

### 1.0.3.3 電気機器

#### (1) 主要機器の選定

下部発電所は、有効落差813.0m、最大使用水量22.2m<sup>3</sup>/sec(1台の場合 7.4m<sup>3</sup>/sec)、発電所出力153,000kWで、選択できる水車型式はペルトン水車に限定される。また、主機台数は第8章の主機台数の選定で述べた通り、機器の経済性、系統規模および既設発電所の単機容量から3台としても事故時の電力系統に与える影響は問題ないと判断し3台とした。立軸か横軸かの選択については、経済性から立軸機を採用した。

Table 10-9 に立軸、横軸の比較を示す。

- i) 横軸機は、立軸機に比較して、一般に水車、発電機のオーバーホールは容易であるが、水車中心標高を約1.0m上げる必要があり有効落差が減少する。
- ii) 横軸機の場合、単輪2射ペルトン水車と二輪4射ペルトン水車が選択されるが、現計画の場合、単輪2射ペルトン水車は、水車限界比速度から回転速度が360rpmとなり、水車・発電機の形状、重量が大きくなり価格増となる。  
また、2射ペルトン水車は部分負荷特性が4射ペルトン水車に劣る。  
横軸二輪4射ペルトン水車は、立軸4射ペルトン水車と同じ回転速度の514rpmとなるが、立軸機に比較して水車重量が大きくなり価格増となる。
- iii) 横軸機は一般に立軸機に比較して建屋寸法が大きくなる。現計画の場合、立軸単輪4射ペルトン水車と横軸4射ペルトンは、建屋平面積で約480m<sup>2</sup>立軸機にくらべ広くなる。

以上の結果より立軸機を採用するとともに更に有利な立軸6射ペルトン水車を採用する。

水車は、立軸単輪6射ペルトン水車 (VP-1R6N)、出力52,000kW、回転速度750rpmとした。

発電機は、三相交流同期発電機出力 57,000kVA とした。発電機力率については既設発電所の発電機力率が0.85(遅れ)であり、系統の電圧調整のための無効電力は不足気味であるが、イリング変電所付近の電圧は比較的が高く既設発電所からの供給で

充分である。したがって、下部発電所の発電機力率は経済的に有利な値を採用し0.9（遅れ）とした。発電機電圧は発電機の出力からみて最適な11kVを採用するものとした。主要変圧器は容量57,000kVAとし、発電機電圧11kVから送電電圧の220kVに昇圧する屋外用単相油入変圧器10台(1台は予備)を屋外開閉所に設置する。

開閉所は屋外式とし発電所に近接して設置する。送電線は電圧 220kV 2回線とし、下部発電所から亘長約 113kmでイリング変電所の220kV側ブスに接続する。

また、2号線の途中に将来上部発電所を $\pi$ 接続する。

制御方式は発電所に運転員を常駐させる一人制御方式を採用する。

なお、将来は下部発電所から上部発電所を遠方制御することが可能なように設計する。水車、発電機、主要変圧器、220kV開閉所および連絡架空線の諸元は以下の通りである。

#### 一 水 車

型 式	.....	立軸ペルトン水車 (6 ノズル)
台 数	.....	3 台
基準有効落差	.....	813.00 m
使用水量	.....	7.4 m <sup>3</sup> /sec
基準出力	.....	52 MW
回転速度	.....	750 rpm

#### 一 発 電 機

型 式	.....	三相交流同期発電機
台 数	.....	3 台
出 力	.....	57 MVA
回転速度	.....	750 rpm
周 波 数	.....	50 Hz
電 圧	.....	11 kV

#### 一 主 要 変 圧 器

型 式	.....	屋外形単相変圧器
台 数	.....	10 台 (予備 1台含む)
容 量	.....	57 MVA (19 MVA×3+1)
電 圧	.....	11 kV

— 開 閉 所

母線構成	.....	二重母線
母線	.....	アルミ線
接続線路数	.....	2回線
電圧	.....	220 kV
導体の種類	.....	AAC 400 mm <sup>2</sup>
区間	.....	下部発電所～イリンガ変電所

— 連絡架空線

回線数	.....	3回線
鉄構数	.....	3基
電圧	.....	220 kV
導体の種類	.....	ACSR 380 mm <sup>2</sup>
区間	.....	下部発電所～開閉所

— 送電線

亘長	.....	113 km
回線数	.....	2回線
電圧	.....	220 kV
導体の種類	.....	ACSR 380 mm <sup>2</sup>
区間	.....	下部発電所～上部発電所～イリンガ変電所

(2) イリング変電所（既設）の開閉所増設

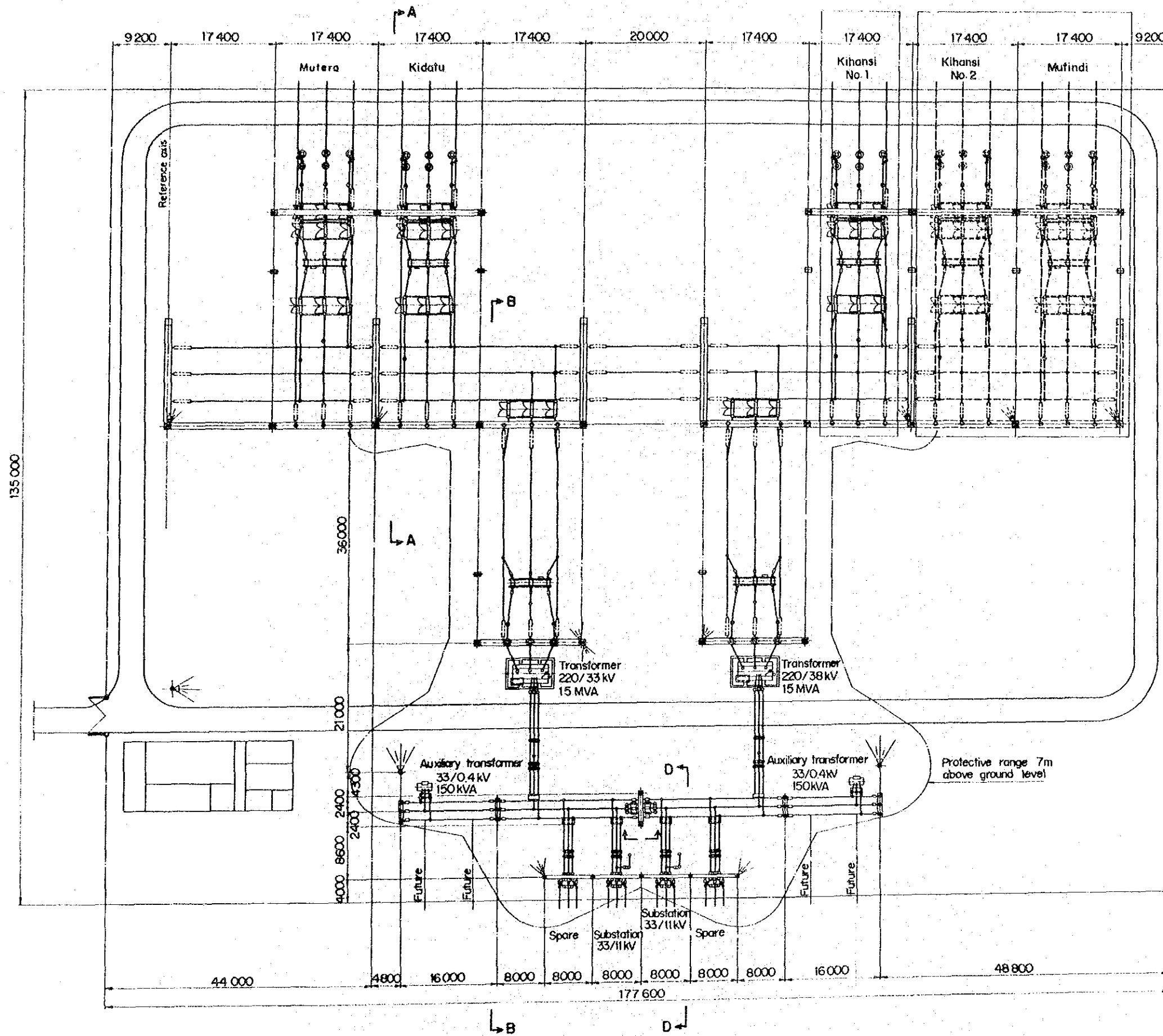
下部発電所および上部発電所からの2回線送電線はイリング変電所の開閉所母線（将来ダブル母線となる）に接続する。現在イリング変電所には220kV 3回線（ムテラ、キダツおよびムフィンデ）と33kV、2回線の設備がある。

構内にはキハンシ用送電線2回線分の増設スペースも従来から確保されている。

イリング変電所の機器配置図を Fig. 10-41 に、電力系統図を Fig. 10-42 に示す。

Table 10-9 Comparison Table of Pelton Type Water Turbine

Turbine Type Specification	Vertical Shaft 4-Nozzle (VP-1R4N)	Horizontal Shaft 4-Nozzle (HP-2R4N)	Note
Rated Effective Head (m)	813.0	813.0	
Maximum Water Discharge (m <sup>3</sup> /sec)	7.4	7.4	
Turbine Output (kW)	52,000	52,000	
Speed (rpm)	750	600	
Generator Capacity (kVA)	57,000	57,000	
Construction Cost (%)			
Electrical Equipment	100	132	
Civil Structures	100	113	



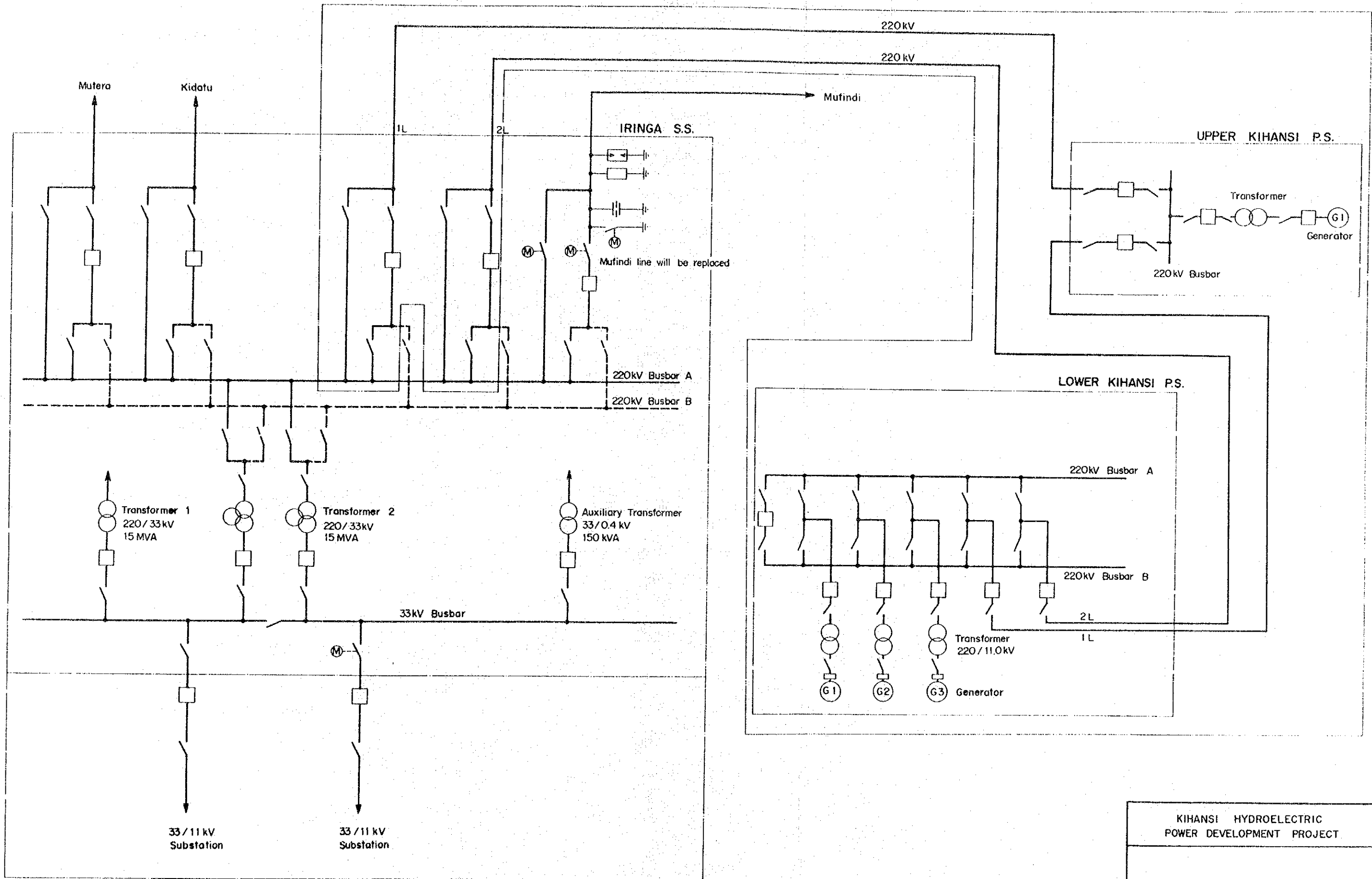
KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

