

添付資料 9 自然条件調査結果 地形地質調査

添付資料 9 自然条件調査結果 地形・地質

1. 地形調査

a) 地形測量調査

本調査では、計画された 45 橋梁と道路の現況を把握する為と、河川の状況を明らかにするために地形測量、縦断測量、横断測量を道路と河川について実施し、各橋梁について、平面図、縦断面図、横断面図を作製した。

この測量調査の実施に当たっては 8 測量班を編成し、1 測量班あたり 6~7 日の工程で約 1ヶ月強を要した。

その概要を次頁に示す。

b) 測量委託業務内容

i) 調査内容

調査橋梁数： 施設建設型 22 橋梁 資材調達型 23 橋梁 計 45 橋梁

項目	調査項目	調査内容及び数量
調査範囲	道路方向	資材調達型 50m + 河川幅 m + 50m 施設建設型 150m + 河川幅 m + 150m
	河川方向	資材調達型 道路中心線より上下流側に 25m ずつ 施設建設型 道路中心線より上下流側に 500m ずつ
調査項目と調査方法	道路縦断測量	資材調達型 総延長 = 150m x 23 橋 = 3,450m (1 橋 = 50m + 橋長 50m 想定 + 50m = 150) 施設建設型 総延長 = 360m x 22 橋 = 7,920m (1 橋 = 150m + 橋長 60m 想定 + 150m = 360m)
	道路横断測量	資材調達型 取付道路を対象にして 20m ピッチ 6 断面/箇所 x 幅 50m(中心線より 25m) 総延長 = 6x50m x23 箇所 = 6,900m 総断面数 = 6 断面/箇所 x23 = 138 断面 施設建設型 取付道路を対象にして 20m ピッチ 14 断面/箇所 x 幅 50m(中心線より 25m) 総延長 = 14 x 50m x 22 箇所 = 15,400m 総断面数 = 14 断面/箇所 x22 = 308 断面
河川縦断測量	資材調達型	50m(上下流 25m)x23 箇所 = 1,150m
	施設建設型	1,000m(上下流 500m)x22 箇所 = 22,000m
河川横断測量	資材調達型	1 断面延長=25m+50m(橋長想定)+25m=100m 3 断面/箇所 総断面数 = 3x23=69 断面 総延長=100m x3 断面 x23 箇所=6,900m
	施設建設型	1 断面延長=25m+60m(橋長想定)+25m=110m 5 断面/箇所 総断面数 =5x22=110 断面 総延長=110m x5 断面 x22 箇所=12,100m
平板測量	道路縦断測量範囲	{(100x23)+(300x22)}x 幅 50m=44.5ha
水準測量	仮 BM の設置	45ヶ所

ii) 調査期間

平成13年10月初旬から11月中旬までの約1.5ヶ月。

iii) 調査結果

調査結果は以下に纏め調査チームに提出する。

橋梁部及び道路部 平面図 縮尺 1/200

縦断面図 縮尺 縦 1/200 横 1/200

横断面図 縮尺 縦・横 1/100

河川部 縦断面図 縮尺 縦 1/100 横 1/500

横断面図 縮尺 縦 1/100 横 1/200

その他の測量データ

2. 地質調査

1) 調査の目的と概要

本調査はヴェトナム中部(18省)で計画された45橋梁のうち、施設建設橋梁22橋梁、資材調達橋梁5橋梁、計27橋梁について基本設計調査に必要な地質、土質資料を得る事を目的として、機械ボーリング調査 標準貫入試験 不覚乱資料採取 室内土質試験 (物理試験及び力学試験)を実施した。

本調査の実施に当たっては中国製 XJ-100 型試推機(能力100m)10台を使用し、1橋当たり6~7日の工程で、約1月強を要した。その概要を以下に示すと共にその位置は橋梁調査位置図に示した。

a) 橋梁基礎調査

機械ボーリング調査は施設建設橋梁で1橋梁当たり2ヶ所、資材調達橋梁では1橋梁当たり1ヶ所の調査を原則とし、前項で記した機材と工程で実施した。その位置は橋梁調査位置図に示す。

機械ボーリング調査の明細は表9-3に示す。

b) 現位置試験及び土質試験

橋梁基礎調査に用いられる現位置試験と土質試験の項目及び数量を下表に示す。

表 9-1 現位置試験と土質試験数量一覧表

項 目	規格(ASTM)	橋梁基礎調査	室内試験	計	備 考
標準貫入試験	D-1586	576	-	576	
不攪乱試料採取	D-1587	87	-	87	
比重試験	D-854-58	-	135	135	
自然含水量試験	D-2216	-	127	127	
粒度試験	D-422	-	142	142	
液性限界試験	D-423	-	87	87	
塑性限界試験	D-424	-	87	87	
湿潤密度	-	-	50	50	片入法
一軸圧縮試験	D-2166	-	27	27	
圧密試験	D-2435	-	20	20	

c) 橋梁候補地の地質

i) 支持層の分布と設計基準

構造物の支持地盤は構造物の重要度によって査定され、構造物を支えるための縦断方向の力によっても査定される。一般に橋梁（橋台、橋脚）の基礎杭の支持地盤の設計基準は以下の N 値として定義される。

砂質土： N 値 50 以上

粘性土： N 値 50 以上

当調査地のように、小橋梁で且つ軽荷重の場合は以下の N 値としても定義される。

砂質土： N 値 30 以上

粘性土： N 値 20 以上

ii) 橋梁支持地盤

橋梁の支持地盤は機械ボーリング調査の結果、海岸平野地域と西部の山岳、丘陵地域では大きく異なる。

即ち海岸平野地域では、支持層は深度 17~25 m 以深に分布する花崗岩類、変成岩類、堆積岩類から成る基岩盤とその上位に分布する N 値 50 以上の風化帯よりなる。西部の山岳、丘陵地域では支持層の分布深度は地表から 10 m 以内であり地域によっては、直接基礎の採用が可能な箇所もある。

ガイイトム中部地域の設計用土質常数を表 9-2 に、機械ボーリング調査結果は表 9-3 に示す。

表 9-2 設計用土質常数

土 層	平 均 N 値	湿潤単位 体積重量 γ_t (t/m ³)	初期粘着力 C (tf/m ²)	内部摩擦力 Φ (degree)	弾性係数 Eo (Kg/cm ²)
Ac	0	1.70	1.00	-	5.75 (Note 1)
As	11	1.70	-	Fig.	28N
Ag	25	1.90	-	Fig.	28N
Dc	31	1.80	19.0	-	28N
Ds	41	1.90	-	Fig. 7.2.11a	28N

Note 1: $E_o = E_{50} = 24.202q_u + 0.907$ for Ac- Deposit

2) 土質試験

a) 概 要

土質試験は、沖積層及び洪積層をその対象とし、その物理及び力学的性質を解明する目的で実施した。試験資料は不攪乱試料 50 試料、攪乱試料 85 試料を採取し下記の試験を実施した。各々の資料数と試験の項目は下記の通りである。

不攪乱試料	沖積層 (Ac 層).....	42 資料	
“	洪積層 (Dc 層)	8 資料	計 50 試料
攪乱試料	沖積層 (Ac 層).....	5 資料	
“	(As 層).....	28 資料	
“	(Ag 層).....	27 資料	
“	洪積層 (Dc 層).....	13 資料	
“	(Ds 層).....	12 資料	計 85 試料
合 計			135 資料

試験種目、規格、試験数量は表 9-1 に示す。

これらの試験結果から土の性質が明らかにされ、主として北部の海岸平野地域(タンホア、ゲアン、クアンビン、トアチエン、クアンナム、ニントアンの各省) の地表からの深度 21~59.5m 以深に分布する構造物の支持地盤、地表からの深度 7~23m の範囲、最大 36.6 m の範囲で分布する軟弱地盤の土質常数が決定される。

表 9-3 機械ボーリング調査結果

省/市	橋梁番号	橋梁諸元					機械ボーリング調査及び試験結果											
		橋梁名	提案橋長 (m)	建設: 供与:**	位置		ボーリング 番号	位置 左/右 岸	地盤高 (m)	調査深度 (m)	軟弱層 層厚 (m)	中一硬層 層厚 (m)	一硬層厚 (m)	地表から支持 層までの深度 (m)	支持層の名称	支持層 のN値	水位 標高	地下水位 G.L. (m)
					北緯	東経												
THANH HOA	(4)	HACH QUANG	99	**	20°17'824	105°32'534	12.4	BH-1	L/S	34.11	30.0	21.4	8.6	21.4	Limestone	Rock	27.50	-6.60
	(5)	THACH DINH	93	*	20°09'894	105°38'923	3.1	BH-1	R/S	29.50	30.0	-	14.0	16.0	Siltstone	Rock	20.50	-8.90
NGHE AN	(6)	QUYNH BANG	81	*	19°10'576	105°42'758	1.1	BH-1	R/S	30.10	42.0	30.0	-	25.0	Clay with gravel	22-25	13.38	-9.60
			93	*	19°10'576	105°42'758	1.1	BH-2	L/S	14.80	45.0	8.4	17.1	19.5	Sandstone	>50	13.38	-1.20
HA TINH	(11)	MY SON	105	*	18°00'308	106°10'895	35.6	BH-1	L/S	60.00	25.0	-	7.5	7.5	Granite	Rock	47.00	-13.00
			105	*	18°00'308	106°10'895	35.6	BH-2	R/S	50.60	25.0	-	4.6	20.4	Granite	Rock	47.00	-3.60
QUANG BINH	(12)	CUA TRAI	54	**	18°29'609	105°42'784	10.1	BH-1	R/S	8.00	30.0	7.5	9.5	13.0	Clay with gravel	>50	3.45	-4.50
			66	*	17°46'612	106°00'065	17.1	BH-1	R/S	37.20	21.0	9.6	2.9	8.5	Limestone	Rock	30.36	-6.80
QUANG TRI	(22)	PA NHO	30	*	16°36'810	106°44'242	31.0	BH-1	L/S	39.50	21.0	-	2.0	19.0	Limestone	Rock	47.00	-9.10
			30	*	16°36'810	106°44'242	31.0	BH-2	R/S	81.00	30.0	-	11.0	19.0	Clayey Sand - Sandstone	>50	75.70	-5.20
THUA THIEN	(26)	KHE DUONG	42	*	16°15'401	107°59'074	13.2	BH-1	L/S	119.50	30.0	10.0	11.4	8.6	Clayey Sand - Sandstone	>50	119.00	-4.00
			42	*	16°15'401	107°59'074	13.2	BH-2	R/S	119.50	35.0	8.8	13.2	13.0	Coarse Sand with Gravel	32~71	119.00	-0.50
DA NANG CITY	(27)	HOI PHUOC	63	*	15°59'826	108°04'442	5.1	BH-1	R/S	48.80	25.0	-	14.2	10.8	Coarse Sand with Gravel	Rock	45.50	-3.30
			63	*	15°59'826	108°04'442	5.1	BH-2	L/S	46.20	25.0	-	14.2	10.8	Weathered Granite	Rock	45.50	-0.70
QUANG NAM	(35)	DAI LOI	63	*	15°53'558	108°06'100	13.8	BH-1	R/S	50.00	45.0	19.5	5.3	20.2	Weathered Granite	Rock	46.00	-4.00
			63	*	15°53'558	108°06'100	13.8	BH-2	L/S	49.20	45.0	23.0	-	22.0	Gravel-Granite	>50	46.00	-3.20
BINH THUAN	(36)	DA DUNG	90	*	10°40'923	107°45'945	18.0	BH-1	L/S	13.50	22.3	-	4.6	17.7	Rhyolite	Rock	5.97	-7.50
			90	*	10°40'923	107°45'945	18.0	BH-2	R/S	11.25	22.8	-	7.4	15.4	Rhyolite	Rock	5.97	-5.20
BINH THUAN	(37)	TRANG	33	*	11°01'321	108°09'605	22.5	BH-1	L/S	59.09	24.6	-	6.6	18.0	Granite	Rock	55.86	-3.20
			33	*	11°01'321	108°09'605	22.5	BH-2	R/S	58.70	24.0	-	7.2	16.8	Granite	Rock	55.86	-2.80
NINH THUAN	(42)	TUAN TU	63	**	11°31'847	109°00'032	7.6	BH-1	L/S	10.30	54.5	36.6	10.7	7.2	Granite	Rock	7.70	-2.60
			80	*	11°50'395	108°43'731	16.6	BH-1	L/S	126.79	27.6	-	7.0	20.6	Granite	Rock	125.05	-1.70
LAM DONG	(46)	TAM VAN	78	*	11°47'342	108°14'307	84.9	BH-1	R/S	129.80	21.8	-	2.0	19.8	Granite	Rock	745.49	-2.60
			78	*	11°47'342	108°14'307	84.9	BH-2	L/S	748.31	25.9	-	5.5	20.4	Rhyolite	Rock	745.49	-4.70
DAC LAC	(52)	EA SOUP	51	*	13°04'569	107°53'697	19.2	BH-1	L/S	17.50	14.7	-	2.0	12.7	Rhyolite	Rock	10.42	-6.80
			51	*	13°04'569	107°53'697	19.2	BH-2	R/S	15.60	19.0	5.0	-	14.0	Claystone	Rock	10.42	-5.08
GIA LAI	(56)	KRONG KMAR	69	*	12°30'736	108°20'837	43.8	BH-1	L/S	8.60	38.0	7.0	15.0	16.0	Coarse Gravel	>50	5.33	-3.20
			69	*	12°30'736	108°20'837	43.8	BH-2	R/S	7.40	26.4	8.0	7.3	11.1	Granite	Rock	5.33	-2.05
KON TOM	(58)	DAK PO TO	60	**	13°37'672	108°24'386	19.2	BH-1	R/S	6.50	46.0	6.6	-	39.4	Sandstone - Granite	Rock	5.00	-1.50
			55	*	13°44'524	107°51'347	43.8	BH-1	L/S	9.72	10.5	-	1.8	8.7	Basalt	Rock	7.10	-2.62
QUANG NGAI	(66)	NGOC TU	60	*	14°43'359	107°46'418	63.3	BH-1	L/S	9.82	10.2	-	1.2	9.0	Basalt	Rock	3.45	-1.90
			60	*	14°43'359	107°46'418	63.3	BH-2	R/S	7.40	25.0	-	4.8	20.2	Weathered Schists-Granite	>50	3.45	-3.90
BINH DIINH	(67)	XA CAI	80	*	15°01'161	108°49'196	1.5	BH-1	L/S	60.00	19.0	2.9	10.6	5.5	Granite	Rock	58.20	-1.80
			80	*	15°01'161	108°49'196	1.5	BH-2	R/S	60.20	32.5	3.5	13.4	15.6	Granite	Rock	58.20	-1.80
PHU YEN	(70)	DO	80	*	15°15'618	108°30'014	51.4	BH-1	L/S	58.95	25.3	-	9.8	15.5	Mica schist	Rock	57.54	-1.40
			80	*	15°15'618	108°30'014	51.4	BH-2	R/S	63.57	22.5	-	2.0	20.5	Mica schist	Rock	57.54	-6.00
KHAMH HOA	(74)	SONG SAU	63	**	15°15'847	108°39'739	16.8	BH-1	L/S	40.00	13.2	7.7	-	5.5	Granite	Rock	37.40	-2.60
			42	*	14°04'301	108°59'984	35.3	BH-1	L/S	10.50	11.0	4.0	1.5	5.5	Granite	Rock	37.40	-2.60
TOTAL	(78)	TRA O	33	*	13°26'037	109°04'522	26.3	BH-1	L/S	11.15	30.7	-	12.6	18.1	Granite	Rock	8.53	-1.97
			33	*	13°26'037	109°04'522	26.3	BH-2	R/S	11.31	28.7	-	4.0	24.7	Granite	Rock	8.53	-1.97
TOTAL	(79)	TRA BUONG	63	*	13°18'400	109°03'418	23.7	BH-1	L/S	8.52	16.5	-	8.8	7.7	Granite	Rock	9.09	-2.06
			63	*	13°18'400	109°03'418	23.7	BH-2	R/S	8.03	15.1	-	5.0	10.1	Granite	Rock	9.09	-2.06
TOTAL	(83)	NGOINGAN	48	*	12°45'493	109°17'991	4.5	BH-1	L/S	9.69	43.2	4.8	23.2	15.2	Granite	Rock	7.93	-1.70
			48	*	12°45'493	109°17'991	4.5	BH-2	R/S	8.50	44.0	5.6	27.5	10.9	Granite	Rock	7.93	-1.70
TOTAL	27			(22+5)			49		1,348.4	227.3	397.7	723.4						

b) 試験結果

i) 土の物理的性質

粒 度

粒度試験の結果は表 7.2.5 に示す。この結果から沖積粘性土と洪積粘性土の細粒分は、シルト分で 60.1~48.5%、粘土分で 17.5~19.1% 計 77.6~67.6%である。

また、沖積砂質土と洪積砂質土の粗粒分の平均は礫分 5.6~33.9% 砂分 74.3~48.4% 計 79.9~82.3% である。

また、沖積礫質土の粗粒分の平均は礫分 56.2% 砂分 37.4% 計 93.6% である。

表 9-4 粒度試験結果

Items of Gradation And Average Deposit	Gravel	Sand	Silt	Clay	No.10 (2.00)	No.40 (0.425)	No.200 (0.075)
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Ac-Cohesive Soil	0.8	21.6	60.1	17.5	99.2	94.8	77.6
	0-3.4	1.0~12.4	46.5~73.6	10.0~25.06	96.6-100	86.5~100	61.7~93.4
As-Sandy Soil	5.6	74.3	16.8	3.7	94.5	54.3	20.2
	0-12.8	56.5-92.2	3.0-30.5	0-8.9	87.4-100	28.7-79.9	3.7-36.6
Ag-Gravelly Soil	56.2	37.4	5.8	0.6	43.8	13.8	6.5
	36.6-75.7	19.3-55.4	0.2-13.3	0-2.5	24.3-63.4	1.5-26.2	0.2-15.4
Dc-Cohesive Soil	4.2	28.2	48.5	19.1	95.8	87.0	67.6
	0-11.5	13.2-43.2	36.4-60.7	10.6-27.6	88.5-100	75.6-98.5	52.3-83.0
Ds-Sandy Soil	33.9	48.4	14.0	3.7	66.1	38.0	17.8
	8.4-59.3	29.1-67.6	0.7-28.3	0-9.5	40.7-91.6	6.1-69.8	0.7-37.4

コンシステンシ - 特性

この試験は粒度試験と併せて土の分類を目的として、一般粘性土について実施した。その結果、得られたコンシステンシー特性は表 9-5 及び関係図は図 9-1 に示す他、以下に示す通りである。

・ Ac (沖積粘土)

- 沖積粘土層は深度増加によるコンシステンシー増減の傾向は認められない。
- 塑性図による沖積粘土の分類では、CL-ML: 80.6% CH: 11.1% MH-OH: 5.6% ML-OL: 2.8% である。
- 活性度による沖積粘土の分類
 - ・ カオリナイトを主成分とする不活性粘土($A < 0.75$): 16.7%
 - ・ イライトを主成分とする通常粘土 ($A = 0.75 \sim 1.25$): 55.6%
 - ・ 有機コロイドを含む活性粘土 ($A = 1.25 \sim 2.0$) : 27.8% から成る。
- 沖積粘土は $W_n = < W_L$ $I_c = -0.2 \sim 0.9$ 平均 0.3 の関係にあり、非常に不安定な状態にある。

・ Dc (洪積粘土)

- 洪積粘土層は深度増加によるコンシステンシー増減の傾向は認められない。
- 塑性図による洪積粘土の分類では、CL: 76.2% CH: 23.8%
- 粘土の活性度による分類
 - ・ カオリナイトを主成分とする不活性粘土 ($A < 0.75$): 26.7%
 - ・ イライトを主成分とする通常粘土 ($A = 0.75 \sim 1.25$): 46.7%
 - ・ 有機コロイドを含む活性粘土 ($A = 1.25 \sim 2.0$) 26.6% から成る。
- 洪積粘土は $W_n < W_L$ $I_c = 0.91 \sim 1.21$ 平均 $I_c = 1.06$ の関係にあり、安定な状態にある。

表 9-5 コンシステンシー試験結果

Items of Consistency	Wn	Wl	Ip	If	It	Ic	Activity Ratio
	(%)	(%)					
	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value	Average Value
Deposit	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Ac-Cohesive Soil	34.3	40.5	17.7	11.8	1.6	0.3	1.1
	19.7~48.9	28.7~52.3	10.6~24.8	8.5~15.1	0.9~2.2	- 0.2~0.9	0.7~1.6
Dc-Cohesive Soil	19.5	41.4	20.7	15.5	1.4	1.06	2.2
	16.2~22.7	33.4~49.5	14.9~26.5	12.4~18.6	1.0~1.8	0.91~1.21	0.6~5.2

ここに：

ML: 無機質シルト、極細砂、岩粉、シルト質または粘土質細砂

CL: 塑性が低い、ないし中位の無機質粘土。れき質、砂質、シルト質粘土。粘性の少ない粘土。

OL: 塑性の低い有機質シルト、及び粘土

MH: 無機質シルト、雲母質または珪藻質細砂またはシルト 弾性のあるシルト

CH: 塑性の高い無機質粘土、粘性の高い粘土。

OH: 塑性中位～高位の有機質粘土。

Wn: 自然含水比

WL: 液性限界

Ip: 塑性指数 $Ip = WL - Wp$

If: タフネス指数 ($It = Ip/If$)

塑性限界における土の剪断強さの度合いを示す。

Ic: コンシステンシー指数 (粘性土の安定)

$$I_c = (W_L - W_n) / I_p$$

$I_c \geq 1$ の時 比較的安定

$I_c = 0$ の時 不安定な状態で攪乱すると液状化し強度が著しく低下する。

粘土の活性度

粘土の活性度は粘土鉱物と堆積の地質学的条件と関係が深く Skempton によって定義された。粘土は活性の小さい不活性粘土から活性が 2 以上の高活性の 4 グループに分類される。分類は下記の式による。

$$\text{活性度} = \frac{\text{塑性指数 } I_p}{2 \mu \text{ 以下の土粒子 (\%)}}$$

表 9-6 活性度による粘土の分類

活性度	活性度による粘土の分類	主要粘土鉱物	堆積環境
$A < 0.75$	不活性粘土	カオリナイト	<ul style="list-style-type: none"> 淡水成層と新鮮な水成層から成る粘土 溶脱(Al加、塩など)を受けた海成堆積層の粘土
$A = 0.75 - 1.25$	通常の粘土	イライト	海成及び河口堆積層の粘土
$A > 1.25$	活性粘土	<ul style="list-style-type: none"> 有機コロイドを含む $A \geq 2$ はモンモリロナイトを含む 	

