4－4　建築計画

4－4－1　平面及び断面計画

各建屋の計画内容は，以下の通りである。

（1）短絡発電機棟

短絡発電機等を収容し，通常の3階建に近い高さを有する部分と，下屋部分とで，構成される。下屋部分には，操作室その他が置かれる。

（2）短絡試験棟

短絡試験のための三室と準備及びメインテナンスのための一室とで構成され，通常の2階建に近い高さを有する。

（3）管理棟（短絡試験測定制御室を含む）

管理棟は収容人員を20名とし，その他に若干名の秘書兼タイピスト及びガードマンを想定し，各部の計画を行う。

敷地の有効利用をはかる為，2階建てとし，1階には短絡試験測定制御室を取り込み，玄関ホールに接して本研究所の概要を説明する展示ホール，応接室，倉庫，機械室等を設ける。2階には所長室，副所長室，研究員室，事務室，会議室，書庫等を設ける。

各室床面積を以下に示す。実施設計時点では，詳細検討の上，多少の変更が予想される。

室　　名	床面積（m²）	収容人員（人）	備考（m²/人）
所　長　室	39	2	19.5
副所長室	39	2	19.5
研究員室	78	8	9.8
短絡試験測定制御室	117	4	—
事　務　室	59	7	8.4
会　議　室	78	（20）	（3.9）
応　接　室	39	—	—
受付・ガードマン室	42	3	—
書　　庫	29	—	—

室　　名	床面積（m²）	収容人員（人）	備考（m²/人）
倉　　庫	39	—	—
展示ホール	39	—	—
玄関ホール	39	—	—
便　　所	55	—	—
機　械　室	59	—	—
廊　　下	166	—	—
計	917	26	—

（４）霧中試験棟

霧発生装置を備え，通常の３階建に匹敵する空間を有する部分と，二階建および平家建の部分とで構成される。

二階建の部分には，測定制御室その他が置かれる。

本建屋の内，霧室および測定制御室は，試験中に，電磁波・ラジオノイズが外部から侵入したり，外部へ伝播したりすることを防がねばならないので，電磁的に，シールド構造とする必要がある。

４－４－２　構造計画

イスラマバードでは，建築法規として，首都開発計画局（ＣＤＡ）によりISLAMABAD BUILDING REGULATIONS 1963が制定されている。この法規で規定されている構造設計規準は旧英国基準をもとにしたもので設計法など現状にそぐわない面もあり，現在は米国設計基準も取り入れられている。本研究所建設予定地は，首都計画区域外ではあるが，荷重・外力等に関しては上記 ISLAMABAD BUILDING REGULATIONS 1963を参照し，米国鉄筋コンクリート構造設計基準（ＡＣＩ－318－83）及び日本建築学会規準に準拠した設計を行う。

（１）地震力

建築研究所，服部博士作成の地震危険度マップによると，本敷地付近において50年周期で発生する地震の最大加速度は，20～50gal と予想されている。

これより，設計用地震力を推定すると次のようになる。

$$Cb \fallingdotseq \frac{20 \sim 50}{980} \times 2.5 = 0.05 \sim 0.13$$

Cb ： 設計用ベースシアー係数

上記数値及び先行プロジェクトでは Cb＝0.1 を採用していることを考え，本プロジェクトでも0.1とする。

（２）地盤状況と地耐力

本敷地より，約 500m 離れたＷＡＰＤＡ 500kV変電所建設予定地内の３ヵ所のボーリングデータによれば，本敷地の上層部分（地表面より2.0m～5.6mまで）は粘性土で，Ｎ値は地表面より1.5mの深さで40以上である。下層部分（地表面より2.0 ～5.6m以深）はＮ値60以上の頁岩（Shates）（固結粘土）である。孔内水位は4.9m～12.8m を示し，季節的・位置的変動が著しいものと思われる。上層部分の地耐力としては，地表面より1.5m位の深さで，10t/m²以上を期待できるものと思われるが，含水量が変化しやすいので，基礎下の土が排水等の影響を受けることを避けなければならない。

下層部分の地耐力としては，地表面より5.0m位の深さで20t/m²以上を期待できるものと思われる。

（３）構造材料及び形式

鉄筋及び鉄骨は経済性の点等から，日本で調達する製品とする。

コンクリート用骨材，セメントはパキスタン国にて調達する。

各建屋の構造は，経済性を考え，パキスタン国に於いて慣用されている鉄筋コンクリート造とする。但し短絡発電機棟および霧中試験棟霧室部分屋根のみ，下記の理由から鉄骨造とする。

（ａ）短絡発電機棟

（ｉ）張間方向スパン12ｍ，高さ11ｍで天井クレーン15ｔを設置する構造であるため，鉄筋コンクリート造とするにはやや無理がある。

（ii）本建屋建設工事が本プロジェクト建設工事のクリティカルパスとなるため，工期の短かい鉄骨造とするのが得策である。

（ｂ）霧中試験棟霧室部分屋根

スパン10ｍ，吊り荷重約４ｔを支える構造である上に，高さが，地盤面より約15ｍあるので，鉄筋コンクリート造とした場合，コンクリート打設荷重を支える支保工が大規模なものとなり，鉄骨造の方が経済的である。

4－4－3　設備計画

（1）電気設備計画

（a）電力引込工事

パキスタン側分担工事で短絡発電機室に設置された400，230V低圧キュービクルから低圧配電盤まで，地中埋設ケーブルにより低圧電力を引込む。

（b）幹線設備

低圧配電盤以降，各棟に設置された分電盤まで地中埋設ケーブルで電力を供給する。電気方式は，3相3線 400V 及び3相4線 400/230V とする。

（c）電灯コンセント設備

各分電盤より照明器具及び配線器具までの配管，配線を行なう。照明器具及び配線器具の電圧は230Vとする。

主要諸室の照明器具及び平均照度は次の通りとする。

室　名	器　具	平均照度
事務室	蛍　光　灯	400 Lux
制御室	同　上	800 Lux
応接室，一般機械室	同　上	200 Lux
ホール・廊下・便所	蛍光灯・白熱灯	100 Lux
発電機室・実験室	水銀投光器	150 Lux

但し，下記場所には一部特殊照明を設置する。

展示ホール	スポットライト
フォッグ実験室	防湿型，シールドタイプ

（d）電話設備

管理棟にＭＤＦ及び電話交換機を設置し，内線電話器30台程度を見込む。

交換機以降，各棟までの配線は地中埋設ケーブルとするがＭＤＦまでの局線ケーブル敷設は，パキスタン側分担工事とする。

（e）拡声放送設備

管理棟に主アンプを設置し，霧中試験棟内，短絡試験棟内及び構内の数箇所に呼び出し用スピーカーを設置する。

また，霧中試験棟内及び短絡試験棟内には，コントロール室から試験室及び試験場に連絡用の放送設備をそれぞれ単独に設置する。

（ｆ）避雷針設備

各棟の屋上に避雷針を設置する。

（ｇ）電磁シールド設備

霧中試験棟の霧室及び制御室を電磁シールド構造とし，接地工事を行なう。

（ｈ）特別接地工事

各実験室内に接地盤を設け，必要に応じて接地端子へ接続を可能とする。また，屋内，屋外の試験機器に対する接地工事を行なう。

（２）給排水衛生設備計画

（ａ）給水設備

高架水槽の２次側給水主管バルブから各必要個所に重力により供給する。配管材料はＨＩＰ管（耐衝撃性塩化ビニールパイプ）とする。

（ｂ）排水通気設備

各排水器具より，屋外排水管に接続する。排水方式は，建物内分流，建物外合流方式とし，また通気方式は伸頂通気及び各階横引通気方式とする。配管材料は，汚水雑排水及び通気共ＶＰ管（塩化ビニールパイプ）とする。

（ｃ）給湯設備

電気温水器による局所給湯方式とする。配管材料は，ＨＴ管（耐熱性塩化ビニールパイプ）とする。

（ｄ）屋外消火栓設備

屋外消火栓を設ける。火災の場合には，消火ポンプを起動させて，消火活動に使用する。配管材料は，ＳＧＰ管（亜鉛鍍鋼管）とする。

（ｅ）消火器設備

電気室，試験室，機械室には，移動式粉末消火器を設ける。又，必要な個所には小型消火器を設置する。

（ｆ）衛生器具設備

現地の慣習に見合う衛生器具を選定し，建築計画に合わせて堅固に取付ける。

（３）空調・換気設備計画

（ａ）空調設備

夏期の酷暑に対処し，冬期には外気温が相当低下することがあるため主要室には，暖房を考慮する。空調システムの選定に際しては，経済性及び保守管理

の容易性を配慮し，空冷スプリット型エアコン（電気ヒーター付）を設ける。

（ｂ）換気設備

各建物の換気は原則として自然換気とする。機械室及び便所は第三種機械換気とし，霧中試験棟については実験終了後早急に乾燥させるため第一種機械換気を行う。

（ｃ）乾燥設備

霧中試験棟では，試験体を乾燥させるため，乾燥設備を設置する。

4－4－4　建築資材計画

最高温度40℃以上，最低温度－２℃以下という気象条件を考慮し，耐久性能を確保すると共に，その管理維持の容易さを重視する。基本的に現地構法，現地材料を採用する。

施行スケジュールに従った材料調達により工期の厳守，施行の能率維持を図る。

（１）軀　体

軀体は現地で一般的な工法を採用し，鉄筋コンクリート造の軀体とレンガ積みを基本とする。

（ａ）セメント

セメントは現地調達とするが，供給は政府が管理しており，不足気味で入手には手間がかかる為，ある程度のストックを常時確保する必要がある。

品質はＢＳ規格に適合しており問題ない。

（ｂ）鉄　筋

異形鉄筋及び丸鋼鉄筋が生産されているが，供給量は充分ではない。又，供給長さは12m前後で本研究所建物の様に，スパン及び階高が大きい建物に使用する場合，材料のロスが多く経済性及び工期の点から採用が懸念される。従って本プロジェクトでは日本製異形棒鋼を用いる。

（ｃ）レンガ

現地では一般的な施工方法であり，供給量も安定しているため，現地レンガを使用する。

（２）屋　根

現地では，防水処理を施こした鉄筋コンクリート陸屋根が，一般的であり，原

則として，これを採用する。

但し，屋根梁が鉄骨造である短絡発電機棟及び霧中試験棟霧室部分屋根のみ，下記の理由から金属製折版屋根とする。

（a）地盤面からの高さが高く，鉄筋コンクリート陸屋根とするよりも，金属製折版屋根とする方が経済的である。

（b）軽量であるので，構造体のコストが低くなる。

（c）機能面より，金属製折版屋根としても支障がない。

（3）外　壁

原則的には，鉄筋コンクリート造左官仕上とし，一部では，その外部にレンガ1枚化粧積みを行なう。

（4）内　壁

外壁の内側は左官仕上又は塗装仕上とし，間仕切壁はレンガ1枚積み左官仕上とする。塗料は，特殊塗料を除き，パキスタン国内にて調達する。

（5）床

床はテラゾータイル貼り，及びコンクリート金ゴテ押さえを採用する。これらは現地で最も一般的に用いられている床材料で，現地調達も容易であり，耐久性に優れている。

（6）天　井

コンクリートスラブ直天井にペイント仕上とし，必要な部分については，軽鉄天井下地にケイ酸カルシューム板又は岩綿吸音貼りとし，天井内には断熱材をしく。

（7）建　具

気密性能及び使用頻度と耐久性を考慮して窓はアルミサッシ，扉はスチールドアーを使用する。季節によりサンドストームがあり，防塵性を十分に確保しておく必要がある。現地でも木製建具は精度も悪く，ムクによる製品が主として使用されているが，ねじれ・そり等の心配があり，本計画においては金属性建具を採用する。

