

原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る
実施状況報告書

関西電力株式会社

平成23年5月

目 次

1. はじめに
2. 指示内容の概要
3. 当社管内原子力発電所の電力系統の供給信頼性について
 3. 1 現在の設備形成の考え方
 3. 2 電力系統の供給信頼性の分析及び評価
 3. 3 電力系統の信頼性の分析及び評価結果
4. 送電回線の各号機への接続について
 4. 1 当社の各原子力発電所における送電線路との接続状況について
 4. 2 大飯3, 4号機への77kV線路1回線の接続についての検討
5. 送電鉄塔（電源線）の耐震性ならびに地震による基礎の安定性について
 5. 1 地震に対する送電設備のこれまでの評価について
 5. 2 東北地方太平洋沖地震での被害実態と推定原因
 5. 3 鉄塔等の耐震性、基礎の安定性等の評価と対応
 5. 4 対象設備および評価・対策スケジュール
6. 原子力発電所の電気設備の浸水対策について
 6. 1 原子力発電所等の開閉所等の浸水対策における検討方針
 6. 2 検討結果並びに対策について

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震による津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故については、同じ原子力事業に携わる者として重く受け止め、当社の原子力発電所については、引き続き、安全・安定運転ならびに設備の安全確保に万全を期すとともに、実施可能な対応を速やかに行っている。

また平成23年4月7日に発生した宮城県沖地震により、電力系統の一部における地絡事故を発端として、東北地方の広域にわたって停電が発生し、原子力施設への外部電源の喪失に至った。

本書は平成23年4月15日に受領した原子力安全・保安院長指示文書「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について（指示）」（平成 23・04・15 原院第3号）に基づき、外部電源の信頼性の確保に関する対応について、評価結果を報告する。

2. 指示内容の概要

- (1) 地震等による供給支障等により原子力発電所等（原子力発電所及び再処理施設）の外部電源に影響を及ぼす事態が生じることに関して、原子力発電所等への電力供給に影響を与え得る貴社の電力系統の供給信頼性について分析及び評価するとともに、当該分析及び評価を踏まえ、当該原子力発電所等への電力の供給信頼性を更に向上させるための対策（原子力発電所内電源の強化を含む。）を検討すること。再処理施設にあっては、当該施設への電力系統の供給信頼性に係る上記対策に対応した施設内の設備の整備について検討すること。
- (2) 原子力発電所の各号機の電力供給の信頼性向上に資するよう、複数の電源線に施設されている全ての送電回線を各号機に接続し、電力供給を可能とすること。
- (3) 原子力発電所の電源線の送電鉄塔について、耐震性、地震による基礎の安定性等に関して評価を行い、その結果に基づいて必要な補強等の対応を行うこと。
- (4) 原子力発電所等の開閉所等の電気設備について、屋内施設としての設置、水密化など、津波による影響を防止するための対策を講じること。

3. 当社管内原子力発電所の電力系統の供給信頼性について

3. 1 現在の設備形成の考え方

原子力発電所の外部電源系統については、下記のルール・基準の双方を踏まえて設備構築している。

①電力系統利用協議会ルール（抜粋）

「N－2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）については、稀頻度事故であ

ることから一部の電源脱落や供給支障は許容する。ただし、供給支障規模が大きく社会的影響が懸念される場合などは、対策を行うよう考慮する。」

②発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針（抜粋）

「外部電源系は、2回線以上の送電線により電力系統に接続された設計であること。」

3. 2 電力系統の供給信頼性の分析及び評価

(1) 想定事象

原子力発電所の外部電源系統は3. 1項のルール・基準を満たすことが要求されており、現況では、稀頻度事故の際にも外部電源供給可能な信頼度が確保されている。しかし、平成23年4月7日の宮城県沖地震に伴う原子力発電所等における外部電源喪失事象等を踏まえ、以下の3つのケースについて評価を実施することとした。

①超過酷ケース…1変電所又は開閉所（以下「変電所」という）の全停電
（全ての電圧階級が停電）

②過酷ケース …1変電所の1電圧階級の母線全停電

③その他 …送電線の1ルート断事故

<理由>

平成23年4月7日に発生した外部電源喪失事象については、1変電所の1電圧階級母線の機能喪失事象に伴うものであり、これと同等の事象を「②過酷ケース」として設定する。今回は、これを上回るさらに過酷な事象として「①超過酷ケース」まで設定して評価するものとし、「①超過酷ケース」までも上回るような事象については、発電所の所内電源による対応を基本とする。

(2) 評価対象設備の選定（添付資料-1）

原子力発電所に外部電源を供給する送電系統が最初に接続する変電所（以下、「第一変電所」という）から原子力発電所等への供給ルートにある設備を「原子力発電所等に影響を与え得る電力系統」として評価対象とする。

<理由>

当社は、供給エリア管内の東西に亘って二重に500kV基幹系統を構築しており、常時はこれらの系統を環状に連系するループ運用を行っている。このため、任意の500kV変電所において、超過酷ケースである全停電が発生したとしても、別ルートからの連系が維持されているため、500kV系統全体が分断されて広域停電に発展するような事象は起こりえない。

よって、原子力発電所に外部電源を供給する送電系統のうち常時系統が最初に接続する500kV変電所（以下、「第一500kV変電所」という）以遠の変電所において全停電が発生したとしても、別のルートから第一500kV変電所への供給が維持されるため、原子力発電所への電力供給には影響を与えないものと判断される。

3. 3 電力系統の信頼性の分析及び評価結果

<評価その1：美浜発電所>

○外部電源系統の構成

美浜発電所への外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する275kV送電線2ルート4回線、予備電源系統として他社の500kV基幹系統に連系する77kV送電線1ルート1回線の合計3ルート5回線により構成される。

○評価結果

①超過酷ケース

美浜発電所の外部電源系統は、当社の500kV基幹系統および他社の500kV基幹系統の双方に連系されているため、いずれかの第一変電所で全停電が発生した場合には、一方の基幹系統との連系は遮断されるが、もう一方の基幹系統への連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

②過酷ケース

①と同様の考え方により、いずれかの第一変電所で1電圧階級の母線全停電が発生した場合には、一方の基幹系統との連系は遮断されるが、もう一方の基幹系統への連系は維持されるため、外部電源供給は確保される。

③その他

美浜発電所の外部電源系統は、異なる3つのルートにより基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの2ルートは基幹系統への連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

なお、いずれのケースにおいても常時系統が遮断された場合には、予備電源系統への切替が必要となるが、所要時間は10分程度であるため、その間は直流電源(蓄電池)※での対応が可能である。

※全交流電源喪失時には、炉心冷却に必要な負荷のみに給電することにより、5時間以上のプラント状態の監視、タービン動補助給水ポンプの運転が可能

<評価その2：高浜発電所>

○外部電源系統の構成

高浜発電所への外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する500kV送電線2ルート4回線、予備電源系統として77kV系統1ルート1回線の合計3ルート5回線により構成されており、常時系統2ルートがひとつの第一500kV変電所に、予備電源系統1ルートが別の第一500kV変電所に接続されている。

○評価結果

①超過酷ケース

高浜発電所の外部電源系統は、異なる2つの第一500kV変電所に接続されているため、いずれかの第一変電所で全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

②過酷ケース

①と同様の考え方により、いずれかの第一変電所で1電圧階級の母線全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持されるため、外部電源供給は確保される。

③その他

高浜発電所の外部電源系統は、異なる3つのルートにより基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの2ルートは連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

なお、いずれのケースにおいても常時系統が遮断された場合には予備電源系統に瞬時自動切替される。

<評価その3：大飯発電所>

○外部電源系統の構成

大飯発電所への外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する500kV送電線2ルート4回線、予備電源系統として77kV系統1ルート1回線の合計3ルート5回線により構成されており、3ルートすべてが異なる第一500kV変電所に接続されている。

○評価結果

①超過酷ケース

大飯発電所の外部電源系統は、異なる3つの第一500kV変電所に接続されているため、いずれかの第一変電所で全停電が発生した場合には、ひとつの連系は遮断されるが、ほかの2つの連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

②過酷ケース

①と同様の考え方により、いずれかの第一変電所で1電圧階級の母線全停電が発生した場合には、ひとつの連系は遮断されるが、ほかの2つの連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

③その他

大飯発電所の外部電源系統は、異なる3つのルートにより基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの2ルートは連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

<評価その4-1：原電敦賀発電所1号機>

○外部電源系統の構成

原電敦賀発電所1号機への外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する275kV送電線1ルート2回線、予備電源系統として他社の500kV基幹系統に連系する77kV送電線1ルート1回線の合計2ルート3回線により構成される。

○評価結果

①超過酷ケース

原電敦賀発電所1号機の外部電源系統は、当社の500kV基幹系統および他社の500kV基幹系統の双方に連系されているため、いずれかの第一変電所で全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

②過酷ケース

①と同様の考え方により、いずれかの第一変電所で1電圧階級の母線全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持されるため、外部電源供給は確保される。

③その他

原電敦賀発電所1号機の外部電源系統は、異なる2つのルートにより基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの1ルートは連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

なお、いずれのケースにおいても常時系統が遮断された場合には予備電源系統に瞬時自動切替される。

<評価その4-2：原電敦賀発電所2号機>

○外部電源系統の構成

原電敦賀発電所2号機への外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する500kV送電線1ルート2回線、予備電源系統として当社の500kV基幹系統に連系する275kV送電線1ルート2回線の合計2ルート4回線により構成される。

○評価結果

①超過酷ケース

現在の原電敦賀発電所2号機の外部電源系統は、常時系統、予備電源系統ともに同一の第一変電所に連系されているため、この変電所で全停電が発生した場合には外部電源を喪失するが、非常用発電機により非常用所内電源供給は確保される。

ただし、今後「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について（指示）」の指示事項2. に従い、他社の500kV基幹系統に連系する77kV送電線（現在は原電敦賀発電所1号機のみ）に連系）を接続することにより、外部電源の確保が可能になる。

②過酷ケース

原電敦賀発電所2号機の外部電源系統は、ひとつの第一変電所において500kV母線および275kV母線の双方から500kV基幹系統に連系されている。275kV母線が停電した場合には、500kV母線の連系が維持されるため、外部電源供給は確保される。一方、500kV母線が停電した場合には275kV母線も停電し外部電源を喪失するが、非常用発電機により非常用所内電源供給は確保される。

ただし、今後「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について（指示）」の指示事項2. に従い、他社の500kV基幹系統に連系する77kV送電線（現在は原電敦賀発電所1号機のみ）に連系）を接続することにより、外部電源の確保が可能になる。（対策完了時期は平成25年6月の予定）

③その他

原電敦賀発電所2号機の外部電源系統は、2つの異なるルートにより500kV基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの1ルートは連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

なお、いずれのケースにおいても外部電源系統が遮断された場合には、非常用所内電源系統への切替が必要となるが、10秒以内に自動切替されることから、問題ないレベルと判断される。

<評価その5：もんじゅ>

○外部電源系統の構成

もんじゅへの外部電源系統は、常時系統として当社の500kV基幹系統に連系する275kV送電線1ルート2回線、予備電源系統として他社の500kV基幹系統に連系する77kV送電線1ルート1回線の合計2ルート3回線により構成される。

○評価結果

①超過酷ケース

もんじゅの外部電源系統は、当社の500kV基幹系統および他社の500kV基幹系統の双方に連系されているため、いずれかの第一変電所で全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持される。よって、外部電源供給は確保される。

②過酷ケース

①と同様の考え方により、いずれかの第一変電所で1電圧階級の母線全停電が発生した場合には、一方の連系は遮断されるが、もう一方の連系は維持されるため、外部電源供給は確保される。

③その他

もんじゅの外部電源系統は、2つの異なるルートにより500kV基幹系統に連系されているため、任意の1ルート断事故が発生した場合にも、残りの1ルートは連系が維持される。よって、外部電源供給は確保される。

なお、いずれのケースにおいても常時系統が遮断された場合には、3台設置してある非常用ディーゼル発電機から電源を確保する。非常用ディーゼル発電機も運転不能な場合には、予備電源系統への切替が必要となるが、所要時間は10分程度であるため、その間は直流電源（蓄電池）*での対応が可能である。

*全交流電源喪失時には、炉心冷却に必要な負荷のみに給電することにより、8時間以上のプラント状態の監視、1次系・2次系・補助冷却設備の自然循環運転が可能

4. 送電回線の各号機への接続について

4. 1 当社の各原子力発電所における送電線路との接続状況について

当社の各原子力発電所における線路の接続状況について、以下のとおり整理する。

(1) 美浜発電所における線路との接続状況

美浜発電所には、275kV線路4回線、77kV線路1回線の計5回線が施設されており、1～3号機は全ての線路に接続されている。

(2) 高浜発電所における線路との接続状況

高浜発電所には、500kV線路4回線、77kV線路1回線の計5回線が施設されており、1～4号機は全ての線路に接続されている。

(3) 大飯発電所における線路との接続状況

大飯発電所には、500kV線路4回線、77kV線路1回線の計5回線が施設されており、1, 2号機は全ての線路に接続されている。

3, 4号機については、500kV線路4回線に接続されているが、77kV線路

1回線には接続されていない。

線 路	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所	備 考
500(275)kV 4回線	○	○	○	美浜：275kV
77kV 1回線	○	○	○(1,2号機) －(3,4号機)	

