ⅲ　比湧出量（S＝m^3／day／m）

T.W №1　S＝185m^3／day／m

T.W №2　S＝266m^3／day／m

上記で算出された値を見ると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粗砂層は、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Table 3−2−5に示す値のうち、地下水採水の対象となる層が中砂から粗砂層であるから井戸間隔は800m以上とすれば良いと考えられる。

以上a，bより判断すると、地下水開発は井戸間隔を800m以上離し、揚水量をQ＝85m^3／h以下にすれば問題はないと判断される。

3−7−3　水源計画

現在用いられている飲料水の水源は2本の深井戸と368本のHand pumpによっており、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−150m以深に分布する粗粒子層である。

この層からの可能揚水量は72〜97m^3／hのデータが得られている。また、3−7−2項に示すようにTownにおける地下水開発は可能である。

b．河川水

Townの南側を流れるLittle Feni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。

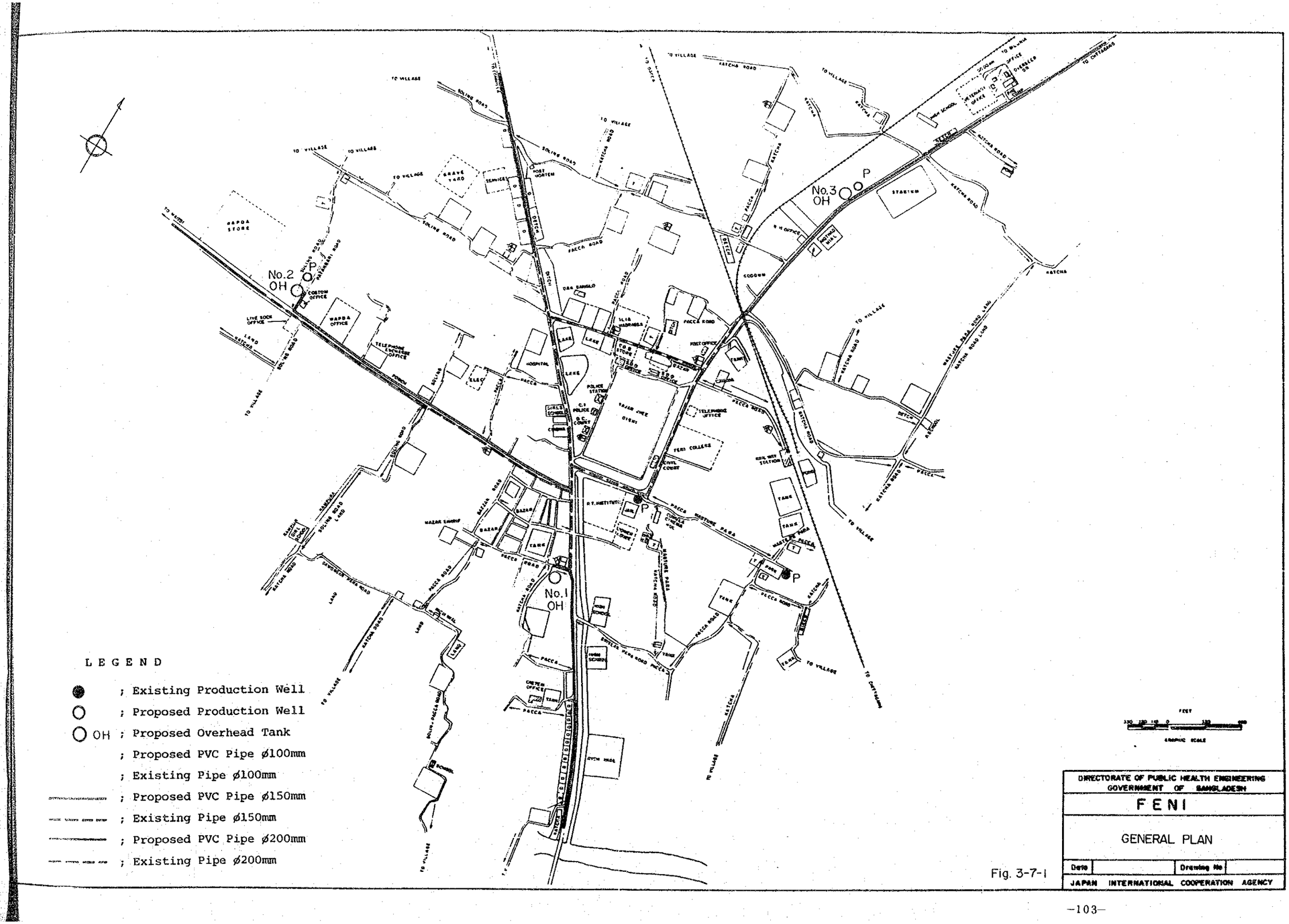

No.1
OH
No.2
OH
No.3
OH
LEGEND
; Existing Production Well
; Proposed Production Well
OH ; Proposed Overhead Tank
; Proposed PVC Pipe ø100mm
; Existing Pipe ø100mm
; Proposed PVC Pipe ø150mm
; Existing Pipe ø150mm
; Proposed PVC Pipe ø200mm
; Existing Pipe ø200mm
DIRECTORATE OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING
GOVERNMENT OF BANGLADESH
FENI
GENERAL PLAN
Date
Drawing No
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 3-7-1

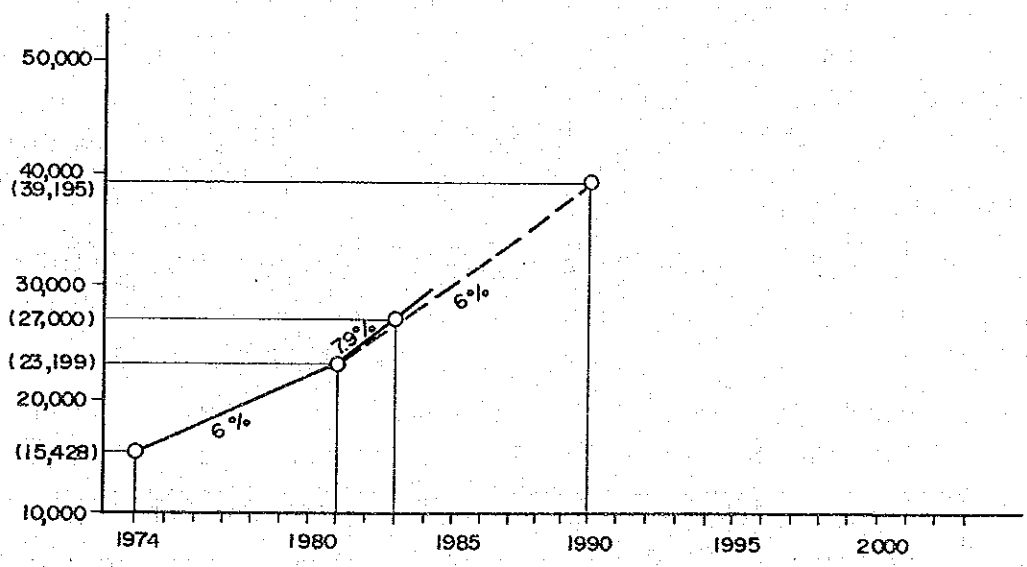
3－7－4　給水計画

(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	１５,４２８人
１９８１年	〃	２３,１９９人
現在人口		２７,０００人

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６.０％、１９８１年から現在までは７９％となっている。他Townと同様１９８１年から１９９０年までの人口増加率を６％として計画する。

１９９０年の予想人口は４０,０００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選定した。給水区域は、ほゞ現在のMunicipal Areaをカバーするため、給水人口は４０,０００人とする。

(2)　給水量

給水人口４０,０００人に対する計画給水量は、次の様となる。

Q＝81ℓ／人・日×40,000＝3,240m³／day

(3) 給水施設計画

(i) 生産井

a. 井戸口径と揚水量

既存資料によると井戸口径は6″で揚水量は85～97m³／h、Draw downは9～12mの値が得られている。

この結果から判断すると、口径は6″を用い揚水量はDraw downが大きいことからQ＝85m³／hにする。

b. 採水深度

採水層は、Fig 3—10—1—14及び3—10—1—15に示す地質推定断面図より判断すると、GL－150m以深に分布する粗粒子層を対象とする。

c. 井戸本数

$$x = \frac{Q}{Qy} = \frac{3,240}{85 \times 12} = 3.2 = 4本$$

(ii) ポンプ設備

井戸内吸水位を地表(GL)より⊖20.0m、吐水位を給水塔の最高水位、地表より⊕20.0mとする。実揚程は40.0mとなる。

各井戸についてポンプ設備を検討すると次表の通りとなる。

Table 3－7－4 ポンプ設備諸元

項目＼井戸No.	1	2	3	4
1. 実揚程 m	40.0	40.0	40.0	40.0
2. 揚水量 ℓ/sec	19.5(38.9)	19.5(38.9)	20.0	17.9
3. 送水管：管種	鋳鉄管	〃	〃	〃
：口径mm	150(250)	200(250)	150	150
：延長m	10(600)	460(600)	40	40
4. 送水管ロス m	2.84	4.39	0.63	0.51
5. 全揚程 m	42.84	44.39	30.63	40.51
6. ポンプ型式	多段タービン	〃	〃	〃
7. 段数	11	12	11	11
8. モーター出力 kW	15	19	15	15

(iii) 給水塔

給水塔の所要容量は

$$V = 3,240.0 \times 0.20 = 648.0 m^3$$

となり、給水塔の配置を考慮して、２００m^3容量のもの２基、３００m^3容量のもの１基の計３基とする。

(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する。配水管は、口径φ２００㎜以下で、管種は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、幹線及支線の末端において９０ｍの水圧は確保されている。

(v) 公共水栓（Public Post）

φ１３㎜の水栓からは、２０ℓ／min（１４.４m^3／１２hr）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

$$Q = 40,000人 \times 0.5 \times 34ℓ/人・日 = 680.0 m^3/day$$

となる。公共水栓の所要個数を４８ケ所となる。

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

3－7－5 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 3－7－5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 3－7－5 に示す通りとなり、その平面計画はFig 3-7-1 に示す通りである。

Table 3－7－5(1) 本計画により建設される給水施設の概要

Feni

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	φ300×φ150 深さ200及219m ストレーナー30m	4	2	2
2. ポンプ設備	B8D 12段×19kW×1台 〃 11段×15kW×3台	4	0	4
3. ポンプ小屋	レンガ造 ポンプ室 12.3m² ドライバー室 8.8m²	4	2	2
4. 送水管	No.1 ポンプ場 φ150mm+250	10+600m	—	10+600
	No.2 〃 φ200mm	460	—	460
	No.3 〃 φ150mm	40m	—	40m
	No.4 〃 φ150mm	40m	—	40m
5. 給水塔	容量200m³×2高さ m 300m³×1 鉄筋コンクリート造	3	0	3
6. 配水管	AC Pipe φ200mm	1,765m	1,765m	—
	AC Pipe φ150	1,700m	1,700m	—
	PVC Pipe φ200	3,600m	—	3,600
	〃 φ150	2,670m	8840m	1,830
	〃 φ100	15,980m	4,640m	11,340
	合計	25,715m	8,945m	16,770
	舗装別内訳の別紙の通り			
7. 配水管附帯施設工事	スルースバルブ(室)φ200mm	24	4	20
	〃 φ150	12	4	8
	〃 φ100	87	20	67
	排泥管 φ200	2		2
	〃 φ150/φ100	2/3	Wash-Out φ4-3 No.s	2/3
	管末端工 φ100	22		22
	φ150	3		3
	φ200	1		1
8. Public Post		20	10	10

Table 3－7－5(2) 送水管及び配水管の舗装別内訳
（新規工事分のみ）

Feni

種別 / 項目	舗装種別					備考
	As	R.C	Bricks	Kutcha	計	
1. 送水管						
φ10″（№1）	540	60		10	600+10	
φ8″（№2）	450			10	460	
φ6″（№3）				40	40	
φ6″（№4）				40	40	
計	990	60		100	1,150	
2. 配水管						
φ4″（道路並列）	650	6,550	2,390	1,670	11,260	
φ4″（〃横断）	60	20			80	
小計	710	6,570	2,390	1,670	11,340	
φ6″（道路並列）	1,820				1,820	
φ6″（〃横断）	10				10	
小計	1,830				1,830	
φ8″（道路並列）	2,380	1,210			3,590	
φ8″（〃横断）	10				10	
小計	2,390	1,210			3,600	
合計	4,930	7,780	2,390	1,670	16,770	

3－8　Sunamganj Town

3－8－1　Townの概況

(1)　位置及び概況

TownはChittagong Division・Sunamganj Districtに属し、Sylhetの北西約７０㎞離れたインド国境付近に位置している。

TownのMunicipal areaは１sq･mileを有している。

交通は当TownとSylhetを結ぶ道路が唯一の幹線道路であり、他の交通機関はTownの北側を流れるSurma 河を利用した船舶である。産業は現在大きなFish Proceesing Factoryが建設中であり、他はrice mill・wood mill、レンガ工場などの小工場が２５程ある。人口は、１９７４年が14,516人、１９８１年が21,565人、１９８４年が25,653人であり、Primary School 10、High School 4、College 1、Madrasha（回教学校）5、Kindergarten 1、病院1を有している。

(2)　地形・地質

a．地　　形

当Townを含むバングラデシュ北部一帯はSylhet Troughと呼ばれ、古くは大きな窪地であった。この窪地はインド国から流れるSurma 河によって埋められ現在の形になっている。

従って、地形は広域的に見ると当地域からMeghna 河に沿ってゆるやかに傾斜し、ベンガル湾に至っている。

Townはこのような地形上に位置するため、地表面は平坦であり、標高は９ｍを示している。

土地利用はSurma河の南が中心市街地を形成し、郊外に至ると田畑を主とする田園地帯が広がっている。

b．地　　質

地質は地形の項で記したように当TownはSylhet Trough上に位置するため第四紀の沼地性の堆積物が厚く堆積している。

この堆積物の厚さは地質調査所（Geological Survey of Bangladesh）のDirector General Mr. Abu Baker の話しによると正確なデータはないが数百メータはあるとの事である。

(3)　水　　系

Townの北側を西流するSurma河はインド国に源を発し、当Townを経てMarkuliでKalni河と名を変え、Narsingd、北部でMegna河になり、ベンガル湾に注いでいる。

このSurma河は川幅150m前後を有し、1977～1981年の水位及び流量記録はTable 3－8－1及び3－8－2に示す通りである。

Table 3－8－1　Sunamganjにおける月別水位（最高と最低）

(m)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1977	Max.	3,415	2,255	6,530	6,185	6,215	8,760	8,740	8,330	7,730	6,695	5,135	3,765
	Min.	2,285	1,750	1,705	3,170	5,030	5,965	7,765	7,710	6,605	5,180	3,810	2,575
1978	Max.	2,510	1,935	3,690	7,520	7,835	8,185	8,290	8,475	8,085	7,405	5,730	4,495
	Min.	1,815	1,570	1,875	3,155	6,690	7,895	7,855	2,570	6,590	5,595	4,555	3,290
1979	Max.	3,270	2,225	1,950	2,820	7,070	8,335	8,275	8,085	7,620	6,895	5,235	3,905
	Min.	2,235	1,800	1,495	1,890	2,775	6,920	7,560	7,040	6,875	5,305	3,930	2,680
1980	Max.	2,650	2,025	2,240	7,184	7,260	8,199	8,397	8,489	7,596	7,367	6,797	4,563
	Min.	1,805	1,540	1,480	1,814	6,529	7,001	7,559	7,544	7,154	6,087	4,618	3,222
1981	Max.	3,191	2,134	2,652	4,923	7,077	7,742	8,839	8,662	8,748	7,361	4,862	3,816
	Min.	2,155	1,743	1,713	3,769	5,238	6,929	8,264	8,080	7,991	6,035	4,141	3,175

The maximum and minimum water levels recorded during the 1965-1981 period:

Max. : 9,455 m (on July 29, 1974)
Min. : 1,370 m (on March 12, 1968)

Table 3－8－2　Sylhet における月別流量

(m³/sec)

Year	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1977	Max.	57.7	15.9	44.7	923.0	891.0	1,830.0	2,120.0	1,960.0	1,760.0	1,080.0	453.0	82.1
	Min.	16.7	6.1	5.6	15.6	156.0	159.0	1,580.0	784.0	716.0	334.0	64.8	19.8
1978	Max.	19.2	6.5	8.1	447.0	744.0	911.0	2,290.0	2,050.0	1,500.0	1,340.0	773.0	99.6
	Min.	6.7	4.7	4.2	2.6	122.0	396.0	719.0	860.0	769.0	299.0	106.0	24.8
1979	Max.	24.2	9.2	549.0	657.0	492.0	2,120.0	2,480.0	1,720.0	1,380.0	671.0	74.1	17.0
	Min.	9.2	3.9	4.3	13.3	137.0	342.0	1,320.0	1,170.0	410.0	82.9	13.6	6.9
1980	Max.	6.8	6.0	21.6	1,280.0	1,510.0	1,820.0	1,790.0	1,830.0	1,600.0	872.0	239.0	28.9
	Min.	5.4	4.2	4.4	16.1	348.0	1,420.0	1,240.0	1,040.0	291.0	99.6	30.8	10.6
1981	Max.	10.4	5.9	4.4	149.0	1,010.0	1,170.0	1,860.0	1,810.0	1,850.0	597.0	42.1	10.7
	Min.	6.1	4.5	3.4	20.5	30.1	419.0	944.0	774.0	458.0	44.5	9.1	5.8

The maximum and minimum discharge recorded during the 1965-1981 period:

Max. : 2,480.0 m³/sec (on July 1, 1976)
Min. : 2.6 m³/sec (on April 5, 1975)

Table 3－8－1 に示す水位を見ると水位が高くなる月は４月から１０月にかけて高く、11月からは徐々に水位の低下が見られ３月頃が最低になる。また、１９６５年から１９８１年にかけて水位の最高は 9.4５５m、最低は 1.3７０m が記録されている。

流量は Table 3－8－2 に示すように、水位の変化と同じ傾向を示しており、１９６５年から１９８１年にかけての最高は 2.4８0.0m³/sec、最低は 2.6m³/sec の記録を示している。

