

マレーシア政府
サバ州電力庁

テノムパンギ(Ⅲ) 水力発電開発計画
調査報告書

要約報告書

1986年9月

国際協力事業団

鉅計資

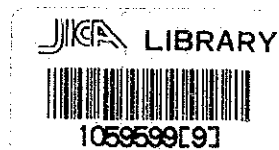
J R

86-120

ARY

マレーシア政府
サバ州電力庁

テノムパンギ(III) 水力発電開発計画
調査報告書



要約報告書

1986年9月

国際協力事業団

英 文 報 告 書 の 構 成

SUMMARY REPORT

Volume I : MAIN REPORT

Volume II

APPENDIX-A: HYDROMETEOROLOGY

Volume III

APPENDIX-B: GEOLOGY

APPENDIX-C: TOPOGRAPHY

APPENDIX-D: CONSTRUCTION MATERIALS

和 文 報 告 書 の 構 成

要 約 報 告 書

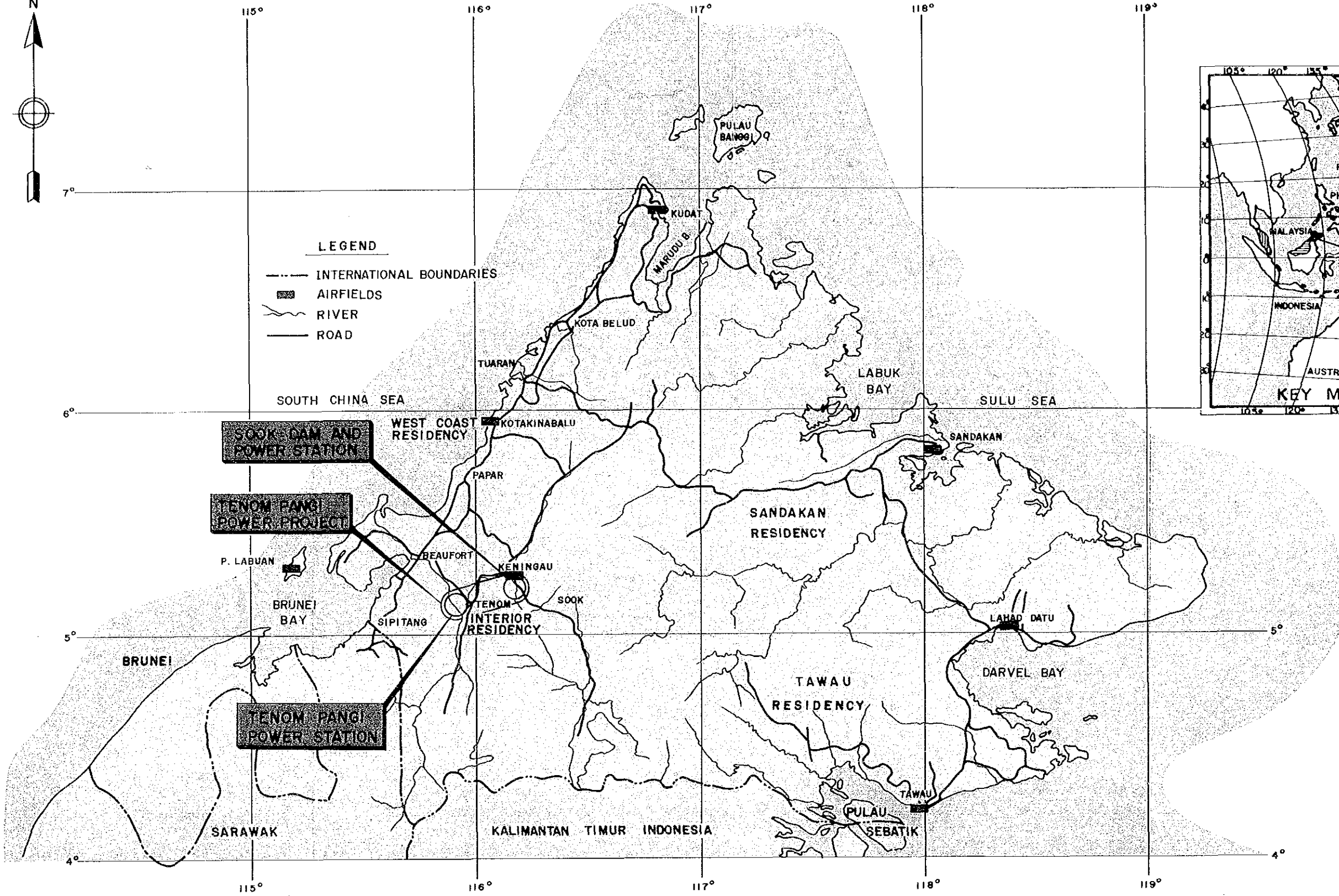
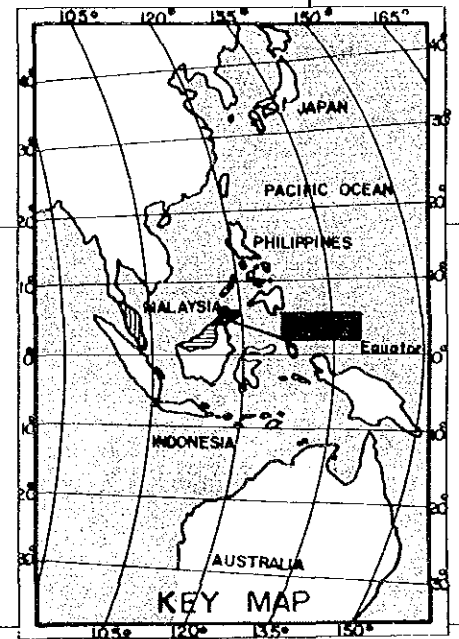
主 報 告 書

国際協力事業団	
受入 月日 '87. 1. 30	113
登録 No. 15956	643
	MPN



115° 116° 117° 118° 119°

- LEGEND**
- INTERNATIONAL BOUNDARIES
 - AIRFIELDS
 - ~ RIVER
 - ROAD



SCALE 0 100km
(1 : 2,000,000)

TENOM PANGI PHASE III
位置図
SEB / JICA

目 次

	頁
1. 計画の背景	1
2. 開発計画調査	2
3. 計画地域の概要.....	2
4. 電力需要予測	3
5. 最適開発案の選定.....	4
6. 予備設計	6
7. 建設工事計画	8
8. 事業費見積り.....	8
9. プロジェクト評価.....	10
10. 結論および勧告.....	12

添 付 表

表 1	テノムパンギ（第Ⅲ期）水力発電開発計画の主要諸元	13
表 2	財 務 分 析 表（第Ⅲ期単独）	20
表 3	財 務 分 析 表（第Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ期）	21
表 4	調査団の団員名簿	22

添 付 図

図－ 1	西海岸地のピーク電力需要	A-1
図－ 2	西海岸地域の所要電力量	A-1
図－ 3	スークダムプロジェクトの建設工程	A-2
図－ 4	テノムパンギ増設プロジェクトの建設工程	A-4

添 付 図 面

図面－ 1	位 置 図	A-5
図面－ 2	テノムパンギ第Ⅲ期工事位置図	A-6
図面－ 3	スークダム 一般配置図	A-7
図面－ 4	スークダム 貯水池	A-8
図面－ 5	スークダム 一般平面図	A-9
図面－ 6	スークダム 側面図、標準断面図、詳細図	A-10
図面－ 7	スークダム 水路系縦断面図、横断面図	A-11
図面－ 8	スークダム 発電所縦断面図、横断面図	A-12
図面－ 9	テノムパンギ 一般配置図	A-13
図面－10	テノムパンギ 調圧水槽、水圧鉄管路、発電所一般平面図	A-14
図面－11	テノムパンギ 発電所横断面図	A-15

テノムパンギ水力発電開発計画（第Ⅲ期）の概要

1. 計画の背景

設備容量66MWのテノムパンギ水力発電所（第Ⅰ、Ⅱ期）¹⁾は1984年に完成し、以来商用運転を続けている。スーク貯水池計画を含むテノムパンギ水力発電開発計画（第Ⅲ期）は、渇水期におけるパダス川の流量増を計ることで、テノムパンギ水力発電所の出力低下を補完する計画であり、同時にスークダム直下にも発電所を新設する計画である。サバ州の電力需要は1975年から1985年までの過去10年間に年率7.2%の経済成長に支えられて、年平均12%以上の成長率で増大し、1984年にピーク負荷は120MW、年間売電量は503GWhに達した。サバ州電力庁（SEB）は、過去の電力需要並びに人口の増加傾向、経済開発の動向をもとに、サバ州の電力需要予測を行なっているが、それによるとピーク負荷は各々、1990年には210MW、2000年には520MWに達すると見込んでいる。そのうち州都コタキナバルを含む西海岸地域のピーク負荷は、1990年には130MW、2000年には300MWに達すると予測している。

従来からSEBは、単基容量で8,000kWまでの各種のディーゼル発電機及び15,000kWクラスのガスタービン発電機を設置し電力の供給を行なってきた。しかし、化石燃料依存から脱却し、国産の水力エネルギーの利用を進めようとするマレーシアの政策に従って、サバ州の豊富な水力資源を活用し、増大する電力需要を賄うために、サバ州電力庁は設備容量66MWのテノムパンギ発電所を建設した。地形・水文条件からテノムパンギ発電所は、流込み式を採用した。したがって、渇水期には発生電力量が著しく低下する。

既設のテノムパンギ発電所の渇水補給を主目的として計画されたスークダム・発電所は、テノムパンギ発電所の上流に位置し、豊水期にスーク貯水池に貯留した水を、渇水期に使用し、下流のテノムパンギ発電所で使用する水を年間を通じて平均化し発電量の増加を計るものである。

1)：第Ⅰ期で44MW、第Ⅱ期で22MW、合計66MWの発電設備が同時に完工した。

2. 開発計画調査

1983年マレーシア政府は日本政府に対し、スーク貯水池計画を含むテノムパンギ水力発電開発計画（第Ⅲ期）のフィージビリティ調査実施に関する技術協力を要請した。この要請に応じて、日本政府は当調査に対する技術協力を決定し、国際協力事業団（JICA）にその実施を指示した。

1984年10月27日、マレーシア政府経済企画庁（EPU）とJICAの間で、フィージビリティ調査実施に関する合意書が取り交わされ、JICA調査団とSEBカウンターパートエンジニアの協同作業のもとに、1985年3月中旬から1986年9月中旬までの18ヶ月間で、当調査を実施することが決った。

1985年3月JICAは第1次調査団を現地に派遣した。引き続き1985年6月、第2次調査団を派遣し、測量、地質、水文、建設材料、環境、電力市場、社会経済等の調査を実施し、1985年11月全ての現地調査を終了した。引続き、現地調査結果をもとに、当計画のフィージビリティを明らかにするため、最適開発計画の策定、予備設計、工事計画、事業費見積り、経済評価財務分析等の作業を実施した。

3. 計画地域の概要

既設テノムパンギ水力発電所は、州都コタキナバルの南方約100kmの地点、パダス川テノム溪谷最上流部に位置する（図面-1参照）。取水地点での流域面積は、7,815km²である。

計画中のスークダム地点は、既設テノムパンギ水力発電所の北東約30kmにあり、パダス川の支流のペガララン川とスーク川との合流点から、スーク川沿いに約3kmさかのぼった地点に位置する（図面-2参照）。ダムサイトでの流域面積は1,705km²である。

パダス川流域の平均年間降雨量は1,856mm、年平均流量は、テノムパンギ水力発電所取水地点で210m³/s、スークダム地点で29.4m³/sである。スークダム地点での既往最大洪水のピーク流量は1981年1月14日に記録された410m³/sである。また100年、

200年確率洪水及び確率最大洪水のピーク流量は、各々 $540\text{m}^3/\text{s}$ 、 $610\text{m}^3/\text{s}$ 及び $1,940\text{m}^3/\text{s}$ と算定した。

ダムの基礎岩盤はクロッカー累層の砂岩より成っており、1ないし数メートル間隔で薄い頁岩層を挟んでいる。基岩は、大体地表面下50m以上の深さまで攪乱されており、特に地表から30m程度までの深さの基岩は、褶曲による塑性流動のため亀裂が多く透水性が高い。

スーク貯水池周辺に地形的線構造がみられるが、トレンチ掘削、物理探査及び地震記録等から調べた結果、地殻変動により生じた断層線と判断した。しかし、活断層ではなく、またダムの設計には耐震性を考慮するので、別段、問題はないと思われる。

コンクリート骨材及びダム堤体材料は計画地域内で大量に入手できる。ペガラン川の河川堆積砂はコンクリート骨材及びフィルター材として質量共に十分利用できる。ロック材はダムサイト北方約2kmの原石山から入手でき、心壁用コア材はダムサイトの直上流で得られる。

4. 電力需要予測

コタキナバルはサバ州の政治・商業の中心であり、最近の2、3年間は建設活動が活発で、ビル・諸施設が多く建設された。このような状況下で電力消費者の数が大幅に伸び、1987年までの新規電力需要はコタキナバルで30MW以上にのぼり、西海岸地域全体としては50MWであると見込まれる。

東海岸地域ではタワウが最大の電力消費地域であり、製材ならびに関連の工場が数多くあり、また、建設・採石業のほか軽工業も盛んである。この地域では、ココア、油耶子、ゴム、耶子の栽培に、多くの労働者が従事している。このような活発な経済活動を反映して、東海岸地域の電力需要は急速に伸びた。

東西両海岸地域の電力需要の傾向の違いを考慮して、両海岸地域について別々に需要予測を行なった。その結果は、次の通りである。

(単位：MW)

年	西海岸地域		東海岸地域		合 計	
	高目予測値	低目予測値	高目予測値	低目予測値	高目予測値	低目予測値
1985	82.0	80.0	46.0	45.0	128.0	125.0
1990	187.2	116.5	71.3	63.4	208.5	179.9
1995	220.1	164.2	110.4	89.6	330.5	253.8
2000	353.5	230.9	169.8	127.4	523.3	358.3
2005	519.4	304.0	254.6	172.0	774.0	476.0
2010	695.1	374.3	332.4	216.6	1,027.5	590.9

なお、1985年現在の発電設備容量、発生及び販売電力量は以下に要約する通りである。

	西海岸地域	東海岸地域	合 計
1. 発電設備容量 (MW)	215.1	97.5	312.6
2. 発生電力量 (GWh)	487.4	254.6	742.0
3. 販売電力量 (GWh)	377.0	194.8	571.8

5. 最適開発案の選定

最適開発規模を決めるため、比較検討を行なった。変数としては、次のものを選んだ。

(1) スーク貯水池関連として

- － 常時満水位
- － 有効貯水容量

(2) スーク並びにテノムパンギ（増設）発電所関連として

- － 設備容量

上記計画案について、これらの変数を使い、多数の案を比較し、そのなかから純便益が最大となる案を最適開発計画とした。

比較検討により選定したテノムパンギ水力発電開発計画（第Ⅲ期）の概要は次の通りである。

1) スーク貯水池及び発電所

(1) 常時満水位	: EL.310m
(2) 低水位	: EL.285m
(3) 放水位	: EL.250m
(4) 総貯水容量	: $730 \times 10^6 \text{ m}^3$
(5) 有効貯水容量	: $550 \times 10^6 \text{ m}^3$
(6) 利用水深	: 25m
(7) 総落差	: 60-35m
(8) 定格落差（有効）	: 51m
(9) 最大発電使用水量	: $47.1 \text{ m}^3 / \text{s}$
(10) 設備容量	: 20MW
(11) 発生電力量	: 常時電力 45.5GWh
	二次電力 6.3GWh
	計 <u>51.8GWh</u>