比重、湿潤密度、間隙比

比重、湿潤密度及び間隙比は表 9-7 に示す。

・比重 (Gs)

この試験結果は適正な値が得られている。標準偏差は 0.023~0.036 の範囲にある。

・湿潤密度 (γ_t)

粘土の湿潤密度は、キャリパー法により求められた値で、この試験値 (γ_t) と他の試験値との間には以下に示す関係がある。

$$g = \frac{1 + \frac{Wn}{100}}{\frac{1}{Gs} + \frac{100}{Sr}} * g_w$$

ここに:

γ_t : 湿潤密度 (t/m³)

Wn: 自然含水比 (%)

Sr: 飽和度 (%)

Gs: 比重

もし、試料が現場の地下水位が高く、この地下水により飽和されている場合は上式の Sr=100%が適用され、式は自然含水比の関数となる。(但し Gs= constant)

$$g = \frac{1 + \frac{Wn}{100}}{\frac{1}{Gs} + \frac{100}{100}}$$

表 9-7 比重、湿潤密度及び間隙比

Items of Soil Properties Deposit	Specific Gravity	Wet Density	Void Ratio
	Gs	γ_t	e
	Average value	Average value	Average value
	Representative Range	Representative Range	Representative Range
Ac- Cohesive Soil	2.691	1.698	1.400
	2.666~ 2.716	1.570 ~ 1.770	1.160 ~ 1.640
As- Sandy Soil	2.674	-	-
	2.651~ 2.697	-	-
Ag- Gravelly Soil	2.672	-	-
	2.637~ 2.708	-	-
Dc- Cohesive Soil	2.685	1.865	0.634
	2.653~ 2.717	1.568~ 2.163	0.575~ 0.693
Ds- Sandy Soil	2.720	-	-
	2.684~ 2.756	-	-

各層の湿潤密度は以下の値を設定する。

$$Ac \quad \gamma_t = 1.700 \text{ t / m}^3$$

$$As \quad \gamma_t = 1.700 \text{ t / m}^3$$

$$Ag \quad \gamma_t = 1.800 \text{ t / m}^3$$

$$Dc \quad \gamma_t = 1.800 \text{ t / m}^3$$

$$Ds \quad \gamma_t = 1.900 \text{ t / m}^3$$

・ 間隙比 (e)

沖積粘土と洪積粘土の間隙比と自然含水比の関係は以下に示すほか、図 9-2 に示す。

沖積粘土(Ac)

$$e = 0.025W_n + 0.114$$

$$\text{分散} = 4.959$$

$$\text{相関係数} = 0.990$$

ii) 土の力学的性質

力学試験は沖積粘土（軟弱地盤）及び洪積粘土（橋梁支持地盤）から採取した不攪乱試料について一軸圧縮試験と圧密試験を実施したものである。

一軸圧縮試験

沖積粘土と洪積粘土の q_u (kgf/cm²) と E_{50} (kgf/cm²) の関係を以下に示す。

沖積粘土

$$E_{50} = 24.202 q_u + 0.907$$

$$\text{分散} = 27.885$$

$$\text{相関係数} = 0.878$$

また、 q_u (kgf/cm²)と自然含水比(W_n) との関係は以下の通りである。

沖積粘土

$$q_u = -0.078 W_n + 3.381$$

$$\text{分散} = -10.871$$

$$\text{相関係数} = -0.849$$

圧密試験

図 9-6 e-logP Curve (Ac & Dc)

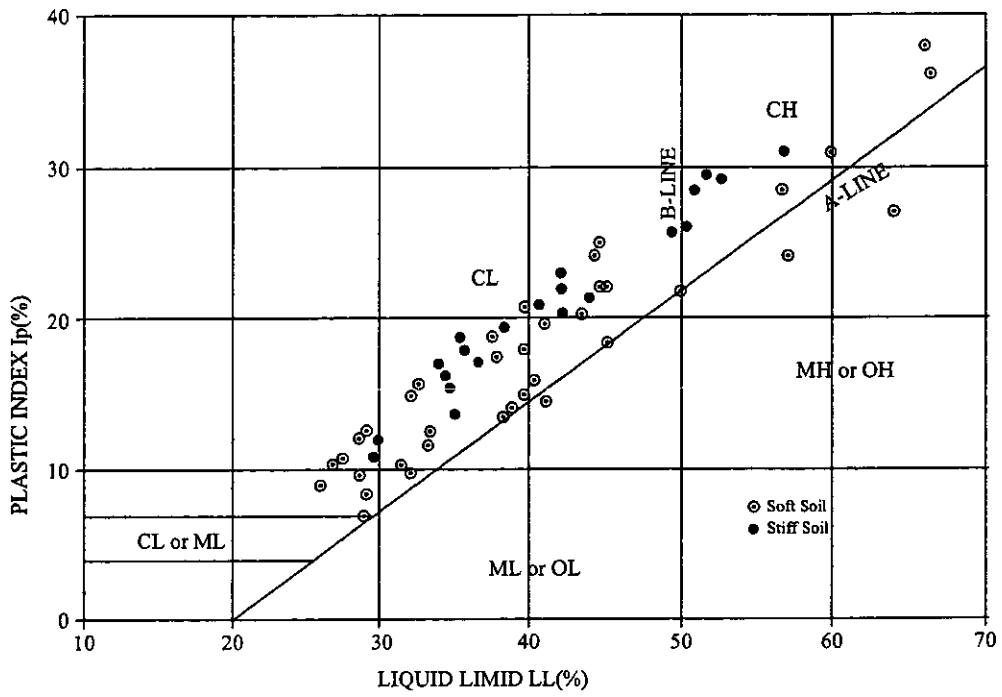
図 9-7 logC_v-logP Curve (Ac & Dc)

本試験結果、沖積粘土(Ac)は圧密未了の状態にある。

表 9-8 力学試験結果

Item of Mechanical Soil Property Deposit	Unconfined Compression qu, E50 and			Consolidation Pc Cc	
	qu (kg/cm ²)	E50 (kg/cm ²)	(%)	Pc (kg/cm ²)	Cc
	Average	Average	Average	Average	Average
	Representative range	Representative range	Representative range	Representative range	Representative range
Ac-Soft	0.250	37.2	4.90	0.46	0.466
Cohesive Soil	0.140 ~0.360	9.60 ~64.7	3.50 ~6.20	0.32 ~0.60	0.323 ~ 0.608

PLASTICITY CHART



COLLOIDIAL ACTIVITY

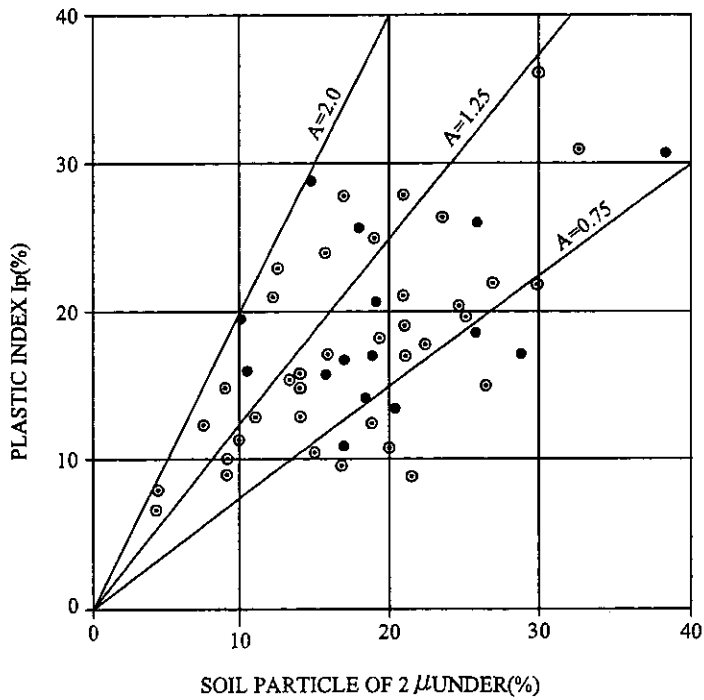


図 9-1

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE CENTRAL AREA

CONSISTENCY CHART
(soft soil)

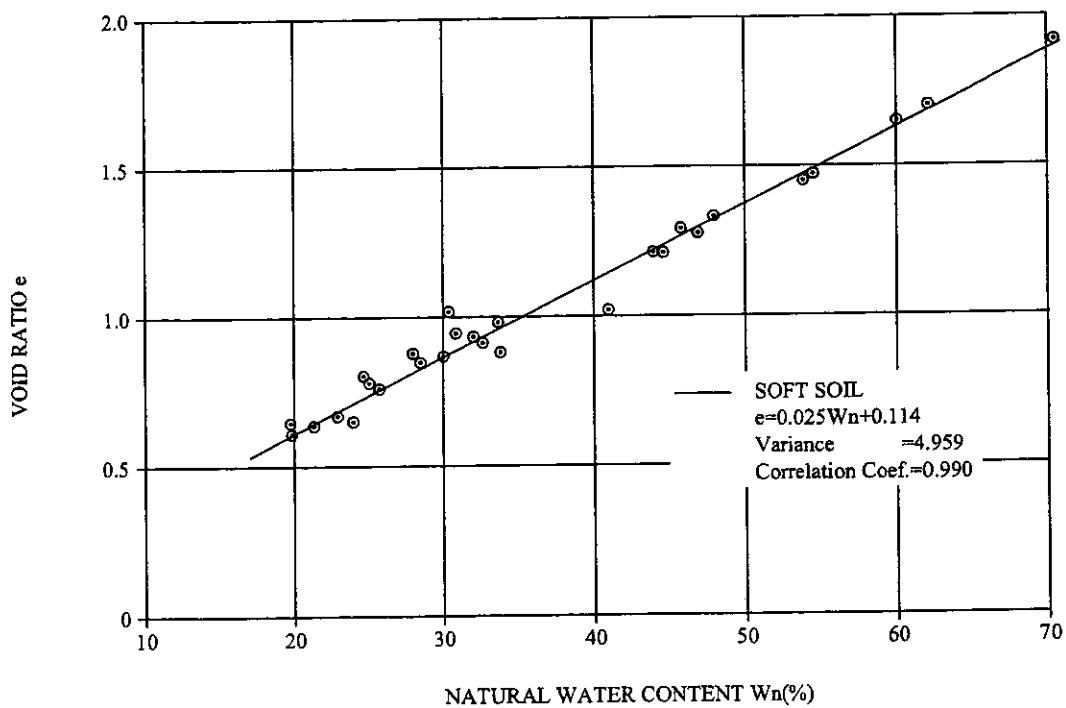
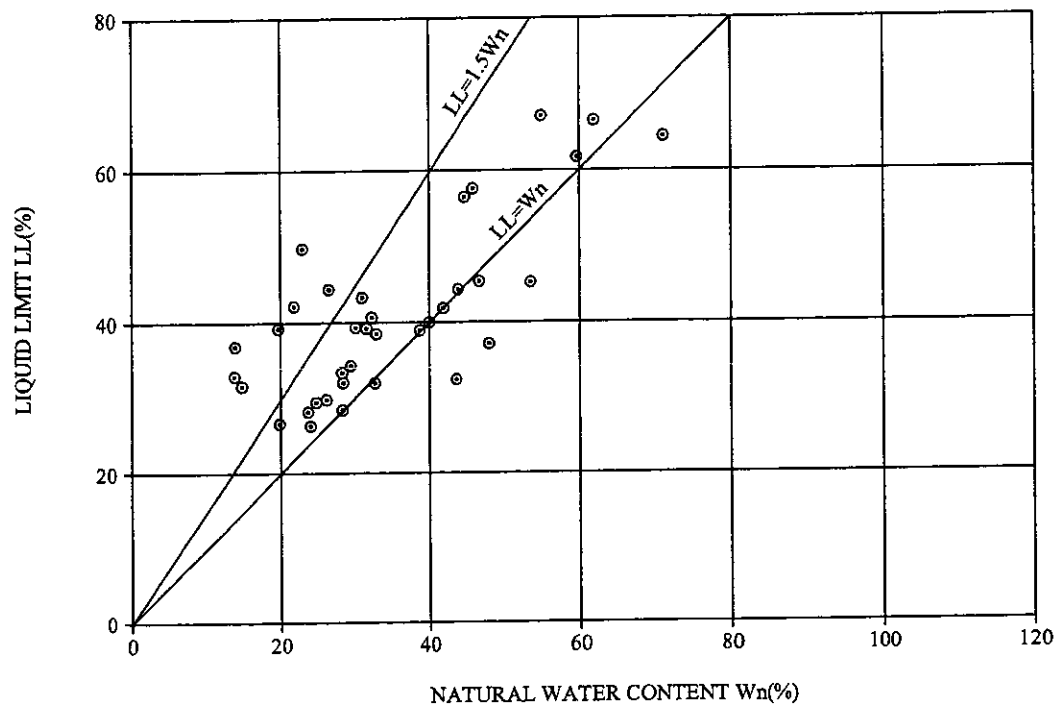


图 9-2

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
 RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN CENTRAL AREA

RELATIVE CHART OF
 NATURAL WATER CONTENT (W_n) AND
 LIQUID LIMIT (LL) VOID RATIO(e)

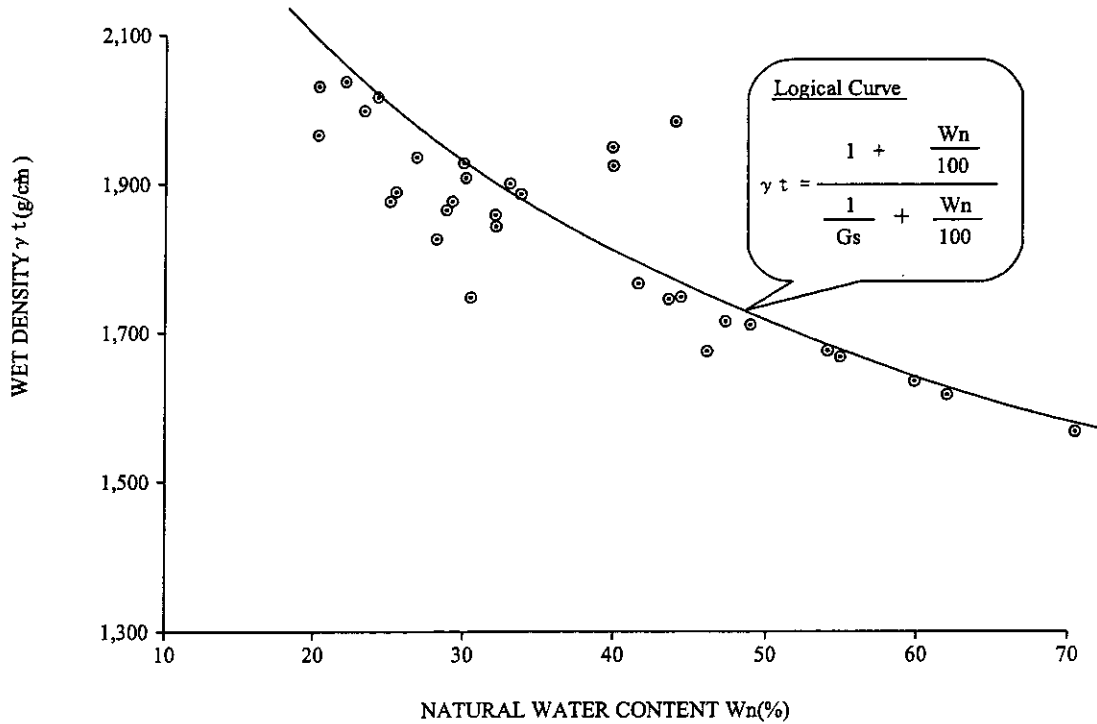
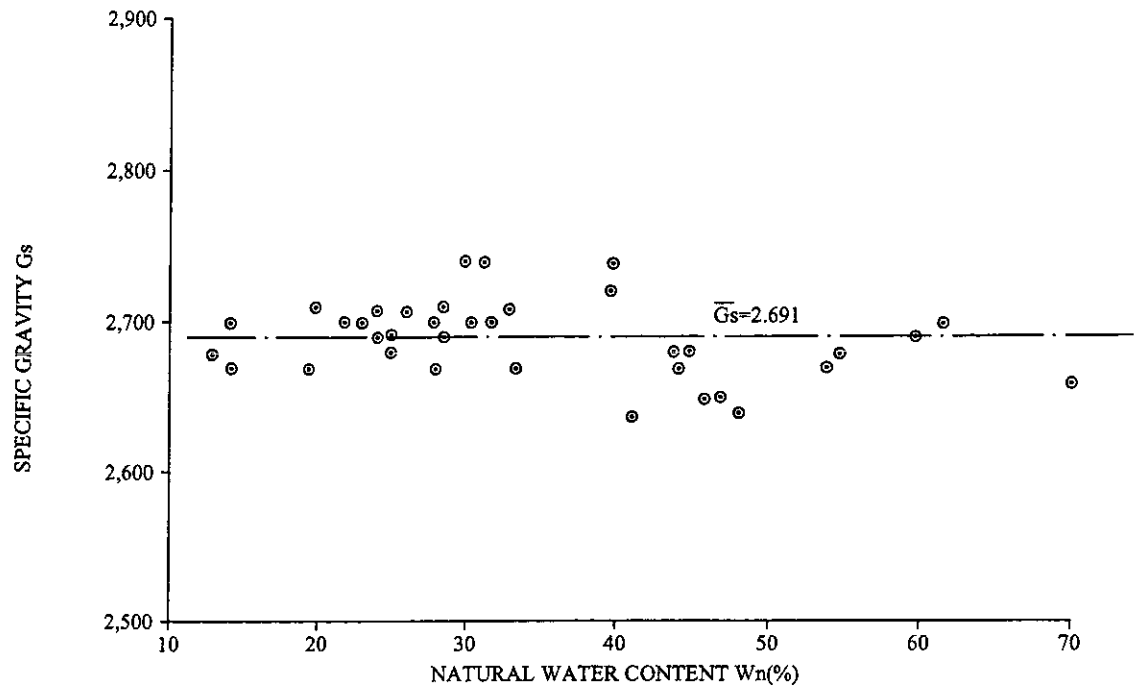


図 9-3

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN CENTRAL AREA

RELATIVE CHART OF
NATURAL WATER CONTENT (W_n) AND
SPECIFIC GRAVITY (G_s), WET DENSITY (γ_t)
(soft soil)

