流通設備計画ルール

2020 年 3 月

福島送電株式会社

まえがき

本ルールは、電力広域的運営推進機関が定める送配電等業務指針に基づき、当社の流通設備に関する設備形成の基本的な考え方について記載した「設備形成ルール」である。

なお、「一般送配電事業者」とは福島送電に振替供給を依頼する電気事業法上の一般送配電事業者を指し、「発電事業者」とは福島送電系統を経由して一般送配電事業者に再エネ発電した電力を売却する事業者を意味する。

構　成

Ⅰ．総　則 2
Ⅱ．設備増強基準 5
Ⅲ．系統一般 16
Ⅳ．架空送電設備 25
Ⅴ．地中送電設備 32
Ⅵ．変電設備 37
Ⅶ．保護・制御設備 44
Ⅷ．電子通信設備 47

Ⅰ．総　則

目　　次

１．系統の分類.....3

２．計画策定に当たっての基本的考え方.....3

１．系統の分類

本ルールにおける振替送電先系統流通設備（以下「一般送配系統」という）、共用送電線系統流通設備（以下「共用線系統」という）及び発電事業者が保有する流通設備（以下「自営線系統」という）の定義は次のとおりである。

(1) 一般送配系統

一般送配系統とは、福島送電が振替供給依頼を受けた一般送配電事業者が保有し運営する電力系統設備を指し、福島送電設備と連系点において振替供給電力の受け渡しを行う対象となる。連系に関して全系統的観点から連系先の一般送配電事業者の設備仕様や運用ルール等について十分な協議が必要である。

(2) 共用線系統

共用線系統とは、福島送電が建設維持運用する電力系統設備を指し、一般送配系統と発電事業者設備を連系する。

(3) 自営線系統

(a) 発電事業者が共用線系統への連系のために設ける電力流通設備

(b) 発電事業者が発電事業サイト相互の連系や集電のために自らの設備同士間に設ける電力流通設備

(c) 発電事業者の所内設備

２．計画策定に当たっての基本的考え方

計画策定に当たっては、発電事業の確実性や申込条件の公平な取扱いを前提に、契約期間中の送電信頼性確保とコストバランスを考慮しつつ、系統一貫の観点から設備間の調和をはかり、系統全体としての効率性を追求することを基本とする。

このため、必要な送電信頼度の確保を前提に、発電事業者計画動向の的確な把握、既設設備の徹底活用、設計・工事・保守・運用などとの協調に十分配慮することとする。その際、今後の社内外情勢に先見的、機動的に対処し、総合効率化を推進するため、特に次の事項に留意する。

(1) 環境保全、安全確保など社会的要請への対応

企業の社会性を十分認識して、環境保全・人身及び設備の安全確保などについて特に配慮する。

(2) 用地事情に対する配慮

用地、ルート確保の円滑化をはかるため、国、地方公共団体、他企業などの動向について、情報の総合化に努め、公共用地の活用、地域開発計画との協調、他企業における事業計画との調整必要に応じ用地・ルートの確保をはかる。

(3) 新技術の導入

系統の簡素化、設備の大容量化・縮小化、設計・工法の合理化などに加え余寿命診断

技術等の新技術開発の見通しについて十分調査検討を行い、新技術の活用をはかる。

(4)設備運用の効率化

電力供給設備の安定かつ効率的運用と省力化をはかるため、設備運転の自動化・集中化を勘案した機器の保守・点検の合理化など設備運用の効率化を推進する。

(5)広域系統長期方針、広域系統整備計画等との整合

連系する一般送配電事業者を通して、電力広域的運営推進機関が策定する広域系統長期方針、広域系統整備計画その他の将来計画との整合をはかる。

(6)国、地方公共団体、他企業との協調

国、地方自治体及び公共団体の復興・公益事業、並びに公営電気事業、ガス、電信電話、鉄道などの他企業との協調により、それぞれの設備の建設維持運用が支障なく、効率的に行えるよう配慮する。

(7)サイバー攻撃に対するセキュリティの確保

社外および社内からの電子的攻撃(サイバー攻撃)に対し、電力系統全体の保全、ならびに情報資産の保護を図り、円滑な企業活動を継続させる。

サイバー攻撃からの当社の電子制御システムを守るため、必要な対策を講じるものとする。

Ⅱ．設備増強基準

目　　次

１．適用範囲 6

２．一般事項 6
2.1　対策要否の判定と対策必要時期 6
2.2　計画策定時期 7
2.3　最適計画案の選定 7
2.4　経済性の評価 7

３．電圧維持 8
3.1　基本的考え方 8
3.2　電圧の運用目標 8
3.3　電圧維持対策 9

４．系統周波数維持 10
4.1　基本的考え方 10

５．供給信頼度 10
5.1　基本的考え方 10
5.2　計画に用いる予想最大電力 10
5.3　設備計画への反映 10

６．系統安定性 11
6.1　基本的考え方 11

７．短絡・地絡電流 11
7.1　基本的考え方 11
7.2　短絡・地絡電流 11
7.3　短絡・地絡電流抑制対策 12

８．高調波・フリッカなどの対策 12

９．その他考慮すべき事項 13

１０．電磁誘導 13
10.1　基本的考え方 13
10.2　誘導電圧制限値 14
10.3　誘導障害対策 14

１．適用範囲

送変電系統の設備計画において定めなければならない事項の立案作成に適用する。

２．一般事項

2.1　対策要否の判定と対策必要時期

新規の発電所連系およびその後の増設、変更に際して、適切な設備保守、運用を含めた既設設備の最大限の活用を図っても、なお設備の状態が次の項目に該当する場合は、設備の拡充または更新を計画する。

経済性の確保と連系容量の公平な取扱の観点から、用地、管路等の先行確保は原則考慮しないが、計画の不透明性への対応能力や設備が立地する自然、社会環境に対応するための設備設計上の都合による余裕は確保する。

なお、計画にあたっては、既設設備の最大限の活用に努める。

(1)電源あるいは需要設備新設の場合

(2)送電電力または対象区域の発電電力に対し、当該既設設備の常時容量※1が不足すると予想される場合

(注)※１　常時容量は次による。

発変電所：機器……定格電流または負荷率、温度管理面等から機器別に定められる連続許容電流

〃　　：母線……連続許容電流

架空送配電線：電線……連続許容電流

地中送配電線：ケーブル……線路ごとに算定される連続許容電流

(3)系統の短絡・地絡等の際に流れる事故電流が、既設設備の瞬間許容量※2を超過することが予想される場合、もしくは既設設備が短絡・地絡時の機械的強度に耐えられなくなることが予想される場合

(注)※２　瞬間許容量は次による。

発変電所：遮断器……定格遮断電

発変電所：その他の直列機器……定格短時間電流

〃　　：母線……瞬時許容電流

架空送配電線：電線……瞬時許容電流

地中送配電線：ケーブル……線路ごとに算定される瞬時許容電流

(4)電源および需要の増加に対し、「Ⅱ．設備増強基準５．供給信頼度」に定める条件を満足できないと予想される場合

(5)既設設備では、系統安定性ならびに系統末端電圧を適正※3に維持できないと予想される場合

a.設備健全時および単一設備事故時において、系統の電圧安定性が維持できないと予想される場合

b. 設備が平常運転の状態において、電圧が適正範囲におさまらないと予想される場合

c. 発電機電圧または発変電所母線電圧が、運用目標値におさまらないと予想される場合

d. 単一設備事故において、健全区間の需要端電圧が、需要設備の保全上許容される範囲におさまらないと予想される場合

(注)※３　電圧不平衡、フリッカ、高調波についても考慮する。

(6) 既設設備の経年化および設備環境等を考慮し、供給信頼度、設備安全、人身安全面から設備を更新することが必要と判断される場合※4

(注)※４　設備を更新する場合は、既に連系検討が一般送配電事業者に受け付けられているもの以外の将来対応は原則考慮しない。

(7) 既設設備で送電損失または維持費等のコストが大となり、設備を更新することが必要と判断される場合

(8) 各種電源の総合的な運用面から設備増強することが必要と判断される場合

(9) 次に示す社外的な事情などにより対策が必要な場合

a. 道路の建設・改修または区画整理、地下施設の建設、軌道の高架化など公益計画によって福島送電設備の改修・移設が必要な場合

b. 既設設備のままでは、安全ならびに環境対策上問題があり、設備の改修が必要な場合

2.2　計画策定時期

計画策定の時期は、次の事項の所要期間を考慮し、必要運転開始時期を確保できるよう決定する。

(1) 送変電用地取得

(2) 社内外関係諸手続き

(3) 社内外関連工事との調整

(4) 機器、資材の納期

(5) 地域との協調、経済性、安全性を考慮した工事実施など

2.3　最適計画案の選定

計画の策定に当たっては、織り込み対象の発電事業計画はもちろん、長期的な観点から地域開発、技術革新等を先見的に反映し、既設電力系統の徹底活用および拡充する設備を含めた新しい系統の適切な保守・運用を前提として、電源から連系点に至る系統の合理的かつ円滑な発展を図ることを基本とする。

具体的には、この趣旨に沿って種々の計画案を作成し、経済性、信頼度、電源計画不確実性への対応の柔軟性、社会環境への適応性、保守・運用体制等を考慮のうえ計画諸案の比較を行い、最適な計画案を選定する。

2.4　経済性の評価

計画作成に当たっては諸案を作成し、これに対する投資および費用と予測される効果を

十分吟味し、最も効率性の高い最適計画案を選定する。このため、送変配電設備の経済性評価は、下記により行う。

経済性の評価手法は、評価期間における経費の現価比較を原則とするが、工事費の現価比較により経済性の優劣を比較できる比較的単純な計画の場合は、工事費の現価比較によってもよい。

