

マレーシア

テカイ河水力発電開発計画調査

報告書

第II巻 測量報告書

1983年9月

国際協力事業団



マレーシア

テカイ河水力発電開発計画調査

報告書

第II巻 測量報告書

JICA LIBRARY



1031296(7)

1983年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 6. 26	113
登録No. 11657	64.3
	MPN

## は し が き

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国パハン州において早急に開発することが望まれているテンプリン川支流テカイ川の水力発電開発計画のフィージビリティ調査を行うこととなり、その実施を国際協力事業団に委託した。事業団はこの水力発電計画の重要性を考慮し、1981年3月1日から1982年12月15日まで、高比良敬一氏を団長とする各分野の専門家から成る調査団をマレーシアに派遣し、同国政府関係機関の協力を得て現地調査を実施した。

本報告書は、現地調査及び収集した資料に基づき、帰国後調査検討を行い、その成果を取りまとめたものである。本報告書が、マレーシアの電源開発に寄与するとともに、同国と日本との経済交流及び友好親善の一助となれば誠に喜ばしい次第である。

終わりに、今回の調査の実施に当たられた団員各位に謝意を表するとともに、熱意ある支援と協力を戴いたマレーシア国政府関係機関の方々、ならびに外務省、通商産業省及び在マレーシア日本国大使館の関係者各位に対し、この機会に心より感謝の意を表わすものである。

1983年8月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔



# 目 次

1. 概 要 .....	1
1.1 目 的 .....	1
1.2 作 業 地 域 .....	1
1.3 作 業 期 間 .....	1
1.4 作 業 種 別 お よ び 作 業 量 .....	2
1.5 主 要 機 材 .....	2
2. 航 空 測 量 .....	3
2.1 撮 影 作 業 準 備 .....	3
2.2 撮 影 計 画 .....	3
2.3 撮 影 作 業 .....	3
2.4 図 化 .....	4
3. 標 定 点 測 量 .....	5
3.1 基 準 点 の 配 点 .....	5
3.2 対 空 標 識 の 設 置 .....	5
3.3 NNSS 観 測 .....	5
3.4 水 準 測 量 .....	6
4. 縦 横 断 測 量 .....	9
4.1 縦 横 断 測 量 計 画 .....	9
4.2 縦 横 断 測 量 の 実 施 .....	9
5. ト ラ バ ース 測 量 .....	11
5.1 ト ラ バ ース 測 量 作 業 計 画 .....	11
5.2 ト ラ バ ース 測 量 の 実 施 .....	11
6. 地 形 測 量 .....	13
6.1 地 形 測 量 作 業 計 画 .....	13
6.2 地 形 測 量 の 実 施 .....	13

## List of Tables

<u>Table</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
1.1	List of work carried out each year	1
1.2		6
2	Respective time schedules	2
1.3		7
3.1	Coordinates and elevation height of satellite doppler surey stations	8
6.i	Location of Bench Marks, Bore-Hole and Test-Pit	9

## List of Figures

<u>Figures</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
2.1	Index of Aerial Photo Map	1
2.2		2
2	Aerial Maps	2
2.25		27
3.1	Location of NNSS	28
3.2	Leveling Rute	29
4.1.	Longitudinal Profilling and Gless Section (Upper Tekai)	30
4.2	Longitudinal Profilling and Gless Section (Lower Tekai)	31
4.3	Longitudinal Profilling (Upper Tekai)	32
4.4		33
2	Gless Section (Upper Tekai)	2
4.16		45
4.17	Longitudinal Profilling (Lower Tekai)	46
4.18		47
2	Gless Section (Lower Tekai)	2
4.23		52
5.1	Traversing Rute	53
6.1		54
2	Topographic Haps (Upper Tekai)	2
6.11		64
6.12		65
2	Topographic Haps (Lower Tekai)	2
6.15		68



# 1. 概 要



# 1. 概 要

## 1.1 目 的

本プロジェクトの調査区域をカバーする既存の地形図には、1972年に作成の縮尺1:25,000と1975年作成の縮尺1:63,360(両図とも等高線間隔50feet)があるのみである。これらの地形図は流域全体についての調査には利用可能であるが、縮尺が小さいため、詳細検討を行うのには不十分である。従って上・下ダム地点及びアクセス道路の通る下部貯水池周辺の航空写真を新たに撮影し、また上ダム貯水池周辺については、1966年～1967年にかけてカナダの航空写真測量会社が撮影した写真を使用し、縮尺1:5,000(ダム地点)と1:10,000(貯水池周辺)を作成した。

概略設計の資料を得るため、1981年にはダムサイト縦横断測量を行い、同地形図を作成した。詳細設計のためには1982年に地形測量(1:500)を行い、上ダム地点および下ダム地点の地形図を作成した。

現地においては、この他に、両測量をするのに必要な標定点測量、水準測量、トラス測量を実施した。

\* 参考として年度別作業表(表1.1)と工程表(表1.2,3)をAppendixに添付する。

## 1.2 作 業 地 域

今回の測量対象地域は、マレー半島のほぼ中央部、国立自然公園の南部に位置し、テカイ川に沿う地域である。全域にわたって原生林が密生し、小規模な木材搬出が行なわれている程度で未開発の地域である。また、交通手段は、ジャランツツツより下ダム地点および上ダム貯水池上流部へいく2本の林道、ポートによる河川航行があったが、林道は雨に弱く、ポートによる行動が有効であった。

## 1.3 作 業 期 間

航空写真撮影	昭和56年7月15日(日本出発)から 昭和56年9月12日(帰国)まで
標定点測量 および 水準測量	昭和56年6月17日(日本出発)から 昭和56年9月29日(帰国)まで 昭和57年5月23日(日本出発)から

	昭和57年9月7日(帰国)まで
縦横断測量	昭和56年6月17日(日本出発)から 昭和56年10月29日(帰国)まで
トランス測量	昭和57年5月23日(日本出発)から 昭和57年10月22日(帰国)まで
地形測量	昭和57年5月16日(日本出発)から 昭和57年11月1日(帰国)まで

#### 1.4 作業種別および作業量

航空写真撮影	1/20,000 4コース 72枚
標定点測量	13点(Master点)
水準測量	60km(ジャランツツツ~下ダム) 25km(下ダム~上ダム) 計85km
縦横断測量	縦断 1.k 400 <sup>m</sup> 、横断 17.k 650 <sup>m</sup>
地形測量	1/500 上ダム地点1.6kd、下ダム地点0.5kd