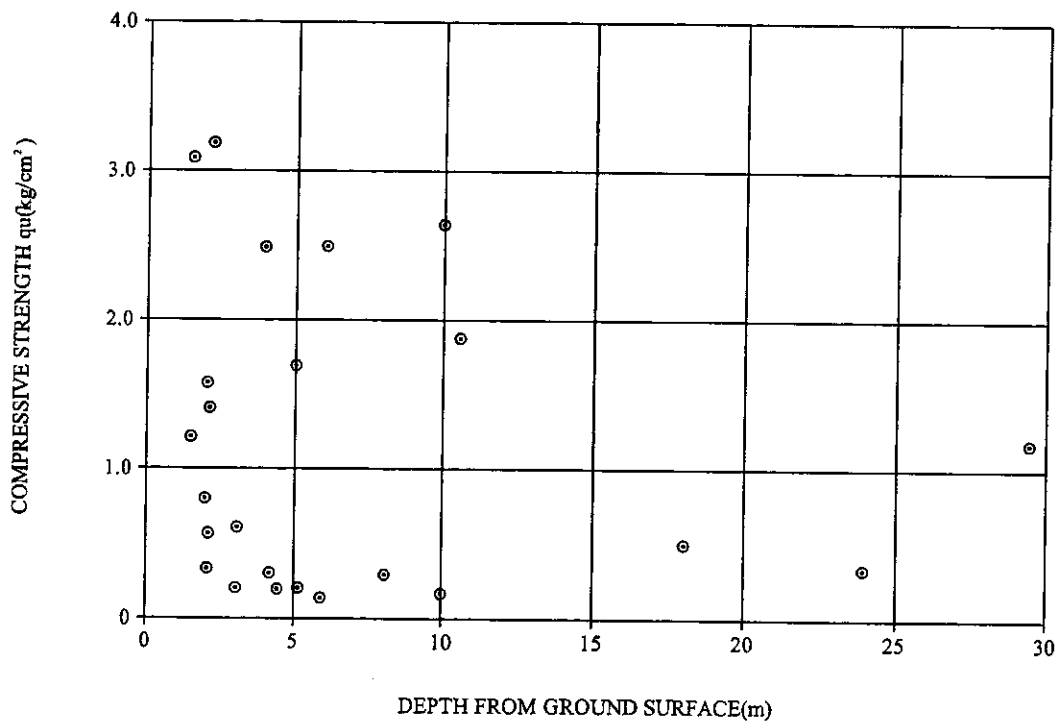
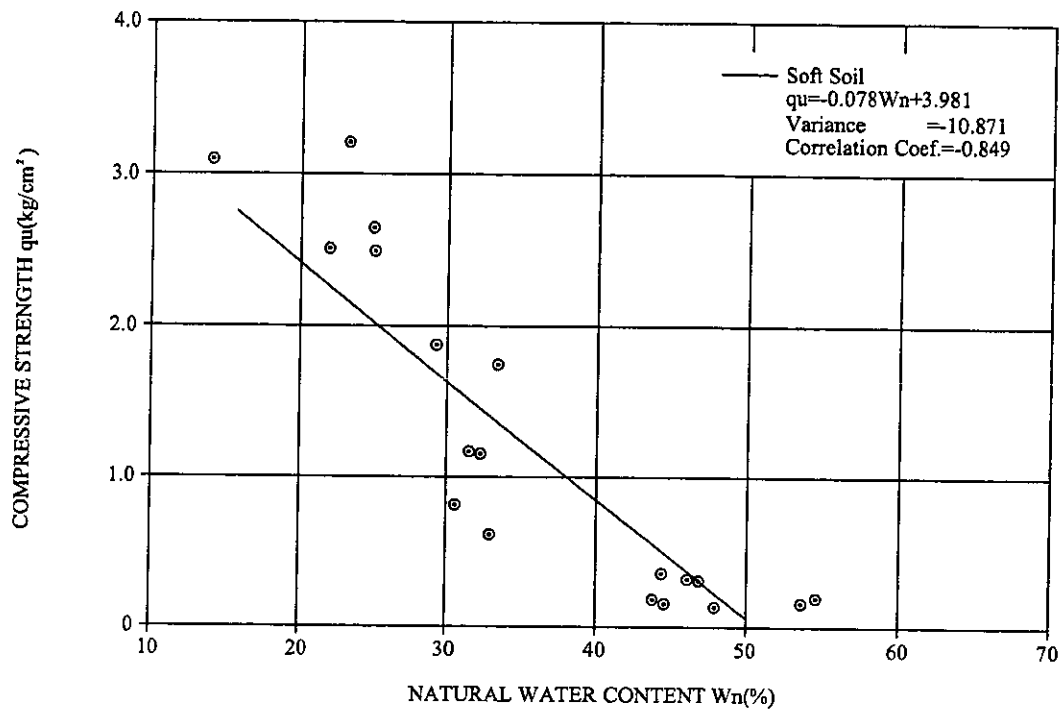
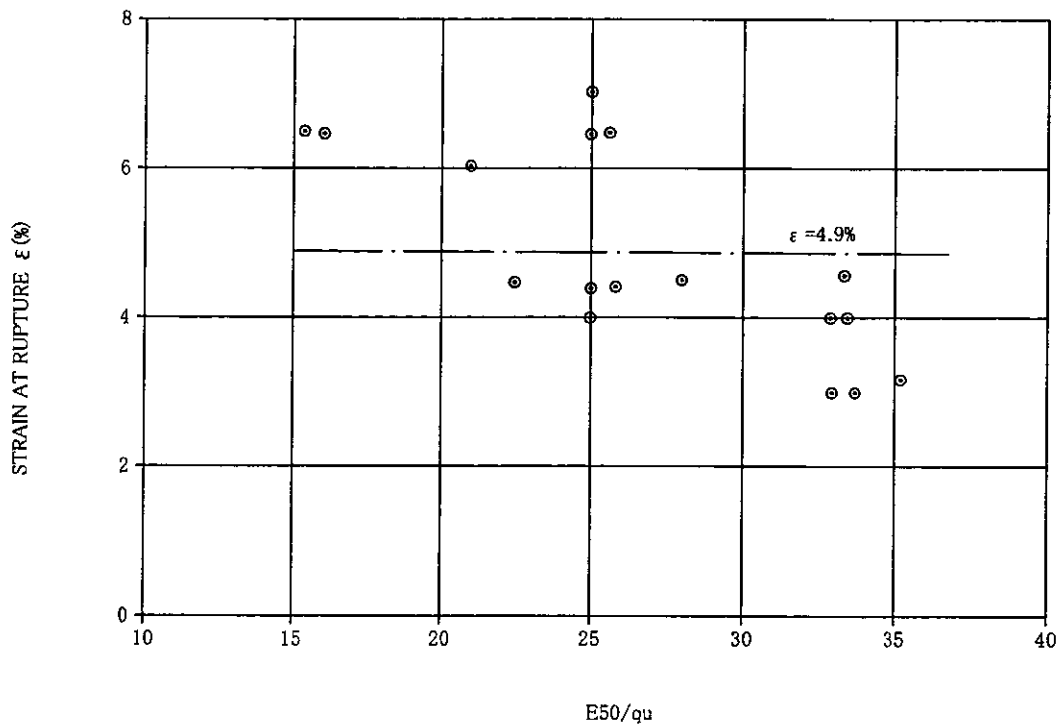
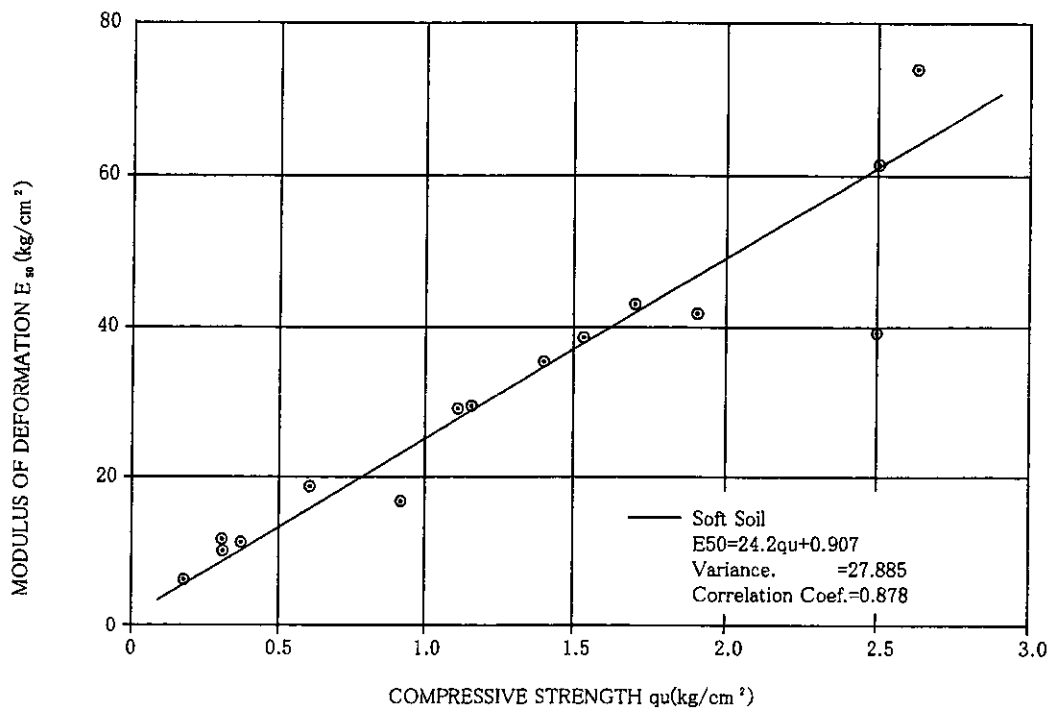


図 9-4

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
 RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN CENTRAL AREA

RELATIVE CHART OF
 NATURAL WATER CONTENT (W_n) AND
 (q_u), Depth and (q_u)
 (soft soil)



9-5

DETAILED DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
 RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN CENTRAL AREA

RELATIVE CHART OF
 q_u AND E_{50} ,
 E_{50}/q_u AND ϵ
 (soft soil)

4) 設計用土質常数と設計条件

対象地域は北中部海岸部と南中部海岸部の一部の海岸平野からなり層厚 6.8 ~ 23m、N 値 0 ~ 3 の沖積軟弱粘土、N 値 1 ~ 9 の沖積軟砂質土と 平均 N 値 31 の洪積粘土、平均 N 値 41 の洪積砂質土より成り沖積軟弱粘土はアプローチ道路の高盛土の対象層として、洪積粘土 砂質土は橋梁の支持層として共に重要である。

上記の各層は堆積環境、土層構成、土質特性などは各橋梁で似通っていることから、設計に用いる土質常数は以下の手順によって決定する。

- ・ 土層断面図の作成
- ・ 各土層の土質試験値を検討後、代表値を決定
- ・ 土層断面図から任意の地点を選定し、代表値を適用して設計用代表地盤条件とする。

a) 土層区分

土層区分はボーリング柱状図、土質試験結果から土層断面に再検討を加え、設計用土層断面図を作成した。

沖積粘土層では中間砂層あるいは、沖積粘土層下端の砂質土層(沖積層、洪積層) の存在は盛土の挙動に重要な影響を与えるので、当検討ではボーリング柱状図で確認されるものを圧密排水層として設定した。従って排水条件は地点により、両面排水、片面排水の使用区分を行った。地下水位は GL-0.50 ~ - 4.00m の範囲にあり、土層断面図から読みとるものとする。軟弱地盤の分布深度と地下水位は表 9-3 機械ボーリング調査結果表に取りまとめている。土層区分は以下の通りである。

- ・ 沖積軟弱粘土 Ac
- ・ 沖積砂質土 As
- ・ 沖積礫質土 Ag
- ・ 洪積粘土 Dc
- ・ 洪積砂質土 Ds

b) 沖積軟弱粘土の土質常数

i) 湿潤単位体積重量 t

前節の試験値の平均値をもって設計用湿潤単位体積重量とする。

土層	湿潤単位体積重量 t(tf/m ³)	試験個数
Ac	1.700	31

ii) 初期粘着力 Co (tf/m²)

$\sigma_3 = 0$ 即ち側方応力をゼロにして行う非排水三軸圧縮試験が一軸圧縮試験であり、供試体破壊時の軸方向応力 σ_1 の値が一軸圧縮強さ qu 値である。

非排水条件における剪断抵抗角を ϕ_{uu} 、粘着力を C_{uu} とすると

$$\sin \alpha = \frac{\frac{s_1}{2}}{\frac{s_1}{2} + C_{uu} \times \cot \phi_{uu}}$$

$$\therefore C_{uu} = \frac{s_1}{2 \times \tan(45^\circ + \frac{\phi_{uu}}{2})}$$

軟弱粘性土は通常 $\alpha = 0^\circ$ であるから、次式が成立する。

$$C_{uu} = \frac{s_1}{2} = \frac{qu}{2}$$

本調査では、一軸圧縮試験が多く行なわれており、本設計に用いる粘着力は一軸圧縮強さを使用する。

土層	初期粘着力 C_0 (tf/m ²)	試験個数	
Ac	1.00	9	但し N 値 0

iii) 沖積軟弱粘土層の圧密強度増加率

圧密による粘土層の強度増加率は次式に示される。

$$m = \frac{C_0}{P_0}$$

m: 強度増加率

C_0 : 非排水剪断強さ(初期粘着力) (tf/m²)

P_0 : 有効土被り圧 (tf/m²)

強度増加率を求める方法として、以下の手法が考えられる。

排水剪断強さの深度分布から求める方法

の塑性指数から求める方法

圧密非排水条件の三軸圧縮試験又は直接せん断試験から求める方法

然しながら の方法は前二法に比して過大な値を与える傾向があり の方法は Skempton の関係式に依るもので沖積粘土地盤においてほぼ成立する。

の方法は一軸圧縮強さを基にしており、多くの実績を有しているがこの地域では深度の増加に対し強度の変化は無い。

このことを踏まえ、軟弱粘土層の強度増加率は の方法に依って検討し、更に既存の基準を考慮して決定する。

- ・ 塑性指数から求める方法

Skempton による強度増加率と塑性指数との関係式によって算定する。

$$m = \frac{C_o}{P_o} = 0.11 + 0.0037 I_p$$

Ac 層の塑性指数は表 2-2 ~ 2-6 に示す通りであり、これから算出される強度増加率は表 9-9 の通りである。

表 9-9 塑性指数による強度増加率

土 層	塑性指数 Ip	強度増加率 m	試験個数 N	平均 Ip の算出法
Ac	21.2	0.188	25	単純平均法

- ・ 基 準

表 9-10 強度増加率 (1) - 日本道路協会

土 層	分類記号	強度増加率 m
Clay	CH, CL, VH	0.30 ~ 0.44
Silt	MH, ML	0.25 ~ 0.40
Humid Soil or Black mud	OH, OL, OV, MH	0.20 ~ 0.35
Peat	Pt	0.35 ~ 0.50

表 9-11 強度増加率 (2) - 日本道路公団

自然含水比 (Wn %)	強度増加率 (m)	
	Soil Depth < 10 m	Soil Depth > 10 m
Wn < 200	0.25 ~ 0.40	
Wn ≤ 200	0.45 ~ 0.50	0.25 ~ 0.30

本地域の粘制土は統一土質分類による土質分類によれば CL CH MH-OH に分類され、自然含水比 Wn は 200%以下、分布深度は 19~25m の範囲である。従ってこれらの条件から、標準的な強度増加率は以下の範囲である。

CL, CH, MH-OH

Wn = 19.7.0 ~ 70.8 % } —————▶ m = 0.20 ~ 0.40

Z = 6.8 ~ 23 m

上記によって得られた強度増加率を比較したものを次表に示す。

表 9-12 強度増加率検討結果

M を求める方法	土 層	強度増加率, m	
		範 囲	代 表 値
塑性指数による方法	Ac	0.160 ~ 0.245	0.20
基準		0.250 ~ 0.400	-

以上の各数値を勘案し、以下の値を定めた。

沖積粘性土 Ac m = 0.25

iv) 設計用 e-logP 曲線及び logCv-logP 曲線

間隙比 e 及び 圧密係数 Cv はほぼ含水比の関数であり、各土層の平均値を求めて設計曲線を作成した。関係図を 図 7.2.9 及び 図 7.2.10 に示す。

v) 圧密降伏応力 Py

粘土地盤に於ける理論上の圧密降伏応力は自然地盤が過去に受けた最大圧密圧力であり、正規圧密地盤では圧密降伏応力は有効土被り圧力に一致する筈であるが化学的固結作用などに依って過去の最大圧力を上回る降伏応力を示す事も少なくない。本地盤では圧密未了の地盤に近いものと判定できるが、次の手法を用い粘性土の設計値の検討を行う。

密試験による方法。

$y = 4C_o$ による方法

$y = P_o = C_o/m$ による方法

密試験による方法

圧密試験値を基に、最小自乗法によって処理し圧密降伏応力求める方法であり、当解析では $P_y = 4.60 \text{ tf/m}^2$ を得ている。

(ア) $P_y = 4C_o$ による方法

この式は実験式であり、日本の代表的な軟弱地盤から得られた関係式である。両者の相関性はかなり良好である。

初期粘着力は前述の如く $C_o = 1.00 \text{ tf/m}^2$ である故

$$P_y = 2q_u = 4C_o = 4.00 \text{ tf/m}^2$$

(イ) $P_y = C_o/m$ による方法

この式は圧密降伏応力が有効土被り圧力に等しい条件での式である。

$$C_o = 1.00 \text{ tf/m}^2 \quad m = 0.25 \quad \therefore P_y = C_o/m = 4.00 \text{ tf/m}^2$$

本地域は圧密未了の地盤に近い事を考慮し、得られた式を沖積粘性土の設計値として採用する。

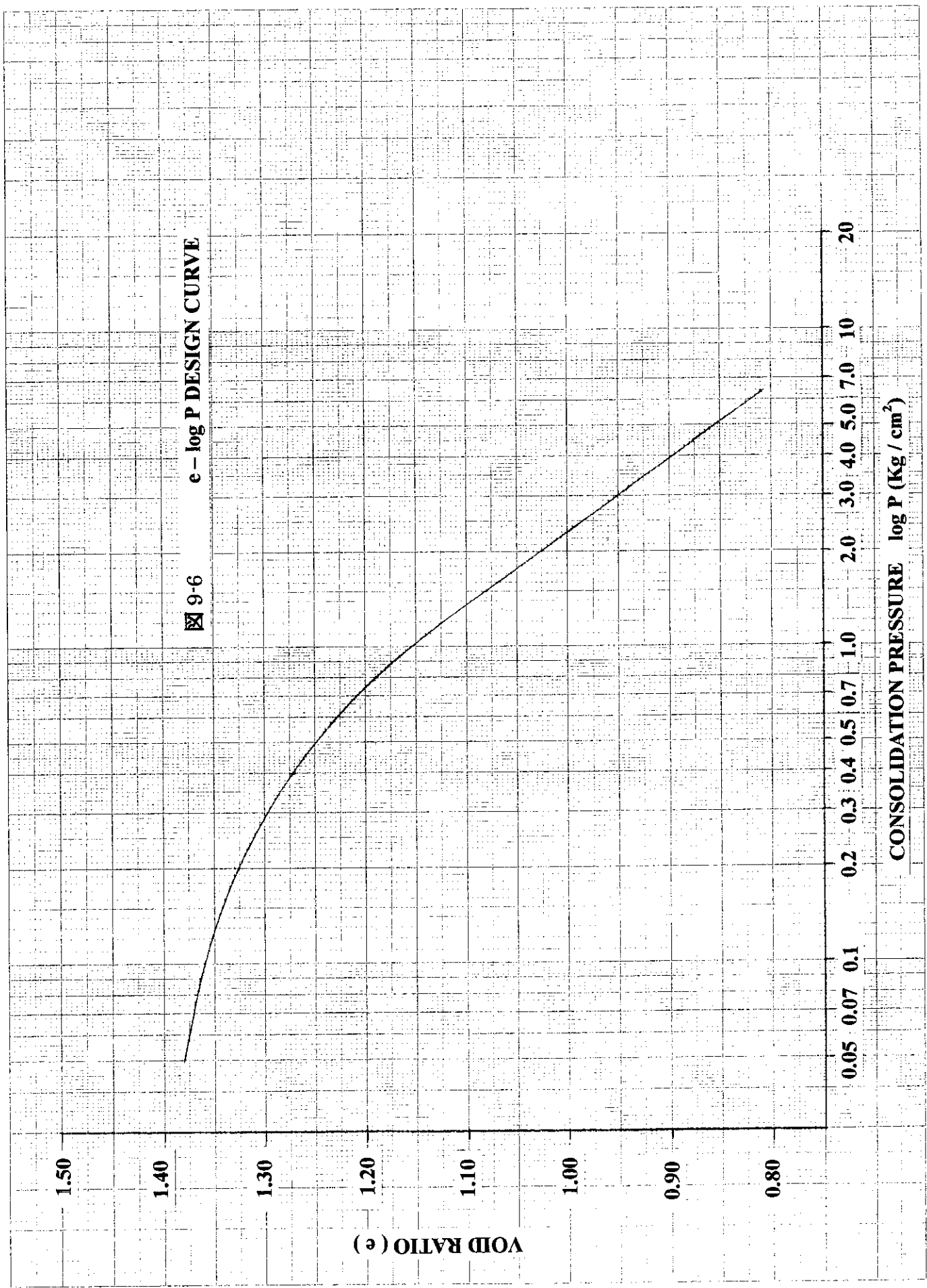
$$P_y = 4.00 \text{ tf/m}^2$$

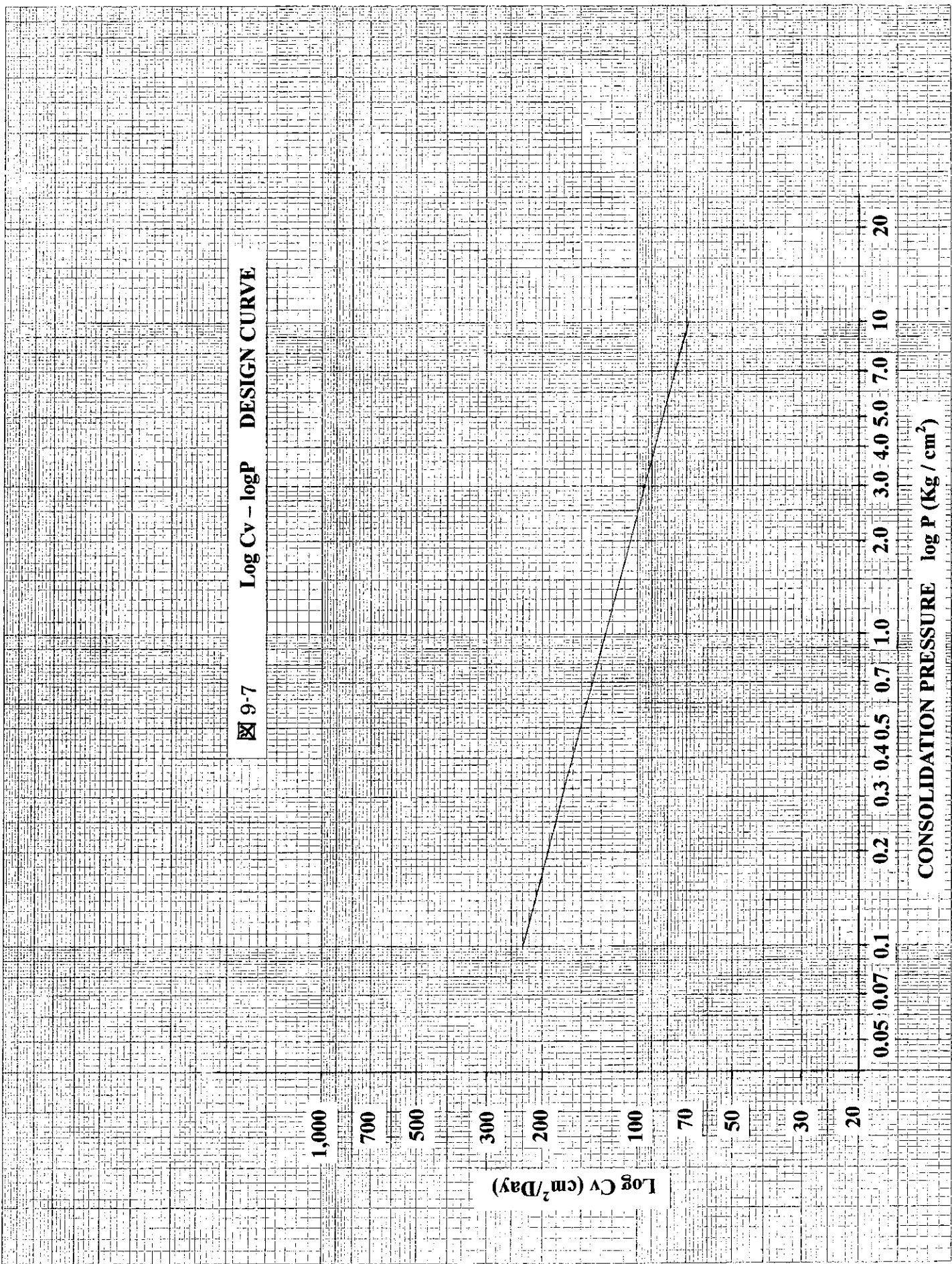
vi) 設計用土質常数の要約

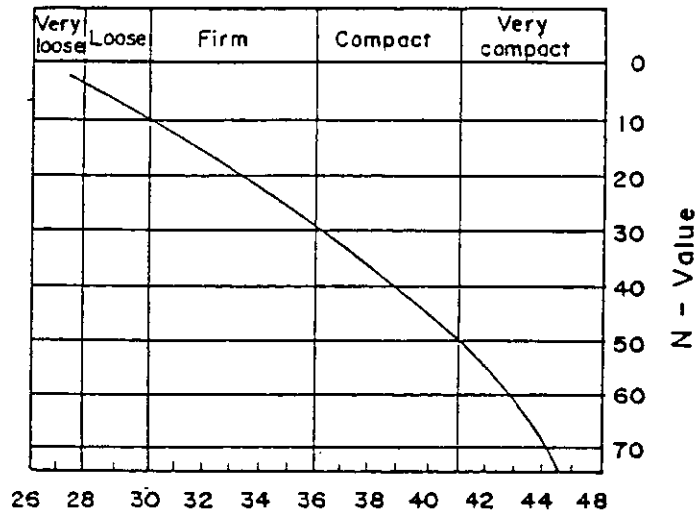
- ・ 土層区分は、土質断面図から読みとる。
- ・ 地下水位は、土質断面図から読みとる。
- ・ 圧密排水層は、柱状図によって確認されるものを採用する。

