

## (2) 水文解析

### 水文および気象状況

#### 気象全般状況

サンタ・クルス北部地域における代表的気象あるいは降雨観測所としてサンタ・クルス、オキナワ 2、サアベドラおよびサンファンが上記洪水調査によって選定されている。図 2.7 にこれら 4 観測所の位置を示し、表 3.15 にこれらの観測所における平均的気象状況を示す。

#### 河川流域

対象道路はヤパカニ川(流域面積 9,960 km<sup>2</sup>)の支川流域であるヤパカニシート川(流域面積 371 km<sup>2</sup>)、ホッチ川(流域面積 148 km<sup>2</sup>)、テヘリア川(流域面積 44 km<sup>2</sup>)の流域を通過する。橋梁計画地点での流域面積は KM 22 に位置するヤパカニシート A 橋地点で 55 km<sup>2</sup>、エンコナーダに位置するヤパカニシート B 橋地点で 304 km<sup>2</sup>、テヘリア橋地点で 23 km<sup>2</sup>である。

また、要請書にあったサンタローサ付近のパラシオス橋はパラシオス川の上流域に位置し、橋梁地点での流域面積は 780km<sup>2</sup>である。

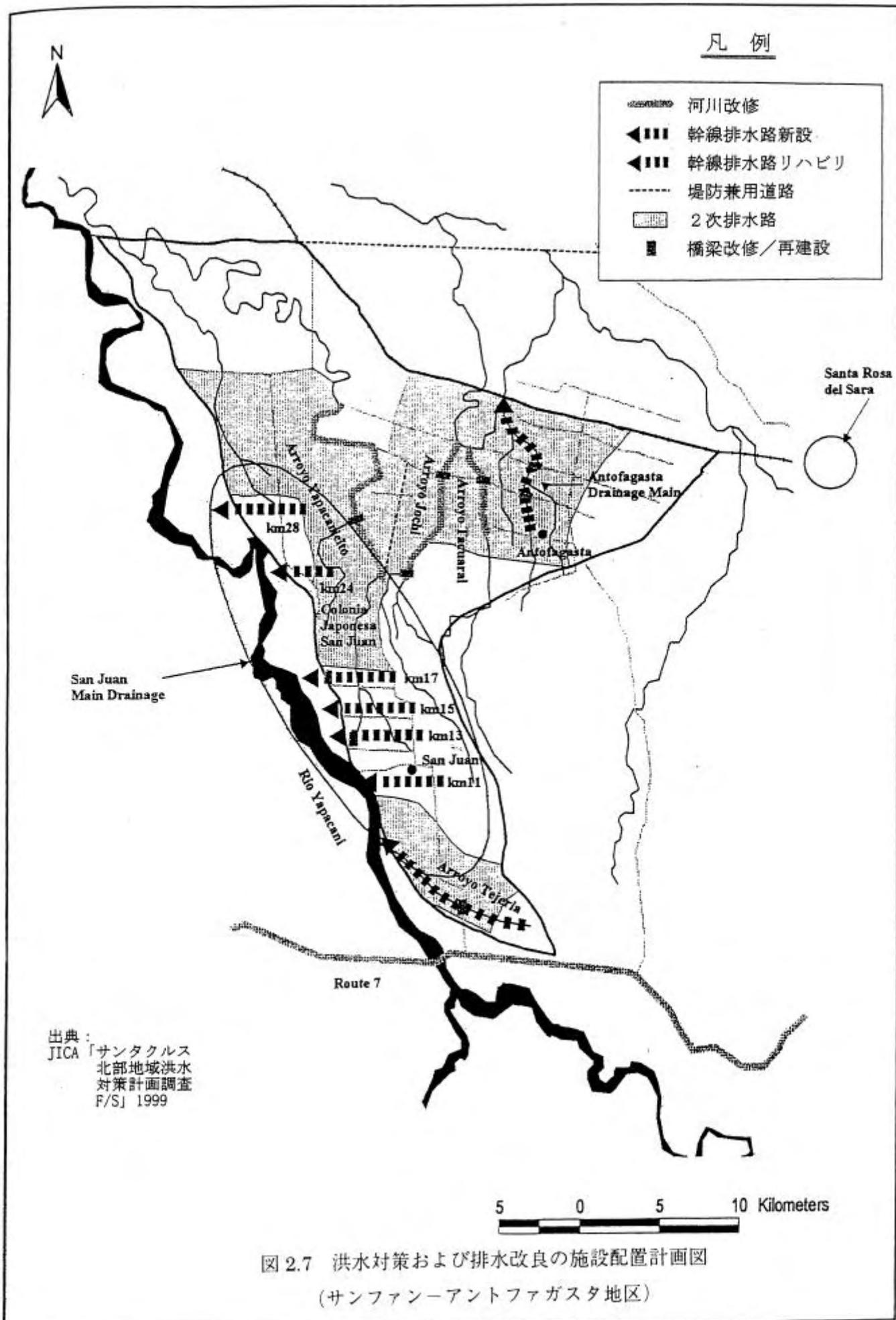
#### 確率降雨および確率降雨強度

##### 降雨データ：

対象地域における洪水氾濫水量は 3 日連続豪雨が支配的であるが、洪水ピーク流量については 1 日豪雨が支配的である。対象地域の降雨はサンファン中心部において 1960 年より測定されている。現在もマニュアルゲージによって雨量観測が行なわれている。また、サンファンの降雨はサアベドラにおける降雨と相関が高い。表 2.15 にサンファンおよびサアベドラにおける年最大 1 日～3 日雨量を示す。

##### 確率降雨：

上記の降雨から、ガンベル法によって算定したサンファンおよびサアベドラの 1 日～3 日連続確率雨量を表 2.15 に示す。



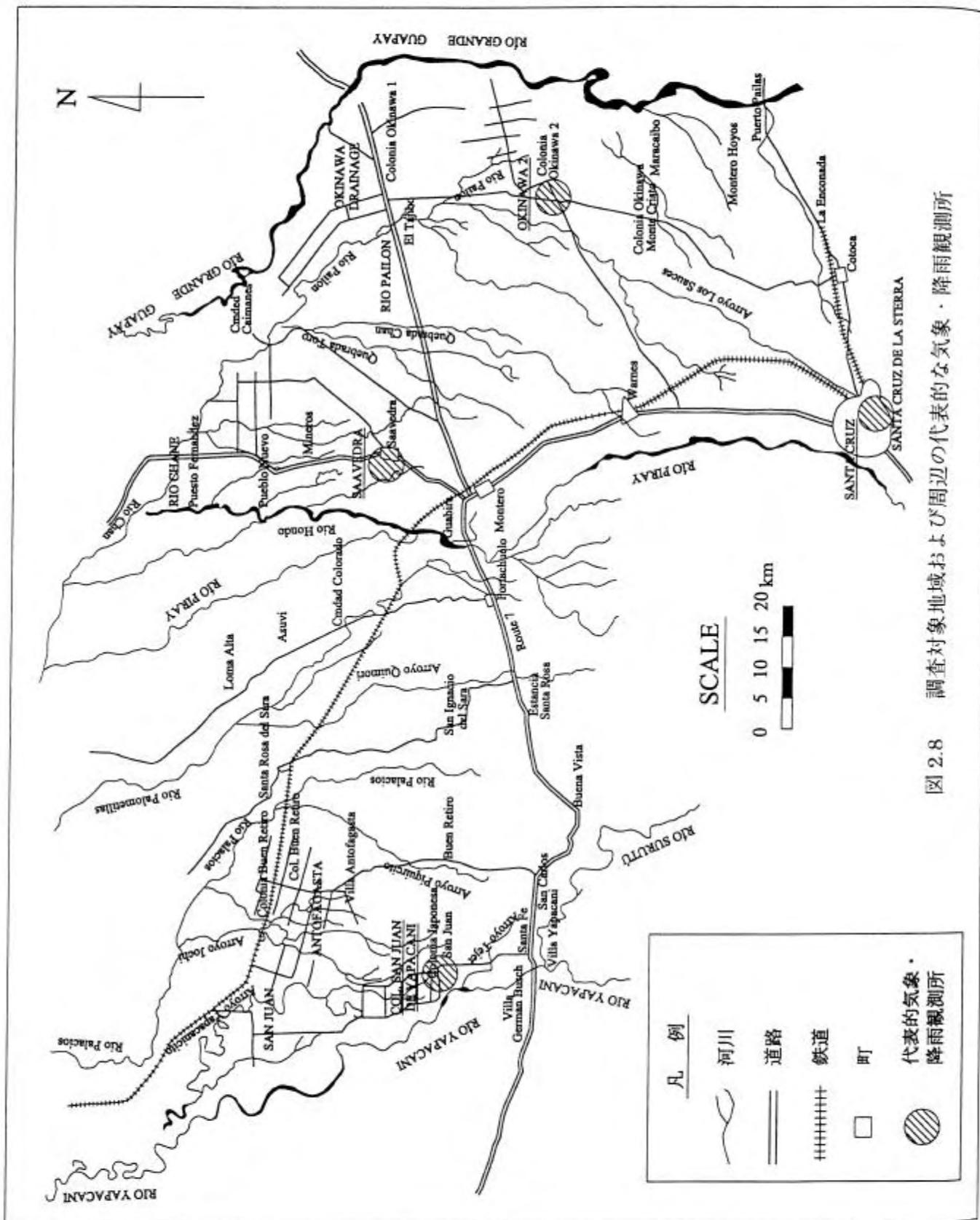


図 2.8 調査対象地域および周辺の代表的な気象・降雨観測所

表 2.14 対象地域および周辺の気象状況

地域		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間	
1. 月間平均気温														(単位:℃)	平均
Santa Cruz	最高	30.4	30.5	30.1	28.5	26.0	23.9	24.6	27.4	29.2	30.5	30.8	30.8	28.6	
	平均	26.4	26.3	25.8	24.2	22.0	20.3	20.2	22.6	24.5	26.0	26.8	26.7	24.3	
	最低	21.4	21.4	20.8	19.0	17.4	16.5	15.3	16.5	18.4	19.8	20.7	21.3	18.5	
Saavedra	最高	30.4	30.4	30.4	29.0	27.0	25.3	25.9	28.5	30.2	30.9	30.4	30.1	29.0	
	平均	26.0	25.2	24.9	23.4	21.6	19.9	20.2	21.3	23.9	25.2	24.4	25.3	23.4	
	最低	21.5	21.3	20.6	18.9	17.2	15.4	14.5	15.6	17.8	19.5	19.8	20.7	18.6	
Okinawa 2	最高	30.6	30.8	30.8	29.5	26.8	25.3	25.6	28.5	29.5	31.4	31.3	30.9	29.7	
	平均	26.0	25.7	25.4	24.2	21.6	19.9	19.6	21.8	23.3	25.6	26.1	26.1	23.8	
	最低	21.7	21.2	20.8	19.4	17.2	15.5	14.1	15.9	17.4	19.6	20.7	21.5	18.7	
Col. San Juan de Yapacani	最高	30.6	30.8	30.9	29.7	27.0	25.4	25.9	27.7	28.8	30.7	30.7	30.6	29.1	
	平均	26.3	26.4	26.2	24.7	22.5	20.8	20.6	21.8	23.1	25.2	25.6	26.3	24.1	
	最低	22.0	21.9	21.6	19.7	18.0	16.3	15.3	16.0	17.5	19.7	20.8	21.9	19.2	
データ:	SC-Trompillo (1943年/1月~1992年/12月)、Saavedra (1952年/1月~1994年/12月) Okinawa 2 (1981年/4月~1994年/12月)、Col. San Juan de Yapacani (1973年/1月~1994年/12月)														
2. 月間平均相対湿度														(単位:%)	平均
Santa Cruz		75.0	75.0	75.0	74.0	76.0	76.0	69.0	61.0	60.0	64.0	67.0	71.0	70.3	
Saavedra		75.0	76.0	73.0	72.0	73.0	71.0	63.0	56.0	56.0	61.0	66.0	73.0	68.0	
Okinawa 2		83.2	82.0	82.6	81.7	81.2	79.0	73.4	69.0	68.5	70.9	75.7	79.5	74.8	
Col. San Juan de Yapacani		80.1	79.7	77.8	77.3	78.2	78.4	73.7	69.8	69.2	70.3	74.0	78.5	75.6	
データ:	SC-Trompillo (1943年/1月~1992年/12月)、Saavedra (1956年/1月~1992年/12月) Okinawa 2 (1981年/4月~1994年/12月)、Col. San Juan de Yapacani (1973年/1月~1994年/12月)														
3. 月間平均雨量および降雨日数														(単位:mm) (単位:日)	合計
Santa Cruz		181.5	137.3	126.0	104.3	90.0	75.2	61.8	42.9	70.9	99.3	130.1	181.9	1301.2	
		13	12	11	9	10	8	6	4	5	7	9	12	108	
Saavedra		224.1	161.4	114.0	84.5	83.5	69.3	45.2	48.2	71.9	106.5	147.1	200.4	1356.1	
		13	11	10	7	8	5	4	4	5	7	9	12	94	
Okinawa 2		200.8	166.1	109.4	82.9	88.8	58.3	48.4	52.1	66.8	101.5	122.6	176.5	1274.2	
		11	10	8	6	6	5	3	3	4	6	7	10	77	
Col. San Juan de Yapacani		301.7	239.7	180.3	122.7	156.9	97.4	69.2	77.9	83.9	134.0	161.3	272.7	1897.5	
		17	15	13	10	10	8	6	5	6	9	10	15	125	
データ:	SC-Trompillo (1943年/1月~1994年/12月)、Saavedra (1952年/1月~1994年/12月) Okinawa 2 (1969年/1月~1994年/12月)、Col. San Juan de Yapacani (1960年/1月~1994年/12月)														
4. 月間平均風速および風向														(単位:m/s)	平均
Santa Cruz		NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	
		6.4	6.4	5.7	5.7	6.4	7.9	7.9	7.9	7.9	7.1	7.1	6.4	7.1	
Saavedra		N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	
		5.0	5.0	5.0	5.7	7.1	7.9	8.6	7.9	7.9	7.1	6.4	5.7	6.4	
データ:	SC-Trompillo (1943年/1月~1994年/12月)、Saavedra (1979年/2月~1992年/12月)														
5. 月間平均蒸発量														(単位:mm)	合計
Santa Cruz		121.5	108.2	110.6	90.7	74.0	63.2	76.5	96.1	116.7	137.2	133.0	126.5	1254.1	
Col. San Juan de Yapacani		88.0	77.4	95.5	94.1	75.4	65.5	90.4	105.4	114.7	123.1	111.8	93.9	1142.0	
データ:	SC-Universidad (1971年~1994年)、Col San Juan de Yapacani (1974年/1月~1984年/9月)														
出典:	JICA; サンタクルス北部地域洪水対策計画調査、1996														

表 2.15 サンファンおよびアベドラにおける年最大1日～3日連続降雨量

(単位: mm)

年	サンファン			サアベドラ		
	1日最大	2日最大	3日最大	1日最大	2日最大	3日最大
1951				116.8	119.3	119.3
1952				96.5	114.2	114.2
1953				144.7	144.7	144.7
1954				137.1	144.7	144.7
1955				162.5	203.1	253.8
1956				165.0	208.1	208.1
1957				104.1	109.1	116.7
1958				149.8	152.3	170.1
1959				76.1	78.6	78.6
1960	277.5	426.0	426.0	91.4	99.0	99.0
1961	145.2	149.6	191.8	76.1	81.1	93.9
1962	94.4	101.2	106.5	101.5	106.5	109.0
1963	191.0	193.4	221.3	94.0	113.0	190.0
1964	111.2	125.7	136.7	109.2	109.2	109.5
1965	110.0	155.0	201.0	78.9	78.9	111.8
1966	97.0	156.5	156.5	99.1	101.6	101.6
1967	216.0	239.0	248.0	119.4	127.0	144.8
1968	113.0	126.0	163.5	73.7	81.3	81.3
1969	132.0	164.0	184.5	55.8	81.2	81.2
1970	97.0	111.0	111.5	38.2	61.0	61.0
1971	98.5	101.5	109.3	45.9	53.4	53.4
1972	106.0	165.5	216.5	72.0	95.5	101.7
1973	112.0	180.0	181.5	89.0	99.0	114.0
1974	94.0	116.0	118.8	93.0	140.0	151.0
1975	109.0	111.6	111.6	62.2	62.2	62.2
1976	107.0	113.7	158.5	108.0	129.0	144.1
1977	95.0	166.9	176.9	102.9	109.9	120.0
1978	146.6	152.6	189.8	99.5	126.5	126.5
1979	174.3	186.3	234.9	153.4	186.5	195.7
1980	253.4	255.1	299.9	102.6	135.2	143.2
1981	275.0	285.8	285.9	87.6	129.6	175.0
1982	191.3	193.3	195.1	143.7	146.4	183.0
1983	109.5	154.8	189.1	91.3	113.7	124.5
1984	132.0	152.0	152.0	66.5	83.3	98.0
1985	147.1	154.5	161.5	152.5	155.5	158.1
1986	152.2	187.2	242.1	103.7	103.7	103.7
1987	205.9	217.4	217.4	152.4	153.9	178.2
1988	122.1	174.5	181.7	76.2	76.2	87.9
1989	193.6	199.6	201.9	130.2	145.0	158.0
1990	151.1	151.1	162.1	92.0	136.9	160.4
1991	183.9	213.3	223.1	195.8	250.7	258.5
1992	196.5	232.3	256.9	220.4	282.3	360.3
1993	150.8	174.4	175.4	142.6	195.8	197.3
1994	94.2	105.0	105.5	115.2	222.8	225.4
1995						
1996	125.0	179.0	185.0			
1997	187.0	267.0	289.0			
1998						
最大値	277.5	426.0	426.0	220.4	282.3	360.3

出典:

JICA; サンタクルス北部地域洪水対策計画調査、1996および1999

表 2.16 サンファンおよびサアベドラにおける確率降雨量

確率年	サンファン			サアベドラ		
	1日降雨 (mm)	2日降雨 (mm)	3日降雨 (mm)	1日降雨 (mm)	2日降雨 (mm)	3日降雨 (mm)
2	139.3	163.5	180.5	104.8	122.7	134.1
5	188.3	221.9	240.3	141.9	169.6	188.7
10	220.8	260.6	279.9	166.4	200.6	224.9
20	251.9	297.7	317.9	189.9	230.4	259.6
50	292.2	345.7	367.1	220.4	268.9	304.5
100	322.4	381.7	404.0	243.2	297.8	338.1

確率降雨強度：

サンファンでは自記雨量計がないため、「サンタ・クルス北部地域洪水対策計画 M/P 調査」においては、自記雨量計のあるサアベドラ地点で確率降雨強度曲線を求め、両地点の確率日最大雨量の比をサアベドラの確率降雨強度に掛けてサンファンにおける確率降雨強度曲線を求めた。図 2.9 にこの手法で求めたサンファンにおける確率降雨強度曲線を示す。

気象・水文調査

気象調査

対象道路周辺の気象調査として、以下の降雨データを収集した。

日降雨データ： Col. San Juan de Yapacani

(1959年5月～1999年6月：約40年間)

注：上記の日雨量データの内、1959年5月～1998年7月のデータは JICA 「サンタ・クルス北部地域洪水対策計画 M/P 調査」および同「F/S 調査」によって収集されたものである。

