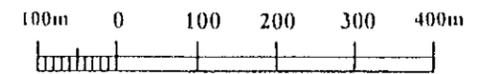


凡例

- R : 減圧水槽
- A : 空気弁ボックス
- W : 排泥弁ボックス
- X : 維持管理弁ボックス
- ⊗ : 共同水栓
- J : 分岐点

		BQ41
BR39	BR40	BR41
BS39	BS40	BS41
BT39	BT40	

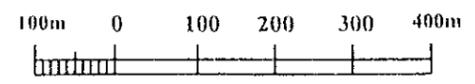


スワジランド王国		
天然資源・エネルギー省 地方給水局		
地方給水計画		
図名 SOMNTONGO COMMUNITY 給水管ルート図(8)		
平成7年9月	縮尺 1/10,000	図番 66
国際協力事業団		



- 凡例
- R : 減圧水槽
 - A : 空気弁ボックス
 - W : 排泥弁ボックス
 - ⊠ : 維持管理弁ボックス
 - ⊗ : 共同水栓
 - J : 分岐点

		BQ41
BR39	BR40	BR41
BS39	BS40	BS41
BT39	BT40	



スワジランド王国			
天然資源・エネルギー省 地方給水局			
地方給水計画			
図名	SOMNTONGO COMMUNITY 給水管ルート図(9)		
平成7年9月	縮尺	1/10,000	図番 67
国際協力事業団			

資料編

添付資料 1

調査団員氏名・所属

資料 1. 基本設計調査団員氏名・所属

1. 総括： 中林 一夫 JICA国際協力専門員
2. 計画管理： 益田 信一 JICA無償資金協力調査部基本設計調査1課
3. 業務主任： 山崎 安正 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル
4. 水理地質： 山本 憲史 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル
5. 給水施設計画： 宮腰 博明 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル
6. 物理探査： 小林 学 (株)三井金属資源開発
7. 機材・維持
/管理計画： 鈴木 高志 (株)三井金属資源開発

添付資料 2

調査日程

資料 2. 基本設計調査日程

(1) 基本設計調査

<u>日</u> <u>程</u>	<u>作業項目</u>
3月22日～23日	移 動
3月24日	在南ア大使館表敬
3月25日	移 動
3月26日～30日	打ち合わせ及び現地調査
3月31日	議事録作成、署名
4月 1日～30日	現地調査
4月31日～5月 2日	打ち合わせ協議
5月 3日	在南ア大使館へ報告
5月 4日～ 5日	移 動
5月 4日～12日	南ア業者調査 (鈴木団員)
5月13日～14日	移 動 (鈴木団員)

(2) D B/D 説明

<u>日</u> <u>程</u>	<u>作業項目</u>
8月6日～8日	移 動
8月8日	在南ア大使館表敬
8月9日	移 動
8月10日	経済・計画省／地方給水局表敬
8月11日	UNDP表敬／現地調査
8月12日	現地調査
8月13日	団内打合せ
8月14日～15日	BD概要書説明・協議
8月16日	議事録作成、署名
8月17日	移 動・在南ア大使館表敬
8月18～19日	移 動

添付資料 3

相手国関係者名簿

資料 3. 相手国関係者名簿

1. 日本大使館

小西 芳三	大 使
原 聡	公 使
原田 秀明	一等書記官
水落 俊一	一等書記官
田原 光晃	三等理事官

2. 天然資源・エネルギー省

Sishayi Nxumalo	副首相兼大臣
Joshua T. Mkhawane	次官

2-1 地方給水局

Stephen Dlamini	技術主任
Melvyn Mayisela	建設企画技師
Cyril Kanya	設計技師
T.M. Mabusela	企画主任
Thabile Slamini	企画担当官
N.P.M. Ginindza	農村開発主任
Poppy S.V. Dlamini	公衆衛生検査技師
Zanele Sigwane	水質試験室技師
Ola Busari	UNDP 調整員
L.C. Dlamini	マンジニ事務所長
E.Z. Lwehele	ホーホー事務所長
J. Ntul	ルボンボ事務所長
S.P. Mamba	シセルウェニ事務所長
Phila Mthimkhulu	マンジニ農村開発員
Henry Zikalala	ホーホー農村開発員
Zebion simelane	ルボンボ農村開発員
Elijaw Sikhonaze	シセルウェニ農村開発員

2 - 2 地質鉱山局

Richard M. Maphalala

副局長

Obed M. Ngwenya

水理地質技師

Simon N. Maphanga

Aron M. Vilakati

3. 教育省

Arthur Khoza

大臣

4. 経済計画・開発省

A.O. Hauge

次官

海外援助室長

5. 国連開発計画(UNDP)

