

4.9 水圧管路からの漏水に関する検討結果の要約

本報告書の最後に補遺として水圧管路からの漏水に関する検討が付してある。この検討結果より次のことが判明した。

- (I) 鉄管からの漏水地点は、1979年の時と1982年とを比較すると、変化はないようである。すなわち、1979年と1982年の間に新たに漏水地点が増加したことはないと考えられる。
- (II) 漏水があると思われる地点は、sinking shaft から 50 ～ 70mの距離と、100 ～ 160mの距離を持つ地点付近、すなわち、鉄管分岐部付近と鉄管始点付近と推定される。
- (III) 1979年の時の鉄管からの漏水量と1982年の時の漏水量を比較すると、1982年の時の漏水量は、1979年のものに比べて、10 ～ 40% 増、場合によっては、20 ～ 80% 増となっていると推定される。
- (IV) 漏水地点周辺地山の透水係数は 10^{-4} m/sec 程度であると推定される。
- (V) 1982年時点での鉄管からの漏水流量は 0.7 m³/sec 程度と推定される。

以上の検討は鉄管内部点検を行っていない時点でのものであり、具体的な鉄管漏水箇所やその損傷状況は不明である。鉄管に漏水箇所があるにしても、重大な欠陥となる鋼材のクラックがあるのかどうかは不明である。このためどのような補修を行わなければならないのか、その具体策は策定できない。しかし、もし鉄管にクラックが発生しているならば、内圧によるクラック先端部の応力集中によってクラックが拡大進展し、将来さらに、漏水を増加させていくことになろう。従って、できるだけ早い機会に鉄管内部より次の項目について、調査を行い対策を考える必要がある。

- (I) 鉄管材料の化学分析を行い溶接補修方法を定める。
- (II) 漏水箇所の確認と鉄管の損傷状況の調査
- (III) 鉄管の板厚調査、分岐部の構造調査
- (IV) 漏水防止補修時または補修後、鉄管より抜水した時に外水圧によって鉄管が挫屈するおそれがある。その挫屈を避け得るような具体的な補修方法の策定

鉄管の内部調査には、アンガット発電所の運転を主発電設備、および、補助発電設備のすべてを運転停止し、鉄管路から抜水する必要がある。しかし、アンガット発電所の補助発電設備は、下流に存在する WWSS 取水ダム（イボダム）への水の補給ルートとなっている現状では、その発電停止はマニラ上水水源確保に重要な支障を与える結果となる。従って、WWSSへの水の供給を続け、かつ鉄管路の抜水を可能にするものは、ダム底部に設備されている放流設備を通して、貯水池の水を下流に放流することである。この放流設備はアンガットダム建設工事のための2本のダイバージョントネルのうちの1本に放流用バルブが設置され、他の1本はバルブ室への通路として利用されていたものであるが、現在は、下流のイボダムのかさ上げと、1986年に発生した旧バッチャープラント跡の地すべり土砂がアンガット本流に堆積したことによる水位上昇のため、上記放流管バルブ室への通路が水没し、その使用が不能な状態にある。この状態を克服するため、今のバルブ室へのアクセストネルの出口を締切って河川水位との連絡を断ち、その代わりに斜坑によってアクセストネルへのバイパスを作ってバルブ室への通路を確保し、放流管設備の機能を回復させることを考えるのが適当であろう。

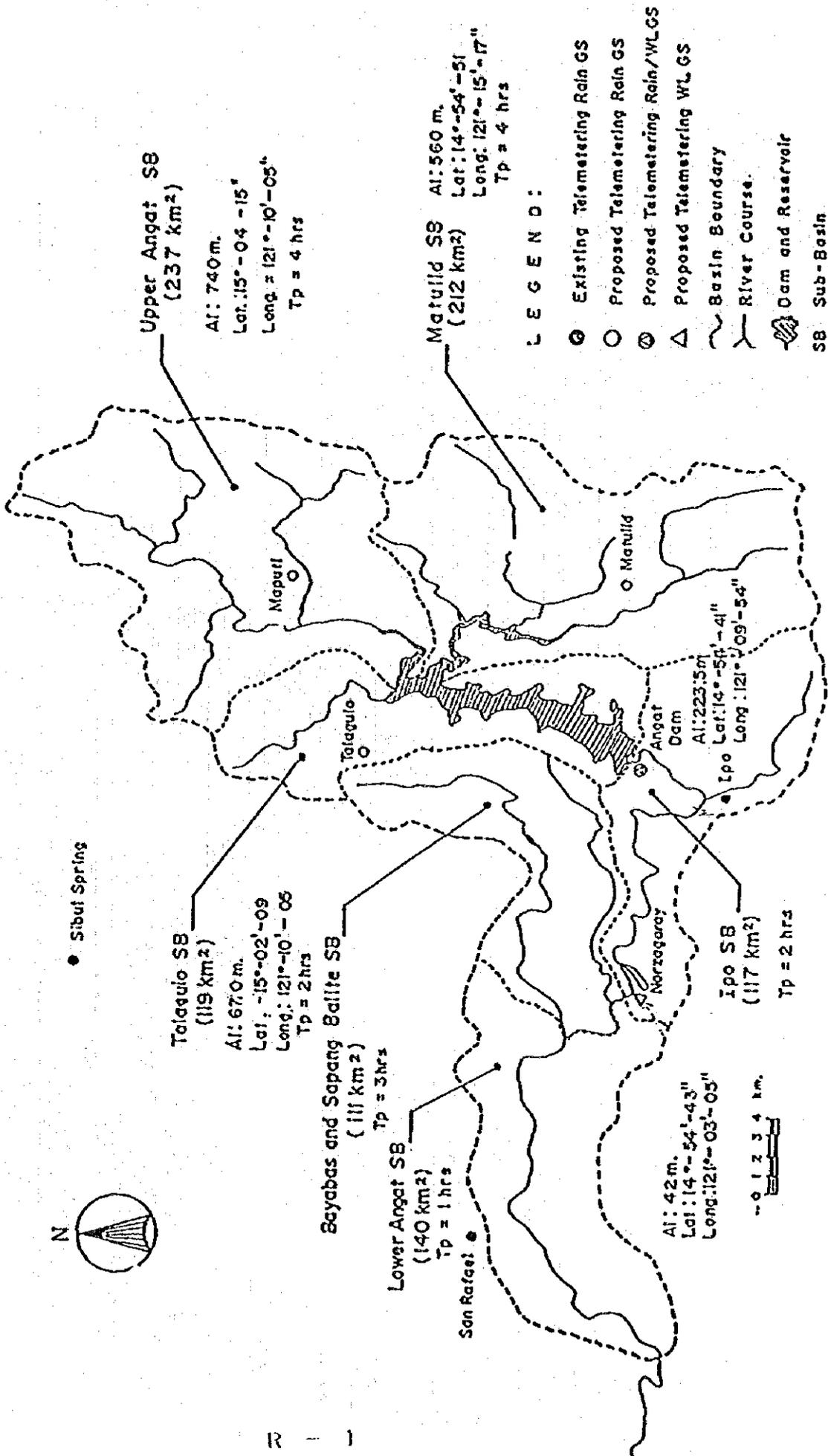
参 考 图 表

参考図表の説明

- R - 1 アンガットダム流域平面図
- R - 2 ノルサガライ地点（アンガットダム下流）における月別月間確率雨量の図示
- R - 3 ノルサガライ地点月別月間確率雨量（mm）の表
- R - 4 アンガットダムサイト既往年最大流量（ m^3/s ）および連続日間の総流出量（百万立米）
- R - 5 アンガットダムサイト確率日流出量（百万立米）
- R - 6 アンガットダムサイト確率2日連続日流出量（百万立米）
- R - 7 アンガットダムサイト確率3日連続日流出量（百万立米）
- R - 8 アンガットダムサイト確率4日連続日流出量（百万立米）
- R - 9 アンガットダムサイト確率5日連続日流出量（百万立米）
- R - 10 アンガットダムサイト確率洪水量
- R - 11 洪水パターン（確率）基本形状の節点説明図
- R - 12 各確率年の時間～流入量の基本形状節点数値表
- R - 13 各確率年の時間～流入量の表（その1）
- R - 14 各確率年の時間～流入量の表（その2）
- R - 15 アンガットダム地点 PWFにおける時間～流量および放流量較差
- R - 17 $\left[\left(\frac{dQ_0}{dt} \right) \text{および許容較差} \left(\text{allowable } \frac{dQ_0}{dt} \right) \right]$
- R - 18 アンガット洪水吐ゲート放流能力（1門辺り）
- R - 19 各洪水量についてのダム最高水位、洪水吐最大放流量、および（最大放流量／最大流入量）の表
- R - 20
- R - 21 旧バッチャープラント跡（既往）地すべり発生順序の説明図

R - 22	旧バッチャープラント既往地すべり前後における地表線比較図
R - 23	
R - 24	地すべり前後の地表形状の変化から逆算して求めた地山の物性値
R - 25	
	既往地すべりの各断面におけるすべり計算結果
R - 27	
R - 29	ダイク平面図
R - 30	ダイク標準断面図
R - 31	ダイク漏水測定比における測定流量と計算値の対比表
R - 32	
	各測定比流量の実測地と計算値の対比図
R - 34	
R - 35	ダイク漏水量の原因別流量
R - 36	
	ダイク地域地下水位の実測値と計算値の比較図
R - 39	
R - 40	アンガット発電所発電実績(1987年)
R - 41	アンガット発電所月別発電使用水量(1987年)
R - 42	ルソン島設備出力と設備別年間発電量(1986年度)
R - 43	NAPOCOR の組織系統図
R - 44	NAPOCOR の本社組織図
R - 45	NAPOCOR 北ルソン事務所の組織図
R - 46	アンガット発電所組織図
R - 47	アンガット発電所圧力管路ルート図
R - 48	アンガット発電所圧力管路縦断面図

Angat River Basin



Upper Angat SB
(237 km²)
AI: 740 m.
Lat: 15°-04'-15"
Long: 121°-10'-05"
Tp = 4 hrs

Matullid SB
(212 km²)
AI: 560 m.
Lat: 14°-54'-31"
Long: 121°-15'-17"
Tp = 4 hrs

Talagaio SB
(119 km²)
AI: 670 m.
Lat: 15°-02'-09"
Long: 121°-10'-06"
Tp = 2 hrs

Bayabas and Sapang Balite SB
(111 km²)
Tp = 3 hrs

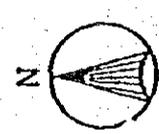
Lower Angat SB
(140 km²)
Tp = 1 hrs

Ipo SB
(117 km²)
Tp = 2 hrs

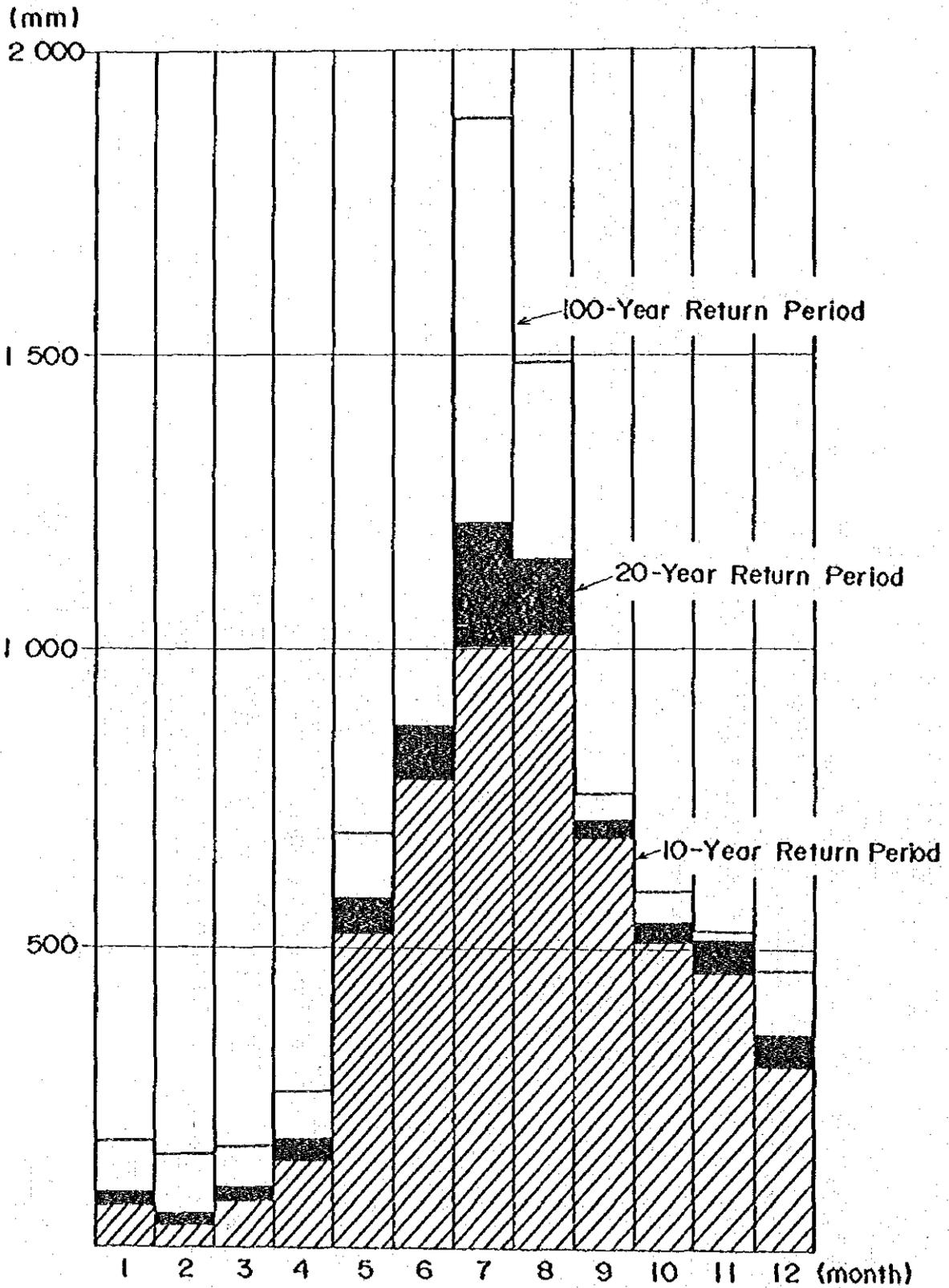
AI: 42 m.
Lat: 14°-54'-43"
Long: 121°-03'-05"

LEGEND:

- ⊙ Existing Telemetering Rain GS
- Proposed Telemetering Rain GS
- ⊗ Proposed Telemetering Rain/WLGS
- △ Proposed Telemetering WLGS
- Basin Boundary
- River Course
- ▨ Dam and Reservoir
- SB Sub-Basin



Change in the Probable Monthly Rainfall by Month at the Norzagaray Site



月間確率降雨量

at Norzagaray (mm)

確率年	Average	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Expectation	31.3	0.7	0.4	0.4	0.4	3.3	60.5	114.0	120.4	42.3	20.4	12.3	0.3
2	227.5	17.0	7.2	20.6	39.8	212.8	420.0	463.9	564.3	438.9	297.7	215.3	82.6
5	381.0	43.4	21.2	53.5	101.6	420.3	652.7	770.3	850.6	616.9	450.4	375.5	215.8
10	460.8	67.8	37.9	80.6	146.2	526.1	783.7	1004.3	1024.1	683.2	513.1	461.7	300.5
20	532.5	91.3	57.6	103.3	179.2	586.2	873.1	1212.9	1153.0	714.0	544.6	516.5	358.8
50	633.8	138.8	107.0	144.1	231.7	663.2	1007.3	1600.0	1357.0	749.1	582.3	593.4	431.7
100	696.0	175.0	155.5	170.4	260.3	694.0	1079.5	1885.0	1479.7	760.5	595.7	630.0	465.8
200	756.4	214.7	219.3	195.4	284.3	715.3	1141.2	2192.0	1592.7	767.7	604.1	658.7	490.8

アンガットダム流入量 (MCM)

