国際協力事業団
タンザニア連合共和国
タンザニア電力公社

No. 4

タンザニア連合共和国

ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査

マスタープラン・スタディ及びプレフィージビリティ・スタディ

最終報告書

第II編

（プレフィージビリティ・スタディ）

平成6年3月

電源開発株式会社

JICA
タンザニア連合共和国 ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査 マスタープラン・スタディ及びプレフィージビリティ・スタディ 最終報告書 第II編 平成6年3月
46
J43
MPN

鉱調資
JR
94-079

JICA LIBRARY
1113075[4]

国際協力事業団
26288

国際協力事業団
タンザニア連合共和国
タンザニア電力公社

タンザニア連合共和国

ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査

マスタープラン・スタディ及びプレフィージビリティ・スタディ

最終報告書

第II編

(プレフィージビリティ・スタディ)

平成6年3月

電源開発株式会社

目　次

最終報告書　第Ⅱ編

第10章　予備設計

10.1　設計の目的 …… 1－ 1

10.2　設計の条件 …… 10－ 2

10.3　絶縁設計 …… 10－ 3

10.4　送　電　線 …… 10－ 6

10.5　変　電　所 …… 10－ 23

10.6　11kv配電線 …… 10－ 77

10.7　給電保安通信システム …… 10－163

第11章　建設工事計画

11.1　施工方法 …… 11－ 1

11.2　施工体制 …… 11－ 1

11.3　建設工程 …… 11－ 1

第12章　建設工事費

12.1　工事費算出の前提条件 …… 12－ 1

12.2　外貨・内貨の区分 …… 12－ 2

12.3　工　事　費 …… 12－ 3

第13章　経済分析

13.1　経済分析の目的 …… 13－ 1

13.2　経済分析の方法 …… 13－ 1

13.3　前提条件 …… 13－ 3

13.4　事業費用 …… 13－ 5

13.5　便　益 …… 13－ 7

13.6　分析結果 …… 13－ 11

13.7　評　価 …… 13－ 11

第14章　財務分析

14.1　財務分析の目的 …… 14－ 1
14.2　財務分析の方法 …… 14－ 1
14.3　前提条件 …… 14－ 2
14.4　工事費および営業費用 …… 14－ 3
14.5　収支計画 …… 14－ 3
14.6　財務的内部収益率 …… 14－ 5
14.7　感度分析 …… 14－ 5
14.8　評　　価 …… 14－ 6

第10章

予備設計

第10章　予備設計

10.1　設計の目的 …… 10－ 1

10.1.1　電力供給設備の拡充に必要な設備の拡充 …… 10－ 1

10.1.2　老朽設備の改修および設備の改良 …… 10－ 1

10.1.3　供給信頼度向上のための設備増強 …… 10－ 1

10.2　設計の条件 …… 10－ 2

10.2.1　設計条件 …… 10－ 2

10.3　絶縁設計 …… 10－ 3

10.4　送　電　線 …… 10－ 6

10.4.1　送電線ルート …… 10－ 6

10.4.2　基本事項 …… 10－ 7

10.4.3　支持物 …… 10－ 10

10.4.4　基　礎 …… 10－ 14

10.4.5　電　線 …… 10－ 17

10.4.6　架空地線 …… 10－ 19

10.4.7　碍　子 …… 10－ 20

10.5　変　電　所 …… 10－ 23

10.5.1　増設改良工事 …… 10－ 23

10.5.2　新設工事および変電所位置の選定 …… 10－ 24

10.5.3　運転制御方式 …… 10－ 40

10.5.4　バンク数 …… 10－ 40

10.5.5　変圧器の単機容量 …… 10－ 41

10.5.6　母線方式 …… 10－ 41

10.5.7　保護継電方式 …… 10－ 41

10.5.8　通信システム …… 10－ 43
10.5.9　フィーダー数および引出し方法 …… 10－ 50
10.5.10　送電線の引込方法 …… 10－ 50
10.5.11　変圧器の特殊仕様 …… 10－ 50
10.5.12　主要機器の仕様 …… 10－ 51

10.6　11kv配電線 …… 10－ 77
10.6.1　フィーダー引出しの基本的な考え方 …… 10－ 79
10.6.2　新設・増設変電所の11kW配電線工事 …… 10－ 81
10.6.3　主要機材仕様 …… 10－124
10.6.4　改善効果 …… 10－132

10.7　給電保安通信システム …… 10－163

第10章　予備設計

10.1　設計の目的

本計画は Master Plan Studyの短期計画（5年）に基づいた電力供給設備即ち送配電線設備および変電設備についての予備設計を実施するもので、その工事の目的は次のとおりである。

10.1.1　電力供給設備の拡充に必要な設備の拡充

(1)　132kV、33kV送電線の新設

(2)　11kV 配電線の新設

(3)　配電用変電所の新設

(4)　系統および2次変電所の増設改良

10.1.2　老朽設備の改修および設備の改良

(1)　主要変圧器の取替えおよび増設

(2)　33kV 送電線の張り替え

(3)　11kV 配電線の張り替え

(4)　変電所機器の取替えおよび増設

10.1.3　供給信頼度向上のための設備増強

(1)　供給信頼度向上の一環として既設11kV 配電線用区分開閉器の増設

(2)　非常時或いは計画停電時の供給ルート確保のための送電線および配電線の増強設計に際しては、現地事情を考慮の上、特に下記の事項に留意して設備の設計および工事計画の策定を行なうこととする。

— TANESCO の要望を充足するに最も経済的な設計を目標とし、国の実情に合わせて、堅牢・簡易な構造に主眼をおく。

— TANESCO が現在適用している規格、技術基準等を尊重し、標準化の妨げにならないような設計を日本規格に基づいて行なう。

— 可能な限り、複雑でセンシティブなものは避け、既設設備と比較し大幅に先進的な技術を導入することは回避することとし、TANESCO の既設設備、技術水準

に見合った設計により、保守・運用に支障の無いようにする。

— 工事に伴う停電時間を最短となるよう配慮する。

今回の拡充計画の対象地域は、都市部であり既に電化されている地域であることから、工事のため広範囲にわたる停電を長期間に行なうことは不可能である。このため、工事のための停電時間を最短とするような実施計画、設備計画を行なう。

— 周辺環境への問題

新設される132kV および 33kv 送電線が市街地および住宅地を通過するため公衆安全の確保に万全の注意を払う。又、変電所の新設に伴って配電線用フィーダーも新たに引き出すことになるが、このために過度の街路樹伐採等の環境破壊を招くことの無いような計画とする。

— 工事には重量物の輸送も含まれるため、これを考慮した上で工事計画の立案を行なう。

10.2 設計の条件

本計画において改善整備が実施される送配電線および変電設備の設計は、TANESCO の現行規格・基準ならびに日本における標準的手法に準拠して行なった。資機材の適用規格は日本規格を主として、一部については ANSI(米国規格) ならびに BS(英国規格) を適用した。

10.2.1 設計条件

(1) 自然条件

a. 標　高　:　1,000 m以下

b. 外気温　:　最高40℃

最低10℃

(2) 風圧荷重

最大風速 38.3m/s として、このときの架渉線風圧荷重を 92kg/m²、木柱の風圧荷重を 73kg/m² とする。

(3) 送配電線の地上高

架渉線の地上高は、Table 10.2-1 のとおりとする。

Table 10.2-1　架渉線の地上高

項　　目	132kV	33kV	11kV
一 般 ヶ 所	6.7 m	5.0 m	4.8 m
道路横断ヶ所 車輌の通る道路 車輌の通らない道路	8.0 m	6.7 m 6.0 m	6.0 m 4.8 m
鉄 道 線 路 上	9.0 m	9.0 m	9.0 m
電 話 線 上		1.8 m	1.8 m

10.3　絶縁設計

(1)　絶縁設計

絶縁設計は雷サージから商用周波までの全領域にわたって線路および機器の絶縁レベルの協調をとることにより設備を保護することを目的として次により設計した。

a．内部異常電圧（雷サージ、持続性異常電圧など）に対しては機器自体の絶縁性能により保護する。

b．外部異常電圧（雷サージ）に対しては避雷器およびアーキングホーン等により保護する。

(2)　碍子種類および連結個数の決定について

前述のように絶縁設計の基本的考え方は、内部異常電圧による閃絡を起こさないことを前提にして耐雷および汚損対策を考えた。内部異常電圧については、従来送電線に適用される考え方を採用した。

碍子の絶縁強度を考える場合、開閉異常電圧に対しては開閉サージによる注水時の閃絡特性を、持続性異常電圧に対しては商用周波の注水時の閃絡特性を用いた。内部異常電圧に対する碍子の所要絶縁強度および碍子の電気的特性はTable 10.2-2～Table 10.2-6 の通りである。

Table 10.2-2　開閉異常電圧より求めた碍子の所要絶縁強度

a．公称電圧	(kV)	132	33	11
b．最高許容電圧 Um	(kV)	144	36	12
c．対地電圧波高値 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ Um	(kV)	118	29.4	9.8
d．開閉サージ倍数	n倍	2.8	2.8	2.8
e．開閉サージ電圧 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ Um×n	(kV)	329	82.3	27.4
f．絶縁低下係数		1.1	1.1	1.1
g．碍子の所要絶縁強度	(kV)	362	90.5	30.2

Table 10.2-3　碍子の電気的特性

	標準ｻｰｼﾞ	開閉ｻｰｼﾞ(注水)		商用周周波(注水)	
	50%閃絡電圧(kV)	50%閃絡電圧(kV)	耐電圧(kV)	50%閃絡電圧(kV)	耐電圧(kV)
懸垂碍子1個	140	85	75	45	40
2個連	240	170	55	80	70
3個連	330	245	20	115	105
33kV　ピン碍子	290	—	—	95	—
11kV　ピン碍子	130	—	—	35	—

(3)　最小絶縁間隔

開閉サージおよび短時間過電圧の各々にともに耐えるクリアランスを最小絶縁間隔とする。最小絶縁間隔はTable 10.2-4 に示す。

Table 10.2-4　最小絶縁間隔

公称電圧	(kV)	132	33	11
最高許容電圧 Um	(kV)	144	36	12
対地電圧波高値	(kV)	118	29.4	9.8
開閉サージ倍数	(倍)	2.8	2.8	2.8
開閉サージ波高値	(kV)	329	82.3	27.0
所要耐電圧	(kV)	362	90.5	29.7
所要クリアランス＊	(cm)	76	13	5
最小絶縁間隔	(cm)	75	15	5

(4) 異常時絶縁間隔

想定最大風速のときに線路の最高許容電圧(Um)に対して、標準棒ギャップの商用周波注水耐電圧特性でチェックする。異常時絶縁間隔はTable 10.2-5 に示す。

Table 10.2-5 異常時絶縁間隔

公称電圧	(kV)	132	33	11
最高許容電圧	(kV)	144	36	12
最高許容電圧（対地）	(kV)	83.1	20.8	6.9
所要耐電圧	(kV)	91.5	22.9	7.6
異常時絶縁間隔	(cm)	34	8	3

(5) 最小相間絶縁距離

相間に発生する開閉サージに耐えるクリアランスを最小相間絶縁間隔という。Table 10.2-6 に示す。

Table 10.2-6 最小相間絶縁間隔

公称電圧	(kV)	132	33	11
最高許容電圧	(kV)	144	36	12
対地電圧波高値	(kV)	118	29.4	9.8
開閉サージ倍数		2.8	2.8	2.8
開閉サージ波高値	(kV)	329	82.3	27.0
所要耐電圧	(kV)	362	90.5	29.7
所要クリアランス	(cm)	76	13	5
最小絶縁間隔	(cm)	75	15	5

(6) 耐雷設計

今回の調査では IKL(Isokeraunic Level、年間の雷雨日数) の正確な統計は得られなかったが、実績として IKL 60 が記録されている。

変電所には避雷器が設置されており、架空地線については、変電所および132kV、33kV 送電線に施設されていたが、年間を通じて雷発生の頻度は比較的少ないと考えられる。

しかし、変電所の主変圧器、送配電線路の機器設置箇所およびケーブルの両端には避雷器を、また変電所構内および送電線路には架空地線およびアーキングホーンを取付けて、雷サージなどの外部異常電圧に対して保護することとした。

10.4 送 電 線

10.4.1 送電線ルート

(1) 132 kV 送電線

短期計画における 132 kV 送電線の建設計画は以下のとおりである。

1) 1994年度

Ubungo － Ilala Line (架空線)

線路亘長 : 7 km

本線路のルートを第Ⅲ編の Fig. 5.3-7 に示す。

2) 1996年度

Ubungo － FZ Ⅲ Line (架空線)

線路亘長 : 8.6 km

本線路のルートを第Ⅲ編の Fig. 5.3-8 に示す。

(2) 33kV 送電線

短期計画における 33 kV 送電線の建設計画は以下のとおりである。

1) 1994年度

(a) Tandale Line (架空線)

－Upgrade(二回線装柱) …… 1.2 km

－新 設 (一回線装柱) …… 3.3 km

－道路横断 1 箇所

－合計線路亘長 …… 4.5 km

(b) Chang'ombe Line (架空線)

－線路亘長 (一回線装柱) …… 2.0 km

－道路横断 2 箇所

1994年度計画合計線路亘長 …… 6.5 km

上記線路のルートを第Ⅲ編の Fig. 5.3-7 に示す。

2) 1996年度

(a) Kunduchi Line (架空線)

－線路亘長 (一回線装柱) …… 2.8 km

－Valley 横断 …… 2 箇所

現時点においては、Valley 横断箇所に鉄塔の採用を想定する。

(b) Kariakoo Line（架空線）

－地中線 …… 0.5 km

－架空線（一回線装柱）…… 1.6 km

－合計線路亘長 …… 2.1 km

(c) Mbagala Line（架空線）

－線路亘長（一回線装柱）…… 8.5 km

－鉄道横断 …… 1 箇所

－道路横断 …… 2 箇所

現時点においては、鉄道横断および道路横断箇所に鉄塔の採用を想定する。

(d) Tabata Line（架空線）

既設の Ubungo － FZ Ⅲ Line（二回線）を新設 Tabata 変電所へπ引込み。

上記線路のルートを第Ⅲ編の Fig. 5.3-8 に示す。

10.4.2 基本事項

(1) 適用規格

本送電線の設計においては基本的に JEAC-6001 および JEC-127 等の日本において採用されている規格を適用する。

(2) 電線高さ

架渉線の高さは、マスタープランスタディ 5.3.1 より下記のとおりとする。

	132 kV (m)	33 kV (m)
a. 一般箇所	6.7	5.0
b. 道　路	8.0	6.7
c. 鉄　道	9.0	9.0
d. 水路・航路	10.0	10.0

(3) 風圧荷重

支持物および架渉線に作用する風圧荷重は、マスタープランスタディ 5.3.1 より下記のとおりとする。

a. 鉄塔風圧　266 kg/m²

b. 架渉線風圧　92 kg/m²

c. 木柱、コン柱　73 kg/m²

d. 最悪条件時温度　10 ℃

(4) 自然条件

a. 標　高　1,000 m以下

b. 外 気 温　最高　40 ℃

最低　10 ℃

平均(EDS) 20 ℃

c. 日 射 量　1,000 W/m²

(5) 132 kV 送電線の回線数

Ubungo − Ilala、Ubungo − FZ Ⅲ 両送電線の支持物は、下記の理由により二回線設計の一回線架線とする。

−ダルエスサラームはタンザニアにおける最大の都市であり、系統の信頼性より二回線送電線が望ましい。

−将来の負荷の増加に対して、新規送電線を建設するに際して、Right of Way の確保に困難が予想される。

−Right of way の有効利用

(6) 電線の選択

a. 132 kV 送電線

現在、132 kV 送電線には主に 150 mm² ACSR が採用されている。また、電線の標準化は、将来の負荷の増加を考慮して進めるべきである。特に、負荷密度の高い地域においてはより大きなサイズの電線の採用が推奨される。

以上より、本計画においては、150 mm² ACSR の約 1.3 倍の電流容量を持ち現在建設中の Pangani Falls Line において採用されている 240 mm² ACSR を採用する。

(7) 支持物

a. 132 kV 送電線の支持物として鉄塔を採用する。

b. 33 kV 送電線の支持物として、適用条件によって下記を採用する。

－木　柱

－鉄　塔

－コン柱

(8) 132 kV 送電線の鉄塔基礎

送電線用鉄塔に採用されている基礎を大別すると、以下のとおりとなる。

1) 標準基礎

(a) 直接基礎

－コンクリート基礎

－鋼材基礎

2) 特殊基礎

(a) 杭基礎

－既成杭基礎

－場所打杭基礎

(b) ピヤ基礎

(c) アンカー基礎

今回の 132 kV 送電線の鉄塔に採用する基礎は、鉄塔上部構造より伝達される荷重、鋼材基礎における部材の腐食、および現地での地盤条件を考慮して、下記の基礎を想定した。

－Ilala S/S 近くの湿地帯に建設される 3 基の鉄塔には、鋼管杭基礎を採用する。

－上記 3 基以外の鉄塔においては、コンクリート基礎を採用する。

10.4.3 支 持 物

(1) 132 kV 送電線

132 kV 送電線の支持物として鉄塔を採用し、鉄塔の設計は JEC-127 に準拠する。

a. 安全率および鋼材の許容応力度

送電線に使用する鉄塔は、JEC-127 に規定する想定荷重によって支持物各部に生ずる応力に対し、以下に示す強度を有するものとする。

荷重条件	想定荷重によって生ずる応力に対する倍数
常　　時	1.0 以上
異 常 時	1／1.5 以上（ただし、腕金については 1.0 以上）

平常時荷重、作業時荷重の設計応力に対する構造用鋼材の許容応力度は以下のとおりとし、強風時荷重の設計応力に対しては、その 1.5 倍とする。

－許容引張応力度　$\dfrac{\sigma_Y}{1.5}$ 又は $\dfrac{0.7}{1.5}\sigma_B$ のうちいずれか小さい方

－許容圧縮応力度　$\dfrac{\sigma_Y}{1.5}$

－許容曲げ応力度　$\dfrac{\sigma_Y}{1.5}$

－許容せん断応力度　$\dfrac{\sigma_Y}{1.5\sqrt{3}}$ 又は $\dfrac{0.7\sigma_B}{1.5\sqrt{3}}$ のうちいずれか小さい方

－許容支圧応力度　$1.1\ \sigma_Y$

－許容座屈応力度

各部材長について計算する。

ここに、

σ_Y ：　鋼材の降伏点応力度（kg/cm²）

σ_B ：　鋼材の引張強さ（kg/cm²）

b. 連続する懸垂鉄塔の数

連続する懸垂鉄塔の数は 10 基 以下とする。

c. 圧縮材の細長比

圧縮材の細長比は下記のとおりとする。

部　材	細長比
主柱材（腕金材を含む）	200 以下
主柱材以外の圧縮材	220 以下
補助材	250 以下

d.　部材の最小厚さ

部材の最小厚さは下記のとおりとする。

主柱材、腕金材	5.0 mm 以上
その他の部材	3.0 mm 以上

e.　昇塔防止装置

鉄塔には昇塔防止装置を設置する。

f.　埋設地線の設置

鉄塔の接地抵抗を低減するために埋設地線を設置する。

なお、Fig. 10.4-1 に参考として鉄塔図を示す。

(2)　33 kV 送電線

33 kV 送電線の支持物として木柱、鉄筋コンクリート柱および鉄塔を採用する。

a.　支持物の安全率

種　類	荷重条件	想定荷重によって生ずる応力に対する倍数
鉄筋コンクリート柱	常　時	1.0 以上
木　柱	常　時	2.0 以上

鉄塔については上記 (1) を参照。

b.　支線の安全率

支持物の種類	使　用　箇　所	安全率
木　柱 鉄筋コンクリート柱	－両側の径間の差が大きい箇所に使用する場合 －角度形として水平角度をなす箇所に使用する場合 －引留形として全架渉線を引留める箇所に使用する場合	1.5 以上
	その他の場合	2.5 以上