Gary E. Davis

代表

Tomoko Nishimoto

副代表

添付資料 4

当該国の社会・経済事情

国名	スワジランド王国
	Kingdom of Swaziland

1995.04 1/2

一般指標				
政体	王政	*1	面積	17,360.0 千Km ² *1
元首	King MSWATI III	*1	人口	907 千人 (1993年) *1
独立年月日	1968年09月06日	*1	首都	ムババネ *1
人種(部族)構成	ヌグニ族97%、ヨーロッパ系3%	*1	主要都市名	マンジニ *1
		*1	経済活動可人口	195,000 千人 (1991年) *1
言語・公用語	英語、シスワティ語	*1	義務教育年数	3 年間 (1992年) *2
宗教	キリスト教60%、地域信仰40%	*1	初等教育就学率	85.0 % (1990年) *2
国連加盟	1968年09月	*1	識字率	55.0 % (1976年) *1
世銀・IMF加盟	1969年09月	*1	人口密度	47.0 人/Km ² (1993年) *2
			人口増加率	3.18 % (1993年) *2
			平均寿命	平均 55.94 男 52.0 女 60.0 *1
			5歳児未満死亡率	95.7/1000 (1993年) *1
			カロリー供給量	2,630.0 cal/日/人 (1990年) *2

経済指標				
通貨単位	リラランジェニ	*1	貿易量	(1990年) *3
為替レート(1US\$)	1US\$= 3.5995 (02月)	*3	輸出	550.0 百万ドル *2
会計年度	月～ 月	*1	輸入	901.0 百万ドル *2
国家予算	(1989年)	*2	輸入依存率	2.4 % (1991年) *4
歳入	217.9 百万ドル	*2	主要輸出品目	砂糖、木材、パルプ、缶詰果実 *1
歳出	163.3 百万ドル	*2	主要輸入品目	自動車、機械、輸送機器、石油製品、食 *1
国際収支	95.1 百万ドル (1992年)	*2	日本への輸出	6.0 百万ドル (1992年) *5
ODA受取額	49.00 百万ドル (1992年)	*2	日本からの輸入	5.0 百万ドル (1992年) *5
国内総生産(GDP)	998.00 百万ドル (1991年)	*4		
一人当たりGNP	1,130.0 ドル (1991年)	*2	外貨準備総額	288.3 百万ドル (1995年) *1
GDP産業別構成	農業 — %	*2	対外債務残高	239.7 百万ドル (1992年) *4
	鉱工業 — %		対外債務返済率	3.5 % (1991年) *4
	サービス業 — %		インフレ率	-4.8 % (1992年) *2
産業別雇用	農業 74.0 %	*2		
	鉱工業 9.0 %		国家開発計画	*5
	サービス業 12.0 %			
経済成長率	-2.0 % (1992年)	*4		

気象(1963年～1983年平均) 場所: M b a b a n e (標高 1163 m)													
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均/計
最高気温	25.0	25.0	24.0	23.0	21.0	19.0	19.0	21.0	23.0	24.0	24.0	25.0	22.7 °C
最低気温	15.0	15.0	14.0	12.0	8.0	6.0	6.0	7.0	9.0	12.0	13.0	14.0	10.9 °C
平均気温	20.0	20.0	19.0	17.5	14.5	12.5	12.5	14.0	16.0	18.0	18.5	19.5	16.8 °C
降水量	254.0	213.0	193.0	71.0	33.0	20.0	23.0	28.0	61.0	127.0	170.0	208.0	116.7 mm
雨期/乾期	雨	雨										雨	

- *1 The World Factbook(C.I.A)(1993)
- *2 Human Development Report(UNDP)(1994)
- *3 International Financial Statistics(IMF)(1995)
- *4 World Debt Tables(WORLD)(1994)
- *5 世界の国一覽(外務省外務報道官編集)(1993)
- *6 World Weather Guide(1990)

国名	スワジランド王国
	Kingdom of Swaziland

1995.04 2/2

*7

項目 \ 年度	1989	1990	1991	1992
無償資金協力	2,043.64	2,382.47	2,515.30	2,699.97
技術協力	2,146.74	1,989.63	2,050.70	2,194.95
有償資金協力	5,161.42	5,676.39	7,364.47	5,852.05
総 額	9,351.80	10,048.49	11,930.47	10,746.97

*7

項目 \ 歴年	1989	1990	1991	1992
無償資金協力	0.02	0.09	0.19	0.53
技術協力	0.00	0.00	2.23	2.76
有償資金協力	0.00	0.00	0.00	0.00
総 額	0.02	0.09	2.42	3.29