	Q_{max} m ³ /s	1 日	2 日間	3 日間	4 日間	5 日間
1957	3,483	102.6	144.8	189.8	207.2	216.7
58	2,499	61.2	106.5	125.3	139.9	154.3
59	2,324	51.8	103.7	124.3	136.4	146.8
60	3,476	119.3	174.8	222.6	270.6	298.8
61	2,644	64.6	86.1	109.2	120.6	133.5
62	4,643	189.8	284.5	371.4	418.3	451.0
63	1,993	32.4	59.3	78.4	87.6	93.2
64	2,762	76.8	95.5	108.6	126.5	141.6
65	2,192	47.0	84.6	109.9	125.0	137.5
66	2,179	46.4	84.3	108.5	124.4	133.9
67	3,882	137.4	210.1	217.5	223.5	225.0
68	2,177	51.2	89.6	124.8	146.5	156.0
69	2,615	69.7	96.9	119.7	156.8	180.9
70	2,159	86.7	119.6	143.9	156.4	167.0
71	5,396	86.4	140.3	191.5	226.1	274.4
72	2,914	85.7	159.9	234.4	287.6	333.7
73	2,882	83.9	144.5	168.0	180.6	185.1
74	4,845	196.3	308.2	355.2	398.1	415.9
75	2,058	78.6	142.3	168.4	188.9	203.3
76	3,439	138.8	225.0	311.2	381.4	438.8
77	2,205	110.9	131.3	138.9	144.4	162.6
78	5,650	274.5	314.8	340.6	356.4	374.7
79	1,860	66.2	93.5	110.9	136.3	151.0
80	3,211	134.7	195.3	225.3	246.9	258.6
81	3,760	112.9	164.1	182.6	194.5	203.3
82	4,939	98.3	124.4	134.6	138.3	143.4
83		42.9	62.4	81.2	93.3	99.9
84		107.6	165.5	203.0	241.7	252.0
85		129.5	171.5	196.0	218.2	233.3
86		82.8	132.5	158.3	174.7	196.0
87						

1 日 流 入 量

(MCM)

確 率 年	2	5	10	20	25	50	100	200 年
対数正規	1957	133.5	165.2	197.1	207.5	240.4	274.4	309.8
	~1982							
積 率	1957	88.7	151.6	162.3	193.1	203.1	267.5	301.2
	~1987							
ピアソン	1957	88.7	134.9	167.9	201.2	212.1	282.5	319.9
	~1982							
Ⅲ	1957	88.0	132.7	164.5	196.3	206.8	273.8	309.2
	~1987							
	1957	87.3	132.7	166.8	197.2	214.4	294.6	339.3
	~1982							
	1957	86.6	130.8	163.8	193.2	209.7	286.6	329.4
	~1987							

2 日 連 統 流 入 量

(千CM)

確 率 年	2	5	10	20	25	50	100	200 年
対数正規	1957	194.5	234.4	273.6	286.1	325.5	365.4	406.3
	1957 ~1982	136.0	191.9	231.2	269.7	282.1	360.0	400.1
積 率	1957	196.3	237.7	278.5	291.7	332.8	374.8	417.8
	1957 ~1982	136.0	196.3	237.7	278.5	291.7	374.8	417.8
ピアソン	1957	193.3	233.9	273.7	286.6	326.7	367.7	409.6
	1957 ~1987	134.3	193.3	233.9	273.7	286.6	367.7	409.6
Ⅲ	1957	193.0	237.2	276.4	298.4	348.0	400.8	457.6
	1957 ~1982	133.2	193.0	237.2	276.4	298.4	400.8	457.6
Ⅲ	1957	190.9	233.1	269.8	290.2	335.3	382.9	433.2
	1957 ~1987	132.4	190.9	233.1	269.8	290.2	382.9	433.2

3 日 連 統 流 入 量

(MCM)

確 率 年	2	5	10	20	25	50	100	200 年
対数正規	1957	234.8	281.6	327.2	341.8	387.4	433.6	480.7
	~1982							
積 率	1957	230.9	276.4	320.7	334.9	379.0	423.7	469.2
	~1987							
ピアソン III	1957	236.9	285.5	333.0	348.2	396.0	444.4	494.0
	~1982							
	1957	232.6	279.5	325.3	340.0	385.9	432.4	479.9
	~1987							
	1957	232.3	285.8	333.6	360.6	422.1	488.5	560.8
	~1982							
	1957	229.3	279.5	323.9	348.6	404.2	463.1	526.1
	~1987							

4 日 連 続 流 入 量

(MCM)

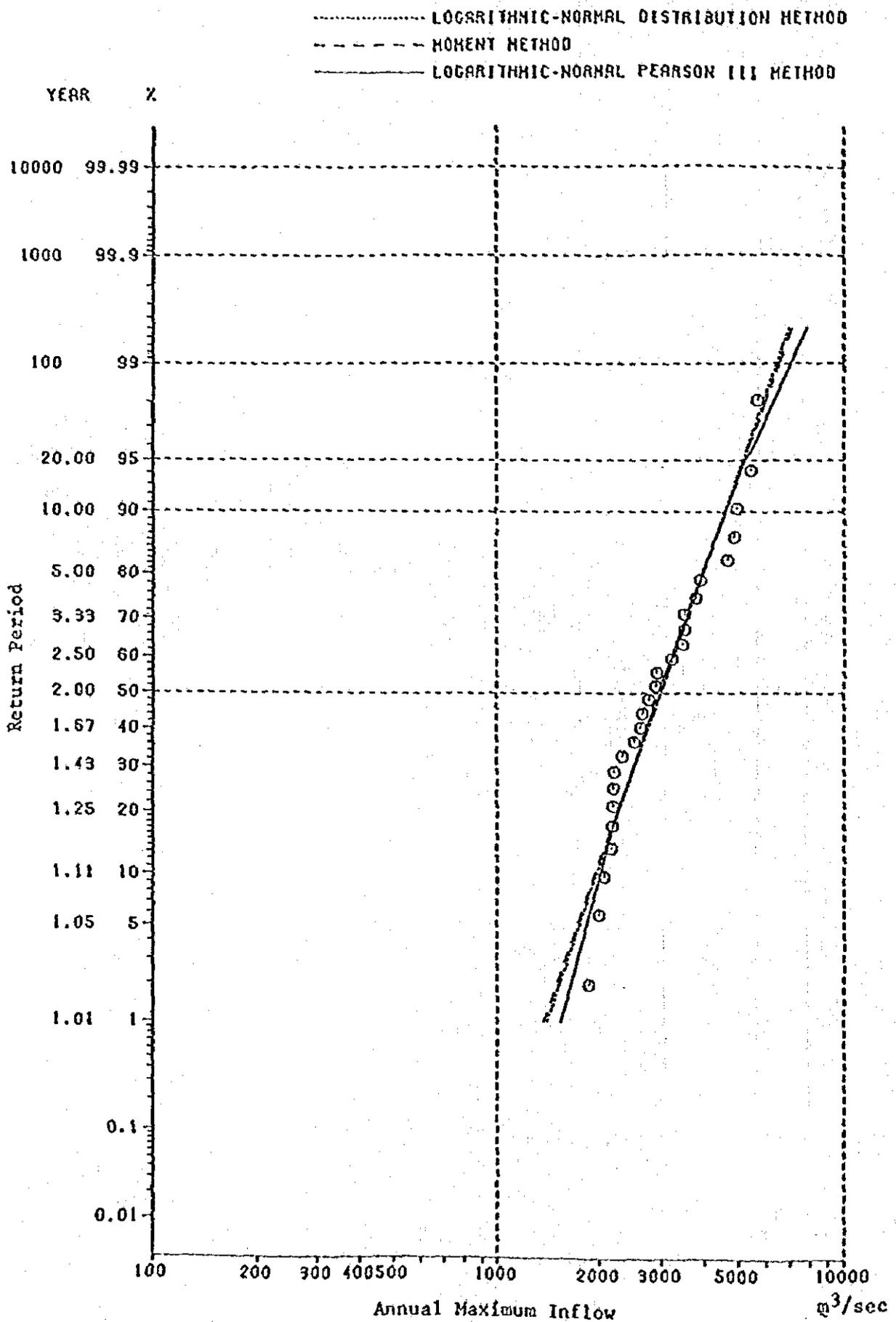
確 率 年	2	5	10	20	25	50	100	200 年
対数正規	1957	187.0	264.8	317.5	368.9	436.8	488.9	541.9
	~1982					385.4		
	1957	184.8	260.7	312.0	362.0	427.8	478.2	529.5
	~1987							
積 率	1957	187.0	267.1	321.9	375.4	446.4	501.1	556.9
	~1982							
	1957	184.8	262.6	315.6	367.2	435.6	488.0	541.6
	~1987							
ピアソン	1957	180.7	261.1	323.0	379.6	485.8	567.2	656.7
	~1982							
III	1957	179.9	258.0	316.6	369.0	465.6	538.1	616.8
	~1987							

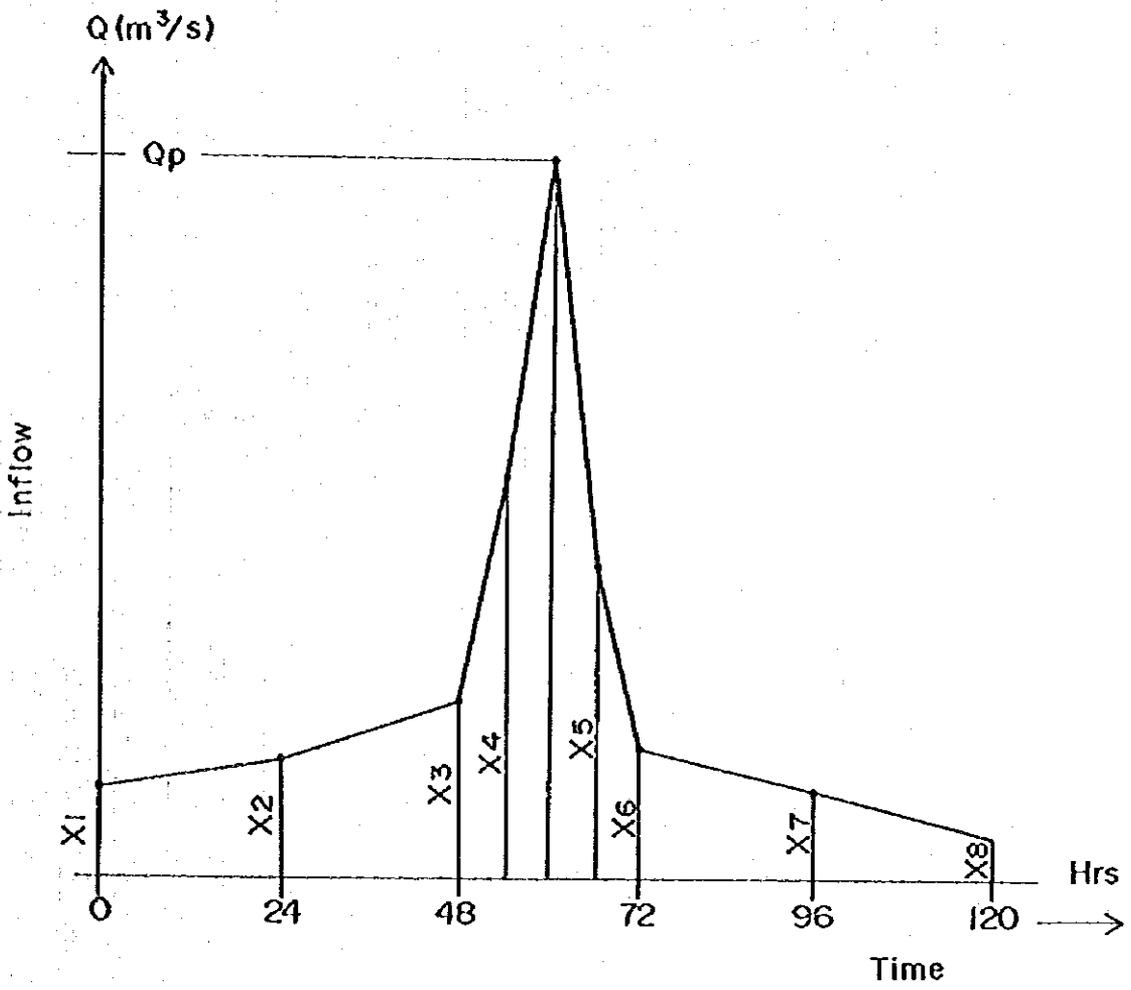
5 日 連 続 流 入 量

(MCM)

確 率 年	2	5	10	20	25	50	100	200 年
対数正規	1957	203.0	288.0	345.7	402.0	420.1	476.5	533.6
	~1982							591.8
積 率	1957	200.4	283.1	339.1	393.6	411.0	465.5	520.6
	~1987							576.7
ピアン	1957	203.0	290.6	350.5	409.2	428.0	487.0	547.0
	~1982							608.5
Ⅲ	1957	200.4	285.2	342.9	399.3	417.4	473.9	531.3
	~1987							589.9
Ⅲ	1957	196.1	284.0	351.7	415.8	448.9	550.2	619.6
	~1982							718.0
Ⅲ	1957	195.1	280.1	344.0	401.5	455.4	506.8	586.0
	~1987							672.1

Probable Annual Inflow to the Angat Dam





Basic Pattern of the Probable Inflow

各確率年の時間～流入量 基本パターン

(m^3/sec)

	X_1	X_2	X_3	X_4	Q_p	X_5	X_6	X_7	X_8
1/200	1,000	1,200	1,500	3,300	7,850	5,000	1,500	900	500
1/100	800	1,000	1,450	2,700	7,037	2,500	1,260	780	450
1/50	600	890	1,320	2,300	6,267	1,950	1,050	660	400
1/25	500	680	1,260	1,800	5,532	1,520	930	500	350
1/20	450	620	1,240	1,500	5,202	1,370	860	460	330
1/10	400	456	1,164	1,250	4,601	910	760	370	300
T hr	0	24	48	54	60	66	72	96	120
1/200 ^{*1}	1,000	1,200	1,500	7,850	4,040 ^{*2}	2,300	1,500	900	500

*1 200年確率のピーク位置を6 hr 前の方に移動させたケース (ケース 2)

*2 この値は $t = 54$ hr の時の値であり、実際の Q_p は X_6 の位置になっている。

各確率年の時間～流入量 (ケース 1) (1/2)

(m³/sec)

確率年 時間	1/200	1/100	1/50	1/25	1/20	1/10
48	1.500	1.450	1.320	1.260	1.240	1.164
49	1.800	1.658	1.483	1.350	1.283	1.178
50	2.100	1.867	1.647	1.440	1.327	1.193
51	2.400	2.075	1.810	1.530	1.370	1.207
52	2.700	2.283	1.973	1.620	1.413	1.221
53	3.000	2.492	2.137	1.710	1.457	1.236
54	3.300	2.700	2.300	1.800	1.500	1.250
55	4.058	3.423	2.961	2.422	2.117	1.809
56	4.817	4.146	3.622	3.044	2.734	2.367
57	5.575	4.869	4.284	3.666	3.351	2.926
58	6.333	5.591	4.945	4.288	3.968	3.484
59	7.092	6.314	5.606	4.910	4.585	4.043
60	7.850	7.037	6.267	5.532	5.202	4.601
61	7.041	6.285	5.548	4.863	4.563	3.986
62	6.233	5.229	4.828	4.195	3.925	3.371
63	5.425	4.773	4.109	3.526	3.286	2.756
64	4.617	4.016	3.389	2.857	2.647	2.140
65	3.803	3.260	2.669	2.189	2.009	1.525
66	3.000	2.500	1.950	1.520	1.370	910
67	2.750	2.293	1.800	1.421	1.285	885

各確率年の時間～流入量 (ケース 1) (2/2)

(m^3/sec)