なお、送電線の電圧ならびに太さの選定に当たっては、適切な送電損失評価を織り込む。

評価期間は、当面福島送電の事業予定期間である２５年を原則とし、個々のケースについて個別に判断する。

３．電圧維持

3.1　基本的考え方

系統電圧の適正維持は、発電事業者との連系点電圧適正維持に関する電気事業者の基本責務であるばかりでなく、所内電力供給契約における電圧適性維持、さらには電力系統の安定運転を継続するうえで基本となるため、電圧調整設備および調相設備を設置して適正な電圧維持を図る。

これらの設備の設置に当たっては、共用系統内での適正電圧維持のみでなく、系統一貫の電圧について安定、適正かつ最効率的管理を行う一般送配電気事業者と十分な協議を行って、系統各部の適切な無効電力バランスにより、無効電力損失を極力抑制するとともに、系統電圧ならびに発電所端電圧を適正に維持するよう、電圧調整設備および調相設備の設置等を総合的に勘案し、系統全体として最も効率的となるよう計画する。

3.2　電圧の運用目標

(1) 共用系統に連系する発電所は原則再エネ電源であるため、発電所からの無効電力供給は期待しないが、末端部連系の地点では必要により発電所送り出し電圧の設定につき発電事業者と協議する。変電所では、二次母線電圧を運用目標値に維持することに努める。また、一般送配系統のための無効電力供給は原則考慮しないが、一般送配電事業者から要請があった場合には協議する。

(2) 運用目標とする電圧および力率、無効電力

運用目標電圧とは、維持目標とすべき電圧を、季節・系統構成および時間帯に応じて予め定めたものである。特別高圧において、平常時は、運用目標電圧に対する目標調整範囲は±１％程度で運用するため、これを満足するよう設備形成に配慮する。また、事故時においても、調相設備などによる電圧調整後に、運用目標電圧を極力維持できるよう設備形成に配慮する。

電圧維持対策に当たっては、系統各部の無効電力のバランス、電圧の状況を的確に把握し、送電損失の軽減、運転保守体制等を総合勘案のうえ、系統全体で最も効率的に運用目標電圧の維持が可能となるよう計画する。なお、電源や他電力会社との連系系

統および特別な事情のある系統については、前記基本的な考え方に基づき個別に検討して定める。

(a)水力発電所

ＡＶＲで発電機端子電圧を維持する場合には、発電機定格電圧に対し、数%の変化幅を持たせることとする。

ＰＳＶＲ、ＡＱＲは原則適用しないが、一般送配電事業者から要請がある場合には発電事業を含めて協議する。

ＰＳＶＲ：PowerSystemVoltageRegulator（送電電圧制御励磁装置）

ＡＶＲ：AutomaticVoltageRegulator(自動電圧調整装置)

ＡＱＲ：AutomaticQRegulator(自動無効電力調整装置)

(b)特別高圧の変電所

１、２次とも特別高圧の変電所の運用目標電圧は、電圧安定性の確保、効率的な電圧調整、無効電力源の有効利用等を考慮して定める。

運用目標電圧は、500kV 変電所では系統の安定性を確保する観点から、需要、電源、系統構成に応じた基幹系のシミュレーション計算等により、またそれ以外の変電所では、下位系統の変電所および特別高圧連系電圧が適正となるように、その系統の潮流分布に応じて定める。

(c)２次側６kV の変電所

電源、負荷の実態に応じて送り出し電圧を決定する。発電状況による変化を評価し、電圧調整が必要な場合には、電圧調整継電装置により電流に応じて基準値を自動修正し、ＬＴＣを自動調整する。

3.3　電圧維持対策

電圧維持の具体的設備対策は次のとおりである。

(1)発電機端子電圧、送電線送り出し電圧または発生無効電力の制御※5

(2)電力用コンデンサの設置

(3)分路リクアトルの設置

(4)負荷時電圧調整装置の設置

※6

(注)※５　・水力発電所においては、主として、ＡＶＲにより、発電機端子電圧または送電線送り出し電圧を制御

※６　・送電用変電所においては、ＶＱＣ等により一次および二次母線電圧または、二次母線電圧およびバンク一次側無効電力を制御

２次側 6kV 変電所においては、電圧調整リレー・ＬＤＣにより二次母線電圧を制御

・線路充電電流補償用分路リアクトルの自動開閉装置により、地中送電線路発生無効電力を制御

ＶＱＣ：VoltageQControl(電圧無効電力制御装置)

ＬＤＣ：LineDropCompensator(線路電圧降下補償器)

ＳＶＣ：StaticVarCompensator（静止型無効電力補償装置）
ＳＴＡＴＣＯＭ：STATicsynchronousCOMpensator（自励式無効電力補償装置）

４．系統周波数維持

4.1　基本的考え方

一般送配電事業者が系統の周波数を標準周波数に維持するために実施する系統周波数調整には連系する発電事業者を含めて福島送電は参加しない。

５．供給信頼度

5.1　基本的考え方

流通設備の事故およびその復旧の手順を十分勘案して、次により系統信頼度の確保を図る。

(1)通常予想される設備事故に対しては、発電所から連系点に至る設備間の供給信頼度の協調を図り、系統全体として調和のとれた設備計画を策定する。

(2)大規模な台風、洪水、地震等による災害事故に対しては、技術的対策と保険による対応のバランスを考慮し無理のない対策を立案する。

5.2　計画に用いる予想最大電力

計画段階においては、連系する発電所が一般系統への連系契約を締結した発電端出力の合計値とする。

ただし、変動が大きく利用率の低い太陽光、風力と比較的安定した出力を保つバイオマスや維持流量発電など多種多様な電源が想定され、地域間や発電所運転の非同時性、所内電力の変動等も想定されるため、容量余裕が十分でない場合には、合理的な不等率を地点毎に想定して合理的な信頼度設計を行う。

5.3　設備計画への反映

供給信頼度は、通常予想される設備事故と、その時の送電支障の条件を明らかにし、計画に反映するが、その標準は次のとおり。

なお、事故発生が極めて稀でも、重大事態に至るような事故に対しては、個別に検討して対策をたてる。

(1)単一設備事故※7の場合には、事故設備の切り離しあるいは設備復旧までの送電停止を許容する。

(2)工事、補修等のため、設備を一部停止する場合においても、送電停止を許容する。従って、連系する発電所についても発電事業者に予め停電中の必要な電源確保を要請する。

(注)※７　単一設備事故とは、電力系統を構成する発電機１台、変圧器１台、送・配

電線１回線など設備１単位の事故をいう。また、保護制御装置の故障、異常により各設備を停止する場合も含む。

(3)計画にあたって配慮すべき事項

a.変電所

福島送電系統の変電所は原則、主要変圧器１台構成（主回路が１回線）であり、主要変圧器事故停止の際は、当該系統は全停止となる。

b.送電線

福島送電系統の送電線は予備系統を持たないので、事故時には事故区間の切り離しあるいは事故復旧まで当該系統は停止となる。

６．系統安定性

6.1　基本的考え方

福島送電系統においては、発電設備の規模や特性から系統安定性が問題となることは考えにくい。

特に系統末端で同期発電機を直接系統に連系する場合は、必要に応じて一般送配電事業者の連系検討において、必要な対策検討と協調して対策を講じるものとする。

７．短絡・地絡電流

7.1　基本的考え方

系統各所の短絡・地絡電流最大値は、系統規模の拡大に伴い増加するので、特に電源新設の影響により増加しやすい。

短絡・地絡電流増加により、主に次のような課題発生のおそれが増加する。

(1)遮断器等の直列機器および送電線の容量不足

(2)通信線への電磁誘導障害

(3)事故電流による設備の損傷

このため、障害の許容範囲、発電事業者の受電設備実態、機器の製作限度、事故電流による誘導障害等を総合勘案して、次の値以下におさめることを目標とする

7.2　短絡・地絡電流

短絡・地絡電流最大値は、第Ⅱ－１表のとおりとする。

第Ⅱ－１表　系統の短絡・地絡電流最大値

電圧階級（kV）	短絡電流（kA）	地絡電流（kA）
500	63	63
154	25(31.5)※8	—※9
66	25※9(31.5)※10	—※9
22	25	—※9
6.6	12.5	—

(注)※８　既設設備、将来構想、電磁誘導、発電事業者設備等を総合的に検討のうえ、効果的な場合に適用する。

※９　過電圧の抑制効果、リレーの保護特性の面からの必要量と、電磁誘導の面からの許容値を総合勘案して個別に検討する。

※10　既設設備、将来構想、電磁誘導、お客さま設備等を総合的に検討のうえ、効率的な場合に適用する。

7.3　短絡・地絡電流抑制対策

短絡・地絡電流抑制対策は、系統の安定度・電圧安定性、経済性等を総合的に検討し、適切な対策を行う。

(1)通常検討する対策

a.系統の分割、電源の分散

b.発変電所母線の常時分割

c.高インピーダンス変圧器の採用

(2)(1)以外に考えられる対策

d.直列リアクトルの採用

８．高調波・フリッカなどの対策

電力系統における高調波・フリッカおよび電圧不平衡の許容値は、第Ⅱ－２表を目標とし、当社または他の電気事業者の電気設備や、お客さまの電気の使用に支障を及ぼさないよう適切な防止対策を実施する。

なお、これらの許容目標値を超過する要因が、発電事業者等の電気設備にある場合は、原則として当該事業者等に防止対策を要請する。

また、電力設備の新増設にあたっては、適用系統における高調波電流、逆相電流、地磁気誘導電流等の実態を調査・分析の上、その実態に見合った耐量を有する機器を選定する必要がある。

第Ⅱ－２表　高調波などの許容目標値

主別	許容目標値（対策例）	備考
フリッカ (ｱｰｸ炉の場合)	ΔＶ$_{10}$が 0.45Ｖ以下 （対策例）同期調相機、リアクトル、静止型無効電力補償装置（ＳＶＣ）など	当該事業者側の需給地点を規制地点とする。
電圧不平衡	不平衡率が３％以下 （対策例）負荷設備の接続変更、逆Ｖ結線、スコット結線など	電気設備に関する技術基準（省令第 55 条、解釈 212 条）
高調波	総合電圧歪み率 6.6kV　　５％以下 22kV 以上　　３％以下	高圧または特別高圧で受電する事業者については「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」（高調波抑制対策技術指針(JEAG9702)）に基づき対策をお願いする

