

## 8-7 地すべり調査・観測結果

## 8-7 地すべり調査・観測結果

### 8-7-1 ボーリング調査

#### 1) 調査結果

STA14+850 付近の地すべり移動土塊に関し、A-1 測線沿いでボーリング調査を実施した。その位置と削孔深度は表 8-7-1 のとおりである。

表 8-7-1 ボーリング位置と削孔深度

孔番号	Easting	Northing	標高(m)	削孔長(m)	土砂(m)	岩(m)
BV-1	394076.984	3031349.836	623.122	23.0	18.10	4.90
BV-2	394055.112	3031279.277	678.429	30.0	15.80	14.20
BV-3	394034.910	3031214.992	700.955	17.5	9.95	7.55
合計				70.5	43.85	26.65

調査結果はボーリング柱状図、コア写真としてまとめた。

#### ① BV-1 (L=23m)

深度 18.1m までは地すべり堆積物、深度 18.1~23.0m は基盤岩である。

#### ② BV-2 (L=30m)

深度 15.8m までは地すべり堆積物、深度 15.8~30.0m は基盤岩である。

#### ③ BV-3 (L=17.5m)

深度 9.95m までは地すべり堆積物、深度 9.95~17.0m は基盤岩である。



写真 8-7-1 BV-1 ボーリングコア写真

### ボーリング柱状図

TOPOGRAPHIC SURVEY, GEOLOGICAL SURVEY AND MONITORING WORK FOR  
 調査 名 Basic Design Study on the Project for construction of Sindhuli Road(SectionIII) in Nepal  
 事業・工事名 Sindhuli Road(SectionIII)

ボーリング No.									
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

シート No.

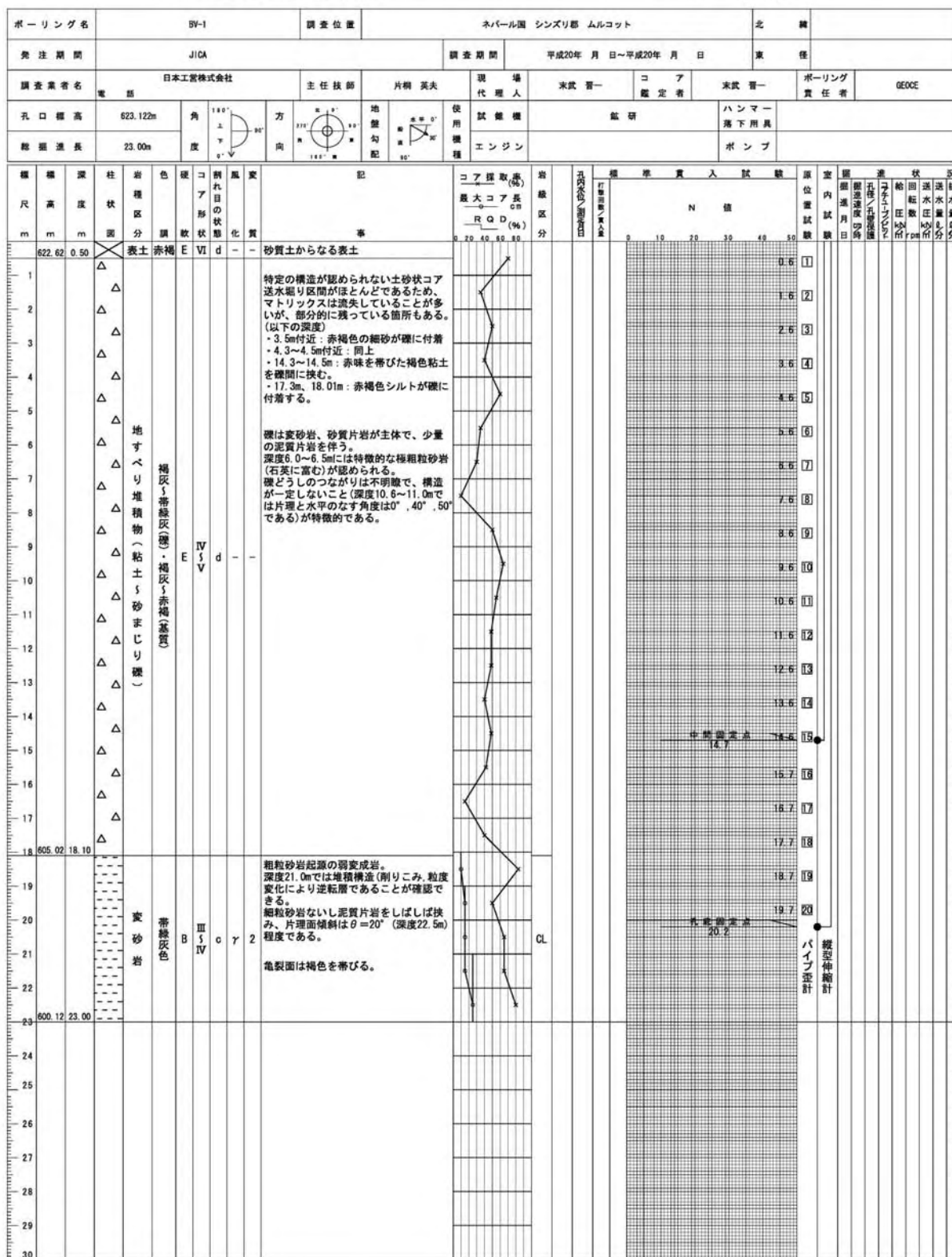


図 8-7-1 BV-1 ボーリング柱状図



写真 8-7-2 BV-2 ボーリングコア写真



ボーリング柱状図

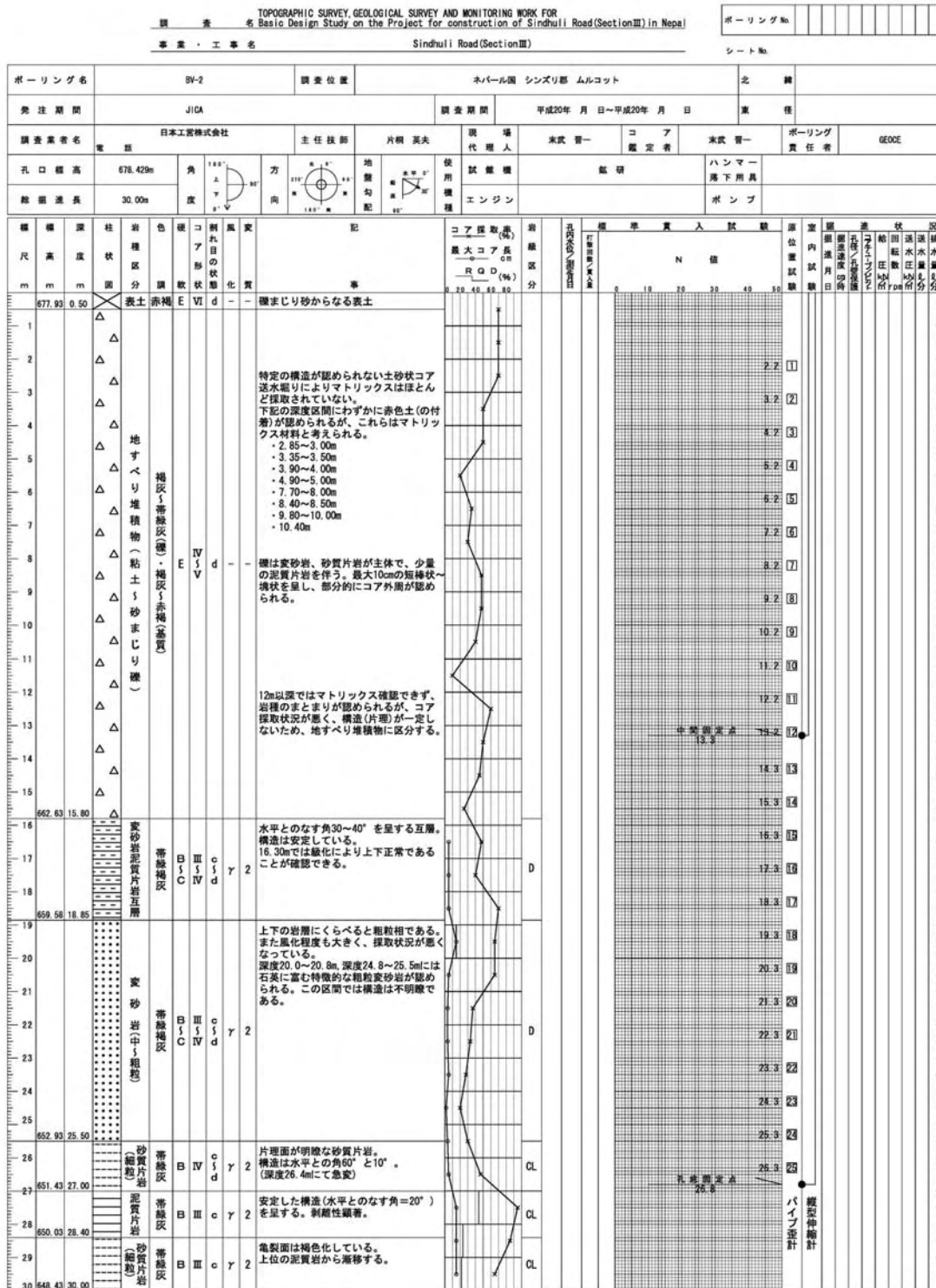


図 8-7-2 BV-2 ボーリング柱状図



写真 8-7-3 BV-3 ボーリングコア写真

ボーリング柱状図

TOPOGRAPHIC SURVEY, GEOLOGICAL SURVEY AND MONITORING WORK FOR  
 of Basin Design Study on the Project for construction of Sindhuji Road (Section III) in Nepal  
 地形・地質調査  
 Sindhuji Road (Section III)

