

社会開発調査部報告書

LIBRARY

マレーシア国

クランタン川流域治水計画調査

最終報告書

JICA LIBRARY



1078740(6)

要 約

20310

平成元年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

20310

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国のクランタン川流域治水計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1988年4月から同年12月まで及び1989年3月から同年9月まで、日本工営株式会社大沼茂夫を団長とし、同社及び株式会社建設技術研究所から構成される調査団を現地に派遣した。

調査団は、マレーシア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては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ある。

最後に、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

1989年11月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介

クランタン川流域治水計画調査

伝 達 状

平成元年11月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介 殿

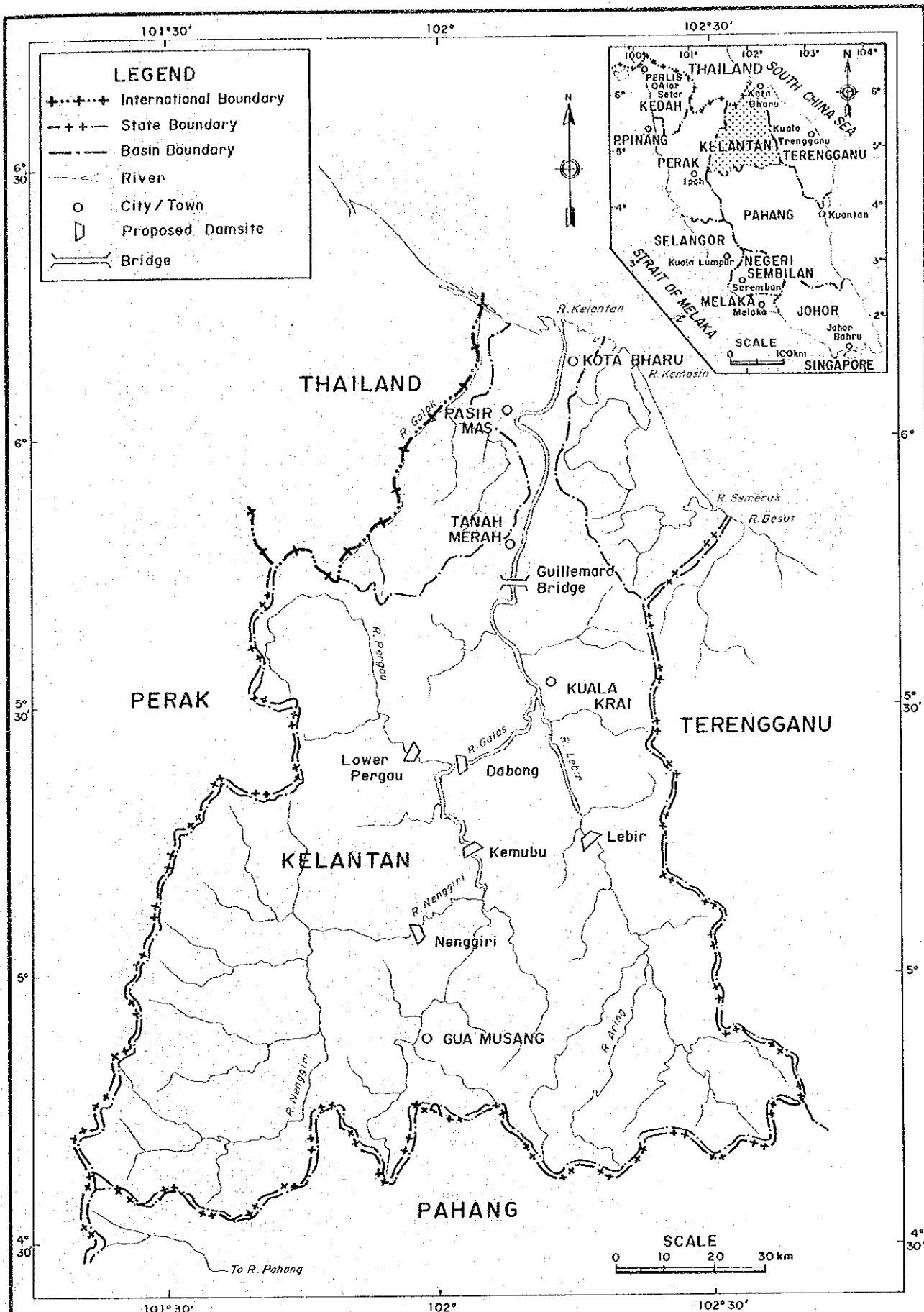
マレーシア国クランタン川流域治水計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は、昭和63年3月23日及び平成元年3月9日の2回にわたる国際協力事業団と日本工営株式会社及び株式会社建設技術研究所との間で締結された契約に基づき結成された調査団によって、作成されました。

本報告書にはクランタン川下流域に常襲的に起る洪水に対処すべき流域全体治水計画のマスタープラン、更にマスタープラン調査より選定されたレビル、クムブダム計画及び河川改修に対するプレフィージビリティ調査の調査結果が述べられています。

本最終報告書は五部より成る報告書により構成されています。第一部はクランタン川流域の治水計画の立案を検討し、第二部は第一部で選ばれたレビル及びクムブダム計画とクアラクライ計画から河口部までの河道部に対する河川改修計画より成る治水計画案に対するプレフィージビリティレベルの検討調査です。第三部は1988年11月に起った洪水の調査報告書であり、第四部はクムブ及びダボンダム計画地点での地質調査の結果を取りまとめたものであります。第五部はクアラクライから河口部までの河道部で実施された縦横断測量の調査結果を編集したものです。この要約は本調査における調査全体の概要を述べたものであります。

本報告書を提出するにあたり、全調査機関に亘って、多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在マレーシア日本国大使館の諸賢ならびにマレーシア政府諸機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がクランタン川流域の洪水緩和及び社会経済発展の一助となることを希望する次第であります。

調 査 団 長
大 沼 茂 夫



調 査 案 内 図

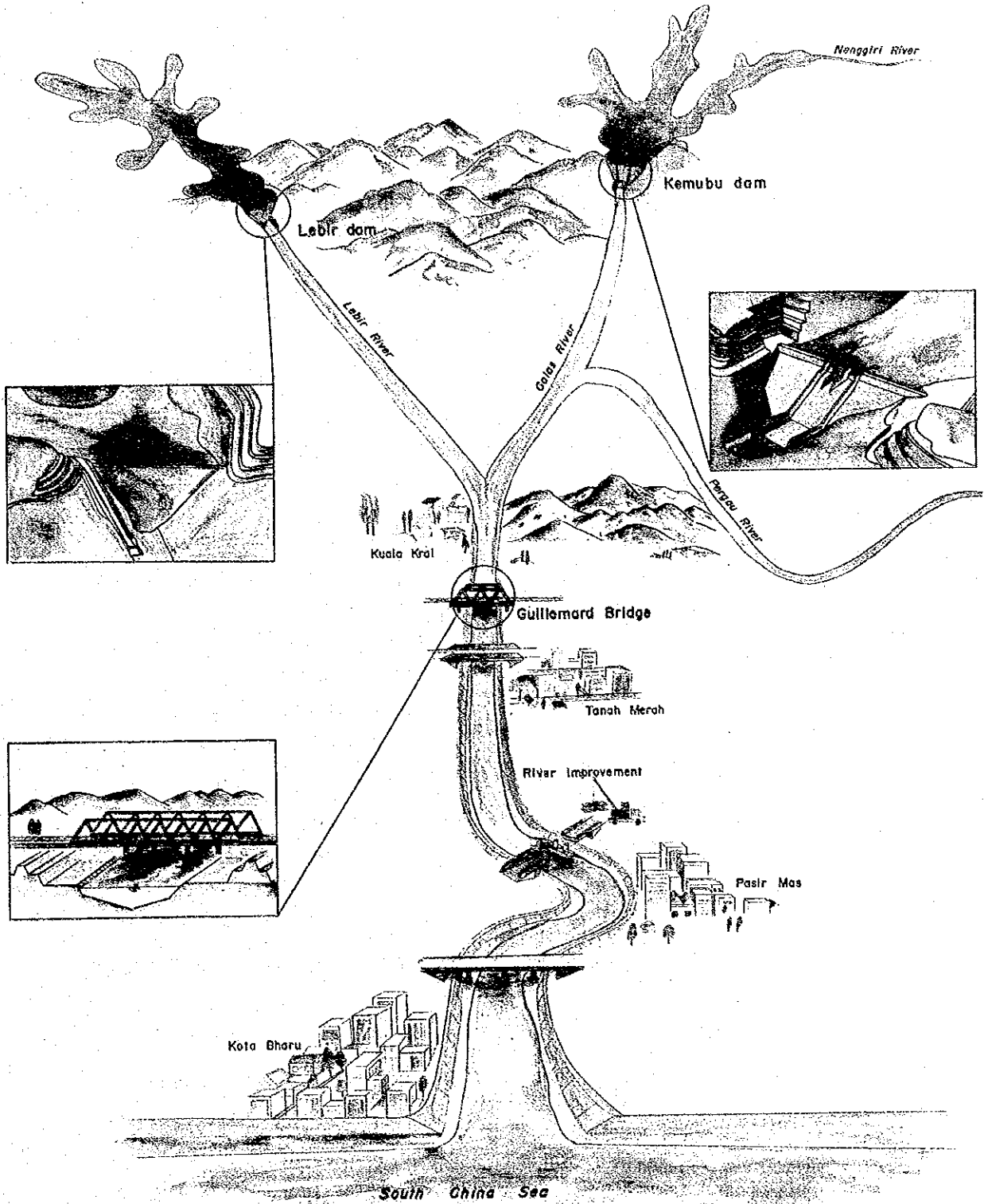
GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



ギルマード橋 (1988年11月26日)



コタバル市街 (1988年11月26日)



クランタン流域治水マスタープラン

要 約

背景及び調査の目的

1. 半島マレーシアの東北部に位置するクランタン川はかんがい用水、水道用水の水源として地域の発展に大きく寄与している。一方では、ほぼ二年に一度起る常襲的洪水により、大きな被害を受けている。特に1967年、1983年及び1988年に起った洪水はクランタン川の下流域一帯に相当の被害をもたらした。

2. 常襲的に起るクランタン川の洪水は大きな経済的損害をもたらすのみならず人的損失をも含んでいる。さらに、洪水の恐怖は近代的な機械化農業により生産を高めようとする気運に対して精神的に逆効果をもたらし、さらに工業化への促進に対して抑制効果として働いている。

3. この様な状況のもと、マレーシア政府はクランタン川流域全体の治水計画の立案を日本政府に依頼してきた。本クランタン川流域治水計画は1988年4月より1989年11月に亘って国際協力事業団とマレーシア政府のかんがい排水局との協力体制のもとに実施された。

4. 本調査の目的は

- (i) クランタン川流域の治水計画を立案すること
 - (ii) 上記治水計画において選定された主要構造物に対してプレ・フィージビリティレベルの調査を行うこと
- の二点より構成されている。

