第７章　実施可能最適案の水道計画

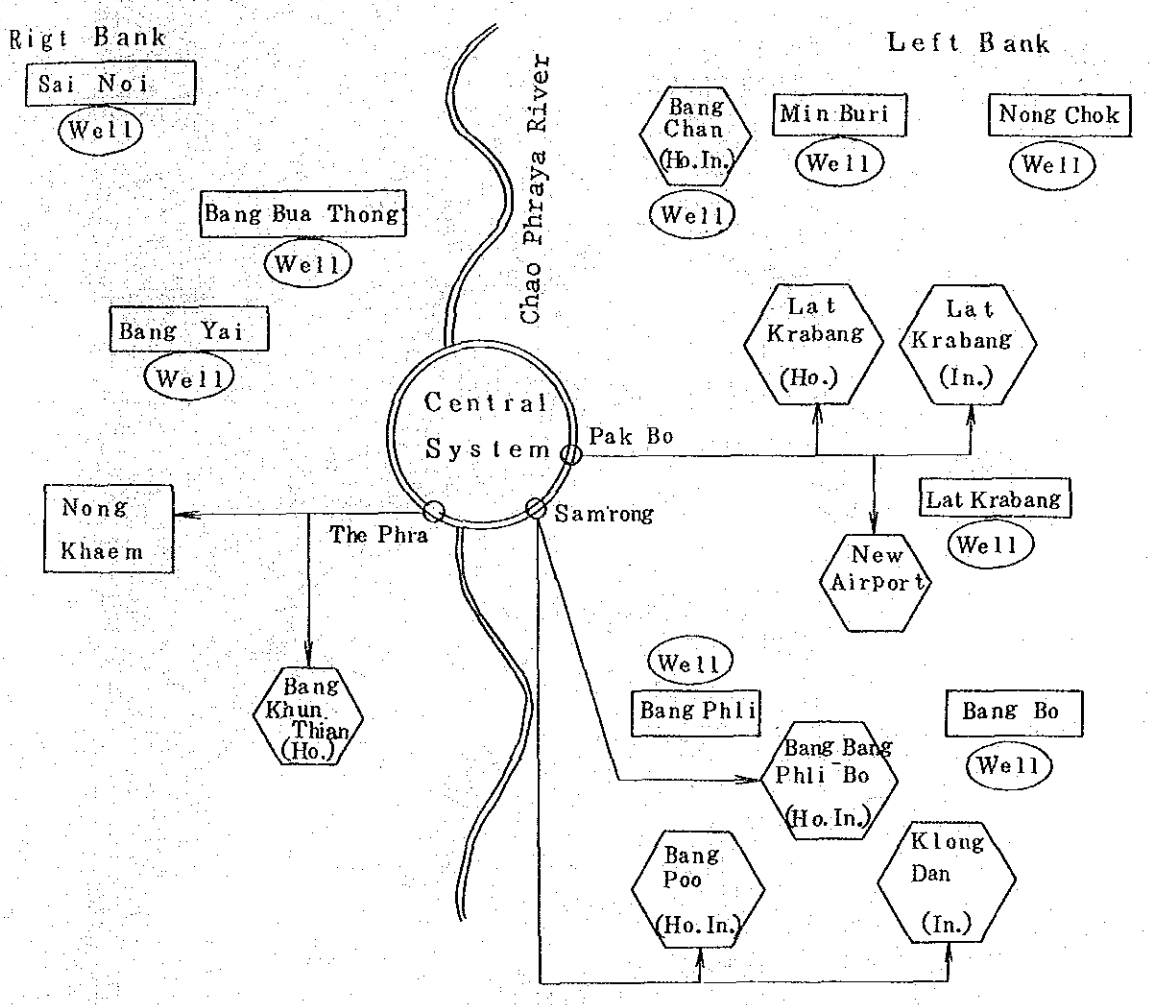
第７章　実施可能最適案の水道計画

7-1 計画概要

第５章の５－６及び第６章の６－４に述べた通りの経過から実施可能計画案の水源としてはNong Khaemを除く８Amphoes と Bang Chanについては Well、その他は総て Central Systemからの分水とする案が推薦された。

この概要図を図示すると下表の如くなる。（全体位置図は図７－２に示す通りである。）

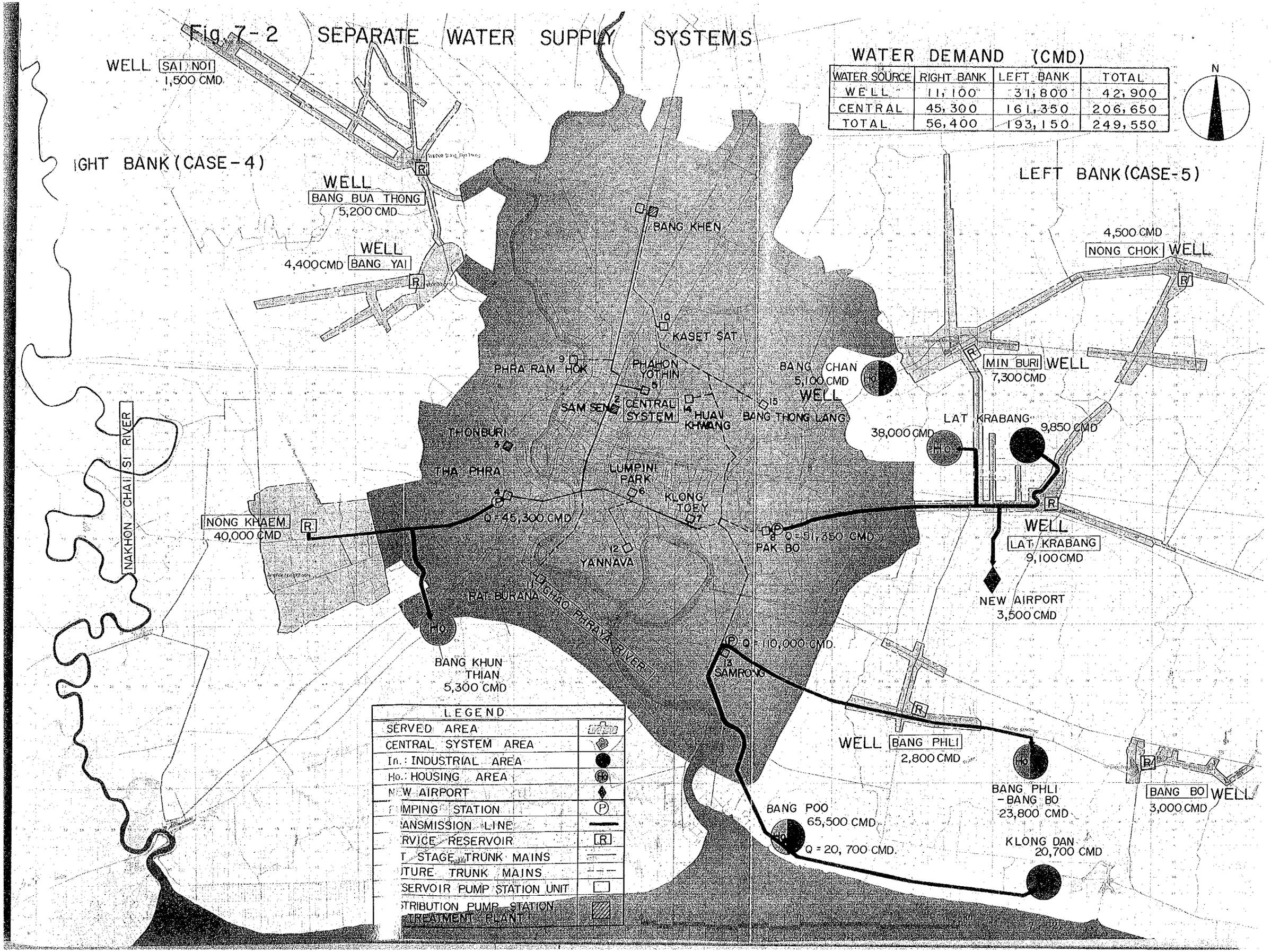
Fig 7－1　実施可能案概略図



(Ho) : Housing Development Program

(In) : Industrial Development Program

Fig. 7-2 SEPARATE WATER SUPPLY SYSTEMS



この計画では Central Systemから分水する配水池は、Tha Phra、Pak Bo 及び Samrong の 3ヶ所から行なわれる。

この結果、AD2000年における Separte System の需要量を水源別にみると表7－1、表7－2に示す通りとなり Central System への依存量（206,650m³／d）は、Central System 全体量4,697,500m³／d（日最大）の4.4％を占めることになる。

また、本計画で必要とされる施設としては地下水について Deep Well 33本（口径200～300mm、深度200～350m）を計画し、Well の配置は相互に影響しないよう分散させる。

一方、Central System からの分水については Central System の配水池の用地内あるいは、配水池の近傍に Separate System へ送水する Pump 施設を建設し、管路による送水を行なうものとする。

Table 7－1　　水源別給水量（日最大）

（CMD）

Served Area ＼ Water Source		Well	Central System	Total
9 Amphoes	Right Bank	11,100	40,000	51,100
	Left Bank	26,700	———	26,700
	Sub Total	37,800	40,000	77,800
Development Program	Right Bank	———	5,300	5,300
	Left Bank	5,100	161,350	166,450
	Sub Total	5,100	166,650	171,750
Total		42,900	206,650	249,550

Table 7-2 WATER DEMAND OF EACH SERVED AREA

(CMD)

Location	Water Source	Served Area	1980	1982	1985	1990	1995	2000	Reservoir of Central System
Right Bank	Ground Water	Sai Noi	500	580	700	900	1,200	1,500	
		Bang Bua Thong	2,000	2,280	2,700	3,400	4,300	5,200	
		Bang Yai	1,300	1,540	1,900	2,700	3,500	4,400	
		Sub Total	3,800	4,400	5,300	7,000	9,000	11,100	
	Central System	Nong Khaem	8,000	10,400	14,000	20,000	28,000	40,000	
		Bang Khun Tian	5,300	5,300	5,300	5,300	5,300	5,300	
		Sub Total	13,300	15,700	19,300	25,300	33,300	45,300	Tha Phra
	Right Bank Total		17,100	20,100	24,600	32,300	42,300	56,400	
Left Bank	Ground Water	Nong Chok	1,400	1,640	2,000	2,800	3,600	4,500	
		Min Buri	2,900	3,260	3,800	4,900	6,000	7,300	
		Lat Krabang	3,300	3,780	4,500	5,900	7,400	9,100	
		Bang Phli	1,100	1,220	1,400	1,800	2,300	2,800	
		Bang Bo	1,400	1,520	1,700	2,100	2,500	3,000	
		Bang Chan	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	
		Sub Total	15,200	16,520	18,500	22,600	26,900	31,800	
	Central System	Lat Krabang (In)	5,200	5,200	5,200	9,850	9,850	9,850	
		Lat Krabang (Ho)	2,730	6,970	13,330	26,000	38,000	38,000	
		New Airport	1,500	1,700	2,000	2,500	3,000	3,500	
		Sub Total	9,430	13,870	20,530	38,350	50,850	51,350	Pak Bo
		Bang Phli - Bang Bo	5,100	9,380	15,800	23,800	23,800	23,800	
		Bang Poo	15,440	20,530	28,160	44,700	55,200	65,500	
		Klong Dan	5,200	8,100	12,450	20,700	20,700	20,700	
		Sub Total	25,740	38,010	56,410	89,200	99,700	110,000	Samrong
		Total	35,170	51,880	76,940	127,550	150,550	161,350	
	Left Bank Total		50,370	68,400	95,440	150,150	177,450	193,150	
Total	Ground Water		19,000	20,920	23,800	29,600	35,900	42,900	
	Central System		48,470	67,580	96,240	152,850	183,850	206,650	
Grand Total			67,470	88,500	120,040	182,400	219,750	249,550	

7－2　既存施設の概要

7－2－1　水道施設の使用状況

本水道計画が対象としている 9 Amphoesの内Sai Noi を除く 8 Amphoes には簡易水道的な施設があり現在稼動している。その規模は 1,000 m^3／d～4,000 m^3／d 程度で各 Amphoe の District Office を中心とする Amphoe Town 内の狭い範囲で給水が行なわれている。

それらの施設で Bang Bua Thong には Klong を水源とした沈澱池、ろ過池を有する浄水場があり、その他は地下水を水源として塩素消毒を行なわず直接高架水槽に揚水し、配水を行なっている。

これらの水道は全て飲料水として使用されておらず雑用水のみに使用されている。飲料水はMineral Water の購入や、雨水にみょうばんを使用して飲料水にあてているのが現状である。

7－2－2　右岸地区

(1)　Sai Noi ……約１０年前に井戸を廃止した。その原因は塩害とも、又鉄分が多くなったとも言われている。

現在、飲料水は雨水、他の生活用水は Klong 水を利用していて、水道施設は皆無である。

(2)　Bang Bua Thong ……１９６３年に浄水場を建設し現在にいたっているが、Khlong Bang Bua Thong の水質が年々悪化の傾向にあるので将来地下水に関する再調査を行なう計画である。

1）浄水場の能力　　浄水方式；薬品沈でん池＋急速ろ過池

浄水能力；2,000 m^3／日

平均原水濁度；約 1,000 度（水源 Klong Phra Phimon）

薬 注 率（平均）

バン土；１３２ ppm

消石灰；２５０ kg／月

Cl^- ；2 ppm

ろ過速度；１００ｍ／日

洗　　浄；逆洗のみ（１日１回）

2) 高架水槽　　５０m^3×１槽、有効高　約２０ｍ

3) 配水管　　主配管　A.C.P　φ１００㎜

問題点　　逆洗圧が一定でないため、沪床の砂利が露出し、ブレークスルーがはなはだしいため、浄水も濁度が認められる

(3) Bang Yai……当初使用していた井戸は砂の混入が著しいため、1976年、約５００ｍ離れた地点に新しい井戸を設け、現在にいたっている。

1) 井戸の能力　　1,200m^3／日（水中タービンポンプ）

2) 高架水槽　　６０m^3×１槽、有効高　約２０ｍ

3) 配水管　　主配管　A.C.P　φ１００㎜

(4) Nong Khaem ……１９７３年にFeasibility Planが提案されたが、以後計画は着手されず、現在にいたっている。

現在、井戸が１ケ所あるがその水質は悪く、塩素イオン濃度は２００ppm をはるかに超えているので、将来の水源として利用するのは不可能である。

7－2－3 左岸地区

(1) Nong Chok ……現在、井戸は２ケ所（４井）あるがその揚水量は極めて少なく、雑用水として使用するためにKlong 水を大型タンク車で運んで着水井に井戸水と混合して投入しており、完全な水道施設としての目的を果していない。

1) 井戸の能力　　不明

2) 高架水槽　　６０m^3×１槽、有効高　約２０ｍ

3) 配水管　　主配管　A.C.P.　φ１００㎜

(2) Min Buri ……現在、２ケ所の井戸より揚水し給水を行っている。建設年次は比較的古く２井共約１５年前であり、設備の老朽化が目立つ。

1) 井戸の能力　　a) 2,800m^3／日

b) 1,900m^3／日

2) 高架水槽　　a) ５０m^3×１槽、有効高　約２０ｍ

b) ７０m^3×１槽、　　〃

3) 配　水　管　　主配水管　A.C.P　φ２００㎜

(3) Lat Krabang ……地下水の汲上げにより地盤沈下が激しく、8年間に約１０㎝の沈下が生じている。原因は既存の井戸が近くに集中しているためと思われる。揚水不能になる前に対策をたてる必要がある。

1) 井戸の能力　　1,０００㎥／日×３井

2) 高架水槽　　a)　５０㎥×１槽

b)　６０㎥×１槽

3) 配　水　管　　主配管　A.C.P　φ１００㎜

(4) Bang Phli ……井戸揚水量は非常に少なく、殆んどの雑用水を Klong 水に依存している。

1) 井戸の能力　　７２０㎥／日

2) 高架水槽　　１００㎥×１槽、有効高　約２３ｍ

3) 配　水　管　　主配管　A.C.P.　φ１００㎜

(5) Bang Bo ……現在、Klong Dan へ区域外給水が行なわれており、将来も行なう予定で計画を作成する必要がある。

1) 井戸の能力　　a)　1,２００㎥／日

b)　５００　〃　（現在使用停止）

2) 高架水槽　　a)　１００㎥×１槽、有効高　約１８ｍ

b)　１２０㎥×１槽、　〃　　約２３ｍ

3) 配　水　管　　a)　Bang Bo　　A.C.P.　φ１５０㎜

b)　Klong Dan　A.C.P.　φ２００㎜

4) そ の 他　　MWWAにて1,０００㎥／日の新しい井戸と１２０㎥の高架水槽を築造。

竣工は１９７７年９月でまだ運転開始はしていない。

送水管は布設中である。

7－2－4　Separate Systemに対する既存施設の利用と廃止

現在、各Amphoeで稼動しているほとんどの水道施設は非常に老化が目立ち、Separate Systemの計画目標年次の２０００年まで使用不可能と思われるものが多いが、極力既存

施設を利用するものとする。

Wellでは、Ban Yai 地区のWell（1,200㎥／d）が1976年に建設された新しいものであり、2000年まで使用が十分可能であると判断されるので、2000年まで利用する事とする。