ボーリング機	
--------	--

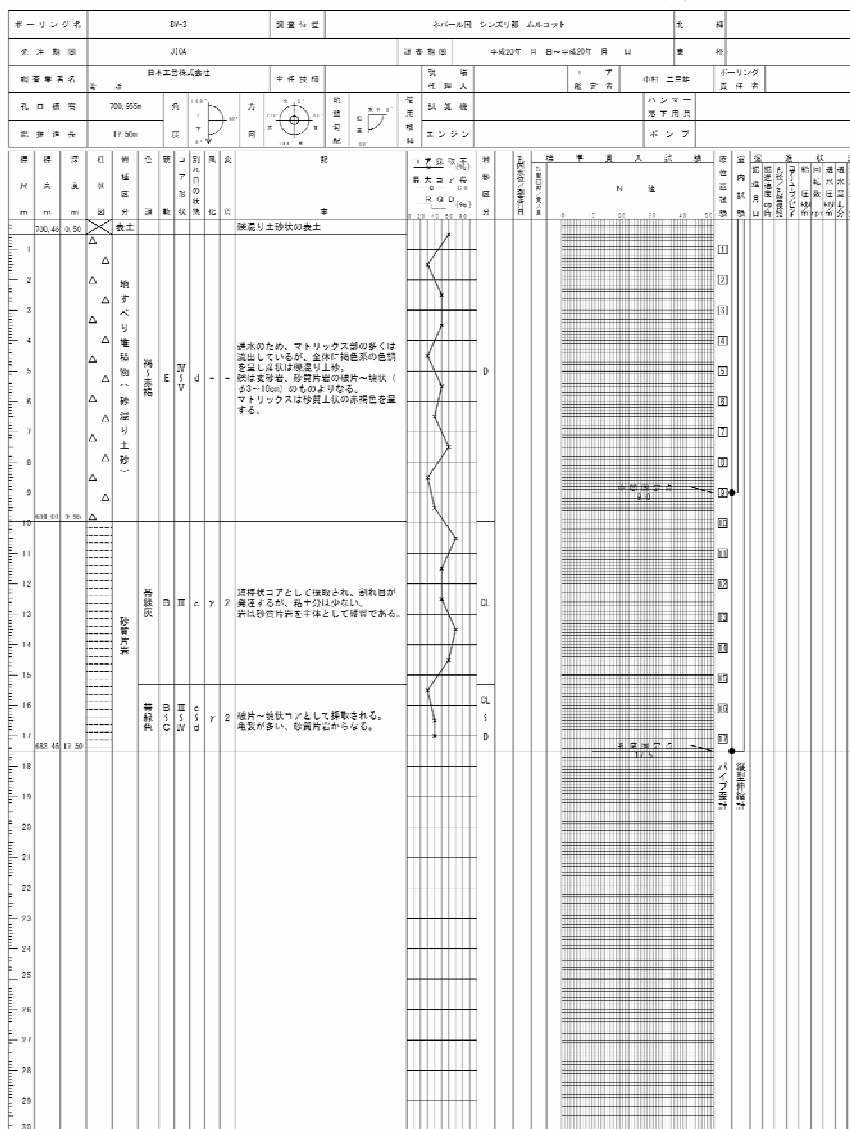


図 8-7-3 BV-3 ボーリング柱状図

## 8-7-2 モニタリング機器設置

### 1) 設置項目と数量

地すべり地形を呈する斜面の変動の有無を調査する目的でA',A~Eの調査地にモニタリング機器を設置した。モニタリング機器はパイプ歪計、縦伸縮計、地盤傾斜計、移動杭からなる。また斜面変動と降雨・斜面内の地下水との関係を調査するため雨量計の設置、ボーリング孔内の地下水位計測を実施した。表 8-7-2 にモニタリング機器数量は示すとおりである。

表 8-7-2 モニタリング機器数量

モニタリング機器	単位	数量	備考
パイプ歪み計	孔	3	64m
縦伸縮計	孔	3	パイプ歪み計の予備計測
地盤傾斜計	箇所	12	水管式
移動杭	箇所	20	w/t コンクリート基礎
雨量計	箇所	1	

### 2) パイプ歪計

#### ① 仕様

- ・ 1 方向 2 ゲージ (図 8-7-4)
- ・ ゲージ間隔 1m (ゲージ貼付位置は各パイプの底部より 10cm 程度上方)
- ・ 保孔管 : VP-40 塩ビストレナーパイプ
- ・ 歪測定器 : STR-102(測商技研製)

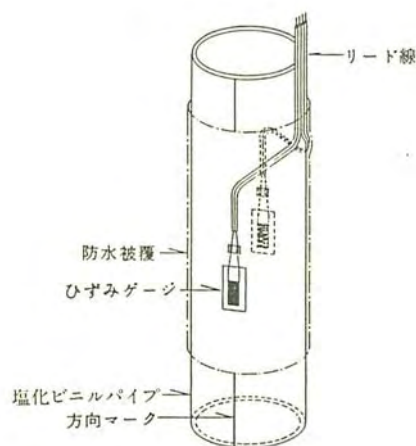


図 8-7-4. パイプ歪計の構造

#### ② 設置位置

削孔後のボーリング孔(BV-1,2,3)に埋設した。各孔におけるゲージ設置深度は表 8-7-3 に示すとおりである。

#### ③ 設置方法

あらかじめ 3m ごとまとめて接続していた塩ビ管を、さらに接続しながら順次降下させ、孔底到達後、孔壁との間に砂を充填した。設置孔の全長が歪計より長い場合

は、設置する孔底位置まであらかじめ砂を充填した。坑口はコンクリートで固定し、同時に保護箱を設置した。

歪ゲージについては設置前日に歪測定を行い、異常値がないことを確認した。更に設置直後にも測定し、異常値がないことを確認した。

なお、塩ビ管に記してあるマークはA-1測線方向の谷側になるようにセットした。これは歪測定の際、塩ビ管が谷側に対して凸になっている場合、測定器のノーマルポジションでの値が正になる状態である。

表 8-7-3. 歪ゲージ設置深度一覧表(m)

ゲージ番号	BV-1	BV-2	BV-3
1	0.6	2.2	0.9
2	1.6	3.2	1.9
3	2.6	4.2	2.9
4	3.6	5.2	3.9
5	4.6	6.2	4.9
6	5.6	7.2	5.9
7	6.6	8.2	6.9
8	7.6	9.2	7.9
9	8.6	10.2	8.9
10	9.6	11.2	10.0
11	10.6	12.2	11.0
12	11.6	13.2	12.0
13	12.6	14.3	13.0
14	13.6	15.3	14.0
15	14.6	16.3	15.0
16	15.7	17.3	16.0
17	16.7	18.3	17.0
18	17.7	19.3	
19	18.7	20.3	
20	19.7	21.3	
21		22.3	
22		23.3	
23		24.3	
24		25.3	
25		26.3	

④ 歪計設置状況の例 (BV-2)



写真 8-7-4 BV-2. 歪計検尺





写真 8-7-5 BV-2. 保護箱設置状況



写真 8-7-6 BV-2. 完成

### 3) 縦伸縮計測定用ワイヤー設置

#### ① 仕様

ステンレス製のインナーワイヤーと、ビニール被覆したらせん状鋼線のアウターチューブからなる。インナーワイヤーは自由にアウターチューブ内を動ける構造となっている。地中での端部は写真のように、歪計の塩ビパイプと接続できるように加工してある。



写真 8-7-7 接続部分

#### ② 設置位置

ボーリング孔 BV-,2,3 について、想定されるすべり面箇所をはさんで固定端部をそれぞれ 2 箇所ずつ設けた。これはすべりによる変動と、その他のノイズを区別して把握するためである。各孔における固定端部の深度は表 8-7-4 に示すとおりである。

表 8-7-4. 縦伸縮計測定用ワイヤー固定端部深度一覧表(m)

固定箇所	BV-1	BV-2	BV-3
中間	14.7	13.3	9.0
孔底	20.2	26.8	17.5

③ 設置方法

パイプ歪計設置と同時に、固定端を取り付け、ワイヤーは塩ビ管の外側に沿わせてテープで固定しながら埋設した。地上部の端部は保護箱内に収納した。なお縦伸縮量を測定するにはワイヤーの地上端部に何らかの測定器を接続する必要がある。本業務では測定器設置までは行わない。歪計が使用不能になった場合の代替と位置づけている。

縦伸縮計の計測原理は図 8-7-5 に示すとおりであり、初期無感帯はあるものの変位量が大きくなった場合には、地すべり滑動による変動量を把握することができる。

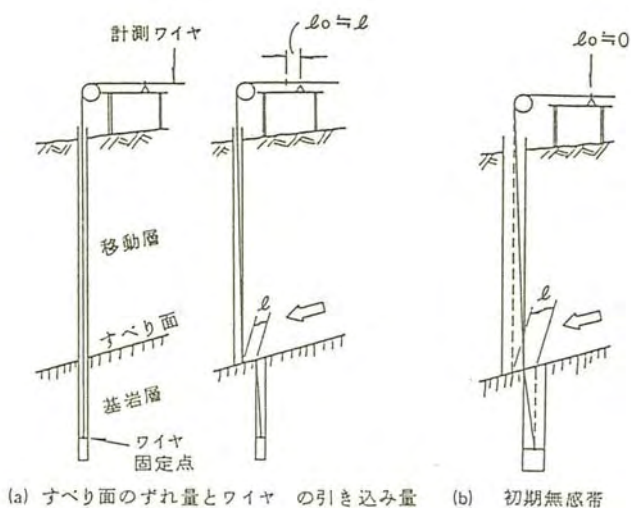


図 8-7-5 縦伸縮計の計測原理

4) 地盤傾斜計

① 仕様

計測器：水管式地盤傾斜計（中浅測器製）。

計測精度：傾斜角 1.2 秒

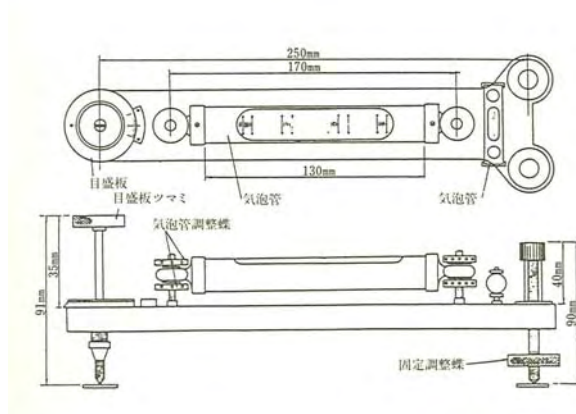


図 8-7-6 地盤傾斜計

② 設置位置

主に古期地すべりの分布範囲に設置した。

設置位置の座標と標高は表 8-7-5 に示すとおりである。

表 8-7-5 地盤傾斜計設置位置一覧表

番号	Northing	Easting	標高(m)
TA-1	3031271.263	394049.424	684.658
TA-2	3031225.419	394036.871	697.641
TA-3	3031257.653	394193.769	655.119
TA-4	3031586.811	393760.084	628.161
TA-5	3031415.390	393970.313	583.734
TA-6	3031306.167	393961.912	653.584
TC-1	3030578.558	394475.505	660.848
TC-2	3030613.707	394531.221	633.128
TC-3	3030625.242	394568.943	617.665
TD-1	3030323.068	394720.277	679.574
TD-2	3030478.081	394719.922	636.043
TE-1	3030171.339	394982.892	631.972

③ 設置方法

図 8-7-7 に示すように、基礎掘削を行ったうえで約 1m の基礎杭を打ち込み、杭上部に碎石を充填し、その上に厚さ 30cm のコンクリート基礎台を打設した。これにガラス板を密着させ、固化したところで、この上に傾斜計を設置した。さらに図 8-7-8 に示すようにコンクリート基礎台を囲むように保護箱を設置した。

