

中華人民共和國

湖北省北部農業水利開發計畫實施調查

技術報告書

II. 清泉溝取水施設擴張計畫

1988年6月

國際協力事業團

農計技

88 - 31

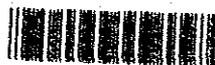
中華人民共和國

湖北省北部農業水利開發計畫實施調查

技術報告書

II. 清泉溝取水施設擴張計畫

JICA LIBRARY



1067270[7]

17962

1988年6月

國際協力事業団

国際協力事業団

17962

第II部 清泉溝取水施設拡張計画

目 次

A.	測量	II-A-1~1
B.	気象・水文	II-B-1~22
C.	地質・土質	II-C-1~46
D.	施設計画	II-D-1~37
E.	水理解析	II-E-1~8
F.	施工・積算	II-F-1~16
G.	農業経済	II-G-1~12
H.	事業評価	II-H-1~36

A. 測 量

目 次

	頁
1. 測量作業の内容	II - A - 1
2. 河川測量	II - A - 1
3. 機場地形測量	II - A - 1

1. 測量作業の内容

この測量作業は、清泉溝の揚水機場の計画を立てるためのもので、丹江ダムから清泉溝までの導水路の路線測量と、揚水機場周辺の地形測量を行ったものである。

2. 河川測量

共引渠の計画取水地点の上下流各1kmについて、横断測量を実施した。

水準点は、河南省陶岔3級水準点に基づく、丹渠清泉溝取水塔の管理橋進入門左側の既設点(標高175.126m)を基準とした。

測深は舟を使用し、レッドによる直接測定とした。

当初は計画取水地点の上流部4.5kmの範囲における河川断面の測定を計画していたが、ダムが高水位のため水際線が拡大し、河川断面の測定は不能であった。

丹江ダム水位標高は、1987年8月14日では151.22m、10月9日では151.04mとなっている。

3. 機場地形測量

既存の1/2,000地形図を参考とし、光波距離計を使用し地形測量を実施し、等高線の補測を行った。水準点は河川測量と同じ既設点とした。

B. 气象·水文

目次

	頁
第1章 概要	II-B-1
第2章 気象	II-B-2
2.1 気象観測所及び観測項目	II-B-2
2.2 一般気象及び特殊気象	II-B-2
第3章 水文	II-B-3
3.1 清泉溝隧道入口取水水位及び丹江ダム水位	II-B-3
3.2 水文統計	II-B-3
(1) 確率計算手法	II-B-3
(2) 確率水文量の推定	II-B-3

表の目録

		頁
表 II - B - 1	気象観測所一覧表(湖北省気象局管内)	II - B - 4
表 II - B - 2	各気象項目における月平均値	II - B - 5
表 II - B - 3	各年の雨量、有効雨量、連続干天日数及び年最大日雨量	II - B - 6
表 II - B - 4	丹江ダムの月間最高水位及び最低水位表	II - B - 7
表 II - B - 5	清泉溝取水施設自然取水不能日数 及び河南省送水路自然流下不能日数	II - B - 10
表 II - B - 6	各項目別の確率水文量	II - B - 11
表 II - B - 7	各項目別の上位5位における発生確率	II - B - 12

図の目録

		頁
図 II - B - 1	気象観測所位置図	II - B - 13
図 II - B - 2	清泉溝取水水位経年変化図	II - B - 14
図 II - B - 3	ピアソンⅢ型曲線による確率計算図	II - B - 17

第1章 概 要

本報告書は、「中華人民共和国 湖北省北部農業水利開発計画実施調査」の「清泉溝取水施設拡張計画」における気象・水文に関する事項の調査結果をとりまとめたものである。

本調査の対象施設は、鄂北崗地といわれている地域内に在る引丹灌区の取水施設である。

気象調査は、地区内及び近傍の気象観測所の位置、観測項目、観測期間及び信頼性等について調査し、その代表観測所を定めるとともに、当該観測所における一般気象(雨量、気温、風速、相対湿度、日照時間等)及び、特殊気象(連続干天日数、年最大日雨量)に関する調査を行ったものである。

水文調査は、本取水施設の水源である丹江ダムの水位状況の調査を行うとともに、雨量資料に基づく確率水文量の推定を行ったものである。

第2章 気象

2.1 気象観測所及び観測項目

引丹灌区を含む郡北崗地内及び近傍の気象観測所は、図II-B-1に示すとおり、老河口、棗陽、襄樊、古驛、及び随州の5カ所である。

各観測所の所在地、類別、観測開始年月、及び観測項目を一覧表にとりまとめると、表II-B-1のとおりとなる。

5カ所の観測所の中で、引丹灌区内及び近傍の観測所に該当するのは、老河口、古驛、襄樊の各観測所である。この3カ所の観測所の内、記録の整備状況から判断して、老河口を代表観測所と定める。

2.2 一般気象及び特殊気象

1) 一般気象

雨量、気温、相対湿度、風速、日照時間、及び蒸発量等の一般気象項目について、雨量は日単位、その他の項目は月単位の記録をもとに、月平均値及び年記録を示すと、表II-B-2,3のとおりとなる。

日雨量を基に、中国において一般に採用されている降雨有効利用係数から日有効雨量を算定し、表II-B-2に月間平均有効雨量を示す。

水田灌漑降雨有効利用係数

日雨量(mm)	<5	5~30	30~50	50~100	>100
有効利用率(%)	0	80	60	30	15

2) 特殊気象

特殊気象として、灌漑期間の連続干天日数(5mm/日以下の雨を対象)、及び年最大日雨量を日雨量年表に基づきとりまとめると、表II-B-3のとおりとなる。なお、同表には、雨量及び有効雨量の年間値及び灌漑期間値をとりまとめた。

第3章 水 文

3.1 清泉溝隧道入口取水水位及び丹江ダム水位

清泉溝隧道入口の取水水位の記録を基に、各月の最高・最低取水水位と同生起日を取りまとめると表II-B-4のとおりとなり、同表を基に取水水位の経年的変化図を作成すると、図II-B-2のとおりとなる。なお、清泉溝隧道敷高であるEL. 143.00m以下の水位は、丹江ダム水位である。

取水水位の経年変化図を基に、清泉溝取水施設が自然取水ができない日数(EL. 143.00m以下の期間)及び、河南省送水路が自然流下できない日数(EL. 140.00m以下の期間)を求めると、表II-B-5のとおりとなる。

以上の結果によると、毎年取水水位143.00m(自然取水量=0.0m³/sec)以下の期間が発生し、年によっては数ヶ月取水できない期間がある。

3.2 水文統計

(1) 確率計算手法

本調査における確率水文量の推定は、石台寺地区灌漑開発地区と同様にピアソンⅢ型曲線による方法により求める。この計算方法は石台寺地区を参考とする。

(2) 確率水文量の推定

ピアソンⅢ型曲線による計算法により、雨量、有効雨量、連続干天日数、年最大日雨量の確率水文量を推定すると、表II-B-6に示すとおりとなる。各水文量の上位5カ年における発生確率(発生頻率)を確率計算図より求めると、表II-B-7に示すとおりとなる。

表II-B-1 気象観測所一覧表(湖北省気象局管内)

観測所名	所在地	種別	観測開始年月	観測項目						
				降水量	気温	相対湿度	風向風速	蒸発量	日照時間	気圧
老河口	老河口市	国家 ステーション	1960.8 ~	○	○	○	○	○	○	○
棗陽	棗陽県	一般 ステーション	1968.5 ~	○	○	○	○	○	○	×
襄樊	襄樊市	一般 ステーション	1962.4 ~	○	○	○	○	○	×	○
古驛	襄陽県	その他	1967.1 ~	○	○	○	○	○	○	○
随州	随州市	一般 ステーション	1967.1 ~	○	○	○	○	○	×	×

注: 1) 古驛観測所: 襄樊市気象局管理の農業用の気象観測所

2) 蒸発量: 小型蒸発皿(直径20cm)により測定

3) 風向・風速: 地上10m点にて測定

表II-B-2 各気象項目における月平均値

項 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計 (年平均)	灌漑期間 合 計
雨量 (mm)	16.8	23.6	48.3	78.8	94.3	78.7	116.3	117.8	122.6	72.9	45.6	16.8	832.6	681.4
降雨日数	6	7	9	12	11	10	12	11	14	11	8	5	117	81
干天日数	25	21	22	18	20	20	19	20	16	20	22	26	248	133
最高気温 (°C)	15.4	18.6	24.3	29.1	34.2	36.9	37.8	37.1	33.0	28.4	22.2	17.5	(27.9)	-
最低気温 (°C)	-7.1	-5.8	-1.5	3.6	9.4	15.9	19.7	18.5	12.0	5.0	-1.1	-5.3	(5.3)	-
平均気温 (°C)	2.2	4.1	9.3	15.3	20.8	25.5	27.5	26.9	21.4	16.2	10.0	4.0	(15.3)	-
最高相対湿度 (%)	93	93	93	94	93	93	93	94	95	95	94	94	(93)	-
最低相対湿度 (%)	46	45	42	51	51	49	65	63	60	56	50	45	(53)	-
平均相対湿度 (%)	71	73	73	76	75	71	80	79	80	79	78	73	(76)	-
最大風速 (m/s)	8.1	8.6	9.8	9.9	9.5	8.7	8.7	8.3	7.2	8.0	8.6	8.4	(8.6)	-
平均風速 (m/s)	1.2	1.4	1.6	1.6	1.4	1.5	1.4	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	(1.3)	-
最高日照時間 (hr)	8.8	9.5	10.4	11.4	12.3	12.7	12.7	12.1	11.2	10.4	9.5	8.9	129.6	-
日照時間 (hr)	124.8	115.0	136.0	155.4	182.5	196.7	200.9	207.9	137.2	148.0	128.3	131.6	1864.3	-
蒸発量 (mm)	42.3	51.3	85.0	108.2	151.3	196.0	180.7	173.2	108.5	83.4	56.0	44.5	1280.4	-
有効雨量 (mm)	9.5	14.9	28.6	49.1	55.5	49.5	71.4	56.1	72.0	45.3	28.0	9.6	489.5	398.9

注: 1) 灌漑期間は4月~10月

2) 資料は老河口市における1960~1986年

表II-B-3 各年の雨量、有効雨量、連続干天日数及び年最大日雨量

年	雨 量		有 効 雨 量		連 続 干 天 日 数	年 最 大 日 雨 量	
	年 間	灌 漑 期 間	年 間	灌 漑 期 間	灌 漑 期 間	生 起 月 日	数 量
1960	764.8 mm	568.8 mm	-- mm	-- mm	-- 日	9.5 月日	52.4 mm
1961	687.8	448.7	--	--	--	8.6	50.3
1962	673.9	494.0	--	--	--	8.16	58.4
1963	964.1	833.0	--	--	--	9.1	66.6
1964	1157.1	1028.8	--	--	--	9.10	82.9
1965	745.5	618.7	--	--	--	8.3	65.2
1966	473.8	388.9	--	--	--	7.23	51.7
1967	1002.4	735.7	597.3	420.2	27 (5/30~6/25)	9.29	62.4
1968	748.9	598.0	489.7	405.8	52 (5/8~6/28)	8.19	59.6
1969	750.9	592.0	498.4	399.9	22 (6/10~7/1)	8.10	36.8
1970	1038.4	918.0	572.2	506.9	19 (6/18~7/6)	5.28	130.4
1971	1070.7	906.3	589.8	504.6	30 (7/11~8/9)	9.3	69.4
1972	873.5	639.3	518.1	357.7	29 (8/2~8/30)	6.21	121.4
1973	1048.0	945.1	540.0	476.4	26 (10/6~10/31)	9.6	101.3
1974	749.8	530.4	470.5	333.1	31 (6/30~7/30)	10.3	47.8
1975	994.4	870.1	560.9	488.1	23 (8/15~9/6)	8.6	112.4
1976	520.7	386.4	307.5	222.2	41 (8/26~10/5)	6.16	37.9
1977	912.0	775.3	465.4	389.3	31 (5/14~6/13) (8/13~9/12)	7.18	121.7
1978	536.1	392.5	352.5	260.7	24 (5/6~5/26) (9/9~10/2)	5.30	49.4
1979	1202.5	1091.1	633.0	571.5	38 (9/24~10/31)	8.27	94.1
1980	887.1	777.6	442.9	381.7	28 (4/25~5/22)	5.31	68.5
1981	614.9	403.0	388.7	256.2	34 (4/18~5/21)	10.6	34.7
1982	783.9	646.1	435.9	373.3	30 (9/30~10/29)	8.24	76.0
1983	954.5	866.6	572.8	522.0	18 (4/26~5/13)	10.5	86.0
1984	926.4	799.5	525.6	442.0	28 (4/5~5/2)	8.29	119.2
1985	799.1	675.3	466.0	391.5	19 (9/23~10/11)	6.21	65.1
1986	597.8	468.0	361.9	274.0	36 (9/11~10/16)	6.15	53.1

注：1) 灌漑期間は4月~10月

2) 連続干天日数は5.0mm/日以下の雨を対象とする。(5/30~6/25)は月日を示す。

表II-B-4 丹江ダムの月間最高水位及び最低水位表
(丹江清泉溝取水口)

(その1)

(単位: m)

年	1973				1974				1975				1976				1977			
	最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位	
月	生起日	数量																		
1	1	140.63	31	137.15	1	149.80	31	146.11	1	152.46	31	148.28	1	150.09	31	146.24	1	135.13	31	134.10
2	1	137.09	28	133.88	1	146.04	28	142.32	1	148.20	28	144.16	1	146.19	29	143.18	1	134.10	28	133.30
3	31	134.16	6	133.65	1	142.25	31	138.63	1	144.08	31	138.92	1	143.24	31	140.33	31	134.14	17	133.22
4	30	138.61	1	134.19	1	138.57	30	136.79	1	138.83	20	134.94	1	140.28	29	136.96	30	137.38	1	134.14
5	16	143.36	1	139.00	26	144.00	6	136.10	25	138.82	1	137.06	10	138.02	19	137.24	6	138.46	7	137.16
6	24	144.29	17	141.32	1	143.89	30	141.55	30	138.86	25	136.65	7	140.59	1	137.97	2	137.88	26	133.94
7	31	147.17	1	143.83	14	144.11	6	141.32	16	147.51	3	138.83	1	139.97	18	138.11	31	141.99	7	134.10
8	7	149.97	1	147.28	20	147.87	1	142.77	15	150.80	6	145.79	31	141.28	25	135.00	17	143.45	1	141.99
9	30	153.62	5	147.57	22	156.77	6	146.88	30	155.23	7	148.45	9	143.17	30	140.70	1	142.37	30	137.80
10	19	156.55	1	153.64	21	157.50	1	156.65	18	156.78	25	155.08	17	141.91	7	139.64	1	137.72	30	134.46
11	1	156.13	30	153.87	1	157.50	30	155.74	1	156.57	30	154.78	1	141.44	30	139.58	21	136.16	1	134.52
12	1	153.81	31	149.85	1	155.72	31	152.46	1	154.72	31	150.16	1	139.51	31	135.19	1	135.86	31	133.49

(単位: m)

丹江ダムの月間最高水位及び最低水位表

(その2)

年 月	1978				1979				1980				1981				1982					
	最高水位		最低水位																			
	生起日	数量																				
1	1	133.49	31	132.68	1	133.74	31	132.33	1	145.67	1	143.95	31	143.95	1	152.14	31	150.06	1	150.59	31	148.40
2	1	132.68	28	132.09	1	132.21	25	131.75	1	143.95	1	143.08	21	143.08	1	150.86	28	149.30	1	148.36	28	146.14
3	24	132.13	9	131.92	22	132.15	31	131.73	26	143.16	21	143.07	21	143.07	1	149.29	28	145.87	1	146.13	28	144.19
4	12	133.01	1	132.12	30	131.93	15	131.08	8	142.53	30	142.55	30	142.55	24	147.78	17	146.12	6	144.93	30	143.96
5	20	133.26	4	132.41	30	135.92	1	131.92	1	142.53	23	141.02	23	141.02	1	146.78	31	142.50	2	144.13	28	142.21
6	9	134.84	1	133.25	9	136.69	30	135.70	28	149.99	1	142.32	1	142.32	1	142.48	24	138.30	1	142.46	30	137.45
7	31	146.68	1	133.97	31	147.24	6	135.50	5	150.23	31	147.17	31	147.17	18	148.24	4	139.65	31	137.67	12	135.37
8	1	146.70	31	143.13	8	148.96	1	147.24	30	152.06	22	149.61	24	149.61	24	151.11	11	145.81	26	150.66	7	148.87
9	1	143.13	30	139.36	25	156.22	1	148.06	20	153.44	6	150.28	19	151.15	8	151.15	8	150.02	30	151.92	6	149.41
10	1	139.36	31	136.84	3	156.29	31	154.11	17	153.79	9	152.83	25	152.86	1	152.86	1	150.74	6	153.76	1	151.98
11	1	136.84	30	135.26	1	154.10	30	151.03	1	153.79	21	152.99	13	152.96	30	152.96	30	152.69	1	152.83	30	152.02
12	1	135.27	31	133.75	1	151.01	31	148.67	1	153.26	31	152.17	1	152.48	1	152.48	31	150.60	1	152.03	31	150.56

(その3)

丹江ダムの月間最高水位及び最低水位表

(単位: m)

年 月	1983				1984				1985				1986				1987			
	最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位		最高水位		最低水位	
	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量	生起日	数量
1	1	150.51	31	147.75	1	151.70	31	148.63	1	152.86	31	149.14	1	148.60	31	145.60	1	142.64	31	140.64
2	1	144.73	28	144.73	1	148.58	29	145.66	1	149.11	38	147.40	1	145.59	28	143.05	1	140.58	28	138.46
3	1	144.73	31	142.29	1	145.62	31	141.95	1	147.37	31	145.74	1	143.02	31	142.07	1	138.45	31	136.77
4	30	144.24	13	141.47	1	141.92	30	140.96	1	145.74	25	144.51	1	142.05	28	140.47	30	138.96	2	136.73
5	31	145.75	14~16	142.84	31	141.75	11	140.91	28	149.99	3	143.70	31	141.44	20	139.65	31	142.59	1	139.03
6	28	148.40	12	145.45	30	145.14	8	141.37	1	149.56	30	145.40	19	143.64	1	141.47	30	149.36	1	142.76
7	24	151.69	6	146.89	28	147.32	1	145.18	20	145.38	13	144.49	14	144.55	2	143.27	23	151.65	19	149.20
8	2	152.50	14	149.02	15	148.77	28	147.52	1	144.72	31	141.67	1	143.39	31	139.93				
9	30	153.38	1	149.87	6	148.16	28	147.21	25	149.76	12	141.05	21	143.06	9	139.27				
10	7	156.87	1	153.36	19	153.78	2	151.53	31	152.19	13	149.21	1	142.54	19	141.15				
11	7	153.80	30	153.44	1	153.37	12	152.71	3	152.29	30	151.31	1	142.20	30	141.25				
12	1	153.45	31	151.73	1	152.83	31	151.88	1	151.33	31	148.60	1	141.26	31	139.67				

表 II - B - 5 清泉溝取水施設自然取水不能日数及び
河南省送水路自然流下不能日数

年	清泉溝取水施設自然取水不能の期間					河南省送水路自然流下不能の期間									
	年間(1月~12月)		灌漑期間(4月~10月)			年間(1月~12月)		灌漑期間(4月~10月)							
	期 間 (月/日~月/日)	日 数	期 間 (月/日~月/日)	日 数	期 間 (月/日~月/日)	日 数	期 間 (月/日~月/日)	日 数	期 間 (月/日~月/日)	日 数					
1973	1/1~5/15	135	4/1~5/15	45	1/6~5/4	119	4/1~5/4	34							
1974	2/23~5/23	90	4/1~5/23	53	3/20~5/16	58	4/1~5/16	46							
1975	3/7~7/9	125	4/1~7/9	100	3/24~7/5	104	4/1~7/5	96							
1976	3/2~9/8	191	4/1~9/8	161	4/1~6/6	67	4/1~6/6	67	4/1~6/6	67					
	9/10~12/31	113		304		9/10~10/31		52		213	7/1~8/30	61	167	7/1~8/30	61
	-	-		-		-		-		11/23~12/31	39	-	-	-	
1977	1/1~8/13	225	4/1~8/13	135	1/1~7/25	206	313	4/1~7/25	116	162					
	8/21~12/31	133		358		207		9/16~12/31	107		9/16~10/31	46			
1978	1/1~7/20	201	4/1~7/20	111	1/1~7/14	195	293	4/1~7/14	105	142					
	9/1~12/31	122		323		172		9/25~12/31	98		9/25~10/31	37			
1979	1/1~7/22	203	4/1~7/22	113	1/1~7/15	196	4/1~7/15	106							
1980	4/20~6/3	45	4/20~6/3	45	-	0	-	0							
1981	5/28~7/10	44	5/28~7/10	44	6/15~7/5	21	6/15~7/5	21							
1982	5/16~8/3	80	5/16~8/3	80	6/16~8/1	47	6/16~8/1	47							
1983	3/23~4/23	32	4/1~4/23	23	-	0	-	0	-	0					
	5/12~5/18	7		39		30		5/12~5/18		7					
1984	3/23~6/18	88	4/1~6/18	79	-	0	-	0							
1985	8/18~9/15	29	8/18~9/15	29	-	0	-	0							
1986	3/6~6/14	101	4/1~6/14	75	5/12~5/22	11	32	5/12~5/22	11	25					
	8/3~9/10	39		251		164		8/29~9/11	14		8/29~9/11	14			
	9/12~12/31	111		9/12~10/31		50		12/25~12/31	7		-	-			
1987	1/1~6/2	153	4/1~6/2	63	2/10~5/7	87	4/1~5/7	37							

注: 1) 清泉溝取水施設自然取水不能の期間 : 取水口敷高 EL. 143.00m以下の期間

2) 河南省送水路自然取水不能の期間 : 送水路底高 EL. 140.00m以下の期間

表II-B-6 各項目別の確率水文量

(その1)

頻 率 (%)	確 率 年 (非超過確率)	雨 量 (mm)		有 効 雨 量 (mm)	
		年 間	灌漑期間	年 間	灌漑期間
50	1/2	816.9	660.3	483.9	391.1
75	1/4	693.8	532.1	426.8	330.2
80	1/5	660.6	499.0	411.0	313.8
85	1/6.7	627.3	465.9	395.1	297.4
90	1/10	594.1	432.9	379.2	280.9
95	1/20	538.9	381.0	353.4	254.2
97	1/33.3	505.7	348.2	336.7	237.8
99	1/100	444.7	292.9	306.7	208.2
99.9	1/1000	355.1	213.1	259.3	164.8

注： 頻率 P (%) < 50% のとき、確率年 $T=1/(1-P)$ (非超過確率)

(その2)

頻 率 %	確 率 年 (超過確率)	灌漑期間 連続干天日数	年最大日雨量 (mm)
50	1/2	28.1	68.0
25	1/4	34.0	88.1
20	1/5	36.1	95.8
15	1/6.7	38.2	103.5
10	1/10	40.3	111.1
5	1/20	44.6	127.1
3	1/33.3	47.4	138.4
1	1/100	53.6	161.8
0.1	1/1000	65.2	208.1

注： 頻率 P (%) < 50% のとき、確率年 $T=1/P$ (超過確率)

表II-B-7 各項目別の上位5位における発生確率(発生頻率)

項目	超過確率・ 非超過確率 の別	第1位			第2位			第3位			第4位			第5位		
		数量	年・月・日	発生頻率 (発生確率)	数量	年・月・日	発生頻率 (発生確率)									
年雨量	非	473.8	1966	98.2 (1/55.6)	520.7	1976	96.0 (1/25)	536.1	1978	95.0 (1/20)	597.8	1986	90.0 (1/10)	614.9	1981	87.9 (1/7.7)
灌溉期間 雨量	〃	386.4	1976	95.0 (1/20)	388.9	1966	93.8 (1/16.1)	392.5	1978	93.6 (1/15.6)	403.0	1981	93.0 (1/14.3)	448.7	1961	88.0 (1/8.3)
年有効雨量	〃	307.5	1976	99.0 (1/100)	352.5	1978	95.0 (1/20)	361.9	1986	92.8 (1/13.9)	388.7	1981	87.0 (1/7.7)	435.9	1982	72.0 (1/3.6)
灌溉期間 有効雨量	〃	222.2	1976	98.0 (1/50)	256.2	1981	95.0 (1/20)	260.7	1978	94.0 (1/16.7)	274.0	1986	92.0 (1/12.5)	333.1	1974	74.0 (1/3.8)
灌溉期間 連続干天日数	超	52	1968	1.4 (1/71.4)	41	1976	9.5 (1/10.5)	38	1979	15.0 (1/6.7)	36	1986	19.5 (1/5.1)	34	1981	26.0 (1/3.8)
年最大日雨量	〃	130.4	1970 5.28	4.3 (1/23.3)	121.7	1977 7.18	6.5 (1/15.4)	121.4	1072 6.21	6.8 (1/14.7)	119.2	1984 8.29	7.2 (1/13.9)	112.4	1975 8.6	9.5 (1/10.5)

注： 非：非超過確率、 超：超過確率の略。
 頻率 P (%) > 50% のとき、 確率 T=1/(1-P) 非超過確率、 P (%) < 50% のとき、 T=1/P (超過確率)