クランタン川流域の治水計画の立案は二つの方法により試みられた。第一の方法は水資源開発および治水計画を両立させながらクランタン川の治水計画を立案しようとするものである。他方は治水計画のみに注目して治水計画を立案しようとするものである。クランタン川流域治水計画として前者を選ぶか、後者を選ぶかは計画の実施可能性のみならず、貯水池に水没する家屋にかかわる社会環境問題、治水効率、財務的問題を考慮しつつ決定された。

5. 本最終報告書は五部より成る報告書により構成されている。第一部はクランタン川流域の治水計画の立案を検討し、第二部は第一部で選ばれたレビル及びクムブグム計画とクアラクライから河口部までの河道部に対する河川改修計画より成る治水計画案に対するプレ・フィージビリティレベルの検討調査である。第三部は1988年11月に起った洪水の調査報告書であり、第四部はクムブ及びダボンダム計画地点での地質調査の結果を取りまとめたのである。第五部はクアラクライから河口部までの河道部で実施された縦横断測量の調査結果を編集したものである。この要約は本調査における調査全体の概要を述べたものである。

調査区域

(1) クラントン川流域

6. 13,100km²の集水面積を持つクラントン川は半島マレーシアの東北部に位置し、クラントン州全面積の85%を占めてる（口絵参照）。そして、クラントン川流域は西側でペラック州及びタイ国に、南側でパハン州に、東側でテレンガヌー州に接している。北側は東シナ海に面している。

(2) 気象及び水文

7. クラントン州は顕著な季節風帯に属している。10月から12月の3ヵ月間顕在する北東モンスーンは海岸地域に大雨をもたらす。約2,700mmにも達する年間降雨量の約半分がこの3ヵ月間に降り、この集中豪雨がクラントン川の下流に常襲的な氾濫を起こしている。

8. クラントン川の上流部においては海岸地帯の風下にあるため明確な雨期は存在しない。又、5月から9月の期間に顕著な南西モンスーンはクラントン州では活発でない。

9. クラントン川は豊富な降雨により豊かな水量を持つ河川である。平均流量はタナメラの上流に位置するギルマード橋水位観測所で540.6m³/sec（観測期間：1961年-1984年）である。この流量は12,080km²の集水面積に対して1,411.3mm/年の流出量に相当する。

10. 流量の季節変化を見ると、4月に平均で282.2m³/secまで下降し、北東モンスーンが顕在する11月から12月の期間においては平均で1,121.8m³/secまで上昇する。7月及び8月の期間は4月よりわずかに流量が多く平均で315.0m³/secである。

(3) 地質

11. 高山より形成されているクラントン川流域の上流部は古生代-中生代岩より形成されている南部の一部をのぞき主に花崗岩より成っている。これらの花崗岩は岩塊状であり、滝や早瀬を持つ急斜面を形成している。

12. 中流域に広がる丘陵地帯は千枚岩、粘板岩、頁岩、石灰岩、凝灰岩、火山岩及び変成岩を含む二疊紀及び三疊紀層から成る。地域一帯に広がる変成作用により二疊紀及び三疊紀層のほとんどがかなりの範囲で変成作用を受けている。一般に新岩より旧岩の方が変成作用を強く受けている。

13. 下流域はクアラクライからクムブ村までの低丘陵地とクムブ村から河口部までの沖積平野に分けられる。低丘陵は中流域に分布する岩石と同様の地質条件を持つ二疊紀-三疊紀の堆積岩及び花崗岩から成っている。

14. 平坦な沖積平野は海成層及び河成層に分けられる漂砂鉱床から成るが、かならずしも両層を明確に区分出来ない。基盤は主に二疊紀の堆積岩及び花崗岩から成り、地表から基盤までの深さはクランタン河の河口で 100mから 200mあり、上流に向かうにしたがって除除に浅くなっている。

(4) 社会・経済

15. クランタン州の人口は1988年現在1.09百万と推定されている。地区別にみると、コタバル地区が最大で 357,995人を有し、州全体人口の約 1/3 を占めている。1980年以後の年平均人口増加率の 2.5%を用いると、州人口は1990年に 1.147百万、2000年に1.4683百万、2010年に1.8795百万に増加すると予想されている。

16. クランタン州の州総生産は1988年市場価格でM\$ 2,684.4百万と推定されている。一方、マレイシア全体の総生産はM\$ 78,458百万であり、クランタン州の占める割合は 3.4%である。この割合は人口比の 6.4%、あるいは面積比の 4.5%と比べてかなり低い割合となっているが、クランタンの経済は2010年にはM\$ 9,816.8百万まで成長するであろうと予想されている。

17. クランタン州総人口の70%、労働人口の50%、州総生産の30%及び州面積の20%を占めて営む農業部門は州の社会・経済に対して重要な役割をはたしている。さらに、今後においても農業部門の州の社会・経済に対する重要性は変わらないであろう。米、タバコ、ゴム及びやし油（パームオイル）の四品目が主要産品であり、特に年生産が20万トンにもなる米は国内総生産（1.5百万トン）に対して13.5%にもなっている。

(5) 洪水頻度及び過去の大規模洪水

18. 現在のクランタン川の通水能力はコタバル地点で 4,500m³/sec、パッシールマス地点で 6,600m³/sec、タナメラ地点で10,200m³/sec、クアラクライ地点で11,000m³/sec である（図S. 1参照）。一方、ギルマード橋地点での年最大流量に対する頻度解析によると2年確率洪水は 5,100m³/sec、20年確率洪水は13,400m³/sec、50年確率洪水は16,300m³/sec になった。クランタン川の確率洪水流量を通水能力と比較すると下流域では約2年に一度以上の頻度で洪水が起きていることになる。

19. 過去に流域内で発生した洪水のうち、1967年及び1983年に起きた洪水はクランタン川の下流域に甚大な被害をもたらした。1967年洪水は州面積の約20%に相当する300,000 ha (図S. 2) 参照) の地域に広がり、被害額はM\$ 30百万にも及んだ。一方、1983年洪水では60,700 ha の地域が冠水し、被害の額はM\$ 11.4百万にも達した。さらに、本調査が実施されている1988年11月及び12月にも二つのピークを持つ洪水がクランタン川の下流域を襲い、36,800人の人が避難し、19人の死者を出した。被害総額はM\$ 27百万にも及んだ。

20. 主にクランタン川からの氾濫によって起る常襲的な洪水に対処する為にかんがい排水局は治水対策事業を実施しているが、局所的なものに限られている。

流域の水資源開発

21. クランタン川の水はかんがい用水や水道用水として用いられている。かんがい用水の最大需要は5~6月にあり、供給されている地区はポンプの揚水能力(35m³/sec)により全かんがい可能面積の60~70%にとどまっている。一方、日量40百万リットルの水が水道用水としてクランタン川より取水されている。さらに、コタバルの市街地まで遡上している塩水を防ぐために70m³/sec の維持用水が必要である。

22. クランタン川を水源とする水需要は1985年における105.5m³/sec から2010年には161.1 m³/sec にまで増加すると予想されている。その内訳は水道用水として6.5m³/sec かんがい用水として84.6m³/sec、河川維持用水として70m³/sec である。

23. 上流地域にダムが建設されない場合、すなわち現況において水道用水及び河川維持用水の需要に対して20年に一度の確率で水不足が起ると算定されている。もし、多目的ダムとして開発が可能であるダボンダム、レビルダム、ネンギリダム(口絵参照)のいずれかが建設されると、水道用水及び河川維持用水に対する水不足は解消される。上流地域にダムがない場合、かんがい用水に対する水不足は2010年時点で12m³/sec 程度であろう。上記ダムのどれかが一つが開発されるならば不足量を5 m³/sec まで下げることが可能である。

24. 多目的ダムとして開発可能なレビル、ダボン及びネンギリダム計画は下記の包蔵水力を有する。

ダム計画	常時満水位 (Rl. m)	必要貯水量 (百万 m ³)	保隙発電電力 (MW)	年間発生電力量 (GWh)
レピル	65 - 90	460 - 1650	60 - 150	240 - 430
ダボン	54 - 67	410 - 1520	140 - 270	630 - 940
ネンギリ	135 - 160	250 - 550	170 - 280	580 - 790

25. 水力発電を含む上記3ダム計画の水資源における実施可能性を検討した。経済的内部収益率においてレピルが6.0%、ダボンが15.1%、ネンギリが17.4%になった。

治水計画策定の基本的考え

26. 本調査において治水計画の対象となる地区はクアラクライの下流に広がるクランタン川沿いの平野部である。コタバル、パッシールマス、タナメラ、クアラクライが洪水常襲地区内にある四大市街地である。一方、非都市部では稲作、タバコ等を生産する農業地区として発達している。

27. クランタン川の治水計画案は洪水の常襲性や地区の発展性を考慮して50年確率洪水まで対処出来るものとした。

28. 現在 5,000m³/sec 程度であるクランタン川の通水能力と確率洪水量(20年確率洪水量13,400m³/sec 及び50年確率洪水量16,300m³/sec)を考慮すると、構造物による治水計画はダム計画と河川改修の組み合わせによって実施されよう。ダム計画としてダボン、クムブ、ネンギリ、ロウアープルガウ及びレピルの五ダムが検討対象となる。

29. 非構造物対策は構造物による治水計画案を補足するものとして立案される。以下の様な案が非構造物対策として検討の対象となる。

- 洪水予警報
- 洪水危険地区区分
- 土地利用法的規制
- その他

水資源開発を含む治水計画の立案

30. ダムの治水効果及び水資源開発の可能性を考慮して、次の様な組み合わせ案をクランタン川の治水計画として立案した。

順 番	組 合 わ せ 案
-----	-----------

- | | |
|----|---------------|
| 1. | 河川改修のみ |
| 2. | ネンギリ+河川改修 |
| 3. | クムブ+河川改修 |
| 4. | ダボン+河川改修 |
| 5. | レビル+河川改修 |
| 6. | レビル+ネンギリ+河川改修 |
| 7. | レビル+クムブ+河川改修 |
| 8. | レビル+ダボン+河川改修 |
-

ロウアーブルガウダム計画は実質的に洪水のピークを下げる効果がないので上記組み合わせ案から除外された。

31. ネンギリ、ダボン及びレビルダム計画の最適開発規模の検討は治水計画及び水資源開発を目的として行なわれた。クムブダム計画はその小貯水池容量及び低落差を考慮し、治水単目的で検討された。ロックフィル型で開発されるネンギリダム計画の最適開発規模はダムのクレスト標高をE1,169mに設定された。コンクリート重力型として開発されるダボン及びクムブダム計画に対する最適開発規模ではダムのクレスト標高をそれぞれE1,82m、80mに設定されている。ロックフィル型で開発されるレビルダムの最適開発規模はダムのクレスト標高をE1,91.1mに設定されている。一方、河川改修の比較検討は築堤、拡幅、しゅんせつ、及びショートカットを組み合わせることにより検討された。その結果、築堤、狭窄部の拡幅、河床のしゅんせつによる整形を組み合わせることによる河川改修が最適とされた。