<凡例> ○：接続されている －：接続されていない

よって、大飯発電所3，4号機（以下、大飯3，4号機とする）については、今回の指示文書の2項の指示に基づき、必要な対策について、以下のとおり検討を行うものとする。

4. 2 大飯3，4号機への77kV線路1回線の接続についての検討

(1) 線路構成についての説明（経緯）

大飯発電所においては、1，2号機建設段階は、500kV線路2回線ならびに77kV線路1回線の線路構成となっており、その後、3，4号機の増設に伴い、送電容量の観点から500kV線路をさらに2回線増強することとした。その際に、大飯3，4号機の予備変圧器への線路との接続については、500kV線路が4回線構成となることから、1，2号機の予備変圧器用に引込まれていた77kV線路1回線に接続するのではなく、500kV線路から受電することとしたものである。

(2) 線路構成の検討（添付資料－2）

今回の指示事項に基づき、検討結果は以下に示すが、大飯3，4号機については、1，2号機用の77kV線路1回線から受電している予備変圧器の2次側に新規に分岐するラインを設けて、3，4号機の各々の6.6kV安全系高圧母線2母線に接続することにより、受電することは可能である。

(3) 供給能力の観点からの検討

大飯発電所の77kV線路1回線に接続されたNo.1予備変圧器からの受電可能容量（54MVA）に対して、大飯1～4号機を全て低温停止に移行させるために必要な電源容量は、緊急安全対策における今後の対応として報告した迅速な低温停止に必要な移動式発電装置の容量の合計値（1800kVA×2台×4ユニット、計14.4MVA）を満足しており、供給能力に問題がないことを確認した。

(4) 運用性の観点からの検討

今回、1，2号機用の77kV線路1回線から受電するNo.1予備変圧器の2次側に、新規に分岐する受電線路を設け、遮断器を介して、大飯3，4号機の各々の6.6kV安全系高圧母線2母線に接続する。この新規設置する遮断器について

は、通常時は「開放」運用とし、大飯3，4号機の6.6kV安全系高压母線に500kV線路および非常用ディーゼル発電機からの受電が期待できない場合のバックアップとして、手動により遮断器を「投入」することとし、従来からの設備の運用性を損なうことなく、かつ誤った投入を防止することについても詳細な設計、運用検討を行うものとする。

(5) 対策検討における考慮事項

この対策の実施にあたっては、No. 1 予備変圧器の2次側から新規に分岐する受電線路と遮断器を設けるため、No. 1 予備変圧器及び77kV線路1回線の停電が必要となる。この作業期間中はNo. 1 予備変圧器から受電している各プラントからみた線路回線数が減じられた形となることから、慎重な対応、工事検討が必要である。

(6) 対策スケジュール

対策内容	対策期間
No. 1 予備変圧器から大飯3，4号機の6.6kV安全系高压母線に受電線路を設置する。	3年程度*

※ 本工事に伴う許認可手続きを含まない最短スケジュールである。

5. 送電鉄塔（電源線）の耐震性ならびに地震による基礎の安定性について

5. 1 地震に対する送電設備のこれまでの評価について

「防災基本計画」（平成7年7月 中央防災会議決定）に基づき、「電気設備防災対策検討会」（資源エネルギー庁長官の私的検討会）の報告書（平成7年11月24日）において、下記の通り各電気設備の耐震性確保に関する基本的考え方が示されている。

A. 一般的な地震動に際し、

個々の設備毎に機能に重大な支障が生じないこと。

B. 高レベルの地震動に際しても、

著しい（長期的かつ広範囲）供給支障が生じないように、代替性の確保、多重化等により総合的にシステムの機能が確保されること。

また、報告書では、兵庫県南部地震における地震動や被害の程度が設計で想定した範囲内かどうかの分析を行うとともに、被害実態を踏まえた実証的な検討を併せて行い、現行耐震基準の妥当性に関する検討が行われた。

この検討の結果、現行耐震基準は、各電気設備が確保すべき耐震性を規定するものとして妥当であると評価された。すなわち、各電気設備の現行耐震基準は、一般的な地震動に際して機能に重大な支障が生じない耐震性を確保するとともに、高レベルの地震動に際しても著しい（長期的かつ広範囲）供給支障が生じることのないよう、代替性の確保、多重化等により、総合的にシステムの機能を確保するものであることを

確認し、現行耐震基準は妥当であると評価された。

5. 2 東北地方太平洋沖地震での被害実態と推定原因

(1) 被害実態

- ・ 原子力発電所の電源線およびそれ以外の送電線を含め、耐震性と地震による基礎の安定性に起因する鉄塔倒壊は1基（66kV夜の森線）であった。
- ・ 送電鉄塔に設置されている長幹支持がいしの折損が多数発生し、送電線によっては、絶縁距離不足による送電不能事象が発生した。

(2) 推定原因

- ・ 鉄塔倒壊の原因は、隣接地の大規模な盛土が地震動により崩壊し、鉄塔敷地になだれ込み、その土圧により倒壊したものと現時点では推定する。
- ・ 長幹支持がいしの折損は、地震動によるものと推定する。

5. 3 鉄塔等の耐震性、基礎の安定性等の評価と対応

これまでの評価に加えて、今回の地震における被害実態を踏まえ、送電鉄塔の耐震性、基礎の安定性等の評価を行った。

(1) 鉄塔等の耐震性評価

①鉄塔の耐震性

- ・ 近年の大規模地震（兵庫県南部地震、中越地震）に加え、東北地方太平洋沖地震以降の一連の地震（以下、今回の地震という）においても、地震動による鉄塔倒壊事例が無いことから、平成7年の報告書通り、鉄塔は十分な耐震性を有していると評価できる。

②長幹支持がいしの耐震性

- ・ 兵庫県南部地震では計39基の鉄塔の長幹支持がいしが被害を受けた。（275kV：11基、154kV：26基、77kV：2基）
- ・ 今回の地震において、地震動による折損が多数発生しており、一部の送電線で絶縁距離不足による送電不能事象が発生した。
- ・ 当社では、兵庫県南部地震での設備被害実績を踏まえ、更なる信頼性向上のために東南海・南海地震対策も合わせ、275kVの長幹支持がいしの懸垂がいしへの取替え、154kVの長幹支持がいしに免震金具を取付けるなど、対策を実施しているが、これに加え、77kVの原子力電源線に長幹支持がいしの免震対策を実施する。

(2) 基礎の安定性評価（添付資料-3-1）

- ・ 一般に、送電線ルートは、ルート選定の段階から、地滑り地域等を極力回避するルートを選定しており、地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を図っている。また、やむを得ずこのような地域を経過する場合には、個別に詳細調査を実施し、基礎の安定性を検討して基礎型を選定する等の対策を実施している。
- ・ 過去の大規模地震（兵庫県南部地震、中越地震）で倒壊した鉄塔は2基であるが、

その原因は、全て地震による鉄塔敷地周辺の地盤変状の影響による被害（以下、二次的被害という）である。

- ・ 今回の地震においても、隣接地の大規模盛土の崩壊による鉄塔倒壊が1基発生しているため、鉄塔敷地周辺の地盤変状の影響による基礎の安定性について再評価する必要がある。
- ・ 二次的被害を引き起こす要因としては、今回の地震の盛土崩壊の他に、地すべり、急傾斜地の土砂崩壊が考えられる。そこで、以下の3項目について評価を行う。
 - a. 盛土の崩壊（添付資料－3－2）
送電鉄塔近傍に大規模な盛土がある箇所を抽出し、リスクを評価する。
 - b. 地すべり（添付資料－3－3）
地すべり防止地区、地すべり危険箇所、地すべり地形分布図をもとに地滑りの可能性がある箇所を抽出し、リスクを評価する。
 - c. 急傾斜地の土砂崩壊（添付資料－3－4）
急傾斜地で土砂崩壊が発生する可能性がある箇所を抽出し、リスクを評価する。

5. 4 対象設備および評価・対策スケジュール

(1) 評価対象設備

原子力発電所への外部電源に供給する送電線の評価対象とする。

電圧	線路名（基数） 12線路（893基）	供給する発電所				
		美浜	高浜	大飯	原電敦賀	もんじゅ
500kV	青葉線（69基）		○			
	高浜線（93基）		○			
	大飯幹線（169基）			○		
	第二大飯幹線（115基）			○		
	原電敦賀線（68基）				○	
275kV	敦賀線（75基）	○			○	○
	美浜線（53基）	○				
77kV	小浜線（151基）		○	○		
	高浜支線（11基）		○			
	高浜連絡線（28基）		○			
	大飯支線（34基）			○		
	丹生線（27基）	○				

(2) 評価および対策スケジュール

①長幹支持がいしの免震対策

(対策基数) 93基

項目	H23年												H24年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
対象鉄塔抽出	■ (抽出済み)				■ 中間報告										
製品製作 (77kV用免震金具)		■													
現地施工								■							

②基礎の安定性評価

a. 盛土の崩壊

項目	4月	5月			6月			7月			8月		
	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31
対象鉄塔抽出 (現地踏査の要否)		■											
現地踏査			■										■ 中間報告
崩壊影響評価 (対策工要否判定含む)											■		

b. 地すべり

項目	4月	5月			6月			7月			8月			
	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31	
対象鉄塔抽出	■	(抽出済み)												
空中写真判読による判定		■												
現地踏査			■											■ 中間報告
地すべりの影響評価 (対策工要否判定含む)											■			

c. 急傾斜地の土砂崩壊

項目	4月	5月			6月			7月			8月			9月			10月		
	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31	10	20	30	10	20	31
対象鉄塔抽出 (現地踏査の要否)	■	(抽出済み)												■ 中間報告					
現地踏査			■																
崩壊影響評価 (対策工要否判定含む)																			

※上記 a～c の対策期間については、必要な対策工事の種類や規模等によって大きく左右される事から評価完了時に策定するものとする。

6. 原子力発電所の電気設備の浸水対策について

6. 1 原子力発電所等の開閉所等の浸水対策における検討方針

現在、当社の原子力発電所においては、平成23年3月30日の経済産業大臣指示による緊急安全対策を着実に進めているところであり、既に配備している電源車等からの給電により、原子炉毎の冷却機能に必要な電源の信頼性は担保できていると考えている。今般の要求事項については、外部電源のさらなる信頼性向上の観点から、以下の方針により、検討し、必要な対策を実施していくものである。

(1) 対象設備

原子力発電所構内において、外部電源を6.6kV安全系高圧母線に受電するために必要な電気設備とする。(なお、高台に設置されており、津波の影響がないと予想されるものを除く。)

具体的な電気設備は以下のとおり。

- a. 開閉所設備（遮断器など）
- b. 変圧器
- c. 6.6kV安全系高圧母線

(2) 検討方針

さらなる信頼性向上の観点から、津波による原子力発電所構内における電気設備への影響を防止する対策については、当社の各原子力発電所構内における電気設備の配置等も考慮し、それぞれの実態に応じて、適切な対策を講じていくこととする。

なお、対策検討に際して、原子力発電所への防潮堤の設置や防護対象設備を屋内施設化する等、工事が広範かつ大規模なものとなる可能性があり、十分な調査・検討が必要であり、かつ一部の対策については外部電源である送電線を停止することが必要なものも含まれることが想定される。

このため、津波に対する対策を検討する上では、十分な対策を着実に実施する一方で、当面の間は、既に配備済みの電源車を代替電源として、津波等災害に備えるとともに、必要に応じて津波等の影響を受けないと予想される高台からの受電ルートを構築するなど、順次、実現可能なものから着手していくこととする。

6. 2 検討結果並びに対策について

(1) 美浜発電所における電気設備への津波対策について

- a. 発電所への津波衝撃力緩和対策（防潮堤の設置）（添付資料－4－1）

緊急安全対策のさらなる充実として検討している設備充実対策の中で、発電所への津波の衝撃力を緩和すべく防潮堤を設置するものである。

b. 発電所構内の電気設備への津波防護対策（添付資料－４－２，３）

ここでは、送電線路から特別高圧開閉所で受電し、変圧器で降圧した後に6.6kV安全系高圧母線に給電するまでのライン上に設置されている各機器を対象として、津波による冠水を考慮した場合の影響について検討を行った。

なお、原子炉の冷却他のために給電すべき6.6kV安全系高圧母線については、既に緊急安全対策の中で建屋の水密化等により、津波からの悪影響を防止する措置が講じられていることから、ここでは6.6kV安全系高圧母線のある建屋までの引き込みケーブル接続箇所までを評価対象とした。

ここで、対策については、美浜発電所緊急安全対策における浸水防止措置を参考に、「福島第一事故を踏まえ考慮すべき浸水高さ」として、TP+11.1m（土木学会手法による平成14年の美浜発電所の津波評価値TP+1.6mに9.5mを加えたもの）を考慮しても問題ないものであることとした。