2) テノムパンギ発電所（既設及び増設）

(1) 常時満水位	: EL.173.9m
(2) 低水位	: EL.170.7m
(3) 放水位	: EL. 99.2m
(4) 有効貯水容量	: $4.7 \times 10^6 \text{ m}^3$
(5) 総落差	: 74.7-71.5m
(6) 有効落差	: 61.5m（平均）
(7) 最大発電使用水量	
増設分	: $84.9 \text{ m}^3 / \text{s}$
既設分	: $127.3 \text{ m}^3 / \text{s}$
合 計	: <u>$212.2 \text{ m}^3 / \text{s}$</u>

(8) 設備容量

増設分	:	44MW
既設分	:	66MW
合 計	:	<u>110MW</u>

(9) 発生電力量

増設分	:	常時電力	283.8GWh
		二次電力	- GWh
		小 計	<u>283.8GWh</u>
既設分	:	常時電力	331.6GWh
		二次電力	184.6GWh
		小 計	<u>516.2GWh</u>
合 計	:	常時電力	615.4GWh
		二次電力	184.6GWh
		小 計	<u>800.0GWh</u>

6. 予 備 設 計

ダムサイト、ダム軸ならびにダム型式を決定するために、比較検討を行なった。ダムサイトとしてはスーク峡谷を、ダム軸については上流軸を、またダム型式については、中央遮水壁コア式ロックフィルダムを選んだ。

スークダムの予備設計の概要は次の通りである。

・ダム堤頂標高	:	EL.314m
・洪水位	:	EL.311.1m
・常時満水位	:	EL.310m
・低水位	:	EL.285m
・設計堆砂位	:	EL.277m
・ダム基礎面標高	:	EL.244m

・ダム型式	: 中央遮水壁コア式ロックフィルダム
・ダム高	: 70m
・ダム堤頂幅	: 10m
・ダム堤頂長	: 345m
・上流側斜面勾配	: 1:2.5
・下流側斜面勾配	: 1:1.9

洪水吐は地形、地質条件からダム左岸に置いた。洪水吐容量は、最大可能洪水流量(PMF)を、安全かつ経済的に流下できるよう設計するものとし、ダム建設費との比較検討から貯水池の貯留効果を考え $1,000\text{m}^3/\text{s}$ (約10,000年確率洪水に相当)と決定した。

貯水池の常時満水位(標高 310.0m)を確保するため、約12mの高さのサドルダムを必要とする。サドルダムの総延長は約 1,500mである。サドルダムの形式はダム基礎の地質条件及び付近から入手可能な堤体盛土材料を考慮して、均一型アースダムとした。

スーク発電所は、ダム直下流に位置する地上式発電所で、10MWの発電設備を2基擁する。

テノムパンギ発電所増設工事の主要構造物は、導水路トンネル、調圧水槽、水圧鉄管路、発電所及び屋外開閉所である。増設分の取水口は、第Ⅰ・Ⅱ期工事中に既に建設されている。導水路トンネルは既設のトンネルに平行して設置し、その内径は 5.2m、トンネル延長は約 4,200mである。

発電所は既設の建屋をパダス川沿い上流側に拡張し、水車・発電機の組立てには既存の天井クレーンを使用する。増設分の水車・発電機の組立ては、既存の組立て室で行なう。増設する発電機の運転は既設の運転制御室から行なう。

テノムパンギ水力発電開発計画(第Ⅲ期)の主要な諸元は表-1に示す通りである。

7. 建設工事計画

予備設計並びに現地調査時に収集した諸資料を検討して、施工計画をたてた。検討の結果、スークダム及び発電所の建設には5年、テノムパンギ発電所の増設には4年を要すると算定した。他方工事資金の手当、追加調査、詳細設計、入札及び施工業者の選定等建設前の諸作業には、工事開始前に更に2年半は要する。

8. 事業費見積り

予備設計、施工計画及び工事工程をもとに、事業費を見積った。事業費の見積りは1985/1986年の価格で行い、交換レートは1米ドル=2.45 マレーシアドル=200円とした。

総工事費は物価上昇に対する予備費を除いて 174,139,000米ドルと見積った。

このうちスークダム及び発電所の工事費は 101,555,000米ドルで、テノムパンギ発電所増設分の工事費は72,584,000米ドルである。また物価上昇に対する予備費を見込んだ総工事費は 243,800,000米ドルと見積った。このうちスークダム、発電所の事業費は 142,200,000米ドル、テノムパンギ増設分の事業費は 101,600,000米ドルである。

事業費の内貨、外貨別内訳は以下の通りである。

スークダム、発電所の事業費

(単位：米ドル)

項 目	内 貨	外 貨	合 計
1. 工 事 費	29,985,000	38,462,000	68,447,000
2. 技術報酬及び管理費	1,095,000	4,381,000	5,476,000
3. 補 償 費	18,400,000	0	18,400,000
4. 物理的予備費	4,948,000	4,284,000	9,232,000
小 計	54,428,000	47,127,000	101,555,000
5. 価格変動に対する予備費 ¹⁾	28,472,000	12,173,000	40,645,000
6. 合 計	82,900,000	59,300,000	142,200,000

テノムパンギ発電所増設分の事業費

(単位：米ドル)

項 目	内 貨	外 貨	合 計
1. 工 事 費	20,387,000	40,710,000	61,097,000
2. 技術報酬及び政府の管理費	988,000	3,900,000	4,888,000
3. 補 償 費	0	0	0
4. 物理的予備費	2,138,000	4,461,000	6,599,000
小 計	23,513,000	49,071,000	72,584,000
5. 価格変動に対する予備費 ¹⁾	14,487,000	14,529,000	29,016,000
6. 合 計	38,000,000	63,600,000	101,600,000

なおテノムパンギプロジェクト第Ⅰ及びⅡ期の総建設費は 138,000,000米ドルであった。

¹⁾：予測不能な価格変動分（10%）及び価格上昇分（30%）を含む。

9. プロジェクト評価

プロジェクトの評価は経済、財務並びに社会環境への影響という観点から行なった。テノムパンギプロジェクトの開発は段階的に進められているため、プロジェクトの評価も第Ⅲ期単独の場合と第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期全体の双方について行った。まず、増設部分としてテノムパンギ第Ⅲ期のみをとり上げて評価し、ついで第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期を含めたプロジェクト全体に対する評価を行なった。全ての事業費並びに便益は1985年/86年価格で見積った。

いわゆる経済評価は、国家的見地からプロジェクトの評価を行うもので、市場価格で見積った費用と便益はマレーシア国の変換係数（コンバージョンファクター）を使って経済価格に再評価した。

便益は代替火力発電所（50MW級石炭火力発電所）の費用とし、kW価値として237米ドル/kW，kWh価値として、0.026米ドル/kW時を用いた。

プロジェクト評価に用いた発生電力量と95%保証電力は次の通りである。

	第Ⅲ期単独			第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期全体		
I. 発生電力量 (GW時)	1次	2次	合計	1次	2次	合計
1. スーク発電所	45.5	6.3	51.8	45.5	6.3	51.8
2. テノムパンギ (増設分)	283.8	—	283.8	283.8	—	283.8
3. テノムパンギ (既設分)	—	—	—	331.6	184.6	516.2
合計	329.3	6.3	335.6	660.9	190.9	851.8
II. 95%保証電力 (MW)						
1. スーク発電所		9.9			9.9	
2. テノムパンギ (増設分)		61.1 1J			61.1 1J	
3. テノムパンギ (既設分)		—			45.0	
合計		71.0			116.0	

(注) 1J：既設のテノムパンギ発電所における保証電力の増加分17.1MWを含む。

当プロジェクトの経済的費用－便益の比較は次のように要約される。

テノムバンギ水力発電開発計画		
項 目	第Ⅲ期単独	第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期全体
1. 費用の現在価値(C) ¹⁾		
： (米ドル)	129,104,000	343,034,000
2. 便益の現在価値(B) ¹⁾		
： (米ドル)	163,000,000	432,200,000
3. 純便益の現在価値(B-C)		
： (米ドル)	33,896,000	89,166,000
4. 費用便益比 (B/C)	1.26	1.26
5. 経済的内部収益率(EIRR) : (%)	12.6	13.9

上記のとおり、純便益、費用便益比及び内部収益率とも優れた指標値を示し、当プロジェクトは、経済的に妥当であると結論づけられる。

財務分析はプロジェクトの財務面での妥当性を評価するもので、すべての費用と便益は市場価格で見積っている。電気料金は、1986年現在の料金を使用する。

プロジェクトに要する借入資金の返済能力を検討するため、次のような借入条件で財務計算を行なった。

借入条件	内 貨	外 貨
1) 金利 (年率%)	8.5	4.0
2) 据置期間 (年)	5	7
3) 返済期間 (年)	25	13
(据置期間を除く)		

1) 割引率 : 10%/年、耐用年数 : 50年、現在価値はプロジェクト開始年 (1989) の値

表2、表3の財務分析表にある通り、第Ⅲ期のみの場合と第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期全体での財務バランスは、それぞれ完成後3年及び完成直後に黒字に転ずる見通しである。

また財務的内部収益率（FIRR）は、それぞれ10.8%及び18.3%である。

これらの指標値が示すように、当計画は想定した借入条件に対し、十分な返済能力があると言える。従って、当計画は、財務的にも健全であると結論づけた。

社会環境面からの評価は次のように要約される。

- 1) 当計画を実施すれば、貯水池予定地域内の住民約 2,200人の移転が必要となる。
しかし貯水池予定地域周辺には、移住地に適した広大な土地があり、それら隣接地への移転が適切に準備されるなら、移転が大きな問題となることはない判断される。
- 2) 貯水池予定地域内の動植物の種類は、周辺地域に広く分布しているものと同じで、特殊な種属は見られない。また開発規模もそれほど大きくはないので、当計画が自然環境に及ぼす影響は軽微であると判断される。
- 3) ダム下流の水利用については、現地調査により実質的に影響がないことを確認した。
一方、当計画の実施により、貯水池による洪水調節効果、周辺農村の電化、新しいレクリエーションや観光の機会が増える等の効果が期待できる。
従って当計画は社会環境面からも許容できると結論づけた。

10. 結論および勧告

今回のフィージビリティ調査の結果、テノムパンギ水力開発計画（第Ⅲ期）は、技術的、経済的、財務的に妥当であり、社会的環境的にも容認できると結論づけられた。
従って当プロジェクトの早期実施を強く勧告するものである。

プロジェクト完成目標を1993年末として、5年の建設期間を考慮すると、詳細調査を含む詳細設計作業、入札書類の作成は遅くとも1987年初めには開始する必要がある。さらに取付道路、事務所及び宿舍等の準備工事は、1989年中頃着工予定の土木工事に先立ち、1989年初めに着手する必要がある。

表1 テノムパンギ水力発電開発計画（第Ⅲ期）主要諸元

1) スーク貯水池及び発電所

(1) 貯水池

・流域面積	: 1.705 km ²
・年平均流量	: 29.4m ³ / 秒
・洪水位	: EL.311.1m
・常時満水位	: EL.310.0m
・低水位	: EL.285.0m
・放水位	: EL.250.0m
・堆砂面標高	: EL.277.0m
・利用水深	: 25.0m
・総貯水容量	: 732 × 10 ⁶ m ³
・有効貯水容量	: 550 × 10 ⁶ m ³
・湛水面積（常時満水位）	: 35km ²

(2) スークダム

(a) 主ダム

・型 式	: 中央遮水壁コア式ロックフィル
・堤 高	: 70m
・堤頂標高	: EL.314.0m
・堤頂長	: 345.0 m
・堤頂幅	: 10m
・上流面法面勾配	: 1 : 2.5
・下流面法面勾配	: 1 : 1.9

・堤体積（合計）	: $1,730,000\text{m}^3$
コア	: $240,000\text{m}^3$
フィルター	: $190,000\text{m}^3$
ロック	: $1,300,000\text{m}^3$
(b) 洪水吐	
・型 式	: ゲート式、減勢池付き
・ゲート	: ローラゲート 11.5m幅× 7.0m高× 2門
・容 量	: $1,000\text{ m}^3$ /秒（洪水位 311.1m） (約10,000年確率洪水に相当)
(c) 仮排水路トンネル	
・型 式	: コンクリート巻立圧力式
・断 面	: 馬蹄型、内径5m、2本
・延 長	: 第1トンネル 579m 第2トンネル 613m
・設計洪水量	: 410 m^3 /秒（既往最大）
(d) サドルダム	
・型 式	: 均一型アースフィル
・堤 高	: 12m
・堤頂標高	: EL.314.0m
・堤頂長	: 1,481 m（総延長）
・堤頂幅	: 6 m
・上流面法面勾配	: 1 : 3.5
・下流面法面勾配	: 1 : 3.0
・堤体積	: $370,000\text{ m}^3$

(3) 導水路及び発電所

(a) 取水口

- ・型 式 : 傾斜式
- ・ゲート : ローラゲート
4.5 m幅× 5.5m高× 1 門

(b) 導水トンネル

- ・型 式 : コンクリート巻立圧力式
- ・断 面 : 円型、内型 3.9m、1 本
- ・延 長 : 449 m

(c) 調圧水槽

- ・型 式 : 制水口型
- ・寸 法 : 内径12m、高さ49m

(d) 水圧鉄管路

- ・型 式 : 地表式、一部トンネル
- ・寸 法 : 内径 3.1m、延長 139m

(e) 発電所

- ・型 式 : 地上式
- ・寸 法 : 26.5m幅×36.5m長×35.5m高

(4) 発電機器

(a) 水 車

- ・型 式 : 立軸、カプラン型
- ・総落差 : 60-35m
- ・基準落差(有効) : 51m
- ・最大使用流量 : $47.1\text{m}^3/\text{秒}$
- ・設備容量 : $20\text{MW}=10\text{MW}\times 2\text{台}$
- ・回転速度 : 429 回転/分(暫定)

(b) 交流発電機

- ・型式 : 三相立軸同期式
- ・容量 : 11.5MVA × 2台
- ・回転速度 : 429 回転/分 (暫定)
- ・端子電圧 : 11kV
- ・周波数 : 50Hz

(c) 主変圧器

- ・型式 : 三相、50Hz、油浸自冷/強制油循環、
冷却ファン付
- ・定格出力 : 11.5/23MVA
- ・電 圧 : 11/132kV

(5) 発生電力量

: 常時電力 : 45.5GWh

2次電力 : 6.3GWh

計 51.8GWh

(6) 送電線

- ・電 圧 : 132kV
- ・回線数 : 1 回線
- ・導 線 : 175 mm²、鋼芯アルミより線
- ・延 長 : 10km至ケニンガウ変電所

2) テノムパンギ発電所 (増設分)

(1) 調整池

・流域面積	: 7.815 km ²
・年平均流量	: 210 m ³ / 秒
・常時満水位	: EL.173.9m
・低水位	: EL.170.7m
・利用水深	: 3.2 m
・有効貯水容量	: 4.7 × 10 ⁶ m ³

