

5.5 発電所設計の基本事項

5.5.1 設計条件

7.1.2 項で述べたデータから、ベラマラ CCGT は、下表に示す設計条件に従って設計されるものとする。

Table I-5-5-1 設計条件

設計気温 (乾球) / 相対湿度 (性能保証点)	35°C / 80%
設計最低気温 (乾球) / 相対湿度 (発電機最大容量点)	10°C / 80%
最低 / 最高相対湿度	60%/95%
最低気温 (乾球) / 最大気温 (乾球)	5°C / 43°C
気圧	0.1013 MPa
高度	EL+16 m
最小 / 最大河川水位 (*:1976~2006 年の平均)	LLWL = EL+4.22 m LWL = EL+5.47 m* MWL = EL+8.74 m* HWL = EL+13.63 m*

	HHWL = EL+15.19 m
耐震基準	BNBC 1993、ゾーン III 基本耐震係数=0.04g
耐風設計	60 m/s
年間降水量	1,524 mm
最大降水率	25 mm /hr (1 時間継続値)
雪荷重	0 kg/m ²

5.5.2 規格および基準

(1) 機械、電気、制御装置および機器

「バ」国において特別に要求された事項を除き、以下の国際規格・基準に従って設計されるものとする。

日本工業規格 (JIS)

米国規格 (ASME, ASTM 等)

IEC 規格

ISO 規格

英国規格 (BS)

ドイツ規格 (DIN)

(2) 土木および建築工事

土木および建築工事のエンジニアリング、設計、および建設は、特定の規格および基準が適用されなければならない場合を除き、「バ」国の関連規格および基準に準拠するものとする。

5.5.3 配置計画

ベラマラ CCPP の配置は、下図のように計画している。詳細図は添付資料 4 BPS-G-002

「General Arrangement Power Plant」を参照のこと。以下に主要機器配置の考慮点を示す。

- ・ まず 230kV 変電所の位置は送電線ルートおよび変電所の拡張を考慮して敷地の北西部とした。
- ・ 風向データから夏季の出現頻度が高いのは南風であるため、冷却塔排気のがスタービン吸気への影響を最小限にするために冷却塔は北側とした。
- ・ 蒸気タービン発電機は冷却塔の南側配置し、さらにその南にガスタービン発電機と

HRSG を配置した。また、蒸気タービン発電機、ガスタービン発電機は関連付属設備とともに騒音防止対策などで屋内設置とした。

- ・ 中央操作室、電気室、および電池室は、タービン建屋内に組み込まれるものとする。
- ・ 軽油タンクは既設軽油タンクの北側（現在社宅 F 棟の場所）に 20,000kL タンクを 2 基配置した。防油堤の面積・高さ等は NFPA30 に従い算出した。計算結果は Table 5-5-2 参照。
- ・ 冷却塔北側のスペースを緑化エリアとした。

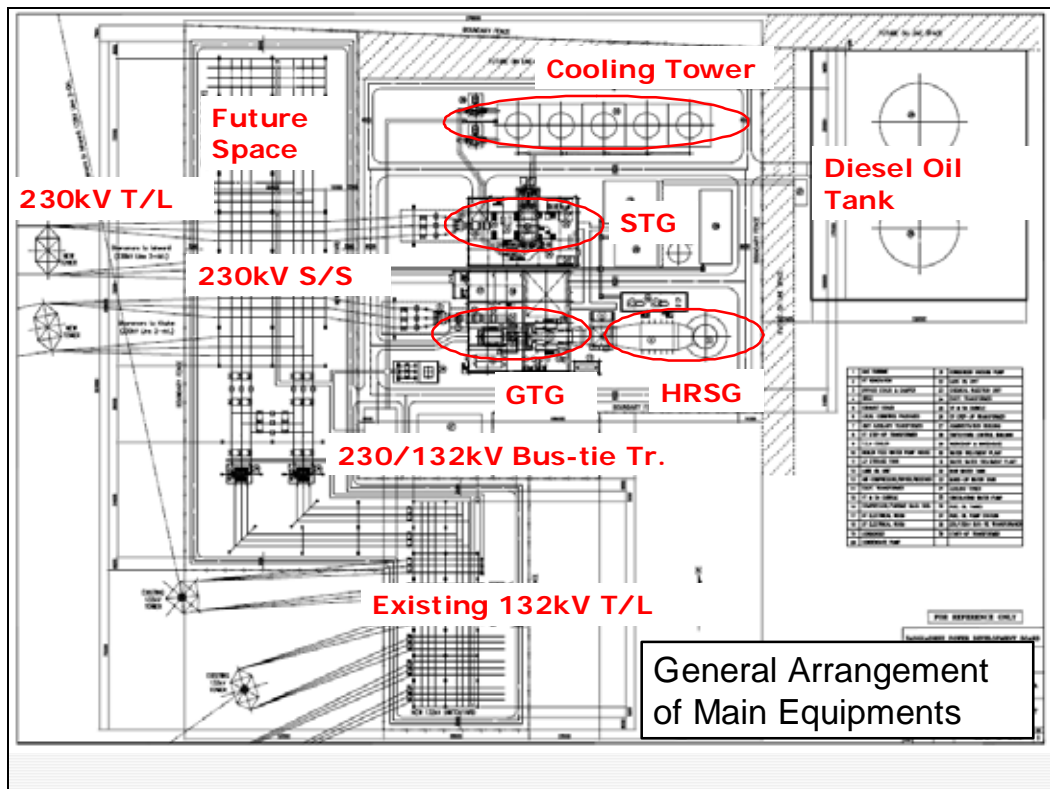


Figure I-5-5-1 主要機器の配置図

Table I-5-5-2 軽油タンク防油堤の計算

NFPA30	タンク間距離	タンク直径 x 2/6
	防油堤高さ	0.9m 以上
	防油堤容量	有効容量の 100%以上
	防油堤とタンク側板間の距離	15m 以上
計算結果	タンク直径	37m
	タンク高さ (最大液位)	18m
	容量	20000kL

有効容量	19000kL
余裕率	5%
防油提高さ	2.0m
敷地縦（既設と同一幅）	100m
敷地横	116.5m
タンク間距離	12.3m
底面	9500m ²
防油提容量	19000m ³
防油提とタンク側板間の距離（縦）	31.5m
防油提とタンク側板間の距離（横）	15.1m

5.5.4 環境要求事項

(1) 大気汚染物質

ベラマラ CCPP の大気汚染物質の排出濃度は、出力 75～100% の範囲で Table I-5-5-3 に示す排出濃度制限値以内になるよう計画するものとする。

Table I-5-5-3 大気汚染物質排出濃度の制限値

汚染物質	排出濃度制限値	
	NO _x	ガス
軽油		100 ppmv 以下
CO	ガス	20 ppmv 以下
	軽油	50 ppmv 以下
粒子状物質	ガス	10 mg/m ³ N 以下
	軽油	10 mg/m ³ N 以下
SO ₂ *	軽油	200 ppmv 以下

上記の内容は、15% O₂（乾き）条件に基づく。

(*) 硫黄分最大 1% の場合。

(2) 騒音

ベラマラ CCPP の定常状態でのすべての運転機器に対する騒音レベルは、機器またはエンクロージャ端から 1m の距離の点（高さ 1 m）で 85dB(A)以内になるよう計画するものとする。また、ベラマラ CCPP 敷地境界（北、東および西側、高さ 1 m）では騒音レベルが 70dB(A)を超えないよう計画するものとする。

Table I-5-5-4 騒音基準

	最大騒音レベル
機器またはエンクロージャ端から 1m の点（高さ 1 m）	85dB(A)以下
敷地境界（北、東および西側、高さ 1 m）	70dB(A)以下

騒音のすべての測定および試験は、ANSI B133.8 に従って行うものとする。

また、上記の騒音基準に従うために必要に応じサイレンサー、防音壁等の減音設備を設置するものとする。

(3) 処理排水の水質

ベラマラ CCPP の処理排水の水質は、Table I-5-5-5 に示す排水水質に対する世界銀行および「バ」国の排出基準のいずれか厳しい方を遵守するよう計画するものとする。

なお、世界銀行および「バ」国の排出基準は、表中に示す数値以下またはその範囲を示す。

Table I-5-5-5 排水基準

	項目	単位	世界銀行基準	バ国基準 (内陸表層水)
1.	アンモニア性窒素(N 分子)	mg/l	-	50
2.	アンモニア(遊離アンモニア)	”	-	5
3.	ヒ素(As)	”	-	0.2
4.	BOD ₅ 20°C	”	-	50
5.	ホウ素	”	-	2
6.	カドミウム(Cd)	”	-	0.05
7.	塩化物	”	-	600
8.	クロム(全 Cr)	”	0.5	0.5
9.	COD	”	-	200
10.	クロム(六価 Cr)	”	-	0.1
11.	銅(Cu)	”	0.5	0.5
12.	溶存酸素(DO)	”	-	4.5-8
13.	電気伝導率	micro mho/cm	-	1200
14.	全溶存固形物(TDS)	mg/l	-	2,100
15.	フッ化物(F)	”	-	7
16.	硫化物(S)	”	-	1
17.	鉄(Fe)	”	1	2

	項目	単位	世界銀行基準	バ国基準 (内陸表層水)	
18.	全ケルダール態窒素(N)	”	-	100	
19.	鉛(Pb)	”	-	0.1	
20.	マンガン(Mn)	”	-	5	
21.	水銀(Hg)	”	-	0.01	
22.	ニッケル(Ni)	”	-	1.0	
23.	硝酸塩(N 分子)	”	-	10.00	
24.	オイル&グリース	”	10	10	
25.	フェノール化合物(C ₆ H ₅ OH)	”	-	1.0	
26.	溶存リン(P)	”	-	8	
27.	放射性物質	「バ」国原子力委員会の決定による			
28.	pH	”	6-9	6-9	
29.	セレン	mg/l	-	0.05	
30.	亜鉛(Zn)	”	1.0	5.0	
31.	全溶存固形物	”	-	2,100	
32.	温度	夏	°C	-	40
		冬	°C	-	45
33.	全懸濁固形物(TSS)	mg/l	50	150	
34.	シアン化物(CN)	”	-	0.1	
35.	全残留塩素		0.2	-	
36.	温度上昇	°C	3°C 以下*	-	

(出所) 汚染防止および軽減ハンドブック、世界銀行グループ、1998 年
 (*) 初期拡散混合域端における値

(4) 環境監視装置

ベラマラ CCPP では、連続排出ガス監視設備（以下 CEMS）を設置し、排ガス中の NO_x、SO₂、CO、バイジンの濃度を監視するよう計画するものとする。

また、排水処理装置からの排水量およびその pH 値および濁度の連続監視計を設置するものとする。これらの排水監視は、ベラマラ CCPP 内の排水処理装置の処理水ピットで実施するものとする。

5.5.5 ガスタービン

このプロジェクトに採用されるガスタービンに必要な基本設計機能は、本書で説明されているとおりである。

ガスタービンは、タービン入口温度レベルが F クラスである開放サイクル重構造産業形一軸式とする。ガスタービンは、OEM メーカーから供給されるものとする。「バ」国の電力需給バランスが逼迫している状況にあることから、ガスタービンは、ボトミングシステムと別に先に商業運転に入ることも考えられるので、単純サイクルモードで先行して運転できるも

のとする。このために、ガスタービン排ガスバイパス設備が装備されていることが条件である。このような条件を満足させるガスタービンを「Gas Turbine World 2007-08 GTW Handbook (Volume 26)」に記載されている F クラス・ガスタービンの中から選定すると、次のような 4 のモデルが本プロジェクトの候補機種となる。

OEM メーカー名	型番
Alstom Power	GT26 (エア・クエンチ・クーラー付)
GE Energy Gas Turbine	PG9351 (FA)
三菱重工業	M701F4
Siemens Power Generation	SGT5-4000F

ガスタービン出力は、高温ガス流路部部品の検査間隔の尺度となる等価運転時間(EOH)計算のための負荷による重み係数が 1.0 である連続ベース負荷として定義されているものとする。ガスタービンは、通常、5.5.8 節「燃料供給設備」で指定されている天然ガスで運転され、天然ガスが不足した場合の緊急運転用に ASTM D-2880 で指定されている No.2-GT 油に相当するディーゼル油で運転される機能を備えるものとする。

ガスタービンは、75～100%負荷の下で指定された天然ガスで運転された場合、全ての大気温度条件下で、蒸気や水を噴射しないで 40ppm 未満(15% O₂ の乾燥体積基準)の NO_x 排出要件を満たす高度な設計のものとする。さらに、ディーゼル油で運転した場合、純水を注入して 100ppm 未満(15% O₂ の乾燥体積基準)の NO_x 排出要件を満たすように運転することができるものとする。

ガスタービンは、ISO 21789 Gas Turbine Application-safety の要件を基本的に満たした上で、製造業者の設計規準により設計され、実証されているものでなければならない。

ガスタービンは、ガスタービン出力を増強するために、蒸発型吸気冷却設備を装備することも可能である。ベラマラ近くの Ishurdi の 2002 年から 2007 年までの 6 年間に記録された気象データによれば、乾球と湿球温度の温度差の平均値は、2.8℃と推定される。このことは、多くの運転実績がある現行の蒸発冷却設備を使用すれば、ガスタービン入口温度を少なくとも 2.4℃下げることが可能であることを意味している。その結果、0.9%程度燃料消費量を増やすことで、1.3%程度の正味発電出力の増大(5MW 程度に相当する)を計ることができる。

「バ」国の現行の電力料金システムを考慮すれば、このような吸気冷却設備の採用が、経済的にも、技術的にも有利であることを暗示している。

提案されるガスタービンは、そのガスタービンと類似のモデルのガスタービンで少なくとも 1 台のガスタービンは、入札締め切り日までに 6,500 時間以上の実運転時間で商業運転に成功している経験を有していることが条件である。

ガスタービンの軸設計は、最小の軸受けを使用し、鉄骨フレームまたは適切な鉄骨構造およびコンクリート基礎上に配置され、発電機の短絡事故時または位相ずれ同期操作場合のい

れか大きい方の瞬時最大伝達トルクに耐えられるようにサイズが決められるものとする。発電出力は、ガスタービンの低温側である圧縮機側から取り出される構造となっていること。ガスタービンは、動力伝達装置なしで発電機に直接連結された構造となっていること。

5.5.6 HRSG

(1) 循環方式

HRSG の循環方式には、自然循環方式と強制循環方式がある。自然循環方式では、降水管中の缶水と蒸発管の汽水混合流体の密度差によって循環力を確保する。

強制循環方式では、ドラムから蒸発管、蒸発管からドラムの汽水混合流体を循環ポンプで強制循環することで循環力を確保する。

強制循環方式は、ウォームまたはホット起動時の急速起動が可能である。自然循環方式は循環ポンプが不要なため、循環ポンプの故障または保守のための運転コストが節約できるので、自然循環方式を利用する可能性が高い。

コールド起動時は、HRSG 本体と缶水の昇温に時間を費やすために、自然循環方式と強制循環方式の起動時間には差がない。

自然循環方式も強制循環方式も幅広く採用されているが、自然循環方式は循環ポンプが不要なので、強制循環方式よりも優位である。従って、本プロジェクトでは、自然循環方式を提案する。