（美浜発電所共通）

	対象設備	対策内容	対策期間
美浜 1～3号機	開閉所設備	77kV開閉装置のGIS [*] 化	3年程度
	変圧器	77kV予備変圧器の屋内施設化	同上
	6.6kV安全系高圧母線	接続箱、バスダクト等の配置変更	同上

※ GIS：ガス絶縁開閉装置

（２）高浜発電所における電気設備への津波対策について

a. 発電所への津波衝撃力緩和対策（防潮堤の設置）（添付資料－４－４）

緊急安全対策のさらなる充実として検討している設備充実対策の中で、発電所への津波の衝撃力を緩和すべく防潮堤を設置するものである。

b. 発電所構内の電気設備への津波防護対策（添付資料－４－５，６）

ここでは、送電線路から特別高圧開閉所で受電し、変圧器で降圧した後に6.6kV安全系高圧母線に給電するまでのライン上に設置されている各機器を対象として、津波による冠水を考慮した場合の影響について検討を行った。

なお、原子炉の冷却他のために給電すべき6.6kV安全系高圧母線については、既に緊急安全対策の中で建屋の水密化等により、津波からの悪影響を防止する措置が講じられていることから、ここでは6.6kV安全系高圧母線のある建屋までの引き込みケーブル接続箇所までを評価対象とした。

ここで、対策については、高浜発電所緊急安全対策における浸水防止措置を参考に、「福島第一事故を踏まえ考慮すべき浸水高さ」として、TP+10.8m（土木学会手法による平成14年の高浜発電所の津波評価値TP+1.3mに9.5mを加えたもの）を考慮しても問題ないものであることとした。

(高浜発電所共通)

	対象設備	対策内容	対策期間
高浜 1～4号機	開閉所設備	—※	—
	変圧器	—※	—
	6.6kV安全系高圧母線	接続箱、バスダクト等の配置変更	3年程度

※ TP+10.8m以上に設置されており、対策不要

(3) 大飯発電所における電気設備への津波対策について

a. 発電所への津波衝撃力緩和対策（防潮堤のかさ上げ）（添付資料－4－7）
緊急安全対策のさらなる充実として検討している設備充実対策の中で、発電所への津波の衝撃力を緩和すべく、既存の防潮堤をかさ上げするものである。

b. 発電所構内の電気設備への津波防護対策（添付資料－4－8，9，10，11）
ここでは、送電線路から特別高圧開閉所で受電し、変圧器で降圧した後に6.6kV安全系高圧母線に給電するまでのライン上に設置されている各機器を対象として、津波による冠水を考慮した場合の影響について検討を行った。

なお、原子炉の冷却他のために給電すべき6.6kV安全系高圧母線については、既に緊急安全対策の中で建屋の水密化等により、津波からの悪影響を防止する措置が講じられていることから、ここでは6.6kV安全系高圧母線のある建屋までの引き込みケーブル接続箇所までを評価対象とした。

ここで、対策については、大飯発電所緊急安全対策における浸水防止措置を参考に、「福島第一事故を踏まえ考慮すべき浸水高さ」として、TP+11.4m（土木学会手法による平成14年の大飯発電所の津波評価値TP+1.9mに9.5mを加えたもの）を考慮しても問題ないものであることとした。

(大飯発電所)

	対象設備	対策内容	対策期間
大飯 1，2号機	開閉所設備	77kV開閉装置、77kV予備変圧器の防油堤かさ上げ	1年程度
	変圧器		同上
	6.6kV安全系高圧母線	接続箱、バスダクト等の配置変更	3年程度
大飯 3，4号機	開閉所設備	—※	—
	変圧器	—※	—
	6.6kV安全系高圧母線	接続箱、バスダクト等の配置変更	3年程度

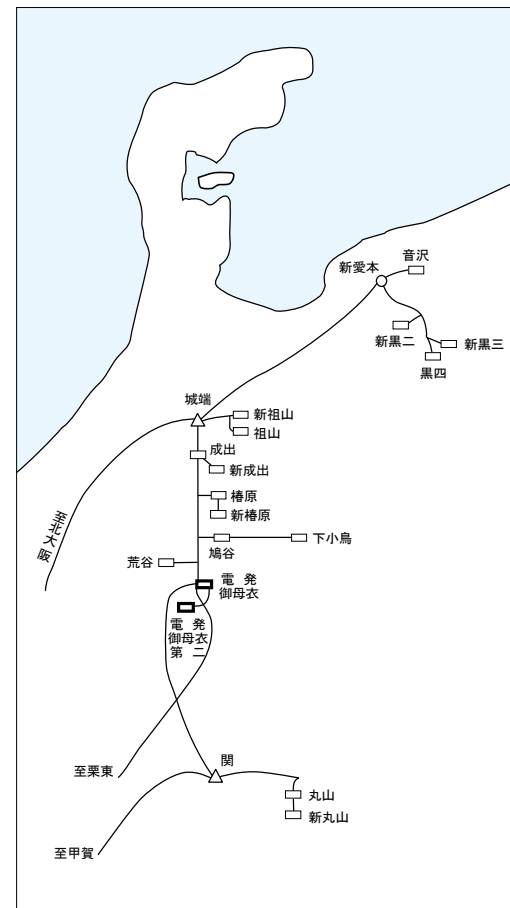
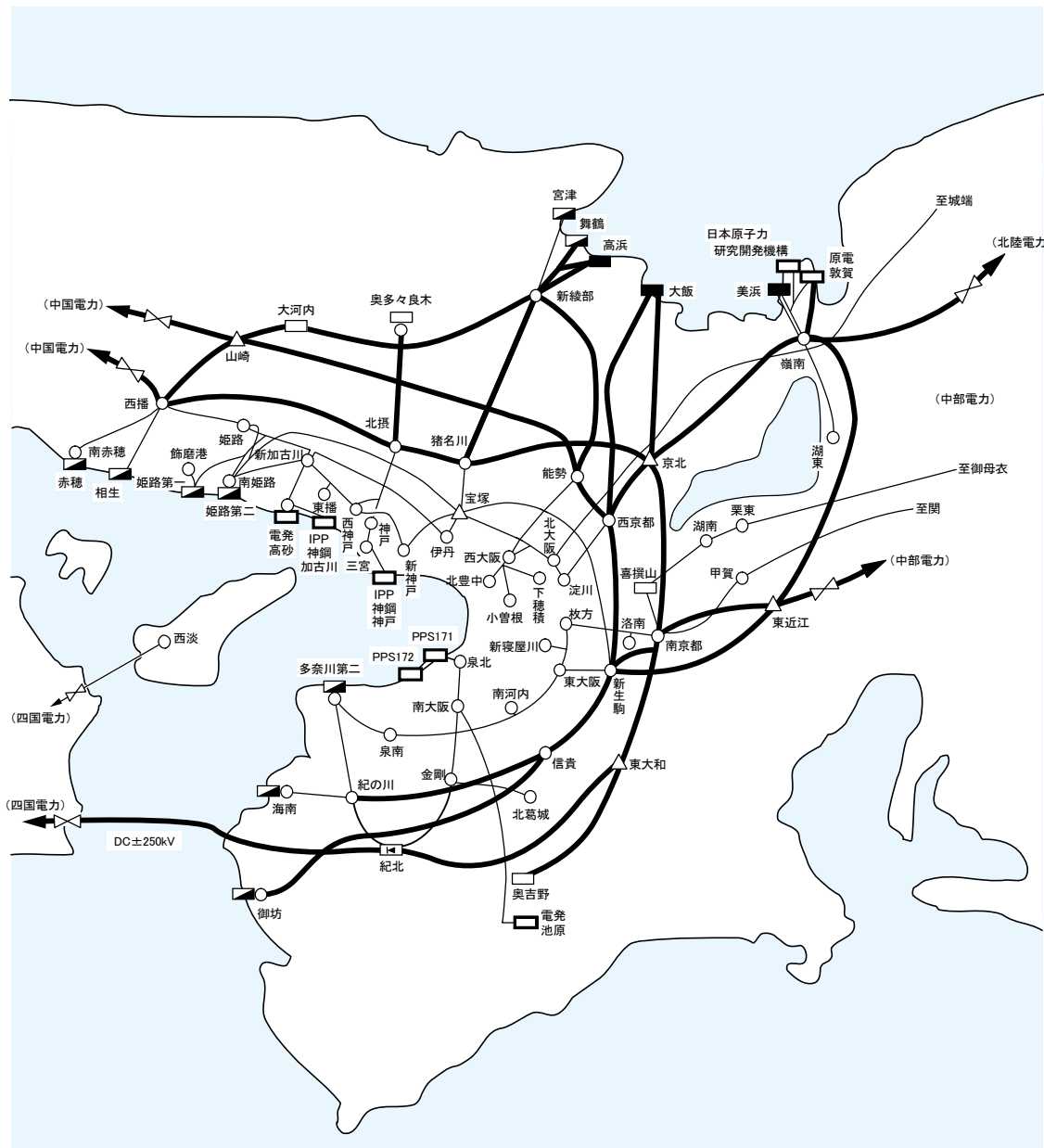
※ TP+11.4m以上に設置されており、対策不要

以上

添付資料

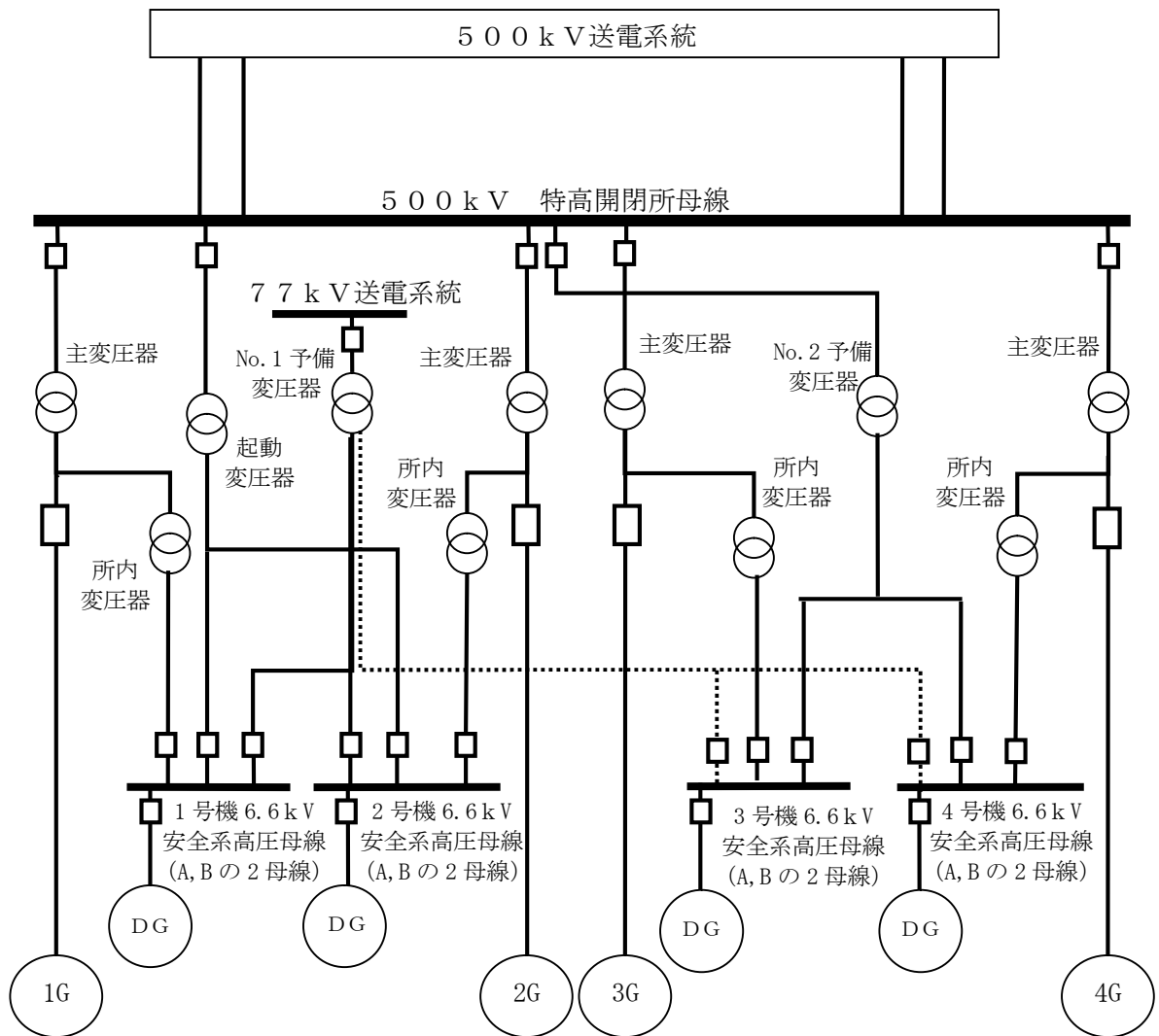
- － 1 : 電力系統図（平成 22 年度末）
- － 2 : 大飯発電所における安全系母線と線路との接続状況
- － 3 － 1 : 基礎の安定性に関する評価
- － 3 － 2 : 基礎に対する評価（①盛土の崩壊）
- － 3 － 3 : 基礎に対する評価（②地すべり）
- － 3 － 4 : 基礎に対する評価（③急傾斜地の崩壊）
- － 4 － 1 : 美浜発電所 設備強化対策の概要
- － 4 － 2 : 美浜発電所 所内電源系統への外部電源受電系統概要図
- － 4 － 3 : 美浜発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図
- － 4 － 4 : 高浜発電所 設備強化対策の概要
- － 4 － 5 : 高浜発電所 所内電源系統への外部電源受電系統概要図
- － 4 － 6 : 高浜発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図
- － 4 － 7 : 大飯発電所 設備強化対策の概要
- － 4 － 8 : 大飯発電所（1, 2号機）所内電源系統への外部電源受電系統概要図
- － 4 － 9 : 大飯発電所（3, 4号機）所内電源系統への外部電源受電系統概要図
- － 4 － 10 : 大飯発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図（大飯 1, 2号機）
- － 4 － 11 : 大飯発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図（大飯 3, 4号機）

