

(7) 鉄塔接地抵抗

送電線への電流の約95%は100 kAであり且つ鉄塔を通じて放流される電流の95%は50 kA以下であるとの統計がある。鉄塔から碍子連、電線への逆閃絡を防止するために、鉄塔の接地抵抗をある値以下に抑制する必要がある。当計画の場合、前期の設計碍子連特性より接地抵抗を12オーム以下にする。接地抵抗を減ずるために全ての鉄塔の基礎アンカー機4脚荷接地棒を取り付ける。これによっても12オーム以上の抵抗を有する鉄塔には、カウンターボイズ接地線を必要数設置するものとする。

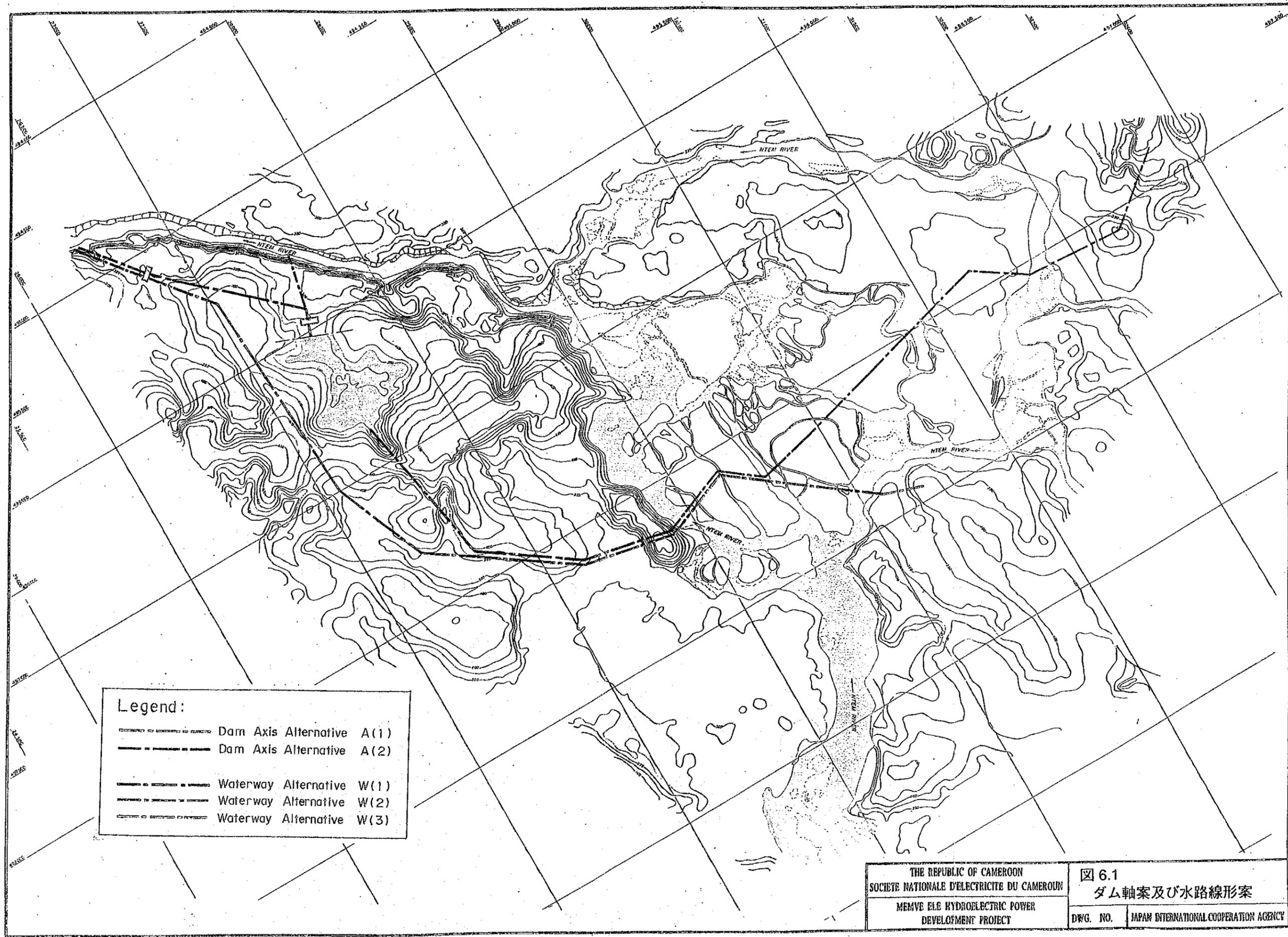
6.5.4 変電所

メンベレ発電所からの送電線に対する追加225 kV 開閉装置はヤウンデ変電所の屋外開閉所に設置される。225 kV 複母線方式が、既施設に合わせ採用される。

225 kV 開閉機器の基準衝撃絶縁強度は、IEC規格に従って雷インパルスにたいして950 kV、商用周波に対して400 kVを採用する。

遮断器の定格遮断電流、断路器の定格短時間耐電流、及びそれらの定格電流は関連のIEC規格に仕様された標準値から選択される。これら電流は、プロジェクトが実施される時点の電力系統解析の結果を基に決められ、推奨される。

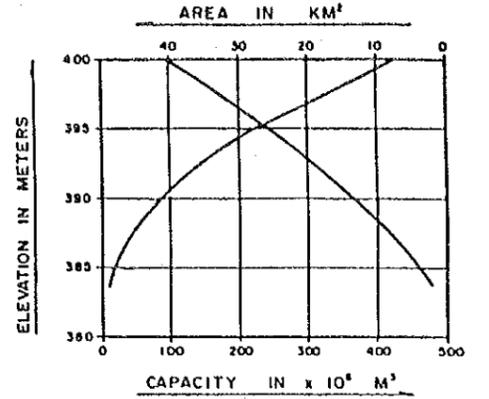
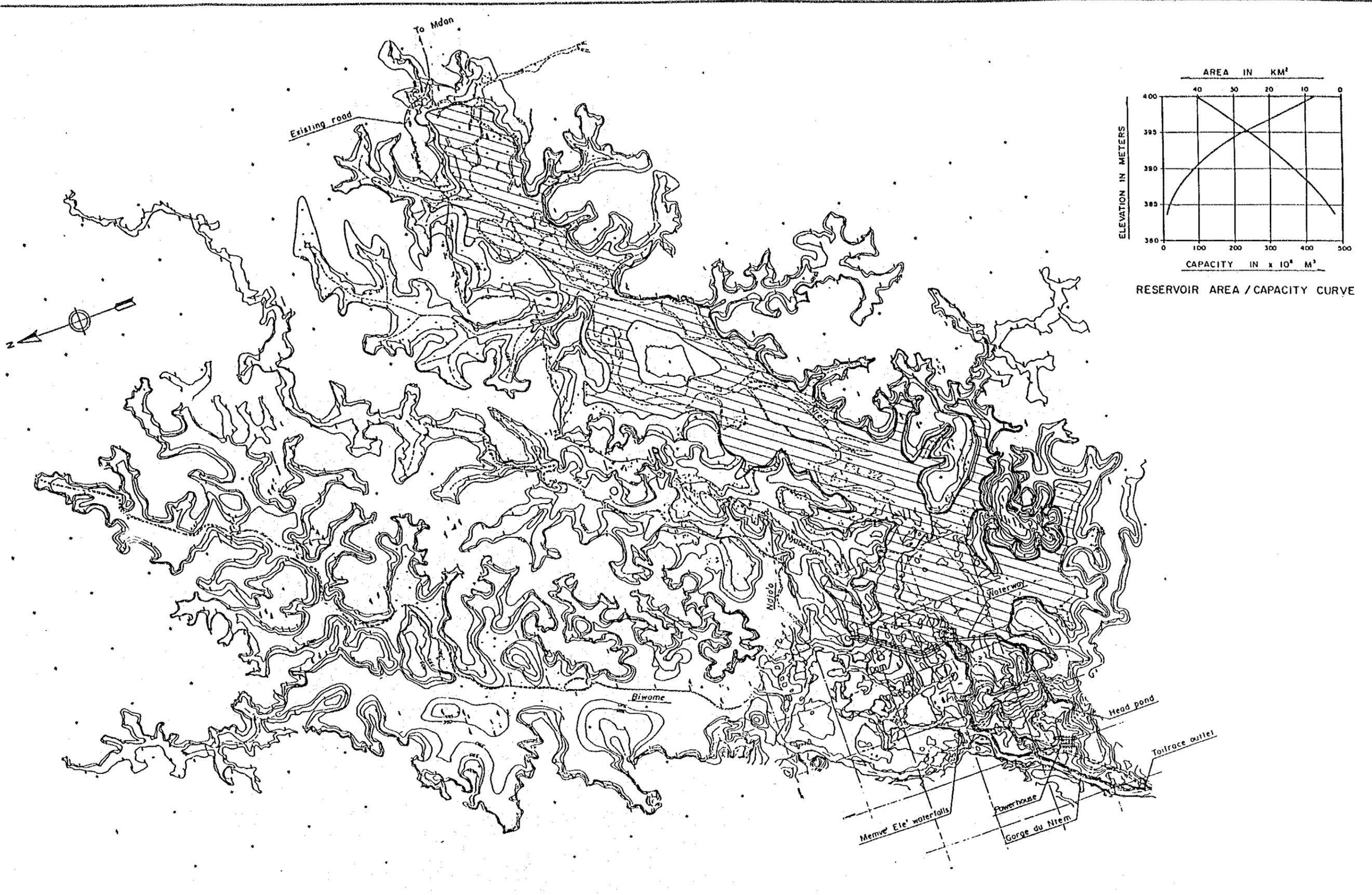
事故のとき、健全な送電線の潮流が定格容量を越えないように、メンベレ-ヤウンデ送電線に高速単相または多相再閉路継電器が設置される。



Legend:

- Dam Axis Alternative A(1)
- Dam Axis Alternative A(2)
- Waterway Alternative W(1)
- Waterway Alternative W(2)
- Waterway Alternative W(3)

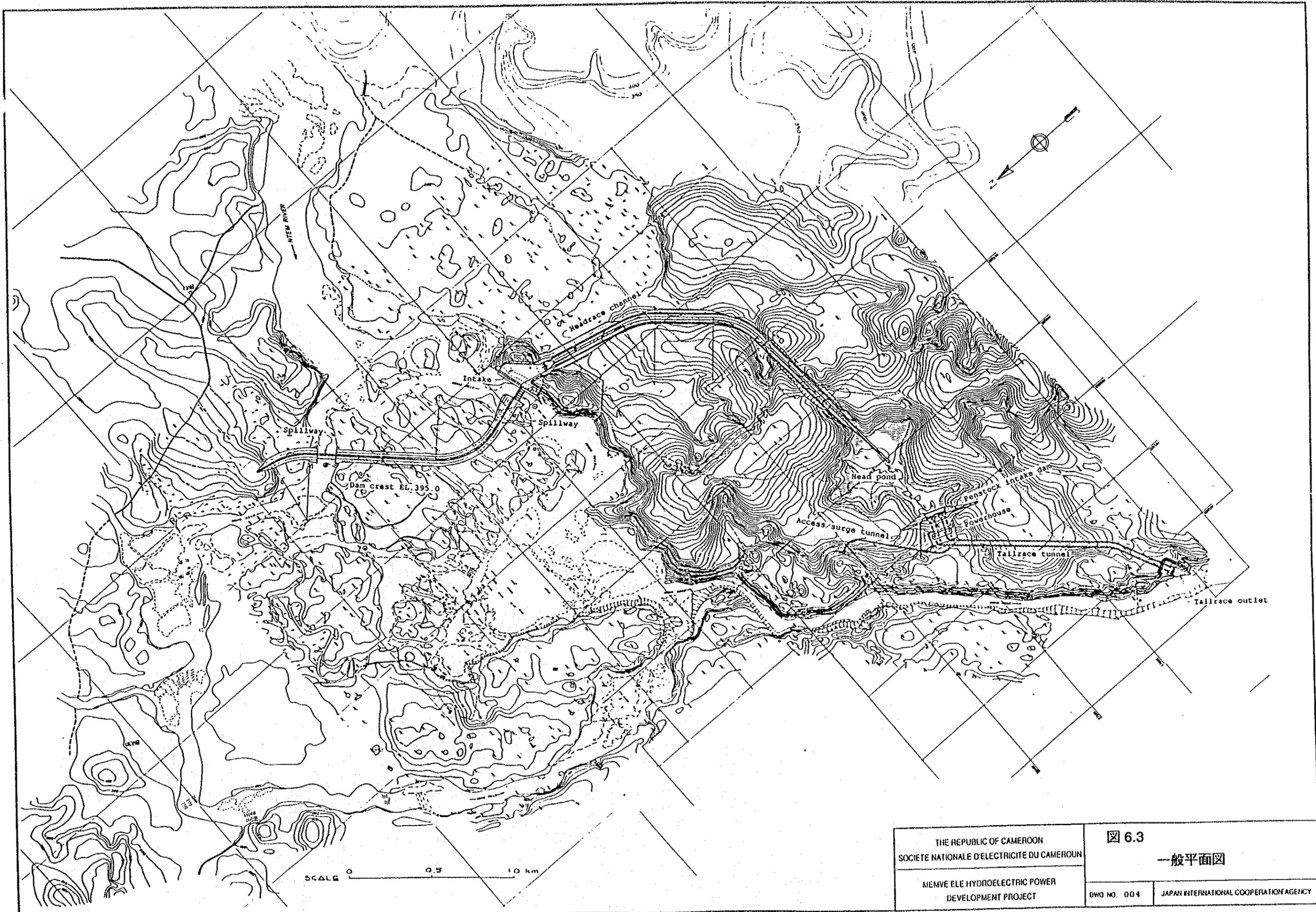
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN		図 6.1 ダム軸案及び水路線形案	
MEMVE ELS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG. NO.	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



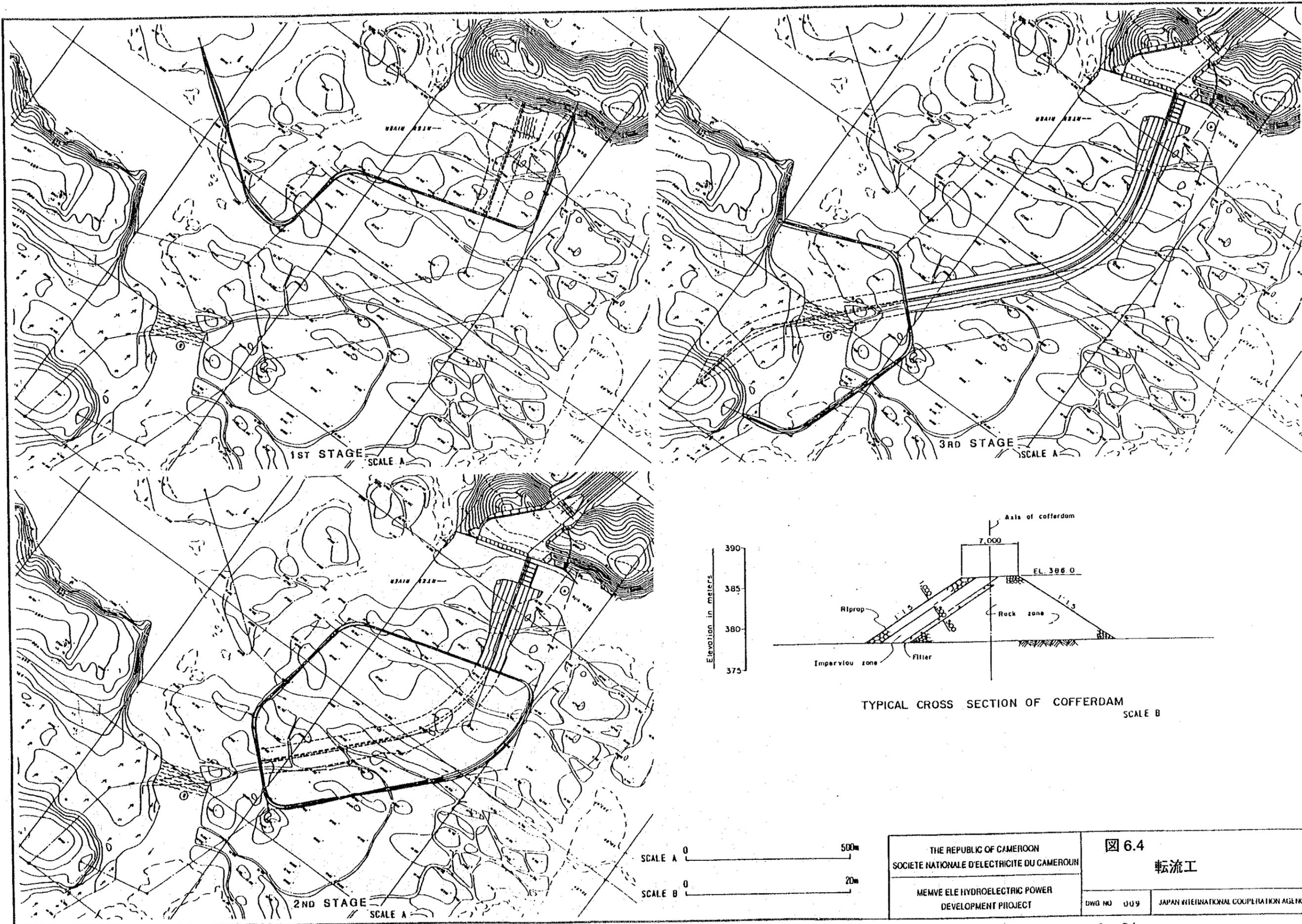
SCALE 0 1 2 km

THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	図 6.2 貯水池
	DWG NO 003 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