９．その他考慮すべき事項

再生可能エネルギー発電所連系を目的としているため、長距離、地中ケーブル、発電潮流線路となっている。従って、系統設計にあたっては、通常の負荷系統では問題とならない、電圧上昇、充電電流遮断、ゼロミスによる遮断失敗等の減少につき十分な技術評価を行い、必要な場合には対策を講じる必要がある。

１０．電磁誘導

当社送電設備の新増強等に伴う電磁誘導障害対策は、通信線管理者（ＮＴＴなど）への依頼により施工され、当社はその対策費を適正負担する必要があることから、送電線の新増強等の計画に際しては、これを念頭に検討する。

10.1　基本的考え方

通信設備は、今後ますます輻輳するすう勢にあり、かつ当社系統は、ごく一部であるものの直接接地系統に直結しているため、一般送配電事業者と協調して検討する必要がある。

送電線の通信線への電磁誘導障害として、主に次のものがある。

(1) 常時誘導

送電線および 22kV 架空配電線の負荷電流によって、商用周波数または高調波の誘導障害が発生し、通信機器の誤動作や雑音が生じる。このため、特に大容量地中送電線等では、常時誘導障害防止に留意する必要がある。

(2) 事故時誘導

送電線の事故電流によって、通信線に一時的に誘導電圧が発生し、通信機器および人身の安全を脅かす。これらの障害は、電力系統の地絡電流が系統規模の拡大に伴って

必然的に増大する傾向にあること、また通信線が著しく伸びていることなどから、今後増加することが予想されるので、適切な対策を図る必要がある。
一方、通信設備の対策工事は長期を伴い、かつ当社独自で工事ができないことから、対策工事に対しては、十分なリードタイムを確保し、繰り返し工事が生じないように系統構成の変化等も十分考慮し、一般送配電事業者の長期的な当社計画に整合して効率的な対策を行う。

10.2　誘導電圧制限値

(1)常時誘導電圧

わが国では常時誘導電圧の制限値はなく、国際的にはこの問題について、最も権威のあるものとされている国際電気通信連合（ＩＴＵ）の推奨値がある。これによると商用周波の危険電圧（実効値）は 60V、高調波の雑音電圧（実効値）はケーブル回線で１mV、裸回線で 2.5mV となっている。したがって、これらの推奨値等を参考に電気通信事業者と協議することが望まれる。

(2)事故時誘導電圧

事故時誘導電圧の制限値は、「電磁誘導電圧計算書の取扱いについて」（平成７年１月19 日公益事業部長通達）に基づき、154kV 以下の送電線は 300V（実効値）以下、275kV 以上の送電線では、その地絡事故電流の除去時間により、650V（実効値）以下もしくは 430V（実効値）以下のいずれかとする。
ただし、154kV 以下の送電線についても、地絡事故電流の除去時間が通達に示される所要条件を満足する場合、制限電圧を 650V（実効値）以下もしくは 430V（実効値）以下とすることができる。

a. 公称電圧 100kV 以上で、地絡事故電流が 0.06 秒以内に除去される送電線にあっては、誘導電圧の許容値は 650V を基準とする。
なお、ここでいう地絡事故電流の除去時間とは、保護装置と遮断器の総合動作時間を指し、以下の組合せのものに適用する。
保護リレー：電流差動方式（デジタル型）
遮断器：２サイクル遮断

b. 公称電圧 100kV 以上で、地絡事故電流が 0.1 秒以内に除去される送電線にあっては、誘導電圧の許容値は 430V を基準とする。

c. 上記 a、b 以外の送電線にあっては、誘導電圧の許容値は 300V を基準とする。

10.3　誘導障害対策

誘導障害対策は、電気通信事業者とも協議のうえ、次の諸対策を総合的に検討し、適切な対策を行う。

(1)地絡電流抑制対策

7.3 に示す「短絡・地絡電流抑制対策」による。

(2)誘導電圧軽減対策

a. 送電線と通信線の相互離隔および接近区間長の調整
b. 地中送電線の遮へい化
c. 地中送電線（単心ケーブル）の相配置の検討
d. 22kV 架空配電線のねん架
e. 需要側における高調波発生防止対策の要請
f. 通信線の遮へい体の接地抵抗の低減化
g. 通信線の一部機器の取替
h. 通信線に遮へいコイルの設置
i. 通信線の遮へいケーブル化または移設
j. 送電線や通信線への遮へい線の添架
k. 非金属通信線への取替
l. 保護装置、監視、計測、制御等に使用する当社信号ケーブルについては、絶縁トランスおよび通信用アレスタ等の設置

(3) 通信設備の絶縁対策

誘導電圧が 430V を越え 650V 以下の場合には、通信設備に設備上の対策を実施するなどにより、屋外作業において通信作業者の胴体の接触部が誘導電流の経路とならないようにする。

Ⅲ．系統一般

目　　次

１．一般事項 17
1.1　系統構成の基本 17
1.2　系統構成の方向 17

２．電圧階級 18
2.1　基本的考え方 18
2.2　標準電圧 18
2.3　電圧変成段階 18

３．系統の具体的構成 18
3.1　系統構成一般 18
3.2　共用系統 19

４．電圧調整装置の配置 20
4.1　負荷時電圧調整装置 20
4.2　電力用コンデンサ 20
4.3　分路リアクトル 20

５．短絡・地絡電流抑制対策の機器選定 20
5.1　高インピーダンス変圧器 20
5.2　限流リアクトル 21
5.3　遮断器 21
5.4　その他の直列機器 22

６．系統保護 22
6.1　基本的考え方 22
6.2　具備すべき一般的機能 22
6.3　保護の対象と保護リレー方式 22
6.4　保護リレー方式選定に当たって特に考慮すべき事項 22

７．中性点接地方式 23
7.1　基本的考え方 23
7.2　中性点接地方式の標準 24
7.3　各中性点接地方式を採用するに当たって考慮すべき事項 24

１．一般事項

1.1　系統構成の基本

福島送電の電力系統は、福島県浜通り地区に開発される再生可能エネルギー発電所で発生した電力を買い取り者である東京電力パワーグリッド社系統に振替供給することを目的としている。そのため、基本的に電源線であり、送電の中断は電力消費者の供給停止ではなく、売電の中断という影響を持つ。従って通常の一般電気事業者が考慮すべき社会公衆に対する停電影響を重視する必要は無く、送電コストの低減と発電事業者の事業性を損なわない範囲でバランスのとれた設備構成を検討する必要がある。ただし、ある程度の系統拡大への適応、設備の保守・運用との協調、地域社会との調和等を考慮しつつ、個々の設備を総合して系統全体が最適かつ最経済的となるよう構成する。なお、発電事業者が受電する所内電源については、停電時の必要な対策を発電事業者で用意していただくよう調整する。

1.2　系統構成の方向

一般送配系統の運転保守に支障を生じないことを担保しつつ、発電事業計画の経済性および事業開始時期確保のため、簡素な設備形態を構築する。

(1)共用系統の構成

(a)一般送配電事業者との間で連系可能と判断された発電事業について、特別高圧系統を構築して連系する。送電線、主回路（単母線・１バンク）はそれぞれ１回線放射状構成とし、予備設備は設けない。

(b)共用系統は連係する発電事業地点を大きく連系する形で構築し、地中線系統においては国道等に敷設することとし、発電事業者は自営線系統を構築して連系点まで送電する。共用系統の最終到達点は複数の末端に位置する発電事業地点からの自営系統が集合する地点までとする。

(c)66kV 送電を基本に構築するが、系統の潮流規模や距離、発電所分布等を勘案し、途中系統での上位電圧への昇圧も検討する。

(2)一般送配系統への連系

一般送配電事業者が指定した連系点、連系電圧に適合した系統を構築し、原則遮断器を介して連系する。

(3)発電所との連系

(a)共用系統内に適宜分岐所を設け、発電事業者の自営線と連系する。原則ケーブルヘッドにおいてリード線端子を設備分界点とし、連系点開閉器については特に発電事業者が希望する場合にのみ設置する。

(b)発電事業者により、小規模太陽光発電所が密集して多数建設され、一括して連系を希望する場合には、特に 66/22 あるいは 6.6kV の連系用変電所を設置して連系する形態も検討する。

(4)流通プロセスの簡素化

系統総合の効率化を図るため、上下位系統との協調に留意した電圧変成段階の節減による流通プロセスの簡素化や系統運用、供給信頼度への影響等を総合勘案した変電所結線の単純化や多端子方式の採用などを推進する。

２．電圧階級

2.1　基本的考え方

電圧階級は、電力系統の基本形態を定める極めて重要な要素であるので、それぞれの地域における電圧階級の選定に当たっては、基幹系統計画、既設系統の発展状況、地域内の発電事業計画の動向等を長期的観点にたって総合勘案し、効率的な電力系統を構成するよう配慮する。