尚，試験棟の搬入口等にはスチールシャッターを用いる。

4－5　基本設計図

基本設計図として添付する図面は以下の通りである。

図 4.2　単線結線図（SINGLE LINE DIAGRAM OF TESTING EQUIPMENT）

図 4.3　短絡試験設備機器配置図

図 4.4　高電圧試験設備機器配置図

図 4.5　合成試験回路図（CIRCUIT DIAGRAM FOR SYNTHETIC TEST）

図 4.6　霧室（FOG ROOM）

図 4.7　全体配置図（LAYOUT PLAN）

図 4.8　短絡発電機棟（SHORT CIRCUIT GENERATOR BUILDING）

図 4.9　短絡試験棟（SHORT CIRCUIT TESTING BUILDING）

図 4.10 管理棟平面図（ADMINISTRATION BUILDING）

図 4.11 管理棟立面図（ADMINISTRATION BUILDING）

図 4.12 霧中試験棟（FOG TESTING BUILDING）

図 4．2　単線結線図

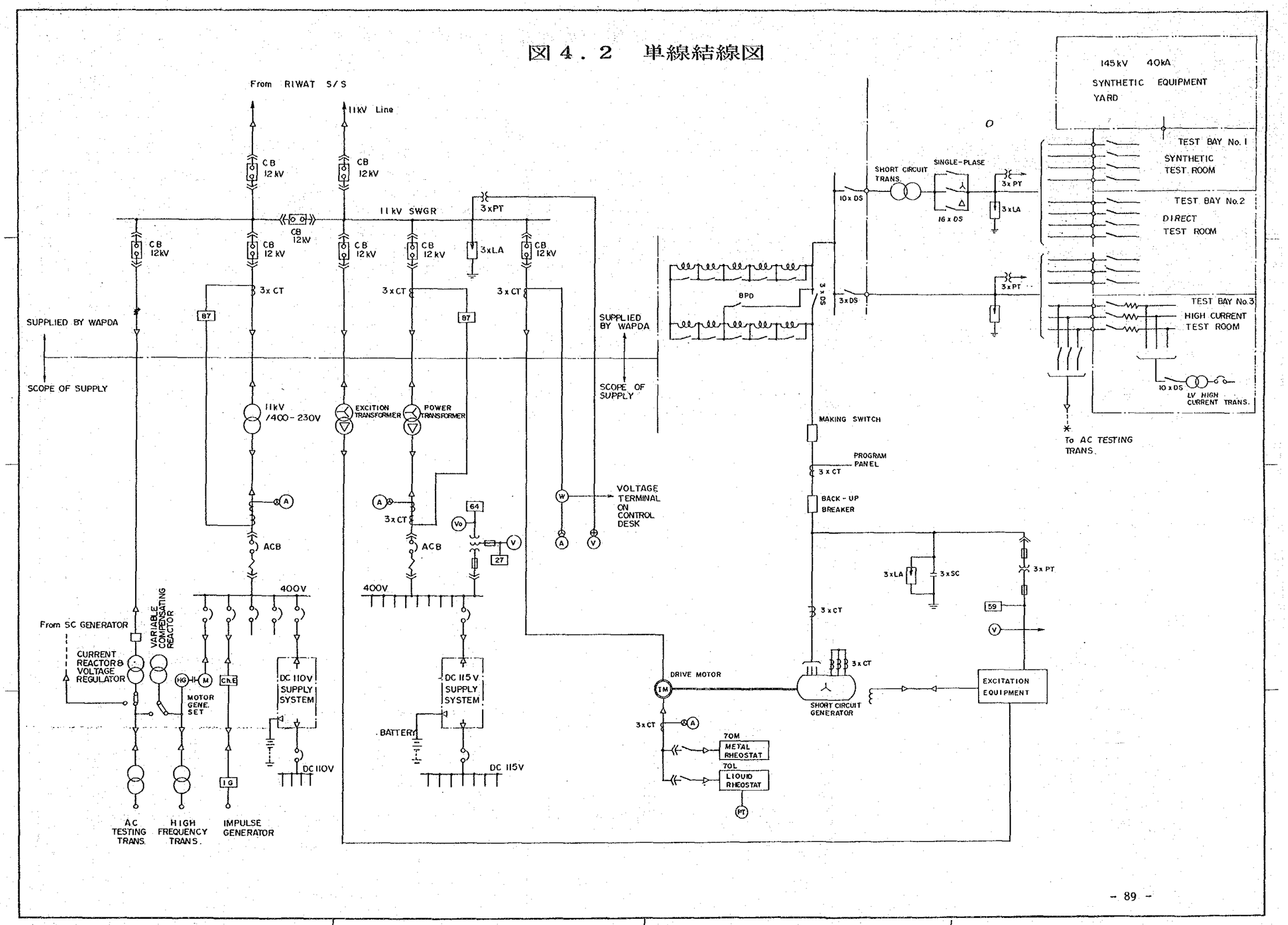
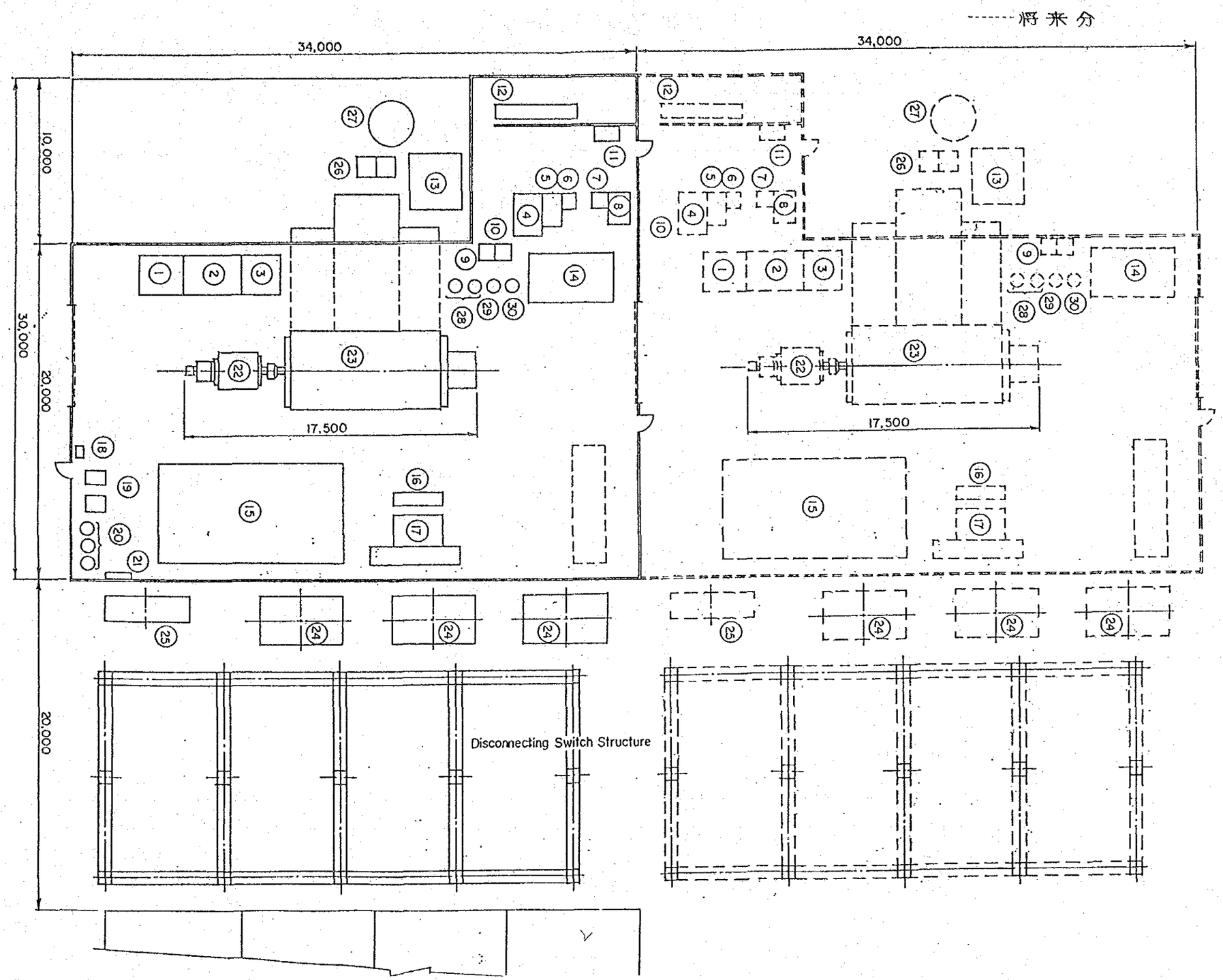
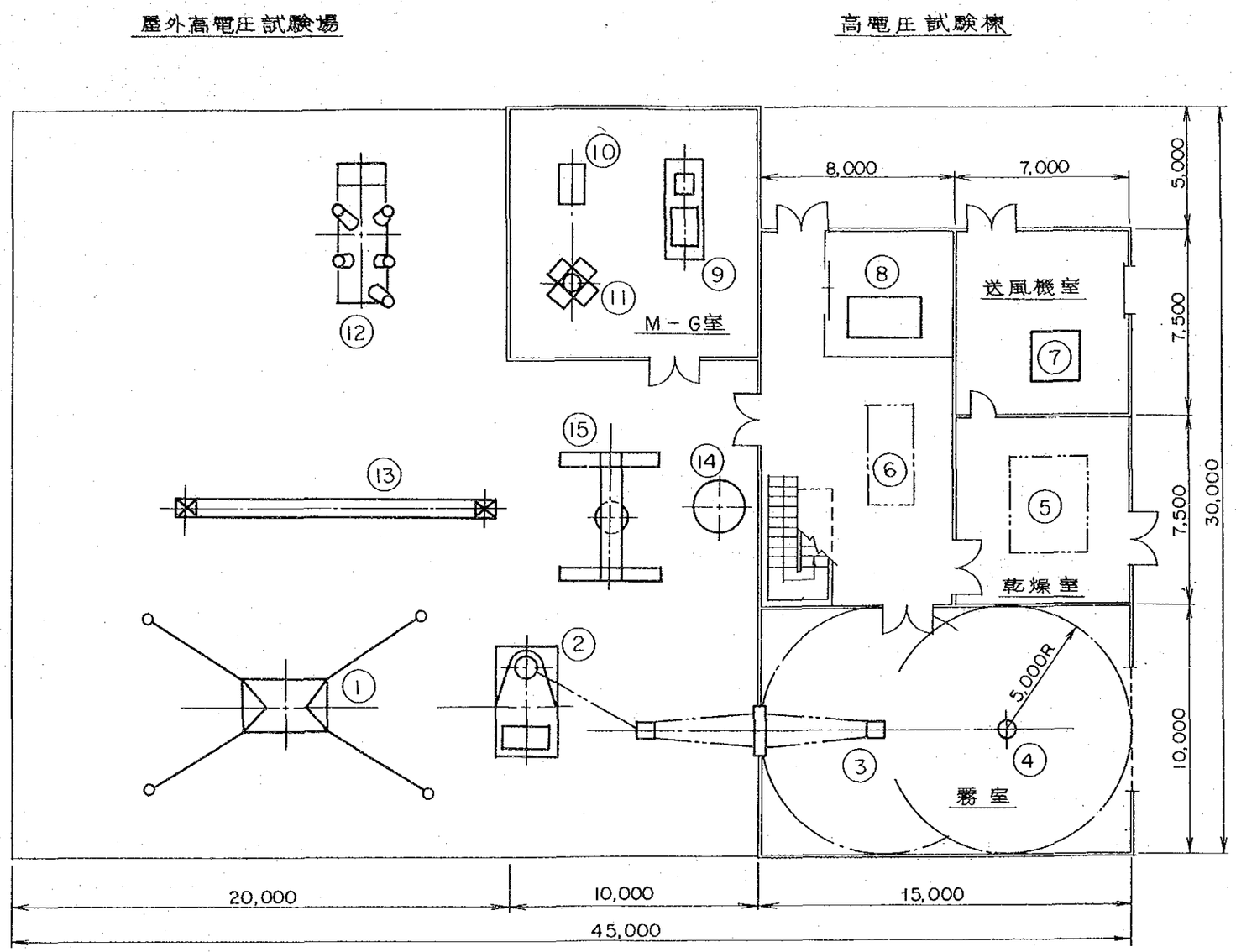