確率年 時間	1/200	1/100	1/50	1/25	1/20	1/10
68	2,500	2,087	1,650	1,323	1,200	860
69	2,250	1,880	1,500	1,225	1,115	835
70	2,000	1,673	1,350	1,127	1,030	810
71	1,750	1,467	1,200	1,028	945	785
72	1,500	1,260	1,050	930	860	760
73	1,475	1,240	1,034	912	843	744
74	1,450	1,220	1,018	894	827	728
75	1,425	1,200	1,001	876	810	711
76	1,400	1,180	985	858	793	695
77	1,375	1,160	969	840	777	679
78	1,350	1,140	953	823	760	663
79	1,325	1,120	936	805	743	646
80	1,300	1,100	920	787	727	630
81	1,275	1,080	904	768	710	614
82	1,250	1,060	888	751	693	598
83	1,225	1,040	871	733	677	581
84	1,200	1,020	855	715	660	565
85	1,175	1,000	839	697	643	549
86	1,150	980	823	679	627	533
87	1,125	960	806	661	610	516
96	900	780	660	500	460	370

$$Q_0 \sim dQ_0/dt \sim (dQ_0/dt)_{all} (1/3)$$

時間	PKF (Q_0)	$\frac{dQ_0}{dt}$ (mf/hr)	allowable dQ_0/dt (mf/hr)
1 - 0	100		
1	145	45	92
2	145	0	92
3	145	0	92
4	179	34	103
5	217	38	113
6	265	48	125
7	401	136	154
8	503	102	211
9	598	95	237
10	668	70	254
11	720	52	266
12	763	43	276
13	799	36	283
14	830	31	290
15	857	27	296
16	879	22	300
17	899	20	304
18	967	68	317
19	1,008	41	325
20	1,048	40	332
21	1,154	106	351
22	1,236	82	365
23	1,311	75	377
2 - 0	1,366	55	386
1	1,410	44	393
2	1,467	57	401
3	1,514	47	408

注: allowable $\frac{dQ_0}{dt}$

は、下流水位上昇速度が30cm / 30分になるような放流増加速度を示す。

$\frac{dQ_0}{dt}$ は洪水吐からの放流量増加速度を示す。

従って、 $\frac{dQ_0}{dt}$ が

allowable $\frac{dQ_0}{dt}$

より小さいときは下流水位上昇速度が30cm / 30分以下となっている。

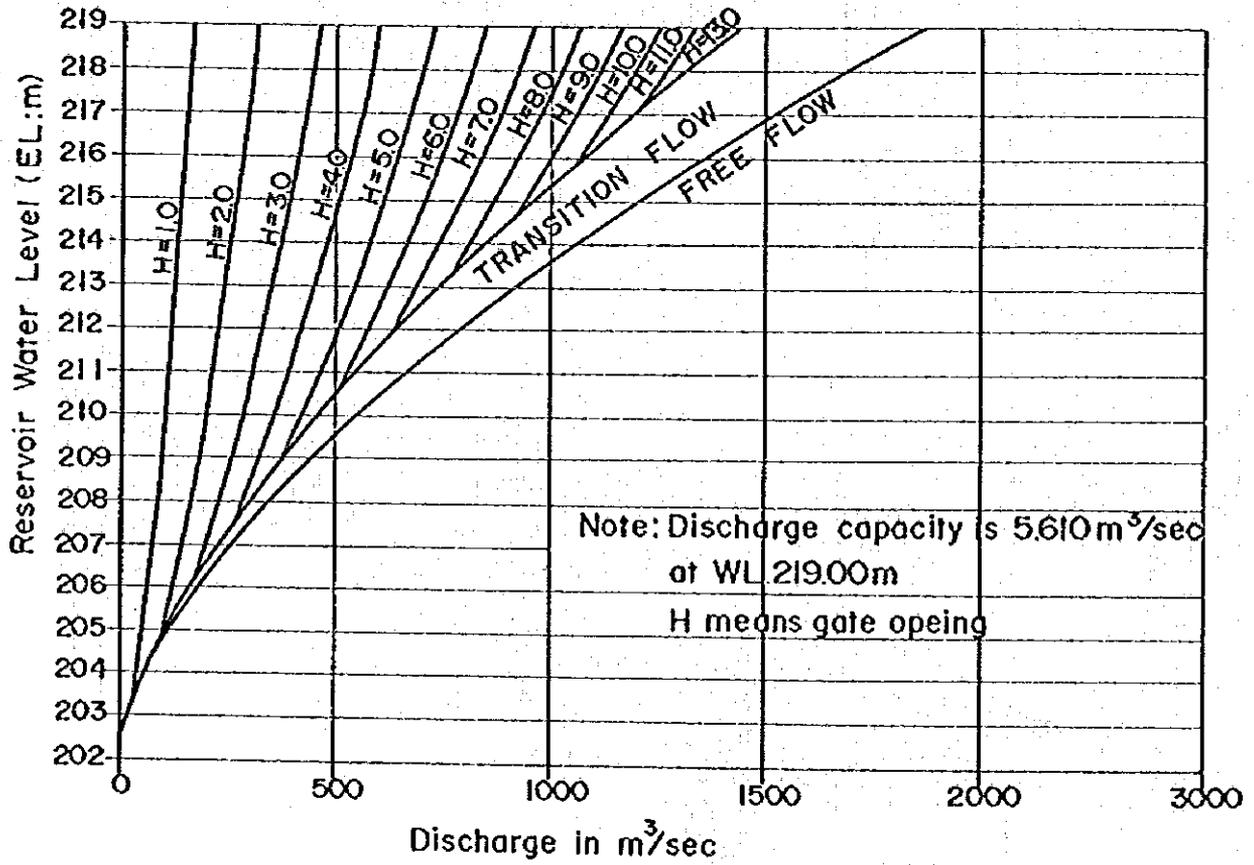
$$Q_0 \sim dQ_0 / dt \sim (dQ_0 / dt)_{all} \quad (2/3)$$

時間	PMF (Q_0)	$\frac{dQ_0}{dt}$ (m^2/hr)	allowable dQ_0 / dt (m^2/hr)
2 - 4	1,553	39	414
5	1,598	45	421
6	1,632	34	426
7	1,663	31	430
8	1,707	44	436
9	1,744	37	441
10	1,786	42	447
11	1,819	33	451
12	1,910	91	463
13	1,987	77	473
14	2,055	68	482
15	2,202	147	500
16	2,313	111	513
17	2,411	98	525
18	2,484	73	533
19	2,543	59	540
20	2,612	69	547
21	2,682	70	555
22	2,737	55	561
23	2,784	47	566
3 - 0	2,855	71	574
1	2,909	54	579
2	2,968	59	585
3	3,032	64	592
4	3,098	66	599
5	3,167	135	606
6	3,250	83	614
7	3,342	92	623

$$Q_0 \sim dQ_0/dt \sim (dQ_0/dt)_{all} \quad (3/3)$$

時間	PMF (Q_0)	$\frac{dQ_0}{dt}$ (mf/hr)	allowable dQ_0/dt (mf/hr)
3 - 8	3,415	73	630
9	3,525	110	640
10	3,640	115	651
11	3,741	101	660
12	3,851	110	671
13	3,967	116	681
14	4,090	123	692
15	4,305	215	710
16	4,483	178	725
17	4,661	178	740
18	4,985	324	766
19	5,270	285	788
20	5,555	285	809
21	5,899	344	835
22	6,251	352	860
23	6,697	446	891
4 - 0	7,519	822	945
1	7,587	68	950
2	7,836	249	965
3	8,413	577	1,000
4	7,961	-452	
5	7,426	-535	
6	6,807	-619	
7	6,279	-528	

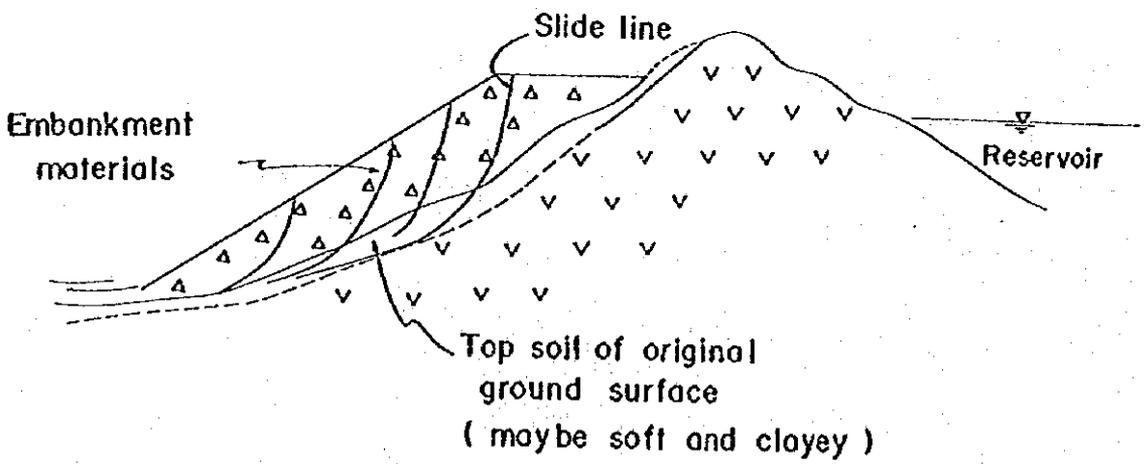
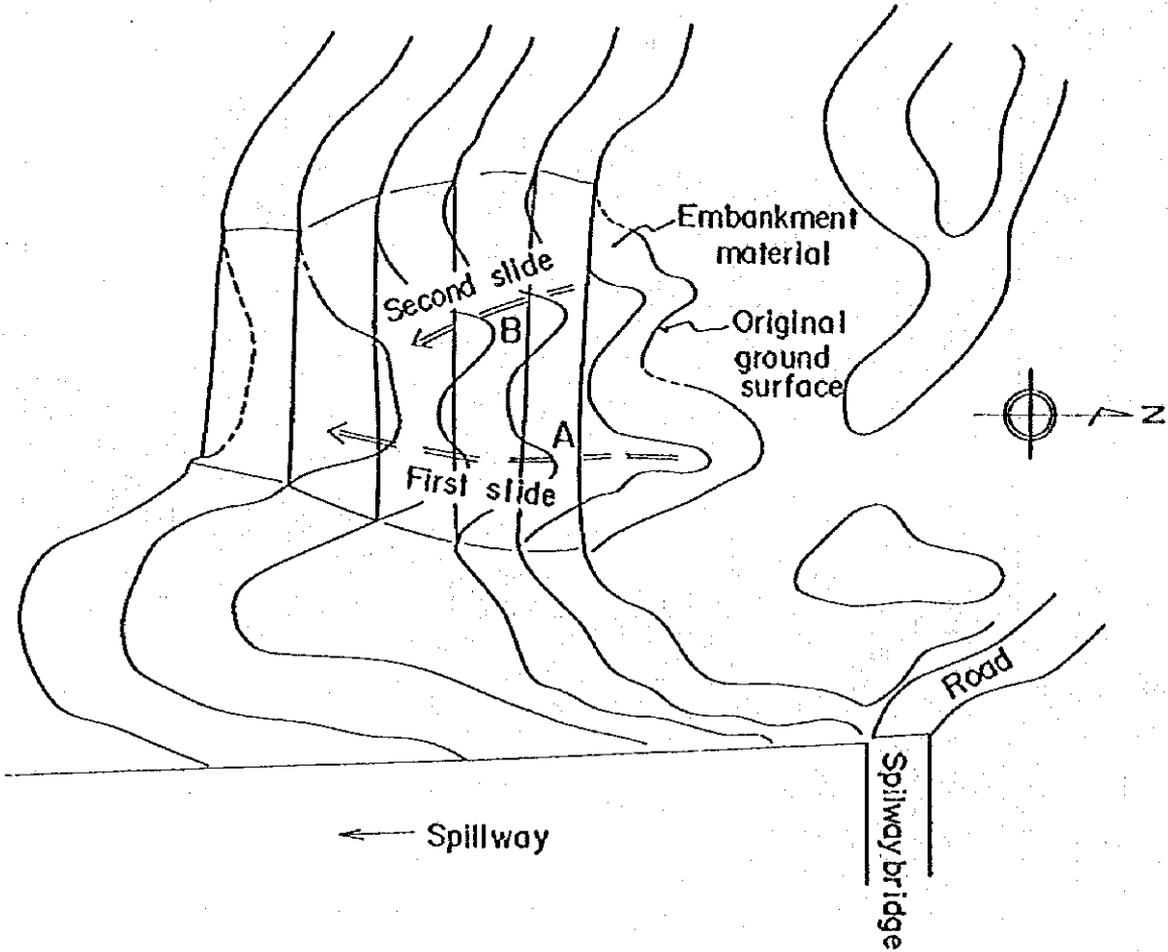
Discharge Rating Curve of Spillway



各計画洪水量に対して

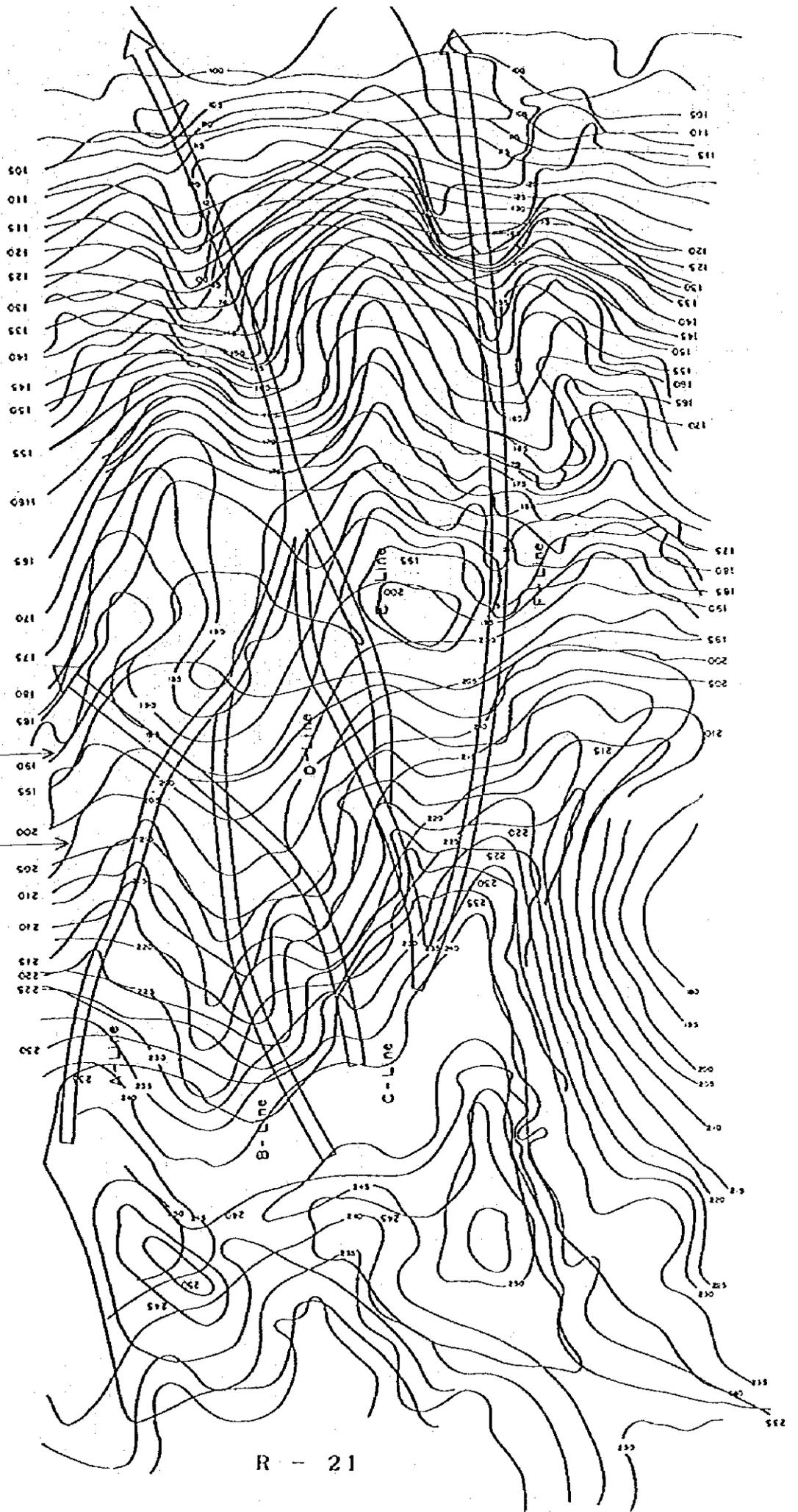
洪水確率年	流入量 ピーク時	洪水前 ダム水位	ゲート全開 時ダム水位	ダム最高 水位 El.	最大放流量 (m ³ /s)	最大放流量 最大流入量
1/200	中央型 60hr	212	213	216.73	4.432	0.56
1/100	"	"	"	215.86	4.011	0.57
1/50	"	"	"	215.16	3.688	0.59
1/20	"	"	"	214.24	3.282	0.63
1/10	"	"	"	213.77	3.078	0.67
1/200	"	212	212	216.33	4.239	0.54
1/100	"	"	"	215.40	3.801	0.54
1/50	"	"	"	214.68	3.471	0.55
1/20	"	"	"	214.64	3.025	0.58
1/10	"	"	"	213.15	2.821	0.61