IRINGA SUBSTATION  
GENERAL ARRANGEMENT

Fig. 10 - 41      DATE :



KIHANSI PROJECT



KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

KIHANSI ELECTRIC POWER SYSTEM DIAGRAM

Fig. 10 - 42      DATE :





### (3) 主回路

主回路は信頼性、保守性および所内電源の確保等の条件を考慮して、低圧同期、ユニット方式を採用する。

発電機と主要変圧器の間は電力ケーブルで接続され、主要変圧器と開閉所との間は連絡架空線によって結ばれる。Fig.10-43 に Single Line Diagram を示す。

### (4) 連絡架空線

連絡架空線は発電所の屋外に設備する主要変圧器19,000kVA（9台）と屋外開閉所とを結ぶ220kVの架空線3回線である。

架空導体にはACSR380mm<sup>2</sup>を使用し出来るだけ短い距離で開閉所の鉄構間に架設する。各回線の上部には雷しゃへい用の架空地線 G.S 70mm<sup>2</sup>を設備し開閉所と連接接地とする。

### (5) 発電所の電気機器

当発電所は半地下式で設計され建屋の発電機室に隣接して組立室が配置される。

主機間隔は14mで3台の水車・発電機およびその他補機類が配置される。

その他として組立用天井走行クレーンが地下の発電機室に、搬入用門型クレーンが地上に配置される。主要変圧器は屋外に配置される。

Fig.10-44 ~48 に発電所機器配置図を示す。

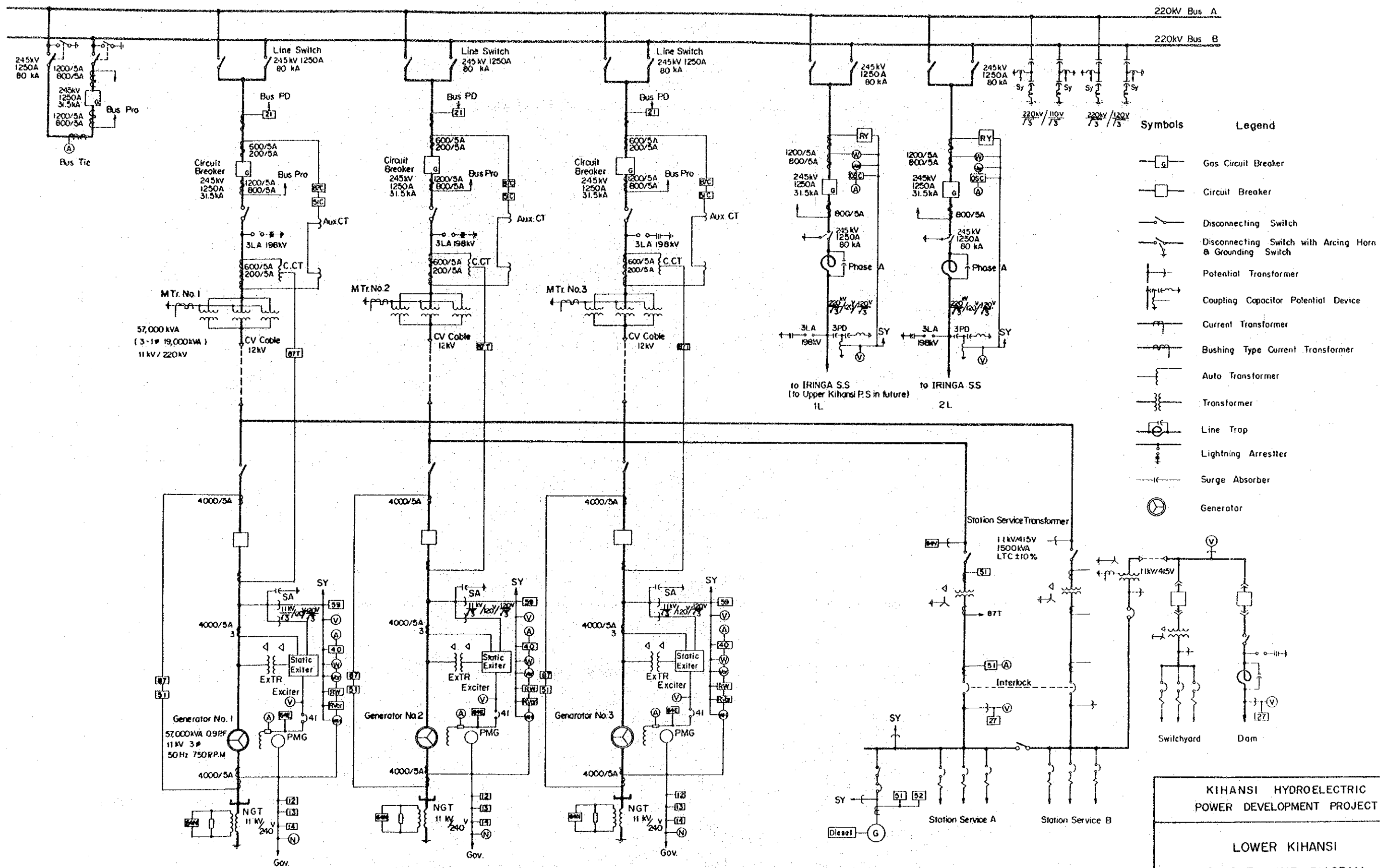
### (6) 開閉所の電気機器

開閉所は地形を考慮して発電所の川側に発電所に隣接して設け 220kV 2回線の送電線は左岸上流側へ引き出す。又11kV用ダム配電線は送電線と併行して建設する。

Fig.10-49、Fig.10-50 に開閉所の機器配置図を示す。



KIHANSI PROJECT (LOWER)



Symbols	Legend
	Gas Circuit Breaker
	Circuit Breaker
	Disconnecting Switch
	Disconnecting Switch with Arcing Horn & Grounding Switch
	Potential Transformer
	Coupling Capacitor Potential Device
	Current Transformer
	Bushing Type Current Transformer
	Auto Transformer
	Transformer
	Line Trap
	Lightning Arrestter
	Surge Absorber
	Generator

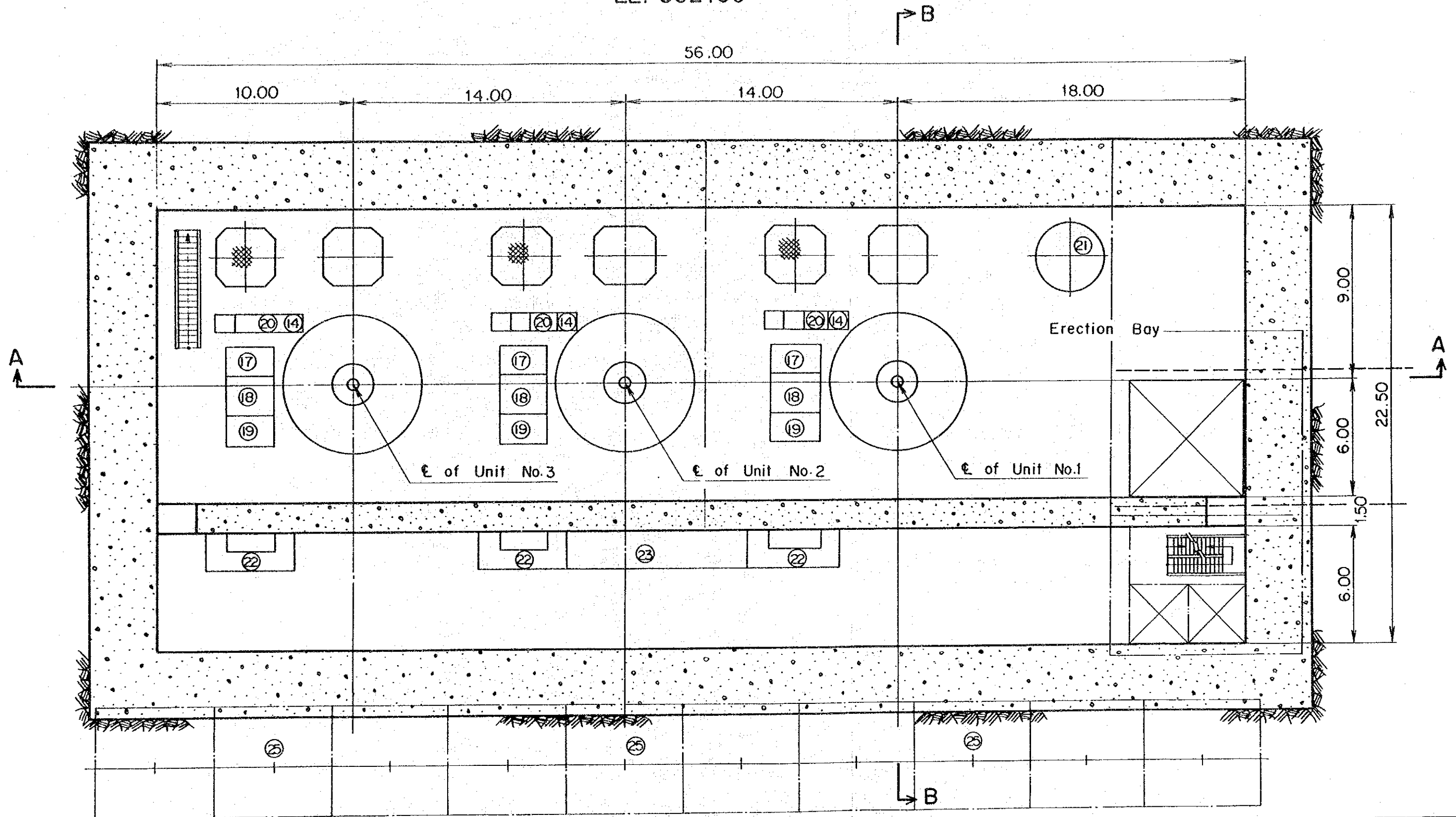
KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI  
SINGLE LINE DIAGRAM

Fig. 10 - 43      DATE :



PLAN  
EL. 302.00



LEGEND

- |                                     |                                |                            |                   |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|
| (17) Excitation Transformer Cubicle | (21) Rotor Pit                 | (25) Main Transformer Yard | (29) Battery Room |
| (18) Bus Cubicle                    | (22) Generator Bus Cubicle     | (26) Cable Spreading Room  |                   |
| (19) Disconnecting Switch Cubicle   | (23) Station Service Cubicle   | (27) Cubicles Room         |                   |
| (20) Static Exciter Cubicle         | (24) Overhead Travelling Crane | (28) Control Room          |                   |

KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI  
POWERHOUSE  
GENERATOR FLOOR PLAN

