

第3章 計画地の概況及び計画の内容

3-1 計画の目的及び設計条件

(1) 計画の目的

本計画は、背景の項において述べられている様に、安全で清潔な飲料水を国民に供給することを目的として実施されている飲料水給水計画 (Table 2-5 に示す) の1つである 27 Sub-Divisional Towns (現在は District Town) Water Supply Project の中から選出された 7 Town を対象としている。

7 Towns は、ほぼ全国に散在しており、それぞれ次の Division に属している。

- | | | |
|-------------|---|---------------------|
| ① Narsingdi | : | Dhaka Division |
| ② Jenidah | } | Khulna Division |
| ③ Chuadanga | | |
| ④ Gaibandha | } | Rajshahi Division |
| ⑤ Kurigram | | |
| ⑥ Feni | } | Chittagong Division |
| ⑦ Sunamganj | | |

本計画は、1990年を計画目標年次とし、都市人口の50%に対しては、各戸給水 (House Connection) により、残る50%に対しては公共水栓 (Public Post) により給水するための施設を整備することを目的とする。

(2) 設計条件

7 Towns の飲料水給水計画の策定にあたっては、次の様に設計条件を定めた。これらの設計条件は、既にプロジェクトとして実施されているオランダや ADB の援助による給水計画などの設計条件と大きく違わないように設定し、最終的にはバングラデシュ国政府、DPHE と協議して決定した。

(i) 給水区域及び給水人口

給水区域は、各 Town の Municipal Area を中心として、現在の人口分布状況、採来の住宅地開発の方向などを考慮して決定する。

給水人口は、1974年及び1981年の国勢調査の資料、過去2~3年における人口の動向を検討して、人口増加率を予測し、1981年の資料を基準に1990年人口を推定する。

バングラデシュ国全体の人口増加率は、2.3%であるが、最近の地方都市への人口集中は著しく、Narsingdi Town では年18%、Jenidah Town でも23%、その他の都市も7~10%の増加率となっている。

本計画においては、1974年から1981年までの人口増加率を考慮し、また、1990年まで、この2～3年間の人口増加率が続くことはないものと予想し、Narsingdi と Jenidah の 2 Town については年10%の増加率で、他の5都市については年6%の増加率を採用することとした。

(ii) 計画給水量

既に、オランダや ADB の援助により実施されている飲料水給水計画における計画給水量は次の通りである。

ADBによる5 District Towns Water Supply Project においては家庭用水として次の通りとしている。

	給水量	人口の比率
(1) 各戸給水(複数蛇口)	27 gpcd (21.7)	80%(50)
(2) 各戸給水(蛇口1個)	18.9 gpcd(15.1)	9%(25)
(3) 公共水栓	5 gpcd (5.0)	10%(25)
(4) 漏水などの損失水量	(1)と(2)の10%及び (3)の20%	

(注) 1) 上表は、2000年目標である。()内は1990年目標である。

2) 計画には、家庭用水のほかに、ホテル、商店、食堂、病院、公立学校、公共機関、工場等に対する用水を別途計算して計上してある。

オランダによる12 Sub-Divisional Towns (現在は District Towns) Water Supply Project においては次の通りである。(1990年目標)

	給水量	人口の比率
(1) 各戸給水	21 gpcp (95ℓ/人・日)	20%
(2) 共用水栓	17 " (75 ")	30%
(3) 公共水栓	5.5 " (25 ")	50%
(4) 漏水などの損失水量	(1)、(2)及び(3)の25%	

本計画における給水量は、DPHEとの協議、及び上記ADBやオランダの援助によるプロジェクトにおける給水量を参考にして、次の様に決定した。

	給水量	人口の比率
(1) 各戸給水	20 gpcd (90 ℓ/人・日)	50% (80)
(2) 公共水栓	7.5 gpcd (34 ℓ/人・日)	50% (20)
(3) 漏水などの損失水量	(1)と(2)の30%	

- (注) 1. 人口比率の欄の()内は2000年目標である。
 2. 給水量は非家庭用水(レストラン、病院、学校、商店、家内工業など)を含むものとする(資料3-10-3参照)。

上表より、本計画における1人当りの計画給水量は次の様になる。

各戸給水分	$90 \text{ ℓ/人・日} \times 0.5 = 45 \text{ ℓ/日}$
公共水栓分	$34 \text{ ℓ/人・日} \times 0.5 = 17 \text{ ℓ/日}$
損失水量分	$(45 + 17) \times 0.3 = 18.6 \text{ ℓ/日}$
合計	$80.6 \div 81 \text{ ℓ/日}$

各Townでの給水量の算定は1人1日当り81ℓとして計算する。

(iii) 給水計画

本計画は、原則として水源を地下水とし、それを深井戸により取水し、ポンプにより揚水し、給水塔に貯水、配水管網を通して、Town住民に飲料水を供給するものである。ポンプ等の機械類の稼働時間は、維持管理、労働条件等からDPHEとの協議の結果、1日当り12時間とした。

(iv) 水源

水源としては、地下水と地表水とが考えられるが、Table 3-1-1の比較表に示す様に、水質、建設サイトの選定、建設費及び維持管理などの面から、地下水の方が有利であるので、特に地下水に問題がなければ、水源は原則として地下水とする。

Sunamganj Townでは地下水開発の可能性が低く、対象とする滞水層も層厚がうすく、また、現在Hand Pumpが利用している同じ滞水層が開発の対象となり、しかも、水質的にも鉄分が高く(4.0ppm)、地下水は水源として好ましいとは言えない。従って、Surma河の河川水の利用を考え、浄水場の計画とした。他の6Townについては、地下水を水源としても問題はない。

Table 3-1-1 水源の比較表

項目	地下水（深井戸）	表流水（河川水）
飲料水としての利用（水質）	水質に問題がなければ、そのまま、飲料水として給水されることが多い。 鉄分その他の溶解物があるときには、除去する設備が必要となる。 塩分などが高い場合には飲料水として適さない場合もある。	一般的に病原菌などにより汚染されていること、不純物の混入などもあり、浄水場により処理しなければ飲料水としては適さない。
水量	井戸1本に期待できる水量には限度があり、多量の水量のときには困難な場合がある。 季節的变化は少ない。	乾季に涸れる河は別として、通常は水量の十分ある河川を選定するので、水量については問題ない。 季節的变化がある。
取水方法	深井戸の建設、揚水ポンプの設置などが必要である。	大規模取水の場合には、河川を締切る取水堰が必要となる。 取水塔、取水樋管等、構造物が必要となる。
建設サイト	比較的簡単に対象地区の近くに選定できる。	建設サイトは、河川みお筋の状態、堤防状態などにより、取水地点が限られる。 取水地点から対象地区までの導水施設が必要である。
維持管理	揚水ポンプの運転であるため管理は難しくない。 過度の揚水は水位の低下、井戸涸れの原因となり、適正な揚水が求められる。 ポンプの運転費用が必要。	浄水場では、薬品注入、沈殿池、ろ過池などの運営に技術が必要である。 薬品代、電気代等の費用を要する。
建設費用	小水量の場合は安価であり、建設も容易である。	多水量のときには有利であるが小水量のときには割高となる。

(注) 地表水としては、湖沼、水溜り、池などもあるが、本計画では対象とならないので、地表を流れている水（河川水）との比較を行なった。

(VI) 水質

都市部の飲料水の水質基準は、バングラデシュ国では WHO の基準によっている。しかし、本プロジェクトでは、調査団と DPHE との協議により、鉄分の許容値は 2.0 mg/l とした。

(VII) 生産井

既設生産井及びテストボーリング資料等から、各 Town の水理地質学的検討を行ない、滞水層の状態を推定し、生産井の深さ、口径、スクリーンの位置及び井戸 1 本当りの揚水量を推定する。

スクリーンはステンレス製を使用する。スクリーン周辺には砂利充填を行ない、井戸上部は、土及びセメントモルタルによる充填を行なう。

生産井の口径は、Town により異なるが、ハウジング管が $\phi 380$ mm と $\phi 300$ mm、ケーシングが $\phi 200$ mm と $\phi 150$ mm の 2 種類とする。

生産井の間隔は極力大きくとり、長期間使用時にも相互干渉を生じない様にする。また、井戸の本数は井戸の揚水量と給水量とから検討するが、既に DPHE により建設されている生産井は、その生産能力を確認のうえ、極力利用するものとする。

(VIII) ポンプ設備

バングラデシュ国内においては、多段式の立軸タービンポンプを生産している。施設完成後の保守、修理等において、部品等の調達などが容易な様に、多段式の立軸タービンポンプを採用する。揚水量、揚程などから、不可能な場合には、別の機種を検討する。原動機はモーターを使用する。

ポンプの稼動時間は、施設の維持管理、運転工の勤務条件等から、DPHE との協議の結果、1 日 12 時間とする。

生産井のハウジング管は 30 m (100 ft) としているので、多少の地下水位の低下が生じても良いように、ハウジング管の有効利用を考えてポンプを据付けるものとする。

ポンプの揚水量(q)は、各生産井のうけもつ計画給水量(Q)から求める。

$$q = \frac{Q}{H}$$

ここに H : ポンプの稼動時間 (12 時間)

Table 3-1-2 水質基準

<u>Items</u>	<u>EPCB</u> ^{1/} (ppm)	<u>WHO</u> ^{2/} (mg/l)
<u>Physical</u>		Min. - Max.
Turbidity	25 units	5 - 25 units
Color	30 units	5 - 20 units
Odor	Unobjectionable	Unobjectionable
Total Dissolved Solids	1,500	500 - 1,500
<u>Chemical</u>		
Chloride (Cl)	600 (1,000 max.)	200 - 600
Iron (Fe)	1.5 (5 max.)	0.1 - 1.0
Manganese (Mn)	0.5	0.05 - 0.5
Zinc (Zn)	15	5.0 - 15
Copper (Cu)	1.50	0.05 - 15
Sulfate (S)	400	200 - 400
pH	6.5 - 9.2	n.a.
Total Hardness (as CaCO ₃)	250 (450 max.)	100 - 500
Fluoride (F)	1.0 (2)	1.0
Nitrate (NO ₃)	45 (50 max.)	45
Phenols	0.002	0.001
Cyanide (CN)	0.2	n.a.
Hexavalent Chromium (Cr)	0.05	n.a.
Lead (Pb)	0.05	0.1
Cadmium (Cd)	-	0.01
<u>Bacteriological</u>	90% of Samples: Coliform undetected or MPN index equal nil.	Raw water: contain- ing less than 3 coliforms for 100 ml Treated water: zero coliforms per 100 ml

1/ Environment Pollution Control Board, Bangladesh, by which the present standard is recommended.

2/ World Health Organisation.

3/ () shows maximum value to be allowed for specific water sources.

(VIII) 送水管

送水管の口径は送水量（揚水量）より求めるが、送水施設の建設費と維持管理費の和が最小となる様な経済的口径を採用するものとする。

経済的口径と経済的流速との関係は、実績から一般的に管径が75~150mmのときは0.7~1.0 m/sec、200mm~300mmでは0.8~1.0 m/secと言われている。この事から、口径に対する経済的な流量を求め整理すると下表の様になる。

管径 mm	断面積 m^2	経済的流速 l/sec	流量 l/sec
100	0.00785	0.7~1.0	5.50~7.85
150	0.01766	0.7~1.0	12.36~17.66
200	0.03140	0.8~1.0	25.12~31.40
250	0.04906	0.8~1.0	39.25~49.06
300	0.07065	0.8~1.0	56.52~70.65

従って、送水管の口径は、前表の口径と流量の関係から求めるものとする。但し、管路長が短く、損失水頭が小さい場合には、口径を小さくしても、モーター出力、ポンプ能力にはあまり影響がない場合がある。このような場合には、前表にこだわらず建設費が小さくなる様に計画する。

送水管の管種としては、鋼管と鑄鉄管とが考えられる。

鋼管と鑄鉄管の特性をそれぞれ比較すると Table 3-1-3 に示す通りである。この表から分る様に、伸縮の可撓性、管の接合等の施工性において鋼管は劣り、また小口径の場合、継手溶接ヶ所の内面塗装が不可能であり、その部分の耐蝕性及び外面の耐蝕性などに問題があることから、総合的にみて鑄鉄管の方が優れていると判断される。従って、本計画では、送水管は鑄鉄管を採用することとする。

(IX) 給水塔

7 Town とも、地形は平坦で、配水管を布設する道路面は高低がなく、ほとんど水平に近い状態である。また、Town の Municipal Area 近くには配水池を設ける適当な高所がないため、水圧調整及び水量調整を目的とする給水塔を設ける。給水塔の配置は、生産井との位置関係を考慮するとともに、配水管の管径が200mm以下となる様に、水理検討を行なって決定する。

給水槽の容量は、オランダの援助によるプロジェクトでは、日給水量の15~20%としており、ADBの援助によるプロジェクトでは、6時間分を採用している。日本

Table 3-1-3 鋼管とダクタイル管の特性比較(φ250~φ700/φ700)

		鋼管 (φ300以下 ... JIS G 3452, 350以上 ... JIS G 3457)				ダクタイル管 (JIS G 5526)			
1. 管体強度	安	□ 径	引張強さ(kgf/mm ²)	曲げ強さ(kgf/mm ²)	伸び(%)	□ 径	引張強さ(kgf/mm ²)	曲げ強さ(kgf/mm ²)	伸び(%)
		φ250, φ300	30以上	30以上	25以上	φ250~φ700	42以上	60以上	10以上
2. 耐外圧性	全	延性が大きく、且つ、薄肉の為、撓み易く、特に埋戻しに際しては、管が変形しない様、砂で埋戻し、管側をつき固めるのが原則である。							
3. 耐内圧性		高水圧に耐え得るが、ダクタイル管よりも劣る。							
4. 靴手の水密性	性	φ300以下：通常ネジ接合されるが耐蝕性・水密性共に懸念される。 φ350以上：通常溶接接合されるが溶接には高度の技能と施工条件が整っていないことが必要となる。							
5. 伸縮可撓性		ネジ靴手・溶接靴手共に、伸縮可撓性に乏しく、温度変化や軟弱地盤等の地盤変動の際、管体に無理な応力を発生する。これらの応力を緩和するには、高価な伸縮可撓管を随所に用いなければならない。							
1. 掘削溝及び基礎	工	(1)管が変形しない様、砂基礎を用いて管周囲を十分つき固める必要がある。 (2)溶接姿勢を確保する為、十分なスペースの靴手会所挿入が必要である。							
		2. 管接合	(1)溶接作業は長時間を要する。(芯出し・溶接・検査・塗装等) (2)高度な技能と熟練を要し、有資格者が必要である。 (3)溶接作業は自然気象条件・埋設条件に左右される(雨・湿気・地下水等) (4)溶接接合及び塗覆等に長時間を要するので、埋戻し時期が遅れ、交通障害となる。						
1. 耐蝕性(内面)	維		φ600以下の口径に於ては、靴手溶接後の管内面塗装は殆ど不可能であり、容易に腐食する。						
		2. 耐蝕性(外面)	管外面は、重防食を施す必要があるが、取扱中の鋼がそのまま埋設されると孔食事故の原因となる。更に靴手部の塗覆被は、現場手作業となり、熟練を要するので、品質管理が困難である。これらのトラブルを防ぐ為には、電気防食が必要となる。ネジ靴手に於いては、ネジ部の腐食が懸念される。						
3. 耐用年数	理		25年(自治省地方公営企業法施工規則による償却耐用年数)				40年(同左)		
修理については完全に水を排除した後でなければ施工出来ない 修理及び増設工事については容易に施工可能である。									

の基準では、原則として計画日最大給水量の8～12時間分としており、配水量調整、水圧調整及び管路保護等のために設ける場合の給水塔の容量は、構造及び経済上、計画日最大給水量の1～3時間分とし、配水池を併設することとしている。

本計画においては、ポンプの稼動時間を1日当り12時間(昼間)としている。給水量の時間変化は、都市、農村等、給水区域の事情によって異なっているが、日本では朝夕のピークが高く、都市では夜間前半は比較的多いが、農村部では夜間は低くなる。バングラデシュにおける給水量の時間変化の資料はなく、また、単純に日本と比較することの難しさはあるが、バングラデシュ国の地方都市は日本の農村部に相当すると考えられ、生活習慣の違い(風呂、シャワーなど)を考えればバングラデシュでは、夜間の水使用は極端に少ないものと考えられる。

バングラデシュ国における時間別使用水量を仮定し、給水塔容量とポンプ稼動時間との関係について水収支計算を行なった結果を参考として、本計画においては、給水塔の容量を日給水量の20%程度とする。(資料 3-10-4 参照)

給水塔の高さは、水理計算の結果を考慮して定めるものとする。オランダの援助によるプロジェクトは、給水塔の最低水位を地盤より18～21mとしている。本計画においては、水理計算の結果をふまえて、最低水位を地盤より17.0mとして計画する。

給水塔の構造は Table 3-1-4 の比較表に示す様に鋼製及び鉄筋コンクリート製とも、それぞれに有利性をもっているが、本計画においては極力現地調達可能な資機材を使用して施設を計画する方針であること、及び鋼製では完成後の防蝕のための塗装工事にかなりの経費を要することもあり、鉄筋コンクリート製を採用することが望ましいと判断する。

給水の水質は、深井戸(地下水)であるから通常は細菌による恐れはないが、伝染病の発生など不慮の時を考えて、給水塔には簡易滅菌装置を設置する。また避雷針を設置する。

(X) 配水管

設計流量は時間最大給水量とする。時間最大給水量は時間計画給水量の2倍とする。

$$Q_D = q_{\max} = 2 \times q_{av} = 2 \times \frac{Q}{24}$$

ここに Q_D : 設計流量 (m^3/hr)
 q_{\max} : 時間最大給水量 (m^3/hr)
 q_{av} : 時間計画給水量 (m^3/hr)
 Q : 日計画給水量 (m^3/day)

管種は、口径 200 mm 以下の管については、バングラデシュ国内で生産されている PVC パイプ (Class B) を使用する。口径 250 mm 以上の管については、鋳鉄管 (輸入品) を使用する。

