4.4 施設計画

4 4.1 ダ　ム

a) ダムサイトの地形、地質

(1) 地　形

メイクワンダムサイトは、チェンマイ盆地と、その東部～北東部を画する山岳地帯との接点に位置する。

メイクワン川は、チェンマイ県（Changwat Chiang Mai）と、チェンライ県（Changwat Chiang Rai）との境界をなす山脈に源を発し、山岳地帯を複雑に蛇行しつつおおむね西進、ダムサイト直上流でほぼ南下してきた支流Huai Kuang と合流して、当ダムサイトを経、チェンマイ盆地へと流れ込んでいる。

メイクワン川が域の山岳地帯は山頂標高700 m～900 m、全般に急峻な山容を示し、かつ、NW－SE の極立った方向性を有している。これは後述する基盤地質構造を明瞭に反映したものと考えられる。

メイクワン川が山岳地帯から、チェンマイ盆地へと抜出る部分、つまりメイクワン谷とチェンマイ盆地との接点は幅約3.5 kmと極めて広く、間に２つの山塊（Doi Long と無名の№２山）を置くものの明瞭な扇状地は形成されていない。

当ダムサイトはまさにこのメイクワン谷の開口部に中間の２山塊を縫合する形で設定されている。このためメイクワン川本流を堰止める主ダムのほか、２つの山塊を挟んでその両岸に左右２つの副ダム（サドルダムと称する）を要する。一方、この幅広い開口部を堰止めるためダムサイト直上流に大きな貯水ポケットを有することができる。

各ダム地点における地形は、主ダムで河床標高337 m、標高400 mにおける形状係数は約10.2、左岸サドルダムで河床標高355 m、同じく形状係数約14.4、右岸サドルダムでは河床標高363 m、形状係数は約17.8となり、いずれも堤高の割に非常に長いダム形状となる。

(2) 地　質[1/]

ダムサイト近辺の地質はKheang Krachan 累層（古生代、石炭紀～デボン紀）に属する基盤岩類と、これを覆う新期堆積物（洪積世、沖積世）からなる。

基盤岩は砂岩、頁岩、粘板岩およびこれらの細互層等からなり、全体的には地表地形に反映しているようにNW－SE方向の走向と、30°～50°NE落ちの傾斜を有する。しかし、全般に激しい褶曲を受け、また、断層によって分断されており、岩自体は硬いものの極めて亀裂の多い岩相となっている。特に粘板岩部分はその著しい片理と走向断層とによって、破砕帯状を呈する事が多い。

1/ ：詳細は資料編G参照

新期堆積物としては、左右両サドル部には洪積層が、また、全ダムサイトには沖積層が崖錐および河床堆積物として分布している。これら新期堆積物は主として、砂礫、砂、シルト等からなり、その厚さは主ダムおよび右岸サドルで8～16 m、左岸サドルダムで5～8 mである。

(3) 各ダムサイトの地質

主ダムサイトの基盤は砂岩～砂質硅岩を主体とし、一部に頁岩が挾在されている。砂岩部は、弾性波速度約4.0km／sec、頁岩を挾在する部分は同3.0～3.3km／sec を有し、非常に硬い岩質であることを示している。しかし透水係数は一般的には2～8 Lugeon であるがかなりの部分で10 Lugeonを越え、さらに一部では100 Lugeon を越す箇所もある。なお左右両アバットメント直下には断層と考えられる大規模な低速度帯が存在している。

河床堆積は全般に厚く、一部では（旧河道）約20 mにも達する。河床堆積物は地表部に若干のシルトあるいは粘土分を含むものの全般に砂を主体とし、中～下部に厚い砂礫層を有する。

左岸サドルダムの基礎は粘板岩および粘板岩・砂岩の互層が主体となり、一部に砂岩の単層を挾在している。

当サドルには、おびただしい数の断層群からなる複合断層が分布し、これに沿った熱水変質作用によって全般に基礎岩盤は軟弱化している。この複合断層は巨視的にはほぼ地形に沿ったN35°～50° Wと考えられる。弾性波探査の結果からは、個々の岩層の弾性波速度、3.2～3.5km／secと良好な値が得られているが、同時にまた10帯もの低速度帯も検出されており、これと調査ボーリング、あるいは地耐力テスト等の結果を総合すると、全体的に基盤岩は極端に擾乱された状態にあると言えよう。このことは透水試験の結果からもうかがえる。当サイトの基盤岩は、0.1 Lugeonから200 Lugeonと極めて幅広い透水係数を有している。このうち特に1 Lugeon以下の低い透水係数を有する部分（断層粘土あるいは極端な破砕帯と考えられる）は同時にまた極めて低い限界圧力（2.0～5.0km／cm²）しか有せず、ダム基盤としては危険な状態にある。すなわち大規模なダムを築造した場合、これらの部分は貯水水頭よりも限界圧力の方が小さいという状態を招きかねない。

右岸サドルの基盤は、大部分を砂岩が占めるが、右岸部には若干の頁岩、粘板岩を挾在している。基盤岩の弾性波速度は、3.5～4.1km／secと極めて良好な岩質を示している。しかし、河床部右岸寄りの約200m間には大小4本の低速度帯が集中しており、この部分には左岸サドルダムと同様の複合断層が走っていると考えられる。

河床堆積物は全般に薄く7～8 mであるが、前述した右岸寄りの一部だけは極めて厚く、15 mにも達する。なお、左岸部は河床堆積物こそ薄いものの、弾性波速度2.0km／sec程度の風化岩帯がかなり厚く、このためもあって全般的に基盤岩の透水係数は高い（10～50 Lugeon、一部100 Lugeon）。

b）築堤材料[1/]

(1) 材料採取候補地

これまで調査された地区は図4－19に示すとおりである。

材料調査は、今後とも継続して実施されるべきである。調査地区の優先順位は貯水池敷内、第2はダムサイト下流5㎞範囲内、第3は5～20㎞の範囲内である。

今回の現地踏査で新たに次の地区を追加している。このほかに、堤体および洪水吐の掘削から発生する材料を積極的に利用する計画が望ましい。

土 取 場

- ○ №16＝Borrow Area の下流地区……（R.I.Dで調査中）
- ○ №10＝Borrow Area の下流地区……Access road沿丘陵地
- ○ Ban Pa Sak Ngan……予備土取場候補地

原 石 山

- ○ Main Dam左岸側上流
- ○ Right Saddle Dam上流の山
- ○ Left Saddle Dam左岸上流の山
- ○ Riprap用の原石山……Road 1019沿

Ban Pa Sak Ngan、Ban Kat Khi Lek etc.

(2) 材料の種類

メイクワンダムサイトにおいて、築堤材料は透水性材料と遮水材約の2種類に大別できる。

透水性材料は粗粒材で、原石山からの岩石、砕石、河床部からの砂礫、付帯構造物からの掘削ずり等である。これらは力学的安定性および排水性を分担する。

遮水材料は、シルトおよび粘土分の多い細粒土ならびに礫分を含んだ土質材料で、主に土取場から採取される。

土質材料

土質材料は砂岩、頁岩、粘板岩およびラテライトの風化したものである。これらは、シルト、粘土分に富み、含水比は最適含水比より乾燥側にある。色は灰白色、黄褐色、赤褐色等種々ある。

遮水材としては、堤高に応じて、次の統一分類によるグループが適している。番号は優先順位を示す。

Ⅰ：GM、GC　Ⅱ：SC、SM　Ⅲ：CL、ML　Ⅳ：CH、MH

一般に、RIDではコア材として堤高に関係なく「SC」と「CL」が好まれて使用され、ほかは対象となっていない。

1/ ：詳細は資料編H参照。

土質材料の不足対策の面から、コア材の選択基準を次のように提案する。

- ○ 塑性指数　　IP（＝WL－WP）：（6）* 10％以上
- ○ 礫　分　　（粒径4.76㎜以上）：（65）* 50％以下
- ○ シルト・粘土分（粒径0.074㎜以下）：（10）* 15％以上
- ○ 透水係数　　k　cm／sec　：　3×10^{-5}以下

注：○ 基準値は日本のダムの例に基づく。
　　○ ＊印の数字は限界値を示す。

フィルター材料

フィルター材はMae Kuang川沿に分布する河床砂礫が主体となる。このほかに原石山から採取される砕石が対象となる。

これらは、またコンクリート骨材としても適した材料である。

ロック材料

ロック材料には砂岩を主体に、頁岩、粘板岩および石灰岩が対象となる。

ロック材料は透水性材および半透水性材として使用される。

大塊ロックは斜面側に、細粒ロックは半透水性ゾーンとしてゾーニングに際し適用できる。

新鮮な石灰岩・砂岩は透水ゾーンに、また、リップラップとして最適である。

風化砂岩、頁岩および粘板岩は、施工中、あるいは気象変化によって細粒化しやすいと推定できる。

このような軟岩や材質が多様に変化する材料は半透水性ゾーンまたはランダムロックゾーンとして使用するのもよい。

特に頁岩や粘板岩は、十分に転圧して使用する等注意して使用すべきである。

(3) 材質と賦存量

材料の質と利用可能量の推定に関する材料調査は、今後とも継続してなされるべきである。

利用可能量は設計必要量の1.5ないし2.0倍は確保しておかねばならないだろう。

土質材料

各土取場における材料の埋蔵量は、表4－15に示すとおりである。

土質材料は下流土取場の用地取得難、およびSC・CL材だけの利用では、将来土量の不足は避けられない。

この対策として次の方法が考えられる。

- ○ SC・CL以外の材料を使用する。

  材料の均質化と改良を目的として混合して採取する方法、また、ストックパイルを設ける方法とがある。

- ○ ロック材料を使用し、土質材料の使用量を少くするダムタイプを選定する。

ロック材料

ロックの埋蔵量は、これらから調査がなされるが、貯水池を形成している岩石は、砂岩を主体としていることが地質踏査の結果判っている。このため量的な心配は要らない。

貯水池内で原石山を選定する場合、次の利点がある。

- ○ 土質材料の不足を補える。
- ○ 貯水池容量の増になる。
- ○ ダムサイトの近くから採取できる。
- ○ 砂岩・頁岩等が対象のため、掘削には火薬の使用が少くてすむだろう。
- ○ 材料の剪断強度が大きいため、ダムの勾配を急にでき堤体積が少なくてすむ。

(4) 材料試験

材料試験はこれまで次の関係機関で実施され、報告されている。

- ○ RID ：Research & Laboratory Sect. January, 1979
  Report of Soil test (MEMO 209／2521)
- ○ RID ：Technical Division, 1980
  Report of Soil test (MEMO 175／2522)
- ○ RID ：Field Laboratory, January, 1978 to October, 1980.
  Report on Earth Work Control of Left Saddle Dam
- ○ JICA：(Contracted by K.E.C.) ;May, 1981
  Factual Report on Soil Engineering Properties of Embankment Materials
- ○ RID ：Research & Laboratory Sect., September, 1981
  Report of Soil test (MEMO 145／2524)
  Report of Physical Properties of Pervious Materials (RocK) (LB. № M－394 CA)

試験結果の詳細は、表4－16および図4－20に示す。

(5) 築堤材料に関する調査結果と勧告

i) シルトおよび粘土分を50％以上含む土質材料は乾燥側での転圧によりクラックを生じやすい。

ii) 最適含水比より乾燥側にある固結した土質材料は入念に転圧し細粒化される必要がある。そうでない場、スレーキングのあと多大な沈下を生ずる。

iii) 風化された砂岩、頁岩、粘板岩すなわち軟岩はランダムゾーンとして慎重に使用されるべきである。これらの材質は施工中および後に変化すると考えられる。

iv) コアおよびランダムゾーン材料としてGM、GC、SC、SM、ML、CH、MHが利用可能である。

V) 自然状態のほとんどの遮水材は散水により含水比を上げる必要がある。

VI) 築堤材料の準備は必要量の倍を必要とする。

VII) リップラップ用の原石山は、現地踏査を実施しダムサイト近くに選定する。

VIII) 次のことを明確にするため、材料試験を継続して行う。

含水比・密度・礫混入度　対　透水係数・剪断強度・沈下量

IX) 左岸サドルダム建設中に盛土試験を実施し、つぎの関係を明確化する。

- ○ 礫混入率～密度～含水比～現場透水試験
- ○ まき出し厚さ一定条件下で、転圧回数と密度との関係把握
- ○ 頁岩、粘板岩等に対して、転圧前と後の粒度曲線の把握
- ○ 転圧機種はモータースクレーパー、ブルドーザー、ダンプトラックを中心に、ほか、振動ローラー、タンパー等を使用する。

X) 原石山の発破試験および地質調査。

XI) 堤体敷部の材料試験。

c) ダムおよび付帯工のレイアウト

表3－15からもわかるように、メイクワンダムの主要構造物は7構造物である。

- ・ レフトサドルダム　高さ 52 m、長さ 650 m、体積 2,258,000 m³
- ・ メインダム　〃 77 m、〃 645 m、〃 5,576,000 m³
- ・ ライトサドルダム　〃 41 m、〃 655 m、〃 1,439,000 m³
- ・ 左岸幹線放流工　Qmax＝ 9.14 m³/s、φ 3.0 m×L 300 m
- ・ 源川放流工　〃 6.29 m³/s、φ 2.2 m×L 300 m
- ・ 右岸幹線放流工　〃 1.30 m³/s、φ 1.0 m×L 245 m
- ・ 洪水吐　〃 1,452 m³/s、堰長 150 m

これらの構造物の位置（標高）関係を示すと図4－21のようになる。

(1) 堤体の設計

堤体のサイズ

前述4.2.5 b）のように本ダムの総貯水容量は325 MCMである。図4－5に示されるようにこの貯水量は、常時満水位（Retention Water Level）としてEL 390.0 mを与える。この標高にさらに、洪水吐の設計越流水頭Hd（Overflow Water head on Spillway）と堤頂付加高Fb（Firee board for dam-top）とを加えたものが所要のダム天端高となる。

RIDによれば、[1/] Hd＝2.80 mが適当である旨報告されており、さらに設計においてはFb=2.20 mすなわち計5 mとしてダム高を決定し、レフトサドルダムを着工している。

Hdの値は後述4.4.1 C）(3)のように2.80 mと決定する。Fbの値は、予想される波浪の高さ

1/ RIDリポート：Hydrology Division, 1977年11月

がせいぜい約1.3 m（Fetch ≒ 6 km、強風、捨石斜面1：3.0）であること。洪水吐はゲートレスで自由越流であること。地震がほとんどないこと。タイ国間の多くのフィルダムの付加高が2.0～2.5 m以下であること（最高のシーナカリンダムH＝140 mでもFb＝2.7 m）等の理由によりこれもRID原設計通り2.2 mと決定する。

したがって、メイクワンダムのダム天端標高は常時満水位EL 390.00 mにHd＋Fbの5.00 mを加えてEL 395.00 mとなる。（日本の構造令から見るとこれでもやや不足する。）

堤体のゾーニングと斜面勾配

今回の調査中に開催されたRID側との討議においてダムタイプとしては、3ダムともZoned Type Earth Damと呼称することで合意されている。ただし築堤材料の面からみると、レフトサドルおよびライトサドルダムは大半が土質材料で盛立てられるので均一型のダムに近い。一方メインダムは約80 mの高さにもなるので、不透水性ゾーンと半透水および透水ゾーンからなるアースアンドロックフィルタイプで計画する。

ダム天端幅はメインダムおよびすでに着工ずみのレフトサドルについてはRID原案通り10 mとし、ライトサドルダムについては高さなどから考えてこれを8 mに修正した。

斜面勾配は、レフトサドルおよびライトサドルダムについて、上流側1：3.0、下流側1：2.5とする。これはRIDの原案と等しく、また第1次調査国内作業において安定計算を実施ずみのものである。

メインダムの斜面勾配は、表層にロックゾーンが配置されるので、上流側1：2.7、下流側1：2.2とする。この値はロック材の内部摩擦角の正接（tan φ）を0.7～0.75程度期待し、地震力係数をK＝0.1見込んだ場合の必要勾配である。（安定解析：資料編G参照）

添付の標準断面図にみるごとく、3ダムともにコアトレンチの幅がRID原案よりも大きくなっている。しかもトレンチの敷高は堅硬な基礎地盤を求めて原案よりも低くなっている。これらはいずれも最近のダム欠壊の主要原因の1つであるところのコアトレンチについて十分な配慮をした結果である。（資料編C参照）

以上3つのダムの標準設計は巻末に添付した図面No. 001、002、004、005、および007に示す。

(2) 基礎処理

当ダムサイトにおける基礎処理としては基本的に以下に挙げる3項目が必要であろう。

(i) 表土、風化岩等の軟弱層を剝取り、コアと岩盤とを密着させるための基礎掘削。

(ii) ダム基盤をとおしての漏水を防止し、ダムの安定性を高めるためのカーテングラウト工および、その補助としてのブランケットグラウト工。

(iii) ダム軸を横断する断層、破砕帯を処理する断層処理工。

なお、左岸サドルダムおよび右岸サドルダムの一部では上記3項目のほかに、さらに

(iv) 岩盤上部を均一化し、また透水係数、支持力等を向上させるためのコンソリデーショングラウト

工および

(V) 堤体への揚圧力を軽減し、さらに堤体基礎、あるいはコアと岩盤との接触部からの漏水を監視するためのリリーフウェルとが必要になる。

基礎掘削はコアトレンチ方式とし、その掘削深度は原則として、弾性波探査結果から、第Ⅲ速度層（弾性波速度約2.0～2.2km／sec）上面を目途とする。この結果、主ダムでは河床部において、平均13～15m、一部では約20mの掘削が必要となる。左岸サドルダムでは12～13m（このうち一部はすでに掘削されている)、同じく右岸サドルダムでは7～10m、最大約16mの基礎掘削が必要となるであろう。なお各ダムサイトとも堤敷すべてについて1～3mの表土剝ぎが必要である。

カーテングラフトは原則として3列、ブランケットグラフトはその両側に各々2列ずつとする。なお左岸サドルダムと右岸サドルダムの一部はその地質状況からさらに密なカーテングラウトの施工が必要である。グラウトカーテンの深度は基本的にはシモンズ（Simond's）の式"D＝1／3H＋C"から、定数Cを同じく1／3Hmaxとし、最大深度2／3H、最小深度は主ダム20m、サドルダムでは、15m程度が必要となろう。カーテングラウトの補助孔としてのブランケットグラウト孔は、それぞれのカーテングラウトの深度に見合わせて最大15m、最小5m程度が必要となる。

断層処理は一般的には掘削置換および断層処理グラウトという工法がとられるが、非常にコストの高いものとなるため、各々の断層の規模・性状をさらに良く把握し個々に対処法を検討すべきである。左岸サドルダムについては断層の数が多すぎるため、個々の断層処理というよりは全体的に基盤岩を改良するコンソリデーショングラウト工法をとるべきだと考える。なお、右岸サドルダムの一部にもこの考えはあてはまるであろう。

リリーフウェルは堤体下流法尻付近に、仕上り径4～5インチ、深度20m程度の井戸を30～50m間隔で設置し、常時、水位および水質を監視する体制をとるべきである。

以上のほか基礎掘削量の非常に大きくなる主ダムあるいは右岸サドルダムについては今後代替案として前面コア、池敷ブランケット工法の検討も必要かと考える。

各ダムの基礎処理は巻末に添付した図面№003、006、008に示す。

(3) 洪水吐の設計

洪水吐のサイズ

本ダムの洪水吐では、前述3.2.2で示された1,968m³／s をピークとする可能最大洪水量（Probable Maximum Flood)を無操作貯留した場合の最大越流量をもって、その設計洪水量とする。この流量は堰の長さと関数関係にあるから、2～3の堰長について洪水収支を行った。その結果を下表および図－22に示す。

これより、設計越流水頭をR1D原案のとおりHd＝2.80mと決定する。この時の堰長は150m、設計洪水量Qd＝1,452m³／sである。

セキ長 (m)	最大越流量 (m³/s)	最大水頭 (m)	最大貯水位 (EL)	最大貯水容量 (MCM)
50	948	4.35	394.35	386.3
100	1.272	3.32	393.32	371.3
150	1,452	2.77 ≒ 2.80	392.77	363.4 (採用案)
200	1,576	2.41	392.41	358.3
140	1,419	2.86	392.86	364.6
160	1,482	2.69	392.69	362.3

洪水吐のタイプおよび線形

本洪水吐の位置はRID原案のとおりメインダムの右岸アバットメント付近とし、これよりメイクワン頭首工の方向へ一直線に放流するものとする。洪水吐タイプはフィルダムで最も多くみられるところの自由越流（ゲートなし）式シュートタイプ（図面№009参照）とし、シュート末端において、既設道路（全幅13m）の横断工を兼ねた水平エプロンを設ける。また、エプロン末端には仰角30°のフリップを付けて洪水をジャンプさせ、下流にプールを造成してこれに落下せしめ減勢工とする。

洪水吐の幅は、越流部が前述のように150m必要であるほかは、下流に行くに従って高速流になり、またこのような洪水越流が生起することはきわめてまれであると予想されるので、各種試算の結果、幅40mまで漸縮させるものとした。

この時の水面追跡結果は下表のとおりである。

洪水吐の流況（Qd＝1,452 m³／s）

地点	水路幅 (m)	敷高 (EL m)	水深 (m)	流速 (m/sec)
堰頂	150	390.00	2.12	4.56
堰直下	〃	387.74	1.10	8.78
上流エプロン端	130	387.63	1.45	7.69
急流部	60	361.50	1.08	22.3
下エプロン始点	40	339.00	1.30	27.9
下エプロン端	〃	〃	1.48	24.6
フリップ端	〃	341.50	1.55	23.4
ジャンプ最高点	—	—	EL348.8	—

洪水吐の標準設計を巻末図面№009に示す。

(4) 放流工の設計

左岸幹線放流工（レフトサドルキャナルアウトレット）

この放流工はＲＩＤの当初設計に従って現在施工中である。その諸元は次のようである。

流入口：スクリーン面積39 m²、方形ベルマウス末端円形

導流管：ø 3 m× 298 m（ベルマウス含、ゲート含まず）

放流口：寸法未定（ＲＩＤのダムでは高圧スルースゲートが多い）ゲート区間約9 m

当初計画によれば、最大取水量は25 m³／s（建設事務所の情報による）または33 m³/s（水路計画担当者の情報による）であったが、今回のスタディによりQmax = 9.14 m³／sに変更される。この流量からみるとø 3 mの導流管寸法は大きいと考えられるが、将来の発電事業への流用を考えて水頭損失を最小限におさえる意味から、有用な寸法であると言える。

放流口におけるゲートは非常用と制御用との２門が近接して設置される。このゲートの寸法によって本放流工の放流能力が変わる。２－３の寸法について試算した結果を下に示す。

ゲートの寸法	満管流の場合の放流量算式	9.14m³/s取水に必要な貯水位
口2.0 m×２０m	$Q = 12.7 \times \sqrt{H}$ 1/	（EL353 ± m） 2/
口1.5 m× 1.5 m	$Q = 7.9 \times \sqrt{H}$	（EL354 ± m） 2/
口1.0 m× 1.0 m	$Q = 3.5 \times \sqrt{H}$	EL358.3 m

注1/　Ｈは貯水位と放流水位（≒EL 351.5 m）との高差。
　　上表の数値はいずれもゲート全開時での概算結果である。
　2/　満管流になっていない（ゲート操作必要）。

この結果よりかんがい用放流のみを考慮した場合のゲート寸法は口1.5 m× 1.5 mで十分と考えられる。ただし発電が参加する時点では別途検討する必要がある。

源川放流工（リバーアウトレット）

この放流工は、今回のスタディにおいて提案され、タイ側の承知を得たものである。その設置理由は次のとおりである。

〔1〕 雨期の盛土休止期間中はともかく、少くとも乾期（12～3月）の工事最盛期にはメイクワン川本流を転流させて本堤の基礎処理工事および低位部盛土工事を安全かつ完全に施工させる。

〔2〕 ダム貯水のうち、死水位以下の水を放流する必要が生じる場合がある。本ダムで最も低位置に放流工を設置できるのはメインダムにおいてである。

〔3〕 将来、発電が参加する場合、より大きな水頭が得られるのはこの位置においてである。

本放流工のサイズは、次の２つの条件によって決定するものとした。

条件1.　乾期洪水量17 m³／s（20年確率）を４～５mの水頭で流下可能な導流管径とする。
　　（ゲートなし）

条件 2. 上記の導流管の下で、かんがい取水量 6.29 m³／sを 2 ～ 3 mの水頭で放流できるようなゲート寸法とする。

図4－23からわかるように上の2条件にほぼ合致するものとして、導流管径をφ 2.2 m、ゲート寸法を口 1.5 m× 1.5 mと決定する。

右岸幹線放流工（ライトサドルキャナルアウトレット）

この放流工は当初の計画放流量5.5 m³／ s に対して設計が完了しているが着工はされていない。今回のスタディにより流量が1.30 m³／s max・となったので、導流管径はφ 1.8 mからφ 1.0 mへゲート寸法は口 1.5 m× 1.5 mから口 1.0 m× 1.0 mへと変更する。

各ダムの放流工の標準設計と巻末に添付した図面№ 010 に示す。

表4－15　築堤材料調査結果

Table 4-15 Borrow Area Investigation

(Unit: cu.m)

Investigated Year	Borrow Area	CL	CL-SC	SC	ML	ML-CL	ML-SM	SM	SM-SP	SP	GP GM	Laterite With Clay	Laterite With Silt	Total (m^3)
1977 (2520)1/	No. 1	18,600			113,500			125,000			6,900			262,000
	2	-			-			-			-			-
	3	26,400			396,000			348,000			-			770,000
	4	1,400			154,000			69,000			-			224,900
	5	197,500			188,000			227,000			-			612,500
	Sub-total	245,900			851,500			767,500			6,900			1,869,800
1978 (2521)1/	No. 6	57,600	-	37,800	32,400	9,000	-	149,400	5,400	-	-	-	-	291,600
	7	85,800	-	6,600	77,000	11,000	37,400	99,000	-	19,800	-	13,200	15,400	365,200
	8	195,700	-	58,500	117,000	-	15,700	116,200	-	11,200	13,500	49,500	-	607,730
	9	966,000	28,000	168,000	938,000	-	70,000	546,000	-	28,000	-	392,000	196,000	3,332,000
	10	310,400	-	99,200	179,200	-	-	185,600	-		-	112,000	-	886,400
	11	255,000	-	110,000	97,500	-	-	185,000	-	-	-	-	-	647,500
	12	322,500	-	187,500	517,500		-	990,000	-	-	-	-	-	2,017,500
	13	79,800	-	190,200	100,800	-	-	604,800	-	-	-	-	-	975,600
	14	840,000	-	-	1,315,000		310,000	1,920,000	-	-	-		-	4,845,000
	15	63,000	-	109,500	120,000	-	-	246,000	-	-	-	-	-	538,500
	16	453,600	-	93,600	32,400	-	302,400	147,600	-	-	-	68,400	61,200	1,159,200
	17	43,200	-	16,800	8,000	-	33,600	23,200	-	26,400	-	16,800	17,600	185,600
	Sub-total	3,672,600	28,000	1,077,700	3,764,800	20,000	999,100	5,242,800	5,400	85,400	13,500	651,900	290,200	15,851,400

1/ Geotechnical Report, Borrow Area Investigation - MAI KUANG DAM -, Chiangmai, Thailand; Soil and Geology Division; March, 1979.

