

資料3.3.2.3-1 堤体の安定計算

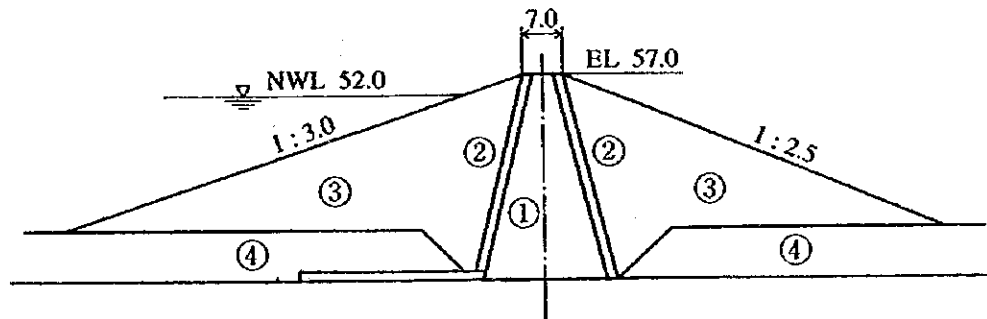
堤体の安定計算

堤体及び基礎地盤のすべり破壊に対する安定性は、下記断面について円形すべり面法にて検討する。

安定計算に用いる設計数値は、材料の強度試験の結果を勘案して下表の通りとした。

堤体材料設計値

ゾーン	記号	比重	単位体積重量 (t/m^3)			内部摩擦角 (ϕ)	粘着力 C (t/m^2)	試験値
			乾燥	湿潤	飽和			
コア	①	2.76	1.80	2.07	2.15	29	3.5	$\phi = 31^\circ, 32^\circ$ C=3.7,4.2
フィルタ	②	2.74	2.02	2.14	2.28	38		$\phi = 40.6^\circ$
ランダム	③	2.85	1.87	1.96	2.22	39		$\phi = 42.1^\circ, 41.8^\circ$
基礎	④	2.74	1.85	2.04	2.17	38		フィルタに準ずる



堤体の安定計算結果は、常時満水位時 ($K=0.15$) 施工完了時 ($K=0.075$) の最小安全率は上流面の常時満水位時に生じ $SF=1.21 > 1.2$ であり、安定条件を満足している。

INFANTA DAM (常時満水位)

縮尺 ; 1 / 1500

上流側

下流側

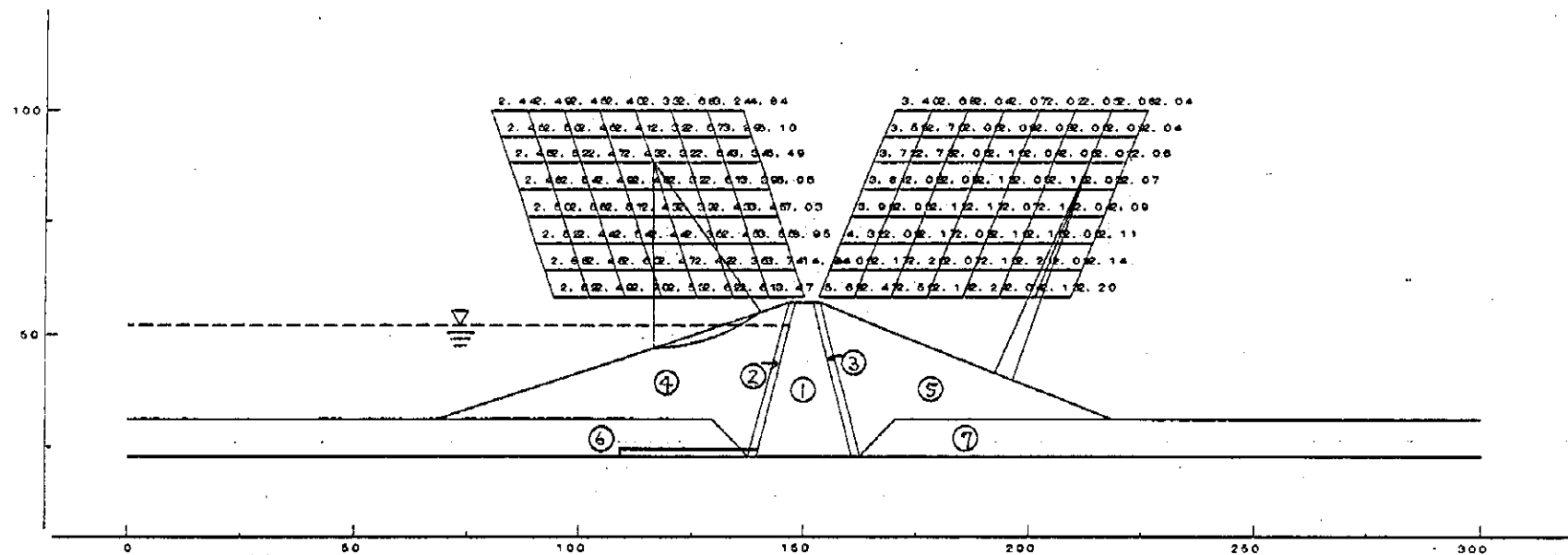
最小安全率	$F_{s MIN} =$	2.322
円弧の中心	X =	116.00 (m)
	Y =	88.00 (m)
	半径 R =	41.00 (m)
抵抗モーメント	$M_R =$	1371.88 (tf·m)
起動モーメント	$M_o =$	590.72 (tf·m)

最小安全率	$F_{s MIN} =$	2.022
円弧の中心	X =	213.20 (m)
	Y =	88.00 (m)
	半径 R =	61.00 (m)
抵抗モーメント	$M_R =$	8.91 (tf·m)
起動モーメント	$M_o =$	4.40 (tf·m)

層番号	飽和重量 (tf/m ³)	湿潤重量 (tf/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (tf/m ²)	粘着力の 一次係数	水平変位	鉛直変位
1	2.150	2.070	29.00	3.50	0.00	0.000	0.000
2	2.280	2.140	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
3	2.280	2.140	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
4	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.000	0.000
5	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.000	0.000
6	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
7	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 1.000 (tf/m³)

図-5.11.3, Factor of safety by slip circle method (Normal water level)



安全率図 (常時)

INFANTA DAM (常時満水位)

上流側

最小安全率	$F_{s \text{ MIN}} =$	1.215
円弧の中心	X =	111.99 (m)
	Y =	76.00 (m)
	半径 R =	29.00 (m)
抵抗モーメント	$M_R =$	3.69 (tf·m)
起動モーメント	$M_o =$	3.03 (tf·m)

縮尺 ; 1 / 1500
下流側

最小安全率	$F_{s \text{ MIN}} =$	1.383
円弧の中心	X =	213.20 (m)
	Y =	88.00 (m)
	半径 R =	51.00 (m)
抵抗モーメント	$M_R =$	8.37 (tf·m)
起動モーメント	$M_o =$	6.05 (tf·m)

層番号	飽和重量 (tf/m ³)	湿潤重量 (tf/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (tf/m ²)	粘着力の 一次係数	水平浸透 係数	鉛直浸透 係数
1	2.160	2.070	29.00	0.50	0.00	0.150	0.000
2	2.280	2.140	38.00	0.00	0.00	0.150	0.000
3	2.280	2.140	38.00	0.00	0.00	0.150	0.000
4	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.150	0.000
5	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.150	0.000
6	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.150	0.000
7	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.150	0.000

水の単位体積重量 = 1.000 (tf/m³)

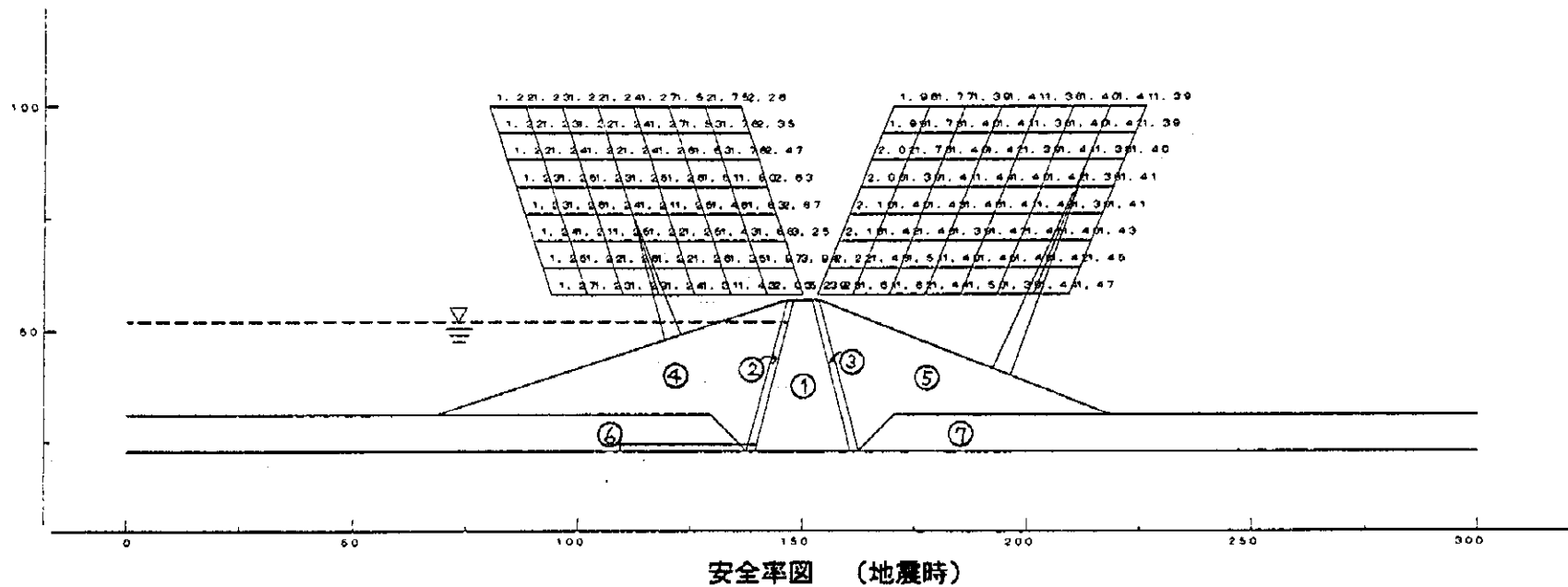


図-5.11.3 Factor of safety by slip circle method

(Normal water level)

INFANTA DAM (完了直後)