又、Bang BoのDistrict Officeのそばにある。Well（1,200㎥／d）は1969年に建設されたもので、やや老化しており採水量も浅い位置であるので、1st Stageの1985年までの8年間使用して廃止する事とし、1977年9月に竣工した新設井戸と高架水槽は2000年まで使用する計画とする。その他のWellについては、利用しないものとする。

既設高架水槽は、本計画の時間最大給水量に対する有効容量としてはやゝ少ないが、配水池を新たに設ける事により給水量に十分対応できる施設になると思われる為、各施設の高架水槽は、2000年まで利用するものとする。

Bang Bua Thongの浄水場（2,000㎥／d）は、薬品沈殿、急速ろ過施設を設けているが、水源の水質が年々悪化しており、現状の施設による処理方式では適正な処理水水準を保つ能力が不足し、水質、水量共に安定した飲料水の供給が望めないので、本計画のSeparate Systemには利用しないものとする。

尚、各Amphoeの既設配水管は全て利用しないものとする。

6

7-3 給水及び建設年次計画

7－3－1 給水年次計画

Nong Khaemを除く8 AmphoesとBang Chanを対象とするWellでの給水年次計画は各地区毎に、給水量の増加、既存施設の利用及び新設井戸の可能揚水量等を対比し、Emergencyの給水開始を１９８２年と定め各施設の適正な将来計画を組むものとする。

また、それ以外の8地域を対象とするCentral Systemからの分水についてはCentralとSeparate両Systemの量的な整合及び計画年次に対する送水Systemの検討結果（第6章6－3）に基づき右岸地区は１９８２年、左岸地区のEmergency給水開始は１９８５年まで後退させ各送、配水施設の将来Stageを考える事とする。

以上の方針に基づき各給水区域に対する井戸による取水及び配水計画並びに3ヶ所のCentral System配水池からの分水及び配水計画を行なった。その施設完成年度のStaging 結果を図7－3～図7－15に示す。

