

第11章 最優先プロジェクト に対する 設備設計の概要

第11章 最優先プロジェクトに対する設備設計の概要

11.1 対象設備の選定

調査団はラオス電力セクターに対する詳細な調査・検討に基づき、ラオス全国規模の 2030 年までの電力系統計画を策定した。さらに種々の比較検討の結果、策定した系統計画の中でも Pakbo - Taothan¹ - Saravan 間の送変電設備の建設が最優先プロジェクトであるとの結論に達し、ラオス側の合意も得た。このプロジェクト（以降「本送変電プロジェクト」と略称する）の目的は、中央部 2 地域と南部地域を連系することにある。

現在ラオスの中央部 2 地域には、輸出を主目的とした Theun Hinboun 水力発電所（IPP）および国内需要向けの Nam Theun 2 水力発電所が運転されているのみである。また、地域間電力融通の送電系統として、現在 Pakxan - Thakhek - Pakbo 間に 115 kV、2 回線の送電線が建設中であり、中央部 1 地域との連系が実現される予定である。しかしながら、2030 年までの中央部 2 地域の電力需給状況を見ると、今後 2017 年までに予定されている Nam Nguang 8、Tadslen、Nam Ngiep Regulating、Nam Theun 1（国内用）、Xeneua といった各水力発電所の開発以降は、2025 年の XebanHieng 1 水力発電所の計画しかなく、電力需要の伸びに対し、電力供給力が不足した状態が継続することが予想される。このため、乾季には同地域の電力が不足し、従来通りの Thakhek と Savannakhet（Pakbo 変電所）を通して行なわれているタイからの輸入電力へ依存しなければならない。この状態を解消するため、将来的に乾季においても大量の余剰電力が発生することが見込まれる南部エリアの電力を送電し、タイからの輸入電力量を大幅に削減することが有効と考えられる。

最優先プロジェクトとして選定された計画の内容は、Pakbo - Taothan - Saravan 間に中央部 2 と南部地域の連系送電線と関連変電所を建設することであり、その工事概要は下記の通りである。

- a) 既設 Pakbo 変電所と 2011 年までに IDA 資金により建設されることになっている Saravan 変電所間に、2014 年の Houaylamphan 水力発電所（南部地域）の運転開始時期に合わせて、電線 TACSR 240 mm²、2 回線を有する 115 kV 送電線を建設
- b) 既設 115/22 kV Pakbo 変電所の拡張
- d) 新設予定の Saravan 115/22 kV 変電所の拡張
- e) 115/22 kV Taothan 変電所の新設

¹ Taothan 変電所は系統解析業務において呼称していた Nongsano、Napon と同一の電気所である。

(1) 115/22 kV Taothan 変電所

115/22 kV Taothan 変電所は以下の理由から新設を計画した。

- 115/22 kV Taothan 変電所を設置することで、従来 Champasak 県から供給していた配電距離を短くすることができ、配電ロスの低減、供給信頼度の向上、地方電化の促進を図ることができる。
- 安定度維持上中間開閉所の必要性が高い地点であり、115/22 kV Taothan 変電所を設置することで、115 kV 送電システムの安定度を向上させることができる。
- 同変電所は EDL 総裁から直接の要望があり、EDL 自ら用地を選定し既に確保しているため、EDL 側ではプロジェクトの実施に向けて一定の準備が進んでいる。

(2) 送電電圧

送電電圧については以下の理由から 115 kV を適用した。

- 9.3.3 の詳細需給シミュレーションに示されたように南部-中部の連系線容量を増加しても既存の 2030 年までの発電計画では 100~200 MW で効果が飽和するため、コスト面から 230 kV の導入の必要性は少ない。
- 115 kV で設計すれば、併行する Xepon~Mahaxay 間の送電線ルートと併せて 2030 年付近までの送電容量の裕度は十分に確保される。

(3) 電線線種

電線線種については以下の理由から TACSR 240 mm² 2 回線とした。

- 2020 年までの必要な容量については ACSR 240 mm² 2 回線で十分であるが 2020 年以降、Saravan-Taothan 変電所間に数 10 MW の規模の水力発電所の計画があり潮流が増加する可能性があること
 - 2030 年頃に想定される Saravan 地域の火力発電所の送電ルートは 230 kV を想定しているが、送電電力の一部が本プロジェクト送電線を通過することも考えられ潮流が増加する可能性があること
 - 2020 年以降南部に開発される発電量は不確定であり潮流が増加する可能性があること
- 以上より当該区間の送電容量に柔軟性を持たせることが有利と判断される。

(4) 運転開始時期

本最優先プロジェクトの運転開始時期は南部地域における 2014 年以降最初の大規模発電所である Houaylamphan 水力発電所の運転開始時期に合わせる必要がある。Houaylamphan 水力発電所は中国の資金にて運転を開始する予定であるが、2009 年 8 月に EDL 総裁が中国を訪問し、Houaylamphan 発電所建設について 2014 年に運転を開始するという事で契約を締結したため、本最優先プロジェクトの運転開始時期については 2014 年とした。

11.2 設計方針一般

11.2.1 設計基準

対象設備の設計は、原則的にはラオス国電力技術基準 (LEPTS) によるが、IEC 規格等の国際規格と現地での実務慣習も参照して実施した。本節では、第 5 章にて EDL と協議の上決定した対象設備の設計に適用する具体的な設計基準・条件を改めて記述する。

11.2.2 変電所位置

本送変電プロジェクトの変電所位置は、地図上の調査および現地調査により、以下の様に調査団と EDL により選定され合意に達している。

1) Pakbo 変電所

現在 Savannakhet 県には Pakbo と Kengkok の 2 箇所に 115/22 kV 変電所が稼動しているが、第 8 章に述べたとおり、本送変電プロジェクトの接続先として技術的・経済的に Pakbo 変電所が有利との結論を得た。この Pakbo 変電所には本送変電プロジェクトにより 2 回線分の送電線ベイを増設する。

2) Taothan 変電所

現在 Saravan 県の Taothan には電圧 115 kV の電力設備はなく、Champasak 県の Bang Yo 変電所からの 22 kV 配電線が延伸されているのみである。Taothan 変電所は本送変電プロジェクトにより新設され、4 回線分の送電ベイ、115/22 kV 変圧器、22 kV 開閉設備などを設置する。Taothan 変電所の用地は EDL が 200 x 200 m 分を既に取得済みである。

3) Saravan 変電所

新設 115/22 kV 変電所が IDA 資金により Saravan 市郊外に建設中であり、2011 年までに完成する予定である。十分な面積の変電所用地は既に確保されており、変電所設備の運転・保守業務の容易性を考慮して Taothan 変電所からの 115 kV 送電線に接続することとし、この変電所に本送変電プロジェクトで 2 回線分の送電ベイを増設する。

11.2.3 送電線のルート選定

各セクション (Pakbo - Taothan および Taothan - Saravan 間) の送電線のルート概要は、12.1 節に記述した。2009 年 1, 5, 8 月に、対象セクションに対して調査団と EDL の合同現地調査を実施した。現地調査時には現地 EDL 支所の担当者から地域の特徴、都市開発計画、EDL の現地側の系統拡張案などの説明を受けるとともに、人家の有無、UXO の有無等の適切なルート選定に対する助言を得た。Taothan 変電所新設予定地については、EDL との協議の結果、EDL 自らで用地取得を行った。これらの調査結果およびラオス国の環境法、国立生物多様性保全区域(NBCA)、用地取得の難易度などを検討した上でルートを選定した。

各変電所への送電線引き込み方法も、将来の拡張・増設に慎重に配慮して本報告書の中で提言した。詳細は 13.1 節に記述した。

11.2.4 気象条件

調査団は各地から収集した気象データを解析し、これを基にプロジェクト対象設備の設計条件を 5.1 節に記載した。以下は気象条件に関連した設備の設計条件である。

a) 周囲温度

最高気温	45 °C
最低気温	0 °C
年平均気温	25 °C

b) 空気密度

対象設備の電気絶縁設計に適用する空気密度を 0.12 と仮定した。但し、この密度はその地の標高により変化する。

c) 風速

各地の風速データを詳細に解析した結果、過去 36 年間の最大突風は、Pakse において 40 m/s が記録されている。IEC 60826 および CIGRE AC 22 WG06-2000 により、この突風は 10 分間平均風速としては 35 m/s に換算される。この風速から対象設備に適用する規準設計風圧を下記のように決定した。

電線・架空地線	: 720 N/m ²
がいし連	: 1,010 N/m ²
鉄塔	: 2,100 N/m ² (裏面材風圧を含む)

d) 年間降雨量

ラオスは典型的な熱帯モンスーン性気候であり、雨季（5 月～9 月）と乾季（10 月～4 月）の 2 シーズンに分かれている。ラオスの年間最大降雨量は 4,000 mm を記録しているが、プロジェクト地域では Savannakhet 県で 1,920 mm、Saravan 県で 2,768 mm ある。これらの降雨量は建設工程に多大な影響を与えるため、慎重に配慮する。

e) 年間雷雨日数 (IKL)

プロジェクト地域の年間最大および平均雷雨日数はそれぞれ 40 日と 28 日である。但し、国全体で記録されている最大年間雷雨日数は 141 日である。安全のために、対象地域の設備絶縁設計には IKL として 140 を適用した。

f) 地震条件

ラオスは地震の少ない国として分類されている。また、設備の構造設計を実施する場合、風圧荷重が地震荷重を上回るのが一般的である。従って、対象設備の構造設計には地震荷重を

考慮しない。

g) その他の条件

その他の設計条件として、最大湿度は 100%とし大気汚染レベルは「軽微」を適用する。

11.2.5 環境

当該プロジェクトの設計は、ラオス国環境アセス法にあたる環境評価規則(Regulation on Environment Assessment)およびエネルギー鉱業省電力局の電力事業に係る環境影響評価実施規則(Regulation on Implementing Environmental Assessment for Electricity Projects)における、負の影響の回避、負の影響の最小化および負の影響の緩和の原則に基づき、送電線ルートおよび変電所予定地における自然社会環境への負の影響が最小限になるようにしなければならない。当該プロジェクト事業予定域の特性を鑑みるに、設計時に、事業予定域の自然環境および地域社会において特に考慮されなければならない要件は以下の通りである。

- 住民移転を回避する送電線ルート・変電所用地を選定するよう努めなければならない。
- 生物多様性保全区(NBCA)等自然保護区を回避する送電線ルート・変電所用地を選定するよう努めなければならない。
- 少数民族の居住地域および経済状況を把握し、事業に因って不利益を被ることのないよう努めなければならない。
- UXO の状況を把握し、適宜除去のための予算を計上すると共に、工事着工以前に UXO の可能性のある地域での詳細調査および除去作業を終えるよう作業工程を組まなければならない。
- 事業の初期段階より、事業域住民、事業域政府関係者等ステークホルダーとの協議の場を持ち、情報の共有につとめ、意見聴取の結果をプロジェクトに反映させなければならない。

右要件を満たすべく、当該プロジェクトは、当該国すべての開発事業の F/S 時に課されている IEE を実施した。IEE ではプロジェクト事業域の自然社会環境の把握、予見される負の影響の程度とその回避・緩和策について調査し、その結果を IEE 書、環境管理計画書(EMP)および住民移転計画書(RAP)に取り纏めるとともに、プロジェクトの設計に反映させた。IEE 結果およびステークホルダーとの協議内容については第 15 章を参照されたい。

11.3 系統運用の設備信頼度

本送変電プロジェクトは、将来のラオス国内基幹電力系統の一部を構成するものである。従って、このプロジェクト設備の設計には N-1 規準を適用して設備の継続的に安定した運用を図った。一方、プロジェクト設備は目標年度である 2030 年に向けて経済性を考慮した設計とした。

変電所設備は、Taothan 変電所を除き、既設変電所の用地内に建設される。新設備とその機能は既設設備と完全に協調のとれたものとし、かつ将来の変電所拡張に対しても適切なものであるよう配慮した。従って、変電設備の配置は、既設変電設備、送電線の引込・引出、ならびに既設配電線の接続などと調整のとれた設計とした。新設送電線のルートは、EDL の助言を得て、国内システムの安全性および保守作業の容易性を考慮しつつ、安定運用と事故時の早期復旧を可能とすることを条件に選定した。さらに、調査団は新設設備に対する設備巡視・点検周期および点検手法等の運転・保守業務の基本的事項も提言した。

11.3.1 設計の結果

調査団は、上記設計方針に基づいて選定した送変電プロジェクトの設備設計を実施した。現地調査期間にはカウンターパートと共に対象地域を数回踏査し、より詳細な情報収集を実施した上、対象地域の EDL 支所ともプロジェクトの実設計の協議をおこなった。支所からの情報・助言は調査団の設備設計に極めて有益なものであり、これらの情報・助言を参考にして設計を実施した。設計の結果は以降の章に記述した。