上流側

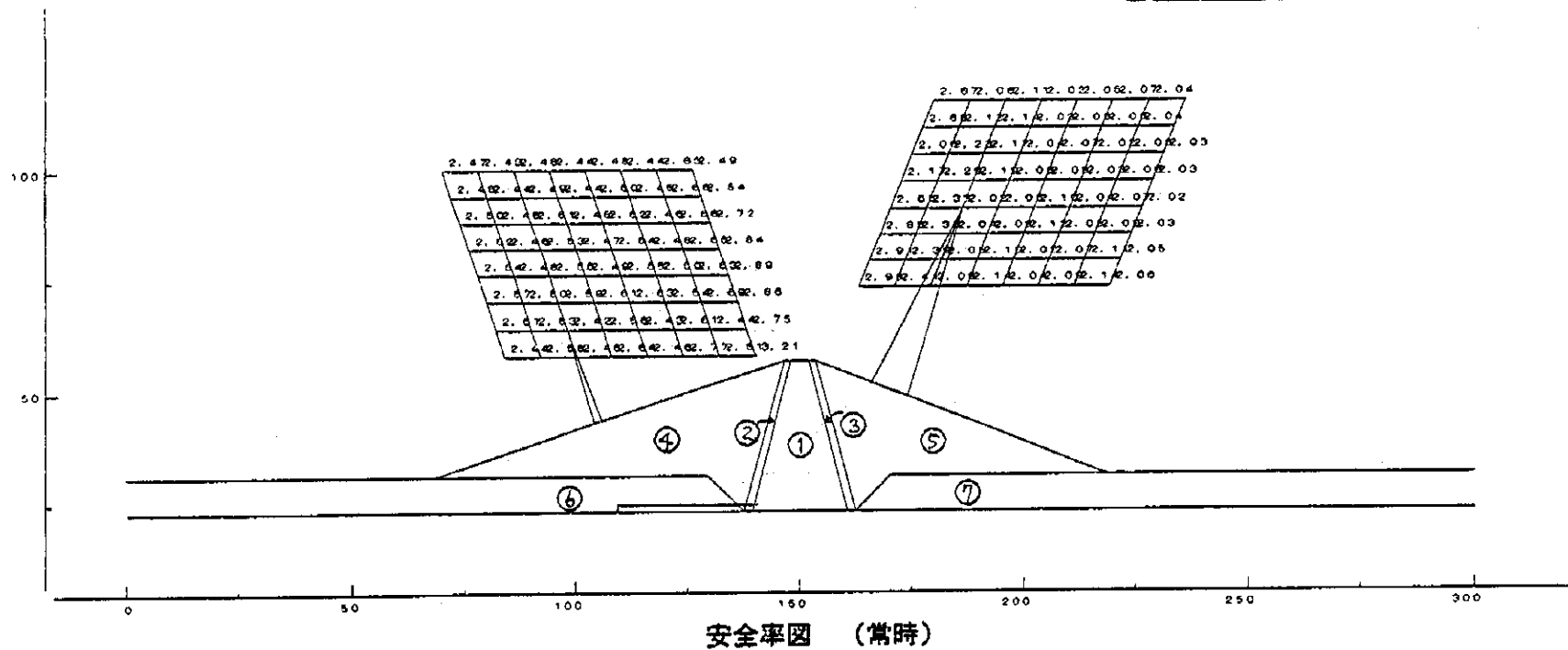
最小安全率	$F_{s MIN}$	=	2.424
円弧の中心	X	=	97.99 (m)
	Y	=	64.00 (m)
	半径 R	=	22.00 (m)
抵抗モーメント	M_R	=	0.60 (tf·m)
起動モーメント	M_o	=	0.25 (tf·m)

縮尺 ; 1 / 1500

下流側

最小安全率	$F_{s MIN}$	=	2.029
円弧の中心	X	=	186.40 (m)
	Y	=	91.00 (m)
	半径 R	=	44.00 (m)
抵抗モーメント	M_R	=	78.41 (tf·m)
起動モーメント	M_o	=	38.64 (tf·m)

層番号	飽和重量 (t/m^3)	潤滑重量 (t/m^3)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (t/m^2)	粘着力の 一次係数	水平位置	鉛直位置
1	2.150	2.070	29.00	3.50	0.00	0.000	0.000
2	2.260	2.140	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
3	2.260	2.140	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
4	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.000	0.000
5	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.000	0.000
6	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000
7	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000



3.3.2.3-1(2)

図-5.11.4 Factor of safety by slip circle method (after construction)

INFANTA DAM (完了直後)

縮尺 ; 1 / 1500

上流側

下流側

最小安全率	$F_{o, min} =$	1.930
円弧の中心	X =	97.99 (m)
	Y =	64.00 (m)
半径	R =	22.00 (m)
抵抗モーメント	$M_a =$	0.59 (t f · m)
起動モーメント	$M_o =$	0.30 (t f · m)

最小安全率	$F_{o, min} =$	1.657
円弧の中心	X =	186.40 (m)
	Y =	91.00 (m)
半径	R =	44.00 (m)
抵抗モーメント	$M_a =$	76.06 (t f · m)
起動モーメント	$M_o =$	45.91 (t f · m)

層番号	飽和重量 (t/m ³)	埋積重量 (t/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (t/m ²)	粘着力の 一次係数	水平浸透 係数	鉛直浸透 係数
1	2.150	2.070	29.00	3.50	0.00	0.076	0.000
2	2.260	2.140	38.00	0.00	0.00	0.076	0.000
3	2.260	2.140	38.00	0.00	0.00	0.076	0.000
4	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.076	0.000
5	2.220	1.960	39.00	0.00	0.00	0.076	0.000
6	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.076	0.000
7	2.170	2.040	38.00	0.00	0.00	0.076	0.000

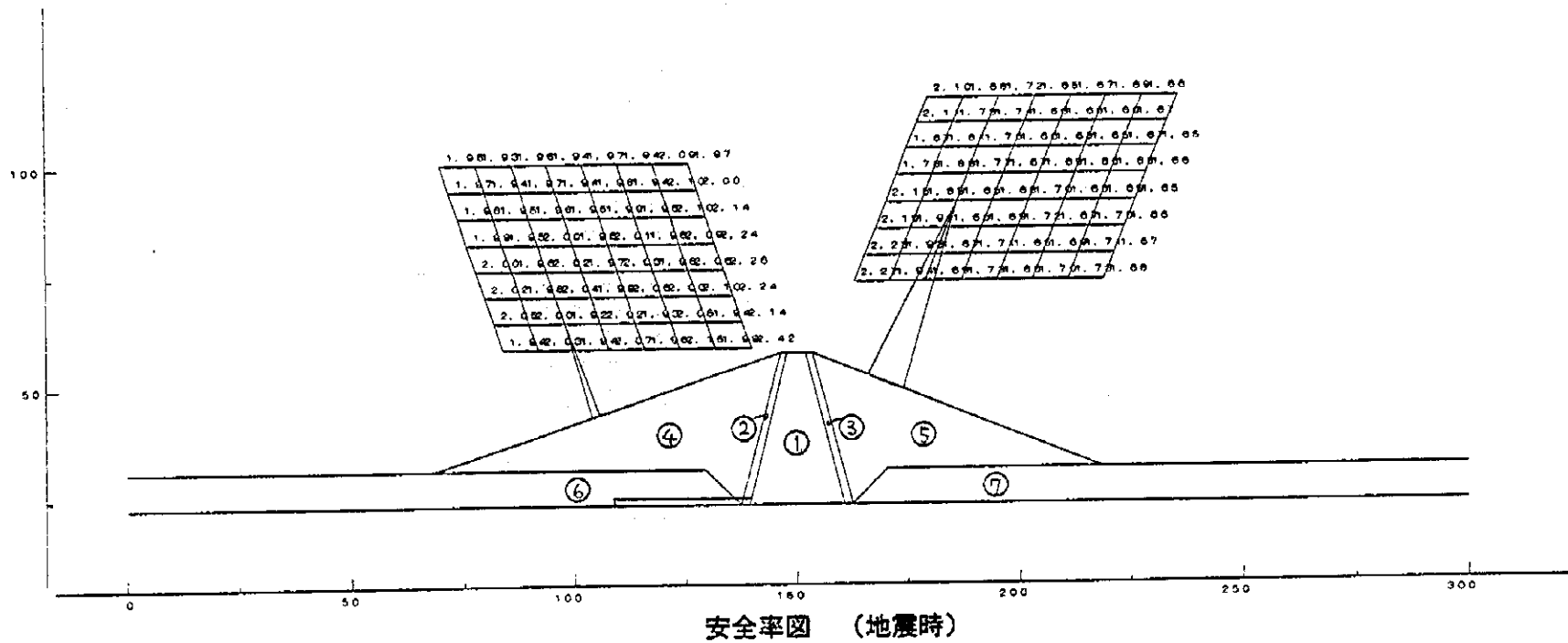


図-5.11.4₂ Factor of safety by slip circle method (after construction)

資料3.3.2.3-2 ダム浸透流の検討

浸透流の検討

(1) 堤体からの漏水量

(A) 計算条件

常時満水位	EL 52.00m
ダム基礎標高	EL 23.00m
コア透水係数	$K = 10^{-5} \text{cm/s} = 10^{-7} \text{m/s}$
コア上流面勾配	1 : 0.25
コア下流面勾配	1 : 0.25

(B) 浸透流量の計算

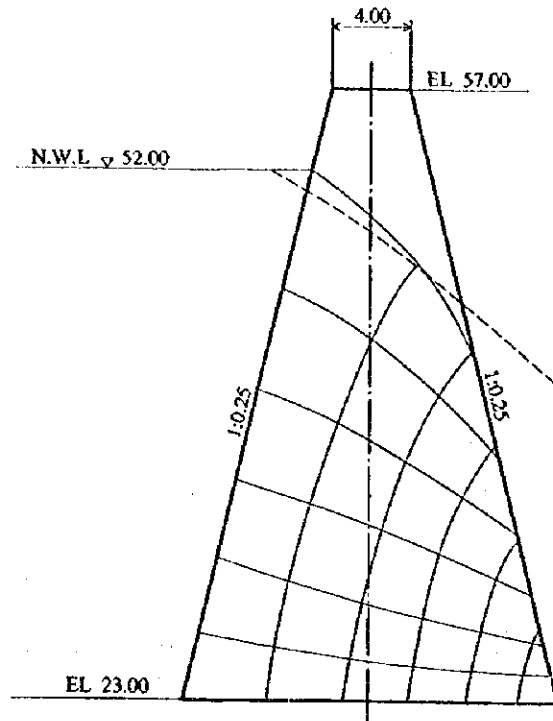
流線網から次式により求める。

$$Q = \sum \Delta q = \sum K \cdot \frac{H}{L} \cdot \Delta x$$

- ここに、
 Q : 全浸透量 (m^3/s)
 Δq : 単位幅当り浸透量 (m^3/s)
 K : 透水係数 (m/s)
 H : 遮水ゾーン上下流の水頭差 (m)
 L : 遮水ゾーンを通過する流線の長さ (m)

流線	H	L	H/L	$\frac{(H/L)_n + (H/L)_{n-1}}{2}$	Δx	ダム軸方向 長 (m)	平均長 (m)	Δq
1	11.2	14.7	0.762			252.0		
2	15.4	14.8	1.041	0.902	6.6	222.0	237.0	1,411 k
3	19.8	16.2	1.222	1.132	5.6	173.0	197.5	1,252 k
4	23.1	17.2	1.343	1.283	5.1	115.0	144.0	942 k
5	25.9	18.5	1.400	1.372	4.4	70.0	92.5	558 k
6	27.6	19.5	1.415	1.408	4.3	35.0	52.5	318 k
7	29.0	20.8	1.394	1.405	3.7	15.0	25.0	130 k
計								4,611 k

$$4611 \text{ k} = 4611 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s}/\text{日} = 40 \text{ m}^3/\text{日}$$



(2) 地山からの漏水量

堤体周辺の地山からの浸透量は、グラウチングとブランケットにより浸透路長を長くすることにより動水勾配を減じ浸透流速及び流量を適性なものとする。

	常時満水位 (m)	下流水位 (m)	浸透幅 (m)		全浸透量 (cu.m/日)	最大流速 (cm/s)
河床部	52.0	30.0	140	カーテング ラウチング	66	1.28×10^{-6} *
左右岸部			100	土質ブラン ケット	67	2.35×10^{-6}

*: 風化岩部にグラウチングで止水した場合

全浸透量 $Q = 40 + 66 + 67 = 173 \text{ m}^3/\text{日}$

洪水吐の配置及び流入部長さの検討

1. 洪水吐配置について

基本設計調査において実施された地形・地質調査の結果、左右岸各々の長所、短所として次の事が確認された。

- i 左岸に配置した場合、洪水吐シュート部から放流される水は下流河川に沿って流れ兩岸に対する洗掘の可能性は少ない。

しかし、

- ii 左岸の地形は右岸に比し急峻であり、掘削量が大きくなり、また山留工事費の増加が予想され、また減勢池の配置が困難である。
- iii 左岸ダム下流に9万 m³と推定されるはんれい岩の露頭があり、ダム上流面の盛立て材料に流用される可能性がある。これを原石山とする場合洪水吐工事と輻輳する可能性もある。

