4.5.3 Design of Dam Body

(1) Design Conditions

The design conditions of the main dam is as follows:

(a) Design Water Level

1) Reservoir Water Level

- H.W.L. = E.L.52.7 m

- N.W.L. = E.L.47.5 m

- L.W.L. = E.L.28.5 m

2) Downstream Water Level

-- Normal time :EL. 20.0 m

Flood Time :EL. 38.2 m

(b) Elevation of Dam Top

The elevation of dam top is EL. 53.2 m, which is the larger, comparing the levels of "normal water level + concrete dam freeboard" and "flood water level + concrete dam freeboard", as shown below.

Items Water Level	Freeboard	W/L + Freeboard
Normal Time N.W.L.: E.L. 47.5 m	1.5 m	E.L. 49.0 m
Flood Time H.W.L.: E.L. 52.7 m	0.5 m	E.L. 53.2 m

(c) Dam Foundation Rock

According to the results of the geological survey covering the dam site, it is evaluated that C_M class rock at the dam site is strong enough to construct gravity concrete dam of 50 m class. Therefore, Vaza Barris Dam is installed on the C_M class rock foundation. The core boring revealed that the depth of C_M class rock is E.L. 15 m at the left bank and 6 m at the right bank. It is necessary to confirm the strength of C_M class rock through the sheer test before preparation of detailed design. In this design, strength of C_M class rock in the dam site is assumed to be C=80 ton/m² of cohesion and $\phi=38^{\circ}$ of internal friction angle.

(d) Dam Height

The design foundation level of C_M class rock is set at E.L. 5 m. As the elevation of dam top is E.L. 53.2m, the dam height is 48.2 m.

(e) Arrangement of Drain

Three (3) drains in one block (15 m) were arranged at the dam foundation of 5 m downstream from the dam axis. It satisfies the drain arrangement standard, while the length between upstream edge and drains is more than 8 % of reservoir water depth (5 m / 48.2 m = 10 %).

(f) Width of Dam Top

sales in the sales

The width of dam top is set as 5 m considering entrance of crane truck in the case that gates are installed for low flow outlet and for temporary drain hole in dam body.

(2) Result of Dam Stability Analysis

The sectional form of the main dam, which satisfies the design standard in the dam stability analysis (see Table-4.14), was set as follows:

Upstream Slope: Vertical Downstream Slope: 1:0.88

The sectional form of the dam, the drawings of Dam plan, longitudinal sections of the upstream and downstream view and standard sections, is presented in Figure-4.24, Figure-4.25 and Figure-4.26. Additionally, image sketch of Vaza Barris Dam is shown in Figure-4.28.

	Safety Safety		Factor of	Tension (ton/m²)		Safety	
Case	Section and allowable value	Coefficients to Fluctuation	1 goginet the 1		Upstream compressive stress σ vu	ompressive compressive	
	Non-overflow section	2.53	2.76	1.61	32.23	37.63	5.1
Case of Normal Load	Overflow section	2.50	2.75	1.59	29.31	39.00	5.1
	Allowable minimum value	1.3	1.5	1.0	0	0 .	4.0
	Non-overflow section	1,61	1.71	2.74	0.79	48.71	5.0
Case of Exceptional Load	Overflow section	1.59	1.67	2.77	4.11	43.89	5.0
	Allowable minimum value	1.1	1.2	1.0	0	Ô	4.0

Table-4.14 Results of Dam Stability Analysis

4.5.4 Design of Spillway

(1) Width and Water Depth of Overflow Section

The width of overflow section (L) is set as 150 m, equivalent to the width of the current river section. As described in the above section, the depth of overflow section is given as 5.2 m at the design flood discharge $Q = 3,600 \text{ m}^3/\text{s}$. Beside, the influence of the crest bridge pier was taken into account on the calculation of over flow section.

(2) Shape of Overflow Section

As the design water depth of overflow section is high as 5.2 m, the shape of overflow section is designed giving larger discharge coefficient so that the negative pressure does not occur on the overflow section. According to the standard of USCE (US Army, Corps of Engineer), the standard overflow section is employed in this design.

(3) Height of Training Wall

The heights of training wall (water depth + free board) are calculated as below: each figure is perpendicular to channel surface.

Table-4.15 Height of Training Wall

Location	Head (m)	Velocity (m/s)	Water depth h (m)	Freeboard Fb (m)	h+Fb (m)	Height of Training Wall (m)
EL. 40 m	12.7	14.2	1.69	1.23	2.92	3.0
EL. 30 m	22.7	19.0	1.26	1.36	2.62	2.7
EL. 20 m	32.7	22.8	1.05	1.46	2.51	2.6

(4) Energy Dissipater

The design conditions for the energy dissipater are as follows:

- Design discharge for energy dissipater: 1,200 m³/s (100-year return period)
- Difference is large between current riverbed elevation: E.L. 20 m and dam base rock elevation; EL. 5 m.
- Layer of deposits in riverbed is 10~20 m in thickness.
- Water depth in flood time is high. In design flood: 1,200 m³/s, water depth is 10.8 m (E.L. 30.8 m).
- Width of energy dissipater is 150 m as same width as the overflow section of the spillway.

As the riverbed deposit is thick and water depth is deep, hydraulic jump basin (with chute blocks and sills) equivalent to Basin II from USBR standard. Dimensions of the energy dissipater are designed as follows:

-	Elevation of basin:	E.L. 20 m
-	Width of basin:	150 m
_	Length of basin:	26 m
-	Conjugate depth of jump:	5.8 m

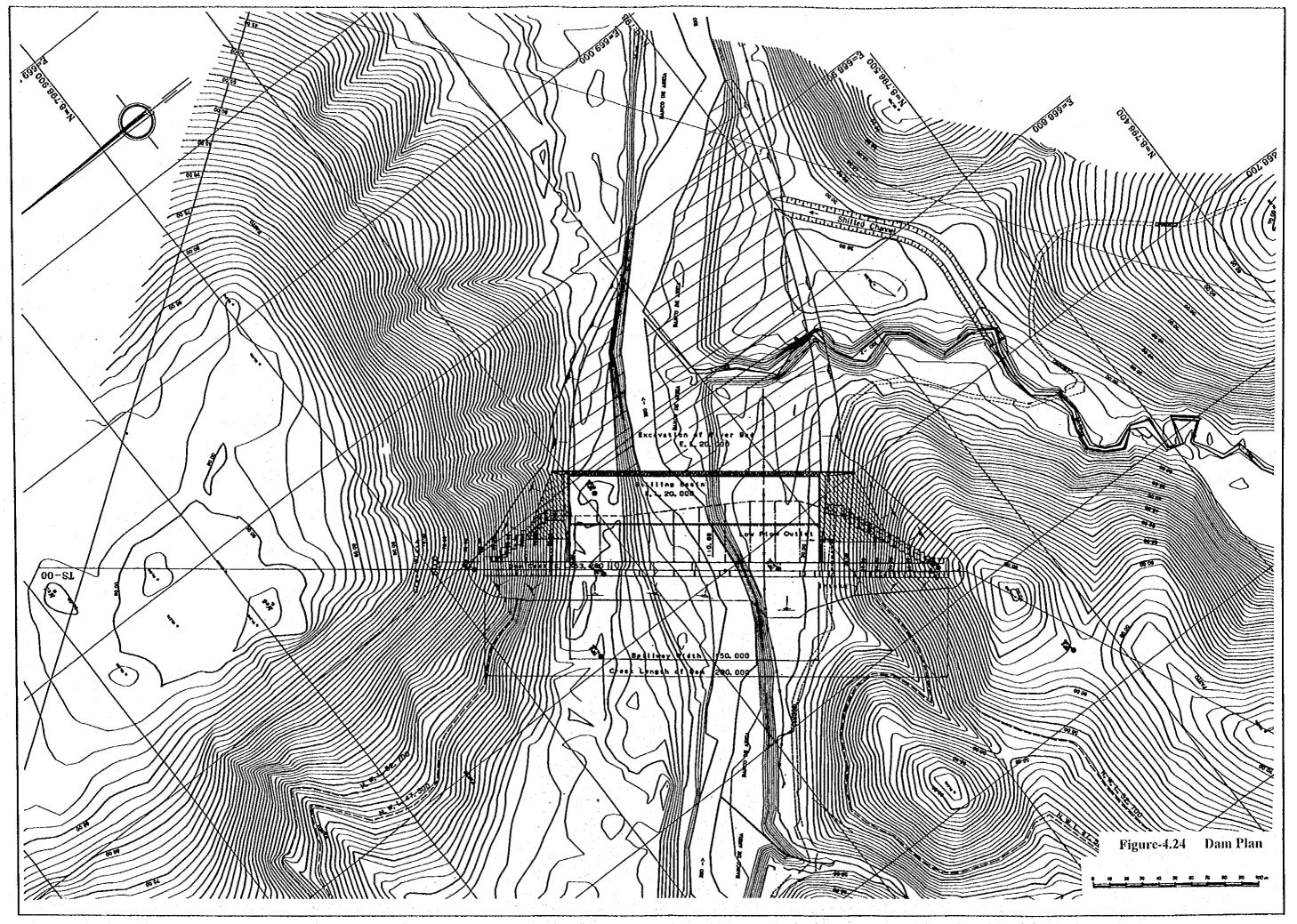
As the water depth of downstream river (10.8 m) is higher than the conjugate depth of jump (5.8 m), hydraulic jump occurs in the basin and flood stream is dissipated.