图 II-B-1 气象观测所位置图

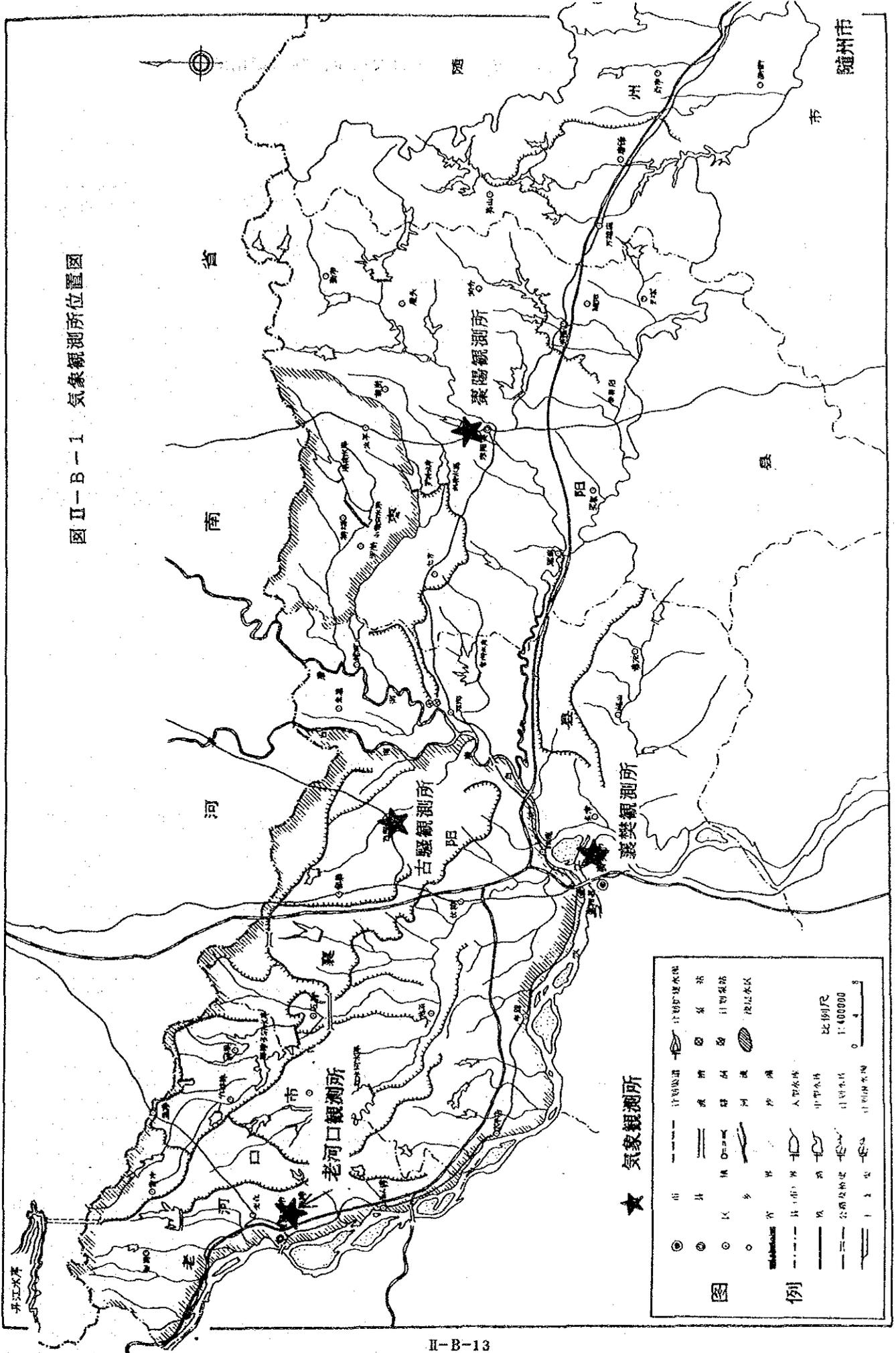
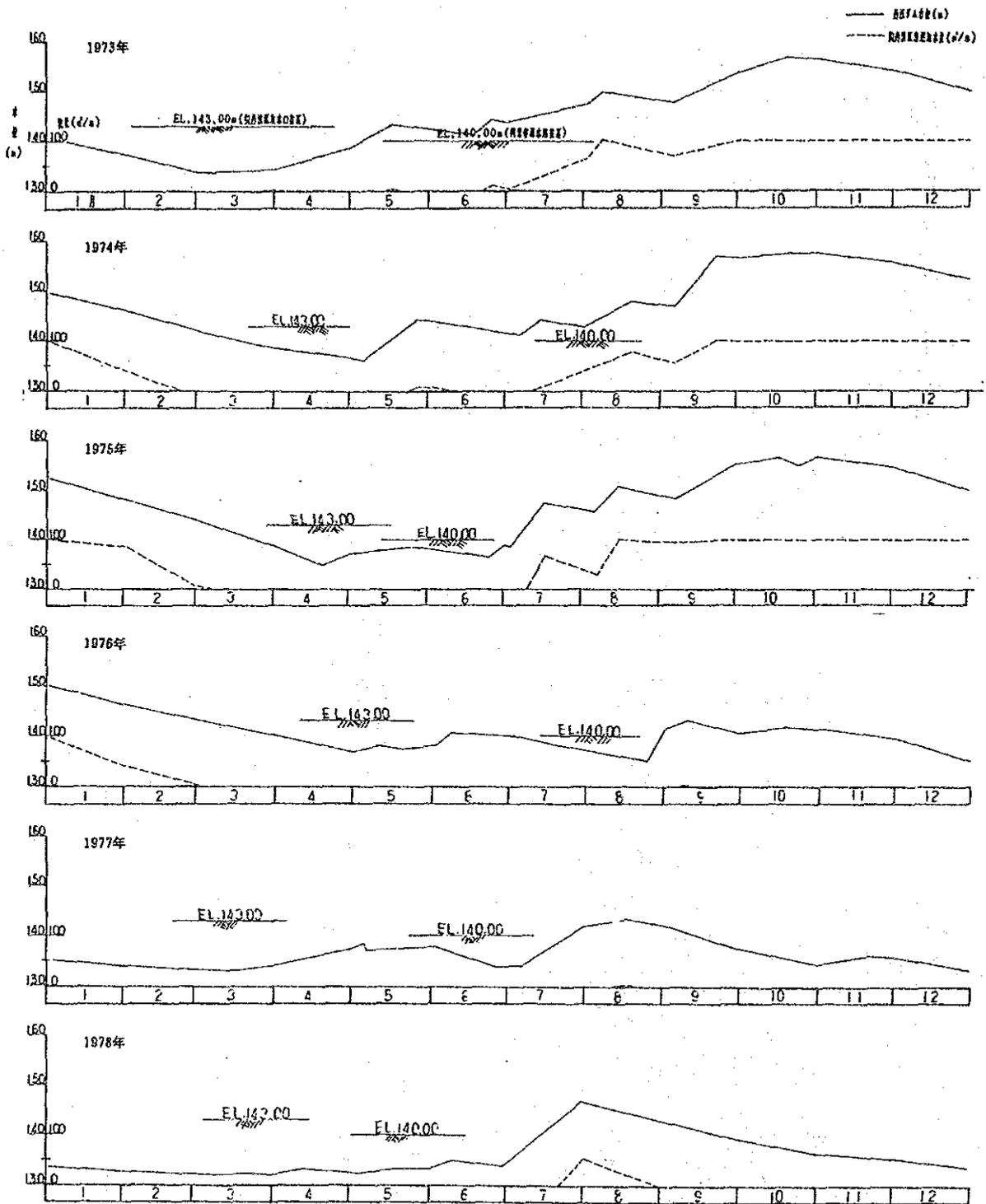
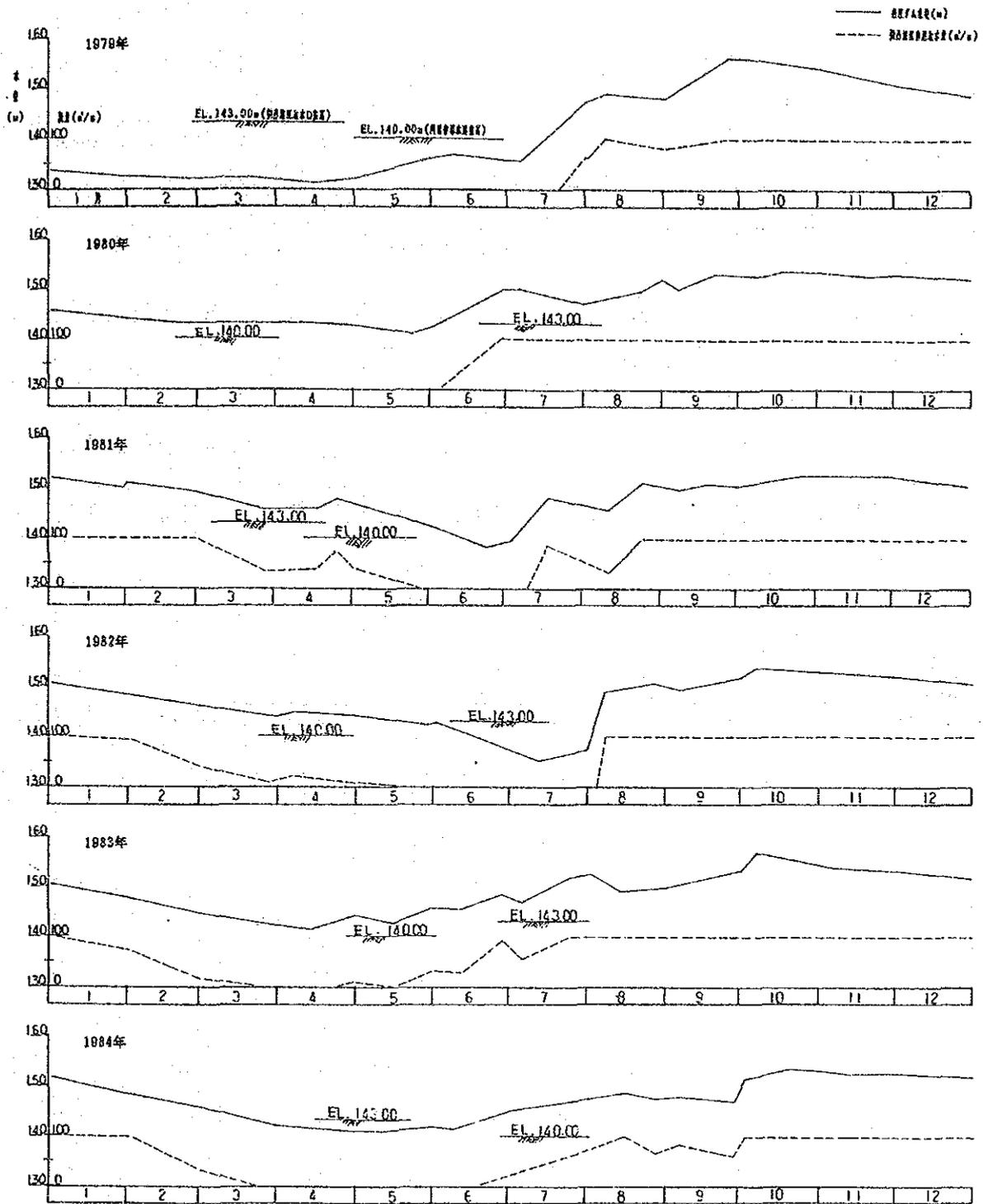
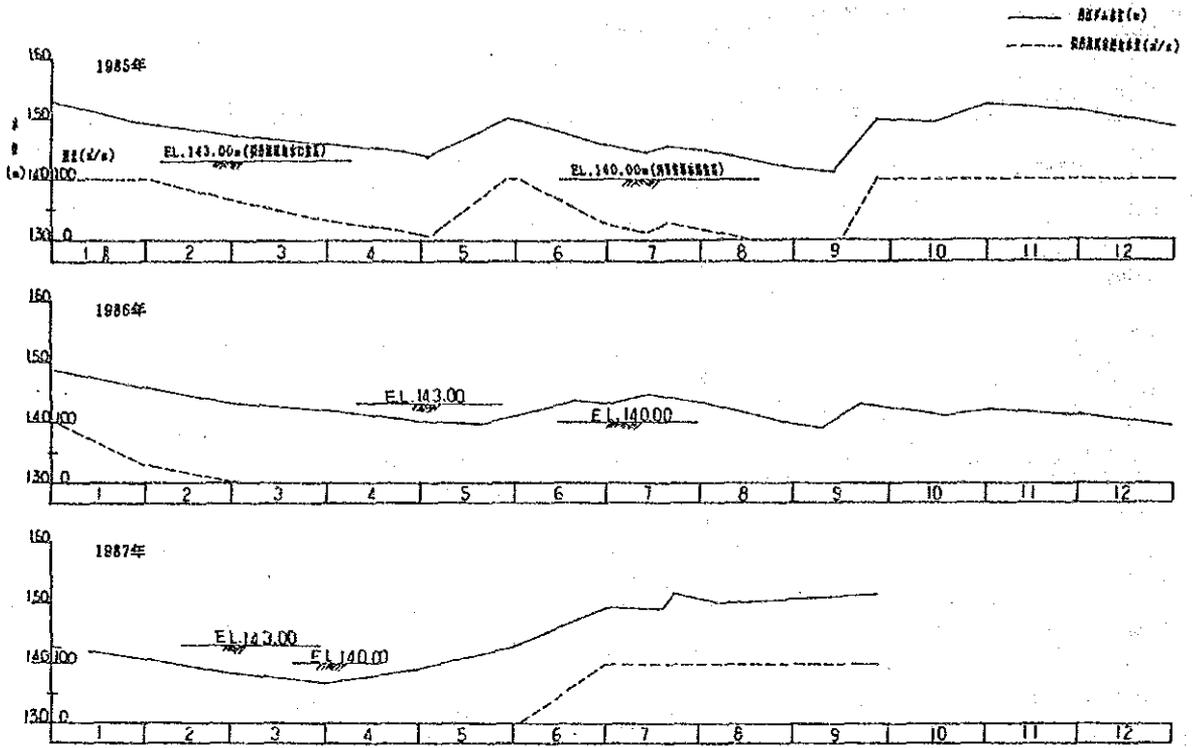


圖 II - B - 2 清泉灣取水水位經年變化圖







Pearson III型分布

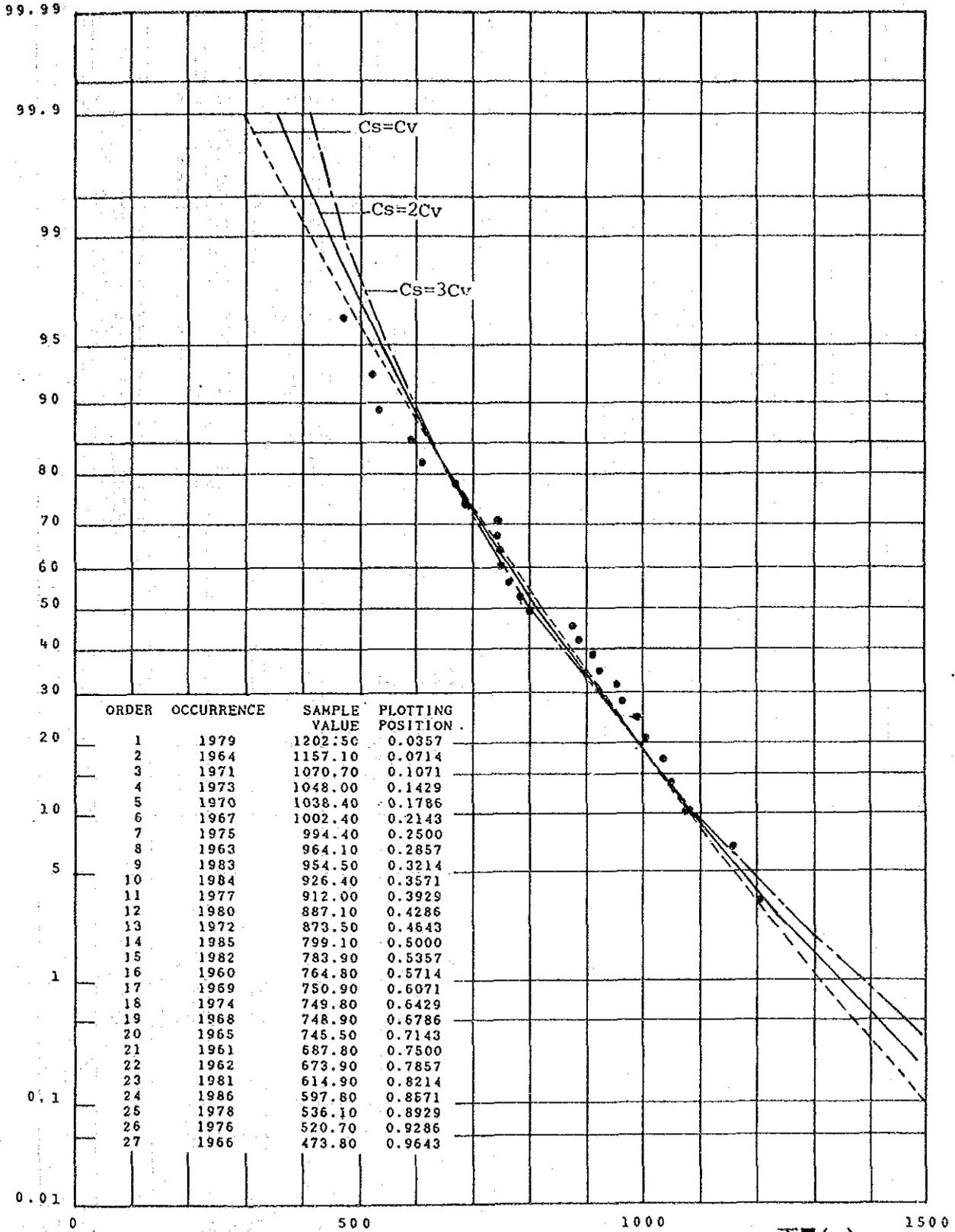
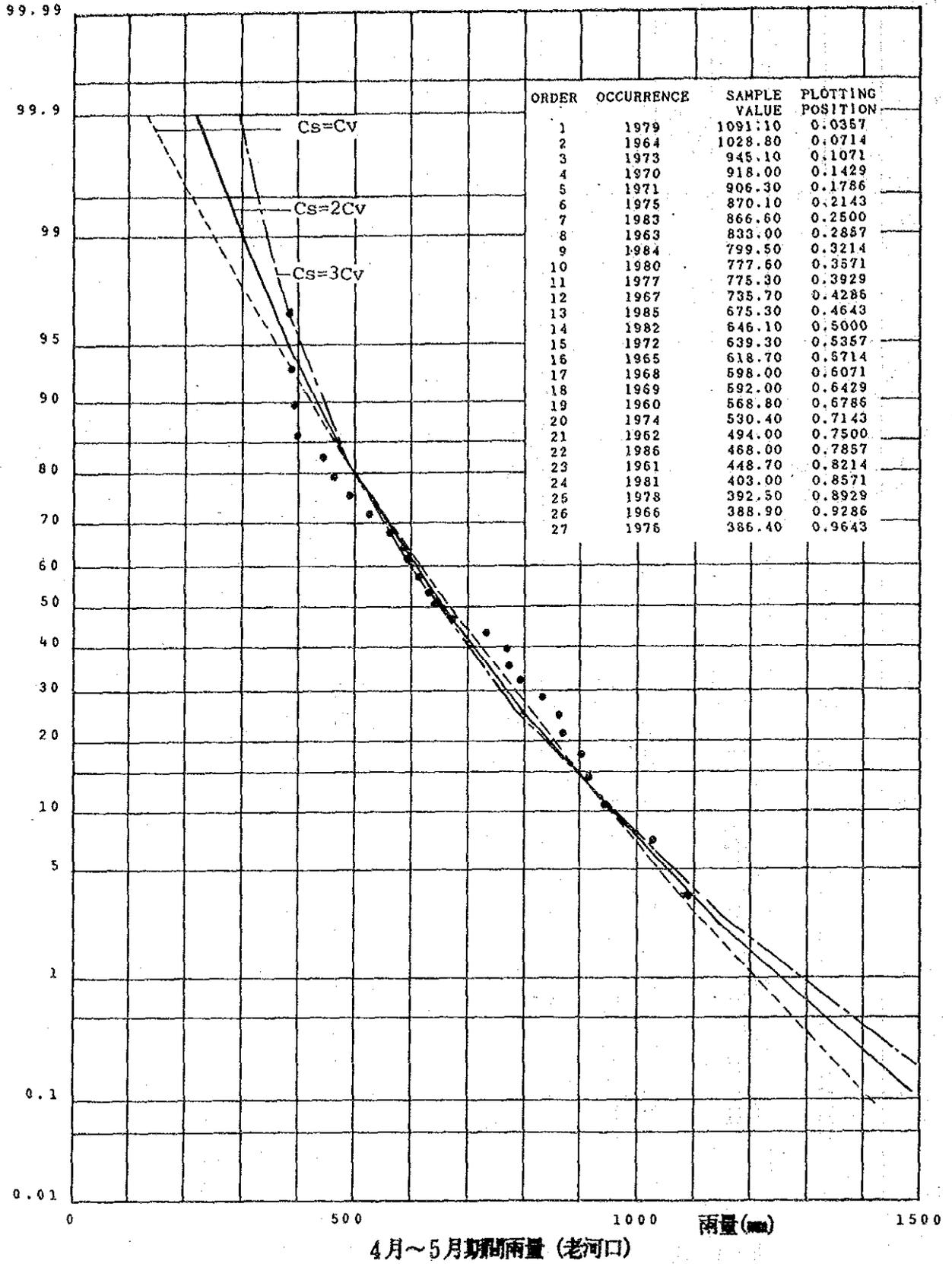
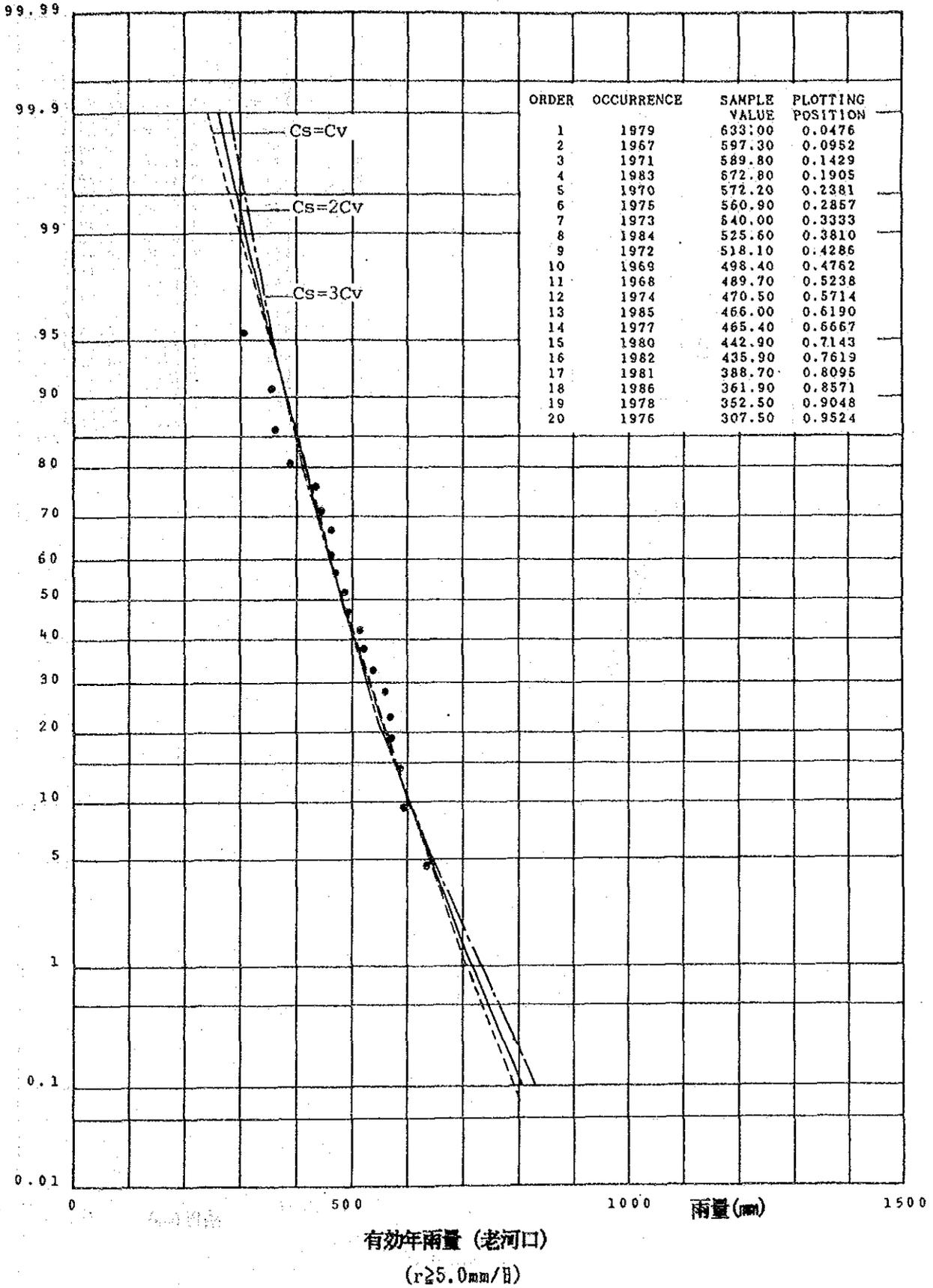


図-Ⅱ-B-3 ピアソンⅢ型曲線による確率計算図(1)
(年雨量(老河口))