Table I-5-5-6 に HRSG 循環方式の比較を示す。

Table I-5-5-6 HRSG 循環方式の比較

項目	自然循環方式	強制循環方式
特長	循環ポンプ無しのシンプル構造	循環ポンプ有りの複雑な構造
	補機動力無し	循環ポンプによる補機動力の増加
	比較的低い建設および保守コスト	循環ポンプおよび付属設備による建設および保守コストの増加
	シンプル制御、高い信頼性と利用率（循環ポンプ故障による負荷制限無し）	循環ポンプ運転による複雑な制御
	コールド起動時の起動時間は両方式で差がない	
	自然循環力を確保するまでの時間を必要とするため、暖気またはホット起動時の起動時間が比較的長い。	循環ポンプにより暖気またはホット起動時の起動時間が短い
HRSG 仕様：		
伝熱面積：	ベース	同左

項目	自然循環方式	強制循環方式
鉄骨構造物量：	ベース	同左
循環ポンプ：	不要	必要（100%容量×2基）
ドラムレベルの安定性：	ベース	同左
ドラムサイズ：	ベース	同左
蒸気または缶水側の圧力損失：	ベース	比較的高い

(2) 排ガス流れの方向

排ガス流れの方向は、水平でも垂直でも適用可能である。垂直流れ方式は設置スペースを小さくできる。また、HRSGが煙突を兼ねるため、煙突材料が比較的少なくなる。

Table I-5-5-7 に排ガス流れ方向の比較を示す。

Table I-5-5-7 排ガス流れ方向の比較

項目	水平流れ方式	垂直流れ方式
配置：		
設置面積	ベース	比較的小さい
GT 出口から煙突までの距離	ベース	比較的短い
高さ	ベース	同左または少し高い
煙突	独立煙突が必要	独立煙突は不要
缶水循環方式：	自然循環方式	自然循環または強制循環方式
伝熱面の支持方式：	トップサポート方式	同左
運転性：	ベース	同左
保守および点検：	ベース	自然循環方式に対しては比較的容易であるが、強制循環方式に対しては少し複雑
経済性：		
機器コスト	ベース	少し高い
運転コスト	ベース	自然循環方式に対しては、水平流れ方式と同じであるが、強制循環方式に対しては比較的高い

(3) 結論

上記の検討結果から、自然循環および強制循環方式共に適用可能であるが、自然循環方式の採用が望ましい。

排ガス流れ方向についても、水平および垂直ガス流れ方式共に適用可能である。排ガス流れ方式は、契約交渉時、製作者の推奨案および提案されるレイアウト等からの検討も必要である。

5.5.7 蒸気タービン

蒸気タービンは、再熱式、3重圧力、2車室または1車室、復水型で、発電機に直結されているものとする。蒸気は、下方向または軸方向で表面復水器に排出され、循環水により冷却される。その循環水は、強制通風冷却塔で冷却されるものとする。

蒸気タービンは、少ない保守作業で、信頼性の高い経済的な運用を行えるようにメーカーの標準実証済み設計のもので、多くの運転経験を有するものとする。

提案される蒸気タービンは、その蒸気タービンに類似の設計であり、その少なくとも1つのユニットは、入札締め切り時に6,500時間以上の商業運転時間を有するものとする。

蒸気タービンおよび補助設備は、ベラマラ CCGP の全耐用期間にわたって、要求されているすべての運転条件下で連続運転するように設計されるものとする。

蒸気タービン最大能力は、ガスタービンが最大能力を発揮する運転条件で運転されるときに、HRSGにより発生する圧力、温度、流量条件の蒸気を呑み込めるような能力であるものとする。更に、HRSGが助燃運転され、その場合の蒸気条件で蒸気タービンの最大能力が決定されることもあるので、その決定に当たっては、十分な検討が必要である。

蒸気タービンが指定された条件下で、指定された運用期間運転されたとき、その主要コンポーネント(車室および車軸)は、運用期間終了時点での寿命消費量が、そのコンポーネントの予想寿命の75%を超えないように設計されなければならない。

タービンは、それが可能な構造設計となっていれば、定期的間隔で羽根とローターの動作状態を簡単に検査できるように必要な数のボアスコープ・ポートを備えるものとする。

5.5.8 燃料供給設備

(1) 燃料ガス供給設備

ベラマラ CCGP は、通常は天然ガスで運転される。

ガスタービンおよび HRSG は、指定された天然ガスで運転できるように設計する。天然ガスの仕様を Table I-5-5-8 に示す。

燃料ガス供給設備は、ガスタービンの始動、停止、および連続運転に必要なすべての機器をカバーする。昇圧コンプレッサステーション、前処理設備およびガス圧調節装置も、工事請負者の納入範囲に含まれる。前処理設備は、ガスタービンが継続して運転可能となるように天然ガスを前処理する。なお、比エネルギーは、周囲温度 35℃および周囲圧力 101.3kPa の条件での値である。

Table I-5-5-8 ガスの仕様

特性	
組成(モル%)	
メタン	95.982
エタン	2.444
プロパン	0.528
ノルマルブタン	0.130
イソブタン	0.139
ノルマルペンタン	0.000
イソペンタン	0.100
酸素	0.000
窒素	0.361
二酸化炭素	0.316
硫化水素塩	(データなし)
合計	100.0
硫化水素塩(g/m ³)	0.000
比エネルギー(kJ/kg)	
総比エネルギー	54,466
正味比エネルギー	49,099
比重(kg/m ³ N)	0.7511
温度(°C)	最小-12°C 最大 32°C Perf.点 25°C
終点での圧力(MPa)	最大 1.2MPa(g) 最小 0.8MPa(g)

(2) 燃料油供給設備

ベラマラ CCPP は、非常時は軽油で運転される。

ガスタービンおよび HRSG は、指定された軽油で運転できるように設計する。軽油の仕様を Table I-5-5-9 に示す。

燃料油供給設備は、燃料ガス供給設備と同じようにガスタービンの始動、停止、および連続運転に必要なすべての機器をカバーする。容量 20,000m³×2 の軽油タンク、前処理設備、および油圧調節装置も、工事請負者の納入範囲に含まれる。前処理設備は、ガスタービンが継続して運転可能となるように軽油を前処理する。

Table I-5-5-9 軽油の仕様

試験	方法	限界
Sp. Gr. @ 60°F/60°F	ASTM D 1298	最小 0.820 / 最大 0.870
カラーASTM	ASTM D 1500	最大 3.0
印加点 p.m.(c.c.)°F	ASTM D 93	最小 100
注入点°F	ASTM D 97	最大-40
粘度運動力学@100°F cst	ASTM D 445	9.0 未満
粘度 RW-1 秒@100°F 変換	変換	最大 50

試験	方法	限界
沈殿物重量%	-	最大 0.01
水体积%	-	最大 0.10
残留炭素、コンラドソン	ASTM D 189	0.1 未満
灰重量%	ASTM D 482	最大 0.01
中和価:		
強酸価 mgs.KOH/g	-	NIL
全酸価 mgs.KOH/g	-	最大 0.5
セタン指数(計算済み)	ASTM D 976	最小 45
硫黄分重量%	ASTM D 1551	最大 1.0
銅ストリップ腐食(3 時間@ 212°F)	ASTM D 130	最大 No.1 ストリップ
蒸留:		
90%回収(体積)、°C	ASTM D 86	最大 360
L.H.V.(低加熱値)		18,500 BTU/Lb
最低周囲温度		41 °F

4.5.5 項に軽油は非常用として使用することについて述べているが、本項では、非常用軽油の使用量を試算した結果および試算結果に基づいた必要軽油タンク容量および基数を以下に示す。

試算条件

ガスタービンモデル :	M701F4
ISO ベース定格出力 :	312,100 kW
ISO ベースヒートレート :	8,683 Btu/kWh
ベラマラ CCPP で使用されている軽油の LHV :	18,500 Btu/lb

試算結果

$$312,100 \text{ kW} \times 8,683 \text{ Btu/kWh} \div 18,500 \text{ Btu/lb} \times 0.453592 \text{ lb/kg} \doteq 67,000 \text{ kg/h}$$

$$67,000 \text{ kg/h} \times 24 \text{ hours} \div 0.85 \text{ kg/m}^3 \doteq 1,900 \text{ KL/day}$$

冬場の大気温度を考慮し、2,000 KL/day

非常用軽油をどの程度、ベラマラ CCPP に貯蔵する必要があるのかについて検討した結果、ベラマラ CCPP 内のガス関連設備が故障し、設備が復旧するまでの非常時 7 日間の軽油 (2,000 KL/day × 7 days = 14,000 KL、余裕を考慮して 20,000 KL) を貯蔵できる軽油タンクが必要と考える。

ベラマラ CCPP では、軽油タンクのメンテナンス等を考慮し、20,000 KL × 2 基の軽油タンクを建設する。

5.5.9 水処理装置

純水、飲料水、清浄水、消火用水、雑用水等のプロセス水は、地下水から前処理装置を使用して製造される。

冷却塔の補給水は直接、地下水を使用する。

純水は HRSG の補給水、補機冷却水、薬注用水、油燃焼時のガスタービンへの水注入等に使用される。

工事請負者は製造された純水性状が、HRSG、ガスタービン等に適しているかを確認しなければならない。

前処理装置は、凝集沈殿槽、濾過器等から、純水装置は薬品貯槽、再生装置等から構成される。尚、前処理装置の有無ならびに仕様は、地下水の水質により決定される。

工事請負者は、必要であれば代案を提出すべきである。

水処理設備フローを Figure I-5-5-2 に示す。

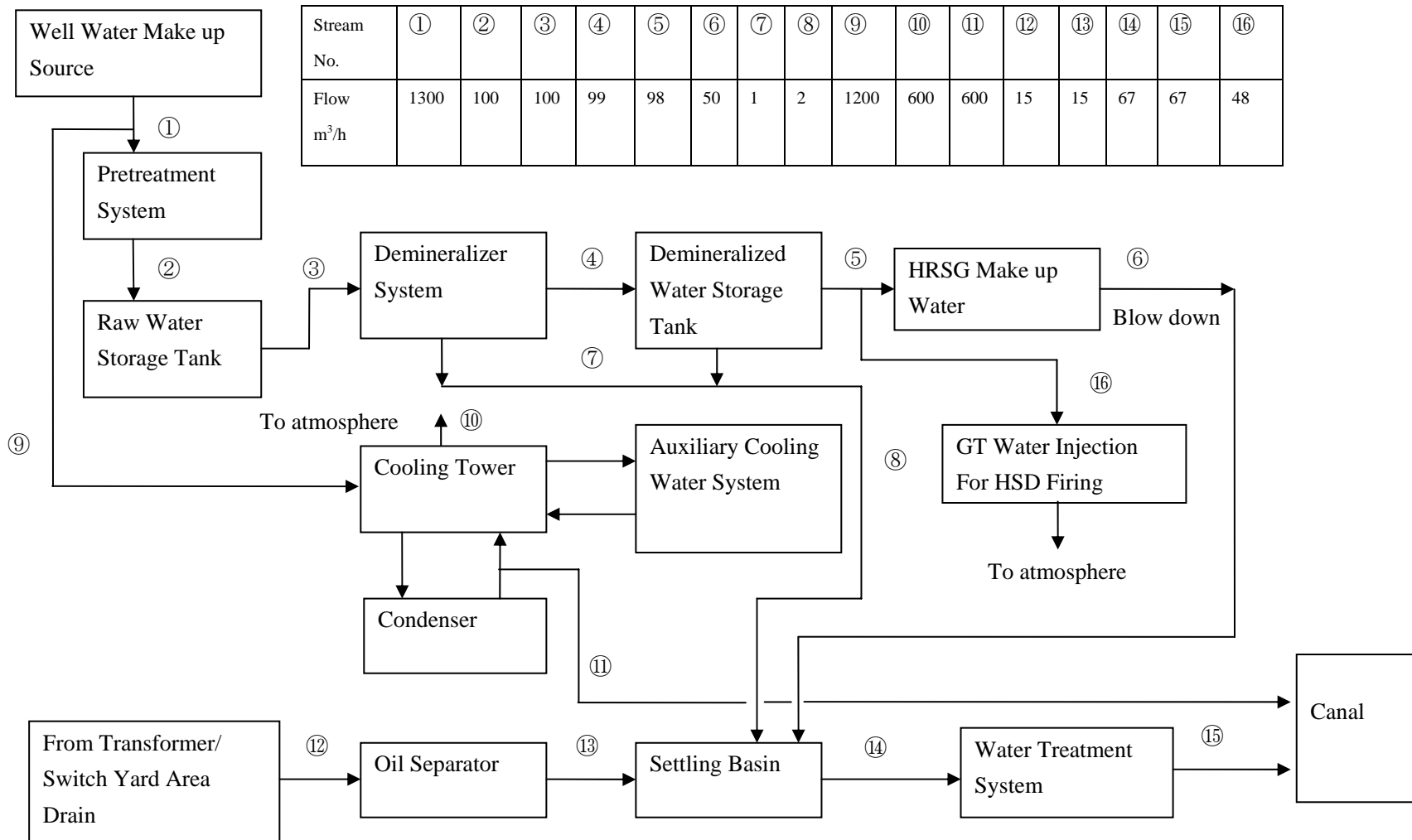


Figure I-5-5-2 水処理設備フロー

5.5.10 排水処理装置

排水は、HRSG ブロー水、ガスタービンおよび蒸気タービン建屋の床ドレン、変圧器区域の表面排水の中和再生水である。

汚水とトイレ排水などの生活排水は浄化槽で処理される。

ガスタービンおよび蒸気タービン建屋の床ドレン、変圧器区域の表面排水は、油水分離装置を通して排水処理装置で処理される。

排水処理後、これらのクリーンな排水は川に放水される。

冷却塔のブロー水は、川に放水される。

5.5.11 消火設備

(1) 火災安全方法

ベラマラ CCPP は、発電所の職員と設備を火災などの災害から守るために、設備間に十分な距離を確保し、設備や材質を耐火仕様にするなど設計、建設計画を行う。

危険区域は、危険物の種類、取扱い方法別に設定される。消火対象装置、区域、建屋の異なる運用を保護するために、異なる消火設備を設置すること。

ベラマラ CCPP の消火設備は、NFPA850 に従い、最低でも 2 時間 (容量 300m³、圧力 10bar) の火災に耐えられる容量とする。

ベラマラ CCPP は、消火ポンプ室付きの消火設備を保有し、消火水は原水タンクから供給する計画である。

消火設備の系統を添付資料 4 11. 消火系統図に示す。

新しい消火ポンプ室は以下の設備で構成する。

電気式ジョッキポンプ	100%容量	1 台
主電気式ポンプ	100%容量	1 台
主ディーゼル式ポンプ	100%容量	1 台

最も厳しい状況での必要水量および必要圧力は、主電気式ポンプによって確保され、主ディーゼル式ポンプは、主電気式ポンプが故障した場合のために、待機状態とすること。主ディーゼル式ポンプの容量は、主電気式ポンプの容量と同じ容量とすること。

Table I-5-5-10 保護区域および消火設備設備

項目	建屋および区域	消火設備
1	ガスタービン	二酸化炭素消火設備
2	蒸気タービン潤滑油、潤滑油ポンプ	粉末消火設備
3	蒸気タービン軸受け	粉末消火設備
4	蒸気タービン建屋	スタンドタイプ設備
5	発電機、起動用変圧器	粉末消火設備
6	油タンク	泡消火設備 防油堤の保護
7	制御室	ケーブルの地階：散水装置 制御室：アルゴン式か類似式
8	電気設備/開閉装置	散水装置 必要に応じて、移動式消火器
9	ヤード	給水栓
10	共通	制御室の火災・ガス検出設備のための保護装置