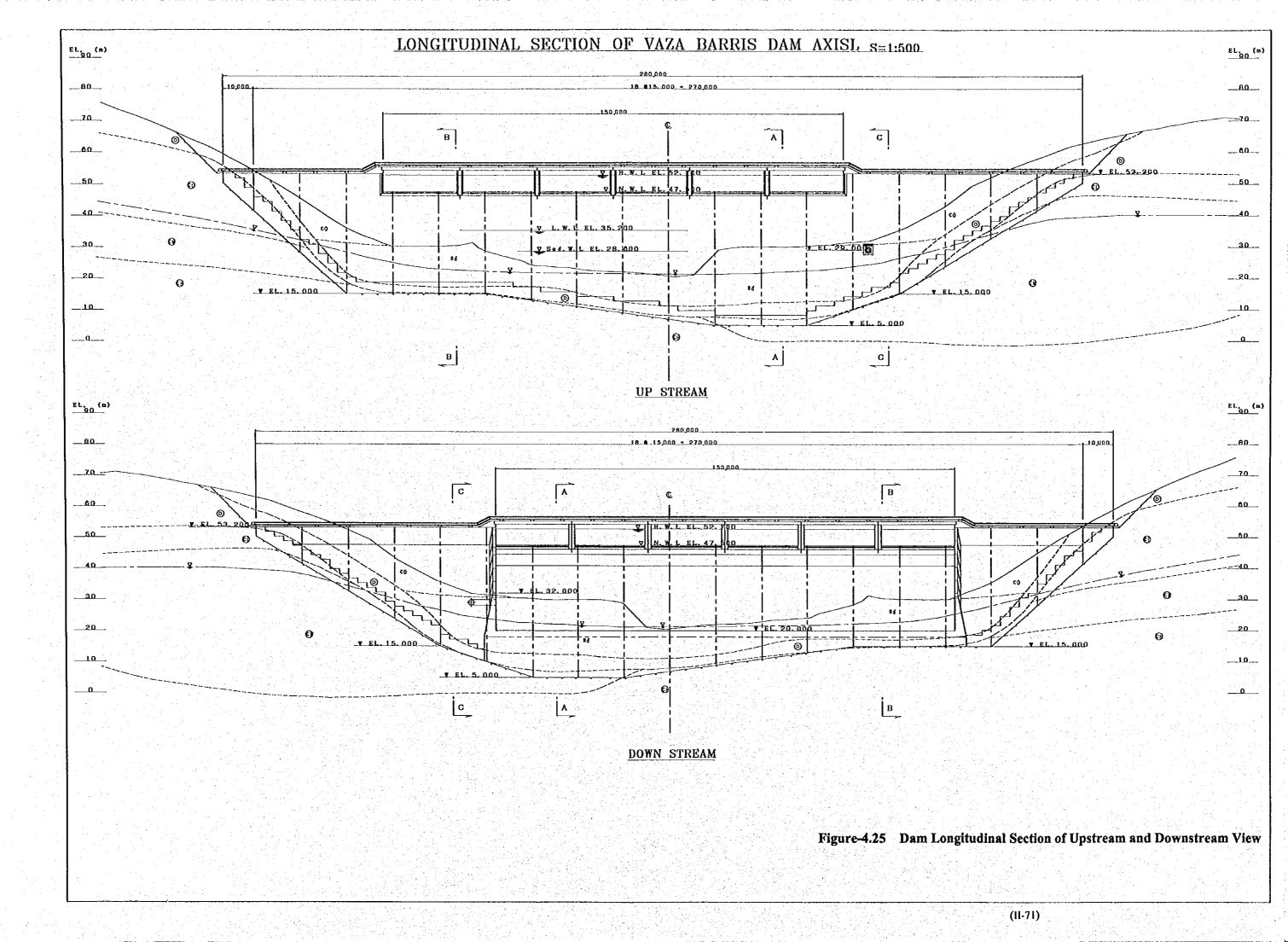
(5) Height of Basin Wall

The elevation of the basin wall is set as E.L. 32 m considering water depth (30.8 m for 100 year return period) of downstream river and some freeboard. Higher elevation of the basin wall than river water depth prevents water intrusion from side to basin. Stream in basin can flow straightly as two-dimensional flow from upstream to downstream.

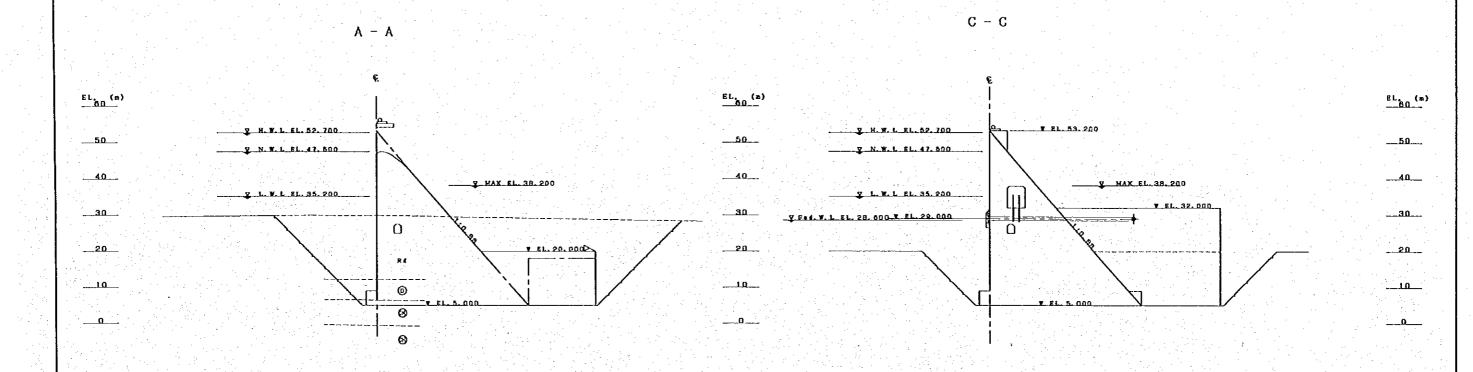
4.5.5 Design of Low Flow Outlet

Low flow outlet is composed of conduit and discharge regulating valve. To take water effectively, the low flow inlet is installed at the lower elevation where reservoir sedimentation does not disturb. According to the reservoir operation plan, the reservoir sedimentation level (L.W.L) is E.L. 28.6 m. The level of the inlet is set at E.L. 29 m to effectively release design low water and discharge density layer. The occurrence of the salinity water layer is not confirmed yet. As the design water head is 25.5 m in this case, high-pressure outlet facility is employed. Water from the outlet is discharged to the stilling basin. The scale of the low flow outlet, after the hydraulic study, is set as 250 mm of the gate diameter and 800 mm of the low flow pipe.





CROSS SECTION OF VAZA BARRIS DAM AXISL S=1:500



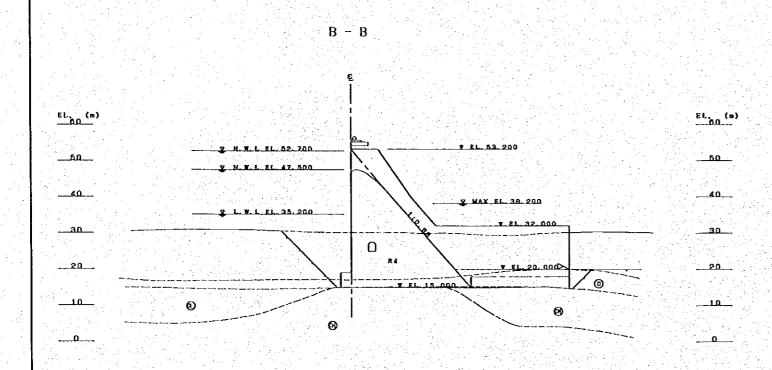


Figure-4.26 Standard Cross Section of Dam

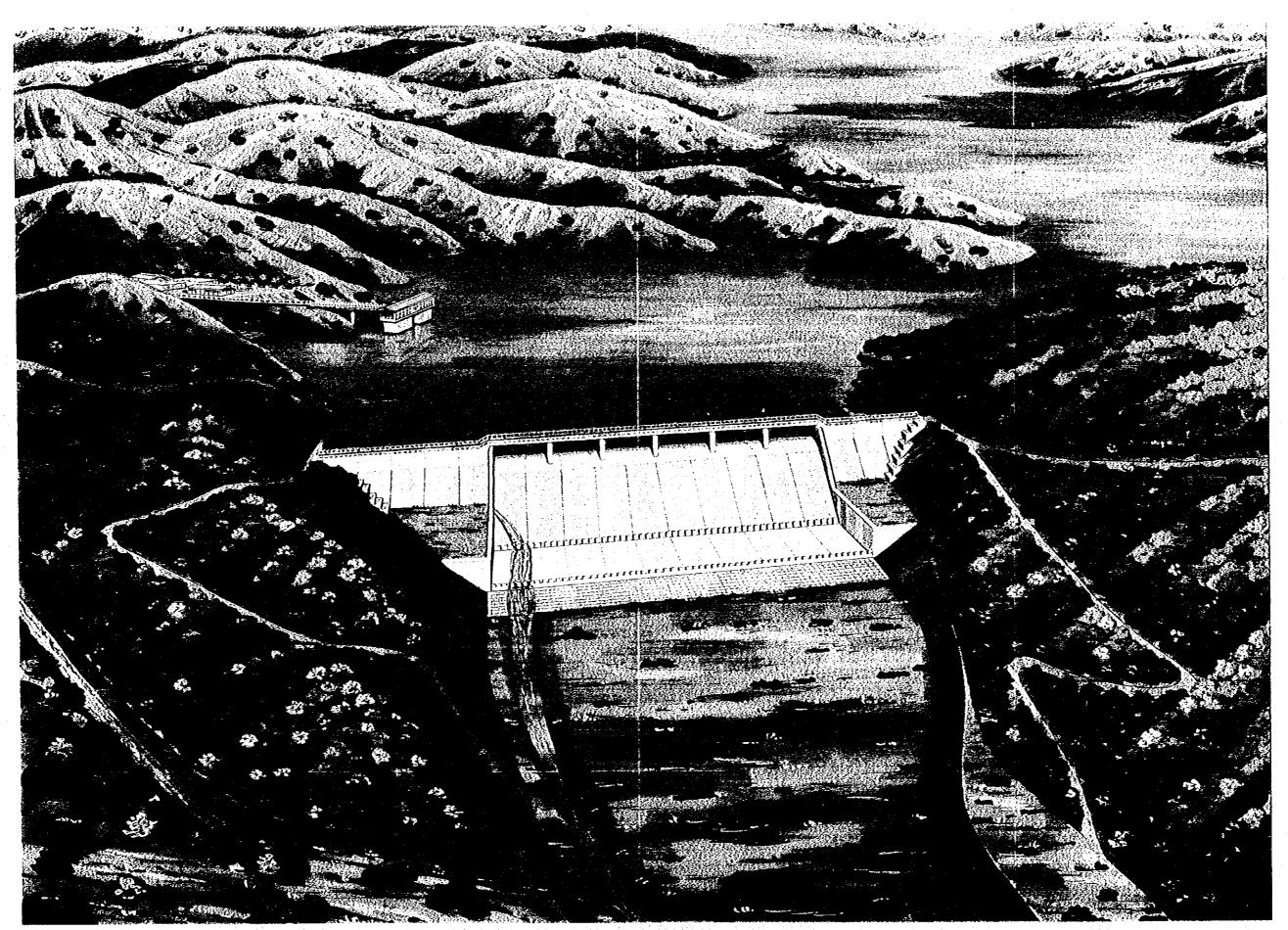


Figure-4.27 Image Sketch of Vaza Barris Dam

4.6 Design of Check Dam

4.6.1 Selection of Check Dam Site

Location of the check dam must be studied in the viewpoint of the reservoir water level, in order to divert design flow through the low flow bypass. An ideal location of the check dam should be at the end of reservoir, and consequently long bypass is needed and relatively high intake weir (check dam) is required. The location of the check dam is presented in Figure-4.28.