表 9-13 沖積粘性土の土質常数

土層	湿潤単位体積重量 γ_t (t/m ³)	初期粘着力 Co (tf/m ²)	内部摩擦角 ϕ (Degree)	e - log p Curve	log Cv - log p Curve	強度増加率 m	圧密降伏応力 Py (tf/m ²)
Ac	1.700	1.00	-			0.25	4.00







INTERNAL FRICTION ANGLE
(DEGREE)

Figure
Relative Chart for N-Value
and Internal Friction Angle

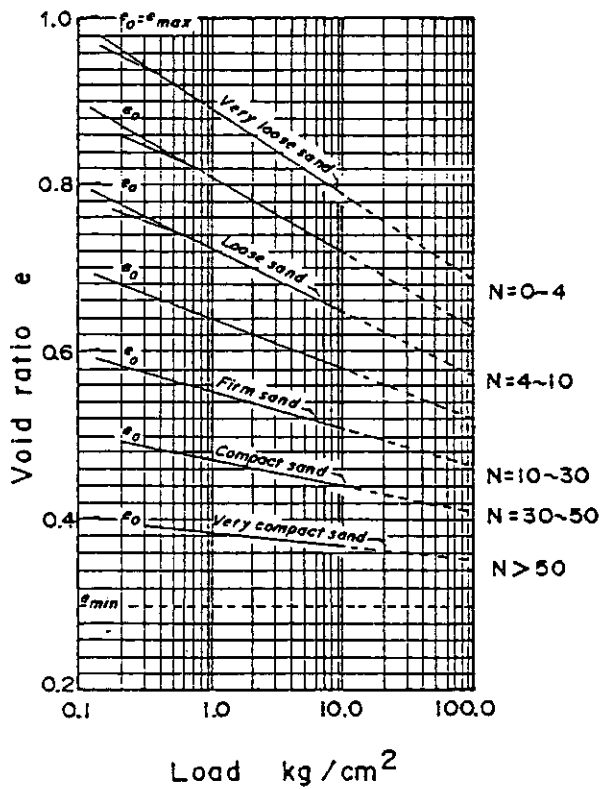


Figure
Relative Chart for Load and
Void Ratio of Sandy Soil

☒ 9-8

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN CENTRAL AREA

RELATIVE CHART FOR N-VALUE AND
INTERNAL FRICTION ANGLE (ϕ),
AND VOID RATIO (e)

5) 軟弱地盤解析

軟弱地盤改良は柱状図と土層縦断面図及び土質試験結果により解析される。

a) 軟弱地盤改良

i) 概要

軟弱地盤(沖積粘性土)は中部地域一帯に大略 19 ~ 25m の層厚で広く分布する。計画される橋梁取付道路の高盛土を建設するために、軟弱地盤の改良は必要である。軟弱地盤改良の解析は以下の手順で実施される。

- 設計用土質常数と軟弱層の選定
- 設計用盛土仕様の設定
- 代表解析断面の選定
- 軟弱地盤改良工法の選定
- 解析法の決定
- 解析の実施

ii) 設計用土質常数と土層状況

中部地域一帯の設計用土質常数と土層状況は前節で検討した値及び土層縦断面図を使用する。

盛土の諸条件

盛土の形状 幅.....8.5m

法面勾配 6m 以下.....1:1.5

6m 以上.....1:1.75

計画盛土高 (HE)HE= 2.0 ~ 4.85 m

盛土の土質常数

$t = 1.80 \text{ t/m}^3$

$C = 2.0 \text{ t/m}^2$

$= 10^\circ$

盛土速度： 5 cm/day (平均)

代表解析断面の選定

解析断面は各橋梁で実施する。実施する橋梁 NO. は NO.6 NO.18 NO.26 NO.35 の 4 橋梁である。

iii) 軟弱地盤改良工法の選定

ア) 軟弱地盤改良工法

橋梁アプローチ道路の高盛土に対処する軟弱地盤対策工法として、大略盛土の重量を軽減する EPS 工法 軟弱地盤を改良して土の強度を増加させて高盛土に対して安定を保つ 軟弱地盤改良工法 軟弱地盤とは関係なく盛土を支持杭で支えるパイルスラブ工法又はパイルキャップ工法 の三工法がある。このうち 及び 工法は非常に高価であるため対象外とし、本節では の軟弱地盤改良工法について検討する。本法はその目的により表 7.3.1 に示すように多くの工法がある。本検討では、このうちヴァーチカル ドレーン工法について行い 更にこの中から表 9-15 に示すように、この地域の地盤条件に適合する PBD ドレーン工法を採用する。

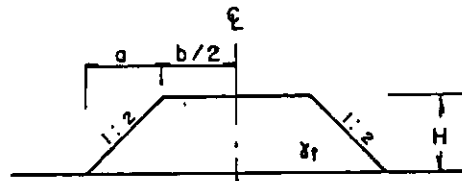
表 9-14 軟弱地盤改良法

	改良方法	説明
1.	地表面での処理	<ul style="list-style-type: none"> - サンドマット, シート, マット(チ 行キタレ)の敷設 etc. - 圧密の為の上部排水層としての機能 - 盛土内へ地下水が入る上向き流れを阻止する為の遮断 - 建設施設の機動力を確実にする事 - チャカ アム システム工法 - EPS 工法(盛土の軽量化)
2.	軟弱地盤の置換	<ul style="list-style-type: none"> - 剪断力の増加と地盤沈下の減少 - 置換深度は限られている (5m 程度)
3.	小段 (盛土高の増加に伴)	<ul style="list-style-type: none"> - 地盤内すべりに対する抵抗力の増加 - より良い環境の為に小段を使用
4.	緩速施工	<ul style="list-style-type: none"> - 長期間をかけて剪断力を増加する事
5.	サーチャーチ	<ul style="list-style-type: none"> - 盛土及び構造物建設前の沈下の促進
6.	ヴァーチカル ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> - 軟弱層の圧密と強度増加の促進 - サンドドレーン カードボードドレーン 等
7.	コンパクション パイル	<ul style="list-style-type: none"> - 支持層の強度増加と安定、- 密な砂と碎石の使用 サンドコンパクション グラベルコンパクション 等
8.	凝固物	<ul style="list-style-type: none"> - 支持層の強度増加と安定 - 石灰パイルとミルクセメント, 珪砂注入を使用

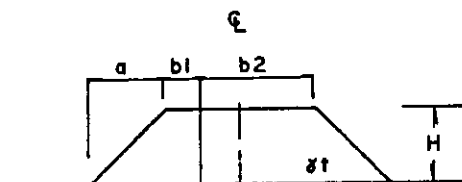
表 9-15 軟弱地盤改良工法

項目	工 法			
	サンドレーン	PBDレーン	サンドコンパクション	既製杭
径(mm)	400	65	700	400×400
地盤の強度増加 kg/cm ²	C=0.3 1.0	C=0.3 0.5	C=0.3 3.0	
特 徴	一般的な工法である。	施工速度が速い	砂質地盤に有効	盛土を杭で支持する工法
施工有効深さ	30m	15m	35m	30m
最小間隔	1.2m	0.9m	1.2m	1.0m
施工能力	300m/日	2500m/日	150m/日	120m/日
工事費の比率	1.0	0.2	2.4	11.0
その他	実績が多い	施工深度 15m を越える場合は信頼性は低下する		

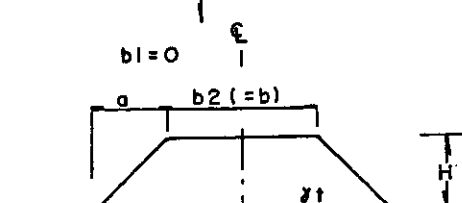
CALCULATION POINT



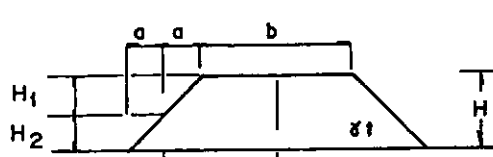
①



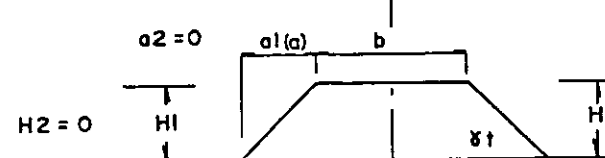
②



③



④



⑤

9-9

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE CENTRAL AREA

EMBANKMENT LOAD
AND
CALCULATION POINTS

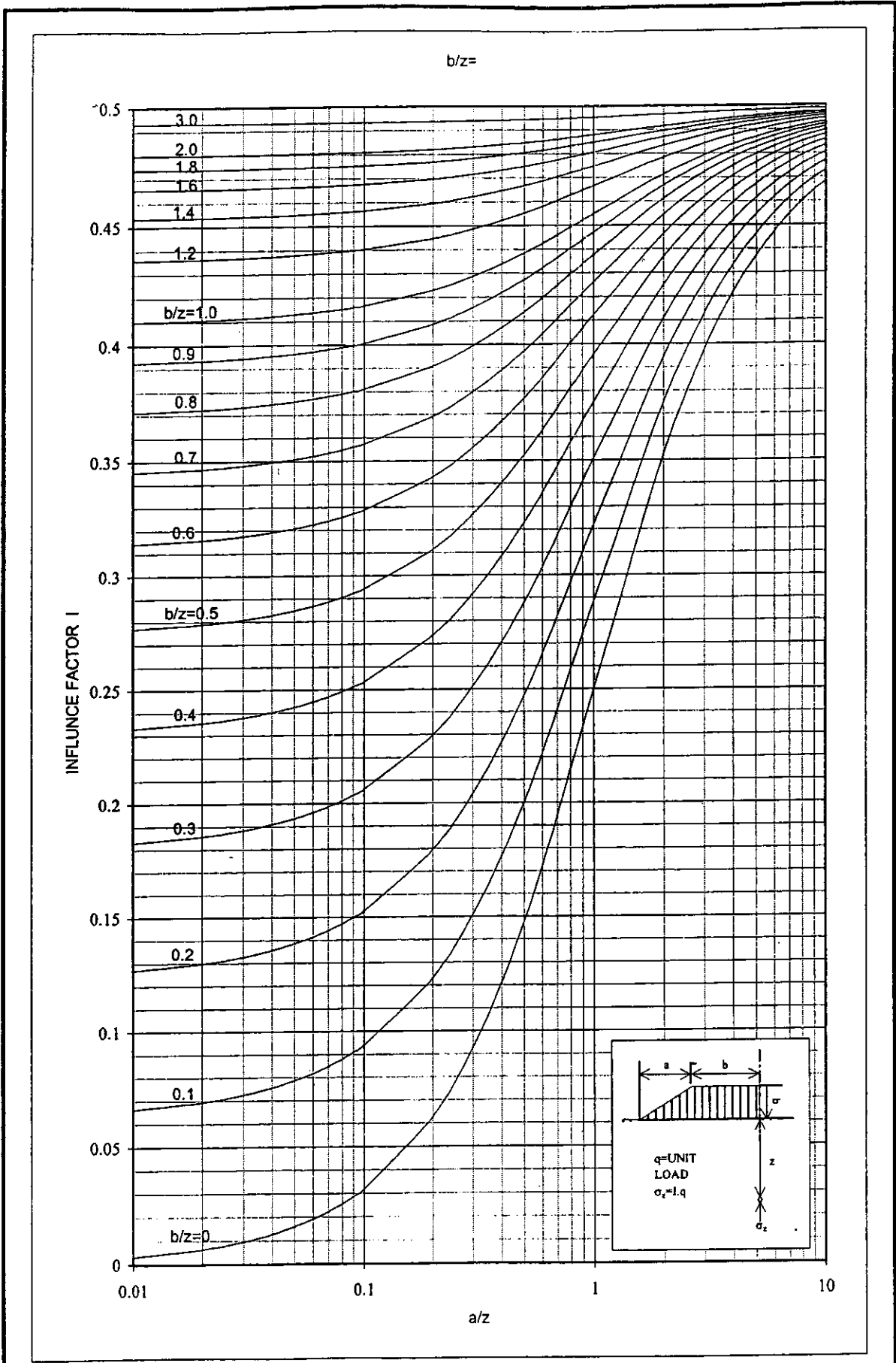
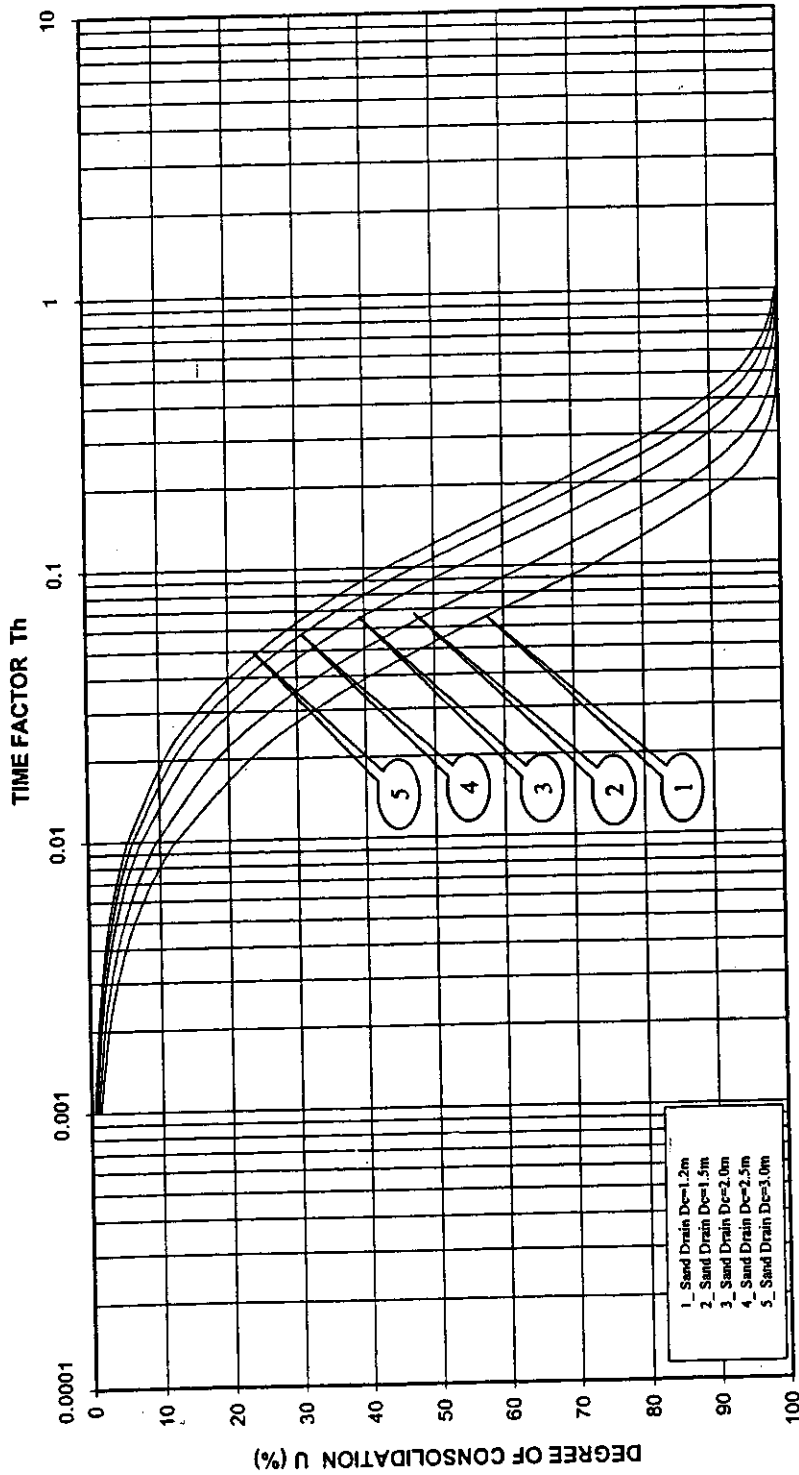
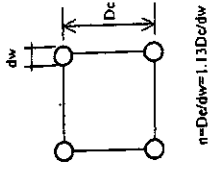


图 9-10

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE CENTRAL AREA

GRAPH OF INFLUENCE LINE
(BY OSTERBERG)



9-11

RELATIVE CHART OF
DEGREE OF CONSOLIDATION U(%) AND TIME FACTOR Th
FOR VERTICAL DRAIN METHOD

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR
RECONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE CENTRAL AREA

添付資料 1 0 自然条件調査結果 水文調査

対象橋梁の水理・水文解析

1. 水文データの現状

対象河川の橋梁サイトは大河川の上流部であったり、一次又は二次支川であったり、海岸近傍の干潮区間である。従って干潮河川を除いて乾季には殆んど流量はなく、雨季のみ洪水が発生する箇所が大半である。

既往の水位データを参考にできるのは No.4, No.5 の 2 橋のみである。干潮区域及び氾濫区域にある橋梁を除いて、その上流域の集水面積と雨量から橋梁サイトの流出量を計算して求める。また上流域に大規模の貯水池がある場合、其の放流データが必要になる。これらのデータは、確率計算を行うので少なくとも 20 年間以上の収集に努めた。

各橋梁サイトに関連する水文観測所の位置図及び収集データ数を表 1-1 に示す。

表 1-1(1)各橋梁サイトに関連する水文観測所一覧

No.	Br.	Name	Longitude	Latitude	Ob.St.-1 Name	Longitude	Latitude	Ob. Year	Ob.St.-2. Name	Longitude	Latitude	Note
2		CHINH DAI										
4		THACH QUANG	105°32'5	20°17'8	Thach Quang	105°32	20°18'	24				Water Level
5		THACH DINH	105°38'9	20°09'9	Kim Tan	105°41	20°06'	24				Water Level
6		QUYNH BANG	105°42'8	19°10'6								
7		KE CHIENG	105°07'	19°07'	Quy Hop	105°07	19°33'	39	Do Luong	105°18'	18°58'	Rainfall
9		BAN KHOANG	104°15'	19°35'	Quy Chau	105°07	19°17'	38	Cua Rao	104°17'	19°17'	Rainfall
11		MY SON	106°11'	18°00'	Ku Anh	106°17'	18°05'	39	Ky Giang	106°7'8	18°6'6	Rainfall
12		CUA TRAI	105°42'8	18°29'6								
15		PHU VINH										
18		LAC THIEN	106°00'	17°55'	Minh Hoa	106°02'	17°47'	39	Trooc	106°16'	17°39'	Rainfall
20		BEN DA	107°17'	16°45'	Thach Han	107°14'	16°45'	22	Dong Ha	107°05'	16°50'	Rainfall
22		PANHO	106°44'	16°37'	Khe Sanh	106°50'	16°38'	25	Dong Ha	107°05'	16°50'	Rainfall
24		NAMAY	107°16'7	16°31'0	Phuoc	107°28'	16°32'	23	Hue	107°41'	16°24'	Rainfall
26		KHE DUONG	107°59'0	16°15'4	Nam Dong	107°43'	16°09'	23	Aluoi	107°14'	16°05'	Rainfall
27		HOI PHUOC	108°04'4	15°59'8	Da Nang	108°11'	16°02'	53	Nong Son	108°03'	15°45'	Rainfall
34		SONG QUAN	108°33'3	15°22'3	Tam Ky	108°30'	15°33'	21	Hoi An	108°20'	15°20'	Rainfall
35		DAI LOI	108°06'1	15°53'6	Ai Nghia	108°07'	15°53'	24	Nong Son	108°03'	15°45'	Rainfall
36		DA DUNG	107°45'9	10°40'9								
37		TRANG	108°09'0	11°01'8	Phan Thiei	108°06'	10°56'	39	Song Luy	108°20'	11°12'	Rainfall, Dam
38		SUOI CAT	107°41'3	11°04'9	Ta Pao	107°43'	11°08'	24	Ham Tan	107°45'	10°41'	Rainfall
42		TUAN TU	109°00'	11°31'8								Rainfall
43		TAM NGAN	108°43'7	11°50'4	Tan My	108°48'	11°41'	22	CaNa	18°33'	11°30'	Rainfall
45		CAUGAY	108°47'0	11°47'3	Tan My	108°48'	11°41'	22	CaNa	18°33'	11°30'	Rainfall
46		TAN VAN	108°14'3	11°47'3								Discharge, Rain
47		LOC NGAI	107°52'3	11°37'0	Da Lat	108°26'	11°57'	21	Di Linh	108°04'	11°34'	Rainfall

表 1-1(2) 各橋梁サイトに関連する水文観測所一覧

No.	Br.	Name	Longitude	Latitude	Ob.St.:1 Name	Longitude	Latitude	Ob. Year	Ob.St.:2 Name	Longitude	Latitude	Note
48	NTBO SUA	108°25'9"	11°44'6"	LienKhuong	108°23'	11°45'	39	Than h Binh	108°18'	11°47'	Rainfall, Dam	
52	EA SOUP	107°53'6"	13°04'6"	Ea Soup	107°52'	13°06'	21	Cau 14	107°56'	12°57'	Rainfall	
55	ROXY	108°17'2"	12°55'6"	KRong BuK	108°22'	12°46'	23	Buon Ho	108°16'	12°55'	Rainfall	
56	KRONG K'MAR	108°20'9"	12°30'7"	KRong Bong	108°25'	12°32'	22	Krong Ma	108°12'	12°18'	Rainfall	
58	DAK PO TO	108°24'4"	13°37'7"	Cheo Reo	108°25'	13°22'	38	Phu Tuc	108°36'	13°22'	Rainfall	
59	IA DRANG	107°51'3"	13°44'5"	Chu Pron	107°56'	13°45'	23	Chu Pra	107°32'	13°34'	Rainfall	
62	NGOC REO	108°02'7"	14°29'4"	Kon Tum	108°01'	14°21'	24	Trung Nghia	107°52'	14°53'	Rainfall	
64	DAK TO KAN	107°52'5"	14°50'7"	Dac To	107°52'	14°40'	23	Trung Nghia	107°52'	14°53'	Rainfall	
66	NGOC TU	107°46'4"	14°43'4"	Dac Lay	107°44'	15°05'	22	Sa Thay	107°50'	14°26'	Rainfall	
67	XA CAI	108°49'2"	15°01'2"	---	---	---	---	---	---	---	---	
70	DO	108°30'1"	15°15'6"	Tra Bong	108°32'	15°15'	23	Quang Ngai	108°47'	15°08'	Rainfall	
72	SONG SAU	108°39'7"	15°15'8"	Tra Khuc	108°47'	15°08'	23	Son Giang	108°34'	15°22'	Rainfall	
74	BA LE	109°00'0"	14°04'3"	Phu My	107°44'	15°05'	24	Hoai Nhon	109°01'	14°32'	Rainfall	
76	DAO LONG	109°08'6"	14°07'9"	---	---	---	---	---	---	---	---	
77	TRUONG DINH	108°58'4"	13°55'8"	Binh Tuong	108°52'	13°56'	24	Quy Nhon	109°13'	13°46'	Rainfall	
78	TRA O	109°04'5"	13°26'0"	SongCau	109°13'	13°13'	24	Cung Son	109°00'	13°04'	Rainfall	
79	TRA BUONG	109°03'4"	13°18'4"	Ha Bang	109°07'	13°21'	24	Tuy Hoa	109°18'	13°05'	Rainfall	
82	DA LOC	109°04'7"	13°32'6"	Cu Mong	109°11'	13°40'	23	Tuy Hoa	109°18'	13°05'	Rainfall	
83	NGOI NGAN	109°18'0"	12°45'5"	---	---	---	---	---	---	---	---	
86	TIEN DU	109°10'4"	12°28'4"	---	---	---	---	---	---	---	---	