(2) 消火設備の概要

ベラマラ CCPP の消火設備は、一般的に NFPA の規定を適用するが、「バ」国の消防法も遵守する計画とする。

消火器は、NFPA 10 に従い分類し、配置する。

NFPA 72 に従い、建物の火災報知器、自動火災検知器および火災表示盤を設置する。

消火系統は、NFPA に従い、2 時間の消火水を供給できる系統とする。

主要な消火配管は、給水栓、散水装置に効果的に消火水を供給するように敷設する。

消火水の供給設備は、ある箇所の故障時にも他の箇所が継続して消火設備の機能が維持できるような分離できる設備とすること。

油タンクには泡消火設備を設置する。

5.5.12 電気設備

(1) 電気系統

1) 発電機から変電所への電気系統

Figure I-5-5-3 にベラマラ CCPP と 230/132kV 変電所の構成を示す。

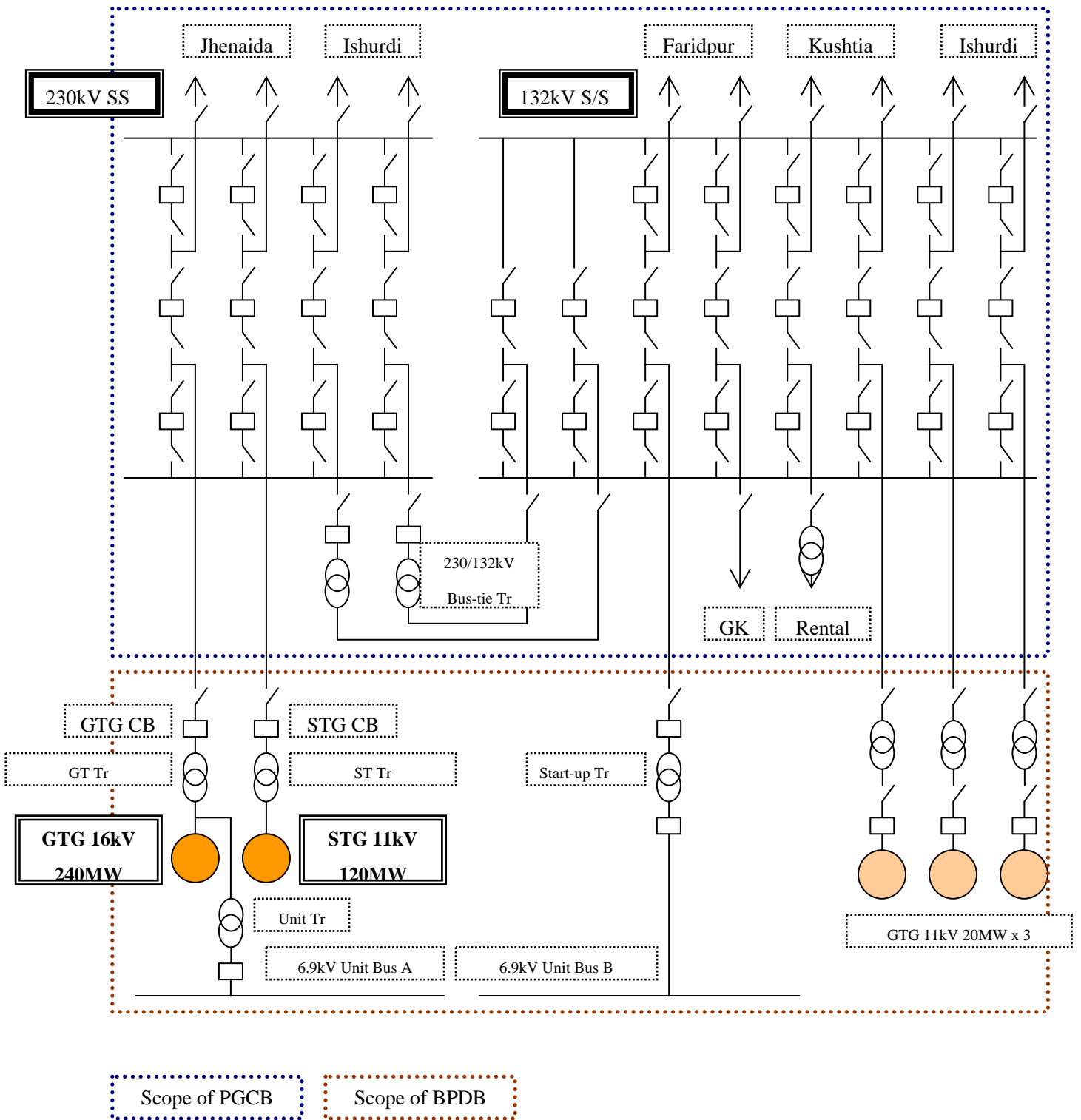


Figure I-5-5-3 ベラマラ CCPP と 230/132kV 変電所の構成

ガスタービン発電機（以下「GT 発電機」）より発電した電気は、ガスタービン発電機昇圧変圧器（以下「GT 変圧器」）を介して昇圧する。また蒸気タービン発電機（以下「ST 発電機」）より発電した電気は、蒸気タービン発電機昇圧変圧器（以下「ST 変圧器」）を介して昇圧し、それぞれ 1.5 母線方式で構成された 230kV 変電所に接続し、外部の電力系統網に送電するものとする。

所内補機動力等の電源は、通常運転時には発電機主回路から分岐し所内変圧器を介して供給するユニット方式とする。起動時所内補機動力等の電源は、132kV 変電所から起動変圧器を介して供給されるものとする。

起動時、GT 発電機が定格速度、定格電圧に到達すると、GT 発電機はガスタービン発電機しゃ断器（以下「GT しゃ断器」）により 230kV 系統に並列される。次に ST 発電機が定格速度、定格電圧に到達すると、ST 発電機は蒸気タービン発電機しゃ断器（以下「ST しゃ断器」）により 230kV 系統に並列される。

GT 発電機と ST 発電機は 1.5 母線方式で構成された 230kV 変電所のしゃ断器でも並解列可能であり、GT しゃ断器と ST しゃ断器は本来必要としない。しかし、230kV 変電所設備は PGCB 所掌である一方、発電機の並解列操作は NWPGL で実施される。従い設備分掌のため、NWPGL 所掌のベラマラ CCGT 側 (GT 変圧器と ST 変圧器の 2 次側) に NWPGL による発電機並解列用として GT しゃ断器と ST しゃ断器を設置する。

2) 発電機主回路

発電機主回路を添付資料 4 12. 単線結線図に示す。

GT 発電機と ST 発電機の 2 台の発電設備で構成され、それぞれ発電機、主変圧器、励磁変圧器および計器用変圧器が相分離母線 (IPB) で接続され、主変圧器 2 次側 (高圧側) の発電機しゃ断器と発電機断路器を介し、230kV 変電所に接続されるものとする。

(2) 発電機

1) GT・ST 発電機

発電機は次表仕様を標準とする。

Table I-5-5-11 発電機仕様

発電機種類	GT 発電機	ST 発電機
種類	三相交流同期発電機	三相交流同期発電機
極数	2	2
相	3	3
容量	248MVA	131.6MVA
周波数	50Hz	50Hz
回転数	3,000rpm	3,000rpm

発電機種類	GT 発電機	ST 発電機
端子電圧	16kV	11kV
力率	0.80 (遅れ)	0.80 (遅れ)
回転子冷却法	水素または空気式	水素または空気式
固定子冷却法	水素または空気式	水素または空気式

2) 発電機冷却設備

GT および ST 用の発電機冷却方式には、空気冷却式と水素ガス冷却式がある。入札者は、各自の入札で指定された発電機への類似能力に対する適用実績を持つものとする。発電機メーカーは、IEC 条件において 280MVA 以上の容量を持つ空気冷却式発電機 2 台および・または水素ガス冷却式発電機 2 台を少なくとも納入した実績を持つこととする。空気冷却式あるいは水素ガス冷却式のいずれかの設備が、GT 発電機と ST 発電機に適応できる。

3) 発電機冷却設備の比較

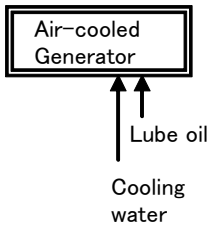
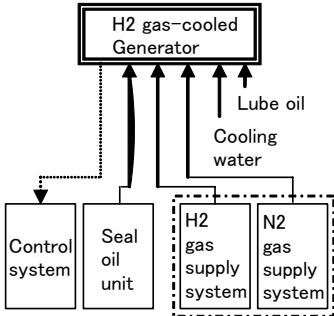
両冷却設備の比較結果は、次表に示す通りである。

最近、冷却性能の技術進歩や風損の削減の結果、300MVA 級以上の発電機に、空気冷却式設備が採用されている。水素ガス冷却式設備に比べ、空気冷却式設備は設備自体がより単純で、運用とメンテナンスが容易、そして費用の節約となるなどの利点がある。一方、水素ガス冷却式設備採用により発電機は小型化できるため、輸送や据付時に利点がある。

従って GT および ST の発電機は、空気冷却式または水素ガス冷却式であるものとする。工事請負者は、その入札で指定されている発電機に類似の能力の利用経験を有しているものとする。

発電機メーカーは、設備能力が IEC 条件で 280MVA 以上である少なくとも 2 つの空気冷却式発電機および/または 2 つの水素ガス冷却式発電機を納入した経験を有するものとする。

Table I-5-5-12 発電機冷却設備の比較

	空気冷却式	水素ガス冷却式
1) 装置		
効率性	同等	ベース
構成 (補助装置)	<p>より単純</p> 	<p>ベース</p> 
2) 運用・メンテナンス	より簡単	ベース
3) 建設	より簡単・短期	ベース
4) 設置空間 (合計)	より小さい	ベース
5) 費用 (初期・運営)	より安価	ベース

(3) 励磁方式

1) 励磁装置

各発電機では、静止型サイリスタ励磁装置により界磁電流を調整し、発電機端子電圧を制御されるものとする。サイリスタ励磁装置には、励磁変圧器、自動電圧調整装置 (AVR : Automatic Voltage Regulator)、サイリスタ装置、界磁しゃ断器を含む。

2) 自動電圧調整装置

発電機電圧を検出し、発電機が設定電圧になるよう無効電力を制御する発電機励磁装置が採用されるものとする。

(4) GT 起動方式

電動機駆動トルクコンバータとサイリスタ起動方式

GT の起動方式は、電動機駆動トルクコンバータ方式またはサイリスタ方式のいずれかとし、工事請負者の推奨によるものとする。

(5) 変圧器

GT 変圧器、ST 変圧器、所内変圧器と起動変圧器の接続状態を添付資料 4 12. 単線結線図に示す。

1) GT 変圧器

GT 変圧器は、発電機電圧(16kV)を送電電圧(230kV)に昇圧するものである。

GT 変圧器は負荷時タップ切換装置付き、油絶縁三相変圧器もしくは単相変圧器 4 台 (1 台予備) とし、変圧器冷却方式は ONAF (Oil Natural Air Forced : 油入風冷) を採用する。変圧器巻線方式は Δ -Y とする。

2) ST 変圧器

ST 変圧器は、発電機電圧(11kV)を送電電圧(230kV)に昇圧するものである。

ST 変圧器は負荷時タップ切換装置付き、油絶縁三相変圧器もしくは単相変圧器 4 台 (1 台予備) とし、変圧器冷却方式は ONAF (油入風冷) を採用する。変圧器巻線方式は Δ -Y とする。

3) 所内変圧器

所内変圧器は、GT 発電機電圧 (16kV) を A 所内電源電圧 (6.9kV) に降圧するものである。

所内変圧器は負荷時タップ切換装置付き、油絶縁三相変圧器もしくは単相変圧器 4 台 (1 台予備) とし、変圧器冷却方式は ONAN (Oil Natural Air Natural : 油入自冷) を採用する。変圧器巻線方式は Δ -Y とする。

4) 起動変圧器

起動変圧器は、132kV 系統電圧を B 所内電源電圧 (6.9kV) に降圧するものである。

起動変圧器は油絶縁三相変圧器もしくは単相変圧器 4 台 (1 台予備) とし、変圧器冷却方式は ONAN (油入自冷) を採用する。変圧器巻線方式は Y-Y- Δ の安定巻線付とする。

Y-Y- Δ 巻線を採用することにより、地絡事故電流の検出が容易になる。

各変圧器は次表仕様を標準とする。

Table I-5-5-13 各変圧器仕様

項目		GT 変圧器	ST 変圧器	所内変圧器	起動変圧器
定格 電圧	1 次	16.0kV	11.0kV	16.0kV	132.0kV
	2 次	230.0kV	230.0kV	6.9kV	6.9kV
定格 電流	1 次	11,547A	8,398A	722A	87.5A
	2 次	803A	402A	1,674A	1,674A
定格 容量	1 次	320MVA	160MVA	20MVA	20MVA
	2 次	320MVA	160MVA	20MVA	20MVA
相結線		Δ -Y	Δ -Y	Δ -Y	Y-Y- Δ (安定巻線)
冷却方式		ONAF (油入風冷)	ONAF (油入風冷)	ONAN (油入自冷)	ONAN (油入自冷)

(6) 単相変圧器と三相変圧器方式

両変圧器方式の比較結果は、次表に示す通りである。

BPDB としては、単相変圧器 3 台方式採用の意向があることを確認した。確かに輸送や事故による変圧器 1 相分取替時は、単相変圧器 3 台方式の方が有利である。一方、コスト的には、単相変圧器 3 台方式は予備変圧器、変圧器毎の制御装置、基礎が必要なため、より高価になる。単相変圧器と三相変圧器方式は、性能的には同等といえる。

従って変圧器方式は、単相変圧器と三相変圧器方式のいずれかとし、工事請負者の推奨によるものとする。

Table I-5-5-14 三相変圧器と単相変圧器

型式	三相変圧器	単相変圧器
台数	1 台	4 台必要 (3 台+1 台予備)
輸送	Base	より簡単
コスト	Base	より高価
スペース	Base	より広いスペースが必要
据付工事	Base	より長期
運用性	Base	同等
信頼性	Base	より高い

(7) 発電機しゃ断器と発電機断路器

GT 変圧器と ST 変圧器の 2 次側に発電機並解列用として GT しゃ断器、GT 断路器と ST しゃ断器、ST 断路器を設置する。

起動時、GT 発電機が定格速度、定格電圧に到達すると、GT 発電機は GT しゃ断器により 230kV 系統に並列される。次に ST 発電機が定格速度、定格電圧に到達すると、ST 発電機は ST しゃ断器により 230kV 系統に並列される。

GT 発電機と ST 発電機は 1.5 母線方式で構成された 230kV 変電所のしゃ断器でも並解列可能であり、GT しゃ断器と ST しゃ断器は本来必要とはしない。しかし、230kV 変電所設備は PGCB 所掌である一方、発電機の並解列操作は NWPGL による実施される。従い設備分掌のため、NWPGL 所掌のベラマラ CCP 側に NWPGL による発電機並解列用として GT しゃ断器と ST しゃ断器を設置する。