なお、Fig. 10.4-2 に参考として装柱図を示す。

Fig. 10.4-1 STEEL TOWERS

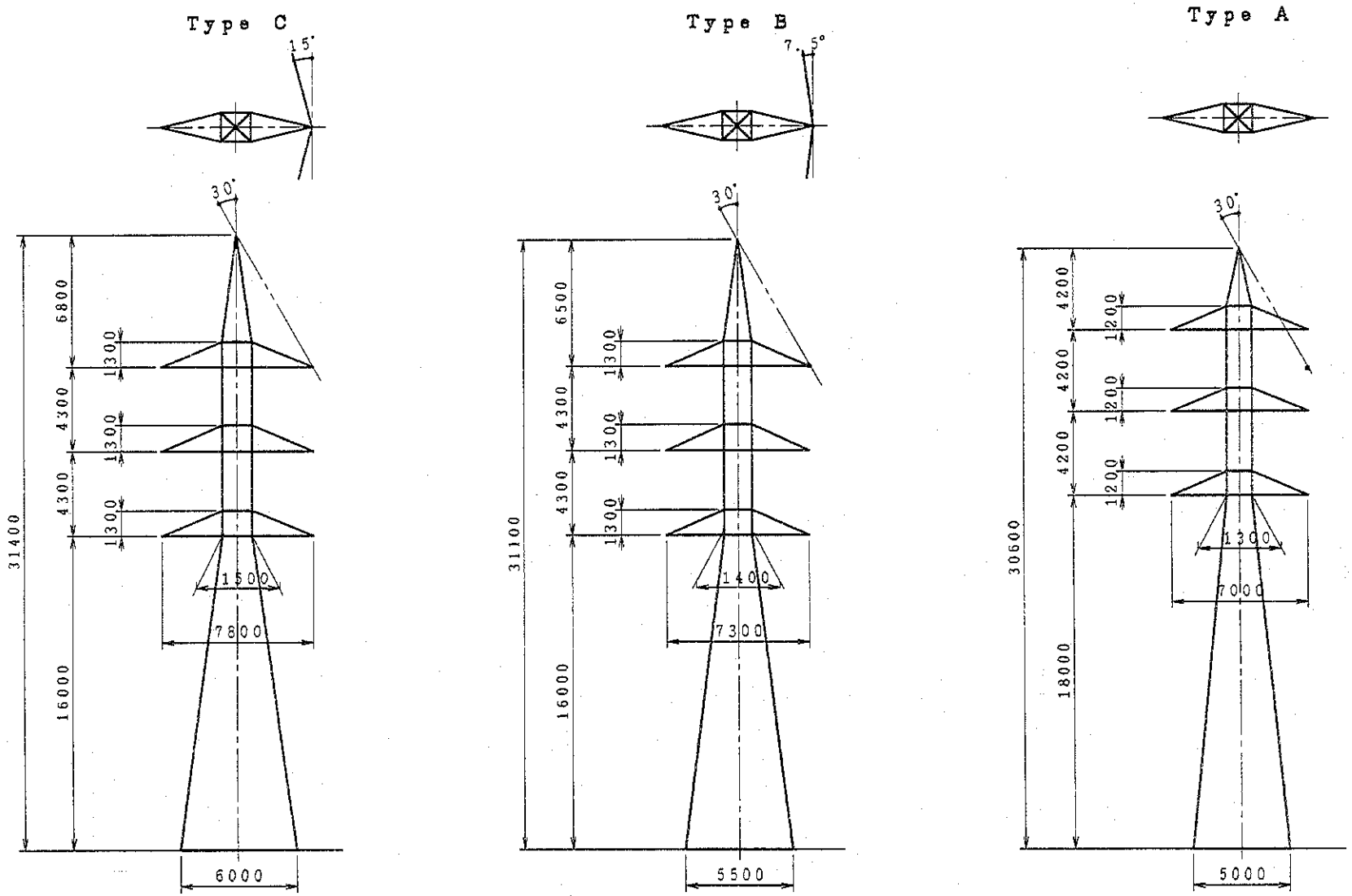
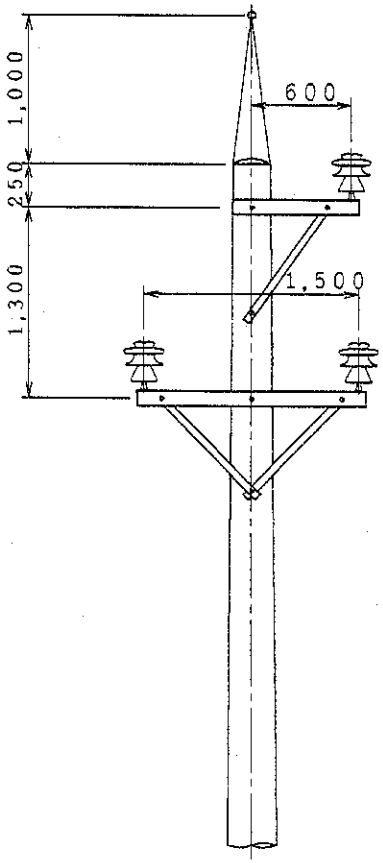
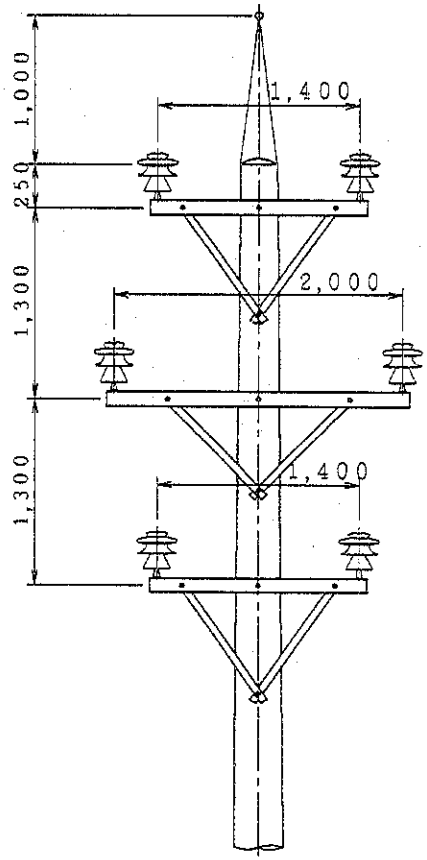


Fig. 10. 4-2 POLE ASSEMBLY





10.4.4 基　　礎

(1) 132 kV 送電線

1) 基礎型

132 kV 送電線鉄塔の基礎としてコンクリート基礎（逆T字型基礎）および鋼管杭基礎を採用する。

2) 基礎の設計荷重

基礎設計に用いる荷重は、上部構造より伝達される圧縮力、引揚力および水平力とする。

3) 鉄塔基礎の安全率

鉄塔基礎の安全率は以下のとおりとする。

鉄塔基礎の安全率　：　常　時　2.0 以上
　　異常時　2.0／1.5 以上

4) 基礎の支持力計算

a. コンクリート基礎の支持力計算は、JEC-127 に規定されている公式（逆T字型基礎の設計計算式－Ⅰ）による。地盤の諸元は以下のとおりである。

地盤の種類	甲　種	乙　種
引揚力に抵抗する土の有効角度θ（°）	30	20
土の単位体積重量γ（t/m³）	1.6	1.5
圧縮耐力度　　（t/m²）	60	40

b. 鋼管杭基礎

鋼管杭基礎の支持力計算は、JEC-127 によって計算する。なお、計算に使用する地盤の諸元は鉄塔敷地における地盤調査の結果による。

なお、参考としてコンクリート基礎図と鋼管杭基礎図を Fig. 10.4-3 に示す。

(2) 33 kV 送電線

33 kV 送電線に使用する鉄塔については、上記 (1) に準ずる。

木柱およびコンクリート柱は以下に示す根入れに従って施設する。

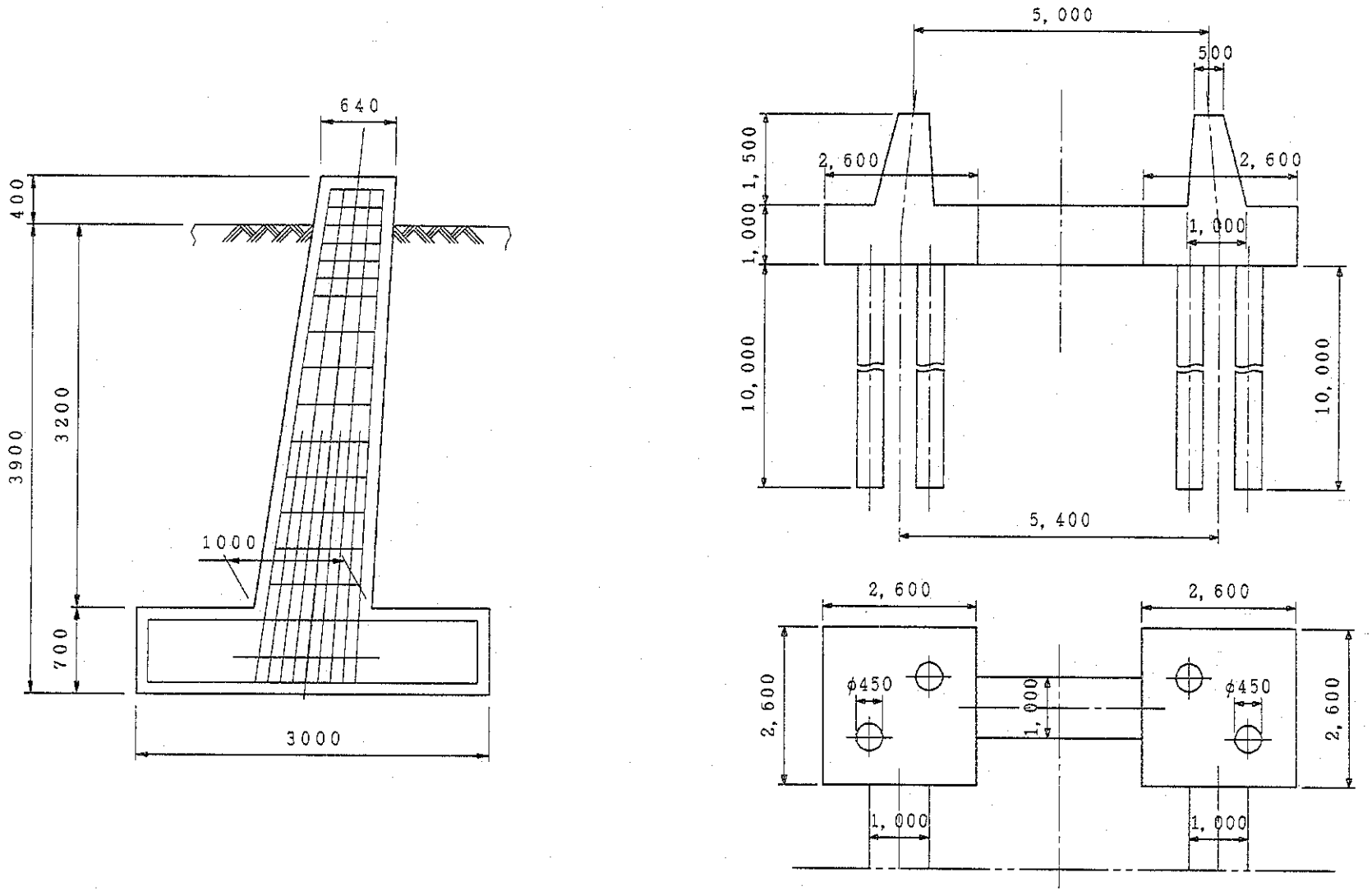
a. 木柱の根入れ

全　長	根入れ
15 m 以下	全長の 1/6 以上
15 m を越えるもの	2.5 m 以上

b. コンクリート柱の根入れ

設計荷重	全　長	根入れ
700 kgf 以下	15 m 以下	全長の 1/6 以上
700 kgf を越え 1,000 kgf 以下	14 m 以上 15 m 以下	(全長の 1/6 +30cm) 以上
1,000 kgf を越え 1,500 kgf 以下	14 m 以上 15 m 以下	(全長の 1/6 +50cm) 以上

Fig. 10.4-3 FOUNDATION OF STEEL TOWERS



10.4.5 電　線

採用する電線は下記のとおりとする。

132 kV 送電線　　240 mm² ACSR/AS(Hawk)

33 kV 送電線　　150 mm² ACSR(Wolf)

132 kV 送電線の線路の寿命は 30 ～ 40 年であるので、 ACSR の芯線の腐食による電線強度の低下を防止するため、ACSR の芯線にはアルミ覆鋼より線を採用する。

(1) 架線設計条件

架渉線の架線設計条件は下記のとおりとする。

温　度　：　10℃

風　圧　：　92kg/m²

(2) 安全率

架線設計条件における架渉線支持点における電線の安全率は、2.5 以上とする。

(3) 常時張力（EDS）

電線の常時張力（EDS）は、最小引張荷重の 20 % 以内とする。

(4) 電線の仕様

今回採用される電線の仕様は以下のとおりである。

	240 mm² ACSR/AW(Hawk)	150 mm² ACSR(Wolf)
a. 準拠規格	ASTM B 232-78	BS 215-2.70
b. 公称断面積（MCM, mm²）	477 (236.9)	150
c. 計算断面積（mm²）		
- アルミ	241.5	158.1
- 鋼	39.34	36.88
- 合　計	280.8	194.9

d. より線構成（No./mm）		
- アルミ	26/3.439	30/2.59
- 鋼	7/2.675	7/2.59
e. 外　径（mm）	21.78	18.13
f. 重　　量（kg/m）	0.9294	0.726
g. 最小引張荷重（kgf）	8,586(84.2kN)	7,056
h. 電気抵抗（Ω/km at 20℃）	0.1133	0.1828

(5) アーマロッド、ダンパーの採用

電線の支持点における電線の振動疲労防止ならびに溶断防止のために、132 kV 送電線の懸垂鉄塔の支持点には、アーマロッドを取付ける。また、微風振動に起因する電線の疲労、損傷を防止するため、ダンパーを取付ける。

(6) 電線の弛度および張力

132 kV 送電線の標準径間における電線（Hawk）の弛度および最大使用張力を上記の設計条件によって決定する。

また、33 kV　送電線に使用される電線（Wolf）は下記の条件によって検討する。

a. 長径間箇所

10.4.3 に述べられているように：

－Mbagala Line における鉄道横断および道路横断箇所、および

－Kunduchi Line における Valley 横断箇所

においては、支持物として鉄塔を採用する。ここでは、弛度および最大使用張力は標準径間を 150m として想定し、検討した。

b. 一般箇所

一般箇所においては、電線の張力は 20 ℃、無風時において弛度が径間長の 1.5 % となるよう検討した。

10.4.6　架空地線

(1)　132 kV 送電線

55 mm² ACS（アルミ覆鋼より線)を 132 kV 送電線の架空地線に採用し、 30 mm² ACS（アルミ覆鋼より線）を 33 kV 送電線の架空地線に採用する。

(2)　架空地線の弛度および最大使用張力

架空地線の弛度は雷撃時の径間内逆せん絡を防止するため、標準径間で、最低温度、無風時の電線の弛度の約 80 %となるように施設する。

(3)　その他の条件

架線設計条件および安全率は 10.4.5 のとおりとする。

(4)　架空地線の仕様

今回採用される架空地線の仕様は以下のとおりである。

		55 mm² ACS	30 mm² ACS
a.	準拠規格	JEC	JEC
b.	公称断面積　(mm²)	50	30
c.	計算断面積　(mm²)	56.29	27.09
d.	より線構成　(No./mm)	7/3.2	7/2.3
e.	外　径　(mm)	9.6	6.9
f.	重　量　(kg/m)	0.3565	0.1918
g.	最小引張荷重(kgf)	6,620	3,530
h.	電気抵抗　(Ω/km at 20℃)	1.34	2.94

10.4.7 碍　子

送電線に使用する碍子連は 10.2 設計条件および以下に示す基本条件に従って検討する。なお、これらの条件は、「架空送電線の絶縁設計要綱」によった。

1) 基本条件

a. 公称電圧	(kV)	132	33
b. 最高許容電圧	(kV)	144	36
c. 対地電圧	(kV)	83.1	20.8
d. 常規対地電圧最大値	(kV)	79.7	19.9
e. 標　高		1,000 m 以下	

なお、以下の検討は250 mm 懸垂碍子に関して実施する。

1) 開閉サージ設計

開閉サージに対する碍子の所要絶縁強度は、10.2　設計条件より下記のとおりとなる。

公称電圧	(kV)	132	33
所要絶縁強度	(kV)	362.1	90.5
耐電圧上所要碍子個数		6	2
保守のための碍子		1	1
所要碍子個数		7	3

2) 汚損設計

耐電圧目標値	(kV)	79.7	19.9
碍子 1 個あたりの耐電圧	(kV)	7.7	7.7
所要碍子個数		11	3

（注：碍子の汚損状態における 1 個あたりの耐電圧を 7.7 kV と想定した。）

3) 耐雷設計（132 kV 送電線）

雷撃より碍子を防護し、また電線 － 鉄塔間における逆閃絡を防止するために、碍子連にはアークホーンを取り付ける。ホーン間隔は既設設備の値を考慮して以下のとおり想定した。

ホーン間隔（mm）	1,440
碍子個数	11
碍子連長　（mm）	1,606

4) 標準絶縁間隔

アークホーンにおいてフラッシオーバを起こさせ、電線 － 鉄塔間においてはフラッシオーバを起こさせないクリアランスを標準絶縁間隔とする。

$L' = 1.115 \times Z + 0.021$

ただし、

L'　：　標準絶縁間隔（m）

Z　：　アークホーン間隔（m）

故に、L' ＝ 1,630（mm）となる。

5) 33 kV 送電線

上記 1) および 2) において検討しているように、既設 33 kV 送電線に使われている耐張碍子連は、132 kV 送電線と同じレベルの碍子汚損に耐える設計となっている。

一方、Oyster Bay S/S と Msasani S/S を結ぶ 33 kV 送電線においては、ピン碍子の汚損による事故が報告されている。それゆえ、海岸に近い地域に建設される 33 kV 送電線の絶縁設計に際しては、塩分による汚損を考慮する。