From RIWAT S/S
11kV Line
CB 12kV
11kV SWGR
3xPT
3xLA
3x CT
87
SUPPLIED BY WAPDA
SCOPE OF SUPPLY
11kV /400-230V
EXCITION TRANSFORMER
POWER TRANSFORMER
ACB
400V
64
27
Vo
VOLTAGE TERMINAL ON CONTROL DESK
DC 115V SUPPLY SYSTEM
BATTERY
DC 115V
From SC GENERATOR
CURRENT REACTOR & VOLTAGE REGULATOR
VARIABLE COMPENSATING REACTOR
MOTOR GENE. SET
DC 110V SUPPLY SYSTEM
DC 110V
AC TESTING TRANS.
HIGH FREQUENCY TRANS.
IMPULSE GENERATOR
BPD
3x DS
10x DS
SHORT CIRCUIT TRANS.
SINGLE-PLASE
16x DS
MAKING SWITCH
PROGRAM PANEL
BACK-UP BREAKER
3xSC
59
DRIVE MOTOR
SHORT CIRCUIT GENERATOR
EXCITATION EQUIPMENT
70M METAL RHEOSTAT
70L LIQUID RHEOSTAT
PT
145kV 40kA
SYNTHETIC EQUIPMENT YARD
TEST BAY No.1
SYNTHETIC TEST ROOM
TEST BAY No.2
DIRECT TEST ROOM
TEST BAY No.3
HIGH CURRENT TEST ROOM
LV HIGH CURRENT TRANS.
To AC TESTING TRANS.

図4.3 短絡試験設備配置図



No.	機器名称
30	潤滑油ポンプ(軸浮かし用)
29	潤滑油ポンプ (DC)
28	潤滑油ポンプ (AC)
27	冷却塔
26	所内変圧器
25	低圧大電流変圧器
24	短絡変圧器
23	短絡発電機
22	起動用電動機
21	減圧弁
20	空気タンク
19	空気圧縮機
18	空気圧縮機制御盤
17	断路器
16	投入器
15	リアクトル
14	潤滑油装置
13	励磁回路用変圧器
12	蓄電池
11	蓄電池充電装置
10	潤滑油装置用制御盤 (DC)
9	潤滑油装置用制御盤 (AC)
8	発電機制御盤
7	発電機保護継電器盤
6	励磁回路キュービクル
5	界磁開閉器
4	サイリスタ整流器
3	電磁接触器盤
2	電動機起動用抵抗器 (液体)
1	電動機起動用抵抗器 (金属)

図4.4　高電圧試験設備配置図



No.	機器名称
15	1000φ標準ギャップ
14	水槽
13	門形鉄構
12	200Hz 1000kVA昇圧用変圧器
11	誘導電圧調整器
10	補償用リアクア
9	1000kVA 200Hz誘導発電機
8	霧室用ボイラ
7	送風機，ヒーター
6	汚損液吹付用架台
5	碍子乾燥用架台
4	懸垂碍子連
3	500kV壁抜ブッシング
2	500kV試験用変圧器
1	1800kV雷インパルス発生器

図４．５　合成試験回路図

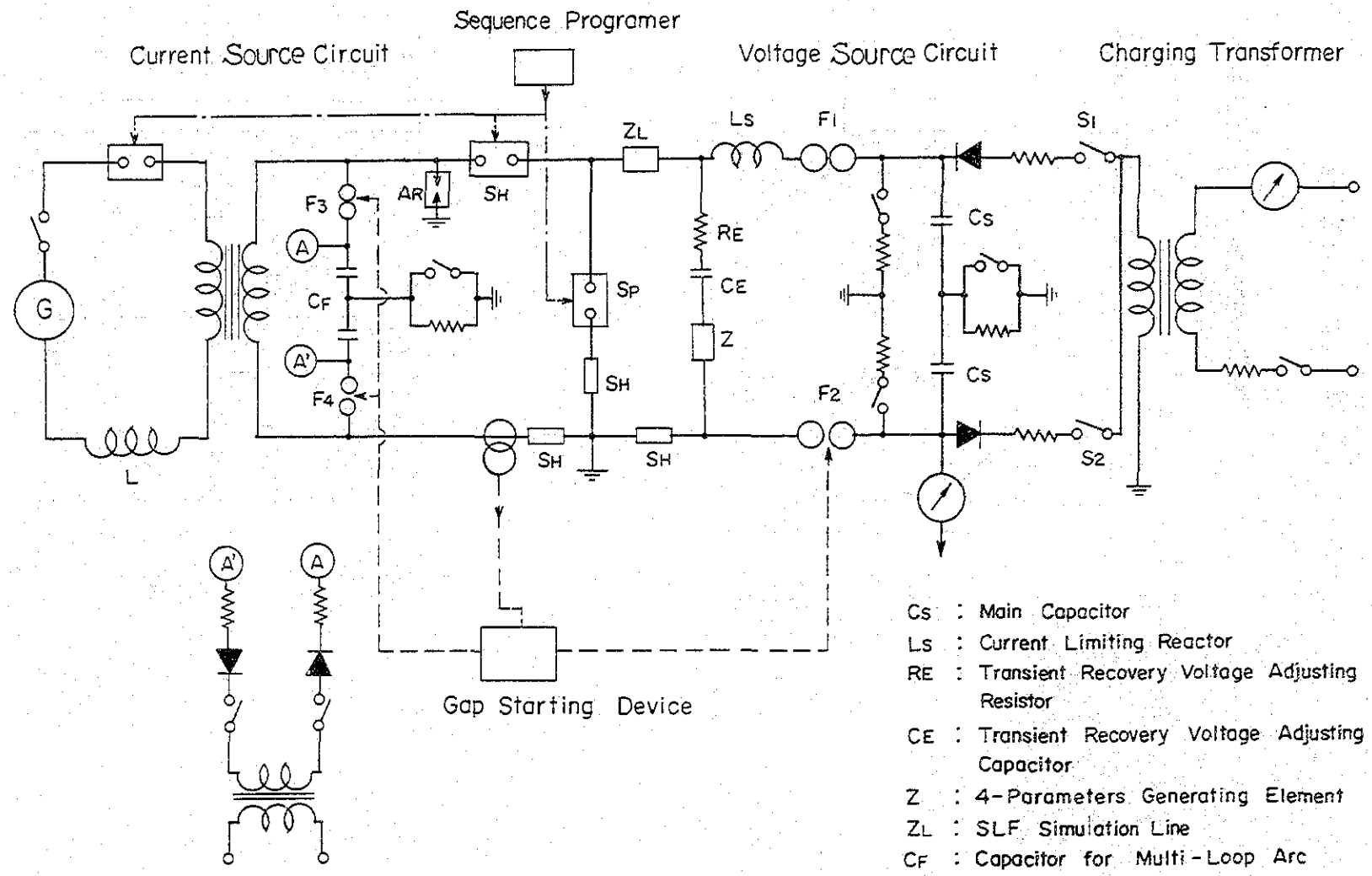
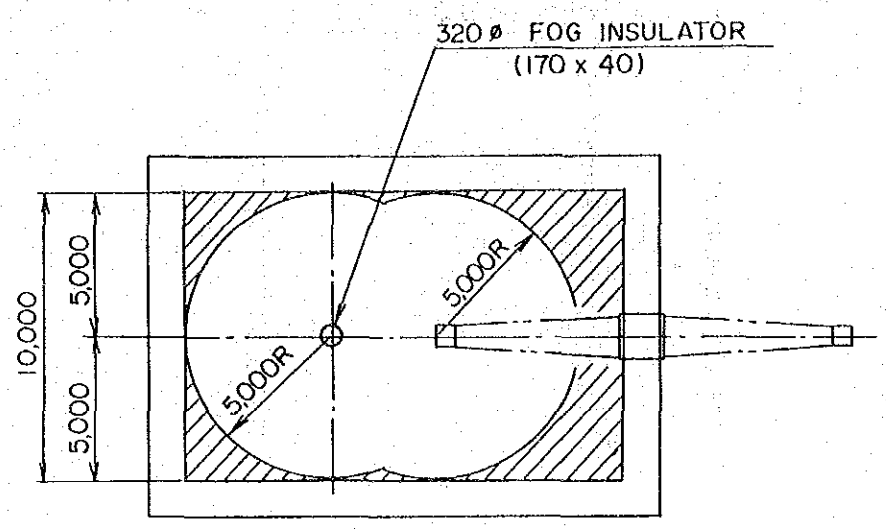

Sequence Programer
Current Source Circuit
Voltage Source Circuit
Charging Transformer
G
L
F3
F4
A
A'
CF
AR
SH
SP
ZL
LS
F1
F2
RE
CE
Z
CS
S1
S2
Gap Starting Device
CS : Main Capacitor
LS : Current Limiting Reactor
RE : Transient Recovery Voltage Adjusting Resistor
CE : Transient Recovery Voltage Adjusting Capacitor
Z : 4-Parameters Generating Element
ZL : SLF Simulation Line
CF : Capacitor for Multi-Loop Arc

図 4．6　霧室

500kV: EQUIVALENT SALT DEPOSIT DENSITY: 0.3 MG/CM²

(unit : mm)