*8

	贈 与 (1)		有償資金協力 (2)	政府開発援助 (ODA) (1) + (2) = (3)	その他政府資 金及び民間資 金 (4)	経済協力総額 (3) + (4)
		技術協力				
二国間援助 (主要供与国)	30.90	22.70	-4.30	49.30	-4.10	45.20
1. アメリカ	12.00	10.00	0.00	22.00	0.00	22.00
2. イギリス	5.30	4.80	-1.90	8.20	-2.40	5.80
3. ドイツ	4.30	3.10	-1.90	5.50	-1.70	3.80
4. 日本	3.30	0.50	0.00	3.80	0.00	3.80
多国間援助 (主要援助機関)	25.10	7.50	2.60	35.20	-5.70	29.50
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
そ の 他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合 計	56.00	30.20	-1.70	84.50	-9.80	74.70

*9

技術	
無償	
協力隊	

*7 Japan's ODA(Annual Report)(1993)

*8 Geographical Distribution of Financial Flows of Developing Countries(OECD/OCDE)(1994)

*9 国別協力情報(JICA)

添付資料 5

その他のデータ

- (1) 揚水試験データ
- (2) 流量測定結果
- (3) 土木基本設計条件書
- (4) 施設設計計算書

(1) 揚水試験データ

地域名; 'Ngwazini

日付; 1995年2月14日 (1/2)

PUMP TEST FIELD SHEET (SHEET PA-4)										Observations in	
Pumped Well <u>NGWAZINI</u>				Draw down <input checked="" type="checkbox"/>		Sheet <u>1</u> of <u>2</u>		Test <u>24 HOURS</u>			
Description <u>MANZINI REGION</u>				Recovery <input type="checkbox"/>							
Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 60.000 RANGE = 10.0 STATIC WATER LEVEL = 29.800 PUMP INTAKE = 57.000 FINAL DRAIN DOWN LEVEL = 37.560	
Dy.	Hr.	Min.			Mins. (I)	Mins. (II)	Ratio (III)	(Secs)	(L/S)		
14	13	38		29.80	0			0	0		
		39		32.65	1			3	3.33	TURBID WATER	GATE VALVE FULL OPEN
		40		35.43	2			3	3.33	"	"
		41		36.10	3			3	3.33	"	"
		42		36.37	4			3	3.33	"	"
		43		36.42	5			3	3.33	PARTIALLY	CLEARING WATER
		44		36.49	7			3	3.33	"	"
		47		36.50	9			3	3.33	CLEAR	WATER
		49		36.50	11			3	3.33	"	"
		51		36.55	13			3	3.33	"	"
		54		36.60	16			3	3.33	"	"
		58		36.62	20			3	3.33	"	"
14	02			36.62	24			3	3.33	"	"
		06		36.70	28			3	3.33	"	"
		10		36.70	32			3	3.33	"	"
		15		36.72	37			3	3.33	"	"
		20		36.75	42			3	3.33	"	"
		25		36.77	47			3	3.33	"	"
		30		36.78	52			3	3.33	"	"
		40		36.80	62			3	3.33	"	"
		50		36.80	72			3	3.33	"	"
15	00			36.84	82			3	3.33	"	"
		15		36.85	97			3	3.33	"	"
		30		36.87	112			3	3.33	"	"
		45		36.92	127			3	3.33	"	"
16	00			36.94	142			3	3.33	"	"
		15		36.98	157			3	3.33	"	"
		30		37.00	172			3	3.33	"	"
		45		37.02	187			3	3.33	"	"
17	00			37.04	202			3	3.33	"	"
		30		37.08	232			3	3.33	"	"
18	00			37.10	262			3	3.33	"	"
		30		37.15	292			3	3.33	"	"
19	00			37.17	322			3	3.33	"	"
20	00			37.18	387			3	3.33	"	"

地域名; Ngwazini
 日付; 1995年2月14日(2/2)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in
 Sheet 2 of 2
 Test 24 HOURS

Pumped Well NGWAZINI
 Description MANZINI REGIONAL

Draw down
 Recovery

PROJECT No.

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		Borehole Depth = 60.000 Gauge = 10.2 Static Water Level = 29.800 Pump intake = 57.000 Final Drawn Down Level = 57.540
Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)	
14	21	00		37.19	442		3	3.33	CLEAN WATER (GATE VALVE FULL OPEN)	
	22	00		37.22	502		3	3.33	" "	
	23	00		37.20	562		3	3.33	" "	
15	24	00		37.28	622		3	3.33	" "	
	01	00		37.30	682		3	3.33	" "	
	02	00		37.35	742		3	3.33	" "	
	03	00		37.40	802		3	3.33	" "	
	04	00		37.42	862		3	3.33	" "	
	05	00		37.48	922		3	3.33	" "	
	06	00		37.47	982		3	3.33	" "	
	07	00		37.50	1042		3	3.33	" "	
	08	00		37.50	1102		3	3.33	" "	
	09	00		37.54	1162		3	3.33	" "	
	10	00		37.54	1222		3	3.33	" "	
	11	00		37.54	1282		3	3.33	" "	
	12	00		37.54	1342		3	3.33	" "	
	13	00		37.54	1402		3	3.33	" "	
	22			37.54	1422		3	3.33	" "	
RECOVERY										
	13	23		31.29	1					
		24		30.20	2					
		25		30.15	3					
		26		30.10	4					
		27		29.82	5					
		28		29.81	6					
* FULL RECOVERY OBTAINED IN 7 (SEVEN) MINUTES.										