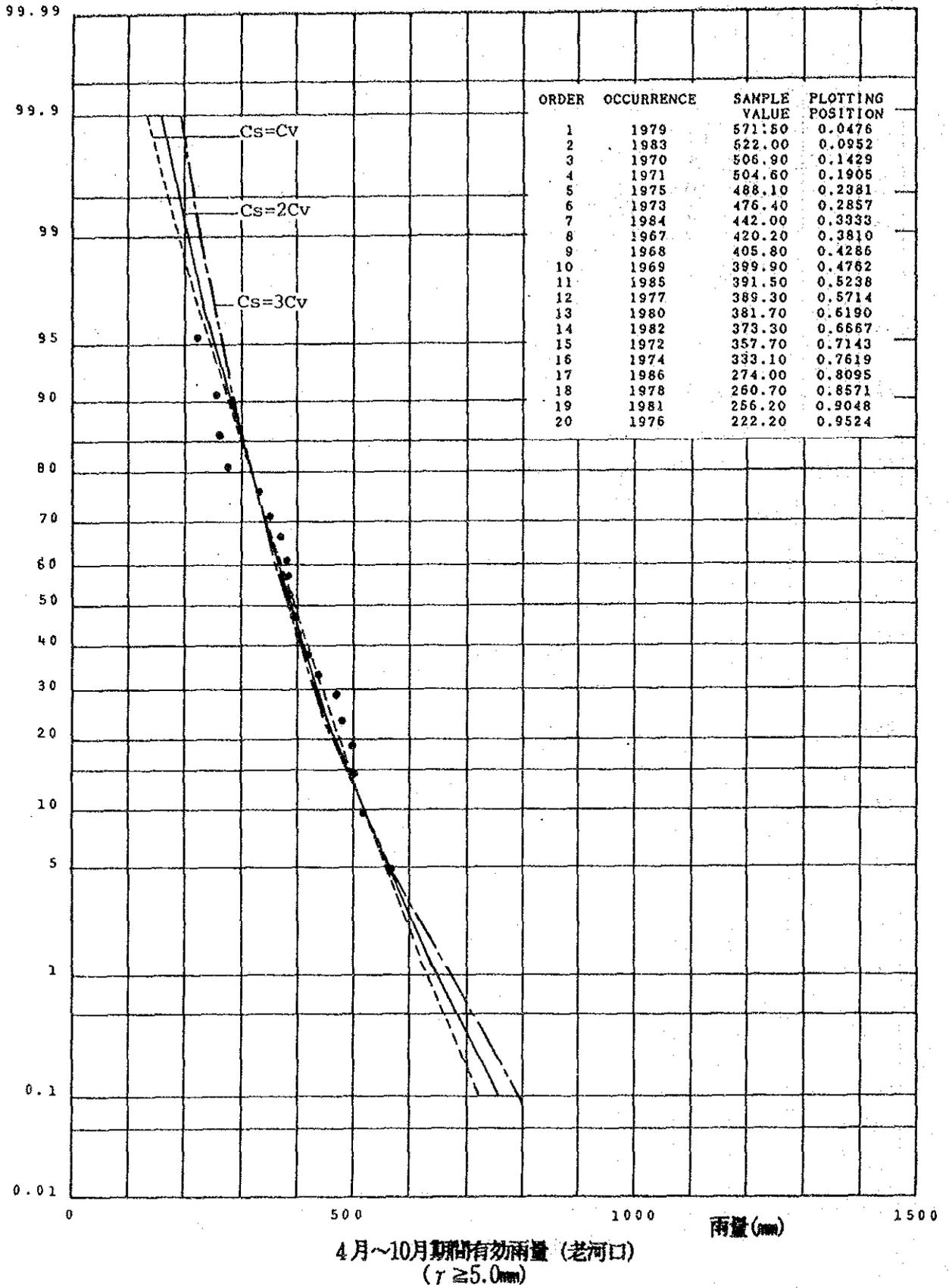
Pearson III型分布



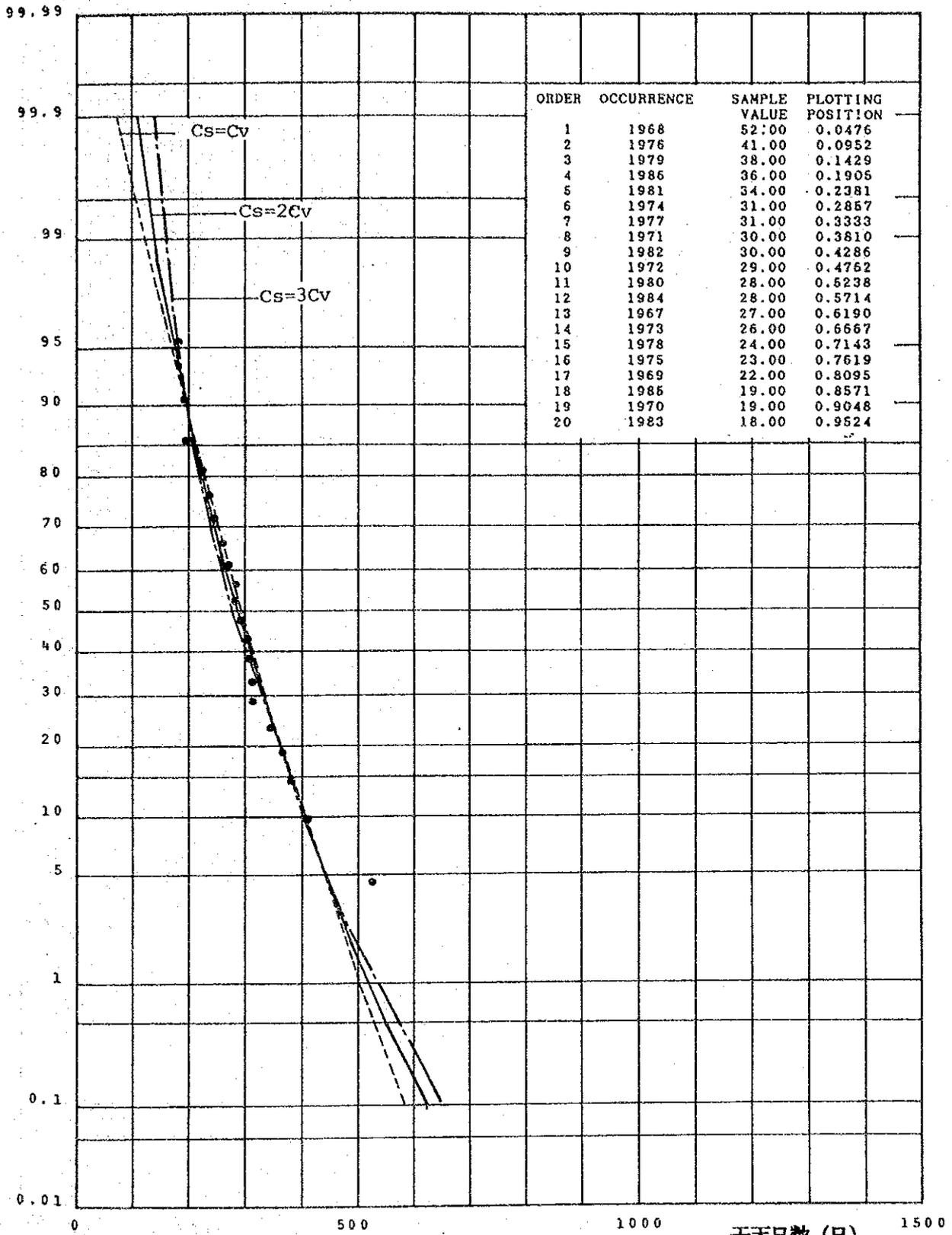
Pearson III型分布



Pearson III型分布

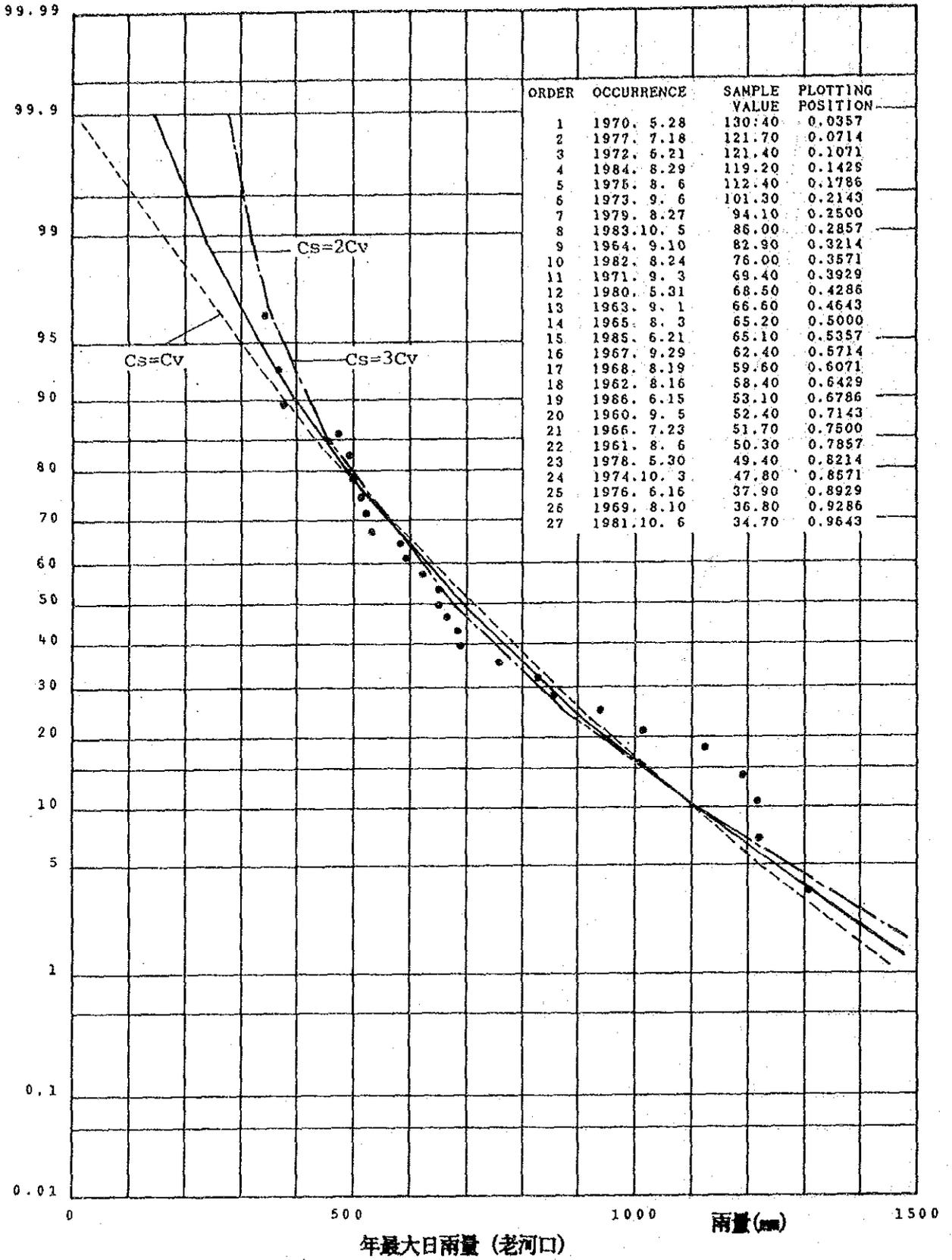


Pearson III型分布



4月~10月期間連続干天日数 (老河口)
(5.0mm/日 以下)

Pearson III型分布



C. 地質・土質

目 次

	頁
第1章 調査概要	II - C - 1
1.1 調査目的及び内容	II - C - 1
1.2 調査手順と方法	II - C - 2
第2章 調査地周辺の地形・地質	II - C - 4
2.1 地形	II - C - 4
2.2 地質	II - C - 4
第3章 調査結果	II - C - 7
3.1 地質構成	II - C - 7
3.2 清泉溝累層と古河累層の地質特性	II - C - 7
(1) 岩相	II - C - 7
(2) 風化状況	II - C - 8
3.3 残積層と洪積層の土質特性	II - C - 9
(1) 土相	II - C - 9
(2) N値	II - C - 9
(3) 物理特性	II - C - 9
(4) 強度特性	II - C - 10
(5) 膨張及び収縮特性	II - C - 11
3.4 地震	II - C - 11
第4章 土木地質的判断	II - C - 13
4.1 清泉溝累層と古河累層の岩盤分類	II - C - 13
4.2 洪積層と残積層の土質分類と土質定数	II - C - 14
4.3 揚水機場の支持地盤	II - C - 15
4.4 切土法面の安定	II - C - 16

4.5 掘削の難易	II - C - 16
4.6 今後の課題	II - C - 17

引用文献	II - C - 18
------------	-------------

表の目録

	頁
表II-C-1 調査項目と調査内容	II-C-19
表II-C-2 現地調査数量一覧表	II-C-19
表II-C-3 室内土質試験数量一覧表	II-C-20
表II-C-4 岩体の風化区分	II-C-21
表II-C-5 洪積層と残積層の物理特性一覧表	II-C-22
表II-C-6 洪積層と残積層の土質定数一覧表	II-C-23
表II-C-7 膨張収縮特性一覧表	II-C-24
表II-C-8 膨潤土の判定規準	II-C-24
表II-C-9 膨潤土の土木地質的分類	II-C-25
表II-C-10 膨潤土の等級区分	II-C-25
表II-C-11 地震震度区分規準	II-C-26
表II-C-12 中国水利電力部の岩石分級表	II-C-27
表II-C-13 岩盤分類一覧表	II-C-29
表II-C-14 各層の掘削方法一覧表	II-C-29
表II-C-15 土工上の土質分類	II-C-30
表II-C-16 岩盤の許容支持力	II-C-30
表II-C-17 全～強風化岩及び強破碎岩の法面勾配参考値	II-C-31
表II-C-18 弱風化の法面勾配参考値	II-C-32

図の目録

	頁
図 II - C - 1 作業の流れ図	II - C - 33
図 II - C - 2 地質調査位置図	II - C - 34
図 II - C - 3 清泉溝付近の地質図	II - C - 35
図 II - C - 4 調査地周辺の地質	II - C - 36
図 II - C - 5 ボーリング柱状図	II - C - 37
図 II - C - 6 地質推定断面図	II - C - 39
図 II - C - 7 清泉溝累層(石灰岩)上面分布等高線図	II - C - 41
図 II - C - 8 岩盤上面分布等高線図	II - C - 42
図 II - C - 9 強風化帯下限等高線図	II - C - 43
図 II - C - 10 洪積層及び残積層の土性図	II - C - 44
図 II - C - 11 清泉溝付近地区地震震度区分図	II - C - 45
図 II - C - 12 日本統一土質分類に基づく塑性図	II - C - 46
図 II - C - 13 中国水利電力部に基づく塑性図	II - C - 46
図 II - C - 14 特殊土分布	II - C - 46

第1章 調査概要

1.1 調査目的及び内容

清泉溝揚水機場は、丹渠進水閘の上流約320mに計画され、基礎地盤には石灰岩、礫岩等の基盤岩と洪積層が分布している。計画地における既存資料としては、中国側計画地(当計画地上流約90m)付近で実施された11本のボーリング調査結果があり、地層の変化が激しいことが判明している。今回の調査では清泉溝揚水機場の基礎地盤状況及び地質特性を把握し、機場の設計及び施工の資料とすることを目的としてボーリング調査を実施した。

調査年月日、調査担当者、調査項目及び内容等は、次のとおりである。

1) 現地調査年月日

自 1987年10月6日

至 1987年10月31日

2) 調査担当機関及び担当者

① 総括

日本側 稲垣喜弘

中国側 湖北省地質局水文地質大隊 陳国金

② ボーリング調査

湖北省地質局水文地質大隊 游維彬 他

襄樊市水利水電工程公司 徐能剛 他

③ 室内土質試験

JIS規格 稲垣喜弘 他

中国規格 湖北省地質実験研究所 張連生 他

3) 調査項目

- 地質構成
- 支持地盤の分布状況
- 未固結層の土質特性及び土質定数

- 基盤岩の地質特性及び岩盤分類
- 切土、盛土法面の安定
- 掘削の難易
- 地震

4) 調査内容

調査内容は、調査項目に基づき表Ⅱ-C-1のとおりとした。

これより調査内容をまとめると、次のとおりである。

- 既存資料の収集
- 地表踏査
- 機械ボーリング
- 標準貫入試験
- 不攪乱試料採取
- 室内土質試験

5) 調査数量

ボーリング調査位置は、既存ボーリングの11本から地質状況もある程度把握されているため、機場の計画中心線上の2箇所とした。

調査数量は、表Ⅱ-C-2及び表Ⅱ-C-3のとおりである。

1.2 調査手順と方法

1) 調査手順

調査手順は、図Ⅱ-C-1のとおりである。

2) 調査方法

① 既存資料の収集

清泉溝揚水機場計画地の地質区分、支持層分布等を記載した湖北省地質局製作の地質図(1:1000)、同ボーリング柱状図、同水圧試験結果を入手した。また、巻末の引用文献にまとめた既存資料を入手した。

② 現地踏査

調査地周辺の地表地質踏査を行い、地層の分布、層相、地質構造を把握し、既設法面等の安定状況についても調査した。

③ 調査位置の決定

設計専門家との協議を経て、測量専門家によって現地に調査位置を決定した。

(図II-C-2)

④ 機械ボーリング

機械ボーリングは日本から供与したYSO-1を用い、最低76mm孔径の掘削を行った。ボーリング深度は計画基礎面(標高125m)までもしくは新鮮岩を確認するまで行った。また、着岩後はオールコアボーリングとした。

⑤ 標準貫入試験

未固結層を対象にJISA1219に基づき実施した。

⑥ 不攪乱試料採取

洪積層を対象に、日本から供与したデニソン型サンプラーによって採取した。

⑦ 室内土質試験

ボーリング孔より採取した不攪乱試料及び標準貫入試験試料(攪乱試料)に対して行った。

試験方法は、中国と日本の規準を比較し、また湖北省地質実験研究所を視察した結果、物理及び直接せん断試験については大差ないと判断した。このため、不攪乱試料2試料は中国水利電力部土工試験規程によって前記研究所に依頼し、その他は襄樊市水利水電工程会社の協力を得て、日本から供与した試験器を用いJIS規格で実施した。なお、膨潤土試験については中国規準で前記研究所に依頼した。

第2章 調査地周辺の地形・地質

2.1 地形

引丹瀆区は、石台寺地区で述べた南陽盆地の南西に位置し、東を白河、西～南西を漢江、北西を朱連山に境された台地及び丘陵地である。地形勾配は巨視的には南東、すなわち襄樊市街地側になだらかに傾き、地形の起伏は老河口市でやや多く、丘陵地形を示し、襄陽県でやや少なく台地地形を示す。

地区内の主な河川は、黒水河、排子河、嵩北河及び馬張河等であり、これらは主に北西から南東に流れる。河川沿いには小谷地形が形成され、この地形を利用して、孟橋川ダム、紅水河ダム、西排子河ダム等の他、多くの溜池が作られている。

引丹瀆区の内、今回の調査対象地である清泉溝は、朱連山の河南省側のすその末端部に位置し、北に南陽盆地の一部である洪積台地、南に朱連山を配す。また、調査地の北西には丹江ダムがあり、当地は丹江ダムの湖尻にあたる。

洪積台地は、標高150m前後を示し、山のすその部及び一部に見られる残丘の縁辺部でやや高くなるため、ゆるやかな起伏を示す。

朱連山は、東西方向につらなる標高300m弱の低りょうな山嶺を呈す。

揚水機場の計画地は、朱連山をつらぬく水路トンネルの上流320mに計画されており、朱連山のすそのから台地面に移向した地点に当る。水路トンネルと丹江ダムとの連絡水路は既に掘削工事が完了し、現在掘削面を保護するために、水を滴し、大きな池となっている。

2.2 地質

1) 引丹瀆区の地質概要

引丹瀆区の大部分を占める丘陵地及び台地を形成する地質は、石台寺地区と同様に、第四紀上中更新世の洪積層からなり、粘性土を主体としている。また、漢江や白河沿いに発達する沖積面には、第四紀全新世の沖積層からなり、砂質土、砂礫、粘性土等が分布する。

一方、清泉溝付近の地質は、図II-C-3に示すとおりであり、朱連山の骨格を形成するオルドビス紀の石灰岩類、カンブリア紀の石灰岩類及び頁岩また一部では白亜

～第三紀の礫岩及び砂岩が分布し、台地部では、これらを洪積層及び沖積層が覆っている。

2) 揚水機場計画地付近の地質

揚水機場計画地付近の地質は、清泉溝累層[組]、古河累層[組]及び洪積層からなり、各層の分布は図II-C-4に示すとおりである。

揚水機場南側の山地は、清泉溝累層が主に分布し、表層部の所々では風化によって残積土となっている。また、古河累層は地表部では揚水機場計画地の西側900mに部分的に分布するのみであるが、台地面下に分布している。台地には洪積層が分布し、一部では人工的な盛土も見られる。

各層の岩相は次のとおりである。

① 清泉溝累層(O₁₋₂)

オルドビス系中統清泉溝累層泥質条帯灰岩と呼ばれ、約1cm間隔に1mm前後の頁岩を互層状に挟む石灰岩を主体としている。全体に科学的沈降によって形成させた石灰岩と考えられ、マイクライトを主体とし、化石類はほとんど産せず、内砕屑物やオーライトも少ない。頁岩層の多少は、各層準ではほぼ一定するが、深度方向では変化しほとんど挟まない所もある。

色調は暗灰～灰色を示し、頁岩部は黄褐灰色を示す。

鉱物は方解石を脈状、節理や溶解部の一部に産し、半透明～白色を示す。結晶は板状、菱面体、団塊状、鍾乳状等がある。

本層中には所々に層厚50cm前後の頁岩が挟在されてよく連続する。この頁岩は黄褐灰色を示し、1mm前後ではく離しやすい。また、所々に走向方向に褶曲運動に関係すると言われる擦痕が見られ、ノジュールも含む。

地質構造は、調査地の南方にE-W方向の背斜軸を持つ逆転褶曲構造上にあり、調査地付近では地層が逆転し、N70°W～EW方向の走向を示し、南に65～75°で傾いている。調査地付近だけを局部的に見るとほぼ単斜構造となっている。

節理は地層の走向と直交しほぼN10°E～NE方向で、傾斜は垂直か東もしくは西に75～85°を示し、地表部では1～2m間隔で発達している。

風化侵食は、石灰岩特有の溶食であり、その形状には2種類ある。1つは一般的な泥質条帯石灰岩において頁岩部にそって風化侵食が進み、走向方向に列をなした「石芽」と呼ばれる凹凸を形成するもので、1つは比較的均一な石灰岩に見られる不定形な溶食である。

② 古河累層(K-E)

白亜～第三系古河累層浅紅色礫岩と呼ばれ、古河累層の基底礫岩と考えられ、不整合関係でO₁₋₂層を覆う。

基質は淡橙灰色の泥質石灰岩であり硬く、礫と同程度の硬度をもつ所と、泥岩からなり、ややもろい所がある。礫は石灰岩の亜角礫～亜円礫であり、礫径は1～10cm程度のもが多いが、最大60cm程度のもも含む。

地質構造は、N75°W～EWの走向を示し、北に10～20°で傾斜している。

節理はN44°Wの走向で北に16°前後で傾くものが主体であり、地表面においては1～3m間隔で発達している。

風化は、硬質な基質の礫岩では、節理及び層理にそった礫状風化が地表部で見られる。

③ 残積層(Q^{el})

清泉溝累層の風化残積層であり、石灰岩の角礫を含む粘性土からなり、赤褐色を示す。掘削が容易であるため、部落や畑になっている。

④ 洪積層(Q₂^{al-pl})

第四紀上～中更新世のシルト質粘土と粘土からなり、赤褐色を示す。硬く、特に乾燥時には固結するが、膨潤性がある。

⑤ 盛土(B)

前述までの地層の掘削土からなる盛土。

第3章 調査結果

3.1 地質構成

ボーリング調査の結果は、柱状図にまとめ、図II-C-5に示し、既存資料を含め、地質推定断面図を作成した(図II-C-6参照)。

揚水機場計画地の地質は、下位より清泉溝累層、古河累層、残積層及び洪積層から構成されている。

古河累層と清泉溝累層は不整合関係を示し、不整合面はちょうど機場計画地の軸上に位置する。清泉溝累層は南からはり出した尾根状に分布し、東側における不整合面は最大29°と著しい傾きを示す(図II-C-7参照)。

また、これら基盤岩の分布上面の標高は、136~138mとほぼ一定であり、一部中国側計画機場付近で142m程度を示す(図II-C-8参照)。

残積層は基盤岩を層厚2m前後で覆い、さらに洪積層が層厚14m前後で残積層を覆っている。

清泉溝累層は石灰岩を主体とするが、一部に泥灰岩及び頁岩層を薄く挟む。古河累層は礫岩を主体とするが、一部に層厚1~3mの泥灰岩及び石灰岩質泥岩層を挟み、この分布から地質構造はEW走向で北に10°で傾くと考えられる。

3.2 清泉溝累層及び古河累層の地質特性

(1) 岩相

1) 清泉溝累層(O₁₋₂)

この層は、前述した泥質条帯石灰岩を主体とし、ボーリング「清-2」等で見られる様な泥灰岩を挟在する。岩相としての大きな変化はなく、所々に方解石の薄いveinが見られる。色調は、風化を受け、淡黄灰、淡茶灰及び淡橙灰色を示す。

2) 古河累層(K-E)

① 礫岩(K-E₁)

礫は、最大12cm程度の硬質歪円~角礫からなり、礫種は石灰岩である。基質は、ボーリング「清-1」では泥質石灰岩からなり、礫と同程度の硬さを示すが、ボーリング「清-2」では泥勝でやや軟かく軟岩程度の硬さを示す。これらの分布

は層準とも関係せず不明瞭であるが、現在掘削されている水路の掘削残土の状況及び工事状況の聞き取りによると、水路には硬質部が分布していたと考えられ、ボーリング「清-2」側で急激に層相が変化しているものと考えられる。

礫と基質の割合は、下位の層準ほど礫が主体となる。

② 泥灰岩及び石灰質泥岩(K-E₂)

石灰岩と類似するが、無層理で泥質分を含み、また一部には石灰岩の礫を含む。色調は、泥質分が少ない所で乳白色を示し、多い所では淡青灰色を示す。

(2) 風化状況

1) 風化の区分法

風化の区分方法は、中国水利水電部の「水利水電工程地質勘察規範」に基づく表II-C-4によって行った。

2) 調査地における風化状況と区分

① 清泉溝累層(O₁₋₂)

本調査ではあまり明確に確認できなかったが、泥質条帯石灰岩は既存資料から、ほとんどの所で「弱風化」もしくは「微風化」に区分される。また、泥灰岩はボーリング「清-2」によると石灰岩よりも強度的には劣るが、1mに近い棒状コアとして採取され「弱風化帯」に区分されると判断した。

② 古河累層(K-E)

ボーリング「清-1」においては、コアは短柱状～レキ状で採取されるがコア面は平坦で基質も硬く、鉱物の変質も見られない。ただし、棒状コアとならないことや、一部に残積層も挟むことから節理の発達が多く、所々に開口亀裂も発生していると考えられる。またハンマー音はにぶい。以上の状況から、「弱風化帯」と「強風化帯」の中間的な風化状況と判断した。

一方、ボーリング「清-2」においては、コアは全体にもろくレキ状で採取される所が多く、コア面も平坦にならない。つまり、基質部の風化が著しく変質し、ハンマー打撃音はなく容易に割れる。従って、主に「強風化帯」に区分されるものと判断した。これらの「強風化帯」の分布は、既存資料から調査地東

側で厚く、計画機場基礎の一部にまで広がっていると推定される(図II-C-9参照)。

3.3 残積層と洪積層の土質特性

(1) 土相

1) 残積層(Q₄^{el})

礫混り粘性土からなり、低含水比で硬い。

礫は最大5cm程度の硬質円~角礫で、礫種は石灰岩及び礫岩である。礫の混入量は所により異なる。

色調は、赤褐色を主体とするが、灰色、黒等の斑状を呈す。

2) 洪積層(Q₄^{al-pl})

シルト質粘土を主体とするが、所々シルト分に富み、一部でシルト層を挟在する。

全体に少量の鉄とマンガンの結核(φ0.2mm前後)を点在する。

全体に低含水比で硬く乾燥すると固結する。

色調は、淡黄褐を主体とし、所により淡茶灰色を呈す。

(2) N 値

残積層では1回のみ試験であるが、N=9を示した。

洪積層では6回の試験が行われ、ボーリング「清-1」ではN=18~21、ボーリング「清-2」ではN=9~11と両孔で異なった値を示した。これは後者がややシルト分を多く含んだ所で試験しており、層相の違いによるものと思われる。

(3) 物理特性(表II-C-5及び図II-C-10参照)

1) 残積層

本層の粒度分布は、1試料の結果であるがシルト分(0.05~0.005mm)が88%を占め、粘土分が29%とほとんど砂分を含まない。

自然含水比は、W=28.9%と低く、液性限界はW_L=48.5%、塑性限界W_P=19.4%と洪積層と近似した値を示す。

比重は、 $G_s=2.69$ と一般値を示した。

以上の様に、この層は洪積層と近似した物理特性を示すと判断される。

2) 洪積層

粒度分布はほぼシルト分が51~75%を占め、粘土分は19~26%でほとんど砂分を含まない。特にボーリング「清-2」の深度8m及び11m付近ではシルト分が80~89%と多い。