7－3－2 建設年次計画

建設年次計画は給水開始計画年次の前年で建設される事を前提とし、建設工事費もその年度で算出する事とする。

(1) Construction Schedule Source from Deep Well

Fig. 7-3 AMPHOE SAI NOI

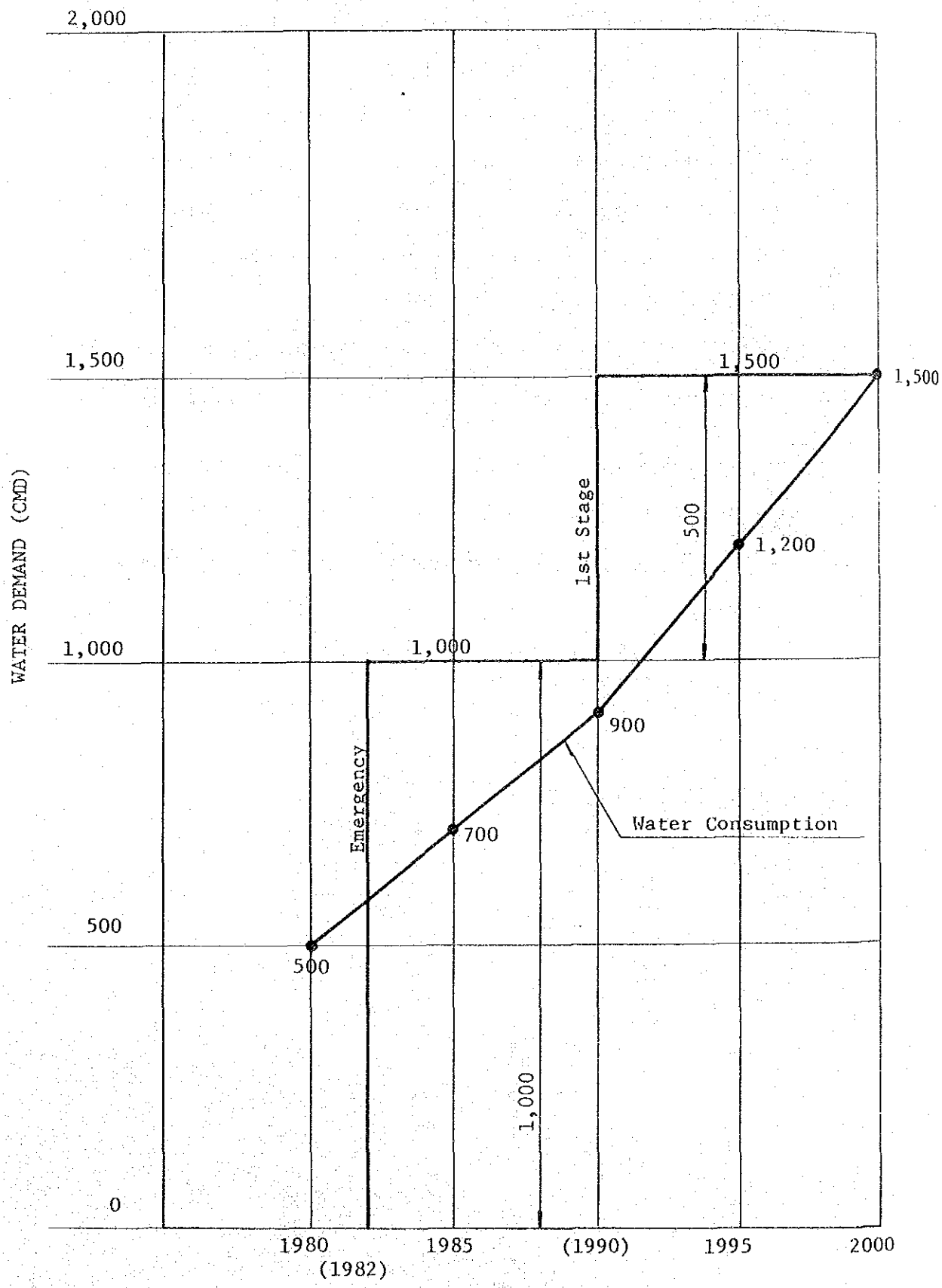


Fig. 7-4 AMPHOE BANG BUA THONG

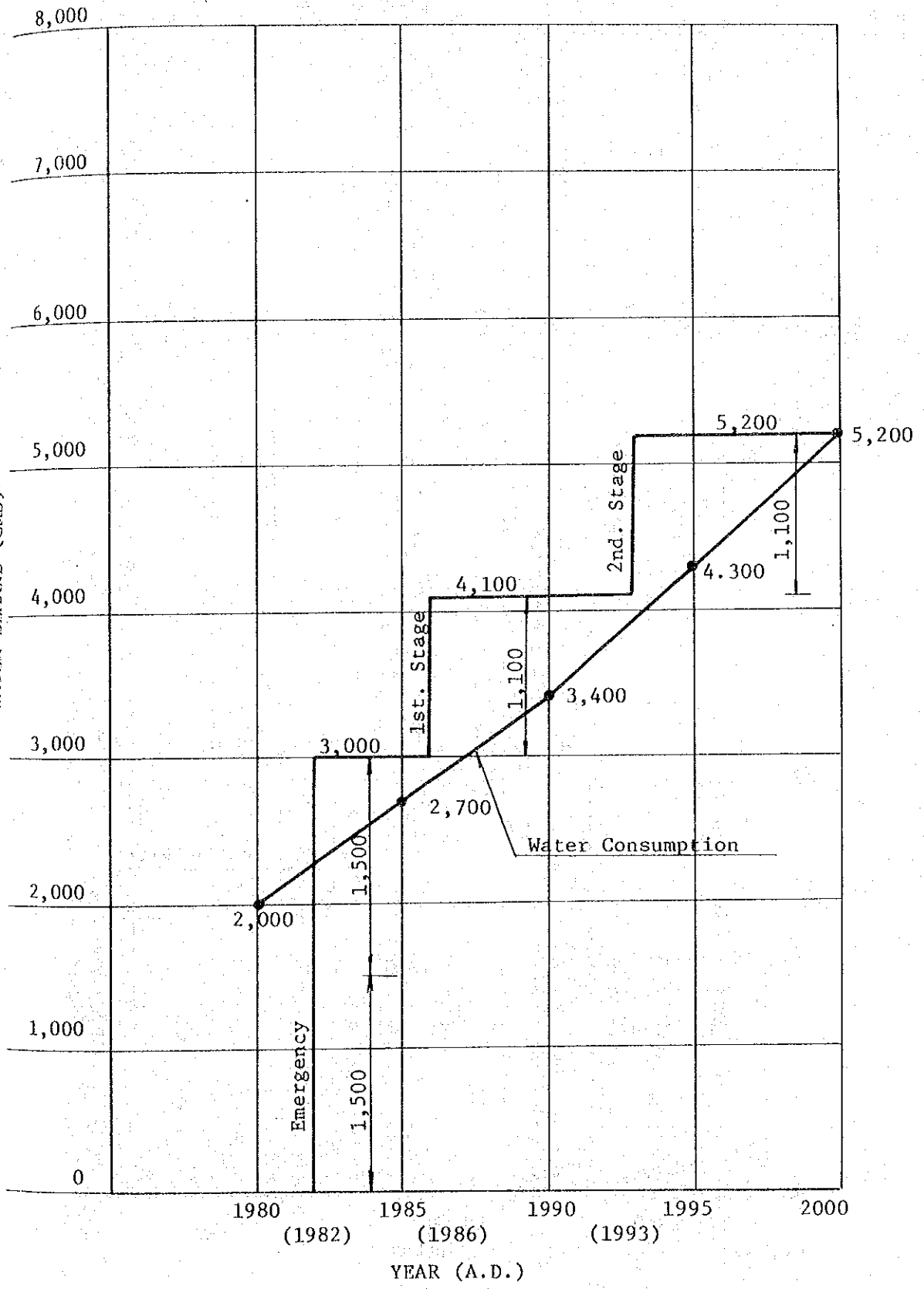


Fig. 7-5 AMPHOE BANG YAI

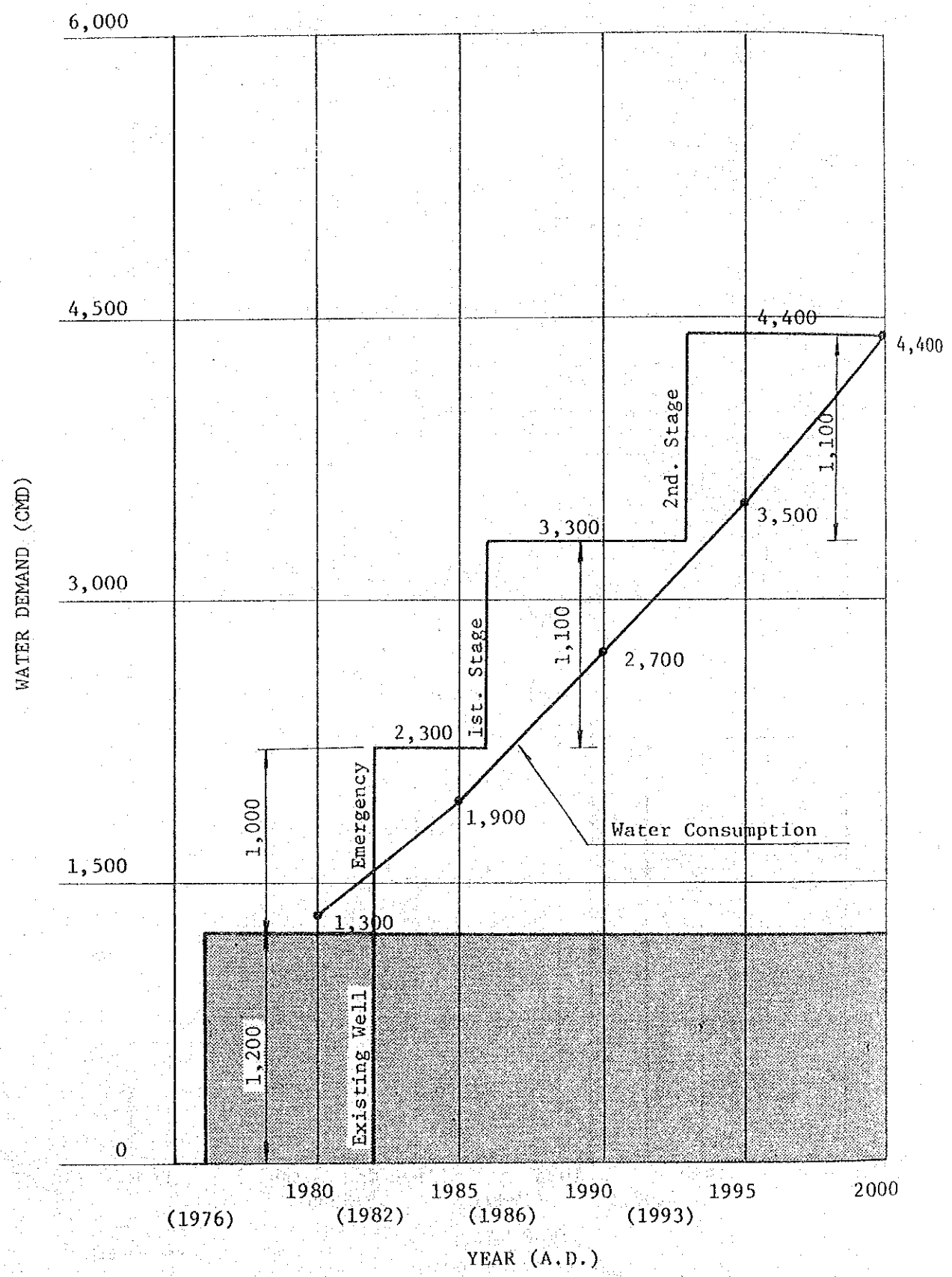


Fig. 7-6 AMPHOE NONG CHOK

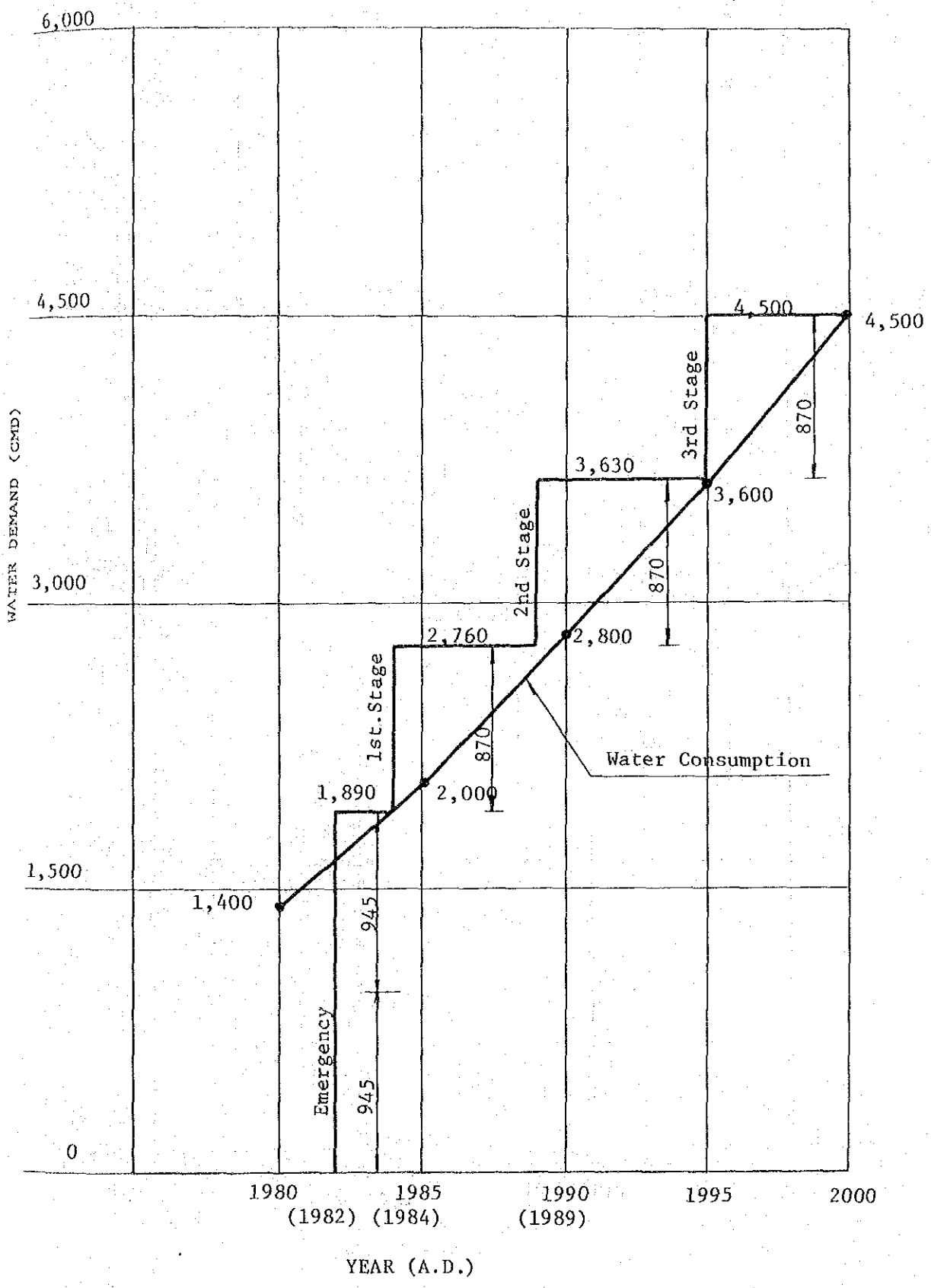


Fig. 7-7 AMPHOE MIN BURI

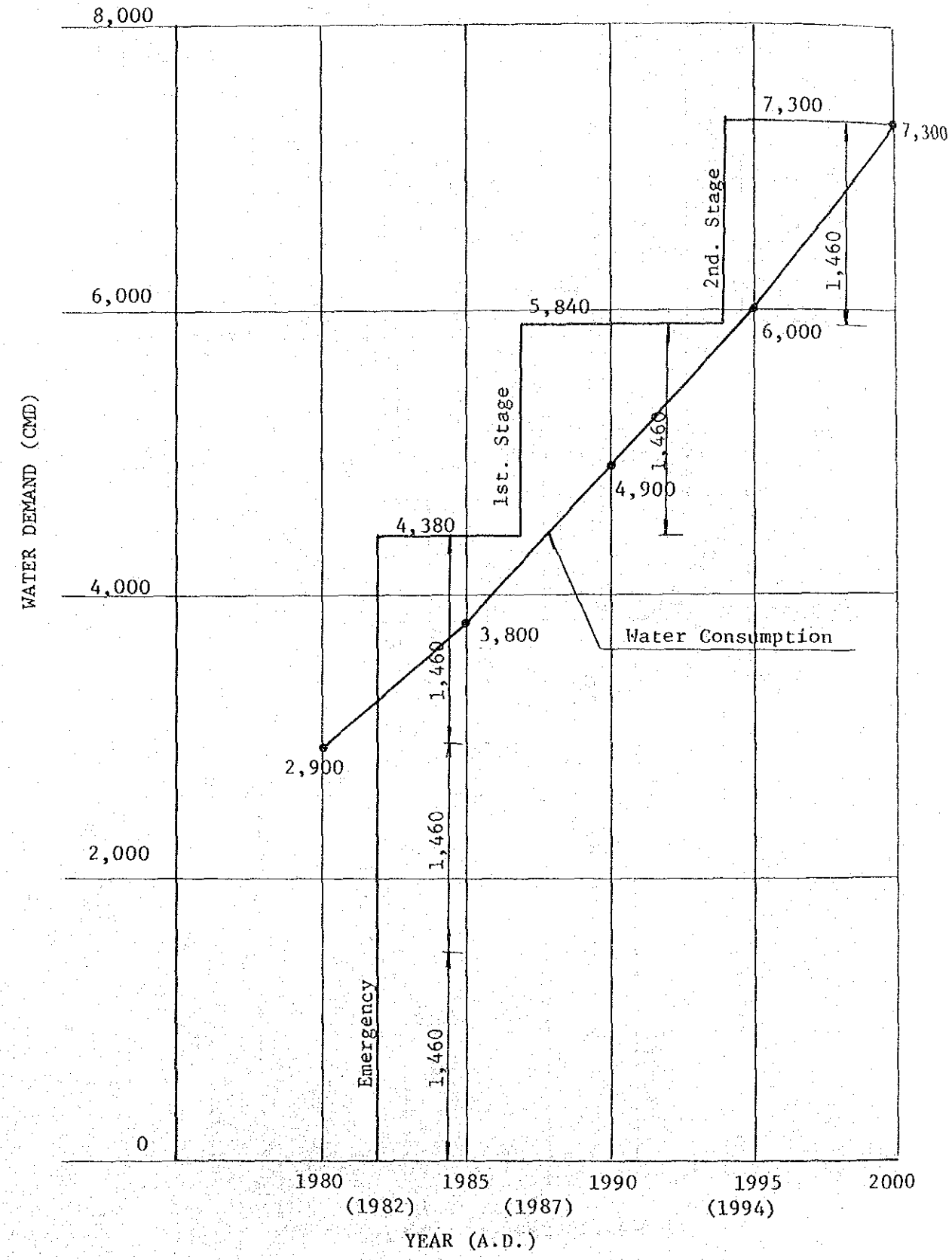


Fig. 7-8 AMPHOE LAT KRABANG

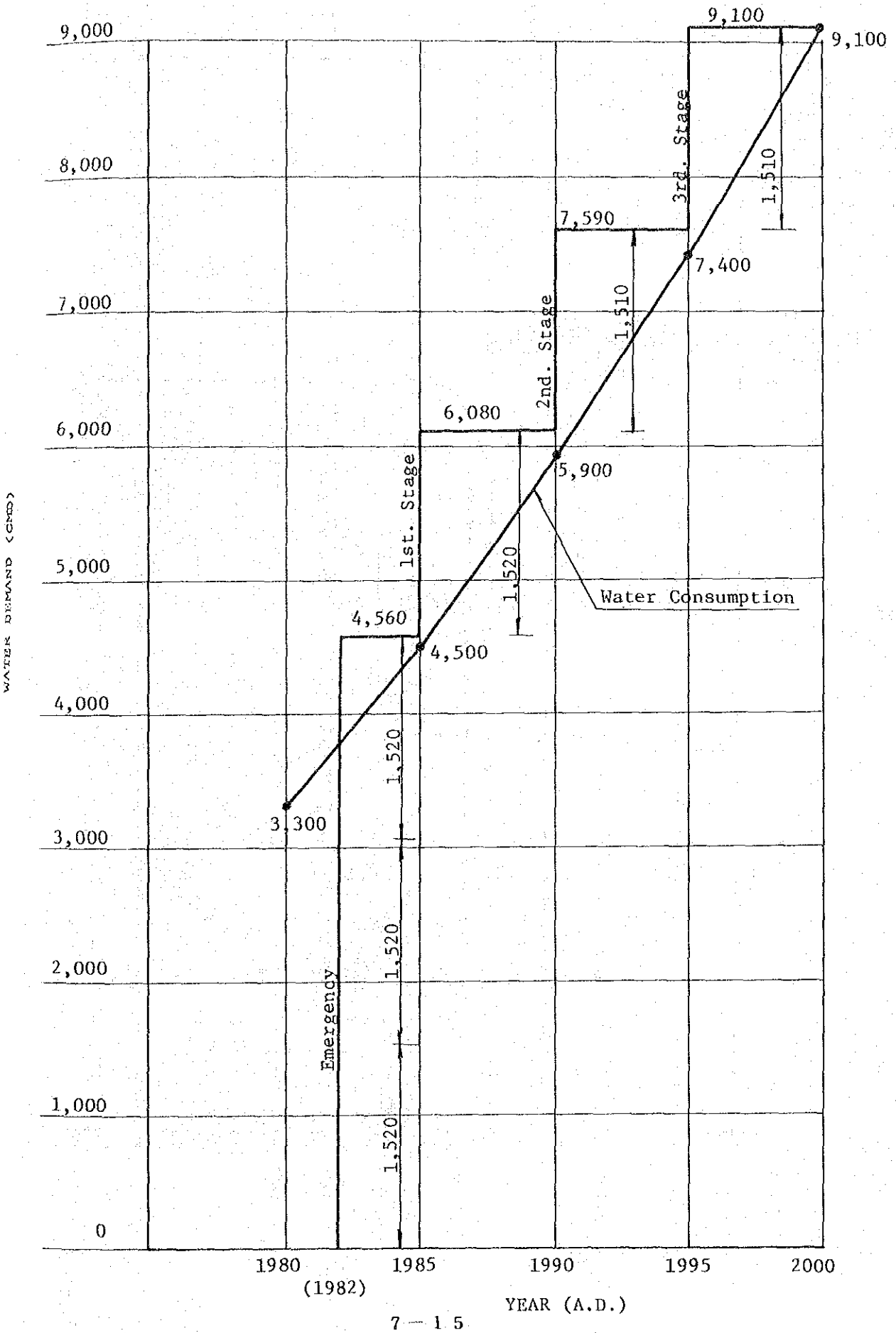


Fig. 7-9 AMPHOE BANG PHLI

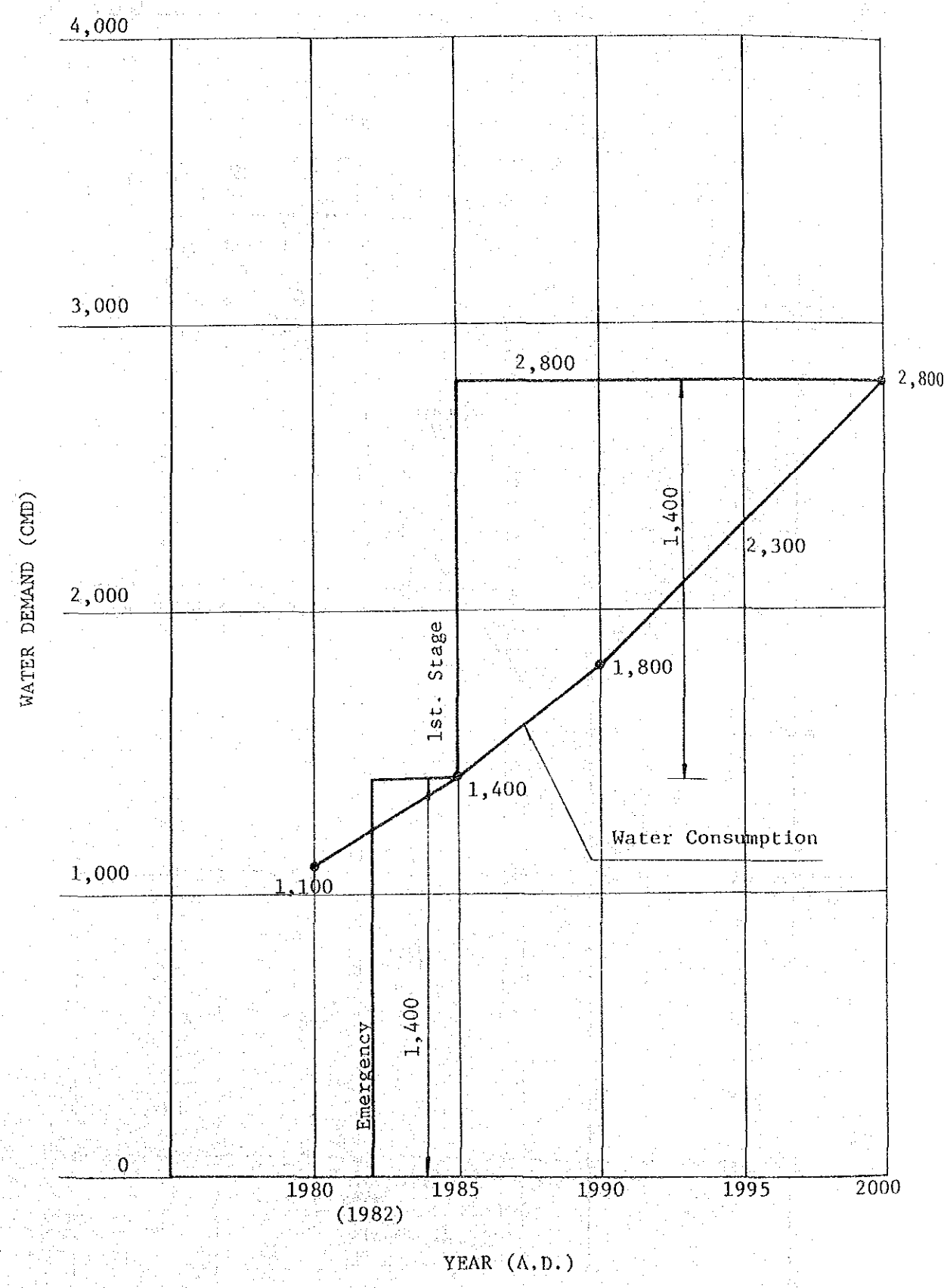


Fig. 7-10 AMPHOE BANG BO

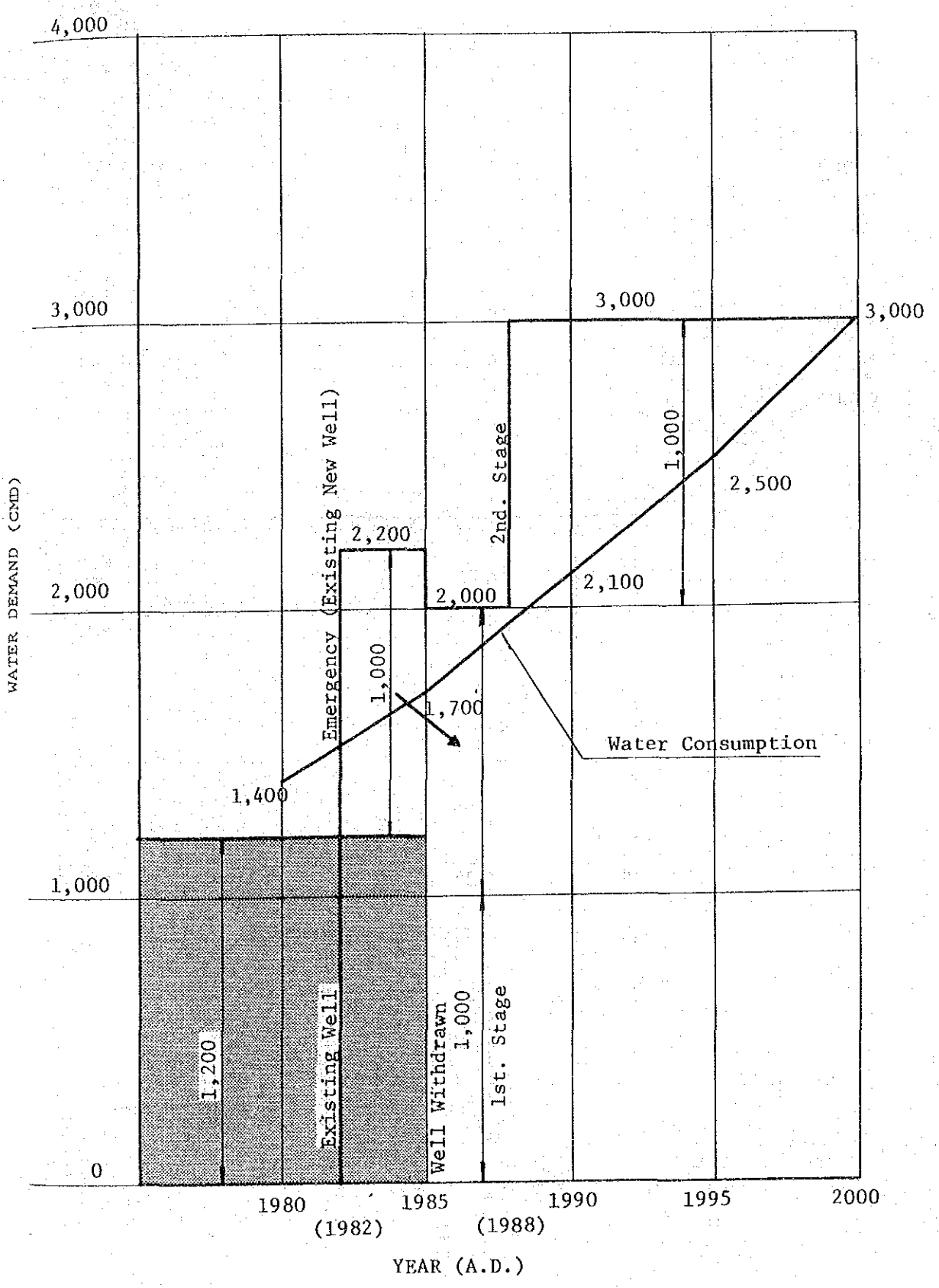
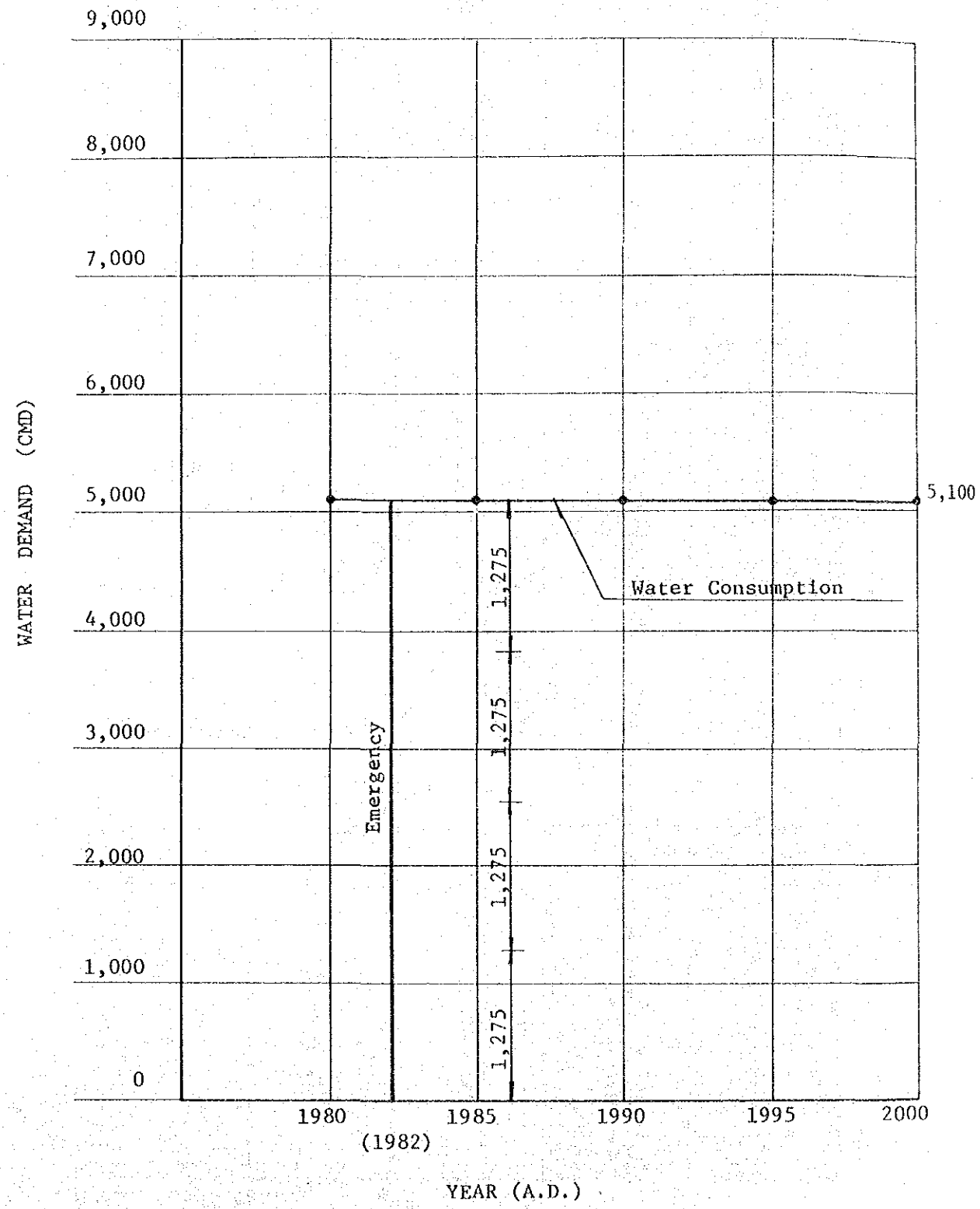