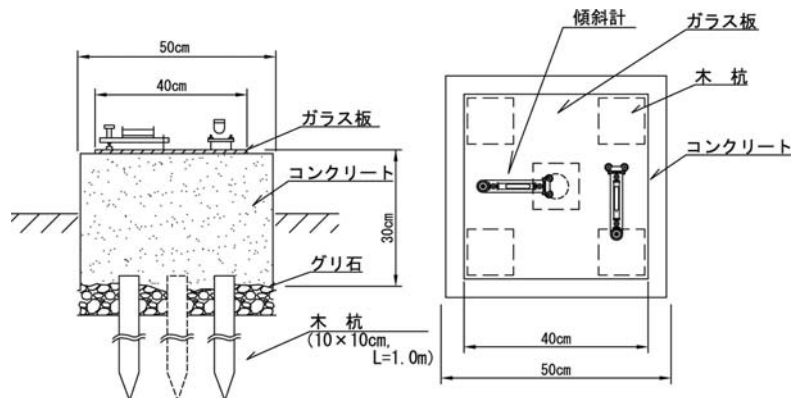


図 8-7-7 地盤傾斜計コンクリート基礎台設置図

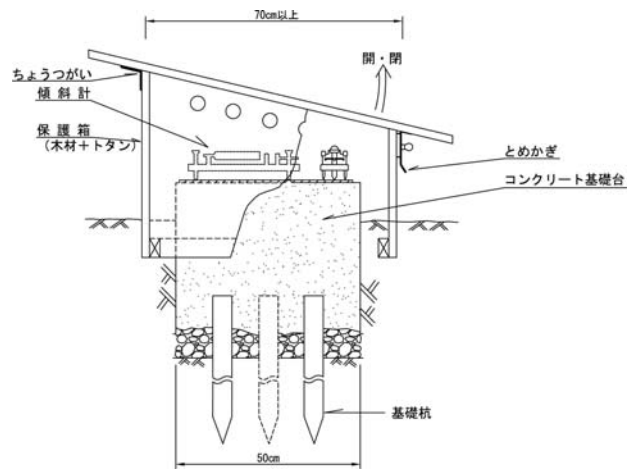


図 8-7-8 地盤傾斜計保護箱設置図

④ 現場写真 : No.TA-1



写真 8-7-8 基礎掘削状況



写真 8-7-9

コンクリート基礎台設置状況



写真 8-7-10 地盤傾斜計設置完了

## 5) 移動杭

### ① 仕様

直径約 10cm、長さ 1.5m の塩ビ管を地上部 10cm を残して埋設し、地すべり変動範囲と変動量を把握するための移動杭とした。計測精度は測量精度に左右される。

### ② 設置位置

主に A 地区古期地すべりの分布範囲に設置した。設置位置の座標と標高は表 8-7-6 に示すとおりである。

表 8-7-6 移動杭設置位置一覧表

番号	Northing	Easting	標高(m)
P-1	3031164.653	394340.414	662.279
P-2	3031214.355	394294.882	659.561
P-3	3031236.251	394251.386	649.704
P-4	3031240.781	394224.484	656.662
P-5	3031254.621	394182.322	659.447
P-6	3031245.656	394149.887	664.231
P-7	3031253.389	394110.222	671.594
P-8	3031265.728	394087.602	672.667
P-9	3031288.642	394067.789	668.578
P-10	3031302.595	394010.420	659.589
P-11	3031303.981	393982.096	654.050
P-12	3031316.682	393949.160	651.243
P-13	3031354.931	393918.812	638.010
P-14	3031400.785	393883.230	629.391
P-15	3031438.440	393858.895	628.660
P-16	3031482.248	393847.849	623.516
P-17	3031517.347	393822.815	618.387
P-18	3031240.188	394034.984	693.275
P-19	3031199.294	394021.734	707.717
P-20	3031337.175	394072.117	631.756

### ③ 設置方法

写真 8-7-11 に示すように、基礎掘削を行ったうえで約 1.5m の塩ビ管を建てこみ、砕石を 1.3m 充填し、その上に厚さ 10cm のコンクリートを打設した。塩ビ管内にもコンクリートを充填し、その中心に釘を設置した。



④移動杭設置状況の例(P-4)



写真 8-7-11 基礎掘削状況と移動杭設置完了

6) 雨量計

①仕様

直径約 50cm、深さ約 60cm 穴を掘り、木製の台を地上高約 1.0mの地点に据え付ける。木製の台座の上に、転倒マス式の自記式雨量計を設置する。

②設置位置

転倒マス式雨量計はムルコット集落内のホテル裏庭に設置した。また、記録器は同ホテル内の 2 階に設置した。雨量計の設置の際は、近傍に降雨の集水をさえぎる様な障害物がないことを確認した。

③設置方法

写真に示すように、深さ 60cm 程度の基礎掘削を行ったうえで木製の台座を建て込み、碎石を 30cm 充填し、その上に厚さ 30cm のコンクリートを打設した。

④ 設置状況 (写真 8-7-12)



雨量計設置状況 1



雨量計設置状況 2



雨量計設置完了 1



雨量計設置完了 2



雨量計設置完了 3



雨量計設置完了 4

## 7) フェンス

地盤傾斜計、パイプ歪計、雨量計等のモニタリング機器を動物等から保護するためのフェンスを設置した。

### ①仕様

観測機器から 50cm 程度のクリアランスを取り、機器を囲むように正方形にフェンスを設置した。

### ②設置位置

各観測計器に設置した。

### ③設置方法

写真に示すように、深さ 50cm 程度の基礎掘削を行ったうえで木製の支柱を建て込み、碎石を 25cm 充填し、その上に厚さ 25cm のコンクリートを打設した。その上で、支柱を有刺鉄線で取り囲む。



写真 8-7-13 BV-1 フェンス設置の例

## 8) 観測小屋

地盤傾斜計、パイプ歪傾等のモニタリング機器等の監視基地となる観測小屋の建築を行なった。

### ①仕様

ネパール国の伝統的な建築様式で建築した。

### ②設置位置

Dブロック内の菩提樹付近の平坦地に建築した。

### ③状況写真 (写真 8-7-14)



観測小屋作業途中 1



観測小屋作業途中 2



観測小屋完成 1



観測小屋完成 2

## 8-7-3 地すべりモニタリング

計器設置後、以下の各モニタリング計器を観測した。観測期間は2008年9月から10月の雨季終了後である。表8-7-7にモニタリング数量を示す。

表 8-7-7 モニタリング数量

モニタリング計器	単位	数量	備考
移動杭	回	3	20 測点
ひずみ計	回	21	3 孔 × 7 回
地盤傾斜計	回	84	12 基 × 7 回
地下水観測	回	21	3 孔 × 7 回

### ①移動杭

基準値に対して1~3cm程度の変位が観測されている。今後の観測の結果より変動状況を判断する必要がある。表8-7-8に移動杭の計測結果を示す。

表 8-7-8 移動杭計測結果

番号	X変位量(m)	Y変位量(m)	H変位量(m)	合成水平変位量(m)
P-1	0.012	-0.007	-0.002	0.014
P-2	-0.016	-0.020	-0.009	0.026
P-3	-0.010	-0.017	-0.002	0.020
P-4	-0.007	-0.009	-0.014	0.011
P-5	0.015	0.018	-0.001	0.023
P-6	0.000	-0.009	-0.015	0.009
P-7	0.005	-0.020	-0.010	0.021
P-8	0.000	-0.014	-0.006	0.014
P-9	0.060	-0.001	-0.003	0.060
P-10	0.029	-0.014	-0.002	0.032
P-11	0.014	-0.020	-0.020	0.024
P-12	-0.015	-0.019	-0.011	0.024
P-13	-0.076	-0.015	-0.010	0.077
P-14	0.015	-0.002	0.001	0.015
P-15	-0.003	-0.007	0.001	0.008
P-16	-0.006	0.001	-0.002	0.006
P-17	0.002	-0.004	-0.002	0.004
P-18	-0.024	0.004	-0.011	0.024
P-19	0.004	-0.007	-0.002	0.008
P-20	-0.003	0.100	-0.012	0.100

②パイプ歪計

全ての観測孔において局所的な変位が認められるが、累積性はないことから、地すべり性の変動は認められない。表 8-7-9 にパイプ歪計の計測結果を示す。

表 8-7-9 パイプ歪計計測結果

孔番	推定すべり面深度 (m)	累積変動量 ( $\mu$ strain)
BV-1	18.10	-20(18m)
BV-2	15.80	-240(16m)
BV-3	9.95	16(10m)

③地盤傾斜計

全ての計器において変位が観測されるが、変動方向に累積性はなく、局所的なものと判断される。また、変動量は小さく、地すべり性の変動は認められない。表 8-7-10 に地盤傾斜計の計測結果を示す。

表 8-7-10 地盤傾斜計計測結果

計器番号	傾斜変動方向	N-S方向 累積傾斜 変動量(秒)	E-W方向 累積傾斜 変動量(秒)	累積傾斜 変動量(秒)
TA1	S36° W	4.0	3.0	5.0
TA2	S63° W	2.0	4.0	4.5
TA3	S45° E	2.0	-2.0	2.8
TA4	N63° W	-10.0	20.0	22.4
TA5	S45° E	2.0	-2.0	2.8
TA6	N26° E	-2.0	-1.0	2.2
TC1	N71° E	-2.0	-6.0	6.3
TC2	S45° E	-2.0	-2.0	2.8
TC3	N56° E	-2.0	-3.0	3.6
TD1	S45° W	2.0	2.0	2.8
TD2	N45° E	-2.0	-2.0	2.8
TE1	S30° E	5.0	-3.0	5.8

④地下水位

B V - 3 孔で徐々に地下水位が低下する傾向にある。他の孔は孔底付近に地下水位が認められ、観測期間中の水位変動は確認されなかった。表 8-7-11 に地下水位に計測結果を示す。

表 8-7-11 地下水位計測結果

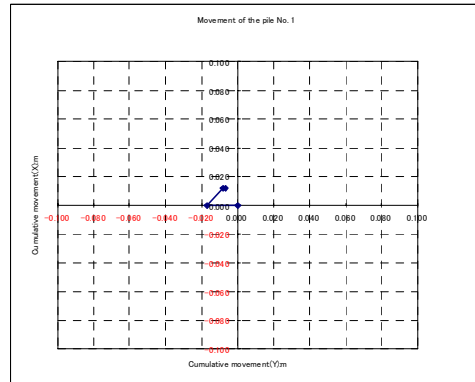
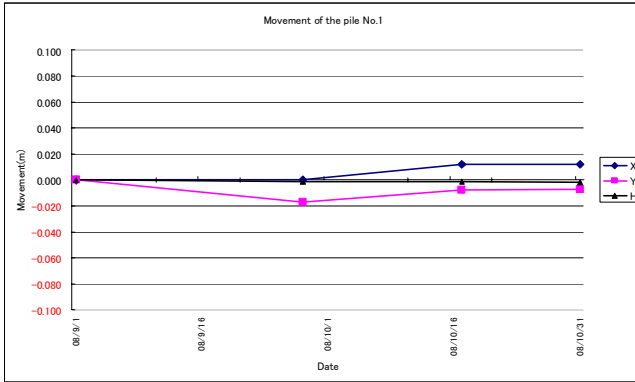
孔番	最高水位 (GL-m)	最低水位 (GL-m)	水位変動量 (m)
BV-1	19.72	19.79	0.07
BV-2	25.56	26.56	1.00
BV-3	15.77	16.99	1.22