表4－16　築堤材料試験結果

Table 4-16 SUMMARY OF SOIL TESTS

PROJECT: MAE KUANG

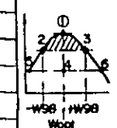
(Doi Saket, Chaign Mai, THAILAND)

SAMPLE NO.	UNIFIED SOIL CLASSIFICATION	GRAIN-SIZE ANALYSIS: GRAVEL 4760μm (%)	SAND 74μm (%)	SILT 5μm (%)	CLAY (%)	MAX. PARTICLE SIZE (mm)	CONSISTENCY: LIQUID LIMIT W_L (%)	PLASTIC LIMIT W_P (%)	PLASTICITY INDEX I_P	SPECIFIC GRAVITY OF SOIL G_s	FIELD MOISTURE CONTENT W_f (%)	COMPACTION TEST: METHOD ASTM STANDARD	OPTIMUM WATER CONTENT W_{opt} (%)	MAX. DRY UNIT WT γ_{dmax} (t/m³)	$(W_{opt}-W_f)$ (%)
(BAN PAN Borrow Area)															
BP-1	MH	1.6	39.2	18.2	41.0	9.52	55.60	33.13	22.47	2.655, 2.666, 2.668	14.18, 16.84, 16.48				
(Minus NO.4)										(2.660)	(15.81)				
							Shrinkage Limit: 26.25					Ⓐ	28.8	1.463	(+) 13.0
(Brown)												(R.D)* -A-	29.5*	1.460*	(+) 13.7*
BP-2	MH	Before Compaction 19.8	24.3	8.9	47.0	19.1				2.630, 2.654, 2.665					
(Minus 3/4")		After Compaction 12.9	28.2	11.9	47.0	12.7	—	—	—						
(Brown)										(2.650)					
												(R.D)* -C-	22.0*	1.680*	(+) 6.2*
BP-3															
(2.5~3.0m)	(MH)	—	—	—	—	—	—	—	—	2.81	29.7	Ⓐ	26.5	1.502	(−) 3.2
(Brown)															
												(S.G.)* -A-	28.5*	1.465*	(−) 1.2*
(Huai Hak Borrow Area)															
HH-1		3.4	2.4	1.4	2.8	12.7	37.00	20.61	16.39	2.632, 2.610, 2.626	3.97, 3.85, 3.89				
(Brown)	SC						Shrinkage Limit: 26.20			(2.623)	(3.90)				
from pit AD-3												(R.D)* -A-	11.8	1.965	(+) 7.9
HH-2							44.00	23.00	21.00	2.628, 2.618, 2.630	9.75, 9.90, 9.44				
	SC	7	32	15	46	9.5	Shrinkage Limit: 25.64			(2.626)	(9.69)				
(Grey)															
from pit AD-4												(R.D)* -A-	16.2*	1.790*	(+) 6.5*
HH-3															
(0.5~1.5m)	SM	35	47	11	7	38.1	—	Non Plastic	—	2.67	14.3	Ⓐ	11.0	1.998	(−) 3.3
(Brown)															
from pit AD-3												(S.G.)* -A-	12.7*	1.930*	(−) 1.6*
HH-4															
(3.0~4.0m)	CH	5	36	23	36	19.1	57	28	29	2.69	17.3	Ⓐ	19.6	1.652	(+) 2.3
(Grey)															
from pit AD-4															
Pervions Materials											Absorption*				
SS-1	SP	0	88.9	(11.1)	4.76					2.59	—				
(Fine Sand)															
SS-2	SP	13.5	8.6	(5.9)	9.5					2.585	—				
(Medium Sand)															
SS-3 (Gravel)	GP	—	—	—	—	—				2.70	0.48*				
R-1 (Rock)	GP									2.71	0.45*				
R-2 (Rock)	GP									2.70	0.47*				

SAMPLE NO.	SPECIMEN CONDITIONS: O-VALUE γ_d/γ_{dmax} (%)	DENSITY DRY γ_d (t/m³)	DENSITY WET γ_t (t/m³)	WATER CONTENT W (%)	VOID RATO e_0	DEGREE OF SATURAT. Sr (%)	PERMEABILITY TEST: METHOD	COEFFICIENT OF PERMEABILITY K (cm/s)	CONSOLIDATION TEST: PRECON. SOIL STRESS P_c (t/m²)	COMPRESSION INDEX Cc	COEF. OF CONSOLI. C_v (cm²/s)	Δe / $\frac{\Delta e}{1+e_0}$ at 12 kg/cm² S (%)	DIRECT-SHEAR TEST: COHESION C (t/m²)	FRICTION ANGLE φ (degree)	TRIAXIAL-UU-TEST: COHESION Cu (t/m²)	FRICTION ANGLE φu (deg)	TRIAXIAL-CU-TEST: COHESION Ccu (t/m²)	FRICTION ANGLE φcu (deg)	UNCONFINED COMPRESSION TEST: q_{ult} (t/m²)	E_{50} (t/m²)
(BAN PAN Borrow Area)																				
BP-1	① 100	1.463	1.884	(Wopt) 28.8	0.818	93.6	Falling Head	2.1x10⁻⁶	(w/γd γt) 20.0% / 1.851	0.04		10.3	(w/γd γt) 5.0 (28.46%/1.466/1.883)	19.0	1.8* (Saturated Sample)	0*	7.0	18.8°		
(Minus NO.4)	② −98	1.433	1.803	(−W98) 25.8	0.856	80.1	〃	2.1x10⁻⁶	28.1% / 1.800	0.07		8.8								
	③ +98	〃	1.887	(+W98) 31.7	〃	98.5	〃	1.2x10⁻⁷	30.9% / 1.869	0.04		7.4								
	④ +95	1.389	1.789	(Wopt) 28.8	0.915	83.7	—	—												
(Brown)	⑤ −95	〃	1.725	(−W98) 24.2	〃	70.4	Fall	1.2x10⁻⁶												
	⑥ +95	〃	1.858	(+W98) 33.8	〃	98.3	〃	2.9x10⁻⁷	32.7% / 1.843	0.08		10.9	4.0 (28.48%/1.932/1.787)	20°	1.4* (Saturated Sample)	0*	2.8	22°		
BP-2																				
(Minus 3/4")	① 100	1.523	1.935	(Wopt) 27.1	0.740	97.0	Fall	4.1x10⁻⁷												
	② −98	1.492	1.853	(−W98) 24.2	0.776	82.6	〃	1.1x10⁻⁷												
(Brown)	③ +98	〃	1.921	(+W98) 28.8	〃	98.3	〃	2.9x10⁻⁷												
BP-3																				
(2.5~3.0m)	① 100	1.502	1.900	26.5	0.871	85.5	Fall	2.0x10⁻⁷		0.11		10.7	2.0	26°	6.2	14°	2.5	24°		
	② −98	1.472	1.805	22.6	0.908	70.0	〃	2.3x10⁻⁷		0.21		13.0	1.5	23°	6.0	22.5°				
(Brown)	③ +98	〃	1.912	29.9	〃	92.4	〃	2.0x10⁻⁷		0.13		9.9	2.9	24.5°	6.0	14.5°				
	④ +95	1.427	1.805	26.5	0.969	76.8	—	—							(Partial Satur Sample)					
(Huai Hak Borrow Area)																				
HH-1																				
(Brown)																				
from pit AD-3																				
HH-2																				
(Grey)																				
from pit AD-4																				
HH-3	① 100	1.998	2.218	11.0	0.336	87.5	Fall	1.8x10⁻⁷		0.05		7.4	0.5	42°	7.5	25.5°	5.1	28°		
(0.5~1.5m)	② −98	1.958	2.134	9.0	0.364	66.0	〃	1.6x10⁻⁶					2.0	31.5°	12.0	24°				
(Brown)	③ +98	〃	2.209	12.8	〃	94.0	〃	1.3x10⁻⁶		0.06		6.5	2.0	35°	7.5	17°				
	④ +95	1.898	2.107	11.0	0.407	72.2	—	—												
from pit AD-3																				
HH-4	① 100	1.652	1.976	19.6	0.628	83.9	Fall	2.0x10⁻⁷		0.11		8.6	4.4	24°	7.2	13.5°	4.2	22°		
(3.0~4.0m)	② −98	1.619	1.891	16.8	0.662	68.3	〃	1.0x10⁻⁶					1.2	26.5°	7.5	15°				
(Grey)	③ +98	〃	1.977	22.1	〃	89.7	〃	5.8x10⁻⁸		0.11		7.5	2.8	25.5°	6.3	11.5°				
	④ +95	1.569	1.877	19.6	0.714	73.8	—	—												
from pit AD-4																				
Pervions Materials																				
SS-1 (Fine Sand)							Const. Head	3.9x10⁻³												
SS-2 (Medium Sand)							Const. Head	4.6x10⁻³												
SS-3 (Gravel)																				
R-1 (Rock)																				
R-2 (Rock)																				

REMARKS

1) Mechanical Prop Testing Point



2) BP-1,2 & HH-1,2 sampled at March, 1981 and tested by KEC, May 1981.

3) BP-3 & HH-3,4 sampled at June, 1981 and tested by RID, Sept. 1981

4) BP-1,2,3 sampled from the same pit.

5) HH-1,3 sampled from the pit of AD-3 and HH-2,4 from the pit AD-4.

1) Filter materials of SS-1,2,3 sampled from Sand Stock Area.

2) R-1 & R-2 were lime stone

3) SS-1,2,3 & R-1,2 tested by KEC.

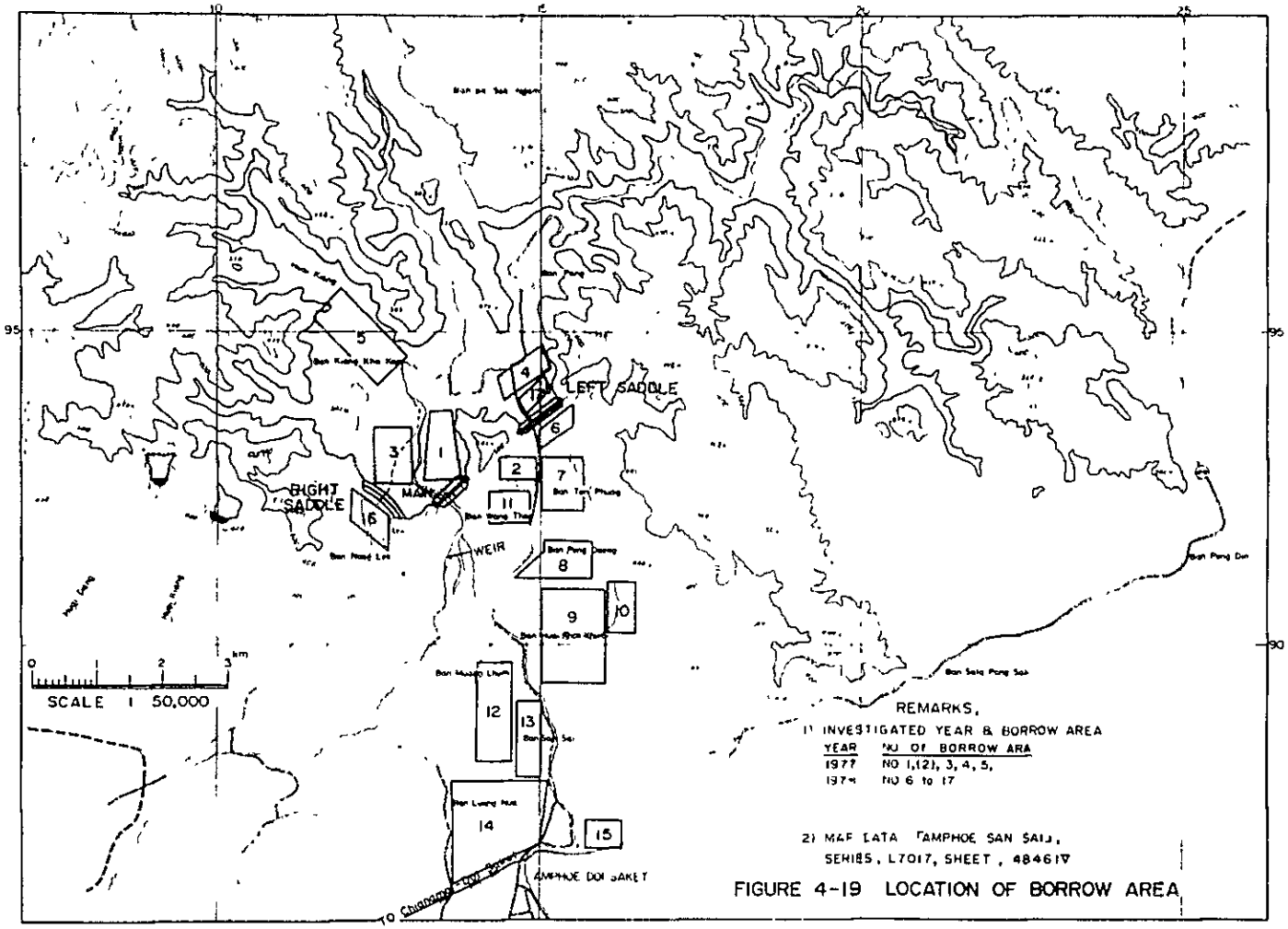
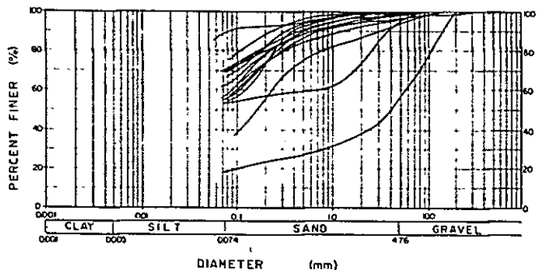
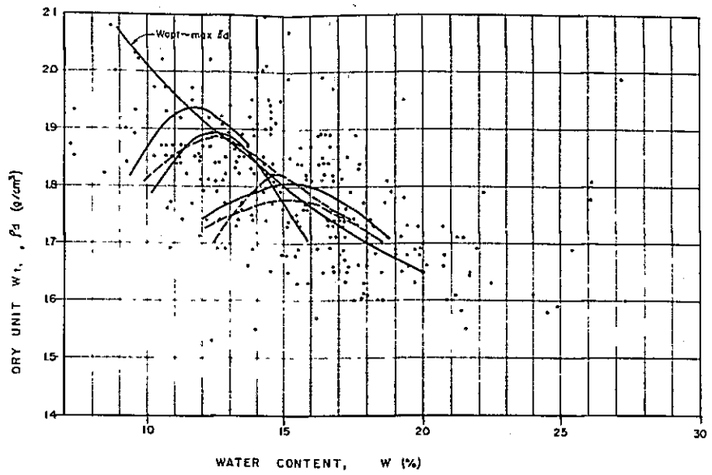


図４－１９　築堤材料採取候補地

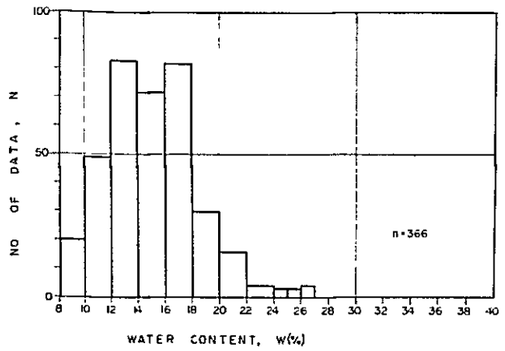
GRAIN-SIZE ANALYSIS



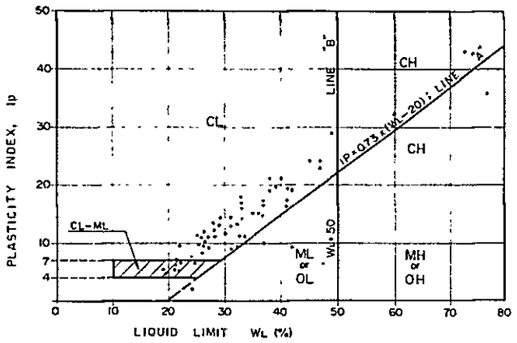
COMPACTION TEST & FILL-DENSITY



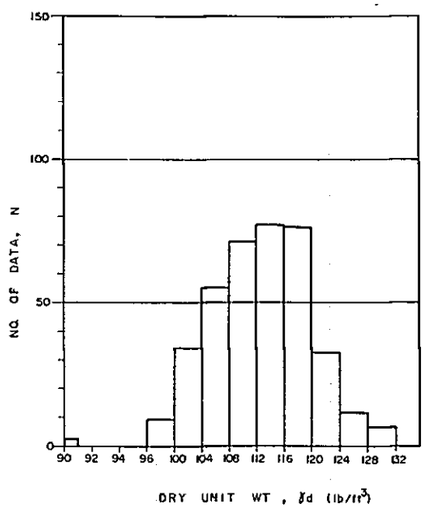
Wf ~ N



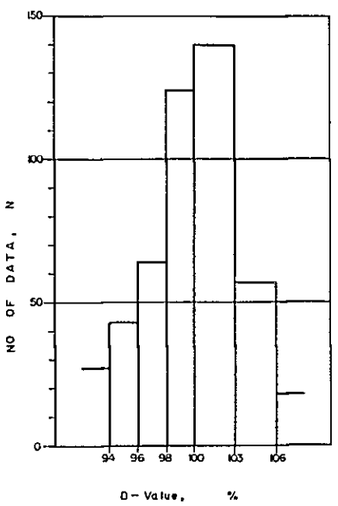
PLASTICITY CHART



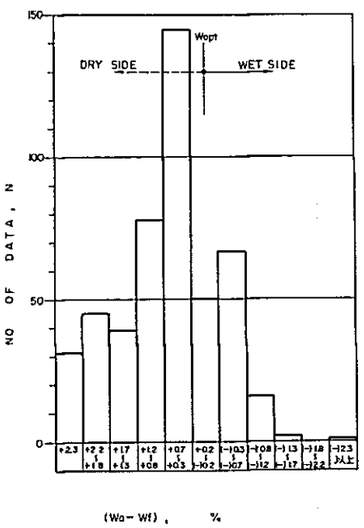
γd ~ N



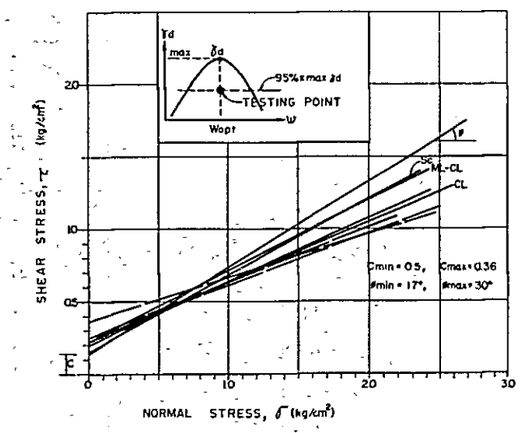
D-VALUE ~ N



(Wo − Wf) ~ N

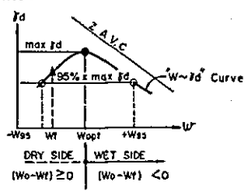


DIRECT-SHEAR TEST



REMARKS:

1)



2) $\rho d(t/m^3) = \gamma d\ (lb/ft^3) \times 0.01602$

3) $D\text{-}Value\ (\%) = \frac{\gamma d \times 100}{max.\ \gamma d}$

図 4 — 20　築堤材料試験結果

FIGURE 4-20　SUMMARY OF SOIL TEST

図 4 — 21　メイクワンダム主要構造物の標高関係

FIGURE 4 21 SITUATIONS OF MAIN STRUCTURES OF MAE KUANG DAM
(DOWNSTREAM VIEW)

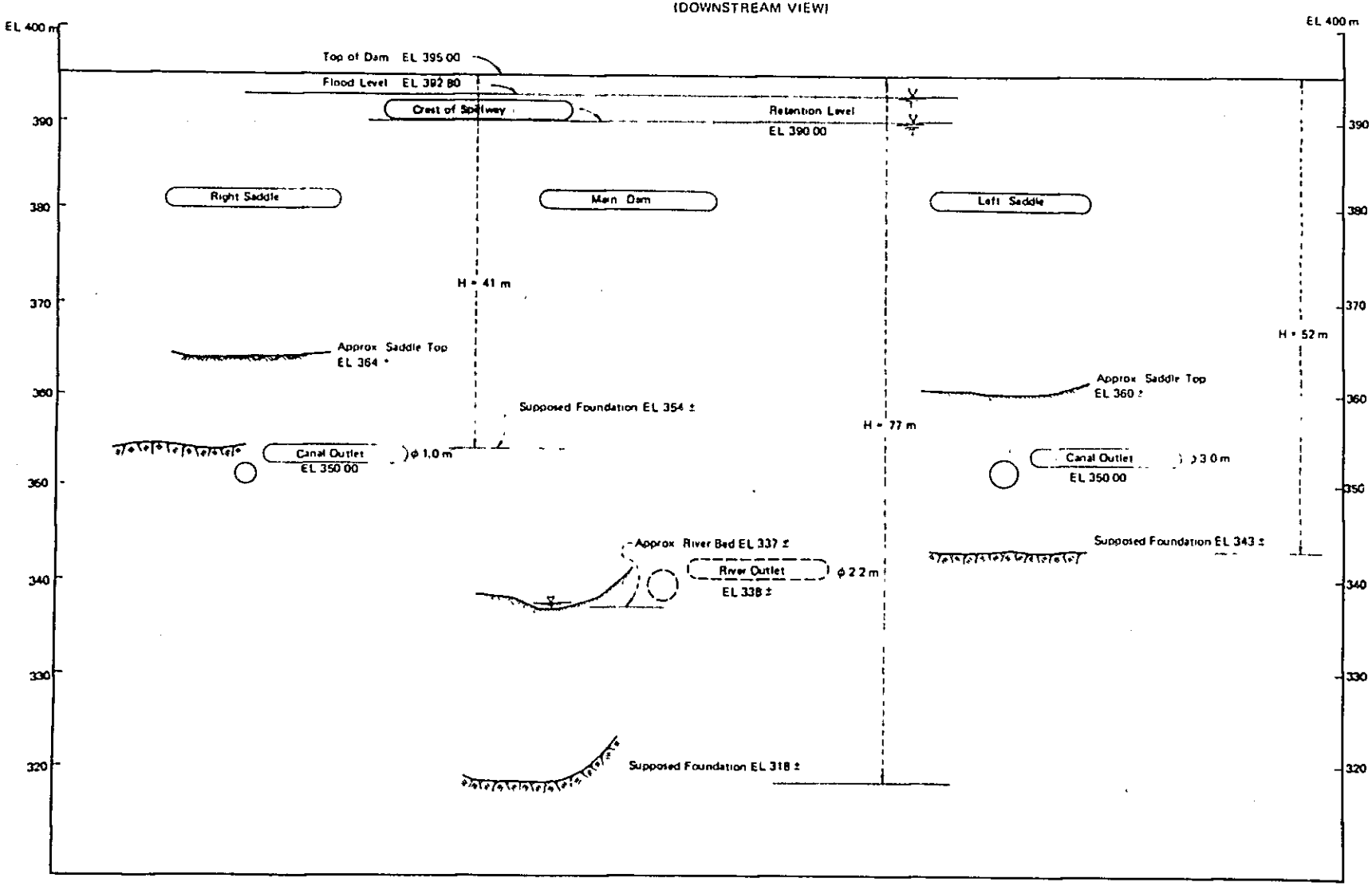


図 4 — 22　洪水吐の規模算定図

FIGURE 4 - 22　SIZING OF THE SPILLWAY

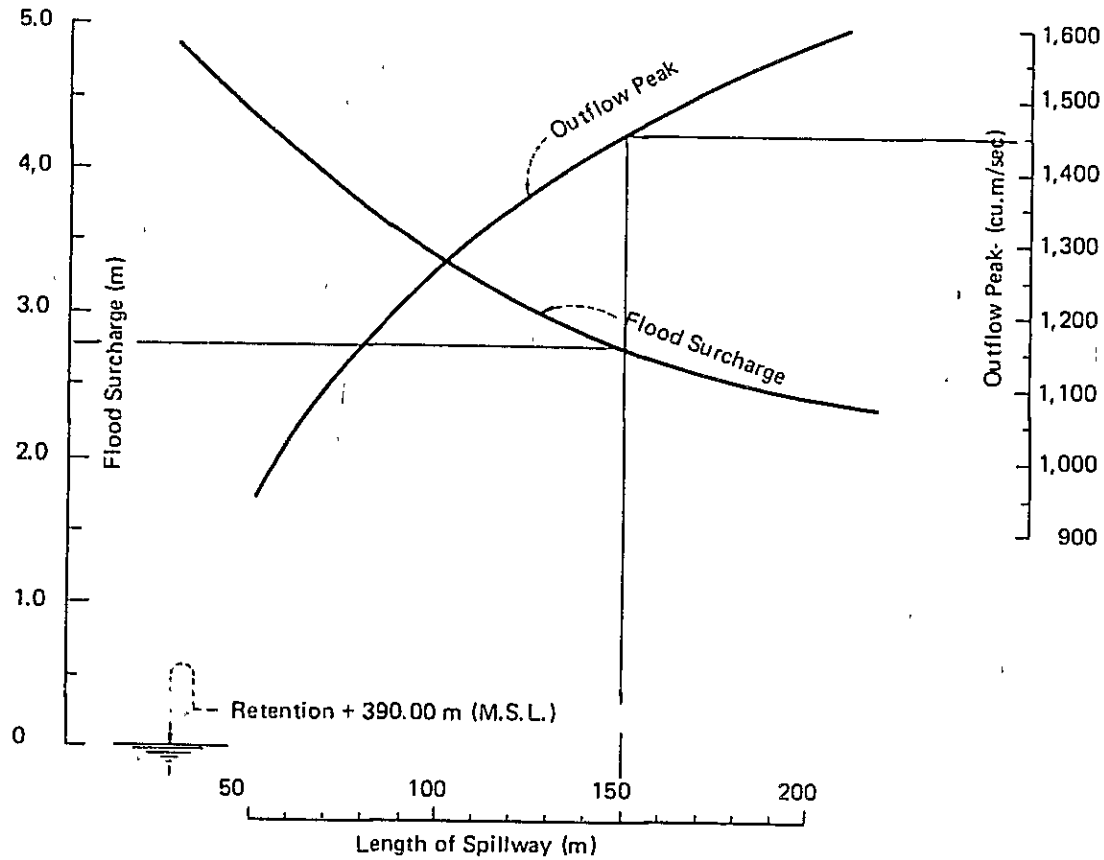
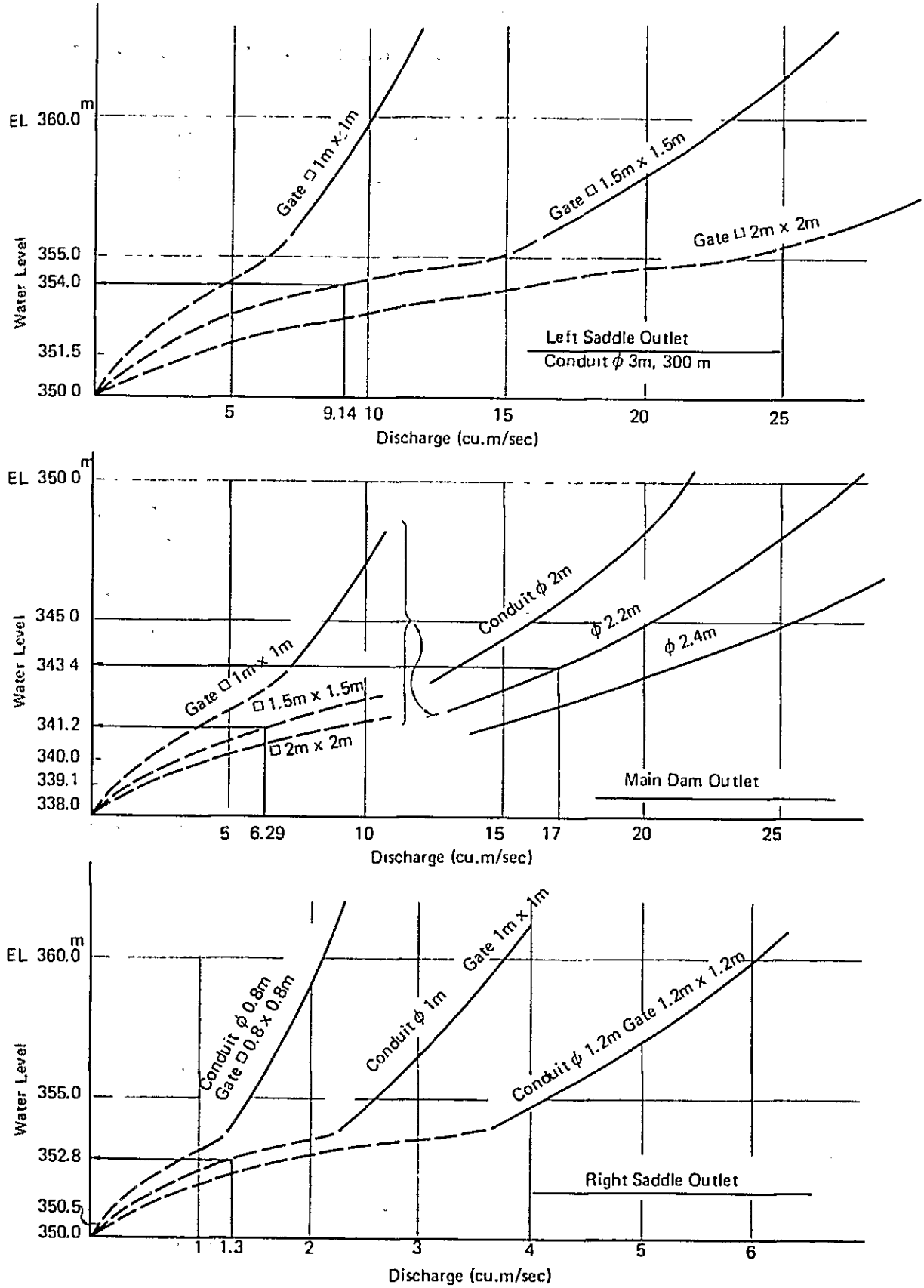