表 2.15 に 1989 年～1998 年の降雨量を示す。この 10 年間における平均年降雨量は 1910 mm である。

降雨量毎の降雨日数について、1989 年～1998 年の平均値と、やや豊水年ではあるが最近 5 年間の降雨日数の例として 1996 年の値を以下に示す。

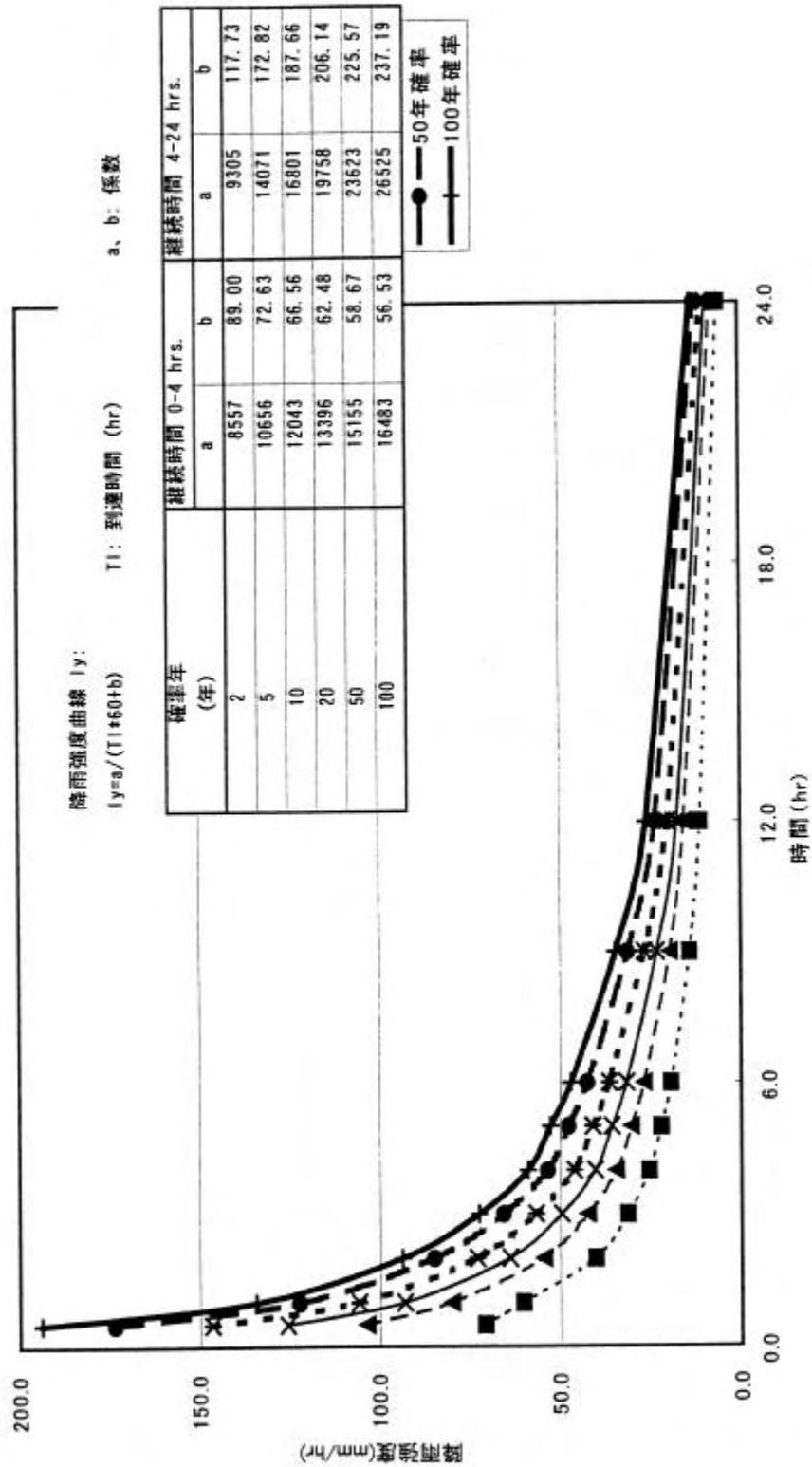


図 2.9 サンファンにおける確率降雨強度

表 2.17 Col. San Juan de Yapacani における月間、年間雨量 (1989-1998)

年	降雨量 (mm)												年間
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1989	401.0	173.9	232.5	105.5	37.2	30.0	76.5	153.6	12.8	60.0	23.4	249.3	1555.7
1990	364.1	287.8	61.6	39.2	313.9	245.6	55.8	79.1	45.8	78.1	280.1	142.4	1993.5
1991	427.8	91.5	150.3	90.7	160.0	73.5	63.0	54.9	72.6	136.8	170.8	267.5	1759.3
1992	353.2	473.7	264.6	420.6	333.5	179.7	48.0	119.4	182.0	86.8	146.3	554.9	3162.7
1993	213.4	220.4	120.2	47.6	62.5	5.1	38.3	29.3	14.8	55.0	59.9	219.8	1086.3
1994	237.8	224.1	196.1	33.4	64.0	93.6	26.2	2.6	61.8	109.3	65.4	245.1	1359.4
1995	472.0	253.5	139.5	246.2	30.0	7.3	56.4	51.9	85.7	51.0	141.9	96.8	1632.2
1996	319.8	345.8	180.0	258.6	66.2	55.5	20.6	98.8	108.6	214.1	263.3	373.1	2304.4
1997	273.3	488.7	146.2	213.0	45.0	172.8	25.0	107.0	82.0	188.0	120.4	481.0	2342.4
1998	397.0	370.0	186.0	212.4	10.4	30.6	4.4						
1989-1998平均	345.9	292.9	167.7	166.7	112.3	89.4	41.4	77.4	74.0	108.8	141.3	292.2	1910.0
1994-1998平均	340.0	336.4	169.6	192.7	43.1	72.0	26.5	65.1	84.5	140.6	147.8	299.0	1917.2

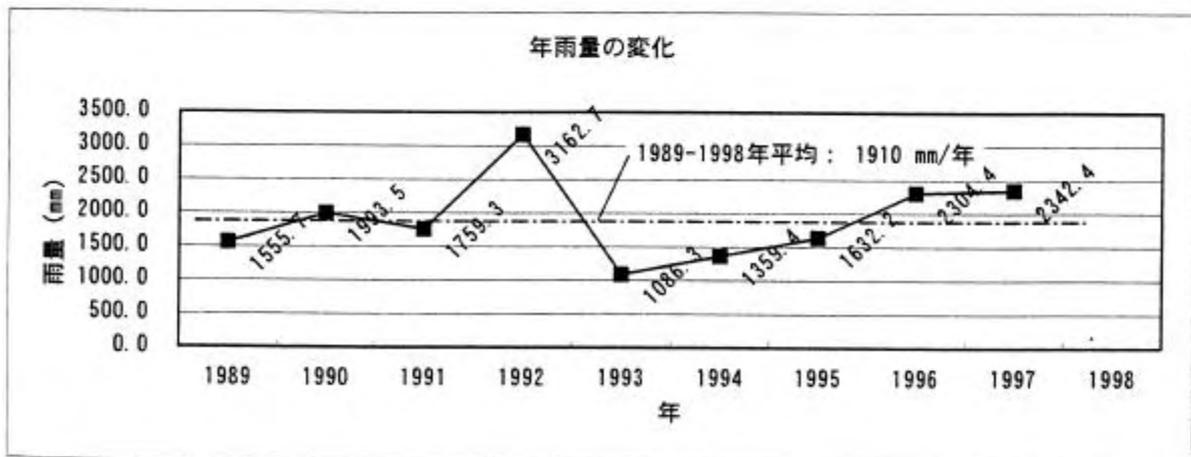
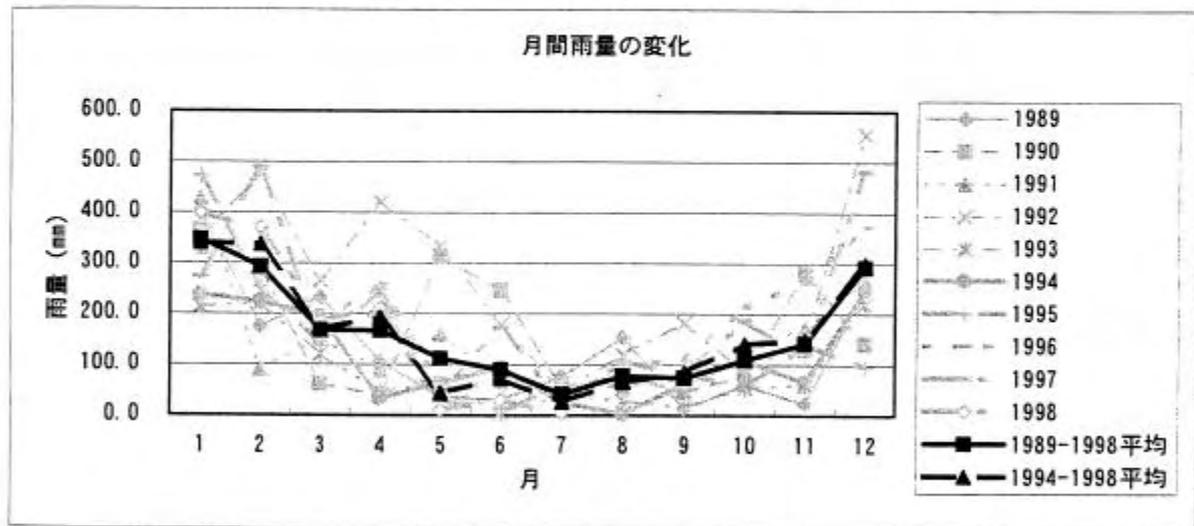


表 2.18 サンファンにおける降雨日数

年	雨量範囲 (mm)	降雨日数												年間
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1996	0 - 5	11	8	5	4	1	2	1	0	0	5	3	6	46
	5 - 10	2	6	2	0	1	1	0	2	1	1	0	1	17
	10 - 15	0	3	0	0	2	1	0	1	0	0	0	3	10
	15 - 30	1	1	1	0	2	0	1	1	1	0	3	2	13
	30 - 50	1	0	1	2	0	1	0	1	2	1	3	0	12
	50 - 100	2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	10
	> 100	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	合計	18	21	10	8	6	5	2	5	4	9	10	15	113
平均	0 - 5	6	5	7	5	6	5	3	1	2	3	4	7	54
1989- 1998	5 - 10	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	19
	10 - 15	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	10
	15 - 30	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	18
	30 - 50	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	8
	50 - 100	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	7
	>100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	合計	15	16	13	10	10	8	5	4	5	8	10	15	118

### 水文調査

#### 洪水調査：

洪水による対象道路の冠水状況については、サンファン日ボ協会の情報と、本調査における現地聞き込み調査を実施に基づき推定した。聞き込みは 1998 年洪水、1997 年洪水および 1992 年洪水に関して 41 地点で行なった。道路冠水状況は以下の通りである（表 2.19 および図 2.10 参照）。

表 2.19 道路冠水深および冠水区間長

冠水深	冠水区間数	最大冠水区間長計
0 m ~ 0.25 m	19	約 4,500 m
0.25 m ~ 0.50 m	5	約 3,700 m
0.50 m ~ 0.75 m	3	約 1,600 m
0.75 m ~ 1.00 m	1	約 800 m
合計	29	約 10,600 m

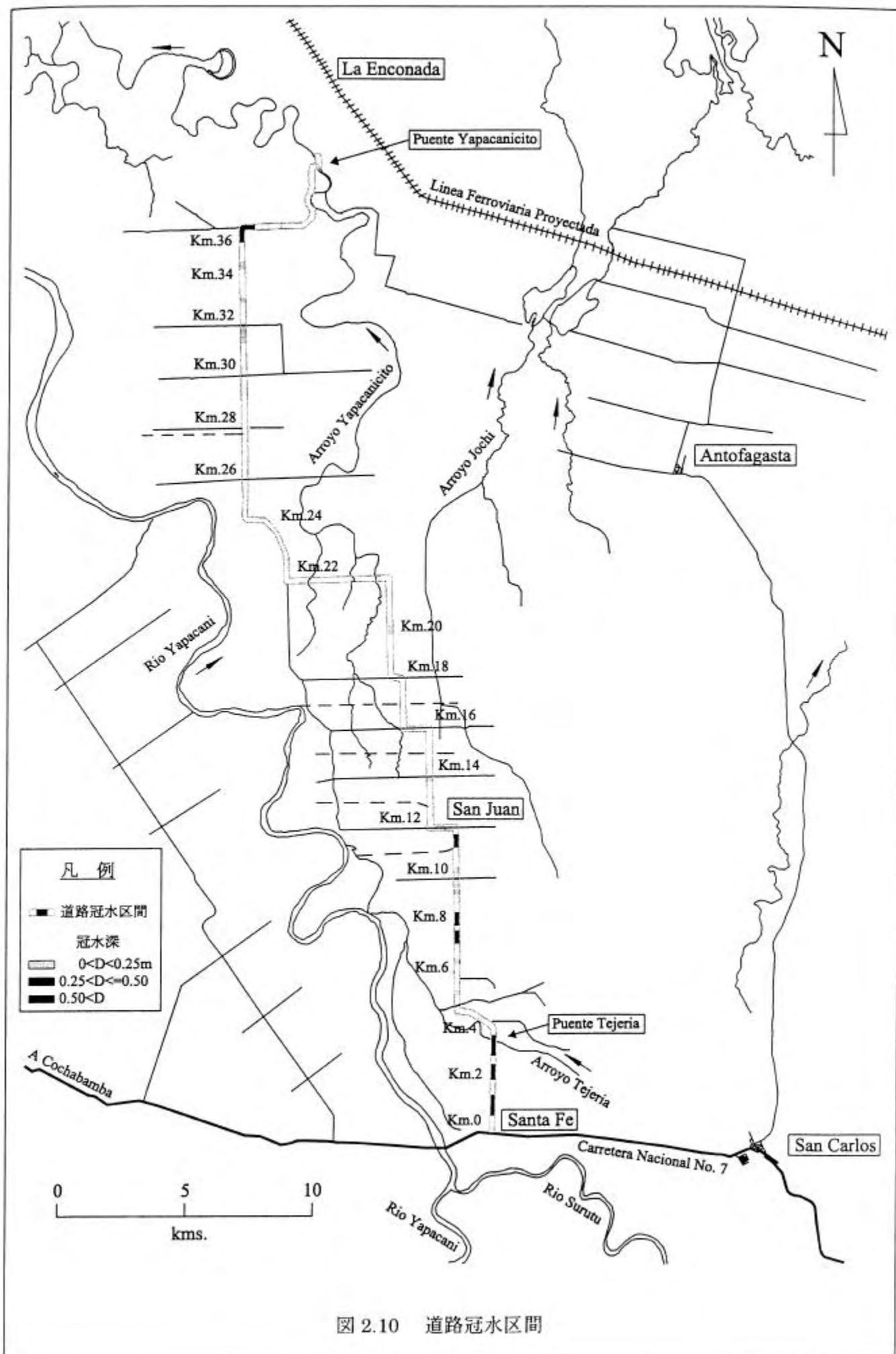


图 2.10 道路冠水区間

冠水区間の中で冠水深が 0.25m 以上で問題な区間は KM 0.8 ~ KM 4.0 および KM 35.0 ~ KM 37.0 である。この他に冠水深が小さいが下水の氾濫で問題な区間としてはサンファン市街地 KM 12.0 道路の西半分である（参照 表 2.19）。

洪水流量：

図 2.10 に対象道路沿いの橋梁および道路横断排水構造物を含む排水流域を示す。排水流域は大きく分けてテヘリア川流域、ホッチ川流域およびヤパカニシート川流域に分割される。

排水流域について確率洪水流量を求める。JICA「サンタ・クルス北部地域洪水対策計画 M/P 調査」および同「F/S 調査」による対象道路を含む地域に対する洪水・排水対策は 10 年確率洪水を対象に許容氾濫を含む河川改修と、5 年確率洪水を対象とし許容湛水を含む排水改良で構成されている。したがって、河川改修および排水改良が行なわれる状況でも、許容氾濫および許容湛水の遊水効果によって洪水ピーク流量の低減が生じる。図 2.12 に氾濫による洪水ピーク流量の低減効果を示す。

#### 確率洪水流量

表 2.20 に上記手法で求めた排水流域における確率洪水ピーク流量を示す。橋梁計画地点における確率洪水ピーク流量は以下の通りである。

表 2.20 橋梁計画地点における確率洪水ピーク流量

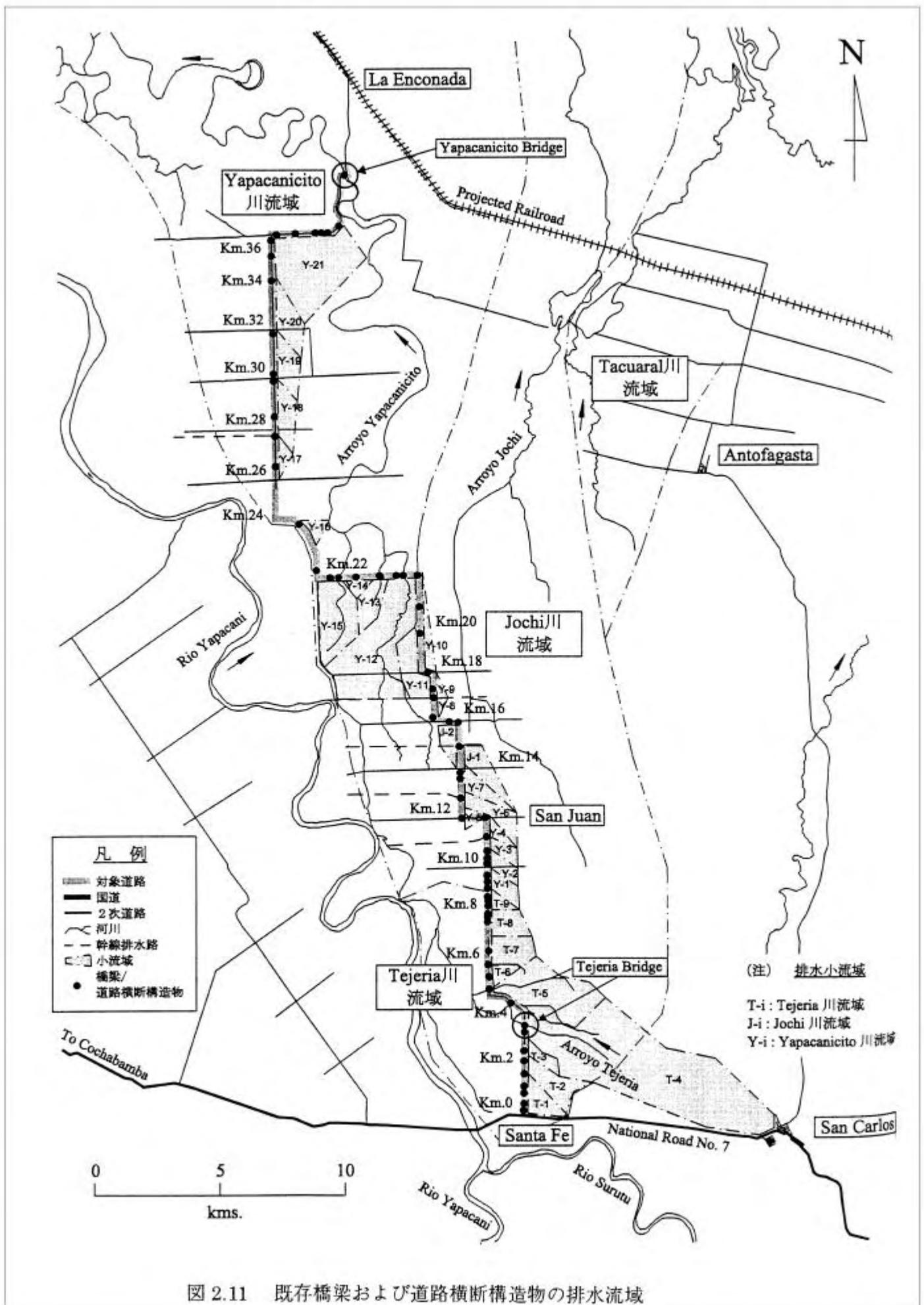
橋梁地点	場 所	洪水ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)				
		2 年	5 年	10 年	20 年	50 年
テヘリア橋	KM 4 付近	47.8	59.3	61.0	65.2	70.4
ヤパカニシート A 橋	KM 22 道路	26.9	33.7	61.2	64.5	71.1
ヤパカニシート B 橋	エンコナーダ	166.3	212.5	217.5	238.0	260.0