(2) 導水路と発電所

(a) 取水口

・型 式	: 地下式沈砂池付
・ゲート	: ローラゲート 6.0 m幅 × 9.0m高 × 3 門

(b) トンネル

・型 式	: コンクリート巻立圧力式
・断 面	: 円型、内径 5.2m、1 本
・延 長	: 4.200 m

(c) 調圧水槽

・型 式	: 制水口型
・寸 法	: 内径14m、高さ60m

(d) 水圧鉄管

・型 式	: トンネル式
・寸 法	: 内径 4m、延長 220m

(e) 発電所

・型 式	: 地上式
・寸法 (拡張部)	: 26.5m幅 × 30.6m長 × 40.5m高

(3) 発電機器

(a) 水 車

- ・型 式 : 立軸フランシス
- ・総落差 : 74.7-71.5m
- ・有効落差 : 63.1-59.9m
- ・最大使用水量
 - 拡張分 : $84.9\text{m}^3/\text{秒}$
 - 既設分 : $127.3\text{m}^3/\text{秒}$
 - 合 計 : $212.2\text{m}^3/\text{秒}$
- ・設備容量
 - 拡張分 : 44 MW
 - 既設分 : 66 MW
 - 合 計 : 110 MW
- ・回転速度 : 300回転/分

(b) 交流発電機

- ・型 式 : 三相立軸半かき型同期式
- ・容 量 : 25MVA
- ・端子電圧 : 11kV
- ・周波数 : 50Hz
- ・力 率 : 0.88 (遅れ)

(c) 主変圧器

- ・型 式 : 三相、50Hz、油浸自冷/強制循環、
冷却ファン付
- ・定格出力 : 12.5/25MVA
- ・電 圧 : 11/132kV

(d) 年平均発生電力量

・常時電力量	:	283.8GWh
・二次電力量	:	—
・合 計	:	<u>283.8GWh</u>

(4) ペナンパン変電所

(a) 主変圧器

・型 式	:	三相、50Hz、油浸自冷／強制油循環、 冷却ファン付
・定格出力	:	12/24MVA
・電 圧	:	132/66kV

(b) コンデンサー

・容 量	:	40MVA (暫定)
・電 圧	:	66kV

表 2 財務分析表（スークダムと発電所+テノムバンギ増設分-第Ⅲ期単独）

(単位：10³ US\$)

No.	年度	支出		収入	運転維持管理費	純益	返済		返済額 合計	収支	累加収支
		内貨	外貨				内貨	外貨			
0	1985										
1	1986			0		0	0	0	0	0	0
2	1987			0		0	0	0	0	0	0
3	1988			0		0	0	0	0	0	0
4	1989	4,319	4,601	0		0	367	184	551	-551	-551
5	1990	13,934	10,947	0		0	1,551	621	2,172	-2,172	-2,723
6	1991	12,691	15,477	0		0	2,630	1,241	3,871	-3,871	-6,594
7	1992	27,359	35,514	0		0	4,955	2,661	7,616	-7,616	-14,210
8	1993	19,638	29,659	0		0	6,624	3,847	10,471	-10,471	-24,681
9	1994			24,335	2,610	21,725	7,615	3,847	11,462	10,263	-14,418
10	1995			24,335	2,610	21,725	7,615	3,847	11,462	10,263	-4,155
11	1996			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	321
12	1997			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	4,797
13	1998			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	9,273
14	1999			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	13,749
15	2000			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	18,225
16	2001			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	22,701
17	2002			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	27,177
18	2003			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	31,653
19	2004			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	36,129
20	2005			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	40,605
21	2006			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	45,081
22	2007			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	49,557
23	2008			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	54,033
24	2009			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	68,143
25	2010			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	82,253
26	2011			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	96,363
27	2012			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	110,473
28	2013			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	124,583
29	2014			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	138,693
30	2015			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	152,803
31	2016			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	166,913
32	2017			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	181,023
33	2018			24,335	2,610	21,725	7,615		7,615	14,110	195,133
合 計		77,941	96,198	608,375	65,250	543,125	206,502	141,490	347,992	195,133	-

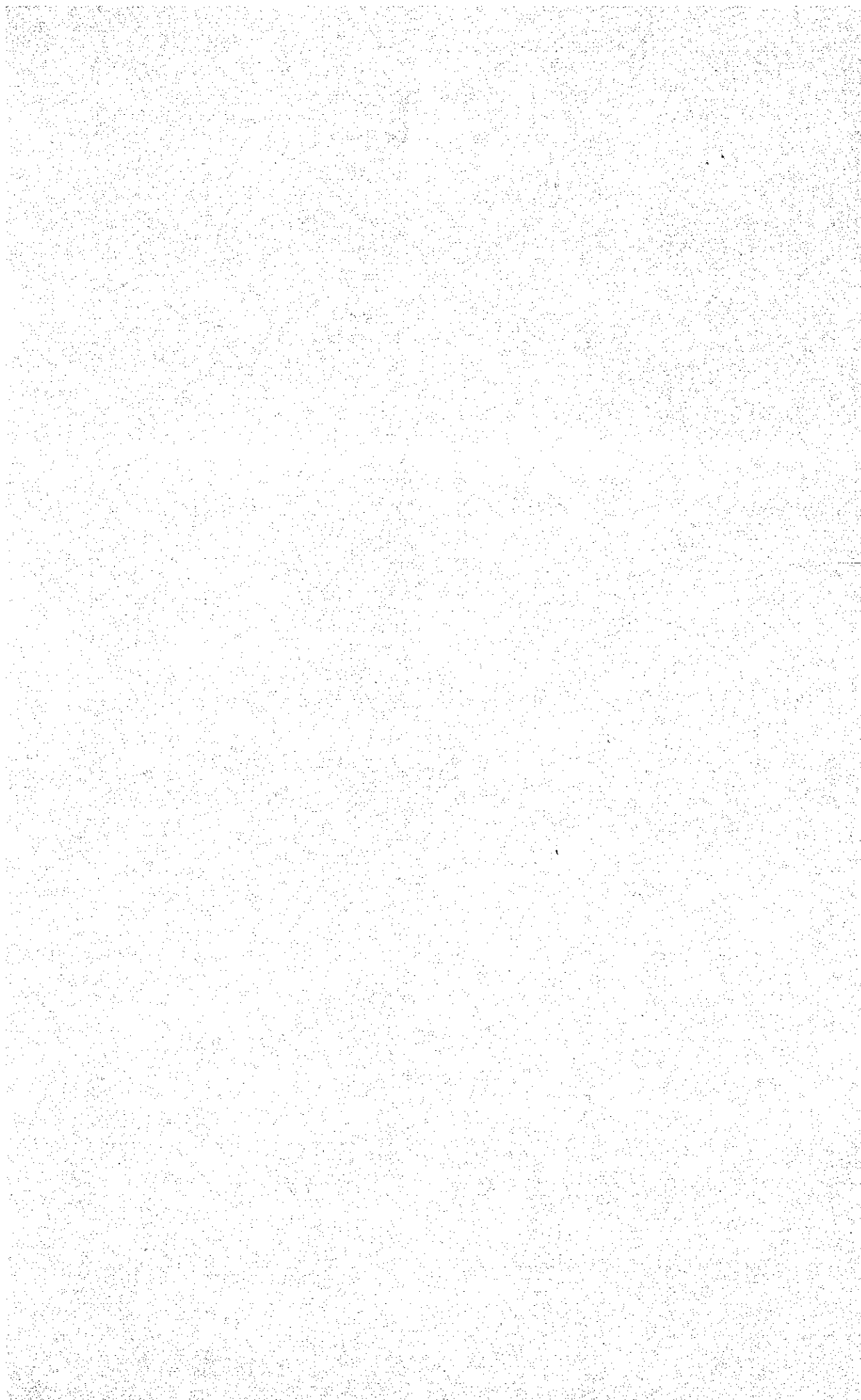
表 3 財務分析表（スークダムと発電所、テノムパンギ増設分+テノムパンギ既設分
-第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期）

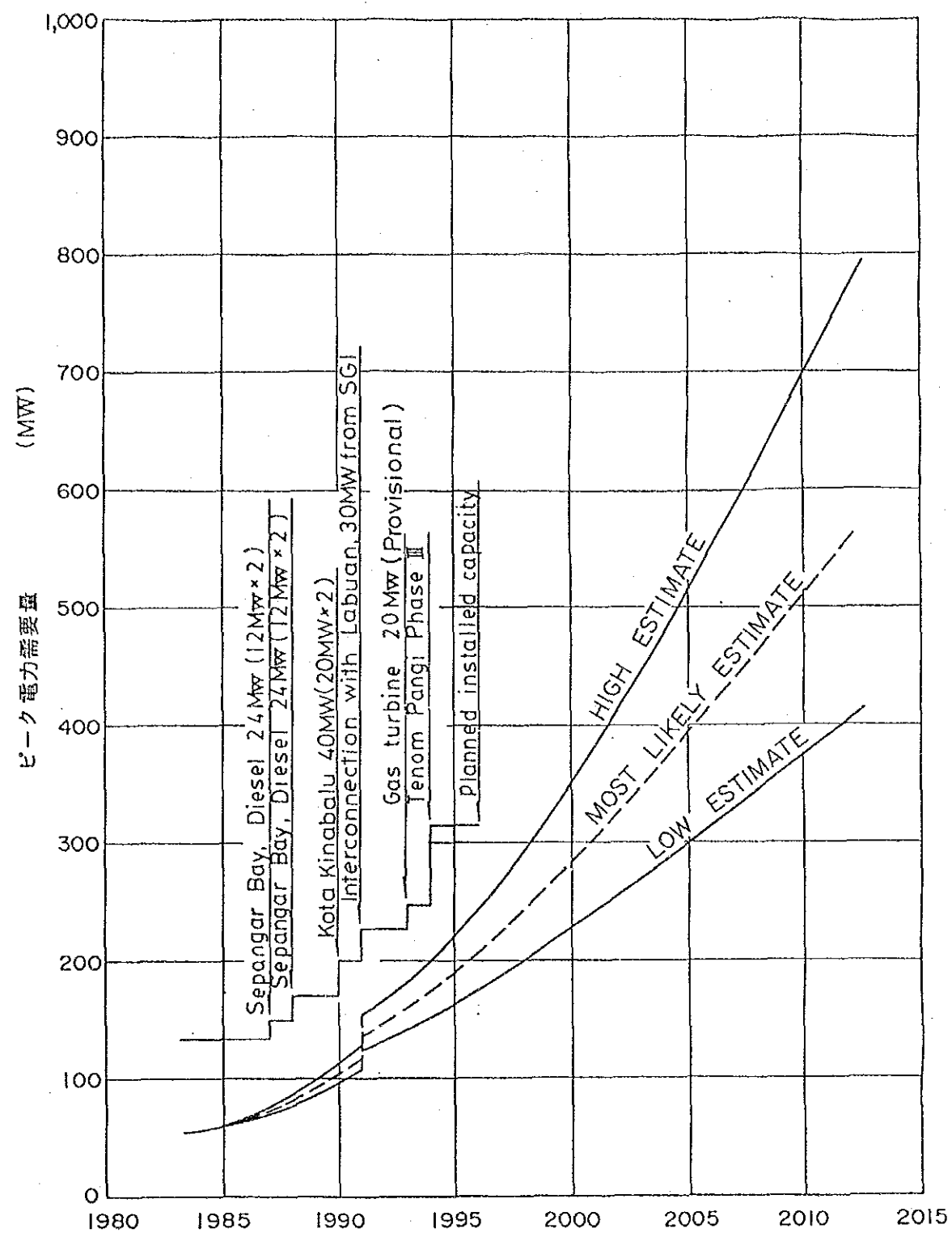
（単位：10³ US\$）

No.	年度	支出		収入	運転維持管理費	純益	返済		返済額 合計	収支	累加収支
		内貨	外貨				内貨	外貨			
0	1985	55,890	92,273	23,856	2,070	21,786	5,461	3,691	9,152	12,634	12,634
1	1986			26,162	2,070	24,092	5,461	3,691	9,152	14,940	27,574
2	1987			29,624	2,070	27,554	5,461	9,240	14,701	12,853	40,427
3	1988			31,029	2,070	28,959	5,461	9,240	14,701	14,258	54,685
4	1989	4,319	4,601	31,029	2,070	28,959	5,828	9,424	15,252	13,707	68,392
5	1990	13,934	10,947	31,029	2,070	28,959	7,012	9,861	16,873	12,086	80,478
6	1991	12,691	15,477	31,029	2,070	28,959	8,091	10,481	18,572	10,387	90,865
7	1992	27,359	35,514	31,029	2,070	28,959	10,416	11,901	22,317	6,642	97,507
8	1993	19,638	29,659	31,029	2,070	28,959	12,085	13,087	25,172	3,787	101,294
9	1994			55,365	4,680	50,685	13,076	13,087	26,163	24,522	125,816
10	1995			55,365	4,680	50,685	13,076	13,087	26,163	24,522	150,338
11	1996			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	169,073
12	1997			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	187,808
13	1998			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	206,543
14	1999			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	225,278
15	2000			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	253,253
16	2001			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	281,228
17	2002			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	309,203
18	2003			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	337,178
19	2004			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	365,153
20	2005			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	393,128
21	2006			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	421,103
22	2007			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	449,078
23	2008			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	477,053
24	2009			55,365	4,680	50,685	13,076		13,076	37,609	514,662
25	2010			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	557,732
26	2011			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	600,802
27	2012			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	643,872
28	2013			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	686,942
29	2014			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	730,012
30	2015			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	773,082
31	2016			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	816,152
32	2017			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	859,222
33	2018			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	902,292
合 計		133,831	188,471	1,649,941	135,630	1,514,311	343,027	268,992	612,019	902,292	-

A-1.1 調査団員名簿

JICA Team		SEB Counterpart	
Name	Assignment	Name	Assignment
1. S. Omura	Team leader	1. N.F. Pang	Chief Engineer/Hydro Civil
2. M. Ogawa	Deputy team leader	2. Amat Aji	Co-team leader
3. K. Watanabe	Civil engineer (dam)	3. Sahril Jarai	Civil engineer
4. A. Katayama	Hydrogist	4. Chu Pui An	Civil engineer
5. H. Kashiwagi	Sr. Geologist	5. Jokolin Jomini	Mechanical engineer
6. K. Choshi	Geologist		
7. M. Kikuchi	Geophysicist		
8. H. Yoshida	Material engineer	(1) JURUKUR PERUNDING SERVICE SDN. BHD.	Local Contractor for ground surveying
9. T. Masuda	Aerial surveying engineer	(2) GROUND ENGINEERING SDN. BHD.	Local Contractor for geological and material investigations and laboratory test
10. K. Yamashita	Ground surveying engineer		
11. S. Tsukahara	Electrical engineer		
12. S. Hakoshima	Construction planner		
13. M. Nishimura	Environmental engineer		
14. M. Ohashi	Project economist		
15. T. Ito	Civil engineer		
16. I. Shimohara	Civil engineer		
17. Y. Ataka	Electrical engineer		
18. A. Odatai	Mechanical engineer		
19. S. Osumi	Architectural engineer		

