

表 9.1 230 kV 送電線改修用資材

資材

番号	資材項目	単位	数量	技術使用
M 1.	Galvanized Steel Angle			
	L 40 x 40 x 3	meter	11,280	6 m long, SS-41
	L 45 x 45 x 4	meter	4,560	6 m long, SS-41
	- ditto -	meter	7,140	6 m long, SS-50
	L 50 x 50 x 4	meter	1,140	6 m long, SS-41
	- ditto -	meter	720	6 m long, SS-50
	L 50 x 50 x 6	meter	288	6 m long, SS-41
	L 60 x 60 x 5	meter	1,920	8 m long, SS-41
	- ditto -	meter	40	8 m long, SS-50
	L 65 x 65 x 6	meter	240	8 m long, SS-41
	L 80 x 80 x 6	meter	88	8 m long, SS-41
	L 90 x 90 x 7	meter	1,000	8 m long, SS-50
	L 100 x 100 x 7	meter	18	8 m long, SS-41
	L 100 x 100 x 10	meter	1,000	8 m long, SS-50
	L 130 x 130 x 9	meter	504	8 m long, SS-50
	(Total Weight)		(105 tons)	
M 2.	Galvanized Steel Plate			
	4.5 mm thick	sheet	20	1.5 m x 3.0 m, SS-41
	6.0 mm thick	sheet	6	1.5 m x 3.0 m, SS-41
	9.0 mm thick	sheet	2	1.5 m x 3.0 m, SS-41
	12.0 mm thick	sheet	2	1.5 m x 3.0 m, SS-41
	(Total Weight)		(6 tons)	
M 3.	Galvanize Bolt and Nut			
	12 mm dia. x 40 mm long	piece	7,500	SS-41, with flat and spring washers
	16 mm dia. x 40 mm long	piece	7,500	SS-50, with flat and spring washers
	16 mm dia. x 50 mm long	piece	3,000	SS-50, with flat and spring washers
	16 mm dia. x 60 mm long	piece	1,000	SS-50, with flat and spring washers
	20 mm dia. x 60 mm long	piece	500	SS-50, with flat and spring washers
	(Total Quantity)	(piece)	(19,500)	
M 4.	Insulator Set			
	Single Suspension Set	set	50	Complete set with insulator units
	Double Suspension Set	set	50	Complete set with insulator units
	Single Tension Set	set	40	Complete set with insulator units
	Double Tension Set	set	40	Complete set with insulator units
	Standard Insulator Disc	unit	10,000	254 mmx 146mm porcelain
	Fog Type Insulator Disc	unit	2,000	254 mmx 146mm porcelain
M 5.	Preformed Armour Rod	set	300	For ACSR 410 sq.mm
M 6.	Midspan Joint			
	For Power Conductor	set	500	For ACSR 410 sq.mm
	For Groundwire	set	100	For Galvanized Stranding Wire 90 sq.mm

番号	資材項目	単位	数量	技術使用
M 7.	Repair Sleeve	set	300	For ACSR 410 sq.mm
M 8.	Compression Dead-End Clamp	set	120	For ACSR 410 sq.mm with Jumper Lug
M 9.	Vibration Damper	set	300	Stockbridge Type for ACSR 410 sq.mm
M10.	Hardware for O.H Earthwire			
	Suspension Clip	set	100	For Galvanized Stranding Wire 90 sq.mm
	Complete Tension Set	set	50	For Galvanized Stranding Wire 90 sq.mm
M11.	Power Conductor	meter	60,000	ACSR 410 sq.mm
M12.	Overhead Earthwire	meter	20,000	Galvanized Stranding Steel Wire 90 sq.mm

工具類

番号	資材項目	単位	数量	技術使用
T 1.	Engine Winch	set	2	Mounting on 4 WD Vehicle
T 2.	Conductor Tensioner	unit	2	1.2 m dia. Shoe-Chain Type
T 3.	Hand Winch	set	4	20 tons capacity in combination with pulley
T 4.	B.V Winch	set	6	4 tons capacity in combination with pulley
T 5.	Chain Hoist	set	6	4.5 - 6.0 tons capacity
T 6.	Tirfor	set	6	Type T-35 (3 tons capacity)
T 7.	Aluminium Ladder	set	6	5m + 7m(12m) long per set, Aluminium-made
T 8.	Insulator Replacer	set	6	Complete set for 254 mm x 146 mm
T 9.	Torque Wrench	set	4	200 -900 kgf-cm
T10.	Gin Pole	set	5	15 m long in total
T11.	Turnbuckle	set	20	3 - 5 tons capacity
T12.	Hydraulic Compressor	set	4	with a 25m tube and dies for ACSR 410 sq.mm and Galvanize Stranding Steel Wire 90 sq.mm
T13.	Hydraulic Cutter	set	4	For ACSR 410 sq.mm, Model : SS-55A
T14.	Nylon Rope (12 mm dia.)	km	4	In 200 meter coil
	Nylon Rope (16 mm dia.)	km	4	In 200 meter coil
T15.	Hand Drill	set	6	For bolt holing at site
T16.	Pulling Grip for Power Conductor	set	10	Braid Type Grip for ACSR 410 sq.mm
	Pulling Grip for O.H Earthwire	set	10	Braid Type Grip for GSW 90 sq.mm
T17.	Swivel for 2,500 kg Pulling	set	20	Clevis-type
	Swivel for 4,000 kg Pulling	set	20	Clevis-type
T18.	Fault Insulator Detector	set	10	Gap-type Detector for 230 kV Line
T19.	Aerial Conductor Car	set	4	For Single Conductor Use
T20.	Earthing Roller	set	4	
T21.	Temporary Earthing Equipment	set	30	For Transmission Line Use
T22.	Conductor Cutter With Dies	set	6	ACSR 410 sq.mm, 336.4 MCM, 397.5 MCM, 200 sq.mm, 185 sq.mm and 200 sq.mm
T23.	Line Throwing Equipment	set	4	Spring-type

番号	資材項目	単位	数量	技術使用
T24.	Portable Hydraulic Punch	set	4	For Bolt-holing of 12 mm, 16 mm and 19 mm
T25.	Ratchet Spanner	set	20	For Bolts of smaller of 14 mm and 16 mm dia.
	- ditto -	set	20	For Bolts of 16 mm and 18 mm dia.
	- ditto -	set	20	For Bolts of 20 mm and 22 mm dia.
T26.	Tension Meter	set	3	For 1 ton use
	- ditto -	set	3	For 3 tons use
	- ditto -	set	3	For 5 tons use
T27.	Come-along Clamp	set	24	For ACSR 410 sq.mm
T28.	Wire Rope, 10 mm dia.	km	5	In 200 m Coil with 25 connectors
	Wire Rope, 12 mm dia.	km	5	In 200 m Coil with 25 connectors
	Wire Rope, 14 mm dia.	km	5	In 200 m Coil with 25 connectors
T29.	Wire Grip	set	16	Model WG-4000
T30.	Pulley Block	set	200	309mm dia., Aluminium made, urethane-lined
T31.	Snatch Block	set	10	Type IS-150
	- ditto -	set	12	Type 2S-150
T32.	Safety Belt for Lineman	set	200	With 2 m Safety Rope
	Spare Safety Rope	meter	400	Rope only

表 9.2(1) 主柱材用ボルトゲージ表

(単位 mm)

母材材種 アングルサイズ	ボルトの呼び			M12			M16			M20			M22			M24											
	ゲージ G1	g0	g1	g2	g3	g0	g1	g2	g3	g0	g1	g2	g3	g0	g1	g2	g3										
L 50	4	6.5	30.5	30	28	35.5	37.5	35	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 60	4	6.5	35.5	35	35	37.5	39.5	40	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 65	6	8.5	36.5	40	40	39.5	41.5	40	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 70	6	8.5	39.5	40	40	39.5	41.5	40	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 75	6	8.5	39.5	40	40	39.5	41.5	40	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 80	6	8.5	39.5	40	40	39.5	41.5	40	40	44.5	45	50	55	51	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 90	7	10	41	42	42	42	44	45	45	47	47	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 100	7	10	42	42	42	42	44	45	45	47	47	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 120	8	12	45	45	45	45	45	45	45	47	47	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 130	9	12	46	46	46	46	46	46	46	47	47	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 150	12	14	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 175	12	15	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 200	15	17	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	55	52	55	60	65	69	71	74	78	82	87	94	104	110	
L 250	25	24	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

- 注) 1. $g0 = t + r1 + e1 + 5$ ただし、印付きは余裕 5 mm を含まない。
 2. $g2 \geq t + r1 + e1$ を標準とする。
 3. $g3 \leq F - e2$
 4. *印付きは最下節の場合のみ使用することができる。

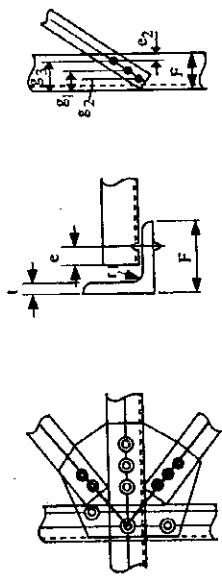
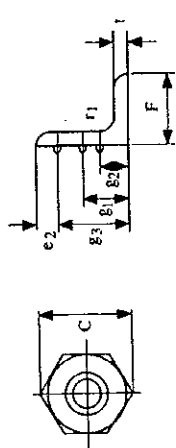


表 9.2(2) 腹柱材用ボルトゲージ表

(単位 mm)

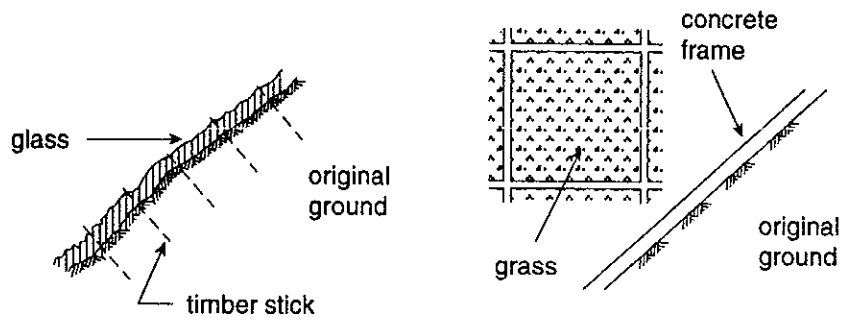
ボルトの呼び 規格	普通ゲージ												平銀ゲージ														
	M12			M16			M22			M24			M12			M16			M20			M22			M24		
	g ₂	g ₁	g ₃	g ₂	g ₁	g ₃	g ₂	g ₁	g ₃	g ₂	g ₁	g ₃	g ₂	g ₁	g ₃	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外		
L40	3	4.5	20																								
L45	4	6.5	22.5																								
L50	4	6.5	25																								
L60	4	6.5	30			30																					
L65	6	8.5	30			32.5																					
L70	6	8.5	30			35																					
L75	6	8.5	30			37.5																					
L80	6	8.5	35			40																					
L90	6	10	40			45																					
L100	7	10	40			50																					
L120	8	12	45			60																					
L130	9	12	45			65																					
L150	10	14				75																					
L175	15	17				100																					
L200	20					165																					
	25																										

- 注) 1. 1列ゲージ $g_1 \geq \frac{1}{2} \times F$
 2. 2列ゲージ $g_2 \geq t + r_1 + \frac{C}{2}$ を標準とする。
 $g_3 \leq F - e_2$
 3. L100以下の2列ゲージは原則として使用しない。

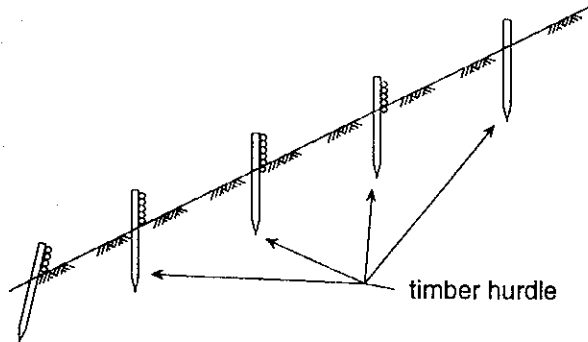


ボルトの呼び	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M30	M36
C	19.6	21.9	27.7	31.6	37.0	41.6	53.1	63.5

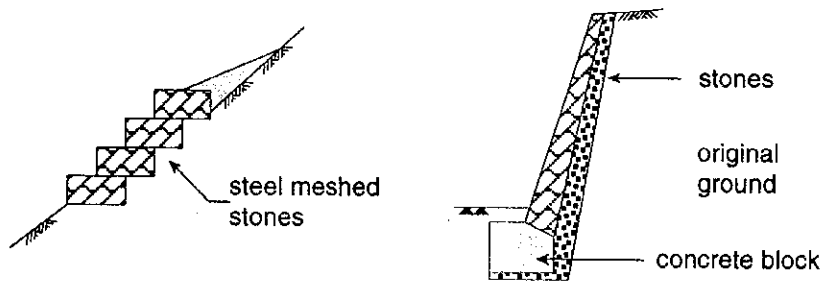
GRASSING



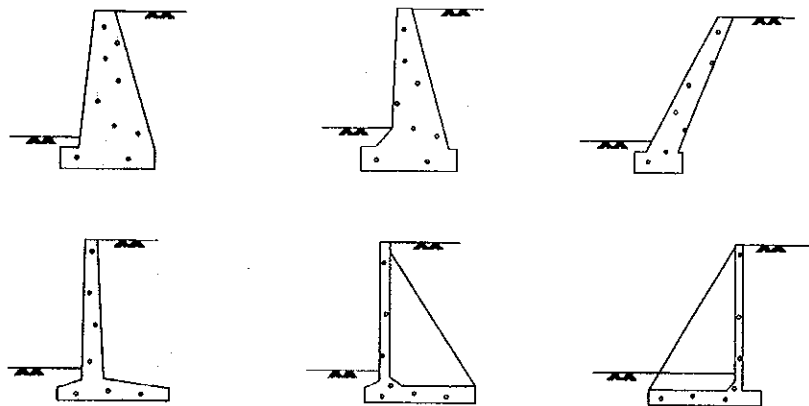
SLOPE PROTECTION

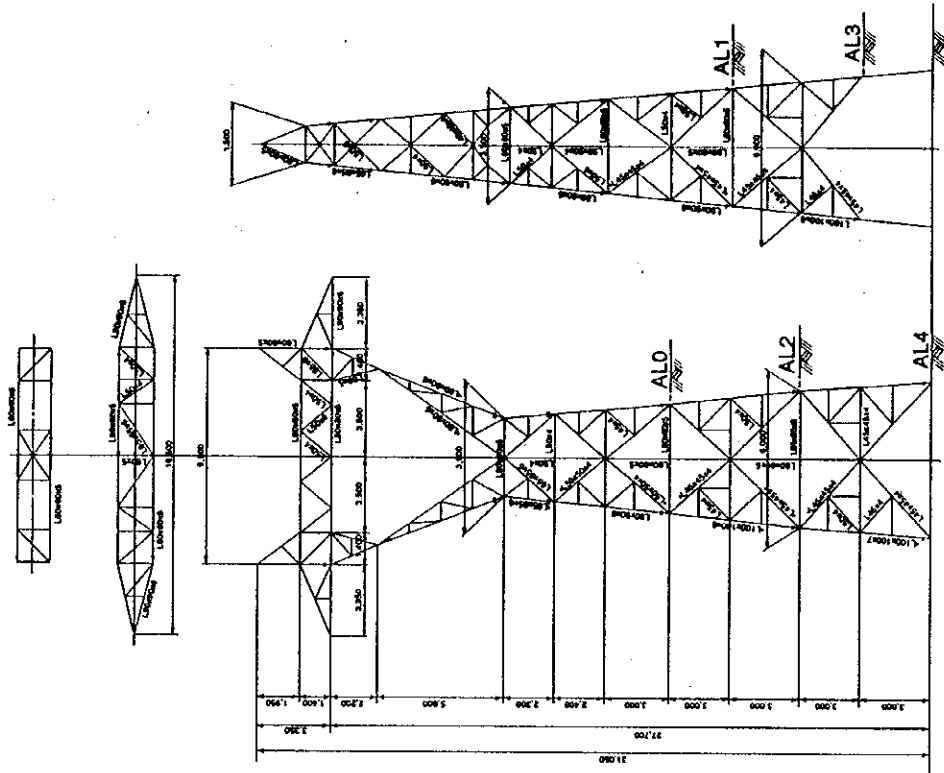


STONE REVENTMENT

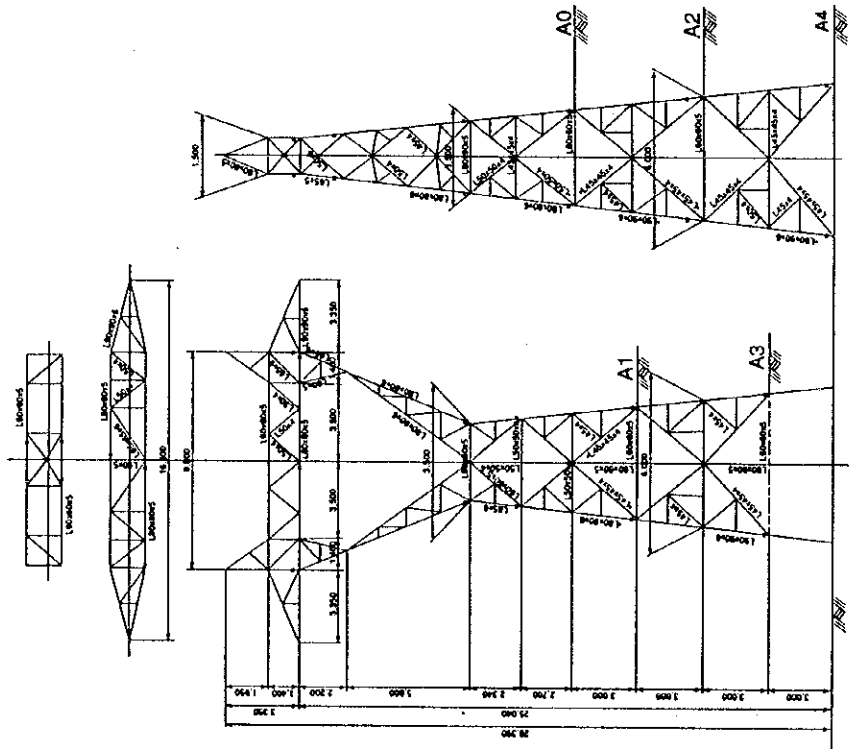


MASONRY





TYPE - AL TOWER

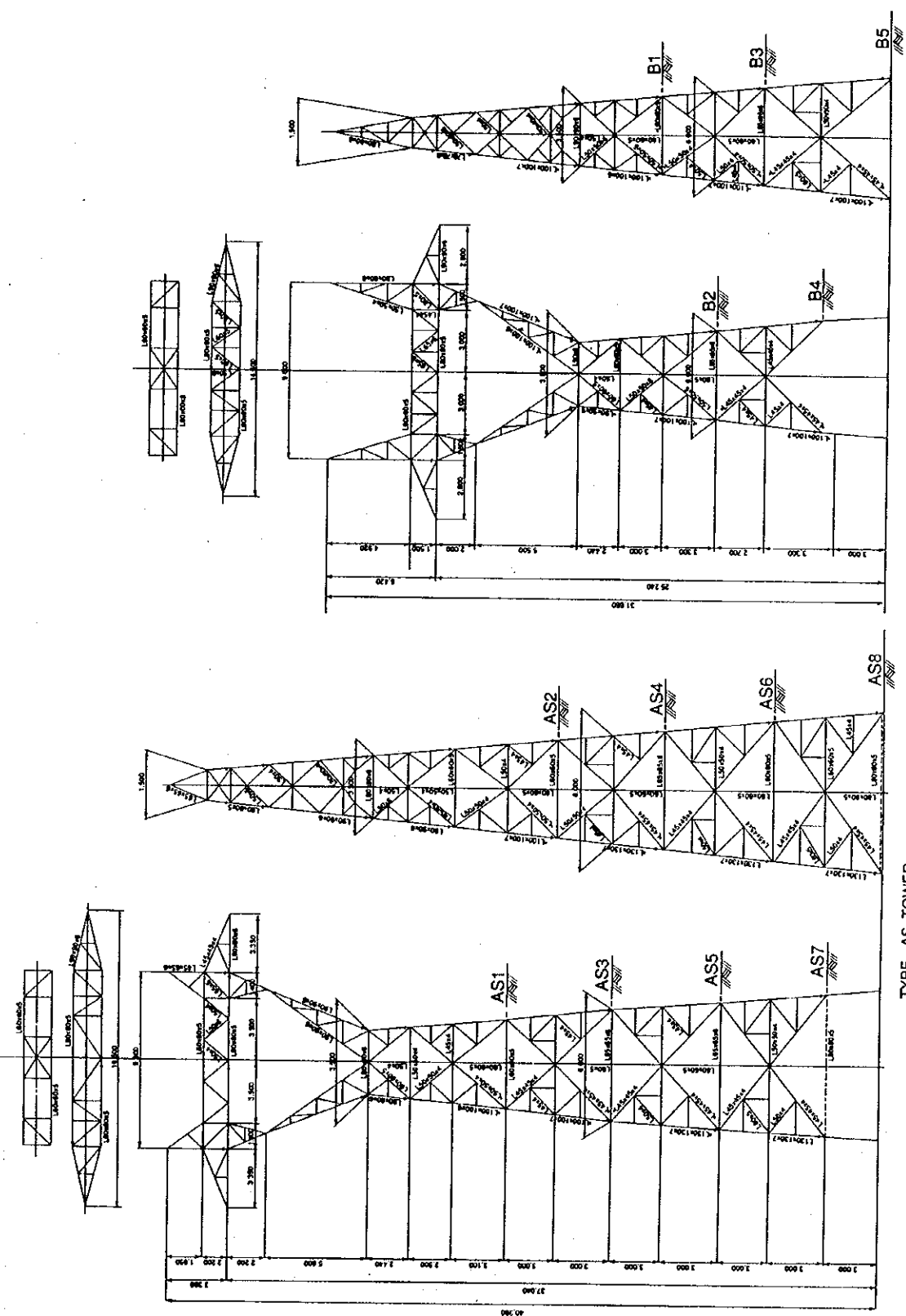


TYPE - A TOWER

ザイエトナム社会主義共和国
ダニム電力システム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

図 9.2 (1)
鉄塔スケルトン図



TYPE - B TOWER

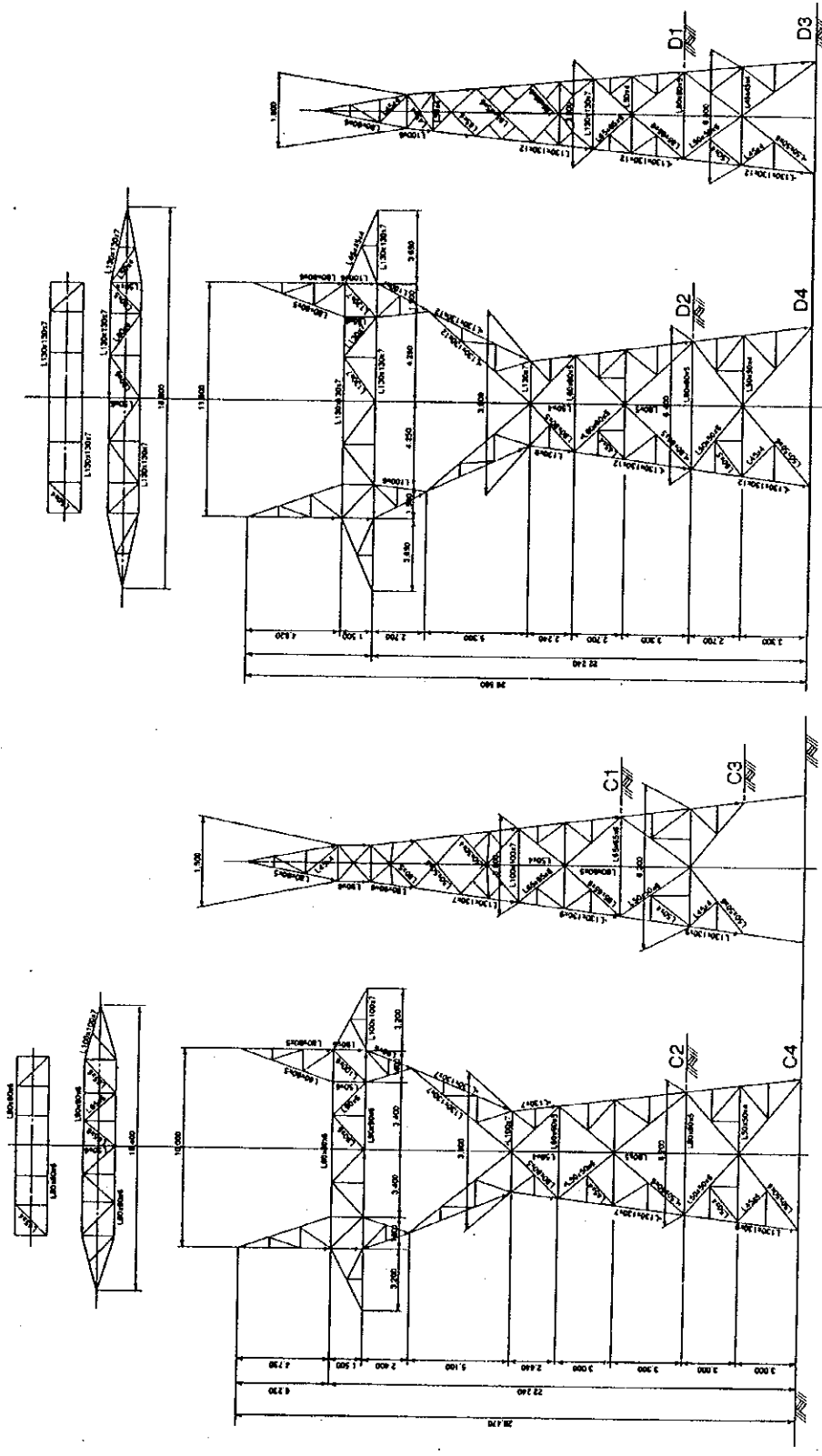
TYPE - AS TOWER

グイエトナム社会主義共和国
ダム電力システム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY

国際協力事業団

図 9.2 (2)
鉄塔スケルトン図



TYPE - D TOWER

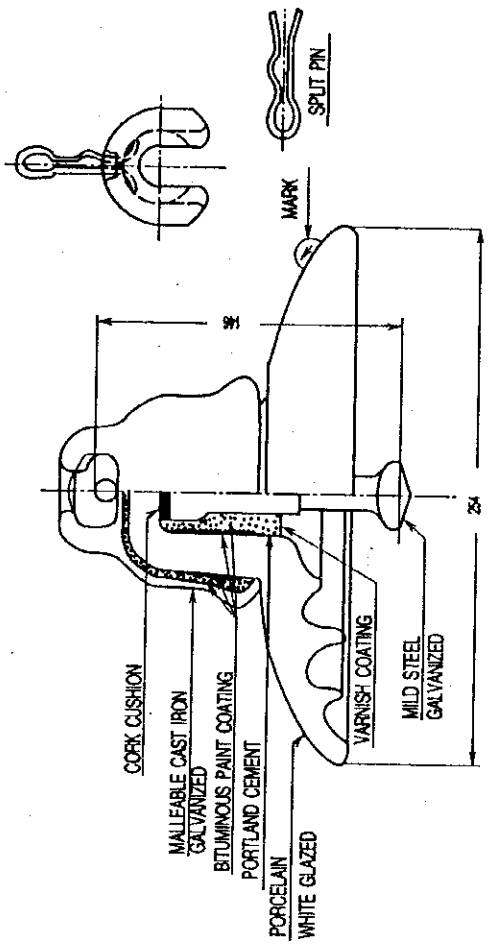
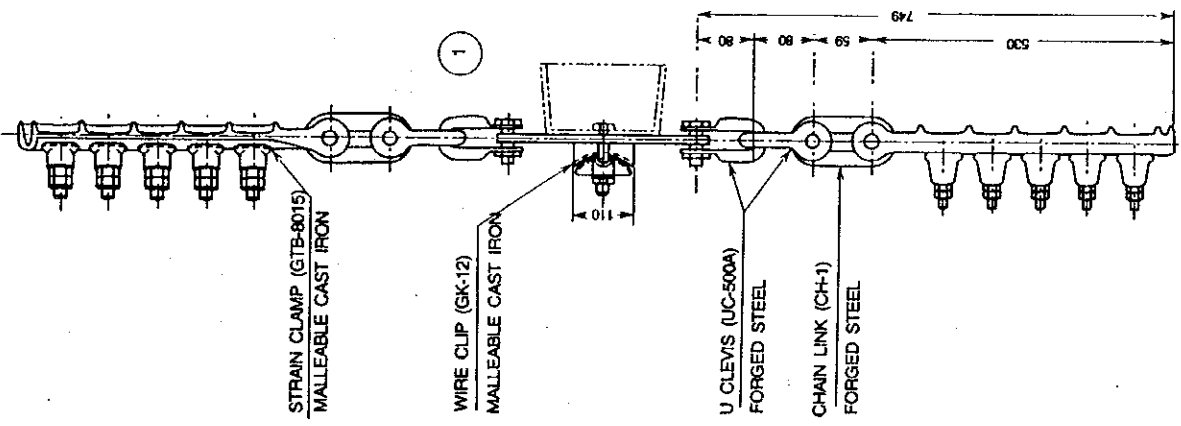
TYPE - C TOWER