なお、KM 36 道路を含む小流域 (Y - 21) については、自己流域からの洪水流量だけでなく、ヤパカニシート川からの氾濫流量が重なる場合がある。上表にはこの重なりを考慮した洪水流量も示す。

表 2.21 対象道路の洪水冠水区分間

番号	冠水区分間代表地点		冠水区分間		1998年洪水 (2年確率)		1997洪水 (10-20年確率)		1992洪水 (5-10確率)		
	場所	橋梁/道路横断構造物 累加距離 (m)	最大冠水区分間	最大冠水長 (m)	流向	冠水深 (m)	冠水期間 (日)	冠水深 (m)	冠水期間 (日)	冠水深 (m)	冠水期間 (日)
1	Km 0.2	0+200	Km 0-0.2	200		0-0.25		0-0.25		0-0.25	
2	Km 0.8	No.4	Km 0.4-1.2	800	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.50-0.75	<0.5	0.5-1.0	<0.5
3	Km 2.3	No.7	Km 2.0-2.8	800	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.50-1.00	<0.5	1.0-2.0	0.5-1
4	Km 3.8	No.9 Arr. Tejeria	Km 3.2-4.0	800	E to W	0.25-0.50	1-2	0.50-0.75	1-2	0.5-1.0	1-2
5	Km 4+300	No.10	Km 4.4-4.6	300	NW to SE	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
6	Km 5.5	No.12	Km 5.4-5.6	200	E to W	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
7	Km 6.5	No.14	Km 6.4-6.6	200	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
8	Km 7.7	No.16	Km 7.3-7.8	500	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5
9	Km 8.1	No.18	Km 8.0-8.6	600	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	0.5-1
10	Km 9.1	No.21, No.22	Km 9.0-9.2	200	E to W	冠水無し		0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
11	Km 9.5	No.23	Km 9.4-9.5	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
12	Km 10.1	No.24	Km 9.9-10.5	600	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
13	Km 11.5	No.29	Km 11.3-11.8	500	SE to NW	0.25-0.50	1	0.25-0.50	1	0.25-0.50	1
14	Km 12+1000	No.32	Km 12/0.5-1.0	500	E to W	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0.25-0.5	<0.5
15	Km 14	No.35	Km 13.9-14.0	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
16	Km 16+500	No.40	Km 16/0.4-0.5	100	S to N	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
17	Km 19.9	No.53	Km 19.8-20.0	200	W to E	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
18	Km 20.1	No.55	Km 20.05-20.15	100		0-0.25		0-0.25		0-0.25	
19	Km 28.7	No.56	Km 28.7	?	SE to NW	冠水無し		0-0.25		0-0.25	
20	Km 30.05	No.58	Km 30.05-30.15	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
21	Km 31.9	No.60	Km 31.3-32.1	800	SE to NW	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
22	Km 33.0	No.62	Km 32.9-33.1	200	SE to NW	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
23	Km 34.5	No.64	Km 34.3-34.6	300	S to N	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
24	Km 35.0	No.66	Km 34.9-35.1	200	E to W	0.25-0.50		0.25-0.50		0.25-0.50	
25	Km 36.0	No.68	Km 35.1-37.0	1900	SE to NW	0.50-0.75	1-1.5	0.25-0.50	1-1.5	0.25-0.50	1-1.5
26	Km 38.0	No.70	Km 37.95-38.05	100	S to N	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
27	Km 39.0	No.72	Km 39.0	46+110		冠水無し		0-0.25		0-0.25	
28	Km 41+100	No.66 Arr. Yapacanic	Km 41.0-41.2	200	S to N	0-0.25	2-3	0.50-0.75	2-3	0.50-0.75	2-3
						0-0.25	2-3	0-0.25	2-3	0-0.25	2-3

注：  
1) イタリック文字はサンファン日本協会 (ABI) の情報に基づく。  
2) その他は調査団による聞き込み調査およびABIの情報に基づく。



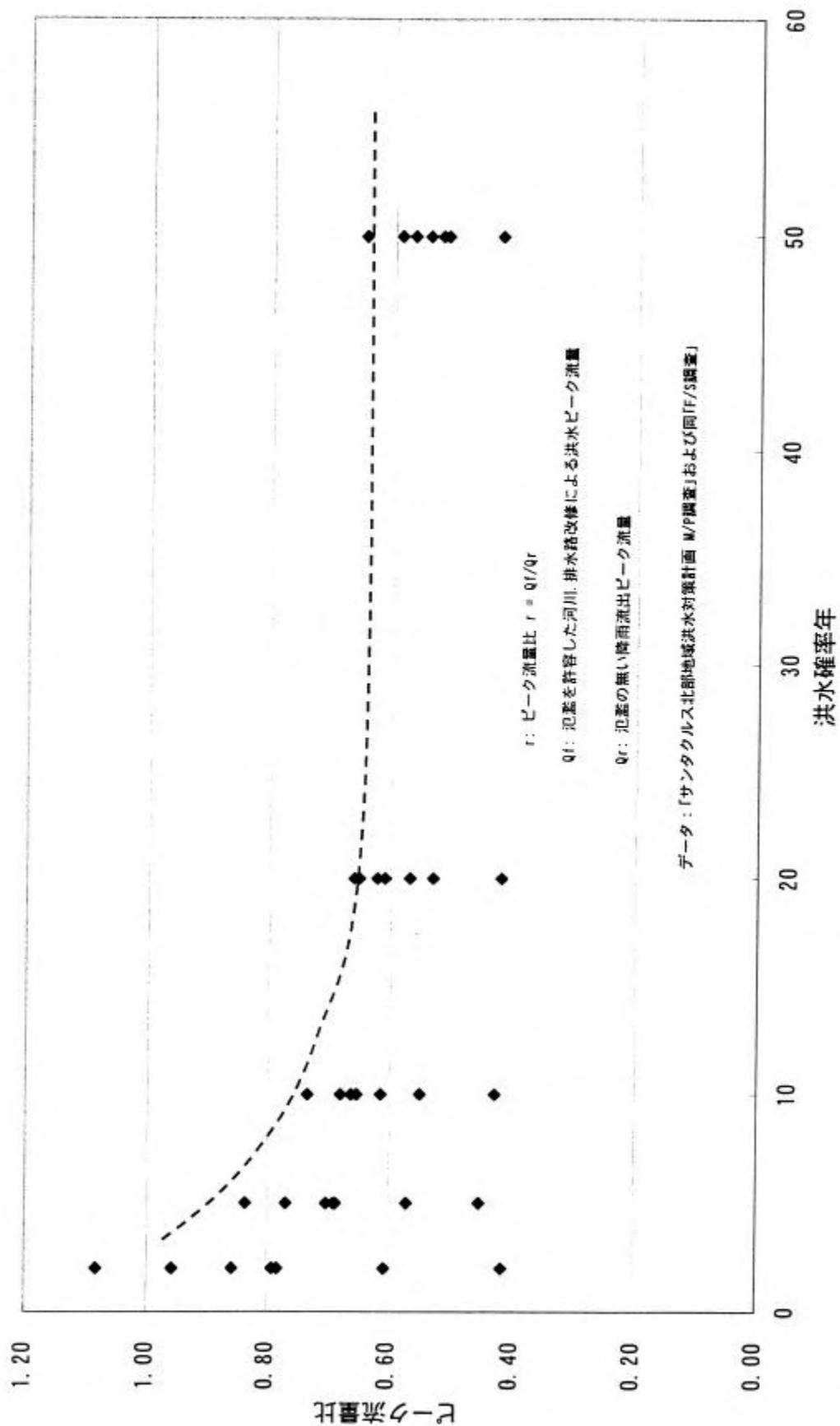


図 2.12 氾濫を許容した河川、排水路改修による洪水ピーク流量と氾濫の無い降雨流出ピーク流量の比

表 2.22 対象道路沿いの排水流域における確率洪水ピーク流量 (1/2)

排水流域番号	排水面積		流下距離		流出時間 (分)			流出係数	確率降雨強度: Ip (mm/hr)					確率洪水ピーク流量: Qp (m3/s)					備考
	A (km2)	L (m)	Ti	Tf	計	Tr	流出量 (m3/s): シャドゥ部分					確率年							
							2		5	10	20	50	2	5	10	20	50		
T-1	1.28	2000	20	83	103		0.50	44.5	60.6	70.9	80.8	93.5	7.5	9.2	9.5	10.1	10.8		
T-2	2.75	2500	20	104	124		0.50	40.1	54.1	63.1	71.8	82.9	14.6	17.6	18.1	19.2	20.6		
T-3	0.69	1250	20	52	72		0.50	53.1	73.6	86.9	99.5	115.9	4.8	6.0	6.2	6.7	7.2		
T-4 Arr. Tejeria	23.23	11000	20	458	478		0.50	15.6	21.6	25.2	28.9	33.6	47.8	59.3	61.0	65.2	70.4		
T-5	3.18	2350	20	98	118		0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	17.4	21.0	21.6	23.0	24.6		
T-6	0.86	1400	20	58	78		0.50	51.1	70.6	83.1	95.1	110.6	5.8	7.2	7.4	8.0	8.6		
T-7	3.18	3100	20	129	149		0.50	35.9	48.0	55.8	63.3	72.9	15.1	18.0	18.5	19.6	20.9		
T-8	1.75	1700	20	71	91		0.50	47.6	65.2	76.5	87.4	101.4	11.0	13.5	13.9	14.9	16.0		
T-9	0.98	1500	20	63	83		0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	6.5	7.9	8.2	8.8	9.5		
J-1	1.52	3500	20	146	166		0.50	33.6	44.7	51.8	58.7	67.5	6.7	8.0	8.2	8.7	9.3		
J-2	0.80	1650	20	69	89		0.50	48.1	66.0	77.5	88.6	102.8	5.1	6.2	6.5	6.9	7.4		
Y-1	2.40	1500	20	63	83		0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	15.8	19.5	20.2	21.6	23.3		
Y-2	1.65	1500	20	63	83		0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	10.9	13.4	13.9	14.8	16.0		
Y-3	1.95	1500	20	63	83		0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	12.8	15.8	16.4	17.5	18.9		
Y-4	0.60	1750	20	73	93		0.50	47.0	64.4	75.5	86.2	100.0	3.7	4.6	4.7	5.0	5.4		
Y-5	0.50	1000	20	42	62		0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	3.7	4.7	4.9	5.2	5.7		
Y-6	2.47	3750	20	156	176		0.50	32.3	42.8	49.6	56.1	64.5	10.5	12.5	12.8	13.5	14.4		
Y-7	1.30	2350	20	98	118		0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	7.1	8.6	8.8	9.4	10.1		
Y-8	0.22	1000	20	42	62		0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	1.6	2.1	2.2	2.3	2.5		
Y-9	0.35	1100	20	46	66		0.50	55.3	77.0	91.0	104.4	121.7	2.6	3.2	3.3	3.6	3.8		
Y-10	1.23	2600	20	108	128		0.50	39.4	53.0	61.8	70.2	81.0	6.4	7.7	7.9	8.4	9.0		
Y-11	3.37	3300	20	138	158		0.50	34.7	46.3	53.8	60.9	70.1	15.4	18.4	18.9	20.0	21.3		
Y-9+11	3.72	4400	20	183	203		0.50	29.3	38.6	44.6	50.4	57.8	14.4	17.0	17.3	18.2	19.4		
Y-9+10+11	4.95	7000	20	292	312		0.50	21.7	29.0	33.6	38.2	44.0	14.2	17.0	17.3	18.4	19.6		
Y-12	9.94	6000	20	250	270		0.50	24.0	31.8	36.7	41.5	47.7	31.5	37.3	38.0	40.1	42.8		
Arr. Yapacanicito (Km 22 Bridge)	14.89	13000	20	542	562		0.50	13.7	19.2	25.0	288.0	342.0	26.9	33.7	61.2	64.5	71.1	注 4)参照	
Y-13	1.50	2200	20	92	112		0.50	42.6	57.8	67.6	76.9	89.0	8.4	10.2	10.6	11.2	12.0		
Y-14	0.90	1000	20	42	62		0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	6.7	8.4	8.8	9.4	10.2		
Y-15	5.52	3600	20	150	170		0.50	33.0	43.9	50.9	57.6	66.3	24.1	28.6	29.3	30.9	33.0		
Y-16	0.40	800	20	33	53		0.50	60.1	84.6	100.5	115.7	135.3	3.2	4.0	4.2	4.5	4.9		

表 2.23 対象道路沿いの排水流域における確率洪水ピーク流量 (2/2)

排水流域番号	排水面積 A (km <sup>2</sup> )	流下距離 L (m)	流出時間 (分)			流出係数 C	確率降雨強度: Ip (mm/hr) 流出流量 (m <sup>3</sup> /s): シャドウ部分					確率洪水ピーク流量: Qp (m <sup>3</sup> /s)					備考
			流入 Ti	流下 Tf	計 Tr		確率年					確率年					
							2	5	10	20	50	2	5	10	20	50	
Y-17	0.65	1900	20	79	99	0.50	45.5	62.0	72.7	82.9	96.0	3.9	4.8	4.9	5.2	5.6	
Y-18	1.51	2350	20	98	118	0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	8.2	10.0	10.3	10.9	11.7	
Y-19	2.24	3050	20	127	147	0.50	36.2	48.5	56.4	63.9	73.7	10.7	12.8	13.2	13.9	14.9	
Y-20	2.28	3500	20	146	166	0.50	33.6	44.7	51.8	58.7	67.5	10.1	12.0	12.3	13.0	13.9	
Y-21	7.49	3000	20	125	145	0.50	36.6	49.0	56.9	64.6	74.4	36.1	43.3	44.4	47.0	50.3	氾濫流量 70m <sup>3</sup> /s
Arr. Yapacanicito (Bridge Site)	303.90						175.0	250.0	290.0	340.0	400.0	166.3	212.5	217.5	238.0	260.0	注 5) 参照

注:

1) 流出時間 Tr:

$$Tr = Ti + Tf$$

Ti: 流入時間

Tf: 流下時間 (L/V)

V: 流速 0.4 m/s

2) 降雨強度 I:

$$I = a / (Tr + b)$$

継続時間: 0-4 時間

確率年	a	b
2年	8557	89.00
5年	10656	72.63
10年	12043	66.56
20年	13396	62.48
50年	15155	58.67

継続時間: 4-24 時間

確率年	a	b
2年	9305	117.73
5年	14071	172.82
10年	16801	187.66
20年	19758	206.14
50年	23623	225.57

3) 流出流量 Q: 合理式による (シャドウ部分は以下の4)および5)参照)

$$Q = 1/3.6 \times C \times I \times A \times r$$

C: 流出係数

r: 氾濫を許容した洪水流量と流出流量の比

0.50

0.95 (2年洪水)

0.85 (5年洪水)

0.75 (10年洪水)

0.70 (20年洪水)

0.65 (50年洪水)

4) ヤバカニシート A 橋 (Km. 22) の確率洪水ピーク流量

2~5年確率: 合理式による

$$10 \sim 50年確率: Qp = Qr \times r'$$

Qp: 0.3mの氾濫を許容した河川、排水路改修がある場合の確率洪水ピーク流量

Qr: JICA洪水対策F/S調査の単位図法による確率流出流量 (シャドウ部分)

r': サンファン幹線排水路の影響を含む、氾濫を許容した洪水ピーク流量と

流出流量の比 (= r x 0.32)

5) ヤバカニシート B 橋での確率洪水流量

$$Qp = Qr \times r$$

Qp: 0.3mの氾濫を許容した河川、排水路改修がある場合の確率洪水ピーク流量

Qr: JICA洪水対策F/S調査の単位図法による確率流出流量 (シャドウ部分)

r: 氾濫を許容した洪水流量と流出流量の比

### (3) 地形・地質概要

#### 地形概要

本プロジェクトは、ヤパカニ河およびその支川であるテヘリア川、ヤパカニシート川によって形成された沖積低地に位置する。地形は、多少の凹凸を繰り返しながら全体に南から北に向かって傾斜し、両支川はほぼ南から北へ大小の蛇行を繰り返しながら流下してヤパカニ河に合流している。河川勾配は、概ね 1 / 1,250 である。

テヘリア川は過去に大きな流路変更はないが、ヤパカニシート川は過去の増水時に流路を自由に大きく変えて蛇行しており、古い流路は三日月湖として取り残され一部は小さな池を、一部は湿地帯を形成している。また、ヤパカニ河本川が形成した古い流路跡も、サンホアンから分岐して 22km で合流するヤパカニ線沿いに分布している。

#### 地質概要

ヤパカニ河およびその支川であるテヘリア川、ヤパカニシート川によって形成された沖積低地に位置し、地層は沖積世の粘性土および砂質土より構成されている。河川沿いあるいは旧河川沿いには主に砂質土が、それ以外の現在および古い氾濫原あるいは埋没河川部および古い三日月湖には主に粘性土が分布している。ヤパカニ河沿いには主に中粒砂が、支川沿いには細粒砂が分布し、それらの粒度分布は悪い（砂の粒径が揃っていない）。

28km 付近から 34km 付近の間は明瞭な河川流路が無く、河川の氾濫時にのみ流れる枝状の流痕がありこのような場所ではシルトおよび粘土の堆積域となっている。

#### 地質調査結果

##### 現道の路盤状況

踏査およびテストピットによる観察の結果を以下に示す。

始点のサンタフェからサンホアン迄の路盤は、表面より 13cm から 34cm の深さまで碎石が混入しておりその混入率は 50%以上あった。AASHTO では A - 2 - 4（シルト質礫）が主体の土質である。

サンホアンから 30km 付近までは平均的に 10cm から 15cm の深さまで碎石が混入している。しかし、その混入率は 50%以下に落ちている。AASHTO では A - 2 - 4 と A - 4 (シルト質土) が交互に分布する土質である。

30km 付近から終点のエンコナーダ迄は、表層から 10cm 程度の深さ迄しか碎石が投入されておらず、その混入率は非常に少なく、しかも砂分も少なくなる。AASHTO では A - 6 (粘土質土) が主体をなし A - 2 - 7 (粘土質礫) が混じる土質である。

表 2.24 現道の路盤状況

区間 ABJ 設定	土質分類 AASHTO	碎石混入 深さ(cm)	碎石混入率 (%)	修正 CBR	備考
0 - 6.5km	A - 2 - 4	20 - 34	50%以上	15 - 24	
6.5 - 13km(San Juan)	A - 2 - 4	13 - 17	50%以上		
13 - 30km	A - 2 - 4 (A - 4)	8 - 16	50%以下	11 - 23	
30km - Enconada	A - 2 - 7	5 - 10	50%以下	3 - 12	

#### AASHTO 土質分類

A - 1 : 礫、砂

A - 2 : 粘土質またはシルト質礫および砂 (A - 2 - 4 : シルト質礫、A - 2 - 7 : 粘土質礫)

A - 3 : 細砂

A - 4、A - 5 : シルト質土

A - 6、A - 7 : 粘土質土

#### 盛土材料

基本的な土質材料としては、現河川沿いあるいは旧河川沿いの砂質土、現在あるいは旧氾濫原に粘性土が分布している。それぞれは、粒度分布が悪い(粘土あるいは砂の粒径が揃っていない)。