2.2　標準電圧

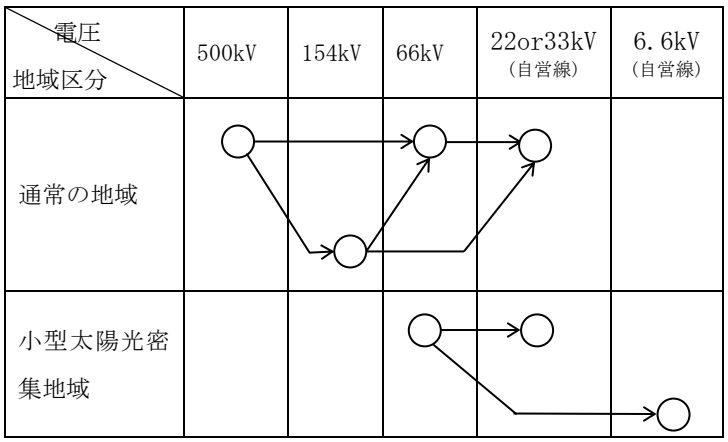
電圧階級は公称電圧で示し、次の値を標準とする。

500kV、275kV、154kV、66kV、33kV、22kV、6.6kV

2.3　電圧変成段階

電圧変成段階としては、第Ⅲ－１表を指向する。

第Ⅲ－１表　電圧変成段階の標準



３．系統の具体的構成

系統構成の標準とその適用は、次のとおりである。

3.1　系統構成一般

(1) 送電線は可能な限り架空線とする。ただし、次の事項のいずれかに該当する場合には、地中線を採用することができる。

a. 架空線の建設が次により不可能であるか、極めて困難な場合

(a) 法規上の制限

(b) 用地事情による制約

(c) 運転開始希望日を実現するために地中線が必須である場合

b. 地域環境との調和、経済性等の面から架空線より総合的に有利な場合※11

(注)※11　架空・地中混在系統となる場合は、再送電等の系統運用条件について考慮する。

(2) 基本的に１回線構成とする。

(3) 変電所の新設に当たっては、地域需要動向、立地環境条件、経済性等について総合的に検討し、最も効率的な形式を選定する。

3.2　共用系統

(1) 一般送配系統との連系

福島送電系統の連系先は、東京電力パワーグリッド社の福島県内系統が基本であり、主な対象は浜通り地域に展開する 66kV 系統と阿武隈山地に展開する 66kV 系統である。浜通り地域に展開する送電線は新福島変電所に 66kV 系統で連系している。また、阿武隈山地に展開する送電線は南いわき開閉所にて 500kV 系統へ昇圧して連系している。超高圧以上での連系は、経済性を十分評価し、東京電力パワーグリッド社の設備計画、系統運用に支障にならないことを十分確認したうえで、連系承諾を得て計画する必要がある。

また、福島県内では会津地方に水力系統の 154kV 系統が存在するが、同系統は栃木県方面にまたがって、同社の一般供給、水力発電所送電、および電源募集プロセスと関係するため、福島送電系統の連系先としては考慮しない。

(2) 共用系統の構成

a. 154kV、66kV 架空送電系統

(a) 架空送電線は１回線構成とし、変電所の一次側送電線は、１回線引込みとする。

(b) 亘長の極めて長い場合あるいは分岐数の多い場合には、送電線の中間の適当な変電所等において選択区間※12の分割を図ることも考慮する。

(注)※12　選択区間とは、送電線の作業または事故の際遮断器等の開閉装置により、速やかに分離できる区間をいう。

(c) １回線では送電容量が確保できない場合は、系統の実態に応じて回線併用を行うことも考慮する。

b. 154kV、66kV 地中送電系統

(a) 架空送電線と同様１回線構成を基本とする。

(b) 亘長の極めて長い場合あるいは分岐数の多い場合には、送電線の中間の適当な変電所等において選択区間※13の分割を図ることも考慮する。

(注)※13　選択区間とは、送電線の作業または事故の際遮断器等の開閉装置により、速やかに分離できる区間をいう。

(c) １回線では送電容量が確保できない場合は、系統の実態に応じて回線併用を行うことも考慮する。

(d) 予備用点検用管路は施設しない。(共同設置する自営線の発電事業者が敷設するものを除く。)

c. 66kV 架空・地中混在系統

送電線は極力架空による増強を基本とするが、諸事情により一部地中送電線となる場合は、送電線の容量にネックを生じないよう留意する。

(a) 架空送電線に一部地中送電線が混在する系統は架空送電系統に準じて計画する。

(b) 架空送電線から地中送電線を分岐する場合、接続点開閉器は設置しない。ただし、系統運用および保守作業の立場から特に必要な場合は接続点開閉器を設ける。

４．電圧調整装置の配置

4.1　負荷時電圧調整装置

(1) 東京電力パワーグリッドの連系要件を満たした発電事業者には、原則として、電圧安定性、電圧調整を目的とした設備の追加を求めないが、福島送電系統独自に必要性が生じた場合は設置について協議する。

(2) 変電所には、二次母線電圧を運用目標電圧値に維持するため必要な場合は設置する。

4.2　電力用コンデンサ

送配電系統の各部で消費する無効電力を供給する電力用コンデンサは、系統の電圧安定性を確保するため、適切な変電所へ設置する。

なお、その際発電所あるいはケーブル系統の無効電力の効果を考慮する。

4.3　分路リアクトル

長距離地中送電線など、無効電力の大きな発生源に近接した変電所には個別に検討のうえ、必要に応じ設置する。

５．短絡・地絡電流抑制対策の機器選定

5.1　高インピーダンス変圧器

短絡・地絡電流抑制対策は、「Ⅱ設備増強基準」によるが、その際、高インピーダンス器を採用する場合は、原則として第Ⅲ－２表とする。

なお、高インピーダンス器を採用する場合は、インピーダンスの異なる他のバンクと併用する可能性がなく、かつ安定度、電圧安定性等の面で支障のないことに配慮する。

第Ⅲ－２表　変圧器規格による標準インピーダンス電圧値

公称電圧（kV）	標準インピーダンス電圧値（%）	短絡・地絡電流抑制を考慮する場合の高インピーダンス電圧値（%）	
500	14.0	変電所用	23.0
154	11.0(9.0)※14	変電所用	16.0 または 22.0
66	7.5	変電所用	11.5 または 16.0
22	5.5		

ただし、既設設備との関連などから、第Ⅲ－３表の値が不適当な場合は、個別に検討して決定する。

(注)※14　154／66kV 変圧器の 9.0%については、母線分割運用の可否や、二次側発電機の接続の可能性の状況などを踏まえて、個別検討する。

5.2　限流リアクトル

過渡回復電圧、安定度、電圧調整等の面で支障がなく、経済的な場合は、抑制の目的に応じて限流リアクトルの採用を考慮する。

5.3　遮断器

(1)遮断器の定格遮断電流は、現状および将来の系統構成と予想される運用状態において、保護区間内に事故が発生した場合に、安全に事故電流を遮断し得るようにする。

(2)系統の発展に伴い既設遮断器の定格遮断電流が不足する場合ならびに新設遮断器の定格遮断電流を定める場合は、供給信頼度を配慮した系統構成の変更など、事故電流抑制対策について総合的な検討を加え、長期的観点にたって必要定格遮断電流を的確に把握するとともに、転用計画等にも配慮して適切な容量の遮断器の新設および取替を行う。

なお、直列機器の新設ならびに瞬時許容電流容量の不足による取替えに際しても、同様な考え方とする。

(3)使用する遮断器の定格遮断電流は、原則として第Ⅲ－３表による。

第Ⅲ－３表　定格遮断電流

遮断器の電圧階級（kV）	定格遮断電流（kA）
500	50、63
154	25、31.5
66	20、25、31.5
22	25

5.4　その他の直列機器

現状および将来予定されている系統構成において予想される運用状態のもとで、系統内のいかなる所に事故が発生しても、事故電流とその継続時間とから決まる機械的応力ならびに熱的エネルギーに対し、安全に耐え得る直列機器を採用する。

６．系統保護

6.1　基本的考え方

(1)電力系統の安定性確保、電力設備の損傷防止および人身、社会安全の確保を図るとともに電力系統設備形成の効率面をも配慮する。

(2)系統保護は、伝送設備、遮断器等の関連設備、ならびに中性点接地方式、平常時、事故時の電圧、電流分布等の系統条件を総合的に勘案して、適切な保護リレー方式を選定する。

6.2　具備すべき一般的機能

保護リレー方式の具備すべき一般的機能は、次のとおり。

(1)事故が発生した場合、事故を極力小範囲で迅速、的確に除去すること

(2)主保護のほか、原則として後備保護を設けること

(3)隣接区間等の保護リレー方式と協調が得られ、無保護となる区間が生じないこと

(4)保護範囲外の事故あるいは電圧・電流の過渡的な振動および電磁・静電誘導等の諸現象に対し誤動作しないこと

(5)架空送電線では、原則として自動再閉路を行うこと

なお、地中送電線との混在系統においては個別に検討する。

6.3　保護の対象と保護リレー方式

送電線、母線および機器等の設備事故を確実に除去するとともに、系統安定度を確保するため必要なときには、脱調、設備過負荷、周波数異常時ならびに電圧異常時の事故波及防止を図る。

6.4　保護リレー方式選定に当たって特に考慮すべき事項

(1)主保護

主保護は事故を最も早く、また最小の範囲で除去するものであり、したがって、系統条件に応じた情報伝送方式を含めて、適切な保護リレー方式でなければならない。

なお、主保護が不動作時に系統に大きな影響を及ぼすおそれがある場合は、主保護機能を２系列化し、不動作の皆無を期する。

(2)後備保護

後備保護は、主保護が使用できない場合ならびに主保護が何らかの原因で不動作となった場合に隣接する電気所において事故を検出し、迅速かつ確実に事故除去を図るため設置する。

また、送電線、母線、機器および中性点接地装置等の各設備の後備保護リレー方式は、他設備の後備を兼ねる場合があるので、その間の協調に留意する。

(3)保護リレー方式と中性点接地方式との関連

中性点接地の目的の一つは、保護すべき系統内に地絡事故が発生したとき、保護リレーを確実に動作させることにあるが、過電圧の抑制等、他の重要な目的も有しており、後記「７．中性点接地方式」に示すように系統の電圧や架空、地中の別に応じて種々の中性点接地方式がある。したがって、中性点接地方式に応じた適切な保護リレー方式を選定する。