自然含水比は一部で $W=19\%$ を示すが、ほとんどで $W=25\sim 29\%$ となっている。

液性限界は $W_L=36.6\sim 55.3\%$ であり、塑性限界は $W_P=16.9\sim 25.1\%$ であるため、塑性指数は $I_P=15.2\sim 36.2\%$ となる。

比重は $G_s=2.68\sim 2.72$ と一般値を示し、一部有機物を含む所で $G_s=2.63$ とやや低い値となった。

湿潤密度は $\rho_t=1.94\sim 2.01\text{t/m}^3$ と一定で、粘性土としては高い値を示す。間隙比は湿潤密度が大きく、含水比が小さいことからわかる様に、硬く密になっているため $e=0.57\sim 0.79$ と低い値を示す。

飽和度は、 $S_r=91\sim 100\%$ と一部でやや低いが、ほぼ飽和状態にあることを示す。

(4) 強度特性

強度試験は洪積層の2試料に対し、直接せん断試験の非圧密非排水法によって行った。この結果は、図II-C-10の土性図に示した。

粘着力は、 $C_u=0.37\sim 0.84\text{kg/cm}^2$ 、せん断抵抗角は $\phi=20\sim 29^\circ$ とかなりバラツキを示した。これは、試料の違いによるもので、 $C=0.84\text{kg/cm}^2$ 、 $\phi=29^\circ$ を示す試料は $N=18$ を示す硬い所から採取し、 $C=0.37\text{kg/cm}^2$ 、 $\phi=20^\circ$ を示す試料はおそらく $N>9$ の所から採取しているためである。本層全体で見ると、 N 値も $N=9\sim 19$ でひらきがあり、ボーリング「清-1」側で硬い傾向を示し、強度のバラツキが多い地盤と考えられる。

(5) 膨張及び収縮特性

膨張及び収縮試験は、洪積層の2試料に対して行った。

試験法の原理及び各用語の説明は、石台寺地区の表 I -C-6 に示したので参照されたい。

試験結果は表 II -C-7 のとおりであり、また図 II -C-10 の土性図に示した。

以上の特性から、膨潤土(膨張土)であるか否かの判定を行う。

判定の方法は、1つは中国地質鉱産部土工試験規定に基づく表 II -C-8 による。

同表によると、 F_g は 40% を上まわりますが、 W_L 及び I_p は中間にあり、膨潤土であり、その程度が低いことを暗示した。

次に土木地質的観点から、分布地形、地質及び物理特性に基づき、膨潤土としての分類を表 II -C-9 によって行う。

洪積層は、構成台地に位置し、「灰褐、褐黄」に類する色調を呈し、 $W=25\sim29\%$ 、 $e=0.57\sim0.79$ 、 $W_L=36.6\sim55.3\%$ 及び $I_p=16.9\sim25.1$ であるため、二類に分類される。また、膨潤土としての評価は、「湖北膨潤土科研小組」の表 II -C-10 に基づいて行える。

類型は二類であり W_L 、 F_g は先に示したとおり、膨張力は $P_p=0.16\sim1.24\text{kg/cm}^2$ でひらきが大きいが、ほぼ「中等」の膨潤土に分類されると考えられる。したがって、建築物への影響は一部著しいが、ほとんどで軽～中等であると推定された。

3.4 地震

清泉溝付近の地震については、襄樊市と丹江ダムに地震計が設置され、観測されている。また、武漢地震大隊によって、湖北省地震危険区域及び地震烈度区域図が作成されている(図 II -C-11 参照)。

清泉溝付近の地質構造を巨視的に見ると、白亜～第三紀の沈降盆地となっており、いくつかの推定断層が考えられている。地震は、丹江ダムの完成後多くなったと言われるが、他地区に比べれば少ない。現在知られている過去の地震は、1959～1980年にマグニチュード 3～3.9 の弱震が清泉溝付近で発生している。

今後 100 年間に予想される地震の危険度を、マグニチュード[震級]と震度[烈度]で表わすと図 II -C-11 のとおりである。

清泉溝付近は、マグニチュード4.7~5(震度VI)、光化付近はマグニチュード5 $\frac{1}{2}$ ~5 $\frac{1}{2}$ (震度VII)である。なお、中国における震度階は、表II-C-11に示すとおりであり、改正メルカリ震度階と似ている。

第4章 土木地質的判断

4.1 清泉溝累層と古河累層の岩盤分類

清泉溝累層及び古河累層の土工上の岩盤分類を行う。

区分は計画揚水機場の施工に係わる部分を対象として、中国水利電力部の「水電工程概算指標」に基づく岩石分級表(表II-C-12参照)を用いた。

1) 清泉溝累層

清泉溝累層の石灰岩は、泥質条帯石灰岩と呼ばれる様に頁岩の薄層を挟む石灰岩である。同分類表における石灰岩は「ややもろく孔隙があり節理の多い石灰岩」、「泥灰質石灰岩」、「密実石灰岩」、「砂質石灰岩」、「硬質石灰岩」、「特に硬質な石灰岩」、「最も硬質な石灰岩」の7種に区分されており、泥質分を有すことから、また風化を受けていることから、岩石分類Ⅳの1「泥灰質石灰岩」に区分されると判断した。

2) 古河累層

古河累層の礫岩は、左岸側に分布する「軟岩」の強風化帯と、主に中央と右岸側に分布する「硬岩」の弱と強の中間の風化帯に区分される。同分類表における礫岩は、「基質の結合が不十分な礫岩」、「水成岩礫で石灰質の基質からなる礫岩」、「水成岩礫で基質が砂質の礫岩」、「火成岩礫で石灰質の基質からなる礫岩」に区分される。

強風化帯は、基質がかなりもろくなっているため、岩石分類Ⅴの6「腋結不緊的礫岩」に区分されると判断した。

弱～強風化帯は、礫が石灰岩であること、また基質も泥質石灰岩であることから、岩石分類Ⅶの1「水成岩卵石経石灰質腋結而成的礫岩」に区分されると判断した。以上、岩盤分類の結果をまとめると表II-C-13のとおりである。なお、各地質の分布については図II-C-6地質推定断面図等を参照されたい。

4.2 洪積層と残積層の土質分類と土質定数

1) 土質分類

① 土質試験に基づく分類

先に述べた土質試験結果に基づき、土質分類を行う。分類方法は日本統一土質分類法と、中国水利電力部の分類の2種類に基づいて行う。

① 日本統一土質分類

洪積層及び残積層共にほとんど砂分を含まないシルト質粘土であるため、塑性図によって区分できる。

各試験結果を塑性図に示すと図II-C-12のとおりであり、洪積層は「CL」もしくは「CH」に区分され、残積層は礫を含むため「CLg」に区分される。

② 中国水利電力部による区分

中国水利電力部における土質分類は、石台寺地区の表I-C-11に示す通りであり、やはり洪積層や残積層の様な粘性土については塑性図によって求める。

ただし、塑性図のA線は $I_p=0.66(W_L=20)$ とやや異なり、火山灰の区分はなく、特に塑性を高、中、低の3種に区分している点に注目される。試験結果を塑性図に示すと図II-C-13のとおりである。

以上より、洪積層は、「CI」もしくは「CH」に区分され、残積層は、「CI」に区分される。また洪積層は膨潤土であるが、塑性図上における一般的な膨潤土と比較すると図II-C-14のとおりであり、一般膨潤土の塑性と合うものと合わないものがある。

② 土工上の土質分類

洪積層及び残積層の土工上の土質分類を行う。分類法は、中国水利電力部の「水電工程概算指標」に基づく表II-C-15を用いて行う。

洪積層は、低含水比で湿潤密度[自然湿容量]が $\rho_t=1900\sim 2000\text{kg/m}^3$ を示す硬いシルト質粘土であるため、土質級別では「IV」の1「堅硬粘土」に区分されると判断した。

残積層は、低含水比で $N=10$ 程度を示し、硬質な礫混り粘土であり、土質級別では「IV」の2「礫質粘土」に区分されると判断した。

2) 土質定数

標準貫入試験、室内土質試験及び試料の肉眼観察により、各層の土質定数を表 II-C-6 の様に設定した。この表の内、残積層の強度は土質試験が行われていないため推定した。推定方法は本層が洪積層と類似した土質特性を示すことが物理特性により判明しているため、洪積層の強度特性と N 値の相関から求めた。具体的な方法は「石台寺地区の 4.3」に述べているので参照されたい。

4.3 揚水機場の支持地盤

揚水機場の基礎面は、標高 125m 程度に計画されている。したがって、基礎面に分布する可能性がある地層は、清泉溝累層の弱風化石灰岩、古河累層の弱～強風化礫岩及び強風化礫岩である。これらの分布は、図 II-C-6 の地質推定断面図等に示したとおりであり、弱～強風化礫岩が主体を占め、左岸側には強風化岩が分布し、石灰岩は右岸の一部に分布する可能性がある。これらの地層の強度特性は、岩石の硬度及び風化状況によって、一般に表 II-C-16 から目安を得ることができる。

弱風化石灰岩の許容支持力〔許容承载力〕は、同図によると硬質岩石の中等風化に区分され、 $[R]=150\sim 250\text{t/m}^2$ と推定される。弱～強風化礫岩の許容支持力は、硬質岩石の強風化と中等風化の中間に区分され、 $[R]=100\sim 150\text{t/m}^2$ と推定される。

一方、強風化礫岩は、基質が泥質で軟かく軟質岩石 ($q_u=200\text{kg/cm}^2$ 以下) に区分され、風化の程度は強風化となる。したがって、許容支持力は $[R]=20\sim 50\text{t/m}^2$ と推定される。

以上の様に、強風化礫岩は、低強度な地盤と考えられ、一般には弱風化石灰岩もしくは弱～強風化礫岩を支持地盤とすることが望ましい。これらの分布は図 II-C-9 の強風化下限等高線図に示したので参照されたい。

また、構造物の荷重が軽い場合には、強風化礫岩でも支持することが可能であるが、施工中の乱れによる強度低下に注意する必要がある、また実施に当っては圧縮変形を十分に把握する必要がある。

なお、地質構造上の観点から支持地盤を見ると、石灰岩と礫岩は不整合関係で接しており、脆弱な破碎帯をもつ断層が分布する可能性は少ないこと、石灰岩及び礫岩中の層理、節理等によるスベリ破壊は考えられないことから大きな問題はないと考えられる。

4.4 切土法面の安定

揚水機場付近の水路の計画底高は、揚水機場の上流で標高129m、下流で142.5mと考えられる。したがって水路法面に分布する地質は、上流側では下部8m程度が礫岩を主体とする岩盤で、この上部13m程度は洪積層の粘性土が主体を占める。また、下流側ではすべてこの粘性土が分布する。

礫岩等の岩盤の法面勾配は、一般値として表II-C-17及びII-C-18が参考となる。

この内弱～強風化岩は表II-C-18の堆積岩に区分され、のり面勾配1:0.5～0.75であればほぼ安定すると考えられる。また水位変動に伴う間隙水圧の上昇の問題は、ほぼ水中にあるため大きく影響しないと考えられる。

一方、左岸側に分布する強風化岩は、表II-C-17の全風化、強風化帯の堆積岩に区分され、法高20～40mであれば法面勾配1:1～1.25でほぼ安定すると考えられる。

現在の法面勾配は1:2.5～3.0で行われており、安定は十分に確保されていると考えられる。

洪積層の粘性土は、膨潤性があり、低水位時の乾燥収縮、高水位の吸水膨張による強度の低下が著しい。従って、一般的な法勾配規準は適用できない。調査地の既存水路である自流引水渠は法高13m程度で同様の粘性土からなっており参考となる。法面勾配は水中部で1:3、水上部で1:2.5となっており、植生工と石積みが行われている。

主に1:2.5で植生工となっている所は、一部で小規模な表層滑落があるが、全体に植生がよく活着しほぼ安定している。従って、水上では1:2.5の植生工でほぼ安定すると考えられる。ただ、植生工による保護が非常に重要であり、植生工が行われていない所では雨裂を生じている。

一方、水面下となる所は、1:2.5～3.0の法勾配で保護工は石張りとなっている。石張りは、張っていない所では表層滑落が生じているため、有効な保護工となっていると考えられる。現在の施工は先のとおりであり、安定は確保されると考えられる。

4.5 掘削の難易

施工の対象となる礫岩、石灰岩、洪積層の粘性土及び残積層の礫混り粘性土の掘削方法は、4.1及び4.2項で述べた岩盤分類及び土質分類から判定できる。

各層の区分と掘削方法をまとめると表II-C-14のとおりである。

4.6 今後の課題

- ① ボーリング調査は、既存ボーリング11本、本調査2本の計13本を実施したが、地質構造が急激に変化すること、揚水機場計画地が水中に没しているため直上で調査できなかったことから、十分に計画地の地質を把握できていない。特に、強風化礫岩の分布は機場建設に当って重要な問題であり、実施に際してはさらに直上で調査を行い、地質状況を確認する必要がある。
- ② 強風化礫岩を支持層とする場合には、許容支持力、乱すことによる強度低下、また圧縮変形等について把握しておくことが望ましい。
- ③ 洪積層の粘性土は膨潤土であり、のり面にあたえる影響等について、現場での実測等を行い把握しておくことが望ましい。

引用文献

- 1) 湖北省地質局、1:20万国际標準圖幅地質圖(清泉溝付近)
- 2) 中華人民共和国水利電力部、水利水電工程地質勘察規範、1979年3月
- 3) 中華人民共和国水利電力部、土工試驗規程 上冊、1980年
- 4) 中華人民共和国水利電力部、土工試驗規程 下冊、1981年12月
- 5) 中華人民共和国水利電力部、水電工程概算指標第一冊建築工程、1975年12月
- 6) 楊文遠他、工程地質学、1984年10月
- 7) 華東水利学院、水工設計手冊 第二卷、1984年2月
- 8) 工程地質手冊編写組、工程地質手冊、1982年9月
- 9) 武漢地震大隊、1:100万湖北省地震危險区域圖と地震裂度区域圖(清泉溝付近)

表II-C-1 調査項目と調査内容

調査項目	調査内容	得られる資料
地質構成	① 機械ボーリング ② 既存資料の収集 ③ 地表地質踏査	地質推定断面図 柱状図
支持地盤の分布状況	① 機械ボーリング ② 既存資料の収集	支持地盤分布図 許容支持力
未固結層の土質特性及び土質定数	① 標準貫入試験 ② 不攪乱試料採取 ③ 室内土質試験	N値、物理特性、強度特性、膨張・収縮特性、土質分類
基盤岩の地質特性及び岩盤分類	① 機械ボーリング ② 既存資料の収集 ③ 地表地質踏査	地質構造、風化状況、岩相、岩盤分類
切土・盛土法面の安定	① 地表踏査 ② 既存資料の収集 ③ 室内土質試験	安定法面勾配 法面保護工
掘削の難易	① 機械ボーリング ② 既存資料の収集 ③ 地表踏査	掘削工法 掘削上の問題点
地震	既存資料の収集	震度

表II-C-2 現地調査数量一覧表

ボーリングNo.	掘削延長(m)	標準貫入試験(回)	不攪乱試料採取(試料)
清 - 1	34.0	4	3
清 - 2	56.6	3	1
合計	90.6	7	4

表II-C-3 室内土質試験数量一覧表

試験項目	規格	数量(試料)		
		不攪乱	攪乱	合計
比重	JIS A 1202	2	6	8
	土-005-78	2	-	2
含水量	JIS A 1203	2	6	8
	土-003-78	2	-	2
粒度	JIS A 1204	2	6	8
	土-006-78	2	-	2
液性限界	JIS A 1205	2	6	8
	土-007a-78	2	-	2
塑性限界	JIS A 1206	2	6	8
	土-007a-78	2	-	2
直接せん断	土-019-79	2	-	2
自由膨張率	土-037-79	2	-	2
无荷載膨張量	土-038-79	2	-	2
有荷載膨張量	土-039-79	2	-	2
膨張力	土-040-79	2	-	2
収縮	土-042-79	2	-	2

表II-C-4 岩体の風化区分

特征 名称	颜色、光泽	岩石结构的变化及破碎情况	矿物成分的变化情况	物理力学特性的变化情况	锤击声	开挖方法
剧风化带	颜色已全改变, 光泽消失。	组织结构已完全破坏, 呈松散状或仅外观保持原岩状态, 用手可折断、捏碎	除石英晶粒外, 其余矿物大部分风化变质, 形成风化次生矿物。	浸水崩解, 与松散土的特性近似。	哑声	镐 锹
强风化带	颜色改变, 唯岩块断口中心尚保持原有颜色。	外观具原岩组织结构, 但裂隙发育, 岩体呈干砌块石状, 岩块上裂纹密布疏松易碎。	易风化矿物均已风化, 形成次生矿物, 但仍有部分保持原状矿物特征。	物理力学性质显著减弱, 具有某些半坚硬岩石的特征, 变形模量小, 承载强度低。	哑声	镐 风镐
弱风化带	表面和沿节理面大部变色, 断口仍保持新鲜岩石特点。	组织结构完好, 但风化裂隙发育, 裂隙面风化剧烈, 裂隙间有碎屑或泥质充填。	沿节理裂隙出现次生风化矿物	物理力学性质减弱, 岩体的软化系数与承载强度变小, 变形模量仅及新鲜岩石的2/3~1/3。	发声不够清脆	爆破为主
微风化带	沿节理面略有变色	组织结构未变, 除构造节理外, 一般风化裂隙不易发觉。	矿物组织未变, 仅沿节理面有时有泥质薄膜或铁锰质渲染。	物理性质几乎不变, 力学强度略有减弱。	发声清脆	爆破

表II-C-5 洪積層と残積層の物理特性一覧表

地層区分	粒度(%)						自然含水比 W(%)	液性限界 W _L (%)	塑性限界 W _p (%)	塑性指数 Ip(%)	比重 G _s	湿潤密度 γ _t (t/m ³)	間隙比 e	飽和度 Sr(%)
	<0.002mm	粘土 0.005~ 0.002mm	シルト 0.05~ 0.005mm	砂		細砂 0.1~ 0.05mm								
				微砂 0.1~ 0.05mm	粗砂 0.1~ 0.1mm									
洪積層	10~26 (一部4)	8~19	51~72 (一部80~89)	0~7 (一部16)	0~5	0~5	25.3~28.9 (一部19)	36.6~55.3 (一部61.3)	16.9~25.1	15.5~36.2	2.68~2.72 (一部2.63)	1.94~2.01	0.57~0.79	91~100
残積層	19	10	88	2	0	0	28.9	48.5	19.4	29.1	2.69	-	-	-

表II - C - 6 洪積層と残積層の土質定数一覧表

地層名	層厚 (m)	土質分類		自然含水 比 W (%)	湿潤密度 ρ_t (g/m^3)	N値	粘着力 Cu (kg/cm^2)	せん断 抵抗角 ϕ_u ($^\circ$)	自由 膨張率 F _s (%)	0.5kg/cm ² 載荷膨張 量 V _{HP} (%)	膨張力 P _p (kg/cm^2)	線縮率 e _{sl} (%)	膨潤性 の程度
		日本統一 土質分類	中国水利 電力部										
洪積層	14.2	CL-CH	CI-CH	25~29	1.9~2.0	9~21	0.37~0.84	20~29	55~62	0.038 ~0.090	0.16~1.24	3.89~4.21	低
残積層	1.6~2.8	CLg	CH	29	洪積層と 同程度	10	* 0.46	* 29	—	—	—	—	—

* 推定値

表II-C-7 膨張収縮特性一覧表

地層名	洪積層	地層名	洪積層
液性限界 W_L (%)	36.6~55.3	0.5 kg/cm ² 載荷膨張率 V_{Ha} (%)	0
塑性指数 I_p	16.9~25.1	体縮 e_s (%)	11.6~18.1
自由膨張率 F_s (%)	55~62	線縮率 e_{sl} (%)	3.89~4.21
膨張力 P_p (kg/cm ²)	0.16~1.24	収縮係数 C_{sl}	0.316~0.370
0.5 kg/cm ² 載荷膨張量 V_{Hp} (%)	0.038~0.090	縮限 W'_s (%)	12.8~15.9

表II-C-8 膨潤土の判定規準

土名	液限 w_L (%)	自由膨張率 F_s (%)	塑性指数 I_p
胀縮土	>40	>40	>20

表 II - C - 9 膨潤土の土木地質的分類

类别	地貌	地层	岩性	矿物成分	物理指标				分布的典型地区
					w	e	w _r	I _p	
一类	分布在盆地的边缘与丘陵地	晚第三纪至第四纪湖相沉积及第四纪风化层	以灰白、灰绿等杂色粘土为主（包括半成岩的岩石）裂隙特别发育，常有光滑面或擦痕	以蒙脱石为主	20~39	0.6~1.1	45~90	21~48	云南蒙自、鸡街，广西宁明，河北邯郸，河南平顶山，湖北襄樊
二类	分布在河流的阶地	第四纪冲积、冲洪积、坡洪积层（包括少量冰水沉积）	以灰褐、褐黄、红、黄色粘土为主，裂隙很发育，有光滑面与擦痕	以伊利石为主	18~23	0.6~0.8	36~54	18~30	安徽合肥，四川成都，湖北枝江、郧县，山东临沂
三类	分布在岩溶地区准平原谷地	碳酸盐类岩石的残积、坡积及其洪积物	以红棕、棕黄色高塑性粘土为主，裂隙发育，有光滑面与擦痕		27~38	0.9~1.4	60~110	20~45	广西贵县、来宾武宣

注：矿物成分分析采用粘土颗粒粒径小于 2 μ 的试样。

表 II - C - 10 膨潤土の等級区分

类型	划分标准		分 级		
			低 的	中 等 的	强 的
一类和二类	判别指标	液限 w _L (%)	40~43	43~57	>57
		自由膨胀率 F _s (%)	40~50	50~60	>60
	参考判别方法	膨胀力 P _p (公斤/厘米 ²)	0.20~0.35	0.35~0.65	>0.65
		建筑物损坏程度	轻微，少量中等	轻至中等，个别严重	中等至严重
		工程地质特征	河相堆积，竖向裂隙发育	河湖相堆积，竖向斜向裂隙发育	湖相沉积，斜交剪切裂隙发育，有浅层滑坡与地裂
三类	判别指标	液限 w _L (%)	57~74	>74	浅层滑坡与地裂危害严重的房屋损坏严重
		自由膨胀率 F _s (%)	24~33	>33	
		膨胀力 P _p (公斤/厘米 ²)	0.05~0.35	>0.35	
	参考判别方法	建筑物损坏程度	轻微，少量中等	轻至中等，个别严重	
		工程地质特征	竖向裂隙发育	斜向斜交剪切裂隙发育，有浅层滑坡与地裂	

表 II - C - 11 地震震度区分标准

地震烈度	名称	地震加速度 (毫米/秒 ²) (a)	地震系数 (K _c)	地震情况	相应地震震级(M)
I	无感震	< 2.5	$< \frac{1}{4000}$	人不能感觉,只有仪器可以记录	0
II	微震	2.6~5.0	$\frac{1}{4000} \sim \frac{1}{2000}$	少数在休息中极宁静的人感觉,住在楼上者更容易	2
III	轻震	6~10	$\frac{1}{2000} \sim \frac{1}{1000}$	少数人感觉地动(如有轻车从旁经过),不能即刻断定地震,震动来自的方向继续时间,有时约略可定	3
IV	弱震	11~25	$\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{400}$	少数在室外的人和大多数在室内人都感觉,家具等物有些摇动,盘碗及窗户玻璃震动有声,屋梁天花板等格格地响,缸里的水或口中的液体有些荡漾,个别情形下惊醒睡觉的人	3.5~4
V	次强震	26~50	$\frac{1}{400} \sim \frac{1}{200}$	差不多人人感觉,树木摇晃,如有风吹动,房屋及室内物体全部震动,并格格地响,悬吊物如帘子、灯笼、电灯等来回摇动,挂钟停摆和乱打,杯中水滴的溅出一些,窗户玻璃现出裂纹,睡的人被惊醒户外	4~4.5
VI	强震	51~100	$\frac{1}{200} \sim \frac{1}{100}$	人人感觉,大部惊骇跑到户外,缸里的水激烈地荡漾,墙上的挂图、架上的书都会落下来,碗碟酒杯打碎,家具移动位置或翻倒,墙上灰泥发生裂缝,坚固的庙宇房屋也不免有些地方掉落泥灰,不好的房屋受相当损坏,但还是轻的	4.5~5
VII	损害震	101~250	$\frac{1}{100} \sim \frac{1}{40}$	室内陈设物品和家具损伤甚大,庙里的风铃叮当地响,池塘腾起波浪并翻出淤泥,河岸河湾处有些崩滑,井泉水位改变,房屋有裂缝,灰泥及粉刷装饰大量脱落,烟囱破裂,骨架建筑物的隔墙也有损伤,不好的房屋严重地损伤	5~5.75
VIII	破坏震	251~500	$\frac{1}{40} \sim \frac{1}{20}$	树木发生摇摆,有时折断,重的家具物件移动很远或抛翻,纪念碑或像从座上扭转到倒下,建筑较坚固的房屋如庙宇也被损害,墙壁间起了缝或部份破坏,骨架建筑隔墙脱落,塔或工厂烟囱倒塌,建筑特好的烟囱顶部也遭破坏。陡坡或潮湿的地方发生小小的裂缝,有些地方涌出泥水	5.75~6.5
IX	毁坏震	501~1000	$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{10}$	坚固的建筑如庙宇等损伤颇重,一般砖砌房屋严重破坏,有相当数量的倒塌,而至不能再住。骨架建筑根基移动,骨架倾斜,地上裂缝颇多	6.5~7
X	大破坏震	1001~2500	$\frac{1}{10} \sim \frac{1}{4}$	大的庙宇,大的砖墙及骨架建筑连基础遭受破坏,坚固砖墙发生危险的裂缝,河堤、坝、桥梁、城垣均严重损伤,个别的被破坏,马路及柏油街道起了裂缝与皱纹,松散软湿之地开裂相当宽又深,且有局部崩滑,崖顶岩石有部分崩落,水边惊涛拍岸	7~7.75
XI	灾震	2501~5000	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$	砖砌建筑全部倒塌,大的庙宇及骨架建筑亦只部分保存,坚固的大桥破坏,桥柱崩裂,钢架弯曲(弹性大的木桥损害较轻),城墙开裂崩坏,路基堤坝断开,错离很远。钢轨弯曲且鼓起,地下输送管完全破坏,不能使用,地面开裂甚大,沟道纵横错乱,到处山滑山崩,地下水夹泥沙从地下涌出	7.75~8.5
XII	大灾震	5001~10000	$> \frac{1}{2}$	一切人工建筑物无不毁坏,物体抛掷空中,山川风景亦变异,范围广大。河流堵塞,造成瀑布,湖底升高,山崩地裂,水道改变等	8.5~8.9

(据中国科学院地球物理研究所)