11.4 基本計画

11.4.1 プロジェクト実施の根拠と設備の基本計画

国内供給用の最適送電システムの開発計画を策定する検討を通じて、Pakbo - Taothan - Saravan 送電システムが最優先プロジェクトとして選定された。この検討結果に対しては、DOE/EDL とともに全面的な合意に達している。ラオス国内の電源開発・電化計画や地方電化計画の進行状況から考えて、国内電力融通と輸入電力削減を目的とした本送変電プロジェクトの早期開発が必要である。最優先プロジェクトの早期実現の一助とするために、調査団は本調査 TOR に含まれている本送変電プロジェクト設備に対する基本設計を実施した。設備設計は、資機材供給、現地据付工事、受入試験とも国際競争入札 (ICB) ベースでプロジェクトを実施するという前提で実施した。

11.4.2 実施に至る過程

2014 年までの本送変電プロジェクト完成を実現するために、EDL が主体となって以下に述べる事前業務を即急に実施することを提言する。

(1) プロジェクトの資金準備

本送変電プロジェクト実施に必要な外貨および現地貨資金の調達を EDL が手当てしなければならない。本報告書には、資金調達に必要な資料 (プロジェクトの必要性、プロジェクト予算、プロジェクト評価、実施工程など) を全て記載してある。即急に資金手当ての準備を開始することを提言する。

(2) WREA²の環境遵守認定証を入手するための諸業務

環境遵守認定証（Environmental Compliance Certificate:ECC）は事業者 EDL が IEE 報告書と RAP を監督官庁に提出し、審査を経た後、監督官庁から WREA に提出、審査を受け、WREA より交付される。この審査で負の影響の程度が甚大だと判断された場合は、EIA を実施しなければならない。³送電線事業の場合、F/S 終了時に EDL が DOE に IEE と RAP を提出、DOE の審査を経て WREA から条件付きの ECC を交付される。この条件とは、F/S 時には特定できなかった事業による被影響者および損失の補償額を D/D 実施後 RAP に反映させることである。修正後の RAP は、再度 IEE 提出時と同じ手順で審査され、WREA より条件が満たされたと判断されれば ECC が有効になり、その旨を WREA が DOE に通知し、事業開始（工事着工）が可能となる。RAP 実施手続き詳細については第 15 章を参照されたい。

(3) プロジェクトの追加調査

プロジェクトの建設に先立って下記の調査が必要となる。これらの調査は、EDL 独自で実施するか、または本送変電プロジェクトを支援する国際機関により実施される。

- a) プロジェクト設備の詳細設計
- b) 要求のあった場合の追加環境調査
- c) 安全を確認するためのプロジェクト地域の UXO 調査
- d) 最終工事数量の算出、送電線ルート of 地形測量； EDL、プロジェクト・コンサルタント、または他の組織により実施する。
- e) 送電線用地の取得・補償業務； 実施機関である EDL が主体となって行う。
- f) 入札書類（Bidding Documents）の作成
- g) DOE/EDL による調達委員会、実施委員会、運営委員会などの任命

(4) 実施スケジュールおよびプロジェクト予算

追加調査業務、入札期間、応札書審査、契約および承認、資機材の設計・製作、輸送、現地工事等を検討して、プロジェクト実施工程を作成した。特に現地工事に多大な影響を与える雨季の進捗を検討しなればならなかった。設計に基づくプロジェクト予算は ICB ベースで算出した。算出に当たっては、近年の世界市場の価格、現在ラオスにおいて実施中の送変電プロジェクトの契約単価、ラオスにて計画されている同類のプロジェクトの予算単価などを参照した。調査団が検討した工程およびプロジェクト予算は、本報告書の第 16 章に詳述する。

2 WREA: Water Resources and Environment Administration(水資源環境庁)

3 過去において送電線事業で EIA の実施をした実績はない。

第12章 最優先プロジェクト の 送電設備

第12章 最優先プロジェクトの送電設備

12.1 送電線ルート

12.1.1 ルート概要

2009年1月、5月および8月に、Pakbo 変電所 - Sravan 変電所間の現地踏査および EDL 総裁、DOE 副次長および EDL 支所との協議を行なった。その結果、既設 115 kV 送電線、国道 13 号線、国道 15 号線沿いには人家が散在しているのみであるため、建設の容易性および保守作業の利便性を考慮して、送電線ルートを既設 115 kV 送電線、国道 13 および 15 号線沿いに選定した。選定したルート概要を章末の図 12.1-1 に示す。集落がある地域においては送電線ルートをその後背に選定した。全般的に選定したルートは平坦地を通過する。その経過地は、灌木、水田、耕作地または林で覆われている。

- Pakbo 変電所- Taothan 変電所間 ; 152.2 km
- Taothan 変電所- Saravan 変電所間 ; 66.3 km
- 総互長 ; 218.5 km

Pakbo 変電所-Taothan 変電所間の送電線ルートは、主に既設 115 kV 送電線の南側、国道 13 号線の西側に選定した。これは国道 13 号線の西側の方が東側より人家が少なく、ほとんどが平坦な水田、耕作地であり、樹木の伐採も少ないことも選定の要因である。

Taothan 変電所-Saravan 変電所間の送電線ルートは、主に国道 15 号線の北側に選定した。これは Xe Dong 川が国道 15 号線南側直近を併行していること、国道 15 号線の北側のほとんどが平坦な水田、耕作地であり、樹木の伐採も少ないことが選定の要因である。

(1) Pakbo 変電所—Taothan 変電所(写真No.01～No.16)

Pakbo 変電所は Savhanakhet 市中心から 7.5 km 北方のメコン川沿いに位置し、この変電所からは Kengkok 変電所に向けた 115 kV 送電線と、メコン河を横断するタイとの 115 kV 国際連系送電線を形成している。選定した送電線ルートの概要は下記の通りである。

- (a) ルートは Pakbo 変電所から既設 115 kV 送電線の北側を東へ 3 km 進み、その後、北東に約 2 km 既設送電線から離れ、再度南東に 1.5 km 折返す。これは現在開発中の Savan Park 経済特区(約 22,000 km²)を回避するためであり、2009年5月の同計画当事者との協議を踏まえ、この回避ルート(章末図 12.1-2)を決定した。ルートは既設送電線まで戻った後、その上空を横過し、既設送電線の南側を併走する。途中国道 5 号線(Pakbo 変電所から 5 km 地点)、国道 9 号線(23 km 地点)を横過し、既設送電線との分岐点(35 km 地点)に至る。この既設送電線との併行ルートは、国道横断箇所に家屋が散在するが、ほとんどが疎林や灌木で覆われている平坦な地形を通過する。

- (b) ルートは既設送電線との分岐点より、南東へ国道 13 号線に沿ってその西側を水田や灌木の平坦地を約 50 km 進み、途中 5 箇所 of 県道を横過しながら、Xe Banghieng 川に至る。
- (c) 川幅 400 m の Xe Banghieng 川を横過後、引続き国道 13 号線に沿ってその西側を水田や灌木の平坦地を約 70 km 進み、途中 Xe Nouan 川、Phouangsavan 村の県道を横過しながら Taothan 村に至る。途中国道 13 号線は 2 つの国立生物多様性保全区域(NBCA)に挟まれた位置にあるため、ルートは 13 号線西側の Phou Xiang Thong NBCA に接近しながら進まざるを得ない。ルートが 13 号線東側を通過した場合、NBCA からの距離は離れるが、集落、家屋が多く存在するため、ルートの直線性が維持できずコスト的に不利となる。
- (d) ルートは Taothan 村至った後、重角度鉄塔で東方向に曲がり、国道 13 号線を横過し、国道沿いの Thaothan 変電所予定地に達する。この際、国道沿いには家屋が散在するため、家屋がない箇所を選んで、13 号線を横過する必要がある。

(2) Taothan 変電所—Saravan 変電所(写真No.17～No.21)

Taothan 変電所は Napon 村から北へ約 3.5 km の国道 13 号沿いの東側に計画されている。

- (a) ルートは、Taothan 変電所を出て水田の中を東方に約 15.5 km 進み、途中 Huayxeauk 川を横過しつつ、Saravan へ向かう国道 15 号線の北側に至る。以降、15 号線に沿ってその北側の主に水田、灌木、林の地域を約 19km 進み、Xe Dong 川に至る。
- (b) ルートは川幅 600 m の Xe Banghieng 川を横過する。この横過箇所では高低差があるため、この箇所送電線の設計最大径間長を決める必要がある。その後、2 km 先の Xeset 川を横過し、国道 13 号線から離れたり近づいたりしつつ、灌木、林の平坦地を進み、29 km 先の Saravan 変電所予定地に至る。変電所直近では、国道 15 号線を横過する。

12.1.2 用地と環境

(1) 地質

2009 年 4 月にルート沿い 42 箇所（角度鉄塔、主要道路・大型河川横断箇所）について、簡易なボーリング調査(Kunzelstab Penetration Test)を行った。ルート沿いの代表的な地質分布状況を章末の図 12.1-3～図 12.1-5 に示す。この図から下記の地質状態が判明する。

- (a) Pakbo 変電所から Saravan 変電所に至るルート全般で土壌内での水位はなく、地盤耐力 400～1,200 kN/m² の非常に硬質な砂岩、シルト、粘土地盤が確認された。(図 12.1-3)
- (b) 途中 Pakbo 変電所から 69km 地点の Pakxong 村県道(図 12.1-4)、Taothan 変電所から 6 km 地点の Huayxeauk 川地点(図 12.1-5)にて、地盤耐力 200～400 kN/m² の中硬質なシルト、粘土地盤が確認された。

(2) 地形と地目

地形はルート全体的に平坦である。Pakbo 変電所 - Taothan 変電所線間の地目は森林地 57% (落葉樹林 14%、灌木疎林および Unstoked Forest 43%)、水田・植林地 43% であり、Taothan 変電所 - Saravan 変電所間は森林地 40% (落葉樹林 3%、灌木疎林および Unstoked Forest 37%)、水田・植林地 60% である。

(3) 環境影響

住民移転等の社会環境についての負の影響は限定的なものである。ルートは居住地域を回避するよう選定されており、ルート上に人口密集地帯はない。IEE 実施時に人家および農作業小屋等の固定資産がルート上に 33 軒が確認されたが、その後それらを回避するルートを選定し直したため、現状では住民移転の必要はない。しかし、鉄塔建設の用地取得が約 2.8 ha 必要となるため、農地植林地等への影響は若干生じる。

自然環境についての負の影響も限定的なものである。ルートは国道 13 号線および国道 15 号線に沿って選定されており、工事用アクセス道路の新設の必要性は低く、また、ルート上は前述したように水田もしくは灌木疎林と、農地のために森林伐採がすすんだ一時的に森林のない森林地(Unstoked Forest)で構成されており、送電線ルート域(ROW)確保のための森林伐採は最小限に抑えられる。Pakbo-Taothan 間の国道 13 号線沿いのルートは、一部 2 つの国立生物多様性保全区域(Phou Xieng ThongNBCA、Xe Bang Nuan NBCA)に挟まれた位置にあるが、隣接はしていない。よって、生態系および野生動物への直接的な負の影響は予見されない。蓄積的な影響については、定期的なモニタリング等により影響の程度を把握し、必要であれば緩和策を講じることで影響は最小化されることが考えられる。

国定環境保護区、史跡、文化遺産、景勝地についてはルート付近に存在しないことが IEE によって確認されている。

総合的にルート上の環境影響は負の影響回避のための考慮がなされており、IEE で策定した環境管理計画の適切な運用により影響は最小化されることが考えられる。

12.2 送電線の設計

本送変電プロジェクトの送電線設計は、第 5 章および前節にて選定した送電線ルートに基づき、下記フローに従って実施した。設計の結果は、本送電線の適切なコストの算出と実施スケジュールの作成に反映させた。