管径は設計流量、管内圧力などについての水理検討の結果決定されるが、将来の拡張計画をも考慮して決定する。

管内圧力は、配水管末端において 9 m (30ft、 0.9 kg/cm^2) を保持するものとする。

制水弁、排泥管室等は、維持管理上必要な個所に設置する。

配管網は、現在の人口分布状況、将来の人口増加地域、既存道路網の状況を考慮して選定する。

配水管の水理計算はヘーゼン・ウィリアムス公式により行ない、流速係数 C は、屈曲損失等を含めたものとして管種に関係なく一率に $C=110$ を採用する。

Table 3-1-4 給水塔の構造比較

項目	鋼製	鉄筋コンクリート製
建設材料	鋼材を日本より輸入することになる。	現地で調達可能な資材、セメント、砂利、砂、鉄筋などで建設が可能である。
貯水槽の防水性	貯水槽は溶接々合となり漏水の恐れはない。	防水モルタル、樹脂防水などが必要。
維持管理	防蝕のため、貯水槽の内部及び外部、支柱など全て定期的な塗装工事が必要である。	塗装の必要はない。
水温保持	鉄筋コンクリートに比べ、外気温、直射熱などの影響をうける。	外気温、直射熱などの影響は少ない。
基礎工事	鉄筋コンクリート製に比べ、重量が少ないため、基礎杭の本数は少なくなる。	鋼製に比べ、基礎杭は多くなる。
工事期間	鋼材の組立て、溶接により建設されるので、工事期間は短かくできる。	型枠、及び支保工の組立て、コンクリートの打設、養生などの期間が必要であり、工事期間は長くなる。
建設費用	安い。但し、バ国の様に輸入資材への関税が工事費に含まれることになると、一概に安くなるとは言えない。	基礎工事も大きくなり、工事費は高くなる。

(xi) 除鉄装置

テストボーリングの水質試験結果から、鉄分の多い Town については除鉄装置の設置を検討する。水質の項において既に述べてある様に、バングラデシュ国においては、鉄分が 5 mg 程度までは飲料水として許容される。しかし、DPHEとしては管路による給水施設 (Piped Water Supply System) においては鉄分を 2 mg 以下として給水したいとしている。

現在入手している DPHE が実施したテストボーリングの水質試験の結果からみると、Gaibandha と Kurigram の 2 Town において鉄分が高くなっている。しかし、これらの資料からでは鉄分の種類が確認できないこと、2 価のマンガン (Mn^{2+}) が測定されていないこと、及び両 Town とともに現在のテストボーリングで確認された水脈よりさらに深い位置に分布する水脈の水質は、鉄分が 2 mg 以下との情報等、不明な点がある。

鉄分の種類及び 2 価のマンガンの有無により、除鉄又は除マンガンの方法が異なり、また、鉄分が 2 mg 以下でマンガンに問題がなければ除鉄装置は不必要となる。

そのため、現在ある資料をもとに除鉄装置の基本設計を行なうが、建設工事費には計上せず、予備費に含めることとする。最終的には除鉄装置の必要性及びその形状は実施設計の際に詳細な調査を行なった上で決定することとする。

(xii) 浄水場

本計画においては、水源を原則として地下水に求めているが、地下水が、深さ、水量、水質などの面から、水源として適当でない場合には、河川水を利用することを考え、浄水場を計画する。

7 Town のうち 6 Town については、一部鉄分について検討を要する Town も含まれるが、水源を地下水とすることには問題がない。しかし、Sunamganj Town については、水量、水質、深さ及び既存の Hand Pump の水源との関係などから、水源を地下水にすることは適当でないと判断されるため、浄水場を計画し、河川水を処理して飲料水として住民に給水する計画とする。

浄水場施設の設計にあたっては、日本の水道施設設計基準を準用し、バングラデシュ国の事情を加味して設計するものとする。

(xiii) 各戸給水 (House Connection)

各戸給水は、原則的には受益者負担により施工されるものと考え、バ国側により建設されるものとして、本計画からは除外する。

(XIV) 公共水栓 (Public Post)

給水計画においては住民の50%については公共水栓 (Public Post) により給水する計画である。水道事業にとっては、各戸給水からの水道料金が基本的には唯一の収入源である。本計画の完成初期には各戸給水の数も少なく、水道事業を運営するに十分な収入は未だ得られない状況にあると言える。公共水栓からの給水は水道料金の徴収が難しく、無料給水が普通である。以上の事から、公共水栓の建設は各戸給水の普及に合わせて行なうことが望ましい。従って、本計画においては、各 Town に 10 個所程の公共水栓を建設するものとする。

本計画で建設される公共水栓は口径 13mm ($\phi 1/2''$) の PVC パイプで本管より 5 m 程度離れた位置に設けるものとする。給水栓は口径 13mm のもの 1 個とする。

(XV) 資材調達の方針

本計画の施設建設に使用する資機材は、工事完成後の保守、修理、及び拡張などが容易に出来るようにするため、バングラデシュ国内において生産又は調達可能なものとする。

施設の構造は、バングラデシュ国の技術水準からみて維持管理が容易で、簡単なものとし、複雑な構造、数多くの機械力の使用は避ける。しかし、バングラデシュ国内において、全ての資機材を生産または調達できるものではない。場合によっては工場の生産能力や販売店の在庫等に限りがあり、一時に多量の資材の調達が難しい。このような場合には、日本からの輸入品を使用するものとする。

このような場合には、日本からの輸入品を使用するものとする。

(XVI) 基礎処理工法 (資料 3-10-5 参照)

給水塔、ポンプ小屋、及び浄水場の諸施設の基礎処理については次のように考える。

これらの構造物の 7 Town における建設予定地での基礎地盤の調査は行なわれていないため、資料はない。しかし、バングラデシュ国内で実施された日本の無償援助プロジェクトにおいて調査された資料があり、次の通りである。

① 地耐力試験結果 (食糧倉庫建設計画)

Khulna	にて許容支持力	$q_a = 64 \text{ t/m}^2$
Bogra	"	$q_a = 6.1 \sim 6.9 \text{ t/m}^2$
Chittagong	"	$q_a = 7.9 \sim 8.0 \text{ t/m}^2$

Mymensingh にて許容支持力 $q_a = 68 \sim 85 \text{ t/m}^2$

② 杭の載荷試験結果 (Narayanganj 病院建設計画)

Narayanganj Town で実施された $\phi 400 \text{ mm}$ 深さ 16 m の現場打ち杭の載荷試験結果では、 80 t 載荷時における沈下量は極めて少ない事が確認され、 80 t 以上の極限支持力が十分に期待できることが判明している。

従って、通常杭の許容支持力として極限支持力の 3 分の 1 の値を採用しているが、本計画においては、試験時の状況を考慮して 80 t / 本の 2 分の 1 を許容支持力として採用することも可能と判断される。

7 Town の地盤は、全て第四紀沖積層であるから、上記、他プロジェクトの結果を本計画の基礎処理工法の検討に適用しても良いと判断される。

従って、本計画において建設される構造物のうち、荷重の少ない構造物、例えば、ポンプ小屋等においては、直接基礎工とし、その許容地耐力を 6 t/m^2 として設計する。

給水塔などの荷重の大きい構造物の基礎としては、鋼管杭及び鉄筋コンクリート柱が考えられるが、バングラデシュ国では、現場打ち鉄筋コンクリート杭が適当である。これは、施工機械として通常の井戸掘削機を使用することが可能であり、材料は全て現地に調達可能であることによる。

現場打ち杭は $\phi 400 \text{ mm}$ 、 $\ell = 16.0 \text{ m}$ として、その許容支持力は $q_a = 40 \text{ t/本}$ として設計する。

給水塔別の計画杭本数は次の通りである。

給水塔容量	杭本数
200 m^3	21 本
300 m^3	27 本
400 m^3	32 本
500 m^3	38 本

3-2 Narsingdi Town

3-2-1. Townの概況

(1) 位置及び概況

TownはDhaka Division Narsingdi Districtに属し、Dhakaの北東約35 km離れたMeghna川の右岸に位置している。TownのMunicipal areaは4sq. mileを有している。

交通は、Dhaka・Bhairab Bazarを結ぶ鉄道がTownを横断し、これを横切ってTownの西側をDhaka・Sylhetを結ぶ道路が通っている。南側はMeghna河の支川があり、この河川を利用した船舶の往来は古くから行なわれている。このような交通を利用して、古くから織物工業が盛んである。人口は1974年が39,140人、1981年が70,006人、1984年が97,726人を示し、Primary School 12、High School 6、College 2、Madrasha（回教学校）6、Kinder Garten（幼稚園）2、病院1を有している。

(2) 地形・地質

a. 地形

Townはインド国に源をなすMeghna河によって形成された氾濫堆積物が厚く堆積するため、地表面は平坦な地形を示しており、標高は6.6 mを示している。

Townは北側、東側がMeghna河に注ぐCanal川、南はMeghna河、西側はSylhet、Dhakaを結ぶ道路によって囲まれており、土地利用は東西に延びる鉄道敷と南に延びる鉄道敷に囲まれた所が中心市街地、東西に延びる鉄道敷より北側が新市街地、南に延びた鉄道敷より西側は田園地帯となっている。

b. 地質

地質は第四紀の河川堆積物が厚く堆積している。この堆積物は粘性土と砂質土の互層からなり、これらの地層は既存資料によると、南側に向って傾斜していることが推定される。

これら各層の分布状況は下記の通りである。

粘性土は、GL±0 mよりGL-45 m付近に分布する層、GL-130 m付近に層厚1.0 m前後で分布する層、GL-170 m付近に分布する層の3層が確認されている。これらの層はいずれも砂分を多く混入している。砂質土は細砂層と中砂層に分けられ、細砂層はGL-60 mから-100 mにかけて分布が認められ、中砂層はGL-100 mから-130 m、-140 mから-170 mにかけて分布が認められる。

(3) 水系

水系はインド国に源をなすMeghna河に属している。このMeghna河に合流する旧

Meghna 河 (Town の南側) は、上流が河道変遷の過程で塞き止められ現在の形になっているものと推定される。この河川に合流する小河川の Canal 川は Town の北側から東側にかけて流下している。

また、旧 Meghna 河と Canal 川が合流する付近には埠頭があり、船舶の往来が行なわれている。この旧 Meghna 河の水位は Table 3-2-1 に示すように、雨期明け頃の 9 月がピークを示し、H.W.L で 6.9 m、L.W.L で 5.6 m を示している。反面、低水位は乾期 (1, 2 月) にみられ、H.W.L で 1.7 m、L.W.L で 0.7 m を示している。なお、今までの記録では、H.W.L が 6.9 m (1954. 8. 31)、L.W.L が 0.6 m (1951. 1. 27) となっている。

Table 3-2-1 Meghna 河の水位変化

(m)

Year \ Month		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1980	H.W.L.	1.7	1.8	2.4	2.8	3.1	4.1	5.0	5.7	5.9	5.8
L.W.L.	0.9		0.7	1.0	1.5	2.4	3.0	4.1	5.0	5.6	4.0	2.0	1.4

* Record H.W.L. 6.9 m (Aug. 31, 1954)
L.W.L. 0.6 m (Jan. 27, 1951)

(4) 気 象

a. 降 雨

バングラディッシュ国の季節は大別して季期 (3~5 月)、モンスーン期 (6~10 月)、乾期 (11~2 月) に区分される。この内、降雨は夏季の 4 月からモンスーン期の 10 月にかけて見られ、特にモンスーン期においてはその量を多くしている。

Town における年平均降雨量は 2,100mm 前後を示し、全国平均の量と一致している。また、1983 年の記録は、Table 3-2-2 に示す通りである。

Table 3-2-2 Dhaka における月別降雨量

(mm)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1983*	10	28	126	192	504	353	376	710	232	320	0	41	2,891
1980*	3	31	52	145	412	325	386	259	292	298	0	0	2,203
1981*	10	42	112	274	411	325	356	187	320	82	9	35	2,163
1982*	0	15	81	104	154	514	-	-	-	-	-	-	

Table 3-2-2 に示される降雨量を見ると、総体的には3月～10月において月100mm以上の降雨量が見られ、5月～10月にかけてがその量が特に多い。この降雨量の多い季節はモンスーン期に当り、年降雨量の約90%を占めている。

b. 気 温

気温は当Townで測定していないので、Dhakaの記録を参考にすると、モンスーン期(7月)における平均気温は28℃、乾期は19℃となっている。また1980～1982年の気温変化は、Table 3-2-3に示す通りである。

Table 3-2-3

Dhaka における月別最高気温及最低気温

(°C)

Year \ Month		Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	Max.	24.8	27.2	31.9	35.7	29.7	31.3	30.5	32.5	29.3	30.7	29.0	26.5
	Min.	12.2	15.1	20.6	25.1	25.3	26.3	26.1	27.3	26.2	23.6	17.0	15.0
1981	Max.	26.3	27.4	30.8	35.7	31.9	32.7	35.3	33.4	31.7	33.3	30.0	25.4
	Min.	12.3	25.7	19.9	22.2	24.5	25.9	26.0	26.4	25.3	23.5	18.1	13.8
1982	Max.	26.3	27.3	30.6	32.6	-	31.6						
	Min.	12.3	14.8	18.9	22.6	-	26.0						

Table 3-2-3 に示す記録を見ると、気温が高くなる月は3月～11月にかけてであり、最高で30°C以上、最低で20°C以上を示している。反面低くなる月は1月であり、最高で25°C前後、最低で12°Cを示している。

3-2-2. 水理地質概要と地下水開発の可能性

1) 水理地質概要

一般に未固結層の場合、地下水が滞水しやすい地層は、その粒度分布によって左右され、粒度の粗いものは滞水能力に優れているが、細くなる程滞水層として期待することは困難になる。

Townに分布する地質は、地質の項に示すように、粘性土、細砂、中砂層より構成されている。これらを滞水層の能力として判断すると、細砂、中砂層は良、粘性土層は不良となる。

一方、Townにおける地下水利用状況は深井戸の場合、DPHEが3本(2本建設中)、工場が2本、C&Bが1本、鉄道が1本の計7本あり、Hand PumpはDPHEが399本、その他が365本の計764本ある。この内、DPHE関連の井戸はTable 3-2-4に示す通りである。

Table 3-2-4 既存井戸の状況

T/W No.	Total Depth	Soil of Aquifer	Screen		Pumpage	Static Water Level	Pumping Water Level	Time of Steady State Condition	Recovery Period	Water Quality			
			Length	dia.						pH	Fe	cl	T. Hard
1	400'	MS	80'	6"	15,900	14'4"	67'11"	90	420	6.5	1.0	45.45	
2	450'0"	FMS & MS	100'	6"	9,900	15'4"	82'5"	(720)	(300)	6.8	1.0	30.30	154
3	282'0"	MS & CS	100'	6"	20,000	10'9"	59'7"	-	-	-	-	-	-
Hand Pump	120'	FS & FMS	12'	1.5"	DPHE 399) Total 764 Public 365								

Table 3-2-4 に示す各井戸の地下水採水層は Hand Pump が細砂層、深井戸が中砂層を対象としている。

地下水位は、既存井戸の T.W/No 1 が建設時 (1981. 5. 15) で GL-4.3 m、今回の調査 (1984. 4. 7) で GL-6.2 m、T.W/No 2 が揚水試験時 (1983) で GL-4.1 m を示している。T.W/No 3 は現在建設中であるが、揚水試験時 (1984. 6. 7) で GL-3.2 m を示している。これらの結果より判断すると、乾期における地下水位は GL-6 m 前後が推定される。

水質は、既存データから判断すると飲料水として問題はないと判断される。

2) 地下水開発の可能性

地下水開発の可能性を (1) 項に示す既存資料を基に整理すると下記のようになる。

a. 水理定数

i 透水量係数 ($T=m^2/min$)

T.W/No 1 $T=0.18\sim0.37m^2/min$

ii 透水係数 ($K=cm/sec$)

$K=\frac{T}{m}$ より m = ストレーナの長さ

T.W/No 1 $K=1.2\sim2.6\times 10^{-2} cm/sec$

iii 比湧出量 ($S=m^3/day/m$)

T.W/No 1 $S=108m^3/day/m$

上記で示す直は間接的に滞水層の能力を示しており、上記で算出された値から判

断すると、Sがやや小さいが、T、Kが大きいことから、地下水を採水する中砂層は、地下水開発の対象層として適当であると判断される。

b. 井戸の影響圏

井戸の影響圏は通常、井戸の揚水試験を行う時、観測井を設け揚水に対する水位低下を観測して検討するが、既存データでは観測井を設けた試験が行なわれていないので、Table 3-2-5に示す値を参考にして下記のように判断した。地下水採水対象層は細砂～中砂であるから、井戸間隔は300m以上とすれば良いと考えられる。

Table-3-2-5 揚水井戸の影響範囲(土質試験法より)

土 質		影 響 半 径 R (m)	
区 分	粒 径 (mm)		
粗	レキ	> 10	> 1500
	レキ	2 ~ 10	500 ~ 1500
粗	砂	1 ~ 2	400 ~ 500
粗	砂	0.5 ~ 1	200 ~ 400
粗	砂	0.25 ~ 0.5	100 ~ 200
細	砂	0.10 ~ 0.25	50 ~ 100
細	砂	0.05 ~ 0.10	10 ~ 50
シルト		0.025 ~ 0.05	5 ~ 10

以上のa、bより判断すると、当Townにおける地下水開発は、井戸間隔を300m以上離し、揚水量を旧市街地で $Q=1.2m^3/min$ 、新市街地で $Q=1.5m^3/min$ 以下にすれば問題はないと判断される。

3-2-3. 水源計画

現在用いられている飲料水の水源は、1本の深井戸(揚水量 $72m^3/h$)と764本〔DPHEが399本、Public(Townが建設したもの)が365本〕の浅井戸(Hand pump)によってまかなわれており、河川水は利用されていない。

このような現況に対し、今後計画される飲料水の水源について検討すると下記のようなことになる。

a. 地下水

井戸関連資料によると、地下水が多く滞水していると推定される地層はGL-45m以深に分布する砂質土層であり、特にGL-100mから-130m、GL-140mから-170mに分布する中砂層はその量が多いと判断される。これらの層からの可能揚

水量は $45\text{m}^3/\text{h}$ から $90\text{m}^3/\text{h}$ のデータが得られており、特に新市街地では $90\text{m}^3/\text{h}$ のデータが得られている。また、3-3-2項に示すように当Townの地下水開発は可能である。