グイエトナム社会主義共和国
ダム電力システム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY

国際協力事業団

図 9.2 (4)
鉄塔スケルトン図



TECHNICAL DATA

Dry flashover voltage	80 KV
Wet flashover voltage	50 KV
Withstand dry test voltage	75 KV
Withstand wet test voltage	42 KV
Impulse flashover voltage (1.50µ sec.)	125 KV
Puncture voltage	140 KV
Leakage distance	280 mm.
Electro-Mechanical strength	10,000 Kg
Routine proof test load	3,500 Kg
Impact strength	1.15 Kg-m
Radio influence voltage of 1000 KC at 10 KV	50 µV
Net weight (Approx.)	5 Kg

MARK

 1961
 MADE IN JAPAN

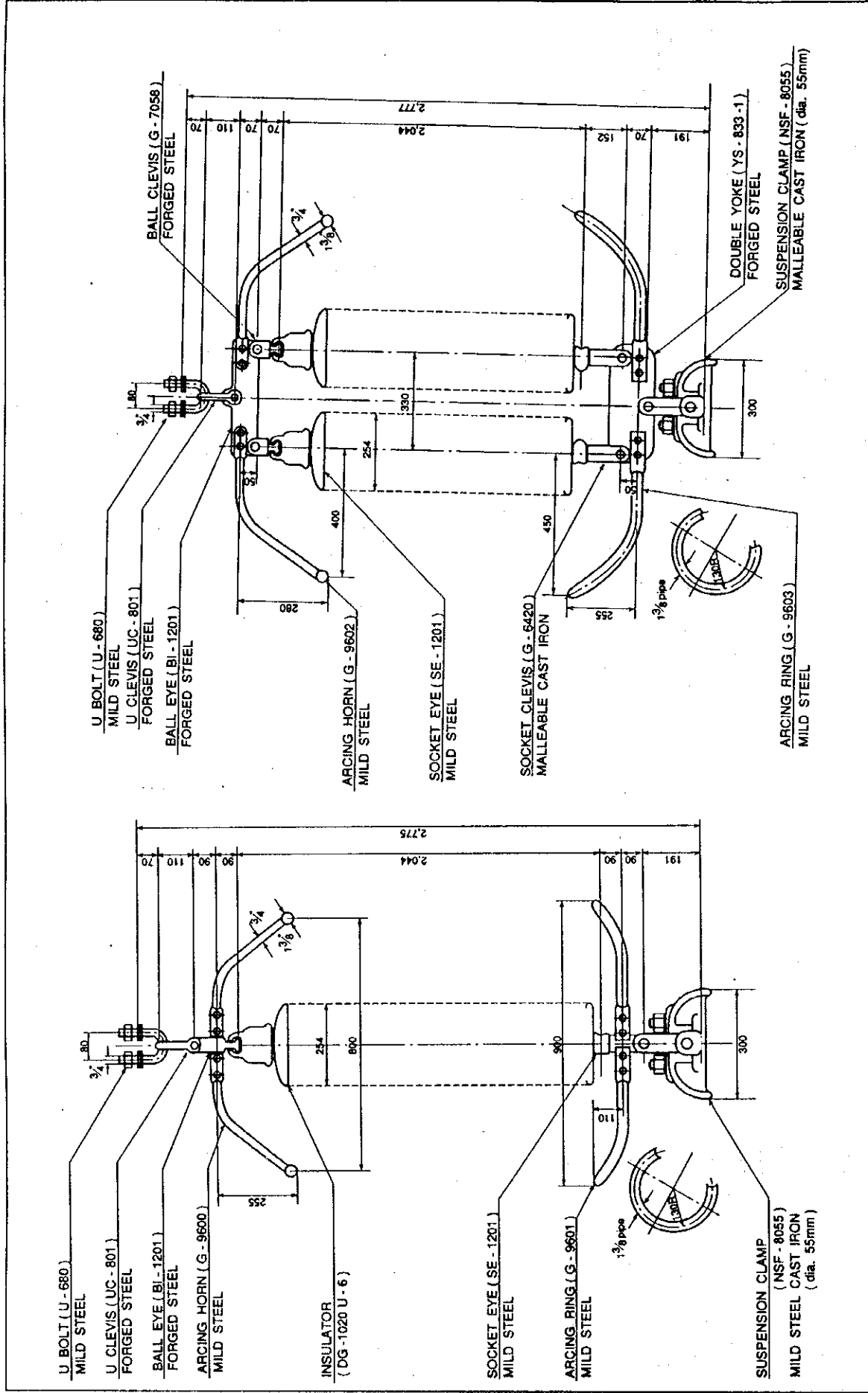
Note: The insulator shall have ball and socket connection which meet the requirements of NEMA standard class No. 52-5

ワイエトナム社会主義共和国
 ダニム電カシステム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY

国際協力事業団

図 9.3
 架空地線用懸垂および耐張装置図



ガイエトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

図 9.4 (1)
230 kV 碍子連装置区

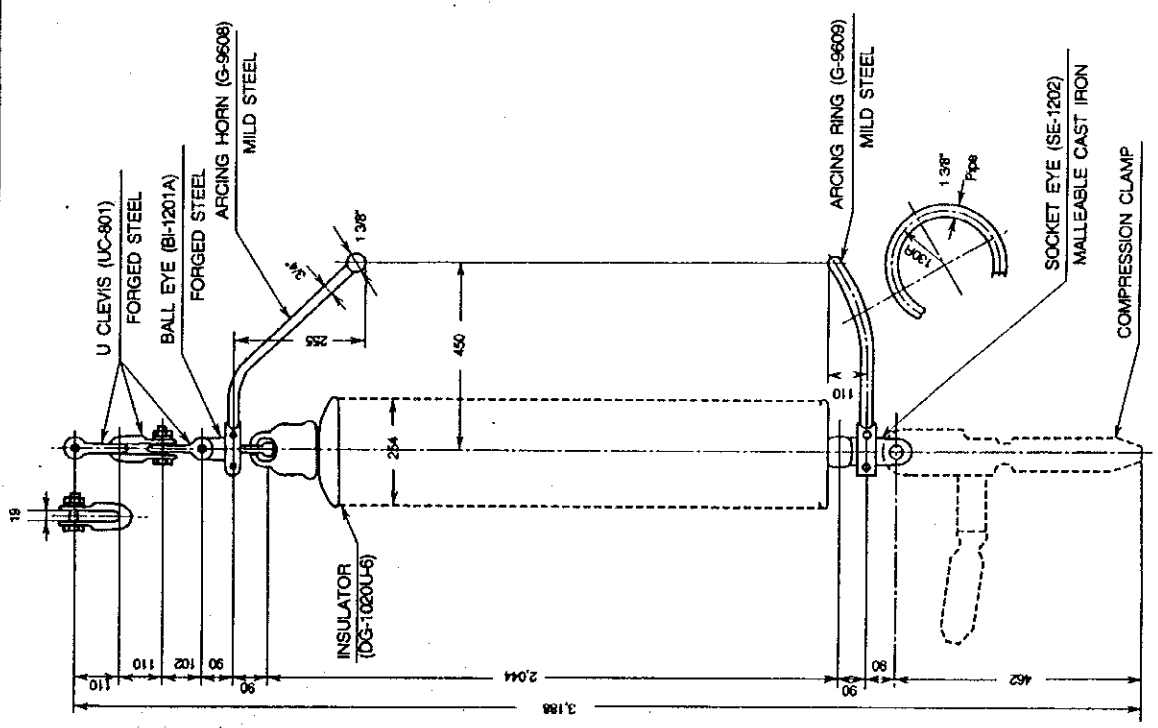
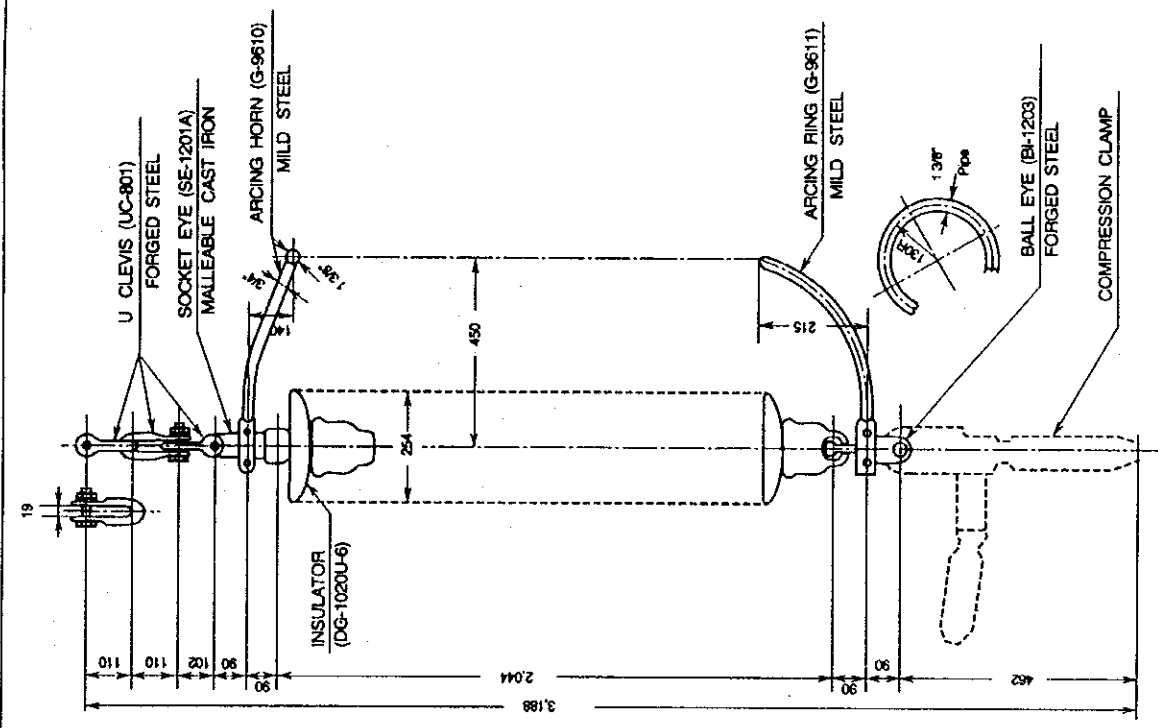
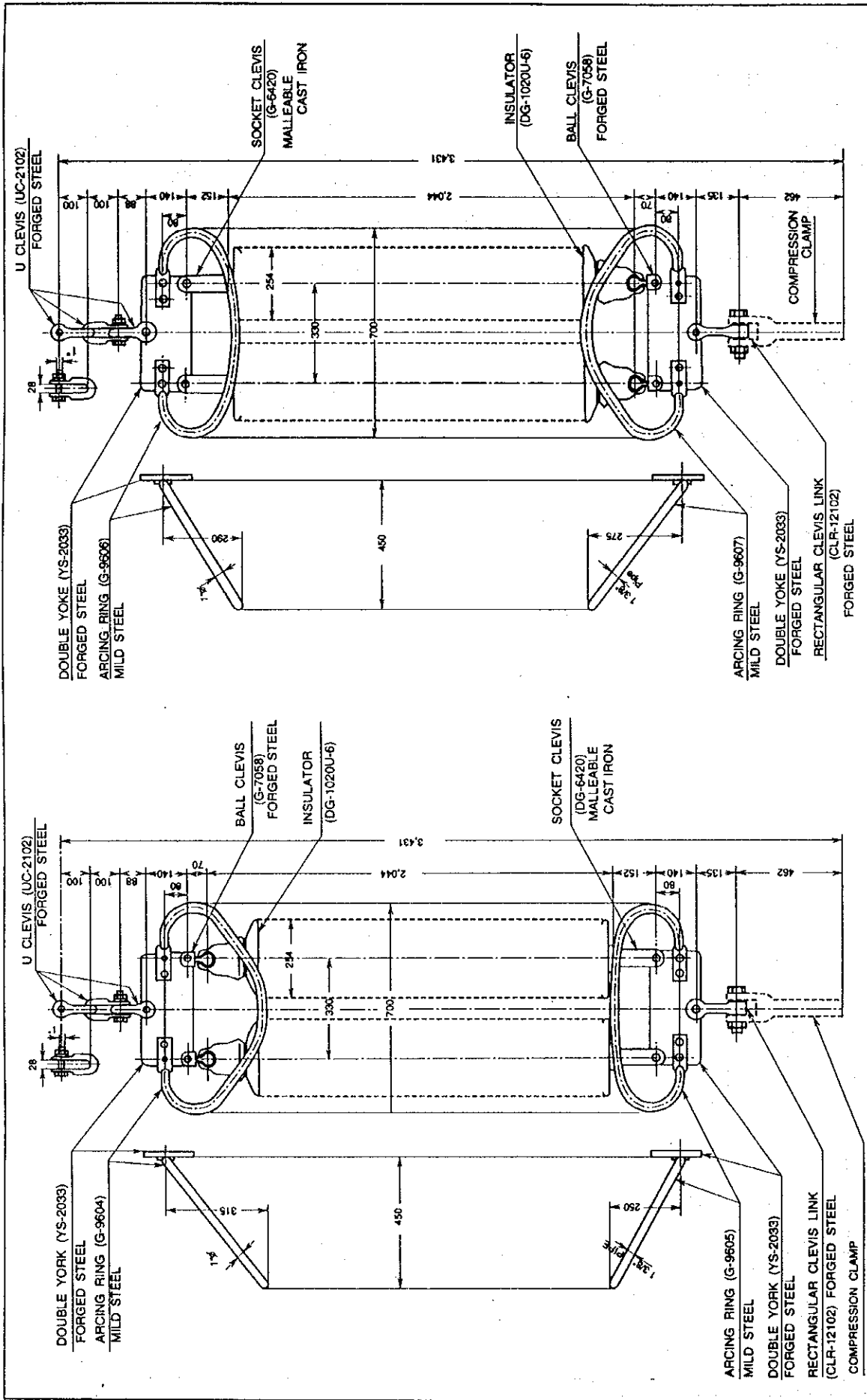


図 9.4(2)
230 kV 碍子連装置図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ワイエトナム社会主義共和国
ダニム電力システム改修計画調査



ガイエトナム社会主義共和国
ダニム電力システム改修計画調査

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

図 9.4 (3)
230 kV 碍子連装置図

改修区間		作業班 番号	作業日程									班当り作業員			作業員合計		
	鉄塔番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	電工	一般	合計	電工	一般	合計
	ACSR																
1	24-26	1	■	■	■						10	5	15	30	15	45	
2	36-37	2	■	■	■	■	■	■			13	7	20	78	42	120	
3	38-43	2	■	■	■	■	■	■			10	5	15	40	20	60	
4	44-46	3															
5	48-49	3									10	5	15	40	20	60	
6	55-57	3															
7	58-60	3									13	7	20	39	21	60	
8	62-67	4	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	65	35	100	
9	68-79	5	■	■	■	■	■	■	■	■	13	7	20	104	56	160	
10	82-84	6									13	7	20	39	21	60	
11	90-91	6									10	5	15	30	15	45	
12	92-95	7	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	39	21	60	
13	96-98	7	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	39	21	60	
14	100-101	8															
15	102-107	8	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	78	42	120	
16	108-110	9	■	■	■	■	■	■	■		10	5	15	30	15	45	
17	114-118	1															
18	19-120	1	■	■	■	■	■	■	■	■	13	7	20	65	35	100	
19	121-123	9	■	■	■	■	■	■	■		10	5	15	30	15	45	
20	124-128	10	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	52	28	80	
21	129-130	11															
22	131-132	11									13	7	20	65	35	100	
23	134-136	11															
24	138-142	12	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	52	28	80	
25	143-144	12															
26	145-147	12									13	7	20	26	14	40	
27	151-152	10									10	5	15	30	15	45	
28	154-155	13	■	■	■	■	■	■	■								
29	156-157	13	■	■	■	■	■	■	■								
30	158-161	13	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	91	49	140	
31	164-166	13	■	■	■	■	■	■	■								
32	167-170	14	■	■	■	■	■	■	■								
33	171-172	14	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	65	35	100	
34	439-441	15	■	■	■	■	■	■	■								
35	498-499	15	■	■	■	■	■	■	■		13	7	20	65	35	100	
36	501-502	16									10	5	15	30	15	45	
37	503-504	16									7	3	10	14	6	20	
	GSW																
38	439-440	17	■	■	■	■	■	■	■		7	3	10	35	15	30	
39	441-444	17	■	■	■	■	■	■	■								
40	502-503	18	■	■	■	■	■	■	■		7	3	10	42	18	60	
41	532-534	18	■	■	■	■	■	■	■								
42	535-536	19															
43	542-544	19	■	■	■	■	■	■	■		7	3	10	35	15	50	
	合計	19												1380	682	1990	

第 10 章

昇圧対象設備

第 10 章 昇圧対象設備

10.1 調査方法及び調査結果

10.1.1 調査方法

本項ではベトナム側からの要請内容、調査対象施設、調査団の実施した調査手順・方法等を述べる。

(1) 要請内容の確認

調査団と PC-2 送変電部の第 1 回目の協議においてベトナム側の設備の改修計画に対する要請内容の確認を行った。要請内容の詳細は下記の通りであった。

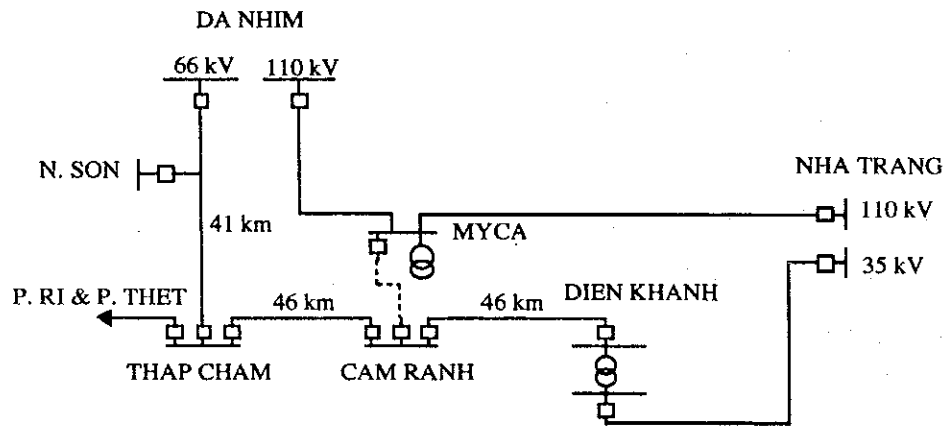
当該地域の電力需要の増加に伴い既設 66 kV 送変電設備は容量不足を来している。将来の同地域の開発促進を考慮して設備の容量増のため系統電圧を 110 kV に昇圧する計画である。対象設備はダニム、タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チュット、カム・ランの各変電所とそれらを連系している送電線設備であることが確認された。

すべての変電所設備は当然のことながら 66 kV 設計の設備であり昇圧に伴う既設設備の更新が必要となる。一方、ダニムからタブ・チャム変電所を経由してカム・ラン変電所に至る既設送電線設備及びタブ・チャム変電所からファン・リ変電所を経てファン・チュット変電所までの既設 66 kV 送電線設備は、昇圧を見越した 110 kV-132 kV 設備にて建設されている故、施設の改修は一部の補修を除き必要ないとの説明があった。

PC-2 との打合せを通じてカム・ラン変電所及びタブ・チャムーカム・ラン変電所間の送電線設備は PC-3 の管理下にあり PC-2 はこれら施設の実状を把握していないことが判明した。PC-2 の取り計らいで、PC-3 の第 2 送変電部長が調査団との協議に参加し当該地域の状況が聴取できた。説明によればカム・ランーニャ・チャン 66 kV 送電線の途中、カム・ラン変電所から北方へ 46 km の地点に 1993 年ディエン・カン変電所を建設し現在運転中である。

したがって、カム・ラン変電所の 110 kV への昇圧に伴ってこのディエン・カン変電所及びカム・ランーディエン・カン送電線の昇圧も必要となる。カム・ラン変電所及びタブ・チャムーカム・ラン送電線の昇圧と同様の調査をディエン・カン変電所まで実施して欲しい旨の申入れがあった。

調査団の検討範囲は両国政府の合意に基づきカム・ラン変電所までであることを説明した。ただし、PC-3 第 2 送変電部事務所がニャ・チャン市であり調査団のニャ・チャンでの打合せ時にカム・ラン変電所視察と併せて現状把握のため当該施設を調査することとした。昇圧計画作成については調査団の責任外であることを強調し昇圧計画の必要資金などについては調査団は回答できないが JICA 本部にこの件を伝達することを約束した。



(2) 調査方法

調査団は下記の手順・方法によって現地調査を実施した。

- 1) 設備調査に先立ち PC-2 及び PC-3 が保管しているダニム、タブ・チャム、カム・ラン変電所及びこの間の送電線の完成図書を再調査し送電線が 110 kV 設計であることを確認した。更にタブ・チャム、ファン・リ、ファン・チェット変電所とその間の送電線の資料を事前に検討し現地調査の一助とした。
- 2) PC-2, PC-3 から提出されたダニム、タブ・チャム、カム・ラン、ファン・リ、ファン・チェット変電所間の送電線の緊急補修用の資機材に就いての説明を受け現状の概

要を把握をした。

- 3) 昇圧の妥当性を検討するため各変電所の供給地域の過去の電力データ及び PC-2、PC-3 の作成した電力需要予測を入手した。
- 4) 需要増への対処方法として既設の 66 kV の 2 回線化の代案も検討した。
- 5) 新 110 kV 用変電所の候補地及び用地取得状況の確認をした。
- 6) カウンター・パートの案内にてダニム・タブ・チャム・カム・ラン・ディエン・カンの送電線現場に立入り、設備の現況を調査した。同時に新変電所予定地の調査と既設送電線からの引込み、引き出し方法を検討した。
- 7) 引き続き新しく建設予定の 110 kV ファン・リ、ファン・チェット変電所敷地を同様に調査した。各変電所を接続する送電線の現状の詳細も調査し、緊急補修用資機材の項目・数量の確認の基礎とした。
- 8) PC-2 の送電線保守規定を英訳して検討した上で、カウンター・パーツからその実施状況を聴取し、改善すべき点等に就いて討議した。

10.1.2 電力需要及び需要予測

昇圧対象設備が電力供給を行っている地域の過去の供給実績及び需要予測は以下の通りである。対象地域は各変電所の所在するニン・ソン、タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チェット、カム・ラン、ディエン・カン地区である。

(1) 電力供給実績値

ダニム発電所から既設 66 kV 送電線を経て電力を供給している各変電所の供給実績は下記の通りである。

変電所		1990	1991	1992	1993	'94上期	平均伸率
ニン・ソン(1989年完成)							
受電電力量	(GWh)	1.80	1.90	2.50	2.20	-	6.90%
最大電力	(MW)	0.60	0.60	0.80	0.70	-	5.27%
タブ・チャム(1975年完成)							
受電電力量	(GWh)	25.30	26.90	25.20	31.60	-	7.70%
最大電力	(MW)	6.30	6.60	6.40	8.00	-	8.29%
ファン・リ(1990年完成)							
受電電力量	(GWh)	-	3.00	3.40	6.90	-	51.66%
最大電力	(MW)	-	1.00	1.10	2.30	-	51.66%
ファン・チェット(1989年完成)							
受電電力量	(GWh)	15.20	22.40	25.60	31.10	-	27.22%
最大電力	(MW)	4.20	5.70	6.50	7.90	-	23.44%
カム・ラン(1974年完成)							
受電電力量	(GWh)	9.50	10.06	11.56	19.20	-	26.41%
最大電力	(MW)	3.05	3.30	3.90	4.00	5.20	9.46%
ディエン・カン(1993年完成)							
受電電力量	(GWh)	10.39	11.49	12.74	16.555	-	16.96%
最大電力	(MW)	3.00	3.20	3.50	4.30	6.40	12.75%
合計							
受電電力量	(GWh)	62.19	75.75	81.04	107.55	-	20.11%
最大電力	(MW)	17.15	20.40	22.20	27.20	-	16.62%

(出典 : PC-2 Energy Center, PC-3 Transmission Department No.2)

ディエン・カン変電所は1993年に運転を開始したが、それ以前の記録はこの地区に電力を供給していた配電線のものである。

昇圧対象となるダニム 66 kV 系統の全体の年平均消費電力量の伸びは過去4年間の記録から20%、最大電力では17%と高い水準にある。比較的新しい変電所であるファン・リ、ファン・チェットの需要の伸びは電化の急速な普及に起因していると推測される。電化の相当進んでいると考えられるカム・ラン、ディエン・カン地区の消費電力量の伸びも非常に高い。既存需要家の電化の促進が続いている。特に両地区は需要増の申請が多いが供給力

の不足、設備の不足から新しい需要の加入を制限している。両地区では一般需要家とサービス業の需要が70%を占めているがディエン・カン地区では工業・農業需要が全体の消費電力の70%を越している。

(2) 電力需要予測

両電力公社管内の電力需要予測は前述したごとく各電力公社が草案を作成し最終的にはエネルギー省が承認して発表される。下表の昇圧対象地区の需要予測はPC-2、PC-3による予測であり過去の実績および新規地域開発計画を勘案して作成されている。

変電所	1993	1994	1995	1996	1998	2000	平均伸
ニン・ソン							
需要電力量 (GWh)	2.2	2.5	4.9	5.7	7.4	10.2	24.5%
最大電力 (MW)	0.7	0.8	1.4	1.6	2.1	2.8	21.9%
タブ・チャム							
需要電力量 (GWh)	31.6	40.5	49.8	51.4	79.3	101.3	18.1%
最大電力 (MW)	8.0	10.3	11.8	13.6	18.8	24.0	17.0%
ファン・リ							
需要電力量 (GWh)	6.9	8.8	10.7	13.2	19.5	28.7	22.6%
最大電力 (MW)	2.3	2.8	3.4	4.2	6.2	9.1	21.7%
ファン・チュット							
需要電力量 (GWh)	31.1	34.4	38.6	39.4	53.2	67.4	11.7%
最大電力 (MW)	7.9	8.8	9.8	10.0	13.5	16.8	11.4%
カム・ラン							
需要電力量 (GWh)	19.2	20.0	45.0	60.0	105.0	130.0	31.4%
最大電力 (MW)	4.0	5.5	8.0	10.0	14.5	16.0	21.9%
ディエン・カン							
需要電力量 (GWh)	16.5	22.0	66.0	80.0	120.0	160.0	38.3%
最大電力 (MW)	4.3	10.0	12.0	15.0	18.0	20.0	24.6%
合計							
需要電力量 (GWh)	107.5	128.2	215.0	249.7	384.4	497.6	24.5%
最大電力 (MW)	27.2	38.2	46.4	54.4	73.1	88.7	18.4%

