

## 第5章 フィージビリティ スタディ

### 5.1 概略設計

#### 5.1.1 計画の目的

MP より選択された優先プロジェクトの実施可能性について検討をする。計画目標年は国家戦略 (NRWSSS)と同様 2020 年とする。2007 年から 2020 年までの給水需要量の伸びは、わずかに 18%と推計され、将来の長期的な拡張計画も考慮した場合、技術的、経済的な観点から目標年を 2020 年とするのは妥当かつ適切である。

計画の目的は給水設備建設の計画によって、計画対象地域の全ての住民が清浄で十分な給水を戸別給水方式でサービスされる事が出来、衛生的な給水サービスによって生活水準の向上が図れるとともに、社会経済活動の活性化の推進に資することである。

#### 5.1.2 計画対象地域の概要

##### (1) 計画対象地域

計画対象地域は 4 省、15 コミューンであり、対象コミュニティに対し 9 施設の建設計画を策定することである。計画対象地域と施設の概要を表 5.1.1 に示す。

表5.1.1 FS コミューンの概要

省	コミュニティ		施設		人口 ( 2020)	水需要量 (m <sup>3</sup> /d : 2020)	給水水源	送水距離 (km)
			番号	形態				
Phu Yen	An Dinh	P-2	FPS-2	単独	6,856	502	Dong Tron 貯水池	5.5
	An My	P-4	FPS-3	単独	13,256	998	地下水	1
	Son Phuoc	P-5	FPG-4	群	11,666	874	Ba 河	4.5
	Ea Cha Rang	P-6						
	Suoi Bac	P-7						
Son Thanh Don	P-8	FPS-5	単独	9,292	651	地下水	1.9	
Khanh Hoa	Cam An Bac	K-1	FKS-6	単独	6,626	485	地下水	0.5
	Cam Hay Tay	K-3	FKS-8	単独	6,978	526	地下水 + Cam Ranh 貯水池	1 8
Ninh Thuan	Phuoc hai	N-5	FNG-10	群	29,715	2,149	Cai 河Lam Com堰付近	14.5
	Phuoc Dinh,	N-6						
Binh Thuan	Muong Man	B-1	FBS-11	単独	7,378	557	Com Hang 貯水池	4.7
	Nghi Duc	B-3	FBG-13	群	52,241	3,730	La Nga河	4.5
	, Me Pu,	B-5						
	Suong Nhon	B-6						
	Da Kai	B-7						
15 コミューン		9 施設		144,008	10,472		46.1	

#### 5.1.3 水源

全 15 コミューンのために選定された 9 施設の水源は以下の様に計画された。

## (1) 地下水

試掘井戸掘削を含む本調査結果に基づいて、3 コミューンのための3施設の地下水開発計画は以下の通りである。

### a. P-4 (An My)

断層帯の裂か水を開発しなければならないので、十分な地下水を開発するのは容易ではない。そこで、新たに設置する2本の井戸の安全揚水量を試掘井戸の50%と見なし、全揚水量( $691 \times (1+0.5 \times 2) = 1,382 \text{m}^3/\text{day}$ )はAn My コミューンの給水施設計画の計画水量  $1,198 \text{m}^3/\text{日}$  を賄えるものと期待される。

### b. P-8 (Son Thanh Don)

試掘井戸と同程度の安全揚水量を持つもう一本の井戸を設けることは可能である。総揚水量は  $864 \text{m}^3/\text{日}$  ( $432 \times 2 = 864 \text{m}^3/\text{日}$ ) となるので計画水量  $781 \text{m}^3/\text{日}$  を満足することが可能である。

### c. K-1 (Cam An Bac)

K-1 もまた試掘井戸と同程度の安全揚水量を持つもう一本の井戸を設けることは可能であるので、総揚水量は  $720 \text{m}^3/\text{日}$  ( $360 \times 2 = 720 \text{m}^3/\text{日}$ ) となり、計画水量  $582 \text{m}^3/\text{日}$  を満足することが可能である。

## (2) 地下水と地表水の組み合わせ

### a. K-3 (Cam Hay Tay)

K-3 における試掘井戸の安全揚水量の約40%を追加で開発することは可能と見なせる。地下水の全揚水量は  $403 \text{m}^3/\text{日}$  ( $288 \times (1+0.4) = 403 \text{m}^3/\text{日}$ ) となる。一方で、K-3 コミューンから約4km西方のCam Ranh 貯留施設から地表水  $250 \text{m}^3/\text{日}$  を加えることは可能であるので地下水と地表水の組み合わせで計画水量  $650 \text{m}^3/\text{日}$  を賄える。

上記の地下水水源の水質に関しては、K-1 を除けば全て飲料水基準を満たしている。K-1 では鉄とマンガンの除去のために適切な除去施設が必要である。

## (3) 地表水

地下水源が不十分なコミュニティのために他の水源を探すために実施された代替水源調査によると、以下に記すように11 コミューンに対する5施設用に地表水を開発することが可能である。

### a. P-2 (An Dinh)

P-2 コミューンから南～南西約5kmのDong Tron 貯留施設の地表水をコミュニティの水需要を満たすために給水施設に取水することは可能である。取水量は  $700 \text{m}^3/\text{日}$  である。

### b. P-5,6,7 (Son Phuoc, Ea Cha Rang, Suoi Bac)

P-5～7 コミューン用の給水施設の水源は、コミュニティから約 4km 離れた Ba 川である。その取水量は 1,100m<sup>3</sup>/日である。

c. N-5, 6 (Phuoc Hai, Phuoc Dinh)

N-5、N-6 コミューンのための給水施設の取水施設は、Cai 川の河口から約 10km 上流側である。その取水量は 2,900m<sup>3</sup>/日である。

d. B-1 (Muong Man)

B-1 コミューンの給水施設の水源は、そこから約 5km 離れた Cam Hang 貯留施設である。その取水量は 800m<sup>3</sup>/日と計画されている。

e. B-3, 5, 6, 7 (Nghi Duc, Me Pu, Sung Nhon, Da)

B-3、5、6、7 コミューンの給水施設のため取水施設は B-6 コミューンを中心から約 4km 離れた所である。その計画取水量は 5,000m<sup>3</sup>/日である。

上記地表水の水質は濁度、酸化第二鉄、大腸菌が飲料水基準を満たさないので給水システムの中に処理施設を設置すべきである。

#### 5.1.4 設計条件

##### (1) 施設設計水量

設計水量の算出は第3章に記載の通りである。対象地域の設計水量を表 5.1.2 に示す。

表5.1.2 FSのための施設設計水量

施設	(1) 日平均 (m <sup>3</sup> /日)	(2) 日最大 (m <sup>3</sup> /日)	(3) 取水水量 (m <sup>3</sup> /日)	(4) 時間最大 (m <sup>3</sup> /時間)
FPS-2	502	600	700	50
FPS-3	998	1,200	1,200	100
FPG-4	874	1000	1,100	83
FPS-5	651	800	800	67
FKS-6	485	600	600	50
FKS-8	526 *GW :403 *SW:123	600	650 GW:400 SW:250	50
FNG-10	2,149	2,600	2,900	217
FBS-11	557	700	800	58
FBG-13	3,730	4,500	5,000	375
9	10,472	12,600	13,750	

注記： \*GW: 地下水, SW: 表流水

各設計水量は以下の設備の設計のために必要である。

設計水量	適応される設備
日最大水量	送水管及び配水池
取水水量	取水設備、導水管及び浄水場
時間最大	配水管

表流水を使用する施設の取水水量には浄水場で使用される水、例えばろ過池洗浄用水、場内清掃用水及び原水中の汚泥量が含まれ、日最大水量の10%を見込むものとする。浄水場を必要としない施設の場合には取水水量は日最大水量と同容量である。

## (2) 設計条件及び設計基準

### 1) 設計原水水質

施設はベトナムの飲料水基準に合致するように設計される。本調査で実施された原水水質分析値をもとにして、原水の設計水質は表 5.1.3 の通りとする。

**表5.1.3 原水の設計水質**

原水	給水施設	処理項目			
		全鉄(mg/L)	マンガン(mg/L)	濁度(NTU unit)	
				最大	平均
地下水 (A)	FPS-3, FPS-5, FKS-8	0.5 以下	0.5 以下	5 以下	5 以下
地下水 (B)	FKS-6	0.7	0.6	5 以下	5 以下
表流水 (河川)	FNG-10, FBG-13	0.5 以下	0.5 以下	300	100
	FPG-4	1.37	0.5 以下	300	100
表流水 (農業用貯水池)	FKS-8, FBS-11	0.5 以下	0.5 以下	100	50
	FPS-2	1.77	0.5 以下	100	50
ベトナム飲料水基準 * (処理水)		0.5	0.5	2	2

出典: \*: 衛生的飲料水基準 (基準 No. TCVN5502:2003 生活用水水質)

### 2) 取水設備

#### a. 地下水取水設備

ベトナム建設省の水道設計基準 (TCXDVN33:2006 Distribution system and facilities Design Criteria Hanoi 3/2006)によると、地下水を水源とする給水設備はプロジェクトの規模によって予備井戸が必要である。同基準に従って必要な場合には予備井戸を設計する。

本調査で試掘した井戸は本設備に生産井として使用する。新たに掘削する井戸の本数は水需要量と一本当たり可能揚水量をもととして決定する。また井戸深さ、及びスクリーン長さは試掘井で得られた各種データを基本として決定される。

#### b. 河川取水設備

河川からの取水取り入れ設備は開放水路型とし、角落とし、スクリーンを設置する。取り入れ口の上下流部分は洗掘防止用にジャ籠またはコンクリートでかためるものとする。また、取り入れ口底部には洗掘防止のため杭により防止版を入れるものとする。

取水ポンプは洪水時にポンプ室床面まで水を被る恐れがあるため、水中モータポンプを使用する。また井戸からの取水用ポンプも水中モータポンプとする。

### 3) 導水・送水主管

導水・送水管は取水設備と浄水場又は配水池までの管であり基本的に材質はPVCである。しかし、導水・送水管距離が長い場合や国道沿いに敷設する場合、輪荷重等を考慮してダクタイル鋳鉄管(DCI)を使用する。DCIを使用する施設はFPG-4, FNG-10及びFBG-13である。鉄道横断又は河川横断部には鋼管を使用し、保護管はコンクリート管を使用する。

### 4) 配水設備

#### a. 配水池容量

配水池容量は日最大水量の6時間分が必要である。さらに、部分断水、取水停止等の事故が起きた場合を考慮して日最大水量の8時間を配水池の容量とする。

#### b. 配水本管

配水池から配水区域に配水する場合、自然流下での配水が理想的である。しかし、地形的に自然流下が不可能である場合、ポンプ圧送方式とする。また、配水管の管末での残存静水頭は5m以上とする。

#### c. 配管口径の決定

口径を決定するための水理計算は“ヘーゼン・ウィリアム”の公式を適用する。

### 5) ポンプ運転のためのモニタリング

送水ポンプを効率的に運転させるためにはポンプ室で配水池水位を確認する必要がある。ポンプ室と配水池での対話手段として、両方に職員をおき、固定または携帯電話による水位確認方法がある。基本的にはこのモニタリング方法を使用するものとする。

しかしながら、ポンプ室と配水池間の距離が長く、施設規模が大きな場合には無線装置(携帯電話の周波数帯)による自動モニター、GPR(Global Packet Radio)方式とする。この方式でモニターができる施設はFPG-4, FNG-10及びFBG-13である。

### 6) 浄水場

#### a. プロセス

鉄(酸化第二鉄)や土砂等の濁質を除去するためのプロセスは、凝集、沈殿、ろ過である。各設備のタンク構造は鉄筋コンクリート製とする。但し、FKS-8は代替水源のための施設の規模が小さいために、全て鋼板製タンクの施設とする。

b. 運転操作

施設 No FPS-2, FKS-6, FKS-8 及び FBS-11 は施設規模が小さいために、運転操作は全て手動操作とする。大規模容量の浄水場は、ろ過池の洗浄操作だけ、操作廊に設置する操作台からの自動操作とするが、その他場内設備の操作は手動である。

c. 凝集池

凝集池の滞留時間は 20 分から 40 分間とする。フロックの形成方法は機械・電気類を一切使用しない、上下・左右の隔壁を利用した自然迂流方式とする。

d. 沈殿池

沈殿池の滞留時間は効率的な濁質の沈降時間として最低 3 時間、最大 4 時間とする。沈殿の方式は横流式とし、タンク長はタンクの幅の 3 倍以上とする。

e. ろ過池

ろ過の型式は急速砂ろ過とする。ろ過速度は通常の 120 から 150m/日とする。ろ過砂の洗浄は表面洗浄と逆流洗浄の併用を考慮したものである。FKS-6 は緩速ろ過でありろ過速度は 5m/日とする。

f. 浄水池

浄水池は浄水場内に設置され、ろ過池の洗浄用水やその他浄水場内で使用される水の貯水が目的である。浄水池の滞留時間は 2 時間以上として設計する。

g. 送水ポンプ

浄水場で生産された浄水は配水池に送られる。地形上送水するためにポンプが必要となる場合には、送水ポンプは 1 日 20 時間運転として設計される。

h. 薬品注入設備

凝集剤には PAC (Poly-Aluminum-Chloride)が使用される。この薬品は調査地域の既存の施設にも使用されていることから入手が容易である。pH 調整剤としては消石灰 (70% Ca(OH)<sub>2</sub>) を使用する。表 5.1.4 に各薬品の注入率を示す。