The both valley slopes of the proposed check dam site are relatively steep, whereas they become very steep or almost vertical at the upstream. This site has an appropriate width to construct a check dam and accessory structures in a small scale and on a sound rocky ground.

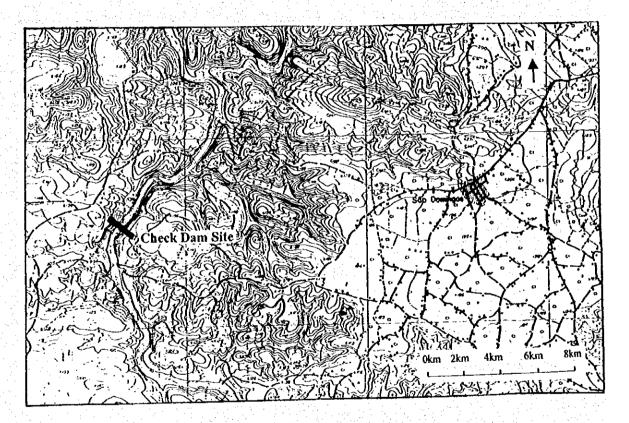
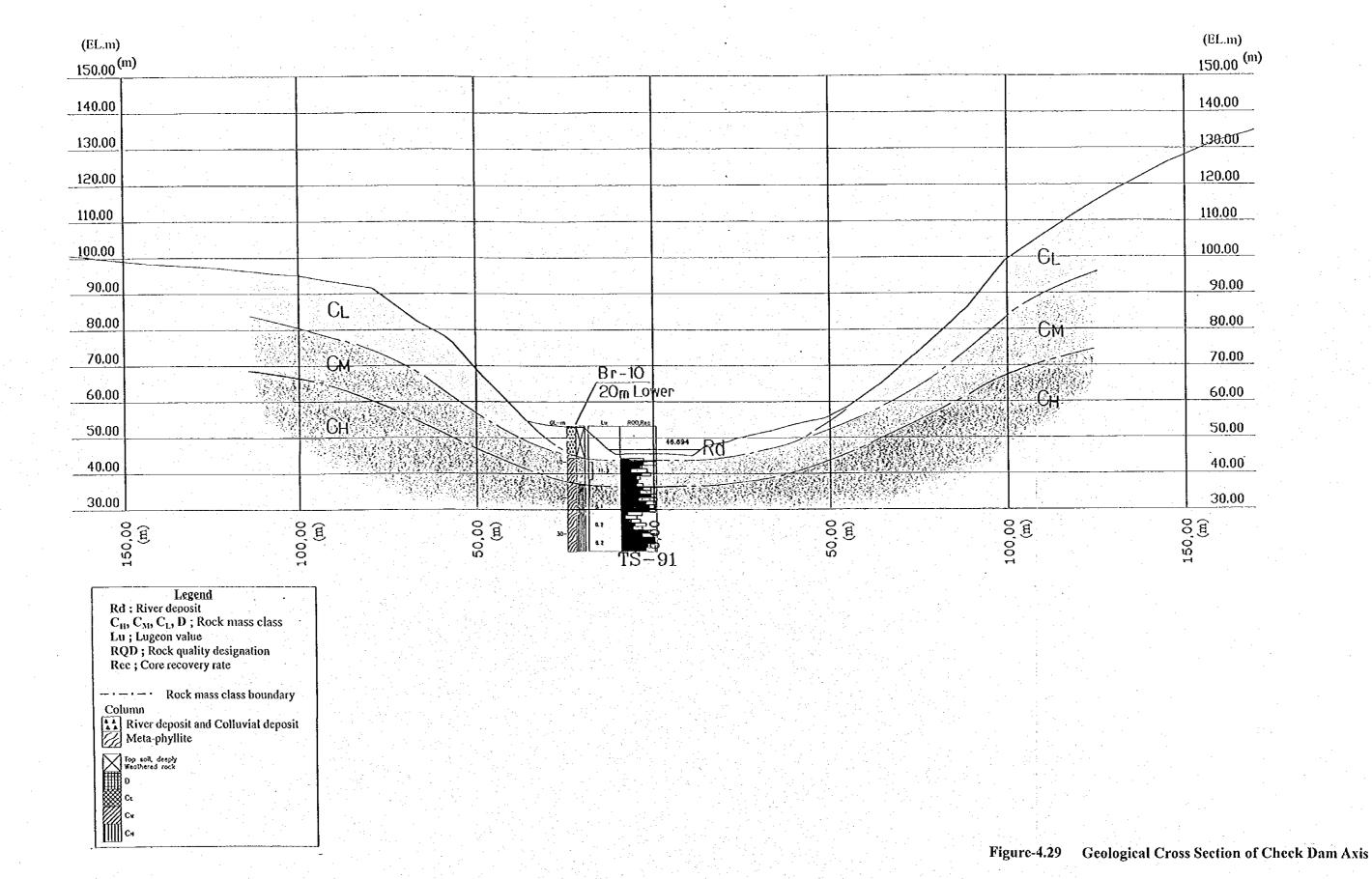


Figure-4.28 Location of Check Dam Site

4.6.2 Geology of Check Dam Site

One (1) drilling survey and geological site reconnaissance were conducted at the supposed check dam site, and geological section was made as shown in Figure-4.29. The rock condition was that of slightly weathered rock. The rock is considered to have an appropriate bearing capacity for concrete dam and sufficient impermeability.

engan para manakang tergergi tahun kengipang tahun menenggi menahan kenah kenah menah majar menah menah menah Pengan	ing the second
그 경우에 하는 그의 물이 많아 되는 일을 하고 이렇게 되어 되었다. 그는 건 일은 사람이 되었다.	
그들의 과장하다는 하는 어느 사람들의 사는 사람들은 것도 되었다고 있다고 있다.	
	er et e
그리고 작은 경험에 들어나 이 사람들이 된 사람들은 모양을 하는 사람들은 모양을 가득하는 것이다. 그	
그가요? 다른물 사이 차면들로 그림으로 불어졌다고 말통을 돼 보는 것 같은데 하는데 모르다 다른데	
이용된다. 과민에서 마음을 하면하는데, 이 경우, 나는 사용을 가지 않는데, 그렇게 있습니다면 하나요?	
이렇게 돌아지다면 한다. 이 사회의 살이에 가르륵 수 있는 그렇게 살아 하는데 있다고 하는데 먹는데	
- '보호, 장면 사람이 나면서 얼마나 한 경험 보고 있다. 사람들은 얼마나 없는 얼마나 나는 어디를 했다.	
그의 하는 사람이 하는 것도 하는 것도 하는데 하고 하는데	
그리고 말이 되어 있었다. 이 사람들은 사람들은 이 사람들은 살아보고 하는 것이 되었다. 그는 그들은	
그림 눈살날살이 한다면 없었다고 말을 때 같이 살통하셨다면 하고 있다. 얼마나 나이나 보다 나라 되었다.	
- 1일 사람이 사용을 사용하는 경기를 보고 있다면 보는 사용을 보고 있다면 하는 것이다. 그는 것은 것이다.	
그렇게 되었다. 그는 사람이 있는 말았다. 하면 그렇다면 하다 하는 것이 되는 것을 하는 것이 보다 보다.	
그렇게 하고 있다면 일시는 경우에 한 나는 그리며 얼마가 다른 살을 보고 있다. 나는 그는 것이다.	
- 강화 그들리 등을 당하다 살아왔다. 하는 사람들은 살아들이 가장 나는 사람들이 하는 것이 되는 것이 없다. 그렇다	
하기 통보는 경우 이 시간 하는 사람들은 얼굴을 하게 되는 것 같아. 그는 것이 없다는 것 같아.	
그렇게 되는 어릴 때는 주민이다. 나는 사람들은 사람들이 얼마나 얼마나 그는 그들이 다른 아이를	
그리고 있었습니다. 그는 그래는 모임가 하시라는 말 됐다는 걸 때문에 하는데 있다고 있을 때문에 하나 하는데	
으로 마이크 사용하는 경우 사용을 가득하는 것 같다. 그런 사용을 받는 것이다. 	
아버지는 회문인 회원 회원 회사 이 회사 회사 회사 회사 기가 가는 다른 사람이 되었다.	
- 프랑마스 사람이 프랑스를 한번했다고 그렇게 얼마나 하는 것이다. 그는 사람이 나는 사람이 있다고 있다.	
그 사람이 많은 생각이 되었다. 그 나는 사람들은 사람들은 사람들이 가는 것이 없는데 모든데 되었다.	
그렇게 하면 있다는 한 일 일시간 이 보는 함께 하게 되는 방법을 받는 경험이 이 기는 방법이 되는 것이다.	
그 그런 그들을 보는 사람들은 이 전에 있는 사람들이 있다는 것이 되었다. 그는 사람들은 사람들이 되었다는 것이 되었다. 그렇게 들었다는 물론이 불자하는 물론이 가득 것 같습니다. 이 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.	
그로 하는 점심 등이 불로 하는 사람들이 하고 있는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하	
- 이 아이들이 생각을 가장되는 것을 통한다면 하는 것이다는 것이 없는데 아이들은 사이들이 되었다. 그는데 아이들이 되었다. 	
그리는 불발로 살아 유럽하고 하고 있다면 되는 것 같아. 그리는 경험 하는 것 같아 없는 것 같아.	
그림의가 나는 이렇게 되었을 때 하라면 있다고 말을 다듬었다. 그는 이 그리고 함아가 되고 나를 먹었다.	
그릇 물에 가장을 통점을 제공한 용일을 통하고 하는데 얼마를 보고 말으로 만든다면 그 사람들이 들고하는데 다	
그렇는 하는 항상 사람들은 얼마를 가는 하는 것이 되었다.	
그런데 하고 있는 가는 하면 이 이 모두가 사용하고 나를 하고 있는 것이 모든 것이 없는데 되었다.	
그는 문제 일반 이 가는 하는 사람이 못하고 있다는 물리면 하는 것이 없는 하는 것이다. 그리다는	
- 성값성으로 하는 시간, 경찰 보는 스트를 만나졌다. 이번 호흡하다는 소리인 이번 등을 모였다면 [
그림 그리는 사람들이 살아 있었다. 그리는 사람들은 살아 있는 사람들이 살아 있다면 살아 있다면 살아 있다.	
- '폭발돌: () - '' - '' - '' - '' - '' - '' - '' -	
- 회문은 도일은 본 경찰은 하면 가입으로 남자를 하면 하면 하다고 있었다면 하다 하다 하다.	
도 보통하게 돌아왔다. 그는 사람들은 모르게 되었다. 그는 사람들이 되었다. 그는 사람들이 되었다. 그는 사람들이 되었다. - 사람들은 보통 보통 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들이 되었다.	
- 이 사용하는 경험 등에 가장 보면 있는 사람들이 사용하는 것이 되었다. 그는 사용하는 것이 되었다. 그는 사용하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 	
- 경기(영화) 등 경우 등 전 하는 경우 등 경우 하는 경우 등 등 경우 등 경우 등 경우 등 하는 것은 것은 하는 것은 하는 것은 것은 하는 것은	
,我被身体强强,我们是不知识,我们就是这一样,这样就是一个一样的数据,不是这样的,我们是这一样的,我们就是这样的。""我们就是这样的,我们就是这样的,我们也没有	