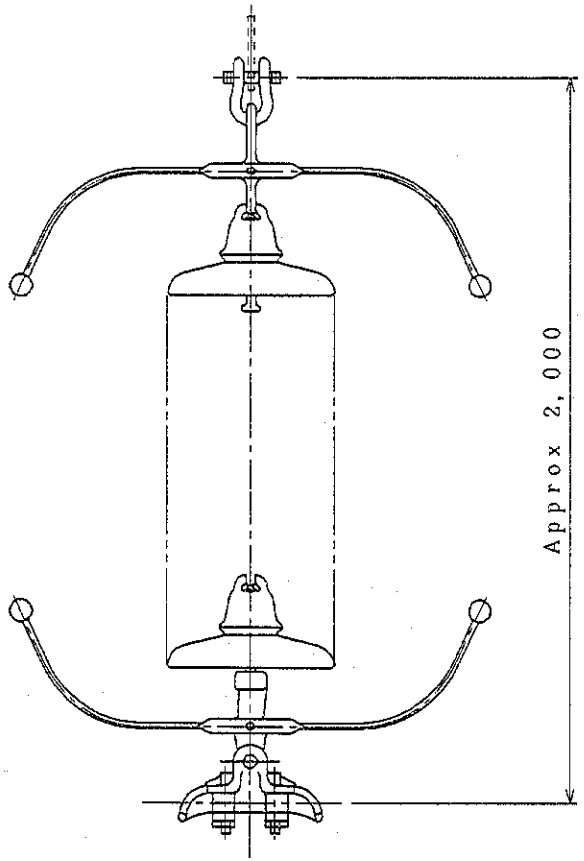
6) 安全率

碍子および碍子連の安全率 ： 2.5 以上

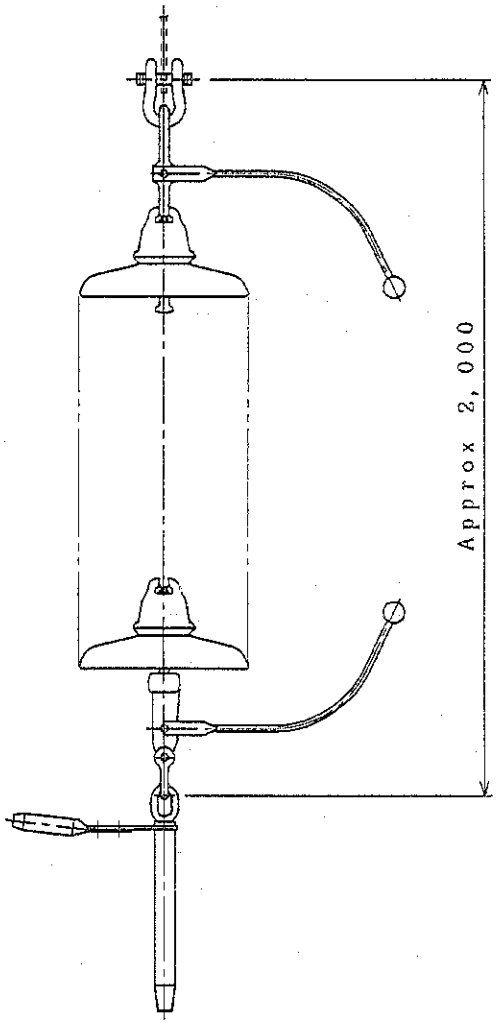
なお、参考として碍子装置図を Fig. 10.4-4 に示す。

Fig. 10. 4-4 INSULATOR STRINGS

Suspension Type



Tension Type



10.5 変電所

ダルエスサラーム市への電力供給システムは第Ⅰ編で述べた15年間のマスタープランスタディーの中から短期計画（5年）に基づいて変電所および送配電線についての予備設計を行うものである。

変電所および送配電線建設工事の内容は既設変電所の増設・改良工事、新設変電所の建設、それに加えて 132kV、33kVの送電線および11kV配電線の新設並びに引込み、引出し設備の増強を行って信頼度の向上を計らんとするものである。

各変電所の単線結線図および機器配置図は Fig. 10.5-8-1 から Fig. 10.5-11-2に示すと共に第Ⅲ編（添付資料）の図面 Fig. 5.4-12-1 から Fig. 5.4-21-2 に示す。

10.5.1 増設改良工事

(1) 1994年に実施する変電所の増設改良工事は次のとおり（Table 10.5-1 参照）

No. 1 Ilala 二次変電所

Ilala 変電所には33/11kV 15MVA の変圧器1台を増設し関連する諸機器の据付けを行う。

No. 2 Ilala 二次変電所

Ubungo － Ilala 間に建設せんとする 132kVの送電線を開閉所より引き出すために開閉所の増設改良工事を施工すると同時に132/33kV 45MVA変圧器の増設工事も実施する。

No. 6 Kurashini 変電所

Kurashini 変電所には既設設備として33/11kV 15MVA の変圧器1台がある。しかし、33kVの引込線用開閉機器の不具合があり、これを修理すると同時に開閉設備Changombe 変電所用を1 Bay 新設する。

No. 7 Mbezi 変電所

Mbezi 変電所には既設設備として33/11kV 7.5MVAの既設変圧器1台があるが、需要の増加と既設変圧器の老朽化を考慮して15MVA の変圧器1台を増設すると共に構内機器および母線の増設改良を実施する。更に既設の建屋の増築と屋内用11kVキュービクルの新設および移設工事を施工する。

(2) 1996年に実施する変電所の増設改良工事は次のとおり（Table 10.5-1 参照）

No.13 Factory Zone Ⅲ変電所

Factory Zone Ⅲ変電所には33/11kV の配電用変電所設備があるが、電力供給設備の拡充計画に基づいて132/33kVの受電設備として45MVA の変圧器 2 台を増設すると共に関連諸設備の増設改良工事を施工する。

No.14 Ubungo 系統変電所

Ubungo変電所 － Ilala 変電所間に新設する 132kVの送電線 1 回線の工事は両変電所の敷地内のスペースを利用して開閉所を 1 Bay 増設する。

これに伴って関連諸設備の増設改良工事を施工する。

No.16 Ilala 変電所

1994年の工事として施工されるNo. 1 およびNo. 2 項は、変圧器の増設に関連して母線の増設と関連諸設備の増設改良工事を行ったものである。これに続いて項目No.15で実施する配電用変電所Kariakooの新設工事に伴って必要となる33kV用送電線の引出し開閉設備を増設し、同時に関連諸設備の増設改良工事を施工する。

No.18 Kurasini 変電所

1994年の工事として施工される前記No. 6 項の工事は、33kV送電線の引出用開閉設備として Changombe変電所用送電線 1 Bay を増設する。No.18項は引き続いて建設される新設 Mbagala変電所への送電線用として引出用開閉設備 1 Bay を増設し同時に関連諸設備の増設改良工事を施工する。

10.5.2 新設工事および変電所位置の選定

(1) 新設工事

1) 1994年に実施する変電所の新設工事は次のとおり（Table 10.5-1 参照）

No. 4 Tandale 変電所

Tandale 地区は住居地区と工業地区の入り交じった中程度の負荷密度地域である。この地域への電力の供給は Ilala(D10) 、Oyster Bay(04)、Mikocheni(MK2)および Ubungo(U2) から行われており、この配電線の現状は電圧降下、損失等で最悪となっており、これ等の解決策として、Tandale 地区に新設配電用変電所を建設する。変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV

送電線の引込設備および関連諸設備の建設工事を施工する。

尚、電力供給用の33kV送電線はUbungo － Ilala 間の送電線 Friendship － I or II 号線の最寄りの位置よりT分岐して引込むものとする。

No. 5　Changombe 変電所

Changombe 地区はPugu街道に沿った電力を需給しているが、これ等の送電線は既設の配電線負荷および港湾アクセス配電線並びにこの地域にあるガラス工場等の工業用負荷に対処するため Changombe地区に新設配電用変電所を建設する。変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込みと引出し設備及び関連諸設備の建設工事を施工する。

2)　1996年に実施する変電所の新設工事は次のとおり（Table 10.5-1 参照）

No.12　Kunduchi 変電所

Kunduchi地域は Msasani湾の北西部に位置しセメント工場と数多くの観光ホテルが海岸に沿って存在する。この地区での都市開発も準備されて将来の負荷の増加に伴って電圧降下および損失が最悪の状態にあり、これ等を改善するために、132kV Zanzibar送電の最寄りで最適位置に新設配電用変電所を建設する。変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込と関連諸設備の建設工事を施工する。尚33kVの送電線は他のプロジェクトで建設する132/33kV Tegeta変電所より受電する。

No.15　Kariakoo 変電所

Kariakoo地域は商業都市で負荷レベルは高く供給される負荷は十分な代替電源の可能性にかけている。従ってこれ等の改善を計るため、Kariakoo地域に新設配電用変電所を建設する。

変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込みと関連諸設備の建設工事を施工する。尚33kVの送電線は Ilala二次変電所より受電する。

No.17　Mbagala 変電所

Mbagala 地域は Kilwa街道沿いの居住地区と工業地区の電力を Kurasini から供給しているが、あまりにも送電距離が長く電圧降下および損失が最悪の状態にある。従って、この地域に新設配電用変電所を建設する。

変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込み設備と関連諸設備の建設工事を施工する。尚、33kVの送電線は Kurasini変電所より受電する。

No.19 Tabata 変電所

Tabata地域は現在 Ubungo 変電所から電力を供給しており、長期需要予測によりこの地域での負荷が更に増加することが予測されるので、この地域に新設配電用変電所を建設する。

変電所には変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込みと引出し並びに関係諸設備の建設工事を施工する。尚、33kVの送電線はUbungo － Factory Zone Ⅲ間の33kV既設送電線よりπ分岐して受電する。

Table 10.5-1 A List of the Substations to be installed in the Short Term after 1994

No.	Year	Name of Substation		Voltage	Capacity (Newly/Expansion capacity)		Classification
1	1994	Ilala	Secondary Substation	33/11 kV	45 MVA	(15 MVA × 1 Ex.)	Expanshion
2		Ilala	ditto	132/33 kV	135 MVA	(45 MVA × 1 Ex.)	ditto
3		Ubungo	Grid Substation	132 kV	Switchyard	(1 bay Ex.)	ditto
4		Tandale	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	Newly Installation
5		Chang'ombe	ditto	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	ditto
6		Kurasini	ditto	33 kV	Switchyard	(1 bay Ex.)	Expansion
7		Mbezi	ditto	33/11 kV	22.5 MVA	(15 MVA × 1 Ex.)	Expansion
8		Oyster Bay	Distribution Substation	33/11 kV	25 MVA	(15 MVA × 1 Ex.)	Expand by Phase Ⅲ
9		Factory Zone Ⅰ	ditto	33/11 kV	25 MVA	(15 MVA × 1)	ditto
10		Msasani	ditto	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	Construct by Phase Ⅲ
11		Sokoine	ditto	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	ditto
12	1996	Kunduchi	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	Newly construct
13		Factory Zone Ⅲ	Secondary Substation	132/33 kV	90 MVA	(45 MVA × 2)	Newly construct
14		Ubungo	Grid Substation	132 kV	Switchyard	(1 bay Ex.)	Expansion
15		Kariakoo	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	Newly construct
16		Ilala	ditto	33 kV	Switchyard	(1 bay Ex.)	Expansion
17		Mbagala	ditto	33/11 kV	15 MVA	(15 MVA × 1)	Newly construct
18		Kurasini	ditto	33 kV	Switchyard	(1 bay Ex.)	Expansion
19		Tabata	ditto	33/11 kV	5 MVA	(5 MVA × 1)	Newly construct

(2) 変電所位置の選定

ダルエスサラーム市地域に変電所を新設する必要があり、その位置の選定にあたっては、TANESCO と協議し次の事項を考慮して実施する。

— 既設設備との調和

— 将来の需要地の近傍箇所

— 需要増加対応および電圧、電力損失の改善

— 供給信頼度の向上

— 送配電線の引込み、引出し

これらを総合的見地から検討し、各々の用地を決定した。その結果は次の通りである。変電所の位置は Fig. 10.5-1 から Fig. 10.5-7 に示す。

1) 新設変電所の用地

各新設変電所の用地は TANESCOとJICA間で取り交わした1993年10月10日付の議事録のとおりで、その概略はTable 10.5-2 のとおりである。

Table 10.5-2 変電所の用地

No.	変電所名	用地面積(m×m)	備　　考
4	Tandale	30 × 40	
5	Chang'ombe	40 × 30	
12	Kunduchi	40 × 20	
15	Kariakoo	90 × 20	
17	Mbagala	40 × 80	
19	Tabata	35 × 30	

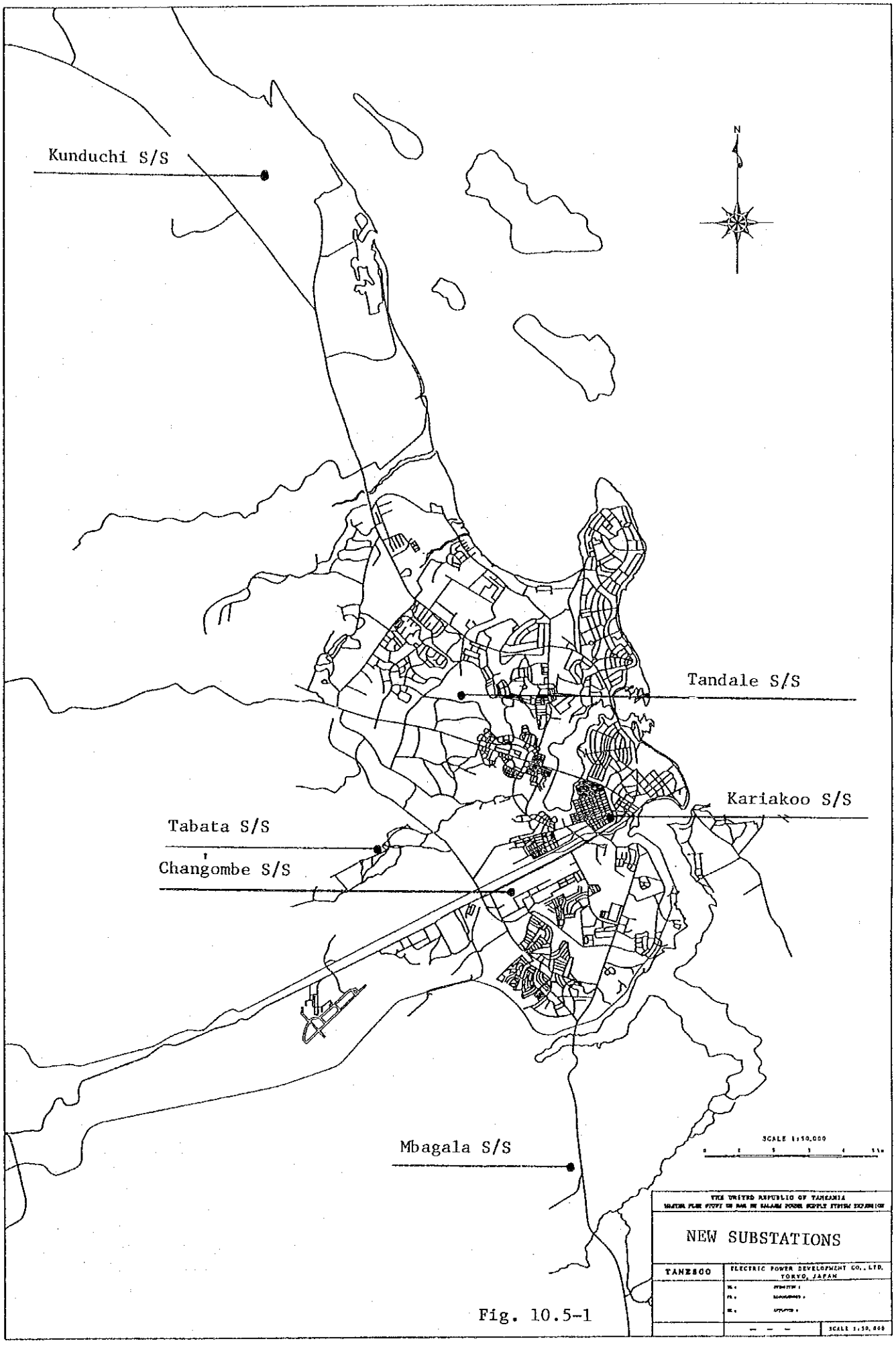
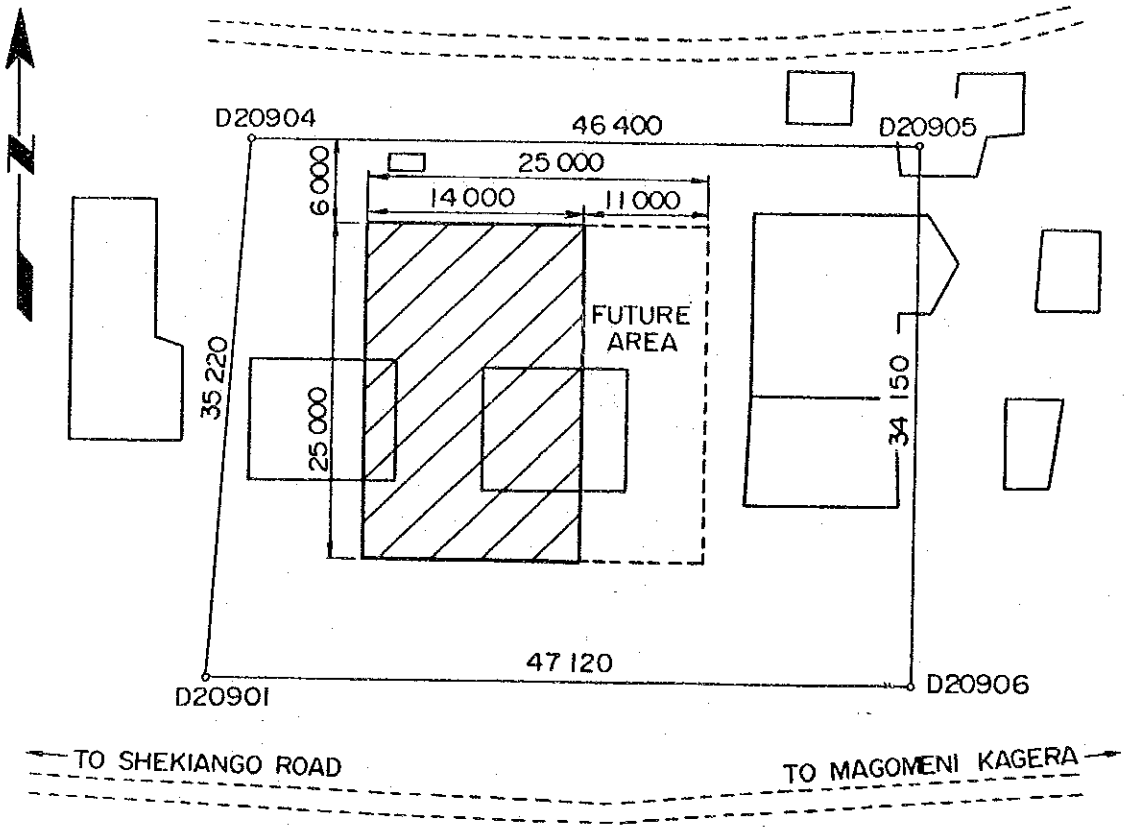

Kunduchi S/S
N
Tandale S/S
Kariakoo S/S
Tabata S/S
Changombe S/S
Mbagala S/S
SCALE 1:50,000
THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
NEW SUBSTATIONS
TANESCO
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

Fig. 10.5-1



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF TANDALE SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

