

- 8-1 水理地質・地下水
- 8-2 表流水と地下水の配分計画
- 8-3 アンケート調査
- 8-4 環境社会配慮（チェックリスト）
- 8-5 導送水管水理計算書

8-1 水理地質・地下水

1. 水理地質

8-1-1 地形・地質の概観

調査地域に広がる盆地は、断層地形であるハザラ山地の中に形成された地溝部に相当し（Orush 平原）、Dor 川水系と Mangai 川水系の分水嶺に位置する。Dor 川水系側の流域面積は約 73.52 km²、Mangai 川水系では約 14.02km² で、合わせて約 87.54 km² で、そのうち平野部の Orush 平原と呼ばれている部分は約 25.91 km² となっている。Dor 川水系と Mangai 川水系の分水嶺は、Mirpur 南部と Dera Wadah 北部を結ぶラインで Orush 平原を南北に分断している。

Orush 平原は北東側方向を扇丁とする複数の扇状地として南西方向カラコルムハイウェイ付近まで発達している地区と、西側山地に複数の扇丁を持つ小さな扇状地地区とによって形成されている。Dor 川水系と Mangai 川水系上流部は Orush 平原を源とし、洪積平野（扇状地）を下谷し比高 5～20m に及ぶ谷を形成しながら、南東並びに北西方向に流出している。

アボタバード周辺の丘陵および山地は、石炭紀から三畳紀のドロマイト、白亜紀の石灰岩、先カンブリア紀からオルドビス紀のシスト、頁岩で構成されている。Orush 平原西部の丘陵はシスト、頁岩からなり、北東部から南東部の山地はドロマイト・石灰岩で占められている。盆地内では第四紀洪積世の粘土層、砂層、砂礫層が 20 から 200m の厚さで堆積し、Orush 平原を形成している。洪積層を浸食する形で沖積層が現河床沿いに狭く細長く分布している。

8-1-2 地下地質

調査地域を構成する地質は前述したように、粘土層、砂層、砂礫層であるが、カラコルムハイウェイを境にして西側台地部と平野中央部とでは少々異なった層相を呈している。次の A-A', B-B', C-C' 断面図は地下地質の状況を表したものである。

これによると、地下地質は、ほぼ連続した三層構造に区分される。

第一層：粘土、シルトを主体とする層で一部砂礫層を挟んでいる。西側台地で 30～40m の厚さを有している。盆地内に入ると次第に厚くなってきており、Sheikhul Bandi で 50m くらい、Nawansher 付近になると 70～80m と厚く堆積している。本層中の砂礫は台地部において粘土層と互層を呈するが、Nawansher 付近になると殆ど粘土・シルト層である。

第二層：ほぼ砂礫を主体とする層である。西側台地部においては粘土層と互層を呈している(Banda Dilazak, Dobathar 付近)所と Jhangi, Derawanda のように台地北部に位置するところでは砂礫が主体の地層となっている。これは恐らく堆積環境の違いによるものと考えられる。一方盆地内に入ると Sheikhul Bandi, Nawansher 付近では砂礫主体の層になっている。その厚さも 30～40m, Banda Phugwarian では 50m 以上と厚く堆積している所もある。

断面図中にはないが、北部の Mirpur では T/W2 井で 30m である。

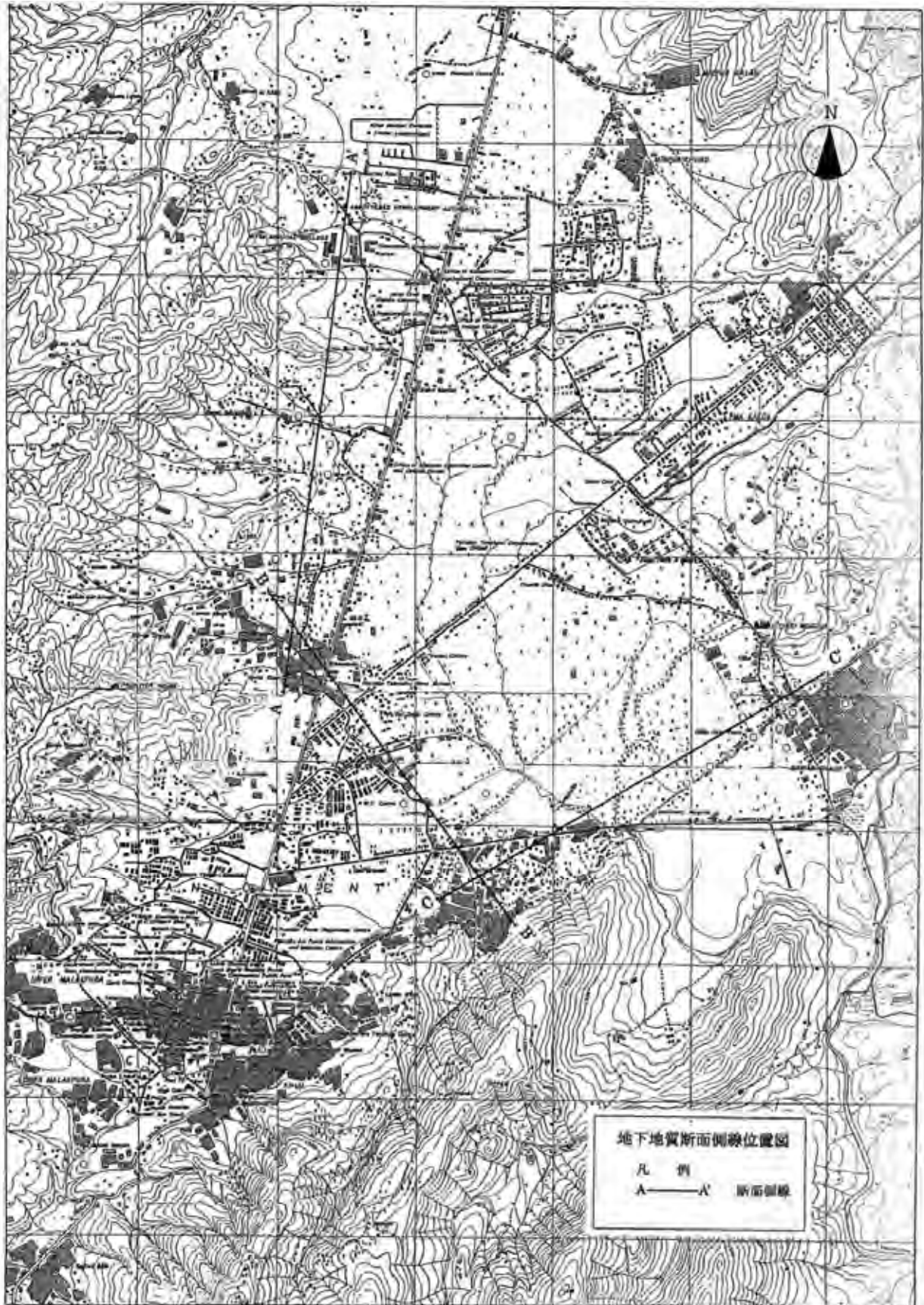


圖 1 地下水地質断面測線位置圖

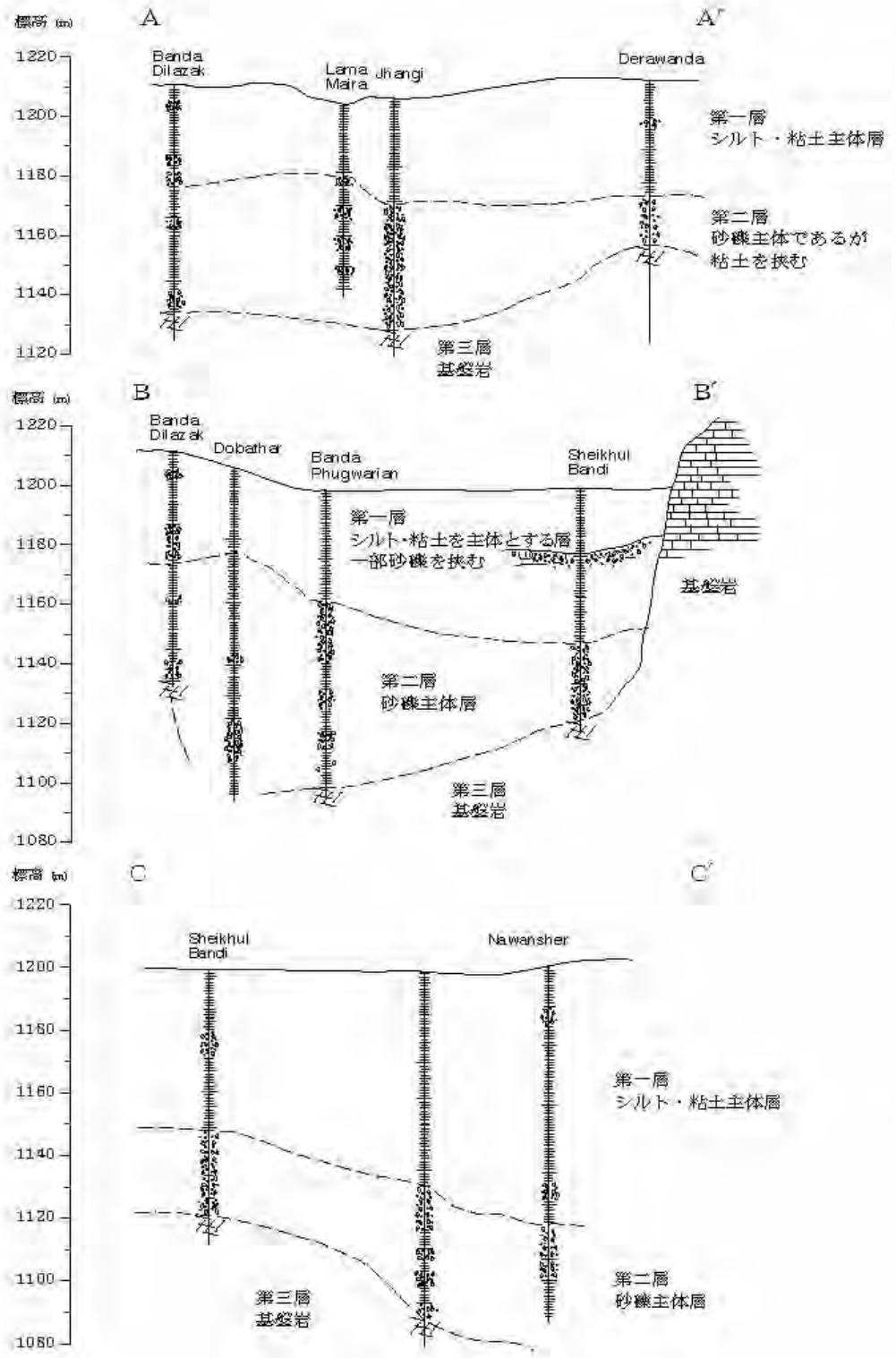


図2 推定地下地質断面図

第三層：本層は上記 2 層の堆積基盤であり、西側台地部では頁岩、東側低地部（Sheikhul Bandi）ではドロマイト・石灰岩である。

基盤岩における断層位置は特定する資料が現在ない。（推定地下地質断面図 A-A',B-B',C-C'）

8-1-3 帯水層と透水係数

調査地域における帯水層は、地下地質構造上の第一、第二層内の砂～砂礫である。

西側台地部においては第一、第二層内で粘土層と互層を呈する砂礫層が主な帯水層であるが、盆地内部では基盤岩上位の基底礫層（第二層）が横に広がる連続した帯水層となっている。帯水層の発達は、当然盆地内部の方が水理地質的にも優れている。西部台地部においては、範囲の限られた帯水層であり、連続性に乏しいために、水理的にも制約を受けており、地下水賦存量も限られてくる。

この帯水層の透水性を表す透水係数は揚水試験によって求められている。

表-1 各揚水井における透水係数

揚水井	水理定数	透水係数
		cm/sec
Derawanda T/W4		1.43×10^{-3}
Jhangi T/W3		1.65×10^{-3}
Banda Phugwarian T/W3		1.94×10^{-3}
Banda Ghazan T/W2		1.1×10^{-4}
Mirpur T/W2		8.1×10^{-3}

1.0		10^{-3}		10^{-7}	
レキ	砂または砂レキ	細砂・シルト、シルトと砂の混合物		不透水土	
帯水層		難帯水層		非帯水層	

図 3 土の分類・透水係数・帯水層区分の（地下水学要論：村下敏夫）

図 3 の関係からみると、おおむね帯水層区分にはいるが、Banda Ghazan の帯水層は難帯水層区分に入る。

2. 地下水

8-2-1 地下水分布とその水位

四方を山地に囲まれているアボタバード盆地内の地下水は、主に西側山地から派生する段

丘内の地下水と、北側にある Mirpur 地区の湧水から供給されている地下水、及び東側からの湧水(カクル地区)、からの地下水及び南側の石灰岩地帯からの地下水に分けられる。盆地に分布する地下水の水位は標高 1190~1210m にあり、それぞれ盆地中央部に向けて流動している。東側からの地下水は湧水量に左右されているが、旱魃時にはその量を減じていることから地下水は季節的変動を受け易いと考えられる。地下水は西側斜面が盆地低地に接するカラコルムハイウェイから東側のカントンメント地区一帯及び盆地南部のカントンメント地区一帯は自噴地帯となっている。その自噴量は盆地南部の Naririan 地区において 90ℓ/min(5.4m³/h)、Nawansher 地区(T/W.7)では 360ℓ/min(21.6m³/h)とかなりの自噴量となっている。これらの地下水は上部を厚い粘土・シルト層によって被圧されている第二層の砂礫中に胚胎している地下水である。(推定地下水位断面図 A-A',B-B', C-C')

過去の水位とを比較するにあたり、前回の B/D では当時調査時の水位と井戸完成時と比べると水位の低下が認められるとされている。しかしながら、井戸の仕上げが不十分なデータと比較しているため水位低下の深刻さは不明と報告している。今回もデータ量が少ないので十分議論されるとは言い難いが、西側台地部において、水位低下傾向を認める箇所 (Derawanda、Jhangi) もある。揚水時の水位も参考にすると、盆地中央部における地下水は全体的に判断すると前回の調査時の水位と比較して大きな変化は確認されていない。このことは、地下水の汲み上げ量が全体的に大きく増えていないことを意味していると想定される。

8-2-2 地下水賦存量と地下水流動量

(1) 地下水賦存量

地下水賦存量とは、地下水が地下空間に貯えられる量であって、空隙包蔵量に相当する。この量は、地形、地質の境界条件によって左右される。賦存量は次式によって求めることができる。

$$\text{賦存量 (m}^3\text{)} = \text{貯留面積(m}^2\text{)} \times \text{帯水層厚(m)} \times \text{有効空隙率}$$

有効空隙率は、地下水が貯留することのできる空隙率であって、これは土質試験、揚水試験、地下水位と降水との関係から求めることができる。主な地質の空隙率、有効空隙率は一般に次の表のとおりである。

表2 土砂の空隙率と有効空隙率

地 層		空隙率(%)	有効空隙率(%)
洪積層	砂礫層	30	15 ~ 20
	砂層	35 ~ 40	30
	ローム層	50~ 70	20
	粘土・泥層	50~ 70	5~ 10

注：15%を採用した。

水理公式集（土木学会）

上記の内容に従って当地域における、地下水の賦存量を試算すると、その結果は次の表にまとめられる。

表3 地下水賦存量

地区	面積(m ²)	平均帯水層厚 (m)	体積(m ³)	有効空隙率 (%)	賦存量(m ³)
Derawanda	1,500,000	7	10,500,000	0.15	1,575,000
Jhangi	8,300,000	12	99,600,000	0.15	14,940,000
Mirupur	5,700,000	15	85,500,000	0.15	12,825,000
Sheikhul Bandi	8,200,000	20	164,000,000	0.15	24,600,000
				合計	53,940,000

注: 各地区の面積は2004B/D 報告書より引用した。

当地域における地下水賦存量は、おおよそ5400万トンと試算できるが、実際には、面積の取り方によって左右されるので、この数値はあくまでも参考値である。

(2) 地下水流動量

地下水は帯水層内において水位の高い方向から低い方向へと流動している。その流動量は地下水位

等高線図を読み取ることによって求めることができる。

ある断面を通過する地下水の流動量は、ダルシーの公式で試算する。

$$Q = K \cdot A \cdot i$$

Q:流動量 K:透水係数 A:断面積(帯水層の幅 x 帯水層の厚) i:動水勾配

ここで 透水係数は揚水試験結果から、帯水層の厚さは井戸資料から、帯水層の幅と動水勾配は、地下水位等高線図から求める。盆地内に向かって地下水の流動は西側台地方面から、盆地北部方面から、南部方面、東部方面(これは地下水位等高線図に現れていないが東側の湧水があることを考えると十分流動があるものと考えられる)の4方面が考えられる。次表はその計算結果である。

表4 各方面（断面）からの地下水流動量（試算）

流動方向	流動断面	透水係数 (k)	帯水層 幅(L)	帯水層厚 (b)	動水勾配 (i)	流動量 (Q)	
		m/d	m	M		m ³ /d	m ³ /y
西側台地方面から	A-A'	1.42	5000	10	40	1,775	647,875
盆地北部方面から	B-B'	7.0	2640	15	120	2,310	843,150
南部から	C-C'	1.68	3080	20	35	2,957	1,079,232
東部から	Kakul	3.0	2640	15	40	2,970	1,084,050
計						10,012	3,654,307