CAUSE AND MECHANISM OF SLIDE

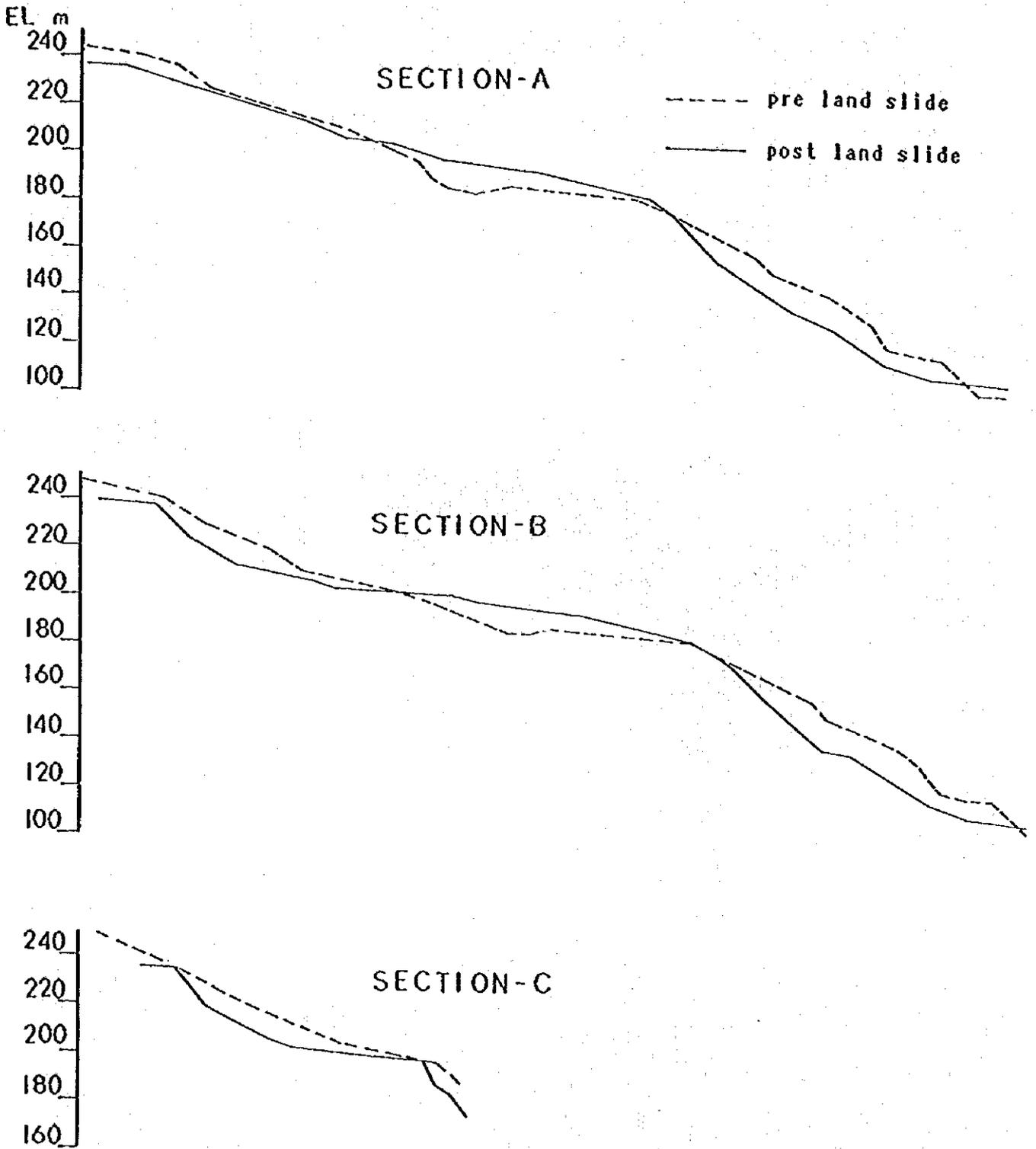


ESTIMATED SLIDING DIRECTIONS OF AUG. 1986 LANDSLIDE

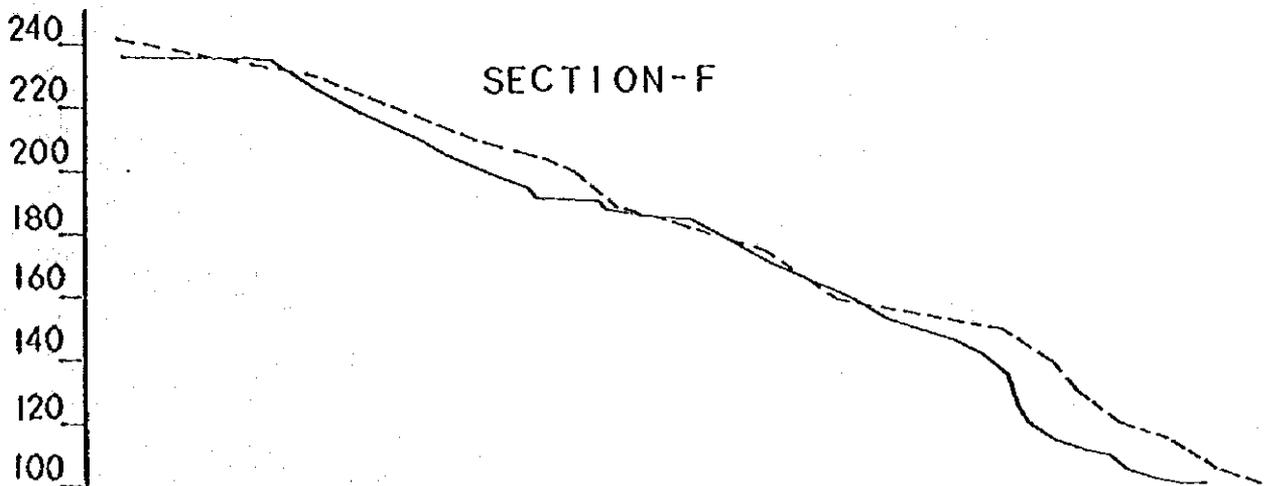
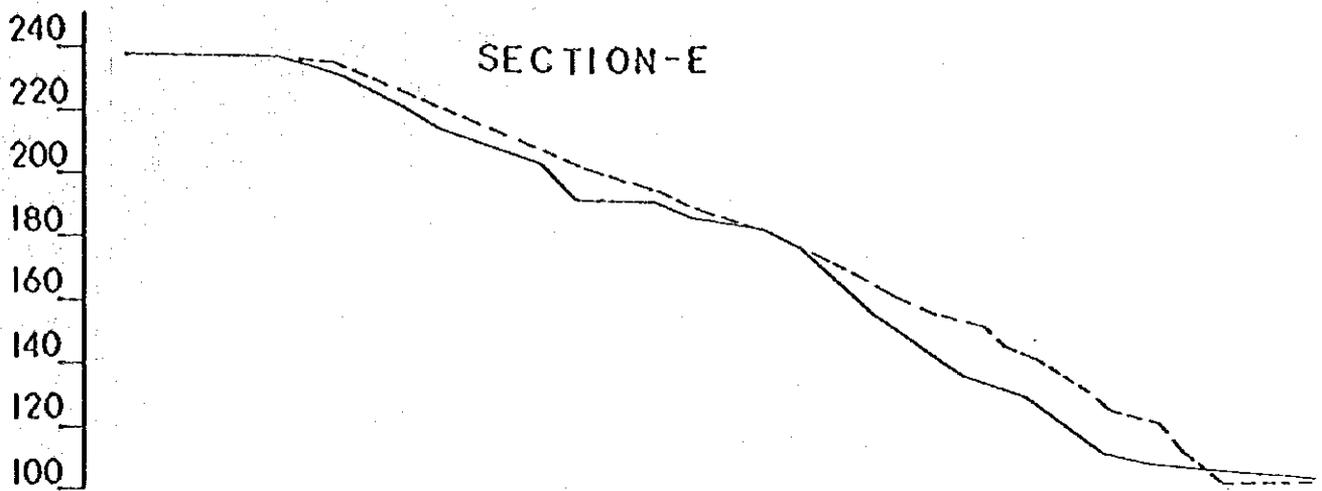
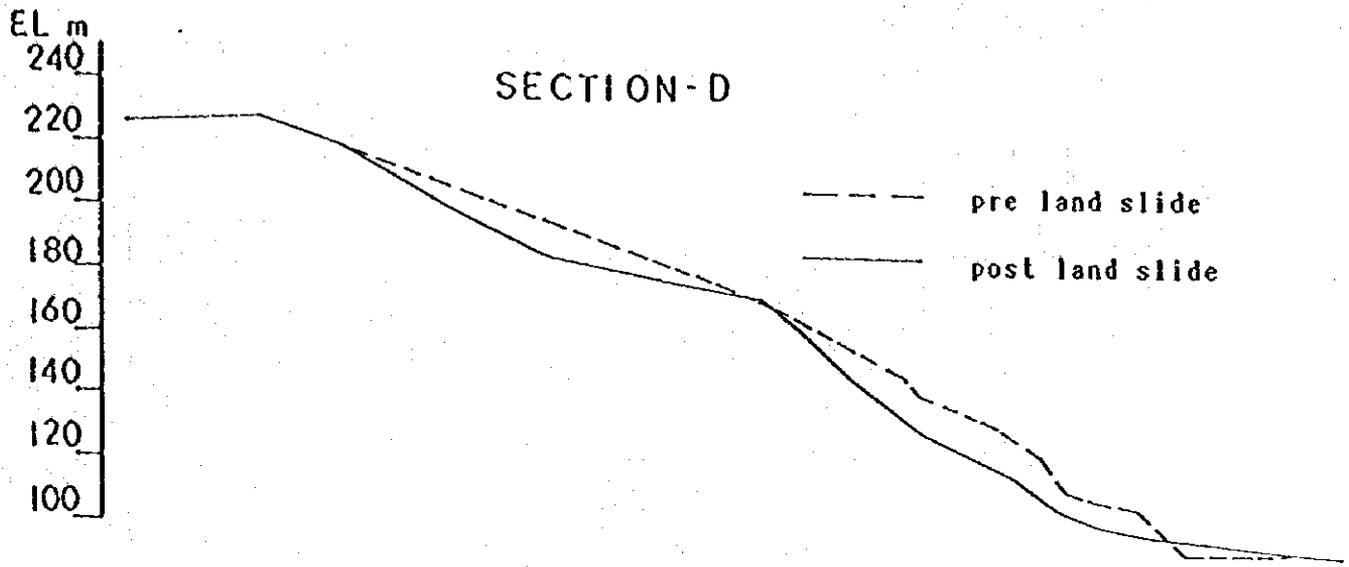
contour line as of construction stage
contour line as of 1987



LONGITUDINAL PROFILES ALONG THE ESTIMATED SLIDING LINES



LONGITUDINAL PROFILES ALONG THE ESTIMATED SLIDING LINES



実測された地すべりより逆算された地山のCとφ

(φをパラメータとして)

	上 側		下 側	
	φ	C kg / cal	φ	C kg / cal
地山に地下水がない 状態ですべりが発生 したと考えた時	10°	0.15 ~ 0.30	10°	0.54 ~ 0.65
	20°	0.02 ~ 0.05	20°	0.08 ~ 0.34
	—	—	30°	0 ~ 0.05
地山の地下水が 地表面まである状態 ですべりが発生した と考えた時	10°	0.25 ~ 0.50	10°	0.77 ~ 0.96
	20°	0.19 ~ 0.36	20°	0.67 ~ 0.84
	30°	0.10 ~ 0.20	30°	0.55 ~ 0.67

すべり計算結果 (1)

ケース A 地下水位地表まである場合、地震力を考慮せず

測線	φ = 10°						φ = 20°					
	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗力	すべり力	不足せん断力	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗力	すべり力	不足せん断力
2	1.781	48 - 22	67.67	442.17	248.20	-193.96	0.997	48 - 22	67.67	247.45	248.20	+0.77
3	1.748	60 - 32	76.05	517.81	296.24	-221.57	1.005	56 - 33	44.85	251.57	250.75	-0.84
5	1.544	40 - 19	61.92	388.81	289.30	-99.51	0.711	40 - 19	52.56	205.61	289.50	+83.69
7	1.871	53 - 1	72.65	2,684.73	1,434.72	-1,250.02	1.075	49 - 8	145.77	272.60	255.64	-18.95
9	1.866	25 - 9	90.24	212.50	113.77	-98.53	0.846	25 - 9	90.24	96.25	113.77	+17.55
12	1.075	42 - 5	145.49	5,974.05	5,555.86	-418.20	1.075	42 - 5	145.49	5,959.09	5,555.86	-403.24
14	1.454	50 - 6	70.65	2,199.69	1,512.49	-687.20	1.440	50 - 6	70.65	2,178.55	1,512.49	-665.84

すべり計算結果(2)