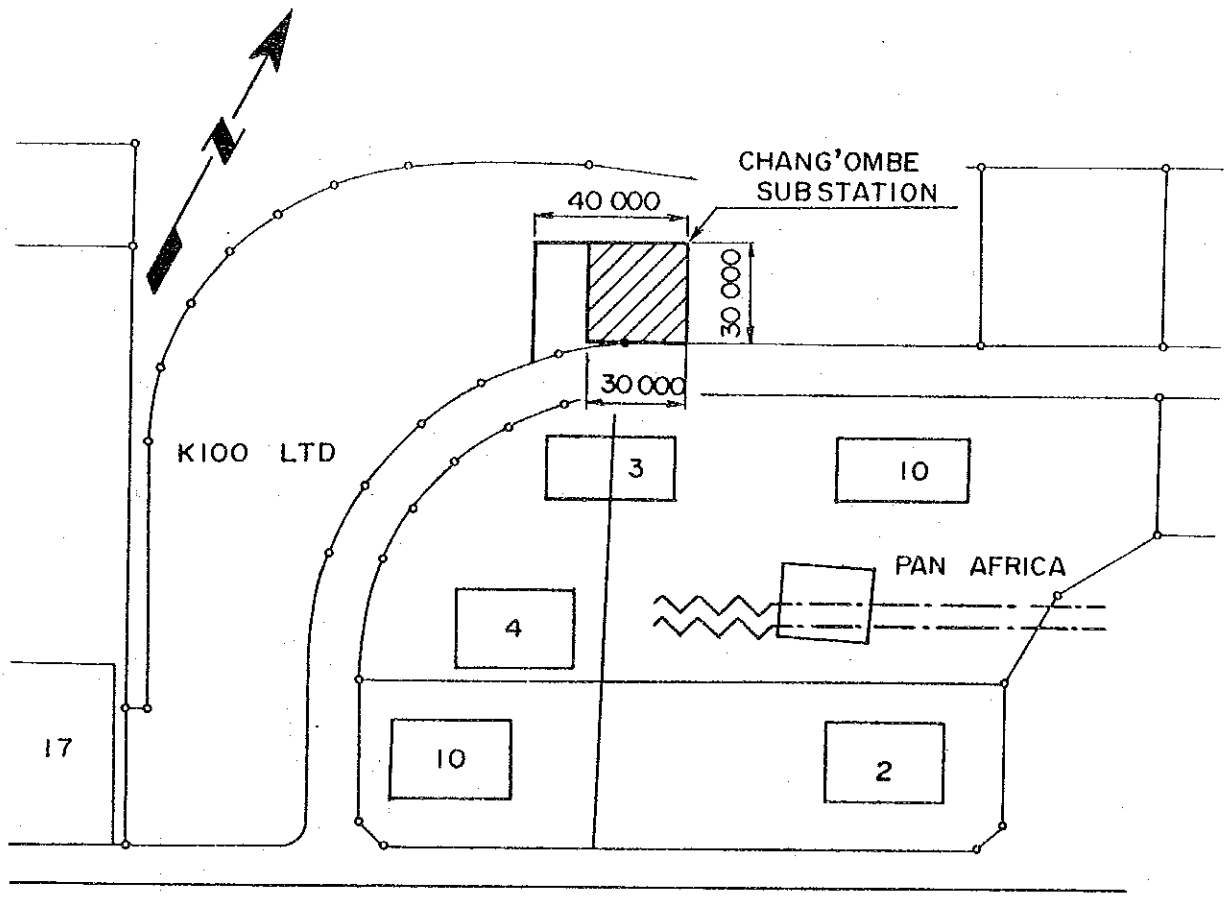
D. R.: SUBMITTED:
T. R.: RECOMMENDED:
C. R.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

Fig. 10.5-2

SHEET NO. OF



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF
CHANG'OMBE SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

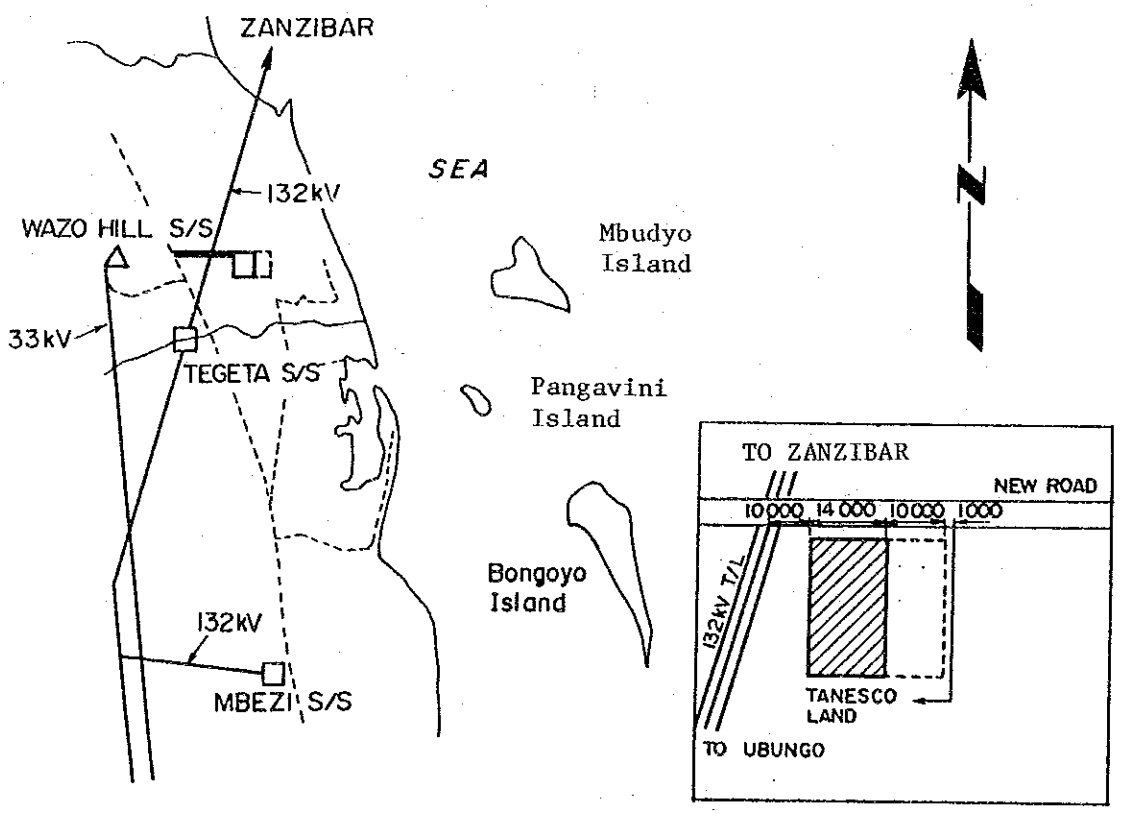
D.R.: SUBMITTED:
T.R.: RECOMMENDED:
C.K.: APPROVED:

Fig. 10.5-3

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

SHEET NO. OF



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF KUNDUCHI SUBSTATION

TANESCO

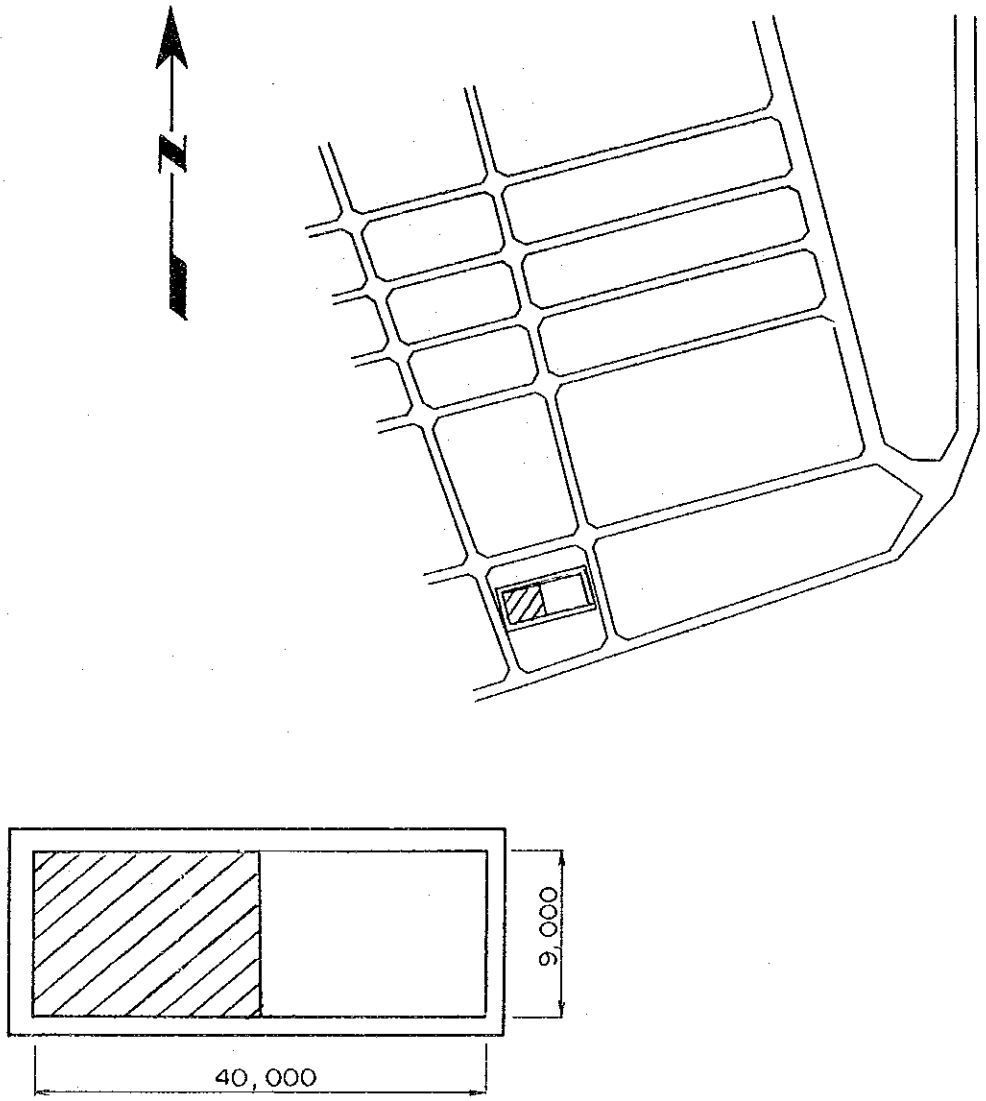
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

D. R.: SUBMITTED:
T. R.: RECOMMENDED:
C. K.: APPROVED:

Fig. 10.5-4

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

SHEET NO. OF



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF
KARIAKOO SUBSTATION

TANESCO

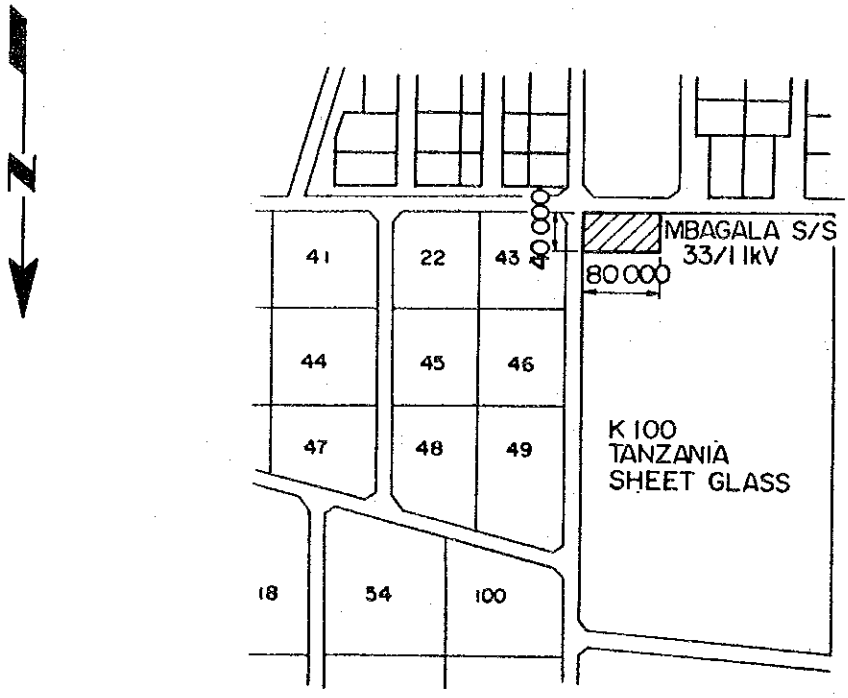
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

D.R.: SUBMITTED:
T.R.: RECOMMENDED:
C.K.: APPROVED:

Fig. 10.5-5

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

SHEET NO. OF



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF
MBAGALA SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

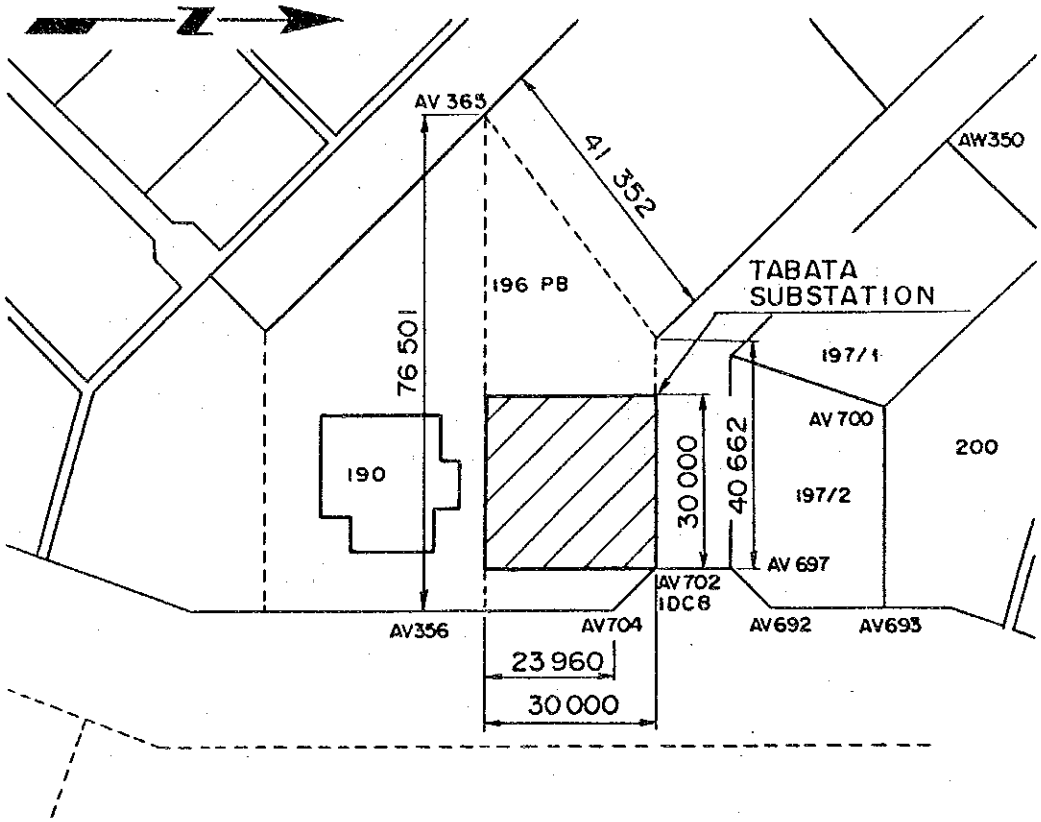
D. R.: SUBMITTED:
T. R.: RECOMMENDED:
C. R.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

Fig. 10.5-6

SHEET NO. OF



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LOCATION MAP OF
TABATA SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO JAPAN

G. R.: SUBMITTED;
T. R.: RECOMMENDED;
C. R.: APPROVED;

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

Fig. 10.5-7

SHEET NO. OF

(3) 新設変電設備のユニット化

新設変電所には、経済性、保守性を考慮して、33kV側機器を屋外に、11kV側機器をキュービクルに収容した建屋不用のユニット式変電所（単位式自動変電所）を採用する。

ユニット変電所の利点は次の通りである。

— 変電所設計の標準化、単純化が容易である。

— 配電盤、機器を収容する建物が不用であり、用地が狭くて済む

— 変圧器二次側がコンパクト化すると共に電力ケーブルが短くて済み、制御ケーブルもかなり節約することが出来る。

— 据付けが簡単であり、工期が短縮できる。

— 増設、移設が簡単である。

— 運転保守が容易で、維持費を節減できる。

— 総合建設費の節減となる。

(4) 結線方式

新変電所の結線方式の検討にあたっては、

— 系統運用条件

— 機器の点検頻度および故障発生率（最近はケーブル・変圧器の信頼度が向上して来た）

— 供給責務

— 用地確保

などを満足させつつ、電力供給の機能を損なわない範囲で、結線の簡素化を図る事とする。

(5) 汚損設計

1) 汚損適用の区分

ダルエスサラーム市地域の汚損適用の区分については、現在TANESCO が有している既設設備との汚損設計協調をとる必要もあり、一般的には当地の気象条件、海岸からの距離、周囲の地形、遮蔽物の有無、その周辺における過去の汚損の実績およびその他を総合してその等価塩分付着量を想定し、区分を定めた上で設計する。

当地には、日本の台風や季節風に相当するものとしてモンスーンがあげられるが、これは台風に比べて雨が多く降るせいか碍子等に付着する塩分を洗い流す効果もあり、その前後の風により普段よりコロナが増加することもあろうが、日本より幾分好条件下にあるものと推定される。これは、既設変電所が海岸より10km以下の距離に位置しているにもかかわらず、碍子の洗浄装置を設けていない事からも一般の汚損区分の考え方より一段低い区分を適用する事が可能と判断する。

現地における汚損測定データは長期間に亘って実施しないと得られないため、厳密な汚損設計は難しいが、現段階で次のように適用区分をTable 10.5－3のとおり設定した。

Table 10.5－3　汚損適用区分

汚損区分	汚損度等価塩分付着密度 (mg/sq.cm)		適用区分	タンザニア	日本	
				ダルエスサラーム市地区に対して	海岸からの距離 (km)	
	懸垂碍子	長幹ｽﾃｰｼｮﾝﾎﾟｽﾄ			台風に対して	季節風に対して
A	0.063	0.03	一般		50以上	10以上
B	0.125	0.06	軽塩害		10 ～ 50	3 ～ 10
C	0.25	0.12	中塩害	○	3 ～ 10	1 ～ 3
D	0.5	0.35	重塩害		0.3 ～ 3	0.1 ～ 1

新設変電所から海岸迄の距離は次表Table 10.5－4に示す。

Table 10.5－4　海岸迄の距離

変　電　所	海岸迄の距離（km）
Tandale	4.8
Changombe	3.8
Kunduchi	2.1
Kariakoo	0.9
Mbagala	5.4
Tabata	7.5
Temeke	4.1
Mburahati	5.4
Kitunda	8.6
Yombo	7.5
Upanga	0.9

2）　設計汚損耐電圧

碍子の設計耐電圧値の選定については種々な考え方があるが、現在 TANESCOの導入している既設設備の能力を検討すると、有効接地系統でありながら回路に持続性の異常電圧が発生する頻度は極めて稀であることから、線路の常規対地電圧を対象とし、最悪の条件下においてもこれに充分耐えられる設計とし、既設設備との協調を計るものとする。

常規対地電圧の最大値Ｖは次式で表される。

$$V = (\text{公称電圧}) \times \frac{1.15}{1.1} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (\text{kV})$$

(132kV)

$$V_{132} = 132 \times \frac{1.15}{1.1} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$= 79.674$$

(33kV)

$$V_{33} = 33 \times \frac{1.15}{1.1} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$= 19.919$$

(11kV)

$$V_{11} = 11 \times \frac{1.15}{1.1} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$= 6.640$$

3) 懸垂碍子の取付数

過去において、TANESCO に納入された実績のある懸垂碍子 254×146 ㎜ 1ヶ当たりの標準汚損耐電圧値は次表Table 10.5－5のとおりである。

Table 10.5－5 碍子の汚損耐電圧値

(kV)