#### 1.5 主要機材

航空写真撮影		
飛行機	バイパーアステック	1機
航空カメラ	ウイルド RC-10	1セット
	フィルム自動現像機	1セット
標定点測量		
	JMR-3及びJMR-4 ドップラーサーベイセット	3セット
縦横断測量		
光波測距儀	ヒューレットパッカード 3800	2セット
トランシット	ウイルド T2	1台
	東京光学 TL-10	2台
レベル	測器舎 B2	3台

## 2. 航空測量



## 2. 航空測量

### 2.1 撮影作業準備

マレーシア国内には、航空写真撮影を実施できる民間会社は皆無であり、わずかに MALAYSIA AIR CHARTER CO., LTD. (MAC) が、撮影用航空機を1機保有するのみである。また、航空カメラは、マレーシア測量局が保有するのみである。

測量局も独自の撮影プロジェクトを実施中であり、MACと2年間にわたる長期の航空機チャーター契約を締結している。

従って、今回の撮影作業は、MACの航空機を借り上げ、測量局の撮影クルーが撮影を実施することとなった。

測量局の好意でテカイプロジェクトを最優先に飛行することが約束され、撮影の基地はクアラ・ランブール国際空港、写真処理は測量局で実施された。

### 2.2 撮影計画

作業量 4コース

写真枚数 72枚

写真縮尺 1 : 20,000

航空写真撮影は  $1/5,000$  及び  $1/10,000$  地形図作成のため必要な空中三角測量および図化のためのもので、特に空中三角測量に必要な標定点確保のため、図化地域外に撮影範囲を拡大した。

コースは図化地域に合わせて、北西 — 南東方向に4コースを設定した。

### 2.3 撮影作業

撮影作業は、1981年に行われ、当初7月下旬から開始される予定であったが、MACの航空機が故障、修理中であり、飛行は8月13日より開始された。

撮影対象地域は谷間であり、雲のしやすい地形であり、常時雲におおわれており、8月13日以来連日飛行したにもかかわらず、1枚も撮影できなかった。ようやく8月23日午前中2時間程晴れ、この好機をうまく捉え4コース全部の撮影を終了した。

撮影班マレーシア滞在中60日の内、撮影に達した時間はわずかにこの2時間であった。

8月23日に撮影終了したものの測量局の現像機故障のため、9月3日にフィルム現像、プリントが行なわれた。

#### 2.4 図 化

図化作業は、1981、1982に行われ、それぞれの作業は表2.1の通り実施された。

Table 2.1

Year	Scope	Scale	Area (km <sup>2</sup> )	Contour interval	No. of models of aerial triangulation	Photo-graphing year
1981	Rough design of upper and lower dam sites	1:5,000	15	5	80	1981
	Lower dam storage reservoir	1:10,000	131	5		
1982	Upper dam storage reservoir	1:10,000	300	10	110	1967

等高線間隔については、ダム、仮設、工事用道路等の計画に使用する部分（1981年図化）は5mとし、構造物のない上ダム貯水池（1982年図化）については、10mとした。（図2.1～15）

### 3. 標定點測量



### 3. 標定点測量

#### 3.1 基準点の配点

測量地域は前述のように、人跡未踏の原生林であるため、通常の測量方法による基準点の設置は困難であるため、NNSS(Navy Navigation Satellite System)方式を採用した。

基準点の配点は、後続の空中三角測量の標定点として使用することを主要な目的として、撮影地域に平均的に設置するように、固定点1点、移動点12点(1981年8点、1982年4点)、合計13点を計画した。しかし、選定の結果、支流に計画した点は、ボートによる航行が不可能なため、本流に移し観測した。(図3.1)

当初、付近の既存三角点と固定点を多角測量によって取り付け、既存測地系の座標値を与えることを考慮したが、測量局に確認したところ、これらの既存三角点の座標成果は失なわれており、日本国内において計算時、既存測地系とのリフト量を固定点計算値に与えることにより既存測地系に変換する方法に切替えた。

#### 3.2 対空標識設置

前述のNNSS観測点(移動点)の内1981年に実施した8点に対空標識を設置し、航空写真上に明瞭に写るようにした。

1982年に実施した4点については、航空写真上に明瞭に確認できる点より、多角測量によって取り付けた。

#### 3.3 NNSS観測

1) 基準点の位置決定は、NNSS方式により人工衛星から発射される電波のドップラ一傾位を、JMR-3型、JMR-4型3台(内予備1台)を使用して観測、実施した。

観測方法としては、2点同時観測によるトランスロケーション方式を採用して、固定点との相対位置を決定できるようにした。

2) 1981年調査においては、出発直前、5衛星の内1つが電波の送信を打切ったため、オートアラート作動ができず、手動観測に切替えたため、電源の交換等、観測は困難を極めた。

また、落雷のため、カセットテープに記録したデータが消滅するという事故も発生した。

- 3) 観測は24時間連続実施したが、低緯度であること及び谷間での観測であったため、1日の有効パス数は少なく、器材が良好な状態で平均4～5パスであった。
- 4) サテライトトッパーサーベイの計算

現地にて衛星から発振されたデータを記録したカセットテープを日本へ持ち帰り、カセットに記録してあるデータを磁気テープに変換し、ホストコンピュータにて計算を実行した。(図3.1)

計算方式はトランスロケーション方式で行い、Master点と各Slave点との相対精度は平面および高さ共に2～3mを得た。使用したホストコンピュータは、UNIVAC VANGUARD 1100である。

※詳細は参考資料

### 3.4 水準測量

水準測量は、1981年、1982年にジャラントットより上ダムまで行われた。

1981年においては、NNSS観測及びダムサイト縦横断測量に高さの基準を与えるため実施された。

測量地域内には、既存水準点はなく、ジャラントット市街にある国家水準点より林道を利用し、NNSS固定点及び下ダムサイトまで実施され、下ダムサイトには水準点を埋石した。この間の距離は約60kmである。

観測は往復観測により、途中平均1.0～1.5km間隔に固定点を設け実施した。

1982年においては、1981年に下ダムサイトに埋石した水準点より出発し、上ダムSS3までの間、約25km間で往復観測した。

計画においては、水準測量用に小道を作り、作業を行う予定だったが、作業現場は樹木が繁り、作業に労力、時間が必要のため途中まで旧林道を使用し、残りを河川沿いに作業を進めた。(図3.2)

上ダムサイト近くの右岸および左岸にそれぞれ2つ、合計4つ(1 original、1 reference)の水準点を埋石した。

水準点はコンクリートで作られ、大きさは1m×1m、深さ約80cmの堅固なものである。

水準測量結果

Master 点		68.65
下ダム水準点		117.748
上ダム水準点	右岸 UBM 1	105.839
	UBM 2	105.111
	左岸 UBM 3	98.436
	UBM 4	96.174
	SS3	187.896







