

# バヌアツ国 サラカタ川水力発電所改善計画 基本設計調査報告書

平成 19 年 1 月  
( 2007 年 )

独立行政法人国際協力機構  
( JICA )

委託先  
八千代エンジニアリング株式会社

無償
JR
07-010

## 序 文

日本国政府は、バヌアツ共和国政府の要請に基づき、同国のサラカタ川水力発電所改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 18 年 6 月 19 日から 7 月 16 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、バヌアツ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 18 年 10 月 30 日から 11 月 7 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 1 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 黒木雅文

## 伝 達 状

今般、バヌアツ共和国におけるサラカタ川水力発電所改善計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 18 年 6 月より平成 19 年 1 月までの 7.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、バヌアツの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 19 年 1 月

八千代エンジニアリング株式会社

バヌアツ共和国

サラカタ川水力発電所改善計画基本設計調査団

業務主任 田 中 清 房

## 要 約

## 要 約

### 国の概要

バヌアツ共和国（以下、「バ」国と称す）は南太平洋西部に位置し、南北約 1,200 km に広がる約 80 の島々で構成される島嶼国である。「バ」国の人口は 21.5 万人（2006 年世界人口白書）、総面積は約 1 万 2 千 km<sup>2</sup> で新潟県とほぼ同じ広さであり、国民一人当たりの GNI は US\$1,600（2005 年、世銀推計）となっている。「バ」国では、人口の 20 % がエファテ島にある首都ポートビラ市および本計画対象地であるサラカタ川水力発電所が位置するサント島のルガンビル市に集中している。

### 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「バ」国は小規模農業が主体で輸出産品が少ないことから、国際収支は恒常的な輸入超過であった。このため、1990 年頃までの電源は輸入石油を使用するディーゼル発電であったことから、石油燃料調達費が国家経済の大きな負担となっていた。このような状況の下、「バ」国政府は石油依存からの脱却を重点目標に掲げ、水力発電への移行を柱としたエネルギー計画を策定し、ルガンビル市への電力供給のためのサラカタ川水力発電所を設置する計画を我が国に要請した。これを受けて我が国は、無償資金協力として 1994 年および 1995 年に「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」（以下、前回協力と称す）を実施し、300 kW 水車発電設備 2 台（合計発電容量 600 kW）を有する発電所が建設された。その結果、1995 年にはルガンビル市への電力供給量の内、同水力発電所供給量の占める割合が約 70 % に達し、一旦は石油依存からの脱却に貢献した。しかし、その後同地域の電力需要の伸びが著しく、既存のサラカタ川水力発電所の定格容量では近年の最大電力を賄いきれなくなったことから、再びディーゼル発電への依存度が増加し、石油燃料調達費の増加が「バ」国経済を圧迫している。こうした状況を踏まえ、「バ」国政府は我が国に対し、無償資金協力によるサラカタ川水力発電所における 600 kW 水車発電設備の増設を要請した。

### 調査結果の概要とプロジェクトの内容

この要請を受けて我が国は、2004 年 7～8 月に予備調査団（ ）を派遣し、無償資金協力事業としての必要性、緊急性、妥当性を確認するとともに、基本設計調査実施の前提条件として、発電所用地の確保、取水量増加に伴う環境影響評価、導水路周辺地盤に対する地盤変状による被害への予防保全のための緊急対策を「バ」国側が行うことを確認した。その後 2006 年 3 月に予備調査団（ ）を派遣し、「バ」国側が既に発電所用地を確保し、取水量増加に伴う重大な環境影響がないことを確認した。一方、導水路周辺地盤に対する地盤変状対策については、「バ」国側が応急対策工を実施していたものの、状況の更なる悪化により、抜本的な対策が急務となっていることが確認された。導水路は急峻な地形を切り開いて設置されたものであり、雨季の降雨による地盤の緩みと、年に数回観測される地震の影響を受けやすい環境にあった。このため、この恒久的な対策工を我が国の無償資金協力の調査対象に含めることとした。

これを受けて我が国は基本設計調査の実施を決定し、JICA は基本設計調査団を 2006 年 6 月 19 日から同年 7 月 16 日まで「バ」国に派遣し、要請内容の確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査結果に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、最適な計画に係る基本設計及び実施計画を基本設計概要書として取りまとめた。これに基づき JICA は、2006年10月30日から同年11月7日まで基本設計概要説明のため、調査団を再度「バ」国に派遣した。

調査の結果策定した協力対象事業の範囲は、要請プロジェクトの内容を全て網羅するものであり、前回協力で建設されたサラカタ川水力発電所に、既設発電所建屋の増築、導水管の整備を行うことにより、出力600kWの水車発電設備1台を増設するものである。あわせて大雨、地震等により被害を受けている導水路支持地盤等の土木施設に対し、のり面対策工などの緊急対策を行い、既設土木構造物と同等の耐震性等を確保することで、継続した電力供給を可能とするものである。現地調査結果及び「バ」国側との協議結果をもとに取りまとめた協力対象事業の基本設計概要は次表のとおりである。

### 基本設計の概要

区分	導水路修復計画	発電所増設計画
計画対象地	サント島ルガンビル市サラカタ川水力発電所	同左
施設建設計画	既設導水路およびアクセス道路に対する下記工事の実施 1. 導水路緊急対策工事 1式 対象：既設導水路 約830m 内容：ロックボルト工法などによるのり面復旧工事、くい打ちによる導水路壁面地山補強、地盤変状部埋戻し工事など 2. アクセス道路安全対策工事 1式 対象：発電所へのアクセス道路 約100m 内容：ロックボルト工事などによるのり面復旧工事	3号水車発電設備増設に伴う下記工事の実施 1. 導水管布設工事 1式 (水圧鉄管、約40m) 2. 放水庭整備工事 1式 (コンクリート造、サラカタ川放流用) 3. 発電建屋増設工事 1式 (鉄筋コンクリート造2階建て 建築面積 117.32 m <sup>2</sup> 延面積 226.22 m <sup>2</sup> 天井クレーン(7.5 ton)設備および照明等附帯設備付)
資機材調達と据付工事	-	3号水車発電設備増設に関する下記資機材の調達および据付 1. 水車発電機 1台 水車：660kW以上、横軸フランシス水車 500rpm、電気調速機および周波数調整機能、入口弁、フライホイール付 発電機：3.3kV 750kVA 500rpm 力率0.8 2. 補機類 1式 (3.3kV配電盤、所内用変圧器、直流電源盤、低圧分電盤) 3. 昇圧用主変圧器 1台 (サラカタ川水力発電所内に設置、送電用 3.3/20kV, 750kVA, 保護接続盤を含む) 4. サラカタ変電所用降圧変圧器 1台 (降圧用 20/5.5kV, 1,500kVA)
資機材調達計画	-	3号水車発電設備の維持管理のための下記資機材の調達 1. 保守用道具 1式 (水車発電機用特殊工具ならびに計測器) 2. 予備品 1式

## プロジェクトの工期及び概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は約 13.16 億円(日本側負担経費:約 12.77 億円;「バ」国側負担経費:約 3,900 万円)と見積もられる。このうち「バ」国側負担事業の主なものは、導水路内部補修工事である。本計画の工期は実施設計、資機材調達及び据付工事を含めて、第 1 期工事(導水路緊急修理)が約 13 ヶ月、第 2 期工事(水力発電所増設)が約 19.5 ヶ月である。

## プロジェクトの妥当性の検証

本計画の実施・責任機関は、土地・エネルギー・環境・資源省(Ministry of Lands, Energy, Environment, Geology, Mines and Water Resources :MOL)であり、運営・維持管理実施機関は同省エネルギー局(MOL, Energy Unit)である。MOL エネルギー局は電力セクターの予算管理ならびに計画策定を行っているが、サラカタ川水力発電所の運営維持管理は民間会社へ委託している。同社の運営維持管理要員は、前回協力の OJT により水力発電設備の運転、修理、維持管理などの必要な知識を取得しており、既存の発電設備の運転維持管理状況も良好であることから、本計画の実施に当り先方の技術力は特に問題ない。

本計画の裨益対象は、直接裨益人口がサント島民約 2 万人、間接裨益人口はサラカタ水力発電所による収益金(サラカタ収益金)により地方電化事業が促進されることから全国民約 21.5 万人と想定される。本計画の実施により、600 kW の発電容量が増加し、供給予備力が増加することから発電機が定期点検または故障で運転停止しても安定した電力供給が可能となる。また、サラカタ川水力発電所の総設備容量が 1,200 kW となり、同発電所がベース負荷の電力需要を賄えるようになり、ディーゼル発電の減少に伴い石油消費量の削減に寄与する。更に、石油消費量の削減に伴いサラカタ収益金が増加し、地方電化の財源が増加するとともに、ディーゼル発電所の運転時間が短縮され大気汚染や騒音が減少する。このように本計画は、多大な効果が期待されるとともに、「バ」国の経済活性化、住民の基礎的生活条件の向上に寄与するものであることから、協力対象事業を我が国の無償資金協力として実施することは妥当であると判断される。

本計画をより円滑かつ効果的に実施し、効果が発現・持続するために「バ」国が実施すべき課題は以下の通りである。

- (1) 導水路内面補修などの水力発電に必要な土木施設補修、機器の維持管理等を適切に実施する。
- (2) 本計画で整備される施設の定期点検や取水量の管理などを、適切に実施するための維持管理体制を確立する。

# 基本設計調査報告書

## 目次

序文

伝達状

要約

目次

位置図 / 完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語集

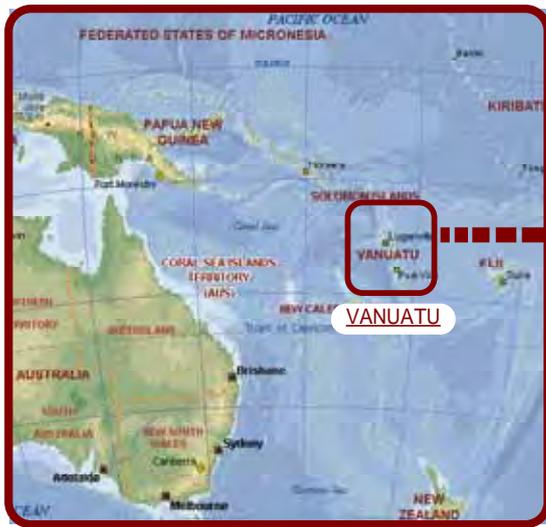
第1章	プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-2
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1-3
1-3	我が国の援助動向	1-4
1-4	他ドナーの援助動向	1-5
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-1
2-1-3	技術水準	2-2
2-1-4	既存の施設・機材の現状と課題	2-3
2-2	プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-5
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-5
2-2-2	自然条件	2-6
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクトの目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本方針	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然条件に対する方針	3-2
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-2
3-2-1-4	建設事情/調達事情に対する方針	3-3
3-2-1-5	現地業者の活用についての方針	3-3
3-2-1-6	実施機関の運営・維持管理能力に対する方針	3-3

3-2-1-7	施設、機材等の範囲、グレードの設定に対する方針	3-3
3-2-1-8	工法/調達方法、工期にかかる方針	3-4
3-2-1-9	環境社会配慮に対する方針	3-4
3-2-2	基本計画	3-4
3-2-2-1	計画の前提条件	3-4
(1)	サラカタ川水力発電所とルガンビル・ディーゼル発電所の運転形態	3-4
(2)	電力需要予測と本計画の発電機容量	3-5
3-2-2-2	土木施設計画にかかわる方針	3-9
(1)	導水路およびアクセスロードにかかる緊急対策	3-9
(2)	対策方法の選定	3-11
(3)	No.3 発電機増設に伴う土木施設	3-13
(4)	適用基準	3-13
3-2-2-3	建築計画にかかわる方針	3-13
(1)	基本方針	3-13
(2)	適用規格	3-13
3-2-2-4	水力発電用機材計画にかかわる方針	3-14
(1)	基本方針	3-14
(2)	適用規格および使用単位	3-14
3-2-2-5	基本計画の概要	3-14
3-2-2-6	土木施設計画	3-15
(1)	既設導水路の緊急対策	3-15
(2)	アクセス道路の安全対策	3-16
(3)	放水庭	3-17
(4)	導水管	3-17
(5)	導水管基礎（アンカーブロック、支台）	3-17
(6)	導水路内部補修（「バ」国側負担事項）	3-17
3-2-2-7	建築計画	3-19
(1)	計画内容	3-19
(2)	敷地・施設配置計画	3-19
(3)	施設の主要機能と建築計画	3-19
(4)	各室の床面積と設備	3-20
(5)	主要構造部の仕様	3-20
(6)	仕上げ計画	3-20
(7)	断面計画	3-21
(8)	構造計画	3-21
(9)	建築設備計画	3-21
(10)	設備基礎計画	3-22
3-2-2-8	水力発電用機材計画	3-22
(1)	水車発電機選定の考え方	3-22
(2)	変電設備	3-22
(3)	水力発電用機材の構成	3-23

(4) 保守用道工具および予備品 .....	3-24
3-2-3 基本設計図 .....	3-25
3-2-4 施工計画 / 調達計画 .....	3-46
3-2-4-1 施工方針 / 調達方針 .....	3-46
3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項 .....	3-47
3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分 .....	3-47
3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画 .....	3-48
3-2-4-5 品質管理計画 .....	3-49
3-2-4-6 資機材等調達計画 .....	3-50
3-2-4-7 輸送計画 .....	3-51
3-2-4-8 実施工程 .....	3-51
3-3 相手国側分担事業の概要 .....	3-53
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	3-54
3-4-1 運営・維持管理体制 .....	3-54
3-4-2 日常点検 .....	3-54
3-5 プロジェクトの概算事業費 .....	3-55
3-5-1 協力対象事業の概算事業費 .....	3-55
3-5-2 運営・維持管理費 .....	3-56
第4章 プロジェクトの妥当性の検証 .....	4-1
4-1 プロジェクトの効果 .....	4-1
4-2 課題・提言 .....	4-2
4-3 プロジェクトの妥当性 .....	4-2
4-4 結論 .....	4-3

添付資料

- 1 調査団員氏名、所属
- 2 調査日程
- 3 相手国関係者リスト
- 4 協議議事録 (M/D)
- 5 事業事前計画表 (基本設計時)
- 6 参考資料 / 入手資料リスト
- 7 気象統計資料 (サント島ルガンビル市ペコア空港)
- 8 サント島周辺の地震記録
- 9 サラカタ川の流量統計
- 10 サラカタ川流量測定結果
- 11 地質調査結果
- 12 サラカタ川水質分析結果



バヌアツ国位置図  
Location map of VANUATU



バヌアツ国全図  
Overall map of VANUATU



本計画対象地位置図  
Project Site in Santo Island  
The Republic of Vanuatu



バヌアツ国 サラカタ川水力発電所改善計画

## 本計画対象地の状況



エファテ島 ポートビラ市内のマーケット



サント島 ルガンビル市内

バヌアツ国（以下、「バ」国と称す）は、ヤシ油などを除いて輸出品がないことから、国際収支は慢性的な赤字となっている。配電線による電力供給は、エファテ島のポートビラ市内とサント島のルガンビル市内など都市部を中心に行われており、市街地には街路灯などが整備されているが、地方では小型のディーゼル発電などが個別に利用されている。



サラカタ川水力発電所 取水ダム



取水ゲート

サラカタ川水力発電所は、1994年および1995年に我が国の無償資金協力により、ディーゼル発電による石油依存体制からの脱却を目的に整備された。同発電所には、1号水車発電機および2号水車発電機（各300kW）が整備され、発生した電力はルガンビル市内へ供給されている。



導水路



サラカタ水力発電所建屋

サラカタ川右岸に設置された取水ゲートより引き込まれた発電用水は、導水路、ヘッドタンクおよび導水管を経由し、サラカタ水力発電所へ到達する。



水車室



水車

サラカタ川水力発電所は、発電を行うための有効落差が約 30m であり、日本製のフランシス形水車が設置されている。同発電所の水車室は、整理整頓が行き届いており、必要な定期点検等が実施されている。



導水路内面

導水路内は、経年劣化により表面が荒れており、流速を低減させる原因となっている。「バ」国側負担により補修工事を行う予定である。



ポートビラ市内に設置された地震計

「バ」国では過去に大規模な地震が発生しており、大きな被害を受けている。ポートビラ市内には、地震観測所が設置されている。



地割れの状況



取水口付近の周辺地盤

導水路周辺地盤は、大雨および地震により大きな被害を受けている。河川増水等により取水口付近の地盤は流失し、あわせて地震による地割れ（写真中赤ペンキで示す）が約 110 m にわたり発生している。導水路は周辺地盤の緊急の対応が必要である。

## 図表リスト

### 第1章

表 1.3-1	年度別・形態別の資金協力実績	1-4
表 1.4-1	他ドナーによる援助一覧表	1-5

### 第2章

図 2.1-1	MOLの組織図	2-1
表 2.1-1	サラカタ収益金の収支状況	2-2
写真 2.1-1	建設当時の取水ダムと導水路の状況	2-3
写真 2.1-2	建設当時のサラカタ川水力発電所および周辺施設	2-3

### 第3章

図 3.2-1	サラカタ川水力発電所とルガンビル・ディーゼル発電所の運転形態	3-5
図 3.2-2	導水路およびアクセス道路被害状況	3-10
図 3.2-3	事業実施関係図	3-51
図 3.2-4	事業実施工程表	3-54
表 3.2-1	サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス（本計画の3号機ありの場合）	3-7
表 3.2-2	サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス（本計画の3号機なしの場合）	3-8
表 3.2-3	対策方法の比較	3-12
表 3.2-4	基本計画の概要	3-15
表 3.2-5	既設導水路周辺地盤の緊急対策（案）	3-18
表 3.2-6	床面積表	3-20
表 3.2-7	主要構造部の仕様	3-20
表 3.2-8	外部仕上げ表	3-20
表 3.2-9	内部仕上げ表	3-20
表 3.2-10	水力発電用機材の構成	3-23
表 3.2-11	本計画で調達する保守用道具および予備品	3-24
表 3.2-12	日本側と「バ」国側の施工区分（案）	3-47
表 3.2-13	資機材調達先	3-50
表 3.4-1	機材保守計画	3-54
表 3.4-2	機材点検項目および必要機器	3-54
表 3.5-1	運営・維持管理費の想定	3-56

## 略語集

D A C	Development Assistance Committee (開発援助委員会)
E / N	Exchange of Notes (交換公文)
F R P	Fiber Reinforced Plastics
G D P	Gross Domestic Product (国内総生産)
G N I	Gross National Income (国民総所得)
I E C	International Electrotechnical Commission (国際電気会議規格)
I S O	International Organization for Standards (国際標準化機構)
J C S	Japanese Electrical Wire and Cable Maker's Association Standards (日本電線工業会規格)
J E A C	Japan Electric Association Code (電気技術規程)
J E C	Japanese Electrotechnical Committee (日本電気規格調査会標準規格)
J E M	Standards of Japan Electrical Manufacturer s Association (日本電機工業会標準規格)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)
J I S	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
M O L	Ministry of Lands, Energy, Environment, Geology, Mines and Water Resources (土地・エネルギー・環境・資源省)
O & M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
O J T	On the Job Training (実習教育)

# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

バヌアツ共和国（以下、「バ」国と称す）は南太平洋に位置し、約 80 の島々から構成される島嶼国である。全国人口の 20 %は、エファテ島にある首都ポートビラ市および本計画対象地であるサラカタ川水力発電所が位置するサント島のルガンビル市に集中している。配電網による電化は、両地域を中心に行われている。その他の地域は未電化地域であるが、一部の未電化地域では、小型のディーゼル発電や太陽光発電が導入されている。

「バ」国は小規模な農業が主体で、輸出品が少ない事から国際収支は恒常的な輸入超過となっている。また、1990 年頃までの電力供給は、高価な輸入石油を使用するディーゼル発電に依存していたため、国家経済の大きな負担となっていた。

このような状況の下、「バ」国政府は石油依存からの脱却を重点目標に掲げ、水力発電への移行を柱としたエネルギー計画を策定し、ルガンビル市への電力供給のためのサラカタ川水力発電所を設置する計画を我が国に要請して来た。これを受け、我が国の無償資金協力として 1994 年および 1995 年に「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」(以下、前回協力と称す)が実施され、300 kW 水車発電機 2 台（合計発電容量 600 kW）を有する発電所が建設された。その結果、1995 年にはルガンビル市への電力供給量の内、同水力発電所供給量の占める割合が約 70 %に達し、一旦は脱ディーゼル発電の達成に貢献した。しかしながら、その後、同地域の電力需要の伸びが著しく、ディーゼル発電への依存度が大きくなった結果、石油燃料調達費も増加し、再び「バ」国経済を圧迫している。

#### 1-1-2 開発計画

##### (1) 国家開発計画

「バ」国では、国の総合的な開発方針として、2006 年から 2015 年までの 10 年間を目標年次とする国家開発計画（Priorities and Action Agenda 2006-2015）が策定されている。同計画では、雇用促進および経済振興が重要としており、国家のスローガンとして「教育、健康、豊かな国土」を掲げている。同計画での重点課題は以下のとおりであり、最重要課題として、環境に配慮しながら起業促進、経済振興を図り、更に必要な電気、水道、電話等のインフラ設備の向上を掲げており、特に離島など地方部の開発が重要としている。また、公共サービス向上として、電力供給を最重要課題としており、都市部を除いて電力の供給が立ち遅れた地方部への電化が望まれている。

- 起業と雇用の創出
- 農業、鉱業および漁業など一次産業の振興
- 電気・水道・通信等の公共サービスの向上
- 人材開発

## (2) 電力セクター開発計画

「バ」国電力セクターでは、既電化地域であるポートビラ市およびルガンビル市の安定した電力供給、ならびに全人口の 80 % が居住している地方部の電化促進を最も重要な課題としている。このため、サラカタ川水力発電所によりもたらされる石油代金削減の収益を資金（サラカタ収益金）として、既設配電線の延長のほか、配電線網より離れた地方部のクリニックおよび学校等の公共設備に対して、太陽光発電等による電力供給を行い、地方部の開発を推進したいとしている。

### 1-1-3 社会経済状況

#### (1) 社会状況

##### 1) 人口および民族構成

「バ」国の人口は、約 21.5 万人であり、このうち本計画対象地のサント島の人口は約 3 万 3 千人となっている。なお、「バ」国の民族構成は、メラネシア系が約 95 % であり、残りは旧宗主国のイギリスおよびフランス系住民などで構成されている。

##### 2) 言語

「バ」国では公用語として、英語および仏語が使用されている。地方を中心に日常的に使用されている言語はビスマル語であるが、村ごとに伝統的な言語を有し、その数は 100 以上といわれている。

#### (2) 経済状況

他の大洋州諸国と同様、「バ」国経済は小規模農業が主体である。農業人口は、全人口の 65 % と言われており、その他は、漁業や観光などのサービス業に従事している。国際通貨基金（IMF）の報告書などによれば、主な輸出品はコプラと呼ばれる乾燥ヤシのほか、牛肉、バニラ、および木材などで、総輸出額は約 34 百万米ドル（2004 年）である。一方、輸入は工業製品、食料および石油製品などで、約 92 百万米ドルで、大幅な輸入超過となっている。このため、「バ」国では、農業の他に観光業を促進しており、現在では年間約 10 万人の観光客が海外から訪れるなど、観光業の収入は国内総生産（GDP）の約 2 割を上回る約 55 百万 US ドルとなっている。「バ」国の国民一人当たりの国民総所得（GNI）は US\$1,600（2005 年世銀推計）である。

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

前述（1-1-1 参照）のとおり、「バ」国の電力系統整備による電化は、全人口の 20 % が居住する首都ポートビラ市と本計画対象地であるサント島ルガンビル市の都市部を中心に実施されているが、電源はディーゼル発電に依存しており、燃料油の輸入が同国国家経済にとって大きな負担となっていた。こうした状況に鑑み、我が国は 1993～1994 年に無償資金協力として前回協力を実施し、サント島に出力 600 kW のサラカタ川水力発電所（300 kW × 2 台）を整備した。

その結果、本計画対象地のサント島ルガンビル電力系統では、サラカタ川水力発電所の電力供給量が、ディーゼル発電を含む全電力供給量の約 70 % となり、ディーゼル発電に使用する石油燃料の削減に貢献した。また、「バ」国はサラカタ川水力発電所の売電収入から運営・維持管理費用等の必要経費を差し引いた純益を「サラカタ収益金（Sarakata Savings Fund）」として積み立て、これを用いてルガンビル地域の電化促進（電力料金補助を含む）、太陽光発電等の独立電源の設置による地方電化促進、ならびに電源開発にかかる各種調査等を実施してきた。このため、ルガンビル地域の電化率は 1994 年の約 40 % から 2003 年には 89 % に達している。

他方、電化率の向上により、電力需要は 2001 年までは年率約 8 % の伸びを記録した。2002 年には、大口需要家の自家発電への切り替えにより一旦は落ち込んだが、2003 年からは再び約 7 % 以上の伸びを見せる等の近年の電力需要の増加が著しい。しかしながら、既存のサラカタ川水力発電所の定格容量では、近年の最大電力を賄いきれず、再びディーゼル発電に頼らざるを得ない状況に陥っている。こうした状況を踏まえ、「バ」国政府は我が国に対し、同水力発電所において無償資金協力による 600 kW の水車発電設備の増設を要請した。

我が国はこれを受け、無償資金協力事業として実施する必要性、緊急性、妥当性を確認するために JICA は、2004 年 7～8 月に予備調査団（ ）を派遣し、無償資金協力事業としての必要性、緊急性、妥当性を検討するとともに、基本設計調査実施の前提条件として、同発電所の土地の貸借にかかる係争を解決すること、取水量の増加による自然環境への影響を確認すること、取水口から発電所までの導水路が地滑りによる被害を受ける懸念があるため緊急対策を取ることの 3 点を合意した。その後、JICA は、2006 年 3 月に予備調査団（ ）を派遣し、「バ」国側の対応状況を確認した。

この結果、上記 土地問題については裁判所にて係争中であるが、MOL は土地代金を裁判所に供託しており、地権者も異論が無く、実質的に解決が図られており、本計画を進めることに支障が無いと判断した。また、自然環境への影響については、重大な影響を与える要因はないことを確認した。

一方、地滑り対策については、予備調査（ ）時の合意に基づき「バ」国側が復旧対策工として導水路に沿って発生しているクラックの埋め戻しとビニールシートによる雨水侵入対策等を実施していたものの、状況のさらなる悪化により、当初想定「バ」国側で対応可能な復旧対策工では技術的に限界があり、抜本的な対策が急務となっていることが確認された。導水路は急峻な地形を切り開いて設置されたものであり、元々、雨季に集中する降雨と年に数回発生する地震の影響を受けやすい環境にあった。このため、恒久的な対策工を我が国無償資金協力の調査対象に含めることとなった。

基本設計調査時に確認された先方要請内容は、以下に示すとおりである。

- (1) 導水路緊急修理計画：一式
- (2) 発電所増設計画
  - 600 kW 水車発電設備の増設（1台）
  - 発電設備関連付帯設備の整備：1式
  - 導水管の増設（ヘッドタンク～発電設備間）：1式
  - 発電所建屋の拡張：1式
  - 昇圧用主変圧器（750 kVA）の増設：1式
  - 既設サラカタ変電所用の降圧変圧器（1500 kVA）：1式

### 1-3 我が国の援助動向

我が国の「バ」国電力分野への援助は、1994年に無償資金協力「サント島サラカタ川水力発電所建設計画（1/2期）」が最初である。表 1.3-1 に過去に「バ」国電力セクターに対して供与された資金協力実績を示す。

表 1.3-1 年度別・形態別の資金協力実績

援助実施年	援助形式	E/N 供与額	案件名
1994年	無償資金協力	9.79 億円	サント島サラカタ川水力発電所建設計画（1/2期）
1995年	無償資金協力	2.59 億円	サント島サラカタ川水力発電所建設計画（2/2期）

#### 1-4 他ドナーの援助動向

「バ」国は、国家開発計画で国内産業の起業促進と雇用拡大を掲げており、そのためのインフラ整備が重要としている。インフラ整備の中でも、地方電化を最重要課題としており、我が国が供与したサラカタ川水力発電所による収益を資金（サラカタ収益金）として、太陽光発電システム等を利用した地方電化を行っている。このような状況から、「バ」国電力セクターには、旧宗主国の仏国を中心に、離島の電化プロジェクトに係る援助が実施されている。