これらの事から洪水吐は右岸に設置することとした。

また、フィリッピン側で作成した F/S 調査報告書においても、洪水吐は右岸に設けている。

2. 洪水吐の越流型式及び越流長について

設計洪水量をを安全に流下させる洪水吐の越流型式及び越流長については、次の通り検討をした。

地質調査の結果、ダム軸の堅硬な基盤はかなり深く、正面越流型式にすれば、掘削量、コンクリート量が増大するので横越流型式を採用した。

越流長については、地形地質条件の検討により、40 m～70 m の間での比較検討を行った。つまり比較の対象としては、越流長40 m、50 m、60 m、

65 m 及び 70 m および 5 ケースを採用し、越流水深と工事費増減に対する概略比較を行った。結果は、別表に示した通りである。

まず工事費（ダム本体と洪水吐）の増減は、微差ではあるが、65 m 程度が最も経済的であるという結果を得た。

また、越流水深は、各々 3.54 m（長さ 40 m）、3.18 m（長さ 50 m）、2.83 m（長さ 60 m）、2.66 m（長さ 65 m）、2.50 m（長さ 70 m）となった。国内における横越流洪水吐の実施例を参考にすると、多くが越流水深は、2 m 程度を目処にしており、最大例でも 3 m 程度である。これは、実際の洪水流例と水理模型実験の結果等から経験的な判断に基づいているものと考えられる。従って、長さ 40 m と 50 m では、越流水深が 3 m を越えるので望ましくない。また 60 m、65 m 及び 70 m の間では、許容範囲と言えるが、安全性からいえば越流水深は、小さい方が望ましく、70 m、65 m、60 m の順で優位となる。しかし、70 m の場合は、地形・地質上（施工及び工事費用）特に不利がない範囲の限度に近いため、現在の調査の精度から判断して、多少の余裕を取っておくべきと考えた。

従って、越流長は 65 m（越流水深 2.66 m）を採用した。なお参考に計算した、200 年確率の 2 割増の洪水時の越流水深は、2.15 m となった。

越流長の比較表

	越流長 40m	越流長 50m	越流長 40m	越流長 65m	越流長 70m
常時満水位 (El.m)	EL. 52.00m	EL. 52.00m	EL. 52.00m	EL. 52.00m	EL. 52.00m
洪水時水位 (El.m)	EL. 55.54m	EL. 55.18m	EL. 54.83m	EL. 54.66m	EL. 54.50m
ダム天端 (El.m)	EL. 57.54m	EL. 57.18m	EL. 56.83m	EL. 56.66m	EL. 56.50m
ダム体積※ (m ³)	+ 19,280	+11,160	+3,630	0	- 3,460
ダム本体の工事費※ (千円)	+28,920	+16,740	+5,445	0	- 5,190
洪水吐の工事費※ (千円)	- 27,000	- 16,200	- 5,400	0	+5,400
工事費増減計 (千円)	+1,920	+540	+45	0	+210

※ 越流長 65m の場合の工事費の増減額として算出した。

横越流洪水吐の例 (参考)

	ダム高(m)	CA(km ²)	設計洪水量 (m ³ /s) Q	B(m)	H(m)
松ヶ房	46.0	25.65	644	106.0	2.0
葛野	87.0	6.7	300	45.0	2.0
新鶴子	96.0	56.0	1100	190.0	2.0
厚真		52.0	450	100.0	1.63
山王海		37.7	325	72.0	2.0
安房中央		14.8	308	72.5	2.0
恵袋別		50.0	334	70.0	1.8
奥野	63.0	11.7	530	63.0	2.5
目谷	49.7	8.11	304	54.0	1.9
府原	29.5	5.04	300	60.0	1.8
山瀬	62.0	67.2	1107	100.0	3.0
船上山	43.9	6.5	290	58.0	1.8

技術資料 : 3.3.2.3- 4

ダム高さ(付加高さ)の検討

設計洪水量は PMF を採用し、ピークで $736\text{m}^3/\text{s}$ となった。

別途検討して設定した洪水吐(標高 52.00m、越流巾 65m)で、洪水の流入流出解析(添付資料1を参照)を行ったところ、PMFの洪水位は、標高 54.66m(越流水深は 2.66m)となった。本ダムの必要付加高さ(添付資料2を参照)は、2.0m 以上なので、標高 56.66m 以上ということになり、ダム天端標高は、57.00m で設計した。この場合 PMF 時の付加高さは 2.34m となる。

この場合、200年確率洪水量の 20%増の $535\text{m}^3/\text{s}$ (ピーク)の時の越流水深は 2.12m で付加高は 2.88m となる。

ノA 30739 4197 ----** Infanta dam ** B:65.0 * 1 *** EL= 52.0

DATE	(Q1)	(H)	(Q0)	(V)	
1 0	0.00	52.00	0.00	5000000.	0
	1.03	52.00	0.00	5000309.	1
	2.06	52.00	0.07	5001214.	3
	3.08	52.00	0.18	5002684.	3
	4.11	52.01	0.36	5004684.	4
1 1	5.14	52.01	0.56	5007188.	4
	6.17	52.02	0.80	5010178.	4
	7.80	52.02	1.09	5013807.	4
	9.43	52.03	1.47	5018213.	5
	11.06	52.04	1.90	5023358.	5
1 2	12.69	52.05	2.37	5029212.	5
	14.32	52.06	2.91	5035742.	5
	15.95	52.08	3.50	5042914.	5
	20.88	52.09	4.21	5051666.	5
	25.81	52.11	5.15	5062884.	6
1 3	30.73	52.14	6.27	5076448.	6
	35.66	52.17	7.56	5092250.	6
	40.59	52.20	9.04	5110182.	6
	45.52	52.23	11.97	5129752.	6
	49.62	52.27	15.11	5150212.	6
1 4	53.72	52.31	18.38	5171209.	7
	57.82	52.35	21.68	5192694.	7
	61.91	52.39	25.05	5214636.	7
	66.01	52.43	29.34	5236741.	6
	70.11	52.47	34.08	5258597.	6
1 5	71.99	52.50	38.61	5279466.	6
	73.88	52.54	42.81	5298840.	6
	75.76	52.57	46.74	5316903.	6
	77.64	52.60	50.47	5333795.	6
	79.53	52.63	54.76	5349407.	6
1 6	81.41	52.66	58.68	5363685.	6
	82.72	52.68	62.24	5376674.	6
	84.03	52.70	65.46	5388413.	6
	85.34	52.72	68.32	5399112.	5
	86.65	52.74	71.02	5408930.	5
1 7	87.97	52.76	73.50	5417978.	5
	89.28	52.77	75.81	5426373.	5
	90.32	52.78	77.95	5434142.	5
	91.37	52.80	79.92	5441306.	5
	92.42	52.81	81.99	5447884.	5
1 7	93.47	52.82	83.98	5453872.	5
	94.51	52.83	85.79	5459346.	5
	95.56	52.84	87.38	5464428.	4
	97.07	52.85	88.99	5469316.	4
	98.58	52.86	90.59	5474149.	4
1 7	100.09	52.87	92.17	5478934.	4
	101.60	52.87	93.73	5483679.	4
	103.11	52.88	95.29	5488392.	4

夕'A ヲリウケイシフ -----*** Infanta dam *** B:65.0 * I *** EL= 52.0

DATE	(Q1)	(H)	(Q0)	(V)	
1 8	104.62	52.89	96.84	5493079.	4
	106.16	52.90	98.38	5497756.	4
	107.71	52.91	99.93	5502435.	4
	109.26	52.92	101.47	5507116.	4
	110.81	52.92	103.02	5511798.	4
	112.35	52.93	104.56	5516482.	4
	113.90	52.94	106.11	5521168.	4
1 9	114.85	52.95	107.61	5525688.	4
	115.80	52.96	109.01	5529906.	4
	116.75	52.96	110.33	5533876.	4
	117.69	52.97	111.58	5537644.	4
	118.64	52.98	112.77	5541248.	4
	119.59	52.98	113.92	5544716.	4
	121.01	52.99	115.07	5548204.	4
1 10	122.42	53.00	116.27	5551837.	4
	123.84	53.00	117.53	5555582.	4
	125.25	53.01	118.89	5559392.	4
	126.67	53.02	120.25	5563235.	4
	128.08	53.02	121.62	5567106.	4
	129.81	53.03	123.03	5571083.	4
	131.53	53.04	124.50	5575231.	4
1 11	133.25	53.04	126.02	5579516.	4
	134.97	53.05	127.57	5583914.	4
	136.69	53.06	129.16	5588400.	4
	138.41	53.07	130.78	5592957.	4
	140.26	53.07	132.42	5597608.	4
	142.12	53.08	134.11	5602372.	4
	143.98	53.09	135.83	5607228.	4
1 12	145.83	53.10	137.58	5612156.	4
	147.69	53.11	139.35	5617144.	4
	149.54	53.11	141.13	5622178.	4
	152.51	53.12	143.03	5627555.	4
	155.47	53.13	145.24	5633479.	5
	158.43	53.14	147.49	5639843.	5
	161.39	53.15	149.88	5646592.	5
1 13	164.36	53.17	152.38	5653652.	5
	167.32	53.18	154.98	5660962.	5
	170.97	53.19	157.70	5668661.	5
	174.62	53.20	160.72	5676826.	5
	178.26	53.22	164.15	5685246.	5
	181.91	53.23	167.63	5693784.	5
	185.56	53.25	171.14	5702412.	5
1 14	189.21	53.26	174.68	5711112.	5
	193.84	53.28	178.35	5720134.	5
	198.48	53.29	182.23	5729676.	5
	203.12	53.31	186.28	5739622.	5
	207.76	53.33	190.46	5749886.	5
	212.39	53.34	194.73	5760396.	5

タ'A 30719 ケイソ -----*** Infanta dam *** B:65.0 * 1 *** EL= 52.0

DATE	(Q1)	(H)	(QO)	(Y)	
1 16	217.03	53.36	199.09	5771098.	5
	226.82	53.38	204.05	5783335.	5
	236.61	53.41	210.30	5798088.	6
	246.40	53.43	217.73	5814613.	6
	256.19	53.46	225.72	5832390.	6
	265.97	53.49	234.14	5851118.	6
1 17	275.76	53.53	242.89	5870572.	6
	352.47	53.59	259.88	5908286.	7
	429.18	53.70	290.11	5977922.	7
	505.88	53.86	331.14	6072251.	8
	582.59	54.04	380.04	6185662.	8
	659.29	54.24	435.00	6313969.	8
1 18	736.00	54.45	497.39	6453118.	8
	659.20	54.61	546.43	6558742.	8
	582.41	54.66	565.10	6597842.	6
	505.61	54.65	560.21	6586632.	5
	428.81	54.57	536.95	6537713.	7
	352.02	54.46	501.21	6460358.	7
1 19	275.22	54.31	456.27	6361088.	8
	265.97	54.16	412.98	6262474.	8
	256.72	54.04	378.77	6181598.	7
	247.47	53.93	349.70	6114181.	7
	238.22	53.84	325.01	6057362.	7
	228.97	53.76	303.89	6008754.	7
1 20	219.72	53.69	285.51	5966459.	7
	217.23	53.63	270.01	5930816.	7
	214.74	53.58	257.45	5902112.	6
	212.26	53.54	246.94	5878846.	6
	209.77	53.51	238.35	5859827.	6
	207.28	53.48	231.22	5844038.	6
1 21	204.79	53.46	225.33	5830670.	5
	197.51	53.44	219.56	5817869.	5
	190.22	53.42	213.45	5804258.	5
	182.94	53.39	207.10	5790016.	6
	175.66	53.37	201.03	5775127.	6
	168.37	53.34	194.71	5759582.	6
1 22	161.09	53.32	188.17	5743526.	6
	156.00	53.29	181.70	5727662.	6
	150.92	53.26	175.53	5712540.	6
	145.84	53.24	169.60	5697998.	6
	140.76	53.22	163.98	5683874.	5
	135.67	53.19	158.42	5670056.	6
1 23	130.59	53.17	153.54	5656318.	6
	127.10	53.15	148.89	5642870.	5
	123.61	53.13	144.34	5630090.	5
	120.12	53.11	140.00	5617881.	5
	116.63	53.09	135.82	5606135.	5
	113.14	53.07	131.78	5594762.	5