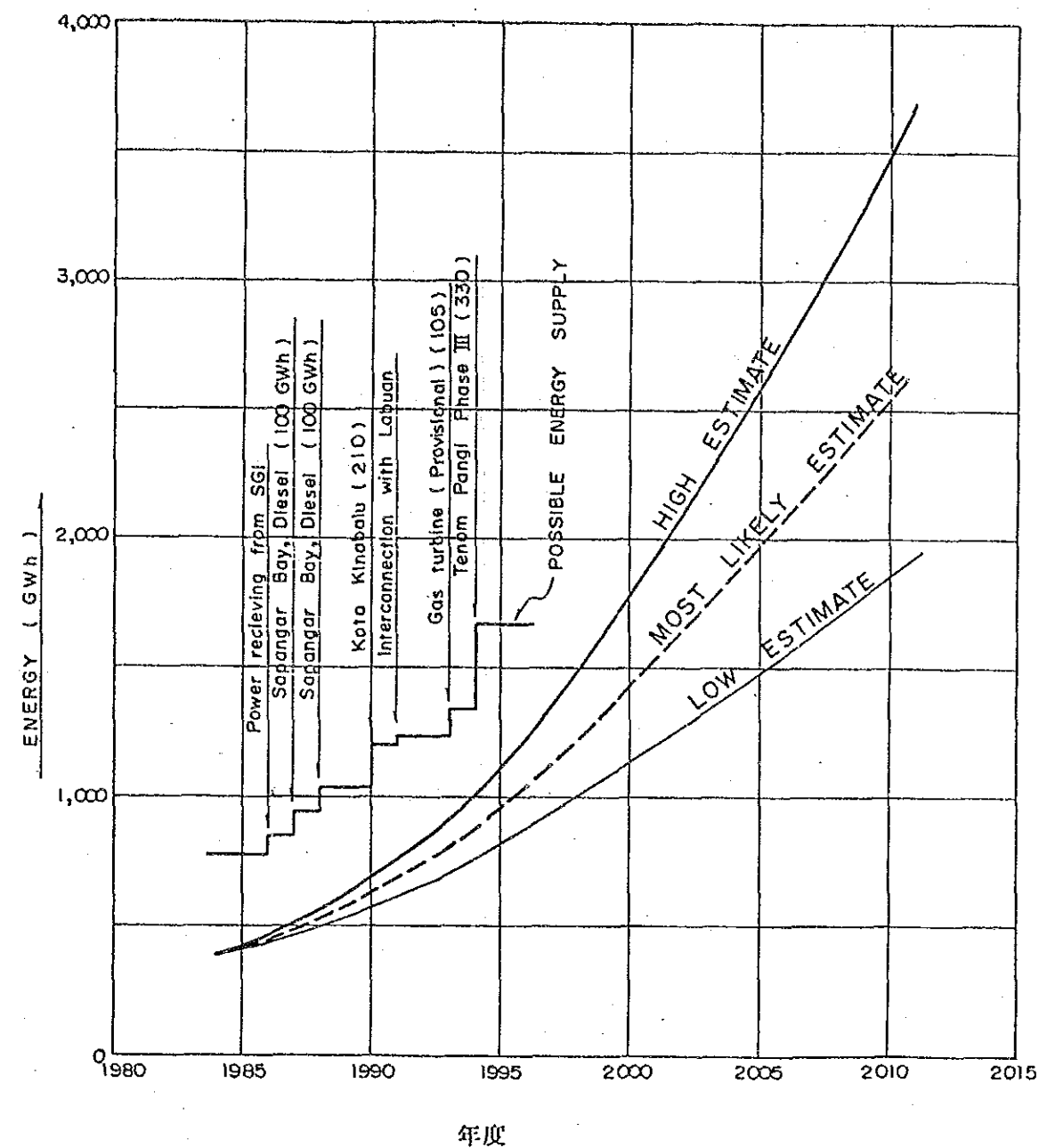




TENOM PANGI PHASE III

西海岸地域のピーク電力需要

SEB / JICA



TENOM PANGI PHASE III

西海岸地域の所要電力量

SEB / JICA

図-3(1/2) スクダムプロジェクトの建設工程

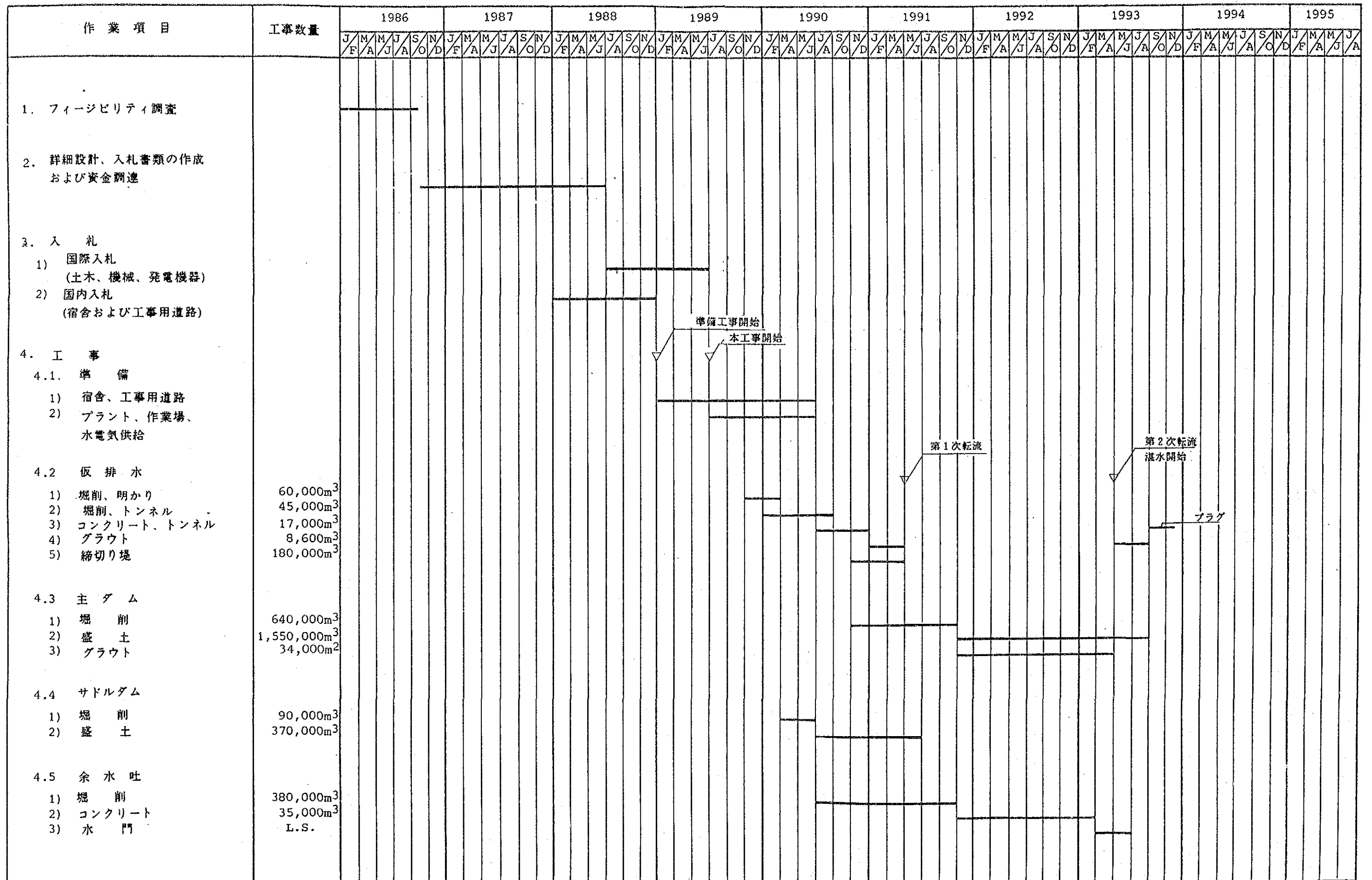
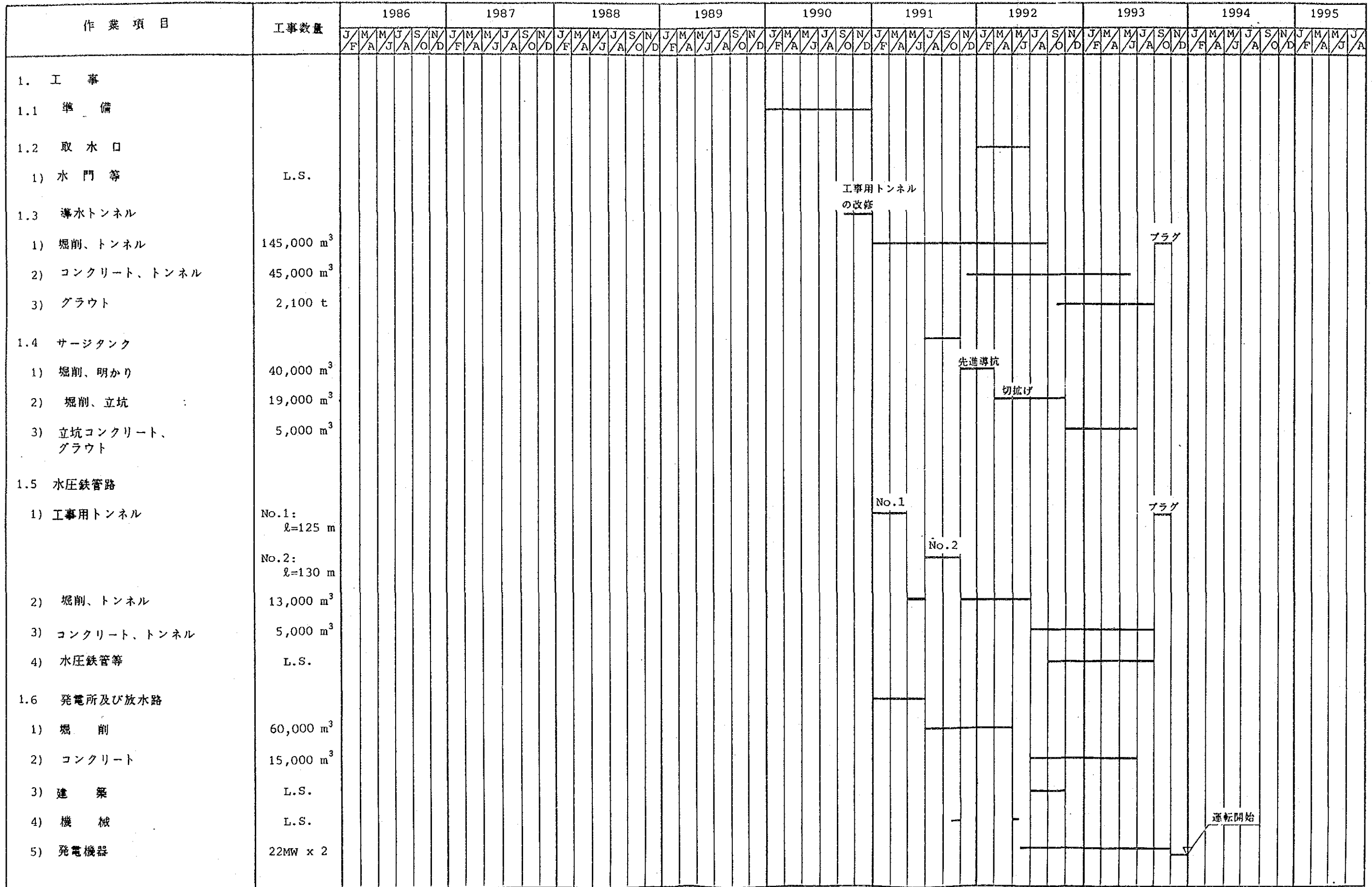
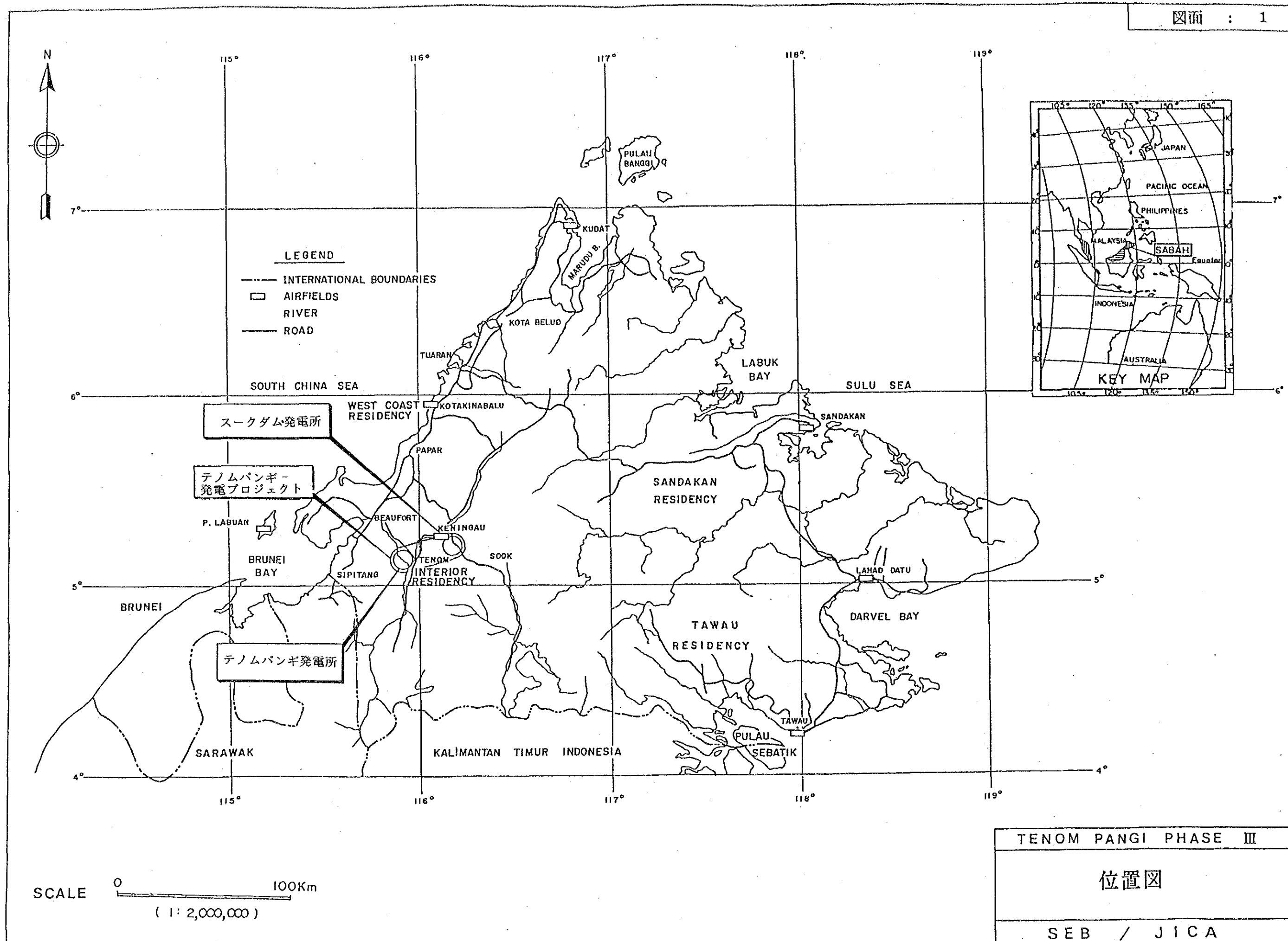