地域名: Ngwazini

日付: 1995年3月9日 (1/2)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in

Pumped Well NGWAZINI

Draw down

Sheet 1 of 2

Description MANZINI REGIONAL

Recovery

Test 24 HOURS

PROJECT NO.

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		Borehole Depth = 60.000 Gauge = 10.0 Static Water Level = 29.800 Pump Intake = 57.000 Final Draw Down Level
Dy.	Hr.	Min.			Mins. (l)	Mins. (l')	Ratio (l/l')	(Secs)	(L/S)	
09	13	45		29.80	0			0	0	
		46		33.75	1			3	3.3	TURBID WATER / VALVE FULLY OPEN
		47		35.10	2			3	3.3	"
		48		36.25	3			3	3.3	"
		49		36.51	4			3	3.3	PARTIALLY CLOSING VALVE
		50		36.78	5			3	3.3	"
		51		36.81	6			3	3.3	CLOSING VALVE
		53		36.89	8			3	3.3	"
		55		36.93	10			3	3.3	"
		57		36.95	12			3	3.3	"
		59		37.00	14			3	3.3	"
14	01			37.03	16			3	3.3	"
		04		37.04	19			3	3.3	"
		07		37.10	22			3	3.3	"
		10		37.11	25			3	3.3	"
		15		37.11	30			3	3.3	"
		20		37.15	35			3	3.3	"
		25		37.17	40			3	3.3	"
		30		37.14	45			3	3.3	"
		40		37.22	55			3	3.3	"
		50		37.25	65			3	3.3	"
15	00			37.24	75			3	3.3	"
		15		37.31	90			3	3.3	"
		30		37.33	105			3	3.3	"
		45		37.36	120			3	3.3	"
16	00			37.37	135			3	3.3	"
		15		37.40	150			3	3.3	"
		30		37.43	165			3	3.3	"
		45		37.50	180			3	3.3	"
17	00			37.54	195			3	3.3	"
		30		37.57	225			3	3.3	"
18	00			37.54	255			3	3.3	"
		30		37.64	285			3	3.3	"
19	00			37.64	315			3	3.3	"
		30		37.91	345			3	3.3	"

地域名; Ngwazini

日付; 1995年3月9日(2/2)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Pumped Well NGWAZINI

Draw down

Observations in Sheet 2 of 2

Description MANTINI REGION

Recovery

Test 24 HOURS

PROJECT NO.	Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		Borehole Depth = 60.000 GAUGES = 10L STATIC WATER LEVEL = 29.800 PUMP INTAKE = 57.000 FINAL DRAIN / STATIC LEVEL	
	Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)		
	(t)	(t)	(t/t)									
	09	20	00		37.72	375			3	3.5	CLEAR WATER (VALUE FULLY OPENED)	
			30		37.73	405			3	3.3		
		21	00		37.77	435			3	3.3		
		22	00		37.80	495			3	3.3		
		23	00		37.83	555			3	3.3		
	10	24	00		37.85	615			3	3.3		
		01	00		37.87	675			3	3.3		
		02	00		37.89	735			3	3.3		
		03	00		37.90	795			3	3.3		
		04	00		37.91	855			3	3.3		
		05	00		37.92	915			3	3.3		
		06	00		37.93	975			3	3.3		
		07	00		37.94	1035			3	3.3		
		08	00		37.96	1095			3	3.3		
		09	00		37.96	1155			3	3.3		
		10	00		37.96	1215			3	3.3		
		11	00		37.97	1275			3	3.3		
		12	00		37.97	1335			3	3.3		
		13	00		37.98	1395			3	3.3		
		14	00		37.99	1440			3	3.3		
					RECOVERY							
				4h	31.00	1						
				4h	30.53	2						
				4h	30.46	3						
				4h	30.35	4						
				5h	30.20	5						
				5h	30.23	10						
		14	00		30.20	15						
		10			30.18	25						
				TIME	HEAD LEVEL MEAS.							