夕A 30799 夕イ夕 ----** Infanta dam ** B:65.0 * 1 *** EL= 52.0

DATE	(Q1)	(H)	(Q0)	(V)	
2 0	109.65	53.05	127.84	5583689.	5
	105.95	53.03	123.97	5572800.	5
	102.25	53.01	120.14	5562003.	5
	98.55	53.00	116.37	5551268.	5
	94.85	52.98	112.83	5540506.	5
	91.15	52.96	109.25	5529658.	5
	87.45	52.94	105.65	5518744.	5
2 1	81.48	52.92	101.83	5507154.	5
	75.52	52.89	97.54	5494416.	6
	69.55	52.87	93.03	5480738.	6
	63.59	52.84	88.26	5466264.	6
	57.62	52.81	83.27	5451138.	6
	51.66	52.79	78.48	5435363.	6
	46.68	52.76	74.03	5419076.	6
2 2	41.69	52.73	69.49	5402498.	6
	36.71	52.70	64.89	5385672.	6
	31.73	52.67	60.23	5368638.	6
	26.75	52.63	55.51	5351427.	6
	21.77	52.60	50.76	5334066.	6
	20.07	52.57	47.00	5317258.	6
	18.38	52.54	43.59	5301586.	6
2 3	16.68	52.52	40.40	5286877.	6
	14.99	52.49	37.39	5273013.	6
	13.29	52.47	34.54	5259890.	6
	11.59	52.45	31.83	5247418.	6
	10.78	52.43	29.30	5235765.	6
	9.96	52.41	26.98	5225080.	6
	9.15	52.39	25.25	5215121.	5
2 4	8.33	52.37	23.79	5205630.	5
	7.51	52.35	22.39	5196509.	5
	6.70	52.34	21.04	5187726.	5
	6.25	52.32	19.75	5179359.	5
	5.81	52.31	18.53	5171478.	5
	5.36	52.30	17.38	5164038.	5
	4.91	52.28	16.30	5157002.	5
2 5	4.47	52.27	15.27	5150334.	5
	4.02	52.26	14.29	5144000.	5
	3.81	52.25	13.37	5138040.	5
	3.60	52.24	12.52	5132486.	5
	3.39	52.23	11.72	5127303.	5
	3.18	52.22	10.97	5122458.	5
	2.97	52.21	10.31	5117909.	4
2 6	2.75	52.21	9.65	5113628.	4
	2.64	52.20	9.08	5109620.	4
	2.53	52.19	8.76	5105814.	4
	2.42	52.18	8.46	5102127.	4
	2.31	52.18	8.16	5098556.	4
	2.20	52.17	7.88	5095093.	4

Infanta dam B:65.0 * 1 *** EL= 52.0

DATE	(Q1)	(H)	(Q0)	(V)	
2 8	2.09	52.17	7.60	5091734.	4
	2.04	52.16	7.33	5088490.	4
	1.98	52.15	7.07	5085368.	4
	1.92	52.15	6.82	5082366.	4
	1.86	52.14	6.58	5079475.	4
	1.81	52.14	6.35	5076691.	4
	2 9	1.75	52.13	6.13	5074008.
1.73		52.13	5.91	5071433.	4
1.71		52.12	5.71	5068972.	4
1.69		52.12	5.52	5066620.	4
1.67		52.12	5.33	5064371.	4
1.65		52.11	5.15	5062220.	4
2 10		0.00	52.11	4.94	5059682.
	0.00	52.10	4.71	5056780.	4
	0.00	52.10	4.48	5054018.	4
	0.00	52.09	4.26	5051390.	4
	0.00	52.09	4.05	5048889.	4
	0.00	52.08	3.86	5046510.	4

736.00 54.66 565.10 6597842.

5000000. 1597842. 1917411.

55.144 6917411.

ダム付加高さの検討

風波高は、SMB法と Saville 法の組み合わせにより算定した。

対岸距離： 1400 m
法面勾配： 1 : 3.0
法面状態： 捨石
風速： 30 m/s

この場合の風波高は、0.55 m となった。

付加高さは、風波高が 1 m 未満の時は 1 m とし、さらにフィルダムの場合はさらに 1 m を加える規定になっている。従って、ダム天端の設計水位からの必要付加高さは、2 m となる。

資料 3.3.2.3-4 ダム洪水吐の水理的検討

(1) 洪水吐の設計対象流量

洪水吐の設計洪水量は、PMF（可能最大洪水量）の洪水波形が貯水池へ流入した時の貯留効果を考慮した時の洪水吐からの最大放流量とする。

$$\text{式で表わすと } I - O = \frac{ds}{dt}$$

ここに、 I : 時刻 t における貯水池への流入量

Q : 流出量

S : 貯水池容量

洪水調節計算結果を技術資料に示す。資料より最大放流量は $565 \text{ m}^3/\text{s}$ となる故、洪水吐設計流量は $565 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。^{3.3.2.3-5}

洪水吐の放流量は次式による。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

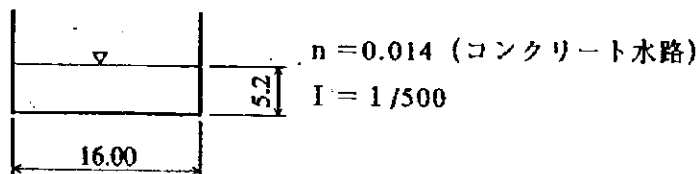
ここに、 Q : 流量 (m^3/s)

C : 流量係数 (ゴビンダラオ式による、最大値 2.0)

B : 越流幅 (65 m)

H : 越流水深 (m)

(2) 導流部流下能力



$$A = 16.00 \times 5.2 = 83.2 \text{ m}^2$$

$$P = 5.2 \times 2 + 16.00 = 26.4 \text{ m}$$

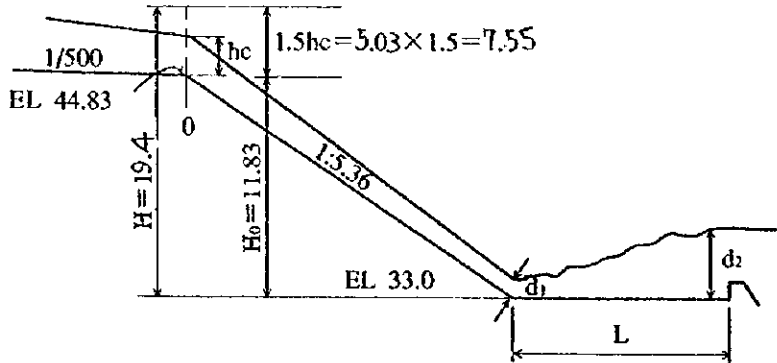
$$R = \frac{A}{P} = \frac{83.2}{26.4} = 3.15 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} = \frac{1}{0.014} \times 3.15^{2/3} \times \left(\frac{1}{500}\right)^{1/2} = 6.86 \text{ m/s}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$= 83.2 \times 6.86 = 571 \text{ m}^3/\text{s} > 565 \text{ m}^3/\text{s}$$

(3) 減勢池の設計



$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}} = \sqrt[3]{\frac{565^2}{9.8 \times 16.0^2}} = 5.03\text{m}$$

$$d_1 = \frac{Q}{0.95B\sqrt{2gH}} = \frac{565}{0.95 \times 16.0 \sqrt{2 \times 9.8 \times 19.4}} = 1.91\text{m} \quad v = \frac{Q}{Bd_1} = \frac{565}{16.0 \times 1.91} = 18.5\text{m/s}$$

$$Fr = \frac{Q}{B\sqrt{gd_1^3}} = \frac{565}{16.0 \sqrt{9.8 \times 1.91^3}} = 4.27$$

$$d_2 = \frac{1}{2} \times d_1 (\sqrt{1+8Fr^2} - 1)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.91 \times (\sqrt{1+8 \times 4.27^2} - 1) = 10.6\text{m}$$

よって壁高は余裕高をとり11.0mとする。

減勢池は、ショートブロックを設け、減勢池の長さを減少させる強制跳水USBRⅡ型を採用する。(下図)