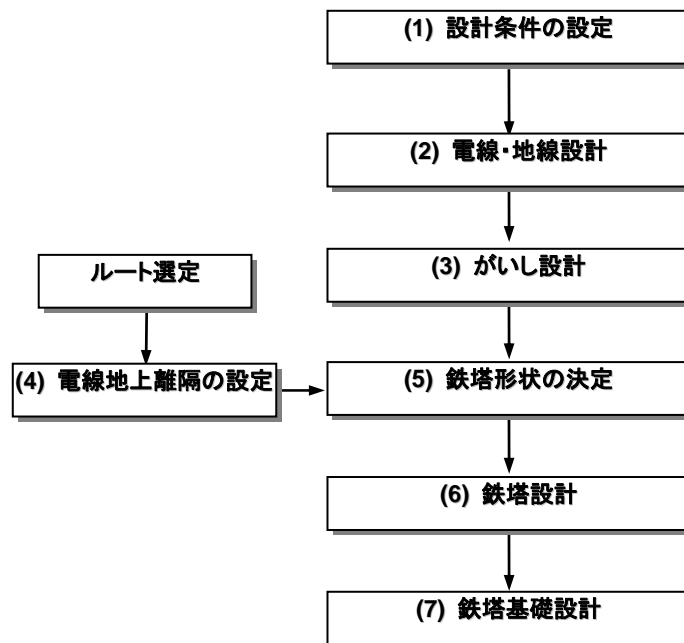


図 12.2-1 本送電線プロジェクトの設計フロー

12.2.1 設計条件の設定

本送変電プロジェクトに適用する設計条件を、5.1.2 節で設定した気象条件より、以下のよう
に設定した。

(1) 最過酷条件と EDS (Every Day Stress: 常時荷重) 条件

条件	気温	風速
最過酷	10 °C	35 m/s
EDS	25 °C	無風

(気温：ラオス国内測候所の観測結果、風速：ラオス電力技術基準に準拠)

(2) 汚損レベル

Light Pollution (軽度汚損)

(IEC60071-2 Table I に準拠)

(3) 安全率

本送変電プロジェクトの最小安全率は「ラオス電力技術基準」に準拠し、以下の通りとした。

(a) 電線/地線

最過酷時条件： 支持点において UTS (引張破断強度) に対し 2.5

EDS (常時荷重) 時： 支持点において UTS に対し 5.0

(b) がいし連

支時点の最過酷時張力が RUS（規定破壊強度）に対し 2.5

(c) 鉄塔

常時条件 = 最過酷条件： 部材の降伏点強度に対し 1.65

断線時条件 = 常時条件+地線または電線 1 条の断線荷重： 部材の許容強度に対し 1.1

(d) 基礎

常時条件 = 最過酷条件： 基礎体の降伏点強度に対し 2.0

断線時条件 = 常時条件+地線または電線 1 条の断線荷重： 基礎体の許容強度に対し 133

12.2.2 電線および地線設計

以下の電線・地線の設計条件に基づき、本送変電プロジェクトの電線・地線線種およびその張力を決定した。

表 12.2-1 電線・地線の設計条件

荷重条件	風速	風圧	電線温度	安全率
最過酷時	35 m/sec	790 N/ m ²	10 °C	2.5 (40%UTS)
常時 (EDS)	0 m/sec	0 N/ m ²	25 °C	5.0 (20%UTS)

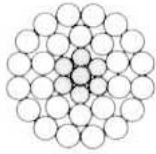

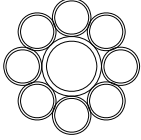
(1) 電線・地線線種

11.1 節に記載したように電線には TACSR/AS 240 mm²を適用することとした。

本送電線プロジェクトは、現在建設中の Paksan-Pakubo 送電線とともにラオス国中部・南部地域を連系する基幹送電線になることから、設備信頼度および設備保安の観点より、その設備仕様はできる限り同一にすることが望ましい。

従って本送電線プロジェクトでは、Paksan-Pakubo 送電線と同様に、電線には TACSR/AS 240 mm² (ASTM: B549)、地線には AS 70 mm²(ASTM: A220)、OPGW 70 mm²(ASTM: Type A)の 2 条を全区間に亘り適用する。

表 12.2-2 電線・地線の技術的特性

線種	電線		地線	
	TACSR 240 mm ² (ASTM: B549)	AC 70 mm ² (ASTM: A220)	OPGW 70 mm ² (ASTM: Type A)	
形状				
より線構成	Al: 26/3.439mm St: 7/2.675mm	AC: 7/3.5 mm	AC: 8/3.2 mm OP unit: 1/5.0	
総アルミ断面積	280.8 mm ²	67.35 mm ²	77.89 mm ²	
外径	21.78 mm	10.5 mm	11.4 mm	
重量	929.5 kg/km	426.5 kg/km	470.1 kg/km	
許容引張張力	81.7 kN	77.3 kN	80.2 kN	
弾性係数	75,800 N/mm ²	149,000 N/mm ²	142,000 N/mm ²	
線膨張係数	20.0*10 ⁻⁶ /°C	12.9*10 ⁻⁶ /°C	13.8*10 ⁻⁶ /°C	
直流抵抗 (20°C)	0.1155 Ω/km	1.12 Ω/km	0.834 Ω/km	
電線許容電流	816 A	-		

(2) 電線・地線の最過酷時張力および常時張力

本送変電プロジェクトでは、送電線の最大径間長は 600 m (Xe Dong 川横過箇所) であるが、当該箇所の高低差を考慮して適用最大径間長を 650 m とした。従って、このケースにおける電線・地線張力が最大となる。最過酷時張力および常時張力は表 12.2-3 の値になり、安全率を満足する。

表 12.2-3 最過酷時張力および常時張力 (径間長: 650 m)

線種	許容引張張力	張力		安全率
		最過酷時張力	常時張力	
TACSR 240 mm ²	81.7 kN	最過酷時張力	30.8 kN	2.65 > 2.5
		常時張力	15.9 kN	5.14 > 5.0
AC 70 mm ²	77.3 kN	最過酷時張力	16.8 kN	4.60 > 2.5
		常時張力	8.6 kN	9.00 > 5.0
OPGW 70 mm ²	80.2 kN	最過酷時張力	18.4 kN	4.36 > 2.5
		常時張力	9.6 kN	8.35 > 5.0

また、地線張力は径間中央の逆閃絡防止を配慮し、本送変電プロジェクトの標準径間長 (400 m) において地線弛度が常時張力条件時の電線弛度の 80% 以下になるように設定した。

12.2.3 がいし設計

5.2.2 がいし設計に基づき、本送変電プロジェクトの適用がいし、がいし個数、がいし装置を決定した。

(1) 適用がいし

(a) がいし種類

IEC 60305 に準拠する「ボールソケット型標準磁器製懸垂がいし」を選定した。

(b) がいし形状 (章末図 12.2-2 参照)

がいし形状は下表の通りである。

表 12.2-4 がいし形状

種類	高さ	直径	R.U.S.
250 mm がいし	146 mm	255 mm	120 kN

(*RUS: 規定破壊強度)

(2) 連当りのがいし個数

(a) がいし汚損レベル

IEC60071-2 (Table I) で分類されている「Light Pollution (軽度汚損)」を適用した。
また、当該送電線に必要な表面漏れ距離/相間電圧は、16 mm/kV とした。

(b) 雷インパルス耐電圧

IEC60071-2 (Table I) より、当該送電線の雷インパルス耐電圧は 550 kV、その最小離隔は 1,100 mm とした。

(c) 連当りのがいし個数: 10 個

漏れ距離による算定をした場合、115 kV 送電線のがいし装置の連当りのがいし個数は 7 個となるが、雷インパルス耐電圧による算定をした場合 8 個となる。従って、がいし装置の連当りのがいし個数は、雷インパルス耐電圧にて決定する 8 個に保守面を考慮して 2 個を追加し 10 個とした。ラオスにおける既設 115 kV 送電線も 10 個/連を適用している。

(3) がいし装置

本送変電プロジェクトの懸垂および耐張がいし装置には、表 12.2-5 の通り全区間に亘り 120 kN の 1 連がいし装置を適用する。また、がいし金具類もがいし強度に整合する強度とした。

表 12.2-5 がいし連数

電線	最過酷時張力 (径間長:650m)	懸垂および耐張がいし装置	がいし安全率
TACSR 240 mm ²	30.8 kN	120 kN×1 連	3.9>2.5

ただし、国道、大型河川横過箇所および送電線交差箇所などの重要横過箇所、すなわち表 12.2-6 に示す 17 箇所の両端鉄塔のがいし連数については、保安上の観点から、懸垂・耐張がいし装置ともに 120 kN の 2 連がいし装置を適用した。

表 12.2-6 重要横断箇所

区間	No	重要横断箇所	始点からの距離
Pakxan – Taothan	1	115kV 送電線	4.5 km
	2	国道 5 号線	5 km
	3	国道 9 号線	23 km
	4	県道 Ban Poxal	37 km
	5	県道 Ban Donpho	46 km
	6,7	県道 Ban Nong-Nokkhian 1,2	59 km
	8	県道 Pakxong District	69 km
	9	Xe Banghieng 川	92 km
	10	Xe Nouan 川	108 km
	11	県道 Ban Phouangsavan	112 km
	12	国道 13 号線	152 km
	Taothan - Saravan	13	県道 Taothan
14		Huayxeauk 川	158 km
15		Xe Dong 川	187 km
16		Xeset 川	189 km
17		国道 15 号線	215 km

(4) がいし装置形状

がいし装置寸法およびがいし装置形状をそれぞれ表 12.2-7、章末の図 12.2-3～12.2-4 に示す。

表 12.2-7 がいし装置寸法

	項目	数値
懸垂がいし装置	250 mm がいし個数	1 連 10 個、2 連 20 個
	250 mm がいし連長	1,460 mm
	アークホーン間隔	1,240 mm
	1 連がいし装置長	1,960 mm
	2 連がいし装置長	2,110 mm
耐張がいし装置	250 mm がいし個数	1 連 10 個、2 連 20 個
	250 mm がいし連長	1,460 mm
	アークホーン間隔	1,240 mm
	1 連がいし装置長	2,150 mm
	2 連がいし装置長	2,500 mm

12.2.4 電線の地上高

本送変電プロジェクトの最小電線地上高は以下の通りとした。この離隔は、無風時で電線温度が 120℃まで上昇した過酷条件で確保されることとした。

表 12.2-8 最小電線地上高

電線横過箇所区分	本送電線プロジェクトでの適用箇所	高さ	設定根拠
人が容易に立ち入るまたは将来立ち入りそうな箇所	水田・耕作地、大型河川、一般道	7.5 m	5.98 m (ラオス電力技術基準) + 1.5 m (余裕) = 7.5 m
人が稀にしか立ち入らない、または将来に亘って立ち入らない箇所	山地、灌木、林、草原、小型河川	7.0 m	5.48 m (ラオス電力技術基準) + 1.5 m (余裕) = 7.0 m
道路横断箇所	国道、県道	8.0 m	6.48 m (ラオス電力技術基準)* + 1.5 m (余裕) = 8.0 m

12.2.5 鉄塔形状

5.2.4 鉄塔形状に基づき電線クリアランス図を作成し、本送変電プロジェクトの基本鉄塔形状を決定した。

(1) 絶縁設計

本送変電プロジェクトにおける標準絶縁間隔および異常時絶縁間隔は以下の通りとした。これらの絶縁間隔を適用して、電線～鉄塔間、電線～電線間、電線～地線間のクリアランス検討を行った。

表 12.2-9 絶縁距離

特性	項目	数値	理由
電圧	公称電圧	115 kV	IEC60038 に準拠
	最高電圧	123 kV	IEC60038 に準拠
雷インパルス	250 mm がいし連長	1,460 mm	146 mm × 10 個
	アークホーン間隔	1,240 mm	がいし連長 × 0.85 (85%)
	標準絶縁間隔	1,400 mm	アークホーン間隔 × 1.115 (111.5%)
商用周波	異常時絶縁間隔	200 mm	IEC71-1, 71-2 に準拠
	異常時相間間隔	400 mm	IEC71-1, 71-2 に準拠

(2) クリアランス設計

(a) 鉄塔～電線間のクリアランス

腕金長さと同士の垂直間隔については、表 12.2-9 の数値を用い、第 5 章 のクリアランス図を適用した。

表 12.2-10 電線横振れ角および適用絶縁間隔

風速	10 m/sec	35 m/sec
電線横振れ角	10 deg	60 deg
適用絶縁間隔	標準絶縁間隔	異常時絶縁間隔

表 12.2-11 クリアランス図の数値

鉄塔型	項目	数値	数値
懸垂鉄塔	がいし装置連長	2,000 mm	146 mm*10 個+500 mm (がいし装置金具長) ÷ 2,000 mm
耐張鉄塔	ジャンパー深さ	1,600 mm	1,240 mm (アークホーン間隔)×1.2+100 mm (ジャンパ線の変形量)÷1600 mm
懸垂および耐張鉄塔	標準クリアランス (電線横振れ角 10°)	1,550 mm	1,400 mm (標準絶縁間隔) + 150 mm (ステップボルト長) = 1,550 mm
	異常時クリアランス (電線横振れ角 60°)	350 mm	200 mm (異常時絶縁間隔) + 150 mm (ステップボルト長) = 350 mm

(b) 電線～電線間および電線～地線間のクリアランス

電線～電線間および電線～地線間の最小クリアランスは、風による電線横振れ時に以下の値を満足するように設定した。

- 電線～電線間: 450 mm (異常時相間距離 400 mm + 電線外径 約 50 mm)
- 電線～地線間: 250 mm (異常時絶縁距離 200 mm + 電線および地線外径 約 50 mm)