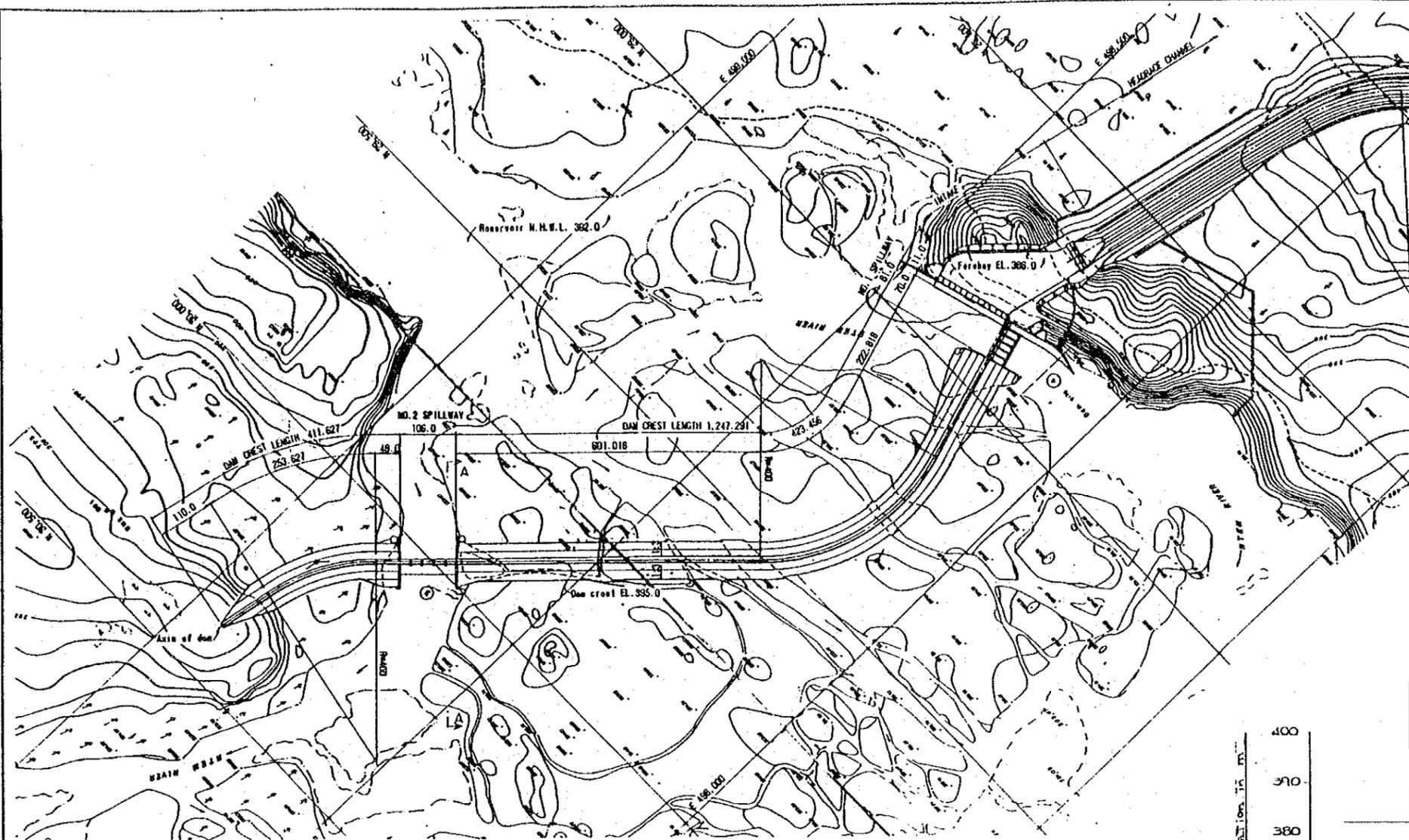
6-22



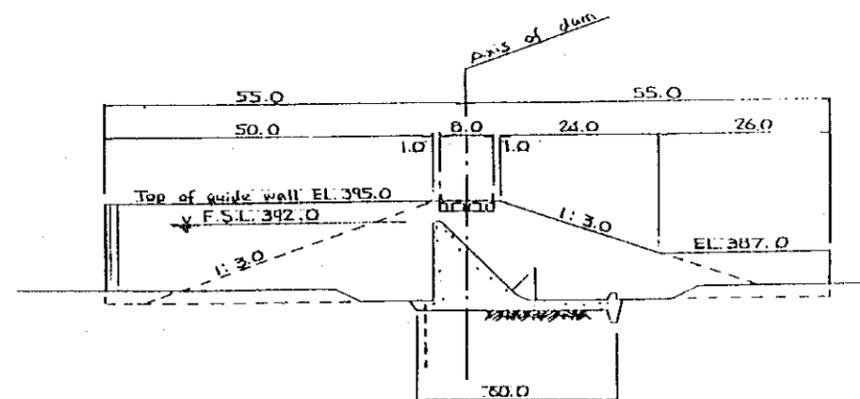
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN	図 6.3 一般平面図
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	DWO NO. 004 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



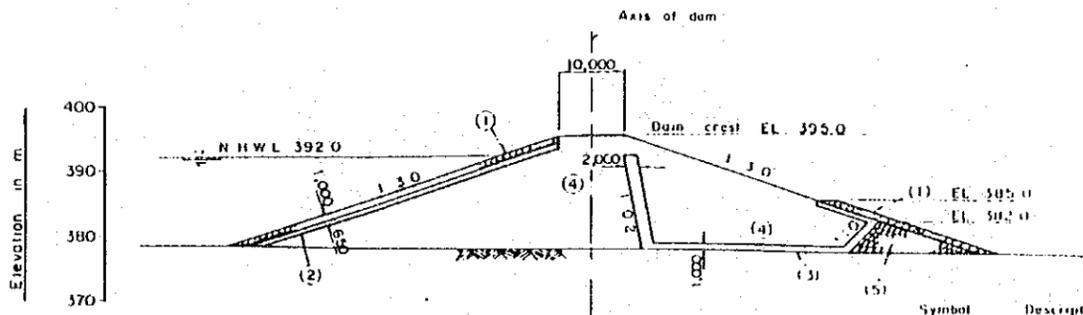
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROON		図 6.4 転流工	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO 009	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



P L A N SCALE A



SECTION A - A SCALE B



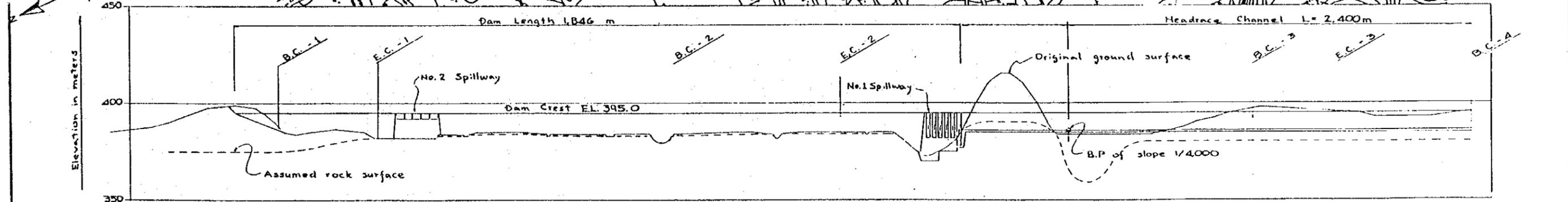
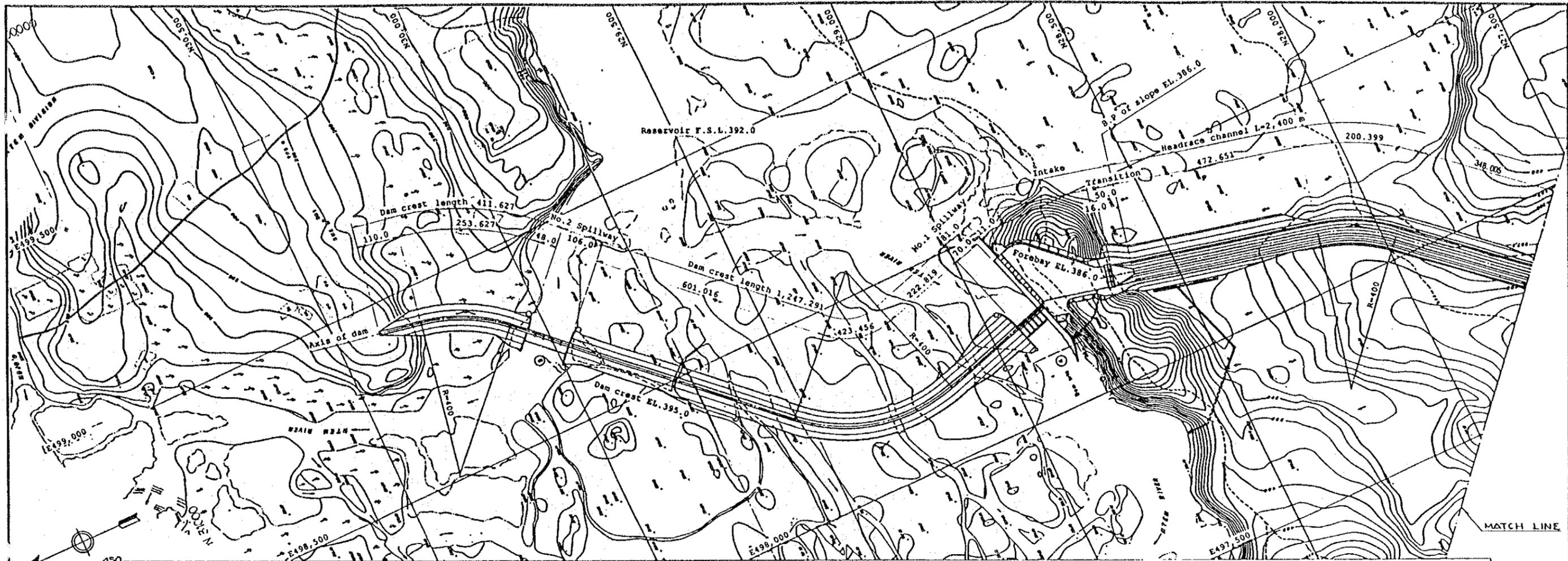
TYPICAL CROSS SECTION

Symbol	Description
(1)	Heapup
(2)	Transition
(3)	Filter
(4)	Impervious material
(5)	16m fill

SCALE A 0 50m
SCALE B 0 50m

THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN		図 6.5 ダム、標準断面図	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO 010	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

6-25

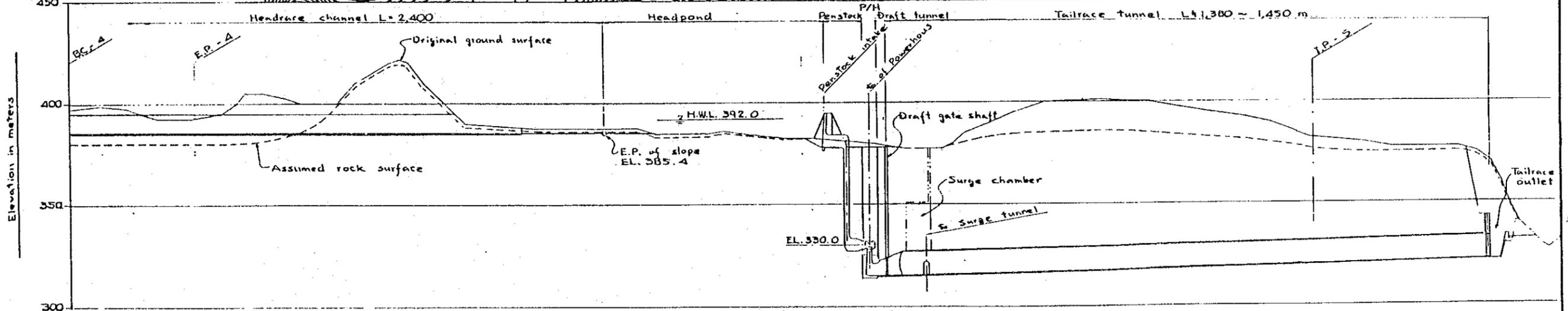
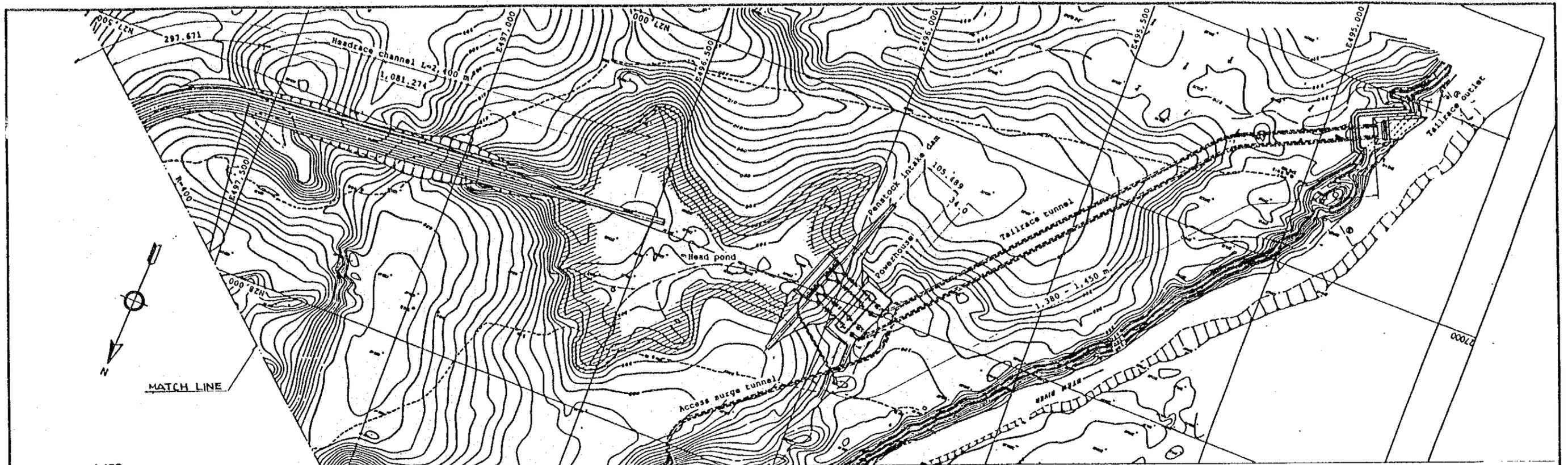


ORIGINAL GROUND HEIGHT (M)																				
FORMATION HEIGHT (M)																				
ACCUMULATED DISTANCE (M)																				
DISTANCE (M)																				
STATION NO.																				

THE REPUBLIC OF CAMEROON
 SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU CAMEROON
 MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

図 6.7
 水路、平面及び縦断図 (1)

DWG NO 012 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

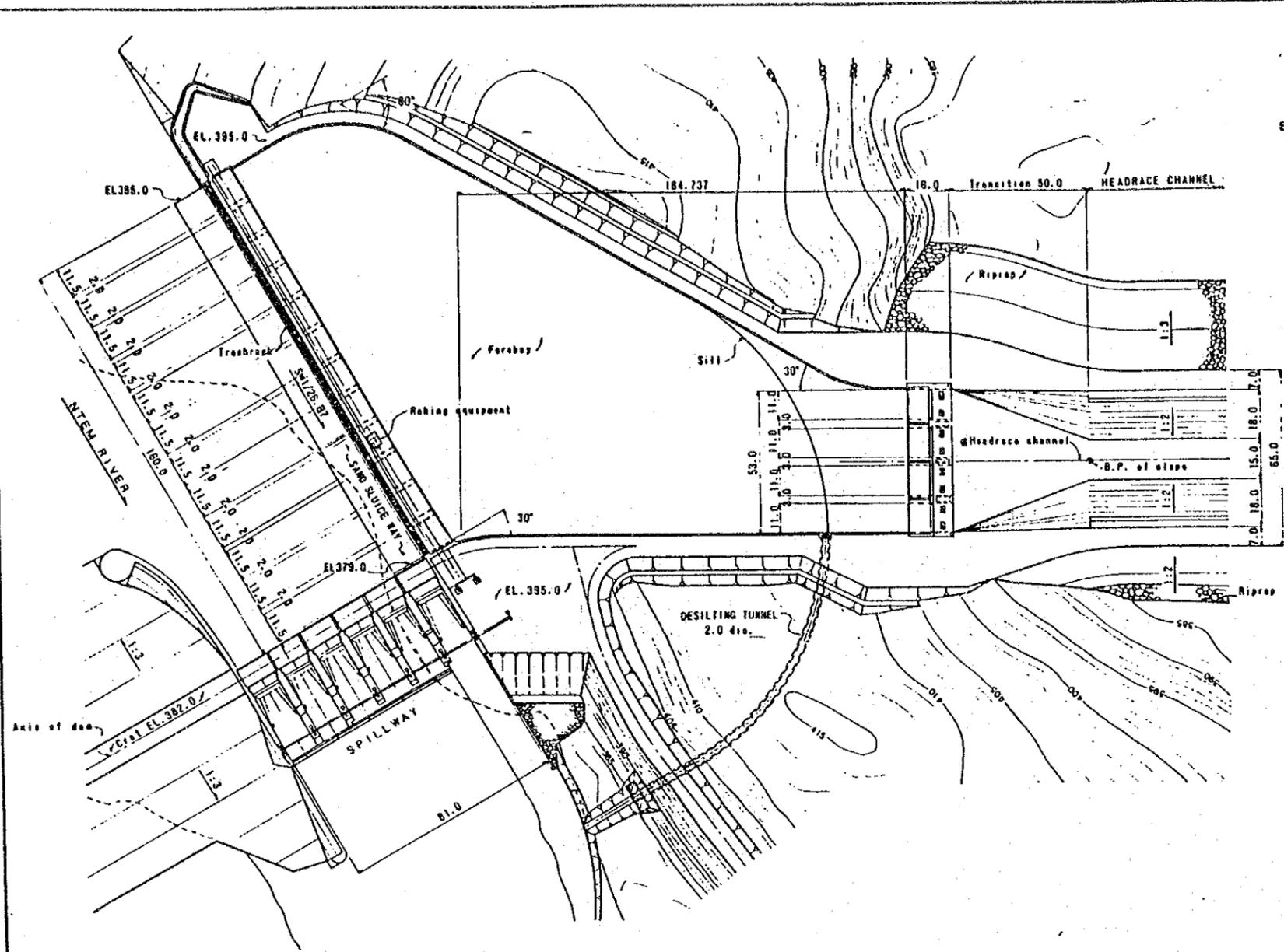


ORIGINAL GROUND HEIGHT (M)	398	397	403	412	400	388	387	385	383	381	377	395	401	398	391	381	378	351
FORMATION HEIGHT (M)	385.7	385.7	385.6	385.6	385.5	385.5	385.4											
ACCUMULATED DISTANCE (M)	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000	3,200	3,400	3,600	3,800	4,000	4,200	4,400	4,600	4,800
DISTANCE (M)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
STATION NO. (M)	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

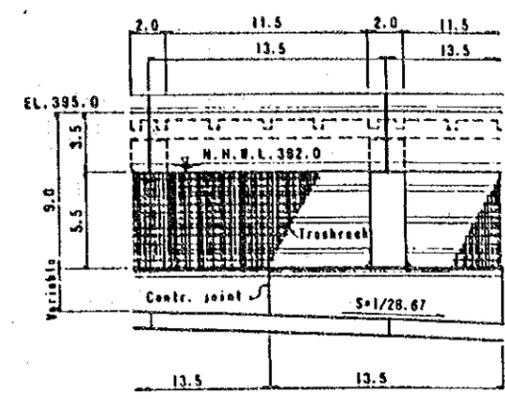
THE REPUBLIC OF CAMEROON
 SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROON
 MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

図 6.8
 水路、平面及び縦断図 (2)

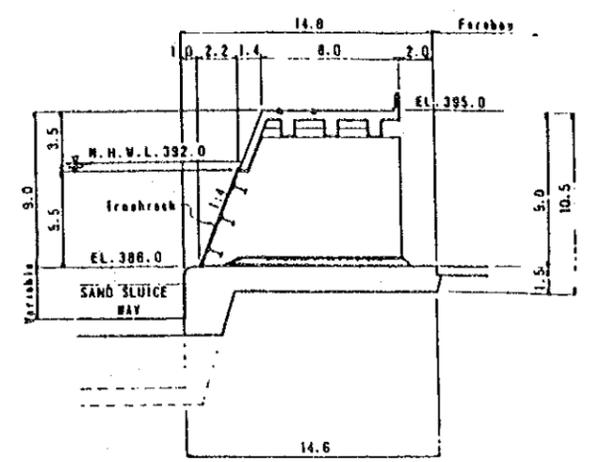
UWG NO 011 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