Ⅲ、岩石分級表

岩石分类	岩石名称	实体土壤于自然湿度时之平均单位体积重量 (公斤/立方米)	净钻时间 (分/米)		开采方法及工具
			用直径30毫米合金钻头打穿孔工作气压为4.5	用直径25毫米钻头人工打穿孔	
V	1. 含有4公斤以下之煤质(30%以上)之页岩	2100			部分用镐、大锤、撬棍掘开部分用炸药开挖
	2. 褐煤	1200			
	3. 软煤	1300			
	4. 砂质土及软的白页岩	1550			
	5. 硬石灰岩的粘土	1950			
	6. 胶结不紧的砾岩	2200			
	7. 各种不坚实的页岩	2000	3.5以下	30以下	
	8. 石膏含巨石在30%以上时皆应归入第六类岩石中	2200			
VI	1. 凝灰岩及浮石	1100			部分用镐、大锤、撬棍掘开部分用炸药开挖
	2. 软的有孔隙的节理多的石灰岩及贝壳石灰岩	1200	4.0	45	
	3. 坚实的白垩	2800	(3.5~4.5)	(30~60)	
	4. 无烟煤	1500			
	5. 中等坚实的页岩	2700			
	6. 中等坚实的泥灰岩	2300			

续表

岩石分类	岩石名称	实体土壤于自然湿度时之平均单位体积重量 (公斤/立方米)	净钻时间 (分/米)		开采方法及工具
			用直径30毫米合金钻头打穿孔工作气压为4.5	用直径30毫米合金钻头打穿孔工作气压为4.5	
IV	1. 水成岩卵石经石灰质胶结而成的砾岩	2200			爆炸方法开挖大锤、撬棍、辅助
	2. 风化的节理多的粘土质砂岩	2200	5.0	78	
	3. 坚实的泥质页岩	2800	(4.5~7.0)	(60~95)	
	4. 坚实的泥灰岩	2500			
M	1. 角砾状的花岗岩	2300			爆炸方法开挖
	2. 泥灰质石灰岩	2300			
	3. 粘土质砂岩	2200	8.5	115	
	4. 云母页岩及砂质页岩	2300	(7.0~100)	(95~135)	
	5. 硬石膏		6.8	(5.7~7.7)	
R	1. 软的凤化的花岗岩片麻岩及正长岩	2500			爆炸方法开挖
	2. 滑石质的蛇纹岩	2400			
	3. 坚实的石灰岩	2500	11.5	157	
	4. 水成岩卵石经砂质胶结之砾岩	2500	(7.7~9.2)	(135~175)	
	5. 砂岩	2500	(10~13)	(135~175)	
	6. 菱铁矿	2700			
	7. 砂质石灰岩	2500			
	8. 菱铁矿	3000			

中国水利电力部的岩石分級表

(2/2)

续表

续表

岩石分类	岩石名称	实体土壤于自然湿度时之平均单位体积重量(公斤/立方米)	净钻时间(分/米)		开挖方法及工具
			用直径30毫米合金钻头打孔工作气压为4.5	用直径30毫米淬火钻头打孔工作气压为4.5	
Ⅴ	1. 中粒花岗岩	3100			爆炸法开挖
	2. 坚实的片麻岩	2800			
	3. 立平绿岩	2700	14.1	27.5	
	4. 玢岩	2500	(13.3~14.8)	(25~30)	
	5. 坚实的粗面岩	2300			
	6. 中粒正长岩	2800			
Ⅵ	1. 特别坚实的细粒花岗岩	3300			爆炸法开挖
	2. 花岗岩片麻岩	2900	15.5	32.5	
	3. 闪长岩	2900	(14.8~18.2)	(30~40)	
	4. 最坚实的石灰岩	3100			
	5. 坚实的玢岩	2700			
Ⅶ	1. 安山岩玄武岩坚实的角闪岩	3100			爆炸法开挖
	2. 最坚实的辉绿岩及闪长岩	2900	20	45	
	3. 坚实的辉长岩及石英岩	2800	(18.2~24)	(40~60)	
Ⅷ	1. 钙质长石质的及橄辉石质的玄武岩	3300			爆炸法开挖
	2. 特别坚实的辉长岩辉绿岩石英岩及玢岩	3000	24以上	60以上	

岩石分类	岩石名称	实体土壤于自然湿度时之平均单位体积重量(公斤/立方米)	净钻时间(分/米)		开挖方法及工具
			用直径30毫米合金钻头打孔工作气压为4.5	用直径30毫米淬火钻头打孔工作气压为4.5	
Ⅹ	1. 白云石	2700			爆炸法开挖
	2. 坚实的石灰岩	2700	10	15	
	3. 大理石				
	4. 石灰质胶结的坚实的砂岩	2600	(9.2~10.8)	(13~17)	
	5. 坚实的砂页岩	2600			
Ⅺ	1. 粗粒花岗岩	3300			爆炸法开挖
	2. 特别坚实的白云岩	2900			
	3. 蛇纹岩	2600	11.2	18.5	
	4. 火成岩卵石石灰质胶结的坚实的砂岩	2800	(10.8~11.5)	(17~20)	
	5. 石灰质胶结的坚实的砂岩	2700			
	6. 粗粒正长岩	2700			
Ⅻ	1. 有风化痕迹的安山岩与玄武岩	2700			爆炸法开挖
	2. 片麻岩	2600	12.2	22	
	3. 特别坚实的石灰岩	2900	(11.5~13.3)	(20~25)	
	4. 火成岩卵石石灰质胶结之砾岩	2900			
	5. 粗面岩	2600			

出典: 4)

表II-C-13 岩盤分類一覧表

地 質		岩石分類	岩石名称
清泉溝組弱風化石灰岩		VIII	1. 泥灰質石灰岩
古河組 礫岩	弱~強風化	VII	1. 水成岩卵石経石灰岩質 腋経而成的礫岩
	強風化	V	6. 腋結不緊的礫岩

表II-C-14 各層の掘削方法一覧表

地 質		岩盤及び土質分類	掘削方法
清泉溝組弱風化石灰岩		VIII	発 破
古河組 礫岩	弱~強風化	VII	発 破
	強風化	V	つるはし、大ハンマー、てこ 棒による人力又は発破
洪積層		IV	3本歯つるはし等人力
残積層		IV	〃

表II-C-15 土工上の土質分類

土质级别	土质名称	自然湿容重	外形特征	开挖方法
I	1. 沙土 2. 种植土	1650~1750 公斤/立方米	疏松粘着力差 或易透水略有粘性	用锹或略加脚 踩开挖
II	1. 壤土 2. 淤泥 3. 含壤种植土	1750~1850 公斤/立方米	开挖时能成块 并易打碎	用锹需用脚踩 开挖
III	1. 粘土 2. 干燥黄土 3. 干燥泥 4. 含少量砾石粘土	1800~1950 公斤/立方米	粘手看不见沙 粒或干硬	用镐三齿开挖 或用锹需用力加 脚踩开挖
IV	1. 坚硬粘土 2. 砾质粘土 3. 含卵石粘土	1900~2100 公斤/立方米	土壤结构坚硬 将土分裂后成块 状或含粘粒、砾 石较多	用镐三齿等工 具开挖

出典：4)

表II-C-16 岩盤の許容支持力

岩石类别	风化程度		
	强风化	中等风化	微风化
硬质岩石	50~100	150~250	≥400
软质岩石	20~50	70~120	150~200

注：对于微风化硬质岩石，其容许承载力如取用大于400吨/米²时应另行研究确定。

表II-C-17 全~強風化岩及び強破碎岩の法面勾配参考値

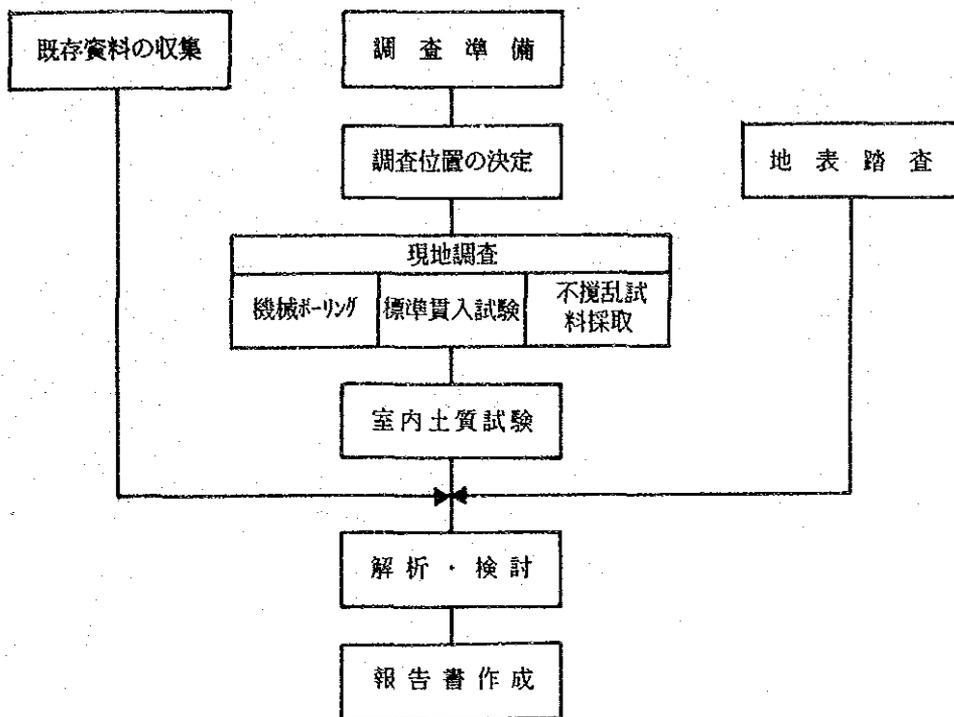
岩 石	不利結構面与边坡直交或内傾						不利結構面 与边坡平行 或外傾	
	全風化、強風化帯			強烈破碎新鮮岩石				
	坡高(米)	边 坡	边坡形态結構	坡高(米)	边 坡	边坡形态結構		
沉 積 岩	石灰岩(中厚层)	小于10	1:0.75	直 线 形	小于10	1:0.75	同表5-5-6	
		10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1		直 线 形
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1		二 级 以 上 阶 梯 形
	頁 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:1		直 线 形
		10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1		二 级 阶 梯 形
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1		二 级 以 上 阶 梯 形
	粉 细 砂 岩 及 凝 灰 质 砂 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:0.75		直 线 形
		10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1		二 级 阶 梯 形
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1		二 级 以 上 阶 梯 形
火 成 岩	侵 入 岩 花 岗 岩、閃 长 岩、 輝 长 岩	小于10	1:0.75	直 线 形	小于10	1:0.75	直 线 形	
		10~20	1:1	直 线 形	10~20	1:1	直 线 形	
		20~40	1:1	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1	二 级 以 上 阶 梯 形	
	花 岗 斑 岩、閃 长 玢 岩、 輝 绿 玢 岩、正 长 斑 岩、 煌 斑 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:0.75	直 线 形	
		10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1	二 级 以 上 阶 梯 形	
	噴 出 岩	流 纹 岩 安 山 岩	小于10	1:0.75	直 线 形	小于10	1:0.75	直 线 形
			10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1	二 级 阶 梯 形
			20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1	二 级 以 上 阶 梯 形
		凝 灰 岩 火 山 碎 屑 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:1	直 线 形
			10~20	1:1.25	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1	二 级 阶 梯 形
			20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形
变 质 岩	片 麻 岩、混 合 岩	小于10	1:0.75	直 线 形	小于10	1:0.75	直 线 形	
		10~20	1:1	直 线 形	10~20	1:1	直 线 形	
		20~40	1:1	二 级 阶 梯 形	20~40	1:1	二 级 阶 梯 形	
	板 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:0.75	直 线 形	
		10~20	1:1	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1	直 线 形	
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1	二 级 以 上 阶 梯 形	
	千 枚 岩 及 片 理 化 凝 灰 岩	小于10	1:1	直 线 形	小于10	1:1	直 线 形	
		10~20	1:1.25	二 级 阶 梯 形	10~20	1:1	直 线 形	
		20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	20~40	1:1.25	二 级 以 上 阶 梯 形	

注 1. 本表为水上岩质边坡参考值。
 2. 若有地下水时，需考虑地下水空隙水压力对边坡稳定的影响。
 3. 石灰岩中岩溶发育者，边坡值需另行考虑。
 4. 强烈破碎新鲜岩石边坡中，对易风化的凝灰岩、火山碎屑岩、頁岩、千枚岩和板岩等岩质边坡，需注意坡面防护。

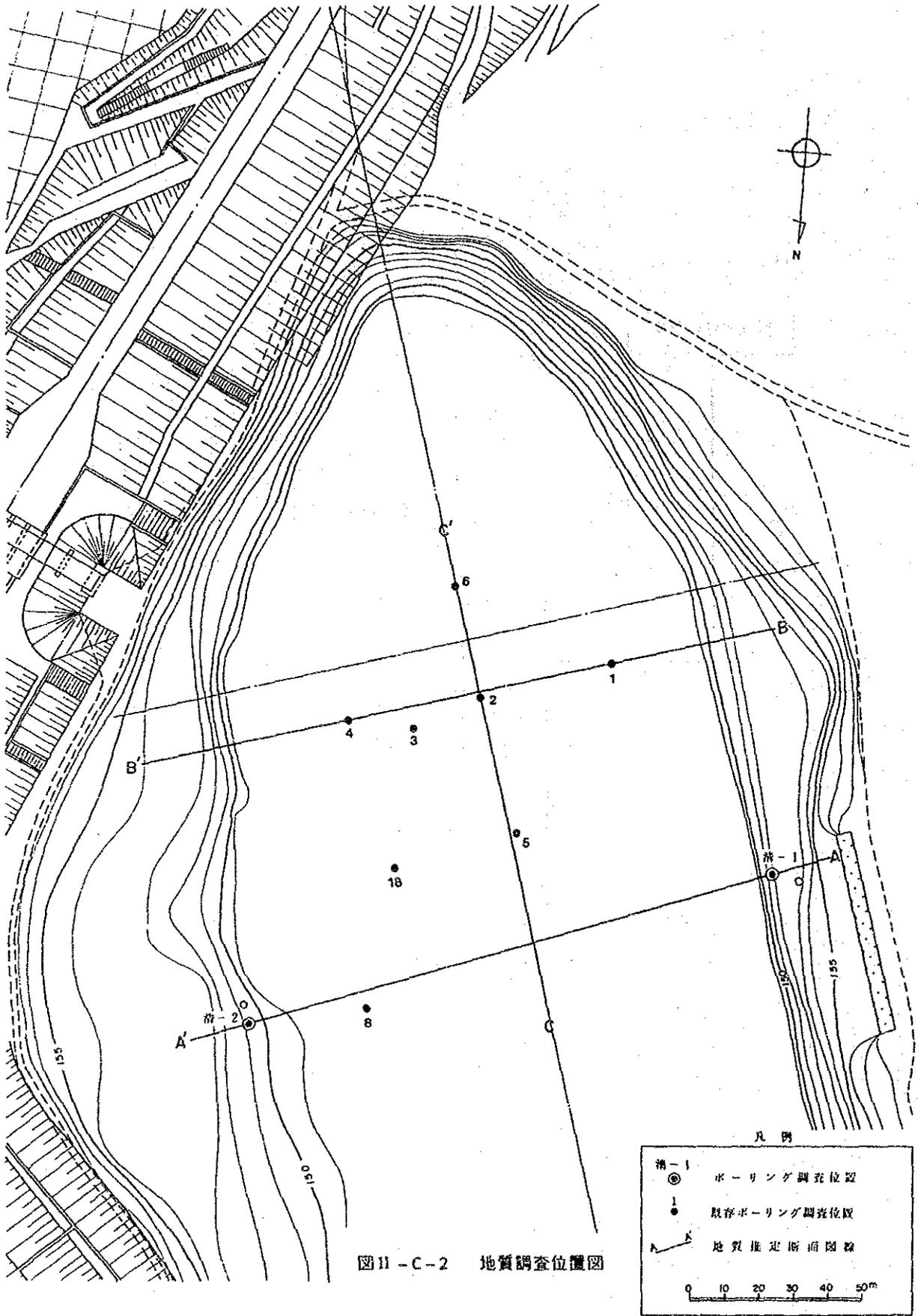
表II-C-18 弱風化の法面勾配参考値

岩 石	不利結構面与边坡直交或内傾				不利結構面与边坡平行或外傾		
	完 整		欠 完 整				
	坡高(米)	边 坡	坡高(米)	边 坡			
沉 积 岩	石 灰 岩、砂 岩	20~40	1:0.5	10~20 20~40	1:0.5 1:0.75	与边坡平行向外傾斜的软弱結構面割切边坡，并在临空坡面出露时，若软弱結構面傾角小于其内摩擦角，結構面以上边坡岩体可视为稳定；反之，当软弱結構面傾角大于其内摩擦角，边坡值则不能大于其内摩擦角，或采取必要的防护措施。 在高地震区，尚需细致考虑地震力对边坡稳定的影响	
	頁 岩、泥 岩	20~40	1:0.75	10~20 20~40	1:0.75 1:1		
火 成 岩	侵 入 岩	花 岗 岩、閃 长 岩、輝 长 岩	20~40	1:0.5	20~40		1:0.75
		花 岗 斑 岩、閃 长 斑 岩、輝 綠 斑 岩、正 长 斑 岩、煌 斑 岩	20~40	1:0.75	10~20 20~40		1:0.75 1:1
	噴 出 岩	流 纹 岩、安 山 岩、玄 武 岩	20~40	1:0.5	10~20 20~40		1:0.5 1:0.75
		凝 灰 岩、火 山 碎 屑 岩	20~40	1:0.75	10~20 20~40		1:0.75 1:1
变 质 岩	片 麻 岩、混 合 岩	20~40	1:0.5	20~40	1:0.75		
	板 岩	20~40	1:0.75	10~20 20~40	1:0.75 1:1		
	千 枚 岩、片 岩、片 理 化 凝 灰 岩	20~40	1:0.75	20~40	1:1		

- 注
1. 本表为水上岩质边坡参考值。
 2. 若有地下水时，需考虑地下水空隙水压力对边坡稳定的影响。
 3. 石灰岩中岩褶发育者，边坡值按破碎岩石考虑。
 4. 不完整岩石高边坡，采用二级或二级以上阶梯。
 5. 易风化的凝灰岩、火山碎屑岩、頁岩、千枚岩、板岩等岩质边坡，需注意坡面防护。



図II-C-1 作業の流れ図



図II-C-2 地質調査位置図

1 : 20万

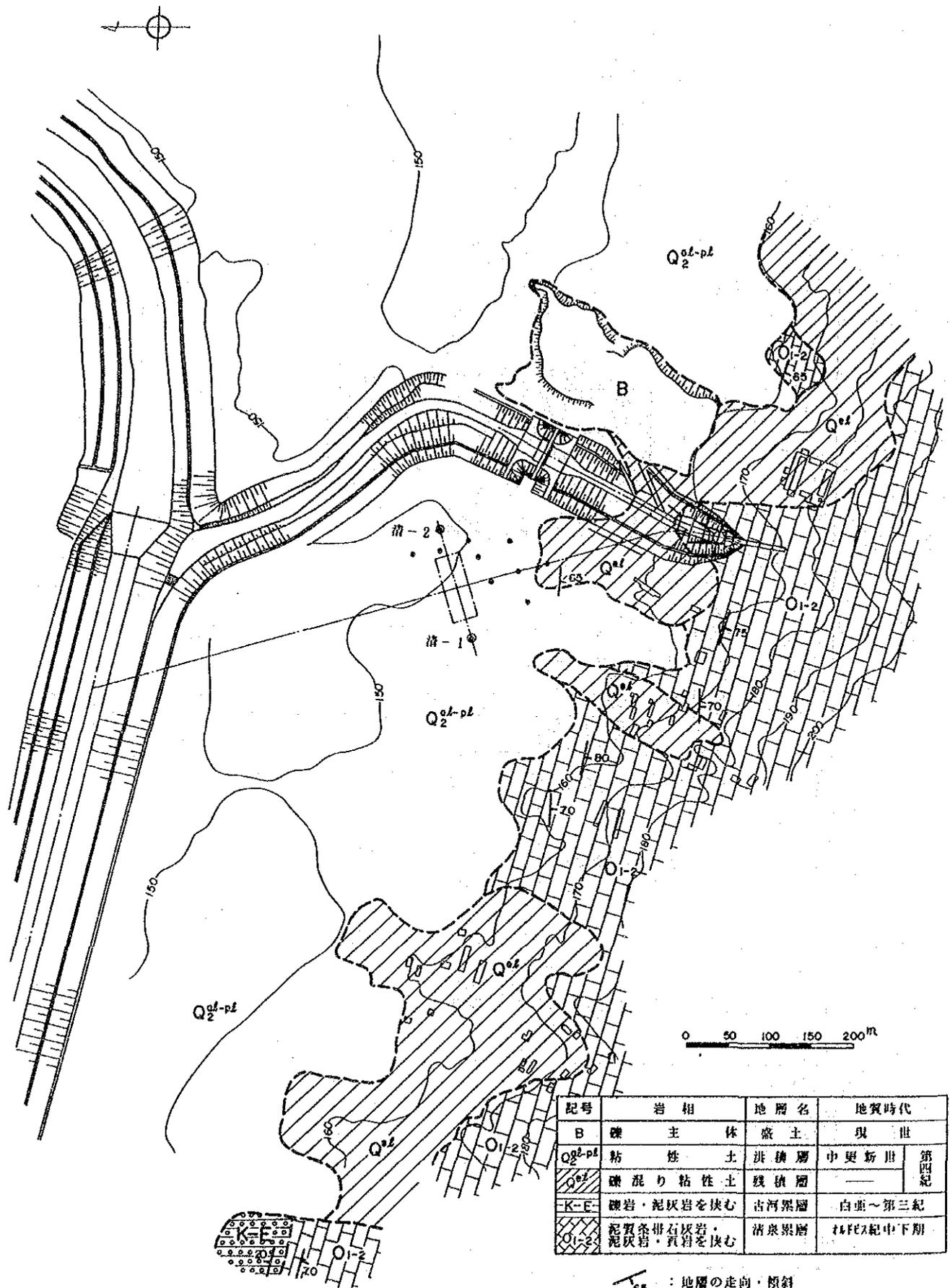


- Q₄^{al} : 第四系全新統沖積層、砂礫・砂質土・砂質粘土
- Q₂₋₂^{pal} : 第四系中更新統洪積層、礫・棕褐色砂質粘土
- K-E_{a9} : 白亜～第三系古河累層、浅紅色灰白色砂岩・泥岩を挟む砂礫
- O_{2g} : 札幌系中統清泉溝累層、黑色泥質条帯石灰岩・似豹皮石灰岩
- O_{2sh} : 札幌系中統朱連山累層、灰黑色含燧石結核石灰岩
- E₁₋₂ : カガル系中下統、灰色白雲質石灰岩・泥質条帯石灰岩・頁岩

 逆断層
  地層及び推定地層境界線

出典：1)

図II-C-3 清泉溝付近の地質図



記号	岩相	地層名	地質時代
B	礫主体	盛土	現世
Q ₂ ^{ol-pl}	粘性土	洪積層	中更新世
Q ^{ol}	礫混り粘性土	残積層	——
K-E	礫岩・泥灰岩を挟む	古河層	白亜～第三紀
O1-2	泥質条帯石灰岩・泥灰岩・頁岩を挟む	清原層	白垩紀中下期

65 : 地層の走向・傾斜

--- : 計画構造物

● : ボーリング調査位置

• : 既存ボーリング調査位置

図II-C-4 調査地周辺の地質

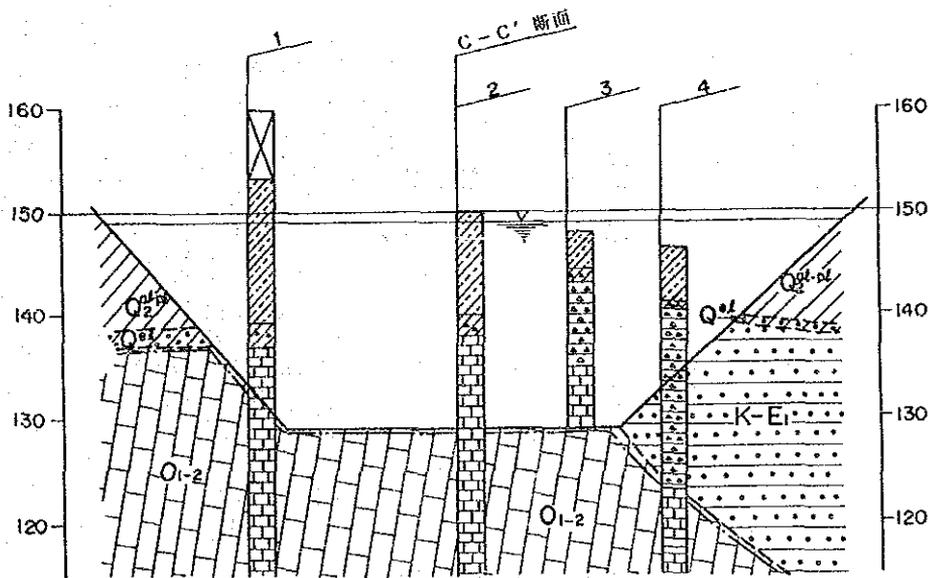
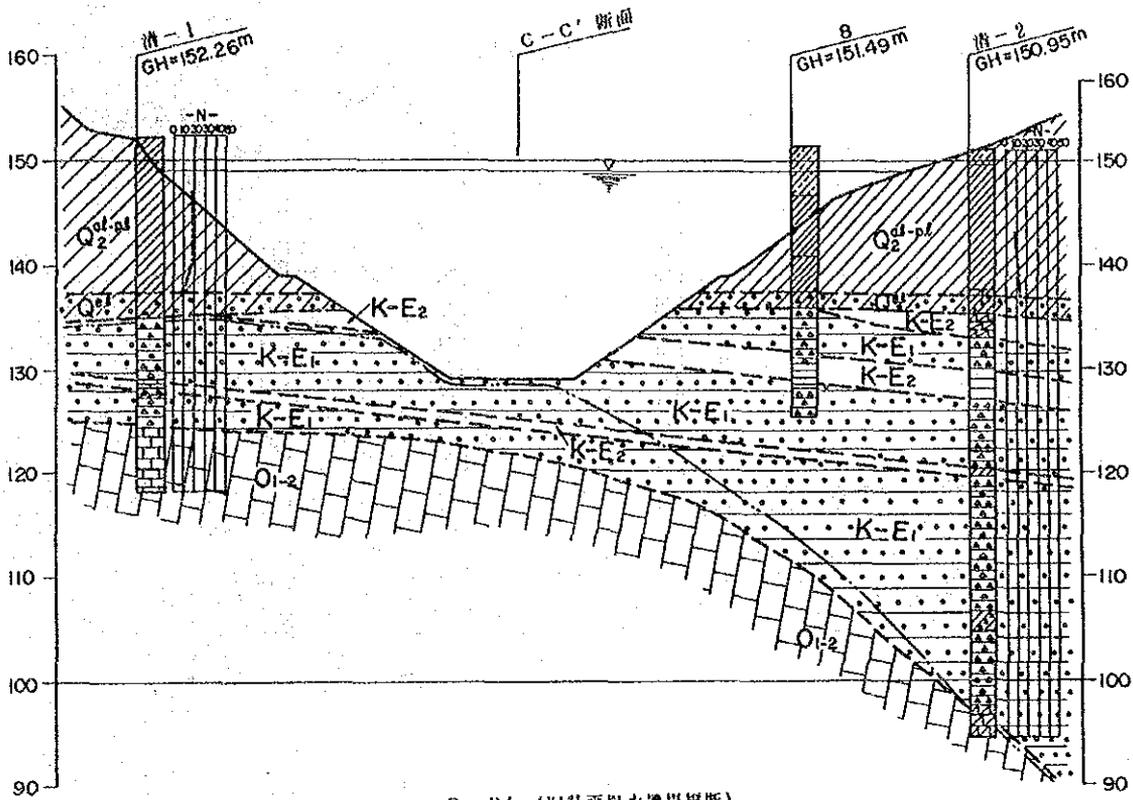
(2/2) ボーリング柱状図 (清-2)