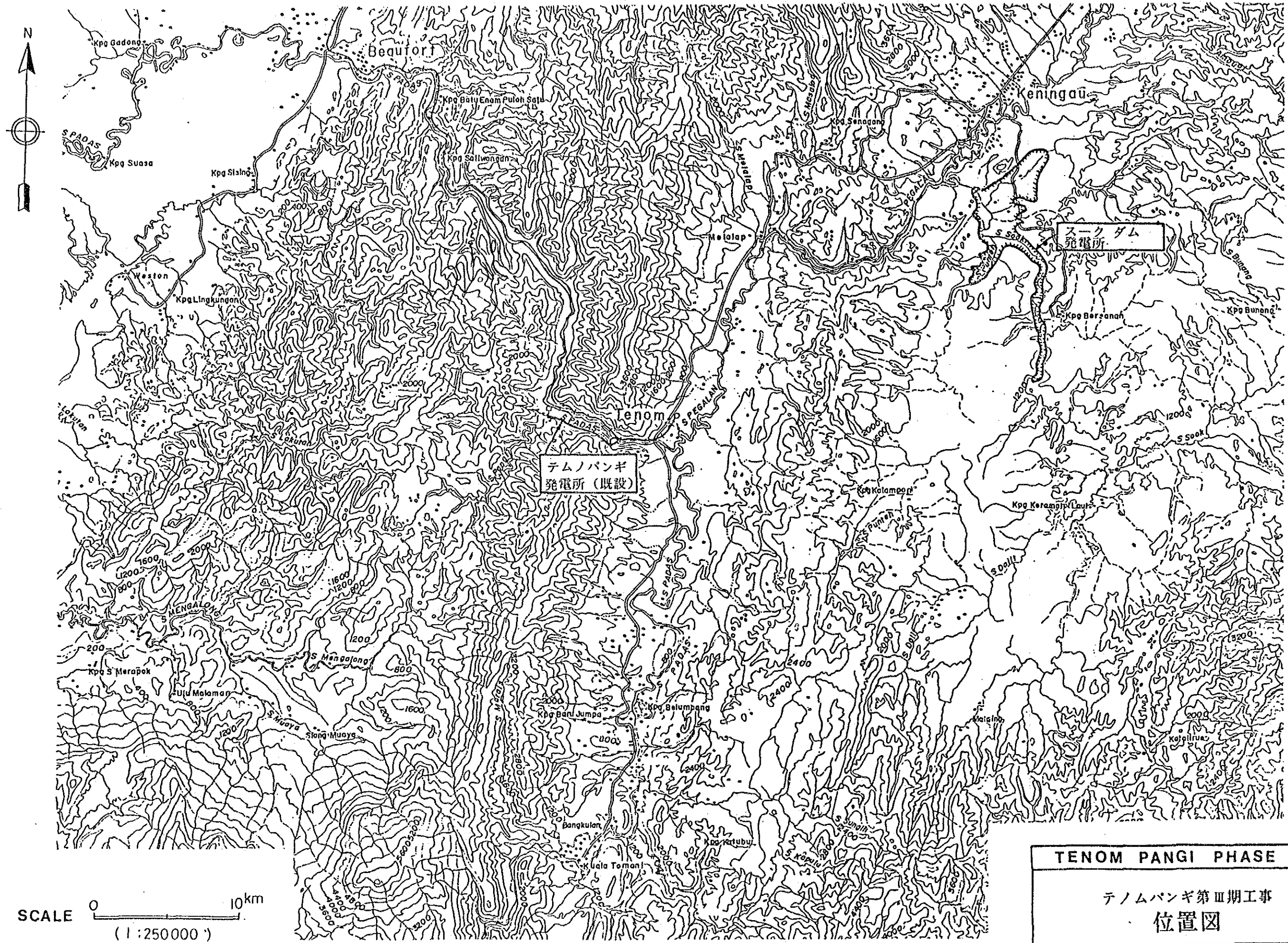
図-3(2/2) ス-クダムプロジェクトの建設工程

[illegible]

図-4 テノムパンギ増設プロジェクトの建設工程



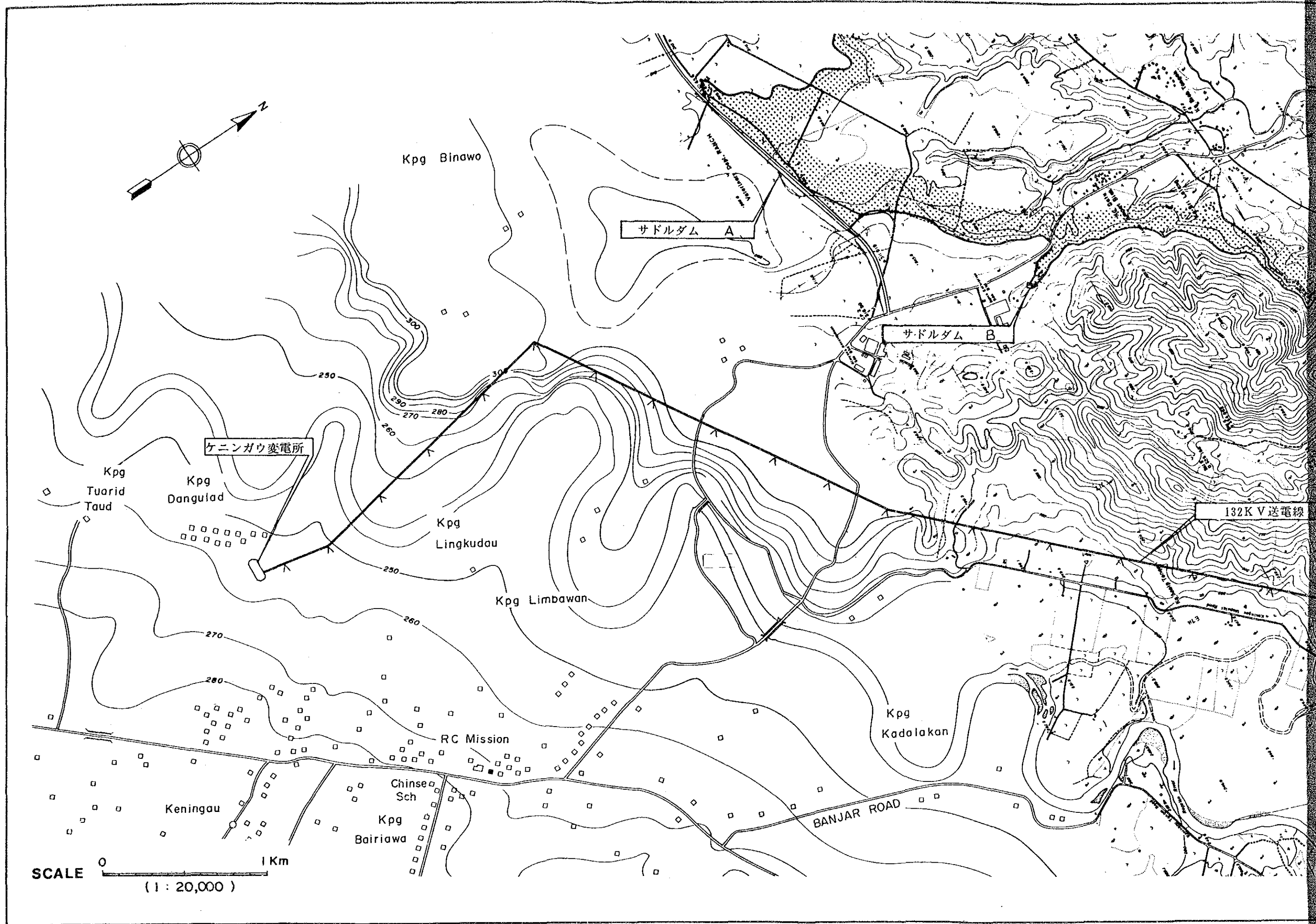


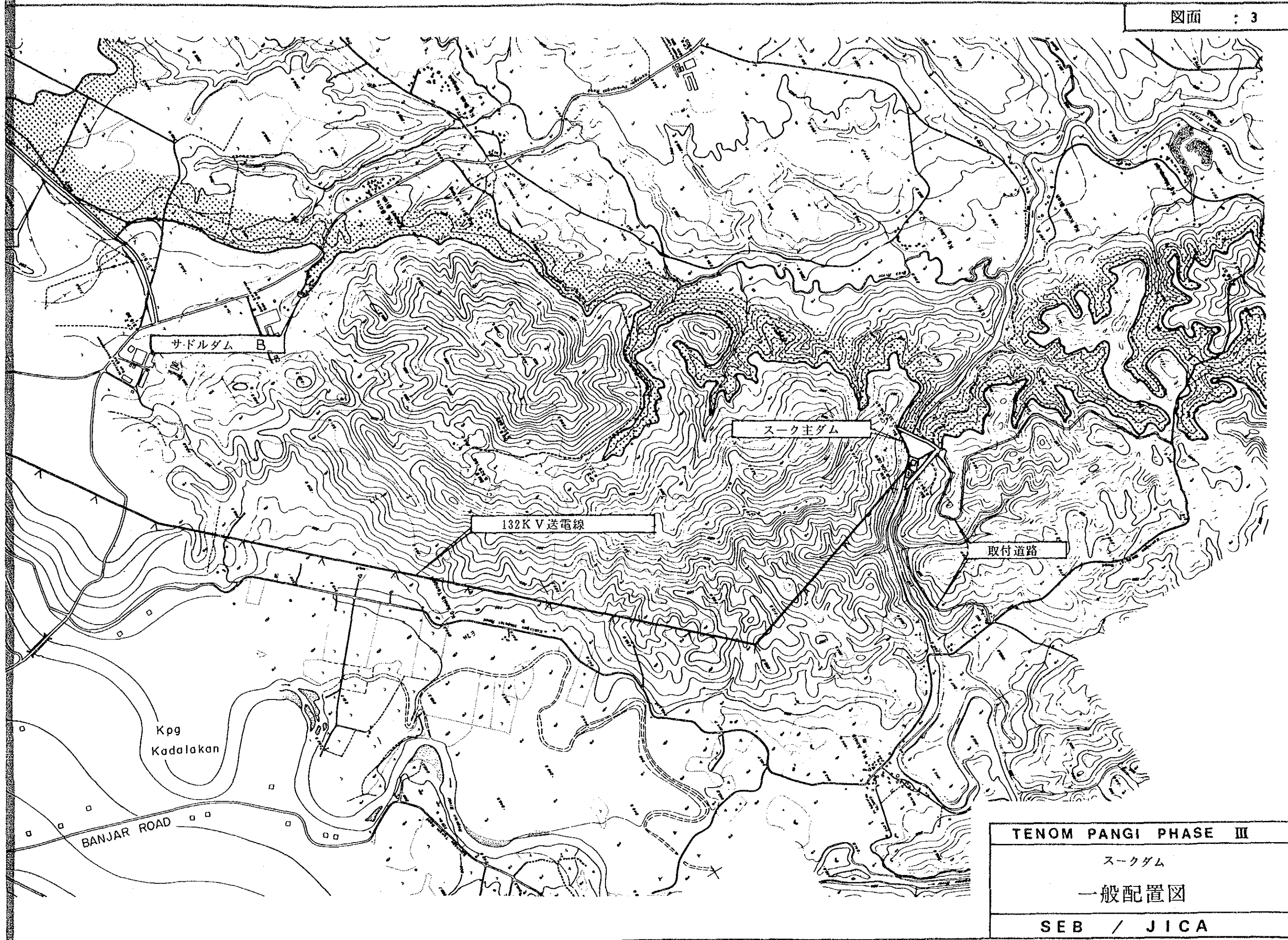


TENOM PANGI PHASE III

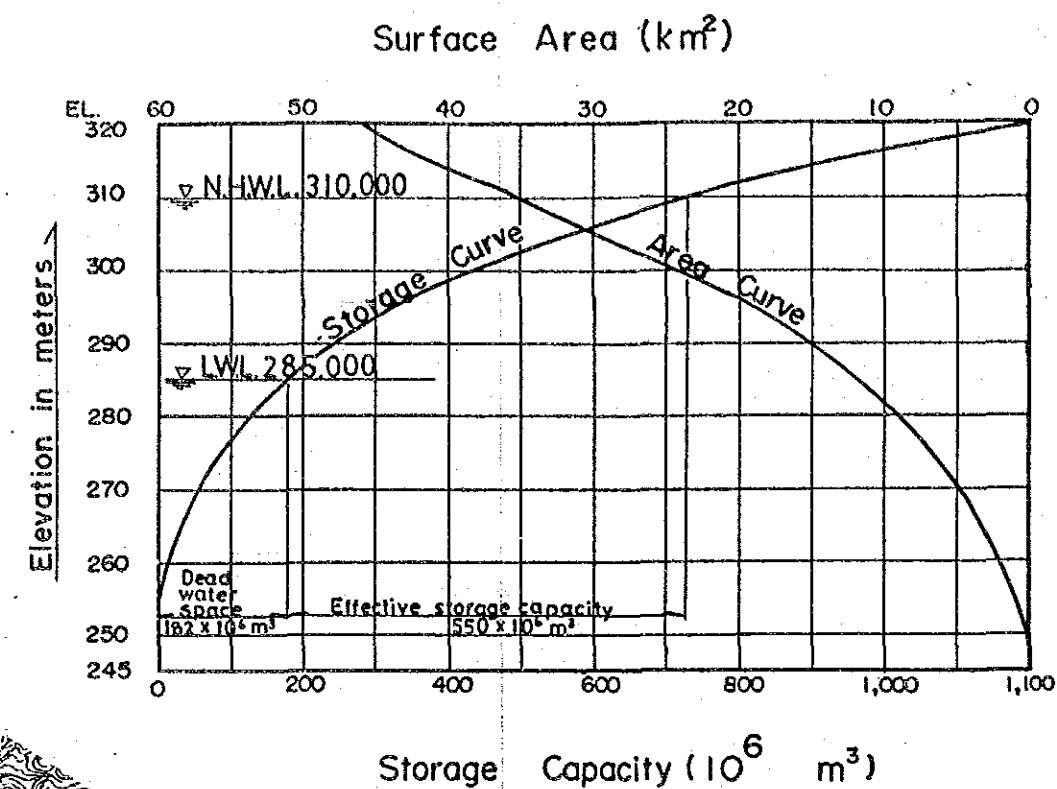
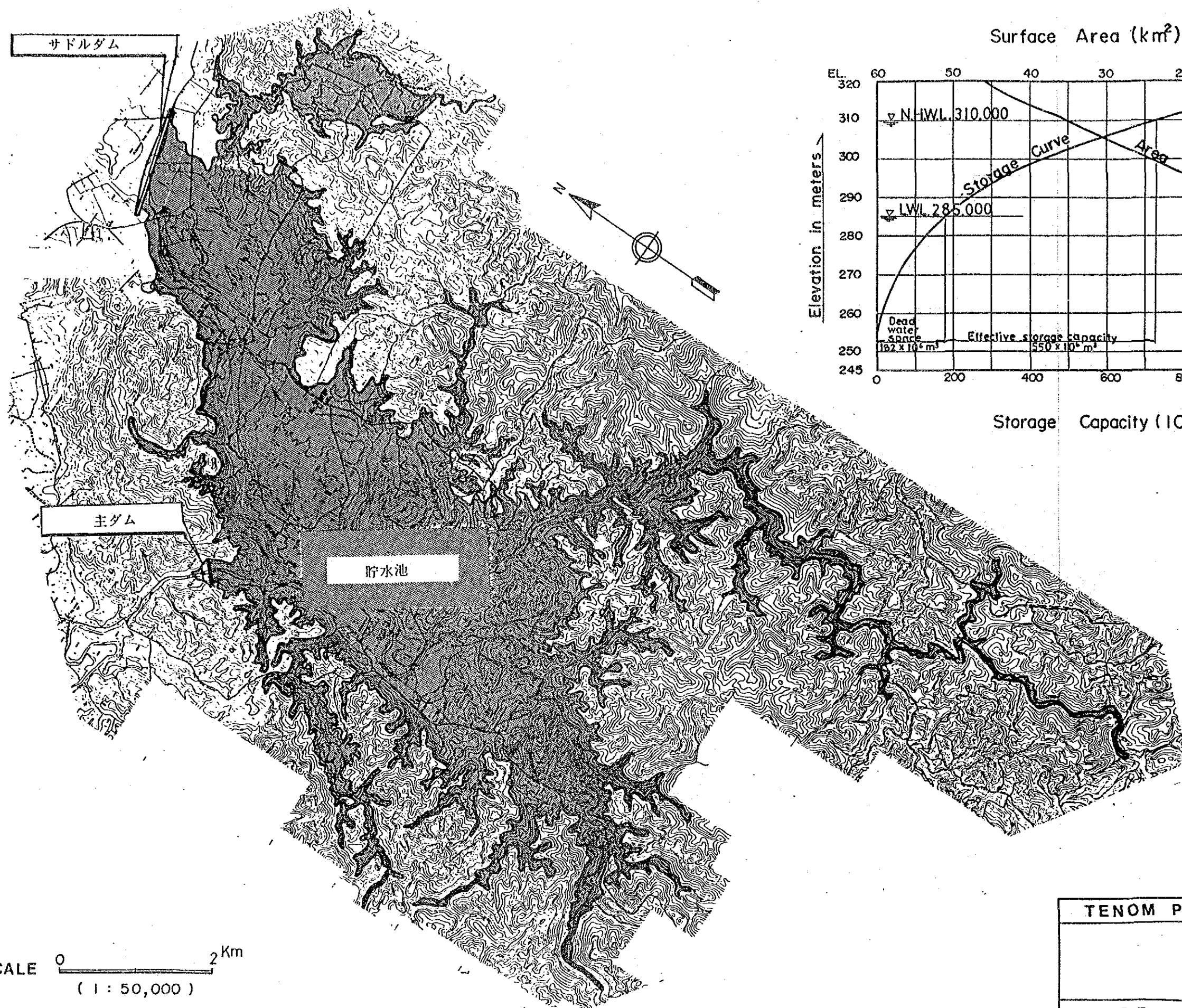
テムノパンギ第Ⅲ期工事
位置図