ケース 3 地震力のみ考慮

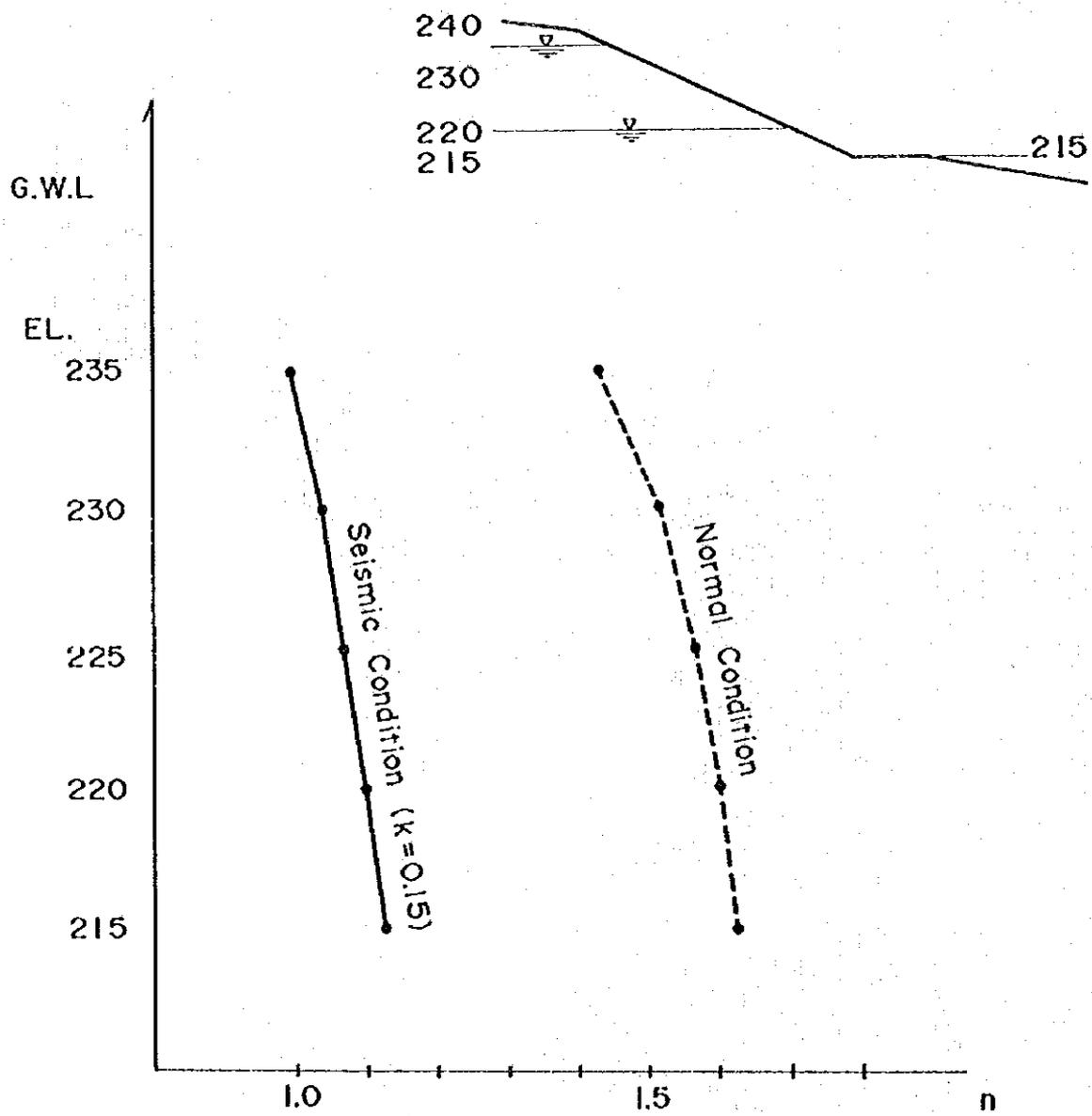
測線	φ = 10°							φ = 20°						
	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗力	すべり力	不足せん断力	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗力	すべり力	不足せん断力		
2	1.680	50 - 22	95.10	514.82	306.46	-208.37	1.154	48 - 22	67.67	329.25	285.25	-44.02		
3	1.624	60 - 32	76.05	566.43	348.76	-217.67	1.160	56 - 33	44.83	335.26	288.90	-46.36		
5	1.366	40 - 19	61.92	429.28	314.19	-115.09	0.920	40 - 19	61.92	289.16	314.19	+25.03		
7	1.750	53 - 12	142.60	765.53	437.45	-328.08	1.206	50 - 4	243.83	463.04	383.84	-79.20		
9	1.824	25 - 9	90.24	228.27	125.14	-103.13	1.032	25 - 9	90.24	129.21	125.14	-4.06		
12	1.432	42 - 5	160.42	8,314.90	5,807.47	-2,507.43	1.429	42 - 5	160.42	8,301.02	5,807.47	-2,493.55		
14	1.754	51 - 11	95.83	2,504.03	1,427.74	-1,076.29	1.744	51 - 11	95.83	2,490.51	1,427.74	-1,602.77		

すべり計算結果(3)

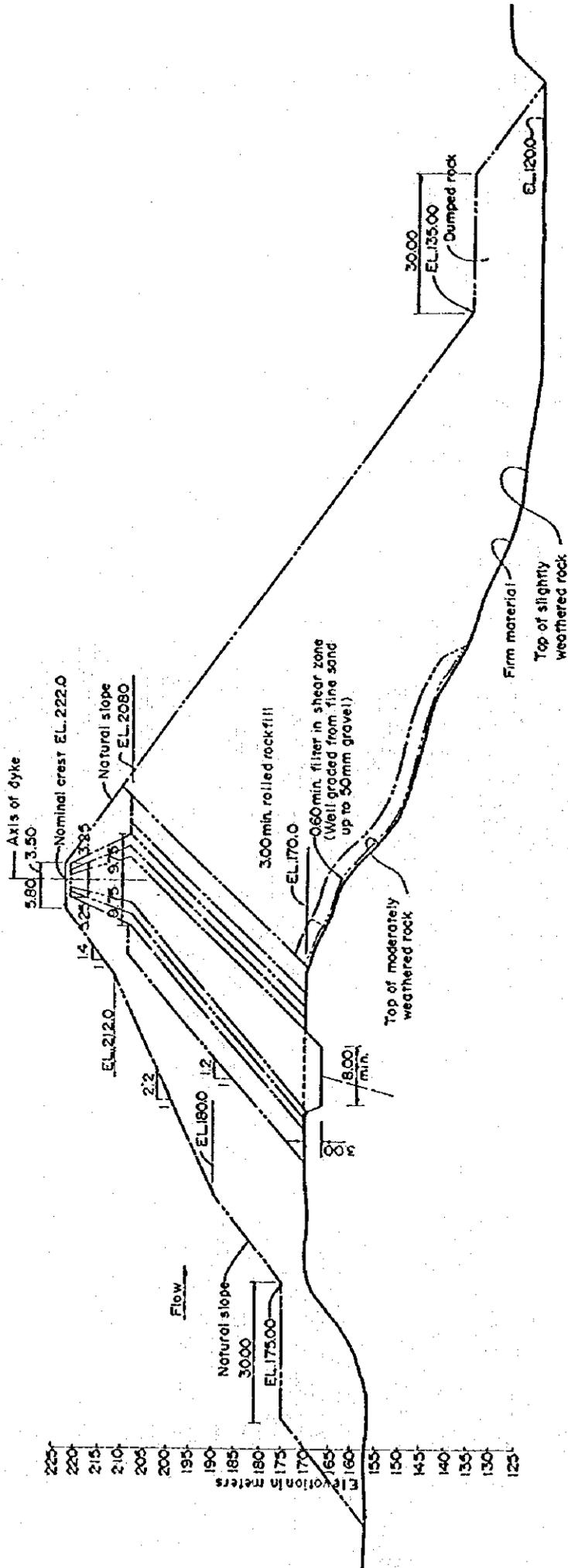
ケース C 地下水位変動と地震力を考慮

測線	φ = 10°						φ = 20°					
	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗カ	すべり力	不足せん断力	S.F.	すべりの始・終点	すべり半径	すべり抵抗カ	すべり力	不足せん断力
2	1.366	50 - 22	95.10	465.08	340.51	-124.57	0.738	48 - 22	67.67	233.88	516.92	+83.05
3	1.317	60 - 32	76.05	510.24	587.51	-122.75	0.742	56 - 33	44.83	238.30	321.00	+82.70
5	1.094	40 - 19	61.92	382.04	349.10	-32.94	0.549	40 - 19	61.92	191.64	349.10	+157.46
7	1.350	53 - 1	72.63	2,563.62	1,898.63	-664.99	0.774	49 - 8	143.77	258.75	334.44	+75.70
9	1.505	25 - 9	90.24	209.29	139.05	-70.24	0.647	25 - 9	90.24	90.02	139.05	+49.03
12	0.803	42 - 4	150.07	5,757.37	7,173.84	+1,416.47	0.800	42 - 4	150.07	5,742.57	7,173.84	+1,431.27
14	1.113	50 - 7	70.75	2,158.15	1,939.36	-218.78	1.099	51 - 4	82.06	2,008.72	1,828.53	-180.20

Relation of Ground Water Level and Sliding Factor



Typical Cross Section of the Dyke



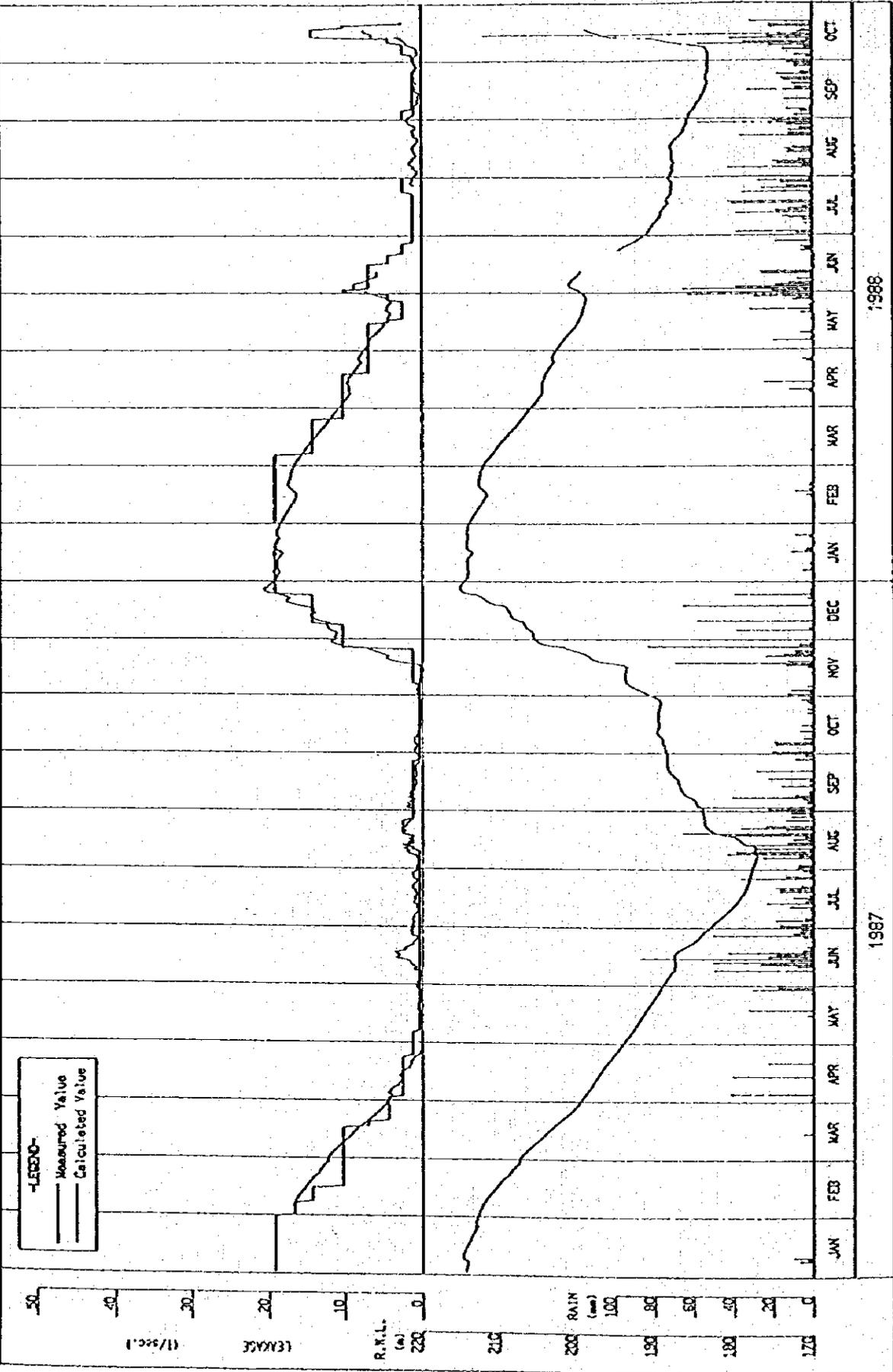
アンガットダイクの漏水(1987~1988)

(丑)

	S W - 1			S W - 2			S W - 3					
	計 算		実 測	計 算		実 測	計 算		実 測			
	Total	Rain		Reserv.	Total		Rain	Reserv.		Total	Rain	Reserv.
JAN	51,586	50,361	588	49,773	55,818	29,735	2,477	27,258	68,913	74,230	3,440	70,790
FEB	31,445	35,750	18	55,732	16,870	20,673	64	20,609	60,557	51,498	168	51,550
MAR	20,990	21,974	41	21,933	14,485	15,290	111	15,179	29,637	32,930	106	32,824
APR	6,128	5,576	878	4,698	8,891	9,899	2,517	7,382	11,445	11,547	2,426	9,121
MAY	1,663	691	584	107	2,873	3,388	1,636	1,752	3,747	4,993	2,047	2,946
JUN	1,218	3,508	3,404	104	2,226	9,680	9,680	0	3,722	12,023	9,172	2,851
JUL	1,259	2,569	2,462	107	5,123	8,427	8,427	0	9,887	13,341	10,395	2,946
AUG	3,677	3,961	3,854	107	12,675	11,523	11,523	0	23,764	14,478	11,532	2,946
SEP	2,970	2,669	2,565	104	9,361	9,236	9,236	0	13,952	13,593	10,744	2,851
OCT	1,259	1,313	1,206	107	3,187	4,236	4,213	23	6,023	8,076	5,130	2,946
NOV	6,711	8,810	2,099	6,711	9,562	12,771	5,423	7,348	14,155	17,617	5,749	11,868
DEC	38,481	41,377	2,286	39,091	30,482	30,817	8,201	22,616	58,049	65,173	8,986	56,187
Total	167,387	178,559	19,985	158,574	149,553	165,675	63,508	102,167	303,851	319,501	69,895	249,606

アンガットダイク漏水解析 (POINT : SW-1 RAINFALL ADJUST : -0 mm DEV = 2.3)

A1.1 140,004 = 1 A1.2 140,008 = 000 A1.3 140,012 = 001 A1.4 140,016 = 002 A1.5 140,020 = 003 A1.6 140,024 = 004 A1.7 140,028 = 005 A1.8 140,032 = 006 A1.9 140,036 = 007 A1.10 140,040 = 008 A1.11 140,044 = 009 A1.12 140,048 = 010 A1.13 140,052 = 011 A1.14 140,056 = 012 A1.15 140,060 = 013 A1.16 140,064 = 014 A1.17 140,068 = 015 A1.18 140,072 = 016 A1.19 140,076 = 017 A1.20 140,080 = 018 A1.21 140,084 = 019 A1.22 140,088 = 020 A1.23 140,092 = 021 A1.24 140,096 = 022 A1.25 140,100 = 023 A1.26 140,104 = 024 A1.27 140,108 = 025 A1.28 140,112 = 026 A1.29 140,116 = 027 A1.30 140,120 = 028 A1.31 140,124 = 029 A1.32 140,128 = 030 A1.33 140,132 = 031 A1.34 140,136 = 032 A1.35 140,140 = 033 A1.36 140,144 = 034 A1.37 140,148 = 035 A1.38 140,152 = 036 A1.39 140,156 = 037 A1.40 140,160 = 038 A1.41 140,164 = 039 A1.42 140,168 = 040 A1.43 140,172 = 041 A1.44 140,176 = 042 A1.45 140,180 = 043 A1.46 140,184 = 044 A1.47 140,188 = 045 A1.48 140,192 = 046 A1.49 140,196 = 047 A1.50 140,200 = 048