調査件名 湖北省北部農業水利開発計画実施調査
 調査地名 河南省 新州縣 清涼溝
 調査期間 昭和1987年 10月 12日 ~ 10月 27日

標高	150.95 m	掘進深度	56.57 m
使用機名	YSO-1	孔係	
機長		掘進回金	

掘進月日	標尺 (m)	標高 (m)	深 (m)	解厚 (m)	柱状図	地質名	記 事	掘進速度 (cm/hour)	コア採取率 (%)	現位置試験					孔内水位 (m)	送水	漏水		
										標準貫入試験 (向)	透水係数 (%)	10	20	30				40	50
	10.00	0.85	0.85		炭素質粘土	粘性土	φ1cm程度の角礫を含む。 シルト質粘土を主体とするが、所々シルト分が多くなる。 全体に少量の鉄マンガン結核 (φ0.2cm) を点在する。 全体に低含水比で硬く、乾燥すると固結し、非常に硬くなる。		2.2 2.7										
	145.28	5.00	4.15		炭素質シルト質粘土	粘性土	やや含水率多く、上位に比べ軟らかい。												
	149.33	6.60	1.60		炭素質粘土	粘性土	0.85~5.00mと同様。												
	141.96	8.99	2.39		炭素質シルト質粘土	粘性土	やや含水率多い。												
	141.76	9.49	0.50		炭素質粘土	粘性土													
	137.45	11.50	4.01		炭素質シルト質粘土	粘性土													
	136.75	12.20	0.70		炭素質粘土	粘性土	木片を含む。 礫は石灰質、礫粒からなる角礫。最大径5cm。下部ほど礫分多い。15.07~16.0mに弱水。												
	135.19	15.76	1.56		茶褐色泥岩	泥岩	風化著しくコアは最長10cm。全般に礫状となりコア面は荒く容易に割れる。少量石灰質角礫を含む。												
	132.83	18.08	2.32		石灰質泥岩	泥岩	基質は石灰質泥岩、礫は最大9cmの石灰質角礫。風化著しく基質部が軟化し、コアは最長9cmの短柱状、全般には礫状で容易に割れる。												
	129.87	21.06	3.00		石灰質泥岩	泥岩	一部で最長14cmの礫状コアとなるが、風化著しくは礫状となる。コア面は荒く容易に割れる。下部15cmは積層。												
	126.95	24.00	2.92		石灰質泥岩	泥岩	岩相は18.08~21.08mと同様。風化著しく基質部が軟化し、全般に礫状コアとなる。 28.08~28.08mでは一部最長11cmの礫状コアとなるが、これ以降では小礫状、また28.08m以降では石灰質礫のみがコアとなる。												
	118.95	32.00	8.00		石灰質泥岩	泥岩	岩相は18.08~21.08mと同様。風化著しく基質部が軟化し、全般に礫状コアとなる。特に37.52m以降はコアとして採取することが不可能な所が多く、石灰質礫のみが採取される。												
	118.45	32.50	0.50		石灰質泥岩	泥岩													
	106.05	44.90	12.40		石灰質泥岩	泥岩													
	104.45	46.50	1.60		茶褐色泥岩	粘性土	石灰質の角礫を含む。残積物と考えられる。												
	96.80	54.15	7.65		石灰質泥岩	泥岩	岩相は18.08~21.08mと同様。風化著しく基質部が軟化し、全般に礫状コアとなる。 上部49.44mまでコアは石灰質礫のみであるが、49.44~51.34m付近は基質部が多くなり最長11cmの礫状コアとなる。												
	94.38	56.57	2.42		炭素質泥岩	泥岩	最長6cm。全般に礫状コアとなる。ややもろくハンマーで容易に割れる。所々dip45°~垂直の節理が発達し、節理面は鉄分に汚染される。dip60°の方解石inあり。												

Λ-Λ' (揚水機場縦断)

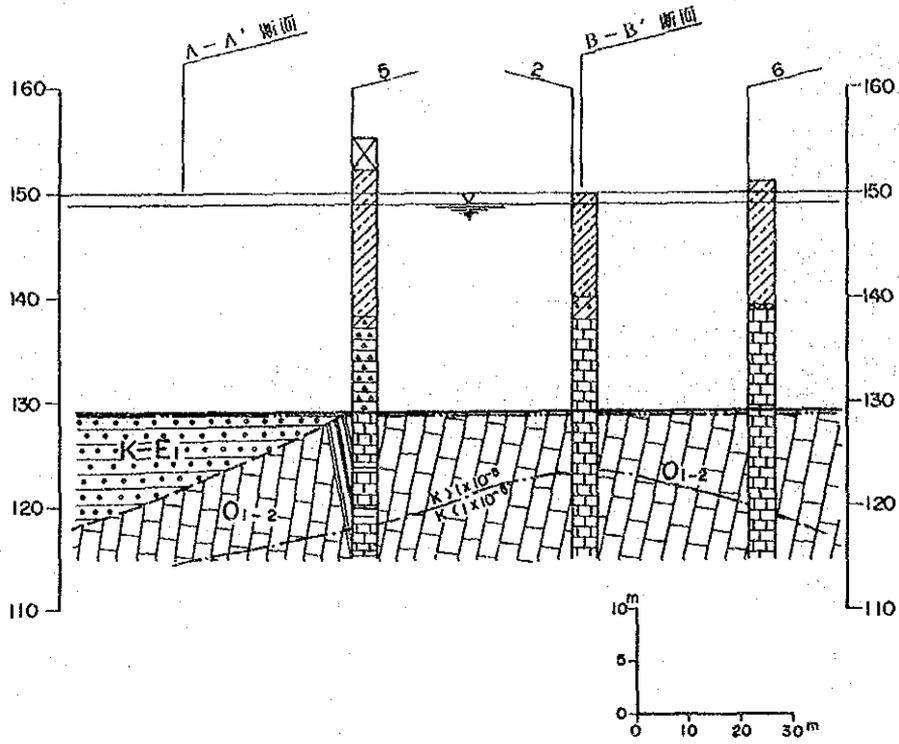


記号	岩相	地層名	地質時代
Q ₂ ^{pl}	粘土質シルト・ソルト	洪積層	中更新世
Q ₂ ^{el}	礫混り粘性土	残積層	第四紀
K-E ₁	礫岩	古河系層	白亜~第三紀
K-E ₂	泥灰岩・石灰質泥岩		
O ₁₋₂	石灰岩・泥灰岩	清泉溝系層	白垩紀中下期

清-1 : ボーリング調査位置
 1 : 既存ボーリング調査位置
 --- : 強風化帯下限
 --- : 透水性区分線
 K : 透水係数 (cm/sec)

図II-C-6 (1/2) 地質推定断面図

C-C' (旧計測用水機場横断)

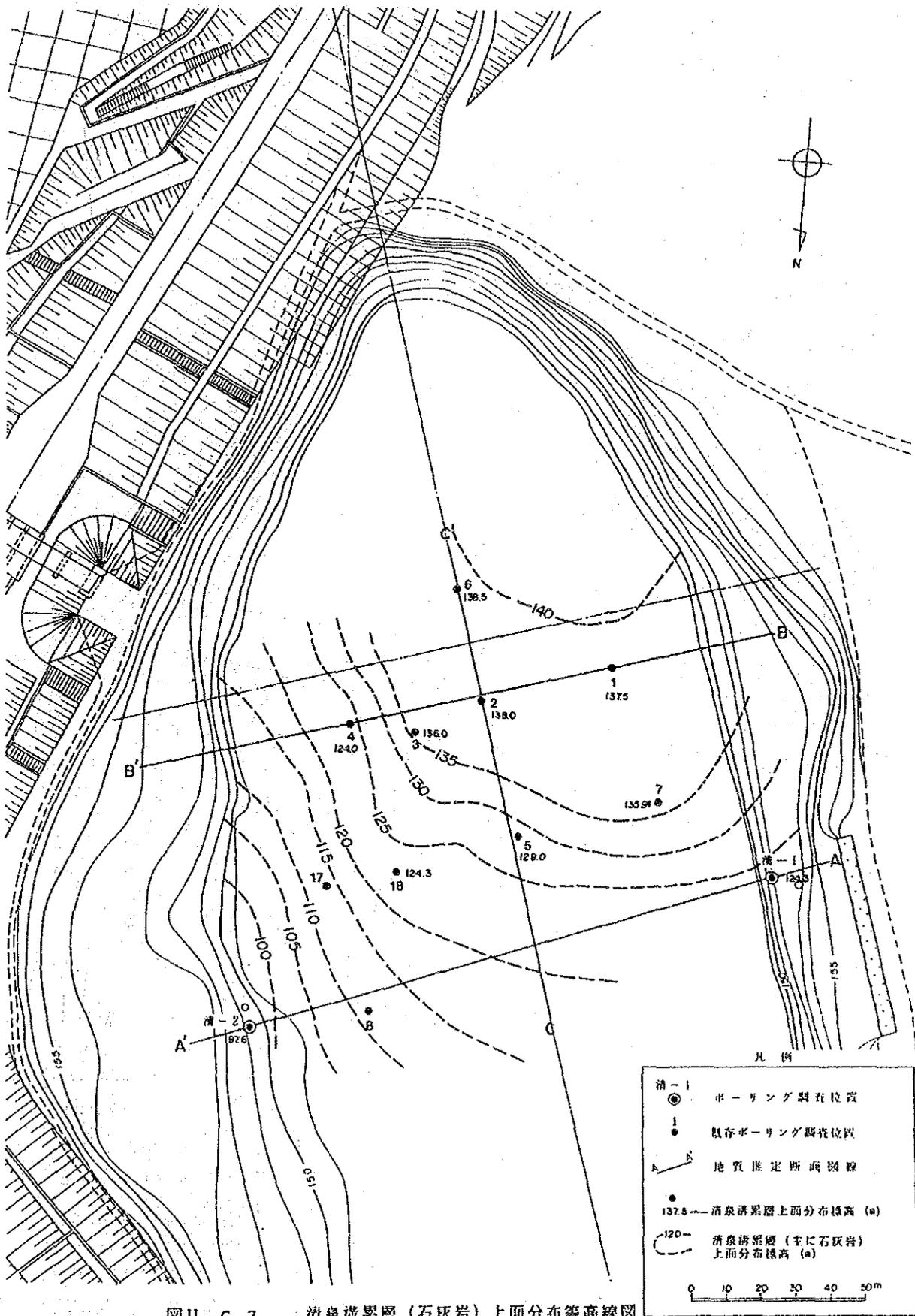


凡例

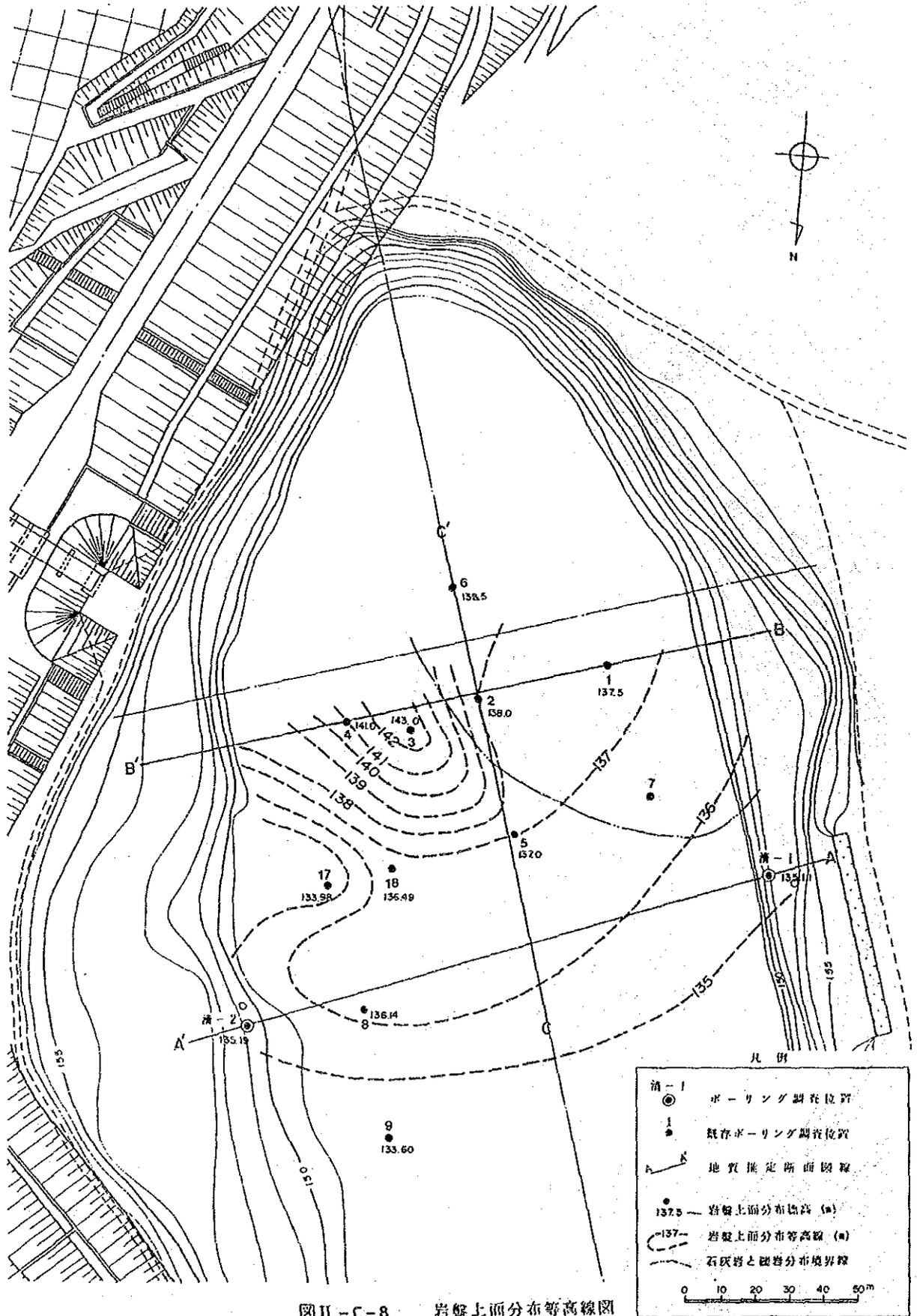
記号	岩相	地層名	地質時代
K-E1	硬岩	古河礫層	白堊～第三紀
O1-2	石灰岩・泥灰岩	清泉溝礫層	白堊紀中下期

: 既存ボーリング調査位置
 : 強風化帯下限
 : 透水性区分線
 K : 透水係数 (cm/sec)

(2/2) 地質推定断面図



図II-C-7 清泉湧累層 (石灰岩) 上面分布等高線図



図II-C-8 岩盤上面分布等高線図

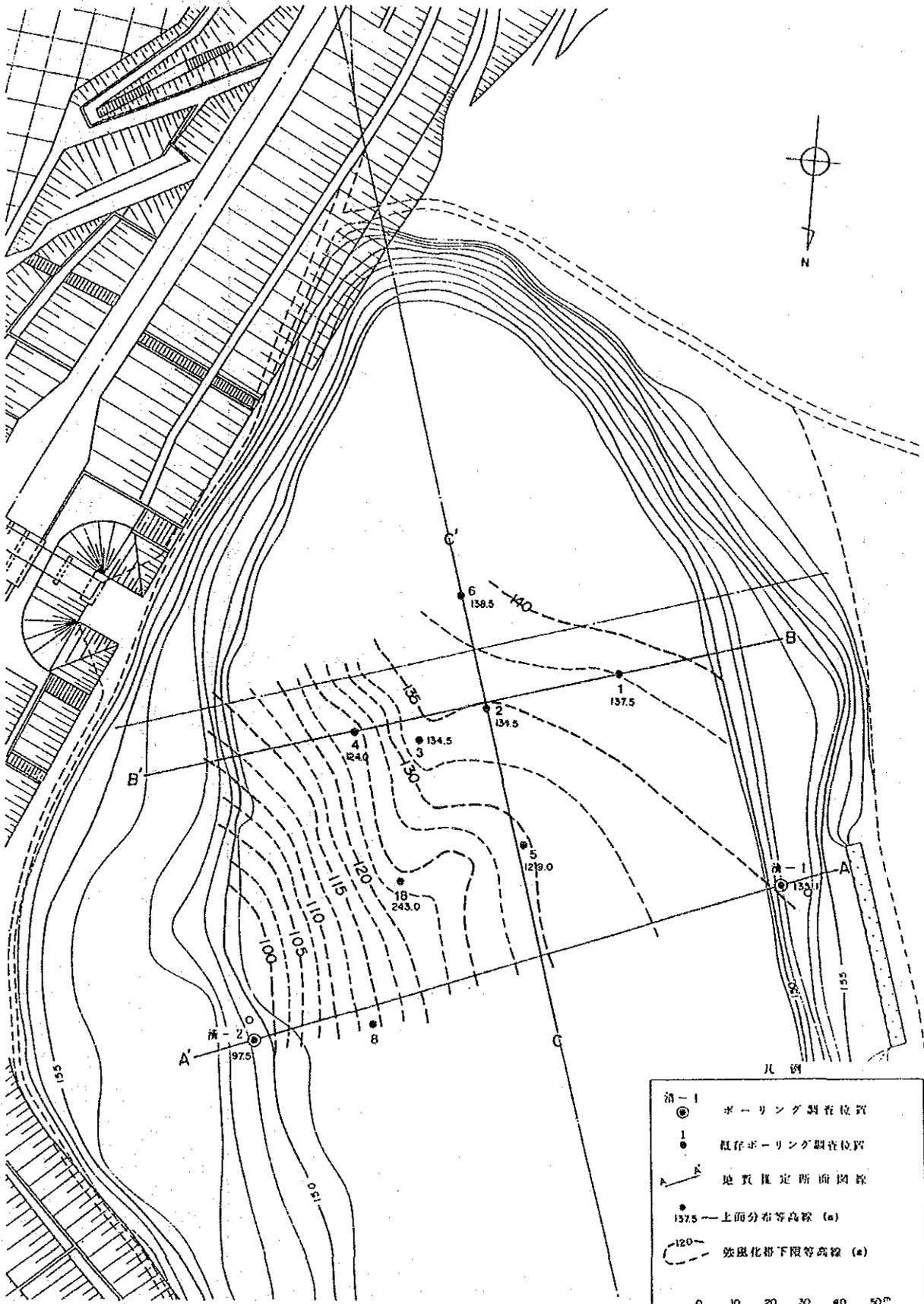
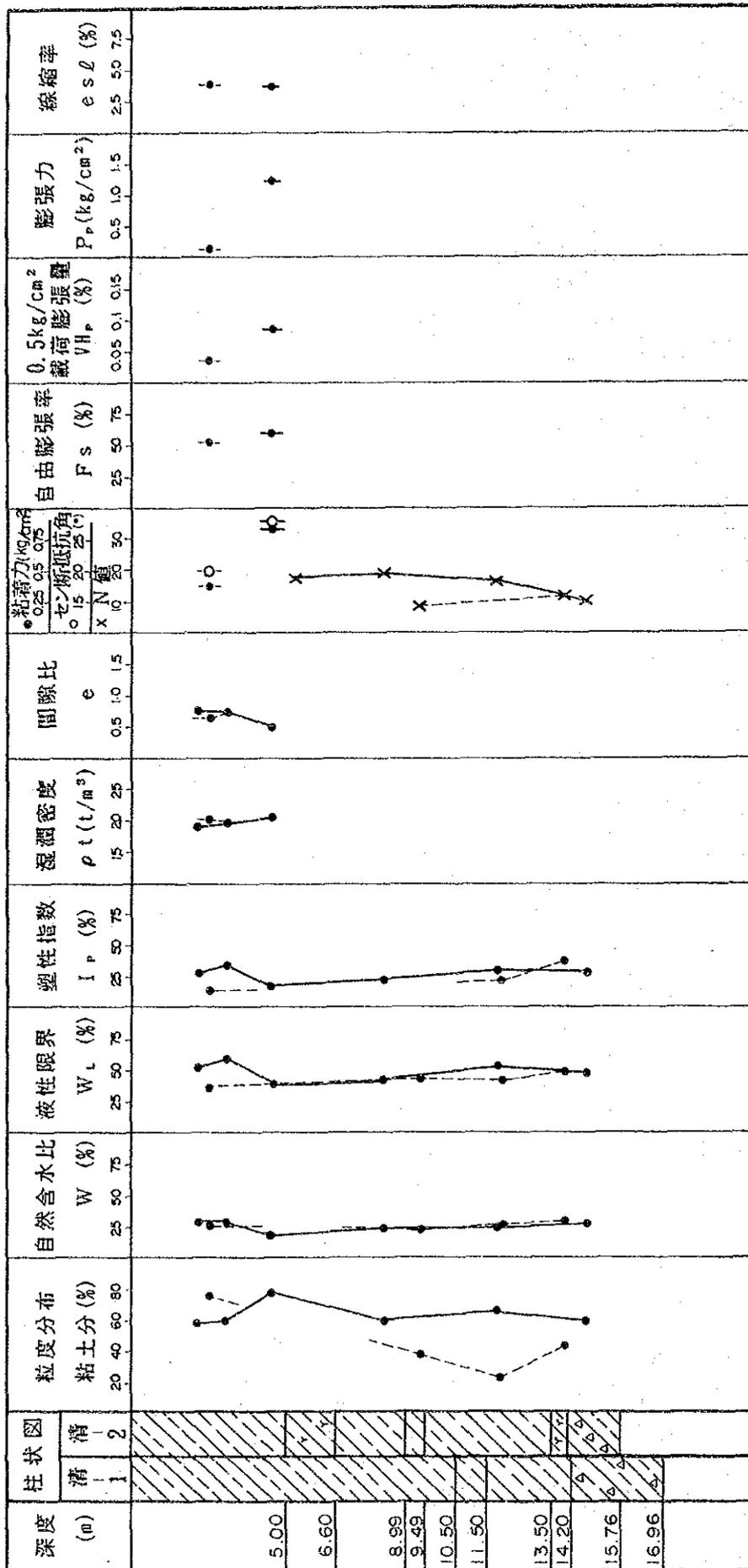
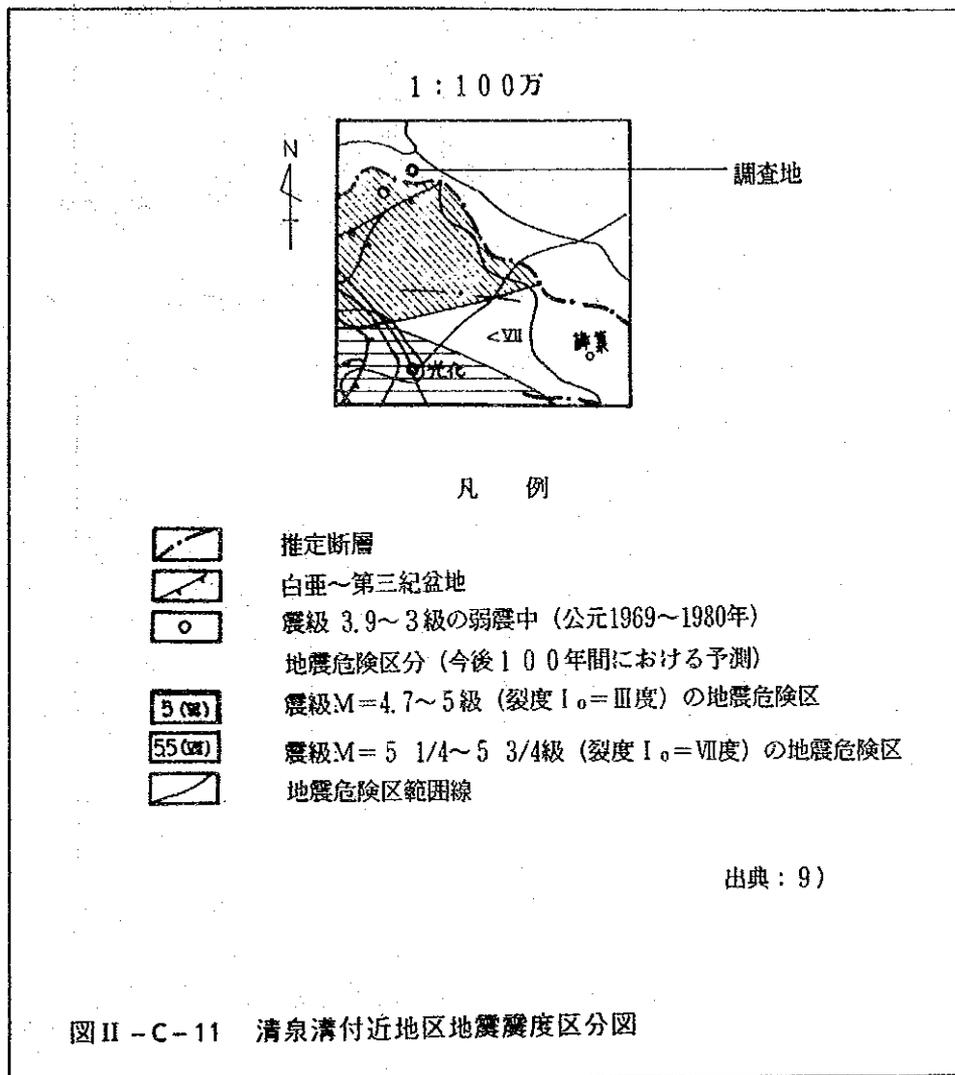