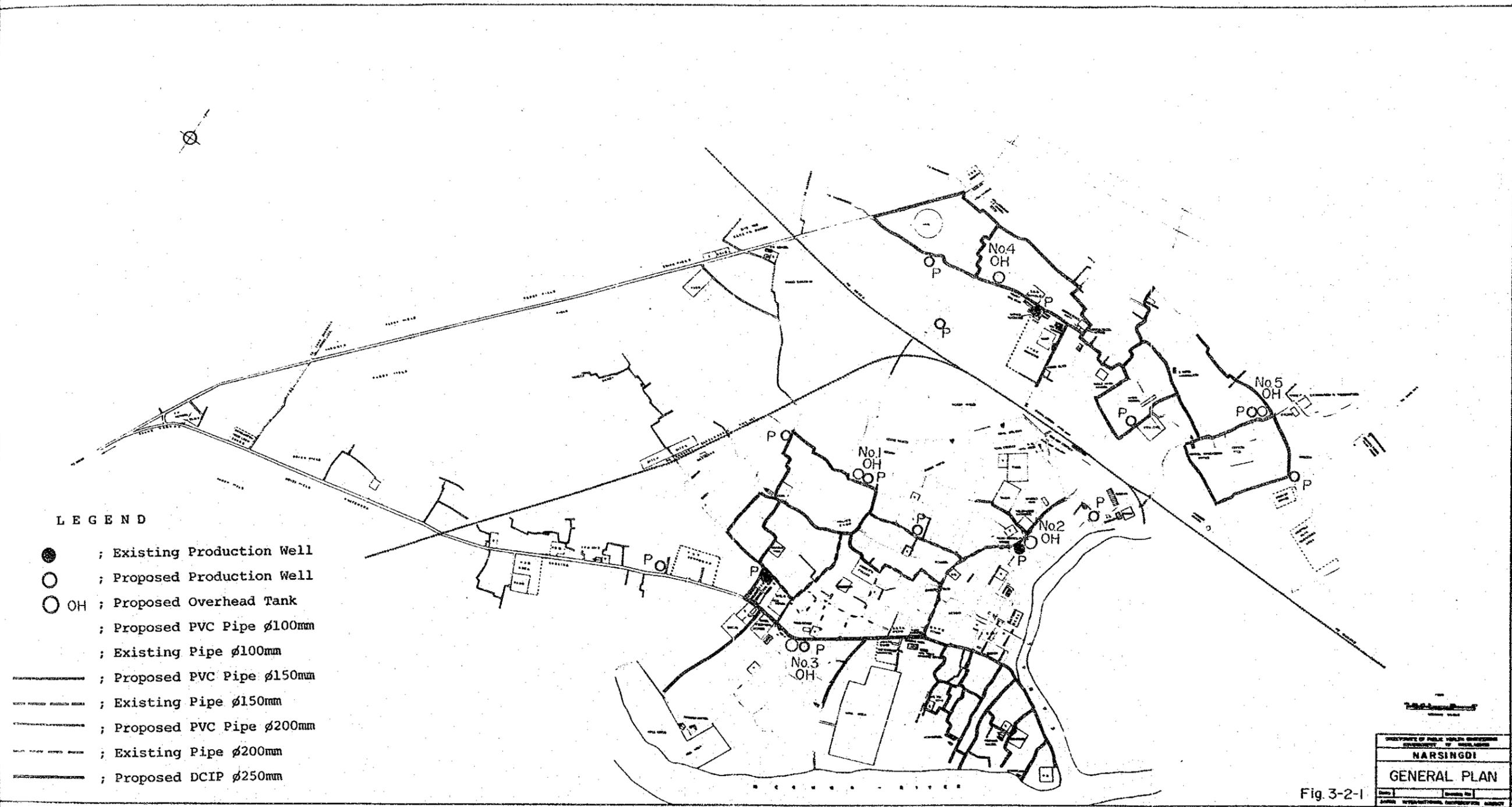
b. 河川水

Townの南側に位置する旧Meghna河は、4-1-2.(3)aの水系の項で述べるように、河道変遷の過程で上流側が塞ぎ止められている河川であるため、上流からの大きな流れは認められない。従って、この河川に流入する土砂によりやがて下流側が塞ぎ止められ、三日月湖を形成する河川と推定される。

また、この河川の水位は乾期においてTable 3-2-1に示すように低くなる。

これらの事より河川水を利用する場合、水源を旧河川に求めるのは問題があり、現在のMeghna河本流を利用しなければならないと判断される。

以上、a、bより、今回の水源は地下水に求めるのが良いと判断する。



LEGEND

- ; Existing Production Well
- ; Proposed Production Well
- OH ; Proposed Overhead Tank
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 100mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 100mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 150mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 150mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 200mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 200mm
- ; Proposed DCIP ϕ 250mm

DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS ENGINEERING	
GOVERNMENT OF WEST BENGAL	
NARSINGDI	
GENERAL PLAN	
Scale	Sheet No.
DATE: 19/11/2014	

Fig. 3-2-1

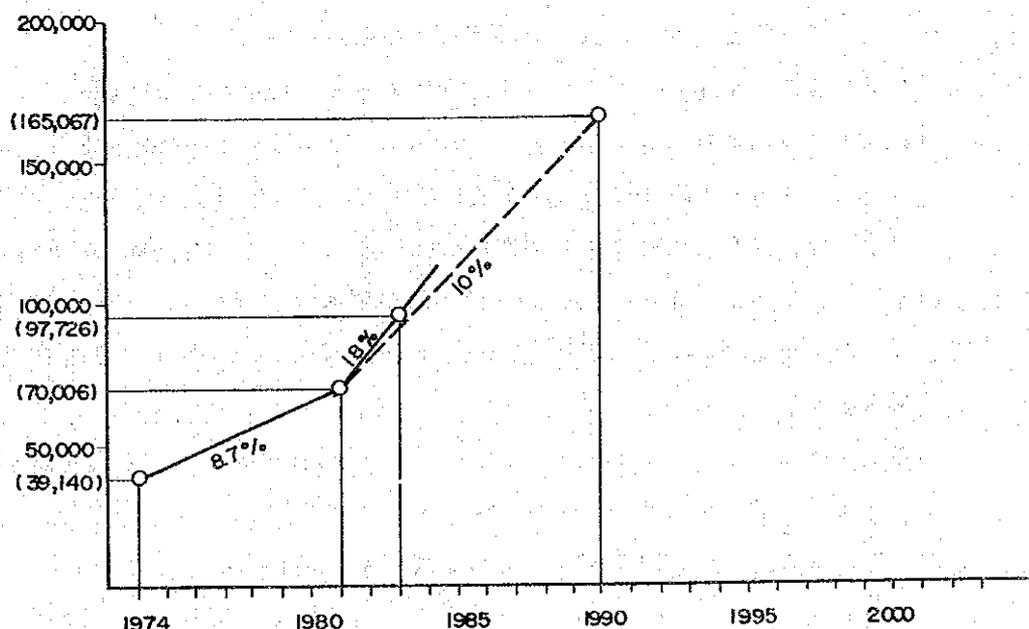
3-2-4. 給水計画

(1) 給水区域と給水人口

1974年と1981年のCensus人口と現在(1984~5)の人口は次の通りである。

1974年 Census 人口	39,140人
1981年 " "	70,006人
現在人口は	97,726人

図示すると、下図の様になる。



1974年から1981年までの平均増加率は8.7%、1981年から現在までの平均増加率が18%となっている。最近における人口流入の著しいことが認められるが、これが継続的に続くとは考えられないが、1974年から1981年までの増加率も平均8.7%と他地区より高い値であるので、本計画では、1981年から1980年(計画目標年次)までの年平均増加率を10%として計画するものとする。1990年におけるTownの人口は165,000人となる。

現在の人口分布状況、集落の形成状況、将来の住宅地の発展方向を考慮して給水区域を定めた。その区域内の人口数を求めると、Town人口の92%となる。給水人口は152,700人となる。

(2) 給水量

給水人口152,700人に対する、計画給水量は、次の通りとなる。

$$Q = 81 \ell / \text{人} \cdot \text{日} \times 152,700 \text{人} = 12,369 \text{m}^3 / \text{day}$$

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸の口径と揚水量

一般に揚水量を多く必要とする場合、口径の大きい井戸が掘られ、更に多量が必要とする場合、井戸の深度を深くして多層から採水される。

今回の場合、Table 3-2-4を参考にすると、口径6"で揚水を行なった場合Draw downは16~20mを示している。この結果から判断すると、これ以上のDraw downは井戸寿命に関係すると判断されるため、口径は6"とする。

揚水量は、既存資料によると明確な値は得られていないが、Draw downから判断して、Table 3-2-4に示す値が経済揚水量と判断されるため、計画揚水量は、市街地では $Q=1.2 \text{m}^3 / \text{min}$ 、新市街地では $Q=1.5 \text{m}^3 / \text{min}$ とする。

b. 採水深度

採水深度は、Fig. 3-10-1-11及び3-10-1-12に示す地質推定断面図より判断すると市街地ではGL-100m~-130mに分布する中砂層を対象とし、新市街地ではGL-60m以深に分布する中砂層を対象とする。

c. 井戸本数

井戸本数は、1本当りの揚水量と給水量から判断すると下記のようなになる。

なお、既存の井戸は総て利用するものとする。

$$x = \frac{Q}{Q_y}$$

Q = 給水量 m^3 / min

Q_y = 1本当りの揚水量 m^3 / min

i 市街地

$$Q = 8.97 \text{m}^3 / \text{min}$$

既存井戸は、T.W No. 1 = $1.2 \text{m}^3 / \text{min}$ T.W No. 2 = $0.8 \text{m}^3 / \text{min}$

$$Q = 8.97 - (1.2 + 0.8)$$

$$= 6.97$$

$$x = \frac{6.97}{1.2} = 5.8 = 6 \text{本}$$

以上の事より、計画井戸が6本、既存井戸が2本、計8本となる。

ii 新市街地

$$Q = 8.21 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$x = \frac{8.21}{1.5} = 5.5 = 6 \text{ 本}$$

現在建設中の井戸は $Q=1.5 \text{ m}^3/\text{min}$ が可能なので、計画井戸は5本となる。

以上の事より、必要井戸本数は全部で14本必要となるが、現在3本が建設あるいは建設中なので計画井戸本数は11本となる。

d. 計画井戸の配置

井戸の配置は、既存井戸を考慮し、井戸の相互干渉を生じないように、井戸の間隔をとってFig 3-2-1に示すよう配置した。

(ii) ポンプ設備

井戸内の吸水位を地表(GL)から $\ominus 2.5 \text{ m}$ 、吐水位を地表より 20.0 m 高さ(給水塔高水位)とすると、実揚程は 45.0 m となる。吸水位は、ポンプの揚水量、井戸の位置と地質状態の違いにより異なるが、本計画では、井戸全て同じと仮定する。

各井戸について、揚水量、送水管の口径と延長から送水管での損失水頭を計算し、全揚程を求め、ポンプ型式、段数、モーター出力などを求めると、Table 3-2-6に示す通りとなる。

(iii) 給水塔

Narsingdi Townでの計画給水量は $12369 \text{ m}^3/\text{day}$ であるから、所要容量は、計画給水量の20%とすると 2473 m^3 となる。給水塔の位置と数、配水管網を極力 200 mm 以下の口径の管を使用することを前提として水理計算を行なった結果にもとづき、給水塔を5基建設するものとする。位置は設計図に示す通りである。

給水塔の高さは、水理計算の結果に余裕を加えて地表面(G.L.)より 17.0 m とする。給水塔の容量は、 500 m^3 容量のもの5基とする。

(iv) 配管計画

配水管の配置は、人口の分布状況、既存の井戸及び配水管の位置、道路の分布状況、将来の住宅地の開発方向などを考慮して決定した。

配水管は、1部口径 250 mm 管(鑄鉄管)を使用しているが、あとは全てPVC管を使用している。

Table . 3-2-6 ポンプ設備計算表

Description	Well No.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. 実揚程 <i>m</i>	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
				(既存)			(既存)			(既存)				
2. 揚水量 <i>ℓ/sec</i>	23.95	23.95	16.43	16.43	16.44	17.43	17.43	17.44	22.07	22.07	22.07	23.60	23.60	23.60
	(47.9)	(47.9)	(32.86)	(32.86)		(34.86)	(34.86)		(44.13)	(44.13)		(47.20)	(47.20)	(47.20)
3. 送水管 管種	鑄鉄管	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
管径 <i>mm</i>	200,200	150,200	150,200	150,000	150,000	150,200	150,200	150,000	200,250	200,000	200,250	200,000	200,200	200,200
管長 <i>m</i>	440.40	30.40	630.70	30.70	490	440.310	180.310	40	220.130	230	360.130	860	30.40	360.40
4. 送水管での損失水頭 <i>m</i>	3.16	1.43	7.57	1.01	5.37	8.73	5.55	0.48	1.76	1.07	2.41	4.53	0.92	2.65
5. 全揚程 <i>m</i>	48.16	46.43	52.57	46.01	50.87	53.73	50.55	45.48	46.76	46.07	47.41	49.53	45.92	47.65
6. ポンプ型式	Turbine	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7. 段数	12	12	14	12	13	14	13	12	11	11	12	13	12	12
8. モーター出力 <i>KW</i>	19	19	15	15	15	15	15	15	15	15	19	19	19	19

水理計算は、設計条件に基づいて、管網として行なった。その結果、幹線及び支線末端において9.0 mの水圧(0.9kg/cm²)は十分確保されている。

(v) 公共水栓

幹線及び支線水路における最低水圧9.0 mの場合、φ13mmの給水栓からの流出量は、20ℓ/min(14.4m³/12hr)である。

住民50%には公共水栓により給水する計画であり、その計画給水量は次の通りである。

$$Q = 152,700 \text{人} \times 0.5 \times 34 \text{ℓ/人} \cdot \text{日} = 2,595.9 \text{m}^3/\text{day}$$

従って、所要公共水栓の栓数は180個とする。給水栓の数は給水区域の広さ、公共水栓の対象となる住民の分布状況、利用頻度の予測などから決定されることになる。

公共水栓からの給水は、水道料金の徴収が難しく、一般的には無料である。水道事業が成り立つためには、各戸給水の普及とバランスのとれた公共水栓の建設が必要であると考えられる。

本計画においては、10ヶ所分の公共水栓を建設するものとし、残りの分については、今後の各戸給水の普及状況に合わせて、バ国政府により建設されるものと考えられる。

3-2-5. 計画の内容

(1) DPHEにより既に完成している給水施設

DPHEが既に自己資金により建設した給水施設の内容は、Table 3-2-7に示す通りである。

(2) 本計画により建設される給水施設

本計画全体の給水施設の内容と、既にDPHEにより完成している施設内容とから、本計画により建設される給水施設の内容は、Table 3-2-7に示す通りとなり、その平面計画はFig. 3-2-1に示す通りである。

Table. 3-2-7(1) 本計画により建設される給水施設の概要

Narsingdi

施設	仕様	計画全体	DPHEによる既完成分	新規工事分
1.生産井	別紙の通り	14	3	11
2.ポンプ設備	別紙の通り	14	0	14
3.ポンプ小屋	レンガ造、ポンプ室 12.3m ² ドライバールーム 8.8m ²	14	1	13
4.送水管	別紙の通り	—	—	—
5.給水塔	容量 500×5m ³ 高さ 17m 鉄筋コンクリート造	5	0	5
6.配水管	CIP $\phi 250$ mm	780m	m	780m
	PVC Pipe $\phi 200$ mm	9,192m	962m	8,230m
	$\phi 150$ mm	10,536m	1,206m	9,330m
	$\phi 100$ mm	23,945m	825m	23,120m
	合計	44,453m	2,993m	41,460m
	舗装別内訳は別紙の通り			
7.配水管附帯施設工事	スルースバルブ(室) $\phi 250$ mm	3	—	3
	" $\phi 200$ mm	40	2	38
	" $\phi 150$ mm	74	6	68
	" $\phi 100$ mm	184	4	180
	排泥管 $\phi 200$	5	Wash-out 1ヶ所	5
	" $\phi 150$	10		10
	" $\phi 100$	2		2
	管末端工 $\phi 100$	35		35
	" $\phi 150$	3		3
" $\phi 200$	—		—	
8.Public Post		16	6	10

Table. 3-2-7 (2) 生産井、ポンプ設備及び送水管の諸元

施設	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14																
1. 生産井	<table border="0" style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:10%;"></td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.1 (既存)</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.2 (既存)</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.3 (既存)</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.4 (既存)</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.5 (既存)</td> </tr> </table>															No.1 (既存)			No.2 (既存)			No.3 (既存)			No.4 (既存)			No.5 (既存)		
	No.1 (既存)			No.2 (既存)			No.3 (既存)			No.4 (既存)			No.5 (既存)																	
口径	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150	φ300×150																
深さ	169	169	169	169	169	169	169	169	115	115	115	115	115	115																
ストレーナー 長さ (m)	24	24	24	30	24	24	24	24	24	30	24	24	24	24																
2. ポンプ設備	<table border="0" style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:10%;"></td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.1</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.2</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.3</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.4</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.5</td> </tr> </table>															No.1			No.2			No.3			No.4			No.5		
	No.1			No.2			No.3			No.4			No.5																	
型式	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D	B8D																
段数	12	12	14	12	13	14	13	12	11	11	12	13	12	12																
モーター出力	19	19	15	15	15	15	15	15	15	15	19	19	19	19																
3. 送水管	<table border="0" style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:10%;"></td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.1</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.2</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.3</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.4</td> <td colspan="3" style="text-align:center;">No.5</td> </tr> </table>															No.1			No.2			No.3			No.4			No.5		
	No.1			No.2			No.3			No.4			No.5																	
管径	200, 200	150, (200)	150, 300	150, (200)	150	150, 200	150, (200)	150	200, 250	200	200, (250)	200	200, 200	200, (200)																
管長	440, 40	30, (40)	630, 70	30, (70)	490	440, 310	180, (310)	40	230, 130	230	360, (130)	860	30, 40	360, (40)																
4. 送水する 給水塔の 番号	No.1 (500)	No.1	No.2 (500)	No.2	No.2	No.3 (500)	No.3	No.3	No.4 (500)	No.4	No.4	No.5 (500)	No.5	No.5																