盛土材に関しては、下記地点の砂質土を採取して CBR 試験を実施し、次の値が得られた。

表 2.25 盛土材の CBR 試験結果

位 置	採取深度	分類	最大乾燥密度 (g / cm <sup>3</sup> )	最適含水比 (%)	CBR (%)
5km+800m 西	1.0m	A - 3	1.828	10.2	7.4
11km+100m 東	1.0m	A - 4	1.932	12.6	10.0
26km 西	1.0m	A - 3	2.040	10.4	10.0
38km 西	1.5m	A - 4	2.012	10.0	13.8
混合試料*		A - 3 - 6	2.025	10.4	14.5

\* : 26km の砂および道路脇の粘性土を 80 : 20 で混合した。

砕石、骨材はヤパカニ河の現在の砂利採取場以外は期待出来ない。その玉砂利は、大半が珪質砂岩あるいは珪岩で非常に硬い。粒径は数 cm から最大 40cm に亘っている。ボリヴィア国側が行なった骨材試験では、粒径 20mm 以下ですり減り減量が 28%、粒径 40mm 以下で 32%と、それぞれアスファルト表層、基層の基準値 30%以下、上層路盤の基準値 50%以下を満たしている。

#### (4) 地 震

1998 年 5 月コチャバンバ県において約 100 年ぶりの大地震が発生し人的被害では死者 100 人を上回り、物的被害も大きかった。被害の中心は、同県のアキレ町でリヒター震度階で震度 6 を記録している。その時の調査地サンファンの震度は記録されていないが、聞き込み調査によれば揺れを感ずることも無く、また構造物の被害は記録されていない。

Seismic Hazard Map in Latinamerica and Caribes ( CERESIS, 1995 ) によれば、サンファンでの地震加速度は設定されていない。また、ボリヴィア国では構造物の耐震設計基準は設定されていない。

ラパスにある San Calixto 観測所の協力によって、サンファンから半径 150km 以内で、1845 年から 1998 年にかけて発生した地震履歴および震央分布図が集められ、これらの資料をもとに観測所によって 50 年確率の期待値分析が行なわれ、サンファンにおける地震加速度は  $93\text{cm} / \text{sec}^2$  と見積もられた。

## 2.5 環境への影響

社会環境への影響で最も大きな問題と考えられるものの中に用地取得と住民移転がある。しかし、本件実施に必要な建設用地の取得と住民移転は、相手国負担範囲に含まれるので、調査団は建設用地収用計画の実施を相手国側と確認するにとどめる。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3.1 プロジェクトの基本構想

ボリヴィア国の農牧業生産の約36%を生産するサンタ・クルス県の幹線道路の整備は、同県の経済・社会経済発展の中心である農業政策を実施するうえで、極めて重要である。

1957年、初めてボリヴィア国政府により道路が一部開通されて以来、現在、サンタフェ～ラ・エンコナーダ間、約49kmの現道（砂利道）が建設され、移住者その他住民の社会、経済基盤上の重要な道路となっている。

道路は、洪水により冠水する度に周辺地域からの砂利、道路沿線の土砂により盛土され、道路本体と道路両側に素堀排水路が徐々に改良されていった。砂利道の現道幅員はサンタフェ～サンファン間で平均10m、サンファン～ラ・エンコナーダ間で平均8m程度である。また、路面には碎石および川砂利が敷き固められ、路床として十分な支持力が期待できる。現道平面線形は、東西、南北に直線で施工され、それらの道路の接続箇所には単曲線が挿入されている。

道路周辺の排水状況については、幹線排水路では大部分が通水能力はあるが、住居への取り付け道路、沿線の工作物が排水の障害になったり、道路に沿った素堀排水路も不十分である箇所等が多い。

サンタフェ～ラ・エンコナーダ間には、道路を横断する既存橋梁が3橋、函渠（ボックス）が4ヶ所、その他多数の暗渠（パイプ）が存在する。これらの構造物は、1960年から1965年の間に土地開墾時に道路とともに建設された。特にサンタフェ～サンファン間は、現在まで洪水の度に道路の改良とともに、ボックス、パイプも新設あるいは増設されていった。サンタフェ～サンファン間の現在道路幅員は、平均10m程度に改良されたが、横断構造物は建設当初のままで、7.5～8.2m程度の横断長で改良されてはいない。

サンファン集落地内では、延長1km区間の始点側約半分は道路側溝等の排水設備が無く、終点側は民家密集地で道路端両側に60cm程度の側溝が施されている。

一方、サンファン～エンコナーダ間は道路面が周辺農地より幾分高く、改良程度がサンタフェ～サンファン間に比べて少なく、全般的に現道幅員は7～8m程度であり、またその横断構造物は7～8m程度またはそれ以上の長さがある。

現在、道路横断構造物（橋梁、ボックス、パイプ等排水施設）は大小合わせて60数ヶ

所に及ぶ。しかしながら、特にサンタフェ～サンファン間は、雨期の洪水で全線の至る所で冠水しており、近年、1997～1998年では現況道路面より50～80cm上まで一時的ではあるが冠水、氾濫し、砂利道路も悪化し、交通困難を引き起こした。橋梁、ボックス等の通水断面は全体的に不足しており、道路沿線および横断排水路の整備が遅れている現状にある。ただ、横断排水路の通水機能の維持管理、出入口の防護工は所々改良されている。

橋梁、ボックス等構造物は建設されてから35～40年経過し、周辺の浸食、洗掘、構造物本体の劣化、変形等は見受けられるが、交通頻度も少なく、さほど構造機能的には低下していない。しかしながら、本道路改良の計画幅員が現道より広い場合、多年経過、劣化した防護工を取り壊し、同形式、特にコルゲートタイプで拡幅することは、永久的構造物としては使用できず、また、構造継ぎ目耐力、施工面等で極めて困難であり、取り替え、あるいは架け替えが妥当であると考えられる。

以上から、全ての横断構造物、即ち、橋梁、函渠（ボックス）、暗渠（パイプ）について現地調査を実施し、損傷度、排水機能性、幅員および長さ等から総合判断し、取り替え、補修の必要性を決定する。

本プロジェクトは当該区間の道路を全天候型に改良することにより、農業生産および物流の安定化を図ることを目的とするものである。

### 3.2 プロジェクトの基本方針

ボリヴィア国の要請内容に基づいて現地調査を行ない、水文・水理解析、道路の幅員構成、平面線形計画、縦横断線形計画、交通量推計、舗装計画および橋梁等横断構造物等の比較検討より、現在の砂利舗装道路のアスファルト舗装による改良道路計画を設定し、基本設計を実施するものである。

ボリヴィア国政府は1998年6月、日本政府に対し、下記区間のアスファルト舗装および橋梁の架け換えを要請した。

- サンタフェ～ラ・エンコナーダ間（47.5km）のアスファルト舗装
- ヤパカニシート橋（40m）の建設
- パラシオス橋（60m）の建設

上記事業を実施するために、行なわれる本計画調査の目的は下記の4つである。

- 1) プロジェクトの背景、目的および内容を把握し、プロジェクト実施に対する我が国無償資金協力の位置付け、効果、技術的・経済的妥当性を検証する。

- 2) 協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容・規模につき、基本設計を行なう。
- 3) プロジェクトの成果・目的を達成するために必要な相手国側分担事業の内容、実施計画、留意事項等を提案する。
- 4) 上記を基本設計調査報告書にまとめる。

ボリヴィア国側の関係機関の担当者との協議、ならびに現地調査結果の分析・検討により、次のような結果となった。

- 道路計画

道路総延長は 50.5km ( サンタフェ～サンファン間 14.5km、サンファン～ラ・エンコナーダ間 34.3km、サンファンバイパス 1.7km )

- 橋梁計画

パラシオス橋については道路現況の具体的な整備計画がなく、交通量もほとんどないことから、本基本設計においては取り上げない。

橋梁架橋箇所はテヘリア、ヤパカニシート A、B、の計 3 ヶ所

- 横断排水構造物

既設排水構造物はその排水容量不足や老朽化が著しいため、全て付け替えとして計画した。その数量は次の通りである。

パイプカルバート       : 計 27 ヶ所

ボックスカルバート     : 計 27 ヶ所

- その他

サンタフェ、サンファン市街部の排水溝整備

特に市街部の交通安全性に対する配慮

### 3.3 設計の基本条件

基本設計は、以下の事柄に配慮して行なうものとする。

(1) 自然条件

1) 気 象

サンファンの年平均降雨量は 1,898 mm / 年であり、6 月～9 月が乾期、11 月～3 月が雨期、他は遷移期である。降雨日数はサンファンで年間 125 日である。

以上の状況を踏まえて道路の施工時期（盛土工、舗装工、橋梁等構造物工）を考慮して工程計画を検討する。

## 2) 地 形

本プロジェクトは、ヤパカニ河およびその支川であるテヘリア川、ヤパカニシート川によって形成された沖積低地に位置する。地形は、多少の凹凸を繰り返しながら全体に南から北に向かって傾斜し、両支川はほぼ南から北へ大小の蛇行を繰り返しながら流下してヤパカニ河に合流している。河川勾配は、概ね 1 / 1,250 である。

計画道路沿いにはヤパカニシート川が形成した古い流路であった蛇行部が残存するものの既に土砂で埋まったり、耕地化されており三日月湖や湿地帯はない。

上記の地形状況を踏まえて、道路排水計画を検討する。

## 3) 河 川

対象道路はアマゾン上流域の一部であるヤパカニ河（流域面積 9,960km<sup>2</sup>）の支川流域であるヤパカニシート川（流域面積 371km<sup>2</sup>）、ホッチ川（流域面積 148km<sup>2</sup>）、テヘリア川（流域面積 44km<sup>2</sup>）の流域を通過する。

橋梁および排水構造物の計画に当たっては、洪水を十分に配慮した規模、河川の侵食に対する護岸工等を検討する。

## 4) 地 質

ヤパカニ河およびその支川であるテヘリア川、ヤパカニシート川によって形成された沖積低地であり、地層は沖積世の粘性土および砂質土より構成されている。河川沿いあるいは旧河川沿いには主に砂質土が、それ以外の現在および古い氾濫原あるいは埋没河川部および古い三日月湖には主に粘性土が分布している。ヤパカニ河沿いには主に中粒砂が、支川沿いには細粒砂が分布し、それらの粒度分布は悪い（砂の粒径が揃っている）。

このような堆積層における橋梁の基礎工としては、支持層が深い場合には杭基礎の採用が考えられる。

## 5) 地 震

地震期待値が比較小さいこと、構造物がいずれも小規模であることを考慮して、設計水平地震力として橋脚のみ 0.1 を採用する。

### (2) 社会条件に対する方針

本計画を行なうにあたり、以下の点に十分留意する。

- 用地買収：  
現道の線形改良、橋梁計画およびバイパスの線形計画において、サンタ・クルス県、サンファン日ボ協会等と協議を行ない、道路建設計画がスムーズに行なえるような立案とする。

### (3) 建設事情に対する方針

基本設計を計画する場合、当該国での道路・橋梁建設の状況を理解する必要がある。以下の項目の調査結果を踏まえ、道路の舗装、付帯工、安全施設、橋梁等構造物の形式、施工性および工事全体の安全性および工程の面から考え合わせて、基本設計を実施する。

- 建設資材（アスファルト、セメント、鋼材、骨材、仮設材料等）の調達事情
- 建設機材（骨材、アスファルト、コンクリート各プラント、ダンプトラック、クレーン、ローラー、グレーダー等）の調達事情
- 労働者の技術レベル（熟練工のレベル、量等）の実態

### (4) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

本計画は、経済性および技術移転等の観点から、現地業者、現地の建設資材、建設機材を積極的に利用出来るよう計画する。

### (5) 道路、橋梁建設の範囲、グレードの設定に対する方針

道路・橋梁計画および規模の決定は、地形・地質、水文、交通量、その他調査を基に行ない、道路、橋梁建設の範囲、グレードについては、日本の規格を基準として設定する。

(6) 工期に対する方針

自然条件で述べたように工期に対するネックは雨期であり、工事の工程は自然条件に大きく左右される。本計画は凹凸の非常に少ない平坦地に位置し、しかも50km 近くの全天候型道路の改修計画であることから、大量の路盤材、舗装材およびコンクリート構造物のための石材が必要とされ、また、土工事は、基本的に乾期に施工せざるを得ない。したがって、施工計画は現地業者、労働者、資材機材の質的/量的問題、施工監理の質的問題等を把握して、経済性も踏まえた上で、工程計画を十分に検討することが重要である。

(7) 道路計画高さ

対象地域の洪水状況から、10年確率規模程度以上の洪水時には、道路両側が冠水し、通常の道路横断排水構造物の排水能力が小さくなる。したがって、通年交通が可能な道路計画設計を行なうためには、基本的に道路上の既往最高冠水位以上に道路面を上げる必要がある。したがって、道路縦断の計画・設計においては以下の設計基準に従うこととする。

道路盛土面 : 既往最高冠水位以上

(8) 計画洪水量

橋梁開口部 : 50年確率洪水流量

橋梁付近河川 : 10年確率洪水(原則0.3mの氾濫を許容)

なお、橋梁の河川縦横断計画にあたっては、橋梁付近に家屋等が存在する場合は10年確率洪水で氾濫を許容しないこととする。

(9) 桁下余裕高

桁下余裕高については、日本の「河川管理施設等構造令」第20条にしたがって、以下の河川堤防余裕高に準た余裕高以上を確保することとする。

表 3.1 河川堤防余裕高

計画洪水流量 $Q$ ( $m^3/s$ )	$Q < 200$	200 $Q < 500$	500 $Q < 2,000$	2,000 $Q < 5,000$	5,000 $Q < 10,000$	10,000 $Q$
余裕高 $H$ (m)		0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

## (10) 護 岸

橋梁周辺の河川護岸については、基本的には橋台両端から 10m 程度の区間について設けることを原則とする。ただし、詳細についてはサイトの状況に応じて決定する。

## (11) 道路横断排水構造物

JICA による「サンタ・クルス北部地域洪水対策計画」における排水計画は、基本的には 0.3 m の氾濫を許容した 5 年確率洪水流量を排水計画規模として策定されている。なお、排水路が氾濫しない排水能力は 2 年確率洪水流量である。道路横断排水構造物計画においては、通常、2 年確率洪水流量程度の通水能力としており、上記の排水計画と整合する。したがって、本計画設計における道路横断排水構造物の設計基準を以下の通りとする。

計画流量 : 2 年確率洪水流量

計画断面

道路横断排水構造物の計画断面は、上記の計画流量が開水路流れで管渠内を流れるよう、約 80% の有効断面積として計画する。

流入流出部の保護工

道路横断排水構造物の流入流出部には、水流による道路盛土部分の侵食に対する保護工を、道路盛土部分について設ける。

## (12) 橋梁設計断面

表 3.3、表 3.4 および表 3.5 に各橋梁および道路横断排水構造物の設計流量と、計画断面を示す。これらの内、特にテヘリア橋、ヤパカニシート A 橋およびヤパカニシート B 橋について計画断面は以下の通りである。

表 3.2 橋梁設計断面

橋梁	場所	設計流量 Q (m <sup>3</sup> /s)	河川幅 B1 (m)	河床幅 B2 (m)	河川高 H (m)
テヘリア橋	Km 4付近	70.4	21.80	9.00	3.20
ヤパカニシートA橋	Km 22道路	71.0	24.50	8.50	4.00
ヤパカニシートB橋	エンコナーダ	260.0	51.00	32.00	4.75

なお、道路横断排水構造物の内、道路嵩上げ区間に含まれるものについては、嵩上げにより道路上流側の氾濫水位が上昇することがないように考慮した。具体的には、KM 36 道路沿いの横断排水構造物についてはヤパカニシート川からの氾濫流量の重なりを考慮し、その他については、既往最大洪水規模（10年確率程度）の流量を対象に、道路上流側の氾濫水位が上昇しないよう配慮する。

表 3.3 橋梁および道路横断排水構造物の水利的計画

排水流域番号	排水流量		既存橋梁および道路横断排水構造物		橋梁および道路横断排水構造物の計画		備考				
	計画洪水 水難率 (年)	流量 Or (m <sup>3</sup> /s)	番号	タイプ	サイズ (m)	番号		計画流量 Qd (m <sup>3</sup> /s)	タイプ	サイズ (m)	
T-1	10	9.5	No.1	BO	B1.0xH1.0x1	No.1	1.9	B1x1	B2.0xH1.5x1		
			No.2	CP	D 0.8x1	No.2	0.5	P1x1	D1.0x1		
			No.3	CP	D1.5x1	No.3	1.9	P2x1	D1.5x1		
			No.4	CP	D0.6x1	No.4	4.8	B1x1	B2.0xH1.5x1		
			No.5	CP	D0.9x1	No.5	0.5	F1x1	D1.0x1		
T-2+T-3	2-10	20.8	No.6	CP	D0.9x1	No.6	3.3	P1x3	D1.0x3		
			No.7	CP	D1.5x2	No.7	17.5	B2x1	B3.0xH2.5x1		
T-4	50	70.4	No.8	BO	B1.5xH1.5x1	No.8	N	B1x1	B2.0xH1.5x1		
T-5	10	21.6	No.9 Arr. Tejeria	BO	L7xH2	No.9	70.4	BR	L21.8xH3.2	安全上維持	
			No.10	CP	D0.9x1	No.10	3.2	P2x1	D1.5x1		
T-6	10	7.4	No.11 Arr. Tigre	BO	B2.5xH2.5	No.11	18.4	B2x1	B3.0xH2.5x1		
			No.12	CP	D0.8x2	No.12	2.2	P1x2	D1.0x2		
T-7	10	18.5	No.13	CP	D0.9x1	No.13	5.2	B1x1	B2.0xH1.5x1		
			No.14	CP	D1.5x2	No.14	18.5	B1x3	B2.0xH1.5x3	No.15撤去	
T-8	10	13.9	No.15	CP	D0.9x2	No.15				No.17撤去	
			No.16	CP	D0.9x2	No.16	13.9	B1x3	B2.0xH1.5x3		No.19撤去
T-9	10	8.2	No.17	CP	D1.5x2	No.17				No.29撤去	
			No.18	CP	D1.5x1	No.18	8.2	P2x3	D1.5x3		
Y-1	10	20.2	No.19	CP	D0.9x2	No.19					
			No.20	CP	D0.8x1	No.20					
			No.21	CP	D0.6x1	No.21	3.2	P2x1	D1.5x1		
			No.22	CP	D0.9x1	No.22	10.7	P2x4	D1.5x4		
			No.23	CP	D1.2x1	No.23	6.3	P2x2	D1.5x2		
Y-2+Y-3	2-10	26.7	No.24	CP	D0.6x2	No.24				No.24撤去	
			No.25	CP	D0.8x1	No.25	2.2	P1x3	D1.0x3		
			No.26	CP	D0.9x1	No.26	11.6	B1x3	B2.0xH1.5x3		
			No.27	BO	L4xH2.5	No.27	12.9	B2x2	B3.0xH2.5x2		
Y-4	10	4.7	-			No.A	4.7	B1x1	B2.0xH1.5x1	新設	