懸垂碍子 1個当り 耐電圧値(kV) ＼ 等価塩分付着量 (mg/cm²)	0.0625	0.125	0.25	0.5
254 ×146 ㎜	9.4	7.9	6.9	6.4

上記のデーターに基づいて、各公称電圧別に必要な懸垂碍子の数を計算すると次表Table 10.5－6のようになる。

Table 10.5－6 懸垂碍子の数

(個)

公称電圧 (kV) ＼ 等価塩分付着量 (mg/cm²)	0.0625	0.125	0.25	0.5	現 在 取付数	備 考
132	9(8.5)	11(10.1)	12(11.5)	13(12.4)	9.11.12	
33	3(2.1)	3(2.5)	3(2.9)	4(3.1)	3	
11	1(0.7)	1(0.8)	1(1.0)	1(1.0)	2	

但し（　　）内は計算値を示す。

4) ステーションポスト碍子の汚損耐電圧

今回検討した標準ＳＰ碍子の汚損耐電圧値はTable 10.5－7表の通りである。

Table 10.5－7　ＳＰ碍子の耐電圧値

碍　子 ＼ 等価塩分付着量 (mg/cm²)	0.03 (kV)	0.06 (kV)	碍子仕様	
			平均直径(mm)	漏れ距離(mm)
ＳＰ－ 10	18	15	89	360
ＳＰ－ 30	37	30	115	830
SP-850A+SP-850B	108	97	152	3,240

碍子の汚損耐電圧に対する表面漏れ距離は一般的に見て40mm/kV 以上と設定すれば良いと判断する。

10.5.3　運転制御方式

1)　新設変電所の運転制御方式については、既設配電用変電所と同方式の簡易監視方式とした。

2)　この方式は日本では 100kV以上、10MVA 以下の場合に適用されており、技術員が技術員駐在所から必要に応じて変電所に出向き、監視、巡視および機器の操作をその変電所において行うものである。

3)　負荷時タップ制御装置の制御については既設配電用変電所と同方式のＬＴＣ及びＬＤＣを採用する。

4)　簡易監視方式の場合、必要な警報を技術員駐在所であるIlala S.S.に表示させることが望ましく、今回ＶＨＦ装置により連絡することとした。詳細は「給電保安通信システム」の項を参照されたい。

5)　新設する配電用変電所の11kVフィーダーキュービクルには各計器に加えて、負荷監視用の電流記録計を全回線に設備する。

10.5.4　バンク数

配電用変電所のバンク数は一般に種々な方法で検討されている。変電所の需要を同じとして２バンク、３バンク、４バンク変電所の建設費を比較すると、送電線建設費、配電線建設費は全く同じである。変圧器１台の事故時、他の健全バンクで負荷の供給を行うことを考慮すると、変圧器の過負荷限度から変電所の設備容量はバンク数が少ないほど大きくする必要があり不利となる。しかし、バンク数が少ない方がスケールメリットがでる事等も考えると結局将来の増設を含め２バンクを基本とする。

10.5.5 変圧器の単機容量

変圧器の単機容量を選定する場合には、当該地域の10年以上先の需要密度を想定することが必要である。一般に変電所規模をパラメーターとして、送電、変電、および配電の総合建設費が最小なるものをその需要密度に対応する最適な容量として決定する。既設設備としての変圧器単機容量は5、7.5、10および15MVAであり、タンザニアの諸事情を考慮した場合多少の問題はあるにしても 15MVAを単機容量の標準とする。

10.5.6 母線方式

既設配電用変電所の母線方式はシンプルな単母線方式を採用している。単母線方式は、1回線T分岐受電、1回線にπ分岐受電の場合に使われており、これを採用する。

10.5.7 保護継電方式

(1) 既設変電所対策

保護継電方式に関しては、「5.1.2(5) 保護設備の現状」でも述べたように現状においては問題はないが、保護継電器の設置状況については、配電用変電所において温度管理や防塵対策が必要となる。

具体的には、

- 外部から侵入するほこりや塵等を防ぐための出入口及び窓等の密閉化
- 室内の高温化や温度差を防ぐための空気調整設備の設置

以上2つの対策が必要となり、沿岸部に近い配電要変電所より早急に行わなければならない。

(2) 新設変電所対策

送配電線・母線及び変圧器の保護継電方式については、現状の保護継電方式に問題がないため、既設各変電所と同様の保護継電方式を採用していくことが望ましい。これは、日本の各電力会社で使われているものとほとんど同様の方式である。

なお、継電器の型式については、保守面を考慮して既設各変電所と同様の電磁型を採用することとする。

保護継電方式は以下の通り。

a) 各送電線及び配電線の保護方式

保護 / 電圧 故障	主保護		後備保護	
	短絡	地絡	短絡	地絡
220kV 送電線	DZ×3(*1)	DG(*1)	OC×3	OCG
132kV 送電線	DZ×3	DG	OC×3	OCG
33kV 送電線	OC×3	OCG	――	――
11kV 配電線	OC×2	OCG	――	――

*1 : 220kV送電線の主保護については、搬送継電方式を使用

但し、DZ　　：短絡用距離継電器

DG　　：地絡用電力方向継電器

OC／OCG：過電流／地絡過電流継電器

b) 母線保護方式

電圧	保護方式	備考
132 kV	電圧差動継電方式	220・132kV 変電所
33 kV	過電流継電方式	同上
11 kV	過電流継電方式	33kV 変電所

なお、配電用変電所の33kV母線については、母線保護は行なわず33kV送電線の保護範囲に含めている。

c) 変圧器保護方式

電圧	電気的保護							機械的保護
	短絡			地絡			内部故障	
	高圧巻線	低圧巻線	3次巻線	高圧巻線	低圧巻線	3次巻線		
220/132 kV	OC*3	OC*3	—	OCG	OCG	—	RDf*3	Pr T(巻線) (油温)
LTC	—	—	—	—	—	—	—	Pr
132/33 kV	OC*3	OC*3	—	OCG	OCG	—	RDf*3	Pr T(巻線) (油温)
LTC	—	—	—	—	—	—	—	Pr
33/11 kV (5MVA以上)	—	OC*3	—	OCG	OCG	—	RDf*3	Pr T(巻線) (油温)
LTC	—	—	—	—	—	—	—	Pr
33/11 kV (5MVA未満)	—	OC*2	—	—	OCG	—	RDf	Pr T(巻線) (油温)
LTC	—	—	—	—	—	—	—	Pr

但し、RDf：比率差動継電器
Pr ：圧力継電器
T ：温度継電器
LTC：負荷時タップ切替装置

10.5.8 通信システム

(1) 通信システムの概要

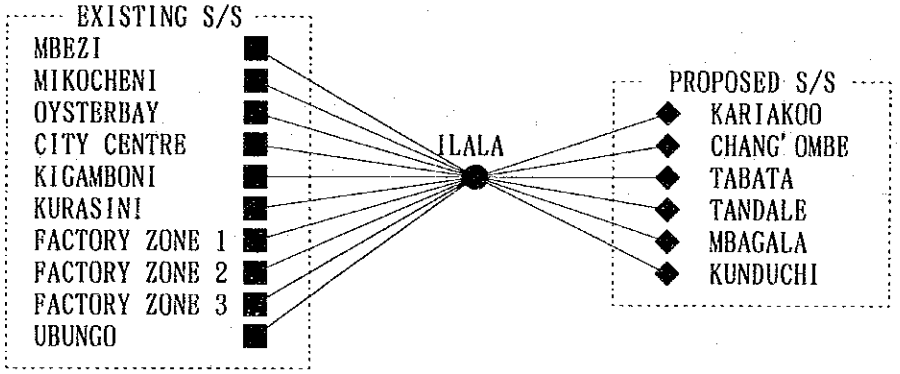
短期5ヶ年で建設予定の6変電所への通信システムは、既設設備との整合性および経済性の観点から以下のとおり既設システムを生かして構成することが最適である。

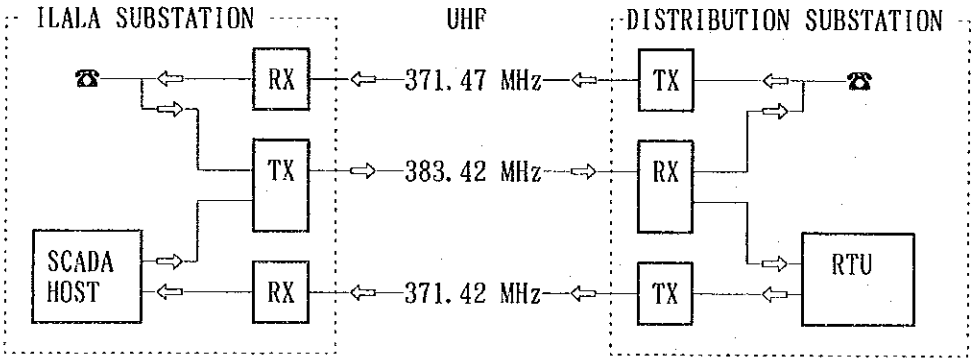
(a) 既設通信システムとの整合性

建設予定の6変電所は ILALA S/Sから監視される予定であるが、これに必要な通信システム（SCADA 含む）は既設設備での対応が可能であり、既設変電所と同様なシステムを組むことが設備構成・設置スペース・運転員の業務・保守管理の面から最適である。

(b) 経済性

ILALA のSCADA システムは新規変電所に係わるソフトウェアとハードウェアの増設が必要となるが、新たに装置を設置するなどの必要はない。新設変電所には既設変電所同様に、以下の図のとおり設備を設置する。現状のシステムを生かして設備を構成するため、これに必要な費用は新規変電所に関するもののみであり経済的なものとなっている。

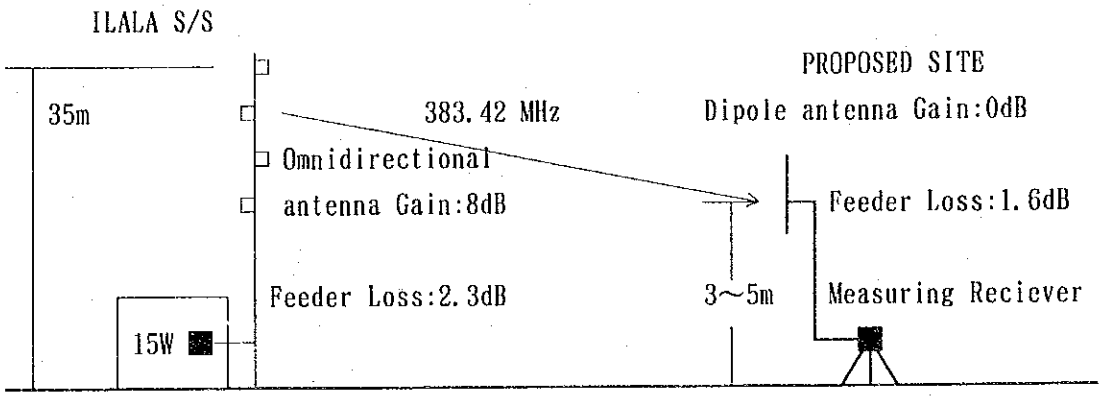




LEGEND ●: MASTER STATION SCADA HOST　RTU: REMOTE TERMINAL UNIT
■: EXISTING DISTRIBUTION SUBSTATION
◆: PROPOSED DISTRIBUTION SUBSTATION
TX: TRANSMITTER　RX: RECEIVER　☎: TELEPHONE HANDSET

(2) 受信入力電圧およびＳ／Ｎについて

建設予定地点と Ilala変電所の間の無線回線を構成できるか否かを確認するため、下記のとおり受信入力電界の測定を行った。



Transmit Power 41.8dBm(15W)

Measuring Reciever:ANRITSU ML522C
Dipole antenna:ANRITSU MP534B

一方で、各地点の受信電界強度（計算値）は以下の計算式で求められる。

なお、設計条件で不確定な要素があるため、回折損失を除いて計算を行うこととした。

$$Pr = \underbrace{[Pt - (Lft + Lst) + Gat]}_{\text{Transmitter}} - \underbrace{[Lo + Ld + Lg]}_{\text{Propagation}} + \underbrace{[Gar - (Lfr + Lsr)]}_{\text{Reciever}}$$

$$= [41.8 - (2.3) + 8.0] - [Lo + Ld + 20.0] + [0.0 - (1.6)]$$

$$= 25.9 - [Lo + Ld] \quad (Lst,\ Lsr\ \text{eliminated})$$

Pt :Transmitting Power	41.8 (dBm)		Transmitter at ILALA S/S
Lst:Circuit Loss	—— (dB)		
Lft:Feeder Loss(LDF1/2 50m)	2.3 (dB)		
Gat:Antenna Gain(RMV4)	8.0 (dB)		
Lo :Free Space Loss	—— (dB)		Propagation
Ld :Diffraction Loss	—— (dB)		
Lg :Land Factor	20.0 (dB)		
Gar:Antenna Gain(Dipole)	0.0 (dB)		Receiver at the SITE
Lfr:Feeder Loss(RG55/u 10m)	1.6 (dB)		
Lsr:Circuit Loss	—— (dB)		
Pr :Received Power	—— (dBm)		
Vo :Received Voltage	—— (dBμV)		

以上により求めた受信入力電界を受信入力電圧に換算すると、各地点の計算値と測定値は下表のとおりとなる。受信入力電圧は計算値の方が測定値よりも高い値となっているが、計算では回折損失の影響を除いているためであり、電波伝搬路上の小山やビル等の障害物による電波の減衰が主な原因であると想定される。

Site	Distance from ILALA (km)	Free Space Loss (dB)	Land Factor (dB)	Recieved Voltage(dBμV)				S／N(dB)			
				Cal.	Mea.	Act.	Sta.	Cal.	Mea.	Act.	Sta.
KARIAKOO	1.3	86.4	20	53	47	56	over 25	60	54	63	over 35
CHANG'OMBE	2.9	93.4	20	46	55	64		53	62	71	
TABATA	5.4	98.8	20	40	33	42		47	40	49	
TANDALE	4.4	97.0	20	42	34	43		49	41	50	
MEBAGALA	10.3	104.4	20	35	26	35		42	33	42	
KUNDUCHI	20.0	110.1	20	29	13	22		36	20	29	

Cal.:Calculated Data

Mea.:Measured Data and its Antenna Gain(Dipole) 0.0dB

Act.:Actual Data(Calcalated by the measured data) and its Antenna Gain(6el YAGI) 8.5(dB).

6el YAGI is standard of the SCADA SYSTEM

(3) 測定結果について

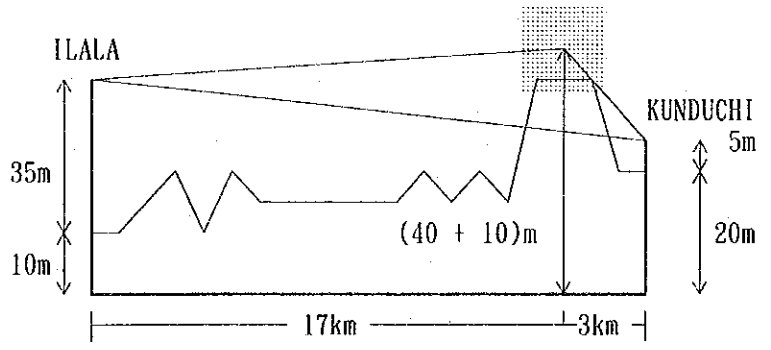
400MHz帯テレメーター局では受信入力電圧は25dBμV 以上、S／Nは35dB以上であることが望ましいとされている。この基準から各所の実回線を判断すると、KARIAKOO、CHANG'OMBE、TABATA、TANDALE、MBAGALAは基準を満たしており、現地調査における予定地点の状況も勘案しあて、既設同等の設備構成で問題ないと判断できる。

しかしながら、KUNDUCHIにおいては、この基準以下であることから、以下のとおり詳細判定を行った。

KUNDUCHIの受信入力電圧の計算値と測定値を比べると値の開きが大きくなっている。ILALA ～ KUNDUCHI 間の電波伝搬路で影響を及ぼす可能性のある地点を地図および現地調査から検討したところ、KUNDUCHI予定地点前方から ILALA方向に標高が上がっていることが確認されたため、この部分での回折損失が大きく影響している

と考えられる。

よって、回折損失を含めて以下のとおり詳細計算を行った。



: 10m height to the trees

Frequency : 383.42 MHz

Free Space Loss : LO = 20log(F*D)+32.44=20log(383.42*20)+32.44 = 110.1dB

Diffraction Loss :Ld

rs = 547.72 √ [(D1 * D2)/(D1 + D2) ・1/F]

= 547.72 √ [(17 * 3)/20 ・1/383.42]

= 44.67 m

C = hs - [h1 - D1/D * (h1 - h2) - d1 * d2/(d * K * a)]

rs:Radius 1st = 50 - [45-17/20*(45-25)-17,000*3,000/(2*8.49×E6)]

Fresnel Zone = 25 m (for K=4/3)

x = C / rs

C :Clearance = 25 / 44.67

= 0.56

Ld = 8 x + 8

= 8 * 0.56 + 8

= 12.5dB

Land Factor 20dB

Propagation Loss(Total) = 110.1dB + 12.5dB + 20dB = 142.6dB

以上より、KUNDUCHIでのアンテナ高を5m としたとき回折損失が12.5dBとなるため、再度受信入力電圧を計算すると17dBμV となる。測定値の13dBμV と比較する

と、ここでの損失が大きく影響していると思われる。

Kunduchiで所要の受信入力電圧並びにＳ／Ｎを得るための対策として以下の３項目が考えられる。

(a) アンテナ取付位置を高くする。

アンテナ取付位置を高くし回折損失の低減を図る。アンテナ高による、受信入力電圧の変化は以下のとおりである。

Antenna Height KUNDUCHI	X C/rs	Diffraction Loss (dB)	Propagation Loss(Total) (dB)	Recieved Voltage (dBμV)		
				Calculated	Measured	Actual
5 m	0.56	12.5	142.6	16.3	13.0	21.5
10 m	0.47	11.7	141.8	17.1	13.8	22.3
15 m	0.36	10.4	140.5	18.4	15.1	23.6
20 m	0.27	9.3	139.4	19.5	16.2	24.7
25 m	0.18	8.2	138.3	20.6	17.3	25.8
30 m	0.09	7.1	137.2	21.7	18.4	26.9

(b) アンテナの高素子化

アンテナの高素子化により利得を良くして、受信入力電界の改善を図ることも必要である。

ANTENNA TYPE	GAIN	REMARKS
3 E L　Y A G I	8.0dB	EXISTING SUBSCRIBER S/S (6EL YAGI 8.5dB)
4 E L　Y A G I	10.0dB	
5 E L　Y A G I	11.0dB	
6 E L　Y A G I	13.0dB	

(c) KUNDUCHIの送信出力を大きくする。

受信入力電界が低いため、送信出力を大きくすることも検討した。

現在のシステムでは ILALAの親局の送信出力は15W (41.8dBm)であり、既設変電所の子局では６Ｗ (37.8dBm)のものを標準的に導入している。今回の測定で、KUNDUCHIの受信入力電圧が13.0dBμV であったが、KUNDUCHIに標準無線機（６Ｗ）を導入すると、 ILALAでの受信入力電圧はさらに４dB低いものとなってしまう。

ILALAについての高出力化は全体のシステムとの兼ね合いから困難であるが、KUNDUCHIでは送信出力10W（40.0dBm)等の高出力化を図り、 ILALAでの入力電圧を大きくすることが重要であると考える。