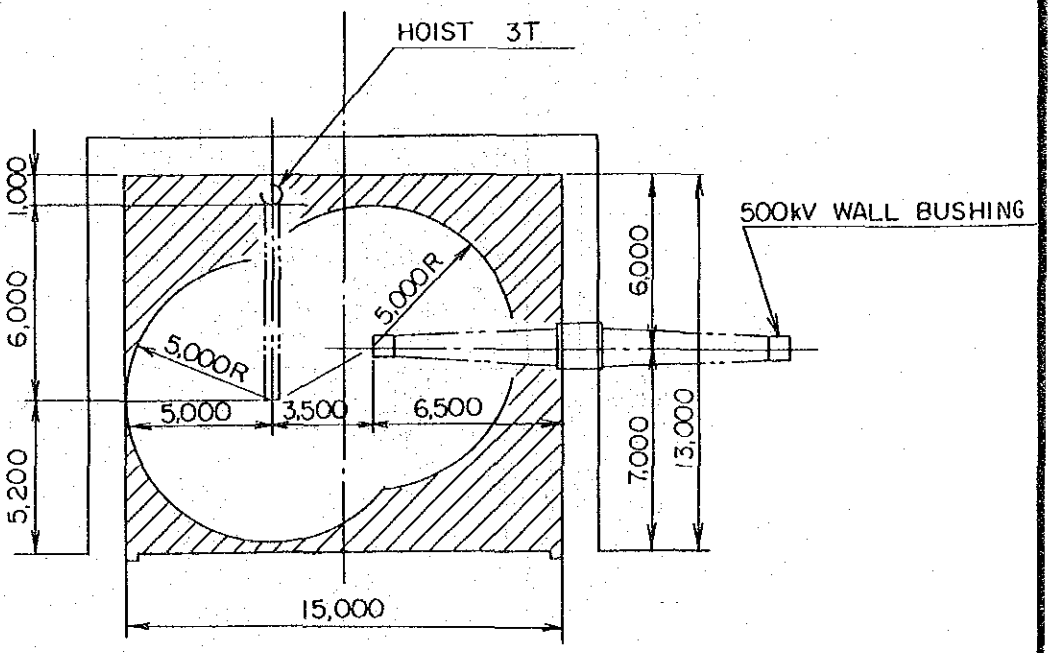


図 4. 7　配　置　図

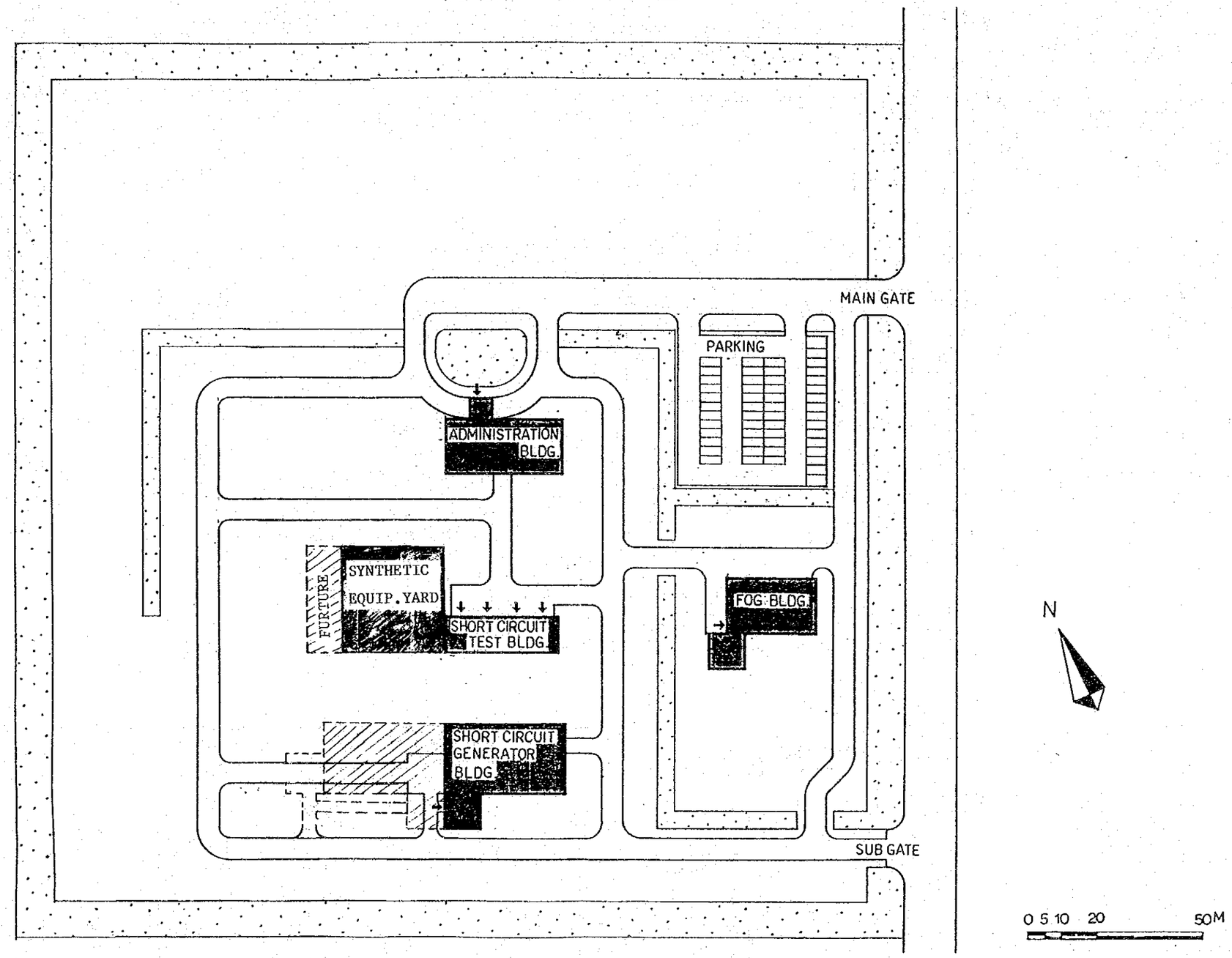

MAIN GATE
PARKING
ADMINISTRATION BLDG.
SYNTHETIC EQUIP. YARD
FURTURE
SHORT CIRCUIT TEST BLDG.
FOG BLDG.
SHORT CIRCUIT GENERATOR BLDG.
SUB GATE
N
0 5 10 20 50M

図 4.8　短絡発電機棟

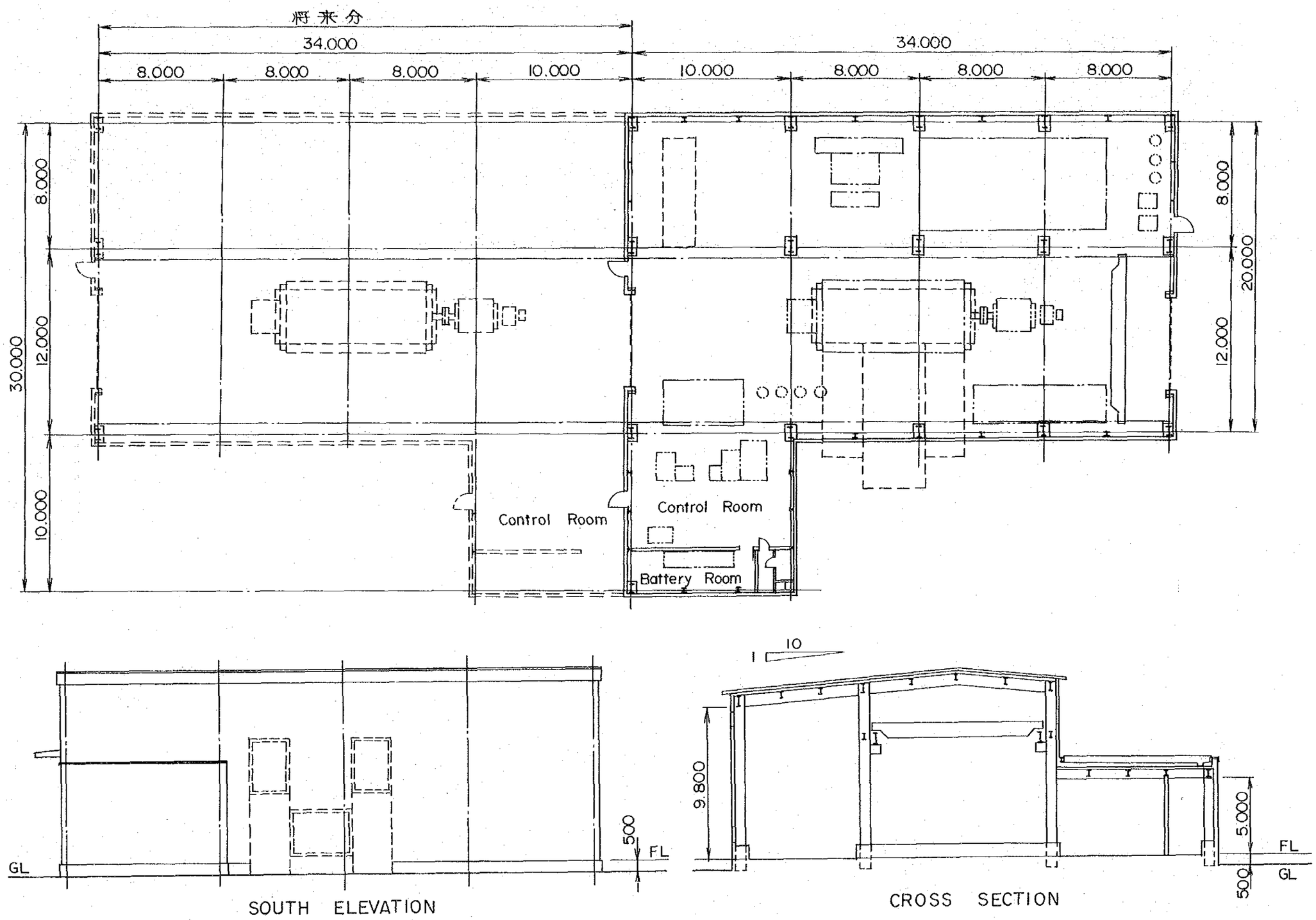
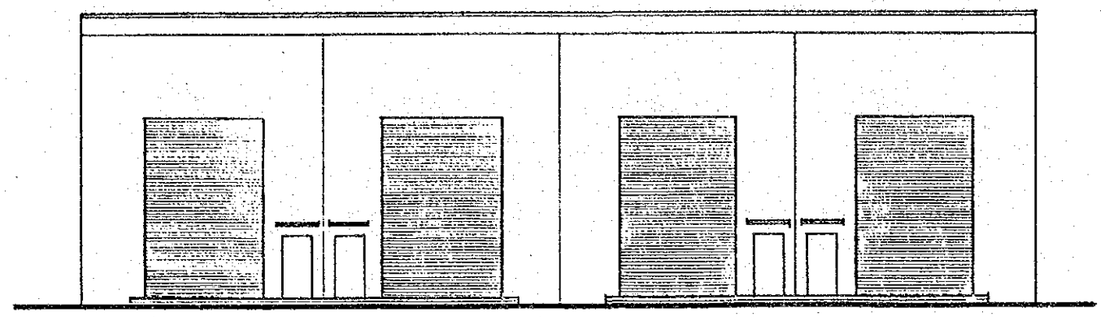
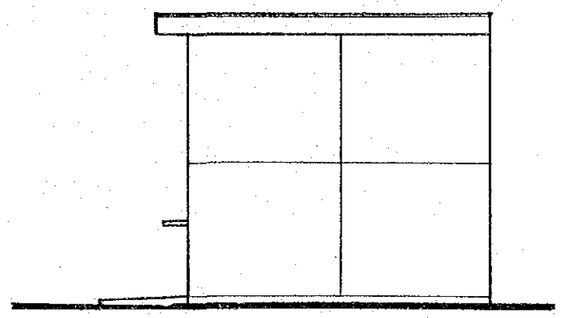

将来分
34.000
34.000
8.000
8.000
8.000
10.000
10.000
8.000
8.000
8.000
30.000
8.000
12.000
10.000
8.000
20.000
12.000
Control Room
Control Room
Battery Room
GL
500
FL
SOUTH ELEVATION
10
1
9.800
5.000
FL
500
GL
CROSS SECTION