	er og det komplete i kriget en det en er
그는 그리고 있는데 그리즘 전문 사람들이 되는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하	
그 그는 그리는 이번 사이 사람들이 하나를 보고 있는데 하는 사람이 하는데 없었다. 그 아이는	네. 네마함 말 ~ 생일이
그는 이번에 가장 가는 바로 하면 이제 사실에 되었다. 그 회원을 만든 어때를 하면 되었다.	
그 그 이 돈 그 한 살님으로 느리는 그리면 없다. 이번 연락하는 이 이 계속되는 것 같아 싶은	
그 사람들이 많은 사람들이 가장 하지만 하는 사람들은 사람들은 사람이 되었다.	
그 회사는 생각 보면 하였다. 그들은 경우 교통을 가입하는 사고 원생은 상태에는 가능 함께 하다	
그는 경우 그리 기업을 하게 되었다. 그리고 하는 그는 이 없는 사람들은 이 없었다.	
그는 전에 가게 되면 살아서 되었다. 아름일 네는 얼마를 잃어 있는 모든 모든 말이 하일을 하는데 된	
그 동사는 그는 전에 가는 그는 말로 살았다. 그는 그리는 이 나는 그리는 그를 만들어 한다. 밝다.	
그 하는 과 이 이렇다 그렇게 느꼈다. 남자는 말이 하는 이 이 경기는 이 를 가게 된 그렇지 않는	이 하고 그 이 집에 되었다.
그 기반이 시작된 등 생각된 하다 회사는 가장된 하네. 아이트는 연락 이는 것 하셨다. 현생	사람이 얼마 보면 얼마다
그는 이 이 위에는 어느록, 하는 경찰과 회사되는 회사회에 되는 시간에 걸다면 하다면 하다.	
그 이 나는 얼마는 얼마를 가지 않아 들었다. 그리고 얼마를 가지 않는데 얼마를 다 먹었다.	
그 이는 그 동계에 가는 불만을 모른다. 사랑 하는 사람들은 이를 들어 살아가는 말이 나를 받는다.	
그 이렇다리는 사람들이 많은 아름답을 하는 사람들이 되는 것들은 사람들이 얼마나 나를 하는데 살아 다른데	되면서 화기를 위한다고 됐다.
그 하는 하는데 얼마 얼마 하를 맞아보고 늘어날아를 된다니다는 하는데 되는데 하나 살아?	
그 마음 가는 얼마는 불어 눈병을 살았다. 하면 하는데 불편하다는 것을 다른 것이다.	
그는 이리를 하는 것이라는 사람들 사고 하는 얼마를 하지만 만든다는 사람이 되는데 가능하는 사람이 다른다는데	
그 이 그 이 그들은 이 있다면 하면 본들을 하였다. 이 그리는 이 일이 그 모든 나는 사람들이 되는 것 같아. 나는	
그 아내는 한 가는 물꾸는 것은 가장 있다. 작은 가는 생생이 되고 있다. 것은 것은 것은 가는 것은 가는 사람들이 없는 것이다.	
는 사람들이 되어 되는 생활이 되는 이 분들이는 물이 하고 하면 생활이 되어 하고 있는 중에 대한 등을 되었다. 그 사람이 되는 것 같은 사람이 되는 것 같은 것이다. 	
그 살다면 사람들은 사람들은 소개를 하는 하는 것이 되었다. 그 목가장이는 이상도 하면 되었다.	
	지기 이렇게 되는 아이들이다.
그는 그리고 하는 사람들이 얼마를 가장하고 있다. 사람들이 살아왔다고 말을 다고 말을 다 하는 것 같다.	
그 사람들 기업 회원은 사고 회사들은 그리고 하는 사람들은 학생들은 것이 되었다.	
그는 마음도 중 보고통점점이 하는 것이 가장 하는 것은 것을 하는 것이 되었다. 그 것이 아니다.	
그는 문화가 있는 사람들은 사람들은 가는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.	[14] 경우 기존 경우 기계
그 김, 일은 동물, 살림, 그리는 아들 중요한 집에 가장 있을 고수있다. 하는 이 의원이라는 것을 다음하다.	불량 잃는데 경기하고 있다.
그 너는 얼마를 받는 사람들이 말하다라면 하고 있다고 있다면 모양하는 것이 되었다. 그리아 살아왔다고요?	일본다 동안 얼마 하루를 했다.
그 생기 보고 있는 아들은 사람 작태는 소식사랑 대폭력 경험 얼굴인 모든 모든 사람이 하는데 하는데 그릇도	
그 하다도 된 사람들이 말하고 하는 마음 마음이를 받는 것 같아요. 그리를 보고 있는 것 같은 사람들이다.	
그 있다는 이번 역회에는 한 일반을 이외하고 있다. 요리가 하는 사람들에게 되었을 수 있는 것을 받았다.	
그 하는 것이 그 모든 모모는데 이 그로 하는데 한 경이 보이고 있는데 얼굴이 있었다. 그렇게 모든	
	경찰 과장 스탠딩질 보였다.
그는 그 그는 성격을 내가 그렇게 하는 사람이 가장을 다 몰라다고 있다. 이글 그렇게 하다	
그 이 이번을 보고 하고 어떻게 더 보는 하셨다면 하셨다면 하는 것 같은 사람들이 되었다.	
그 아이들이 그는 그들은 그리고 살은 생각으로 하는 것이 하는데 그렇게 되었다. 그런데 그를 다 하는데 되었다.	
그 이 그 그 그는 그는 그는 이 듯 하이는 그는 것 같아. 이를 하는 것은 현물과 이번을 내고 풀었다.	
그 분들에 이트일까지 아파일 않는데 보통 항공 하면, 저희들 얼굴을 통해 모수 있습니다.	후 경찰 연락하다 하루이 없다
그 그렇게 그림 바다 한 그리가 만든 가게 하고 가셨을만 잘 바라 되었다. 그렇게 얼마된 말	
그 교육 사람이 얼마나 얼마나 살아 있다는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.	
그 집단 그리트 사는 그로 가는 걸린 바로 하는 것이 되는 사람들은 살은 그를 하는	
그는 일이 있는데 이번 사람들이 나왔다면 하는데 살아 없는데 살아 없다면 그 것만큼 수 없다.	불인 성당한 화절이라니다
그 이 본다는 이는 본 본 경기를 하늘하다고 말했다면 하다 하고 있었다면 하다 모양하다고 말했다.	
그 용면 하고 하고 있는데 그렇게 그리를 하고 하는데 하는데 하는 휴가를 받는데 그렇게 되었다.	선생이는 회사를 하면 하는데
그는 경기가 있는 사람이 하는 그들을 잃었다면 나무를 지어 말씀하셨다며 되는 사람들로 통하던	
그는 그는 그리다 하다 말이 한 경찰이 사용되었다. 회사를 받는 경험을 다고 있었다면 하는 것 같습니다.	
그 그들에서 이번 지시는 사람들이 되었다. 그들은 지원하다 교육을 가장 하면 없었다. 그렇지만 된	
그 일반으로 만든 일일 때문 학생님의 이번에 대한 연습이고 한 경험 전환을 확인해 가을 다시다.	
는 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사용하는 사람들은 사람들이 사용하는 것이 되었다. 	
그는 일이 하는 경기를 받는 것 같은 것 같아? 그런 양환점 요즘 한 점을 모을 하는 것이 없는 것이 모습을 했다.	
그 이번 이번 경기 이번 그런 가장 등 사람들이 그렇게 된다고 있다는하게 모두웠다. [1]	
그 그리고 그 않아요? 그런 가게 되는 지 않는 않는 것 같은 것 같은 것이다. 그리는 경기를 받는다는	
그 소설을 받는 지역한 경험이 하는 그들은 소설 시간을 가는 것 같은 사람들은 수 없는 것이다.	
그 회로스 등의 생활을 가지하기를 지는 사람들은 전환을 다 있는 회원을 받는 것이 되었다.	
一个身体,一定的人的身体,一个身体,就是一种,一种,一种,这个人的人,一种,一种的人的人的人,他们就是一个人的人的人,也不是一个人的人的人,也不是一个人的人,	

4.6.3 Design of Check Dam

(1) Function of Check Dam

According to the reservoir operation plan, design reservoir sedimentation volume was set as 12,000,000 m³. Out of this volume, 10,000,000 m³ of sediment volume is to be stored in the check dam reservoir, in order to decrease sedimentation in the main dam reservoir. Therefore, this check dam is inevitable to suffice the proposed reservoir operation plan. Moreover, the check dam has a function as a intake weir for low flow bypass.

(2) Design Condition

(a) Type of Check Dam

Type of the check dam is set as a gravity concrete dam because of having advantages on workability of construction and resistance to flood with sediment.

(b) Location of Check Dam and Top of Dam

The location is the upstream end of reservoir where the design reservoir volume is secured at the normal water level (see Figure-4.28). Also, the location is decided from viewpoint of topography and geology. The proposed location is located 29.5 km far upstream from Vaza Barris Dam. The elevation of the top of dam is E.L. 63 m to secure the design sediment volume of 10,000,000 m³.

(c) Dam Foundation and Dam Height

According to the core boring survey result at the check dam site, C_L -class rock and C_{H} -class rock lie on E.L. 43 m and 41 m respectively. C_M -class rock is not identified at the site. The check dam is put on the C_L -class rock. Therefore, the check dam height is 20 m while the elevation of dam top is E.L. 63 m. C_L -class rock is strong enough to construct this class of a concrete dam.

(3) Design of Waterway

Considering the width of the current river, the width of waterway is set as 70 m. The water depth is 4.95 m to pass the design discharge 1,400 m³/s (120% flood discharge of 100 year return period). The height of the water way is set as 6 m adding a freeboard to over flow depth, consequently the elevation of the top of dam is set as EL. 69 m.