表 3.4 橋梁および道路横断排水構造物の水利的計画

排水流域番号	排水流量		既存橋梁および道路横断排水構造物		橋梁および道路横断排水構造物の計画		備考			
	計画洪水確率 (年)	流量 Qr (m <sup>3</sup> /s)	番号	タイプ	サイズ (m)	番号		計画流量 Qd (m <sup>3</sup> /s)	タイプ	サイズ (m)
Y-5	10	4.9	No.28	CP	D0.6x1	No.28	N	P1x1	D1.0x1	安全上維持
Y-6	2	10.5	No.29	CP	D0.9x2	No.29	4.9	B1'x1	B2.0xH1.5x1	
Y-7	10	8.8	No.30	CP	D1.5x3	No.30	10.5	B2'@2	B3.0xH2.5@2	パイプスケーテ追加 No.31撤去
J-1	2	6.7	No.32	CP	D0.9x1	No.32	8.8	P2'x3	D1.5x3	
J-2	10	6.5	No.33	CP	D2.5x1	No.33	6.7	B1'x2	B2.0xH1.5x2	No.34撤去
Y-8	2	1.6	No.34	CP	D0.9x1	No.35	6.5	B1'x2	B2.0xH1.5x2	
Y-9	2	2.6	No.35	CP	D0.9x1	No.36	0.2	P1'x1	D1.0x1	
Y-10	2	6.4	No.36	CP	D0.9x1	No.37	1.5	B1'x1	B2.0xH1.5x1	
Y-11	2	15.4	No.37	CP	D2.5x1	No.38	0.8	P1'x1	D1.0x1	
Y-9+10+11	2	14.2	No.38	CP	D0.9x1	No.39	1.8	P1'x2	D1.0x2	
Y-12	2	31.5	No.39	CP	D0.9x1	No.41	6.4	B1'x2	B2.0xH1.5x2	
Arr. Yapacanicito Km. 22	50	71.0	No.40	CP	D0.9x1	No.40	17.3	P2'x1	D1.5x1	Km20道路排水工の改善必要
			No.41	CP&BO	D1.5x2,B1.5xH1.5		N			
			No.42	CP	D0.6x1		N			No.42撤去
			No.43 Arr. Yapacanicito A Br.	BO	L10xH5	No.43	71.0	BR	L24.5xH4.0	
Y-13	2	8.4	No.44	CP	D1.5x1	No.44	N	P2'x1	D1.5x1	安全上維持
Y-14	2	6.7	No.45	CP	D1.5x2	No.45	8.4	P2'x3	D1.5x3	
Y-15	2	24.1	No.46	CP	D0.9x1	No.46	6.7	P2'x3	D1.5x3	
			No.47	CP	D0.9x1	No.47	24.1	B2'x2	B3.0xH2.5x2	
			No.48	CP	D0.9x1	No.48	N			No.48撤去
			No.49	CP	D1.2x1	No.49	N			No.49撤去
Y-16	2	3.2	No.50	CP	D2.5x1	No.50	3.2	B2'x1	B3.0xH2.5x1	安全上維持

表 3.5 橋梁および道路横断排水構造物の水理的計画

排水流域番号	排水流量		既存橋梁および道路横断排水構造物		橋梁および道路横断排水構造物の計画		備考		
	計画洪水確率 (%)	流量 Or (m <sup>3</sup> /s)	番号	タイプ	サイズ (m)	番号		計画流量 Qd (m <sup>3</sup> /s)	タイプ
Y-17	2	3.9	No.51	CP	D0.9x1	No.51	1.2	P2'x1	D1.5x1
			No.52	CP	D2.5x1,D1.5x1	No.52	2.7	P2'x2	D1.5x2
Y-18	10	10.3	No.53	BO	B1.5xH1.5x1	No.53	3.1	B1'x1	B2.0xH1.5x1
			No.54	CP	D1.5x2	No.54	7.2	P2'x2	D1.5x2
Y-19	10	13.2	No.55	CP	D0.9x1	No.55	N	P1'x1	D1.0x1
			No.56	CP	D0.9x3	No.56	13.2	B1'x2	B2.0xH1.5x2
Y-20	10	12.3	No.57	CP	D1.2x1	No.57	12.3	B1'x2	B2.0xH1.5x2
Y-21	10年/ 汎濫	70.0	No.58	CP	D2.5x1	No.58	11.5	B1'x2	B2.0xH1.5x2
			No.59	CP	D0.9x1				
			No.60	CP	D1.5x3	No.60	23.0	B1'x4	B2.0xH1.5x4
			No.61	CP	D0.6x1	No.61	1.1	P1'x1	D1.0x1
			No.62	CP	D0.8x1	No.62	17.3	B1'x3	B2.0xH1.5x3
			No.63	CP	D0.9x3	No.63	1.1	B1'x2	B2.0xH1.5x2
			No.64	CP	D0.8x3	No.64	11.5	P1'x4	D1.0x4
			No.65	CP	D0.8x1	No.65	4.4	P1'x1	D1.0x1
Arr. Yapacanicito (Enconada)	50	260.0	No.66 Yapacanicito B	BR	L24.5xH3	No.66	260.0		L51xH4.75

注:

- 1) BO: ホックスカルハート CP: コルゲートタイプ
- 2) タイプ毎の道路横断排水構造物の排水能力 (m<sup>3</sup>/s):  
 B2.0xH1.5 タイプ B1 or B1'  
 B3.0xH2.5 タイプ B2 or B2'  
 D1.0 タイプ P1 or P1'  
 D1.5 タイプ P2 or P2'  
 N: 微地形のため計画流量が計算できないもの。
- 3) BR: 橋梁  
 5.7 m<sup>3</sup>/s  
 19.1 m<sup>3</sup>/s  
 1.1 m<sup>3</sup>/s  
 3.2 m<sup>3</sup>/s

### 3.4 設計方針

#### 3.4.1 適用設計基準および規格

##### (1) 適用設計基準

- 道路幾何構造令 : (SNC : ポリヴィア道路公団)  
(日本道路協会)
- AASHTO 設計基準 : (アメリカ)
- コンクリート橋道路橋示方書 : (日本道路協会)
- 下部構造道路橋示方書 : (日本道路協会)

##### (2) 道路設計基準

###### 計画交通量と設計速度

ポリヴィア国 SNC の道路設計基準より計画交通量と道路規格、設計速度の関係を以下に示す。

- 計画交通量 : 300 ~ 700 台 / 日 (道路完成後 10 年)
- 道路規格 : カテゴリー
- 設計速度 :  $V = 80\text{km/h}$  (特別値  $V = 60\text{km/h}$ )

表 3.6 道路規格および設計速度

道路規格	地形の状況	設計速度 (km/h)
	平地	80
	丘陵地	60
	山地	40
	急峻山地	20

###### 幾何構造基準

表 3.7 幾何構造基準

項目	単位	基準値	
設計速度	km/hr	80	60
最大縦断勾配	%	4	5
縦断曲線			
凸形曲線半径	m	3,000	1,400
凹形曲線半径	m	2,000	1,000
縦断曲線長	m	70	50
平面線形			
最小曲線半径	m		

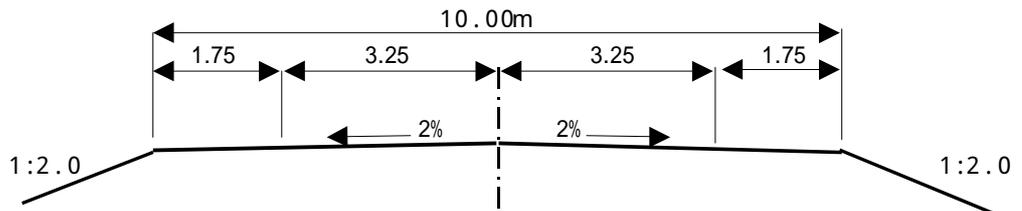
## 幅員構成

道路（および橋梁等構造物）の幅員構成は、道路の重要度、交通量、現地調査および協議により、サンタフェ～サンファン区間、サンファン～エンコナーダ間に区分し、以下の表 3.9 と表 3.10、図 3.1 と図 3.2 の標準横断面図とした。

表 3.8 土工部標準横断面の諸元

種 別	サンタフェ～サンファン	サンファン～エンコナーダ
車 道	2 × 3.25 = 6.5m	2 × 3.25 = 6.5m
路 肩	2 × 1.75 = 3.5m	2 × 1.25 = 2.5m
全幅員	10.0m	9.0m
横断勾配	2%	2%
舗 装	アスファルト	アスファルト

### サンタフェ～サンファン間



### サンファン～エンコナーダ間

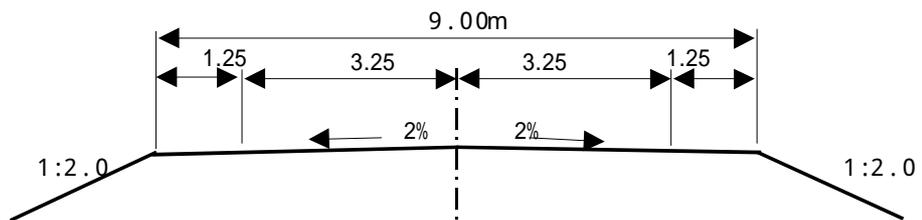


図 3.1 道路標準横断面図

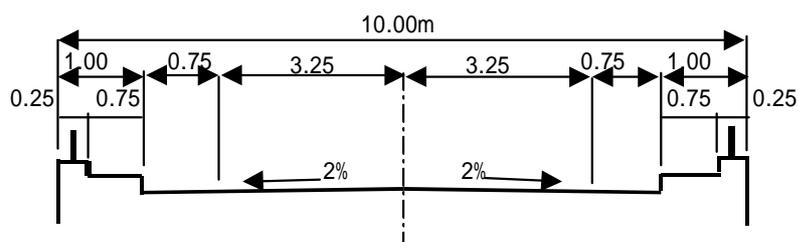
### (3) 橋梁設計基準

#### 幅員構成

表 3.9 標準横断面の諸元

種別	サンタフェ～サンファン	サンファン～エンコーダ
車道	$2 \times 3.25 = 6.5\text{m}$	$2 \times 3.25 = 6.5\text{m}$
側帯	$2 \times 0.75 = 1.5\text{m}$	$2 \times 0.25 = 0.5\text{m}$
歩道	$2 \times 0.75 = 1.5\text{m}$	$2 \times 0.75 = 1.5\text{m}$
地履	$2 \times 0.25 = 0.5\text{m}$	$2 \times 0.25 = 0.5\text{m}$
全幅員	10.0m	9.0m
横断勾配	2%	2%
舗装	アスファルト(5cm)	アスファルト(5cm)

#### サンタフェ～サンファン間



#### サンファン～エンコーダ間

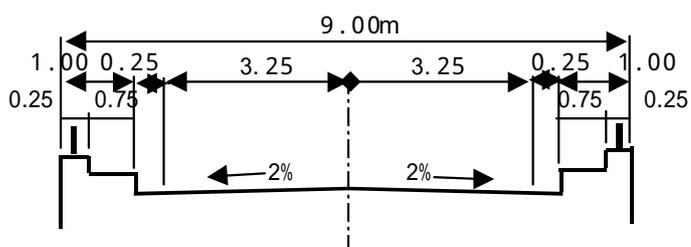


図 3.2 橋梁標準横断面図

#### 設計手法

構造解析は、弾性手法により構造部材の断面力を算定し、設計荷重時において部材応力度が許容応力度以内であることを検証し、終局荷重においても部材が破壊しないことを確認する。

## 設計荷重

AASHTO 設計基準による

HS20 - 44 (MS - 18)

- 地震荷重  
地震の影響は考慮しない
- その他の荷重  
主荷重  
a) 死荷重、b) 活荷重、衝撃荷重、c) 土圧、d) 水圧、e) 浮力、  
f) コンクリートのクリープ、g) 乾燥収縮、h) 温度変化  
特殊荷重  
a) 施工時の荷重
- 条件細目
  - ・ 材料の単位重量

表 3.10 材料の単位堆積重量

		( kg / m <sup>3</sup> )	
材 料	単位重量	材 料	単位重量
鋼、鋳鋼、鍛鋼	7,850	無筋コンクリート	2,350
鋳鉄	7,250	セメントモルタル	2,150
アルミニウム	2,800	舗装用アスファルト	2,300
鉄筋コンクリート	2,500	舗装用コンクリート	2,350
プレストレスト コンクリート	2,500	木材	800

- ・ 材料強度
  - コンクリート
    - 設計基準強度 PC 主桁 ck = 350 kgf / cm<sup>2</sup>
    - 床版 ck = 240 kgf / cm<sup>2</sup>
    - 横桁 ck = 300 kgf / cm<sup>2</sup>
    - 下部工 ck = 210 kgf / cm<sup>2</sup>
    - 場所打ち杭 ck = 300 kgf / cm<sup>2</sup>
    - 函渠 ck = 240 kgf / cm<sup>2</sup>
  - 鉄筋
    - 丸鋼 降伏点強度 pu = 24 kg / mm<sup>2</sup>
    - 異形 降伏点強度 pu = 30 kg / mm<sup>2</sup>

## PC 鋼材

記号	呼び名	降伏荷重(kg / mm <sup>2</sup> )	引張荷重(kg / mm <sup>2</sup> )
SWPR7A	7S12.4mm	150	175

### 3.4.2 道路設計方針

#### (1) 計画方針

##### 道路計画に使用した基本図

道路設計に使用する基本図は、縮尺約 1:10,000 モザイク航空写真を使用した。地盤高および地形状況は、今回の調査で実施した路線測量（中心線、縦・横断測量）を使用し設計を行なった。

##### 平面線形

現地調査において調査対象道路の周辺の地形・地勢・土地利用現況等を確認した結果、河川による侵食の恐れや地形の凹凸・湿地帯等おおきな特色を有する地域は無く、代替路線を比較検討する必要はない。道路中心線は極力現道中心線に合せ路線選定を行なう。ただし既設道路の細部においては、道路基準に対し、平面線形の改良を要する区間が数箇所あるため、この区間については、改めて路線選定を行なった。

##### 縦断線形

縦断線形は、下記の方針に基づき、現地調査、舗装構成、経済性、および施工性を検討して設定した。

- 設計基準（表 3.7）に基づくこと。
- 水から舗装を保護するため冠水地域の計画高は、HWL（洪水調査、表 3.21 参照）より舗装厚が高くなるよう計画する。
- 非冠水地域の計画高は、現道路面高に舗装厚を加えた高さに極力合わせるように計画する。
- 架橋計画部は、橋梁計画高に合わせる。
- 現道路面は、砂利が敷かれ十分締め固められているため、原則として現道を掘削しない。

### 横断計画

- 設計基準に基づくこと
- 数量を算出するため、横断タイプが変化する毎に代表断面を作成する。

### 舗装の設計

- AASHTO に示された設計方法で行なう。
- 供用区間を 15 年とする。
- 設計交通量は、将来交通量の推計で検討した大型車・走行車線台数を使用する。
- 経済性を考慮し、極力、現道路盤材を使用する。

## (2) 平面線形計画（「図 3.3 概略線形図」参照）

### 標準区間

平面線形は、極力現道中心線に合せ路線選定を行なった。現道中心線を合せることにより、現道の路面処理している砂利を有効に利用でき、また盛土量も軽減できるため、経済性に有利である。

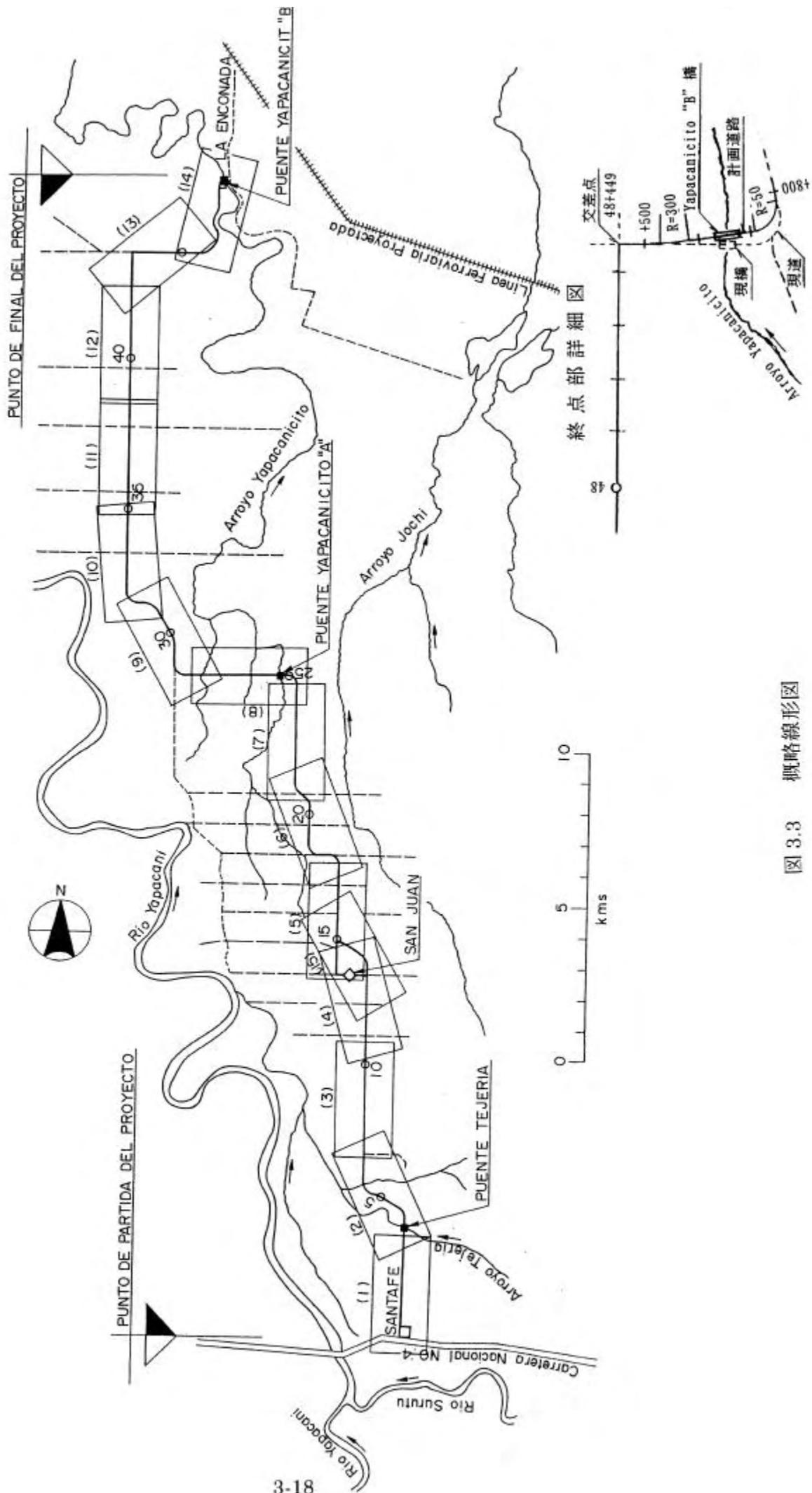


图 3.3 概略線形图

基準に対し、線形の改良を要する区間

現道曲線半径が基準値を満足していない下記の箇所に対して平面線形の修正を行なった。

表 3.11 線形改良を要する区間

修正箇所	4+000	5+630	17+830	18+750	24+810	28+780	45+980	46+370
現道曲線半径	約 200m	約 150m	約 150m	約 150m	約 200m	約 150m	約 100m	約 100m
設計曲線半径	230m							
最大シフト量	約 12m	約 10m	約 30m	約 30m	約 15m	約 30m	約 5m	約 5m

#### 交差点線形

下記の 4ヶ所の交差点は、町中であることから平面線形を直角に折り、道路は隅切りで処理する計画とした。

12 + 878、13 + 885、43 + 458 および 48 + 449 交差点

また、終点交差点は、主交通が一方向に片寄り、現道線形も R = 50m 程度の曲線が入っているので、計画道路も同様に R = 50m の線形を入れた。

#### その他の区間

- 44 + 000 ~ 45 + 900  
この区間の現道は、盛土高も低く、路面幅も狭く、表面の砂利層も薄く、直線的ではあるが、小さな蛇行を繰り返しているため、計画道路を直線に修正した。
- 44 + 900 ~ 47 + 600 区間  
この区間の現道は、ヤパカニシート川が接近し、それを避けた 6 つの小さな曲線を使用した線形になっている。ヤパカニシート川両側には、大木が有り河道の変化が見られない。計画道路は、R = 230m 以上の曲線を使用し極力現道に合わせ計画した。
- ヤパカニシート “B” 橋架橋位置線形  
ヤパカニシート川架橋位置は、橋梁施工中現橋が使用できるように、現橋 A1 橋台部の道路中心間距離で下流側に約 10m シフトさせた位置に路線選定を行なった。