電力セクターにかかわる他ドナーからの援助は、表 1.4-1 に示すとおりである。

表 1.4-1 他ドナーによる援助一覧表

ドナー名	援助実施年度	援助の形式	援助金額	援助内容
フランス文化技術協力事業 (ACCT) (仏)	1998 年	無償資金協力	約 10,000,000 バツ	タンナ島における太陽光発電システムを利用した小規模発電の設置
フランス開発庁 (AFD) (仏)	2000 年	無償資金協力	約 40,000,000 バツ	マクラ島における太陽光発電システムを利用した小規模発電の設置
南太平洋委員会 (SPC) (仏、豪)	2002 年	無償資金協力	約 20,000,000 バツ	ガウア島における太陽光発電システムを利用した小規模発電の設置
中国	2005 年	無償資金協力	約 4,000,000 元	アムバエ島におけるバイオマスを利用した小規模発電パイロットプロジェクト
世界銀行	2006 年	無償資金協力	不明	電力計画に係る専門家派遣

備考：1 バツ (VT) = 約 0.98 円

出所：MOL

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

「バ」国の電力事業は、土地・エネルギー・環境・資源省（Ministry of Lands, Energy, Environment, Geology, Mines and Water Resources, 以下、MOL と称す）エネルギー局の監督のもと、民間企業への委託契約により実施されている。MOL の総職員数は、134 人である。MOL の組織図は図 2.1-1 に示すとおりであり、本計画はエネルギー局（職員数計 9 名）が担当する。エネルギー局は地方電化、石油購入および水力発電所管理業務を行っており、ポートビラ市に事務所を置いている。

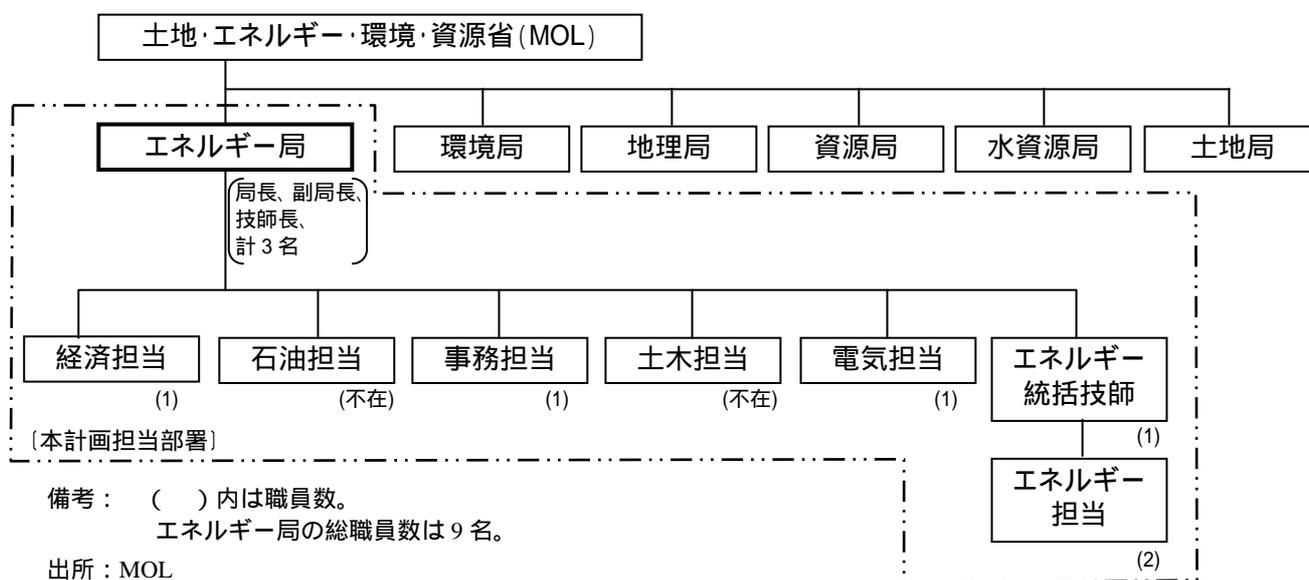


図 2.1-1 MOL の組織図

#### 2-1-2 財政・予算

##### (1) サラカタ収益金

前回協力により建設されたサラカタ川水力発電所の運転により得られた収益は、サラカタ収益金と呼ばれ、運転維持管理費、発電設備の保守費、サラカタ基金に配分されている。1995 年 3 月にサラカタ川水力発電所が運転を開始して以来、2005 年 12 月末までの 10 年間におけるサラカタ収益金の収支を表 2.1-1 に示す。同表に示すとおり、発電総収入は約 7.92 億バツ（約 7.7 億円）である。支出費目としては、民間運転維持管理会社ならびに予備品購入等の保守費があり、同 10 年間の発電収支合計は、約 4.68 億バツ（約 4.59 億円）となっている。なお、同収益に対して、さらに利息ならびに需要家への配電線接続費が収入として加味された後、総収益が計上されている。同 10 年間の総収益は約 4.87 億バツ（約 4.77 億円）であり、同資金がサラカタ基金として、その 70% がルガンビル市などの都市部の電化に充当され、残り 30% は地方電化へ充当されている。

表 2.1-1 サラカタ収益金の収支状況

(単位：バツ)

運転期間	(A) 発電収入	(B) 民間運転維持管理会社 (UNELCO) への運転維持管理費 (支出)	(C) 保守費 (支出)	(D) 発電収支 〔A-B-C〕	(E) 利息	(F) 需要家への 配電接続費 収入	(G) 純益 (サラカタ基金) 〔D+E+F〕
1995年3月 ～96年2月	40,665,952	20,000,000	10,000,000	10,665,952	0	0	10,665,952
1996年3月 ～97年2月	86,284,823	20,000,000	10,000,000	56,284,823	525,000	523,329	57,333,152
1997年3月 ～98年2月	91,796,936	20,000,000	10,000,000	61,796,936	656,311	314,804	62,768,051
1998年3月 ～99年2月	81,684,288	20,000,000	10,000,000	51,684,288	760,297	456,190	52,900,775
1999年3月 ～00年2月	82,669,765	20,000,000	10,000,000	52,669,765	1,056,574	1,600,398	55,326,737
2000年3月 ～01年2月	100,473,914	20,000,000	10,000,000	70,473,914	1,356,264	1,501,859	73,332,037
2001年3月 ～01年12月	80,456,685	16,666,667	8,219,178	55,570,840	634,280	1,044,231	57,249,351
2002年1月 ～02年12月	59,950,178	20,000,000	10,000,000	29,950,178	725,344	1,404,377	32,079,899
2003年1月 ～03年12月	57,886,496	20,000,000	10,000,000	27,886,496	725,290	1,663,362	30,275,148
2004年1月 ～04年12月	61,404,386	20,000,000	10,000,000	31,404,386	796,204	1,741,315	33,941,905
2005年1月 ～05年12月	49,408,331	20,000,000	10,000,000	19,408,331	715,088	1,176,916	21,300,335
合計	792,681,754	216,666,667	108,219,178	467,795,909	7,950,652	11,426,781	487,173,342

出所：MOL

## 2-1-3 技術水準

## (1) 運営・維持管理体制、方法

「バ」国電力事業の運営維持管理は、MOL エネルギー局の管理の下、民間会社(2006年現在 UNELCO 社)へ委託されている。

サラカタ水力発電所における機材の故障は、1年に1回程度の頻度で発生しているが、同民間会社と同発電所内で修理する体制を整えている。なお既設水車発電機1、2号機(日本製)の修理に関しては、直接メーカーへ注文し、交換部品等を購入し、自らの力で修理を行っている。これ等の水車発電機は、マニュアルに基づいて定期点検が実施されており、ランナー等の重要な部品を目視確認した所、良好な状態が確認された。

なお、メンテナンス体制として、サラカタ水力発電所で故障が発生した場合、発電所運転員からポートビラ市の委託民間会社のメンテナンス責任者へ故障状況などの情報を送り、対応方法を検討した後、メーカーに対して迅速に必要な部品の注文を行うなど、発電機の停止期間を最小限度にするよう体制が取られている。修理の技術は、主にメンテナンスマニュアルなどを参考にしつつ、経験者からOJTで取得している。保守管理担当部門の現場技術者は、これまで10年以上の運転経験を有し、水車の分解点検なども実施しており、現在の運営維持管理は順調である。本計画は、既設水車の増設であり、水車型式も

同様のものが計画されることから基本的な運転方法に大きな変化は無い。しかしながら、機材のメンテナンスに関しては分解組立方法などが水車メーカーにより異なることから、本計画を通じて故障発見のための測定器の操作方法や、修理部品交換のための技術に関して、据付時に OJT で技術移転を行うことが必要である。

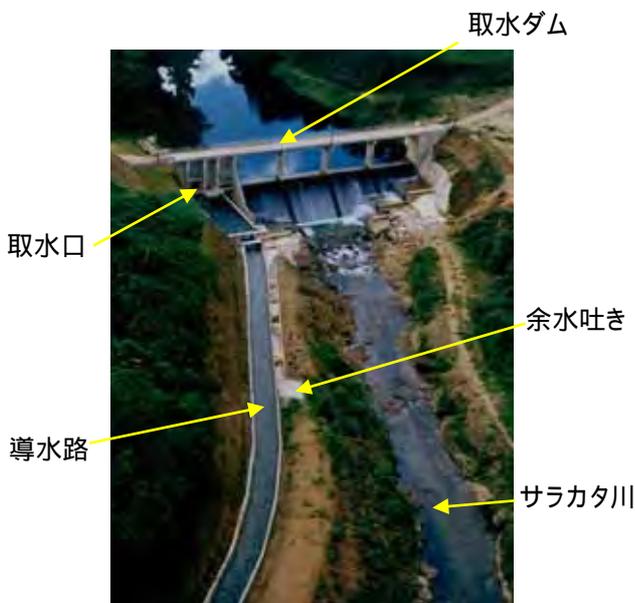
(2) 人員計画、技術レベル

上述のとおり、MOL エネルギー局は電力セクターの予算管理ならびに計画策定を行っているが、発電所の直接の運営維持管理は MOL エネルギー局の管理の下で民間の運転維持管理会社へ委託している。同民間会社の職員の多くは「バ」国民であるが、OJT により機材の運転修理や維持管理などの必要な知識を取得している。また、既存の発電設備の状況は概ね良好であり、技術レベルに特段の問題はない。なお、運転維持管理会社の選定は、入札により決定され、公平性、透明性を保っており、運転維持管理業務に民間活力を導入することで、効率的な電力運営を可能としている。

2-1-4 既存の施設・機材の現状と課題

(1) 土木施設の状況

サラカタ川水力発電所の取水は、サラカタ川に設けられた取水ダム右岸に設置された「取水口」より「導水路」に引き込まれ、約 830 m の導水路を経由した後に、「ヘッドタンク」と呼ばれる「導水管」の入り口まで到達する。導水管とは、ヘッドタンクと水車を結ぶ鉄管であり、ヘッドタンクから水車までの落差を利用して、水車を回転し、回転エネルギーにより電力を発生するものである。写真 2.1-1 に取水ダムおよび写真 2.1-2 にサラカタ川水力発電所の状況を示す。



出所:MOL

写真 2.1-1 建設当時の取水ダムと導水路の状況



出所:MOL

写真 2.1-2 建設当時のサラカタ川水力発電所および周辺施設

当該水力発電所の土木施設は、発電用水を確保すると同時に可能な限り取水に土砂を混入させない様にするを目的としている。その為、取水口には「余水吐き」が設置されており、必要以上の取水を河川に返す役割をしていると同時に、取水表面の落ち葉や流木などを流す機能を有している。また、ヘッドタンク部の容量を大きく設計することで、一時的に流速を下げることにより、取水に含まれる砂などを沈下させている。また発電所で使用後の水は、「放水庭」を經由して河川に戻される。

1994年の建設当時の記録によると、サラカタ川水力発電所用の導水路の大部分は、切土箇所に建設されているが、取水口より300mの部分は「沢」となっていたことから、盛土部分に建設されている。導水路は、山の斜面に設置されていることから、大雨時には雨水が山裾を伝い導水路脇まで流れ込んでいく。このため、導水路自体は建設当時の形状を保っているが、導水路周囲の地盤部分は、雨水による侵食や陥没が見られる。また、地震が原因と思われる陥没や地割れなどが、導水路谷側地盤で多く見られる。このため、応急処置として昨年より谷側にビニールシートによる対策が、「バ」国側の自助努力で行われている。

以上から、対応が必要な箇所は、以下のとおりである。

#### 1) 導水路内部

導水路表面は経年により劣化しているが、発電用水の流速を確保するため、表面の補修が必要である。同作業は定期的な運営維持の範囲であり、「バ」国側による表面補修と今後の定期的な維持管理の実施が必要である。

#### 2) 導水路周辺地盤

導水路周辺地盤に関しては、盛土部分（導水路取水口部から300～500mの区間）を中心に、地盤崩落が顕在化している。また、導水路取水口部でも、構造物から約90cmの位置で大規模な地盤変状が確認されるとともに、約110mの範囲にわたり地割れが確認された。さらに、ヘッドタンク周辺部でも、50mにわたり、地盤の崩落や導水路脇の地割れ（谷側）が確認された。また、山側の導水路脇では、至る所で雨水の浸入による地割れや地盤のゆるみが確認された。特に大規模なものは、盛土部分で確認され、導水路を支えている地盤土の流失により導水路の安定性を損なう可能性がある。この山側における、周辺地盤への雨水浸入が、谷側で発生している地盤崩落を助長している。導水路は、背面の地盤に支えられて安定している構造（もたれ構造）であるため、導水路周辺地盤の崩落は、導水路の崩壊を引き起こし、発電不能に陥る可能性が高く、緊急の対策が必要である。

#### 3) その他

その他の土木施設として、アクセス道路の路肩が発電所付近で河川増水により流失しているほか、地割れが確認された。最悪のケースとして、資機材輸送車両や重機搬入に伴う車両の転落などが懸念されることから、道路のり面の保護などの安全対策を実施する必要がある。

## (2) 水車発電機等の状況

### 1) サラカタ川水力発電所

現在、サラカタ川水力発電所の発電設備は 1994 年と 1995 年に完成された前回協力による 1、2 号水車発電設備（300 kW 2 台）による合計 600 kW の水力発電機が稼動中である。同発電所では定期的な点検補修を行っており発電機器は良好な状態に保持されている。建屋内もよく整頓されており、工具等の保管状態は良い。

また、室内に設置されている発電機用遮断器および操作用制御盤および主変圧器に関しても問題なく稼動している。しかしながら、発電所から発生した電力を需要家に送り出す送電線の遮断器を収納している屋外形閉鎖型配電盤については経年劣化により故障したが、自助努力で更新している。なお、同遮断器は本計画の 3 号水車発電設備の容量（600 kW）を見込んで設計していることから、必要な 3 号水車発電機用保護装置などを調達することで、本計画の実施が可能な状態となっている。

ディーゼル発電機は、一般的に回転数の調整スピードが早く、このため、負荷の変化に対しての即応性がある。既設サラカタ川水力発電所は、建設当初よりディーゼル発電機と並列運転を行っており、負荷の調整は、ディーゼル発電所に依存するように設計されている。「バ」国は、石油価格の高騰から、これまでの水車発電機とディーゼル発電機の並列運転を見直し、可能な限り水車発電機のみでの運転を希望している。このため、既設水車においても、負荷制御が可能となる「単独運転機能」や、停電時でも起動が可能な「単独立ち上がり機能」を付加したいとしている。しかしながら負荷調整は、水車に流入する水量により決定されるが、既設水車を調整する「調速機」と呼ばれる装置は、急速な負荷の変動に相応する機能は有していない。また、水車発電機も水車を安定的に運転させる「はずみ車」と呼ばれる装置を有していない。このため、これ等の装置を既設水車に取り付けするには、大規模な改造が必要であり、工事のための長期間の運転停止による停電、工事費の大幅な増加などが懸念され、現実的には、当該既設設備の改造工事の実施は困難な状態にある。

### 2) サラカタ変電所

サラカタ川水力発電所で、発電された電力（発電機電圧 3.3 kV）は、送電損失を低減するため、同発電所内の昇圧用主変圧器で 20 kV に昇圧し、送電線により約 20 km 離れたルガンビル市内のサラカタ変電所まで送電され、同変電所内の降圧用変圧器で 5.5 kV に降圧し同市内へ配電されている。前回協力で調達したサラカタ変電所内の降圧用変圧器は、付属する開閉器とともに屋外形閉鎖配電盤に納められていたが、経年劣化により故障したことから自助努力により更新されている。

## 2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 港湾

本計画対象地のあるサント島ルンガビル市には、サント港がある。サント港は 250 m 以上の埠頭を有

し、水深は 10 m 以上で、一般的に南太平洋で運航されている貨物船の接岸・荷揚は十分可能である。荷揚げ設備は 40 フィート及び 20 フィートコンテナ用フォークリフトが各 1 台設置されている。また通関職員も配置されており、本計画の機材荷揚げに支障はない。

## (2) 道路

サント港から本計画対象地のサラカタ川水力発電所までは道路が整備されており、その距離は約 27 km である。その内サント港から約 2 km のルガンビル市内までは舗装道路であり、良く整備されている。しかしながら、市外では砂利道となり、所によっては大きな窪みがある。さらに、発電所近くになると粘土による路盤となり、道路状況は良くない。このため、資機材搬入時には道路整備が必要である。

## (3) 情報通信

「バ」国の通信インフラは、民間会社により運営されている。都市部では固定電話の他、GSM 方式の携帯電話サービスも普及している。しかしながら、本計画対象地など市内を離れた地域では、固定電話の回線利用や携帯電話での通信は困難である。なお、インターネットサービスプロバイダがポートビラ市およびルガンビル市内にあり、両市内ではインターネットの利用は可能である。

## 2-2-2 自然条件

### (1) 地勢

「バ」国は、南緯 16 度、東経 167 度に位置し、南太平洋西部に南北約 1,200 km に広がるエファテ島、サント島など主要 12 島と、その他の約 70 の島々で構成されている。南端および北端は、ニューカレドニア国およびソロモン国までそれぞれ 200 km および 170 km の距離にある。面積の合計は約 1 万 2 千 km<sup>2</sup> で、新潟県とほぼ同じ広さである。最大面積の島は本計画対象地のサント島であり、続いてマラクラ島、首都ポートビラのあるエファテ島となっている。また、サント島には、国内最高峰のタブウエマサナ山（標高約 1,900 m）がある。

### (2) 降水量

サラカタ川水力発電所が位置するサラカタ川流域には雨量観測所はないが、ルガンビル市にあるペコア空港には、気象観測所（観測開始：1973 年 4 月、位置：15° 31' S, 167° 13' E、標高 45 m）があり、信頼性の高い気象観測を行っている。同観測所の気象統計資料によると「バ」国の気候は、大きく 11 月～4 月の雨季と 5 月～10 月の乾季に分けられ、年間降水量は 1,200～3,500 mm（平均約 2,250 mm）で変化している。各月の降水量は年毎にバラツキがあるものの、概ね平均降水量周辺で推移している。年間降水量では、近年降水量の増加傾向が見られるが、1990 年代前半からは極端な変化は表れていない。なお、2000 年以降、月間降雨量が 500 mm を超える大雨の月が 4 回以上記録されており、特に 2005 年 4 月には約 950 mm と非常に多い雨量を観測している。これらの大雨が導水路周辺の地盤変状を進行させた可能性が高い。（添付資料 - 7 参照）

### (3) 湿度・気温

サント島南西部の湿度は、3～5月が高く、8～10月が低くなる傾向にあるが、年間を通して80～85%にあり大きな変化は無い。また、サント島南西部の気温は、24～27（平均気温: 25.5）であり、年間を通じて温暖な気候となっている。（添付資料 - 7 参照）

### (4) 風速・サイクロン

1995年1月から2006年3月までの風速記録から、サント島南西部の平均風速は3 m/秒程度である。なお、11月～4月の雨季はサイクロンの襲来時期となっており、2001年から2005年までの5年間に7つのサイクロンが襲来している。そのうち、2001年2月26日から3月2日にかけて襲来したサイクロン「パウラ」は、サント島サンマ州ルガンビル市に深刻な被害を出したと報告されている。（添付資料 - 7 参照）

### (5) 地震

オーストラリア - インドプレートとパシフィックプレートの境界にあるヘブリデス海溝が、「バ」国西部の数十キロから数百キロメートルの地点を北西から南東にかけて走っている。また、東部においては、ヘブリデス海溝にほぼ平行してトラフが見られる。これらのプレートの影響で、「バ」国では多くの地震が発生している。同国の地震観測は、諸外国の支援により設置された地震計（16箇所）で観測されている他、首都ポートビラ市のMOL事務所の地震計も利用されている。

なお、首都ポートビラ市のあるエファテ島では、同島西部（ヘブリデス海溝の東部）で発生する地震が多く、震源の深さは比較的浅い。ポートビラ市では、2002年1月2日に同市の西約45 km地点でマグニチュード7.3の地震が発生し、建物の崩壊、地すべり、地割れ、橋梁の崩壊や段差が発生している。一方、本計画地が位置するサント島では東部のトラフ沿いで発生する地震が多く、震源の深さも70 km以上と比較的深い。また、同島西部では比較的震源の浅いマグニチュード5.0以上の地震が発生している。なお、「バ」国関係者によれば同島で2001年1月9日に発生したマグニチュード7.1の大規模な地震は、サラカタ川水力発電所の導水路周辺の地山に変状を発生させたとしている。（添付資料 - 8 参照）

### (6) 流量

MOLエネルギー局は、サラカタ川水力発電所の維持管理の一環として水位観測を行っていたが、予算上の問題から一時期、計測はされていなかった。しかしながら、2006年に予備調査団からの指摘を受けて、運転維持管理を受託する民間会社が測定業務を再開している。最近の観測記録から推察するとサラカタ川の流量の平均流量は、4～10 m<sup>3</sup>/秒（2006年4月～10月）となり、1994年の当該水力発電所計画当時と大きな変化はない。本計画で計画されている3号水車発電機を含めたサラカタ川水力発電所全体の全設備容量に対する必要流量は5.8 m<sup>3</sup>/秒であり、ダム下流河川流量を考慮しても河川流量としては問題ない。（添付資料 - 9 参照）

なお、本基本設計調査時（2006年7月）に既設導水路において浮子を用いた流速測定を行った。その結果、導水路内部の粗度係数は0.016となり表面の劣化による水理特性の低下が見受けられる。このため、発電に必要な流量を確保し、将来的に安定した運用を行うためには、導水路粗度係数をコンクリート内部の劣化を補修し設計時の値である0.015程度に復旧する必要がある。（添付資料 - 10 参照）

(7) 地質調査

地質調査結果、既設導水路全体は、有効な地盤の上に建設されているが、中間部の一部は支持地盤の弱い区間が確認された。添付資料 - 11 に地質調査結果を示す。

## 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標

「バ」国は、国家開発計画により雇用促進と経済振興に重点を置いており、その施策として電力等のインフラ整備が急務であるとしている。一方、電力系統整備による電化は、首都ポートビラ市（エファテ島）と本計画対象地であるルガンビル市（サント島）の都市部のみであるが、電源はディーゼル発電に依存しており、高価な燃料の輸入が「バ」国経済にとって大きな負担となっていた。そのため我が国は、1993～94年に前回協力でサラカタ川水力発電所（300kW×2台）を整備し、ディーゼル発電から水力発電へ転換することで燃料費を削減させ、同国経済に大きく寄与して来た。また「バ」国は同発電所の収益金（サラカタ基金）を用いてルガンビル地域の電化ならびに地方電化を促進して来た。電化率の向上は、住民生活の向上ならびに産業の発展に貢献したが、一方で、電力需要の伸びにより既設サラカタ川水力発電所の電力供給力不足となり再び、ディーゼル発電所が多用される状況となり、輸入燃料の高騰から同国経済を圧迫している。

本計画は、国家開発計画に基づき、水力発電所の電力供給能力の増強によりディーゼル発電用燃料油の輸入が減少し国際収支が改善することを上位目標とし、サント島ルガンビル市のサラカタ川水力発電所の電力供給力を増強することによって、同市への水力発電による安定した電力供給を行うことを目的とするものである。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、前回協力で建設されたサラカタ川水力発電所の増容量を行い、既存の1、2号水車発電設備（各300kW）に加え、3号水車発電設備を600kWの規模で設置するものである。あわせて大雨等により被害を受けている導水路等の土木施設に対して、緊急に対策を行うものである。

協力対象事業の概要は、以下の施設建設ならびに機材の調達、据付けである。

- |                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| (1) 導水路修復計画                           | 1 式 |
| 導水路対策工事                               |     |
| アクセスロードの安全対策工事                        |     |
| (2) 水力発電所増設計画                         | 1 式 |
| 導水管の建設                                |     |
| 放水庭整備                                 |     |
| 3号水車発電設備用発電所建屋増設                      |     |
| 水車発電設備（600kW×1台）および関連付帯設備の増設          |     |
| 昇圧用主変圧器（3.3/20kV, 750kVA, 1台）         |     |
| サラカタ変電所降圧用変圧器（20/5.5kV, 1,500kVA, 1台） |     |

## 3-2 協力対象事業の基本方針

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

前回協力により完成したサラカタ川水力発電所は、当初、1号、2号水車発電設備（300 kW×2台）からなる、合計出力 600 kW の発電所である。供用開始後は、既設ディーゼル発電所との併用運転により石油燃料を削減しつつ、安定した電力供給を行っていた。電力需要は、国民総生産（GDP）の向上とともに増加する傾向にあり、このため同水力発電所では、建設当初より本計画の3号水車発電機（600 kW）を含めた総設備容量（1,200 kW）として計画をすることで、経済的な発電所建設となる様に全体構想がなされており、導水路等の関連施設は最終目標の設備容量に見合う設計となっている。

このため、本計画では、既設サラカタ川水力発電所において既設設備を最大限に有効に活用しつつ、3号水車発電機（600 kW）の増設ならびに当該発電機に必要な機材および施設を整備する。なお、増設発電設備の容量については、供用開始後5年後を計画目標年次とする。

#### 3-2-1-2 自然条件に対する方針

##### (1) 温度湿度条件に対して

サラカタ川水力発電所近傍のペコア空港気象観測所の観測結果によると、同地域の平均気温は 25.5℃、平均湿度は 83% であり、サラカタ川水力発電所近傍は高温多湿の気候である。したがって、発電所や変電所設備の設計にあたっては、機材が結露による不具合が生じないように配慮する。

##### (2) 降雨・雷害に対して

同地域の平均年間降水量は約 2,250 mm であり比較的多い。また、季節は雨季と乾季に明確に分けられ、雨季（11～4月）には風雨を伴ったサイクロンが襲来している。このため、サラカタ川水力発電所の導水路およびアクセス道路では、地震や大雨により発生した地割れ部に雨水が侵入し、地割れを進行させている。このような状況から、土木施設の設計に当たっては、降雨に対して十分な安全性に配慮する。また、雷害による機材への影響が生じないように留意する。

##### (3) 地震

「バ」国は、地震の多発地域であり、地震が、導水路やアクセス道路に見られる地割れの一因となっていると推定される。このため、構造物の設計においては地震に対する配慮（耐震設計）を行うが、「バ」国には土木・建築に対する設計基準はないことから、日本の設計基準を準用し耐震設計を行う。このため土木設計においては、既設構造物と同様に設計水平震度（kh）を 0.15 とし、建築構造物においては、標準せん断力係数（Co）を 0.2 とする。

#### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本計画のサラカタ川水力発電所は、都市部から離れた郊外にあり、その周辺の社会インフラは十分に整

備されておらず、日本の施工業者の技術者が常駐可能な宿泊設備などはない。従って本計画の工事期間中の安全な宿泊場所および緊急時の連絡体制確保のため、ルガンビル市内に宿泊するなど配慮が必要である。

#### 3-2-1-4 建設事情/調達事情に対する方針

ルガンビル市には、建設業者や電気工事会社などが複数存在する。しかしながら本計画の水力発電所建設に必要な高度な技術力を有する会社はなく、日本から技術者を派遣し、技術指導および品質・工程管理を行わせる必要がある。また、「バ」国ではセメント、骨材等の土木・建築関係の一般的な資機材は調達可能であるが、水車発電機などの工業製品の調達は困難であり、日本から調達する必要がある。また、本計画で法面保護工事等に使用する大型建機は、導水路周辺地盤補強工事を行うための特殊な建機であり、我が国からの調達とする。

#### 3-2-1-5 現地業者の活用についての方針

「バ」国では、本計画対象機材の据付工事を自らの技術力で実施できる現地業者はいない。しかしながら、土木、建築工事については、経験のある技術者を保有している現地業者もあり、また、作業員については水力発電所建設工事の経験は少ないものの現地での雇用は可能である。また、労働者用車両等の現地調達も比較的容易であり、現地業者を土木、建築、電気の各工事の下請けとして活用することにより、事業費の低減を図るとともに技術の移転を行う。ただし、工期と品質を確保するためには、日本の工事業者による施工管理が不可欠である。