Fig.7-11 BANG CHAN
(Development Program)



(2) Transmission Schedule from Central System

Fig. 7-12 AMPHOE NONG KHAEM & BANG KHUN THIAN

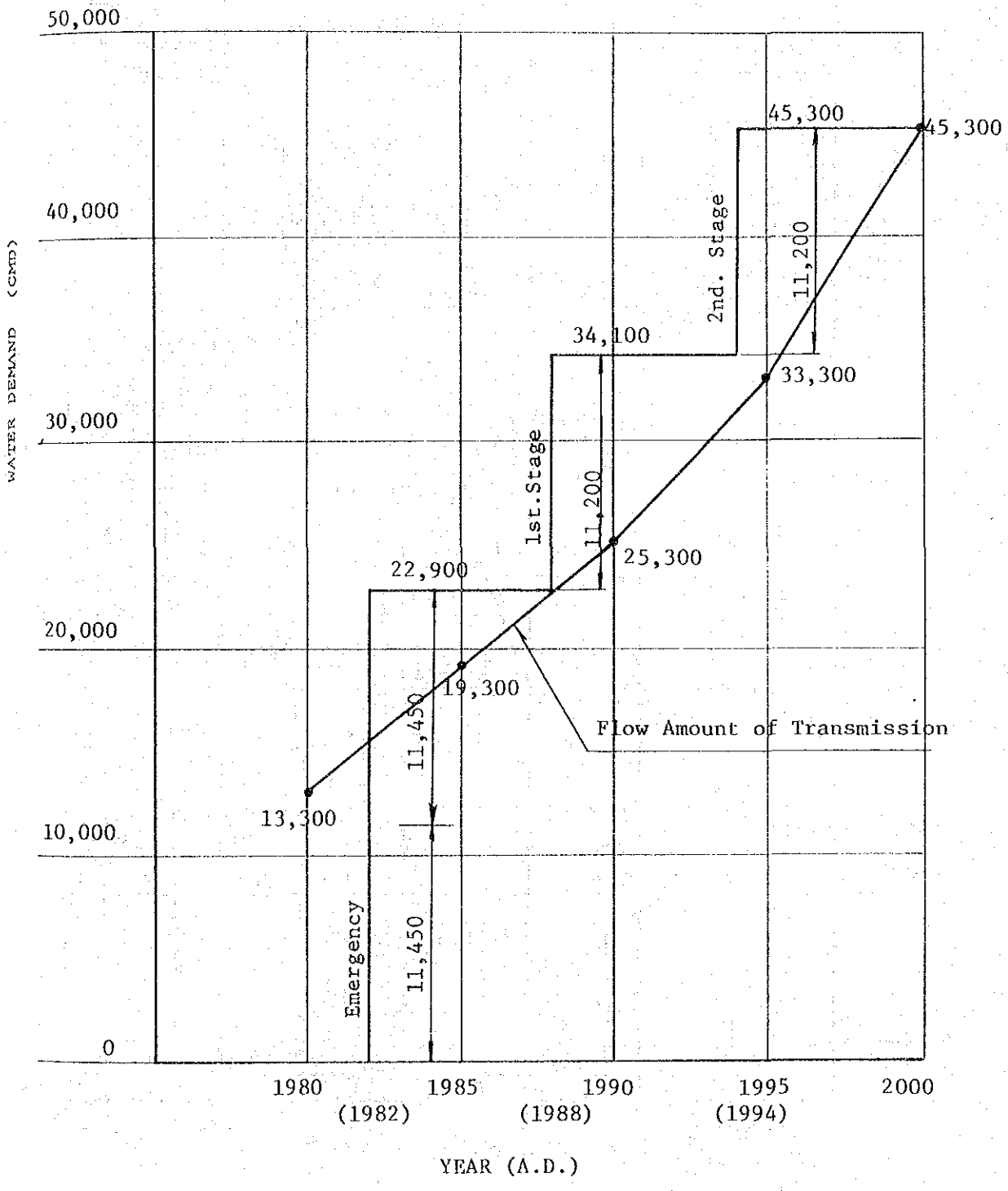


Fig. 7-13 LAT KRABANG (In,Ho) & AIRPORT

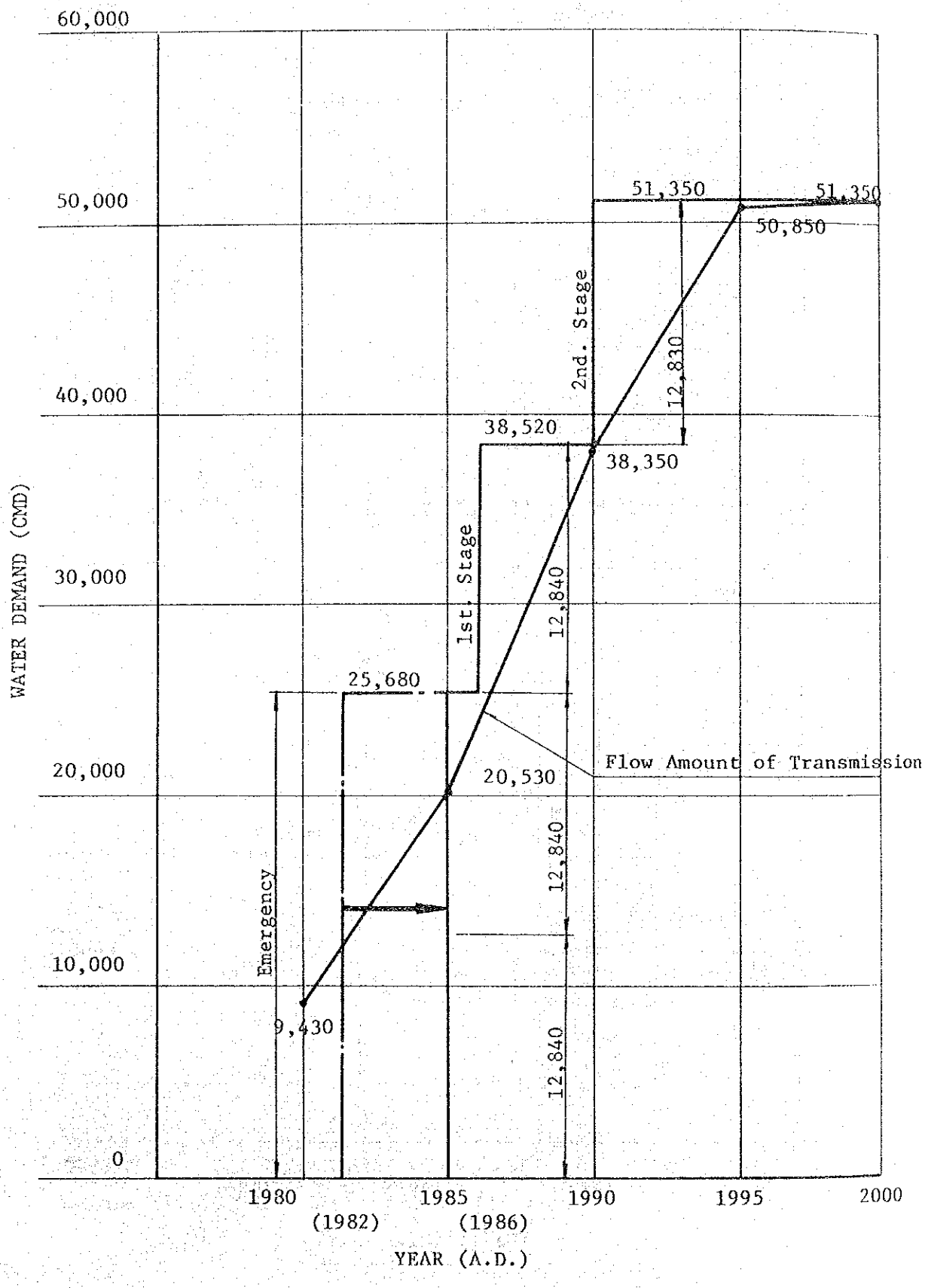
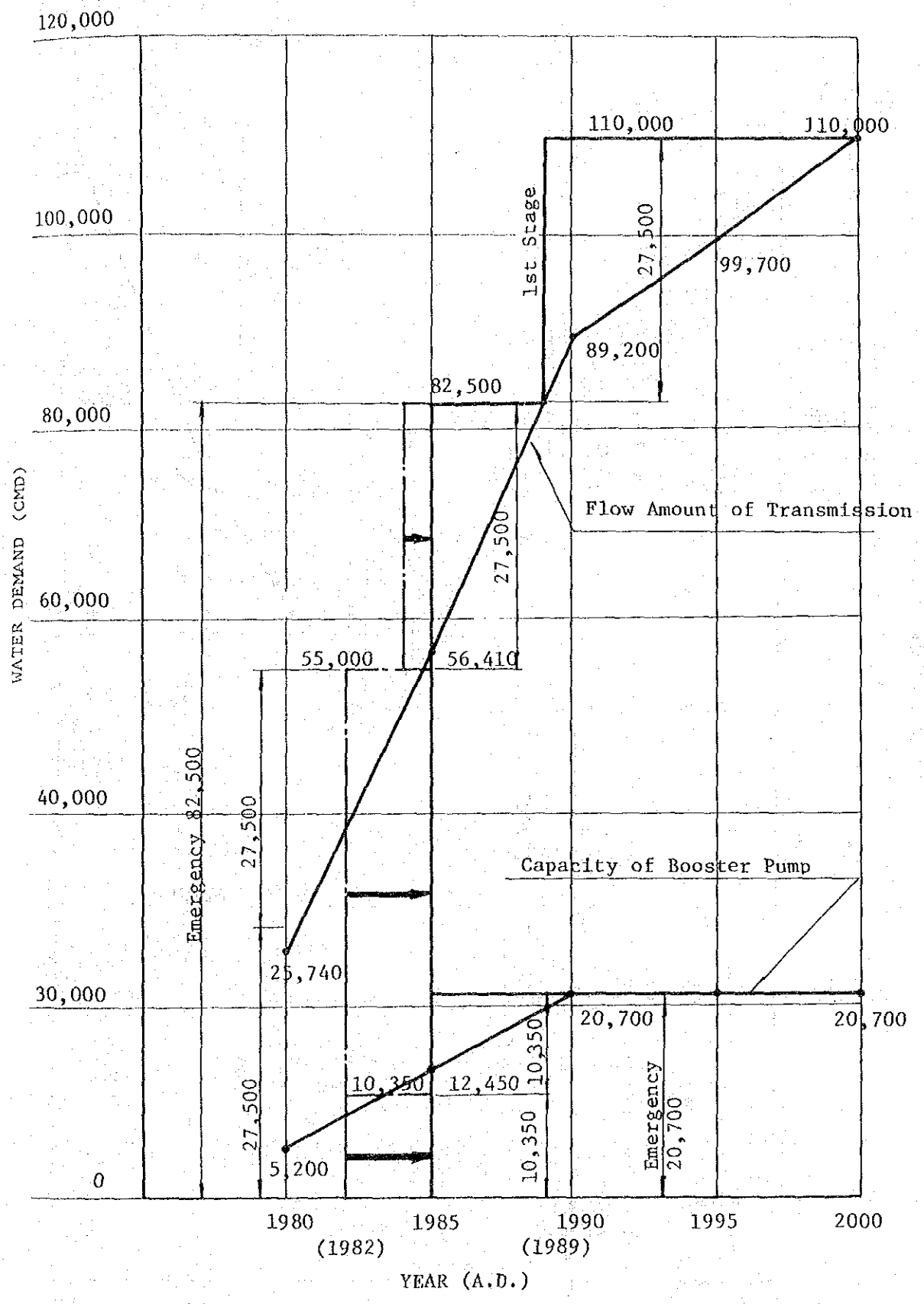
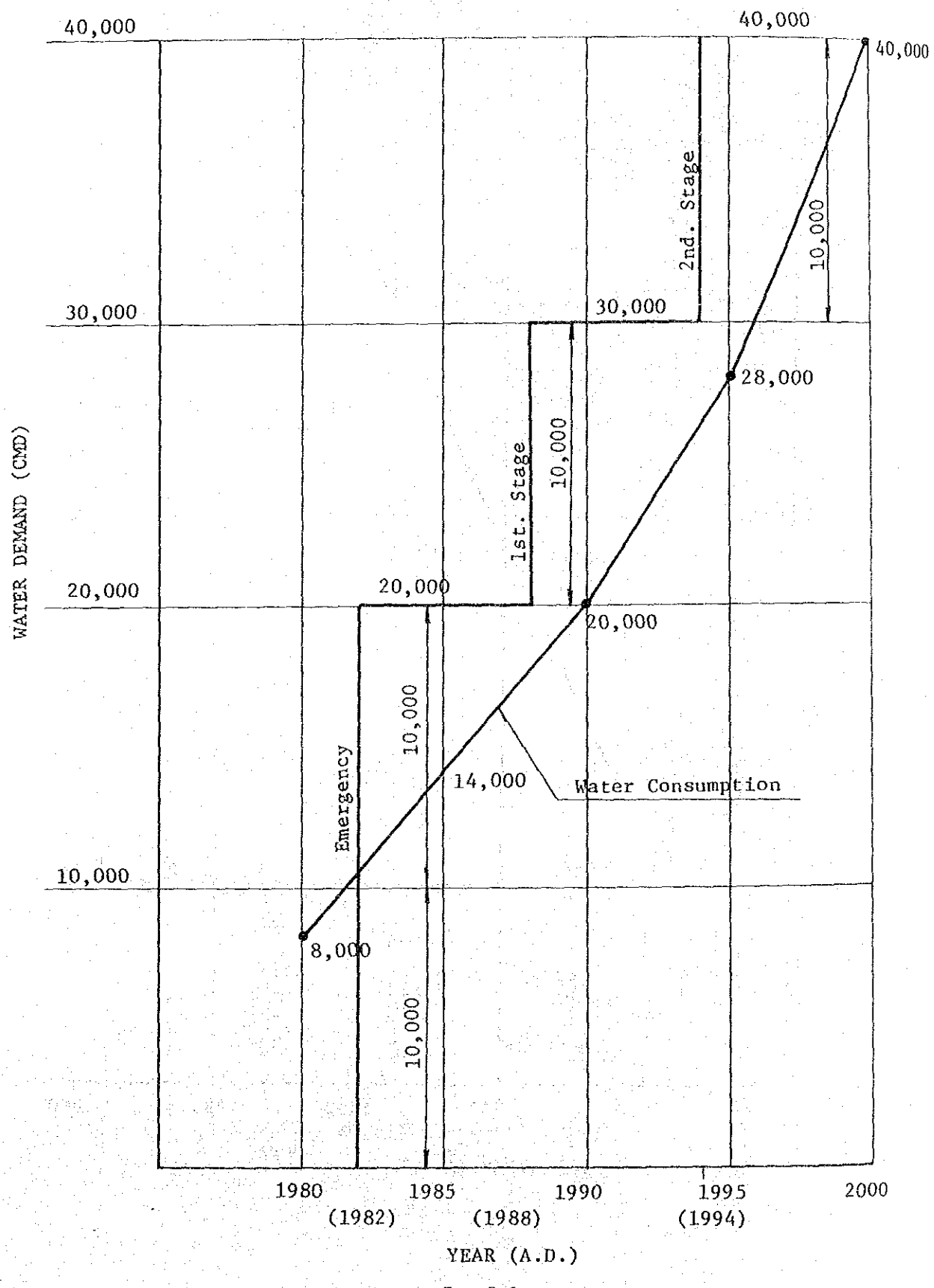