(3) 縦断線形計画

縦断線形計画は、前項の設計方針に基づいて設定した。また、冠水地域、橋梁架設設箇およびカルバートボックスによるコントロールポイントに対して下記に示す。

① 冠水地域の計画高（表 3.12 参照）

表 3.12 冠水地域の計画高

No.	No.2	No.4	No.8,9	No.13	No.25	No.28
水理調査						
位置	0+800	3+900	9+300	12+600	43+900	47+400
現況	299.600	293.066	287.964	284.521	250.315	255.106
冠水深	0.750	0.750	0.500	0.500	0.500	0.500
舗装厚	0.350	0.350	0.350	0.350	0.310	0.310
横断勾配	0.100	0.100	0.100	0.100	0.090	0.090
必要計画高	300.800	294.260	288.914	285.471	251.215	256.066
採用計画高	300.631	294.281	289.000	285.471	251.570	255.678
最も高い所	300.181					255.278

なお、以下の地域については、実測縦断図の現道高を使用し周辺地域の分析結果、採用計画高を必要計画高以下と修正した。

\* No.2 および No.28

この付近で、最も高い現道高を通過すると現道が下がっているため、この高さ以上は冠水しないと思われる。よって計画高は、この高さに舗装厚と横断勾配を加えた高さを採用高とした。



\* No.3・2+500 付近

現況は、横断排水構造物がカルバートパイプ 1.50 の二連が込っていて現道縦断がテヘリア川に下がっている。また聞込調査で現道下流側は冠水していない。

計画では、排水構造物をカルバートボックス 3.00×2.50 で計画している。また、道路上流側に縦断側溝をテヘリヤ川まで計画すれば道路を嵩上げしなくても良いと思われる。

\* No.20・38+700 付近

当区間の現道縦断勾配は、一律終点方向に下がっていて、縦断線形を見るかぎり冠水するようには思われぬ。冠水による計画高の嵩上げは行なわなかった。

橋梁架設箇所の計画高

表 3.13 橋梁架設箇所の計画高

橋 梁 名	テヘリア	ヤパカニシート(A)	ヤパカニシート(B)
H、W、L	292.500	266.400	253.450
桁下余裕高	0.600	0.600	0.800
桁高・その他	1.603	1.603	1.726
橋台部計画高 H	296.703m	268.603m	255.976m
橋梁部縦断線形			
勾配、 (%)	+0.50,-0.50	+0.50,-0.50	+2.0,-2.0
V、C、L	70m	70m	72m
橋台位置	0.041m	0.041m	0.038m
勾配による変化点までの高低差	0.056m	0.056m	0.486m
変化点の高さ			
橋台部計画高	294.703	268.603	255.976
V、C の Y	0.041	0.041	0.038
勾配による高低差	0.056	0.056	0.486
橋梁部変加高高さ H	294.800m	268.700m	256.500m

なお、ヤパカニシート(B) 橋架設箇所の前後が平面交差点となっているため、この区間の計速度は V = 60km/h で計画した。

## カルバートボックスによるコントロールポイント箇所の計画高

表 3.14 カルバートボックス箇所の計画高

位 置	11+300	11+860
ボックス断面	(2.00 × 3) × 1.50	(3.00 × 2) × 2.50
河床高	284.465	282.603
内空高	1.500	2.500
頂版厚	0.300	0.350
舗装厚	0.150	0.150
勾 配	0.100	0.100
余裕高	0.050	0.050
計画高	286.515m	285.753m

### コントロールポイント以外の区間

コントロールポイントでないその他の区間は、現道路面高に舗装厚を加えた高さに合せ極力盛土高を低く計画した。

#### (4) 横断計画

##### 盛土法面

当地域の盛土材は、細砂が多くこれで盛土を行なうと、植生が悪く雨水による侵食を受けやすい。これを防ぐためには、伐開除根した土を施工が終わった法面に被覆することにより、植生も良くなり、また侵食も受けにくくなる。

##### サンファン市街地

プラサから 13 + 880 区間は、道路の両側が商店街になっていて、現道幅が W = 11.0m であり、現道の両側には、現場打ち U 字溝が設置されている。この区間の計画道路幅は現況に合せ W = 11.0m で計画することとした。

##### 切土部

本調査区間で切り土部は、サンタフェ町中の一部に生じる。切土部と言っても現道が切土断面で施工されているため、計画では、現道路面を切削せず両側の側溝と切土法面が生じるだけである。側溝は、路面より 1.0m 程度下げた所に V 型石張側溝を計画し、また、切土法面は、1 割勾配とした。

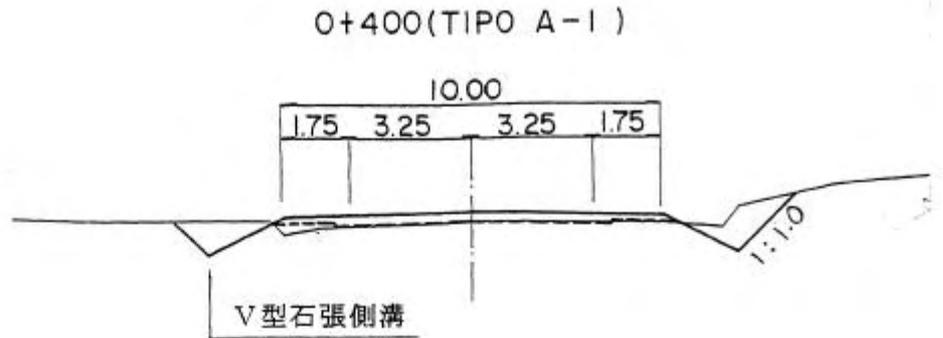


図 3.4 切土部横断面

(5) 舗 装

この調査では、舗装厚を計算するために“AASHTO GUIDE FOR Design of Pavement Structures”に示された方法を採用した。この方法は、図 3.5 により見いだされる“SN”を使用し、各層の厚さを下式を用いて簡単に計算するものである。式中の 3 つの層厚のうち、2 つの層厚を仮定し、経済的となるよう各層の厚さを決定する。層厚を決定するに当たって施工性や維持管理についても考慮する。各層の最小厚さを下記に示す。

表層	2inches (5cm)
上層路盤	4inches (10cm)
下層路盤	4inches (10cm)

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

SN : 舗装厚指数

$a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  : 表層、上部路盤および下層路盤の層係数

$D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  : 表層、上層路盤および下層路盤の厚さ (inch)

ノモグラフの基本式

$$\log_{10} W_{18} = z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}}$$

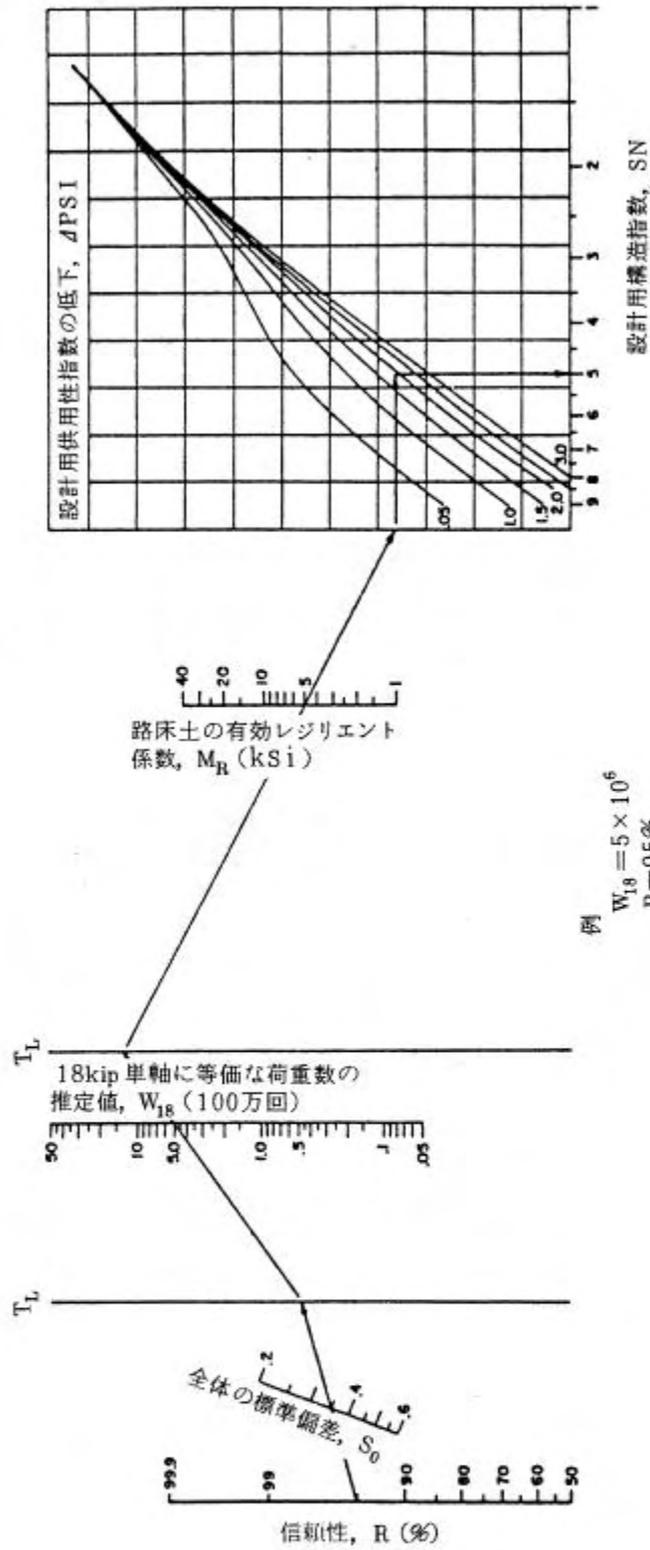


図 3.5 たわみ性舗装設計用ノモグラフ  
(各インプット値は平均値が与えられる)

舗装設計は、下記のフローチャートに従って行なう。

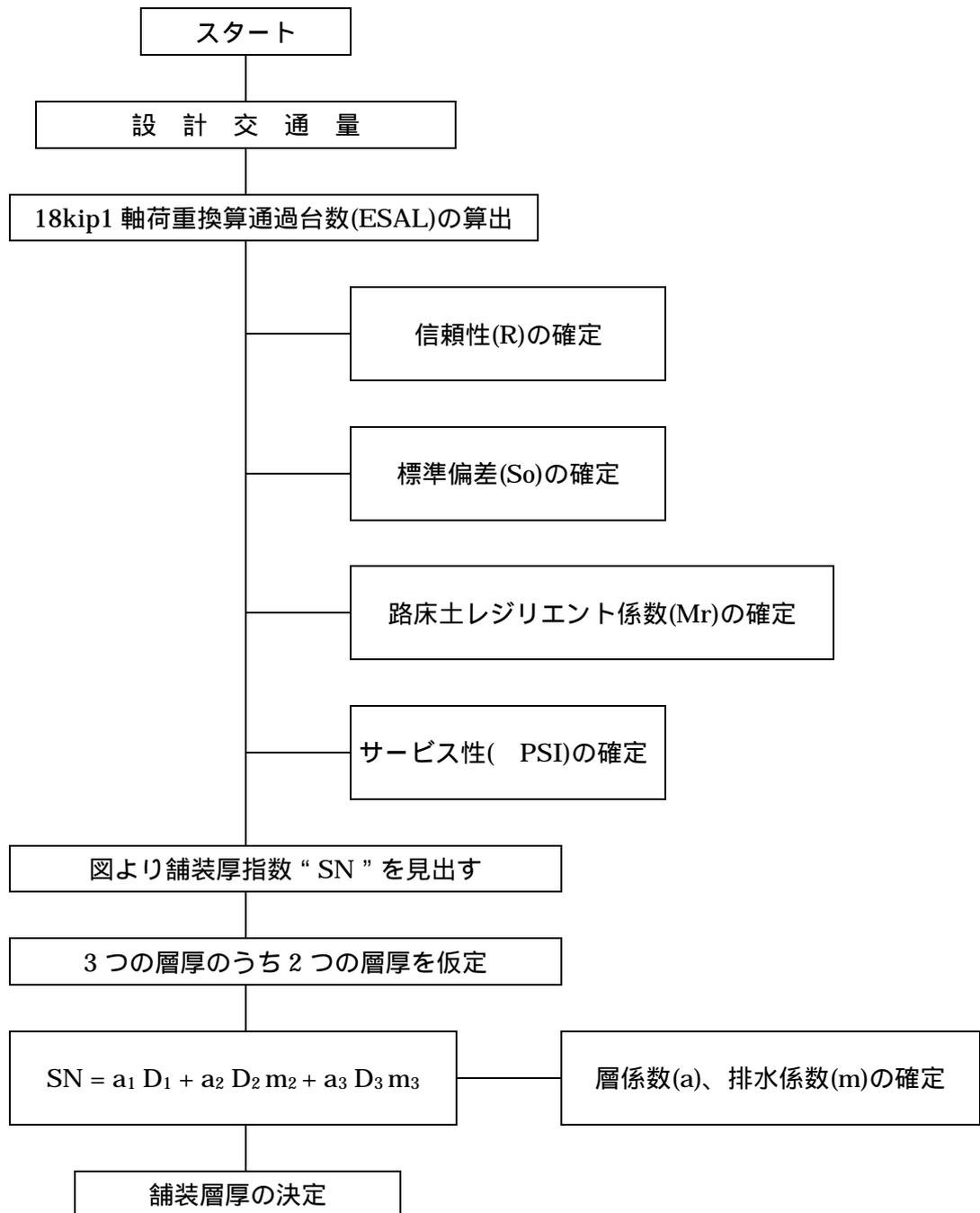


図 3.6 舗装設計フローチャート

設計条件

供用期間

T=15 年

交通

設計交通量は、将来交通量の推計で検討された交通量を使用し設計した。

表 3.15 設計大型車交通量

(単位：台/日・1方向)

	1999年 (現況)	2009年 (*1.2)	2014年	2019年 (*2.0)
サンタフェ～サンファン間	150	180	240	300
サンファン～ラ・エンコナーダ間	100	130	190	250
サンファン市街地	60	70	90	120

表 3.16 供用期間平均大型車交通量

(単位：台/日・1方向)

	15年
サンタフェ～サンファン間	180
サンファン～ラ・エンコナーダ間	130
サンファン市街地	70

表 3.17 18kip1 軸荷重換算通過台数 (ESAL)

	15年
サンタフェ～サンファン間	$W_{18}=180 \times 365 \times 15 \times 0.605=0.60 \times 10^6$
サンファン～ラ・エンコナーダ間	$W_{18}=130 \times 365 \times 15 \times 0.605=0.43 \times 10^6$
サンファン市街地	$W_{18}=70 \times 365 \times 15 \times 0.605=0.23 \times 10^6$

\* ESAL を求めるためにトラック重量の分配を決めなければならないが、ボリヴィア国には、このデータが存在しないため、アメリカ合衆国において、地方の道路に使用される  $K=0.605$  を乗じて ESAL を求めた。

信頼性  $R=95\%$   
 サービス性  $PSI = P_o - P_t = 4.2 - 2.0 = 2.2$   
 標準偏差( $S_o$ )  $S_o = 0.35$  (たわみ性舗装)  
 路床土レジリエント係数 ( $M_R$ )  $M_R = 1500 \times CBR(1.5.1)$   
 $= 1500 \times 8 = 12000 \text{psi}$

ここで設計 CBR は土質調査の結果、現道路床土および盛土材 CBR が 8%以上あることから、CBR = 8%で設計を行なった。

層係数 ( $a$ ) (AASHTO 図 3.16 参照)

アスファルトコンクリート :  $a_1 = 0.42$   
 上層路盤 (CBR100) :  $a_2 = 0.14$   
 下層路盤 (CBR70) :  $a_3 = 0.13$

排水係数 ( $m$ )  $m = 1.2$

舗装構造の層構成の決定

舗層構成は、経済性から表層 2 inch, 上層路盤 4 inch として下層路盤厚を決定する。

\* サンタフェ～サンファン間

$SN=2.7$   
 $2.7=0.42 \times 2+0.14 \times 4 \times 1.2+0.13 \times D_3 \times 1.2$   
 $D_3=7.6 \text{in} \quad 19.3 \text{cm}$

\* サンファン～ラ・エンコナーダ間

$SN=2.5$   
 $2.5=0.42 \times 2+0.14 \times 4 \times 1.2+0.13 \times D_3 \times 1.2$   
 $D_3=6.3 \text{in} \quad 16.0 \text{cm}$

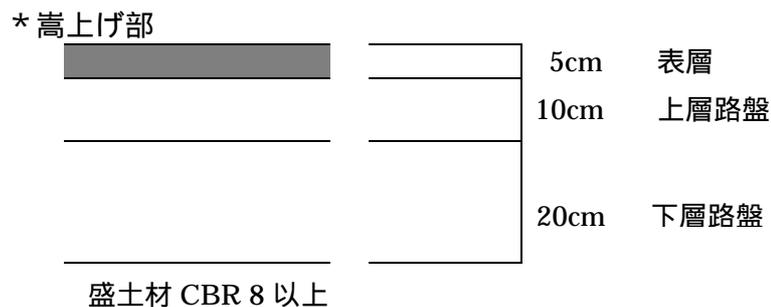
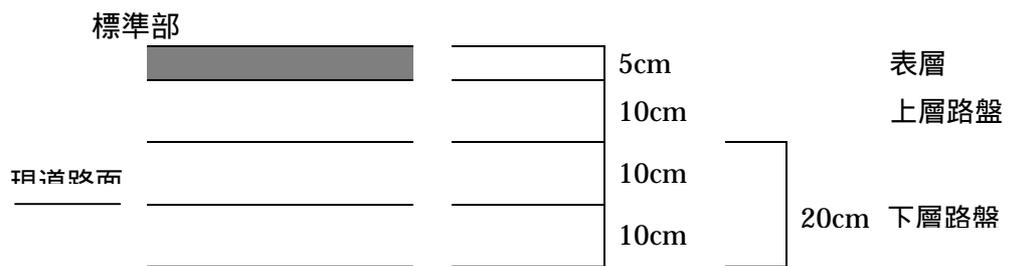
\* サンファン市街地

$SN=2.1$   
 $2.1=0.42 \times 2+0.14 \times 4 \times 1.2+0.13 \times D_3 \times 1.2$   
 $D_3=3.8 \text{in} \quad 9.7 \text{cm} \quad 10 \text{cm} \text{ (最小値)}$

各区間の舗装構成

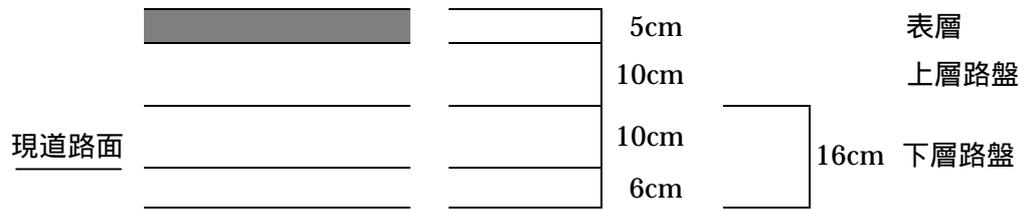
現道路盤状況調査で下記のことが判明した。

- \* サンタフェ～サンファン間の現道路盤は、表面より 13cm～34cm の深さまで砕石が入っている。この区間の標準部の下層路盤 20cm の内 10cm 分は、現道路盤材を使用し計画することとした。  
また、現道嵩上部は、盛土材 CBR 8 以上を使用し、下層路盤 20cm 厚とした。
- \* サンファン～30+000 間の現道路盤は、表面より 10cm～15cm の深さまで砕石が入っている。この区間の標準部の下層路盤 16cm の内 6cm 分は、現道路盤材を使用する計画とした。また、現道嵩上部は、盛土材 CBR8 以上 を使用し、下層路盤 16cm 厚とした。
- \* 30+000～ラ・エンコナーダ間の現道路盤は、表面より 10cm 程度の深さ迄ししか砕石が投入されておらず、その混入率は非常に少なく、また、路盤幅も狭い。このため、下層路盤厚に現道路盤材を使用しないこととした。
- \* サンファン市街地の現道路盤は、表面より 13 cm の深さまで砕石が入っている。この区間の下層路盤 10cm の内 5cm 分は、現道路盤材を使用する計画とした。
- \* サンタフェ～サンファン間