(4) 結　論

以上の検討より、短期５年間の計画で必要な各所の通信システムは下記のとおり。

KARIAKOO	受信入力電圧：良好（56dBμV)、Ｓ／Ｎ：良好（63dB） 周囲の状況：市中心部の空き地。予定地点の隣には30m 程度のビルが建っている。 設備内容：既設の通信システムを導入
CHANG'OMBE	受信入力電圧：良好（64dBμV)、Ｓ／Ｎ：良好（71dB） 周囲の状況：周囲は工場 設備内容：既設の通信システムを導入
TABATA	受信入力電圧：良好（42dBμV)、Ｓ／Ｎ：良好（49dB） 周囲の状況：住宅地。タンザニア郵電公社の中継局が隣接している。 設備内容：既設の通信システムを導入
TANDALE	受信入力電圧：良好（43dBμV)、Ｓ／Ｎ：良好（50dB） 周囲の状況：住宅地 設備内容：既設の通信システムを導入
MBAGALA	受信入力電圧：良好（35dBμV)、Ｓ／Ｎ：良好（42dB） 周囲の状況：工場に隣接 設備内容：既設の通信システムを導入
KUNDUCHI	受信入力電圧：改善前は基準以下（22dBμV)、改善後は良好（30dBμV） Ｓ／Ｎ　　：改善前は基準以下（29dB）、改善後は良好（37dB） 周囲の状況：農地。予定地点前方に小山があり、回折損失が大きい。 設備内容：KUNDUCHIで送信機は10W、８素子八木アンテナ、20m以上のアンテナ高を確保する。 以上によりKUNDUCHI側で８dB、ILALA 側で10dBの改善がなされるため、問題はない。

受信入力電圧およびＳ／Ｎは各所の測定結果を基に、既設同様の設備を導入するとして計算した値である。

10.5.9　フィーダー数および引出し方法

二次側フィーダーの引出し方法としては、一般に変圧器単位の単母線方式を採用しているし、二次母線を分割する方法としては変圧器2台ともに二次母線を2分割するものがある。これ等の方法の有機的な結合により、変圧器停止時の負荷切換を配電系統の状況にマッチさせつつ切換が可能な方式とする。

フィーダー数については、負荷の需要に合わせて各新設の配電用変電所には5フィーダーを設備する。

10.5.10 送電線の引込方法

送電線の引込みについては、結線方法がしゃ断器および断路の有無により各種の考え方がある。今回建設する新設配電用変電所には、T分岐およびπ分岐に便利な線路ＣＢ、変圧器ＣＢ方式を採用する。この方式は、変圧器一次、受電線ともにしゃ断器を設置した結線でT分岐受電、π分岐受電ともに適用が可能な方式である。

10.5.11 変圧器の特殊仕様

1)　中性点接地方式

単線結線図に記述したように既設回路は 220kV、132kV、33kV、11kV 各回路とも変圧器の中性点を直接接地している。

ここに保護方式、機器設備状況等から考え方を既設設備に合わせて同じ中性点接地方式を採用するものとする。

2)　結線方式

将来において設備を流用する事態が発生しても何ら問題がないように系統の接地方式や変圧器1次－2次間の位相差を既設設備に合わせ、各変圧器は人－人－△結線（但し3次巻線は内蔵）とする。

3)　Ｌ．Ｔ．Ｃ．他

各変圧器付属 L.T.C. については既設のタップ巾に合わせるものとし、経済的な高圧側につけるものとする。これにより将来既設変圧器と並列運用する事態が起きても問題がないものとする。

10.5.12　主要機器の仕様

本プロジェクトで新設あるいは増設する変電所関連工事に要する主要機器の仕様の概要は次の通りである。

(1)　主要変圧器

準拠規格　　JEC 204-1978　変圧器

JEC 186-1972　負荷時タップ切換装置

容　量	45,000 kVA	15,000 kVA
定　格	連　続	連　続
相　数	3　相	3　相
周波数	50Hz	50Hz
冷却方式	油入自冷	油入自冷
定格電圧（一次／二次）	132000V／33000V	33000V／11000V
タップ電圧（HV）	＋5％，－15％ 17Tap	±10％ 17Tap
絶縁階級（号）	120／30A	30A／10A
結線　一次 二次	三次（△）	三次（△）
角変位	0°	0°
極　性	減極性	減極性
使用状態	屋　外	屋　外
タップ切換機構	負荷時タップ切換	負荷時タップ切換
標　高	1000m以下	1000m以下

(2) しゃ断器

準拠規格　JEC 181-1975 しゃ断器

定格電圧	145 kV	36 kV	36 kV
絶縁階級（号）	120	30 A	30 A
定格電流	800 A	1200 A	600 A
定格周波数	50 Hz	50 Hz	50 Hz
定格しゃ断電流	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA
定格しゃ断時間	5 サイクル	5 サイクル	5 サイクル
定格投入操作電圧	DC 100 V	DC 100 V	DC 100 V
定格引はずし電圧	DC 100 V	DC 100 V	DC 100 V
標準動作責務	A 0－（1分）－CO 0－（3分）－CO	B CO－（15秒）－CO	
使用状態	屋　外		
標　　高	1000m以下		
最高周囲温度	40 ℃		

定格電圧	12 kV	12 kV
絶縁階級（号）	10 A	10 A
定格電流	1200 A	600 A
定格周波数	50 Hz	50 Hz
定格しゃ断電流	25 kA	25 kA
定格しゃ断時間	5 サイクル	5 サイクル
定格投入操作電圧	DC 100 V	DC 100 V
定格引はずし電圧	DC 100 V	DC 100 V
標準動作責務	B CO－（15秒）－CO	
使用状態	キュービクル収納	
標　　高	1000m以下	
最高周囲温度	40 ℃	

(3) 断路器

準拠規格　　JEC 196-1975　断路器

定格電圧	145 kV	36 kV	36 kV
絶縁階級（号）	120	30 A	30 A
定格電流	800 A	1200 A	800 A
定格短時間電流（標準値）	14 kA	14 kA	14 kA
使用状態	屋　外		
標　　高	1000m以下		
最高周囲温度	40℃		
操作方法	手動操作		

定格電圧	36 kV	36 kV
絶縁階級（号）	30 A	30 A
定格電流	600 A	600 A
定格短時間電流（標準値）	14 kA	14 kA
使用状態	屋　外	
標　　高	1000m以下	
最高周囲温度	40 ℃	
操作方法	手動操作	
附属装置	接地装置付き	——

(4) 計器用変流器

準拠規格　　JEC 190-1974　計器用変流器

定格電圧	132 kV	132 kV	33 kV
絶縁階級（号）	BCT	BCT	BCT
定格電流	800／5A	400／5A	1200／5A
定格負担	40 VA	40 VA	40 VA
定格過電流強度	40	40	40
階　　級	1.0	1.0	1.0

定格電圧	33 kV	33 kV	11 kV
絶縁階級（号）	BCT	BCT	BCT
定格電流	600／5A	400／5A	1200／5A
定格負担	40 VA	40 VA	40 VA
定格過電流強度	40	40	40
階　　級	1.0	1.0	1.0

定格電圧	11 kV	11 kV
絶縁階級（号）	10 A	10 A
定格電流	1200／5A	600／5A
定格負担	40 VA	40 VA
定格過電流強度	40	40
階　　級	1.0	1.0

(5) 計器用変成器

準拠規格　JEC 190-1974 計器用変成器

定格電圧	$\frac{132\ \mathrm{kV}}{\sqrt{3}} \Big/ \frac{110\ \mathrm{V}}{\sqrt{3}}$
定格周波数	50 Hz
絶縁階級	120 号
定格負担	200 VA
階　　級	1.0

(6) 避雷器

準拠規格　JEC-203-1978　避雷器

定格電圧	126 kV	42 kV	14 kV
定格周波数	50 Hz		
公称放電電流	10 kA		
標　高	1000 m以下		
最高周囲温度	40 ℃		
接 地 系	中性点直接々地		

(7) 閉鎖配電盤

準拠規格　JEM 1153　閉鎖配電盤

定格電圧	11 kV		
使用状態		屋　外	
標　高	1000 m以下		
最高周囲温度	40 ℃		

(8) 新規変電設備一覧表

変電所の拡充計画に伴って新設、増設される主な機器はTable 10.5-8に示す。

Table 10.5-8　新規変電設備一覧（1／2）

主要設備		変電所名									
		Ilala S/S		Ubungo S/S	Tandale S/S	Changombe S/S	Kurasini S/S	Mbezi S/S	Kunduchi S/S	FZ－Ⅲ S/S	
主要変圧器	容量	45 MVA	15 MVA		15 MVA	15 MVA		15 MVA	15 MVA	45 MVA	
	相数	3 相	3 相		3 相	3 相		3 相	3 相	3 相	
	周波数	50 Hz	50 Hz		50 Hz	50 Hz		50 Hz	50 Hz	50 Hz	
	定格電圧	132/33 kV	33/11 kV		33/11 kV	33/11 kV		33/11 kV	33/11 kV	132/33 kV	
	結線	Y-⫼ Y-⫼ ▷	Y Y-⫼ ▷		Y Y-⫼	Y Y-⫼		Y Y-⫼	Y Y-⫼	Y Y-⫼ ▷	
	タップ切換機構	負荷時タップ切換	負荷時タップ切換		負荷時タップ切換	負荷時タップ切換		負荷時タップ切換	負荷時タップ切換	負荷時タップ切換	
	台数	1	1		1	1		1	1	2	
しゃ断器	定格電圧	145 kV	36 kV	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	145 kV	36 kV
	定格電流	800 A	600 A	800 A	800 A	600 A	800 A	800 A	800 A	800 A	1,200 A
	定格しゃ断電流	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA
	台数	4	4	1	1	3	1	4	1	3	4
	定格電圧				12 kV	12 kV		12 kV	12 kV		
	定格電流				1,200 A	1,200 A		1,200 A	1,200 A		
	定格しゃ断電流				25 kA	25 kA		25 kA	25 kA		
	台数				6	5		4	6		
断路器	定格電圧	145 kV	36 kV	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	145 kV	36 kV
	定格電流	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A
	台数	4	4	3	0	3	1	4	1	3	2
	定格電圧	145 kV	36 kV	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	145 kV	36 kV
	定格電流	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A
	付属装置	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S
	台数	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2
計器用変成器 C.T（主回路のみ）	定格電圧	132 kV	33 kV	132 kV	33 kV	33 kV	33 kV		33 kV	132 kV	
	絶縁階級										
	定格電流	800/5A, 400/5A	1200/5A, 400/5A	800/5A, 400/5A	600/5A, 300/5A	600/5A, 300/5A	800/5A, 400/5A		600/5A, 300/5A	400/5A, 200/5A	
	台数	3	3	3	3	3	3		3	3	
（1台＝3相）P.T or P.D	定格電圧	132 kV		132 kV				33 kV		132 kV	33 kV
	絶縁階級										
	定格電流										
	台数	6		3				3		3	9
11kV フィーダー閉鎖型配電盤	台数	0	C. 8 (10 Panels)	0	8	7	1 (Panel)	10	8	12 (Panels)	

新規変電設備一覧（２／２）

主要設備		変電所名						備考
		Ubungo S/S	Kariakoo S/S	Ilala S/S	Mbagala S/S	Kurasini S/S	Tabata S/S	
主要変圧器	容量		15 MVA		15 MVA		5 MVA	45MVA× 3＝135
	相数		3 相		3 相		3 相	15MVA× 7＝105
	周波数		50 Hz		50 Hz		50 Hz	5MVA× 1＝ 5
	定格電圧							
	結線		Y Y-Δ		Y Y-Δ		Y Y-Δ	計 245 MVA
	タップ切換機構		負荷時タップ切換		負荷時タップ切換		負荷時タップ切換	
	台数		1		1		1	
しゃ断器	定格電圧	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	145kV× 9
	定格電流	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	36kV×25
	定格しゃ断電流	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	12.5 kA	
	台数	1	1	1	1	1	3	
	定格電圧		12 kV		12 kV		12 kV	12kV×37
	定格電流		1,200 A		1,200 A		1,200 A	
	定格しゃ断電流		25 kA		25 kA		25 kA	
	台数		6		6		4	
断路器	定格電圧	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	145kV×13
	定格電流	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	36kV×19
	台数	3	1	1	1	1	3	
	定格電圧	145 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	36 kV	E.S
	定格電流	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	800 A	145kV× 4
	付属装置	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	E.S	36kV×17
	台数	1	1	1	1	1	2	
計器用変成器 C.T (主回路のみ)	定格電圧	132 kV	33 kV	33 kV	33 kV	33 kV	33 kV	132kV×12
	絶縁階級							33kV×33
	定格電流	800/5A, 400/5A	600/5A, 300/5A	400/5A	600/5A, 300/5A	800/5A, 400/5A	600/5A, 300/5A	
	台数	3	3	3	3	3	6	
(1台＝3相) P.T & P.D	定格電圧	132 kV						132kV×15
	絶縁階級							33kV×12
	定格電流							
	台数	3						
閉鎖型配電盤	台数	C. 2 (Panels)	8	C. 2 (Panels)	8	C. 1 (Panel)	6	

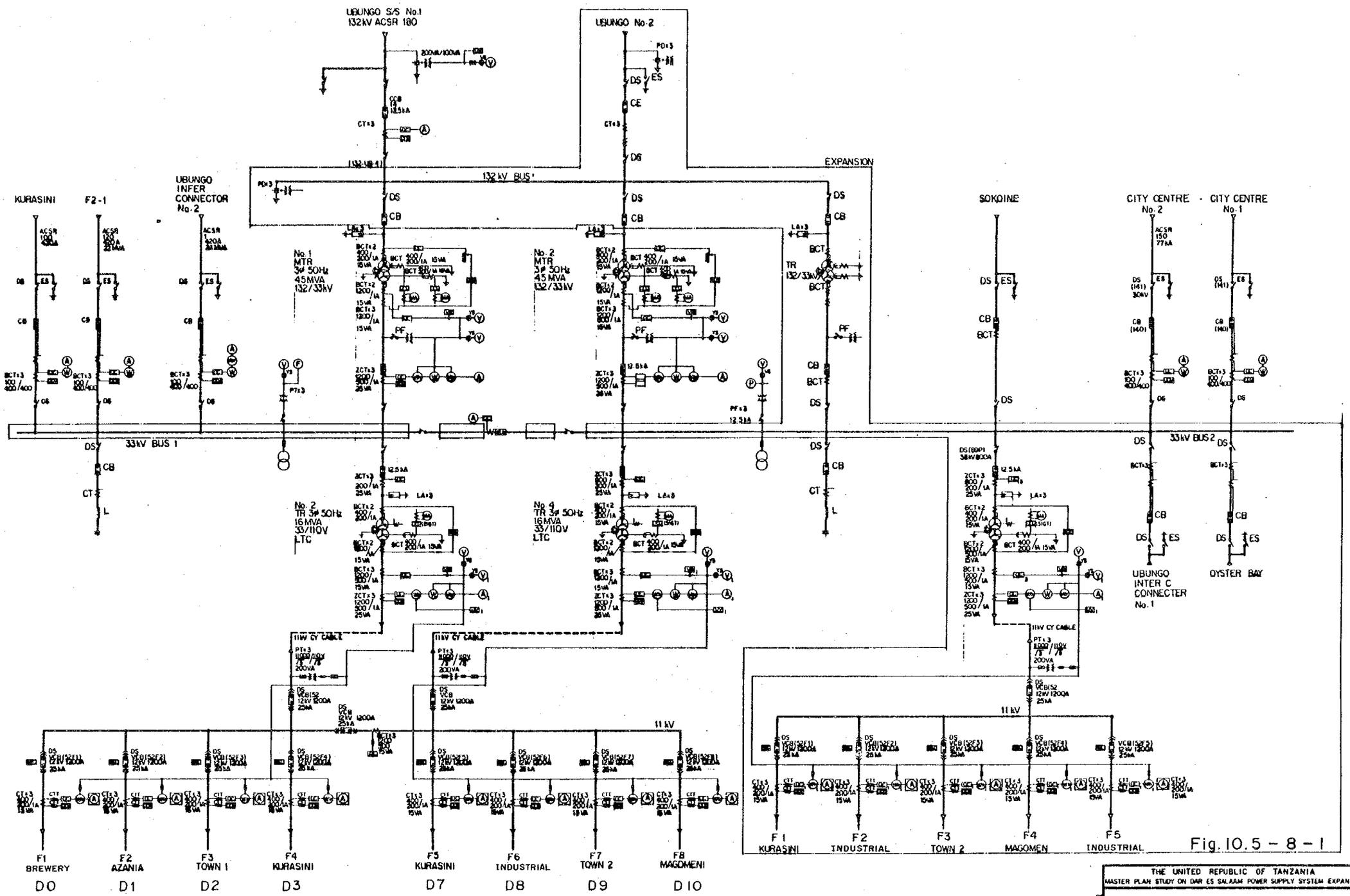


Fig. 10.5 - 8 - 1

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

SINGLE LINE DIAGRAM OF ILALA SUBSTATION

TANESCO

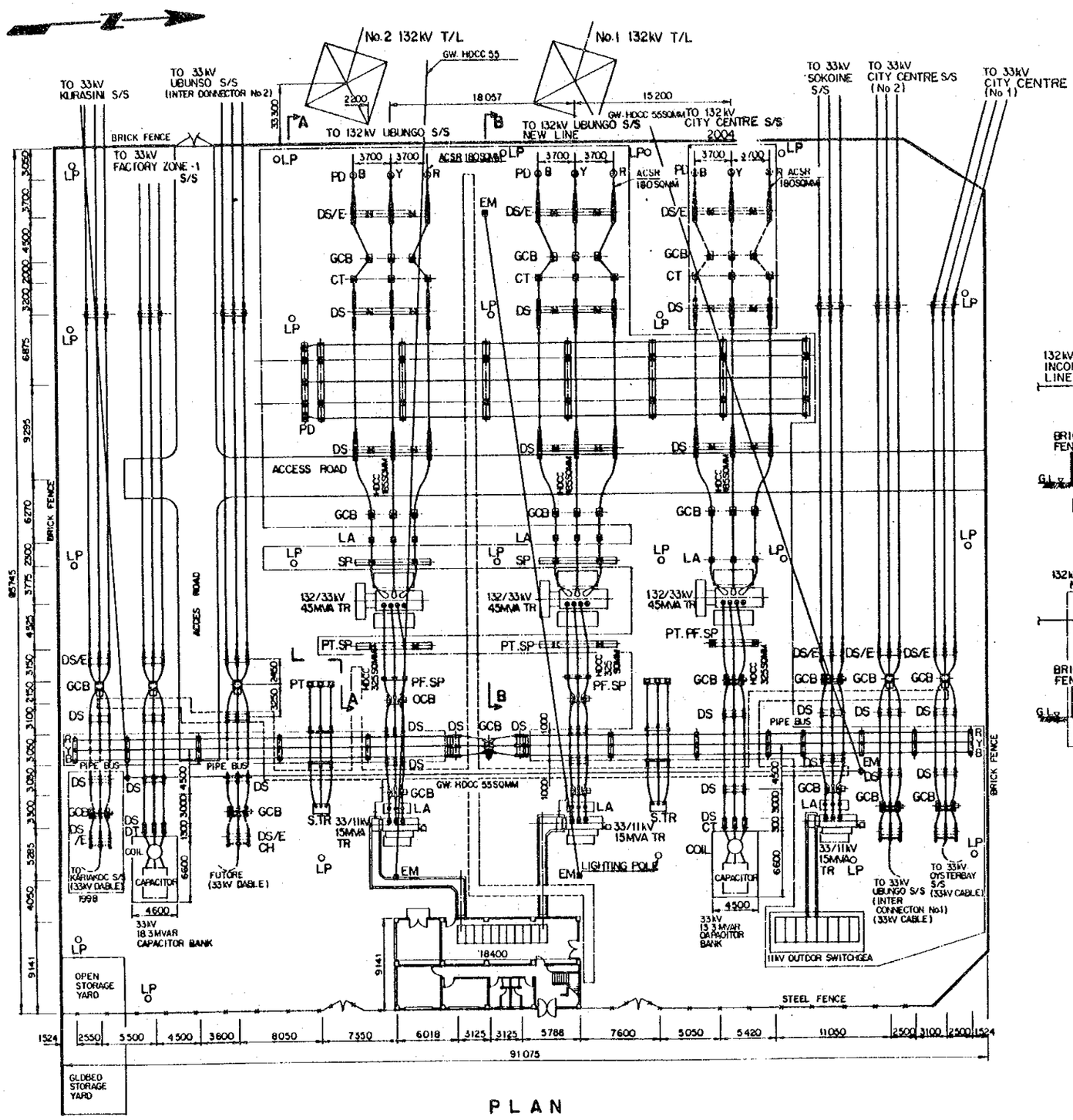
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED;
TR.: RECOMMENDED;
CK.: APPROVED;