(4) 気　　象

a. 降　　雨

当 Town では測定していないので Sylhet の記録を参考にすると年平均降雨量は約 4,0００mm前後を示し、バングラデシュ国としては雨の多い地域である。

また、１９７８年から１９８０年の記録は、Table 3－8－3 に示す通りである。

Table 3－8－3　Sylhet における月別降雨量

(mm)

Year \ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1978	0	1	49	199	744	1117	717	259	383	172	2	0	3,639
1979	0	4	62	118	361	929	1324	295	528	235	6	26	3,888
1980	0	29	121	512	767	473	317	359	720	484	0	0	3,782

Table 3－8－3 に示す記録を見ると、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

当 Town では測定していないので Sylhet 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℃、乾期で１7.5℃である。

また、１９７８年から１９８０年の記録は、Table 3－8－4 に示す通りである。

Table 3－8－4　Sylhet 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
1978	Max.	23.3	27.2	30.6	31.7	28.9	30.0	30.6	32.2	30.6	31.7	28.3	26.7
	Min.	10.6	13.3	16.7	20.6	22.2	23.9	24.5	25.6	24.4	22.8	18.3	13.3
1979	Max.	26.7	27.2	31.1	32.8	32.2	31.7	30.0	31.1	30.0	30.0	29.4	25.6
	Min.	12.2	12.8	17.2	21.7	22.8	24.4	24.4	25.0	23.9	21.7	19.4	14.4
1980	Max.	24.4	-	29.4	31.7	28.9	31.1	31.1	31.1	30.6	29.4	29.4	27.2
	Min.	11.7	-	18.3	21.1	21.1	25.0	25.0	25.0	24.4	21.7	17.2	14.4

Table 3－8－4 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℃以上、最低で１５℃以上の気温で、反面、低くなる月は１月であり、最高で２５℃前後、最低で１２℃前後の気温となっている。

3－8－2　水理地質概要と地下水開発の可能性

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沼地性の堆積物が厚く堆積している。この堆積物は主に粘性土より構成されている。この堆積物についての資料は井戸関係によると、深さ850ftまで確認されているが、それ以深は確認されていない。またGeological Survey of BangladishのMr. Abu Bakerの話によると、堆積物の厚さは厚く深度を下げても良好な滞水層となる砂礫層の分布は少ないとの事であり、深度500ft以深からは、所々、ガスの層に当るとの事である。一方、このような状況下における地下水利用は、モーターを用いる井戸は、DPHEが1本（現在未使用）、病院、官舎などで7本の計8本あり、Hand pumpを用いた井戸は、DPHEが100本、個人が70本の計170本ある。

DPHE関係の井戸は、Table 3－8－5に示す通りである。

Table 3－8－5　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
			ft.	inch	IGPH	ft.	ft.	min	min				
1	702'0"	MCS	82'	6"	8,400	11'4"	92'1"	840	1,440		4.0		
Hand Pump	500'0"	FMS	-	1.5"	DPHE : 100 Private individuals: 70	} Total 170							

地下水採水対象地層はHand pampがGL－150m付近に分布する層厚10mの中砂層、Tube WellがGL－190m付近に分布する層厚15mの粗砂層を対象にしている。

地下水位はT.W No.1が井戸建設時（1984. 2. 28）でGL－3.4m、今回の調査（1984. 5. 26）ではGL－1.5mを示している。

水質は鉄分（Fe）が4ppmと高い値を示している。

(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 №1　　T = 0.07～0.12 m^2/min

ii. 透水係数　(K = cm/sec)

T.W №1　　K = 4.7～8.1 × 10^{-3} cm/sec

iii. 比湧水量　(S = m^3/day/m)

T.W №1　　S = 37 m^3/day/m

上記の通り、TK及びSはいずれも小さい値を示しており、採水対象となる地層が層厚15m前後と薄いため、その上位に分布する砂層(Hand Pumpの対象層)も採水対象層とせざるを得ないため、ポンプで採水した場合には、Hand Pumpの水源の枯渇の恐れがある。

また、(1)項に示すようにFeが4ppmと高いことから除鉄装置も考慮する必要がある。

この様にSunamganj Town における地下水の状況は新規に開発する可能性は低いものと言える。

Sunamganj周辺一帯は、地質的にはSylhet Troughと呼ばれる大きな窪地が堆積物により埋められた地質構造となっており、その広がりは、東はSylhet(約40km)南はManlvi Bazar(約70km)、西はKishorganj(約70km)近くまでの範囲となっている。このSylhet Troughに相当する地帯は、沼地性の堆積物が厚く堆積している。この堆積物は粘性土により構成されており、Sunamganj Townの地層と同じであると推定される。Sylhet Troughは粘性土層が300m以上の厚さで堆積しており、その中には天然ガスが混在している場合もあり、滞水層である砂礫層はその間に薄く存在し、その層数も少ない。

また、この地方で天然ガスを採取しているガス会社、地下水による農業開発を進めているBADC(農業開発公社)、及びBWDB(水資源開発公社)などの地質及び地下水担当者からの情報によっても、この地帯での地下水開発は非常に難しいということである。

以上のことから、Sunamganj Townの近郊においても、Town間と同様、地下水開発の可能性は低いものと判断される。

3－8－3　水源計画

現在用いられている飲料水の水源は170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になる。

a. 地下水

井戸関連資料によると地下水が滞水している層はGL－100m、GL－150m、GL－200mに分布する層厚10～15mの砂層である。この内、GL－200mに分布する層厚15mの砂層は既存資料によると、揚水量は38m³/hと少なく、Draw downは25mと大きな値を示している。前項に示した事項をも勘案すると地下水開発は問題がある。

b. 河川水

Table 3－8－6に示す様に、Surma河の過去15年間の流量記録から計算した最少流量の20年確率流量は、2～3m³/secである。計画給水量は2,997m³/dayであり施設を15年間稼動とすると取水量は0.06m³/secとなる。従って、河川流量としては十分あり、取水は可能である。

Surma河の水質については、バングラデシュ国のEPCD(Environment Pollution Control Board)が1983年に観測したもの及び本調査時(1984年8月)に観測した資料がある。(Table 3－8－10～13参照)

1984年8月の観測結果によると、河川水の水質は

濁度	22度
色度	32度
pH	7.4
アルカリ度	21.5 ppm
過マンガン酸カリ消費量	5.4 ppm
大腸菌及び一般細菌はプラス	

となっている。1983年のEPCBの資料では濁度、色度の観測はしていないが、年間を通しての観測値は次の通りである。

pH	6.5～7.8
EC	3.8～17 mg/ℓ
全アルカリ	54～120 〃

DO	6.05～7.5	〃
BOD	0.8～2.6	〃
TS	102～198	〃
SS	33～69	〃
COD	34～61	〃

重金属については1984年8月に分析しているが、亜鉛が0.014ppm(WHO 許容値5.0～15ppm)と測定されたのみで、銅、鉛、カドミウム、6価クロム、シアン、水銀等は検出されていない。

以上の結果から、CODが少し高い値となっているが、この程度は、簡単に浄水処理できるものであり、Surma 河の水質は原水として何ら問題はないと判断される。

また、1984年8月には、ジャーテストを実施しており、その結果からは、現地で入手が容易な硫酸バンドにより、容易に濁度及び色度を下げることが可能であることが解る。

Table 3－8－6　Surma河の確率水位及確率流量

確率年	LLWL	HHWL	Qwin	Qmax
1/5	1.50 (m)	8.80 (m)	2.90 (m³/s)	2.270 (m³/s)
1/10	1.45	8.9	2.54	2.370
1/20	1.40	9.0	2.30	2.460
1/100	1.34	9.2	1.90	2.650

Fig.3－8－1　Hazen Plot

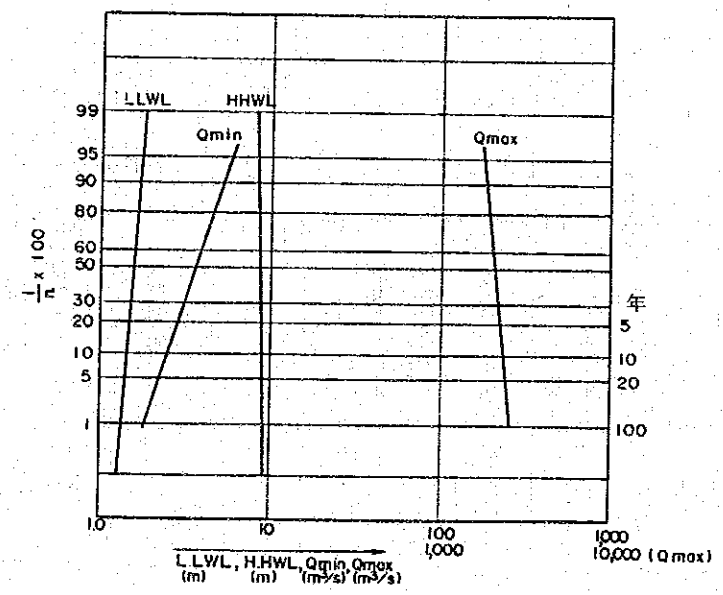


Table 3－8－7　Surma河の水位（Sunamganj）

Year	Lowest Water Level (LLWL m)	Minimum Discharge (m^3/sec)	Highest Water Level (HHWL m)	Maximum Discharge (m^3/sec)	Remarks
1 1964/65	x	5.6 (11)	x	2,120 (5)	
2 1965/66	1.51 (4)	7.0 (12)	8.35 (14)	1,630 (12)	
3 1966/67	1.63 (9)	5.2 (10)	8.59 (8)	2,340 (2)	
4 1967/68	1.37 (1)	x	8.41 (12)	x	
5 1968/69	1.52 (5)	x	8.39 (13)	x	
6 1969/70	1.64 (11)	3.2 (4)	8.32 (16)	2,120 (6)	
7 1970/71	1.63 (10)	4.0 (7)	8.58 (9)	2,090 (8)	
8 1971/72	1.65 (12)	x	8.71 (4)	x	
9 1972/73	1.61 (8)	2.7 (2)	8.62 (6)	1,790 (11)	
10 1973/74	1.88 (16)	3.0 (3)	8.61 (7)	2,240 (4)	
11 1974/75	1.76 (15)	4.2 (8)	9.45 (1)	2,120 (7)	
12 1975/76	1.70 (13)	2.6 (1)	8.68 (5)	2,290 (3)	
13 1976/77	1.57 (7)	4.2 (9)	8.76 (3)	2,480 (1)	
14 1977/78	1.49 (3)	3.4 (5)	8.47 (11)	1,830 (10)	
15 1978/79	1.48 (2)	x	8.33 (15)	x	
16 1979/80	x	x	x	x	
17 1980/81	1.71 (14)	x	8.48 (10)	x	
18 1981/82	1.53 (6)	3.5 (6)	8.83 (2)	1,860 (9)	

(注)　水位はSunamganj地点　流量はSylhet地点
　　（ ）内は順位

Table 3－8－8　Surma 河の月別流量（Sylhet 地点）

(Unit: m^3/sec)

Year		Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1964/65	Max.	1,100	1,360	1,940	2,050	2,120	1,880	1,080	439	62.0	12.3	78.1	6.76
	Min.	15.8	150	140	1,260	948	716	424	62	12.9	7.5	7.0	5.6
1965/66	Max.	110	469	1,380	1,440	1,630	1,070	873	348	53.2	18.7	10.8	8.7
	Min.	10.8	54.3	166	958	948	773	348	55.7	19.5	10.8	7.9	7.0
1966/67	Max.	97.5	956	2,340	1,990	1,880	1,610	1,320	250	97.5	19.6	11.9	17.3
	Min.	5.2	32.5	1,030	1,510	1,420	956	275	71.0	20.4	6.9	5.6	5.2
1969/70	Max.	262	467	1,880	1,760	2,120	1,890	475	60.3	10.8	5.5	4.7	447
	Min.	5.7	16.7	226	1,290	1,150	300	65.1	11.2	5.5	4.6	3.5	3.2
1970/71	Max.	574	1,180	1,640	2,090	1,780	1,400	1,530	340	46.7	10.9	7.0	4.7
	Min.	28.0	181	422	860	750	458	334	50.6	11.2	6.6	4.7	4.0
1972/73	Max.	767	945	1,790	1,480	1,340	1,030	908	80.4	25.4	9.5	6.0	9.5
	Min.	12.8	164	173	812	792	227	83.8	26.1	9.7	5.0	3.9	2.7
1973/74	Max.	365	1,190	2,190	2,240	1,920	1,100	724	979	242	57.7	15.9	44.7
	Min.	3.0	208	756	699	1,050	651	203	154	60.6	16.7	6.0	5.6
1974/75	Max.	923	891	1,830	2,120	1,960	1,760	1,080	453	82.1	19.2	6.4	8.0
	Min.	15.6	156	159	1,580	784	716	334	64.8	19.8	6.6	4.6	4.2
1975/76	Max.	447	744	911	2,290	2,050	1,500	1,340	773	99.6	24.2	9.1	549
	Min.	2.6	122	396	719	860	769	299	106	24.8	9.1	3.9	4.2
1976/77	Max.	657	492	2,120	2,480	1,720	1,380	671	74.1	17.0	6.8	5.9	21.6
	Min.	13.3	137	342	1,320	1,170	410	82.9	13.6	6.9	5.3	4.2	4.3
1977/78	Max.	1,280	1,510	1,820	1,790	1,830	1,600	872	239	29.8	10.4	5.9	4.3
	Min.	16.1	348	1,420	1,240	1,040	291	99.6	30.8	10.6	6.0	4.4	3.4
1981/82	Max.	149	1,010	1,170	1,860	1,810	1,850	597	42.1	10.7	5.6	6.9	114
	Min.	20.5	30.1	419	944	774	458	44.5	9.1	5.8	3.7	3.5	4.3

Table 3－8－9　Surma 河の水位（Sunamganj 地点）

(Unit: m)

Year		Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1965/66	Max.	4.49	6.32	7.77	8.09	8.35	7.80	7.10	5.82	4.22	2.82	1.95	1.98
	Min.	1.92	4.02	5.44	7.39	7.60	7.16	5.89	4.28	2.88	1.96	1.63	1.51
1966/67	Max.	3.70	6.87	8.59	9.20	8.58	8.00	7.11	5.59	4.22	3.14	2.05	2.56
	Min.	1.63	3.12	7.05	7.60	7.43	7.05	5.67	4.28	3.17	2.33	1.70	1.93
1967/68	Max.	5.32	6.63	7.86	8.41	7.59	7.40	7.40	5.53	3.94	2.51	1.93	2.47
	Min.	1.78	4.05	5.35	7.19	7.13	6.76	5.59	3.99	2.52	1.84	1.57	1.37
1968/69	Max.	5.23	7.40	7.95	8.39	8.08	7.70	7.12	5.47	3.90	2.54	1.98	2.60
	Min.	2.13	3.54	6.93	7.61	7.60	7.17	5.50	3.95	2.58	1.88	1.54	1.52
1969/70	Max.	5.36	6.88	7.95	8.32	8.12	8.09	6.57	5.16	3.72	2.60	2.15	4.97
	Min.	1.97	3.09	6.14	7.48	7.40	6.63	5.22	3.79	2.63	2.15	1.64	1.64
1970/71	Max.	6.02	7.59	8.32	8.58	8.47	8.07	7.74	6.54	4.72	3.30	2.53	2.50
	Min.	3.77	5.93	6.73	7.37	7.56	7.06	6.62	4.77	3.34	2.42	1.86	1.63
1971/72	Max.	4.87	4.39	7.47	8.71	8.26	7.93	7.67	6.25	5.31	4.14	2.40	2.88
	Min.	2.62	3.18	4.22	7.29	7.40	7.07	5.96	5.36	4.17	2.41	1.85	1.65
1972/73	Max.	6.39	7.08	8.62	8.17	7.91	7.52	6.67	5.10	3.51	2.40	2.07	2.22
	Min.	3.13	5.79	5.98	7.14	7.16	6.32	5.14	3.57	2.44	1.73	1.61	1.65
1973/74	Max.	6.34	7.14	8.61	8.55	8.23	8.02	7.31	-	-	-	2.82	3.04
	Min.	2.05	5.57	6.98	7.10	7.48	7.28	-	-	-	-	1.99	1.88
1974/75	Max.	7.22	7.20	7.97	9.45	9.18	8.77	7.85	6.18	4.57	3.42	2.34	3.02
	Min.	2.67	5.80	5.79	7.92	7.61	7.17	5.63	4.62	3.48	2.28	1.85	1.76
1975/76	Max.	5.30	6.74	7.32	8.68	8.36	8.03	7.88	6.15	5.05	3.41	2.25	6.53
	Min.	1.86	4.98	6.33	7.15	7.46	7.16	6.28	5.10	3.45	2.28	1.75	1.70
1976/77	Max.	6.18	6.21	8.76	8.74	8.33	7.73	6.69	5.13	3.76	2.51	1.93	3.69
	Min.	3.17	5.03	5.96	7.76	7.71	6.60	5.18	3.81	2.57	1.81	1.57	1.87
1977/78	Max.	7.52	7.83	8.18	8.29	8.47	8.08	7.40	5.73	4.49	3.27	2.22	1.95
	Min.	3.15	6.69	7.89	7.85	7.57	6.59	5.59	4.55	3.29	2.23	1.80	1.49
1978/79	Max.	2.82	7.07	8.33	8.27	8.08	7.62	6.89	5.23	3.90	2.65	2.02	2.24
	Min.	1.89	2.77	6.92	7.56	7.04	6.87	5.30	3.93	2.68	1.80	1.54	1.48
1980/81	Max.	7.18	7.26	8.19	8.39	8.48	7.59	7.36	6.79	4.56	3.19	2.13	2.65
	Min.	1.81	6.52	7.00	7.55	7.54	7.15	6.08	4.61	3.22	2.15	1.74	1.71
1981/82	Max.	4.92	7.07	7.74	8.83	8.66	8.74	7.36	4.86	3.81	2.66	1.81	2.45
	Min.	1.93	4.13	6.34	7.75	7.69	7.22	4.91	3.44	2.69	1.78	1.53	1.53