## 4. 縦横断測量

### 4.1 縦横断測量計画

航測図化5,000分の1の参考資料として上ダムサイト、下ダムサイトの2ヶ所の縦横断測量を実施する。

上ダムサイトはダム軸上流500m、下流500mを25m又は50mピッチで22測線、ダム軸を含め計23測線行なう。

横断線の巾は左岸300m、右岸300mとし、延長13k800m、縦断線は上流側500m、下流側500mの400とした。

下ダムサイトは、ダム軸上流200m、下流200mを25m又は50mピッチで10測線、ダム軸も含め11測線とした。

横断線の巾は左岸150m、右岸200mとし、延長3k850m行なう。縦断線は上流側200m、下流側200mの400とした。(図4.1.2)

標高点の決定は下ダムサイトより約60キロ離れたJalantutよりマレーシア国家水準点から林道沿いに直接水準を行ない、下ダムサイトにコンクリートベンチマークを埋設しこれを基準とする。

上ダムサイトは、既設の道路がなく直接水準が不可能な為、図化用標定点(NNSSマスターポイント)に直接水準を行ない、上ダム軸上にも図化用標定点(NNSSポイント)を設ける。

現地作業は、仮標高で作業を行ない、航空三角測量終了後、上ダム軸上のNNSS(SS-3)ポイントの標高を決定し、これを絶対標高とする。

### 4.2 縦横断測量の実施

縦横断測量は地質班、設計班が予備調査を行なった後、仮ダム軸を決定し、このダム軸を中心に上ダムサイト、下ダムサイトの順で測量を行なった。(図4.1.2)

しかし、ダムサイト付近の地形条件が当初の計画と若干異った為、ダム軸に平行、直角な測線が不可能なので、河川沿いにトラバース測量を行ない、その結果計画を若干変更し、最も地形に合い無駄のない縦断方向、横断方向を決定した。

又、重点をダム軸付近におき、横断線の延長、測線間隔を決める等を行ない、ダム軸付近の測量を密に行なった。

上ダムサイトにおいては、ダム軸付近、上流側、下流側 9 測線を計画の左岸、右岸共に 300m を左岸 300m、右岸 350m と 50m 延長し、又、数本の中割を加えて余り重要でないと思われる所を短かくした。(図 4.3 ~ 図 4.28)

標高点の決定は仮ダム軸上の河床付近に仮ベンチマークを設け、各測線に直接水準を行なった。(日本帰国後絶対標高に変換した。)

下ダムサイトにおいてはダム軸を中心に横断測線間隔を狭め、測量を小範囲にしほった。

標高点の決定には、直接水準を行った K.B.M (ダム軸上の左岸対標点) より間接水準を行ない、右岸ダム軸上に仮ベンチマークを設け、これより各測線に直接水準を行なった。

使用器材	ボート 3 隻、チェーンソー 4 台
	光波測距儀 (HEWLETT PACKARD 3800) …… 1
	THEODLITE (WILD T2) … 1、(TOPCON TL-10) … 2
	LEVEL (SOKKISHA B-2) … 2、ステールテープ 50m
	エスロソテープ 100m

## 5. トラバース測量



## 5. トラバース測量

### 5.1 トラバース測量作業計画

トラバース測量は、1981年サテライトドップラーサーベイによって決定した観測点 Master 点（下ダムサイト付近）、Slave 点 SS-3（上ダムサイト付近）に対して、今年に両ダム間の相対位置関係をさらに明確にする為に Master 点、Slave 点 SS-3 の間で往復のトラバース測量を計画し、Azimuth の観測は、Master 点、および Slave 点 SS-3 において太陽観測を計画した。

### 5.2 トラバース測量の実施

トラバース測量は、Master 点より Sg. Tekai の河川沿いに行き、上ダムサイト付近の SS-3 に取り付けた。（図 5.1）

実作業は、上ダムサイトより Master 点までのトラバース点を 1981年に撮影された航空写真上で選定した後、現場にて詳細な選定をしておし、作業を行った。又、河川沿いには、草、小木が密生し、伐採作業に多くの時間と人手を要した。

工程は、9月に入ってから雨の降る日が多く、作業時間を制約されたが、計画通り終了した。

使用器械、仕様と測量結果を次に示す。

#### 使用器械

角 観 測 Theodolite (WILD T2)

測 距 儀 K & E オートレンジャー S

#### トラバース測量の仕様

角 観 測 対回数 2 対回

観測差 10 "

倍角差 20 "

太 陽 観 測 対回数 5 対回

観測の標準偏差 20 "

#### トラバース測量の結果

##### ① 往復トラバース測量の結果

角度の閉合差 47"

座標の閉合差  $\Delta N = 0.69 \text{ m}$

$\Delta E = 0.89 \text{ m}$

② Master点 Slave点 SS-3の座標を与点とした場合

角度の閉合差  $47''$

座標の閉合差  $\Delta N = -2.31 \text{ m}$

$\Delta E = +3.52 \text{ m}$

③ 太陽観測の標準偏差

Master点  $13.7''$

Slave点 SS-3  $8.6''$

# 6. 地形測量



## 6. 地形測量

### 6.1 作業計画

地形測量は予備調査段階で計画された上ダムサイト0.95km<sup>2</sup>、上ダム採石場および土取場0.65km<sup>2</sup>、下ダムサイト0.25km<sup>2</sup>、下ダム採石場0.25km<sup>2</sup>について行い、詳細設計段階のための1:500地形図を作成した。

測量の基準となる水準点は1981年に下ダムサイトに設置したものしかなく、上ダム地点では新たに埋石した。よって上ダム地点の測量には、当初仮標高をあたえ、水準測量班が測量を完了した後、正しい標高に交換した。

方位については真北を基準に測量を行い、日本においてトラバース測量の成果が出た時点で、真北・グリッドを記入した。

### 6.2 実施

#### 1) 上部地点

上部地点の状況はダムサイトを初め急峻な地形で、所々にアウト・クロープが見られる。また、樹木が密生しているため、暗く、見通しが悪く、また多湿・高温であった。交通手段はボートのみで、作業の多くは徒歩に頼るしかなく、作業条件はきびしかったが、工期通り作業を完了した。(図6.1～図6.11)

#### 2) 下部地点

下部地点はダムサイトがやや急峻で、上部地点に比べ緩い地形をしている。測量面積も小さく、交通手段もボート・シーブを利用でき、工程に余裕をもって作業を完了した。(図6.12～図6.15)

#### 3) ボーリングホール、テストピット位置

ボーリングホールおよびテストピットの緯度・経度、XY座標、標高を表6.1に記す。

測量作業の機器は以下の通り。



APPENDIX  
METHOD OF NNSS

APPENDIX



## 1. EXPLANATION OF GEODETIC METHOD BY NNSS

NNSS is the abbreviation used for the U.S. Navy Navigation Satellite System. Satellite transmissions (400 MHz and 150 MHz) of orbit position and time every two minutes, together with accurate measurement of doppler variations of the received carriers, are utilized in computing precise latitude, longitude and height.