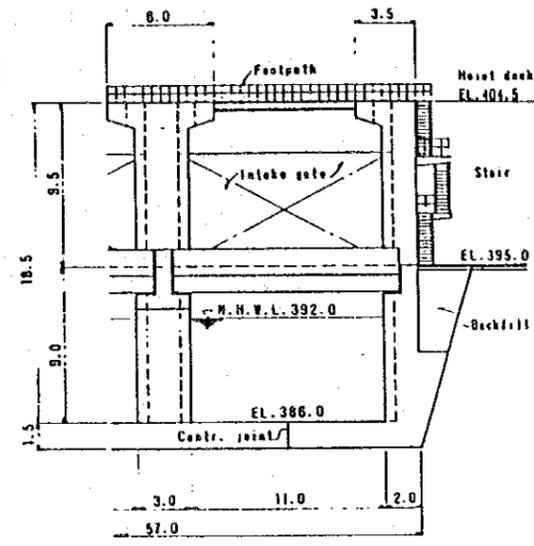
PLAN SCALE A



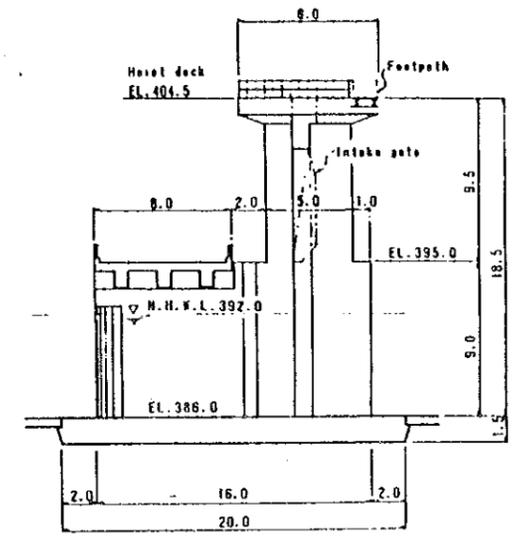
ELEVATION SCALE B



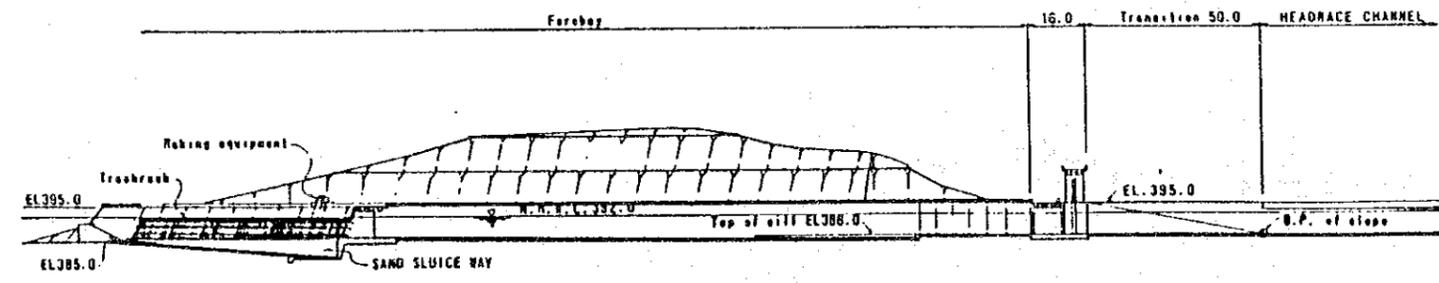
SECTION A-A SCALE B



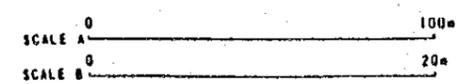
ELEVATION SCALE B



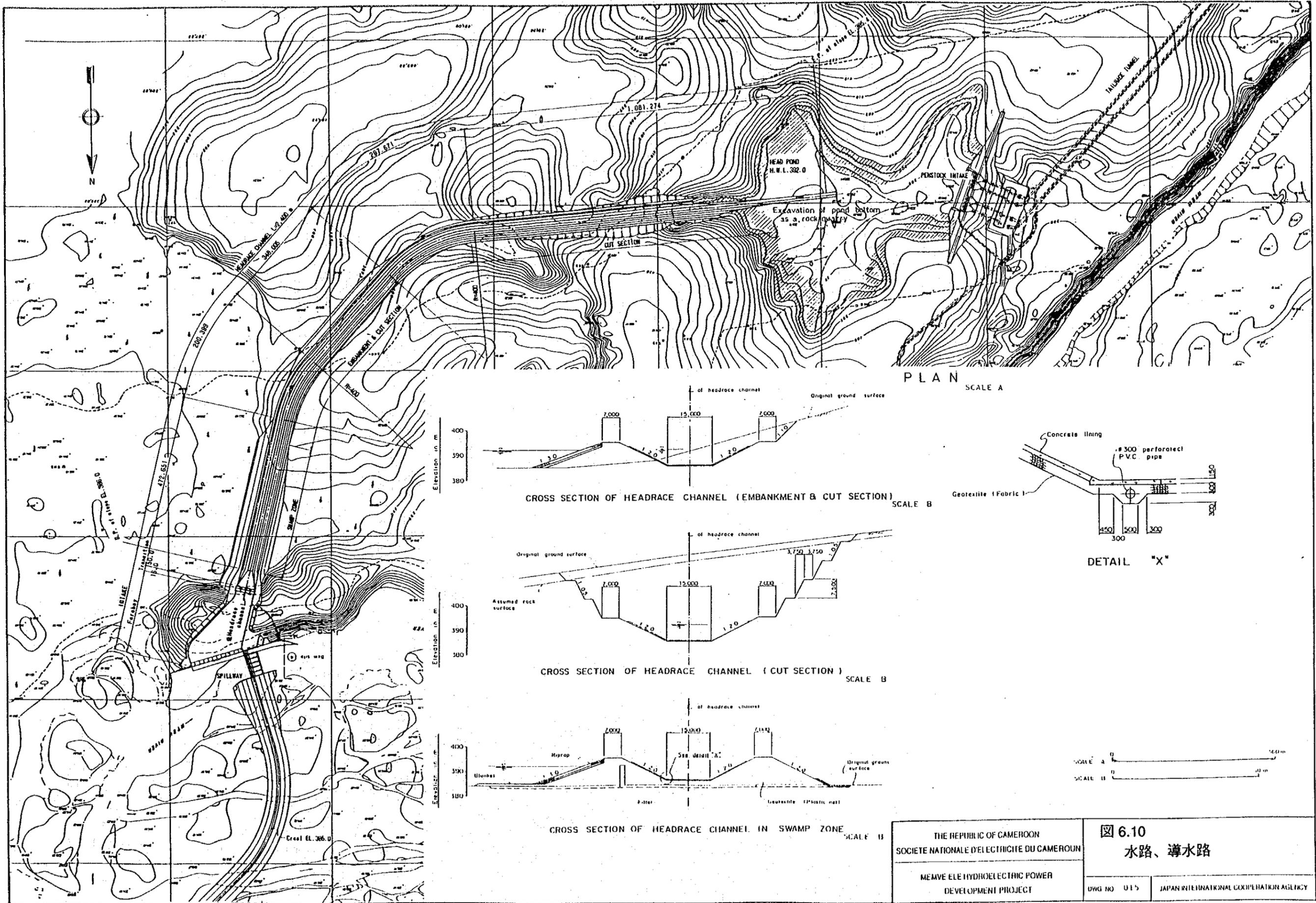
SECTION B-B SCALE B



PROFILE SCALE A

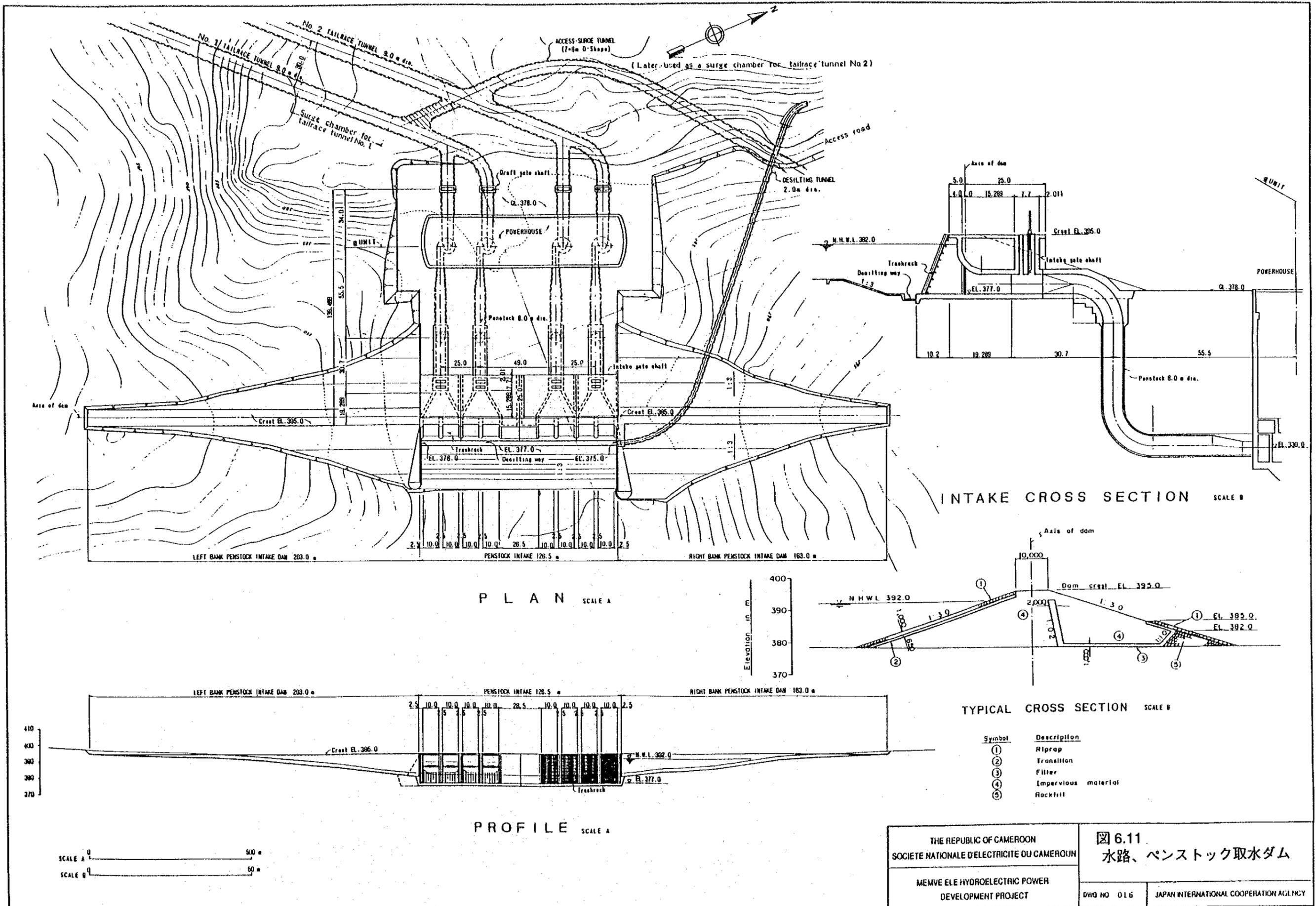


THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROON	图 6.9 水路、取水工
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	DWG NO 014 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



THE REPUBLIC OF CAMEROON
 SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU CAMEROON
 MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

図 6.10
 水路、導水路
 DWG NO. U15
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

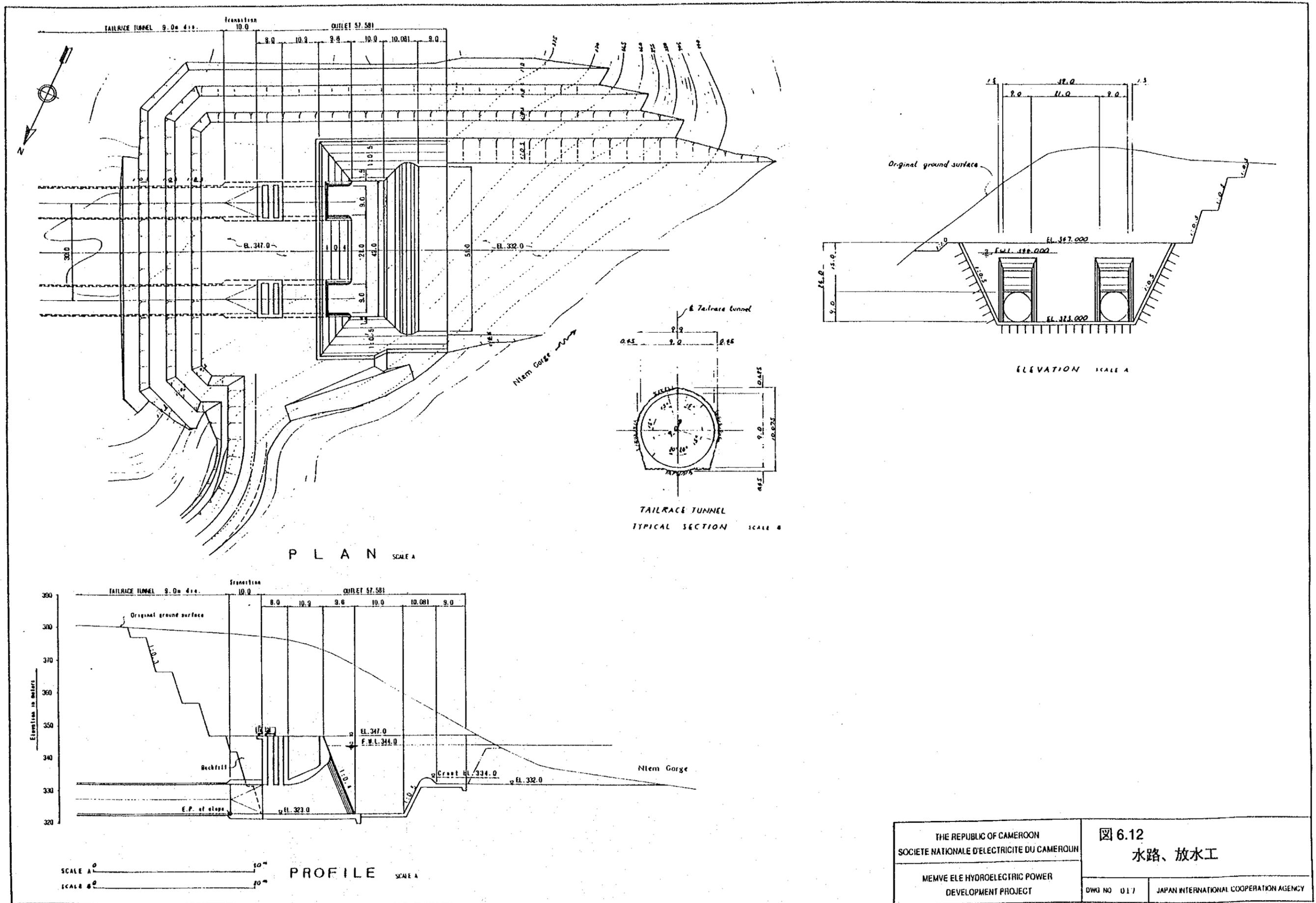


THE REPUBLIC OF CAMEROON
 SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU CAMEROON

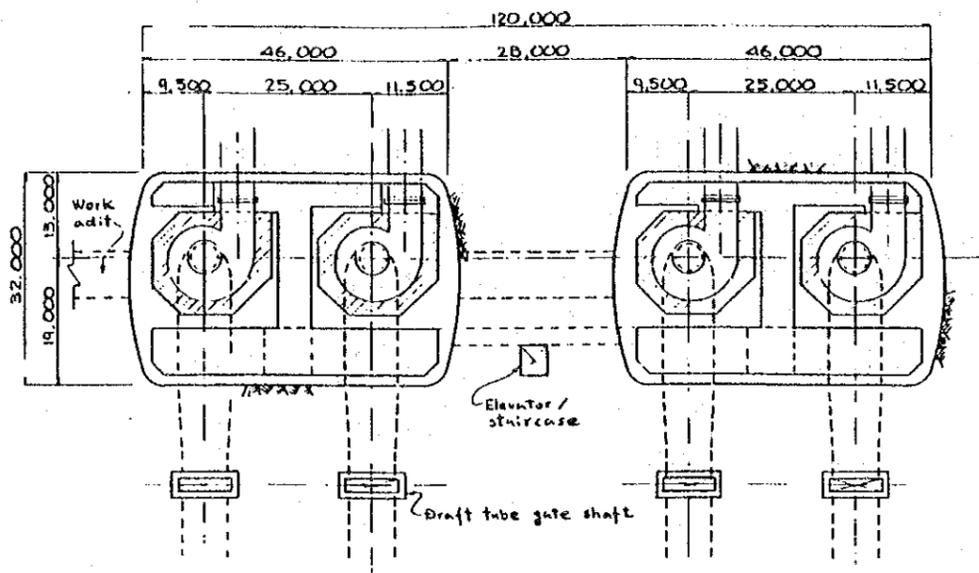
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

図 6.11
 水路、ペンストック取水ダム

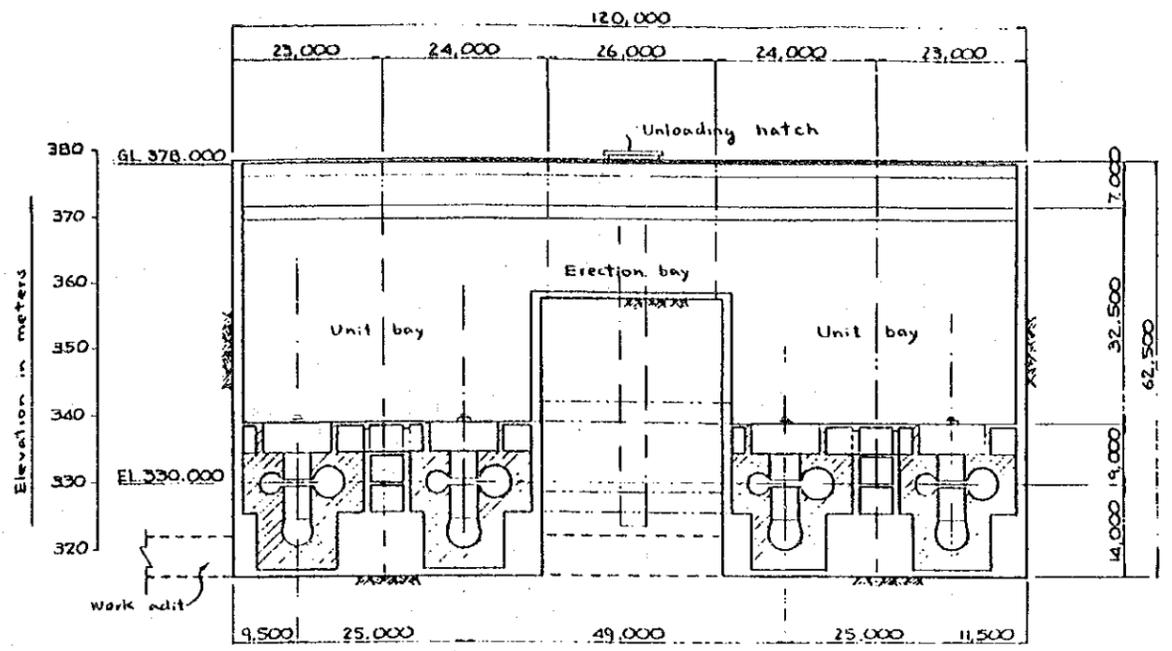
DWG NO 016 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



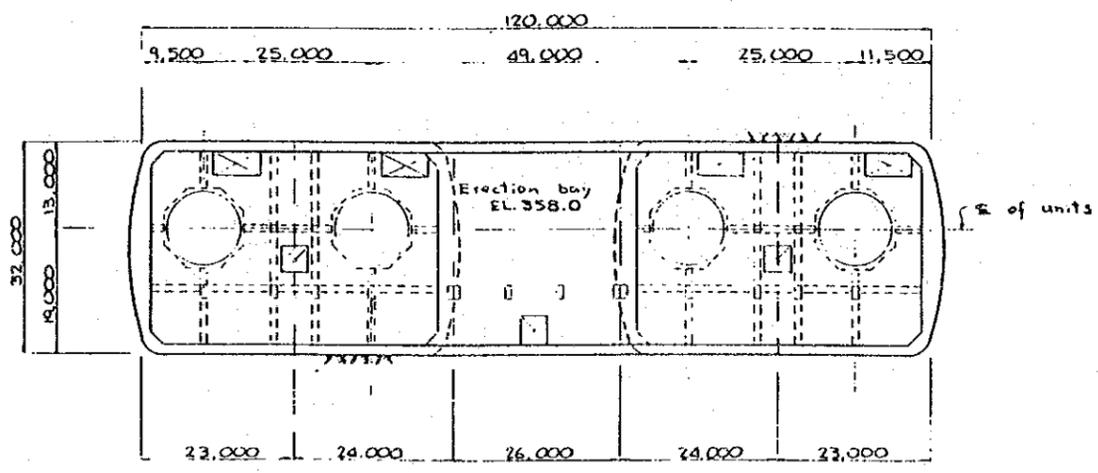
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN		図 6.12 水路、放水工	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO 017	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