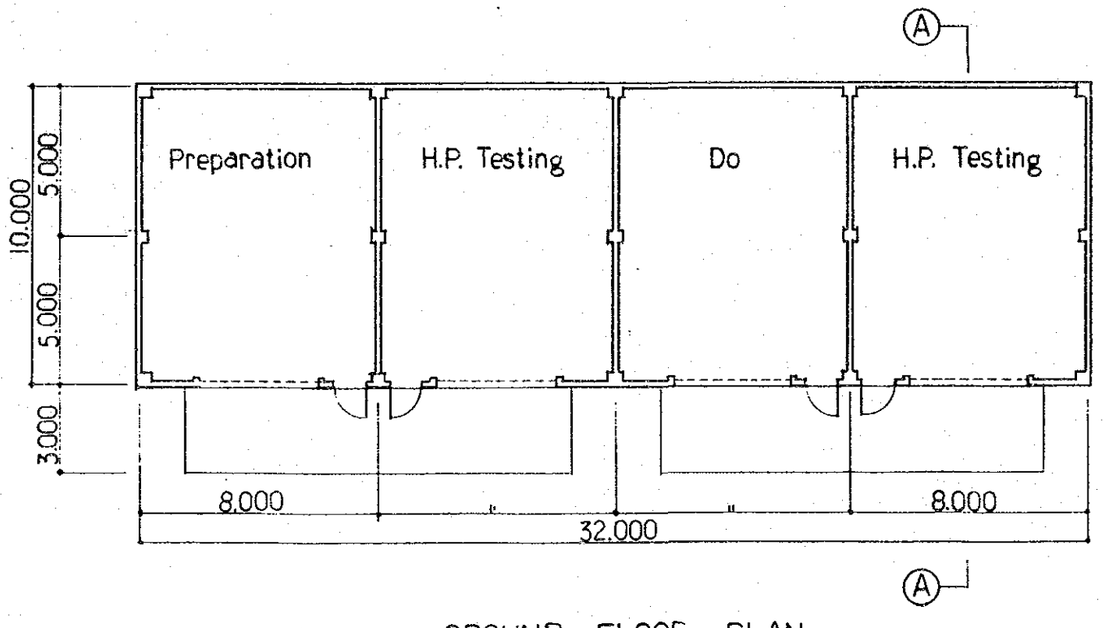
図４．９　短絡試験棟



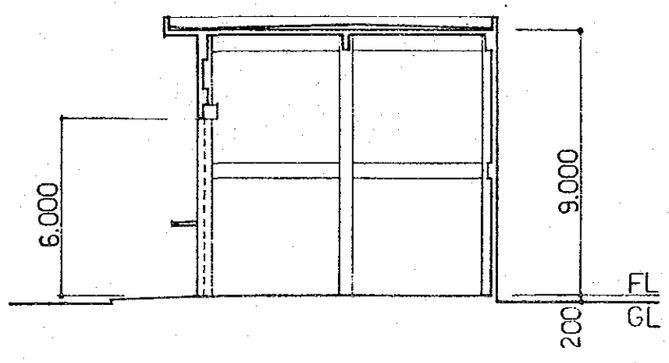
NORTH ELEVATION



WEST ELEVATION



GROUND FLOOR PLAN



A-A SECTION

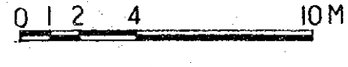
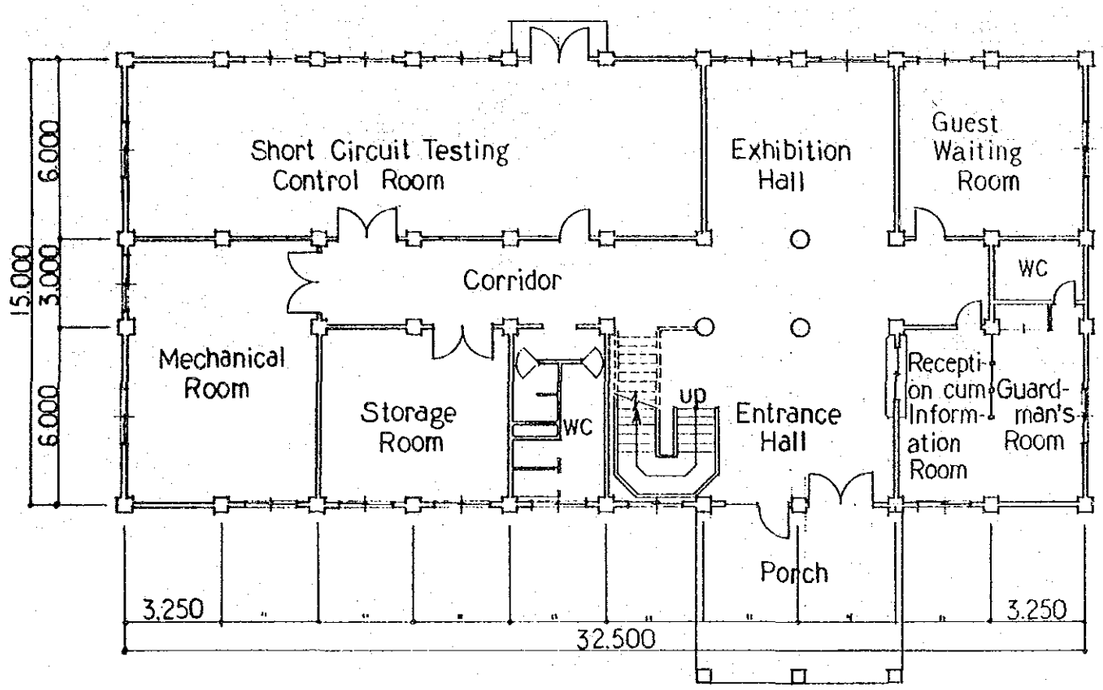
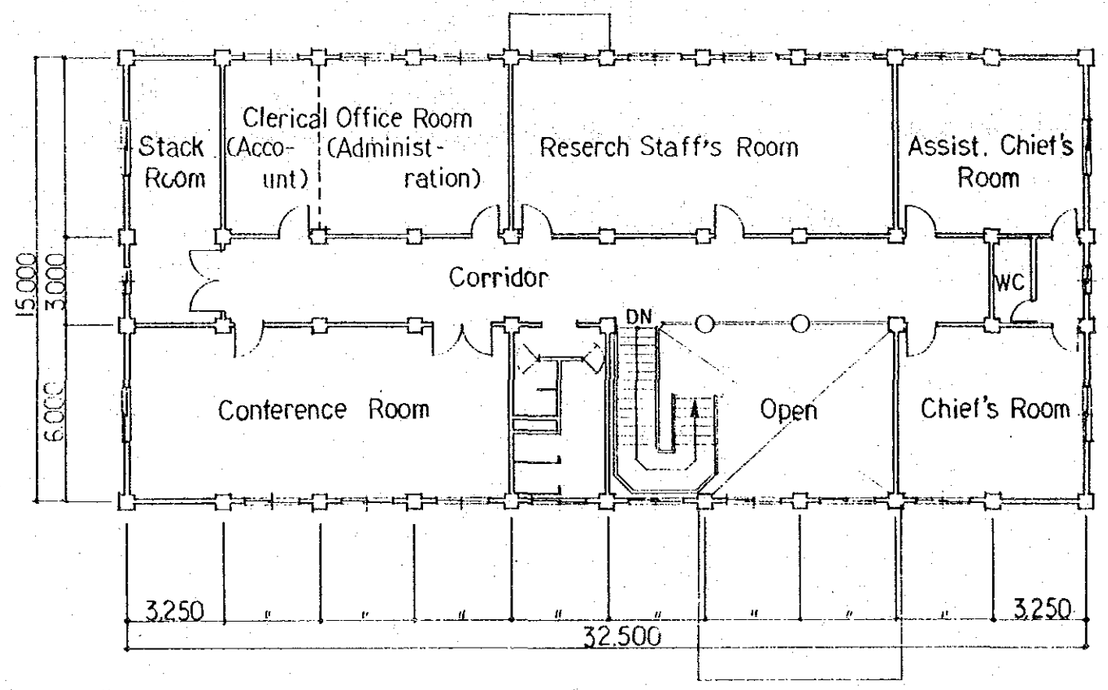