32. 上記八つの治水計画案の経済的妥当性は水資源開発をも考慮し内部収益率により評価された。ダボン+河川改修案は八つの組み合わせ案のうちで最も高い11.9%の内部収益率を得た(表S. 1参照)。しかし、ダボンダムの開発は37,200人の移転者を含む7,400軒の家屋と11,000haのプランテーションを水没させる大きな社会環境問題を発生させ、さらに55kmの鉄道と57kmの道路を移設しなければならない問題も生じる。

社会問題を最小とする治水計画案

33. 高い経済的収益性はあるが、ダボンダムの多目的開発は家屋、プランテーション、公共施設等を移転させなければならない大きな社会環境問題を含むので、治水計画のみに着目し、社会環境問題を最小とする治水計画の立案を試みた。目標とする計画洪水は50年確率洪水である。

34. 社会環境問題を最小とする治水計画の立案における基本的な考えは以下に述べる理由により上流部に作られるダムによりギルマード橋地点でピーク流量を $11,000\text{m}^3/\text{sec}$ 以下に制御するものとする。

ー築堤高は最大でも5m以内とする。

ー克蘭タン川の通水能力はコタバル地点で $4,500\text{m}^3/\text{sec}$ 、ギルマード橋地点で $11,000\text{m}^3/\text{sec}$ 程度である。 $11,000\text{m}^3/\text{sec}$ の計画洪水流量は堤防高において最大で5m程度であるので、築堤にとって大きな負担とはならないであろう。

ー既存もしくは建設中の橋のかけかえは出来るだけ避けるものとする。

ー克蘭タン川からの背水による支川の処理は常識的な範囲内でおさえるものとする。

ー既存かんがい施設への影響は出来るだけ少なくするものとする。

ー非算定要素として、築堤による地域社会の分断を避けること及び局所的気象変化を出来るだけ少なくするものとする。

35. 社会環境問題を最小にすることを考慮しつつまず治水ダムの選定を行った。ダボン、ロウアーブルガウ、クムブ、ネンギリ及びレビル地点に対し15の比較案地点が選定された。治水ダムとしての適性の検討を行った所、洪水ピークカットの視点から結局ダボン、クムブ、ネンギリ及びレビルの四ダムが選ばれた。

36. 上記四つのダム計画にもとずき48の組合せ案が作られた(表S. 2参照)。この組合せ案において上下流のダムの水位の相互関係及び各ダムについて大、中、小の三種の開発規模が考慮されている。クムブダムとネンギリダムの相互位置関係から治水計画案においては両立しないが、ネンギリダム計画が水力発電計画として立案された場合、ネンギリ計画の放水水位とクムブダムの常時満水位の関係から両計画は両立する。

37. 48の組合せ案のうち、わずか15の組合せ案がギルマード橋地点でのピーク流量を $11,000\text{m}^3/\text{sec}$ 以下にすることが可能である(表S. 3参照)。

38. これら15の組合せ案は水没家屋に関する社会環境問題の観点から二つに分けられた。すなわち、

(イ) 水没家屋数が1,000から1,500

(ロ) 水没家屋数が5,000から7,500

39. 5,000以上の水没家屋をもつ組合せ案は家屋移転に関する社会環境問題が大変大きいことから検討対象外とした。すなわち、ダボンダム計画を含む組合せ案はすべて検討対象外とされた(表S. 3参照)。

40. $Ks + L\ell + R/I$, $Km + L\ell + R/I$ 及び $K\ell + L\ell + R/I$ のわずか3つの組合せ案が水没家屋数を相対的に少ない1,500軒以下とする事が可能である。クムブダムの治水効果の変化は Ks から $K\ell$ に変化させてもわずかであり(表S. 2参照)、 Ks 案は移転家屋を少なくすることが出来ることから、 Ks をクムブダムの開発案とした。その計画概要は以下の通りである。

ダムクレスト標高	73.4m
計画洪水水位	71.4m
サーチャージ水位	
50年確率洪水	63.1m
25年確率洪水	62.3m
常時満水位	55.0m
水没家屋数	1,000
水没プランテーション、ha	
サーチャージ水位(25年確率洪水)	430
サーチャージ水位(50年確率洪水)	450
ダムクレスト標高	970
水没する森林、ha	
サーチャージ水位(25年確率洪水)	750
サーチャージ水位(50年確率洪水)	790
ダムクレスト標高	1,910

注：ダム計画 K：クムブ、L：レビル

ダム規模 ℓ ：最大、m：中間、s：最小

41. 一方、レビルダムは最大開発規模($L\ell$)が最適とされた。最大規模でレビルダムを開発すると水没地域が大きくなることを考慮し、最大開発規模と同じ治水効果をもたせながらダム高を低くする検討がなされた。ダム高を下げ最大開発規模と同じ治水効果を得る方法として常用洪水吐が設けられた。検討結果として $L\ell'$ が提案された。社会環境問題に関する $L\ell$ と $L\ell'$ の比較は下表に示される。

項 目	L ℓ, m	L ℓ', m
ダムクレスト標高	91.1	84.9
計画洪水水位	87.6	81.4
サーチャージ水位		
50年確率洪水	84.9	78.0
25年確率洪水	84.4	77.2
常時満水位	80.0	70.0
水没家屋数	165	156
水没プランテーション、ha		
サーチャージ水位 (25年確率洪水)	12,200	8,300
サーチャージ水位 (50年確率洪水)	12,450	8,700
ダムクレスト標高	17,130	12,450
水没する森林、ha		
サーチャージ水位 (25年確率洪水)	6,800	5,000
サーチャージ水位 (50年確率洪水)	7,000	5,300
ダムクレスト標高	8,600	7,000
ギルマード橋地点でのピーク流量、m ³ /sec	10,720	10,650

L ℓ' 案はL ℓと同等の治水効果を持ちながら、社会環境への影響を少なくすることが可能であるので、L ℓ' をレビルダムの計画案とした。よって、K s + L ℓ' + R / I の組合せ案をクランタン川流域治水計画の最適案とした。

42. プレフィージビリティレベルの調査の対象治水案はマスタープラン調査で選ばれたレビルダム、クムブダムとクアラクライから河口までの河川改修の組合せ案とした。クランタン川流域治水計画のマスタープランは概念的に口絵に示されている。

クランタン川流域治水計画の実施計画

43. レビルダム、クムブダム及び河川改修の組合せによって実施されるクランタン川流域治水計画の実施計画は建設費 (M \$ 1,302 百万)、建設期間等を考慮して図 S. 3 に示される様に第6次マレーシア五カ年計画から第9次マレーシア五カ年計画の20年間に亘って実施されるものとした。

44. クムブダムより治水効果の大きいレビルダムはクアラクライから河口までの全河道に対して実質的治水効果をもたらす事から1998年の終りまでに建設されるものとした。

(図 S. 4 参照)。クムブダムは2010年までに完成させ最終目標である50年確率洪水に対応できる様治水に対する安全度をあげるものとする。

45. 都市部及び非都市部に対する河川改修工事は1993年の始めに同時に開始されるが、都市部の工事は2000年末までに完成させ、非都市部は2010年までに完成させるものとする。

46. レビルダム、クムブダム及び河川改修を完成させるのに必要な資金は表S. 4に示される様に実施計画に基づいて配分された。下表はマレイシア五カ年計画ごとに必要な資金の配分を示す。

単位：百万M\$

	マレイシア五カ年計画			
	6次	7次	8次	9次
必要資金	387	430	130	356

レビルダム、クムブダム及び河川改修のプレフィージビリティ調査

(1) 基本設計

レビルダム

47. レビルダム計画の基本設計は図S. 5及びS. 6に示されるごとくプレフィージビリティレベルで実施された。計画の概要は以下の通りである。

ダムクレスト標高	: 84.9 (91.1) m
サーチャージ水位	: 78.0 (84.9) m
常時満水位	: 70.0 (80.0) m
洪水調節容量	: 860 百万m ³
ダム型	: ロックフィル中央コア型
堤体積	: 4.9 百万m ³
建設費	: M\$ 500 百万

48. レビルダム計画は、二段階に分けて開発される（図S. 7参照）。第一段階において、ダムは小規模で開発される。常用洪水吐を設けることにより最終段階における治水効果と同等の効果を得られるようにする。常時満水位以下の貯水容量はかんがい用水の補給に用いられる。第二段階において、発電用容量を確保するために常時満水位は10m（E 1. 70mから80m）嵩上げされる。上記表のかっこ内数字は第二段階における開発規模を示す。

クムブダム計画

49. クムブダム計画の基本設計は図 S. 8 及び S. 9 に示されるごとくプレフィージビリティレベルで実施された。計画の概要は以下の通りである。

ダムクレスト標高	: 73.4m
サーチャージ水位	: 63.1m
常時満水位	: 55.0m
洪水調節容量	: 307 百万 m ³
ダム型	: コンクリート重力式
コンクリート量	: 150,000 m ³
建設費	: M \$ 226 百万

河川改修

50. 河川改修のプレフィージビリティレベルの設計は図 S. 10 に示されるごとくクアラライから河口までの 100 km の河道を対象として実施された。河川改修の計画概要は以下の通りである。

全堤防長	: 164 km
- 都市部	: 29 km
- 非都市部	: 135 km
堤体積	: 13.2 百万 m ³
平均堤防高	: 4 m
建設費	: M \$ 576 百万
- 都市部	: M \$ 165 百万
- 非都市部	: M \$ 411 百万

(2) 施工計画及び建設費

51. 限られた建設期間内に工事を完成させる為に、国際入札方式により建設工事は実施されるものとする。本治水工事の建設工事量及び工事費の規模を考慮して四つのパッケージに分けて工事は実施するものとした。すなわち、レビルダムの建設工事をパッケージ 1 とし、コタバル、パッシールマス及びタナメラの三都市部に対する河川改修をパッケージ 2 とした。パッケージ 3 はクムブダムの建設、パッケージ 4 は一般部に対する河川改修工事である。建設工事は国際級コンサルタントと協力のもとかんがい・排水局を企業主体として実施されるものとする。

52. 4パッケージの施工期間は地形条件、施工規模、土地取得問題等や五カ年計画ごとの財務負担を考慮して下記の様に設定した。

パッケージ No.	開始時期	完成時期	建設期間 (年)
1	1993年1月	1998年12月	6
2	1993年1月	2000年12月	8
3	2007年1月	2010年12月	4
4	1993年1月	2010年12月	18

53. 本治水計画に必要とする想定外貨分及び内貨分より成る財務費用は施工計画を考慮の上以下の様に見積られた。

費目	単位：千M\$		
	外貨分	内貨分	合計
直接費 (建設費及び準備工事費)	289,186	389,574	678,760
間接費 (土地取得費、管理費及び設計費)	96,426	408,078	504,504
予備費 (数量予備費)	38,561	79,765	118,326
合計	424,173	877,417	1,301,590