⑤各計測結果図

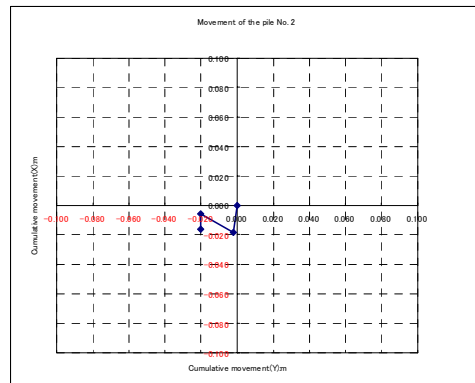
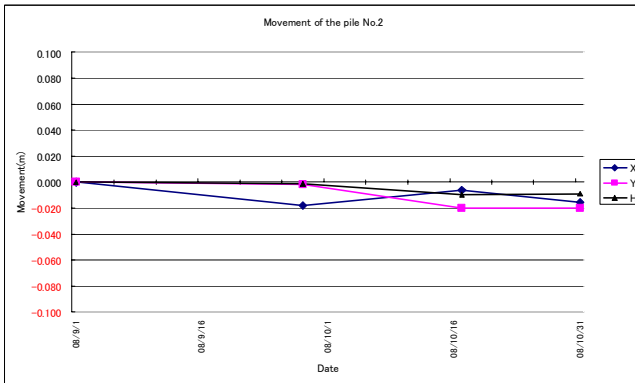
各計測結果の図を以下に示す。



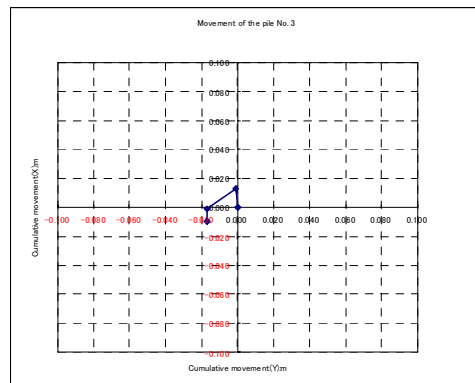
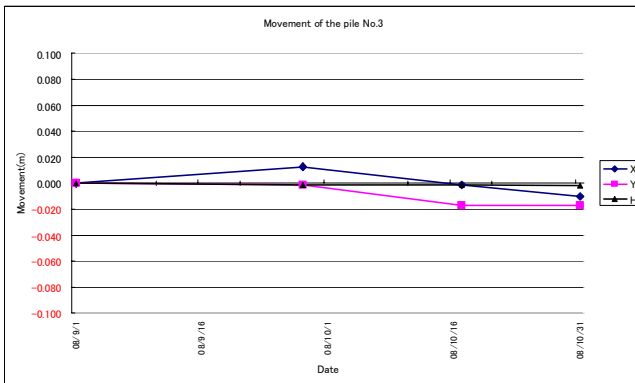
移動杭 P-1



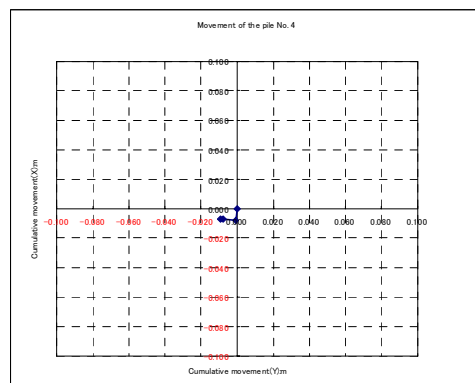
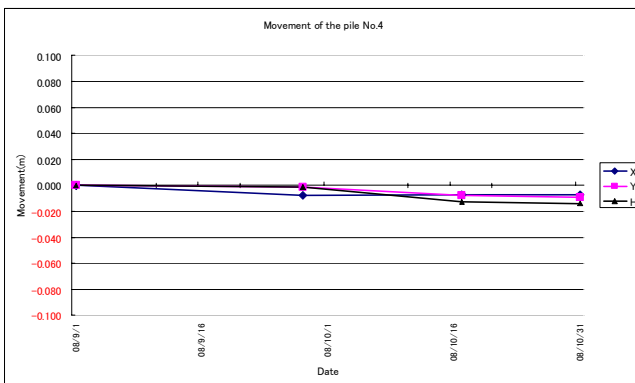
移動杭 P-2



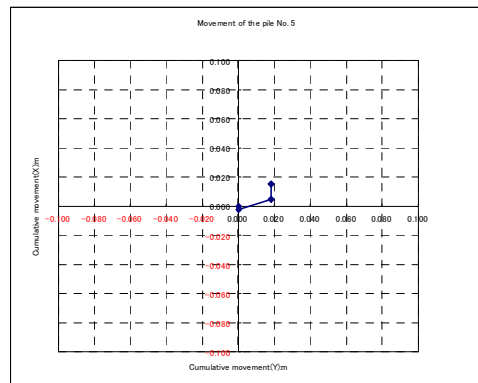
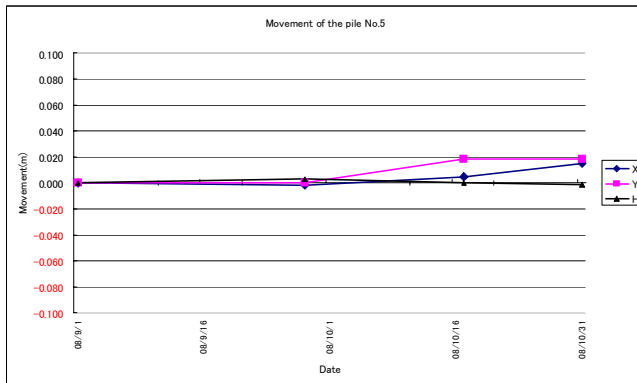
移動杭 P-3



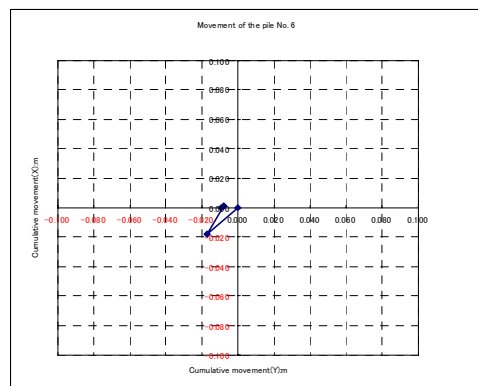
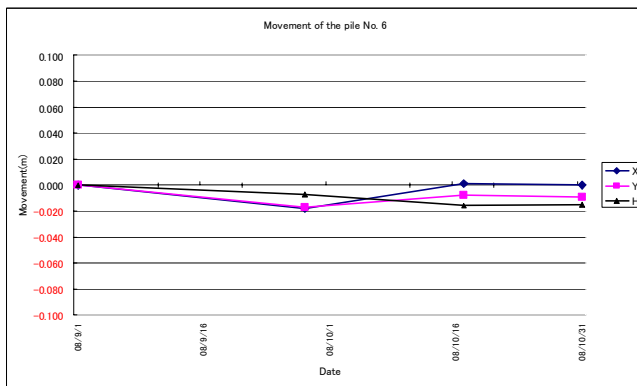
移動杭 P-4



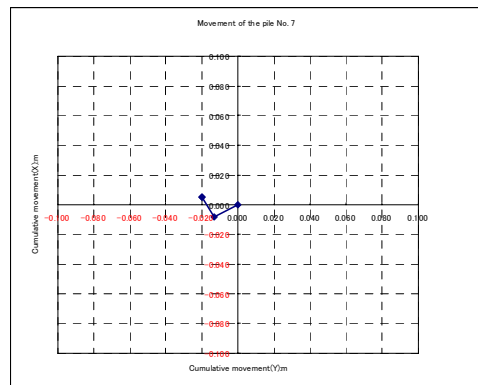
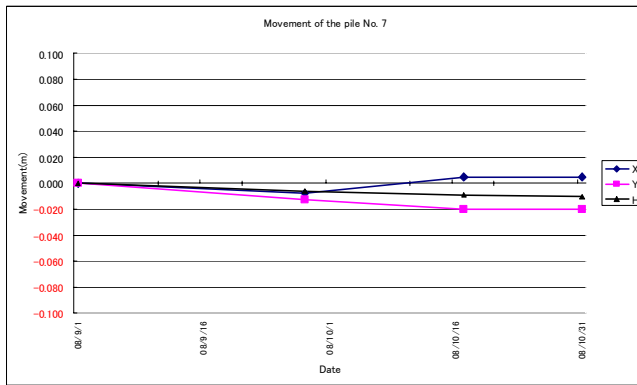
移動杭 P-5



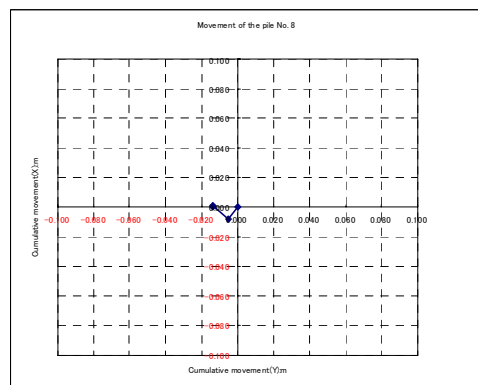
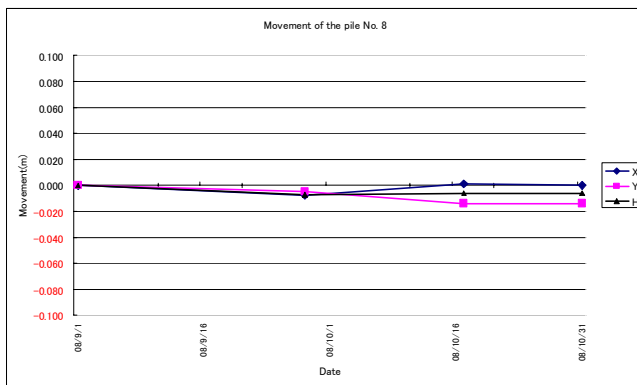
移動杭 P-6



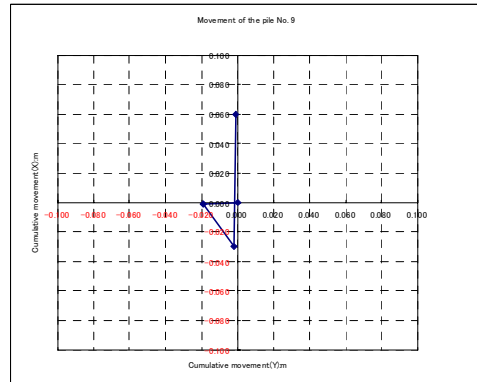
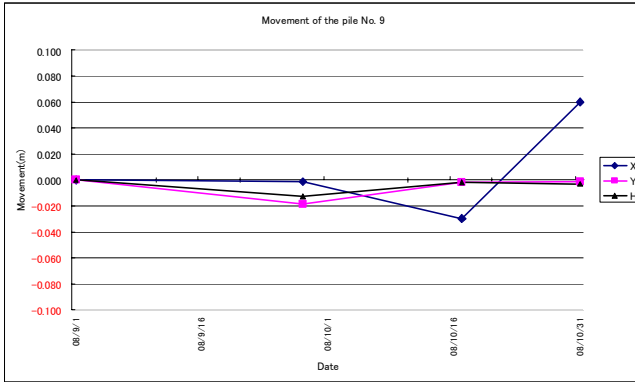
移動杭 P-7