Fig. 7-14 BANG PHLI - BANG BO, BANG POO & KLONG DAN



(3) Construction Schedule Source from Central System

Fig. 7-15 AMPHOE NONG KHAEM



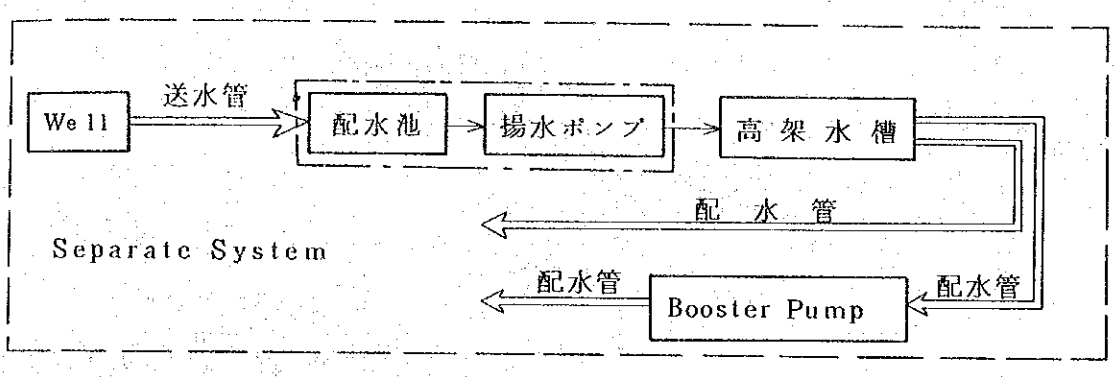
7－4　施設計画

7－4－1　施設計画の範囲

各給水区域に対する施設の検討は、下記のフローに従って行なう。

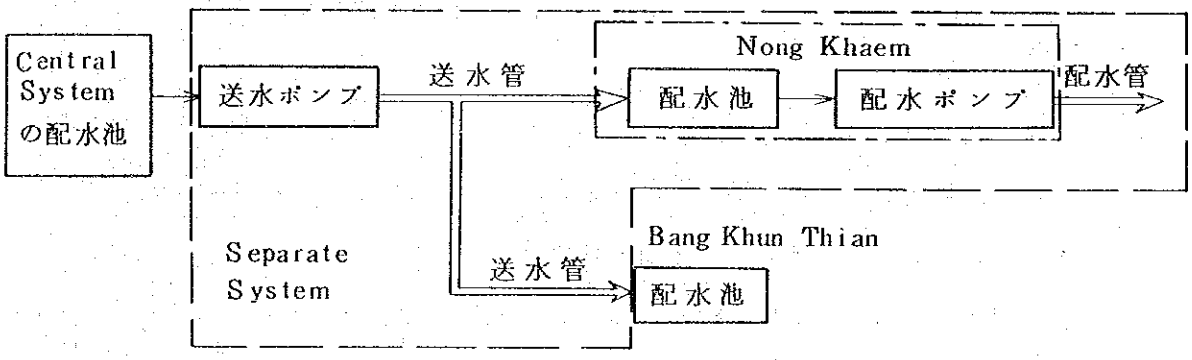
(1)　Well を水源とする地区

Nong Khaem を除く 8 Amphoes 及び Bang Chan

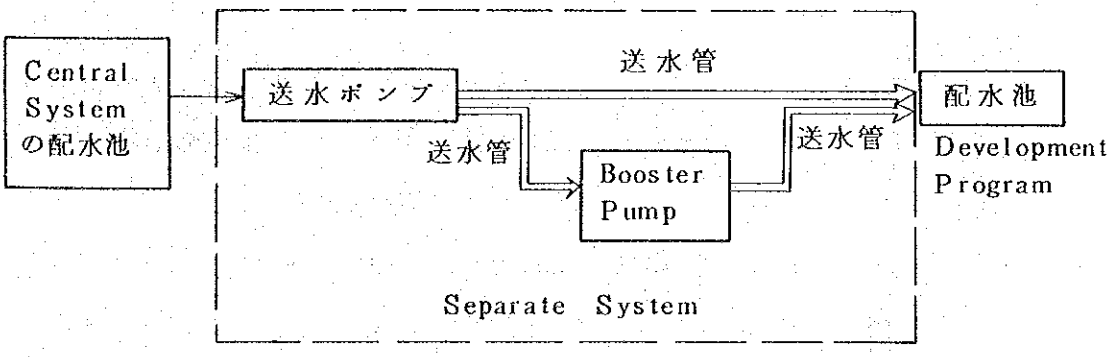


(2)　Central System からの分水を水源とする地区

1)　Nong Khaem & Bang Khun Thian



2)　その他の Development Program



7－4－2　Wellを水源とする地区

(1)　水源施設

1)　取水計画

地下水を水道水源としないNong Khaemを除く8 Amphoesについては、各地区の水道拡張計画のStagingにおける日最大給水量に対応すべく井戸の口径、深度、計画取水量を決定した。

口径は日最大給水量に対応する安全揚水量から決定し、深度はナコンラング帯水層とノンタブリ帯水層のStructureより決定している。井戸の配置は原則として影響半径を考慮して決定した。井戸間隔はNong Chokのみ800mとし、他の7地区は等しく、1,200mとしている。従って影響半径3,000mの値が得られたSai Noi、Bang Bua Thong、Bang Yaiの取水井は群井戸として考えることとした。ただし、Min Buriについては工業用水の既設井戸を考慮した配置を行っている。また、Bang Yaiの既設井はAD2000年迄使用しBang Boの既設井は1 st Stage以後廃止する計画である。

各Amphoeの計画井戸本数と概略配置を図7－16に示す。

2)　安全揚水量

取水井の安全揚水量を検討するにあたり、各地区の帯水層係数とポンプの運転計画より、影響半径を求め、チームの平衡式より揚水量を求めさらに帯水層の平均粒径と層流との関係より、安全な揚水量を求めることとした。

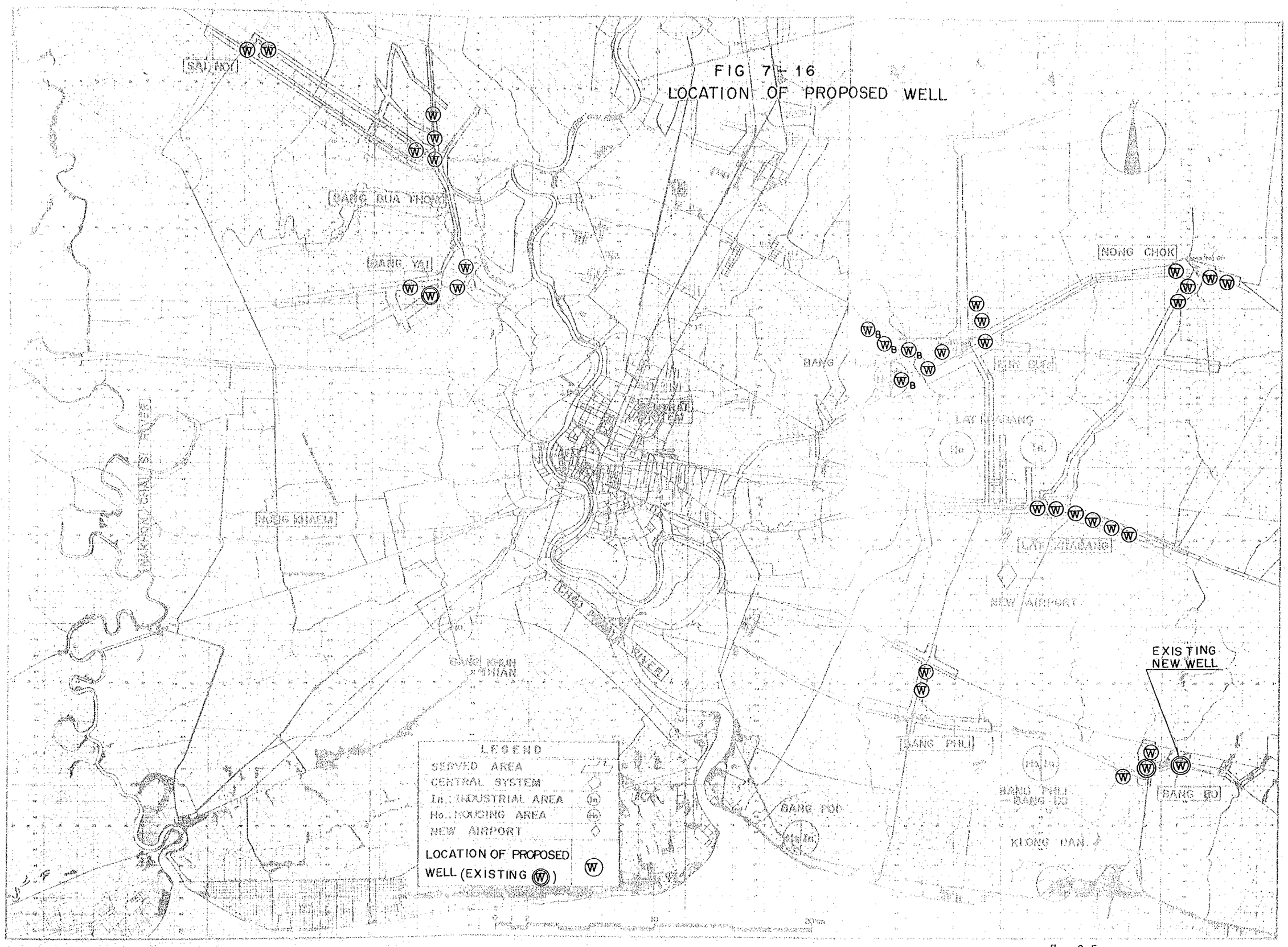
使用する帯水層係数はNong Chok $T=10m^3/hr/m$、$S=1\times10^{-3}$、Lat Krabang、Bang Phli、Bang Boで$T=15m^3/hr/m$、$S=5\times10^{-4}$、Sai Noi、Bang Bua Thong、Bang Yai、Min Buri、Bang Chan、で$T=20m^3/hr/m$、$S=1\times10^{-4}$とする。

影響半径はNong Chokにおいて$R=670m$、Lat Krabang、Bang Phli、Bang Boにおいて$R=1,161m$、Sai Noi、Bang Bua Thong、Ban Yai、Min Buri、Bang Chanでは$R=3,000m$の値が得られた。

この時、日最大給水量は20時間で揚水し、4時間の回復時間を与えるものとする。

一方、帯水層を構成する砂粒子の平均粒径はMin Buriにおけるサンプルから判断して0.5mmと考えれば妥当と思われる。一般に地下水を井戸から取水するに際し、層

FIG 7 - 16
LOCATION OF PROPOSED WELL



流状態で井戸に導入しないと砂粒子が混入して、水道施設の管理上、なにかと不都合が生じる。層流状態で取水するに必要な井戸の口径は、砂粒子の平均粒径が0.5㎜とすると、層流状態であるときのRe（Re＝V・ds／ν）が4以下になるように流速を検討して決定される。

検討の結果、口径２００㎜の井戸では９００ℓ／min、口径２５０㎜の井戸では1,１００ℓ／min、口径３００㎜の井戸では1,３５０ℓ／minの揚水量が限界流速を与えるものであると判明した。２０時間の運転を行うと口径２００㎜の井戸では1,０００㎥／day、口径２５０㎜の井戸では1,３００㎥／day、口径３００㎜の井戸では1,６００㎥／dayの揚水が可能であろう。

チームの平衡式によって可能な単井戸の比湧出量を求めると、

T＝１０㎥／hr／m、R＝６７０mの時

口径	２００㎜の井戸では	Sc＝	7.１３㎥／hr／m
口径	２５０㎜ 〃	Sc＝	7.３１ 〃
口径	３００㎜ 〃	Sc＝	7.４７ 〃

T＝１５㎥／hr／m、R＝1,１６１mの時

口径	２００㎜の井戸では	Sc＝	１0.０６㎥／hr／m
口径	２５０㎜ 〃	Sc＝	１0.３１ 〃
口径	３００㎜ 〃	Sc＝	１0.５２ 〃

T＝２０㎥／hr／m、R＝3,０００mの時

口径	２００㎜の井戸では	Sc＝	１2.１８㎥／hr／m
口径	２５０㎜ 〃	Sc＝	１2.４５ 〃
口径	３００㎜ 〃	Sc＝	１2.６８ 〃

T＝１０㎥／hr／m、R＝６７０mの場所であっても２０時間の揚水で水位降下（Draw Down）を１０m見込むなら、口径２００㎜の井戸で1,４２６㎥／dayの揚水が可能である。しかし、この水量では層流状態とはならない。

従って安全揚水量は層流の限界値である1,０００㎥／dayとすべきである。同様にして口径２５０㎜は1,３００㎥／day迄とし、口径３００㎜は1,６００㎥／dayを限界とする。

3) 取水井

取水井は口径２００㎜×深度２００m　１井、口径２５０㎜×深度２００m　１１井

口径２５０㎜×深度２５０ｍ　２井、口径３００㎜×深度２００ｍ　１５井、口径３００㎜×深度２５０ｍ　４井、の計３３井である。

ケーシングは炭素鋼管を用い、継手はソケット加工全面溶接接合とする。

ストレーナーは帯水層の厚さに適合したものとし、井戸掘さく後、ただちにγ検層、S.P検層、比抵抗検層のうち適正な方法により、ストレーナー長を決定しなければならない。

ストレーナーはWire Wind Strainerとし、外側孔壁部にGravel Packingを行う。

Gravelの上部は約３０ｍのSealing with Clayを行ない、地表までは１：２：４のConcreteでBore HoleとCasing間を充填し上部層からの悪水の混入を防ぐこととする。

各地区の井戸による取水施設とそのStagingを表７－３に示す。

4) 取水ポンプ

取水ポンプは水中モーターポンプとし、取水施設は水中モーターポンプ、揚水管、空気弁、連成計、チェッキバルブ、スルースバルブ、水中ケーブル（動力ケーブル）、液面制御電極およびケーブル、現場盤より構成されている。

水中モーターポンプの口径、吐出量、揚程、出力については以下に計算する。

尚、取水ポンプのコントロールは配水場の配水池の水面制御とする。

(2) 取水ポンプ能力の計算

1) 揚水量

１日計画取水量を２０時間で揚水する。例えばSai NoiのEmergencyに必要とする口径２５０㎜、深度２００ｍ取水井の１日計画取水量1,000㎥/dayを取水するための取水ポンプの揚水量は、1,000／２０＝５０㎥／hrである。

2) 取水ポンプ口径

取水ポンプ吐出口径は、管内流速を1.5～2.0ｍ／secとして決定する。

例えば、Sai NoiのEmergencyに必要とする口径２５０㎜、深度２００ｍの取水井に設置する取水ポンプの口径はV＝1.8ｍと仮定して、

$$D = 146 \times \sqrt{\frac{50}{1.8} \times \frac{1}{60}} = 99.3 \fallingdotseq \phi 100\,mm$$

とする。

3) 全揚程の計算

取水ポンプの全揚程Hは次式により算出する。

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

ここに

H_1 ： 実 揚 程

H_2 ： ポンプ廻りロス

H_3 ： 管ロス

H_4 ： 静止水位の将来降下量

（目標年：２０００年）

(i) 実 揚 程 H_1

$$H_1 = hr - (hs - s)$$

ここに

hr ：配水池 H.W.L

hs ：取水井地点の S.W.L

s ：水位降下量

実揚程の算出に際しては次のような条件設定をした。

a. Static water level は１９７４年の水位（ＧＬ－m）を用いる。

b. 各井戸の揚水量は２０００年時の揚水量とする。

c. 水位降下量は群井戸式により算定する。

$$H - Hp = \frac{1}{2\pi T} \sum_{i=1}^{n} Qwi \ \ell n \frac{Ri}{ri}$$

d. なお、この時の影響圏は、各地区毎の必要涵養面積から求めた数値を使用する。

(ii) 静止水位の将来降下量

計画取水量を補給する涵養面積を影響圏としているが、この圏内にあって計画取水量を計画した井戸群で取水するならば、広域的水位低下は生じ得ないと考える。しかし、Bangkok 市街地区では、１９５８年から１９７３年迄の１６年間に静止水位が６０ feet（≒１８.３ m）低下しており、当該取水計画地区にも、水位低下現象が生じている。これは、市街地区における地下水の過剰な揚水に起

因するものである。

従って、今回計画した水道施設が現実に稼動する１９８２年以降、市街地の地下水取水規制を行なうとしても、それ迄は確実に地下水位は低下するであろうし、規制後も、地下水位の平衡化に伴う水位低下現象が見られるものと予測される。

１９８２年迄は年間1.0 mの水位降下、１９８２年以降は年間0.5 mの水位降下が生ずると仮定して、各取水井における将来の静止水位を想定した。その値は、１９７３～１９８２年迄９ m、１９８２以降２０００年迄１８年間×0.5 m／年＝９ mとする。即ち、各地区ともに１９７３年当時の静止水位は、２０００年には一律１８ m低下していると設定する。

4） 原動機出力

求められた揚水量Qと全揚程の関係から、先ず、ポンプの軸動力を下式により

$$Ps = 0.163 \cdot \gamma QH / \eta$$

そして次に、原動機の出力Pを、余裕値αを見込んで次式により算出する。

$$P = Ps\ (1 + \alpha)$$

余裕値は一率にα＝0.2とする。

Ps ： Shaft Horse Power (KW)

γ ： Unit Weight of Water (kg／lit)

Q ： Discharge Volume (m^3／min)

H ： Total Head (m)

η ： Efficiency of Pump

P ： Horse Power of Motor (KW)

α ： Allowance (0.2)