注：第一段階で建設されるレビルダムの発電用取水口の建設費 (M\$ 22,523,000) は上記建設費算定に含まれていない。

(3) 経済評価

54. 本治水計画の経済的実施可能性はすべてのプロジェクト要素、すなわちレビルダム、クムダム及び河川改修が実施計画にのっとって実施されるものとして評価された。治水の便益はプロジェクト要素の完了にしたがって逐次増加するものとした。レビルダムによる農業生産の増加も本計画の便益として算定された。その結果本治水計画の経済的内部収益率は 2.2% になった。

55. レビルダム第二段階において水力発電の目的のためにダムは嵩上げされる。このダム嵩上げにより計画全体の経済的内部収益率は4.4%に改善される。ネンギリ水力発電計画が流域の開発計画に加わるならばさらに流域全体の経済的実施可能性は5.7%まで上がる。

56. 水没するプランテーションに対して移転させる代替地がないとして感度分析を実施した。その結果、経済的内部収益率は0.8%になった。他方、堤防の余裕高を2mから1mにした場合においても感度分析を実施したが、経済的内部収益率は2mにおける2.2%からわずかに改善され2.5%になった。

非構造的対策

57. 洪水予警報、洪水危険地区区分、土地利用制限等による非構造物対策は通常構造物対策が経済的に見合わない場合や構造物対策の補足手段として洪水が起りやすい地区に対して用いられる。クランタン川流域の洪水が起りやすい地区のすべてがダム及び河川改修による構造物対策により守られる計画になっているので非構造物対策は本治水計画において考慮する必要はないが、洪水予警報は構造物対策を補足的意味で検討の対象とする。既存の洪水予警報は6つの遠隔装置化された雨量計にもとずいてなされているが、より多くの雨量計をより適切に配置することにより、より適格な洪水予測をなしうるので、ネンギリ川流域にもう一つ遠隔装置つき雨量計を設置することが推奨される。ダムが上流域に建設された場合、既存の洪水予警報モデルを修正することが必要であり、洪水予測を容易ならしめるためにダムに遠隔装置つき水位計と雨量計を設置することが望まれる。

表S.1 各組合わせ案の経済比較

Case	Scheme	Peak-cut ratio, %	EIRR %	
1.	R/I	-	5.34	
2.	Nenggiri + R/I	100	9.91	
3.	- do -	90	10.33	
4.	- do -	80	10.53	
5.	- do -	76	10.87	
6.	Kemubu + R/I	40	4.44	
7.	- do -	30	4.38	
8.	- do -	20	4.22	
9.	- do -	15	4.06	
10.	Dabong + R/I	80	11.01	
11.	- do -	70	11.31	
12.	- do -	60	11.78	
13.	- do -	59	11.93	
14.	Lebir + R/I	70	6.11	
15.	- do -	60	6.20	
16.	- do -	50	6.29	
17.	- do -	37	6.27	
18.	Lebir + Nenggiri + R/I	70	100	9.24
19.	- do -	60	90	9.49
20.	- do -	50	80	9.66
21.	- do -	37	76	9.89
22.	Lebir + Kemubu + R/I	70	15	5.55
23.	- do -	60	20	6.06
24.	- do -	50	30	6.32
25.	- do -	37	40	6.34
26.	Lebir + Dabong + R/I	70	80	11.08
27.	- do -	60	70	11.19
28.	- do -	50	60	11.37
29.	- do -	37	59	11.19

表S.2 各ダム組合わせ案のギルマード橋地点でのピーク流量

No.	Combination	Peak Discharge at Guillemard Bridge (cms)
1	R/I only	17,420
2	Ds	13,602
3	Dm	12,334
4	Dl	11,079
5	Ls	16,257
6	Lm	15,265
7	Ll	13,213
8	Ns	16,890
9	Nm	16,550
10	Nl	16,229
11	Ks	15,802
12	Km	15,279
13	Kl	15,185
14	Ds + Ls	13,033
15	Dm + Ls	11,765
16	Dl + Ls	10,510
17	Ds + Lm	12,014
18	Dm + Lm	10,746
19	Dl + Lm	9,491
20	Ds + Ll	9,989
21	Dm + Ll	8,721
22	Dl + Ll	7,466
23	Ds + Ls + Ns	11,928
24	Ds + Lm + Ns	11,648
25	Ds + Ll + Ns	11,327
26	Ds + Ls + Nm	10,926
27	Ds + Lm + Nm	10,656
28	Ds + Ll + Nm	10,335
29	Ds + Ls + Nl	8,874
30	Ds + Lm + Nl	8,604
31	Ds + Ll + Nl	8,283
32	Ks + Ls	13,768
33	Km + Ls	13,245
34	Kl + Ls	13,151
35	Ks + Lm	12,776
36	Km + Lm	12,253
37	Kl + Lm	12,159
38	Ks + Ll	10,724
39	Km + Ll	10,201
40	Kl + Ll	10,107
41	Ns + Ls	15,736
42	Nm + Ls	15,466
43	Nl + Ls	15,145
44	Ns + Lm	14,744
45	Nm + Lm	14,474
46	Nl + Lm	14,153
47	Ns + Ll	12,692
48	Nm + Ll	12,422
49	Nl + Ll	12,101

Remarks ; Dam scheme D : Dabong N : Nenggiri
L : Lebir K : Kemubu
Dam scale l : maximum m : medium
s : minimum

表S.3 ギルマード橋地点でのピーク流量に関する条件を満たす組み合わせ案

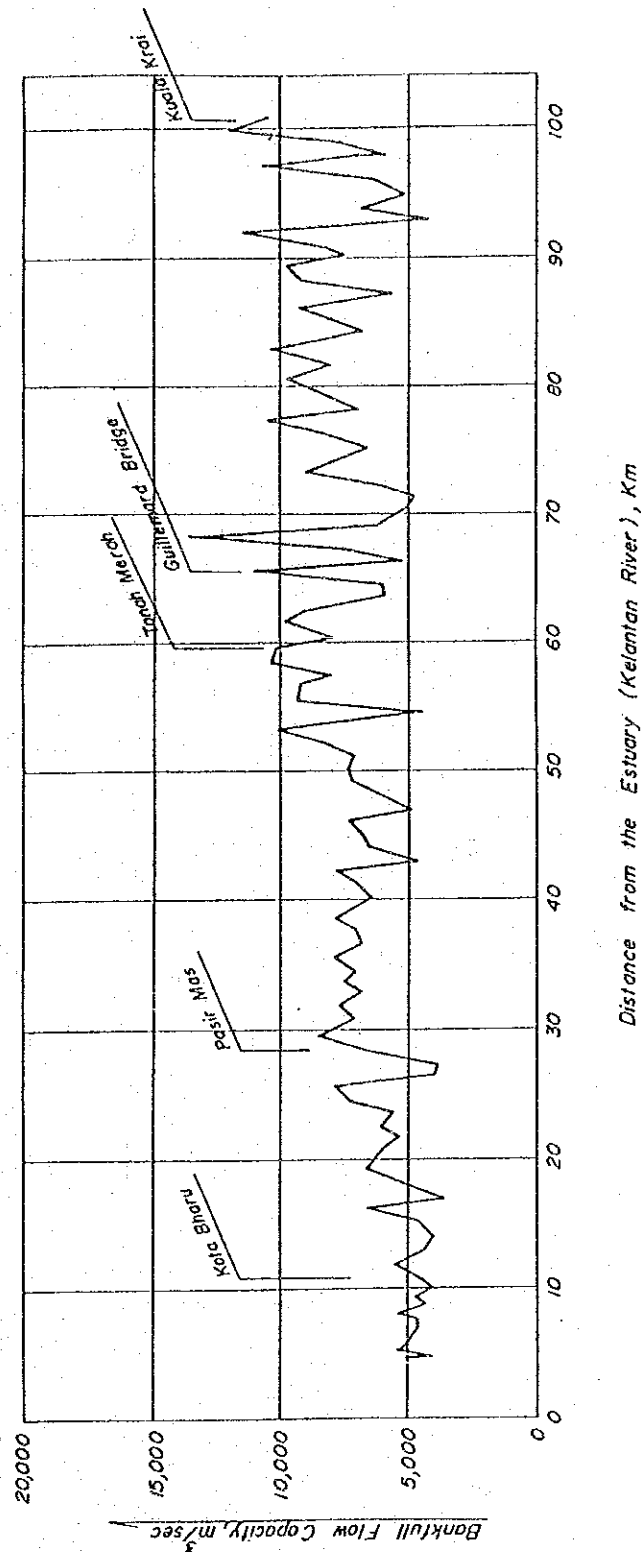
No.	Combination	Peak discharge at Guillemard Bridge, m ³ /sec	Households to be submerged, nos
1	Dl + Ls	10,510	6,190
2	Dm + Lm	10,746	6,240
3	Dl + Lm	9,491	7,440
4	Ds + Ll	9,989	4,965
5	Dm + Ll	8,721	6,265
6	Dl + Ll	7,466	7,465
7	Ds + Ls + Nm	10,926	5,400
8	Ds + Lm + Nm	10,656	5,450
9	Ds + Ll + Nm	10,335	5,475
10	Ds + Ls + Nl	8,874	5,530
11	Ds + Lm + Nl	8,604	5,580
12	Ds + Ll + Nl	8,283	5,605
13	Ks + Ll	10,724	1,165
14	Km + Ll	10,201	1,365
15	Kl + Ll	10,107	1,460

Remarks : Dam scheme D : Dabong L : Lebir
 K : Kemubu N : Nenggiri
 Dam scale I : maximum m : medium s : minimum

表S.4 クラランタン川流域治水計画案の事業費分配スケジュール

Unit : Million M\$

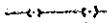
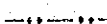

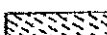
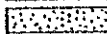

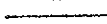
		Malaysia Plan																							
		6th	7th	8th	9th																				
Schemes		'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10				
1.	River Improvement																								
1.1	Urban area		31.7	23.5	23.5	23.5	23.5	16.2	16.2	15.2	15.2														
1.2	Rural area		39.4	11.5	11.5	11.5	18.9	18.9	19.9	19.9	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0				
2.	Dam Schemes																								
2.1	Lebir		117.3	57.5	71.7	84.7	112.0	57.5																	
2.2	Kemubu																				69.6	51.2	52.7	52.0	
Total			188.4	92.5	106.1	119.7	147.1	92.6	35.1	35.1	35.1	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	78.7	78.0
Total in each Malaysian Plan			387.0		429.6	130.0	355.6																		