電力系統図 (平成22年度末)



	送電線		自社発電所			他社	変電所	開閉所	変換所
	500kV	275kV~187kV	原子力	火力	水力	発電所			
22年度末既設設備	—	- - -	■	▣	□	□	○	△	◻

大飯発電所における6.6kV安全系高圧母線と 送電線路との接続状況



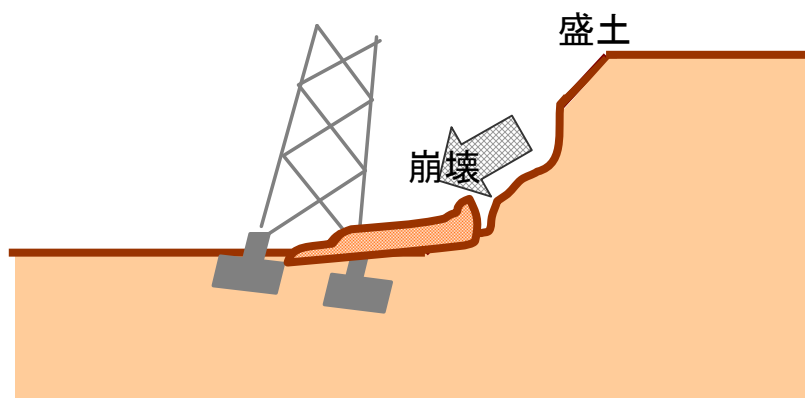
基礎の安定性に関する評価 ～地盤変状による2次的被害～

①盛土の崩壊

地震によって盛土が崩壊する現象

【リスク】

鉄塔周辺の盛土の崩壊により鉄塔が傾斜、倒壊

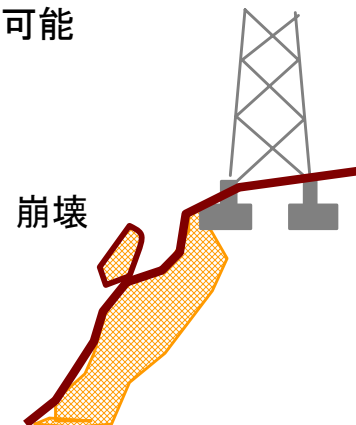


③急傾斜地の崩壊

傾斜地で土地が崩壊する現象

【リスク】

鉄塔周辺の地盤が崩壊し、地盤安定上裕度不足
※擁壁などで防止対策は可能

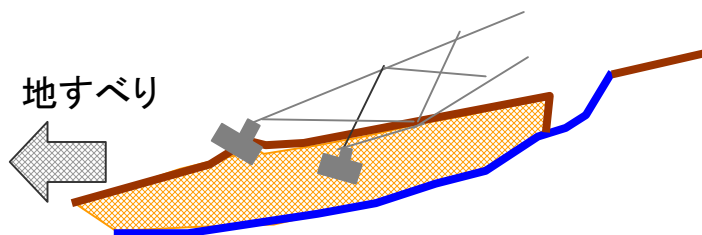


②地すべり

地盤内の地下水等に起因して滑ったり、移動する現象。

【リスク】

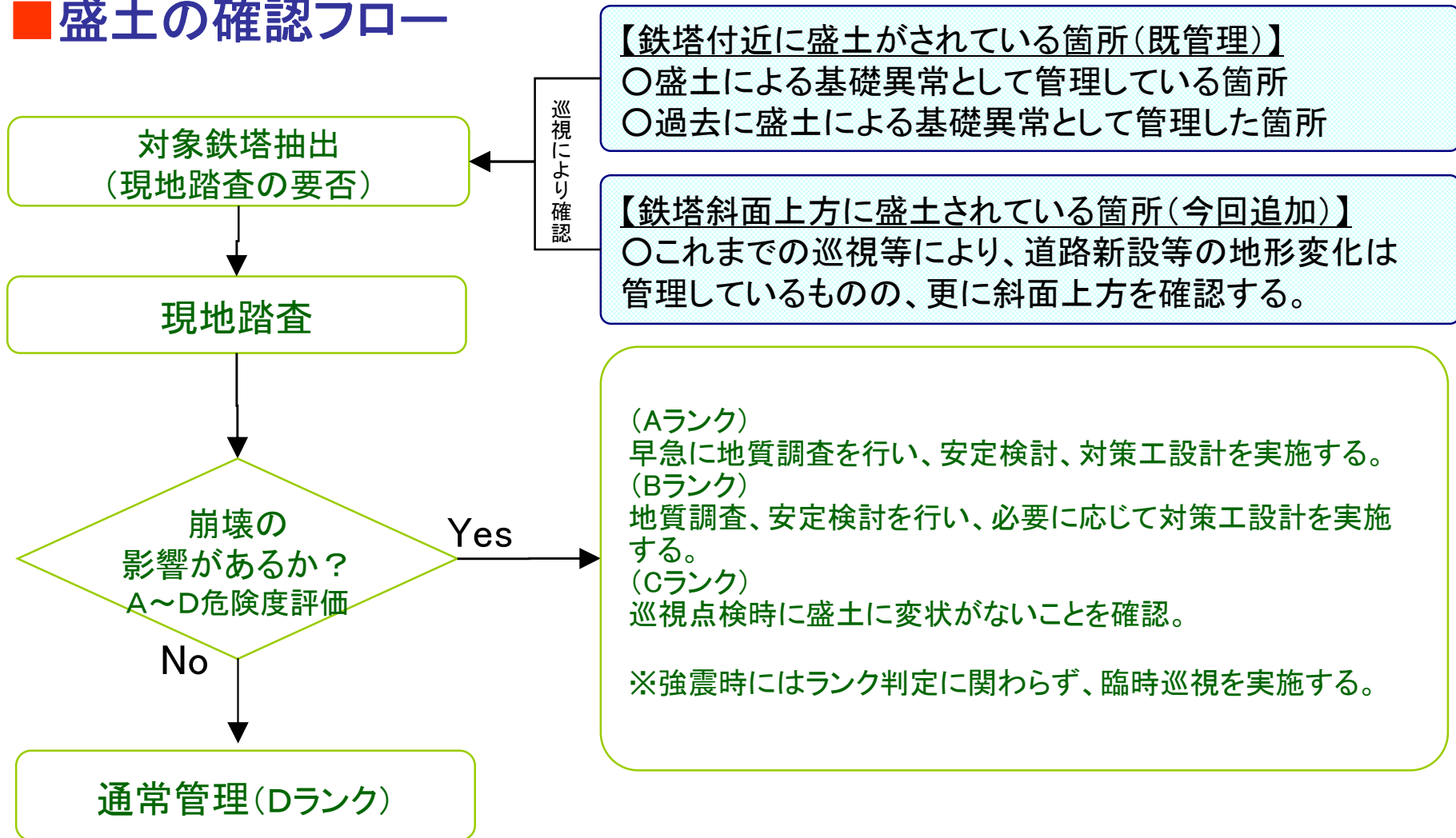
鉄塔を巻込んだ地すべりにより鉄塔傾斜、倒壊
※小規模なものは、杭や擁壁などで防止対策が可能



基礎に対する評価(①盛土の崩壊)

鉄塔周辺の盛土の崩壊により鉄塔が傾斜および倒壊するリスクがある。

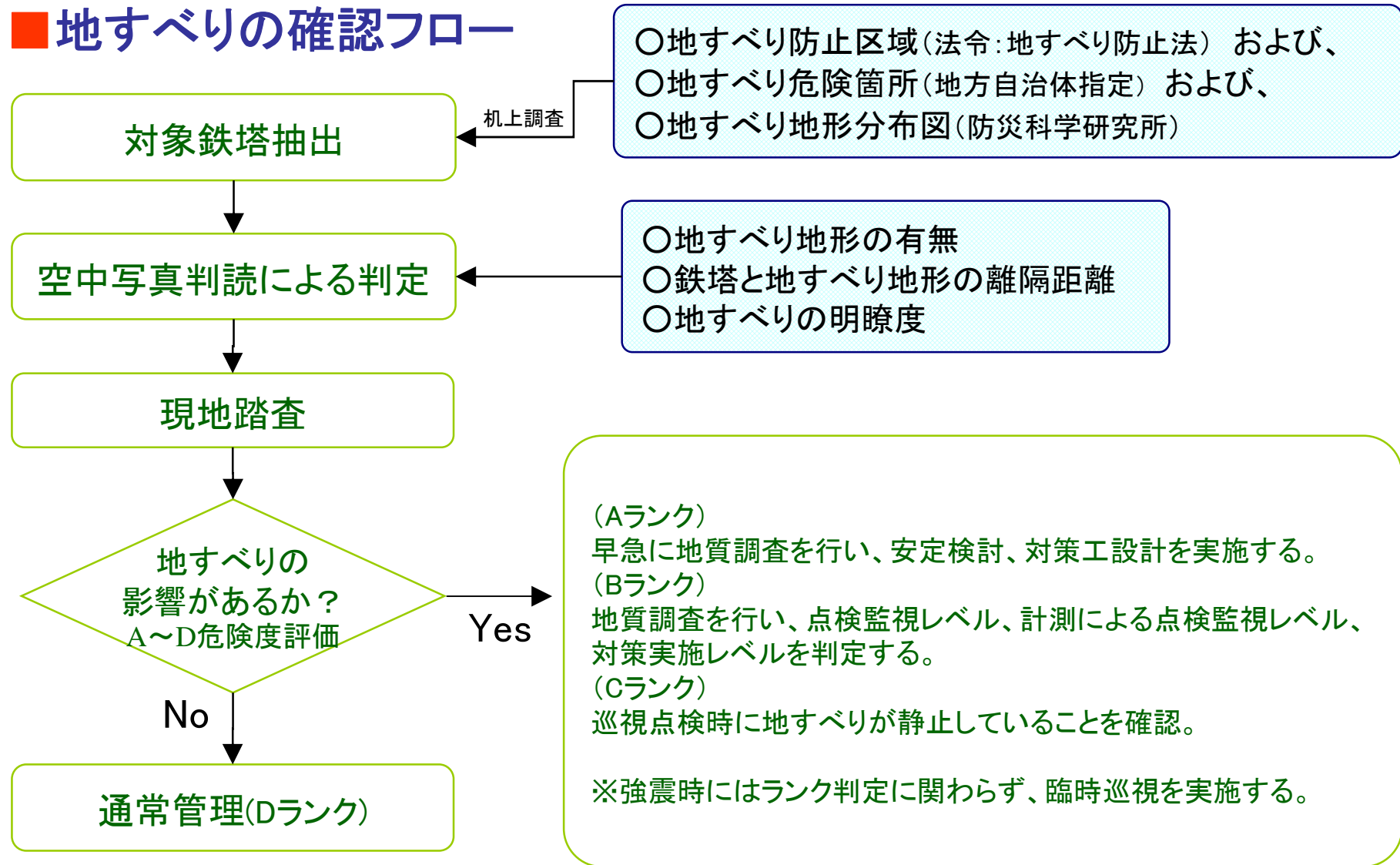
■盛土の確認フロー



基礎に対する評価(②地すべり)