#### 3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

「バ」国では前回協力で整備した水力発電所設備を問題無く運用しており、MOL エネルギー局の管理、指導の下で民間請負会社が運転・維持管理を行う体制が確立されている。また本計画で整備が予定されている発電設備の仕様は、前回協力で調達した機器の範囲を超えない計画である。しかしながら、既設発電設備は10年前の設備であり、最近では制御装置を中心に新技術が導入されている。また水車発電機のメーカーにより水車などの運営維持管理に必要な分解組立の手順等が異なる。このため、本計画の工事期間中に日本側技術者により、当該設備の運用・保守点検に関するOJTを実施するとともに必要な予備品、試験器具、保守用工具および運転・維持管理マニュアルを供与することで、より効果的・効率的な運用が行える様に計画する。

#### 3-2-1-7 施設、機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上述の諸条件を考慮し、本計画の資機材調達および据え付け範囲、規模ならびに技術レベルに対し以下を基本方針として策定する。

##### (1) 施設・機材の範囲に対する方針

本計画は工事完成予定年度から5年後を目標年度と設定し、対象地域に対して、安定した電力供給を

行うため既存の発電設備を増容量するものであるが、土木設備の建設、ならびに資材の調達については、必要最小限の設備構成、仕様とする。

また、技術的および経済的に適切な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り国際規格に準拠した標準品を採用し、資機材の互換性を図り、必要最小限の設備構成、仕様とする。

## (2) グレード設定に対する方針

本計画で建設・調達される発電施設および機材の設計に当たっては、建設完了後の運転・維持管理を実施する MOL エネルギー局の運営維持管理レベルに合った資機材を選定する。

### 3-2-1-8 工法/調達方法、工期にかかる方針

本計画は、我が国の無償資金協力のスキームに基づいて実施されるので、単年度で建設を完了する必要がある。また、現地は河床・河岸であり、雨季の工事は急な増水等による労働災害を避けるため、できる限り乾季に工事を行う事が望ましい。所定の工期内で完工させ、期待される効果を発現させるため、日本側工事と「バ」国側負担工事工程の協調が取れ、かつ内陸輸送ルート、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する。

なお、本計画では自然災害等の原因で特に緊急性の高い導水路緊急対策を第一期工事とし、水車発電機の増設にかかる工事を第二期とする。

### 3-2-1-9 環境社会配慮に対する方針

「バ」国 MOL 環境局によれば、導水路の緊急修理を含む本計画は、自然災害防止対策事業として位置付けられ、自然環境ならびに社会環境に与える重大な影響はないことが確認されている。

## 3-2-2 基本計画

### 3-2-2-1 計画の前提条件

#### (1) サラカタ川水力発電所とルガンビル・ディーゼル発電所の運転形態

現在の本計画対象地（ルガンビル市）への電力供給は、前回協力のサラカタ川水力発電所とルガンビル市内にあるディーゼル発電所から行われている。本計画の供用開始後は、ディーゼル燃料消費量削減のために、電力需要のピーク時を除き、可能な限り前回協力と本計画で調達する水車発電機で同地区の電力を賄う様に計画する。図 3.2-1 にサラカタ川水力発電所とルガンビル・ディーゼル発電所の基本的な運転形態を示す。目標年次の 2014 年には、8:00～24:00 の時間帯でディーゼル発電所の運転が必要となる。

なお、サラカタ川水力発電所が電力を供給するルガンビル市の電力需要は、季節による大きな変動はない。このため運転モードは、1 日における電力需要の推移を示す日負荷曲線で決定される。同市は夕方方にピークがあるが、図 3.2-1 に示す日負荷曲線のとおり、目標年次の最大電力は 0:00～8:00 まで 1,200

kW であり、8:00～24:00 までが 1,600～1,900 kW となっている。

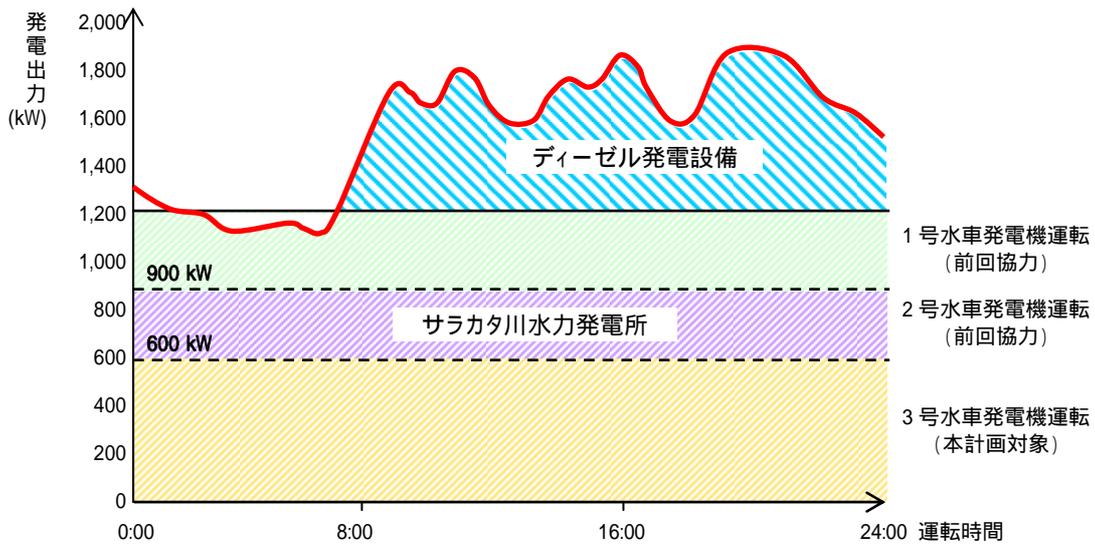


図 3.2-1 サラカタ川水力発電所とルガンビル・ディーゼル発電所の運転形態  
(目標年次 2014 年時点の想定)

なお、現在、電力需要の増減にかかる調整機能は、応答速度の早いディーゼル発電機が担っている。本計画供用開始後は、電力需要の大半をサラカタ川水力発電所で発生する電力で供給するため、調整機能は本計画の水車発電機に移行する必要がある。

以上から本計画の水車発電機は、下記の機能を付加するものとする。

- 1) 負荷および周波数調整機能
- 2) 停電時においても、水車発電機の起動が可能とする機能
- 3) これまでディーゼル発電機により供給されていた夜間の軽負荷時においても、水車発電機により電力供給が可能とする機能

また、需要家側ではコンピュータなどを応用した電気製品の利用も見られることから、電力品質に配慮する必要がある。このため系統運用に見合った調整機能を有する制御装置を設置する。

## (2) 電力需要予測と本計画の発電機容量

「バ」国サント島ルガンビル電力系統における電力需要（最大電力）は、1995 年から 2001 年の間、年約 8% の高い伸び率を示している。2002 年には、製材工場、ヤシ油工場等の大口需要家が自家発電に切り替えたため、一時的に最大電力は低下しているが、2003 年以降は再び年 7% 台の高い伸び率を示している。

「バ」国サント島における 2015 年までの電源開発計画では、本計画による水力発電設備の増設が唯一の新規電源であることから、同発電設備は今後の電力需要の増加に対応できる適切な規模とする必要がある。電力需要は、過去の電力需要伸び率ならびに GDP 成長率に基づいて推測できるが、ルガンビル電力系統では 2004 年時点で電化率が約 89% に達していること、また 2008 年頃までにルガンビル地域の電化はほぼ完了すると想定されることから、2007 年までの最大電力の予想伸び率は近年実績の年 7% を適用し、2008 年以降は IMF が試算した年間実質 GDP 成長率 3% と同等に推移すると想定される。表 3.2-1

にルガンビル電力系統の需要予測（本計画の3号機ありの場合）をまた、表3.2-2に同予想（本計画の3号機なしの場合）を示す。

表3.2-1に示すように、計画目標年次（2014年）の最大電力は1,884kWと想定される。これに対して、ベース負荷を担うサラカタ川水力発電所の総設備容量は、1,200kW（最大電力の約64%）である。このため、ピーク負荷用としてディーゼル発電機を当該水力発電所に加えて運用することによって、必要な安定供給予備力（約740kW）が確保でき、発電機が定期点検または故障で運転停止しても、安定した電力供給が可能となる

一方、本計画が実施されない場合、表3.2-2に示すとおり、目標年次2014年の安定供給予備力が約140kWと極端に少なくなる。また、サラカタ川水力発電所全体の設備容量（1、2号機）は600kWであり、最大負荷に対して約32%となり、ディーゼル発電に依存した電力運用となる。

なお、「バ」国のような島嶼国の小規模な電力系統では、発電設備運用の効率性、経済的運転・維持管理の観点から、基幹発電設備の単機容量は系統全体の電力需要の1/3～1/4程度とすることが望ましい。本計画の目標年次（2014年）におけるルガンビル電力系統の最大電力は1,884kWと予想されることから、増設設備の適切な単機容量は約600kW程度と考えられる。（なお、水車発電設備を設計する場合、発電機が発電する際に生じる熱などの損失を、水車エネルギーに見込む必要がある。このため、本計画では水車発電設備容量600kWに対して、水車容量を660kWとした。）

以上より、電力需給バランスおよび系統容量に対する単機容量の妥当性の観点から、600kWの発電設備を増設することは妥当であると判断される。

表 3.2-1 サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス(本計画の3号機ありの場合)

表3.2-1 サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス(本計画の3号機ありの場合)

	運転開始年	実績											予測									
		1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
<b>1. 最大電力(kW)</b>		1,200	1,240	1,300	1,400	1,520	1,740	1,880	1,314	1,408	1,512	1,338	1,432	1,532	1,578	1,625	1,674	1,724	1,776	1,829	1,884	1,941
伸び率(%)		-	3.3%	4.8%	7.7%	8.6%	14.5%	8.0%	-30.1%	7.2%	7.4%	-11.5%	7.0%	7.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
<b>2. 発電設備容量(kW)</b>		3,140	3,440	3,440	3,440	4,354	4,327	4,301	4,165	4,130	4,094	4,059	4,025	3,990	3,957	4,523	4,490	4,457	4,424	4,392	4,360	4,329
2.1 ルガンビルディーゼル発電所		2,540	2,840	2,840	2,840	3,754	3,727	3,701	3,565	3,530	3,494	3,459	3,425	3,390	3,357	3,323	3,290	3,257	3,224	3,192	3,160	3,129
1号機 1000 kW	2001年	(1995～1998年は、データなし)				0	0	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869
2号機 1000 kW	1999年	-	-	-	-	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869	860	851
3号機 720 kW	1992年	-	-	-	-	684	677	670	664	657	650	644	638	631	625	619	612	606	600	594	588	582
4号機 520 kW	1994年	-	-	-	-	495	490	485	480	475	471	466	461	457	452	448	443	439	434	430	426	421
5号機 520 kW	1990年	-	-	-	-	475	470	466	461	456	452	447	443	438	434	430	425	421	417	413	409	404
その他(2001年で廃棄)	1966年	2,540	2,840	2,840	2,840	1,100	1,100	100														
2.2 サラカタ川水力発電所		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
(1) サラカタ1号機	1994年	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
(2) サラカタ2号機	1994年	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
(3) サラカタ3号機																600	600	600	600	600	600	600
<b>3. 需給バランス(kW) (2-1)</b>		1,940	2,200	2,140	2,040	2,834	2,587	2,421	2,851	2,722	2,582	2,721	2,593	2,459	2,379	2,898	2,816	2,733	2,648	2,563	2,476	2,388
4. 最大容量発電設備の出力(kW)		520	520	720	720	1,000	990	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869
5. 保証出力(kW) (2-4)		2,620	2,920	2,720	2,720	3,354	3,337	3,301	3,175	3,149	3,124	3,099	3,074	3,049	3,024	3,600	3,576	3,552	3,529	3,506	3,483	3,460
<b>6. 供給予備力(kW) (5-1)</b>		1,420	1,680	1,420	1,320	1,834	1,597	1,421	1,861	1,741	1,612	1,761	1,642	1,517	1,447	1,975	1,902	1,828	1,753	1,677	1,599	1,519
7. 二番目に大きな発電設備の出力(kW)		300	300	520	520	684	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869	860	851
<b>8. 安定供給予備力(kW) (6-7)</b>		1,120	1,380	900	800	1,150	607	441	891	781	661	819	710	594	533	1,071	1,007	942	876	808	739	668

備考: (1) 最大電力の平均伸び率(UNELCO資料)

・1995～2001年(実績):7.8%/年

・2002～2004年(実績):7.3%/年

・2006～2007年(想定):7.0%/年

・2008～2015年(想定):3.0%/年

(2002～2004年の実績伸び率に基づく)

(IMF試算の実質GDP伸び率(2005～2010年、3.0%/年)に基づく)

(2) ディーゼル発電出力の経年劣化率は、年1%とした。

発電設備運転開始(予定)

目標年次

本計画完了予定

表 3.2-2 サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス(本計画の3号機なしの場合)

表3.2-2 サント島ルガンビル電力系統における電力需給バランス(本計画の3号機なしの場合)

	運転開始年	実績										予測										
		1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
<b>1. 最大電力(kW)</b>		1,200	1,240	1,300	1,400	1,520	1,740	1,880	1,314	1,408	1,512	1,338	1,432	1,532	1,578	1,625	1,674	1,724	1,776	1,829	1,884	1,941
伸び率(%)		-	3.3%	4.8%	7.7%	8.6%	14.5%	8.0%	-30.1%	7.2%	7.4%	-11.5%	7.0%	7.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
<b>2. 発電設備容量(kW)</b>		3,140	3,440	3,440	3,440	4,354	4,327	4,301	4,165	4,130	4,094	4,059	4,025	3,990	3,957	3,923	3,890	3,857	3,824	3,792	3,760	3,729
2.1 ルガンビルディーゼル発電所		2,540	2,840	2,840	2,840	3,754	3,727	3,701	3,565	3,530	3,494	3,459	3,425	3,390	3,357	3,323	3,290	3,257	3,224	3,192	3,160	3,129
1号機 1000 kW	2001年	(1995~1998年は、データなし)				0	0	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869
2号機 1000 kW	1999年	-	-	-	-	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869	860	851
3号機 720 kW	1992年	-	-	-	-	684	677	670	664	657	650	644	638	631	625	619	612	606	600	594	588	582
4号機 520 kW	1994年	-	-	-	-	495	490	485	480	475	471	466	461	457	452	448	443	439	434	430	426	421
5号機 520 kW	1990年	-	-	-	-	475	470	466	461	456	452	447	443	438	434	430	425	421	417	413	409	404
その他(2001年で廃棄)	1966年	2,540	2,840	2,840	2,840	1,100	1,100	100														
2.2 サラカタ川水力発電所		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
(1) サラカタ1号機	1994年	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
(2) サラカタ2号機	1994年	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<b>3. 需給バランス(kW) (2-1)</b>		1,940	2,200	2,140	2,040	2,834	2,587	2,421	2,851	2,722	2,582	2,721	2,593	2,459	2,379	2,298	2,216	2,133	2,048	1,963	1,876	1,788
4. 最大容量発電設備の出力(kW)		520	520	720	720	1,000	990	1,000	990	980	970	961	951	941	932	923	914	904	895	886	878	869
5. 保証出力(kW) (2-4)		2,620	2,920	2,720	2,720	3,354	3,337	3,301	3,175	3,149	3,124	3,099	3,074	3,049	3,024	3,000	2,976	2,952	2,929	2,906	2,883	2,860
<b>6. 供給予備力(kW) (5-1)</b>		1,420	1,680	1,420	1,320	1,834	1,597	1,421	1,861	1,741	1,612	1,761	1,642	1,517	1,447	1,375	1,302	1,228	1,153	1,077	999	919
7. 二番目に大きな発電設備の出力(kW)		300	300	520	520	684	677	680	670	664	657	650	644	638	631	625	619	612	606	600	594	582
<b>8. 安定供給予備力(kW) (6-7)</b>		1,120	1,380	900	800	1,150	920	441	891	781	661	819	710	594	533	471	407	342	276	208	139	68

備考: (1) 最大電力の平均伸び率(UNELCO資料)

・1995~2001年(実績):7.8%/年

・2002~2004年(実績):7.3%/年

・2006~2007年(想定):7.0%/年

・2008~2015年(想定):3.0%/年

(2) ディーゼル発電出力の経年劣化率は、年1%とした。

(2002~2004年の実績伸び率に基づく)

(IMF試算の実質GDP伸び率(2005~2010年、3.0%/年)に基づく)

発電設備運転開始(予定)

目標年次

本計画完了予定

### 3-2-2-2 土木施設計画にかかわる方針

土木施設の内容は、3号水車発電設備増設を主眼とするもので、水圧鉄管および放水庭の建設より構成される。さらに現在被害が発生し、緊急に実施する必要がある導水路周辺地盤の対策および施工時の安全対策を主眼としたアクセス道路補修が本計画の範囲に含まれる。

#### (1) 導水路およびアクセス道路にかかる対策

導水路地盤は取水口部、中間部およびヘッドタンク部で変状が発生している。また、アクセス道路に関しても、発電所近くで地盤変状および路肩の地割れが発生しており、資機材の輸送時、工用車両の通行時に道路の崩落の可能性が高く、早急に安全対策を実施する必要がある。導水路およびアクセスロードの地盤変状は地震、大雨、河川の増水が主要な原因と考えられるため、これらの現状および原因を考慮して必要な対策を行うことを基本方針とする。

なお、導水路内面にはコンクリートの劣化が見られるが、内面補修工事に関しては、導水路の運用を一時中断し、水を抜く必要があることから、発電所の運用ならびに電力需要の動向を見て、「バ」国側が実施する計画である。

なお、同導水路の内面補修工事費を含め、相手国負担費用は、3-5-1項に示すとおり合計約39.8百万バツであるが、これは、サラカタ資金全体の約8%であり、予算確保に支障はない。

図3.2-2に導水路およびアクセス道路の被害状況を示す。

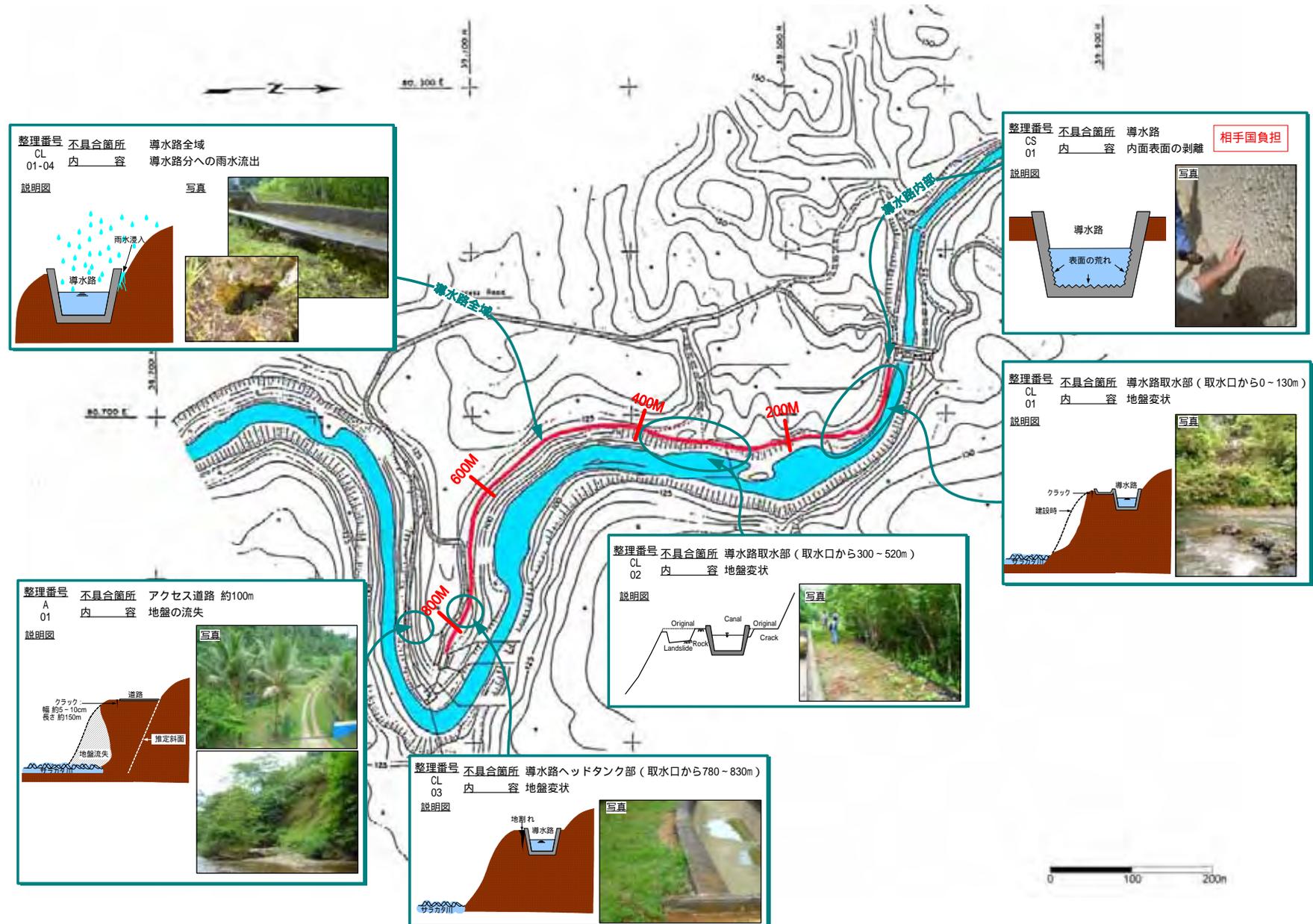


図 3.2-2 導水路およびアクセス道路被害状況

## (2) 対策方法の選定

現地調査の結果、導水路は急な斜面を切り開き建設されており、近年の大雨や地震により、周辺地盤に地割れ等の変状が発生している。さらに、地震等により発生した地割れ部分に雨水が侵入することによって、地盤の変状を進行させていることが推定される。

導水路崩落対策を行う場合、導水路の崩落を直接的に止める方法（抑止工）と、崩落を助長する因子を取り除く方法（抑制工）が考えられる。導水路の崩落を直接的に止める方法とは、杭、ロックボルトなどにより崩落しようとする土塊を支える工法であり、崩落を助長する因子を取り除く方法とは、地山への雨水の浸入などを防ぐ方法である。

地盤変状が地震および大雨に起因していることから、上記の2つの方法を組み合わせて対策を行う必要がある。また、崩落を直接的に止める方法はいくつかの工法があり、地盤変状の状況や原因および地山や構造物の状況から適切な対策方法を採用する必要がある。表 3.2-3 に対策方法の比較を示す。

表 3.2-3 対策方法の比較

	杭工法	鋼矢板圧入工法（シートパイル工法）	のり面補強工法（ロックボルト）	蛇籠工法
概要図				
工法概要	<p>導水路周辺地盤に杭を打ち込むことにより周辺地盤の補強を行う。 ボーリングマシンをベース機として、削孔を行い杭を敷設する。 基本的には、上部（導水路脇）に機材を添えつけての施工であるため、上部にある程度のスペースが必要となる。</p>	<p>導水路周辺地盤に鋼矢板を打ち込むことにより周辺地盤の補強を行う。 圧入杭機を用いて鋼矢板を圧入する工法であり、機材は建て込みした矢板上を自走する。矢板吊込み用の小型クレーンで施工が可能である。固い地盤での圧入は不可能であるが、ウォータージェットを併用することで、N = 80 程度の地盤までに適用可能となる。 基本的には、上部（導水路脇）に機材を添えつけての施工であるため、上部にある程度のスペースが必要となる。</p>	<p>「のり面」に対して、地盤補強材（ロックボルト）を配置することで、導水路周辺地盤の補強を行う。 のり面に対して足場を組み、小型のボーリングマシンによる削孔を行い、鉄筋挿入、グラウトミルク注入を行う。 基本的に、のり面側からの施工であるため、長大斜面の場合、施工が困難となる。</p>	<p>のり面の崩落箇所に対して蛇籠を配し、うら込み、締め堅めを行うことにより、崩壊防止対策を行う。 蛇籠とは、鉄線を立方体に編み、中に河原石や碎石を詰めたもので、農業用水の堰などに使用されている。のり面に沿って蛇籠を積み上げることにより、護岸する。 施工は、斜面側から行い、下部から順次、蛇籠を積みながらうら込みを行う。</p>
工程	約 13 ヶ月	約 9 ヶ月	約 9 ヶ月	約 9 ヶ月
のり面保護に対する効果	導水路周囲地盤に、杭を打ち込む工法であり、のり面を失っても、導水路を確保することを主眼としている。	<p style="text-align: center;">×</p> <p>導水路周囲地盤に、矢板を打ち込む工法であり、のり面を失っても、導水路を確保することを主眼としている。鋼管に比較して、輸送重量は軽減されるものの、矢板を使用することから、岩などに対して、打ち込むことはできない。また地盤から侵入する雨水をせき止める可能性があり、水圧によって鋼矢板ごと崩壊する恐れがある。</p>	のり面にロックボルトを打ち込む方法で、道路や造成地の斜面で利用されている。1m 間隔程度で、ロックボルトを打ち込むことで、のり面の保護が可能である。合わせて、コンクリートで擁壁を確保することで、河川の浸食を防ぐことができる。	「蛇籠」は、わが国の河川保護に多く利用されている。多くのケースは、金網のみを輸送することで、中に入れる「石」は、現地のもので利用できることから、緊急の災害復旧用として利用されている。しかしながら、5m 以上積み上げることが推奨されていないこと、及びわが国では恒久的な施設として利用できないことから、本計画への適用は困難である。（本計画の地盤高さは 10 m 以上である）
導水路に対する保護	周囲地盤に、杭を打ち込むため、周囲地盤に対する補強に効果がある。	周囲地盤に、鋼矢板を打ち込むため、周囲地盤に対する補強に効果がある。しかしながら、雨水対策と合わせても、周囲地盤に雨水をせき止めてしまうことから、鋼矢板もろとも周囲地盤が流される可能性がある。	導水路は、山の斜面切り土部分に、コンクリートを打設して、建設している。このため、導水路は、背面の地盤に支えられることにより、構造を保っている。のり面保護を主眼に対策することで、周囲地盤を確保し、導水路を保護する。	導水路を保護するための恒久対策には、適さない。
総合結論	重機のほか、鋼管などの材料輸送に費用を要する。重機搬入や施工のためのスペースが必要となる。	<p style="text-align: center;">×</p> <p>輸送費用を要する。重機搬入や施工のためのスペースが必要となる。雨水の浸入による崩壊の恐れがある。</p>	周囲地盤の安定性確保が可能であり、費用対効果が高い。施工のためのスペースが小さくて済むが、長大斜面の場合には、足場の規模などが大きくなり施工が困難となる。	<p style="text-align: center;">×</p> <p>材料を現地調達により確保できるが、急斜面に 5 m 以上積み上げる場合、適用は困難である。また、河川の幅が狭まることで、河川の幅の確保が難しくなる。</p>

上記より、ロックボルトによるのり面保護工法が、もっとも有効である。また、現地はサラカタ川増水等により、導水路を支持している土砂が流失していることや、取水口部では導水路脇の作業スペースが限られていることから、重機の搬入は限られている。したがって、コスト比較および技術的な検討を行い、ロックボルトによる施工が限られた工期内でスムーズに実施可能であると判断し、選定した。

### (3) No. 3 水車発電設備増設に伴う土木施設

No. 3 水車発電設備増設に伴い、下記の工事を行う。

- ・ 導水管の据付
- ・ 放水庭の整備

### (4) 適用基準

「バ」国には、土木施設の設計に関する基準はないため、日本国内の基準を準用する。

## 3-2-2-3 建築計画にかかわる方針

### (1) 基本方針

既存発電機建物は、前回協力の計画の中で、将来的に発電容量を 1,200 kW まで増加させる計画となっており、建物もこれに応じて将来対応がなされている。但し、現在の水車室は、本計画の 600 kW 発電機を据付ける広さが不十分であり、分解・組立を行うためのメンテナンススペースも合わせて確保する必要がある。既設建物構造体は、全て鉄筋コンクリート造りであり、コンクリートのひび割れ、欠損等構造耐力を低下させるような劣化は見当たらない。以上から建築計画の基本方針を下記のとおりとする。