地域名: Bekhinkosi

日付: 1995年4月5日 (1/2)

PUMP TEST FIELD SHEET										(SHEET PA-4)		Observations in	
Pumped Well <u>BHEKINKOSI</u>										Draw down <input checked="" type="checkbox"/>		Sheet <u>1</u> of <u>2</u>	
Description <u>MANZINI REGION</u>										Recovery <input type="checkbox"/>		Test <u>22 HOURS</u>	
Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 55.000 GAUGE = 20L STATIC WATER LEVEL = 18.600 PUMP INTAKE = 53.000 FINAL DRAW DOWN LEVEL = 20.580			
Dy.	Hr.	Min.			Mins. (l)	Mins. (l')	Ratio (l')	(Secs)	(L/S)				
05	13	40		18.60	0			0	0				
		41		19.17	1			5	4	PARTLY CLEAR WATER (VALVE FULLY OPEN)			
		42		19.26	2			5	4	"			
		43		19.36	3			5	4	"			
		44		19.44	4			5	4	"			
		45		19.56	5			5	4	"			
		46		19.65	6			5	4	"			
		47		19.67	7			5	4	"			
		48		19.69	8			5	4	"			
		49		19.71	9			5	4	"			
		50		19.71	10			5	4	"			
		52		19.72	12			5	4	CLEAR WATER			
		54		19.78	14			5	4	"			
		56		19.80	16			5	4	"			
		58		19.83	18			5	4	"			
	14	00		19.87	20			5	4	"			
		05		19.92	25			5	4	"			
		10		19.96	30			5	4	"			
		15		20.00	35			5	4	"			
		20		20.01	40			5	4	"			
		25		20.03	45			5	4	"			
		30		20.07	50			5	4	"			
		40		20.09	60			5	4	"			
		50		20.12	70			5	4	"			
	15	00		20.15	80			5	4	"			
		15		20.19	95			5	4	"			
		30		20.20	110			5	4	"			
		45		20.21	125			5	4	"			
	16	00		20.24	140			5	4	"			
		30		20.27	170			5	4	"			
	17	00		20.30	200			5	4	"			
		30		20.34	230			5	4	"			
	18	00		20.37	240			5	4	"			
		30		20.40	290			5	4	"			
	19	00		20.41	320			5	4	"			

地域名: Bekhinkosi

日付: 1995年4月5日 (2/2)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in _____

Pumped Well BIBKINKOSI

Draw down

Sheet 2 of 2

Description MANTINI REGION

Recovery

Test 22 HOURS

PROJECT NO.

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 55.000 GAUGE = 20.2 STATIC WATER LEVEL = 18.600 PUMP INTAKE = 55.000 FINAL DRAW DOWN LOW = 20.580
Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)	
			(l)	(l)	(l/l)					
05	19	30		20.42	350		5	4	CLEAN WATER (VALVE FULLY OPENED)	
	20	00		20.48	410		5	4		
	21	00		20.49	470		5	4		
	22	00		20.50	530		5	4		
	23	00		20.50	590		5	4		
06	24	00		20.50	670		5	4		
	01	00		20.50	730		5	4		
	02	00		20.52	790		5	4		
	03	00		20.55	850		5	4		
	04	00		20.55	910		5	4		
	05	00		20.58	970		5	4		
	06	00		20.58	1030		5	4		
	07	00		20.58	1090		5	4		
	08	00		20.58	1150		5	4		
	09	00		20.58	1210		5	4		
	10	00		20.58	1270		5	4		
	11	00		20.58	1330		5	4		
RECOVERY										
			01	19.84						
			02	19.74						
			03	19.55						
			04	19.48						
			05	19.44						
			06	19.40						
			08	19.36						
			10	19.33						
			15	19.27						
			20	19.20						
			30	19.04						

地域名; Somntongo
 日付; 1995年5月25日 (6/1)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Pumped Well BOREHOLE
 Description SHEKIMENI REGION

Draw down
 Recovery

Observations in
 Sheet 1 of 2
 Test 4 HOURS

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 88.000 STATIC WATER LEVEL = 5.400 PUMP INTAKE = 56.000 FINAL DRAW DOWN LEVEL = 11.210
Dy.	Hr.	Min.			Mins. (I)	Mins. (II)	Ratio (III)	(Secs)	(L/S)	
25	11	55		5.40	0			0	0.0	
		55 1/2		6.30	1/2			10	2.0	THICK WATER (VALUE 1/4 OPEN)
		56		7.37	1			10	2.0	
		56 1/2		8.05	1 1/2			12	1.6	PARTIALLY CLEARING WATER
		57		8.05	2			12	1.6	
		57 1/2		8.05	2 1/2			12	1.6	COARSE WATER
		58		8.05	3			12	1.6	
		58 1/2		8.05	3 1/2			12	1.6	
		59		8.05	4			12	1.6	
		59 1/2		8.05	4 1/2			12	1.6	
	12	00		8.05	5			12	1.6	
		01		10.23	6			6	3.3	VALUE 1/4 OPEN
		02		10.30	7			6	3.3	
		03		10.30	8			6	3.3	
		04		10.30	9			6	3.3	PARTLY CLEAR WATER
		05		10.35	10			6	3.3	
		06		10.40	11			6	3.3	
		07		10.40	12			6	3.3	CLEAR WATER
		08		10.40	13			6	3.3	
		09		10.41	14			6	3.3	
		10		10.42	15			6	3.3	
		11		10.43	16			6	3.3	
		12		10.44	17			6	3.3	
		13		10.48	18			6	3.3	
		14		10.49	19			6	3.3	
		15		10.50	20			6	3.3	
		16		10.57	21			6	3.3	
		17		10.60	22			6	3.3	
		18		10.65	23			6	3.3	
		19		10.70	24			6	3.3	
		20		10.90	34			6	3.3	VALUE FULLY OPEN
		30		11.30	44			7	2.8	
		40		11.36	54			7	2.8	
		50		11.40	64			7	2.8	
	13	00		11.44	74			7	2.8	