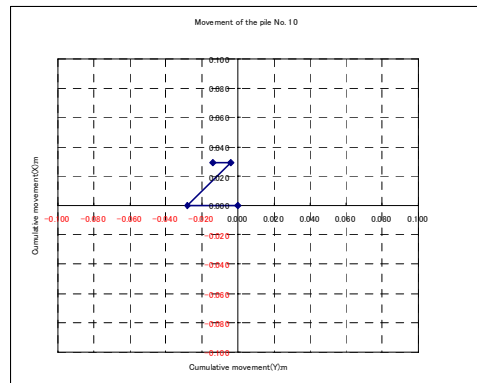
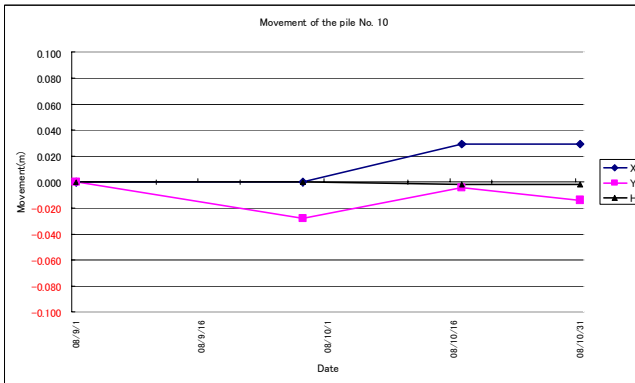
移動杭 P-8



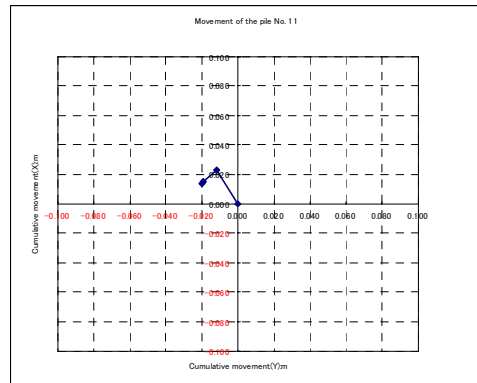
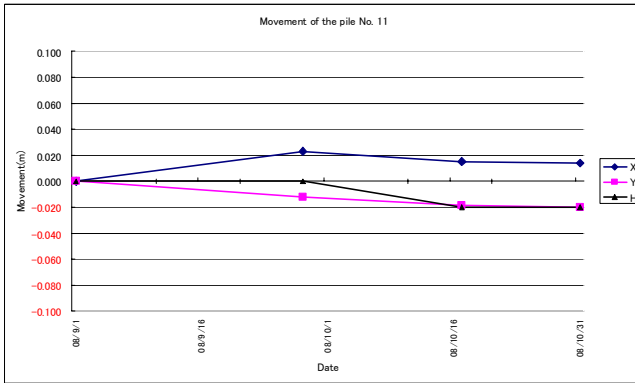
移動杭 P-9



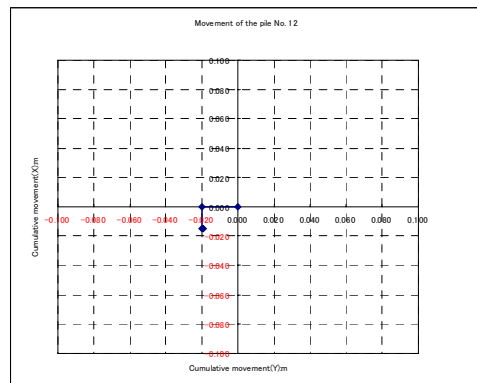
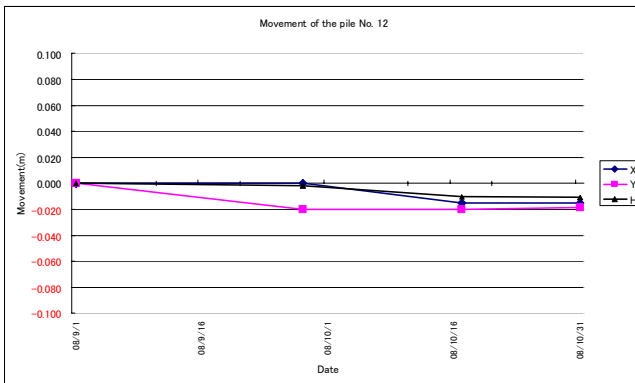
移動杭 P-10



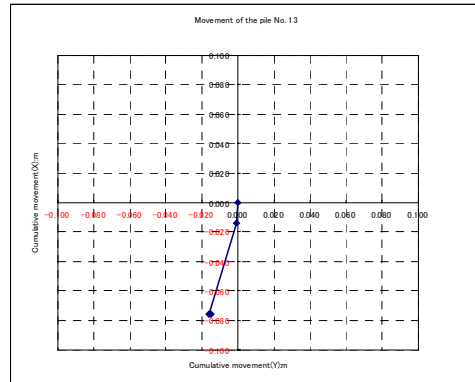
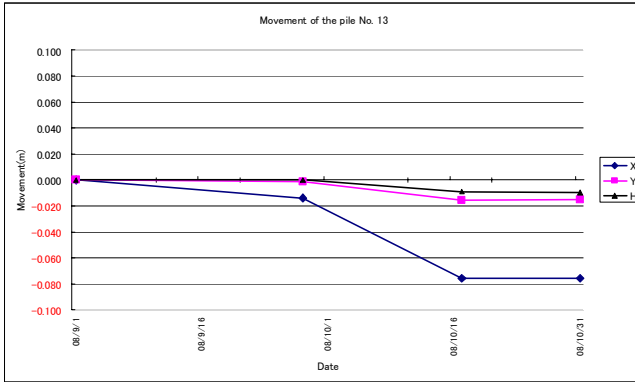
移動杭 P-11



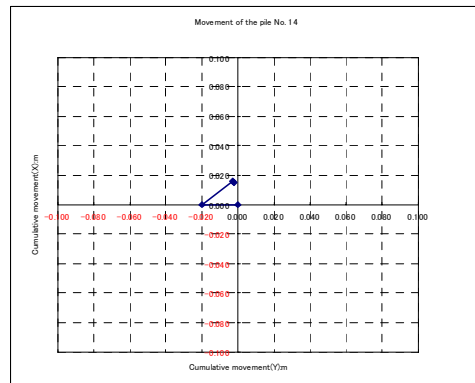
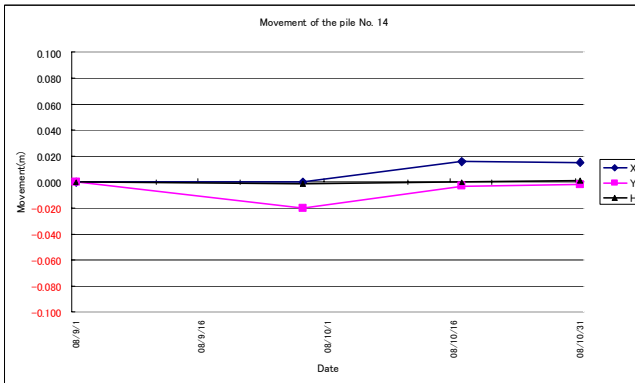
移動杭 P-12



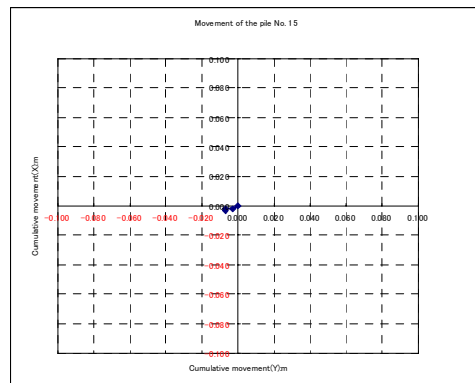
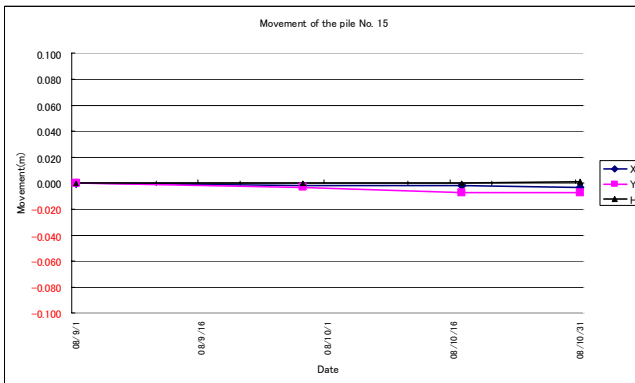
移動杭 P-13



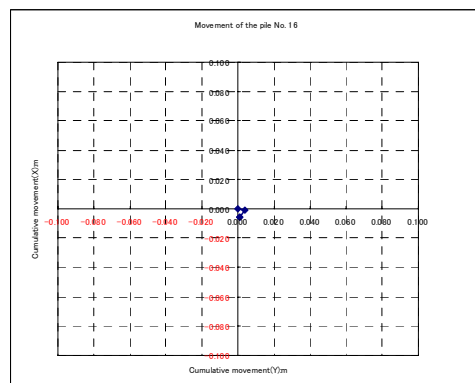
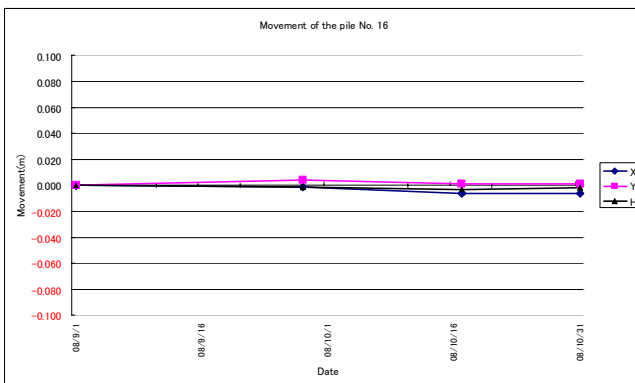
移動杭 P-14



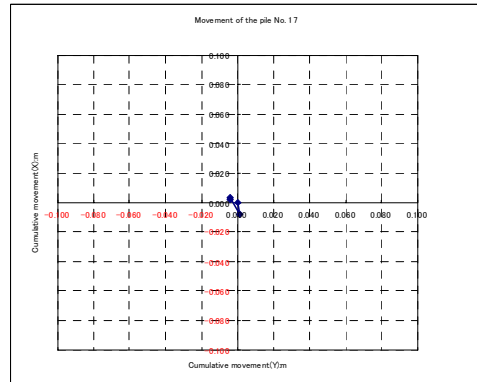
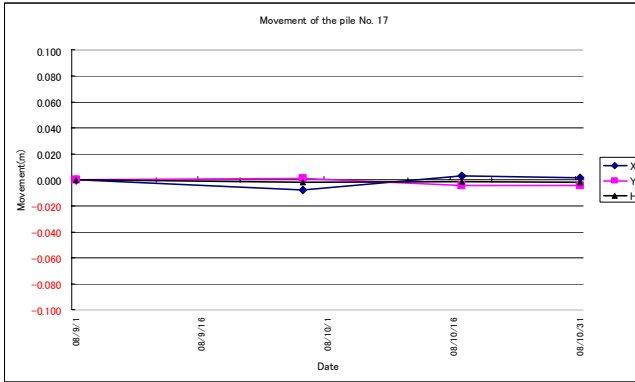
移動杭 P-15