図 4 — 23　各ダムの放流工規模算定図

FIGURE 4-23　SIZING OF OUTLETS



4.4.2　用水路

a）計画用水系統

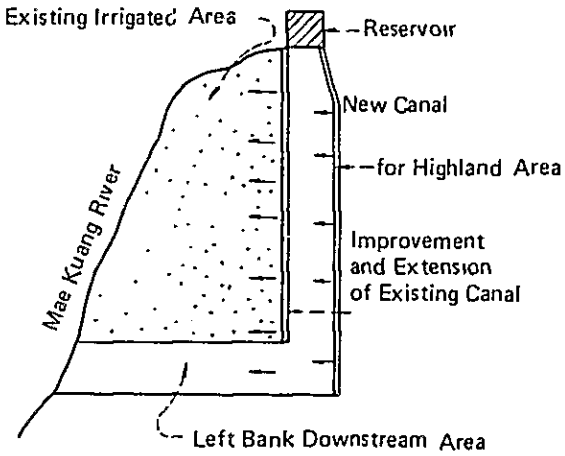
かんがい対象地域（総計 20,000 ha）は、既かんがい地域（7,000 ha）、右岸地域（2,200 ha）および左岸地域（10,800 ha）から構成されている。

このうち、右岸地域は地形的に独立しているため、Right Saddl Damより、Right Main Canal にて給水されるのが妥当である。

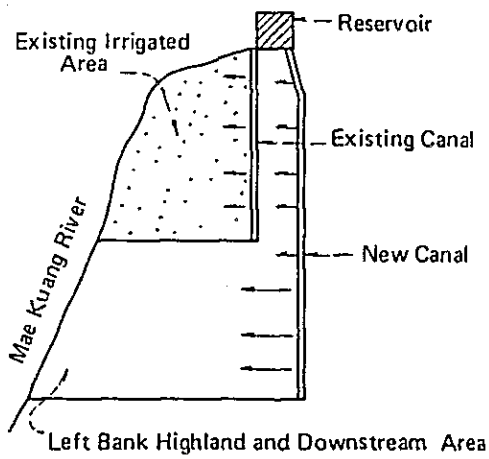
それに対して、左岸地域は既かんがい地域の外縁部に展開しているので、Mae Kuang River 左岸地域における適切な用水系統を決定するために比較検討を行った。比較検討された2案のうち、比較案Bは従来よりRIDが用意しているものである。

比較検討は次図に示す2案について行った。

Alternative Plan A



Alternative Plan B



比較検討の結果、比較案Bの方がより経済的な用水系統であることが判明した。両比較案の概略結果は次表に示すとおりである。

Description	Plan A	Plan B
Service Area		
Existing Canal	14,150 ha	7,000 ha
New Canal	3,650 ha	10,300 ha
Design Discharge		
Existing Canal	10.15 cu. m/sec	7.00 cu. m/sec
New Canal	3.65 cu. m/sec	10.80 cu. m/sec
Rough Cost Estimation	192,000,000 ฿	168,000,000 ฿

以上の結果に基づき、計画用水系統を図4－24のように決定する。また、計画用水路配置図を巻末に添付した図面№011に示す。

b）幹線用水路

計画地区全域をかんがいするため、3つの幹線用水路が計画された。3つの幹線用水路のうち、2路線は新設され、"右岸地区"および"左岸高位部および下流部地区"をかんがいする。残り1路線は部分的な改修を伴う既設水路利用で計画された。

幹線用水路

水路名	かんがい地区	備考
Left Main Canal	10,800 ha 左岸高位部および下流部地区	新設 L＝72 km
Right Main Canal	2,200 ha 右岸地区	新設 L＝15.4 km
Existing Canal	7,000 ha 既かんがい地区	既設利用 L＝60.55 km 既設水路 Pha Taek Canal ℓ＝27.75 km Muang Wah Canal ℓ＝4.00 km Koh Matan Canal ℓ＝28.80 km

(1) 路線の選定

路線の選定は現地踏査ならびに1／10,000地形図を基に以下に示す事項に留意しながら行った。

i）受益面積を広くとるために可能な限り水路水面高を高く確保すること。

ii）延長を短かくするために可能な限り直線な路線を選定すること。

iii）可能な限り土工の切盛量のバランスをとること。

(2) 水路形式と設計流量

新設幹線用水路の水路形式は路線中の土質が砂土あるいは砂質土であることから、許容流速・浸透防止等を考慮してコンクリートライニング形式を採用した。

また、各幹線水路の計画最大流量は、以下のとおりである。（図4－24参照）

左岸幹線水路：Q＝10.80 m³／sec

右岸幹線水路：Q＝ 1.54 m³／sec

既存幹線水路：Q＝ 7.00 m³／sec

(3) 水路断面と延長

新設幹線用水路の水路断面の検討は以下の基準に基づいた。

流量公式　：マンニング式（n＝0.014）1/

余裕高（F）：F＝0.20＋0.15 d 2/

d＝水深（m）

水路断面　：台形断面（法勾配1：1.5）

ライニング　：コンクリートライニング

水路勾配　：左岸幹線水路　1／8,000

右岸　〃　1／10,000

（巻末添付図面№012、№013参照）

以下に示すように左岸幹線水路は4タイプ、右岸幹線水路は1タイプについて水理計算を行った。

幹線用水路諸元概要

幹線用水路	タイプ	設計流量 (cu m／sec)	区間長 (km)
左岸幹線	1	10.800	34.9
	2	8.019	9.9
	3	5.758	10.4
	4	2.780	16.8
計			72.0
右岸幹線	1	1.540	15.4

注：計算の詳細は資料編G－2、表G 2－1に示されている。

(4) 既存幹線用水路

既存幹線用水路（Pha Teak Canal、Muang Wah Canal、Koh Matan Canal、およびMuang Poa Canal）は十分に維持管理がなされ、プロジェクト完成後にきびしい水管理が行なわれるようになれば、設計流量の通水能力は十分にある。

よって既存幹線用水路は、若干部分を除いて改修の必要はない。

左岸および右岸幹線用水路の計画縦断は巻末に添付した図面№012および014に示す。

1/ RID Vol. IV Recommended practice for the design of canal system part L。
2/ 同　上　part B。

c）支線用水路

(1) 路線の選定

支線水路の選定は、1／10,000地形図に基づいて、以下に述べる事項を考慮し検討を行った。

i）受益面積を広くとるため、水路標高をできるだけ高く確保すること。

ii）乾期の主要作物は大豆、落花生、とうもろこし等の畑作物である。これら畑作物へのかんがいは、各圃場へ給水する末端水路[1/]であり、支線水路の配置は末端水路の均等な配置が可能であること。

iii）支線水路はできるだけ直線とし、下流端にて、余水の放流のためほかの水路やクリーフに接続させる。

(2) 断面および延長

支線用水路の断面は次のように決定した。

項　　目	左岸地域	右岸地域
単位用水量	0.001 m³/s／ha	0.0007 m³/s／ha
断　　面	台形断面	台形断面
ライニング	コンクリートライニング（山腹部） アースライニング（平地部）	コンクリートライニング
水理公式	マンニング公式 n＝0.14または0.0225 [1/]	マンニング公式 n＝0.014
水路勾配	1／200～1／800	1／150～1／200

注：1/ RID Vol. IV Recommended practive for the design ef canal system part L

1/ ：末端水路の建設は本計画に含まれていないが、かんがい農業の効率的な実施のためには不可欠な施設であり、別の事業で本事業の実施と合わせ計画されるべきである。

新設支線用水路の延長は次のとおりである。

地　　域	支線水路数	総　延　長
左岸地域	28 1/	121.7 (km)
右岸地域	13 2/	24.9
合　　計	41	146.6

注：1/　派線8路線を含む。
　　2/　派線3　〃

d）付帯構造物

1) 頭首工

4 2.3節開発計画で述べられているように、メイクワン川から既存幹線用水路への取水には既設のメイクワン頭首工がそのまま利用される。

2) 分水施設

分水施設として、分水工（division works）と制水工（head－regulator）が幹線用水路に設置される。分水工は幹線用水路から支線用水路への分水を量水のうえ行う。制水工は分水工を正確に作動させるために幹線用水路の水位を一定に保つために設置される。

計画された量水施設付分水工の数は以下に示すとおりである。

水　路　名	分水工の数
Left Main Canal	71
Right Main Canal	27
Existing Canal	87
合　　計	185

3) サイフォン

主要河川横断地点にはサイフォン工を計画した。

水　路　名	サイフォン工の数
Left Main Canal	15
Right Main Canal	5
合　　計	20

4) 調整池

左岸幹線用水路の延長は約70 kmにも及ぶので、メイクワン貯水池からの放流水や東部山地部からの水の有効利用を図るために調整池を設けることが望ましい。しかしながら、今回の調査では、経済的な調整池適地は見い出せなかった。

5) 流出水取入口

小さな渓流を通って山地部から流下する流出水を集水するため、多くの流出水取入口が新設幹線用水路に設置される。流出水取入口は流出水を通過させる排水暗渠よりも経済的に優利である。また、その流出水を平常時にはかんがいのための水源の一部として期待できる。しかしながら、本計画では、この流出水の計画的利用は考えられていない。

6) その他の構造物

さらに、横断構造物（橋梁、カルバート等）についても考慮した。

4.4.3 排水路

a）計画排水系統

現在、メイクワン川の左岸地域においては、流出量の大部分はメイクワン川の支流にあたるメオン川（Mae On）、メティ川（Mae Thi）、メヤック川（Mae Yak）等を通して排水されている。

また、右岸地域では流出量の大部分はメファク水路（Mae Faek）に排水されている。（メファク水路はその最末端にてメイクワン川に合流している。）

経済性の観点から計画排水系統は可能な限り、現在の河川網を利用すべきである。

山腹部を走る幹線用水路の用排水機能を考慮しつつ計画排水系統をたてれば、図4－25のようになる。

b）幹線排水路

計画地区内の主要河川は幹線排水路として利用する。

各主要河川（資料編G－2、表G2－4参照）は小地域を除けば、洪水量を通水する能力がある。

また幹線用水路の全断面（資料編G－2、表G2－4参照）はその流域からの洪水量を含む異常流量を通水できるように設計されている。そして、洪水量は、最寄りの主要河川へ余水吐から放水される。

c）支線排水路

プロジェクトエリア内のクリークは支線排水路として利用する。また耕地内低位部を流れる小川は小排水路として利用する。

既かんが地区を除く地区では、原則として用水路と排水路は分離されるが、水の反覆利用を行うために、小排水路は末端にて支線用水路と接続することが望ましい。

d）付帯構造物

図4－25に示す20地点に安全に河川洪水量を流下させるために用水路のためのサイフォンを設

け、同地点に余水吐ならびに放水路を計画した。

河川やクリークの挟窄部（放流部やカルバート等）は氾濫被害を受けることなく洪水を十分通水できるように改修すべきである。

4.4.4 道　路

a）道路配置計画

チェンマイから計画地区へはドイサケット（Doi Saket）およびサンカンペン(San Kamphaeng)とを結ぶ舗装県道があり、雨期であっても支障なく機能する。しかしながら、計画地区内の道路網は密度において不十分である。特に既かんがい地区を除く地区内で、不十分である。

そのため、水管理や農作業をより容易にするために農道を用水路沿いに設け、村落相互間、農道間、既設道路間を接続する。

新設農道の延長は次に示すとおりである。

地　域	延　長
左岸高位部および下流部地区	193.7 (km)
右岸地区	40.3
合　計	234.0

b）道路の標準断面

農道の標準断面は図4－26に示すとおりである。

図４－24　計画かんがい用水系統模式図

FIGURE 4-24 DIAGRAM OF PROPOSED IRRIGATION NETWORK AND DISCHARGE

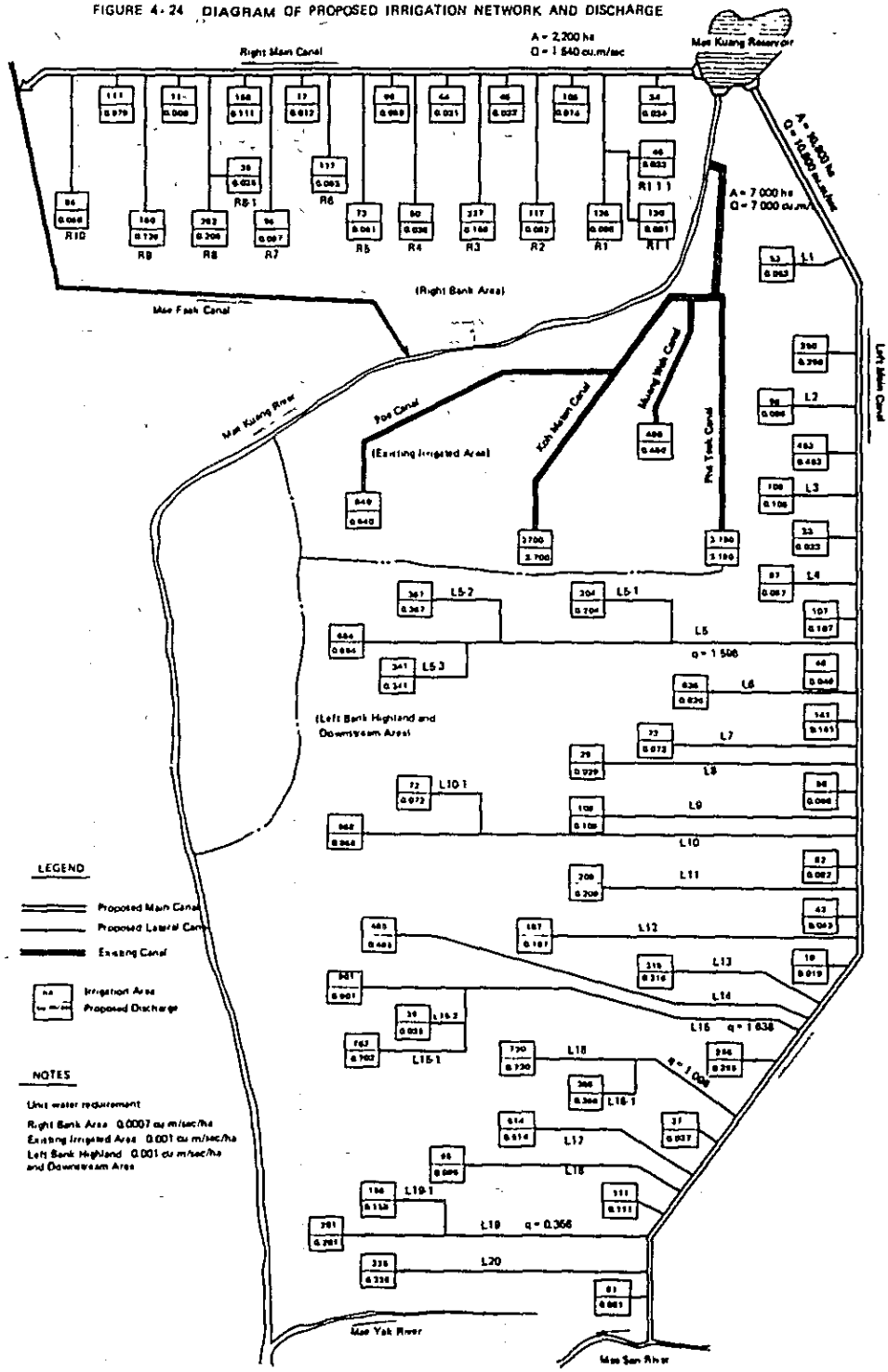
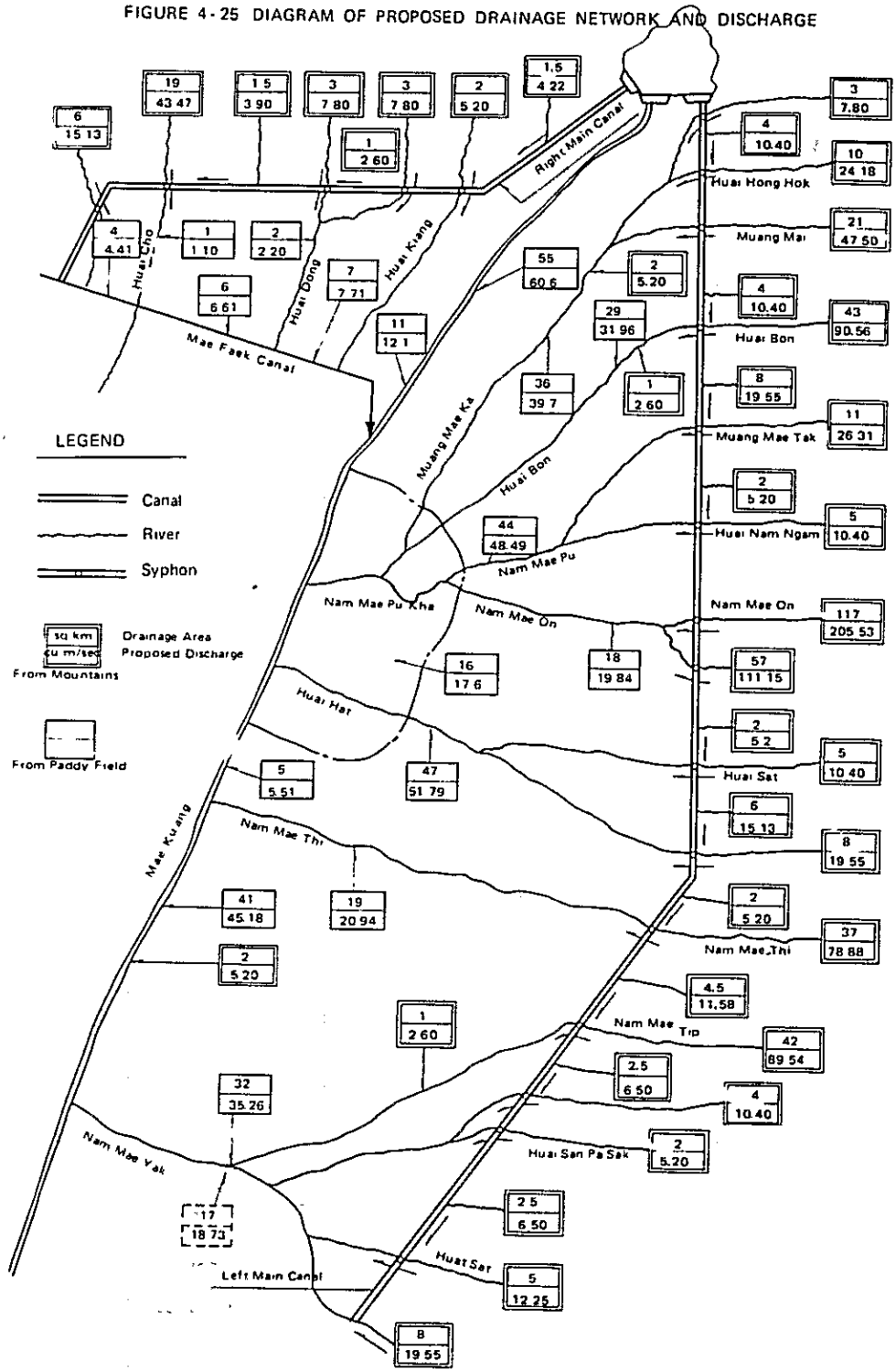
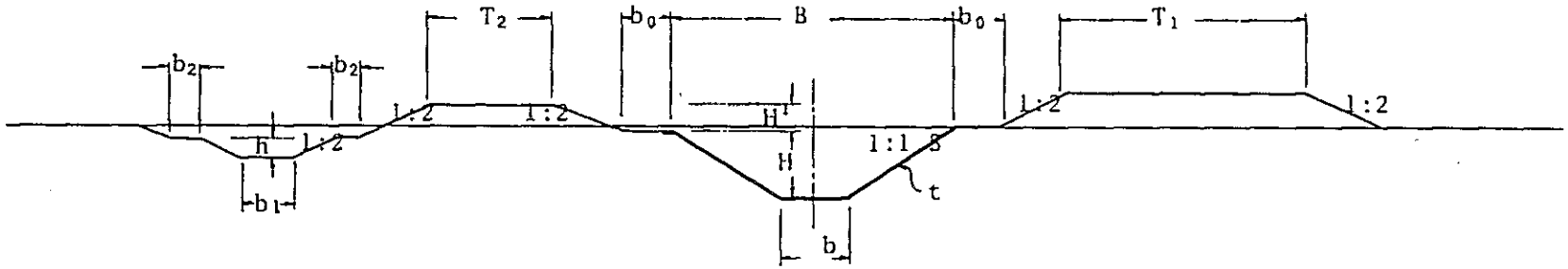


図4－25　計画排水系統模式図

FIGURE 4-25 DIAGRAM OF PROPOSED DRAINAGE NETWORK AND DISCHARGE





Name and Section	b	B	H	H'	t	b_0	T_1	T_2	h	b_1	b_2
Left Main Canal											
No.0 - No. 6 + 280	2.60	10.55	2.65	varies	0.07	4.00	9.00	4.00	0.80	4.00	1.50
- No.34 + 900	2.60	10.55	2.65	varies	0.07	2.00	6.00	3.00	0.60	1.50	1.50
- No.44 + 800	1.90	9.10	2.40	varies	0.07	2.00	6.00	3.00	0.60	1.50	1.50
- No.55 + 200	1.70	8.45	2.25	varies	0.07	2.00	6.00	3.00	0.60	1.50	1.50
- No.72	1.40	6.65	1.75	varies	0.06	2.00	6.00	3.00	0.60	1.50	1.50
Right Main Canal											
No.0 - No.15 + 400	1.60	5.65	1.35	varies	0.05	2.00	6.00	3.00	0.60	1.50	1.50
Lateral	varies	varies	varies	varies	0.05 or 0.00	1.50	4.00	2.00	-	-	-

FIGURE 4-26 STANDARD CROSS SECTION OF CANAL AND ROAD

図4－26 幹線用水路および道路の標準断面および諸元

4.5 事業費の積算

4.5.1 積算の方法

メイクワンプロジェクトは一部すでに着工ずみであり、RIDの予算もタイ歴2519（1976）から2530（1987）までの12カ年の予定で編成ずみである。しかしながら、今回の調査により事業の内容がいくらか変更されるとともに、ダム技術上からも再検討および追加修正が加えられたので事業費も変更されざるを得ない。本事業の従来からの予算体制から、新しい予算執行への移行時点をタイ歴2526年度（1982年10月）に想定する。

したがって、今回の見積り事業費はつぎの2項目の事業費により構成される。(1) 1976年度から1982年度の7年間の既往工事に対する事業費および(2) 1983年度以後の残事業に対する事業費。既往工事はほとんど直営で実施されており、今後もダム工事および既着工部の水路工事については直営で施工することがタイ側の非公式な希望であるので、積算もこの趣旨に沿って行う。

積算の方式はRIDの実施予算書の方式に従うものとするが、単価については最近のダムその他の施工精度の向上にかんがみいくらか高価にならざるを得ない。また次の項目についてはメイクワンプロジェクトの原予算書には含まれていないものであるが、今回のスタディによる事業費には計上される。

- ○ コンサルタンツによる技術供与費
- ○ 物価上昇費
- ○ 末端施設費（含める場合と含めない場合を対比する）

4.5.2 事業費

事業費の総額ならびに内訳は表4－17に示されているが、その詳細については資料編1－1に記載されている。また、メインダム、ライトサドルダムおよび余水吐を請負工事とした場合の事業費の積算結果を表4－18に示す。

a）総事業費

末端施設費（オンファーム）を含めない場合の総事業費は

総　額	185,024千ドル	（3,700,492千バーツ）	； 100％
内外価分	77,817 〃	（1,556,331 〃）	； 42.1％
〃内価分	107,207 〃	（2,144,161 〃）	； 57.1％

であり、末端施設費を含めた場合の総事業費は、

総　額	204,237千ドル	（4,084,728千バーツ）	； 100％
内外価分	84,917 〃	（1,698,341 〃）	； 41.6％
〃内価分	119,320 〃	（2,386,387 〃）	； 58.4％

b）事業費の内訳

(1) 土木工事費

土木工事費には次の項目が含まれる。

・ 測量試験費(A)、( )内はRID予算書のアイテムナンバー

・ 準備、仮設費（B－8、B－10）

・ 主ダム（C－2）　；放流工等の付帯設備含む

・ 左副ダム（C－3）；　　〃

・ 右副ダム（C－4）；　　〃

・ 洪水吐（C－6）

・ 幹線水路（D）

・ 支線水路（D）

・ 現況施設改良（E）

・ その他（C－1、5、7）；地質調査工事、取付道路、橋梁等

(2) 用地および補償費

・ 用地買収費（H）　；ダム関係およびキャンプ関係用地は買収ずみ。残りは水路関係である。

・ 移転補償費（B－9）；1982年度末までに移転完了を目指しておりほとんど支出ずみである。

(3) 建設機械費

・ 既保有機械（F－2）；現在RIDが当該工事用に保有する機械の費用である。主として土工用が多い。

・ 新規購入機械　；今回の調査により、今後不足すると考えられる土工機械・ボーリンググラウト機械ロック材採取盛立機械等のCIFバンコク価格である。

・ 輸　送　費（F－3）

(4) 事業施設費（B－1～B－7）

このうちキャンプ施設ははとんど完工している。残りは推持管理施設等である。

(5) 工事雑費、事務費（F－1）

(6) 技術供与費　（資料編I－1、表I 1－10参照）

(7) 末端施設費

オンファーム工事は幹支線用水路工事の進捗にあわせて実施する。各年次別の工事面積は次表のとおりである。

年次別末端整備開発面積

（単位：ha）

	'82－'83	'83－'84	'84－'85	'85－'86	'86－'87	'87－'88	Total
面　積	4,000	4,000	4,000	6,000	1,000	1,000	20,000

この面積とエクステンシブな末端整備費用（資料編I－1、表I 1－11参照）に基づいて、事業費を算出する。

(8) 予備費

総費用（物価上昇費を除く）の約10％とする。

(9) 物価上昇費

外価分は年7％、内価分は年15％とする。

c）単　価

直営工事の単価は、既往工事についてはＲＩＤの予算書のままとし、今後の工事（1982年10月以降）については、ＲＩＤ単価を若干（約25％）割増ししたものを用いる。これはＲＩＤの1981年度単価が全体的に低くて、現場にかなり無理がかかっている現状を考慮したものである。

労務、資材単価の代表的なものを下に示す。

メイクワンプロジェクト労務、資材単価

（1981年8月現在）

名称	単位	単価	名称	単位	単価
人夫	日当	50～100 ฿	セメント	40kg	72 ฿
人夫頭	〃	73～100	鉄筋	kg	9.2
運転手	〃	50～100	木材	m³	5,000
重機運転手	〃	93～150	砂	〃	70
大工	〃	73～150	砂利	〃	130
石工	〃	73～150	石材	〃	160
			ガソリン	ℓ	11.9
			軽油	〃	7.89
			ダイナマイト	本	15
			雷管	個	25

d）外価・内価の割合

労務資材単価の中に占める外価・内価の割合を次表のように想定する。またこれに基づく主要工事単価の外価・内価の振り分け割合も合わせて示されている。

なお、1982年9月までの支出分はすべて内価扱いとする。

労務、資材単価の外・内価率

品　名	外価分	内価分	備　考
セメント	75 %	25 %	輸入品（韓国、台湾）
鉄筋・鋼材	70	30	輸入品
木　材	5	95	
ガソリン	50	50	精製は国内
軽　油	75	25	精製は国内
火薬類	95	5	輸入品
労　務	0	100	
建設機械部品	95	5	輸入品

主要工事単価の外・内価率

項　目	外価分		内価分	
	機械償却	資　材	資　材	労　務
人力掘削等土工	—	5 %	10 %	85 %
機械掘削　〃	—	50	20	30
発破掘削	別途計上（単価に含めず）	65	17.5	17.5
コア材築堤		45	17.5	37.5
ランダム築堤		45	17.5	37.5
トランシジョン築堤		50	15	35
ロック材築堤		55	15	30
基礎処理削孔		80	10	10
〃　グラウト		60	35	5
〃　その他		50	25	25
鉄筋コンクリート		20	60	20
マスコンクリート		30	40	30
水門鉄管（据付まで）	—	50	20	30

表4－17　事業費の積算（メインダムおよび右岸サドルの建設を直営とした場合）

Table 4-17 Investment Cost of the Project (Main Dam and Saddles under Force Account)