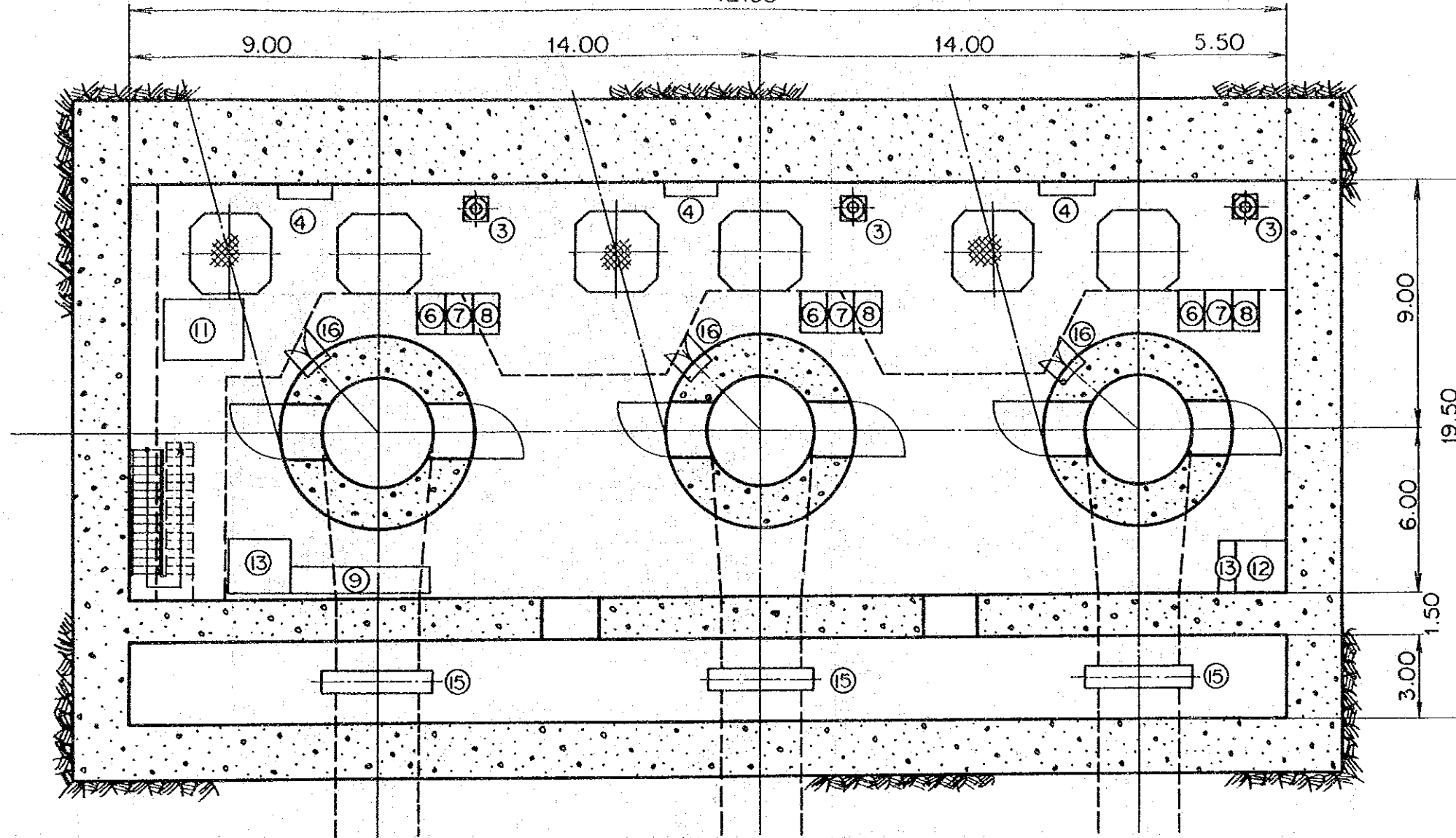
Fig.10 -44

DATE :



PLAN  
EL. 298.00

42.50



LEGEND

- |  |   |
|--|---|
| ① Oil Sump Pump with Oil Pressure Pump         | ⑨ Fire Extinguisher of Generator                  |
| ② Oil Drainage Tank with Pump                  | ⑩ Compressed Air System                           |
| ③ Oil Pressure Tank                            | ⑪ Oil Treatment System                            |
| ④ Control Center for Aux. Equipment            | ⑫ Station Service Transformer                     |
| ⑤ Drainage Pit                                 | ⑬ C.B. Cubicle                                    |
| ⑥ Speed Governor Cabinet (1) (Electric Part)   | ⑭ Generator Neutral Grounding Transformer Cubicle |
| ⑦ Speed Governor Cabinet (2) (Mechanical Part) | ⑮ Tailrace Gate                                   |
| ⑧ Turbine Control Cabinet                      | ⑯ Water Piping Pit                                |

KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI  
POWERHOUSE  
TURBINE FLOOR PLAN

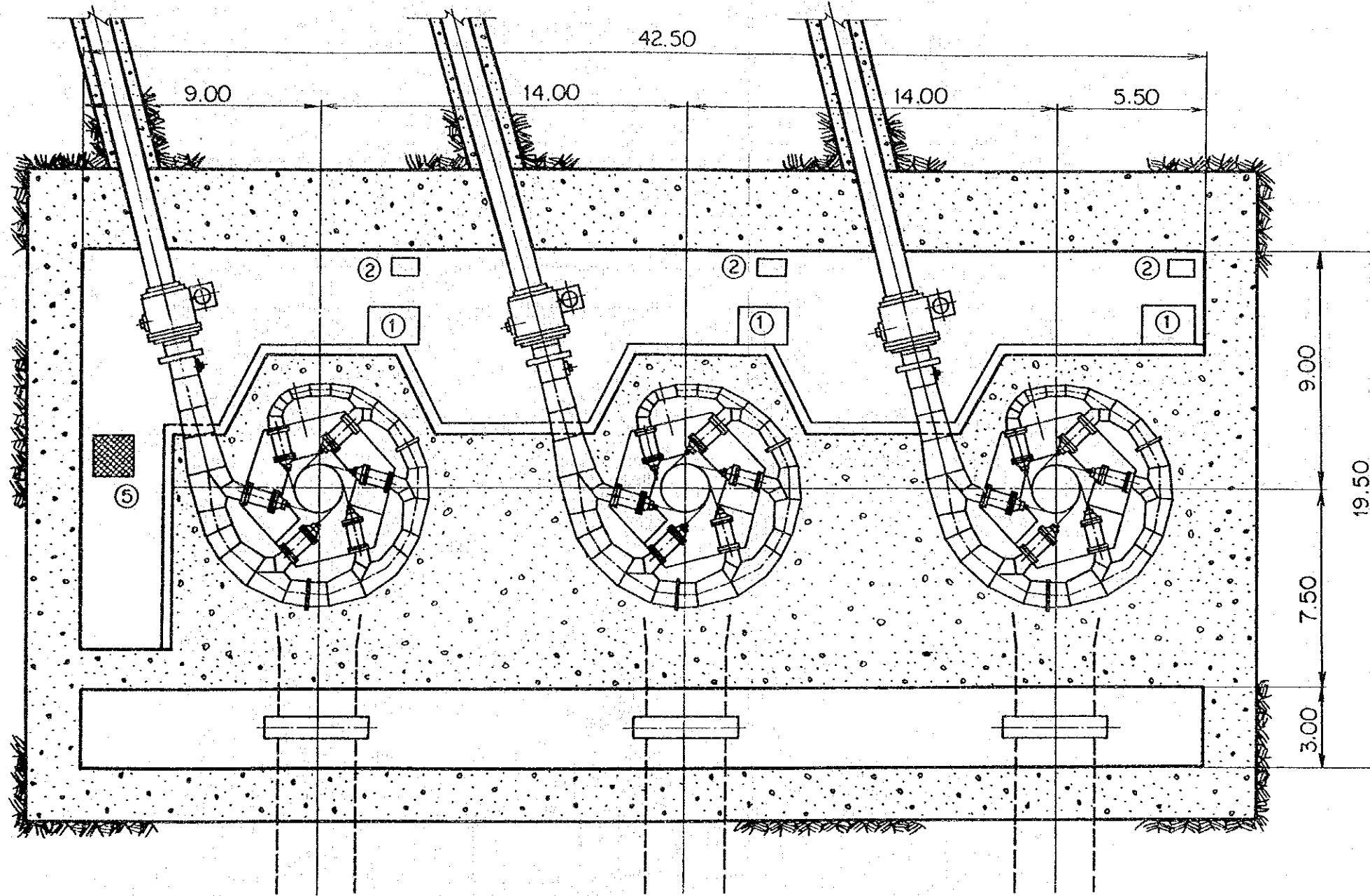
Fig. 10-45

DATE:





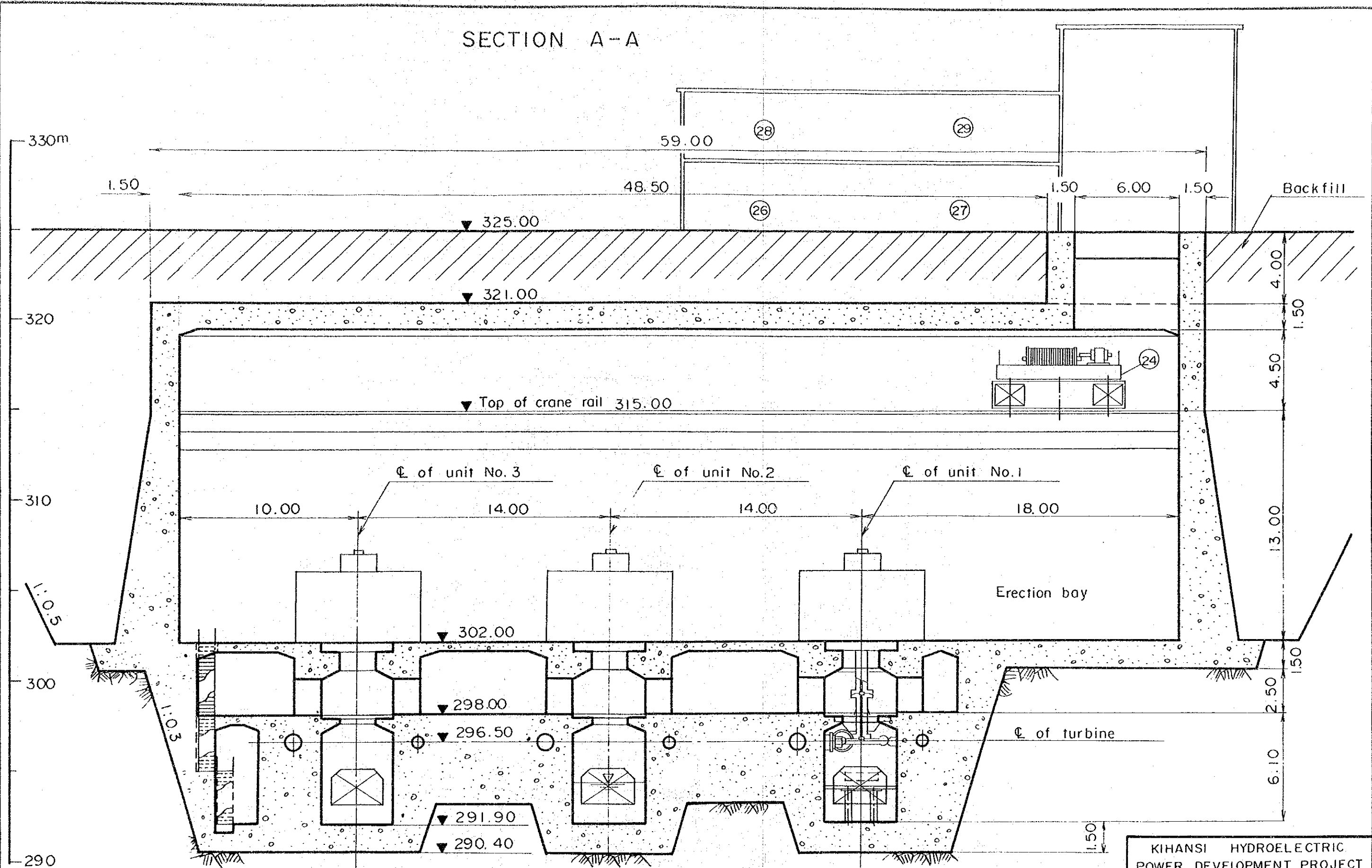
PLAN  
EL. 296.50



KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	
LOWER KIHANSI POWERHOUSE TURBINE LEVEL PLAN	
Fig. 10 -46	DATE :