Ob.Sta.:1 : data from Climate Center (~2000)

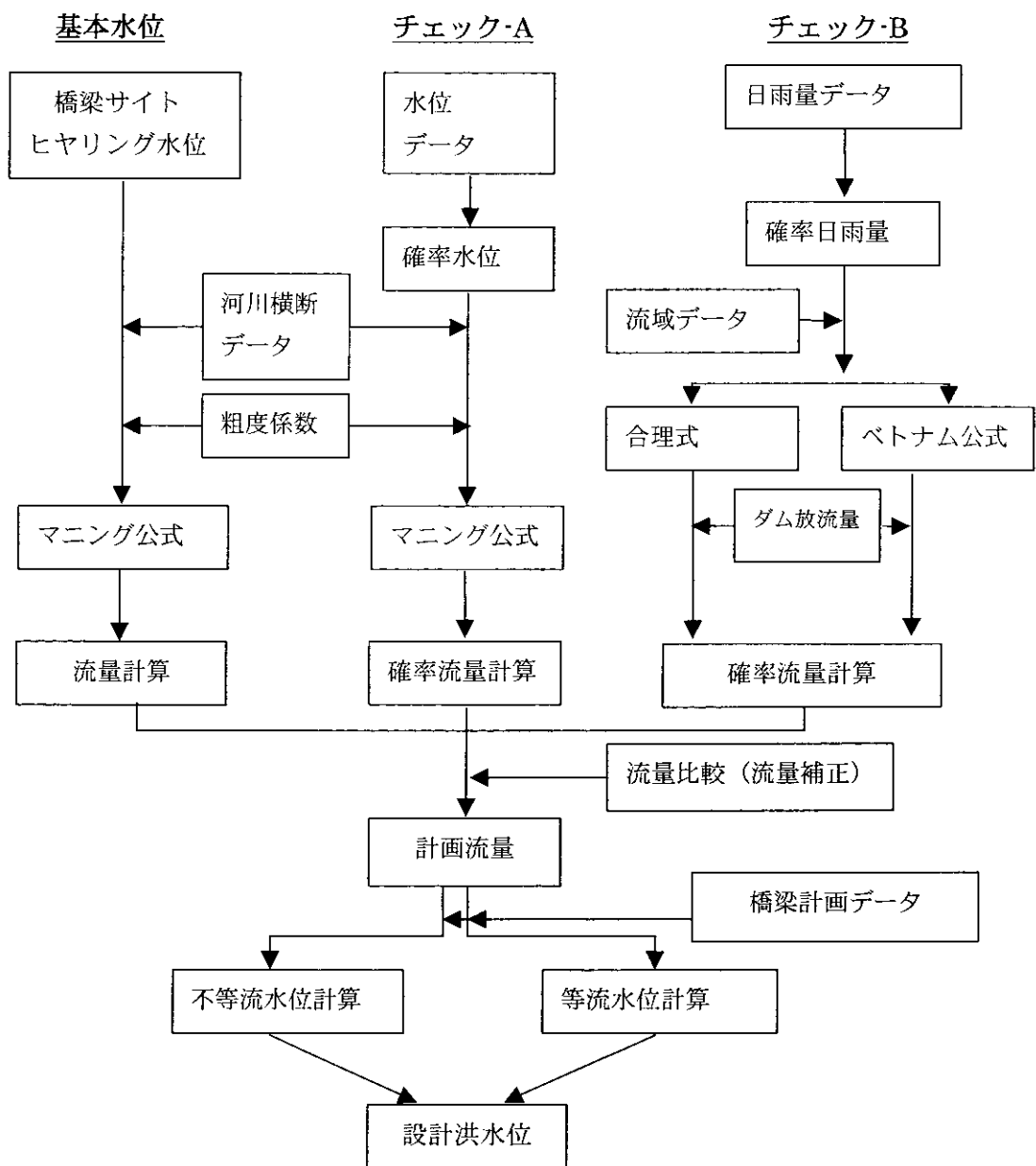
Ob.Sta.:2 : data from Standard hydrology book (teddy in Vet Nam)(~1987)

2. 各対象橋梁洪水解析手法

2.1 設計洪水水位決定方針

本プロジェクトの対象橋梁の設計に必要な設計洪水水位を決定するための水理/水文解析の方針を以下のように定める。対象河川の水位・流量データは殆んどないため、橋梁設計に必要な設計洪水水位は、各対象橋梁における精度の高いヒヤリング水位を基本とする。しかしヒヤリング水位のみではその頻度や確証が得られないため、近傍の水位/雨量データから流出量、あるいは比流量等を参考として、ヒヤリング水位の妥当性を検証する。水位データ及びダム放流量データが得られる対象河川については、それらの解析を行いヒヤリング水位妥当性検証の参考とする。以下に、設計洪水水位決定までのフローを示す。

各橋梁サイトの設計洪水水位解析フロー



2.2 最大水位のヒヤリング調査

各橋梁サイトに於けるこの調査は、設計水位決定の基本となるので正確を要する。

橋梁チーム、河川チームが別々にこの調査を実施して水位の妥当性を検証した。さらに測量チーム（現地測量会社）も別途ヒヤリング調査を行うと共に水準測量を行い、既往最大水位の正確さの確保に努めた。測量チームに与えてヒヤリング調査の注意事項は以下のとおりである。

- 両岸において Max.HWL, 通年 HWL, 通年 LWL のヒヤリングを行う。但し小規模河川は片岸でよい。さらに出来れば Max.HWL の生起年を確認する。
- 複数の高年齢者からヒヤリングを行い適切な W.L. の水準測量を行う事。

河川、橋梁チームのヒヤリング水位と測量チームが作成した橋梁サイトの横断面図に記入されている水位を比較してその差が少ない場合は測量チームの調査値を採用した。

その差が大きい場合は、各者で協議し、総合的な判断で水位を補正した。

以上の方法で現地ヒヤリング水位の確証度を高めて決定した値を表 2-2-1 に示す。

ヒヤリング調査から判断して Max.HWL の頻度は、1/10～1/30 の範囲と推定される。

表-2-2-1(1) 現地調査結果による水位

Br.No.	Name	Type	EL of Water level			Note (Max.year)
			MaxHWL	Ord.HWL	LWL	
2	CHINH DAI	Ⅲ	11.60	10.00	7.30	(1992)
4	THACH QUANG	I	37.50	35.30	26.40	(1984)
5	THACH DINH	Ⅱ	29.50	28.70	20.70	(1985)
6	QUYNH BANG	Ⅲ	15.50	14.70	12.40	(1962)
7	KE CHIENG	I	80.10	78.20	74.10	(1978)
9	BAN KHOANG	I	100.40	99.40	96.50	(1954)
11	MY SON	I	60.60	59.20	47.00	(1975)
12	CUA TRAI	Ⅱ	8.40	7.40	3.50	
15	PHU VINH	Ⅱ	21.00	20.50	16.20	(1985)
18	LAC THIEN	I	40.50	38.00	30.40	(1993)
20	BEN DA	Ⅱ	49.80	49.10	45.00	(1979)
22	PA NHO	I	81.40	80.80	75.80	(1978)
24	NA MAY	I	79.90	79.20	73.40	(2000)
26	KHE DUONG	Ⅱ	121.20	120.30	118.20	(2000)
27	HOI PHUOC	I	50.90	50.30	44.90	(2000)
34	SONG QUAN	I	80.60	78.70	76.00	(2000)
35	DAI LOI	Ⅱ	52.30	51.70	46.30	(2000)

表 2-2-1(2) 現地調査結果による水位

Br. No.	Bridge Name	Type	EL of Water level			Note
			MaxHWL	Ord.HWL	LWL	
36	DA DUNG	II	14.70	12.00	5.90	(1999)
37	TRANG	II	61.40	60.40	55.90	(1999)
38	SUOI CAT	II	70.20	69.60	67.70	(1999)
42	TUAN TU	III	10.90	10.50	7.70	(2000)
43	TAM NGAN	I	127.70	127.10	125.00	(2000)
45	CAU GAY	I	120.20	119.00	116.600	(2000)
46	TAN VAN	I	748.70	748.00	745.50	(2000)
47	LOC NGAI	I	751.10	748.80	746.00	(2000)
48	NT BO SUA	I	898.80	898.10	893.60	(1995)
52	EA SOUP	I	20.00	18.80	10.40	(1983)
55	ROXY	I	11.00	9.50	6.90	(1989)
56	KRONG K'MAR	I	12.00	10.10	5.30	(1989)
58	DAK PO TO	II	9.30	8.50	5.80	(1997)
59	IA DRANG	I	11.80	10.50	7.100	(1987)
62	NGOC REO	I	9.10	8.50	7.30	(1996)
64	DAK TO KAN	I	6.0	5.0	4.00	(1996)
66	NGOC TU	I	8.20	7.70	5.50	(1996)
67	XA CAI	II	62.80	61.90	58.40	(1999)
70	DO	I	62.30	60.90	57.50	(1964)
72	SONG SAU	II	41.70	41.20	37.40	(1999)
74	BA LE	II	11.50	10.20	8.00	(1986)
76	DAO LONG	II	99.40	98.10	95.80	(1991)
77	TRUONG DINH	II	8.40	7.30	5.60	(1999)
78	TRA O	I	13.70	12.40	9.10	(1985)
79	TRA BUONG	II	11.20	10.20	7.30	(1986)
82	DA LOC	I	9.60	8.80	6.00	(1986)
83	NGOI NGAN	III	9.80	8.80	7.90	(2000)
86	TIEN DU	III	10.80	9.80	8.70	(2000)

2.3 水文学解析手法と解析結果

(1) ヒヤリング水位の流量計算

流量計算は河川横断測量図とヒヤリング水位から次の Manning 公式を用い算定する。

$$Q_p = V \times A$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

粗度係数の n 値は河道、河床材料、樹木等の状況により異なる。本プロジェクトでは次の値を用いる。

山地部：0.05, 0.04 両岸部は樹木、河床部は岩・玉石・砂利、勾配 1/500 以下

平地部：0.03 両岸部は草木、河床部は砂一部砂利、勾配は 1/1000 以下

海岸部：0.025 両岸部は草木、河床部は細砂 勾配は 1/3000 以下

但し流水中に樹木が多くある箇所はその部分は n 値は 0.09 とする。
計算結果は表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1(1) ヒヤリング水位の流量計算結果

No.	Name	Type	n	I	Max. HWL			Ord. HWL		
					A	R	Q	A	R	Q
2	CHINH DAI	Ⅲ	0.025	1/3000	117	2.24	150	56.2	1.86	60
4	THACHQUAN G	I	0.04	1/1000	866	9.24	3010	694	7.85	2170
5	THACH DINH	Ⅱ	0.025	1/1500	659	8.62	2860	606	8.16	2540
6	QUYNH BANG	Ⅲ	0.025	1/3000	199	2.72	280	147	2.43	190
7	KE CHIENG	I	0.04	1/500	169	3.55	270	124	2.98	190
9	BAN KHOANG	I	0.04	1/200	363	3.02	1340	254	2.61	850
11	MY SON	I	0.05	1/500	376	7.18	1250	322	6.54	1010
12	CUA TRI	Ⅱ	0.03	1/1000	168	3.26	390	121	2.66	240
15	PHU VINH	Ⅱ	0.03	1/1000	193	4.11	520	171	3.79	440
18	LAC THIEN	I	0.05	1/300	349	5.82	1300	221	4.71	720
20	BEN DA	Ⅱ	0.03	1/2500	220	4.31	390	190	3.83	310
22	PA NHO	I	0.05	1/300	181	3.20	440	149	2.84	340
24	NA MAY	I	0.05	1/350	648	5.74	2220	572	5.18	1830
26	KHE DUONG	Ⅱ	0.03	1/500	133	2.81	400	94	2.14	230
27	HOI PHUOC	I	0.04	1/400	262	4.67	920	230	4.35	770

Type I : 山間部、 II : 平地部、 III : 海岸部

表 2-3-1(2) ヒヤリング水位の流量計算結果

No.	Name	Type	n	I	Max. HWL			Ordi. HWL		
					A	R	Q	A	R	Q
34	SONG QUAN	I	0.05	1/300	110	2.65	240	76	2.04	140
35	DAI LOI	II	0.03	1/3000	360	5.34	670	323	4.93	570
36	DA DUNG	II	0.04	1/1000	680	6.40	1850	559	5.51	1380
37	TRANG	II	0.04	1/500	201	3.23	400	143	2.51	240
38	SUOI CAT	II	0.03	1/150	63	1.91	270	46	1.65	180
42	TUAN TU	III	0.025	1/3000	186	3.05	290	163	2.75	230
43	TAM NGAN	I	0.05	1/400	133	2.11	220	93	1.7	130
45	CAU GAY	I	0.05	1/150	203	2.77	650	121	1.85	300
46	TAN VAN	I	0.04	1/500	284	3.79	770	232	3.25	570
47	LOC NGAI	I	0.05	1/250	188	4.41	640	106	3.11	290
48	NT BO SUA	I	0.03	1/200	290	3.44	1560	235	3.16	1190
52	EA SOUP	I	0.05	1/500	483	7.52	1660	420	6.86	1360
55	ROXY	I	0.04	1/100	102	2.70	490	68	2.03	270
56	KRONG K'MAR	I	0.04	1/500	397	4.05	1090	219	3.61	570
58	DAK PO TO	II	0.04	1/250	184	3.73	700	148	3.16	500
59	IA DRANG	I	0.05	1/250	146	3.26	400	94	2.45	220
62	NGOC REO	I	0.05	1/100	84	1.59	230	54	1.14	120
64	DAK TO KAN	I	0.05	1/200	111	1.96	250	57	1.09	90
66	NGOC TU	I	0.05	1/200	119	2.31	290	95	1.91	210
67	XA CAI	II	0.03	1/700	699	3.26	770	511	2.43	460
70	DO	I	0.05	1/300	492	4.07	1260	330	2.88	680
72	SONG SAU	II	0.03	1/750	370	4.76	1280	325	4.63	1100
74	BA LE	II	0.03	1/600	121	2.76	320	74	1.97	160
76	DAO LONG	II	0.03	1/1000	197	3.36	470	127	2.33	240
77	TRUONG DINH	II	0.03	1/300	111	2.55	400	69	1.66	180
78	TRA O	I	0.04	1/150	113	2.86	460	71	1.91	220
79	TRA BUONG	II	0.03	1/400	267	2.72	870	174	1.96	450
82	DA LOC	I	0.04	1/750	93	2.80	170	69	2.34	110
83	NGOI NGAN	III	0.025	1/3000	87	1.79	90	41	0.90	30
86	TIEN DU	III	0.025	1/3000	84	2.86	120	59	2.20	70

Type I : 山間部、 II : 平地部、 III : 海岸部

(2) 雨量データより算出した流出量の計算

1) 各確率年流域平均日雨量

別添表 A に示した各橋梁サイト近傍の雨量観測所の各年の最大日雨量データをもとに確率計算式により各確率年の日雨量を算定した。以下に其の計算結果を示す。すでにベトナムに於ける全国の主要観測所の 1987 年以前のデータを使用した確率年別日雨量結果 (別添表 B) が入手できたので近傍の観測所のは、前記計算結果と調整して各確率年流域平均日雨量として採用する事とする。 これらをまとめて表 2-3-2 に示した。

2) 流出量の計算

本計算は日雨量と流域データを使用して、合理式とヴェトナム標準流出計算式の2手法で行い補正するものとする。なお、ヴェトナム標準流出計算式および計算結果は表 2-3-2 に示す。

$$\text{合理式} \quad Q=1/3.6 \cdot f \cdot r \cdot A$$

- Q : ピーク流出量 (m³/s)
f : 流出係数
r : 到達時間内雨量 (mm/h)
A : 流域面積 (km²)

① 洪水到達時間の計算

山地部については我が国で一般的に使用されている土研式を使用することとする。

$$\text{土研式} \quad T=1.67 \cdot 10^{-3} \{L/\sqrt{S}\}^{0.7}$$

- T : 洪水到達時間 (h)
L : 流路長 (km)
S : 平均勾配 (h/L)
h : 高低差 (m)

以上の計算結果を表 2-3-3 に示す。なお、上記 T 時間に河道までの集水時間を 0.5 時間加算した値流量計算に用いる。

表 2-3-2(1) 各確率年日雨量の計算結果

No.	Br.Name	St.Name	各確率年日雨量の計算結果(既往解析結果)(mm)					採用各確率年日雨量(mm)					Note	
			1/100	1/50	1/25	1/2	1/100	1/50	1/25	1/2				
2	CHINH DAI		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	THACHQUANG	Thach Quang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	THACH DINH	Kim Tan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	QUYNH BANG	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	KE CHIENG	Quy Hop	342(384)	303(350)	265(317)	125(154)	342	303	265	125	125	125	125	
9	BAN KHOANG	Quy Chau	415(185)	366(172)	319(160)	132(91)	379	335	292	257	257	257	257	
11	MY SON	Ky Anh	659(411)	594(390)	530(362)	256(230)	411	390	362	230	230	230	230	
12	CUA TRI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	PHU VINH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	LAC THIEN	Minh Hoa	595(403)	538(370)	483(334)	239(166)	595	538	483	239	239	239	239	
20	BEN DA	Thach Han	609(773)	554(680)	500(580)	250(240)	808	713	623	260	260	260	260	
22	PANHO	Khe Sanh	447(773)	405(680)	364(580)	175(240)	447	405	364	175	175	175	175	
24	NAMAY	Phuoc	1006(800)	872(684)	745(520)	269(213)	903	778	633	241	241	241	241	
26	KHE DUONG	Nam Dong	640(525)	598(500)	556(465)	353(270)	597	545	495	272	272	272	272	
27	HAI PHUOC	Da Nang	553(618)	492(562)	434(501)	191(235)	578	516	456	208	208	208	208	
34	SONG QUAN	Tam ky	479(437)	447(391)	416(353)	247(160)	479	447	416	247	247	247	247	
35	DAI LOI	Ai Nghia	603(618)	540(562)	479(504)	226(235)	603	540	479	226	226	226	226	
36	DA DUNG	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
37	TRANG	Phan Thiet	220(412)	192(364)	166(314)	71(129)	316	278	240	100	100	100	100	
38	SUOI CAT	Ta Pao	216(262)	202(236)	188(205)	117(83)	220	210	190	110	110	110	110	
42	TUAN TU	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43	TAM NGAN	Tan My	283(308)	246(271)	212(238)	81(97)	296	259	225	89	89	89	89	
45	CAU GAY	Tan My	283	246	212	81	296	259	225	89	89	89	89	
46	TAN VAN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
47	LOC NGAI	Da Lat	202(238)	178(208)	156(174)	75(71)	238	208	174	71	71	71	71	

表 2-3-2(2) 各確率年日雨量の計算結果

No.	Br.Name	St.Name	各確率年日雨量の計算結果(既往解析結果)					採用各確率年日雨量					Note
			1/100	1/50	1/25	1/2	1/100	1/50	1/25	1/2	1/2		
48	NT BO SUA	Lien Khuong	131(156)	126(144)	121(132)	90(79)	131	126	121	90			
52	EA SOUP	Ea Soup	174(216)	161(197)	149(177)	87(96)	220	200	180	97			
55	ROXY	KRong Buk	270(354)	240(313)	213(273)	109(114)	354	313	273	109			
56	KRONGKMAR	Krong Bong	578(520)	488(455)	406(385)	123(133)	549	472	396	128			
58	DAK PO TO	Cheo Reo	287(327)	252(291)	219(257)	99(113)	307	271	238	106			
59	IA DRANG	Chu Pron	381(287)	331(272)	284(255)	100(166)	381	331	284	100			
62	NGOC REO	Kom Tum	206(195)	188(184)	171(172)	91(00)	230	209	189	98			
64	DAK TO KAN	Dac To	255(195)	231(184)	207(172)	104(110)	195	184	172	110			
66	NGOC TU	Dac Lay	280(138)	257(132)	235(125)	122(91)	267	200	190	107			
67	XA CAI	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
70	DO	TraBong	595(650)	545(590)	494(478)	250(190)	595	545	494	250			
72	SONG SAU	Tra Khuc	576(468)	501(442)	432(414)	191(275)	586	523	463	220			
74	BA LE	Phu My	403(239)	371(226)	339(212)	182(138)	403	371	339	182			
76	DAO LONG	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
77	TRUON DINH	Binh Tuong	328(460)	309(405)	289(384)	179(164)	347	325	300	180			
78	TRA O	SongCau	424(320)	391(282)	358(248)	208(110)	494	447	402	200			
79	TRA BUONG	Ha Bang	563(520)	504(457)	446(390)	192(135)	442	393	347	151			
82	DA LOC	Cu Mong	583	524	466	219	550	490	428	177			
83	NGOI NGAN	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
86	TIEN DU	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

()内の数字は橋梁近傍の主要観測所の1987年までのデータをもとに解析された日雨量である。(By TEDI)
採用の確率年日雨量はこれらのデータを調整した値である。