(出典：PC-2 Energy Center, PC-3 Transmission Department No.2)

各地区の需要予測結果は下記の通りである。

ニン・ソン地区：

最大電力は実績値を大幅に上回る率で成長する。需要家増を考慮しているが、需要家あたりの消費電力は現在程度であると推定している。

タブ・チャム地区：

ホテルなど新規需要家の増加、家電製品の普及に伴う増加を考慮し最大電力、電力消費量とも成長率を実績値の2倍以上に予測している。

ファン・リ地区：

電化が始まったばかりの地域であるが人口、需要家数が限られているので過去の成長率は維持しないと予測している。

ファン・チュット地区：

県庁所在地であり電化は普及した上に新しい需要家の増加は過去の実績ほど期待できないが、消費電力量、最大電力とも確実に11%台で成長すると予測している。

カム・ラン、ダイエン・カン地区：

新規需要、既設需要家の増容量の抑制を実施しているが、送変配電設備の増設および供給力の確保が実現すれば急速な需要増が見込まれることは容易に推測できる。PC-3はダニムーニャ・チャン110kV既設送電線の途中にマイ・カ変電所を、この新変電所と既設カム・ラン変電所間に110kV設計の送電線を建設中である。これら設備とカム・ラン変電所が当昇圧計画によって完成すればこの地区で抑制されている需要が解消されるので、完成後数年間は著しい需要増を予測している。

10.1.3 昇圧案検討結果

電力需要が予測通りに増加すれば1996年には66 kV ダニムータブ・チャム間送電線に流れる電流は既設電力線の電流容量を越えることになる。

試算すると1993年の最大実績需要電力27.2 MWに対し電力損失は3.2 MW すなわち需要電力の11.8%であったが1996年には13.2 MW (24%)になる。年間想定損失電力量も28.7 GWhから50 GWhに増加することになる。これを110 kVに昇圧することにより1996年の電力損失13.2 MWが4.8 MWに、年間電力量損失を18 GWhに減少させることができる。現在適用されている販売電力の平均単価を450 Dong/kWhとすれば110 kVに昇圧することによりこの系統の1996年のみで年間1,440 億 Dong (US\$ 1,440,000) が節約されることになる。

一般的に既設送電線の輸送電力を増加させるには、既設送電線の電圧を昇圧する方法、送電線の回線数を増やす方法と電線サイズを増やす方法がある。すなわち、電圧を高めることにより電流が減少することを利用し既設の電線に余分な電流を流せることになりそれだけ送電容量を増加させることができる。この場合、送電線設備・変電設備の更新が必要となる。ダニム発電所からタブ・チャムーカム・ラン変電所間、タブ・チャムーファン・リーファン・チェット間の既設66 kV送電線は建設時から将来の昇圧を見越し110 kV-132 kV設計としてある。したがって、この系統昇圧実施に際しては変電設備を110 kVに更新するのみでよい。回線数増設方法は、新66 kV送電線設備の追加建設と66 kV変電設備の増設を必要とする。既設と同じ設備を増設することにより既設送電容量の2倍の電力を送電することができる。第3の既設より大きい電線サイズに更新する方法は電線の電流容量を増やすことにより同じ電圧においても送電容量を増加させ得ることを利用することにある。しかしながら、対象地域の支持物は大型電線に適用する設計になっていないため、サイズ・アップに際しては強度が不足し、新しい支持物の建設と変電所の増設が必要となり、第2案と同じ結果となる。また、この場合長期間に亘る工事用の停電が必要となる。したがって、ここでは第1案と第2案の比較を試みる。

両案の実施に必要な建設費は、タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チェット、カム・ラン各変電所を含み下記条件で試算した。

	110 kV 昇圧案	66 kV 増設案
66 kV 送電線増設 (229 km)	x	o
110 kV 送電線建設	x	x
66 kV 変電所増設 (4 ケ所)	x	o
110 kV 変電所新設 (4 ケ所)	o	x
Da Nhim 変電所改造	o	o

(註) o: 設備必要 x: 設備不要

110 kV 昇圧計画には大略 US\$ 19,000,000、66 kV 増設には大略 US\$ 33,000,000 が必要と見積もられる。建設費の比較でも明確なように 110 kV 昇圧案が断然経済的である。一方、系統運用の見地からベトナムは将来的に 66 kV 系統を全て上位の系統電圧に切り替え、66 kV の送電系統新設は原則として実施しない方針である。

上記検討からこの系統の昇圧計画は極めて妥当な案であることが立証される。

第3電力公社は、1994年末までにダニムーニャ・チャン間の途中に 110 kV ミカ変電所および、ここからカム・ラン変電所までの 110 kV 送電線の建設をほぼ完了している。従って、今回の昇圧計画が完成すればダニムの電力は通常このルートを経由して、カム・ランおよびディエン・カン変電所へ供給されることになる。昇圧したカム・ラン及びディエン・カン間の設備は、これらの地域の 2018年までの電力需要に対応可能である。

一方、第2電力公社は、ハム・トアンおよびダ・ミ水力発電所の建設を 2000 - 2003年の完成を目標に作業を進めている。これらの発電所は新しい 110 kV 送電線にてファン・チェット変電所に接続されることになっている。従って、これらの水力発電所が完成すれば、両変電所は主にこの発電所から電力供給を受けることになる。昇圧したファン・チェットーファン・リ間の送電設備は、2029年までの両変電所地区の想定電力需要に対応可能である。

上記の想定電力需要と電力の流れから、ダニムータブ・チャム送電線は主にファン・リおよびファン・チェット変電所への電力供給に運転され、ハム・トアン、ダ・ミ発電所の運転開始後はタブ・チャム地区の需要への対応が主となる。電線のサイズからこの送電線は 79.4 MW の容量を有しており、2013年の需要に対応することができる。その後は、ファン・リ変電所経由でハム・トアン、

ダ・ミからの電力の補給を受けるとすれば、今回の昇圧設備にてタブ・チャムの2018年までの需要に対応可能である。想定値に沿って電力需要が増加すれば、2018年以降に新たな送変電設備の増設が必要となろう。

10.1.4 送電線調査結果

(1) 架空地線および電力線関係

各区間には下記の地線および電力線を適用している。

	架空地線	電力線	電力線直径
ダニム-タブ・チャム	: 鋼撚線 22 mm ²	ACSR 336.4 MCM	18.28 mm
タブ・チャム-ファン・リ	: 鋼撚線 50 mm ²	ACSR 185 mm ²	18.80 mm
ファン・リ-ファン・フェット	: 鋼撚線 50 mm ²	ACSR 185 mm ²	18.80 mm
タブ・チャム-カム・ラン	: 鋼撚線 22 mm ²	ACSR 336.4 MCM	18.28 mm
カム・ラン-テ・イエン・カン	: 鋼撚線 22 mm ²	ACSR 300.0 MCM	17.27 mm

66 kV を 110 kV に昇圧する際に既設電線サイズがコロナ発生電圧に問題ないか検討する必要がある。雨天の状態ではコロナが発生する電力線サイズは 110 kV 送電線で直径 15mm 以下である。既設電力線は上記表にあるごとく全て直径 15mm 以上であるので既設電力線をそのまま 110 kV 送電線に使用可能であることが判る。

送電線現地調査の結果、部分的に素線切れを生じている箇所が見受けられたが総じて良好な状態に維持されている。各区間の架空地線および電力線の状態は下記の通りである。

1) ダニム-タブ・チャム 区間 (約 41 km)

架空地線の断線箇所は相当数あり補修スリーブ不足のため応急対策として PG クランプを使用している。強度不足のために再度断線の恐れがある。架空地線用直線ジョイントが補修用と保守用に必要である。

電力線には特に異常は認められなかった。しかし、電力線用直線ジョイントと補修スリーブの調達が必要である。

- 2) タブ・チャムーファン・リーファン・チェット区間 (約 137 km)
架空地線、電力線とも緊急補修を必要とする箇所はない。この区間の架空地線のジョイントには圧縮スリーブが使用されているが電力線の接続にはマッキンタイヤー型捻回スリーブを用いている。この区間には特に補修用資材の調達はない。
- 3) タブ・チャムーカム・ラン区間 (約 46 km)
架空地線には何等補修の必要性はない。同一径間で数カ所の電力線の断線箇所を有り合わせの金具で接続するなど補修方法が適切でない箇所がある。このような径間の電線張り替えが必要である。また保守用としての直線ジョイントと補修スリーブの調達が緊急に必要である。
- 4) カム・ランーディエン・カン区間 (約 46 km)
架空地線は支持物の構造上の関係で 2 本が使用されている。部分的に 1 本が欠損している径間がある故、架空地線と直線ジョイントを調達し増架する必要がある。一方、損傷の多く確認されている電力線については、PC-3は既設電力線を全て新しい電力線に張り替える計画である。

以上の調査結果を基に PC-2、PC-3 と個別に協議を行い必要品目・数量・仕様を決定し添付表 10.1～10.2 にまとめた。

(2) 支持物線関係

- 1) ダニムータブ・チャムーカム・ラン昇圧区間
この区間は川横断の径間と引留柱には鉄塔をその他の区間には垂鉛メッキ鋼管柱を採用している。しかも将来の昇圧を考慮して 110 kV-132 kV 設計の支持物として日本からの資材供給により建設された。支持物の総数は 604 基である。

調査団は 110 kV-132 kV 設計の事実確認のため先ず支持物の図面上で 110 kV 送電線の支持物に必要な電線の絶縁クリアランスが確保できるか検討した。検討結果は添付

図 10.1 に示した通り十分なクリアランスを確認できた。従って、既設支持物は何等の変更もなく 110 kV の昇圧に既設のまま対応できる。ただし、一部鋼管柱は被弾し削孔されている。これら損傷支持物は新しい鋼管柱に取り替えることになる。その他電力線用の腕金、鋼管柱用支線が相当数被害を被ったまま現在に至っている。PC-2 と協議して緊急補修用の資材表を作成し表 10.1 に示した。

2) タブ・チャムファン・リーファン・チェット昇圧区間

この区間は山岳地帯の支持物、耐張支持物、引留柱などには鉄塔を、その他支持物には現地製のフランジ・ジョイントのコンクリート柱を採用している。この区間の支持物は設計条件がダニム・タブ・チャムと異なっているが PIDC No.2 により旧ソ連の規定に基づき 110 kV 設計されているとのことである。従って、この区間の既設支持物も 110 kV の昇圧に既設のまま使用できる。支持物総数は 771 基である。コンクリート柱総数 719 基の内約 35% に相当する 250 基の腕金は亜鉛メッキされておらず赤錆の発生が著しい。また、腕金の歪曲が認められ PC-2 によれば約 100 基の腕金の取り替えが必要である。コンクリート柱用の支線および付属設備の損傷、接地線の盗難・破断も多く追加・取り替えが必要である。PC-2 と協議したが現状ではこの地域に電力供給できるのはこの送電線のみであり、全面的な改修を実施するための長期間の停電は不可能であることが判明した。従って、緊急補修としては、構造体として著しく強度不足を見込まれる歪曲腕金の取り替え、停電作業に関係なく補修可能な支線および接地線の補修に限定することとした。このような条件で算出した必要資材を添付表 10.1 にまとめた。但し、腕金補修は現地にて加工した材料により PC-2 が独自で実施することになっている。(1995 年 3 月 14/15 日議事録 F/D-3 の 7-2 項参照)

3) カム・ランーディエン・カン昇圧区間 (PC-3 希望区間)

この区間の支持物は 1975 年に建設された木柱である。しかも経過地に水田が多くタール塗装のみのため腐食が著しく倒壊した柱も多いとの報告であった。事実、倒壊した木柱に副木をして再建しているのが多数確認された。また、腕金の錆・歪曲、支線の切断・盗難はタブ・チャムファン・チェット区間よりも多い。これら支持物はヴィエトナム方式の 110kV 設計になっているが昇圧の機会に PC-3 は、これら木柱（総数 317 基）を全て現地製コンクリート柱に取り替える意向である。立て替え用コンクリ

一ト柱は既設木柱の位置に建設するものとし電線、碍子は原則として既設の資材をそのまま流用する。なお、この地区の電力系統はカム・ランーディエン・カン線を停電させてもディエン・カン地区へは既設ニャ・チャンーディエン・カン 35 kV 配電線を通して電力の供給は可能である。立替、昇圧に必要な資材は表 10.2 にまとめた。

(3) 碍子関係

1) ダニムータブ・チャムーカム・ラン昇圧区間

既設 66 kV 送電線の建設時から将来の昇圧を見越し 110 kV-132 kV 装置として設備されている故今回の昇圧に際して碍子連装置に変更を加える必要はなく既設のまま 110 kV に移行可能である。この区間は日本製の磁器碍子が採用されている。

ダニムータブ・チャム間の碍子に欠損は殆ど認められなかったが建設後予備品の調達を行っていないので当該送電線に使用されている日本製の磁器碍子の予備は殆どない。クラックのはいつている碍子を止もう得ず使用しているが 110 kV 装置で 66 kV 運転に使用している故現段階では重大な問題が発生していない。しかしながら、現状のままの碍子では 110 kV に昇圧できない。

タブ・チャムーカム・ラン間の既設送電線はさらに予備品が不足し原設備の磁器碍子不足のためガラス碍子を混用し、しかも個数を 66 kV 用の 6ヶに減じている。また予備がないため碍子欠損のまま運転しているところも多数確認された。このままでは送電電圧を 110 kV に昇圧できない。この区間は海岸に接近して建設されているため、塩害防止のため全区間の 30% には特殊碍子を適用している。この特殊碍子も予備がないため通常のを適用しているが塩害のために金属部分のピンが腐食し切断したサンプルを見受けた。

2) タブ・チャムーファン・リーファン・チェット昇圧区間

この区間の送電線も既に 110 kV 送電線用の装置で建設されており金具も含めて今回の昇圧のための取り替えは必要ない。使用碍子(総数約 23,000ヶ)は旧ソ連製のガラス碍子である。この区間の送電線の大半は 3-4 km、最短で 500 m の離隔で海岸沿えに

建設されており、塩害を受ける可能性が高い。過去の事故実績を調査したが建設後5年程度を経過しているのみゆえ、塩害の様相が明確ではない。送電線の海岸接近部分には耐塩害用の特殊碍子は使用されておらず一連当たりの碍子個数も増やしていない。今後碍子への塩の堆積がこの送電線の事故の起因となることが予想される。今から対策を講じる必要がある。対策としては特殊碍子に置換する方法と碍子個数を増やす方法があるが、後者は碍子連装置が長くなり支持物に対する電力線の必要絶縁間隔を狭めることになり新たな問題を引き起こす。タブ・チャムーカム・ラン送電線と同様に特殊碍子の適用が有効であることを PC-2 に提言した。

碍子連用金具装置は旧ソ連製であるが十分な亜鉛メッキが施されており錆の発生は認められなかった。緊急に金具類の補修は必要がない。

3) カム・ランーディエン・カン昇圧区間

カム・ランーディエン・カン間の殆んどの碍子は旧ソ連製である。予備が不足しているため各種タイプのガラス碍子を組み合わせて使用している。しかも 110 kV 運転には個数が不足しており、大量の碍子の調達が迫られている。ソ連製の碍子調達には複雑な問題があるとのことで、日本製またはフランス製のガラス碍子の調達を希望している。日本ではガラス碍子を製造していない故、フランスからの調達になろう。

調査団はサイゴン変電所にある損傷した各国の各種碍子を組み合わせてみたがタブ・チャムーカム・ラン、カム・ランーディエン・カン、タブ・チャムーファン・リーファン・チェットの各送電線に使用されている日本製、フランス製、イタリー製および旧ソ連製の各碍子はピン・ソケットの寸法が同じであり連結可能であることを確認した。

碍子の調達は 230 kV 送電線に対すると同様に緊急性が高い。調達碍子数量は緊急取り替え用、昇圧用、保守用も含めて PC-2 と PC-3 と協議して決め表 10.1 と 10.2 に記載した。

(4) 建設・保守工具関係

使用する工具は、230 kV 送電線用の型式と全く同じものであるが、保守地域が異なるため別途保有する必要がある。

PC-2 管内の現有の建設・保守用工具類は全く不足している上に最低限保守に必要なジョイント・スリーブ圧縮器、碍子交換器、釣車などは緊急に調達する必要がある。調査団は、項目・仕様・数量をPC-2およびPC-3と打ち合わせた。合意したリストは添付表 10.3 と 10.4 に示した。

(5) 保守作業

ダニムータブ・チャムファン・リーファン・チェット区間約 180 km, 1,051 基の支持物を 1 班 17 名の保守班で管理している。山岳地が少なく、支持物へのアクセスも比較的容易な線路である故、日常巡視を同一箇所を月一回の割合で実施するには 2 名 1 組 5 基/日の作業となり困難ではない。事故復旧は PC-2 の送電線保守班が総勢で実施することになっているが、前記のごとく保守用資材・工具不足のため効率的な作業は望みえない。調査団の現地調査期間中に保守班による日常巡視または保守作業実施を参観する機会に恵まれなかったが、PC-2 の送電部 110 kV 送電線の建設現場を視察できた。技能的には送電線の建設、改修工事、事故復旧作業を実施するには特に問題はないと判断する。

10.1.5 変電所調査結果

(1) 既設 66 kV 変電設備

タブ・チャムおよびカム・ラン変電所は 1974 年に日本の資金で建設されたが、その後の系統の発展および需要の増大に伴って改造・増設されていた。その結果、現状では各国の製品が混在して稼働している状態であった。大部分の設備は老朽化が著しく使用の限界にあり、取替の必要時期に達していた。昇圧が予定されている他の 66 kV 変電所の機器の運転状況も同様な状態にあると推測される。

これらの変電所が 110 kV に昇圧された後の 66 kV 変電設備のうち使用可能な機器は他の変電所に流用されることになっている。

調査団はタブ・チャムおよびファン・チュット変電所の主要変圧器については、絶縁診断のため、絶縁油のサンプルを採取し日本に持ち帰って油中ガス分析を実施した。分析結果は第 8 章の 8.1.4 項にまとめられている。

(2) 110 kV 変電所用地

タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チュット、カム・ラン、ダイエン・カンの各変電所は、系統運用上の都合により長期間の停電は不可能であることから、110 kV 変電所は既設 66 kV 変電所の運転に支障を来たさぬよう、また、接続切り換えが容易に実施できるように各既設 66 kV 変電所に隣接した用地に建設することを計画している。PC-2、PC-3 とも新 110 kV 変電所の用地を既に確保しているが、用地は平坦で地盤も良く造成の困難はないと思われる。

また、ダニム発電所の新 110 kV 変電設備は現在ニャ・チャン変電所に電力供給を行なっている既設の 110 kV 変電設備に隣接して設置することを計画している。尚、110 kV 変電設備の新設に伴って既設の 230/110 kV、63 MVA 変圧器の容量が不足となるが、その対策として、以下の 2 案を検討した。

- 1) 230/110 kV、63 MVA の変圧器を新規追加する。この場合、230 kV 母線の拡張が必要となり、新設の変圧器回路に 230 kV および 110 kV 開閉機器の追加も必要である。
- 2) 既設 230/110 kV、63 MVA 変圧器を 125 MVA の変圧器に取替る。この場合、230 kV 母線の拡張は必要なく、既設回路の 230 kV および 110 kV 開閉機器はそのまま使用できるが、多少割高となる。

上記の 2 案に対する PC-2 の意向を確認した結果、第 2 案（変圧器の取替）を採用することにした。ところで、新設の 110 kV 変電設備の用地はダニム発電所の敷地内にある。

(3) 建設・運転・保守

PC-2 の場合、110 kV 以下の送変電設備の計画および設計はエネルギーセンターが実施しており、それらの設備の建設は PC-2 の送変電部および第二電力建設公社が担当することになっている。また、PC-3 が管轄するカム・ラン およびディエン・カンの新設変電所の設計については PC-3 の意向を確認したうえで、PC-2 の設計方針を参考にして調査団が基本設計を実施する。

10.2 送電設備の昇圧計画

本節では上記現地調査の結果に基づき調査団の推奨する送電設備の昇圧計画に就いて各対象施設毎に述べる。

10.2.1 支持物および付属設備

(1) 支持物の基礎および周辺

ダニムータブ・チャムーカム・ラン線およびタブ・チャムーフアン・リーファン・チェット線の支持物の基礎本体の補修を必要とする支持物は見受けられなかった。また PC-2 の報告によっても補修を必要とする箇所はない。

PC-3 管内のカム・ランーディエン・カン線の木柱支持物は本来ならば鋼管柱またはコンクリートなどで腐食防止の対策を講ずべきであったと考える。PC-3 は木柱を全てコンクリート柱に変更する計画故、当面木柱対策の必要はないことになる。

送電線ルートに山岳地も少ないので 230 kV 送電線鉄塔のように基礎周辺の永年に亘る土砂流出の恐れはない。鋼管柱には強度補填のために支線を取り付けている。支線は土中に埋設したアンカーに接続されている。このアンカー上の土量が強度に重要な役割を担っているが PC-2, PC-3 の保守班は継続的に土盛りを実施して強度保全に努めている。従って、基礎に

対する改修および補強の必要は認められない。

支持物の接地抵抗を設計値 (10 ohm 以下) に維持することは雷電流による支持物から電線への逆閃絡を防止する上で極めて重要である。各支持物には支持物の接地抵抗を低減するための接地線が取り付けられているが、今後も接地線の紛失・損傷が心配される。予備も含めた接地線の調達を考慮する。

接地抵抗測定器による各支持物の接地抵抗の測定を定期的を実施することを提言する。なお、抵抗測定の際には碍子などを使用して架空地線を支持物から絶縁して作業をすることが必要である。

(2) 支持物 (鋼管柱)

基本的にはダニムータブ・チャムファン・リーファン・チュットおよびタブ・チャムカム・ラン間送電線の昇圧に際しては損傷柱の建て替え用支持物の調達・建設が必要であるが、その他の支持物は既設の構造のまま使用可能である。新変電所への引き込み用の追加支持物の調達が必要であるが、この引き込み用追加支持物は支線付き鋼管柱とする。一方、歪曲している腕金装置の取り替え用資材の調達も必要である。

カム・ランーディエン・カン送電線を除く他の送電線に対して若干量の支線およびその付属品を調達する。

10.2.2 電力線・架空地線および付属設備

10.1.4 (1) 項に述べたごとく昇圧に伴ってPC-3はカム・ランーディエン・カン区間の電力線を全て新電力線に張り替える計画である。その他の区間に対しては若干の電力線・電線および損傷・紛失した付属品の補給および保守用予備の調達を行う。電力線・架空地線および付属設備についてはカム・ランーディエン・カン区間および一部変電所引き込み区間の新設を除き補修工事が主となる。この観点から PC-2、PC-3 は全ルートに沿って詳細な調査を実施して補修箇所、必要数量、補修工程を再確認する必要がある。

新変電所への送電線切り替え工事に併せてこれら補修作業を行うことになるが、効率的な作業手順を作成するとともに 230 kV 送電線改修工事対して提言した安全対策を講じる必要がある。

ダニム-タブ・チャム間、タブ・チャム-カム・ラン間、タブ・チャム-ファン・リーファン・チェット間の架空地線・電力線はジョイント・補修スリーブによる補修工事のみである。補修方法は 230 kV 送電線改修計画の該当項 9.2 節に述べた方法をそのまま適用することになる。

10.2.3 碍子および碍子連装置

碍子は磁器製、ガラス製も含めて昇圧のためのみならず保守用としても緊急に調達する必要がある。タブ・チャム-ファン・チェット線とタブ・チャム-カム・ラン線用の塩害対策用の特殊碍子も必要である。既設碍子連は 110 kV の装置に構成されているので昇圧に際して改造する必要はない。ただし、電線・架空地線と同様に損傷・欠損が一部認められるので碍子連装置の補修を実施する必要がある。補修工事は 230 kV 送電線の改修に準じて実施する。

10.3 変電設備の昇圧計画

新 110 kV 変電所は、昇圧作業、切り換え作業に伴う停電時間を短縮するために、既設 66 kV 変電所に隣接した用地に建設する計画である。新 110 kV 変電所の建設完了後、送電線は 66 kV 変電所から切り離されて、新 110 kV 変電所に接続されることになる。各変電所の 66 kV から 110 kV への切替は、タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チェット、カム・ランおよびディエン・カンの各 110 kV 変電所ならびにダニム発電所の新 110 kV 変電設備の据付および機器の単体試験が全て完了した時点で一斉に実施するように計画する。

各 110 kV 変電所は屋外式で従来形機器用に設計されている。タブ・チャム、ファン・リおよびファン・チェットの各変電所の 110 kV 回路の基本配置は PC-2 のエネルギーセンターが既に設計済みであるが、カム・ランおよびディエン・カン変電所の 110 kV 回路の基本配置は PC-2 の設計方針を参照して、調査団が設計することになる。

尚、ダニム発電所とタブ・チャム変電所間の 66 kV 送電線の昇圧に伴って、既設 66 kV ニン・ソン変電所は廃止される予定である。その後のニン・ソン 地区への電力は引き続きダニム発電所から 15 kV 配電線で供給されることになっている。

10.4 送電設備昇圧計画の基本設計

10.4.1 支持物および付属設備

(1) 支持物

ダニム・タブ・チャム・カム・ランの送電線の補修用、新変電所への引留用およびカム・ラン・ディエン・カン区間に適用する鋼管柱は既設鋼管柱に準じた下記設計条件にて設計・製作・建設する。

1) 鋼管柱型式

下記 3 種類の垂鉛メッキ鋼管柱とする。基本寸法は添付図 10.2 に示す。

PA 型 懸垂型碍子連装置を使用する直線区間用支持物で支線を適用して強度を保持する。柱の長さは標準、+2 m, +5 m の 3 種類とする。

PC 型 耐張型碍子連装置および支線を適用し送電線水平角度 45 度までの角度点に使用する。柱の長さは標準、+2 m, +5 m の 3 種類とする。

PD 型 耐張型碍子連装置および支線を適用し架空地線・電力線の引留地点および送電線水平角度 60 度までの重角度点に使用する。柱の長さは標準、+2 m, +5m の 3 種類とする。

2) 設計条件

設計風圧径間および設計重量径間は各々 150m と 300m とし設計風圧は下記を想定する。

電力線の投影面積に対して	: 100 kg/sq.m
架空地線の投影面積に対して	: 110 kg/sq.m
碍子連の投影面積に対して	: 140 kg/sq.m
鋼管柱の投影面積に対して	: 80 kg/sq.m
鋼管柱腕金部材の投影面積に対して	: 170 kg/sq.m

使用電線・地線の種類および最大使用張力は下記とする。

ACSR 336.4 MCM	1,500 kg
亜鉛メッキ鋼燃線 22 sq.mm	600 kg

支持物の基礎は下記条件で設計する。

極限地耐力は 40 t/sq.m とし圧縮・転倒モーメントに対する安全率は3.0 以上と規定する。

3) 使用鋼材

230 kV 送電線鉄塔と同様 JIS 規格の SS-41/SS-50 相当の強度を有する鋼材とする。

4) 出荷前工場検査

資材の工場検査は下記事項を購入仕様書に記載する。

- 鋼管柱の仮組立検査
- 基本寸法検査
- 材料強度試験：引張強度および曲げ強度
- メッキ試験：付着試験および均一試験
- 機能試験：抜き取りによるボルト・ナットの挿入・回転検査

(2) 支線および付属品

鋼管柱に使用する支線およびその付属品は既設設備と同じとするが、建設後の支線張力の調整を容易ならしめるためにターン・バックル等の調整金具を支線上部に取り付ける構造とする。支線の材料は亜鉛メッキ鋼燃線とし支持物強度計算から求められる荷重に対して 2.5 以