SECTION A-A



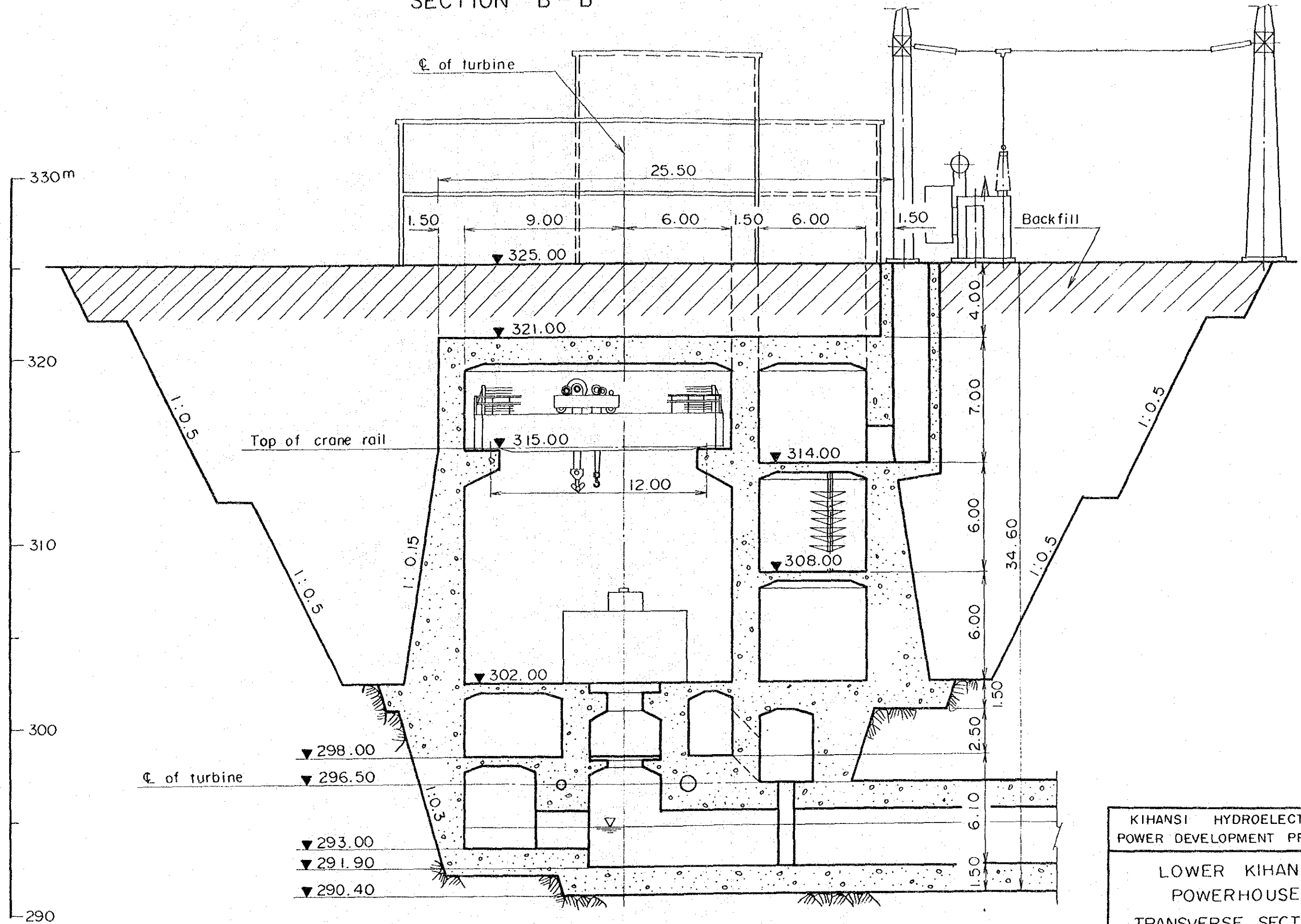
KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI  
POWERHOUSE  
LONGITUDINAL SECTION

Fig. 10-47      DATE:

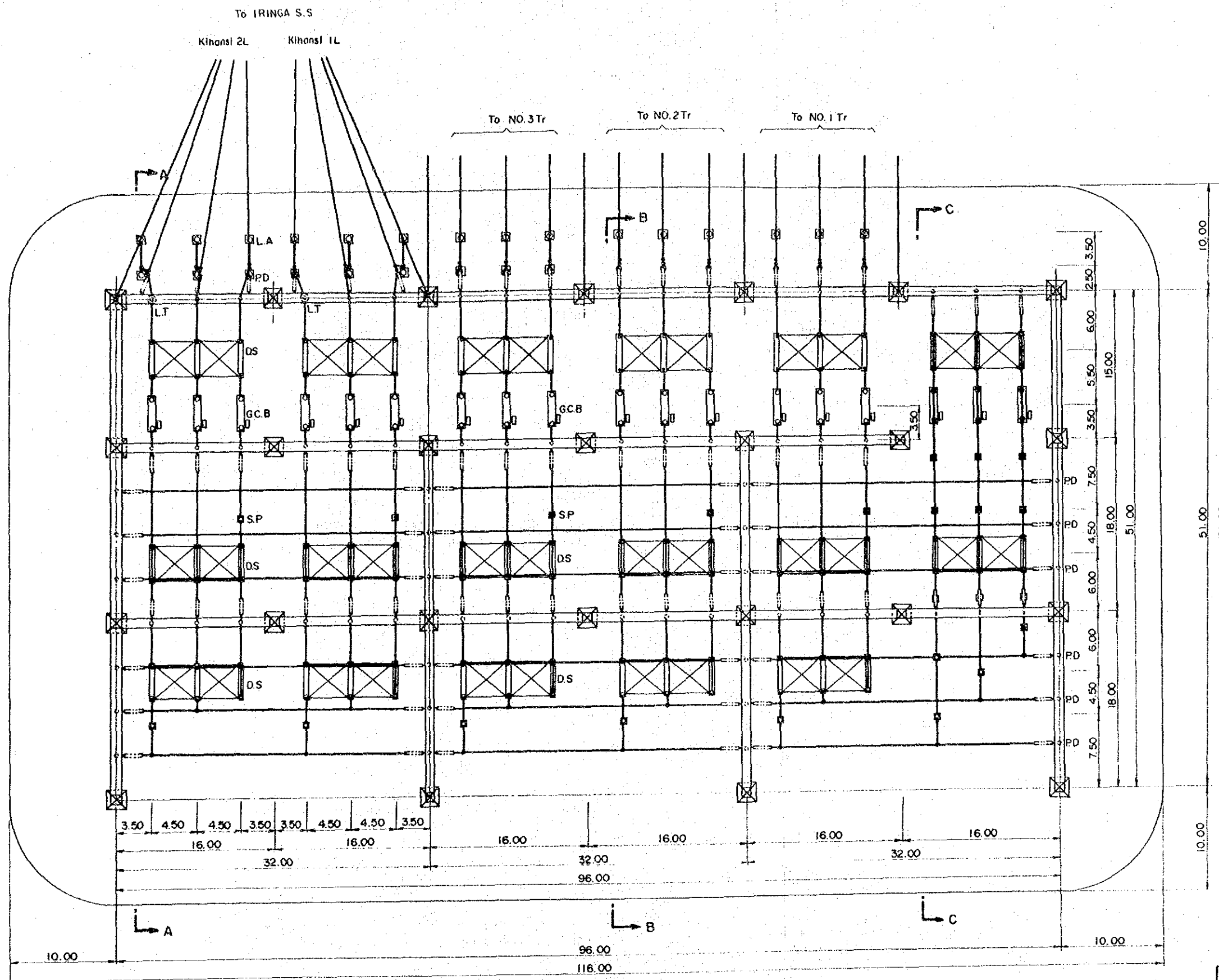


SECTION B - B



KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	
LOWER KIHANSI POWERHOUSE TRANSVERSE SECTION	
Fig. 10 - 48	DATE :





KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

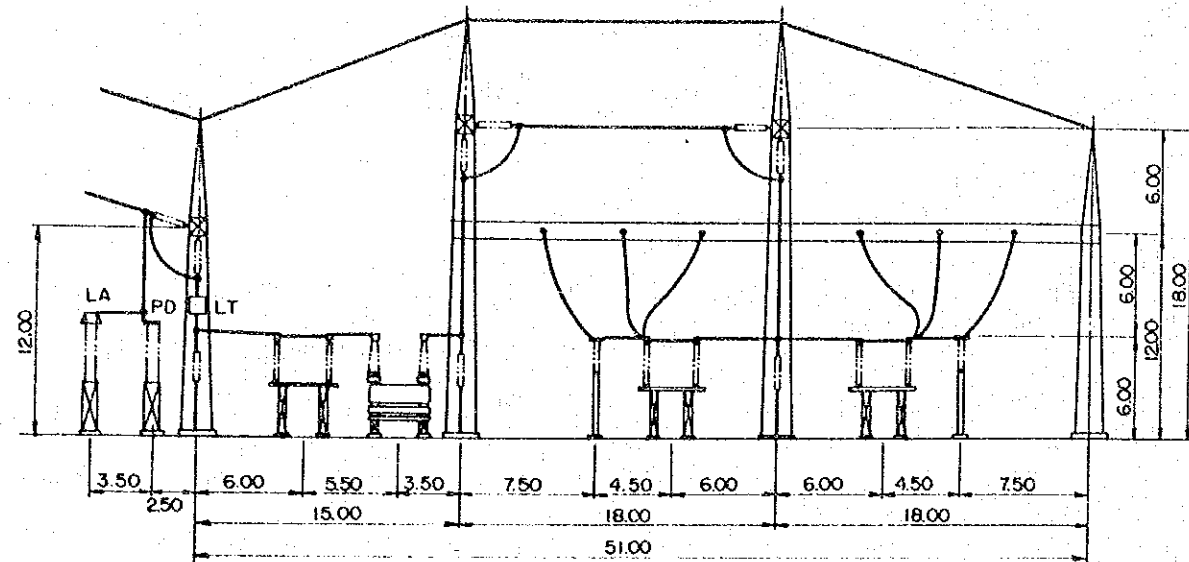
LOWER KIHANSI  
SWITCHYARD PLAN

Fig. 10 - 49      DATE :