表 2-3-3 各河川の洪水到達時間に計算

Br.No.	Br. Name	Type	H (m)	L (km)	\sqrt{S}	T (h)	Note
2	CHINH DAI	III	—	—	—	—	
4	THACH QUANG	I	—	—	—	—	
5	THACH DINH	II	—	—	—	—	
6	QUYNH BANG	III	—	—	—	—	
7	KE CHIENG	I	420	5	0.290	1.5	
9	BAN KHOANG	I	1300	39	0.1826	9.0	
11	MY SON	I	200	37	0.0735	16.4	
12	CUA TRAI	II	—	—	—	—	
15	PHU VINH	II	—	—	—	—	
18	LAC THIEN	I	320	21	0.1234	7.7	
20	BEN DA	II	30	11	0.0522	8.9	
22	PA NHO	I	490	9	0.2333	2.7	
24	NA MAY	I	790	30	0.1623	8.1	
26	KHE DUONG	II	800	9	0.2918	2.3	
27	HOI PHUOC	I	710	19	0.1933	5.2	
34	SONG QUAN	I	630	10	0.2510	2.8	
35	DAI LOI	II	230	6	0.1958	2.3	
36	DA DUNG	II	—	—	—	—	
37	TRANG	II	50	25	0.0447	9.3	
38	SUOI CAT	II	1070	28	0.1955	6.8	
42	TUAN TU	III	—	—	—	—	
43	TAM NGAN	I	950	17	0.1955	4.8	
45	CAU GAY	I	970	26	0.1932	6.5	
46	TAN VAN	I	—	—	—	—	
47	LOC NGAI	I	510	28	0.1207	8.8	
48	NT BO SUA	I	330	45	0.0856	16.9	
52	EA SOUP	I	590	55	0.1036	17.0	
55	ROXY	I	130	42	0.0556	21.7	
56	KRONG K'MAR	I	1400	27	0.2277	6.0	
58	DAK PO TO	II	510	39	0.1144	12.5	
59	IA DRANG	I	260	38	0.0827	15.4	
62	NGOC REO	I	380	13	0.1710	4.4	
64	DAK TO KAN	I	600	6.0	0.3162	1.6	
66	NGOC TU	I	700	9	0.2789	2.4	
67	XA CAI	II	—	—	—	—	
70	DO	I	700	20	0.2191	5.0	
72	SONG SAU	II	230	22	0.1022	5.4	
74	BA LE	II	430	15	0.1693	4.9	
76	DAO LONG	II	—	—	—	—	
77	TRUONG DINH	II	650	40	0.1275	11.8	
78	TRA O	I	490	12	0.2021	3.7	
79	TRA BUONG	II	600	38	0.1256	11.5	
82	DA LOC	I	670	12	0.2363	3.3	
83	NGOI NGAN	III	—	—	—	—	
86	TIEN DU	III	—	—	—	—	

Type I : 山間部、 II : 平地部、 III : 海岸部、

—の箇所は合理式による流量計算を行わない橋梁サイト河川である。

② 到達時間内雨量強度

流域平均日雨量から洪水到達時間内雨量強度の計算式は物部式による。

$$R_t = R_{24} (T / 24)^k$$

R_t : 洪水到達時間内雨量 (mm/t)

R_{24} : 流域平均 24 時間雨量

T : 洪水到達時間

k : 常数

k の値は日本の河川では $1/2 \sim 1/3$ である。時間雨量データが少ないので、集中降雨を考慮して k 値は $1/3$ の 0.33 を使用する。

各確率年の雨量強度の計算結果は、表 2-3-4 に示す。

③ 流出係数

流出係数 f の値は、建設省河川砂防技術基準（案）同解説、調査編第 5 章第 2 節表 5-2 “日本内地河川の流出係数” を参考にして次の値を使用する。

山地部 : 0.75

④ 流出計算結果

合理式による計算結果は表 2-3-5 に示す。また、ヴェトナム標準流出公式による計算結果も表 2-3-5 に示す。このプロジェクトではその平均値を採用する。

表 2-3-4(1) 各流域の確率日雨量強度の計算

No.	Name	Type	R ₂₄					R _T					R ₁					Note
			1/100	1/50	1/25	1/2	1/100	1/50	1/25	1/2	1/100	1/50	1/25	1/2	1/100	1/50	1/25	
2	CHINH DAI	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	THACHQUANG	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	THACH DINH	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	QUYNH BANG	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	KE CHIENG	I	342	303	265	125	150	133	117	55	75	66.5	58.5	27.5	—	—	—	—
9	BAN KHOANG	I	379	335	292	257	279	247	215	189	29.4	26.0	22.6	19.9	—	—	—	—
11	MY SON	I	411	390	362	230	366	347	322	105	21.7	20.6	19.1	12.1	—	—	—	—
12	CUA TRAI	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	PHU VINH	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	LAC THIEN	I	595	538	483	239	418	378	339	168	51.0	46.1	41.3	20.5	—	—	—	—
20	BEN DA	II	808	713	623	260	593	523	457	191	63.1	55.6	48.6	20.3	—	—	—	—
22	PANHO	I	447	405	364	175	230	208	187	90	71.9	65.0	58.4	28.1	—	—	—	—
24	NA MAY	I	903	778	633	241	644	555	451	172	74.9	64.5	52.4	20.0	—	—	—	—
26	KHE DUONG	II	597	545	495	272	294	268	244	134	105.0	95.7	87.1	47.9	—	—	—	—
27	HOI PHUOC	I	578	516	456	208	348	311	275	136	67.0	59.8	52.9	26.2	—	—	—	—
34	SONG QUAN	I	479	447	416	247	236	220	205	122	84.2	78.5	73.1	43.4	—	—	—	—
35	DAI LOI	II	603	540	479	226	297	266	236	111	106.1	95.0	84.3	39.6	—	—	—	—
36	DA DUNG	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	TRANG	II	316	278	240	100	235	207	179	74	24.0	21.1	18.3	7.6	—	—	—	—
38	SUOI CAT	II	220	210	190	110	149	142	128	74	20.4	19.5	17.5	10.1	—	—	—	—
42	TUAN TU	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	TAM NGAN	I	296	259	225	89	179	156	136	54	34.4	30.1	26.1	10.3	—	—	—	—
45	CAU GAY	I	296	259	225	89	197	172	150	59	28.2	24.6	21.4	8.5	—	—	—	—
46	TAN VAN	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Type I : 山間部、 II : 平地部、 III : 海岸部

表 2-3-4(2) 各流域の確率日雨量強度の計算

No.	Name	Type	R ₂₄						R _r						R ₁						Note				
			1/100		1/25		1/2		1/100		1/50		1/25		1/2		1/100		1/50			1/25		1/2	
47	LOC NGAI	I	238	208	174	71	171	149	125	51	19.4	17.0	14.2	5.8											
48	NT BO SUA	I	131	126	121	90	118	113	109	81	6.8	6.5	6.3	4.7											
52	EA SOUP	I	220	200	180	97	196	174	160	97	11.5	10.5	9.4	5.1											
55	ROXY	I	354	313	273	109	345	305	266	106	15.5	13.7	12.0	4.8											
56	KRONG K'MAR	I	549	472	396	128	367	307	257	83	54.9	47.2	39.6	12.8											
58	DAK PO TO	II	307	271	238	106	251	221	194	87	19.3	17.0	14.9	6.7											
59	IA DRANG	I	381	331	284	100	333	289	248	87	20.9	18.2	15.6	5.5											
62	NGOC REO	I	230	209	189	98	136	124	112	58	27.8	25.3	22.9	11.8											
64	DAK TO KAN	I	195	184	172	110	80	75	70	45	49.9	47.0	44.0	28.1											
66	NGOC TU	I	267	244	221	113	125	114	103	53	52.0	47.5	43.1	22.0											
67	XA CAI	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
70	DO	I	595	545	494	250	366	335	304	154	66.5	60.9	55.3	28.0											
72	SONG SAU	II	586	523	463	220	369	329	291	138	62.5	55.8	49.3	23.4											
74	BA LE	II	403	371	339	182	246	227	207	111	45.6	42.0	38.3	20.6											
76	DAO LONG	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
77	TRUONG DINH	II	347	325	300	180	274	257	237	142	23.3	21.8	20.1	12.1											
78	TRA O	I	494	447	402	200	278	252	226	113	66.2	60.0	50.2	26.9											
79	TRA BUONG	II	442	393	347	151	352	313	276	120	29.3	26.1	23.0	10.0											
82	DALOC	I	550	490	428	177	299	267	233	96	78.7	70.3	61.3	25.3											
83	NGOI NGAN	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
86	TIEN DU	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											

Type I : 山間部、 II : 平地部、 III : 海岸部

表 2-3-5(1) 確率年別各計算式別流出計算結果

No	Br.Name	Type	1 / 1 0 0			1 / 5 0			1 / 2 5			1 / 2		
			Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a
7	KE CHIENG	I	280	270	275	250	230	240	220	200	210	100	90	95
9	BAN KHOANG	I	1160	1250	1205	1030	1070	1050	890	900	895	790	730	760
11	MY SON	II	960	990	975	910	890	900	840	810	825	530	470	500
18	LAC THIEN	I	820	810	815	740	730	735	660	640	650	330	280	305
20	BEN DA	II	410	410	410	360	350	355	310	300	305	130	110	120
22	PA NHO	I	240	230	235	220	210	215	190	180	185	90	80	85
24	NA MAY	I	1,760	1750	1755	1,520	1450	1485	1,230	1120	1175	470	370	420
26	KHE DUONG	II	330	330	330	300	290	295	270	260	265	150	140	145
27	HOI PHUOC	I	1330	980	1160	1180	860	1020	1050	730	890	520	300	410
34	SONG QUAN	I	140	120	130	130	110	120	120	100	110	70	70	70
35	DAI LOI	II	460	410	435	420	350	385	370	300	335	170	100	135
37	TRANG	II	150	140	145	130	120	125	110	100	115	50	40	45
38	SUOI CAT	II	360	350	355	350	330	340	310	290	300	180	160	170
43	TAM NGAN	I	560	610	585	490	520	505	420	440	430	170	140	155
45	CAU GAY	I	850	850	850	740	740	740	640	620	630	250	190	220
47	LOC NGAI	I	590	510	550	520	480	500	430	350	390	180	130	155
48	NT BO SUA	I	440	450	445	420	430	425	410	420	415	310	310	310
52	EA SUOP	I	1290	1070	1180	1180	970	1080	1060	880	970	570	470	520

Qr: 合理式 Qv: ベトナム標準式 Qa : 平均値 (Qr+Qv) / 2

表 2-3-5(2) 確率年別各計算式別流出計算結果

No.	Br.Name	Type	1 / 1 0 0			1 / 5 0			1 / 2 5			1 / 2		
			Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a	Q r	Q v	Q a
55	ROXY	I	570	600	585	500	530	515	440	460	450	180	180	180
56	KRONG KMAR	I	1420	1520	1470	1220	1290	1255	1020	1040	1030	330	220	275
58	DAK PO TO	II	720	720	720	630	620	625	550	530	540	250	200	225
59	IA DRANG	I	520	510	515	460	430	445	390	360	375	140	100	120
62	NGOC REO	I	340	330	335	310	300	305	280	260	270	140	120	130
64	DAK TO KAN	I	120	90	105	120	90	105	110	80	95	70	50	60
66	NGOC TU	I	280	220	250	260	160	210	230	150	190	120	70	95
70	DO	I	1,760	1670	1715	1,610	1500	1555	1,460	1320	1390	740	550	745
72	SONG SAU	II	1,460	1450	1455	1300	1240	1270	1150	1060	1105	550	380	465
74	BA LE	II	360	360	360	330	330	330	300	300	300	160	150	155
77	TRUONG DINH	II	580	570	575	550	520	535	500	470	485	300	250	275
78	TRA O	I	250	270	260	230	240	235	190	200	195	100	100	100
79	TRA BUONG	II	930	990	960	830	920	925	730	800	765	320	310	315
82	DA LOC	I	300	310	305	250	260	255	220	220	220	90	90	90

Qr: 合理式 Qv: ベトナム標準式 Qa : 平均値 (Qr+Qv) / 2

(3) 水位データから橋梁サイトの流量計算

本プロジェクトの中で水位データが参考とできるのは、橋梁 No.4、No.5 である。水位計は2ヶ所ありその名称、位置は前述の表 1-1 のとおりである。

流量に換算されていないので、各年の最高水位を流量に換算して確率流量を計算した。表 2-3-6 に計算結果を示す。詳細計算は別添表 C を参照されたい。

表 2-3-6 水位データから計算された対象橋梁位置における流量

No.	Br.Name	St.Name	Calculated Discharge (m ³ /s)				Note
			1/100	1/50	1/25	1/2	
4	THACH Quang	THACH Quang	3000	2,600	2,300	900	
5	THACH DINH	KIM TAN	4100	4000	3900	2300	

(4) ダム放流量データ

橋梁サイト上流に貯水型ダムがあり、ダムからの放流が橋梁サイト流量に大きく影響する橋梁は No.37, No.48 である。

No.37 橋梁の上流約 16 km に Song Quao ダムがある。ダムの高さは 40 m、貯水量は $73 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、余水吐放流能力は最大 $840 \text{ m}^3/\text{s}$ である。ダムは 1997 年に完成した。最大放流量は 1998 年の約 $300 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。わずか 4 年しか経過していないので確率年評価は困難である。橋梁サイトのヒヤリング情報では、ダム完成後は洪水位のピークは減少しており、1998 年の最大放流量時に最高水位が発生している。

No.48 橋梁の上流約 25 km に Dan Nhim ダムがある。ダム貯水池の流域面積は 775 km^2 、総貯水容量は $177 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、余水吐放流能力は 200 年確率で $4500 \text{ m}^3/\text{s}$ である。余水吐放流量記録は 1978 年から 1998 年まであり、過去最大放流量は $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ (1993) である。確率計算経過は別添付表 D を参照されたい。 $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ は 1/30 に相当する。

確率余水吐放流量の計算結果は表 2-3-7 のとおりである。

表 2-3-7 Da Nhim Dam の放流量確率計算結果 (m³/s)

No.	Br. Name	1/100	1/50	1/25	1/2	Note
48	NONG TRUNG BO SUA	3000	2000	1300	200	21years data

(5) 各橋梁サイトにおける補正流量

これまで計算した各橋梁サイトにおける各計算流量にはバラツキがあり、これら进行评估して設計に使用する流量を補正流量として別添付表 E にまとめた。

以下に橋梁ごとに評価内容、評価流量（表 2-3-8）を記述する。以下 n は粗度係数、 i はエネルギー勾配又は河床勾配である。

表 2-3-8(1) 対象橋梁毎の流量評価

橋梁 No/河川名	評価内容・流量
橋梁 No.2 B (Nham Pham R.)	干潮区域であり雨量データなし。 $n=0.025, i=1/300$ の条件でヒヤリング 通年水位(1/2)で $110\text{m}^3/\text{s}$ 、ヒヤリング通年水位過去最大水位(1/25)で $150\text{m}^3/\text{s}$ である。以上の条件で補正流量は $100(1/2), 150(1/25), 170(1/50), 190(1/100)$ と仮定。
橋梁 No.4 B (Buoï R.)	山地部河川、 $n=0.04, i=1/1000$ で $2170(1/2), 3010(1/25)$ である。近傍の 水位計データからの流量と差が大きい。No.4 サイトは河川が若干カーブ しているため死水域が含まれ大きめの流量となっている。この条件 を評価して、 $1700(1/2), 2700(1/25), 3000(1/50), 3300(1/100)$ とす る。
橋梁 No.5 A (Buoï R.)	平地部河川、 $n=0.025, i=1/1500$ で $2540(1/2), 2860(1/25)$ である。 近傍の水位計データからの流量と差が大きい。洪水時には下流部が少 し狭窄部になっているため、堰あげがあつて、流量計算の精度が困難 である。これら进行评估して、 $1900(1/2), 2900(1/25), 3200(1/50)$ $3500(1/100)$ とする。
橋梁 No.6 A (Mai Giông R.)	干潮区間、 $n=0.025, i=1/3000$ で $190\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 280(1/25)$ とすれば補正 流量は $190\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25), 320(1/50), 350(1/100)$ とする。
橋梁 No.7 B (Ke Chieng R.)	山間部河川、 $n=0.04, i=1/500$ で $200\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25)$ で雨量データ からの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正 流量は $160\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 260(1/25), 290(1/50), 320(1/100)$ とする
橋梁 No.9B (Bang Khoang R.)	山間部河川、 $n=0.04, i=1/200$ 、 $850\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1340(1/25)$ で雨量データから の流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量 は $790(1/2), 1210(1/25), 1340(1/50), 1470(1/100)$ とする
橋梁 No.11A (Kao Tro R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/500$ で $1010\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1250(1/25)$ で雨量データ からの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正 流量は $790(1/2), 1130(1/25), 1240(1/50), 1370(1/100)$ とする
橋梁 No.12 B (Nha Le R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/1000$ で $240\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 390(1/25)$ とすれば補正 流量は $240\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 390(1/25), 430(1/50), 470(1/100)$ とする。
橋梁 No.15 B (My Cuong R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/1000$ で $440\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 520(1/25)$ とすれば補 正流量は $310\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 520(1/25), 570(1/50), 630(1/100)$ とする
橋梁 No.18 A (Sat R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/300$ で $720\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1300(1/25)$ で雨量データ からの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正 流量は $700\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1180(1/25), 1300(1/50), 1430(1/100)$ とする
橋梁 No.20 B (Ben Da R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/2500$ で $310\text{ m}^3/\text{s}(1/2), 390(1/25)$ で雨量データ からの流量と差が小さい。以上の評価から補正流量は $230\text{ m}^3/\text{s}(1/2),$ $390(1/25), 430(1/50), 470(1/100)$ とする。

表 2-3-8(2) 対象橋梁毎の流量評価

橋梁 No/河川名	評価内容・流量
橋梁 No.24 B (O Lau R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/350$ で $1830 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 2220(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $1200\text{m}^3/\text{s}(1/2), 2000(1/25), 2200(1/50), 2420(1/100)$ とする
橋梁 No.26A (KheThuyDuongR.)	平地部河川 $n=0.03, i=1/500$ で $230\text{m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $230 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 360(1/25), 400(1/50), 440(1/100)$ とする。
橋梁 No.27A (R.) :	山間部河川、 $n=0.04, i=1/400$ で $770 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 920(1/25)$ で雨量データからの流量と差が小さい。以上の評価から補正流量は $600\text{m}^3/\text{s}(1/2), 920(1/25), 1010(1/50), 1110(1/100)$ とする
橋梁 No.34B(R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/300$ で $140 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 240(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $150\text{m}^3/\text{s}(1/2), 240(1/25), 270(1/50), 300(1/100)$ とする
橋梁 No.35A (Bau Ong R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/3000$ で $570 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 670(1/25)$ で雨量データからの流量はない。。以上の評価から補正流量は $400\text{m}^3/\text{s}(1/2), 600(1/25), 670(1/50), 740(1/100)$ とする
橋梁 No.36A (Dinh R.)	平地部河川、 $n=0.04, i=1/1000$ で $1380 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1850(1/25)$ で雨量データからの流量は計算なし。以上の評価から補正流量は $1380\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1850(1/25), 2040(1/50), 2240(1/100)$ とする
橋梁 No.37A (Quao R.)	平地部河川、 $n=0.04, i=1/500$ で $240 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25)$ である河川が急カーブしており、死水域等を考慮済みであるが若干大きめの値であろう。上流にダムがありその放流量が大きくなウエイトを占める。前述のダム放流量の $300\text{m}^3/\text{s}$ は $1/5 \sim 1/10$ であると推定すると $240(1/2), 330(1/25), 360(1/50), 400(1/100)$ であろう。これに残流域の雨量から計算した流量を加算した値が橋梁サイトの流量になる。 $280(1/2), 430(1/25), 470(1/50), 570(1/100)$
橋梁 No.38 B (Cat R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/150$ で $180\text{m}^3/\text{s}(1/2), 270(1/25)$ で雨量データからの流量と差が小さい。以上の評価から補正流量は $170 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25), 320(1/50), 350(1/100)$ とする。
橋梁 No.42 B (Lu R.)	干潮区間、 $n=0.025, i=1/3000$ で $230 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25)$ とすれば補正流量は $230 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25), 320(1/50), 350(1/100)$ とする。
橋梁 No.43 A (Da Ninh R.)	山地部河川、 $n=0.05, i=1/400$ で $130\text{m}^3/\text{s}(1/2), 220(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。以上の評価から補正流量は $140\text{m}^3/\text{s}(1/2), 220(1/25), 240(1/50), 270(1/100)$ とする。
橋梁 No.45 B (Ong R.)	山地部河川、 $n=0.05, i=1/150$ で $300\text{m}^3/\text{s}(1/2), 650(1/25)$ で雨量データからの流量と差が小さい。以上の評価から補正流量は $390\text{m}^3/\text{s}(1/2), 650(1/25), 730(1/50), 820(1/100)$ とする。
橋梁 No.46 A (Da R.)	山地部河川、 $n=0.04, i=1/500$ で $570\text{m}^3/\text{s}(1/2), 770(1/25)$ で雨量データからの流量は流域面積が大きい為計算不可。以上の評価から補正流量は $480\text{m}^3/\text{s}(1/2), 770(1/25), 850(1/50), 930(1/100)$ とする約 8 km 上流に新橋梁が数年前に建設済みであり、水文データが入手出来れば再評価したい。なお、 $n=0.05$ でもよいと思われるので若干の余裕がある。