$$\text{図より、} L \text{ II} = 3.7 d_2 = 3.7 \times 10.6 = 40\text{m}$$

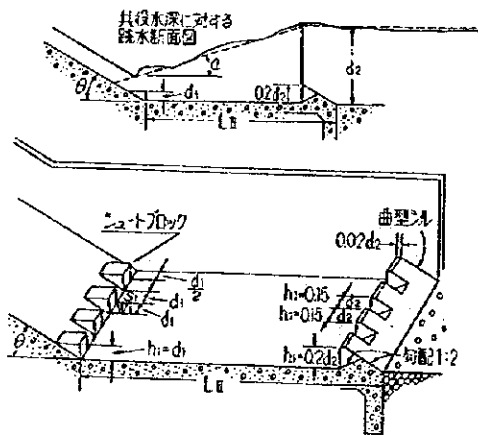


図-3.4.2-38 II型静水池の諸元

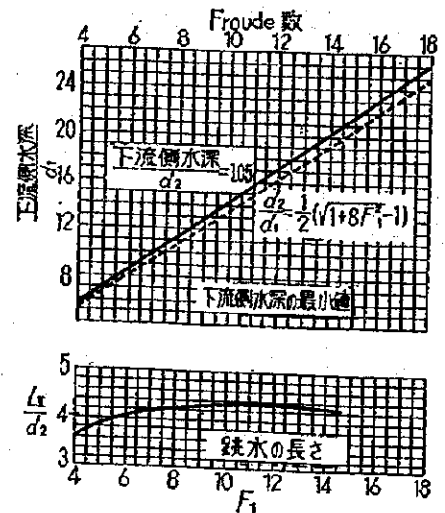


図-3.4.2-42 II型減勢工設計図表

底樋の位置の選定及び仮排水トンネルとの比較

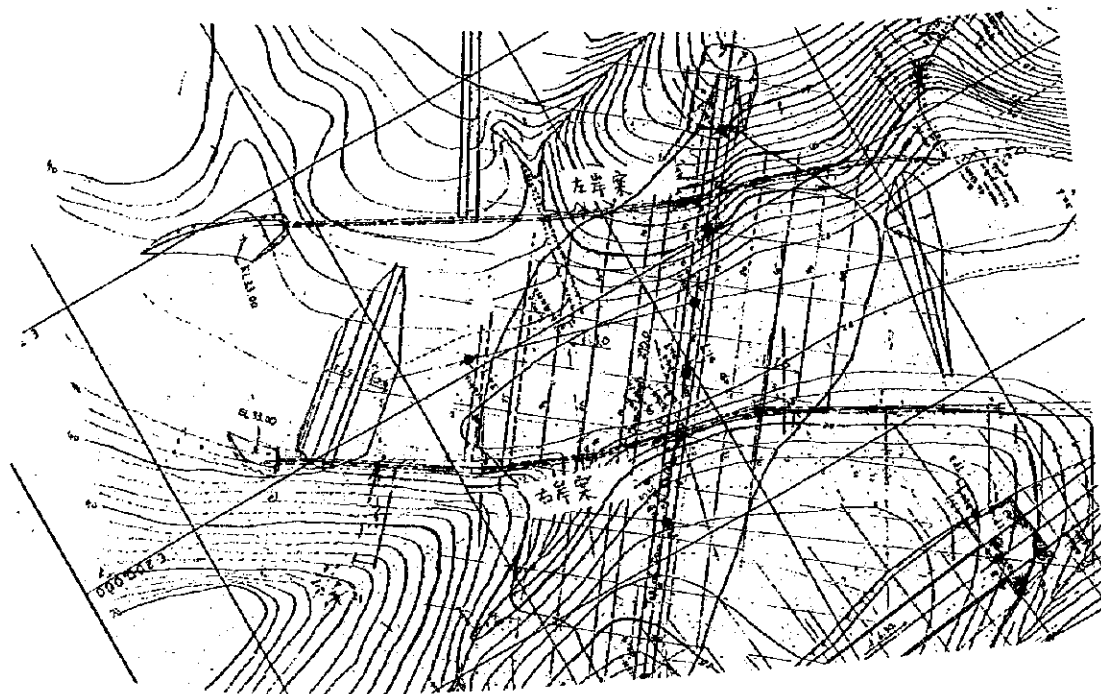
1. 1996年度の基本設計調査では、底樋の位置は下記理由等より左岸側とした。

- ・左岸側が地形が急峻なため、基盤岩への土被りは浅いと推定
- ・下流の利水地点が左岸側にあるため、左岸側が経済的である。

2. 1997年の基本設計の追加調査で底樋計画地でのボーリング調査の結果、

- ・基盤岩の位置が予想より深く、山側に追込む必要があり、土被りも約13mと深いこと
- ・一方、右岸側は、河床付近に岩が露頭しており、河床寄りの岩盤内に底樋を設けることができ、土被りも約4mと少ないこと。
- ・底樋の延長は、左右岸とも約260mであるが、掘削量が左岸側が約25,000m³、右岸側が約7,000m³で、右岸側が掘削量が少ない。
- ・底樋の内巻管の据付、コンクリート打設等の作業性、施工性が右岸側が河床近くのため有利である。
- ・斜樋の延長は左岸側約110m、右岸側約50mであり右岸が短い。
- ・右岸に設けた場合は、左岸側へ河床を横断する必要がある。

上記の事項より、底樋の位置は掘削量、作業性、施工性において有利である右岸側に設けるものとする。



仮排水トンネルと底樋の比較

項目	A. 仮排水トンネル方式	B. 底樋方式	備考
寸法	D=6.0m L=300m	D=1.8m L=260m	
設計流量	200m ³ /s (通年1/10年確率)	47m ³ /s (乾期1/10年確率)	
安全性	・堤体に直接接しないので、安全性はB案より良い。	・堅岩に埋設するが、ダム盛土と直接接するためA案に比べ多少安全性は劣る。	
規模	・盛立が数年次にわたる場合は、ダム越流防止のため必要であるが、1乾期で盛立を完了する計画なので、大規模な転流工は必要としない。	・1乾期で盛立完了(雨期は施工できない)するため、特に大規模な河流処理を要しない。	
経済性	・トンネル工事のため、ダム工事費に占める割合が多く不経済である。	・明り工事のため経済的である。	
施工性	・トンネル工事のため、熟練工を要し、作業の安全性が劣る。	・明り工事のため作業性はよい。	
工期	・トンネル施工のため工期がBに比べ1年長くなる。		
概算費用	4億5千万円 (=150万円/m×300m)	1億円	
総合評価	1乾期で施工することを勧案すれば、工事費に占める割合が大きいため、経済的でない。 △	ダム費用との割合を考えれば、妥当な方式である。 ○	

資料4.1-1 仮排水路（転流工）計画検討

ダム特に河床部の施工は2度の乾期に限定して実施する。即ちダムの基礎処理及び盛立ては2年次にわたる2乾期を利用して施工される。つまり、1年次乾期には主として基礎処理及び現地盤までの止水壁部コア、フィルターの盛立て（75,000 m³）を行い、2年次乾期に現地盤より上部の盛立て（354,000 m³）を行う。

仮排水路は乾期6ヶ月の10年確率洪水量を対象にして計画された。

対象洪水量の推定は、計画地点に近く長期にわたって信頼のおけるデータのあるIba雨量観測所における最近15ケ年の日雨量資料を基に実施した。Iba観測所の最近15ケ年の乾期最大日雨量は次表の通りである。

年 度	日雨量(mm)
1995	43.8
1994	22.1
1993	49.6
1992	39.6
1991	34.0
1990	12.7
1989	35.0
1988	44.8
1987	16.8
1986	38.0
1985	45.0
1984	33.5
1983	37.0
1982	44.2
1981	65.6

上表に基づき、乾期10年確率日最大雨量は60mmとなる。（岩井法による）

この日最大雨量を時間雨量に配分し、ユニットハイドロ法により10年確率洪水量を算出すれば67m³/sとなり、総流入量は、1,450,000m³となる。

但し、乾期の降雨は散発的であり、表土は乾燥しているため、実際の流出係数はかなり小さくなると思われる。上記数値の70%を対象に下記の通り仮排水路の計画を行った。即ち対象洪水量47m³/s、総流入量1,000,000m³とする。

(1) 1年次乾期の転流工計画

上記洪水量を処理するためダム軸上流に仮締切ダムを設け、右岸川沿いに開梁式仮排水路を設ける。仮締切ダムの天端はEL38.50mとし、仮排水路の容量を15m³/sとすれば、水位EL37mで約400,000m³の

貯留効果によって対象洪水量の処理が可能である。

即ち総流入量の中流入量が $15\text{ m}^3/\text{s}$ に達するまでは仮排水路で処理し、 $15\text{ m}^3/\text{s}$ を超える場合は、仮締切ダムの貯留効果も含めて安全に処理出来る。なお、乾期流量が $15\text{ m}^3/\text{s}$ を超えるのはごくまれであり、実際の工事期間中には発生しない可能性の方が大きいと考える。

なお仮排水路は、底幅約 3 m 、法面勾配 $1:1$ 、深さ約 2 m の開水路となる。但し、仮締切ダムを横断する箇所は、上流側では、径 1.3 m の管2本（長さ約 40 m ）を設置し、下流側では矢板や鋼材等を利用して約 15 m 区間の水路にカバーするものとする。仮排水路の延長は約 285 m となる。

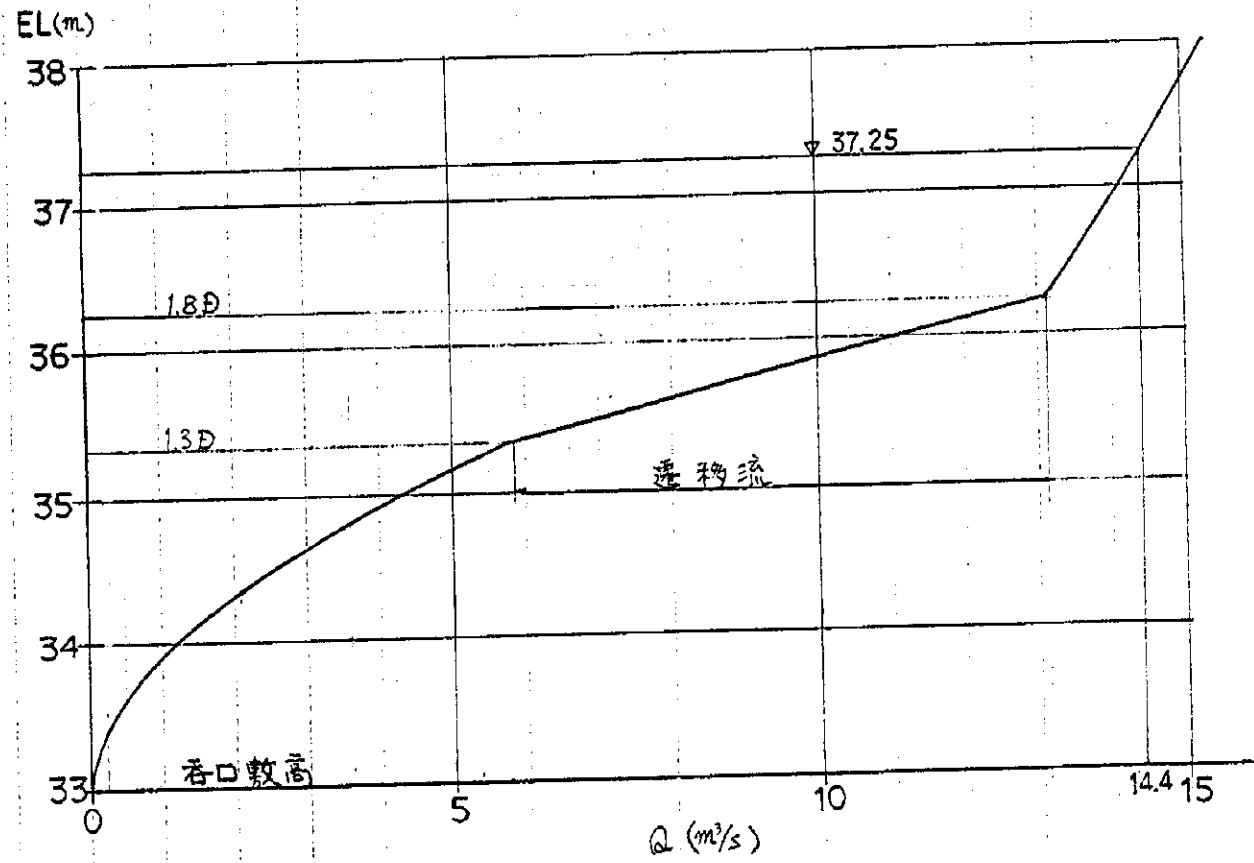
又、上流側仮締切ダムは、天端幅 3 m とし、上流側勾配 $1:2.5$ 、下流側勾配 $1:2.0$ とする。高さは、最大部で約 6.5 m となる。下流側仮締切ダムは、天端幅 3 m とし、上流側とも下流側勾配 $1:2.0$ とする。高さは、最大部で約 3.0 m となる。

(2) 2年次乾期の転流工計画

2年次乾期のダム本体盛立てに対しては、更に左岸に径 1.8 m （1本）の管式の仮排水路を設ける。この鋼管は、深さ約 2.5 m の開削した断面に設置しコンクリートで保護するものとする。この管路は最終的には農業用水路として利用される、永久構造物となる。管の排水容量は $15\text{ m}^3/\text{s}$ とする。2年次の始めの期間は、右岸の仮排水路も残しておくので、その場合の容量は 100% 増となり、1年次より安全率が高まる。右岸の仮排水路を取り除いた後でも $15\text{ m}^3/\text{s}$ あるので問題ない。

なおダムの盛立ては準備工事等考慮すれば、1月から3月までの乾期3ヶ月に集中して施工する必要があり、この場合の1月から3月までの10年確率日最大降雨量は 31 mm となり、上記6ヶ月に比し約半分となり、安全率がより高くなる。