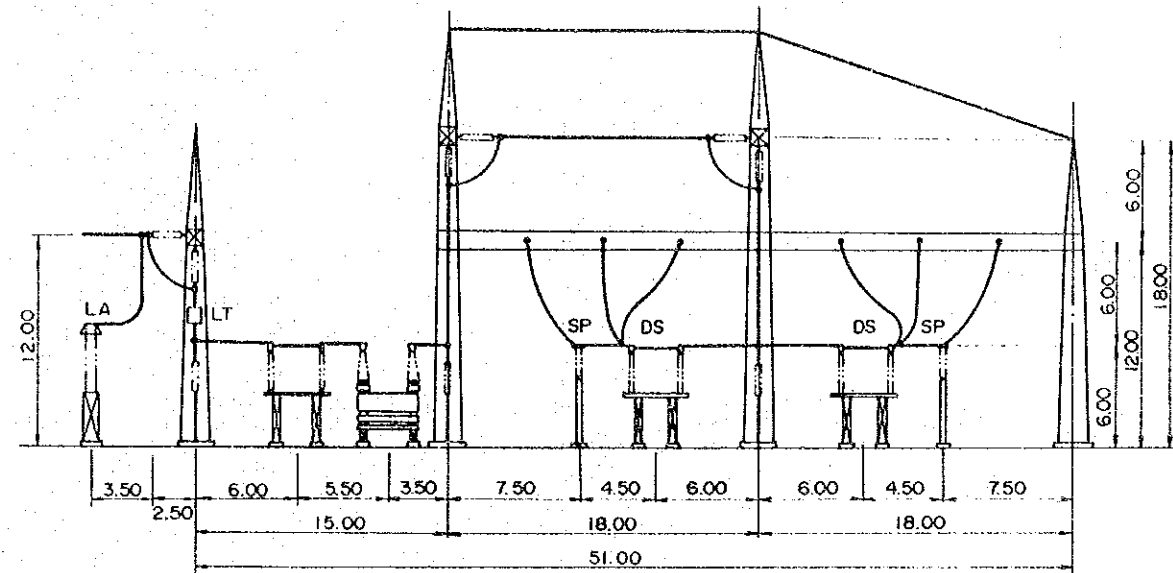




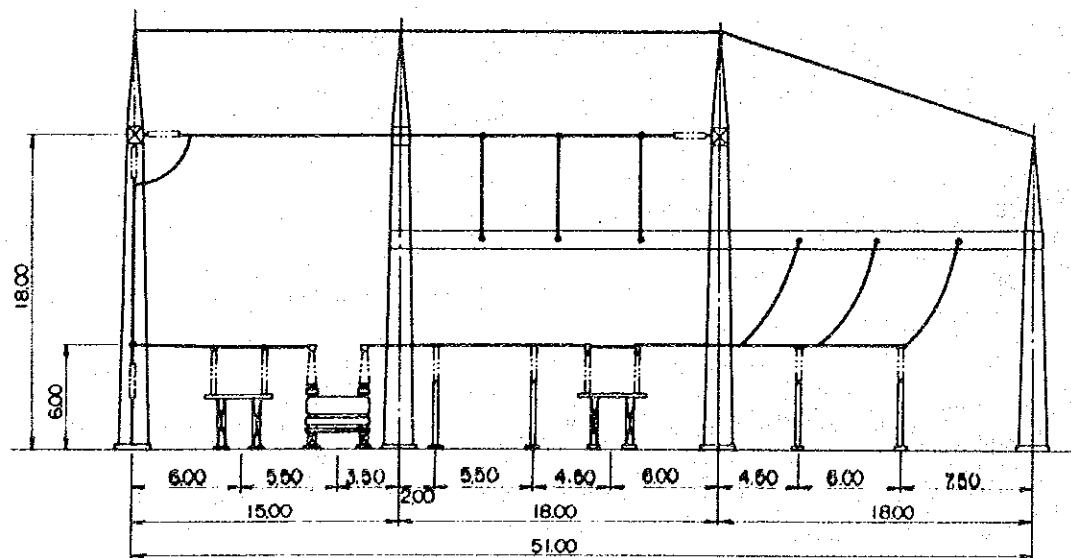
Section A - A



Section B - B



Section C - C



KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

LOWER KIHANSI  
SWITCHYARD SECTION

Fig. 10 - 50

DATE :



## (7) 通信設備

### ① 設計条件

- i) 下部発電所は、当分の間有人運転するので通信設備は有人運転という条件で設計する。
- ii) 上記発電所の運転情報はウブンゴ中央給電指令所に設置してあるSCADAシステムにより監視できるよう、最寄りのイリング変電所まで情報を伝送する。

### ② 通信回路の構成

通信回線は発電所および送電線の建設に合わせて、下部発電所と最寄りのイリング変電所までの220kV送電線の運用に必要な通信回線を設置する。

通信回線の区間および回線数は以下の通りとする。

電力線搬送回線により、下部発電所～イリング変電所間に下記の回線を構成する。

給電指令用電話回線	.....	1回線
保守用電話回線	.....	3回線
搬送保護用信号伝送回線	.....	2回線
給電用信号伝送回線	.....	1回線

その他、イリング変電所にVHF基地局を設置し、送電線保守用電話回線を構成する。また、下部発電所内に自動交換機を設置し、保守用電話回線を構成すると共に、発電所の所内作業用としてページング回線を構成する。

### ③ 通信設備の概要

上記の回線構成に必要な通信設備の概要は以下の通りである。

#### i) 電力線搬送装置

下部発電所およびイリング変電所に2CH型電力線搬送端局装置をそれぞれ3台設置し、送電線2回線にまたがる回線間結合方式の結合装置をそれぞれに設置する。

#### ii) 搬送保護用リレー端局装置

本装置は下部発電所およびイリング変電所に2回線送電線用として合計4台設置する。

iii) 給電用信号端局装置

本装置は下部発電所に1台設置し、ウブンゴにある中央給電指令所のSCADA装置に接続出来るようイリング変電所まで回線を構成する。

iv) 自動交換機

100回線自動交換機を下部発電所に1台設置する。

v) 保線用VHF装置

VHF基地局装置をイリング変電所に設置し、車載無線機2台、携帯無線機2台を購入する。

vi) ページング装置

下部発電所に1台設置する。

vii) 直流電源装置

蓄電池と充電装置からなる通信用直流電源装置を下部発電所とイリング変電所に各1台設置する。

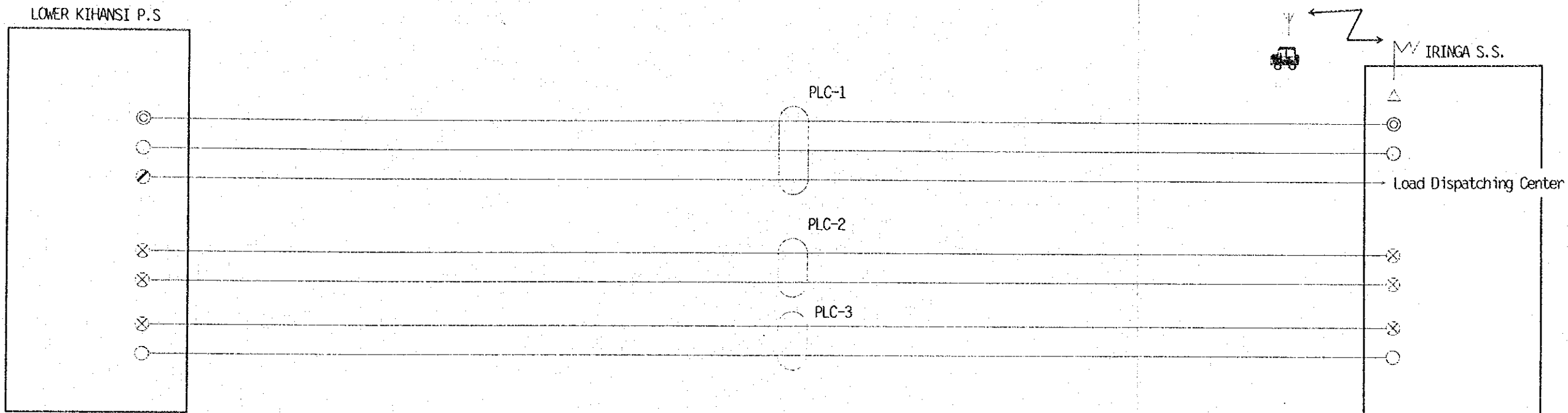
以上をまとめると Table 10-10 の通りである。

Table 10-10 A List of the Communication Facilities on Lower Kihansi Project

Equipment	Features	Lower Kihansi P.S.	Iringa S.S
Power Line Carrier Terminal Equipment	10 W, 2-channel type	3	3
Coupling Devices for the Above	Inter-circuit coupling	1	1
PLC Protective Relay Terminal Equipment		2	2
Load Despatching Signal Terminal Equipment	SCADA slave station	1	-
Automatic Telephone Exchange	100 channels	1	-
Line Maintenance VHF Base Station	150 MHz, 100 W	-	1
VHF Car-Borne Unit	150 MHz, 10 W	-	2
VHF Portable Unit	150 MHz, 5 W	-	2
Paging System	2 kW, 100 sets	1	-
Tone Ringer	10 channels	1	1
Battery Charger Unit	48 V, 100 A	1	1
Batteries	48 V, 500 AH	1	1



Fig. 10-51 Lower Kihansi Project Telecommunication System (1)



Legend

- ⊙: Load Dispatching Telephone Circuit
- ⊗: Administration Use Telephone Circuit
- : Data Transmission Circuit for Teleprotection
- ⊘: Data Transmission Circuit for SCADA





Fig. 10-52 Lower Kihansi Project Telecommunication System (2)

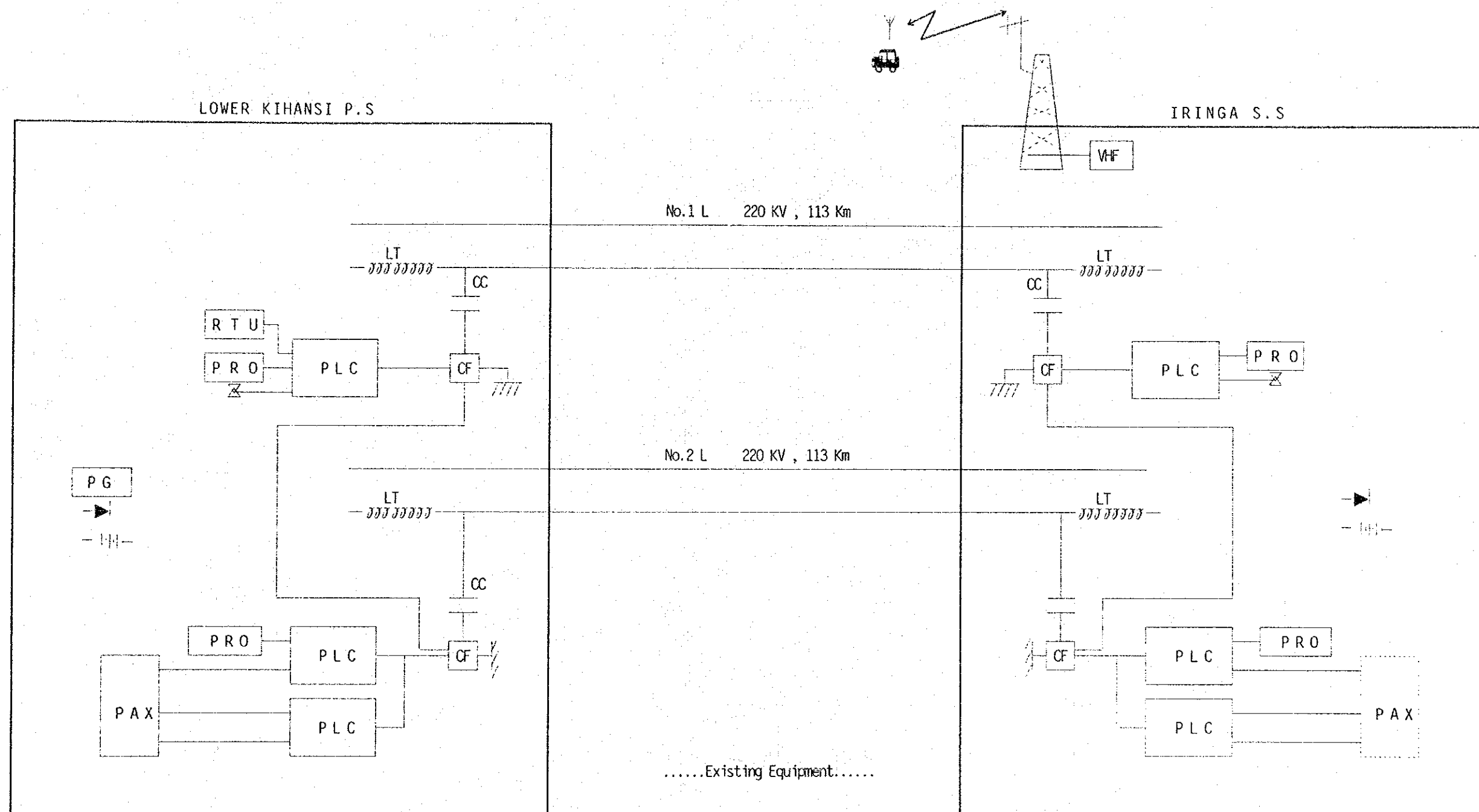






Table 10-11 Meteorological Data

Month	Temperature		Humidity 0600 (%)	Rainfall		Mean Number of Days of		
	Mean (°C)	Extremes Highest Lowest (°C)		Mean (mm)	Highest Lowest (mm)	Rain (>1mm) (Days)	Thunder (Days)	
January	20.8	31.0 11.5	79	138	260	21	13	10
February	20.7	30.3 10.2	81	115	204	39	12	9
March	20.6	29.5 9.5	79	130	230	25	14	11
April	20.5	30.8 10.6	76	63	250	16	9	5
May	19.8	30.6 8.7	68	10	41	0	3	1
June	18.7	30.2 5.6	62	1	11	0	0	0
July	18.2	29.0 4.5	63	0	2	0	0	0
August	18.6	29.9 6.5	60	1	10	0	0	0
September	20.2	30.9 8.8	55	1	7	0	0	0
October	21.4	33.4 9.2	53	4	23	0	0	1
November	22.2	33.0 10.5	57	27	130	1	3	4
December	21.6	32.8 11.7	72	159	361	41	12	11
Year	20.3	33.4 4.5	67	649	1,089	466	66	52