SEB / JICA





TENOM PANGI PHASE III
スークダム
一般配置図
SEB / JICA



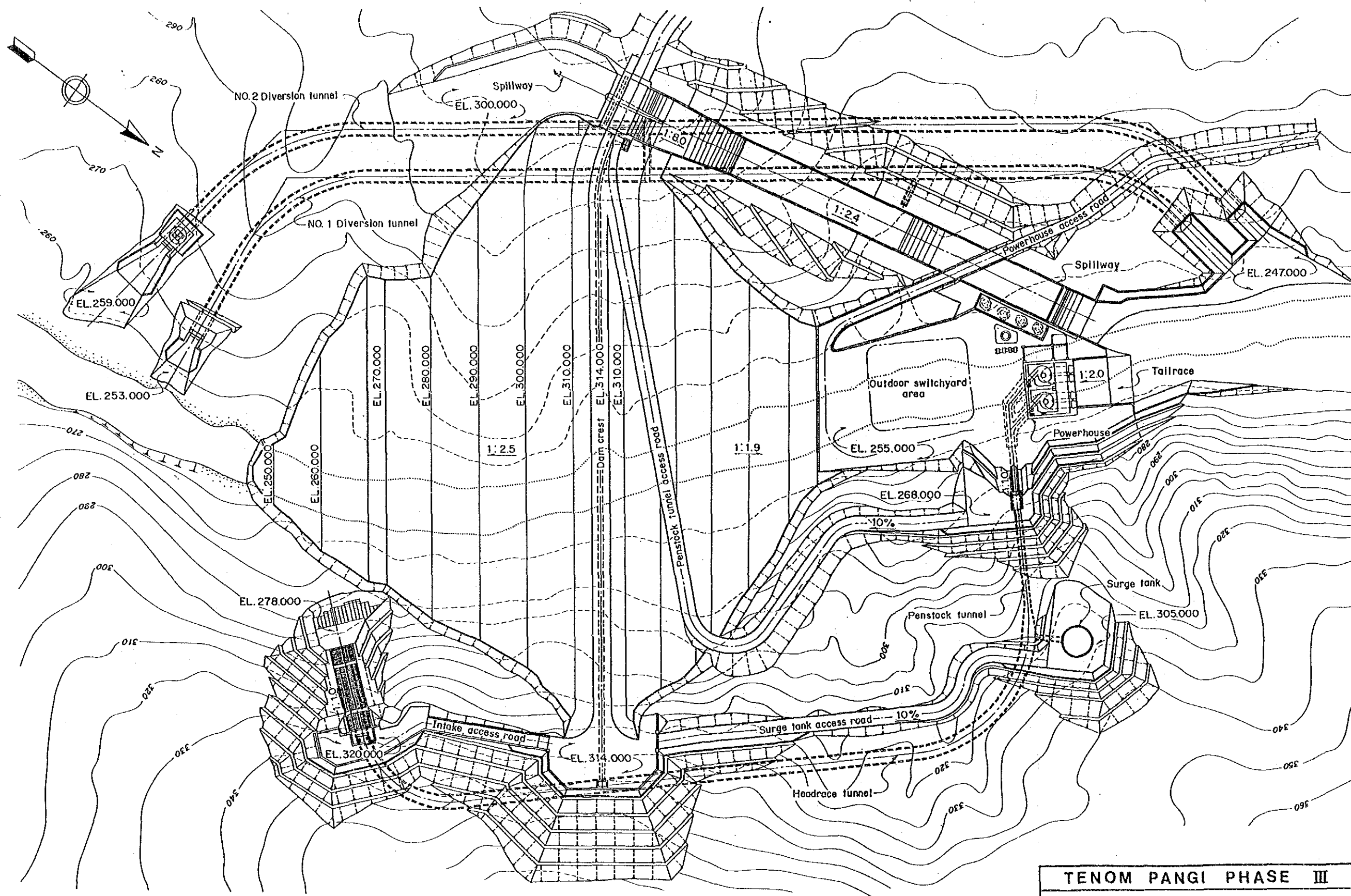
Stage (E.L.)	Area (km ²)	Storage (MCM)
245.0	0	0
250.0	0.03	0.16
260.0	2.71	13.87
270.0	5.23	53.57
280.0	9.32	126.31
285.0	11.54	188.89
290.0	14.75	241.47
300.0	24.26	436.52
310.0	34.81	731.87
320.0	45.90	1,135.44

TENOM PANGI PHASE III

スークダム

貯水池

SEB / JICA



SCALE 0 100m
(1:2,000)