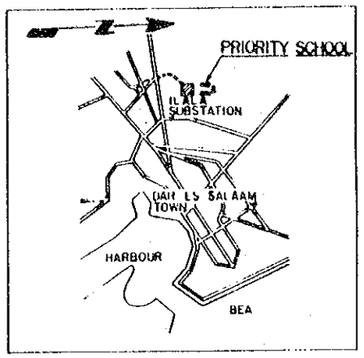
LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

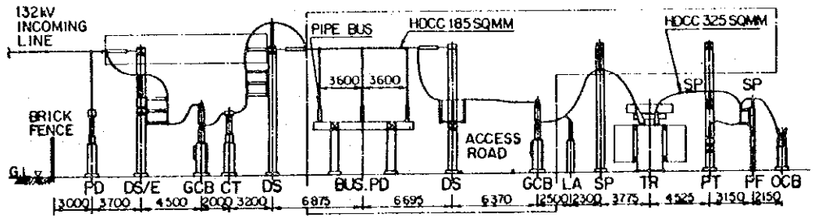
10-61 SHEET NO. OF



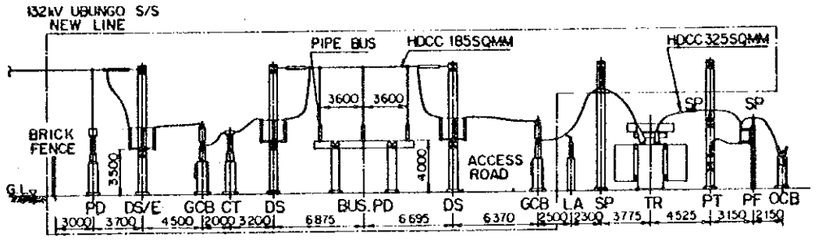
PLAN



LOCATION MAP (NONE SCALE)



SECTION A-A



SECTION B-B

LEGEND

- DS/E : DISCONNECTING SWITCH WITH EARTHING DEVICE
- CB : CIRCUIT BREAKER
- LA : LIGHTNING ARRESTER
- LP : LIGHTING POLE
- PF : POWER FUSE
- S.TR : STATION TRANSFORMER
- EM : EARTH MAST
- PD : POTENTIAL DEVICE
- DS : DISCONNECTING SWITCH
- CT : CURRENT TRANSFORMER
- PT : POTENTIAL TRANSFORMER

NOTE

1. [ ] : EXPANSION AND REHABILITATION AREA
2. [ ] : FUTURE EXPANSION AREA

Fig. 10.5 – 8 – 2

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LAYOUT OF ILALA SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD. TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED:
TR.: RECOMMENDED:
CK.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

10-63 SHEET NO. OF

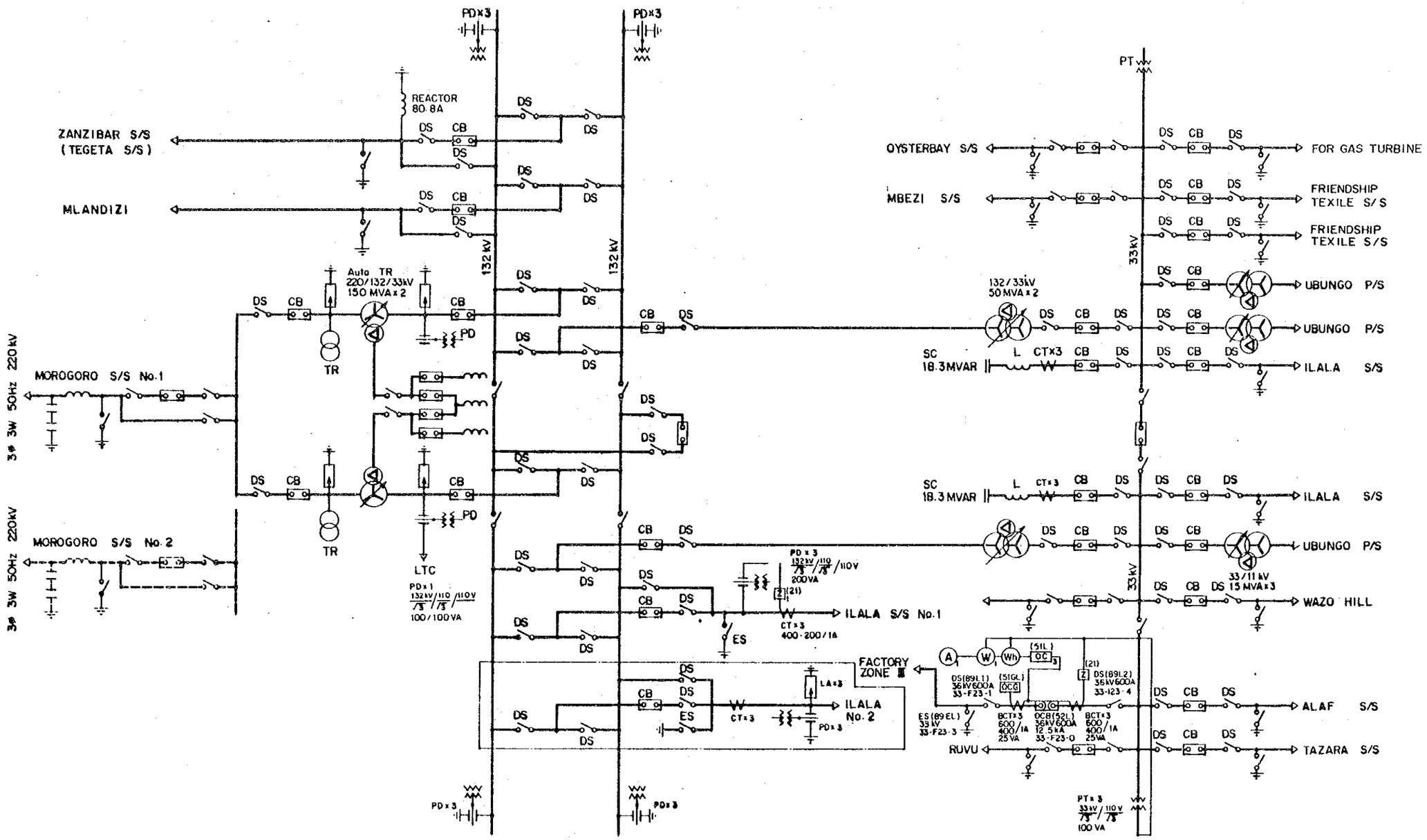


Fig. 10.5 - 9 - 1

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

SINGLE LINE DIAGRAM OF UBUNGO SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD. TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED:
TR.: RECOMMENDED:
CK.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

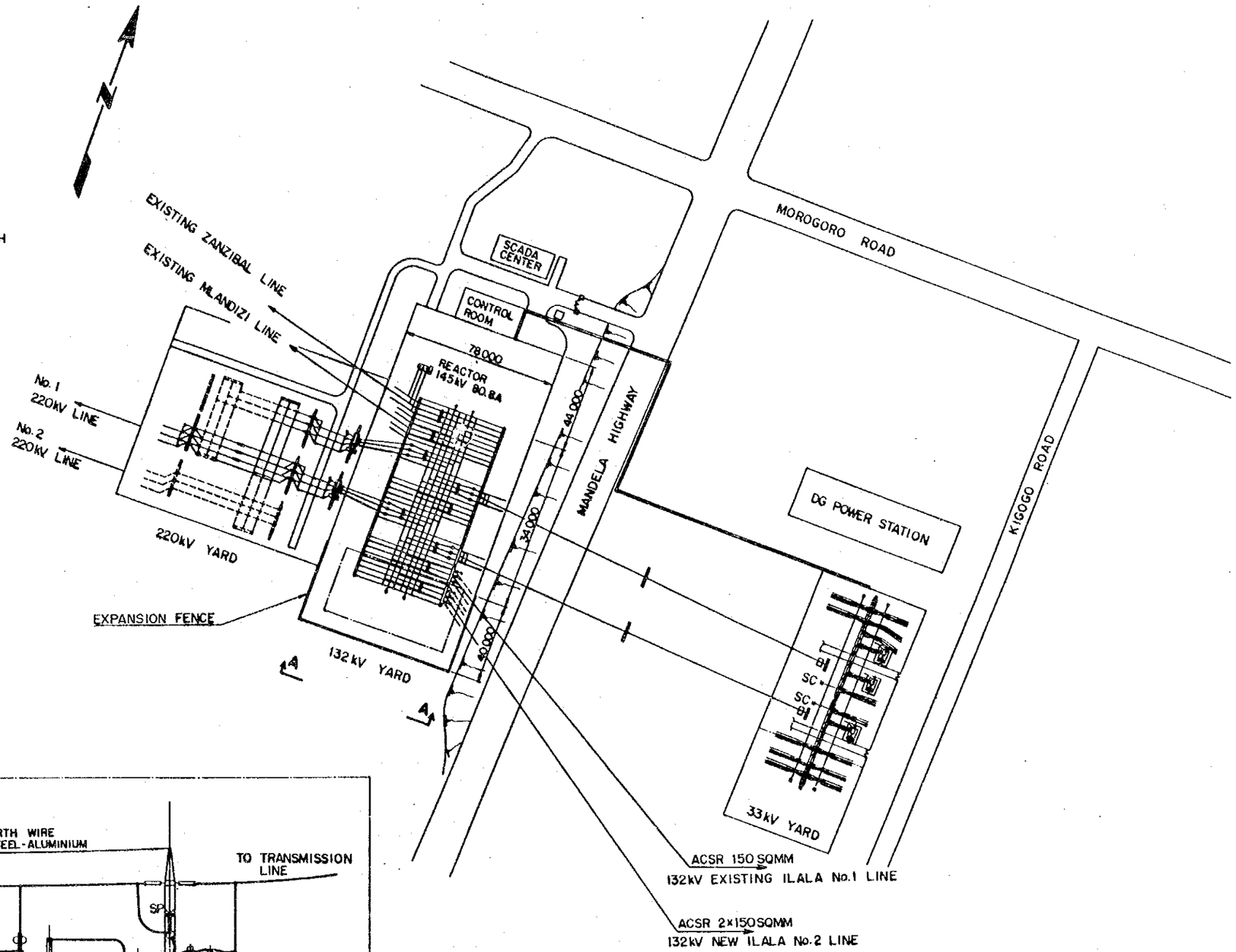
REVISION

LEGEND

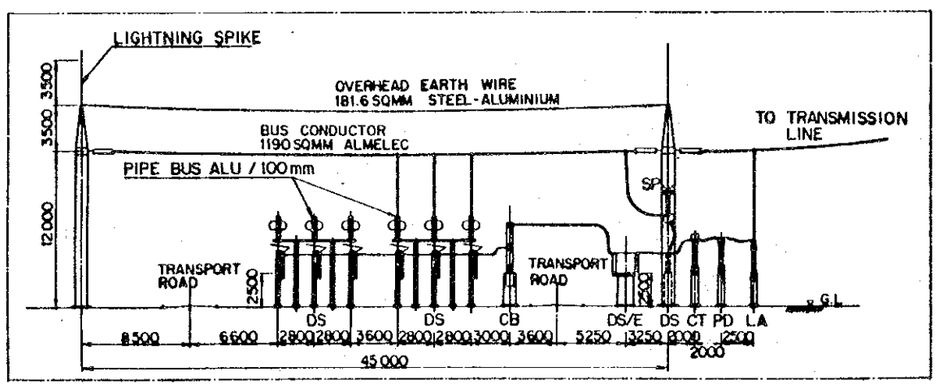
DS/E : DISCONNECTING SWITCH WITH EARTHING DEVICE
CB : CIRCUIT BREAKER
LA : LIGHTNING ARRESTER
PD : POTENTIAL DEVICE
DS : DISCONNECTING SWITCH
CT : CURRENT TRANSFORMER

NOTE

132kV FEEDER EXPANSION AREA



PLAN



SECTION A-A

Fig. 10.5 - 9 - 2

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LAYOUT OF UBUNGO SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED:
TR.: RECOMMENDED:
CK.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

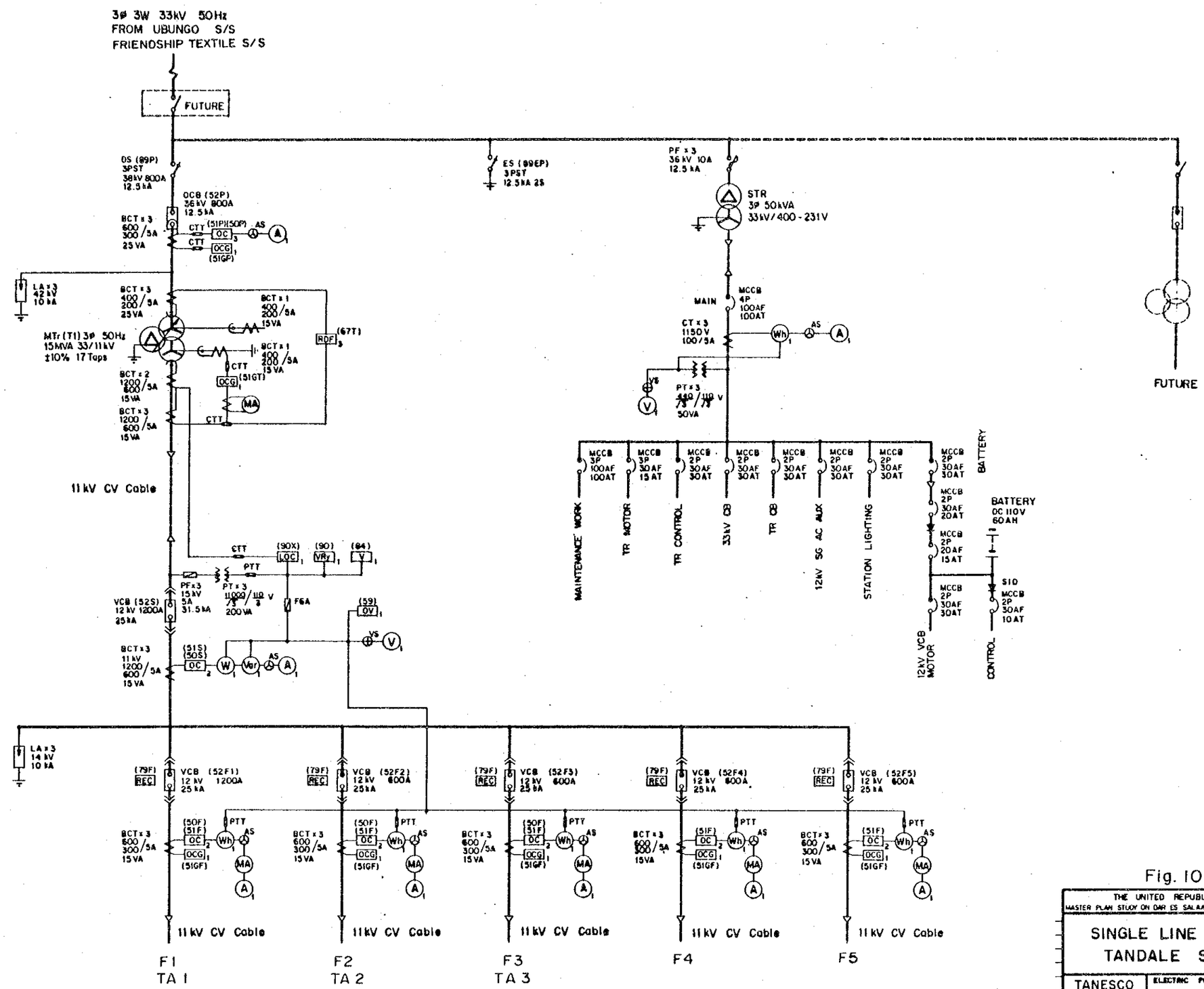


Fig. 10.5 - 10 - 1

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

SINGLE LINE DIAGRAM OF TANDALE SUBSTATION

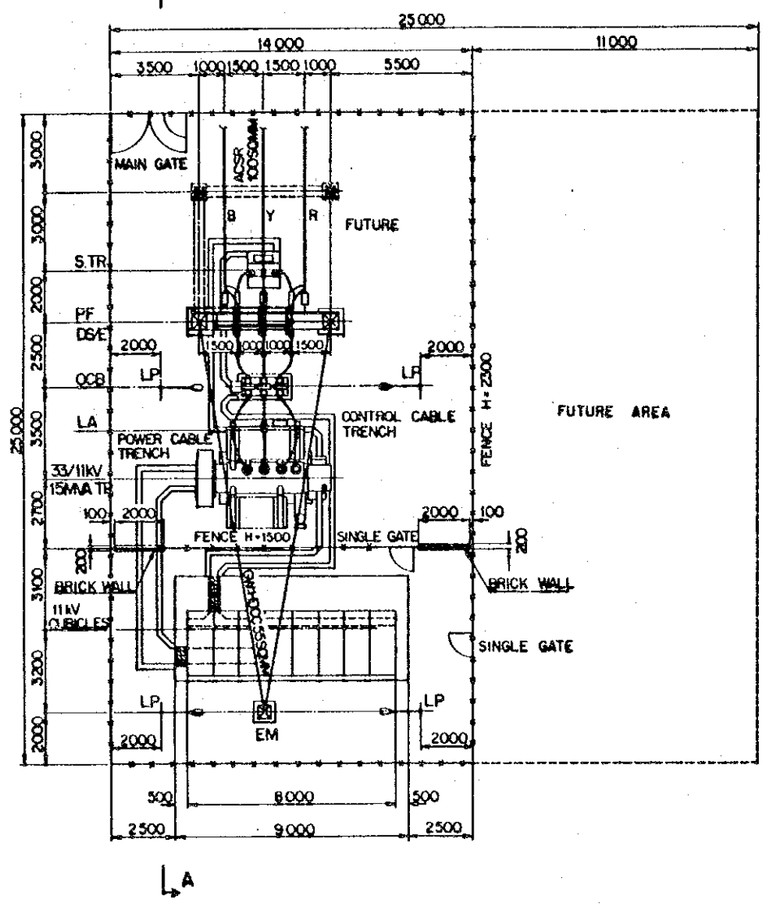
TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED;
TR.: RECOMMENDED;
CK.: APPROVED;