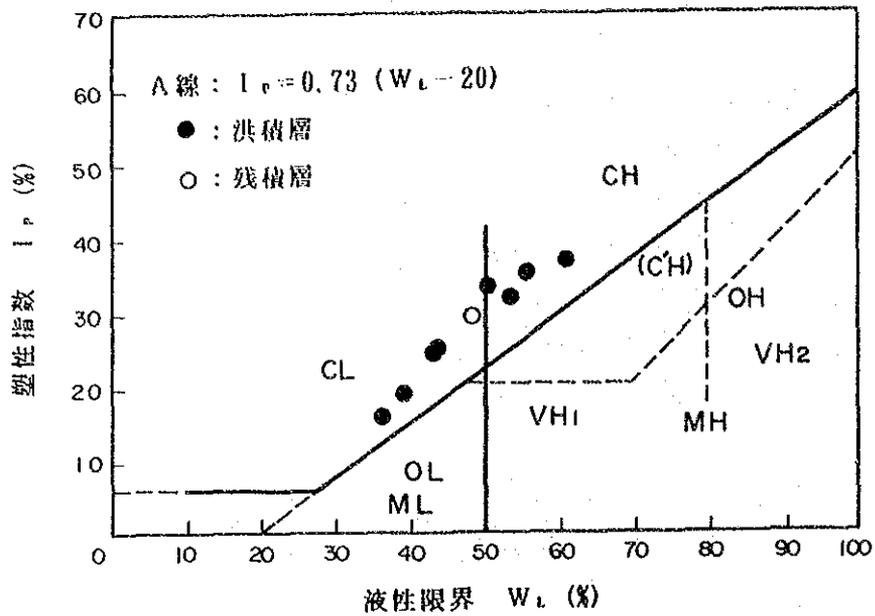
図 II - C - 9 強風化帯下限等高線図



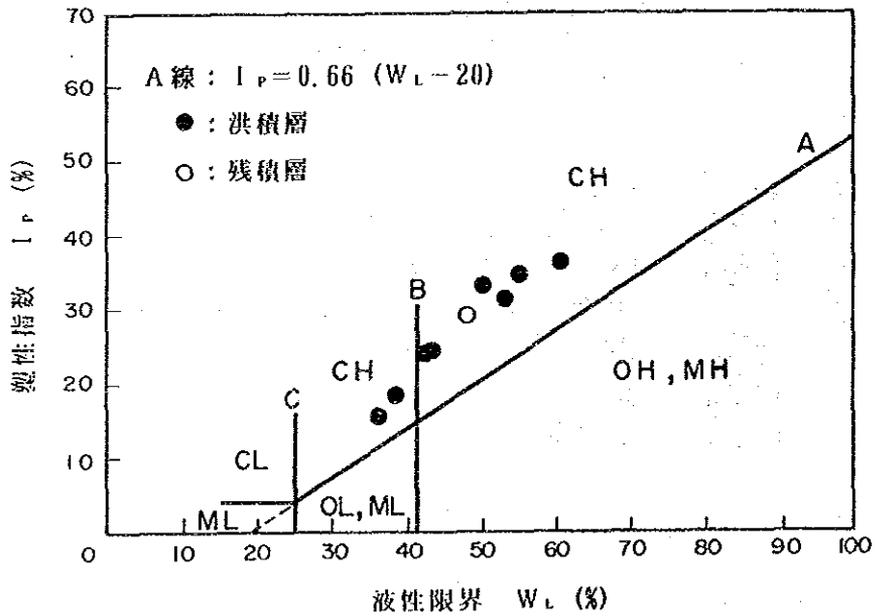
— : 清-1
- - : 清-2

図II-C-10 洪積層及び残積層の土性図

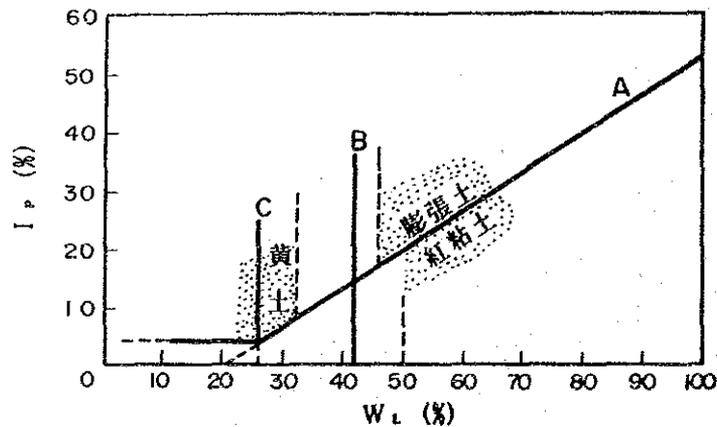




図II-C-12 日本統一土質分類に基づく塑性図



図II-C-13 中国水利電力部に基づく塑性図



図II-C-14 特殊土分布

D. 施設計画

目 次

	頁
第1章 施設計画の基本方針	II-D-1
1.1 一般事項	II-D-1
1.2 計画の方針	II-D-1
第2章 計画諸元の検討	II-D-2
2.1 丹江ダム の水位	II-D-2
2.2 共同導水路の設計諸元	II-D-2
2.3 ポンプ設計諸元	II-D-2
(1) 揚水量	II-D-2
(2) 吸水位	II-D-3
(3) 吐出水位	II-D-3
第3章 ポンプ設備計画	II-D-5
3.1 全揚程の概定	II-D-5
3.2 台数割及び吐出量の決定	II-D-5
3.3 形式及び口径	II-D-7
3.4 電動機 の出力	II-D-8
3.5 ポンプ設備仕様の決定	II-D-8
3.6 ポンプの年間運転時間	II-D-10
3.7 ポンプ設備の比較検討	II-D-11
(1) 特性比較	II-D-11
(2) 経済性の比較	II-D-12
(3) 総合評価	II-D-12
第4章 取水路	II-D-14
4.1 取水路の水理検討	II-D-14

4.2 取水路の構造検討	II - D - 14
第5章 揚水機場の計画	II - D - 15
5.1 位置の決定	II - D - 15
5.2 構造検討	II - D - 15
第6章 構造設計	II - D - 17
6.1 設計条件	II - D - 17
6.2 揚圧力の検討	II - D - 18
6.3 基礎構造の検討	II - D - 19
第7章 付帯工	II - D - 20
7.1 送電計画	II - D - 20
7.2 制水門門扉	II - D - 20

表の目録

	頁
表II-D-1 引丹灌区のダムと溜池調査	II-D-21
表II-D-2 ポンプの機種と揚程	II-D-22
表II-D-3 うず巻きポンプと斜流ポンプの一般特性	II-D-22
表II-D-4 ポンプ効率	II-D-23
表II-D-5 ポンプ計画仕様	II-D-24
表II-D-6 清泉溝揚水機場年間取水量	II-D-25
表II-D-7 ポンプ機器設備費	II-D-26
表II-D-8 水利水電主要施設等区分指標	II-D-27
表II-D-9 河川構造物の級区分	II-D-27
表II-D-10 コンクリートの設計強度	II-D-28
表II-D-11 鉄筋の設計強度	II-D-28
表II-D-12 コンクリートの弾性係数	II-D-28
表II-D-13 鉄筋の弾性係数	II-D-29
表II-D-14 コンクリート構造物の強度安全係数	II-D-29
表II-D-15 地震慣性力	II-D-29

図の目録

	頁
図II-D-1 ポンプ計画期別取水量	II-D-30
図II-D-2 用水施設縦断模式図	II-D-31
図II-D-3 ポンプ性能予想曲線	II-D-32
図II-D-4 A案揚水機場構造図	II-D-33
図II-D-5 B案揚水機場構造図	II-D-35
図II-D-6 送電線計画図	II-D-37

第1章 施設計画の基本方針

1.1 一般事項

計画の対象となる施設は、水源である丹江ダムが水位が低下して自然取水が不可能になった場合に、最大60m³/secを取水するための揚水機場、その前後の取付水路及びポンプ揚水された水の逆流を防止するため自然取水路に設置される制水門(扉体のみ)である。

計画の基本となる各諸元は中国に於いて既に計画されている。この数値は丹江ダムの水管理、競合する河南省との利用協定、及び灌漑保証率の充足度等を勘案すればほぼ動かし難い値である。従って計画諸元については入手資料での検証に留め、既存の計画値を使用する。

1.2 計画の方針

ポンプ設備計画に当っては、A案：国内産ポンプを使用する場合、B案：先進技術のポンプを特別に発注・制作して使用する場合の2案について、ポンプの型式、口径、台数等の決定を行い、購入費用、運転経費、維持管理及び機能の維持等の面から比較検討を行い、適正なポンプ設備を選定する。

揚水機場の構造計画は中国の基準に基づいて検討し、構造断面を決定するとともに、水利構造物規模区分2級、計画地点の地震地域区分烈度7に相当する地震力に対して安定した構造とする。基礎についてはボーリング調査の結果構造物底面付近の地層には安定した岩層が分布し、断層亀裂もみられないことより、直接基礎で十分安定した支持力が得られるものと思われる。

揚水機場前後の取付水路は、経済性から緩い法勾配(1:3)をもった土水路とするが、土羽面には風化、水食に対し極めて脆弱化し易い土層が分布しているため、法面保護のため碎石等により被覆するものとする。

制水門は中国側で設計完了し、扉体の設置のみを残す状況にあるため、構造の安全性、機能性、操作性等の検証のみを行うものとする。

第2章 計画諸元の検討

2.1 丹江ダムの水位

丹江ダムは以下の水位で計画築造されている。

死水位	139.00m (発電最低水位)
計画洪水位	157.00
異常洪水位	161.40*

* 機場建物最上階床面高決定対象水位とする。

2.2 共同導水路の設計諸元

丹江ダムから湖北省と江南省との自然取水路分水点までの延長約4.6kmの共同導水路は、次の諸元により既に建設されている。

導水路進入口底高	130.0m
導水量 (ダム水位133.0mのとき)	120m ³ /sec
導水路断面	底幅 32.0m
	法勾配 1:3.5
	法高5.0m毎 幅4.0mの小段
導水路底勾配	1/6,000

2.3 ポンプ設計諸元

(1) 揚水量

1) 計画揚水量

揚水機場建設後の引丹灌区の計画年(灌漑保証率85%)に於ける丹江ダムからの期別取水量は、地区内灌漑水量と丹江ダムの相互有効利用、地区内地表流出水の有効利用、及び灌区内ダムの有効利用等を勘案して定められている。(図II-D-2参照)

期別最大取水量が57.1m³/secである5月には、毎年丹江ダムの水位は清泉溝隧道入口敷高143.0mより下がるため、自然取水できない状況にあり、ポンプ揚水によ

り取水する必要がある。従って、この値を揚水機計画の対象取水量とし、経済性、維持管理等を考慮して、揚水機計画揚水量を60m³/secとする。

2) 最少揚水量

丹江ダムを最大限に利用するには、降雨期前にダムの水位を下げておき、降雨期における洪水無効放流を少なくする必要がある。過去(1970年代)の水位記録によれば、ダムの水位は132.0m程度まで下げられたことがあり、今後もこのような水位管理が予測されるので、最低水位時にもある程度の灌漑を保証するものとし、この最少揚水量を40m³/secとする。

(2) 吸水位

1) 計画吸水位

丹江ダム死水位(発電最低水位)139.0mに対し、経済的合理性及び他地区との関係より、揚水機場の計画吸水位を136.90mとする。

2) 最低吸水位

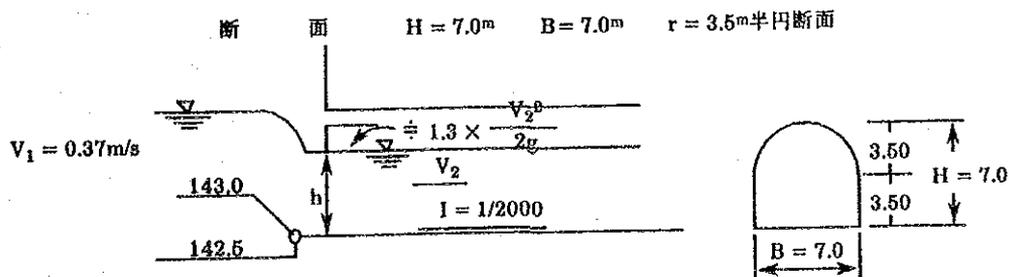
揚水機場建設後に予測される丹江ダムの操作最低水位より、揚水機の最低吸水位は132.00mとする。

(3) 吐出水位

1) 計画揚水量時 (Q = 60m³/sec時の吐出水位)

引丹灌区取水始点に於ける、清泉溝隧道の諸元は次のとおりである。

底 高	143.0m
縦断勾配	1/2,000
断 面	H = 7.0m B = 7.0m r = 3.5m半円断面



$Q = 60\text{m}^3/\text{sec}$ のとき

$$h = 4.1\text{m}$$

$$A = 28.66\text{m}^2$$

$$V = 60/28.66 = 2.094\text{m}/\text{sec}$$

$$V^2/2g = 0.224\text{m}$$

$$\text{入口に於ける水位} \quad 143.0 + 4.1 = 147.1\text{m}$$

従って流入前の水位は

$$147.1 + 1.3 \times 0.224 = 147.39\text{m} \doteq 147.5\text{m}$$

吐出水槽から隧道入口までの流下損失を見込んで計画吐出水位は 147.5m とする。

2) 最低揚水量時 ($Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ 時の吐出水位)

$$h = 3.2\text{m}$$

$$A = 22.40\text{m}^2$$

$$V = 40/22.4 = 1.786\text{m}/\text{sec}$$

$$V^2/2g = 0.163\text{m}$$

$$\text{隧道入口に於ける水位} \quad 143.0 + 3.2 = 146.2\text{m}$$

$$\therefore 146.2 + 1.3 \times 0.163 = 146.41\text{m} \doteq 146.6\text{m}$$

従って、 $Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ の時の吐出水位は 146.6m となる。

以上により揚水機場回りの標高並びに水位関係を示すと図II-D-2のとおりである。

第3章 ポンプ設備計画

3.1 全揚程の概定

全揚程は実揚程にポンプ廻りの諸損失水頭を加えて算定する。

1) 実揚程

- ① 揚水量 $60\text{m}^3/\text{sec}$ (計画)のとき

$$H_a = 147.5 - 136.9 = 10.6\text{m}$$

- ② 揚水量 $40\text{m}^3/\text{sec}$ (最少)のとき

$$H_a = 146.6 - 132.0 = 14.6\text{m}$$

2) 全揚程

- ① 揚水量 $60\text{m}^3/\text{sec}$ のとき

初步設計段階であるので、ポンプ廻りの諸損失水頭を過去の事例を参考に
して 0.90m と概定する。従って計画全揚程は次のとおりである。

$$H = H_a + H_1 = 10.6 + 0.9 = 11.5\text{m}$$

- ② 揚水量 $40\text{m}^3/\text{sec}$ のとき

$$H_1 = 0.9 \times \left(\frac{40}{60} \right)^2 = 0.4\text{m}$$

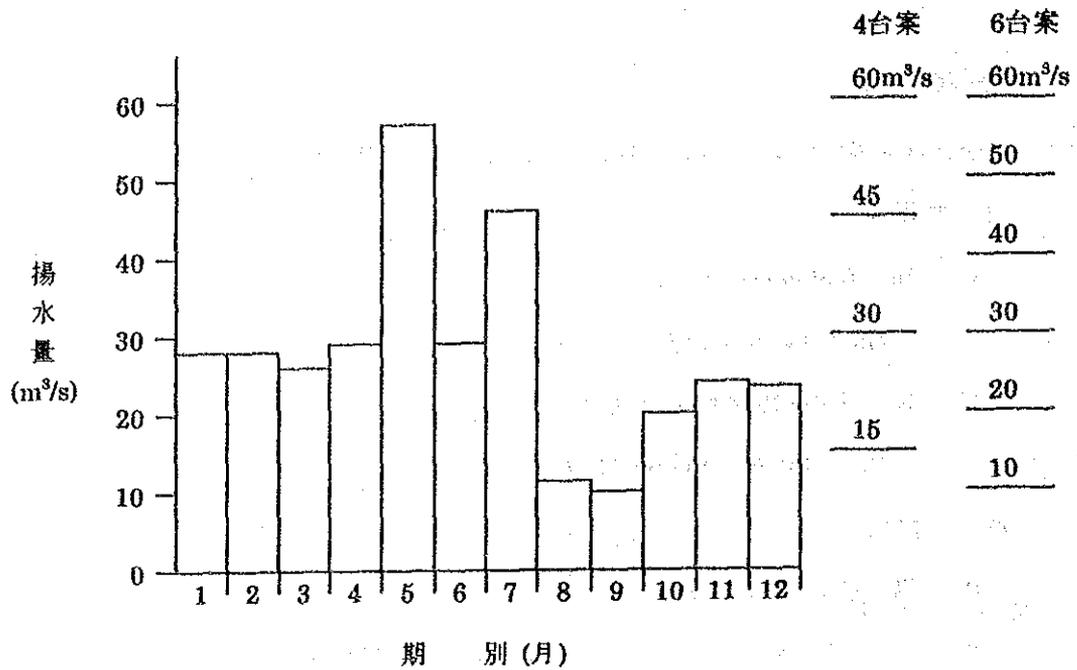
$$H = 14.6 + 0.4 = 15.0\text{m}$$

3.2 台数割及び吐出量の決定

ポンプ設備の台数割は所要揚水量の期別変動量に最も効率良く追従し得る組合せを検討
する。最終決定は次項も勘案して行う。

- ① 危険分散のため2台以上とする。
- ② ポンプの台数は少ない程機場全体の総合経費は経済的となる。
- ③ ポンプの製作能力

既存の灌漑計画によれば揚水必要水量の期別変化は次図のとおりである。



A案の場合には既存資料によれば、現時点で選定し得るポンプの計画揚程に於ける吐出量は $5.0\text{m}^3/\text{sec}$ 程度で、12台を必要とする。

B案の場合、A案と同様12台案も考えられるが、あまり台数を多くすると、運転管理が複雑となり且つポンプ設備費と土木工事費を合わせた総工事費が高くなり得策ではない。

上図からわかるように、必要取水量の期別変化に対し4~6台分割で比較的効率良く追従し得る。ポンプ設備は単機容量を大規模とし台数を少なくするほど経済的であること、及び灌漑区のダム群の大きな貯水容量(総貯水量 $6.2\text{億}\text{m}^3$)より、短期的な取水量変動に対し十分な調整能力があること等より4台案が有利である。従って、1台当り吐出量は $15\text{m}^3/\text{sec}$ となる。

3.3 形式及び口径

1) 形式の検討

ポンプ計画揚程が決まって、その条件のもとで機種を選定する場合には表II-D-2を目安として概定することができる。

本計画ではうず巻ポンプと斜流ポンプが選定範囲に入る。

2) うず巻ポンプと斜流ポンプ

うず巻ポンプと斜流ポンプの一般的比較は表II-D-3のとおりである。

うず巻ポンプはポンプ本体が大型になるため、通常口径1500mm程度までが製作されており、本計画のように揚水量大なる場合にはポンプ使用台数が多くなって不経済である。立軸とすれば斜流ポンプで水位変動に効率よく対処可能であるので機種は斜流ポンプとする。

3) 軸形式の比較

軸形式は通常構造が単純で経済的であり且つ維持管理が簡易な横軸が選定される。

しかしながら、本計画は流入側の水位変動が122m~161.4mと非常に大きく鉛直方向に空間が大きい構造物になる。従って、立軸とすれば平面空間がコンパクトになり土木工事が節約され、且つ電動機を高い位置に据付けることができる。また吸込み揚程の変動が大きいことから、押し込み運転となる立軸の方が効率がよい。

以上のことより軸形式としては立軸とする。

4) 揚水機口径の検討

揚水機の口径は次表の標準口径と吐出量の関係を目安として決定される。

標準口径 (mm)	吐出量 (m ³ /min)	標準口径 (mm)	吐出量 (m ³ /min)	標準口径 (mm)	吐出量 (m ³ /min)
600	36 ~ 50	1,200	150 ~ 200	2,000	480 ~ 600
700	50 ~ 70	1,350	200 ~ 255	2,200	600 ~ 740
800	70 ~ 90	1,500	255 ~ 325	2,400	740 ~ 850
900	90 ~ 115	1,650	325 ~ 400	2,600	850 ~ 1,000
1,000	115 ~ 150	1,800	400 ~ 480	2,800	1,000 ~ 1,150

中国では大型ポンプの場合管内流速を速くして口径を小さくする傾向にあり、本計画ではこれに従って1ランク下の口径を選定することにする。従って計画に於ける口径は次のとおりである。

A案：1,400m/m (300m³/min)

B案：2,400m/m (900m³/min)

3.4 電動機の出カ

電動機の出カはA案の場合、収集資料によれば1,650kw/台が必要である。

B案の場合には次式により算定する。

$$P = \frac{0.613 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\zeta_p \cdot \zeta_t} (1 + R)$$

P : 電動機出カ (kw)

γ : 水の比重 = 1.0 (清水)

Q : ポンプ吐出量 (m³/min) = 15 × 60 = 900m³/min

H : 全揚程 (m) = 11.5 (m)

ζ_p : ポンプ効率 = 0.86 (表II-D-4)

ζ_t : 伝達効率 = 1.0 (直結)

R : 電動機の余裕係数 = 0.15

$$P = \frac{0.613 \times 1.0 \times 900 \times 11.5}{0.86 \times 1.0} \times (1 + 0.15) = 2,256\text{kw} \rightarrow 2,300\text{kw}$$

3.5 ポンプ設備仕様の決定

中国のポンプ製作技術の現状は、特殊な例を除いて今までに製作されたモデルの設備仕様の中から、現地使用条件に近い機種が選定、製作されている。しかも現地使用条件に合ったモデルを開発するには長時間を要する。従ってA案の場合には、現時点に於いては既存モデルの中から選定せざるを得ない。本計画のように運転範囲を満足させるためのポンプ設備として下記の機種を選定した。

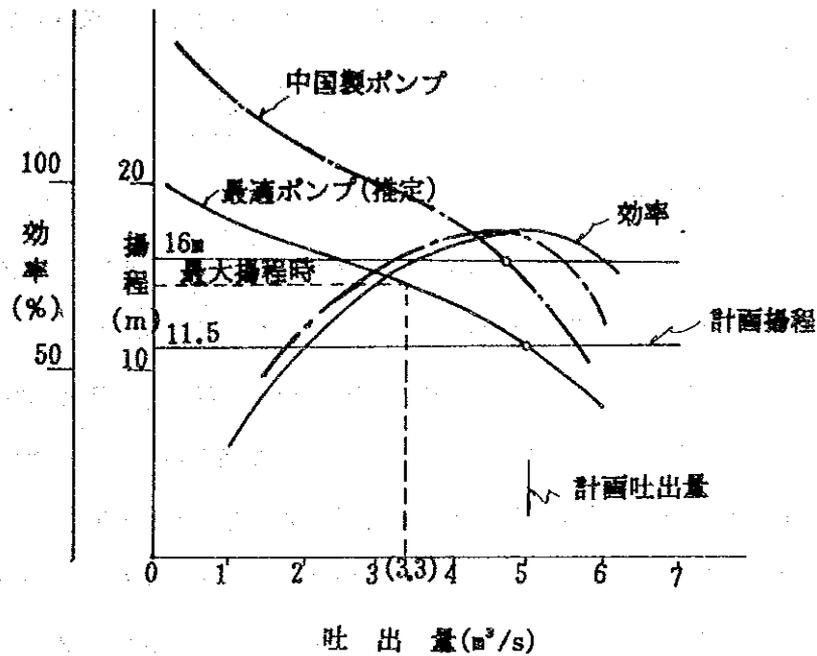
機 種 1,400HL-16 (口径1,400mm) 12台

定格仕様 $4.7\text{m}^3/\text{sec} \times 16\text{m} \times 360\text{rpm}$

モーター出力 1,650kw

モーター総出力 $1,650 \times 12 = 19,800\text{kw}$

以下に本ポンプの推定性能曲線を示すが、現地ポンプ使用条件とのずれが大きいことが明確である。



B案の場合には計画点 $Q = 60\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $H = 11.5\text{m}$ で最高効率点となるポンプを設計すれば、最大揚程時($H = 15.0\text{m}$)の $Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ 以上を満足する。

従って本計画に於けるポンプ定格仕様は次のとおりである。

機 種	立軸斜流ポンプ	2,400m/m × 4台	$N_s = 967$
定格仕様		$15\text{m}^3/\text{sec} \times 11.5\text{m} \times 200\text{rpm}$	
モーター出力		2,300kw	
モーター総出力		$2,300 \times 4 = 9,200\text{kw}$	

上記仕様ポンプの特性曲線を図II-D-3に示す。

以上よりA、B両案の計画諸元及び、ポンプ定格仕様を整理して表II-D-5に示す。また、両案の施設構造図を図II-D-4、図II-D-5に示す。

3.6 ポンプの年間運転時間

揚水機の運転時間は定められた月別所要取水量(図II-D-1参照)を、その日時に対応する自然取水可能量(m^3/sec)が下回った場合にポンプにより揚水取水するものとして算定する。自然取水可能量を求める資料としては1973年~1987年の丹江ダム水位記録があるが、発電最優先の水位管理規程が1979年に自然取水による灌漑を考慮したものに改められたために、1970年代と1980年代の丹江ダムの貯水状況が低水位側に於いて著しく異なっている。揚水機場が築造された場合には、降雨期に於ける丹江ダムからの無効放流を抑制して水資源の有効利用をはかる見知から、1970年代のように低水位管理を低く抑えることが予測される。従って自然取水可能量の推定に当たっては1973年~1979年の丹江ダム水位記録を利用することにし、これに基づいてポンプの年間運転時間、電力使用量及び電気料金を算定する。

1) ポンプの年間運転時間

ポンプ年間平均総取水量	$66,422 \times 10^4\text{m}^3$ (表II-D-6)
ポンプ1時間当り取水量	$60\text{m}^3/\text{sec} \times 60 \times 60 = 21.6\text{万m}^3/\text{hr}$
ポンプ年間運転時間	$66,422 \times 10^4 / 21.6 \times 10^4 = 3,075\text{時間}$

2) 年間電力使用量

A案 :	$19,800\text{kw} \times 3,075\text{時間} = 6,088.5\text{万kwh}$
B案 :	$9,200\text{kw} \times 3,075\text{時間} = 2,829.0\text{万kwh}$