Table 3－8－10　水質試験結果（1984－8）

河川名	Surma	WHO EPCB
地点	Sunamganj	
採水日	'84. 8. 14	
気温	35℃	
水温	(31℃)	
外観	微黄色	
臭気	異常なし	
濁度	22度	5～25 25
色度	32度	5～20 30
pH	7. 4	6. 5～9. 2
アルカリ度	21. 5 ppm	
$KMnO_4$消費量	5. 4 ppm	
溶存 Fe	0. 1 ppm 以下	0. 1～1. 0 1. 5 (5 max)
Mnイオン	0. 05 ppm以下	0. 05～0. 5 0. 5
NH_4^+	0. 1 ppm	
入腸菌群	＋（全面赤変）	
一般細菌	＋（一部青変）	

Surma河の分析時水温は28℃である。

Table 3－8－11　重金属類分析結果（1984－8）

	Surma	定量限界	基準値
亜鉛 Zn	0.014	0.01	5.0~15 (1.5)
銅 Cu	ND	0.02	0.05~15 (1.5)
鉛 Pb	ND	0.05	0.1 (0.05)
カドミウム Cd	ND	0.005	0.01 (-)
6価クロム Cr^{6+}	ND	0.01	n.d (0.05)
シアン CN	ND	0.05	n.d (0.2)
総水銀 T·Hg	ND	0.0005	n.d
塩素イオン Cl^-	ND	1.0	200~600 (600, max 1,000)
フッ素 F	ND	0.2	1.0 (1.0 max 2)

備考：　基準値は、WHO、（　）内はEPCBを示す。

Table 3－8－12　ジャーテスト結果（Surma河、1984－8）

凝集剤	注入率 (ppm)	フロックの状態	沈降性	pH	濁度 (度)	色度 (度)	アルカリ度 (ppm)
硫酸バンド	6	大	良好	7.0	2以下	5	18
	10	大	良好	6.8	2以下	5以下	16.5
	15	大	良好	6.7	2以下	5	14.5
	20	中	良好	6.7	5	10	12
カリ明バン	5	小	やや良	7.2	7	14	20
	10	大	良好	7.1	2以下	5以下	18.5
	15	大	良好	7.0	2以下	5以下	17
	20	大	良好	7.0	2以下	5以下	16
PAC	5	小	やや良	7.4	9	15	21
	10	大	良好	7.3	2以下	5	20
	15	大	良好	7.3	2以下	5以下	19.5
硫酸第二鉄	5	小	不良，軽	7.3	16	34	18.5
	10	大	良好	6.9	2	8	15
	15	大	良好	6.6	2以下	6	13
	20	大	良好	6.4	2以下	6	10
硫酸第一鉄	5	つくらず	不良	－	－	－	－
	10	つくらず	不良	6.9	－	－	－
	20	つくらず	不良	6.7	－	－	－

（ジャーテストの条件）

急速攪拌（190rpm）――― 3分間

中速攪拌（ 80rpm）――― 1分間

緩速攪拌（ 40rpm）――― 6分間

分析結果は、緩速攪拌終了後10～30分間静置させた上澄水を用いて行った。

Table 3－8－13　Surma河のChatak付近での水質試験結果

Months	pH	EC micro cm^{-1}	Chloride mg/ℓ	P-alka mg/ℓ	T-alka mg/ℓ	DO mg/ℓ	BOD mg/ℓ	T.S. mg/ℓ	S.S. mg/ℓ	COD mg/ℓ	Temp °C	Coliform nos/100 mℓ	Remarks
JAN.													
Feb.	7.05	119	3.8	0	54	7.5	2.3	135.5	55	34	25		
March	7.15	156.5	10.0	0	54	7.5	0.8	102	34	37	30		
April													
May	7.6	158	14.0	0	67	7.10		198	44.5	40	30		
June	7.8	168	17	0	54	7.4	1.3	182	43.5	61	28		
July													
Aug.	7.3	165	10.0	0	120	6.8	1.5	114	33	39	27		
Sept.													
Oct.													
Nov.													
Dec.	6.5	222	8.2	0	112	6.05	2.6	275	69	41	21		

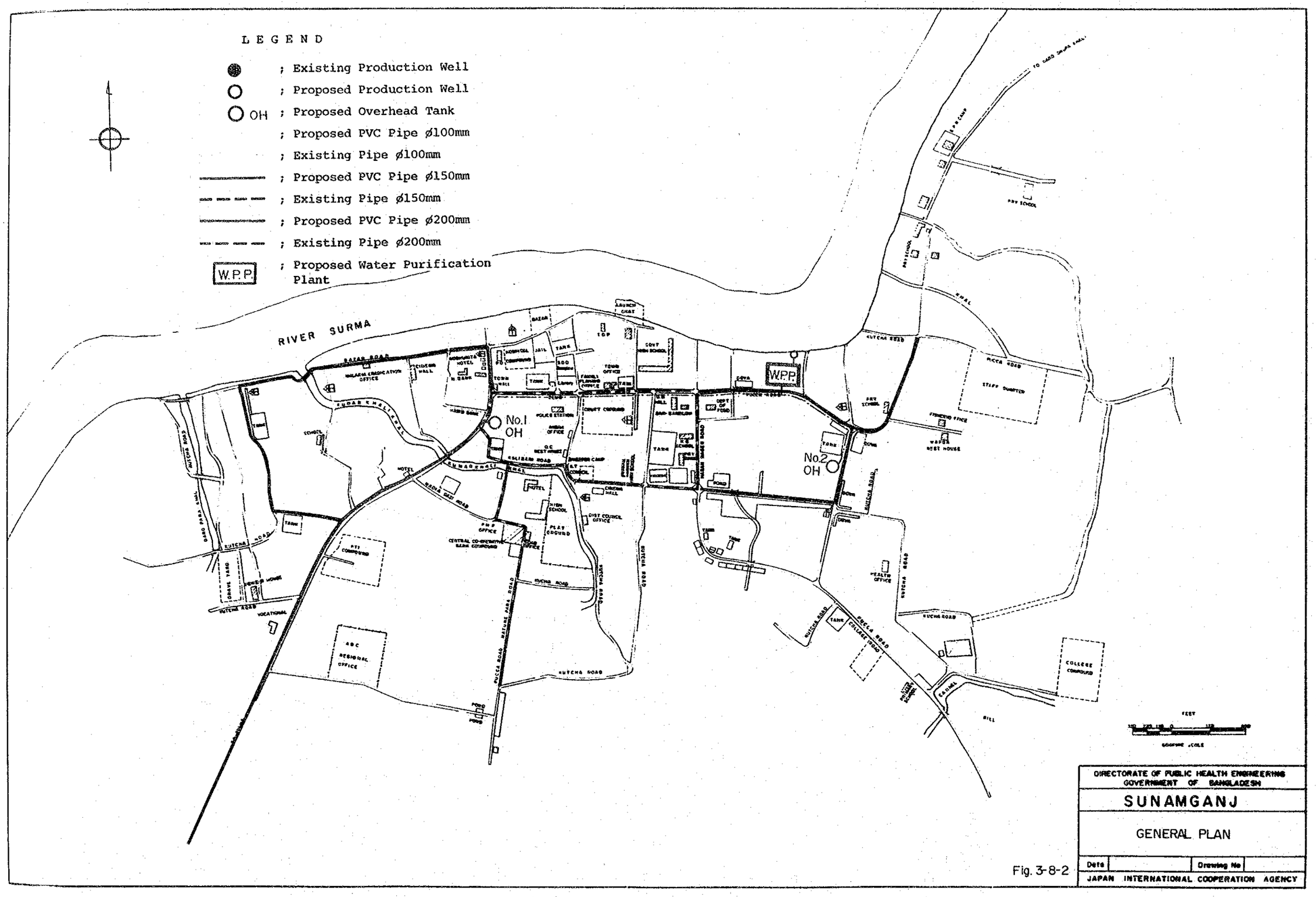

LEGEND
; Existing Production Well
; Proposed Production Well
OH ; Proposed Overhead Tank
; Proposed PVC Pipe ø100mm
; Existing Pipe ø100mm
; Proposed PVC Pipe ø150mm
; Existing Pipe ø150mm
; Proposed PVC Pipe ø200mm
; Existing Pipe ø200mm
W.P.P. ; Proposed Water Purification Plant
RIVER SURMA
No.1 OH
No.2 OH
W.P.P.
DIRECTORATE OF PUBLIC HEALTH ENGINEERING
GOVERNMENT OF BANGLADESH
SUNAMGANJ
GENERAL PLAN
Date
Drawing No
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 3-8-2

3－8－4　給水計画

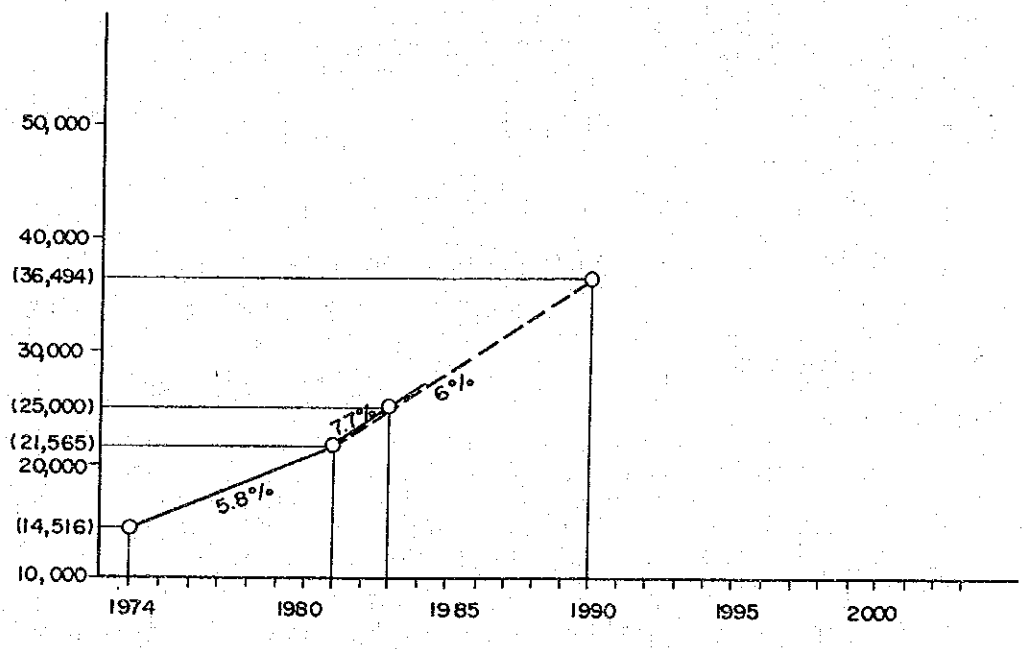
(1)　給水区域と給水人口

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	14,516人
1981年	〃　〃	21,565人
現在人口		25,000人

図示すると、下図の様になる。

Sunamganj Town 人口の増加状況



1974年から1981年までの人口増加率は5.8%、1981年から現在までの増加率は7.7%である。他Townと同様、1981年からの人口増加率を6%として計画目標年次（1990年）の人口を推定するものとする。1990年の推定人口は37,000人である。

現在の人口分布状況、集落の形成状況、将来の住宅地開発の方向などを考慮して給水区域を選定すると、ほぼMunicipal Area全域をカバーすることになる。給水人口は37,000人である。

(2)　給 水 量

給水人口37,000人に対する計画給水量は次の様となる。

$$Q = 81\,\ell/人\cdot日 \times 37{,}000 = 2{,}997.0\,m^3/day$$

(3) 給水施設計画

(i) 浄水処理方式の検討及び施設の設計条件

原水が表流水である場合の浄水処理方式は緩速ろ過方式と急速ろ過方式が考えられる。一般に前者は低池度の場合であり、ある程度以上の汚泥を有する原水については、その浄水処理能力や維持管理を含めて急速ろ過方式が適切である。

本計画の原水は表流水で池度の平均値が４０度で、最大で２００度が予想されるので急速ろ過方式とする。

この急速ろ過方式について以下に示すようなユニットプロセスが考えられるが、これらの中から①性能、②出来る限り現地で調達しうる機材を活用できること、③高度な技術力を要しないこと、④維持管理、保守管理が容易なこと、などを考慮して浄水処理方式を検討する。

(1) 薬品沈でん池

薬品沈でん池としては、次の２方式が考えられる。

㋑ 高速沈でん池　㋺ 横流式凝集沈でん池

構造物は大きくなるが、処理機能の柔軟性、維持管理の容易さにより横流式凝集沈でん池を採用する。

(2) 混 和 池

混和池としては、次の４方式が考えられる。

㋑ フラッシュミキサー　㋺ 上下迂流式　㋩ ポンプ循環式

㋥ 堰流式

機械構造を避け、維持管理を容易にするため堰流式とする。混和の指標として仕事量又はせん断力の程度を表わすＧ値（平均速度勾配値）、ＧＴ値を次の通りとする。

Ｇ値＝３００～５００ sec^{-1}

ＧＴ値＝１５,０００～１００,０００

滞留時間　１分程度

(3) フロック形成池

フロック形成池としては、次の３方式が考えられる。

㋑ 上下迂流式　㋺ 水平迂流式　㋩ フロキュレータ方式

操作や維持管理の容易なものとして、上下迂流式を採用する。

施設計画の条件は次の通りとする。

滞留時間　３０分

Ｇ　値　高速帯　６０～８０ sec^{-1}　低速帯　１５～２５ sec^{-1}

中速帯　３５～４５ sec^{-1}

(4) 沈でん池

沈でん池としては、次の２方式が考えられる。

㋑ 横流式共通沈でん池　㋺ 沈降促進装置付沈でん池

用地があること、および維持管理の容易なことから㋑とする。

滞留時間　３時間

池内流速

集泥方式　ホッパー式とする、上流側 1/3 ブロックに設置する。

(5) 急速ろ過池

急速ろ過池としては、次の３方式が考えられる。

㋑ 標準型　㋺ 自己洗浄型バルブ式　㋩ 自己洗浄型サイホン式

㋑～㋩について比較検討（Table 3－8－14）の結果、設備や操作が簡潔であること、設備費が安いこと、水理ロスが少ないことなどにより自己洗浄型バルブ式を採用する。

池　数　４池

ろ過速度　１２０m/日（４池稼動時）

１５０m/日（３池稼動時）

逆　洗　0.6m³/m²/分×６分

表　洗　0.2m³/m²/分×４分　固定式

最小処理水量　処理能力の 1/2 量とする。

砂　層　有効径　0.6mm　均等係数　1.6以下

層　厚　0.6m

砂利層　２～４mm、４～６mm、６～１０mm、１０～２０mm

各層厚　５０mm

集水装置　自己洗浄型有孔ブロック

有効ろ過水頭　１m

補給水　送水管より分岐

(6) 浄水池

浄水池の容量は、日本の基準では計画給水量の１時間分としているが、本計画においては、送水ポンプの吸水弁を兼ねるものとして２時間分とした。

(7) 凝集剤注入設備

凝集剤としては、次の３種類が考えられる。

㋑ 固形ばんど　㋺ 液体ばんど　㋩ ＰＡＣ

取扱いの容易さ、凝集のし易さの点でＰＡＣがよいと思われるが、パ国の特殊

性から安価であること、入手の容易さにおいて優る固形ばんどを採用する。

固形ばんど（$A\ell_2O_3$ 15%）を$A\ell_2O_3$ 3%溶液に溶解希釈して注入する。

注入式　P＝1.67（8.7＋2.2　T）　T；池度

(8) 滅菌設備

滅菌剤としては、次の4種類がある。

㋑ さらし粉　㋺ 次亜塩素酸ソーダ　㋩ 塩素ガス

㋥ 生成次亜塩素酸ソーダ（食塩の電解による）

㋥がコストや安全性取扱いの容易さの点で優れているが、機械の維持管理の点でやや問題があり、入手のし易さからさらし粉とする。

さらし粉（有効塩素50%）を10%有効塩素溶液に溶解希釈して注入する。

注入率　Pave＝1.5 ppm（有効塩素100%）

Pave＝15 ppm

溶解槽容量　1日注入量の容量×2槽

Table 3－8－14　急速ろ過池比較表

	標　準　型	自己洗浄型（バルブ式）	自己洗浄型（サイホン式）
ろ過面積	11.78m^2/池×4池 ＝47.12m^2	11.78m^3/池×4池 ＝47.12m^2	同　左
ろ過速度	通常時　112　m/日 洗浄時　149.2 m/日	同　左 同　左	同　左 同　左
洗浄水量 （補給水量）	7.1 m^3/分×6分 ＝42.6 m^3	3.4 m^3/分 ～5.1m^3/分×6分 ＝20.4m^3～30.6m^3	同　左
設備機器			
原水流入装置	原水流入弁　φ200	原水流入弁　φ200 ＋ 分配堰	原水サイホン装置 φ200サイホン管　1 ダイヤフラム弁　2 電磁弁　2 ＋ 分配堰
洗浄水設備	高架水槽 洗浄給水管　φ300 〃　弁　φ300	自己ろ過水 ＋補給水（高原水槽） 補給水管　φ250 〃　弁　φ250 （共通装置）	同　左 同　左
洗浄排水装置	排水扉 300×300	同　左 300×300	排水サイホン装置 サイホン管 200×400　1 ダイヤフラム弁　2 電磁弁　2
ろ過調整装置	浄水弁　φ300 流量計 流調弁　φ150	ろ過調整堰 （共通装置）	同　左
保守点検用装置	—	浄水弁　φ400	浄水平底弁　φ400
その他			コンプレッサー 真空ポンプ 真空タンク（流調弁付） 空気配管 真空配管 （以上共通装置）