Table.3-2-7(3) 送水管及び配水管の舗装別内訳
(新規工事分のみ)

Narsingdi

項 目	舗 装 種 別					備 考
	As	R.C	Bricks	Kutcha	計	
1. 送水管						No.1~14 Well-14 Nos
$\phi 6''$ (道路並列)	1,240	180	280	140	1,840	
$\phi 8''$ (" 並列)	1,270		1,250	420	2,940	
(" 横断)	20				20	
$\phi 10''$ (" 並列)	130				130	
合 計	2,660	180	1,530	560	4,930	
2. 配水管						
$\phi 4''$ (道路並列)	3,060	5,460	12,760	1,520	22,800	
" (" 横断)	130	130	60		320	
小 計	3,190	5,590	12,820	1,520	23,120	
$\phi 6''$ (道路並列)	1,560	2,800	4,920		9,280	
" (" 横断)	30	10	10		50	
小 計	1,590	2,810	4,930		9,330	
$\phi 8''$ (道路並列)	2,510	1,430	3,860	370	8,170	
" (" 横断)	40	10	10		60	
小 計	2,550	1,440	3,870	370	8,230	
$\phi 10''$ (道路並列)	780				780	
小 計	780				780	
合 計	8,110	9,840	21,620	1,890	41,460	

3-3 Jenidah Town

3-3-1. Town の概要

(1) 位置及び概況

TownはKhulna Division, Jenidah Districtに属し、Jessoreの北約43 km離れた所に位置している。TownのTotal areaは182sq.mile、Municipal areaは6 sq. mileを有している。

交通はTownの中をKhulna - Kushtiaを結ぶ道路が縦断し、Magura - Meherpurを結ぶ道路が横断している。従って、このような道路を利用した商業活動は盛んである。

人口は、1961年が18,130人、1974年が34,020人、1981年が49,355人、1984年が74,959人となっており、Primary School 10、High School 6、College 2、Madrasha (回教学校) 2、病院3を有している。

(2) 地形・地質

a. 地 形

地形はGanges河によって形成されたデルタ上に位置するため、地表面は平坦であり、標高は10.5 mを示している。

Townは、南北を縦断する道路と東西を横断する道路によって4区分されているが、市街地は交差点を中心として、各道路沿いに広がっており、郊外は田畑を主とする田園地帯である。

b. 地 質

地質は第四紀の河川堆積物が厚く堆積している。この堆積物は層相が粘性土、砂質土、砂礫層からなり、それらは下記の通りである。

粘性土は地表部に分布しており、層厚は15 m前後を示している。また、この粘性土は全体に砂分が混入している。砂質土は粘性土の下位に分布し、層厚は60 m前後を示す細砂層よりなる。この層には所々、粘性土、中砂が挟在している。砂礫層はGL-75 m前後より認められ、中砂、粗砂が多く混入している。

(3) 水 系

Townの北側から東側を通り、南に流下するNabaganga川は、Magura、Narailを通過して、ヒマラヤに源をなすGanges河の支川Madhumati川にKhulnaで合流している。

このNabaganga川は、川幅80 m前後で、乾期には水がわずかに流れる河川である。

(4) 気 象

a. 降 雨

Town における年平均降雨量は 1,700 mm 前後を示し、全国平均を下廻っている。
また、過去 3 年間の降雨量は、Table 3-3-1 に示す通りである。

Table 3-3-1 Jenidah における月別降雨量 (mm)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1981	-	-	-	244	303	90	393	204	184	18	0	102	
1982	0	24	155	147	152	238	188	185	179	10	76	0	1,354
1983	0	15	64	61	253	243	224	513	147	128	3	19	1,670

Table 3-3-1 に示す降雨量を見ると、3 月から 10 月にかけて降雨量が多いが、4 月から 9 月にかけてが特に多い。

反面、降雨量の少ない月は乾期にあたる 1 月～2 月にかけてであり、特に 1 月における降雨はほとんどみられない状況である。

b. 気 温

気温は当 Town で測定していないので、Jessore の記録を参考にすると、モンスーン期における平均気温は 28.5℃、乾期は 19℃である。また、1980～1982 年の気温変化は、Table 3-3-2 に示す通りである。

Table 3-3-2 Jessore における月別最高及び最低気温

(°C)

Year \ Month		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1980	Max.	25.3	28.6	32.4	38.1	35.2	32.4	31.8	32.1	33.7	31.4
Min.	11.9		14.9	20.3	25.2	24.2	26.1	26.2	26.2	26.1	23.1	15.2	13.2
1981	Max.	24.9	27.4	31.4	31.7	33.0	33.4	32.0	32.5	32.3	33.1	30.6	25.0
	Min.	11.9	15.2	19.1	22.4	24.4	26.4	25.8	26.0	25.7	22.7	16.3	12.6
1982	Max.	27.1	28.1	31.1	34.9	36.6	33.4						
	Min.	12.4	15.2	18.2	21.7	24.7	25.5						

Table 3-3-2 に示す記録を見ると気温が高くなる月は、3月～11月にかけてであり、最高で30°C以上、最低で15°C以上の気温を示している。反面低くなる月は1月であり、最高で25°C前後、最低で12°C前後の気温を示している。

3-3-2 水理地質概要と地下水開発の可能性

(1) 水理地質概要

Town に分布する地質は、地質の項に示すように、粘性土、砂質土、砂礫層より構成されている。これらを滞水層の能力として判断すると、砂礫層はきわめて良、砂質土層は良、粘性土は不良となる。

一方、Town における地下水利用状況は深井戸の場合、DPHEが2本(1本建設中)WDBが1本、病院が1本、Collegeが1本の計3本あり、Hand pump は、DPHEが397本ある。この内、DPHE関係の井戸は、Table 3-3-3に示す通りである。

Table 3-3-3 既存井戸の状況

T/W No.	Total Depth	Soil of Aquifer	Screen		Pumpage	Static Water Level	Pumping Water Level	Time of Steady State Condition	Recovery Period	Water Quality			
			Length	dia.						pH	Fe	Cl	T. Hard
1	415'4"	CS & G	80'	6"	28,560	13'	22'3"	240	5		0.6	90	342
2	416'8"	CS & G	80'	6"	36,240	8'3"	22'3"	240	22	6.7	1.4	7	261
Hand Pump	140'	FS & MS	-	1.5"	397								

Table 3-3-3に示す各井戸の地下水採水層は Hand pump が細砂～中砂層、深井戸が粗砂～砂礫層を対象としている。

地下水位は、T.W No. 1 が建設時（1982. 5. 10）でGL-3.9m、今回の調査（1984. 4. 4）でGL-4.1m、T.W No. 2 が揚水試験時（1983. 9. 13）でGL-2.5m 今回の調査（1984. 4. 4）でGL-3.8mを示している。この結果から判断すると乾期における地下水位はGL-4mと推定される。

水質は、既存資料によると飲料水として問題はないと判断される。

(2) 地下水開発の可能性

地下水開発の可能性は(1)項に示す既存資料を基に整理すると下記のようなになる。

a. 水理定数

i 透水量係数 ($T=m^2/min$)

T.W No. 1 $T=1.9\sim 2.6 m^2/min$

T.W No. 2 $T=6.2\sim 8.2 m^2/min$

ii 透水係数 ($K=cm/sec$)

$K = \frac{T}{m}$ より $m = \text{ストレーナーの長さ}$

T.W No. 1 $K=1.3\sim 1.8 \times 10^{-1} cm/sec$

T.W No. 2 $K=4.3\sim 5.7 \times 10^{-1} cm/sec$

iii 比湧出量 ($S=m^3/day/m$)

T.W No. 1 $S=1,122 m^3/day/m$

T.W No. 2 $S=942 m^3/day/m$

上記で算出された値から判断すると、T,K,Sいずれもが大きい値を示すことから地下水を採水する砂礫層は、地下水開発の対象層として適当であると判断される。

b. 井戸の影響圏

井戸の影響圏はTable 3-2-5に示す値のうち、地下水採水対象となる層は粗砂から砂礫層であるから井戸間隔は1,000m以上とすれば良いと考えられる。

以上のa、bより判断すると、当Townにおける地下水開発は、井戸間隔を1,000m以上離し、揚水量を $Q=180\text{m}^3/\text{hr}$ 以下にすれば問題はないと判断される。

3-3-3. 水源計画

現在Townの飲料水は、1本の深井戸（揚水量 $68\text{m}^3/\text{h}$ ）と397本（市街地）のHand pumpによってまかなわれており、河川水は利用されていない。

このような現況に対し、今後計画される飲料水の水源について検討すると下記のようなことになる。

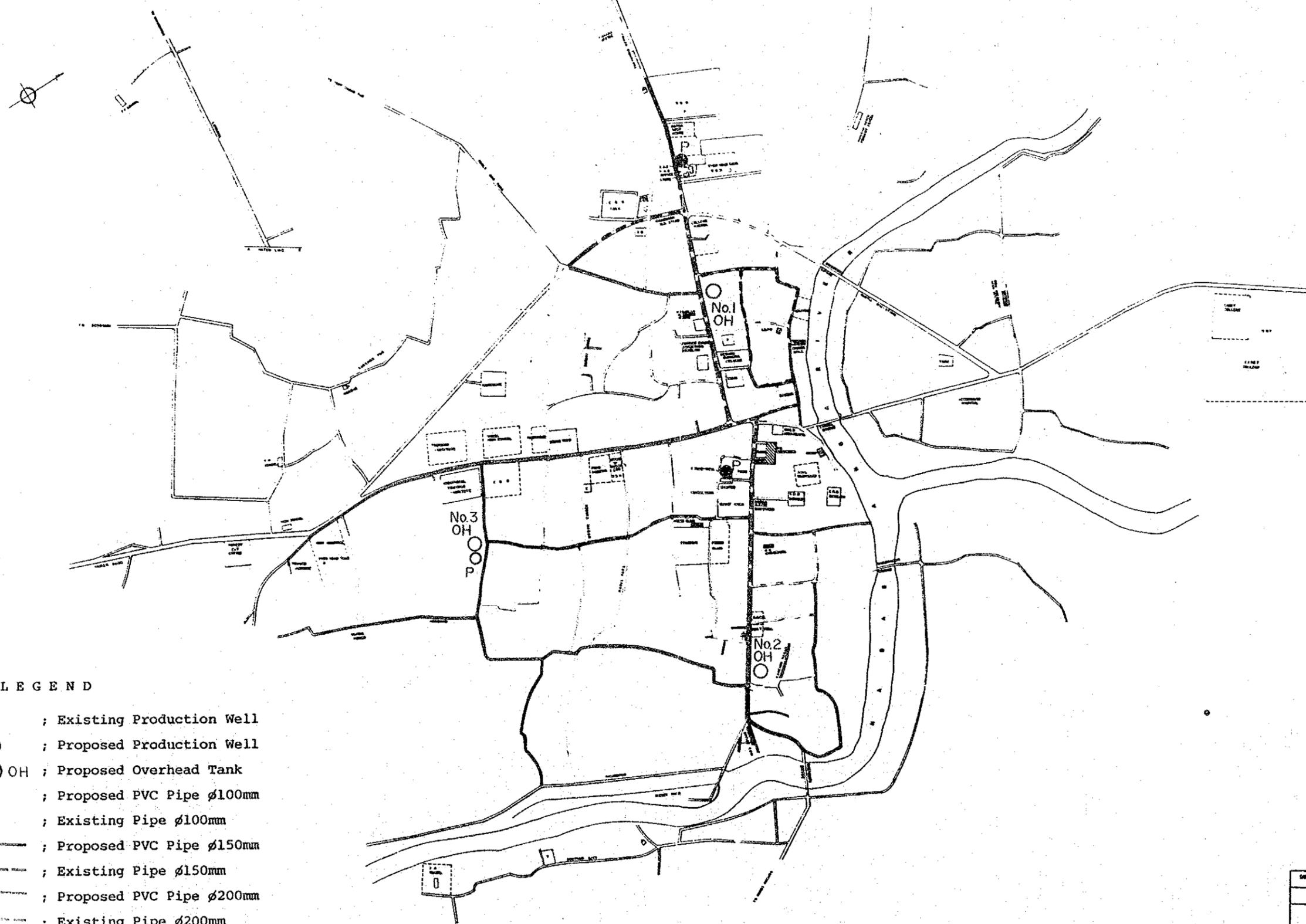
a. 地下水

現在建設中及び建設されている井戸関連資料によると、地下水が多く、滞水しやすい地層（砂、砂礫）が浅い所より確認されている。また、その層からの揚水試験では井戸1本当りの揚水量が $130\text{m}^3/\text{h}\sim 165\text{m}^3/\text{h}$ 、その時のDraw downが3m前後のデータが得られている。また、3-3-2項に示すように当Townの地下水開発は可能と判断される。

b. 河川水

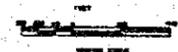
Townの東側を流れるNabaganga川は、乾期には水が少なくなり、流れはわずかである。

以上のa、bより水源について選定すると、水源は地下水に求めるのが良いと判断する。



LEGEND

- ; Existing Production Well
- ; Proposed Production Well
- OH ; Proposed Overhead Tank
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 100mm
- ; Existing Pipe ϕ 100mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 150mm
- ; Existing Pipe ϕ 150mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 200mm
- ; Existing Pipe ϕ 200mm



DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING GOVERNMENT OF BANGLADESH	
JHENIDA	
GENERAL PLAN	
Date	Drawing No.
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. 3-3-1

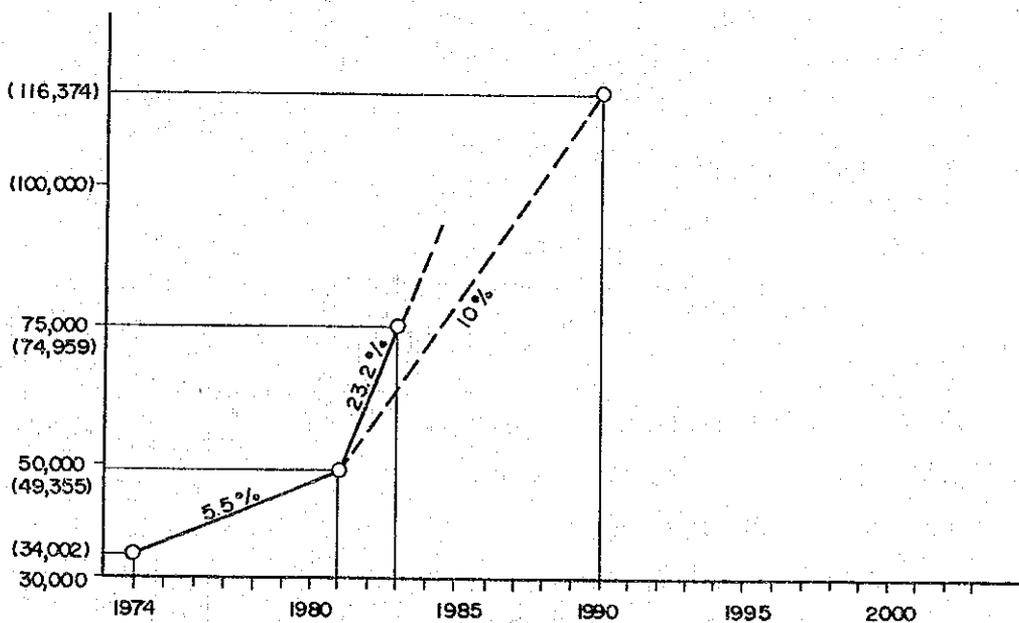
3-3-4. 給水計画

(1) 給水区域及び給水人口

1974年と1981年のCensus人口と現在(1984~5)の人口は次の通りである。

1974年	Census人口	34,002人
1981年	" "	49,355人
現在(1984~5)	の人口	74,959人

図示すると、下図の様になる。



1974年から1981年までの平均人口増加率は5.5%、1981年から現在までの平均増加率は23%となっており、最近は農村地帯からの人口流入の著しいことが認められる。しかし、これが継続的に増加するとは考えられないし、また、中央又は地方政府により対策が講じられると予想されるため、1981年から計画目標年次(1990年)までの人口増加率を平均10%として計画する。1990年における予想人口は116,000人となる。

現在の人口分布状況、集落の形成状態、将来の発展方向を考慮して、給水区域を求め、その人口数を求めるとTown人口の59%となる。従って、給水人口は69,000人(1990年人口)となる。

(2) 給水量

給水人口69,000人に対して、計画給水量を求めると次の通りである。

$$Q = 81 \text{ l/人} \cdot \text{日} \times 69,000 \text{ 人} = 5,589 \text{ m}^3 / \text{day}$$

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸の口径と揚水量

既存資料によると井戸の口径は6"で揚水量は130~165 t/h、Draw downは3~4 mの値が得られている。

しかし、揚水量に関しては明確な経済揚水量が得られていないが、既存データから判断して、揚水量は180 m³/hが期待出来ると推定する。この場合、揚水量が多いことから口径は8"とする。

b. 採水深度

採水深度はFig. 3-10-1-2に示す地質推定断面図より判断すると、GL-7.5 m以深に認められる砂礫層を対象とする。

c. 井戸本数

$$x = \frac{Q}{Q_y} = \frac{5,589}{180 \times 12} = 2.6 \div 3 \text{本}$$

(ii) ポンプ設備

井戸内の吸水位を地表(GL)より \ominus 20.0 m、吐水位を地表より20.0 m高い、給水塔の高水位とすると実揚程は40.0 mとなる。

各井戸について、ポンプ設備について検討すると次表の通りとなる。

Table 3-3-4 ポンプ設備諸元

項目	井戸毎	1	2	3
1. 実揚程		40.0	40.0	40.0
2. 揚水量		43.1	43.1	43.1
3. 送水管:管種		鑄鉄管	"	"
	:口径 mm	200	250	270
	:延長 m	530	690	40
4. 送水管でのロス	m	8.51	3.73	0.64
5. 全揚程	m	48.51	43.73	40.64
6. ポンプ型式		多段タービン	"	"
7. 段数		7	7	6
8. モーター出力	KW	30	30	30