The elliptic motion between the earth and the satellite, in accordance with a Kepler law, can be represented and restricted by six elements. Three elements represent the elliptic motion of the satellite orbit, and the other three elements represent the position of the orbits between the earth and the satellite.

The following elements are used in the NNSS calculation. The satellite position at any time, in the space coordinate with the earth at the origin, can be represented. Values used to correlate the elliptic motion of the satellite orbit are:

- a. long-radius
- b. eccentricity
- c. pass time at the nearest point

Values used to correlate the position of the ellipst of the orbits between the earth and satellite are:

- d. lifting cross point longitude
- e. inclined angle in relation to the equator
- f. variable nearest point

The frequency of radio waves transmitted from the satellite are altered by the "doppler effect." The frequency increases when the satellite approaches the receiving station decreases when the satellite is going away. When the satellite is in a position closest to the receiving station, the receiving frequency and the transmitting frequency are identical in theory.

Appendix

Utilizing the doppler effect, changes in satellite position can be computed every two minutes.

Thus, a single hyper bolid can be fixed for the three-dimensional space coordiante, and the receiving station is on this hyper bolid. A minimum of three hyper bolids can be fixed for the receiving position. This is the satellite doppler positioning (geodetic) system.

## 2. LONGITUDE, LATITUDE, ELEVATION

The elements of the elliptic body adopted in the NNSS method are those defined in "WGS-72" and the satellite orbit follows this body.

$$\begin{aligned}\text{long-radius (a)} &= 6378135\text{m} \\ 1/f \text{ (eccentricity)} &= 298.260\end{aligned}$$

However, the elements of the elliptic body adopted in Malaysia are the "Modified Everest (Malayan Revised Triangulation)."

$$\begin{aligned}\text{long-radius (a)} &= 6377304\text{m} \\ 1/f \text{ (eccentricity)} &= 300.8017\end{aligned}$$

Therefore, both longitude and latitude computed by the NNSS shall be converted to those of the Modified Everest (Malayan Revised Triangulation) elliptic body.

The origins of discrepancies among both centers of the elliptic bodies on the rectangular coordiante are shown below.

$$X = 12\text{m}, Y = -857\text{m}, Z = -15\text{m}$$

## Appendix

Utilizing the doppler effect, changes in satellite position can be computed every two minutes.

Thus, a single hyper bolid can be fixed for the three-dimensional space coordiante, and the receiving station is on this hyper bolid. A minimum of three hyper bolid can be fixed for the receiving position. This is the satellite doppler positioning (geodetic) system.

**2. LONGITUDE, LATITUDE, ELEVATION**

The elements of the elliptic body adopted in the NNSS method are those defined in "WGS-72" and the satellite orbit follows this body.

long-radius (a) = 6378135m

1/f (eccentricity) = 298.260

However, the elements of the elliptic body adopted in Malaysia are the "Modified Everest (Malayan Revised Triangulation)."