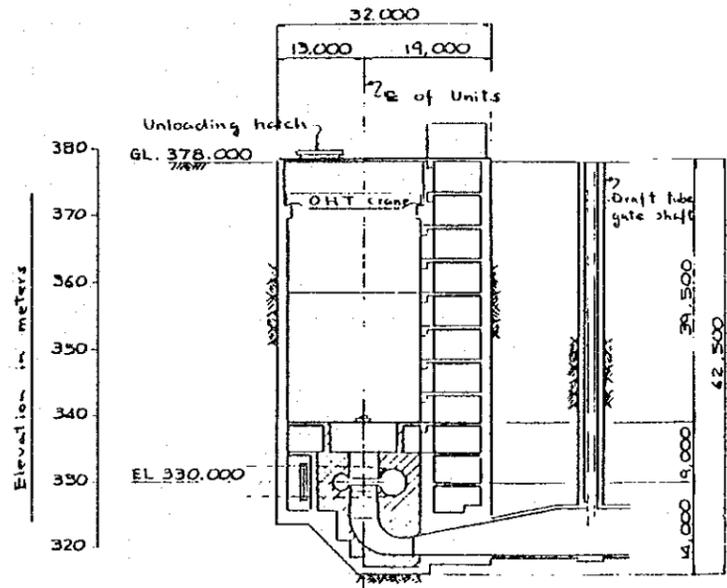
PLAN AT EL. 330.0



LONGITUDINAL SECTION



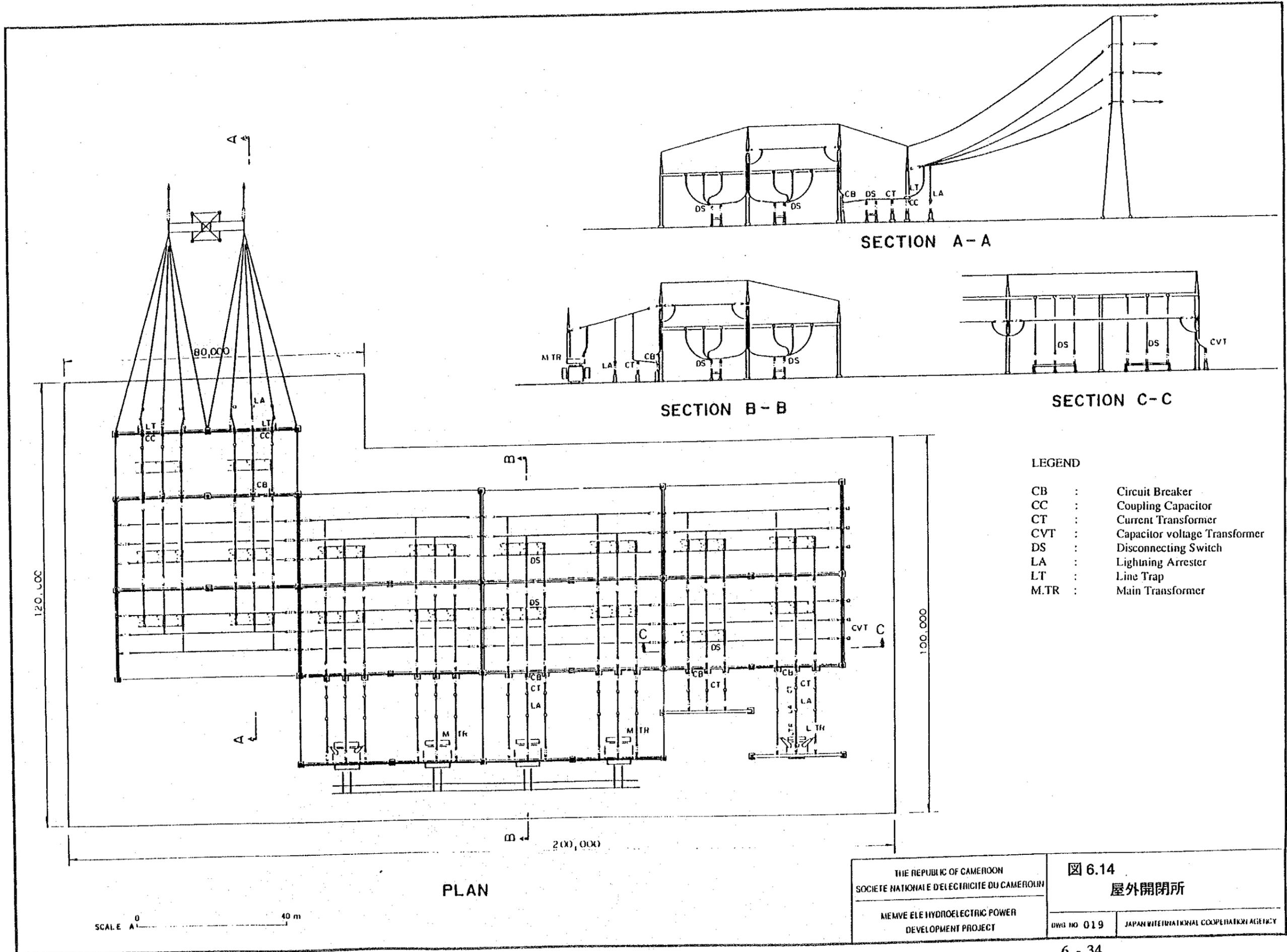
FLOOR PLAN AT EL. 358.0



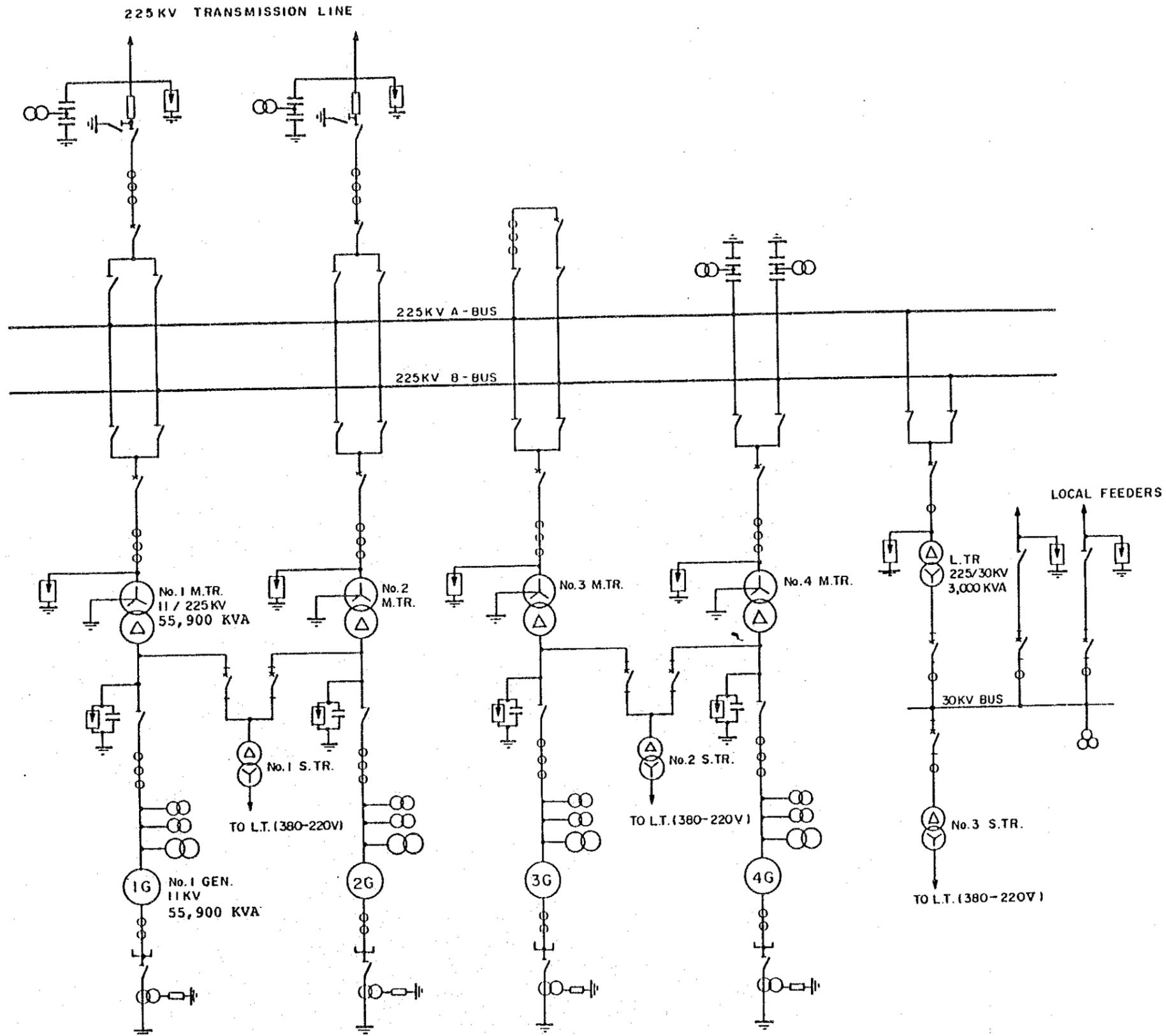
TRANSVERSE SECTION

SCALE 0 50m

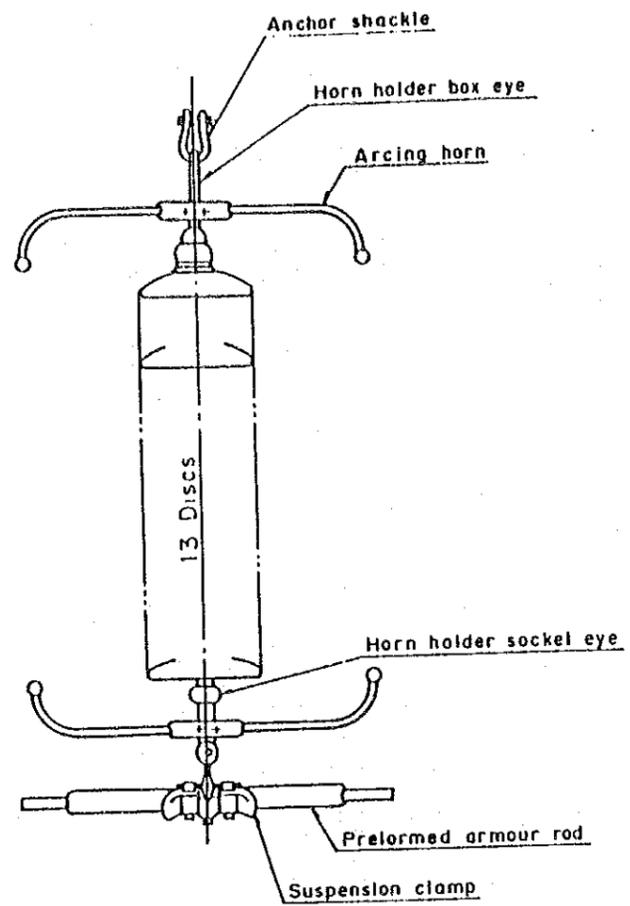
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU CAMEROUN	図 6.13 発電所
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	UWQ NO 018 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



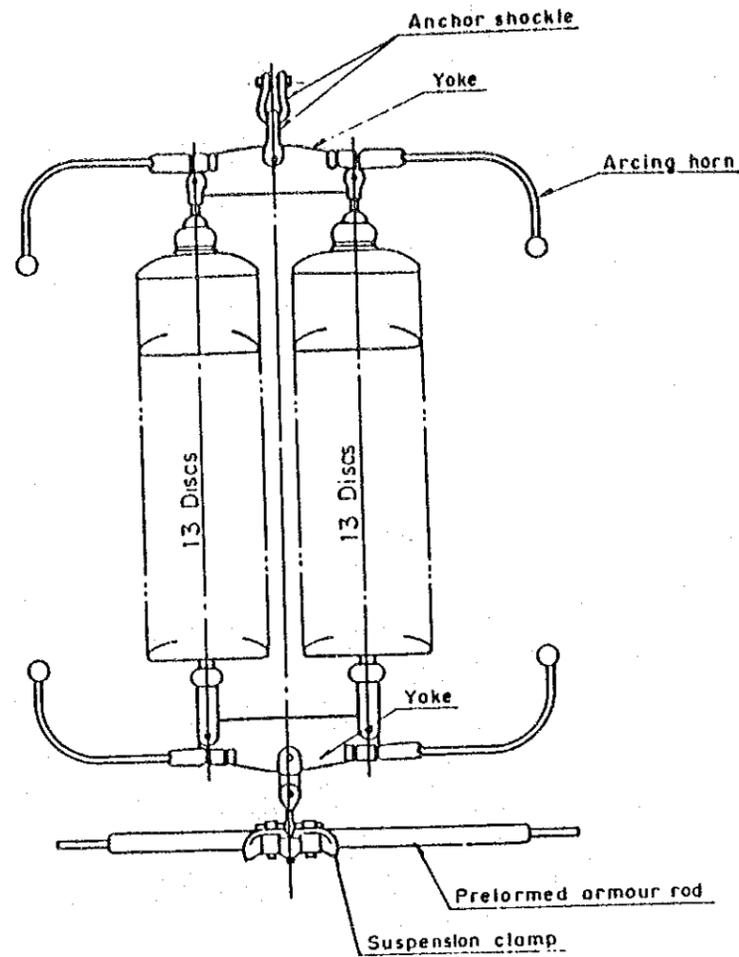
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU CAMEROUN		図 6.14 屋外開閉所	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO 019	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



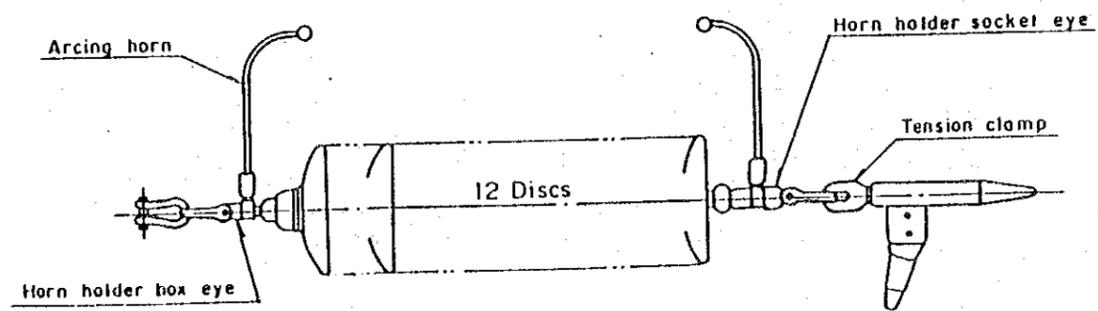
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROON		図 6.15 単線結線図	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO. 020	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



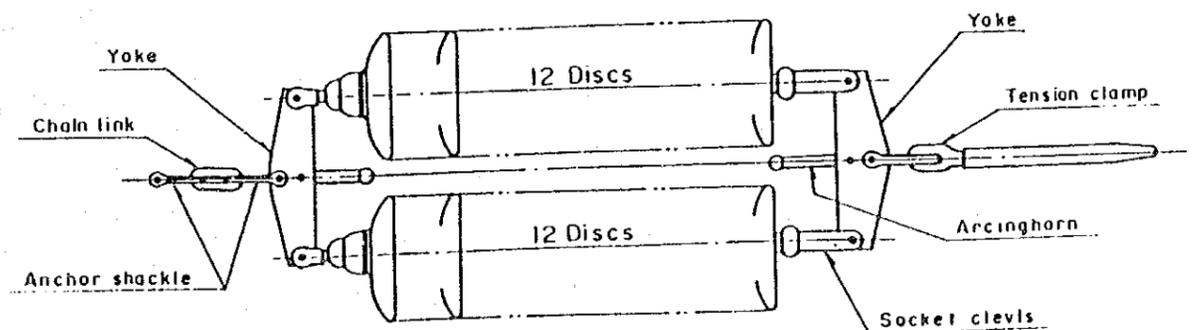
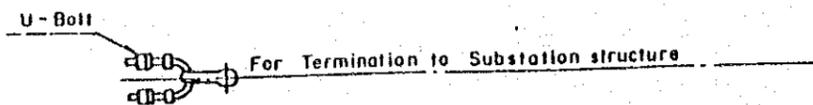
NORMAL SUSPENSION INSULATOR SET