	標　準　型	自己洗浄型（バルブ式）	自己洗浄型（サイホン式）
（建設費）			
躯体費	1	0.9	1.3
構造	管廊部が複雑でかつ池部は浅いが管廊部が非常に深く底版は凸凹で施工しにくい。		
装置面積			
装置深さ	池部　3.5 m 管廊部　6.5 m	池部　4.2 m 管廊部　4.5 m	池部　5 m 管廊部　6 m
コンクリート量			
設備費	1 流量調整装置など高度な機器や逆洗装置などの大型機器があり、設備費は高い。	0.75 高度で複雑な機器はなく1池にバルブ3個のみで操作が可能である。	0.8 小規模ではあるがサイホン装置に関する複雑で多数の機器がある。
維持管理費	1 流量調整装置など技術力を要する機器が多い。操作を要する機器が多い。	0.6 原水流入弁、排水弁、表洗弁の3つの弁の全閉全開操作のみでよく非常に簡潔である。	1.0 流入サイホン、排水サイホンに関わる多くの機器との操作を必要とする。真空ポンプ、コンプレッサー等の自動機器が必要である。
その他			
水理ロス	3.75 m	1.5 m	2.0 m

(ii) 処理施設能力

計画給水量は、1日当り2,997m^3/dayである。バ国との協議から、浄水作業を15時間で行なうことと、浄水場内使用水量を10%とすることで、今回計画の施設能力は次の通りとする。

$$2,997m^3/\text{day} \times \frac{24}{15} \times 1.1 = 5,275m^3/\text{day}$$

(iii) 施設容量

処理水量　5,275m^3/日＝219.8m^3/時＝3.66m^3/分＝0.061m^3/秒

ⓐ 着水井

池　　数　　1池

寸　　法　　巾2.2m×長5.0m×有効深2.0m

容　　量　　22m^3

滞留時間　　$\frac{22.0m^3}{3.66m^3/分} = 6.0$分

池内流速　　$\frac{0.061m^3/秒}{2.2m \times 2.0m} = 0.014m/秒$

計量ぜき　　B＝2,200　　d＝2,790　　H＝210

ⓑ 混和池

池　　数　　4池

1池当処理水量　1,319m^3/日＝55.0m^3/時＝0.92m^3/分＝0.015m^3/秒

寸　　法　　巾0.7m×長0.4×有効深3.0m

容　　量　　0.84m^3

滞留時間　　$\frac{0.84m^3}{0.92} = 0.91$分

構　　造　　上下迂流式（越流堰1）

$G = 300$　　$h = 0.117G^2T \times 10^{-6}$

$= 0.117 \times 300^2 \times 54.6 \times 10^{-6}$

$= 0.575$

$h = 3.5\frac{U^2}{2g}$　　$U = \sqrt{\frac{0.575 \times 19.6}{3.5}} = 1.79m/s$

越流水深　0.049m

ⓒ フロック形成池

池　　数　　4池

寸　　法　　巾 0.7m × 長 2.9m × 有効深 3.0m　1条　6.09m³

巾 0.8m × 長 3.3m × 有効深 3.0m　1条　7.92

巾 0.9m × 長 3.3m × 〃 3.0m　1条　8.91

巾 1.0m × 長 3.3m × 〃 3.0m　1条　9.9

容　　量　　32.82m³

滞留時間　　$\frac{32.82m^3}{0.92m^3/分} = 35.7分$

構　　造　　上下迂流式

1条目　下部屈曲部(2)　　越流堰(2)

G=57　h=0.039　t=0.046　　G=60　h=0.043　t=0.023

G=51　h=0.031　t=0.051　　G=54　h=0.035　t=0.026

2条目　下部屈曲部(2)　　越流堰(2)

G=45　h=0.031　t=0.045　　G=48　h=0.036　t=0.022

G=39　h=0.023　t=0.052　　G=42　h=0.027　t=0.026

3条目　下部屈曲部(2)　　越流堰(2)

G=33　h=0.019　t=0.051　　G=36　h=0.023　t=0.025

G=27　h=0.013　t=0.062　　G=30　h=0.016　t=0.030

4条目　下部屈曲部(2)　　越流堰(2)

G=21　h=0.009　t=0.067　　G=24　h=0.011　t=0.032

G=15　h=0.004　t=0.100　　G=18　h=0.006　t=0.044

全損失水頭　0.366

ⓓ 沈でん池

池　　数　　4池

寸　　法　　巾 3.3m × 長 16.6m × 有効深 3.0m

容　　量　　164.34m³/池 × 4池 = 657.36m³

滞留時間　　$\frac{164.34m^3}{55m^3/時} = 2.99時$

池内流速　　$\frac{0.92m^3/分}{3.3m \times 3m} = 0.093m/分$

排泥ピット

ⓔ 急速ろ過池（自己洗浄型バルブ式）

池　　水　　4池

寸　　法　　巾 3.1m × 長 3.8m（＝１１.７８m^2／池）

（巾4.15m× 長 3.8m × 深 4.5m）

ろ過速度　　４池稼動時　１１２.０m／日

３池稼動時　１４９.３m／日

逆　　洗　　0.6m／分 × ６分

１１.７８m^2／池 × 0.6m^3／m^2／分＝ 7.０７m^3／分／池

7.０７m^3／分／池 × ６分＝ ４２.４m^3／池

補給水量　　3.４１m^3／分（１００％処理時）　送水管より補給する

～ 5.２４m^3／分（５０％処理時）

表　　洗　　0.2m^3／m^2／分 × ４分

下部給水装置　自己洗浄型有孔ブロック

ろ 過 層　　珪砂　有効径 0.6　均等係数 1.6 以下

層厚 0.6m

支 持 層　　砂利 2.0～4㎜　4㎜～6㎜　6～１０㎜

１０㎜～２０㎜　各層５０㎜

原水分配　　巾 0.8 四角堰＋ φ２００蝶型弁

排水装置　　□３００制水扉

表洗装置　　□１２５表洗本管＋ φ１２５仕切弁

池内固定式表洗装置

補給水装置　給水塔より φ２５０本管＋ φ２５０蝶型弁

塩素はろ過調整堰前に注入する。

ⓕ 浄水池兼送水ポンプ井

池　　数　　２池

寸　　法　　巾 5.0m × 長１４.７m × 有効深 3.0m

容　　量　　２２０.５m^3／池 × ２池＝４４１m^3

滞留時間　　$\frac{441m^3}{219.8m^3/時}$＝２時

ⓖ 凝集剤注入

凝 集 剤　　固形ばん土（１５％ $A\ell_2O_3$）

$A\ell_2O_3$　５％溶液に希釈溶解して注入する。

注 入 率　　$A\ell_2O_3$　５％溶液として

$P = 8.7 + 2.2\sqrt{T}$　　T：原水池度

注 入 量　　平均原水池度８３度とすると、２８.７ ppm

（$A\ell_2O_3$　５％溶液として）

5.275m^3/日 × 28.7 × 10^{-6} = 0.151m^3/日

溶 解 槽　　0.2m^3 × 2槽

(h) 滅菌剤注入

滅 菌 剤　　さらし粉（50%有効塩素）

さらし粉を有効塩素10%に希釈溶解して注入する。

注 入 率　　有効塩素

有効塩素10%溶液としてmax 20 ppm　　10 ppm

注 入 量　　5,275m^3/日 × 10 × 10^{-6} = 0.053m^3/日

（有効塩素10%溶液）

溶 解 槽　　0.1m^3 × 2槽

(ii) 給 水 塔

給水塔の所要容量は

V = 2,997.0 × 0.20 = 599.4m^3

となるので、給水塔の配置を考慮して400m^3と200m^3の容量のものを各一基計画する。

(iii) 配 水 管

配水管の配置は、人口分布状況、既存配水管の位置、道路状況、浄水物の位置、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、口径φ200mm以下で、管種は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9.0mの水圧を確保している。

(IV) 公共水栓（Public Post）

φ13mmの水栓からは20ℓ/min（14.4m^3/12hr）の吐出量がある。

給水量は

Q = 37,000 × 0.5 × 34ℓ/人・日 = 629.0m^3/day

となり、公共水栓の必要数は、44ケ所となる。

本計画においては10ケ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。

3－8－5　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 3－8－15 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 3－8－15に示す通りとなり、その平面計画は、Fig. 3－8－2に示す通りである。

Table 3－8－15 (1) 本計画により建設される給水施設の概要

Sanamganj

施　設	仕　様	計画全体	DPHEによる既完成分	新規工事分
1. 浄水場	処理能力 5,275 m³/day	1	0	1
2. 送水ポンプ設備	No.1 φ250×22KW×1台 No.2 φ150×11KW×1台 渦巻ポンプ	2	0	2 2
3. 送水管	No.1ポンプ φ250 No.2 〃 φ150	990m 400m	0 0	990m 400m
4. 給水塔	容量 200m³/400m³ 各1基 高さ17m、鉄筋コンクリート造	2	0	2
5. 配水管	PVC Pipe φ200 新設 〃 φ150 新設 〃 φ100 新設 合計 舗装別内訳は別紙の通り	760 5,786m 16,850m 23,396m	0 1,806 0 1,806	760m 3,980m 16,850m 21,590m
6. 配水管附帯施設工事	スルースバルブ(室) φ200 新設 〃 φ150 新設 〃 φ100 新設 排水管 φ200 新設 φ150 新設 管末端工 φ100 新設 〃 φ150 新設 〃 φ200 新設	4 47 92 — 6 24 1 —	— 12 — Nash-out 1No.(φ6″)	4 35 92 — 6 24 1 —
7. Public Post		10	0	10

Table 3－8－15 (2)　送水管及び配水管の舗装別内訳
（新規工事分のみ）

Sunamganj

種別 / 項目	舗装種別 As	R.C	Bricks	Kutcha	計	備考
1. 送水管						
φ10″（No.1）	100	840		50	990	
φ 6″（No.2）		350		50	400	
計	100	1,190		100	1,390	
2. 配水管						
φ 4″（道路並列）	1,020	8,260	1,030	6,330	16,640	
〃（〃 横断）	60	120	10	20	210	
小計	1,080	8,380	1,040	6,350	16,850	
φ 6″（道路並列）	2,150	1,820			3,970	
〃（〃 横断）		10			10	
小計	2,150	1,830			3,980	
φ 8″（道路並列）	760				760	
〃（〃 横断）						
小計	760				760	
合計	3,990	10,210	1,040	6,350	21,590	

3－9 概算事業費

(1) 総事業費

本計画の総事業費は、445.0M.TK（42.0億円）と見積られる。その内訳は、外国政府負担分が339.9M.TK（32.1億円）で、バングラデシュ国政府負担分は105.2M.TK（9.9億円）である。日本政府負担分は、7Townにおける給水施設の建設工事費と実施設計及施工管理費とであり、バングラデシュ国政府の負担分は、土地取得、日本からの輸入品に対する関税等及び維持管理施設及設備費などである。

外貨交換レートは、1us $＝25.13TK＝237Yen（1TK＝9.43Yen）とし、積算時点は昭和59年8月とした。

(2) バングラデシュ国政府負担分

本計画の実施に際しては、バングラデシュ国政府も建設費用の一部を負担することになる。バングラデシュ国政府の負担する費用は次の通りである。

① Land Acquisition／Development費

② 日本からの輸入資機材に対する関税等

③ 維持管理施設及設備費

④ 給水装置のうち、本計画に含まれた10ケ所の公共水栓を除く、残りの各戸給水に公共水栓の建設工事費。但し、この工事費は、事業費には含めていない。

各項目別の費用の内訳は、以下に示す通りである。

① Land Acquisition／Development費

本費用は、バングラデシュ国政府負担とする。現地調査時にDPHE地方事務所からの聴取によるとAc当りの土地購入費は、次の通りである。

Town	市内	郊外
Jenidah	1,000,000 TK／AC	800,000 TK／AC
Churdanga	－	37,500
Gaibandha	1,000,000	
Kurigram	1,200,000	40,000
Feni	2,000,000	

ADBが援助している5Towns Water Supply Projectによると、Bogra、Mymensingh、Comilla、Jossore、Barisalなどの都市での土地費用は1,150,000TK／ACを採用している。オランダ援助による12Towns Water Supply Projectにおいては、内訳は不明であるが一式計上している。

本計画において建設を予定している給水塔、井戸及び浄水場などは、市内に建設される。土地の購入費用は、現地での調査結果や他プロジェクトの値を参考として1,200,000TK／AC（300TK／m^2）とする。

また建設サイドは既造成地を選んでいるので、造成費用はほとんど必要ないが水田地帯に選定されたものもあるので、その場合には造成費用を積算するものとする。

Access Roadについては、既存道路近くに、建設サイドを選んであり、必要ないので計上しないものとする。

Town別のLand Acquisitionの費用はTable 3－9－1に示す通りである。

Table 3－9－1　Town別Land Acquisition／Development費

単位：TK

Town	井戸及ポンプ場	給　水　塔	除鉄装置／浄水場	盛　　土	計
Narsingdi	本 m^2 11×150×300=495,000	基 m^2 5×500×300=750,000	—	—	1,245,000
Jenidah	1×150×300= 45,000	3×500×300=450,000	—	—	495,000
Chnadange	1×150×300= 45,000	〃　〃	—	—	〃
Kurigram	1×150×300= 45,000	2×500×300=300,000	ケ m^2 2×250×300=150,000	—	〃
Gaibandha	2×150×300= 90,000	〃　〃	1×250×300= 75,000	m^3 1,300×53= 68,900	533,900
Feni	2×150×300= 90,000	〃　〃	—	m^3 2,300×53=121,900	511,900
Sunamgang	—	〃　〃	m^3 5,000×300=1,500,000	m^3 2,000×53=106,000	1,906,000
計	810,000	2,850,000	1,725,000	296,800	5,681,800

② 日本からの輸入資機材に対する関税等の費用

Town別の関税等の費用は、次表の様になる。

Table 3－9－2　Town別関税等費用

Town	Duties & Taxes
Narsingdi	9,236 ×1,000TK
Jenidah	2,863
Chuadanga	2,246
Kurigram	1,291
Gaibandha	3,167
Feni	2,723
Sunamgani	11,910
維持管理設備 各Town	1,357
維持管理設備 DPHE	30,476
合　　計	55,269

③ 維持管理施設及び設備費

ポンプ運転工の室は、ポンプ小屋に併設しているため、新設するポンプ小屋には、その建設費用は含まれている。既存のポンプ小屋については、バ国政府により建設されるものと考える。

施設の維持管理のために事務所及び貯蔵場所が必要である。しかしその組織内容及びPoroushoava内での位置づけが確定されているので、バングラデシュ国政府により手当されるものと考える。それらの施設は既存の施設を利用することが望ましいが、新たに建設しなければならない場合には、それらの所要面積及び建設費用はADB及びオランダの援助によるプロジェクトを参考にして算出する。

また、維持管理組織には、給水施設の維持管理のため、車輌等、も必要である。

1Town当りの維持管理施設及び設備費は次の通りと推定される。

（施設）

主管理事務所棟	92.9m^2(1,000sft)×1棟×3,250TK/m^2	=301,925TK
予備品等貯蔵棟	185.8m^2(2,000sft)×1棟×1,625 〃	=300,996
	小計	602,921TK

（車輌等）

小型ジープ	1台×106,888=106,888TK	
モーターサイクル	2台×14,982.5= 29,965 〃	
	小計	136,853TK
（車輌輸入のためのDuties & Taxes）		136,853TK
（水質試験器輸入のためのDuties & Tox）		57,014TK
合　計		933,641TK

④ DPHEのMechanical & Electrical Divisionの設備拡充費

日本の援助により、井戸を主水源とする飲料水給水施設が地方に建設されるが、その後の維持管理は、バングラデシュ国政府が行なうこととなる。本計画により建設される井戸と既にDPHEにより建設された井戸との合計は、7Townで29本である。本計画は、27Sub-Divisional Towns（現在はDistrict Town）Water Supply Projectの中の7Townであり、今後、残る20Townの給水施設が建設されるものと考えられる。

施設の完成後はDPHEにより維持管理されるが、各Townの維持管理組織内に給水施設、特に井戸の保守、修理等をも行なえる部門を設けることは、技術的、経済的に不可能である。これらの給水施設の保守、修理はDPHEのMechanical &

Erectrical Divisionが行なうこととし、その作業増加のため、このM/E Division の拡充が必要であり、バングラデシュ国政府も、検討の段階に入っている。

拡充されたM/E Divisionには、維持管理計画の項で述べてある諸設備が必要であるが、それらのうち、次の機械等とバングラデシュ国政府から負担する必要がある。これら以外の機械等は日本政府が負担する。

○ボーリング機械		
ボーリングマシン（φ550mm、L=350m）	1台	11,255,000
ボーリングマシン（φ750mm、L=150m）	1台	10,894,000
○マイクロバス	2台	962,000
○ジープ	2台	502,000
合　計		23,613,000TK

これらの機械の輸入に必要な関税等が、23,613,000TKである。また日本が援助に含める井戸検査及び修理用機械とトラックの輸入に必要な関税、6,866,000TKを負担する必要がある。

⑤ 本計画に含まれず、今後バングラデシュ国政府が建設すべき各戸給水及び公共水栓の建設工事費

本計画においては、各Townについて公共水栓10ケ所を建設することとしている。残りの公共水栓及び各戸給水はバングラデシュ国政府により、1990年までに完成させるものと考える。

バ国政府により建設される各戸給水及び公共水栓の建設工事費は、Table 3－9－3に示す通りであり、直接工事費分と関税等と合せて133,321,000TKとなる。

以上より、Town別バ国政府負担分を示すとTable 3－9－4の通りとなる。

Table 3－9－3　Town別各戸給水及び公共水栓建設工事費（バ国負担分であるが、本報告書の事業費には計上していない。）

Unit：1,000TK

Town	各戸給水				公共水栓				合計	
	戸数	L.C	F.C	合計	ケ所数	L.C	F.C	合計	工事費計	Duties & Taxes
Narsingdi	3,570	15,194	6,872	22,066	164	213	203	416	22,482	7,075
Jenidah	2,115	9,001	4,071	13,072	67	87	83	170	13,242	4,154
Chuadanga	2,270	9,661	4,370	14,031	71	92	88	180	14,211	4,458
Gaibandha	2,470	10,512	4,755	15,267	54	70	67	137	15,404	4,822
Kurigram	1,980	8,427	3,812	12,239	27	35	33	68	12,307	3,845
Feni	2,205	9,384	4,245	13,629	28	36	35	71	13,700	4,280
Sunamganj	1,630	6,937	3,138	10,075	34	44	42	86	10,161	3,180
合計	16,240	69,116	31,263	100,379	445	577	551	1,128	101,507	31,814
(Unit Cost)		(4,256TK/ケ)	(1,925TK/ケ)			(1,298TK/ケ)	(1,236TK/ケ)		133,321	