- 1) 3 号機水車発電設備の設置および建屋内のメンテナンススペースを確保するために、建物を南西側に 9.4 m 拡張する。この時、建物スパンおよび高さ寸法は既存建屋に合わせる。なお、既設で準備されている、増築用のアンカー鉄筋は、腐食が激しく使用は難しい。また、既存部分の構造的な特性が十分把握しきれないため、増築部分はエキスパンションにより既存建物と縁切りをする。
- 2) 建物の仕上げはできるだけ既存合わせとし、1つの建物として違和感を感じることはないように計画する。
- 3) 3 号水車発電設備の地下ピット構造物は前回協力で構築されており、機能的に問題ない限りこれらを利用する計画とする。

### (2) 適用規格

「バ」国の建物設計基準はないため、建物の構造設計にあたっては、日本国内の基準を準用する。

### 3-2-2-4 水力発電用機材計画にかかわる方針

#### (1) 基本方針

本計画では以下の基本方針により水車発電機の設計を行う。

- 1) 水力発電機器の納入範囲は必要最小限的な範囲とし、簡素化を図る。
- 2) 水力発電機器は公共用電力設備として耐久性、安全性、耐蝕性を十分考慮する。
- 3) 確実な運営維持管理を主眼とし、補機は可能な限り、既設と同じ型式のものを使用する。
- 4) ディーゼル発電所に依存せず、周波数調整などが可能となる様、本計画の水車発電機は、単独運転・試送電が可能な設計とする。
- 5) ディーゼル発電に依存せず水力発電所のみにより、当該地区の電力需要を賄う必要があるため軽負荷においても運転可能な水車発電機とする。

#### (2) 適用規格および使用単位

本計画の設計に当たっては、以下に示すとおり、既設設備との整合性を考慮し、機器の主要機能については IEC および ISO 等の国際規格ならびに日本規格を適用する。また使用単位は国際単位系（SI ユニット）とする。

国際電気標準会議規格（IEC）：	電気製品全般の主要機能に適用する。
国際標準化機構（ISO）：	単位に適用する。
日本工業規格（JIS）：	工業製品全般に適用する。
電気学会電気規格調査会標準規格（JEC）：	電気製品全般に適用する。
社団法人日本電気工業会規格（JEM）：	電気製品全般に適用する。
日本電線工業会規格（JCS）：	電線、ケーブル類に適用する。
水門鉄管規準：	導水管に適用する。
その他の関連する日本および国際規格：	電気工事全般に適用する。

### 3-2-2-5 基本計画の概要

前述（3-2-1 参照）の基本設計方針を踏まえた本計画の基本計画の概要は、表 3.2-4 のとおりである。

表 3.2-4 基本計画の概要

区分	導水路修復計画	発電所増設計画
計画対象地	サント島ルガンビル市サラカタ川水力発電所	同左
施設建設計画	<p>既設導水路およびアクセス道路に対する下記工事の実施</p> <p>1. 導水路緊急対策工事 1 式 対象：既設導水路 約 830 m 内容：ロックボルト工法などによるのり面復旧工事、くい打ちによる導水路壁面地山補強、地盤変状部埋戻し工事など</p> <p>2. アクセス道路安全対策工事 1 式 対象：発電所へのアクセス道路 約 100 m 内容：ロックボルト工事などによるのり面復旧工事</p>	<p>3号水車発電設備増設に伴う下記工事の実施</p> <p>1. 導水管布設工事 1 式 (水圧鉄管、約 40 m)</p> <p>2. 放水庭整備工事 1 式 (コンクリート造、サラカタ川放流用)</p> <p>3. 発電建屋増設工事 1 式 (鉄筋コンクリート造 2 階建て 建築面積 117.32 m<sup>2</sup> 延面積 226.22 m<sup>2</sup> 天井クレーン (7.5 ton) 設備および照明等附帯設備付)</p>
資機材調達と据付工事	-	<p>3号水車発電設備増設に関する下記資機材の調達および据付</p> <p>1. 水車発電機 1 台 水 車：660 kW 以上、横軸フランシス水車 500 rpm、電気调速機および周波数調整機能、入口弁、フライホイール付 発電機：3.3 kV 750 kVA 500 rpm 力率 0.8</p> <p>2. 補機類 1 式 (3.3 kV 配電盤、所内用変圧器、直流電源盤、 低圧分電盤)</p> <p>3. 昇圧用主変圧器 1 台 (サラカタ川水力発電所内に設置、 送電用 3.3/20 kV, 750 kVA, 保護接続盤を含む)</p> <p>4. サラカタ変電所用降圧変圧器 1 台 (降圧用 20/5.5 kV, 1,500 kVA)</p>
資機材調達計画	-	<p>3号水車発電設備の維持管理のための下記資機材の調達</p> <p>1. 保守用道具 1 式 (水車発電機用特殊工具ならびに計測器)</p> <p>2. 予備品 1 式</p>

### 3-2-2-6 土木施設計画

#### (1) 既設導水路の緊急対策

既設導水路の緊急対策は、地盤変状対策が挙げられる。導水路周辺地盤の変状は、その位置や状況から、取水口部、中間部、ヘッドタンク部の3箇所に分けられる。導水路への緊急対策では、導水路周辺の地盤崩落に対して、導水路の安定性が確保されるように計画する。表 3.2-5 に既設導水路周辺地盤の緊急対策として地盤の現状および対策の考え方を示す。

同表に示すとおり、既設導水路は急な斜面を切り開き建設されており、近年の大雨、地震、河川の増水により、導水路周辺地盤に地崩れ、地割れ等の変状が発生している。さらに、地震等により発生した地割れ部分に雨水が侵入することによって、地盤の変状を進行させていることが推定される。また、試掘およびボーリング調査結果から、導水路の周辺地盤では、中間部の一部を除き導水路基礎として十分な基礎地盤が確認されている。

以下に、確認された地盤変状毎に既設導水路の緊急対策の基本的な方針を示す。

地崩れ：地崩れ対策、雨水侵入対策、さらに、河岸浸食に起因する場合は河岸浸食対策

地割れ：埋戻し、雨水侵入対策

陥没、沈下：地盤補強（埋戻し、締締め、杭などによる補強）、雨水侵入対策

さらに、導水路全域にわたり弱部となるような箇所をなくす必要がある。

具体的な対策としては、地崩れ対策としてロックボルト等によるのり面補強、雨水侵入対策として排水溝、排水柵の設置、河岸浸食対策として護岸工の設置、地盤補強として中間部の一部の地盤の強度や締り度の指標であるN値の低い範囲で杭工法による対策を行う。

上記、地崩れ対策における設計上の考え方は、サラカタ川水力発電所の既設、新設の土木構造物（堰、アンカーブロック、発電所建屋など）と同等の耐震性を有することを基本とする。既設サラカタ川水力発電所の土木構造物は、我が国の比較的大規模な地震が発生する地域と同等の設計がなされており、現在も健全な状態を保持している。

基本設計図 C-01～C-06 にそれぞれの対策工法を示す。

## (2) アクセス道路の安全対策

既設アクセス道路部では、地盤崩壊および地割れが確認されており、資機材の輸送時、工事車両通行時の安全性を確保するための対策が必要である。アクセス道路部では、地盤崩壊が発生していること、大規模な地割れが発生していることから、導水路取水口部と同様の基本方針で地崩れ対策を行い、地盤変状や浸食を防止する（表 3.2-5 参照）。

ここで、地盤変状がみられる導水路およびアクセス道路の対策の考え方について以下に整理する。

位置	導水路				アクセス道路
	取水口部	中間部		ヘッドタンク部	
距離	0-150 m	300-360 m	360-500 m	780-830 m	0-150 m
地盤状況	地崩れ 地割れ	陥没 地割れ（山側）	沈下	地割れ	地崩れ 地割れ
主な原因	地震・大雨 河川の増水	地震・大雨	地震・大雨	地震・大雨	地震・大雨 河川の増水
必要な対策	地崩れ対策 雨水侵入対策 河岸浸食対策	地盤補強 雨水侵入対策	地盤補強 雨水侵入対策	雨水侵入対策	地崩れ対策 河岸浸食対策

基本設計図 C-07 に対策工法を示す。

### (3) 放水庭

放水庭は、放水口からの放流水による地盤浸食を防止し、発電に用いた水を安全に河川に戻すための施設である。したがって、放水庭では、地盤浸食防止を主目的とするコンクリート基礎と放流水の流速を制御するための蛇籠を設置する。現在、サラカタ川水力発電所 1 および 2 号水車発電設備の放水庭部の地盤の浸食が確認されているが、放水庭は 1～3 号水車発電設備までの共通施設であるため、本計画で放水庭全範囲を整備する。基本設計図 L-01 に放水庭の配置を示す。

### (4) 導水管

水圧鉄管に用いる材料は、1, 2 号水車発電設備と同様に鋼材とし、自重や作用する内圧、外圧に対して安定した構造となるように設計する必要がある。また、「バ」国の自然条件に対して著しい劣化が生じないように鉄管の保護を行う。導水路の仕様は以下のように設定する。

材料：鋼材（SS400）

内径：1,200 mm

厚さ：6 mm 以上

### (5) 導水管基礎（アンカーブロック、支台）

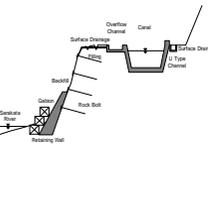
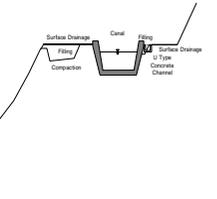
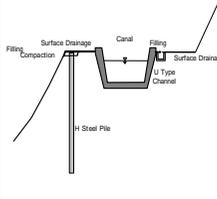
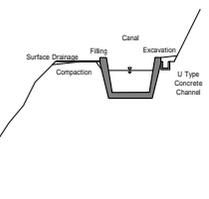
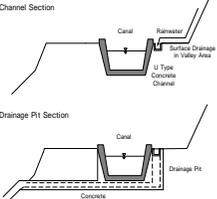
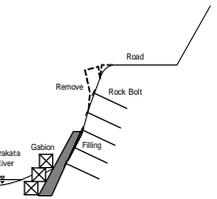
導水管基礎は、作用する荷重に対して転倒、滑動、沈下しない安定した構造となるように設計する。基本設計図 L-01 に導水管の配置を示す。

### (6) 導水路内部補修（「バ」国側負担事項）

導水路の内部補修は、FRP パネルの張付けおよび樹脂モルタル薄塗りなどの方法がある。補修に際しては、水路断面積を減少させないこと、経年劣化の少ない素材であることおよび経済的であることなどを踏まえて、工法の選定を行う必要がある。上記の条件で最も一般的な方法は、導水路内面に樹脂モルタルを薄塗りする方法である。

サラカタ川の水質分析結果（添付資料 - 12 参照）によると、炭酸水素イオンが 154 mg/L、カルシウムが 36.8 mg/L と日本の河川の平均的な濃度（炭酸水素イオン 31 mg/L、カルシウム 8.8 mg/L）より約 4～5 倍高い濃度で検出された。炭酸水素イオンは、セメント成分のカルシウムを溶解させる作用があるため本計画による補修用のモルタルとしては、特殊繊維入り高強度無収縮ポリマーセメントモルタルの採用が望ましい。

表 3.2-5 既設導水路周辺地盤の緊急対策

No.	CL01	CL02		CL03	CL01-04	A01	
位置	取水口部	中間部		ヘッドタンク部	導水路山側	アクセス道路	
距離 (取水口から)	5 - 135 m (130 m)	300 - 360 m (60 m)	360 - 520 (160m)	780 - 830 (50 m)	0 - 830 (830m)	発電所建屋ゲートから 100 m	
状況 (変状)	写真						
	説明	・地盤の流失 ・地割れ	・地盤の沈下	・地盤の沈下	・地割れ ・地山と構造物の隙間	・地山と構造物の隙間	・地盤の流失 ・地割れ
推定される主要原因	・大雨 (2005年3月 950mm) ・地震 (2001年1月 MS7.1) ・河川の増水 (2004年3月 発電所地点 水深 4m)						
対策の必要性	導水路は、一部の区間を除き、周辺地山に支えられ安定している構造となっている。近年に見られる過酷な自然条件 (大雨、地震、河川の増水) により、地盤の変状が発生し、進行している。特に導水路の取水口付近では、構造物から地割れまでの距離が 90cm、地滑り域までの距離が 2.0m 程度となっている。したがって、導水路の安定性確保のための緊急対策が必要である。						
地盤状況 (試掘)					-	-	
	粘土や砂混じりの礫で、一部、粘土のスポットがある。	海洋性石灰岩が主で、段差下部では粘土が介在している	海洋性石灰岩が露出、谷側部では粘土や砂混じりの礫が分布	粘土や砂混じりの礫	-	-	
河床から地盤の高さ	5 - 15 m	20 m 以上	20 m 以上	20 m 以上	-	5 - 10 m	
対策の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地盤の流失、地割れが発生している取水口部は、地盤の流失、崩落を抑制するために擁壁およびロックボルトによる斜面安全対策を行う。</li> <li>・雨水排水対策を導水路全域に渡り行う。・地盤の沈下が確認される箇所では、地山の埋戻しと締固めを行う。</li> <li>・試掘およびボーリング結果によると、導水路の大部分は安定した地山 (N 値 30 以上) に支持されているが、中間部の一部 (420m - 500m) では、導水路から斜面までの距離が短い上に、導水路の支持地盤の N 値が 30 以下となっているため、杭による地山の補強を行い、導水路地盤の安定性を向上する。</li> </ul>						
対策案							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面保護、蛇籠 (河岸侵食対策)</li> <li>・ロックボルト (地山の保護)</li> <li>・表面排水対策 (雨水侵食対策)</li> <li>・埋戻し、締固め、弱部の除去</li> <li>・施工区間 130 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面排水対策 (雨水侵食対策)</li> <li>・埋戻し、締固め</li> <li>・施工区間 50 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面排水対策 (雨水侵食対策)</li> <li>・杭 (水路周辺地山の補強: 80 m)</li> <li>・埋戻し、締固め</li> <li>・施工区間 160 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面排水対策 (雨水侵食対策)</li> <li>・埋戻し、締固め</li> <li>・施工区間: 50 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨水排水システム (雨水侵食対策)</li> <li>・施工区間: 830 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面保護、蛇籠 (河岸侵食対策)</li> <li>・ロックボルト (地山の保護)</li> <li>・埋戻し、締固め、弱部の除去</li> <li>・施工区間: 100 m</li> </ul>	

### 3-2-2-7 建築計画

#### (1) 計画内容

本計画で増築される建物は、既存建物の拡張であることを踏まえ、スパンおよび階高は既存建物にならう。また、増築部分を含め建物全体が一体的に機能するように計画する。また増設する発電建屋計画は以下のとおりである。

構造・規模：鉄筋コンクリート造 2 階建て

基礎形式：直接基礎形式、独立基礎

面積：建築面積 177.32 m<sup>2</sup>、延面積 266.22 m<sup>2</sup>

#### (2) 敷地・施設配置計画

前回協力で、建設敷地は 3 号水車発電設備設置部分も含めて既に整備されているため、既往の配置計画に従って本計画の増築建物を配置する。また、本計画で放水庭の整備を行うが、放水庭メンテナンス用通路として、建物地盤面から放水庭におりる階段を設置する。

#### (3) 施設の主要機能と建築計画

##### 1) 発電機室

発電機室は、3 号水車発電設備および同補機類を設置する部屋で、保守点検が容易にできる広さを持った計画とする。発電機の寸法は長さ約 8.5 m、幅約 2.8 m、高さ約 3.0 m であり、同発電機横に 4.5 m 程度のメンテナンススペースを確保すると、建物の必要増築長さは約 9.4 m となる。既設建物の増築側には鉄筋コンクリート造の壁が設置されているが、本壁は解体撤去し増築部は既存部と一体的に機能させる。

また、発電機部品の修理・交換用として 7.5 t 用の天井クレーン（モノレールクレーン）（手動）を設置する。

##### 2) 電気室

電気室は、3.3 kV 配電盤を設置する部屋で、盤の配置は保守点検が容易にできるように計画する。なお、1 階には発電機増設に伴う電気盤の設置スペースがないため、建物を 2 階建てとして 2 階に配電盤を設置する計画とする。

##### 3) 階段

1 階は階高が高く大規模な階段となるため、施工性に配慮して階段の構造を鉄骨造とする。また、外部環境による劣化損傷を避けるために、階段は発電機室内に設置する。

(4) 各室の床面積と設備

表 3.2-6 床面積表

(単位：m<sup>2</sup>)

室名	既存部分	増設部分	合計	設備
1階発電機室	115.20	62.12	177.32	照明、換気
2階監視室	39.32	-	39.32	照明、空調
2階休憩室	23.68	-	23.68	照明
2階 3.3 kV 発電機盤室	-	25.90	25.90	照明、空調

(5) 主要構造部の仕様

表 3.2-7 主要構造部の仕様

名称	構造仕様
基礎	鉄筋コンクリート造、直接基礎
土間、ケーブルピット	鉄筋コンクリート造
2階床	鉄筋コンクリート造
柱、梁、壁	鉄筋コンクリート造
階段	鉄骨造

(6) 仕上げ計画

1) 外部仕上げ

表 3.2-8 外部仕上げ表

部位	仕上げの仕様
屋根	塗膜防水 + 保護コンクリート(80 mm)
柱、梁、壁	コンクリート下地 + 合成樹脂調合ペイント塗装

2) 内部仕上げ

表 3.2-9 内部仕上げ表

名称	部位	仕上げ
1階発電機室	床	コンクリート金ごて仕上げ、防塵塗装
	壁	コンクリート打ち放し
	天井	コンクリート打ち放し
2階監視室	床	コンクリート金ごて仕上げ、防塵塗装
	壁	コンクリート打ち放し、EP 塗装
	天井	コンクリート打ち放し、EP 塗装
2階休憩室	床	コンクリート金ごて仕上げ、防塵塗装
	壁	コンクリート打ち放し、EP 塗装
	天井	コンクリート打ち放し、EP 塗装
2階 3.3 kV 発電機盤室	床	コンクリート金ごて仕上げ、防塵塗装
	壁	コンクリート打ち放し、EP 塗装
	天井	コンクリート打ち放し、EP 塗装

## (7) 断面計画

発電機室は、天井に設置される発電機の保守用 7.5 t クレーンで部品の吊り上げが可能な高さとし、クレーンの吊り代約 2.0 m を確保できる断面計画とする。

## (8) 構造計画

### 1) 建屋主架構

建屋の主架構は、既存建屋に合わせ鉄筋コンクリート造を採用する。

### 2) 基礎構造

ボーリング調査結果によれば、増築予定部分の地盤は 1 m 程度の表土の下に、GL-3.0 m 付近まで緩い粘性土層があり、GL-3.0 m 以下の部分は N 値 15 以上の小礫混じりの粘性土層となっている。建物基礎は、同地層を支持層とする直接基礎を計画する。

## (9) 建築設備計画

主要諸室の建築設備は以下のとおりとする。なお、既存部分は現状のままとする。

### 1) 照明、コンセント設備

屋内の照明器具は原則として蛍光灯とし、発電機室は既存部分の照明器具配置に合わせ、壁付き照明とする。また屋外照明については、主要な点検ルートに最小限の屋外照明器具を設置する。照度は発電機室床面で 200 lx、監視室机上で 500 lx、事務室机上で 300 lx を基準値とし、他室はこれらに準じるものとする。各室に単相 220 V (アース付き) のコンセントを設置する。また、発電機室には併せて 3 相 380 V (アース付き) のコンセントも設備する。

### 2) 冷房設備

3.3 kV 配電盤室にセパレート型の冷房設備を設置する。

### 3) 換気設備

発電機室上部に既存と同様の換気設備 (壁付き、外部フード付き) を設置する。

### 4) 消火設備

初期消火用として ABC 消火器 (10 kg タイプ) を発電機室増築部および 3.3 kV 発電機盤室に設置する。

### 5) クレーン設備

本計画では水車および発電機部品の点検・修理のため天井クレーン (モノレールクレーン) (吊荷容量 : 7.5 t) を設置する。

### 6) 避雷針設備

増築側の建物部分に避雷針を設置する。

#### (10)設備基礎計画

タービンおよび発電機、補機、電気設備等の基礎およびケーブルピットを建設する。

### 3-2-2-8 水力発電用機材計画

#### (1) 水車発電機選定の考え方

発電所の土木施設は前回協力で建設済のもので、上水槽水位および放水路水位は既に決まっており、これらは変更出来ない。従って、既設建屋に合わせた設計をする必要がある。

本計画の3号水車発電設備の容量は600 kWであり、前回協力と比較し発電機の単基容量は2倍である。また、導水管内の落差の損失、放水管の流出損失は既設機と同様と想定し、3号水車発電設備用放水路水位が既設1、2号機より0.5 m高く設計されていることを考慮すると、3号水車発電設備の有効落差は、前回協力の有効落差(27.8 m)より0.5 m差引いた27.3 mとする。なお、既設導水路は3号機分の最大使用水量を2.9 m<sup>3</sup>/秒として設計されており、同値を本計画に適用する。

以上から水車の回転数を500 rpmを採用すると、水車比速度は206となる。これにより前回協力の300 kW水車の比速度213とほぼ同一となり、現在運転中の1号および2号水車発電設備と同様、良好な耐キャビテーション特性を有することが出来る。(キャビテーションとは、水車内部に発生する気泡のことで、水車が腐食する原因とされている。)さらに耐キャビテーション特性を良好に保つため前回協力と同様、ランナーおよびガイドベーンをステンレス鋼とする。

また、水車に流れ込む水を調整するガイドベーンの操作機構は前回協力と同様に、圧油装置などを必要としない電動サーボモーターとし、入口弁も電動蝶型入口弁を採用する。発電機についても同様に簡素化を図り、励磁機のブラシレス化および軸受のオイルレス化を採用し、保守点検作業の極少化を図るとともに、周波数調整など必要な機能を有する制御装置を設ける他、発電機と同軸に「はずみ車」を設けるものとする。また、単独運転を考慮し、試送電可能とする。

#### (2) 変電設備

##### 1) サラカタ川水力発電所内の変電設備

本計画の3号水車発電設備増設に伴って、電力をルガンビル市へ送電するために必要な昇圧用主変圧器(3.3/20 kV、750 kVA)1台を当該発電所内に設置する。なお、送電用の20 kV配電盤に関しては、「バ」国側が自助努力で設置した20 kV送電用配電盤が、本計画の3号水車発電機の発生電力も考慮した機能を有しているため同設備を流用するが、保護接続盤については既設設備がないため本計画で調達する。

##### 2) サラカタ変電所内の降圧用変圧器

ルガンビル市内に位置するサラカタ変電所は、サラカタ川水力発電所からの電力を20 kV送電線で受電し、5.5 kVへ降圧し、同市内へ配電する機能を有している。同変電所には、既設変圧器(1台 800

kVA) が設置されているが、前回協力の水車発電設備用の容量となっている。このため本計画の発電機の増設にともない変圧器も増容量が必要である。2 台の変圧器の並列運転は、非常に困難なので、最大電力に見合う 1 台の変圧器とする必要がある。このため、既設変圧器を撤去し、新しく屋外型の 1,500 kVA 容量の変電所用変圧器を設置する。

なお、変圧器設置場所は、サラカタ変電所内の空地とする。

### (3) 水力発電用機材の構成

水力発電用機材の調達範囲は表 3.2-10 とする。

サラカタ川水力発電所およびサラカタ変電所の単線結線図、サラカタ変電所配置図、サラカタ川水力発電所機材配置平面図およびサラカタ川水力発電所機材配置立面図を、基本設計図 E-01、L-02、M-01 および M-02 に示す。

表 3.2-10 水力発電用機材の構成

機材名称	調達数量	仕様
水車	1 台	型式：横軸フランス水車 最大出力：660 kW 以上（水車単独での最大出力） 有効落差：27.3 m 水量：2.9 m <sup>3</sup> /秒 回転数：500 rpm 材質：ランナー、ガイドベーンはステンレス鋳鋼とする。（前回協力と同様とし、ランナーは SCS-5、ガイドベーンは SCS-1） 入口弁：1,000 mm 電動蝶型弁（短管付）AC 又は DC 駆動 調速機：電気調速機（PMG 付）周波数調整機能付 サーボモーター：電動サーボモーター（DC 駆動） その他：40 % 負荷以上で運転可能とする
同期発電機	1 台	型式：横軸、空冷回転界磁型 3.3 kV 750 kVA 500 rpm 12 極 力率 0.8、50 Hz 励磁機：ブラシレス AC エキサイター 自動電圧調整器付 別設置フライホイール 3.3 kV ケーブル他 その他：系統負荷変動に対して対応可能な励磁機能を有すること 試送電可能とする
3.3 kV 配電盤	1 式	主機制御盤：メーター、スイッチ等取付 所内 AC 喪失時には、DC 電源によりガイドベーンを閉鎖。 自動同期投入装置付き、単独立上り機能を有すること。 発電機保護継電器盤（遮断器キュービクル内取付） 3.3 kV 遮断器キュービクル 遮断器：VCB3.6 kV 600 A サージ吸収器付 3.3 kV 断路器キュービクル
所内用変圧器	1 台	3.3 kV/380-220 V 50 kVA モールド式、キュービクル内に収納
低圧分電盤	1 式	380-220 V、主盤裏面に取付
直流電源装置	1 式	浮動充電装置付（30 AH 以上）
主変圧器	1 台	屋外、油入自冷式 3.3/20 kV 750 kVA 3 相 50 Hz 主要変圧器保護接続盤（保護装置を含む）：既設コンクリートハウス内に収納 -Y
変電所用降圧変圧器	1 台	屋外型変圧器：20 kV/5.5 kV、1500 kVA、3 相、50 Hz、油入式 Y- 自動タップチェンジャー付（高圧側）（操作電源を含む） 20 kV、5 kV ケーブルおよび付属品

(4) 保守用道具および予備品

本計画の 3 号水車発電設備の適切な運転・維持管理に必要な保守用道具ならびに 2 年間の運転に必要な予備品を調達する。(表 3.2-11 参照)

表 3.2-11 本計画で調達する保守用道具および予備品

項目	内容
保守用道具	(1) 水車分解・組立用工具 1 式
	(2) 簡易型騒音計 1 台
	(3) 簡易型振動計 1 台
	(4) 簡易型回転計 1 台
	(5) 相回転計 1 台
	(6) 絶縁抵抗計 1 台
	(7) マルチラスター 1 台
	(8) クランプメーター 1 台
予備品	(1) 水車用パッキン・Oリング類 100 %
	(2) 水車発電機用ベアリング 1 組
	(3) 入口弁リミットスイッチ類 各 1 個
	(4) 圧力・負圧・軸温度計 各 1 個
	(5) 制御用プリント基板 (CPU) 1 式
	(6) サーボドライバー 1 台
	(7) ランプ・ヒューズ類 100 %
	(8) リレー・MCCB 類 各 1 台
	(9) シリカゲール 100 %

### 3-2-3 基本設計図

本計画にて対象となる施設および機材の計画図を示す。

#### 1. 導水路緊急修理計画

##### 1.1 全体計画図

C-01 地盤変状対策全体図  
Countermeasures against Landslides

##### 1.2 土木計画図

C-02 取水口地盤変状対策  
Landslide Protection in Intake Area

C-03 中間部地盤変状対策-1/2  
Landslide Protection in Middle Area-1/2

C-04 中間部地盤変状対策-2/2  
Landslide Protection in Middle Area-2/2

C-05 ヘッドタンク部地盤変状対策  
Landslide Protection in Head Tank Area

C-06 雨水排水対策  
Drainage System for Rainwater

C-07 アクセス道路復旧対策  
Protection in Access Road Area

#### 2. 発電所増設計画

##### 2.1 全体計画図

G-01 全体配置図  
General Layout Plan

E-01 単線結線図  
Online Diagram

##### 2.2 機材計画図

M-01 サラカタ川水力発電所 機材配置平面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Plan of Powerhouse

M-02 サラカタ川水力発電所 機材配置立面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Cross Section of Generator & Turbine