注：東部からの流動量は他の地区を参考にした予想値

地下水位等高線図参照

1日あたりの流動量は約10,000トンとなり、1年にして約3,700,000トンの流動量となる。

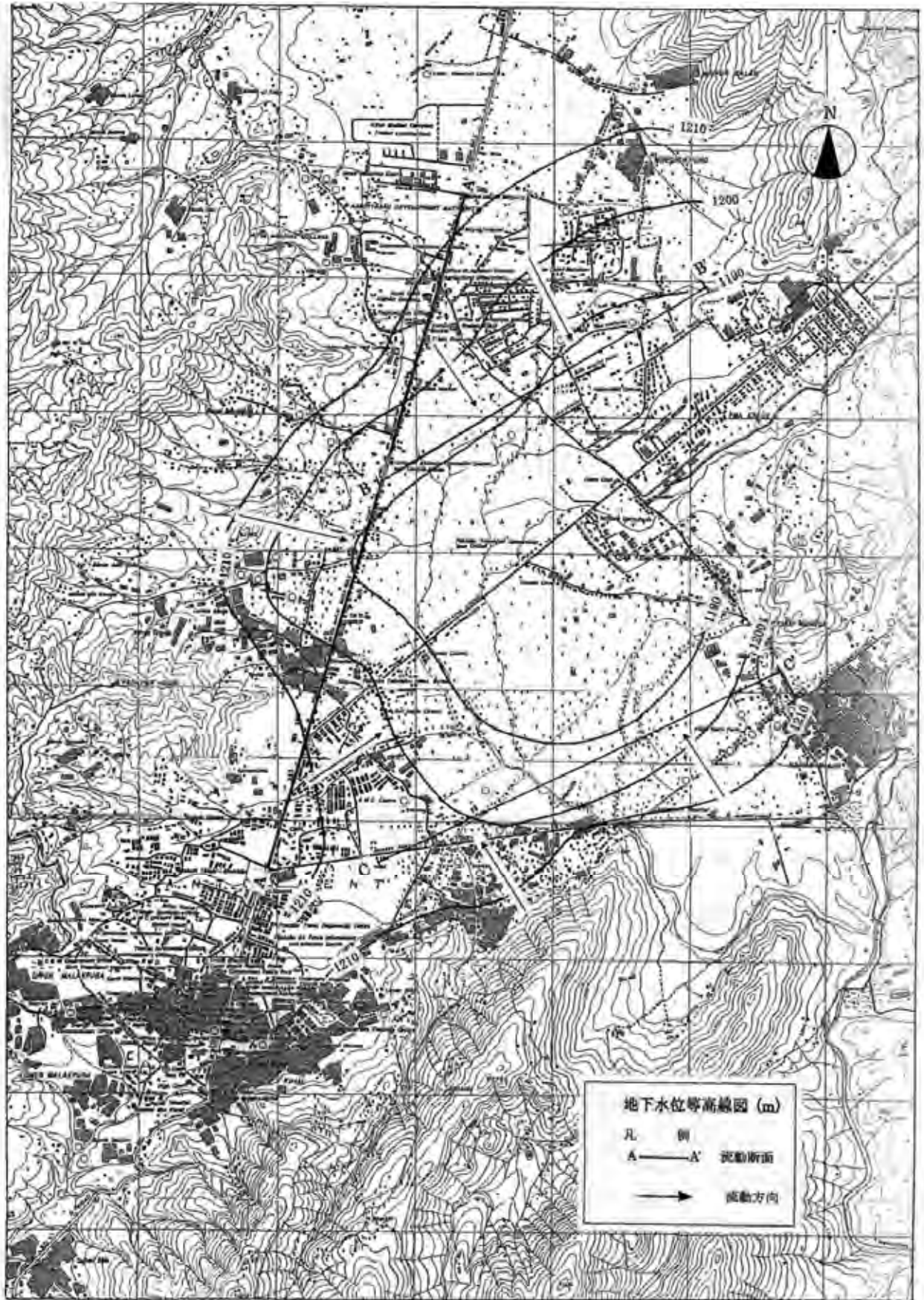


图4 地下水位等高线图

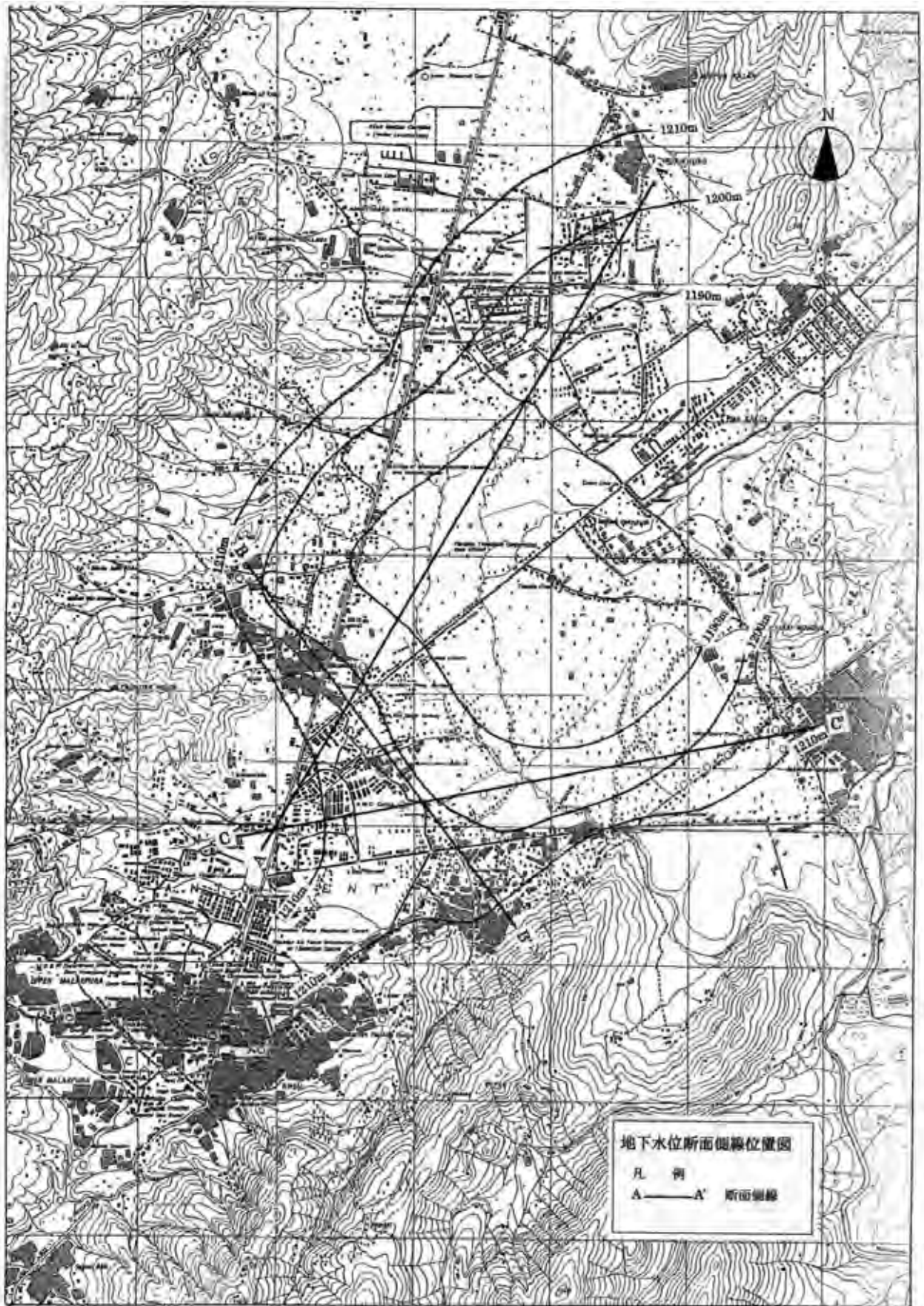


图5 地下水位断面测线位置图

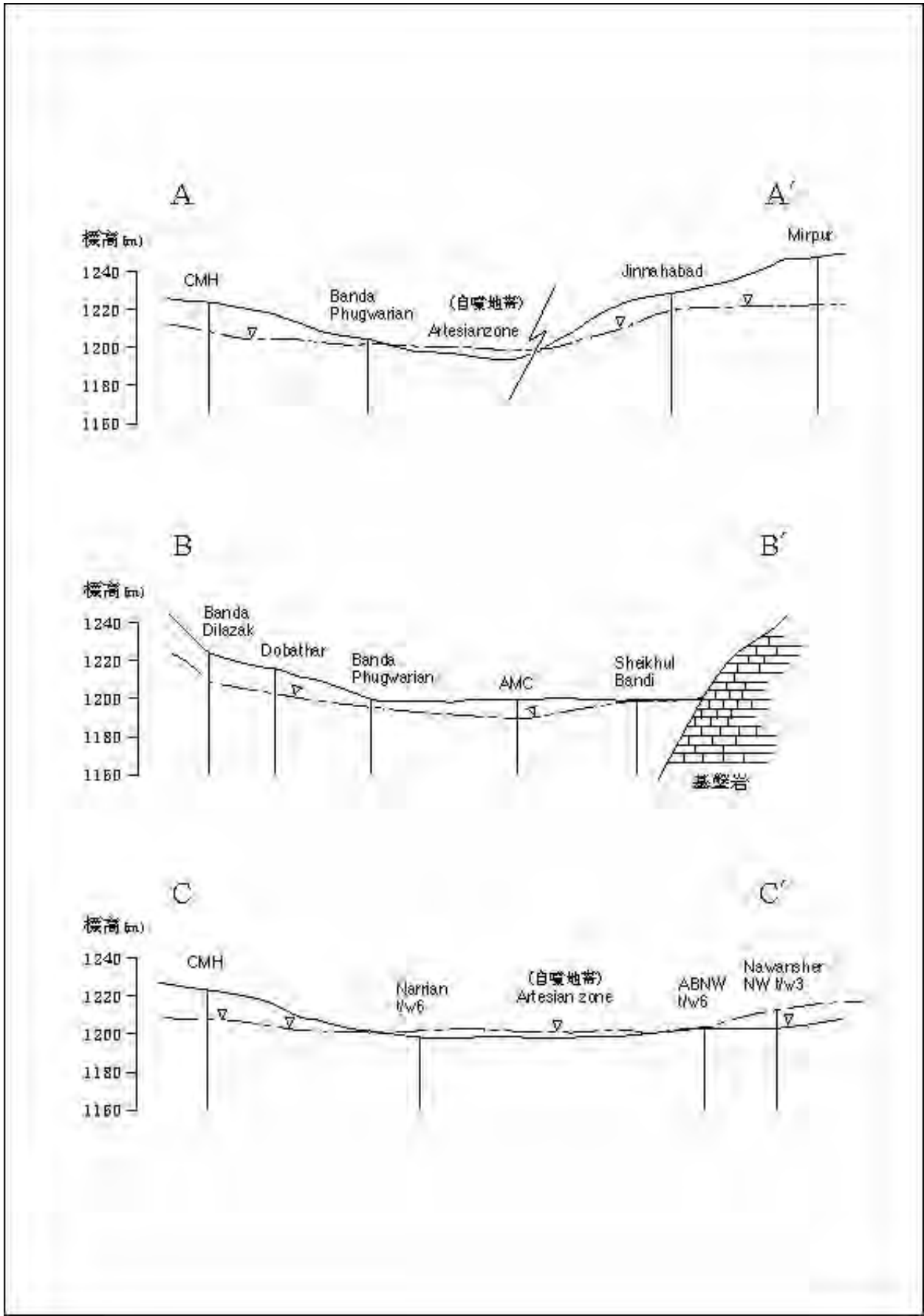


图6 地下水位断面图

8-2-3 安全揚水量

安全揚水量とは、「水供給の水源として支障なく連続して汲み上げられる地下水域の水量」と定義されており、地下水の経年低下や地盤沈下を引き起こさない地下水量と表現されている。これらの原因は色々な要素が重なりあって発生するものであるから、安全揚水量は地下水域に供給される正味の水量よりも少ない水量に限定される。

当盆地の地下水は降水によって涵養されている。先の 2004B/D による地下浸透による地下水涵養量は、年間 15,800 千トンと見積もられているし、また、予備調査による水余剰量としては 13,000 千トンと見積もられている。いずれにせよ年間 1,300 万～1,500 万トンが計算上の地下水の涵養量である。この地下水涵養量から地下水流動量を差し引いた残りの量が安全な揚水量に相当すると考える。地下水涵養量と地下水流動量から当アボタバードにおける安全揚水量を試算した結果は次の表に示す。

表 5 アボタバード地域における安全揚水量（試算）

2004B/D	涵養量	15,801,000	①
予備調査	水余剰量	13,145,600	②
	流動量	3,654,307	③
安全揚水量		12,146,693	①-③
		9,491,293	②-③
平均		10,818,993	m3/year
		29,641	m3/day
		343.1	ℓ/sec

年間の安全揚水量は約 10,000 千トンであり、日量にして約 30 千トンである。先の 2004B/D 資料では、当地域の揚水量が日量にして、26 千トン、年間 9,500 千トンと報告されている。今回の調査で水位低下が著しく進んだ報告もなく、水位も大きく変化していないことから、相対的に取水量が大きく増加しているとは考えにくく、現在も取水量全体は 200B/D 時と比べて大きく増量していないと推定される。現在の水収支はバランスが取れた状態にあると考えられる。しかしながら、今現在以上の取水量が増えてくると、当然バランスがくずれ、揚水量の減少、水位の低下促進、地盤沈下等の公害が発生してくると予想される。特に井戸間隔がなく密集している西部台地の各地区や、ナワンシェールの井戸群では井戸間の相互干渉により水位の低下促進が考えられるため、今後継続した揚水管理が重要である。

8-2-4 水位降下の予測と管理体制

次の表は、各地区において、それぞれに平均揚水量（適正揚水量）で将来にわたって汲み上げた場合の水位降下と距離との関係を表したものである。図7～図11は、その関係を図示したものである。この図から、1ヶ月後、1年後、5年後における距離と水位降下との関係を読みとることができる。

表6 水位降下と距離との関係

地区名	距離(m) 時間	水位降下 (s) m		
		30日	1年	5年
Banda Ghazan 揚水量(4ℓ/sec)	10	55.3	82.1	99.1
	100	9.2	33.1	49.9
	500	0.0003	4.2	17
Jhagi 揚水量(6.6ℓ/sec)	10	9.3	13.7	16.5
	100	1.7	5.7	8.5
	500	0.0002	0.86	3.06
Derawanda 揚水量(6ℓ/sec)	10	15	20.2	23.5
	100	5.6	10.7	14
	500	0.5	4.2	7.4
Mirpur 揚水量(7.5ℓ/sec)	10	2.3	2.9	3.3
	100	1.2	1.8	2.2
	500	0.4	1	1.4
Banda Phugwarian 揚水量(8ℓ/sec)	10	16.3	22.9	27.3
	100	4.1	10.4	14.8
	500	0.01	2.4	6.2

この計算結果からは、Banda Ghazan では、他の地区と比して帯水層の透水性も悪いので5年後には100m 近くも水位が降下するようになっている。実際には雨水による地下水への涵養もあり、揚水に伴う回りからの補給量もあることから、これほどの低下は起こさないと考えられる。

全体的にみると、盆地部において水位降下は最大にみても5年後の状態でも500mの地点で5m以内(Jhagi, Mirpur, Banda Phugwarian 平均値等)と推定されることから、今後の井戸開発のための間隔は水位降下5mを超さない範囲で500m以上は必要と考えられる。また、将来の適切な取水量を確保するためには揚水量や水位の定期的な観測を行い地下水の状況を把握しておくことが必要である。そのためにも井戸管理と揚水管理の体制を整えることが急務である。

表7 地下水位（静水位）の比較（1）

地区名		T/W No.	標高(m)	地下水位 (GL- m)		
				2004B/D	2009	
1	Derawanda	No. 1	1,224	7.8	7.32	
		No. 2	1,224	6.9	13.44	
		No. 3	1,224			
		No. 4	1,183		5.24	
		No. 5	1,179		15	
2	Jhangi	No. 1	1,211	9.6		
		No. 2	1,215			
		No. 3	1,212		7.68	
3	Lama Maira	No. 1	1,212	0		
		No. 2	1,209	14.4		
4	Banda Phugwarian	No. 2A	1,198	15		
		No. 3	1,198			
		No. 4	1,196		1.72	
5	Dobathar	No. 1	1,213	5.7	12.1	
6	Banda Dilazak	No. 1	1,222	15		
		No. 2	1,213			
7	Banda Ghazan	No. 1	1,222	20.9		
		No. 2	1,219		19.99	
8	Salhad	No. 1	1,180	9.6	8.58	
		No. 2	1,190	11.4		
		No. 3	1,187		22.8	
		No. 3(Spring)	1,148			
9	Shekhul Bandi	No. 2	1,198		3.00	
		No. 3	1,196	2.4		
		No. 4	1,197	3	0.41	
10	Mirpur	No. 1	1,225	22.50		
		No. 2	1,242		30.93	
11	Abbottabad TMA	Stoney Jhe	No. 1	1,209		
			No. 2	1,209	2.45	
			No. 3	1,209		
			No. 4	1,209		
		Narrian	No. 6	1,210	+6	+6
			No. 1			
		Nawansher	No. 2			
			No. 1			
			No. 3	1,208		
			No. 4	1,208	9.00	
			No. 5	1,206		
			No. 6	1,199		0.12
		No. 7	1,193	+3		
12	Nawansher	No. 1	1,215			
		No. 2	1,196			
		No. 3	1,212			
		No. 4	1,252			
13	Abbotabbado Hotel		1,188		0.25	

表 8 地下水位（静水位）の比較（2）

地区名	T/w No.	標高 (m)	地下水位 (GL- m)	
			2004B/D	2009
Stony Jheel(1)	1			
Stony Jheel(2)	2	1222	2.45	
Stony Jheel(3)	3			
CMH	4	1221	10.82	16.83
FFCMT Ground	5		9.14	
Golf Course	6		6.1	
AMC Centre(1)	7	1196	10.13	
AMC Centre(2)	8	1196		
AMC Centre(3)	9		0	
B. Center	10		5.63	
Narrian(1)	3		Artes	
Narrian(2)	4		+6	
Narrian(3)	5		+6	
Narrian(4)	6		+6	
Narrian(5)	7		+6	
Narrian(6)	8	1210	+6	
Gvmt College	9		19.81	
Jinah Bagh(1)	10			
Jinah Bagh(2)	11			
Jinnahabad(1)	3		6.1	
Jinnahabad(2)	4	1222	12.2	
Jinnahabad(3)	5	1222	3.26	
Womens' &Ch. Hosp.	1	1227	32.97	
Magistrates Office	2	1225		18.24
Gvmt. Hosp. (1)	3	1221	18.46	22.2
Gvmt. Hosp. (2)	4			
Gvmt. Deg. College	5	1219	19.8	
Pol. Off. Col	1	1232	30.5	
Civil Off	2	1208		
Potato. Res	3	1208	15.8	
Ayub MC(1)	4		15.2	
Ayub MC(2)	5			
Ayub MC(3)	6			
Ayub MC(4)	7		15.8	
Womens' T. S.	8	1219		
Polytechnic	9	1217		
Comm. College	10	1218	7.92	