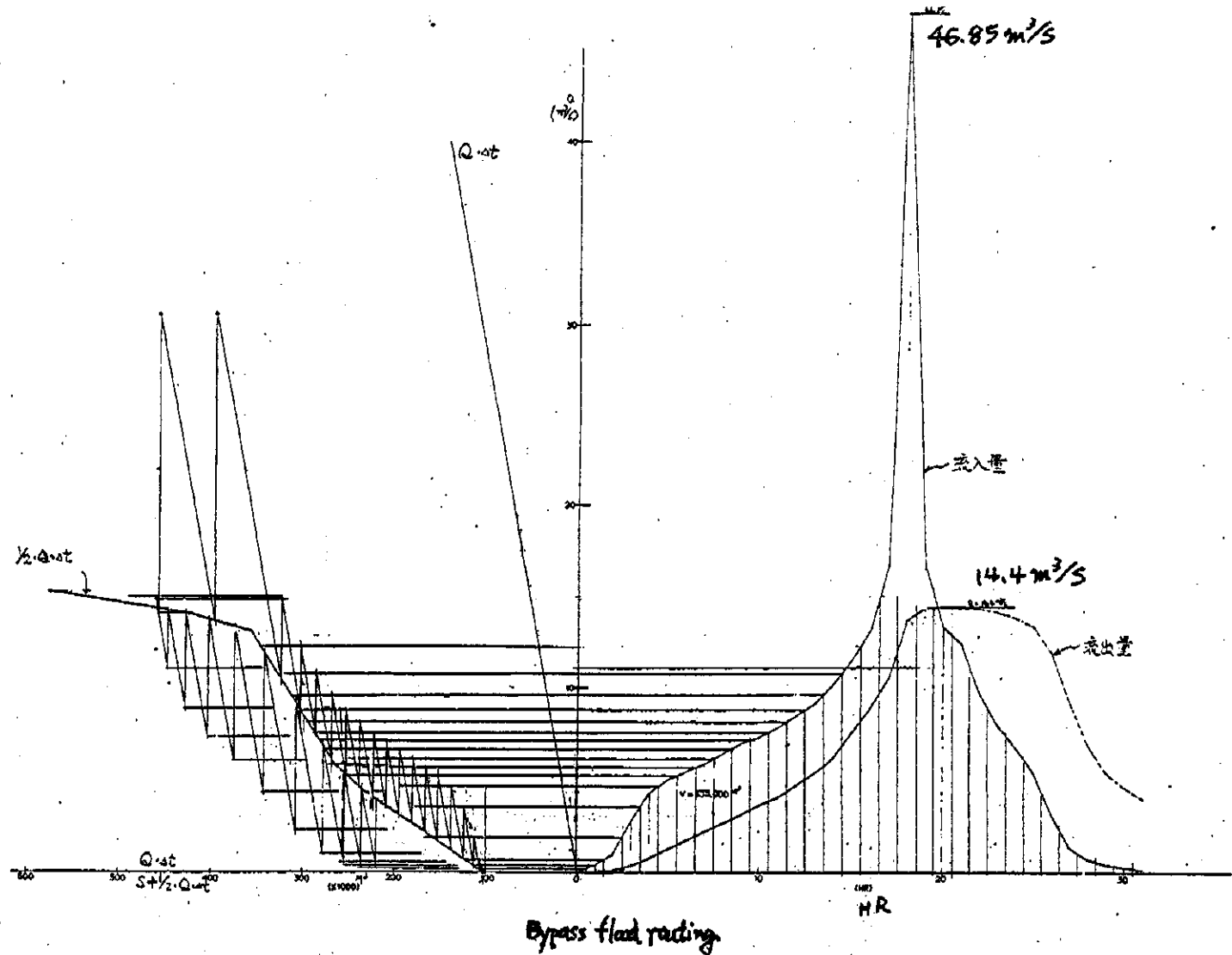
また今年5月よりダムサイト下流で一日3回流量測定を行っているが、5月、6月は $1\text{ m}^3/\text{s}$ 以下で、最大は雨期の8月13日に $38\text{ m}^3/\text{s}$ となり、10月、11月は $10\text{ m}^3/\text{s}$ 以下である。



転流工水位~流量曲線 (D=1.8m)

BASIC DESIGN FOR INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION
AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Case: $\phi 1.8m$

BASIC DESIGN FOR INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

資料4.1-2 ダムカットオフ部の雨期のオーバーフローに対する検討

ダムカットオフ部の雨期のオーバーフローに対する対策について

ダムの盛立ては、安全を期して乾期のみ施工としている。

即ち、第一乾期はカットオフ部のみ掘削、基礎処理及び盛立て（盛立て量 約 $75,000 \text{ m}^3$ ）を行い、第一乾期は本体盛立て（盛立て量 約 $348,000 \text{ m}^3$ ）を実施する。二乾期間での施工でも余裕のないスケジュールであり、これらを、一乾期で行うのは不可能である。

第一乾期のカットオフ部の盛立て後は、表面（現河床より $20 \sim 30$ 程度低くしておく予定）を、厚さ 5 cm 程度のモルタル又は防水シートで覆い、その上を砂利で現河床まで充填しておく。

雨期には、中小洪水の場合は、河川の流水は仮排水路（仮締切ダムによる貯留効果も入れて、乾期の 10 年確率洪水に対応する流入量 $47 \text{ m}^3/\text{s}$ で設計）を流過するので、盛立て部分は通らないが、容量以上の洪水が発生した場合は、流水が仮締切ダムの一部を破壊して、盛立て部分の上を流過することになる。

仮締切ダムの破壊を避けるため一部を削って流水路を確保しておくことも考えられるが、昨年の実測結果によると、雨期の最大流量は、約 $38 \text{ m}^3/\text{s}$ であったので、オーバートップしない可能性も小さくない。たとえオーバートップしても、仮締切ダムは規模が小さく、決壊しても部分的であると予測されるので、そのことによる下流側への被害は生じないものとする。また、仮締切ダムの復旧工事は、状況にもよるが、せいぜい $2 \sim 3$ 日間であるとする。

一方、ダムカットオフ部の上を流水が通過する場合、現河床と同様な状態になっているので、その部分のみが洗掘されることはない。一般に部分的な洗掘が発生するのは、河川構造物等の突起物のある場合の直上流または直下流である。仮締切ダムが一部決壊して流過場合は、むしろ堆積する可能性の方が高い。

第二乾期の工事の初期に、カバーしてあった砂利とモルタル（又はシート）を取り除き、前年の盛立て表面も剥いだ後に、盛立てを続行することになる。

本ダムでは、一般のダムのような仮排水トンネル（工事費大幅増加）は設けないので、多少なりとも特殊なケースと見られる可能性もあるが、特に問題があ

る工法ではない。我が国では、雨期と乾期に分かれていないので、このような工法は取らないと思うが、半川締切工法（河川の片側を締切り、河流を他の部分に移し、締切内部の基礎掘削及び盛立を行い、後に流水をこの部分の堤内又は基礎地盤に設ける仮排水路に切り替えて他の部分を締切り、残部の施工をする）は、行われている。半川締切工法と今回の工法には違いがあるが、盛立施工中ダムを横を流水が通過するという点では、多少の共通点がある。

また、海外のダムの場合は、転流計画で、一定以上の洪水が発生した場合は、仮締切ダムの越流と盛立中のダムのオーバートップを許容するケース（例：中国の天生橋一級ダム、EPDC/日本工営）もある。例え、越流により多少のダメージを受けても、修復は困難ではないからである。

いずれにせよ、経済性と施工期間の限定に対応した工法であり、特に問題になる工法とは思えない。

中国・天生橋一級ダムの実状

吉田 正*
田村 日出男**

概要 中華人民共和国・珠江の上流南盤江において、高さ182m、堤体積約1,800万³m、遮水壁(コンクリートスラブ)の面積約16万²mという世界でも最大級のコンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム(CFRD)が建設されつつある。

CFRDの特徴の一つとして、ダム本体盛立の初期に於いては、越流を許容するという考えに基づいて転流計画をたてることがあげられるが、盛立中に越流されたという事例は、きわめて少なく、古くはオーストラリアのホムナダム、最近ではメキシコのグアミルバダム等のみである。

1996年雨期、4回にわたる越流を受けながらも、盛立部分が洗掘されることもなく、着々と建設が進む中国天生橋一級ダムの実状を紹介する。

1. 開発計画の概要

中国・広東省・広州に流れ込んでいる珠江の上流河川を紅水河と呼ぶが、この紅水河の最上流の支流が南盤江である。南盤江は、水源を雲南省の昆明付近に発し、貴州省・広西壮族自治区を流下している。

1981年、中国政府は、紅水河総合開発計画を策定した。この総合開発計画は、天生橋一級水力発電所を最上流の電源開発地点とし、階段状に、10ヶ所の水力発電所(総出力1,120万kW)を建設するというものである。

1979年の改革開放政策をとり始めて以来、中国では電力需要は拡大する一方であり、各地で電源開発が急ピッチで進められている。当発電所も、東南地区の電力需要を満たすべく、1991年着工、1998年末の発電開始を目指して建設が進められている。

最大出力120万kW、年間発電電力量は52億kWhである。この他前述の紅水河水系の既設下流発電所群の発電電力量の増分のみでも約41億kWhになるという極めて経済的な発電開発計画である。

発電計画の概要およびダムの諸元を表-1に、また各種造物の配置を図-1に示す。

2. 発注者、請負業者、コンサルタント等

本プロジェクトの施行者は、中国南方電力運営会社である。この会社は、広東・雲南・広西・貴州省ならびに中国政府の出資により、1991年8月に設立された新しい会社である。

本プロジェクト全体の工事費(水力発電所のみならず、サイトから広州までの送電線工事を含む)は、内貨分約

表-1 発電開発計画概要およびダム諸元

区 分	単 位	数 値	備 考
河 川 名	—	南盤江	
流 域 面 積	km ²	50,139	
平 均 流 量	m ³ /s	612	
年 間 平 均 入 量	億m ³	190	
貯 水 池	常時水位	m	780
	最低水位	m	731
	総貯水量	億m ³	102.5
最 大 出 力	MW	1,200	
発 生 電 力 量	億kWh	52.26	下流河 40.77
ダ ム	型 式	—	コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム
	高 さ	m	182
	堤 頂 長	m	1,137
	堤 体 積	万m ³	約1,800
	天 橋 幅	m	12
	天 橋 標 高	m	791
	基 礎 標 高	m	609
ム	上 流 面 勾 配	—	1:1.4
	下 流 面 勾 配	—	1:1.25
	洪 水 量 (PMP)	m ³ /s	28,500

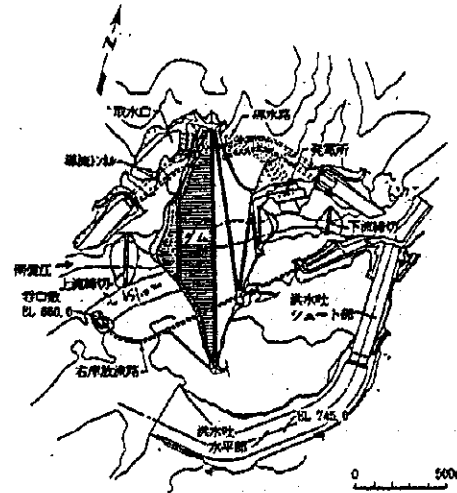


図-1 一般平面

49億人民元、外貨分約460億円であって、OECDによる円借款対象案件となっている。

発電所関連の土木工事は、大別して4つに分け発注したが、図-1に示す土木構造物のうち、ダム(上・下流橋脚を含む)ならびに洪水吐工事は、1992年国際競争入札にかけて請負業者を決定した。この結果、中国の江南公司という業者と、ブラジルのメンダス・ジュニアという業者の共同企業体が落札し、1994年11月に、請負契約が締結された。

また発注者に対するアドバイザーとして、電源開発、日本工管の2社が共同して、1993年以降コンサルタント業務を行なっている。この両者の下請として、CFRD建設に経験のあるブラジルおよびオーストラリアのコンサルタント会社の土木技術者も参加している。