## 2.3 建築計画図

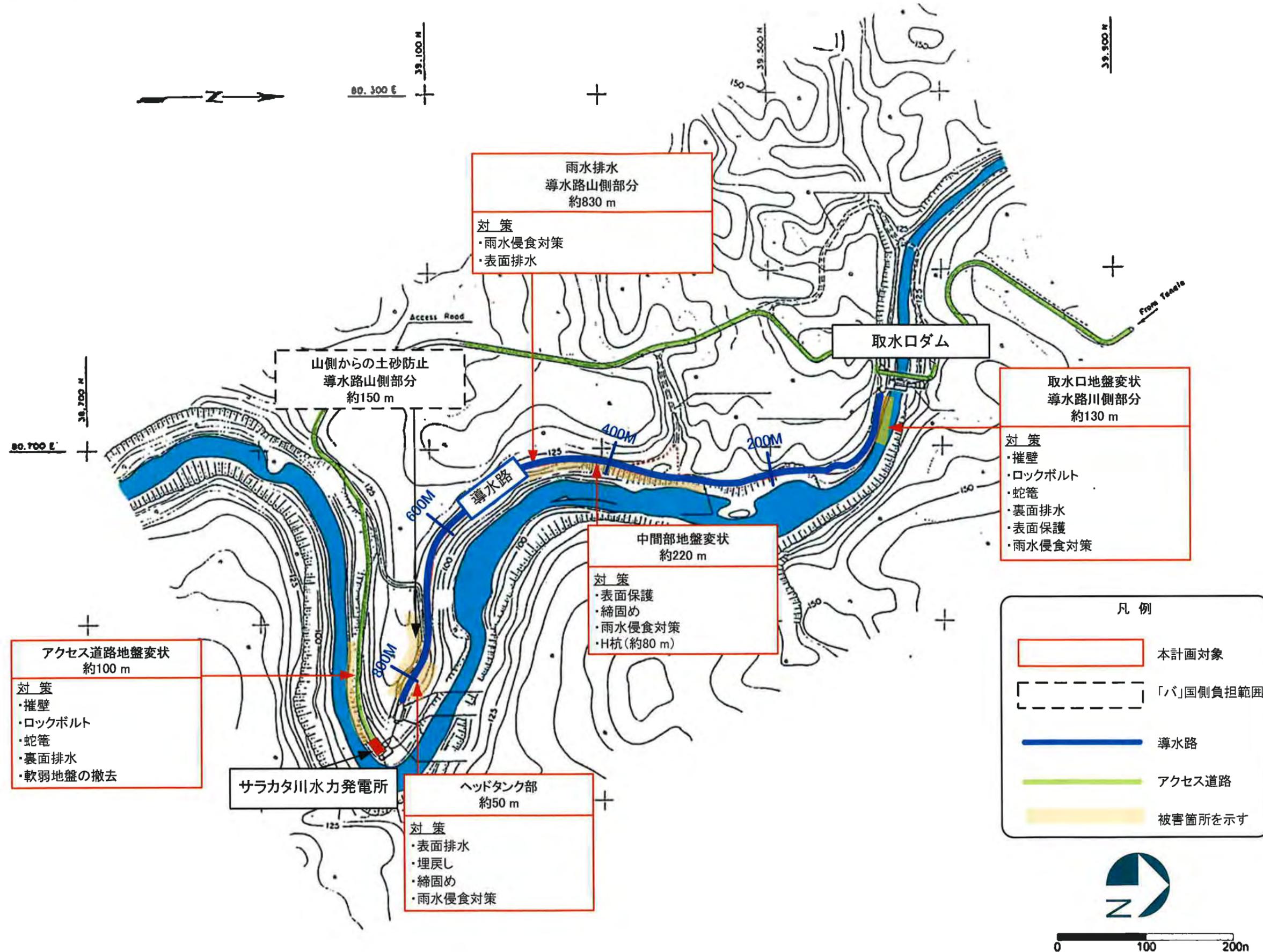
- B-01 サラカタ川水力発電所 仕上表  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Finishing Schedule
- B-02 サラカタ川水力発電所 平面図・断面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Plans and Section
- B-03 サラカタ川水力発電所 立面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Elevation
- B-04 サラカタ川水力発電所 建具表  
P Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Fitting Schedule
- B-05 サラカタ川水力発電所 基礎・梁状図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Foundation, Beam Plan
- B-06 サラカタ川水力発電所 軸組図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Framing Elevation

## 2.4 土木計画図

- L-01 サラカタ川水力発電所 配置図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Layout Plan

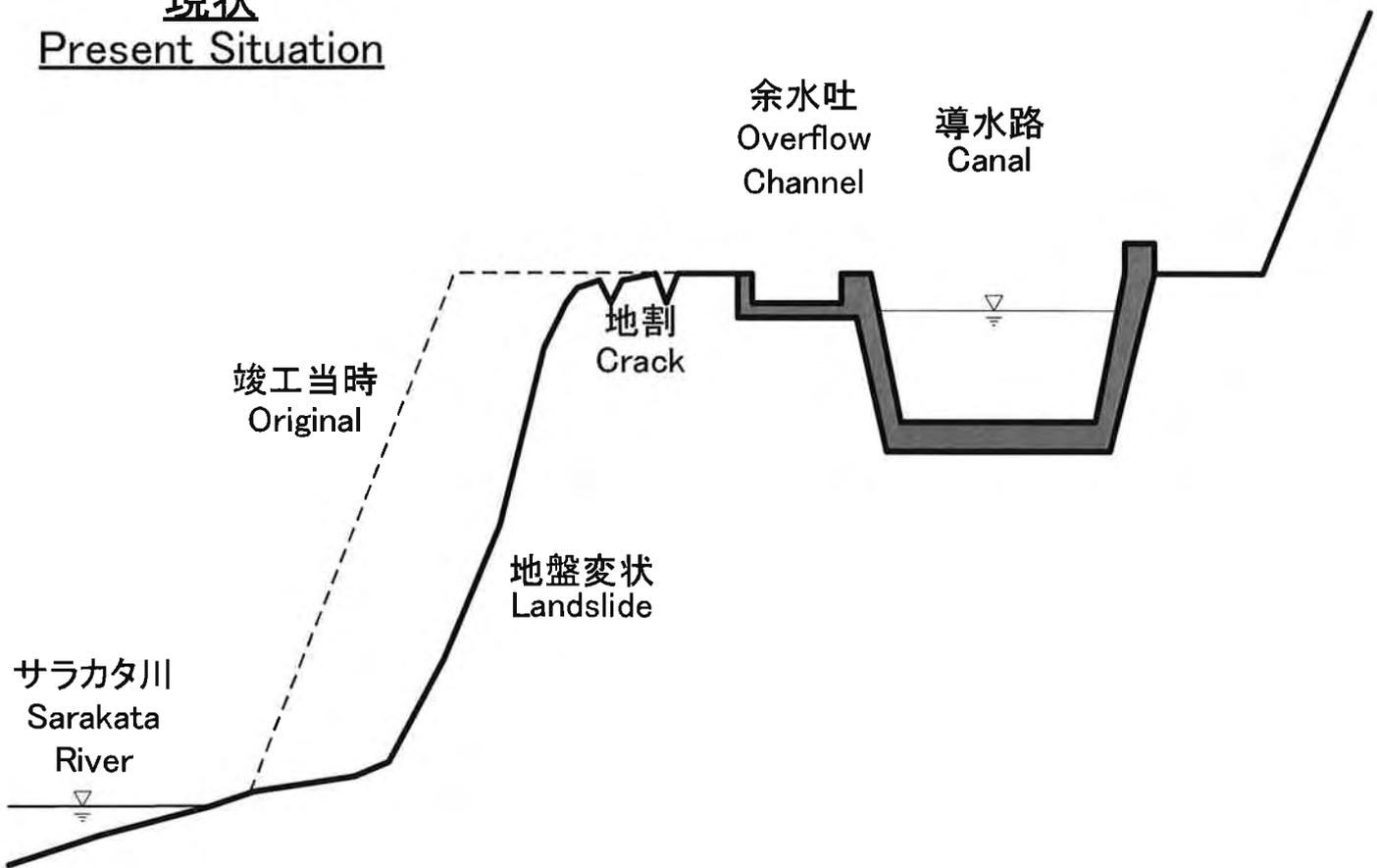
## 2.5 サラカタ変電所増設計画図

- S-01 20 kV サラカタ既設変電所 配置図  
20 kV Step-Down Existing Sarakata River Substation  
Layout Plan

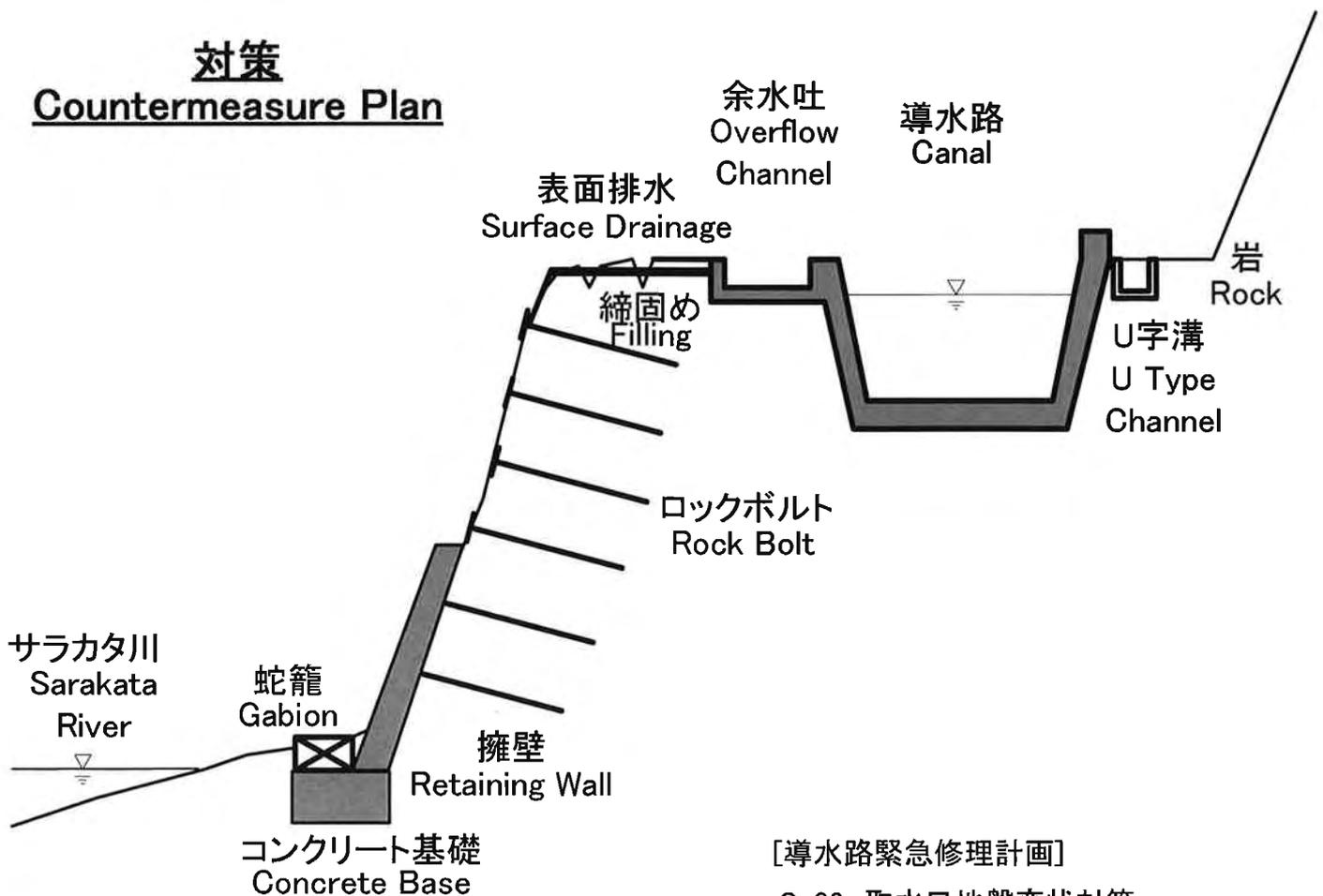


[導水路緊急修理計画]  
 C-01 地盤変状対策全体図  
 Countermeasures against Landslides

# 現状 Present Situation



# 対策 Countermeasure Plan

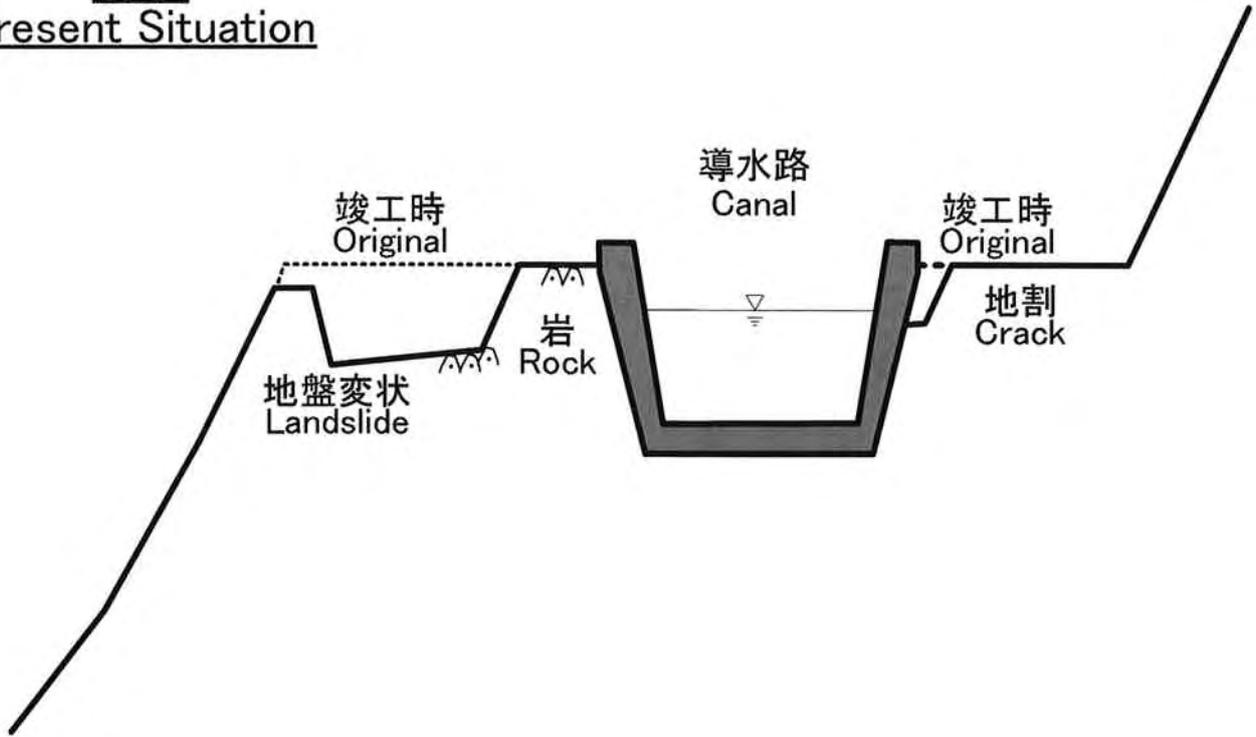


[導水路緊急修理計画]

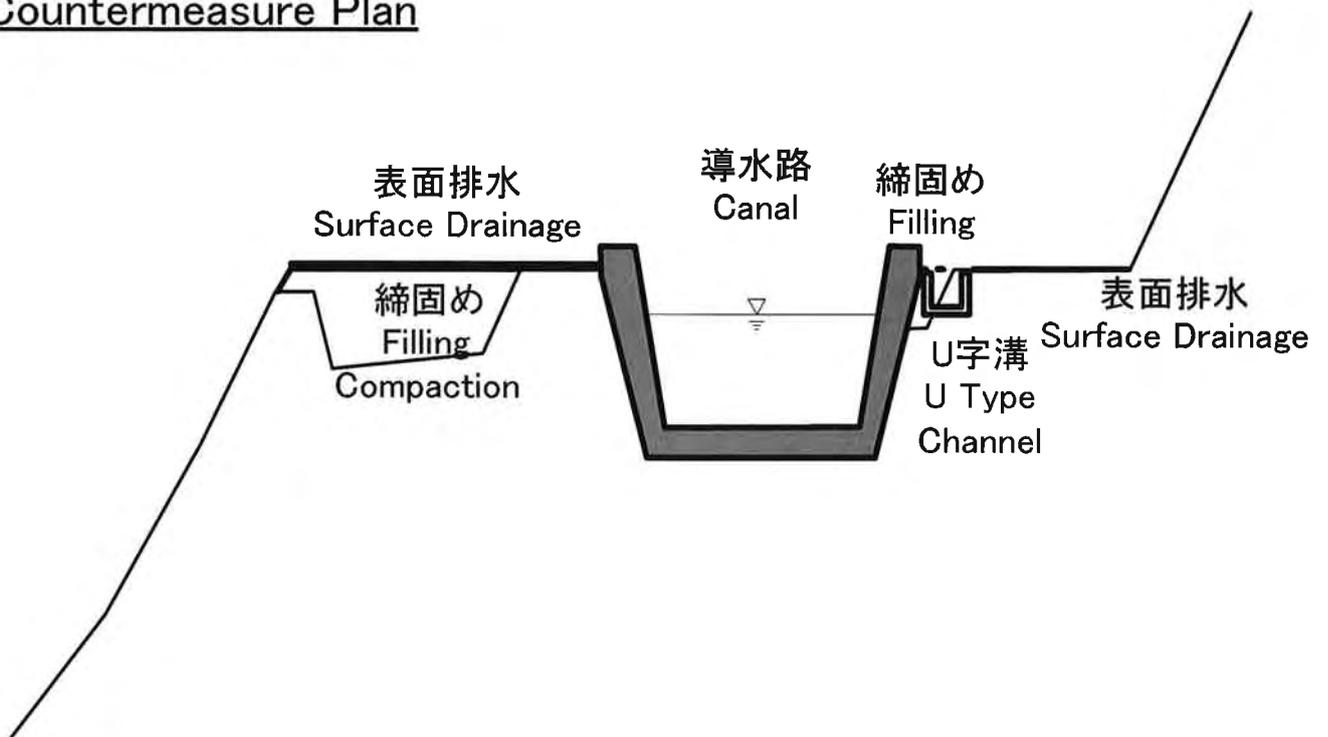
C-02 取水口地盤変状対策

Landslide Protection in Intake Area

現状  
Present Situation



対策  
Countermeasure Plan

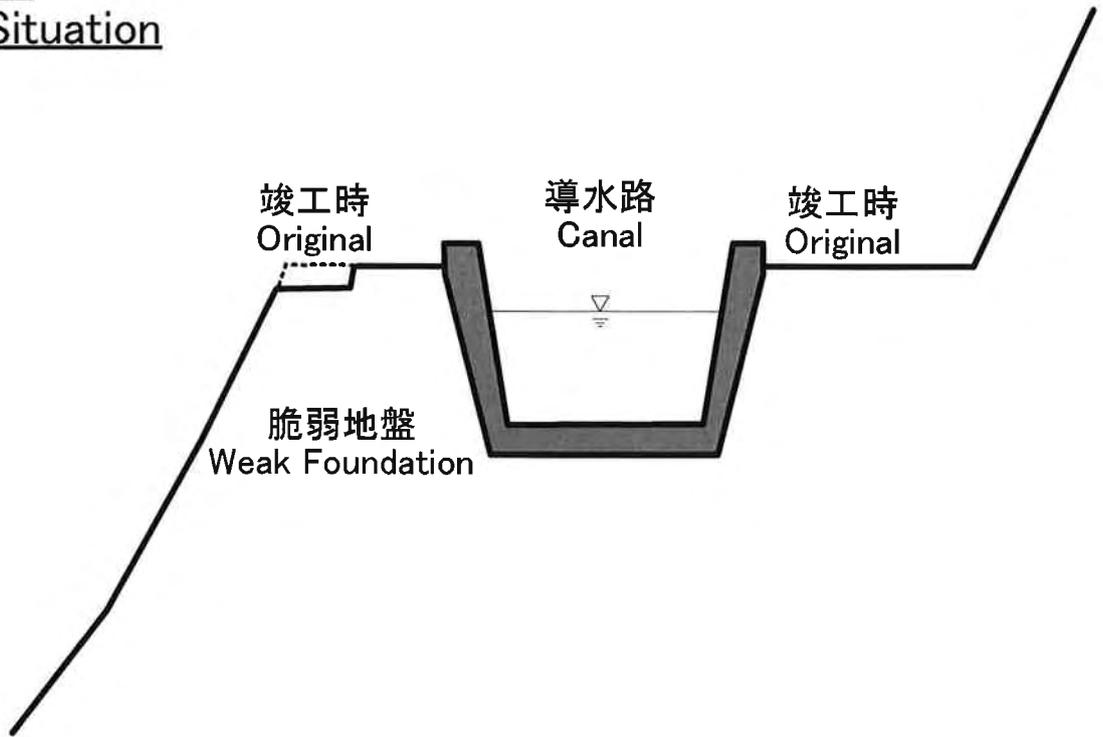


[導水路緊急修理計画]

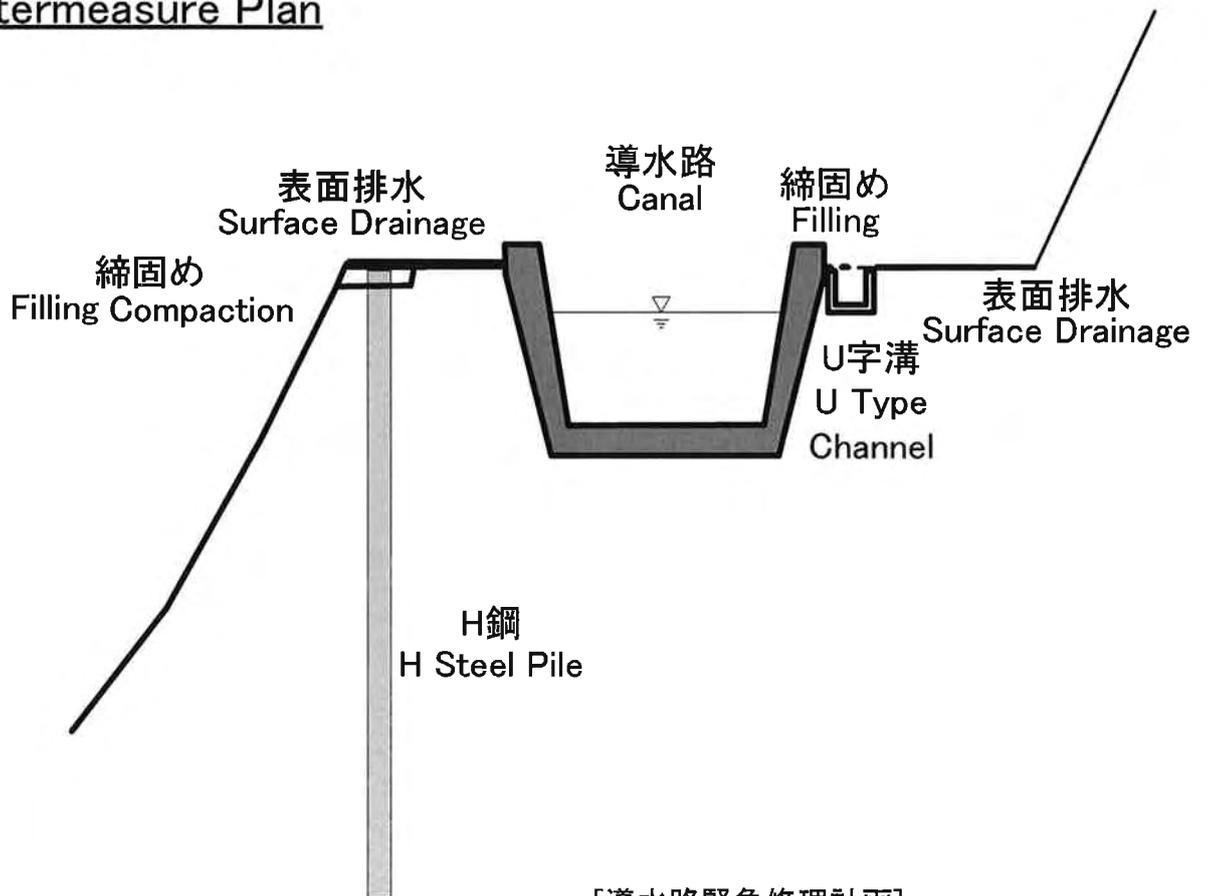
C-03 中間部地盤変状対策-1/2

Landslide Protection in Middle Area-1/2

現状  
Present Situation



対策  
Countermeasure Plan

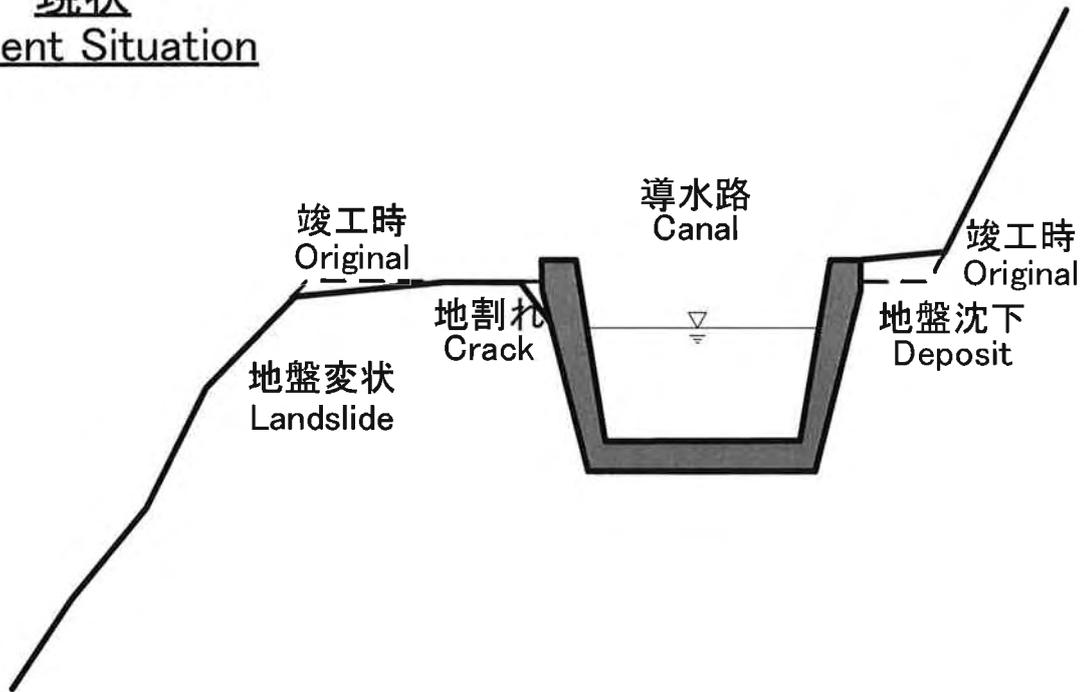


[導水路緊急修理計画]