図4．10 管理棟（1）



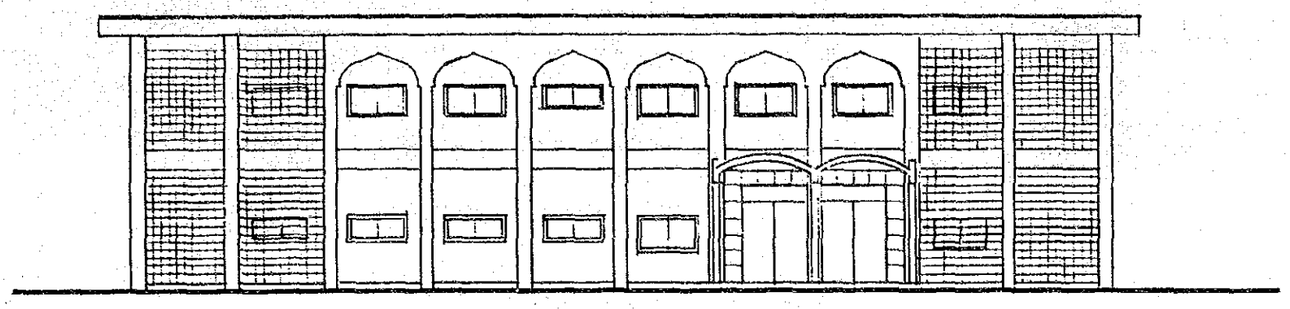
GROUND FLOOR PLAN



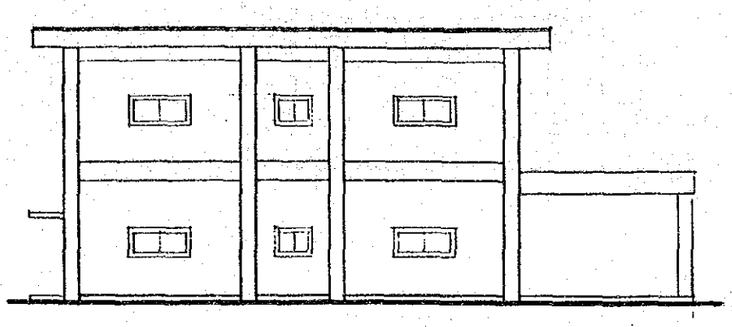
FIRST FLOOR PLAN

0 1 2 4 10M

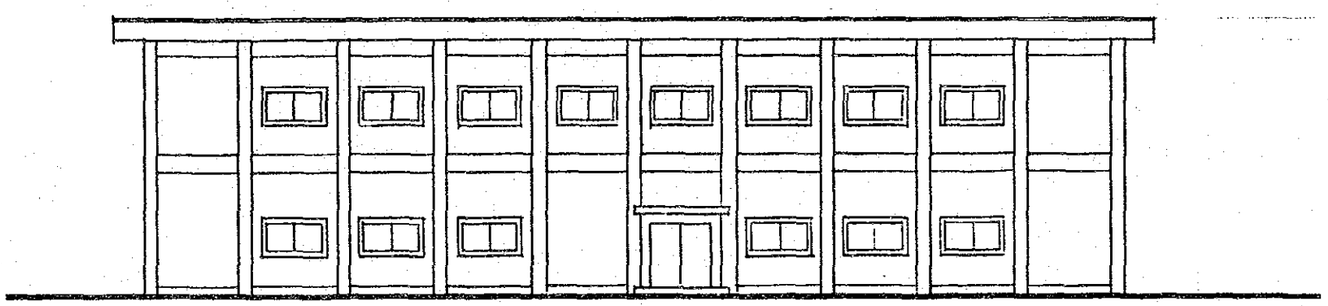
図４．１１　管理棟（２）



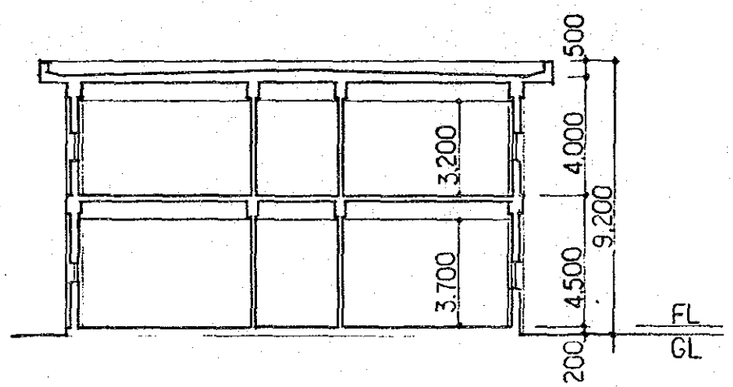
NORTH ELEVATION



EAST ELEVATION



SOUTH ELEVATION



CROSS SECTION

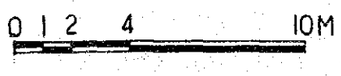
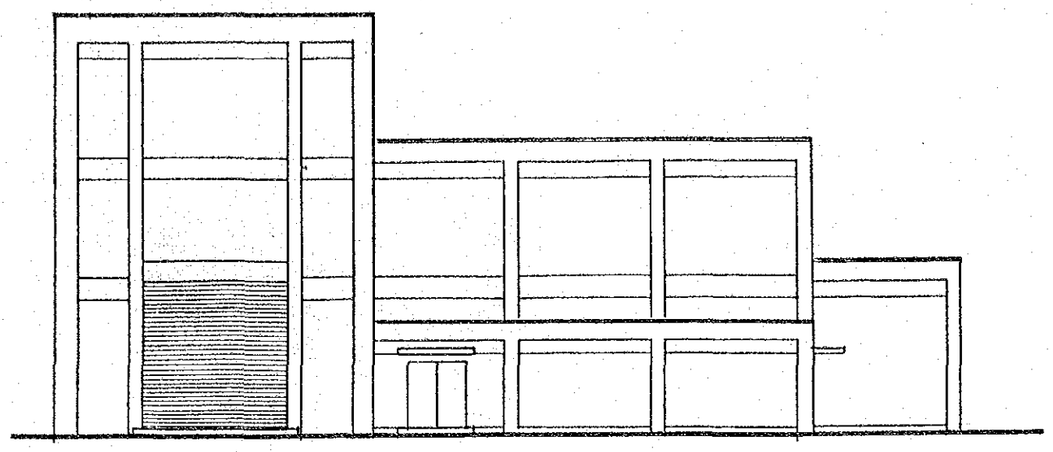
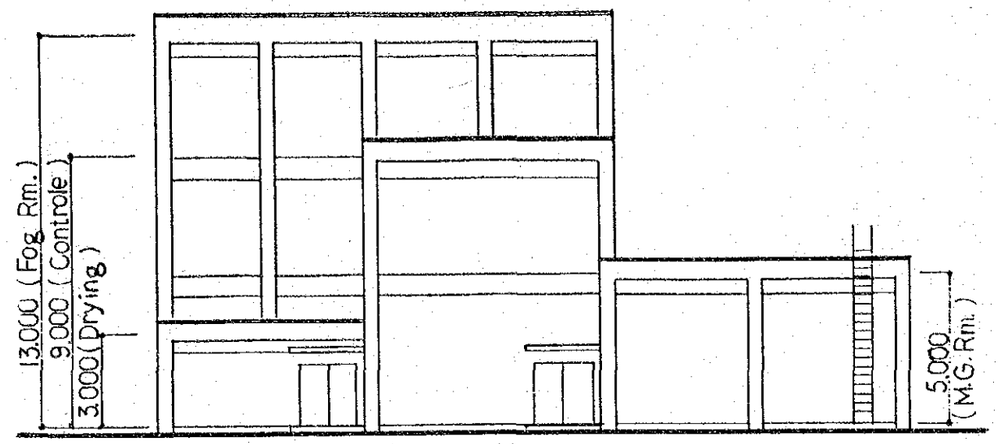


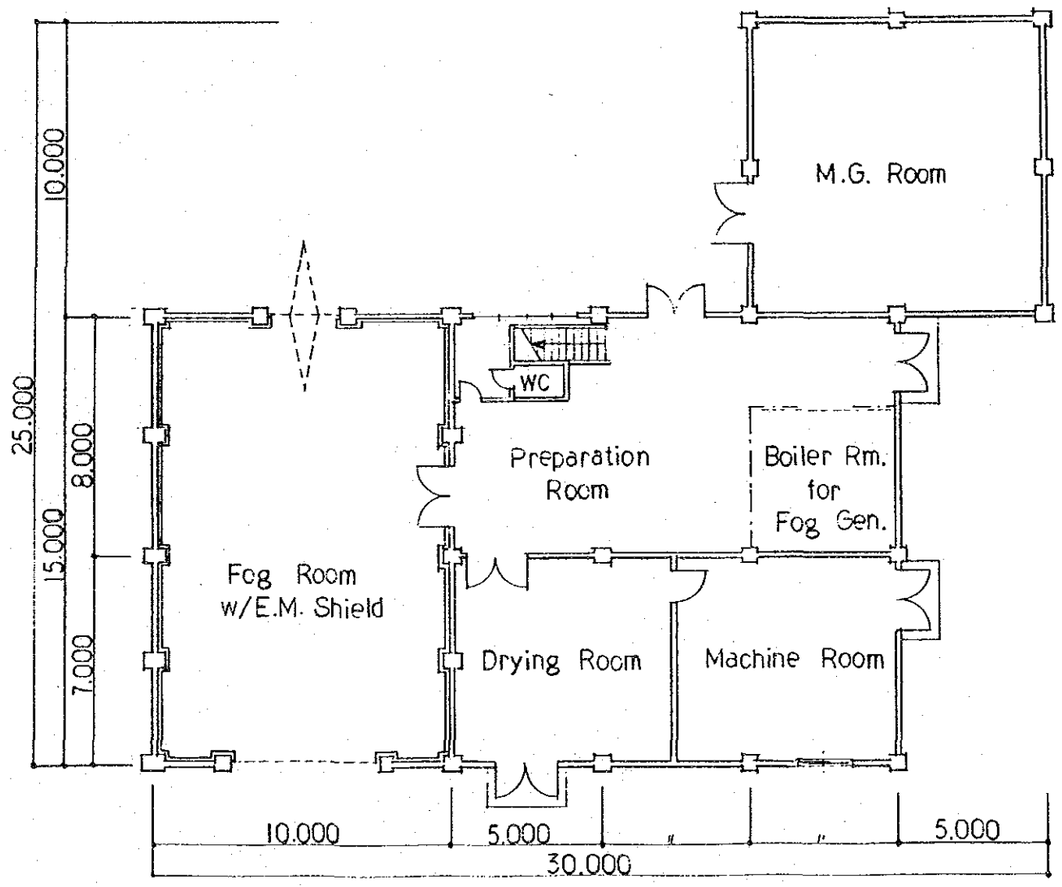
図４．１２　霧中試験棟



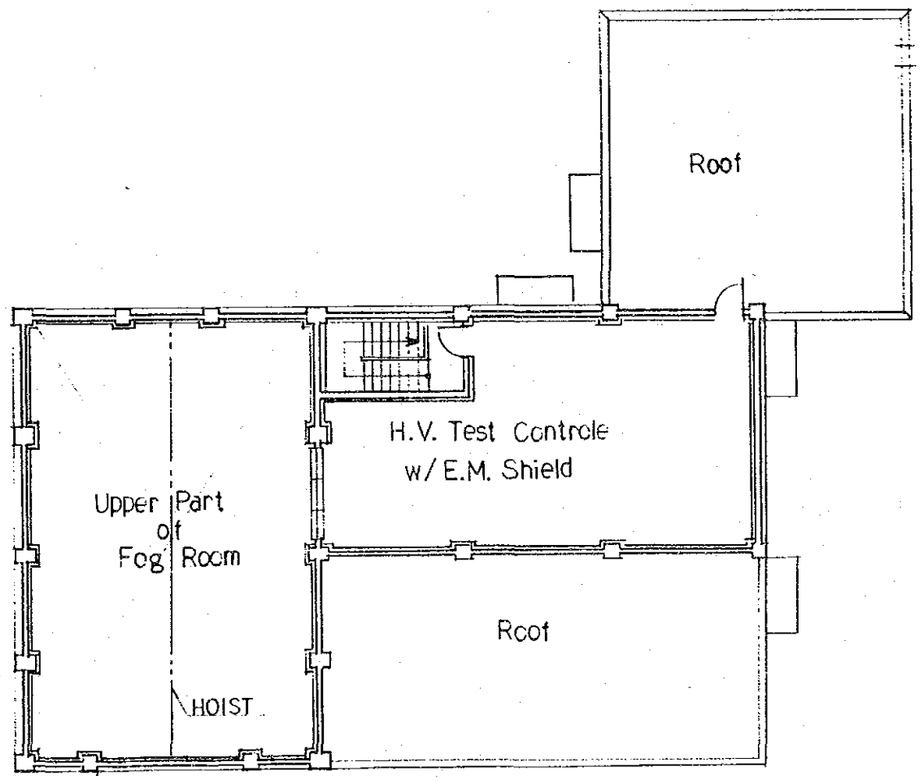
NORTH ELEVATION



WEST ELEVATION



GROUND FLOOR PLAN



FIRST FLOOR PLAN

0 1 2 4 10M

4－6　施工計画

4－6－1　建設事情及び施工方針

本計画の設備は量産型の資機材と異なり，製作者の設計，製作に日時を要する特殊機器が主体をなしている。特に短絡発電機は設計，製作に約15ヵ月，輸送，据付調整並びに試験に約11ヵ月の期間が必要である。

本プロジェクトの建設工事はパキスタン国水利・電力開発公社と日本法人との間で締結される契約に基づき，総合請負方式で行われる。手続きとしては，入札，入札書類の審査等の手続きを経て，請負業者が選定される。水利・電力開発公社と上記の日本側請負業者との間に締結される契約は，日本国政府による認証をもって発効する。

4－6－2　工事区分

本計画で日本国政府及びパキスタン国政府が行う工事区分は次の通り。

（1）日本国政府側が行う工事範囲

（a）4－3記載の資機材の供与

（b）上記機材の海上，陸上輸送

（c）試験設備機材の基礎工事

（d）試験設備機材の据え付け，調整試験

（e）試験設備関連建物の建設

（f）詳細設計，入札，施工監理に係るコンサルティング業務

（2）パキスタン国側が行う工事範囲

（a）土地の取得，杭打ち及び整地

（b）敷地の門，塀の建設

（c）敷地内外の道路の建設

（d）敷地内外の配電線，水道及び水タンク，建物外の下水道，浄化槽及び必要な付帯設備の施工

（e）工事用電力設備の建設

（f）試験所に必要な電力設備（11kV配電線2回線及び関連キュービクル）の建設

（g）寄宿舎の建設

（h）敷地内のテストボーリングの施工及び試験所で使用される水の抵抗値の測定

（ｉ）家具（カーペット，カーテン，テーブル，椅子等）の購入設置

（ｊ）その他本無償資金協力によって施工される以外の必要な工事

なお，日本国側から供与される資機材並びに工事費にかかる総ての税金の免除措置，及び本施設の適正かつ効果的な維持管理については，協議議事録に記載の通り，パキスタン国側が実施するものとする。

4－6－3　施工監理計画

本計画は基本設計調査完了後，本計画に関する無償資金の閣議決定，日本国政府とパキスタン国政府の両国間の交換公文の締結を経て，パキスタン側の水利，電力公社と日本法人コンサルタントとの間で，締結されるコンサルタント契約にしたがって，詳細設計並びに施工監理業務が開始される。

（１）詳細設計

コンサルタントは，本基本設計調査において決定された基本設計諸元をもとに，請負工事の施行に必要な一般条件，特殊条件並びに技術的細部仕様を決定するため，パキスタン国側と協議を行い，本計画の詳細設計を行う。又，コンサルタントはこの詳細設計の結果に基づき，入札に必要な書類を作成する。

（２）施工監理

（ａ）コントラクター決定のための入札

本プロジェクトの施工監理に先立ち，コンサルタントは請負業者決定のため入札広告，入札参加要請書の受理，入札説明会の開催，入札書類の発行等を行う。一定の入札期間後，コンサルタントは入札書の受理，審査を実施し，パキスタン国側と日本国側のコントラクターとの間の契約締結の援助を行う。

（ｂ）承認図の検討

コントラクターより提出される資機材の製作承認図，建物設計図並びに諸設計計算書等は，本計画の早期完成のため，コンサルタントがパキスタン国側に代ってそれらの承認作業を実施する。

（ｃ）工場試験の立ち合い

コントラクターによって製作された機器の工場試験の立ち合い及び機器のサティフィケートはコンサルタントが行うものとするが，特殊機器の工場試験の

立ち合いには，パキスタン国側の本施設の運営要員を技術研修のため参加させる。

（ｄ）現地における施工監理

パキスタン国側とコンサルタントとの間で締結された契約書の内容に従い，コンサルタントは各専門分野の施工監理技術者を現地に常時派遣する他，着工打ち合わせ，機器の現地輸送，調整試験などそれぞれのクリティカルポイントには特別に技術者を現地に派遣し，Ｅ／Ｎに定められた期間内に本プロジェクトが完了するよう工程管理を行う。

（ｅ）オンザジョブトレーニング

３－４「技術協力」に記載したように，本プロジェクトの設備の運営にはかなり技術的能力のある運営要員が必要とされるため，機器の据え付け途中及び調整試験にはコンサルタントはコントラクターの技術員とともに，本設備の運営要員に対し，オンザジョブトレーニングを行う。