(iii) 給水塔

給水塔の所要容量は

$$V = 5,589 \times 0.20 = 1,117.8 \text{ m}^3$$

となるので、給水塔の配置を考慮して 400 m^3 容量のものを 3 基を計画する。

(iv) 配水管

配水管の配置は、人口の分布状況、既存の井戸及び配水管の位置、道路状況、将来の住宅地の開発方向などを考慮して決定した。配水管は全て PVC パイプを使用する。

水理計算は、設計条件にもとづき、管網としての計算を行ない、幹線及支線末端において 9.0 m (0.9 kg/cm^2) の水圧を確保している。

(v) 公共水栓 (Public Post)

$\phi 13 \text{ mm}$ の水栓からは、 20 l/min ($14.4 \text{ m}^3/12 \text{ hr}$) の吐出量がある。住民の 50% には公共水栓により給水する計画であるから、その給水量は

$$Q = 69,000 \text{ 人} \times 0.5 \times 34 \text{ l/人} \cdot \text{日} = 1,173 \text{ m}^3/\text{day}$$

従って、公共水栓の所要個数は、82 個所となる。

本計画においては、10ヶ所分を建設するものとし、残りはバ国政府により建設されるものとする。

3-3-5. 計画の内容

(1) D P H E により既に完成している給水施設

D P H E が既に自己資金により建設した給水施設の内容は、Table 3-3-5 に示す通りである。

(2) 本計画により建設される給水施設

本計画全体の給水施設の内容と、既に D P H E により完成している施設内容とから、本計画により建設される給水施設の内容は、Table 3-3-5 に示す通りとなり、その平面計画は Fig. 3-3-1 に示す通りである。

Table 3-3-5(1) 本計画により建設される給水施設の概要

Jenidah

施設	仕様	計画全体	DPHEによる 既完成分	新規工事分
1.生産井	φ380mm×φ200mm 深さ135m, ストレーナー 24m	3 ㏩s	2 ㏩s	1 ㏩
2.ポンプ設備	B10D 7段×30KW×2台 B10D 6段×30KW×1台	3 台	0	3 台
3.ポンプ小屋	レンガ造り, ポンプ室12.3m ² ドライバー室 8.8m ²	3 ㏩s	1 ㏩s	2 ㏩s
4.送水管	㏩1 ポンプ場 φ200mm ㏩2 " φ250mm ㏩3 " φ200mm 合計	530m 690m 40m 1,260m	- - - -	530m 690m 40m 1,260m
5.給水管	容量 400m ³ , 高さ17m 鉄筋コンクリート造	3 基	0	3 基
6.配水管	PVC Pipe φ200mm " φ150mm " φ100mm " 合計 舗装別内訳は別紙の通り	6,686m 6,378m 13,693m 26,757m	1,186m 3,348m 2,103m 6,637m	5,500m 3,030m 11,590m 20,120m
7.配水管附帯 設工事	スルースバルブ(室) φ200mm " φ150mm " φ100mm 排泥管 φ200mm " φ150mm 管末端工 φ100mm " φ150mm " φ200mm	33ヶ所 28 " 64 " 2 " 3 " 10 " 3 " 2 "	4ヶ所 6 " 3 " Wash-out 9 ㏩s	29ヶ所 22 " 61 " 2 " 3 " 10 " 3 " 2 "
8.Public Post		15ヶ所	5ヶ所	10ヶ所

Table 3-3-5(2) 送水管及配水管の舗装別内訳
(新規工事分のみ)

Jenidah

項目	種別	舗装種別				計	備考
		As	R. C	Bricks	Kutchra		
1.送水管							
	φ8" (ⅰ1)	690m				690m	
	(ⅰ2)	530				530	
	(ⅰ3)				40	40	
	計	1,220			40	1,260	
2.配水管							
	φ4" (道路並列)	720m	220m	4,290m	6,190m	11,420m	
	" (" 横断)	1000	10	40	20	170	
	小計	820	230	4,330	6,210	11,590	
	φ6" (道路並列)	940	—	830	1,250	3,020	
	" (" 横断)	—	—	10	—	10	
	小計	940	—	840	1,250	3,030	
	φ8" (道路並列)	2,390	—	1,070	1,990	5,450	
	" (" 横断)	40	—	—	10	50	
	小計	2,430	—	1,070	2,000	5,500	
	合計	4,190	230	6,240	9,460	20,120	

3-4 Chuadanga Town

3-4-1. Townの概況

(1) 位置及び概況

TownはKushtia Division、Chuadanga Districtに属し、Jenidahの西方約40 km離れたインドとの国境近くに位置し、TownのTotal areaは112sq. Mile municipal areaは、1257sq. mileを有している。

交通は、バングラデシュ国西側を縦断する鉄道がTownを通り、それと交差する国道が横断している。従って、Townはこれらの交通を利用した商業活動が盛んである。

人口は、1974年が36,381人、1981年が47,815人、1984年が約60,000人を示し、Primary school 6、High school 4、College 2、病院3を有している。

(2) 地形・地質

a. 地形

地形はGanges河によって形成されたデルタ上に位置するため、地表面は平坦であり、標高は12.0 mを示している。

Townは東側を縦断する鉄道と西側を縦断するMathabhanga Riverによって挟まれており、これらを横断する道路(Meherpur-Jhenidah線)により南北に大きく2分されている。

市街地は、Townを横断する道路沿いを主にして広がっており、Townの外周部は田園地帯となっている。

b. 地質

地質は、第四紀の河川堆積物が厚く堆積している。この堆積物の層相は粘性土、砂質土、砂礫層からなり、それらは下記の通りである。

粘性土は地表部に広く分布しており、層厚は8 m前後を示している。この層の下位に分布する粘性土分を多く含む細砂層は、Townの南側に見られ、北側では欠除している。これらの層の下位には細砂から中砂で成る砂層が分布し、Townの中央部では層厚50 m前後となっている。GL-60 m以深には中砂から砂礫で成る粗粒子層が分布している。この層には礫径20 mm~30 mmの円~亜円礫が混入している。

(3) 水系

Townの東側を北から南に流下するMathabhanga川は、Darsana、Jessorを通って、ヒマラヤに源をなすGanges河の支川Madhumati川にKhulnaで合流している。

この Mathabhangha 川は、川幅約 100 m 前後を示し、乾期には水がわずかに流れる河川である。

(4) 気 象

a. 降 雨

Town における年平均降雨量は 1,600 mm 前後を示し、全国平均を下廻っている。また、過去 5 年間の降雨量は、Table 3-4-1 に示す通りである。

Table 3-4-1 Chuadanga における月別降雨量 (mm)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1979*	1	35	2	79	33	142	372	252	154	71	28	8	1,177
1980*	3	43	51	1	207	203	176	253	96	201	0	0	1,233
1981*	2	74	101	232	237	69	432	258	258	0	0	54	1,717
1982*	11	0	65	95	41	104	281	198	81	61	73	0	1,010
1983*	1	15	80	88	160	67	170	366	154	311	0	16	1,428

Table 3-4-1 に示す降雨量を見ると、3月から10月にかけて降雨量が多いが、4月から9月にかけて、特に多い。

反面、降雨量の少ない月は乾期にあたる11月～2月にかけてであり、1月は最も少ない。

b. 気 温

気温は Chuadanga Town では測定していないので、Kushtia の記録を参考にすると、モンスーン期における平均気温は 29℃、乾期は 18.5℃である。また、1979～1982年の気温変化は、Table 3-4-2 に示す通りである。

Table 3-4-2

Kushtia における月別最高気温及び最低気温

(°C)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1979	Max.	-	-	-	-	-	-	33.4	33.7	34.2	32.9
	Min.	-	-	-	-	-	-	26.4	25.1	25.7	23.5	20.0	14.2
1980	Max.	25.4	28.7	34.0	38.7	33.9	33.1	30.3	31.5	33.6	31.2	36.3	27.5
	Min.	11.1	13.6	19.2	24.5	23.3	26.3	26.5	26.3	26.4	24.0	18.3	13.9
1981	Max.	25.1	27.5	32.7	33.0	40.1	34.1	32.6	31.4	33.2	33.3	23.0	25.1
	Min.	12.1	14.5	17.9	21.9	29.6	26.3	24.3	26.4	25.1	23.1	17.0	13.1
1982	Max.	25.4	27.5	30.7	35.0	37.7	33.6	-	-	-	-	-	-
	Min.	12.2	14.7	18.8	22.8	25.8	26.4	-	-	-	-	-	-

Table 3-4-2に示す記録を見ると気温が高くなる月は、3月から11月にかけてであり、最高で3.0°C以上、最低で1.5°C以上の気温を示している。反面低くなる月は1月であり、最高で2.5°C、最低で1.2°C前後の気温となっている。

3-2-2. 水理地質概要と地下水開発の可能性

(1) 水理地質概要

Townに分布する地質は、地質の項に示すように、地表部より粘性土、粘土混りの細砂層、細砂～中砂層、粗粒子(中砂～砂礫)層の順に構成されている。これらを滞水層の能力として判断すると、粗粒子層はきわめて良、細砂～中砂層は良、粘性土は不良となる。

一方、Townにおける地下水利用状況は、深井戸の場合、DPHEが2本(1本建設中)、WDBが1本、鉄道が1本、病院が1本の計5本であり、Hand PumpはDPHEが162本ある。この内、DPHE関係の井戸は、Table 3-4-3に示す通りである。

Table 3-4-3 既存井戸の状況

T/W No.	Total Depth	Soil of Aquifer	Screen		Pumpage	Static Water Level	Pumping Water Level	Time of Steady State Condition	Recovery Period	Water Quality			
			Length	dia.						pH	Fe	cl	T. Hard
1	349'6"	CS & G	80'	6"	IGPH 26,760	23'0"	30'8"	720 min	7 min	7.1	0.7	15	
2	340'4"	CS & G	100'	6"	47,520	17'4"	34'6"	180	16	7.3	2.0		
Hand Pump	125'	FS & MS	-	1.5"	DPHE 162								

Table 3-4-3. に示すように Hand Pump は、細砂から中砂層、深井戸は粗粒子層からそれぞれ地下水を採水している。

また、深井戸の水位回復から判断すると粗粒子層は多くの地下水が滞水していることが判断される。

地下水位は T.W. No. 1 が建設時 (1983. 8. 3) で GL-6.9 m、今回の調査 (1984. 4. 18) で GL-6.7 m、T.W. No. 2 が揚水試験時 (1984. 4. 26) で GL-5.4 m、今回の調査 (1984. 4. 18) で GL-5.1 m を示している。このことから判断すると乾期の水位は GL-6~7 m が推定される。

水質は既存資料によると飲料水として用いても問題はないと判断される。

(2) 地下水開発の可能性

地下水開発の可能性は、(1)項に示す既存資料を基に整理すると、下記のようになる。

a. 水理定数

i 透水量係数 ($T = m^2/min$)

T.W. No. 1 $T = 2.5 m^2/min \sim 4.6 m^2/min$

T.W. No. 2 $T = 0.9 m^2/min \sim 1.5 m^2/min$

ii 透水係数 ($K = cm/sec$)

$K = \frac{T}{m}$ より m : ストレーナーの長さ

T.W. No. 1 $K = 1.7 \sim 3.2 \times 10^{-1} cm/sec$

T.W. No. 2 $K = 5 \sim 8 \times 10^{-2} cm/sec$

iii 比湧出量 ($S = m^3/day/m$)

T.W.No 1 $S = 1.270 m^3/day/m$

T.W.No 2 $S = 1.006 m^3/day/m$

上記で示す値から判断すると T, K 及び S の値が大きいことから、地下水を採水する粗粒子層は多くの地下水を滞水していることが知りえる。

b. 井戸の影響圏

井戸の影響圏は、Table 3-2-5 で示す値の内、地下水の採水対象とする層が中砂～砂礫層であるから井戸間隔を 1,000 m 以上とすれば良いと考えられる。

以上の a、b から判断すると、当 Town における地下水開発は井戸間隔を 1 km ($R = 500 m$) 以上離し、1 本当りの井戸の揚水量を $Q = 180 m^3/h$ にすれば問題はないと判断される。

3-4-3. 水源計画

現在用いられている飲料水の水源は、1 本の深井戸 (揚水量 $122 m^3/h$) と、162 本 (約 20 本故障) の Hand Pump によってまわっており、河川水は利用されていない。

このような現況に対し、今後計画される飲料水の水源について検討すると下記のようなになる。

a. 地下水

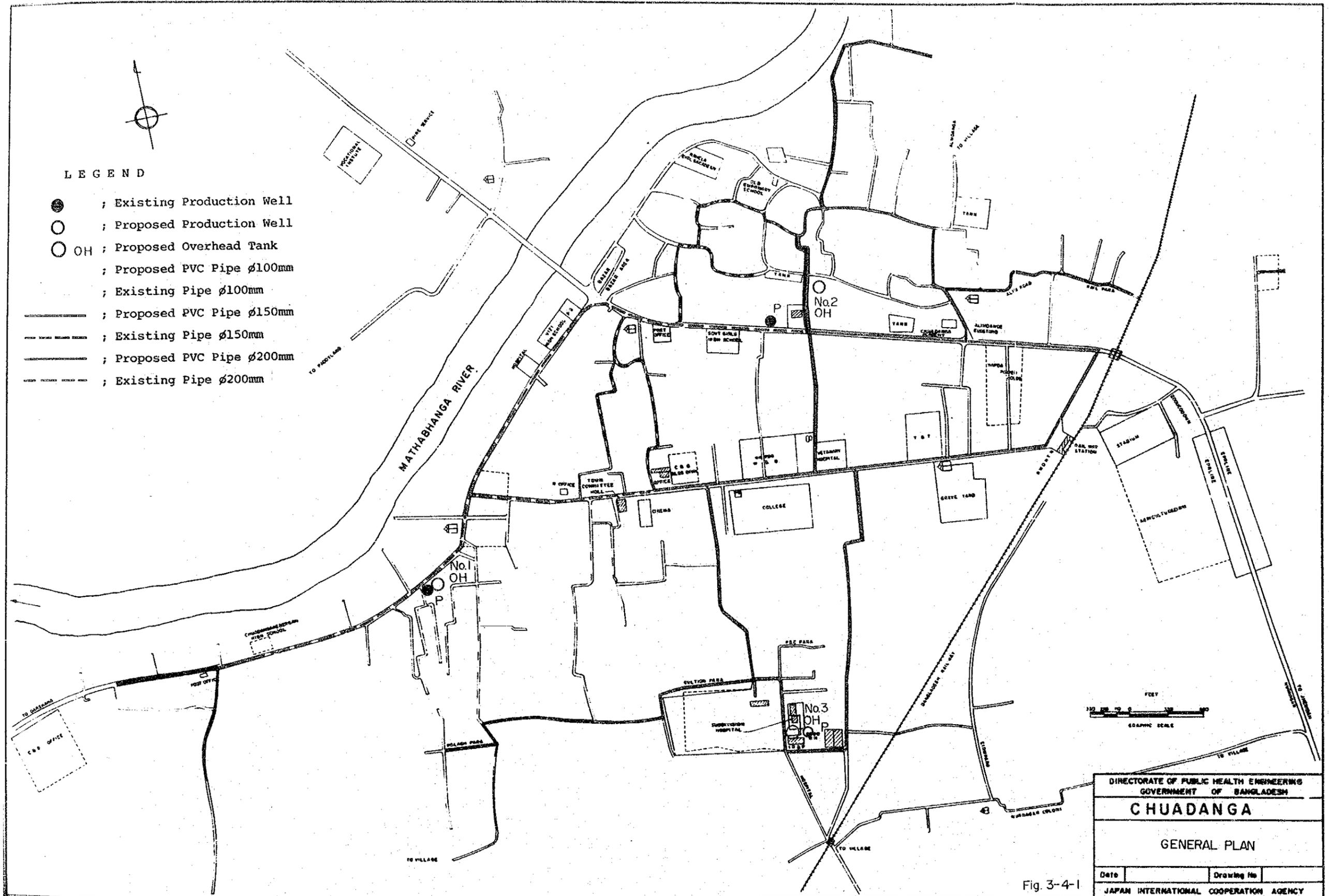
現在建設中及び建設されている井戸関連資料によると、地下水が多く滞水していると推定される地層は、GL-60 m 以深に分布する中砂から砂礫層と判断される。この層からの可能揚水量は $122 \sim 216 m^3/h$ のデータが得られている。

また、3-2-2 項に示すように当 Town における地下水の開発は可能である。

b. 河川水

Town の東側を南流する Mathabanga 川は水系の項に示すように乾期においては水がわずかに流れる河川である。

以上の a、b より判断すると水源は地下水に求めるのが良いと判断する。



LEGEND

- ; Existing Production Well
- ; Proposed Production Well
- OH ; Proposed Overhead Tank
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 100mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 100mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 150mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 150mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 200mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 200mm

DIRECTORATE OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING GOVERNMENT OF BANGLADESH	
CHUADANGA	
GENERAL PLAN	
Date	Drawing No
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. 3-4-1

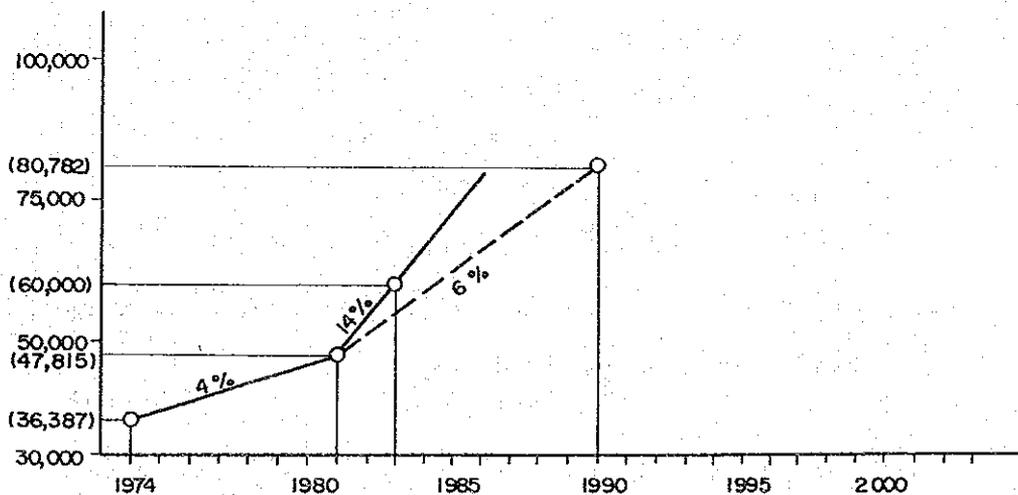
3-4-4. 給水計画

(1) 給水区域と給水人口

1974年と1981年のCensus人口と現在(1984~5)の人口は次の通りである。

1974年 Census 人口	36,387人
1981年 " "	47,815人
現在(1984~5)人口	60,000人

図示すると、下図の様になる。



1974年から1981年までの平均増加率は約4%であるが、1981年から現在までの平均増加率は14%となっており、農村地帯からの人口流入が著しい。

Jenidahでも述べた様に、この率で人口が増加してゆくものとは考えられないので、計画目標年次1990年までの人口増加率を6%として計画するものとする。

1990年の予想人口は81,000人とする。現在の人口分布状況、集落の形成状況、将来の住宅地の発展方向を考慮し、給水区域を求め、その人口を求めると、Town人口の約84%となる。従って給水人口は68,000人(1990年人口)となる。