しゃ断器の連続定格電流は負荷容量に見合ったものを選定する。GT しゃ断器と ST しゃ断器の標準仕様を次に示す。

- ・ 標準連続定格電流：800 – 1,250 A
- ・ 標準定格遮断電流：25.0 – 31.5 kA

(8) 所内電源

所内電源は所内変圧器と起動変圧器で電源供給系統を構成する。

ベラマラ CCPP で使用される設備は所内変圧器から電源を供給することとし、共通設備（水処理、排水処理設備など）は起動変圧器系統から電源を供給することとする。

また非常用電源として、3相ディーゼル発電機を1基設置し、ベラマラ CCPP の全停時の保安電源確保を可能とする。

1) 6.9kV 所内母線

6.9kV 所内母線は、発電設備を運転するために必要な補機駆動電源や建屋共通動力電源を供給するものとする。

6.9kV 所内母線は A および B の 2 母線で構成される。

A の 6.9kV 所内母線は発電機主回路から分岐した所内変圧器から電源供給を受け、所内一般補機および 415kV 所内母線に電源供給を行う。

B の 6.9kV 所内母線は 132kV 変電所から起動変圧器を介し電源供給を受け、所内一般補機に電源供給を行う。

A と B の 6.9kV 所内母線は母線連絡しゃ断器と母線連絡断路器を介して連絡される。通常時、母線連絡しゃ断器と母線連絡断路器は開放されている。発電所起動停止時は母線連絡しゃ断器と母線連絡断路器を投入し、A の 6.9kV 所内母線は B の 6.9kV 所内母線より受電される。事故による発電設備停止時も同様であり、起動変圧器から B の 6.9kV 所内母線を介して、A の 6.9kV 所内母線に電源供給する。

2) 415kV 所内母線

415kV 所内母線は、中容量電動機や開閉装置動力電源を供給するものとする。

3) 220V 直流電源設備

220V 直流電源設備は、A、B220V 直流電源設備（蓄電池）を設置し、直流負荷は直流分電盤より電源の供給を受ける。ベラマラ CCPP 全停時の発電設備安全停止は蓄電池で確保できるものとする。

4) 非常用交流電源設備

ディーゼル発電設備を採用し、1台設置するものとする。

ディーゼル発電機の役割は、安全停止後に再起動操作を可能とするものである。

非常用交流電源は、電源喪失時にディーゼル発電機から 415kV 非常用母線に送電されるものとする。

5.5.13 発電設備保護と制御

(1) 発電機・変圧器保護

発電機主回路を構成しているのは、GT 発電機・GT 変圧器と ST 発電機・ST 変圧器である。その主回路を保護する継電器を次表に示す。

Table I-5-5-15 主回路保護継電器

名称	要素
GT 発電機比率差動	87G ₁
GT 変圧器比率差動	87T ₁
ST 発電機比率差動	87G ₂
ST 変圧器比率差動	87T ₂
逆相	46
界磁喪失	40
発電機逆電力	67
地絡過電流	51GN
過励磁	24
発電機過電圧	59
発電機低電圧	27G
周波数高・低	81

発電機と変圧器は 87G と 87T 継電器により保護される。発電機後備保護としては、地絡継電器などが推奨される。

(2) 制御監視システム構成

すべての監視制御システムの設計は、ベラマラ CCGP 職員および機器の安全性を最大限確保し、その一方で、可能な限り最高の可用性を念頭に置きつつすべての条件の下でベラマラ CCGP を安全に、かつ効率的に運転するようなものとする。

発電設備全自動運転を可能とする制御監視システムは、技術面、コスト面を考慮した DCS (Distributed Control System) 設備で構成する。DCS 設備は共通設備の制御監視を含む発電設備全体の制御監視を可能とする。

DCS 設備の基本構成

- ・ 演算および電源回路は 2 重化とし、入出力回路は 1 重化とする。
- ・ 電源供給は AC と DC の 2 重化(突き合わせ方式)とする。
- ・ 基幹ネットワークは 2 重化とする。

- ・ 運転操作はマウス操作を基本とする。

(3) 発電設備制御監視装置

発電設備の制御監視装置は、DCS 設備、情報管理システム、保守管理システム、ネットワークシステムおよび関連装置により構成する。

DCS 設備は、オペレータ・コンソール、タービン制御システム、データ収集システム、シーケンスコントロールシステム、プロセス I/O システムおよびこれらの周辺機器で構成し、これらの設備をネットワークで接続する。

(4) 発電設備 DCS 機能

ベラマラ CAPP 監視制御システムの設計では、GT および GT 発電機と ST および ST 発電機、HRSG および BOP(補機)、空気圧縮機設備などを備えた専用制御装置と組み合わせてデータロギング装置とともに最新技術の DCS(分散制御システム)を使用するものとする。中央操作室内に設置されているオペレータ・コンソール盤は、キーボードおよびマウスを備える 4 つの LCD(液晶ディスプレイ)を含むものとする。他方、変電所制御室内に設置されているオペレータ・コンソール盤は、キーボードおよびマウスを備える 2 つの LCD(液晶ディスプレイ)を含むものとする。

GT 制御システム、ST 制御システム、HRSG およびローカル制御システムは、冗長通信リンクおよびハード配線信号で DCS に結ばれるものとする。

空気圧縮機制御システム、蒸気供給制御システムなどは、直接、またはリモート I/O を介して、DCS I/O キャビネット内に送られるものとする。

LCD グラフィックスは、機器およびプロセス条件の監視制御、記録、ステータス、および警報を操作員に知らせるものとする。

GT、ST、および HRSG の保護制御を行うための検出は、発電設備信頼性を高めるため冗長性/三重構成とする。

制御システムは、自動方式により発電設備を操作し、制御するように設計されるものとし、また発電設備状態の情報および起動停止操作やトラブルシューティング、通常運転状態を操作員に伝えるものとする。

制御システムの制御ロジックおよびグラフィックディスプレイの構成は、メンテナンス員が現場で修正および変更を容易に、間違いなく行えるように設計されるものとする。

下記の機能を有する DCS 設備を計画する。

タービン制御監視機能

- ・ GT 制御監視、GT 保護回路
- ・ HRSG 制御監視、HRSG 保護
- ・ ST 制御監視、ST 保護回路

- ・ 高圧制御油系統制御
- ・ 発電機保護、励磁制御、電圧制御、並解列制御
- ・ 補機制御監視

情報収集／管理機能

- ・ スキャンおよび警報
- ・ プロセス計算(含む性能計算)
- ・ データログ機能およびデータ表示

共通設備の制御監視機能

- ・ 燃料油設備
- ・ 水処理設備
- ・ 排水処理設備など

これらの共通設備は、設備毎に独立した監視制御装置を設置する。発電設備本体の運転に与える影響を考慮し、演算および電源回路などの多重化をはかり信頼性の高いシステムとする。

DCS の保守のため、下記の機能を有する保守ツール(Engineering Work Station)を設置する。

保守機能

- ・ 制御回路設定／変更機能(Plant Database Generation/Mode Function)
- ・ 系統図表示／変更機能(Display Generation/Mode Function)

5.5.14 土木および建築工事

(1) 概要

1) 一般的要件

ここでは、契約に含まれるベラマラ CCPP の構造物、および建物に関連する土木および建築工事を対象とする。この節で取りあげる土木および建築工事は、工事の実施およびメンテナンスに必要なすべての機械類、設備、材料、用具および機器、労働力および監督の供給、また完成時には、現場からのすべての設備、機器、余分な材料、残骸・破片などの撤去を伴う。

工事請負者は、承認を得るため NWPGL に、また土木および建築工事の開始に先立って承認を得るため地域関係当局に詳細計画を提出するものとする。

以下の項目が、あらかじめそれぞれ承認を得るために NWPGL に提出されるものとする。

- ・ 詳細設計図面
- ・ 構造計算書
- ・ 建築設備用の性能計算書
- ・ 防災計画
- ・ 仕上げ表
- ・ 全体のカラーコーディネーション方式、サンプルカタログ
- ・ それぞれの工事の実施方法の説明
- ・ それぞれの工事の進捗状況の報告書
- ・ 品質保証および完了報告書

全体計画の承認、建築計画の承認、工事開始の許可、建設開始に関する他の承認、適合性証明書などを得るための地域当局との調整・修正等は、仮申請も含めて工事請負者の費用でなされるものとする。

騒音軽減対策に関して、建物および構造物の設計に特別な注意を払うものとする。音響レベルの許容法定限度を遵守するものとする。囲まれているすべての建物/構造物に関して、適切な換気および照明が工事請負者により設計され、提供されるものとする。既存のフェンス、道路、および景観が、新規ガス、水道、電気などの設備(新規配管、ケーブル、道路、排水管、トレンチなど)の敷設に関して影響を受ける場合、そのような設備は、NWPGL の承認に対し工事請負者の費用で回復されるものとする。

建物/上部構造物はすべて、ベラマラ CCPP 内に存在する構造物との干渉を避けるように正しく計画されるものとする。新規建設との干渉を最小限に抑えるため、既存の設備およびガス、水道、電気などは、土木工事建設の開始に先立って、他の契約に従って再配置され、撤去される。

土木および建築工事は、地質学的調査、敷地造成、雨水・構内排水路設備の設計および建設、地下ユーティリティおよび取水管、道路工事、舗装および路面砂利敷き詰め、基礎を含む主/補助建物および構造物、屋内および屋外機器基礎、照明などの建物設備、避雷設備、汚水設備、空調および換気、およびベラマラ CCPP を完成させるために必要な他のすべての品目を含むものとする。

2) 法的要件

ベラマラ CCPP 設計およびその履行は、以下の国際または地域の規格および基準のうちいずれか厳しい方に従って実施されるものとする。すべての規格および基準は、最新版とする。地域規制法において矛盾する項目は、特定の地域標準が全体としてまたは一部、

NWPGCLにより明確に「適用できない」と宣言されていない限り、他の基準に優先するものとする。

この点に関して、工事請負者は、入札前に地域法的規制および要件を熟知しておくことが求められる。地方自治体から承認を得ることに関連するすべての費用、料金などは、EPC 契約価格に含まれるものとみなされる。

適用すべき国際規格および基準：

- ・ コンクリート工事については米国コンクリート学会(ACI 318)
- ・ 鉄骨構造については米国鉄骨構造物学会(AISC)
- ・ 国鉄鋼協会(AISI)
- ・ 米国土木学会(ASCE)
- ・ 材料品質管理については米国材料試験協会(ASTM)
- ・ 道路排水については米運輸交通担当者協会(AASHTO)
- ・ 溶接については米国溶接協会(AWS)
- ・ コンクリート管および配水配管については米国水道協会 (AWWA)
- ・ 全国防火協会(NFPA)
- ・ 米国機械学会 (ASME)
- ・ 米国規格協会(ANSI)

適用すべき現地規格および基準：

- ・ 「バ」国内建築基準法-1993(BNBC)

工事請負者が自国の標準または勧告に基づいて工事を行いたい場合、工事請負者は、個々のケースについて提案されている国内標準および勧告と上述の適用すべき規格および基準との差の表形式にした一覧を提出するものとする。そのような代替標準または勧告を受け入れる決定は、NWPGCL の判断に基づき NWPGCL によってのみ決められるものとする。

3) 材料、サンプル、および調達

土木および建築工事用のすべての材料および製品は、現地では入手できないことが証明されない限り、現地で調達し、現地メーカーから仕入れるものとする。

工事で使用されることが提案されているすべての土木および建築材料および製品のサンプルは、随時 NWPGCL により求められることがあり、したがって参考にできるように保管されるものとする。サンプルは、仕入れ先に発注する前に検討のため NWPGCL

に提出されるものとする。承認および実際の設置/建設に対する要求に十分な時間の余裕をみておく必要がある。

(2) 敷地条件

1) 敷地面積

定められた建設現場は、添付資料 2 の 2. 構内配置図に示されている。

プロジェクトの用地は約 250m×250m+100m×100m が確保されており、建設工事用の仮設用地も十分に確保されており、工事請負者の要件に応じて提供される。

2) 敷地地盤高

敷地地盤高は、以下のように既存のベラマラ CCPP と同じでなければならない。

GL=EL+16.00m

3) 敷地状況

工事請負者は、工事の位置決めおよび土盛り作業の開始および完了後に造成される敷地に関して必要なすべての調査を実施するものとする。この工事は、契約期間中に必要とされるすべての調査も含むものとする。

すべての図面において表示の地盤高と建屋 1 階標高については EL 表示とする。

工事請負者は、工事の位置決め用に新規のコントロールポイントを確定するものとする。サイト内で、建設工事により移動されず、また現場のレベルをチェックするために照準できる十分に目立つベンチマークを配置するものとする。これらのベンチマークは、可能な限り恒久的なものとし、また移動されないよう保護されるものとする。工事請負者は、さらに、将来の参照地点として NWPGL により指令されたとおりの好適な位置に 2 つの永続的なコントロールポイントを確定するものとする。コントロールポイントは、座標とレベルで照合されるものとする。

ベンチマークのグリッド値および補正標高、構造物の原点およびすべての接続点のグリッド値は、図面上に明確に示されるものとする。

4) 地質

地質条件は、本書の 4.6.4 節「地形および土質」に示されている。

5) 自然条件

サイトの気象条件は、本書の 7.1.2 節「自然環境の概要」に示されている。

(3) 工事範囲

契約は、すべての材料の供給、ならびに設計および撤去工事を含む工事を完了させるのに必要すべての工事の履行を対象とする。仕様書または図面にないが、その必要性が仕様書および図面から合理的に判断されうるか、あるいはすべての工事の完了に対し一般的もしくはは不可欠である材料または工事がある場合、それは EPC 契約価格に含まれるものとする。

すべての土木および建築工事は、限定はしないが、以下の主要工種を含む。

- ・ CCR (中央制御室)、関連する部屋、補機類、備品、および建物設備を備える 1 GT ユニットおよび 1 ST ユニットに対する GT および ST 建物
- ・ ガスコンプレッサ用の補助建物など
- ・ 倉庫および作業場
- ・ 工事請負者により供給される HRSG、補機類、屋外スイッチヤード、パイプ、ケーブル支持部材などのすべての屋外構造物、スタック、機器基礎
- ・ 取水設備
- ・ 物揚場及び栈橋
- ・ 飲料水設備
- ・ 発電設備から放出される汚染排水の廃水処理設備
- ・ ベラマラ CCPP の境界のフェンスを含む定められた建設現場の道路、舗装道路、景観、屋外照明、および他の屋外工事物
- ・ 構造物の撤去および撤去された構造物の埋め合わせ、さらには EL+15.00m へ事前整地を含む敷地造成工事

工事は、以下の項目を含むものとするが、必ずしもこの限りではない。

1) 現地土木工事

工事の計画および履行は、以下に規定されているような工事の設計および履行を含むものとする。

- ・ 発電設備用地の土工事(整地、掘削、残土処分、埋め戻しなど)
- ・ 地下構造物の撤去工事および関連工事
- ・ 既存設備から伸びる、または既存設備に接続される供給または排水のパイプライン
- ・ 指定区域における道路、雨水排水路、よう壁、フェンス工事、生け垣作り、景観および他の屋外作業物
- ・ ベラマラ CCPP 内の既存道路の再建および/または補修

- ・ 道路の舗装(ベラマラ CCPP 複合体の外の既存道路を除く)および既存発電所内で設置およびメンテナンスに必要な他の領域
- ・ ベラマラ CCPP 内の既存の雨水排水設備の再建および/または補修
- ・ 既存の設備に加えて必要な雨水排水設備
- ・ 必要ならば、提案区域の周りの既存のフェンスの再建および/または補修