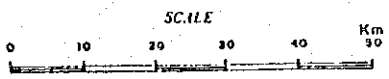
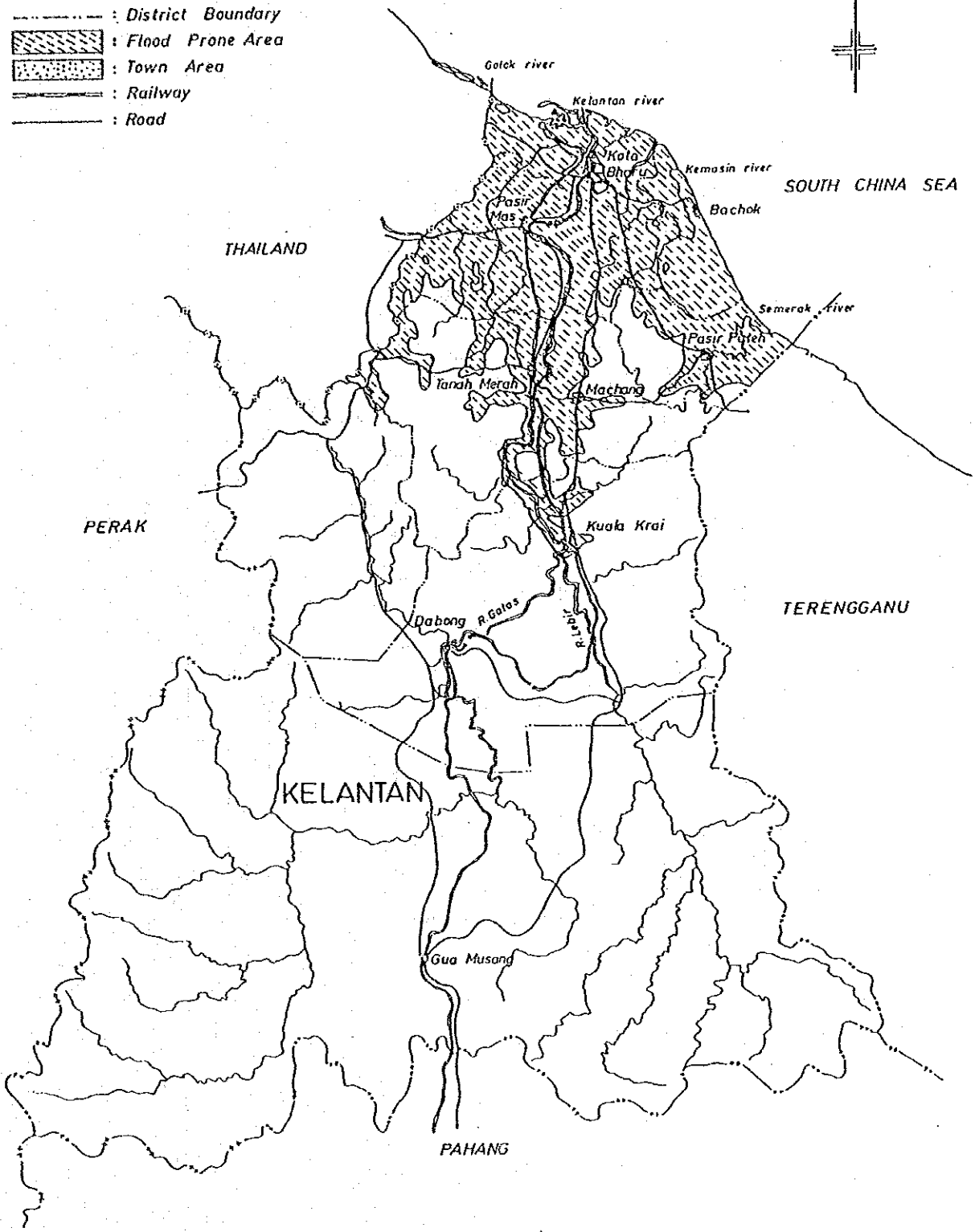


図S.1 クラントン川の通水能力

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

LEGEND

-  : International Boundary
-  : State Boundary
-  : District Boundary
-  : Flood Prone Area
-  : Town Area
-  : Railway
-  : Road



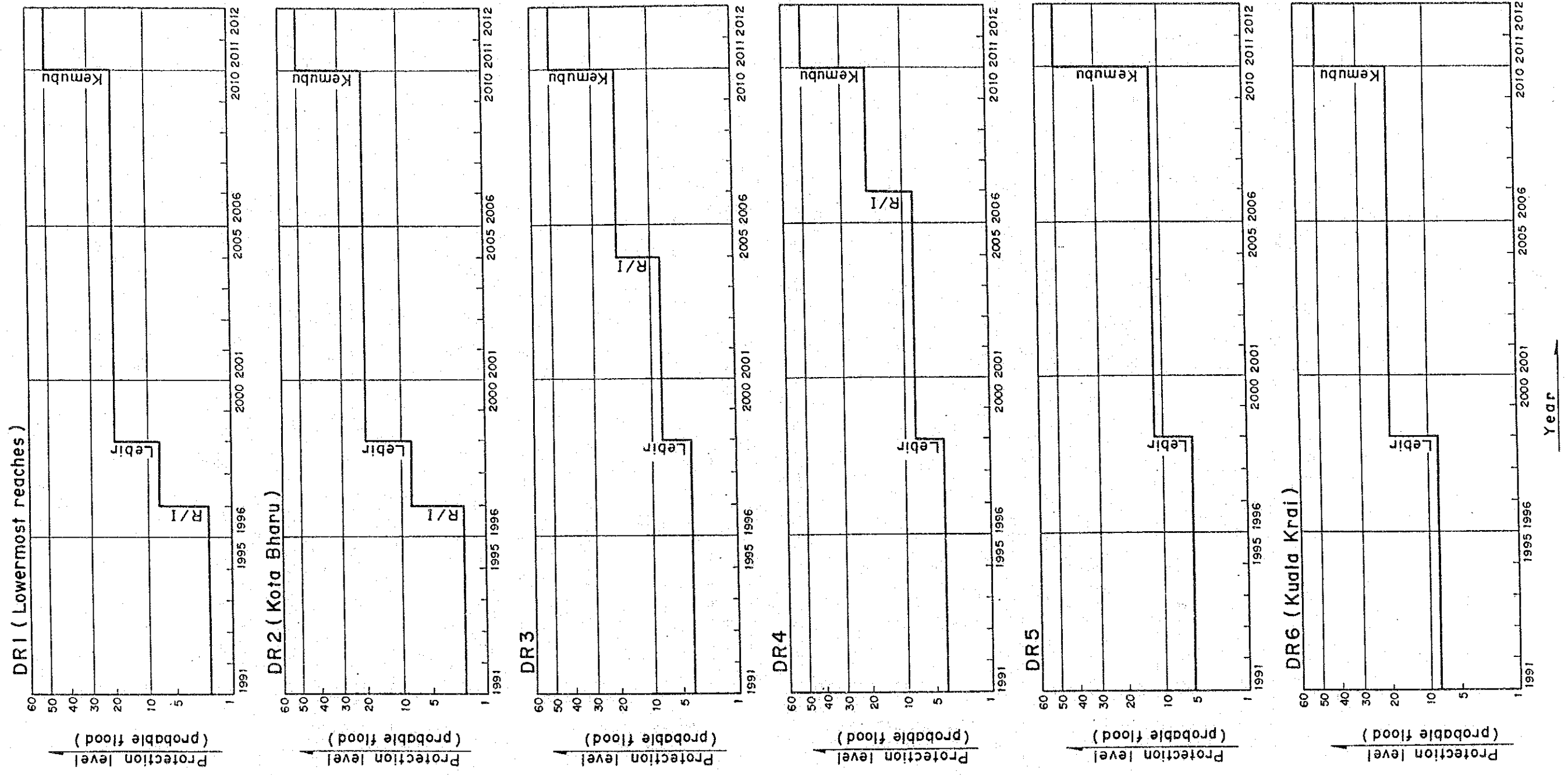
図S.2 1967年洪水の冠水地区

GOVERNMENT OF MALAYSIA
STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

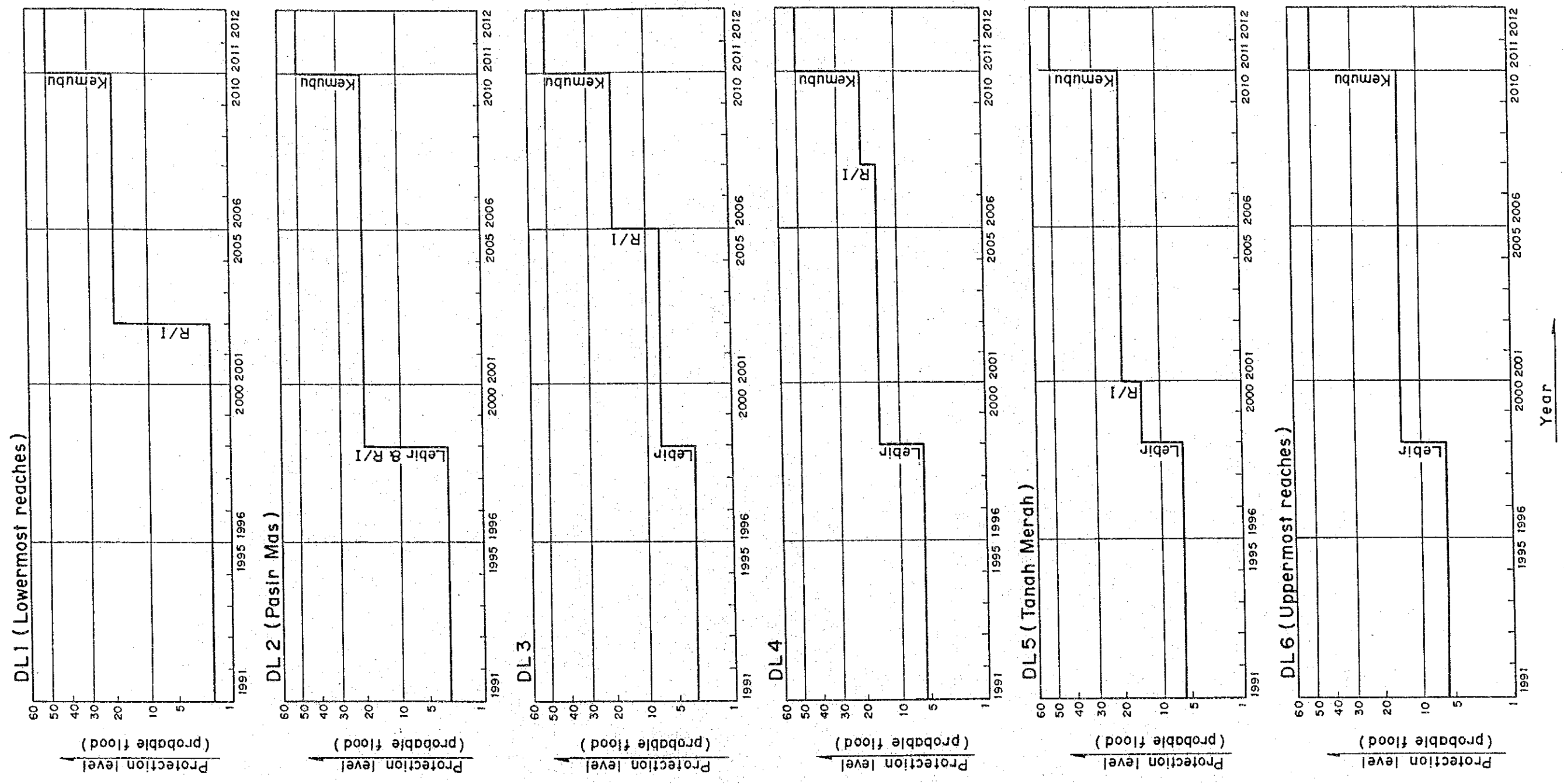
図S.3 クラントン川流域治水計画案の実施スケジュール

Schemes	Malaysia Plan				
	5th	6th	7th	8th	9th
	'89 '90/'91	'95/'96	2000/'01	'05/'06	'10
1. River Improvement					
1.1 Urban area	F/S F D/D T	DR2	DL2		
1.2 Rural area			DL1	DR3 DL3 DR4 DL4	DR5
2. Dam Schemes					
2.1 Lebir	F/S F D/D T	Const			
2.2 Kemubu				F/S F D/D T	Const.