上の安全率を有するサイズ・強度とする。その他の金具類の強度も同様である。

支線の基礎はアンカー・プレートとアンカー・ロッドによるが、それらの引抜力に対する安全率は土の安息角を 20° 、土の単位重量を 1.5ton/cu.m として 3.0 以上の設計とする。

出荷前の工場検査は下記項目について実施する。

- － 完成支線セットの強度試験
- － 鋼撚線のメッキ試験（付着量および均一試験）

10.4.2 架空地線・電線および付属品

(1) 架空地線および付属品

調達する架空地線は 230kV 送電線用と同じ種類であり一般的な亜鉛メッキ鋼撚線である。調達に際しては下記の仕様を規定する。

	撚線 22 mm ²	撚線 50 mm ²
適用規格	JIS G-3537	JIS G-3537
鋼線材料強度	90 kg/mm ²	90 kg/mm ²
素線構成	7/2.0mm	n.a
撚線断面積	21.99 mm ²	48.64 mm ²
撚線外径	6.0 mm	n.a
撚線引張強度	1,820 kg	n.a

今回調達する架空地線、電力線は新設送電線と異なり長い区間に架線するためのものではない故、1ドラム当たりの条長は 1,000 m 程度でよい。亜鉛メッキ量は一般の架空地線に適用している 230 g/m² とする。

付属品としては、直線ジョイント、懸垂・耐張クランプを調達する。直線ジョイントは鋼製の圧縮型とし、架空地線の引張強度の 95% 以上とする。懸垂クランプ・耐張クランプは鋼製のボルト締め付け型とし、懸垂クランプ・耐張クランプの強度は架空地線最大使用張力の

それぞれ 60%, 100% でスリップしないこととする。

出荷前の検査は、下記項目について実施する。

架空地線	— 撚線構成
	— 引張強度試験
	— 伸びおよび捻回試験
	— 亜鉛メッキ試験 (付着量および均一試験)
付属品	— 外観試験
	— 亜鉛メッキ試験 (付着量および均一試験)
	— ボルト締め付け試験

(2) 電力線および付属品

調達する電力線は通常の送電線に使用されている鋼心アルミニウム撚線 336.4 MCM (code name : Linnet) である。各撚線の仕様は下記の通りである。適用規格は JIS または 国際的に使われている IEC を採用する。

撚線構成 (素線数/素線径)	:	26/2.888mm + 7/2.245mm
計算断面積 (アルミ)	:	170.56mm ²
(鋼線)	:	27.86mm ²
(合計)	:	198.42mm ²
撚線外径	:	18.28mm
単位重量	:	655.3 kg/km
撚線破断強度	:	6,110 kg
電気抵抗 (20℃)	:	0.1612 ohm/km
弾性係数 (アルミニウム)	:	6,300 kg/mm ²
(鋼線)	:	21,000 kg/mm ²
線膨張係数 (アルミニウム)	:	23x10 ⁻⁶ /℃
(鋼線)	:	1.5x10 ⁻⁶ /℃

架空地線と同じく長い区間に架線するためのものではない故、1ドラム当たりの条長は運搬の便利なように1,000 m程度とする。ただし、カム・ラン・ディエン・カン間の電力線はジョイント数を減らすため1ドラム2,000 mを標準とする。鋼心線の亜鉛メッキ量は一般に適用している230g/m²とする。

付属品としては、直線ジョイント、補修スリーブ、懸垂・耐張クランプを調達する。

ACSR用の直線ジョイントはアルミニウム・スリーブと鋼製のスリーブとからなる圧縮型とし、防錆注入剤を納入させる。圧縮後の強度は適用電線の破断荷重以上とする。

アルミニウム燃線用の補修スリーブはアルミニウム・スリーブのみで2分割構成とし、容易に電線を包み込む構造とする。強度はACSR用ジョイントと同じ規定をする。

懸垂クランプは風による電線の動きを制約しないようにフリー・センター型を適用するが、支持物間の径間が短いことからアーマー・ロッドは必要ない。耐張クランプは既設送電線に使用していると同じ構造の圧縮型とする。懸垂クランプ・耐張クランプの強度は使用電線の最大使用張力のそれぞれ60%, 100%でスリップまたは破断しないこととする。

出荷前の検査は、下記項目について実施する。

- | | |
|----------|-----------------------|
| アルミニウム素線 | — 寸法・外観試験 |
| | — 引張強度試験 |
| | — 伸びおよび捻回試験 |
| 鋼素線 | — 寸法・外観試験 |
| | — 引張強度試験 |
| | — 伸びおよび捻回試験 |
| | — 亜鉛メッキ試験（付着量および均一試験） |
| 完成燃線 | — 燃線構成・寸法・外観試験 |

	<ul style="list-style-type: none"> - 引張強度試験 - 電気抵抗試験
ドラム	<ul style="list-style-type: none"> - 外観検査および重量検査
付属品	<ul style="list-style-type: none"> - 外観試験 - 亜鉛メッキ試験（付着量および均一試験） - ボルト締め付け試験

10.4.3 碍子および碍子連装置

(1) 碍子

調達する碍子は磁器製およびガラス製のものでその電氣的・機械的性能は次の通りである。

なお、耐塩害用碍子の性能を（ ）に示す。

1) 寸法	:	254 mm x 146 mm
2) 碍子型	:	ボール・ソケット・キャップ・ピン型
3) 商用周波注水耐圧電圧	:	40 kV (41 kV)
4) 雷インパルス耐電圧	:	110 kV (120 kV)
5) 50% 衝撃閃絡電圧	:	125 kV (150 kV)
6) 商用周波油中破壊電圧	:	140 kV (140 kV)
7) 課電破壊荷重	:	12,000 kgf (12,000 kgf)
8) 表面漏れ距離	:	280 mm (430 mm)

碍子単体の連結用割ピンは、ステンレス・スチール製とし IEC 規格に適合するサイズのものとする。

碍子連装置	装置当連数	一連当り碍子数
一連懸垂碍子連装置	1	8
特殊懸垂碍子連装置	1	8
二連懸垂碍子連装置	2	8
特殊二連懸垂碍子連装置	2	8
一連耐張碍子連装置	1	8
特殊一連耐張碍子連装置	1	8
二連耐張碍子連装置	2	8
可逆耐張碍子連装置	1	8

特 性	懸垂碍子連		耐張碍子連	
	一連	二連	一連	二連
最小耐圧電圧				
商用周波数、乾燥	375 kV	375 kV	375 kV	375 kV
商用周波数、注水	295 kV	295 kV	295 kV	295 kV
50%衝撃閃絡電圧(1.2x50 micro-sec)	630 kV	630 kV	630 kV	630 kV
最小破断荷重	7 tons	12 tons	7 tons	12 tons

(2) 碍子連装置

調達する碍子連装置は保守用予備として調達するものでダニムータブ・チャムーカム・ラン送電線の原設計の構造・強度のものである。各種碍子連装置の構成は添付図 10.3 に示す通りである。

10.4.4 保守用工具類

PC-2 および PC-3 に不足している工具類の種類・数量・仕様は添付表 10.3 および 10.4 の通りである。

10.5 変電設備昇圧計画の基本設計

10.5.1 変電設備の基本設計共通事項

変電設備は原則として IEC 規格に準拠することとし、電圧定格は下記の通りとする。

	<u>定格電圧</u>	<u>雷インパルス 試験電圧</u>	<u>交流試験電圧</u>
230 kV 機器	: 245 kV	950 kV	395 kV
110 kV 機器	: 123 kV	550 kV	230 kV
22 kV 機器	: 24 kV	125 kV	50 kV

各設備の制御電源は、電力線搬送電話装置を除き、ダニム発電所が直流 230 V、その他の変電所では、直流 110 V とする。

尚、各変電設備の調達には、据付に必要な材料、特殊工具およびスペアパーツの調達も含む。

10.5.2 ダニム発電所昇圧変電設備の基本設計

(1) 回路構成

ダニム発電所は既設 230/110 kV、63 MVA 変圧器を 125 MVA の変圧器に取替え、既設変圧器回路の 230 kV および 110 kV 開閉機器をそのまま利用するように計画する。また、110 kV 母線を新設し、230/110 kV 変圧器、タブ・チャム変電所向けの新 110 kV 送電線およびニヤ・チャン変電所向けの既設 110 kV 送電線を接続する。

ダニム発電所においては以下の変電設備を新設する計画である。新設機器の配置については既設機器との取り合いを十分考慮して計画する。

- 1) 230/110 kV、125 MVA 変圧器 : 1 台

- 2) 230 kV 開閉機器
 - 230 kV 避雷器 : 1台 (追加設置)
- 3) 110 kV 単母線の追加 : 1式
- 4) 110 kV 開閉機器
 - a) 230/110 kV 変圧器回路
 - 110 kV しゃ断器 : 1台 (追加設置)
 - 110 kV 断路器 : 1台 (追加設置)
 - b) 新設 110 kV 送電線回路
 - 110 kV しゃ断器 : 1台
 - 110 kV 断路器 (接地装置付) : 1台
 - 110 kV 断路器 : 1台
 - 110 kV 変流器 (単相) : 3台
 - 110 kV 避雷器 (単相) : 3台

尚、既設の110 kV 計器用変圧器は 110 kV 母線に移設する計画である。

- 5) 電力線搬送電話設備 : 1式

尚、新設機器の主配電盤および保護継電器は第 8 章の変電設備の緊急改修において用意されることになっている。

上記の回路構成に基づいて、調査団はダニム発電所 110 kV 昇圧設備の予備設計を実施した。調査団が提案する単線結線図および機器配置図を添付の図 10.8 から図 10.10 に示した。

(2) 変圧器の形式および定格

230/110 kV 変圧器は三相、単巻、負荷時タップ切替変圧器で安定巻線付とする。また、一次側および二次側の各ブッシングには変流器を内蔵する。変圧器の主要定格は以下の通りとする。

- 1) 定格容量 : 125,000 kVA

230/110 kV 変圧器の容量は 10.1.2 節で述べている電力需要予測結果、各 110 kV 変電所の変圧器容量、送電線の送電可能容量および既設 230/110 kV 変圧器容量 (63,000 kVA) を考慮して、125,000 kVA とする。

- 2) 定格一次電圧 : 230 kV
3) 定格二次電圧 : 121 kV
4) 結線 : YN, a0, dl

(3) 開閉機器の形式および定格

各開閉機器の形式および主要定格は以下の通りとする。

1) 230 kV 避雷器

- a) 形式 : 酸化亜鉛形ギャップレス避雷器
b) 定格電圧 : 204 kV 以上
c) 連続使用電圧 : 156 kV 以上
d) 放電電流 : 10 kA

2) 110 kV シャ断器

- a) 形式 : 三相、屋外形、SF6 ガスシャ断器
b) 定格電圧 : 123 kV
c) 定格電流 : 1,250 A
d) 定格シャ断電流 : 25 kA

3) 110 kV 断路器

- a) 形式 : 三相、屋外形、手動操作式断路器
尚、各断路器は接地装置付とする。また、接地装置は手動操作式とする。
b) 定格電圧 : 123 kV
c) 定格短時間耐電流 : 25 kA

4) 110 kV 変流器

- a) 形式 : 単相、油入、屋外形
各変流器は3コアで構成する。
- b) 最高使用電圧 : 123 kV
- c) 定格電流比 : 400-200/5-5-5 A
- d) 定格耐電流 : 25 kA
- e) 確度階級
 - 計測用 : 1.0
 - 保護継電器用 : 5P20

5) 110 kV 避雷器

- a) 形式 : 酸化亜鉛形ギャップレス避雷器
- b) 定格電圧 : 102 kV 以上
- c) 連続使用電圧 : 78 kV 以上
- d) 放電電流 : 10 kA

10.5.3 110 kV 変電所の基本設計

タブ・チャム、ファン・リおよびファン・チェットの各 110 kV 変電所の回路構成、機器配置および変圧器容量は PC-2 のエネルギーセンターの基本設計方針に従うこととし、各変電設備の仕様は調査団が検討のうえ提案することとした。また、PC-3 が管轄するカム・ランおよびディエン・カンの 110 kV 変電所の基本設計は、回路構成および変圧器容量について PC-3 の意向を確認したうえで、PC-2 の基本設計方針を参照して、調査団が実施した。

(1) 回路構成

タブ・チャム (T.C)、ファン・リ (P.R)、ファン・チェット (P.T)、カム・ラン (C.R) およびディエン・カン (D.K) の各変電所の回路構成は下記の通りである。

		<u>T.C</u>	<u>P.R</u>	<u>P.T</u>	<u>C.R</u>	<u>D.K</u>
1)	主要変圧器	: 1台	1台	1台	1台	1台
2)	所内変圧器	: 1台	1台	1台	1台	1台
3)	110 kV 開閉機器					
	- 110 kV 送電線回路	: 3回線	2回線	1回線	3回線	2回線
	- 110 kV 母線回路	: 1回線	1回線	1回線	1回線	1回線
	- 110 kV 主要変圧器回路	: 1回線	1回線	1回線	1回線	1回線
4)	22 kV 開閉機器					
	- 22 kV 主要変圧器回路	: 1回線	1回線	1回線	1回線	1回線
	- 22 kV 配電線回路	: 4回線	3回線	3回線	4回線	4回線
	- 22 kV 所内変圧器回路	: 1回線	1回線	1回線	1回線	1回線
	- 22 kV コンデンサ回路	: なし	なし	なし	1回線	1回線
5)	主配電盤および継電器盤	: 1式	1式	1式	1式	1式
6)	直流電源設備	: 1式	1式	1式	1式	1式
7)	所内交流直流電源盤	: 1式	1式	1式	1式	1式
8)	電力線搬送電話設備	: 1式	1式	1式	1式	1式

PC-2 管内のタブ・チャム、ファン・リおよびファン・チェットの3変電所の110 kV 母線は基本的に単母線を採用するが、PC-3 管内のカム・ランおよびダイエン・カン変電所の110 kV 母線はPC-3 の意向を取り入れ複母線（主母線+補助母線方式）を採用する。

上記の回路構成に基づき、調査団は各変電所主回路の基本設計を実施した。その結果を主回路単線結線図および機器配置図として添付の図 10.11 から図 10.25 にまとめた。

(2) 主要変圧器の形式および定格

各変電所の主要変圧器は三相、三巻線、負荷時タップ切替変圧器とする。変圧器の主要定格は以下の通りとする。

- 1) 定格容量
 - a) ファン・チェット変電所 : 25,000 kVA
 - b) その他の4変電所 : 16,000 kVA
 - 2) 定格一次電圧 : 115 kV
 - 3) 定格二次電圧 : 15 kV/22 kV
- 既存の 15 kV 配電電圧は将来 22 kV に昇圧される計画があるため、主要変圧器の定格二次電圧は 15 kV と 22 kV の両方の定格電圧に対応できる設計とする。二次電圧の切替はそれぞれ変圧器の外側から容易に行なえる構造とすることが望ましい。
- 4) 結線 : YN, yn0, dl

(3) 110 kV 開閉機器の形式および定格

各開閉機器の形式および主要定格は以下の通りとする。

- 1) 110 kV シャ断器
 - a) 形式 : 三相、屋外形、ガスシャ断器
 - b) 定格電圧 : 123 kV
 - c) 定格電流 : 1,250 A
 - d) 定格シャ断電流 : 25 kA
- 2) 110 kV 断路器
 - a) 形式 : 三相、屋外形、電動装置付断路器
 タブ・チャム、ファン・リおよびファン・チェット変電所の各断路器は接地装置付とするが、変圧器回路の断路器のみ2台の接地装置を設けることにする。
 また、カム・ランおよびディエン・カン変電所の送電線およびブス・タイ回路の断路器は接地装置付とする。尚、全ての接地装置は手動操作式とする。
 - b) 定格電圧 : 123 kV
 - c) 定格短時間耐電流 : 25 kA

3) 110 kV 変流器

- a) 形式 : 単相、油入、屋外形
各変流器は3コアで構成する。
- b) 最高使用電圧 : 123 kV
- c) 定格電流比
- 各送電線回路 : 400-200/5-5-5 A
- 16,000 kVA 主変圧器回路 : 125/5-5-5 A
- 25,000 kVA 主変圧器回路 : 200/5-5-5 A
- d) 定格耐電流 : 25 kA
- e) 確度階級
- 計測用 : 1.0
- 保護継電器用 : 5P20

4) 110 kV 計器用変圧器

- a) 形式
- 母線回路用 : 単相、三巻線、コンデンサ形計器用変圧器
- 送電線回路用 : 単相、二巻線、コンデンサ形計器用変圧器
尚、各送電線回路の計器用変圧器は電力線搬送システムの結合コンデンサとしても使用することとし、頂部にライン・トラップを設置できる構造とする。
- b) 最高使用電圧 : 123 kV
- c) 定格電圧比
- 母線回路用 : $110 \text{ kV}/\sqrt{3} : 110 \text{ V}/\sqrt{3} : 110 \text{ V}/\sqrt{3}$
- 送電線回路用 : $110 \text{ kV}/\sqrt{3} : 110 \text{ V}/\sqrt{3}$
- d) 確度階級
- 計測用 : 1.0
- 保護継電器用 : 3P

5) 110 kV 避雷器

- a) 形式 : 酸化亜鉛形ギャップレス避雷器
- b) 定格電圧 : 102 kV 以上

- c) 連続使用電圧 : 78 kV 以上
- d) 放電電流 : 10 kA

(4) 22 kV 開閉機器の構成

各変電所の 22 kV 開閉機器は屋内用の閉鎖形配電盤構造とし、制御所の建物内に設置する。22 kV しゃ断器は真空しゃ断器またはガスしゃ断器で、引き出し形とする。変流器や計器用変圧器はレジンモールド形を採用する。尚、22 kV 回路は当面の間 15 kV で運用することが見込まれるため、計器用変圧器の一次電圧は15 kV とする。

また、各配電線回路の断路器は屋外用の三相一括操作形とし、避雷器は屋外用の酸化亜鉛形のギャップレス避雷器とする。これらの断路器および避雷器は 22 kV 配電線の引留支持柱上に設置する。

尚、PC-3 管轄のカム・ランおよびディエン・カン変電所には、PC-3 の意向を取り入れ、22 kV 回路にスタティック・コンデンサを設置する。コンデンサのバンク容量は 4,000 kVar とする。また、コンデンサ設備は屋外形とする。

22 kV 回路の構成機器は各変電所の単線結線図に示した。

(5) 所内変圧器の形式および定格

各変電所の所内変圧器は三相、二巻線、乾式モールド変圧器とし、屋内用キュービクルに内蔵し、22 kV 閉鎖形配電盤と共に制御所の建物内に設置する。変圧器の主要定格は以下の通りとする。

- 1) 定格容量 : 200 kVA
- 2) 定格一次電圧 : 15 kV

22 kV 回路は当面の間、15 kV で運用されることが見込まれるが、所内変圧器は小容量であるため、定格一次電圧を 15 kV とする。尚、運用電圧が 22 kV に昇圧された

時点で定格一次電圧が 22 kV の変圧器に取替ることを推奨する。

- 3) 定格二次電圧 : 400 V
- 4) 結線 : D, yn 11

(6) 主配電盤および保護継電器盤

配電盤は、監視制御用の主配電盤を前面に、保護継電器を後面に配列した構造の閉鎖形両面盤として制御室内に設置する。主配電盤には、当該回路の指示電気計器、運転状態／故障表示器、模擬母線、選択／制御スイッチ等の監視・制御器具を配置し、設備の監視にあたるばかりでなく、110 kV および 22 kV しゃ断器、110 kV 断路器および変圧器のタップ切替の遠方制御が実施できるように設計する。また、各 110 kV 送電線の手動同期投入操作を可能にするため、主配電盤の上部または袖部に手動同期パネルを設置する。手動同期パネルは同期検定器、電圧計（2 個）、周波数計（2 個）で構成する。

各回路の保護継電器は、最近の適用例および情勢を考慮して、デジタル・リレーの採用を推奨する。110 kV 送電線の保護継電方式として距離継電方式を採用する。さらに、110 kV 送電線回路は自動再開路機能を付加することとし、同期検定機能を持った自動再開路継電器を各送電線回路に設置する。

尚、PC-3 管内のタブ・チャム変電所～ディエン・カン変電所間の 110 kV 送電線の事故地点を速やかに特定できるように、カム・ラン変電所に送電線故障標定装置の導入を計画する。この故障点標定装置には、変流器および計器用変圧器を接続するだけでシステムを構成でき、経済性に優れ、直接接地系統では主流の方式であるインピーダンス演算方式を採用する。

(7) 試験用機材の調達

PC-3 管内のカム・ラン変電所およびディエン・カン変電所では、試験用機材が不足している。調達が必要な試験用機材は以下の通りである。

- 1) 耐圧試験装置（移動用車両付） : 1 式

2)	誘電正接 (tan δ) 測定装置	:	1 式
3)	標準交流電圧計、0-300/600 V、0.5 級	:	1 個
4)	標準交流電圧計、0-150/300 V、0.5 級	:	1 個
5)	標準交流電圧計、0-75/150 V、0.5 級	:	3 個
6)	標準交流電流計、0-0.2/1 A、0.5 級	:	1 個
7)	標準交流電流計、0-2/10 A、0.5 級	:	2 個
8)	標準交流電流計、0-10/50 A、0.5 級	:	1 個
9)	標準交流電流電圧計、1 3 レンジ、0.5 級	:	2 個
10)	クリップオン・テスタ、6-300 A、150/600 V、2.5 級	:	1 個
11)	標準直流電圧計、0-150/300 V、0.5 級	:	1 個
12)	標準直流電圧計、0-75 mV、0.5 級	:	1 個
13)	標準直流電流計、0-100/300 mA、0.5 級	:	1 個
14)	標準直流電流電圧計、1 7 レンジ、0.5 級	:	2 個
15)	標準三相電力計、120-240 V、5 A	:	1 個
16)	標準無効電力計、120-240 V、5 A	:	1 個
17)	標準周波数計、45-55 Hz、0.2 級	:	2 個
18)	検相計	:	1 個
19)	絶縁抵抗計、500 V、1000 M-ohm	:	1 個
20)	絶縁抵抗計、1000 V、2000 M-ohm	:	1 個
21)	接地抵抗計	:	1 個
22)	携帯用デジタル・テスター	:	3 個
23)	保護継電器試験器	:	1 個
24)	ポータブル・絶縁油試験器	:	1 台
25)	絶縁油浄油装置 (移動台車付)	:	1 式
26)	絶縁油水分測定器	:	1 台
27)	電磁オシロ (動作記録計)、16 点	:	1 台

10.5.4 電力線搬送電話設備の基本設計

ダニム発電所および各変電所間の相互通信連絡を図るため、電力線搬送電話装置を各電気所に設

置するように計画する。また、昇圧による停電時間を極力短くするという観点から、既設の結合装置は利用せず、電力線搬送電話設備を全て調達することを計画している。

電力線搬送電話装置の結合方式は、既設にならって、一線大地間結合方式を採用し、ライントラップや結合コンデンサ等の結合装置は、各送電線の第2相（真ん中の相）に設置する。

電力線搬送電話設備の主要機器構成および各電気所で調達が必要な数は以下の通りである。

	<u>D.N</u>	<u>T.C</u>	<u>P.R</u>	<u>P.T</u>	<u>C.R</u>	<u>D.K</u>
1) 110 kV ライントラップ	: 1台	3台	2台	1台	3台	2台
2) 110 kV 結合コンデンサ	: 1台	—	—	—	—	—
3) 結合フィルタ	: 1台	3台	2台	1台	2台	1台
4) 電力線搬送電話端局装置						
1 ch	: —	—	1台	1台	1台	1台
2ch	: —	2台	1台	—	1台	—
4ch	: 1台	1台	—	—	—	—
5) 電源設備	: 1式	1式	1式	1式	1式	1式

(注) D.N:ダニム P/S T.C:タブ・チャム S/S P.R:ファン・リ S/S
P.T:ファン・チェット S/S C.R:カム・ラン S/S D.K:ディエン・カン S/S

10.6 昇圧工事の施工計画

本節では現地調査期間に確認した PC-2 の編成可能な作業班数と現在の手持ち工具および新たに調達する工具数を基に立案した施工計画に就いて述べる。ベトナム側は具体的な計画を現在のところ作成していないので、各種の打ち合わせにより得た情報を基に調査団が施工案を下記のように作成した。この案を基礎に PC-2, PC-3 は具体的な計画案をとりまとめることを提案する。

10.6.1 送電線昇圧施工計画

(1) 施工班の構成

1) ダニムータブ・チャム昇圧区間

昇圧に伴う直接改修作業の必要はないが既設設備の補修が必要である。損傷している鋼管柱の立替、支線・電力線用腕金の交換、碍子の補充・交換などの作業を実施する。これらの作業は停電状態で行うことになる。

この区間の送電線は当該地域の基幹送電線であり停電期間に制約を受ける。ピーク時間帯が夕刻から始まることからこの時間帯を避けて停電作業を計画する。8:00AM-4:00PM 間の日中を停電帯とし 4:00PM-8:00AM を送電時間帯とする。10 日間にて全作業を完了させると仮定すれば、1 班の構成を 12 名の電工として合計 9 班が必要となる。230 kV 送電線の復旧作業に引き続き同じ施工班が工事を実施すれば効率的である。

2) タブ・チャムーファン・チェット昇圧区間

この区間も昇圧に伴う直接的な改修は必要なく既設設備の電力線用腕金・コンクリート柱用の支線の取り替えと接地線の張り替え・追加の作業を実施することになる。接地線の作業は送電しながら実施可能である。腕金・支線の作業は停電の状態で行う。停電時間帯はダニムータブ・チャム区間に合わせて 8:00AM-4:00PM の 8 時間とする。柱上作業は電工 4 名、地上作業は一般作業員 3 名の 7 名/班の構成で充分である。1 班は 1 日平均 2 基の腕金・支線の交換を完了させ得るので 10 日の停電期間に合計 25 班を投入することになる。

3) タブ・チャムーカム・ラン昇圧区間

ダニムータブ・チャム区間と同様に鋼管柱・電力線用腕金・碍子の取り替え作業が主である。10 日の停電期間中にこれら補修作業を完了させるには 1 班電工 12 名構成で 8 班が必要である。

4) カム・ランーディエン・カン昇圧区間

全面的な支持物および電力線の交換となり停電期間も長期間が必要となる。PC-3は作業実施体の決定を含めた具体的な作業計画・工程を事前に作成する必要がある。

(2) 技術能力

ダニムータブ・チャムファン・リーファン・チェット区間およびタブ・チャムカム・ラン区間の補修作業を実施するに当たっては、過去の同種作業の実績から判断して技術的にPC-2およびPC-3が充分対処可能であると確信する。また、カム・ランーディエン・カン区間の支持物交換作業に対してもPC-3は充分対処できる。

(3) 施工工程

前記した作業班構成および編成班数にて実施した場合の工程を図10.4から10.6に示した。これらは停電作業に関連した工程であり、事前に工所用資材・工具の作業場所への運搬、作業段取りを完了させておく必要がある。

PC-2およびPC-3は添付の施工工程を、これまでの作業実績、作業時期、使用可能工具を考慮してより具体的な実施作業内容・工程を作成すべきである。

10.6.2 変電所昇圧施工計画

新設の110kV変電所は既設の66kV変電所に隣接した用地に建設されるため、既設変電所の運転に支障を来たすことなく、建設が可能である。しかし、既設の66kV変電所から新設の110kV変電所への切替は、タブ・チャム、ファン・リ、ファン・チェット、カム・ランおよびディエン・カンの5箇所の110kV変電所ならびにダニム発電所の新110kV変電設備の据付および単体試験が全て完了した時点で一斉に行なわれることが必要であり、そのため上記の6箇所の建設工事はなるべく並行して実施するように計画する。