2) 建築工事

a. 構造工事

構造工事は、以下に規定されているような工事の設計および履行を含むものとする。

- ・ すべての建物の基礎および構造物
- ・ すべての建物内の機械類または機器用のアンカー据付けを除く基礎および台のコンクリート工事
- ・ すべてのコンクリートおよび鉄骨構造工事を含まるすべての建物に対する上部構造物
- ・ すべてのコンクリート工事、各種の鋼構造工事などを含まるすべての屋外構造物および機器の基礎および槽

b. 建築工事

建築工事は、以下に規定されているような工事の設計および履行を含むものとする。

- ・ ベラマラ CCPP 機器の運転、検査、メンテナンスに必要な支持材、アクセス、プラットフォーム、通路、はしご、および手すりなどを含む必要な建物仕上げ、各種の鋼構造工事からなる、GT/ST 建物およびすべての補助建物に対する建築工事項目
- ・ 土木工事の景観に関連するすべての建物および構造物に対する全体的な色調整
- ・ 建築工事に関連する看板、案内標識、部屋名表示、および他の標識
- ・ 家具

c. 建築設備

建築設備は、以下に規定されているような工事の設計および履行を含むものとする。

- ・ 使いやすい電源コンセントを含む、屋外および屋内照明設備
- ・ すべての建物の換気および空調設備
- ・ GT/ST 建物/部屋および補助建物または用地内の給水設備および衛生設備

- ・ GT/ST 建物および補助建物の床排水および雨水排水路設備は、油回収ピット等を備える。
- ・ 基礎を含む建物および屋外構造物の避雷設備設備
- ・ GT/ST 建物内のエレベーター

5.5.15 変電所

(1) 新設 230kV 変電所

新設 230kV 変電所は Table I-5-5-16 新設 230kV 変電所仕様を標準とする。

Table I-5-5-16 新設 230kV 変電所仕様

電圧	230 kV
母線構成	1.5 しゃ断器
変電所型式	屋外従来気中絶縁型
引込線数	4
しゃ断器数	12

Figure I-5-5-3 に 230kV 変電所の構成を示す。

既設発電所は既設 132kV 変電所と接続されている。新設されるベラマラ CCPP は新設される 230kV 変電所と接続される。発電機出力は、GT および ST 変圧器を介し、2 回線で 230kV 変電所に送電される。

230kV 変電所は、空気絶縁屋外型とする。母線構成は、1.5 しゃ断器方式を利用する (Figure I-5-5-3 参照)。1.5 しゃ断器方式は、しゃ断器 3 台が回路にしゃ断器のうちの 1 つを共有させる形で 2 つの回路のそれぞれ開閉を行うことができるように変電所で複数の回路およびしゃ断器を相互接続する方法 (したがって、しゃ断器および回路毎に 1/2) を実現する。従って、信頼性と運用性を得ることができる。230kV 変電所の場合、4 つの引込線と 12 のしゃ断器を設置することとする。

しゃ断器の連続定格電流は負荷容量に見合ったものを選定する。各しゃ断器の標準仕様を次に示す。

- ・ 標準連続定格電流 : 1,600 – 2,000 A
- ・ 標準定格遮断電流 : 40.0 – 50.0 kA

230kV の GIS 開閉所は国内では土地利用に制約があるダッカ市内に一箇所あるのみで、他はすべて従来型開閉装置 (ACB 等) であることから、今回も開閉装置は従来型導入の意向であることを確認した。

また、230kV 変電所は NWPGL・PGCB 両者より PGCB 所掌となることを確認した。分掌点は GT 変圧器および ST 変圧器 2 次側の発電機しゃ断器となる。230kV 変電所所有者の PGCB は、変電所操作盤をベラマラ CCPP 中央操作室ではなく、変電所近傍に設置してほしいとの要望がある。

(2) 既設 132kV 変電所

既設 132kV 変電所設備は、運転開始より 30 年間経過し経年劣化が見受けられる。先月（2008 年 5 月）は絶縁不良により、VCT と LA を交換している(Figure I-5-5-4 参照)。また GCB・OCB 等の既設開閉装置のスペアパーツは現在製造中止となっており、事故時取替修理は不可である (Figure I-5-5-5, 6 参照)。230kV 変電所と連絡変圧器により接続する計画があるため、132kV 変電所信頼性確保の面から、本プロジェクトの scope に 230kV 変電所新設に加え、132kV 変電所の改修を含めてほしい、との意向があることを確認した。

将来設備容量不足が見込まれることから既設 132kV 変電所改修を推奨する。既設 132kV 変電所母線導体容量、しゃ断器、断路器定格は 1,200A である。しかし既設 132kV 変電所は、230kV 変電所と 230/132kV 母線連絡変圧器を介し、またベラマラ CCPP と起動変圧器と接続することにより通常状態時 1,207Amp、Bheramara-Jhenaidah 間 1 回線開放時 1,365Amp の電流が流入する見込みである。従って、母線導体と変電所設備のしゃ断器、断路器等の設備容量が不足となり、母線導体、しゃ断器・断路器、その他関連機器を含めて定格 1,600Amp 級に取替える必要がある。また、既設 132kV 変電所のしゃ断器・断路器、その他関連機器は製造中止のものがああり、運用面の理由からも改修を推奨する。

改修時の計画は次のとおりである。

132kV 変電所は既設 132kV 変電所と同様、空気絶縁屋外型とする。母線構成も既設 132kV 変電所と同様、1.5 しゃ断器方式を採用する (Figure I-5-5-3 参照)。

改修後の 132kV 変電所からは起動変圧器を介し、2 回線でベラマラ CCPP 6.9kV 所内母線に送電される。この受電系統は発電所起動停止時の所内電源確保のために設置される。

既設 132kV 変電所は、6 つの引込線と 17 のしゃ断器で構成されている。改修後の 132kV 変電所は 2 つの引込線を追加設置し、8 つの引込線と 22 のしゃ断器で構成されるものと計画する。

また 132kV 変電所所掌は現在 BPDB であり、既設発電所撤去後の所掌は引き続き BPDB もしくは PGCB となる。132kV 変電所は発電所の開閉所であるだけでなく、電力系統を構成する変電所としての機能を有することから、将来は PGCB 所掌となることを推奨する。



Figure I-5-5-4 取替後の 132kV 変電所 VCT と LA



Figure I-5-5-5 132kV 変電所 GCB (1979 年製)



Figure I-5-5-6 132kV 変電所 OCB (1982 年製)

132kV 変電所は Table I-5-5-17 132kV 変電所仕様を標準とする。

Table I-5-5-17 132kV 変電所仕様

仕様	既設 132kV 変電所	改修後 132kV 変電所
電圧	132 kV	
母線構成	1.5 しゃ断器	
変電所型式	屋外従来気中絶縁型	
引込線数	6	8
しゃ断器数	17	22

しゃ断器の連続定格電流は負荷容量に見合ったものを選定する。各しゃ断器の標準仕様を次に示す。

- 標準連続定格電流：1,250 – 1,600 A
- 標準定格遮断電流：25.0 – 31.5 kA

132kV 変電所は既設変電所を拡張・修理し、230kV 変電所はその北側に新設される。

132kV 変電所への電源は、起動変圧器を介して共通母線から、および/または 230/132kV 母線連絡変圧器を介して 230kV 変電所から供給される。

工事請負者は、230/132kV 母線連絡変圧器および敷地内に配置されている起動変圧器とともに 230/132kV 連絡線を設置し、ベラマラ CCPP 起動停止用の電力を供給するものとする。