地域名; Somntongo
 日付; 1995年5月25日 (6/2)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in
 Sheet 2 of 2
 Test 4 HOURS

Pumped Well BONEHOLU
 Description SHIELDWELL REGION

Draw down
 Recovery

PROJECT NO.

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 88.000 GUAGE = 20.1 STATIC WATER LEVEL = 5.400 PUMP INTAKE = 56.000 FINAL DRAWN DOWN LEVEL = 11.210	
Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)		
			(l)	(l')	(l/l')						
25	13	10		11.20	74		7	2.8	CLEAR WATER (VALVE FULLY OPEN)		
		20		11.20	84		7	2.8			
		50		11.20	114		8	2.5			
14	20			11.21	124		8	2.5			
		50		11.21	164		8	2.5			
15	20			11.21	194		8	2.5			
		50		11.21	224		8	2.5			
16	06			11.21	240		8	2.5			
				RECOVERY							
			01	10.40							
			02	10.25							
			03	8.30							
			04	8.11							
			05	8.30							
			06	7.80							
			08	6.85							
			10	6.16							
			15	6.01							
			20	5.90							
			25	5.87							
			30	5.80							
			40	5.80							
			50	5.80							
			60	5.5							

地域名; Sommtongo
 日付; 1995年5月25日 (6/3)

PUMP TEST FIELD SHEET (SHEET PA-4)
 Pumped Well BONGTOLU
 Description SHIGIWEALL REGION
 Draw down
 Recovery
 Observations in Sheet 1 of 2
 Test 4 HOURS

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BORGHOLE DEPTH = 88.000 GAUGE = 20.0 STATIC WATER LEVEL = 5.400 PUMP INTAKE = 56.000 FINAL DRAWN DOWN LEVEL = 11.790
Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)	
			(t)	(t')	(t'')					
25	14	15		5.46	0			0	0.0	
		16		5.57	1			20	1.0	CLEAR WATER (PRESSURE 2500 Kpa)
		17		5.87	2			20	1.0	
		18		5.98	3			20	1.0	
		19		6.37	4			20	1.0	
		20		6.53	5			20	1.0	
		21		6.67	6			20	1.0	
		22		6.68	7			20	1.0	
		23		6.90	8			20	1.0	
		24		7.06	9			20	1.0	
		25		7.06	10			20	1.0	
		26		7.06	11			20	1.0	
		27		7.06	12			20	1.0	
		28		7.06	13			20	1.0	
		29		7.06	14			20	1.0	
		30		7.06	15			20	1.0	
		31		7.06	16			20	1.0	
		32		7.06	17			20	1.0	
		33		7.06	18			20	1.0	
		34		7.06	19			20	1.0	
		35		7.06	20			20	1.0	
		40		7.06	30			20	1.0	
		45		7.06	35			20	1.0	
		50		7.50	40			10	2.0	(PRESSURE 1250 Kpa)
		55		8.05	45			10	2.0	
15	00			8.05	50			10	2.0	
		05		8.05	55			10	2.0	
		10		8.05	60			10	2.0	
		15		8.05	70			10	2.0	
		25		8.05	80			10	2.0	
		55		8.51	90			6	3.3	(PRESSURE 400 Kpa)
		45		8.69	100			6	3.3	
		55		9.11	115			6	3.3	
16	10			9.15	130			6	3.3	
		25		9.50	145			6	3.3	

地域名; Somntongo
 日付; 1995年5月25日 (6/4)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in
 Sheet 2 of 2
 Test 11 HOURS

Pumped Well BOREHOLE
 Description SHISEI WENT REGION

Draw down
 Recovery

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 88.600 GAUGE = 20.8 STATIC WATER LEVEL = 5.460 PUMP INTAKE = 56.000 FINAL DRAW DOWN LEVEL = 11.170
Dy.	Hr.	Min.			Mins. (l)	Mins. (t')	Ratio (l/t')	(Secs)	(L/S)	
25	16	40		10:33	160			8	2.5	CLEAN WATER (GRADE FULLY OPEN)
	18	10		10:17	190			8	2.5	
		40		11:16	220			8	2.5	
	19	00		11:19	240			8	2.5	
RECOVERY										
			01	10:55						
			02	10:24						
			03	9:33						
			04	8:30						
			05	7:10						
			06	6:55						
			08	6:10						
			10	6:05						
			15	6:03						
			20	6:01						
			30	5:44						
			40	5:31						
			50	5:14						
			60	5:12						