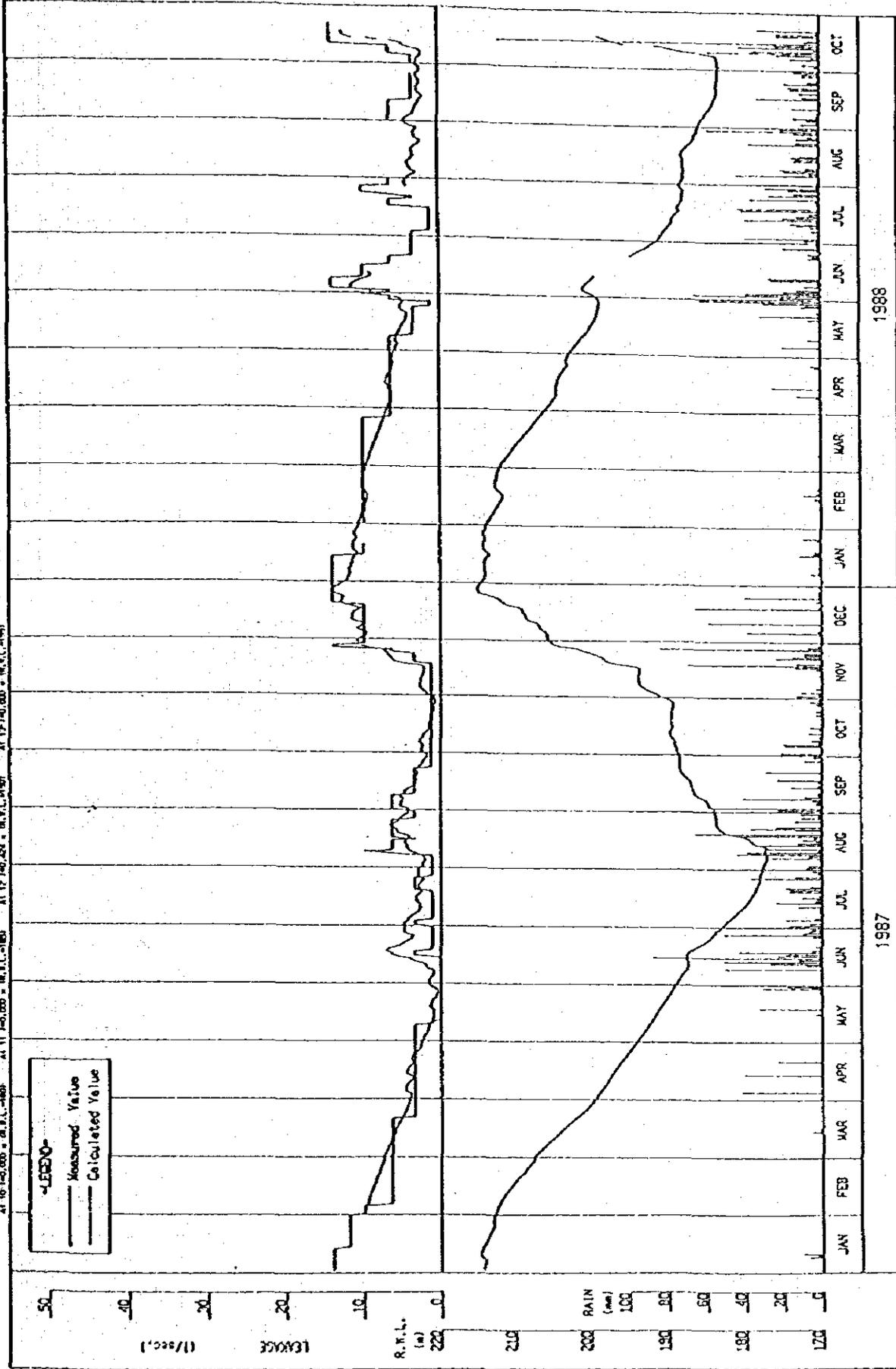


1987 1988

アンガットダイク漏水解析 (POINT :SW-2 RAINFALL ADJUST:-0 mm DEV= 3.14)

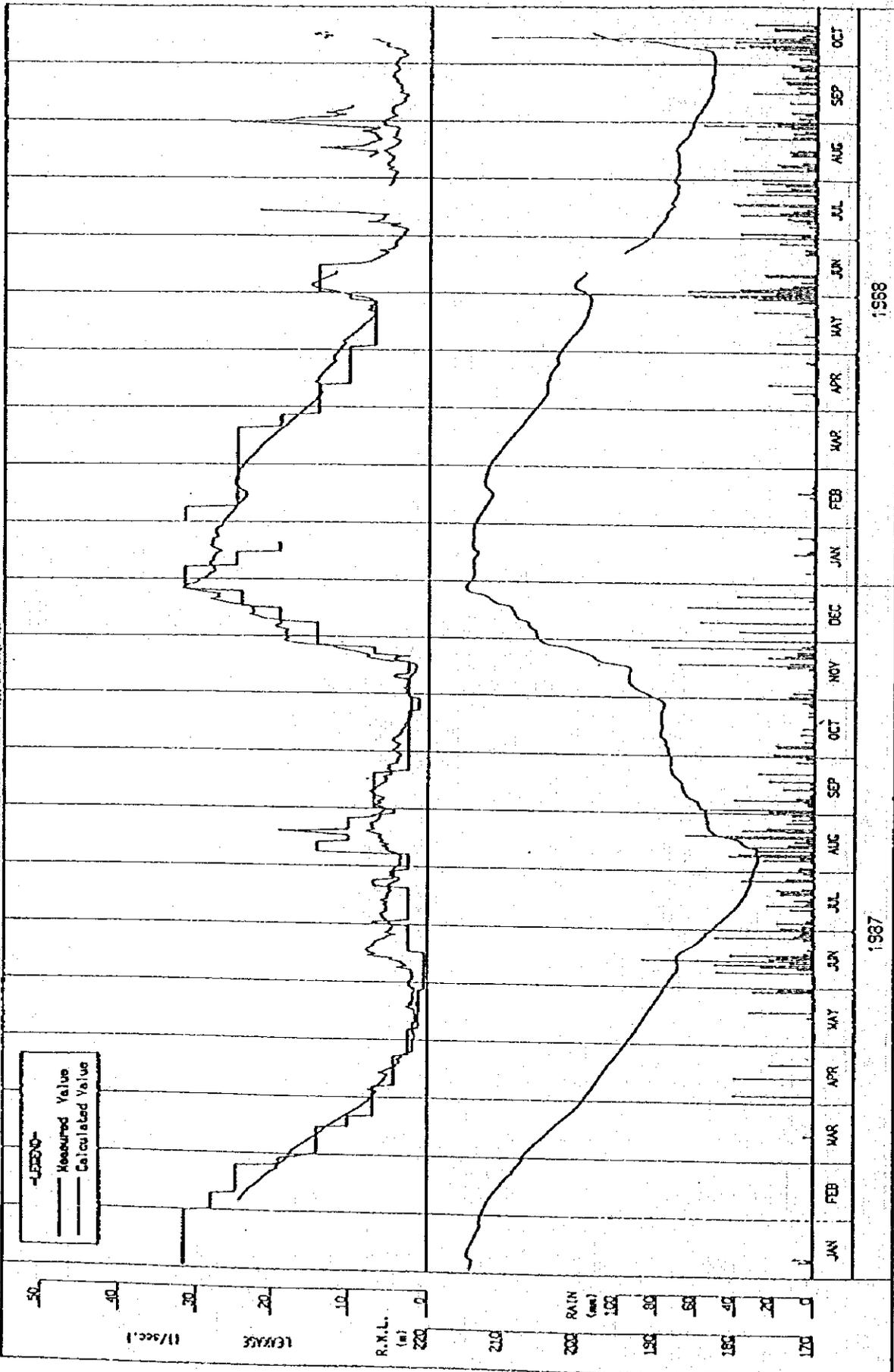
VALUERE AT 1 140.000 = 0.00 AT 2 140.000 = 0.00 AT 3 140.000 = 0.00 AT 4 140.000 = 0.00 AT 5 140.000 = 0.00 AT 6 140.000 = 0.00 AT 7 140.000 = 0.00 AT 8 140.000 = 0.00 AT 9 140.000 = 0.00
 AT 10 140.000 = 0.00 AT 11 140.000 = 0.00 AT 12 140.000 = 0.00 AT 13 140.000 = 0.00 AT 14 140.000 = 0.00 AT 15 140.000 = 0.00 AT 16 140.000 = 0.00 AT 17 140.000 = 0.00 AT 18 140.000 = 0.00 AT 19 140.000 = 0.00 AT 20 140.000 = 0.00

LEAKAGE
 Measured Value
 Calculated Value



アンガットダイク漏水解析 (POINT: SW-3 RAINFALL ADJUST: -0 mm DEV= 10.4)

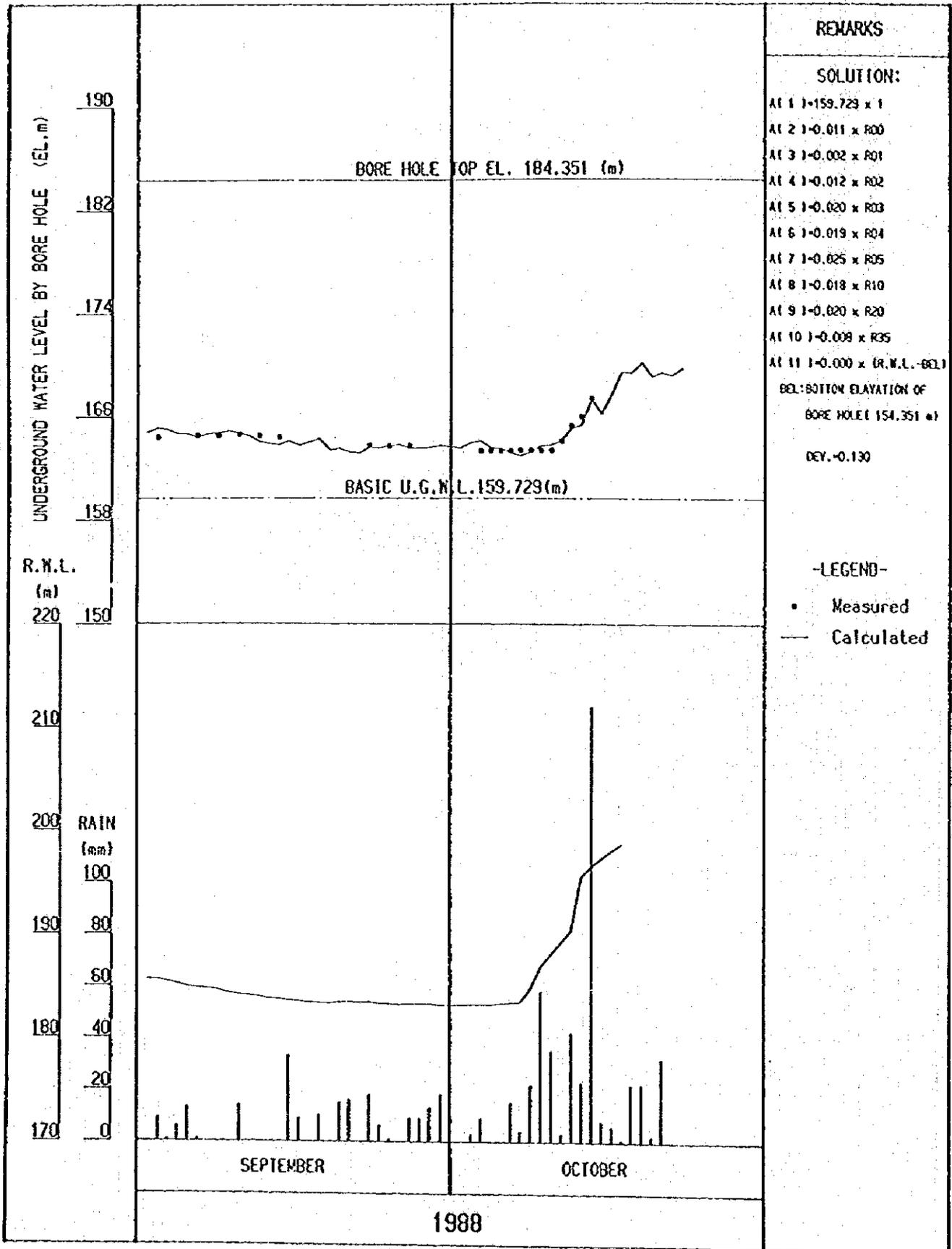
SOLUTION: AI 1 140.000 ± 1 AI 2 140.000 ± 200 AI 3 140.000 ± 100 AI 4 140.000 ± 200 AI 5 140.000 ± 100 AI 6 140.000 ± 200 AI 7 140.000 ± 100 AI 8 140.000 ± 200 AI 9 140.000 ± 100 AI 10 140.000 ± 200
 AI 11 140.000 ± 100 AI 12 140.000 ± 100 AI 13 140.000 ± 100 AI 14 140.000 ± 100 AI 15 140.000 ± 100 AI 16 140.000 ± 100 AI 17 140.000 ± 100 AI 18 140.000 ± 100 AI 19 140.000 ± 100 AI 20 140.000 ± 100



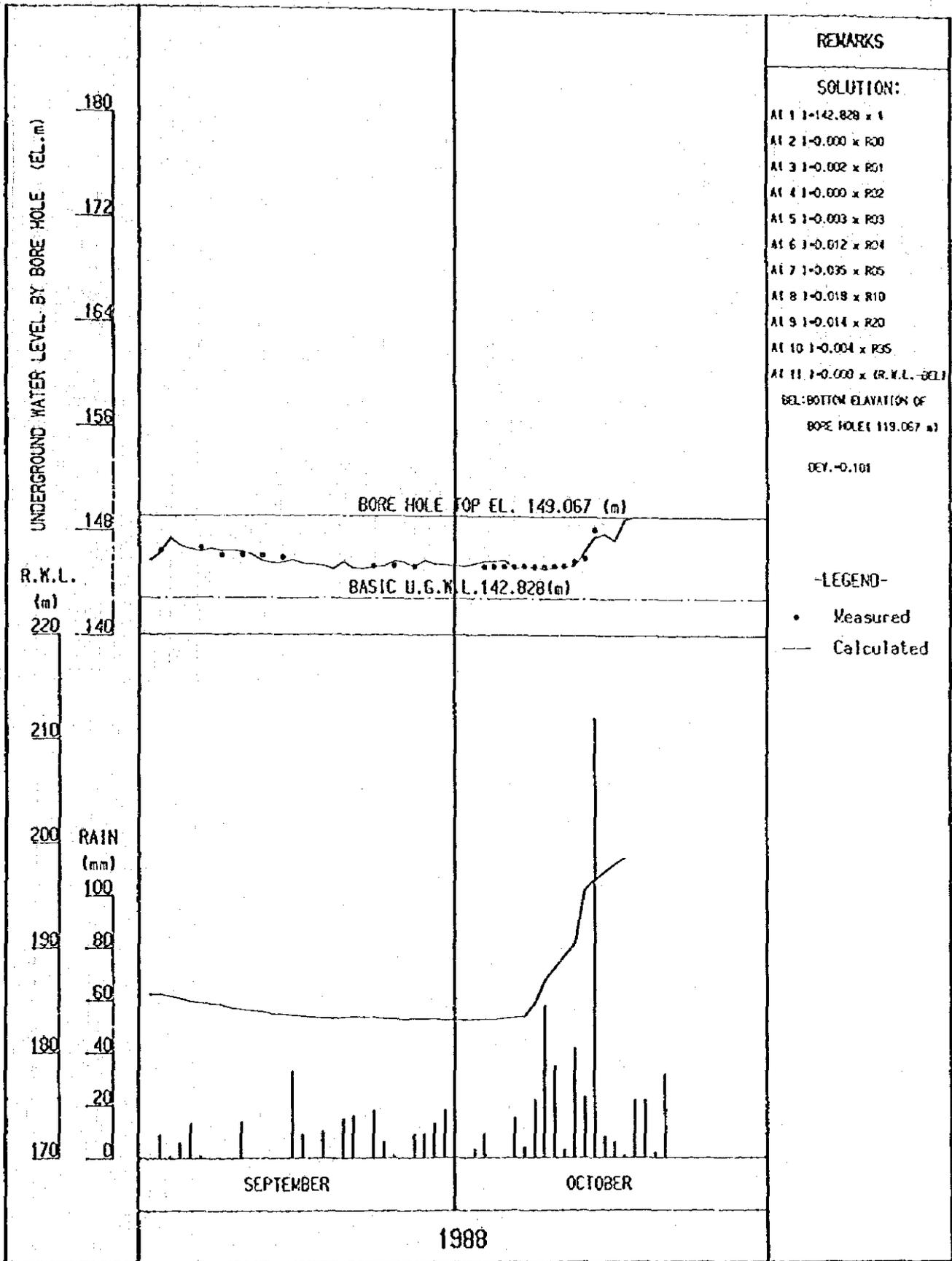
平均漏水量

		貯水池からの漏水 とみられるもの		降雨によると みられる流出量		合計流量 ($\mu\text{l}/\text{min}$)	
乾期 12, 1, 2, 3, 4, 5月	SW-1	97%	0.5759	3%	0.0167	100%	0.5926
	SW-2	86%	0.3608	14%	0.0571	100%	0.4179
	SW-3	92%	0.8493	8%	0.0653	100%	0.9146
雨期 6, 7, 8, 9, 10, 11月	SW-1	32%	0.0275	68%	0.0593	100%	0.0868
	SW-2	13%	0.0280	87%	0.1846	100%	0.2126
	SW-3	33%	0.1005	67%	0.2006	100%	0.3011
全体	SW-1	89%	0.3017	11%	0.0380	100%	0.3397
	SW-2	62%	0.1944	38%	0.1208	100%	0.3152
	SW-3	78%	0.4749	22%	0.1330	100%	0.6079