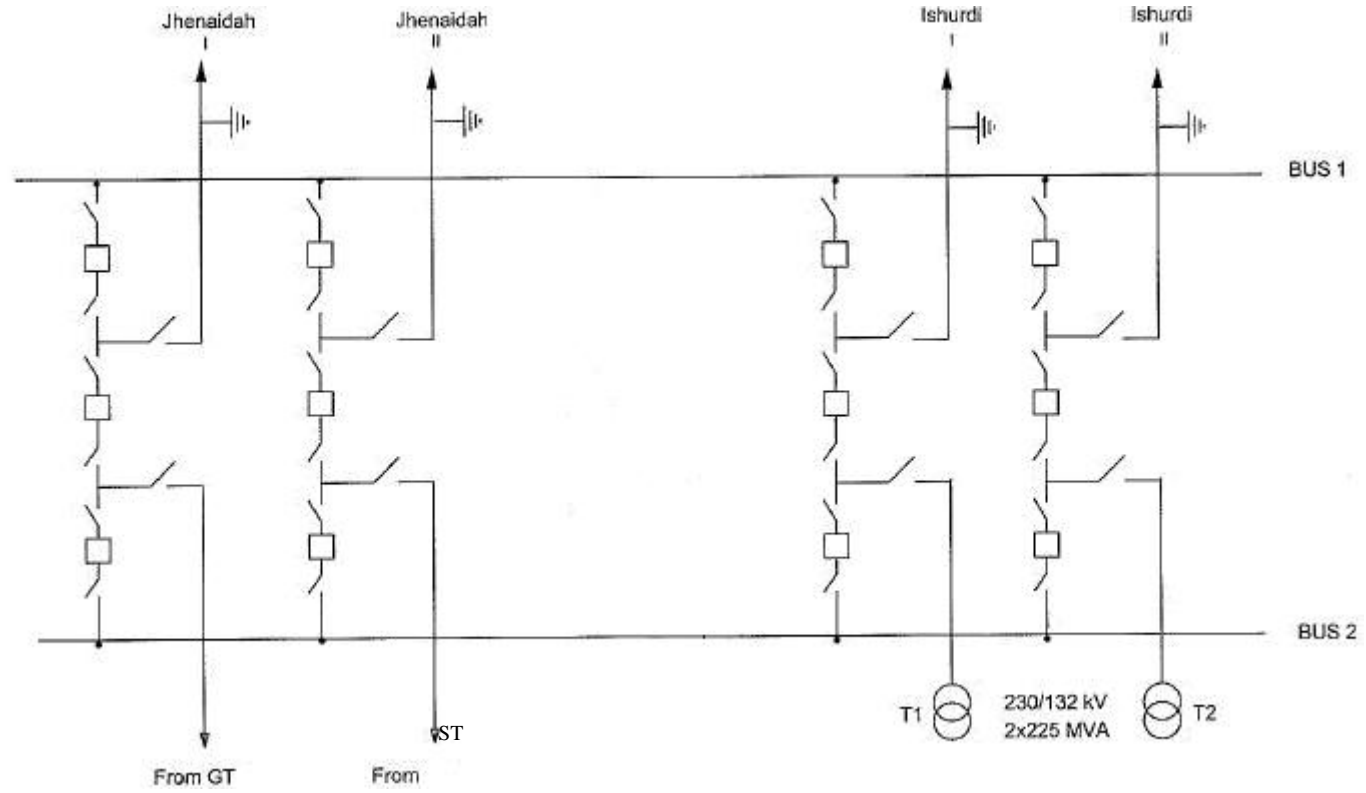


Figure I-5-5-7 230kV 変電所の構成

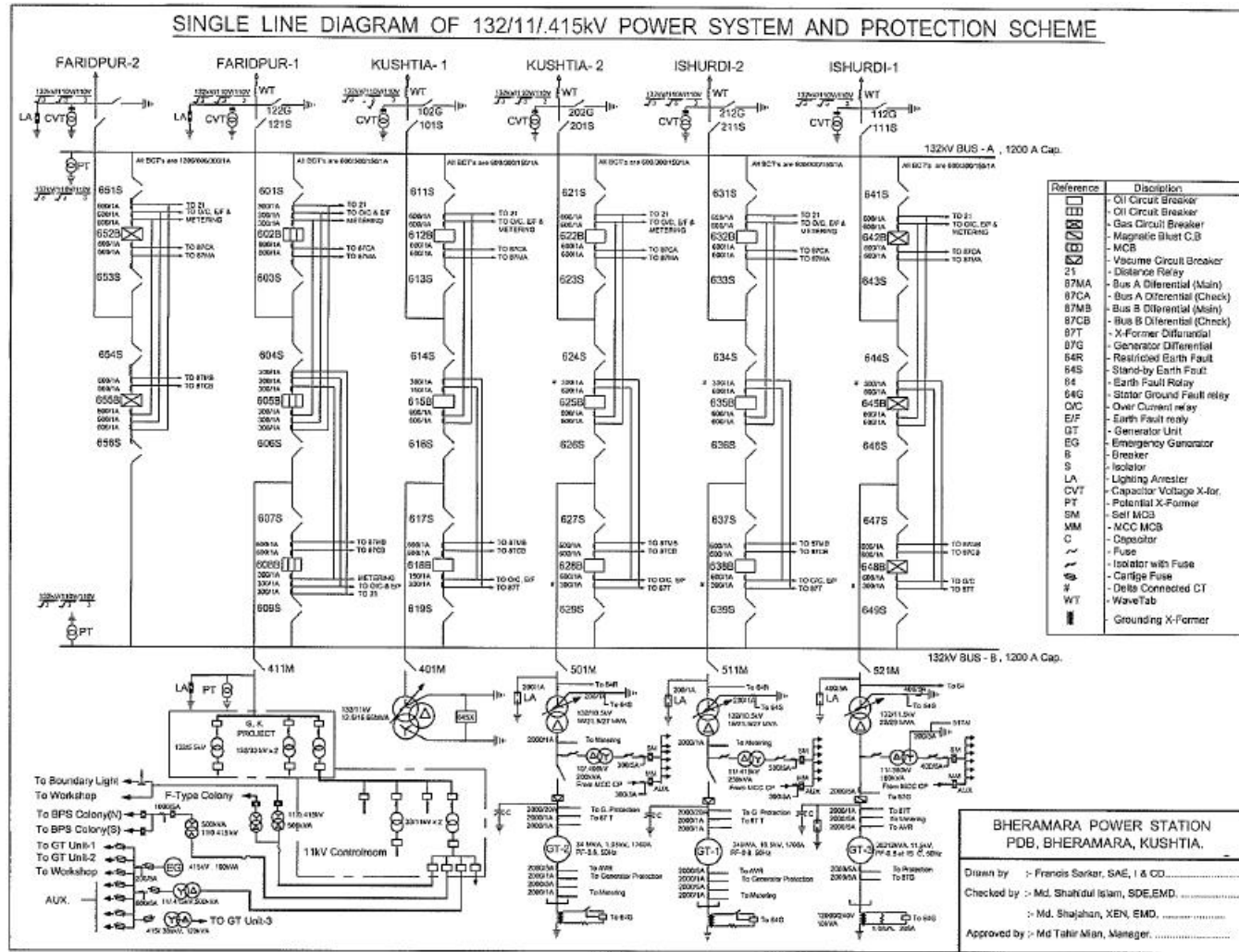


Figure I-5-5-8 既設ベラマラ CAPP と既設 132kV 変電所の構成

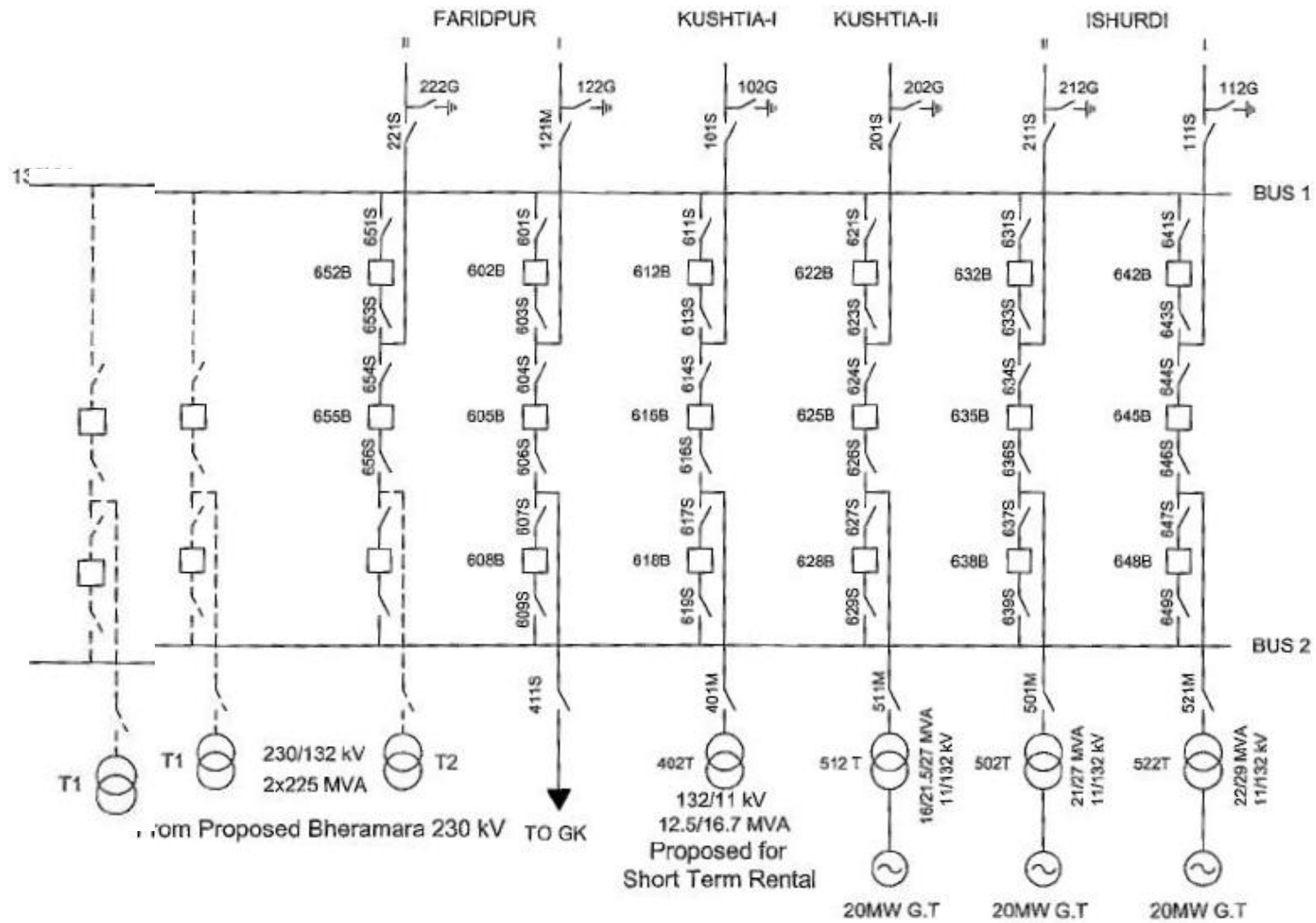


Figure I-5-5-9 改修後 132kV 変電所の構成

(3) 230/132kV 母線連絡変圧器

230/132kV 母線連絡変圧器は、230kV 変電所電圧を 132kV 変電所電圧に降圧するものである。

GT 変圧器は油絶縁三相変圧器もしくは単相変圧器 4 台（1 台予備）とし、変圧器冷却方式は ONAF（油入風冷）を採用する。変圧器巻線方式は Y-Y-Δ の安定巻線付とする。Y-Y-Δ 巻線を採用することにより、地絡事故電流の検出が容易になる。

変圧器は次表仕様を標準とする。

Table I-5-5-18 230/132kV 母線連絡変圧器仕様

項目		230/132kV 母線連絡変圧器
個数		2
定格電圧	1 次	230kV
	2 次	132kV
定格電流	1 次	565A
	2 次	984A
定格容量	1 次	225MVA
	2 次	225MVA
相結線		Y-Y-Δ（安定巻線）
冷却方式		ONAF（油入風冷）

(4) 230kV 変電所母線

230kV 変電所における潮流図を次図に示す。Figure I-5-5-10 は通常状態の潮流図、Figure I-5-5-11 は Bheramara-Jhenaidah 間で 1 回線開放時の潮流図である。この場合、ベラマラ CCPP 出力は 425MW としている。

Table I-5-5-19 は 230kV 変電所における流入電力、Table I-5-5-20 は 230kV 変電所における負荷をまとめたものである。ベラマラ CCPP 出力の 425MW により 1,066Amp の電流が 230kV 変電所に流入する。この潮流と電流は通常状態と Bheramara-Jhenaidah 間 1 回線開放時で差異はない。

従って 230kV 変電所母線電流容量は少なくとも 1,066Amp 以上が要求される。

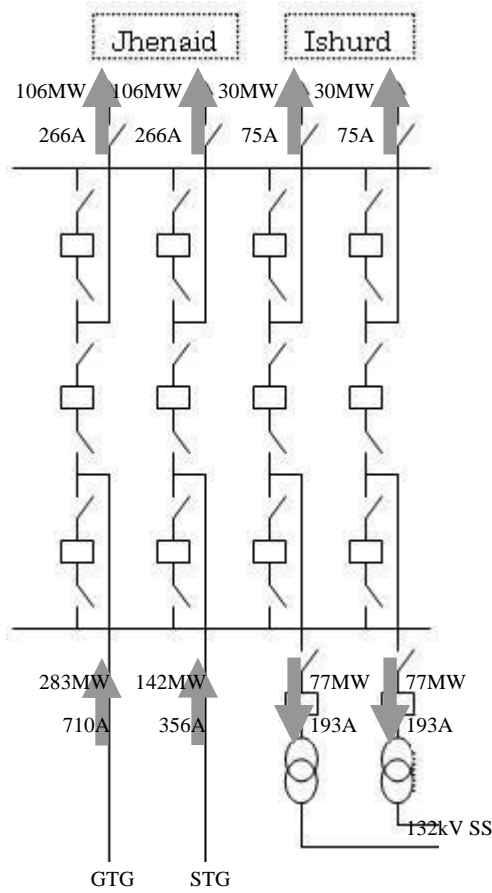


Figure I-5-5-10 230kV 変電所における潮流図 (通常状態)

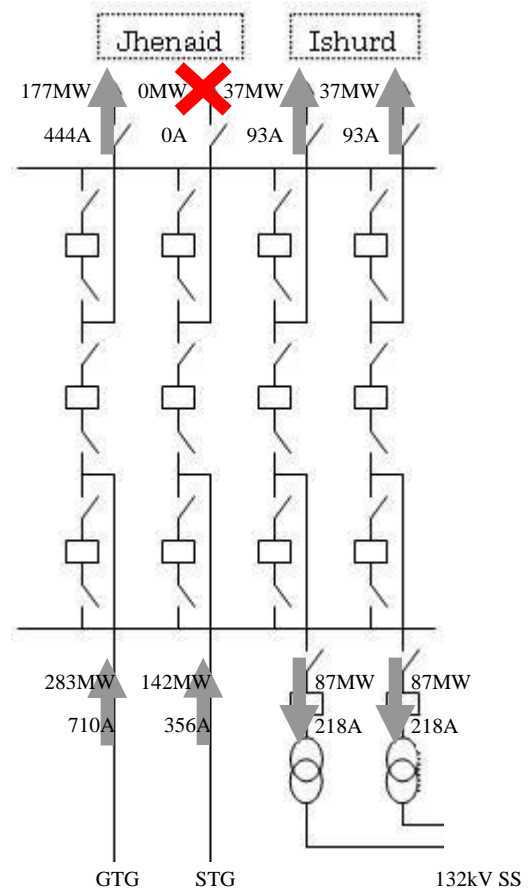


Figure I-5-5-11 230kV 変電所における潮流図 (Bheramara-Jhenaidah 間で 1 回線開放時)

Table I-5-5-19 230kV 変電所における流入電力

流入電力	通常状態時		1 回線開放時	
	MW	Ampere	MW	Ampere
Generator	425	1,066	425	1,066

Table I-5-5-20 230kV 変電所における負荷

負荷	通常状態時		1 回線開放時	
	MW	Ampere	MW	Ampere
Jhenida	212	532	177	444
Ishudri	60	150	74	186
132kV SS	154	386	174	436
Total	425	1,066	425	1,066

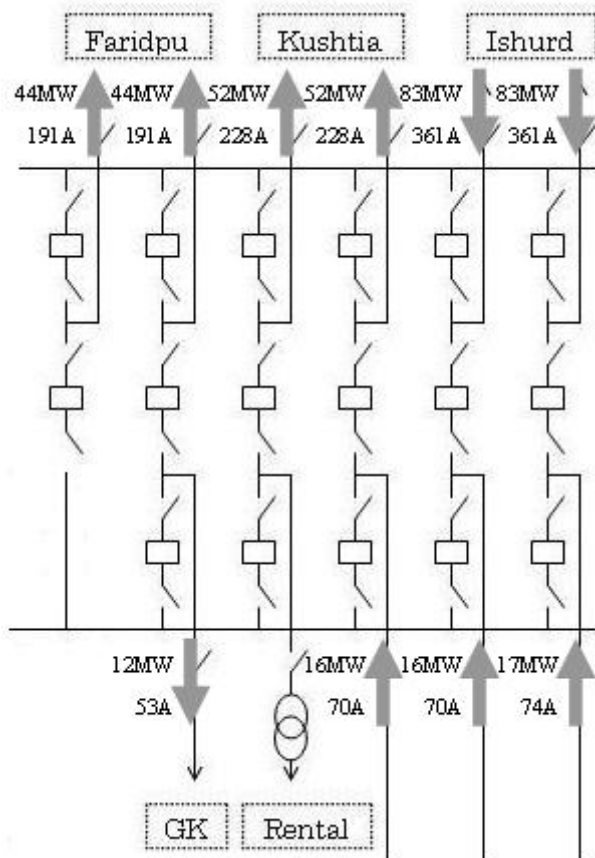
(5) 132kV 変電所母線

既設 132V 変電所母線導体容量は 1,200Amp となっている。2007 年 9 月 17 日の最大需要 4,130MW 発生時には 214MW の潮流、936Amp の電流が既設 132kV 変電所に流入したと考えられる (Figure I-5-5-12 参照)。

改修後の 132kV 変電所における潮流図を次図に示す。Figure I-5-5-13 は通常状態の潮流図、Figure I-5-5-14 は Bheramara-Jhenaidah 間で 1 回線開放時の潮流図である。この場合、ベラマラ CAPP 出力は 425MW としている。

一方、Table I-5-5-21 は 132kV 変電所における流入電力、Table I-5-5-22 は 132kV 変電所における負荷をまとめたものである。通常状態時、ベラマラ CAPP 出力の 425MW により 276MW の潮流、1,207Amp の電流が 132kV 変電所に流入する。また Bheramara-Jhenaidah 間 1 回線開放時、ベラマラ CAPP 出力 425MW が、230/132kV 母線連絡変圧器を介し 132kV 変電所に流入する (潮流 312MW、電流 1,365Amp)。

しゃ断器、断路器定格も母線導体容量と同じく 1,200A であるので、母線導体と変電所設備のしゃ断器、断路器等の容量が不足となる。従って 132V 変電所改修の際は、母線導体、しゃ断器・断路器、その他関連機器を含めて定格 1,600Amp 級に取替える。



132kV 変電所改修工事は、132kV 送電線が停止する時期があればその期間に合わせる。132kV 送電線が停止する時期がなければ、変電所主母線を交互停止して短時間で実施する。また母線導体やしゃ断器本体等の取替は短時間で完了させる必要から、充電部に囲まれた狭隘な場所での作業を考慮した工法を検討する。

Figure I-5-5-12 既設 132kV 変電所における潮流図
(17th Sep 2007 最大需要 4,130MW 発生時)

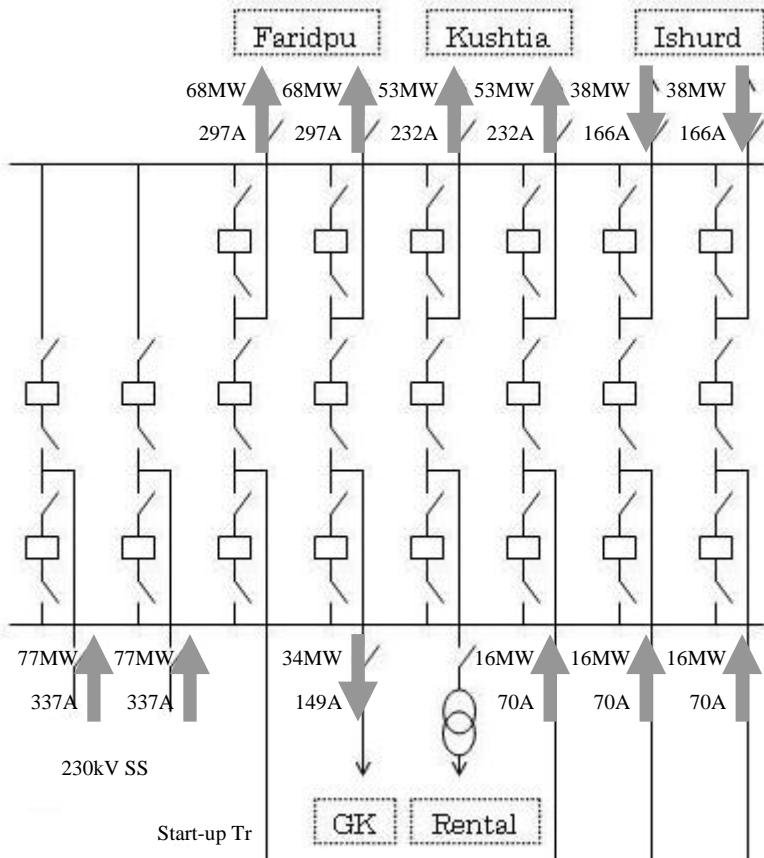


Figure I-5-5-13
改修後 132kV 変電所における潮流図(通常状態)

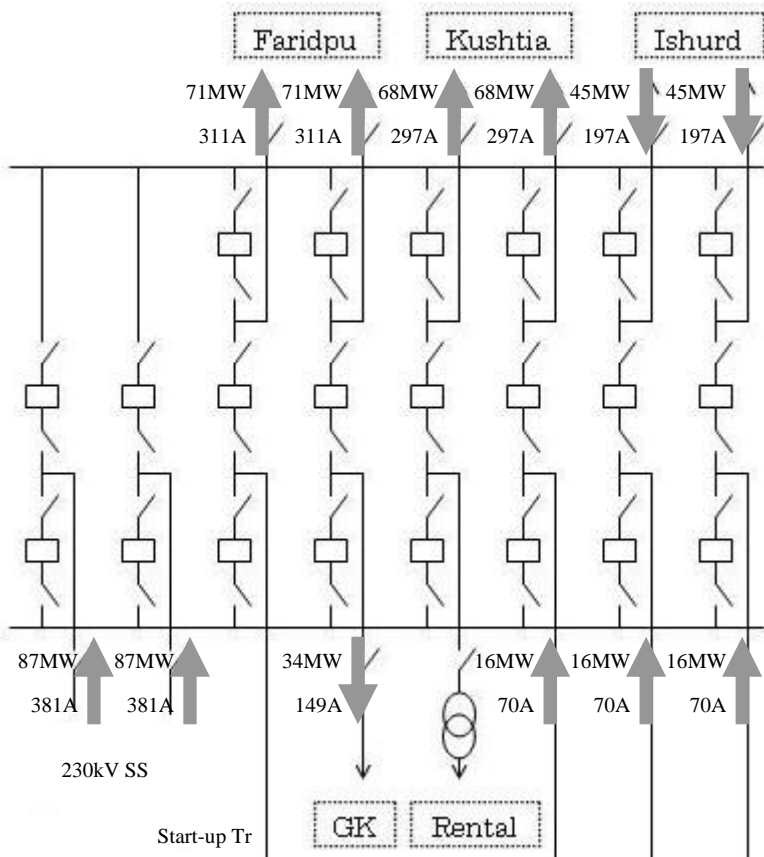


Figure I-5-5-14
改修後 132kV 変電所における潮流図
(Bheramara-Jhenaidah 間で
1 回線開放時)