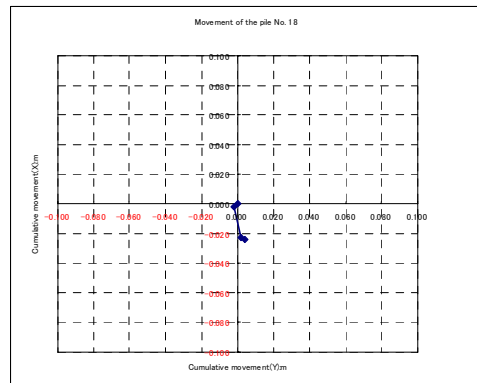
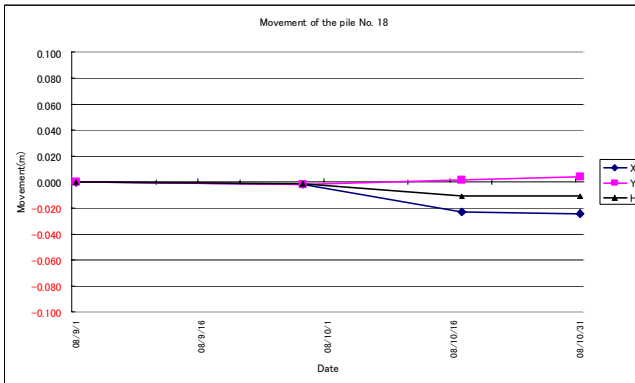
移動杭 P-16



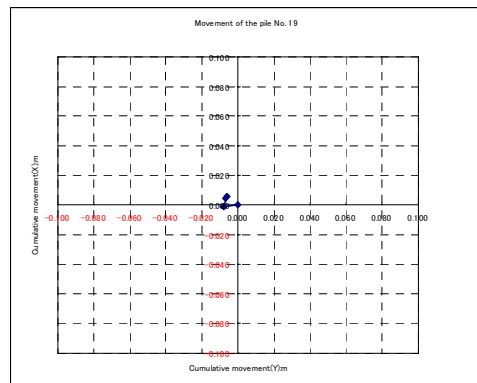
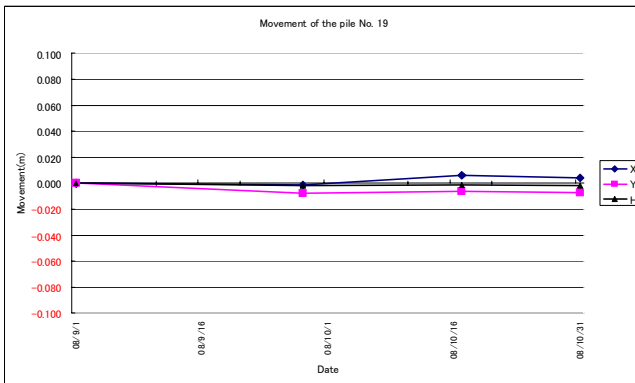
移動杭 P-17



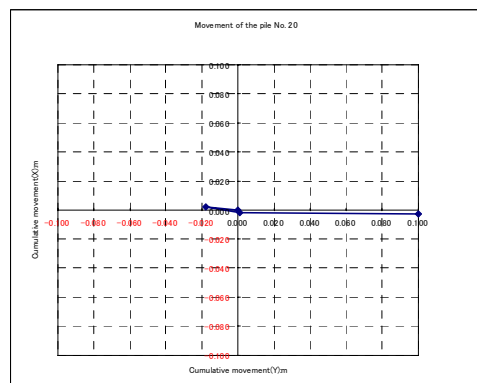
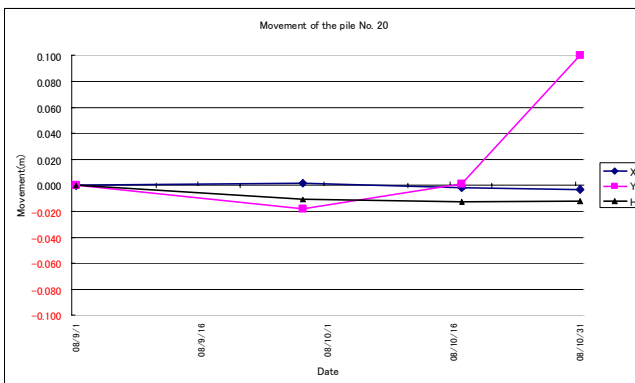
移動杭 P-18