Note: Meteorological Station; Iringa Airport, Latitude 07°40'S  
 Longitude 35°45'E  
 Altitude 1,420 meters

$$P = V^2 C / 16$$

ここで P : 電線等に作用する荷重 (kgf/m<sup>2</sup>)

V : 最大風速 (m/sec)

C : 空気抵抗係数

上式より計算した結果、各種風荷重は次のとおりとする。

電線風圧	122 kgf/m <sup>2</sup> (C=1.0)
架空地線風圧	134 kgf/m <sup>2</sup> (C=1.1)
碍子連風圧	171 kgf/m <sup>2</sup> (C=1.4)
鉄塔風圧	300 kgf/m <sup>2</sup> (C=1.65×1.5)

なお、架渉線風圧については径間200m以下は100%、径間300m以上は60%の風圧低減係数を考慮する。

#### (4) 絶縁設計

本送電線の絶縁設計の基本条件として公称電圧220kV、有効接地系（直接接地）とし、開閉サージ電圧および商用周波異常電圧を考慮して絶縁設計をすすめた。

この結果より所要碍子個数は250mmφ×12個であるが汚損についてのデータがないので若干の余裕をみることおよび既設送電線と協調をとる事を考慮すると14ヶ連とすることが適当であるので、14ヶ連の碍子連を採用することとした。

懸垂装置 14ヶ連

耐張装置 15ヶ連

クリアランス図および碍子装置は Fig. 10-53、Fig. 10-54 に示す。

この碍子個数で許容できる等価塩分付着は0.03mg/cm<sup>2</sup>程度である。推奨する碍子の特性をTable 10-12 に示した。

#### (5) 耐雷設計

本送電線経過地周辺は非常にIKLが高い（平均62日）ので電線に対する直撃雷を低減するために架空地線は全線に渡り2条設置し、遮蔽角は15度以内とする。

さらに、逆フラッシュオーバーを低減するために鉄塔の脚接地抵抗は10Ω以下とすることが望ましい。

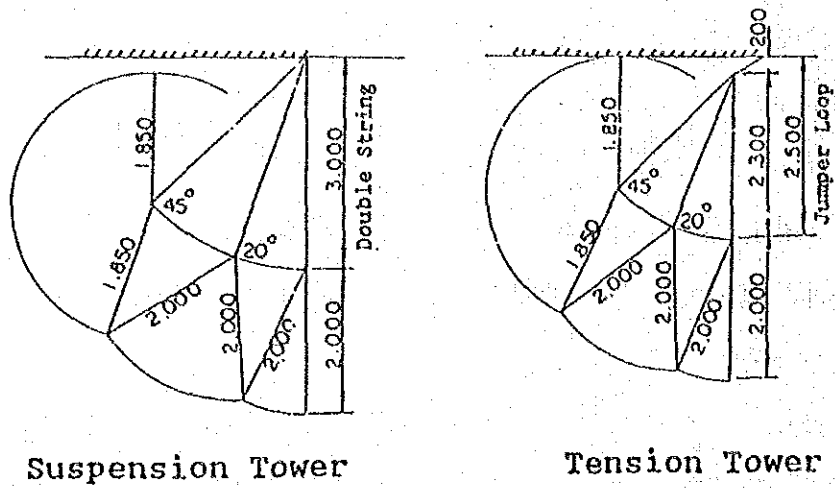
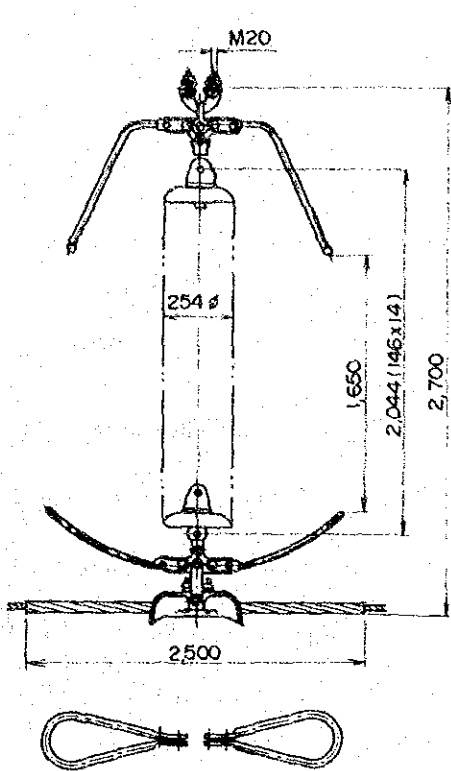
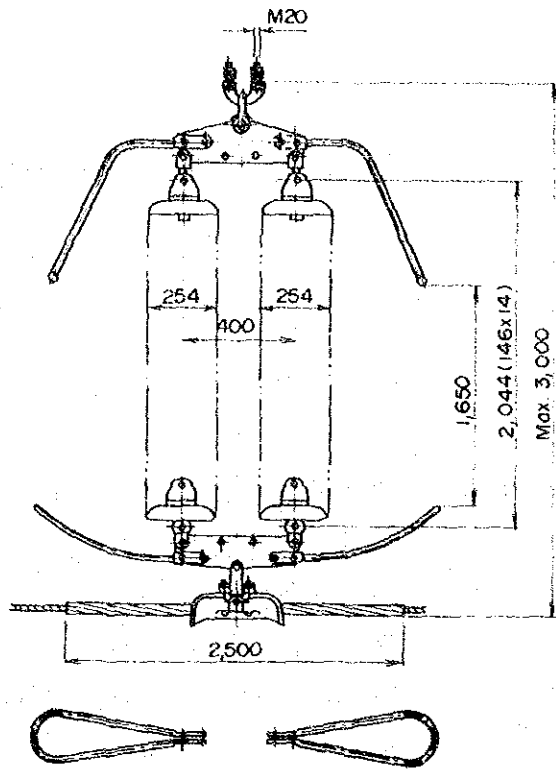


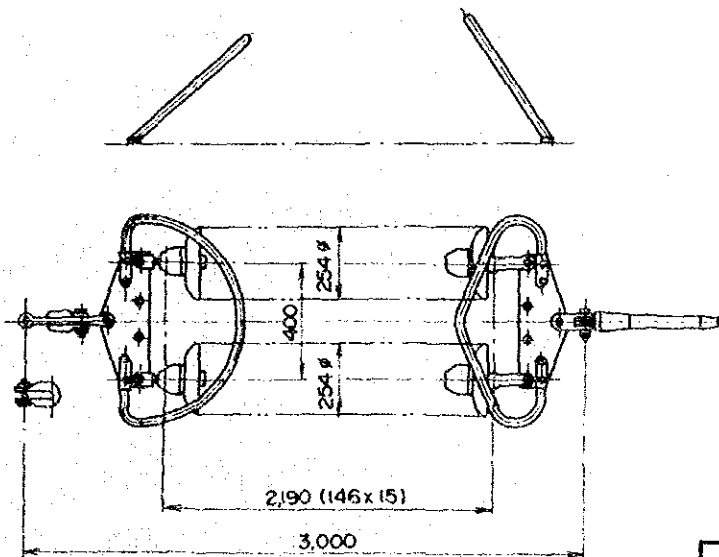
Fig. 10-53 Clearance Diagram



1. Single Suspension Insulator Set



2. Double Suspension Insulator Set



3. Double Tension Insulator Set

KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

INSULATOR STRING ASSEMBLY

Fig.10 - 54

DATE

**Table 10-12 Characteristics of Insulator Disk**

<u>Items</u>	<u>Specification</u>
IEC Type	U80BL
Type	Ball and Socket
Quality	Porcelain
Diameter	254 mm
Unit Spacing	146 mm
Creepage Distance	280 mm
Electromechanical Failing Load	8,000 kg
Puncture Voltage	110 kV
Ball and Socket Size	16A mm
Net Weight	5.5 kg



## (6) 所要離隔距離

電線相互、電線と架空地線の離隔距離は以下に示した値とする。

- i) 電線相互間の離隔は一般に径間600mまでは4.6m、径間800mまでは5.6mとする。
- ii) 電線と架空地線との最小線間中央径間間隔は、雷撃電流値を80kAと想定し、標準径間で8mとする。

選定した距離径間をもとに、鉄塔のクリアランス図を Fig. 10-55(1), 10-55(2) に示す。

## (7) 電線設計

電線については送電容量、コロナ障害、故障時の電流容量、経済性、工事上の取扱い易さおよびタンザニアにおける使用実績から総合的に検討し、ACSR 380mm<sup>2</sup> (Bison) を推奨する。その特性を Table 10-13 に示した。

以下にその検討の概要を示す。

### i) 送電容量 (P)

$$P = \sqrt{3} E I \cos \phi$$

ここで

E : 送電電圧 (kV)

cos  $\phi$  : 力率

I : 許容電流 (A)

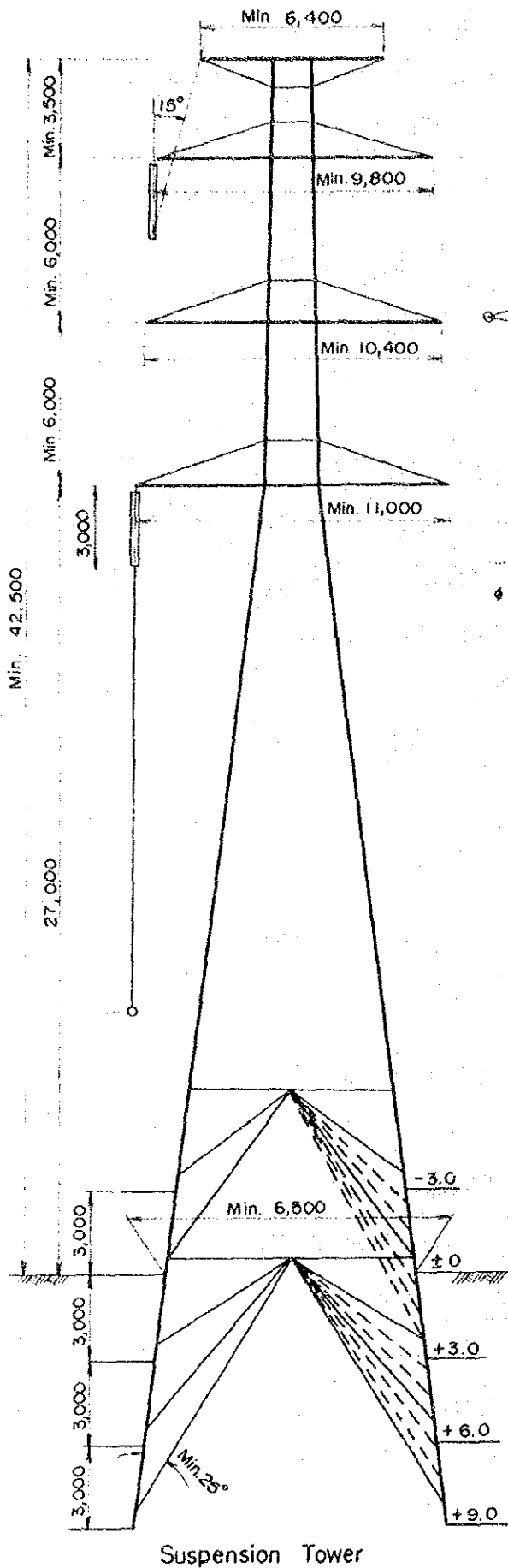
上記より電線温度75°CにおけるACSR Bisonの送電容量は215MWである。