(3) 地線の絶縁設計

地線の条数および雷遮蔽角は下記のように設定した。

条数: 2 条

雷遮蔽角: 5 度以下

(4) 標準的な鉄塔下相腕金高

標準径間長 400m、一般地での標準的な鉄塔下相腕金高を設定した。

表 12.2-12 標準的な鉄塔下相腕金高

項目	懸垂鉄塔	耐張鉄塔	数値
最大電線地度	14.7 m	14.7 m	無風時、電線温度 120℃
がいし連長、ジャンパー深さ	2.0 m	-	
電線地上高	7.5 m	7.5 m	一般地
端数	0.3 m	0.3 m	
下相腕金高	24.5 m	22.5 m	

(5) 鉄塔形状

上記の設計条件にて以下の 7 型の鉄塔形状を決定した。(章末図 12.2-5～12.2-6)

表 12.2-13 鉄塔形状の検討結果

鉄塔種類	懸垂鉄塔		耐張鉄塔				
	0~3°		0~15°	0~15°	0~30°	0~60°	0~40° (引留)
鉄塔型	A1	A2	B1	B3	C1	D1	DE
鉄塔高 [m]	34.5	37.5	33.9	39.9	33.9	33.9	33.9
腕金長 [m]	6.2	6.2	6.2	6.2	6.8	6.2	6.2
根開き [m]	7.2	7.5	7.8	9.5	7.8	7.8	7.8
継脚長さ [m]	24.5	27.5	24.0	30.0	24.0	24.0	24.0
適用箇所*	I	II	I	III	I	I	I
図面番号	図 13.2-5	図 13.2-5	図 13.2-5	図 13.2-5	図 13.2-6	図 13.2-6	図 13.2-6

適用箇所 I : 国道, 県道横断箇所以外 (灌木、林、平原、水田・耕作地、一般道路、河川)

適用箇所 II : 国道、県道横断箇所

適用箇所 III : 115 kV 送電線交差箇所

12.2.6 鉄塔設計

鉄塔設計条件を基に各鉄塔型にて平面解析を実施した。各鉄塔の部材サイズを暫定的に決定し、鉄塔重量と鉄塔から鉄塔基礎への伝達荷重を算出した。なお、鉄塔・ボルト鋼材には高張力鋼材を使用し、すべて亜鉛メッキを施すものとした。

(1) 鉄塔設計条件

表 12.2-13 に分類した 7 型の標準鉄塔形状について、以下の鉄塔設計条件にて鉄塔設計を実施した。

(a) 設計風圧

電線 790 N/m²

がいし装置 1,100 N/m²

鉄塔 2,290 N/m² (鉄塔裏面材を含む)

(b) 標準径間長および適用最大径間長

表 12.2-14 標準径間長および適用最大径間長

鉄塔種類	鉄塔型	標準径間長	適用最大径間長
懸垂鉄塔	A1	400 m	650 m
	A2	400 m	650 m
耐張鉄塔	B1	400 m	650 m
	B2	400 m	650 m
	C1	400 m	650 m
	D1	400 m	650 m
	DE	400 m	500 m

(c) 荷重条件および安全率

表 12.2-15 荷重条件および安全率

荷重条件	荷重	最小安全率
常時荷重	最過酷時荷重 (35 m/sec)	部材の降伏点強度に対して 165
異常時荷重 (電線断線時)	最過酷時荷重 + 地線 1 条 もしくは電線 1 相断線時荷重	部材の降伏点強度に対して 1.1

(2) 鉄塔設計結果

設計結果を以下に示す。

表 12.2-16 鉄塔設計結果

鉄塔種類	懸垂鉄塔		耐張鉄塔				
	0~3°		0~15°		0~30°	0~60°	0~45° (引留)
適用線路水平角	0~3°		0~15°		0~30°	0~60°	0~45° (引留)
鉄塔型	A1	A2	B1	B3	C1	D1	DE
重量 [ton]	6.0	7.0	8.5	11.1	10.4	11.6	13.8
基礎圧縮荷重 [kN/Leg]: 常時	376	380	648	657	713	882	1,102
基礎引揚荷重 [kN/Leg]: 常時	312	313	565	566	627	772	964

12.2.7 鉄塔基礎設計

本送変電プロジェクトの送電線ルート沿い 42 箇所（角度鉄塔、主要道路・大型河川横断箇所）について、簡易なボーリング調査を行った結果、土壌内での水位はなく、地盤耐力 200 ~ 600 kN/m² の比較的硬質な砂岩、シルト、粘土地盤が確認されたことから、本送変電プロジェクトには全鉄塔で通常の直接基礎が適用可能と判断した。代表的なボーリングデータは、既に章末の図 12.1 -3~12.1 -5 に示した。

表 12.2-16 の鉄塔から基礎への伝達荷重（圧縮および引揚荷重）から、各鉄塔型に対する基礎設計を実施し、各基礎の形状、コンクリート量、鉄筋量、掘削量を算出した。

(1) 基礎設計条件

表 12.2-16 にある 7 型の鉄塔の直接基礎について、以下の設計条件にて基礎設計を実施した。

(a) 地質条件

地質－Ⅰ： 地盤耐力 600 kN/m² 以上

地質－Ⅱ： 地盤耐力 400 - 599 kN/m²

地質－Ⅲ： 地盤耐力 200 - 399 kN/m²

(b) 荷重条件および安全率

表 12.2-17 荷重条件および安全率

荷重条件	荷重	最小安全率
常時荷重	最過酷時荷重 (V=35 m/s)	基礎体の降伏点強度に対して 2.0
異常時荷重 (電線断線時)	最過酷時荷重 + 地線 1 条 もしくは電線 1 相断線時荷重	基礎体の降伏点強度に対して 1.33

(2) 基礎設計結果

設計結果を表 12.2-18 に、基礎形状を章末の図 12.2-7~12.2.9 にそれぞれ示す。

表 12.2-18 基礎設計結果

鉄塔 型	圧縮荷 重 [kN]	引揚 荷重 [kN]	許容圧 縮・引揚 荷重 [kN]	地質								
				Type I			Type II			Type III		
				コンクリ ート量 /基 [m ³]	鉄筋 量 /基 [ton]	掘削 量 /基 [m ³]	コンクリ ート量 /基 [m ³]	鉄筋 量 /基 [ton]	掘削 量 /基 [m ³]	コンクリ ート量 /基 [m ³]	鉄筋 量 /基 [ton]	掘削 量 /基 [m ³]
A1	376	312	~400	7.0	0.5	44.8	9.9	0.7	75.0	13.4	1.2	115.2
A2	380	313										
B1	648	565	500~ 700	12.4	1.3	87.5	17.0	1.9	139.4	22.8	2.3	202.2
B3	657	566										
C1	713	627	700~ 800	16.2	1.9	123.0	19.0	2.3	161.8	26.2	3.1	243.2
D1	882	772	800~ 900	21.8	2.9	181.4	28.6	3.9	255.5	37.7	5.4	368.6
DE	1,102	964	900~ 1100	31.3	4.2	235.4	39.7	7.4	335.8	50.7	7.4	466.6

12.2.8 115kV Pakbo-Kengkok 送電線との交差

本送変電線プロジェクトの送電線と 115kV Pakbo-Kengkok 送電線との交差箇所は、既設送電線 No.14~15 鉄塔(Pakbo 変電所より 5.0 km 地点)のほぼ径間中央とし、その径間中央横に鉄塔を新設し、既設線の上空を交差させる。この時、新設送電線の下相電線と既設送電線の地線間の距離が 250 mm 以上確保できるように、新設鉄塔の電線地上高を決定する。(章末図 12.2-10 参照)

12.2.9 資材数量の算出

本送変電プロジェクトの設計結果に基づき、その資材数量を算出した。

(1) 鉄塔基数および総鉄塔重量

本送変電プロジェクトの鉄塔基数の算定に当たっては、選定したルートから角度箇所を抽出し、

その水平角度に応じた耐張鉄塔（B1, C1, D1, DE）を選定の上、各耐張鉄塔の基数を算出した。耐張鉄塔の位置決定後、耐張鉄塔－耐張鉄塔間の距離を標準径間長の400 mで割り、懸垂鉄塔基数（A1）を算出した。さらに国道通過箇所などで電線地上高を高くしなくてはならない箇所は、塔高が3 m高い鉄塔型（A2）を適用し最終的な鉄塔型別毎の基数を決定した。また、既設115 kV送電線の上空を交差させる箇所では、塔高が6 m高い鉄塔型（B3）を適用することとした。

表 12.2-19 鉄塔基数および鉄塔重量

鉄塔型	鉄塔重量 [ton]	Pakbo – Taothan		Taothan - Saravan		合 計	
		鉄塔基数 [基]	総鉄塔重量 [ton]	鉄塔基数 [基]	総鉄塔重量 [ton]	鉄塔基数 [基]	総鉄塔重量 [ton]
A1	6.0	324	1,944.0	142	852.0	466	2,796.0
A2	7.0	14	98.0	4	28.0	18	126.0
B1	8.5	36	306.0	16	136.0	52	442.0
B3	11.1	1	11.1	0	0	1	11.1
C1	10.4	4	41.6	2	20.8	6	62.4
D1	11.5	4	46.0	1	11.5	5	57.5
DE	13.8	2	27.6	2	27.6	4	55.2
合計		385	2,474.3	167	1,075.9	552	3,550.2

(2) 電線・地線数量

本送変電プロジェクトの電線・地線数量は「電線・地線条数×ルート長×1.05（弛度による増加分および施工上の余長）」にて算出した。

表 12.2-20 電線・地線数量

線種	条数 [本]	Pakbo – Taothan		Taothan - Saravan		合 計
		ルート長 [km]	総亘長 [km]	ルート長 [km]	総亘長 [km]	総亘長 [km]
TACSR 240 mm ²	6	152.2	958.9	66.3	417.7	1,376.6
AC 70 mm ²	1	152.2	159.8	66.3	69.6	229.4
OPGW 70mm ²	1	152.2	159.8	66.3	69.6	229.4

(3) がいしおよびがいし装置数量

本送変電プロジェクトのがいしおよびがいし装置の数量は懸垂・耐張鉄塔の基数から算出した。重要横断箇所（表 12.2-6 に示す 17 箇所）に、2 連がいし装置を適用することを考慮した。

表 12.2-21 がいしおよびがいし装置数量

鉄塔種類	装 置	数量 [個]	Pakbo – Tao Than		Tao Than- Saravan		合計
			鉄塔 [基]	総数量 [個]	鉄塔 [基]	総数量 [個]	総数量 [個]
懸垂鉄塔	がいし	60	320	19,200	139	8,340	27,540
	1 連がいし装置	6		1,920		834	2,754
	がいし	120	18	2,160	8	960	3,120
	2 連がいし装置	6		108		48	156
耐張鉄塔	がいし	120	42	5,040	18	2,160	7,200
	1 連がいし装置	12		504		216	720
	がいし	240	5	1,200	2	480	1,680
	2 連がいし装置	12		60		24	84
合 計	がいし			27,600		11,940	39,540
	がいし装置			2,592		1,122	3,714

(4) 電線・地線付属品数量

本送電線プロジェクトの電線・地線付属品数量は、以下の考え方より算出した。

(a) 電線・地線・OPGW ダンパー

各径間の電線・地線・OPGW1 条当りに 2 個取付ける。

(b) 電線・地線圧縮スリーブ

- 電線圧縮スリーブ数 = 電線総亘長[km] / 2.0 km (ドラム当りの電線巻き長)
- 地線圧縮スリーブ数 = 地線総亘長[km] / 2.0 km (ドラム当りの地線巻き長)

(c) OPGW ジョイントボックス

- OPGW ジョイントボックス数 = OPGW 総亘長[km] / 5.5 km (ドラム当りの OPGW 巻き長)

(d) 地線・OPGW 金具

懸垂鉄塔には懸垂地線・OPGW 金具、耐張鉄塔には耐張地線・OPGW 金具を取付ける。

表 12.2-22 電線・地線付属品数量

付属品	Pakbo – Tao Than	Tao Than - Saravan	合計
電線ダンパー	4,608 個	1,992 個	6,600個
地線ダンパー	768 個	332 個	1100個
OPGW ダンパー	768 個	332 個	1100個
電線スリーブ	480 個	209 個	689個
地線スリーブ	80 個	35 個	115個
OPGW ジョイントボックス	29 個	13 個	42個
懸垂地線金具	338 個	147 個	485個
耐張地線金具	47 個	20 個	67個
懸垂 OPGW 金具	338 個	147 個	485個
耐張 OPGW 金具	47 個	20 個	67個