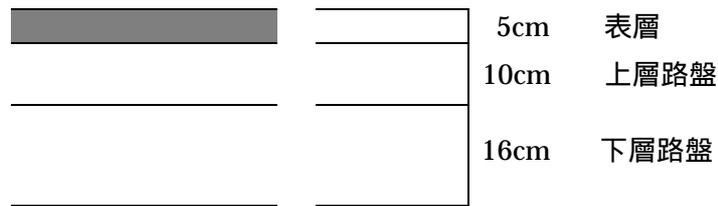


\* サンタフェ～30+000間

標準部



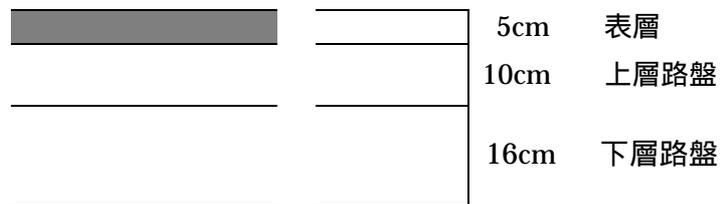
\* 嵩上げ部



盛土材 CBR 8 以上

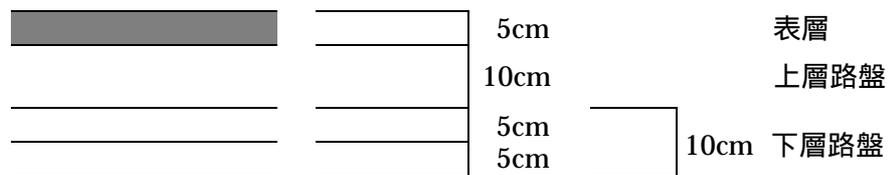
\* 30+000～ラ・エンコナーダ間

標準部・嵩上げ部



盛土材 CBR 8 以上

\* サンファン町中



\* 路肩の舗装

路肩の舗装については、10cm 厚の路盤を上層路盤施工時に施工し、表面をプライムコート2層打ちで処理する計画とした。表面処理は、水の浸透を防ぎ砕石を安定させ、路盤材の飛散を防ぐことによって、舗装全体を保護するために採用する。

### 3.4.3 橋梁および排水構造物の設計方針

#### (1) 橋梁規模の決定

##### 標準橋長および基本支間の設定

橋梁架橋計画は、水文解析から算定された計画洪水量、水位、通水断面等から、橋長、桁下空間を検討し、橋梁（上部工、下部工、基礎工、取り付け工等）規模、形式を決定する。また、本調査で実施した現状、地形・地質結果、およびポリヴィア国の施工実績も考慮し、基本支間 20m、25m の 2 タイプを組み合わせで計画した。

橋長および支間割は、下図 3.18 の様に基本支間 2 タイプの組み合わせで、純径間長が通水断面幅以上となる最小径間長として計画した。

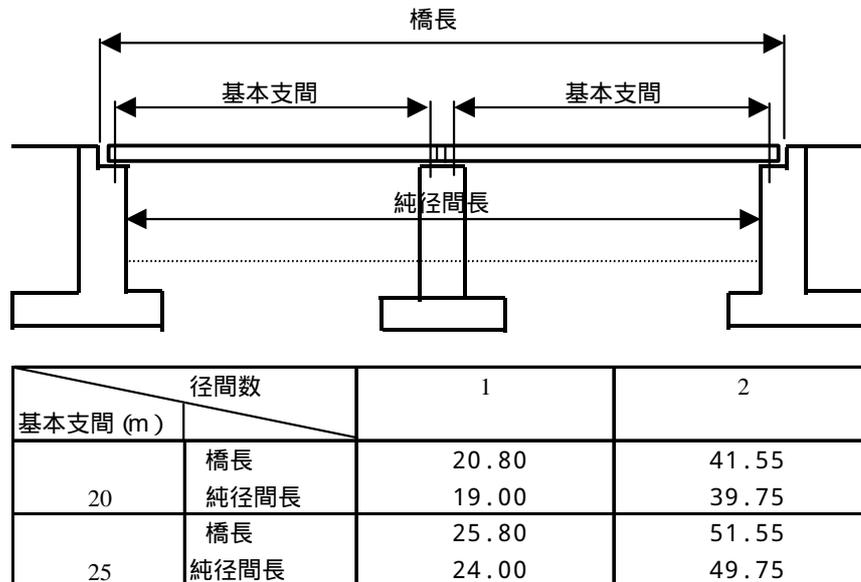
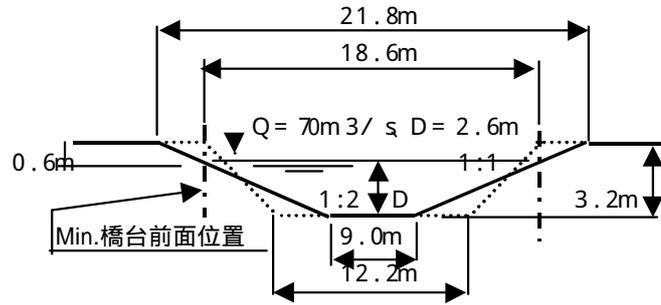


図 3.7 橋長、基本支間および純径間長との関連

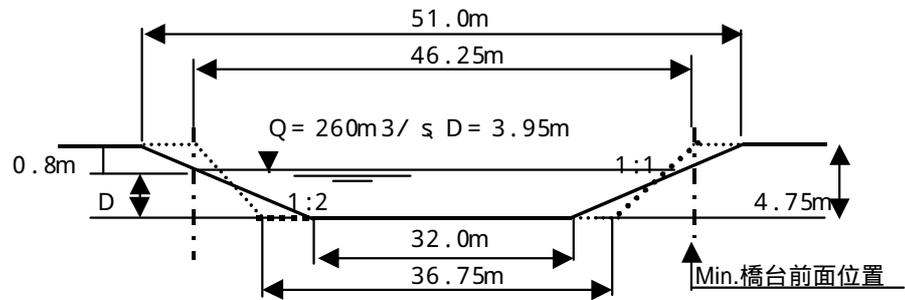
#### (2) 河川条件

計画河川断面、計画洪水流量は、本プロジェクト地域内の各流域を設定し、別途算定した。その結果、以下の図 3.19 のように、3ヶ所の基本計画河川断面として橋梁を計画した。

(テヘリヤ橋) 計画流量  $Q = 70\text{m}^3 / \text{s}$



(ヤパカニシート A 橋) 計画流量  $71\text{m}^3 / \text{s}$



(ヤパカニシート B 橋) 計画流量  $Q = 260\text{m}^3 / \text{s}$

注) 架橋位置の河川断面は、破線で示される。(橋台前面護岸工勾配 1:1)

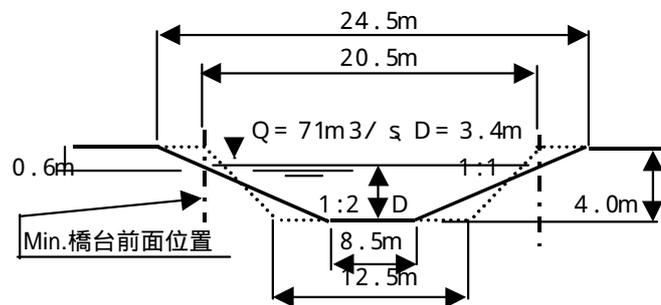


図 3.8 各橋の基本計画河川断面

桁下余裕高、河川の橋台、橋脚設置位置等は、日本の「河川管理施設等構造令」に準拠した。

桁下余裕高（第 20 条）：  $h = 0.6\text{m}$  ( $Q < 200\text{m}^3/\text{s}$ )、  
 $h = 0.8\text{m}$  ( $200\text{m}^3/\text{s} < Q < 500\text{m}^3/\text{s}$ )

橋台位置（第 61 条）： 川幅 50m 未満は堤防法線、川幅 50m 以上は高水法線

橋脚位置（第 63 条）：  $Q < 500\text{m}^3/\text{s}$  で川幅 30m 未満は最小支間長 12.5m、  
 川幅 30m 以上は最小支間長は 15m

橋梁計画位置の河川断面および橋梁の諸元は、別途水文解析の結果より、以下の表 3.33、図 3.20 に示した。

なお、ボックスおよびパイプカルバートの通水断面検討結果（水文解析参照）および各位置の新設工形式、形状は別途表に計上した。

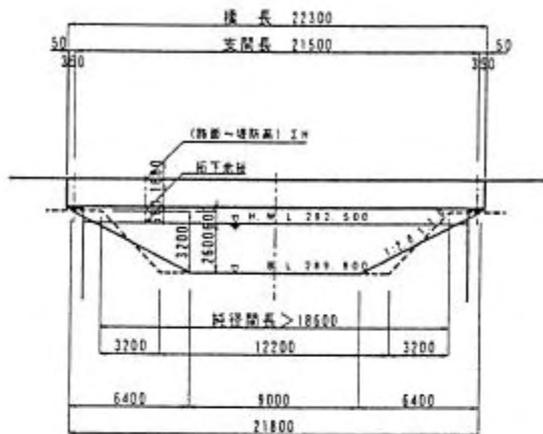
表 3.18 橋梁計画河川断面および橋梁の諸元

橋名・位置	計画洪水流量 $Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ ): 50 年	計画洪水位 HWL	計画河床高 EL	桁下余裕高 $h$ (m)	橋長 (m) 基本支間 (m) 径間数
テヘリヤ (3km817.6m)	70	292.50	289.90	0.6	22.30 21.50 1
ヤパカニシート A (25km325m)	71	266.40	263.00	0.6	22.30 21.50 1
ヤパカニシート B (48km647.3m)	260	253.45	249.50	0.8	48.55 23.50 2

洪水による浸食対策は、橋梁では橋台、橋脚周辺の洗掘を防護するために必要であり、これらの下部工は、橋脚では計画河床以下 2m 程度の根入れをし、橋台では計画河床以下 1m 程度の根入れを考慮した。特に橋台取付部は石積み工等の護岸工を検討する。また、ボックス、パイプカルバート等は呑口、吐口に石積工等で防護工を考慮した。

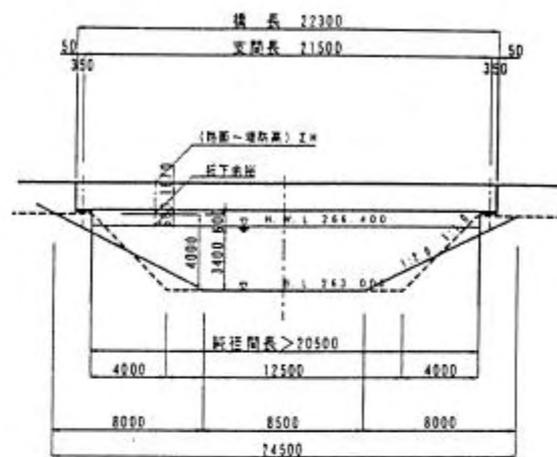
(3) その他横断構造物規模の決定

サンタフェからエンコナーダまでの流域を区分し、それぞれの流域における計画通水断面が算定される。本全区間では、ほとんどのボックスおよびパイプカルバートの長さが計画幅員より短く、構造、排水機能的に再使用が不可能である。



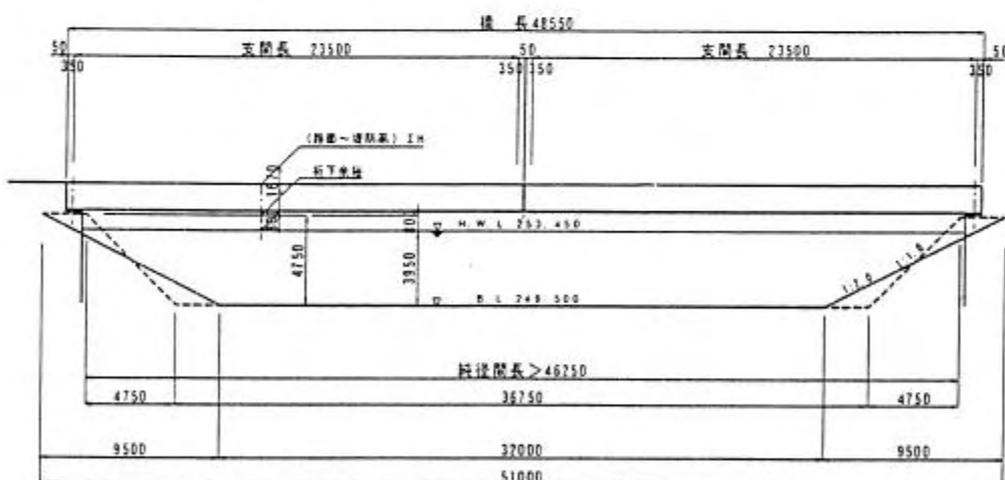
テヘリヤ橋 計画流量  $Q=70\text{m}^3/\text{s}$

鋪設	0.05
横断勾配	0.10
鉄筋コンクリート	
床版	0.18
桁高	1.25
管	0.10
$\Sigma H=$	1.680



ヤバカニシートA橋 計画流量  $Q=71\text{m}^3/\text{s}$

鋪設	0.05
横断勾配	0.09
鉄筋コンクリート	
床版	0.18
桁高	1.25
管	0.10
$\Sigma H=$	1.670



ヤバカニシートB橋 計画流量  $Q=260\text{m}^3/\text{s}$   
(ラ・エンコナーダ)

鋪設	0.05
横断勾配	0.09
鉄筋コンクリート	
床版	0.18
桁高	1.25
管	0.10
$\Sigma H=$	1.670

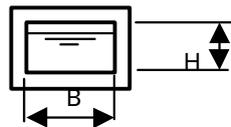
図 3.9 各橋梁の諸元

したがって、次図 3.10 に示すように、標準横断構造物（ボックス、カルバート）をタイプ別に作成した。各地点横断構造物の現状を踏まえて、新規に各箇所について通水断面に見合ったタイプ別横断構造物を検討し、決定した（水文解析参照）。

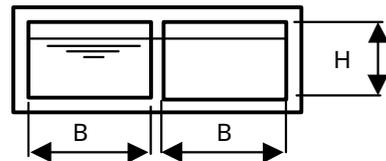
## パイプ



区間	標準タイプ	内径 ( m )	通水面積 (m <sup>2</sup> )	長さ(Lm)
サンタフェ～サンファン	P1	1.0m	0.63	12m
	P2	1.5m	1.41	12m
サンファン～エンコナーダ	P1'	1.0m	0.63	11m
	P2'	1.5m	1.41	11m



単ボックス



連続ボックス

単ボックス				
区間	標準タイプ	内空 (Bm× Hm)	通水面積 (m <sup>2</sup> )	長さ(Lm)
サンタフェ～サンファン	B1	2×1.5	2.40	10
	B2	3×2.5	6.00	10
サンファン～エンコナーダ	B1'	2×1.5	2.40	9
	B2'	3×2.5	6.00	9

連続ボックス				
区間	標準タイプ	内空 (Bm× Hm)	通水面積 (m <sup>2</sup> )	長さ(Lm)
サンタフェ～サンファン	2～4B1	2～4* 3×2.5	12.0～24.0	10
サンファン～エンコナーダ	2～4B1'	2～4* 3×2.5	12.0～24.0	9

図 3.10 タイプ別横断構造物標準図

(4) 橋梁形式の選定

橋梁形式の選定は、経済性のみで決定されるものではなく、自国における使用材料の入手難易度、技術レベル、施工経験、施工法、施工性、維持管理等を現地状況に考え合わせて選定される。また、地形地理上、地質結果等から下部工、基礎工の形式が選定される。以下のように、上部工、下部工および基礎工について比較検討し、形式を決定した。

- 上部工適用形式

上部工形式は、鉄筋コンクリート（RC）橋、プレストレストコンクリート（PC）橋および鋼橋に区分される。

本基本設計の橋梁規模が 20m～60m 程度となることより、下表 3.34 に一般的な上部工形式と最適支間長、桁高比を示す。

表 3.19 上部工形式と支間長との関係

形式		支間長 (m)				桁高支間比の目安
		20	30	40	50	
RC橋	床版	=====				1/ 15~ 17
	中空床版	=====				1/ 17~ 20
	単純T桁	=====				1/ 15
	単純箱桁		=====			1/ 18
	連続箱桁			=====		1/ 20
PC橋	床版	=====				1/ 20
	中空床版	=====				1/ 20
	I T桁(ポストテンション)		=====	=====	=====	1/ 17~ 20
	単純箱桁			=====	=====	1/ 18~ 22
鋼桁	H形鋼桁	=====				1/ 22
	非合成単純桁	=====				1/ 17
	合成単純桁		=====			1/ 18
	非合成連続桁				=====	1/ 18~ 20

( ===== : 適用形式 )

上部工形式は、使用材料の入手難易にも関わるが、自国でセメント、骨材等の生産があり、また、コンクリート橋の架橋実績が多い。鋼橋は実績が少なく、架設後の塗装等の維持管理が必要である。したがって、コンクリート橋形式を採用した。

コンクリート橋形式は、一般的に橋長 20m 未満では RC 橋、20m 以上は PC 橋に区分している。本基本設計では、橋長、支間長を 20m ~ 25m 程度としているため、前表 3.34 に示すようにポストテンショニング方式の PC 単純桁形式を採用した。PC 単純桁形式には単純 T 桁と単純合成 I 桁がある。構造の違いは、単純 T 桁が床版を間詰コンクリート打設後 PC 鋼材で横締めするのに対し、単純合成 I 桁は床版を鉄筋コンクリートとして主桁に合成する。支間 25m の場合で、経済性、施工性（現場にて横締めするや否や、桁自重の程度にて架設の容易性、工期の長短等）の点で、単純合成 I 桁形式が有利である（次表 3.20 参照）。

表 3.20 上部工形式比較表

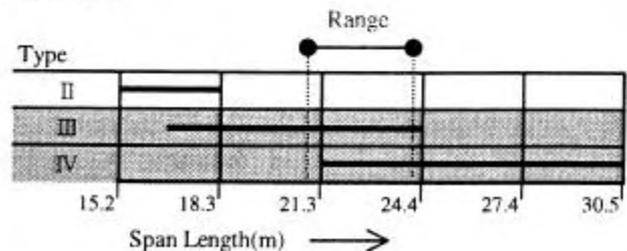
	①プレストレストコンクリート単純T桁	②プレストレストコンクリート単純合成I桁
断面形状	<p>単位：cm</p> <p>(支間長 21.5m 桁高 1.40m)</p>	<p>単位：cm</p> <p>(支間長 21.5m 桁高 1.25m)</p>
経済性	△ 第2案に比べ不経済 (断面積比：1.10倍)	○ 経済的 (断面積比：1.00倍)
施工性	△ 架設規模は第2案に比べ劣る。 (桁自重 42ton/本)	○ 桁自重が第1案に比べ軽く、 (24ton/本)架設性に優れる。
工期	○ 同様	○ 同様
構造特性	床版PC構造のポステンT桁構造	床版PC構造のポステンI桁構造
評価	△	○

AASHTO Design Standard for PC-I Girder

(Relationship between Span Length & Girder height)