表5.1.4 薬品注入率

薬品	最大、(mg/L) 原水濁度100NTU (水源：農業用貯水池)	最大、(mg/L) 原水濁度300NTU (水源：河川)
PAC	12mg/L	17mg/L
消石灰	4.6mg/L	6.5mg/L

i. 消毒剤

各種薬品による消毒設備検討の結果塩素ガスによる消毒設備を使用する。調査地域では一

一般的に使用されている薬品である。既設の消毒設備の運転状況調査や原水水質検査を検討した結果、最適塩素注入率は表 5.1.5 に示す通りである。

**表5.1.5 塩素注入率**

消毒剤： 塩素ガス	平均 (mg/L)	最大 (mg/L)
	1.5	3.0

詳細設計では塩素不連続注入試験により詳細な注入比率を設定すべきである。

j. 排水処理

浄水場容量が 5,000m<sup>3</sup>/日の場合 (FBG-13) 排出される排水量はおよそ 1 日 150 m<sup>3</sup>となる。排水は大部分が濁質による土砂が主であり、沈殿池やろ過洗浄によって排出されるものであり有害となる物質は含まれていない。環境面を配慮しつつ、また、簡単な処理設備を設計し、素堀りの滞留時間が 4 時間以上のラグーンを提案する。排水は沈殿効果によって固・液分離をした後、上澄みは放流するものとする。

**5.1.5 概略設計**

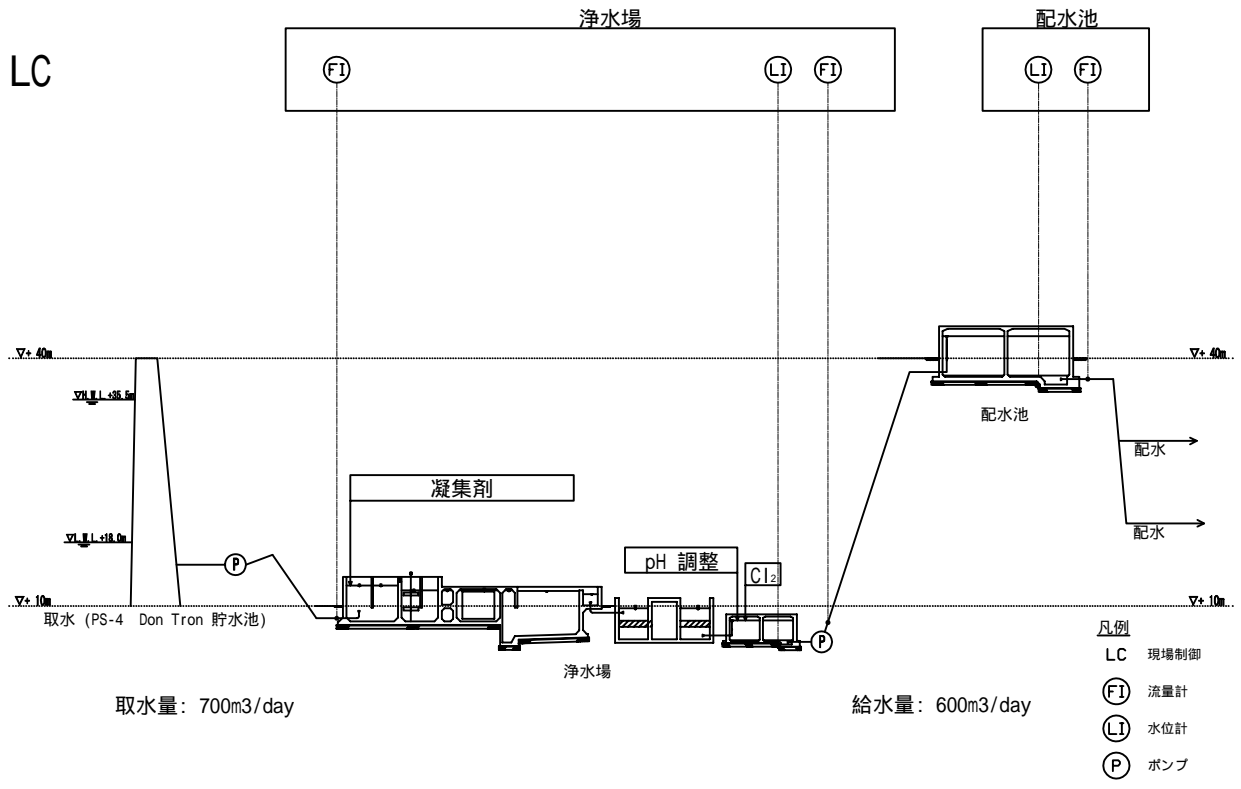
設計条件・基準により設計された施設の概略を表 5.1.6 及び添付図に示す。

**表5.1.6 概略施設設計**

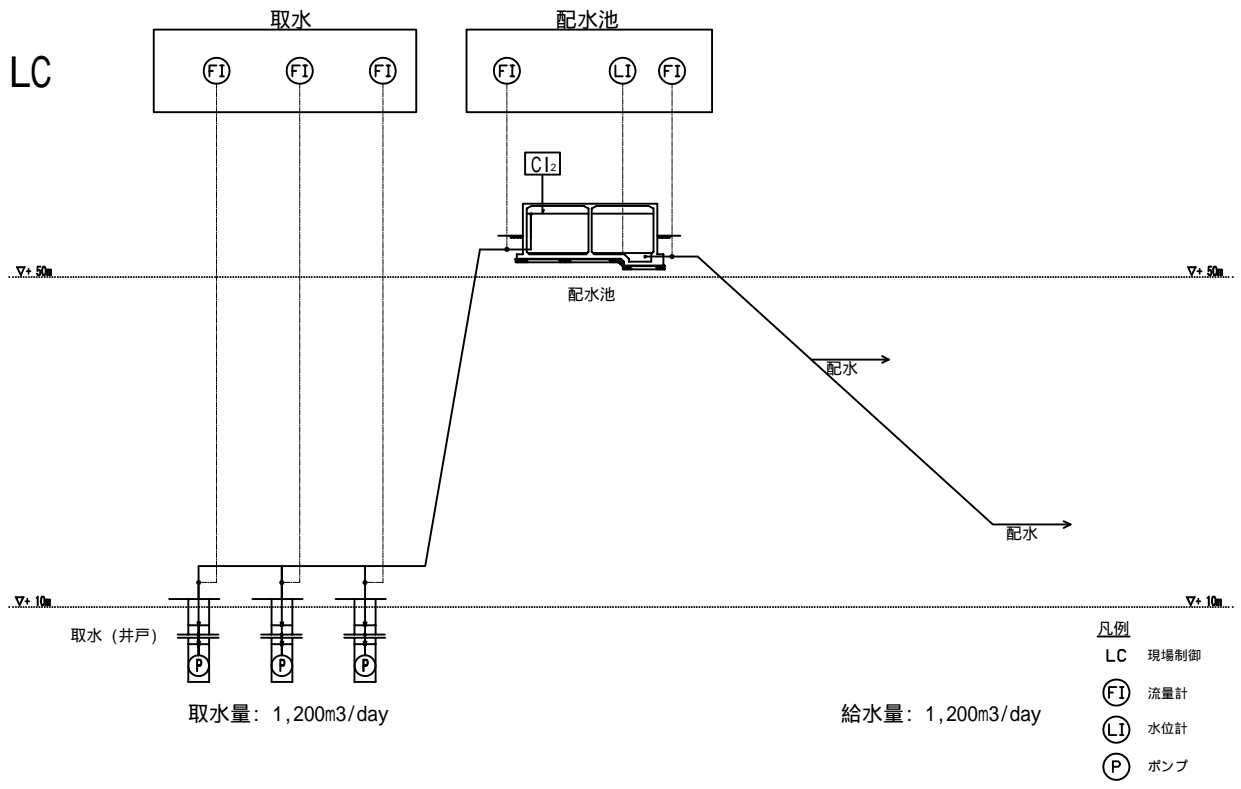
施設名	FPS-2	FPS-3	FPG-4	FPS-5	FKS-6	FKS-8	FNG-10	FBS-11	FBG-13
<b>1. 取水設備</b>									
取水の形式	貯水池	井戸	河川	井戸	井戸	井戸/ 貯水池	河川	貯水池	河川
取水ポンプ	NA	4sets x SM*2	3 x SM	2 x SM	2 x SM	5 x SM	3 x SM	3 x SM	3 SM
加圧ポンプ	CF pump*1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
導水・送水 配管	7.2km, PVC	1.3km, PVC	5.9km, PVC	2.5km, PVC	0.7km, PVC	11.7km, PVC	18.9km, DCI	6.1km, PVC	5.6km, DCI
<b>2. 浄水場</b>									
前沈殿池	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2 (833m <sup>3</sup> )
凝集池	2 池(15.4m <sup>3</sup> )	NA	2 (27.7m <sup>3</sup> )	NA	NA	1 (6.5m <sup>3</sup> )	2 (60m <sup>3</sup> )	2(18.7m <sup>3</sup> )	2 (108m <sup>3</sup> )
沈殿池	2 池(105m <sup>3</sup> )	NA	2 (173m <sup>3</sup> )	NA	NA	1 (12.6m <sup>3</sup> )	2 (450m <sup>3</sup> )	2 (122m <sup>3</sup> )	2 (756m <sup>3</sup> )
ろ過池	急速ろ過 2 池(5.8m <sup>2</sup> )	NA	2(120m <sup>2</sup> )	NA	緩速ろ過 2 (120m <sup>2</sup> )	2 (2.6m <sup>2</sup> )	2 (24m <sup>2</sup> )	2 (6.6m <sup>2</sup> )	2 (120m <sup>2</sup> )
浄水池	2 池(60m <sup>3</sup> )	NA	2 (409m <sup>3</sup> )	NA	配水池兼	配水池兼	配水池兼	配水池兼	2 (429m <sup>3</sup> )
薬品注入	PAC,石灰, 塩素	塩素	PAC,石灰, 塩素,	塩素	塩素	PAC,石 灰、塩素	PAC,石 灰、塩素	PAC,石 灰、塩素	PAC,石灰, 塩素
<b>3. 配水設備</b>									
ポンプ	3setsx CF	NA	3 x CF	3 CF	NA	3 CF	4 CF	3 CF	3 CF
配水池	2 tanks (203m <sup>3</sup> )	2 (405m <sup>3</sup> )	2 (24m <sup>3</sup> )	2 (270m <sup>3</sup> )	2 (257m <sup>3</sup> )	2 (254.4m <sup>3</sup> )	2 (390m <sup>3</sup> )	2 (315m <sup>3</sup> )	2 (1152m <sup>3</sup> )
加圧ポンプ	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3 CF	3 CF	3 CF
配管	19.95km, PVC	12.7km, PVC	44km, PVC	15.4km, PVC	8km, PVC	13.5km, PVC	29km, PVC	7.4km, PVC	54km, PVC

注記： \*1 CF ポンプ：横軸渦巻きポンプ、 \*2 SM ポンプ：水中モータポンプ

# FPS-2 (P-2)



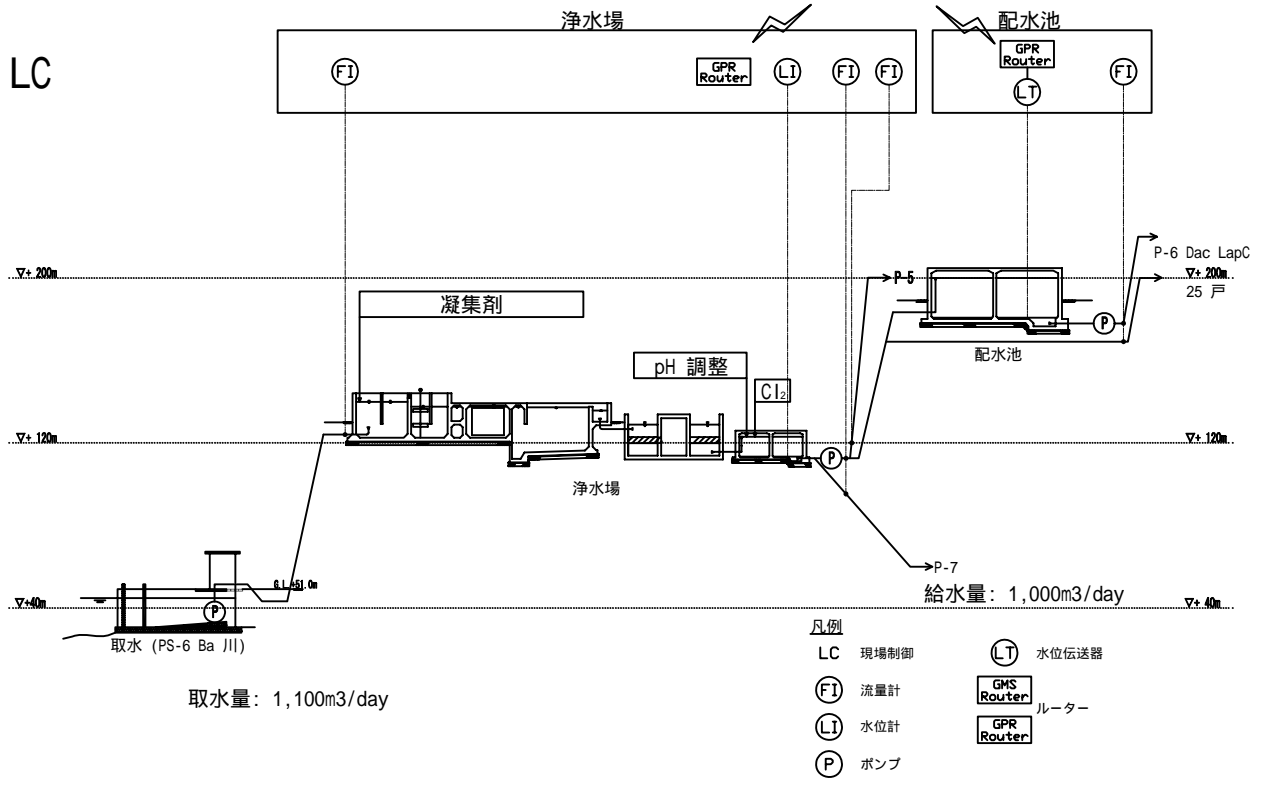
# FPS-3 (P-4)