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION



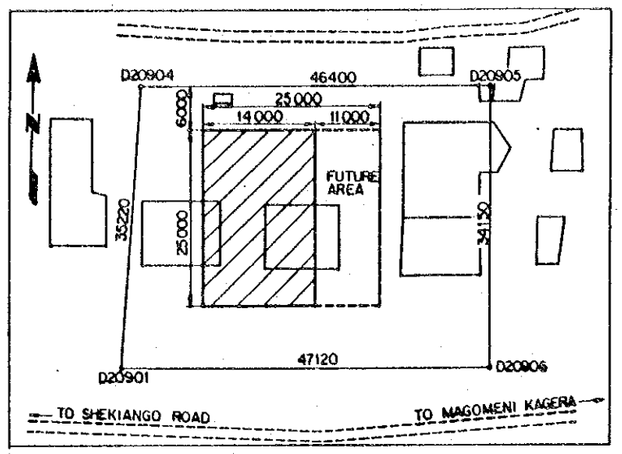
PLAN

LEGEND

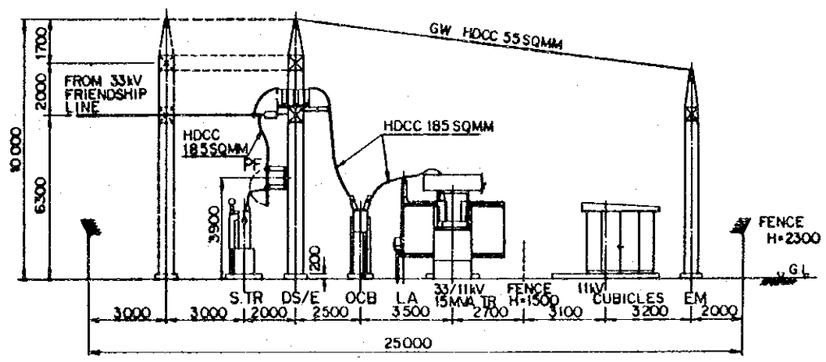
DS/E : DISCONNECTING SWITCH WITH EARTHING DEVICE
CB : CIRCUIT BREAKER
LA : LIGHTNING ARRESTER
TR : 15MVA MAIN TRANSFORMER
LP : LIGHTING POLE
PF : POWER FUSE
S.TR : STATION TRANSFORMER
EM : EARTH MAST

NOTE

----- FUTURE EXPANSION



LOCATION MAP (NONE SCALE)



SECTION A-A

Fig. 10.5 - 10 - 2

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LAYOUT OF TANDALE SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED:
TR.: RECOMMENDED:
CK.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

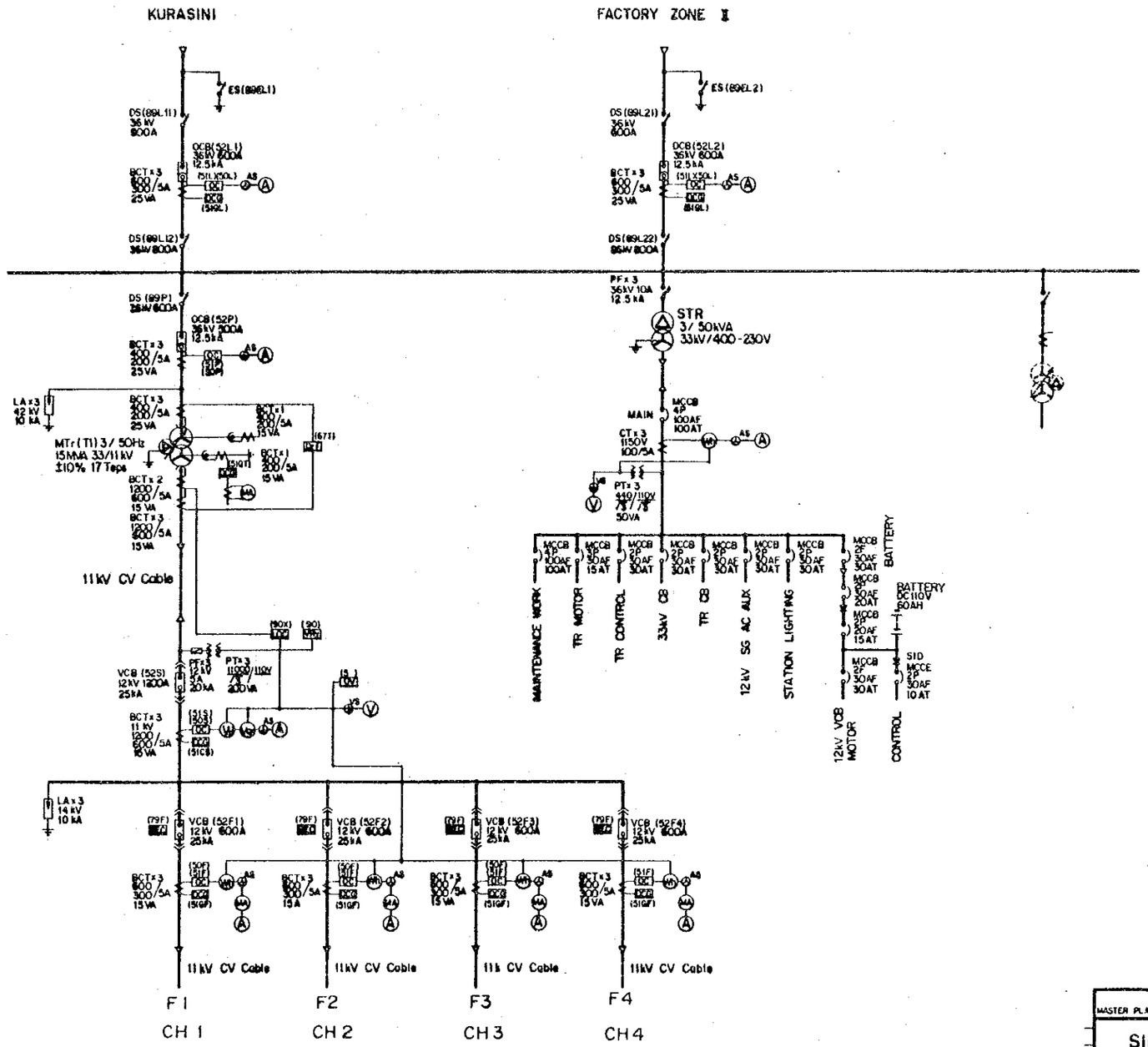


Fig. 10.5 – 11 – 1

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

SINGLE LINE DIAGRAM OF CHANG'OMBE SUBSTATION

TANESCO

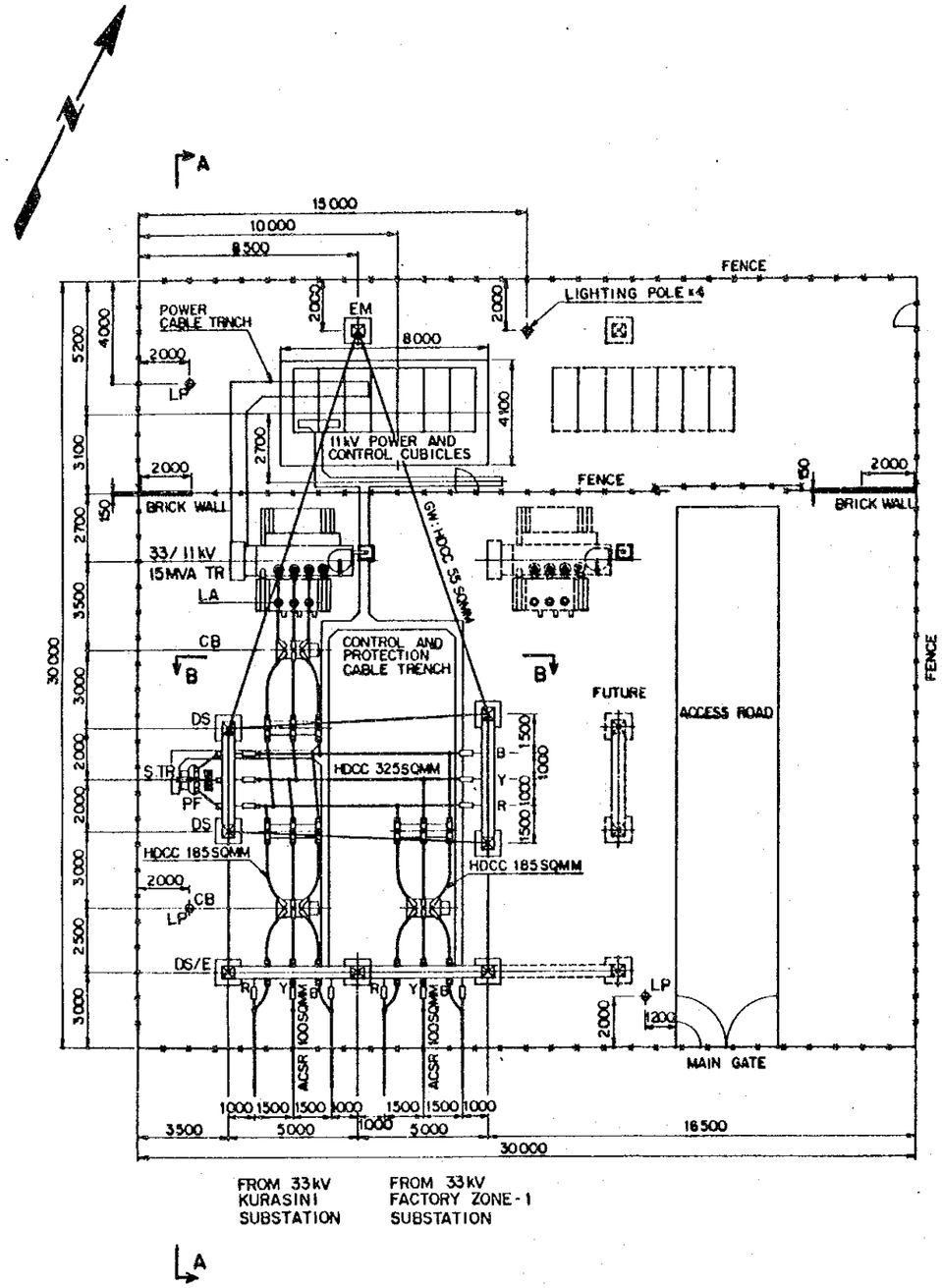
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED;
TR.: RECOMMENDED;
CK.: APPROVED;

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

SHEET NO. OF



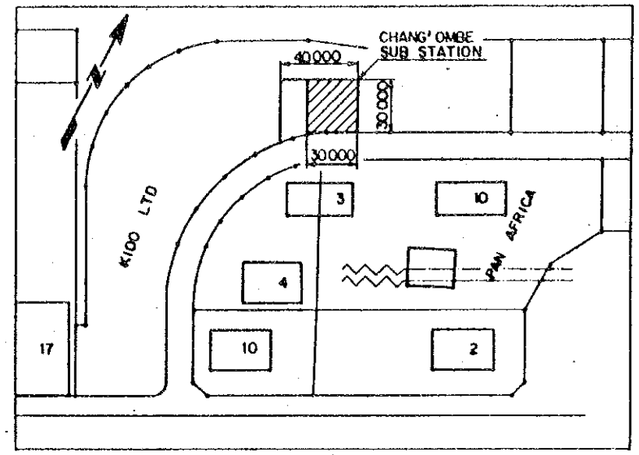
PLAN

LEGEND

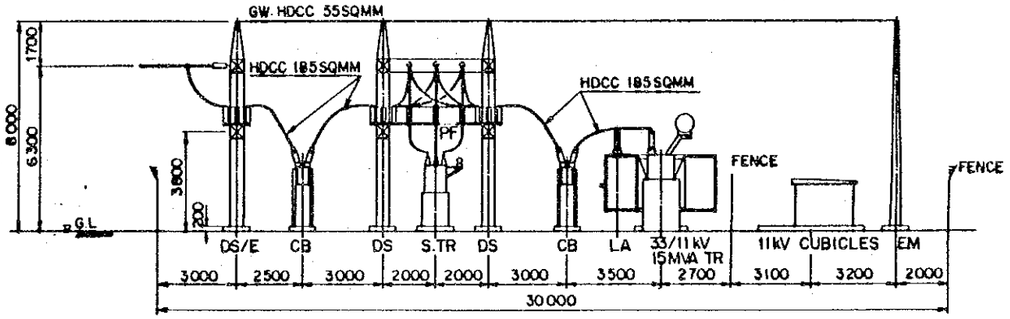
DE/E	: DISCONNECTING SWITCH WITH EARTHING DEVICE
DS	: DISCONNECTING SWITCH
CB	: CIRCUIT BREAKER
LA	: LIGHTNING ARRESTER
TR	: 15MVA MAIN TRANSFORMER
LP	: LIGHTING POLE
PF	: POWER FUSE
S.TR	: STATION TRANSFORMER
EM	: EARTH MAST

NOTE

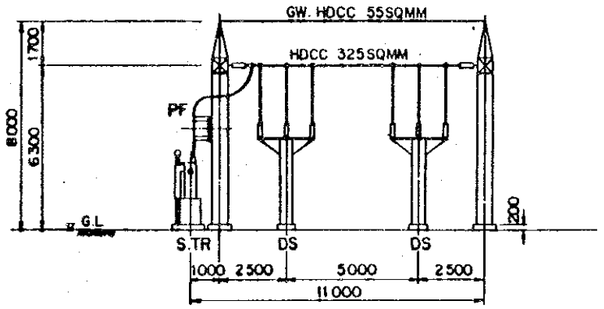
---- FUTURE EXPANSION



LOCATION MAP (NONE SCALE)



SECTION A-A



SECTION B-B

Fig. 10.5 - 11 - 2

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MASTER PLAN STUDY ON DAR ES SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

LAYOUT OF CHANG'OMBE SUBSTATION

TANESCO

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

DR.: SUBMITTED:
TR.: RECOMMENDED:
CK.: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

10.6 11kV 配電線

配電設備拡充概要

配電用変電所33/11kV バンク新設・増強に伴う配電設備拡充の概要は Table 10.6-1、Table 10.6-2 に示すとおりである。

Table 10.6-1 配電設備拡充概要

年 度	Feeder 新設(cct)	架空線亘長(km) 新 設	架空線亘長(km) 張 替	開閉器 新設(個)	地中線 新設(km)	備 考 (変電所新設・増強)
1994年	7	7.6		(1) 22	1.8	新設 2箇所 増強 2箇所
1996年	13	8.1	15.6	(1) 24	2.4	新設 4箇所
短期計 (5か年)	20	15.7	15.6	(2) 46	4.2	新設 6箇所 増強 2箇所
1998年	4	4.0		10	0.4	増強 2箇所
2000年	10	10.0		25	1.0	新設 3箇所 増強 1箇所
2002年	4	4.0		10	0.4	増強 2箇所
2003年	3	3.0		8	0.3	増強 1箇所
2004年	8	8.0		20	0.8	新設 1箇所 増強 2箇所
2005年	3	3.0		8	0.3	増強 1箇所
2006年	2	2.0		5	0.2	増強 1箇所
合 計 (15か年)	54	49.7	15.6	(2) 132	7.6	新設 10箇所 増強 12箇所

(注) 1. ( ) 内 …… 多回路開閉器別掲

2. 1998年以降算出根拠

架空線新設（亘長） 1 km/cct

架空線張替（亘長） 対象個所

開閉器新設 2.5個/cct

地中線新設 0.1km/cct

Table 10.6-2 変電所別内訳

年 度	変電所新設関連		バンク増設・増容量関連	
	変電所名	配電線計画	変電所名	配電線計画
1994年	Tandale 15MVA× 1 Changombe 15MVA× 1	3 cct 新設 4 cct 新設	Ilala (15MVA× 2) 15MVA× 1 Mbezi (7.5MVA× 1) 15MVA× 1	2 cct バンク間入替 3 cct バンク間入替
1996年	Kunduchi 15MVA× 1 Kariakoo 15MVA× 1 (Ilala Mbagala 15MVA× 1 Tabata 5MVA× 1	4 cct 新設 3 cct 新設 1 cct 新設) 3 cct 新設 2 cct 新設		
1998年			Mikocheni (15MVA× 1) 15MVA× 1 Kiganboni (5MVA× 1) 5MVA× 1	3 cct 新設 1 cct 新設
2000年	Temeke 15MVA× 1 Mburahati 5MVA× 1 Kitunda 5MVA× 1	4 cct 新設 2 cct 新設 2 cct 新設	FZ－Ⅱ (5MVA× 1) 5MVA× 1	2 cct 新設
2002年			Kariakoo (15MVA× 1) 15MVA× 1 Kiganboni (5MVA× 2) 5MVA× 1	3 cct 新設 1 cct 新設
2003年			Oyster Bay (15MVA× 1 5MVA× 2) 5MVA× 1を 15MVAに増容	3 cct 新設
2004年	Upanga 15MVA× 1	3 cct 新設	Mikocheni (15MVA× 2) 15MVA× 1 Mbezi (7.5MVA× 1 15MVA× 1) 7.5MVA× 1を 15MVAに増容	3 cct 新設 2 cct 新設
2005年			FZ－Ⅲ (15MVA× 1) 15MVA× 1	3 cct 新設
2006年			Msasani (15MVA× 1) 15MVA× 1	2 cct 新設

10.6.1　フィーダー引出しの基本的な考え方

11kVフィーダー新設については既設配電設備との調和をはかりつつ、長期にわたる安定供給の確保と設備の効率的な運用を基本とする。

このためには、適正電圧の維持・供給信頼度レベルの段階的向上を主眼に下記事項に留意し具体的な展開をはかることとする。

なお、本計画の背景・調査目的から11kV配電線のみを対象とし、柱上変圧器・低圧配電線以下については、予備設計には含めないことを前提とした。

(1)　11kV配電線の系統構成

3分割・3連系を標準とした系統構成を計る。

フィーダー引出し、ケーブル立上がり個所には、区分開閉器設置を基本とする。

(2)　架空配電線と地中配電線の適用区分

配電線路は原則として架空配電線とするが、既設設備・地域環境との調和、経済性などの面から、架空線より総合的に有利な場合は地中線を採用する。なお、都市中心部の変電所は、過密化の進展などを考慮すれば、管路構築によるケーブル引出しが望ましいが、多額の設備投資を必要とするため、本計画では、現状どおり直接埋設方式を標準として策定した。

(3)　電圧・電気方式

公 称 電 圧　：　11kV

配 電 方 式　：　3相3線式（中性点直接接地方式）

線 路 形 態　：　樹枝状方式

電圧降下限度　：

	地域区分	電圧降下限度(V)
常　時	A地域	500
	B地域	1，000

（注）　A地域：重要官公庁・重要施設
　　B地域：上記以外のその他地域

(4)　配電線容量

幹線部分の線路容量　　最大300Aを標準とする。

(5) 耐雷設備

区分開閉器・ケーブル立上がり個所には避雷器を取り付ける。

架空地線については

① 33kV設計の11kV運用線路以外は施設されていない。

② 既設線路が長径間のため強度不足で、スパン短縮に多額の投資が必要となる。

③ 襲雷頻度・雷害実績・耐雷効果が不明である。

ことなどを勘案し、従来どおり地空地線は施設しないこととした。