（ｆ）業務の進渉状況の報告

コンサルタントは，コントラクターが実施する機器の製作，輸送，据え付け等の全期間を通じ，日本国政府側に必要の都度，本プロジェクトの進渉状況を報告する。

４－６－４　資機材の調達計画

本試験設備関係の資機材は総て日本国で製作される。然し試験設備を収容する建築工事及び機器の基礎工事には，骨材，セメント，レンガ等パキスタン国内で調達可能な国産品はすべて活用する。建築工事関係の資機材の調達先は，４－４－４「建築資材計画」の通り。

4－7　実施スケジュール

本プロジェクトは前節4－6「施工計画」に記載したように，我が国の無償資金協力制度の会計年度の制約並びにパキスタン国側の早期完成の願望から，コンサルタントが行う詳細設計と，コントラクターが行う建設工事の2つに分けて実施される。

又，上記の詳細設計と建設工事はいづれもそれぞれの交換公文の締結を経て実行段階に入る。

本プロジェクトの実施スケジュールは表 4.1の通り。

4－7－1　詳細設計

E／N締結（予定）後，コンサルタントにより，4－6－3「施工監理計画」に記載した詳細設計と入札書類の作成業務が行われる。本計画は他の一般的な発・変・送電計画と異なり，試験設備の詳細設計には高度の技術的検討が必要であり，又，入札書類の作成にも，本設備が量産型の資機材と異なるため，この詳細設計の期間は5ヵ月必要である。

4－7－2　建設工事

E／N締結（予定）後，次のような業務並びに工事が進められる。

（1）パキスタン国側と日本側コンサルタントとの間で施工監理業務に関する契約が締結される。

（2）入札により，日本のコントラクターが決定する（本設備は特殊機器が大半を占めるため入札期間を2ヵ月とした）。

（3）機器の製作に最も長い期間を必要とする機器は短絡発電機で設計製作に約15ヵ月必要である。

（4）資機材の海上輸送及び陸上輸送に約2ヵ月間必要である。

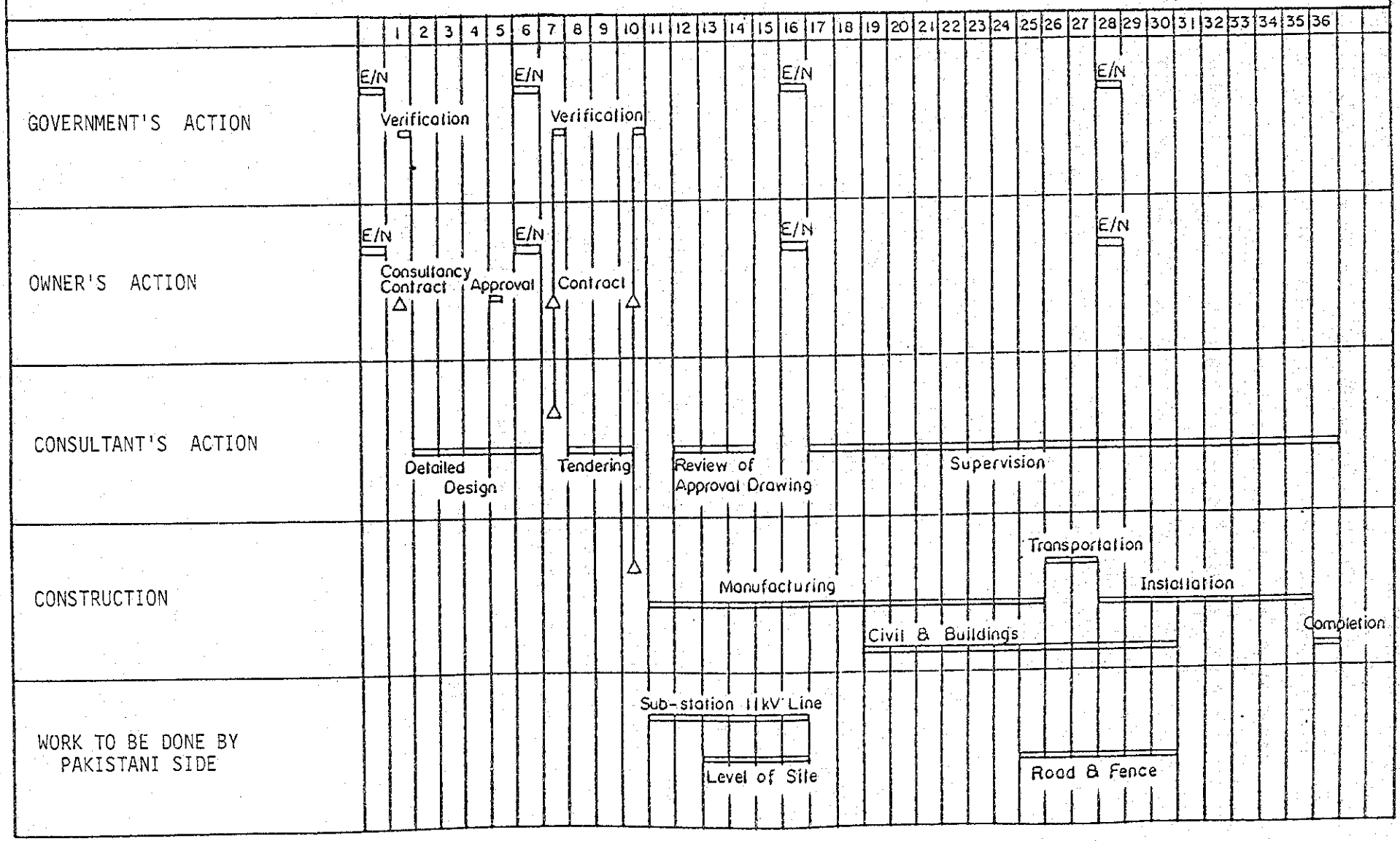
（5）短絡発電機の据付は約8ヵ月必要である。

（6）本設備の据え付け完了後，引き渡しの為の調整試験は約1ヵ月必要である。

（7）機器を収容する建築工事及び屋外機器の基礎工事は約14ヵ月必要であるが，これは機器の製作期間と輸送期間に施工出来る。

（8）上記各項目を考慮して，本プロジェクトの工期を36ヵ月とする。

図 4．1　実施工程表


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
GOVERNMENT'S ACTION
E/N
Verification
E/N
Verification
E/N
E/N
OWNER'S ACTION
E/N
Consultancy Contract
Approval
E/N
Contract
E/N
E/N
CONSULTANT'S ACTION
Detailed Design
Tendering
Review of Approval Drawing
Supervision
CONSTRUCTION
Manufacturing
Transportation
Installation
Civil & Buildings
Completion
WORK TO BE DONE BY PAKISTANI SIDE
Sub-station 11kV Line
Level of Site
Road & Fence

4－8　維持管理費用

ＷＡＰＤＡは本試験設備を，従来諸外国に依頼していた型式試験及び高電圧・大電流の基本的な現象解明のための諸試験にＷＡＰＤＡ自身で活用するばかりでなく，同時に国産電力機器の改良並びに開発のため，国内電気メーカーにも，この施設を活用させることを考えている。国内電気メーカーが本施設を使用する場合の利用料金制度は未だ決定していないが，ＷＡＰＤＡはこの収入を本施設の維持管理費の一部に充当する考えである。

ＷＡＰＤＡは本施設の年間維持管理費として8,648,000ルピー（約95,000千円）を見込んでいる。その内訳は次の通り。

項　　目	年間維持管理費	建設費に対する維持管理費の比率	
	1,000ルピー	本　案　件	日本の９電力の平均
人　件　費	2,800	0.63 %	1.41 %
修　繕　費	5,210	1.17	1.03
旅費・諸費	638	0.14	0.48
計	8,648	1.94	2.94

ＷＡＰＤＡの年間維持管理費8,648,000ルピーは総建設費の約２％に相当し，日本の９電力平均の３％に比べ若干少ないと思われるが，人件費，諸費の賃金差，物価差によるものであり，修繕費については日本に比べ少し高い比率になっており，ＷＡＰＤＡの考えている年間維持管理費は妥当なものと思われる。

ＷＡＰＤＡはこの維持管理費を本施設の収益より充当すると考えているが，本施設の完成後数年は収益が少ないので，ＷＡＰＤＡの営業費用から捻出しなければならない。ＷＡＰＤＡの年間営業費は6,472,000,000ルピー（1984/1985）であるので，上記の維持管理費は営業費の僅か0.13％である。従ってＷＡＰＤＡがこの維持管理費を捻出することは，何ら問題はないものと考えられる。

4－9　概算事業費

本プロジェクトの実施に要する概算事業費は下記のとおりと見込まれる。

（1）日本側負担事業費

日本側負担の事業費総額は約41億円と見込まれる。

（2）「パ」国側負担工事費

「パ」国側負担の事業費総額は約39,800,000ルピー（邦貨換算約4億円）と見込まれる。

その内訳は以下のとおりである。

（a）サイト土地取得費	6,000,000ルピー
（b）職員住宅建設費	27,600,000ルピー
（c）給水，排水，施設建設費	3,100,000ルピー
（d）変電所建設費	2,000,000ルピー
（e）その他	1,100,000ルピー
合　　計	39,800,000ルピー（約4億円）

第5章　事業評価

第5章　事業評価

現在パキスタン国内では，一部の大学に極めて小規模な電気試験設備が存在するのみであり，既に 500kVの送電系統を運営する電気事業を有する国としては，余りにもその技術開発的基盤となる施設が貧弱である。

本高電圧・短絡試験研究所は，将来樹立され運営されることとなる，電力研究センターの中核施設として，又電力国産機器の国際規格に則る検証試験を実施するための試験設備として，全体に先立って建設されるものであるがこれによって得られる稗益効果としては以下の諸点が考えられる。

5－1　国産機器の品質向上

現在パキスタン国内で製造された配電用機器の性能確認のための型式試験は，その完成品をオランダの Kema 試験所まで輸送して実施してきたが，本研究所の完成によって型式試験を国内で実施することが可能となる。これによって，型式試験のための多大な費用と手間を節減できるばかりでなく，Kemaでは受け入れられない完成前の種々の段階での試験を随時に行うことができ，機器製造技術の開発や国産機器の品質の向上が期待でき，将来需要の増大が予想される信頼のおける国産機器の製造促進に多大な効果をもたらすものとして評価できる。

又，国内電力機器製造メーカーが，試験設備を有効に活用することにより，製造に携わる技術者の技術力の向上をはかることが出来る。

5－2　電力事業の信頼度向上

このような試験設備を所有し，随時その運用が可能となれば，電力系統に使用する国産機器の品質が向上するため系統の事故率が確実に減少し，信頼性の高い安定した電力を需要家に供給することが可能となる。

又，停電回数が減少することにより民生の安定化が図られる等により電力事業全体の信頼度が上る。

電力機器の品質不良等による同国の送配電ロスは総発電量の26.7%でわが国の6％と比較すると異常に高く，ばく大な損失を生じているが，機器の品質が向上し送配電ロスが減少することは電力供給量が増えることになるので電力需給上から見た効果も多大である。

5－3　外貨の節約

現在のＷＡＰＤＡは変圧器，遮断器などの国産電力機器の形式試験を諸外国に依頼しているがその件数は外貨節約のため非常に制限されている。それでもＷＡＰＤＡは過去に年間約５千万円の外貨を使って来た。

高電圧・短絡試験研究所が完成すれば，これらの試験は当然国内で実施されるので，試験の件数もかなり増えることが予想される。

完成後の年間稼働件数を想定し，これらの費用を算出してみると，５－５項　経済分析にも述べる如く，ＷＡＰＤＡは年間約１億７千５百万円の外貨が節約出来ることになる。

5－4　新製品の研究開発

高電圧・短絡試験研究所は完成した機器の形式試験のみならず，多くの期間は新製品の開発研究等に活用され品質向上を目ざす研究が行なわれる。又送電線路の塩害対策など高電圧，大電流の基本的な現象解明についても研究が行なわれるので，電力技術水準の向上に貢献出来る。