HEAVY SUSPENSION INSULATOR SET

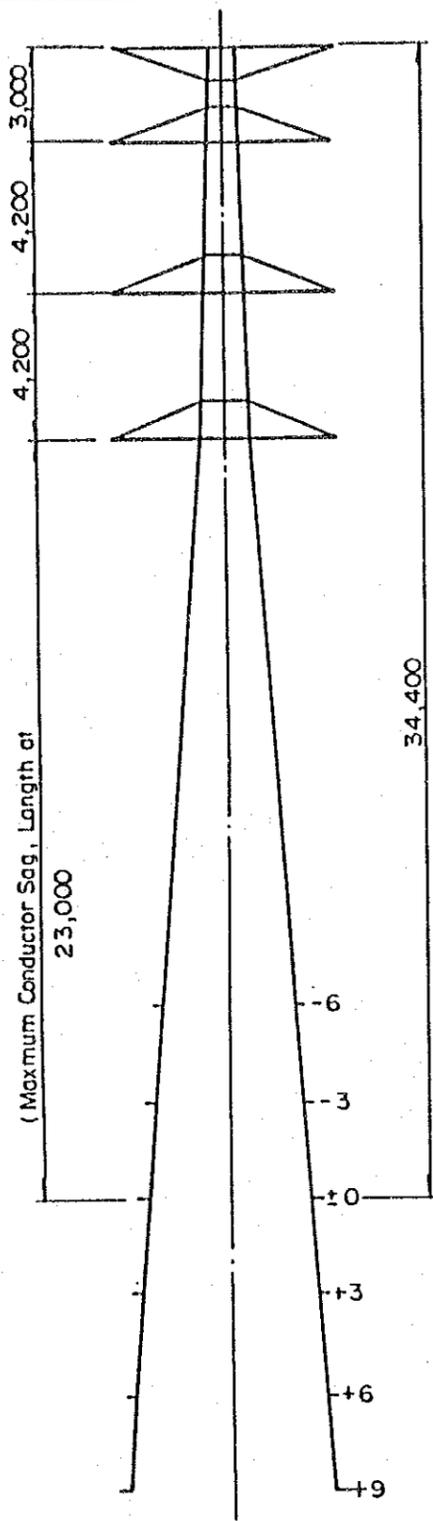


NORMAL TENSION INSULATOR SET

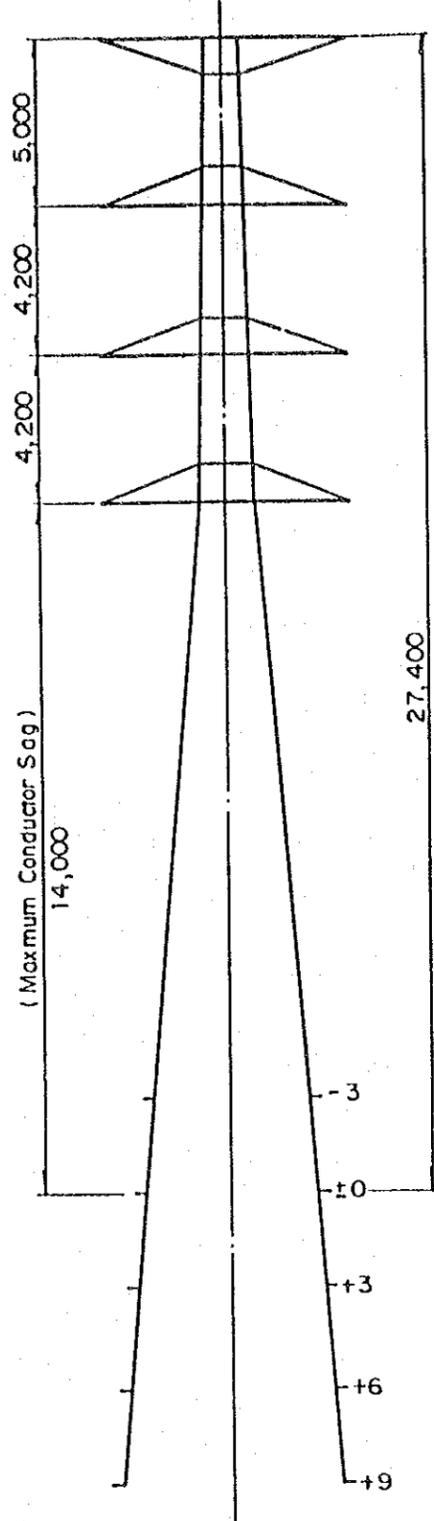


HEAVY TENSION INSULATOR SET

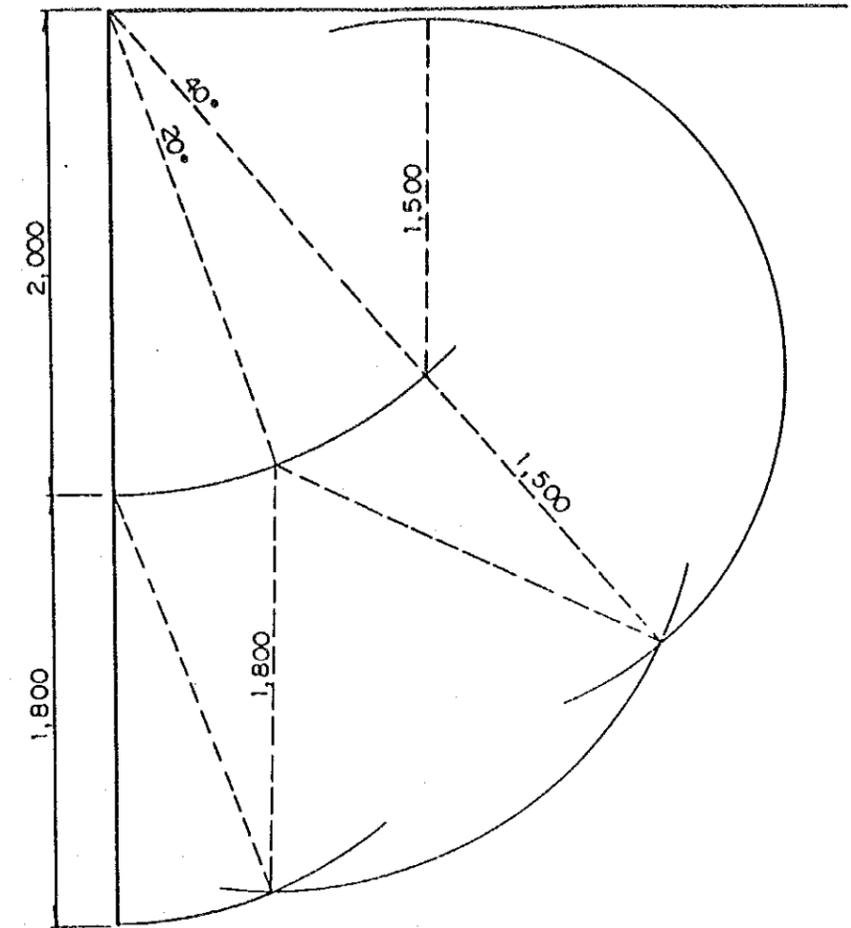
THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN	FIG 6.16 碍子
MENVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	HWG NO 022 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



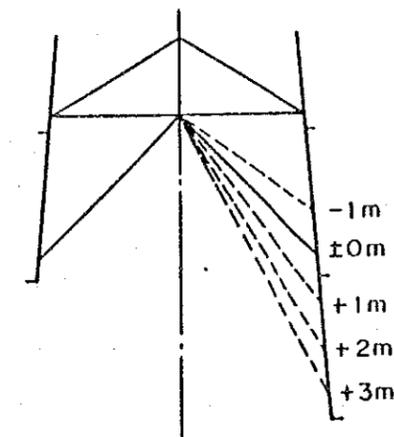
TYPE S TOWER



TYPE L, M, H & T TOWERS

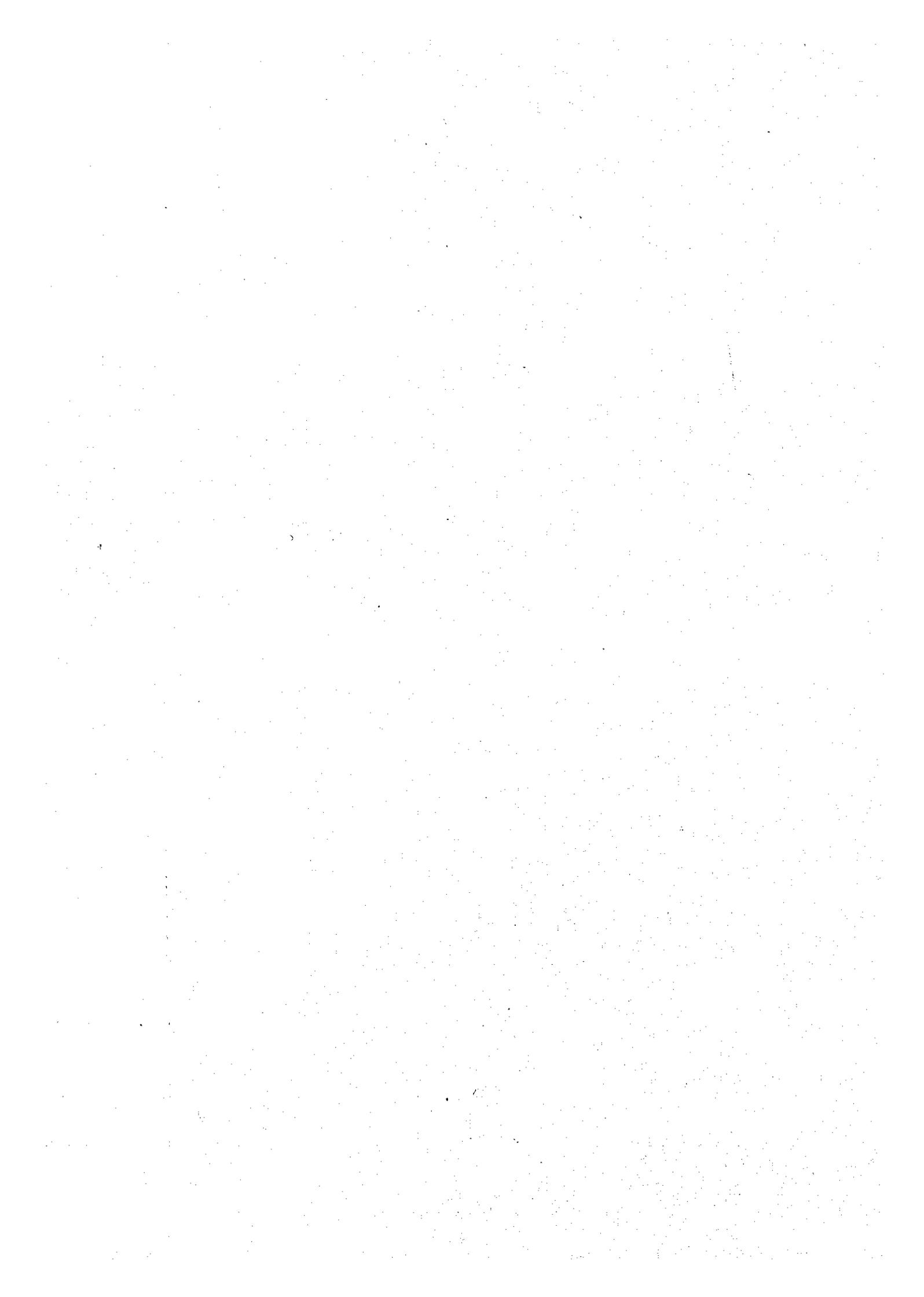


CLEARANCE DIAGRAM



LOWEST PANEL OF TOWER AND HILL SIDE EXTENSION

THE REPUBLIC OF CAMEROON SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROON		図 6.17 送電線鉄塔	
MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT		DWG NO 021	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



第7章 工事实施計画と工事費の積算

7.1 工事实施計画と工事工程

7.1.1 序 章

工事实施計画は、基本設計に基づいてプロジェクト実施方法、施工順序、工事遂行のための施工方法および建設機械等について概略検討した。工事は入札参加資格制限付国際競争入札により選定された請負業者によって実施され、また、下記の工事实施形態によって行なうものとして計画した。エンジニアリング・サービスに関しては、詳細設計、工事監理の段階でコンサルタントが実施するものとした。

(a) 土木工事

仮設工事、仮締切ダム、主ダム、導水路、発電所、放水路、建築工事、取付道路、ベースキャンプ等工事を含む。

(b) 水門・鉄管工事

洪水吐ゲート、排砂ゲート、取水口塵除け格子、取水ゲート、排砂弁、水圧鉄管入口塵除け格子、水圧鉄管入口ゲート、水圧鉄管、ドラフトチューブゲート、放水口ゲート等工事を含む。

(c) 発電設備工事

水車、発電機器、変圧器、開閉機器および制御機器、補機類、送電線保護装置、電力搬送通信機器等設置工事を含む。

(d) 送電線・変電設備工事

発電所サイトよりエボロア経由ヤウンデ間の225 kV送電線工事及びヤウンデのオヨマバン変電所の増設工事を含む。

7.1.2 工事实施計画

(1) 基本条件

本プロジェクトの工事計画を、前述の工事实施形態および工事工程の中に示す主要工事の完了期日を踏まえて計画した。また、カメルーン国内の建設事情、気象条件、地質、地形条件等を考慮して、機械化施工により工事を実施するよう計画した。

工事契約締結後、工事着工を2004年10月として計画した。全工事は現在活用出来るデータ及び情報を基に2009年9月には完了するものとし、全体工事期間を5.0年間（60カ月）として工事実施計画を作成した。より詳細な施工計画の作成は、詳細設計時に作成される構造図に基づいて行なわれる。

施工計画にあたっては、コンクリート工事及び岩掘削の稼働日数を年間280日とした。土砂・軟岩掘削については230日、そして盛立工事については185日とした。また、コンクリート工事、グラウト工事、トンネル工事等については、年間290日で計画した。主要工事の施工方法の概要を以下に述べる。

(2) 準備工事・仮設備

(a) 取付道路

ニャベサンとエボロアを結ぶ既設道路の一部改良工事が必要となる。路盤の整備、拡幅及び橋の付け替え等である。プロジェクトサイト内のダム、発電所等へのアクセスのために、取付道路をニャベサンより新たに建設する。取付道路延長は計4.0 kmである。取付道路の他に、工事に必要な仮設工事用道路を前述取付道路から適宜建設する。

(b) 渡船場

開発地点付近のヌテム川には橋が架かってない。ニャベサン部落と対岸の部落との交通手段は丸木船によるのみである。従って、工事用機器、資材、労働者の運搬の為に、渡し船及び渡船場の建設が工事に先立って必要となる。

ニャベサン近くに建設が予定される渡船場では、喫水深の浅い30トンクラスのポンツーン型フェリーボート1漕を配備することになる。乾期の水位低下を考えると、多少の区間の浚渫を行う必要があるが、それでも最乾期におけるフェリーボート運航には支障が出る可能性がある。この場合には、下記2対策を実施することになる。

- (i) 小型ボート（平般底）をふりかえ運航させ、乗客と小荷物のみを運搬する。
- (ii) ニャベサン村上流部にコース・ウェーを仮設する。

また、基本的に大荷物の運搬は、最乾期には行わず、必要な場合は、十分な水深が得られる時期にフェリーボートを使用する。

(c) 仮設建物

工事実施にあたり、仮設建物をプロジェクトサイト条件を考慮してヌテム川の左岸に建設するよう計画した。仮設建物には請負業者の事務所、宿舍、修理工場、水門・鉄管工場、倉庫、労務宿舍等を含む。仮設建物は建屋面積で約15,000 m²が必要であろう。

(d) 給水設備

工事施工上かつベースキャンプに必要な工事用水および飲料水はヌテム川およびその支流から給水するものとした。給水設備も、またダムサイトおよび発電所サイトの2カ所に分けて計画するものとした。必要水量はダムサイトで約5 m³/min、発電所サイトで約4.5 m³/minであろう。

(e) 工事用電力設備

工事用電力は、ディーゼルエンジン駆動発電機により供給するものとして計画した。ダムサイトでは約1,600 kWの発電容量が工事期間中必要であろう。発電所サイトでは、水路トンネル、水門・鉄管、発電設備等の工事のため、約3,300 kWの発電容量が必要であろう。当然、ベースキャンプへの電力供給も考慮すべきである。工事用電力供給の検討は詳細設計時にその時における系統内の電力供給力を考慮して再検討する必要がある。

(f) 通信設備

プロジェクトサイトの施工条件、立地条件を考慮して、電線ケーブルによる電話設備を工事期間中設置する。電話回線数としては約50回線とし、親局を請負業者の事務所に設置する。

また、SONELドアラ事務所とSONELエボロア事務所とは無線通信設備を設け、交信を可能にすることになる。

(3) 河川転流・仮締切ダム

ダム工事に必要な河川転流を仮締切ダムによる段階的転流方法で計画した。仮締切ダム工事は全体工事工程の中でクリティカル・パスとなる。

一次仮締め切りは、主ダム及び洪水吐の工事の為、左岸ダム取付部近くで行われる。二次仮締め切りは中央の島、三次は右岸ダム取付部近くとなる。

河川流転工は、全体工事を通じて、主要な出来事となる。工事に先立ち、建設機材及び盛立材料、特にロック材は十分に準備する必要がある。各締切り段階毎の盛立土量は一次締切ダム 38,000 m³、二次締切ダム 21,000 m³、三次締切ダム 13,000 m³、合計 72,000 m³である。

転流工は乾期に行なう計画とする。転流工に必要なロック材は採石場より採取するものとした。採石計画は、7.5 mから10 m高ベンチカット工法で、15 m³/分クローラドリル、5.0 m³ホイールローダ、32 トンダンブトラックの組合せで行う。ロック材盛立は、21 トンブルドーザーで撒き出す。ダム上流面の不透水材盛立は、11 トンブルドーザで撒き出すものとする。

(4) 主 ダ ム

ダム工事は、段階的転流工に従い5年間にわたって建設するものとして計画した。ダムは均一アースダムとして計画されており、下記の施工方法により工事を行う。

(a) 基礎掘削

ダム基礎掘削工事は基礎岩盤処理及び盛立工事に先立って行う。土砂・軟岩掘削作業は、32 トンリッパ付ブルドーザ、5.0 m³ホイールローダ、32 トンダンブトラックで行う。岩表面は、人力施工にて処理清掃を行う。

(b) 基礎岩盤処理

基礎岩盤のカーテングラウト(5,400 m)は、ダム軸に沿って行う。カーテングラウト孔に関しては、5.5 kW、11 kWボーリングマシンで穿孔する。セメントグラウトは、中央グラウト混合プラントで製造後、各作業スポットに配置された200 リットル×2 基グラウトミキサーに搬送し、7.5 kW、11 kWグラウトポンプで注入を行う。右岸ダム取付け部の土カブリの厚い所に対して、ダム上流端に対するブランケット工で対応するものとする。

(c) 盛 立

アースフィル盛立工事は、2005年6月から2008年3月までの46カ月間で完了するよう計画した。不透水材(673,000 m³)は、ダムサイト近くの土取り場より採取されることになる。フィルター材及びトランジション材(134,000 m³)は、採石場の岩で砕石プラントより製造する。場合によっては、川砂を混ぜることも考えられる。リブラップ材及びロック材は(76,000 m³)採石場から採取、又は、掘削石より流用するものとした。採石計画では、7.5 mから10 m高ベンチカット工法で、15 m³/分クローラドリル、

5.0 m³ホイールローダ、32トンダンプトラックの組合せで行う。ロック材盛立は、21トンプルドーザで敷均す。

ロックゾーンと不透水材の間には、最大150 mmの碎石トランジションゾーンを計画した。フィルター材及びトランジション材は全て、採石場の岩で100トン/時碎石プラントにより製造する。盛立は、11トンプルドーザで敷均した後10トン振動ローラーで締固める。

リップラップ材は、ダム斜面上で0.6 m³バックホーおよび人力で整形する。リップラップの間隙は小径の岩ツリで充填する。

不透水性盛立材は、土取場から21トンプルドーザ、2.3 m³トラクタショベル、11トンダンプトラックで採取する。盛立材は、11トンプルドーザで敷均した後、13.5トンタンピングローラーで締固める。最終盛立に引続いて、道路舗装工事を開始する。

(5) 洪水吐

洪水吐掘削は、ダム基礎掘削工事と同時に実施するものとした。掘削土のうち岩は仮置場に運搬し、盛立材に流用するものとして計画した。掘削作業は、10 m³/分クローラドリル、32トンリッパー付ブルドーザ、5.0 m³ホイールローダ、32トンダンプトラックで行う。

コンクリート量98,000 m³の打設は、基礎岩盤処理後実施するよう計画した。コンクリート製造は、0.75 m³×2基コンクリートプラントで行う。当プラントは、水路や発電所等のコンクリート工事にも使用する。コンクリート作業は、3.2 m³アジテータトラック、60 m³/時コンクリートポンプ車、1.0 m³コンクリートバケット、30トントラッククレーンで行う。

扇体、戸当り等ゲート設備据付けは、土木工事の進捗に合わせ2006年6月から2006年12月までの7カ月間で行うよう計画した。

(6) 取水口

スクリーン、前庭、ゲート設備を持つ取水口は導水路の直上流に位置している。ここにおいて、明り掘削工事及びコンクリート工事が予定されている。明り掘削工事（644,000 m³）は約10カ月で行う。

掘削及びコンクリート工事は洪水吐の工事と同様の方法で行うものとする。

(7) 導水路

導水路は、底幅15 m、側壁勾配1:2.0の台形断面、長さ約2.5 kmの開水路として計画されている。掘削材の一部はダムの盛立材として流用される。掘削作業は、10m³/分クローラドリル、32トンリッパ付ブルドーザ、5.0m³ホイローダ、32トンドンプトラックで行う。

盛立工事について、特別な注意が必要である。つまり、地盤支持力の劣る湿地の施工において、湿地ブルや地盤改良材（ジオテキスタイル）の使用が必要となる。不透水材は、21トンプルドーザ、2.3m³トラクターシャベル、1トンドンプトラックにより土取り場又は仮置き場より運搬される。盛立材は、11トンプルドーザで敷均した後、13.5トントンピングローラで締固める。

コンクリートライニングは、2006年6月から20カ月間で完了するよう計画した。コンクリートライニングは、側壁スロープのコンクリート履工を行うに当り、スライドフォームが2セット必要になる。各コンクリートライニング速度を、10.5mスライドフォームを使用するとして、月進126mで計画した。コンクリートはコンクリートプラントで製造後、各打設現場まで運搬する。コンクリートプラントは、ヌテム川左岸に0.75m³×2基プラントを準備する。コンクリートは、3.2m³アジテータトラックで現場まで運搬後、6m³空気式ブレーサーで打設する。

(8) ヘッドポンド

ヘッドポンドは、ヌテム峡谷沿いの沢に小さなダム（ベンストック取水ダム）を設けることによって作り出される。この人工の池は、取水口よりの流入が無くても、約10分間、発電所へ最大使用水量を送るだけの容量を持つ、又、浮遊砂による水車の磨耗を防ぐ為の沈砂池の機能を持つ。従って、池の容量を増やす目的で、池の底及び周囲は採石場として開発されることを推奨する。点検道路が池の周囲を巡る。掘削作業は、10m³/分クローラドリル、32トンリッパ付ブルドーザ、5.0m³ホイローダ、32トンドンプトラックで行う。