移動杭 P-19

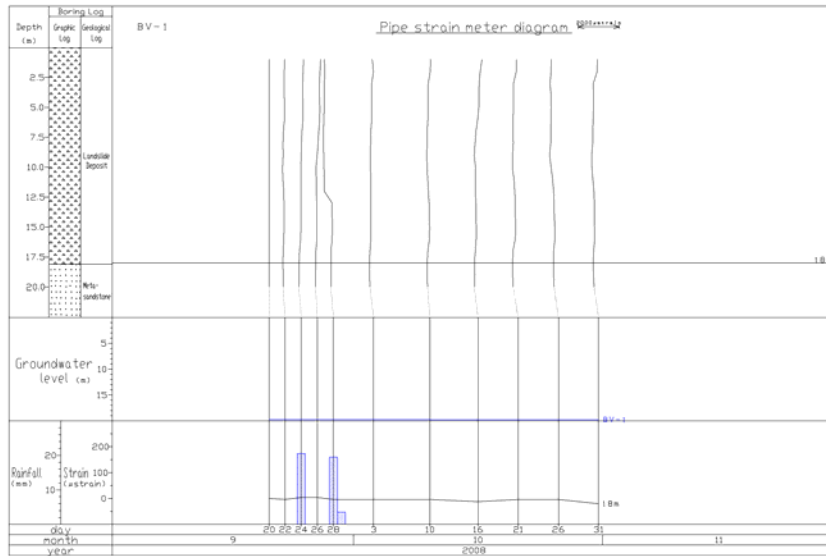


移動杭 P-20

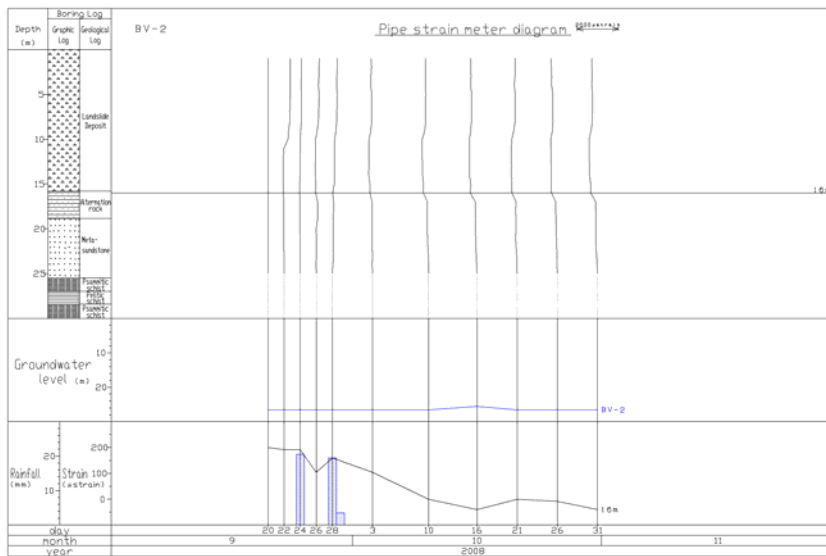




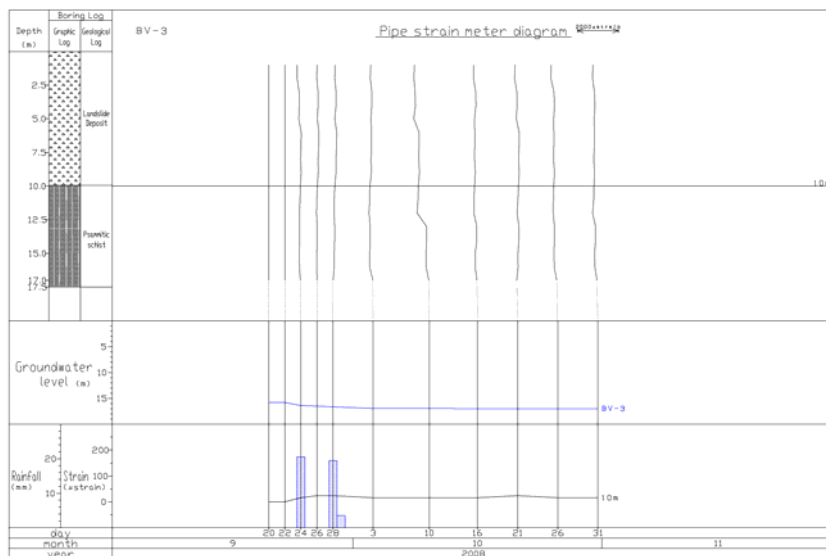
パイプ歪計 BV-1



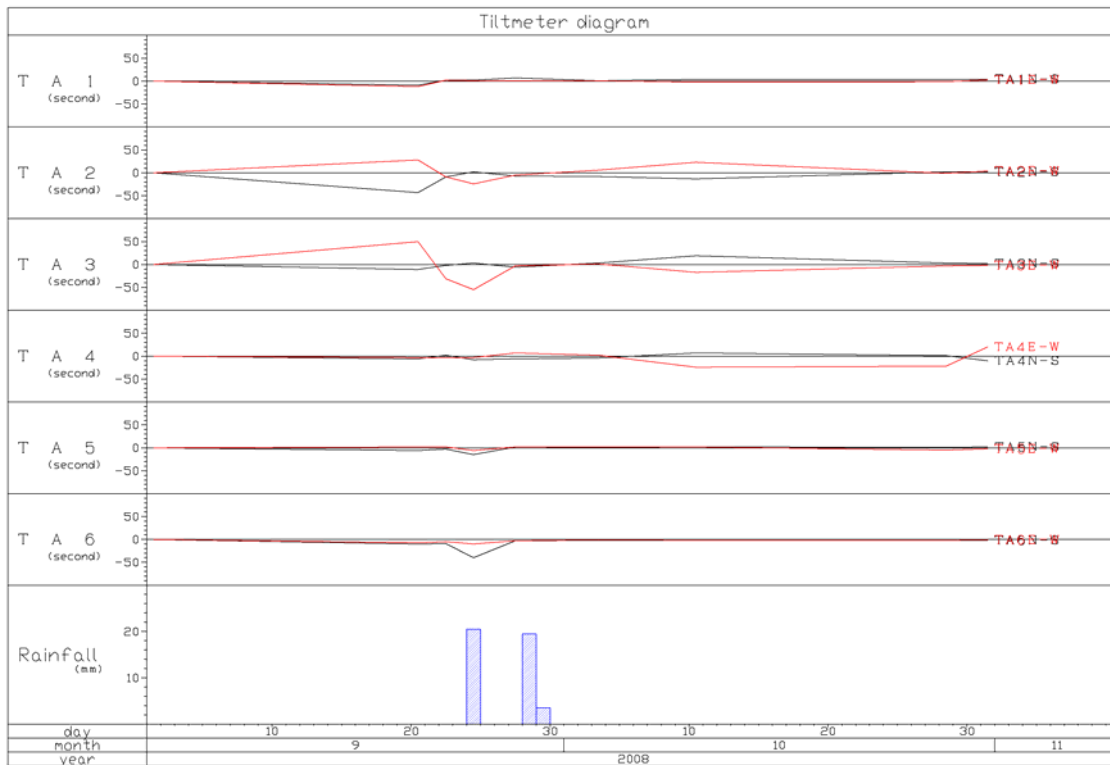
パイプ歪計 BV-2



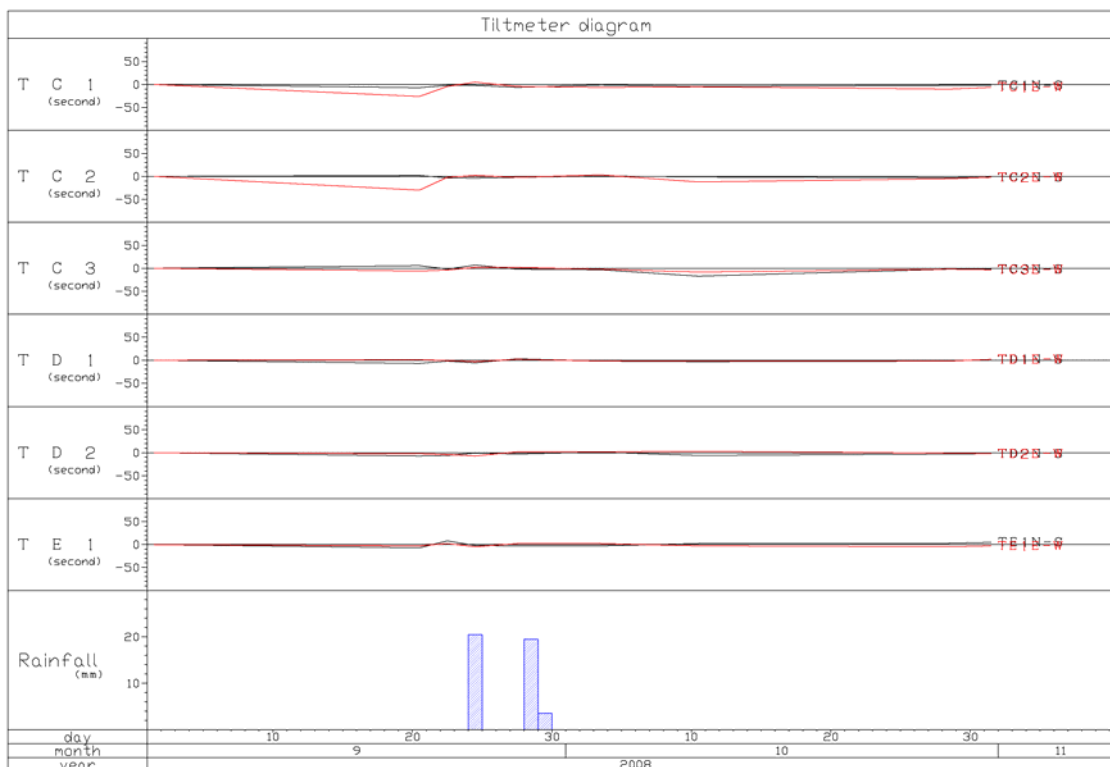
パイプ歪計 BV-3



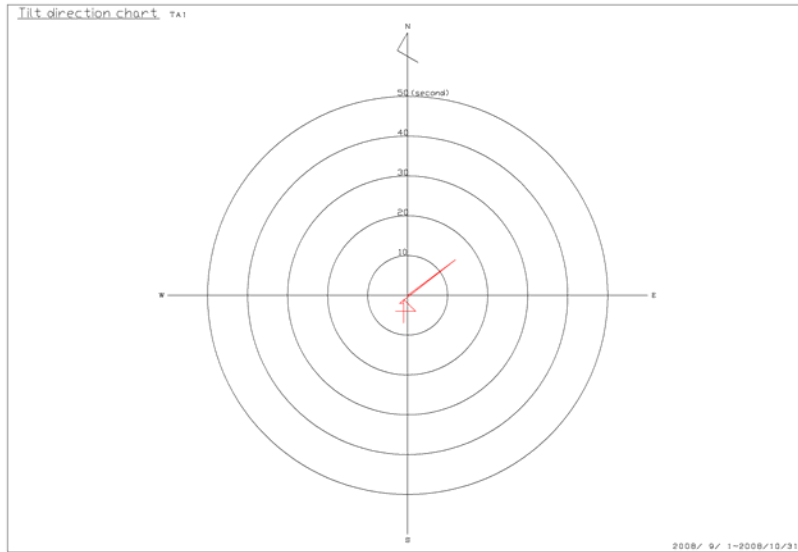
地盤傾斜計（Aブロック） 変動図



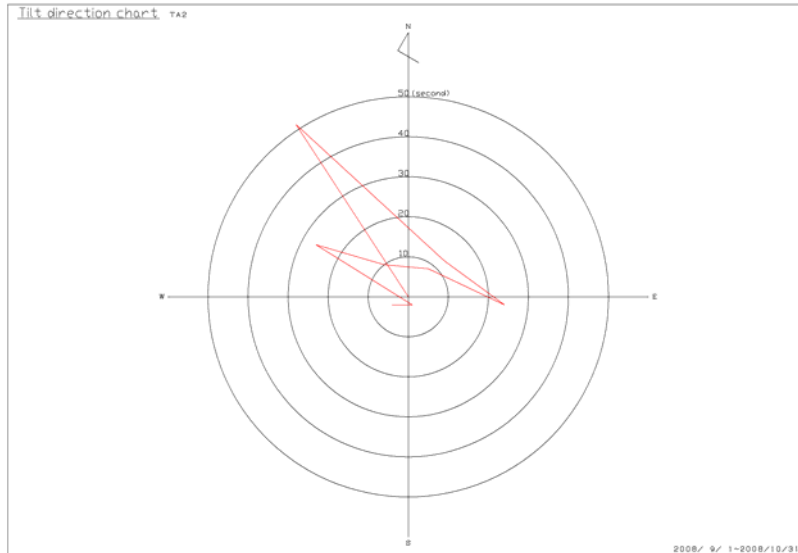
地盤傾斜計（C, D, Eブロック） 変動図



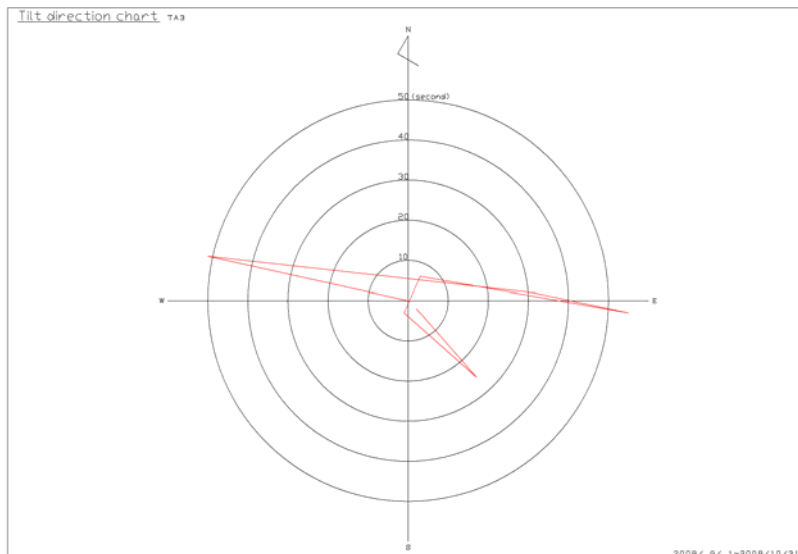
地盤傾斜計 TA-1 變動方向図



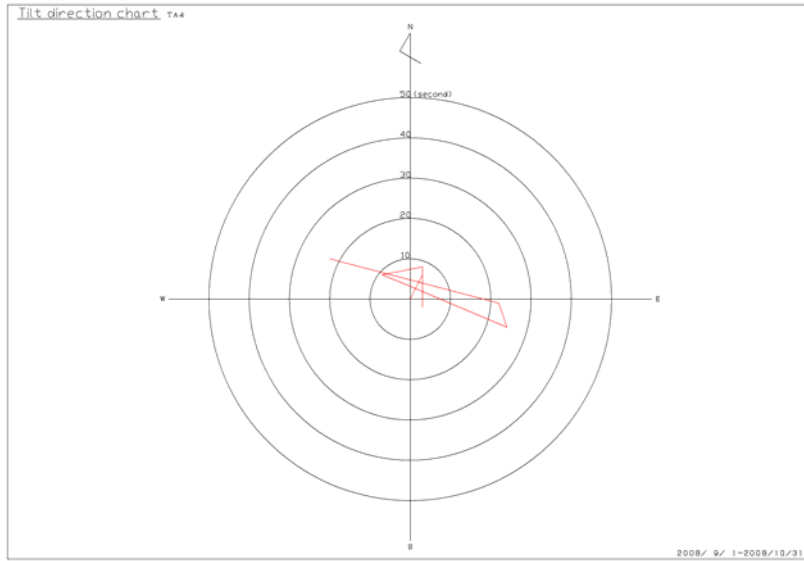
地盤傾斜計 TA-2 變動方向図



