137	1572.6379	1572.4652	89 43 19.2

表10 犀川断層地域における測線長の準拋楕円体面上への投影長(静岡大学)¹¹⁾

観測年	牧野島～和田ノ城	和田ノ城～五百山	五百山～牧野島
	m	m	m
1979	2633.516	4369.888	2351.653
1980	2633.520	4369.872	2351.639

記載は省略した。これに関しては、前節で述べており、数値は標高に換算して、図2と図3に示してある。

各測線長が年と共に変化することが認められれば、それから断層の運動を考察することができる。厳密に言うならば、各測線長の変化は準拋楕円体面上の投影距離について比較すべきものである。しかしながら、測線長の変化の有無のみに注目するならば、各表の気象補正後の斜距離について比較してもよい。投影距離で比較した場合との変化量の差は0.1mm程度である。

図9は犀川断層をはさんだ観測網における測線長の変化をグラフ表示したものである。この観測網においては、すでに、静岡大学が1979、1980年の2年間にわたり測量を行っている¹¹⁾。1981、1982年の空白期後は信州大学がこれを継続している。図には両者の結果を合わせて示した。各測線とも、静岡大学の1979年の数値を基準として、その後の年度における数値の変動量を図示した。信州大学の観測結果については、測線の両側からの相互観測結果を平均せずに個々にプロットした。白丸印は仰角観測、黒丸印は俯角観測によるものである。なお、信州大学で用いた光波距離計 RED2 の公称標準偏差 σ を参考までに各測線長のグラフに付加して示した(例： $\sigma = \pm 18\text{mm}$)。

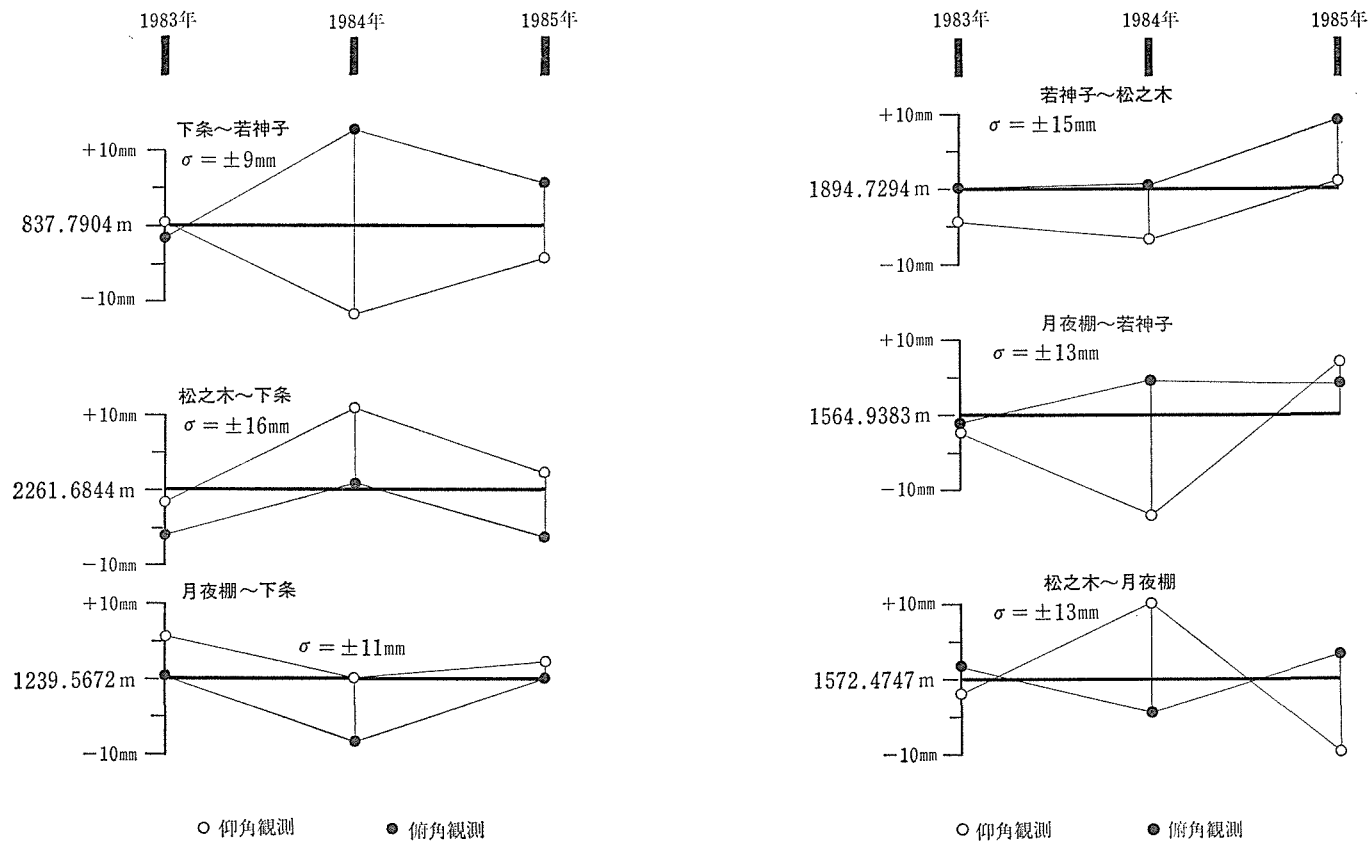


図10 中条断層地域における観測結果(1983~1985) (準拋橢円体面上における投影距離)