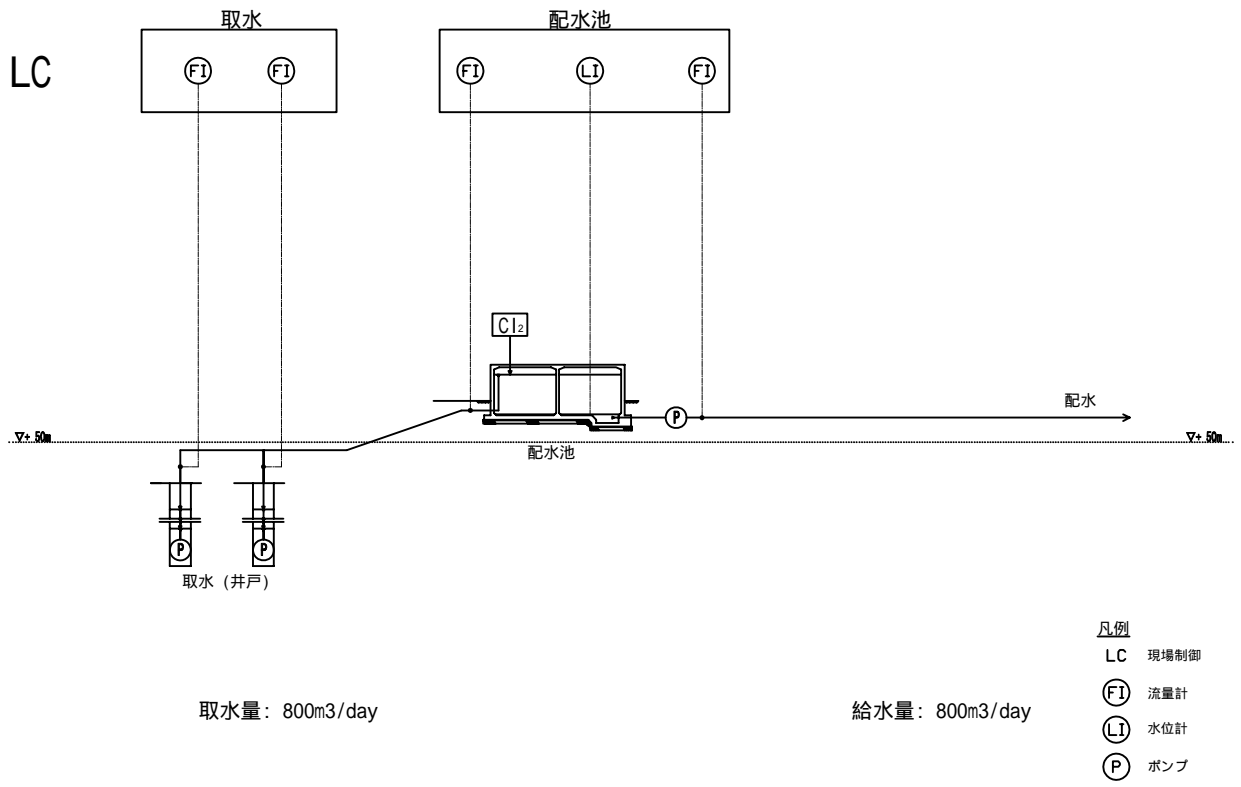
## 概略図



# FPG-4 (P-5, 6, 7)

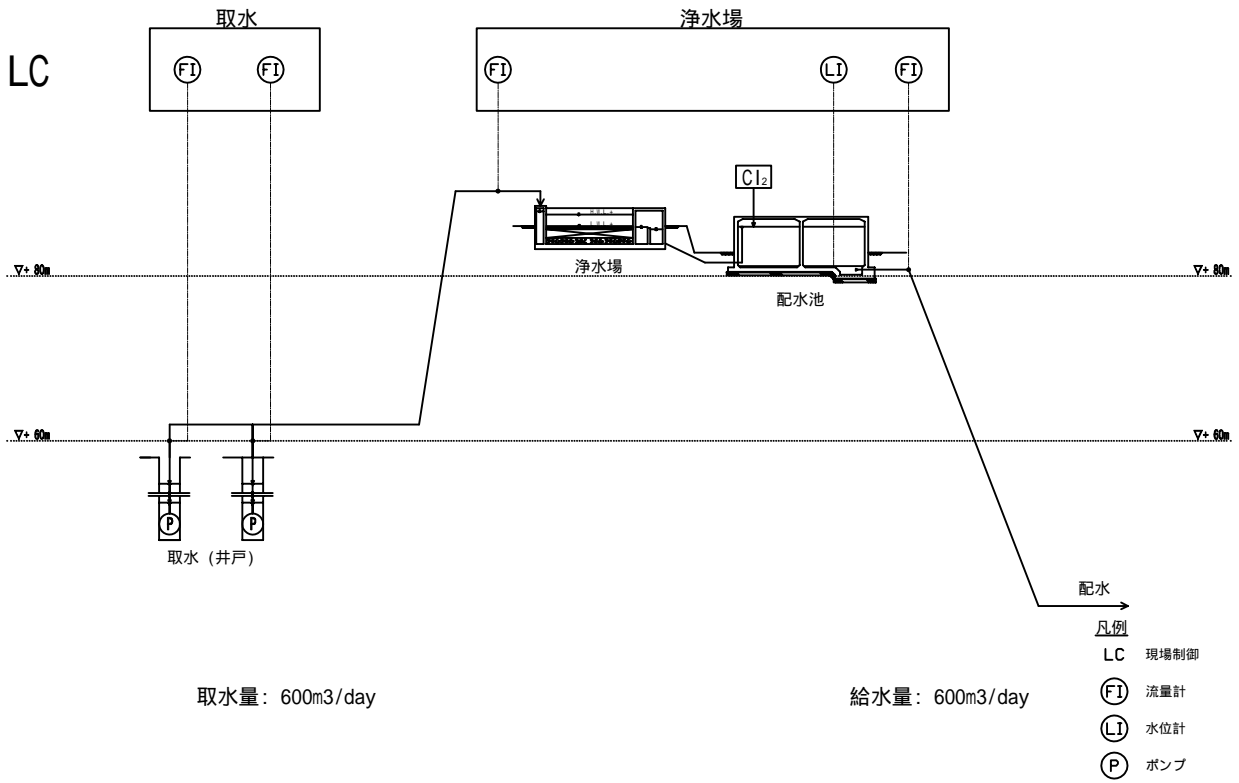


# FPS-5 (P-8)

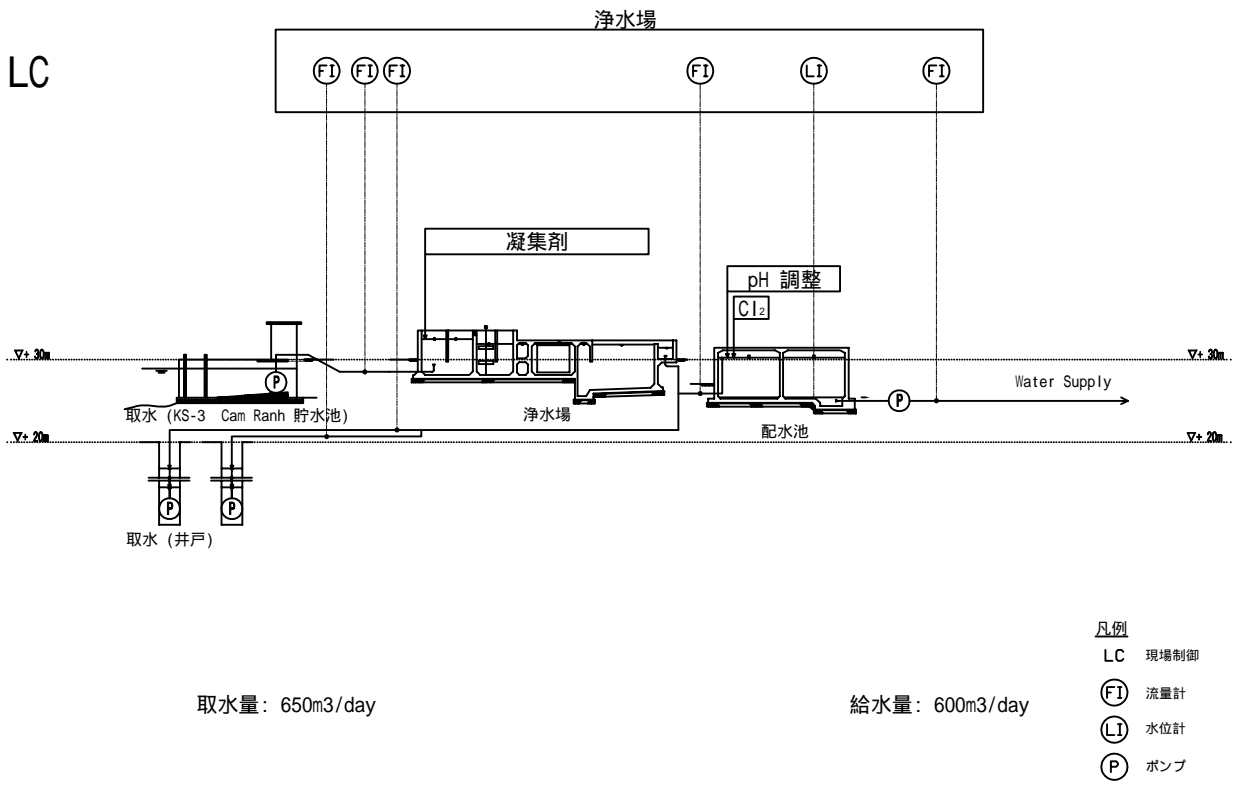


## 概略図

### FKS-6 (K-1)

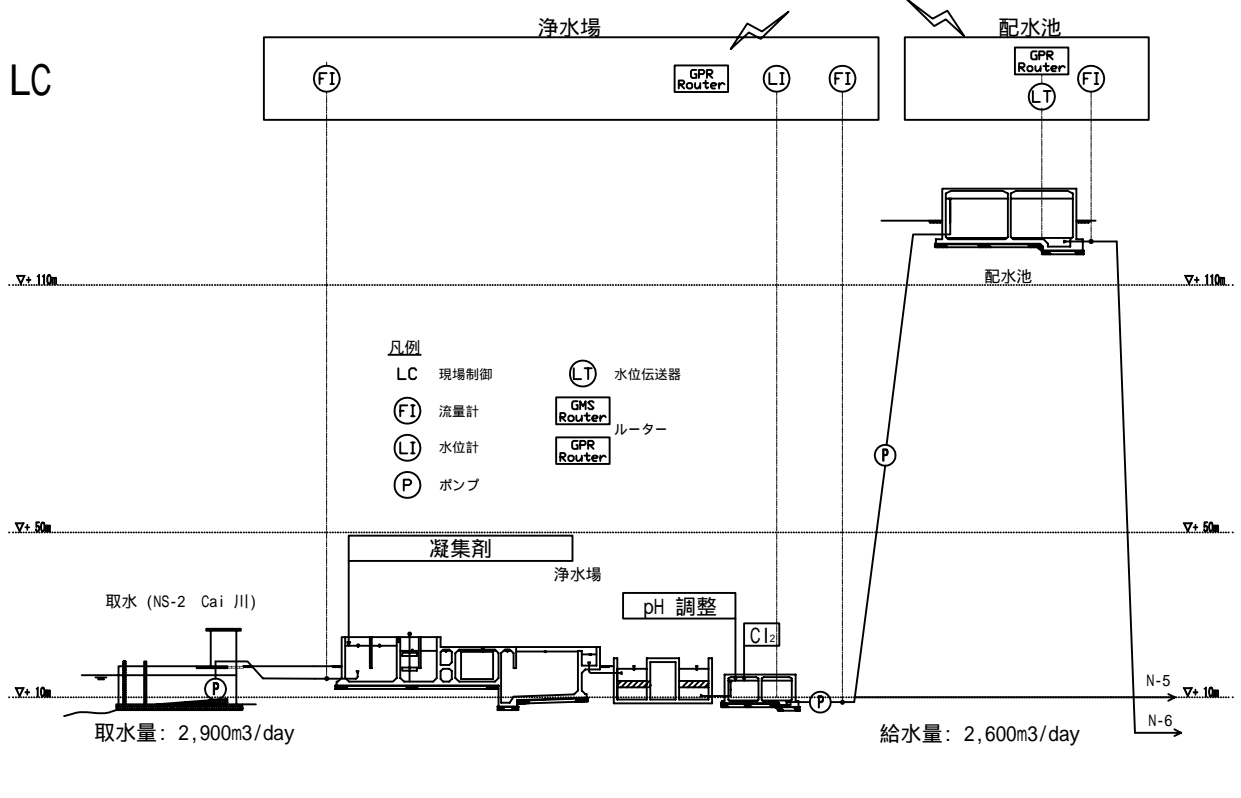


### FKS-8 (K-3)



### 概略図

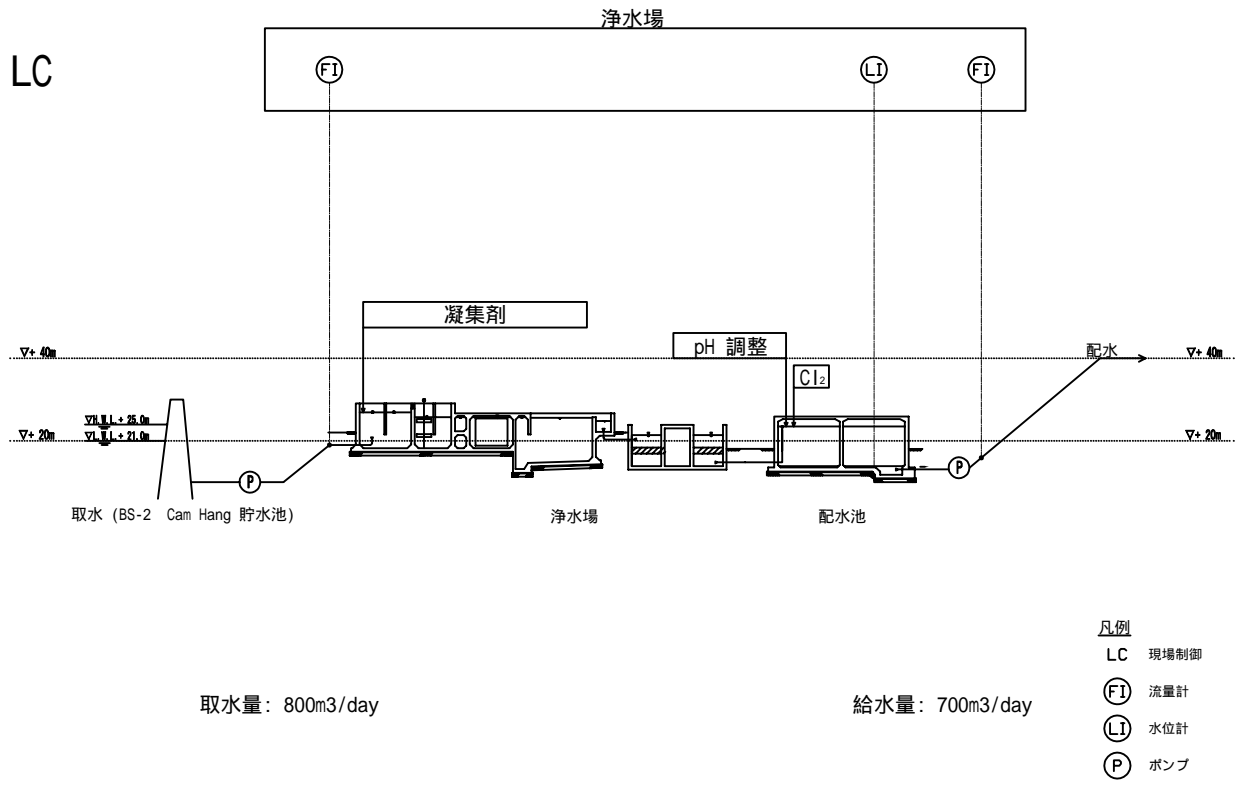