(9) ベンストック取水ダム

ベンストック取水ダムは、両アバットメントのアースフィルダムと中央部のコンクリート構造取口から成る複合ダムとして設計されている。基礎掘削、基礎岩盤処理、盛立工事及びコンクリート工事は、本ダム及び洪水吐工事の方法に従う。

コンクリート工事は、取水ゲート据取付け開始前には完了するよう計画した。扇体、戸当り、トラッシュラック、ホイスト等取水ゲート設備は、請負業者の製作工場にて、部分的に組立てる。その部分完成品を現地搬入後、サイト仮工場より据付け箇所まで20トント

レーラーにて運搬し、30トントラッククレーンにて据付ける。

(10) 鉄管路

鉄管路立坑（4条）は、内径6.0 m、高さ52 mで、ペンストック取水ダム直下流に位置している。立坑掘削は、2006年4月より2007年2月までの11カ月間で行うよう計画した。立坑掘削に先立ち、アクセスサージ・トンネルの掘削完了し、このトンネルより分岐した作業坑を立坑の直下に導く。

断面2 m×2 mの導坑を立坑下部よりレーズクライマー機で切上がり掘削し、導坑掘削完了後下方に切抜け掘削を行う。導坑削孔には、2.7 m³ストーパドリルを用い、立坑全断面の切抜げを7 m³/分クローラドリル、2.4 m³/分ジャックハンマーで行う。爆破後のヅリは、0.4 m³トラクターショベルで導坑内に集積投入し、作業坑内で0.4 m³ヅリ積機、8トンダンブトラックで行う。

水圧鉄管据付けは6カ月で完了するよう計画した。水門・鉄管工事の開始前に、2カ月間の準備、段取り期間が必要である。

鉄管の回りの埋戻しコンクリートは、鉄管の据付け作業と平行作業で下部水平トンネル部分から上方に打設する。コンクリートは、立坑上部へ3 m³アジテータで搬入後、1 m³コンクリートバケットに積換え、200 kWウインチで立坑内におろして打設する。下部水平トンネル、鉄管分岐部、分岐鉄管等のコンクリート打設は、コンクリートをアクセストンネルより3.2 m³アジテータトラックで運搬後4.5 m³/時コンクリートポンプで打設する。

(11) 発電所

発電所は、50MWフランス式タービンおよび56MVA発電機4台を収容する長さ120 m、幅32 m、高さ60 mの半地下式の鉄筋コンクリート構造物である。発電所工事はアクセルトンネル、発電所、ゲートシャフトおよび屋外開閉所を含み、下記の施工方法により工事を行う。

(a) アクセスサージ・トンネル

幅7 m、高さ6 mのアクセスサージ・トンネルは、発電所近くで二つに分岐する。一つは、発電所の下部へ、他はドラフトトンネル直下流へ導かれる。発電所へのアクセス・トンネルは工事用の作業坑として使われ、工事完了後閉塞される。一方、ドラフトトンネル直下流へのトンネルは、工事用の作業坑として使われて、工事完了後はサージ・タンク（サージ・トンネル）として使われる。発電所へのアクセス・トンネルより更

に分岐し、鉄管路立坑直下流へ作業坑が計画される。

アクセスサージ・トンネルは、地下発電所関連構造物の施工工程に合わせて、2005年、2006年にわたって建設するものとした。アクセストンネル掘削工事は全断面掘削工法で、かつダンプトラックによるツリ出し工法とした。掘進速度を月進90mで計画した。掘削作業は、トラック搭載7ブームドリルジャンボ、0.6m³サイドバケットツリ積機、8トンダンプトラックにより行う。

(b) 半地下式発電所

発電所構造物は、2009年6月の湛水開始までに完了するよう計画した。第一段階工事は、ピット掘削である。第二段階工事としては、基礎構造物コンクリート、ドラフトチューブ据付けおよびその二次コンクリート、建築工事、天井クレーン、ケーシングおよびその二次コンクリート、タービン、発電機等である。

発電所掘削は2006年4月より2007年8月までの17カ月間で、基礎構造物コンクリート工事開始前に完了するよう計画した。ピット掘削は盤下によって行う。

地上近くの掘削（約10mの深さまで）は普通の明り掘削と同様の方法を採用する。発電所側壁掘削後、直ちにコンクリート吹付け、ロックボルト又はPCアンカー等により壁面の安定を保つ。一方、断面2m×2mの導坑（立坑）を発電所下部の作業坑よりレーズクライマ機で切り上がり掘削し、盤下げ時のツリ出しに使う。

発電所上部の掘削完了後、側壁面にプレスプリット工法で自由面を確保してから、ピット本体を盤下げ発破で順次掘削する。盤下げは、1.5mベンチ高で、10m³/分クローラドリル、21トンリッパ付ブルドーザ、0.6m³バックホー、1.4m³サイドバケットトラックタショベル、8トンダンプトラックの組合せで行う。各盤下げ発破後、側壁面にはコンクリート吹付け、ロックボルト、又はPC鋼棒等を継続して行う。盤下げにともなう掘削ツリは導坑（立坑）より落とし、作業坑及びアクセスサージ・トンネルより搬出する。

基本構造物コンクリート作業は、3.2m³アジテータトラック、60m³/時コンクリートポンプ車、1m³コンクリートバケット、30トントラッククレーンで行う。コンクリート運搬は、搬入トンネル、又は、ピット上部より行う。

基礎構造物コンクリート、ドラフトチューブ据付け、その後コンクリート構造物、ド

ラフトチューブ回りの二次コンクリート等の工事完了後、ケーシング、タービン、発電機等の据付け工事工程を考慮して、天井クレーンを2008年6月に準備するように計画した。発電所の建築仕上げ工事、給水、給電、換気設備等工事は、タービン、発電機の据付け工事と併行して行う。

(c) ゲートシャフト

地下発電所と放水路サージタンクの間、高さ60m、内空7.0×1.5m長さ25mのゲートシャフトを計画した。ゲートシャフトの掘削は、2007年8月から2カ月間で完了するよう計画した。一方、コンクリート工事は、2007年12月から3カ月間にわたって行う。掘削作業は、水圧鉄管立坑と同様に、断面2m×2mの導坑をドラフト・トンネルよりレーズクライマー機で切上がり掘削し、導坑掘削完了後切り上げ掘削を行う。立坑掘削ツリは、ドラフト・トンネル及びサージトンネルを使って坑外へ搬出する。コンクリートは、3.2m³アジテータトラックで立坑上部へ運搬後、45m³/時コンクリートポンプで打設する。

(12) 放水路トンネル

放水路トンネルは、内径9.0m、延長1,450mのコンクリートライニングトンネルである。トンネル掘削工事は、2006年7月から2007年12月までの約1.5年間で完了するよう計画した。トンネル掘削は全断面掘削工法とし、ツリ出し作業はタイヤ工法で行う。掘削作業にあたっては、上流のサージ・トンネルよりの片押し掘削とした。各切羽での掘進速度を月進90mとして計画した。掘削作業は、7ブームドリルジャンボで行う。掘削ツリの坑外搬出は、1.2m³トラクタショベル、8トンダンプトラックにより行う。

コンクリートライニングは、2007年5月から2008年3月までの11カ月間で完了するよう計画した。コンクリートライニングは、全断面コンクリート覆工で行い、ニードルピームタイプスライドセントル1セットを準備する。コンクリートライニング速度を、10.5mスライドセントルを使用するとして、月進126mで計画した。コンクリートはコンクリートプラントで製造後、各坑口まで運搬する。コンクリートライニング作業は、3.2m³アジテータトラックで坑口まで運搬後、6m³空気式プレーサーで打設する。

各工区のコンクリートライニング作業完了後、裏込めグラウト工事を継続して行う。裏込めグラウト注入は、11kWグラウトポンプで行う。グラウト孔の削孔は、2.7m³/分レッグドリル、5.5kWボーリングマシーンで、注入工事は200リットル×2基グラウトミキサー、7.5kWグラウトポンプの組合せで行う。

(13) 放水口

放水路トンネルの出口に、標高334 mの堰を持った門型/ゲート構造物を設ける。この堰は、許容の吸出高を確保するため、又洪水時、土砂がトンネル内に入り込むことを防ぐ目的で作られる。

工事中の仮排水計画はこの仕事において大変重要である。放水口の川筋に沿って堤頂EL. 343 mの仮締切り堤防を掘削によって作り出す。掘削及びコンクリート工事は、洪水吐の施工方法と同じとする。

7.1.3 工事工程

(1) プロジェクトの実施工程

発電所の運転開始時期を2009年10月初旬として工事実施工程を計画した。プロジェクトの本体工事は、2004年10月に着工してから2009年9月に完了するとして、建設工事実施期間を5.0年間とした。以下に示すように、本プロジェクトの工事実施期間は、フィージビリティ・スタディ完了後、15年間として計画した。プロジェクト資金の調達を、詳細設計および建設工事実施段階の2回に分けて行う必要がある。その資金調達に関しては、SONELが担当するものとした。プロジェクトの工事実施にあたっては、次の工事完了期日を目標として、工事工程を計画した。

(a) プロジェクト資金の調達 (詳細設計)	:1994年1月から1998年12月までの4ヶ年
(b) コンサルタント契約 (詳細設計)	:1999年1月から1999年6月までの6ヶ月
(c) 詳細設計および契約書類の作成	:1999年7月から2001年6月までの24ヶ月
(d) プロジェクト資金の調達 (建設工事)	:2001年7月から2003年6月までの24ヶ月
(e) コンサルタント契約 (工事監理)	:2003年7月から2004年3月までの9ヶ月
(f) 入札および工事契約	:2004年4月から2004年9月までの6ヶ月
(g) 建設工事	:2004年10月から2009年9月までの5ヶ年
(h) 発電所運転開始	:2009年10月初旬

図7.2にプロジェクト実施工程を示す。

(2) 工事工程

全体工事工程を図7.3に示す。プロジェクトの工事実施に必要な土地収用は、工事着工前にSONELにより実施されるものとした。各施工年次の主要工事を下記する。

一年次

- (a) 土木工事の工事契約
- (b) 建設資機材の搬入および仮設備の準備
- (c) ベースキャンプおよび取付道路

二年次

- (a) 水門・鉄管工事及び送電線、変電設備の工事契約
- (b) ベースキャンプ、取り付道路
- (c) 一次の河川転流工（仮締切ダム）
- (d) 主ダムの基礎掘削、グラウト、盛立
- (e) 洪水吐の基礎掘削、グラウト、コンクリート
- (f) 取水口の基礎掘削、コンクリート
- (g) ヘッド・ポントの掘削
- (h) アクセス/サージ・トンネルの掘削
- (i) 放水口の明り掘削

三年次

- (a) 主ダムの基礎掘削、グラウト、盛立
- (b) 洪水吐及び取水口の基礎掘削、コンクリート
- (c) 導水路の基礎掘削
- (d) ヘッド・ポンド及びベンストック取水ダムの掘削
- (e) 水圧鉄管立坑の掘削
- (f) 発電所の掘削
- (g) アクセス/サージ・トンネルの掘削
- (h) ドラフト・トンネルの掘削
- (i) 放水口及び放水路トンネルの掘削
- (j) 洪水吐及び取水口の水門等の据付

四年次

- (a) 発電設備工事の工事契約
- (b) 二次の河川転流工（仮締切ダム）
- (c) 主ダムの基礎掘削、グラウト、盛立
- (d) 導水路の掘削、盛立、コンクリート・ライニング
- (e) ヘッド・ポントの掘削
- (f) ベンストック取水ダムの基礎掘削、盛立、コンクリート
- (g) ベンストック取水ダムの水門等の据付

- (h) 水圧鉄管の据付及び埋戻しコンクリート
- (i) 発電所の掘削、コンクリート
- (j) ドラフト・トンネル及びアクセスサージ・トンネルのコンクリート・ライニング
- (k) 放水路トンネルの掘削、コンクリート・ライニング

五年次

- (a) 三次の河川転流工（仮締切ダム）
- (b) 主ダムの基礎掘削、グラウト、盛立
- (c) 洪水吐の基礎掘削、グラウト、コンクリート
- (d) 導水路のコンクリート・ライニング
- (e) ヘッド・ボンドの掘削
- (f) 発電所のコンクリート
- (g) 建築工事
- (h) 放水路トンネルのコンクリート・ライニング
- (i) 放水口のコンクリート
- (j) 開閉所の基礎掘削、コンクリート
- (k) 発電機器据付
- (l) 送電線の土木・鉄塔工事

六年次

- (a) 仮締切ダムの撤去、湛水開始
- (b) 発電機据付
- (c) 送電線、変電所設備工事
- (d) 発電所コンクリート工事
- (e) 建築工事
- (f) 作業杭の閉閉塞
- (g) 建設資機材の搬出

7.2 工事費の算定

7.2.1 序 章

本プロジェクトの工事費を、発電水力施設の基本設計、工事施工計画および工事工程に

基づいて積算した。各工種の単価は、現地情勢、施工機械、資材、施工方法、類似プロジェクト例等を考慮して、算定した。

工事費の外貨分および内貨分を、各々米ドルおよびカメルーンフランで算定し、その後カメルーンフランに換算した。工事費の積算は、以下の前提条件により行った。

- (a) 基準価格 : 労務費、資材費および機械費の基準価格は、1993年6月の価格とした。
- (b) 為替交換比率 : 為替交換比率は、 $US\$1 = F.CFA270.6 = 106.7$ 円とした。
- (c) 工事数量 : 工事数量および項目を表7.6 工事費内訳に示す。工事数量を基本設計に基づいて算定した。

本プロジェクトは、国際競争入札により選定された請負業者によって実施されるものとして、上記工事費を算定した。

工事費のうち、直接工事費（請負工事費）は仮設工事費、土木工事費、水門・鉄管工事費、発電設備工事費、および送電線・変電設備工事費から構成されている。一方、間接工事費には、用地費、実施機関の工事経費、技術管理費および予備費を含む。

7.2.2 仮設工事費

仮設工事費には、工事保険、仮設建物、給水設備、給電設備、通信設備、医療設備、医者・看護婦等経費、内陸輸送費、試験機器、工事用道路等を含む。仮設工事費は土木工事費の20%として算定した。但し、この費用の中には後述の土地収用費が含まれている。

7.2.3 土木工事費

土木工事費は、カメルーンの土木事業者や資機材納入業者より入手した土木価格（労務費、建設資材費、機械費、請負業者の間接経費）をベースとする。一方、既に開発されたプロジェクトのコスト及び計画中の工事単価を現地貨換算して設定した。

(1) 労務費

労務費は、1日8時間労働の賃金である。労務費は、ヤウンデ市、ドアラ市での調査よ

り算定した。労働賃金を表 7.1 に示す。

(2) 建設資材

建設資材はケニヤ国内の市場より調達するものとした。資材費は、ヤウンデ市、ドアラ市での調査より算定したが、積算では外貨分および内貨分に分けている。内貨分には、基準価格、内陸輸送費、関税および付加価値税を含む。資材費はプロジェクトサイト着の価格とした。カメルーン国内市場で調達不可能の資材については、関税および税金を除いた価格とした。建設資材費を表 7.2 に示す。

(3) 機械費

機械費算定に当たっては、建設機械が請負業社持ちの機械であることを前提とした。機械の基準価格は、1990年11月の日本価格をベースとして、ドアラ CIF 価格とした。関税および税金は、機械費から除外した。機械費のうち、償却費、スペアパーツおよび消耗資材等整備修理費を外貨分で算定した。一方、整備修理費のうちの整備工事の人件費、維持管理費を内貨分で算定した。

(4) 請負業者の間接経費

請負業者の管理費および利益に関しては、各工種の単価に割りふった。間接経費率を、労務費、資材費および機械費等直接工事費分の総計に対し 25 % として算定した。

(5) 単価

本土木工事で適用した単価は、前述条件を踏まえて算定した。各単価を表 7.6 建設費の内訳に示す。

(6) 土木工事の工事項目

- ・ 河川転流 (仮締切ダム)
- ・ 主ダム
- ・ 洪水吐
- ・ 河川放流設備
- ・ 水路 (取水口、導水路、ヘッド・ポンド、ペンストック取水口、水圧鉄管路、ドラフト・トンネル、アクセス/マージ・トンネル、放水路トンネル、放水口)
- ・ 発電所 (アクセストンネル、半地下式発電所、ゲートシャフト、開閉所)
- ・ 建築工事

- ・ 取付道路
- ・ ベースキャンプ

7.2.4 水門・鉄管工事費

水門・鉄管工事費は、最近の工事入札価格に基づいて算定した。基準価格をドアラ CIF 価格とし、関税および税金を除外した。外貨分には、本体価格、海上運賃および貨物海上保険を含めた。ドアラ港での貨物荷卸費用、港湾使用料、内陸運送費を内貨分にて算定した。据付け工事費は、外貨分および内貨分に分けて算定した。水門・鉄管工事費を、下記工事項目について算定した。

- ・ 洪水吐ゲート
- ・ 排砂ゲート
- ・ 取水口トラッシュラック
- ・ 取水ゲート
- ・ 排砂バルブ
- ・ ペンストック取水口トラッシュラック
- ・ ペンストック取水口ゲート
- ・ 水圧鉄管
- ・ ドラフト・チューブゲート
- ・ 放水口ゲート

7.2.5 発電設備工事費

発電設備工事費は、最近の工事入札価格に基づいて算定した。基準価格をドアラ CIF 価格とし、関税および税金を除外した。外貨分には、本体機器価格、海上運賃および貨物海上保険を含めた。ドアラ港での貨物荷卸費用、港湾使用料、内陸運送費を内貨分にて算定した。据付け工事費は、外貨分および内貨分に分けて算定した。発電設備工事費を、下記工事項目について算定した。

項目	数量	外貨分 (百万US\$)	内貨分 (百万F. CFA)
水車	4	24.53	692.43
発電機器	4	20.40	289.18
変圧器	L.S.	6.75	95.51
開閉機器および制御装置	L.S.	11.31	159.18
補機類	L.S.	1.60	23.88
雑資機材	L.S.	4.01	55.71
送電線保護装置、その他	2	2.24	31.84
計		70.83	1,347.73

7.2.6 送電線及び変電設備等工事費

送電線工事、変電設備等に係る鉄塔、電線、変電機器等の基準価格をドアラ CIF 価格とした。送電線工事費には、サイトの伐開、土木工事および基礎工事等の費用を含む。その他の積算条件は、外貨・内貨分に関しても、前述発電設備工事費の場合と同様である。送電線および変電設備等工事費を、下記工事項目について算定した。

項目	数量	外貨分 (百万US\$)	内貨分 (百万F. CFA)
— 送電線工事 ヤウンデーエボローア—Nybessan	L.S.	24.14	5,553.3
— 変電設備工事 オヨマバン(ヤウンデー)変電所	L.S.	3.39	106.1
計		27.53	5,659.4

7.2.7 土地収用費/補償費

工事実施に必要な土地収用は、工事実施スケジュールに従って、工事着工前にSONELによって実施されるものとした。土地収用に要する用地費には、湛水エリアおよび建設用地、送電線ルートでの必要な用地および取付道路等の用地費を含む。

補償費及び移転費は以下の仮定及び基準に基づいて算定した。

- (a) 公共事業の際の土地収用に対しては、金銭による支払は不要。
- (b) 農作物の補償単価は、表7.4に示す農業省の公報に準じて行われる。但し、年5%の物価上昇を見込み、1993年時点のコストに直した。
- (c) 農耕地がダム完成に伴う貯水池によって水没する場合、次の補償が考えられる。
 - － 近隣に新しい代替地を支給する
 - － 新しい土地での農業が軌道に乗るまでの5年の期間、旧来の土地より得られる農業収益減に対する補償を行う。
- (d) 住民移転の場合、次の補償が考えられる。
 - － 移転先での住居建設
 - － 移転に伴う不便/不自由に対する補償
 - － 道路、井戸、墓、教会等の基盤構造物の建設