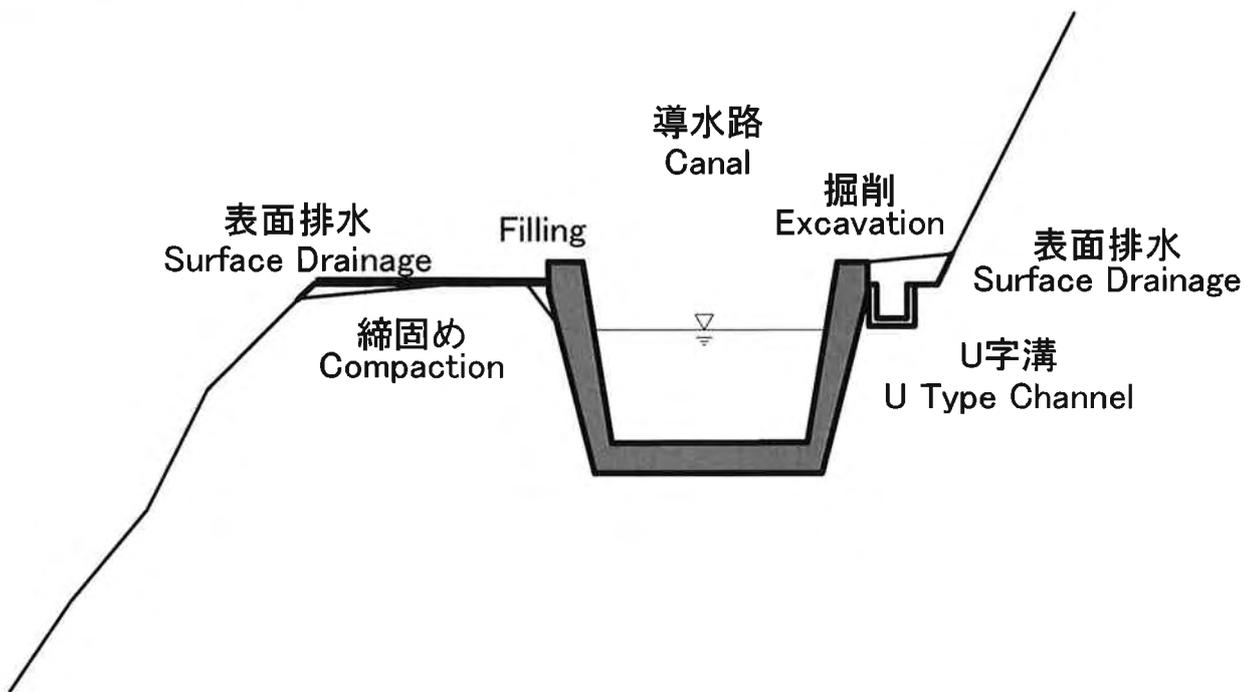
C-04 中間部地盤変状対策-2/2

Landslide Protection in Middle Area-2/2

現状  
Present Situation



対策  
Countermeasure Plan

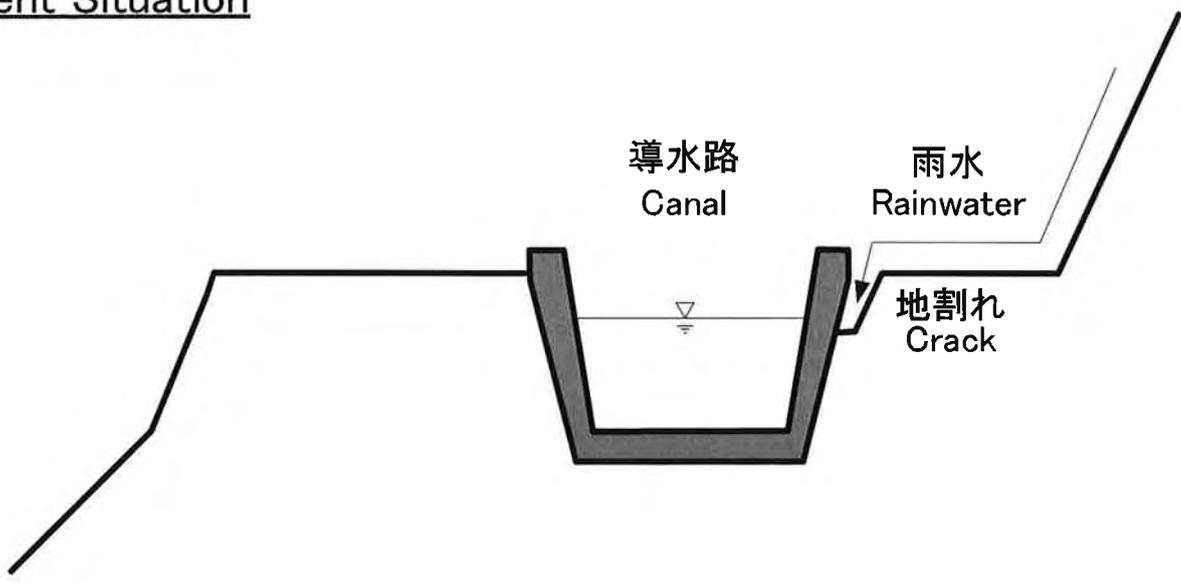


[導水路緊急修理計画]

C-05 ヘッドタンク部地盤変状対策

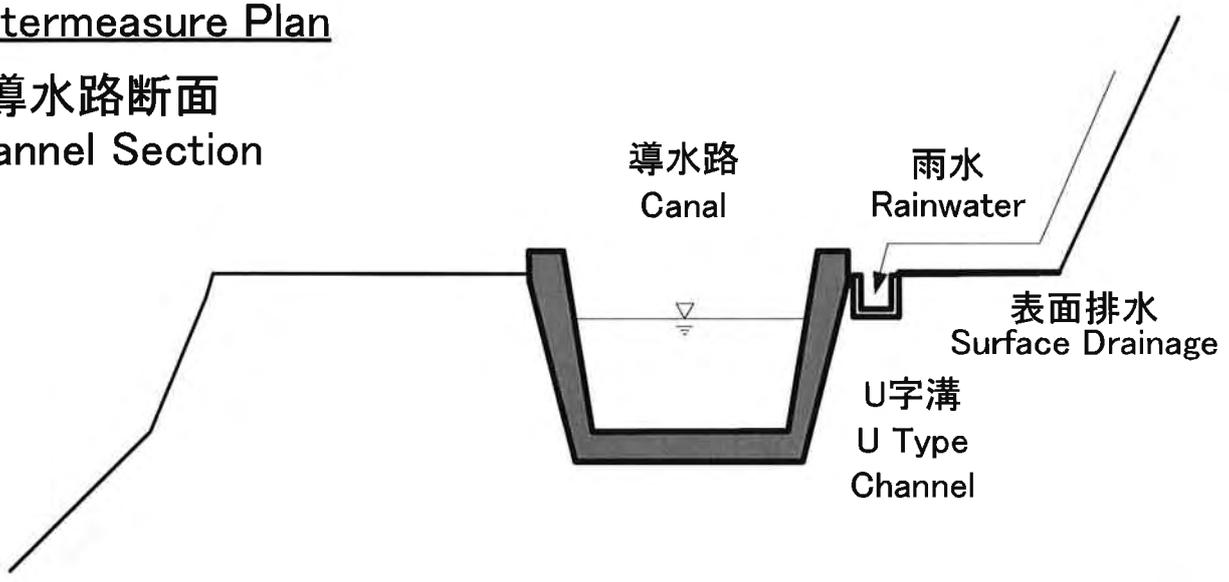
Landslide Protection in Head Tank Area

現状  
Present Situation

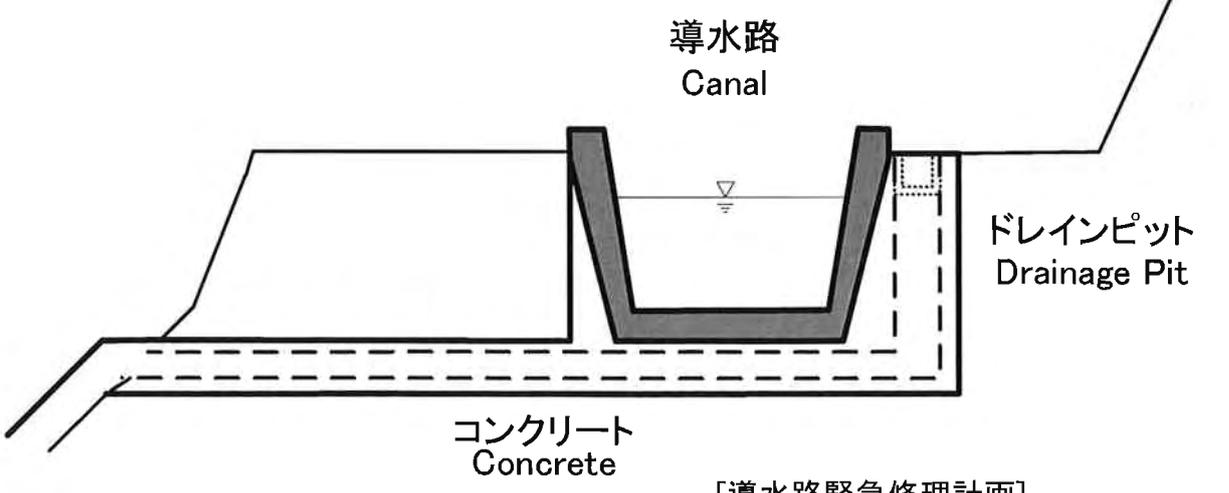


対策  
Countermeasure Plan

導水路断面  
Channel Section

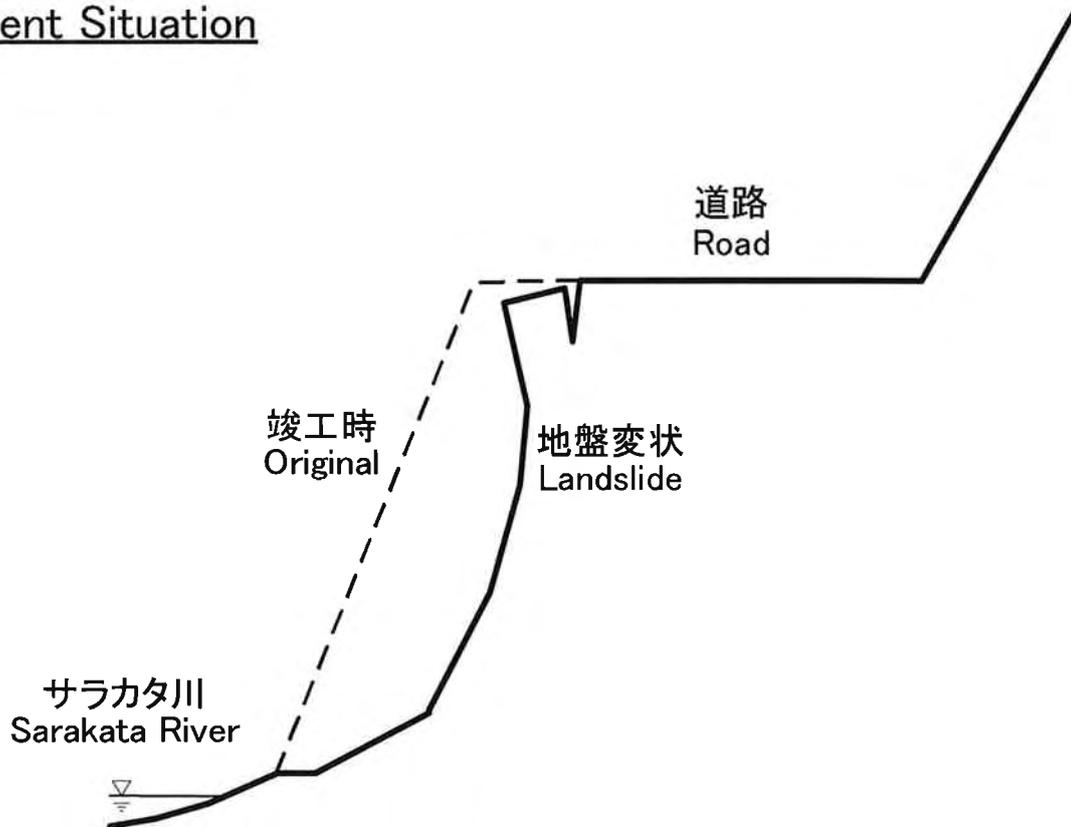


ドレインピット断面  
Drainage Pit Section

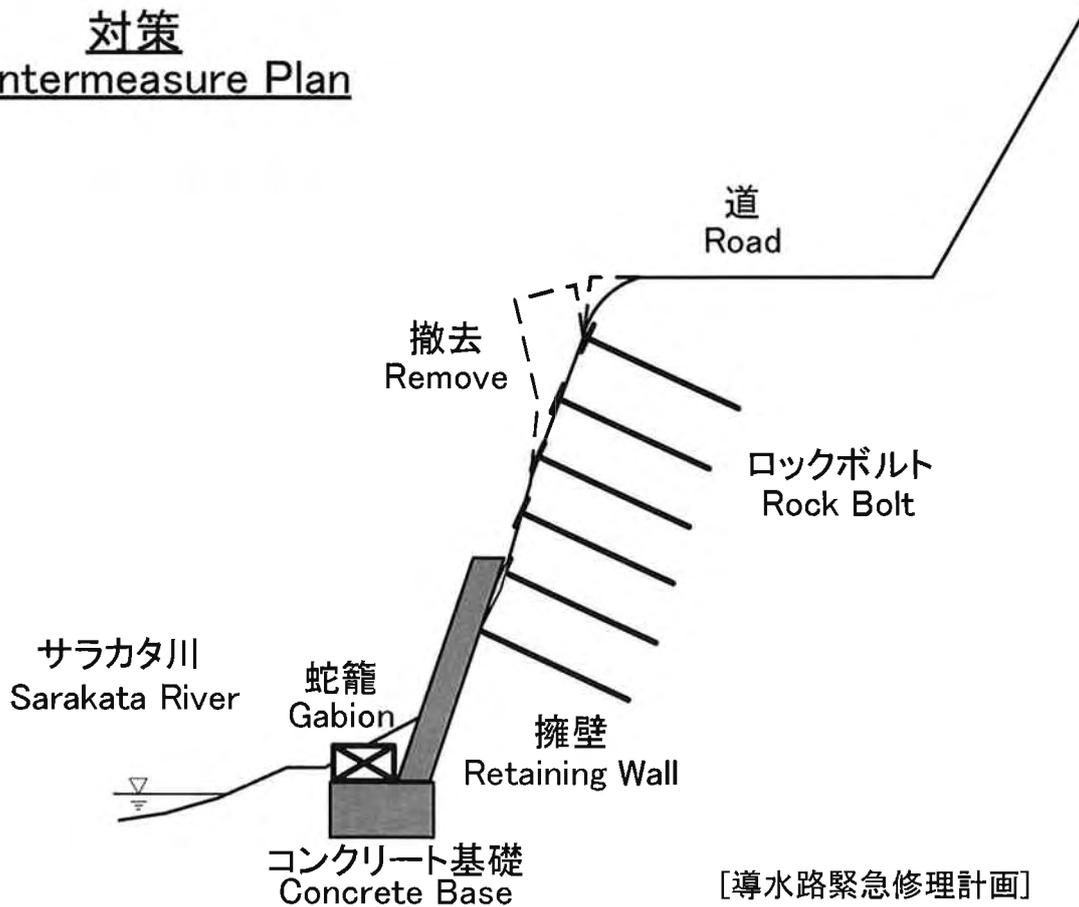


[導水路緊急修理計画]  
C-06 雨水排水対策  
Drainage System for Rainwater

現状  
Present Situation



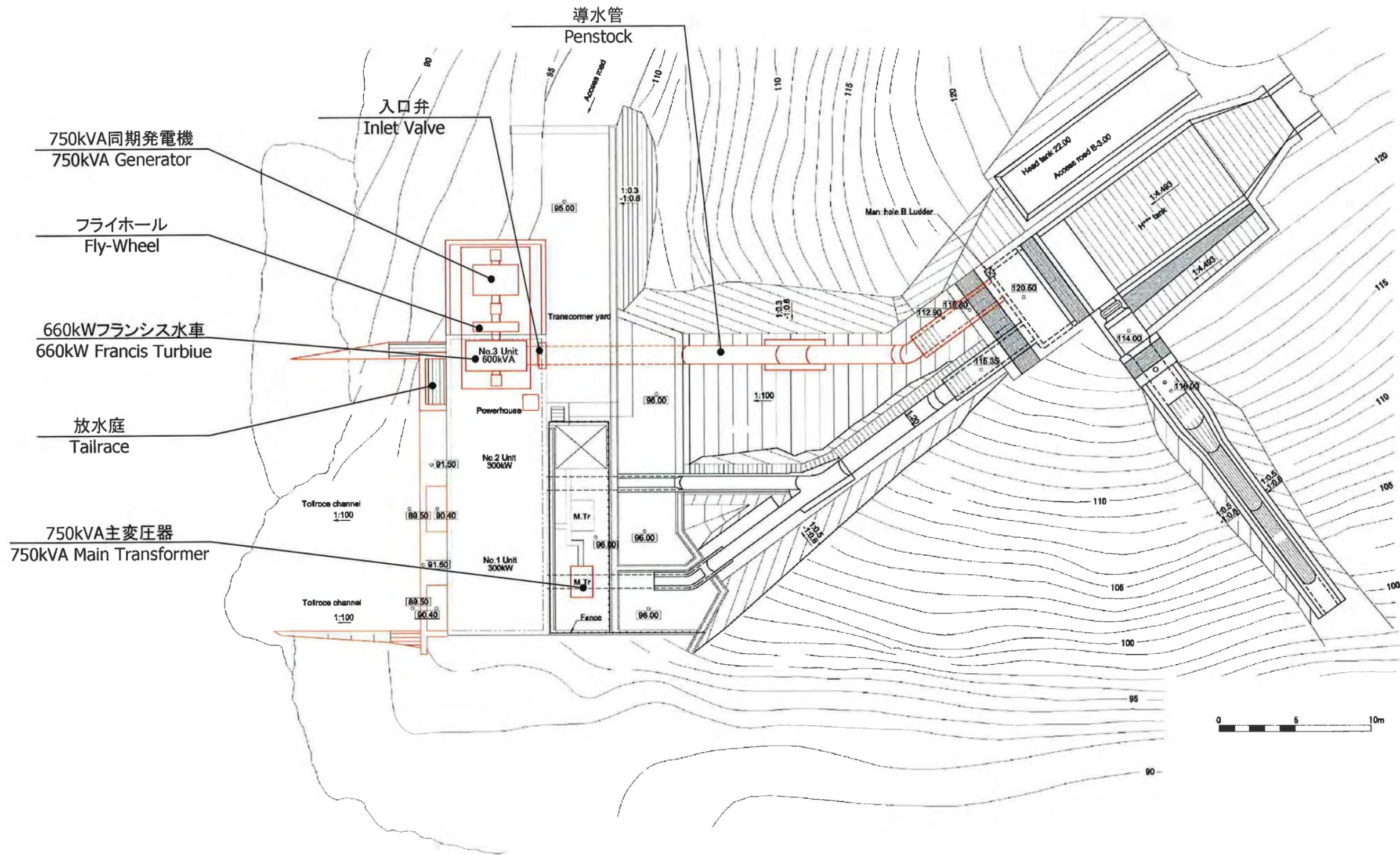
対策  
Countermeasure Plan



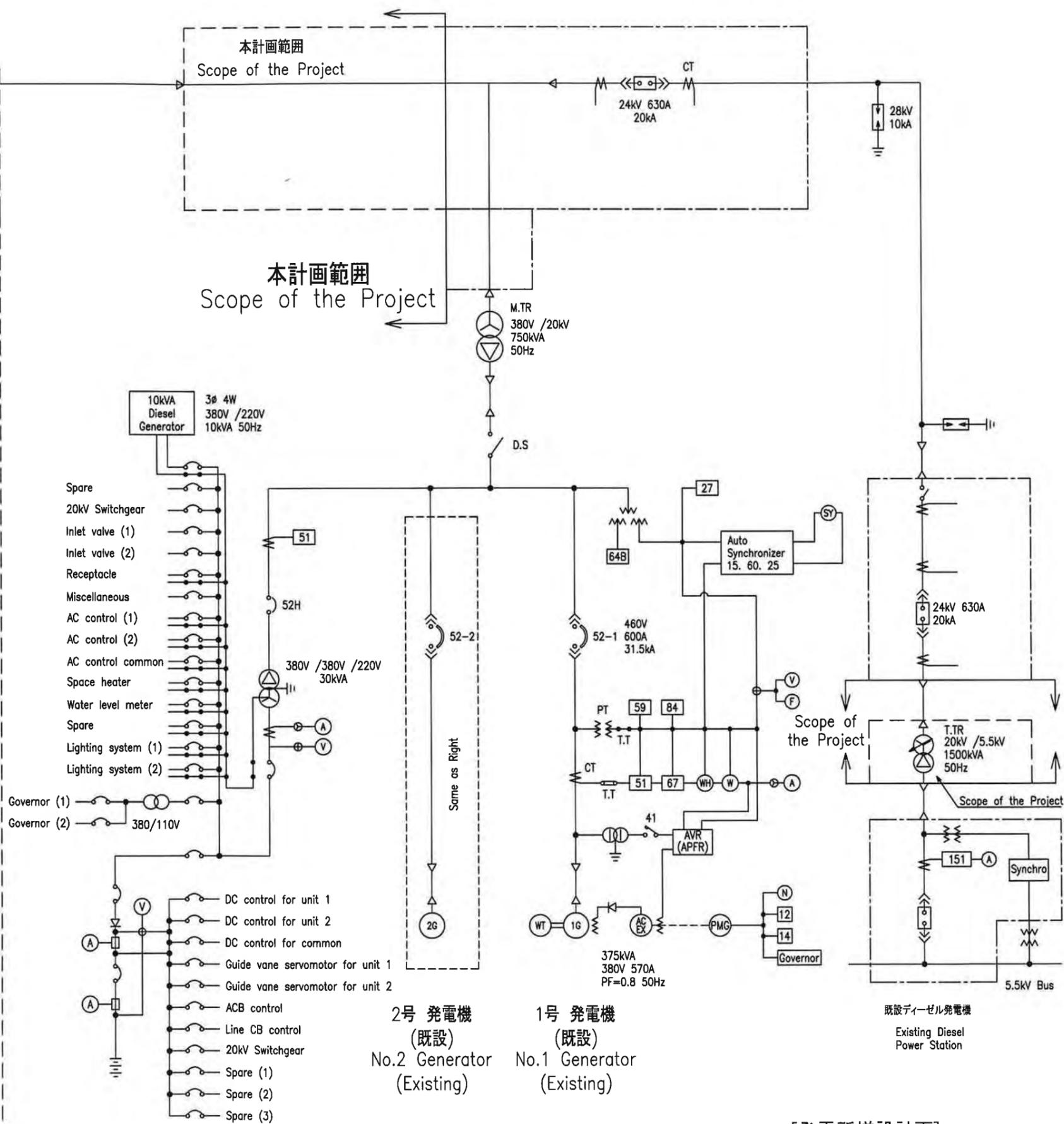
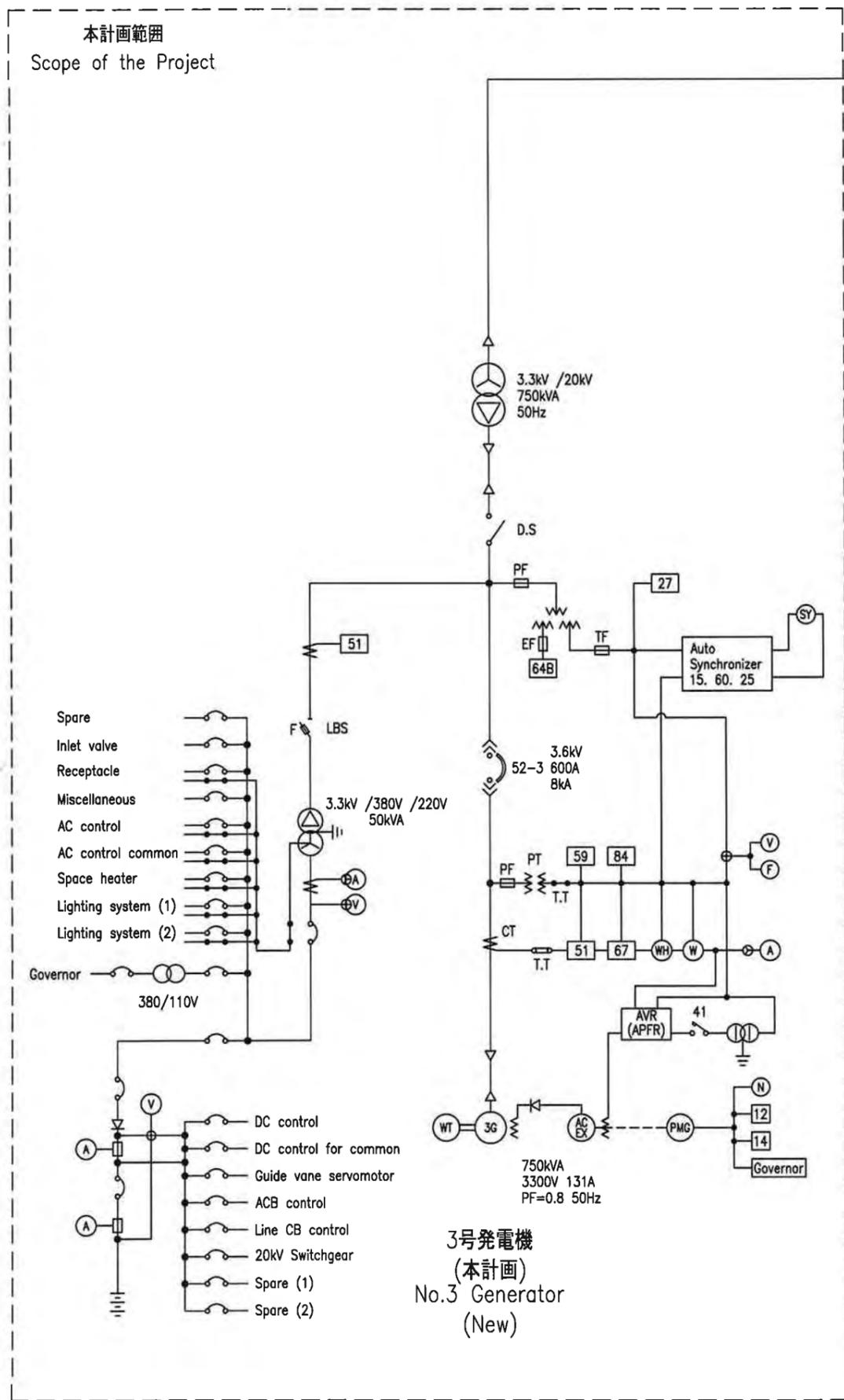
[導水路緊急修理計画]