# FNG-10 (N-5, 6)



## 概略図

# FBS-11 (B-1)

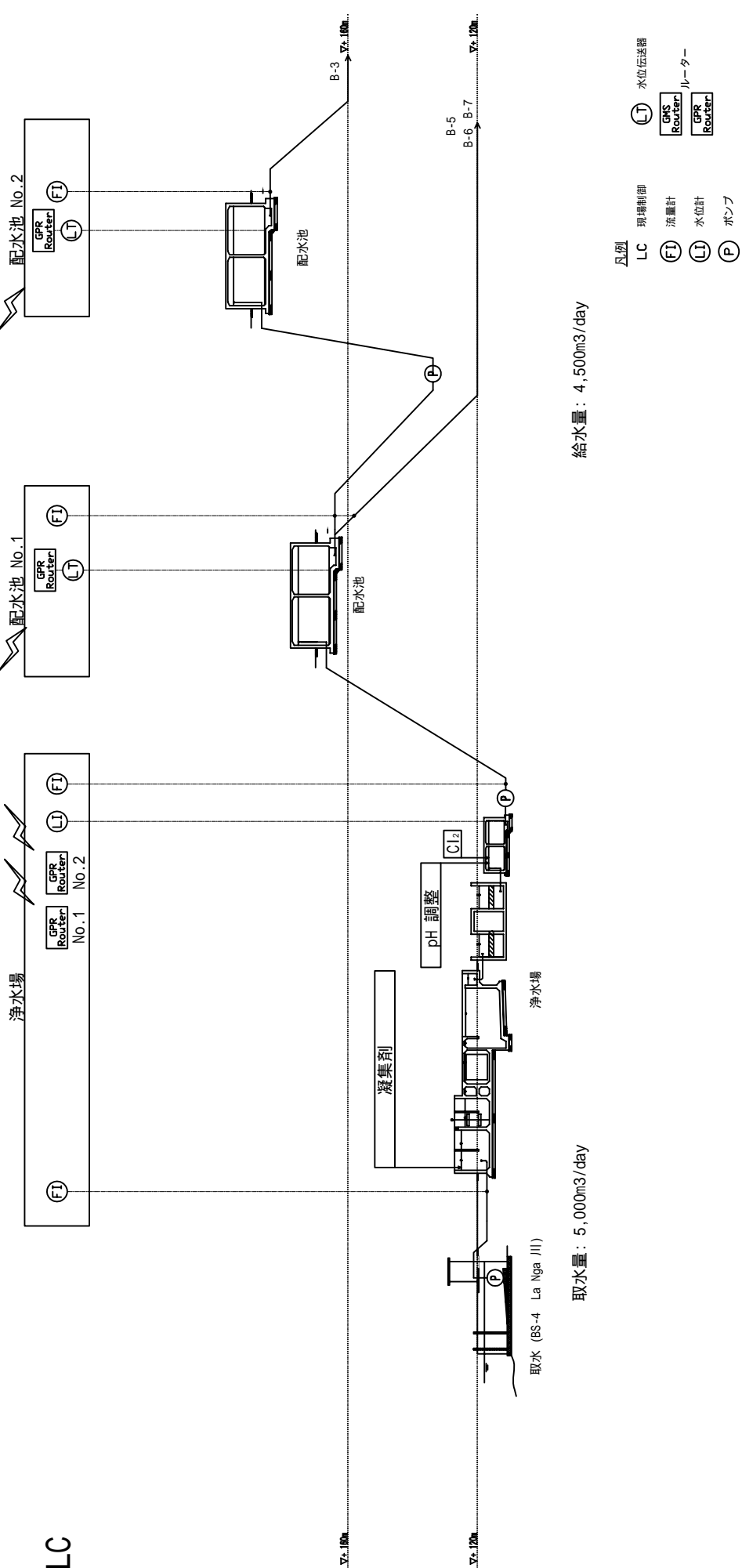
LC



概略図

# FBG-13 (B-3, 5, 6, 7)

LC

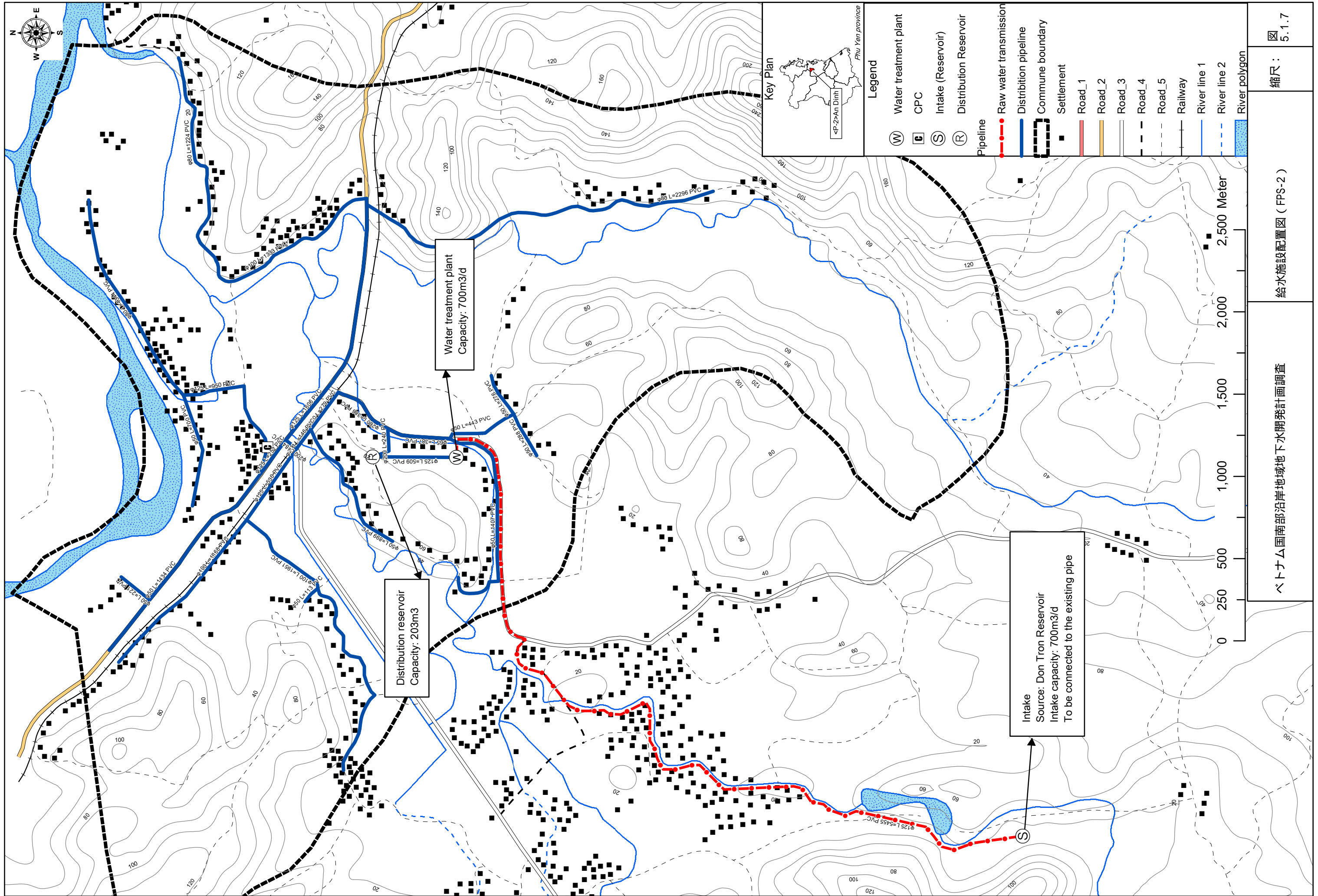


## 概略図

ベトナム南部沿岸地域地下水開発計画調査  
給水プロセス  
(FBG-13)

縮尺：  
Non

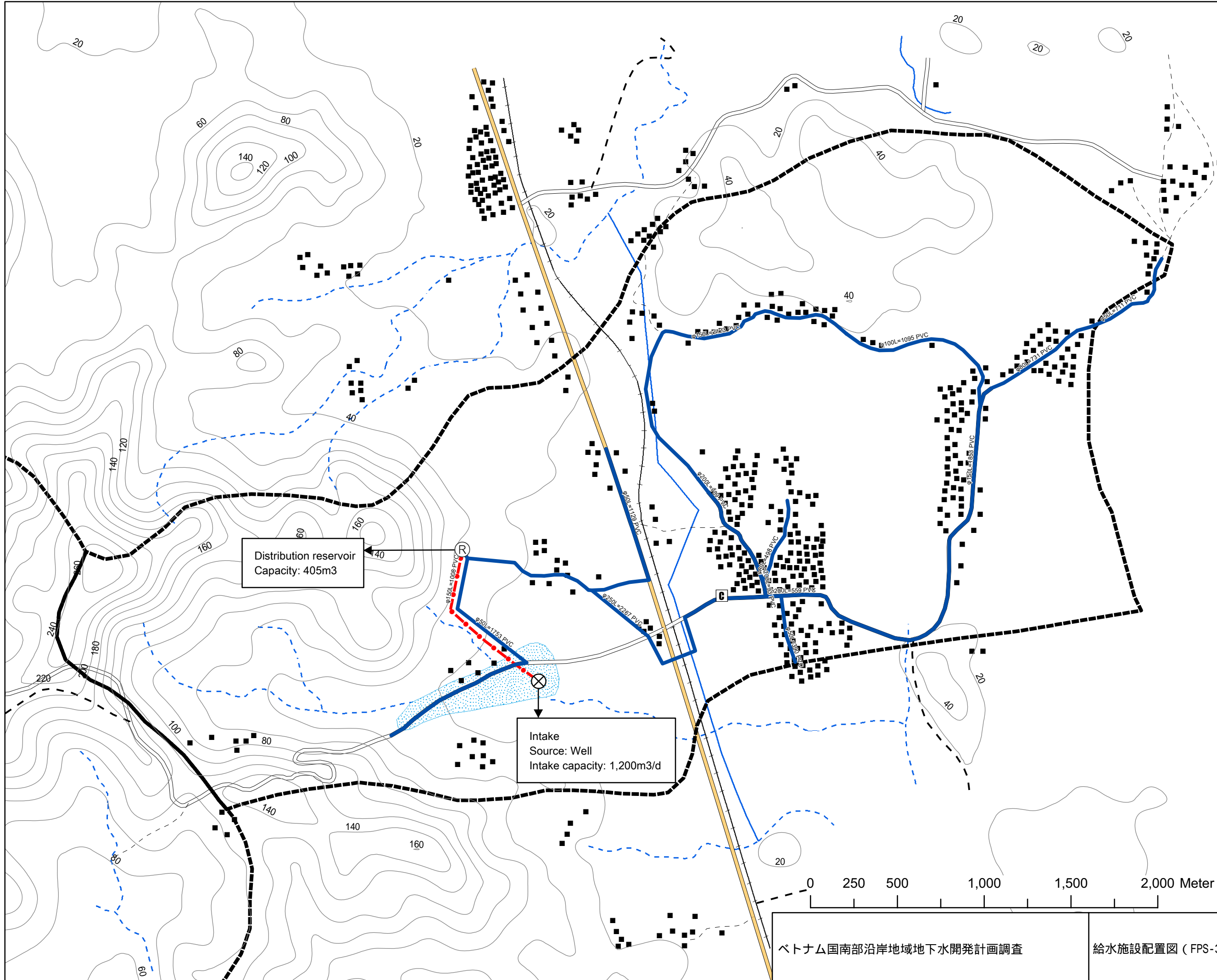
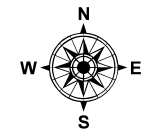