(5) 鉄塔基礎コンクリート数量

本送変電プロジェクトの鉄塔基礎コンクリート数量は、鉄塔立地点の3種類の地質に応じた鉄塔基礎型を選定の上算出した。

表 12.2-23 鉄塔基礎コンクリート数量

地質*	鉄塔基礎型	コンクリート量/基	Pakbo - Tao Than		Tao Than - Saravan		合計
I	A-I	7.0 [m ³]	336 基	2,352.0 [m ³]	144 基	1,008.0 [m ³]	3,360.0 [m ³]
	B-I	12.4 [m ³]	34 基	421.6 [m ³]	16 基	198.4 [m ³]	620.0 [m ³]
	C-I	16.2 [m ³]	6 基	97.2 [m ³]	2 基	32.4 [m ³]	129.6 [m ³]
	D-I	21.8 [m ³]	4 基	87.2 [m ³]	1 基	21.8 [m ³]	109.0 [m ³]
	DE-I	31.3 [m ³]	2 基	62.6 [m ³]	2 基	62.6 [m ³]	125.2 [m ³]
II	A-II	9.9 [m ³]	2 基	19.8 [m ³]	2 基	19.8 [m ³]	39.6 [m ³]
III	B-III	22.8 [m ³]	1 基	22.8 [m ³]	0 基	0 [m ³]	22.8 [m ³]
合計			385 基	3,063.2 [m ³]	167 基	1,343.0 [m ³]	4,406.2 [m ³]

(*地質-I: 地盤耐力 600 kN/m² 以上, 地質-II: 地盤耐力 400 - 599 kN/m², 地質-III: 地盤耐力 200 - 399 kN/m²)

(6) スペアパーツおよび工具・計測器類

送電線の設計仕様は全線に亘り共通である。完成後の送電線の保守は、現状では EDL の各地域担当の支所が所管することになるが、スペアパーツと工具・計測器類は各支所間の共用も考慮して調達することが必要である。調達品目・数量については詳細設計段階で決定することになる。保守資材としては、代表的な鉄塔型の鉄塔スペア、損傷部材取替え用のメッキ鋼材・ボルト、電線・架空地線のスペアと付属品、がいし、およびその金具類などが主な品目になる。工具・計測器類としては、がいし交換器、現場加工用工具、絶縁接地棒、絶縁抵抗測定器、接地抵抗測定器、保守要員装備品、巡視・点検用車両などが主な品目になると考えられる。