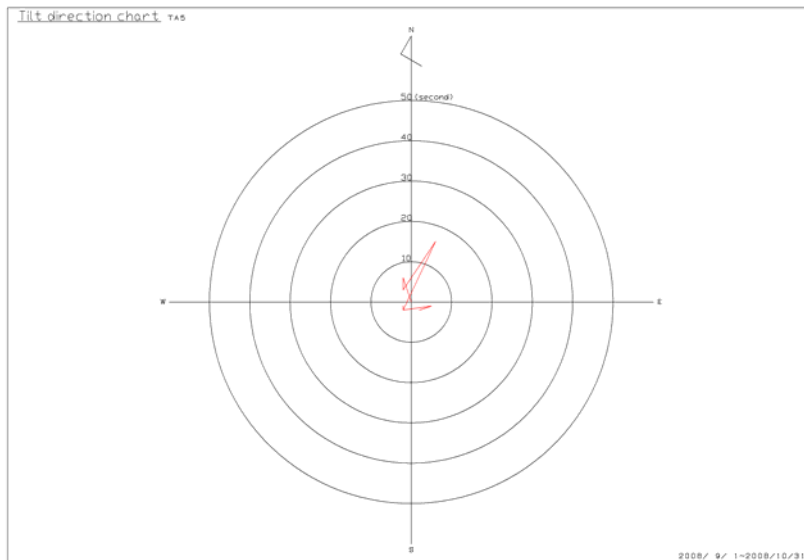
地盤傾斜計 TA-3 變動方向図



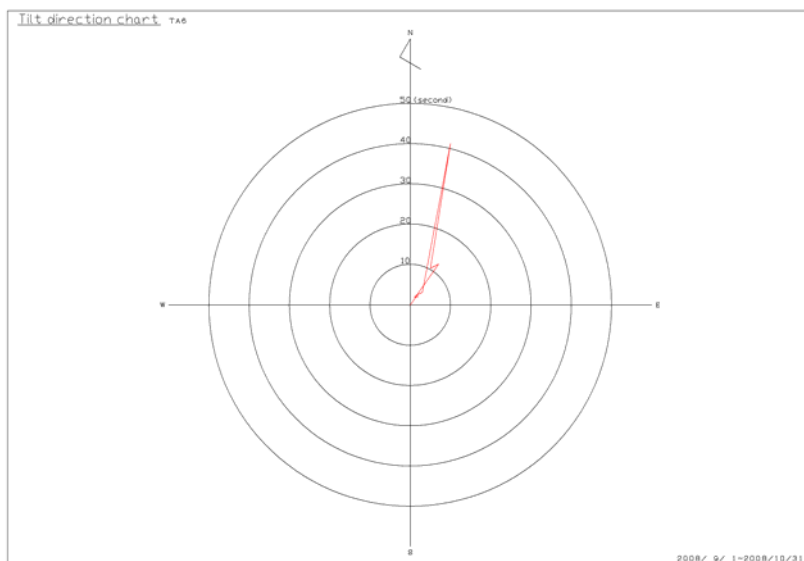
地盤傾斜計 TA-4 変動方向図



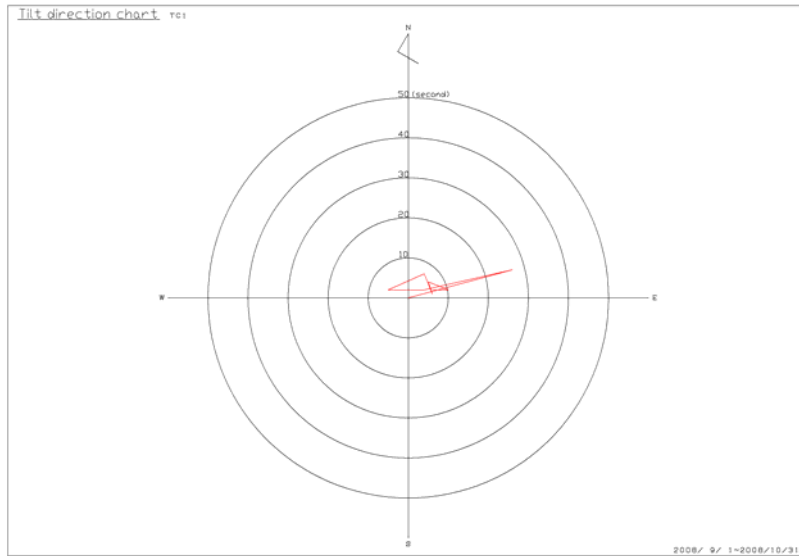
地盤傾斜計 TA-5 変動方向図



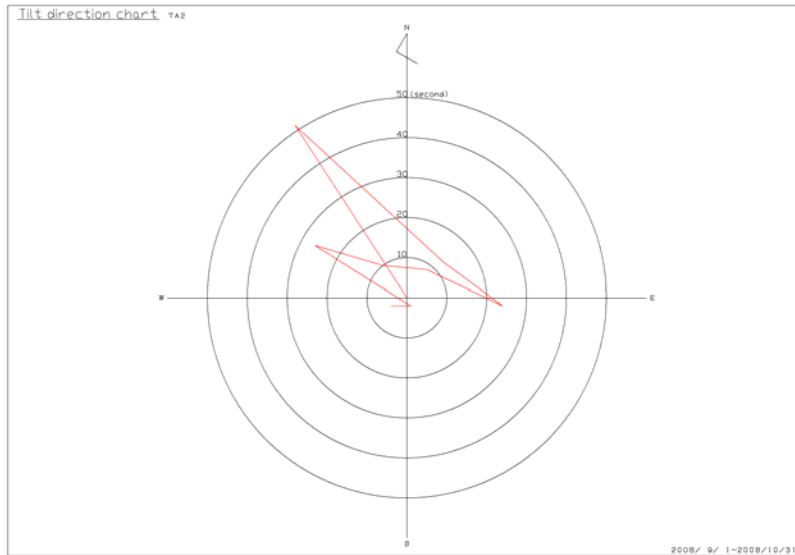
地盤傾斜計 TA-6 変動方向図



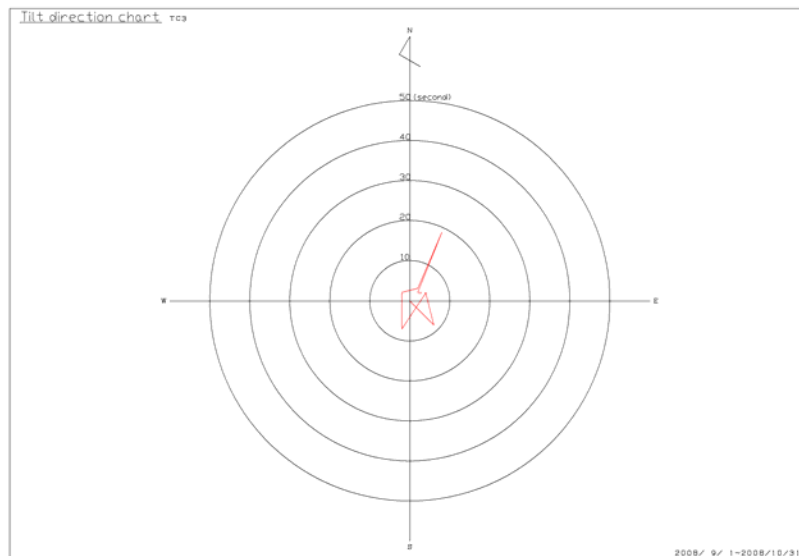
地盤傾斜計 TC-1 變動方向図



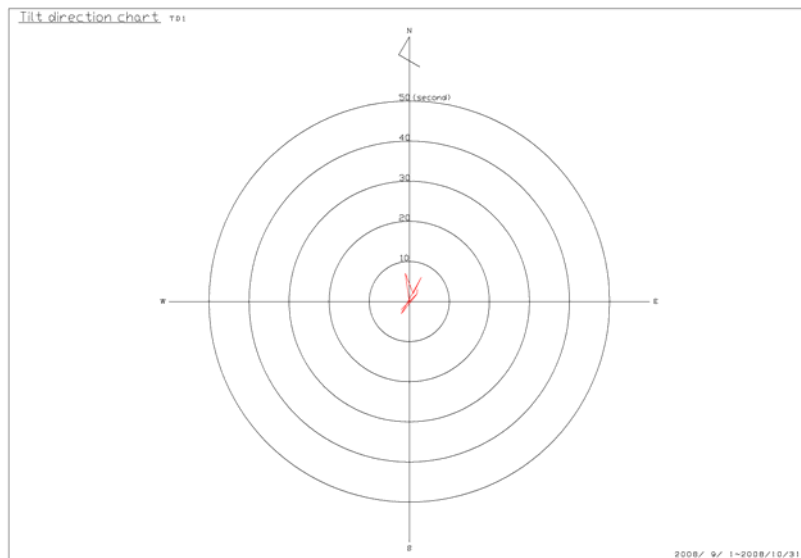
地盤傾斜計 TC-2 變動方向図



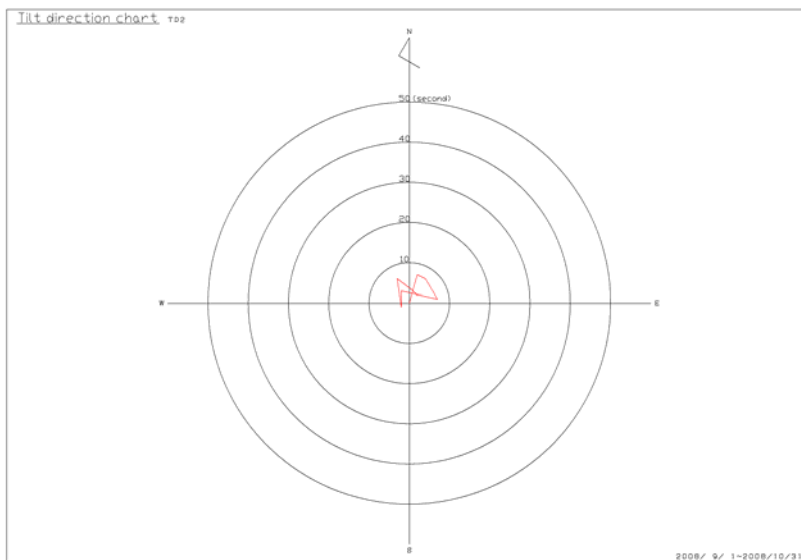
地盤傾斜計 TC-3 變動方向図



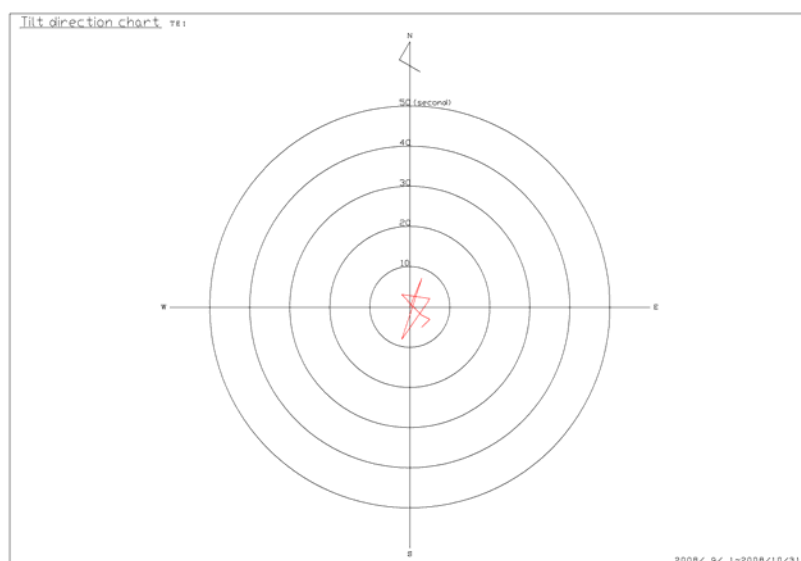
地盤傾斜計 TD-1 變動方向図



地盤傾斜計 TD-2 變動方向図



地盤傾斜計 TE-1 變動方向図





地下水位 BV-1～3 観測グラフ