表7.3に補償費算定に用いた単価表を示す。これに基づいて求めた土地収用費及び補償費は約F.CFA10億となる(参照、表7.5)。

7.2.8 実施機関の工事経費

当該プロジェクトの実施機関の工事経費は、直接工事費(請負工事費)の1.0%として算定した。本工事経費は、内貨分に計上されている。

7.2.9 技術管理費

詳細設計および契約書類の作成に関する技術管理費及び、工事監理段階の技術管理費を、直接工事費(請負工事費)の10%として算定した。

7.2.10 予備費

予備費は、工事に対する予備費と物価上昇による予備費から成る。工事予備費は、直接工事費、実施機関の工事経費および技術管理費についての直接建設費の20%として算定した。

7.2.11 工 事 費

本プロジェクトの工事費総額は物価上昇を考慮しない場合F. CFA1,127億 (US\$416百万)である。外貨及び内貨の割合は、外貨82.8%に対して、内貨17.2%となる。物価上昇予備費は、外貨分に対し2%、内貨分に対し7%の物価上昇率を想定して算出した。

工事費総括を次表にとりまとめた。工事費およびその詳細を表7.1に示す。

	外貨分 (百万F.CFA)	内 貨 (百万F.CFA)	計 (百万F.CFA)
1. 仮設工事費/土地収用費	5,057.6	2,167.5	7,225.1
2. 土木工事費	30,546.1	5,579.2	36,125.3
3. 水門、鉄管工事費	7,132.0	536.8	7,668.8
4. 発電設備、送電線及び 変電設備工事費	26,615.0	7,010.0	33,625.0
5. 技術管理費	8,864.4	0	8,464.4
6. 実施機関の工事経費	0	846.4	846.4
7. 建設予備費	15,563.0	3,228.0	18,791.0
建設費計 (1993年価値)	93,378.1 (82.8%)	19,367.9 (17.2%)	112,746.0 (100%)
8. 物価上昇予備費	28,405.2	20,180.8	48,586.0
総 計	121,783.3	39,548.7	161,332.0

注) 物価上昇予備費は2009年完成を仮定し、算出 (外見上、やや高額な数値となっている)。

表 7.1 労働賃金

(UNIT: FCFA)

LABOUR TRADE	GRADE	SALARY/WAGE		REMARKS
		Monthly	Daily	
Unskilled Labour	1A	45,000	2,100	
	2A	56,000	2,600	
Concrete Worker	4D	105,000	4,800	
	5A	114,000	5,200	
Form Worker/Carpenter	4D	105,000	4,800	
	4F	120,000	5,500	
Steel Worker	4E	110,000	5,000	Re-bars
Mechanic	6E	150,000	6,800	Equipment repair
Equipment Operator		180,000	8,200	Heavy equipment
Truck Driver		160,000	7,300	Dump truck
Tunnel Worker		210,000	9,500	Tunnel excavation
Civil Works Foreman		250,000	11,400	
Engineers		500,000	-	
Surveyors		260,000	11,600	
Technicians		250,000	11,400	

Source : Construction Companies in Yaounde, September 1993

Notes : (1) Basic work hour: 10 hrs/day or 220 hrs/month

(2) Outstation allowance:

- Short term (2-3 months) : 3,000F/day (Grade 1-6)
6,500F/day (Grade 6 over)

- Long term : 25% of salary rate

- No allowance in case of provision of accommodation

(3) Social insurance (CMPS), training tax and other charges: 40% of salaries

表 7.2 主要建設材料費

Item	Manufacture	Unit	Price (FCFA)	Remarks
Cement, Ordinary	CIMENCAM	ton	48,000	Yaounde
			34,000	Douala at factory
Reinforcement Bar	SOLADO	ton	170,000	Yaounde
Structural Steel:				
- Channe 200x100x6	SOLADO	6m	50,000	
- Angle 40x40x4	"	6m	8,000	
- Sheet 20x400x0.4	"	m ²	200,000	
Wood Planks				
- Hard	Domestic	m ³	67,000	Coren at Yaounde
- Soft	"	m ³	67,000	"
Explosives				
- Soft (Sigmaguel)	BROCETTE	kg ¹	2,890	
- Hard (Gomune)	"	kg	2,590	
- Nitrate	"	kg	300	
- Cord (Cordeur)	"	kg	430	
- Detonator	"	kg	650	
Concrete Admixture	-	-	-	No use
Fuel, Gasoline	Domestic	Litre	190	
Fuel, Diesel Fuel	"	Litre	163	
Lubricants, Melange	"	Litre	220	

Source : Dragage Construction Company in Yaounde, September 1992.

Note : Commission for 5% will be charged in case of import of cement and steels (pay to CIMENCAM/SOLADO)

表 7.3 土地収用及び補償費単価

Item	Unit	Price(FCFA)	Remarks
Damsite/Reservoir Area:			
(a) Compensation for destruction of plantation	ha	1,800,000*1	Compensation for crops currently growing
(b) Clearing of substitute land	ha	700,000	Supply of new land for resettled family (1.0 ha)
(c) Compensation/re-construction of houses	family	1,000,000*2	Supply of new house for resettled family
(d) Compensation for resettlement	family	500,000*3	Compensation for inconvenience due to resettlement
(e) Compensation for crop maturing period	family	2,300,000*4	For perennial crops, 5 years until maturity
(f) Cost for infrastructures for resettled area	LS	100% of (b)+(c)	Road and other public facilities
<u>Access Road</u>			
(a) Compensation for plantation	ha	720,000*5	For land lost due to road enlargement
(b) Compensation for infrastructures	LS	20% of (a)	Relocation of public facilities (eg. electricity)

表 7.4 農地補償費單價
(1985 PRICE)

Item	Unit Price		Remarks
	Young	Matured	
1. Annual Crops			
Oily: groundnuts, voandzou, soja, beans, etc.	30F/m ²	50F/m ²	
Cereals: maize, millet, so-gho, rice, etc.	30F/m ²	50F/m ²	
Fruits: Plantain	350F/stem	600F/stem	
Banana	200F/stem	350F/stem	
Pineapple	100F/head	180F/Read	6.5 - 11.7 Mill. F/ha
Tubers: yam, cocoyam, colocasia, potatoes	50F/stem	80F/stem	600,000-960,000F/ha
Garden crops	1,500F/m ²	1,500F/m ²	
Cotton tree	30F/m ²	50F/m ²	
Tobacco	30F/m ²	50F/m ²	
Sugar cane	25F/stick	40F/stick	
2. Long-life Crops			
(1) Fruit trees:			
Citrus: lime, orange, grape, mandarine	1,250F/stem	3,500F/stem	320,000-880,000F/ha
Mango, Pear	1,250F/stem	3,500F/stem	320,000-880,000F/ha
Pawrow	150F/stem	560F/stem	
Kolanut and Plum	1,250F/stem	3,500F/stem	
Other fruit trees	575F/stem	1,720F/stem	
Cocoa and coffee:	600F/stem	-	960,000F/ha
5 year's under	-	1,800F/stem	2,880,000F/ha
5-15 years	-	1,500F/stem	2,400,000F/ha
15-25 years	-	1,200F/stem	1,920,000F/ha
25 years over	-	-	-
Palm oil and coconuts:	-	575F/stem	81,000F/ha
8 years under	-	1,150F/stem	180,000F/ha
8-15 years	-	2,000F/stem	300,000F/ha
15-25 years	-	1,725F/stem	260,000F/ha
25 years over	-	500F/stem	-
Raffia palm tree	300F/stem	850F/stem	180,000-510,000ha
Rubber tree	120F/stem	160F/stem	
Tea			
(3) Medicinal Plants	75F	200F	800,000-
Quinguina	600F	1,200F	2,200,000F/ha
Voa canga	500F	1,000F	
Pigeum and yohimbe	500F	1,000F	
(4) Shed trees			
(5) Other cultivated trees	1,000F/stem	-	
5 years under	-	2,000F/stem	
5 years over			

Note: Number of trees per ha (for selected crops):

Tubers	12,000	Citrus	250
Mango	250	Pear	150
Palm oil	150	Coconut	150
Cacao/Coffee	1,600	Rubber	600
Quinquina	10,600	Pineapple	65,000

Source: Arrete No. 58/MINAGRI, Ministry of Agriculture, March 1985

表 7.5 土地収用及び補償費

Item	Unit	Qty	Unit Price (mill. F.CFA)	Amount (mill. F.CFA)	Remark
1. Socio-sanitary prevention measure	L.S			18.5	Refer to Appendix V
2. Compensation for land and houses	L.S			90.1	-do-
3. Re-establishment of public infrastructure	L.S			18.2	-do-
4. Resettlement	L.S			3.0	-do-
5. Transmission Line					
5.1 Right-of-way for T/L	ha	1,136	0.70	795.2	
5.2 Land for tower position	ha	29.2	1.80	52.6	
6. Access road					
6.1 New road (4.0km)	ha	6.0	0.72	4.3	
6.2 Enlargement (30km)	ha	30.0	0.72	21.6	
6.3 Compensation for infrastructure	L.S			5.2	20% of 6.1+6.2
				1,008.7	

表 7.6 專業費內訳 (1/2)

Work Descriptions	Qty Unit	Unit Price (FCFA)	Quantity	Foreign Currency		Local Currency		Total Amount (Mill. FCFA)	Total Amount (Mill. US\$)
				Unit Price (FCFA)	Amount (Mill. FCFA)	Unit Price (FCFA)	Amount (Mill. FCFA)		
I Preparatory Works (20% of II)					6,657.6		2,167.6	7,225.1	26.700
II Civil Works					30,646.1		5,679.2	36,125.2	133.500
1. River Diversion					182.0		40.0	222.0	0.820
Coffering & coffer removal	m3	3,100	71,800	2,542	182.0	558	40.0	222.0	0.820
2. Main Dam					2,161.2		442.8	2,604.0	9.623
Common excavation	m3	1,100	282,400	935	245.3	165	43.3	288.6	1.067
Riprap	m3	2,500	75,900	2,050	155.6	450	34.2	189.8	0.701
Transition	m3	4,200	49,300	3,444	169.8	756	37.3	207.1	0.765
Filter	m3	4,200	84,800	3,444	292.1	756	64.1	356.2	1.318
Impervious	m3	2,000	673,200	1,640	1,104.0	360	242.4	1,346.4	4.976
Foundation treatment	m	40,000	5,400	36,000	194.4	4,000	21.6	216.0	0.798
3. Spillway					5,449.3		1,036.4	6,485.7	23.968
Common Excavation	m3	1,100	5,800	935	5.4	165	1.0	6.4	0.024
Rock Excavation	m3	3,500	17,400	3,010	52.4	490	8.5	60.9	0.225
Concrete	m3	71,000	90,400	59,640	5,391.5	11,360	1,026.9	6,418.4	23.719
4. Intake					3,183.8		589.0	3,772.8	13.942
Common Excavation	m3	1,100	515,000	935	481.5	165	85.0	566.5	2.093
Rock Excavation	m3	3,500	129,000	3,010	368.3	490	63.2	431.5	1.609
Concrete	m3	71,000	38,800	59,640	2,314.0	11,360	440.8	2,754.8	10.180
5. Headrace Channel					4,224.1		779.0	5,003.1	18.489
Common excavation	m3	1,100	767,000	935	717.1	165	126.6	843.7	3.118
Rock excavation	m3	3,500	426,000	3,010	1,282.3	490	208.7	1,491.0	5.510
Riprap	m3	2,500	28,000	2,050	57.4	450	12.6	70.0	0.259
Transition	m3	4,200	63,000	3,444	182.5	756	40.1	222.6	0.823
Soil embankment	m3	2,000	272,000	1,640	448.1	360	97.9	546.0	2.010
Concrete	m3	71,000	25,800	59,640	1,538.7	11,360	293.1	1,831.8	6.769
6. Headpond Dam					470.9		93.2	564.1	2.085
Common excavation	m3	1,100	97,000	935	90.7	165	16.0	106.7	0.394
Riprap	m3	2,500	15,810	2,050	32.4	450	7.1	39.5	0.148
Transition	m3	4,200	6,200	3,444	21.4	756	4.7	26.0	0.098
Filter	m3	4,200	21,400	3,444	73.7	756	16.2	89.9	0.332
Impervious	m3	2,000	119,000	1,640	195.2	360	42.8	238.0	0.880
Foundation treatment	m	40,000	1,600	36,000	57.6	4,000	6.4	64.0	0.237
7. Penstock Intake					2,589.7		489.8	3,079.5	11.380
Common excavation	m3	1,100	45,000	935	42.1	165	7.4	49.5	0.183
Rock excavation	m3	3,500	34,000	3,010	102.3	490	16.7	119.0	0.440
Concrete	m3	71,000	41,000	59,640	2,445.2	11,360	485.8	2,931.0	10.758
8. Penstocks					319.1		52.7	371.8	1.374
Common excavation	m3	1,100	6,500	935	6.1	165	1.1	7.2	0.026
Tunnel excavation	m3	7,000	14,600	6,160	69.9	840	12.3	102.2	0.378
Tunnel concrete	m3	75,000	3,500	63,750	223.1	11,250	39.4	262.5	0.970
9. Power Station					4,280.2		759.8	5,040.1	18.625
Common excavation	m3	1,100	38,000	935	33.7	165	5.9	39.6	0.146
Rock excavation	m3	3,500	6,700	3,010	20.2	490	3.3	23.5	0.087
Shaft excavation	m3	6,000	190,500	5,280	1,005.6	720	137.2	1,142.8	4.224
Concrete	m3	71,000	54,000	59,640	3,220.6	11,360	613.4	3,834.0	14.169
10. Surge Tunnel / Chamber					987.1		173.4	1,160.5	4.289
Common excavation	m3	1,100	3,000	935	2.8	165	0.5	3.3	0.012
Shaft excavation	m3	7,000	43,600	6,160	268.6	840	36.6	305.2	1.128
Concrete	m3	71,000	12,000	59,640	715.7	11,360	136.3	852.0	3.149
11. Tailrace Tunnels					5,073.8		830.2	5,904.0	21.818
Tunnel excavation	m3	7,000	264,000	6,160	1,626.2	840	221.8	1,848.0	6.829
Tunnel concrete	m3	78,000	52,000	66,300	3,447.6	11,700	608.4	4,056.0	14.989
12. Tailrace Outlet					1,624.7		292.7	1,917.4	7.066
Common excavation	m3	1,100	80,400	935	75.2	165	13.3	88.4	0.327
Rock excavation	m3	3,500	187,600	3,010	584.7	490	91.9	676.6	2.426
Soil embankment	m3	2,000	4,000	1,700	6.8	300	1.2	8.0	0.030
Concrete	m3	71,000	18,400	59,640	978.1	11,360	186.3	1,164.4	4.303

表 7.6 事業費内訳 (2/2)

Work Descriptions	Qty Unit	Unit Price (FCFA)	Quantity	Foreign Currency		Local Currency		Total Amount (Mill. FCFA)	Total Amount (Mill. US\$)
				Unit Price (FCFA)	Amount (Mill. FCFA)	Unit Price (FCFA)	Amount (Mill. FCFA)		
III Hydro-mechanical Equipment					7,132.0		636.8	7,668.8	28.340
1. Spillway					1,724.2		129.8	1,854.0	6.851
Spillway Gates	ton	2,400,000	471	2,232,000	1,051.3	168,000	79.1	1,130.4	4.177
Sand Sluice Gate	ton	2,400,000	146	2,232,000	325.9	168,000	24.5	350.4	1.295
Stoplogs	ton	2,400,000	154	2,232,000	343.7	168,000	25.9	369.6	1.388
Monorail Crane	kg	2,510	1,355	2,335	3.2	175	0.2	3.4	0.013
2. Intake					1,558.4		117.3	1,675.8	6.193
Trash Racks	ton	1,600,000	116	1,674,000	184.2	126,000	14.6	208.8	0.772
Intake Gates	ton	3,000,000	334	2,790,000	931.9	210,000	70.1	1,002.0	3.703
Rakes		L.S.			116.2		8.8	125.0	0.462
Stoplogs	ton	2,400,000	0	2,232,000	0.0	168,000	0.0	0.0	0.000
Desilting System	ton	5,000,000	68	4,650,000	316.2	350,000	23.8	340.0	1.256
3. Penstock Intake					1,558.4		117.3	1,675.8	6.193
Trash Racks	ton	1,600,000	116	1,674,000	184.2	126,000	14.6	208.8	0.772
Intake Gates	ton	3,000,000	334	2,790,000	931.9	210,000	70.1	1,002.0	3.703
Rakes		L.S.			116.2		8.8	125.0	0.462
Stoplogs	ton	2,400,000	0	2,232,000	0.0	168,000	0.0	0.0	0.000
Desilting System	ton	5,000,000	68	4,650,000	316.2	350,000	23.8	340.0	1.256
4. Penstock					1,424.4		107.2	1,531.6	5.660
Penstock	ton	1,400,000	1,084	1,302,000	1,424.4	88,000	107.2	1,531.6	5.660
5. Powerhouse					273.4		20.6	294.0	1.086
Draft Gates	ton	3,000,000	98	2,790,000	273.4	210,000	20.6	294.0	1.086
6. Tailrace					593.2		44.8	637.8	2.357
Outlet Gates	ton	3,000,000	139	2,790,000	387.8	210,000	29.2	417.0	1.541
Stoplogs	ton	2,400,000	92	2,232,000	205.3	168,000	15.5	220.8	0.816
IV Electro-mechanical Equipment					26,615.0		7,010.0	33,625.0	124.261
1. Generating equipment	unit	L.S.			19,150.0		1,350.0	20,500.0	75.758
2. Transmission line system	m	42,400	285,000		7,465.0		5,660.0	13,125.0	48.503
V Engineering Services (10% of I + II + III + IV)					8,464.4		0.0	8,464.4	31.280
VI General Expenses (1% of I + II + III + IV)					0.0		846.4	846.4	3.128
VII Contingencies (20 % of I + II + III + IV + V + VI)					15,563.0		3,228.0	18,791.0	69.442
Grand Total					93,378.0		19,368.0	112,746.0	416.652
Installed Capacity (MW)								4 x 50.3	
Annual Energy Production (GWh/yr)								1,140.0	
Annual Plant Factor								0.65	
Cost per kWh (FCFA/kWh)								97.7	
Cost per kW (1,000 FCFA/kW)								563.7	