スペアパーツと工具・計測器類の調達費は、送電線の資機材費合計の5%とし、事業費に加える。

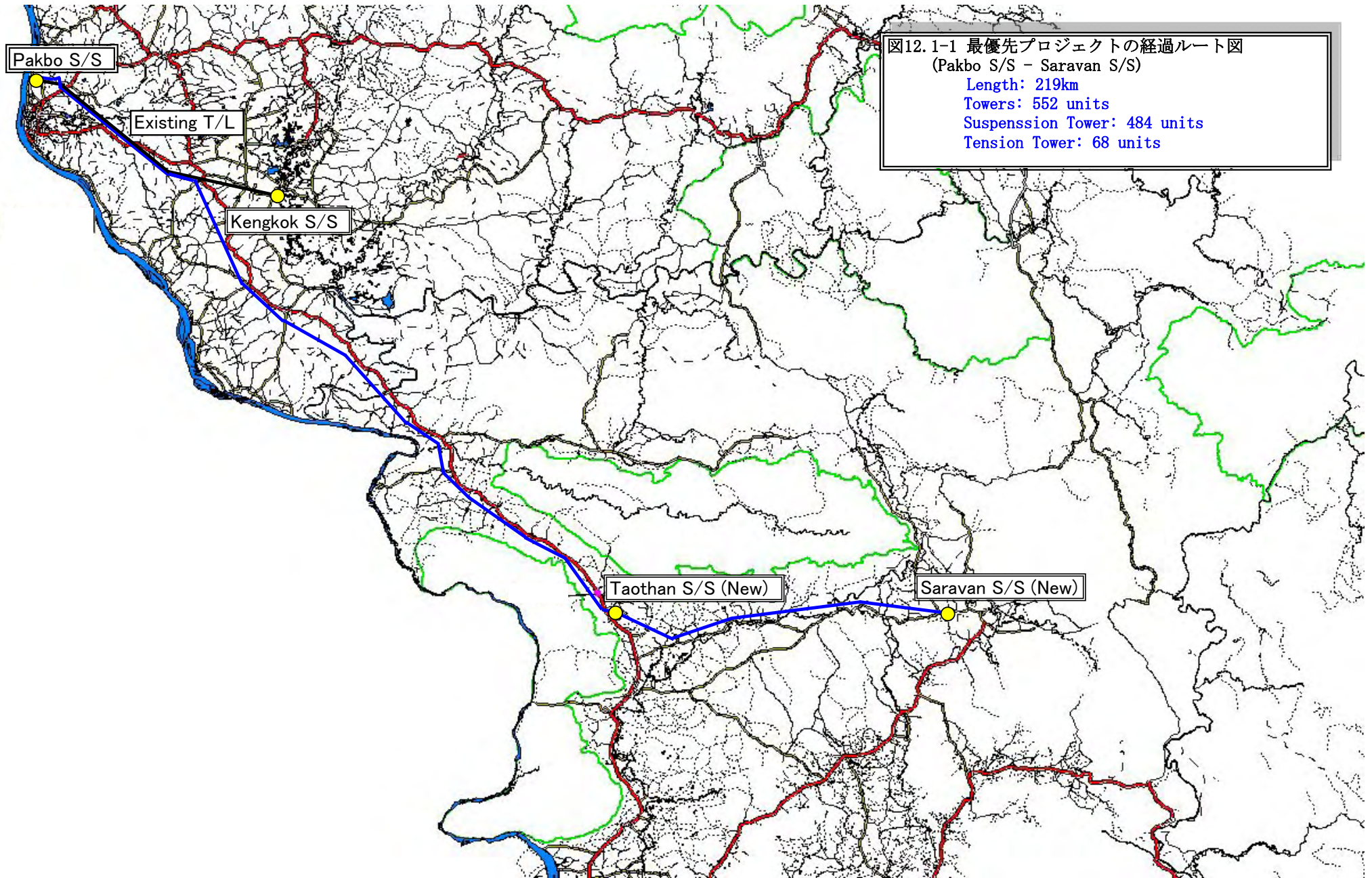




図 12.1-2 経済特区計画地の回避ルート

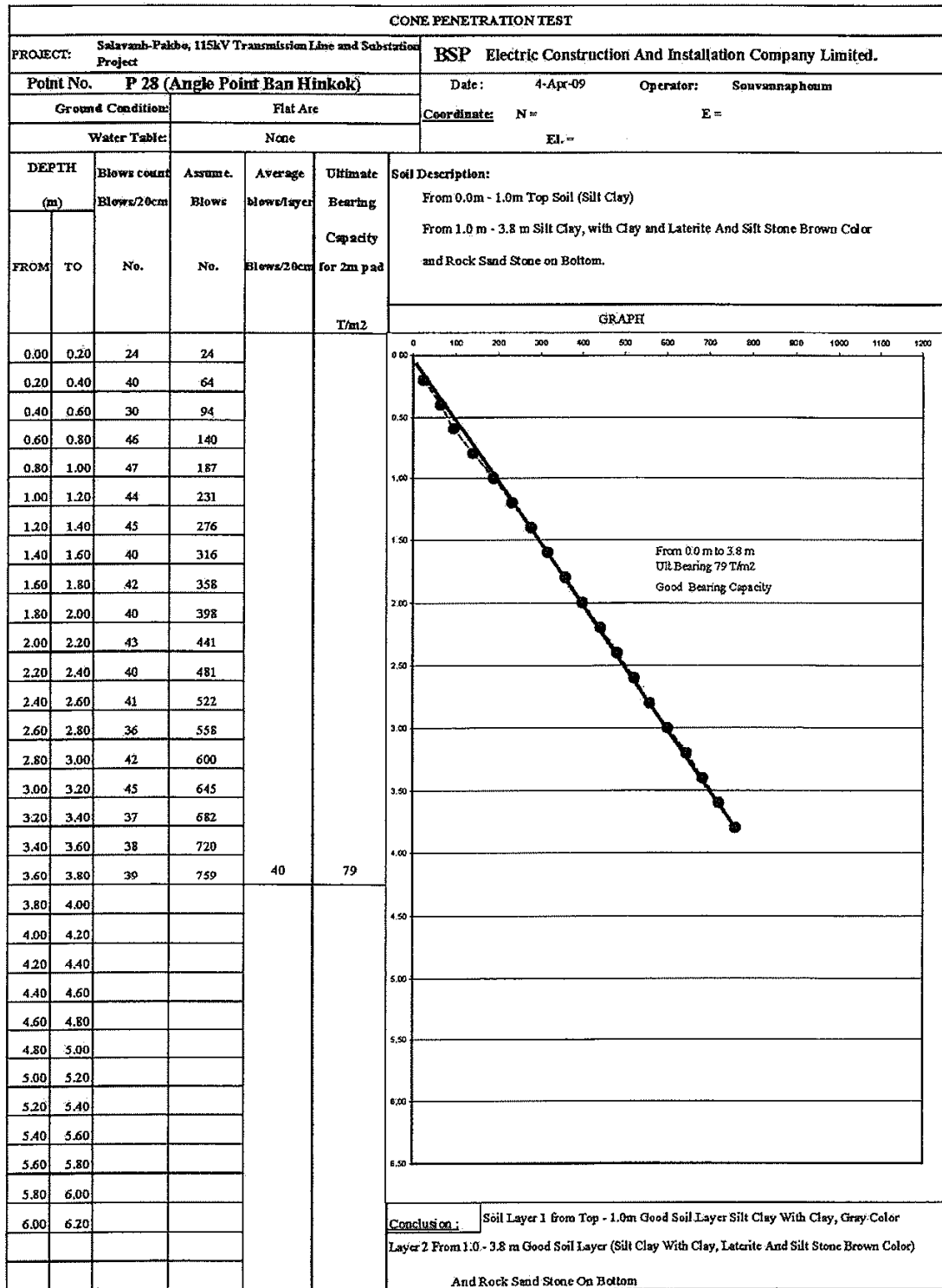


図 12.1-3 ルート全般に亘る地質状況

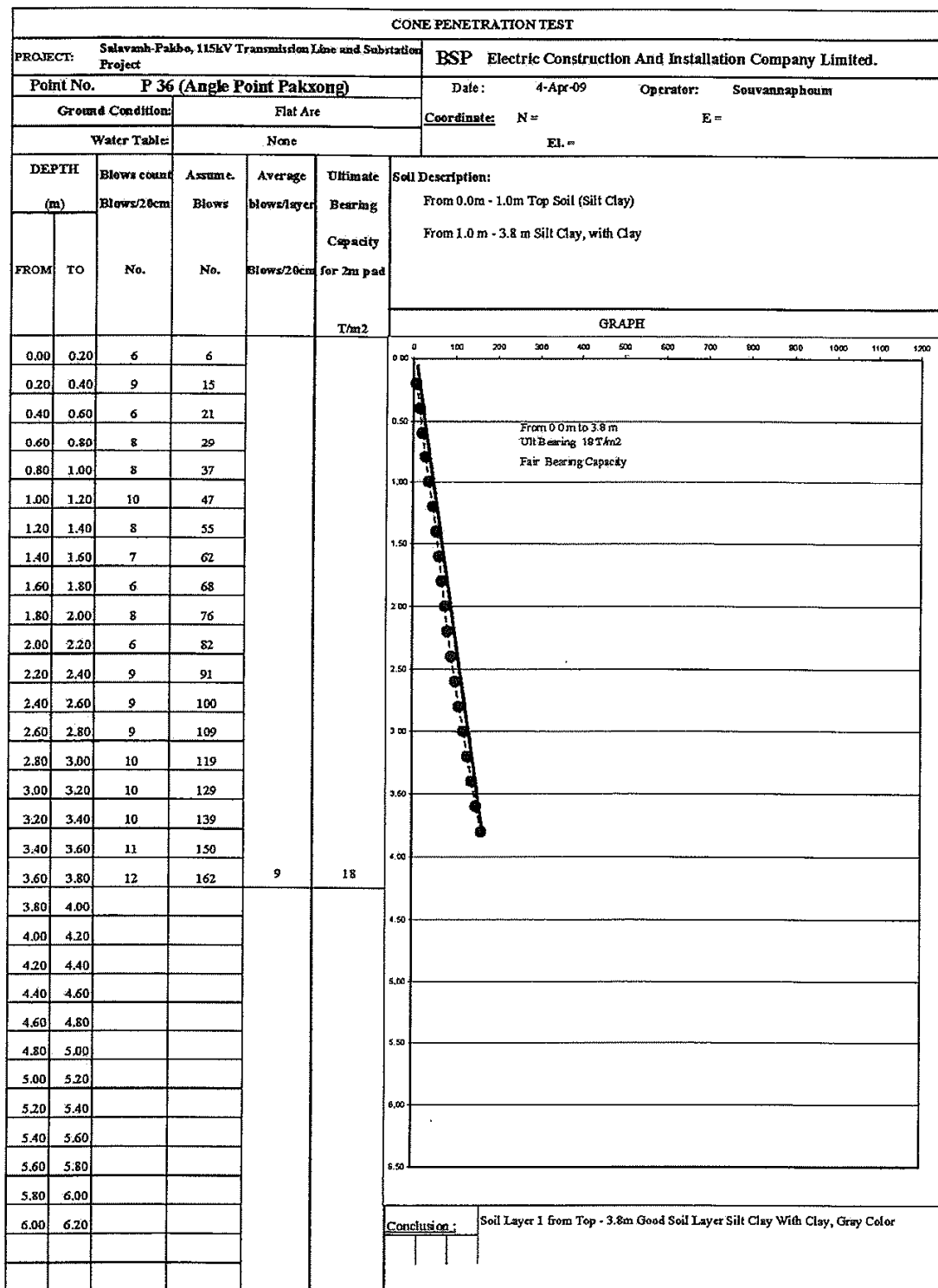


図 12.1-4 Pakxong District 道路横断箇所における地質状況

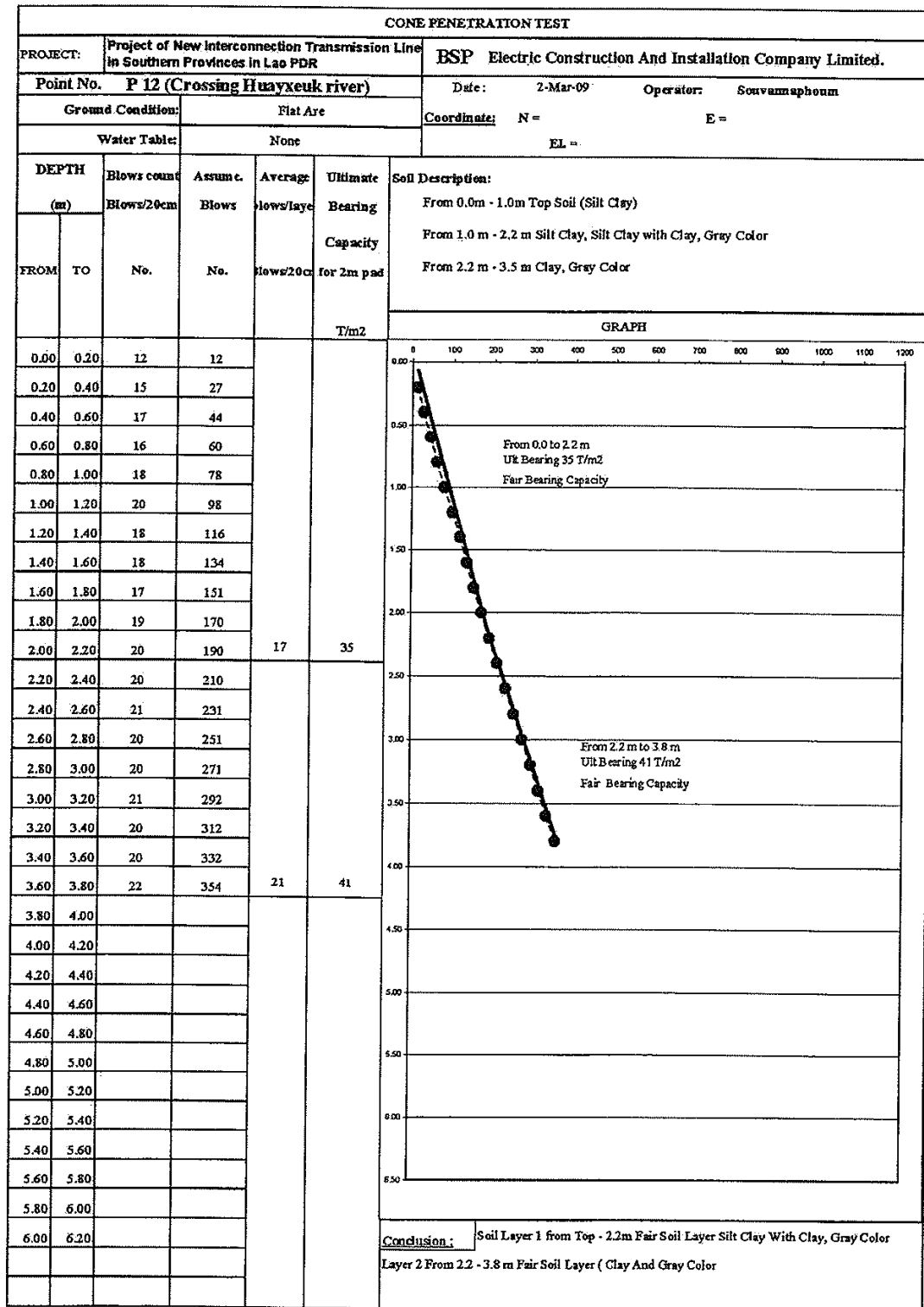
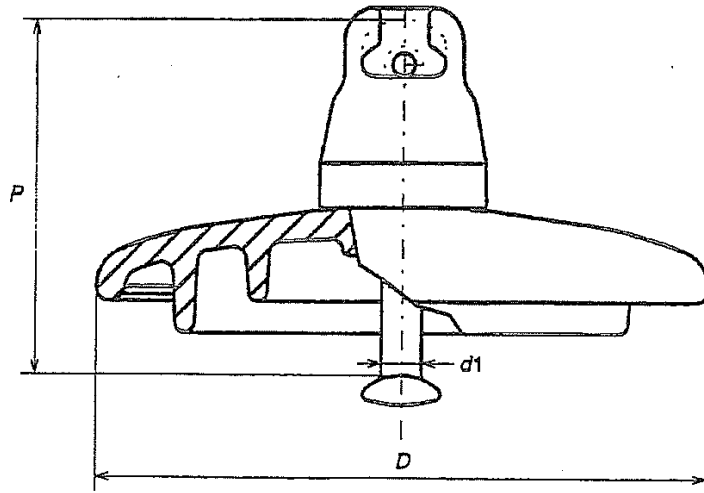
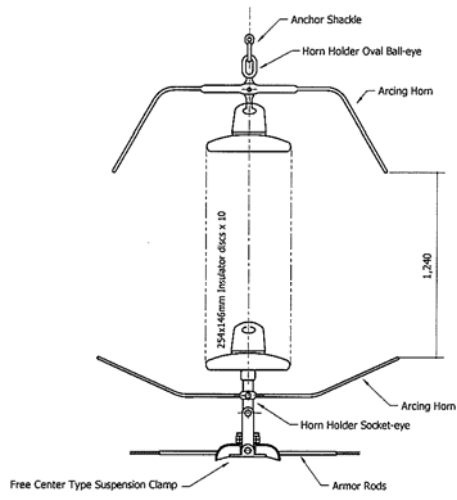


図 12.1-5 Huayxeuk川横断箇所における地質状況

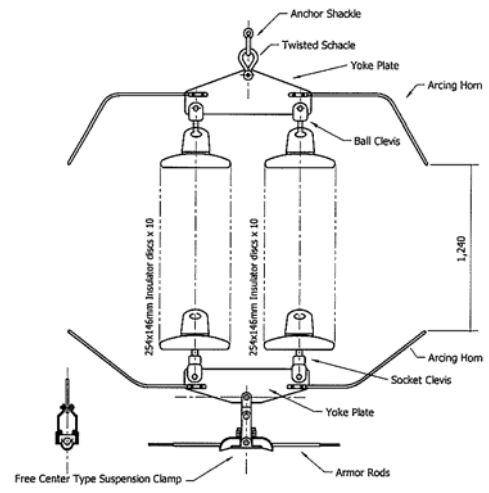


Designation	Electromechanical or mechanical falling load kN	Maximum nominal diameter of the insulating part D mm	Nominal spacing P mm	Minimum nominal creepage distance mm	Standard coupling according to IEC 120 d1
U 120 B	120	255	146	295	16

図 12.2-2 ボールソケット型標準磁器がいし



Single Suspension Set



Double Suspension Set

図 12.2-3 懸垂がいし装置

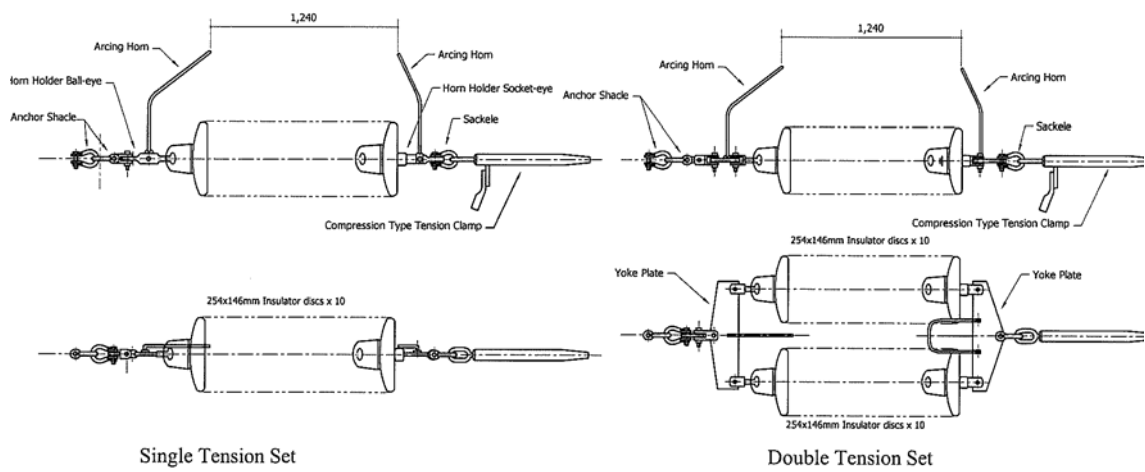
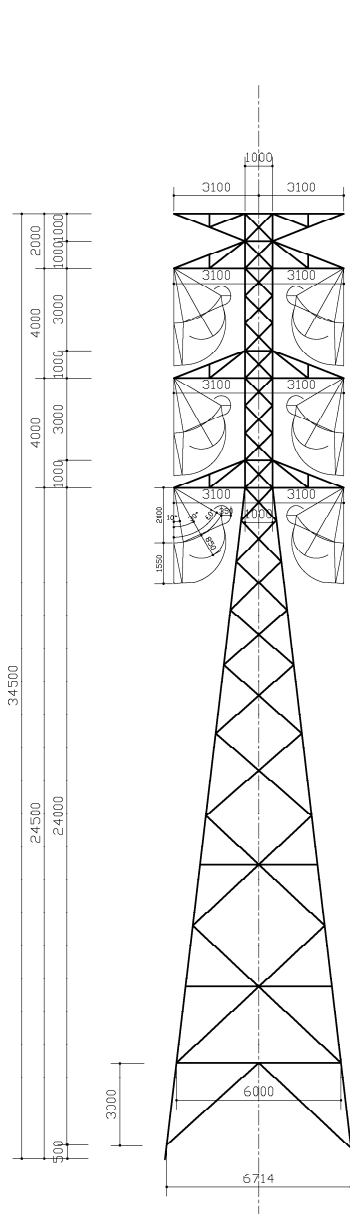
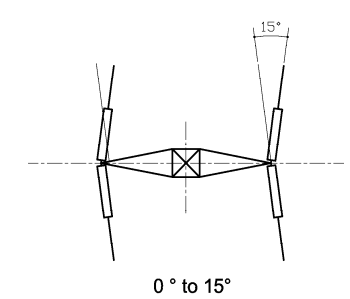
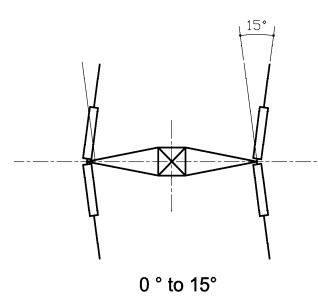
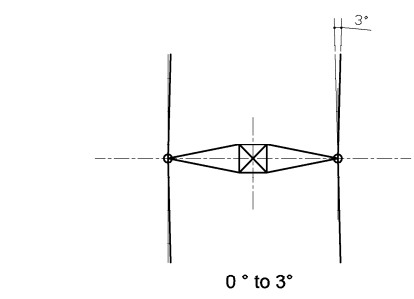
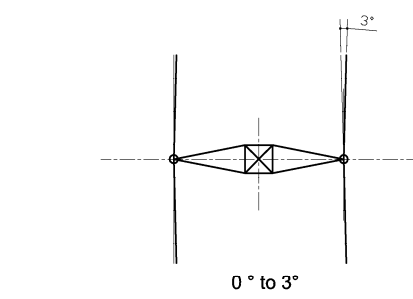
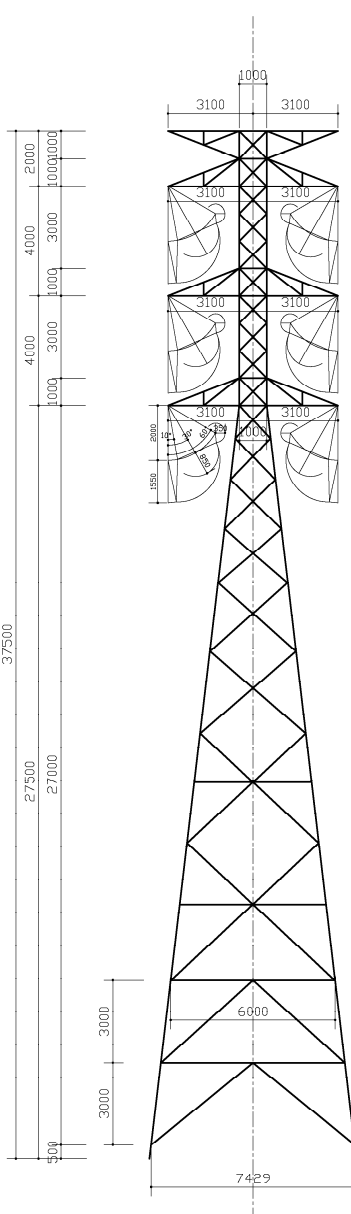