地域名; Somntongo
 日付; 1995年5月25日 (6/5)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in
 Sheet 1 of 2
 Test 24 HOURS

Pumped Well BOREHOLE
 Description SINISALWANI REGIONAL

Draw down
 Recovery

Time			No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		BOREHOLE DEPTH = 88.000 GAUGE = 20.8 STATIC WATER LEVEL = 5.400 PUMP INTAKE = 58.000 FINAL DRAW DOWN LEVEL = 10.75
Dy.	Hr.	Min.			Mins.	Mins.	Ratio	(Secs)	(L/S)	
			(t)	(t')	(t/t')					
25	20	00		5.46	0			0	0.0	CLEAN WATER (VAIVE FULLY OPEN)
		01		6.40	1			6	3.3	
		02		7.32	2			6	3.3	
		03		7.44	3			6	3.3	
		04		8.36	4			6	3.3	
		05		8.56	5			6	3.3	
		06		8.77	6			6	3.3	
		07		9.34	7			6	3.3	
		08		9.35	8			6	3.3	
		09		10.11	9			7	2.8	
		10		10.14	10			7	2.8	
		15		10.48	15			7	2.8	
		20		10.52	20			7	2.8	
		25		10.63	25			8	2.5	
		30		10.72	30			9	2.5	
		35		10.78	35			8	2.5	
		40		10.76	40			8	2.5	
		50		10.77	50			8	2.5	
21	00			10.78	60			8	2.5	
		10		10.76	70			8	2.5	
		20		10.76	80			8	2.5	
		30		10.76	90			8	2.5	
		45		10.78	105			8	2.5	
22	00			10.78	120			8	2.5	
		15		10.78	135			8	2.5	
		30		10.78	150			8	2.5	
		45		10.78	165			8	2.5	
23	00			10.79	180			8	2.5	
		30		10.79	210			8	2.5	
26	24	00		10.81	240			8	2.5	
		30		10.90	270			8	2.5	
		01 00		10.91	300			8	2.5	
		02 00		10.97	360			8	2.5	
		03 00		10.99	420			8	2.5	
		04 00		10.99	480			8	2.5	

地域名; Somntongo
 日付; 1995年5月25日(6/6)

PUMP TEST FIELD SHEET

(SHEET PA-4)

Observations in
 Sheet 2 of 3
 Test 24 HOURS TEST

Pumped Well BOREHOLE
 Description SHIBELWENI REGION

Draw down
 Recovery

Dy.	Time		No.	Depth (m)	Time			Flow Measure		Observations		
	Hr.	Min.			Mins. (l)	Mins. (l')	Ratio (l/l')	(Secs)	(L/S)			
26	06	00		10.98	600			9	2.2	BOREHOLE DEPTH = 28.000 GAGE = 20L STATIC WATER LEVEL = 5.2100 PUMP INTAKE = 56.000 FINAL DRAW DOWN LEVEL = 11.30 CLEAR WATER (VALVE FULLY OPEN)		
	07	00		11.04	660			9	2.2			
	08	00		11.06	720			9	2.2			
	09	00		11.06	780			9	2.2			
	10	00		11.06	840			9	2.2			
	11	00		11.07	900			9	2.2			
	12	00		11.08	960			9	2.2			
	13	00		11.09	1020			9	2.2			
	14	00		11.11	1080			9	2.2			
	15	00		11.13	1120			9	2.2			
	16	00		11.13	1180			9	2.2			
	17	00		11.13	1240			9	2.2			
	18	00		11.13	1300			9	2.2			
	19	00		11.13	1360			9	2.2			
	20	00		11.13	1410			9	2.2			
				RECOVERY								
			01	10.41								
			02	10.11								
			03	9.12								
			04	8.34								
			05	8.30								
			06	7.71								
			08	6.41								
			10	6.16								
			15	6.02								
			20	5.94								
			30	5.88								
			40	5.85								
			50	5.81								
			60	5.53								

(2) 流量測定結果 (Msumpe)

資料-2

Msumpe 水源 (沢水) 流量測定結果

測定日	流量 (リットル/sec)	必要取水量 (リットル/sec)	測定者
94.12.14	3.53		RWSB
94.12.29	3.88		RWSB
95.01.10	2.87		RWSB
95.01.25	3.53		RWSB
95.02.09	3.88		RWSB
95.02.24	3.53		RWSB
95.03.17	2.26		RWSB
95.03.29	5.78		RWSB
95.04.14	2.58		JICA
平均	3.54	1.41	

(注-1) RWSB：地方給水局

(注-2) 上記測定日は、雨期（10～4月）中のものである。

(3) 土木基本設計条件書

1. 荷重条件

1.1 死荷重

表-1 材料の単位体積重量

(kgf/m³)