### ii) 瞬時電流容量

地絡事故等により電線に流れる電流の許容値は、電流の流れる時間が瞬時であるので電線よりの熱放散を無視すると、電流通電時間を2秒とした場合のACSR Bisonの瞬時許容電流は25kAであり、故障電流に比べ十分余裕がある。

### iii) 電線表面電位傾度

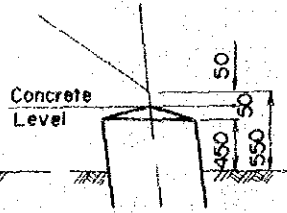
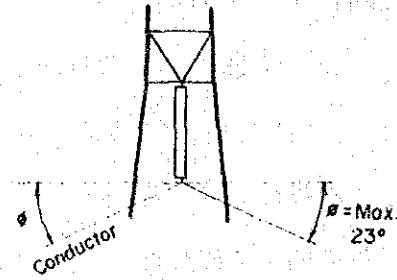
ACSR Bisonの電線表面電位傾度は約15.5kV/cmであり、コロナ損、電波障害に対し、特に問題になる値ではない。



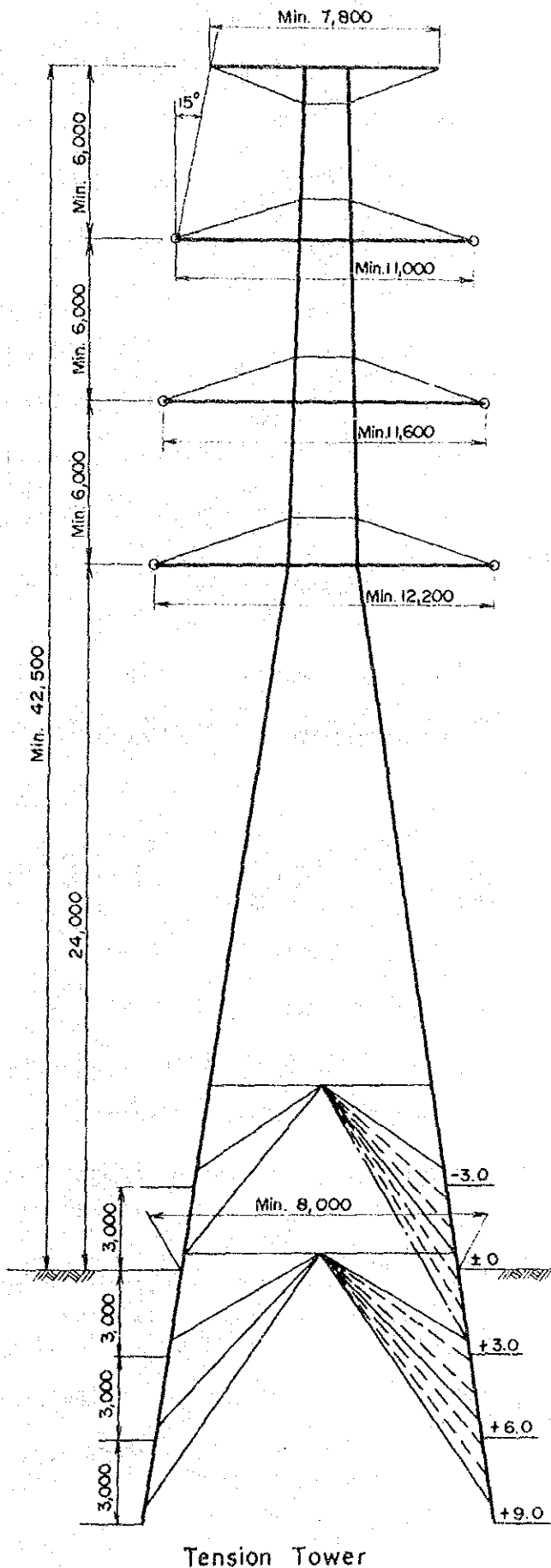
Typical Crossarm



Typical Crossarm



KIHANSI HYDROELECTRIC  
 POWER DEVELOPMENT PROJECT  
 220KV TRANSMISSION LINE  
 PRINCIPAL DIMENSION OF  
 TOWER (1/2)  
 Fig. 10-55-(1) DATE



KIHANSI HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	
220KV TRANSMISSION LINE PRINCIPAL DIMENSION OF TOWER (2/2)	
Fig.10-55-(2)	DATE

Table 10-13 Characteristics of Conductor (380 mm<sup>2</sup> ACSR)

<u>Items</u>	<u>Contents</u>
Code name	Bison
Type	ACSR
Size	380 mm <sup>2</sup>
Composition Alumi.	54/3.0 Nos/mm
Steel	7/3.0 Nos/mm
Diameter	27.0 mm
Calculated sectional area Alumi.	381.7 mm <sup>2</sup>
Steel	49.5 mm <sup>2</sup>
Total	431.2 mm <sup>2</sup>
Unit weight	1,383 kg/km
Rated strength	12,330 kgf
DC resistance at 20°C	0.07574 /km
Coeff. of liner expansion	19.5 x 10 <sup>-6</sup> Ω/°C
Modulus of elasticity	7,990 kgf/mm <sup>2</sup>

Table 10-14 Dip and Tension at Each Assumption (380 mm<sup>2</sup> ACSR)

<u>Assumption</u>	<u>Conditions</u>		<u>s = 200 m</u>		<u>s = 400 m</u>		<u>s = 600 m</u>	
	<u>Temp.</u> (°C)	<u>Wind</u> (kgf/m <sup>2</sup> )	<u>Tension</u> (kgf)	<u>Dip</u> (m)	<u>Tension</u> (kgf)	<u>Dip</u> (m)	<u>Tension</u> (kgf)	<u>Dip</u> (m)
1	0	122	4,900 (39.74)	3.65				
2	0	73.2 (122x0.6)	3,969 (32.19)	3.04	3,514 (28.50)	13.73	3,403 (27.60)	31.90
3	20	0	2,406 (19.51)	2.87	2,029 (16.46)	13.65	1,955 (15.86)	31.93
4	75	0	1,527 (12.38)	4.53	1,765 (14.31)	15.70	1,832 (14.86)	34.09

Note: ( ) Safety factor

#### iv) 架線設計

電線の架線条件は最大使用張力と常時張力により決定する必要があり、最大使用張力は最小引張荷重に対し安全率 2.5以上、また標準径間における常時張力 (BDS) (年平均温度、無風時) が最小引張荷重の20%以下として検討を進めた。検討の結果を Table 10-14 に示した。

電線の振動による疲労を軽減するため各支持点にはダンパーを取り付ける。また、懸垂クランプ取付点にはアーマロッドを取り付ける設計とする。

#### (8) 架空地線設計

架空地線については、瞬時電流容量、地絡事故に対する弱電圧線への遮蔽、強度特性および経済性等を考慮して総合的に検討し、AC70mm<sup>2</sup> を推奨し、その特性をTable 10-15 に示した。

以下に検討の概要を示す。

##### i) 瞬時電流容量

架空地線からの熱放散を無視すると、AC70mm<sup>2</sup> の瞬時許容電流 (0.25秒) は 12kAとなり、地絡電流に対し十分な容量がある。

##### ii) 架線設計

架空地線の架線条件は最大使用張力、常時張力および電線との弛度比より決定する。

この最大使用張力は最小引張荷重に対し安全率2.5以上、また標準径間における常時張力 (年平均温度、無風時) が最小引張荷重の25%以下および常時における電線との弛度比が80%以下となるように検討を進めた。

検討の結果を Table 10-16 に示した。

また、架空地線の振動による疲労を軽減するため各支持点にはダンパーを取り付ける設計とする。

#### (9) 支持物設計

タンザニアにおける送電線鉄塔の設計基準によれば、基準風圧として、架渉線風圧 122(100%)kgf/m<sup>2</sup>、鉄塔風圧300kgf/m<sup>2</sup> としているが、気象データ、これまでの運転実績がらみて妥当なものと思われる。

Table 10-15 Characteristics of Overhead Ground Wire (AC 70 mm<sup>2</sup>)

<u>Items</u>	<u>Contents</u>
Type	AC
Nominal sectional area	70 mm <sup>2</sup>
Composition	7/3.5 Nos/mm
Diameter	10.5 mm
Calculated sectional area	67.35 mm <sup>2</sup>
Unit weight	448.2 kg/km
Rated strength	7,880 kgf
Coeff. of liner expansion	13.9 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Modulus of elasticity	12,900 kgf/mm <sup>2</sup>

Table 10-16 Dip and Tension at Each Assumption (AC 70 mm<sup>2</sup>)

<u>Assumption</u>	<u>Conditions</u>		<u>s = 200 m</u>		<u>s = 400 m</u>		<u>s = 600 m</u>	
	Temp. (°C)	Wind (kgf/m <sup>2</sup> )	Tension (kgf)	Dip (m)	Tension (kgf)	Dip (m)	Tension (kgf)	Dip (m)
1	0	134	2,600 (32.88)	2.84				
2	0	80.4 (134x0.6)	2,369 (30.09)	2.02	2,024 (25.09)	9.45	1,855 (23.54)	23.18
3	20	0	1,969 (24.99)	1.13	1,246 (15.81)	7.18	967 (12.72)	20.87
4	40	0	1,748 (22.18)	1.28	1,144 (14.52)	7.83	933 (11.84)	21.63

Note: ( ) Safety factor

#### (10) 支持物基礎設計

支持物基礎設計は地盤に応じて設計する必要があり、地盤定数を確認するためにはまず地質調査を実施しなければならない。

送電線建設における地質調査は、必要な信頼性を有し、かつ最も経済的な基礎を建設するための情報を得ることと工事の施行を安全に実施するために行うものであり、この結果が送電線工事の経済性や安全性におよぼす影響が大きいので地盤に適した調査方法を選定することが肝要である。

本送電線路の現地調査より見て基礎の形状は床盤基礎 (Pad Type) と岩盤基礎 (Rock Anchor Type) の2種類が考えられるが、詳細は今後の最適設計調査によって決める必要がある。





## 第11章 工事計画および工事費



## 第11章 工事計画および工事費

	頁
1 1. 1 工事計画および工事工程	11-1
1 1. 1. 1 基本的条件	11-1
(1) 気象	11-1
(2) 輸送路	11-1
(3) 港湾	11-6
(4) 工事用材料	11-6
(5) 工事用電力	11-6
1 1. 1. 2 工事計画および工事工程	11-8
(1) 上部計画	11-19
(2) 下部計画	11-22
1 1. 2 工事費	11-28
1 1. 2. 1 基本事項	11-28
(1) 工事費積算項目	11-28
(2) 積算基準	11-29
(3) 内貨、外貨の区分	11-31
1 1. 2. 2 工事費	11-31