Description	Total		Foreign Currency		Local Currency	
	B'000	US$'000	B'000	US$'000	B'000	US$'000
1. Civil Works (Sub-total)	1,987,938	99,397	887,243	44,362	1,100,695	55,035
1-1. Pre-Engineering	9,120	456	390	20	8,730	436
1-2. Preparation	4,960	248	3,290	164	1,670	84
1-3. Main Dam	764,046	38,202	379,837	18,992	384,209	19,210
1-4. Left Saddle Dam	356,294	17,815	132,064	6,603	224,230	11,212
1-5. Right Saddle Dam	223,295	11,165	112,712	5,636	110,583	5,529
1-6. Spillway	105,091	5,255	52,853	2,643	52,238	2,612
1-7. Main Canal	266,723	13,336	93,751	4,687	172,972	8,649
1-8. Lateral Canal	117,379	5,869	49,764	2,488	67,615	3,381
1-9. Improvement of Old Facilities	109,000	5,450	46,212	2,311	62,788	3,139
1-10. Others	32,030	1,601	16,370	818	15,660	783
2. Land Acquisition & Compensation (Sub-total)	110,230	5,512	0	0	110,230	5,512
2-1. Land Acquisition	69,410	3,471	0	0	69,410	3,471
2-2. Compensation	40,820	2,041	0	0	40,820	2,041
3. Construction Equipment (Sub-total)	267,760	13,388	203,000	10,150	64,760	3,238
3-1. Old Equipment	57,760	2,888	0	0	57,760	2,888
3-2. New Equipment	200,000	10,000	200,000	10,000	0	0
3-3. Transportation	10,000	500	3,000	150	7,000	350
4. Project Facilities	44,220	2,211	5,740	287	38,480	1,924
5. Project Administration	14,550	727	0	0	14,550	727
6. Consulting Services	146,192	7,310	90,638	4,532	55,554	2,778
(7. On-Farm Development)	(237,500)	(11,875)	(100,691)	(5,035)	(136,809)	(6,840)
Sub-total (1 - 6)	2,570,890	128,545	1,186,621	59,331	1,384,269	69,214
8. Contingency	279,338	13,966	120,997	6,050	158,341	7,916
Sub-total (1 - 6, 8)	2,850,228	142,511	1,307,618	65,381	1,542,610	77,130
9. Price Escalation	850,264	42,513	248,713	12,436	601,551	30,077
Total (1 - 6, 8, 9)	3,700,492	185,024	1,556,331	77,817	2,144,161	107,207
Sub-total (1 - 7)	(2,808,390)	(140,420)	(1,287,312)	(64,366)	(1,521,078)	(76,054)
8'.Contingency	(314,963)	(15,748)	(136,101)	(6,805)	(178,862)	(8,943)
Sub-total (1 - 7, 8')	(3,123,353)	(156,168)	(1,423,413)	(71,171)	(1,699,940)	(84,997)
9'.Price Escalation	(961,375)	(48,069)	(274,928)	(13,746)	(686,447)	(34,323)
Total (1 - 7, 8', 9')	(4,084,728)	(204,237)	1,698,341	(84,917)	(2,386,387)	(119,320)

表4－18　事業費の積算（メインダム、洪水吐、右岸サドルの建設を請負方式とした場合）

Table 4-18 Investment Cost of the Project (Main Dam, Spillway and Right Saddle under Contract by International Tender)

Description	Total		Foreign Currency		Local Currency	
	฿'000	US$'000	฿'000	US$'000	฿'000	US$'000
1. Civil Works (Sub-total)	2,206,424	110,321	887,243	44,362	1,319,181	65,959
1-1. Pre-Engineering	9,120	456	390	20	8,730	436
1-2. Preparation	4,960	248	3,290	164	1,670	84
1-3. Main Dam	916,855	45,843	379,837	18,992	537,018	26,851
1-4. Left Saddle Dam	356,294	17,815	132,064	6,603	224,230	11,212
1-5. Right Saddle Dam	267,954	13,398	112,712	5,636	155,242	7,762
1-6. Spillway	126,109	6,305	52,853	2,642	73,256	3,663
1-7. Main Canal	266,723	13,336	93,751	4,688	172,972	8,648
1-8. Lateral Canal	117,379	5,869	49,764	2,488	67,615	3,381
1-9. Improvement of Old Facilities	109,000	5,450	46,212	2,311	62,788	3,139
1-10. Others	32,030	1,601	16,370	818	15,660	783
2. Land Acquisition & Compensation (Sub-total)	110,230	5,512	0	0	110,230	5,512
2-1. Land Acquisition	69,410	3,471	0	0	69,410	3,471
2-2. Compensation	40,820	2,041	0	0	40,820	2,041
3. Construction Equipment (Sub-total)	267,760	13,388	203,000	10,150	64,760	3,238
3-1. Old Equipment	57,760	2,888	0	0	57,760	2,888
3-2. New Equipment	200,000	10,000	200,000	10,000	0	0
3-3. Transportation	10,000	500	3,000	150	7,000	350
4. Project Facilities	44,220	2,211	5,740	287	38,480	1,924
5. Project Administration	14,550	728	0	0	14,550	728
6. Consulting Services	146,192	7,310	90,638	4,532	55,554	2,778
(7. On-Farm Development)	(237,500)	(11,875)	(100,691)	(5,035)	(136,809)	(6,840)
Sub-total (1 - 6)	2,789,376	139,469	1,186,621	59,332	1,602,755	80,137
8. Contingency	312,110	15,605	120,997	6,049	191,113	9,556
Sub-total (1 - 6, 8)	3,101,486	155,074	1,307,618	65,381	1,793,868	89,693
9. Price Escalation	987,168	49,359	248,713	12,436	738,455	36,923
Total (1 - 6, 8, 9)	4,088,654	204,433	1,556,331	77,817	2,532,323	126,616
Sub-total (1 - 7)	(3,026,876)	(151,344)	(1,287,312)	(64,366)	(1,739,564)	(86,978)
8'.Contingency	(347,735)	(17,387)	(136,101)	(6,805)	(211,634)	(10,582)
Sub-total (1 - 7, 8')	(3,374,611)	(168,731)	(1,423,413)	(71,171)	(1,951,198)	(97,560)
9'.Price Escalation	(1,098,276)	(54,913)	(274,928)	(13,746)	(823,348)	(41,167)
Total (1 - 7, 8', 9')	(4,472,887)	(223,644)	(1,698,341)	(84,917)	(2,774,546)	(138,727)

第５章　事業の実施ならびに維持管理計画

第 5 章　事業の実施ならびに維持管理計画

5.1 事業の実施機関と他の関係機関との関連

5.1.1 事業の実施機関

RIDはタイ国における河川およびかんがい事業の計画の立案および施工の責任をもっており、メイクワンかんがい農業開発計画の実施に当たっても、RIDが他の関連分野における政府機関の協力の下に事業の実施主体となろう。

RIDは、1972年にかんがい事業の建設段階から実施後の維持管理に至る業務と一貫して実施するため、1つの省として、国家開発省（Ministry of National Development）から独立して農業省（Ministry of Agriculture）[1/]となった。現在RIDは政府職員8,900人、雇用員39,200人および臨時雇用員100,000人を抱える大きな組織をもち、管理および技術分野でのいくつかの部門に分かれている。本開発計画の事業所にも、これらの各部門より各専門分野のスタッフが任命されよう。事務所の運営に当たっては、RIDの1つの独立部門として運営されるが、測量、農業普及指導、販売、および維持管理部門等については、RID本部からの支援により各専門家が派遣される。

本事業の最高責任者として、RIDの長官が任命され、RID内部での統轄および他の関連機関との調整を行う。また、メイクワンプロジェクトのRID内の代表者として担当部長が任命される。

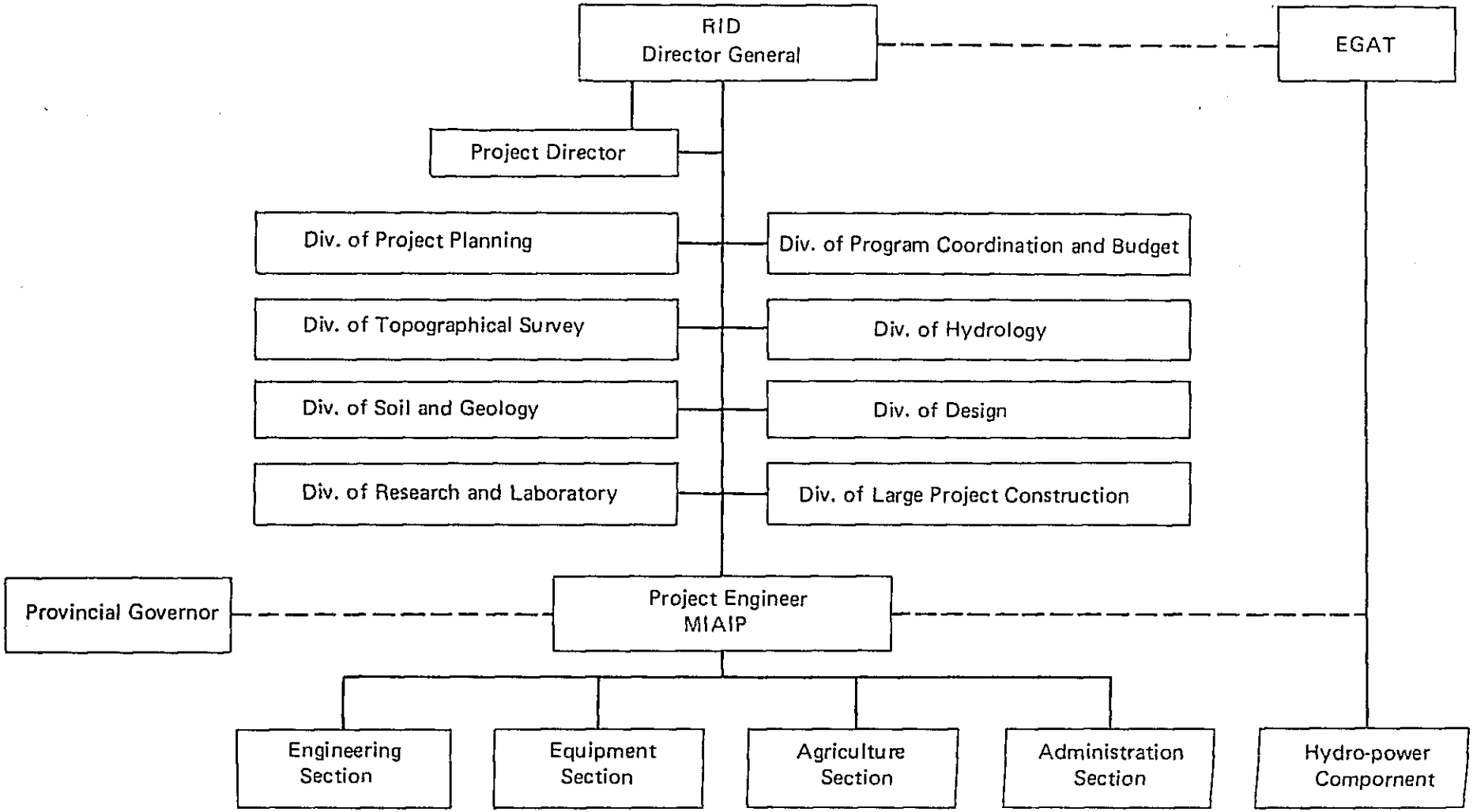
5.1.2 事業の実施主体

事業の実施のために現在あるメイクワンダム建設事業所と再編成した建設事業所が設けられ、事業の推進責任者として、事業所長が任命される。事業所には、円滑な事業実施のために十分な職員が配置され、必要に応じ、関連する他の政府機関の職員も配置される。図5－1は事業実施のための組織図を示す。

1/　現在は農業協同組合省（Ministry of Agriculture and Cooperatives）.

図 5 － 1　事業実施機関の組織図

FIGURE 5-1 PROPOSED ORGANIZATION CHART FOR PROJECT IMPLEMENTATION



5.2 事業実施と施工計画

5.2.1 実施方式

実施方式として、直営工事方式と請負工事方式の２方式を検討した。ここにいう２方式の工事内容は下記のとおりである。

直営工事案（表４－１７）
- 直営工事：レフトサドルダム
  - メインダム
  - ライトサドルダム
  - 余水吐
  - 左岸幹線水路（ 0－ 6.3 km）
  - 右岸幹線水路（ 0－ 9.5 km）
- 請負工事：左岸幹線水路（ 6.3－72 0 km）
  - 右岸幹線水路（9.5－15.4 km）

請負工事案（表４－１８）
- 請負工事：メインダム
  - ライトサドルダム
  - 余水吐
  - 左岸幹線水路（ 6.3－72.0 km）
  - 右岸幹線水路（ 9.5－15.4 km）
- 直営工事：レフトサドルダム
  - 左岸幹線水路（ 0－ 6.3 km）
  - 右岸幹線水路（ 0－ 9 5 km）

5.2.2 施工方法

a）ダ　ム

ダム施工方法は現在施工中の左岸サドルダムの施工方法をほとんどそのまま踏襲できる。しかしながら、将来直面するであろう問題の回避および解決のため、前もって次のような条件を考慮しておく必要がある。

仮締切・仮排水：メインダムの施工に当たってはメイクワン川の転流が必要であるが、タイ国内での多くのダム工事と同様に本ダムでも本格的仮排水路は計画されず、源川放流工を利用した乾期洪水（12～３月、20年確率で 17 m³／s）の転流しか計画しない。したがって雨期（５～10 月）における盛土工事は洪水越流をおこさない箇所でしか実施できない。

放流工：本ダムの３つの放流工はすべていわゆる底樋である。したがってそれぞれの築提に先立って敷設されることになるので、以後のための有用なデータが採れる場合も多く、逆に以後

の工事に多大のソゴをきたすこともある。特に底樋管まわりの埋め戻し盛土は死命を制する工事の1つであることを認識して施工すべきである。

表土はぎ：レフトサドルの表土はぎは平均0.75 mで施工ずみであるが、メインダムでは平均約3 m、ところによっては約8 mがライトサドルでは平均約1 mが、それぞれ必要である。特にメインダムでは軟弱な川床堆積物があるので、はぎとり限界の判断は遂一行う必要がある。

カットオフトレンチ（コアトレンチ）：3ダムのトレンチともに、寸法が原案よりははるかに大きくなっている（レフトサドル：幅6 m→26 m、メインダム：6 m→約70 m、ライトサドル：6 m→18 m）。これは、基礎処理工事の足場確保の目的からでなく、本体コアゾーンと基礎地盤とのコンタクト幅を十分に採る必要から決っているため、トレンチ内盛土工事はさらに入念に施工する必要がある。

基礎処理：これも原案よりは大幅に増大している。加えて今後の調査ならびに実施の結果によってはさらに、たとえば、断層処理のような取組みが必要になりうることもありうる。

コア盛立：コア採取の工法を改良（縦方向混合採取）すれば、コアの品質も向上し賦存量も増えることを実地に検証すべきである。

ロック盛立：メインダムには約400万m³のロックおよびトランジション材が必要になる。このような大量のロック材を得るためには、十分調達された原石山においてベンチカット工法等による機能的な大規模採取が必要である。

b）かんがい施設

工事地域は大きく3区域に分割できる。すなわち、既かんがい地区、左岸高位部および下流部地区、ならびに右岸地区である。さらに左岸高位部および下流部地区は、高位部と下流低位部とに分割される。

その理由は以下のとおりである。

i）それぞれの地域の幹線用水路路線ならびに用水系統が独立していること。

ii）短期間に効果的に工事を完了させるため。とりわけ左岸幹線用水路は非常に長区間であること。

各用水系統の工事優先順位は次のとおりである。

優先順位第1位	左岸高位部および下流部地区
〃 第2位	既かんがい地区
〃 第3位	右岸地区

上記の優先順位は次の事項を考慮して決定されている。

i）左岸高位部および下流部地区は面積が非常に大きいこと。

ii）たとえダム工事中であっても、左岸高位部および下流部地区ならびに現況かんがい地区への用水供給が可能なこと。

iii）右岸地区はダム工事が完了するまで用水の供給が受けられないこと。

原則的に、伐開が完了したのち、切盛工事は所定の標準断面に基づき各地域の上流側から開始す

る。

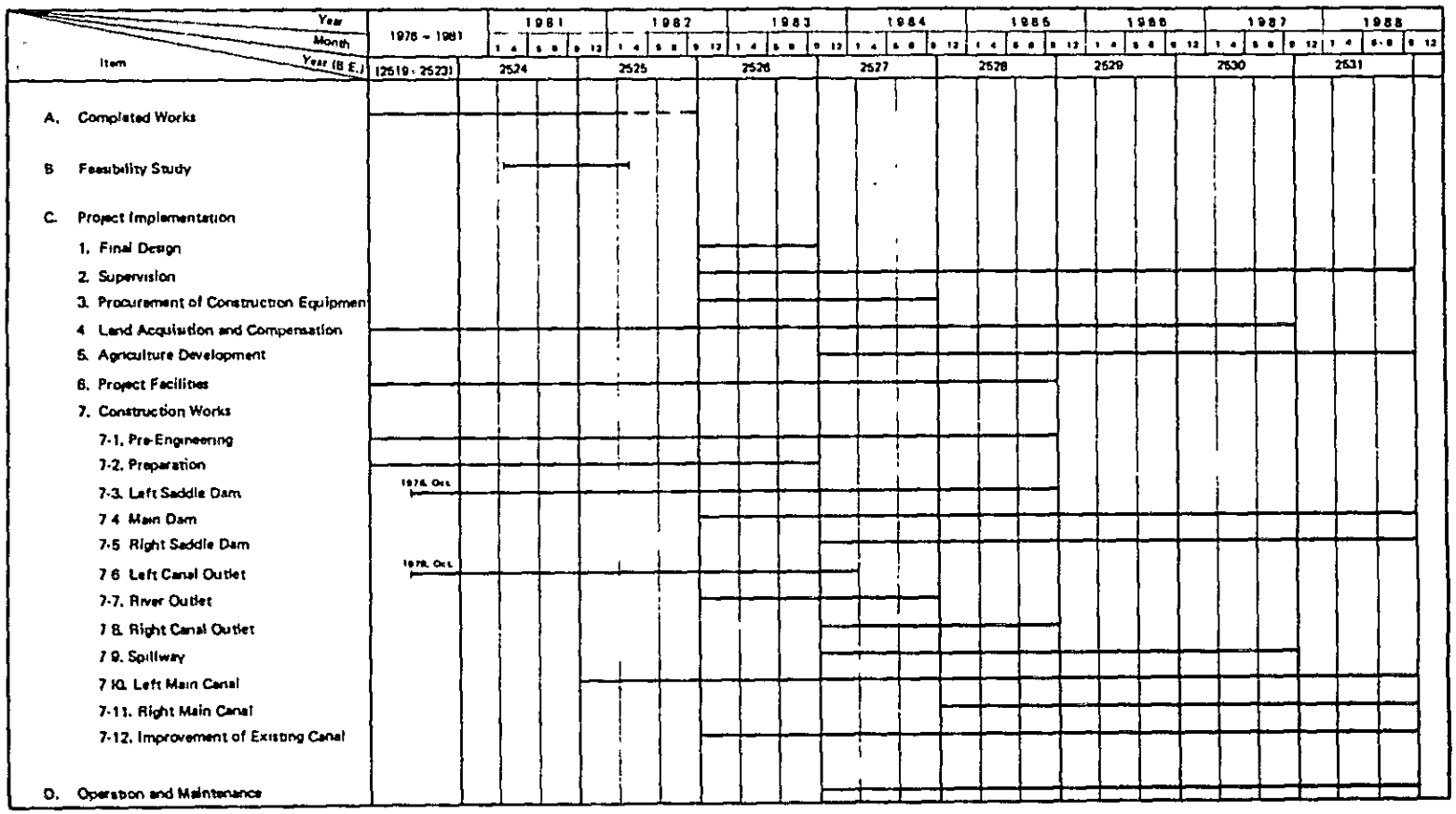
盛土部分については漏水や崩落をさけるために十分な締固が必要である。

5.2.3. 工程計画

本事業の実施工程を図5－2に示す。本工程には着工ずみのレフトサドル工事に併行して他工事のための実施設計作業や新規機械調達が組み込まれている。なお、事業完了年は当初予定より1年遅れて2531（1988）年となる。

図５－２　事業実施工程表

FIGURE 5-2 IMPLEMENTATION PROGRAMME FOR THE PROJECT



5.3 維持管理計画

5.3.1 維持管理機関と組織

現在約7,000ヘクタール（約43,750ライ）のかんがい面積を維持管理しているRID所属のOffice of Operation and Maitenace（以後O&Mオフィスと略称する。）が本事業で拡張される地域の維持管理を担当することになるだろう。

上記の拡張される地域はチャンワットチェンマイ内のみならず、チャンワットラムプーン、のアンプームアンの境界をも越えた地域がカバーしている。O&Mオフィスが管轄する地域の行政的区域が複雑化することを背景として、O&Mオフィスは行政各レベルの各種関係行政機関と特に適切な関係を保ち得るよう特に配慮して再組織化されるべきである。このような想定下で以下の諸点を提案したい。

i）O&Mオフィスはカセ　チャンワットと適切な連絡関係が保てるよう改善が必要である。

ii）連絡室を作って他の関係政府機関と緊密な連絡をとることを担当することが必要であり、O&Mオフィスにこのための担当室が付設されるべきである。

iii）O&Mオフィスの専門職員は当然所管する面積の増加に比例して増員される必要がある。

iv）ゾーンマンも専門職員の増加に応じて当然増加されねばならない。左岸高位部および下流部地区に対しては特に維持管理事務が困難であるから、より稠密なゾーンマンの配置を行うべきと考える。現在かんがい地区には6名のゾーンマンが配置されている。

5.3.2 維持管理計画

アンプードイサケットにある現行のO&Mオフィスの維持管理事業が原則として将来においても適用されることになるだろう。しかしながら、関係政府機関および一般農民との関連において現在よりも複雑な手続きを行わなければならないと予想される。

O&M Officeからの送水の手順は下記のような方法で行われることを提案したい。

i）送水量は、天候による貯水量によってO&M Officeによって年毎に計画される。

ii）O&Mオフィスはできるだけ早く、まず最初に送水可能量をチャンワットレベルの関係行政機関に報告する。

iii）チャンワットレベルの関係行政機関はO&Mオフィスより報告を受けた送水量を相互連絡して、チャンワット相互の配分率を決める。

iv）プロジェクト地域内に3つのアンプーをもっているチャンワットチュンマイの場合には、チャンワットレベルの関係機関と協議して、このかんがいプロジェクトに関係している各アンプーへの送水量の配分率を決める。

v）RIDの幹線用水路からいわゆる"スワン（Swan）"へ現在行われている送水の実施はそのまま将来もあてはまり得るであろう。

vi）でき得るならばO&Mオフィスは支線水路の維持管理をも行った方がよいと思うが、実現のため

には、予期し得ない障害があるように思われる。

5.3.3　維持管理費

本事業の維持管理費は以下のとおりである。

項　　目	維持管理費 (B'000)	維持管理費 (B/ha)
(1) 人件費	4,914	245.7
(2) 車、資材の償却費	6,687	334.4
(3) 材料管理費	6,819	341.0
(4) 運営費	2,074	103.7
計	20,494	1,024.8

積算の詳細は資料編J－1に示す。

5.4　コンサルタンツの技術供与

事業実施に当たってのコンサルタンツ技術供与は、全域の詳細設計と実施に対する監督である。この技術供与は、事業の進捗に伴い次の3段階に分けられる。

i）詳細設計と入札書類手続の準備

本業務は1982年12月より始まり、コンサルタンツの従事期間は外国コンサルタンツ127人／月、国内コンサルタンツ45人／月、計172人／月である。この期間に、以下に述べるすぐれた技術と経験をもった技術者ならびに専門家が従事する。

- チームリーダー
- 水文技術者
- かんがい技術者
- 地質専門家
- 土質専門家
- 構造物設計技術者（ダム、水路、付帯構造物、発電、建築）
- 機械専門家（建築機械、発電機）
- 施工計画技術者
- 積算専門家
- 入札書類作成専門家
- 仕様書作成専門家
- 農業専門家
- 経済専門家
- 測量技術者

ii）入札、事業実施の監督および政府職員の技術指導

本業務は1982年10月より1988年9月までの期間で、この期間に従事するコンサルタンツの従事期間は、外国コンサルタンツ238人／月、国内コンサルタンツ243人／月、計481人／月である。従事する専門家は以下のとおりである。

- チームリーダー
- プロジェクトエンジニヤ
- ダム専門家
- 水路専門家
- 地質専門家
- 土質専門家
- 機械専門家（建設機械、発電機）
- 経済専門家
- 測量専門家

iii）営農指導、農民組織等の指導

本業務は1985年6月より始まり、コンサルタンツの従事期間は、外国コンサルタンツ45人／月、国内コンサルタンツ74人／月である。この期間に以下の専門家が従事する。

- 営農・栽培専門家
- 普及・農民組織専門家
- 水管理および栽培管理専門家

コンサルタンツ技術供与の作業要領とこれに要する費用は、資料編J－2に示す。

第6章　事業の評価

第 6 章　事業の評価

6.1 経済評価の方法

プロジェクトの経済妥当性検討とは、そのプロジェクトによって生じる純便益の評価ということになる。純便益の評価に当たっては、幅広い各種の要素を組入れ、なおかつ同時に次の事項を考慮に入れ行わねばならない。

i）直接便益および直接費用はもちろん、間接便益および間接費用であっても、必要と認められる場合には計算の対象として取りあげる。

ii）潜在価値の利用をはかる。

iii）割引キャッシュ・フロー方式を採用する。

経済妥当性検討の方法は、大きく２つに分けられる。すなわち、i）費用便益法および ii）経済的内部収益率法である。経済的内部収益率は、現在、プロジェクトの経済価値を示す主な指標として利用されている。ここで、経済的内部収益率とは、プロジェクトの経済便益の現在価値がその経済費用と等しくなる時点の割引率ということを意味している。

感度テストは、たとえば、生産量、主要生産物および生産資材、ある特殊な場合における両替率のような結果に対し明かに影響を及ぼすと考えられるいくつかの要因を考慮にいれて行われる。

メイクワンかんがい農業プロジェクトに関する経済妥当性検討および関連する検討は、上に述べた方法および国際金融機関によって認められた手法に準拠して行われた。

6.2 評価の概要

メイクワンかんがい農業開発プロジェクト地区は、経済的には、チェンマイ盆地の中心部にくらべやや遅れている。この地区の開発については、総合開発という意味もあり、政府によって高い優先度が与えられている。

このプロジェクトは農業生産の安定、雇用機会の創出、農民により高い生活水準を享受させるための生活環境改善をその目的とするもので、20,000 ha にのぼる農地の開発が計画されている。この目的を達成するためには、メイクワンダムや関連施設の建設が必要となる。建設工事としては、メイクワンダム、貯水池、幹線導水路および付帯施設の建設がその主なものである。国家および地域経済、農家経済およびその他の社会・経済便益から判断すると、このプロジェクトに対する投資は、確かに妥当性があるといえる。

6.3 経済評価

6.3.1. 経済費用

経済費用は、1980年価格として試算すると 2,521,441,000 バーツとなる。これには土地収用費、税および物価上昇分は含まれない。維持管理費（O&M Cost）は1911／92年およびそれ以降

年当り 17,420,000 バーツとなり、これは別途計上されている。

6.3.2. 経済便益

a) 主要直接便益

このプロジェクトによってもたらされる主な直接便益は、農業生産の増大とそれに由来する収入の増加および 14,000戸にのぼる農家にみられる雇用機会の増大である。農業便益とは別に、洪水防御、発電などからもたらされる便益も、直接便益とみなされる。

b) 農業便益

さきに述べたように、農業便益は、このプロジェクトによってもたらされる主な直接便益の1つである。このプロジェクトによって得られる農業便益は、増加農業粗収入から増加農業生産費を差引いた増加純収入の形で表される。なお、ここに挙げた2つの数値は、国家および地域経済の観点に立って算出したものである。

農業生産の増大は、主として以下に述べる理由によっている。すなわち、i) このプロジェクトが行われない場合には 113%にすぎない作付率が、プロジェクトが行われ開発が最盛期に達したときには 200%にものぼる。ii) 水稲の年平均ha当り収量は、雨期には現在の 3.4 トンから 4.6 トンにまで、乾期には 4.4 トンにまで増大する。そしてその結果、1995／1996年およびそれ以降のこのプロジェクトが十分に開発されたときには、年間約 100,000 トンにのぼる水稲生産が期待できる。iii) 多目的作付体系を採用する。

このプロジェクトが十分に開発されたときには、年間 610,504,000 バーツの増加農業純便益が得られることになる。年間農業便益およびこれに関する資料は、表6－1に示すとおりである。なお、農業便益試算に利用した基礎資料は、資料編K－3に示すとおりである。

c) 洪水防御による便益

プロジェクト地区は、3年にほぼ2年の割合で洪水被害を受けている。メイクワンダムの建設によって、洪水被害は大幅に緩和されることが予想される。洪水防御に関する計算は、4.2.7.b) "洪水調節計算"に述べるように実施された。

計算の結果によれば、洪水調節により年平均 18,380,000 バーツにのぼる被害が軽減されることになる。その状況は、表4－10に示すとおりである。洪水調節による便益は農業便益に比較して非常に小さいため、経済評価には考慮されていない。

d) 水力発電による便益

このプロジェクトでは、小水力発電が計画されている。しかしこの計画については、調査報告が終了したあと、ECATによって別途検討が行われることになってる。この報告書では、4.2.8. "水力発電計画"に示すとおり、予備的な検討を行った。

検討の結果によれば、年間発電量は表4－13に示すとおり、比較案－2について 16.3GWh となる。水力発電による便益は上に述べた理由により、経済評価には考慮されていない。