７．中性点接地方式

7.1　基本的考え方

(1)具備すべき一般条件

a.過電圧の抑制

系統の不平衡事故時における健全相の商用周波電圧上昇の抑制、事故発生直後および事故除去直後における地絡過渡電圧を抑制するとともに、速やかにその減衰を図って系統の絶縁を保護しなければならない。そのために系統構成などに応じて、適当な接地方式を採用し、過電圧発生の防止を図る。特に大規模なケーブル系統では、対地静電容量が大きいため、過電圧が発生しやすいので、補償リアクトルによる対地静電容量の補償ならびに過渡振動抑制が十分可能な中性点抵抗値の選定等の対策を行う。

b.保護リレーの確実な動作

対象とする系統内のいかなる箇所に事故が発生しても、保護すべきリレーが確実に動作できるように、十分かつ安定な電流を供給し得るものでなければならない。

特にケーブル系統では、事故発生および事故直後における地絡過渡電圧が大きいので、保護リレーの誤動作を生じないよう補償リアクトル接地方式の採用など、接地方式について配慮する。

c.電磁誘導障害対策

事故時の地絡電流による通信線への電磁誘導電圧制限値は、規制値以下に維持するよう地絡電流抑制対策、保護リレー方式なども勘案し、系統構成に適した対策を採用する。

リレーの動作の確実化及び過電圧抑制などの面からは、一般に中性点の接地インピ

ーダンスを減少し、事故電流（特に有効分電流）を増大させることが有効であるが、一方通信線やその他の弱電流電線に与える誘導障害を過大にさせないためには中性点の接地インピーダンスを増大して事故電流を減少させるか、あるいは接地箇所を分散させるなどの対策が必要である。

d. 事故時の機器損傷低減

事故時における機器の損傷低減を図るため事故点に流れる電流の低減、早期遮断を図る必要がある。特に超高圧系統では地絡電流が大きいので、有効接地条件の範囲内で地絡電流抑制対策を行うとともに、早期遮断を行う必要がある

7.2　中性点接地方式の標準

中性点接地方式の適用に当たっては、原則として第Ⅲ－４表によるが、特殊な系統については、系統の実態を総合的に勘案のうえ、7.1 に述べる基本事項を満足するよう接地方式を決定する。

第Ⅲ－４表　中性点接地方式の標準

種　　別		中性点接地方式	参　　考
機　器	発電機 調相機	非接地	小容量で過電圧が発生するおそれのない場合
		抵抗接地	上記以外の場合
送電系統	275kV 以上の系統	直接接地	
	154kV 系統	抵抗接地	一般
	66kV 系統	抵抗接地	一般
	22kV 系統	抵抗接地	

7.3　各中性点接地方式を採用するに当たって考慮すべき事項

系統構成の変更、保護装置の動作による系統の分離時も、中性点接地の効果が十分期待できること

Ⅳ．架空送電設備

目　　次

１．適用範囲 26

２．電圧 26

３．経過地の選定 26

４．回線数と支持物設計 26

５．電線の選定 27

６．送電線付帯設備 28

6.1　相配列およびねん架 28

6.2　分岐方式 29

6.3　故障点標定装置の適用 30

6.4　ＯＰＧＷの適用 30

７．塩じん害およびその他災害に対する配慮 30

８．地域環境に対する配慮 30

１．適用範囲

架空送電線（以下「送電線」という。）の新設・増設等の設備計画の立案作成に適用する。

２．電圧

電圧は次の２種を標準とする。

154kV、66kV

３．経過地の選定

経過地は、次の諸条件を総合勘案して選定する。

(1)将来の送電系統、発電所計画の分布・動向

(2)公共用地の有効利用

(3)自然環境、社会環境との適正な調和

a.地域の土地利用に関連する諸開発計画との調整

b.安全、公障害（通信線への電磁誘導、テレビ障害、コロナ障害、風騒音など)、都市美観、自然環境等に対する配慮

c.土地利用に関する法的制限

(4)既設設備ならびに関連諸工事との協調

(5)水害、塩じん害、地すべり、なだれ、雪害、地盤沈下など各種災害の影響

(6)送電線の施工および保守上の容易性と安全性

(7)用地取得の難易・時期

(8)用地費および地盤補強費等を含む総合工事費の低減

(9)送電損失および保守経費の低減

４．回線数

送電線は、原則として１回線放射状系統を標準とし、支持物は原則として鉄塔とし、同一支持物に架線する送電線の回線数は、１～４回線を標準とする。※15

(注)※15　多回線送電線で異系統併架を行う場合には、許容併架亘長を検討する必要がある。また、同一系統であっても零相循環電流により保護リレーの誤動作を生じないよう特に注意する。

５．電線の選定

(1)電線線種は、原則として鋼心耐熱アルミ合金より線（TACSR/AC)、鋼心アルミより線（ACSR/AC）を採用する。

ただし、通過地域の塩じん汚損条件、気象条件など各種の諸条件を勘案して、これ以外の特殊電線も考慮する。

(2)送電線の熱容量の考え方（常時容量および過負荷容量）

架空送電線の連続許容電流および短時間許容電流は、「電線の許容温度、ACSR/AC では連続 90℃、短時間 120℃、TACSR/AC では連続 150℃、短時間 180℃」を超えない最大の電流値であり、周囲条件（日射量、風速、周囲温度等）に基づき算出する。なお、短時間許容電流の通電を許容できる年間累積継続時間は、ACSR/AC、TACSR/AC とも 10 時間とする。

電線の許容電流を第Ⅳ－１表、瞬時許容電流を第Ⅳ－３表に示す。なお、増容量電線の許容電流を第Ⅳ－２表に示す。ただし、設備実態によっては、これによらない場合も考慮する。

第Ⅳ－１表　架空送電用電線の連続許容電流と短時間許容電流※１６

線種	公称断面積（mm²）	より線構成素線数／素線径		計算断面積（mm²）	夏季許容電流（A）		冬季許容電流（A）	
		アルミ	鋼心		連続	短時間	連続	短時間
ACSR/AC	810	45/4.8	7/3.2	814.5	1,273	1,730	1,496	1,886
	610	54/3.8	7/3.8	612.4	1,088	1,469	1,276	1,601
	410	26/4.5	7/3.5	413.4	873	1,172	1,023	1,278
	240	30/3.2	7/3.2	241.3	635	844	742	920
	160	30/2.6	7/2.6	159.3	484	639	565	697
TACSR/AC	810	45/4.8	7/3.2	814.5	2,061	2,362	2,181	2,459
	610	54/3.8	7/3.8	612.4	1,747	1,998	1,849	2,081
	410	26/4.5	7/3.5	413.4	1,388	1,583	1,469	1,650
	240	30/3.2	7/3.2	241.3	992	1,127	1,051	1,176

(注)※16　a. 電線の許容温度は、ACSR/AC では連続 90℃、短時間 120℃、TACSR/AC では連続 150℃、短時間 180℃とする。

b. 短時間許容電流の通電を許容できる年間累積継続時間は、ACSR/AC、TACSR/AC とも 10 時間とする。

c. TACSR/AC は導電率 60%の場合の計算値である。

d. 計算断面積はアルミ線のみのものである。

Ⅳ－２表　増容量電線の連続許容電流と短時間許容電流※１７

線　種	公　称 断面積 (mm²)	より線構成 素線数／素線径		計算 断面積 (mm²)	夏季許容電流 (A)		冬季許容電流 (A)	
		アルミ	鋼心		連続	短時間	連続	短時間
UTACSR UTACIR (導電率 60%)	810	45/4.8	7/3.2	814.5	2,607	2,861	2,688	2,931
	610	54/3.8	7/3.8	612.4	2,177	2,385	2,245	2,444
	410	26/4.5	7/3.5	413.4	1,712	1,873	1,767	1,920
	240	30/3.2	7/3.2	241.3	1,203	1,312	1,242	1,346
	160	30/2.6	7/2.6	159.3	908	989	938	1,015

(注)※17　a. 電線の許容温度は連続 210℃、短時間 240℃とする。

b. 計算断面積はアルミ線のみのものである。

第Ⅳ－５表　架空送電用電線の瞬時許容電流※１８

線種	公　称 断面積 (mm²)	計　算 断面積 (mm²)	許　容　時　間（秒）					
			０．２	０．４	０．６	０．８	１．０	２．０
ACSR /AC	810	814.5			85,500	74,100	66,200	46,800
	610	612.4		78,800	64,300	55,700	49,800	35,200
	410	413.4	75,200	53,200	43,400	37,600	33,600	23,700
	240	241.3	43,900	31,000	25,300	21,900	19,600	13,800
	160	159.3	28,900	20,500	16,700	14,400	12,900	9,100
	810	814.5			88,000	76,200	68,200	48,200
TACSR /AC	610	612.4		81,100	66,200	57,300	51,300	36,200
	410	413.4	77,400	54,700	44,700	38,700	34,600	24,400
	240	241.3	45,100	31,900	26,000	22,500	20,200	14,200
	610	612.4	97,400	68,900	56,200	48,700	43,500	30,800
UTACSR (UTACIR)	410	413.4	65,700	46,500	37,900	32,800	29,400	20,800
	240	241.3	38,400	27,100	22,100	19,200	17,100	12,100
	160	159.3	25,300	17,900	14,600	12,600	11,300	8,000

(注)※18　a. 瞬時許容電流とは、短絡、地絡等の事故電流を対象とし、事故発生より遮断完了までのごく短い時間ならば流し得る電流である。

b. 空欄は瞬時許容電流 100,000A 以上

６．送電線付帯設備

6.1　相配列およびねん架

相配列とねん架は、系統全体の各相インピーダンスを極力均等に保ち、電圧不平衡による逆相電流の抑制を図るとともに、電磁誘導・静電誘導障害の防止および保護継電器への影響