long-radius (a) = 6377304m

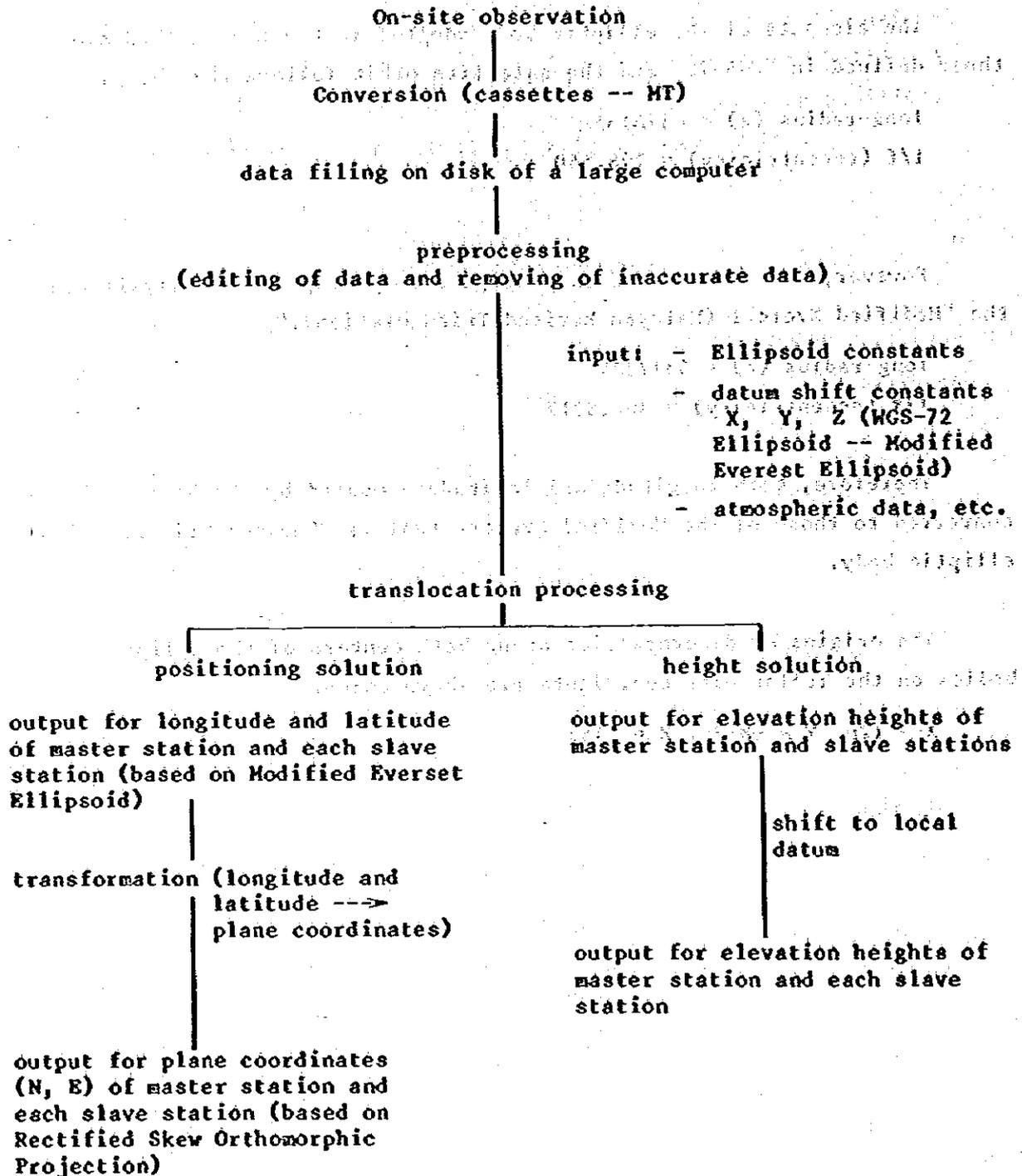
1/f (eccentricity) = 300.8017

Therefore, both longitude and latitude computed by the NNSS shall be converted to those of the Modified Everest (Malayan Revised Triangulation) elliptic body.

The origins of discrepancies among both centers of the elliptic bodies on the rectangular coordinate are shown below.

X = 12m, Y = -857m, Z = -15m

Flow Chart of Computation of Satellite Doppler Survey Data



The calculation method for coordinates is indicated as follows.

Point positioning method . . . . Observation carried out independently at the necessary position of the coordinate.

Translocation method . . . . . Observation carried out concurrently at the necessary plural positions of the coordinate, and the coordinates of slave stations correlated with the master station retaining the interaction of stations.

Measurement procedures:

1. Fundamental coordinate was established at the master station using the point positioning method.
2. Each slave station correlated to the master station using the translocation method.

Remarks: The elevation of the master station was correlated with the Malaysia National Bench Mark using direct leveling.

Computation is shown on the next page.



# TABLES

251



## List of Tables

<u>Table</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
1.1	List of work carried out each year	1
1.2	Respective time schedules	4
2		1
1.3		5
3.1	Coordinates and elevation height of satellite doppler surey stations	6
6.1	Location of Bench Marks, Bore-Hole and Test-Pit	7



Table 1.1 List of work carried out each year

<u>PRELIMINARY INVESTIGATION STAGE (1981)</u>	<u>DETAILED INVESTIGATION STAGE (1982)</u>
<p><u>1. Aerial Photography</u> Aerial photographs covering the lower dam site, upper dam site and the lower reservoir area were taken.</p> <p>Number of flight courses: 4</p> <p>Number of photos: 72</p> <p>Scale of photos: 1:20,000</p> <p>Aerial camera: Wild RC-10 (focal length: 152.89 mm)</p>	<p><u>1. Aerial Photography</u></p> <p>None</p>
<p><u>2. Ground Control Survey</u> A ground control survey was carried out for photogrammetric mapping covering the areas of the lower dam site, the upper dam site and the lower reservoir. Control points were established by means of a Satellite Doppler Positioning Survey. Aerial signals were established on these points prior to aerial photographing.</p> <p>Number of points: 9 (1 master station) (8 slave stations)</p> <p>Instrument used: JHR-3</p> <p>Method of observation: Translocation Survey System</p>	<p><u>2. Ground Control Survey</u> A ground control survey was carried out for photographic mapping covering the upper reservoir area. Control points were established by means of a Satellite Doppler Positioning Survey. These control points were indicated on the aerial photographs.</p> <p>Number of points: 5 (1 master station) (4 slave stations)</p> <p>Instrument used: JHR-3 and JHR-4</p> <p>Method of observation: Translocation Survey System</p>

<p align="center"><u>PRELIMINARY INVESTIGATION STAGE (1981)</u></p>	<p align="center"><u>DETAILED INVESTIGATION STAGE (1982)</u></p>
<p><b>3. Leveling Survey</b></p> <p>A leveling survey was carried out between one of the national bench marks near Jerantut railway station and the lower dam site. One original bench mark and one reference bench mark were established on the left bank of the lower dam site.</p> <p>Length of leveling: approx. 60 km</p>	<p><b>3. Leveling Survey</b></p> <p>Leveling was carried out between the bench mark established in 1981 at the lower dam site and the upper dam site, and two bench marks were established on each bank of the upper dam site.</p> <p>Length of leveling: 22 km</p>
<p><b>4. Longitudinal Profiling and Cross Sectioning</b></p> <p>Longitudinal profiling and cross sectioning were carried out at each site at the dam as follows:</p> <p><u>Lower dam site:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitudinal profiling: 400m</li> <li>- Cross sectioning: 3,900m</li> </ul> <p><u>Upper dam site:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitudinal profiling: 1,000m</li> <li>- Cross sectioning: 14,600m</li> </ul>	<p><b>4. Longitudinal Profiling and Cross Sectioning</b></p> <p>None</p>
<p><b>5. Traverse Survey</b></p> <p>None</p>	<p><b>5. Traverse Survey</b></p> <p>Traversing was carried out from the lower dam site to the upper dam site in order to define the relative position of the lower dam site and the upper dam site which had been fixed by means of the Satellite Doppler Positioning Survey carried out in 1981.</p>

<u>PRELIMINARY INVESTIGATION STAGE (1981)</u>	<u>DETAILED INVESTIGATION STAGE (1982)</u>
<p><u>6. Topographic Survey</u></p> <p>None</p>	<p><u>6. Topographic Survey</u></p> <p>A topographic survey was carried out in order to produce 1:500 scale maps covering both dam sites.</p> <p>Area covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lower dam site: 0.5 km<sup>2</sup></li> <li>- Upper dam site: 1.6 km<sup>2</sup></li> </ul> <p>Mapping scale: 1:500</p> <p>Contour intervals: 1m</p>
<p><u>7. Photogrammetric Mapping</u></p> <p>Aerial triangulation work and aerial mapping work were carried out.</p> <p>1:500 scale maps covering each dam site and 1:10,000 scale maps covering the lower reservoir area were produced.</p> <p>Number of models: 64 models</p> <p>Mapping area:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1:10,000 scale: 131 km<sup>2</sup></li> <li>- 1:5,000 scale: 15 km<sup>2</sup></li> </ul> <p>Contour interval: 5m</p>	<p><u>7. Photogrammetric Mapping</u></p> <p>Aerial triangulation work and mapping work are presently being carried out.</p> <p>1:10,000 scale maps covering the upper reservoir area will be completed by the middle of February 1983. For this work, 1:25,000 scale aerial photographs taken in 1966 are being used.</p> <p>Number of models: 110 models</p> <p>Mapping scale: 1:10,000</p> <p>Mapping area: 300 km<sup>2</sup></p> <p>Contour interval: 10m</p>