3. ダム

ダム地点の基盤岩は、中生代・三疊紀の堆積岩類で構成されており、右岸には石灰岩が、左岸には礫層をもつ砂岩・泥岩の互層が分布している。

右岸に洪水吐を配置し、洪水吐の岩掘削りの殆どをダムの盛立材料に充當するという巧妙な設計となっている。

ダムの設計の詳細については、後述の文献に記述されているので、これを参照されたい。ダムの盛立材料が実際に採取され、盛立が開始されてから、材料のまき出し、加水量、ゾーニング等、盛立の仕様を変更した事項もあるし、また基礎岩盤の性状が明らかになるにつれ

て、プリンスの位置を一部変更している。これ等については、後日、中国側より発表されることを期待して、転流の実績以外のことについては、ここでは触れないこととする。

4. 転流

4.1 転流の基本方針

表-1に示すとおり、本ダム地点の流域面積は約5万²km、平均流量は612m³/sである。雨期は5月から10月まで、乾期は11月から翌年の4月迄である。7月・8月には洪水が多い。

これらの水文特性と、工程、工事量等を考慮して、発注者は転流の基本計画を以下のとおりとし、見積時の仕様書に提示するとともに、着工後は、請負業者の転流計画を審査する際の基準としている。

(1) 第1乾期

導流トンネル完成後、乾期に本川を掃切り、河水を導流トンネルへ転流させる。掃切の設計に用いる洪水量は、2,000m³/s(乾期の20年確率洪水量)とする。

このことから、導流トンネル(馬蹄形断面、内径13.5m、延長約1,000m、ダム・洪水吐工事より先行して別途施工)は2条、上・下流掃切の天端の標高は、それぞれ651.0m、647.2mとなった。

(2) 第1雨期

導流トンネルで呑みきれない流量の流入があった場合、河水の一部が上流掃切を越流し、盛立中のダム内を通過することとなるが、これを許容する。

雨期に入る直前のダムの形状は、水理模型実験結果に基づいて決定する。左・右岸の盛立が、洪水通過時でも執行できる様にする。また、水流に接する盛立表面部分は、洗掘されない措置を取る。

これ等を決定する際の、対象洪水量は10,800m³/s(雨期の30年確率洪水量)とする。

(3) 第2乾期

第1雨期中に、上流掃切が越流された場合には、たとえ流入量が減じても、上・下流掃切間の河床には、河水が溜まっており、ダムの一部分は冠水していることとなる。よって、第2乾期に入ると、直ちに、ポンプによってこの溜まり水を排水し、その後、河床の標高の低い部分のダムの盛立を再開することとなる。

第2乾期の終わり、すなわち第2雨期に入る前までに、標高725m迄ダム本体を盛り上げ(図-3参照)、この時期以降は、ダム本体の越流は、絶対に起きない様に工事を進める。

この第2乾期中に、標高680m迄の範囲のコンクリートスラブを打設する。

右岸放水路(円形、内径9.5m、延長1,060m、出口敷の標

4.1-23

A-5

* 中国EPCインテグレーション 取締役 会員
** 日本工管 水資源開発部

高660m)がこの第2乾期末までには完成する。従って、洪水時、若しダム上流に標高660m以上の貯留が起きた場合には、左岸の導流トンネル2条とあわせ、この右岸放流路も下流への放流に使用する。

第2乾期以降ダム完成迄の、ダムの成立の基本計画については、記述を省略する。

1994年11月の着工以降、前述の(1)、(2)の段階が終了しているため、これについて実績を報告する。

4.2 1994年末の転流

転流トンネル工事は、中国国内の業者が1991年着工施工していたが、1994年末までに2条のうちの1条のみが、通水可能な状態となっていた。

1994年11月、ダム・洪水吐工事の請負契約が締結されたので、この年の12月転流をおこなった。

1995年5月迄に上・下流締切を完成させ、引続きダムの基礎掘削にとりかかった。しかしながら、導流トンネルが1条のみしか使えない状態であったためあって、6月始めの出水時、上流締切が越流され、上・下流締切間の河床に冠水状態となった。

同年9月迄に、計12回の越流があった。

4.3 1995年11月より1996年春迄の乾期

10月下旬、上・下流締切間の河床に溜まっている河水の排水を開始、水位の低下とあわせ、11月より約81万m³のダム基礎掘削を実施、併行して1996年2月よりは、ダム盛立を開始した。

1996年5月末までに施工しておくべきダムの形状は、水理模型実験結果に基づいて決定されたが、図-2・3に示す形状であった。

1996年4月には、導流トンネルが2条とも通水可能な状態となっていたので、流入量が

10,800m³/sの場合、上流締切を越流し、ダム内を通過する洪水量は7,760m³/sとなるが、この場合、ダムを通過する洪水の水位は標高658mと推定され、このため、左・右岸はそれぞれ、EL662.5m、EL660.0m迄盛立てることとなった。

また、標高642.0mの壁には巨石(0.5m—1.5m程度)を敷き並べ、この敷より左・右岸の斜面(勾配1:1.4)は、果石詰めや砕石等をもって表面を補強し、洗掘されない様にした。この補強の方法は、中国・水利部・

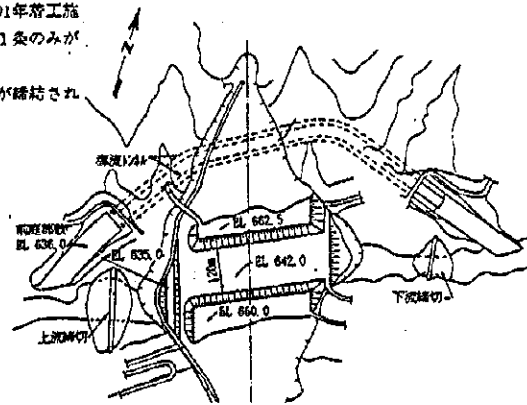


図-2 ダム盛立(1996年6月)平面

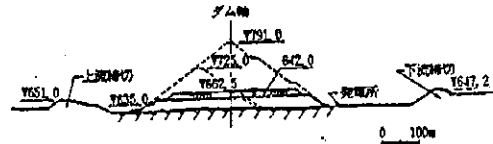


図-3 締切・ダム(1996年6月)縦断



写真-1 1996年5月末のダムの盛立状況
(写真の左が上流側、左岸ダム下流に見えるコンクリート吹付斜面の直下が発電所地点)

CFRD施工誘導(1994年)等を参考として選定した。

雨期に入ったものの、幸運にも6月末までの流量少なく、上流締切が越流されることもなかった。このため遅れぎみであった工程もこの時迄にとりかえすことが出来た。

この形状になる迄の盛立量は約182万m³であった。写真-1に1996年5月末のダムの盛立状況を示す。

7月4日、流入量約3,000m³/sの出水があり、上流締切が越流され、河水がダム内を通過した。その時の状況を写真-2に示す。

7月から9月までの間に於いて、上流締切が越流されたときの流量記録を表-2に示す。

表-2にみられる様に、本年の7月—8月の間に、4回、ダム内を河水が通過した。この時の水流により、盛立ずみの部分が洗掘されたことはなかった。

一方、左・右岸における盛立は順調に進み、9月末には、左岸はEL673.0mまで、右岸はEL696.0mまで盛立が終了している。

5. 現況

94年末転流を行なったものの、導流トンネル工事の遅れから、転流が中途半端なものとなってしまい、このため、95年雨期の間の工事が捗らなかった。

95年秋から96年春までの間には、導流トンネルも完成したので、ダム基礎掘削、これと併行してダムの盛立を行い、6月末までには計画どおりの形状にダムを盛立て、かつ洗掘防止対策をとることが出来、工事の第1マイルストーンを超えた。

これは、請負業者の努力もさることながら、このダムタイプを選定した以降の長年に亘る発注者側の研究の積

表-2 1996年雨期のの上流締切越流量

上流締切越流期間 月・日	最大流入量 (m ³ /s) Q ₁ = Q ₁ + Q ₂	導流トンネルへの流入量 (m ³ /s) Q ₁	上流締切越流量 (m ³ /s) Q ₂
1996年7月4日—6日	3,120(7月5日)	2,330	790
7月29日—8月2日	3,780(7月31日)	2,490	1,290
8月10日—14日	3,280(8月12日)	2,400	880
8月19日—23日	3,110(8月21日)	2,390	720

み重ねと、適切な指導があったからこそと思う。
現在は、1997年春迄に施工しておかねばならない第2のマイルストーン、すなわち標高725m迄の盛立(盛立量約700万m³)の達成に向けて、全員が邁進している最中である。

本報告を、“電力土木”に投稿することを了承して頂いた中国・南方電力聯営公司天生橋建設管理局の幹部の方々に感謝致したい。

文 献

Design of TSQ-1 Concrete Face Rockfill Dam,
Yang Shiyuan
Proceedings, International Symposium
on High Earth-Rockfill Dams, October 25—29, 1993,
Beijing, China

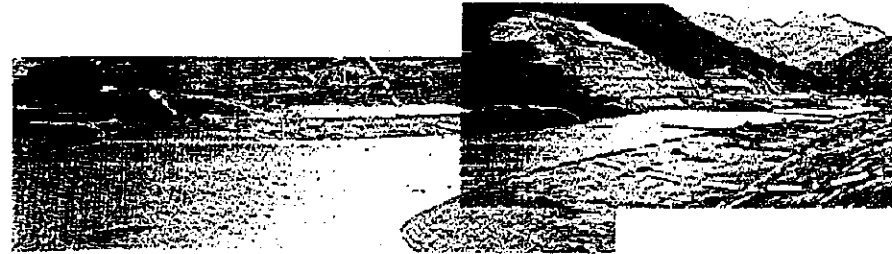


写真-2 1996年7月4日、流入量が2,200m³/秒以上となり、上流締切が越流され、河水がダム盛立内を通過している状況

④

5-A

資料 4.1- 3 D/D再委託予定の調査項目と数量

Infanta Impounding Irrigation and Environmental Improvement Project

Investigation (to be subcontracted) during Detailed Design

(to be carried out in mid. 1998)

1. SURVEY

(1) CANAL

- Longitudinal section L=21.7km (50 m interval and changed points)
- Cross section Width 20 m (434 sections)
- Plane survey 2,500m² (50 m x 50m, 1/100)
Bamban weir intake area

(2) Barangay roads

- Longitudinal section L=7.5 km (50 m Interval)
- Cross section Width 20 m (150 Sections)
- Plane survey 5,000m² (50 m x 50 m x 2 Locations, 1/100) at Bridges

(3) Road surrounding the reservoir

- Longitudinal section L=17 km (50 m Interval)
- Cross section Width 20 m (340 Sections)

(4) Resettlement Area (Road)

- Longitudinal section L=2.4 km (50 m Interval)
- Cross section Width 20 m (48 Sections)

(5) Nursery Area

- Plane survey 60,000 m² (300 m x 200 m , 1/100)

(6) Post-harvest Facilities

- Plane survey 20,000m² (50 m x 50 m x 8 locations , 1/100)

(7) Damsite

- Dam axis, Longitudinal section L=400 m
(20 m Interval and changed points)
- Dam axis, Cross section Width 50 ~200 m
(Average 150 m, 25 Sections)
- Spillway, Longitudinal section L=300 m
(20 m Interval and changed points)
- Spillway, Cross section Width Average 50 m (20 Sections)

· Plane survey 420,000 m² (600 m x 700 m, 1/1,000)

2. Geological & Soil Investigation

(1) Bridge Sites Boring Investigation (For reference only)

Number	4 holes (2 Bridges x 2 holes)
Depth	Each 20 m
Item	Core extraction Standard Penetration test