表 2-3-8(3) 対象橋梁毎の流量評価

橋梁 No/河川名	評価内容・流量
橋梁 No.47 B (Da Nga R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/250$ で $290 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 640(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $350 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 580(1/25), 640(1/50), 700(1/100)$ とする
橋梁 No.48 B (Dan Ninh R.)	山地部河川 $n=0.03, i=1/200$ で $1190 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1560(1/25)$ である。上流にダムがありその放流量が大きくなウエイトを占める。前述の確率ダム放流量に残流域の雨量から計算した流量を加算した値が橋梁サイトの流量になる。但し残流域の流量は $310 \text{ m}^3/\text{s}(1/2)$ のみ加算する。その結果は $1200(1/2), 1600(1/25), 2300(1/50), 3300(1/100)$ である。なお参考として、橋梁 No.48 の約 10km 上流の同河川に新橋の計画があり、その水文解析の結果は $1740(1/25), 2100(1/50), 2480(1/100)$ となっている。(但し計算はダムが考慮されていない?) ダム放流実績としては $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ があり、水位からの換算流量が $1560 \text{ m}^3/\text{s}$ では矛盾するが上流部での氾濫や、計算係数の精度の再検討とともに、橋梁計画水位のアップも考慮すべきである。いずれにしても、Bタイプ橋梁であるので、ベトナム政府で水文解析を行う事になる。
橋梁 No.52 A (Soup R.)	山間部河川、 $n=0.05, i=1/500$ で $1360 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1660(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $900 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1500(1/25), 1660(1/50), 1830(1/100)$ とする
橋梁 No.55 B(R.)	山間部河川、 $n=0.04, i=1/100$ で $270 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 490(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $270 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 490(1/25), 540(1/50), 590(1/100)$ とする。
橋梁 No.56 A (KrongK'Ma R.)	山間部河川 $n=0.04, i=1/500$ で $570 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1090(1/25)$ で雨量データからの流量と差が小さい。以上の評価から補正流量 $660 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 1100(1/25), 1200(1/50), 1330(1/100)$ とする
橋梁 No.58 B (Dak Po To R.)	平野部河川 $n=0.04, i=1/250$ で $500 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 700(1/25)$ で雨量データからの流量との差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $380 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 640(1/25), 700(1/50), 770(1/100)$ とする
橋梁 No.59 A (Ia Drang R.)	山間部河川 $n=0.05, i=1/250$ で $220 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $240 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25), 440(1/50), 480(1/100)$ とする
橋梁 No.62 B (Ngoc Reo R.)	山間部河川 $n=0.05, i=1/100$ で $120 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 230(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $140 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 230(1/25), 250(1/50), 280(1/100)$ とする
橋梁 No.64 B (Dak To Kam R.)	山間部河川 $n=0.05, i=1/200$ で $90 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 250(1/25)$ で雨量データからの流量との差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $140 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 230(1/25), 250(1/50), 280(1/100)$ とする
橋梁 No.66 A (Ngoc Tu R.)	山間部河川 $n=0.05, i=1/200$ で $210 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 290(1/25)$ で雨量データからの流量との差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $160 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 260(1/25), 290(1/50), 320(1/100)$ とする
橋梁 No.67 A (Xa Cai R.)	平地部河川、 $n=0.03, i=1/700$ で $460 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 770(1/25)$ で雨量データからの流量は氾濫面積が大きい為計算不可。以上の評価から補正流量は $460 \text{ m}^3/\text{s}(1/2), 770(1/25), 850(1/50), 930(1/100)$ とする

表 2-3-8(4) 対象橋梁毎の流量評価

橋梁 No/河川名	評価内容・流量
橋梁 No.70 A (Tra Bong R.)	山間部河川 $n=0.05, i=1/300$ で $680\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1260(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $760\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1260(1/25), 1390(1/50), 1530(1/100)$ とする
橋梁 No.72 B (Sau R.)	平地部河川 $n=0.03, i=1/750$ で $1100\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1280(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $1100\text{m}^3/\text{s}(1/2), 1280(1/25), 1400(1/50), 1550(1/100)$ とする
橋梁 No.74 A (Ba Le R.)	平地部河川 $n=0.03, i=1/600$ で $160\text{m}^3/\text{s}(1/2), 320(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $190\text{m}^3/\text{s}(1/2), 320(1/25), 350(1/50), 390(1/100)$ とする
橋梁 No.76 B (La Tinh R.)	平地部河川, $n=0.03, i=1/1000$ で $240\text{m}^3/\text{s}(1/2), 470(1/25)$ で雨量データからの流量は氾濫面積が大きい為計算不可。以上の評価から補正流量は $280\text{m}^3/\text{s}(1/2), 470(1/25), 520(1/50), 570(1/100)$ とする。
橋梁 No.77 B (Beo R.)	平地部河川, $n=0.03, i=1/300$ で $180\text{m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25)$ で雨量データからの流量と差が大きい。ヒヤリング水位過小? 以上の評価から補正流量は $240\text{m}^3/\text{s}(1/2), 400(1/25), 440(1/50), 490(1/100)$ とする
橋梁 No.78 A (OO R.)	山間部河川 $n=0.04, i=1/150$ で $220\text{m}^3/\text{s}(1/2), 460(1/25)$ で雨量データからの流量との差が大きい。ヒヤリング水位過大? 以上の評価から補正流量は $250\text{m}^3/\text{s}(1/2), 420(1/25), 460(1/50), 510(1/100)$ とする
橋梁 No.79 A (Tra Baung R.)	平地部河川 $n=0.03, i=1/400$ で $450\text{m}^3/\text{s}(1/2), 870(1/25)$ で雨量データからの流量と差は小さい。以上の評価から補正流量は $520\text{m}^3/\text{s}(1/2), 870(1/25), 960(1/50), 1060(1/100)$ とする
橋梁 No.82 B (Cou R.)	山地部河川, $n=0.04, i=1/750$ で $110\text{m}^3/\text{s}(1/2), 170(1/25)$ で雨量データからの流量と差が小さい。ヒヤリング水位過小? 以上の評価から補正流量は $120\text{m}^3/\text{s}(1/2), 200(1/25), 220(1/50), 240(1/100)$ とする
橋梁 No.83 A (OO R.)	干潮区間, $n=0.025, i=1/3000$ で $30\text{m}^3/\text{s}(1/2), 90(1/25)$ とすれば補正流量は $50\text{m}^3/\text{s}(1/2), 90(1/25), 100(1/50), 110(1/100)$ とする
橋梁 No.86 B (Dahan R.)	干潮区間, $n=0.025, i=1/3000$ で $70\text{m}^3/\text{s}(1/2), 120(1/25)$ とすれば補正流量は $70\text{m}^3/\text{s}(1/2), 120(1/25), 130(1/50), 150(1/100)$ とする

(6) 橋梁計画を考慮した設計水位の計算

前述の各橋梁サイトにおける補正流量は真値に近い流量と仮定する。橋梁計画による橋梁スパン、橋長の計画はサイトの地形、地質、最高水位その他の諸条件から決定される。この橋梁計画に対して、各年確率流量が発生した場合の水位、流速の計算を行う。

コンポーネント A 橋梁については、上下流の河川縦横断面があるのでそこから平均的河川勾配を決定し等流計算を行う。不等流計算は横断面間隔が250mと河川幅に比して大きい事、その間が蛇行しているまたは、急勾配である事等から不相当と判断した。

コンポーネント B 橋梁については、橋梁中心線の河川横断面のみであるので河川勾配を推定して等流計算を行う。

別添付表 F に計算経過を示した。計算結果は表 2-3-9 に示す。

表 2-3-9(1) 新橋梁スパンにおける設計水位の計算結果

Bri.No	Br. Name	Pro. year	Discharge	HWL	Velocity	Note
2	CHIH DAI	1/100	190	12.04	1.59	Max.HWL
		1/50	170	11.79	1.53	=11.6m
		1/25	150	11.53	1.46	
		1/2	100	10.70	1.32	
4	THACH QUANG	1/100	3,630	38.00	3.57	Max.HWL
		1/50	3,300	37.95	3.57	=37.5m
		1/25	3,000	37.23	3.45	
		1/2	1,800	34.08	2.89	
5	THACH DINH	1/100	3,500	30.50	4.53	Max.HWL
		1/50	3,200	30.32	4.50	=29.5m
		1/25	2,900	29.62	3.37	
		1/2	1,900	26.99	3.83	
6	QUYNH BANG	1/100	350	15.72	1.57	Max.HWL
		1/50	320	15.55	1.53	=15.5m
		1/25	290	15.38	1.49	
		1/2	190	14.66	1.33	
7	KE CHIENG	1/100	320	79.70	2.38	Max.HWL
		1/50	290	79.40	2.31	=80.1m
		1/25	260	79.09	2.23	
		1/2	160	77.98	1.88	
9	BAN KHOANG	1/100	1,470	100.57	4.41	Max.HWL
		1/50	1,340	100.33	4.25	=100.4m
		1/25	1,210	100.09	4.09	
		1/2	790	99.23	3.48	
11	MY SON	1/100	1,370	61.23	3.41	Max.HWL
		1/50	1,240	60.54	3.32	=60.6m
		1/25	1,130	59.92	3.23	
		1/2	790	57.84	2.92	
12	CUA TRAI	1/100	470	8.58	2.39	Max.HWL
		1/50	430	8.38	2.31	=8.4m
		1/25	390	8.17	2.23	
		1/2	240	7.30	1.86	
15	PHU VINH	1/100	630	21.50	2.76	Max.HWL
		1/50	570	21.29	2.70	=21.0m
		1/25	520	21.03	2.61	
		1/2	310	19.72	2.23	
18	LAC THIN	1/100	1,430	40.91	3.80	Max.HWL
		1/50	1,300	40.52	3.70	=40.5m
		1/25	1,180	40.14	3.59	
		1/2	700	37.99	3.21	
20	BEN DA	1/100	470	50.35	1.85	Max.HWL
		1/50	430	50.07	1.80	=49.8m
		1/25	390	49.77	1.75	
		1/2	230	48.32	1.47	

表 2-3-9(2) 新橋梁スパンにおける設計水位の計算結果

Bri.No	Br. Name	Pro. year	Discharge	HWL	Velocity	Note
22	PA NHO	1/100	490	81.62	2.54	Max.HWL
		1/50	440	81.37	2.45	=81.4m
		1/25	400	81.17	2.37	
		1/2	250	80.32	2.03	
24	NA MAY	1/100	2,420	80.50	3.62	Max.HWL
		1/50	2,200	80.33	3.57	=79.9m
		1/25	2,000	79.92	3.45	
		1/2	1,200	78.12	2.86	
26	HHE DUONG	1/100	440	121.46	3.12	Max.HWL
		1/50	400	121.26	3.04	=121.2m
		1/25	360	121.05	2.90	
		1/2	230	120.33	2.46	
27	HOI PHOC	1/100	1,110	51.00	4.97	Max.HWL
		1/50	1,010	51.00	4.97	=50.9m
		1/25	920	50.86	4.86	
		1/2	600	49.58	3.89	
34	SONG QUAN	1/100	300	80.76	2.34	Max.HWL
		1/50	270	80.55	2.54	=80.6m
		1/25	240	80.34	2.16	
		1/2	150	79.62	1.83	
35	DAI LOI	1/100	740	52.53	1.87	Max.HWL
		1/50	670	52.15	1.81	=52.3m
		1/25	600	51.76	1.74	
		1/2	400	50.54	1.50	
36	DADUNG	1/100	2,240	15.00	2.86	Max.HWL
		1/50	2,040	15.00	2.86	=14.7m
		1/25	1,850	14.72	2.80	
		1/2	1,380	13.48	2.51	
37	TRNG	1/100	570	61.93	2.28	Max.HWL
		1/50	470	61.51	2.12	=61.4m
		1/25	430	61.33	2.05	
		1/2	280	60.59	1.74	
38	SUOI CAT	1/100	350	70.46	5.06	Max.HWL
		1/50	320	70.32	4.90	=70.2m
		1/25	290	70.17	4.73	
		1/2	170	69.52	3.88	
42	TUAN TU	1/100	350	11.26	1.63	Max.HWL
		1/50	320	11.07	1.58	=10.9m
		1/25	290	10.87	1.52	
		1/2	230	10.44	1.39	
43	TAM NGAN	1/100	270	127.95	1.80	Max.HWL
		1/50	240	127.78	1.74	=127.7m
		1/25	220	127.66	1.69	
		1/2	140	127.13	1.48	

表 2-3-9(3) 新橋梁スパンにおける設計水位の計算結果

Bri.No	Br. Name	Pro. year	Discharge	HWL	Velocity	Note
45	CAU GAY	1/100	820	120.64	3.70	Max.HWL
		1/50	730	120.39	3.54	=120.2m
		1/25	650	120.15	3.39	
		1/2	390	119.30	2.80	
46	TAN VAN	1/100	930	749.09	2.91	Max.HWL
		1/50	850	748.86	2.81	=748.7m
		1/25	770	748.63	2.71	
		1/2	480	747.64	2.30	
47	LOC NGAI	1/100	700	751.55	3.43	Max.HWL
		1/50	640	751.26	3.33	=751.1m
		1/25	580	750.89	3.26	
		1/2	350	749.38	2.86	
48	NONG TRUONG BO SUA	1/100	3,300	900.00	6.74	Max.HWL
		1/50	2,300	899.75	6.55	=898.8m
		1/25	1,600	898.74	5.73	
		1/2	970	897.66	4.78	
52	EA SOUP	1/100	1,830	20.30	3.44	Max.HWL
		1/50	1,660	19.72	3.33	=20.0m
		1/25	1,500	19.15	3.22	
		1/2	900	16.57	2.78	
55	ROXY	1/100	590	11.50	5.44	Max.HWL
		1/50	540	11.30	5.29	=11.0m
		1/25	490	11.07	5.11	
		1/2	270	9.97	4.15	
56	KRONG K MAR	1/100	1,330	12.31	3.13	Max.HWL
		1/50	1,200	11.99	3.02	=12.0m
		1/25	1,100	11.73	2.94	
		1/2	660	10.29	2.55	
58	DAK PO TO	1/100	850	9.88	4.08	Max.HWL
		1/50	770	9.59	3.95	=9.3m
		1/25	700	9.32	3.83	
		1/2	420	8.13	3.22	
59	IA DRANG	1/100	500	12.33	2.96	Max.HWL
		1/50	450	12.06	2.87	=11.8m
		1/25	400	11.77	2.77	
		1/2	240	10.70	2.38	
62	NGOC REO	1/100	280	9.35	3.22	Max.HWL
		1/50	250	9.21	3.08	=9.1m
		1/25	230	9.11	2.99	
		1/2	140	8.61	2.48	
64	DAK TO KAN	1/100	280	6.17	2.32	Max.HWL
		1/50	250	6.02	2.22	=6.0m
		1/25	230	5.92	2.16	
		1/2	140	5.39	1.80	

表 2-3-9(4) 新橋梁スパンにおける設計水位の計算結果

Bri.No	Br. Name	Pro. year	Discharge	HWL	Velocity	Note
66	NGOC TU	1/100	320	8.34	2.25	Max.HWL
		1/50	290	8.22	2.17	=8.2m
		1/25	260	8.09	2.08	
		1/2	160	7.38	1.91	
67	XA CAI	1/100	930	62.00	1.70	Max.HWL
		1/50	850	61.81	1.67	=62.8m
		1/25	770	61.62	1.64	
		1/2	460	60.74	1.59	
70	DO	1/100	1,530	62.78	3.39	Max.HWL
		1/50	1,390	62.45	3.27	=62.3m
		1/25	1,260	62.14	3.16	
		1/2	760	60.81	2.61	
72	SONG SAU	1/100	1,550	42.00	5.45	Max.HWL
		1/50	1,400	41.84	5.35	=41.7m
		1/25	1,280	41.55	5.16	
		1/2	1,100	41.08	4.90	
74	BA LE	1/100	390	11.77	2.93	Max.HWL
		1/50	350	11.55	2.82	=11.5m
		1/25	320	11.37	2.74	
		1/2	190	10.45	2.28	
76	DAO LONG	1/100	570	99.91	2.58	Max.HWL
		1/50	520	99.72	2.50	=99.4m
		1/25	470	99.46	2.41	
		1/2	280	98.38	1.99	
77	TRUONG DINH	1/100	490	8.65	3.69	Max.HWL
		1/50	440	8.47	3.54	=8.4m
		1/25	400	8.31	3.43	
		1/2	240	7.57	2.87	
78	TRA O	1/100	510	13.96	4.25	Max.HWL
		1/50	460	13.72	4.10	=13.7m
		1/25	420	13.51	3.97	
		1/2	250	12.58	3.29	

表 2-3-9(5) 新橋梁スパンにおける設計水位の計算結果

Bri.No	Br. Name	Pro. year	Discharge	HWL	Velocity	Note
79	TRA BUONG	1/100	1060	11.50	3.42	Max.HWL
		1/50	960	11.39	3.36	=11.2m
		1/25	870	11.21	3.25	
		1/2	520	10.38	2.74	
82	DA LOC	1/100	240	9.64	1.93	Max.HWL
		1/50	220	9.44	1.87	=9.6m
		1/25	200	9.24	1.80	
		1/2	120	8.34	1.50	
83	NGOI NGAN	1/100	110	10.01	1.15	Max.HWL
		1/50	100	9.90	1.11	=9.8m
		1/25	90	9.77	1.06	
		1/2	50	9.21	0.85	
86	TIEN DU	1/100	150	11.00	1.52	Max.HWL
		1/50	130	10.90	1.49	=10.8m
		1/25	120	10.72	1.46	
		1/2	70	9.75	1.22	

3. 橋脚周辺の洗掘深の計算

3.1 橋脚周辺の洗掘深まとめ

橋脚周辺の洗掘深の検討は、橋脚の基礎部にあるパイルキャップの上面が現河床又は計画河床より上にある場合に計算を行うこととする。パイルキャップの上面が現河床より深くなっているところは、橋脚の厚さによる水流の乱れによって、洗掘が生じるが

パイルキャップのコンクリートにより妨げられそれ以上洗掘されないと考える。

計算式は各種あり詳細を以下に示すとともに表 3-1 に各式の計算結果を示す。

表 3-1 橋脚の洗掘深計算結果一覧

Br. No	Name PierNo.	I 式 (m)	II 式 (m)	III 式 (m)	IV 式 (m)	設計洗掘深 (m)	有効橋脚幅
5	THACH DINH No.1	6.0	5.2	2.9	4.7	4.7	D=2.6m
5	THACH DINH No.2	4.6	3.9	2.3	3.5	3.6	D=2.0m
6	QUYNH BANG	5.2	2.8	2.5	3.6	3.5	D=2.8m
26	KHE DUONG	4.8	3.4	2.4	3.7	3.6	D=2.3m
35	Dai Loi No.1	6.0	3.7	2.9	3.9	4.1	D=2.6m
35	Dai Loi No.2	4.4	3.4	2.1	2.9	3.2	D=1.9m
56	Krong K' Ma	4.6	4.8	2.3	3.6	3.8	D=2.0m

I 式：国際水理学会公式 (IAHR)

II 式：米国連邦道路局公式 (FHWA)

III 式：オランダ公式

IV 式：土木研究所 (PWRI)

3.2 有効橋脚幅の計算

$$D = B + (B_p - B)(t/y)^{1.25}$$

No.5 P1 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(6/14)^{1.25} = 2.6 \text{ m}$

No.5 P2 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(2/9.5)^{1.25} = 2.0 \text{ m}$

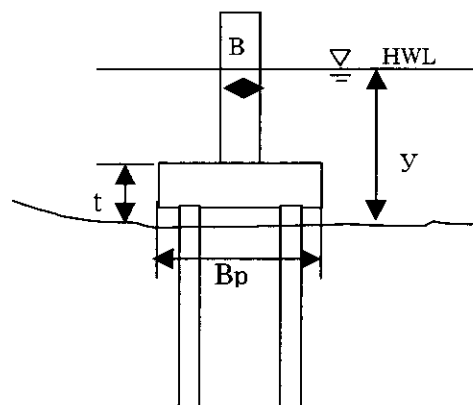
No.6 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(1.5/3.0)^{1.25} = 2.8 \text{ m}$

No.26 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(1.5/4.0)^{1.25} = 2.3 \text{ m}$

No.35 P1 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(3.5/8.5)^{1.25} = 2.6 \text{ m}$

No.35 P2 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(1/6.5)^{1.25} = 1.9 \text{ m}$

No.56 $D = 1.6 + (4.5 - 1.6)(1.5/7.0)^{1.25} = 2.0 \text{ m}$



3.3 洗堀深の計算詳細

(ア) 国際水理学会公式 (IAHR)

動的洗堀で $U_0 > 4 U_c$ のとき

$$Y = 2.3 \times K_1 \times K_2 \times K_{si} \times K_d \times D$$

いずれもこの条件になる。

U_0 : 平均流速

U_c : 土砂移動限界時の平均流速

K_1 : 橋梁先端の補正係数

K_2 : 流向と橋脚の角度の補正係数

K_{si} : 橋脚寸法による補正係数

K_d : 水深による補正係数

D : 橋脚の有効幅

Y : 洗堀深

H : 水深

No.5 P1 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2.6 = 6.0\text{m}$

No.5 P2 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2.0 = 4.6\text{m}$

No.6 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 0.8 \times 2.8 = 5.2\text{m}$

No.26 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 2.3 = 4.8\text{m}$

No.35 P1 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2.6 = 6.0\text{m}$

No.35 P2 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1.9 = 4.4\text{m}$

No.56 $Y = 2.3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2.0 = 4.6\text{m}$

(イ) 米国連邦道路局公式 (FHWA)

$$Y_{me} = 2.0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times h \times Fr^{0.43} \times (D/h)^{0.65}$$

Y_{me} : 動的平衡洗堀深 (m)

K_3 : 河床の起伏による影響の補正係数

K_4 : 河床材料による防護の補正係数

Fr : フルード数 = U_0 / \sqrt{gh}

No.5 P1 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 14 \times 0.44^{0.43} \times (2.6/14)^{0.65} = 5.2\text{m}$

No.5 P2 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 9.5 \times 0.44^{0.43} \times (2.0/9.5)^{0.65} = 3.9\text{m}$

No.6 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 3.0 \times 0.27^{0.43} \times (2.8/3.0)^{0.65} = 2.8\text{m}$

No.26 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 4.0 \times 0.55^{0.43} \times (2.3/4.0)^{0.65} = 3.4\text{m}$

No.35P1 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 8.5 \times 0.24^{0.43} \times (2.6/8.5)^{0.65} = 3.7\text{m}$

No.35P2 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 6.5 \times 0.24^{0.43} \times (1.9/6.5)^{0.65} = 2.8\text{m}$

No.56 $Y_{me} = 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.8 \times 7.0 \times 0.54^{0.43} \times (2.0/7.0)^{0.65} = 4.8\text{m}$

(ウ) オランダの公式

$U_o > U_c$ (動的洗堀)の場合

$$Y_{me} = 1.5 \times K_i \times D \times \tanh(h/D)$$

ここで $K_i = K_1 \times K_2 \times K_g \times K_{gr}$

K_i : 補正係数

K_g : 河床材料の粒径配分の補正係数

K_{gr} : 隣接橋脚の影響による補正係数

$$K_i = 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 = 0.75$$

No.5P1 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.6 \times \tanh(14/2.6) = 2.9\text{m}$

No.5P2 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.0 \times \tanh(9.5/2.0) = 2.3\text{m}$

No.6 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.8 \times \tanh(3.0/2.8) = 2.5\text{m}$

No.26 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.3 \times \tanh(4.0/2.3) = 2.4\text{m}$

No.35P1 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.6 \times \tanh(8.5/2.6) = 2.9\text{m}$

No.35P2 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 1.9 \times \tanh(6.5/1.9) = 2.1\text{m}$