（注）　上記の各戸給水及公共水栓は1990年までに完成される。

建設スケジュールは未定であるので、インフレーションはみていない。1984年8月単価によっている。

Table 3－9－4　Town別バングラデシュ国政府負担分内訳

項　　目	Narsingdi	Jenidah	Chuadanga	Kurigram	Gaibaudha	Feni	Sunamganj	合　計
1. Land Acquisition ／Development	1,245,000	495,000	495,000	495,000	533,000	511,000	1,906,000	5,680,000
2. 輸入資機械に対する関税等の費用　施設建設分	9,236,000	2,863,000	2,246,000	1,291,000	3,167,000	2,723,000	11,910,000	33,436,000
維持管理設備	194,000	194,000	194,000	194,000	194,000	194,000	194,000	1,358,000
DPHE、M／E Div	－	－	－	－	－	－	－	30,476,000
各戸給水、公共水栓	7,075,000	4,154,000	4,458,000	3,845,000	4,822,000	4,280,000	3,180,000	31,814,000
小　計	16,505,000	7,211,000	6,898,000	5,330,000	8,183,000	7,197,000	15,284,000	97,084,000
3. 維持管理施設	603,000	603,000	603,000	603,000	603,000	603,000	603,000	4,221,000
4. 維持管理設備	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	959,000
5. DPHE、M／E Div 拡充費	－	－	－	－	－	－	－	23,613,000
6. 今後建設される各戸給水	22,066,000	13,072,000	14,031,000	12,239,000	15,267,000	13,629,000	10,075,000	100,379,000
7. 〃　〃　公共水栓	416,000	170,000	180,000	68,000	137,000	71,000	86,000	1,128,000
合　計	40,972,000	21,688,000	22,344,000	18,872,000	24,860,000	22,148,000	28,091,000	233,064,000

3－10 第3章資料

3－10－ 1　7 Town 地質断面図

Jenidah Town

Chuadanga 〃

Gaibandha 〃

Kurigram 〃

Narsingdi 〃

Feni 〃

Sunamganj 〃

3－10－ 2　管網水理計算結果表

Jenidah Town

Chuadanga 〃

Gaibandha 〃

Kurigram 〃

Narsingdi 〃

Feni 〃

Sunamganj

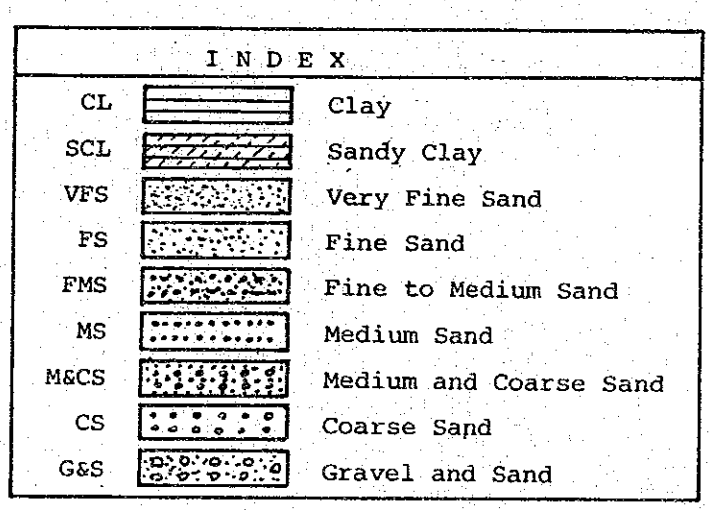
3－10－ 3　計画給水量の検討

3－10－ 4　給水塔規模の検討

3－10－ 5　構造物基礎の検討

3－10－ 6　衛生設備計画の検討

3－10－1　7 Town　地質断面図



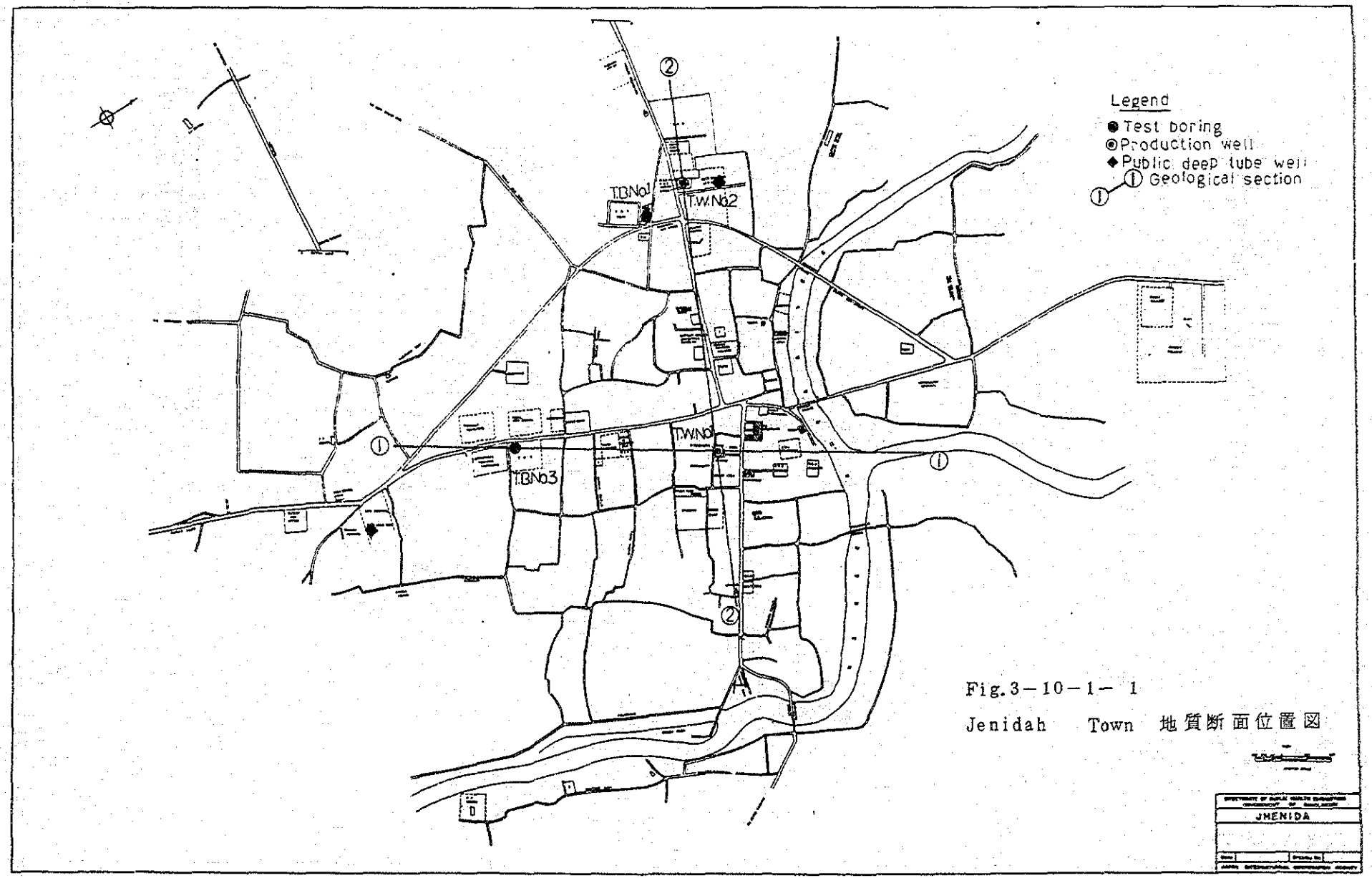
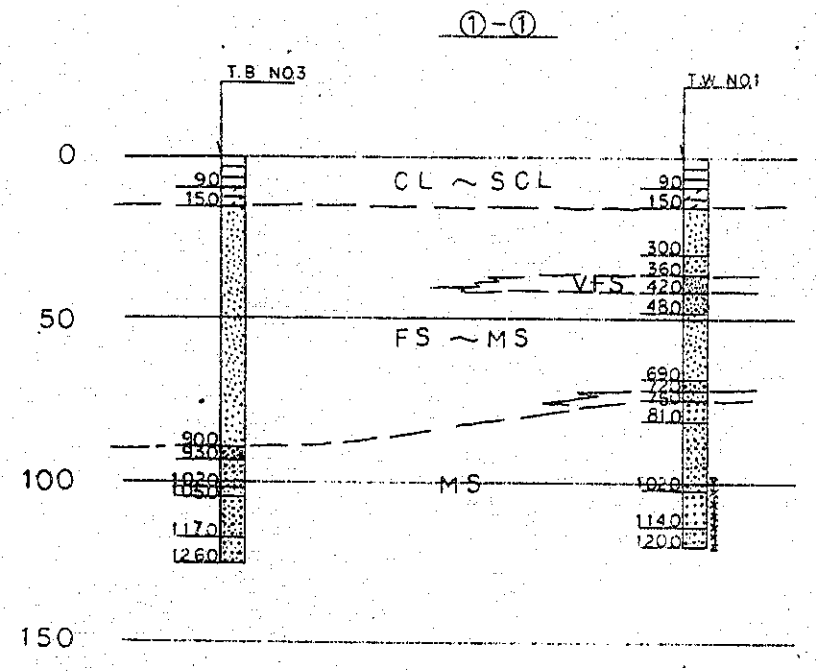
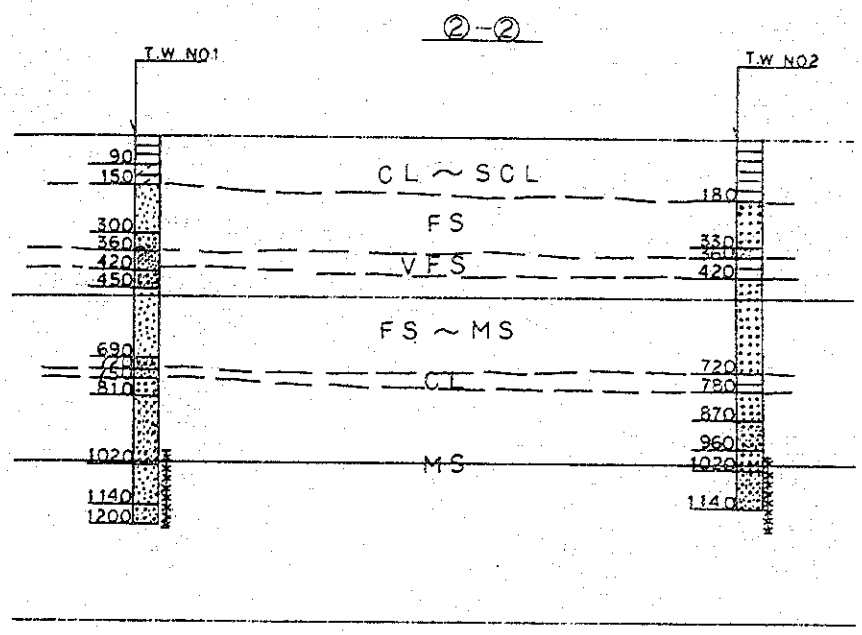