また、各電気所での変電設備の据付を円滑に進めるために、変電設備が各現場に到着するまでに

は、建設用地の整地、基礎工事および制御所建築工事を全て完了させるように計画する。制御所建築工事および機器の基礎工事の期間は少なくとも6ヶ月および2ヶ月と見込まれる。

変電設備は国際入札によって調達し、変電設備の据付工事はその設備供給契約者から派遣される技術指導員のもとに、PC-2、PC-3 および電力建設公社の職員で実施する。各電気所の変電設備の据付工事は屋外作業班と屋内作業班の2班に分かれて実施することとし、各班が10名程度の電工と一般作業員で構成すれば、据付工事期間は4ヶ月と見込まれる。

10.7 維持・管理・運営計画

10.7.1 送電線設備の維持・管理・運営計画

送電線設備については最低限現状の保守体制を維持継続することが必要である。保守班は無線機を登載の車両を2台保有しているとのこと故日常巡視には支障ない。保守用資材・工具類も上記のものを調達すれば復旧作業、保守作業に当面充分と考える。既存の送電線保守規定を230kV送電線の保守業務に対して調査団が提案したサンプルを参考にして現地に適合した改訂を行うことを提言する。

10.7.2 変電設備の維持・管理・運営計画

変電設備の維持・管理は各機器ごとに保守・点検マニュアルを整備し、日常の巡視および定期点検によって、機器の状態を把握するように努めなければならない。尚、各機器の保守・点検マニュアルは変電設備供給業者から提出されるマニュアルを参考にして作成する。

推奨すべき各変電設備の主要な定期点検項目は以下の通りである。

(1) 変圧器

1) 精密点検（7年に1回）

- a) 内部吊上点検（オーバーホール）
 - b) ブッシング、安全弁、放熱器、コンサベータなどの点検清掃
 - c) 各部ガスケット取替
 - d) 絶縁油取替または濾過
- 2) 精密点検（5年に1回）
- a) 送油ポンプ、冷却ファン等の補機類の分解点検
 - b) 制御回路の点検
- 3) 普通点検（3ヶ月に1回）
- a) 補機類の外部点検（動作状況、軸受給油）
 - b) その他外部一般点検
- 4) 油中ガス分析および絶縁油性能試験（3年に1回）

(2) 開閉機器

- 1) 精密点検（6年に1回）
- a) しゃ断部分解点検（しゃ断器）
 - b) 操作機構部分解点検（しゃ断器および断路器）
 - c) 制御箱点検
 - d) 各種試験（しゃ断器投入開極時間測定等）
- 2) 普通点検（2年に1回）
- a) 操作機構部の外部点検（しゃ断器および断路器）
 - b) 操作試験（しゃ断器および断路器）
 - c) 碍管類の点検清掃
 - d) 主回路端子および配線締付チェック
 - e) 絶縁抵抗測定
 - f) 漏れ電流測定（避雷器）

g) その他外部一般点検

(3) 配電盤および制御回路

1) 精密点検（2年に1回）

a) 計器類校正試験

b) 継電器単体性能試験

2) 普通点検（1年1回）

a) 一般構造ならびに配線検査

b) 総合動作試験（含むシーケンス）

c) 絶縁抵抗測定

番号	資機材項目	単位	数量	詳細
M 4.	Hardware for Insulator Sets			
	Suspension Clamp	set	100	NGK Cat. No.1H-1074AU or equivalent
	Horn Hoder, ball eye	piece	50	NGK Cat. No.4H-2046A or equivalent
	socket eye	piece	50	NGK Cat. No.4H-20496B or equivalent
	Arcing Horn	piece	50	NGK Cat. No.2H-1810AU or equivalent
	- ditto -	piece	50	NGK Cat. No.2H-1810BU or equivalent
	- ditto -	piece	50	NGK Cat. No.2H-1812AU or equivalent
	- ditto -	piece	50	NGK Cat. No.2H-1812BU or equivalent
	U-bolt with 2 nuts	piece	200	NGK Cat. No.4H-1805BU or equivalent
	Clevis Eye	piece	50	NGK Cat. No.4H-488-10 or equivalent
	Clevis Socket	piece	50	NGK Cat. No.4H-20491B or equivalent
	Clevis Ball	piece	50	NGK Cat. No.4H-492C or equivalent
	Anchor Shackle	piece	200	NGK Cat. No.4H-835A or equivalent
	Chain Link	piece	100	NGK Cat. No.3H-7D or equivalent
	Strain Clamp Set-336.4MCM	set	100	NGK Cat. No.2H-970AU or equivalent
	Susp. Clamp GSW 22sq.mm	set	100	NGK Cat. No.1H-677BU or equivalent
	Tension Clamp	set	50	NGK Cat. No.GNB-4511U or equivalent
M 5.	Hardware for Power Conductor			For ACSR 336.4 MCM
	Stockbridge Damper	piece	50	NGK Cat. No.SD-3002-3 or equivalent
	Midspan Joint	set	200	Asahi Cat. No.SP-6158 or equivalent
	Repair Sleeve	set	200	Asahi Cat. No.RS-6075 or equivalent
	Flexible Copper Earth Bond	set	500	NGK Cat. No.2H-500 or equivalent
	Dead End Clamp	set	50	NGK Cat. No.2H-1025-8 or equivalent
M 6.	Hardwares for O.H Earthwire			
	Midspan Joint (22 sq.mm)	piece	50	Asahi Cat. No.SP-6158#1 or equivalent
	Suspension Set	piece	5	NGK Cat. No.89710a or equivalent
	Tension Set for DE Tower	set	10	NGK Cat. No.89711 or equivalent
	Suspension Set for Pole	set	50	NGK Cat. No.89712 or equivalent
	Tension Set for Pole	set	20	NGK Cat. No.89713 or equivalent
M 7.	Power Conductor	km	5	ACSR 336.4 MCM
M 8.	Overhead Earthwire	km	2	GSW 22 sq.mm
Thap Cham-Ph. Thiet Section				
M 9.	Galvanized Steel Materials			
	L 70 x 70 x 6 x 6 m long	piece	40	SS-41
	L 100 x 100x 7 x 6 m long	piece	20	SS-41
	L 50 x 50 x 4 x 6 m long	piece	40	SS-41
	Flat Bar 120 x 10 mm	piece	10	SS-41, 6 m long
	Flat Bar 70 x 6 mm	piece	20	SS-41, 6 m long
	Flat Bar 60 x 6 mm	piece	20	SS-41, 6 m long
	(Total Weight)		(4.9 tons)	
M10.	Galvanize Bolt and Nut			
	16 mm dia. x 45 mm long	piece	1,000	SS-41, with flat washer of 3mmt
	16 mm dia. x 120 mm long	piece	200	SS-41, with flat washer of 3mmt
	20 mm dia. x 90 mm long	piece	200	SS-41, with flat washer of 4mmt
	24 mm dia. x 70 mm long	piece	100	SS-50, with flat washer of 4mmt
	(Total Number)		(1,500)	

番号	資機材項目	単位	数量	詳細
(M11.	Crossarm Set)			
	Suspension Poles	set	50	SS-41, Dwg. 0790XD07 & 08
	Tension Poles	set	15	SS-41, Dwg. XM110-04
	- ditto -	set	10	SS-41, Dwg. 0190XD07 & 08
M12.	Pole Accessories			
	Counterpoise Wire	piece	200	GSW 12 mm dia. x 25 m
	Galvanized Steel Rod	piece	300	for earthing, 16 mm dia. x 2.4 m
	Galvanized Steel Terminal	piece	1,000	For fixing C.P to pole
	Guy Wire	meter	3,000	GSW 55 sq.mm
	Guy Grip	piece	200	for guy wire, thimble type
	Anchor Shackle	piece	200	for guy wire
	Wire Clip	piece	1,000	for GSW 16 mm dia.
M13.	Midspan Joint for Russian AC	set	150	Outside diameter of ACSR : 18.8 mm Outside diameter of steel core : 6.9 mm
M14.	Repair Sleeve for Russian AC	set	200	Outside diameter of ACSR : 18.8 mm
M15.	Midspan Joint for GSW TK-50	piece	50	Outside diameter of GSW : 9.2 mm

表 10.2 PC-3:管内の昇圧計画に必要な送電線用資機材リスト

番号	資機材項目	単位	数量	詳細
Thap Cham-Cam Ranh Section				
M 1.	Galvanized Steel Crossarm	set	42	with bolts and nuts
M 2.	Galvanized Steel Pole	set	2	Type PA (standard height)
	- ditto -	set	2	Typ PA + 2
M 3.	Insulator Unit			
	Standard type	unit	7,000	254 mm x 146 mm, porcelain
	Fog type	unit	3,000	254 mm x 146 mm, porcelain
M 4.	Power Conductor	ton	102	ACSR 336.4 MCM including mid-span joints
M 5.	Stay Wire	meter	2,500	GSW 55 sq.mm
	Stay Wire Fitting	set	100	
M 6.	Earthing Set	set	100	GSW 38 sq.mm for counterpoise
Cam Ranh-D.Khanh Section				
M 7.	Insulator Unit			
	Standard type	unit	5,000	254 mm x 146 mm, porcelain
	Fog type	unit	7,000	254 mm x 146 mm, porcelain
	Insulator Hardware	set	1,000	including suspension & tension sets
M 8.	Power Conductor	ton	102	ACSR 336.4 MCM including mid-span joints
M 9.	Overhead Earthwire	km	50	GSW 22 sq.mm including mid-span joints
M10.	Counterpoise Set	set	400	GSW 38 sq.mm

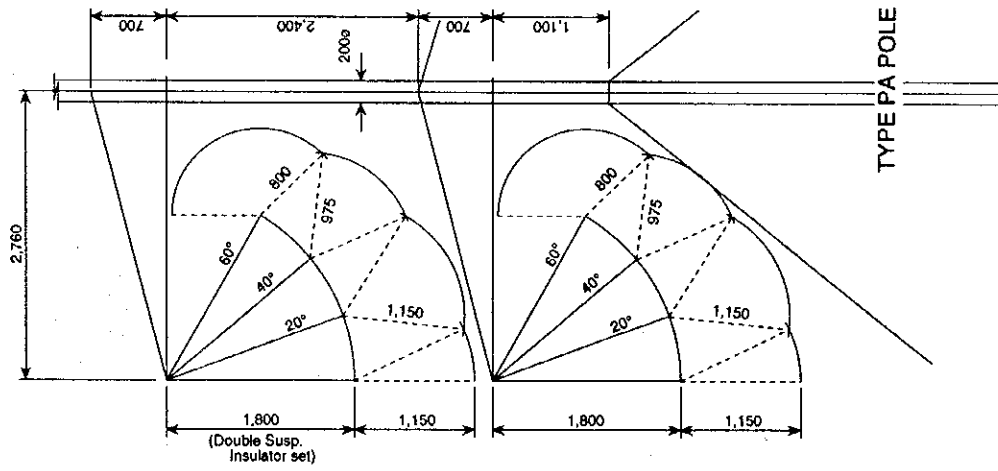
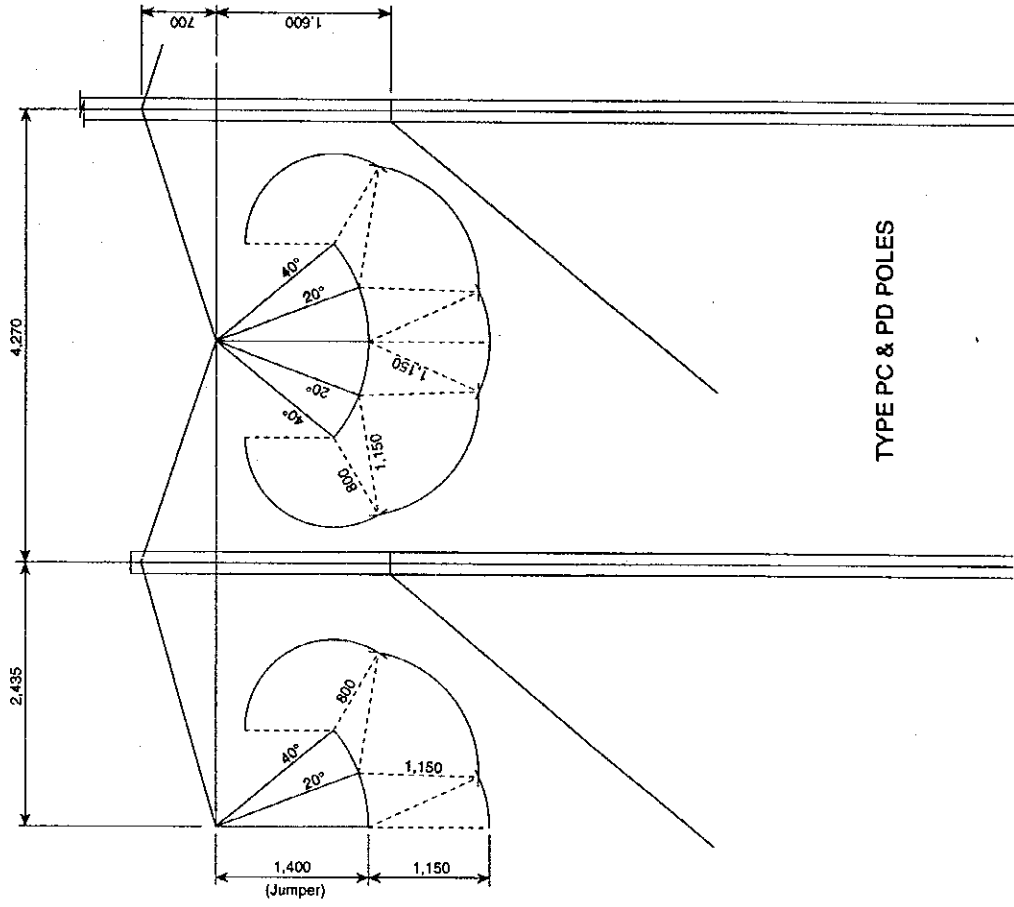
表 10.3 PC-2：管内の昇圧計画に必要な送電線用工具リスト

番号	資機材項目	単位	数量	詳細
T 1.	Engine Winch, SEW-30	set	2	EW-2000S
T 2.	Conductor Tensioner	unit	2	1.2 m dia. Shoe-Chain Type
T 3.	Hand Winch (BV)	set	4	Model BV-1000
T 4.	Lever Block	set	3	0.75 tons capacity (LB008)
	- ditto -	set	3	1.5 tons capacity (LB015)
T 5.	Tower Form (3 meters)	set	10	Dwg. No. TF-100
T 6.	Insulator Replacer	set	5	Dwg. No. K-200 including 1 set for double tension set
	Insulator Lifter	set	4	Dwg.No. K-201
T 7.	Torque Wrench	set	4	50-225 kgf.cm, Model 225 QL
	- ditto -	set	4	200-900 kgf.cm, Model 900 QL
T 8.	Wire Joint Clevis	piece	20	12-14 mm (C324)
T 9.	Turnbuckle (hook type)	set	10	2 tons lever-operatig load
	- ditto - (clevis type)	set	10	2 tons lever-operatig load
T10.	Hydraulic Compressor	set	4	with a 25m tube and dies for ACSR 410sq.mm, 336.4MCM, AC2K, and GSW 22,38,50 sq.mm
T11.	Wire Rope (10 mm dia.)	km	2	In 200 meter coil
	Wire Rope (14 mm dia.)	km	1	In 200 meter coil
T12.	Nylon Rope (16 mm dia.)	km	2	In 200 meter coil
T13.	Hand Drill	set	2	For bolt holing at site
T14.	Pulling Grip for Power Conductor	set	20	Braid Type Grip for 19-25 mm
	Pulling Grip for O.H Earthwire	set	20	Braid Type Grip for 26-32 mm
T15.	Swivel for 2,500 kg Pulling	set	30	Clevis-type (No.2)
T16.	Stringing Roller	set	30	(S-303)
T17.	Aerial Conductor Car	set	4	For Single Conductor Use
T18.	Temporary Earthing Equipment	set	10	For 150k V transmission line use
	- ditto -	set	5	For 300 kV transmission line use
T19.	Conductor Cutter	set	3	With dies for ACSR 410mm sq.mm, 336.4 MCM, 185 sq.mm and 200 sq.mm
T20.	Oil Pressure type Cutter	set	2	Model S-40
T21.	U-type Clevis	piece	20	Model UCH-500
	- ditto -	piece	20	Model UCH-800
T22.	Hanger for Pulley	set	10	for 2,600 kg (L75)
	- ditto -	set	10	for 3,200 kg (L90)
T23.	Tension Meter	set	2	For 1 ton use, (T-100N)
	- ditto -	set	2	For 3 tons use, (T-100N)
T24.	Chicago type Conductor Grip	set	10	For 18-32 mm
T25.	Conductor Hook	set	5	(K-401)
T26.	Tirfore	set	2	Model T-13
T27.	Wire Clip, MR-8 type	piece	20	WK-112
	MR-10 type	piece	20	WK-112
	MR-14 type	piece	20	WK-112
T28.	Safety Belt for Lineman	set	50	With 2 m Safety Rope
T29.	Snatch Block, 2 tons capacity	set	4	Double wheel (2S100)
	5 tons capacity	set	4	Double wheel (2S150)
	2 tons capacity	set	4	Single wheel (1S100)
	5 tons capacity	set	4	Single wheel (1S150)
T30.	Pressed Steel Plate Block	set	10	150 mm
T31.	Aluminium Pulley	set	40	Urethan lining (Dwg.No.P-101-E)
T32.	Stringing Tension Meter	set	2	Dwg.No. T-550X
T33.	Drum Stand	set	2	Oil Jack type (R-311)
T34.	Derrick with Pedestal	set	2	Dwg.No. D-1800
T35.	Binocular	unit	4	Type 1406

表 10.4 PC-3 : 管内の昇圧計画に必要な送電線用工具リスト

番号	工具項目	単位	数量	詳細
T 1.	Engine Winch	set	4	Mounting on 4WD vehicle
T 2.	Hand Winch	set	2	20 tons capacity in combination with pulley
T 3.	Hand Winch (B.V)	set	5	4 ton capacity in combination with pulley
T 4.	Conductor Tensioner	unit	5	1.2 m dia. Shoe cain type
T 5.	Chain Hoist	set	5	4.5 - 6.0 ton capacity
T 6.	Tirfor	set	10	Model T0-13
T 7.	Aluminium Ladder	set	5	5m + 7m (12m) long per set
T 8.	Insulator Replacer	set	10	Complete set for 254 mm x 146 mm
T 9.	Torque Wrench	set	5	200 - 900 kgf-cm
T10.	Gin Pole	set	5	15 m long in total
T11.	Pulling Grip for Power Conductor	set	10	Braid type grip for ACSR 300 sq.mm
	- ditto -	set	10	Braid type grip for ACSR 185 sq.mm
T12.	Pulling Grip for OH Earthwire	set	10	Pulling Grip for GSW 70 sq.mm
T13.	Turn Buckle	set	10	3 - 5 tons capacity
T14.	Hydraulic Compressor	set	5	with a 25 m tube and dies for ACSR Linnet and 185 sq.mm, GSW 22 and 70 sq.mm
T15.	Hydraulic Cutter	set	5	for ACSR Linnet and ACSR 185 sq.mm
T16.	Hand Drill	set	5	For bolt holing at site
T17.	Swivel for 2,000 kg Pulling	set	10	Clevis type
T18.	Swivel for 4,000 kg Pulling	set	10	Clevis type
T19.	Fault Insulator Detector	set	10	Gap-type detector for 230 kV line
	- ditto -	set	10	Gap-type detector for 110 kV line
T20.	Aerial Conductor Ca	set	5	For single conductor use
	- ditto -	set	2	For four conductor use
T21.	Earthing Roller	set	10	
T22.	Temporary Earthing Equipment	set	40	For transmission line use
T23.	Line Throwing Equipment	set	5	Spring type
T24.	Portable Hydraulic Punch	set	1	For bolt-holing
T25.	Ratchet Spanner	set	10	For bolts of 14 mm and 16 mm
	- ditto -	set	10	For bolts for 16 mm and 18 mm
	- ditto -	set	10	for bolts of 20 mm and 22 mm
T26.	Tension Meter	set	5	For 3 tons use
	- ditto -	set	5	For 5 tons use
T27.	Come-along Clamp	set	20	For ACSR 300 sq.mm
	- ditto -	set	20	For ACSR 185 sq.mm
T28.	Wire Grip	set	5	Model WG-4000
T29.	Pulley Block	set	200	309 mm dia. urethane-lined
T30.	Snatch Block	set	10	3 wheels
	- ditto -	set	10	1 wheel
T31.	Lever Block	set	10	3 - 6 tons capacity
T32.	Screw Anchor	set	10	
T33.	Joint Protector	set	10	For ACSR 185 sq.mm
	- ditto -	set	10	For ACSR 300 sq.mm
	- ditto -	set	10	For ACSR 500 sq.mm
T34.	Yoke	set	10	For stringing use, 6 tons capacity
T35.	Wire Rope, 10 mm dia.	km	5	In 200 m coil with 25 connectors
	Wire Rope, 12 mm dia.	km	5	In 200 m coil with 25 connectors
	Wire Rope, 14 mm dia.	km	5	In 200 m coil with 25 connectors
T36.	Nylon Rope, 12 mm dia.	km	4	In 200 m coil
	Nylon Rope, 16 mm dia.	km	4	In 200 m coil

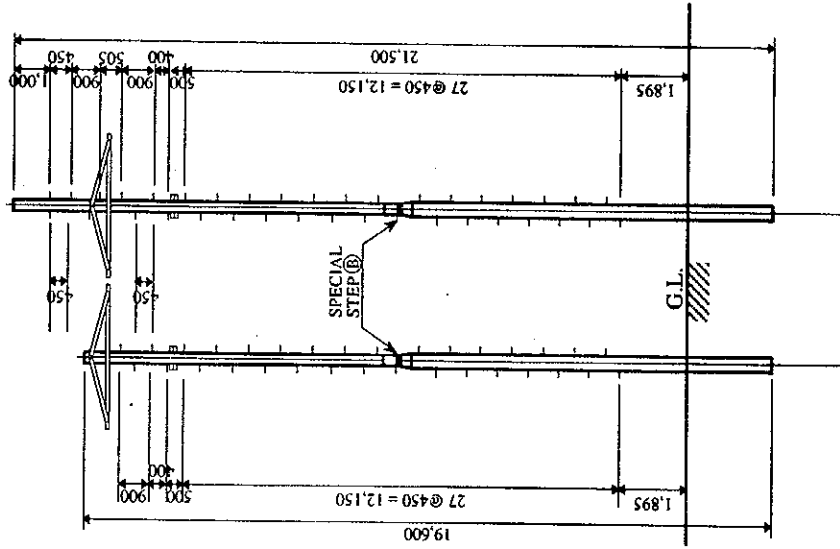
unit : mm



ヴァイエトナム社会主義共和国
ダニム電力システム改修計画調査

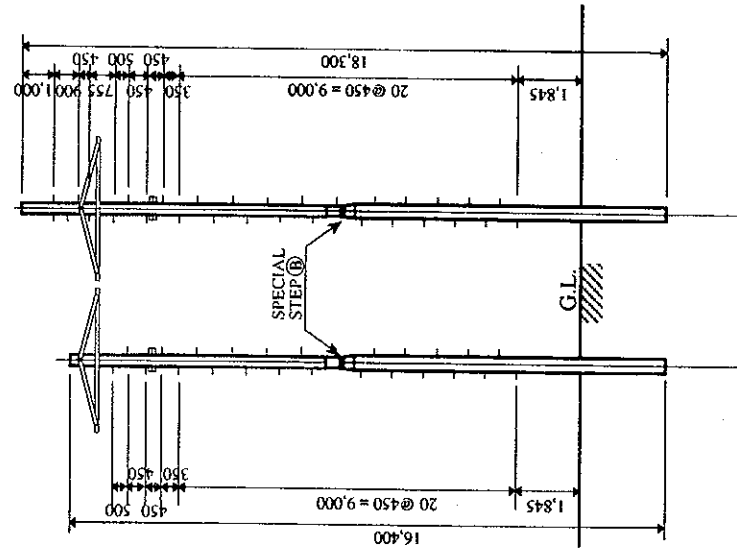
MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

図 10.1
110kV 送電線クリップス・ダイヤグラム



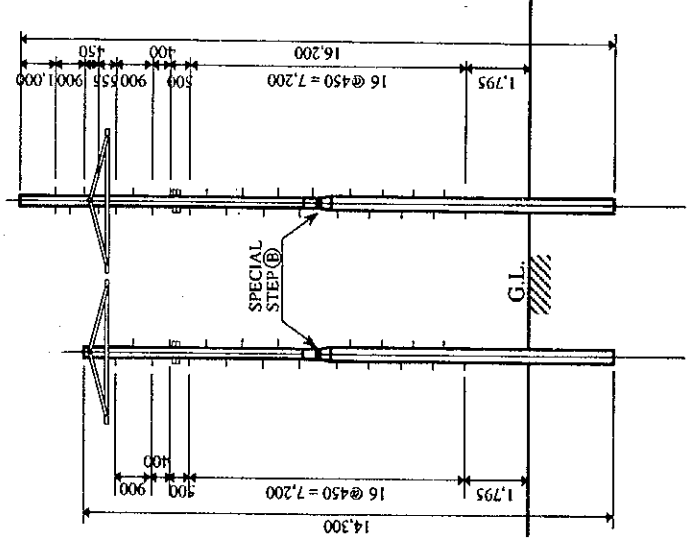
PC + 5 & PD + 5 TYPE

Q'ty STEP BOLT 67 pcs.
SPECIAL STEP 2 pcs.



PC + 2 & PL 2 TYPE

Q'ty STEP BOLT 53 pcs.
SPECIAL STEP 2 pcs.



PC & PD TYPE

Q'ty STEP BOLT 45 pcs.
SPECIAL STEP 2 pcs.