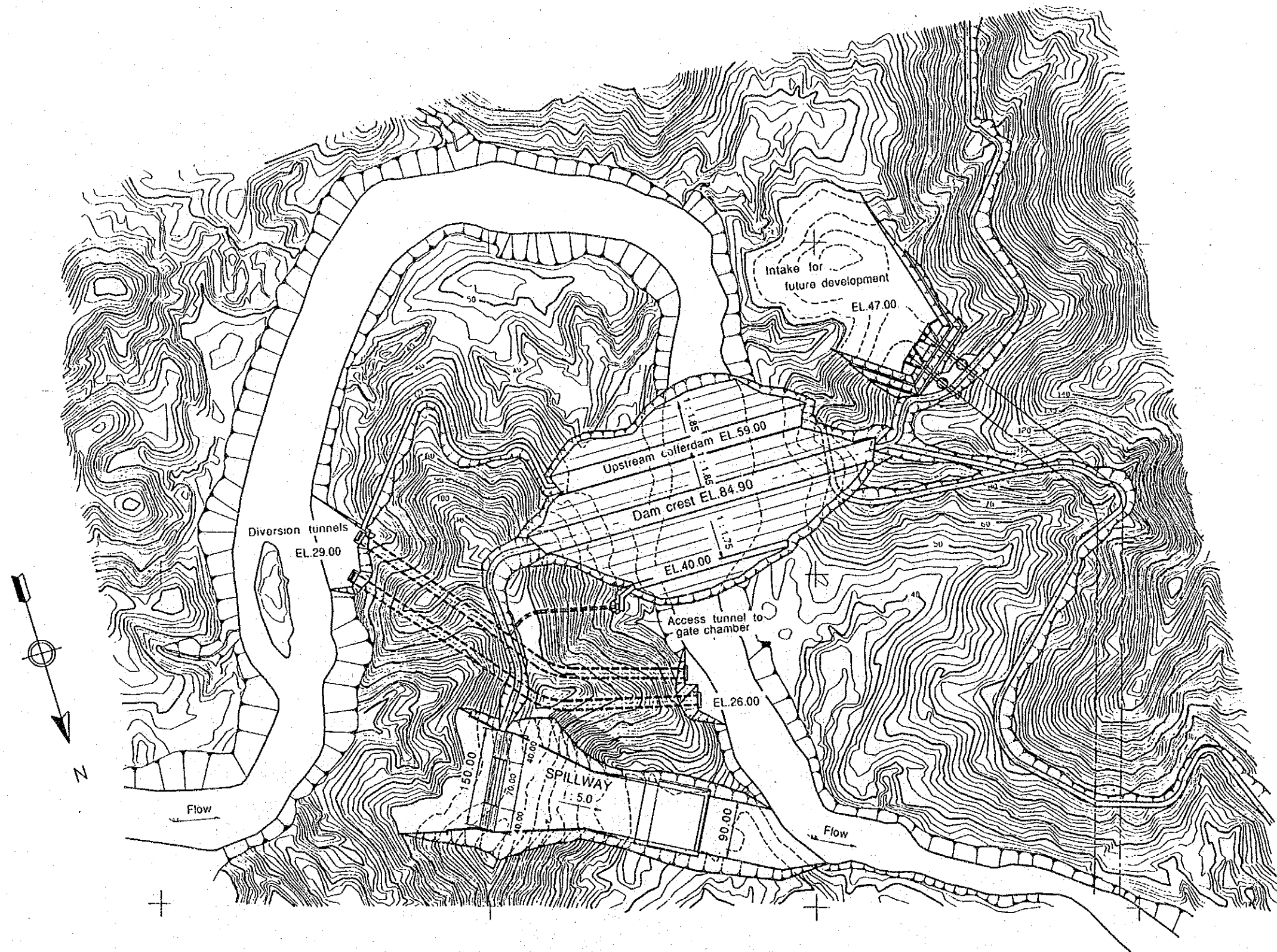
Notes : The feasibility study (F/S), detailed design (D/D) and financing (F) for all the river improvement works are carried out at the beginning of river improvement works for the urban area, whilst tender (T) is performed prior to the construction of each package. DR1, DL1 and so on denote the construction of respective river division.



図S.4 各河道の洪水防御に対する安全度の向上 (1/2)



図S.4 各河道の洪水防御に対する安全度の向上 (2/2)

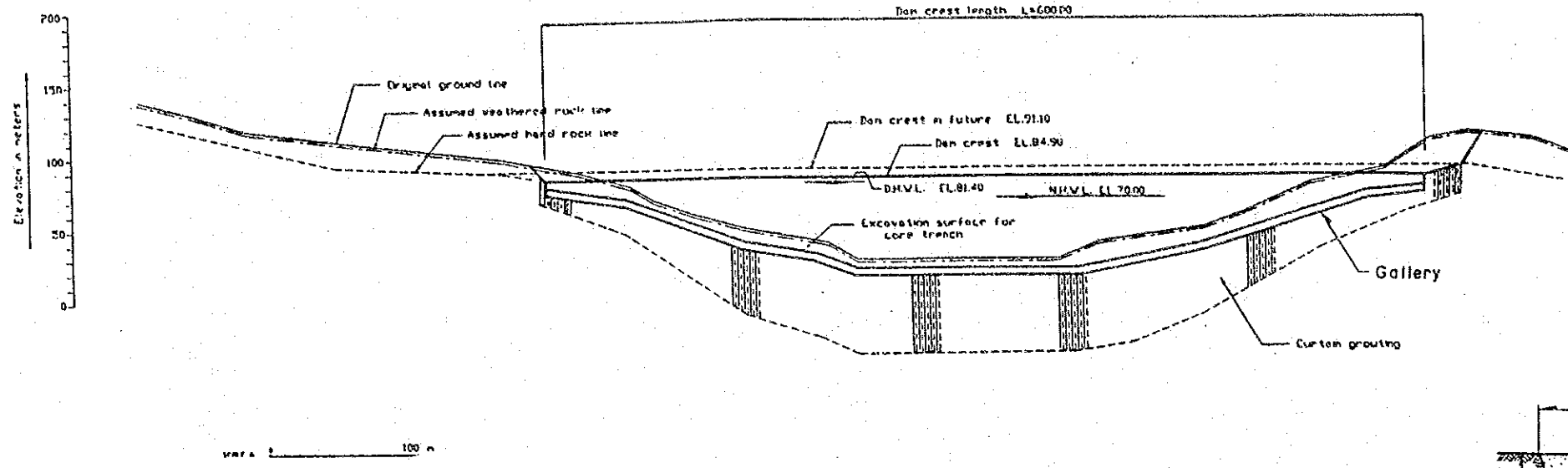


SCALE 1:500

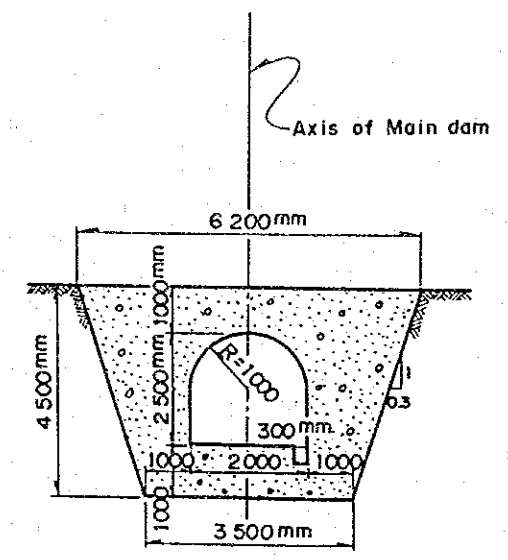
GENERAL PLAN

図S.5 レビルダムの一般平面図

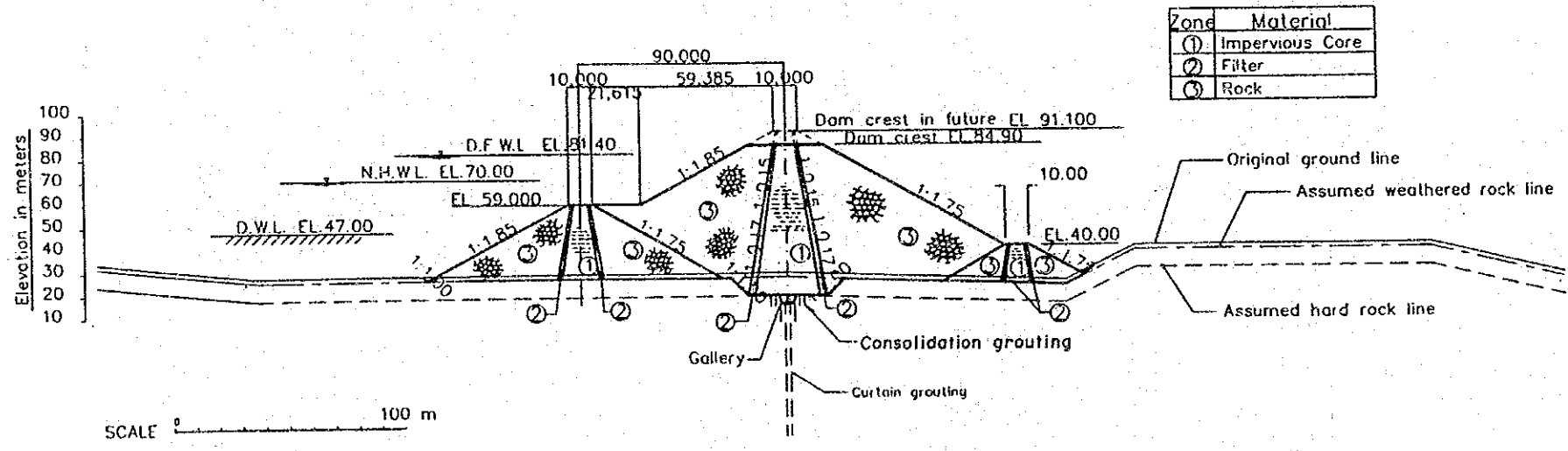
GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PROFILE OF LEBIR DAM