(2) 給水量

給水人口68,000人に対する、計画給水量を求めると次の様になる。

$$Q = 81 \ell / \text{人} \cdot \text{日} \times 68,000 = 5,508 \text{ m}^3 / \text{day}$$

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸の口径と揚水量

既存資料によると井戸の口径は6"で揚水量は112~216m³/h、Draw downは2~4mの値が得られている。

しかし、揚水量に関しては明確な経済揚水量が得られていないが、既存データから判断して、揚水量は180m³/hが期待出来ると推定する。

この場合、揚水量が多いことから口径は8"とする。

b. 採水深度

採水層はFig.3-10-1-4及び3-10-1-5に示す地質推定断面図より判断して、GL-60m以深に分布する中砂~砂礫層を対象とする。

c. 井戸本数

$$x = \frac{Q}{Q_y} = \frac{5,508}{180 \times 12} = 2.6 \div 3 \text{ 本}$$

現在までにDPHEが2本の生産井を完成しているもので、本計画においては、新たに1本建設するものとする。

(ii) ポンプ設備

井戸内の吸水位を地表より⊖20m、吐水位を給水塔の高水位、地表より20.0mとすると実揚程は40.0mとなる。

各井戸についてポンプ設備を検討した結果は次表の通りである。

Table 3-4-4. ポンプ設備諸元

項目 \ 井戸系	1	2	3
1 実揚程 <i>m</i>	40.0	40.0	40.0
2 揚水量 <i>l/sec</i>	425	425	425
3 送水管:管種	鉄 鉄 管	"	"
:口径 <i>mm</i>	200	200	200
:延長 <i>m</i>	40	310	40
4 送水管でのロス <i>m</i>	0.63	4.85	0.63
5 全揚程	40.63	44.85	40.63
6 ポンプ型式	多段タービン	"	"
7 段 数	6	7	6
8 モーター出力	30	30	30

(iii) 給水塔

給水塔の所要容量は

$$V = 5,508 \times 0.20 = 1,101.6 \text{ m}^3$$

となるので、給水塔の配置を考え、400 m³容量のものを3基計画する。

(iv) 配水管

配水管の配置は、人口の分布状況、既存井戸及び配水管の位置、道路状況、将来の住宅地の開発方向までを考慮して決定した。配水管は全てφ200 mm以下とし、PVC管とする。

水理計算は設計条件にもとづき、管網として計算を行ない、幹線及び支線末端において9.0 m (0.9 kg/cm²)の水圧を確保してある。

(v) 公共水栓 (Public Post)

φ13 mmの水栓からは、20 ℓ/min (14.4 m³/12 hr)の吐出量がある。住民の50%には公共水栓により給水する計画であるから、その給水量は、

$$Q = 68,000 \text{ 人} \times 0.5 \times 34 \text{ ℓ/人} \cdot \text{日} = 1,156 \text{ m}^3/\text{day}$$

である。従って公共水栓の所要個数は、81ヶ所である。

本計画においては、10ヶ所分を建設し、残りについては、バ国政府により建設されるものとする。

3-4-5. 計画の内容

(1) DPHEにより既に完成している給水施設

DPHEが既に自己資金により建設した給水施設の内容は、Table 3-4-5 に示す通りである。

(2) 本計画により建設される給水施設

本計画全体の給水施設の内容と、既にDPHEにより完成している施設内容とから、本計画により建設される給水施設の内容は、Table 3-4-5 に示す通りとなり、その平面計画はFig. 3-4-1 に示す通りである。

Table 3-4-5 (1) 本計画により建設される給水施設の概要

Chuadanga

施設	仕様	計画全体	DPHEによる 既完成分	新規工事分
1. 生産井	$\phi 380$ 鋼管 $\times \phi 200$ 鋼管 深さ 120 m, ストレーナー 30 m	3 本	2 本	1 本
2. ポンプ設備	B10D7段 \times 30 KW 1台 B10D6段 \times 30 KW 2台	3 台	0 既存のものは 利用できない	3 台
3. ポンプ小屋	レンガ造り, ポンプ室 1 2.3 m ² ドライバー室 8.8 m ²	3 棟	2 棟	1 棟
4. 送水管	No.1 ポンプ場 $\phi 200$ 鋼管 No.2 " " " No.3 " " " 合計	40 m 310 m 40 m 390 m	— — — —	40 m 310 m 40 m 390 m
5. 給水管	容量 400 m ³ , 高さ 17 m 鉄筋コンクリート造り	3 基	0	3 基
6. 配水管	PVC Pipe $\phi 200$ 鋼管 $\phi 150$ 鋼管 $\phi 100$ 鋼管 合計 舗装別内訳は別紙の通り	8,975 m 4,510 m 10,579 m 24,064 m	2,325 m 1,950 m 1,929 m 6,204 m	6,650 m 2,560 m 8,650 m 17,860 m
7. 配水管 付帯 施設工事	スルースバルブ(室) $\phi 200$ 鋼管 " $\phi 150$ 鋼管 " $\phi 100$ 鋼管 排泥管 $\phi 200$ 鋼管 " $\phi 150$ 鋼管 管末端工 $\phi 200$ 鋼管 " $\phi 150$ 鋼管 " $\phi 100$ 鋼管	39ヶ所 29 " 74 " 2 " 2 " 0 " 3 " 24 "	9ヶ所 7 " 13 " Wash-out 8 Nos	30ヶ所 12 " 61 " 2 " 2 " 0 " 3 " 24 "
8. Public Post		10ヶ所	0	10ヶ所

Table 3-4-5(2) 送水管及配水管の舗装別内訳
(新規工事分のみ)

Chuadanga

項 目	種 別	舗 装 種 別				計	備 考
		As	R. C	Bricks	Kutche		
1. 送水管							
	φ 8" (縦1)				40	40	
	" (縦2)	100	170	40		310	
	" (縦3)				40	40	
	計	100	170	40	80	390	
2. 配水管							
	φ 4" (道路並列)	900	1,290	5,570	690	8,450	
	" (" 横断)	130	30	30	10	200	
	小 計	1,030	1,320	5,600	700	8,650	
	φ 6" (道路並列)	780	670	1,080	—	2,530	
	" (" 横断)	20	—	10	—	30	
	小 計	800	670	1,090	—	2,560	
	φ 8" (道路並列)	3,790	1,070	440	1,320	6,620	
	" (" 横断)	30	—	—	—	30	
	小 計	2,820	1,070	440	1,320	6,650	
	合 計	5,650	3,060	7,130	2,020	17,860	

3-5 Kurigram Town

3-5-1 Town の概況

(1) 位置及び概況

TownはRajshahi Division、Kurigram Districtに属し、Rangpurの東約40 Km離れたJamuna河の右岸に位置している。TownのTotal areaは10645sq. mile、Municipal areaは9845sq. mileを有している。

交通はTistaからの鉄道がTownを横断し、それと平行してRangpurに至る道路が通っている。また、この道路とT字をなし、Chilmariに至る道路がTownの中央部から南に延びている。

人口は、1974年が30,129人、1981年が46,132人、1984年が55,000人であり、Primary School 11, High School 4, College 2, Madrasa (回教学校) 3, 病院1を有している。

(2) 地形、地質

a. 地形

地形は中国に源を発するJamuna河によって形成された三角州性の堆積物が厚く堆積するため、地表面は平坦であり、標高は27 mを示している。Townは横断する鉄道、それとT字を成す道路によって3区分され、東側は古くから市街地が形成されているが、西側は新市街が形成されつつある。北側は田園地帯が広がっている。

b. 地質

地質は第四紀の河川堆積物が厚く堆積している。この堆積物の層相は粘性土、砂質土、砂礫層からなり、それらは下記の通りである。

粘性土はGL 0からGL-9 mに分布し、平均層厚は6 mを有している。層相は砂分を混入する粘性土である。その下位に細砂を主とする砂質層が分布する。この層は層厚3~21 mを有し、一部中砂を挟んでいる。GL-25 m付近より以深は粗砂から砂礫をなす層が厚く分布している。また、この層の砂礫層には大きな礫(玉石)が点在している。

(3) 水系

Townの北側から東側を通り南に流下するDharia川はRangpur Districtの南東部で、中国に源を発するJamuna河に合流している。このDharia川はTownの北側で川幅180 m前後を示すが、東側では60 m前後に狭っている。またこの川は乾期において水がわずかに流れる河川である。

(4) 気 象

a. 降雨

Townにおける年平均降雨量は約2,100 mm前後を示しており、国全体の平均降雨量に一致している。

また、過去5年間における降雨量は、Table 3-5-1に示す通りである。

Table 3-5-1 Kurigramにおける月別降雨量 (mm)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1979	0	4	0	14	87	281	786	632	442	157	1	3	2,408
1980	0	18	27	117	425	240	318	284	381	61	0	3	1,873
1981	9	18	41	84	368	116	471	422	211	0	0	52	1,791
1982	0	0	34	64	183	625	279	286	636	62	4	0	2,172
1983	7	22	51	76	316	350	819	334	371	187	0	25	2,557

Table 3-5-1に示す降雨量を見ると、総体的には4月～10月において多くの降雨が見られるが、5月～9月にかけては特に多い。

この降雨量の多い季節はモンスーン期に当り、年降雨量の90%以上を占めている。

b. 気温

Kurigram Townでは測定していないのでRangpurの記録を参考にすると、モンスーン期における平均気温は約28.5℃、乾期は16.5℃である。

また、過去4年間における気温の変化は、Table 3-5-2に示す通りである。

Table 3-5-2 Rangpur における月別最高及び最低気温

(°C)

Year \ Month		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1979*	Max.	-	-	-	-	-	-	-	32.2	32.2	30.0
	Min.	-	-	-	-	-	-	25.4	26.0	25.6	23.0	19.0	14.0
1980*	Max.	22.7	25.5	30.0	33.3	29.4	32.6	31.0	31.0	31.2	29.0	28.0	25.8
	Min.	10.2	13.0	17.5	24.8	22.6	25.9	25.7	26.5	24.7	23.0	17.0	13.9
1981*	Max.	22.9	24.8	30.1	29.9	29.9	31.9	-	-	-	32.3	28.7	24.8
	Min.	11.7	13.8	17.1	20.0	22.3	25.6	-	-	-	23.3	16.3	12.7
1982*	Max.	24.6	25.5	29.3	31.1	32.2	30.7	-	-	-	-	-	-
	Min.	11.6	12.5	16.2	20.8	23.7	25.1	-	-	-	-	-	-

Table 3-5-2 に示す記録を見ると、気温が高くなる月は3月から10月にかけてであり、最高で約30℃以上、最低で15℃以上の気温となっている。

反面低くなる月は1月であり、最高で23℃前後、最低で11℃前後の気温となっている。

3-5-2 水理地質概要と地下水開発の可能性

1) 水理地質概要

Town に分布する地質は、地質の項に示すように、粘性土、砂質土、砂礫層より構成されている。

これらを滞水層の能力として判断すると、砂礫はきわめて良、砂質土は良、粘性土は不良となる。

一方、当Townにおける地下水利用状況は、深井戸の場合DPHEの1本（現在未使用）とC&Bの1本の計2本あり、浅井戸はDPHEが330本（50本故障）ある。

この内、DPHE関係の井戸は、Table 3-5-3 に示す通りである。

Table 3-5-3 既存井戸の状況

T/W No.	Total Depth	Soil of Aquifer	Screen		Pumpage	Static Water Level	Pumping Water Level	Time of Steady State Condition	Recovery Period	Water Quality			
			Length	dia.						pH	Fe	cl	T. Hard
1	ft. 140'0"	CS	ft. 60'	inch 8"	IGPH 47,520	ft. 10'0"	ft. 20'0"	min 420	min 35	7.1	2.5	40	
Hand Pump	50'0"	FS	-	1.5"	DPHE 330 (of which 50 are out of order)								

Table 3-5-3 に示す各井戸の地下水採水対象層は Hand pump が細砂層、深井戸が粗粒子層を対象としている。

地下水位は、T.W. No. 1 が建設時(1981.7)で GL-3 m を示している。

水質は Test Boring によると鉄分(Fe)が全体的に高く、GL-60 m までは Fe が 4 から 9 ppm の高い値を示している。また、同じ深度における T.W. No. 1 では Table 3-5-3 に示すように 2.5 ppm の低い値が得られている。

2) 地下水開発の可能性

地下水開発の可能性は(1)項に示す既存資料を基に整理すると下記のようになる。

a. 水理定数

i 透水量係数 ($T = m^2 / min$)

$$T.W. \text{ No. 1 } T = 60 \sim 82 m^2 / min$$

ii 透水係数 ($K = cm / sec$)

$$K = \frac{T}{m} \text{ より}$$

$$T.W. \text{ No. 1 } K = 5.6 \sim 7.6 \times 10^{-1} cm / sec$$

iii 比湧出量 ($S = m^3 / day / m$)

$$T.W. \text{ No. 1 } S = 288 m^3 / day / m$$

上記で算出された値をみると、 $T \cdot K \cdot S$ のいずれもが大きい値を示すことから地下水を採水する粗粒子層は地下水開発の対象層として適当であると判断される。

b. 井戸の影響圏

井戸の影響圏は Table 3-5-2 に示す値のうち、地下水採水の対象となる層が粗砂から砂礫層であるから、井戸間隔は 1,000 m 以上とすれば良いと考えられる。

以上の a、b より判断すると、当 Town における地下水開発は、井戸間隔を 1,000 m 以上離し、揚水量を $Q = 180 m^3 / h$ 以下にすれば問題はないと判断される。

ただし、当Townにおいては、現在入手しているテストボーリングの水質試験からみると鉄分が高くなっている。従って除鉄装置の検討が必要である。

しかし、鉄分の種類が不明なこと、及び2個のマンガンの有無が不明なため、除鉄装置の構造が検討できない。また、現在のテストボーリングと実施した水脈より深い位置には、鉄分が2ppm以下の水脈があるという情報もある。これを確認するために現在DPHEが実施する予定のテストボーリングの結果とまって、詳細の検討を行なうものとする。

3-5-3 水源計画

現在用いられている飲料水の水源は、330本のHand pumpによってまかなわれており、河川水は利用されていない。

このような現況に対し、今後計画される飲料水の水源について検討すると下記のようなになる。

a. 地下水

井戸関連資料によると、地下水が多く滞水していると推定される地層はGL-25m以深に分布する粗粒子層と判断される。

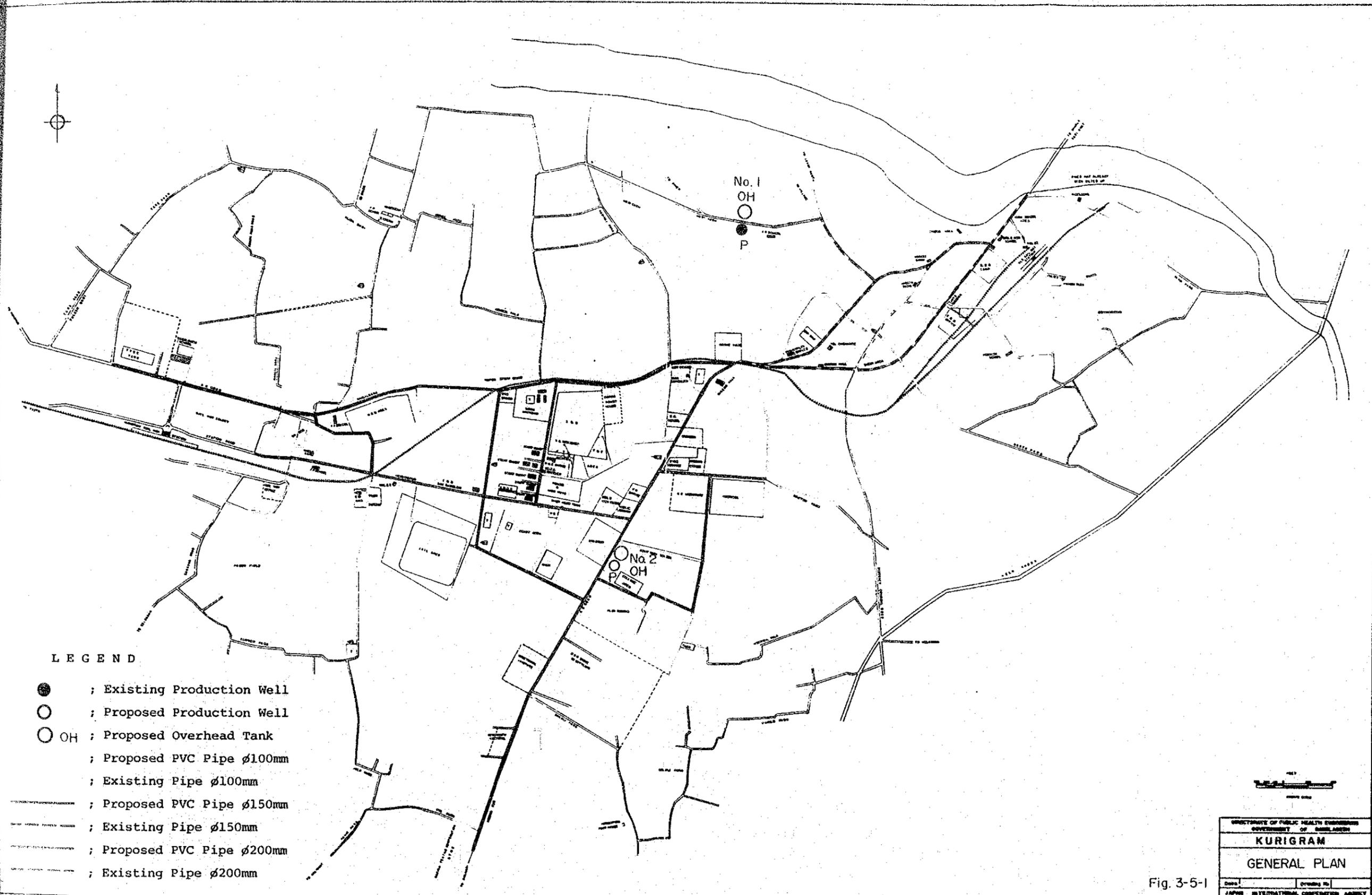
この層からの可能揚水量は $216\text{m}^3/\text{h}$ のデータが得られている。