No.56 $Y_{me} = 1.5 \times 0.75 \times 2.0 \times \tanh(7.0/2.0) = 2.3\text{m}$

(エ) 土木研究所公式

$$Z/D = f(F_r, h/d_m, h/D)$$

Z : 最大洗堀深 F_r : フルード数 h : 平均水深

d_m : 河床材料の平均粒径 D : 橋脚有効幅

橋 No.	D (m)	h (m)	d_m (cm)	F_r	f	Z (m)	Note
No.5P1	2.6	14.0	0.01	0.44	1.8	4.7	
No.5P2	2.0	9.5	0.01	0.44	1.75	3.5	
No.6	2.8	3.0	0.01	0.27	1.3	3.6	
No.26	2.3	4.0	0.01	0.55	1.6	3.7	
No.35P1	2.6	8.5	0.01	0.24	1.5	3.9	
No.35P2	1.9	6.5	0.01	0.24	1.5	2.9	
No.56	2.0	7.0	0.01	0.54	1.8	3.6	

添付資料 1 1 交通量調査結果

表3-7 交通量調査結果

Province	Bridge No.	Name of Bridge	Comp. A or B	Existing Bridge	Result of Traffic Volume Survey (6:00~18:00 12hours)										Sum Total of Vehicle (8:00~(A) (A) x 1.3*	Sum Total of Vehicle (24hours) (A) x 1.3*	Road Grade		
					Trailer Truck (4 or 6 wheels)	Truck	Bus	4WD	Sedan	Motorcycle	Bicycle	Pedestrian	Special Vehicles (Such as construction equipment)	Weather				Date	
THANH HOA	2	CHINH DAI	B	O	0	0	0	0	0	0	122	362	84	0	0	13/10	0	0	VI
	4	THACH QUANG	B	X	0	0	0	0	0	0	36	41	46	0	0	17/10	0	0	VI
	5	THACH DINH	A	O	12	33	8	13	4	148	175	50	50	0	0	15/10	70	81	V
	6	QUYNH BANG	A	O	0	35	10	0	2	303	788	174	0	0	0	22/10	47	61	V
	7	KE CHIENG	B	X	0	0	0	0	0	38	207	425	0	0	0	29/10	0	0	VI
NGHE AN	9	BAN KHOANG	B	X	0	0	0	0	0	0	24	540	0	0	0	27/10	0	0	VI
	11	MY SON	A	O	0	23	0	2	559	600	368	0	0	0	1/11	25	33	VI	
	12	CUA TRAI	B	O	0	0	0	0	3	20	23	0	0	0	14/10	0	0	VI	
	15	PHU VINH	B	O	0	0	0	0	0	179	335	111	0	0	0	20/10	0	0	VI
	18	LAC THIEN	A	O	0	0	0	0	0	226	1167	166	0	0	0	20/10	0	0	VI
QUANG TRI	20	BEN DA	B	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	VI	
	22	PA NHO	A	O	0	0	0	0	0	10	0	434	0	0	0	13/10	0	0	VI
	24	NA MAY	B	X	0	2	0	0	0	0	174	151	0	0	0	12/10	0	0	VI
	26	KHE DUONG	A	X	0	0	0	0	0	0	6	176	0	0	0	15/10	2	3	VI
	27	HOI PHUOC	A	X	0	4	0	0	0	95	260	382	0	0	0	16/10	0	0	VI
DA NANG CITY	34	SONG QUAN	B	O	0	4	0	0	0	26	108	250	0	0	0	17/10	4	5	VI
	35	DAI LOI	A	O	0	0	0	0	0	166	335	1098	0	0	0	21/10	4	5	VI
	36	DA DUONG	A	O	204	180	47	9	15	5338	2128	144	0	0	0	19/10	0	0	VI
	37	TRANG	A	O	21	70	0	7	2	1345	1056	11	0	0	0	18/10	456	593	IV
	38	SUOI CAT	B	O	31	43	29	34	25	4842	3342	143	0	0	0	15/10	100	130	V
BINH THUAN	42	TUAN TU	B	O	13	72	2	2	0	1409	1008	160	0	0	0	21/10	162	211	V
	43	TAM NGAN	A	O	0	0	0	0	0	103	503	806	0	0	0	31/10	88	116	V
	45	CAU GAY	B	O	0	9	0	0	0	262	578	50	0	0	0	28/10	0	0	VI
	46	TAN VAN	A	O	31	35	43	65	70	3223	2127	631	0	0	0	30/10	9	12	VI
	47	LOC NGAI	B	O	0	0	0	0	0	160	50	21	0	0	0	24/10	244	317	IV
LAM DONG	48	NONG TRUONG BO SUA	B	O	0	133	0	9	10	1023	156	279	0	0	0	23/10	0	0	VI
	52	EA SOUP	A	O	12	40	2	14	0	835	957	223	36	0	0	26/10	152	188	V
	55	ROXY	B	O	0	80	0	20	14	2654	232	501	470	0	0	20/10	68	88	V
	56	KRONG K'MAR	A	O	0	20	5	5	0	838	1080	432	66	0	0	27/10	114	148	V
	58	DAK PO TO	B	O	0	7	0	2	0	26	71	64	0	0	0	31/10	30	39	VI
GIA LAI	59	IA DRANG	A	O	6	8	0	5	0	403	451	472	25	0	0	24/10	9	12	VI
	62	NGOC REQ	B	O	0	0	0	0	0	61	23	88	0	0	0	25/10	19	25	VI
	64	DAK TO KAN	B	O	0	3	0	0	0	62	26	110	0	0	0	1/11	0	0	VI
	66	NGOC TU	A	O	0	0	0	0	0	20	16	58	0	0	0	3/11	3	4	VI
	67	XA CAI	A	O	0	0	0	0	0	648	1533	1163	0	0	0	4/11	0	0	VI
KOM TUM	70	DO	A	X	0	0	0	0	0	0	66	273	0	0	0	26/10	0	0	VI
	72	SONG SAU	B	O	0	0	0	0	0	255	411	512	0	0	0	24/10	0	0	VI
	74	BA LE	A	O	37	0	0	18	0	572	513	672	33	0	0	23/10	0	0	VI
	76	DAO LONG	B	O	0	0	0	0	0	239	798	29	21	0	0	15/10	55	72	V
	77	TRUONG DINH	B	O	16	15	0	13	2	1050	1340	165	27	0	0	13/10	0	0	VI
PHU YEN	78	TRA O	A	O	4	19	2	0	1	319	420	229	4	0	0	17/10	46	60	V
	79	TRA BUONG	A	X	0	0	0	0	0	171	213	595	0	0	0	20/10	26	34	VI
	82	DA LOC	B	O	0	0	0	0	0	222	260	395	9	0	0	23/10	0	0	VI
	83	NGOI NGAN	A	O	0	8	0	0	0	1139	1177	240	0	0	0	19/10	0	0	VI
	86	TIEN DU	B	O	0	11	0	1	0	881	929	55	0	0	0	5/11	8	10	VI
															2/11	12	16	VI	

*: 本調査時間は夜間を除くものであり、夜間の交通量は大幅に減少することが予想されるため24時間交通量を×1.3として算出した。

添付資料 1 2 ソフトコンポーネント計画書

ヴェトナム国
中部地方橋梁改修計画

ソフトコンポーネント計画書

2002年3月

株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
株式会社オリエンタルコンサルタンツ

ヴェトナム国
中部地方橋梁改修計画
ソフトコンポーネント計画書

目 次

1 . 背景	資料 12-3
2 . 目標	資料 12-4
3 . 成果	資料 12-5
4 . 活動（業務内容の詳細）	資料 12-5
5 . 詳細投入計画	資料 12-7

添付書類

1. ソフトコンポーネントに係る プロジェクト・デザイン・マトリックス	資料 12-12
2. 事業実施工程表	資料 12-13

1. 背景

1.1 プロジェクトの背景

ヴェトナム国（以下、「ヴィ」国と称す）政府は、ヴェトナム戦争終結以降国内経済の復興を目指し、1986年から導入された「ドイモイ」政策のもと、国内の各セクターの整備を精力的に行ってきた。特に、社会基盤整備は経済復興に必要不可欠であるとして、戦争で破壊された道路と橋梁の復興を含む運輸セクターへの投資に高い優先順位を与えている。

本計画の対象地域である「ヴィ」国中部地域の道路網および道路整備の状況は、開発の遅れに伴うインフラの未整備で道路網としての発達は遅れており、特に橋梁はヴェトナム戦争終結後に戦後復旧、毎年のように起こる洪水被害の復旧事業として整備されてきたが、予算不足から仮設橋梁程度の建設がやっとの状況である。その多くは損傷が著しく、重車両の通行はもちろん、軽車両、所によっては人の通行さえおぼつかないところも多い。そのため雨季には完全に孤立状態になってしまう地域も多く、農産物の市場出荷等の経済活動に重大な支障を及ぼし、貧困の主要因となっている。また、医療、教育、行政サービス等の社会活動にも大きな影響を及ぼしており、経済面、生活水準での問題を含む地域である。

従って、本地域の社会経済発展のためには、人、物の移動に必要な道路網の整備、特に橋梁の整備が必要不可欠である。

そこで、「ヴィ」国政府は、日本国政府に対して、中部地域における橋梁建設の無償資金協力を、施設建設型・資材調達型混合案件として要請してきた。

1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクト対象の橋梁は国道上でなく地方道路（省道、群道および村道）上にある。それらの橋梁は、老朽化した橋、落橋の可能性の高い橋、仮設的な橋および重量制限の規制された橋であり、また対象サイトでは橋梁が架設されていない箇所もある。このような状況の中で、橋梁の未整備は農村から地域外への物量の障害となっており、中部地域の社会経済発展の大きな阻害要因になっている。更に、洪水時には地域住民の孤立を招き地域住民生活の安全も脅かしている。

本プロジェクトでは、中部地方 18 省の地方道（省道、群道および村道）における中小規模のうち 45 橋を架け替え・新設対象として選定し、そのうち、23 橋について、フェーズ として、上部工の鋼桁調達および先方政府による上部工鋼桁架設と下部工施工に必要なソフトコンポーネントを実施するものである。

施設建設

- ・ 19 箇所 の PC 桁橋梁、および 3 箇所 の 鋼桁橋梁 の建設
- ・ 上記建設に伴う取付道路建設、法面防護工、および河床工

資材調達

- ・ 23 箇所への鋼桁調達（この内、幹線道路から遠いため塗装保守の厳しい 9 箇所には、将来にわたって塗装塗り替えの必要のない耐候性鋼材を採用。）
- ・ 下部工・基礎工建設は「ヴィ」国側が実施。

1.3 ソフトコンポーネント導入の必要性和効果

本プロジェクトでは、資材調達型の対象になっている 23 橋梁に対し、鋼桁を調達する。しかし、「ヴィ」国の架設に係るノウハウが十分でないことより、プロジェクトの円滑な進行や出来形品質の確保が課題となる。

このため、「ヴィ」国技術者への鋼桁橋に係る各種マニュアルの提供、下部工施工のモニタリングの実施を通じ、技術移転を図りつつプロジェクトの円滑な遂行と品質の向上を図ることが可能になる。

2 . 目標

本ソフトコンポーネント業務では、先の 2 プロジェクト（北部地方橋梁改修計画、メコンデルタ地域橋梁改修計画）に引き続き、以下を上位目標、およびソフトコンポーネント目標とする。

上位目標

「ヴィ」国における鋼桁橋梁建設の持続的発展

ソフトコンポーネント目標

「ヴィ」国における鋼桁橋梁架設技術の確立及び下部工施工技術のレベルアップ

3. 成果

上記目標を達成するためには、以下の成果が必要である。

鋼桁橋架設の工程管理が出来る。

鋼桁橋架設の品質管理が出来る。

鋼桁橋架設の出来形管理が出来る。

鋼桁橋架設の安全管理が出来る。

鋼桁の維持管理が出来る。

これらのうち、本ソフトコンポーネントでは ~ について重視し、 については「ヴィ」国側の自助努力に期待し、ソフトコンポーネント期間内において、関係者とのディスカッションおよびマニュアル等を通じて、適宜、助言を行うものとする。

また、成果品は以下の通りとする。

- ・ 下部工工事のモニタリング報告書
- ・ 工程管理マニュアル
- ・ 品質管理マニュアル
- ・ 出来形管理マニュアル
- ・ 安全管理マニュアル
- ・ 維持管理マニュアル

4. 活動（業務内容の詳細）

上記目標を達成するため実現しなければならない成果に対して、本ソフトコンポーネント業務で以下の活動を実施する。

成果 「鋼桁橋架設の工程管理が出来る」を得るための活動としては、以下の項目が挙げられる。

- 1 現地輸送のモニタリング
対象鋼桁橋梁は、地方道路（省道、郡道および村道）上に架かるため、架橋位置までの道路状況と道程をモニタリングすることにより、工程管理の補助業務を行う。
- 2 鋼桁架設工程管理マニュアルの作成およびモニタリング
鋼桁架設の工程管理マニュアル作成およびモニタリングを実施することにより、必要に応じて指導を行い、工程管理を図る。

- 3 下部工工事のモニタリング

「ヴィ」国政府による下部工工事の工程、品質と出来形は、鋼桁橋架設の工程および品質に大きく影響する。このため以下のモニタリングを実施する。

- ・ 下部工設計および施工計画のレビュー
- ・ 下部工施工工程のモニタリング
- ・ 下部工品質のモニタリング
- ・ 下部工出来形管理のモニタリング
- ・ 下部工施工完全管理のモニタリング

成果 「鋼桁橋架設の品質管理が出来る」を得るための活動としては、以下の項目が挙げられる。

- 1 品質管理マニュアルの作成およびモニタリング

特に「ヴィ国」政府による現場塗装（外塗り）は、日本で行われる下塗りや中塗りに比較して、鋼桁の品質確保に対する重要度が高い。そこで、品質に関するマニュアル作成およびモニタリングを実施することにより、必要に応じて指導を行い、品質の確保を図る。

- 2 鋼桁保管のモニタリング

鋼桁は、保管状況によっては腐食し、品質が低下する。保管状況のモニタリングを実施することにより、必要に応じて指導を行い、品質の確保を図る。

成果 「鋼桁橋架設の出来形管理が出来る」を得るための活動としては、以下の項目が挙げられる。

- 1 出来形管理マニュアルの作成

実施設計期間中に鋼桁架設に関するマニュアルを作成し、ローカルエンジニアへの技術移転に役立てる。

成果 「鋼桁橋架設の安全管理が出来る」を得るための活動としては、以下の項目が挙げられる。

- 1 安全管理マニュアルの作成

鋼桁架設を安全かつ円滑に実施できるよう、安全管理マニュアルを作成し、ローカルエンジニアの安全管理の徹底、認識向上を図る。

成果 「鋼桁の維持管理が出来る」を得るための活動としては、以下の項目が挙げられる。

- 1 維持管理マニュアルの作成
建設完了後において施設の維持管理を行うことにより、長期に亘りその機能の持続性を確保する。

5. 詳細投入計画

本ソフトコンポーネント業務は、中部地域に広く点在する 23 橋梁の鋼桁架設に対して実施される。日本人技師の派遣による現地補助員へのセミナー実施およびアドバイス、現地補助員の効率的な投入およびマニュアル・チェックシートの活用による技術移転およびモニタリングの実施が必要となる。

5.1 実施時期

業務実施のバーチャートは表 12-2 を参照のこと

表12-2 ヴィエトナム中部地方橋梁改修計画 ソフトコンピューターネットワーク工程

年	月													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
北部 (6省8橋) 担当	マニユアル整備													
	下部工設計のレビュー													
	下部工進捗モニタリング													
	下部工建設に関わる安全管理指導													
	下部工工程・品質管理指導													
	下部工出来形・維持管理指導													
	鋼桁架設進捗モニタリング													
	鋼桁架設に関わる安全管理指導													
	鋼桁架設工程・品質管理指導													
	鋼桁架設維持管理指導													
カウンターパート参加 (各省1名)														
中部 (6省8橋) 担当	下部工設計のレビュー													
	下部工進捗モニタリング													
	下部工建設に関わる安全管理指導													
	下部工工程・品質管理指導													
	下部工出来形・維持管理指導													
	鋼桁架設進捗モニタリング													
	鋼桁架設に関わる安全管理指導													
	鋼桁架設工程・品質管理指導													
	鋼桁架設維持管理指導													
	カウンターパート参加 (各省1名)													
南部 (5省7橋) 担当	下部工設計のレビュー													
	下部工進捗モニタリング													
	下部工建設に関わる安全管理指導													
	下部工工程・品質管理指導													
	下部工出来形・維持管理指導													
	鋼桁架設進捗モニタリング													
	鋼桁架設に関わる安全管理指導													
	鋼桁架設工程・品質管理指導													
	鋼桁架設維持管理指導													
	カウンターパート参加 (各省1名)													

* 中部地方は、南北1,300 kmにわたるため、北部、中部、南部の3地域に分けて実施する。

5.2 要員

業務を実施する要員は、ヴェトナム中部地方橋梁の対象範囲が南北に 1,300km と広範囲であること、その中に 23 橋梁が散在し、下部工の施工が開始されることから、日本より派遣する技術者は 3 名とする。その工程は添付資料 2 に示す通りである。

・日本人技術者

工程管理マニュアル・品質管理マニュアル・出来形管理マニュアル・安全管理マニュアル・維持管理マニュアルの作成、および現地セミナーの実施（現地技術者への説明）

下部工工事の進捗状況のモニタリングと指導

現地技術者への指導、全橋梁の現地輸送・鋼桁保管・鋼桁架設・現場塗装のモニタリングと指導

工程管理のモニタリングと指導

・ヴェトナム人要員（通訳兼現地補助員）

下部工工事の進捗状況のモニタリングと指導

各種マニュアル・チェックリストに基づく現地輸送・鋼桁保管・現場塗装のモニタリングと指導

チェックリストに基づく工程管理のモニタリングと指導

また、本ソフトコンポーネント業務の実施にあたり、以下の事項は「ヴィ」国側の責任で準備し、その費用も負担するものとする。

- ・ 研修施設の提供
- ・ 通訳兼現地補助員の派遣
- ・ プロジェクトの運営管理費用

5.3 所要経費

ソフトコンポーネント所要経費は表 12-3、表 12-4 に示す通りである。

表 12-3 ソフトコンポーネント所要経費一覧表

名称	金額			備考
	現地貨 (1000VND)	米ドル (US\$)	日本円 (¥)	
直接経費	724,994.60	81,687.50	11,253,740	内訳 1
直接人件費	0	0	30,153,000	内訳 2
間接費	0	0	42,214,200	内訳 3
合計	724,994.60	81,687.50	83,620,940	
円換算	5,960,757	10,024,690	83,620,940	¥99,606,387

合計： ¥99,606,000(千円単位切り捨て)

交換レート

1000VND= 8.22 円

1 米ドル = 122.72 円

表 12-4 諸経費内訳

名称	規格	数量	単位	単価			金額			備考
				現地貨 (1000VND)	米ドル (US\$)	日本円 (¥)	現地貨 (1000VND)	米ドル (US\$)	日本円 (¥)	
1. 直接人件費		1	式							
a 現地調査										
橋梁上部工1	3号	11	月			874,000			9,614,000	
橋梁上部工2	3号	11	月			874,000			9,614,000	
橋梁上部工3	3号	11	月			874,000			9,614,000	
小計									28,842,000	
b 国内調査										
橋梁上部工1	3号	1.5	月			874,000			1,311,000	
橋梁上部工2	3号	0	月			874,000			0	
橋梁上部工3	3号	0	月			874,000			0	
小計									1,311,000	
合計									30,153,000	
2. 直設経費										
1)航空運賃		1	式						745,620	
2)日当+宿泊費		1	式						39,600.00	
3)車輦費		1	式						9,900.00	
4)現地備人費		1	式						30,937.50	
5)報告書等作成費		1	式						1,250.00	
合計									724,994.60	
									724,994.60	
3. 間接費										
1)諸経費		1	式						30,153,000	直設人件費の100%
2)技術経費		1	式						12,061,200	(直人費+諸経費)の20%
合計									42,214,200	

添付書類 1 : ソフトコンポーネントに係る PDM

添付資料 1：ソフトコンポーネントに係るプロジェクト・デザイン・マトリックス

プロジェクト名：中部地方橋梁改修計画

対象地域国：ヴェトナム社会主義共和国

ターゲットグループ：PMU18 担当者、現地技術者

期間：2002 年 5 月～2003 年 3 月

プロジェクトの要約		指標	指標データの入手手段	外部条件
上位目標	1. 「ヴィ」国における橋梁建設の持続的発展	1. 省内での経済活動の活性化 2. 新規鋼桁橋工事実績の増加	・各省の GDP ・橋梁台帳	・橋梁建設と維持管理に必要な予算の確保
ソフトコンポーネント目標	1. 「ヴィ」国における鋼桁橋梁架設技術の確立及び下部工施工技術のレベルアップ	1. 新規鋼桁橋工事実績の増加 2. チェックシートを用いたチェックにおいて妥当性が検証できる。	・橋梁台帳 ・最終報告書 ・完了証明書	・チェックシートの将来にわたる活用 ・マニュアルの将来にわたる活用 ・モニタリング技術の継承
成果	1. 鋼桁橋架設の工程管理ができる 2. 鋼桁橋架設の品質管理ができる 3. 鋼桁橋架設の出来形管理ができる 4. 鋼桁橋架設の安全管理ができる 5. 鋼桁橋の維持管理ができる	1. 工程通りの建設の遂行 2. 調達資材の保管・塗装の適切な実施 3. 橋梁維持管理の適切な実施	・工程管理表 ・月例報告書 ・竣工図	・下部工工事の工程通りの実施 ・鋼桁の工程通りの現場への調達 ・架設工事の予算確保 ・適切な現地業者の選定
活動	1-1 現地輸送のモニタリング 1-2 下部工工事のモニタリング 1-3 現場塗装のモニタリング 2-1 工程管理マニュアルの作成 2-2 品質管理マニュアルの作成 2-3 出来形管理マニュアルの作成 2-4 安全管理マニュアルの作成 2-5 鋼桁維持管理マニュアルの作成	投入 <日本側> 1. 鋼桁の供与 2. 鋼桁架設専門家の派遣 11M/M (1人×11ヶ月；現地) 3. 現地活動費 724,994,600VND 81,687.50US\$ 83,620,940 円	<ヴェトナム側> 1. 下部工・取付道路建設 2. 研修施設の提供 3. 通訳兼現地補助員の派遣 4. プロジェクトの運営管理費用	前提条件 1. 適切なカウンタートパートの配置 2. 橋梁建設に省が高い優先度を保証している。