6.3.3. 経済的内部収益率（EIRR）

さきに述べた経済便益および経済費用を利用してこのプロジェクトの経済的内部収益率を試算した

ところ、17.7％という数値が得られた。このＥＩＲＲは、以下に述べる前提の下に試算した。すなわち、i）プロジェクトの経済期間を50年とする。ii）水稲の経済価格をトン当り5,900バーツとする。iii）農業開発期間は工事完了後の５年間とする。ただし、これには龍眼の栽培に必要な期間は含まない。iv）建設期間を７年とする。

以上述べた前提は、理論的にみて正しいものとみなしてよい。経済便益および費用についてその要約を示すと表６－２のようになる。1/ なお、これらについての詳細は資料編Ｋ－３に示されている。

6.3.4. 感度試験

ＥＩＲＲは種々の条件の下でいかなる変化を示すかを調査するため、感度試験を行った。その結果は以下に示すとおりで、それによればEIRRはいずれの場合も妥当性があることが明らかとなった。

前　　提	EIRR (%)
i）すべての作物の単位価格を10％ずつ引き下げる。	15.7
ii）すべての作物の単位収量を10％ずつ引き下げる。	15.7
iii）工事完了を２年間遅らせる。	15.2
iv）建設費を20％増加させる。	15.3

6.3.5. 社会・経済的影響

農業生産の増大、洪水防御および発電に加え、このプロジェクトは、雇用、収入配分、政治的安定性淡水漁業および別に述べる環境に対し顕著な社会・経済的影響を及ぼすものと思われる。

a）雇用機会

プロジェクト地区に住む人々は、農業、輸送および市場活動の場において雇用機会が増大し、開発工事終了後はもちろん、工事期間中ですら直接便益の恩恵に浴することになる。

プロジェクト地区における農業生産の増大は、水稲の改良品種や有利な畑作物の栽培面積の増加、プロジェクト開発による総耕地面積の20,000haの農地について二毛作を可能にする集約的土地利用計画の導入によるものである。

開発最盛期におけるプロジェクト地区内の労働力需要は、50％以上増大するものとみられる。しかし、年間利用可能労働力は、1981年に30,000人であったものが1995年には約42,000人にまで、いいかえれば40％程度の増加が期待できるにとどまる。

農業労働力需要の多くは、現在そこに住む農民によって賄われる。しかし、土地をもたない労働者や失業者も新たに職につくことができるようになり、それによりもたらされる便益には予想以上のものがあると思われる。

1/ 末端施設工事を含む直轄工事の場合を示す。
末端施設工事を含む委託工事の場合、末端施設工事を含まない直轄工事および委託工事の場合のＥＩＲＲおよび関連する資料は、資料編Ｋ－３に示すとおりである。

表6－1　事業実施前後の便益と増加便益

Table 6-1　Income[1/] With and Without the Project

(Unit: ฿'000)

No.	Year	Present Imcome from Crops	Without Project Income from Crops (A)	With Project: Left Bank Area (B)	Existing Area (C)	Right Bank Area (D)	Sub-total (E)=(B+C+D)	Resettlement Area[2/] (F)	Total (G)=(E+F)	Difference (H)=(G-A)
1	1981/82	19,660	19,660	2,163	6,881	10,616	19,660	0	19,660	0
2	1982/83	19,660	19,660	2,163	6,881	10,616	19,660	6,674	26,334	6,674
3	1983/84	19,660	19,660	2,163	6,881	10,616	19,660	10,546	30,206	10,546
4	1984/85	19,660	19,660	2,163	174,195	10,616	186,974	11,347	198,321	178,661
5	1985/86	19,660	19,660	2,163	178,446	10,616	191,225	12,548	203,773	184,113
6	1986/87	19,660	20,249	26,227	189,066	166,918	382,211	13,349	395,560	375,311
7	1987/88	19,660	20,249	33,948	197,564	189,014	420,526	13,349	433,875	413,626
8	1988/89	19,660	20,249	50,863	206,061	258,265	515,189	13,349	528,538	508,289
9	1989/90	19,660	20,249	57,806	212,434	277,085	547,325	13,349	560,674	540,425
10	1990/91	19,660	20,249	67,242	212,434	297,898	577,574	13,349	590,923	570,674
11	1991/92	19,660	20,840	70,635	212,434	311,225	594,294	13,349	607,643	586,803
12	1992/93	19,660	20,840	75,691	212,434	325,882	614,007	13,349	627,356	606,516
13	1993/94	19,660	20,840	76,799	212,434	326,768	616,001	13,349	629,350	608,510
14	1994/95	19,660	20,840	77,353	212,434	327,211	616,998	13,349	630,347	609,507
15	1995/96	19,660	20,840	77,907	212,434	327,654	617,995	13,349	631,344	610,504
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
50	2030/31	19,660	20,840	77,907	212,434	327,654		13,349	631,344	610,504

1/ Incomes here represent value net from production costs.

2/ Net benefits obtainable from 450 ha of the proposed resettlement area located outside of the Project area.

表6－2 事業による経済便益と費用

Table 6-2 Summary of Economic Benefits and Costs of the Project[1/]

(Unit: ฿ '000)

No.	Year	Benefits	Investment Cost	O&M Cost	Total Cost	Net Flow (Incremental Cost	Present Worth Discounted at 17%	Present Worth Discounted at 18%
1	1981/82		149,385		149,385	-149,385	-127,679	-126,604
2	1982/83	6,674	566,866		566,866	-560,192	-409,220	-402,330
3	1983/84	10,546	692,869		692,869	-682,323	-426,042	-415,262
4	1984/85	178,661	542,853		542,853	-364,192	-194,369	-187,850
5	1985/86	184,113	330,591		330,591	-146,478	-66,809	-64,026
6	1986/87	375,311	132,941		132,941	242,370	94,476	89,774
7	1987/88	413,626	105,936	13,501	119,437	394,189	131,344	123,736
8	1988/89	508,289	-34,281	15,957	-18,324	526,613	149,979	140,079
9	1989/90	540,425		17,194	17,194	523,231	127,354	117,989
10	1990/91	570,674		17,298	17,298	553,376	115,102	105,750
11	1991/92	586,803		17,420	17,420	569,383	101,236	92,183
12	1992/93	606,516		17,420	17,420	589,096	89,543	80,824
13	1993/94	608,510		17,420	17,420	591,090	76,783	68,744
14	1994/95	609,507		17,420	17,420	592,087	65,722	58,321
15	1995/96	610,504		17,420	17,420	593,084	56,284	49,523
	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	2030/31	610,504		17,420	17,420	593,084	237	178
	Total						113,342	-52,789

1/ All in constant prices in 1980.

$$EIRR = 17\% + \frac{113,342}{113,342 + 52,789} \times 1\% = 17.7\%$$

市場活動や輸送の面における雇用の機会は、水稲生産の増大に伴って増加する。特にその市場取扱量がプロジェクト最盛期である1995年前後に100,000 tonを越える場合には、かなりのものとなる。

プロジェクトの建設には、200,000人／日の労働力需要が見込まれる。これは、開発の初期に顕著な雇用需要をもたらすことになる。

b) 収入配分

チェンマイ市とプロジェクト地区との間にみられる1人当り収入の差には、極めて顕著なものがある。これは、プロジェクト地区からチェンマイ市への人口移動が現在も続いているという実状からも十分に説明できる。

プロジェクトが行われない場合には、農村部における収入はさほど改善されず、上に述べた両者の差は今後も続くものと思われる。プロジェクトが行われる場合には、農家収入は著しく増大し、両者の収入にみられる差異は狭められるとみなしてよい。農業生産収入がプロジェクトを行うことによって増大するために、日常生活用品や営農用資材に対する農民たちの需要や購買力はそれに伴って確かに増大する。

収入の増大に伴って、農民たちの生活条件は本質的に改善されることとなる。家の造りは大きくなりまた改良されるものと予想され、また質量ともに恵まれた食事を農民たちも摂ることができるようになる。

c) 政治的安定性

プロジェクト最盛期以降は、その地区における政治的安定性は、かんがいを含む各種施設維持管理組合の連合によってより一層改善されるものと思われる。

ほとんど自給的な農業から集約的な作付システム農業への変化あるいは進展は、営農現金収入や地域収入のほかに政治的な安定性をより高めていくものと信じられている。政治的安定性は、商品の消費増大やサービスの向上によってももたらされることになる。

d) 淡水漁業

プロジェクトの実施により、この地区内では淡水漁業の開発に利用できる水資源が年を追って増大する。メイクワン貯水池は最大の、そして最も重要な水資源である。かんがい用幹線水路および支線水路も淡水漁業に利用できる。このことについては、3.8.1 f)に述べたとおり。

6.3.6. 環境に及ぼす影響

a) 概　説

環境アセンスメントは最も新しい科学分野の1つで、開発事業を計画するに当たっては環境について十二分の配慮を払う必要がある。よりよい生活条件を実現しようという開発はマイナスの効果をも伴うものであるということを、人々は常に念頭に置かねばならない。これらマイナスの効果は、ある場合には開発の過程で起こり、またある場合には開発が終ったあと暫らくして、時には10年あるいは20年が経過してから現われることもある。近年、世界各地で種々の環境汚染問題が発生しているが、これは開発の効果だけを追求し、それに伴うマイナス面について注意を払わなかっ

たことに起因している。

メイクワンかんがい農業開発プロジェクトは、総合農業開発を目的として行われるものである。都市開発と比べると、農業開発は環境保全的土地利用であるともみなされる。確かに適切な農法が採られている限り、農業は環境保全的効果をもち農地は緑地としての効果を維持し続ける。しかし、農業開発であっても、自然生態系に急激な変化を及ぼすこともある。そうした場合、環境問題の発生は避けられない。環境保全に対する配慮が十分に行われない場合には、農業ですら環境汚染の原因者となる。このことについては、特に注意を払う必要がある。

b) 開発に伴う環境問題

熱帯および亜熱帯における大規模開発に伴う環境の変化は、極めて多様、かつ多面的に生じるので、その全ぼうを詳細にまた明確に予測することは困難である。したがって、開発に当たっては、フィージビリティスタディの段階における調査はもとより、その後も環境変化に注意を払い、それに応じて対策をたて実施する必要がある。メイクワンかんがい農業開発プロジェクト地区において予想される環境問題は、大きく分けると次の3項目、すなわち(1)物理・化学的問題、(2)生態学的問題、および(3)社会・経済的問題になる。

(1) 物理・化学的問題

プロジェクト地区には、現在、大規模貯水池といったものは何もない。そして、農業生産は、そのほとんどが雨期作に限られている。農業総合開発を進めるため、メイクワン プロジェクトでは、主としてかんがいの目的で、年当り平均2億2千9百万立米にのぼる水を貯水池を通して分水する計画がたてられている。

メイクワンプロジェクト地区は、東南アジア・モンスーン気候の直接の影響下にある。フィージビリティ調査団による現地調査およびその技術経験によれば、この地区では、ダムや貯水池の建設といったことでは、環境についてそれほどの影響は考えられない。しかし、土地利用体系の変化によってプロジェクト地区の内部やその周辺では、いくつかの地点で限られたものとはいえ、気温、湿度、風速などに局地的な影響が生じることも予想される。上記のような影響に加え、水質に対する影響も考えられるので注意が肝要である。

プロジェクトの建設に伴って発生する主な水質汚染に関する影響のうちでは、貯水池の水の水質低下は最も重要な問題の1つである。一般に、貯水池の水はそれに含まれる有機物の分解など質的変化のため、貯水が始まったあと数年のうちに水質の低下をきたしやすい。

貯水池の水の質といった問題のほかに、かんがい用水の還元水の質的変化が、家庭用水の利用や淡水魚の養殖に大きな影響を及ぼすであろうということについて注意を払う必要がある。これは、主として農薬の混入にその原因がある。農薬を含む農業用化学資材の使用については、環境保全の立場から、許容限度以下の低毒性でかつ非残留性の資材だけに限定されなければならない。また、1回の使用量および施用回数について規制を行うとともに、施用時期、施用方法などについても細心の注意が必要である。

(2) 生態学的問題

開発に伴う生態系の変化は、基本的には以下のようになるものと思われる。

○植物生育面からみた、熱帯雨林を主とする自然生態系から栽培作物を主とする農耕地態系への移行

○土壌－水の面からみた、特に雨期の間低地における還元状態が支配的な湿地土壌生態系から酸化状態を伴う乾地土壌生態系への移行

○野生動植物の生息および生育の面からみた生態系の変化

これら生態系の変化に伴って生じる問題としては、以下のようなものが挙げられる。

i) 土地の荒廃の原因となる林地の喪失

ii) 土壌浸食および地すべり

iii) 水および土壌の汚染

iv) 淡水漁業、林業、野生動物に対する影響

以下、主要項目について説明を加えることにする。

i) 林地の喪失

一般に、林地は長い期間をへて形成されたもので、一度伐開すると急速な回復は容易でないという特殊性をもっている。湿地林地に比べ、丘陵林地の開発は資源の有効な利用や環境保全の観点からすると、必ずしも望ましいこととはいえない。無差別な林地の伐開は、時には土地の荒廃や地力低下をもたらすことになる。

ii) 土壌浸食および地すべり

プロジェクト地区のうちいわゆる農耕地の地形は、平坦または緩やかな波状の傾斜となっている。したがって、農耕地面における土壌浸食や地すべりの恐れはほとんどないものと考えてよい。土壌浸食や地すべりは、農耕地帯では道路や水路の法面に発生し、貯水地域ではその法面などに発生する。したがって法面保護の対策を確実に実施する必要がある。

iii) 水および土壌の汚染

汚染の発生源となるものは、各種工場、集落、畜舎のほか農薬、肥料など農業用化学資材の使用である。工場に由来する汚染物質は主として工場廃水として排出され、水系汚染と同時に土壌汚染をもたらすことになる。農薬による水系汚染については上述の i)物理・化学的問題の中で述べたとおりで、淡水魚の養殖に及ぼす影響が大きいところから防除については十二分の配慮が必要である。

プロジェクト地区では、草地への放牧を主とする多頭飼育は計画されていない。個別の家畜飼育農家から排出される屎尿、飼料の食べ残しおよび廃水の処理は、農業経営の内部で循環・処理できるようにしなければならない。

iv) 淡水漁業、林業、野生動植物に対する影響

プロジェクト地区では、現在のところ淡水漁業はさほど開発されているようには思われない。水資源の開発に伴って、今後この地区では飛躍的な発展が予想される。ただし、これまで

繰り返し述べたとおり、農薬など農業用化学資材が質量ともに現在と比べかなり幅広くかつ大量に使用されることになると思われるので、生態系に変化が生じるものと予想される。

貯水池周辺の林地は、水没部分を除き大半がそのまま維持されることになるが、貯水池の建設などにより周辺の環境が変るため、局地的であるとはいえ生態系にある程度の変化が現われるものと予想される。

プロジェクト地区およびその周辺には、有用な野性動植物は、大量に生息あるいは生育していないと思われる。したがって、生態系の変化により失われるマイナスの影響は、さほど大きくないと思われる。

(3) 社会・経済的問題

メイクワンダムおよび貯水池は、プロジェクト地区の発展に役立つよう建設されることになっている。しかしながらこれは、雨期における洪水防御および乾期における水利用といった2つの面で、この地区に大きな影響をもたらすことになる。

計画では、現在みられるような洪水被害は、そのほとんどが大きく改善される。そして乾期の間ですら種々の作物が生育するようになる。現在、プロジェクト地区の天水田あるいは部分的かんがい地帯でも、雨期の単作栽培が行われているにすぎない。それは、年2作を導入するには、降水やあるいはかんがい水の供給があまりにも不安定であるといった理由による。プロジェクト工事終了後は、こうした状態はすっかり改善される。ここでは個々の具体例を詳しく述べることはしないが、水系や水質の改善、土壌の改良により内容豊かな生態系の実現が期待されている。

上記の事項を含むこの地区の経済的条件はプロジェクト実施によって大きく改善されるが、地区住民の健康や衛生は、さきにも述べたように周辺環境の汚染によって影響を受けるようになる。ある地帯では、住民の健康や衛生は確かに改善されるが、適切な対策がとられない限り、地域によっては事情が悪化することも考えられる。

6.4 財務分析

6.4.1. 代表的営農収支

プロジェクトの財務分析は、農家の立場に立って行った。プロジェクトを行った場合の営農状況を予測するため、1.4 ha規模の農家についてこの分析を行った。代表的営農収支は、表6－3に示すとおりである。

かんがい開発後の農家別農業生産年平均粗収入は、年々の単位収量増加によってその増大が期待されている。その収入は、かんがい開発完了後5年目およびそれ以降最大となる。集約作付システ利用したかんがい開発後5年目およびそれ以降における作物生産による年粗収入は、平均すると1農家当り27,000バーツと予想される。

営農をより有利に進めるため各農家には進んだ農業技術が導入されることとなる。そうした営農を有効に進めるために必要な資金は、これまでの営農におけるそれと比べるとより多額なものと

なる。営農支出は、より進歩した営農を行う場合それに伴って増大し、普通作物栽培の場合には開発完了後5年目およびそれ以降には最高の値に達する。

純収入から労賃を差引いて得られる支払い能力（Capacity to Pay)は、平均して約 20,510 バーツとなる。上記の支払い能力から、農民は毎年施設の維持管理費を支払わねばならない。試算によれば、狭義の維持管理費は 1,435 バーツとなる。したがって、約19,600 バーツが維持管理費支払後に残ることになる。

6.4.2. 建設費の償還

建設費は、政府の斡旋によって融資を受けることができるようになる。外貨分は国際金融機関によって融資が行われ、一方、内貨分については政府の責任において行われることになる。

借入金は、公共の資金あるいは受益者によって償還されなければならない。償還を円滑に進めるためには、何よりもまずそれに必要な施策を早急に立案しなければならない。

建設費償還のための財源としてのかんがい収入は、いいかえればプロジェクトによってもたらされる増加農業収益である。いくつかの開発途上国では、近代的な農業を進めるために、かんがい施設の建設費償還に関連する負担金を、国策に基づいて農家からは徴収しないというように規定している。たとえ徴収するにしてもごく少額にとどめている。

ところで、かんがい施設が稼動を始めると、農家から水利費の徴収を行う旨が公示される。当初は施設の維持管理費の一部だけが水利費として徴収されるが、6年目以降は全額が徴収される。さきに述べた建設費の償還については、農家の支払い能力に応じて決められる償還額が拡大維持管理費として徴収されることになる。

タイ国における例についてみてみよう。タイ国では、たとえ農家の規模が小さくても全受益者から必要とする金額を負担金として徴収する。メイクロンプロジェクト報告書[1/]によれば、水稲栽培農家から徴収される負担金は次のようなである。すなわち、

i）かんがい幹線施設の維持管理費として年間ha当り 400 バーツおよび、圃場整備施設の維持管理費として年間ha当り 100バーツを支払う。

ii）全建設費のうち圃場整備費の半額を年率 12％で 12年間にわたって支払う。この場合の年間負担額は、1,620 バーツである。

いずれにしても公共の資金によってすべての償還を行うことは容易でないので、少なくとも建設費の一部は受益者によって支払われるべきである。

上述の例、およびメイクワンプロジェクト地域における実態を基に、このプロジェクトにおいて受益者である農家から徴収すべき工事費負担分および維持管理費を以下のように試算した。

- 幹線施設 および末端施設の維持管理費を 1.4 ha農家当り 1,435バーツとする。
- 末端施設の建設費を年率 12％、据置期間 2年を含む 12年で返済するための年負担額を、1.4 ha農家当り 5,368バーツとする。

1/ "Greater Mae Klong –Malaiman–Irrigation Project Feasibility Study" RID, 1980年3月

表６－４は、上記のうち費用返済に関する計算の結果を示すものである。

農業開発を円滑に進めるためには、建設費とは別に農業初期投資が必要である。一般に、先進的な農業開発を行うにしても初期段階には農家からは大きな収入は期待できない。タイ国では、プロジェクトの実施に必要な資金は、政府によって賄われるか、あるいは国際金融機関などによる融資によって行われる。したがって、農家の立場に立っての財務分析では、上記の融資とは別に、受益農家のために立替えられる長期借入金について評価を行うことになる。

このプロジェクトでは、農業初期投資は生産費として毎年支出することにしているので、長期の借入れを必ずしも必要としない。タイには、小規模農家を含め各種農家のために創設された農業融資制度があり、肥料、農薬、種子等の購入に融資が行われている。したがって、生産費の試算に当たっては、100％の利子を見込んでいる。このプロジェクト実施のために必要な国際金融機関などからの返済の対象となる長期借入金は、いわゆる建設費だけと考えてよい。その額は以下のようになる。

建設費：　4,084,728,000バーツ

（外貨分　1,698,341,000バーツを含む）

（$　84,917,050　）

農業初期投資：　なし

上記の開発に必要な資金を入手するためには、次に示すような融資条件が利用できることになると思われる。

融　資　条　件

据置期間	平均年率	返済期間
初期の10年	3　％	30年

上記の外貨分返済に関する試算は、さきに述べた融資条件を前提として行った。その結果は、表６－５に示すとおりである。

表6－3　標準農家（ 1.4 ha保有）の財務分析評価

Table 6-3. Financial Typical Farm Budget (1.4 ha-unit farm)

Cropping Systems	Unit Yield (ton/ha)	Unit Price (฿/ton)	Unit Gross Value (฿/ha)	Pro-duction Cost (฿/ha)	Unit Net Value (฿/ha)	Net Value (฿/1.4ha)	Ratio	Actual Return (฿/1.4ha)	Hired Labor Cost (฿/1.4ha)	Capacity to Pay (฿/1.4ha)
Type I										
(1) Rice(w)[1/] +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	2/3	9,172	1,834	7,388
Groundnut(d)[2/]	1.9	5,700	10,830	5,093	5,737	8,032	2/3	5,355	803	4,552
Sub-total										11,890
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/3	4,586	917	3,669
Tobacco(d)	1.3	30,180	39,234	18,596	20,638	28,893	1/3	9,630	1,444	8,186
Sub-total										11,855
Total										23,745
Type II										
(1) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	2/3	9,172	1,834	7,338
Groundnut(d)	1.9	5,700	10,830	5,093	5,737	8,032	2/3	5,355	803	4,552
Sub-total										11,890
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/3	4,586	917	3,669
Garlic(d)	3.5	10,500	36,750	20,426	16,324	22,854	1/3	7,617	1,143	6,474
Sub-total										10,143
Total										22,033
Type III										
(1) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	2/3	9,172	1,834	7,338
Groundnut(d)	1.9	5,700	10,830	5,093	5,737	8,032	2/3	5,355	803	4,552
Sub-total										11,890
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/3	4,586	917	3,669
Vegetables(d)	6.0	2,100	12,600	6,439	6,161	8,625	1/3	2,875	431	2,444
Sub-total										6,113
Total										18,003
Type IV										
(1) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/2	6,879	1,376	5,503
Soybeans(d)	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	1/2	3,612	542	3,070
Sub-total										8,573
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/2	6,879	1,376	5,503
Sweet corn(d)	1.2	2,200	2,640	1,165	1,475	2,065	1/2	1,033	155	878
Sub-total										6,381
Total										14,954
Type V										
(1) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	2/3	9,172	1,834	7,338
Soybeans(d)	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	2/3	4,816	722	4,094
Sub-total										11,432
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	1/3	4,586	917	3,669
Garlic(d)	3.5	10,500	36,750	20,426	16,324	22,854	1/3	7,617	1,143	6,474
Sub-total										10,143
Total										21,575
Type VI										
(1) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	2/5	5,503	1,101	4,402
Rice(d)	4.4	3,800	16,720	7,329	9,391	13,147	2/5	5,259	1,052	4,207
Sub-total										8,609
(2) Rice(w) +	4.6	3,800	17,480	7,653	9,827	13,758	3/5	8,255	1,651	6,604
Soybeans(d)	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	3/5	4,334	686	3,684
Sub-total										10,288
Total										18,897
Type VII										
(1) Soybeans(w) +	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	2/3	4,816	722	4,094
Groundnut(d)	1.9	5,700	10,830	5,093	5,737	8,032	2/3	5,355	803	4,552
Sub-total										8,646
(2) Soybeans(w) +	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	1/3	2,408	361	2,047
Tobacco(d)	1.3	30,180	39,234	18,596	20,638	28,893	1/3	9,630	1,444	8,186
Sub-total										10,233
Total										18,879
Type VIII										
(1) Soybeans(w) +	1.8	5,450	9,810	4,650	5,160	7,224	1/2	3,612	542	3,070
Groundnut(d)	1.9	5,700	10,830	5,093	5,737	8,032	1/2	4,016	602	3,414
Sub-total										6,484
(2) Longan(perennial)	3.8	19,000	72,200	13,315	58,885	82,439	1/2	41,220	6,183	35,037
Sub-total										35,037
Total										41,521

表6－4　末端施設建設費の償還計画

Table 6-4　Cost Recovery for On-Farm Development Cost

(Unit: Baht/one farm household with 1.4 ha unit farm)

No.	Year	Capacity to Pay 1/	O&M Cost	Net Profit	Construction Cost	Interest	Total Loan	Repayment	Surplus	Accumulated Surplus
1	1981/82									
2	1982/83					-฿24,180-				
3	1983/84									
4	1984/85									
5	1985/86									
6	1986/87									
7	1987/88									
8	1988/89	16,718	1,314	15,404		2,902	27,082		15,404	15,404
9	1989/90	17,867	1,416	16,451		3,250	30,331		16,451	31,855
10	1990/91	19,028	1,425	17,603		3,640	28,602	5,368	12,235	44,090
11	1991/92	19,606	1,435	18,171		3,432	26,666	5,368	12,803	56,893
12	1992/93	20,324	1,435	18,889		3,200	24,498	5,368	13,521	70,414
13	1993/94	20,417	1,435	18,982		2,940	22,070	5,368	13,614	84,028
14	1994/95	20,464	1,435	19,029		2,648	19,350	5,368	13,661	97,689
15	1995/96	20,510	1,435	19,075		2,322	16,304	5,368	13,707	111,396
16	1996/97	20,510	1,435	19,075		1,956	12,892	5,368	13,707	125,103
17	1997/98	20,510	1,435	19 075		1,547	9,071	5,368	13,707	138,810
18	1998/99	20,510	1,435	19,075		1,089	4,792	5,368	13,707	152,517
19	1999/00	20,510	1,435	19,075		575	0	5,369	13,706	166,223

1/ The term "Capacity to Pay" means the amount remaining to operate after all costs except for water charges.