Type	Girder Height(inch)	(cm)
II	36	91.4
III	45	114.3
IV	54	137.2

Adopted Girder Height = 125 cm



したがって、本プロジェクトでは PC 単純合成 I 桁を使用し、主桁断面は自国で広く用いられている AASHTO 制定の主桁断面に準拠した。また、近年、国道 9 号線で施工された橋梁仕様も参考とした。

上部工の設計に関する詳細事項

- 主桁の PC 鋼材は、PC 鋼より線 (7S12.4mm) を使用し、9 号線でも用いられたフレシナー工法を採用する。
- 支承、伸縮継手は、維持管理の不要なゴム製とする。
- 高欄は、現地で標準化、使用されている鉄筋コンクリート (プレキャスト) 製とする。
- 舗装は、道路と同様のアスファルトとし、5cm 厚とする。

- 下部工適用形式

下部工形式は、上部工の規模 (橋長、反力)、下部工高および地質条件により決定される。一般的な下部工 (橋台、橋脚) 形式の選定は、下表 3.21 に基づく。

表 3.21 下部工形式と高さとの関係

橋台形式	適用高 (m)		
	10	20	30
重力式	=====		
半重力式	=====		
逆 T 式	=====		
控え壁式		=====	
門形ラーメン式		=====	
箱形式		=====	

橋脚形式	適用高 (m)		
	10	20	30
壁及び柱式	=====	=====	=====
2柱式	=====	=====	
ラーメン式	=====	=====	=====

( **=====** : 適用形式 )

橋台の形式は、橋長 25m 規模、高さ 5m ~ 10m、基礎工が杭基礎等 ~、経済性、施工性も考え、鉄筋コンクリート逆 T 式橋台を採用した。

橋脚の形式は、橋台同様の条件より、次表 3.22 の 3 形式が考えられるが、河川上、基礎との整合性、経済性、施工性等から、鉄筋コンクリート張り出し張りの楕円形柱式とした。

下部工の設計に関する詳細事項

- 下部工フーティングの根入れ深さは、洗掘防止上計画河床より橋台は 1m、橋脚は 2m 以深とする。
- 高盛り土の場合の橋台背面側は、盛り土部との不同沈下を防止するため、踏掛版（鉄筋コンクリート）を設置する。
- 橋台付近の取り付け護岸は、翼壁および練り石積み工を施す。
- 下部工断面は、鉄筋径の入手が容易な 25mm 径以下となるよう設計する。
- 下部工フーティング上面は、施工性を考え水平としテーパは付さない。

表 3.22 橋脚形式の比較

	① 型 式	②張り出し式（楕円柱）	③張り出し式（円 柱）
形 状			
経 済 性	△ (1.30)	○ (1.00)	○ (1.00)
工 期	△	○	○
阻 害 率	○	○	△
河 心 変 化 の 適 応 性	△	○	○
基 礎 と の 整 合 性	△	○	○
評 価	△	○	△

- 基礎工適用形式

橋梁地点の地質調査結果から、支持層は下部工フーティングより 10m ~ 15m 程度の深さにある。基礎工は上部工規模、地質上等から杭形式となる。

一般的な基礎杭の適用形式は、地質上、支持層深さ等から次表 3.38 に示す通りである。

表 3.23 基礎杭形式の種類

基礎工形式		杭長 (m) 支持層				摘要
		10	20	30	40	
直接基礎		=====				
杭基礎	RC円、角杭 (30~ 50cm)	=====				小規模橋梁
	PC、PHC杭 (50~ 100cm)	=====				中小規模橋梁
	鋼管杭 (60~ 100cm)	=====			▶	大中規模橋梁
	場所打ち杭 (80~ 150cm)	=====			▶	大中規模橋梁
本プロジェクト地域の支持層		基礎工より7m ~ 10m以深、N値 40以上の締まった砂層を支持層とする。				

( ===== : 適用形式 )

当国における基礎杭形式は、橋梁、建物等に多く施工実績を持つ場所打ちコンクリート杭が使用されている。本プロジェクトでは、地質調査結果から、杭長が 10m ~ 15m 程度で、場所打ちコンクリート杭の適用範囲である。また、RC 角杭 ( 35 ~ 30cm ) も多くの施工実績がある。

本橋の基礎杭形式は、代表的な下部工 ( 橋台 ) について施工性 ( 杭打ち機種、能力 )、工期、経済性等、総合的に比較を行なった結果を次表 3.24 に示す。

それらの比較結果から、本プロジェクトで採用する基礎杭形式は、場所打ちコンクリート杭とし、杭径は当国で使用されている施工機械、橋の規模等から判断し、 1.0m とした。

基礎杭の設計に関する詳細事項

場所打ちコンクリート杭の主鉄筋は、鉄筋使用実績より径 25mm 以下とする。

杭の支持力は、支持層を N 値 40 以上の砂層とし、常時の 1 本の許容支持力は目安として 180ton / 本とする。

施工方法は施工実績、地盤条件等から、アースドリル工法とし、掘削孔壁はベントナイト安定液を使用し崩壊を防ぐ。

また、全ての横断構造物ボックスカルバートの位置は N 値が 10~15,20 の砂層であり、現道下に施工するので支持層としては締まった砂層である。

したがって、基礎杭は適用せず、掘削後、良質置き換え土を 1~1.5m 深さの範囲で実施し、ボックスカルバートを構築する。

表 3.24 杭形式の比較

	① 場所打杭 $\phi 1000$	② R C 角杭 350×350
下部工形状	<p>単位：cm</p> <p>場所打杭 <math>\phi 1000</math> L=12.00m n=8本 <math>\bar{N}=10</math></p> <p>100 300 100 500</p> <p><math>\bar{N}=25\sim 35</math></p> <p><math>\bar{N}&gt;40</math></p> <p>(ヤバカニシート目張、橋台)</p>	<p>単位：cm</p> <p>R C 角杭 350×350 L=11.00m n=45本 <math>\bar{N}=10</math></p> <p>60 95 60 500</p> <p><math>\bar{N}=25\sim 35</math></p> <p><math>\bar{N}&gt;40</math></p> <p>(ヤバカニシート目張、橋台)</p>
	経済性	○ 経済的
施工性	○ 場所打杭として砂層 ( $\bar{N}15\sim 40$ ) に適している。 施工実績、能力に問題はない。	△ 中間層 (砂層 $\bar{N}>10$ ) に打込困難で 杭体破壊の恐れがある。 施工能力の点で、より大口径 打込みが不可である。
工期	○ 工期は第2案に比べ短縮できる。	△ 杭本数が多く、第1案に比べ 工期が長い。
構造特性	場所打コンクリート杭 (アースドリル工法)	鉄筋コンクリート角杭 (現場ヤードにて製作)
評価	○	△

(5) ボックスおよびパイプカルバートの位置と規模

既設のパイプおよびボックスカルバートの位置は調査で判明したが、道路横断排水に必要な新設横断排水工は、別途水文解析にて、流域、通水容量より、位置、規模が算定された。これらの新設構造物は、前項のように標準化し、それぞれ数タイプに区分した。なお、ほとんどの既設横断排水工は機能的に通水容量が不足し、横断工の長さも不足し、また、それらの材料が劣化（構築後 35 年経過）していることや、仮設用横断工として布設されたことより、全面的に取り替えることとした。

新設横断排水工（橋梁、ボックス、パイプ）の番号、位置を図 3.11 に、また、形状等の規模を以下の表 3.25 および表 3.26 に示す。

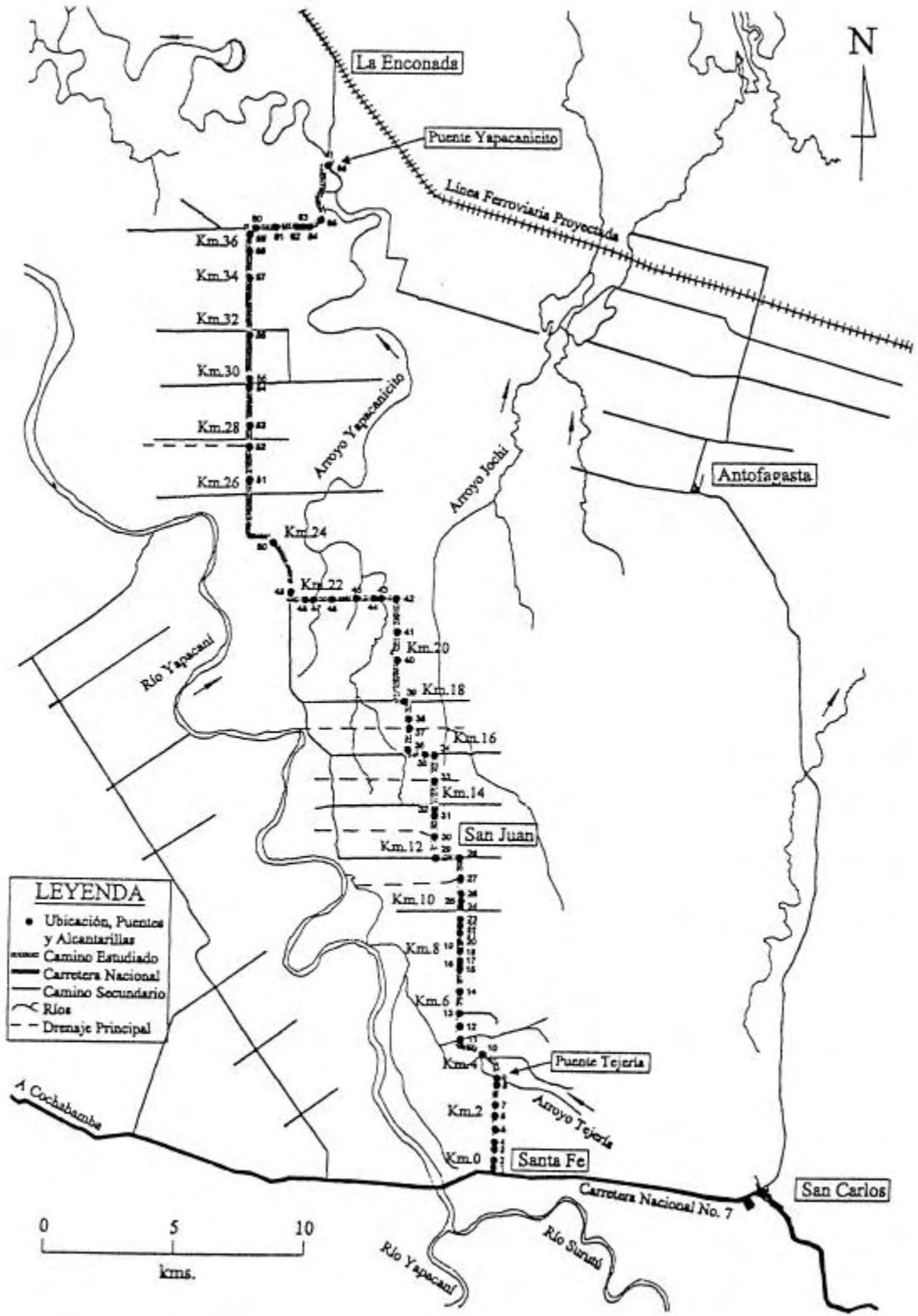


図 3.11 横断構造物番号および位置

表 3.25 新設横断構造物リスト ( 1 / 2 )

既存横断構造物			新設計画横断構造物				摘 要
横断工 No.	タイプ	形状、規模 ( m )	横断工 No.	累加距離	標準タイプ	形状、規模 ( m )	
No.1	BO	1.0×1.0 ( 15.5 )	No.1	0+000	B1*1	B2×H1.5*1	
No.2	CP	0.8×1 ( 12.3 )	No.2	0+230	P1*1	D1.0*1	
No.3	CP	1.5×1 ( 8.2 )	No.3	0+750	P2*1	D1.5*1	
No.4	CP	0.6×1 ( 8.2 )	No.4	0+860	B1*1	B2×H1.5*1	
No.5	CP	0.9×1 ( 8.2 )	No.5	1+070	P1*1	D1.0*1	
No.6	CP	0.9×1 ( 8.2 )	No.6	2+080	P1*3	D1.0*3	
No.7	CP	1.5×2 ( 8.1 )	No.7	2+500	B2*1	B3×H2.5*1	
No.8	BO	1.6×1.2 ( 11.0 )	No.8	3+670	B1*1	B2×H1.5*1	
No.9	BR, BO	L7×W7.8×H3	No.9	3+820	BR	L21.8×H3.2	テヘリヤ橋
No.10	CP	0.9×1 ( 8.2 )	No.10	5+040	P2*1	D1.5*1	
No.11	BO	3×2.5 ( 8.3 )	No.11	5+790	B2*1	B3×H2.5*1	
No.12	CP	0.8×2 ( 9.1 )	No.12	6+350	P1*2	D1.0*2	
No.13	CP	0.9×1 ( 8.0 )	No.13	6+870	B1*1	B2×H1.5*1	
No.14	CP	1.5×2 ( 8.3 )	No.14	7+440	B1*3	B2×H1.5*3	
No.15	CP	0.9×2 ( 7.9 )	-	8+420			No.15撤去
No.16	CP	0.9×2 ( 8.0 )	No.16	8+460	B1*3	B2×H1.5*3	
No.17	CP	1.5×2 ( 8.2 )	-	8+870			No.17撤去
No.18	CP	1.2×1 ( 8.5 )	No.18	9+040	P2*3	D1.5*3	
No.19	CP	0.9×2 ( 9.0 )	-	9+120			No.19撤去
No.20	CP	0.8×1 ( 10.2 )	-	9+220			No.20撤去
No.21	CP	0.8×1 ( 8.2 )	No.21	9+980	P2*1	D1.5*1	
No.22	CP	0.8×1 ( 8.9 )	No.22	10+100	P2*4	D1.5*4	
No.23	CP	0.9×1 ( 7.9 )	No.23	10+300	P2*2	D1.5*2	
No.24	CP	0.6×2 ( 7.8 )	-	11+010			No.24撤去
No.25	CP	0.8×1 ( 9.0 )	No.25	11+050	P1*3	D1.0*3	
No.26	CP	0.9×1 ( 10.6 )	No.26	11+300	B1*3	B2×H1.5*3	
No.27	BR	L4×W8.1×H2.5	No.27	11+860	B2*2	B3×H2.5*2	
			No.A	12+300	B1*1	B2×H1.5*1	町前工場入口 ( 新 )
No.28	CP	0.6×1 ( 10.2 )	No.28	12+900	P1*1	D1.0*1	
No.29	CP	0.8×2 ( 8.0 )	No.29	13+900	B1' *1	B2×H1.5*1	
No.30	CP	1.5×3 ( 8.4 )	No.30	14+790	B2' *1	B3×H2.5*1@2ヶ所	バイパス1ヶ所 プラス
No.31	CP	0.9×1 ( 13.8 )	-	15+580			No.31撤去
No.32	CP	0.8×1 ( 10.3 )	No.32	15+860	P2' *3	D1.5*3	
No.33	CP	2.5×1 ( 10.6 )	No.33	16+880	B1' *2	B2×H1.5*2	
No.34	CP	0.9×1 ( 10.1 )	-	18+150			No.34撤去
No.35	CP	0.9×1 ( 14.7 )	No.35	18+760	B1' *2	B2×H1.5*2	
No.36	CP	0.9×1 ( 11.5 )	No.36	19+700	P1' *1	D1.0*1	
No.37	CP	2.5×1 ( 10.0 )	No.37	19+930	B1' *1	B2×H1.5*1	
No.38	CP	0.8×1 ( 10.5 )	No.38	20+250	P1' *1	D1.0*1	
No.39	CP	0.9×1 ( 10.5 )	No.39	20+750	P1' *2	D1.0*2	
No.40	CP	0.9×1 ( 10.5 )	No.B	22+780	P2' *1	D1.5*1	
No.41	CP, BO	1.5×2、1.5 ( 10 )	No.41	23+410	B1' *2	B2×H1.5*2	
No.42	CP	0.6×1 ( 13.1 )	-	24+600			No.42撤去
No.43	BO	L10×W6.5×H4	No.43	25+330	BR	L24.5×H4.0	ヤバカニシートA
No.44	CP	1.5×1 ( 10.2 )	No.44	25+430	P2' *1	D1.5*1	
No.45	CP	1.5×2 ( 8.3 )	No.45	26+300	P2' *3	D1.5*3	

表 3.26 新設横断構造物リスト ( 2 / 2 )

既存横断構造物			新設計画横断構造物				摘 要
横断工 No.	タイプ	形状、規模 ( m )	横断工 No.	累加距離	標準タイプ	形状、規模 ( m )	
No.46	CP	0.9×1 ( 12.3 )	No.46	27+320	P2' * 3	D1.5 * 3	
No.47	CP	1.2×1 ( 18.2 )	No.47	27+960	B2' * 2	B3×H2.5 * 2	
No.48	CP	0.9×1 ( 11.0 )	-	28+200			No.48撤去
No.49	CP	1.2×1 ( 11.0 )	-	29+050			No.49撤去
No.50	CP	2.5×1 ( 15.8 )	No.50	30+890	B2' * 1	B3×H2.5 * 1	
No.51	CP	0.9×1 ( 11.0 )	No.51	34+230	P2' * 1	D1.5 * 1	
No.52	CP	2.5 , 1.5 ( 11.6 )	No.52	35+520	P2' * 2	D1.5 * 2	
No.53	BO	1.3×1.5 ( 11.4 )	No.53	36+520	B1' * 1	B2×H1.5 * 1	
No.54	CP	1.5×2 ( 12.8 )	No.54	37+510	P2' * 2	D1.5 * 2	
No.55	CP	0.9×1 ( 10.0 )	No.55	38+080	P1' * 1	D1.0 * 1	
No.56	CP	0.9×3 ( 10.1 )	No.56	39+550	B1' * 2	B2×H1.5 * 2	
No.57	CP	1.2×1 ( 10.1 )	No.57	41+620	B1' * 2	B2×H1.5 * 2	
No.58	CP	2.5×1 ( 10.5 )	No.58	42+550	B1' * 2	B2×H1.5 * 2	
No.59	CP	0.9×1 ( 10.0 )	-	43+430			No.59撤去
No.60	CP	1.5×3 ( 10.2 )	No.60	43+550	B1' * 4	B2×H1.5 * 4	
No.61	CP	0.6×2 ( 10.2 )	No.61	44+370	P1' * 1	D1.0 * 1	
No.62	CP	1.0×3 ( 10.5 )	No.62	45+110	B1' * 3	B2×H1.5 * 3	
No.63	CP	0.6×3 ( 10.2 )	No.63	46+060	B1' * 2	B2×H1.5 * 2	
No.64	CP	0.6×2 ( 10.4 )	No.64	46+550	P1' * 4	D1.0 * 4	
No.65	CP	0.6×2 ( 10.3 )	No.65	46+960	P1' * 1	D1.0 * 1	
No.66	BR	L24.5×W3.8×H3	No.66	48+700	BR	L51×H4.75	ヤパカニシートB

注) CP : パイプカルバート、BO : ボックスカルバート、BR : 橋梁  
 標準タイプ - P1 , P2 ( サンタフェ ~ サンファンのパイプ )、P1' , P2' ( サンファン ~ エンコナーダのパイプ )  
 標準タイプ - B1 , B2 ( サンタフェ ~ サンファンのボックス )、B1' , B2' ( サンファン ~ エンコナーダのボックス )

(6) 基本設計図

設計基準および橋梁等構造物施設計画を基本とし、自然条件 ( 水文、測量、地質調査等 ) を考慮し、概略設計を実施し、次の基本設計図を作成した。

- 1 : 位置図
- 2 : 道路標準横断図
- 3 : テヘリア橋一般図
- 4 : ヤパカニシート A 橋一般図
- 5 : ヤパカニシート B 橋一般図
- 6 : パイプカルバート標準図
- 7 : ボックスカルバート標準図 ( その 1 )
- 8 : ボックスカルバート標準図 ( その 2 )

巻末に上記の基本設計図を添付した。