Fig.3－10－1－ 1

Jenidah Town 地質断面位置図

Fig.3－10－1－ 2 Jenidah Town 地質断面図





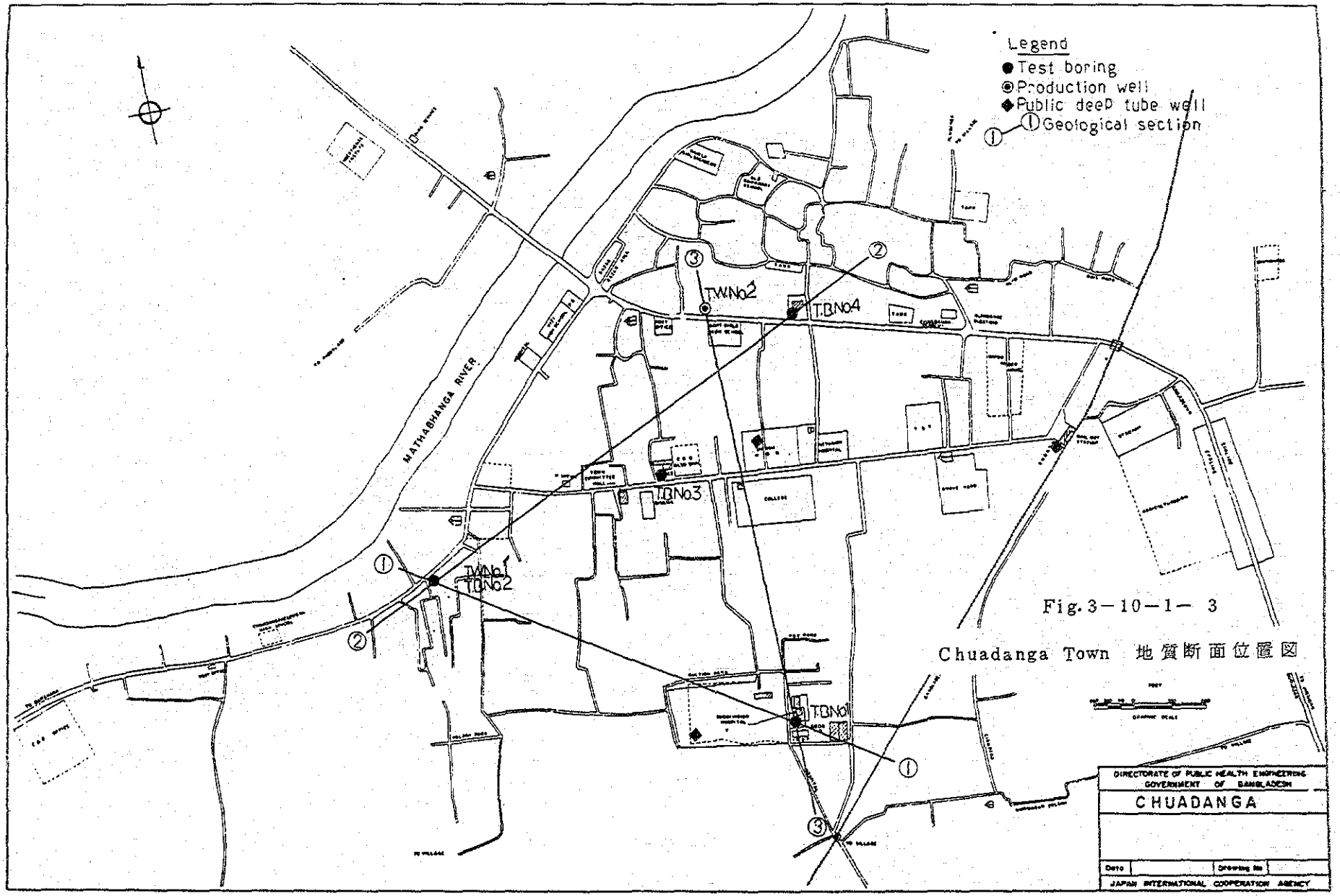


Fig. 3－10－1－ 3

Chuadanga Town 地質断面位置図

Fig.3－10－1－ 4 Chuadanga Town 地質断面図

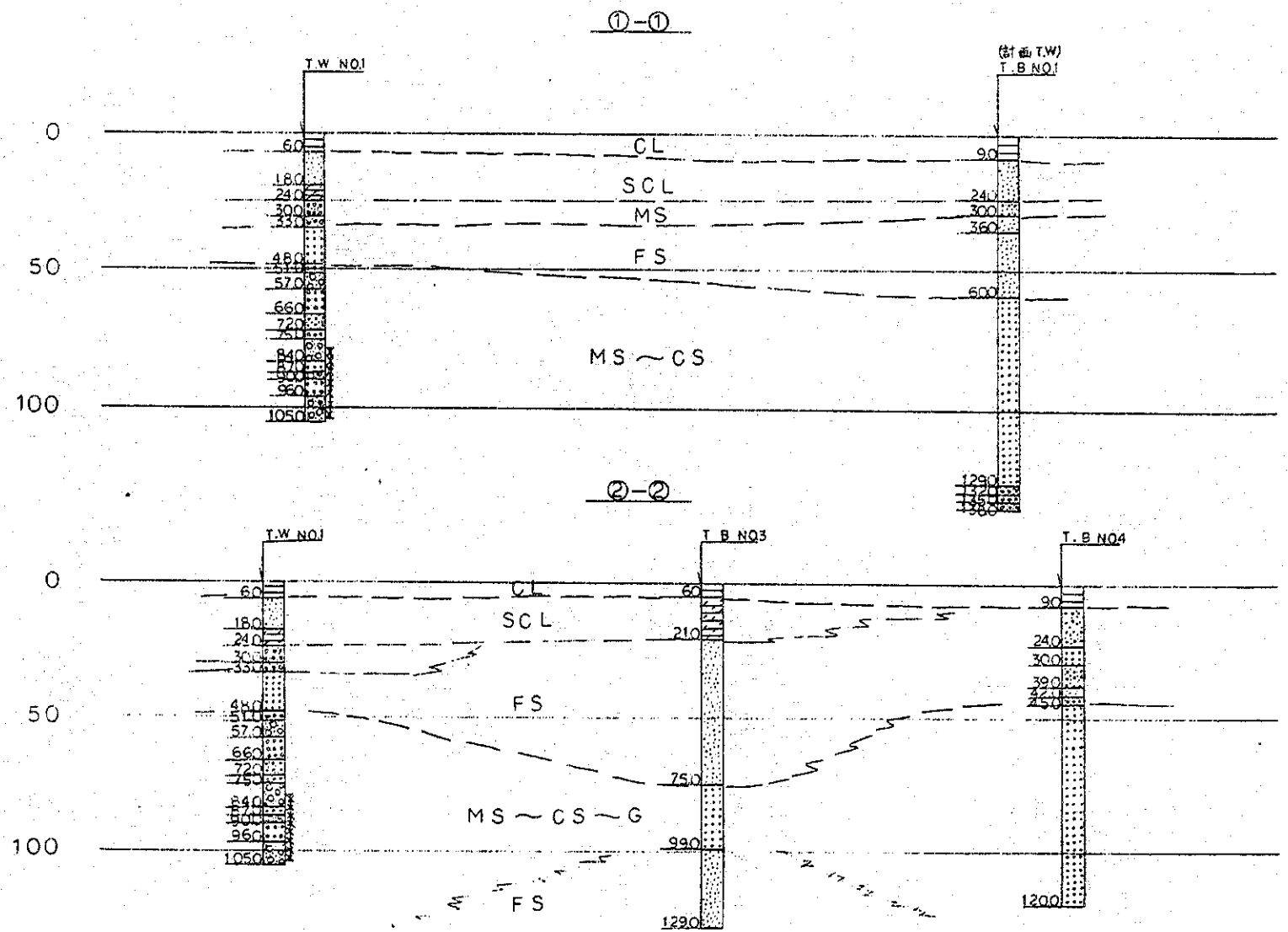
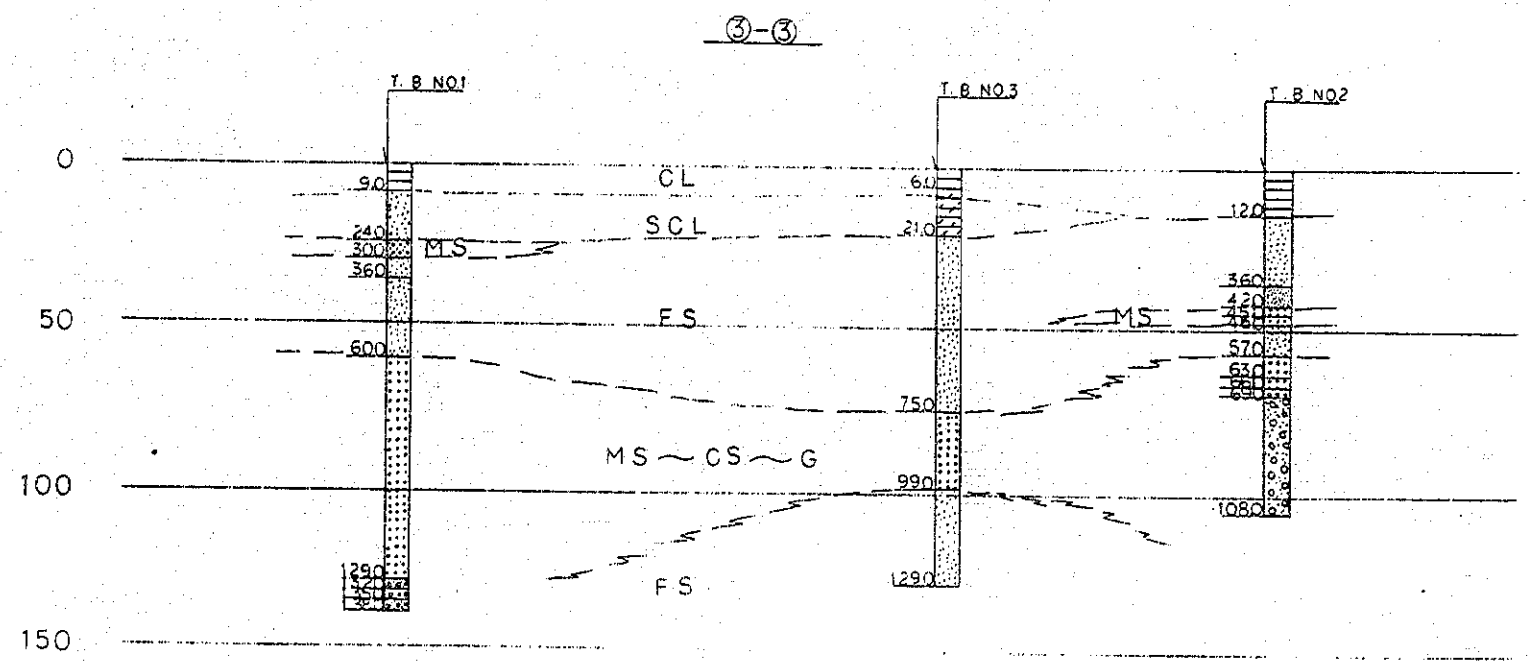


Fig.3－10－1－ 5 Chuadanga Town 地質断面図



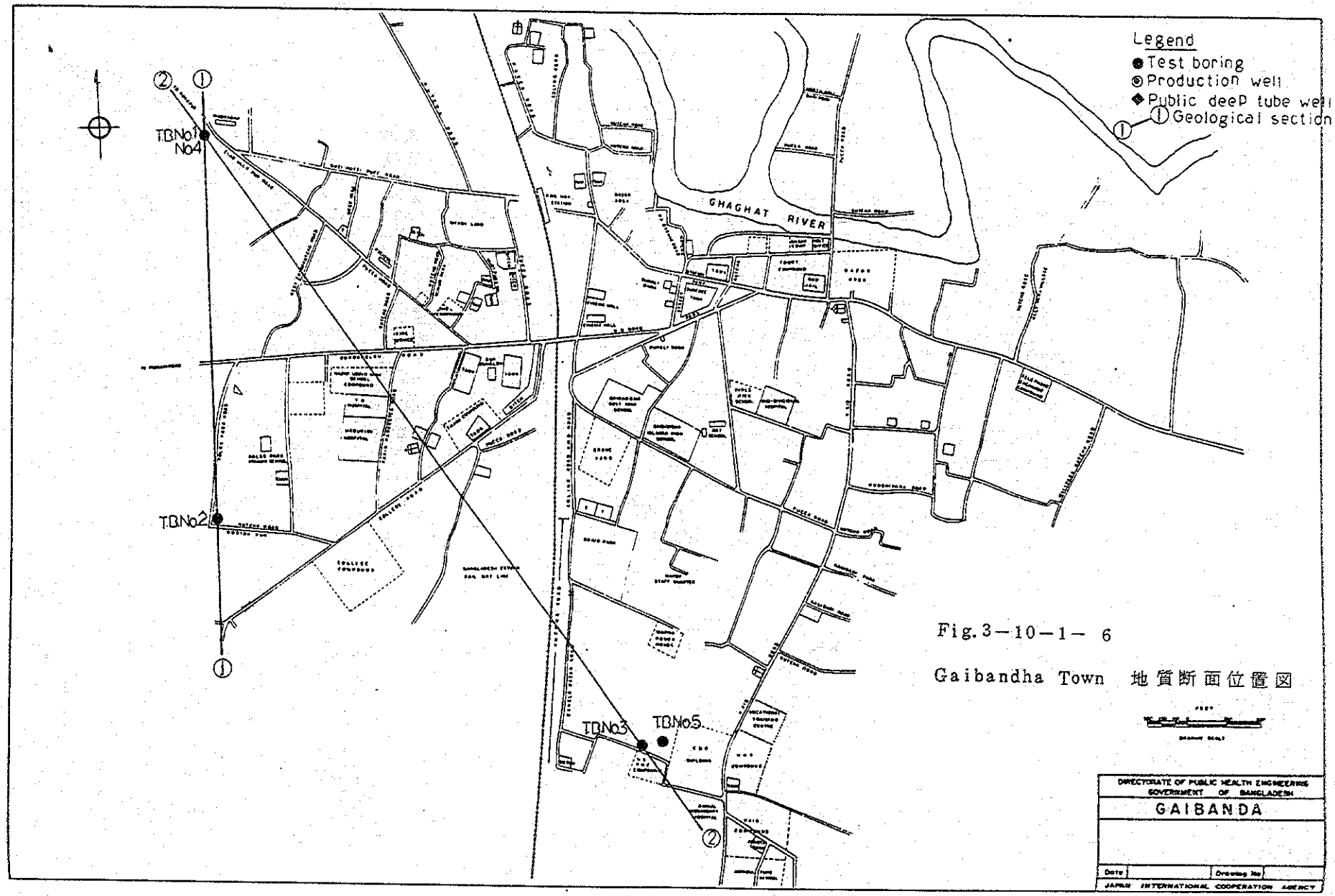
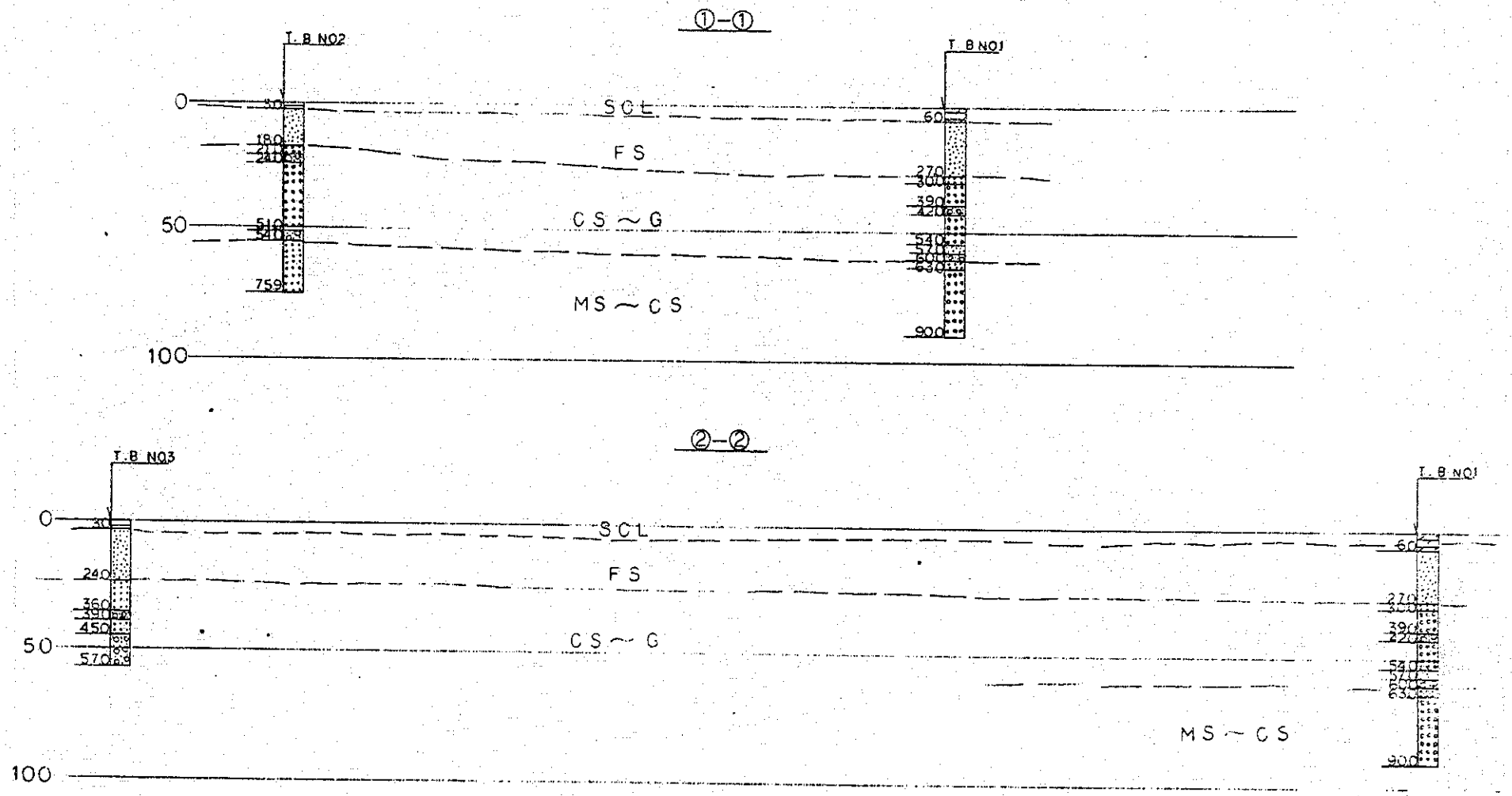