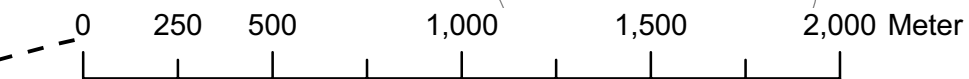
ベトナム南部沿岸地域地下水開発計画調査

給水施設配置図 (FPS-2)

縮尺: 5.1.7

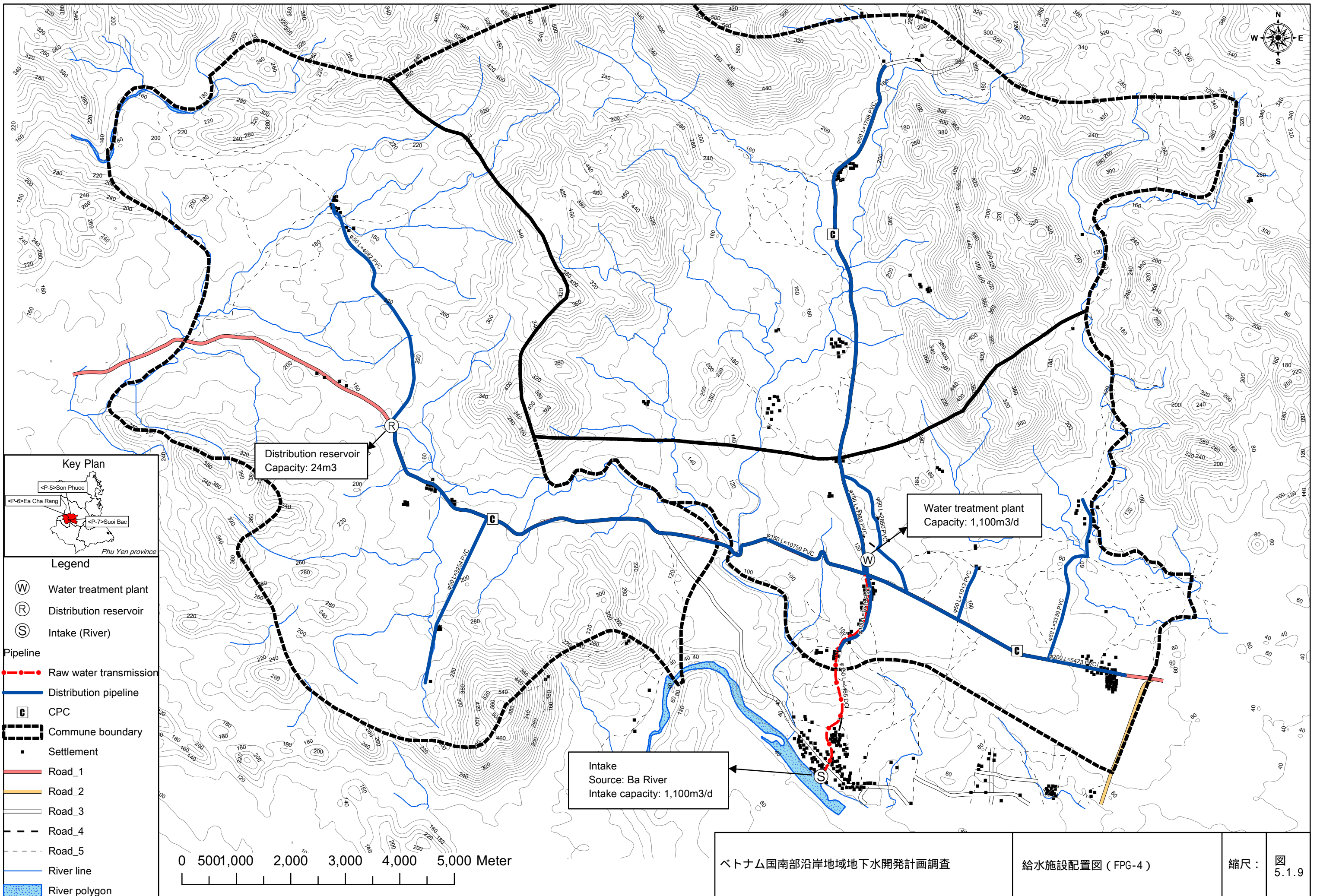


Legend	
	Well
	Distribution reservoir
	Well field
	CPC
Pipeline	
	Raw water transmission
	Distribution pipeline
	Commune boundary
	Settlement
Road	
	Road_1
	Road_2
	Road_3
	Road_4
	Road_5
	Railway
	River 1
	River 2

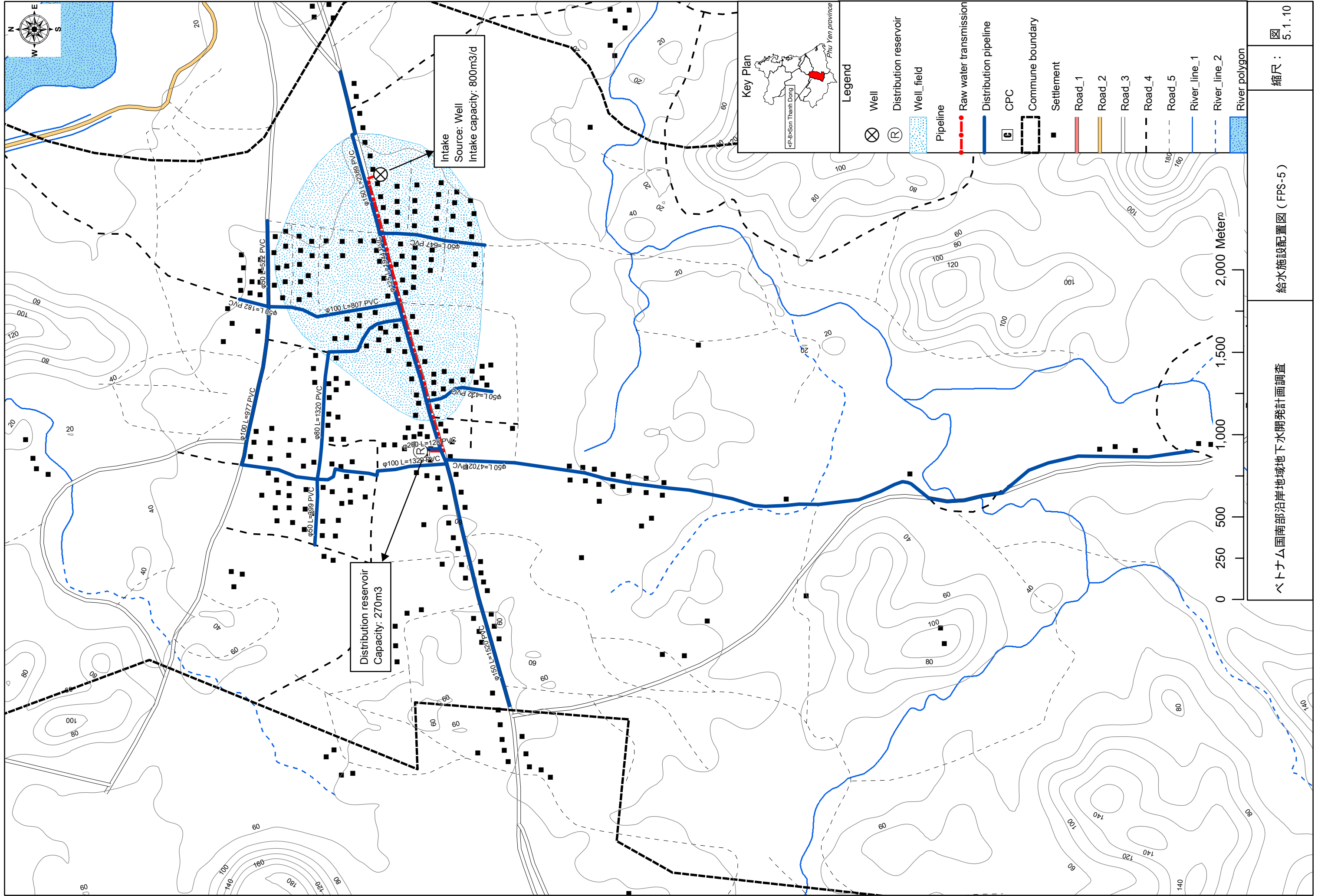


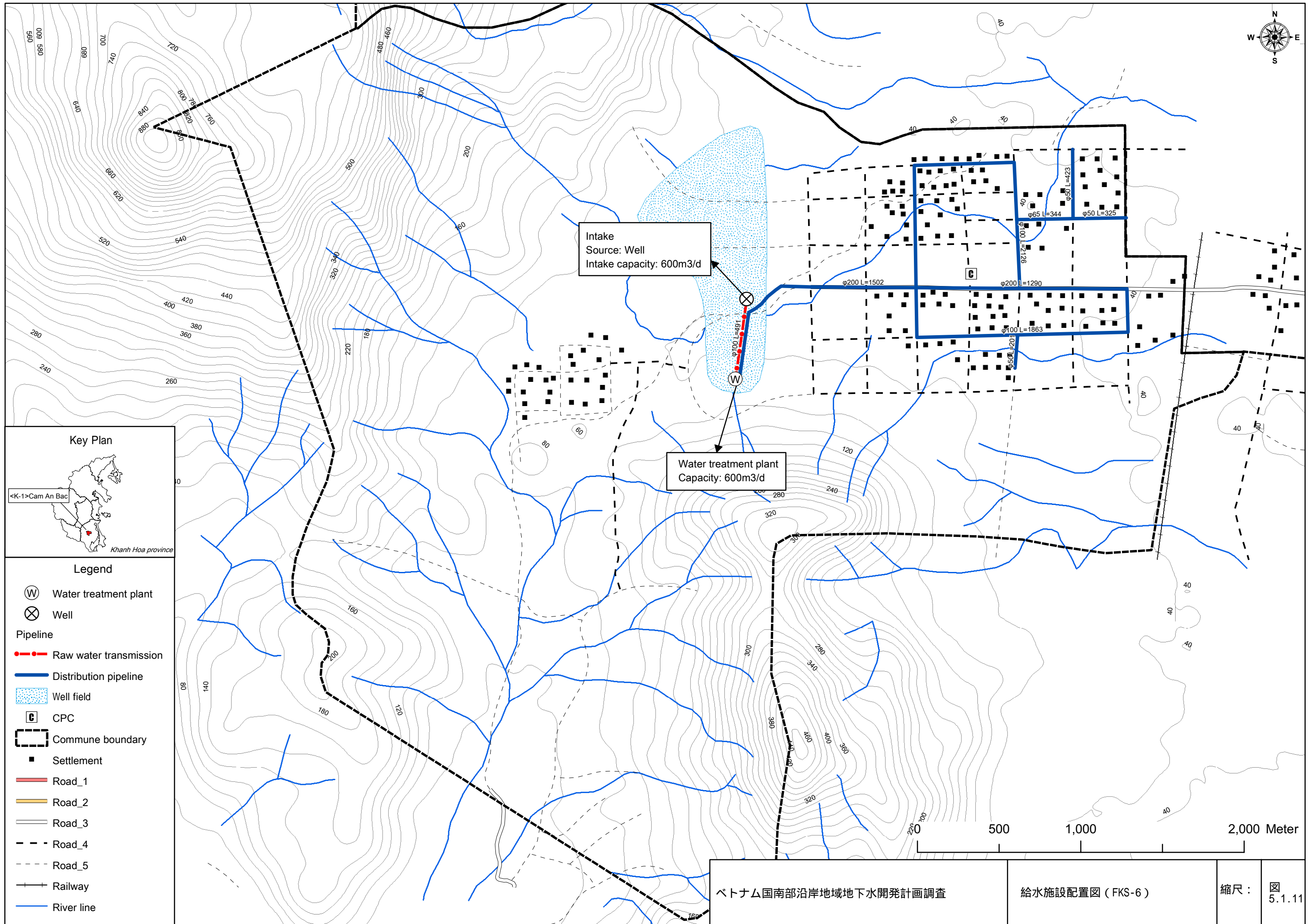
ベトナム国南部沿岸地域地下水開発計画調査	給水施設配置図 (FPS-3)	縮尺 :	5.1.8
----------------------	-----------------	------	-------