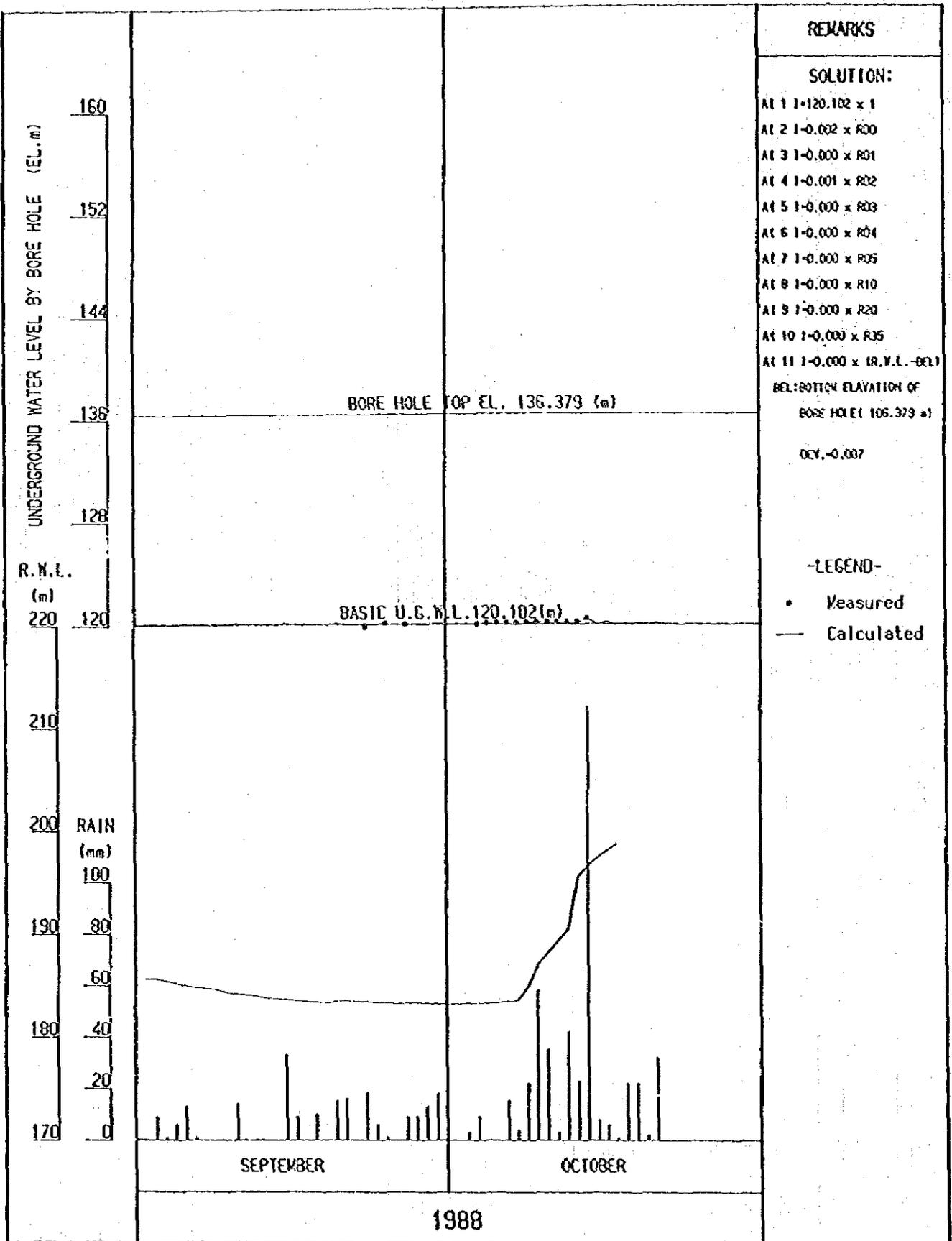
アンガットダイク地下水位解析 (BONO-DYK-2)



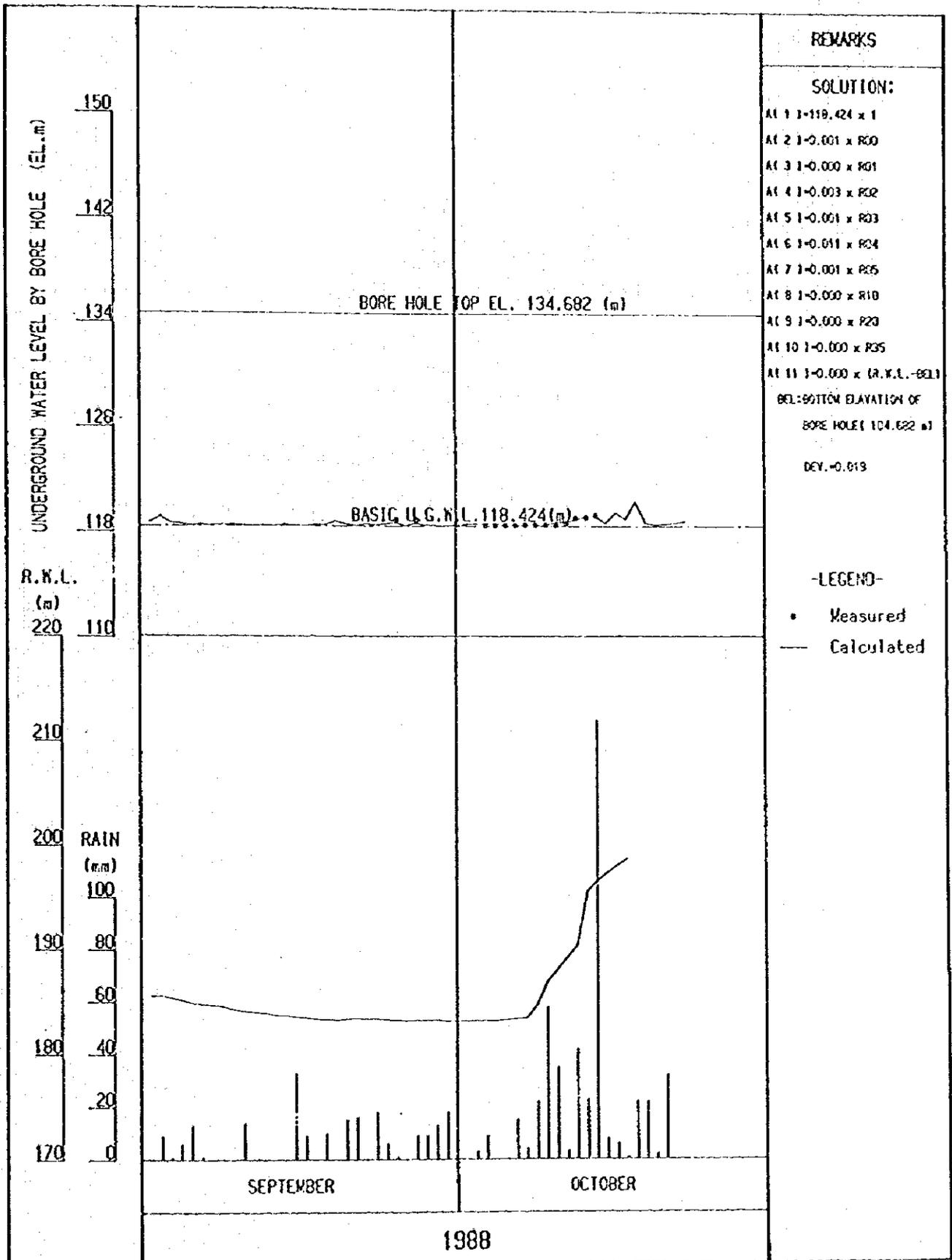
アンガットダイク地下水位解析 (BONO-DYK-4)



アンガットダイク地下水位解析 (BO.NO-DYK-5)



アンガットダイク地下水位解析 (BO.NO.DYK-6)



**Monthly Generation of Angat Hydroelectric Power Plant
for the Year 1987**

<u>Month</u>	<u>Auxiliary Plant (Water Supplied to MWSS)</u>	<u>Main Plant (Water Supplied to NIA)</u>
January	17,229 MWh	33,794 MWh
February	14,815	29,549
March	15,376	24,260
April	13,802	14,710
May	13,743	—
June	12,564	13,258
July	13,529	4,056
August	14,959	—
September	15,068	7,426
October	17,201	4,069
November	17,630	31,170
December	18,785	33,696
Total	184,701	195,988

**Monthly Water Requirements for Angat Hydroelectric
Power Plant for the Year 1987**

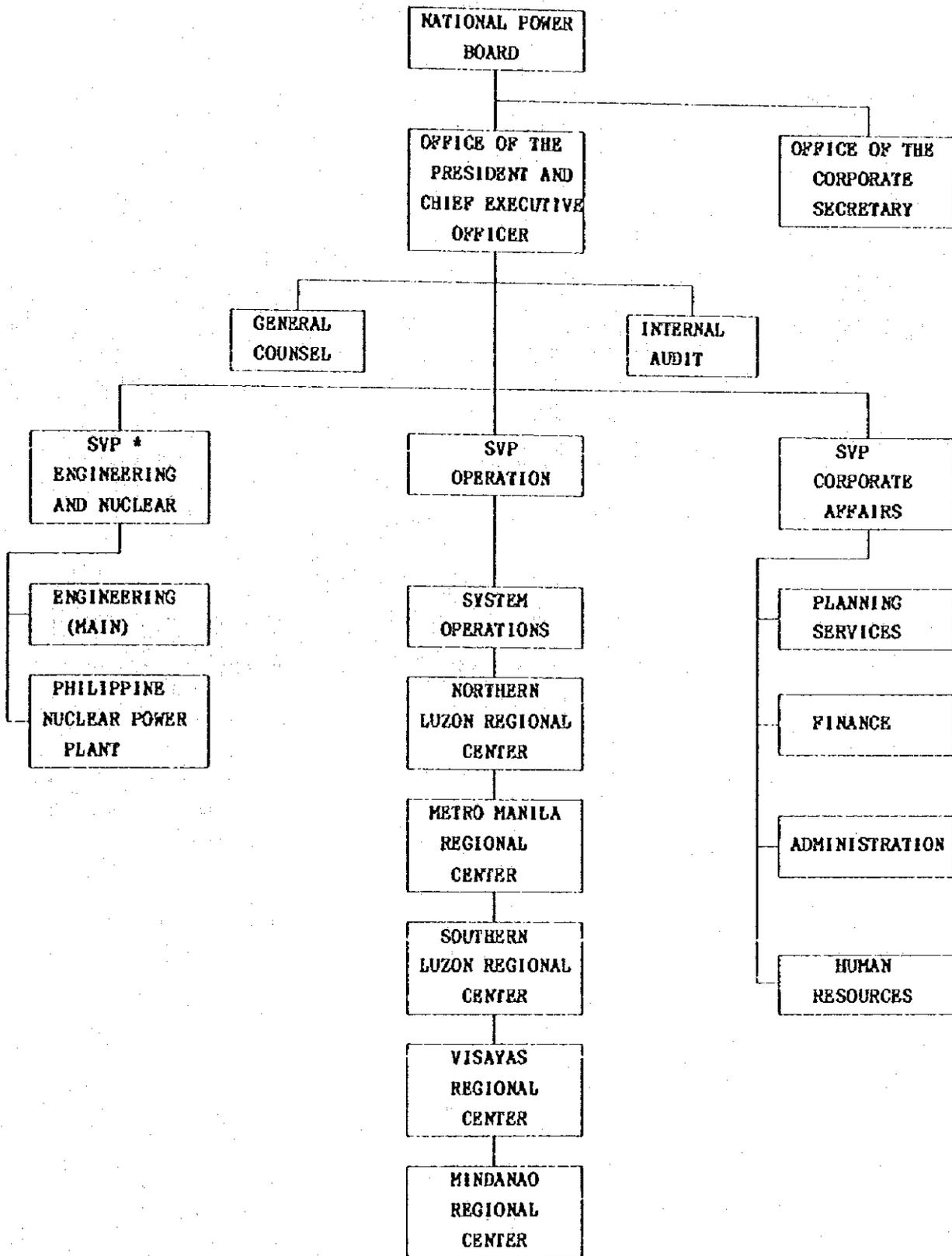
<u>Month</u>	<u>Auxiliary Plant</u>	<u>Main Plant</u>
January	69.47 108 m ³	104.46 108 m ³
February	62.75	94.35
March	69.58	80.35
April	67.23	51.84
May	70.42	0
June	70.11	51.84
July	76.90	16.07
August	77.25	0
September	72.63	25.92
October	76.72	13.39
November	73.52	98.50
December	76.08	104.46
Total	862.66	641.18

**Installed Capacity and Annual Energy Output
of the Luzon Power System (1986)**

<u>Type of Power source</u>	<u>Installed Capacity</u>		<u>Annual energy output</u>	
	(MW)	(%)	(GWh)	(%)
Hydro, total	1,226	29.8	2,956	20.0
- Pumped storage	300	7.3	211	1.4
- Reservoir	895	21.8	2,643	17.9
- Run-of-river	31	0.7	102	0.7
Oil-fired	1,925	46.8	6,328	42.9
Coal-fired	300	7.3	1,572	10.7
Geo-thermal	660	16.1	3,900	26.4
Grand Total	4,111	100.0	14,756	100.0

Peak Demand : 2,435 MW

ORGANIZATION CHART
NAPOCOR

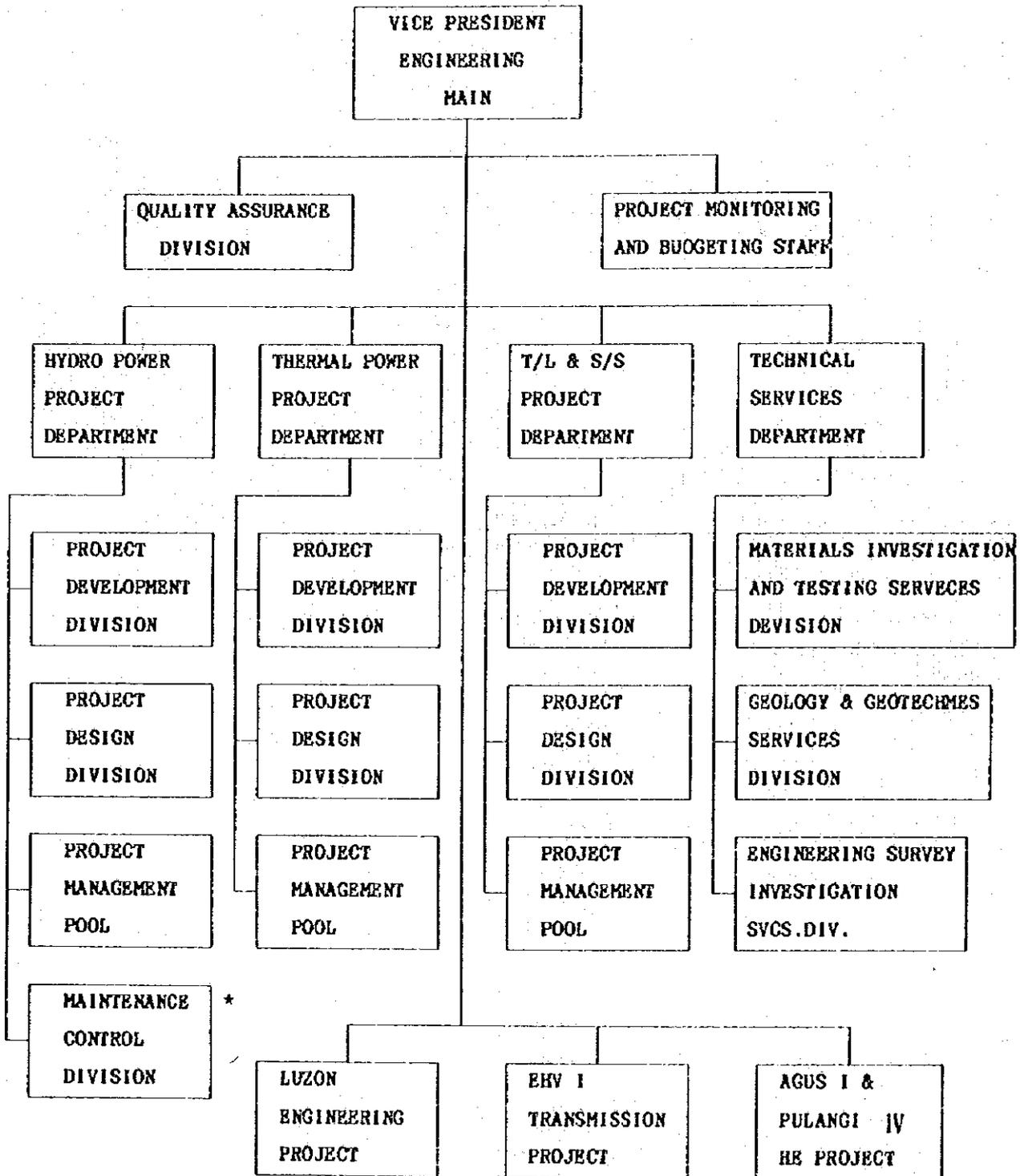


Total Number of Personnel : 10,819 (As of Dec.31 1987)