**SCHEDULE OF SITE INVESTIGATION (1981)**

ITEM	MONTH			
	June	July	August	September
1. Direct Levelling (Jerantut KBM+167,582) Lower Dam Site	-----	-----	-----	-----
2. Cross Sectioning and LONGITUDINAL PROFILING - Upper Dam Site	-----	-----	-----	-----
- Lower Dam Site	-----	-----	-----	-----
3. Satellite DODDER (NNSS) - Target Installation	SS-7, 8, 6, 7, 5 SS-4, 2, MS	MS SS-2	MS SS-3	MS SS-4
- Measurement of NNSS	MS SS-8, 5, 5	MS SS-3	MS SS-2	MS SS-1, SS-4
4. AERIAL PHOTOGRAPHY	-----	-----	-----	-----

PROJECT: \_\_\_\_\_ CONTRACT NO. \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_

NO. \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_ DIV. \_\_\_\_\_

TEKAI HYDRO ELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT, FEASIBILITY STUDY

NOTE:   
 [Solid Line] : Site Work  
 [Dashed Line] : Preparation and Office Work  
 MS : Master Station (NNSS)  
 SS-1 : Slave Station No-1



Table 3.1 TABLE FOR COORDINATES AND ELEVATION HEIGHT OF SATELLITE DOPPLER SUREY STATIONS

STN NO.	LATITUDE			LONGITUDE			COORDINATES		HEIGHT (ON THE PEG)
	DEC	MIN	SEC	DEC	MIN	SEC	NORTHING (M)	EASTING (M)	
MS	4	14	47.595	102	24	24.712	469648.950	490314.373	68.49
SS-1	4	15	50.747	102	28	38.789	471576.040	498150.328	390.69
SS-2	4	10	33.331	102	33	42.916	461815.002	507512.656	83.60
SS-3	4	11	0.230	102	31	48.958	462645.443	503999.877	188.03
SS-4	4	10	50.344	102	29	56.063	462347.037	500518.670	74.91
SS-5	4	11	12.255	102	28	24.541	463024.198	497697.923	73.33
SS-6	4	12	14.074	102	27	26.239	464925.440	495903.348	62.82
SS-7	4	14	47.216	102	22	25.678	469643.329	486644.646	55.36
SS-8	4	20	8.334	102	24	0.791	479500.004	489592.943	59.43
SS-9	4	22	58.419	102	24	7.621	484723.031	489811.929	77.68
SS-10	4	25	41.724	102	27	15.264	489729.048	495603.577	74.72
SS-11	4	5	56.019	102	39	53.347	453282.224	518922.281	128.37
SS-12	4	12	18.506	102	39	36.123	465029.216	518406.678	172.74

Table 6.1 Location of Bench Marks

	No.	N	E	LONGITUDE		LATITUDE		ELEVATION
U P P E R T E K A I	UBM-1	462991.00	503932.00	102 31	46.739	4 11	11.443	105.839
	UBM-2	462981.00	503937.00	102 31	46.902	4 11	11.119	105.111
	UBM-3	462811.00	503911.00	102 31	46.066	4 11	5.604	98.436
	UBM-4	462809.00	503874.00	102 31	44.866	4 11	5.537	96.174
	UCR	463009.00	504142.00	102 31	53.549	4 11	12.037	154.153
	UCL	462670.00	504007.00	102 31	49.187	4 11	1.035	114.020
L O W E R R	BH	469138.00	492056.00	102 25	21.230	4 14	31.053	111.748
	BMJK1	469355.00	492051.00	102 25	21.057	4 14	38.092	92.928
	BMJK2	469146.00	492049.00	102 25	21.003	4 14	31.313	109.022

Tables

UPPER TEKAI

LOCATION OF BORE-HOLE AND TEST-PIT

No.	N	E	LONGITUDE	LATITUDE	ELEVATION
U-1	462719.00	504045.00	102 31 50.417	4 11 2.626	159.46
2	462797.00	504091.00	102 31 51.905	4 11 5.158	100.13
3	462869.00	504131.00	102 31 53.199	4 11 7.495	72.69
4	462914.00	504155.00	102 31 53.975	4 11 8.956	99.35
5	463003.00	504204.00	102 31 55.560	4 11 11.845	150.13
UD-1	462787.00	504268.00	102 31 57.647	4 11 4.842	75.83
2	462774.00	504161.00	102 31 54.177	4 11 4.416	76.81
3	462838.00	504188.00	102 31 55.049	4 11 6.493	74.55
4	462697.00	504018.00	102 31 49.542	4 11 1.911	173.37
5	462790.00	504055.00	102 31 50.738	4 11 4.929	114.02
6	462833.00	504072.00	102 31 51.287	4 11 6.325	75.07
7	462917.00	504106.00	102 31 52.386	4 11 9.051	86.92
8	462988.00	504134.00	102 31 53.291	4 11 11.355	138.96
9	462915.00	503841.00	102 31 43.791	4 11 8.973	72.00
10	462666.00	504319.00	102 31 59.306	4 11 0.920	96.12
11	462789.00	504240.00	102 31 56.738	4 11 4.906	126.00
12	462720.00	503820.00	102 31 43.119	4 11 2.648	94.00
13	462739.00	503743.00	102 31 40.621	4 11 3.260	96.66
14	462734.00	503898.00	102 31 45.648	4 11 3.106	109.68
15	462785.00	503773.00	102 31 41.592	4 11 4.754	93.27
16	463046.00	504188.00	102 31 55.039	4 11 13.239	72.42
17	463007.00	503841.00	102 31 43.787	4 11 11.957	102.32
18	462901.00	503780.00	102 31 41.813	4 11 8.516	74.67