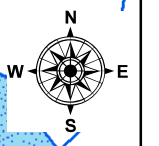






ベトナム国南部沿岸地域地下水開発計画調査  
 給水施設配置図 (FKS-6)  
 縮尺: 図 5.1.11





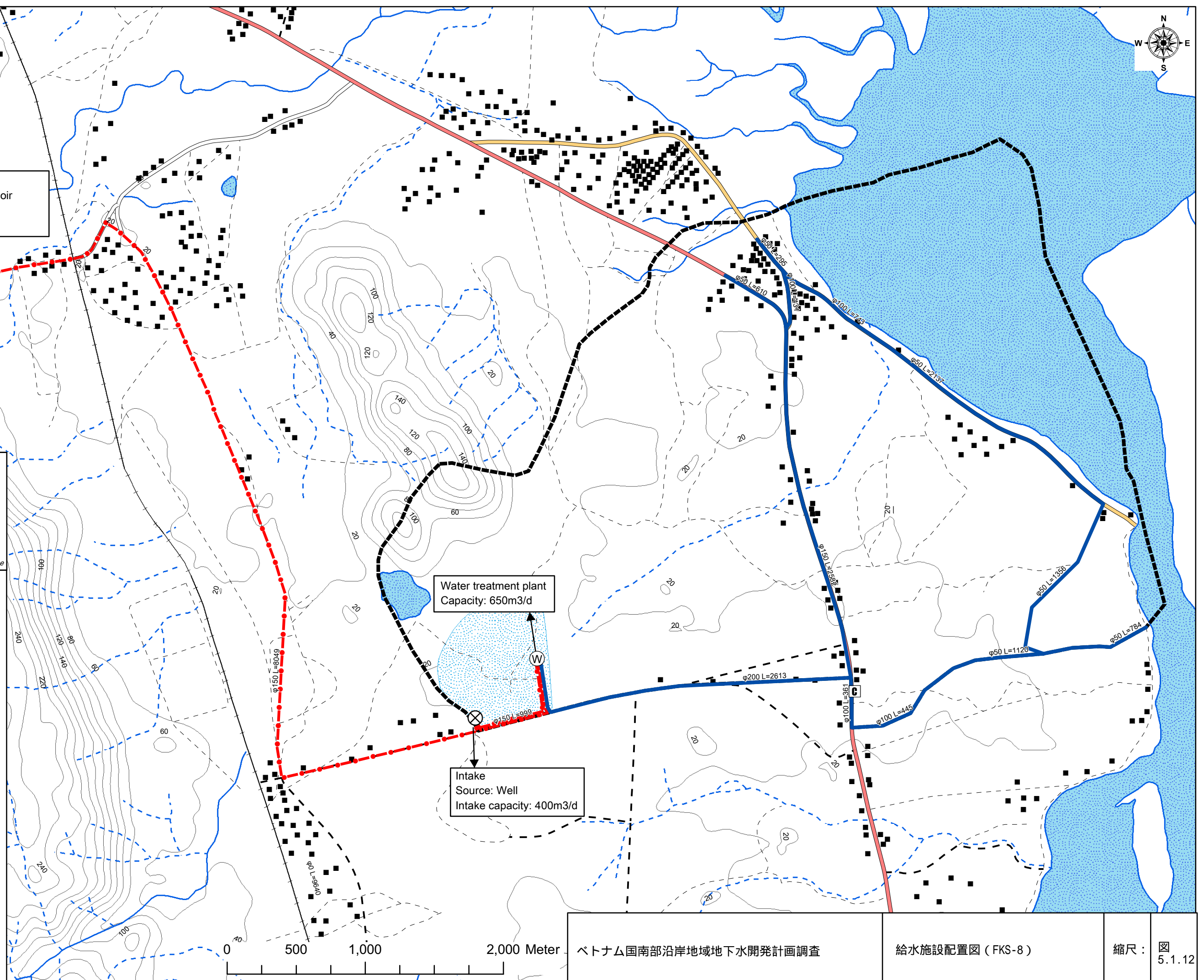
Intake  
Source: Cam Ranh Reservoir  
(Irrigation canal)  
Intake capacity: 250m<sup>3</sup>/d

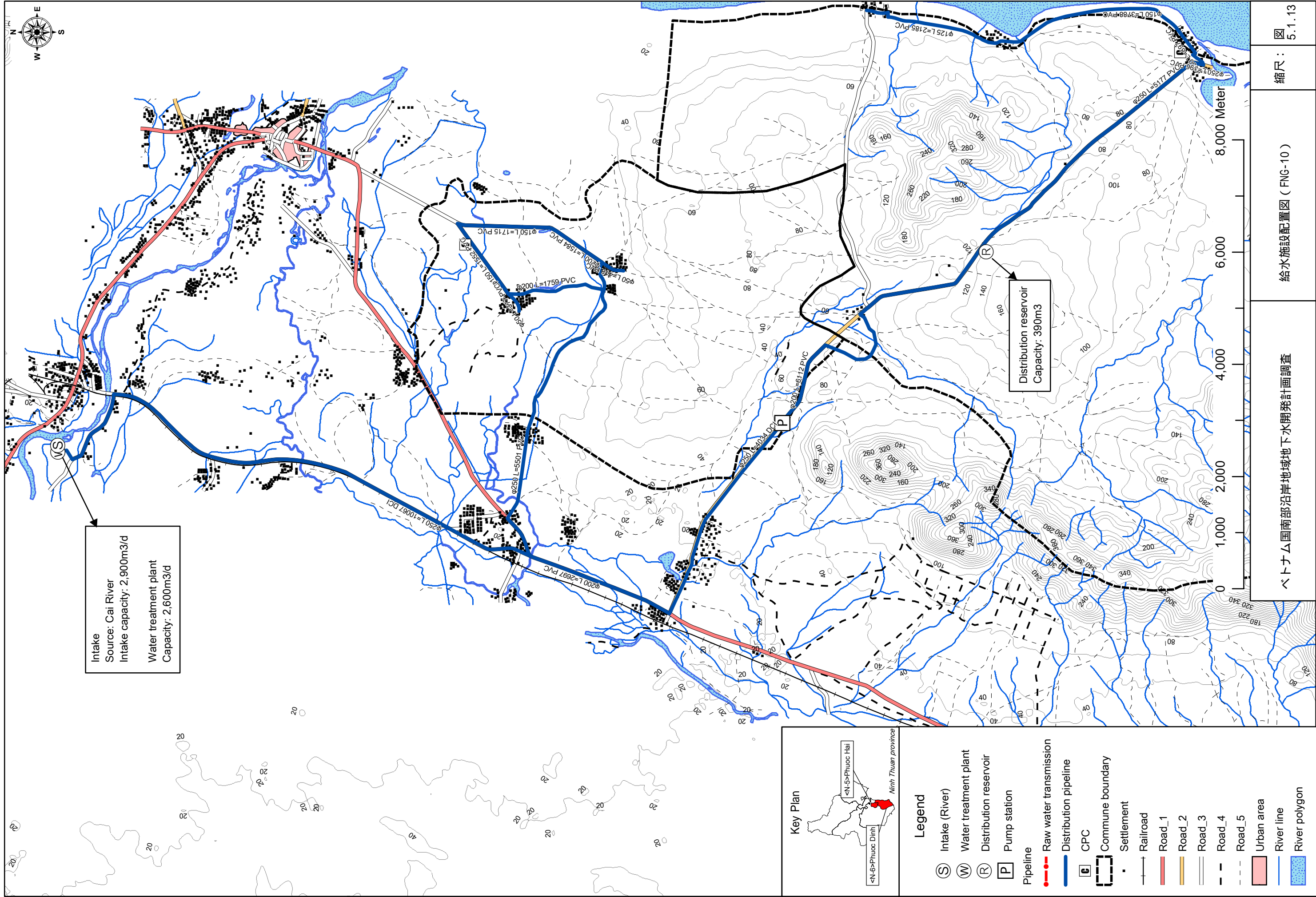
Water treatment plant  
Capacity: 650m<sup>3</sup>/d

Intake  
Source: Well  
Intake capacity: 400m<sup>3</sup>/d



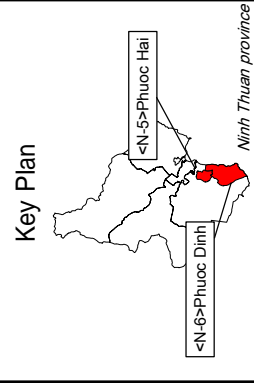
- Legend**
- ⊙ Water treatment plant
  - ⊗ Well
  - ⊙ Intake (Reservoir)
  - Well field
  - Pipeline
    - Raw water transmission
    - Distribution pipeline
  - CPC
  - Commune boundary
  - Settlement
  - Road\_1
  - Road\_2
  - Road\_3
  - Road\_4
  - Road\_5
  - Railway
  - River\_1
  - River\_2
  - River polygon





Intake  
 Source: Cai River  
 Intake capacity: 2,900m<sup>3</sup>/d  
 Water treatment plant  
 Capacity: 2,600m<sup>3</sup>/d

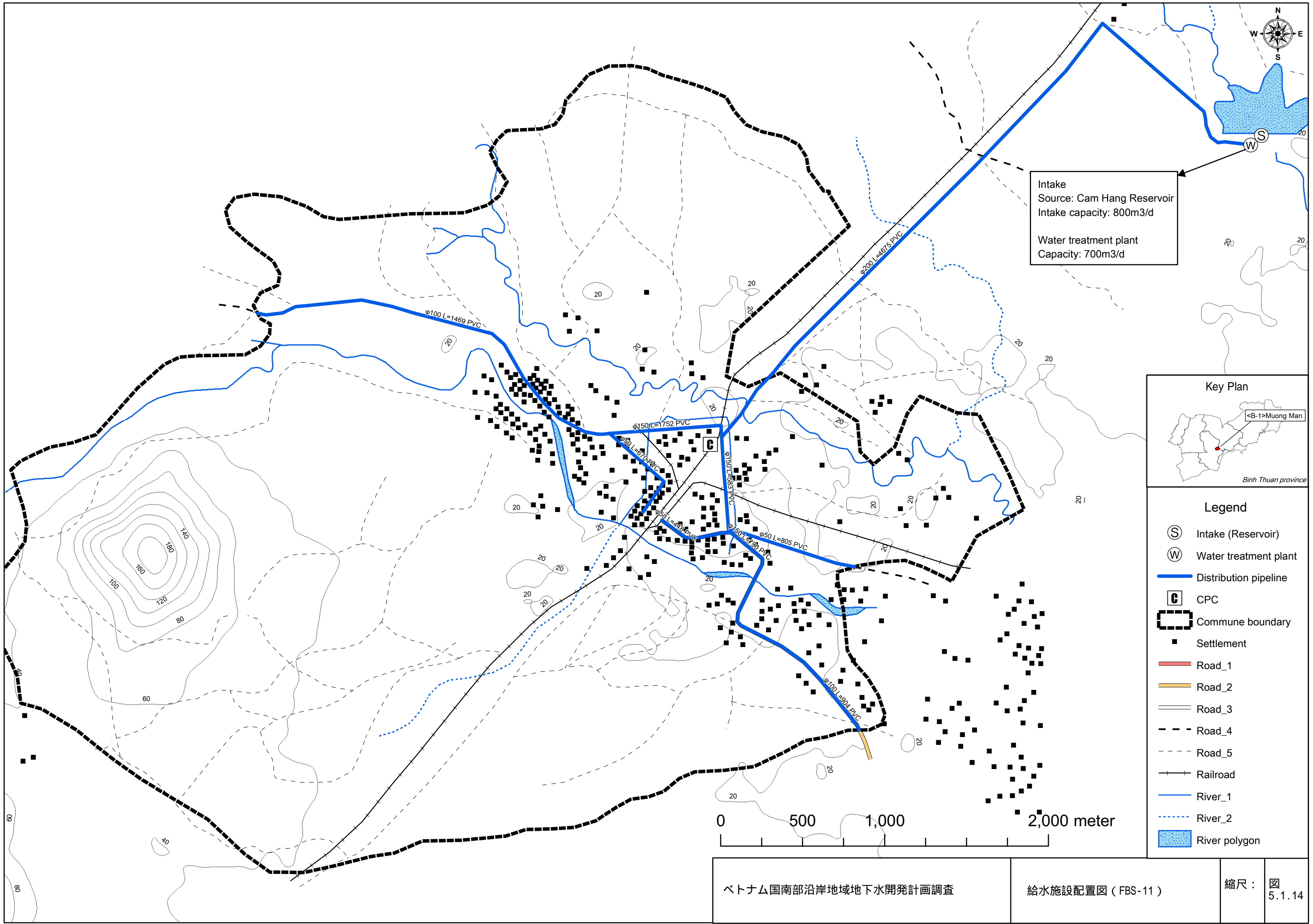
Distribution reservoir  
 Capacity: 390m<sup>3</sup>



- Legend**
- Ⓢ Intake (River)
  - Ⓜ Water treatment plant
  - Ⓡ Distribution reservoir
  - Ⓟ Pump station
  - Pipeline
    - Raw water transmission
    - Distribution pipeline
  - Ⓛ CPC
  - ▭ Commune boundary
  - Settlement
  - Railroad
  - Road\_1
  - Road\_2
  - Road\_3
  - Road\_4
  - Road\_5
  - Urban area
  - River line
  - River polygon

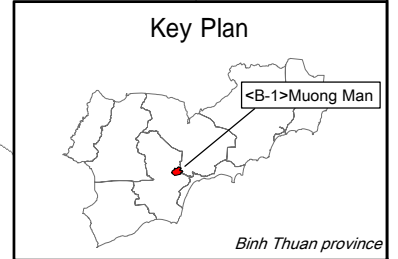
ベトナム南部沿岸地域地下水開発計画調査  
 縮尺： 5.1.13  
 給水施設配置図 (FNG-10)