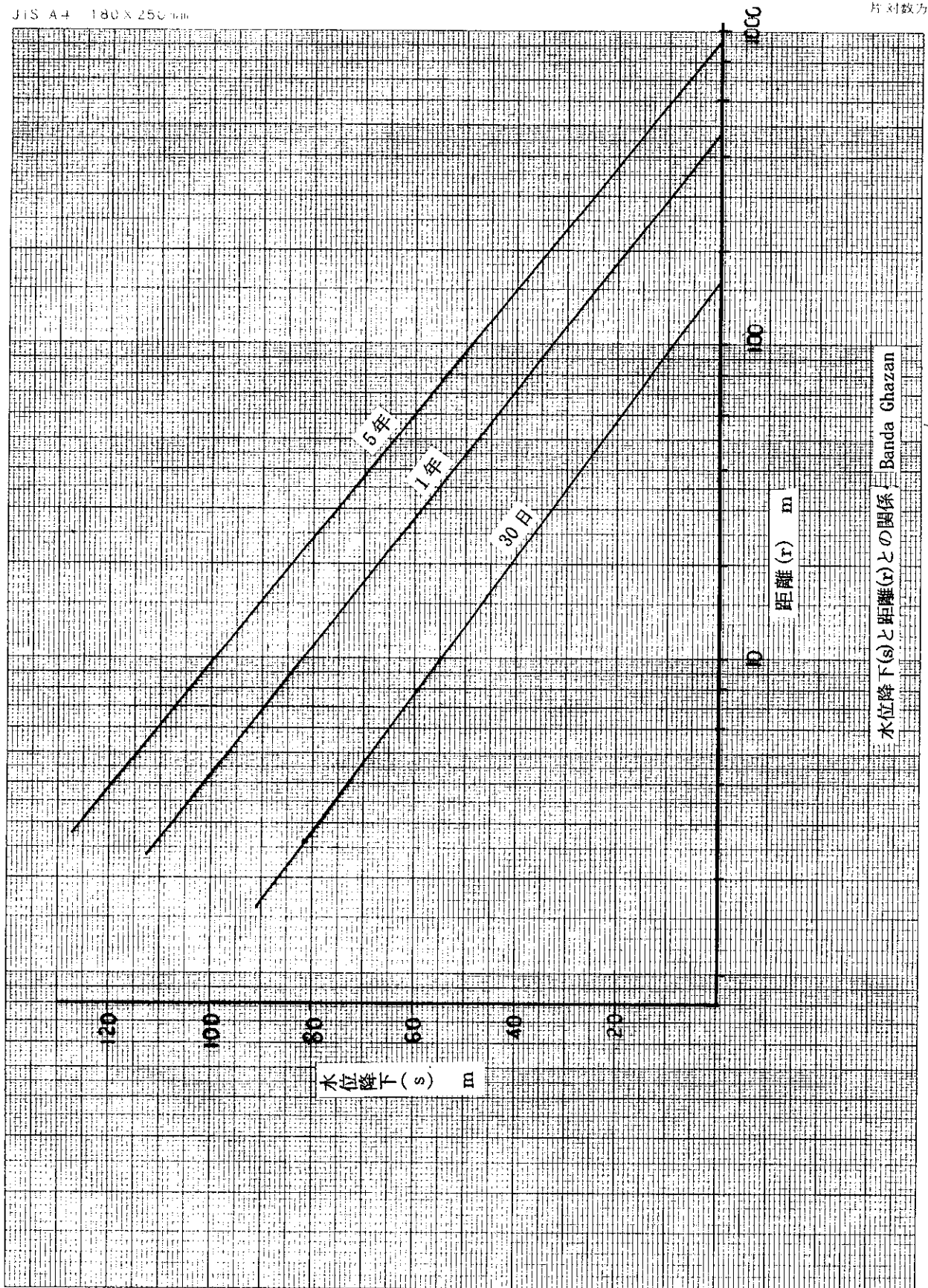


図7 水位降下(s)と距離(r)との関係 Banda Ghazan

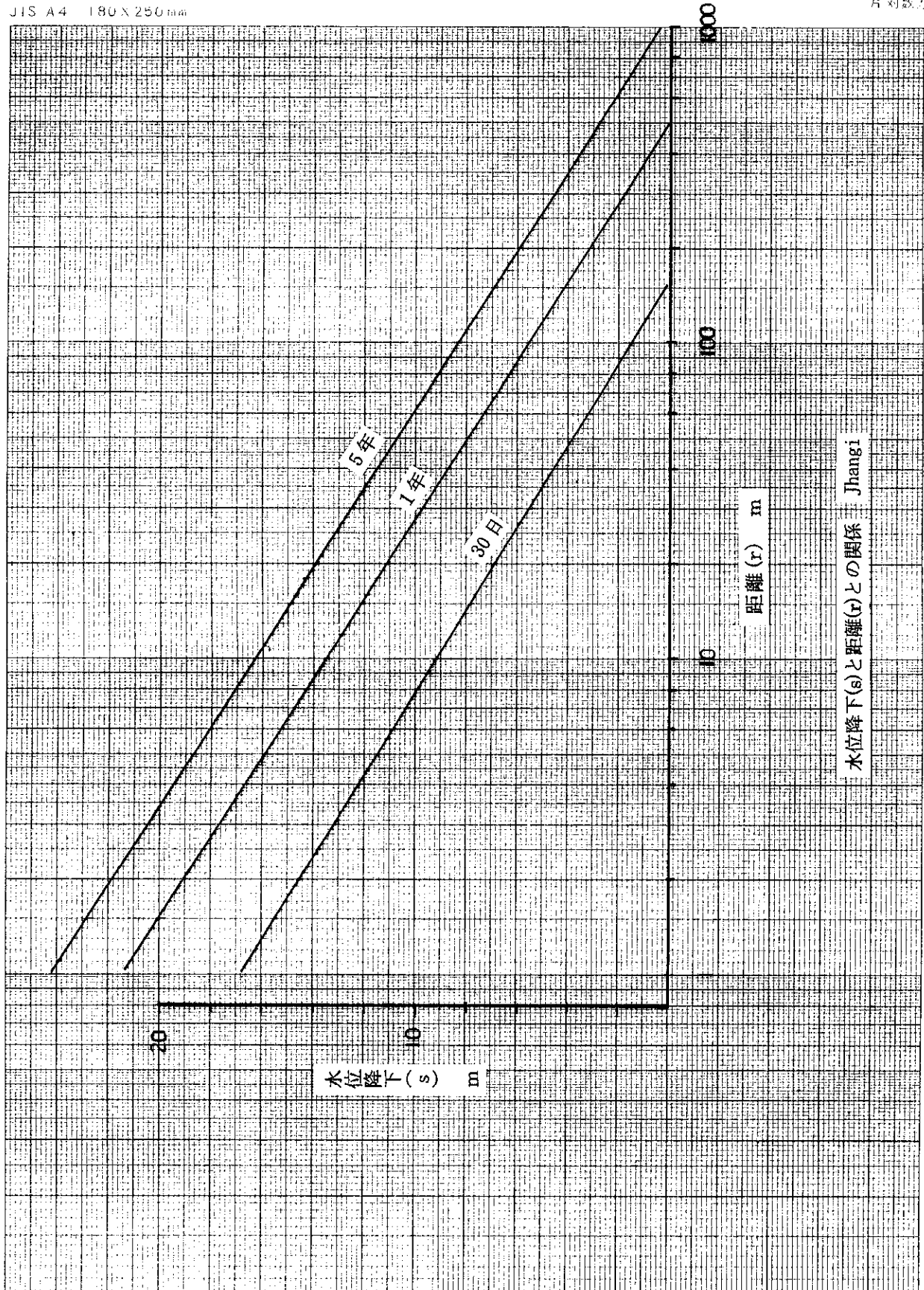


図8 水位降下(s)と距離(r)との関係 Jhangi

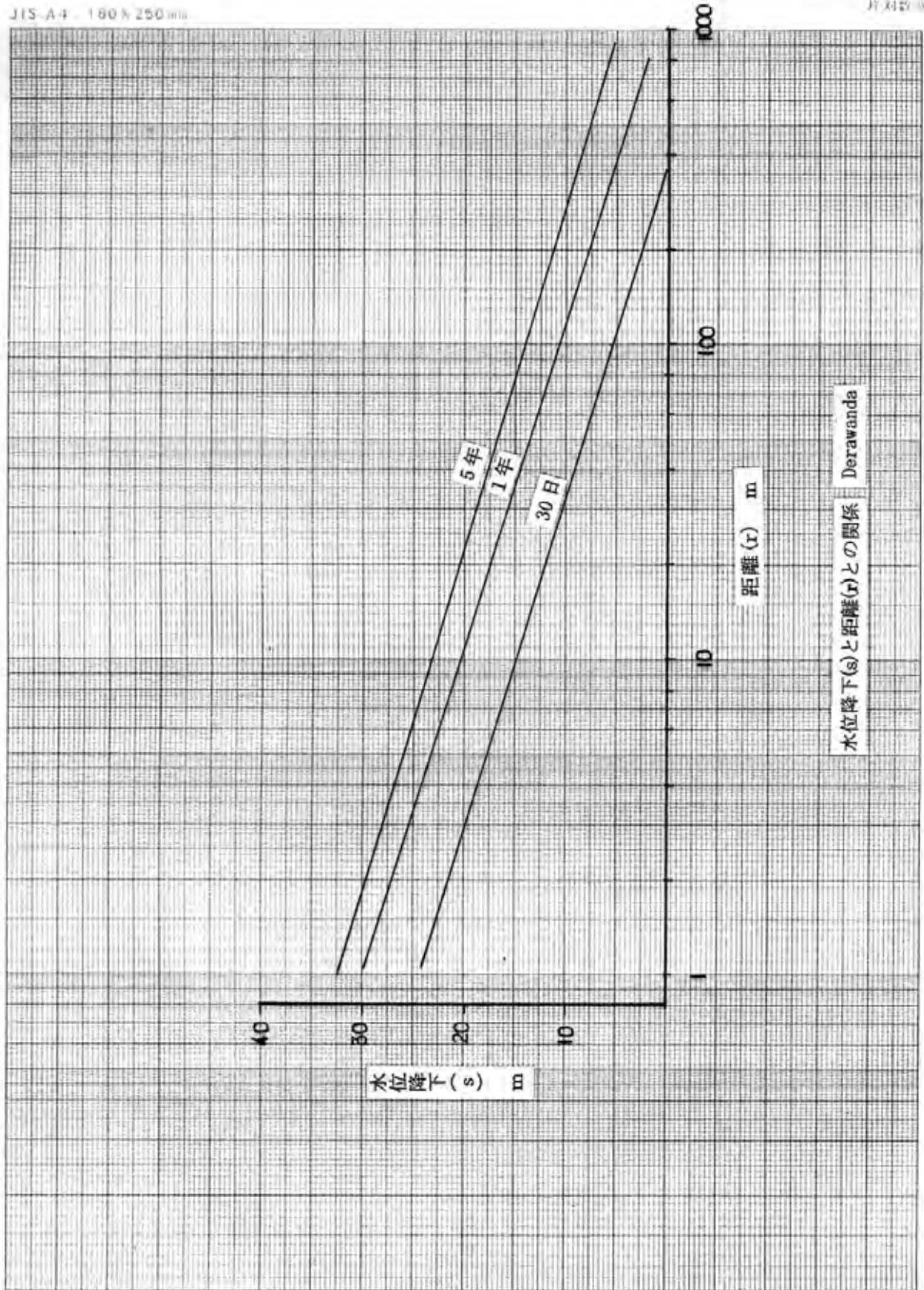


図 9 水位降下(s)と距離(r)との関係 Derawanda

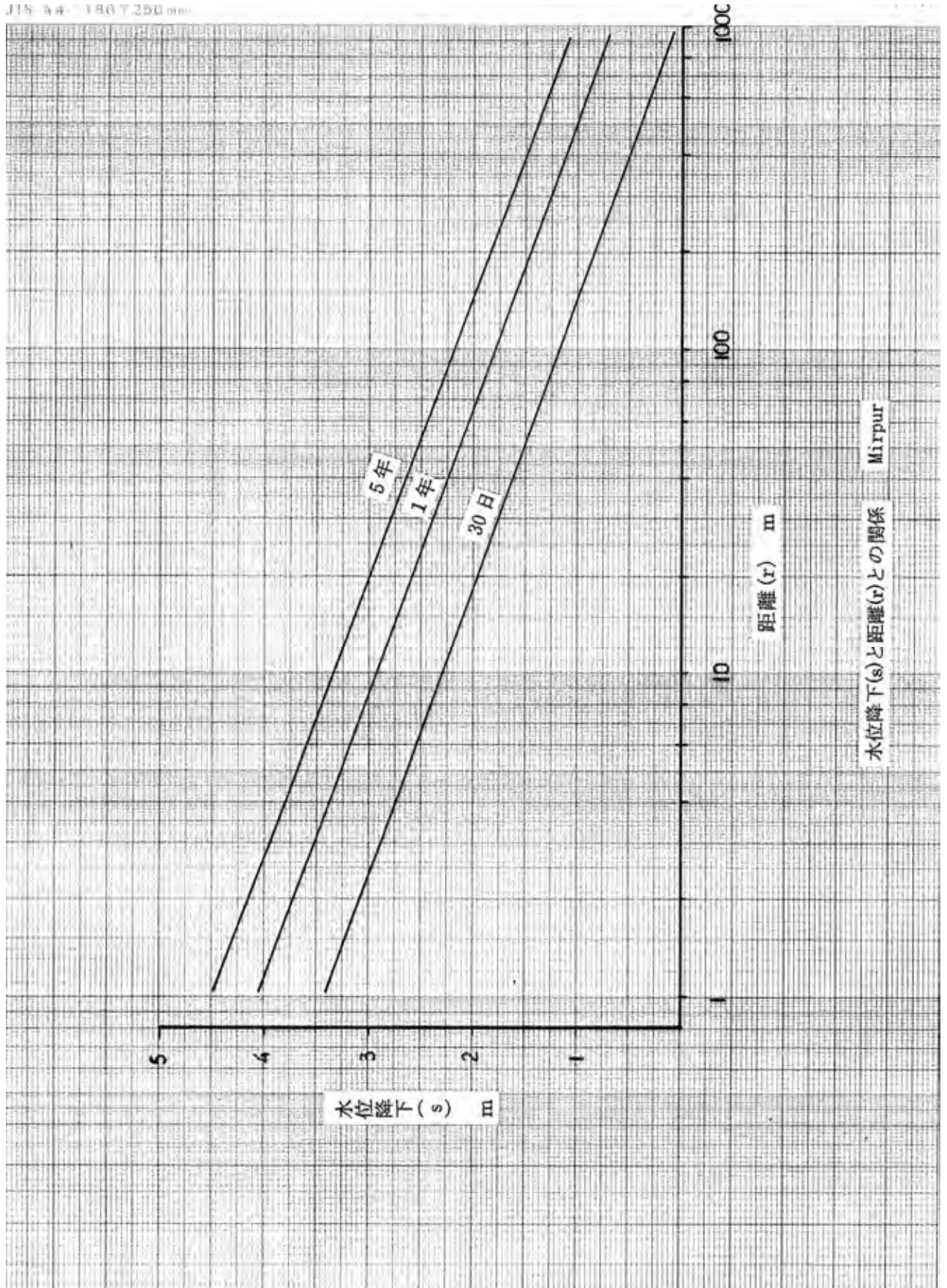


図 10 水位降下(s)と距離(r)との関係 Mirpur

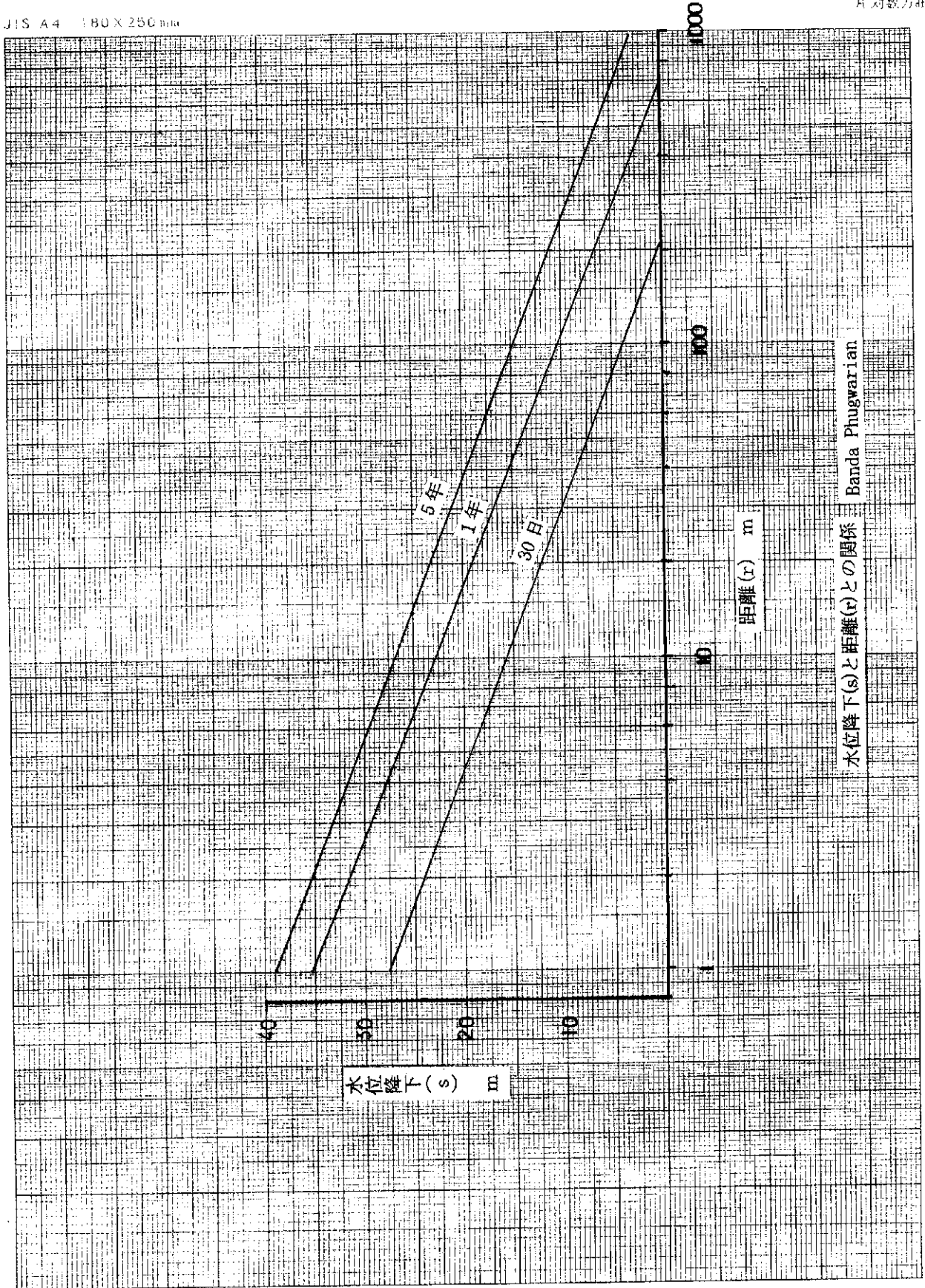


図 11 水位降下(s)と距離(r)との関係 Banda Phugwarian

揚水試験解析図
段階揚水試験
連続揚水試験・回復試験