Tables

No.	N	E	LONGITUDE	LATITUDE	ELEVATION
UQ-1	462882.00	503476.00	102 31 31.954	4 11 7.886	132.56
2	463244.00	503237.00	102 31 24.185	4 11 19.615	164.31
3	463453.00	503103.00	102 31 19.829	4 11 26.388	234.87
4	463070.00	503213.00	102 31 23.415	4 11 13.971	121.32
5	463360.00	503015.00	102 31 16.979	4 11 23.367	195.05
UB-1	462746.00	504862.00	102 32 16.914	4 11 3.541	164.61
2	462831.00	504805.00	102 32 15.062	4 11 6.295	149.59
3	462966.00	504770.00	102 32 13.920	4 11 10.672	127.79
4	462698.00	504712.00	102 32 12.052	4 11 1.977	135.47
5	462836.00	504616.00	102 32 8.931	4 11 6.448	77.25
6	462954.00	504532.00	102 32 6.201	4 11 10.271	107.10
P-1	462738.00	504835.00	102 32 16.039	4 11 3.280	170.24
2	462711.00	504750.00	102 32 13.283	4 11 2.400	144.65
3	462914.00	504848.00	102 32 16.452	4 11 8.989	141.83
4	462881.00	504744.00	102 32 13.081	4 11 7.914	134.70
5	462984.00	504836.00	103 32 16.060	4 11 11.259	112.56
6	462955.00	504721.00	102 32 12.331	4 11 10.313	120.54
7	463062.00	504846.00	102 32 16.380	4 11 13.789	93.05
8	463031.00	504750.00	102 32 13.268	4 11 12.779	101.86
9	463016.00	504704.00	102 32 11.777	4 11 12.290	105.61
10	462785.00	503139.00	102 31 21.029	4 11 4.723	87.08
11	462746.00	503083.00	102 31 19.214	4 11 3.456	84.18
12	462885.00	503118.00	102 31 20.343	4 11 7.966	113.93
13	462807.00	503072.00	102 31 18.854	4 11 5.434	84.82

Tables

No.	N	E	LONGITUDE	LATITUDE	ELEVATION
Q-14	462954.00	503039.00	102 31 17.777	4 11 10.200	112.92
15	462893.00	502946.00	102 31 14.764	4 11 8.217	92.71
16	463094.00	502977.00	102 31 15.759	4 11 14.738	140.36
17	463046.00	502913.00	102 31 13.686	4 11 13.178	132.15

LOWER TEKAI

No.	N	E	LONGITUDE	LATITUDE	ELEVATION
L-1	469151.00	492049.00	102 25 21.003	4 14 31.475	109.42
2	469236.00	492050.00	102 25 21.031	4 14 34.232	55.13
3	469302.00	492051.00	102 25 21.060	4 14 56.373	72.60
4	469374.00	492052.00	102 25 21.088	4 14 38.708	98.22
LD-1	469243.00	492117.00	102 25 23.204	4 14 34.462	55.28
2	469082.00	492048.00	102 25 20.974	4 14 29.237	126.09
3	469200.00	492047.00	102 25 20.935	4 14 33.064	63.79
4	469276.00	492052.00	102 25 21.093	4 14 35.530	59.40
5	469337.00	492051.00	102 25 21.058	4 14 37.508	87.77
6	469415.00	492053.00	102 25 21.119	4 14 40.038	114.40
7	469310.00	492002.00	102 25 19.470	4 14 30.630	64.34
8	469311.00	491970.00	102 25 18.432	4 14 36.661	59.31
9	469271.00	491956.00	102 25 17.980	4 14 35.362	54.80
10	469342.00	491884.00	102 25 15.641	4 14 37.662	57.50
11	469349.00	492129.00	102 25 23.587	4 14 37.901	78.95
12	469425.00	491944.00	102 25 17.583	4 14 40.357	88.52
13	469412.00	491847.00	102 25 14.437	4 14 39.930	76.17
LQ-1	470038.00	491894.00	102 25 15.929	4 15 0.238	124.69
2	469959.00	491983.00	102 25 18.820	4 14 57.680	139.40
3	469983.00	491845.00	102 25 14.342	4 14 58.452	97.43
4	469885.00	491921.00	102 25 16.813	4 14 55.277	107.72
5	469899.00	492054.00	102 25 21.126	4 14 55.738	107.63
6	470012.00	492026.00	102 25 20.212	4 14 59.402	103.49



# FIGURES

100

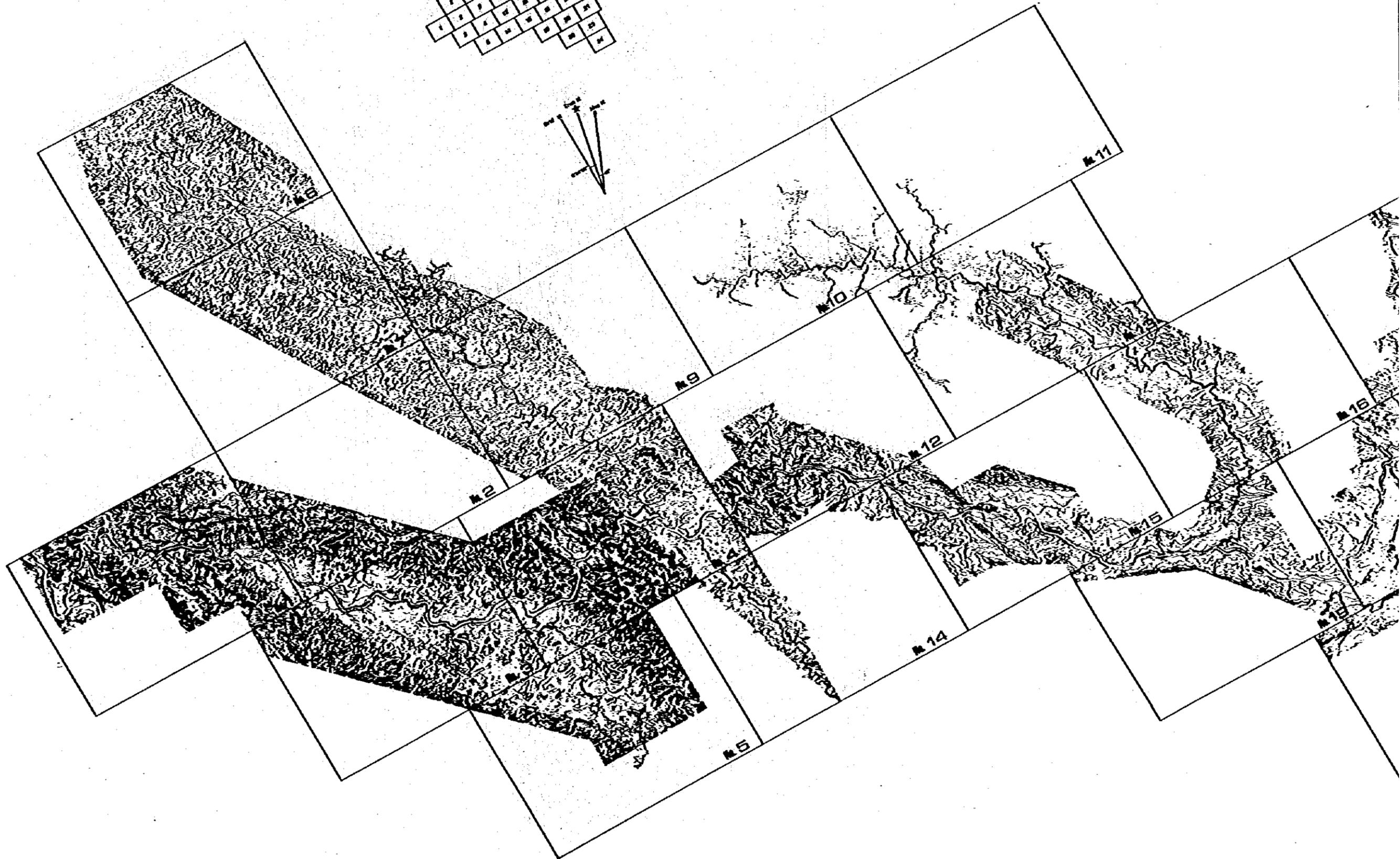
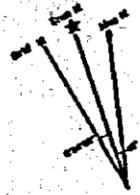
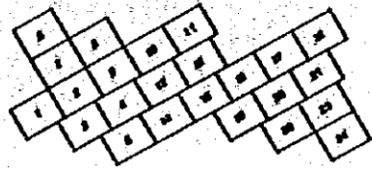