鉄塔を巻き込んだ地滑りによる鉄塔傾斜および倒壊するリスクがある。

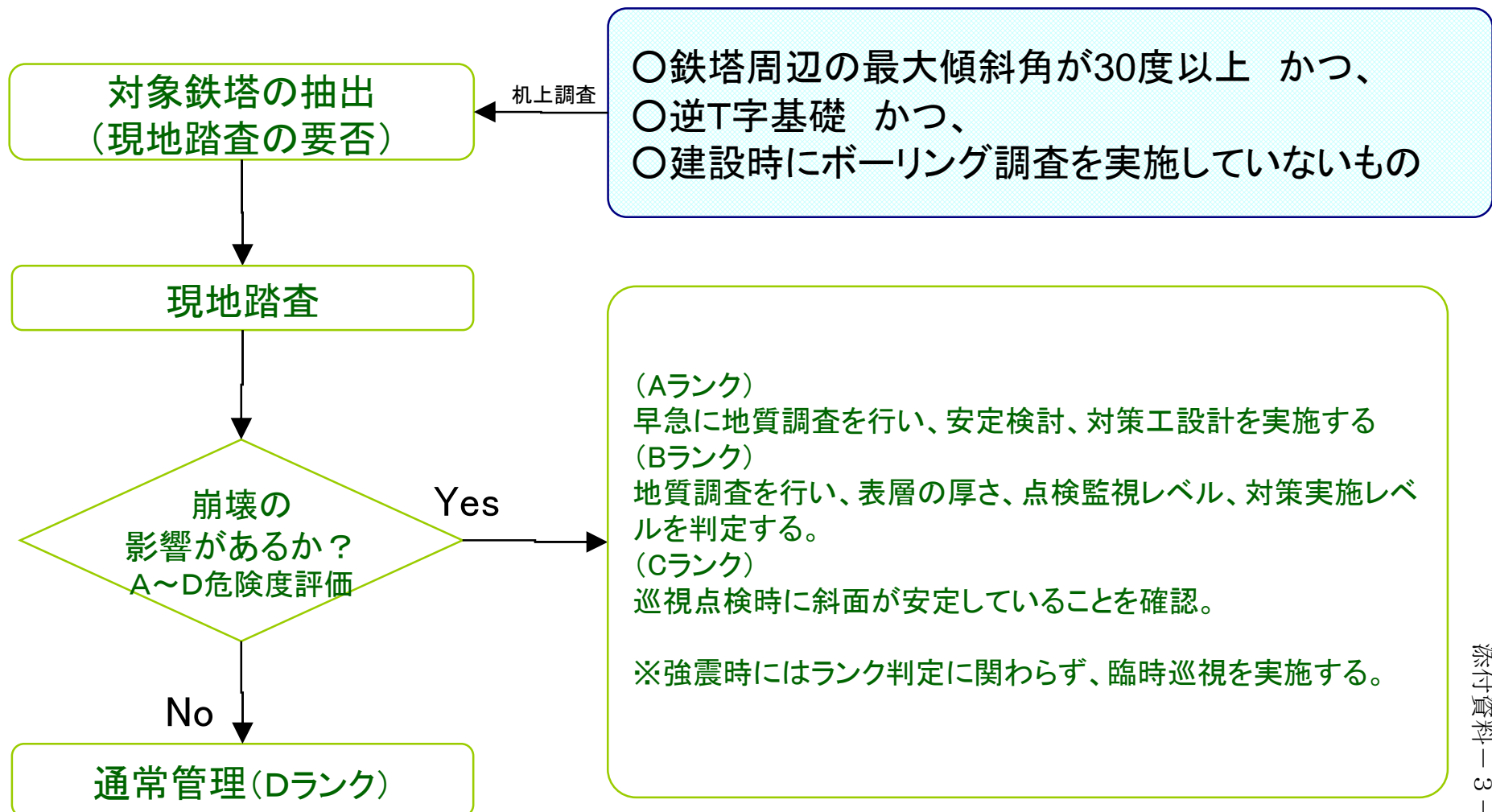
■地すべりの確認フロー



基礎に対する評価(③急傾斜地の崩壊)

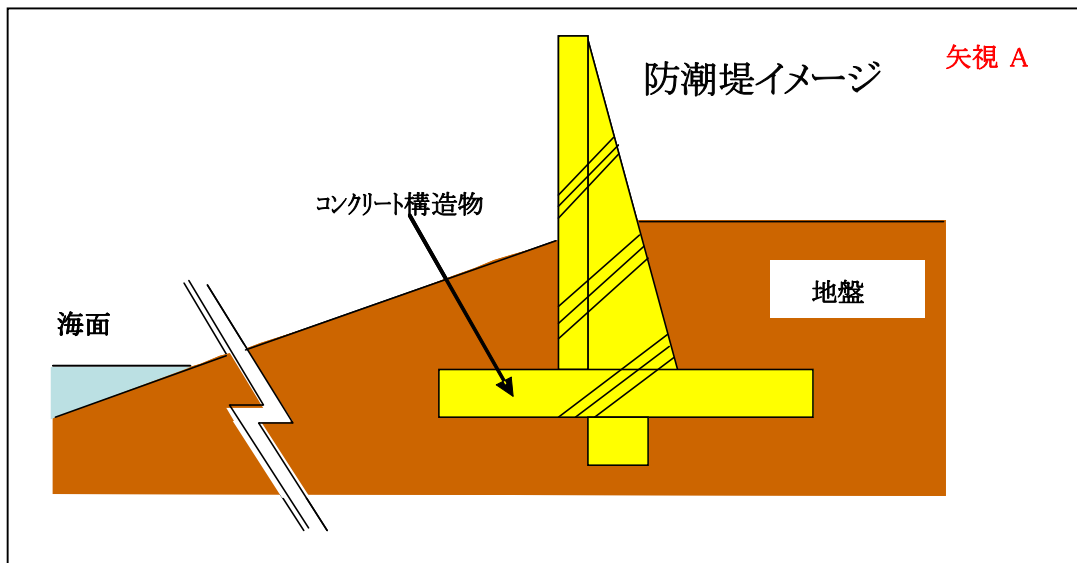
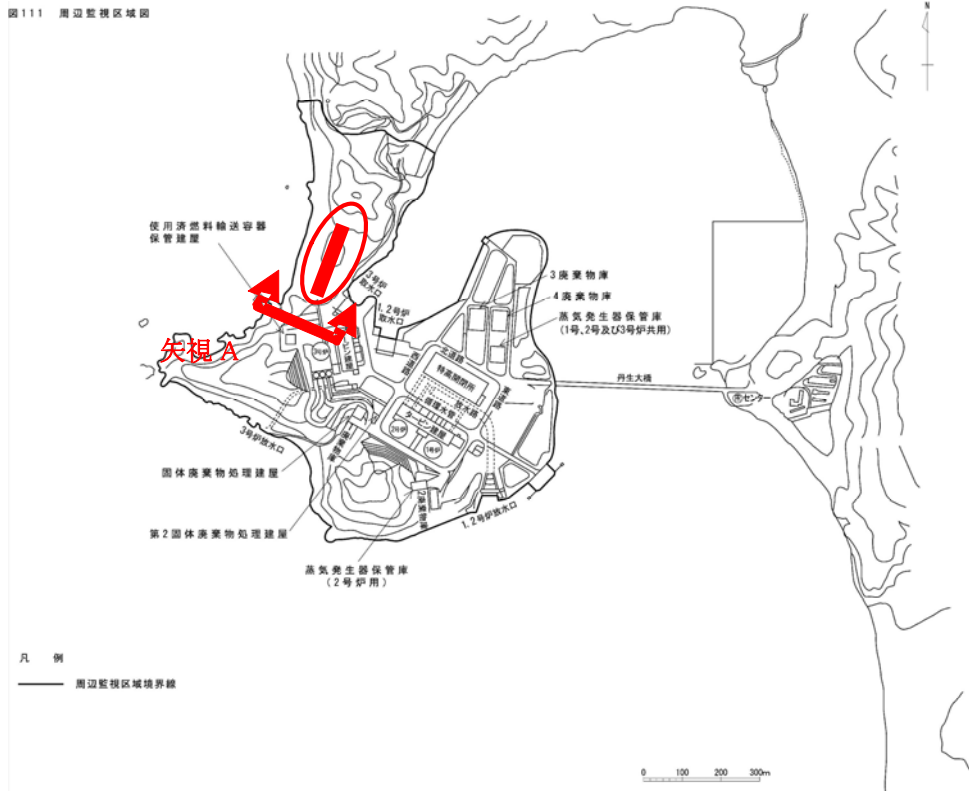
鉄塔周辺の地盤が崩壊し地盤安定上裕度不足になるリスクがある。

■急傾斜地の確認フロー



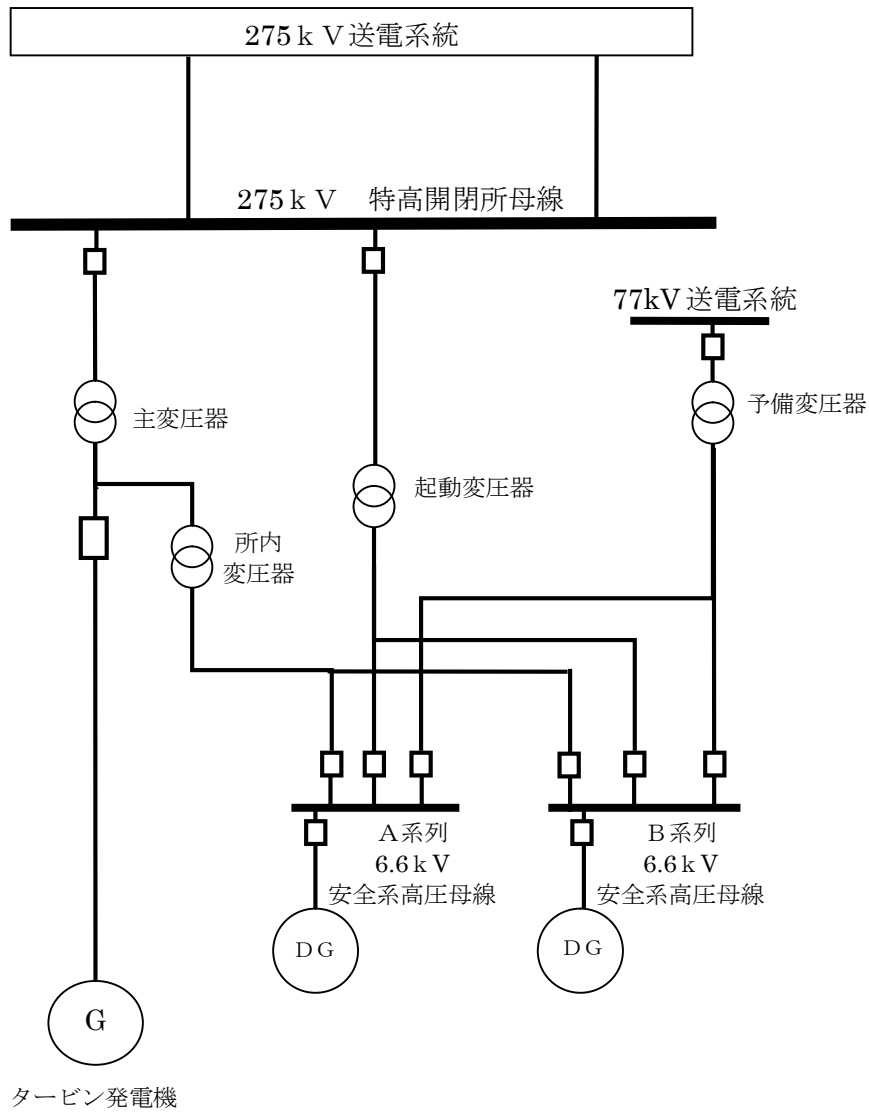
美浜発電所 設備強化対策の概要 (津波の衝撃力緩和対策)