等を考慮して決定する。

(1)相配列

相配列については、電磁誘導・静電誘導障害、およびＴＶ画像揺れ対策の点から逆相配列※２０を基本とする。

ただし、零相循環電流が問題となるような場合には、〔解説〕に記載の、同相配列※１９と逆相配列の得失を考慮のうえ、以下の検討を行い決定する。

また、４回線送電線で、４回線併用する場合は、上回線と下回線で上下対称な相配列を標準とする。

以下の要因について検討し決定する。

(a)既設設備実態との整合を考慮するとともに、将来の系統変更を見込み、ねん架や相接続変更が回避出来るように相配列および相の順番を検討する。

(b)既設送電線との併架箇所がある場合は、零相循環電流の継電器への影響について検討する。

(c)電磁誘導・静電誘導対策が必要な箇所については、逆相配列の適用も検討する。

(注)※19　平行２回線送電線に垂直な断面において、左右線対称の配列を同相配列、点対称の配列を逆相配列という。

(2)ねん架

ねん架の要否については次のとおり。

a.基幹系統の架空送電線においては、ねん架の要否について、実現性や経済性を考慮して検討する。

b.地域供給系統においては次の場合ねん架を検討する。

(a)亘長 10 ㎞以上の消弧リアクトル接地系統

なお、既設のねん架鉄塔を移設や建替え等の改修の際には、ねん架の要否や経済性・実現性を含めて再検討し決定する。

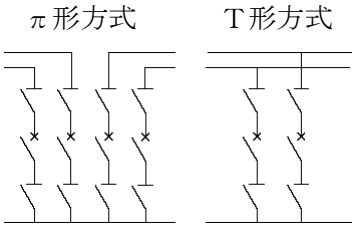
6.2　分岐方式

(1)送電線からの分岐方式は、原則として２回線または１回線の π 形方式およびＴ形方式とする。(第Ⅳ－１図参照)

なお、Ｔ形方式を採用する場合で、４端子以上の送電線を構成する場合は、保護リレー面の対応についても個別に検討する。

(2)送電線を分岐する場合分岐点には原則として開閉器を設けない。※２０

(注)※20　系統運用および保守作業上から特に必要な場合には、個別に検討して開閉器を設ける。



第Ⅳ－１図　分岐方式

6.3　故障点標定装置の適用

故障点標定装置は、原則として次のとおり設置する。

(1)電気所に総合記録装置を設置済み又は設置する場合

オシロＦＬシステムを適用する。

(2)電気所に総合記録装置を設置しない場合

154kV、66kV で亘長 10 km以上の送電線については、保守条件、系統構成による標定精度等を勘案し、個別に検討のうえ適用する。

故障点標定装置は、リレーと一体形のデジタルリレー形故障点標定装置を適用する。

6.4　ＯＰＧＷの適用

送電線の新設、支持物の建替、架空地線の張替等の計画にあたっては、ＯＰＧＷの適用を検討する。

７．塩じん害およびその他災害に対する配慮

(1)塩じん害地域を通過する送電線は、塩じん害に対する汚損条件を検討して必要な対策を行う。

(2)雷害対策については、その地域の実情を十分調査して雷害をできるだけ軽減するよう経過地の選定に努めるとともに、系統の重要度、その送電線による供給区域の信頼度基準等を考慮する。

(3)多雪地域を通過する送電線は、雪害をできるだけ軽減するよう経過地を選定するとともに、電線太さ、電線配列、導体方式、径間長等について必要に応じ配慮する。

(4)その他、水害、地震、地盤沈下等の諸対策についても十分留意して計画する。

８．地域環境に対する配慮

(1)電波障害

地域のテレビ受像状況ならびに放送電界強度等の調査により、視聴覚障害等をできるだけ軽減するよう経過地を選定するとともに、電線太さ、導体方式の選定に配慮する。

なお、障害の発生が予想される場合には、地域との協調を図りつつ有効な対策を行う。

(2)通信線に対する電磁、静電誘導障害

地域の通信線の実態を十分調査して、障害をできるだけ軽減するよう経過地の選定に努めるとともに、通信線側における諸対策をも含めて、最も経済的な軽減方策をとるよう配慮する。

(3)公衆災害防止への配慮

人家密集地等を経過する場合は、外柵、昇塔防止装置等を設け、災害防止に努める。

(4)自然環境との調和

景勝地から目立たないルートの選定を行うとともに、鉄塔の環境調和塗装、艶消し電線を採用するなど、自然環境との調和に配慮する。

(5)航空障害

経過地付近の飛行場、航空路等を避けてルートを選定するとともに、極力高鉄塔を避けるよう努める。

(6)人体に対する静電誘導

送電線の電圧に応じて、電線地上高、送配列及び経過地の選定に考慮を払い、誘導感知防止に努める。

(7)風音障害

地域の季節風等の調査により、できるだけ風音を軽減するよう経過地を選定するとともに、電線太さ、導体方式の選定に配慮し、障害の発生が予想される場合には、地域との協調を図りつつ有効な対策を行う。

(8)その他

地磁気観測所、航空関係電波送受信所、自動列車停止装置（Ａ．Ｔ．Ｓ）、各種パイプライン等への影響を考慮に入れルートを選定する。

Ｖ．地中送電設備

目　　次

１．適用範囲 33

２．電圧 33

３．ルートの確保 33

４．経過地の選定 33

５．回線数 34

６．布設方式 34

７．ケーブル設備 35

８．塩じん害およびその他災害に対する配慮 36

９．誘導障害に対する配慮 36

１０．環境保全対策 36

１．適用範囲

地中送電線（以下「送電線」という。）の新設、増設等の設備計画の立案作成に適用する。

２．電圧

電圧は次の２種を標準とする。

154kV、66kV

３．ルートの確保

地中線用管路・洞道（共同溝を含む）網の計画に当たっては、電力設備としての長期的観点から、既設設備の有効利用、新技術の適用計画等を含め、規模、ルート数を検討し、かつ都市計画、道路調整計画、共同溝整備計画との整合を考慮して、地域社会と協調した効率的設備形成が図れるよう計画する。

４．経過地の選定

経過地の選定に当たっては、次の諸条件を総合勘案するとともに、災害復旧や復興事業等の輻輳による道路調整状況の困難化に伴い、大規模かつ長区間にわたるルート確保が極めて困難になってきているので、関係箇所との協調について十分配慮する。

(1)連系機会公平性の範囲での将来の送電系統・変電所との整合

(2)公共用地の有効利用

(3)地域環境との調和

a.地域の土地利用など関連する諸計画との調整

b.安全、公障害(通信線への電磁誘導等)、都市美観に対する要請、地元との協調

c.道路ならびに土地利用に関する法的制限

(4)水害、塩じん害、火災、山くずれ、地くずれ、地盤沈下など各種災害の影響

(5)送電線の施工および保守上の容易性と安全性

(6)工事費（用地費を含む）の低減

(7)送電損失および保守経費の低減

(8)既設管路、洞道および共同溝との連係ならびに有効利用

(9)多条数布設による送電容量への影響

(10)防災対策の確保

５．回線数

送電線は原則として、１回線放射状系統を標準とする。

なお、架空・地中混用系統においては、必要容量を確保する目的で、地中線の送電容量を架空線に合わせる場合がある。この場合、大サイズケーブルの適用や１相あたり２条のケーブルの布設など送電容量を確保するための最適な方法（経済性等を十分考慮）について個別に検討する。

６．布設方式

布設方式は、「地中電線路」を原則とし、「特殊場所の電線路」などは布設ルート上の制約状況により適宜選択するものとする。

(1) 地中電線路

a. 直接埋設式※２１

直接埋設式は、掘削工事に制約条件の少ない発変電所、開閉所構内等で適用する。

b. 管路式※２２

管路式は、効率的に引入・引抜工事が容易な一般的に適用される方法で、同一ルートにケーブルを多回線布設する場合、または布設することが予想される場合に適用する。

c. 暗きょ式※２３

暗きょ式は、同一ルートにケーブルを多回線布設する場合、または布設することが予想される場合で、送電容量、ケーブル配置、将来新技術適用の可能性などの諸面より、管路式では不適切と考えられる場合、例えば、送電すべき発電力の分布密度が大きいか、または大きくなると予想される地区の主要道路、あるいは変電所取付部分等に適用する。

(2) 架空電線路（架空式）※２４

架空式は、河川横断等で橋りょう式の採用が困難な場合などに適用する。

(3) 特殊場所の電線路

a. 橋ならびに電線路専用橋などに施設する電線路（橋りょう式）※２５

橋りょう式は、利用し得る橋りょうがある場合は添架式を適用し、添架が不適当な場合は専用橋方式による。

b. 地上に施設する電線路（地上式）※２６

蓋付開きょ……発変電所、開閉所、受電所構内等に適用する。

(注)※21　直接埋設式とは、地中電線を原則として堅牢なトラフ等の防護を施し、一定の土冠（どかむり；埋設深さの意）をもって埋設する方式をいう。なお、パイプ形ケーブルを直接埋設する場合も含む。

※22　管路式とは、ケーブルを車両等の重量物が上部を通過しても破損しない

「管」に収容する布設方式をいい、管路の途中や末端にマンホールを有するものと有しないものがある。なお、鞘管内に多数の管を布設し、発泡モルタル等を充てんしたものおよび推進管内にケーブルを布設する場合も管路式とする。

※23　暗きょ式とは、内部に地中電線を布設できる空間を有する構造物（洞道又は共同溝）にケーブルを布設する方式をいう。

※24　架空式とは、メッセンジャワイヤ等によりケーブルを空中に布設する方式をいう。

※25　橋りょう式とは専用橋、橋りょう等にケーブルを布設する方式をいう。

※26　地上式とは工場構内等において、堅牢かつ取扱者以外が容易に開けることができない構造の蓋を有する開きょまたはトラフ等にケーブルを布設する方式をいう。

７．ケーブル設備

(1)送電線に使用するケーブルは、原則として、ＣＶケーブルとし布設方式・電圧等に応じて個別線路毎に適切なケーブル種類を選定する。

(2)各種ケーブルの許容最高温度は第Ｖ－４表による。

第Ｖ－４表　ケーブルの許容最高温度

ケーブルの種類	定格電圧(kV)	許容最高温度※28		
		常時	短時間	故障瞬時
ＣＶケーブル	２２	９０	１０５	２３０
	６６	９０	１０５	２３０
	１５４	９０	１０５	２３０
	５００	９０	１０５	２３０