Exchange Rate: US\$1 = FCFA270.6

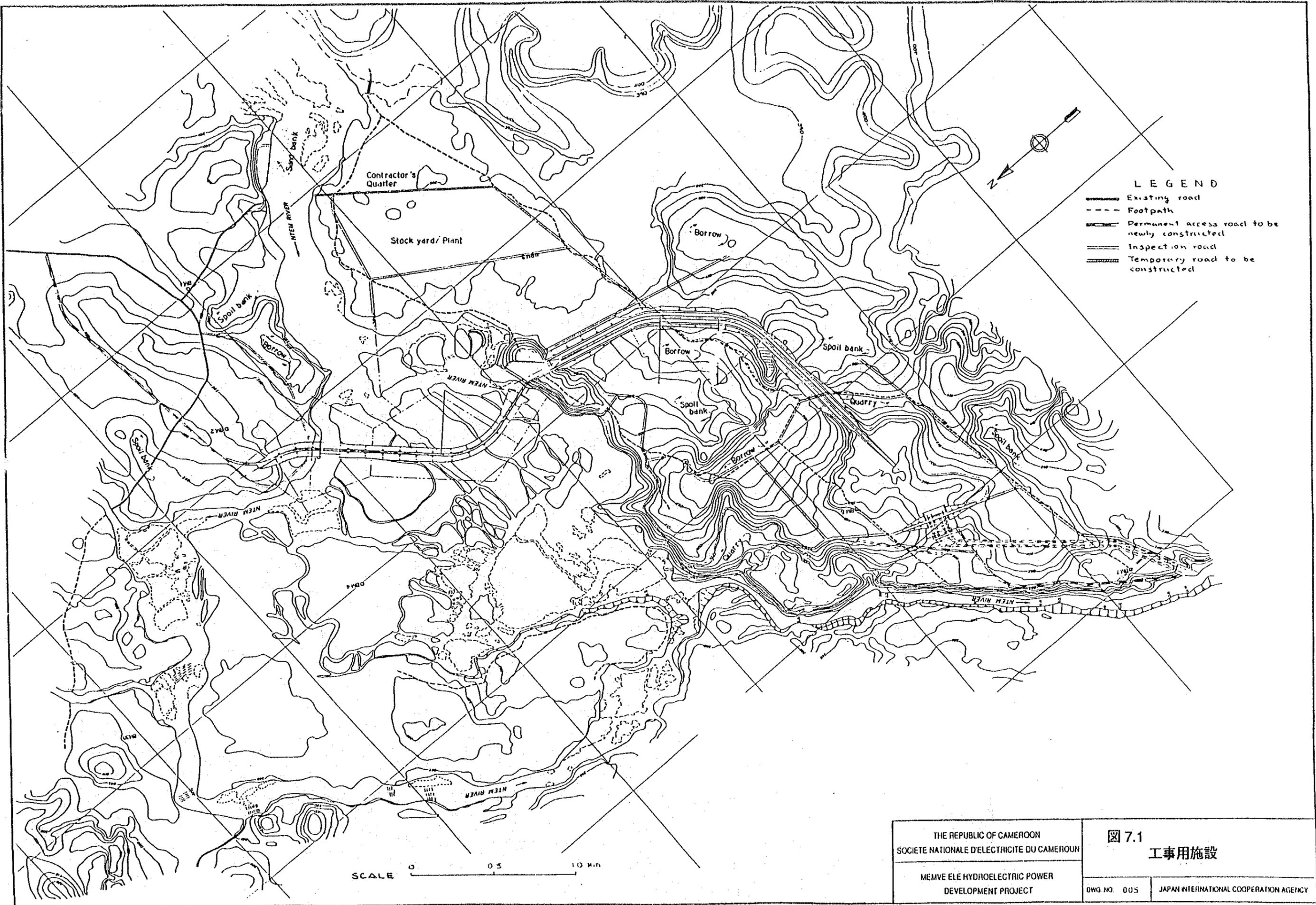
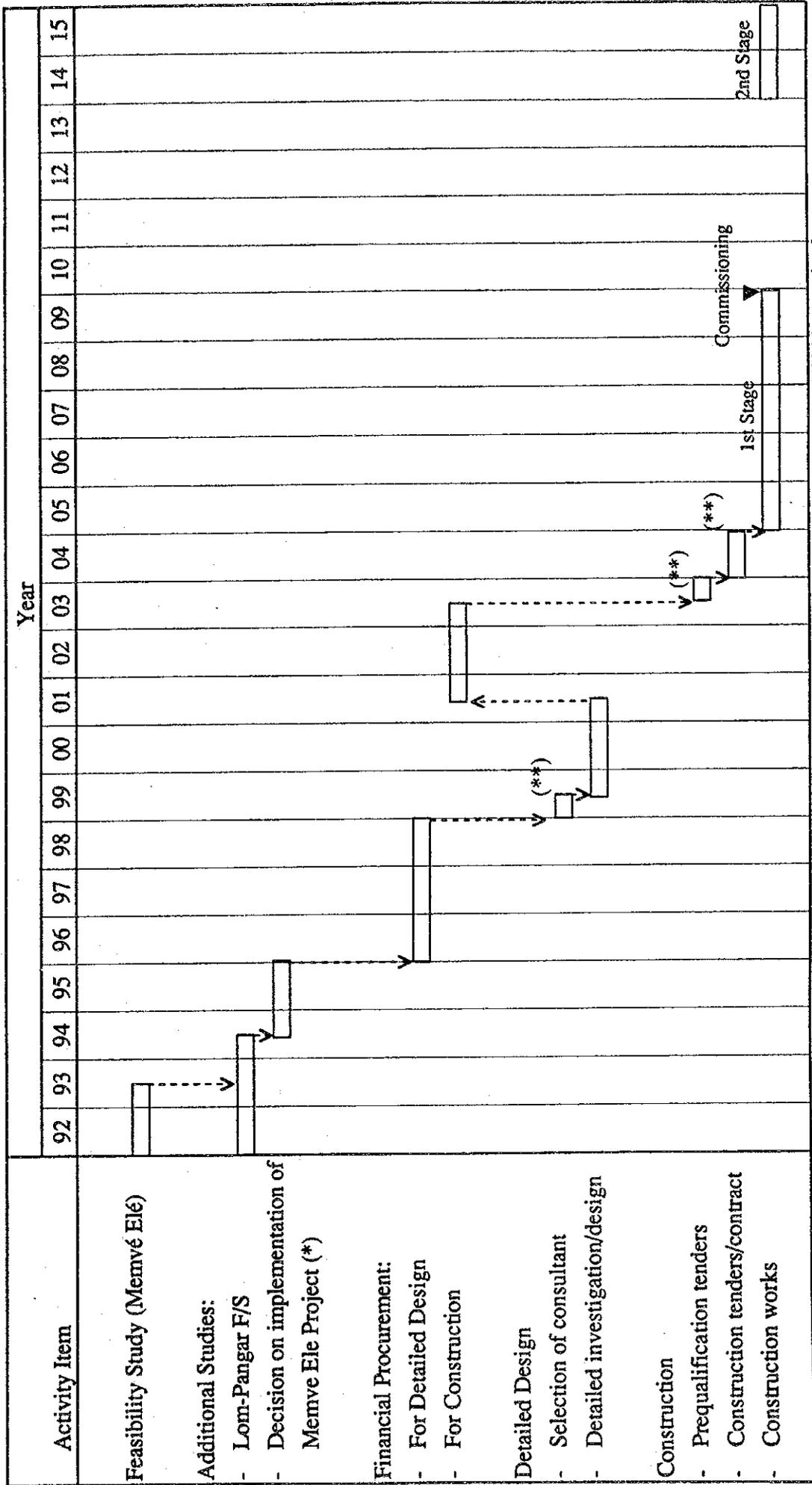


図 7.2 全体事業工程



(*) whatever the implementation of Nachtigal Project comes first, decision on Memvé Elé is required
 (**) including tender, evaluation and contract

Contract Package	W o r k s	Qty	Year					Completion
			2004	2005	2006	2007	2008	
Lot I Civil Works	Contractual Process		TN					
	Preparatory Works							
	Dam	72,000 m ³						
	River diversion	454,000 m ³						
	Excavation	5,400 m						
	Foundation treat.	884,000 m ³						
	Embankment							
	Spillway							
	Excavation	23,000 m ³						
	Foundation treat							
	Concrete	90,400 m ³						
	Intake							
	Excavation	644,000 m ³						
	Concrete	39,000 m ³						
	Headrace Channel	L = 2.5 km						
	Excavation	1,193,000 m ³						
	Embankment	353,000 m ³						
	Concrete	26,000 m ³						
	Head Pond(Rock Quarry)	A = 60 ha						
	Excavation							
Lot II Hydro-mechanical Works	Penstock Intake/Dam							
	Excavation	176,000 m ³						
	Foundation treat.							
	Embankment	162,000 m ³						
	Concrete	41,000 m ³						
	Penstock Line	L = 95 m						
	Excavation	21,000 m ³						
	Concrete	3,500 m ³						
	Powerhouse							
	Excavation	233,000 m ³						
	Concrete	34,000 m ³						
	Draft Tunnel	L = 40 m						
	Excavation							
	Concrete							
	Access/Surge Tunnel	L = 770 m						
	Excavation	47,000 m ³						
	Concrete	54,000 m ³						
	Tailrace Tunnel	L = 1,350 m						
	Excavation	264,000 m ³						
	Concrete	52,000 m ³						
Tailrace Outlet								
Excavation	268,000 m ³							
Concrete	16,000 m ³							
Switchward								
Excavation								
Concrete								
Access Road	L = 4 km							
Lot III Generating Equip.	Contractual Process							
	Spillway Gates	5 sets						
	Sand Flush Gates	1 set						
	Intake Trashracks	12 sets						
	Intake Gates	4 sets						
	Scour Valve	1 set						
	Penstock Intake Trash	8 sets						
	Penstock Intake Gates	4 sets						
	Penstock	4 lanes						
	Draft Tube Gate	1 set						
	Tailrace Outlet Gates	2 sets						
	Contractual Process							
	Turbines	2 units						
	Generators	2 units						
	Transformers	2 units						
Switchgears, etc								
Test								
Lot IV Transmission Line and Substation Equip.	Contractual Process							
	Transmission Line Substation Equip.	355 km						
Contract Package	W o r k s	Qty	2004	2005	2006	2007	2008	2009

SYMBOL
 TN Tendering
 A Award of Contract
 C Commencement of work
 W Completion of work
 DMT Design, manufacturing & transportation

THE REPUBLIC OF CAMEROON
 SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE DU CAMEROUN
 MEMVE ELE HYDROELECTRIC POWER
 DEVELOPMENT PROJECT

图 7.3 3
 工事工程

DWG NO. 006 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

第8章 プロジェクト評価

8.1 評価手法

(1) 概念

発電プロジェクトの経済分析は、発電プロジェクトが公共事業であるがゆえ、一般事業のそれと比べ特別な配慮を要する。即ち、電力供給そのものが経済活力増大を生む事業であることを念頭に置かねばならない。従って、発電プロジェクトがもたらす実際の便益を定量的に把握することは、極めて困難であると言わざるを得ない。

一般に、自由市場における商品価格はその商品の需給バランスで決まる訳だが、電力においてはその価格を電力の需要と供給の関係から設定することは、むしろ例外と判断される。特に開発途上国にあっては電力は自由市場ルールから外れるのが一般的であり、SONELのような政府機関によって電力価格が決定されるのが常である。従って、電力価格は政治的または社会経済的な理由で廉価に抑えられる場合が少なくない。

また、開発途上国では電力価格が下がれば、それに応じて電力需要が増大すると言った潜在電力需要が存在する。正にカメルーンはこの状況下にあると言える。国策として高圧電力価格を低く抑えているカメルーンでは、売電便益をもつてのみ発電プロジェクトの便益とするのは妥当ではなからう。

(2) 代替施設法

前述したとおり、発電プロジェクトの便益算定及び経済評価には特別な配慮を必要とするが、水力発電プロジェクトに対し、広く用いられている手法に代替施設法がある。この手法では水力発電プロジェクトの便益は同等の代替火力発電所を建設した場合の費用及びその代替火力発電所の運転に必要な経費として捉えられる。この手法で、これらの便益を求めるには、キロワット値及びキロワット時値（エネルギー値）が用いられる。

8.2 評価基準

メンブレ計画の評価は経済的内部収益率 (EIRR) 及び財務的内部収益率 (FIRR) をその主な指標として実施するものとする。プロジェクト評価の中で用いられる仮定は以下のとおりである。

通貨換算レート	US \$1.00 = F.CFA 270.6
財務-経済変換係数	0.85
施設の耐用年数	土木施設は 50 年、そのほか機械電気設備は 35 年
運転維持管理費	土木建設費の 0.5% および機械電気設備費の 2%
代替発電施設	ガスタービン火力発電所（一次電力） 石油火力発電所（二次電力）
石油価格	国際原油価格 US \$20（国境価格）を基本とする

8.3 経済評価

(1) 経済的費用および便益

(a) 経済的費用

財務上のプロジェクト費用は表 8.1 に示すとおりである。この財務費用は以下に示す変換式により、経済費用として表示可能である。

$$C_e = C_f + f C_r$$

- ここに、
- C_e : 経済的費用
 - C_f : 外貨表示による費用
 - C_r : 現地貨表示による費用
 - f : 財務-経済変換係数 (0.85)

第 6 章で述べたようにメンベレ事業においては 2 段階開発（メンベレ第 1 期及びメンベレ第 2 期）を仮定する。施工計画及び事業費予想から第 1 次開発及び第 2 次開発の事業費は総事業費のそれぞれ 73% 及び 27% と試算される。

プロジェクトの耐用年数は土木設備において 50 年、機械・電気・送電線設備において 35 年と仮定する。また、耐用年数を経過した時点で発生する設備更新費用は対応する建設費用と同額とする。

第 1 次開発における費用発生は、建設期間を 5 年と仮定して、第 1 年度 3%、第 2 年度 15%、第 3 年度 30%、第 4 年度 40%、第 5 年度 12% と見積られている。第 2 次開発における費用発生は、建設期間を 2 年と仮定して、第 1 年度、第 2 年度ともに 50% ずつとする。プロジェクトの維持管理費用は 1 年間あたり土木建設費用の 0.5% と機械・電気設備費用の 2% との合計金額に相当する費用と仮定する。また、5 章で検討したように第 2 次開発年は、第 1 次開発年の 7 年後と仮定する。

(b) 経済的便益

メンベレ計画の経済的便益は代替火力発電所即ち、一次電力に対してはガスタービン火力発電所、二次電力に対しては石油火力発電所に要する費用として捉えることができる。キロワット価値算定に当たり、この代替火力発電所は、少なくとも、メンベレ計画が95%の信頼度を持って発電できる設備容量を有していなければならない。メンベレ計画の信頼度95%の発電出力は、同じく信頼度95%の流量(80.2 m³/s)によって定義され、その値は4.3時間のピーク運転を仮定するとき201 MWと計算される。

また、メンベレ計画の経済的便益は以下に示す条件のもとで計算するものとする。

i) 便益のキャッシュフローにおいて、建設中の費用は各年度の終わりに発生し、運転維持管理費用は、運転期間にのみ発生するものとする。

ii) 代替火力発電所の固定費は以下のように仮定する。

建設費

- 経済的費用 US \$1,000/kW
- 財務的費用 US \$985/kW = US \$1,000/kW × (0.9 + 0.1 × 0.85)
(費用の10%は現地貨で発生するものと仮定)
- 調整率 1.148 (表8.1参照)
- 経済的建設費用 US \$1m131/kW = US \$985/kW × 1.148
- 施設の耐用年数 15年間

(表8.1にキロワット価値算定資料を示す)

運転維持管理費

- US \$22.6/kW/年 = US \$1,131/kW × 0.02 / 年
(運転維持管理費用は固定的に建設費用の2%を考慮する)

iii) 代替火力発電所の変動費はエネルギー値(キロワット時価値=kWh 価値)と呼ばれ、メンベレ計画の場合、一次電力(ガスタービン)に対してUS \$0.0769/kWh、二次電力(石油火力)に対してUS \$0.0340/kWhである。(表8.1参照)

iv) 年間供給可能電力量は、年間可能発生電力量の95%と仮定する。(送電線損失5%を仮定する。)

(2) 経済的内部収益率 (EIRR)

上述した条件のもと、メンベレ計画の経済的内部収益率は16.5%と計算された。計算に用いられた費用と便益の流れを表8.2に示す。また、10%の割引率を仮定すれば、プロジェクトの費用および便益は純現在価値で、それぞれUS \$289.3百万及びUS\$443.0百万と試算される。この時、便益費用比率 (B/C) は1.53であり、また、純便益 (B-C) はUS\$ 153.7百万であった。

(3) 感度分析

感度分析は次のケースに対して実施された。

- i) 建設費10%及び20%増加
- ii) 便益10%及び20%減少
- iii) 建設費10%増加と便益10%減少を組み合わせた場合と、各増加、減少率を20%にした場合
- iv) 原油価格をカメルーン国内価格とした場合

感度分析の結果は下記の通りである。

ケース	純便益 (百万米ドル)	経済的 内部収益率 (%)
(1) 建設費10%増加	124.8	14.8
(2) 建設費20%増加	95.8	13.4
(3) 便益10%減少	182.6	18.6
(4) 便益20%減少	211.6	21.2
(5) 建設費10%増加 +便益10%減少	80.5	13.1
(6) 建設費20%増加 +便益20%減少	7.2	10.3
(7) 国内石油価格を想定	794.2	34.7

上記感度分析の結果、メンベレ計画の開発はたとえ最悪の状況 (ケース6) を考えた場合でも EIRR は10.3%であり経済的に十分可能であると言える。

(4) エネルギー単価

メンベレ計画のエネルギー単価は2.9 US ¢/kWhと試算された。一般の水力発電計画と比

べ、このエネルギー単価は廉価であり、将来のプロジェクト実現を支持するものである。
(参考：ケニヤ・ソンドミリウ水力発電計画のエネルギー単価は5.5 US ¢/kWh (同フィージビリティ報告書)、トルコ・エルマネック水力発電計画のエネルギー単価は6.5 US ¢/kWh (同フィージビリティ報告書)である)ここに、試算に用いられた諸数値は、資本回収率0.1005、年経費US\$29.1百万、年間発生電力量はメンベレ第1及び第2が共に開発されたとき1,140 GWhである。

8.4 財務評価

財務評価は、その主目的をメンベレ計画の財務的实施可能性及び建設費の借款によって賄われる部分における実施機関 (SONEL) の返済能力に置く。財務的实施可能性の評価は、プロジェクトが実施される時に必要とされるすべての資源の財務的収益性に注目し、投資費用及び予想歳入の現在価値を等しくする割引率である財務的内部収益率 (FIRR) によって行う。実施機関の財務的实施能力については、分析の主眼はプロジェクトが与える実施機関への財務的負担の検討に置かれる。

(1) 財務的内部収益率 (FIRR)

メンベレ計画の財務費用は7章で検討された通り、1993年レベル価格で算定されている。物価上昇による予備費は財務費用の年次別支出に年物価上昇率をかけることにより求められた。一方、プロジェクトの運転維持費は直接建設費の1%と仮定された。

歳入は売電によって得られる。売電の対象は低電圧及び中電圧受電家と想定される。発生電力量同様、財務評価における最も重要な要素である電力料金は1991年の水準において低電圧・中電圧の加重平均価格でUS\$0.183/kWh (49.5 F.CFA /kWh) と推定されている。

表8.2に示される様に、便益において物価上昇を考慮しない場合、22.9%のFIRRを得たので、本計画は財務的に十分実施可能であると判断される。

(2) 感度分析

感度分析は将来におけるコスト及び電力料金を考慮して下記ケースに於いて実施された。

ケース1：5%の建設費上昇を考えた場合。

ケース2：5%の歳入増加を考慮した場合。即ち、電気料金が年率5%で上昇する場合。

ケース3：売電価格が10%低下しUS\$0.165/kWh (F.CFA 44.5/kWh)となった場合。

ケース4：売電対象に高電圧受電家も含め、売電価格を全体平均価格 US\$ 0.084 /KWh (22.7 F.CFA/KWh) と仮定した場合。

感度分析の結果は下記に示される。

ケース	FIRR
ケース1	19.2%
ケース2	28.0%
ケース3	20.9%
ケース4	11.9%

本計画にとっても最も厳しい条件、即ちケース4においてさえ、本計画はFIRRにおいて11.9%の収益性が期待できるので、本計画は財務的に実施可能であると判断される。

(3) 借款返済能力

本計画の借款返済能力検討のための借款条件は下記の通りである。

(a) 借款

SONELは中央政府との他から格別の助成金を得ず、独立採算公社として運営されている。メンベレ水力実施に向けても、極力この原則を踏襲することとし、中央政府からのグラント補助は資金計画に見込まない。

所要資金規模から判じMulti-financing Sourcesを前提とした事業実施になるだろう。一試案として下記のシナリオを提言する。

資金源	資金量		利子率 (仮定)	返済期間 (仮定)	備考
	FCFA (×10 ⁹)	US\$ 換算 (×10 ⁶)			
国際金融機関	47.9	177.0	10.0	20	外貨+内貨分
二国間援助等	47.9	177.0	4.0	30	外貨+内貨分
国内資金調達	16.9	62.5	12.0	15	総事業費の15%
計	122.7	416.5			

土地収用費、税金等は借款の対象にはならない。借款の返済は建設中の金利を含め元金均等支払いである。