○津波の衝撃力を緩和するため、防潮堤を設置する。

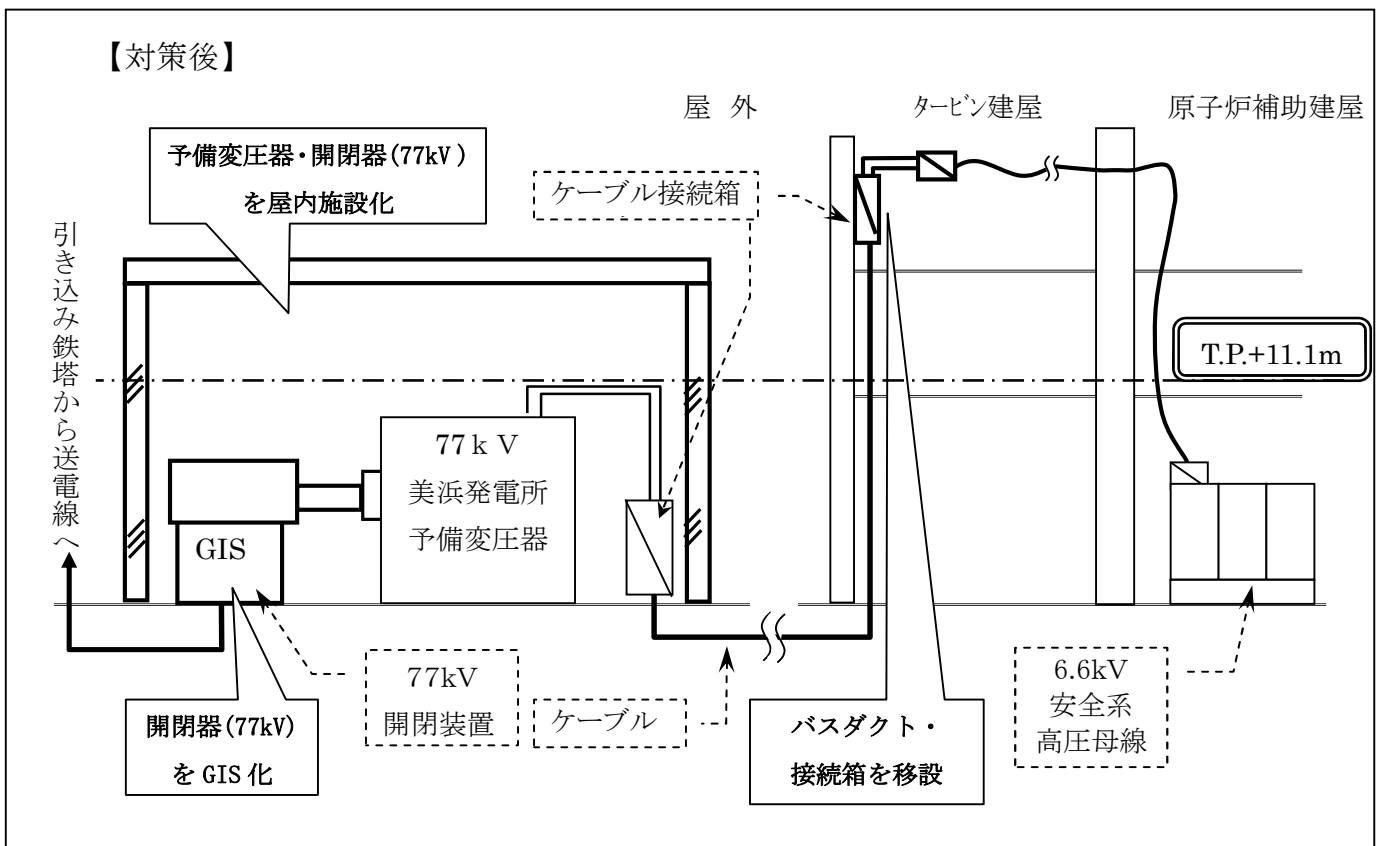
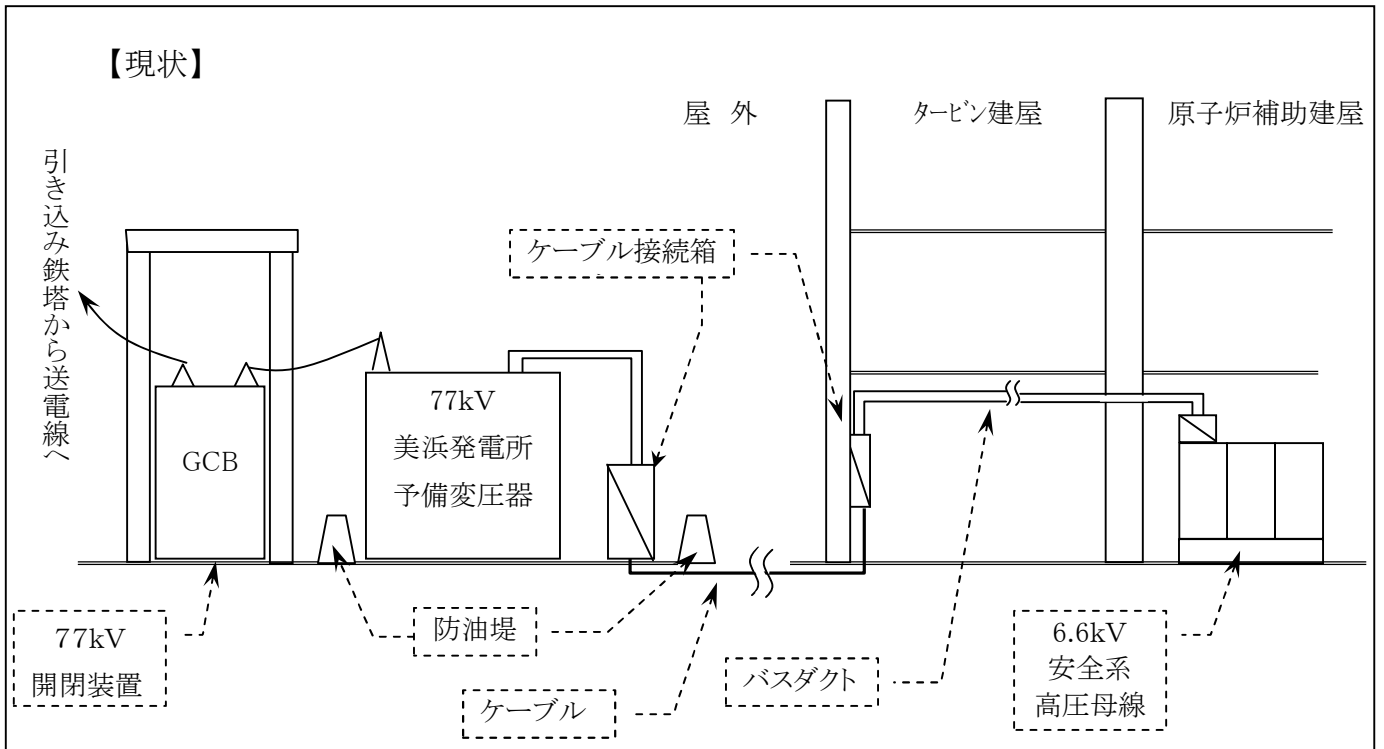


美浜発電所 所内電源系統への外部電源受電系統概要図

〈1号機の例〉



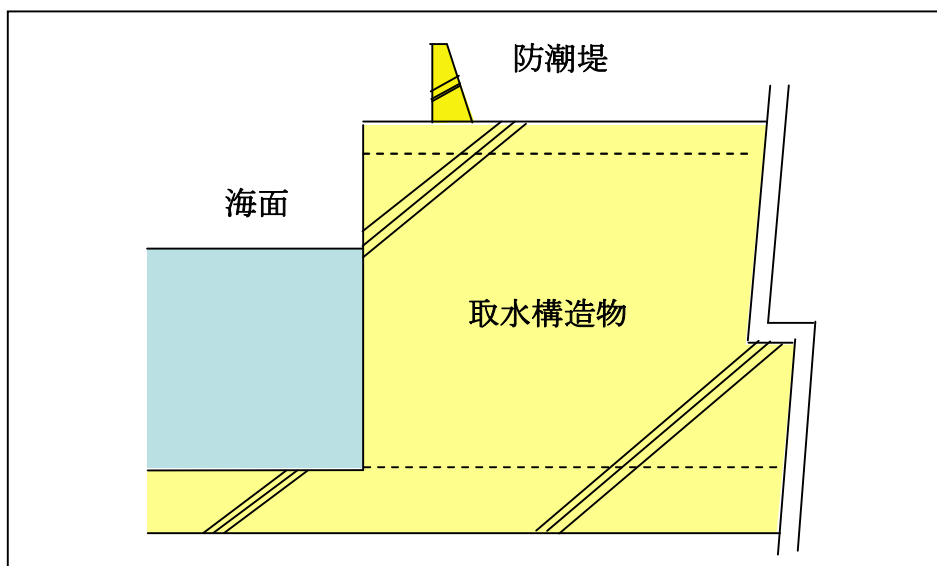
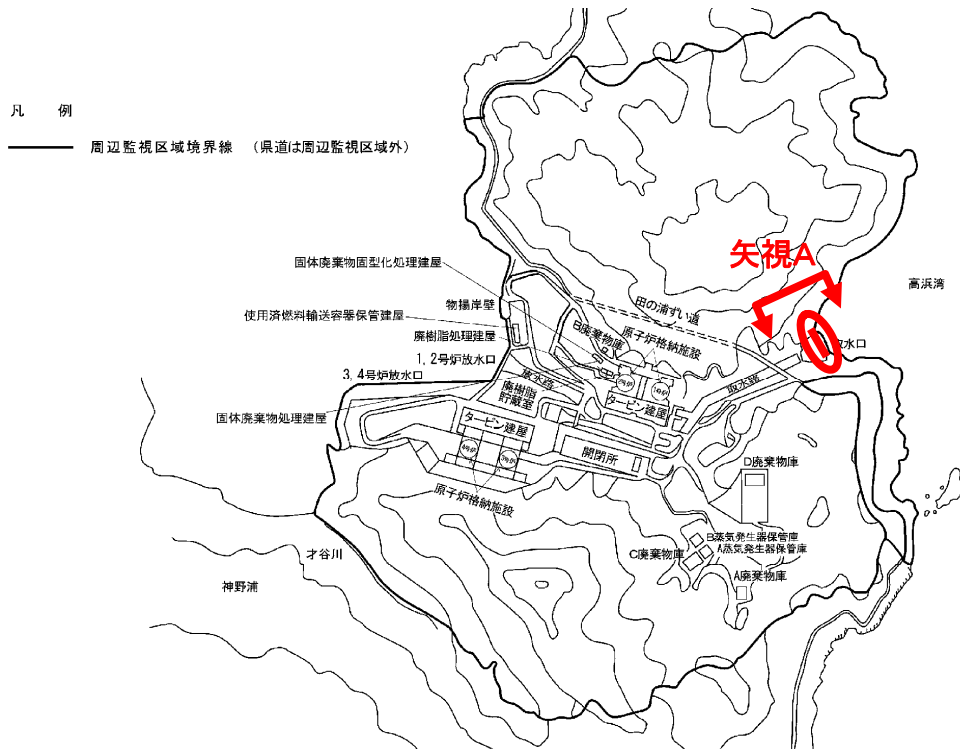
美浜発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図



高浜発電所 設備強化対策の概要

(津波の衝撃力緩和対策)