TOLERANCE OF STEP BOLTS INTERVAL ±25 mm

図 10.2 (2)
110 kV 鋼管柱装置図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

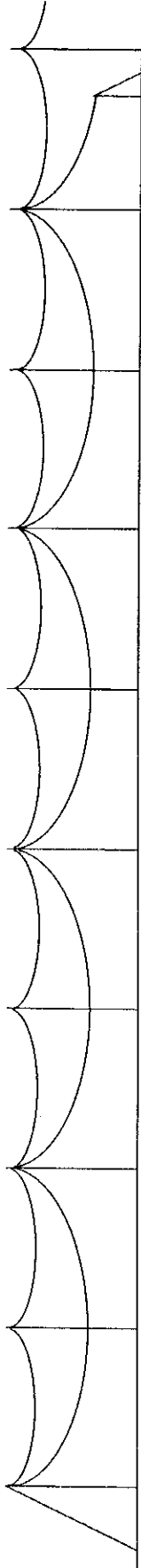
ヴェトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

作業項目	一班あたり作業日程										一班あたり 電工数	必要 作業班数	総電工数 (人日)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
懸垂型支持物 (12 地点)														
仮支持物の建設	2 poles													
架空地線・電力線の移設												6	12	72
損傷支持物の撤去				2 poles								6	12	144
新支持物の建設					2 poles							6	12	72
架空地線・電力線の張り替え												6	12	72
仮支持物の撤去							2 poles					6	12	144
												6	12	72
耐張型支持物 (6 地点)														
仮支持物の建設	2 poles													
架空地線・電力線の移設												3	12	36
損傷支持物の撤去												3	12	108
新支持物の建設												3	12	36
架空地線・電力線の張り替え												3	12	36
仮支持物の撤去												3	12	108
												3	12	36
必要総電工数 (人日)												9	-	936

作業項目	一班あたり作業日程										一班あたり 電工数	必要 作業班数	総電工数 (人日)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
腕金の取り替え															
460 懸垂型支持物および25 耐張型支持物					2 poles	1 日	1 班					7	25	1,750	

ヂィエトナム社会主義共和国 ダニム電力システム改修計画調査	MINISTRY OF ENERGY 国際協力事業団	図 10.5 Thap Cham-Phan Thiet 区間施工工程
----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------

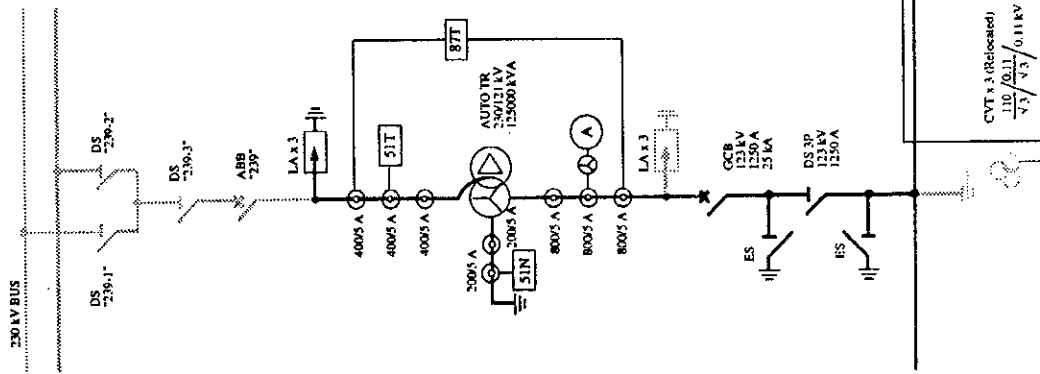
作業項目	一班あたり作業日程										一班あたり 電工数	必要 作業班数	総電工数 (人・日)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
懸垂碍子連装置の補修																
合計 240 poles (3 poles/日/班)												5	8	400		
耐張碍子連装置の補修																
合計 15 poles (2 poles/日/班)												7	2	170		
支持物腕金の取り替え (42 poles)																
支持物腕金の取り替え (42 poles)												7	3	147		
損傷支持物の建て替え (4 poles)																
仮支持物の建設																
架空地線・電力線の仮支持物への移設												12	2	24		
損傷支持物の撤去												12	2	48		
新支持物の建設												12	2	24		
架空地線・電力線の新支持物への移設												12	2	48		
仮支持物の撤去												12	2	24		
総必要電工数 (人・日)																909



Cam Ranh-Dien Khanh 区間には310ヶ所の支持物がある。耐張支持物一耐張支持物間の1区間は平均10径間と仮定する。下記は15名の電工と5名からなる1班が1区間の作業を完了するに必要な工程である。

作業項目	1 区間実施の工程										一相当作業員数			総作業員数				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	電工数	一般	合計
支線および仮支持物の建設 (*1)																15	5	20
一支持物おきの架空地線・電線の移設 (*2)																15	5	20
一支持物おきの支持物の取り替え (*3)																15	5	20
一支持物おきの架空地線・電線の張り替え (*4)																15	5	20
残りの支持物の架空地線・電線の移設 (*5)																15	5	20
残りの支持物の支持物の取り替え (*3)																15	5	20
残りの支持物おきの架空地線・電線の張り替え (*4)																15	5	20
1 区間を完成させるための総作業員数 (人・日)																225	75	300

- (*1) 1 作業区間の1 端に仮支柱、両端に仮支線を取り付ける。
- (*2) 1 支持物おきの径間の架空地線および電力線の取り外し作業。架空地線・電力線の必要地上高を維持するための弛度調整作業を含む。
- (*3) 既設支持物の撤去および新しい支持物の建設。
- (*4) 新支持物への架空地線・電力線の移設。



PRELIMINARY

図 10.8
ダム発電所 110 kV 昇圧設備
単線結線図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

グイエトナム社会主義共和国
ダム電力システム改修計画調査

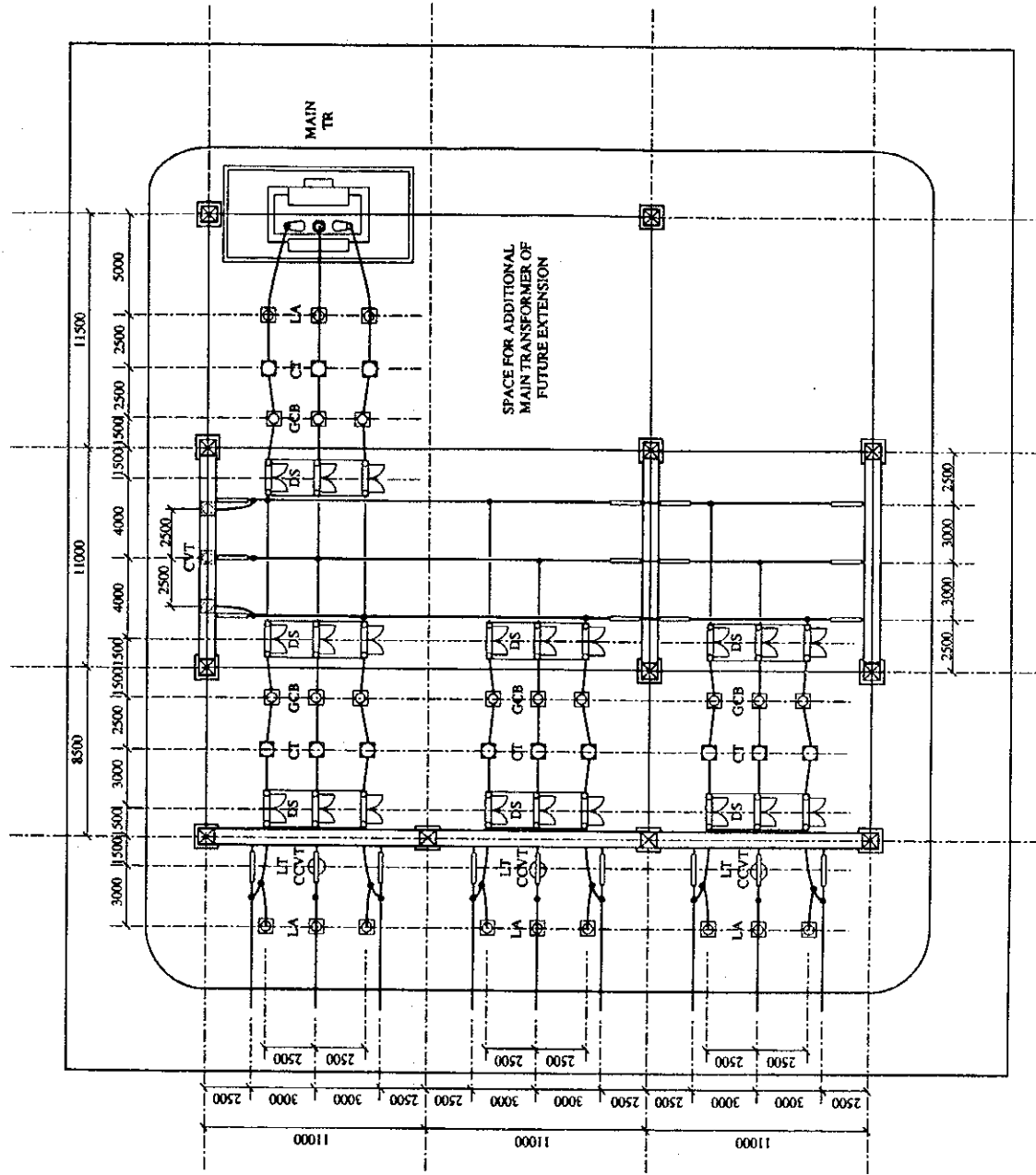


図 10.12
110 kV タブ・チャム変電所
機器配置図 (平面図)

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴィエトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

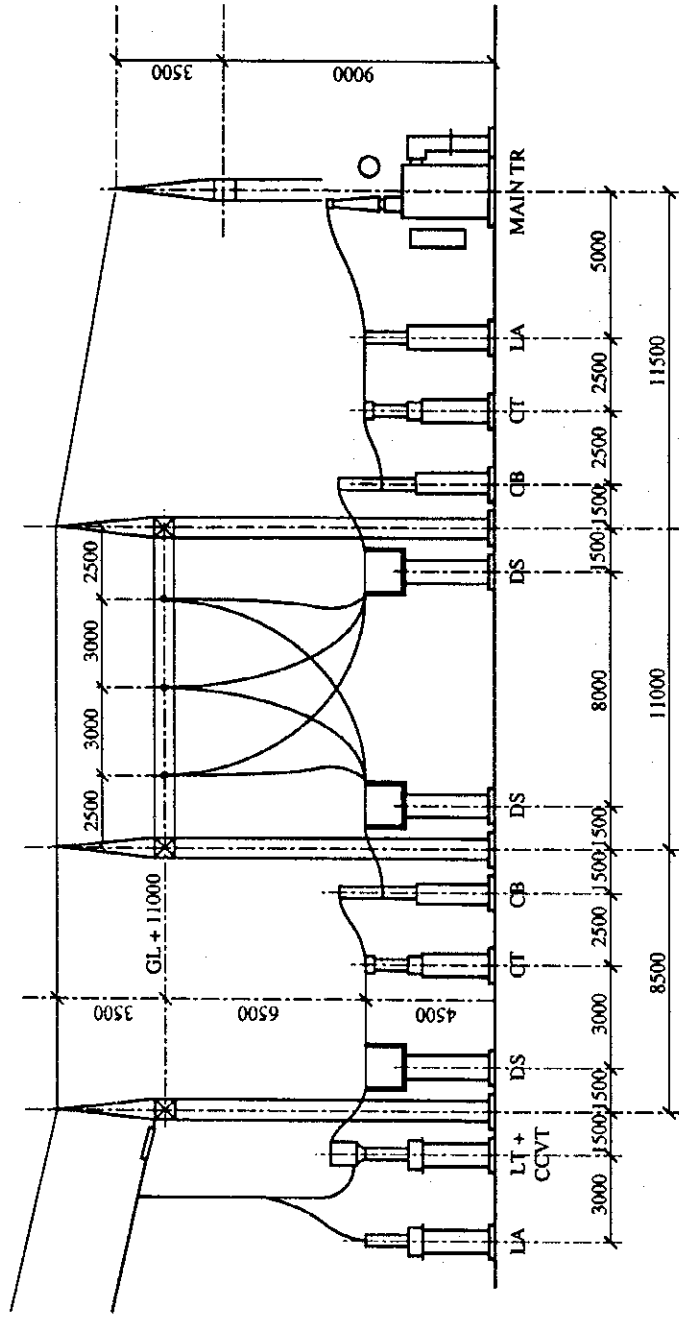


図 10.13
110 kV タブ・チャム変電所
機器配置図 (断面図)

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴェトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

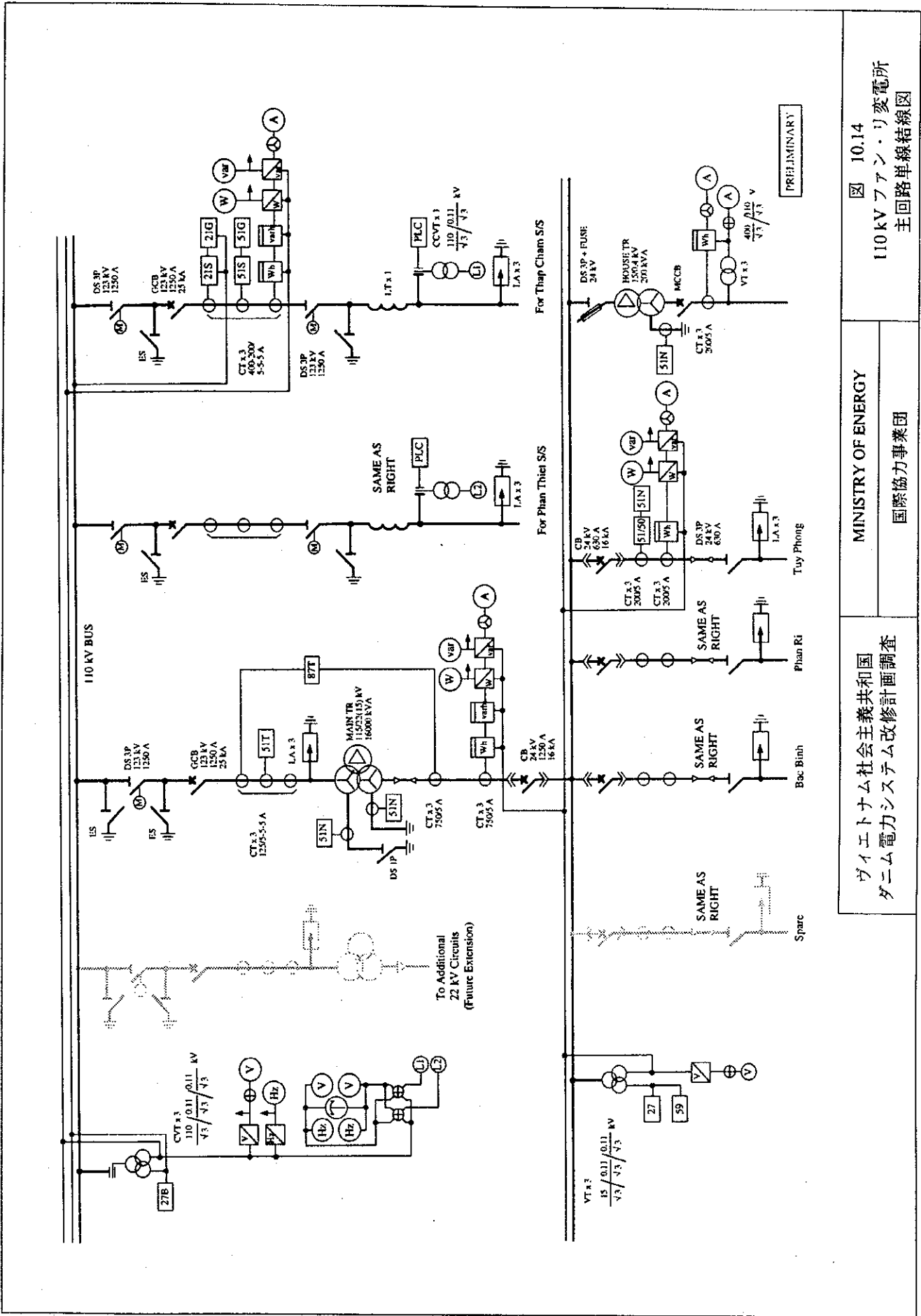


図 10.14
110 kV ファン・リ変電所
主回路単線結線図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴィエトナム社会主義共和国
ダム電力システム改修計画調査

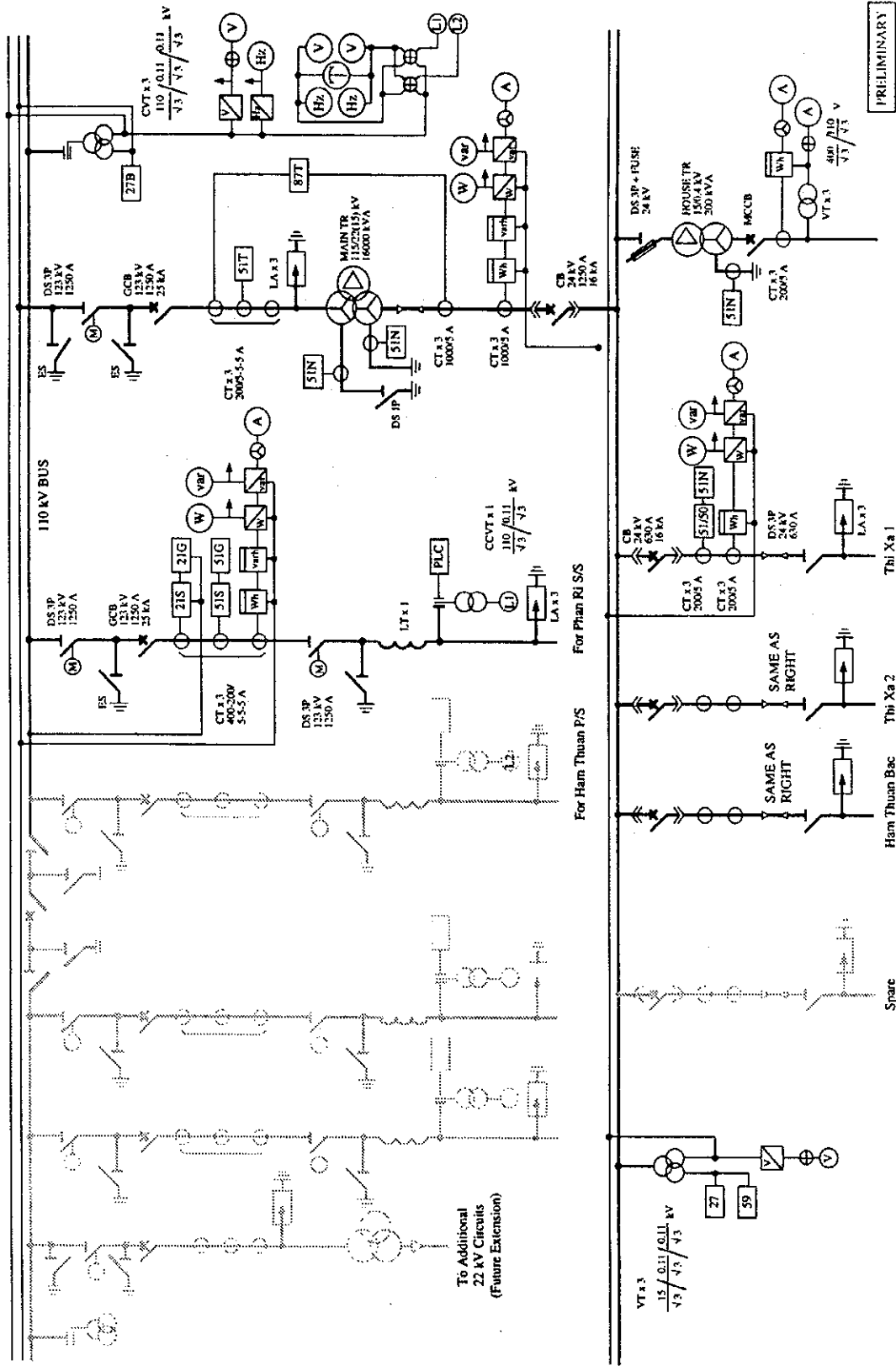


図 10.17
110 kV ファン・チェット変電所
主回路単線結線図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

グイエトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

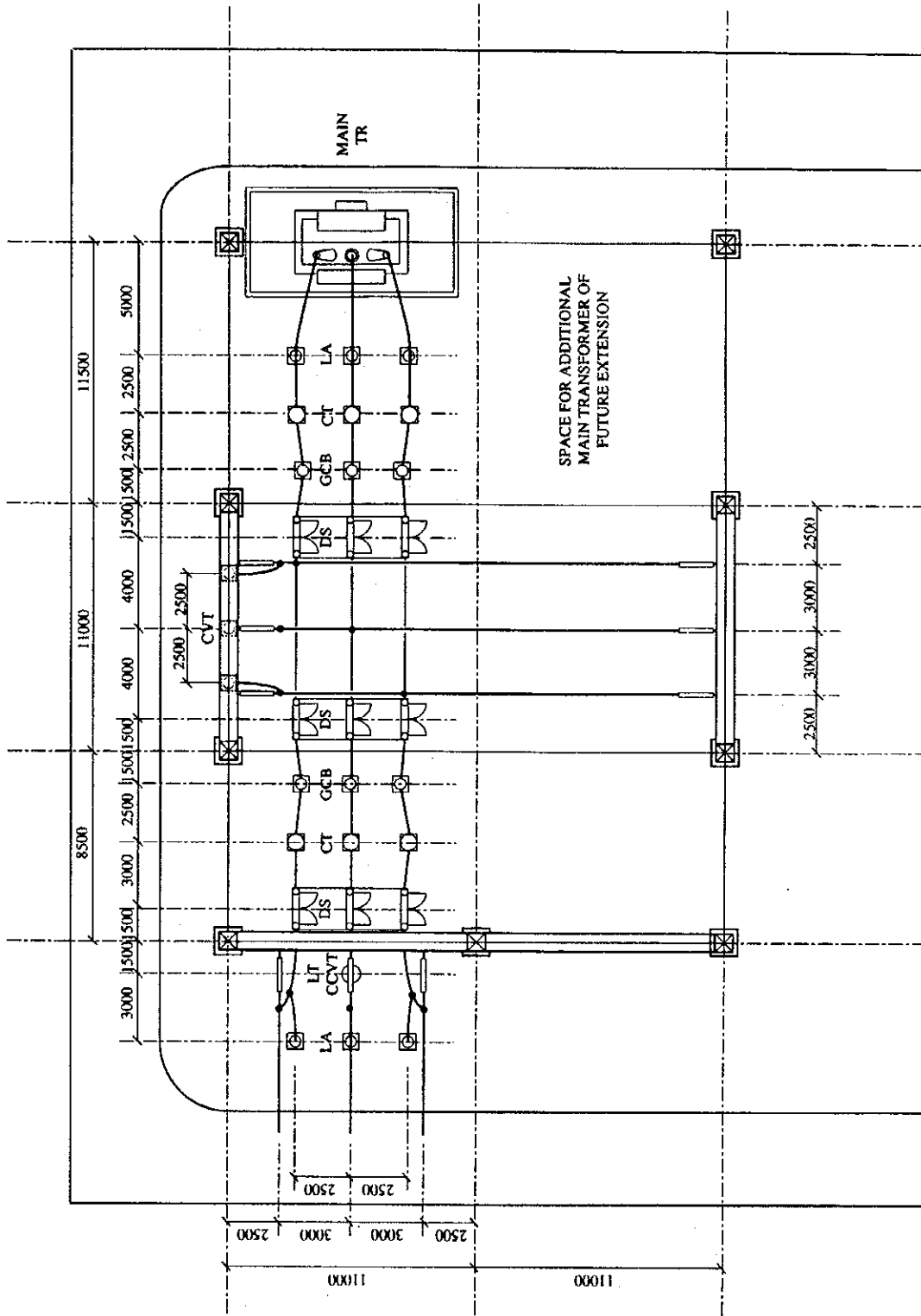


図 10.18
110 kV ファーン・チャェット変電所
機器配置図 (平面図)

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ガイエトナム社会主義共和国
ダム電カシステム改修計画調査

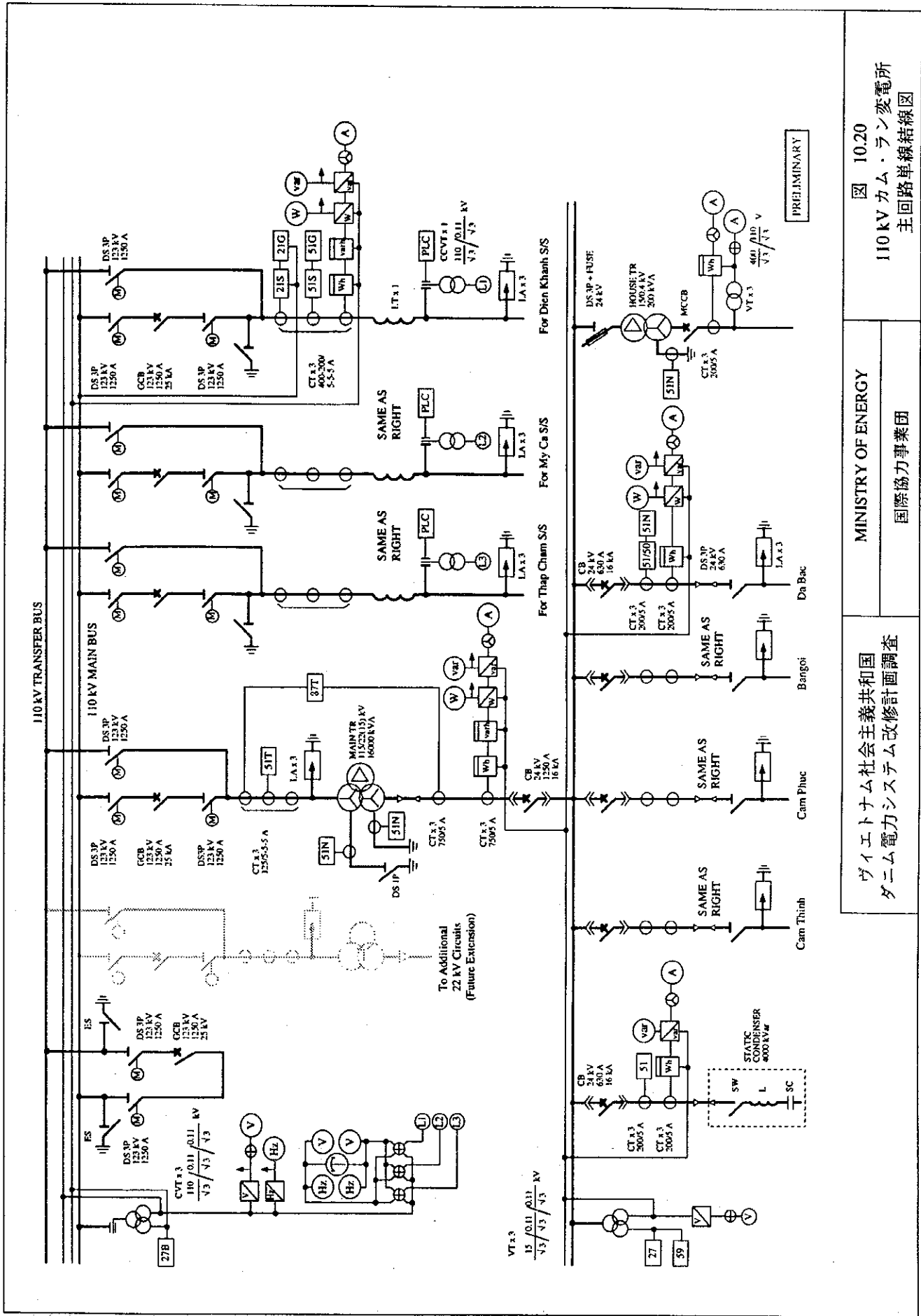


図 10.20
110 kV カム・ラン変電所
主回路単線結線図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴェトナム社会主義共和国
ダナム電力システム改修計画調査