ORGANIZATION CHART

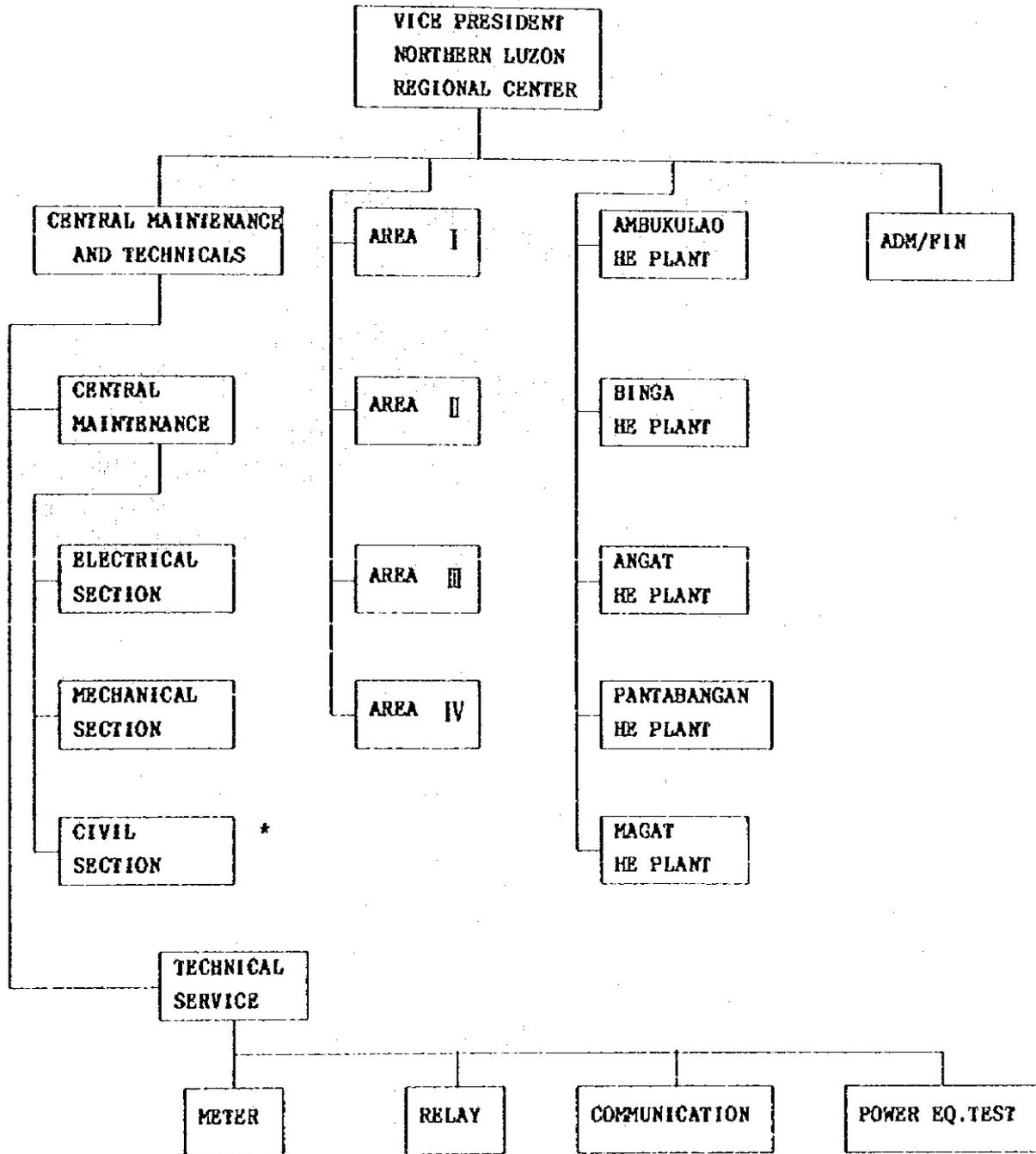
HEAD OFFICE

ENGINEERING-MAIN



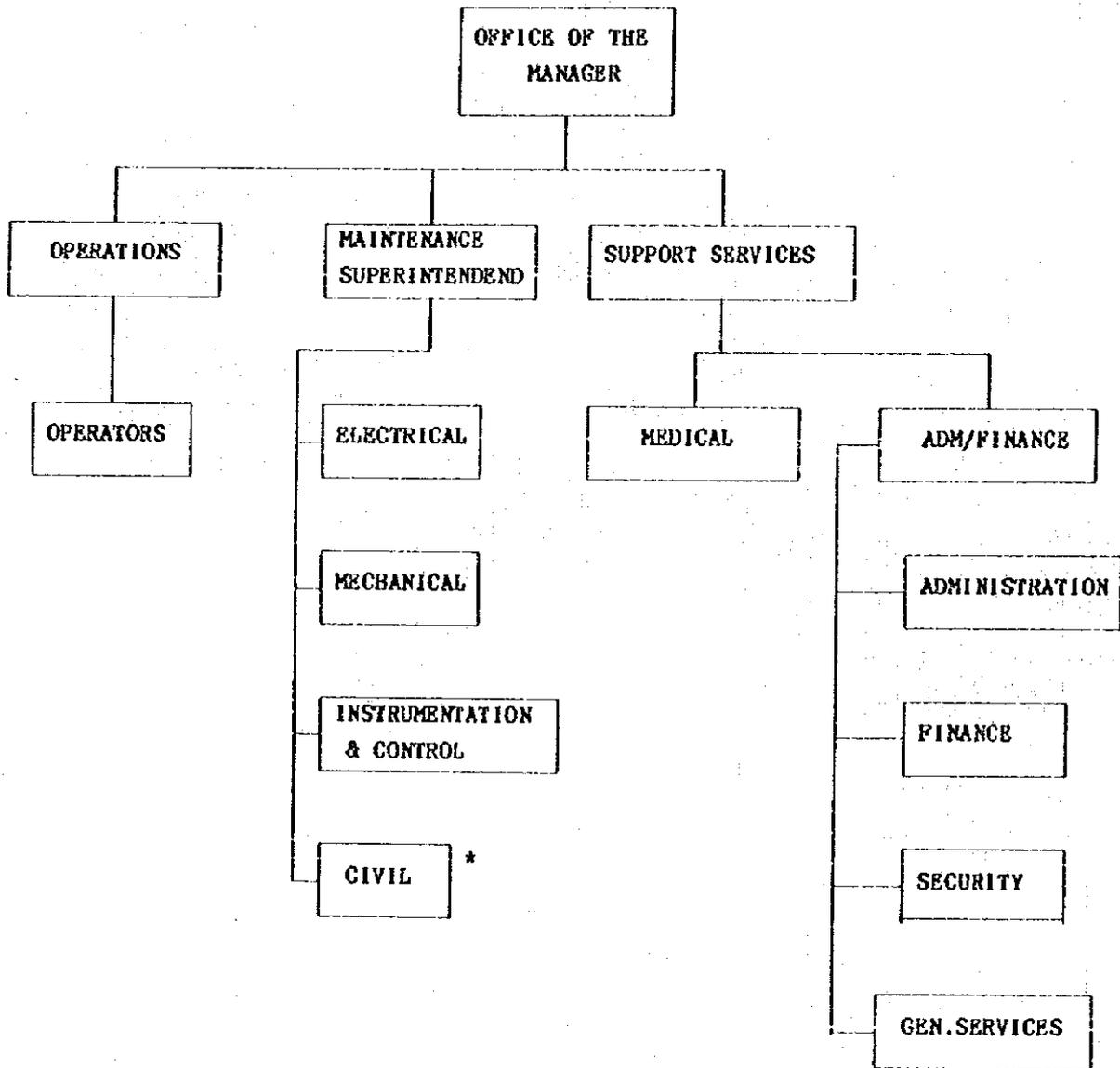
* A division recommended to be newly established.

**ORGANIZATION CHART
NORTHERN LUZON REGIONAL CENTER**



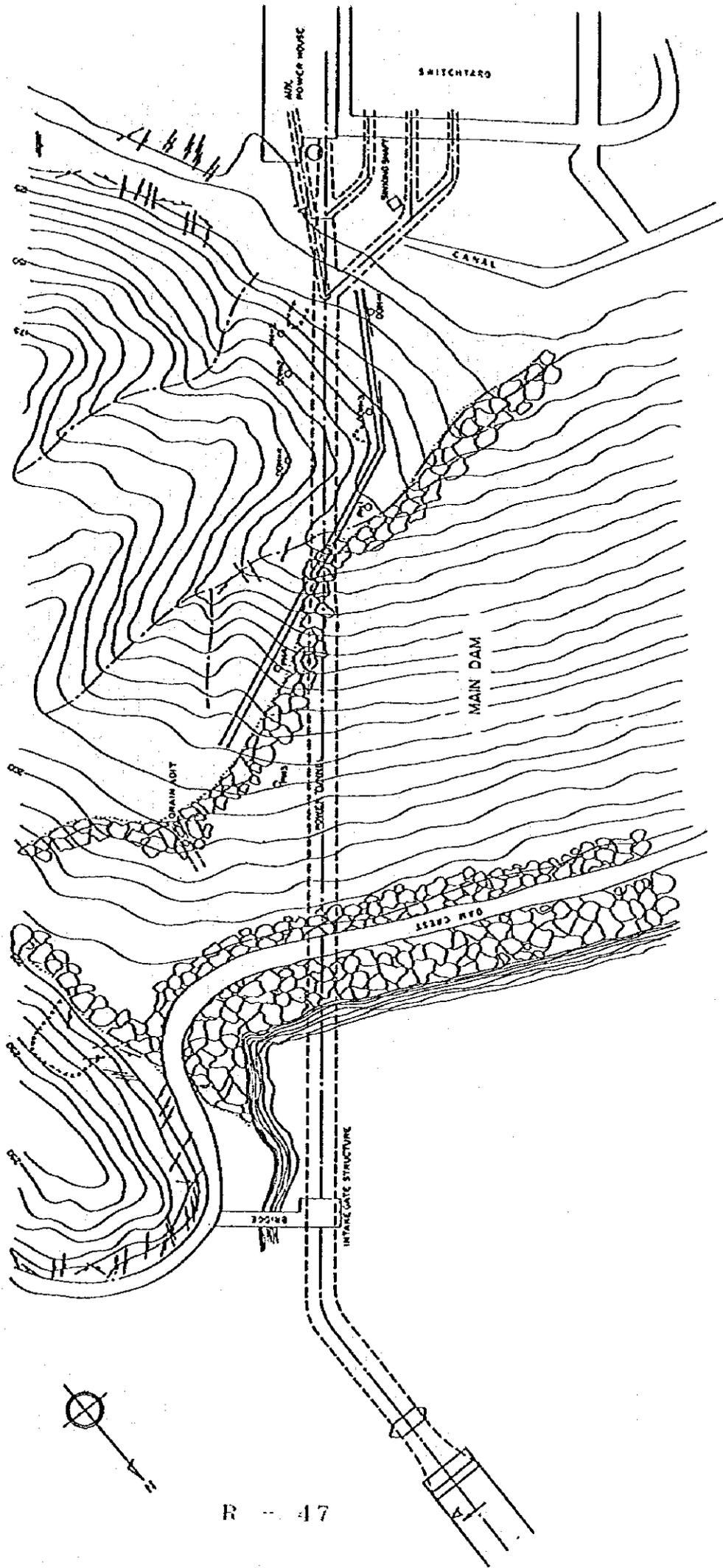
* A section recommended to be newly established.

ORGANIZATION CHART
ANGAT HYDROELECTRIC POWER PLANT



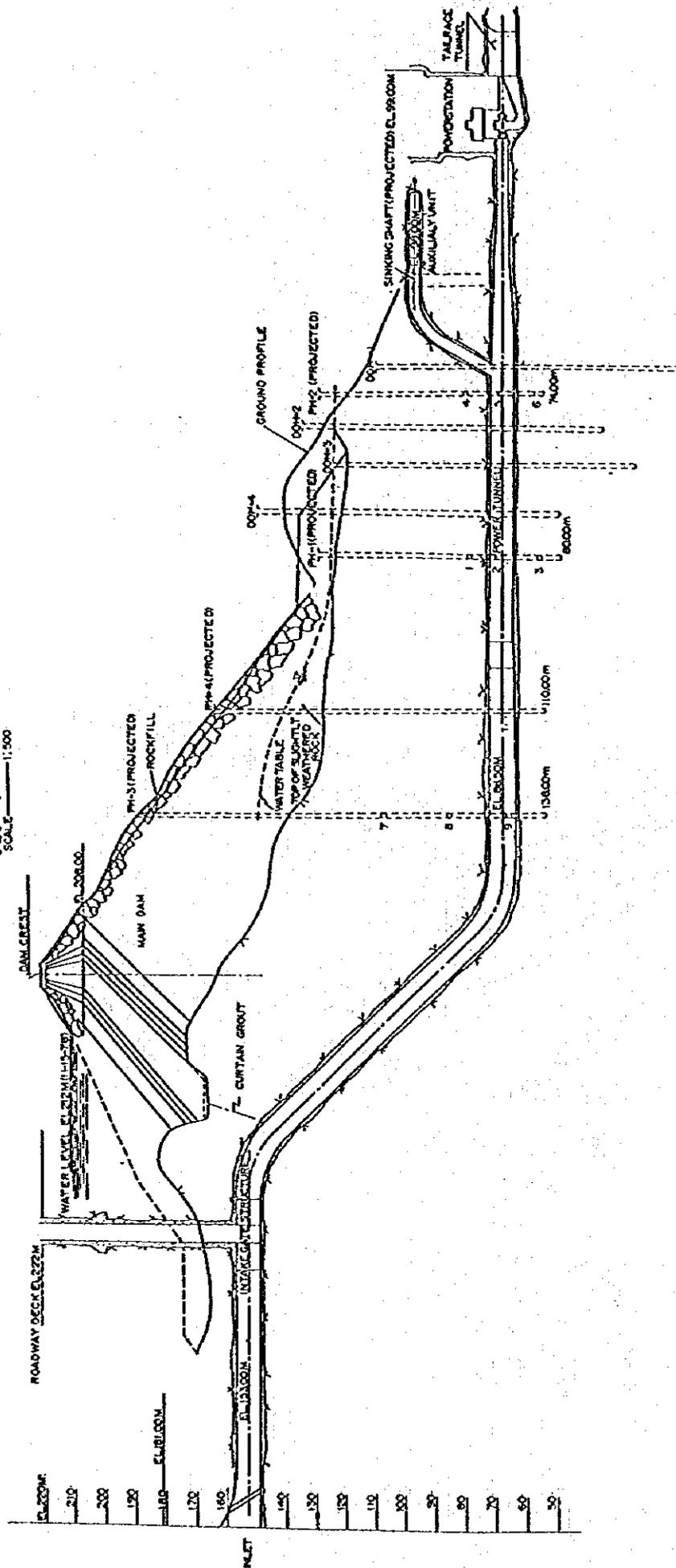
* A group recommended to be newly established.

Route of Power Tunnel
S = 1/500



Profile of Power Tunnel

SECTION A-A'
SCALE 1:500



JICA