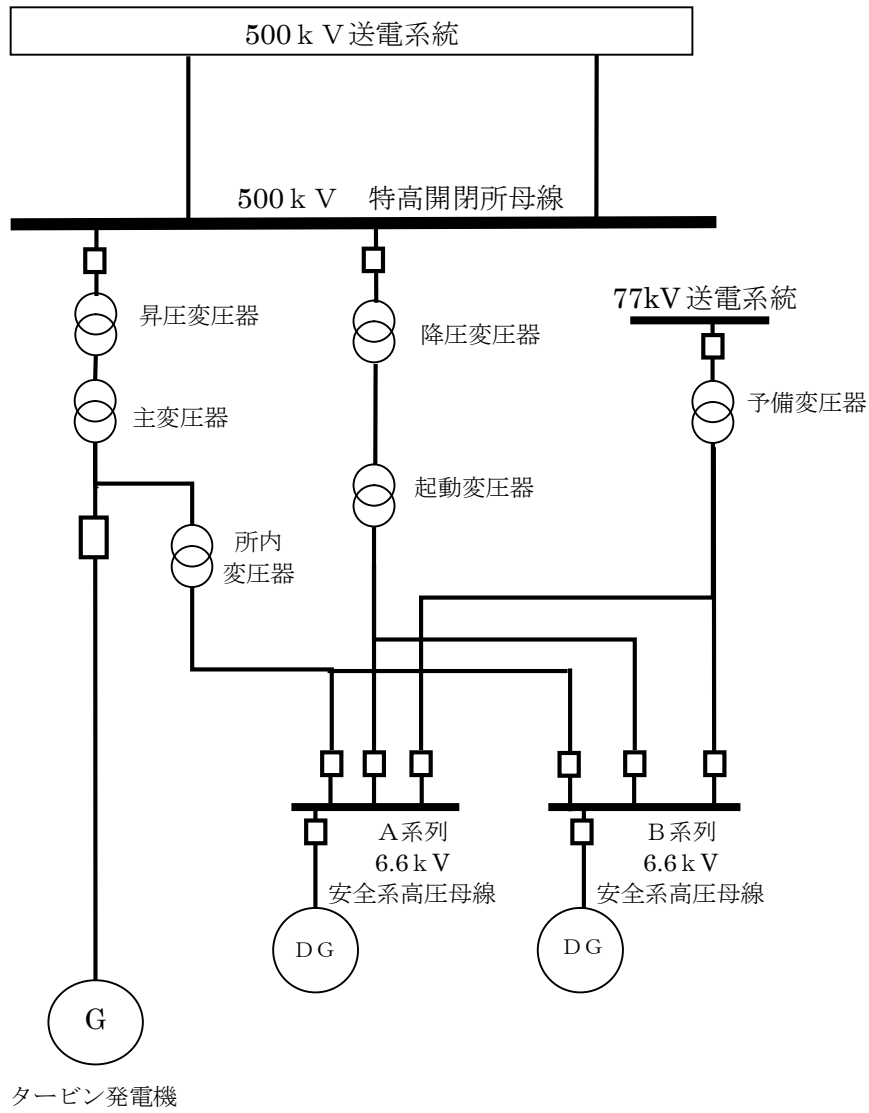
○津波の衝撃力を緩和するため、取水口背面に防潮堤を設置する。



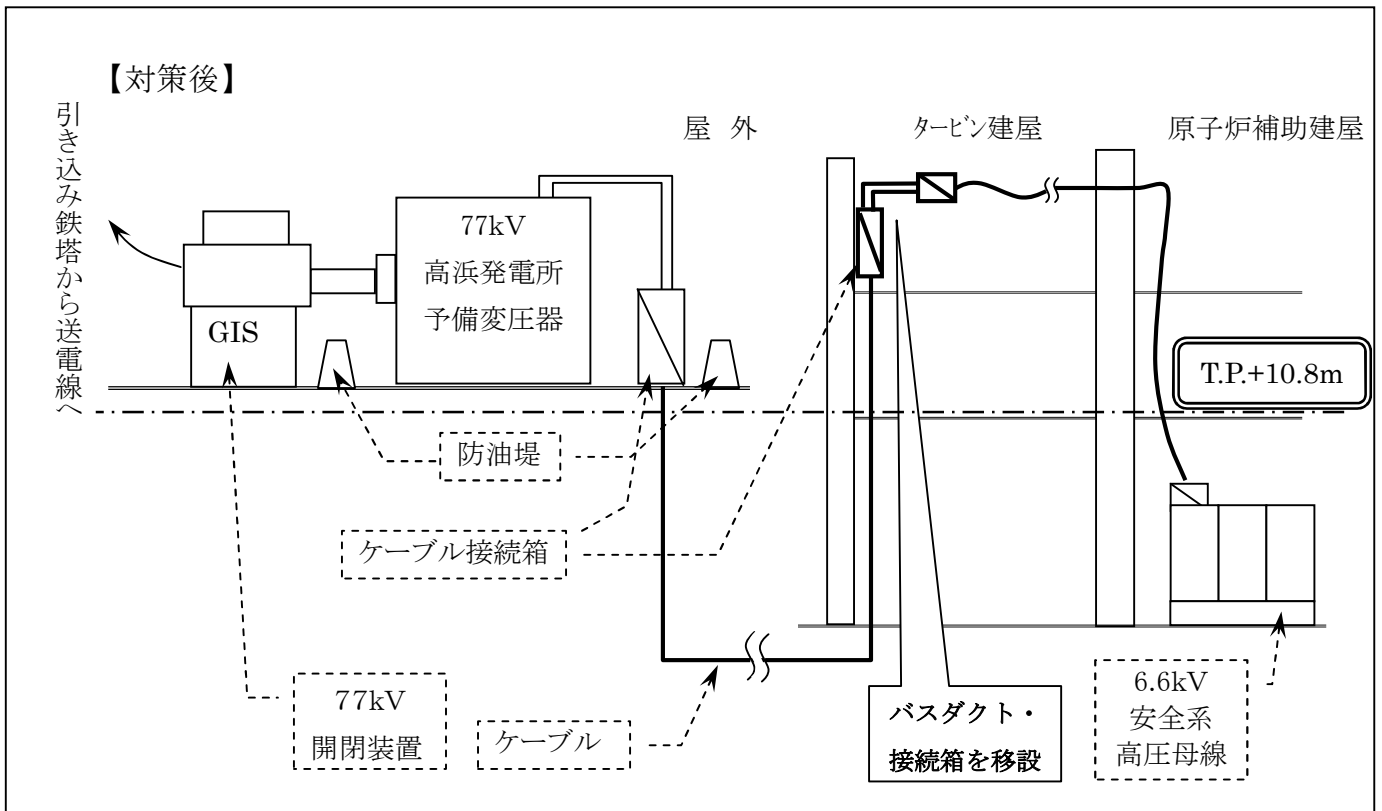
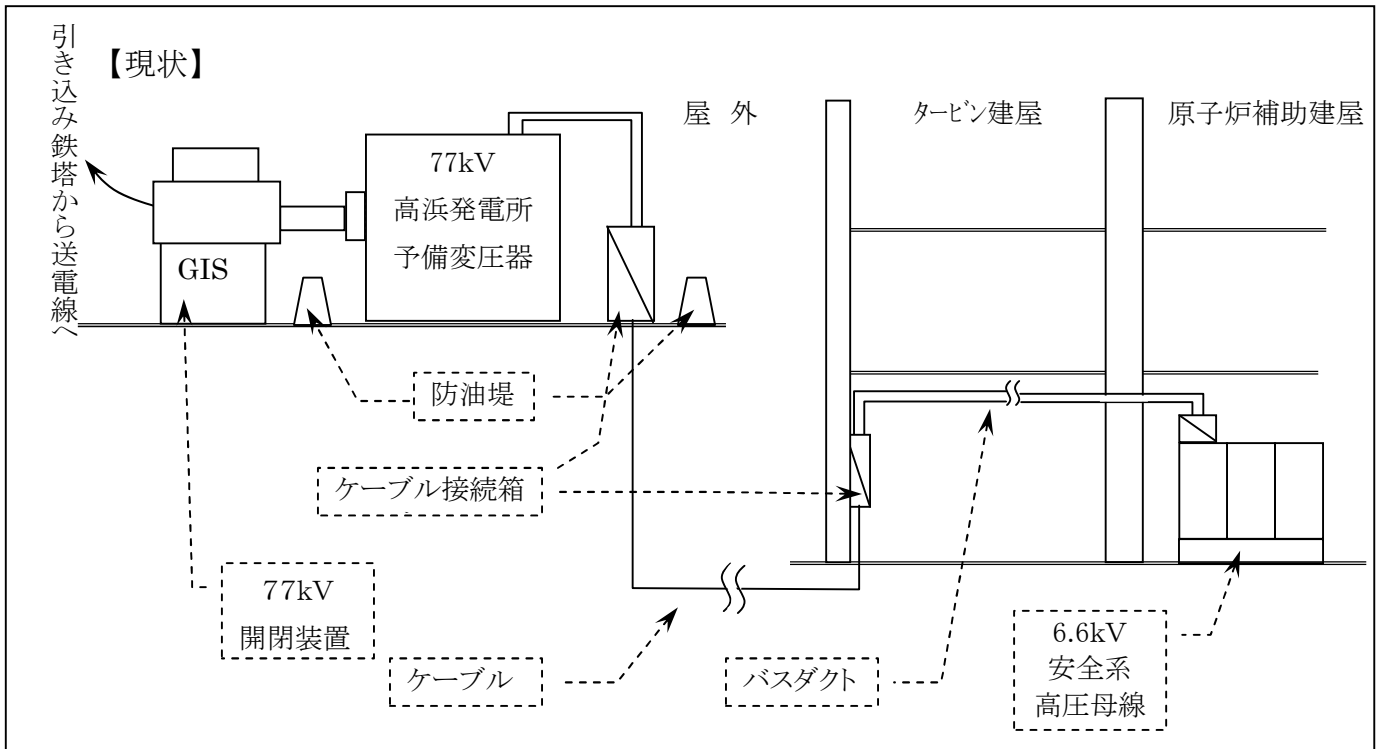
防潮堤イメージ 矢視A

高浜発電所 所内電源系統への外部電源受電系統概要図

〈1号機の例〉



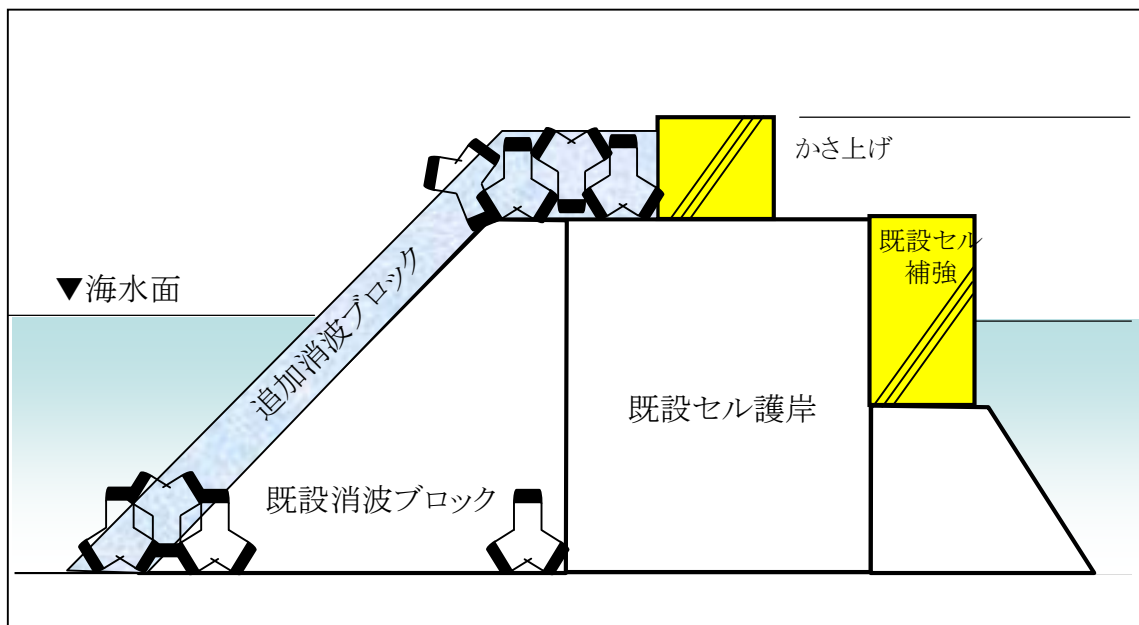
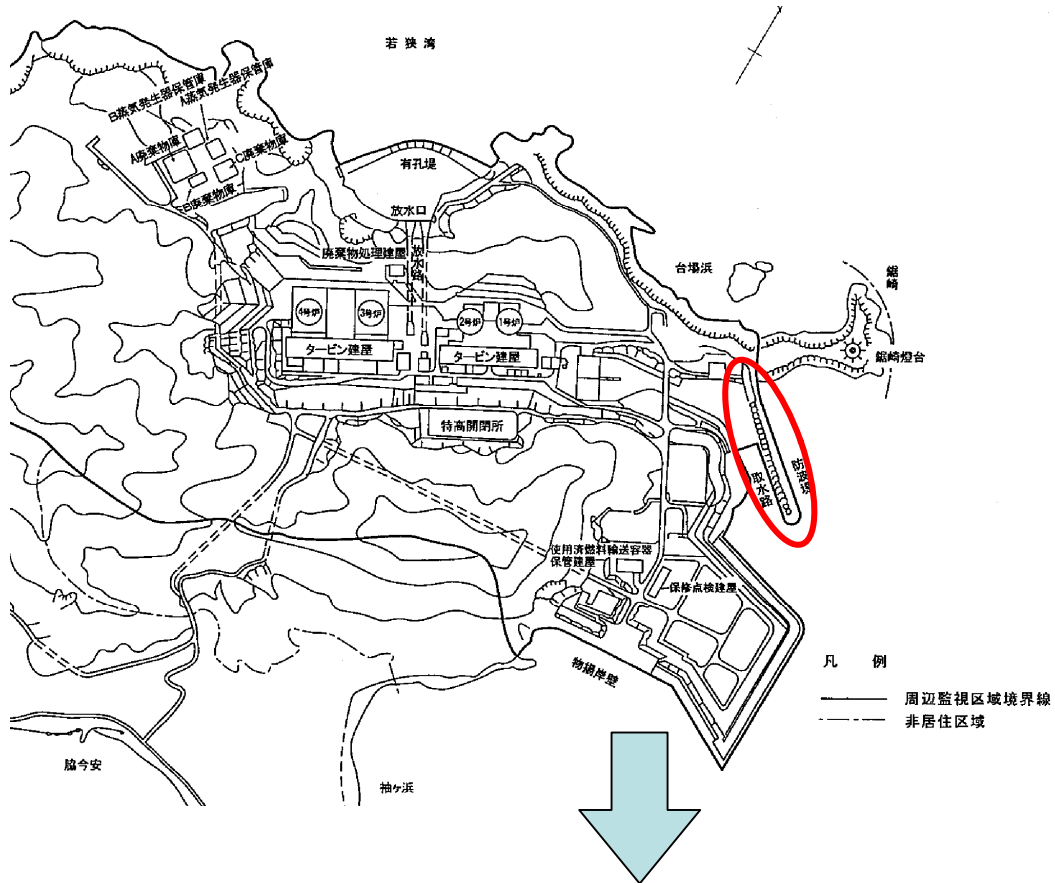
高浜発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図