C-07 アクセス道路復旧対策

Protection in Access Road Area

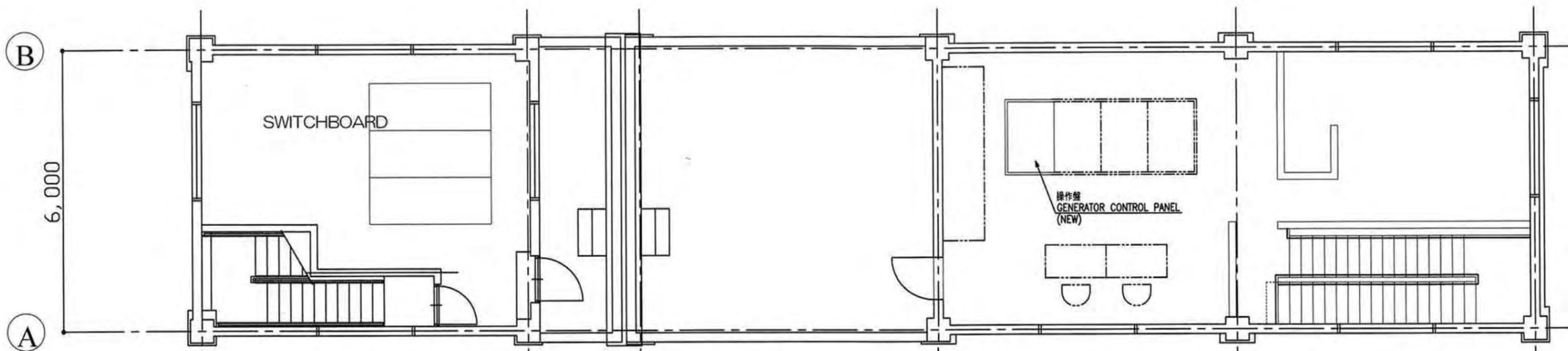


[発電所増設計画]  
 G-01 全体配置図  
 General Layout Plan

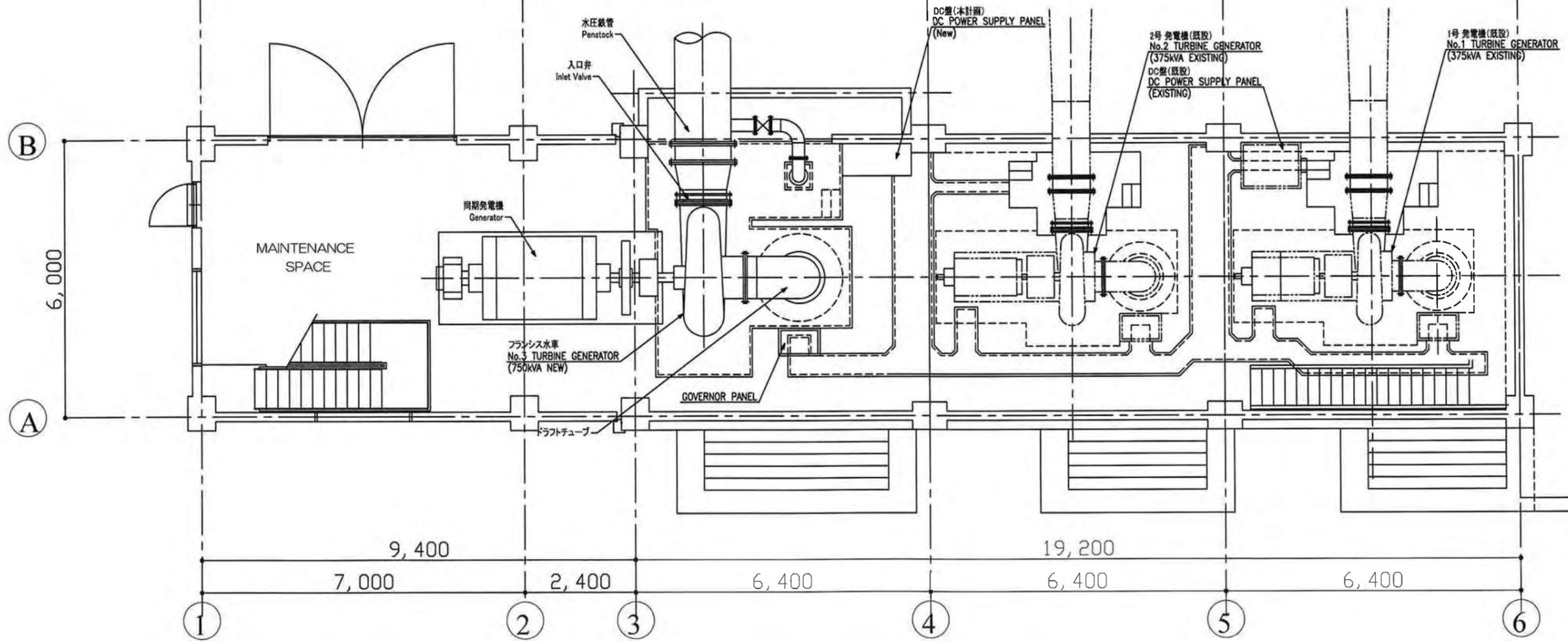


[発電所増設計画]  
E-01 単線結線図  
Online Diagram

NEW CONSTRUCTION

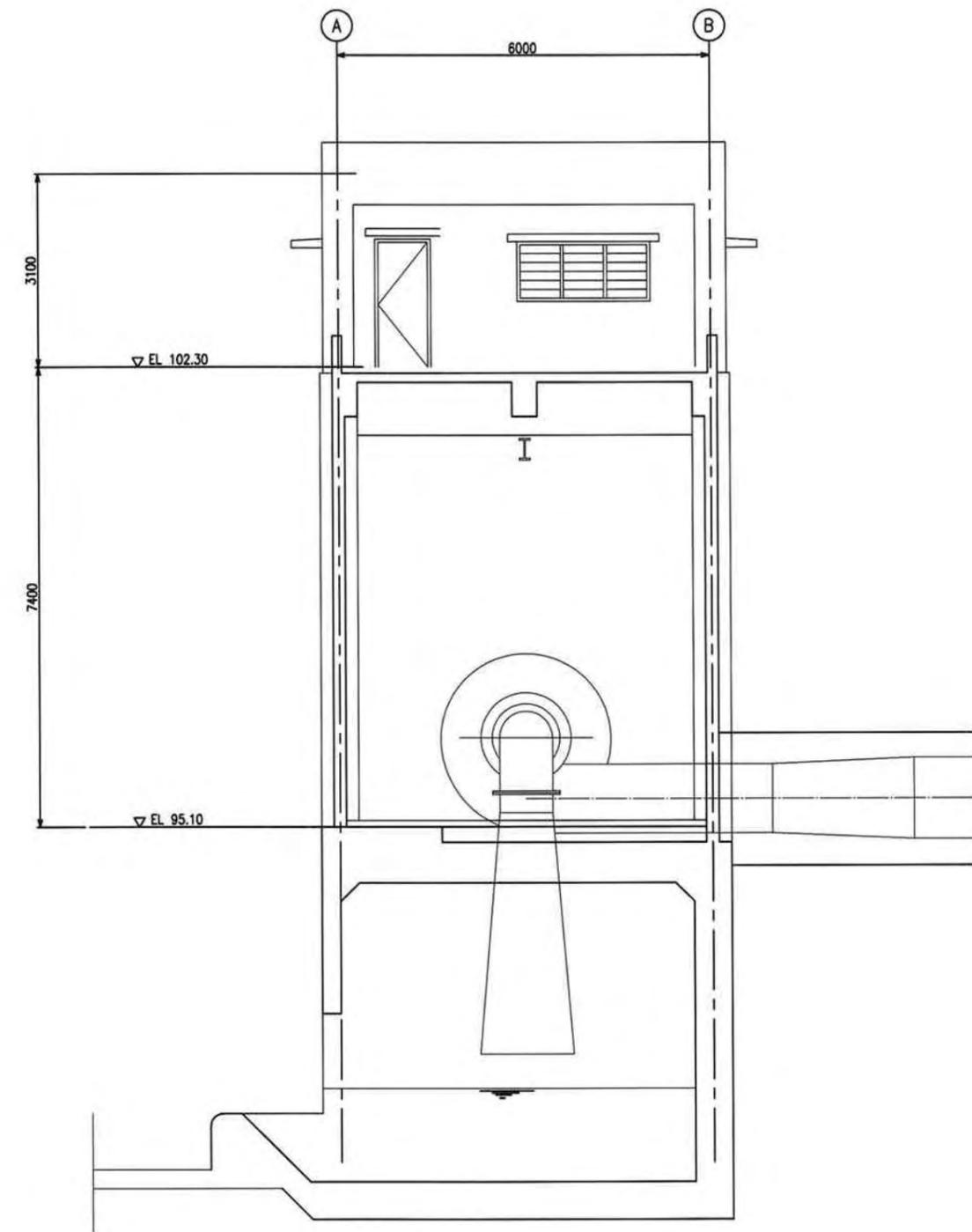
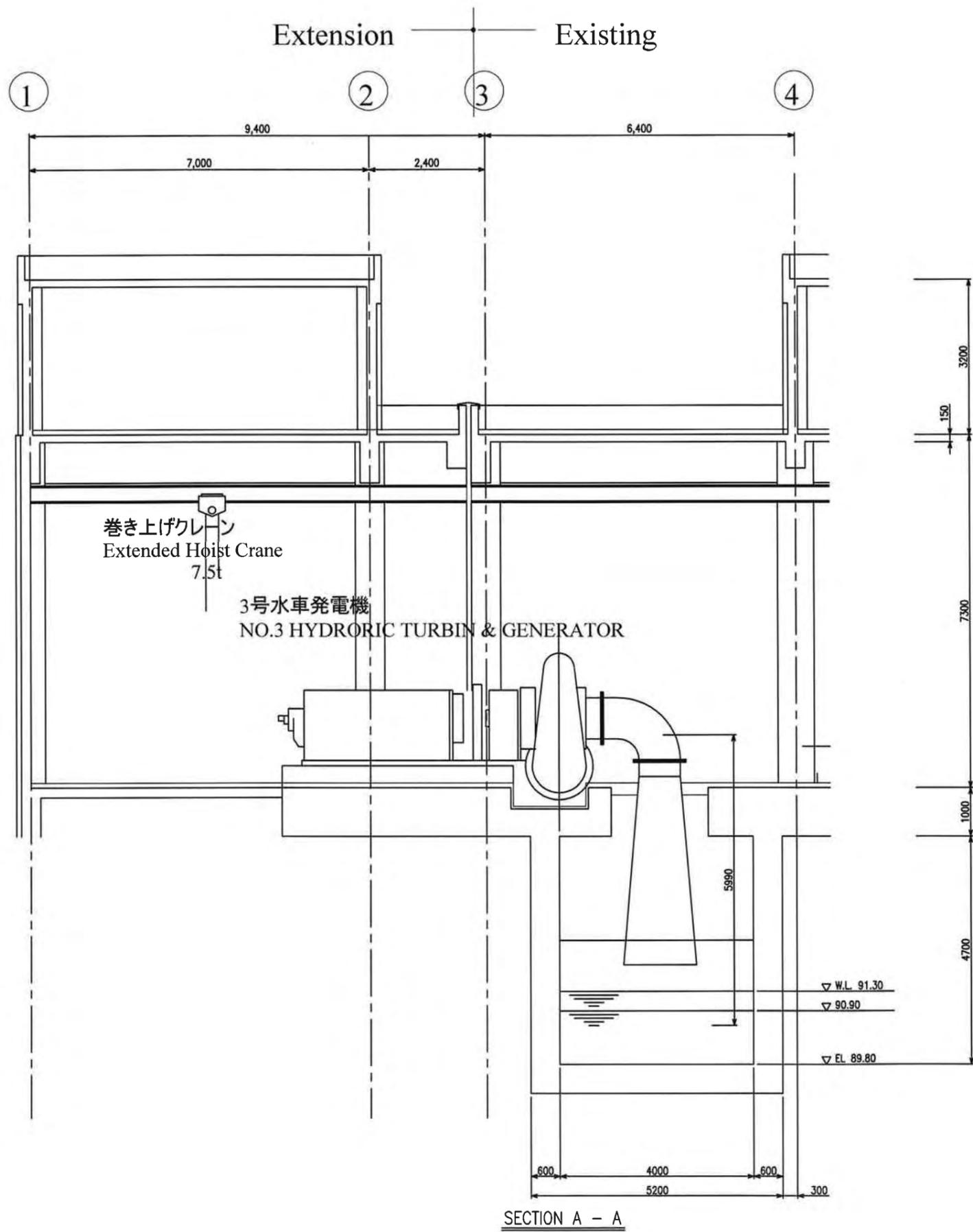


2階 平面図 1/100  
2nd FLOOR PLAN 1/100



1階 平面図 1/100  
1st FLOOR PLAN 1/100

[発電所増設計画]  
M-01 サラカタ川水力発電所 機材配置平面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Plan of Powerhouse



[発電所増設計画]  
M-02 サラカタ川水力発電所 機材配置立面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Cross Section of Generator & Turbine

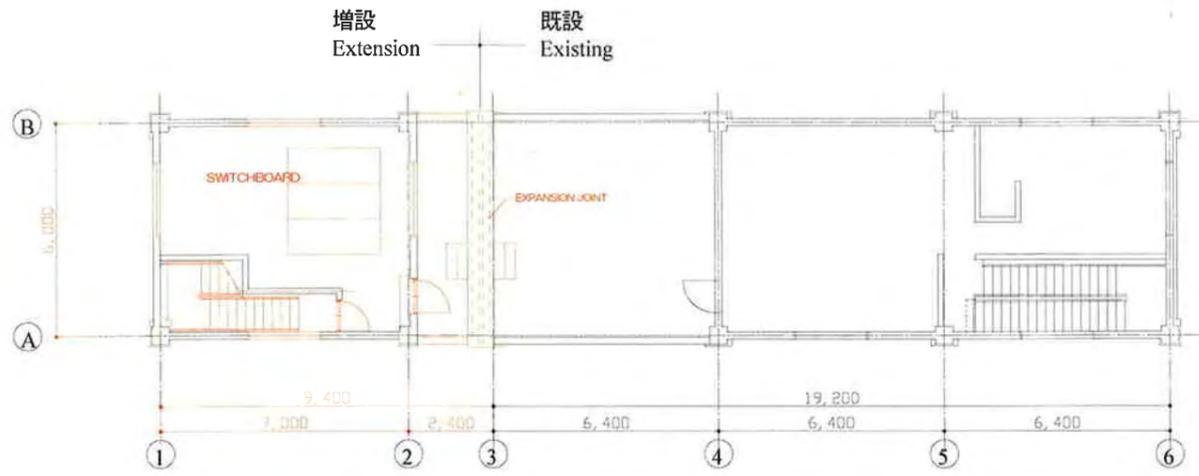
仕上表(外部)  
EXTERIOR FINISH SCHEDULE

屋根 ROOF	コンクリート金ゴテ押さえ、シート防水、コンクリート押え(ワイヤーメッシュ入り) COVERING CONCRETE WITH WIREMESH, FILM WATERPROOFING, CONCRETE STEEL TROWEL	ルーフトレイン ROOF DRAIN	铸铁製 CAST IRON	REMARKS
パラペット PARAPET	天端および立ち上がり：露出シート防水 見付：コンクリート素地調整後、O.P仕上 INSIDE：EXPOSED FILM WATERPROOFING OUTSIDE：PAINT FINISH O.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	雨樋 DOWN SPOUT	PVC φ 100 PVC PIPE φ 100	
外壁 EXTERIOR WALL	コンクリート素地調整後、O.P仕上 腰壁：コンクリート素地調整、O.P仕上げ。(外壁と異なる色とする H=1500) PAINT FINISH O.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE BASEBOARD：PAINT FINISH O.P. (DIFFERENT COLOR H=1500) AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	他 OTHERS	避雷針システム LIGHTNING SYSTEM	
庇 CANOPY	天端：コンクリート金鍍仕上、O.P仕上。 上裏：コンクリート素地調整後、O.P仕上。 TOP：CONCRETE STEEL TROWEL PAINT FINISH O.P. BOTTOM：PAINT FINISH O.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE			
建具 FITTING	木製窓、鋼製ドア WOOD WINDOW STEEL DOOR			

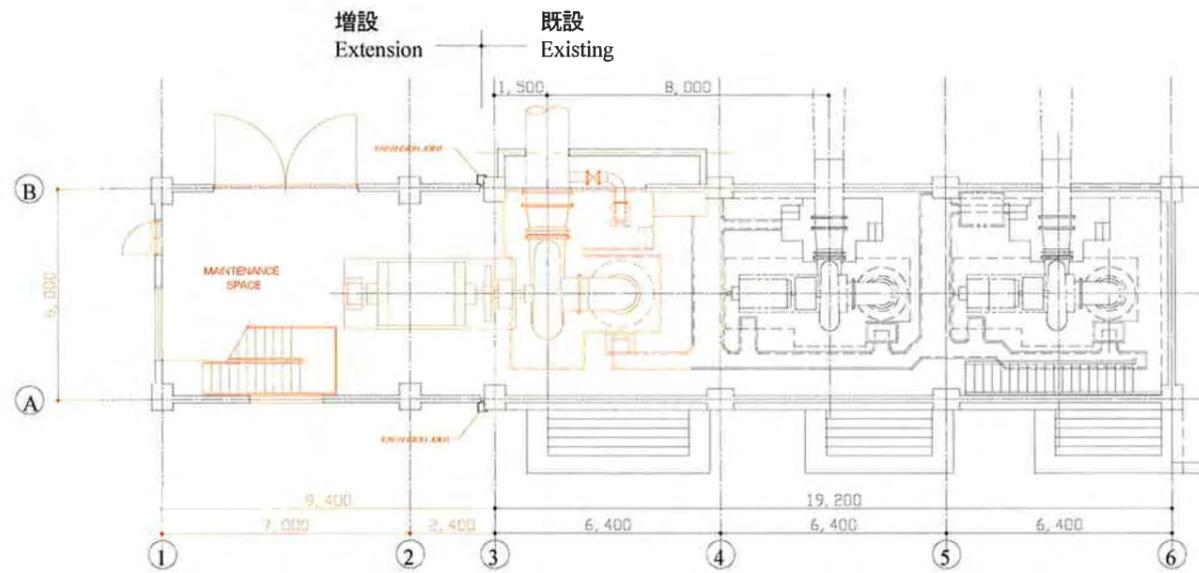
仕上表(内部)  
INTERIOR FINISH SCHEDULE

部屋名 ROOM NAME	床 FLOOR	巾木 BASEBOARD	壁 WALL	天井 CEILING	備考 REMARKS
発電機室 GENERATOR ROOM	コンクリート金ゴテ押さえ、防塵ペイント仕上げ CONCRETE STEEL TROWEL ANTI DUST PAINT FINISH	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	ケーブルピット追加 既設鋼製ドア移設 (4000W X 3000H) EXTENSION CABLE PIT REPLACE EXISTING STEEL DOOR (4000W X 3000H)
メンテナンススペース MAINTENANCE SPACE	コンクリート金ゴテ押さえ、防塵ペイント仕上げ CONCRETE STEEL TROWEL ANTI DUST PAINT FINISH	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、コンクリート露出仕上げ EXPOSED, AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	新設; 鋼製階段, 換気扇 NEW STEEL STAIR AND VENTILATING FAN
配電盤(コントロール) ルーム SWITCHBOARD(CONTROL) ROOM	コンクリート金ゴテ押さえ、防塵ペイント仕上げ CONCRETE STEEL TROWEL ANTI DUST PAINT FINISH	コンクリート素地調整、E.P仕上げ PAINT FINISH E.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、E.P仕上げ PAINT FINISH E.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	コンクリート素地調整、E.P仕上げ PAINT FINISH E.P. AFTER PREPARATION OF THE CONCRETE SURFACE	エアコンディショナー AIR CONDITIONER

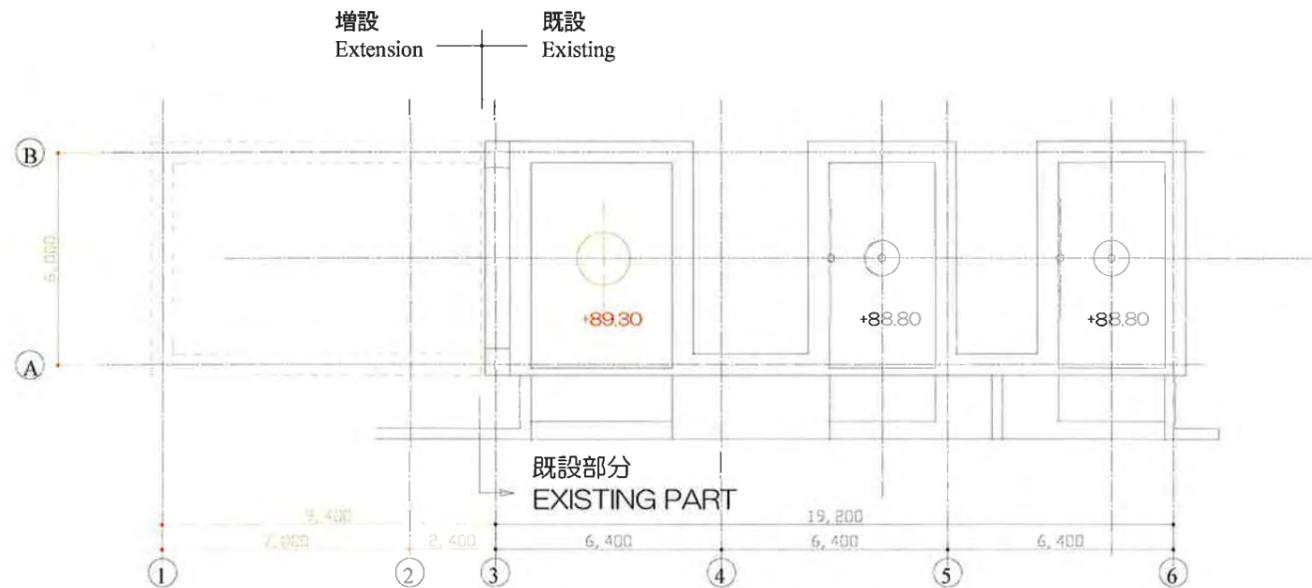
[発電所増設計画]  
B-01 サラカタ川水力発電所 仕上表  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Finishing Schedule



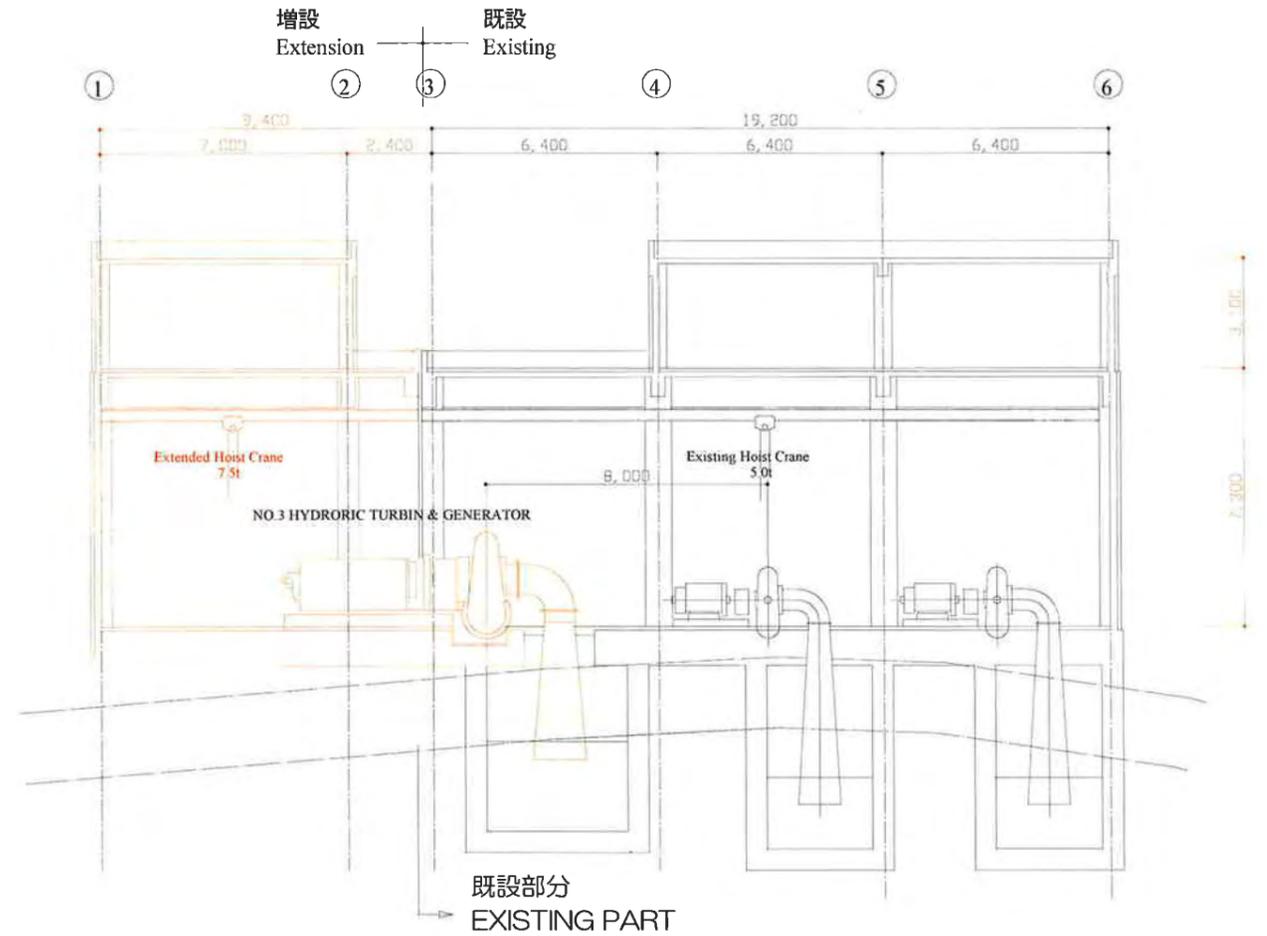
2階 平面図  
2nd FLOOR PLAN 1/100



1階 平面図  
1st FLOOR PLAN 1/100

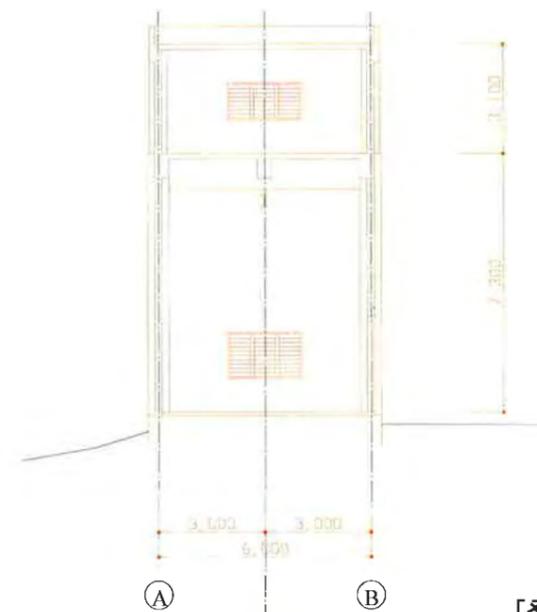


地下 平面図  
UNDERGROUND STRUCTURE PLAN 1/100



既設部分  
EXISTING PART

SECTION - 1 1/100

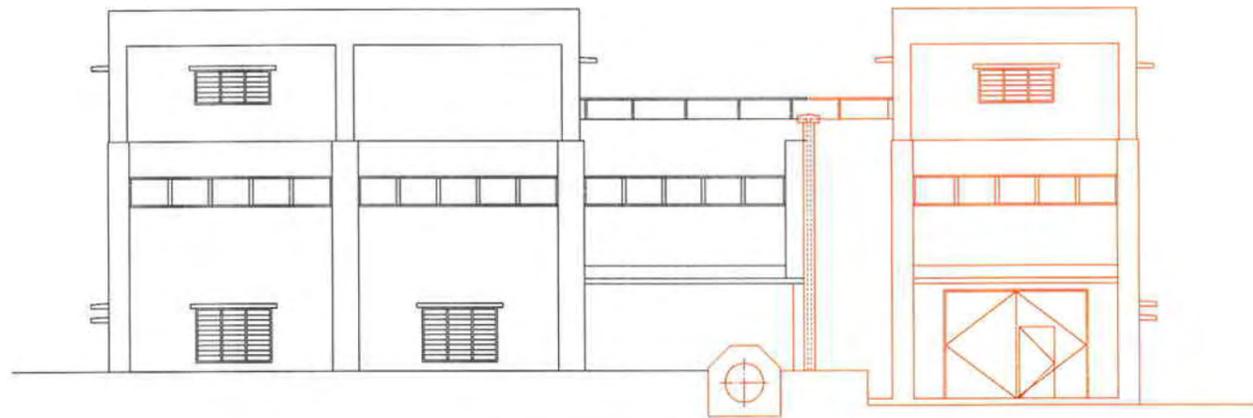


SECTION - 2 1/100

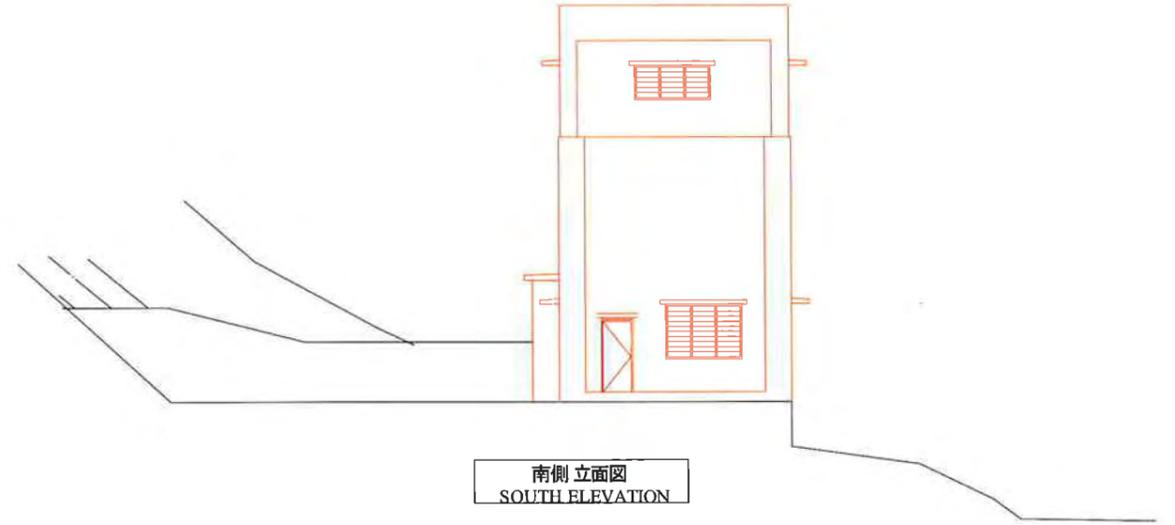
[発電所増設計画]  
B-02 サラカタ川水力発電所平面図、断面図  
Sarukata River Hydroelectric Power Station  
Plan and Section