また、3-5-2項に示すように、当Townにおける地下水の開発は可能である。

b. 河川水

Townの北側から東側を流れるDharla川は水系の項に示すように乾期において水がわずかに流れる程度である。

以上のa・bより水源について選定すると、水源は地下水に求めるのが良いと判断する。



LEGEND

- ; Existing Production Well
- ; Proposed Production Well
- OH ; Proposed Overhead Tank
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 100mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 100mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 150mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 150mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 200mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 200mm

MINISTRY OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING GOVERNMENT OF BANGLADESH	
KURIGRAM	
GENERAL PLAN	
Date: _____	Drawing No: _____
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. 3-5-1

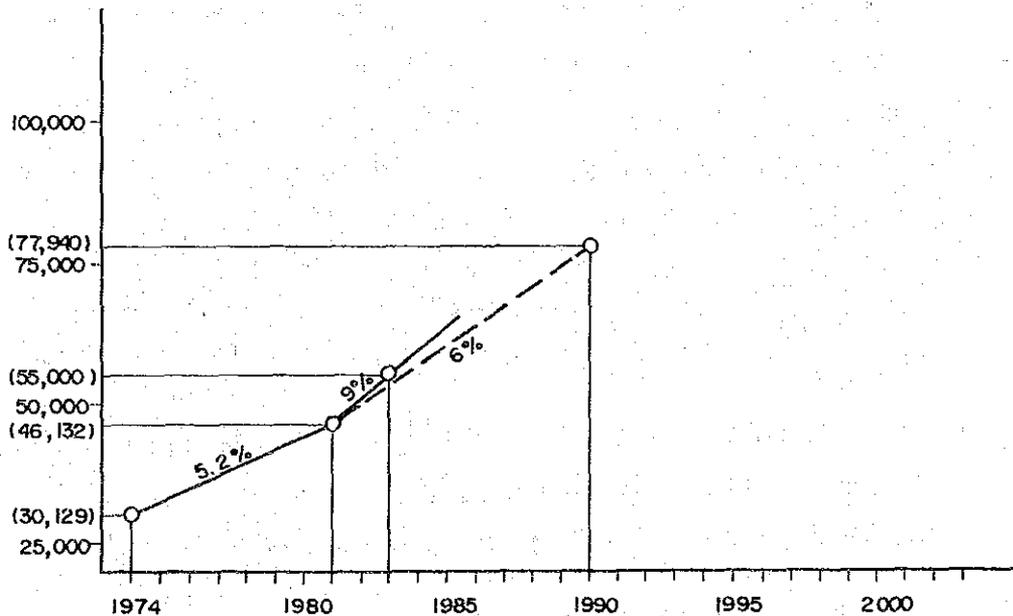
3-5-4 給水計画

(1) 給水区域と給水人口

1974年と1981年のCensus人口、と現在(1984-5)の人口は次の通りである。

1974年	Census人口	30,129人
1981年	"	46,132人
現在	人口	55,000人

図示すると、下図の様になる。



1974年から1981年までの平均人口増加率は6.8%、1981年から現在までの平均増加率は9%となっている。但Townと同様、1981年から計画目標年次(1990年)までの人口増加率を6%として計画する。1990年における予想人口は78,000人となる。

現在の人口分布状況、集落の形成状態、将来の発展方向を考慮して給水区域を求め、その区域内の人口数を求めると、Town人口の6.2%となる。給水人口は48,000人となる。

(2) 給水量

給水人口48,000人に対する計画給水量は、次の様になる。

$$Q = 81 \text{ l/人} \cdot \text{日} \times 48,000 = 3,888 \text{ m}^3/\text{day}$$

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸の口径と揚水量

既存資料によると、井戸の口径は6"で揚水量は216 m³/h、Draw downは3 mの値が得られている。

この結果より判断すると、揚水量は180 m³/h以上期待することが出来る。

また、井戸口径は現在6"で建設されているが、揚水量が多いことから井戸効率寿命を考慮すると口径は8"で計画するのが良いと判断する。

b. 採水深度

採水層はFig 3-10-1-9に示す地質推定断面図より判断するとGL-25 m以深に分布する粗粒子層を対象とする。

c. 井戸本数

$$x = \frac{Q}{Q_y} = \frac{3,888}{180 \times 12} = 1.8 = 2 \text{ 本}$$

(ii) ポンプ設備

井戸内の吸水位を地表(G.L.)より⊖20.0 m、吐水位を給水塔の高水位、地表より20.0 mとすると実揚程は40.0 mとなる。

各井戸についてポンプ設備を検討すると次表の様になる。

Table 3-5-4 ポンプ設備諸元

項目	井戸No	1	2
1. 実揚程	m	40.0	40.0
2. 揚水量	l/sec	413	488
3. 送水管：管種		铸铁管	〃
：口径	mm	200	200
：延長	m	40	40
4. 送水管でのロス	m	0.59	0.81
5. 全揚程	m	40.59	40.81
6. ポンプ型式		多段タービン	〃
7. 段数		5	5
8. モーター出力	kW	30	30

(iii) 給水塔

給水塔の所要容量は

$$V = 38880 \times 0.20 = 7776 m^3$$

となるので、給水塔の配量を考慮して、400 m³容量のものを2基計画する。給水塔の高さは、現在DPHEにより建設されている生産井とポンプ設備の位置に設けるものは、損失水頭の関係から22 m（給水塔の最低水位）とする。他は17.0 mとする。

(iv) 配水管

配水管の配置は、人口の分布状況、既存の井戸及び配水管の位置、道路状況、将来の住宅地の開発方向などを考慮して計画した。配水管は口径φ 200 mm以下で、全てPVCパイプとする。

水理計算は設計条件にもとづき、管網として計算を行ない、幹線及び支線の末端において9.0 mの水圧は確保されている。

(v) 公共水栓 (Public Post)

φ 1.3 mmの水栓からは、20 l/min (14.4 m³/12 hr)の吐出量がある。住民の50%には公共水栓により給水する計画である。その給水量は

$$Q = 48000 \text{人} \times 0.5 \times 34 \text{l/人} \cdot \text{日} = 8160 m^3/\text{day}$$

となる。公共水栓の所要個数は、57個となる。

本計画においては、10ヶ所分を建設するものとし、残りはバ国政府により建設されるものとする。

3-5-5 計画の内容

(1) DPHEにより既に完成している給水施設

DPHEが既に自己資金により建設した給水施設の内容は、Table 3-5-5に示す通りである。

(2) 本計画により建設される給水施設

本計画全体の給水施設の内容と、既にDPHEにより完成している施設内容とから、本計画により建設される給水施設の内容は、Table 3-5-5に示す通りとなり、その平面計画はFig 3-5-1に示す通りである。

Table 3-5-5(1) 本計画により建設される給水施設の概要

Kurigram

施設	仕様	計画全体	DPHEによる 既完成分	新規工事分
1. 生産井	$\phi 380\text{mm} \times \phi 200\text{mm}$ 深さ 7.3 m、ストレーナー 1.8 m	2	1	1
2. ポンプ設備	B10D5段 \times 30kw \times 1台 B10D5段 \times 30kw \times 1台	2	0	2
3. ポンプ小屋	レンガ造、ポンプ室 123 m^2 ドライバー室 88 m^2	2	1	1
4. 送水管	$\#1 \phi 200$ $\#2 \phi 200$	40 m 40 m	— —	40 m 40 m
5. 給水塔	容量 400 m^3 高さ 17/22 m 鉄筋コンクリート造	2	0	2
6. 配水管	AC Pipe $\phi 200\text{mm}$ PVC Pipe $\phi 200\text{mm}$ " " $\phi 150\text{mm}$ " " $\phi 100\text{mm}$ 合計 舗装別内訳は別紙の通り	300 3850 9580 13490 27220	300 m 350 m 2220 m 960 m 3830 m	— 3500 m 7360 m 12530 m 23390 m
7. 配水管 付帯 施設工事	スルースバルブ(室) $\phi 200\text{mm}$ " $\phi 150\text{mm}$ " $\phi 100\text{mm}$ 排泥管 $\phi 200$ " $\phi 150$ 管末端工 $\phi 100$ " $\phi 150$ " $\phi 200$	17 43 69 2 5 23 2 —	— 4 2 Wash Out 4 $\#$ 5	17 39 67 2 5 23 2 —
8. Public Post		30	20	10

Table 3-5-5 (2) 送水管及び配水管の舗装別内訳
(新規工事分のみ)

Kurigram

種 別 項 目	舗 装 種 別					備 考
	As	R.C	Bricks	Kutchha	計	
1. 送水管						
$\phi 8''$ (No.1)				40	40	
$\phi 8''$ (No.2)				40	40	
計				8	80	
2. 配水管						
$\phi 4''$ (道路並列)	2,550	930	2,200	6,700	12,380	
" (" 横断)	120	10	10	10	150	
小 計	2,670	940	2,210	6,710	12,530	
$\phi 6''$ (道路並列)	4,520	1,240	760	780	7,300	
" (" 横断)	30	10	10	10	60	
小 計	4,550	1,250	770	790	7,360	
$\phi 8''$ (道路並列)	1,850	1,630			3,480	
" (" 横断)	10	10			20	
小 計	1,860	1,640			3,500	
合 計	9,080	3,830	2,980	7,500	23,390	

3-6 Gaibandha Town

3-6-1 Townの概況

(1) 位置及び概況

TownはRajshahi Division, Gaibandha Districtに属し、Rangpurの南東約60km離れたJamuna河の右岸に位置している。TownのTotal areaは2394sq. mile、Municipal areaは233sq. mileを有している。

交通はTownを南北に縦断する鉄道が通り、これに平行する形で道路がRangpurまで延びている。またこれらにT字を成す道路がPasbariまで延びている。これらの交通を利用して、古くから農産物を主とする商業活動が盛んである。

人口は1974年が27401人、1981年が38342人、1984年が45000人であり、Primary School 14, High School 6, College 2, Madrasha (回教学校) 1, 病院4, を有している。

(2) 地形、地質

a. 地形

地形は中国に源を発するJamuna河によって形成された三角州性の堆積物が厚く堆積するため、地表面は平坦であり、標高は21mを示している。

Townは鉄道駅より南において市街地が形成され、それらは東西及び南の道路沿にそって広がっている。郊外は田畑を主とする田園地帯である。

b. 地質

地質は第四紀の河川堆積物が厚く堆積している。この堆積物の層相は粘性土、砂、砂礫、粗砂層からなり、それらは下記の通りである。粘性土はGL0から-6mに分布し、平均層厚は5m前後を有している。層相は砂分を混入する粘性土である。その下位に細砂を主とする砂層があり、この下位に層厚35m前後を有する砂礫層が分布している。この層には層厚3mを有する玉石層が2層確認されている。

GL-55m以深には中砂から粗砂で成る層が分布している。

(3) 水系

Townの北側を東流するChaghat川はGaibandha Districtの東側で中国に源を発するJamuna河に合流している。このChaghat川の川幅は60m前後を示し、乾期には水がわずかに流れる河川である。

(4) 気象

a. 降雨

Townにおける年平均雨量は約2000mm前後を示し、全国平均をやや下廻っている。

また、過去2年間における降雨量は、Table 3-6-1 に示す通りである。なお参考として Rungpur の過去4年間の記録も併せて提示した。

Table 3-6-1 Gaibandha 及び Rungpur における月別降雨量

(mm)

Town	Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
		Gaibandha	1983	1	3	4	100	328	78	197	274	417	490		0
1984	9		1	23	29	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rungpur	1979	-	-	-	-	-	-	422	513	441	131	22	43	2,435	
	1980	1	140	220	38	354	429	278	579	335	61	0	0		
	1981	20	10	13	137	433	104	577	346	447	0	0	45		2,132
	1982	0	7	5	94	99	635	-	-	-	-	-	-		

Table 3-6-1 に示す降雨量を見ると、総体的には4月～10月において多くの降雨量が見られる。この降雨量の多い季節はモンスーン期に当り年降雨量の90%以上を占めている。

b. 気温

Gaibandha Townでは測定していないので Rungpur の記録を参考にすると、モンスーン期における平均気温は29℃、乾期は17℃である。

また、過去4年間における気温の変化は、Table 3-6-2 に示す通りである。

Table 3-6-2 Rangpur における月別最高及び最低気温

(°C)

Year \ Month		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1979	Max.	-	-	-	-	-	-	-	32.2	32.2	30.0
	Min.	-	-	-	-	-	-	25.4	26.0	25.6	23.0	19.0	14.0
1980	Max.	22.7	25.5	30.0	33.3	29.4	32.6	31.0	31.0	31.2	29.0	28.0	25.8
	Min.	10.2	13.0	17.5	24.8	22.6	25.9	25.7	26.5	24.7	23.0	17.0	13.9
1981	Max.	22.9	24.8	30.1	29.9	29.9	31.9	-	-	-	32.3	28.7	24.8
	Min.	11.7	13.8	17.1	20.0	22.3	25.6	-	-	-	23.3	16.3	12.7
1982	Max.	24.6	25.5	29.3	31.1	32.2	30.7	-	-	-	-	-	-
	Min.	11.6	12.5	16.2	20.8	23.7	25.1	-	-	-	-	-	-

Table 3-6-2 に示す記録を見ると、気温が高くなる月は3月から10月にかけて最高で30°C以上、最低で15°C以上の気温で、反面低くなる月は1月であり最高で23°C前後、最低で11°C前後の気温となっている。

3-6-2 水理地質概要と地下水開発の可能性

1) 水理地質概要

Town に分布する地質は、地質の項で示すように、粘性土、砂質土、砂礫、粗砂層の順に構成されている。

これらを滞水層の能力として判断すると、砂礫から粗砂層はきわめて良、砂質土は良、粘性土は不良となる。

一方、当Townにおける地下水利用状況は、深井戸はRWDとNDTIに各1本ずつの計2本あり、浅井戸はDPHEによるものが150本ある。この浅井戸は平均深さが15mで、地下水採水対象地層は細砂である。

地下水位はTest Boring 孔において測定(1984.4.29)した結果No.1及び4がGL-4.3m、No.2がGL-3.5m、No.3がGL-3.6mとなっている。

この結果より判断すると乾期における水位はGL-4.0m前後と判断される。

水質は、GL-6.0m以浅において鉄分(Fe)が高く、その値は10~15ppmを示す

が、GL-60 m以深では200 ppmを示している。

2) 地下水開発の可能性

当TownにおいてはDPHE関係の生産井戸がないので、地質がKurigramと類似しているため、水理定数はKurigramと同様な値を示すものと判断される。

従って、地下水開発の対象層は水質を考慮すると深度GL-60 m以深に分布する粗砂層とするのが適当であると判断される。

井戸の影響圏はTable 3-2-5に示す値のうち、地下水採水の対象となる層が粗砂層であるから井戸間隔は1,000 m以上とすれば良いと考えられる。

以上のa, bより判断すると、当Townにおける地下水開発は、深度GL-60 m以深に分布する鉄分の少ない粗砂層を対象とし、井戸間隔を1,000 m以上離し、揚水量を $Q = 150 \text{ t/hr}$ 以下におさえれば問題はないと判断される。