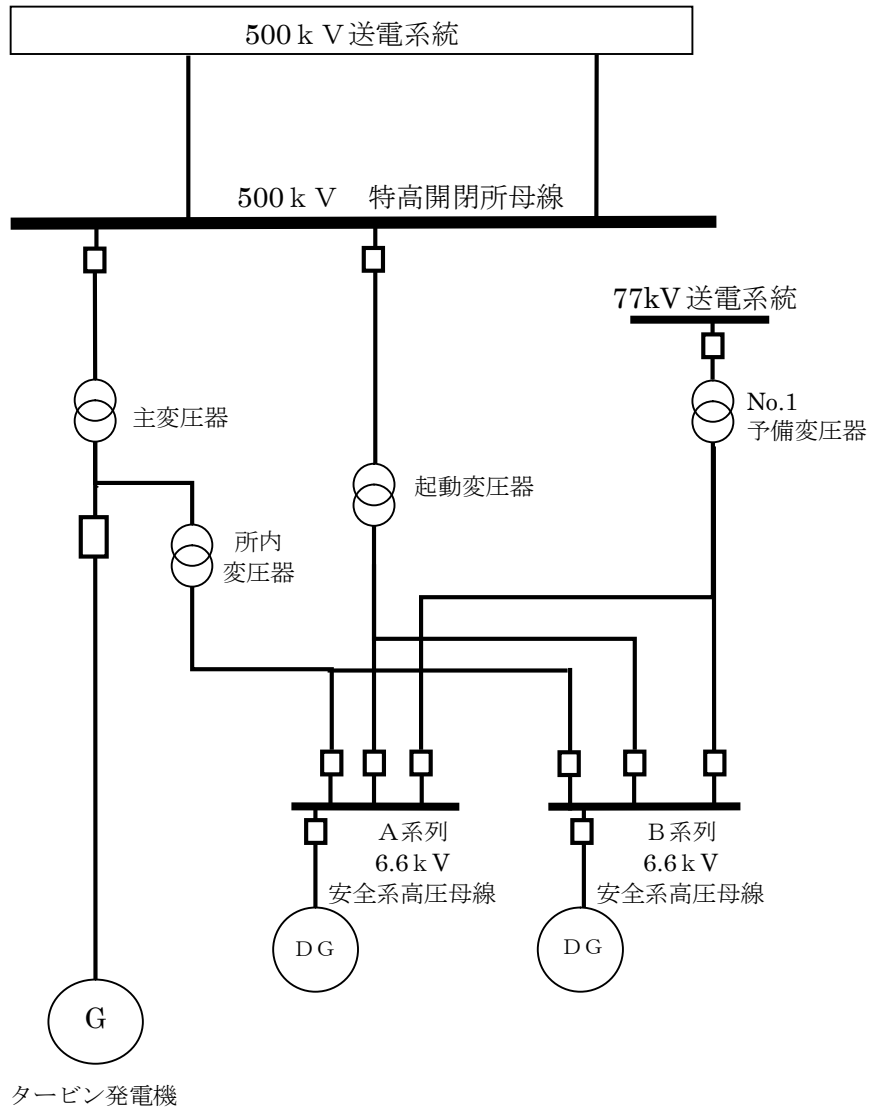
大飯発電所 設備強化対策の概要

(津波の衝撃力緩和対策)

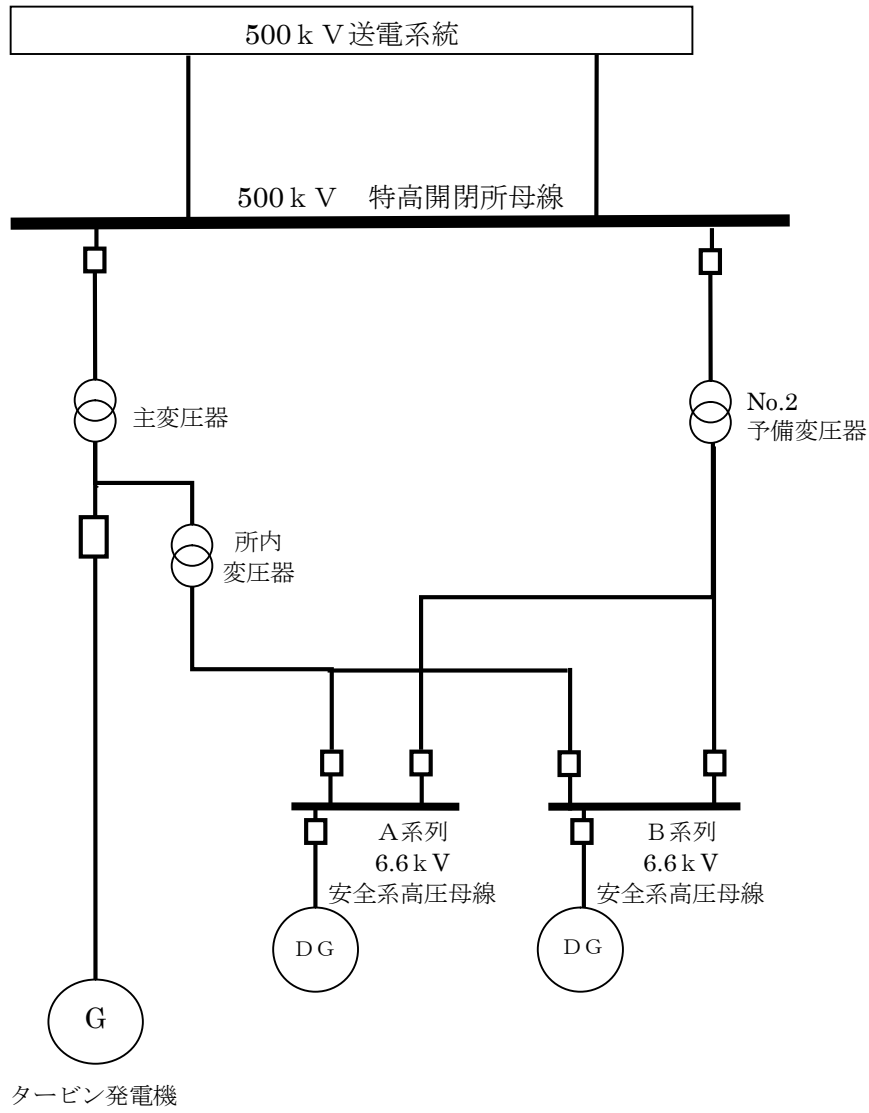
○津波の衝撃力を緩和するため、既設防波堤をかさ上げする。



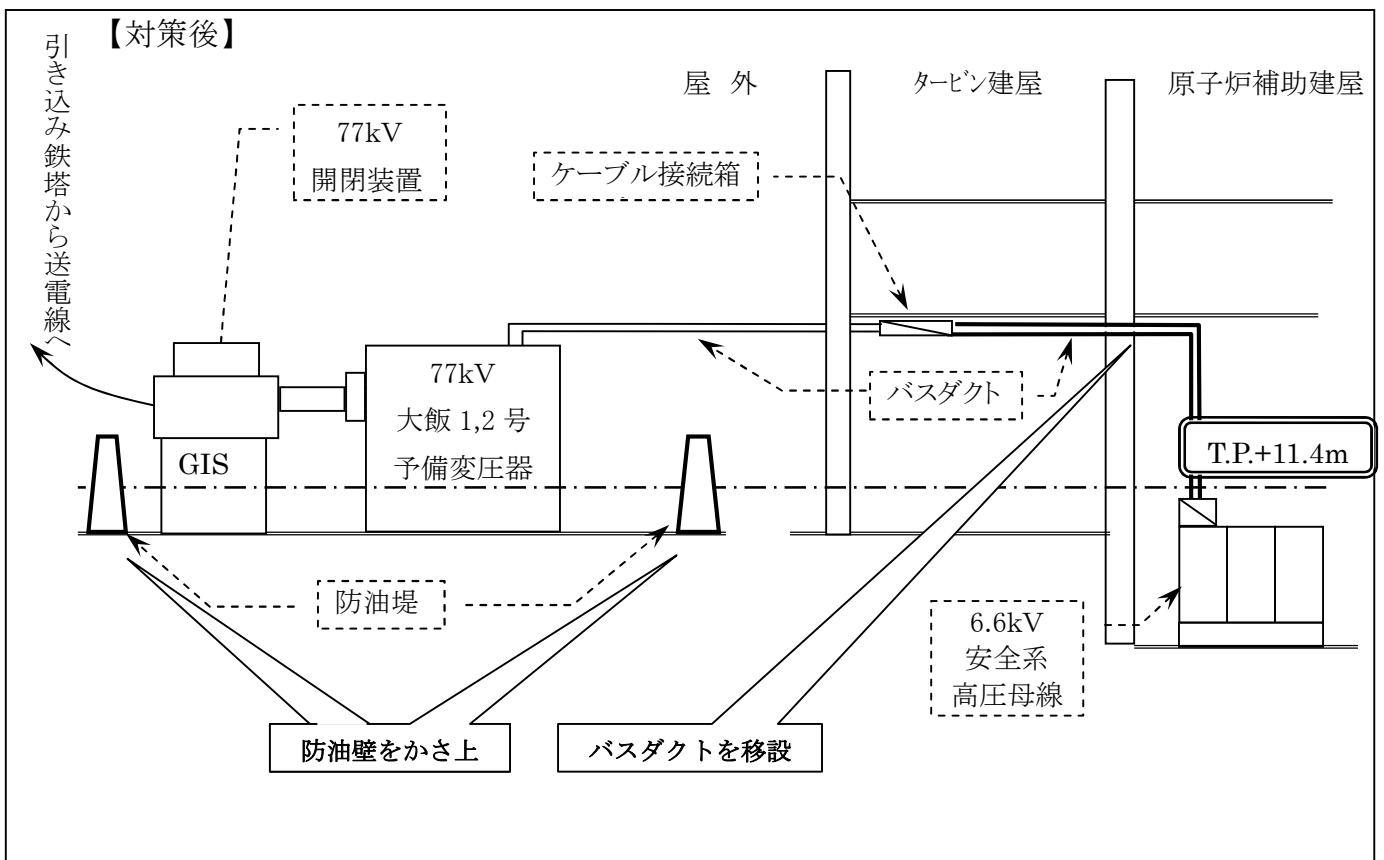
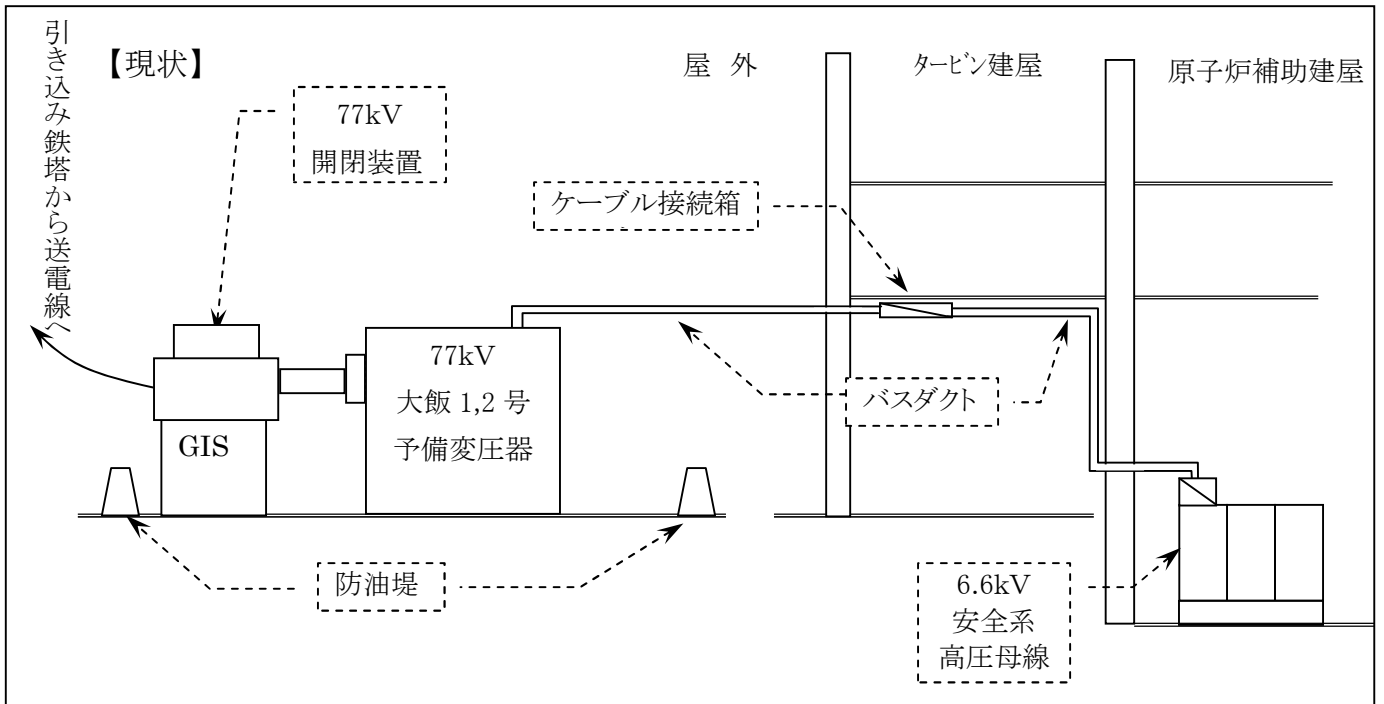
大飯発電所（1，2号機） 所内電源系統への外部電源受電系統概要図



大飯発電所（3，4号機） 所内電源系統への外部電源受電系統概要図



大飯発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図 (大飯1, 2号機)



大飯発電所構内の電気設備への津波防護対策 概要図 (大飯3, 4号機)