(注)※28　定義その他

a. 常時許容最高温度とは、毎日一定時間または連続に維持して支障のない温度

b. 短時間許容最高温度とは、累積 3,000 時間（全使用期間中）その温度に維持して支障のない温度。ただし、一年間に 120 時間を超えない範囲で、その温度に維持して支障の無い温度

c. 故障瞬時許容最高温度とは、故障除去時間に流れる短絡、地絡電流により到達して支障のない温度

d. 500、22kV については、構内連絡線、共設自営線のための参考。

(3)地中送電線から地中送電線を分岐する場合は、信頼度、分岐箇所スペースの確保、保守の難易性を考慮して、次のものから選定する。

a. 分岐接続部方式

b. 気中分岐方式

８．塩じん害およびその他災害に対する配慮

地中送電線路は、事故時の復旧に比較的長時間を要することなどから、次に示す事項についてきめ細かな対策を施す。

(1) 塩じん害地域に設置するケーブルヘッドは、塩じん害に対する汚損条件を検討して必要な対策を行う。

(2) 地中送電線を新設する場合のルートは、地盤の不均等沈下のおそれがある箇所および地盤の軟弱な箇所は極力避けるよう努めるが、これらの箇所を避けられない場合には、線路の重要度を勘案し、地震対策をも含めて、構造および材料の選定に特に留意するなど被害を極力防止するよう努める。

(3) 送電線路が河川横断を必要とする場合は、道路橋への添架、ケーブル専用橋、河底横断等いずれの方法によるとしても、長期間にわたり安定した構造を維持するよう留意し、船舶の航行、地盤沈下、風水害、地震等による被害を防止するよう努める。

(4) 高潮または洪水のおそれのある地域に布設する送配電線は、洪水位を考慮してケーブルヘッド、付属設備等の取付位置を選定し、その被害を極力防止するよう努める。
大雨、台風時の洞道内浸水対策として換気孔部へ防潮板を設置する。

(5) その他、火災、雷害等の諸対策についても十分留意して計画する。

９．誘導障害に対する配慮

通信線など地中弱電流電線に対する誘導障害防止については、電気設備技術基準に定めるところにしたがって、対策を施すものとするが、275kV 以上の中性点直接接地系の超高圧地中送電線路における常時および異常時の電磁誘導電圧等についても十分配慮し、誘導障害の防止に努める。

１０．環境保全対策

工事に伴う環境保全対策については、主として交通障害、掘削時における地盤崩壊および騒音・振動面等について諸対策を講じる必要がある。また、設備の運転に伴う環境保全対策については、主として洞道換気孔、調整所等の騒音面についての諸対策を講じる。

Ⅵ. 変電設備

目　　次

１．適用範囲 38

２．電圧 38

３．用地の選定 38

４．変圧器単位容量とバンク数 39

５．遮断器 39

６．調相設備 39

７．結線方式 39

7.1　基本的考え方 39

7.2　一次側送電線の引込み 40

7.3　母線 40

7.4　二次および三次側送配電線の引出し 40

7.5　変電所標準結線 41

８．監視制御方式 42

９．変電所形式 42

１０．各種災害対策への配慮 42

１１．変圧器の防災対策 42

１２．環境対策 43

１．適用範囲

変電所の新設、増設などの設備計画の立案作成に適用する。なお、発電所に設置される変電設備並びに開閉所設備にも準用する。

２．電圧

送電用変電所の一次及び二次電圧は第Ⅵ－１表のとおりとする。

第Ⅵ－１表　標準一次・二次電圧※２７（送電用変電所）

一次電圧(kV)	525	154	66
二次電圧(kV)	154、66	66、(22)	22

(注)※27（）内の電圧は、増設又は個別検討で有利な場合に適用する。

また、昇圧用変電所の一次及び二次電圧は、第Ⅵ－２表のとおりとする。

第Ⅵ－２表　標準一次・二次電圧（昇圧用変電所）

一次電圧(kV)	66
二次電圧(kV)	6.6

３．用地の選定

用地の選定に当たっては、長期的にみても変電所地点として適切となるよう、次の事項を考慮して総合的に検討しなければならない。

(1)系統・供給区域に対する変電所の位置

(2)送電線引込み又は引出しの難易（管路の布設の難易を含む。）

(3)地域環境を考慮した形式の選定と、必要最小限の敷地面積あるいは容積の確保及び地形

(4)公共用地、社有地の有効利用又は借室の利用

(5)水害、塩じん害、火災、山くずれ、地すべり、地盤沈下、なだれなどの各種災害の影響

(6)運転・保守の便

(7)機器の搬出入の難易

(8)重量物基礎の難易

(9)敷地工事費を含む土地の価格及び取得の難易、時期

(10)地域環境との調和

a.地域の土地利用に関連する諸計画との調整

b.環境、安全、都市美観に対する要請、地元との協調など

c.土地に関する法的制限

４．変圧器単位容量とバンク数

(1)送電用変電所

当該変電所エリアにおける再エネ発電所容量、当該変電所の系統における位置づけ、引出し送電線規模、系統連系、運転・保守などの条件の協調を考慮したバンク容量とし１バンク構成を標準とする。

(2)昇圧用変電所

変圧器単位容量とバンク数は、当該変電所エリアにおける再エネ発電所容量、二次系統と配電系統を総合した経済性、供給信頼度、電圧降下、変電所・送電線の用地確保、送配電線の引出し入れの難易、配電線ルート選定のための道路状況、機器の流用計画などを総合的に考慮して選定する。

５．遮断器

(1)遮断器の連続定格電流は、接続する送電線路、変圧器などの短時間過負荷容量に見合ったものを選定する。なお、詳細については交流遮断器規格（ＪＥＣ－２３００）を参照。

(2)遮断器の定格遮断電流は、現状及び将来の系統構成で予想される運用状態において保護区間のいかなる所に事故が発生しても、安全に事故電流を遮断し得るものを選定する。

６．調相設備

(1)送電用変電所

調相設備は、原則として変圧器三次側回路に設置する。

ただし、変圧器三次容量だけでは調相設備容量が不足する場合は、個別に検討する。

７．結線方式

7.1　基本的考え方

変電所の結線は、変電所を構成する各設備の相互間並びに変電設備と送電線又は自営線を相互に結合し、電力系統としての機能を最高度に発揮するよう、特に次の事項を考慮して総合的に検討する。

(1)日常の運転・保守が安全、確実に行い得るものであること

(2)結線はできるだけ簡素化し、しかもその性能を最高度に発揮し得ること

(3)万一事故が発生しても、その影響する範囲を最小限にとどめるとともに、負荷切替などの操作を速やかに行い得ること

(4)設備の停止が系統全般に著しい影響を及ぼさないこと

(5)将来の増改修工事が容易であること

(6)経済的に有利であること

7.2　一次側送電線の引込み

(1)送電用変電所

a.架空系統での一次側送電線引込みは、原則として回線毎に遮断器を介して母線に接続するものとする。

b.地中系統での一次側送電線引込みの際の線路用遮断器設置は、個別に検討する。

(2)昇圧用変電所

一次側送電線は、各回線に引込用遮断器を介して母線に接続することを原則とする。

7.3　母線

(1)送電用変電所

母線方式は、１バンク構成が基本のため一次側母線は省略し、二次側・三次側は単母線方式を基本とする。

(2)昇圧用変電所

a.一次母線

１バンク構成が基本のため省略する。

b.二次母線

二次母線は、単母線を原則とする。

7.4　二次および三次側送配電線の引出し

二次側送電線は、原則として二次母線または変圧器二次より回線毎に引出用遮断器を介して引出す。

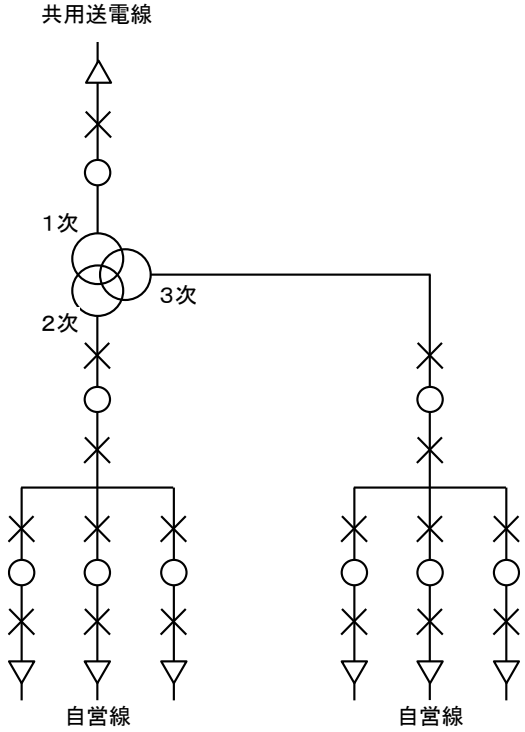
三次側送電線は、原則として三次母線または変圧器三次より回線毎に引出用遮断器を介して引出す。