Fig.3－10－1－ 6

Gaibandha Town 地質断面位置図

Fig.3－10－1－ 7 Gaibandha Town 地質断面図



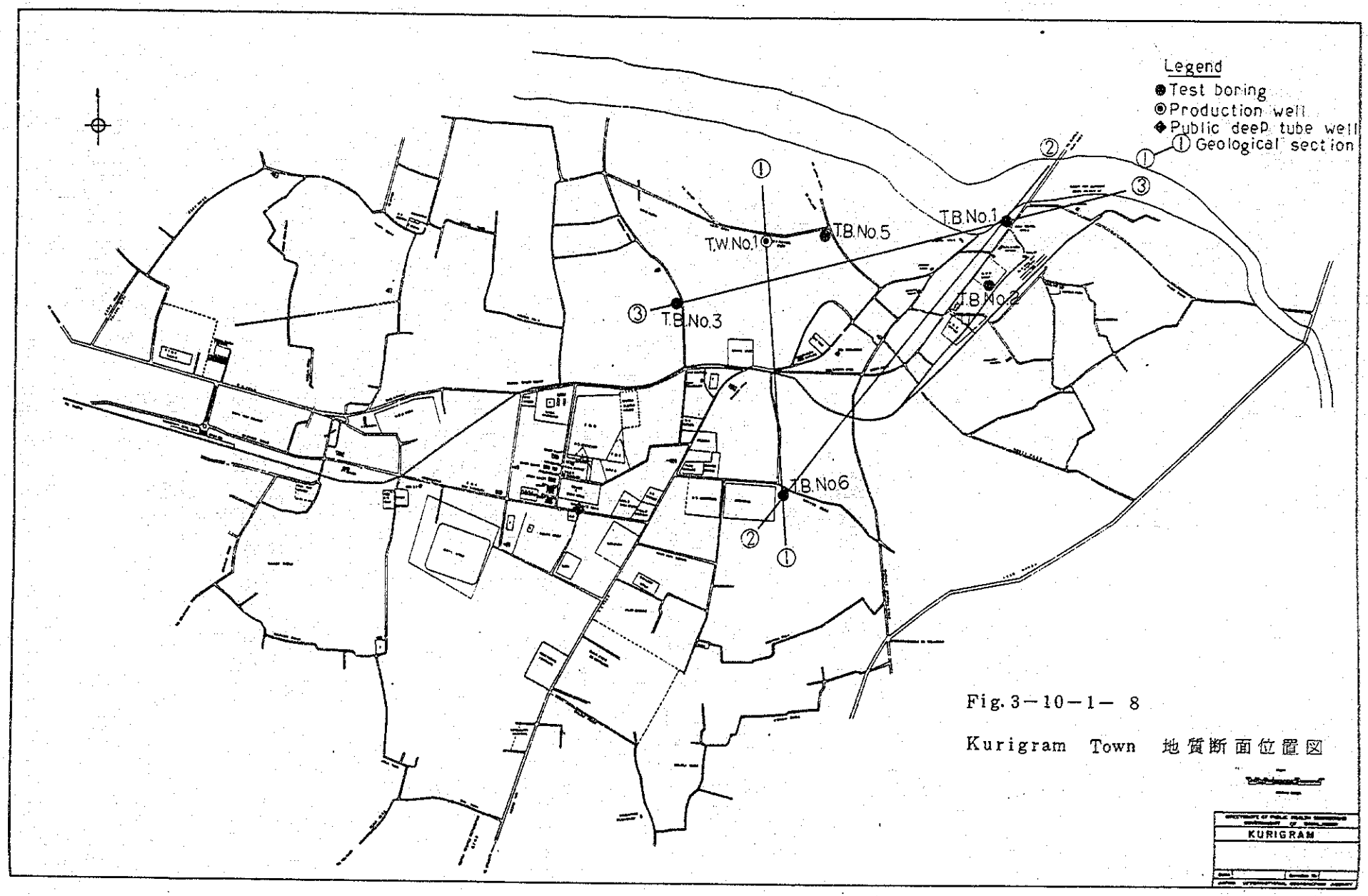


Fig. 3－10－1－ 8

Kurigram Town 地質断面位置図

Fig.3－10－1－ 9 Kurigram Town 地質断面図

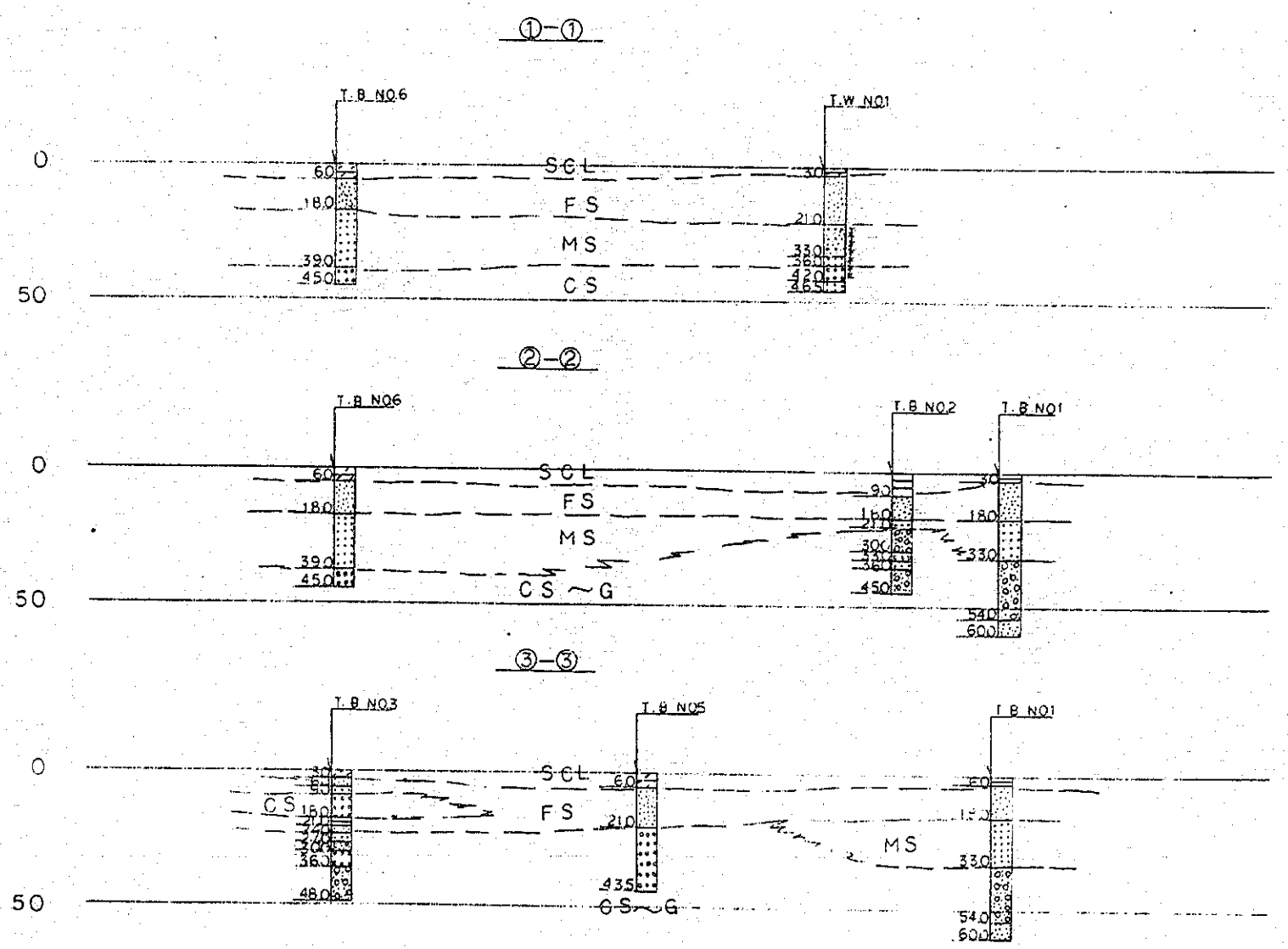


Fig.3—10—1—10 Narsingdi Town 地質断面位置図

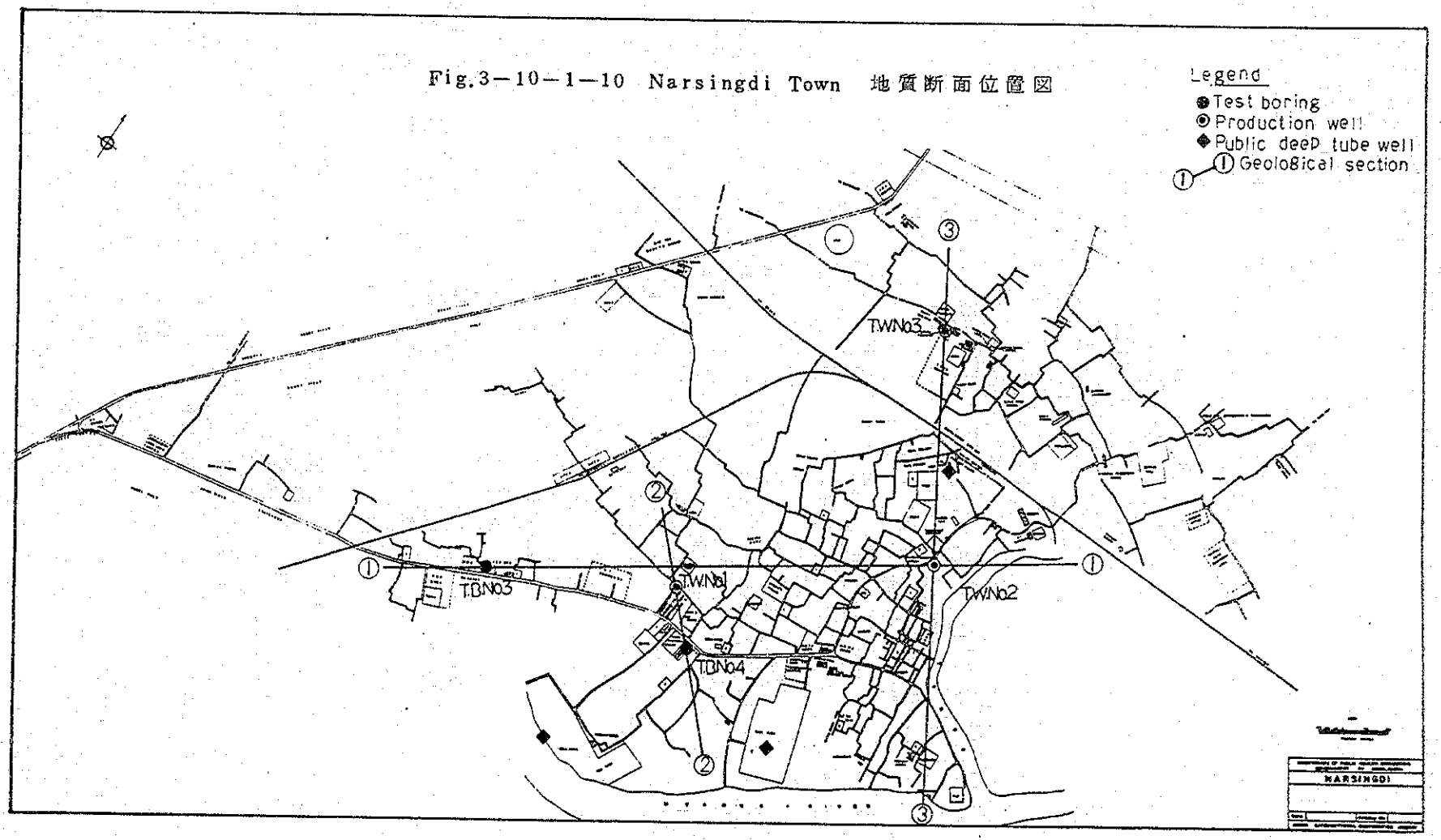


Fig.3－10－1－11 Narsingdi Town 地質断面図

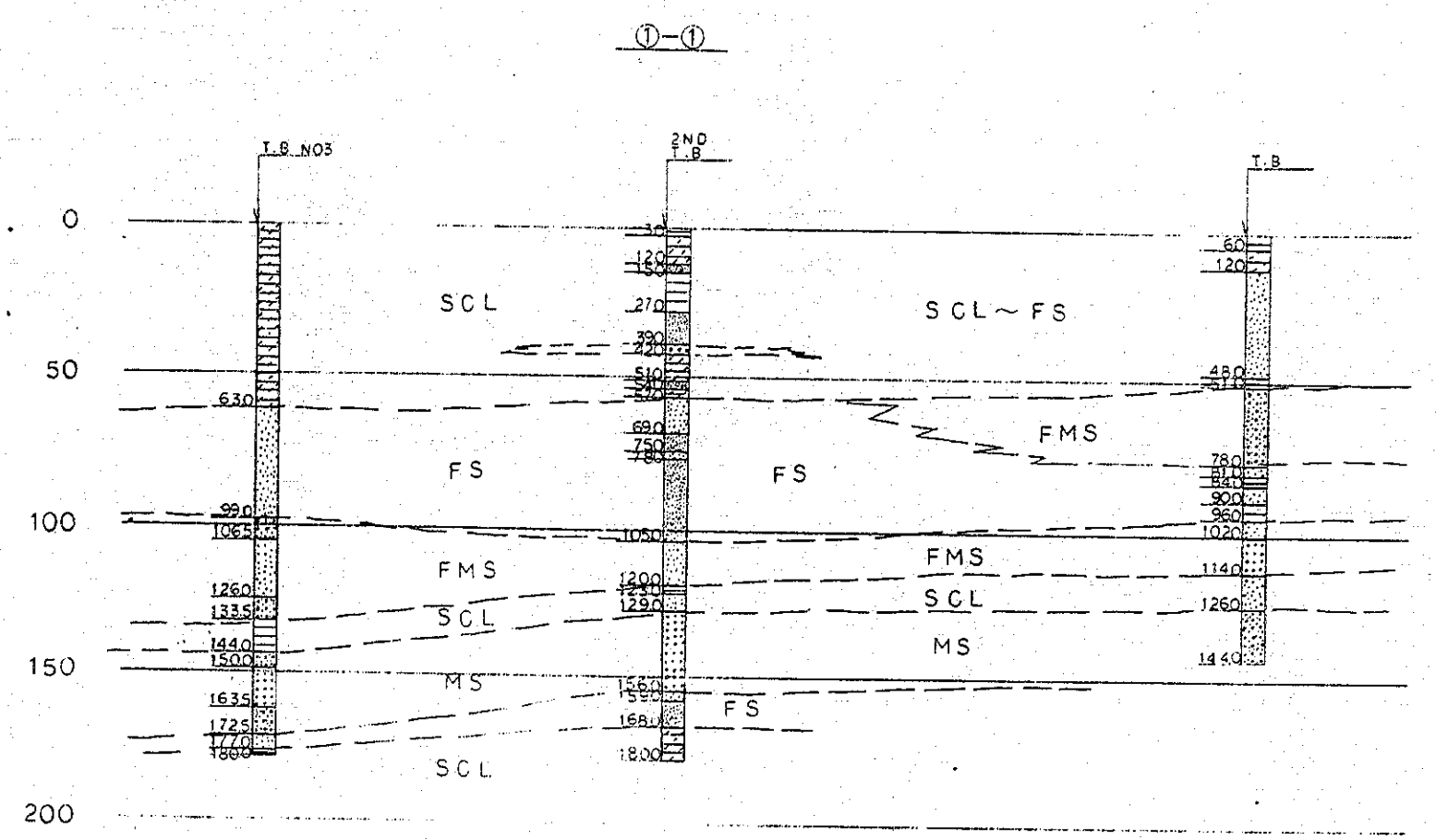
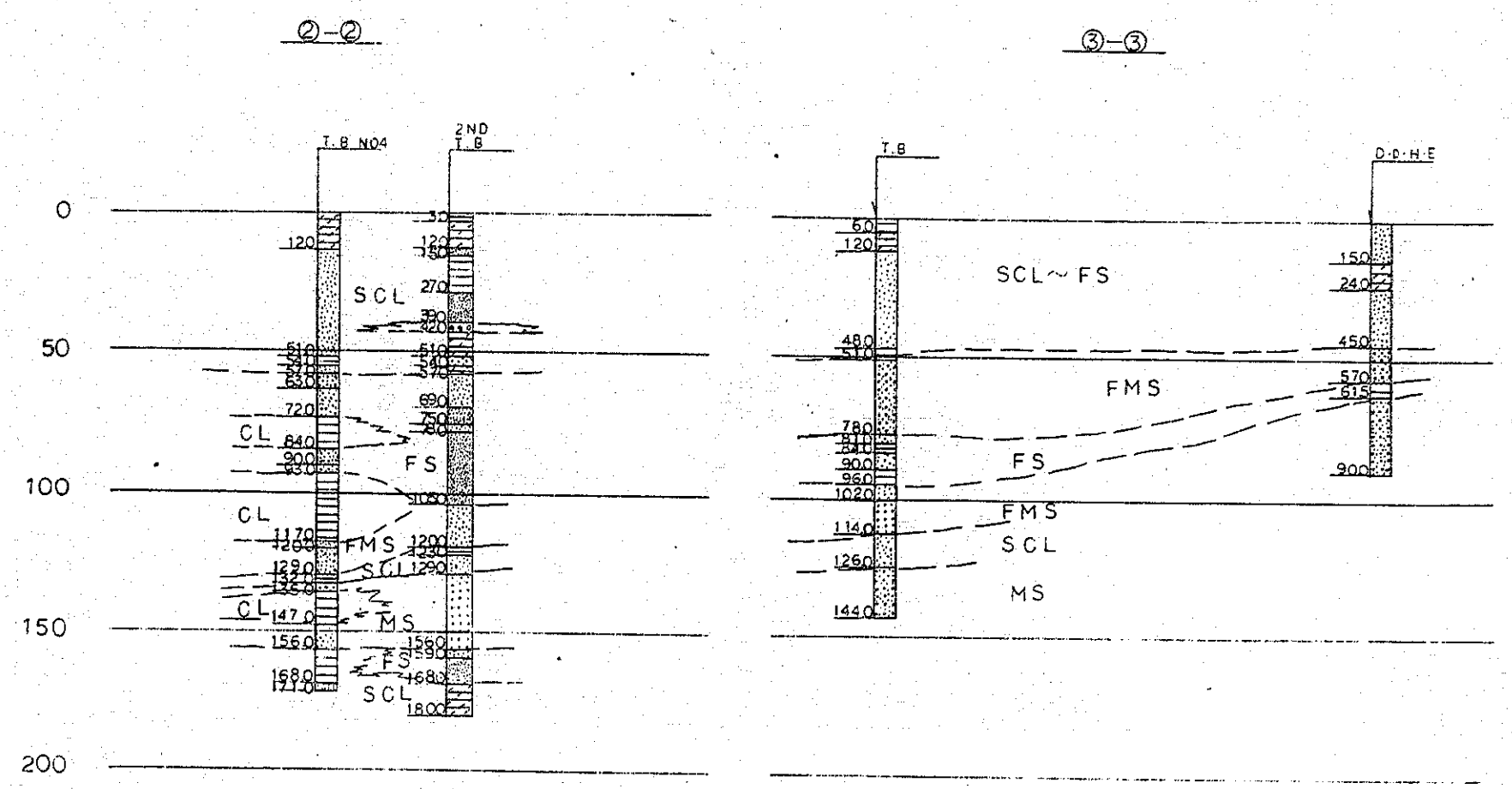