Table I-5-5-21 132kV 変電所における流入電力

流入電力	通常状態時		1 回線開放時	
	MW	Ampere	MW	Ampere
Generator	48	210	48	210
230kV SS	154	674	174	762
Ishurdi	76	332	90	394

Table I-5-5-22 132kV 変電所における負荷

負荷	通常状態時		1 回線開放時	
	MW	Ampere	MW	Ampere
Faridpur	136	594	142	622
Kushtia	106	464	136	594
GK	34	149	34	149
Total	276	1,207	312	1,365

5.5.16 送電線

(1) 接続方法の概要

新設ベラマラ CCPP 建設と接続される既設 230kV 送電線の位置は Figure I-5-5-15 に示すとおりである。既設 132kV 送電線は既設 230kV 送電線と新設ベラマラ CCPP の間を通過しており、既設 230kV 送電線と新設ベラマラ CCPP を接続するためには、この既設 132kV 送電線を横過させる必要がある。

また、既設 230kV 送電線と新設ベラマラ CCPP を接続するために変更するための鉄塔としては、ベラマラ CCPP 近傍の引留型鉄塔を選択する。

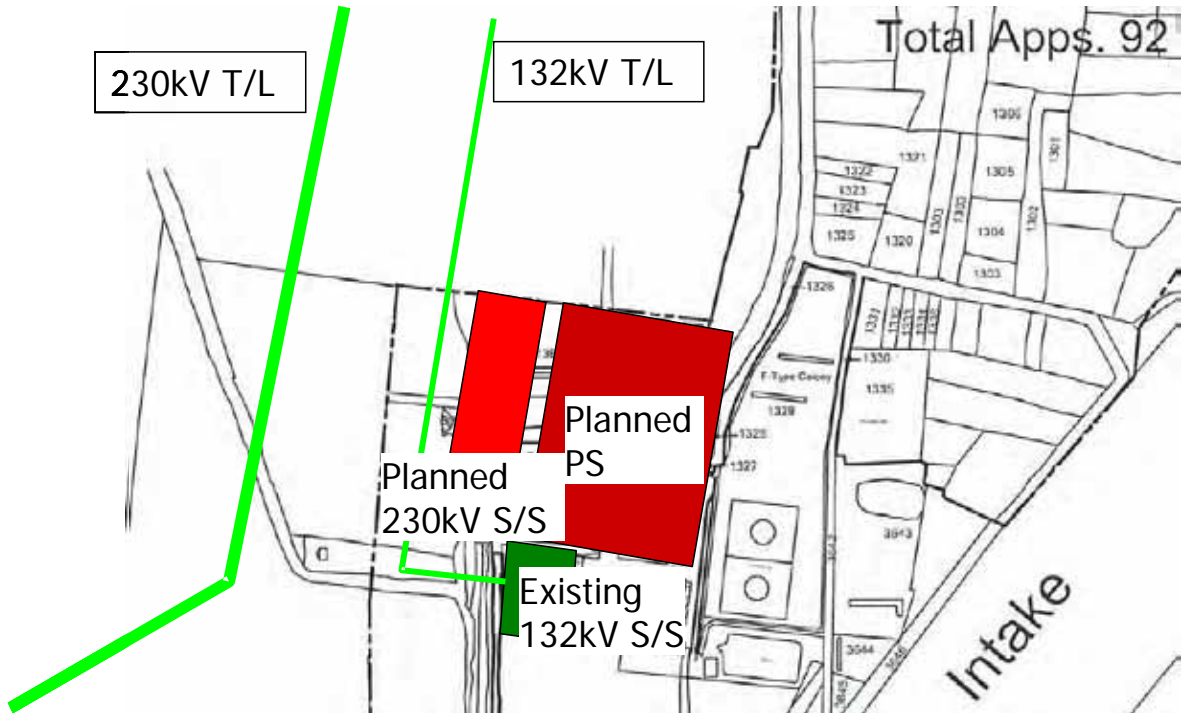


Figure I-5-5-15 ベラマラ CCPP 近傍の送電系統

(2) 設備設計条件

本プロジェクトは既設 230kV 送電線から近く、本調査の気象条件や地質条件等は既設 230kV 送電線の条件と同じである。そのため、既設 230kV 送電線的设计基準を本プロジェクトにも使用する。

1) 電線・地線

本送電線に使用する電線および地線の技術的特性は Table I-5-5-23 に示すとおりである。なお、地線は 2 条あり、その内 1 条が OPGW である。

Table I-5-5-23 電線、地線および OPGW の技術的特性一覧

	電線	地線	OPGW
線種	AAAC	S	-
参照規格	ASTM B399	BS 183	IEC 61089
より線構成	37/4.176 mm	7/4.0 mm	-
外径	29.23 mm	12 mm	Less than 12 mm
重量	1399 kg/km	690 kg/km	Less than 690 kg/km
最小引張荷重	146.10 kN	74.80 kN	-

なお、電線は 2 導体とし、その電線の間隔は 450mm とする。

2) 電線荷重条件

Table I-5-5-26 鉄塔形状一覧

型名	水平角度	適用箇所	がいし装置の種類
2DL	0°	中間	懸垂装置
2D1	0°-10°	角度	重角度用懸垂装置
2D25	10°-25°	角度	耐張装置
2DT6	25°-60°	角度	耐張装置
	0°-30°	引留	耐張装置

また、継脚は鉄塔型に応じて、Table I-5-5-27 に示す高さのものが用意されている。

Table I-5-5-27 継脚高さ一覧

型名	継脚高さ
2DL, 2D25, 2DT6	1.5m, 3.0m, 4.5m, 6.0m, 9.0m
2D1	1.5m, 3.0m, 4.5m, 6.0m, 9.0m, 12.0m, 15.0m, 18.0m, 21.0m, 25.0m

5) 鉄塔設計条件

常時および断線時における鉄塔設計用径間長は Table I-5-5-28 および I-5-5-29 に示すとおりである。

Table I-5-5-28 常時における鉄塔設計用径間長

懸垂鉄塔・耐張鉄塔		
Wind span		420 m
最大 Weight span	懸垂鉄塔	760 m
	耐張鉄塔	760 m
最小 Weight span	懸垂鉄塔	180 m
	耐張鉄塔	0 m
引留鉄塔		
Wind span		315 m
最大 Weight span		570 m
最小 Weight span		0 m

Table I-5-5-29 断線時における鉄塔設計荷重用径間長

懸垂鉄塔・耐張鉄塔		
Wind span		315 m
最大 Weight span	懸垂鉄塔	570 m
	耐張鉄塔	570 m
最小 Weight span	懸垂鉄塔	130 m
	耐張鉄塔	0 m

なお、鉄塔設計に使用される Wind span は、電線に一樣に風が当たらないことを考慮し、 $wind\ span \times 0.75 + 30m$ の式を用いて低減させる。

6) クリアランス

一般的なクリアランスは Table I-5-5-30 に示すとおりである。なお、電線温度は 80°C とする。

Table I-5-5-30 クリアランス一覧

対象	最小クリアランス
地面	8.0 m
道路	9.0 m
建造物, 構造物, 壁など	6.0 m
樹木	4.5 m
灌木	4.0 m
鉄道	10.0 m

また、他の送電線を横過する場合のクリアランスについては、Table I-5-5-31 に示す。なお、上回線の電線温度は 80°C、下回線の電線もしくは地線温度は 5°C とする。

Table I-5-5-31 送電線を横過する箇所のクリアランス

対象	最小クリアランス
下回線の地線	4.6 m
上回線の鉄塔と下回線の電線	15.0 m

(3) 132kV 送電線横過箇所の設計

送電線ルートや鉄塔位置は、上述の条件を満足するのはもちろんのこと、コスト面や環境面等も考慮の上、決める必要がある。

以下に考慮するポイントを示す。

- ・ 既設 230kV 送電線とベラマラ CCPP の接続するために、ベラマラ CCPP 近傍の引留型鉄塔を使用する。
- ・ 交差箇所においては、できるだけ既設 132kV 送電線の電線もしくは地線の高さの低い箇所を選定する。
- ・ 交差箇所の電線弛度を減少させるように、鉄塔位置を選定する、例えば、既設 132kV 送電線と直角に交差させる、既設 132kV 送電線お近傍に建設する、など。
- ・ ベラマラ CCPP 近傍のモスク上空を通過することは避ける。

1) GPS による鉄塔等の位置

GPS を用いて、ベラマラ CCPP 近傍の 230kV 送電線および 132kV 送電線の鉄塔の地点等について座標データを入手した。それを Table I-5-5-32 に示す。

Table I-5-5-32 座標データ

対象	北緯	東経	備考
132kV 送電線の鉄塔 A	24°3'7.1"	89°0'56.4"	
132kV 送電線の鉄塔 B	24°2'56.6"	89°0'57.4"	
230kV 送電線の鉄塔 A	24°3'11.8"	89°0'53.0"	引留型鉄塔
230kV 送電線の鉄塔 B	24°3'3.4"	89°0'51.1"	懸垂型鉄塔
230kV 送電線の鉄塔 C	24°2'54.8"	89°0'49.1"	引留型鉄塔
モスク	24°2'57.7"	89°0'53.5"	

2) 設計内容

PGCB で採用されている標準的な鉄塔を使用して既設 132kV 送電線を横過する方法は 2 つある。1 つは通常より高さの高い鉄構（特殊鉄構）を採用する方法であり、もう一つは既設 132kV 送電線の地上高を低くする方法である。

これらについて検討を行った。

a) ケース 1（特殊鉄構の採用）

特殊鉄構を採用した場合の平面図を Figure I-5-5-16 に示す。

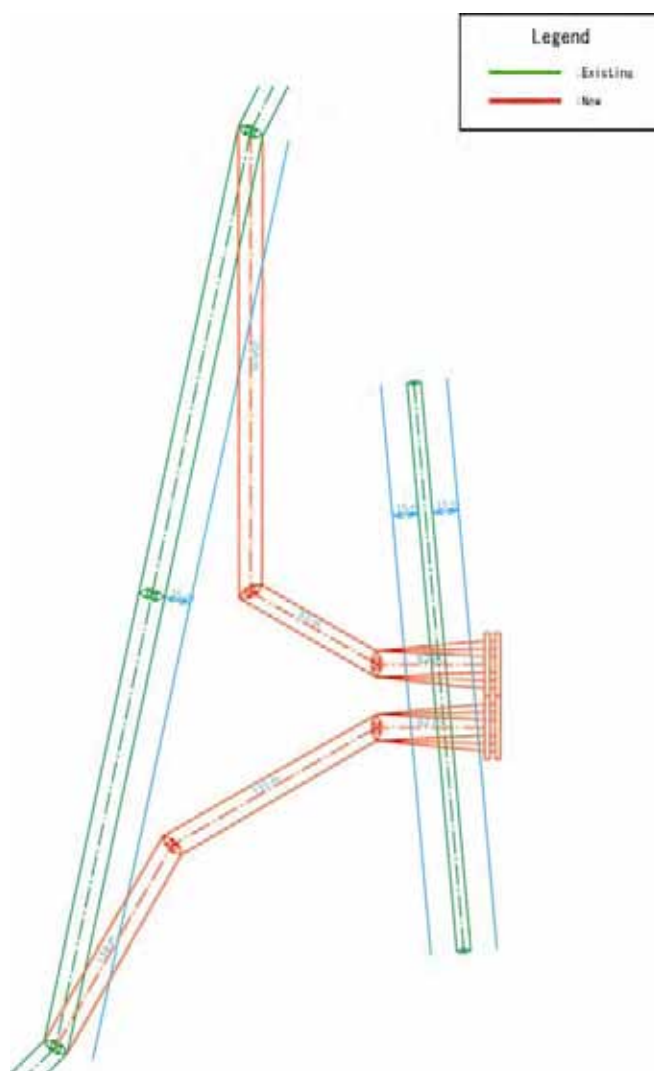


Figure I-5-5-16 特殊鉄構を採用した場合の平面図

また、既設 132kV 送電線の縦断図は Figure I-5-5-17 の通りとなり、送電線横過部の地線の地上高は 24m 以下となる。

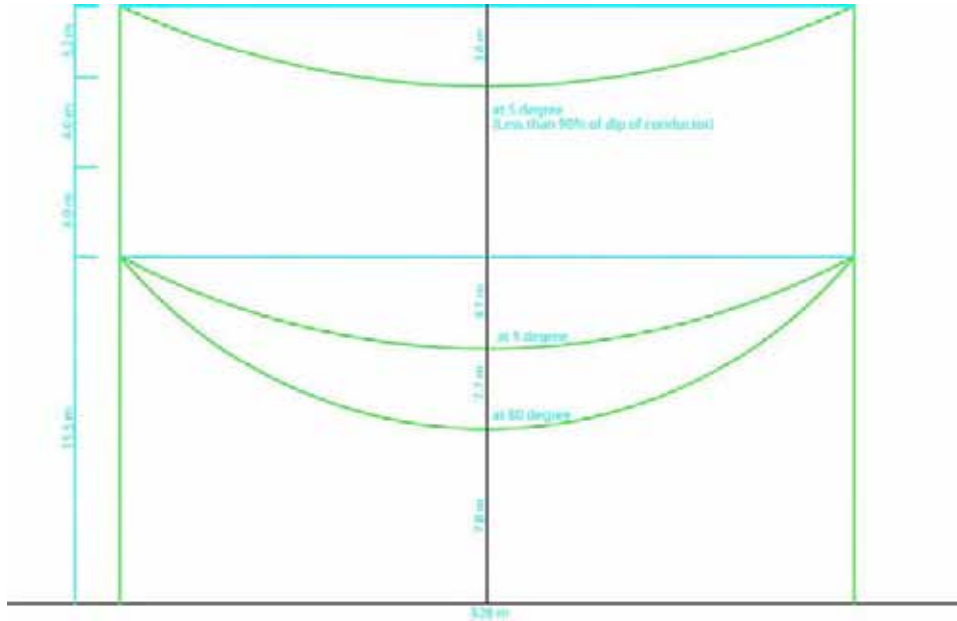


Figure I-5-5-17 既設 132kV 送電線の縦断面図

これをもとに、既設 132kV 送電線横過部における検討を行った結果、必要なクリアランスを確保するためには、鉄塔の継脚は 9m とし、鉄構の高さは 35m となることが確認された。