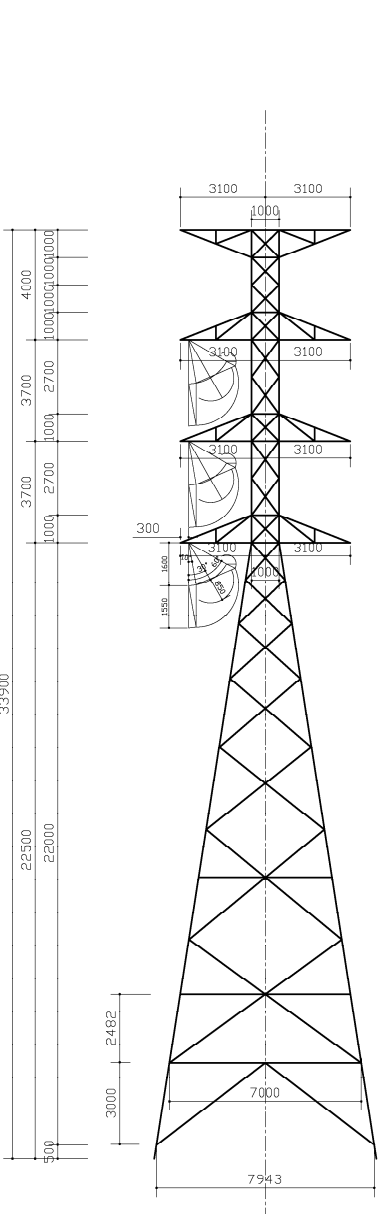
図 12.2-4 耐張がいし装置



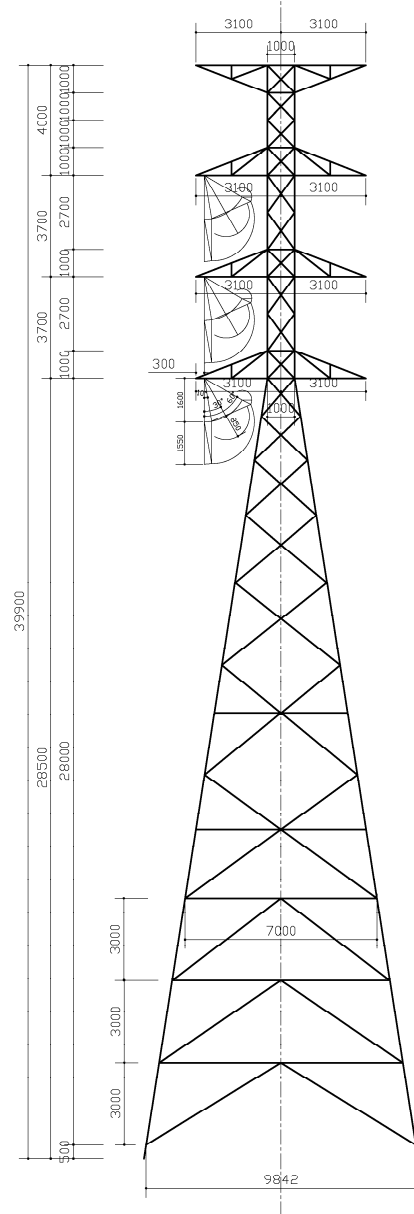
Type A1 Tower



Type A2 Tower

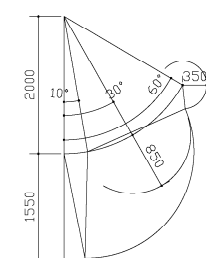


Type B1 Tower

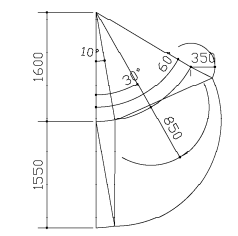


Type B3 Tower

Clearance Diagram

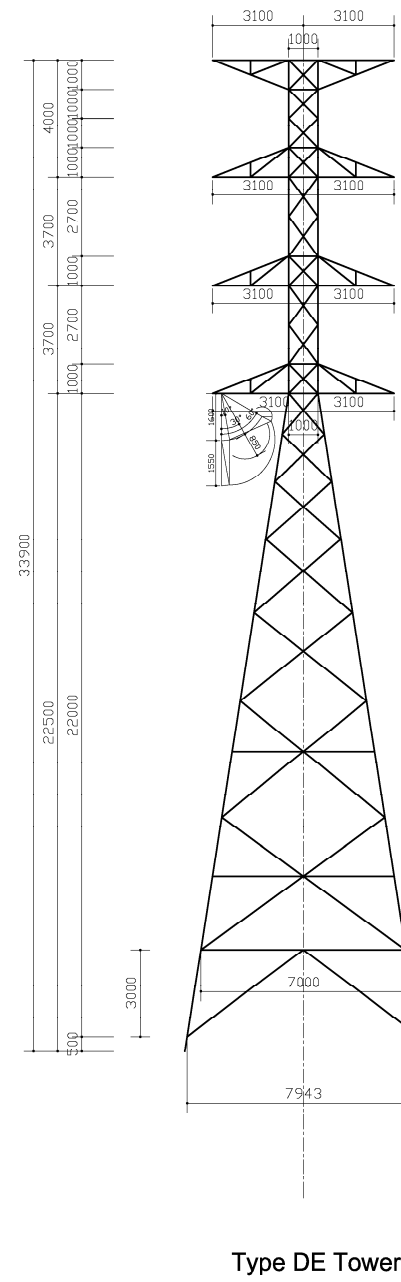
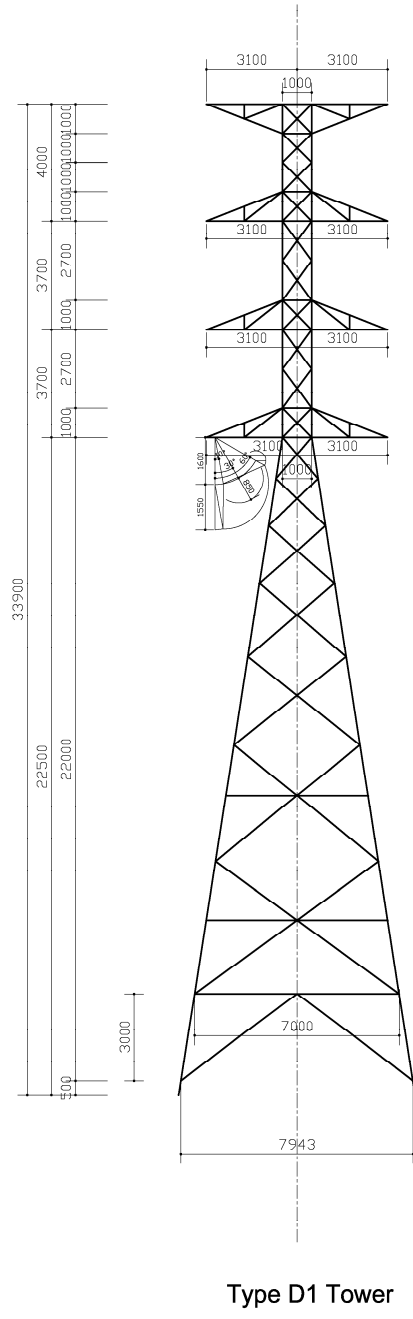
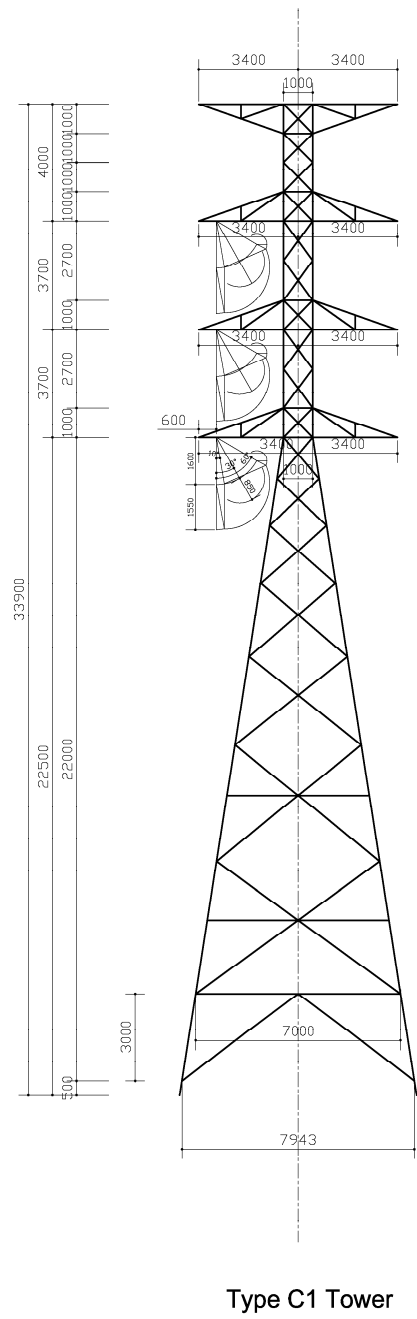
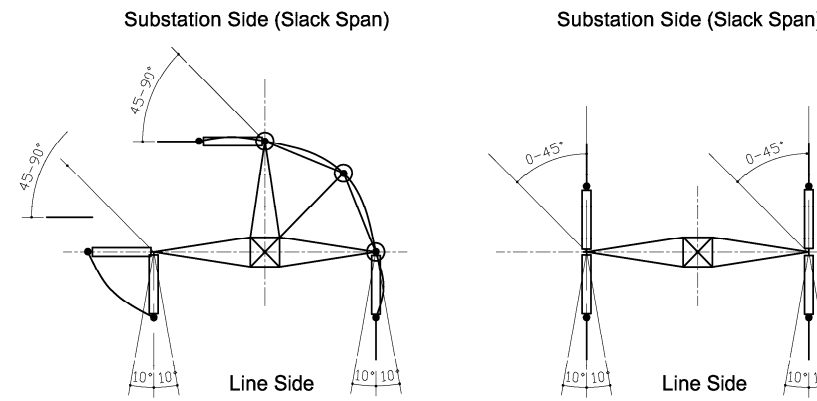
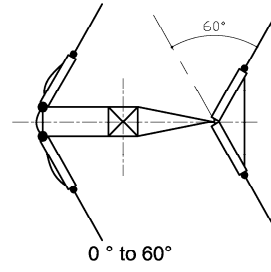
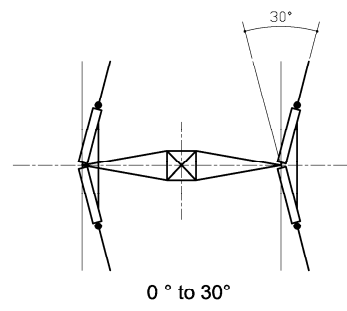