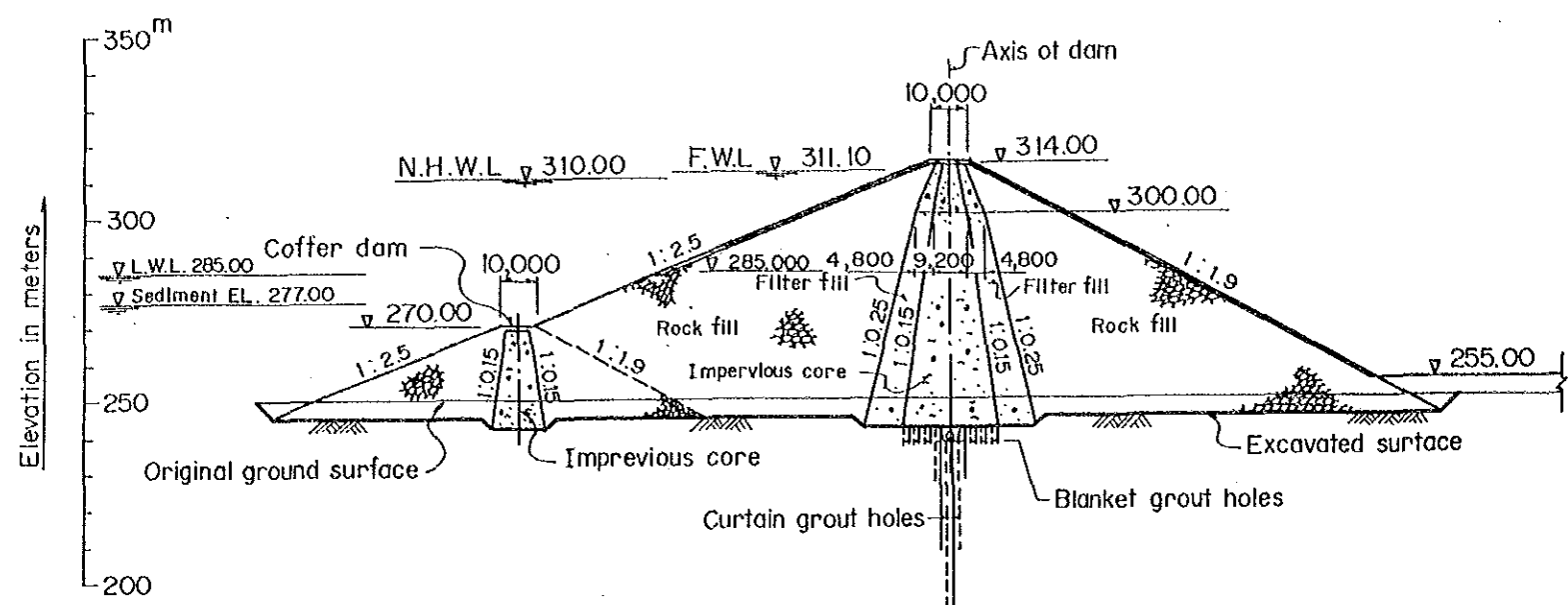
PLAN

TENOM PANGI PHASE III

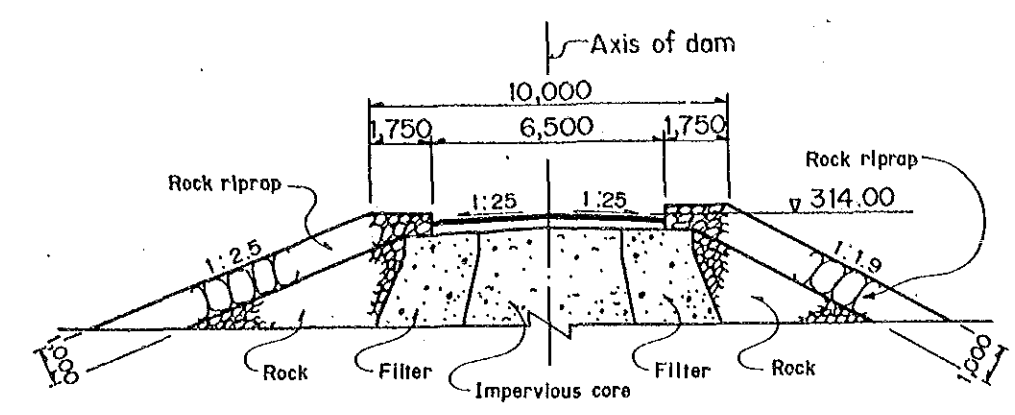
スークダム

一般平面図

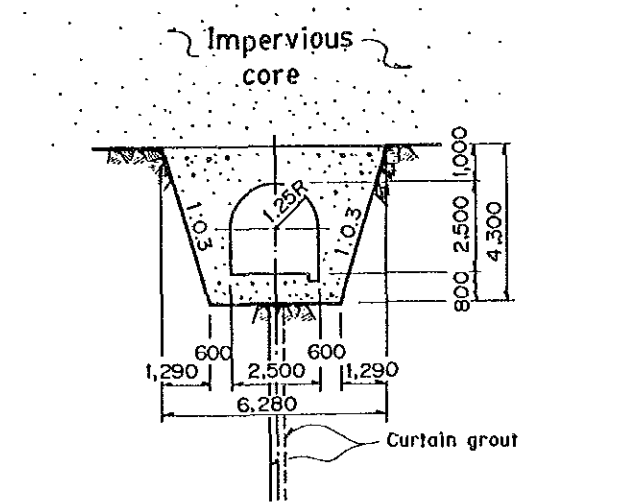
SEB / JICA



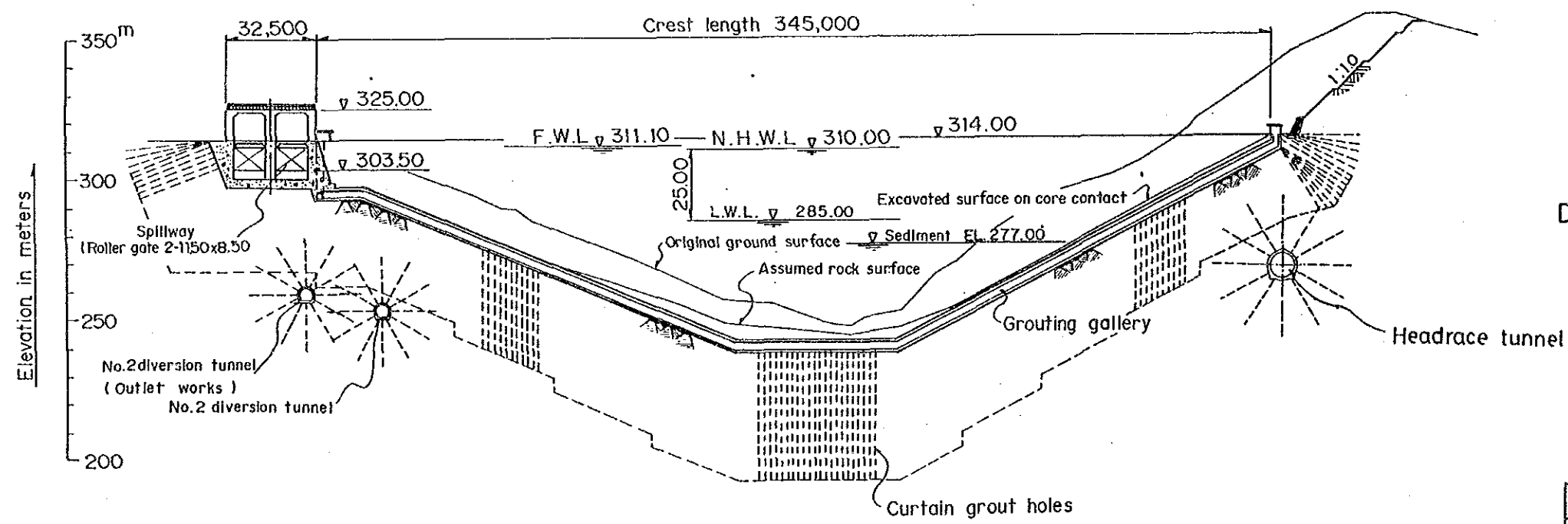
TYPICAL SECTION SCALE A



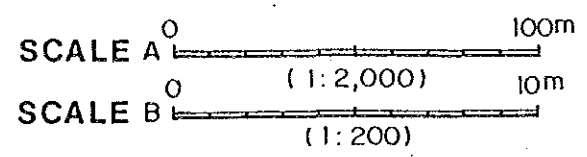
CREST DETAIL SCALE B



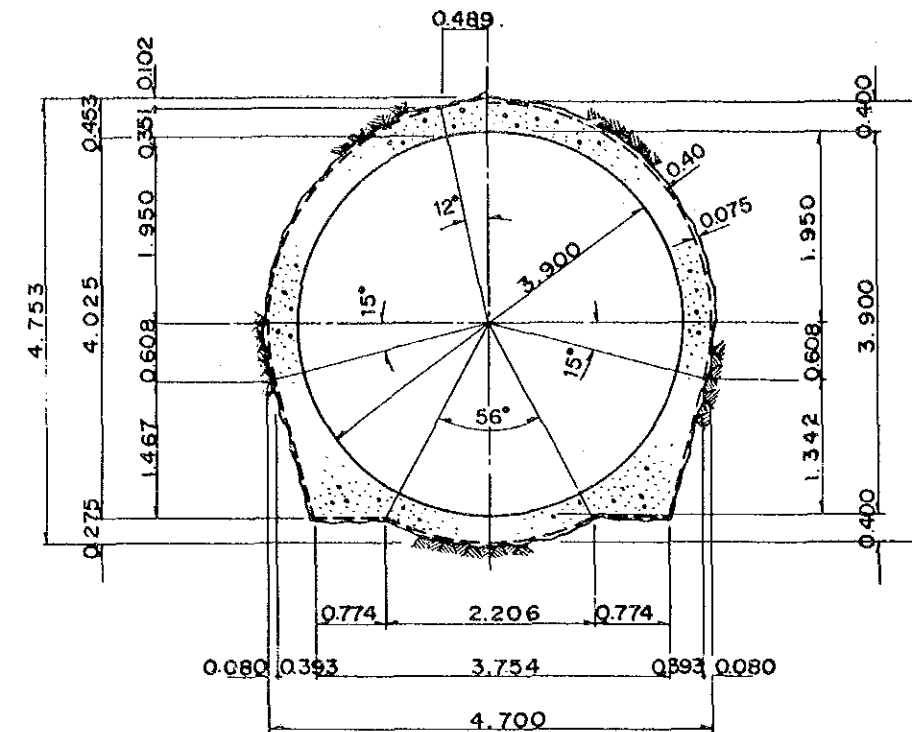
DETAIL OF GALLERY SCALE B



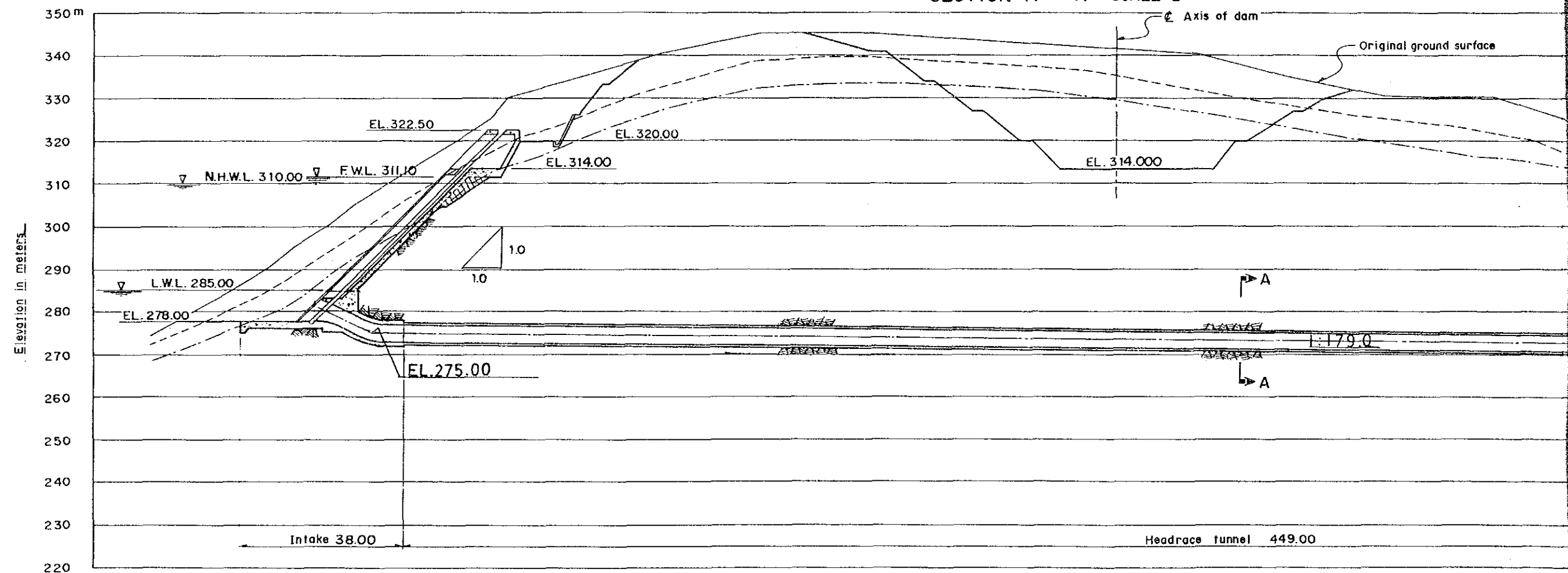
PROFILE SCALE A



TENOM PANGI PHASE III
スークダム
側面図, 標準断面図, 詳細図
SEB / JICA



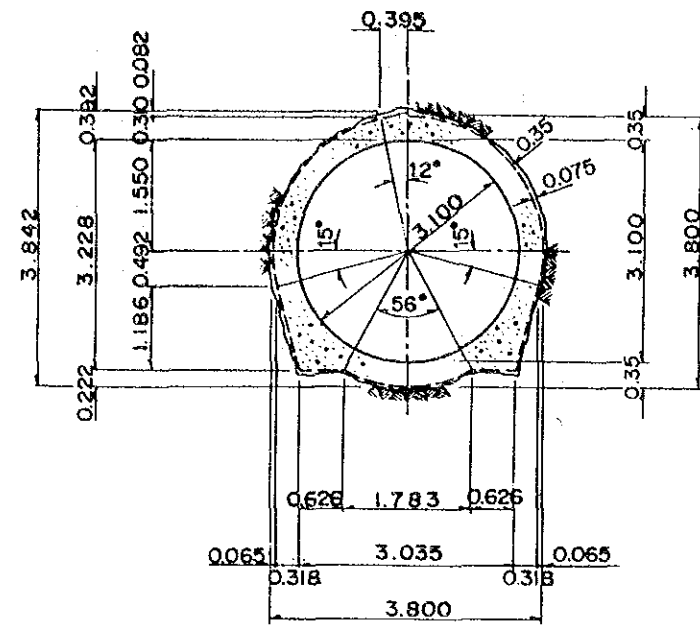
SECTION A — A SCALE B



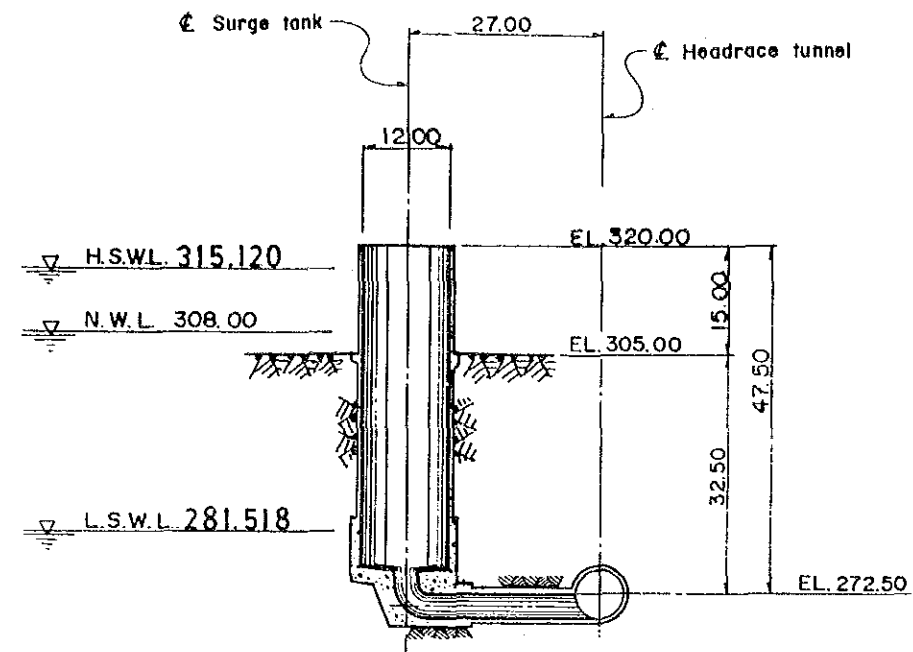
SCALE A 0 50 m
(1 : 1,000)

SCALE B 0 5 m
(1 : 100)

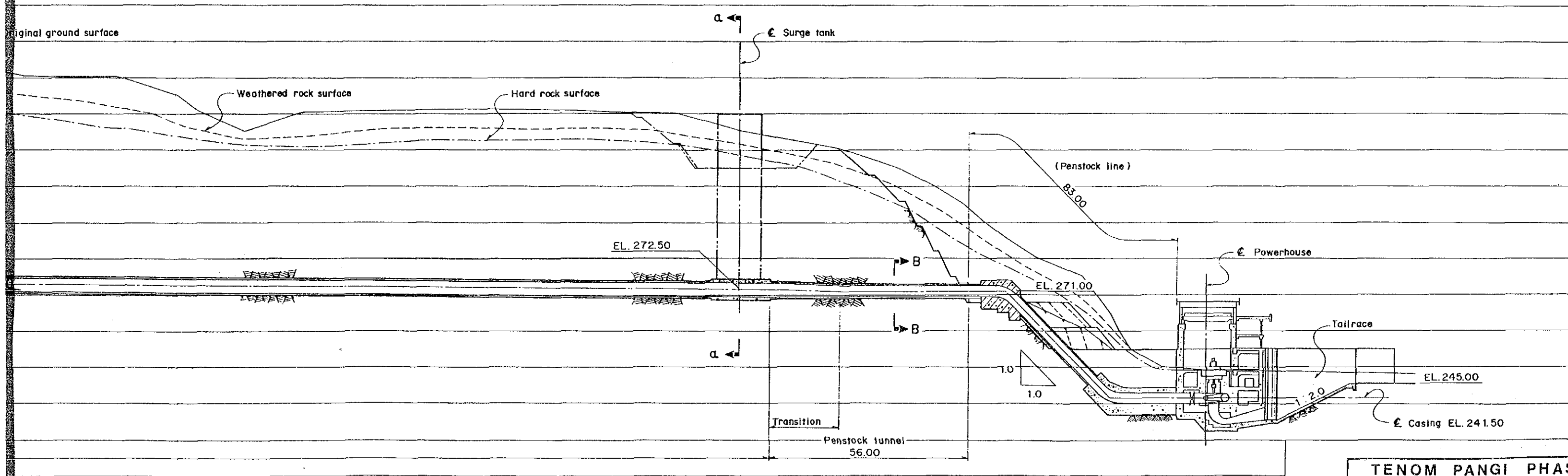
PROFILE SCALE A



SECTION B — B SCALE B



SECTION a — a SCALE A



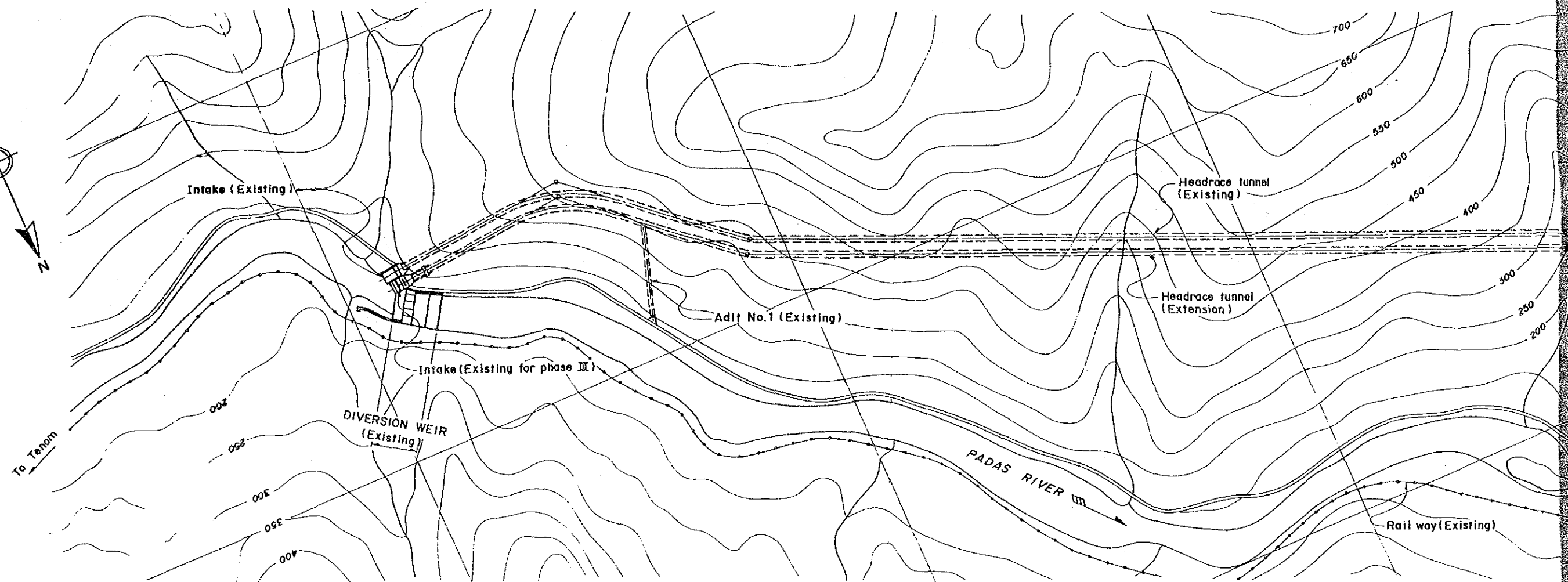
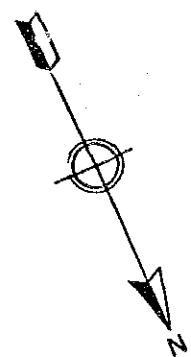
PROFILE SCALE A