(4) Design of the Check Dam Body

As the dam height is 20 m, the same stability analysis as that of a normal dam was carried out in the stability analysis of the check dam. The design of the check dam is different from a normal dam in the viewpoints of follows:

- 1) A check dam is planned to have sediment at the level of the waterway top. Since river water including sediment load flows down through a downstream face of the dam, a downstream slope should be steep to avoid abrasion by sediment. The standard downstream slope of a check dam is employed as 1:0.2 following the Japan standard.
- Curtain grouting for water cutoff is not designed because water storage function is not needed for the check dam

Stability for the check dam body was analyzed following the design standard by SEMIG.

Analysis cases are set as same as that of the main dam and the analysis section is set at over the flow section.

The sectional form of the check dam body, which satisfies the design standard in the dam stability analysis (see Table-4.16), was set as follows:

Width of Waterway: 4 m
Upstream Slope: 1:0.53
Downstream Slope: 1:0.29

The dam plan and structural drawings are shown in Figure-4.30 and Figure-4.31.

Table-4.16 Results of Check Dam Stability Analysis

		C. C. L.	Safety		Tension (ton/m²)	
Case	Section and allowable value	Safety Coefficients to Fluctuation	•	Factor of Safety to the Sliding	Upstream compressive stress σ vu	Downstream compressive stress σ vd
Case of	Overflow section	4.89	6.47	1.88	3.189	51.982
Normal Load	Allowable minimum value	1.3	1.5	1.0	-7	.0
Case of	Overflow section	3.59	4.81	2.15	-13.845	66.705
Exceptional Load	Allowable minimum value	1.1	1.2	1.0	-14	1.0

(5) Design of Sub-dam (Protection for Scouring)

Based on Japan standard, namely Standard for River and Sediment Control Works, protection works for downstream scouring are designed. The length from the main dam to the sub dam is set 33 m and the top elevation of the sub-dam is set as same elevation as the front apron elevation for the prevention of scouring.

e Proposition de la company de la compan La company de la company d

and the hope and the late of t

and a second of the graph of the control of the first of the control of the contr

or the state of the state of the first time.

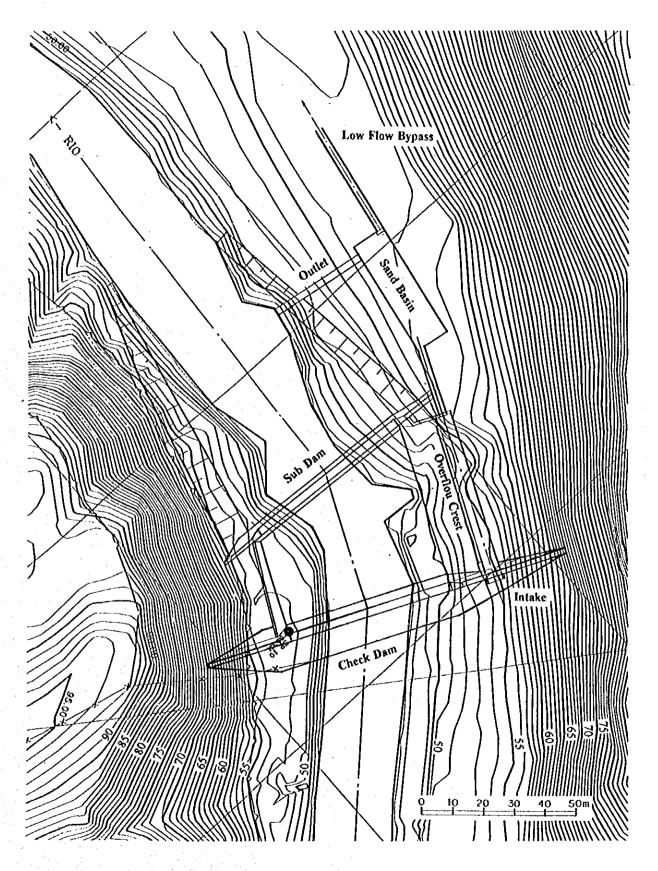
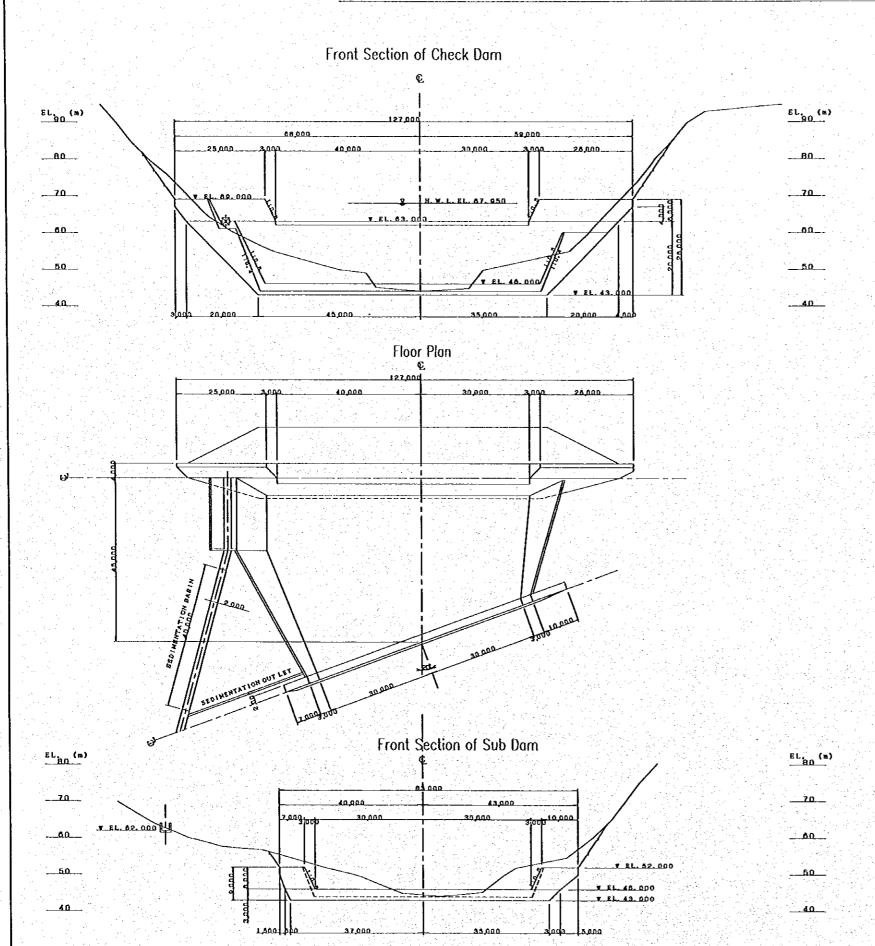
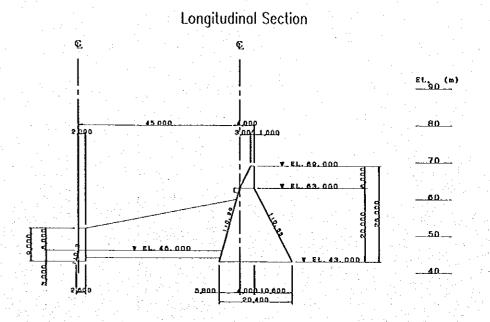
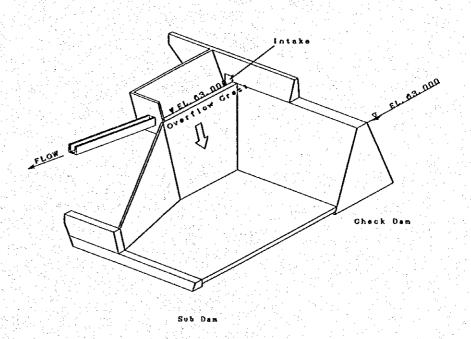