以上の算式で求めた、各Amphoe の Pump 仕様は、表７－４～表７－５の通りである。

Item \ Amphoe	Sai Noi	Bang Bua Thong	Bang Yai	Nong Chok	Min Buri	Lat Krabang	Bang Phli	Bang Bo	Bang Chan
Depth	200 m	250 m	200 m	200 m	200 m	200 m	250 m	200 m	200 m
Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nakhon Luang Aquifer	Nakhon Luang Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nonthaburi Aquifer	Nakhon Luang Aquifer
Well	unit ϕ200 x 1 ϕ250 x 1 "	units ϕ250 x 2 ϕ300 x 2 "	units ϕ250 x 3 Existing Well 1 unit	units ϕ250 x 5	units ϕ300 x 5	units ϕ300 x 6	units ϕ300 x 2	unit *ϕ150 x 1 ϕ250 x 2units Existing Well 1 unit	units ϕ300 x 5
Staging Emergency	1982-1989 unit ϕ250 x 1 1,000CMD	1982-1985 units ϕ300 x 2 3,000CMD	1982-1985 unit ϕ250 x 1 1,000CMD Existing Well 1,200CMD	1982-1983 units ϕ250 x 2 1,890CMD	1982-1986 units ϕ300 x 3 4,380CMD	1982-1984 units ϕ300 x 3 4,560CMD	1982-1984 unit ϕ300 x 1 1,400CMD	1982-1984 unit *ϕ150 x 1 1,000CMD Existing Well 1,200CMD (Withdrawn at AD1985)	1982-2000 units ϕ300 x 4 5,100CMD
1st Stage	1990-2000 unit ϕ200 x 1 500CMD	1986-1992 unit ϕ250 x 1 1,100CMD	1986-1992 unit ϕ250 x 1 1,100CMD	1984-1988 unit ϕ250 x 1 870CMD	1987-1993 unit ϕ300 x 1 1,460CMD	1985-1989 unit ϕ300 x 1 1,520CMD	1985-2000 unit ϕ300 x 1 1,400CMD	1985-1987 unit ϕ250 x 1 1,000CMD	-
2nd Stage	-	1993-2000 unit ϕ250 x 1 1,100CMD	1993-2000 unit ϕ250 x 1 1,100CMD	1989-1994 unit ϕ250 x 1 870CMD	1994-2000 unit ϕ300 x 1 1,460CMD	1990-1994. unit ϕ300 x 1 1,510CMD	-	1988-2000 unit ϕ250 x 1 1,000CMD	-
3rd Stage	-	-	-	1995-2000 unit ϕ250 x 1 870CMD	-	1995-2000 unit ϕ300 x 1 1,510CMD	-	-	-

*Existing New Well

Table 7-4 CALCULATION OF TOTAL HEAD

Item / Amphoe	Proposed Amount (CMD)	Period to 2000 year (period)	Static Water Level G.S. m	Draw down of Water Level H1 m	Loss of Head H2,H3 m	Expected Future Loss H4 m	Total Head ΣH m
1. Sai Noi							
1-E ϕ250 x 200	1,000	1,982- (19)	-6	4	4.6	18	32.6
2-1st ϕ200 x 200	500	1,990- (11)	-6	2	29.6	18	55.6
2. Bang Bua Thong							
1-E ϕ300 x 250	1,500	1,982- (19)	-7.5	7.5	15.8	18	48.8
2-E ϕ300 x 250	1,500	1,982- (19)	-7	7.6	25.8	18	58.4
3-1st ϕ250 x 250	1,100	1,986- (15)	-7.5	6.5	26.4	18	58.4
4-2nd ϕ250 x 250	1,100	1,993- (8)	-7	5.8	34.4	18	65.2
3.Bang Yai							
1-E ϕ250 x 200	1,000	1,982- (19)	-10	5	10.9	18	43.9
2-1st ϕ250 x 200	1,100	1,986- (15)	-12	5.4	15.7	18	51.1
3-2nd ϕ250 x 200	1,100	1,993- (8)	-11.5	5.2	25.7	18	60.4
4. Nong Chok							
1-E ϕ250 x 200	945	1,982- (19)	-10	10.9	18.8	18	57.7
2-E ϕ250 x 200	945	1,982- (19)	-10	10.5	22.8	18	61.3
3-1st ϕ250 x 200	870	1,984- (17)	-10	10.1	7.3	18	45.4
4-2nd ϕ250 x 200	870	1,989- (12)	-8.5	10.5	16.3	18	53.3
5-3rd ϕ250 x 200	870	1,995- (6)	-8	9.7	20.1	18	55.8
5. Min Buri							
1-E ϕ300 x 200	1,460	1,982- (19)	-19	11.0	14.5	18	62.5
2-E ϕ300 x 200	1,460	1,982- (19)	-24	12.2	20.5	18	74.7
3-E ϕ300 x 200	1,460	1,982- (19)	-24.5	12.3	39.0	18	93.8
4-1st ϕ300 x 200	1,460	1,987- (14)	-19.5	11.4	27.7	18	76.6
5-2nd ϕ300 x 200	1,460	1,994- (7)	-19	10.7	42.4	18	90.1
6. Lat Krabang							
1-E ϕ300 x 200	1,520	1,982- (19)	-19	12.3	10.0	18	59.3
2-E ϕ300 x 200	1,520	1,982- (19)	-18.5	12.3	20.0	18	68.8
3-E ϕ300 x 200	1,520	1,982- (19)	-18	11.7	32.8	18	80.5
4-1st ϕ300 x 200	1,520	1,985- (16)	-17.5	10.5	47.8	18	93.8
5-2nd ϕ300 x 200	1,510	1,990- (11)	-19.8	11.7	7.0	18	56.5
6-3rd ϕ300 x 200	1,510	1,995- (6)	-21	10.5	22.0	18	71.5
7. Bang Phli							
1-E ϕ300 x 250	1,400	1,982- (19)	-18	6.2	14.2	18	56.4
2-1st ϕ300 x 250	1,400	1,986- (15)	-19	6.2	27.2	18	70.4
8. Bang Bo							
*1-E ϕ150 x 200	1,000	1,982- (19)	-	-	-	-	-
2-1st ϕ250 x 200	1,000	1,985- (16)	-11	4.6	11.1	18	44.7
3-2nd ϕ250 x 200	1,000	1,989- (12)	-11	4.4	11.1	18	44.5
9. Bang Chan							
1-E ϕ300 x 200	1,275	1,982- (19)	-24.5	11.8	8.9	18	63.2
2-E ϕ300 x 200	1,275	1,982- (19)	-25.1	11.1	18.5	18	72.7
3-E ϕ300 x 200	1,275	1,982- (19)	-25.2	10.0	28.9	18	82.1
4-E ϕ300 x 200	1,275	1,982- 919)	-25.1	11.0	26.0	18	80.1

* Existing New Well.

Table 7-5 SPECIFICATION OF SUBMERGED PUMP

Item / Amphoe	Proposed Amount (CMD)	Period to 2000 year (Period)	Bore of Pump ϕ(mm)	Capacity (CMM)	Head (m)	Power Required (kw)
1. Sai Noi						
1-E ϕ250 x 200	1,000	1,982 - (19)	100	0.84	33	11
2-1st ϕ200 x 200	500	1,990 - (11)	80	0.42	56	7.5
2. Bang Bua Thong						
1-E ϕ300 x 250	1,500	1,982 - (19)	125	1.25	49	19
2-E ϕ300 x 250	1,500	1,982 - (19)	125	1.25	59	22
3-1st ϕ250 x 250	1,100	1,986 - (15)	100	0.92	59	15
4-2nd ϕ250 x 250	1,100	1,993 - (8)	100	0.92	66	19
3. Bang Yai						
1-E ϕ250 x 200	1,000	1,982 - (19)	100	0.84	44	15
2-1st ϕ250 x 200	1,100	1,986 - (15)	100	0.92	52	15
3-2nd ϕ250 x 200	1,100	1,993 - (8)	100	0.92	61	15
4. Nong Chok						
1-E ϕ250 x 200	945	1,982 - (19)	100	0.79	58	15
2-E ϕ250 x 200	945	1,982 - (19)	100	0.79	62	15
3-1st ϕ250 x 200	870	1,984 - (17)	100	0.73	46	11
4-2nd ϕ250 x 200	870	1,989 - (12)	100	0.73	54	15
5-3rd ϕ250 x 200	870	1,995 - (6)	100	0.73	56	15
5. Min Buri						
1-E ϕ300 x 200	1,460	1,982 - (19)	125	1.22	63	22
2-E ϕ300 x 200	1,460	1,982 - (19)	125	1.22	75	30
3-E ϕ300 x 200	1,460	1,982 - (19)	125	1.22	94	37
4-1st ϕ300 x 200	1,460	1,987 - (14)	125	1.22	77	30
5-2nd ϕ300 x 200	1,460	1,994 - (7)	125	1.22	91	37
6. Lat Krabang						
1-E ϕ300 x 200	1,520	1,982 - (19)	125	1.27	60	22
2-E ϕ300 x 200	1,520	1,982 - (19)	125	1.27	69	26
3-E ϕ300 x 200	1,520	1,982 - (19)	125	1.27	81	30
4-1st ϕ300 x 200	1,520	1,985 - (16)	125	1.27	94	37
5-2nd ϕ300 x 200	1,510	1,990 - (11)	125	1.26	57	19
6-3rd ϕ300 x 200	1,510	1,995 - (6)	125	1.26	72	30
7. Bang Phli						
1-E ϕ300 x 250	1,400	1,982 - (19)	125	1.17	57	22
2-1st ϕ300 x 250	1,400	1,986 - (15)	125	1.17	71	26
8. Bang Bo						
*1-E ϕ150 x 200	1,000	1,982 - (19)	-	-	-	-
2-1st ϕ250 x 200	1,000	1,985 - (16)	100	0.84	45	15
3-2nd ϕ250 x 200	1,000	1,989 - (12)	100	0.84	45	15
9. Bang Chan						
1-E ϕ300 x 200	1,275	1,982 - (19)	100	1.07	64	19
2-E ϕ300 x 200	1,275	1,982 - (19)	100	1.07	73	22
3-E ϕ300 x 200	1,275	1,982 - (19)	100	1.07	83	26
4-E ϕ300 x 200	1,275	1,982 - (19)	100	1.07	81	26

* Existing New Well.

(3) 配水施設

配水施設は各Amphoeに設けられた配水池から、Amphoeの需要者に浄水を分配する為のmainの配管までをいう。それ以後の小口径の配管は、給水施設として区分し、本計画では取り扱わない。配水方法はNong Khaemを除く8 Amphoesでは配水池の水を一度高架水槽へ上げて、そこから配水をする。配水池の周辺近くは、高架水槽からの圧力のみで配水が可能となるが、配水管延長が長くなる遠隔地は必要な水量を適切な水圧のもとで供給するため、中間にBooster Pumpを設ける必要がある。基本的には、配水池の高架水槽は現在の集落の中心地に建設されているので当初は、給水量の大部分は高架水槽から直接配水が可能になると考えられる。

一方Nong Khaemでは他のAmphoeに比べて給水地区が非常に大きく水量も多量である為高架水槽方式にすると容量が1,300 m^3程度のものが必要であり尚且つBooster Pumpが数10ケ所必要となる。

この方式ではポンプの運転操作あるいは維持管理等が大変であり、又経済的な方式とは言い難い。

従ってNong Khaemの配水方式は配水池のそばに配水ポンプ室を設けたポンプ圧送方式とする。

1) 配水池

一般に浄水施設は、計画1日最大給水量を基準に計画され、毎時一定量の水を作る。

一方配水池から流出する水は、時間的に刻々と変化する。従って需給の均衡を保つために配水池において、ある程度の貯留をし、その時間のずれを緩衝させる必要がある。その為に必要な配水池の容量は、各需要形態によって異なるが、本計画では、計画1日最大給水量の8時間分を基準とする。

次に配水池の位置は、出来る限り給水区域の中心付近に建設するのが望ましい。このことは給水区域全域により均等なる水圧で配水が可能となり、また管末端までの管延長が短かくなり、管径を小さくできるので配水管布設費が経済的となる。

本計画において、現在配水施設（高架水槽）があるAmphoeは、その付近に建設し配水池と高架水槽との距離を短縮する。幸いなことに殆んどのAmphoeの高架水槽は、District Officeの近くにあり、需要の中心付近にあたり好都合であると思われる。

配水池の構造は、R.C造りで地下式とし、池の上部は土で覆って外部の温度変化の影響を少なくする構造とする。

また配水池には滅菌設備を設置する。これは水源が地下水の場合は必ず必要であるし、又 Central System からの送水を受ける場合も遠距離の送水により残留塩素が減少するので、これを補う為に、再滅菌の設備を持つことにする。その滅菌方法は、次亜塩素酸ナトリウムの定量注入とする。

2) 揚水ポンプ

揚水ポンプは配水池から高架水槽に揚水するポンプで、その容量は時間最大給水量を対象とする。

揚程は殆んどの Amphoe で配水池と高架水槽の位置が近接しているので、中間の管損失はわずかであり、配水池と高架水槽の水位差によって支配され、実揚程は３０m程度となる。

ポンプの型式は据付面積が小さく、かつ羽根が水面下にあるため呼水操作が不要であることを理由に立軸ポンプを採用する。

また、ポンプには必ず予備を１台設置し、停電時の対策としてはポンプ１台が運転可能なエンジン直結型を設け、管理人の操作により運転を行なうものとする。

3) 高架水槽

現在、水道施設を有している Amphoe の殆んどは高架水槽を既に保持している。今回の計画においても既設の高架水槽を利用することを基本とし、水道施設のない Sai Noi は既設の型式と同じ新しい高架水槽を築造する事とする。

既設の高架水槽は、その容量が５０～１００m^3程度で、水位は地盤から２０～２５m前後のものが多く、構造はＲＣ造りである。

4) 配水管

配水管は給水区域全域にわたり、必要な水量を適切な水圧のもとで配るものである。今回計画にあたっては、以下の条項に従って設計する。

(i) 配水管水理計算は計画時間最大給水量を基準として行なう。

(ii) 配水管の最小動水圧は 1.5 kg／cm^2とする。

(iii) 配水管の最小口径は１００mmとする。

(iv) 管内流速は経済的な流速として

φ１００～φ３００は0.5～0.8 m／S

φ４００～φ1,０００は1.0～1.3 m／Sを基準とする。

(v) 流速係数はφ６００以下はC＝１２０、φ７００以上はC＝１３０とする。

(vi) 管種はφ３００以下は石綿管、φ４００以上はダクタイル鋳鉄管とする。

配水管は需要の変動を直接に受け、それに対処する為に設計水量は計画時間最大給水量を基準にしなければならない。

次に水圧は、水利用から考えるならば最小動水圧が高い方が有利な面もあるが、水圧が高くなると、それに比例して漏水量も増加し損失が大きくなることを考慮しなければならない。従って最小動水圧を1.5 kg／cm²と定めて計画する。

配水管のルートは、給水区域全体をカバーするように連結する。

9 Amphoes の給水区域は Klong と道路に沿って拡がっているため、配水管も、それらに沿って布設することとなる。その場合道路に沿ったルートは道路下を管の布設位置に出来るが、 Klong に沿う配管は、好適な布設位置がない。そこで、基本的な布設位置としては Klong に沿う民家の裏側を連続して通すこととして計画する。このようにして Klong に沿って配管する時、片岸にのみ配水管を布配すると、Klong を横断する多くの給水用水管橋が必要で効率の悪い配管布設となる。従って大きな Klong については、 Klong の両側に配水管を布設する計画とし、その末端は、ループになるように連結をしておく。

5) Booster Pump（配水用）

配水管の水理計算の結果、高架水槽の水位だけで充分な水圧が得られない地域には Booster Pump を設置して増圧をしなくてはならない。

Booster Pump は配水管の増圧であるから設置箇所は多くその容量は小さい。そのため Pump の選定は維持管理が容易で、経済的な型式とする。従って機種は水中ポンプとし、その運転はポンプ井を設けずにポンプピットを通して直接加圧する型式とする。この型式にすると、ポンプ吸込側の残圧が消滅することなく、そのまま維持されるので有利である。また Booster Pump には予備は設置しない。そのため故障時には、バイパス管を通して通水する。

Booster Pump の管理は、基本的に無人により管理し、停電や故障が起きた時は、

その警報だけ Amphoe 中心の管理室へ伝達するようにし、それを受けて係員が現地へ直接行って操作をする事とする。

(4) 施設容量の算定

設計条件

i) 計画時間最大給水量は、計画日最大給水量の1.5倍とする。

ii) 配水池容量は、計画1日最大給水量の8時間分とする。

表にまとめるべしき表でこの計算書は

1) 右岸地区

(i) Sai Noi

a) 給水量

計画1日最大給水量　　1,500 m^3／d

計画時間最大給水量　　2,250 m^3／d

b) 配水池

容　量：$1,500\ m^3/d \times \frac{8}{24} = 500\ m^3$

形　状：W 10.0 m × L 15.0 m × H 3.5 m × 1池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝3台（内1台予備）

揚水量：$Q = 2,250\ m^3/d \div 2 = 1,125\ m^3/d = 0.78\ m^3/min$／台

揚　程：$H = 35\ m$

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{0.78 \times 35}{0.65} = 6.9\ KW$