Suspension Type Tower

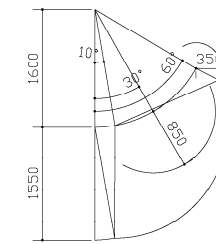


Tension Type Tower

图 12.2-5 A1, A2, B1, B3 型铁塔形状

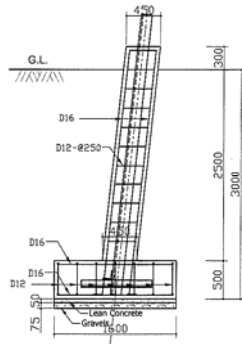


Clearance Diagram

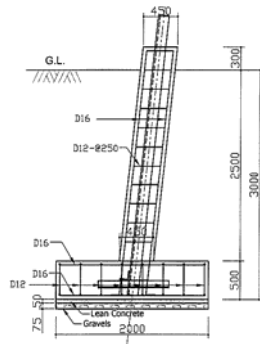


Tension Type Tower

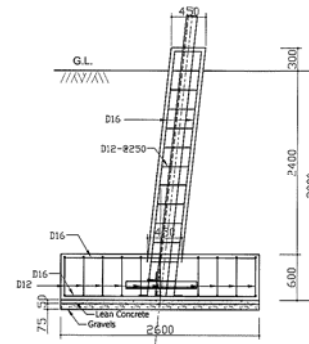
图 12.2-6 C1, D1, DE型铁塔形状



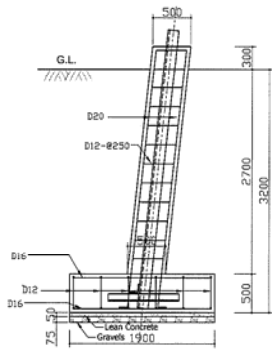
Type - I Foundation
for Type-A Tower



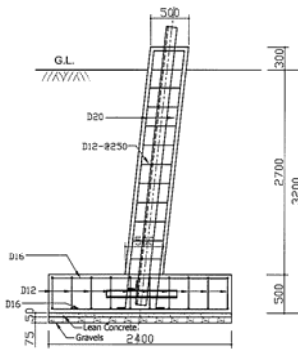
Type - II Foundation
for Type-A Tower



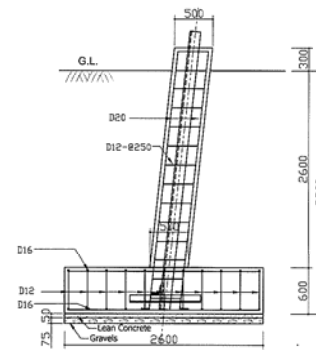
Type - III Foundation
for Type-A Tower



Type - I Foundation
for Type-B Tower

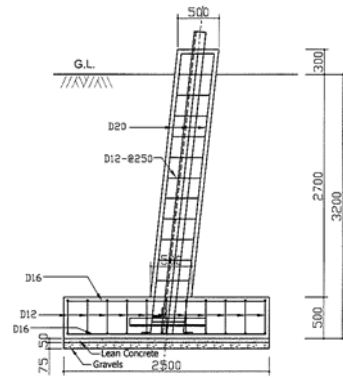


Type - II Foundation
for Type-B Tower

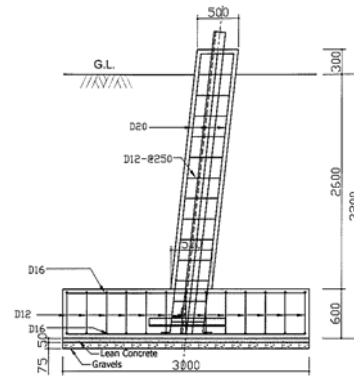


Type - III Foundation
for Type-B Tower

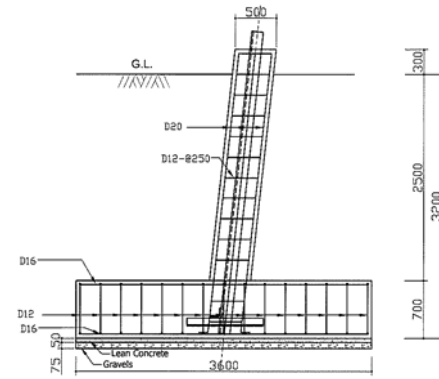
图 12.2-7 铁塔基础形状 (铁塔A, B型)



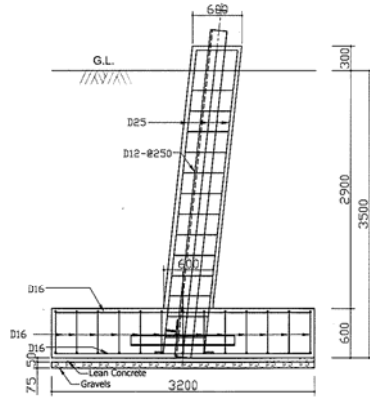
Type - I Foundation
for Type-C Tower



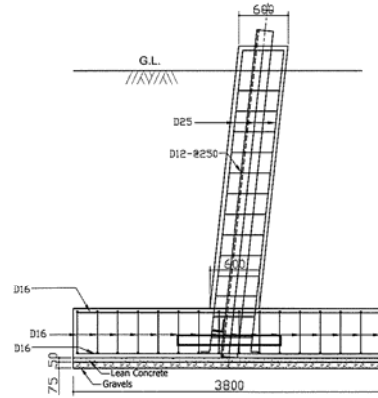
Type - II Foundation
for Type-C Tower



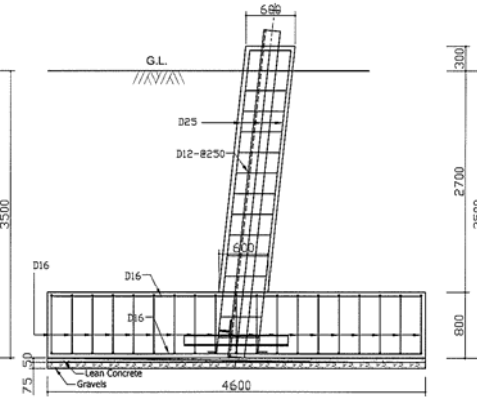
Type - III Foundation
for Type-C Tower



Type - I Foundation
for Type-D Tower

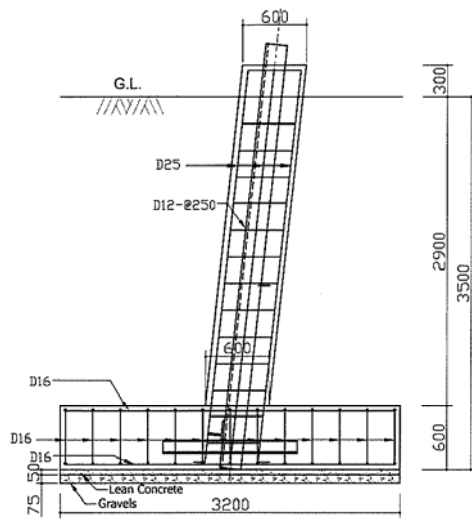


Type - II Foundation
for Type-D Tower

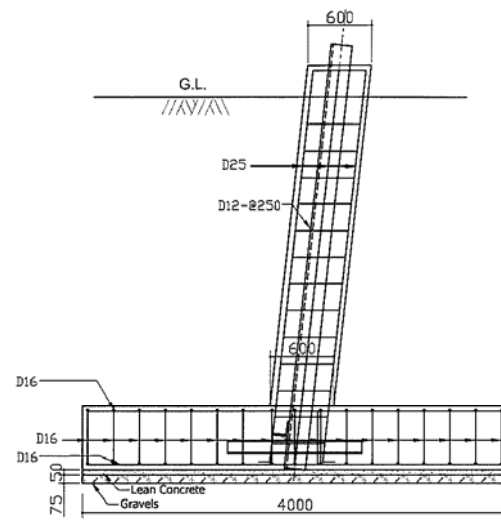


Type - III Foundation
for Type-D Tower

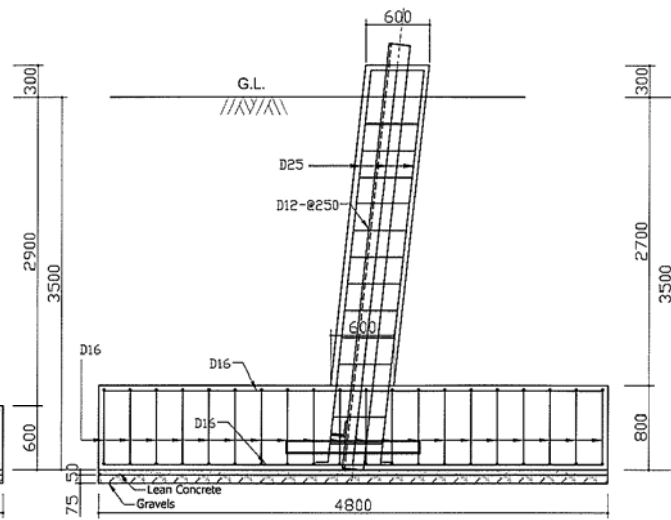
图 12.2-8 铁塔基础形状 (铁塔C, D型)



Type - I Foundation
for Type-DE Tower



Type - II Foundation
for Type-DE Tower



Type - III Foundation
for Type-DE Tower

图 12.2-9 铁塔基础形状 (铁塔DE型)

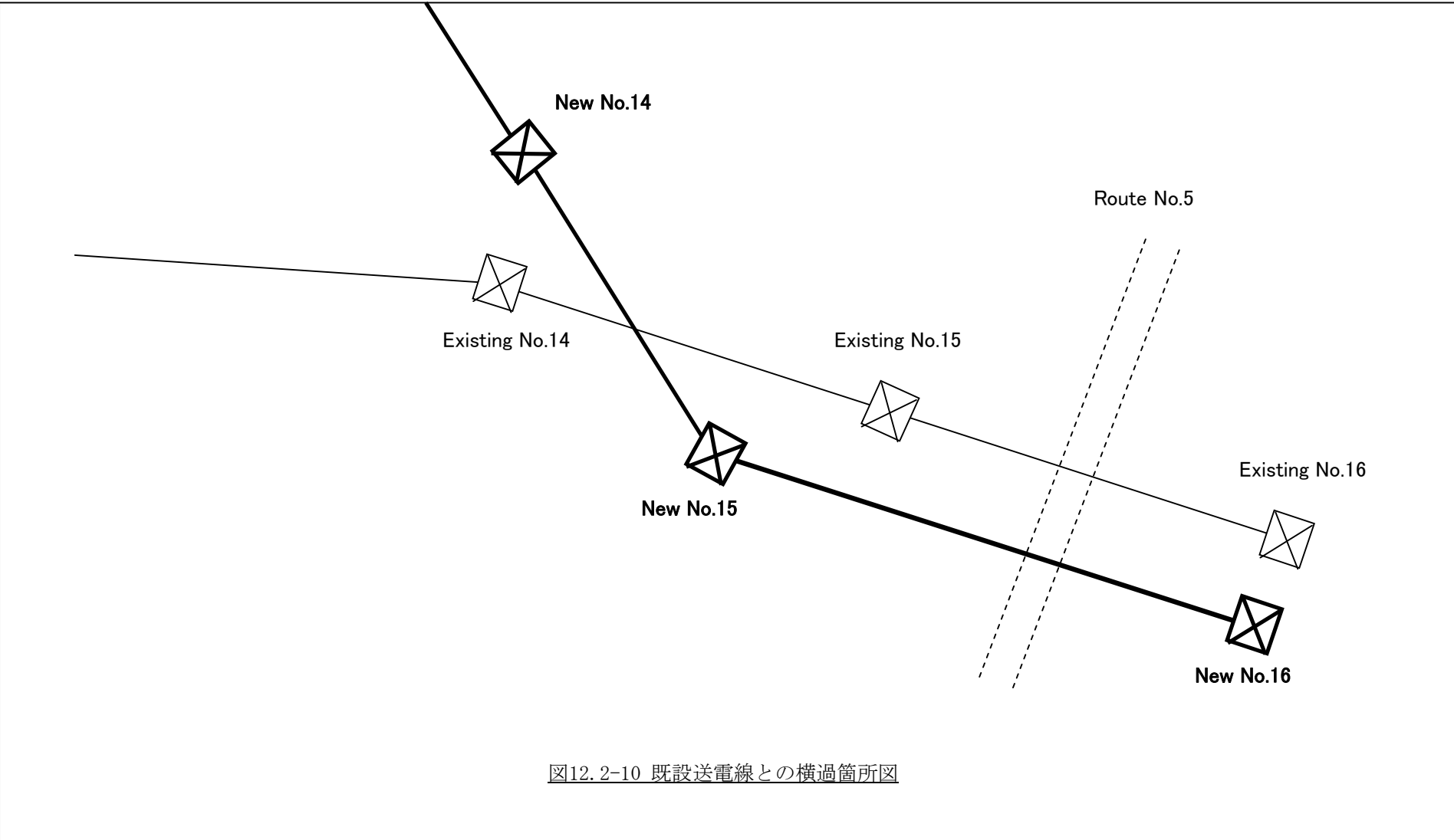


図12. 2-10 既設送電線との横過箇所図