S:1/200

既設 Existing      増設 Extension



西側立面図  
WEST ELEVATION



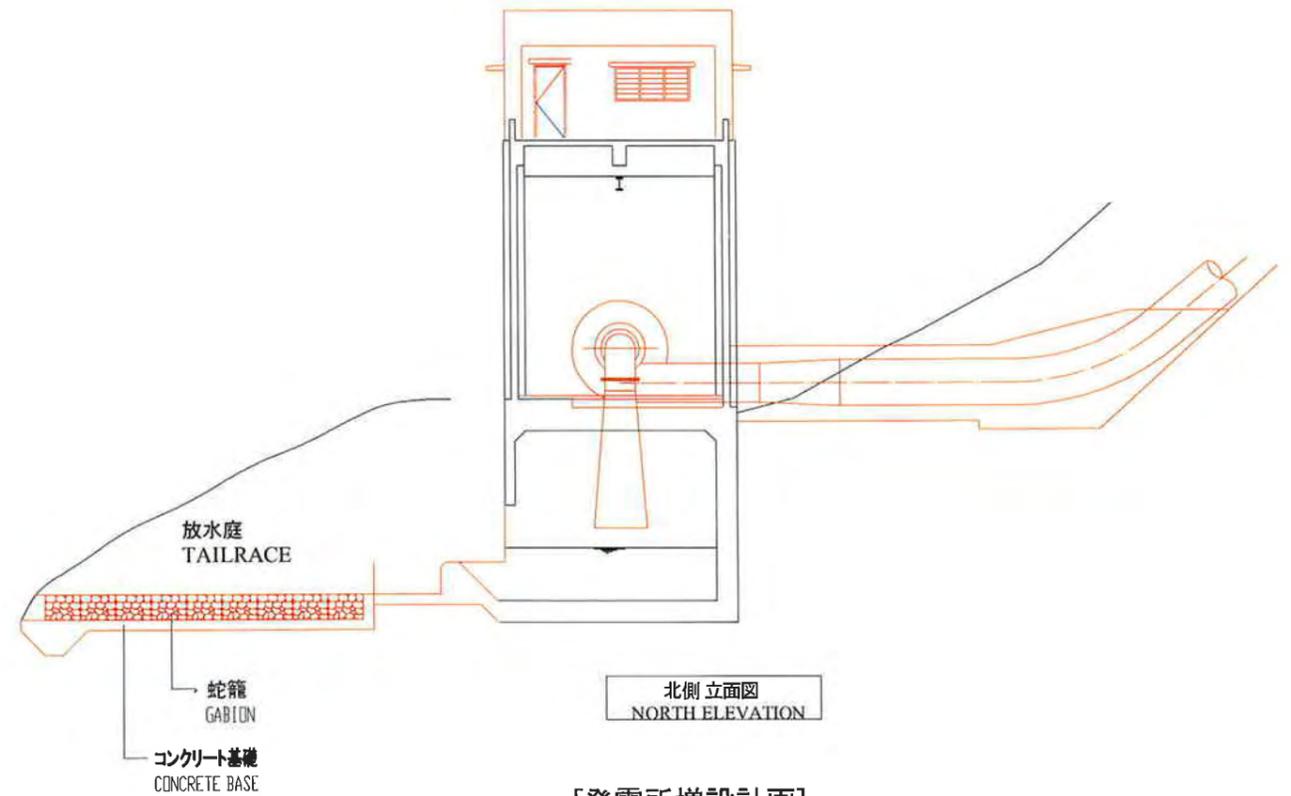
南側立面図  
SOUTH ELEVATION

増設 Extension      既設 Existing



東側立面図  
EAST ELEVATION

サラカタ川  
SARAKATA RIVER

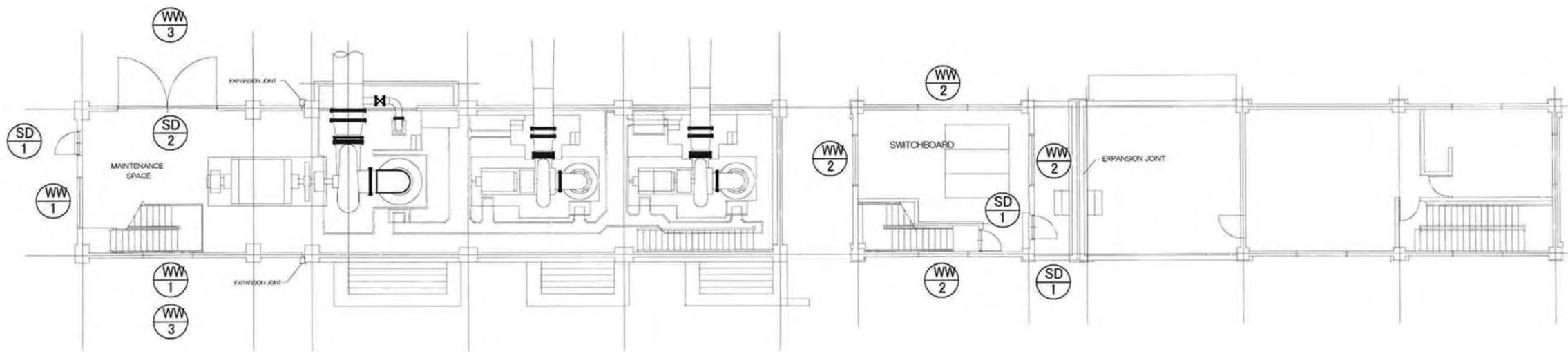


北側立面図  
NORTH ELEVATION

[発電所増設計画]  
B-03 サラカタ川水力発電所 立面図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Elevation

S:1/200

SYMBOL / UNIT	$\frac{SD}{1}$ 2	$\frac{SD}{2}$ 1	$\frac{SD}{3}$ 1	$\frac{WW}{1}$ 2 $\frac{WW}{2}$ 4	$\frac{WW}{3}$ 2
姿図 FIGURE					
型式 TYPE	片開きフラッシュドア SINGLE SWING FLASH DOOR	片開きフラッシュドア SINGLE SWING FLASH DOOR	両開きフラッシュドア DOUBLE SWING FLASH DOOR	ルーバー窓 LOUVERBOARD WINDOW	はめ殺し窓 FIXED WINDOW
材料 / 仕上 MATERIAL / FINISH	鋼製 / オイルペイント STEEL / OIL PAINT	鋼製 / オイルペイント STEEL / OIL PAINT	鋼製 / オイルペイント STEEL / OIL PAINT	木製 / オイルペイント WOOD / OIL PAINT	木製 / オイルペイント WOOD / OIL PAINT
ガラス GLASS	—	—	—	網入り透明ガラス 6.8 POLISHED WIRED GLASS 6.8	網入り透明ガラス 6.8 POLISHED WIRED GLASS 6.8
付属金具 HARDWARE	鍵, レバーハンドル, 蝶番, ドアクローザー DEAD LOCK, LEVER HANDLE HINGE, DOOR CLOSER	鍵, レバーハンドル, 蝶番, ドアクローザー DEAD LOCK, LEVER HANDLE HINGE, DOOR CLOSER			
備考 REMARKS			既設ドア移設 REMOVED EXISTING DOOR		

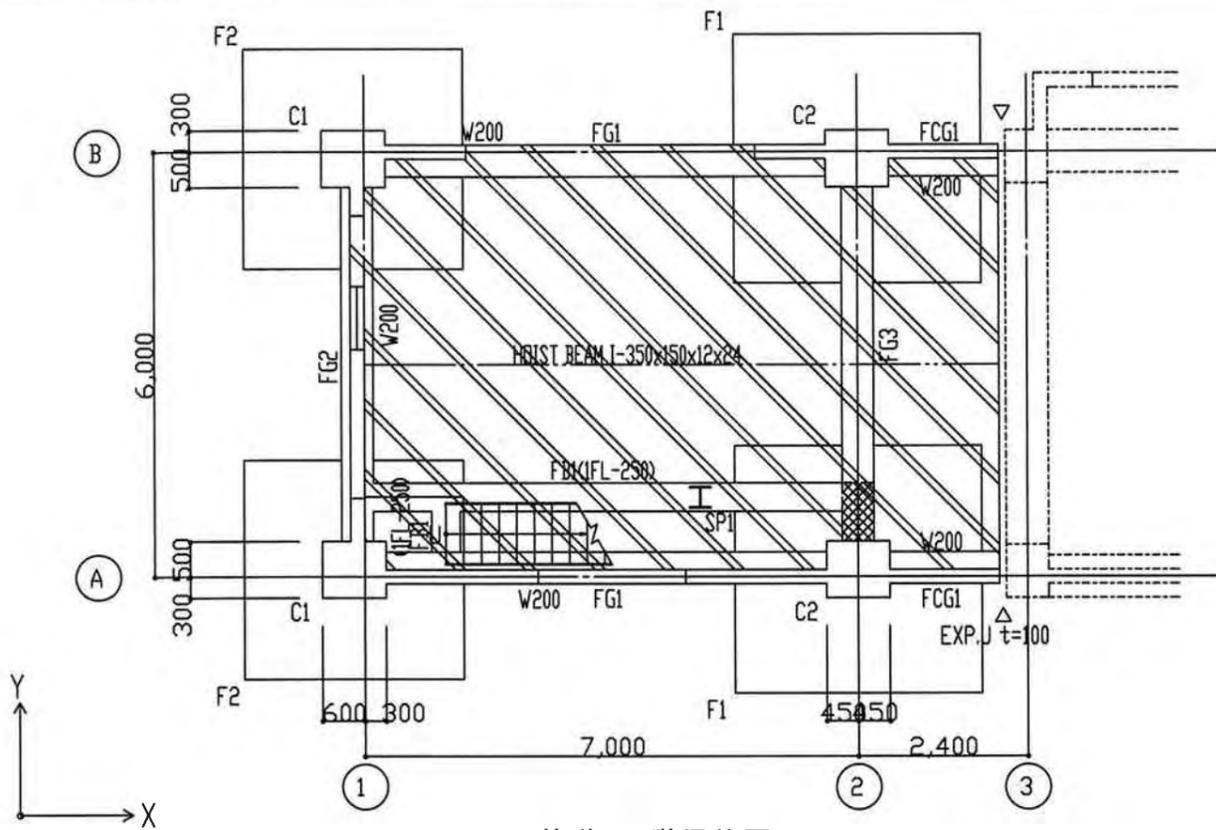


1st FLOOR PLAN 1/100

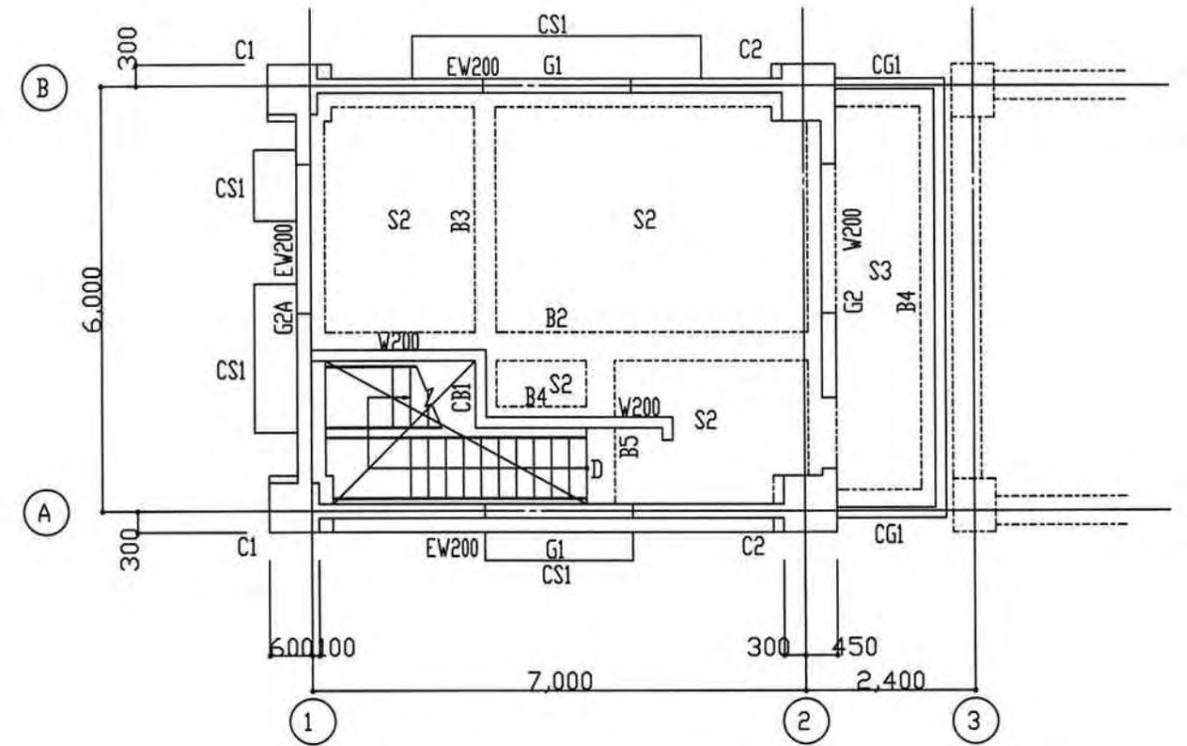
2nd FLOOR PLAN 1/100

[発電所増設計画]  
B-04 サラカタ川水力発電所 建具表  
Sarukata Hydroelectric Power Station  
Fitting Schedule

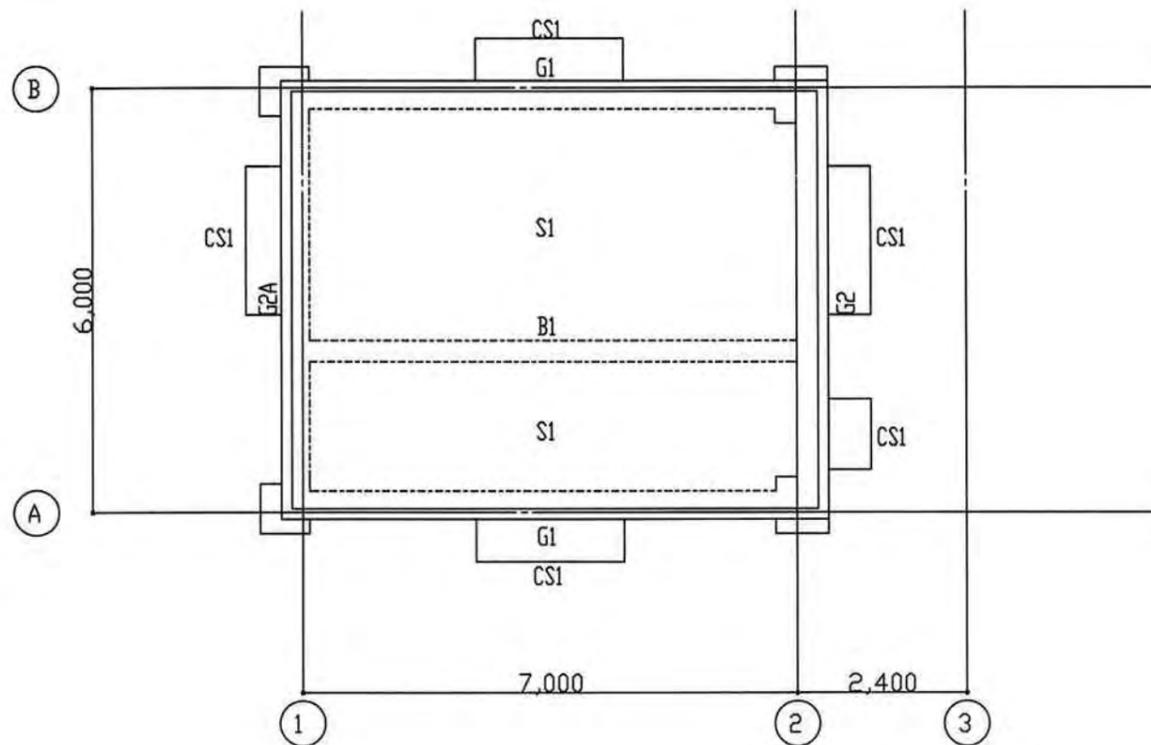
S:1/50, S/200



基礎 & 1階梁伏図  
FOUNDATION & 1ST FLOOR FRAMING PLAN S:1/100



2階梁伏図  
2ND FLOOR FRAMING PLAN S:1/100



屋根梁伏図  
ROOF FLOOR FRAMING PLAN S:1/100

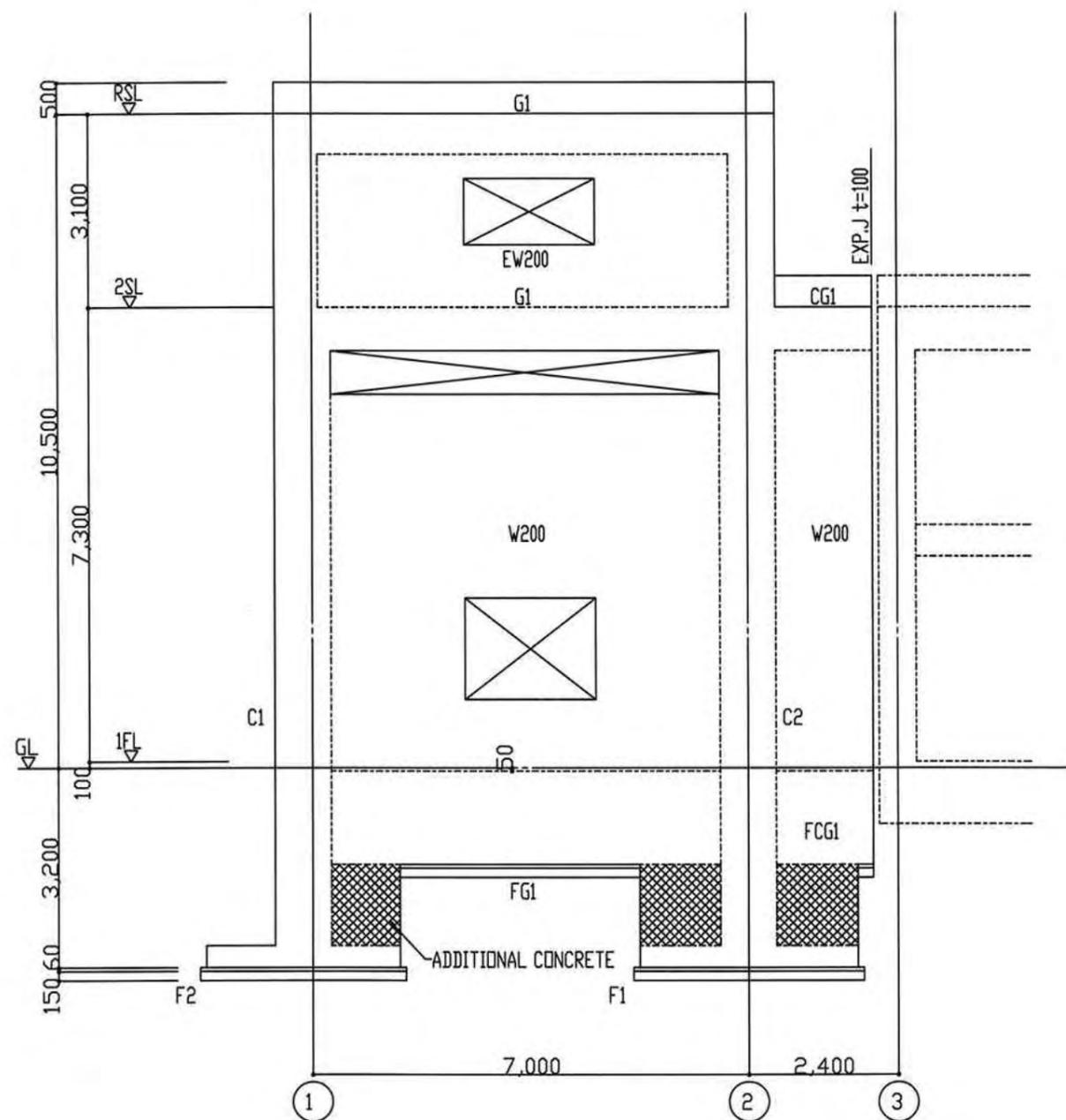
GENERAL NOTES

- 1) INDICATED REINFORCED CONCRETE SLAB-ON GRADE
- 2) INDICATED ADDITIONAL CONCRETE
- 3) STEEL MEMBER  
 SP1 H-300x300x10x15 BASE-P-19 A,BOLT:4-M20  
 SCB1 H-200x100x5.5x8

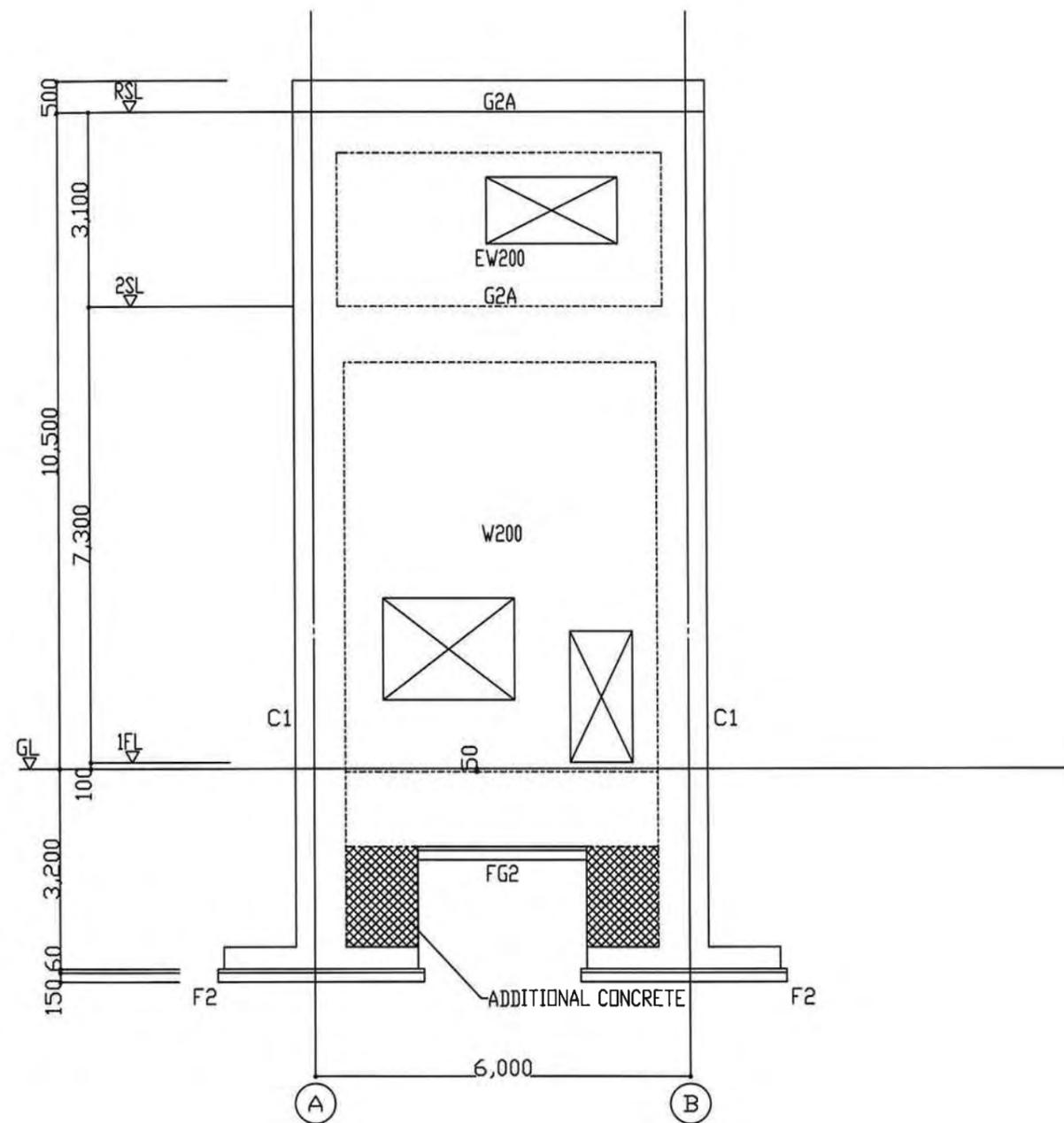
MATERIAL UNLESS OTHERWISE NOTED	
CONCRETE	$F_c=21\text{N/mm}^2$
RE-BAR	D10-D25:295A
STEEL	SS400
BOLT	SS400

[発電所増設計画]  
 B-05 サラカタ川水力発電所 基礎・梁伏図  
 Sarakata Hydroelectric Power Station  
 Foundation, Beam Plan

S:1/100



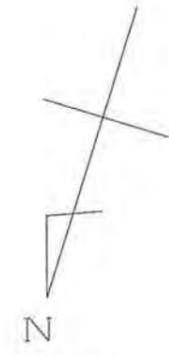
A LINE 軸組図  
A LINE FRAMING ELEVATION S-1/100



1 LINE 軸組図  
1 LINE FRAMING ELEVATION S-1/100

[発電所増設計画]  
B-06 サラカタ川水力発電所 軸組図  
Sarakata Hydroelectric Power Station  
Framing Elevation

S:1/100



既設建屋  
EXTENSION BUILDING

放水庭  
TAILRACE

既設建屋  
EXISTING BUILDING

6,000

9,400

1,500

エキスパンションジョイント  
EXPANSION JOINT

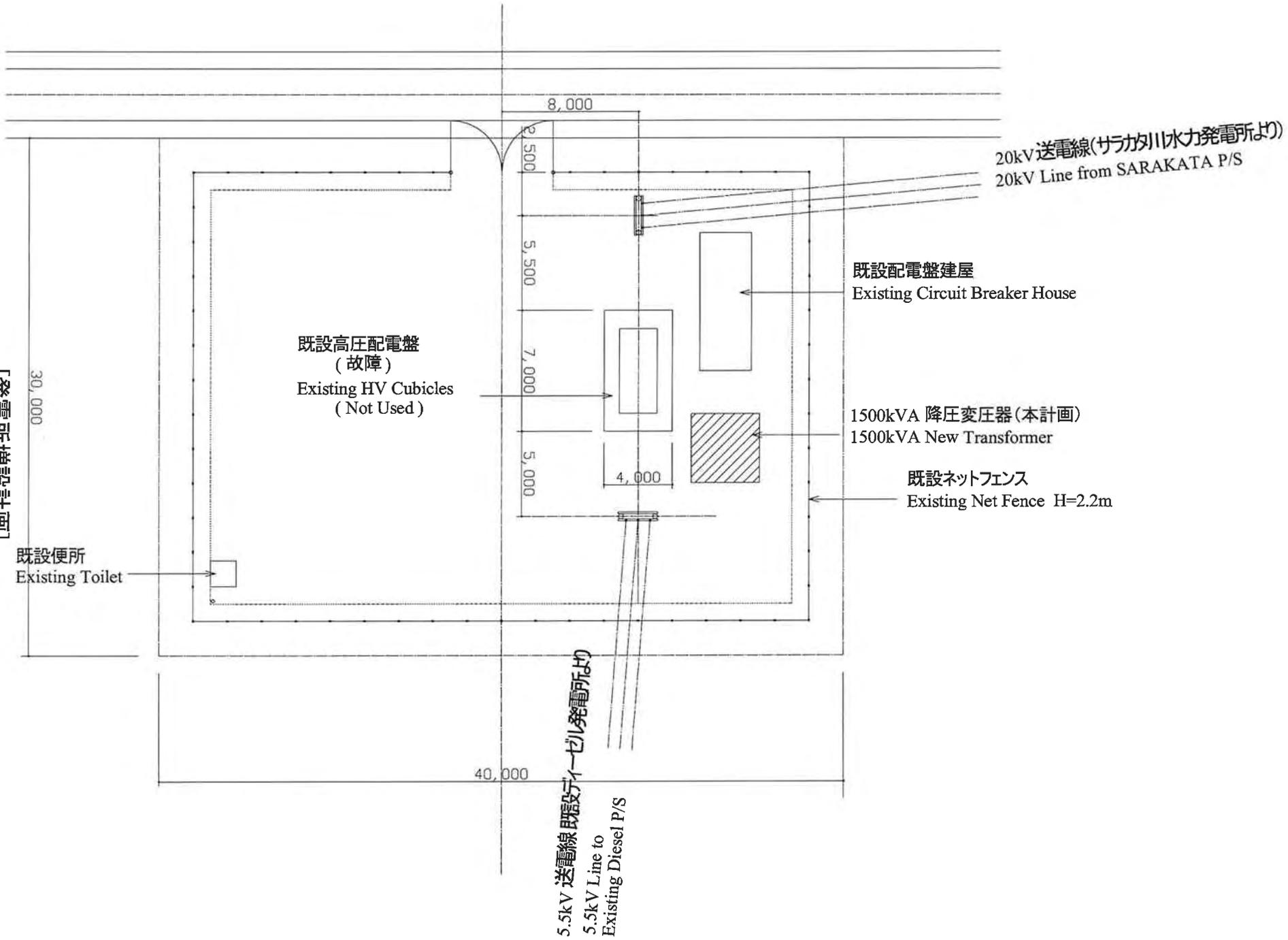
3号水車用導水管  
PENSTOCK for NO.3 GENERATOR

既設配電盤  
Existing Circuit Breaker House

750kVA 主変圧器  
750kVA MAIN TRANS.

[発電所増設計画]  
L-01 サラカタ川水力発電所 配置図  
Sarakata River Hydroelectric Power Station  
Layout Plan

S:1/200



[発電所増設計画]  
 S-01 20kV サラカタ既設変電所 配置図  
 20kV Step-Down Existing Sarakata Substation  
 Layout Plan  
 S.1/300