また、二次側配電線は、原則として引出用遮断器を介して二次母線より引出すものとする。

7.5　変電所標準結線

(1)送電用変電所

第Ⅵ－３表　送電用変電所標準結線

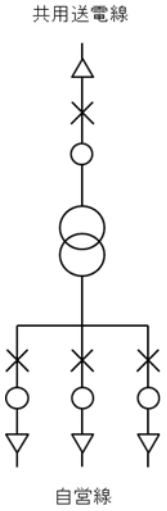


(2)昇圧用変電所

a．標準結線

昇圧用変電所結線の標準は、第Ⅵ－４表のとおりとする。

第Ⅵ－４表　昇圧用変電所標準結線



８．監視制御方式

変電所の監視制御方式は、遠隔常時監視制御方式もしくは遠隔断続監視制御方式とする。

９．変電所形式

変電所形式は、屋外式を標準とする。

なお、機器配置に当たっては、経済性についても十分検討のうえ、縮小形機器の採用による設備のコンパクト化、運転・保守性の向上などに十分留意する。

１０．各種災害対策への配慮

(1)塩じん害対策

塩じん害地域に設置する変電所は、その地域において予想される汚損の程度により、適切な対策を実施する。

(2)雷害対策

変電所の雷害対策については、系統条件、地域特性などを総合勘案して適切な対策を実施する。

(3)水害対策

高潮、洪水のおそれのある地域に設置する変電所は、その被害を軽微にとどめ、速やかに送電できるよう適切な対策を実施する。

(4)雪害対策

雪害のおそれのある地域に設置する変電所は、その重要度、地域特性などを総合勘案し、適切な対策を実施する。

(5)火災対策

変電所の火災対策については、人身・設備を火災・爆発から保護するとともに、万一内部から火災が発生した場合は、その局限化をはかるよう適切な対策を実施する。

(6)耐震対策

変電所の機器及び建物は、過去に経験した最大級の地震に耐えることを目標に、変電所並びに設備の重要度、経済性を考慮した対策を実施する。

なお、特に重要変電所については、地震活動、地盤特性など地域固有の特性も考慮する。

１１．変圧器の防災対策

主要変圧器については、事故波及を防止するため、機器の延焼防止、噴出油の構外流出の防止などについて対策を実施する。

１２．環境対策

(1)騒音対策

変電所の新増設に当たっては、変電所騒音が騒音規制法に基づく当該地域の規制基準値以下となるように対策を実施する。

(2)振動対策

変電所の新増設に当たっては、変電所振動が、振動規制法に基づく当該地域の規制基準値以下となるように対策を実施する。

(3)環境調和

変電所の新増設に当たっては、緑化・遊水池・調整池の設置など周辺地域の自然環境の保護並びに日照、電波障害など生活環境の保全に十分留意し、地域社会との協調をはかるものとする。

Ⅶ. 保護・制御設備

目　　次

１．適用範囲 45

２．保護リレー方式の適用 45

2.1　送配電線保護リレー 45

2.2　母線保護リレー 45

2.3　変圧器、発電機、調相設備保護リレー 46

１．適用範囲

発変電所、開閉所および送配電線に設置する保護リレー、記録装置に適用する。

２．保護リレー方式の適用

2.1　送配電線保護リレー

(1)適用の考え方

系統構成、重要度、伝送路確保などを考慮し、適切な保護方式を適用する。

(2)適用方式

第Ⅸ－１～２表に示す。

第Ⅸ－1 表　送配電線保護リレー方式

電圧	線路構成	適用リレー方式	系列数
500kV	・１回線送電線	短絡：不足電圧リレー方式（線間） 地絡：不足電圧リレー方式（対地間）	１系列
154kV	・１回線送電線	短絡：距離方向リレーまたは不足電圧リレー方式 地絡：地絡方向リレーまたは地絡過電圧リレー方式	１系列
66kV	・１回線送電線	短絡：距離方向リレーまたは過電流リレー 　　または不足電圧リレー方式 地絡：地絡方向リレーまたは地絡過電圧リレー方式	１系列
6.6kV		短絡：過電流リレー方式 地絡：地絡方向リレー方式	１系列

(3)適用上の留意事項

再閉路方式

地中送電線は、再閉路は行わない。

架空送電および地中・架空混在線路の場合は、再閉路の実施は個別に検討する。

2.2　母線保護リレー

(1)適用の考え方

母線は、送電線と比べ保護すべき範囲が狭く、また雷や塩害に対しても十分絶縁を強化しているため、事故率は低いが、万一事故が発生した場合の影響を勘案し、以下の箇所を対象に母線保護リレーの設置を検討するとともに、事故除去を高速に行え、かつ事故母線を正しく選択遮断できるよう、適切な保護リレー方式を選定する。

a. 母線事故時の広範囲停電の回避および系統安定度維持のため、500kV の母線と 500kV 変電所の二次母線には、母線保護リレーを適用する。

b. 上記に該当しない 154kV・66kV 母線のうち、以下の箇所については、母線保護リレー

の適用を検討する。

・停電範囲の極小化が望まれる箇所

・ＧＩＳを採用しており、事故時における機器の損傷低減を図るため、早期遮断を行う必要がある箇所

(2)適用方式

第Ⅸ－２表に示す。

第Ⅸ－２表　母線保護リレー方式

電　圧	母線構成	母線保護リレー	
		適用リレー方式	系列数
154kV	単　母　線	過電流リレー方式 地絡方向リレー方式	１系列
66kV	単　母　線	過電流リレー方式 地絡過電圧リレー方式	１系列

2.3　変圧器、発電機、調相設備保護リレー

(1)適用の考え方

それぞれの機器の想定される事故様相、機器の容量、系統の重要度及び影響度等を考慮して適用する保護リレー方式を選定する。

(2)適用方式

第Ⅸ－３～４表に示す。

第Ⅸ－３表　変圧器保護リレー方式

	適用リレー方式		系列数
	主保護	後備保護	
500/154kV	比率差動リレー方式 地絡方向リレー方式	(500kV) 距離方向リレー方式	１系列
154/66kV 154/22kV 66/22kV	比率差動リレー方式 地絡方向リレー方式	(154，66kV) 短絡：距離方向リレー方式 過電流リレー方式 地絡：地絡方向リレー方式 地絡過電流リレー方式	１系列

第Ⅸ－４表　調相設備保護リレー方式

機器名	適用リレー方式	系列数
分路リアクトル	過電流リレー方式	１系列

(3)適用上の留意事項

保護リレーの動作時間は、被保護機器の損傷拡大防止のために事故に対する耐量から決まる事故継続時間を下回るものとする必要があり、保護リレー方式もこれを満足する方式を選定すること。

Ⅷ. 電子通信設備

目　　次

１．適用範囲 48

２．基本的考え方 48

３．電子通信設備の構成 48

４．電子通信設備の計画 49

4.1　伝送設備 49

4.2　交換設備 49

4.3　回線終端設備 49

１．適用範囲

電子通信設備の拡充ならびに改良工事に適用する。

２．基本的考え方

電子通信設備は、系統の効率運用ならびに業務の効率的な運営を推進するため、次の考え方を基本に信頼性、経済性を総合的に勘案して計画する。

(1)設備形成

a. 電子通信設備は、送電コストの観点から冗長を基本不要とする。

b. 電源、線路設備など同一機能の設備は、極力共用化し、統合効率化を図る。

c. 電子通信設備の構成に当たっては、これを構成する設備相互間で信頼度の協調を図る。

d. 将来計画を含めた情報の量、重要度、環境、保守、関係法令等の条件を十分配慮する。

e. 電子通信設備は、その運転状況を常時自動監視し、信頼度の維持、保守・運用の効率化をはかる。

(2)網構成

a. 情報伝送網は、監視制御箇所監視制御箇所制御所及び電気所相互間を結ぶそれぞれの伝送網を有機的かつ経済的に連系し、網状に構成する。

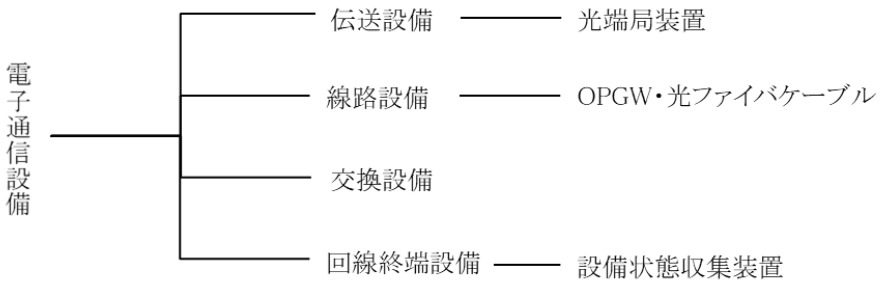
(3)改良・機能維持

a. 電子通信設備の改良・機能維持については、信頼度への影響度合いや保守部品の確保状況を考慮して対象設備を絞り込んで計画する。

３．電子通信設備の構成

電子通信設備は第Ｘ－１図の設備の組み合わせによりシステムを構成する。

第Ｘ－１図　電子通信設備の構成



４．電子通信設備の計画

4.1　伝送設備

伝送設備は次を基本として構成する。

伝送設備の各区間については、将来計画を含めて情報量、重要度、施設環境を総合的に検討し、最適な通信方式およびルートを選定する。

(1)有線通信設備・線路設備

a.設備構成上の基本事項

施設ルートは地中洞道・管路または架空地線（OPGW）ルートを基本とする。

これらにより構成できない区間は、配電柱添架によるルートで構成する。

b.各設備の構成上の留意事項

(a)将来計画を含めた情報の目的、量を十分配慮し、心線数・対数、伝送容量を選定する。

(b)施設ルートは、将来の地域環境を十分検討し、移設など支障発生の少ない信頼度の高いルートとする。

4.2　交換設備

交換設備は、多地点相互間の情報の流れを円滑にするとともに、回線及び端末設備の効率的使用を図るもので、情報の輻輳する箇所あるいは情報回線の集中する箇所に設置し、これと伝送設備とを組み合わせて交換網を構成する。

4.3　回線終端設備

(1)多様な形態の情報をその目的・内容に応じて伝送設備との間で送受する際の変換に適用する。

設　備　種　別	利　用　目　的　・　内　容
監視情報伝送装置	電力需給運用、電力系統運用のための計測･監視情報、出力指令情報等を伝送する。
設備状態収集装置	お客様設備の運用状況、負荷の常時把握のため遮断器、電力量情報など、必要な計量値情報を伝送する。