ただし、当Townにおいては、鉄分が全体的に高い傾向にあるため、これらを考慮した設計が必要になるものと推定される。

現在、DPHEが、60 m以深の滞水層を対象にテストボーリングの実施を予定している。この結果をもとに詳細な検討を行なうものとする。

3-6-3 水源計画

現在Townの飲料水は、150本のHand pumpによってまかなわれており、河川水は利用されていない。

このような現況に対し、今後計画される飲料水の水源について検討すると下記のようなになる。

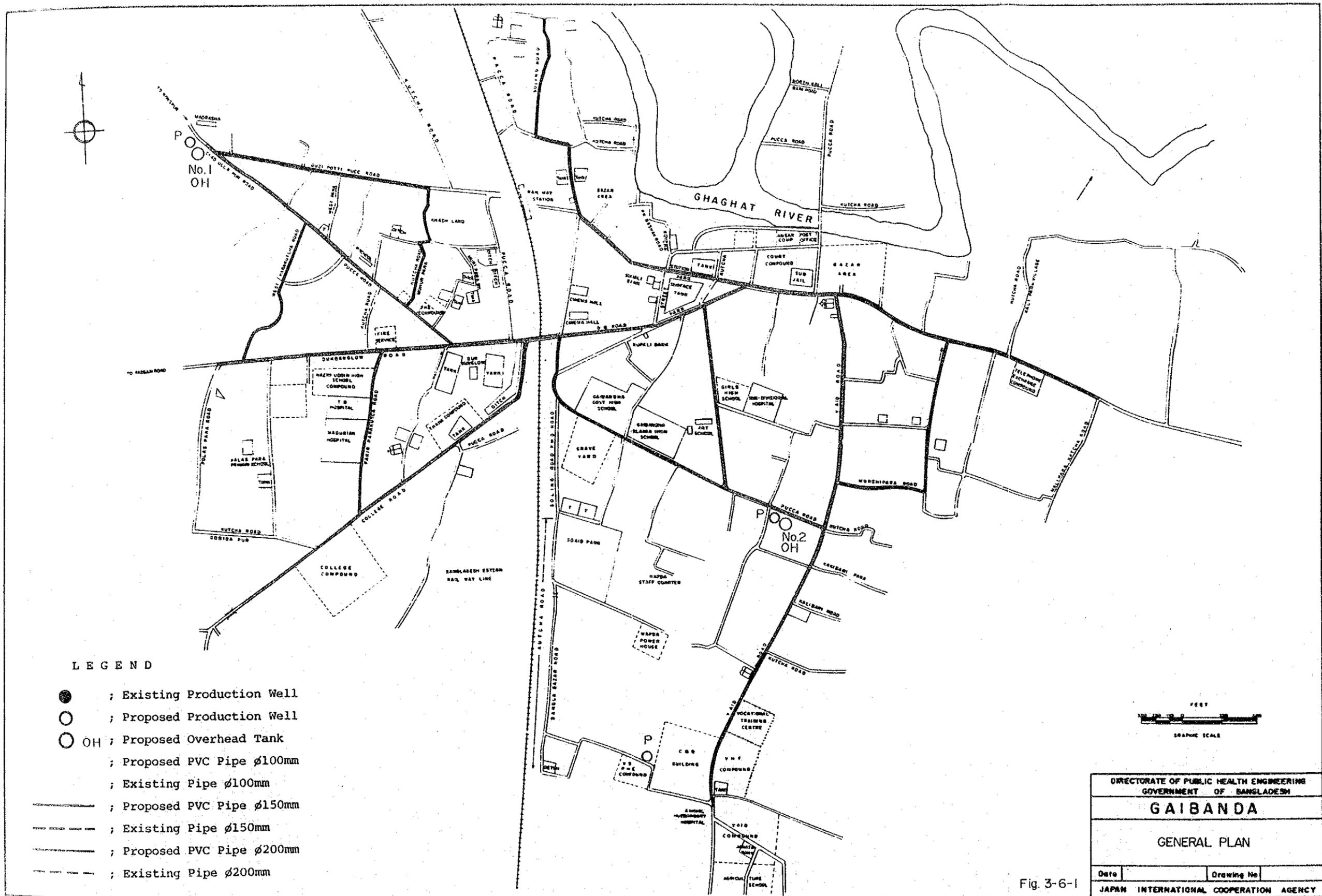
a. 地下水

井戸関連資料によると地下水が多く滞水していると推定される地層はGL-20 m以深に分布する砂礫層、粗砂層と判断される。この内砂礫層は鉄分が高い欠点を持っているが、その下位に分布する粗砂層は鉄分の低い層である。この鉄分の低い層は粗砂層から構成されるため既存データから判断して地下水開発の対象層になると判断される。

b. 河川水

Townの北側を東流するChaghat川は水系の項に示すように乾期には水がわずかに流れる河川である。

以上のa, bより水源について選定すると、水源は地下水に求めるのが良いと判断する。



LEGEND

- ; Existing Production Well
- ; Proposed Production Well
- OH ; Proposed Overhead Tank
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 100mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 100mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 150mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 150mm
- ; Proposed PVC Pipe ϕ 200mm
- - - ; Existing Pipe ϕ 200mm

DIRECTORATE OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING GOVERNMENT OF BANGLADESH	
GAIBANDA	
GENERAL PLAN	
Date	Drawing No
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. 3-6-1

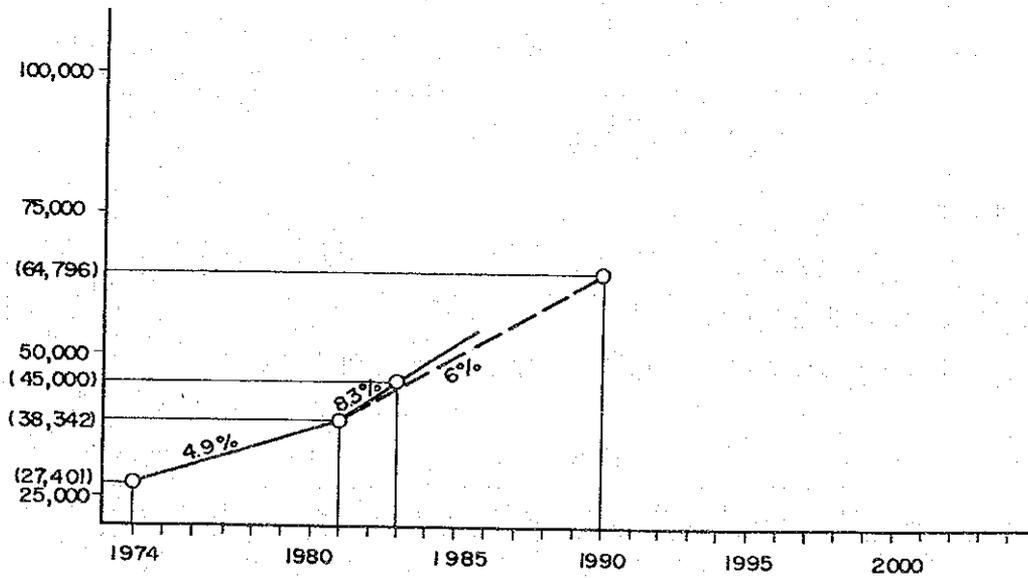
3-6-4 給水計画

(1) 給水区域と給水人口

1974年と1981年のCensus人口と現在(1984-5)の人口は次の通りである。

1974年	Census人口	27,401人
1981年	" "	38,342 "
現在人口	" "	45,000 "

図示すれば、下図の様になる。



1974年から1981年までの人口増加率は平均4.9%、1981年から現在までは8.3%の増加率がある。他のTownと同様、本計画においては1981年から1990年までの人口増加率を6%として計画する。1990年の人口は64,800人と推定する。

現在の人口分布状況、集落の形成状況、将来の住宅地の発展方向を考慮して、給水区域を定めた。給水区域内の人口はTown人口の約83%となる。

従って給水人口は54,000人(1990年人口)となる。

(2) 給水量

給水人口は54,000人に対する計画給水量は、次の様となる。

$$Q = 81 \ell / \text{人} \cdot \text{日} \times 54,000 \text{人} = 4,374.0 \text{m}^3 / \text{day}$$

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸の口径と揚水量

既存の井戸がないのでここでは Kurigram を参考にして判断すると、揚水量は $Q = 150 \text{m}^3 / \text{hr}$ 、井戸口径は 8" で計画することが良いと判断する。

b. 採水深度

採水層は Fig 3-10-1-7 に示す地質推定断面図及び 3-6-2 項で示す地下水条件より判断すると GL-60 m 以深に分布する粗砂層を対象とする。

c. 井戸本数

$$x = \frac{Q}{Q_y} = \frac{4,374}{150 \times 12} = 2.4 = 3 \text{本}$$

(ii) ポンプ設備

井戸内吸水位を地表より $\ominus 20.0 \text{m}$ 、吐水位は、給水塔の高水位、地表より 20.0 m とすると、実揚程は 40.0 m とする。

各井戸におけるポンプ設備を検討すると次表の様になる。

Table 3-6-3 ポンプ設備諸元

項目	井戸 No.	1	2	3
1. 実揚程	m	40	40	40
2. 揚水量	ℓ / sec	375	319	319
3. 送水管：管種		鋳鉄管	"	"
	：口径 mm	200	150	250
	：延長 m	40	40	1,270
4. 送水管でのロス	m	2.02	2.82	4.00
5. 全揚程	m	42.02	42.82	44.00
6. ポンプ型式		多段タービン	"	"
7. 段数		5	5	6
8. モーター出力	kW	30	30	30

(iii) 給水塔

給水塔の所要容量は

$$V = 4,374.0 \times 0.20 = 874.8 \text{m}^3$$

となるので、給水塔の配置を考慮して 400 m^3 及び 500 m^3 容量のものを各 1 基ずつ (計 2 基) 計画する。

(iv) 配水管

配水管の配置は、人口の分布状況、道路状況、将来の住宅地の開発方向などを考慮して計画する。配水管は $\phi 200\text{ mm}$ 以下で、全てPVC管を使用する。

水理計算は、設計条件にもとづき、管網として計算を行ない、幹線及支線末端において 9.0 m の水圧は確保されている。

(v) 公共水栓 (Public Post)

$\phi 13\text{ mm}$ の水栓からは、 20 l/min ($14.4\text{ m}^3/12\text{ hr}$) の吐出量がある。住民の50%には公共水栓により給水する計画である。給水量は、

$$Q = 54,000\text{ 人} \times 0.5 \times 34\text{ l/人} \cdot \text{日} = 9180\text{ m}^3/\text{day}$$

となるので、公共水栓の所要ヶ数は64ヶ所となる。

本計画においては、10ヶ所分を建設するものとし、残りはバ国政府により建設されるものとする。

3-6-5 計画の内容

(1) DPHEにより既に完成している給水施設

DPHEが既に自己資金により建設した給水施設の内容は、Table 3-6-4に示す通りである。

(2) 本計画により建設される給水施設

本計画全体の給水施設の内容と、既にDPHEにより完成している施設内容とから、本計画により建設される給水施設の内容は、Table 3-6-5に示す通りとなり、その平面計画はFig 3-6-1に示す通りである。

Table 3-6-4(1) 本計画により建設される給水施設の概要

Gaibandha

施設	仕様	計画全体	DPHEによる 既完成分	新規工事分
1. 生産井	φ380mm×φ200mm 深さ105m, ストレーナー-24m	3	0	3
2. ポンプ設備	B10D6段×30kW×1台(№3) B10D5段×30kW×2台(№1,2)	3	0	3
3. ポンプ小屋	レンガ造、ポンプ室 12.3m ² ドライバー室 8.8m ²	3	0	3
4. 送水管	№1 φ200 №2 φ150 №3 φ250	40m 40 1,270	0 0 0	40m 40 1,270
5. 給水塔	容量 400m ³ /500m ³ 各1 鉄筋コンクリート造り 高さ17m	2	0	2
6. 配水管	PVC Pipe φ200mm φ150mm φ100mm 合計 舗装別内訳は別試の通り	7,340m 4,410m 12,720m 24,470m	0 0 0 0	7,340m 4,410m 12,720m 24,470m
7. 配水管附帯施設工事	スルースバルブ(室) φ200mm " φ150mm " φ100mm 排泥管 φ200 " φ150 管末端工 φ100 " φ150 " φ200	25 27 68 2 4 20 2 2	0 0 0 - - - - -	25 27 68 2 4 20 2 2
8. Public Post		10	0	10

Table 3-6-4(2) 送水管及び配水管の舗装別内訳
(新規工事分のみ)

Gaibandah

種別 項目	舗装種別					備考
	As	R.C	Bricks	Kuteha	計	
1. 送水管						
ϕ 8" (No.1)				40	40	
ϕ 6" (No.2)				40	40	
ϕ 10" (No.3)	500	480	290		1,270	
計	500	480	290	80	1,350	
2. 配水管						
ϕ 4" (道路並列)		4,300	4,450	3,750	12,500	
ϕ 4" (" 横断)	70	120	20	10	220	
小計	70	4,420	4,470	3,760	12,720	
ϕ 6" (道路並列)	300	2,650	830	600	4,380	
ϕ 6" (" 横断)	10	20			330	
小計	310	2,670	830	600	4,410	
ϕ 8" (道路並列)	1,070	5,300		950	7,320	
ϕ 8" (" 横断)		20			20	
小計	1,070	5,320		950	7,340	
合計	1,450	12,410	5,300	5,310	24,470	

3-7 Feni Town

3-7-1 Townの概況

(1) 位置及び概況

TownはChittagong Division, Feni Districtに属し、Comillaの南約70 km離れたインドとの国境付近に位置している。TownのMunicipal areaは25 sq. mileを有している。

交通は、バングラデシュ国東側を縦断する鉄道がTownの北側を通っている。道路はDhaka-Chikagangを結ぶ線がTownをV字型に通り、TownからMaizdiに至る道が中心部より西側に延びている。このような交通を利用した商業活動は古くから盛んである。人口は1974年が15,428人、1981年が23,199人、1984年が27,000人であり、Primary School 7, High School 6, College 3, Kinder Garten 1, 病院 3を有している。

(2) 地形、地質

a. 地形

Townは、インド国とバングラデシュ国の国境付近にTripura Hillsと呼ばれる平均標高200から400 ftの山地があり、これよりベンガル湾に向かってゆるやかに傾斜するChandina Deltaic Plain上に位置しており、平均標高は15 mを有している。

Townは北側を横断する鉄道より南側が中心市街地を形成し、各Townに延びる道路沿いにも家屋が密集している。

郊外は田畑を主とした田園地帯が広がっている。

b. 地質

地質は、インドとの国境付近に分布する第三紀漸新世が基盤を成し、その上位に第四紀完新世の河川堆積物が厚く堆積している。Town内の地質は、地表部より粘性土、砂質土、粗粒子（中砂～粗砂）層の順に構成されており、それらは下記に示す通りである。

粘性土はGL0からGL-85 m付近まで分布しており、所々、細砂、中砂層を挟在している。この下位に分布する砂質土は層厚30～75 mを有し、全体に粘性土分の混入が見られる。GL-150 m以深は中砂から粗砂を主とする粗粒子層の分布が見られ層厚は35から45 mが推定される。

(3) 水系

Townの南側を流れるLittle Feni川はインドの山地から流れる小河川を集めてTripura Hillsと平行に南流し、ベンガル湾に注いでいる。

この Little Feni 川は川幅 50 m 前後を有し、乾期には水がわずかに流れる河川である。

(4) 気象

a. 降雨

Town における年降雨量は約 3,100 mm 前後を示し、全国平均を上廻っている。過去 1 年 4 ケ月の降雨量は、Table 3-7-1 に示す通りである。

Table 3-7-1 Feni における月別降雨量 (mm)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1983	47	84	166	557	840	591	779	960	492	467	49	13	5,045
1984	18	0	3	48	-	-	-	-	-	-	-	-	

Table 3-7-1 に示す降雨を見ると、1983 年は特別降雨量の多い年であるが、年間の傾向は 4 月～10 月にかけて降雨量が多ことが知りえる。この降雨量の多い季節はモンスーン期に当り、年降雨量の 90% 以上を占めている。

b. 気温

Town の気温はモンスーン期で 27.5℃、乾期で 19.5℃である。

過去 1 年 4 ケ月の気温は Table 3-7-2 に示す通りであり、参考として、Noakhali の記録も併せて示した。

Table 3-7-2 Feni 及び Noakhali における月別最高及び最低気温

(°C)

	Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Feni	1983	Max.	28.0	30.0	33.0	34.0	36.0	35.0	34.0	34.0	34.0	34.0	33.0	28.0
		Min.	10.0	8.0	17.0	18.0	20.0	21.0	23.0	24.0	24.0	20.0	16.0	9.0
	1984	Max.	29.0	32.0	35.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Min.	9.0	11.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noakhali	1979*	Max.	-	-	-	-	-	-	30.3	31.0	30.9	31.3	31.2	26.2
		Min.	-	-	-	-	-	-	25.8	25.0	25.8	24.6	22.3	16.4
	1980*	Max.	25.8	27.3	30.7	33.1	31.6	30.3	29.4	29.6	30.8	30.1	29.8	26.9
		Min.	13.3	15.8	21.4	25.3	23.8	26.0	25.0	25.1	25.6	24.4	19.3	15.2
	1981*	Max.	24.9	22.2	29.1	31.1	32.3	-	29.9	29.9	29.8	30.6	29.7	25.4
		Min.	14.2	16.3	18.9	23.6	24.4	-	25.5	25.5	25.6	23.8	18.6	17.7
	1982*	Max.	26.4	27.2	31.1	32.0	33.8	29.9	-	-	-	-	-	-
		Min.	12.4	15.5	18.0	22.2	24.3	24.4	-	-	-	-	-	-

Table 3-7-2 に示す記録を見ると、気温が高くなる月は8月～11月にかけてであり、最高で30℃以上、最低で15℃以上の気温で、反面、低くなる月は1月で、最高が28℃前後、最低が12℃前後の気温となる。

3-7-2 水理地質概要と地下水開発の可能性

1) 水理地質概要

Town に分布する地質は、地質の項に示すように、基盤は第三紀層、その上位に第四紀層が分布し、第四紀層の層相は粘性土、砂質土、粗砂層の順に構成されている。

これらを滞水層の能力として判断すると、粗粒子層はきわめて良、砂質土層は良、粘性土は不良となる。

Townにおける現在の地下水利用状況は深井戸がDPHEのものが2本あり、浅井戸はDPHEのものが368本ある。

また、これらの井戸は、Table 3-7-3に示す通りである。

Table 3-7-3 既存井戸の状況

T/W No.	Total Depth	Soil of Aquifer	Screen		Pumpage	Static Water Level	Pumping Water Level	Time of Steady State Condition	Recovery Period	Water Quality			
			Length	dia.						pH	Fe	cl	T. Hard
1	650'0"	MS	80'	6"	19,000 IGPB	2'8"	40'1 1/2"	540 min	240 min	6.8	2.0	17	136
2	480'0"	MCS	80'	6"	21,240	spring	29'0"	180 min	60 min		1.8	15	
Hand Pump	67'	SCL & FS	-	1.5"	DPHE 368								

Table 3-7-3に示す各井戸の地下水採水層は深井戸が粗粒子層、Handpumpが細砂層を対象としている。

地下水位は、全体に浅くT.W. No.1が建設時(1980. 5.14)でGL-0.8m、今回の調査(1984. 5.16)GL-0.9m、T.W. No.2が建設時(1983. 5.13)で湧水、今回の調査(1984. 5.16)でGL-0.5mを示している。またDPHEのテストボーリング孔では現在湧水が確認された。

水質は既存データから判断すると飲料水として問題はない。

2) 地下水開発の可能性

地下水開発の可能性は(1)項に示す既存資料を基に整理すると下記のようになる。

a. 水理定数

i 透水量係数 ($T=m^2/min$)

T.W. No.1 $K=0.22\sim0.26m^2/min$

T.W. No.2 $K=0.51\sim0.63m^2/min$

ii 透水係数 ($K=cm/sec$)

T.W. No.1 $K=1.5\sim1.8\times 10^{-2}cm/sec$

T.W. No.2 $K=3.5\sim4.4\times 10^{-2}cm/sec$