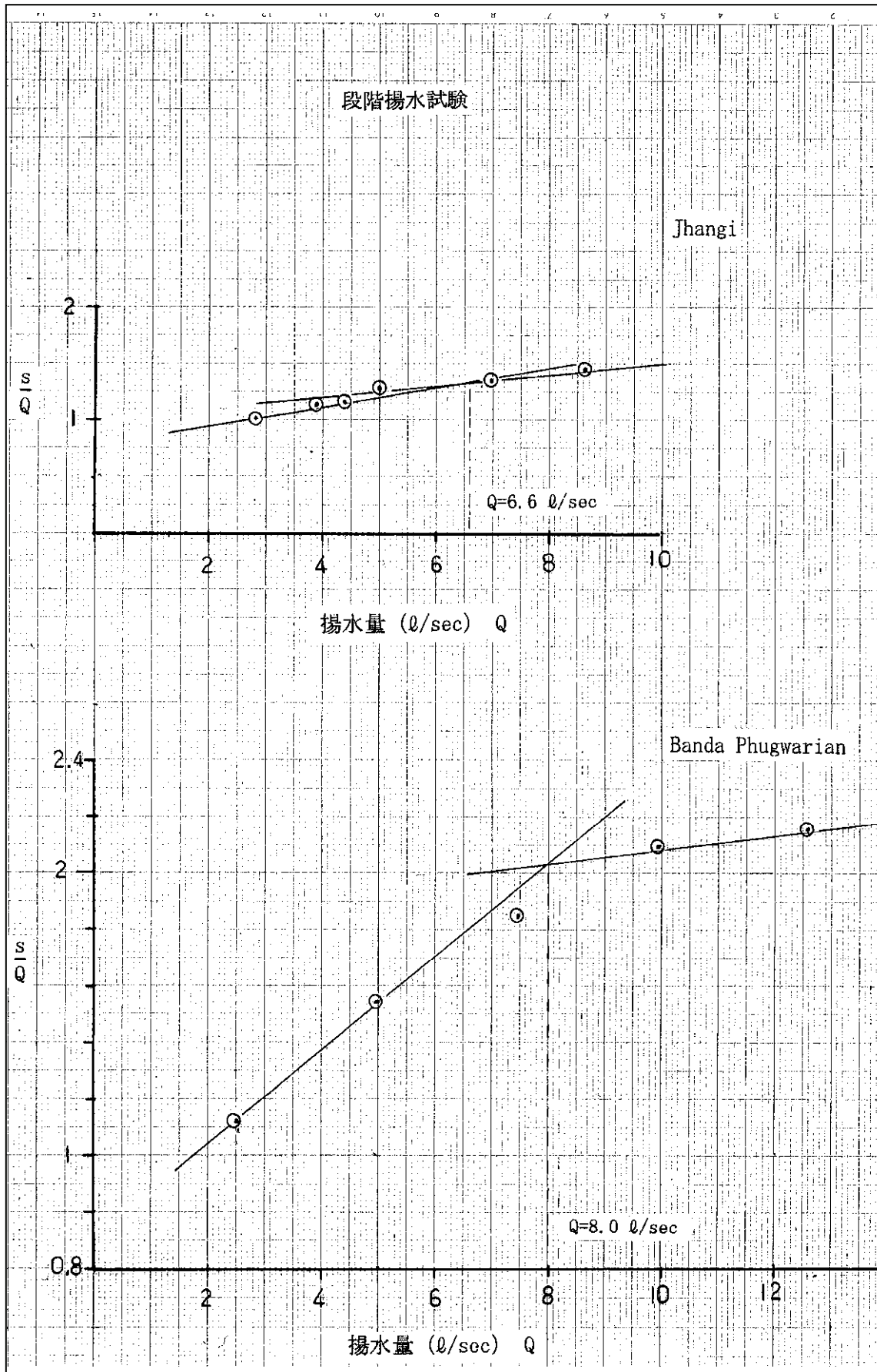


図 12 段階揚水試験 Jhangi 及び Banda Phugwarian

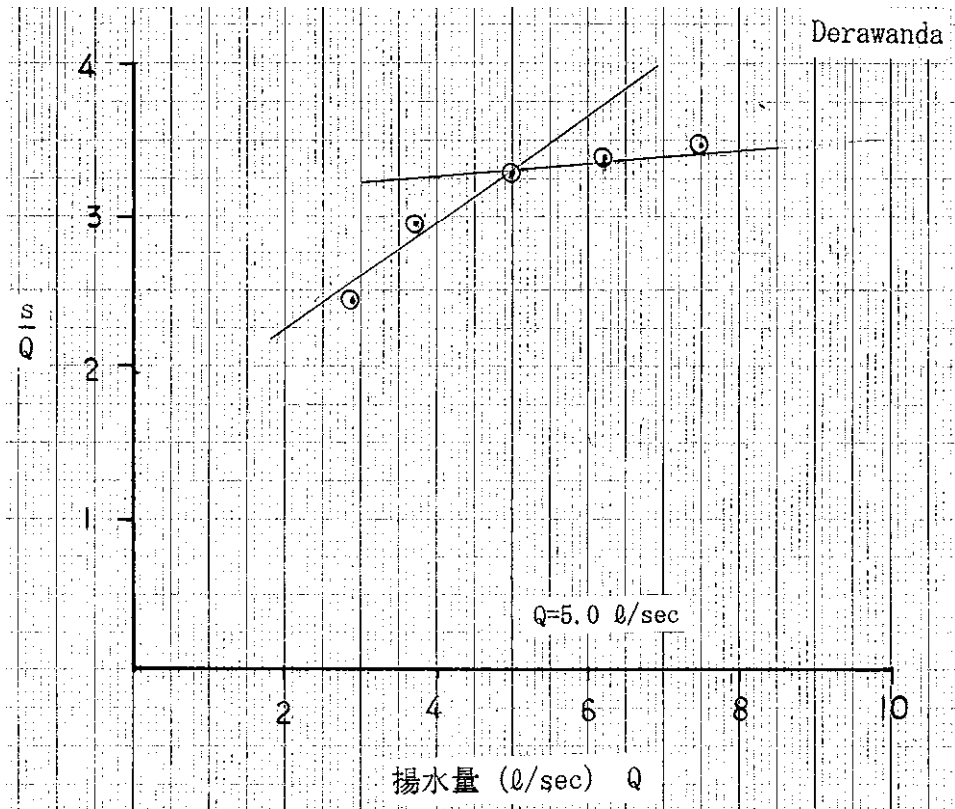
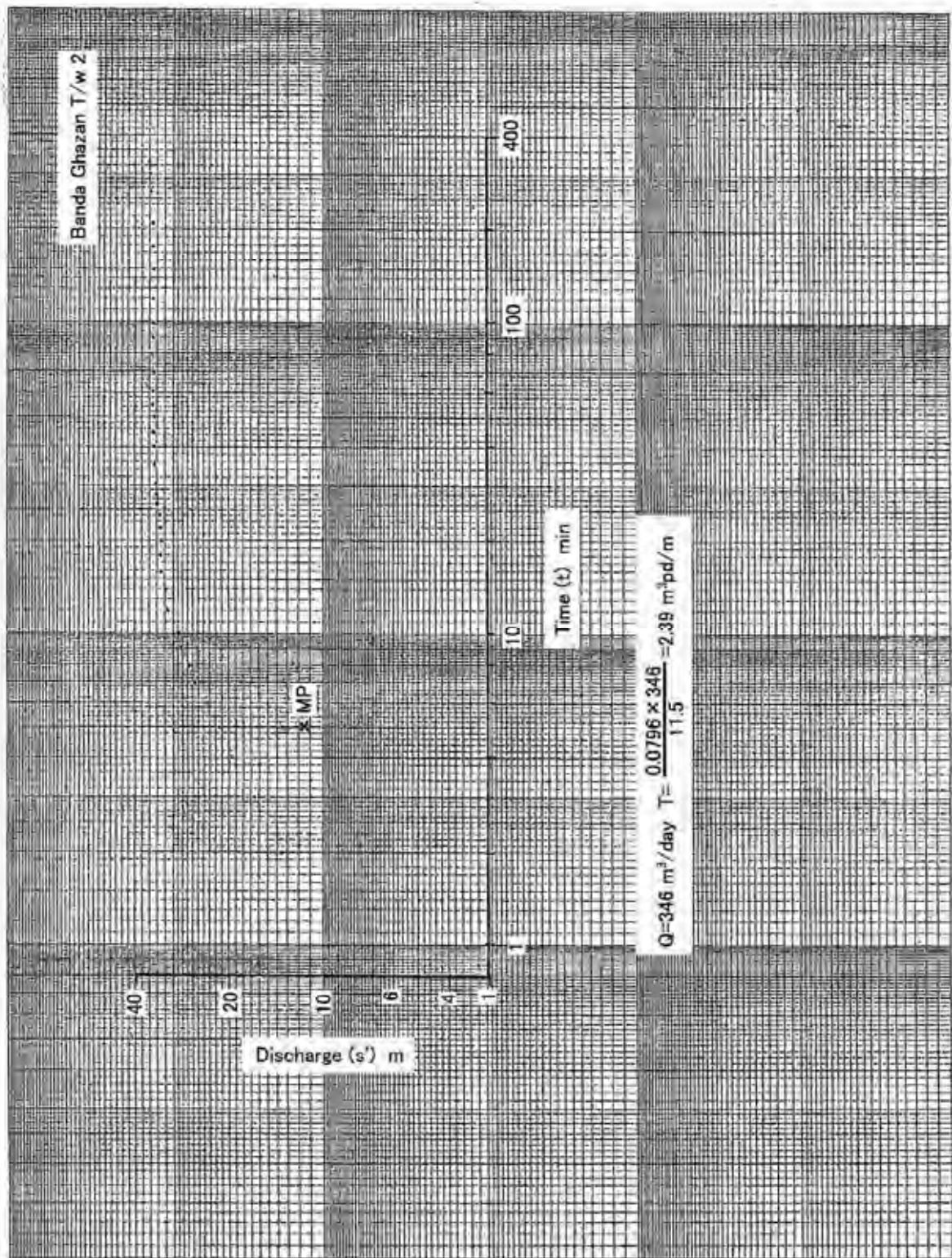
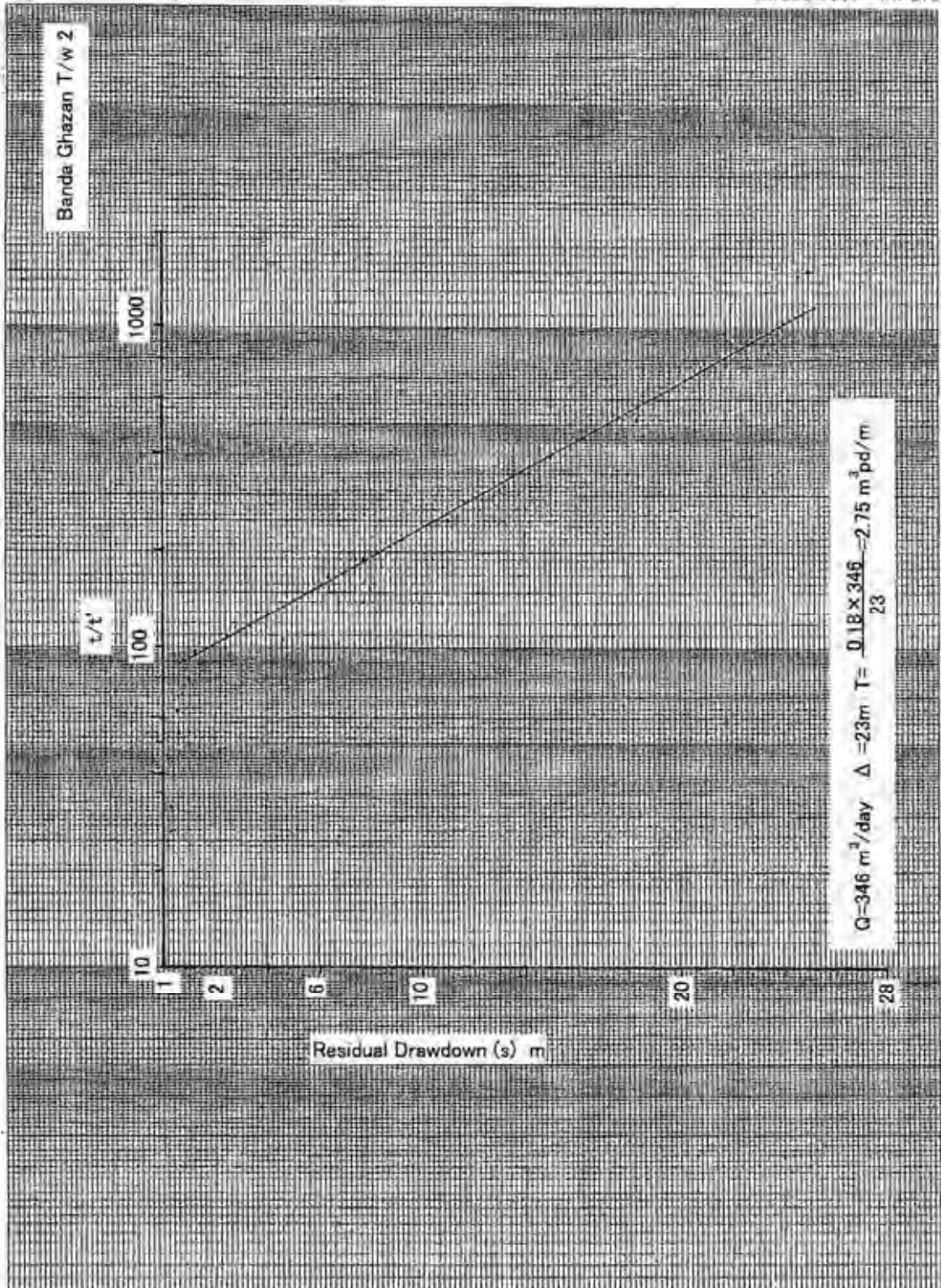


図 13 段階揚水試験 Derawanda

連續揚水試驗・回復試驗





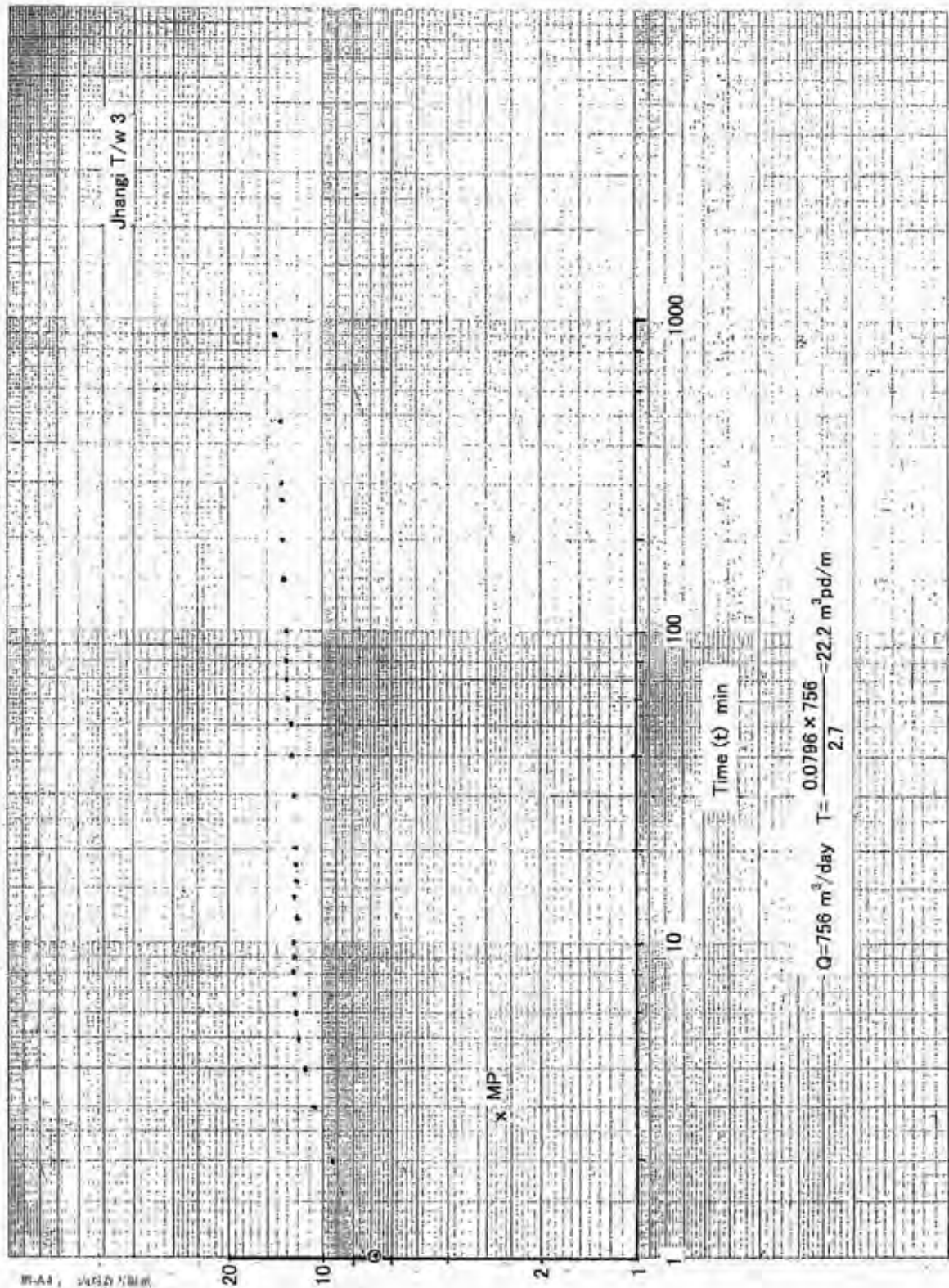
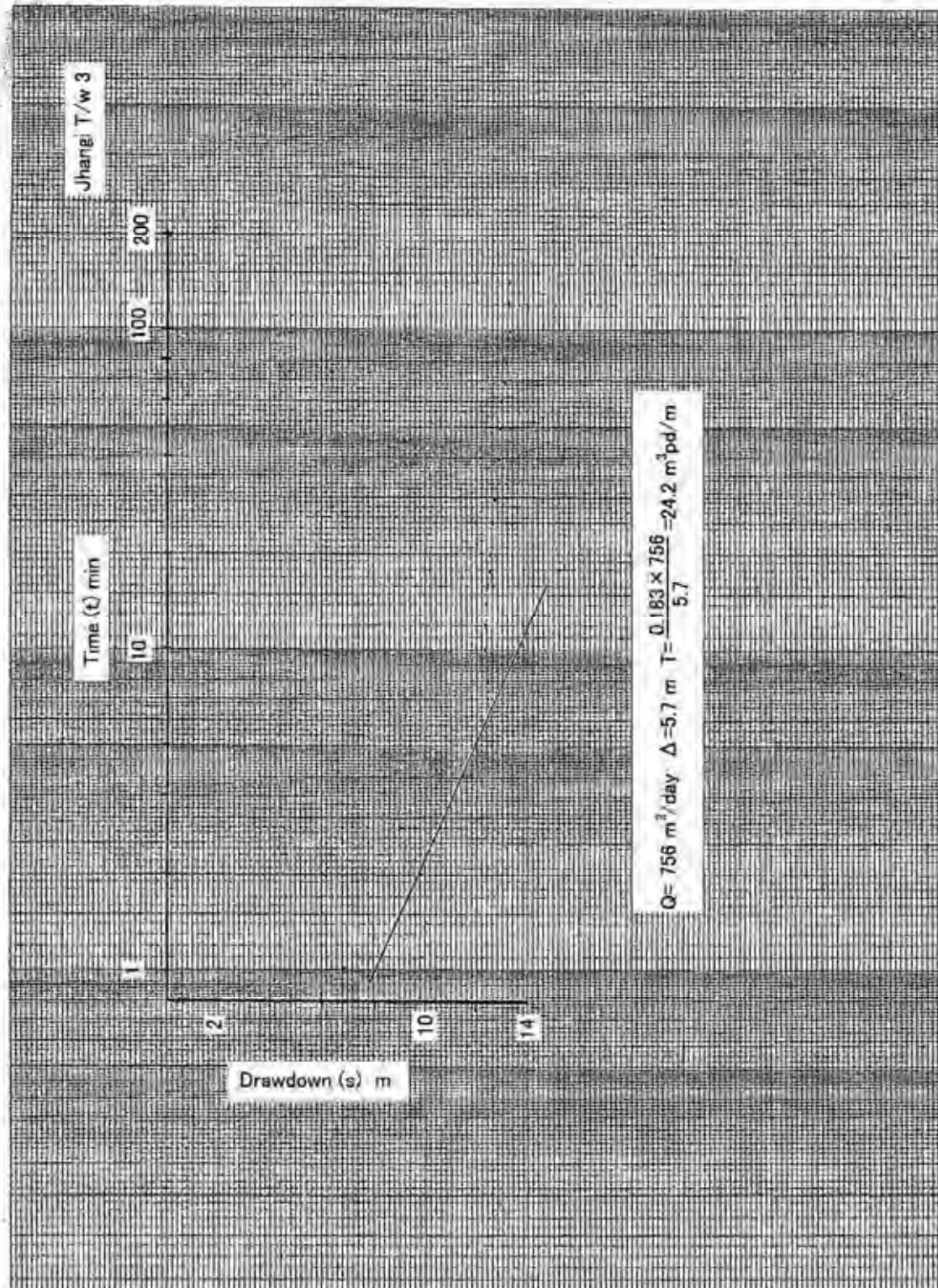
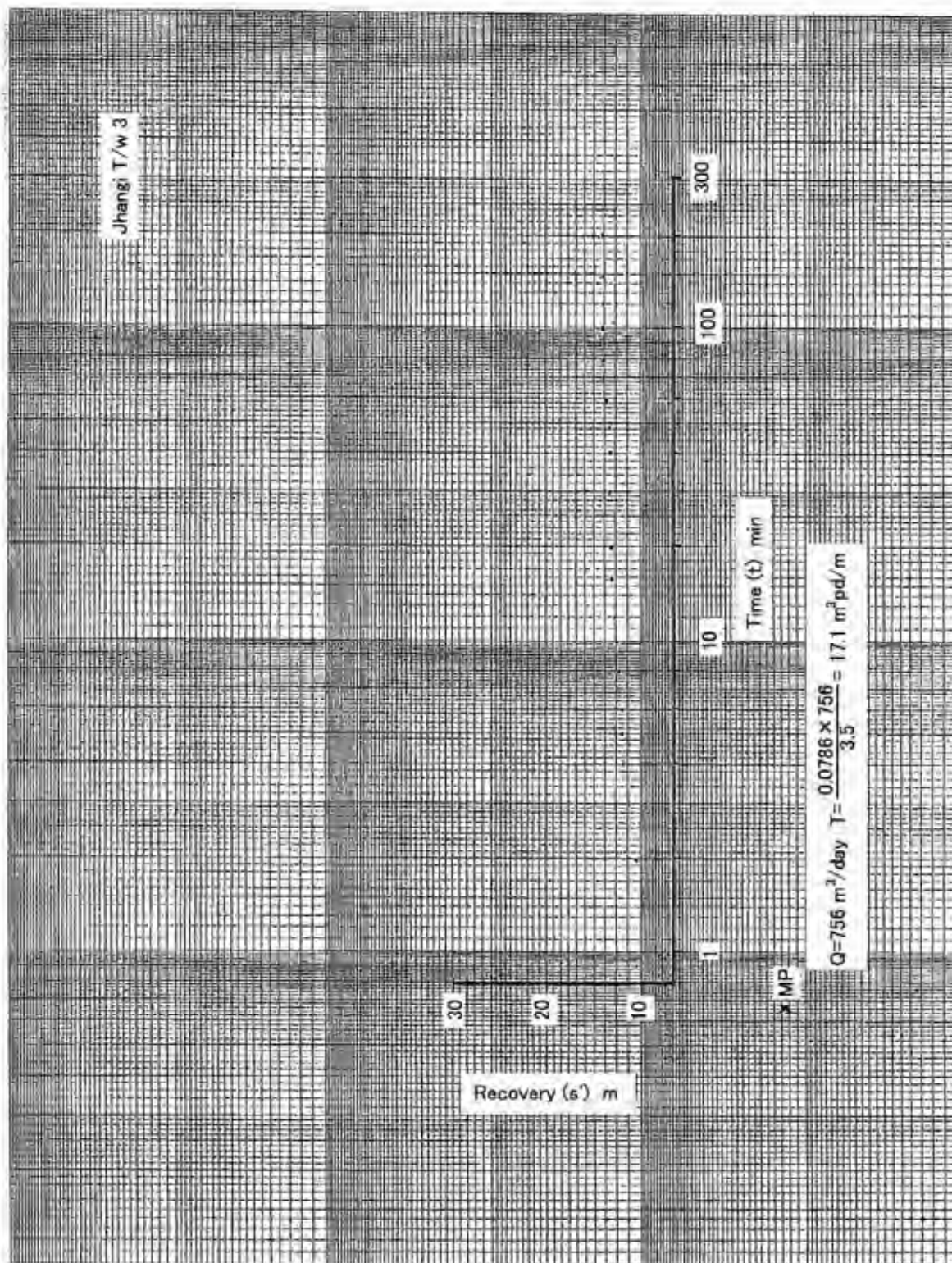
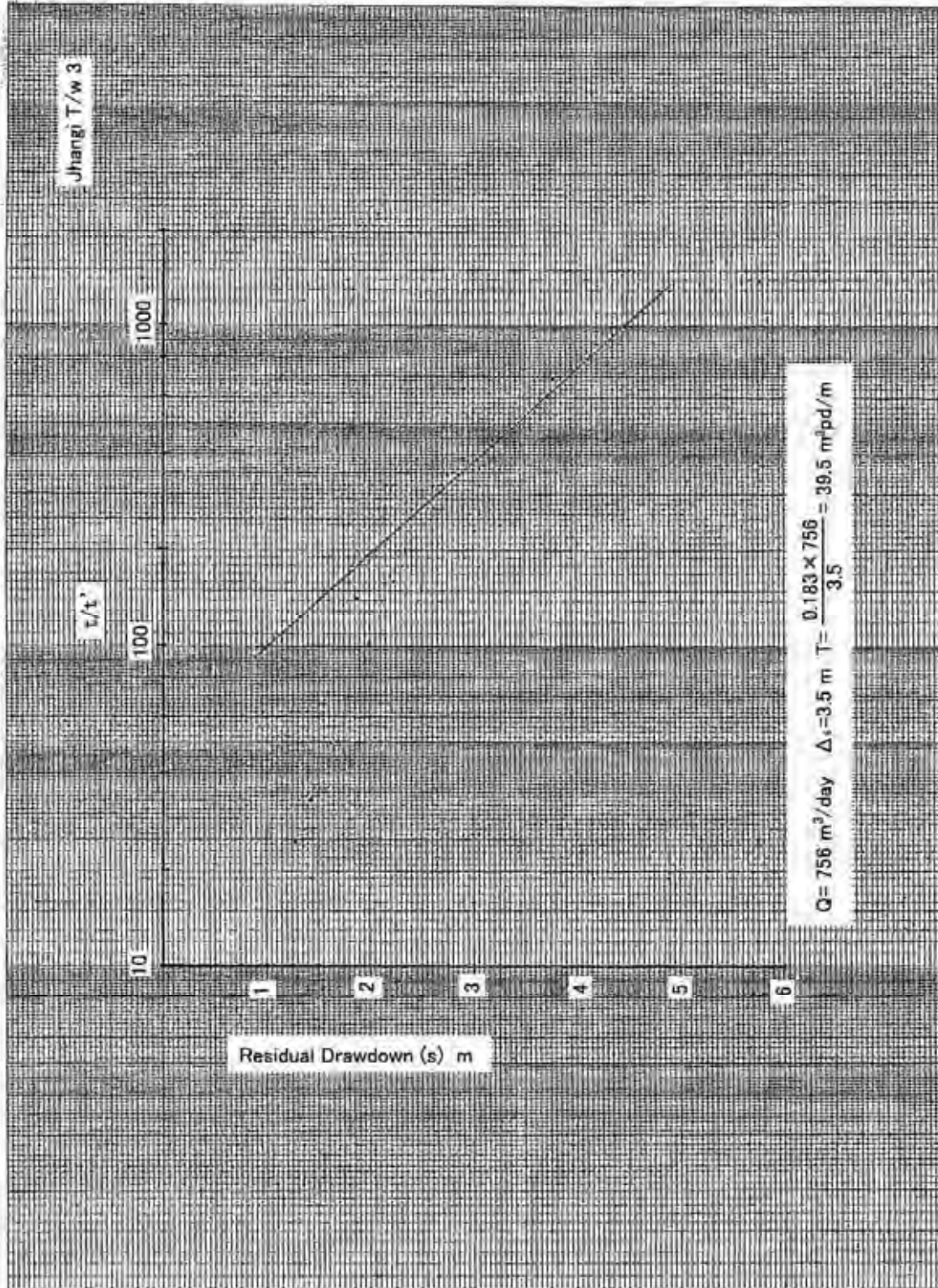
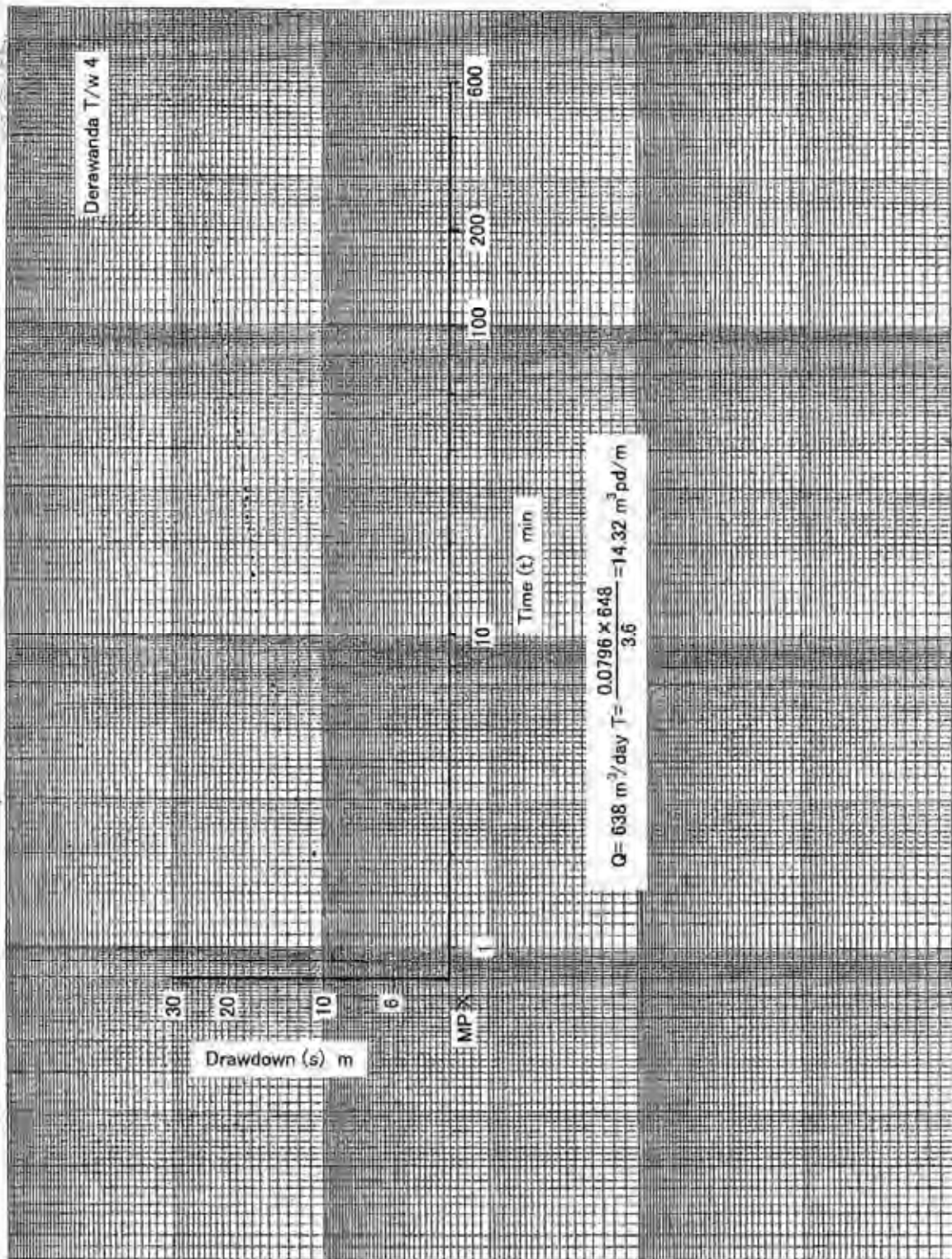