表6－5　事業の償還計画

Table 6-5　Annual Loan Repayment Schedule for Entire Project Area of 20,000 ha

(Unit: ฿ '000)

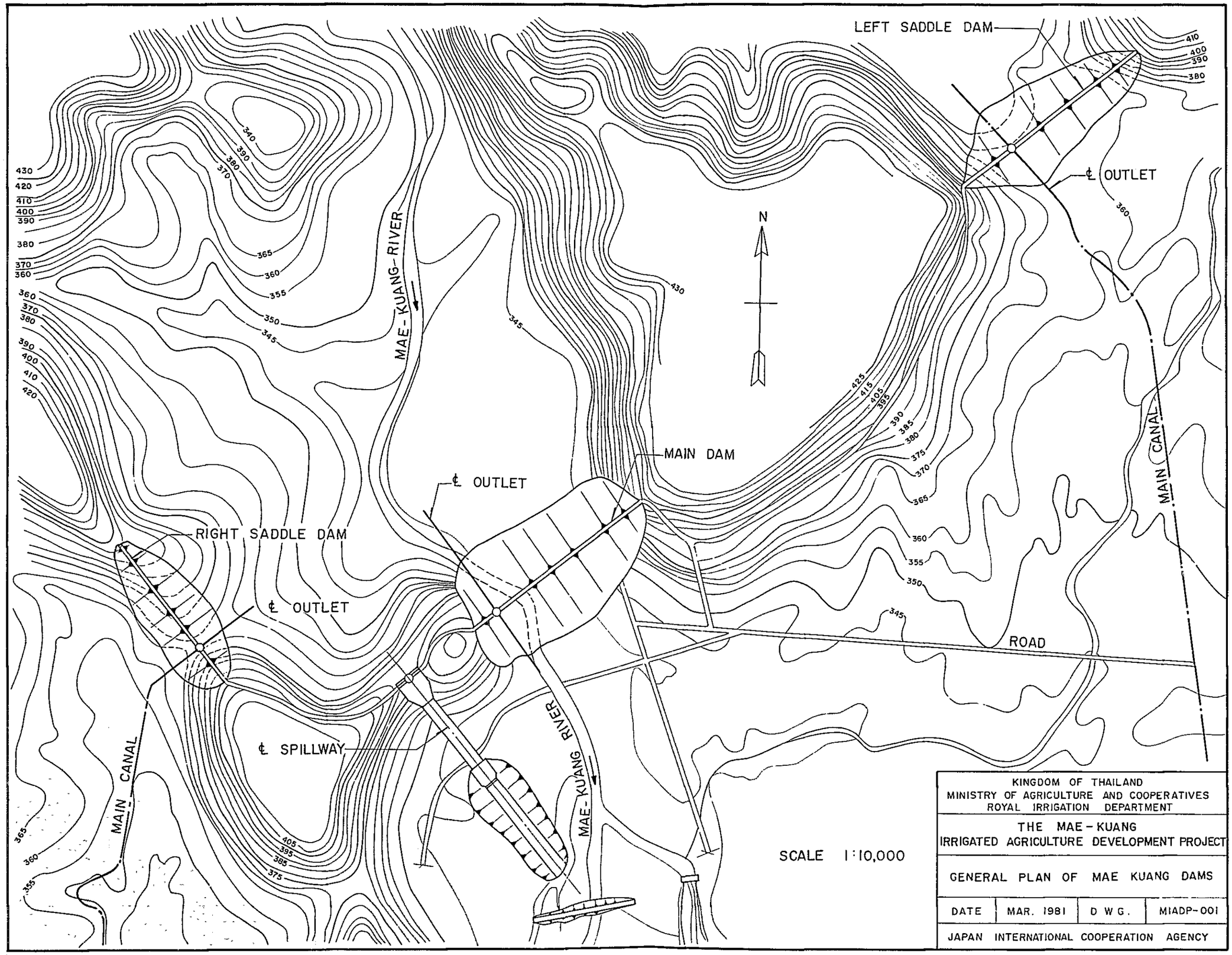
No.	Year	Capacity to Pay	O&M Cost	Net Profit	Construction Cost	Interest	Total Loan	Repayment	Surplus
1	1981/82								
2	1982/83								
3	1983/84				-฿1,698,341-				
4	1984/85								
5	1985/86								
6	1986/87								
7	1987/88								
8	1988/89	238,831	18,773	220,058		50,950	1,749,291		220,058
9	1989/90	255,253	20,228	235,025		52,479	1,801,770		235,205
10	1990/91	271,829	20,351	251,478		54,053	1,885,777		251,478
11	1991/92	280,084	20,494	259,590		55,673	1,911,483		259,590
12	1992/93	290,342	20,494	269,848		57,344	1,968,887		269,848
13	1993/94	291,677	20,494	271,183		59,067	2,027,989		271,183
14	1994/95	292,344	20,494	271,850		60,840	2,088,790		271,850
15	1995/96	293,011	20,494	272,517		62,664	2,151,458		272,517
16	1996/97	293,011	20,494	272,517		64,544	2,215,995		272,517
17	1997/98	293,011	20,494	272,517		66,480	2,282,400		272,517
18	1998/99	293,011	20,494	272,517		68,472	2,197,488	153,413	119,104
19	1990/00	293,011	20,494	272,517		65,925	2,110,000	153,413	119,104
20	2000/01	293,011	20,494	272,517		63,300	2,019,887	153,413	119,104
21	2001/02	293,011	20,494	272,517		60,597	1,927,071	153,413	119,104
22	2002/03	293,011	20,494	272,517		57,812	1,831,470	153,413	119,104
23	2003/04	293,011	20,494	272,517		54,944	1,733,001	153,413	119,104
24	2004/05	293,011	20,494	272,517		51,990	1,631,578	153,413	119,104
25	2005/06	293,011	20,494	272,517		48,947	1,527,112	153,413	119,104
26	2006/07	293,011	20,494	272,517		45,813	1,419,512	153,413	119,104
27	2007/08	293,011	20,494	272,517		42,585	1,308,684	153,413	119,104
28	2008/09	293,011	20,494	272,517		39,261	1,194,532	153,413	119,104
29	2009/10	293,011	20,494	272,517		35,836	1,076,955	153,413	119,104
30	2010/11	293,011	20,494	272,517		32,309	955,851	153,413	119,104
31	2011/12	293,011	20,494	272,517		28,676	831,114	153,413	119,104
32	2012/13	293,011	20,494	272,517		24,933	702,634	153,413	119,104
33	2013/14	293,011	20,494	272,517		21,079	570,300	153,413	119,104
34	2014/15	293,011	20,494	272,517		17,109	433,996	153,413	119,104
35	2015/16	293,011	20,494	272,517		13,020	293,603	153,413	119,104
36	2016/17	293,011	20,494	272,517		8,808	148,998	153,413	119,104
37	2017/18	293,011	20,494	272,517		4,470	0	153,474	119,043

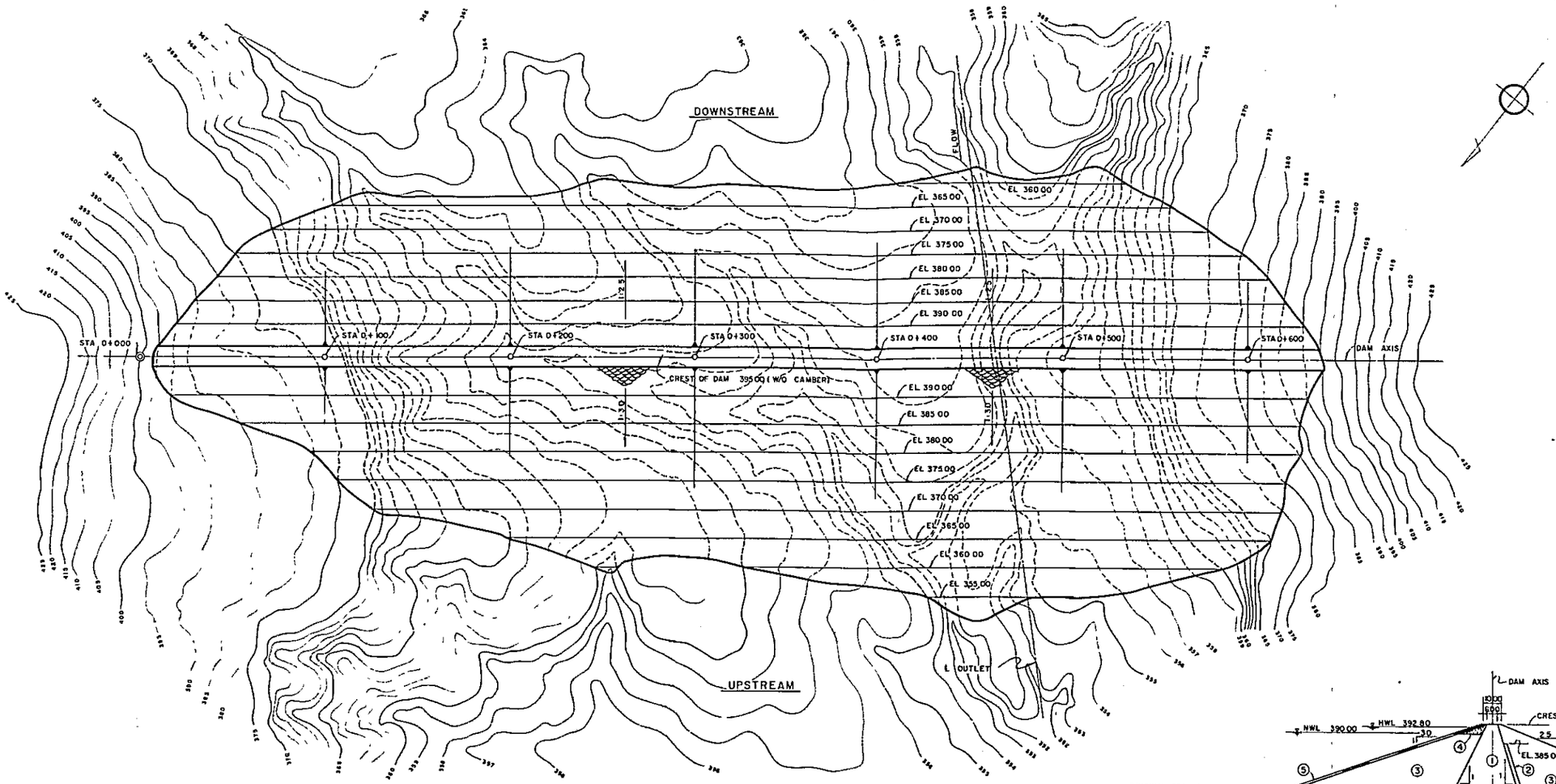
Note: 1. Calculation for loan repayment is limited to the foreign currency portion.

2. The term "Capacity to Pay" means the amount remaining to operate after all costs except for water charges.

3. Repayment conditions: unredeemable for the first ten years, three percent of average annual interest rate and 30 years of repayment period.

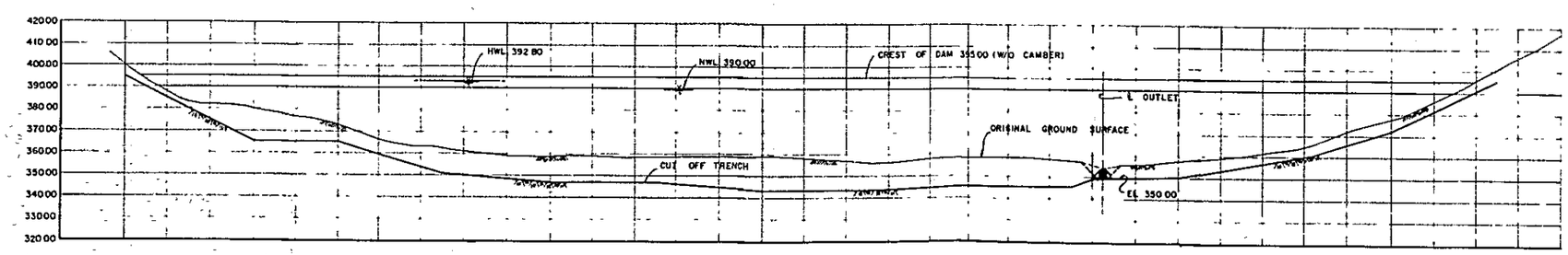
LIST OF DRAWINGS


LEFT SADDLE DAM
℄ OUTLET
N
MAE-KUANG-RIVER
MAIN DAM
℄ OUTLET
RIGHT SADDLE DAM
℄ OUTLET
ROAD
MAIN CANAL
℄ SPILLWAY
MAE-KUANG RIVER
MAIN CANAL
SCALE 1:10,000
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT
GENERAL PLAN OF MAE KUANG DAMS
DATE
MAR. 1981
D W G.
MIADP-001
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PLAN

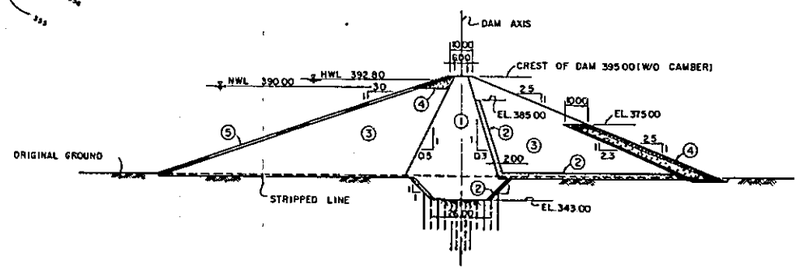
SCALE 1 1,000



STATION (KM)	0+000		0+100		0+200		0+300		0+400		0+500		0+600		0+650
GROUND LEVEL (m)	390.00		372.00		359.00		359.00		364.00		357.00		377.00		390.00
TRENCH LEVEL (m)	350.00	343.00		347.00		343.00		348.00		350.00		372.00		390.00	

PROFILE

SCALE { HORZ 1 1,000 / VERT 1 1000



TYPICAL SECTION

SCALE 1 1,000

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

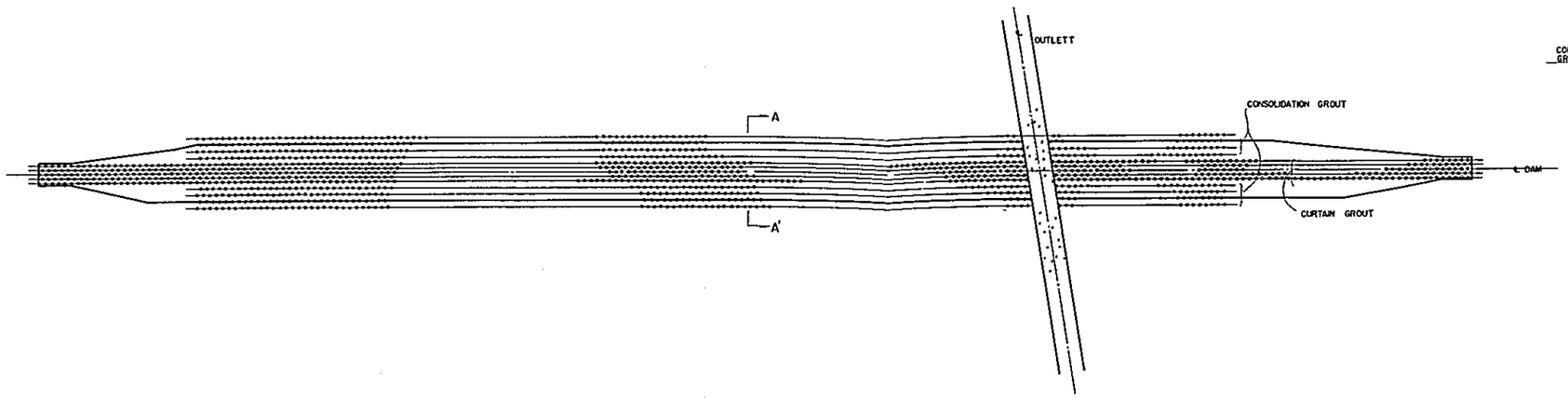
THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

LEFT SADDLE DAM

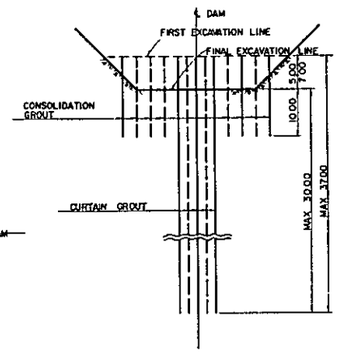
PLAN, PROFILE AND SECTION

DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-002

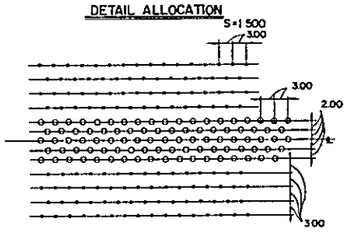
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

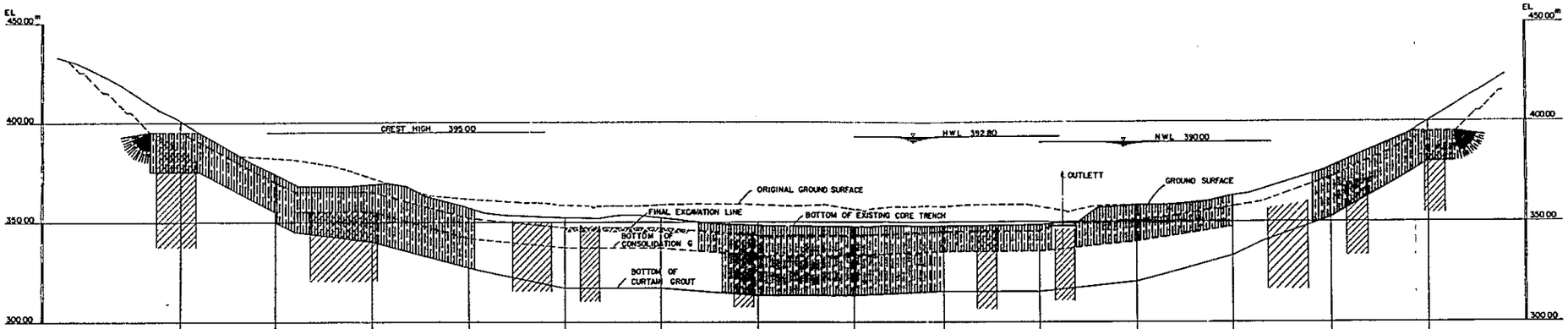


A-A' SECTION
S=1:500

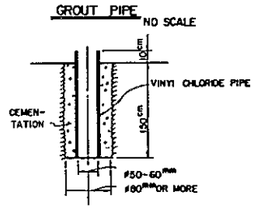


DETAIL ALLOCATION
S=1:500





GROUT PIPE
NO SCALE



1. EVERY GROUT HOLES NEED A GROUT PIPE.
2. CURTAIN GROUT SHOULD BE DONE USING STAGE GROUT METHOD
3. CONSOLIDATION GROUT SHOULD BE DONE USING NIPPLE GROUT METHOD.
4. PRE-TEST HOLES & CHECK HOLES ARE NEGLECTED IN THIS DRAWING
5. EVERY DRILLING & GROUTING WORKS SHOULD BE PERFORMED FROM GROUND SURFACE OR FIRST EXCAVATION LEVEL.

STATION NO.		-15	NO. 0	+10	NO. 1	+10	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8	NO. 9	NO. 10	NO. 11	+15	NO. 12	NO. 13	+15
GROUND LEVEL	※1	406.60	400.00	395.50	381.80 (374.80)	381.70 (380.70)	372.30 (368.30)	361.30 (357.30)	358.40 (357.40)	358.40 (352.80)	358.70 (348.70)	356.30 (347.70)	357.80 (348.80)	357.50 (348.80)	358.00	363.50	365.80	377.20	400.00	408.80
CORE TRENCH LEVEL	※1	395.00	395.00		370.00	360.00	365.00	352.00	347.00	347.00	343.00	343.00	343.00	343.00	350.00	357.50	360.00	362.00	395.00	395.00
BOTTOM OF GROUT CURTAIN		375.00	375.00	375.00	355.00 (355.00)	345.00	340.00	327.00	317.00	317.00	313.00	313.00	313.00	315.00	320.00	335.00		352.00	360.00	360.00

※1 ( ) : ELEVATION OF EXISTING CORE TRENCH

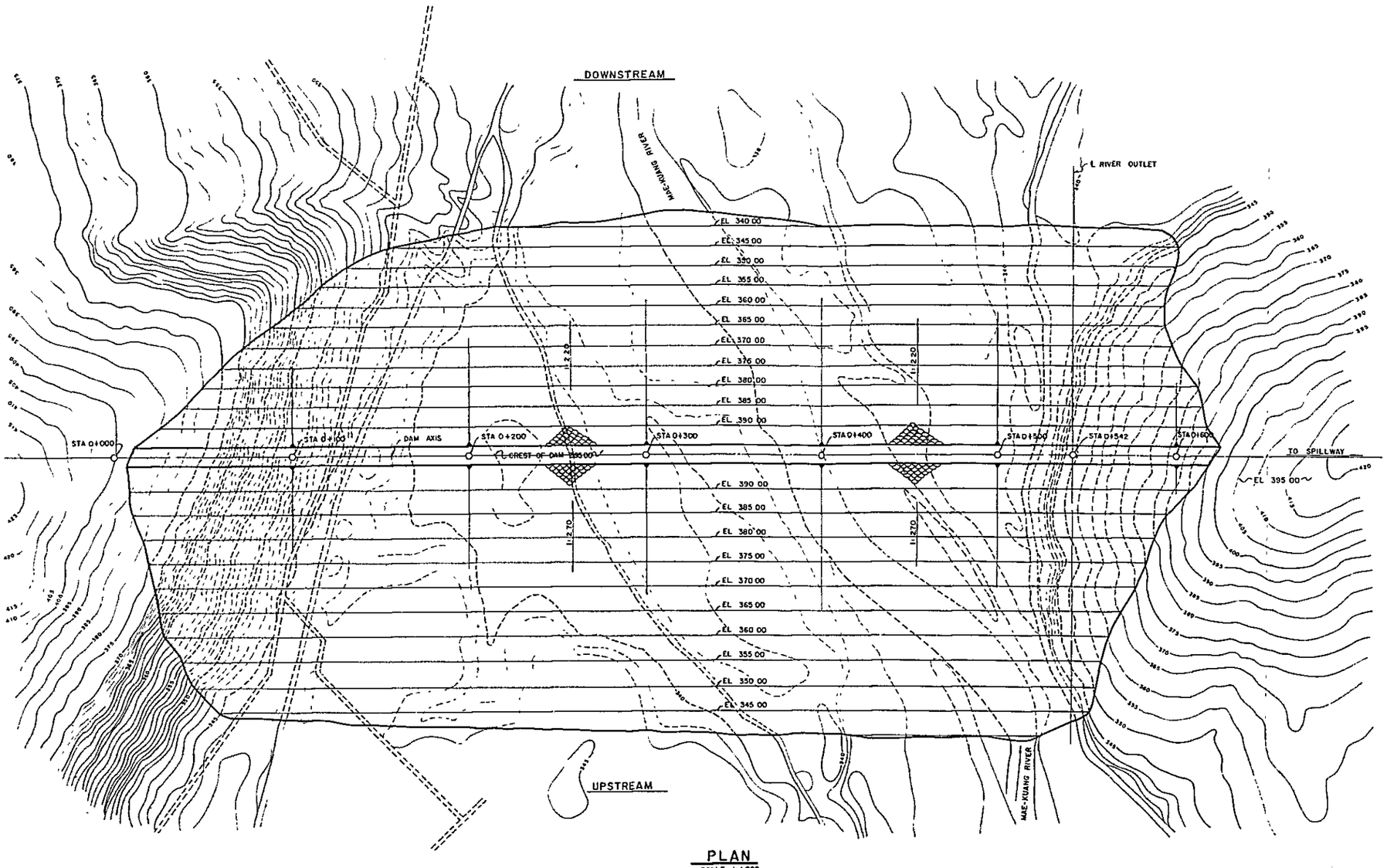
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

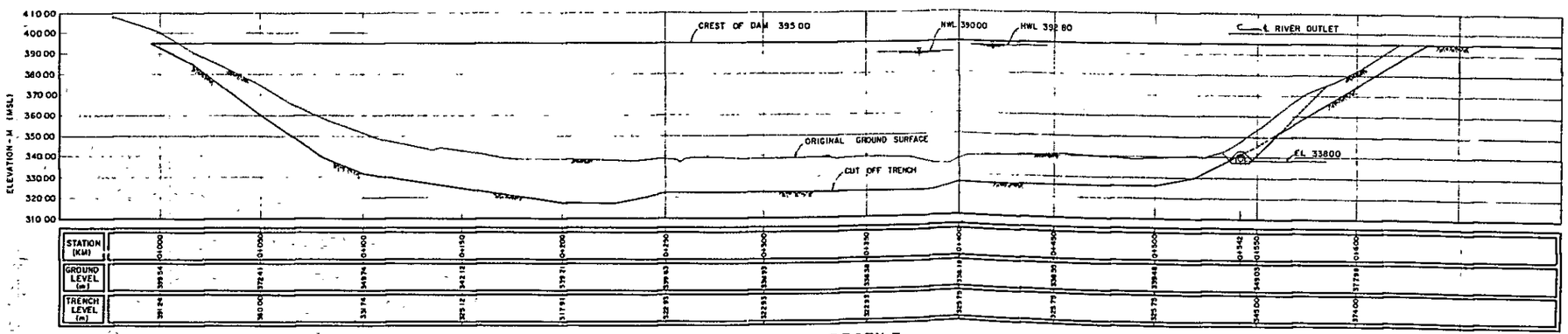
LEFT SADDLE DAM
PLAN OF FOUNDATION TREATMENT
S=1:1000

DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-003

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

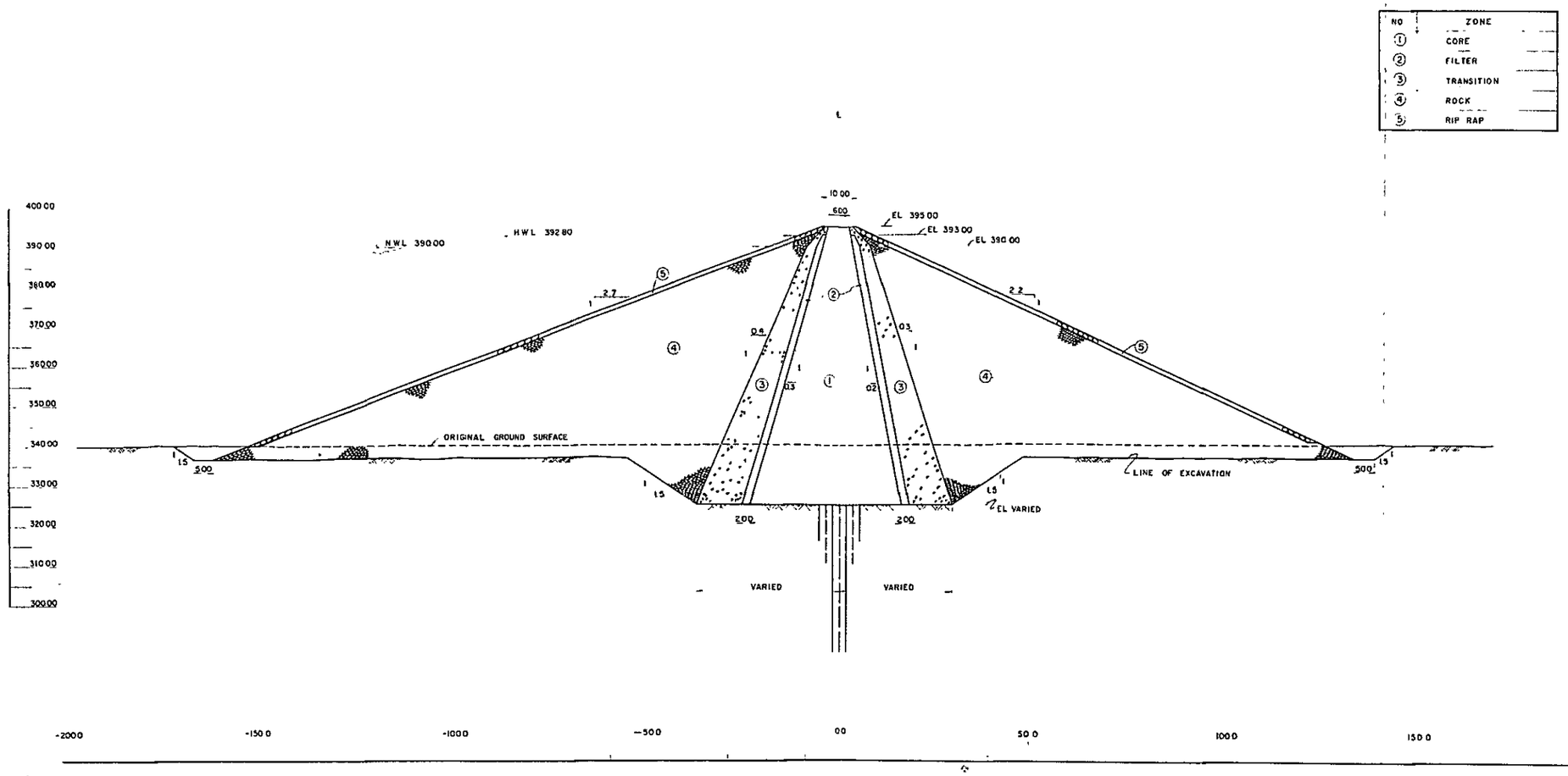


PLAN
SCALE 1:1,000



PROFILE
SCALE { HORZ 1:1,000 VERT 1:1,000

KINGDOM OF THAILAND MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT	
THE MAE-KUANG IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT	
MAIN DAM PLAN AND PROFILE	
DATE AUG 1981	DWG MIADP-004
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

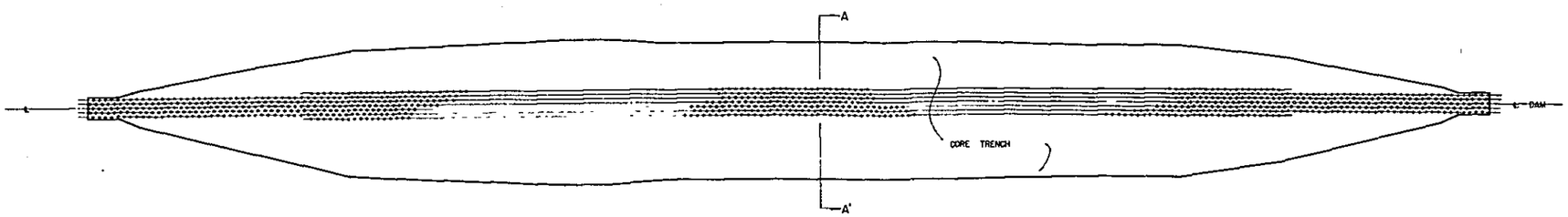


TYPICAL SECTION

SCALE 1:500

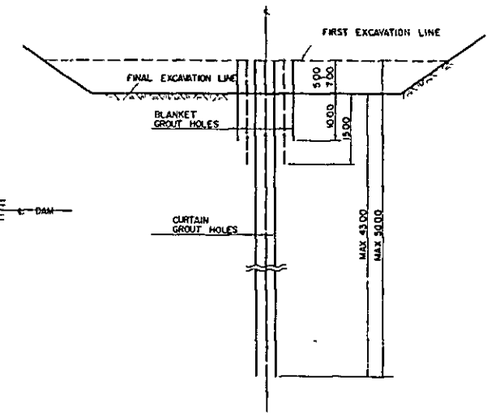
0 10 20 30 40 50 METERS

KINGDOM OF THAILAND MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT			
THE MAE-KUANG IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT			
MAIN DAM TYPICAL SECTION			
DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-005
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



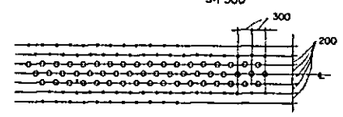
A-A' SECTION

S=1 500



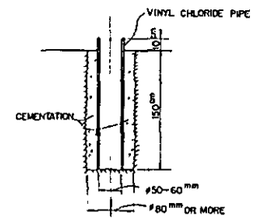
DETAIL ALLOCATION

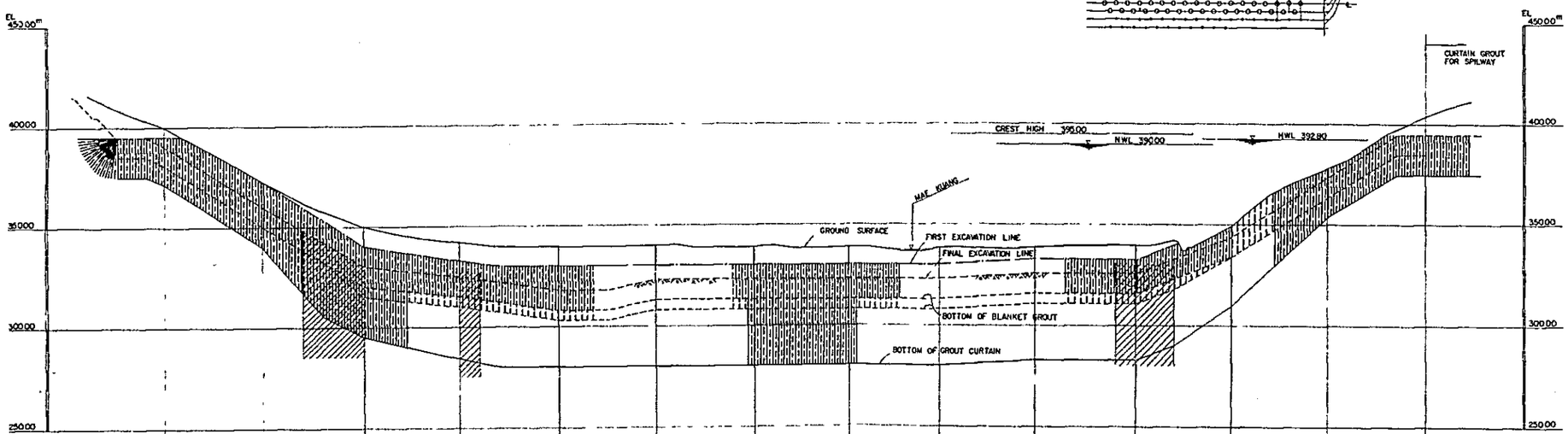
S=1 500



GROUT PIPE

NO SCALE





1. EVERY GROUT HOLES NEED A GROUT PIPE
2. EVERY GROUTS SHOULD BE DONE USING STAGE GROUT METHOD EXCEPT HOLES LESS THAN 10 METERS IN DEPTH
3. THE HOLES LESS THAN 10 METERS IN DEPTH SHOULD BE GROUTED USING HIPPLE GROUT METHOD
4. PRE-TESTING HOLES & CHECK HOLES ARE NEGLECTED IN THIS DRAWING
5. EVERY DRILLING & GROUTING WORKS SHOULD BE PERFORMED FROM GROUND SURFACE OR FIRST EXCAVATION LEVEL.