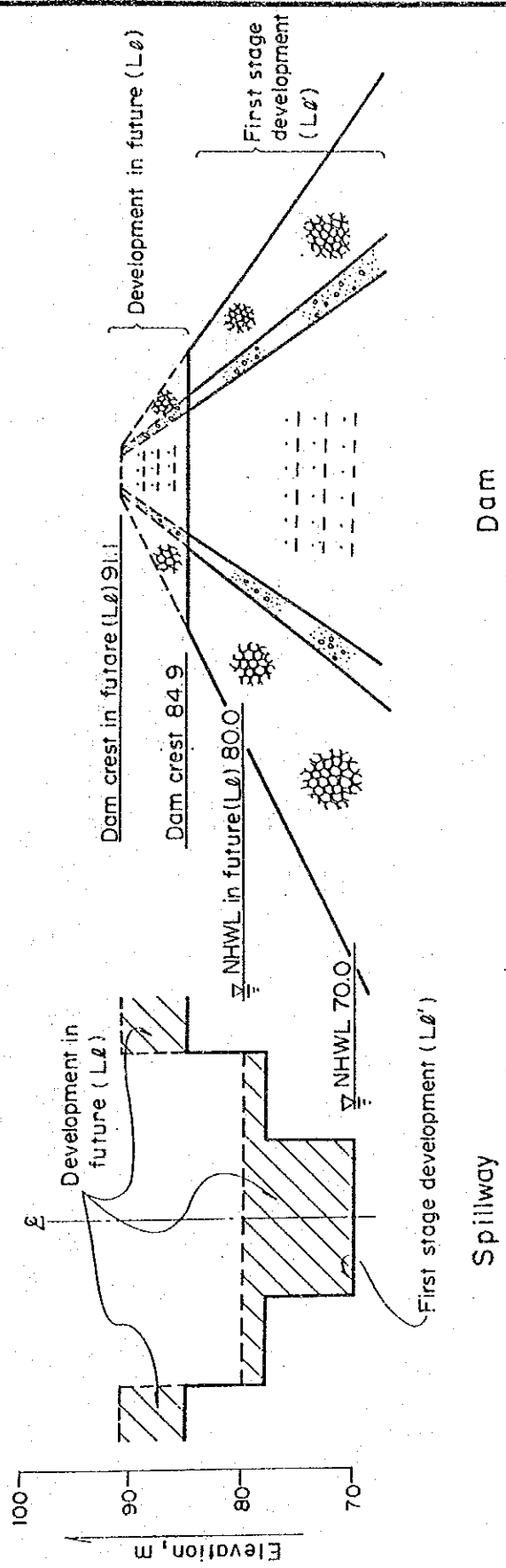
TYPICAL CROSS SECTION OF GALLERY.