Figure-4.30 Plan of Check Dam

CHECK DAM AND INTAKE OF LOW FLOW BYPASS S=1:500







Spillway

Figure-4.31 Structure of Check Dam

그리다는 어느 등은 일이 아이들은 그리가 한번 때문에 나는 그리고 있었다. 그리고 하는 생각을 받는데 보다 있다.
그는 사람들이 보다 하는 것이 되는 사람들은 사람들은 사람들의 사람들이 가장 사람들이 하는 사람들이 되었다.
그는 게 되어는 이번 그 작은 김 장치로 속에 본 한 고양에 기상을 밝고 모두 계살현생용으로 회사되었다. 누는
그는 사이의 회사 지수 있었다. 이번 사회에 대한 상태를 하는 것이 되었다. 사회 회사를 하는 것이 없는 것이다.
그들은 그들은 이 어린 이 보는 이번 된 것은 아이는 이 전에 들은 사람들은 사람들이 되었다.
그 그 아내는 이 아내는 얼마 아들은 사람들은 얼마 나를 하는 것이 되었다. 그렇게 하는 것은 사람들은 사람들이 없었다.
그 사람들이 되는 사람들은 사람들은 사람들이 가장 되었다. 하는 사람들은 사람들이 모양하는 것이다.
그는 기계는 이번 사이에는 이번 회사 이번 시간에 가는 이번 회사의 가는 것이 되는 것이 되는 것이다.
그는 아이들 사람이 아이들이 되는 아이들에 가게 하는 사람이 되었다. 그 그들은 아이들에 가지 않는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하
그는 이번에 살아들은 사람이 하나 그들은 아니는 그는 아이들은 이번에 가장하는 것은 살아들을 때문에 다했다.
그는 그들은 이 사람들은 아름다고 얼굴인 모르는 이 그들은 사람들은 그릇들은 말리를 받아 들었다.
그 사람들은 사람들은 사람들은 경기 가능한 경관 이 일 살아 있는 사물로 한 경험을 중심하는 것 같다.
그는 사이 이번 이번 사람들에 되었다. 그렇게 살아 살아가지 않는 때 그 때 그 때 그리고 있다. 그리고 있다는 그리고 있다.
그는 뭐 한 일이 되면 되었다. 그리다는 말라고 말을 내었다는 경험도를 맞을 하고 말라고 들을 다 만들고 모양했다.
그는 그는 그 수요한 점에는 그는 사람이 되었다면 되니 한 경찰에 보고 하는 것이 하는 것이 없다면 하는 것이다.
그는 그는 나는 그렇게 한 음식을 했다고 들었으면 없다고 했다. 나는 다른 말을 했다고 했다.
는 사람들은 사람들이 다양한 사람들이 되었다. 그 사람들은 그들이 되었다는 것이 되었다는 것이 되었다. 그는 것이 되었다는 것이 되었다. 그는 것이 되었다는 것이다.
그 이 보이 이 교육 내용하는 물건을 속 보니요요. 나라야 말하는데 살 때는 수 및 '바를 받는데' 되고 있어 되었다고 못했습니다.
그는 이 이 사람들이 동안을 돌돌면서 맛있다면 그 얼마나 이 경험에 이 이 사람들이 들었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 다른데 되었다면 되었다면 하는데 되었다면 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 하는데 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면
그러 그리 한 경험 이를 하면 되었다. 하고 있는데 말이 얼마를 막다고 있는데 하고 그렇게 가장하고 말을 하는데 되었다. 그렇다
는 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 모든 것이다. 그는 것이다.
그 없는 아니라 살아보고 하는데 하는데 하는데 하는데 얼마를 하는데
그렇게 잃었는 모양 화가에 사이들이 사람들이 되지 않아 사람들이 하는 것이 없었다. 이 경험이 되었다.
그림시장 그리는 이번 발생을 하는데 된 때 그리고 있었다. 그리고 한 사람은 사람이 되었다.
그 사고 하는 이번 경험 이 가입을 하는 일이 나는 사람들이 얼마를 보고 있다. 그리고 하는 것은 사람들이 되었다.
그 얼마나 이 방요나는 얼마나를 보다니는 사람들은 말리 나는 그들은 살 때문에 가장하다. 그런 살이 나라지었다.
는 사용하는 사용하는 사용하는 것이 되었다. 이 전에 가장 사용하는 사용하는 사용하는 것이 되었다. 그런 사용하는 사용하는 사용하는 사용하는 사용하는 것이 되었다. 그런데 모든 사용하는 것이 되었다
그는 일이 되는 이 전에서 이 그는 전에 있는 모양에는 사람들은 학생들은 학생들이 되었다. 그는 그들은
그런 하늘 이 사람들은 이 사람들이 얼마를 하게 나왔다는 것이 나는 말을 다 살아야 하셨다면 하는데 얼마를 다 먹었다.
그는 이 이렇게 있는 사람들이 가득하면 되었다. 이 전 등은 이 경기를 하고 있는 것은 사람들은 사람들이 가득하는 것이다.
그는 보고 있는 점점 한 일반 등 사람들로 보고 하다. 의 있고 하면 하면 보고 및 물리를 받는다는 물로를 통해 되었다.
그리고 그리 그는 그는 그들은 그들은 그들은 그들은 사람들이 하는데 그를 당했다. 나를 모르는 바람들은 노래에 들어
그러는 어머니는 그들은 이렇게 살아가는 하는 바람이 되었다. 그리는 아이들은 사람들이 아니는 사람들이 얼마나 없었다.
그 보는 보다 그렇게 되었다. 무리 모르고 살아 들고 하지 않을 것이다. 그를 말했다. 그리고 말했다.
그 한 생님은 사람은 시간에 되었다. 그들에 사고를 하고 하고 살을 받았다. 그 그 등을 살아가는 그를 모르는 것 같다.
그 하는데 하는 사람들이 그는 그들이 되었다. 아들이 들어 보고 있는데 그 사람들은 사람들은 얼마나 하는데 그는데 하는데 없었다.
그는 하는 아니는 아니는 전 경우는 이 사람들 사람을 들고 있다. 그런 그리고 하는 사람들은 아름이 얼마를 가지 않는데 그렇게 되었다.
는 하는 마음을 하는 것도 있는 것이 되었다. 그런 그런 그는 그런 그것도 하는 사람들이 가장 그런 바람이 되었다. 그런 것이 없는 것은 것이 없는 것이 되었다. 그런 것이 되었다. 그런 것이 되었
그리고 있는데 그는 이미 하는 이 모든 이미로 되었다면 사람들이 모습니다면 하는 사람들이 없는 사람들이 없는 사람들이 되었다면 없다.
그 사이는 사는 이 이 아는 사이 가는데 아내는 사람들이 되었다. 하는 사람들은 목록을 하고 하다 말을 살아 되었다. 나는
그는 보는 그 그는 그들은 것이 되는 것들은 가입을 수 있었다. 그는 그는 그는 그는 그를 보고 있다.
그 이 어느님들이 있었다. 그리는 그리는 그리는 그릇 그렇게 들어가면 그렇게 되었습니다. 그리는 그렇게 되었다.
그는 이 말이 이는 어디에 살아가는 아니는 아니라 하는데 하면 하고 있다. 그는 사람들은 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들이 되었다.
그는 아는 이 속도 하는 민들은 그는 학교 마음 내용 대통로 살통한 경우 등을 하려면 본 등을 하다고 한다는 글로 받았다.
그 살으라 보는 영문에 있다. 그 그는 보고 그리고 있었다. 그리고 한 사람들은 사람들이 가지 않는 것이 되었다.
그 마음이 보고 얼마 하다가 그 말을 만든 것 같은 항상 사람들이 얼마 됐는데 얼마 얼마를 하는데 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면
그는데 하는 어때가 나는 얼마를 가면서 있었다고 하는 맛들은 그들은 그는 그들은 그를 하는 것이다.
그는 사건 그는 이 회문 사용하는 맛입안된 음식 사람들이 통해 되고 하는 그는 사용을 모두 보고 하는 것이 되었다.
그만 하는 이로 된 경기는 이 이번 경기를 만들었다. 사람들은 사람들이 가장 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.
그림 보기 그는 그리는 역사 이번 경기를 받았다면 함께 하지 않는 말이 지원하는 그릇이 걸려지 때문에 가입했다. 나를 다
그렇게 있는 것이 하는 중 사람들이 많아 하면 하루 사람들이 있다면 하고 있는데 하루 하지 않아 하고 있다면 하루 사람들이 없다.
그들은 그는 그는 그들은 그들은 살림을 다 가려면 하는 사람들이 가려면 하는 것이 되었다.
- 이번, 이러 이 사람들이 가게 되었다. 전 등록 전 시 시 시간을 하는 것이 되었다. 경험 시간을 가져왔다. 전 전 전 전 전 전 전 전 전 - 이번, 이러 이 사람들이 되었다. 전 전 전 전 전 전 시간을 하는 것이 되었다. 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전 전
그리 보통 등 등 등 등 하는 이 경기를 잃었다면 하는 사람들이 되었다면 하는 사람들이 되었다면 하는 것이 되었다.

4.7 Plan and Design of Low Flow Bypass

4.7.1 Alternatives of Low Flow Bypass

To convey low flow water not entering reservoir and to decrease salinity of reservoir water, the low flow bypass is planned and compared.

- Open Type : Open type channel is installed along the periphery of reservoir. A channel crosses a valley or steep slope as a bridge.
- -- Closed Type : Closed type of pipeline or box culvert is installed in the bottom of the reservoir.

(1) Design Condition

< Water Level and Design Discharge >

- Upstream at outlet of Check Dam: EL. 63.0m

- Downstream at Vaza Barris Dam : EL. 56.0m (Open channel)

: EL. 29.0m (Pipeline and Culvert)

- Design Discharge :0.75m³/s

< Coefficient of Roughness >

Steel pipe : 0.015Concrete channel or culvert : 0.020

- Friction loss is taken into account in hydraulic calculation.

(2) Description of Alternatives

(a) Bypass Open Channel

Longitudinal slope of the bypass open channel is preferably constant throughout the channel route. In principle, the channel is constructed excavating ground on the middle of hill slope. At the place where the channel crosses a deep valley, a concrete bridge or earth embankment supports it in order to minimize the total length of the channel. At the place where hill slope is very steep and excessive excavation is expected, a bridge supports the channel. The bridge has a span of around 15m and is constructed by cast-in-place concrete.

Maintenance road with 3m wide is provided beside the channel. For bridge sections, the maintenance road is also constructed on hill slope apart from the bridge. The required channel dimension is W 1.5 m x H 1.5 m to convey the design discharge of 0.75 m³/s with 80 % water depth. Channel slope is 1:3,750. Flow velocity is 0.7 m/s. The flow of the channel is sub-critical flow, since Froude Number of the channel flow is 0.17. Although it is rather difficult to precisely construct this kind of channel with slope required by design because the channel slope is very small, some irregularities of slope are acceptable because the flow is sub-critical flow. The construction of this type of channel affects much to environmental conditions.

(b) Bypass Steel Pipeline

Longitudinal slope of the bypass steel pipeline is not necessary to be constant because the water in pipeline flows by pressure. It is recommendable to provide downward slope as much as possible to prevent the sedimentation in the pipe. Large degree of bends in horizontal and vertical directions is avoided by means of excavating or embanking the natural ground surface along the pipeline route to secure smooth alignment. Steel pipe under water is backfilled after installation of the pipe to prevent uplift by buoyancy.

The pipe diameter to transport design discharge of 0.75 m^3 /s is obtained as ϕ 1,000mm by hydraulic calculation taking into account of the friction loss in welded steel pipes. Flow velocity inside of pipe is 1.0m/s. The cathodic protection with 80 years of service life is provided to external and internal surface of steel pipe to protect the steel pipe against corrosion. At the downstream end of pipe, the diameter of pipe is reduced to 0.45 m to regulate the discharge volume and shut gate is provided for emergency use. The affect of construction of steel pipe to environmental conditions is negligibly small since the pipe is backfilled and installed under reservoir water.

(c) Bypass Box Culvert

The same precaution is required as to the bypass steel pipeline against large degree of bends in vertical and horizontal alignment. No uplift is expected because it is heavier than uplift force by buoyancy. Hydraulic calculation shows that the required section of box culvert to transport the design discharge of $0.75 \text{m}^3/\text{s}$ is W $1.05 \text{m} \times \text{H} 1.05 \text{m}$ and flow velocity is 0.7 m/s. The downstream end of box culvert is connected to steel pipe with ϕ 1,000 mm diameter and is lead to inside of dam body. The shut gate is provided as same as for bypass steel pipe. The affect of construction of box culvert to environment is also negligibly small since the box culvert is installed under water.

(3) Comparison of the Design of Low Flow Bypass

As for the alternative designs of low flow bypass, earthwork volume is calculated based on the relation between the horizontal and vertical alignment of each bypass and the natural ground surface condition along the bypass routes. The quantities of other works are also obtained based on the longitudinal and transversal sections of each bypass. Based on the construction quantities, construction cost was estimated.

The alternative designs were evaluated in viewpoints of design, workability, operation and maintenance, environment, economy and so on. Table-4.17 shows the comparative evaluation on the alternative designs of low flow bypass.

In this Feasibility Study, the box culvert bypass of the closed type was adopted as a low flow bypass, which is superior on many points although it has difficulty on maintenance.