TENOM PANGI PHASE III
スークダム 水路系
縦断図, 横断図
SEB / JICA

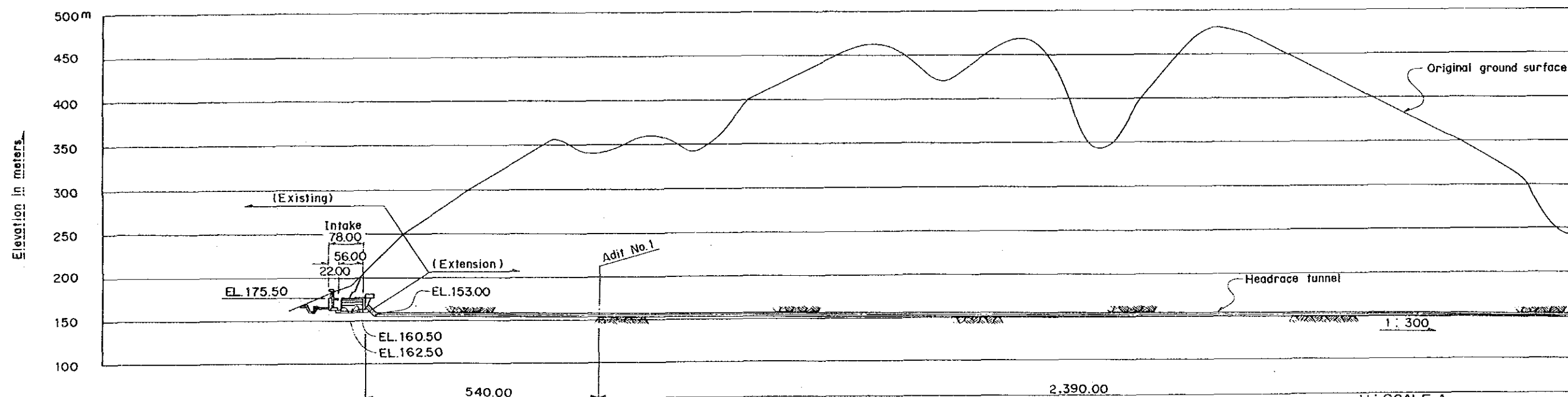


SCALE

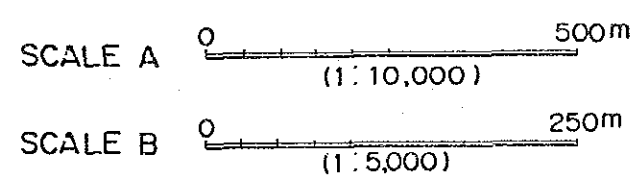
SEB / JICA

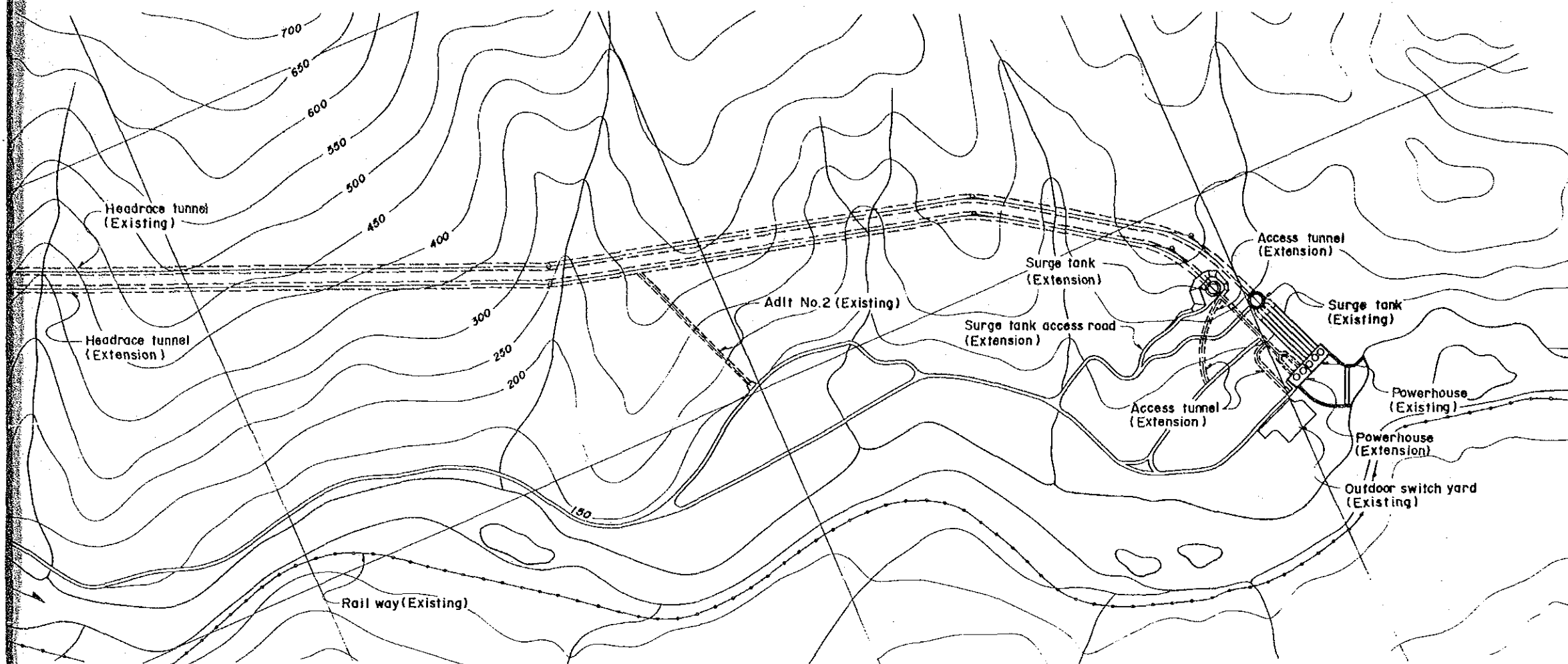


PLAN SCALE A

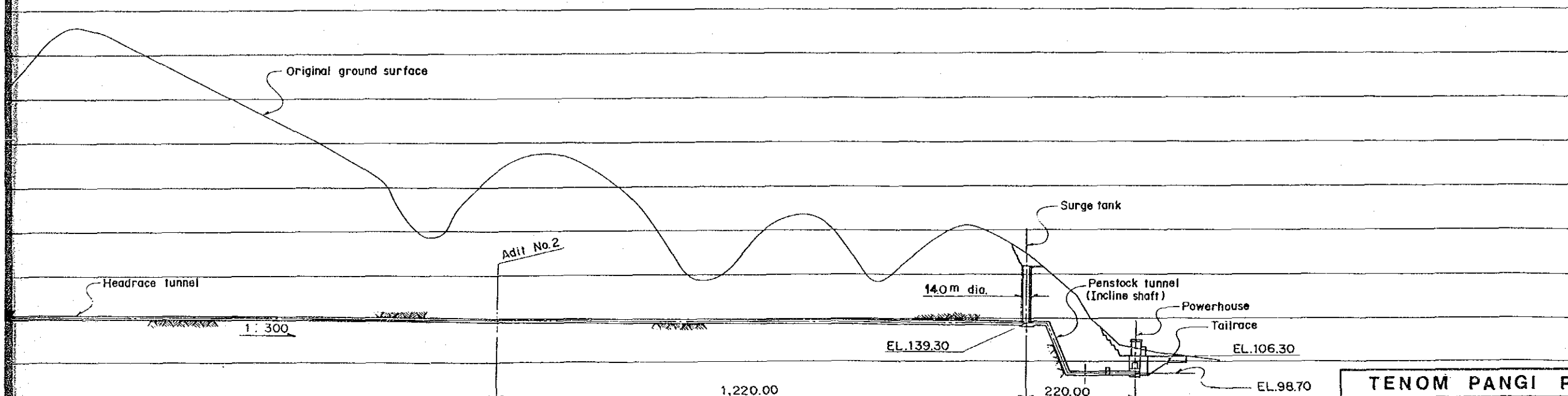


PROFILE H: SCALE A
V: SCALE B





PLAN SCALE A



PROFILE H: SCALE A
V: SCALE B

TENOM PANGI PHASE III

テノムパンギ

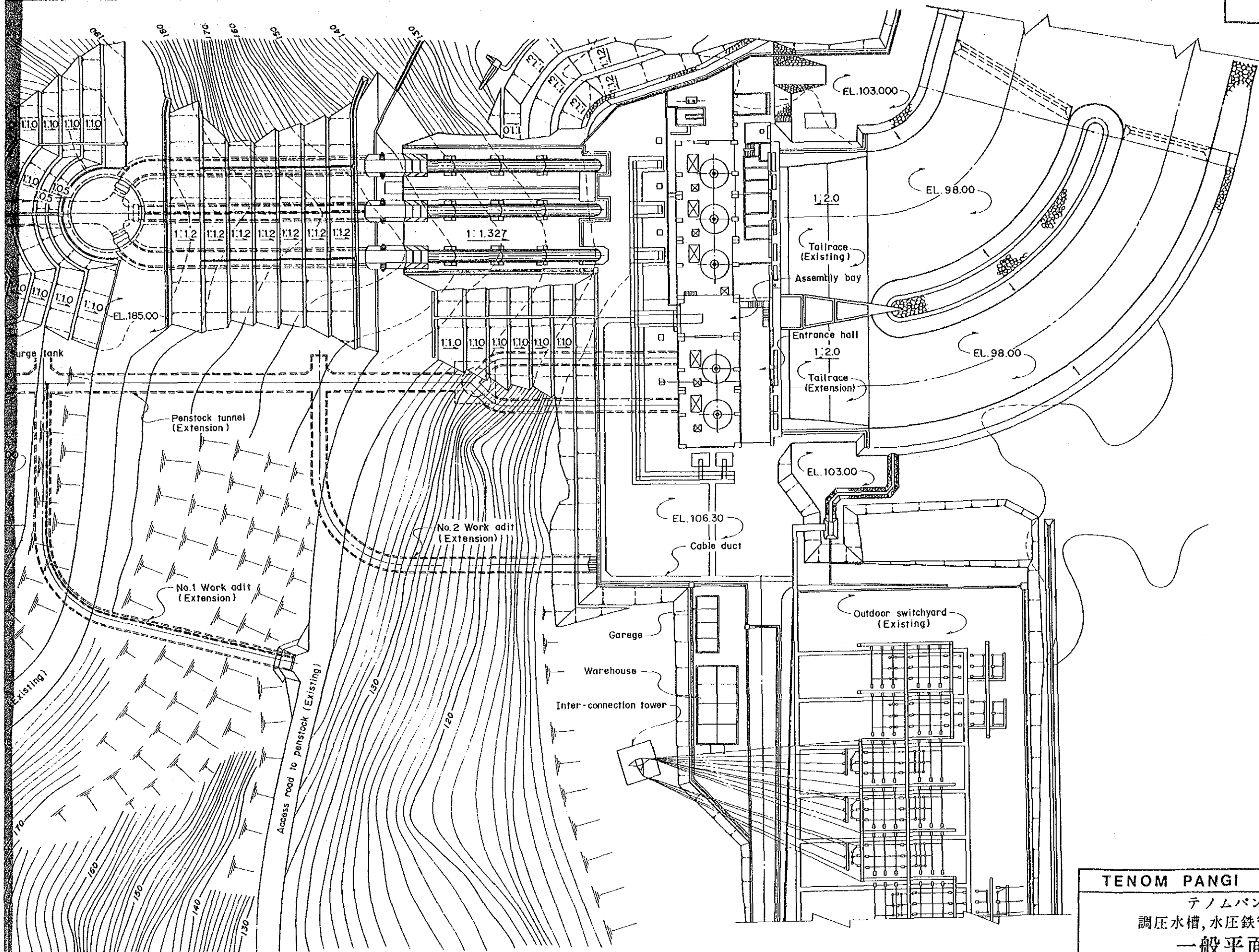
一般配置図

SEB / JICA

SCALE

0 50m
(1 : 1,000)

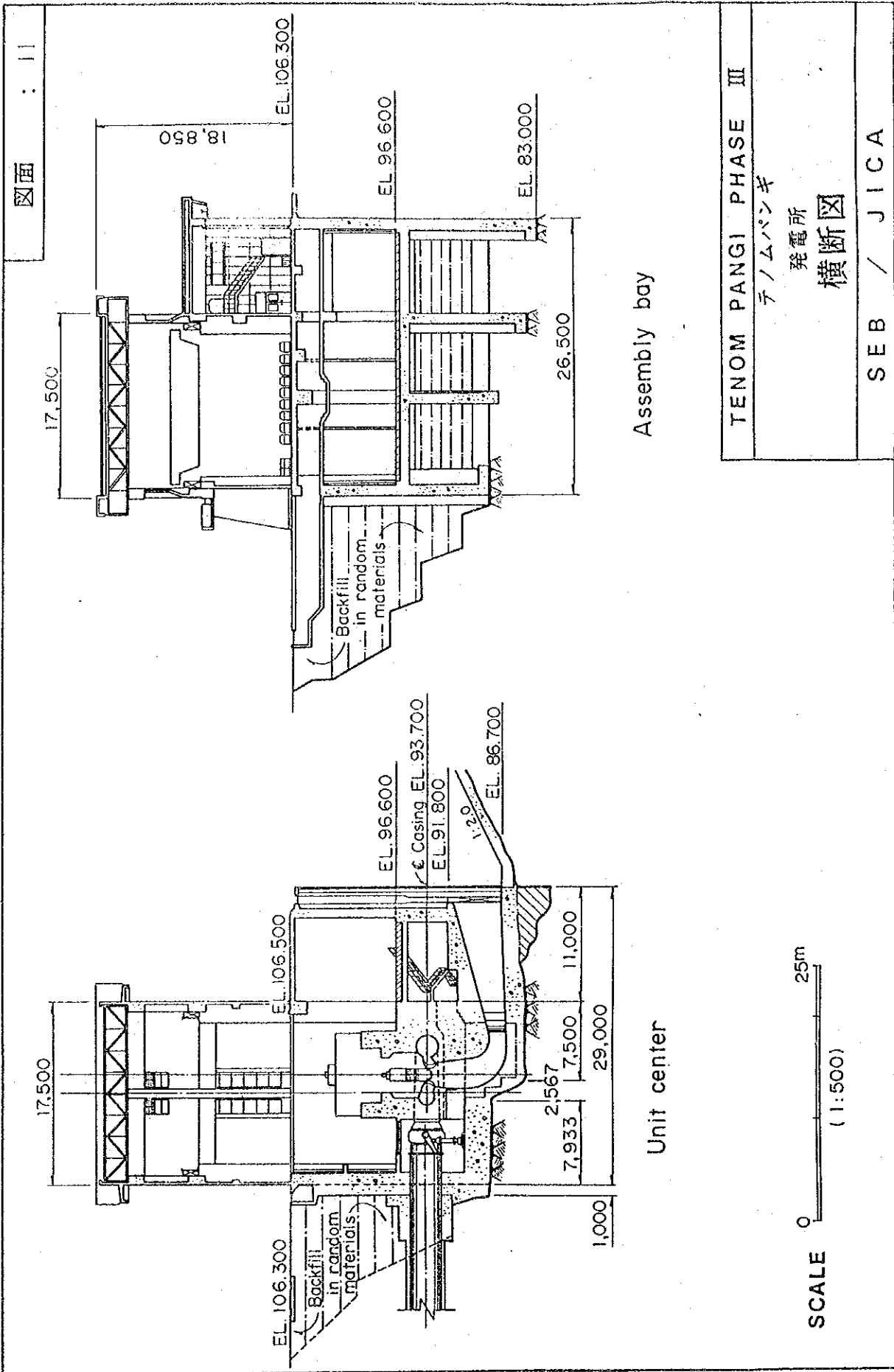




TENOM PANGI PHASE III

テノムパンギ
調圧水槽, 水圧鉄管路, 発電所
一般平面図

SEB / JICA



JICA