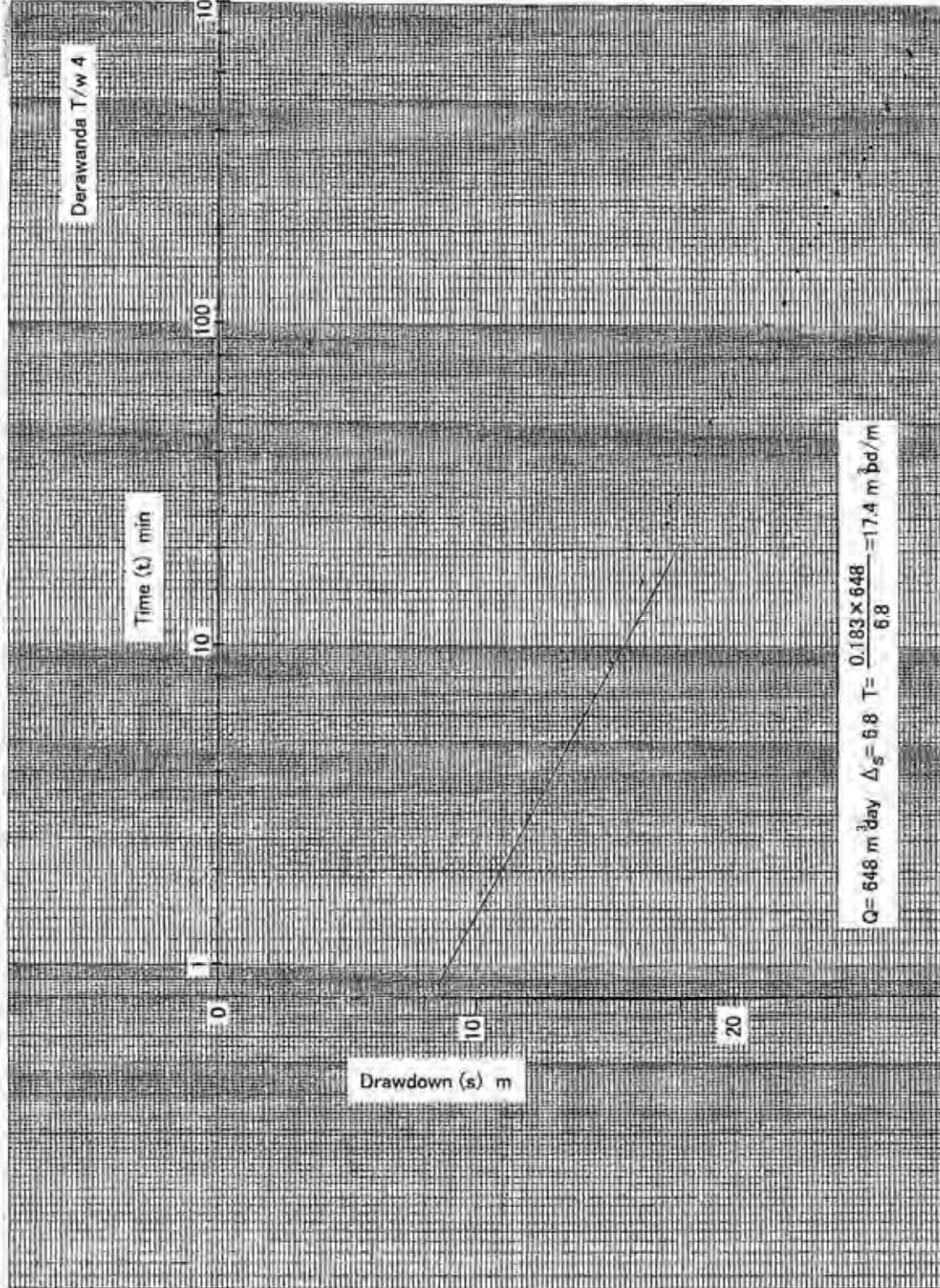
圖-A4, 井底產量圖表

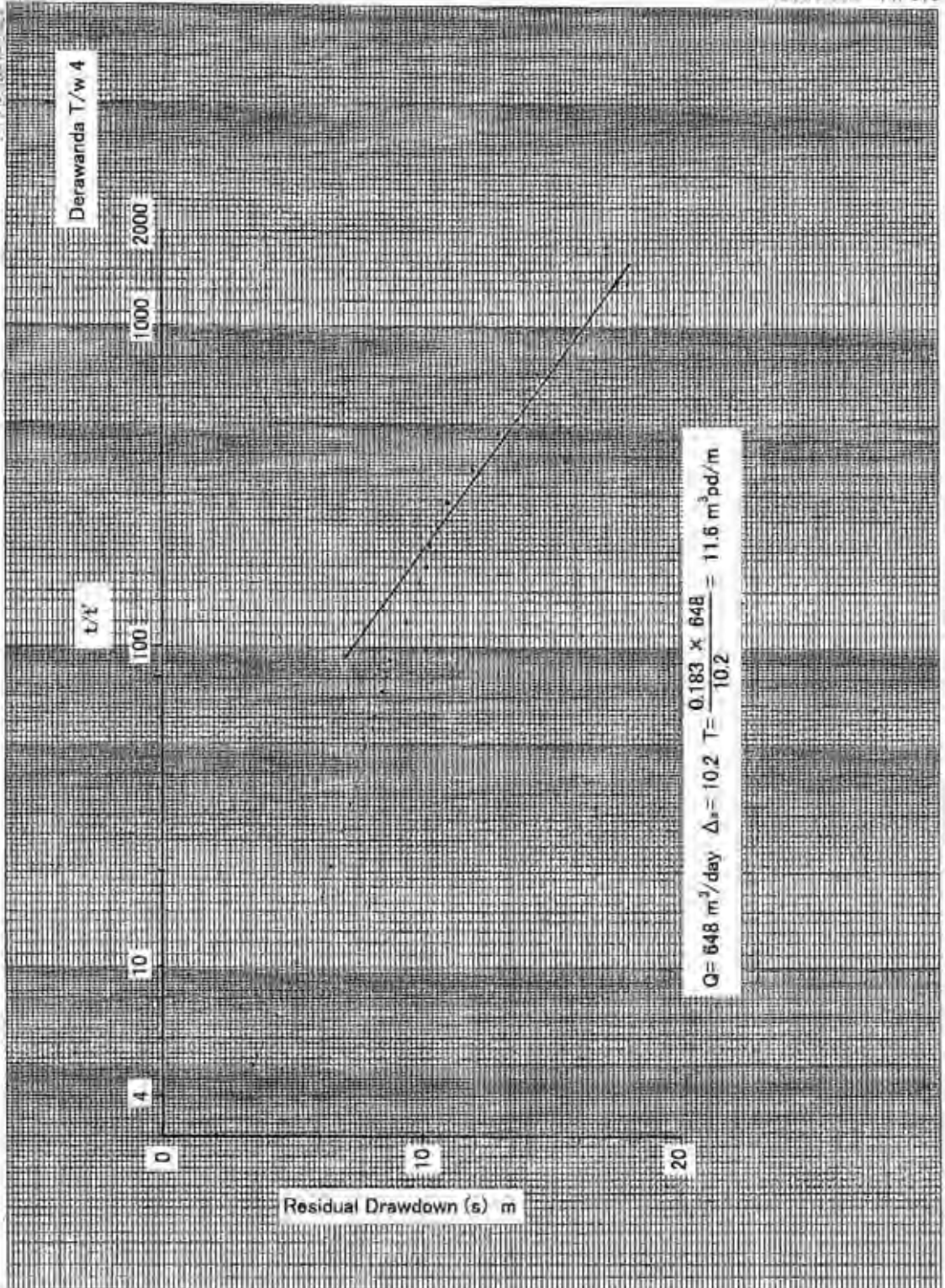


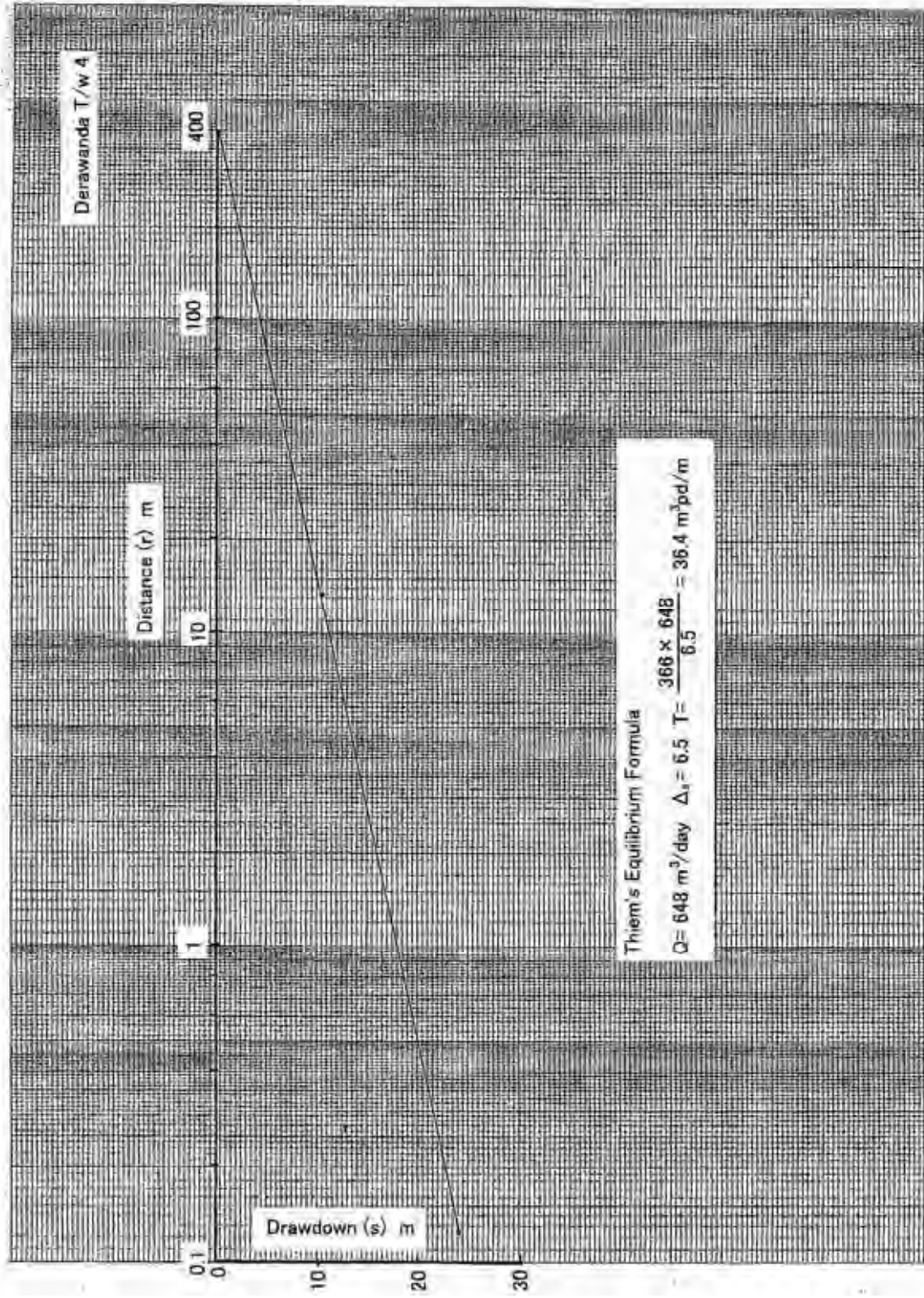


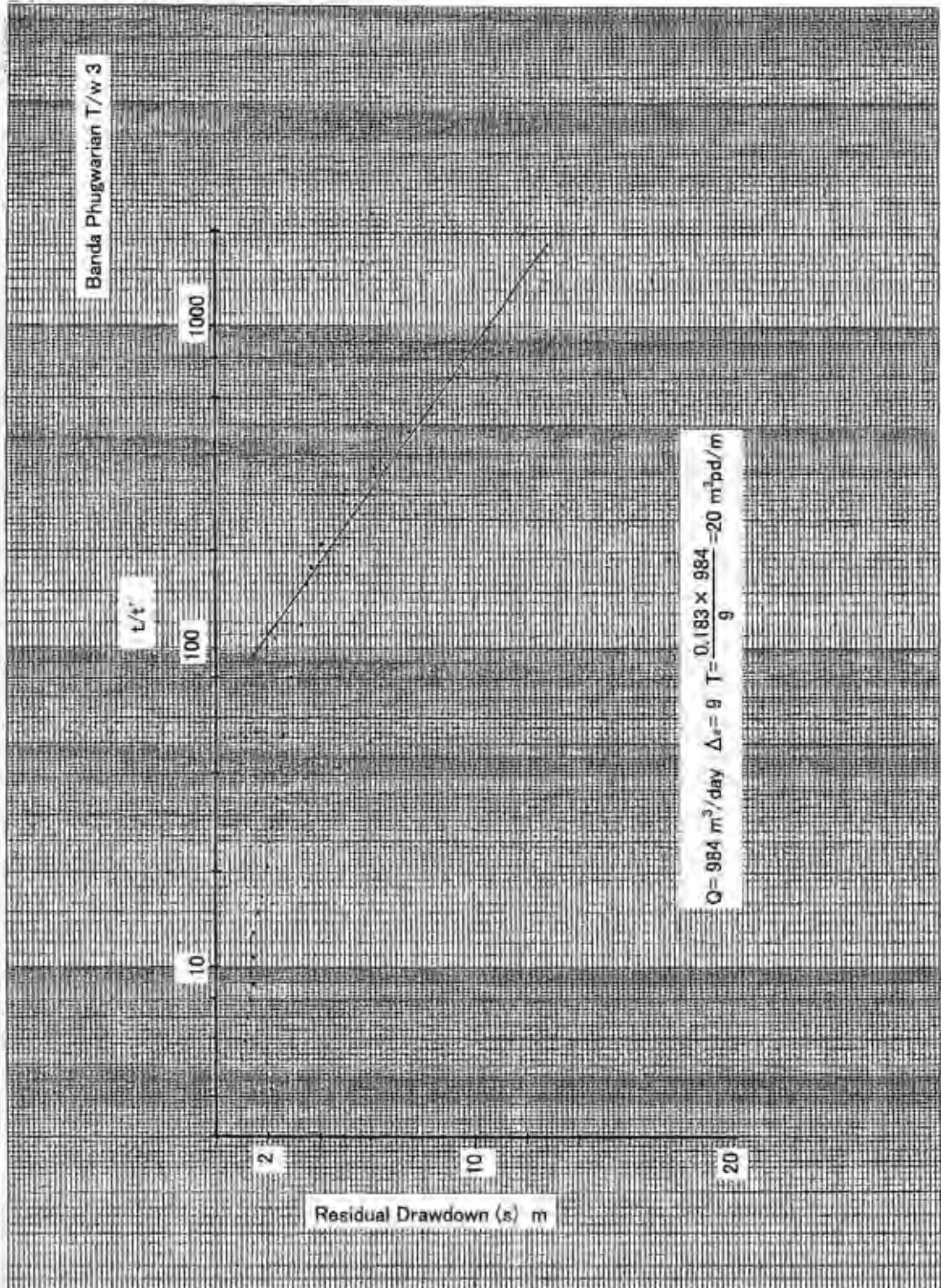


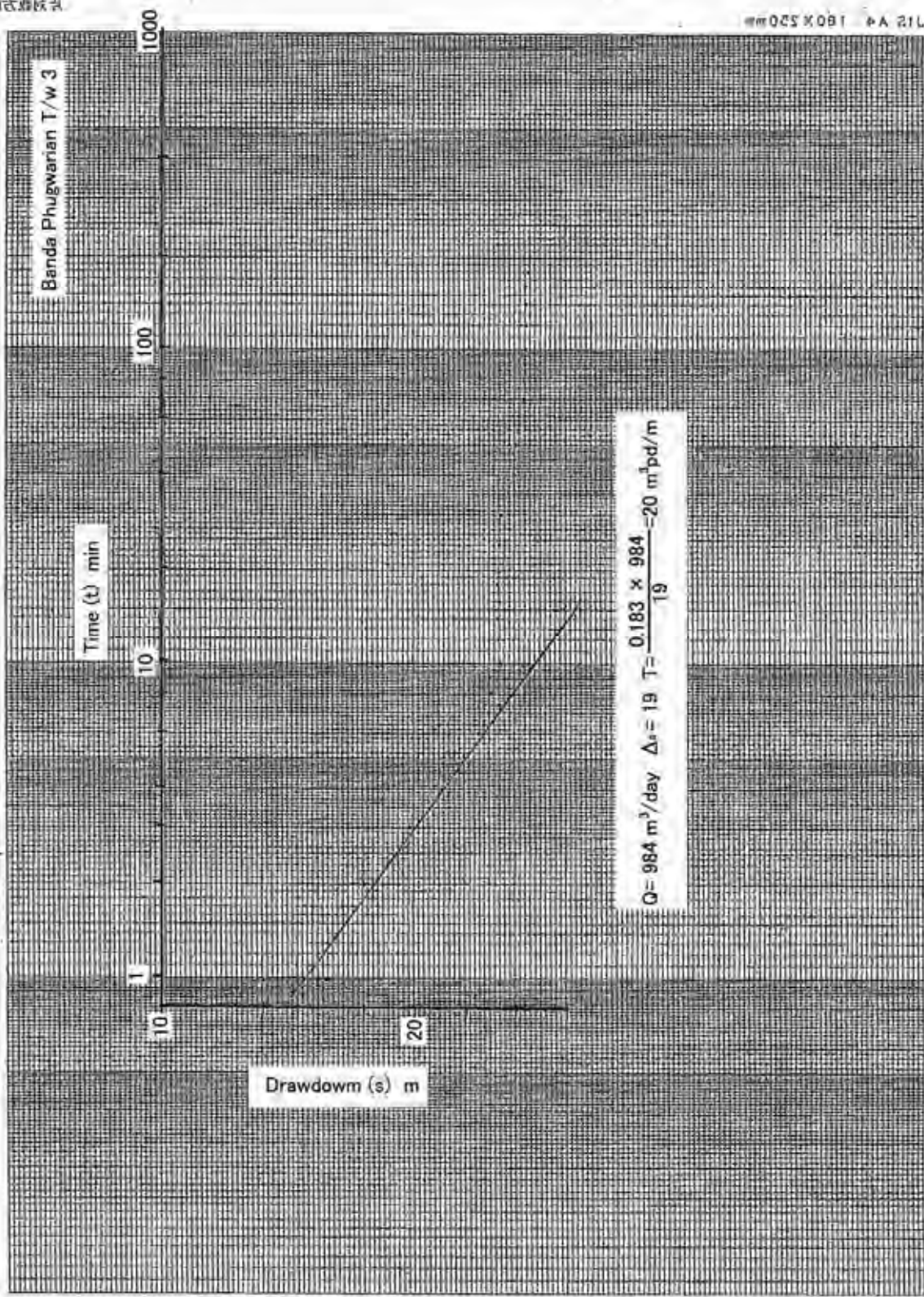


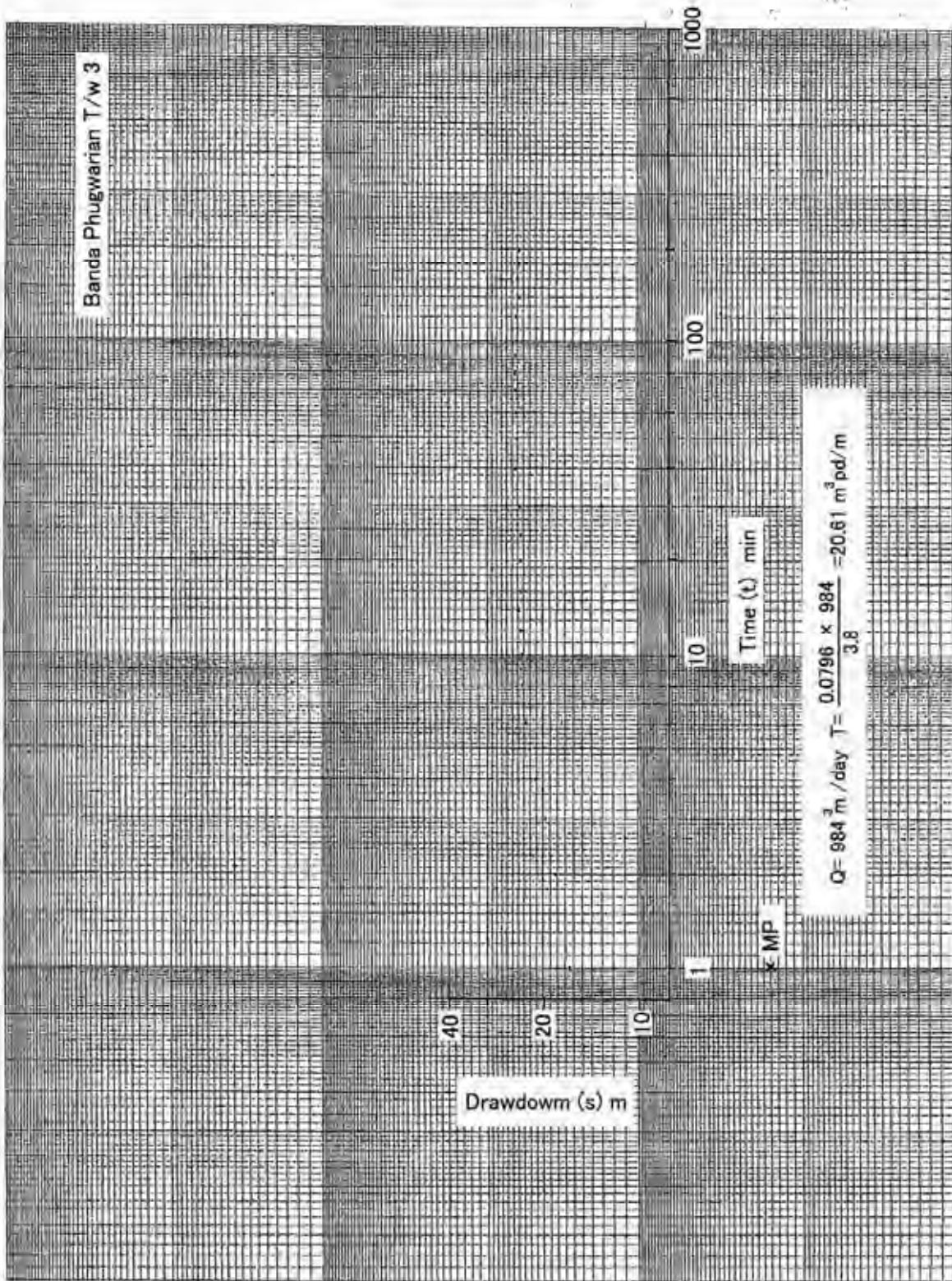












8-2 表流水と地下水の配分計画

8-2-1 現状、条件

- ・ 表流水の一日最大取水可能量は 200 ㍓/秒 (17,280 m³)。
- ・ 計画目標年度 2015 年の水需要予測値、一日最大給水量は、30,852 m³。
- ・ 調査対象地域では、3 水道事業者が 12 給水区域に水供給し、各給水区域は個別の地下水源を保有している。つまり、12 の給水システムが存在している。
- ・ 2009 年 5 月の一日当たりの地下水使用水量 (平均) は、12,195 m³ であった。これは地下水揚水ポンプの運転時間から算定した。調査対象地域の地下水揚水ポンプ運転は、早朝から夜まで運転し、夜間は停止している。
- ・ 既存井戸の 27 井のうち、老朽化によって廃棄すべき 5 井を除いた 22 井が今後も使用可能と考えられる。この 22 井のうち、13 井はポンプ交換の必要がある。適正揚水量は、前記 22 井、地震復興資金によって掘削済の井戸 (10 井)、既存 B/D で計画した井戸 (4 井) に Nawansher で ADB 資金によって開発した 2 井を加えると、1 日当たり、14,800 m³ となる。
- ・ 表流水システムは 1 つ (取水地点は 4 箇所だが浄水場は 1 つ)。
- ・ 新規井戸開発が可能な地域は、地形及び水理地質学の観点から Abbottabad 盆地の底部の Cantonment 地域あるいは Mirpur 地域に限定される。
- ・ Lama Maira (+1350 m), Banda Phugwarian (+1440 m), Dobathar(+1450 m)の既存配水池の水位は、計画浄水場浄水池 LWL(+1350 m)以上にあるので、重力だけでは表流水の送水はできない。

8-2-2 留意事項

- ・ 水道施設規模の計画は、一日最大給水量を用いて検討する。維持管理コストの算定には一日平均給水量を用いるので、その表流水と地下水との配分は、表流水を最大に使うことを条件にして検討することになる。

8-2-3 配分計画の基本方針

- ・ 技術的妥当性を満たし、かつ、施設改善コストが最小になる配分計画とする。
- ・ 調査対象地域では、3 水道事業者が 12 区域に給水し、各給水区域は独自の地下水源を保有しているので、各給水区域毎に需要水量と水供給の検討を行うことを原則とする。水道給水システムにとって、複数の水源を持つことは安定した水供給に繋がるため、可能な限り、各給水区域とも表流水系と地下水系を併用することとする。ただし、Abbottabad TMA に関しては 10 井の地下水源のうち、立ち入り禁止区域内に 4 箇所、井戸老朽化のため廃棄すべきが 4 箇所、さらにポンプ交換を要するのが 1 箇所あり、現状で使用可能なポンプは 1 箇所のみである。また、このシステムは、地下水を一旦配水池に揚水し、その後、増圧ポンプを用いて、他の配水池に配水するシステムになっている。ここでは表流水に転換する効果は他の地域に比べ高いと考えられるので、可能な限り停止したケースを考える。

- Lama Maira (+1350 m), Banda Phugwarian (+1440 m), Dobathar(+1450 m)の既存配水池の水位は、計画浄水場浄水池 LWL(+1350 m)以上にあるので、重力だけでは表流水の送水はできない。よって、表流水の送水には増圧ポンプを要することとなり、表流水へ転換する有効性（重力による送水）を実現できないので、これらの給水区域は表流水供給の対象地域から除外する。

8-2-4 配分案

- 配分案 - 1

2009年5月調査結果の各給水区域の水使用量比に応じて、表流水を配分する。これは、現在の地下水取水よりコストの低い表流水を既存の各12給水区域のうち、浄水場からの重力による送水が不可能な Lama Maira, Banda Phugwarian, Dobathar を除いた9給水区域に均等に配分するのを目的とする。

- 配分案 - 2

各給水区域の現状（2009年5月調査結果）から、計画目標年度2015年との間で増加する水量を求め、その増加水量比で表流水を分配する。給水区域の特性から、2015年までに増加する水量は、2009年5月の調査で把握した給水量と異なる傾向がある。つまり、Abbotabad、Nawanshehr 地区の水量増加率は、その他の地域に比べると小さい。一方、地下水源開発に地形、土地利用、地質、あるいは水理地質の面で制限があり、水需要の伸びに応じて地下水の開発は困難になっている。そこで、将来の増加水量に応じて表流水を配分する。

前述の配分案 - 1 同様、9給水区域の将来の増加需要水量に応じて表流水を配分する。

- 配分案 - 3

各給水区域の計画目標年度2015年の水需要予測値に対する既存の地下水揚水施設能力値の不足を表流水によって補う。

これは、既存の地下水施設を最大限利用すると同時に、新規開地下水源を少なくできる。地下水源を最大限に利用するには、既存井戸17井（ポンプ交換が必要な個所数は13箇所）、Mirpur 湧水1箇所、地震復興資金(10井)、Nawanshehr で ADB 資金によって開発中の井戸（2井）の使用を検討する。

9給水区域（前述の配分案 - 1 と同じ）の将来の需要水量と地下水源の差を表流水で補足するよう配分する。

- ケース 1

Abbotabad 市用の地下水ポンプは全部停止したケース。

Abbotabad 市給水用の地下水ポンプは現況で10箇所あるが、Cantonment 地内の現在立ち入り禁止区域内に4箇所、さらに、井戸の老朽化で廃棄すべき井戸が4箇所あり、残りの2箇所のうち、交換が必要な所が1箇所ある。さらに、このシステムは、地下水を一旦配水池に揚水し、その後、増圧ポンプを用いて、他の配水池に配水するシステムになっている。ここでは表流水に転換する効果は他の地域に比べ高いと考えられるので、全部停止したケースを考える。

Abbotabad 市用以外の既設のポンプ交換は12箇所になる。

- ケース 2

ケース 1 で必要表流水が制限値（(200 ℓ/秒)を超えるため、地下水を増量する。

Abbottabad 市用の地下水ポンプ（現状で継続使用可能と判断された 1 井）を使用したケース。

全体の既設のポンプ交換は 12 箇所になる。

● ケース 3

Abbottabad 市用の地下水ポンプを使用せずに、Mirpur 地区で新設井戸 3 井を開発するケース。新たに井戸を開発するには、Cantonment 地域以外では、地形、地質、土地利用、水理地質の面で、Mirpur 地域が適当となる。1 井当たりの適正揚水量は、3.0 l/秒とする。

Abbottabad 市以外の既設のポンプ交換は 12 箇所になる。

8-2-5 配分検討結果

配分案	建設必要施設	検討結果
<p>配分案 - 1</p> <p>現在の給水量の比率で表流水を分配する。これは、コストの低い表流水を給水区域に均等に配分することを目的とする。需要水量と分配される表流水の差を地下水で補足する。</p>	<p>① 新規開発井戸 既存 B/D と同じ位置に：4 井、 Abbottabad TMA: 4 井 Sheikhul Bnadi: 4 井 Salhad: 6 井 Mirpur: 3 井 Derawanda: 2 井 Lama Maira: 1 井 既設のポンプ交換：12 箇所</p> <p>② 配水池容量 Nawansher: 800 m³（表流水系、新設 1 池） Sheikhul Bnadi: 100 m³（表流水系、新設 1 池） Salhad: 130 m³（表流水系、新設 1 池） Mirpur: 100 m³（表流水系、新設 1 池） Derawanda: 70 m³（新設 1 池） Banda Gazan: 280 m³（新設 1 池） Dobathr: 200 m³（新設 1 池）</p> <p>③ 送水管路 表流水系統：25.6 km 地下水系統：13.7 km</p>	<p>Nawansher Service Unit は、2015 年の需要水量を満足する表流水の配分があるので、既存井戸は不要になる。よって Nawansher No.4 のポンプ交換は不要。現在建設中の施設も不要になる。</p> <p>一方、既設のポンプ交換：12 箇所に加え、既存 B/D と同じ位置に 4 井を含む、計 24 井の新規井戸が必要になる。</p> <p>Sheikhul Bnadi, Salhad, の地域での新期井戸開発は、地形、水理地質の面で困難。</p> <p><u>よって不採用とする。</u></p>
<p>配分案 - 2</p> <p>2015 年までの需要水量の増加は、地域によって異なるが、地下水の開発には制約があるので、計画目標年度における増加需要水量比で表流水を分配する。</p>	<p>① 新規開発井戸 既存 B/D と同じ位置：4 井、 Abbottabad TMA: 18 井 Lama Maira: 1 井 既設のポンプ交換：13 箇所</p> <p>② 配水池(給水区域内合計) Abbottabad TMA: 850 m³（表流水系、新設 1 池） Nawansher: 200 m³（表流水系、新設 1</p>	<p>Abbottabad 市の給水量の増加は、Jhangi UC よりも小さいので、表流水の分配量が少なくなるので、必要地下水揚水量が多くなる。</p> <p>既設のポンプ交換:13 箇所に加え、Abbottabad 市用の 18 井、Lama Maira 1 井、既存 B/D と同じ位置に</p>