Fig.3－10－1－12 Narsingdi Town 地質断面図



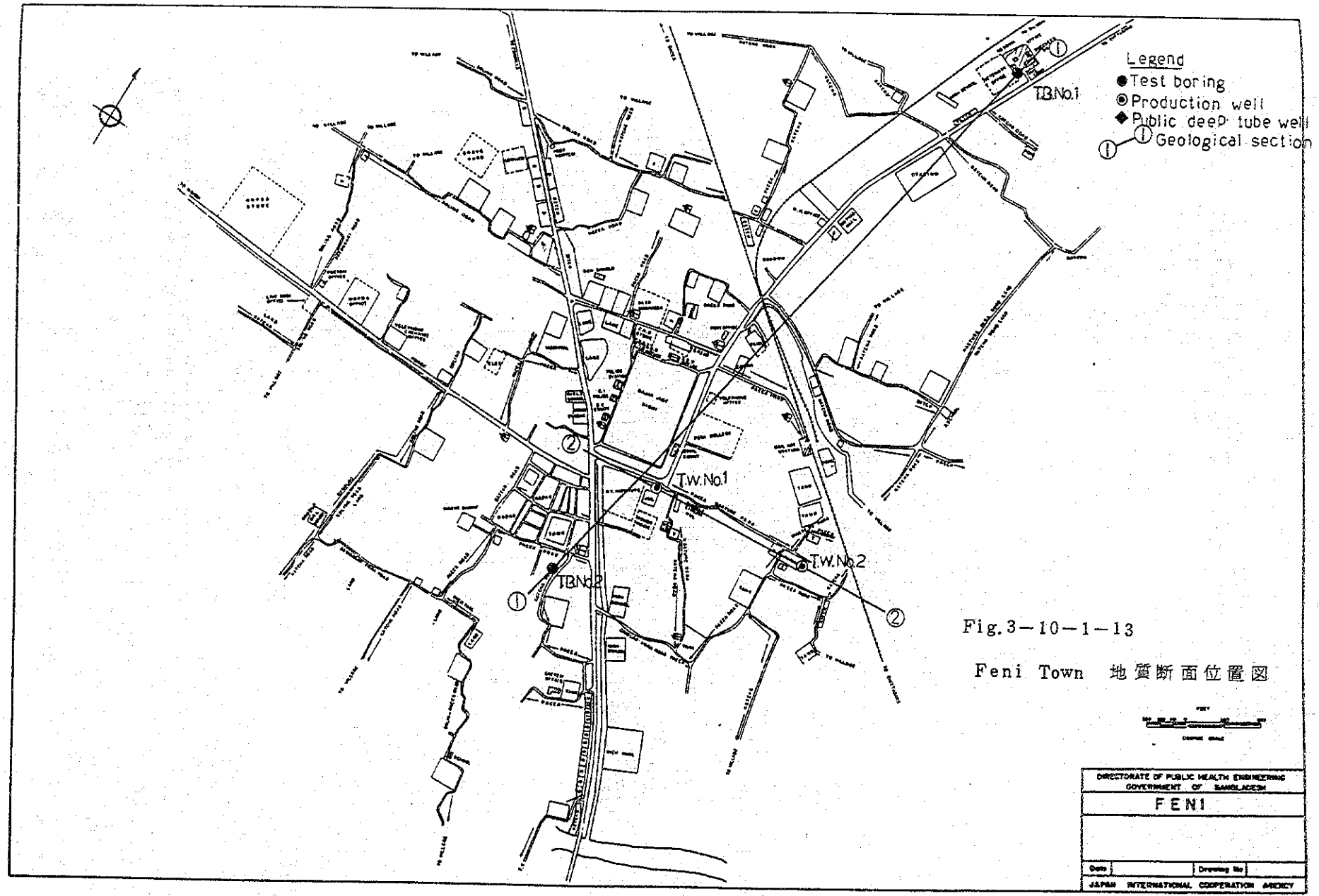


Fig.3－10－1－13

Feni Town 地質断面位置図

Fig.3－10－1－14 Feni Town 地質断面図

①－①

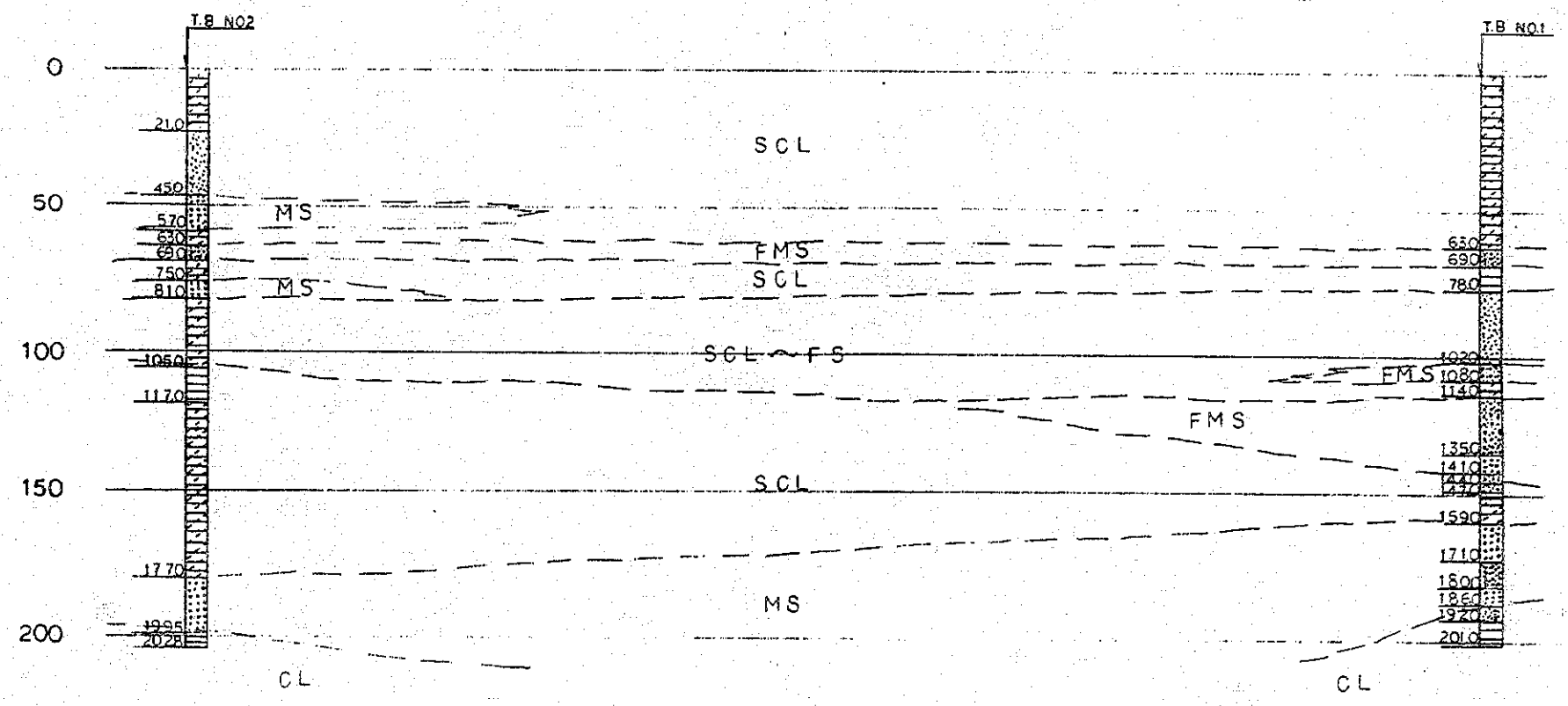


Fig.3－10－1－15 Feni Town 地質断面図

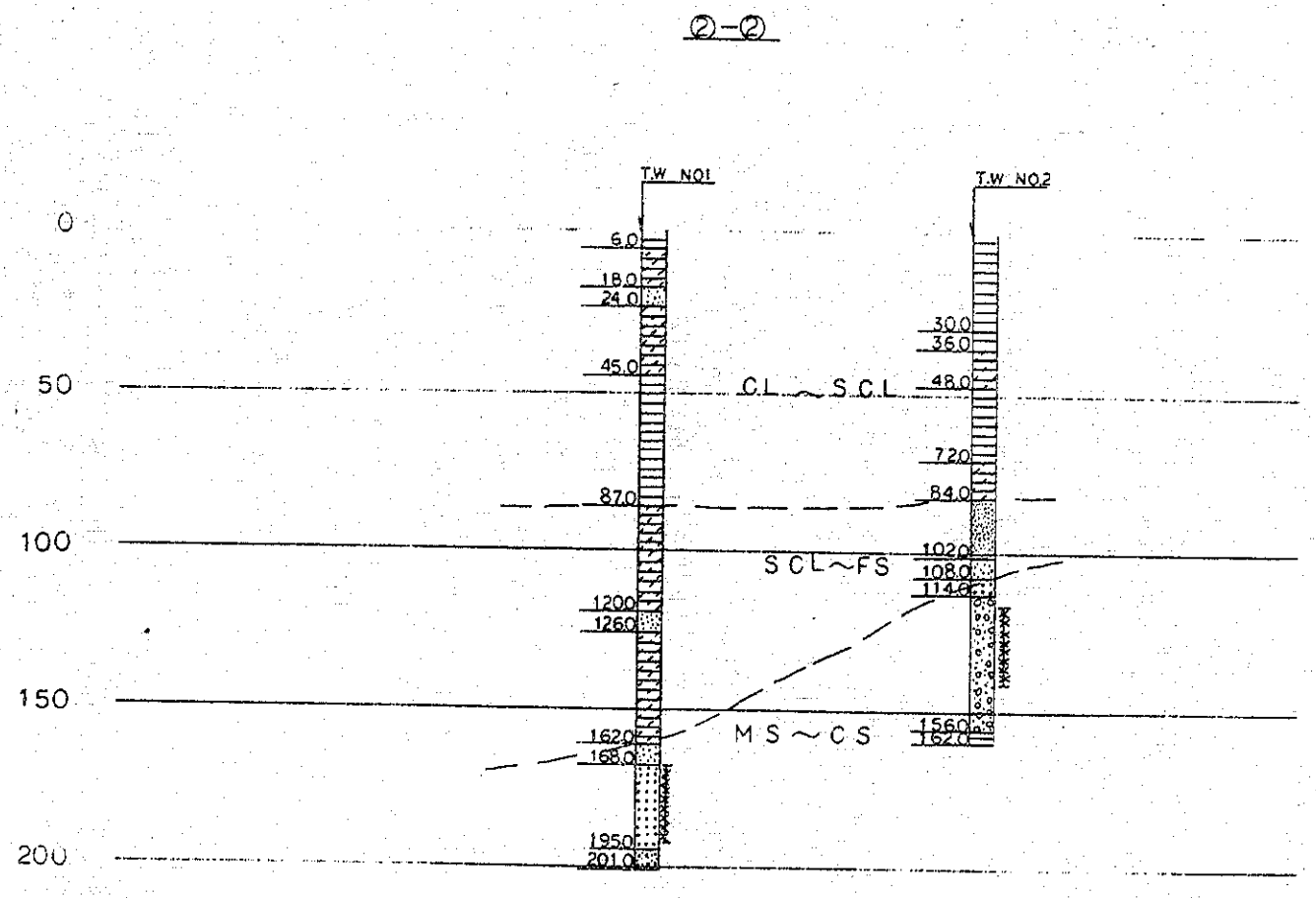


Fig.3－10－1－16 Sunamganj Town 地質断面位置図

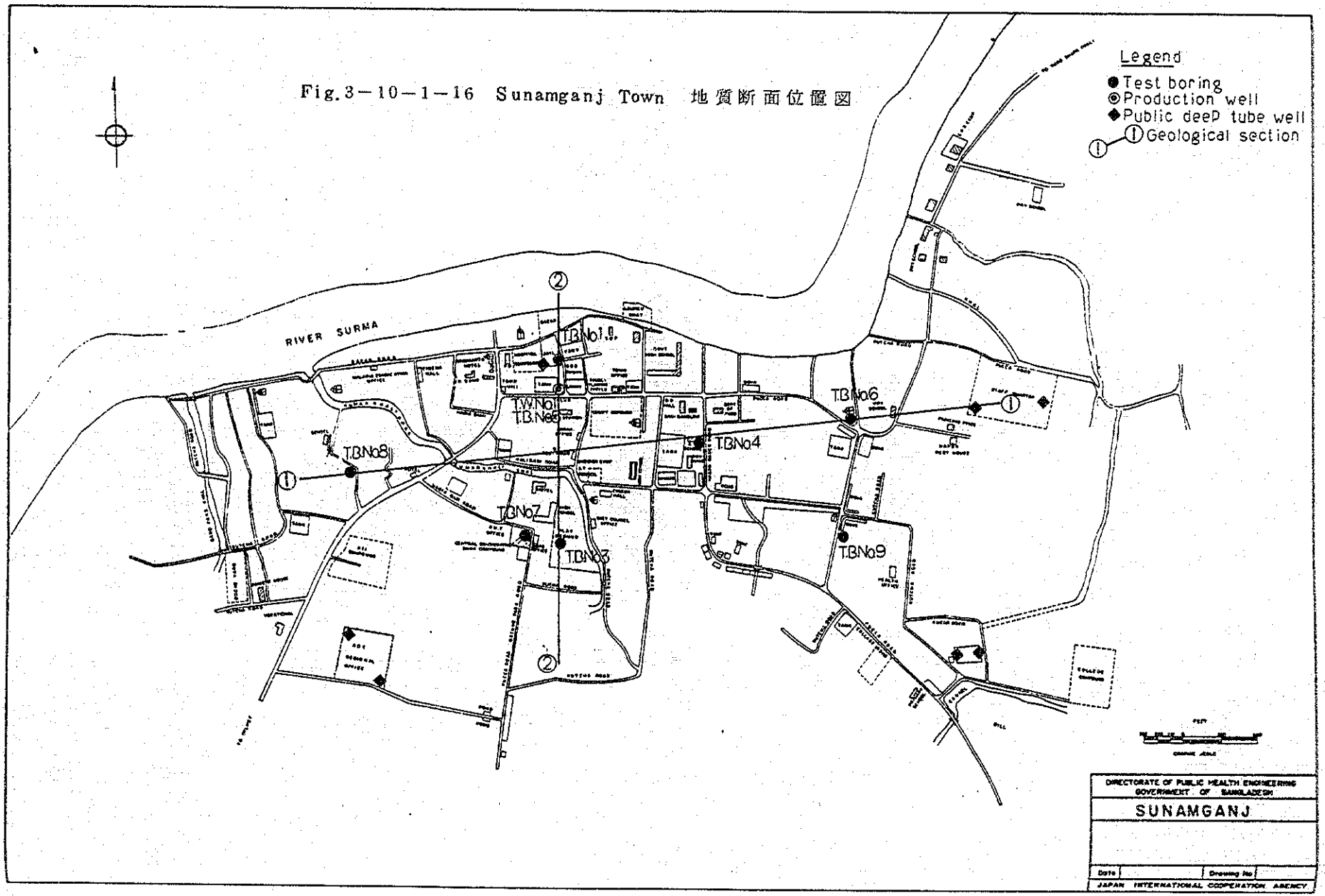


Fig.3－10－1－17　Sunamganj Town　地質断面図

①－①

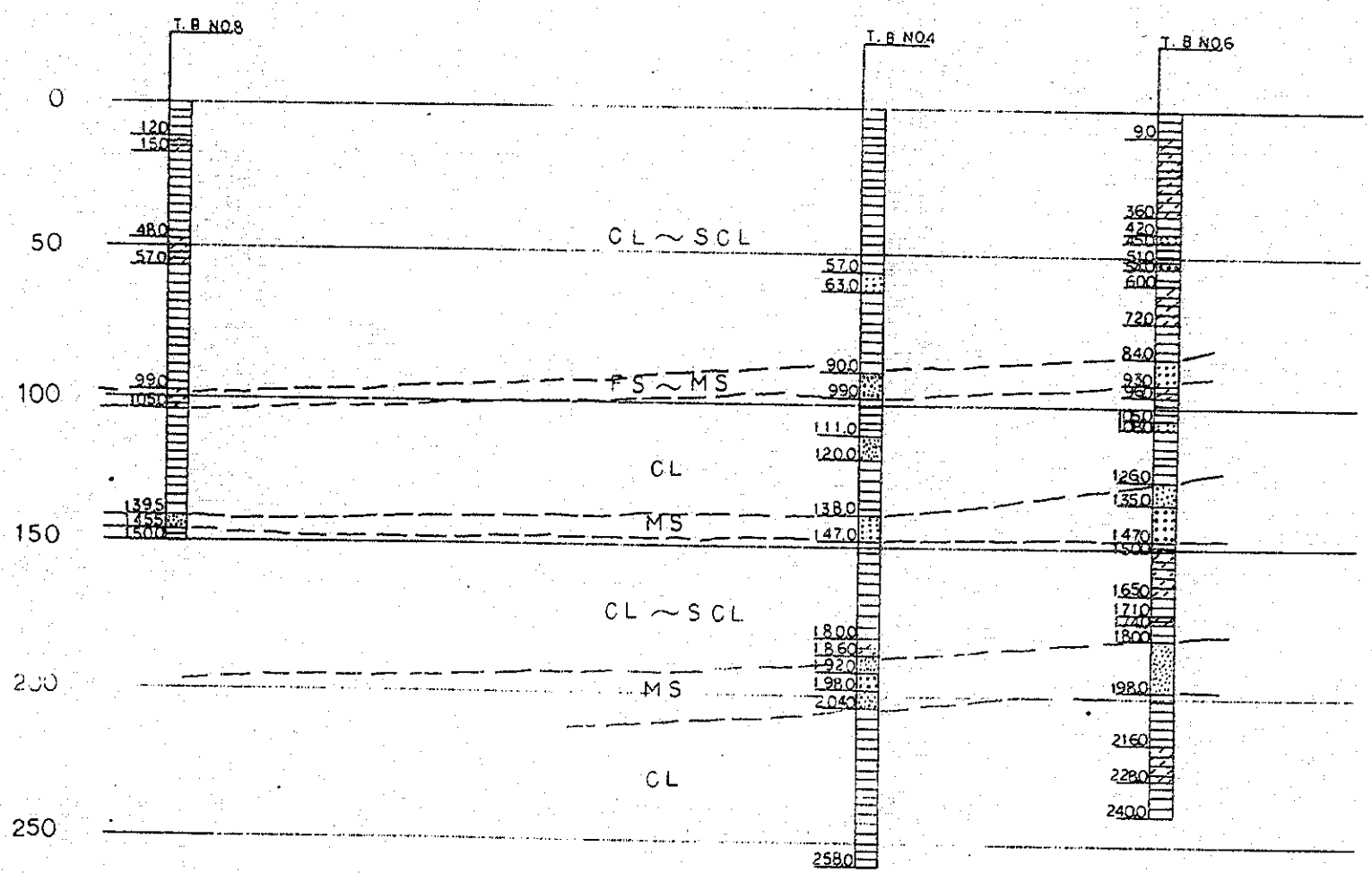
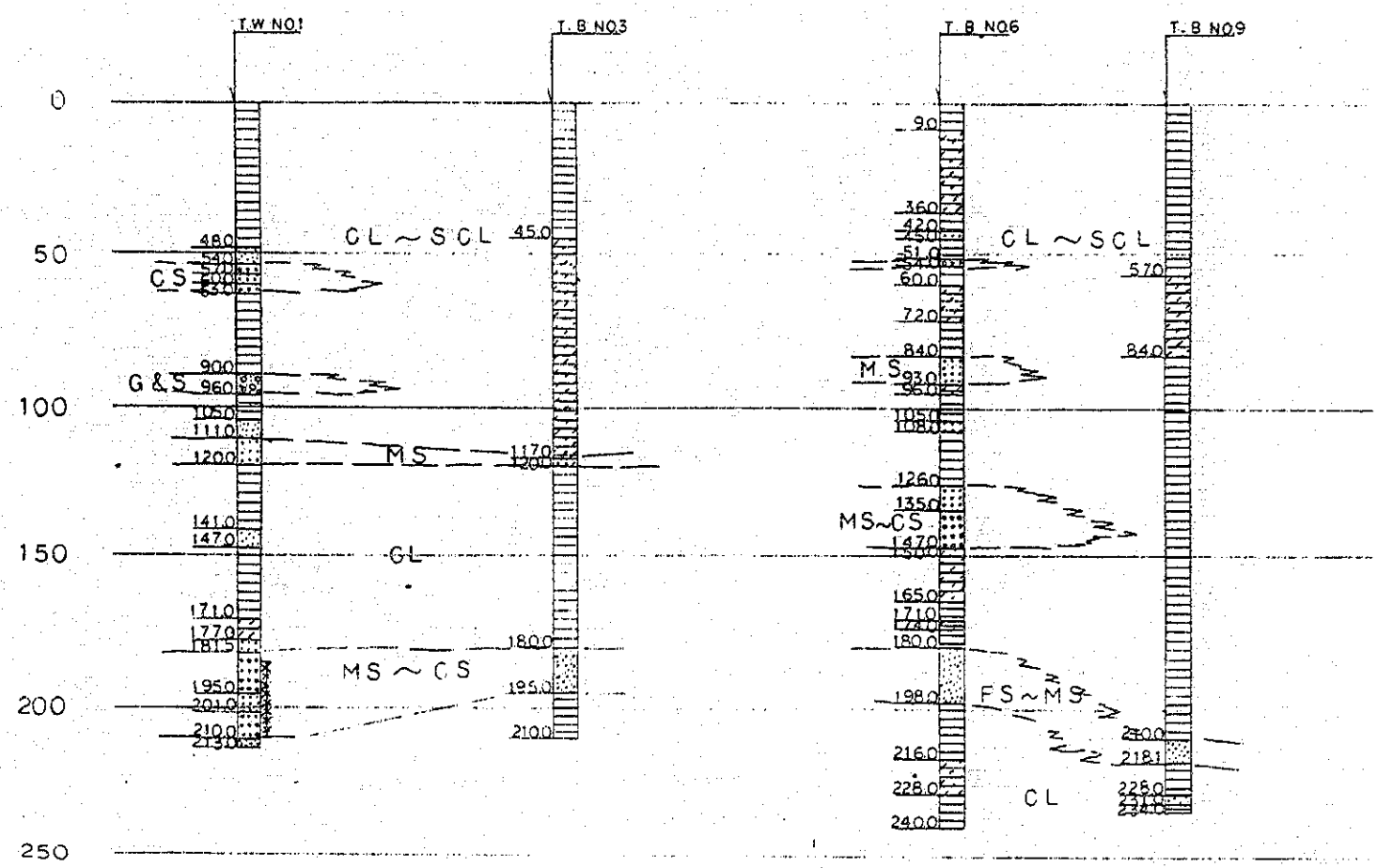


Fig.3－10－1－18　Sunamganj Town　地質断面図

②－②