原動機出力：$P = Ps\ (1 + \alpha) = 6.9 \times (1 + 0.15) = 7.9\ KW$

型　式：立軸多段渦巻ポンプ

$\phi 100 \times 0.78\ m^3/min \times 35\ m \times 8\ KW \times 3$台（内1台予備）

d) 高架水槽（新設）

容　量：100 m^3 × 1槽

有効高：20 m

(ii) Bang Bua Thong

a) 給 水 量

計画1日最大給水量　　5,200 m^3／d

計画時間最大給水量　　7,800 m^3／d

b) 配 水 池

容　量：5,200 m^3／d $\times \frac{8}{24} \fallingdotseq$ 1,740 m^3

形　状：W 14.4 m × L 19.2 m × H 3.5 m × 2池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝4台（内1台予備）

揚水量：Q＝7,800 m^3／d ÷ 3 ＝ 2,600 m^3／d ＝ 1.81 m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1.81 \times 35}{0.7} = 14.8$ KW

原動機出力：$P = Ps(1+\alpha) = 14.8 \times (1+0.15) = 17.0$ KW

型　式：立軸多段渦巻ポンプ

ϕ125 × 1.81 m^3／min × 35 m × 17 KW × 4台（内1台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：50 m^3 × 1槽

有効高：20 m

(iii) Bang Yai

a) 給 水 量

計画1日最大給水量　　4,400 m^3／d

計画時間最大給水量　　6,600 m^3／d

b) 配 水 池

容　量：4,400 m^3／d $\times \frac{8}{24} \fallingdotseq$ 1,470 m^3

形　状：W 15.0 m × L 15.0 m × H 3.5 m × 2池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝4台（内1台予備）

揚水量：Q＝6,600 m^3／d ÷ 3 ＝ 2,200 m^3／d ＝ 1.53 m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1.53 \times 35}{0.65} = 13.4$ KW

原動機出力：$P = Ps(1+\alpha) = 13.4 \times (1+0.15) = 15.4$ KW

型　式：立軸多段渦巻ポンプ

ϕ125 ×1.53 m^3/min × 35 m × 16 KW × 4 台（内1台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：60 m^3 × 1 槽

有効高：20 m

2) 左岸地区

(i) Nong Chok

a) 給 水 量

計画1日最大給水量　　4,500 m^3/d

計画時間最大給水量　　6,750 m^3/d

b) 配 水 池

容　量：$4,500\ m^3/d \times \frac{8}{24} = 1,500\ m^3$

形　状：W 15.0 m × L 15.0 m × H 3.5 m × 2 池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝5台（内1台予備）

揚水量：$Q = 6,750\ m^3/d \div 4 = 1,688\ m^3/d = 1.17\ m^3/min$/台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1.17 \times 35}{0.68} = 9.8$ KW

原動機出力：$P = Ps(1+\alpha) = 9.8 \times (1+0.15) = 11.3$ KW

型　式：立軸渦巻ポンプ

ϕ100 × 1.17 m^3/min × 35 m × 12 KW × 5 台（内1台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：60 m^3 × 1 槽

有効高：20 m

(ii) Min Buri

a) 給 水 量

計画1日最大給水量　　7,300 m^3／d

計画時間最大給水量　　10,950 m^3／d

b) 配 水 池

容　量：7,300 m^3／d $\times \frac{8}{24} \fallingdotseq$ 2,440 m^3

形　状：W 13.8 m × L 13.8 m × H 3.5 m × 4 池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝5台（内1台予備）

揚水量：Q＝10,95 m^3／d ÷ 4 ＝ 2,738 m^3／d ＝ 1.90 m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1.90 \times 35}{0.71} = 15.3$ KW

原動機出力：$P = Ps(1+\alpha) = 15.3 \times (1+0.15) = 17.6$ KW

型　式：立軸渦巻ポンプ

ϕ125 × 1.90 m^3／min × 35 m × 18 KW × 5台（内1台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：50 m^3 × 1槽

70 m^3 × 1槽

有効高：20 m

(iii) Lat Krabang

a) 給 水 量

計画1日最大給水量　　9,100 m^3／d

計画時間最大給水量　　13,650 m^3／d

b) 配 水 池

容　量：9,100 m^3／d $\times \frac{8}{24} \fallingdotseq$ 3,040 m^3

形　状：W 15.0 m × L 15.0 m × M 13.5 m × 4 池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝５台（内１台予備）

揚水量：Q＝13,650m^3／d÷4＝3,413m^3／d＝2.37m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{2.37 \times 35}{0.73} = 18.5$ KW

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝18.5×（1＋0.15）＝21.3 KW

型　式：立軸渦巻ポンプ

φ150×2.37m^3／min×35 m×22 KW×5台（内１台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：50m^3×1槽

60m^3×1槽

有効高：20 m

(V) Bang Phli

a) 給 水 量

計画１日最大給水量　　2,800m^3／d

計画時間最大給水量　　4,200m^3／d

b) 配 水 池

容　量：2,800m^3／d×$\frac{8}{24}$≒940m^3

形　状：W12.3m^3×L12.3m^3×H3.5m^3×2池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝４台（内１台予備）

揚水量：Q＝4,200m^3／d÷3＝1,400m^3／d＝0.97m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{0.97 \times 35}{0.66} = 8.4$ KW

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝8.4×（1＋0.15）＝9.7 KW

形　式：立軸渦巻ポンプ

φ100×0.97m^3／min×35 m×10 KW×４台（内１台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：１００m^3×１槽

有効高：２３m

(V) Bang Bo

a) 給 水 量

計画１日最大給水量　　3,000m^3／d

計画時間最大給水量　　4,500m^3／d

b) 配 水 池

容　量：3,000m^3／d × $\frac{8}{24}$ = 1,000m^3

形　状：W12.3m × L12.3m × H3.5m × 2池

c) 揚水ポンプ

ポンプ台数＝４台（内１台予備）

揚水量：Q＝4,500m^3／d ÷ 3 ＝1,500m^3／d ＝1.04m^3／min／台

揚　程：H＝３５m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1.04 \times 35}{0.67} = 8.9$KW

原動機出力：$P = Ps(1+\alpha) = 8.9 \times (1+0.15) = 10.2$KW

型　式：立軸渦巻ポンプ

ϕ100 × 1.04m^3／min × ３５m × １１KW × ４台（内１台予備）

d) 高架水槽（既設）

容　量：(A)１００m^3×１槽　　(C)１２０m^3×１槽（新）

(B)１２０m^3×１槽

有効高：(A)＝１８m　　(C)＝２３m

(B)＝２３m

以上の施設容量計算結果の一覧表を表７－６～表７－１３に示す。

Table 7-6 AMPHOE SAI NOI

Description \ Stage		Emergency	1st	Total
Year (AD)		1982 - 1989	1990 - 2000	
Water Demand		900 m^3/d	1,500 m^3/d	1,500 m^3/d
Well		1,000 m /d x 1	500 m^3/d x 1	1,000 m^3/d x 1 500 m^3/d x 1
Transmis-sion Pipe	D.C.I.P. ϕ150	100 m	-	100 m
	D.C.I.P. ϕ100	-	2,300 m	2,300 m
Service Reservoir		520 m^3 x 1	-	520 m^3 x 1
Lifting Pump		ϕ100 x 0.78m^3/min x 35 m x 11 kw x 3	-	ϕ100 x 0.78m^3/min x 35 m x 11 kw x 3
Elevated Tank		100 m^3 x 1	-	100 m^3 x 1
Distri-bution Pipe	A.C.P. ϕ150	6,250 m	2,750 m	8,900 m
	A.C.P. ϕ100	10,600 m	2,500 m	13,100 m
Booster Pump		(A) 0.24 m^3/minx16mx1 (B) 0.20 m^3/minx10mx1	(C) 0.67 m^3/minx21mx1	3 units

Table 7-7 AMPHOE BANG BUA THONG

Description \ Stage		Emergency	1 st	2 nd	Total
Year (AD)		1982 - 1985	1986 - 1992	1993 - 2000	-
Water Demand		2,840 m^3/d	3,940 m^3/d	5,200 m^3/d	5,200 m^3/d
Well		1,500 m^3/d x 2	1,100 m^3/d x 1	1,100 m^3/d x 1	1,500 m^3/d x 2 1,100 m^3/d x 2
Transmission Pipe	D.C.I.P. ϕ250	1,300 m	-	-	1,300 m
	D.C.I.P. ϕ200	-	1,200 m	-	1,200 m
	D.C.I.P. ϕ150	1,300 m	-	1,200 m	2,500 m
Service Reservoir		930 m^3	930 m^3	-	930 m^3 x 2
Lifting Pump		ϕ125x1.81m^3/minx35m x17kwx3	ϕ125x1.81m^3/minx35m x17kwx1	-	ϕ125x1.81m^3/minx35m x17kwx4
Distribution Pipe	D.C.I.P. ϕ400	750 m	-	-	750 m
	A.C.P. ϕ300	400 m	-	-	400 m
	A.C.P. ϕ250	2,000 m	2,000 m	-	4,000 m
	A.C.P. ϕ200	10,400 m	3,350 m	4,050 m	17,800 m
	A.C.P. ϕ150	16,050 m	5,850 m	9,350 m	31,250 m
	A.C.P. ϕ100	2,350 m	-	2,300 m	4,650 m
Booster Pump		(A)0.95m^3/minx10mx1 (B)0.68m^3/minx10mx1 (C)0.45m^3/minx10mx1 (D)0.29m^3/minx10mx1	(E)1.51m^3/minx11mx1 (F)1.28m^3/minx10mx1	-	6 units

Table 7-8 AMPHOE BANG YAI

Description \ Stage		Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)		1982 - 1985	1986 - 1992	1993 - 2000	-
Water Demand		2,060 m^3/d	3,180 m^3/d	4,400 m^3/d	4,400 m^3/d
Well		*1,200 m^3/d x 1 1,000 m^3/d x 1	1,100 m^3/d x 1	1,100 m^3/d x 1	1,000 m^3/d x 1 1,100 m^3/d x 2
Trans-mission Pipe	D.C.I.P. ϕ200	-	1,500 m	-	1,500 m
	D.C.I.P. ϕ150	1,200 m	-	1,500 m	2,700 m
Service Reservoir		760 m^3 x 1	760 m^3 x 1	-	760 m^3 x 2
Lifting Pump		ϕ125x1.53m^3/min x35mx16kwx3	ϕ125x1.53m^3/min x35mx16kwx1	-	ϕ125x1.53m^3/min x35mx16kwx4
Distribution Pipe	A.C.P. ϕ250	2,900 m	3,400 m	-	6,300 m
	A.C.P. ϕ200	8,500 m	4,200 m	950 m	13,650 m
	A.C.P. ϕ150	4,450 m	200 m	5,100 m	9,750 m
	A.C.P. ϕ100	4,000 m	3,000 m	1,700 m	8,700 m
Booster Pump		(A) 0.69m^3/min x 10 m x 1 (B) 6.50m^3/min x 10 m x 1	(C) 1.02m^3/min x 10 m x 1 (D) 0.80m^3/min x 13 m x 1 (E) 0.72 m^3/min x 13 m x 1	-	5 units

* Existing Well

Table 7-9 AMPHOE NANG CHOK

Description \ Stage		Emergency	1 st	2 nd	3 rd	Total
Year (AD)		1982 - 1983	1984 - 1988	1989 - 1994	1995 - 2000	-
Water Demand		1,880 m^3/d	2,640 m^3/d	3,600 m^3/d	4,500 m^3/d	4,500 m^3/d
Well		945 m^3/d x 2	870 m^3/d x 1	870 m^3/d x 1	870 m^3/d x 1	945 m^3/d x 2 870 m^3/d x 3
Transmission Pipe D.C.I.P. ϕ150		1,600 m	800 m	800 m	800 m	4,000 m
Service Reservoir		760 m^3 x 1	760 m^3 x 1	-	-	760 m^3 x 2
Lifting Pump		ϕ100x1.17m^3/min x35mx12kwx3	ϕ100x1.17m^3/min x35mx12kwx1	ϕ100x1.17m^3/min x35mx12kwx1	-	ϕ100x1.17m^3/min x35mx12kwx5
Distribution Pipe	A.C.P. ϕ300	2,000 m	2,000 m	-	-	4,000 m
	A.C.P. ϕ200	400 m	2,000 m	-	-	2,400 m
	A.C.P. ϕ150	6,700 m	-	2,400 m	1,600 m	10,700 m
	A.C.P. ϕ100	11,550 m	-	800 m	3,600 m	15,950 m
Booster Pump		(A)0.4m^3/minx11mx1 (B)0.3m^3/minx11mx1	(C)1.3m^3/minx27mx1	(C)1.3m^3/minx27mx1		3 units

Description \ Stage		Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)		1982 - 1986	1987 - 1993	1994 - 2000	-
Water Demand		4,240 m^3/d	5,780 m^3/d	7,300 m^3/d	7,300 m^3/d
Well		1,460 m^3/d x 3	1,460 m^3/d x 1	1,460 m^3/d x 1	1,460 m^3/d x 5
Trans-mission Pipe	D.C.I.P. ϕ250	1,400 m	-	-	1,400 m
	D.C.I.P. ϕ200	1,500 m	1,200 m	-	2,700 m
	D.C.I.P. ϕ150	1,500 m	-	1,200 m	2,700 m
Service Reservoir		640 m^3 x 3	640 m^3 x 1	-	640 m^3 x 4
Lifting Pump		ϕ250 x 1.90 m^3/min x 35 m x 18kw x 4	-	ϕ250 x 1.90 m^3/min x 35m x 18 kw x 1	ϕ250 x 1.90 m^3/min x 35m x 18 kw x 5
Distribution Pipe	D.C.I.P. ϕ400	600 m	-	-	600 m
	A.C.P. ϕ300	1,050 m	-	-	1,050 m
	A.C.P. ϕ200	9,550 m	2,300 m	-	11,850 m
	A.C.P. ϕ150	11,200 m	2,350 m	2,800 m	16,350 m
	A.C.P. ϕ100	9,050 m	2,800 m	2,500 m	14,350 m
Booster Pump		(A) 2.1m^3/min x 25 m x 1 (B) 1.7m^3/min x 9m x 1 (C) 1.1m^3/min x 14m x 1 (D) 0.6m^3/min x 14m x 1 (E) 0.5m^3/min x 9m x 1 (F) 0.4m^3/min x 9m x 1	(G) 1.2m^3/min x 17 m x 1	-	7 units

Table 7-11 AMPHOE LAT KRABANG

Description \ Stage		Emergency	1 st	2 nd	3 rd	Total
Year (AD)		1982 - 1984	1985 - 1989	1990 - 1994	1995 - 2000	-
Water Demand		4,500 m^3/d	5,900 m^3/d	7,400 m^3/d	9,100 m^3/d	9,100 m^3/d
Well		1,520 m^3/d x 3	1,520 m^3/d x 1	1,510 m^3/d x 1	1,510 m^3/d x 1	1,520 m^3/d x 4 1,510 m^3/d x 2
Transmission Pipe	D.C.I.P.ϕ300	1,000 m	-	-	-	1,000 m
	D.C.I.P.ϕ250	1,200 m	-	-	-	1,200 m
	D.C.I.P.ϕ200	1,200 m	-	200 m	-	1,400 m
	D.C.I.P.ϕ150	-	1,200 m	-	1,200 m	2,400 m
Service Reservoir		760 m^3 x 2	760 m^3 x 1	760 m^3 x 1		760 m^3 x 4
Lifting Pump		ϕ150x2.37m^3/min x35mx22kwx3	ϕ150x2.37m^3/min x35mx22kwx1	ϕ150x2.37m^3/min x35mx22kwx1	-	ϕ150x2.37m^3/min x35mx22kwx5
Distribution Pipe	D.C.I.P.ϕ400	900 m	-	-	-	900 m
	A.C.P. ϕ300	2,700 m	900 m	-	-	3,600 m
	A.C.P. ϕ200	12,000 m	-	5,850 m	1,700 m	19,550 m
	A.C.P. ϕ150	8,100 m	2,700 m	1,000 m	2,700 m	14,500 m
	A.C.P. ϕ100	10,350 m	7,200 m	-	1,850 m	19,400 m
Booster Pump		(A)1.7m^3/minx21mx1 (B)1.4m^3/minx18mx1 (C)1.4m^3/minx17mx1 (D)0.7m^3/minx8mx1 (E)0.5m^3/minx17mx1	(F)1.7m^3/minx28mx1	(F)1.7m^3/minx28mx1	—	6 Units

Table 7-12 AMPHOE BANG PHLI

Description \ Stage		Emergency	1st	Total
Year (AD)		1982 - 1984	1985 - 2000	-
Water Demand		1,400 m^3/d	2,800 m^3/d	2,800 m^3/d
Well		1,400 m^3/d x 1	1,400 m^3/d x 1	1,400 m^3/d x 2
Trans-mission Pipe	D.C.I.P. ø200	1,100 m	-	1,100 m
	D.C.I.P. ø150	-	1,200 m	1,200 m
Service Reservoir		500 m^3 x 1	500 m^3 x 1	500 m^3 x 2
Lifting Pump		ø100 x 0.97m^3/min x 35m x 10kw x 3	ø100 x 0.97m^3/min x 35m x 10kw x 1	ø100 x 0.97m^3/min x 35m x 10kw x 4
Destribution Pipe	A.C.P. ø300	500 m	-	500 m
	A.C.P. ø200	750 m	2,900 m	3,650 m
	A.C.P. ø150	4,600 m	-	4,600 m
	A.C.P. ø100	4,800 m	12,600 m	17,400 m
Booster Pump		(A) 1.8m^3/min x 13m x 1	(B) 0.9m^3/min x 12m x 1	2 units