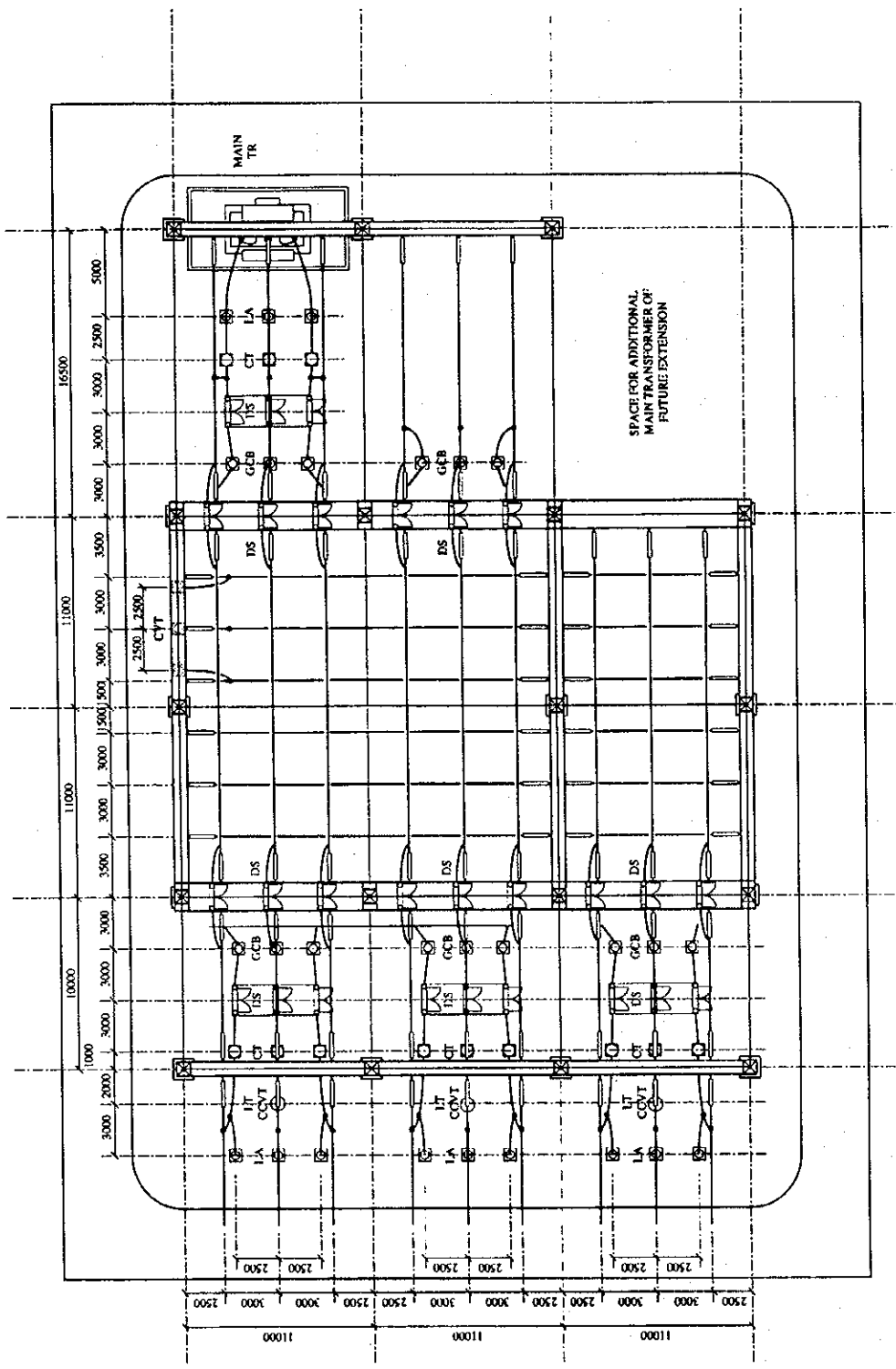


図 10.21
110 kV カム・ラン変電所
機器配置図 (平面図)

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴェトナム社会主義共和国
ダニム電力システム改修計画調査

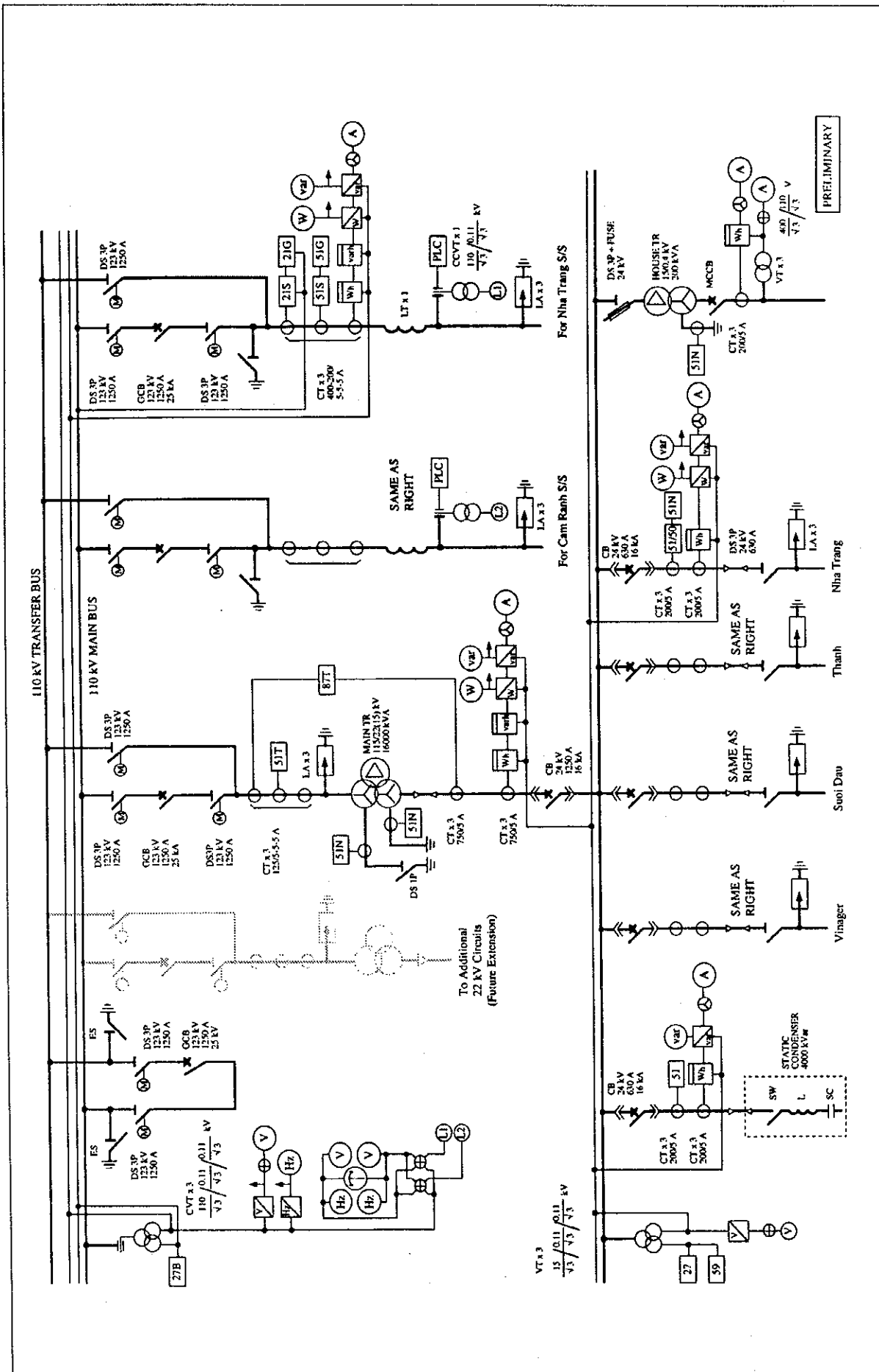


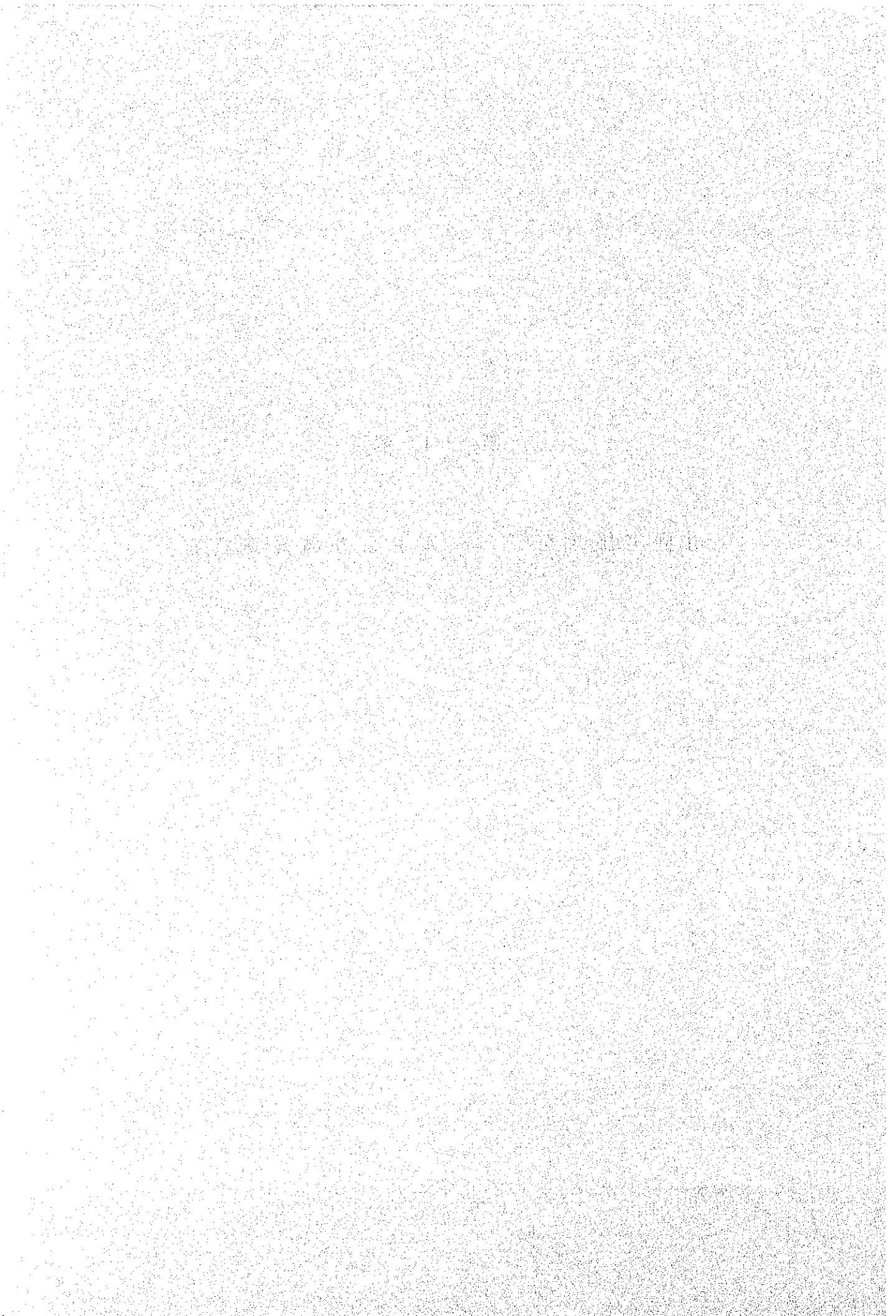
図 10.23
110 kV デイエン・カン変電所
主回路単線結線図

MINISTRY OF ENERGY
国際協力事業団

ヴァイエトナム社会主義共和国
ダム電力システム改修計画調査

第 11 章

計画実施スケジュールおよび概算事業費



第 11 章 計画実施スケジュールおよび概算事業費

11.1 概要

本章は前章までに提言したダニム 230kV 電力システムの緊急改修計画および既設 66kV 系統の昇圧計画の実施スケジュールおよび実施に必要な概算事業費の積算結果を述べる。

計画実施スケジュールは、実施準備段階と実施段階に分けて作成した。準備段階は、資機材供給の契約締結までであり、コンサルタントの業務が主である。実施段階は製作設計から計画完成までの期間であり、過去の類似プロジェクト実施の実績から想定した。現地工事は実施機関が主に行うことになる故、工事量および実施機関の工事能力を勘案して作成した。

積算に当たっては、計画実施に必要な主要資機材は輸入し、現地における作業は各々の分野の専門家の指導のもとに第 2 および第 3 電力公社が主体となって実施することを前提としている。輸入資機材の費用は最近の国際入札価格より算出した 1997 年の想定価格をベースに積算した。一方、第 2 および第 3 電力公社が主体となって実施する現地工事費は調査団が現地調査期間中に収集した資料を基に積算した。昇圧対象となる新変電所の建屋は現地にて入手可能な資材を使用して第 2 および第 3 電力公社が建設することとした。概算事業費にはこれらの費用も含めてある。

本事業費には、計画実施に必要な輸入資機材および派遣専門家・コンサルタントへのベトナムにおいて課せられる全ての関税、租税等は含くめていない。ベトナム政府が免除処置を行うものとしてある。

11.2 計画実施スケジュール

図 11.1 に想定実施スケジュールを示した。このスケジュールでは計画の準備作業、緊急改修作業、昇圧作業および土木施設の追加調査に分けて作成した。

計画準備段階では、改修対象施設の詳細設計、必要資機材の調達用入札書類のロット別の作成、

入札、入札書の審査、契約交渉、契約締結などの作業を行う。これらの作業は主に、コンサルタントとヴェトナム側の実施機関により実施される。この段階では基金提供機関とヴェトナム側の計画担当機関による詳細設計、入札書類、審査報告書、契約書のレビューの業務も行われる。これら全ての作業を終了するには12ヶ月を要するものと予想される。

資機材供給の契約承認後、各ロットの請負者は契約資機材の製作設計、製造に着手することになる。製作された資機材の現地到着次第、現地実施機関はコンサルタントの協力のもとに改修計画の実施に着手することになる。スケジュールから明かな如く計画実施のクリティカル・パスは、発電機および付属施設の改修作業である。ダニム発電所の4台の発電機・水車および開閉器類の改修計画は契約後3年で完成することになる。一方、サイゴン変電所、230kV送電線、水文データ収集装置の改修作業は、契約後23ヶ月以内に完成するものと予想される。

既設66kV系統の昇圧計画は、新しい6ヶ所の110kV変電所・開閉設備の建設、5区間の既設66kV送電線の改修工事が全て計画通り並行して実施されるとすれば、契約後21ヶ月にて完成する。

ダニム・ダムおよび貯水池、下流域などの土木構造物・環境に対する追加調査は、本改修計画資金の決定後直ちにコンサルタントにより着手することを計画しているが、着手後約18ヶ月で最終報告書が提出される予定である。

11.3 概算事業費

輸入資機材、現地工事費、専門家派遣費、コンサルタントによる設計・工事監理の技術経費および予備費を含む計画の総事業費は以下の通りである。外貨分は輸入資機材、専門家派遣費および技術経費であり、現地貨分は輸入資機材の内陸輸送費、第2および第3電力公社の直接工事費と間接費を調査団が積算したものである。また、予備費は、外貨分が総額の5%、現地貨分が総額の10%として算出した。

この積算においてはUS\$と日本円の交換レートをUS\$1.00=¥100としてある。

尚、各工事項目の事業費内訳を表 11.1 - 11.11 に記載してある。

(1) ダニム発電所、サイゴン変電所および 230kV 送電線の緊急改修事業費

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貨分 (千円)	合計 (千円)
1. 水車および付属設備	1,510,000	7,000	1,517,000
2. 発電機および付属設備	1,596,000	20,000	1,616,000
3. 水路機械設備	497,000	23,000	520,000
4. ダム・土木構造物	0	46,000	46,000
5. 水文データ収集装置	363,000	34,000	397,000
6. ダニム変電設備	741,000	8,000	749,000
7. サイゴン変電設備	850,000	36,000	886,000
8. 230kV 送電設備 (*)	163,000	16,000	179,000
上記小計	5,720,000	190,000	5,910,000
9. 技術経費	351,000	0	351,000
上記小計	6,071,000	190,000	6,261,000
10. 予備費(5% & 10%)	303,000	19,000	322,000
緊急改修計画費合計	6,374,000	209,000	6,583,000

(*) 保守用工具類を含む

(2) 既設 66 kV 設備の 110 kV 昇圧化事業費

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貨分 (千円)	合計 (千円)
1 ダニム変電設備	183,000	2,000	185,000
2 タブ・チャム変電所(*)	256,000	46,000	302,000
3 ファン・リ変電所(*)	212,000	46,000	258,000
4 ファンチェット変電所(*)	193,000	46,000	239,000
5 送電設備(*)	67,000	17,000	84,000
上記小計	911,000	157,000	1,068,000
6 技術経費	69,000	0	69,000
上記小計	980,000	157,000	1,137,000
7 予備費(5 & 10 %)	49,000	16,000	65,000
PC-2 昇圧費合計	1,029,000	173,000	1,202,000
8 カム・ラン変電所(*)	301,000	47,000	348,000
9 デイエン・カン変電所(*)	251,000	46,000	297,000
10 試験用機材	78,000	1,000	79,000
11 送電設備(*)	249,000	78,000	327,000
上記小計	879,000	172,000	1,051,000
11 技術経費	69,000	0	69,000
上記小計	948,000	172,000	1,120,000
12 予備費(5 & 10 %)	47,000	17,000	64,000
PC-3 昇圧費合計	995,000	189,000	1,184,000
PC-2、PC-3 昇圧計画合計	2,024,000	362,000	2,386,000

(註) (*) 保守用工具の費用を含む

(3) ダム・土木構造物の追加調査費

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貨分 (千円)	合計 (千円)
追加調査費	282,000	104,000	386,000

(4) 緊急改修計画と昇圧計画の概算事業費総額

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貨分 (千円)	合計 (千円)
1. 緊急改修計画事業費	5,720,000	190,000	5,910,000
2. 昇圧計画事業費	1,790,000	329,000	2,119,000
3. 技術経費	489,000	0	489,000
4. 予備費	399,000	52,000	451,000
5. 土木構造物追加調査	282,000	104,000	386,000
事業費合計	8,680,000	675,000	9,355,000

11.4 計画の分割実施

当計画の事業費総額は上記の通り93億5千5百万円である。この事業費は当調査団が推奨する緊急改修計画および昇圧計画の案件を全て含んでいる。事業費総額から見ると当計画は改修事業としては規模が大きすぎるものが懸念され、当計画の事業資金全額を一括して調達することが困難であると予想される。したがって、本項では、当計画の実施に対する円滑な資金調達を図るべく、計画事業を2フェーズに分割して段階的に実施することを検討する。

(1) 分割の方針

当計画の分割実施案は以下の方針にしたがって策定するものとする。

- 1) 現地調査結果から、劣化・老朽化が著しく緊急度が高いと判断される設備の改修を最

優先とし第1フェーズで実施する。

- 2) 劣化・老朽化の程度がまだ致命的な状態ではなく、しばらくの間そのまま放置しておいても特に支障を来たさない設備の改修は第2フェーズで実施する。
- 3) 水文データ収集設備や制御システムの近代化など、ダニム発電所およびサイゴン変電所の運転に直接影響しない設備の改修は第2フェーズで実施する。
- 4) 既設 66 kV 送変電設備の昇圧計画も第2フェーズで実施する。
- 5) 複雑な取り合いを避けるため、基本的に同一設備内の項目の分割は行なわない。

(2) 実施分割案

以上により調査団が推奨する本計画の分割実施案を以下に示す。

1) 第1フェーズ

- a) ダニム発電所の水車設備、発電機設備および変電設備（一部の変電設備を除く）
- b) サイゴン変電所の変電設備（一部の変電設備を除く）
- c) 230 kV 送電設備

2) 第2フェーズ

- a) ダニム発電所の水路機械設備、土木構造物、水文データ収集設備および下記の変電設備
 - i) 230 kV しゃ断器および断路器の改修
 - ii) 13.2 kV 開閉機器の改修
 - iii) 6.6 kV 開閉機器の改修
 - iv) 発電所制御システムへのコンピュータ・システムの導入
 - v) サージタンク水位観測システムの改修
- b) サイゴン変電所の下記の変電設備
 - i) 66 kV しゃ断器および断路器の改修
 - ii) 66 kV スタティック・コンデンサの追加
 - iii) 変電所制御システムへのコンピュータ・システムの導入
- c) 既設 66 kV 送変電設備の昇圧化

㊦ ダム土木構造物の追加調査

(3) 分割実施の概算事業費

上記の分割実施案の項目に基づき、各フェーズの概算事業費を以下に示す。

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貨分 (千円)	合計 (千円)
<u>第1フェーズ</u>			
1. ダニム発電所			
(a) 水車および付属設備	1,510,000	7,000	1,517,000
(b) 発電機および付属設備	1,596,000	20,000	1,616,000
(c) 変電設備	487,000	5,000	492,000
小計	3,593,000	32,000	3,625,000
2. サイゴン変電所	661,000	35,000	696,000
3. 230 kV 送電線	163,000	16,000	179,000
4. 技術経費	212,000	0	212,000
5. 予備費	229,000	9,000	238,000
第1フェーズ合計	4,858,000	92,000	4,950,000

工事項目	事業費		
	外貨分 (千円)	現地貸分 (千円)	合計 (千円)
<u>第2フェーズ</u>			
1. ダニム発電所			
(a) 水路機械設備	497,000	23,000	520,000
(b) ダム・土木構造物	0	46,000	46,000
(c) 水文データ収集設備	363,000	34,000	397,000
(d) 変電設備	254,000	3,000	257,000
小計	1,114,000	106,000	1,220,000
2. サイゴン変電所	189,000	1,000	190,000
3. 66 kV 送変電設備の昇圧化	1,790,000	329,000	2,119,000
4. 技術経費	277,000	0	277,000
5. 予備費	170,000	43,000	213,000
6. ダム・土木構造物追加調査	282,000	104,000	386,000
第2フェーズ合計	3,822,000	583,000	4,405,000

表 11.1 事業費内訳／水車設備

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費				合計
	FOB	& 保険	国内輸送費	現地工事費	
Replacement of Runners (4 sets)	400,000	23,200	-	-	423,200
Rehabilitation of Housings (4 sets)	18,720	1,080	-	-	19,800
Rehabilitation of Turbine Main Parts (4 sets)	147,420	8,540	-	-	155,960
Rehabilitation of Jet Brakes (4 sets)	20,000	1,160	-	-	21,160
Rehabilitation of Deflector Servomotors (4 sets)	5,940	340	-	-	6,280
Replacement of Inlet Valves (4 sets)	320,000	18,560	-	-	338,560
Replacement of High Pressure Valves and Pipes	59,300	3,440	-	-	62,740
Replacement of Drain Valves and Pipes	4,320	240	-	-	4,560
Replacement of Copper Pipes	360	20	-	-	380
Rehabilitation of Water Supply System	7,640	440	-	-	8,080
Replacement of Water Supply Valves	2,880	160	-	-	3,040
Replacement of Governor Actuators (4 sets)	186,200	10,800	-	-	197,000
Replacement of Regulators (4 sets)	98,460	5,700	-	-	104,160
Replacement of Speed Sensing Devices (4 sets)	11,240	640	-	-	11,880
Replacement of Turbine Control Panels (4 sets)	37,260	2,160	-	-	39,420
Instruments for Main Control Boards	800	40	-	-	840
Replacement of Oil Pressure Pump-Motors	10,000	580	-	-	10,580
Replacement of Unloader Pilot Valves	25,640	1,480	-	-	27,120
Instruments for Oil Tanks	9,440	540	-	-	9,980
Replacement of Air Compressors	7,920	460	-	-	8,380
Other Materials	40,000	2,320	-	-	42,320
Inland Transportation and Local Works	-	-	3,000	4,000	7,000
(Sub-total)	(1,413,540)	(81,900)	(3,000)	(4,000)	(1,502,440)
Expatriate Specialists	15,000	-	-	-	15,000
合計	1,428,540	81,900	3,000	4,000	1,517,440

外貨分合計	1,510,440
現地貸分合計	7,000
総計	1,517,440

表 11.2 事業費内訳／発電機設備

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Renewal of Stators (4 sets)	617,550	37,050	-	-	654,600
Renewal of Excitation System with AVR (4 sets)	258,940	16,060	-	-	275,000
Renewal of Bearing Metals (4 sets)	110,920	6,680	-	-	117,600
Renewal of Air Coolers (4 sets)	70,280	4,220	-	-	74,500
Renewal of Oil Coolers (4 sets)	19,520	1,180	-	-	20,700
Renewal of Oil Pumps (4 sets)	3,120	180	-	-	3,300
Renewal of Oil Lifting Pumps (4 sets)	2,360	140	-	-	2,500
Renewal of Cooling Water Pipes (4 sets)	13,680	820	-	-	14,500
Renewal of Pipes for Lubricating Oil (4 sets)	9,340	560	-	-	9,900
Renewal of Pipes for Oil Lift (4 sets)	7,840	460	-	-	8,300
Rehabilitation of Air Housing and End-bells	56,200	3,400	-	-	59,600
Improvement of Lifting Device of Rotor	11,330	670	-	-	12,000
Renewal of Electrical Equipment and Wiring	48,000	2,900	-	-	50,900
Renewal of Oil Seals for Bearings (4 sets)	46,880	2,820	-	-	49,700
Renewal of Air Seals (4 sets)	6,240	360	-	-	6,600
Spare Parts and Other Materials	78,300	4,700	-	-	83,000
Inland Transport and Local Works	-	-	5,000	15,000	20,000
(Sub-total)	(1,360,500)	(82,200)	(5,000)	(15,000)	(1,462,700)
Expatriate Specialists	153,300	-	-	-	153,300
合計	1,513,800	82,200	5,000	15,000	1,616,000

外貨分合計	1,596,000
現地貨分合計	20,000
総計	1,616,000

表 11.3 事業費内訳／水路機械設備

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Spillway Radial Gates & Gates					
Wire Rope Hangers	19,368	65	30	85	19,548
Repair Painting of Skin Plates	6,259	380	211	360	7,210
Seal Rubbers with Clamps	4,352	148	68	420	4,988
E & M Parts of Hoists	406	51	50	35	542
Control Panel & Cables	14,000	358	133	100	14,591
(Sub-total)	(44,385)	(1,002)	(492)	(1,000)	(46,879)
Spillway Irrigation Outlet					
Outlet Valves and Control	17,383	428	209	100	18,120
Water Supply Pump	3,300	104	96	35	3,535
(Sub-total)	(20,683)	(532)	(305)	(135)	(21,655)
Movable Trash Rack					
Upstream Trash Rack	1,000	51	192	500	1,743
E & M Parts of Hoist	3,633	14	10	30	3,687
Control Panel & Cables	4,394	35	20	15	4,464
(Sub-total)	(9,027)	(100)	(222)	(545)	(9,894)
Intake Caterpillar Gate & Hoist					
Seal Rubbers with Clamps	933	78	44	110	1,165
Repair Painting of Skin Plate	265	22	12	36	335
E & M Parts of Hoist	605	20	10	5	640
Control Panel & Cables	4,000	35	20	10	4,065
(Sub-total)	(5,803)	(155)	(86)	(161)	(6,205)
Surge Tank Drain Facilities					
(Sub-total)	(5,205)	(150)	(85)	(300)	(5,740)
Butterfly Valves					
Seal Rubbers with Clamps	1,654	30	20	165	1,869
Auxiliary Facilities	4,041	42	17	50	4,150
Control Panel, Oil Pipes & Cables	16,500	255	106	225	17,086
Detailed Inspection of Valves	-	-	-	160	160
(Sub-total)	(22,195)	(327)	(143)	(600)	(23,265)
Penstocks					
Painting at Upstream of Butterfly Valves	52,045	3,182	1,800	5,000	62,027
Penstock Maintenance Equipment	210,000	8,637	5,000	5,910	229,547
Painting & Repair of No. 1 Penstock	3,535	155	74	650	4,414
Painting & Repair of No. 2 Penstock	3,535	155	74	650	4,414
(Sub-total)	(269,115)	(12,129)	(6,948)	(12,210)	(300,402)

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Spare Parts & Tools	5,000	155	150	-	5,305
Expatriate Specialists	101,125	-	-	-	101,125
合計	482,538	14,550	8,431	14,951	520,470

外貨分合計	497,088
現地貸分合計	23,382
総計	520,470

表 11.4 事業費内訳／ダムおよび土木構造物

(単位: ¥ 1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Preparatory Works	-	-	-	9,200	9,200
Rehabilitation of Spillway	-	-	-	500	500
Repair of Intake Structures	-	-	-	1,100	1,100
Repair of Civil Structures along Penstocks	-	-	-	34,900	34,900
Repair of Powerhouse	-	-	-	300	300
合 計	0	0	0	46,000	46,000

外貨分合計	0
現地貸分合計	46,000
総計	46,000

表 11.5 事業費内訳／水文データ収集装置

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Rainfall Gauging Stations	28,996	2,029	289	2,899	34,213
Water Level Gauging Stations	19,830	1,388	198	1,983	23,399
Warning Stations	18,772	1,314	187	1,877	22,150
Central Station	94,031	6,582	940	9,403	110,956
Repeater Stations	59,024	4,131	590	5,902	69,647
Central Radio Station in Power Station	56,280	3,939	562	5,628	66,409
Spare Parts	27,693	1,938	276	2,769	32,676
Radio Propagation Test	10,660	-	-	-	10,660
Expatriate Specialists for Installation and Tests	22,200	-	-	-	22,200
Expatriate Specialists for O&M Instruction	3,900	-	-	-	3,900
合 計	341,386	21,321	3,042	30,461	396,210

外貨分合計	362,707
現地貨分合計	33,503
総計	396,210

表 11.6 事業費内訳／ダニム発電所変電設備

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Transformers					
Rehabilitation of Main Transformers	89,677	6,277	897	866	97,717
Renewal of House-Service Transformers	6,360	445	64	70	6,939
Renewal of 31.5 kV Transformer	12,300	861	123	186	13,470
Rehabilitation of 66 kV Transformer	1,220	85	12	5	1,322
(Sub-total)	(109,557)	(7,668)	(1,096)	(1,127)	(119,448)
Switchgear					
Rehabilitation of 230 kV Switchgear	12,000	840	120	15	12,975
Repair of 13.2 kV & 6.6 kV Switchgear	70	5	1	1	77
Replacement of Air Compressors	11,750	823	118	34	12,725
Spare Parts & Miscellaneous Materials	1,150	81	12	0	1,243
(Sub-total)	(24,970)	(1,749)	(251)	(50)	(27,020)
Control and Protection Equipment					
Main Control Board	58,000	4,060	580	41	62,681
Protective Relay Board	85,000	5,950	850	55	91,855
Supervisory Computer System	200,000	14,000	2,000	81	216,081
Others	147,900	10,353	1,479	200	159,932
(Sub-total)	(490,900)	(34,363)	(4,909)	(377)	(530,549)
Surge Tank Water Level Measuring Equipment					
(Sub-total)	(3,500)	(245)	(35)	(87)	(3,867)
Expatriate Specialists					
	68,340	-	-	-	68,340
合計	697,267	44,025	6,291	1,641	749,224

外貨分合計	741,292
現地貨分合計	7,932
総計	749,224

表 11.7 事業費内訳／サイゴン変電所

(単位: ¥ 1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Transformers					
Rehabilitation of Main Transformer 1T	30,792	2,155	154	388	33,489
Renewal of Main Transformer 2T	115,000	8,050	575	321	123,946
Renewal of House-Service Transformers	2,520	176	13	181	2,890
Renewal of 66 kV Transformers	102,180	7,153	511	355	110,199
(Sub-total)	(250,492)	(17,534)	(1,253)	(1,245)	(270,524)
Switchgear					
Rehabilitation of 66 kV Switchgear	28,500	1,995	143	55	30,693
Replacement of 15 kV Switchgear	1,980	139	10	11	2,140
Replacement of Air Compressors	3,000	210	15	3	3,228
Renewal of Static Condenser Bank	36,400	2,548	182	57	39,187
Foundation Works	-	-	-	399	399
Others	2,740	192	14	-	2,946
(Sub-total)	(72,620)	(5,084)	(364)	(525)	(78,593)
Control and Protection Equipment					
Main Control Board	88,000	6,160	440	64	94,664
Protective Relay Board	101,000	7,070	505	64	108,639
Supervisory Computer System	100,000	7,000	500	87	107,587
Others for Saigon Substation	71,200	4,984	357	30,253	106,794
Long Binh Substation	29,400	2,058	147	27	31,632
(Sub-total)	(389,600)	(27,272)	(1,949)	(30,495)	(449,316)
Overhead Traveling Crane	900	63	5	14	982
(Sub-total)	(900)	(63)	(5)	(14)	(982)
PLC Telephone System					
Modification in Saigon Substation	9,360	655	48	23	10,086
Modification in Long Binh Substation	19,560	1,369	98	46	21,073
Modification in Da Nhim Power Station	10,560	739	54	23	11,376
(Sub-total)	(39,480)	(2,763)	(200)	(92)	(42,535)
Expatriate Specialists	44,640	-	-	-	44,640
合計	797,732	52,716	3,771	32,371	886,590

外貨分合計	850,448
現地貸分合計	36,142
総計	886,590

表 11.8 事業費内訳／230 kV 送電線

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Conductors and Overhead Earthwires	38,285	2,488	900	5,340	47,013
Insulators and Accessories	44,400	2,886	420	-	47,706
Towers	11,755	764	900	7,480	20,899
Tools and Appliances	58,290	3,789	600	-	62,679
合 計	152,730	9,927	2,820	12,820	178,297

外貨分合計	162,657
現地貸分合計	15,640
総計	178,297

Note:

Cost of the local works for the insulator replacement is included in the cost for the conductors and overhead earthwires.