TYPICAL CROSS SECTION OF MAIN DAM

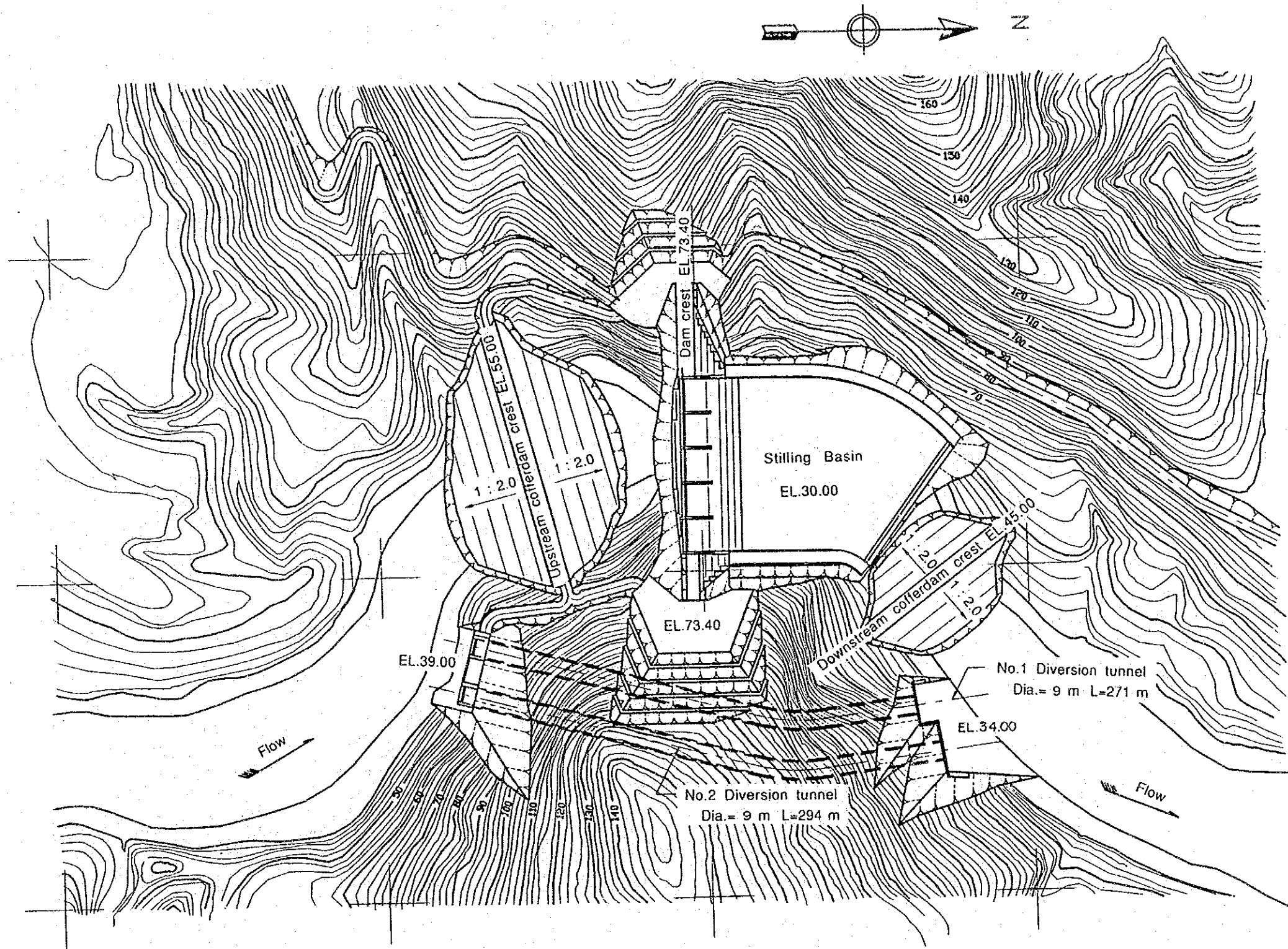
図S.6 レビルダムの縦横断面図

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

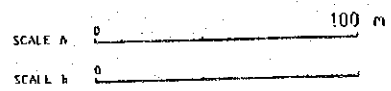


図S.7 レビルダムの段階開発案

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

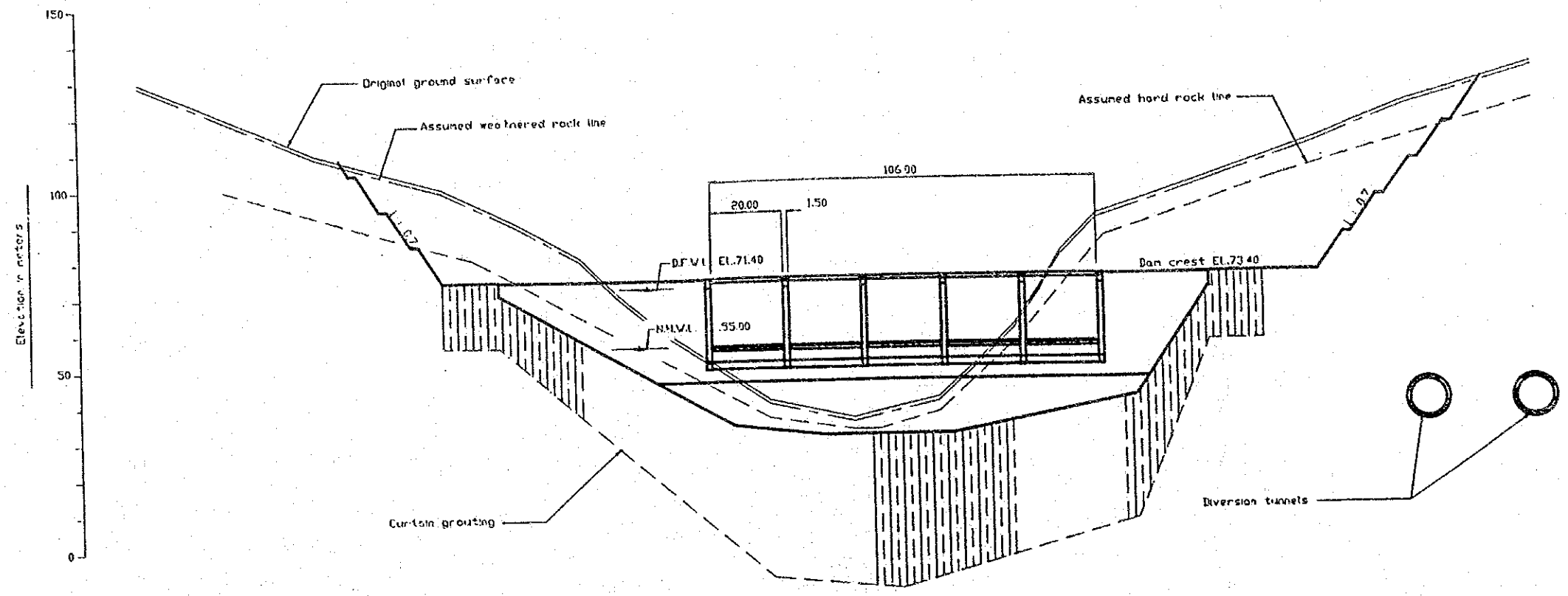


GENERAL PLAN



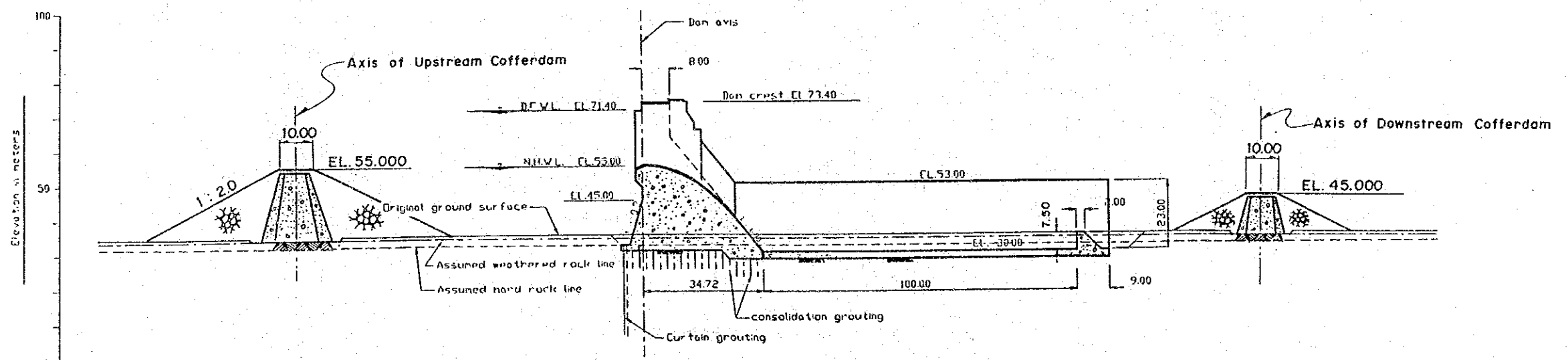
図S.8 クムブダム計画の一般平面図

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



SCALE 1:5000

DAM PROFILE

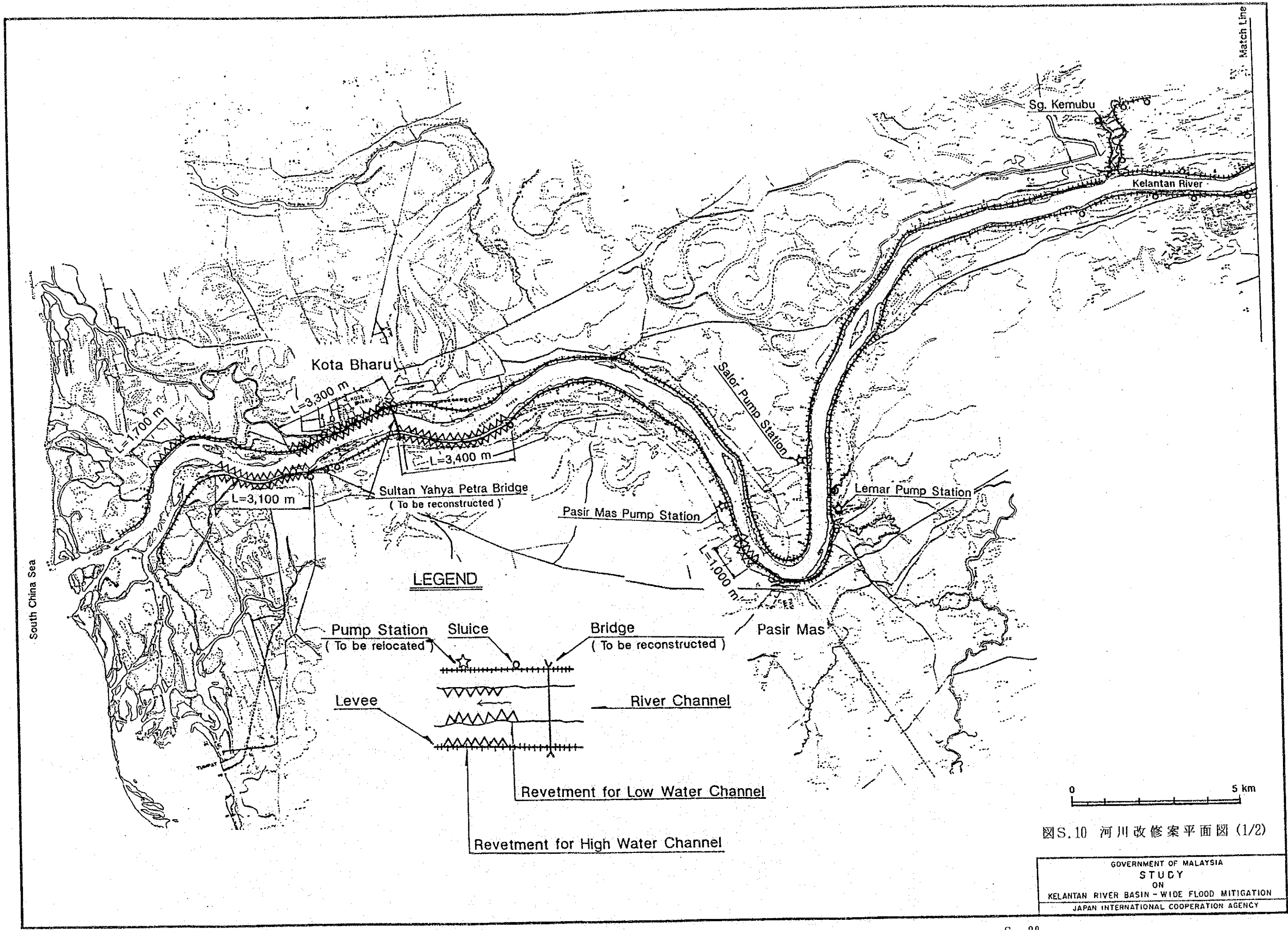


SCALE A 1:1000
SCALE B 1:5000

TYPICAL CROSS SECTION

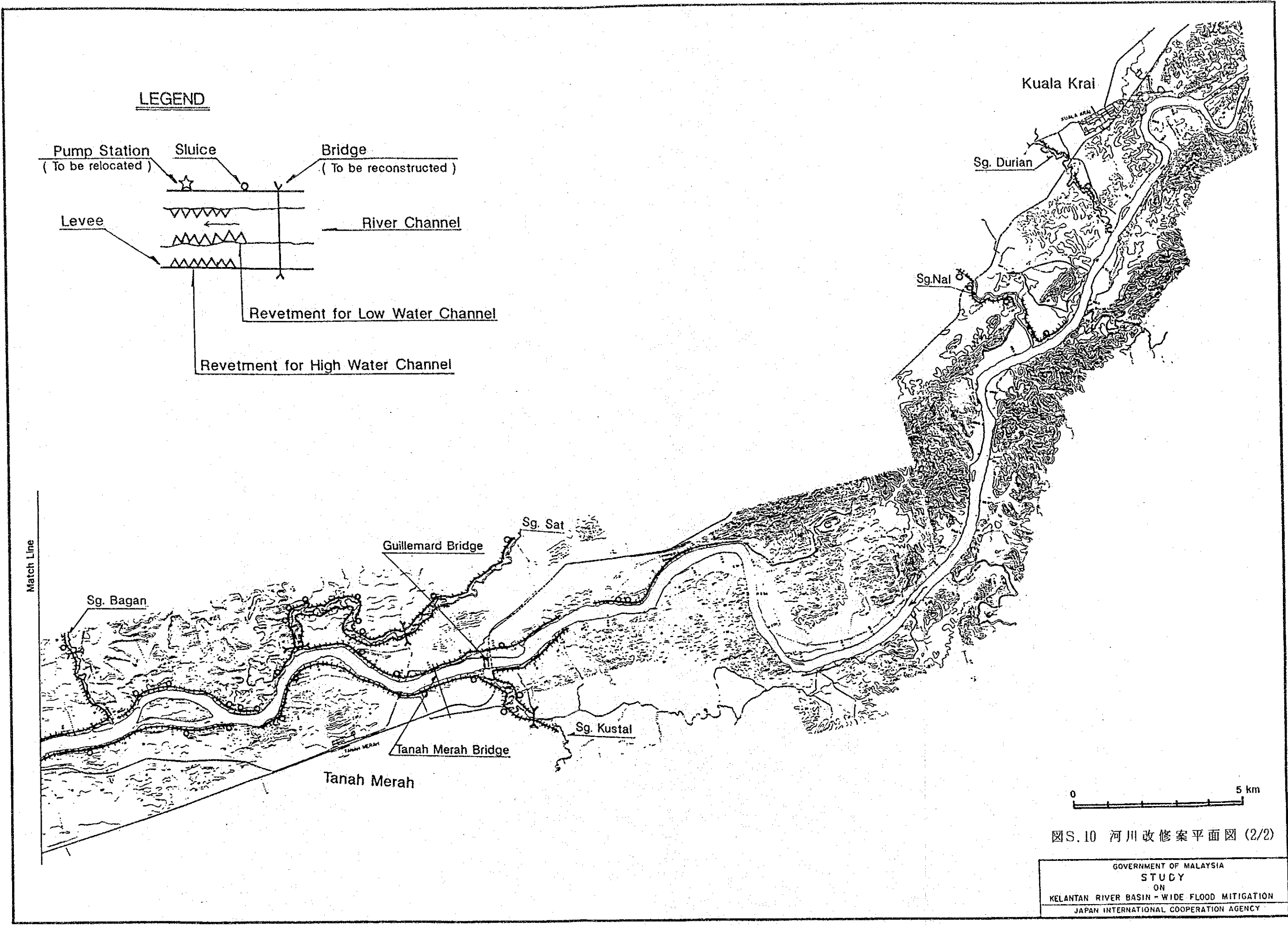
図S.9 クムブダムの縦横断面図

GOVERNMENT OF MALAYSIA
STUDY
ON
KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

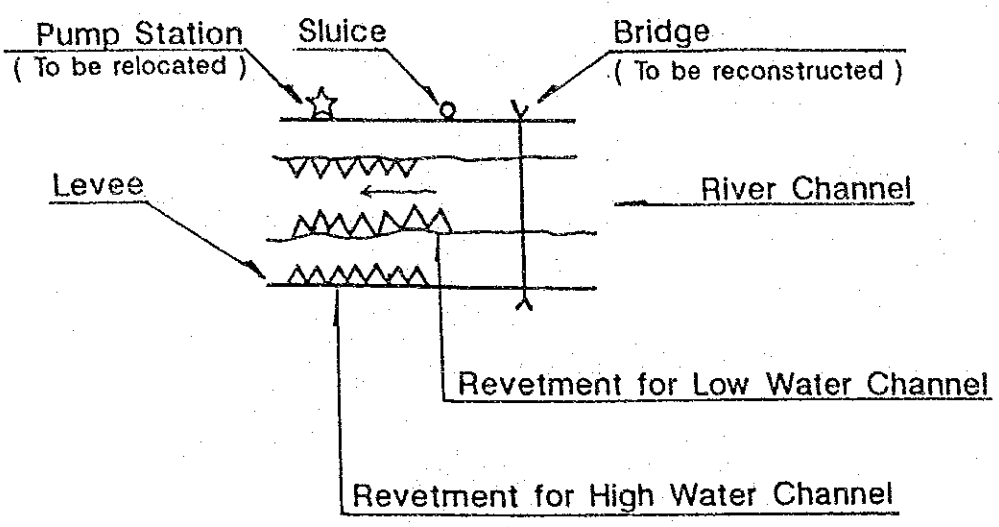


图S.10 河川改修案平面图 (1/2)

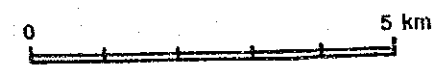
GOVERNMENT OF MALAYSIA
 STUDY
 ON
 KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



LEGEND



Match Line



图S.10 河川改修案平面图 (2/2)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
STUDY
ON
KELANTAN RIVER BASIN - WIDE FLOOD MITIGATION
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