(2) Dam Sites and Landslide area Boring Investigation (See the attachment for the detail)

Number	13 holes
Depth	Each 20 ~ 30 m
Location	Dam embankment area Spillway (probable) Landsliding area
Item	Core extraction Standard Penetration test Constant head permeability test Insitu Permeability test (Lugion test) Pressuremeter test in borehole

(3) Seismic Exprolation (See the attachment for the detail)

Number	2 areas
Location	Dam site (1,700m in total)
& Length	Reservoir area (probable landsliding zone) (2,600m in total)

(4) Grouting test at the dam site (See the attachment for the detail)

Number	8 holes (total)
Depth	Each 20 m
Location	Dam axis
Item	Pilot hole (3 holes) Secondary hole (3 holes) Check hole (2 holes)

**BILL OF QUANTITIES
FOR MATERIAL SURVEY (1/2)
(tentative for D.D.)**

Item No.	Work	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	Remarks
1.	For core material					
1.1	Test pit	pit	8			each 5 m deep
1.2	Material sampling	sample	16			2 samples from each pit
1.3	Laboratory test (1)					
1.3.1	Specific gravity	sample	16			
1.3.2	Moisture content	sample	16			
1.3.3	Grain size test	sample	16			
1.3.4	Consistency(LL,PL)	sample	16			
1.3.5	Permeability test	sample	16			
1.3.6	Proctor compaction test	sample	16			
1.3.7	Organic content	sample	16			
1.4	Laboratory test (2)					Labo. test (2)
1.4.1	Specific gravity	sample	12			Blended material
1.4.2	Moisture content	sample	12			6 pits/combination x 1 sample x 2 cases
1.4.3	Grain size	sample	12			(soil : sand = 1 : 1 and 1 : 2)
1.4.4	Proctor compaction test	sample	12			As for blend material, proctor compaction test and
1.4.5	Permeability test	sample	12			permeability test should be carried out in the cases
1.4.6	Consolidation test	sample	12			of 0.5 Ec, 1.0 Ec and 2.0 Ec respectively.
1.4.7	Triaxial compression test	sample	12			
	Sub-total of 1					

4.1-3 (4)

A-5

**BILL OF QUANTITIES
FOR MATERIAL SURVEY(2/2)
(tentative for D.D.)**

41-35

5 - A

Item No.	Work	Unit	Quantity	Unit Price	Amount	Remarks
2.0	For randum and filter material					
2.1	Test pit	pit	4			3 - 5 m deep 8 pits x 2 samples The selected materials could be taken for sampling, but the grain size curve should be made for the actual conditions. That is, more than 200 mm size should be measured in the field. The river bed materials may be used for the blended materials for the core, so that the sampling volume should be more than that for only randum material tests. The triaxial test for randum materials will be done in Japan, if required.
2.2	Material sampling	sample	16			
2.3	Laboratory test(1)					
2.3.1	Specific gravity	sample	16			
2.3.2	Grain size test	sample	16			
2.3.3	Absorption test	sample	16			
2.3.4	Organic content	sample	16			
2.3.5	Moisture content	sample	16			
	Sub-total of 2					
3.0	For concrete aggregate material					
3.1	Test pit					The same pits for randum material will be used.
3.2	Sampling	sample				
3.3	Laboratory test					
3.3.1	Specific gravity test	sample	8			
3.3.2	Grain size test	sample	8			
3.3.3	Absorption test	sample	8			
3.3.4	Stable test	sample	8			
3.3.5	Unconfined compaction test	sample	8			
3.3.6	Abraision test	sample	8			
3.3.7	Alkali reaction test	sample	8			
	Sub-total of 3					
	Total					

Infanta Project D/D Stage. B/Q of Geological investigation (Scheduled to be carried out in mid 1998)

Drilling (13 holes)									
No.	Location	Diameter (mm)	Length (m)	drill type	Penetration test (number)		Permeability test (number)		remarks
1	Downstream Right	86(weatherd) 66(solid)	20 10	dry w/water	S. P. T	20	Static perm. Lugeon test	4 2	With pressuremeter test in borehole
2	Downstream Left	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	"
3	Upstream jRright	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	
4	Upstream Left	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	
5	Uppermost Right	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	With p.t. in borehole
6	Uppermost Left	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	"
7.8	Dam Axis (Additional location)	86 66	20 10	"	"	20	"	4 2	
9~11	Spillway (New Axis)	66 66	20 10	"	"	20	-	4 2	
12	Landslide Upper	66	25	dry	-		-		
13	Landslide Lower	66	25	"	-		-		

Seismic Exprolation									
	Location	Direction	Lines	Lenrgh	Distance				
A	Damsite	along axis across axis	A, B, C I, II, III, IV	300mx3 lines 200mx4 lines	5m 5m				
B	Reservoir	along river across river	D, E V, VI, VII	700mx2 lines 400ms3 lines	5m 5m				

Grouting Test (3m Triangle Layout)									
A	Pilot	3 holes	86mm coreing	20	w/water	3m pitch	Static lugeon	4	Grouting
B	Secondary	3 holes	46mm concore	20	w/water	1.5m pitch	Injection test	2	Grouting
C	Check	2 holes	66mm coreing	20	w/water	center	Static lugeon	2	

4.1-3⑥

A-5

Western Barrios I.I.P

DAMS AND RESERVOIRS

ITEMS	MANGILLOG	BULELATIN	PANGASAN	BALNGES	Total
Type of Dam	Earth Fill	Earth Fill	Earth Fill	Earth Fill	
Height of Dam (m)	17.70	9.80	17.00	24.60	
Crest Elevation (m)	111.30	98.00	130.00	98.20	
Crest Length (m)	747.50	212.00	203.00	190.00	
Volume of Embankment (CM)	363,000	37,000	78,000	155,000	633,000 m ³
N.W.S. Elevation (m)	108.00	96.00	126.5	96.00	
Reservoir Area (ha)	71.20	34.30	22.30	25.40	
Reservoir Capacity (MCM)	3.21	0.73	1.14	1.82	6.90x10 ⁶ m ³

IRRIGATION FACILITIES

Service Area (ha)	360	120	200	350	1,030 ha
Length of Canal (km)	9.12	1.84	3.50	9.40	23.86 km

BULSA RIVER BRIDGE

Bridge Length	175m
Effective Width	3.60m

5.1-1-①

A-5

資料 5.1-1 西部バリオイ計画諸元

資料 6. 参考資料リスト

Title (表題)		Publisher (発行者)	Year
地形・地質			
1	Roadmap of the Philippines	National Book Store Inc.	1985
2	Map of 1/50,000 (Santa Cruz, Bugallon)	National Mapping and Resource Information Authority	1989
3	Map of 1/250,000 (Tarlac)	National Mapping and Resource Information Authority	
4	The Nipas Law	Department of Environmental and Natural Resource	1992
5	Report on the semi-detailed geological investigation of the proposed San Felipe Mini-Reservoir Project in Infanta, Pangasinan	NIA Investigation Team	1980
6	The Geology and Mineral Resources of Pangasinan Province. Report of Investigation No. 75.	Philippine Bureau of Mines	1974
7	Sheet 2967 I, Geological map of Dasol Quadrangle, Scale 1 : 50,000.	Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences	1983
8	Sheet 2967 II, Geological map of Malabago Quadrangle, Scale 1:50,000.	Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences	1983
9	Geology of the Zambales Range, Luzon, Philippine Islands, Ophiolite Derived from Island Arc-Back Arc Basin Pair. 95-123. Geophysical Monograph 27, Am. Geophy. Union	James W. Haukins and Cunthia A. Evance	1983
10	Petrological and Geochemical Documentation of Ocean Floor Metamorphism in Zambales Ophiolite, Philippines. 139-155. Geophysical Monograph 27, Am. Geophy. Union.	E. E. Geary and R. W. Kay	1983
社会、経済、開発計画			
1	Medium-Term Philippine Development Plan 1993 - 1998	NEDA	1994
2	National Handbook on Land and Other Physical Resources	NEDA	1991
3	Philippine Statistical Year Book 1994	National Statistic Courdi. B.	1994
4	Statistics & Province of Pangasinan	Pangasinan Province	1994
5	Provincial Physical Framework Plan 1996 - 2026	Pangasinan Province	1996
6	Poverty Statistics, Dec. 1996	NSCB	1996
7	Regional, Social and Economic TRENDS, Region I, 1995	NSCB	1995
環境、植林			
1	Nipas Act R.A 7586 and Implementing and Regulations Dao 25 1992	Department of Environmental and Natural Resource	1992
2	A Primer on Environmental Impact Assessment in the Philippines	Department of Environmental and Natural Resource (EMB)	1992
3	Amending the Revised Rules and Regulations Implementing P.D. 1586	Department of Environmental and Natural Resource (EMB)	1992

Title (表題)		Publisher (発行者)	Year
環境、植林			
4	Policies, Memoranda and other Issuances on the National Forestation Program Volume-II	DENR	1991
5	Policies, Memoranda and other Issuances on the National Forestation Program Volume-IV	DENR	1991
6	Policies, Memoranda and other Issuances on the National Forestation Program Volume-VII	DENR DENR	1991
7	Our Future Forests		
8	Timbers of the Philippines (Volume 1)	GOVERNMENT PRINTING OFFICE	1974
9	Manual of Reforestation and Erosion Control for the Philippines	ESCHBORN	1975
10	Land Use Map Province of Pangasinan		
11	Philippine, Environmental Quality Report 1990 - 1995	EMB	1995
農業、土壌、土地利用			
1	Statistics on Selected Major Crops 1981 - 1990	Bureau of Agricultural Statistics (農業統計局)	1994
2	インファンタ地区の土壌調査結果抜粋	B SWM	1993
3	パンガシナン州土壌分類図	URDYA	
4	パンガシナン州土地利用図	URDYA	1994
5	パンガシナン、ラ、ウニオン土壌図	D E N R	
6	Agricultural Foreign Trade Development, June 1997	AMSAD, DOA	1997
7	Agricultural Commodities world prices monitoring July 1997	AMSAD, DOA	1997
8	Rice and Corn Situation and Outlook, July 1997	BAS	1997
9	Selected Statistics on Agriculture 1983 - 1993	BAS	1993
10	Agricultural Marketing in Pangasinan	PSA, INC	
水文			
1	Daily Rainfal Values, Sta Cruz, 1975 - 1995	PAGASA	1996
2	Daily Rainfal Values, Dagupan City, 1961 - 1995	PAGASA	1996
3	Daily Rainfal Values, Mabini, 1968 - 1995	PAGASA	1996
4	Daily Rainfal Values, Iba, 1961 - 1995	PAGASA	1996
設計基準、構造図			
1	Design guides and Criteria for Irrigation Canals, O&M Roads Drainage Channels & Appurtenant structures	NIA	1979
2	Bamban 堰構造図 (1 枚) San Felipe 堰構造図 (4 枚)	NIA	-
3	Barangay Road 標準図	PEO	-
4	Box-Culverts 構造図 (2 枚)	PEO	-

Title (表題)	Publisher (発行者)	Year
施工・積算		
1 砂利舗装積算書	パンガシナン州政府	1996
2 League of Pangasinan Contractors		1996
3 Guidelines on the Procurement of Consulting Services for Government Projects	NEDA	1992
4 Equipment Guidebook	ACEL	1992
5 Construction Materials	RID	1996
その他		
1 Settlement Plan Infanta Impounding Irrigation and Environmental Improvement Project	Pangasinan Housing & Urban Development Coordinating Office	1996
2 Integrated Plan for the Mount Pinatubo Affected Areas	Mt. Pinatubo Commission	1994

✉

© Springer

✉

✉

JICA