表 11.9 事業費内訳／変電設備昇圧

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Da Nhim Power Station					
Transformer	115,000	8,050	1,150	103	124,303
Switchgear	25,700	1,799	257	307	28,063
PLC Telephone System	22,693	1,585	227	37	24,542
Expatriate Specialists	7,860	-	-	-	7,860
(Sub-total)	(171,253)	(11,434)	(1,634)	(447)	(184,768)
Thap Cham Substation					
Transformer	30,700	2,149	308	65	33,222
110 kV Switchgear	56,330	3,946	566	107	60,949
22 kV Switchgear	23,100	1,617	231	18	24,966
Control and Protection Equipment	65,930	4,615	659	131	71,335
PLC Telephone System	33,420	2,340	334	90	36,184
Miscellaneous Materials	10,470	733	105	62	11,370
Civil and Building Works	-	-	-	43,500	43,500
Expatriate Specialist	20,760	-	-	-	20,760
(Sub-total)	(240,710)	(15,400)	(2,203)	(43,973)	(302,286)
Phan Ri Substation					
Transformer	30,700	2,149	308	65	33,222
110 kV Switchgear	43,940	3,077	441	81	47,539
22 kV Switchgear	18,380	1,287	184	15	19,866
Control and Protection Equipment	58,210	4,075	582	128	62,995
PLC Telephone System	21,870	1,531	219	62	23,682
Miscellaneous Materials	8,660	606	87	62	9,415
Civil and Building Works	-	-	-	43,500	43,500
Expatriate Specialist	17,850	-	-	-	17,850
(Sub-total)	(199,610)	(12,725)	(1,821)	(43,913)	(258,069)
Phan Thiet Substation					
Transformer	36,360	2,545	363	65	39,333
110 kV Switchgear	29,660	2,078	298	53	32,089
22 kV Switchgear	19,010	1,331	190	15	20,546
Control and Protection Equipment	50,490	3,534	505	125	54,654
PLC Telephone System	15,600	1,092	156	34	16,882
Miscellaneous Materials	15,110	1,058	151	62	16,381
Civil and Building Works	-	-	-	43,500	43,500
Expatriate Specialist	15,120	-	-	-	15,120
(Sub-total)	(181,350)	(11,638)	(1,663)	(43,854)	(238,505)

(単位: ¥1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Cam Ranh Substation					
Transformer	30,700	2,149	308	65	33,222
110 kV Switchgear	72,560	5,082	729	151	78,522
22 kV Switchgear	23,940	1,676	239	15	25,870
Static Condenser	12,000	840	120	19	12,979
Control and Protection Equipment	81,920	5,734	819	141	88,614
PLC Telephone System	26,490	1,855	265	65	28,675
Miscellaneous Materials	12,380	867	124	62	13,433
Civil and Building Works	-	-	-	43,500	43,500
Expatriate Specialist	22,860	-	-	-	22,860
(Sub-total)	(282,850)	(18,203)	(2,604)	(44,018)	(347,675)
Dien Khanh Substation					
Transformer	30,700	2,149	308	65	33,222
110 kV Switchgear	57,280	4,011	574	119	61,984
22 kV Switchgear	23,940	1,676	239	15	25,870
Static Condenser	12,000	840	120	19	12,979
Control and Protection Equipment	65,380	4,577	654	131	70,742
PLC Telephone System	17,250	1,208	173	37	18,668
Miscellaneous Materials	10,330	723	103	62	11,218
Civil and Building Works	-	-	-	43,500	43,500
Expatriate Specialist	18,900	-	-	-	18,900
(Sub-total)	(235,780)	(15,184)	(2,171)	(43,948)	(297,083)
Testing Equipment for Substations	73,299	5,132	733	0	79,164
合計	1,384,852	89,716	12,829	220,153	1,707,550

外貨分合計	1,474,568
現地貸分合計	232,982
総計	1,707,550

表 11.10 事業費内訳／送電設備昇圧

(単位: ¥ 1,000)

工事項目	海上輸送費			現地工事費	合計
	FOB	& 保険	国内輸送費		
Da Nhim - Thap Cham - Phan Thiet (PC-2)					
Conductors and Overhead Earthwires	4,108	267	180	6,436	10,991
Insulators and Accessories	14,500	943	240	0	15,683
Poles and Accessories	6,959	452	1,800	6,436	15,647
Tools and Appliances	37,522	2,439	1,800	0	41,761
(Sub-total)	(63,089)	(4,101)	(4,020)	(12,872)	(84,082)
Thap Cham - Cam Ranh (PC-3)					
Conductors and Overhead Earthwires	30,600	1,989	1,800	2,547	36,936
Insulators and Accessories	26,500	1,723	720	0	28,943
Poles and Accessories	4,490	292	240	637	5,659
Tools and Appliances	47,057	3,059	900	0	51,016
(Sub-total)	(108,647)	(7,063)	(3,660)	(3,184)	(122,554)
Cam Ranh - Dien Khanh (PC-3)					
Conductors and Overhead Earthwires	32,951	2,142	1,800	17,726	54,619
Insulators and Accessories	44,500	2,893	720	0	48,113
Poles and Accessories	640	42	240	49,302	50,224
Tools and Appliances	47,057	3,059	900	0	51,016
(Sub-total)	(125,148)	(8,136)	(3,660)	(67,028)	(203,972)
合計	296,884	19,300	11,340	83,084	410,608

外貨分合計	316,184
現地貨分合計	94,424
総計	410,608

Note:

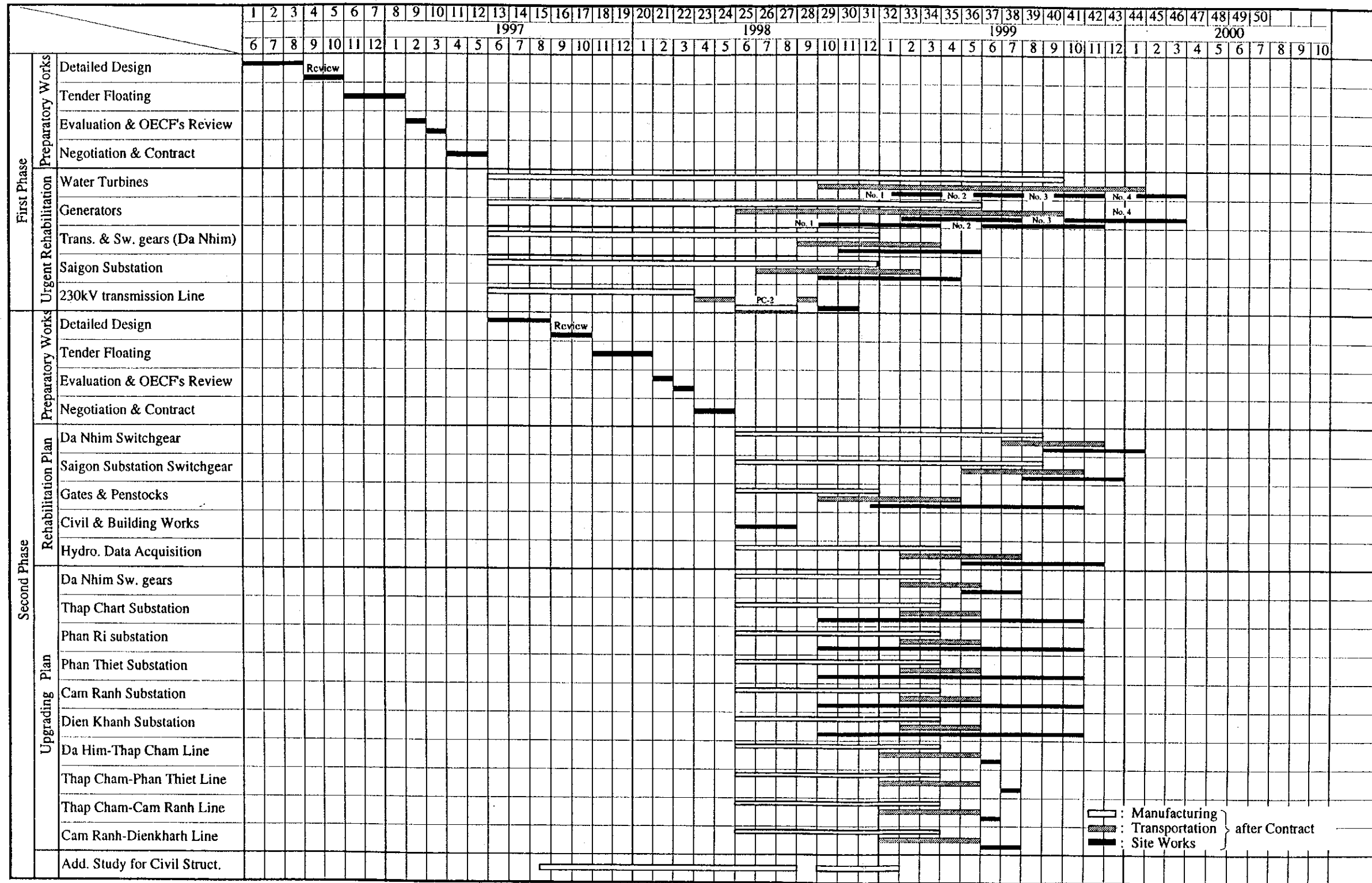
Cost for the local works for insulators are included in the cost for the conductors and overhead earthwires.

表 11.11 事業費内訳／追加調査（ダムおよび土木構造物）

(単位: ¥1,000)

工事項目	FOB	海上輸送費		現地工事費	合計
		& 保険	国内輸送費		
Study on Dam and A Part of Spillway	Lot	1	9,382	3,668	13,050
Study on Conservation of Upper Da Nhim	Lot	1	25,000	3,200	28,200
Study on Flood Mitigation and Enviroment	Lot	1	900	44,910	45,810
Cost of Instrument for Investigation	Lot	1	25,982	0	25,982
Cost of Vehicles	Lot	1	0	22,116	22,116
Personnel Expenses	Lot	1	219,780	29,260	249,040
Traveling Expenses	Lot	1	1,008	600	1,608
Printing of Reports	Lot	1	0	565	565
合 計			282,052	104,319	386,371

外貨分合計	282,052
現地貸分合計	104,319
総計	386,371



第 12 章

計画の経済・財務評価

第12章 計画の経済・財務評価

12.1 概要

前章までに検討したダニム電力システムの緊急改修計画および66kV系統の110kV系統への昇圧計画の経済的および財務的分析を行った。経済的評価は総合的な国家経済の観点から、財務的評価は計画実施機関の見地から実施した。分析は経済的内部収益率(EIRR)と財務的内部収益率(FIRR)の方法によった。

両評価にあたっては下記条件を基本とした。

- (1) 計画の事業費を外貨分と現地貨分に分類し、外貨分には計画実施に必要な資機材の調達費、技術費および事業予備費を含め、現地貨分には現地調達の資機材費、内陸輸送費、現地工事費および事業予備費を含めた。
- (2) 上記外貨分は海外からの借款とし、借款条件は下記と想定した。
 - 1) 5年の償還猶予期間を含み償還期間は30年である。
 - 2) 借款資金の年金利は2%である。
- (3) ヴィエトナム側のコメントに従って、財務評価ならびに、経済評価に使用するkWh価値はヴィエトナムの電力開発計画に適用されている長期限界コスト0.07 US/kWhとした。これらの数値は世界銀行の1993年6月18日付の報告書 " Viet Nam Energy Sector Investment and Policy Review " に使用されている数値である。

12.2 ダニム電力システム緊急改修ならびに昇圧計画

12.2.1 発生電力量と設備停止率

1979年から1993年迄の15年間のダニム発電所の運転実績を表12.1に示す。設備稼働率は発電機

(4台)が出力に関係なく1年間に運転された総時間数の割合を示し、設備停止率は停止されていた総時間数の割合を示す。表より、15年間の発生電力量は減少の、設備停止率は増加の傾向を示していることがわかる。

設備の運転停止は系統運転上、貯水池水位、定期点検等の理由による停止と事故又は補修のための停止を含んでいるが、発電所の運転記録は明確に区別されていない上、今回の調査期間も限られていた為、事故、設備の故障による停止時間の正確な把握ができなかった。通常、系統運転上、定期点検等による発生電力量は季節的に変動することがあっても、年間の発生電力量で見た場合、それ等の影響は殆どなくなり、年初(1月1日)の貯水池水位及びその年の貯水池流入量に影響を受ける。設備停止率に対する発生電力量の相関関係を検証するため、その散布図及び回帰直線を図12.1(1)に示す。この場合の相関関数は0.84で高い相関性を示している。

一方、通常発生電力量の最も影響を受ける貯水池への流入量に対する散布図を図12.1(4)に示すが、この場合の相関係数は0.19である。以上2つの相関係数より、ダニム発電所における発生電力量の減少傾向は本来、最もその影響の大きな貯水池への流入量ではなく、発電設備の停止率により多くの影響を受けていると判断される。

又、設備停止率の経年変化の傾向を図12.1(2)に示すが、これより、発電設備の事故による停止の割合が年々増加していると判断される。図上に示した近似式は1983年の突出して高い停止率(23.3%)の影響で実際の停止率の増加傾向より低くなっている。この突出して高い停止率は発電機器の事故、補修によるものではなく、1982年から1983年の間の雨期の降雨が極端に少なく、1983年の1月から7月の間、貯水池水位が最低水位近くのレベルで推移したことが主なる原因と判断される。これはダニム発電所だけの現象でなく、インドネシアでもこの時期殆どの貯水池が空になり、深刻な水不足であったことより明らかである。しかしながら、本検討では安全側をみて、1983年の高い停止率の影響を含めた停止率の増加の割合が少ない方の近似式を適用する。

12.2.2 各種費用

コストとして、電力システムの改善に必要な資材機調達費(CIF価格、海上輸送費、保険料)、改修費用(内陸輸送費、技術指導料、土木工事費、労務費)、運転停止に係る発生電力量低下によ

るマイナス便益、運転維持費等を考慮する。既設66kVの110kV昇圧に係わるコストは、同計画は供給地域の需要増に対応した対策であり、発電と直接的な関係がないが、プロジェクトの組合せ実施を考え統合し経済・財務評価を行なうこととした。

(1) 資材機調達及び改修費用

設備改修費用および設備更新費用は、11章にて検討した通り評価の対象となる資金は概略下記である。

(単位：千円)

	設備改修			設備更新		
	外貨分	現地貨分	合計	外貨分	現地貨分	合計
a) 発電所設備	3,847,000	35,000	3,882,000	5,131,000	40,000	5,171,000
b) 水路機械設備	497,000	23,000	520,000	497,000	23,000	520,000
c) ダム・土木構造物	0	46,000	46,000	0	46,000	46,000
d) 水文データ収集装置	363,000	34,000	397,000	363,000	34,000	397,000
e) 230kV 送電線設備	163,000	16,000	179,000	163,000	16,000	179,000
f) サイコン変電所設備	850,000	36,000	886,000	1,795,000	36,000	1,831,000
g) 技術経費	351,000	0	3,510	351,000	0	351,000
h) 臨時費	303,000	19,000	332,000	415,000	20,000	435,000
合計	6,374,000	209,000	6,583,000	8,715,000	215,000	8,930,000

尚、水路機械設備、ダム・土木構造物および230kV送電線に関しては、技術的にみても現時点で更新の必要がないので設備更新の欄のコストとして、設備改修と同じ金額を計上してある。

(2) 改修又は更新のための運転停止に係る損失

設備の改修又は更新を実施するために、当該発電機または送電線の運転を停止しなければならない。その停止により発電所の出力が低下することになるが、本検討では評価のため以下の如く、停止に係る発生電力量の低下を考慮する。

- 1) 改修工事のための発生電力量の低下は改修工事实施スケジュールを基に1999年に平均年間発生電力量の約10.7%、100.6 Gwhが生じると仮定する。
- 2) 66kV昇圧工事のために必要な停電は1998年であり、期間は多めにみて2ヶ月とした。この停電による損失電力量は1998年の需要予測から64 GWhとなる。

(3) 運転維持費

改修又は更新された設備の運転維持費は、水力発電所の一般的な値として、更新する場合の費用の2%を採用する。しかしながら、改修又は更新の対象とならない設備に対しては5%を採用する。

昇圧設備の運転・維持費は投資額の2%を採用する。

(4) 経済的費用の調整

経済評価のための、開発計画に含まれる全ての費用を経済的費用、即ち国家経済の見地より受ける実際の資源の費用または機会費用で調整する。商品の経済的費用の調整は、それを、輸入の増加、輸出の減少、国内生産の拡大または他よりの転用等、どれによって調達されるかによる。通常、商品の各グループ又は必要な作業種別に換算率を決めて、財務的費用を経済的費用に換算している。本調査ではベトナム側のコメントに従って換算率として外貨分、内貨分の両方について1.0を適用する。

12.2.3 便益

- (1) 設備改修又は更新により設備停止率が改善され、その分発生電力量が増加することになる。この増加発生電力量を便益の一つとして考慮する。尚、増加発生電力量を計算するための基準となる発生可能電力量、即ち設備の改修又は更新後の可能発生電力量は、少なくとも1980年から1982年のレベルである1,070 GWhか、それ以上に増加するものと思われるが、安全側にみて、1979年から1993年迄の15年間の年平均発生電力量 943.3 GWhを採用する。

設備の改修又は更新によって増加する発生電力量は以下の手順で計算される。

- 1) 12.2.1節に述べた設備停止率の近似式を用いて、 i 年の停止率 (γ_i) を算定する。
- 2) 故障停止率－発生電力量の回帰式を用いて i 年の発生電力量 (W_i) を求める。
- 3) 以上により、 i 年の発生電力量 (ΔW_i) は次式で求められることになる。

$$\Delta W_i = 943.3 - W_i \text{ (GWh)}$$

尚、増加電力量の発生は本格的に改修が実施される1999年は50%、それ以降は100%発生するものと仮定した。

110 kV 昇圧による増加販売電力量は昇圧した110 kV 系統と既設66 kV 系統の送電容量の差である。110 kV 系統の送電容量は 695 GWh/年、既設66 kV 系統の送電容量は 417 GWh/年である。系統の需要が 695 GWh/年に達した後は増加電力量を一定とした。

(2) 単位便益

増加発生可能電力量による便益を計算するための単位便益として、以下の電力料金を採用する。

PC-2、PC-3 による需要予測は2000年間であるのでその後の需要は調査団が推定した。(添付表 12.5参照)

- 1) 経済分析に対しては、12.1節に述べた世銀が算定した 110kV レベルの長期限界費用 US\$ 0.07/kWh を使用する。電力損失 19%を考慮する。
- 2) 財務分析では、同じく12.1節に述べた長期限界費用 US\$0.07/kWh を採用する。電力損失 19% の他、2%の水利用税と8%の消費税を考慮する。

(3) 既存システムの運転維持費

既存システムを大幅な改修又は設備の更新なしでこのまま運転を継続した場合には、当然、通常の一般水力発電所に比較して、それより多くの運転維持費用を必要とする。

このことは、現時点で発電機巻線、同期調相機等、改修なしに、運転を継続することは、技術的に非常に困難で危険な状況にあるものがあることより明らかである。しかしながら、それらの設備のみの部分改修は本調査の目的ではないので、経済評価に考慮しないが、安全側にて、全面更新した場合の2.5倍の運転維持費（5%）が必要であると仮定した。

(4) 設備の全面的更新に要する費用

既存の設備を必要最小限の保守を行ないつつ、改修せずにこのまま使用したとしても、何時かは使用出来ない状態になるのは明白である。その時期を一応、設備停止率が25%に到達すると想定される2010年に、設備の全面更新を実施すると仮定した。

12.2.4 経済評価

投資額の年度別支出を下記のように想定した。

(設備投資費)

(単位：千円)

年 度	改修計画			66 kV 昇圧計画			(合 計)
	外貨分	現地貨分	合 計	外貨分	現地貨分	合 計	
1996	110,100	0	110,100	45,000	0	45,000	(155,100)
1997	856,300	59,000	915,300	212,600	59,000	271,600	(1,186,900)
1998	4,166,900	125,000	4,291,900	1,766,400	303,000	2,069,400	(6,361,300)
1999	1,240,700	25,000	1,265,700	0	0	0	(1,265,700)
合 計	6,374,000	209,000	6,583,000	2,024,000	362,000	2,386,000	(8,969,000)

(設備更新費)

(単位：千円)

年 度	外貨分	現地貨分	合 計
1 年度	76,500	0	76,500
2 年度	1,998,000	46,900	2,044,900
3 年度	6,467,000	130,400	6,597,400
4 年度	150,300	33,400	183,700
5 年度	23,200	4,300	27,500
合 計	8,715,000	215,000	8,930,000

評価の結果は表12.3に示す如く、経済的内部収益率 (EIRR) は 21.69 % と算定された。更に、この収益率に対する感度分析を行ったが結果それぞれの場合の内部収益率は下記の通りであった。

(変動率)	- 10 %	+ 10 %	+ 15 %	+ 20 %
投資額	23.57 %	20.05 %	19.31 %	18.60 %
電力単価	20.13 %	23.19 %	23.92 %	24.64 %
運転・維持費	22.17 %	21.22 %	20.99 %	20.77 %

以上の分析結果から想定した資金金利および資本の機会費用 (8 ~ 10 %) を上回り、経済的に妥当であることが判明した。

上記は発電設備の改修と66 kV 昇圧を同時に実施する場合の評価である。初期投資を少なくするために最緊急改修を要する水車発電機、送電設備、大部分の変電設備を改修し、水路設備、ダム土木構造物変電設備の一部の改修および66 kV 昇圧を時期を遅らせて実施する代案を考えて経済評価した場合の感度分析を試みた。下記はその結果であるが期分け時期を1年遅らせる案 (22.82%) が同時改修案 (21.69 %) に比し経済的内部収益率 (EIRR) を上回り有利であることが判明している。

期分けのずれ	0 年	1 年	2 年	3 年	4 年
EIRR	21.69	22.82	22.20	21.64	21.15

12.2.5 財務評価

投資額の年度別支出を下記のように想定した。

(設備投資費)

(単位：千円)

年 度	改修計画			66 kV 昇圧計画			(合 計)
	外貨分	現地貨分	合 計	外貨分	現地貨分	合 計	
1996	110,100	0	110,100	45,000	0	45,000	(155,100)
1997	856,300	59,000	915,300	212,600	59,000	271,600	(1,186,900)
1998	4,166,900	125,000	4,291,900	1,766,400	303,000	2,069,400	(6,361,300)
1999	1,240,700	25,000	1,265,700	0	0	0	(1,265,700)
合 計	6,374,000	209,000	6,583,000	2,024,000	362,000	2,386,000	(8,969,000)

(設備更新費)

(単位：千円)

年 度	外貨分	現地貨分	合 計
1 年度	76,500	0	76,500
2 年度	1,998,000	46,900	2,044,900
3 年度	6,467,000	130,400	6,597,400
4 年度	150,300	33,400	183,700
5 年度	23,200	4,300	27,500
合 計	8,715,000	215,000	8,930,000

財務評価の結果は表12.4に示す如く、内部収益率(FIRR)は20.13%と算定された。経済評価に対すると同様に、この収益率に対する感度分析を試みたが結果は下記の通りで、経済評価と同様に本改修計画は財務的にも妥当なものであることが判明した。

(変動率)	- 10 %	+ 10 %	+ 15 %	+ 20 %
投資額	21.93 %	18.56 %	17.84 %	17.16 %
電力単価	18.67 %	21.54 %	22.22 %	22.90 %
運転・維持費	20.60 %	19.68 %	19.45 %	19.23 %

経済的評価に対すると同様に2期分け案の財務感度分析を行った。結果は下記の通りで、第2期1年遅れ（21.12%）が内部収益率（FIRR）が高いあることが判明している。

期分けのずれ	0年	1年	2年	3年	4年
FIRR	20.13	21.12	20.59	20.11	19.68