STATION NO.	NO.0-25	NO.0-10	NO. 0	NO. 1	+30	NO. 2	NO. 3	+10	NO. 4	NO.4+25	NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8	NO. 9	NO. 10	+20	NO. 11	NO. 12	+33	NO. 13
GROUND LEVEL	408.60	400.00	400.00	372.30	357.72	349.40	342.10	339.70	339.30	339.00	339.00	338.70	338.40	338.10	338.50	339.50	342.00	348.90	378.00	397.40	403.80
CORE TRENCH LEVEL	380.00	355.00	350.00	340.00		330.00	325.00		318.00	318.00	323.00	323.00	323.00	323.00	326.00	326.00		344.00	374.00	393.00	395.00
BOTTOM OF GROUT CURTAIN	375.00	375.00	371.00	340.00	305.00	293.00	284.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	283.00	283.00	290.00	310.00	354.00	373.00	375.00
FAULT TREATMENT																					

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

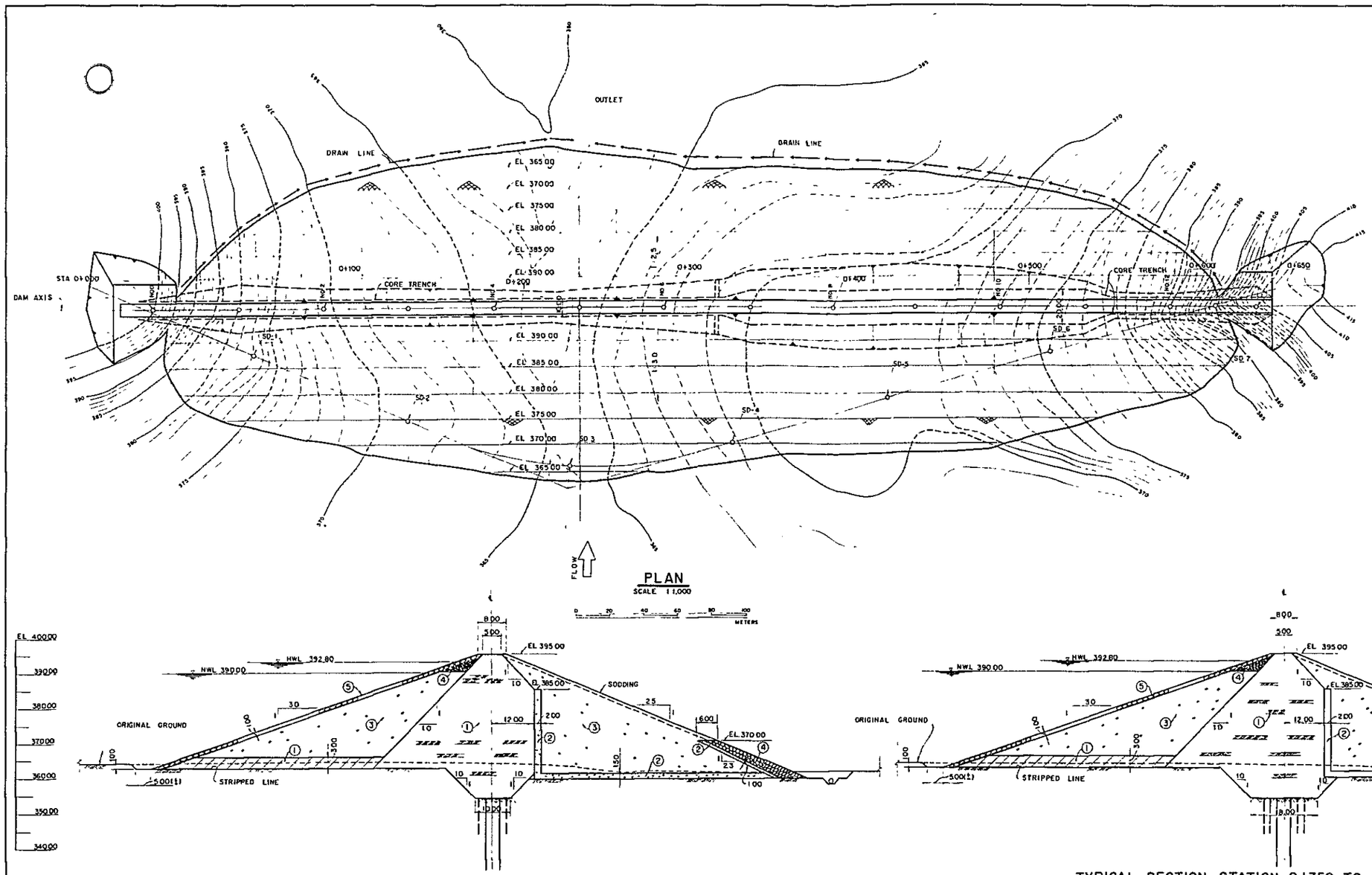
MAIN DAM

PLAN OF FOUNDATION TREATMENT

S=1:1,000

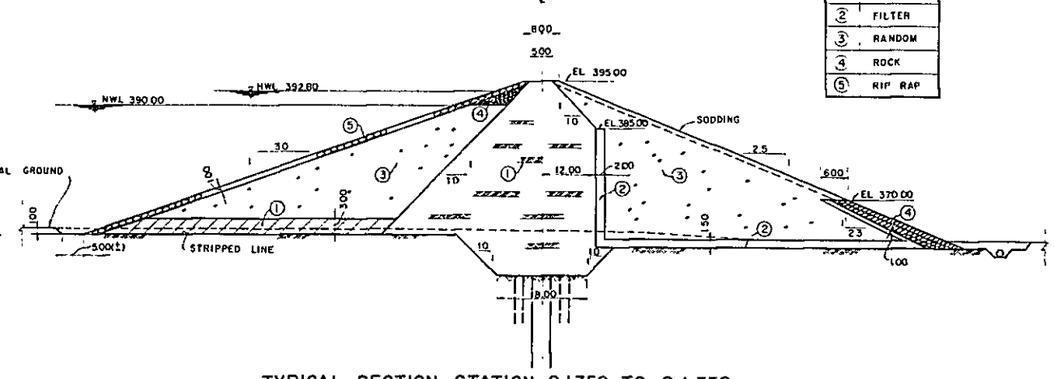
DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-006

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



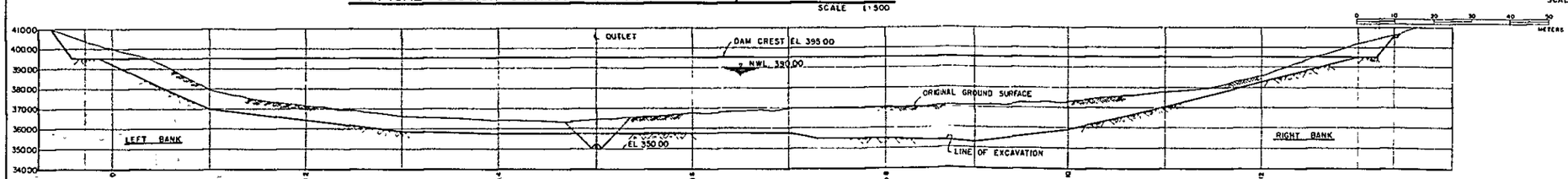
PLAN
SCALE 1:1,000

TYPICAL SECTION STATION 0+000 TO 0+350, 0+550 TO 0+650
SCALE 1:500



TYPICAL SECTION STATION 0+350 TO 0+550
SCALE 1:500

1	CORE
2	FILTER
3	RANDOM
4	ROCK
5	RIP RAP



STATION (KM)	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650
GROUND LEVEL (m)	400.00	379.50	371.00	366.00	364.00	364.00	367.40	365.50	370.00	370.50	373.00	377.50	386.00	401.60
TOP OF EXCAVATION (m)	392.00	370.00	364.30	359.00	357.30	357.30	357.30	357.30	354.80	362.30	359.00	370.50	383.00	395.00

PROFILE ALONG ℄ OF CORE TRENCH
SCALE 1:1,000

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

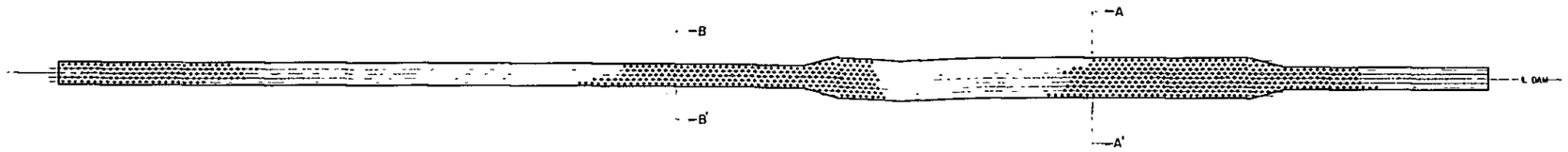
THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

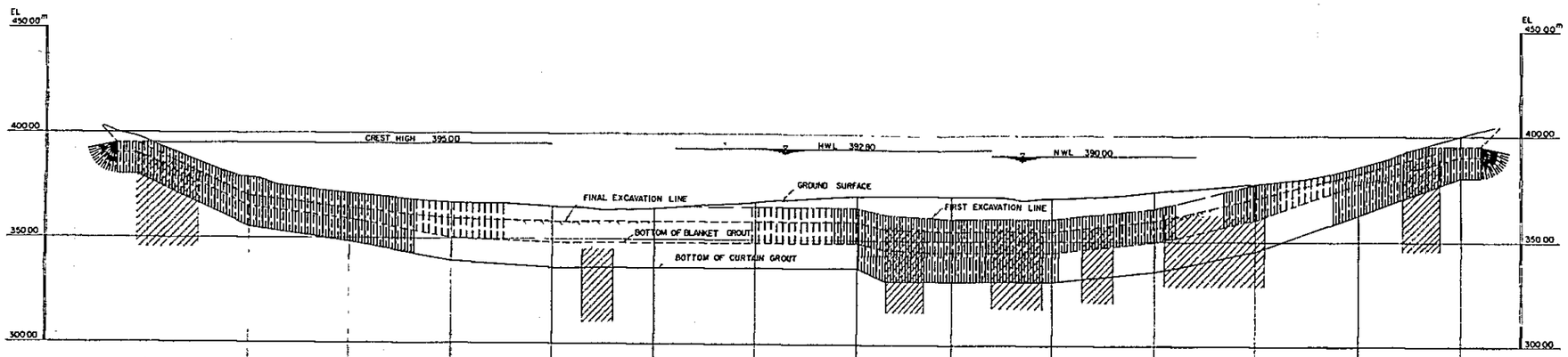
RIGHT SADDLE DAM

PLAN PROFILE AND TYPICAL SECTION

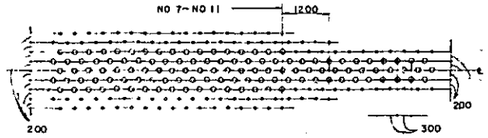
DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-007

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

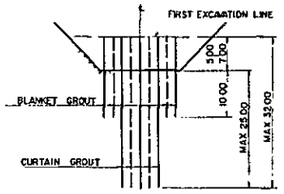




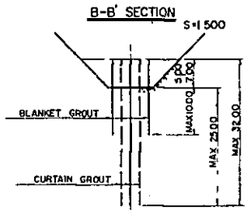
DETAIL ALLOCATION S=1:500



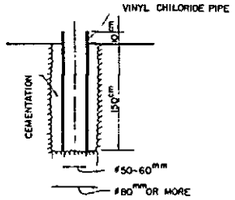
A-A' SECTION S=1:500



B-B' SECTION S=1:500



GROUT PIPE NO SCALE



1. EVERY GROUT HOLES NEED A GROUT PIPE
2. CURTAIN GROUTING SHOULD BE DONE USING A STAGE GROUT METHOD
3. BLANKET GROUTING SHOULD BE DONE USING A RIPPLE GROUT METHOD
4. PRE-TEST HOLES & CHECK HOLES ARE NEGLECTED IN THIS DRAWING
5. EVERY DRILLING & GROUTING WORKS SHOULD BE PERFORMED FROM GROUND SURFACE OR FIRST EXCAVATION LEVEL

STATION NO	-15	-5	NO 0	NO 1	NO 2	NO 3	NO 4	NO 5	NO 6	NO 7	+15	NO 8	NO 9	NO 10	NO 11	NO 12	NO 13	+10
GROUND LEVEL	399.00		398.10	379.50	371.10	368.00	365.00	364.40	367.40	370.50	370.60	370.70	373.70	375.00	377.10	385.20	399.70	
CORE TRENCH "LEVEL"	395.00	393.00	392.50	370.00	364.00	359.00	355.00	356.00	356.00	356.00	355.00	354.00	354.00	353.00	370.00	382.00	395.00	395.00
BOTTOM OF GROUT CURTAIN	380.00	380.00		355.00	348.00	339.00	335.00	338.00	336.00	336.00	335.00	330.00	330.00	335.00	345.00	362.00	380.00	380.00
FAULT TREATMENT																		

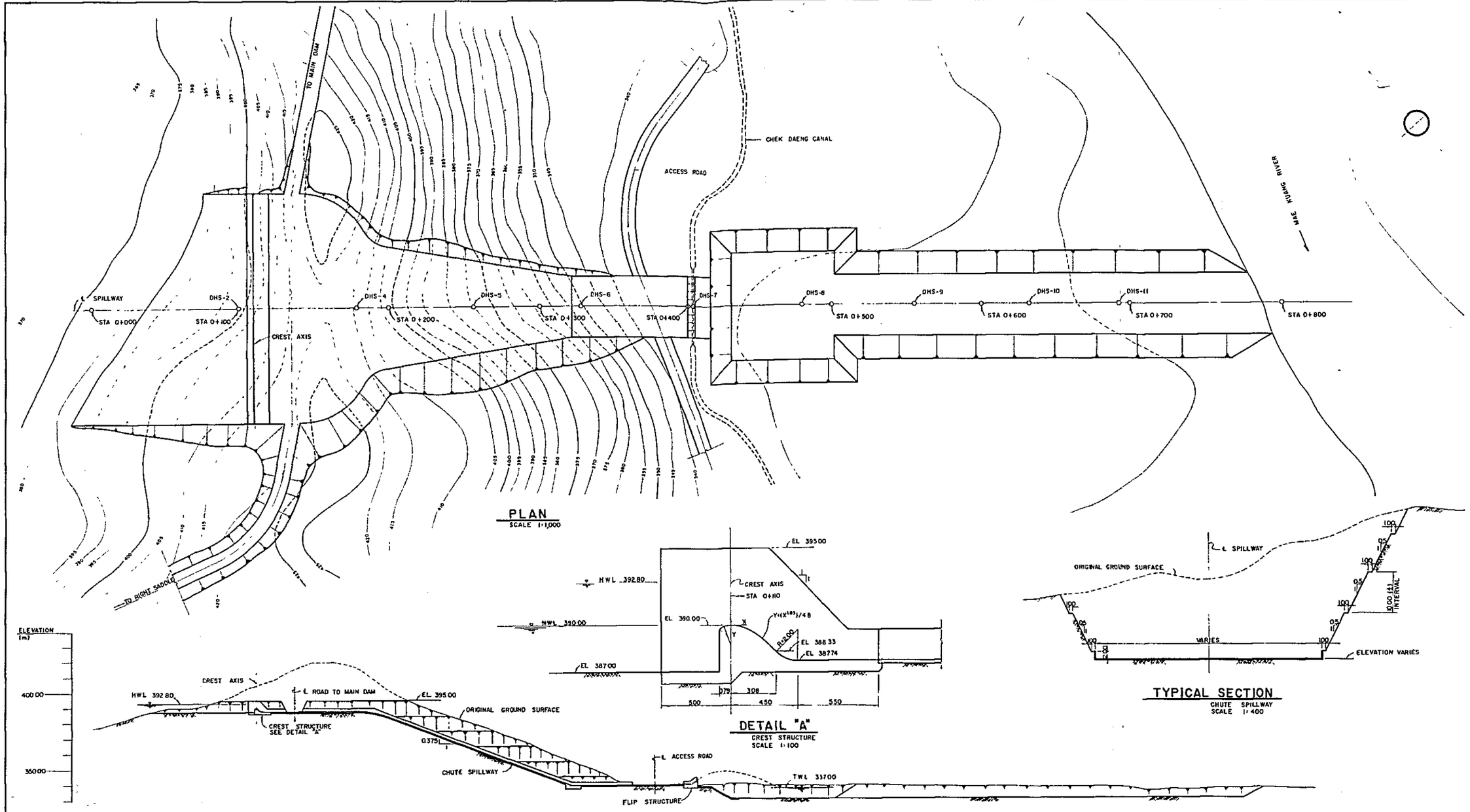
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

RIGHT SADDLE DAM
PLAN OF FOUNDATION TREATMENT
S=1:1,000

DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-008

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



STATION (KM)	0+100	0+110	0+140	0+170	0+200	0+230	0+260	0+290	0+300	0+320	0+360	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800
APRON ELEVATION (m)	390.00	387.68	367.43	356.00	372.75	361.50	350.25	339.00		339.00	339.00	339.00	339.00	339.00	339.00	
APRON WIDTH (m)	150	150	130	80	70	60	50	40		40	40	40	70	40	40	

PROFILE
SCALE (VERT 1:1,000 HORZ 1:1,000)

0 20 40 60 80 100 METERS

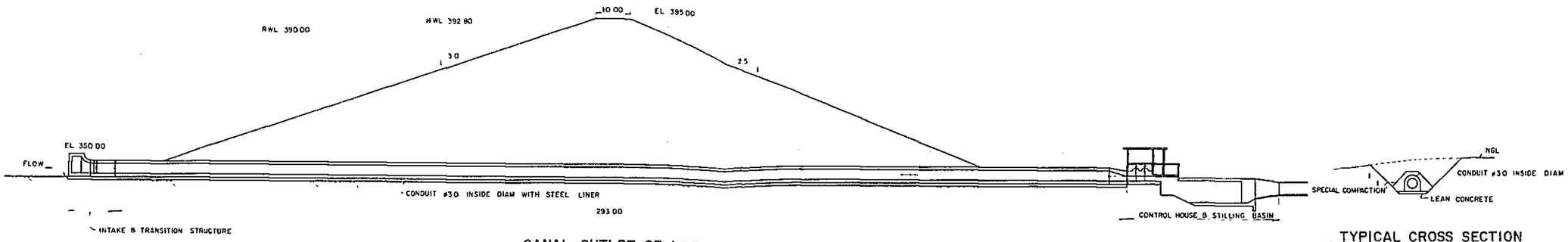
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

SPILLWAY
PLAN, PROFILE AND TYPICAL SECTION

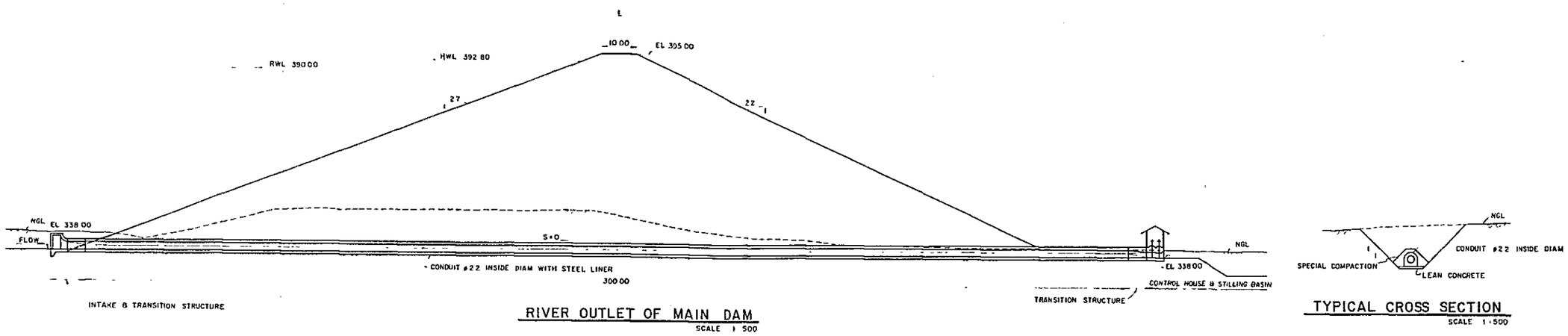
DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-009

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



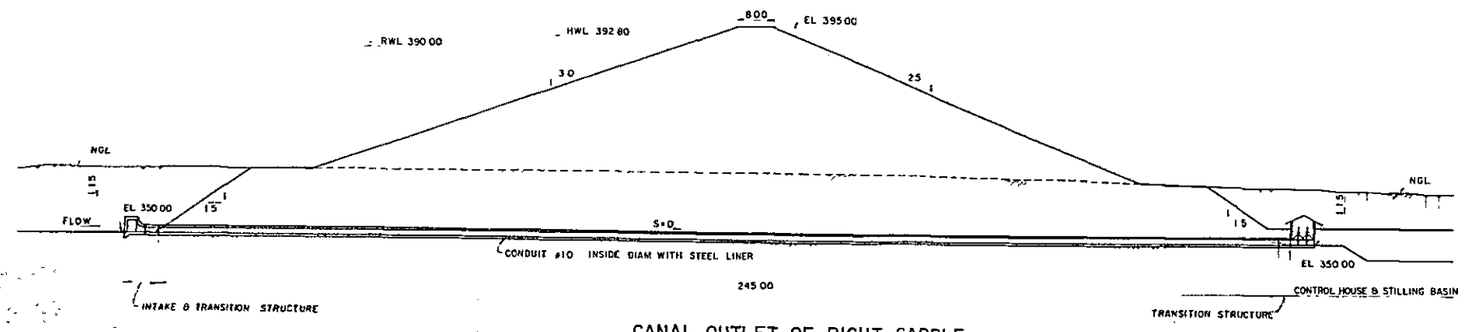
CANAL OUTLET OF LEFT SADDLE
SCALE 1:500

TYPICAL CROSS SECTION
SCALE 1:500



RIVER OUTLET OF MAIN DAM
SCALE 1:500

TYPICAL CROSS SECTION
SCALE 1:500



CANAL OUTLET OF RIGHT SADDLE
SCALE 1:500

TYPICAL CROSS SECTION
SCALE 1:500

0 10 20 30 40 50
METERS

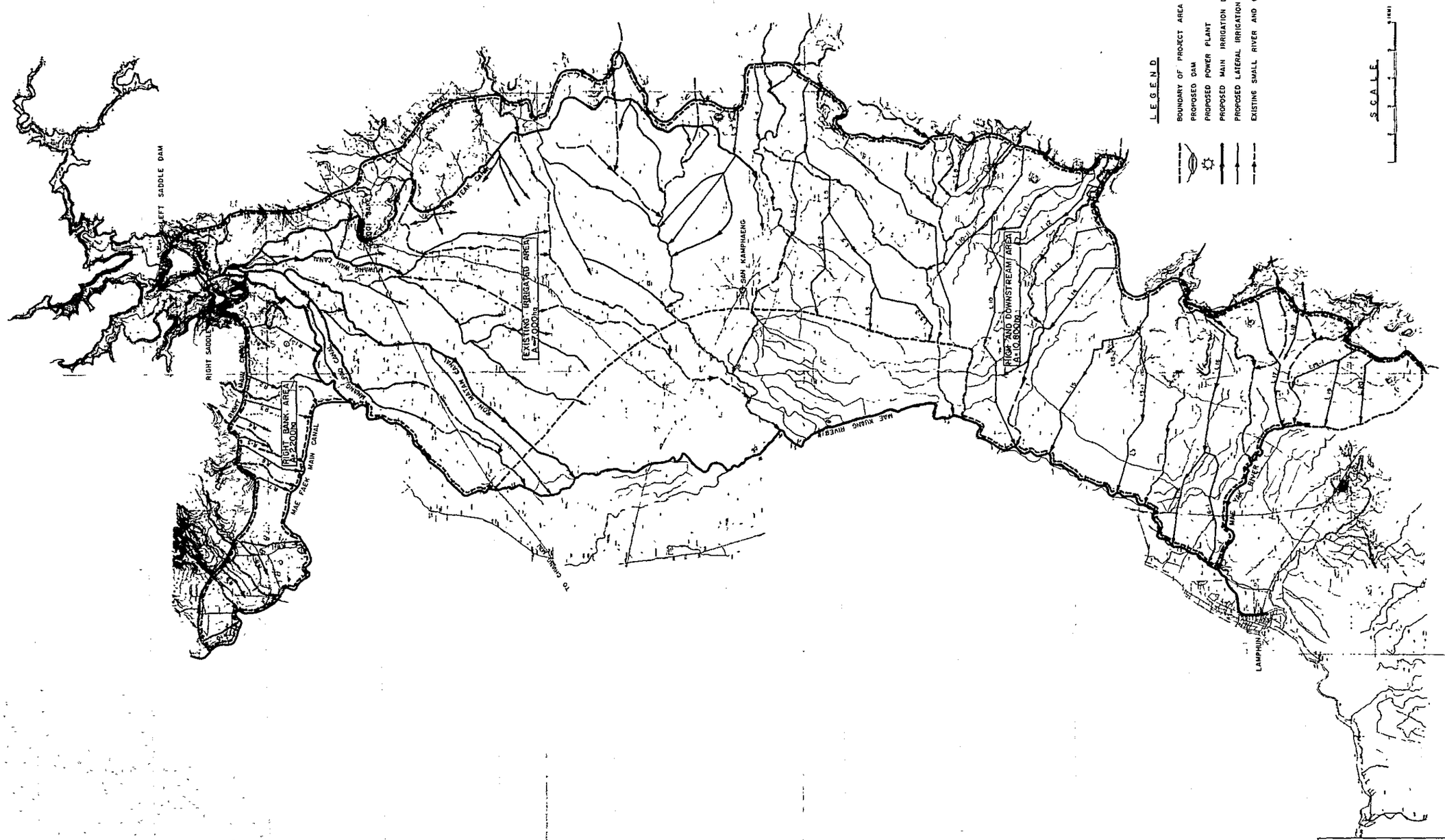
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