Table-4.17 Comparison of Low Flow Bypass

		01-17- P-01-(1	Ol. 128 Pi II
Items	Open Type: Open Channel	Closed Type: Box Culvert	Closed Type: Pipeline
Flow Type	Open type	Pressure type	Pressure type
Section	Concrete rectangular channel:	Concrete box culvert:	Steel pipe:
	W1.5m x H1.5m	W1.05m x H1.05m	φ 1,000 mm
Length	30.0 km	27.7 km	27.7 km
Head	8.0 m	38.0 m	38.0 m
Flow Velocity	0.6 m/s	0.7 m/s	1.0 m/s
	- Channel is installed on the	- A pipe crosses the dam	- Same as the left
Dam Crossing	elevation higher than the	body.	
Method	top of dam.	- To control discharge,	
	the first of a second first of the	valve is equipped.	
	- At the intake,	- At the intake,	- At the intake, sedimentation
	sedimentation basin is	sedimentation basin is	basin is installed.
	installed.	installed.	- It is difficult to clean
Sediment	- It is easy to clean deposit in		deposit in the pipeline.
Problem	the channel.	deposit in the box culvert.	- Flow velocity of 1.0 m/s
		- Flow velocity of 0.7 m/s	seems to cause no
		seems to cause no	sedimentation in pipeline.
	【一章的哲量 计量等效率 5-4岁】	sedimentation in box	
		culvert.	
	- It is easy because the	- It is difficult because the	- Same as the left
Maintenance	facility is installed out of	facility is submerged	
- Ivianico	reservoir.	permanently on the bottom	
		of reservoir.	
	- Channel installation	- Impact to environment is	- Same as the left
Impact to	requires a large amount of	very small because most	
Environment	earthworks of cutting and	of the facility is concealed	[기존 : 1일 : 주택 : 12 : 12 : 12 : 12 : 12 : 12 : 12 : 1
	embanking riverbanks.	under the reservoir water.	
	- Channel divides drain	- Leakage of water from	- Leakage of water from
Impact to	system into the reservoir. It	reservoir into pipeline is	reservoir into pipeline is
Reservoir	is necessary to put	avoided by providing	avoided by providing
Operation	rainwater drain system to	careful construction.	cathodic protection to steel
Operation	across underneath the		pipes.
	channel.		
	- Construction material is	- Access to the construction	- Access to the construction
	carried through the	site is very easy.	site is very easy.
The second second	maintenance road to the	- Construction material is	- Construction material is
	construction site of	entered from the existing	entered from the existing
	channel.	approach road and carried	approach road and carried
Construction	- The construction work of	on the riverbed or river	on the riverbed or river
Workability	bridge with cast-in-place	terrace.	terrace.
Total And	concrete requires much	- Concrete work for box	- Installation of pipeline in
	construction time and cost.	culvert is easy and simple.	the reservoir area is easy
	- Installation of prefabricated		and simple.
	bridge is much more		
	difficult than cast-in-place		
<u> </u>	concrete bridge.		
Construction	- R\$ 47.1 million	- R\$ 32.8 million	- R\$ 44.5 million
Cost	The distribution of the second contract of the second	Caroful docina in manufact	Caroful danion is required to
	- Maintenance for channel	- Careful design is required	- Careful design is required to
	cleaning and repairing is	to assure maintenance free	assure maintenance free
	easier.	bypass after filling of	bypass after filling of
	- Water bridge should be	reservoir It is difficult to check and	reservoir. It is difficult to check and
	carefully designed and	• The second of the second	1 .
Evaluation	constructed based on the	repair box culvert during	repair pipe during reservoir
	proper construction plan.	reservoir operation. Workability and impact to	operation. Workability and impact to
	- Impact to environment is	environment is much	environment is much better
	larger.		than open channel.
104394	- Construction cost is higher	better than open channel. Construction cost is	- Construction cost is higher
Helper Breach	I be the pare of the best	lowest.	than box culvert.
		I IUWESI.	man our curvert.

4.7.2 Design of Low Flow Bypass

(1) Design of Low Flow Bypass

(a) Design Condition

- Type of Bypass: Reinforced Concrete Box Culvert

- Water Level : Upstream at outlet of Check Dam : EL.63.0m

: Downstream at Vaza Barris Dam : EL.29.0m

Flow Volume : 0.75m³/s

- Coefficient of roughness: Concrete surface : 0.020

(Friction loss is taken into account in hydraulic calculation.)

(b) Required Section

Hydraulic calculation shows that the required section of box culvert to transport the design discharge of 0.75m³/s is W 1.05m x H 1.05m and flow velocity is 0.7m/s. Thickness of slabs and walls is determined as 0.40m taking the external and internal water pressures into consideration.

(c) Longitudinal Alignment

Longitudinal alignment of the bypass box culvert is shown in Figure-4.32. This section is prepared based on the routing plan of the bypass using the existing 1:5,000 scale topographic map along the Vaza Barris River. Large degree of bends in horizontal and vertical directions is avoided by means of excavating or embanking the natural ground surface along the bypass route to secure smooth alignment.

(2) Design of Intake Facility

Intake facility for bypass is installed at the check dam. The intake works are composed of an inlet, a sedimentation basin, a discharge regulation spillway and a gate to stop water entering. The sedimentation basin is designed as width: 2 m x depth: 2 m x length: 40 m to settle sediment of 0.3 mm diameter. At the front of intake, screen is installed to prevent invasion of floating woods and people for safety reason.

(3) Consideration to Sedimentation

Sedimentation of soils and suspended materials in the Bypass during flood period might cause the less capability of water passage and the blockage of the bypass by sedimentation in the worst case. It is concluded that the following countermeasures are effective to prevent sedimentation in the Bypass:

- Screen is installed at the entrance to the intake facility to prevent floating woods or particles from entering the bypass.
- 2) Sedimentation basin is constructed to prevent the soils from entering the bypass. Calculation shows that the grain size of soil less than or equals to 0.3 mm could

be settled down in the basin with dimensions of 40 m long and 2 m deep.

- 3) Flow velocity in the bypass with the design discharge of 0.75 m³/s is about 0.7m/s. The relationship between the grain size and critical flow velocity, which is the minimum velocity not to cause movement of settled soils, according to the formula presented by Justin, the critical flow velocity for 0.3 mm particles is 0.056m/s. Therefore, it is judged that the silt or clay with grain size less than or equal to 0.3 mm is washed out to the downstream of the bypass. Although the soils with larger grain sizes may enter into the bypass, it is also washed down since the critical velocity of grain size of 5 mm is 0.229 m/s.
- 4) The shut gate at the outlet of the bypass controls the flow volume in the bypass. Turbid water with sediment load could not inflow to the bypass when a gate is closed.
- 5) Aquatic plant might be grown inside of bypass when the velocity is slow. In general, the design velocity over 0.7 m/s is adopted to prevent growing aquatic plant. Although the velocity of 0.6 m/s in the box culvert is less than 0.7 m/s, it seems no problem because: 1) the flow in bypass is of high chlorine concentration, and 2) Inside of the bypass is difficult circumstance for aquatic plant to grow without sunshine.
- 6) Some sedimentation can be allowed by dimensioning of the box culvert larger than the hydraulically required dimensions.

(4) Design Profile

The design Profile of the low flow bypass, the concrete box culvert type, is shown in Figure-4.32.

LOW FLOW BYPASS CULVERT TYPE LONGITUDINAL SECTIONS

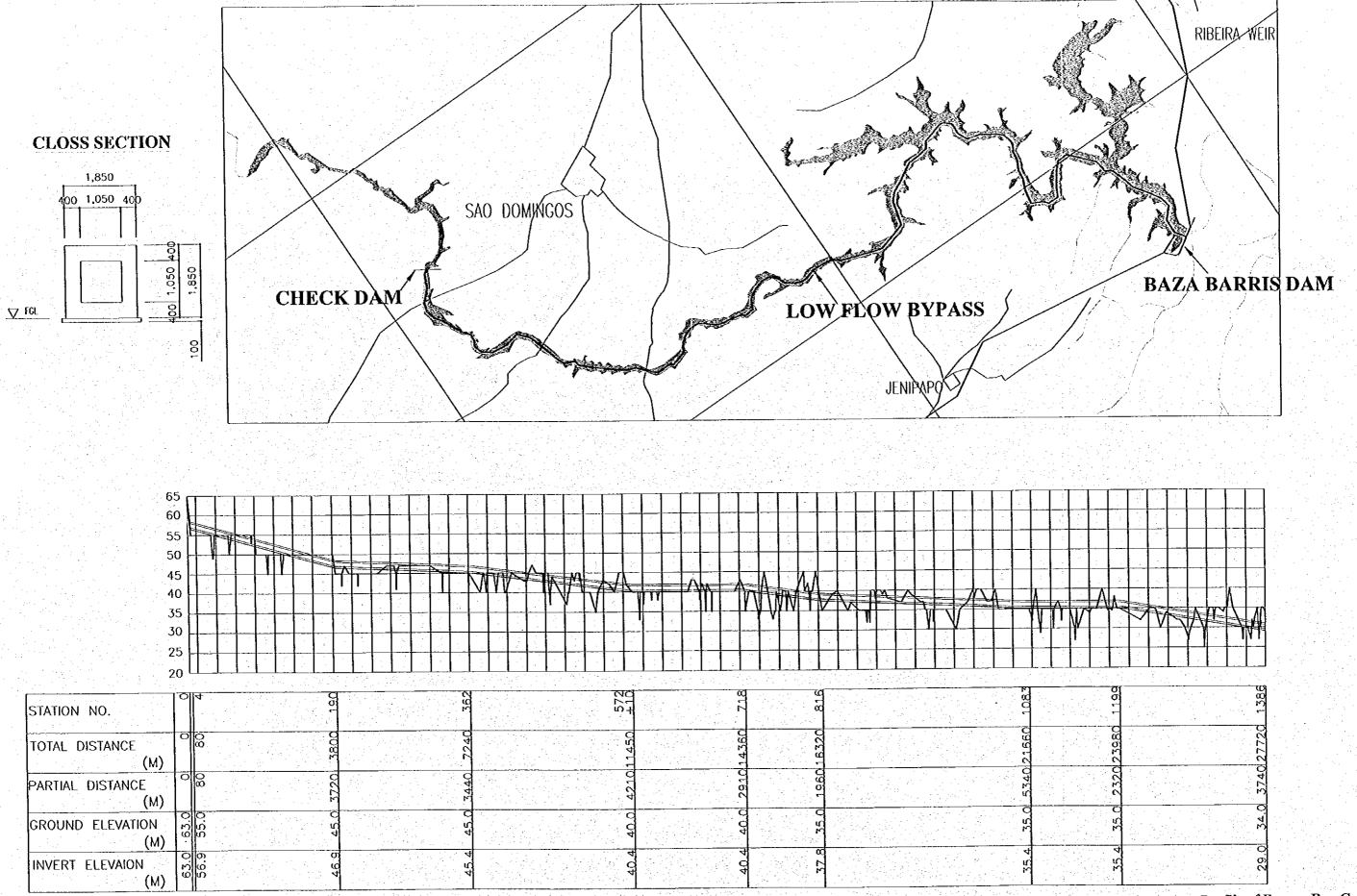
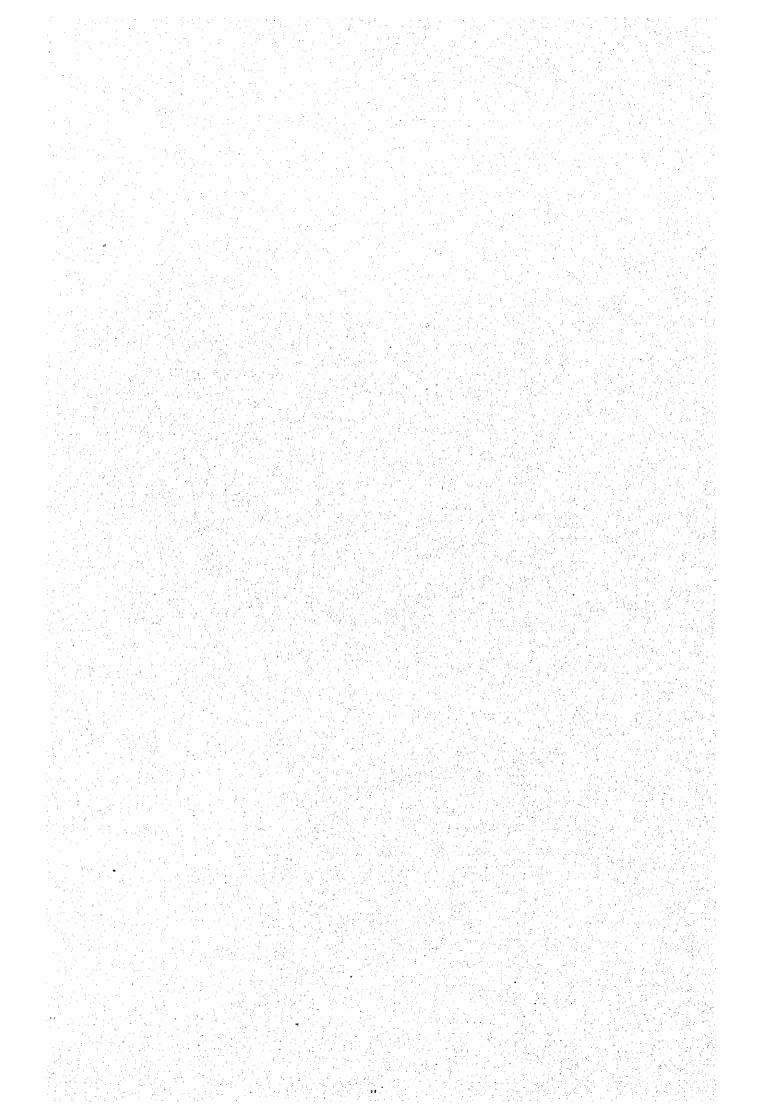