配分案	建設必要施設	検討結果
<p>需要水量と分配される表流水の差を地下水で補足する。</p>	<p>池) Sheikhul Bnadi: 360 m³ (表流水系、新設 1 池) Salhad: 410 m³ (表流水系、新設 1 池) Mirpur: 260 m³ (表流水系、新設 1 池) Derawanda: 370 m³ (表流水系、新設 1 池) Banda Gazan: 200 m³ (表流水系、新設 1 池) Dobathr: 200 m³ (地下水系、新設 1 池) ③ 送水管路 表流水系統 : 25.6 km 地下水系統 : 13.2 km</p>	<p>4 井の計 23 新規井戸開発が必要になる。Abbottabad 市用井戸開発は、Cantonment 地域内で井戸開発をしない限り困難。</p> <p><u>よって、不採用とする。</u></p>
<p>配分案 - 3 既存施設を可能な限り利用し、需要水量と地下水量の差を、表流水で補う。 (ケース 1) 既存施設のうち、Abbottabad の地下水揚水施設を停止する。</p>	<p>① 新規開発井戸 既存 B/D と同じ位置 : 4 井、 既設のポンプ交換 : 12 箇所。 で検討した。</p>	<p>長所 : 既存施設を最大限に利用する。 10 井ある Abbottabad TMA 用の地下水源は、立ち入り禁止区域内に 4 箇所、井戸老朽化のため廃棄すべきが 4 箇所、さらにポンプ交換を要するのが 1 箇所あり、現状で使用可能なポンプは 1 箇所のみである。さらに、前述したように、この給水システムにおける表流水への転換は、ポンプ動力費の削減効果が他の地域に比べ高い。</p> <p>短所 : 必要表流量が 200 l/秒を超えるので、地下水量の増強が必要になる。ケース 2 及び 3 で、地下水の増強案を検討する。</p>
<p>配分案 - 3 同上 (ケース 2) Abbottabad TMA 用の現状のままで使用可能な 1 井を使用し、上記ケース 1 に対応する。</p>	<p>① 新規開発井戸 既存 B/D と同じ位置 : 4 井、 既設のポンプ交換 : 12 箇所。 ② 配水池 Nawansher: 340 m³ (表流水系、新設 1 池) Sheikhul Bnadi: 130 m³ (表流水系、新設 1 池) Salhad: 180 m³ (表流水系、新設 1 池) Mirpur: 350 m³ (表流水系、新設 1 池)</p>	<p>長所 : 既存地下水施設を最大限に使用する。 新規開発井戸は既往 B/D と同様。 (4 井)</p> <p>短所 :</p>

配分案	建設必要施設	検討結果
	Derawanda: 220 m ³ (表流水系、新設 1 池) Banda Gazan: 100 m ³ (表流水系、新設 1 池) Dobathr: 300 m ³ (地下水系、新設 1 池) ③ 送水管路 表流水系統 : 25.6 km 地下水系統 : 3.7 km	増圧ポンプを要する Abbottabad TMA の既存地下水 1 井を使用するのは、動力費の低減化の目的には合わない。 結果 : 必要表流量は 196 l/秒。
配分案 - 3 同上 (ケース 3) 既存施設のうち、Abbottabad の地下水揚水施設を停止するが、Mirpur 地域内に新規井戸 2 井を開発する。	① 新規開発井戸 既存 B/D と同じ位置 : 4 井、 Mirpur: 3 井 既設のポンプ交換 : 12 箇所。 ② 配水池(給水区域内合計) Nawansher: 340 m ³ (表流水系、新設 1 池) Sheikhul Bnadi: 130 m ³ (表流水系、新設 1 池) Salhad: 180 m ³ (表流水系、新設 1 池) Mirpur: 350 m ³ (表流水系、新設 1 池) Derawanda: 220 m ³ (表流水系、新設 1 池) Banda Gazan: 100 m ³ (表流水系、新設 1 池) Dobathr: 300 m ³ (地下水系、新設 1 池) ③ 送水管路 表流水系統 : 25.6 km 地下水系統 : 4.7 km	長所 : 既存地下水施設を最大限に使用する。 増圧ポンプを要する Abbottabad 市用の地下水システムを全部停止する。 短所 : Mirpur で新規井戸を 3 井開発する必要がある。 結果 : 必要表流量は 198 l/秒。

上記配分計画案 - 3、ケース 2 が整備に要する施設規模が小さく、また、井戸開発箇所数が最小になるので、適当と考えられる。

表流水と地下水の分配計画（1 / 2）

給水区域 Service Area	計画目標年度 2015 年 水需要予測			既存施設能力(建設中を含む)			2009年評価結果	現況 (2009年現地調査時)		表流水(2000/秒、17,280m ³ /日)を2009年5月の揚水比率で分配するケース(配分案-1)			2015年における2009年からの増加水量比で表流水を分配するケース(配分案-2)			2015年の需要水量と現況地下水施設との過不足を表流水で分配するケース(配分案-3)				
	給水人口	日平均給水量 (m ³)	日最大給水量 (m ³)	適正揚水量 (m ³ /日)	配水池容量		適正地下水揚水能力 (m ³ /日)	日揚水量 (m ³)	比率	配分表流水 (m ³)	必要地下水 (m ³)	開発すべき井戸の数	増加水量 (m ³)	比率	配分表流水 (m ³)	必要地下水 (m ³)	開発すべき井戸の数	不足水量 (m ³)	比率	表流水 (m ³)
					地下水系配水池容量 (m ³)	2015年日最大給水量に対する配水貯留能力 (時間)														
(1) Abbottabad TMA (urban)	77,310	9,973	11,469	6,247	6,066	12.7	1,296	6,246.7	0.512	9,318.4	2,150.6	4	5,222.3	0.280	5,707.1	5,761.9	18	10,173	0.554	10,758.9
(2) Nawansher Service Unit (urban)	30,606	3,948	4,540	3,836	843	4.5	3,836	3240.0	0.266	4,833.2	-293.2	0	1,300.0	0.070	1,420.7	3,119.3	0	704	0.038	744.5
(3) Sheikhu Bandi	22,859	2,312	2,659	1,132	455	4.1	1,132	357.4	0.029	533.1	2,125.9	4	2,301.6	0.123	2,515.3	143.7	0	1,527	0.083	1,614.9
(4) Salhad	27,287	2,760	3,174	890	591	4.5	890	530.0	0.043	790.6	2,383.4	6	2,644.0	0.142	2,889.5	284.5	0	2,284	0.124	2,415.5
(5) Mirpur	16,716	1,691	1,945	924	136	1.7	924	272.6	0.022	406.6	1,538.4	3	1,672.4	0.090	1,827.7	117.3	0	1,021	0.056	1,079.8
(6) Jhangi UC	60,449	6,142	7,065	7,095	1,385		4,648	1,548.5	0.127	1,398.0	5,667.0		5,516.5	0.296	2,919.8	4,145.2		2,657	0.145	666.3
(i) Derawanda	12,633	1,278	1,470	1,020	227	3.7	933	159.3	0.013	237.6	1,232.4	2	1,310.7	0.070	1,432.4	37.6	0	537	0.029	567.9
(ii) Jhangi	6,371	644	741	933	227	7.4	933	362.5	0.030	540.8	200.2	0	378.5	0.020	413.6	327.4	0	0	0	0.0
(iii) Lama Maira	5,808	588	676	743	227	8.1	458	280.8	0.023	0.0	676.0	1	395.2	0.021	0	676.0	1	218	0.012	0.0
(iv) Banda Ghazan	4,462	478	550	527	159	6.9	527	181.8	0.015	271.2	278.8	0	368.2	0.020	402.4	147.6	0	23	0.001	24.3
(v) Banda Dilazak	7,288	737	848	778	182	5.2	778	233.6	0.019	348.5	499.5	0	614.4	0.033	671.4	176.6	0	70	0.004	74.0
(vi) Band Phugwarian	6,560	664	764	1331	227	7.1	812	121.0	0.010	0.0	764.0	0	643.0	0.034	0	764.0	0	0	0	0.0
(vii) Dobathar	17,327	1,753	2,016	1763	136	1.6	207	209.5	0.017	0.0	2,016.0	4	1,806.5	0.097	0	2,016.0	4	1,809	0	0.0
Total	235,227	26,826	30,852	20,124	9,476	7.4	12,726	12,195.2	1.000	17,280.0	13,572.0	24	18,656.8	1.000	17,280.0	13,572.0	23	18,366	1.000	17,280.0
	0/秒	310	357	233			147													