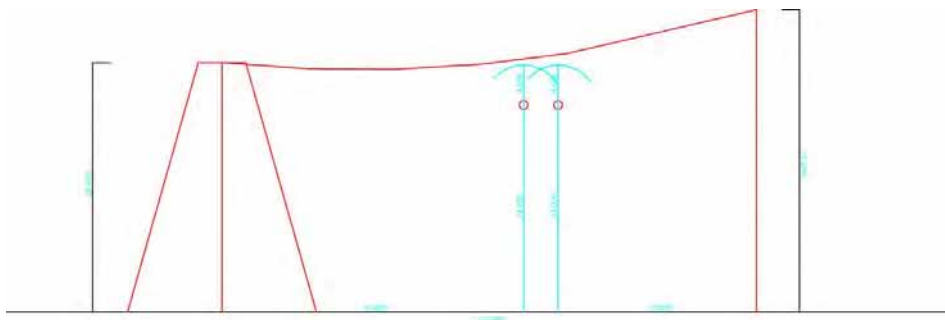


Figure I-5-5-18 132kV 送電線横過部における 230kV 送電線の縦断面図

なお、既設 230kV 送電線と既設 132kV 送電線横断部間の鉄塔は、水平角度が 25° 以上となることから、2DT6 型となる。

b) ケース 2 (既設 132kV 送電線の低地上化対策)

既設 132kV 送電線の低地上化対策を行った場合の平面図を Figure I-5-5-19 に示す。

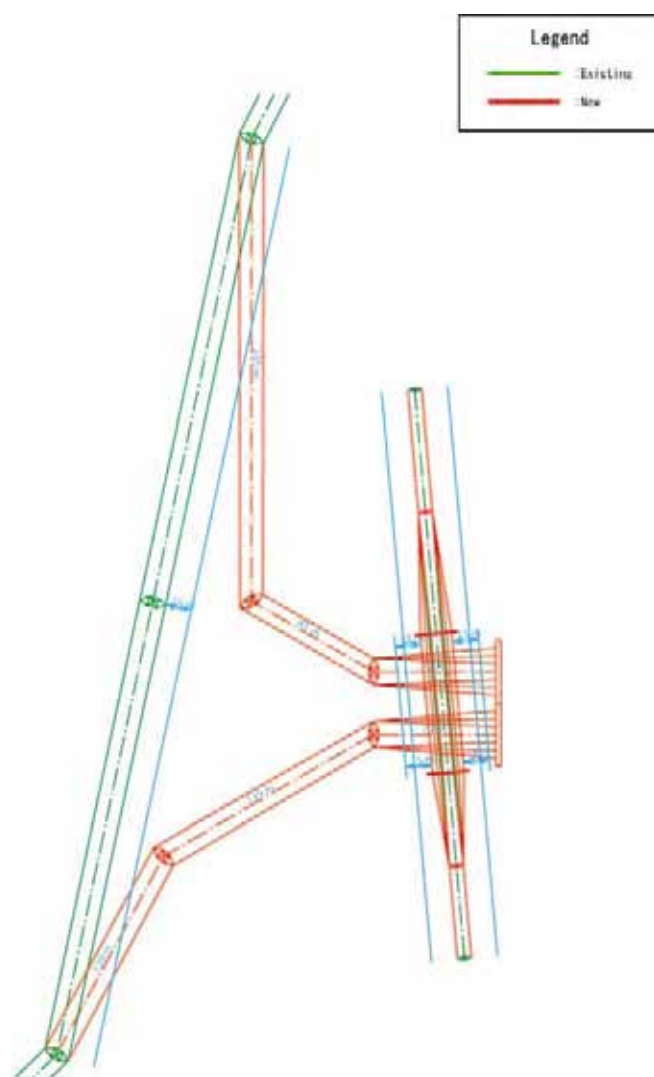


Figure I-5-5-19 既設 132kV 送電線の低地上化対策を行った場合の平面図

この結果、送電線横過部の地線の地上高は 13.5m 以下となる。
 なお、既設鉄塔と新設鉄構の間の張力は低いため、必要な地上高を確保するためには間に鉄塔を建設する必要がある。
 その縦断図を Figure I-5-5-20 に示す。

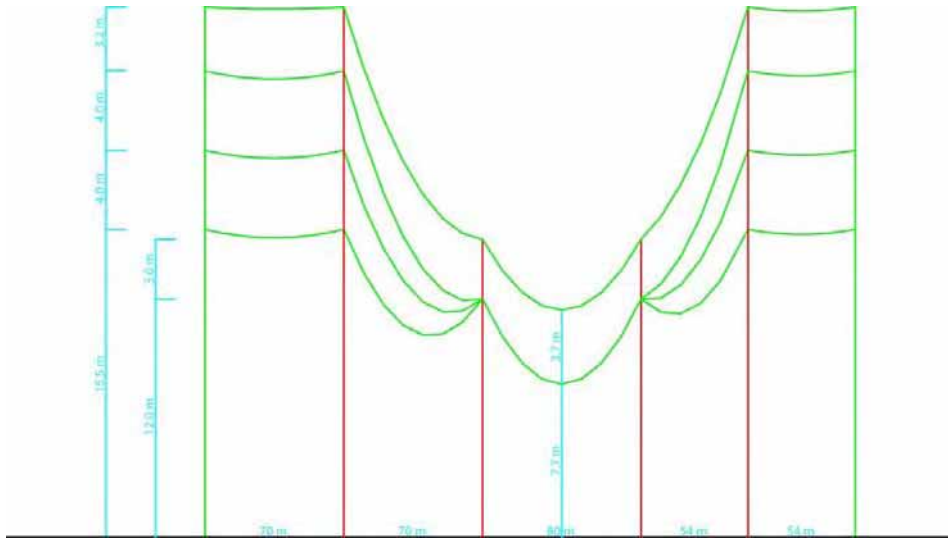


Figure I-5-5-20 低地上化対策後の 132kV 送電線の縦断面図

これをもとに、送電線横過部における検討を行った結果、標準の鉄構（高さ 17m）を用いて必要なクリアランスを確保するためには、鉄塔の継脚長さが 3m となることが確認された。

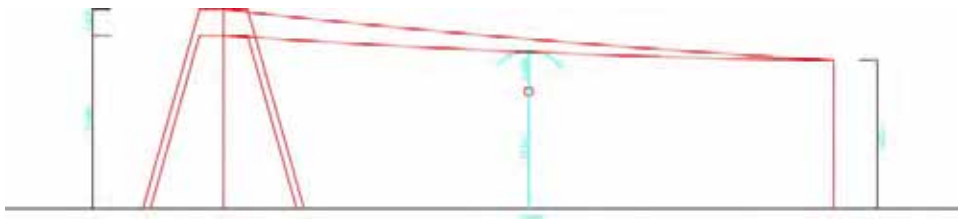


Figure I-5-5-21 132kV 送電線横過部における 230kV 送電線の縦断面図

なお、既設 230kV 送電線と既設 132kV 送電線横断面の間の鉄塔は、水平角度が 25° 以上となることから、2DT6 型となる。

(4) 資材数量の算出

各資材の数量は以下のとおり。

ケース 1

230kV 鉄塔（2DT6 型，継脚 0m）	2 基
230kV 鉄塔（2DT6 型，継脚 9m）	2 基
230kV 用特殊鉄構	2 基
2 連耐張装置（がいし本体含む）	48 セット（新規鉄塔分）
	12 セット（既設鉄塔の変更側）
引込箇所用耐張装置	12 セット（特殊鉄構分）
	12 セット（鉄構分）

スパーサダンパ	24 径間・相
地線用耐張装置	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (特殊鉄構の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
地線用ダンパ	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (特殊鉄構の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
OPGW 用耐張装置	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (特殊鉄構の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
OPGW 用ダンパ	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (特殊鉄構の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
電線	1 km
地線 (1 条)	1 km
OPGW (1 条)	1 km

ケース 2

230kV 部分

230kV 鉄塔 (2DT6 型, 継脚 0m)	2 基
230kV 鉄塔 (2DT6 型, 継脚 3m)	2 基
2 連耐張装置 (がいし本体含む)	48 セット (新規鉄塔分)
	12 セット (既設鉄塔の変更側)
引込箇所用耐張装置	12 セット (鉄構分)
スパーサダンパ	24 径間・相
地線用耐張装置	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
地線用ダンパ	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
OPGW 用耐張装置	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)
	2 セット (鉄構の 1 条分)
OPGW 用ダンパ	8 セット (新規鉄塔の 1 条分)
	2 セット (既設鉄塔の 1 条分)

	2 セット (鉄構の 1 条分)
電線	1 km
地線 (1 条)	1 km
OPGW (1 条)	1 km
132kV 部分	
132kV 鉄塔 (1DT6 型, 継脚 0m)	2 基
132kV 特殊鉄構	2 基
2 連耐張装置 (がいし本体含む)	24 セット (新規鉄塔分) 12 セット (既設鉄塔の変更側)
132kV 鉄構箇所用耐張装置	24 セット
ダンパ	4 径間・相
OPGW 用耐張装置	4 セット (新規鉄塔の 1 条分) 2 セット (既設鉄塔の 1 条分) 4 セット (特殊鉄構の 1 条分)
OPGW 用ダンパ	4 セット (新規鉄塔の 1 条分) 2 セット (既設鉄塔の 1 条分) 4 セット (特殊鉄構の 1 条分)
電線	0.5 km
OPGW (1 条)	0.5 km

なお、本プロジェクトの物量は少なく、また、他のプロジェクトと同じ仕様であることから、スペアパーツおよび工具・計測器類は見込まないこととした。

(5) 送電線設備の建設費

送電線の建設費は、上記の数量に標準単価（人件費含む）を乗じて算出した。なお、標準単価については、至近の案件である「Baghabari – Serajganj – Bogra – Double Circuit Line」案件のような国際競争入札の契約単価を適用した。

ケース 1 の結果を Table I-5-5-33 に、ケース 2 の結果を Table I-5-5-34 に示す。

Table I-5-5-33 送電線設備の建設費 (ケース 1)

Item	Description	Unit	Qty	Foreign Currency (FC) Price (in EURO)						Local Currency (LC) Price (in Taka)				
				Unit Price FOB	Total Price	Insurance	Freight	Total Price CIF	Erection Cost	Total F/C Cost	Local Transport & Handling Cost	Local Insurance	Election Cost	Total L/C Cost
A1	Towers													
	Tower type 2DT6 Standard	each	2	32,683.00	65,366.00	300.00	3,690.00	69,356.00		69,356.00	111,728.00	2,012.00	279,318.00	393,058.00
	Tower type 2DT6 E9	each	2	44,778.00	89,556.00	410.00	5,066.00	95,032.00		95,032.00	155,306.00	2,798.00	388,264.00	546,368.00
	Special Gantry	each	2	44,778.00	89,556.00	410.00	5,066.00	95,032.00		95,032.00	155,306.00	2,798.00	388,264.00	546,368.00
A2	Insulator & Fittings													
	230kV, twin 210kN tension set for twin 37/4.176 AAAC	each	60	1,412.00	84,720.00	255.90	1,319.10	86,295.00		86,295.00				
	230kV, single inverted low duty tension set for twin 37/4.176 AAAC	each	24	458.00	10,992.00	33.00	319.00	11,344.00		11,344.00				
	Spacer Damper for twin 37/4.176 AAAC for all six phases	span-phase	24	23.00	552.00	2.00	24.00	578.00		578.00				
	Tension set for 7x4.0mm GSW earthwire	each	14	16.00	224.00	1.00	14.00	239.00		239.00				
	Vibration damper for 7x4.0mm GSW earthwire	each	14	6.00	84.00	0.00	4.00	88.00		88.00				
	OPGW (7x4.0mm S earthwire equivalent) tension set, complete assembly	each	14	85.00	1,190.00	3.00	41.00	1,234.00		1,234.00				
	Vibration damper for 7x4.0mm S earthwire equivalent OPGW	each	14	31.00	434.00	4.00	13.00	451.00		451.00				
A3	Phase conductor, earthwire and OPGW													
	Phase conductor 37/4 AAAC including the necessary midspan joints and repair sleeves, six nos. twin conductors on the line	route-km	1	40,871.00	40,871.00	123.47	41,935.70	82,930.17		82,930.17	73,440.00	1,323.00	293,760.00	368,523.00
	7x4.00mm S earthwire including the necessary midspan joints and repair sleeves, one earthwire on the line	route-km	1	723.00	723.00	2.18	771.30	1,496.48		1,496.48	6,630.00	119.44	26,520.00	33,269.44

Item	Description	Unit	Qty	Foreign Currency (FC) Price (in EURO)						Local Currency (LC) Price (in Taka)				
				Unit Price FOB	Total Price	Insurance	Freight	Total Price CIF	Erection Cost	Total F/C Cost	Local Transport & Handling Cost	Local Insurance	Election Cost	Total L/C Cost
	7x4.00mm S earthwire equivalent OPGW inclusive of joint boxes, fixing clamps, fusion splices and connections to the joint boxes, one OPGW on the line	route-km	1	3,922.00	3,922.00	11.85	4,036.45	7,970.30		7,970.30	7,650.00	1,399.00	194,132.00	203,181.00
	Modification of existing facilities	Unit	2										180,000.00	180,000.00
	Total									452,045.95				2,270,767.44

Table I-5-5-34 送電線設備の建設費 (ケース 2)

Item	Description	Unit	Qty	Foreign Currency (FC) Price (in EURO)						Local Currency (LC) Price (in Taka)				
				Unit Price FOB	Total Price	Insurance	Freight	Total Price CIF	Erection Cost	Total F/C Cost	Local Transport & Handling Cost	Local Insurance	Election Cost	Total L/C Cost
A1	Towers													
	Tower type 2DT6 Standard	each	2	32,683.00	65,366.00	300.00	3,690.00	69,356.00		69,356.00	111,728.00	2,012.00	279,318.00	393,058.00
	Tower type 2DT6 E3	each	2	39,701.00	79,402.00	364.00	4,488.00	84,254.00		84,254.00	119,840.00	2,158.00	299,600.00	421,598.00
A2	Insulator & Fittings													
	230kV, twin 210kN tension set for twin 37/4.176 AAAC	each	60	1,412.00	84,720.00	255.90	1,319.10	86,295.00		86,295.00				
	230kV, single inverted low duty tension set for twin 37/4.176 AAAC	each	12	458.00	5,496.00	17.00	160.00	5,673.00		5,673.00				
	Spacer Damper for twin 37/4.176 AAAC for all six phases	span-phase	24	23.00	552.00	2.00	24.00	578.00		578.00				
	Tension set for 7x4.0mm GSW earthwire	each	12	16.00	192.00	1.00	12.00	205.00		205.00				
	Vibration damper for 7x4.0mm GSW earthwire	each	12	6.00	72.00	0.00	3.00	75.00		75.00				
	OPGW (7x4.0mm S earthwire equivalent) tension set, complete assembly	each	12	85.00	1,020.00	3.00	35.00	1,058.00		1,058.00				
	Vibration damper for 7x4.0mm S earthwire equivalent OPGW	each	12	31.00	372.00	3.00	11.00	386.00		386.00				
A3	Phase conductor, earthwire and OPGW													
	Phase conductor 37/4 AAAC including the necessary midspan joints and repair sleeves, six nos. twin conductors on the line	route-km	1	40,871.00	40,871.00	123.47	41,935.70	82,930.17		82,930.17	73,440.00	1,323.00	293,760.00	368,523.00
	7x4.00mm S earthwire including the necessary midspan joints and repair sleeves, one earthwire on the line	route-km	1	723.00	723.00	2.18	771.30	1,496.48		1,496.48	6,630.00	119.44	26,520.00	33,269.44

(6) 推奨案

ケース 2 はケース 1 より安価となるが、工事中における系統の信頼度、工期の長さ、工事の煩雑さ等を考慮し、ケース 1 を推奨する。