OUTLETS
AT LEFT SADDLE, MAIN DAM AND RIGHT SADDLE

DATE AUG 1981 DWG MIADP-010

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



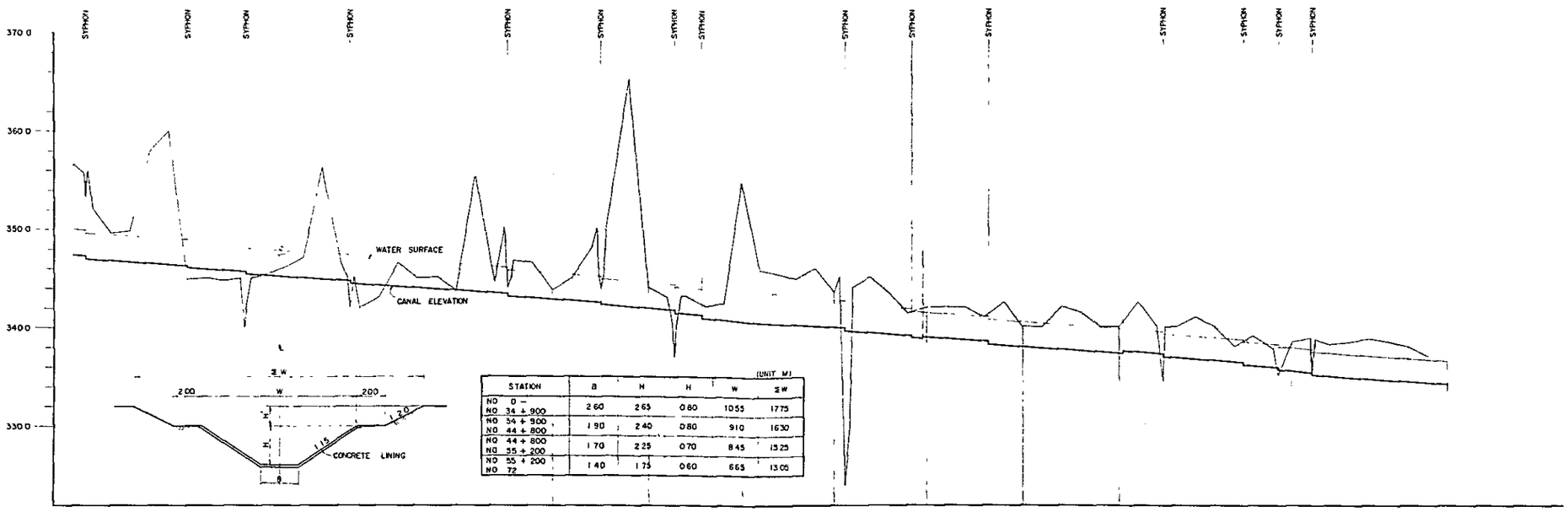
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

IRRIGATION AND DRAINAGE CANAL NETWORKS

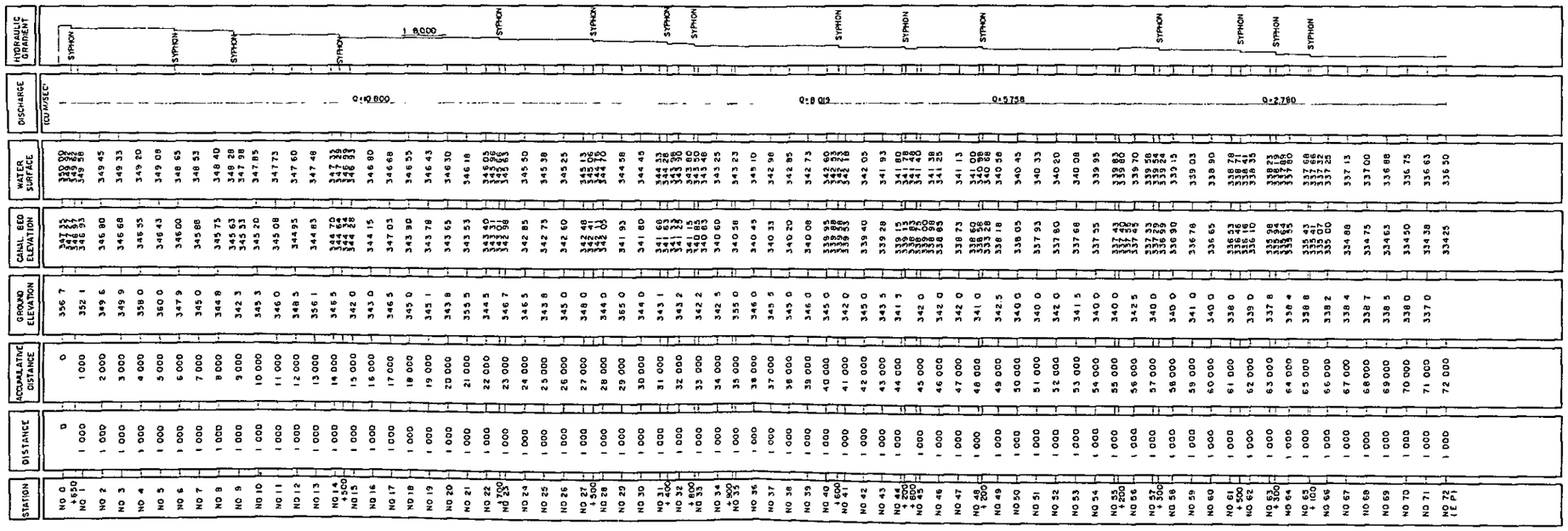
DATE	AUG 1981	DWG	MIADP-011

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



(UNIT M)

STATION	B	H'	H	W	ΣW
NO 0 – NO 34 + 900	2.60	2.65	0.80	10.55	17.75
NO 34 + 900 – NO 44 + 800	1.90	2.40	0.80	9.10	16.30
NO 44 + 800 – NO 55 + 200	1.70	2.25	0.70	8.45	15.25
NO 55 + 200 – NO 72	1.40	1.75	0.60	6.65	13.05



STATION	DISTANCE	ACCUMULATIVE DISTANCE	GROUND ELEVATION	CANAL BED ELEVATION	WATER SURFACE
NO 0	0	0	356.7	347.33	350.00
+650				346.67	349.67
NO 1	1.000	1.000	352.1	346.93	349.58
NO 2	1.000	2.000	349.6	346.80	349.45
NO 3	1.000	3.000	349.9	346.68	349.33
NO 4	1.000	4.000	358.0	346.55	349.20
NO 5	1.000	5.000	360.0	346.43	349.08
NO 6	1.000	6.000	347.9	346.00	348.65
NO 7	1.000	7.000	345.0	345.88	348.53
NO 8	1.000	8.000	344.8	345.75	348.40
NO 9	1.000	9.000	342.3	345.63	348.28
NO 10	1.000	10.000	345.3	345.53	347.98
NO 11	1.000	11.000	346.0	345.20	347.85
NO 12	1.000	12.000	348.5	345.08	347.73
NO 13	1.000	13.000	356.1	344.95	347.60
NO 14	1.000	14.000	345.5	344.83	347.48
+500				344.70	347.35
NO 15	1.000	15.000	342.0	344.58	347.23
NO 16	1.000	16.000	343.0	344.45	346.90
NO 17	1.000	17.000	346.5	344.15	346.80
NO 18	1.000	18.000	345.0	347.03	346.68
NO 19	1.000	19.000	345.1	343.90	346.55
NO 20	1.000	20.000	343.8	343.78	346.43
NO 21	1.000	21.000	353.5	343.65	346.30
NO 22	1.000	22.000	344.5	343.53	346.18
NO 23	1.000	23.000	346.7	343.40	346.05
NO 24	1.000	24.000	346.5	343.30	345.95
NO 25	1.000	25.000	343.8	343.18	345.83
NO 26	1.000	26.000	345.0	342.85	345.50
NO 27	1.000	27.000	348.0	342.73	345.38
+500				342.60	345.25
NO 28	1.000	28.000	344.0	342.48	345.13
NO 29	1.000	29.000	365.0	342.35	345.00
NO 30	1.000	30.000	344.0	342.23	344.70
NO 31	1.000	31.000	343.1	341.93	344.58
+400				341.80	344.45
NO 32	1.000	32.000	343.2	341.68	344.33
+800				341.55	344.20
NO 33	1.000	33.000	342.2	341.43	343.90
NO 34	1.000	34.000	342.5	341.30	343.78
+900				341.15	343.48
NO 35	1.000	35.000	355.0	340.60	343.25
NO 36	1.000	36.000	346.0	340.58	343.23
NO 37	1.000	37.000	345.5	340.45	343.10
NO 38	1.000	38.000	345.0	340.33	342.98
NO 39	1.000	39.000	346.0	340.20	342.85
NO 40	1.000	40.000	345.0	340.08	342.73
+600				339.95	342.60
NO 41	1.000	41.000	342.0	339.83	342.48
NO 42	1.000	42.000	345.0	339.40	342.05
NO 43	1.000	43.000	343.5	339.28	341.93
NO 44	1.000	44.000	341.5	339.15	341.80
+200				339.03	341.68
NO 45	1.000	45.000	342.0	338.90	341.55
NO 46	1.000	46.000	342.0	338.85	341.38
NO 47	1.000	47.000	342.0	338.73	341.25
NO 48	1.000	48.000	341.0	338.60	341.13
+200				338.48	341.00
NO 49	1.000	49.000	342.5	338.35	340.88
NO 50	1.000	50.000	340.0	338.18	340.58
NO 51	1.000	51.000	340.0	338.05	340.45
NO 52	1.000	52.000	342.0	337.93	340.33
NO 53	1.000	53.000	341.5	337.80	340.20
NO 54	1.000	54.000	340.0	337.68	340.08
NO 55	1.000	55.000	340.0	337.55	339.95
+200				337.43	339.83
NO 56	1.000	56.000	342.5	337.30	339.70
NO 57	1.000	57.000	340.0	337.33	339.58
+300				337.29	339.54
NO 58	1.000	58.000	340.0	336.90	339.15
NO 59	1.000	59.000	341.0	336.78	339.03
NO 60	1.000	60.000	340.0	336.65	338.90
NO 61	1.000	61.000	338.0	336.53	338.78
+500				336.46	338.71
NO 62	1.000	62.000	339.0	336.10	338.35
NO 63	1.000	63.000	337.8	335.98	338.23
+300				335.94	338.19
NO 64	1.000	64.000	338.4	335.85	337.80
NO 65	1.000	65.000	338.8	335.43	337.68
+100				335.41	337.66
NO 66	1.000	66.000	338.2	335.00	337.25
NO 67	1.000	67.000	338.4	334.88	337.13
NO 68	1.000	68.000	338.7	334.75	337.00
NO 69	1.000	69.000	338.5	334.63	336.88
NO 70	1.000	70.000	338.0	334.50	336.75
NO 71	1.000	71.000	337.0	334.38	336.63
NO 72 (E.P.)	1.000	72.000		334.25	336.50

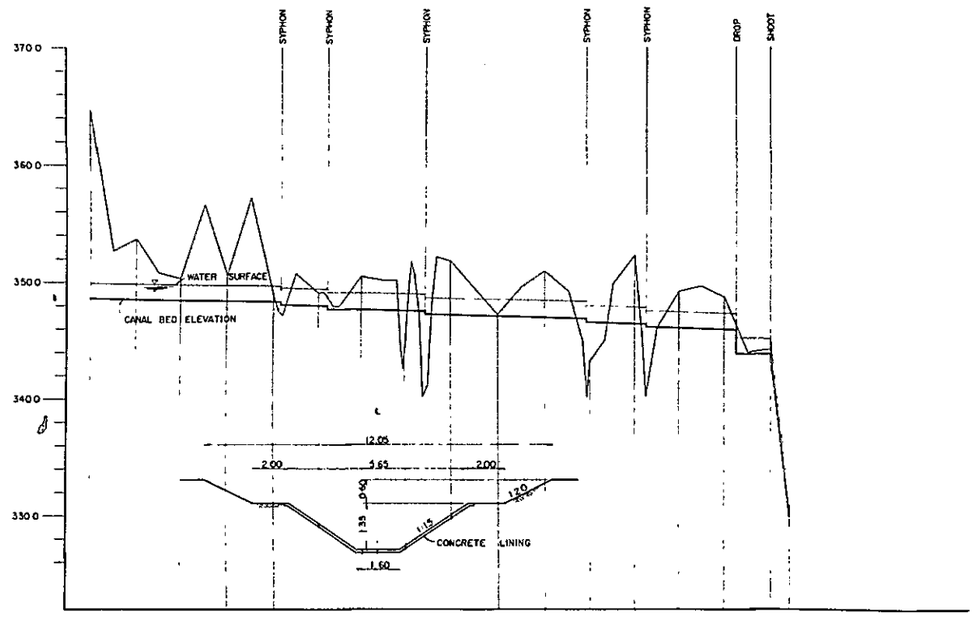
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

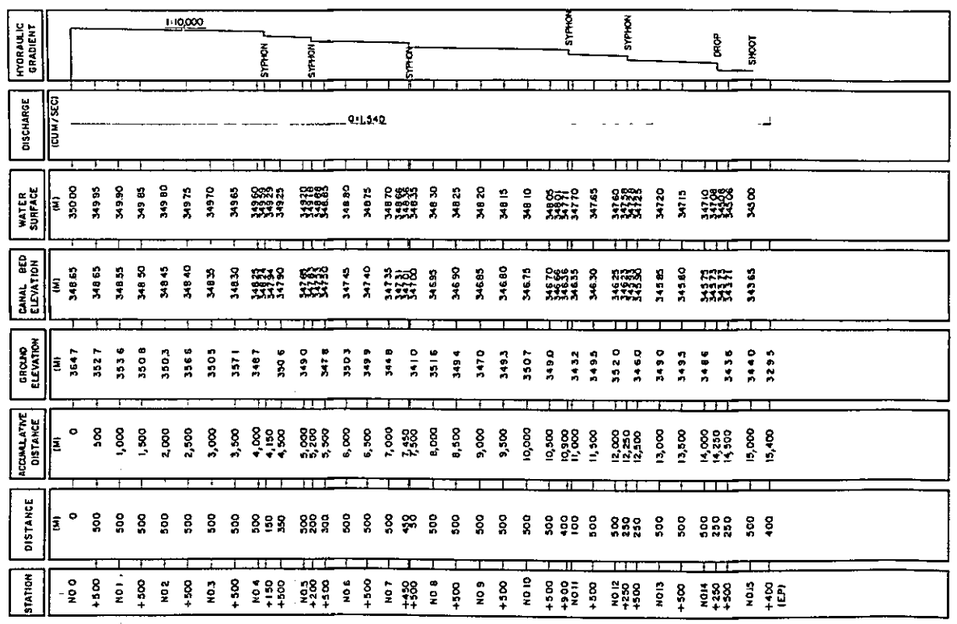
THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

PROFILE OF LEFT MAIN IRRIGATION CANAL

DATE AUG 1981 | DWG MIAOP-012

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





STATION	DISTANCE (M)	ACCUMULATIVE DISTANCE (M)	GROUND ELEVATION (M)	CANAL BED ELEVATION (M)	WATER SURFACE (M)
NO 0	0	0	3547	34865	35000
+500	500	500	3527	34865	34995
NO 1	500	1,000	3536	34855	34990
+500	500	1,500	3508	34850	34985
NO 2	500	2,000	3503	34845	34980
+500	500	2,500	3565	34840	34975
NO 3	500	3,000	3503	34835	34970
+500	500	3,500	3571	34830	34965
NO 4	500	4,000	3487	34823	34960
+150	150	4,150	3494	34824	34959
+500	350	4,500	3506	34790	34925
NO 5	500	5,000	3490	34781	34920
+200	200	5,200	3478	34780	34918
+500	300	5,500	3478	34785	34885
NO 6	500	6,000	3503	34745	34890
+500	500	6,500	3499	34740	34875
NO 7	500	7,000	3448	34735	34870
+450	450	7,450	3410	34731	34866
+350	350	7,800	3410	34730	34863
NO 8	500	8,000	3516	34695	34830
+500	500	8,500	3484	34690	34825
NO 9	500	9,000	3470	34685	34820
+500	500	9,500	3493	34680	34815
NO 10	500	10,000	3507	34675	34810
+500	500	10,500	3490	34670	34805
+900	400	10,900	3466	34636	34771
NO 11	100	11,000	3432	34635	34770
+500	500	11,500	3495	34630	34765
NO 12	500	12,000	3520	34625	34760
+250	250	12,250	3460	34623	34758
+500	250	12,500	3460	34585	34728
NO 13	500	13,000	3490	34585	34720
+500	500	13,500	3493	34580	34715
NO 14	500	14,000	3486	34573	34710
+250	250	14,250	3436	34573	34708
+500	250	14,500	3436	34571	34706
NO 15	500	15,000	3440	34565	34700
+400 (EP)	400	15,400	3295		

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

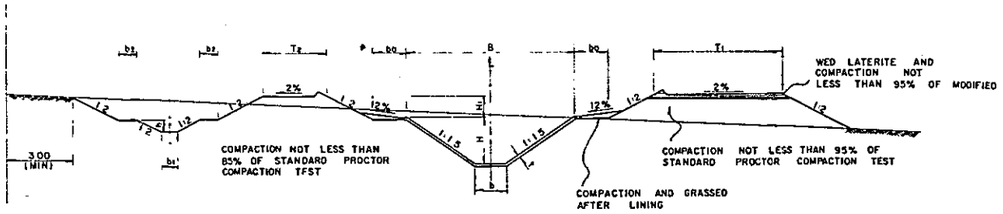
THE MAE-KUANG
IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT

PROFILE OF RIGHT MAIN IRRIGATION CANAL

DATE	AUG 1981	DWG	M1ADP-013

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

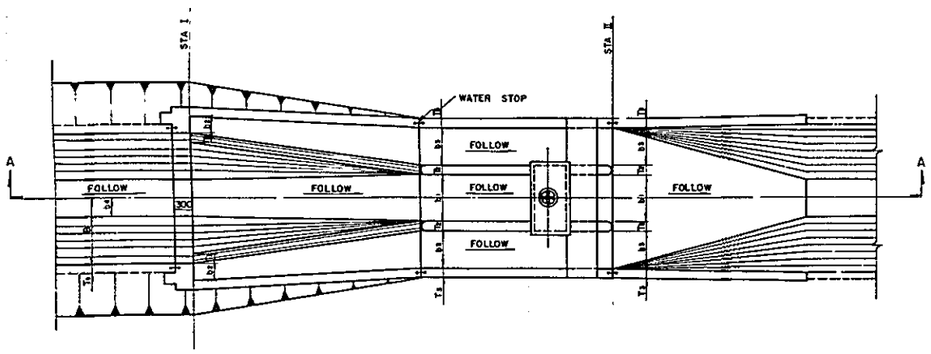
STANDARD CROSS SECTION OF CANAL AND ROAD



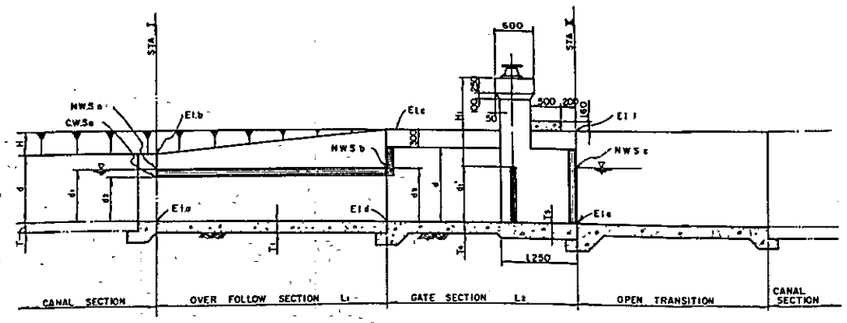
DIMENTION TABLE

NAME AND SECTION	TYPE	DESIGN DISCHARGE	V	b	B	H	H_1	t	b_0	T_1	T_2	h	b_1	b_2
LEFT MAIN CANAL NO0 ~ NO6 + 280	1	cu m/sec 10 800	m/sec 0 895	m 2 60	m 10.55	m 2 65	m VARIES	m 0 07	m 4 00	m 900	m 4 00	m 0 80	m 4 00	m 1 50
~ NO34 + 900	1	10 800	0 895	2 60	10.55	2 65	VARIES	0 07	2 00	6 00	3 00	0 60	1 50	1 50
~ NO44 + 800	2	8 019	0 839	1 90	9 10	2 40	VARIES	0 07	2 00	6 00	3 00	0 60	1 50	1 50
~ NO55 + 200	3	5.758	0 769	1 70	8 45	2.25	VARIES	0 07	2 00	6 00	3 00	0 60	1 50	1 50
~ NO72	4	2 780	0 639	1 40	6 65	1 75	VARIES	0 06	2 00	6 00	3 00	0 60	1 50	1 50
RIGHT MAIN CANAL NO0 ~ NO15 + 400	1	1 540	0 505	1 60	5 65	1 35	VARIES	0 05	2 00	6 00	3 00	0 60	1 50	1 50
LATERAL		VARIES	VARIES	VARIES	VARIES	VARIES	VARIES	0 05 ~ 0 00	1 50	4 00	2 00	—	—	—

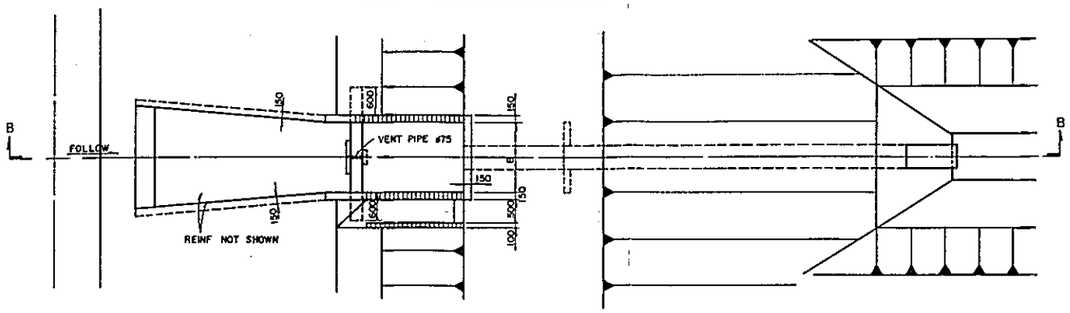
PLAN OF CHECK GATE



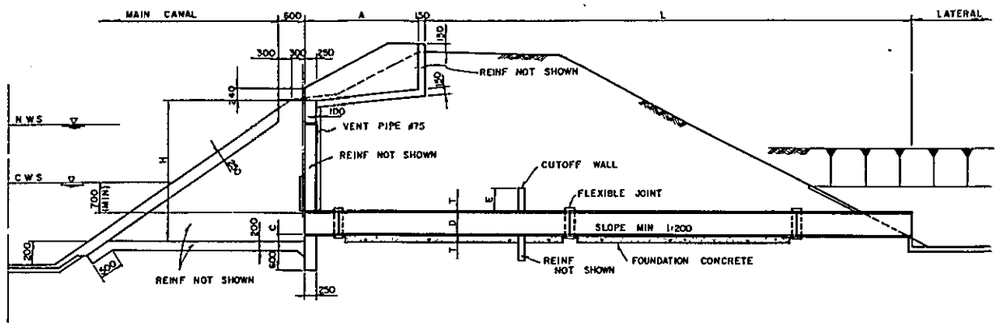
SECTION A-A



PLAN OF GATE-CONTROLLED DIVISION WORKS



SECTION B-B



NOTES

1. CHECK GATE

   EACH DIMENSION MUST BE DESIDED BY CANAL SIZE AND HYDRAULIC CONDISION ESPECIALY FLOWING RUN-OFF FROA DRAINAGE AREA.

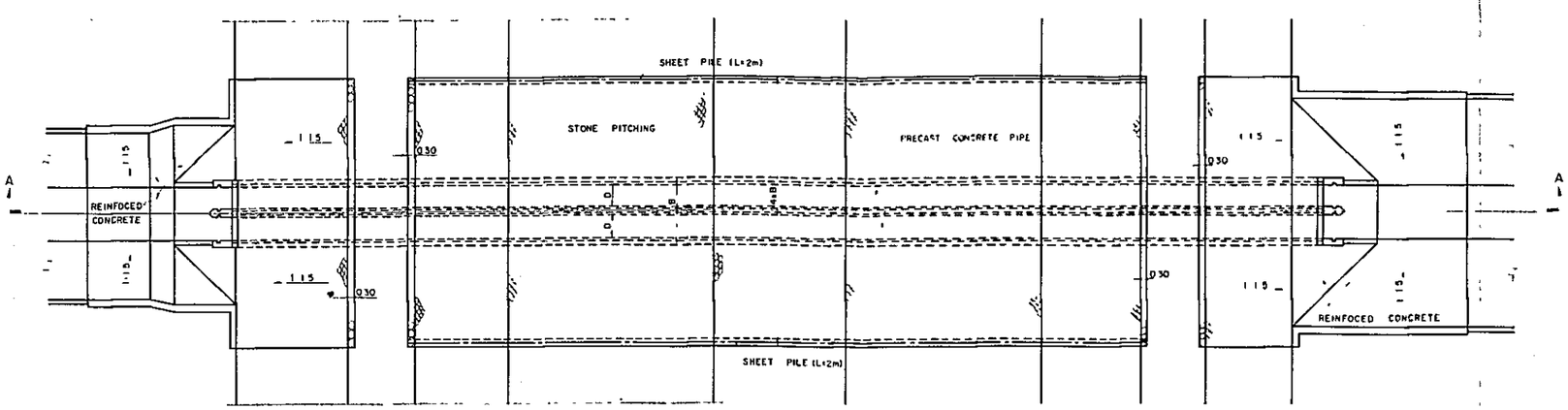
2 GATE-CONTROLLED DIVISION WORKS

   1) EACH DIMENSION MUST BE DESIDED BY CANAL SIZE , DIKE SIZE AND DIVISION DISCHAGE

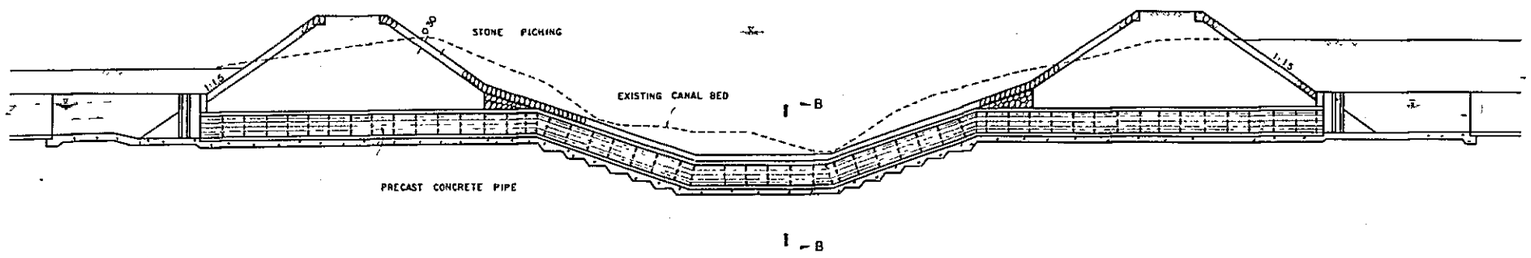
   2) CAREFUL COMPACTION IS REQUIRED AT THE BACK-FILLING POTION

KINGDOM OF THAILAND MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT			
THE MAE-KUANG IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT			
MAJOR STRUCTURES IN IRRIGATION CANAL (I)			
DATE	AUG 1981	D W G	MIADP-014
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

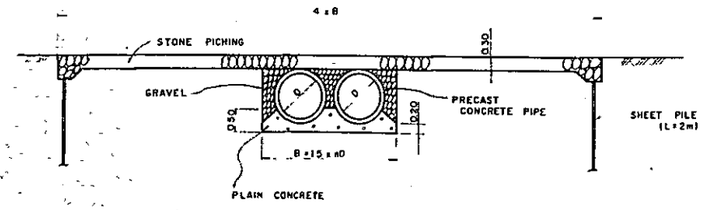
GENERAL PLAN OF SYPHON



SECTION A-A



SECTION B-B



NOTES

1 DIMENSION OF PRECAST CONCRETE PIPE MUST BE DECIDED BY HYDRAULIC CALCULATION BASED UPON DESIGN DISCHARGE

2 CAREFUL COMPACTION OF DIKE EMBANKMANT IS REQUIRED

KINGDOM OF THAILAND MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT	
THE MAE-KUANG IRRIGATED AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT	
MAJOR STRUCTURES IN IRRIGATION CANAL (2)	
DATE AUG 1981	DWG MIADP-015
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

JICA