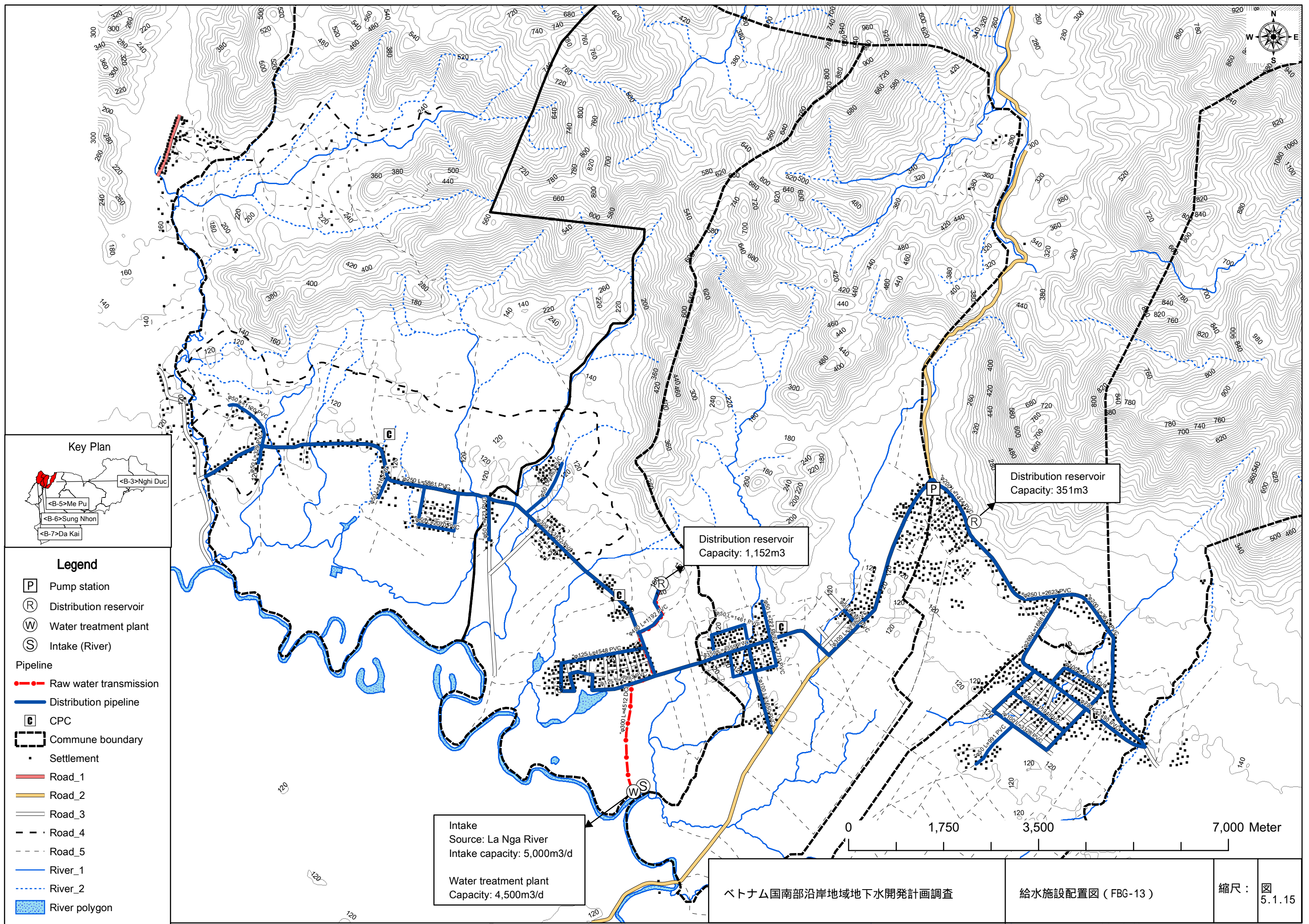
Intake  
Source: Cam Hang Reservoir  
Intake capacity: 800m<sup>3</sup>/d

Water treatment plant  
Capacity: 700m<sup>3</sup>/d



- Legend**
- Ⓢ Intake (Reservoir)
  - Ⓦ Water treatment plant
  - Distribution pipeline
  - ⓐ CPC
  - ⬡ Commune boundary
  - Settlement
  - Road\_1
  - Road\_2
  - Road\_3
  - - - Road\_4
  - - - Road\_5
  - +— Railroad
  - River\_1
  - ⋯ River\_2
  - ▒ River polygon

0 500 1,000 2,000 meter







## 5.2 施工計画及び実施計画

### 5.2.1 プロジェクトコスト

建設費は設計条件・基準及び概略設計をもとにして積算された。コストには建設材料費、電気・機械据え付け、土木、建築工事費が含まれている。積算方法を以下に示す。

#### 土木・建築費

各土木、建築構造物の空容量を概略設計図より推計したものに、過去の実績から算出された材料・工事込みの各 m<sup>2</sup>、m<sup>3</sup> 当たり単価を算出し、容量に乗じて積算した。

#### 配管

配管の総延長を概略配置図から算出し、距離に対し、材料・工事込みのm当たり単価を乗じて積算した。単価は過去の ODA プロジェクトの実績を使用した。

#### ポンプ・モータ

市場からの見積もりを徴収し、最低価格を提出したメーカーの見積もりを採用した。

#### 浄水場の機械・電気

過去の ODA プロジェクトのコストを参考とした。コストには土木・建築工事、電気・機械工事が含まれている。積算精度を上げるために、全体のコストから上記の土木積算方法によって得られた土木工事費を減じると電気・機械設備工事費が得られる。FKS-6 及び 8 はメーカーの見積もりを参考とした。

表5.2.1 概略プロジェクトコスト

金額：US\$

施設番号	(A) 建設費	(B) 技術費	(C) 被援助国負担費	(D) 基礎コスト	(E) 予備費	(F) 付加価値税	(G) プロジェクトコスト
FPS2	1,398,000	139,800	153,800	1,691,600	169,200	153,800	2,014,600
FPS3	874,800	87,500	96,300	1,058,600	105,900	96,200	1,260,700
FPG4	3,119,700	312,000	343,100	3,774,800	377,500	343,200	4,495,500
FPS5	670,200	67,000	73,700	810,900	81,100	73,700	965,700
省小計	6,062,700	606,300	666,900	7,335,900	733,700	666,900	8,736,500
FKS6	799,000	79,900	87,800	966,700	96,700	87,900	1,151,300
FKS8	1,380,600	138,100	151,900	1,670,600	167,000	151,900	1,989,500
省小計	2,179,600	218,000	239,700	2,637,300	263,700	239,800	3,140,800
FNG10	7,449,100	744,900	819,400	9,013,400	901,300	819,400	10,734,100
省小計	7,449,100	744,900	819,400	9,013,400	901,300	819,400	10,734,100
FBS11	1,363,500	136,400	150,000	1,649,900	165,000	150,000	1,964,900
FBG13	8,854,800	885,500	974,100	10,714,400	1,071,400	974,000	12,759,800
省小計	10,218,300	1,021,900	1,124,100	12,364,300	1,236,400	1,124,000	14,724,700
計(US\$)	25,909,700	2,591,100	2,850,100	31,350,900	3,135,100	2,850,100	37,336,100
百万(VND)	436,630	43,665	48,030	528,325	52,833	48,030	629,188

(換算レート: 1US\$:VND16,852;円 106.17 (2008年7月))

### 5.2.2 維持管理費

維持管理費には人件費、薬品費、電気代及び補修費が含まれる。1 m<sup>3</sup> 当りの平均維持管理費は 2,307 VND/m<sup>3</sup> と推計される。

表 5.2.2 に各水道システムの維持管理費用の計算結果を示す。

**表5.2.2 水道システムの維持管理費用**

	[A] Annual Production (m3/year)	[B] Annual Consumption (m3/year)	Operation and Maintenance Cost (x1000 VND/year)						[I] O&M cost per unit water consumption (VND/m3)
			[C] Staff	[D] Chemical	[E] Electrical	[F] Repair	[G] Others	[H] Total	
FPS-2	183,000	165,000	129,600 37.4%	54,168 15.6%	65,880 19.0%	65,109 18.8%	31,476 9.1%	346,233 100.0%	2,098
FPS-3	364,000	328,000	108,000 45.3%	2,184 0.9%	66,976 28.1%	39,657 16.6%	21,682 9.1%	238,499 100.0%	727
FPG-4	332,000	299,000	129,600 13.2%	97,940 10.0%	517,256 52.6%	149,940 15.2%	89,474 9.1%	984,210 100.0%	3,292
FPS-5	238,000	214,000	108,000 50.5%	1,428 0.7%	60,452 28.3%	24,501 11.5%	19,438 9.1%	213,819 100.0%	999
FKS-6	173,000	156,000	129,600 46.5%	1,038 0.4%	67,470 24.2%	55,275 19.8%	25,338 9.1%	278,721 100.0%	1,787
FKS-8	192,000	173,000	129,600 32.1%	40,896 10.1%	128,640 31.9%	67,566 16.8%	36,670 9.1%	403,372 100.0%	2,332
FNG-10	784,000	706,000	302,400 12.8%	230,496 9.7%	1,278,704 53.9%	343,194 14.5%	215,479 9.1%	2,370,273 100.0%	3,357
FBS-11	203,000	183,000	129,600 34.1%	60,088 15.8%	98,049 25.8%	57,756 15.2%	34,549 9.1%	380,042 100.0%	2,077
FBG-13	1,361,000	1,225,000	561,600 20.5%	400,134 14.6%	1,109,215 40.5%	420,765 15.4%	249,171 9.1%	2,740,885 100.0%	2,237
Total	3,830,000	3,449,000	1,728,000 21.7%	888,372 11.2%	3,392,642 42.6%	1,223,763 15.4%	723,277 9.1%	7,956,054 100.0%	2,307

Remarks:

- [A]= [Maximum Daily Production] / 1.2(Maximum daily factor) x 365 days
- [B]= [A] x 90% (Loss: 10%)
- [C]= [Personnel expense]
- [D]= [A] x [Chemical cost]
- [E]= [A] x [Electric power cost]
- [F]= [Construction cost] x 0.3%
- [G]= ([C]+[D]+[E]+[F]) x 10%
- [H]= [C]+[D]+[E]+[F]+[G]
- [I]= [H] / [B]

### 5.2.3 実施計画

#### (1) 建設工程における優先順位

FS の優先順位選別時に決定している施設の順位によって建設工程を計画するものとする。ただし、プロジェクト開発の有効性が省毎に均等に現出する必要があり、省別の優先順位を先行させるものとする。各省別優先順位は表 5.2.3 の通りである。

**表5.2.3 省別優先順位**

省	施設	評価点	優先順位	主水源
Phu yen	FPS-5	42	1	地下水
	FPS-3	41	2	地下水
	FPG-4	48	3	表流水
	FPS-2	47	4	表流水
Khan Hoa	FKS-6	32	1	地下水
	FKS-8	45	2	地下水
Ninh Thuan	FNG-10	43	1	表流水
Binh Thuan	FBG-13	47	1	表流水
	FBS-11	46	2	表流水

- 注) 1 . 地下水と表流水とは評価点合計が異なる。  
2 . FKS - 8 は地下水と表流水の混合水源である。

3 施設 (FPS-3, -5 及び FKS-6) の水源は地下水のため最優先とする。施設 FKS-8 は主水源

が地下水であるが、混合水源のため 100%地下水の FKS-6 よりも下位である。

(2) プロジェクト実施工程

全体実施の工程は 6 年間に要する。工程はプロジェクト準備、詳細設計及び建設期間の 3 つの段階に分けられる。それぞれの段階の詳細は以下に示す通りである。

1) 段階 A: プロジェクト準備

この段階は、プロジェクト実施の正当性及び政府の承認、資金の手当て、技術的補足調査および土地取得、必要な許認可の手続き等建設準備に必要な期間である。

2) 段階 B: 詳細設計

この段階は建設に必要な詳細設計を実施すると共に、入札図書の作成も含まれる。

3) 段階 C: 建設

この段階で実施される作業内容は以下の通りである。

- 入札及び入札評価
- 契約業務
- 仮設工事
- 建設及び工事監理
- 職員訓練
- 試運転及び引渡し

プロジェクトの実施工程表は図 5.2.1 に示す通りである。

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014
A. プロジェクト準備	■					
B. 詳細設計		■				
C. 建設			■	■	■	■
仮設工事		■				
本工事			■	■	■	■
FPS-3			■			
FPS-5			■	■		
FKS-6			■	■		
FKS-8			■	■		
FGB-13			■	■		
FNG-10				■	■	
FBS-11				■	■	
FPG-4					■	■
FPS-2						■

図5.2.1 プロジェクト実施工程表

(3) プロジェクト支出予定

実施工程表をもとに作成した支払い予定表は表 5.2.4 に示す通りである。この金額は見積もり時の金額を使用しており、将来の物価上昇による増額の金額は含まれていない。

表5.2.4 支出予定表

単位: x1000 ドル

プロジェクト		2009	2010	2011	2012	2013	2014	合計
A.	プロジェクト準備	2,850						2,850
B.	詳細設計		330					330
C.	建設							0
	工事監理(技術費)		61	600	600	600	400	2,261
	仮設工事		1,595					1,595
	本節工事 System FPS-3		1,023					1,023
	System FPS-5			784				784
	System FKS-6			594	340			934
	System FKS-8			1,615				1,615
	System FBG-13			10,355				10,355
	System FNG-10				8,711			8,711
	System FBS-11				1,595			1,595
System FPG-4					3,388	260	3,648	
System FPS-2					1,501	134	1,635	
合計(1,000US\$)		2,850	3,009	13,948	11,246	5,489	794	37,336
(百万VND)		48,029	50,708	235,052	189,515	92,500	13,384	629,188