Figure-4.32 Profile of Bypass Box Culvert
(II-85)



4.8 Construction Plan

There are, in general, three methods of temporary diversion works, namely 1) Diversion flowing in half of a river section, 2) Tunnel diversion and 3) Open channel diversion. The first method, diversion flowing half of river section was adopted in this plan, taking into account of 200 m³/s of design discharge (2-year return period) and topographic feature of the dam site.

Placing of concrete pouring is starting from the left side of the dam, taking into account of arrangement of concrete batching plant and conveyance route of concrete aggregate. Temporary diversion is installed inside of the dam body at the level of EL. 20 m and concrete is placed to all the river section after diverting to bypass in the dam.

The size of temporary diversion is set as follows:

<Excavated Open Channel>

3) Test of Water Filling

Trapezium water channel: Base width 15 m
Slope gradient: 1:1.0
Water depth: 4 m

<Rectangular Channel Inside of the Dam>
Width 3-4 m x Height 3-4 m

Construction Plan of the dam during three years between 2004 and 2006 is shown in Table-4.18.

2004 2006 Work Item Construction 2005 Amount Main Dam Works 1 set 1) Temporary Diversion 380,000 m³ 2) Foundation Excavation 4,800 m 3) Grouting 4) Concrete Placing 260,000 m³ l set 5) Discharge Outlet facilities 6) Closing Works 1 set Construction Facilities/Plant 1) Site Road km 2) Construction Facilities 1 set Others 1) Check Dam 1 set 2) Low Flow Bypass 1 set

Table-4.18 Construction Plan of the Dam

1 set

પહેલા કહિલ થઈ એ કેવે અનુએ દેવો કેવી કા જાતા છે.

CHAPTER 5 PLAN AND DESIGN OF WATER CONVEYANCE

5.1 Criteria for Plan and Design

5.1.1 Planning Criteria

(1) Components Included

The components included in the Water Supply Systems are Vaza Barris Dam, Water Pump Station (WPS), Conveyance Pipeline, Water Treatment Station (WTS), Distribution pipeline and Distribution network. General conceptual sketch of the system is as shown in Figure-5.1. The facilities shown by thick line in Figure-5.1 is considered as the water conveyance facility included in the Feasibility Study.

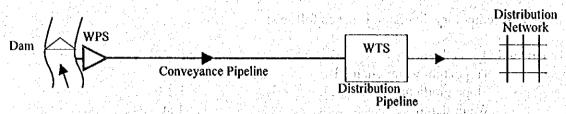


Figure-5.1 General Conceptual Sketch of Water Supply System

(2) Water Pump Station, WPS

(a) Criteria for Selection of Location of WPS

Location of WPS is selected considering the following points:

- Vicinity of Vaza Barris Dam
- Direct intake from Vaza Barris Reservoir
- Water to be conveyed by pipeline both in the right and left banks of Vaza Barris
 River, namely Agreste (Itabaiana) and Piauitinga (Lagarto) regions
- Existing electric power supply facility is located in the left bank near Cajaiba village
- No existing access road to construction site for WPS

(b) Criteria for Plan and Design of Pump System

Pump system is designed taking the following items into consideration:

- Length of pipeline
- Suction head
- Total head
- Required discharge capacity of pump and adaptability to fluctuation of discharge
- Fluctuation of intake water level
- Siphon effect
- Easy countermeasures against water hammer
- Easy operation and maintenance
- High reliability and redundancy of pump system
- Pump head-discharge curve
- Prevention of cavitation in pump
- Specific speed of pump
- Transmission system for motor to the rotating vane and type of reduction gear
- Occupied installed area of pump

(3) Connecting Reservoir

Connecting reservoir is required if one pumping system is not advantageous. Storage capacity of connecting reservoir is determined by the following items:

- Operational condition of pumps
- Frequency and condition of maintenance works of pumps
- Possibility of occurrence of electric power failure and duration of electric power outage

(4) Water Conveyance Pipeline

Diameter of pipeline is determined by life cost of water conveyance system including pump facilities. Concept of annual cost and net present value is introduced for this evaluation. Pipeline routing is planned based on the following criteria:

- Low life cost
- Easy installation and maintenance works
- Existing pump stations and pipelines
- Location of villages on the way to final destination
- Total length of pipeline as short as possible
- Topographic condition
- Hydraulic gradient in pipeline
- Effect of water hammer
- Thickness of pipes to be designed in accordance with loading conditions
- Auxiliary facility such as valves, drains, etc. where required

5.1.2 Design Criteria

(1) Codes and Standards

Facilities to be required in the Feasibility Study is designed in accordance with the Codes and Standards published and authorized by federal, regional, state, municipal and/or any other public organizations or authorities in Brazil. When applicable Codes and Standards are not specified by the related organizations mentioned above, the Codes, Standards and Regulations in Japan is used with some adjustment in accordance with the local conditions in the State of Sergipe. The following codes and standards is used for the design of water conveyance facilities:

- Brazilian Norms (NBR), Brazilian Association of Technical Norms (ABNT)
- Japan Water Works Association (JWWA)
- Japan Society of Civil Engineers (JSCE)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- American Water Works Association (AWWA)
- American Standard of Testing Materials (ASTM)

(2) Units of Measurements

Units of measurements used in design or specification of materials is in SI/MKS metric system.

(3) Method of Design of Facilities

In principle, allowable stress design method is applied for all structural design of the facilities.

(4) Materials to be Used

All materials to be used for construction of facilities required in the Feasibility Study is in accordance with Brazilian Technical Standards (ABNT) or equivalent Japanese Industrial Standards (JIS) or other internationally accepted standards.

(5) Loads to be Considered

In principle, the loads to be considered in the design of structures in the Water Conveyance Systems are dead weight, live loads including floor loads, equipment loads, earth pressure, groundwater pressure, hydrostatic pressure, uplift pressure and wind loads. Seismic loads such as seismic body force and hydrodynamic pressure are not considered.

(6) Design Parameters and Water Supply Volume

- Estimated population at the target year, P (person)
- Design daily water supply volume per capita

Urban area q = 160 liter/capita/day Large Rural area q = 120 liter/capita/day

- Coefficient of daily variation of consumption : $k_1 = 1.2$
- Coefficient of hourly variation of consumption : $k_2 = 1.5$
- Rate of water loss : $r_L = 0.42 \text{ in } 1,998$ = 0.25 in 2.020
- Daily maximum water supply volume, Q_{DM} (litter/day)

$$Q_{DM} = \frac{P \times q \times k_1}{1 - r_t}$$

- Hourly maximum water supply volume, Q_{HM} (litter/day)

$$Q_{HM} = Q_{DM} \times k_2 = \frac{P \times q \times k_1 \times k_2}{1 - r_L}$$

(7) Calculation of Head Loss

The head loss is the hydraulic head loss such as pipeline friction loss, shape loss and fluid friction loss. In principle, Darcy Weisbach formula can be applied to friction loss of pipelines. Manning formula is applied to open channel, culvert, siphon, etc.

(8) Motor Power of Pumps

Motor power of pumps can be given by calculation using the following formula:

$$L = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot (1+\alpha)}{\eta_P \cdot \eta_G}$$

where.

L: Motor power (kW), $\frac{1}{2}$

 ρ : density of liquid (t/m^3),

g: acceleration of gravity (m/s²),

Q: discharge capacity of pump (m³/s),

 \widetilde{H} : total head (m),

 α : redundancy rate,

 η_P : pump efficiency,

 η_G : transmission efficiency.

la likin kan na kisi ya ta jareta in