## List of Figures

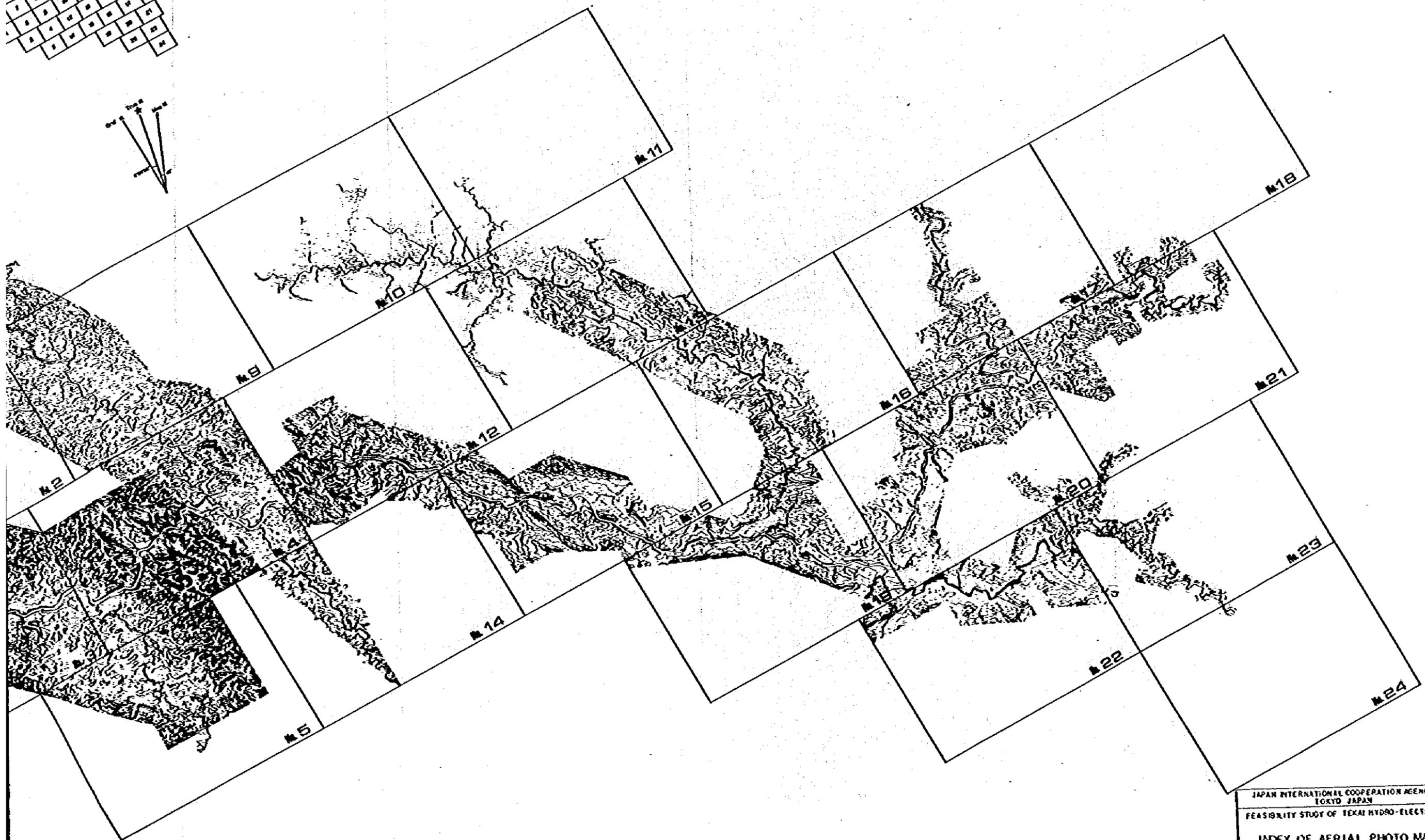
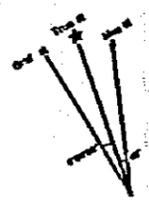
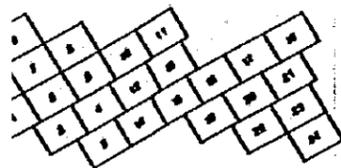
<u>Figures</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
2.1	Index of Aerial Photo Map	1
2.2		2
2	Aerial Maps	2
2.25		27
3.1	Location of NNSS	28
3.2	Leveling Rute	29
4.1	Longitudinal Profilling and Gless Section (Upper Tekai)	30
4.2	Longitudinal Profilling and Gless Section (Lower Tekai)	31
4.3	Longitudinal Profilling (Upper Tekai)	32
4.4		33
2	Gless Section (Upper Tekai)	2
4.16		45
4.17	Longitudinal Profilling (Lower Tekai)	46
4.18		47
2	Gless Section (Lower Tekai)	2
4.23		52
5.1	Traversing Rute	53
6.1		54
2	Topographic Maps (Upper Tekai)	2
6.11		64
6.12		65
2	Topographic Maps (Lower Tekai)	2
6.15		68



INDEX TO SHEET



TO SHEET



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
TOKYO JAPAN  
FEASIBILITY STUDY OF TEXAS HYDRO-ELECTRIC  
INDEX OF AERIAL PHOTO MAP  
FIGURE 2-1