(為替レート: 1US\$:VND16,852: 106.17円 (2008年7月))

### 5.3 優先プロジェクトの評価

#### 5.3.1 財務経済分析

##### (1) 財務分析

プロジェクトを構成する対象 9 システムの財務分析は前提条件を基に財務的内部収益率 (FIRR) と正味現在価値 (NPV) により検討された。

##### (2) FIRR

プロジェクト全体の FIRR は-11.4%であり、9つプロジェクト・サイトの試算結果は下記の通りである。

表5.3.1 FIRR の結果

	FIRR
全体	-11.4%
(P-CERWASS毎)	
FPS-2	-8.6%
FPS-3	1.8%
FPG-4	-15.0%
FPS-5	-0.1%
FKS-6	-8.7%
FKS-8	-15.1%
FNG-10	-14.5%
FBS-11	-14.5%
FBG-13	-18.3%

更に、2つの水道料金のケース (水道料金案の2倍及び3倍) を想定し、感度分析の結果は、表 5.3.2 に示す通りである。

表5.3.2 感度分析

Uni Price (US\$/M <sup>3</sup> )	FIRR
0.153 to 0.225 (Proposed Tariff)	-11.40%
0.306 to 0.450 (Proposed Tariff) x 2	-3.2
0.459 to 0.675 (Proposed Triff) x 3	0.6%

(3) NPV

NPV は IDA の一般融資条件にある金利の 2.5% を割引率に使い、US\$ -33 百万という結果を得た。

(4) 水道料金の検討

上記の本プロジェクトの財務分析の結果から、水道料金の値上げはプロジェクトの財務状況を改善するためにも必須である。次表 5.3.3 は、本報告書で提案している水道料金、支払意志額(WTP)、支払可能額(ATP)、そして減価償却分を含めた水道料金を P-CERWASS 毎に比較したものである。尚、先述の水道料金案は水道施設の維持管理費に 15% を乗せたもので、WTP 及び現行の水道料金も考慮して料金設定している。

表5.3.3 水道料金案の比較と指標

(Unit : US\$/m<sup>3</sup>)

	Phu Yen		Khan Hoa		Ninh Thuan		Binh Thuan	
水道料金(案)	0.225	(100%)	0.159	(100%)	0.229	(100%)	0.153	(100%)
1) 支払意志額(WTP)	0.179	80%	0.197	124%	0.214	93%	0.184	120%
2) 支払可能額(ATP)	0.546	242%	0.684	430%	0.571	249%	0.908	593%
3) 減価償却分を含めた水道料金	0.528	235%	0.468	294%	0.742	324%	0.487	319%

(注...詳細な情報に関しては、“サポーティング・レポート”参照)

WTP は本調査の社会経済調査によって把握した数字であり、各 P-CERWASS とも水道料金案と然程差はない。一方、ATP は月額支出の 5% として計算したところ、非常に大きい金額で余裕があり、将来的に水道料金の値上げが可能であると考えられる(例：水道料金案の 242% から 593%)。最後に、更なる考察として、サポーティング・レポートに記した前提条件を基に各施設の減価償却コストを含んだ水道料金を算出した。上記の比較表が示すように、Ninh Thuan を除くすべての P-CERWASS においてその減価償却分を含んだ水道料金は、ATP の価格レベルでカバーできることになる。

(5) 経済分析

経済的便益は定性的に評価する。提案しているプロジェクトでは下記のような直接便益が期待される。

(a) プロジェクトにより節約される資源コスト

- 価格が比較的高いと認識される水売り業者、個人の井戸、そして他の商業的な水販売などの代替水源使用からの費用削減効果
- 水アクセスに対する公平性
- 貯水タンク、パイプ・ポンプ設備、電気代等、個人の水道施設に係る投資コストの削減または軽減した場合の効果

- 水質悪化に起因する水系疾病に対する保健医療や治療費の軽減による費用削減
- 水質悪化に起因する幼児死亡率及び罹患率の減少
- 水汲みをその仕事とされることの多い女性の有効時間の活用による社会的地位の向上

(b) プロジェクトにより創出される新しい需要

- 水道料金徴収率の増加
- 水道料金として集金される売上げの増加
- 水道供給システムの接続戸数の増加

この他、プロジェクトにより期待される間接的な便益としては、貧困削減や環境改善といったものが挙げられる。

(6) 結論

本調査の財務及び経済分析の結論としては、財務分析の結果が本プロジェクトの実施が困難であっても、初期投資(建設)費用さえ何れかの資金源より確保出来れば、維持管理費用は水道料金のネット収入より賄うことが出来るということである。また、調査団が実施した社会経済調査の結果からは、4つの対象省のATPは、WTPとほとんど差のない(本報告書の)水道料金案よりもかなり高いものとなっている。

財務分析に加えて、経済分析においても本プロジェクトが対象4省の社会全体に対する社会・経済発展に寄与することは明らかである。また、本プロジェクトの趣旨は、Basic Human Needs (BHN)や貧困削減の概念とも合致する。

5.3.2 組織体系と維持管理

組織的諸問題に対処するためには図 3.3.1 で示した組織案の設立や、3.3.6 項において調査団が提案した計画性のある CD が実行されるべきである。特に Phu Yen 及び Khan Hoa P-CERWASS は、今まで近代的な水道施設が調査対象地域には存在せず、当然、施設の運営維持管理に対するノウハウもない。まずは図 3.3.1 で示したように組織内部に運営維持管理部門を設立し、CD というフレームワークに沿って職員の技術能力を向上させる。その際、既に近代的な水道施設を持ち、その運営維持管理の経験が豊富な Binh Thuan 及び Ninh Thuan P-CERWASS より技術者の派遣、研修生の受け入れ等の技術的な協力を仰ぐ。水道料金の徴収率を上げるためにも、水道ユーザーに対する IEC 活動も並行して実施する。また、P-CERWASS を指導する立場にある N-CERWASS もより多くの知識の豊富なスタッフを配置し、全国の地方水道をモニタリング出来る体制を整えるべきである。

財務的諸問題に関しては、いくつかの施設の統合管理が赤字施設と黒字施設の収益性バランスを矯正する手段の一つと考えられる。当然、赤字施設の水道料金の値上げは必須である。

本調査における社会経済調査の結果からすると、水道ユーザーの収入に対して現行の水道料金は低く抑えられている。前項で示したように、ATP レベルまで水道料金を値上げすると、施設の減価償却も含めた運営維持管理は可能である。

### 5.3.3 初期環境影響評価調査

初期環境影響評価調査の結果から以下に示す自然・社会環境における負の影響が予想される。しかしながら、これらの負の影響は軽微なものであり、初期環境影響評価調査において提案された対策を適切に実施することにより負の影響は軽減・緩和されると考えられる。事業実施時に負の影響を発生する可能性がある項目を以下に記述する。

負の影響を発生する可能性がある項目	負の影響の内容	負の影響への緩和策
地域経済（ウォーター・ベンダー）	現在、水の運搬等により収入を得ているウォーター・ベンダーが活動している。水道事業による給水サービスが実施されるとウォーター・ベンダーは収入手段を失い、経済的影響が発生することが予想される。	現在、水運搬等の活動を行なっているウォーター・ベンダーは人数も少なく、又、そのほとんどが農業従事者による副業である。この状況から給水事業に係わるパートタイム雇用促進、換金作物の導入などを含む積極的な農業政策の実施や農業への回帰を推進する対策を提案する。
施設用地の取得	一部の施設用地として農地が選定されており、土地収用が実施されると農地使用権を有する農業従事者の生産手段としての農地が減少する。その結果、経済的影響が発生することが予想される。	ベトナム国の土地法において公共事業実施による土地収用は、同じ土地利用の代替用地による補償、もしくは同等の金銭的補償が規定されている。この法律が遵守され、適切な補償がなされるように提案する。
配水管建設段階における交通障害	事業計画区域内の道路は多くのオートバイが通行する（特に朝夕の通学・通勤時）。配水管建設時に道路を占有することによる交通障害やそれらに起因する交通事故の発生が予想される。	建設工事の安全対策（事前通知、工事時間帯の配慮、工事現場の防護柵等による区分、交通保安員の設置など）に係わる工事管理計画を策定する。
浄水場等建設における騒音・振動	浄水場等建設時に施設用地周辺、及び建設資材搬入などによるアクセス道路周辺において騒音や振動による生活環境への影響が予想される。	建設工事の環境対策として、事前説明・公示、工事時間帯の配慮、低騒音重機の使用、防音壁等による区分、苦情窓口の設置など環境対策計画を策定する。
地下水揚水による影響	地下水揚水による影響は十分に検討されているが、地下水位低下、塩水浸入や地盤沈下の発生が全くないと断言できず、事故防止対策が求められる。	地下水位、地下水水質のモニタリング実施計画を策定し、その結果に基づく地下水への影響を事前に察知できる体制確立を計画策定する。
事故（戦争残留物や水質汚染による事故）	戦争残留物（地雷、不発爆弾など）による建設時の被害発生、及び水質汚染事故などによる給水の安全性低下などの発生が予想される。	事業実施着手前に十分な戦争残留物の除去作業を実施し、安全性を確保する。水質汚染の対策として、水質モニタリング実施計画を策定し、水道原水の水質変動の把握、及び浄水水質の安全を確認する。また、水質汚染発生の緊急時における体制や維持管理マニュアルの作成・訓練実施計画を策定する。





## 第6章 結論及び提言

### 6.1 結論

本プロジェクトの目標は全国地方水と衛生改善戦略（NRWSSS）と合致し、相まって、アクションプランである NTP に波及的効果をもたらすことが期待できる。短期計画である FS では 4 省、15 コミューンの水供給施設が計画され、これらの実施によって対象地域約 144,000 人の生活レベルの向上及び貧困削減に資することができるものである。

調査対象地域は水理地質のデータから地層が複雑であることが解明され、また、試掘結果からも、地下水のポテンシャルが極めて低い事が確認された。それによって、地下水を水源とする給水施設の計画は 3 コミューンであり、さらに、1 コミューンは地下水と表流水との混合水源である。その他の多くのコミュニティの給水施設の水源は代替水源としての表流水によって計画された。

水源開発や施設建設などによる負の環境影響の発生は施設規模が小さいため軽微なものであり、また提案された対策により影響は軽減・緩和策されると考えられる。

このプロジェクト案は主に建設業務が占める初期投資をカバーするためにも無償資金による実施が望ましいと思われる。初期投資費用さえ確保出来れば、水道料金から得られる純利益により維持管理コストはカバーできる。

衛生については、衛生施設の普及率を向上させるために、今まで以上の努力が払われる必要性が確認された。また、環境対策の必要性も同様に重視されており、このためにセプティック・タンク越流水による地下水汚染の防止策やセプティック・タンク汚泥の投棄にかかる行政側の取り組みも必要となる。持続的に環境衛生を向上させるためのアプローチとして、いくつかの提言を行った。すなわち、省レベルでのタスク・フォースの設立、啓発活動の強化、新しいし尿分離式トイレの普及、財政支援の強化および環境行政にかかる提言を行った。

### 6.2 提言

自然条件と社会経済条件を考慮して給水施設は計画されなければならないことは良く知られた事実である。しかしながら、もっとも重要な自然条件である地下水のポテンシャルに対する評価はベトナムでは一般的に公表されていない。村落給水計画の実施前に調査対象地域の自然条件調査が可能となるように必要な地下水情報を公開すべきである。

代替水源による給水施設の計画において、広域給水施設の計画は、将来、調査対象コミュニティだけではなく、周囲の未給水コミュニティも含め一括施設として調査・計画すべきである。

Phu Yen 及び Khan Hoa P-CERWASS に対しては、組織的な効率性を高めるため抜本的な組織改革を断行することが必要である。そのためにも、維持管理部門の設立を中心とした包括的な組織改善が急務である。

FIRR の計算結果は-11.4%であり、この結果から判断すると本報告書において前提とした条

件の元では財務的には実行不可能ということになる。従って、このプロジェクト案は主に建設業務が占める初期投資をカバーするためにも無償資金による実施が望ましいと思われる。初期投資費用さえ確保出来れば、純利益により維持管理コストはカバーできる。

現行の水道料金は、減価償却分や将来的投資を考慮すると低いと言わざるを得ない。調査団が把握した各戸当りの月支出から判断すると、水道利用者にとって現行の水道料金はまだ安価なレベルである。従って、P-CERWASS がより多くの準備資金を確保するためにも水道料金の値上げはすべきだと考えられる。

また、水道料金の値上げに加えて、中央政府や地方政府、そして国際機関等他の資金源からの補助金なども各 P-CERWASS の財務状況を改善するために期待される。

本調査で述べた環境衛生改善のためのアプローチを実施するために、外国の援助スキームを活用することを提言する。これは、村落部の衛生問題は複数のセクターに亘る課題を含んでいる一方で制度的枠組みが未だ脆弱であるためである。例として、本調査におけるモデル・サニテーション・プログラムをフォロー・アップするための草の根支援、村落部の環境行政にかかるキャパシティ・ディベロップメントのための技術協力、または CDM による汚泥処理場の建設プロジェクト等を提言した。

セプティック・タンク汚泥の処理場についてはさらなる技術的検討の必要性を提言した。ケーススタディとして、メイン・レポートの ANNEX 2 に汚泥処理場の予備的設計と概算事業費を示しており、さらに汚泥処理を通じた環境面での効果について検討を行った。