表流水と地下水の分配計画 (2 / 2)

給水区域 Service Area	施設計画案(2004年 既往B/D)を採用した場合					施設計画案 (配分案 - 3、ケース1)					施設計画案 (配分案 - 3、ケース2)					施設計画案 (配分案 - 3、ケース3)				
	水源			配水池容量		水源			配水池容量		水源			配水池容量		水源			配水池容量	
	表流水系 (m ³ /日)	地下水系 (m ³ /日)	追加必要地下 水源量 (m ³ /日)	追加配水池 容量 (m ³)	配水貯留能 力 (時間)	表流水系 (m ³ /日)	地下水系 (m ³ /日)	追加必要 地下水源 量 (m ³ /日)	追加配水池 容量 (m ³)	配水貯留能 力 (時間)	表流水系 (m ³ /日)	地下水系 (m ³ /日)	追加必要 地下水源 量 (m ³ /日)	追加配水池 容量 (m ³)	配水貯留能 力 (時間)	表流水系 (m ³ /日)	地下水系 (m ³ /日)	追加必要 地下水源 量 (m ³ /日)	追加配水池 容量 (m ³)	配水貯留能 力 (時間)
(1) Abbottabad TMA (urban)	11,469	0	0	-1,364	9.8	11,469	0	-1,364	9.8	10,510	959		-455	11.7	11,469	0		-1,364	9.8	
(2) Nawansher Service Unit (urban)	1,309	3,231	0	340	6.3	704	3,836	340	6.3	704	3,836		340	6.3	704	3,836		340	6.3	
(3) Sheikhu Bandi	2,296	363	0	130	5.3	1,527	1,132	130	5.3	1,527	1,132		130	5.3	1,527	1,132		130	5.3	
(4) Salhad	2,647	527	0	180	5.8	2,284	890	180	5.8	2,284	890		180	5.8	2,284	890		180	5.8	
(5) Mirpur	1,669	276	0	620	9.3	1,021	924	350	6.0	1,021	924		350	6.0	243	924	778	350	6.0	
(6) Jhangi UC	2,676	3,619	770	1,280		848	4,408	1,809	620		848	4,408	1,809	620		848	4,408	1,809	620	
(i) Derawanda	1,314	156	0	220	7.3	537	933	220	7.3	537	933		220	7.3	537	933		220	7.3	
(ii) Jhangi	378	363	0		7.4	0	741		7.4	0	741			7.4	0	741			7.4	
(iii) Lama Maira	0	285	391	110	12.0	218	458	0	8.1	218	458		0	8.1	218	458		0	8.1	
(iv) Banda Ghazan	369	181	0	530	30.1	23	527	100	11.3	23	527		100	11.3	23	527		100	11.3	
(v) Banda Dilazak	615	233	0		5.2	70	778		5.2	70	778			5.2	70	778			5.2	
(vi) Band Phugwarian	0	639	125	120	10.9	0	764	0	0	7.1	0	764		7.1	0	764		0	7.1	
(vii) Dobathar	0	1,762	254	300	5.2	0	207	1,809	300	5.2	0	207	1,809	300	5.2	0	207	1,809	300	5.2
Total	22,066 0/秒 255	8,016 93	770 9	2,550	9.4	17,853 207	11,190 130	1,809 21	1,620	8.6	16,894 196	12,149 141	1,809 21	1,620	8.6	17,075 198	11,190 130	2,587 30	1,620	8.6

資料 8-43

8-3 アンケート調査

プロジェクト目標年次の変更にともない、給水対象人口の見直しとそれに伴う水需要予測を実施することを目的にインタビュー調査を実施した。現時点での調査結果を示す。

調査対象地域： アボタバッド地区、ナワンシェール地区、U/C の3 地域

調査期間： 平成 21 年 4 月 22 日から 5 月 12 日（延べ 21 日間）

サンプル数：アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47

(1) 世帯人数、収入等の基礎情報について

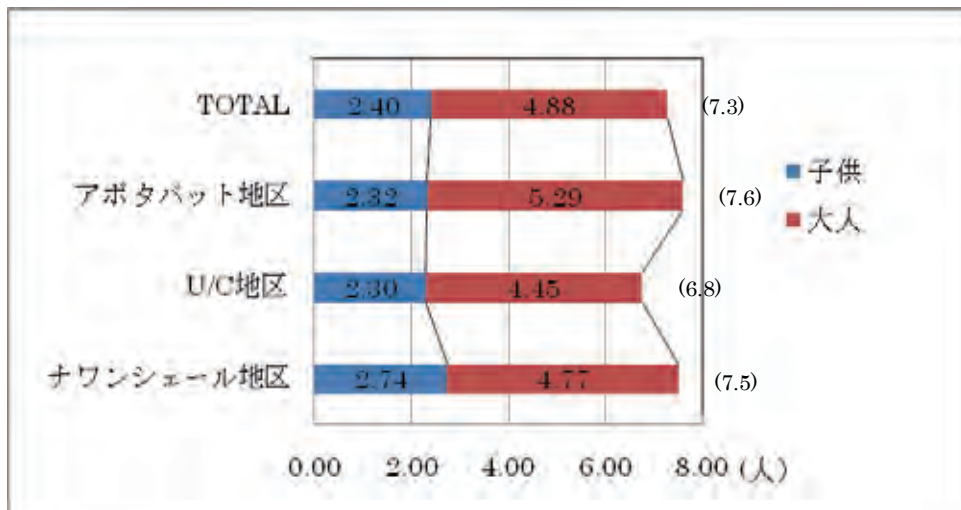


図 世帯人数（アボタバット n=135、U/C n=102、ナワンシェール n=47）

回答者の平均的な世帯は 7.1 人で構成されており、その内訳は大人 4.6 人と子供 2.5 人となっている。尚、アボタバット県の統計資料（1998 District Census Report of Abbottabad）では、1 世帯あたりの家族人数は 6.6 人となっている。

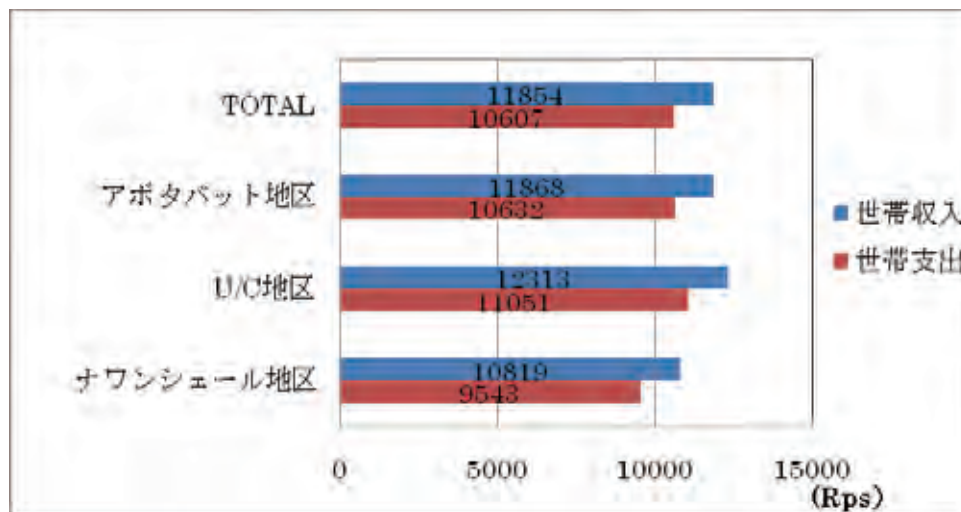


図 月毎の世帯収入と支出（アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=46）

月毎の世帯年収は約 12,000Rps で、支出は 11,000Rps である。日本円に換算すると、収入は約 15,000 円で、支出は約 13,000 円となる。(2009 年 5 月 JICA 統制レート 1Rps=¥1.210)

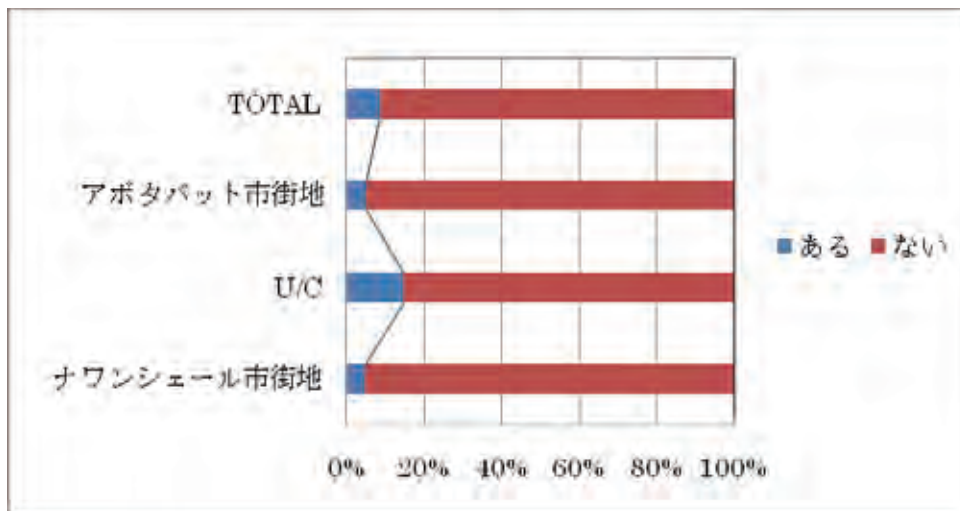


図 世帯専用井戸の有無 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

回答者の内、世帯専用井戸を所有している世帯は、およそ 1 割程度にとどまっている。

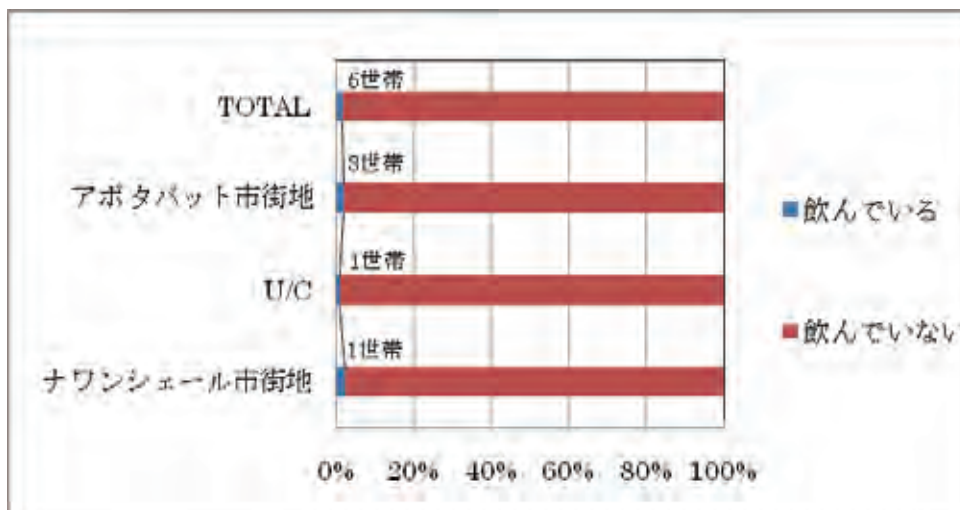


図 ペットボトル飲用水の購入状況 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

回答者の内、ペットボトル飲用水を購入している世帯は、極めて少数である事が分かった。

(2) 既存水道施設の利用状況について

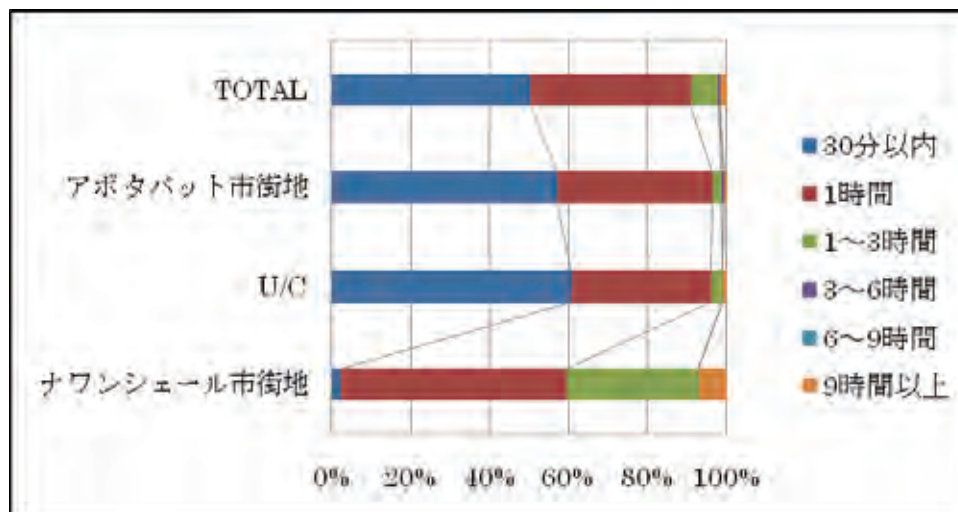


図 地域別給水時間 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

ナワンシェール地区を除く地域の給水時間は1時間未満が9割以上を占めている。回答者によって給水時間帯は異なるが、およそ午前6時から午前9時の間に給水を受けていることが判明した。また、ナワンシェール地区と他の地域とを比較すると、ナワンシェールの方が比較的給水時間は確保されていると言える。

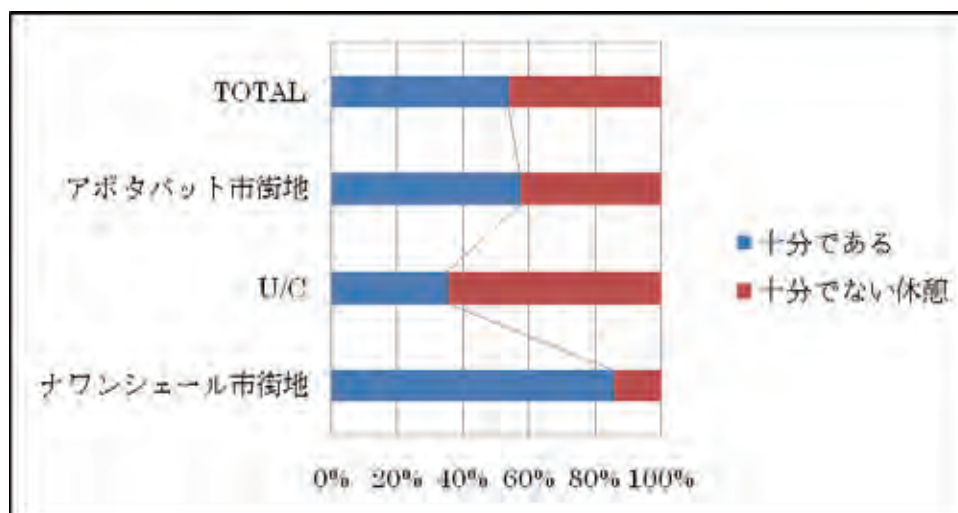


図 地域別給水水圧 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

水栓の水圧について十分であると回答した人は、54%である。また、ナワンシェール地区の水圧を「十分である」と答えた人は、他の地域に比べて多く、86%である。ナワンシェール地区は比較的まとまった市街地を形成しているため、地域開発による水圧の低下が抑えられていると考えられる。

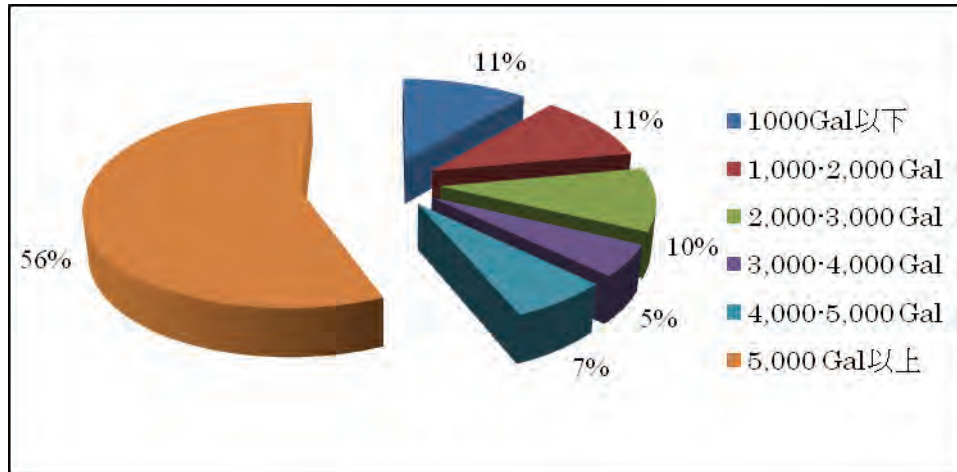


図 月あたりに世帯が使用する水量 (n=285)

半数以上の世帯において、月あたりに世帯が使用する水量は 5,000Gal (1Gal=4.546ℓ) 以上で SI 単位系に換算するとおよそ 23m³ 以上となる。1 世帯上がりの人口が 7 人である事を考えると、回答者の半数は、1 日 1 人あたり 109ℓ 以上の水を使用していると見込まれる。

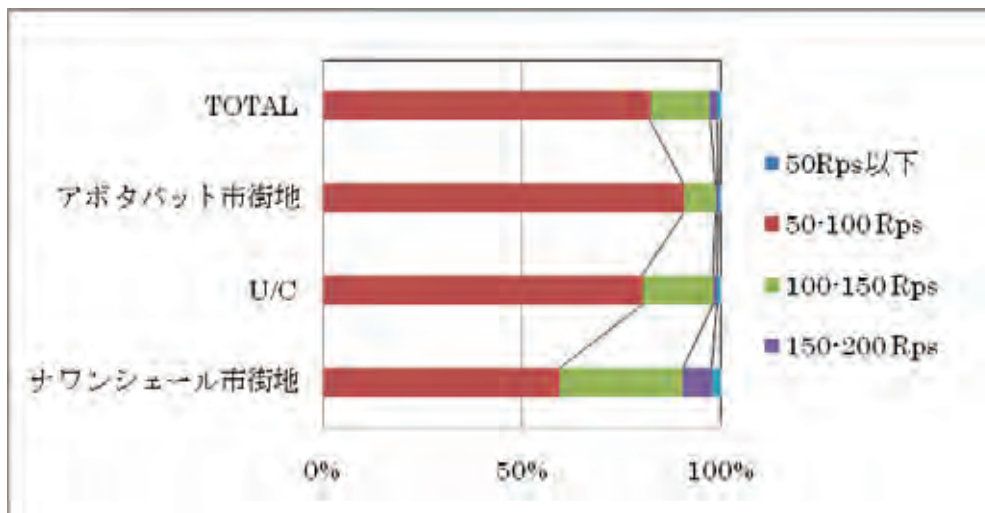


図 月毎の支払料金 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

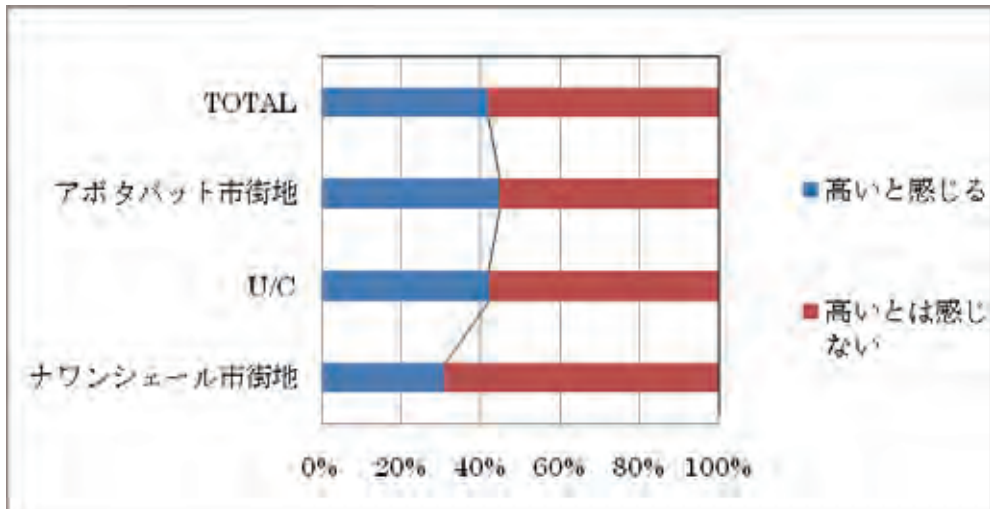


図 価格設定についての意見 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

ナワンシェール地区を除いて 50～100Rps を支払う世帯が 8 割以上を占めている。一方、ナワンシェール地区では、50～100Rps を支払う世帯が 6 割、次いで 100～150Rps を支払う世帯が 3 割を占めている。また、およそ 4 割の回答者は現在支払っている水料金について、高いと感じていると回答している。この結果には、現在の給水サービスが低い事も影響していると推測される。ただし、現在の水道料金は、地域の平均的な年収の約 1% であり、相当低い料金に抑えられている。