3) 年間電力料金

A案： $6,088.5 \text{万kw} \times 0.12 \text{元/kwh} = 731 \text{万元}$

B案： $2,829.0 \text{万kw} \times 0.12 \text{元/kwh} = 339 \text{万元}$

3.7 ポンプ設備の比較検討

(1) 特性比較

1) A案の問題点

A案の場合、初期投資額が非常に安くなる利点はあるが、中国のポンプ技術が発展途上にあることより次のような問題点がある。

- ・ 設計条件に合った型式の選択が困難である。
- ・ 設計条件の近くで選定したこのモデルは、国家的プロジェクトで近年開発されたもので、実機による運転が始まったばかりであり、長期安定運転が確認されたものではない。
- ・ ポンプ仕様が計画点より大きくずれているため、必要以上に大きな電動機を必要とし電力を浪費する。
- ・ 常時最高効率点より大きくずれた揚程での運転のため、連続的キャビテーションの発生により故障が多発し、所定の機能維持が困難となるおそれがある。
- ・ 用水の最需要期に毎年丹江ダム水位が下がり、1ヵ月当り740時間連続フル運転が必要となるが、変則運転による事故の発生等、揚水機能を大きく減ずるおそれがある。
- ・ 鑄造技術・造形技術が開発途上にあり、主要部品の品質に起因する性能劣化が進み、機能が急速に低下するおそれがある。
- ・ 大型ポンプの性能試験設備が無いので実機による工場段階での性能の確認ができない。
- ・ 新しいモデルの開発には長期間を必要とする。

2) B案の優位性

B案の場合先進技術のポンプの選定となり、性能が優れていることにより次の優位性がある。

- ・ 設計条件に合わせて製作するために、性能が安定且つ優れているので、機能の維持が長期的に確保できる。また設計点に合ったポンプで無理の無い運転となるので故障が少ない。
- ・ 中揚程大型斜流ポンプ需要の増加が予測され、中国側もその開発を望んでおり、その技術向上に寄与し得る。
- ・ 電力消費量が少ないので、農民負担を軽減できる。

(2) 経済性の比較

A、B両案の経済性の相違はポンプ機器設備費、ポンプ設置台数の違いによる機場土木工事費、及びポンプ運転管理にかかわる維持管理費である。これを示すと次表のとおりである。

項目	A 案	B 案	適用
	千元	千元	
ポンプ機器設備費	14,680	58,910	表II-D-7参照
機場土木工事費	27,604	22,240	
計	42,284	81,150	
維持管理費	11,755	7,744	

本事業の命数期間50年間に於ける設備費、土木工事費及び維持管理費を現在価値に換算したときの総和を求めると次のとおりである。

A案： 201,370,000元

B案： 200,426,000元

従って、経済性に於いてはB案の方の優位性が認められる。

(3) 総合評価

中国に於いては、中揚程・大型斜流ポンプは開発途上にあり、現時点では設計条件に合ったポンプは無い。新規にモデルを開発し製作するには長期間を要する。このためA案とする場合には既存のモデルの中から設計条件に近いポンプを選択せざるを得

ない。このため完成後の運転管理に於いて非効率で無理な運転を行う結果、電力の無駄を生ずる他、長時間連続運転による故障の多発等による機能の低下の危険性が予想される。

B案では性能、品質の確認された、しかも設計条件にあった斜流ポンプであるため、長時間運転に対して安定した運転管理が保証される。

また中国における斜流ポンプ開発の緊急性に対し、その運転管理を通して、技術向上に大きく貢献することになる。

以上の観点からB案を採用する。

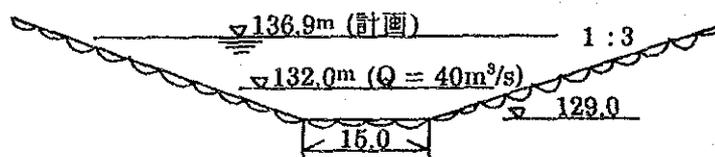
第4章 取水路

4.1 取水路の水理検討

取水路の通水断面は、

- ① ポンプ運転に対し十分追従し得る能力を有すること、
- ② 取水による影響が河南省側分水に及ばないこと、
- ③ 法面の安定維持に影響を及ぼさないこと、

等を勘案して決定する。



計画流量 $Q = 60\text{m}^3/\text{sec}$ のときの流速

$$V = \frac{60.0}{1/2 \times (15.0 + 62.4) \times 7.9} = 0.20\text{m/sec}$$

計画流量 $Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ のときの流速

$$V = \frac{40.0}{1/2 \times (15.0 + 33.0) \times 3.0} = 0.56\text{m/sec}$$

以上の如く流速は十分に抑えられておりほゞ満足のいく断面であるといえる。

4.2 取水路の構造検討

計画地点の表層部分は風化が進んでおり、粘土分は膨潤性であることから、雨水による法面の侵食、水位の上下による法面の部分的崩壊が進むことが予測される。従って法面を安定させ通水断面の維持をはかるため、空石張りにより取水路全面を保護する。

第5章 揚水機場の計画

5.1 位置の決定

取水路の入口及び吐出水路出口を除いて、揚水機場の位置では、既存計画案に従って、全面的に掘削が完了しており掘削底面129.0m以下には安定した岩盤が存在することが、今回実施されたボーリングと合わせて確認されている。

揚水機場は地形条件等を考慮して、既存計画の中心線上に位置を選定する。既存計画では吐出水槽はトンネル入口に接近しており、大型揚水機とした場合吐出水の水脈の乱れが取水口に悪影響を及ぼすことが懸念されるので、本計画では既存計画揚水機場よりも80m程度上流に選定する。

5.2 構造検討

1) 吸込管管底標高



最低吸水位(132.0m)より潜没深2.5Dを確保するものとし管底を125.9mとすれば、

$$132 - 125.9 = 6.1\text{m} > 2.5D = 2.5 \times 2.400 = 6.0\text{m}$$

となる。

2) 揚水機据付高

2層支持とし下段では標高130.5m、上段では135.0mとする。

3) 電動機据付高

電動機は高い位置ほど望ましいが、あまり高くしてポンプ駆動軸が長くなるとその安定保持に困難となるので、必要最小限に留め143.0mとする。

4) 揚水機室最上階床面高

丹江ダム異常洪水位161.4mに余裕をみて、162.0mとする。

5) ポンプ室配置

ポンプ室の平面配置は2,400mmのポンプ4台を据える空間、搬入、点検修理のためのスペース及び操作室からなり、合わせて6連の構造で、全幅15.6m、全長59.1mである。縦断配置は操作室床面からポンプ吸水管底まで深さ36.1mもあり、構造安定上5層とし、建屋頂部まで含めたポンプ室全高は51.1mである。

第6章 構造設計

6.1 設計条件

1) 水利水電施設の等級区分

水利水電施設はその施設の規模及び重要度によって表II-D-8、9のように等級区分される。

この区分に従えば清泉揚水機場本体は2等2級に属する。

2) 単位体積重量

鉄筋コンクリート	2.5 t/m ³
無筋コンクリート	2.4 t/m ³
粘 土 (飽和)	2.0 t/m ³
土 砂 (飽和)	2.0 t/m ³
鉄	7.85t/m ³
アスファルト	0.95t/m ³
木 材	0.90t/m ³

3) 材料の応力

① コンクリートの設計強度 (kg/cm²)

表II-D-10を参照

② 鉄筋の設計強度 (kg/cm²)

表II-D-11を参照

③ 弾性係数

コンクリートの弾性係数

表II-D-12を参照

鉄筋の弾性係数

表II-D-13を参照

④ 鉄筋コンクリート構造物の強度係数

表II-D-14を参照

4) 荷重計算

① 常時土圧

クーロンの土圧公式を使用して算定する。

② 地震時の荷重計算

地震慣性力は表 II-D-15 を参照

③ 地震時動水圧

地震時任意高さに於ける動水圧は次式により計算される。

$$P_y = K_H \cdot C_Z \cdot f_y \cdot \gamma_0 \cdot H_0$$

f_y : 水深 y 地点の地震動水圧分布係数

γ_0 : 水の単位重量

H_0 : 水深

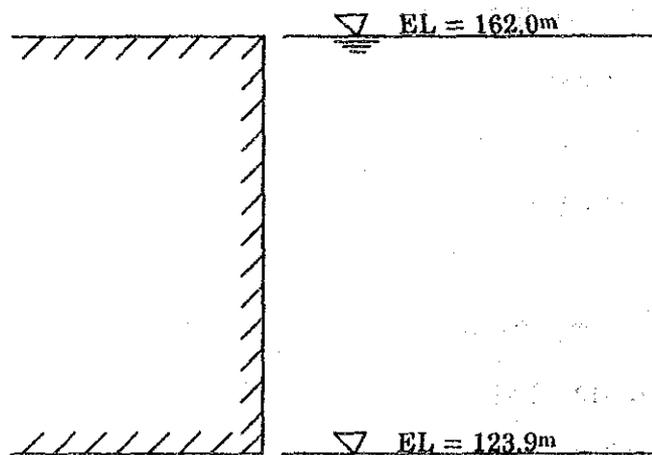
総地震動水圧は次式により計算する。

$$P_0 = 0.65 K_H \cdot C_Z \cdot \gamma_0 \cdot H_0^2$$

その作用位置は $0.54H_0$ である。

6.2 揚圧力の検討

揚水機室には大きな揚圧力が作用するので、浮上がりに対する安定度の検討を行う。



構造物底面に作用する揚圧力 U

$$U = (162.0 - 123.9) \times 26.9 \times 59.1 = 60,571t$$

躯体の重量

$$W = 31,800m^3 \times 2.5 = 79,500t$$

浮上に対する安全率

$$F = \frac{79,500}{60,571} = 1.31 > 1.30 \quad \text{OK}$$

6.3 基礎構造の検討

構造物の基礎底面は安定した岩盤層であり、断層亀裂も見られないので、直接基礎で十分安全であると思われる。

第7章 付 帯 工

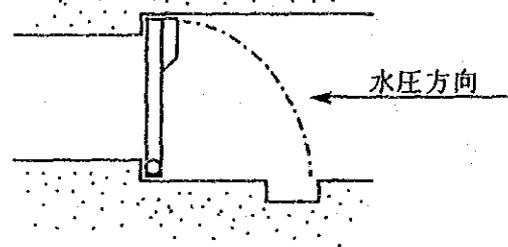
7.1 送電計画

本機場で使用する電力は華中送電網のローカル送電線丹江口市←→襄樊110KVから紅山咀で分岐し、110KVで連絡地点紀紅まで18kmを送電し、1×2万KVAの変電所を設置し、これより計画地点まで8kmを35KVで送電し、計画地点に2×6,000KVAの変電所を設置する。計画配置図を示すと図II-D-6のとおりである。

7.2 制水門門扉

制水門は既に設計完了し、門扉を据え付ける台座は施工済みで、門扉のみを据え付ければよい状況にあるが、その門扉の仕様は次のとおりであり、問題はない。

制水門形式 : 片ヒンジ型
 マイターゲート
扉 体 幅 : 3.20m
扉 体 高 : 5.00m



水圧差による自動開閉式であり、操作管理は簡易である。問題は自動閉鎖ということで、閉止状態の確認が怠りがちになることである。万一挟雑物等による不完全な閉止により漏水があれば、貴重なエネルギーを使って揚水した水であり、大きな損失であるといえる。従って機場での一元的な管理体制のもとで、操作管理規定を作成し、定期的な点検を実施するとともに、揚水機運転開始時にはその都度閉止を確認する体制が確立されることが望ましい。

表II-D-1 引丹灌区ダム、溜池調査

級	ダム名称	流域面積 km ²	堤高 m	堤長 m	有効貯水量 百万m ³	灌漑面積 万畝	築造年	摘要
大型 ダム	孟橋河	82.0	33.6	1390	97.40	13.7	1978	
	西排子河	412.0	30.1	3220	122.30	31.2	1966	
	紅水河	190.0	29.4	2200	58.90	13.0	1970	
中 型 ダ ム	馬張河	116.5	17.5	1635	7.86	2.0	1968	
	樊庄	19.0	16.8	1957	13.82	2.2	1970	
	柳堰集	26.4	19.4	1050	8.74	2.2	1966	
	石河坂	43.0	18.0	668	9.30	2.5	1955	
	姚家河	29.2	16.0	527	5.56	1.5	1965	
	塚子湾	29.0	20.7	1360	20.40	4.0	1970	
	肖家爬	5.4	18.1	630	15.18	1.7	1971	
	古城	59.5	21.1	1070	17.26	2.5	1972	
	武家管	31.5	20.0	1370	14.91	2.5	1961	
	黑虎山	17.4	21.5	530	6.82	1.1	1958	
	唐溝	7.5	26.6	510	1.71	2.07	1975	
	馬冲	2.15	34.0	617	17.24	2.9	1974	
	爲管	3.0	19.5	1050	10.02	2.5	1975	
賸庄	3.0	11.4	5985	10.64	6.0	1972		
小(一)型ダム		351.56			103.93	7.98		
小(二)型ダム		353.45			34.78	8.36		
ダム計		1,781.56			576.77			
溜池		—			43.99			
計		1,781.56			620.76	85 (公称)		

表II-D-2 ポンプの機種と揚程

種類	横 軸		立 軸		チューブラ型
	遠心ポンプ (タービンポンプ)	単段	10~150m	単段	
	多段	50m以上	多段	50m以上	
斜流ポンプ	4~15m		単段	4~60m	4~30m
			多段	50m以上	
軸流ポンプ	6m以下		8m以下		8m以下

表II-D-3 うず巻ポンプと斜流ポンプの一般特性

項目	うず巻ポンプ	斜流ポンプ
ポンプ重量	大	小型軽量
据付面積	大	一般にうず巻より小
ポンプ効率	広い水量範囲にわたって効率が低い	うず巻にくらべてやや低い
軸動力	小水量域の軸動力が小	軸動力が全水量範囲でほぼ一定
吸込性能	良い	やや劣る
(Req・NPSH)	小	やや大
市場性	多く生産されており入手容易	うず巻にくらべ生産量は少ない
価 格	大	小
使 用 例	上水道・工業用水の送排水ポンプおよび畑地かんがい用など連続運転のポンプ設備	排水・取水など一般用および立軸大口径のポンプ類、火力発電用循環水ポンプなど
一般に使用される口径範囲	通常口径1500mm以下が多い	口径1000~5000mmまで製作されている

表Ⅱ-D-4 ポンプ効率

低揚程ポンプ					高揚程ポンプ		
口径 (mm)	横軸		立軸		口径 (mm)	渦巻	立軸斜流
	斜流	軸流	斜流	軸流			
600	79 %	77 %	78 %	76 %	200	65 %	%
700	80	78	79	77	250	68	
800	81	79	80	78	300	71	69
900	82	80	81	79	350	74	71
1,000	83	81	82	80	400	76	73
1,200	84	82	83	81	450	78	75
1,350	84.5	82.5	83.5	81.5	500	79	76
1,500	85	83	84	82	600	83	79
1,650	85.5	83.5	84.5	82.5	700	83.5	80
1,800	86	84	85	83	800	84	81
2,000	86	84	85	83	900	84.5	82
2,200			86	84	1,000	85	
2,400			86	84	1,200	86	
2,600			87	85			
2,800			87	85			

- (注) 1. 本表の効率を保証効率として取扱う場合の保証条件はJIS B 8901による。
 2. 口径500mm以下は標準品の効率を示す。
 3. 立軸ポンプの効率は据え付け床面からペルマウス先端まで4 m (ポンプ口径2,000mmでは4.5m)以下の条件で示してある。これを越える場合は1%減じた値とする。
 4. 高揚程ポンプで口径200mm未満のポンプ効率はJIS B 8313, JIS B 8319により適宜決定する。

表II-D-5 ポンプ計画仕様

項 目		比較案	
		A 案	B 案
揚水量 (m ³ /S)	計 画	60	
	最大揚程時	40	
吸水量 (m)	計 画	136.9	
	Q=40m ³ /Sのとき	132.0	
吐出水位 (m)	計 画	147.5	
	Q=40m ³ /Sのとき	146.6	
全揚程 (m)	計 画	11.5 (10.6 + 0.9)	
	Q=40m ³ /Sのとき	15.0 (14.6 + 0.4)	
揚水機型式		1400-HL-16	立軸斜流
台数・口径		12台 × 1400φ	4台 × 2400φ
1台当たり計画揚水量 m ³ /S		5	15.0
電動機容量 kW		1,650	2,300
総設備容量 kW		19,800	9,200

表II-D-6 清泉溝揚水機場年間取水量

月間引水量 万 m^3

月	月別 取水量	年	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
			1	27.64	運轉日數	31	0	0	0
		月間引水量	7,403	0	0	0	7,403	7,403	7,403
2	27.64	運轉日數	28	21	8	20	28	28	28
		月間引水量	6,687	5,015	1,910	4,776	6,687	6,687	6,687
3	24.65	運轉日數	31	31	31	31	31	31	31
		月間引水量	6,602	6,602	6,602	6,602	6,602	6,602	6,602
4	28.46	運轉日數	30	30	30	30	30	30	30
		月間引水量	7,377	7,377	7,377	7,377	7,377	7,377	7,377
5	57.10	運轉日數	31	31	31	31	31	31	31
		月間引水量	15,294	15,294	15,294	15,294	15,294	15,294	15,294
6	28.54	運轉日數	30	30	30	30	30	30	30
		月間引水量	7,398	7,398	7,398	7,398	7,398	7,398	7,398
7	45.64	運轉日數	23	31	15	31	31	31	31
		月間引水量	9,070	12,224	5,915	12,224	12,224	12,224	12,224
8	10.94	運轉日數	0	0	0	31	31	7	0
		月間引水量	0	0	0	2,930	2,930	661	0
9	9.43	運轉日數	0	0	0	30	30	30	0
		月間引水量	0	0	0	2,444	2,444	2,444	0
10	18.76	運轉日數	0	0	0	31	31	31	0
		月間引水量	0	0	0	5,025	5,025	5,025	0
11	23.20	運轉日數	0	0	0	30	30	30	0
		月間引水量	0	0	0	6,013	6,013	6,013	0
12	22.56	運轉日數	0	0	0	31	31	31	0
		月間引水量	0	0	0	6,042	6,042	6,042	0
年間取水量 万 m^3			59,831	53,910	44,496	76,125	85,439	82,170	62,985
平均年間取水量 万 m^3			$464,956/7 = 66,422$ 万 m^3						

表Ⅱ-D-7 ポンプ機器設備費

	A 案			B 案		
	仕 様	金 額		仕 様	金 額	
		LC	FC		LC	FC
立軸斜流ポンプ	1400LC-16 4.7m³/s	3,200		φ2,400 直結4台 15.0m³/s		16,900
	16.0m 360r.p.m			11.5m 200r.p.m		
電 動 機	1,650kw 立型	3,960		2,300kw 立型		18,500
	12台			4台		
配 管 類		1,200			600	1,050
受配電施設		270			270	
制 御 施 設		1,200				2,850
バルブ・フラップバルブ		1,390		φ2,400 バタ弁輸入	640	1,440
				フラップバルブ 国産		
補 器		80		冷却 封水 弁 輸入	60	40
ク レ ー ン	20t吊	360		35t吊	450	
スペアパーツ						1,140
梱包・輸送	武漢 → 現場	260		東京 → 上海		4,740
				上海 → 現場	360	
据 付		1,420			740	1,590
一般管理費		1,340			310	7,230
計		14,680			3,430	55,480
合 計			14,680			58,910
維持管理費			11,755			7,744

表Ⅱ-D-8 水利水電主要施設等区分指標

施設の「等」	施設規模	等 区 分 指 標				
		ダムの総容量 (億立方米)	洪水防止		灌漑面積 (万亩)	水力発電機の容量 (万千瓦)
			保護する都市、町村 及び鉱工業地区	保護する農地 面積(万亩)		
一	大(1)型	>10	特別重要都市、 鉱工業地区	>500	>150	>75
二	大(2)型	10~1	重要都市、 鉱工業地区	500~100	150~50	75~25
三	中型	1~0.1	中等都市、 鉱工業地区	100~30	50~5	25~25
四	小(1)型	0.1~0.01	一般町村、 鉱工業地区	<30	5~0.5	2.5~0.05
五	小(2)型	0.01~0.001			<0.5	<0.05

- 注：1) 総容量とは、計算した洪水位以下の静水貯水量を示す。
 2) 等区分中の洪水防止及び灌漑の2つの項目は、洪水防御及び灌漑用工作物のうち重要な基幹工作物を示す。
 3) 灌漑面積は設計の灌漑面積を示す。

表Ⅱ-D-9 河川構造物の級区分

施設の「等」	永久構造物の「級」		仮設構造物の「級」
	主要構造物	準主要構造物	
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	4	5
四	4	5	5
五	5	5	

注：永久構造物とは、主要施設を運用している期間に使う構造物である。

表II-D-10 コンクリートの設計強度

項次	強度種類	符 号	混 凝 土 標 号								
			75	100	150	200	250	300	400	500	600
1	軸心抗圧	R _a	42	55	85	110	145	175	230	285	325
2	湾曲抗圧	R _w	52	70	105	140	180	220	290	355	405
3	抗 拉	R _t	6.8	8	10.5	13	15.5	17.5	21.5	24.5	26.5
4	抗 裂	R _f	8.5	10	13	16	19	21	25.5	28.5	30.5

表II-D-11 鉄筋の設計強度

項次	鉄 筋 種 類	受拉鉄筋 設計強度	受圧鉄筋 設計強度
1	I級鉄筋	2400	2400
2	II級鉄筋 直径 ≥ 28mm 直径 < 28mm	3200 3400	3200 3400
3	III級鉄筋	3800	3800
4	5号鉄鉄筋	2800	2800
5	冷拉I級鉄筋 (直径 ≤ 12mm)	2800	2400
6	冷拔低炭絲 (乙級、φ 3 ~ 5 : 溶接)	3600	3600

表II-D-12 コンクリートの弾性係数

順次	混 凝 土 標 号	弾性模量 (kg/cm ²)
1	75	1.55 × 10 ⁵
2	100	1.85 × 10 ⁵
3	150	2.30 × 10 ⁵
4	200	2.60 × 10 ⁵
5	250	2.85 × 10 ⁵
6	300	3.00 × 10 ⁵
7	400	3.30 × 10 ⁵
8	500	3.50 × 10 ⁵
9	600	3.65 × 10 ⁵

表Ⅱ-D-13 鉄筋の弾性係数

順次	鉄筋種類	弾性模量
1	I級鉄筋、冷拉I級鉄筋	2.1×10^6
2	Ⅱ級鉄筋、Ⅲ級鉄筋、5号鉄鉄筋	2.0×10^6
3	冷拔低炭絲	1.8×10^6

表Ⅱ-D-14 コンクリート構造物の強度安全係数

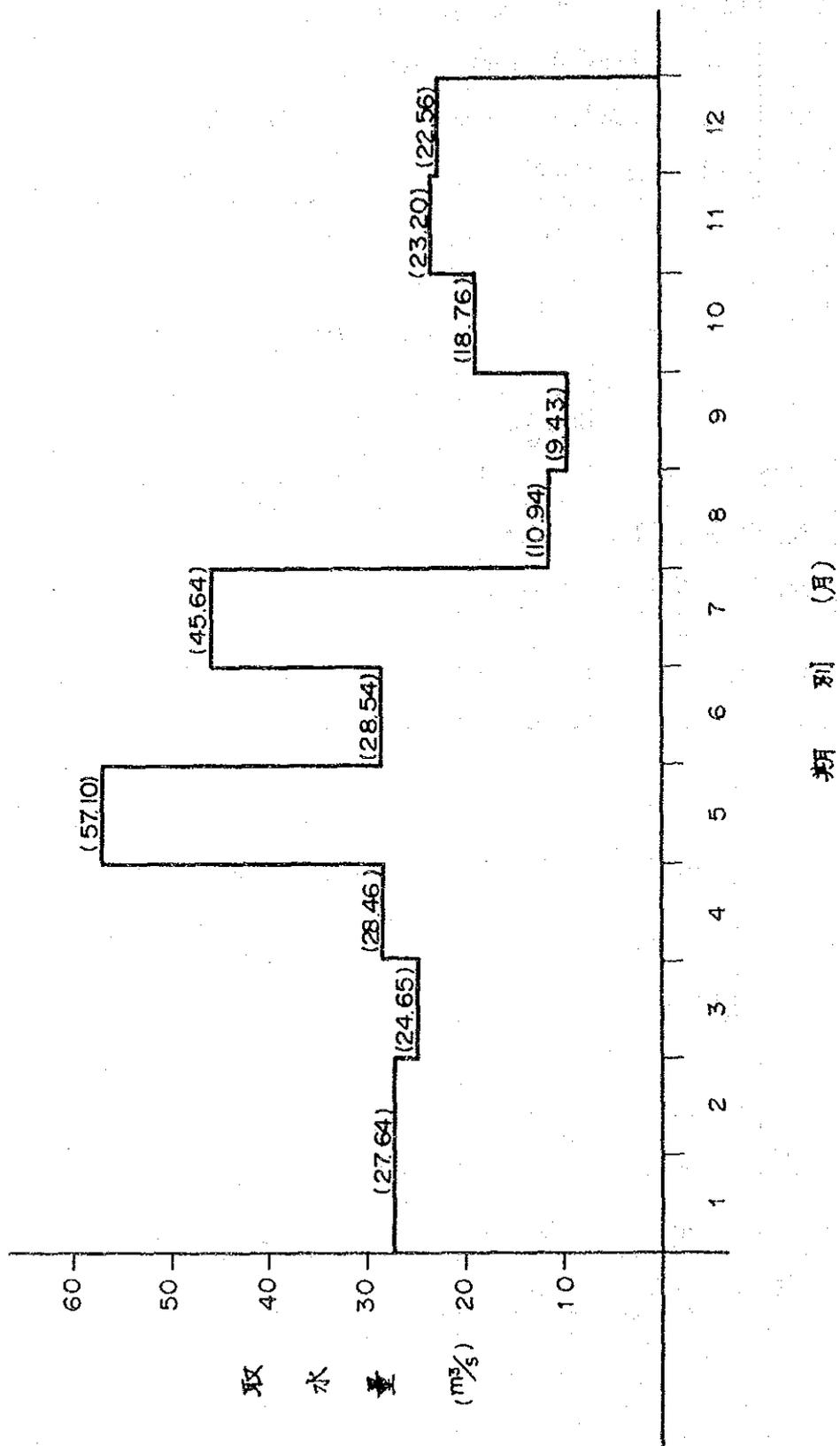
項次	受力特徴	建築物級別 荷載 組合	1		2, 3		4, 5	
			基本	特殊	基本	特殊	基本	特殊
1	軸心受圧構件、偏心受圧構件、 局部承圧、斜載面受剪		1.70	1.55	1.60	1.45	1.50	1.40
2	軸心受拉、受湾、偏心受拉構件		1.65	1.45	1.50	1.40	1.40	1.35

表Ⅱ-D-15 地震慣性力

動土 圧力	項土坂度 °	φ				
		21° ~25°	26° ~30°	31° ~35°	36° ~40°	41° ~45°
主 動	0°	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
	10°	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5
	20°	--	5.0	4.0	3.5	3.0
	30°	--	--	--	4.0	3.5
被 動	0° ~20°	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0

図II-D-1 ポンプ計画期別取水量

灌溉保証率 85%



図II-D-2 用水施設縦断模式図