形式試験が国内で実施できるようになれば，製品の製造途中での試験が任意にできることにより，製品の改良・開発が容易となりその結果，機器製造技術の開発，向上が期待できる。

5－5　経済分析

（１）経済分析のための条件設定

（ａ）高電圧・短絡試験研究所の耐用年限

本案件の設備機器は特殊機器ではあるが，変電所の機器とほぼ同種の機器であるため，本研究所の耐用年限を変電所の総合耐用年限と同じ30年とする。またＷＡＰＤＡも本試験設備の耐用年限は30年と考えている。

（ｂ）内貨分の調達条件

パキスタン国側が施工する工事費の借入金の調達条件は10年均等償還，金利年４％とする。

（ｃ）動力費

短絡発電機の駆動用電動機の動力費はＷＡＰＤＡの平均売電料金単価を採用する。

（ｄ）物価上昇率

耐用年限の30年間の運転維持費，動力費のエスカレーションは，本経済分析で収益分として計上している試験費用上昇分と見合うものと考え考慮しない。

（ｅ）建中利子

パキスタン国側が負担する工事費の借入金に対する建中利子は建設工事費に算入する。

（２）収　益

（ａ）本試験設備の稼働頻度予測

本案件のような試験施設の年間稼働日数は，休日その他を考慮すれば普通200日である。又現在ＷＡＰＤＡがＫＥＭＡに依頼している型式試験と同じ試験を本施設で行う場合，試験の実施並びに試験成績表の作製などを考えると，一件当りの試験日数は遮断器は３～４日，変圧器は２～３日の日数が必要である。

従って年間の試験件数は

遮断器の型式試験及びＷＡＰＤＡの規格制定のための諸試験など：約30件

変圧器の型式試験及びＷＡＰＤＡの規格制定の諸試験など：約30件

上記以外の機器の試験並びにメーカー依頼の諸試験など：約50件

が限度と考えられる。

しかし上記の試験件数はＷＡＰＤＡの本施設の運営要員が十分試験技術，設備の保守技術の習得並びに試験体制，試験方法の確立した場合の予測件数であり，それまでの件数を消化するには少くとも３ヶ年の期間が必要であると思われる。

従って，それまでの期間における試験件数は下表のように予測される。

（予測試験頻度）

年間	1990	1991	1992	1993	1994	1995
遮断器	10	10	20	30	30	30
変圧器	10	10	20	30	30	30
その他	30	30	30	50	50	50

ＷＡＰＤＡが1982～83年に調達した遮断器は，11kV用600台，145kV用50台，又1983～84年に調達した変圧器は11kV用14,000台，132kV用30台であり，電力需要の伸びにつれて，これらの電力機器の調達数量は今後ますます増えてくることは明白である。

しかし現在，ＷＡＰＤＡはＫＥＭＡに遮断器及び変圧器の形式試験を年に２～３件しか依頼していないのは必要性からの理由ではなく，外貨節約の為である。従って，今後ますます増え続ける電力用機器，近い将来国産化される電力機器などの型式試験並びにＷＡＰＤＡがメーカーからの受入れのための規格制定のための諸試験を行う必要性はますます増大するため，上記予測試験件数は妥当な件数であると思われる。

（ｂ）予測収益

前項（イ）のＷＡＰＤＡが必要と考える型式試験並びに諸試験の予測件数の全部を諸外国に依頼すると仮定した場合の費用を本施設で肩代りするものと考え，その費用全部を本案件の経済分析のための収益と見做す。

１件当りの試験単価は，ＫＥＭＡの実績並びに日本の実績より次のように設定する。

・　遮断器

型式試験費用	600万円
梱包費，海上・陸上輸送費（往復）	100万円
計	700万円

・　変圧器

型式試験費用	100万円
梱包費，海上・陸上輸送費（往復）	100万円
計	200万円

・　パワーヒューズ，カットアウト等の試験　１律　　20万円

とすると1990年には96百万円，1992年には186百万円，1993年以降280百万円の収益となる。

（３）費　用

（ａ）運転維持費

本試験所の運転維持費は４－８に記載の通り修繕費，人件費，旅費，諸費など

年間（1990年時点）8,648千ルピー（約95,000千円）とする。

（b）動力費

ＷＡＰＤＡの1984～85年　年間売電収入　　7,279.5 M.Rs

ＷＡＰＤＡの1984～85年　年間販売電力量　13,756　M.kWh

平均売電料金単価：0.529　Rs／kWh（5.82円／kWh）

短絡発電機用駆動電動機の容量を2,400kW，所内電力の負荷率を30％と仮定し各年度毎の動力費を算出する。

（C）減価償却

パキスタン国側が負担する工事費，日本国側が負担する工事費並びに内貨に対する建中利子を含めた総建設費の減価償却を30年の均等償却する。

（4）経済分析

本試験設備の予想される収益並びに諸費用の損益計算書は表5－1の通り。即ち，1992年までの3ヶ年間は本施設の運営技術研修のため試験件数が少なく，費用が収益を上廻るが，1993年以降は収益と費用がほぼバランスすることになり，本設備の運営費用はＷＡＰＤＡの年間営業費を圧迫することはなくなる。従ってＷＡＰＤＡにとって本設備の建設は有益であるといえる。

以上の如き効果を考慮して，本プロジェクトは実施の妥当性を有するものと評価する。

Table 5-1 PROFIT AND LOSS STATEMENT

(unit: million Yen)

NO.	Year	(A) Operrating Profit	Expences (B)				Interest (C)			B + C = D Total Expence	A - D Income
			O & M Cost	Energy Cost	Depreci-ation	Total	Interest During Construction	Domestic Currency	Foreign Currency		
	1987						(7.04)				
	1988						(9.76)				
	1989						(12.28)				
1.	1990	96	95.13	8.58	150.56	254.27		17.53	0	271.80	-175.80
2.	1991	96	95.13	8.58	150.56	254.27		15.78	0	270.05	-174.05
3.	1992	186	95.13	9.50	150.56	255.19		14.02	0	269.21	-83.21
4.	1993	280	95.13	10.44	150.56	256.13		12.27	0	268.40	11.60
5.	1994	280	95.13	10.44	150.56	256.13		10.52	0	266.65	13.35
6.	1995	280	95.13	10.44	150.56	256.13		8.76	0	264.89	15.11
7.	1996	280	95.13	10.44	150.56	256.13		7.01	0	263.14	16.86
8.	1997	280	95.13	10.44	150.56	256.13		5.26	0	261.39	18.61
9.	1998	280	95.13	10.44	150.56	256.13		3.51	0	259.64	20.36
10.	1999	280	95.13	10.44	150.56	256.13		1.75	0	257.88	22.12
11.	2000	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
12.	2001	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
13.	2002	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
14.	2003	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
15.	2004	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
16.	2005	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
17.	2006	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
18.	2007	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
19.	2008	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
20.	2009	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
21.	2010	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
22.	2011	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
23.	2012	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
24.	2013	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
25.	2014	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
26.	2015	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
27.	2016	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
28.	2017	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
29.	2018	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
30.	2019	280	95.13	10.44	150.56	256.13		0	0	256.13	23.87
		7,938	2,853.9	308.54	4,516.80	7,679.24		96.41	0	7,775.65	162.35

第６章　結論及び提言

第6章　結論及び提言

6－1　結　論

以上述べてきたように，現在，パキスタン政府は第6次経済開発5ヵ年計画の中で，地方電化や工業開発による電力需要に見合った発電設備及び送配電網の整備，拡充を図っている。電気事業者はこの国策に沿って発電設備の新設並びに 500kVの超高圧送電線の全国連係を含めた送配電設備の大々的な整備拡充工事を進めている。

このような電力設備の整備，拡充計画により，各種電力機器の需要は増大しており，パキスタン政府は11kVの配電用機器に加え 132kVの遮断器及び 220kVの変圧器の国産化の計画をも進めている。

しかし，現在，同国には，これら国産機器の性能を検証する試験設備はなく，それらの試験を諸外国に依頼しているため多額の外貨支出を余儀なくされている。将来機器国産化の比率の上昇にともない，その費用は更に増大するものと予想される。

又，検証試験が不十分なため製品の品質を低く停電回数の多い原因の一つにもなっている。

電力機器の品質不良による同国の送配電ロスは総発電量の26.7％でわが国の6％と比較すると異常に高く，ばく大な損失を生じているが，機器の品質が向上し送配電ロスが減少することになれば電力需給上から見た効果も多大である。

このような状況のもとで，高電圧・短絡試験研究所設立計画が推進されることになれば国内における形式試験の実施が可能となり上記の費用が節約されるばかりでなく，機器に対する信頼度の向上がはかられ，現在頻発している電気事故の減少も期待出来る。

また国内電気メーカーが研究所設備を国内で自由に利用することにより，機器の改良・開発に役立つばかりでなく，パキスタン国にとって国内産業育成の具体的施策となるという点でもその効果が期待出来る。

従って上記を総合的に勘案すると，本計画に対して，日本国政府が無償資金協力を行うことは意義の大きいものであると判断される。

6－2　提　言

本試験研究所の設立が電気事業に与える影響は大きく，期待も大きい。しかし，その

効果が充分に発揮されるためには次に挙げるパキスタン側の自助努力が不可欠である。

（１）パキスタン側が実施する工事

高電圧・短絡試験設備工事にかかるパキスタン側の実施する工事，すなわち，土地の取得，整地および電力，上下水道などの設備工事は本計画の工程を大きく左右するためパキスタン政府はこれらの工事を工事工程表にしたがい確実に完了できるように予算措置並び実施計画などについて迅速に対応することが望まれる。

（２）実施並びに運営組織の確立

本計画の実施並びに運営は水利電力開発公社（ＷＡＰＤＡ）内の電力部門が行うことになっているが，ＷＡＰＤＡは本計画の責任者，各部局の担当者，管理・運営の技術者等を早急に人選する必要がある。

（３）要員計画

本設備は，高電圧・短絡実験のための設備であり，その運用にはある程度の経験とかなりの技術的能力の運営，運転のスタッフが必要とされる。

従って，本計画にとって施設の運営要員の養成，確保は必要欠くべからざる重要事項であると考えられるので，早急に運営要員を決定し詳細設計並びに建設の時点から本計画に参加させ，設備の内容を熟知させる必要がある。

（４）技術協力

前記（３－４）で述べたように，本設備の運営にはかなりの技術的能力が必要である。完成後，本施設をより一層円滑に運営するためには，パ側要員の機器製作者の工場に於ける研修およびコンサルタント，メーカーの指導員によるオンザジョブ・トレーニングのほかに，完成後も引き続き日本人専門家の派遣による技術指導が望まれる。よって下記のような研修スケジュールを提案する。

(a)	工場研修	昭和64年	２ヶ月	３名
	（民間ベース）			
(b)	オンザジョブ・トレーニング	昭和64年～65年	３ヶ月	２名
	（民間ベース）	昭和64年～65年	９ヶ月	３名
(c)	技術研修	昭和63年	３ヶ月	２～３名
	（ＪＩＣＡベース）	昭和64年	３ヶ月	２～３名
(d)	専門家派遣	昭和64年～66年	２ヶ年	３名
	（ＪＩＣＡベース）			

（５）維持管理費の予算措置

本施設の維持管理費は，人件費，修繕費，諸費など年間 8,648,000ルピー（約95,000千円）必要である。この費用は５－５で述べたように本設備による収益によって賄われる。しかし，本設備の完全な技術取得までの２～３年間はＷＡＰＤＡの営業費用の一部を充当しなければならないので，これに対する予算措置が確実に実行されなければならない。