(3) 新料金体制における支払意思について

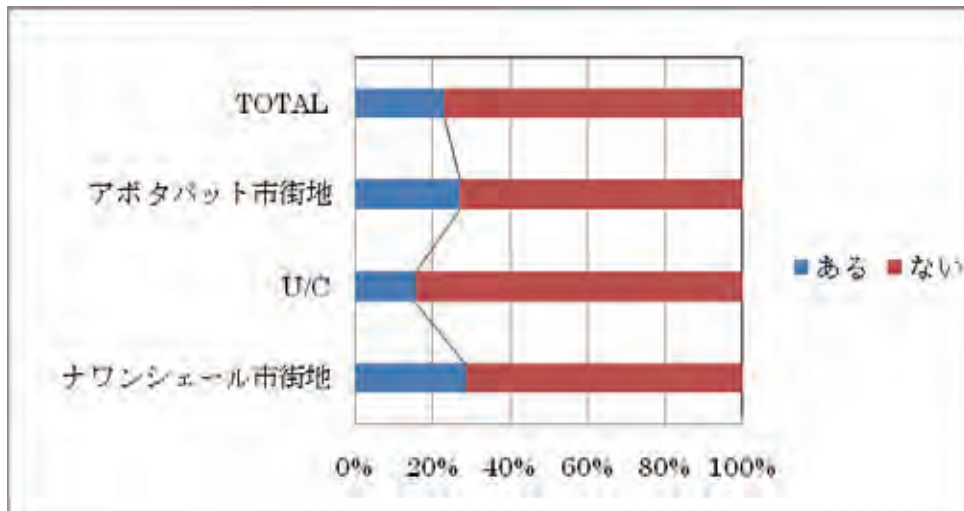


図 水料金の値上げに対する支払意思 (アボタバット n=136、U/C n=102、ナワンシェール n=47)

現行の水料金設定から新料金体制に移行した際の支払意思についての質問で、7 割以上の回答者は、支払意思がないと回答している。現状の給水サービスは、数時間しか給水されないような状況であり、サービスの向上が図られないままに料金値上げに踏み切るとは現実的ではないと言える。よって、表流水供給によるサービス向上時期にあわせて、料金値上げを行う事が重要である。

8-4 環境社会配慮（チェックリスト）

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	① 環境影響評価報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 ② EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 ③ EIA レポート等の承認は無条件か。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 ④ 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	北西辺境州環境庁は、2004年に承認したIEEレポートは2010年5月まで有効であることを保証した。 日本側及びパキスタン側双方で今回、EIAの実施の必要性がないことを確認した。また、パキスタン側は、必要に応じてIEEレポートの有効期限を2010年5月まで延長することを保証した。
	(2)地域住民への説明	① プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。 ② 住民および所管官庁からのコメントに対して適切に対応されるか。	水道料金の従量制への移行がパキスタン側で計画されており、ソフトコンポーネントでその支援を実施する際に住民へプロジェクトの説明がされる予定である。
2 汚染対策	(1)大気質	① 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はないか。作業環境における塩素は当該国の労働安全基準を満足するか。	消毒用塩素は高度さらし粉を使用し、液体塩素を使用しないため、大気汚染への影響はない。さらし粉の使用に伴う当該国の労働安全基準は確認されていないが、日本国では溶解作業時には、さらし粉の粉じんが舞うので作業者の安全対策（マスク、メガネ、安全着衣等）が必要となるため、同様の対策を必要とする。
	(2)水質	① 施設稼働に伴って発生する排水のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排水基準を満足するか。	本施設は、緩速ろ過施設であるため、急速ろ過施設のように薬品を使用しないので、汚染を伴う排水はない。浄水施設の洗浄排水が発生するが無機物（砂、砂利）であり、その洗浄も年に3～4回であるため、水質汚濁の影響はない。
	(3)廃棄物	① 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。	本施設は、緩速ろ過施設であるため、急速ろ過施設のように薬品を使用しないので、汚染を伴う汚泥の発生はない。排水槽に溜まった砂、砂利を場外搬出等を行い、適切に処分をする。
	(4)騒音・振動	① ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準を満足するか。	現在も井戸施設が稼働しており、騒音、振動に問題はない。
	(5)地盤沈下	① 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下は生じないか。	大量に地下水を汲み上げると、地盤沈下等の影響が考えられるため、適正揚水量の範囲内で取水することで、適切な運転を実施し、また、併せて水位のモニタリングを実施する。
3 環境自然	(1)保護区	① サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。	保護区内での施設建設はない。

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
	(2)生態系	① サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。 ② サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。 ③ 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 ④ プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼさないか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	生態系に与える影響はない。
4 社 会 環 境	(1)住民移転	① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 ② 移転する住民に対し、移転前に移転・補償に関する適切な説明が行われるか。 ③ 住民移転のための調査がなされ、正当な補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 ④ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 ⑤ 移転住民について移転前の合意は得られるか。 ⑥ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 ⑦ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。	プロジェクトサイトにおいて、非自発的住民移転は生じない - 本プロジェクトの施設の建設は、118haの確保空き地のうち、最小3haの用地取得が必要とされる。 - 用地取得により影響を受ける全世帯は無い。 - 用地取得の実施に伴う全予算はパキスタン側が負担する。 - 用地取得は、連邦政府や州政府の法律に基づき再取得価格による。
	(2)生活・生計	① プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 ② プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼさないか。	プロジェクト実施による住民への悪影響はない。また、アボタバード県とハリプール県の間で水利権の問題があったが、ペシャワール高等裁判所による勧告と北西辺境州による調整およびハリプール県知事の本計画実施の同意により解決済みである。
	(3)文化遺産	① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なわないか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	プロジェクトサイトに考古学的、歴史的、文化的、宗教的な貴重な遺産、史跡は存在しない。

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
	(4)景 観	① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。	特に配慮すべき景観への悪影響はない。
	(5)少数民族、先住民族	① 当該国の少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。 ② 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。	本プロジェクトサイトに少数民族、先住民族等は存在しないため、影響はない。
5 その他	(1)工事中的 影響	① 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 ② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 ④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。	①工事期間中は道路に適切な散水を行い、ホコリを防止する。排気ガス、騒音や振動を軽減するために重機の日常点検や定期点検を行うことにより常時良好な状況を維持する。廃棄物については、コントラクターが適切に処理をすることとする。土壌侵食対策について、コンクリート工事による排水対策を実施および道路などは十分な転圧を行う。浄水施設の洗浄排水が発生するが砂利、砂等は無機物であり、水質汚濁に与える影響はない。 ②工事による自然環境への影響はない。 ③建設資材運搬の日時を地域住民に知らせることで、地域住民の一時的な通行の不便を緩和する。工事着手前に関係諸機関に通知し、停電、断水、ガス供給停止などの影響を少なくする。 ④コントラクターが安全対策計画を作成し、特に作業員に対し、安全教育を実施する。
5 その他	(2)モニタリ ング	① 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 ② 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断されるか。 ③ 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 ④ 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	①JICA は、E/N 及び G/A 締結後においても、用地が取得されていない場合、事業実施機関から毎月定期的に報告を受ける。用地が取得された場合は、事業実施機関は、その契約書のコピーを JICA に提出する。
6 留意点	環境チェッ クリスト使 用上の注意	① 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する。（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）	特になし。

8-5 導送水管水理計算書

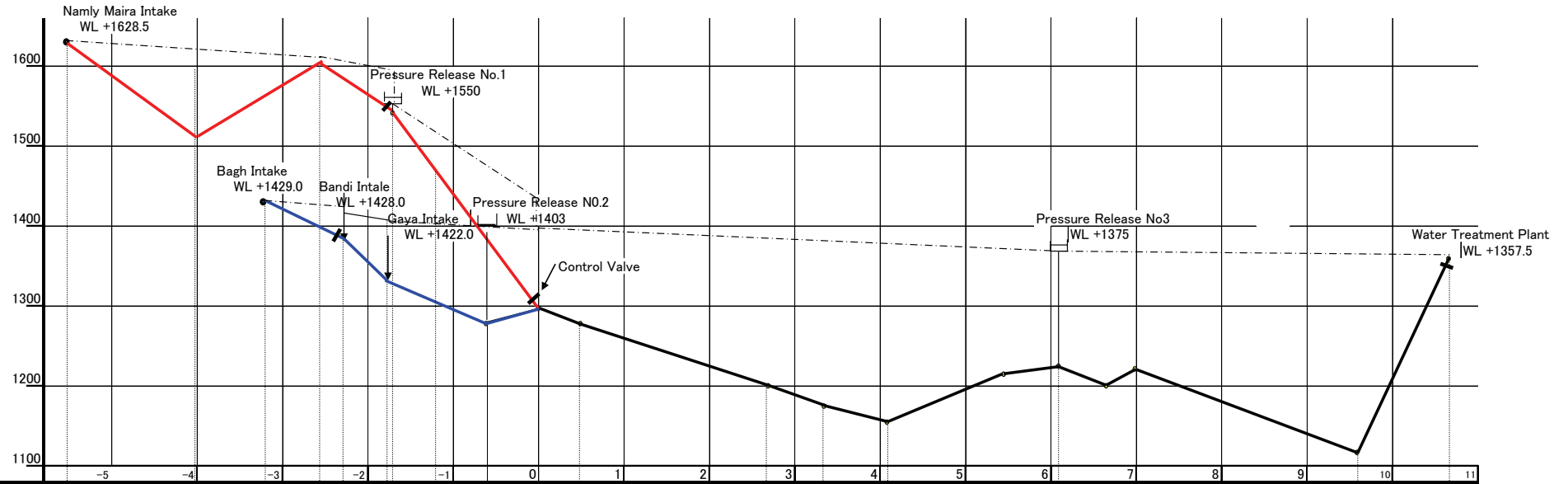
導水管・調圧水槽水理検討

節点		揚水量 m ³ /s	地盤高/水位 m	動水位 m	動水頭 m	静水頭 m	自由水面/ 設定水位 m	水頭損失 m	Cv	σ	摘要
番号	摘要										
1	Namly Maira 取水場	0.052	+ 1,628.5								
2	Section 1, No.4 + 40	0.052	+ 1,610.4	+ 1,626.1	15.7	18.1					
2a	Section 1, No.30 + 33	0.052	+ 1,607.3	+ 1,611.9	4.6	21.2					
3	圧力制御(圧力調整槽No.1 分岐)	0.052	+ 1,545.0	+ 1,601.0	56.0	83.5	1,550	51.0	97	30.5	くし歯型バタフライ弁
3a	圧力調整槽 No.1		+ 1,545.0				1,550				
4	Gaya 取水場	0.049	+ 1,422.0								
5	圧力制御(Section 2 と 3 の合流点)	0.099	+ 1,384.7	+ 1,415.9	31.2	43.3	1,415.9	7.6	260	23120.8	バタフライ弁
5-1	Bagh 取水場	0.054	+ 1,429.0								
5-2	Bandi 取水場	0.045	+ 1,428.0								
6	Section 2 と 4 の合流点	0.148	+ 1,334.1	+ 1,406.9	72.8	87.9					
6a	圧力調整槽 No.2 分岐	0.148	+ 1,281.3	+ 1,398.1	116.8	147.7	1,403				
6b	圧力調整槽 No.2		+ 1,281.3	+ 1,398.1	116.8		1,403				
7	圧力制御(Section 1 と 2 の合流点)	0.200	+ 1,295.7	+ 1,432.7	137.0	102.4	1,398.9	33.8	457	41.5	バタフライ弁
7a	圧力調整槽 No.3 分岐	0.200	+ 1,221.6	+ 1,409.4	187.8	176.5					
7b	圧力調整槽 No.3	0.200	+ 1,371.5	+ 1,409.4	37.9		1,375				
8	流量制御(浄水場)	0.200	+ 1,360.0	+ 1,364.2	4.2	49.4	1357.5	6.7	1027	202.5	バタフライ弁

資料 8-52

管路		管路延長 m	水量 m ³ /s	管口径 mm	摩擦係数	流速 m/s	導水勾配 m	管路ロス m	摘要
節点	節点								
1	- 2	440	0.052	250	120	1.06	0.0055	2.4	
2	- 2a	2,580	0.052	250	120	1.06	0.0055	14.2	
2a	- 3	670	0.052	200	120	1.66	0.0162	10.9	
3	- 3a	20	0.021	100	120	2.67	0.0886	1.8	
3	- 7	1,780	0.052	150	120	2.94	0.0659	117.3	
5-1	- 5	930	0.054	250	120	1.10	0.0059	5.5	
5-2	- 5	240	0.045	150	120	2.55	0.0504	12.1	
5	- 6	500	0.099	250	120	2.02	0.0180	9.0	
4	- 6	700	0.049	200	120	1.56	0.0145	10.2	
6	- 6a	1,190	0.148	350	120	1.54	0.0074	8.8	
6a	- 6a'	200	0.029	150	120	1.64	0.0224	4.5	
6a	- 7	560	0.148	350	120	1.54	0.0074	4.1	
7	- 7a	6,130	0.200	450	120	1.26	0.0038	23.3	
7a	- 7b	320	0.074	200	120	2.36	0.0312	10.0	
7a	- 8	4,680	0.200	500	120	1.02	0.0023	10.8	

導水管水位高低圖



距離	Bagh系統	5-1 -3.23	5 -2.30	6 -1.77	6a -0.60	7 0.00	0.43	Murree系統	2.53	3.34	4.03	6.14	95.90	10.88
1	Namly系統	-5.58	2a -2.58	3 -1.89	3a -1.8	7 0.00						7a		
地盤高	Bagh系統	+1429	+1385	+1334	+1203	+1296	+1278	Murree系統	+1200	+1175	+1154	+1222	+1117	+1355
	Namly系統	+1629	+1607	+1545	+1296	+1296								
口径	Bagh系統	Φ250	Φ250	Φ250	Φ350	Φ350		Murree系統	Φ450				Φ500	
	Namly系統	Φ250	Φ250	Φ200	Φ150									
導水位	Bagh系統	+1429.2	+1423.7	+1417.4	+1407.9	+1399.4	+1399.0					+1371.7		####
	Namly系統	+1628.5	+1620.6	+1612.6	+1601.4	+1599.4	+1439.3	+1399.0						

送水管水理計算

番号	節点 摘要	揚水量 m ³ /s	地盤高/水位 m	動水位 m	動水頭 m	静水頭 m
0	浄水場	0.1954	+ 1,350	+ 1,349.4		
1			+ 1,169	+ 1,344.3	175.3	180.4
2	Sheikhul Bandi 分岐		+ 1,173	+ 1,341.2	168.2	176.4
2a	Sheikhul Bandi 配水池	0.0177	+ 1,237	+ 1,268.8	31.8	112.4
3-1	Aram Bagh 分岐		+ 1,185	+ 1,335.7	150.7	164.4
3a'	Aram Bagh 既設配水池		+ 1,201	+ 1,328.8	127.8	148.4
3a	Khola Kehal 既設配水池	0.0367	+ 1,315	+ 1,327.9	12.9	34.4
3-2	Kunj Ground 分岐		+ 1,200	+ 1,325.4	125.4	149.4
3b	Kunj Qadeem 既設配水池	0.0318	+ 1,263	+ 1,325.1	62.1	86.4
4	Jinnah 分岐		+ 1,202	+ 1,323.9	121.9	147.4
3-3	Jail 既設配水池	0.0531	+ 1,272	+ 1,320.0	48.0	77.4
5-1	Salhad 分岐		+ 1,225	+ 1,315.6	90.6	124.4
5a	Salhad 新設配水池	0.0132	+ 1,306	+ 1,314.4	8.4	43.4
5-2	Salhad 既設送水管接続	0.0132	+ 1,303	+ 1,312.2	9.2	46.4
6-1			+ 1,195	+ 1,334.7	139.7	154.4
6-2	Nawan Shahr 既設高架水槽分岐		+ 1,182	+ 1,334.6	152.6	167.4
6-3	Nawan Shahr 新設配水池分岐		+ 1,231	+ 1,333.2	102.2	118.4
6a	Nawan Shahr 新設配水池	0.0049	+ 1,316	+ 1,332.6	16.6	33.4
6b	Nawan Shahr 既設水槽	0.0024	+ 1,233	+ 1,334.2	101.2	116.4
6c	Nawan Shahr 既設高架水槽	0.0008	+ 1,240	+ 1,334.6	94.6	109.4
7			+ 1,192	+ 1,316.4	124.4	157.4
8	Derawandah 分岐		+ 1,190	+ 1,316.0	126.0	159.4
8a	Derawandah 新設配水池	0.0062	+ 1,290	+ 1,313.9	23.9	59.4
9			+ 1,201	+ 1,312.8	111.8	148.4
9a	Mirpur 新設配水池	0.0118	+ 1,262	+ 1,306.4	44.4	87.4
10			+ 1,182	+ 1,309.3	127.3	167.4
10a	Banda Ghazan 新設配水池	0.0036	+ 1,267	+ 1,305.0	38.0	82.4

管路		管路延長 m	水量 m ³ /s	管口径 mm	摩擦係数	流速 m/s	導水勾配 m	管路口ス m	摘要
節点	節点								
0	-	1	2320	0.1954	500	120	1.00	0.0022	5.1
1	-	2	670	0.1657	400	120	1.32	0.0047	3.1
2	-	2a	800	0.0177	100	100	2.25	0.0905	72.4
2	-	3-1	1440	0.1480	400	120	1.18	0.0038	5.5
3-1	-	3a'	200	0.0367	150	120	2.08	0.0346	6.9
3a'	-	3a	500	0.0367	300	100	0.52	0.0017	0.9
3-1	-	3-2	1120	0.1113	300	120	1.57	0.0092	10.3
3-2	-	3b	30	0.0318	200	100	1.01	0.0092	0.3
3-2	-	4	300	0.0795	300	120	1.12	0.0049	1.5
4	-	3-3	230	0.0531	200	120	1.69	0.0169	3.9
4	-	5-1	1800	0.0264	200	120	0.84	0.0046	8.3
5-1	-	5a	240	0.0132	150	120	0.75	0.0052	1.2
5-1	-	5-2	660	0.0132	150	120	0.75	0.0052	3.4
1	-	6-1	1650	0.0297	200	120	0.95	0.0058	9.6
6-1	-	6-2	50	0.0081	150	120	0.46	0.0021	0.1
6-2	-	6-3	800	0.0073	150	120	0.41	0.0017	1.4
6-3	-	6b	230	0.0024	100	120	0.31	0.0016	0.4
6-3	-	6a	740	0.0049	150	120	0.28	0.0008	0.6
6-2	-	6c	20	0.0008	100	120	0.10	0.0002	0.0
6-1	-	7	5710	0.0216	200	120	0.69	0.0032	18.3
7	-	8	180	0.018	200	120	0.57	0.0023	0.4
8	-	9	750	0.0118	150	120	0.67	0.0042	3.2
9	-	9a	1520	0.0118	150	120	0.67	0.0042	6.4
8	-	8a	1640	0.0062	150	120	0.35	0.0013	2.1
7	-	10	2090	0.0036	100	120	0.46	0.0034	7.1
10	-	10a	1270	0.0036	100	120	0.46	0.0034	4.3

井戸揚水管水理計算

節点		揚水量 m ³ /s	地盤高 m	動水位 m	動水頭 m	静水頭 m
番号	摘要					
11	新規開発(No.2)	0.006	+ 1,199	+ 1513.7	+ 315	+ 236
12	新規開発(No.3)	0.006	+ 1,197	+ 1509.3	+ 312	+ 238
13-1			+ 1,194	+ 1506.2	+ 312	+ 241
15			+ 1,196	+ 1505.4	+ 309	+ 239
16	既存井戸	0.0024	+ 1,209	+ 1487.0	+ 278	+ 226
17	配水池		+ 1,435	+ 1,445	+ 10	+ 0
14	新規開発(No.5)	0.006	+ 1,192	+ 1509.5	+ 318	+ 243
13	新規開発(No.4)	0.0029	+ 1,192	+ 1506.9	+ 315	+ 243

管路		管路延長 m	水量 m ³ /s	管口径 mm	摩擦係数	流速 m/s	導水勾配 m	管路口又 m	摘要
節点	節点								
11	- 12	500	0.006	100	120	0.760	0.0087	4.4	
12	- 13-1	710	0.012	150	120	0.680	0.0044	3.1	
13-1	- 15	130	0.0149	150	120	0.840	0.0065	0.8	
15	- 16	1510	0.0209	150	120	1.180	0.0122	18.4	
16	- 17	2400	0.0233	150	110	1.320	0.0175	42.0	
14	- 15	470	0.006	100	120	0.760	0.0087	4.1	
13	- 13-1	300	0.0029	100	120	0.370	0.0023	0.7	