### List of Tables

Table 11-1	Principal Civil Works (Upper Kihansi)
Table 11-2	Principal Civil Works (Lower Kihansi)
Table 11-3	Principal Machinery
Table 11-4	Detail of Penstock Tunnel
Table 11-5	Labour Wages
Table 11-6	Material Cost
Table 11-7	Construction Cost
Table 11-8 (1)	Disbursement Schedule of Upper Kihansi
Table 11-8 (2)	Disbursement Schedule of Lower Kihansi

### List of Figures

Fig. 11-1	Transportation Map
Fig. 11-2	Clearance of Railway
Fig. 11-3	Schedule of Kihansi Project
Fig. 11-4	Location of Temporary Facilities
Fig. 11-5	Construction Schedule (Upper Kihansi)
Fig. 11-6	Construction Schedule (Lower Kihansi)



## 第11章 工事計画および工事費

### 11.1 工事計画および工事工程

#### 11.1.1 基本的条件

本計画で計画されている構造物は上部計画では、高さ95mの中央遮水壁型ロックフィルダムと導水路トンネル全長約640m、水圧管路全長約510m等の水路および発電所からなっている。また、下部計画では、高さ35mの重力式コンクリートダムと導水路トンネルおよび水圧管路全長約4,200mの水路と発電所からなっている。

本計画の工事計画および工事工程に関する事項は下記の通りである。

#### (1) 気 象

本計画の気象条件については第6章で述べた通りである。

ロックフィルダムの盛立工事およびダムコンクリートの打設工事は概ね年間を通して可能であるとして工事工程を立案した。

#### (2) 輸 送 路

ダルエスサラームからプロジェクトサイトまでの輸送路としてはFig. 11-1に示すように、大別して全線を道路による方法と、途中チタまで鉄道で輸送し、チタからプロジェクトサイトまでは道路による方法がある。

以下、道路および鉄道の状況について記述する。

##### i) ダルエスサラーム～ミクミ間道路

ダルエスサラーム～ミクミ間の道路は延長約317km、幅員8mのA7国道であり、タンザニアにおける幹線道路である。全線舗装され、輸送路として問題はない。

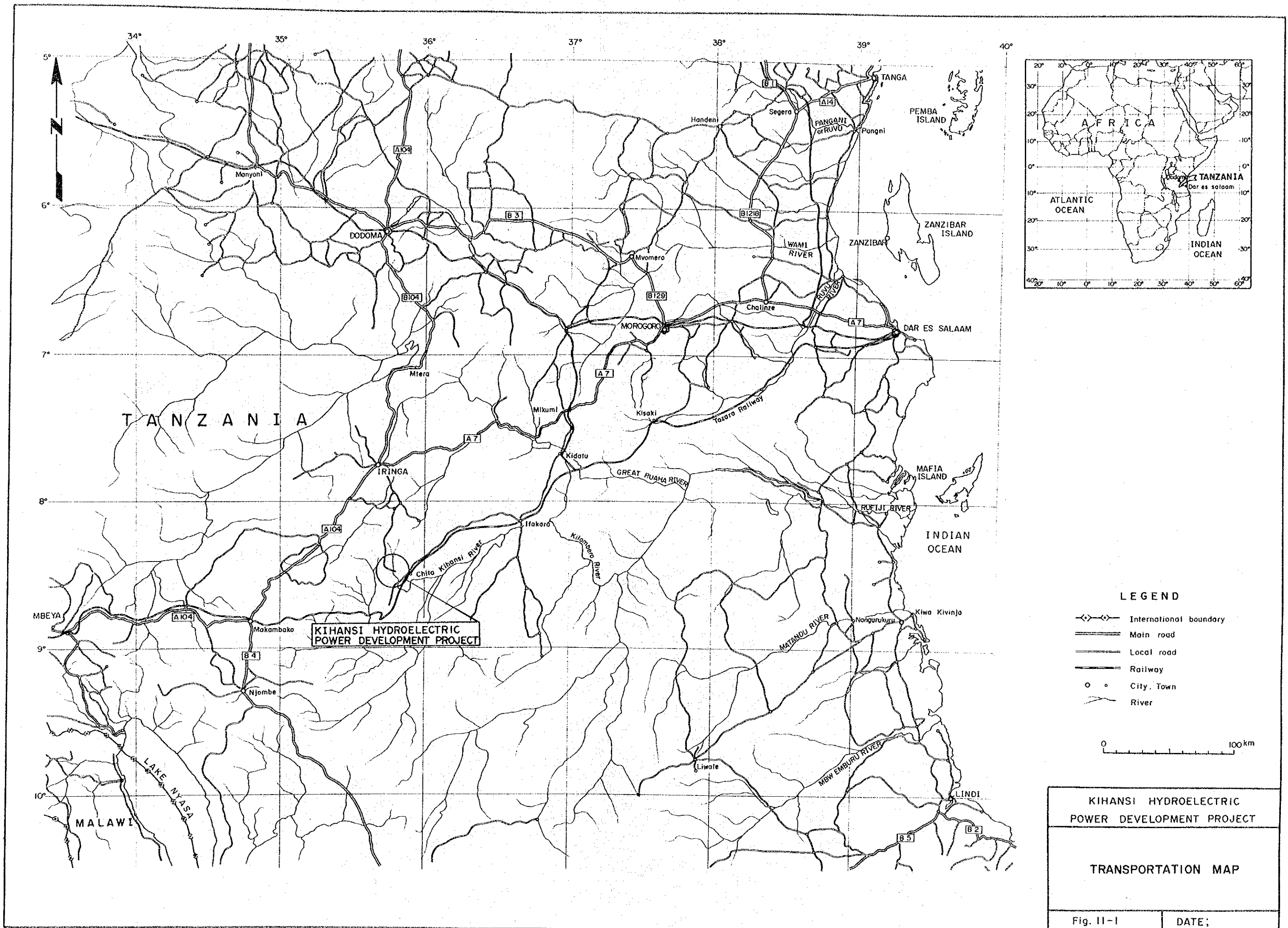
##### ii) ミクミ～下部発電所間道路

ミクミからキダツ、イファカラ、チタを経て下部発電所地点までの道路は延長231km、最小幅員3mの主要地方道である。道路は未舗装で電気、機器等の重量物の運搬にはキダツ～イファカラ間において橋梁等の補強を必要とする場所が数ヶ所ある。

チタ～下部発電所間は現在道路の補強工事が実施中であり、補強工事が完了後は輸送路として問題はない。







- LEGEND**
- ◇—◇— International boundary
  - ==== Main road
  - Local road
  - Railway
  - ○ City, Town
  - River

0 100 km

KIHANSI HYDROELECTRIC  
POWER DEVELOPMENT PROJECT

---

TRANSPORTATION MAP

---

Fig. 11-1      DATE;



iii) ミクミ〜イリング間道路

ミクミ〜イリング間の道路は延長184km、最小幅員4.5mであるA7国道の山岳部にある。道路は全線舗装され輸送路として問題はない。

iv) イリング〜ウハフィワ間道路

イリング〜ウハフィワ間の道路は延長123km、最小幅員3.5mの地方道路である。道路は未舗装であり、重量物を輸送するためにはほぼ全線にわたり拡幅および補強等の工事が必要である。

v) ウハフィワ〜上部ダム間道路

ウハフィワ〜上部ダムまでは延長約15kmである。この区間は現在道路がないため新設する必要がある。

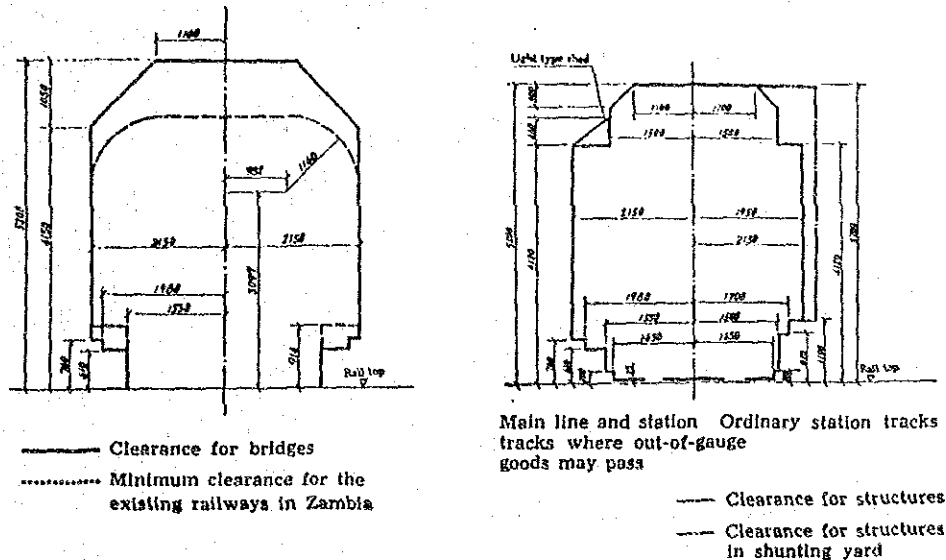
vi) 上部ダム〜下部発電所間道路

上部ダム地点から上部発電所、下部ダムを経て下部発電所までは延長約35kmである。この区間は現在道路がないため新設する必要がある。

vii) ダルエスサラーム〜チタ間鉄道

ダルエスサラームからチタを経てザンビアに向かうタザラ鉄道がある。この鉄道は幹線鉄道であり、輸送限界はFig. 11-2に示す通りである。ザンビアへの輸送実績は3相トランス等の重量物を運搬した実績がある。また、この鉄道は120Tonのクレーン設備を有しており、チタ駅にこのクレーン設備を移動させることにより、ダルエスサラーム〜チタ間約460kmの鉄道輸送には問題がない。

Fig. 11-2 Clearance of Railway



以上の道路および鉄道の状況から工事中の問題はセメントおよび鋼材等の安定供給と水車、発電機等の重量物の安全、確実な輸送である。

経済性、工事計画の計画通りの遂行および将来のダム、発電所の維持管理を考慮すると、プロジェクトの輸送計画は以下の通りとする。

i) 上部計画

主としてダルエスサラームからミクミ、イリングを経て上部計画地点まで道路輸送とするが、一部は鉄道でダルエスサラームからチタまで運搬し、チタから上部計画地点までは道路輸送とする。

ii) 下部計画

ダルエスサラームからチタまでは鉄道輸送とし、チタから下部計画地点までは道路輸送とする。

(3) 港 湾

最寄りの港は首都にあるダルエスサラーム港である。この港は工事用機械および電気機器等の荷揚げに特に支障はない。

(4) 工事用材料

主な工事用材料は以下の通りとする。

i) セメント

セメントは基本的には輸入品を使用する。しかし、仮設備工事等の補助的工事にはダルエスサラームにあるセメント工場から主に供給することとする。

ii) 骨 材

骨材は主として上部計画の発電所西側の原石山より製造するが、一部は掘削工事に伴う掘削ずりを流用する。

iii) 鋼 材

鉄骨等の主要鋼材は輸入する。

(5) 工事用電力

主な工事用電力設備は以下の通りである。

i) 上部計画

下部発電所が運転開始するまでは工事用ディーゼル発電設備でまかない、下部発電所の運転開始後はその電力を供給して工事を完成させる。

なお、工事用電力設備としては発電所地点とダム地点および骨材プラントの3地点に設置する。受電端の配置は以下の通りである。

発電所受電端……導水路トンネル、水圧管路、発電所および放水路トンネル

ダム受電端 ……ダム、洪水吐および取水口

そ の 他……骨材プラント

ii) 下部計画

下部計画における工事用電力は発電所地点に設ける工事用ディーゼル発電設備でまかない、所定の受電端までは工事用の配電線で送電する。受電端は以下の通りである。

ダム受電端 ……ダムおよび取水口

導水路受電端……導水路トンネルおよび内張鉄管

水圧管路受電端……上部水圧管路トンネルおよび下部水圧鉄管

発電所受電端……下部水圧管路トンネル、発電所および放水路トンネル

そ の 他……骨材プラント