Table 7-13 AMPHOE BANG BO

Description \ Stage		Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)		1982 - 1984	1985 - 1987	1988 - 2000	-
Water Demand		1,700 m^3/d	1,940 m^3/d	3,000 m^3/d	3,000 m^3/d
Well		* 1,200 m^3/d x 1 ⊙ 1,000 m^3/d x 1	1,000 m^3/d x 1	1,000 m^3/d x 1	1,000 m^3/d x 3
Transmission Pipe D.C.I.P. ϕ 150		-	1,200 m	1,200 m	2,400 m
Service Reservoir		500 m^3 x 2	-	-	500 m^3 x 2
Lifting Pump		ϕ100 x 1.04 m^3/min x 35 m x 11 kw x 3	-	ϕ100 x 1.04 m^3/min x 35 m x 11 kw x 1	ϕ100 x 1.04 m^3/min x 35 m x 11 kw x 4
Distri-bution Pipe	A.C.P. ϕ200	2,400 m	-	-	2,400 m
	A.C.P. ϕ150	3,000 m	-	700 m	3,700 m
	A.C.P. ϕ100	6,200 m	1,600 m	1,200 m	9,000 m
Booster Pump		(A) 1.4m^3/minx23mx1	-	-	1 unit

* Existing Well

⊙ Existing New Well

7－4－3　Central Systemからの分水を水源とする地区

(1)　各配水池からの送水量

Separate SystemのうちCentral System から送水する地域は，Chao Phraya河右岸の２地区、左岸の６地区であり、それをカバーする Central Systemの配水池は、Tha Phra、Pak Bo、Samrong の３ヶ所である。

２０００ADにおける必要送水量は、下表に示す。

表７－１４　　Central Systemによりカバーされる水量

Reservoir of Central		Location	Water Demand (CMD)
Right Bank	Tha Phra (No.4)	Amphoe Nong Khaem	40,000
		Bang Khun Thian (Ho)	5,100
		Sub Total	45,100
Left Bank	Pak Bo (No.8)	Lat Krabang (In)	9,850
		Lat Krabang (Ho)	38,000
		New Airport	3,500
		Sub Total	51,350
	Samrong (No.13)	Bang Phli-Bang Bo (In. & Ho)	23,800
		Bang Poo (In. & Ho)	65,500
		Klong Dan (In)	20,700
		Sub Total	110,000
	Total		161,350
Grand Total			206,650

(Ho)：Housing Development Program

(In)：Industrial Development Program

(2) 送水施設

送水施設はCentral Systemの配水池場内あるいはその近くに設けた送水ポンプ場から給水地区の配水池へ至るまでとし、その構成はPump設備と送水管路である。

ポンプ設備はCentralから分水する送水ポンプと送水管路の中間に設けるBooster Pumpに区別される。

分水点に設置する送水ポンプは横軸渦巻ポンプとし、ポンプ井をポンプ室と同じLevelとして呼水操作が不要である押込方式のポンプ設置とする。

ポンプの予備は1台とし、停電時の対策として1台はエンジン直結型とする。

Booster Pumpの機種も横軸渦巻ポンプとし、ポンプ井も設ける事とする。また予備を1台設置し、これをエンジン直結として停電時に対処させる。

送水管の管種はすべてダクタイル鋳鉄管とし、ルートは道路の下に埋設する事を基本とする。

(3) 施設容量の算定

1) 送水ポンプ

(i) Tha Phra

ポンプ台数＝5台（内1台予備）

揚水量：Q＝45,300 m^3／d ÷ 4 ＝ 11,325 m^3／d ＝ 7.9 m^3／min／台

揚　程：H＝35 m

$$軸動力：Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{7.9 \times 35}{0.75} = 60KW$$

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝60×（1＋0.15）＝70KW

型　式：両吸込渦巻ポンプ

φ250×φ200×7.9 m^3／min×35 m×70KW×5台（内1台予備）

(ii) Pak Bo

ポンプ台数＝5台（内1台予備）

揚水量：Q＝51,350 m^3／d ÷ 4 ＝ 12,838 m^3／d ＝ 8.9 m^3／min／台

揚　程：H＝45 m

$$軸動力：Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{8.9 \times 45}{0.75} = 87KW$$

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝87×（1＋0.15）＝100KW

型　式：両吸込渦巻ポンプ

φ300×φ250×8.9m³/min×45m×100KW×5台（内1台予備）

(iii) Samrong

ポンプ台数＝5台（内1台予備）

揚水量：Q＝110,000m³/d÷4＝27,500m³/d＝19.1m³/min/台

揚　程：H＝35m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{19.1 \times 35}{0.75} = 145KW$

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝145×（1＋0.15）≒170KW

型　式：両吸込渦巻ポンプ

φ350×φ300×19.1m³/min×35m×170KW×5台（内1台予備）

(v) Booster Pump of Bang Poo

ポンプ台数＝3台（内1台予備）

揚水量：Q＝20,700m³/d÷2＝10,350m³/d＝7.2m³/min/台

揚　程：H＝50m

軸動力：$Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{7.2 \times 50}{0.75} = 78KW$

原動機出力：P＝Ps（1＋α）＝78×（1＋0.15）＝90KW

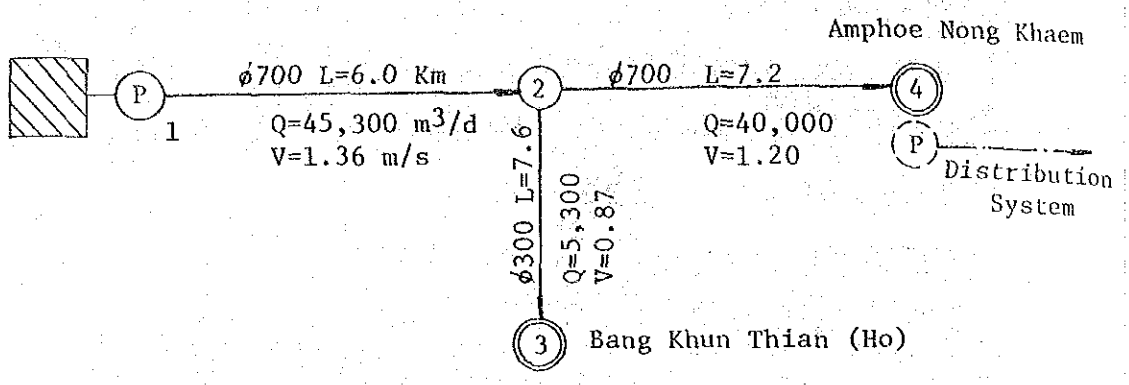
型　式：両吸込渦巻ポンプ

φ250×φ200×7.2m³/min×50m×90KW×3台（内1台予備）

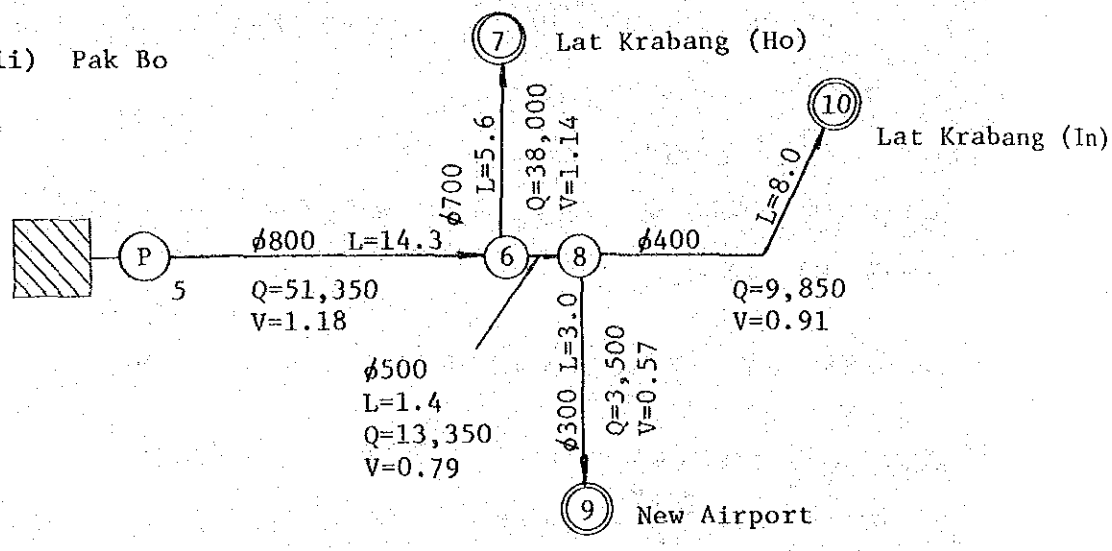
以上、施設容量計算結果の一覧表を表7－15～表7－17に示す。

2) Results of Hydraulic Calculation.

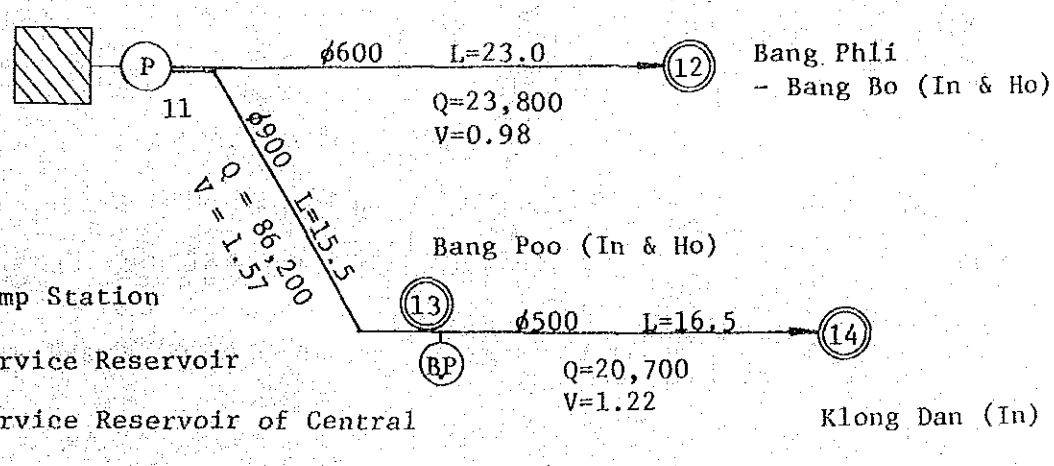
(i) Tha Phra



(ii) Pak Bo



(iii) Samrong



P : Pump Station

: Service Reservoir

: Service Reservoir of Central

Table 7-15 NONG KHAEM & BANG KHUN THIAN

Description \ Stage			Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)			1982 - 1987	1988 - 1993	1994 - 2000	-
Water Demand			22,900 m^3/d	34,100 m^3/d	45,300 m^3/d	45,300 m^3/d
Transmission System	Pumping Well		517 m^3	-	-	517 m^3
	Pump		ϕ250xϕ200x7.9m^3/min x35mx70kwx3 sets	ϕ250xϕ200x7.9m^3/min x35mx70kwx2 sets	-	ϕ250xϕ200x7.9m^3/min x35mx70kwx5 sets
	Pipe	D.C.I.P. ϕ700	13,200 m	-	-	13,200 m
		D.C.I.P. ϕ300	7,600 m	-	-	7,600 m

Table 7-16 LAT KRABANG & AIRPORT

Description \ Stage			Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)			1985	1986 - 1989	1990 - 2000	-
Water Demand			25,680 m^3/d	38,520 m^3/d	51,350 m^3/d	51,350 m^3/d
Transmission System	Pumping Well		517 m^3	-	-	517 m^3
	Pump		ϕ300xϕ250x8.9m^3/min x45mx100kwx3 sets	ϕ300xϕ250x8.9m^3/min x45mx100kwx1set	ϕ300xϕ250x8.9m^3/min x45mx100kwx1set	ϕ300xϕ250x8.9m^3/min x45mx100kwx5sets
	Pipe	D.C.I.P. ϕ800	14,300 m	-	-	14,300 m
		D.C.I.P. ϕ700	5,600 m	-	-	5,600 m
		D.C.I.P. ϕ500	1,400 m	-	-	1,400 m
		D.C.I.P. ϕ400	8,000 m	-	-	8,000 m
		D.C.I.P. ϕ300	3,000 m	-	-	3,000 m

Table 7-17 BANG PHLI-BANG BO, BANG POO & KLONG DAN

Description \ Stage			Emergency	1st	Total
Year (AD)			1985 - 1988	1989 - 2000	-
Water Demand			82,500 m^3/d	110,000 m^3/d	110,000 m^3/d
Transmission System	Pumping Well		852 m^3	-	852 m^3
	Pump		ϕ350 x ϕ300 x 19.1 m^3/min x 35 m x 170 kw x 4 sets	ϕ350 x ϕ300 x 19.1 m^3/min x 35 m x 170 kw x 1 set	ϕ30 x ϕ300 x 19.1 m^3/min x 35 m x 170 kw x 5 sets
	Booster Pump		ϕ250 x ϕ200 x 7.2 m^3/min x 50 m x 90 kw x 3 sets	-	ϕ250 x ϕ200 x 7.2 m^3/min x 50 m x 90 kw x 3 set
	Pipe	D.C.I.P.ϕ900	15,500 m	-	15,500 m
		D.C.I.P.ϕ600	23,000 m	-	23,000 m
		D.C.I.P.ϕ500	16,500 m	-	16,500 m

(4) Nong Khaemの配水施設

1) 給 水 量

計画1日最大給水量　　40,000 m^3/d

計画時間最大給水量　　60,000 m^3/d

2) 配 水 池

容　量：40,000 m^3/d × $\frac{8}{24}$ ≒ 13,340 m^3

形　状：W 25.0 m × L 45.0 m × H 3.3 m × 4池

3) 配水ポンプ

ポンプ台数＝(A) 4台（内1台予備）

(B) 2台

揚水量：(A) Q＝45,000 m^3/d ÷ 3＝15,000 m^3/d ＝ 10.42 m^3/min/台

(B) Q＝15,000 m^3/d ÷ 2＝ 7,500 m^3/d ＝ 5.21 m^3/min/台

揚　程：H＝49 m

軸動力：(A) $Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{10.42 \times 49}{0.75} = 110.9$ KW

(B) $Ps = 0.163 \times \frac{Q \cdot H}{\eta} = 0.163 \times \frac{5.21 \times 49}{0.75} = 55.5$ KW

原動機出力：(A) $P = Ps(1+\alpha) = 110.9 \times (1+0.15) = 127.5$ KW

(B) $P = Ps(1+\alpha) = 55.5 \times (1+0.15) = 63.8$ KW

型　式：両吸込渦巻ポンプ

(A) φ300×φ200×10.42 m^3/min×49 m×128KW×4台（内1台予備）

(B) φ200×φ150×5.21 m^3/min×49 m×64KW×2台

配水施設規模は表7－18に示す通りである。

Table 7-18 AMPHOE NONG KHAEM

Description \ Stage			Emergency	1st	2nd	Total
Year (AD)			1982 - 1987	1988 - 1993	1994 - 2000	-
Water Demand			17,600 m^3/d	26,400 m^3/d	40,000 m^3/d	40,000 m^3/d
Distribution System	Service Reservoir		3,560 m^3 x 2	3,560 m^3 x 1	3,560 m^3 x 1	3,560 m^3 x 4
	Pump		ϕ300xϕ200x10.42m^3/min x49mx128kwx2 ϕ200xϕ150x5.21m^3/min x49mx64kwx2	ϕ300xϕ200x10.42m^3/min x49mx128kwx1	ϕ300xϕ200x10.42m^3/min x49mx128kwx1	ϕ300xϕ200x10.42m^3/min x49mx128kwx4 ϕ200xϕ150x5.21m^3/min x49mx64kwx2
	Pipe	A.C.P. ϕ100	2,250 m	-	-	2,250 m
		A.C.P. ϕ150	2,950 m	2,700 m	-	5,650 m
		A.C.P. ϕ200	6,350 m	3,700 m	1,850 m	11,900 m
		A.C.P. ϕ250	12,850 m	10,750 m	2,200 m	24,800 m
		A.C.P. ϕ300	12,190 m	2,400 m	4,250 m	18,840 m
		D.C.I.P. ϕ400	8,800 m	-	-	8,800 m
		D.C.I.P. ϕ500	3,350 m	-	-	3,350 m
		D.C.I.P. ϕ600	3,200 m	-	-	3,200 m
		D.C.I.P. ϕ700	300 m	-	-	300 m

第８章　建設費と財政計画

第８章　建設費と財政計画

8－1　建設費

8－1－1　建設費算出根拠

前章の実施可能施設計画に基づき水源系統別に各給水区域の概算建設費を算定した。

この場合の積算方法は内貨と外貨分に分けて計算し、建設年次計画毎の工事費を算出した。

資材単価及び主要工事費単価はＭＷＷＡから収集した資料に基づいて内貨分を計算し、外貨分については主な輸入製品、ポンプ、機械、電気、計装及び管（ＤＣＩＰ）等は日本国内の価格を基準とし、それに輸送料及び輸入関連税金等を加味したもので純工事費を算出し、この値に２０％の諸経費を見込んで建設工事費を算定した。

以上の工事費に対して下記の割合で間接費用を加味し本計画の建設総工費を求めて財政計画を行なう事とする。

1）Administration …… 建設工事費の 1.0％　financial cost

2）Engineering Fee …… 〃　3.0％

3）Contingencies …… 〃　１０％

なお、これらの価格には物価上昇分は含まれていない。

その上昇分は財政計画上で考慮する。