各グラフについて数値の変動を見るとき、いずれの測線においても変動量は観測器械の公称標準偏差以内である。この点から考えて1979年から1985年までの期間においてこの地域の測線長に変動があったとは言えない。3つのグラフを比較すると、最大の測線長を有する(和田ノ城)～(五百山)間の測定値の変動が最も少ない。その理由としては、この測線の観測では常に9素子の反射プリズムを使用したためと考えられる。また2つの測点は山頂部に位置し、測点間の見とおし線は犀川の水面よりもかなり上方を通ることも観測の精度を向上させていると思われる。さらに、1980年の静岡大学の観測値と1983年の信州大学の観測値がほぼ同一であることは、観測の器械も方法も異なるものであることからみても、この観測に用いたRED2の公称性能以上の使用に対する妥当性を証明するものと考えられる。

図9において他の2測線すなわち(牧野島)観測点を含んだ測線の計測値はばらつきが大きい。その理由としては、(牧野島)測点が高の2点に比べて標高の低い位置にあるため、測線の見とおし線が犀川の水面に近接していくためではないかと考える。特に(牧野島)～(五百山)測線は図1に見るように犀川の川幅の広い部分を横断しているため、3年間の観測を通じて大きなばらつきを示している。

犀川断層地域の3測線のうち、(和田ノ城)～(五百山)測線には測線長がわずかながら減少する一定の傾向がみられる。しかしながらこれも観測器械の公称標準偏差以内での変動である。

つぎに中条断層地域の観測結果を図10について考察する。この図においては、3年間の観測値の平均値からの変動量をプロットした。3年間にわたる観測のうちで、1984年の(下条)～(若神子)間の相互観測のみが観測器械の標準偏差をわずかに上回っている。その理由としては、天候が晴天で太陽光線の強い正午をはさんで相互の観測を行ったことが考えられる。他の観測値はすべて公称標準偏差以内での変動である。この結果から考えて、中条断層地域においては地盤の変動は3年間の観測期間中生じていないと判断する。なお、観測結果からみた傾向として、(月夜棚)～(下条)と(若神子)～(松之木)測線には(短縮)から(伸張)へ、(松之木)～(下条)測線には(伸張)から(短縮)へという変動が各観測年間においてわずかながらあらわれている。ただし、これも観測器械の公称標準偏差以内での現象である。今後とも観測を積み重ねていかなければ明確な判断はできない。

5. 結 言

本研究は断層の構造ひずみを地上測量によって計測することを目的としたものである。この種の研究は、一応の結論を得るためにはかなりの長年月にわたる観測を必要とするものであるが、これまでの3年間における測量の結果からみたときの特記事項を以下に要約する。

(1) 地質構造的には相関性の深いことが予想される犀川断層と中条断層の2つの地域に観測網を設定した。

(2) 観測網の中の観測ステーションは、中条断層地域においては現地に堅固なものを建設することができた。このステーションは将来にわたって同一の条件の下で観測を続けることができる。犀川断層地域では国土地理院の三角点を利用する関係上、観測ステー

ョンの建設はできないが、国土地理院の今後における測量成果とも照合させて検討していくことができる。

(3) 各測線について行われた個々の連続観測の精度は測角、測距ともかなり高い。その反面、同一測線について同一日に実施した相互観測の結果は、ばらつきの目立つものもある。しかしながらそのほとんどが光波距離計の標準偏差の幅の範囲内である。これまでに両断層地域において行われた総計27対回の相互観測のうちで、標準偏差を上回ったとみられるものは、1984年の(下条)～(若神子)間の一例だけである。

(4) 上記(3)の問題を解決するためには、同一日において観測回数を十分に多くしていくことが必要である。また、犀川断層地域での観測においては、プリズムの高さを正確に調節できるような装置を考案することが必要である。

(5) 1983年から1985年にいたる観測結果からみて、中条断層地域には3年間にわたり動きが認められない。また、犀川断層地域では、静岡大学の観測結果をも総合してみると、1979年から7年間にわたり動きが認められないと判断する。

謝 辞

本研究における現地観測にあたり、土尻川砂防事務所からは中条断層地域における観測ステーションの建設に関して多大な援助をいただいた。また中条村役場からはこれらのステーションの設置場所の長期借用についての種々の配慮をいただいた。さらに信州新町役場からは、犀川断層地域での観測のための樹木の伐採についての協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。なお本研究の一部は昭和58年度文部省科学研究費(自然災害特別研究(2)課題番号58025019:地すべりの素因としての構造ひずみの測定とその発生予測への応用)によるものである。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院測地部:東北地方南部及び北陸地方の水平歪;地震予知連絡会会報 第26巻, 45~54 (1981)
- 2) 国土地理院:中部地方の水平歪;地震予知連絡会会報第28巻, 276~278(1982)
- 3) 名古屋大学理学部地震予知観測地域センター:光波測量による東海地域の辺長測量;地震予知連絡会会報第30巻, 200~202(1983)
- 4) 東京大学地震研究所:富士川河口域における光波測量;地震予知連絡会会報 第32巻, 225~229 (1984)
- 5) 恒石幸正:光波測量による富士川断層の連日監視;地震予知連絡会会報第34巻, 287~292(1985)
- 6) 須川力:測量における大気屈折の影響;現代測量学第2巻, 444~452(1981)
- 7) 坪川家恒:球面及び楕円体面の性質;現代測量学第1巻, 18~50(1981)
- 8) 井上英二・北野芳徳:三角測量;現代測量学第3巻, 236~243(1982)
- 9) 吉澤孝和:技術シリーズ 測量;朝倉書店, 131~134(1984)
- 10) 吉澤孝和・鈴木雅文:光波測量による断層地帯の造構運動の計測;土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 370~371(1986)
- 11) 徳山明・半田孝司:フォッサマグナ地帯における光波測量の成果;第18回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集, 212(1981)