材 料	単位重量	材 料	単位重量
鋼・鋳鋼・鍛鋼	7,850	コンクリート	2,350
鋳 鉄	7,250	セメントモルタル	2,150
アルミニウム	2,800	木 材	800
鉄筋コンクリート	2,500	歴青材 (防水用)	1,100
プレストレストコンクリート	2,500	アスファルト舗装	2,300

表-2 土の単位体積重量

(tf/m³)

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然 地盤	砂および砂れき	1.8	2.0
	砂 質 土	1.7	1.9
	粘 性 土	1.4	1.8
盛 土	砂および砂れき	2.0	
	砂 質 土	1.9	
	粘 性 土	1.8	

- (注) (1) 地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれ表中の値から0.9を差し引いた値としてよい。
 (2) 碎石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊などの場合は種類、形状、大きさおよび間げきなどを考慮して定める必要がある。
 (3) 砂利まじり砂質土、あるいは砂利まじり粘性土にあっては、混合割合および状態に応じて適当な値を定める。
 (4) 地下水位は施工後における平均値を考える。

1.2 土圧

(1) 主動, 受働土圧

可動壁に働く土圧は、基本的にクーロンの式を適用する。

ただし、鋼矢板などのたわみやすい構造物に作用する土圧は別途考慮する。

(2) 静止土圧

固定壁に働く土圧は、静止土圧係数 $K_0 = 0.5$ とする。

1.3 地表面上載荷重

(1)荷重を特定できない場所

$$Q = 1.0 \text{ t/m}^2$$

(2)道路横断部

$$Q = 1.0 \text{ t/m}^2, \text{ または, } T-10$$

1.4 積載荷重

取水施設の内コントロール室は、 300kg/m^2 を考慮する。

ただし、大物搬入荷重は別途考慮する。

1.5 配管・機器荷重

考慮する。

1.6 水圧

池内水位、地下水位による静水圧を考慮する。

1.7 浮力

底版に作用する浮力を考慮する。

1.8 風荷重

該当施設がないので考慮しない。

1.9 地震の影響

考慮しない。

1.10 荷重の組合わせ

構造計算は、荷重の組合せのうち最も不利な組合わせについて長期、短期を考慮のうえ行うものとする。

2. 設計一般

2.1 使用材料, 物理定数

表-3 物理定数

種類	ヤング係数
コンクリート (設計基準強度 210kg/cm ²)	2.35×10 ⁵ kg/cm ²
鉄筋 (JIS/SD295A 同等品)	2.1×10 ⁶ kg/cm ²

注) 鉄筋コンクリート部材の応力度の計算に用いるヤング係数比nは、15とする。

2.2 許容応力度

(1) 躯体コンクリート

- ・設計基準強度 $\sigma_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ・圧縮応力度
 - 曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$
 - 軸圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 55 \text{ kg/cm}^2$
- ・せん断応力度
 - コンクリートのみでせん断力を負担する場合 $\tau_{s1} = 3.6 \text{ kg/cm}^2$
 - 斜引張鉄筋と協同して負担する場合 $\tau_{s2} = 16.0 \text{ kg/cm}^2$
 - 押抜きせん断応力度 $\tau_{s3} = 8.5 \text{ kg/cm}^2$
- ・付着応力度
 - 普通丸鋼 7 kg/cm^2
 - 異形棒鋼 14 kg/cm^2
- ・支圧応力度

$$\sigma_{ba} = \left(0.25 + 0.05 \frac{A_c}{A_b} \right) \sigma_{ck}$$

ただし, $\sigma_{ba} \leq 0.5 \sigma_{ck}$

ここに,

σ_{ba} : コンクリートの許容支圧応力度 (kgf/cm²)

A_c : 局部載荷の場合のコンクリート面の全面積 (cm²)

A_b : 局部載荷の場合の支圧を受けるコンクリート面の面積 (cm²)

σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 (kgf/cm²)

(2) 舗装コンクリート

- ・設計基準曲げ強度 $\sigma_{bk} = 45 \text{ kg/cm}^2$

(3)鉄筋

- ・規格 JIS/SD295A 同等品
- ・引張応力度 一般の部材 $\sigma_{s1} = 1800\text{kg}/\text{cm}^2$
鉄筋の重ね継手長・定着長の算出 $\sigma_{s2} = 1800\text{kg}/\text{cm}^2$
- ・圧縮応力度 $\sigma_{sc} = 1800\text{kg}/\text{cm}^2$

(4)許容応力度の割増し

- ・長期（一般） 割増し係数 1.0
- ・短期（暴風時） 割増し係数 1.5

2.3 地盤条件

地盤条件は、現地で実施されるボーリング調査、室内試験などの結果より設定する。

2.4 安全率

構造物安定計算上の安全率を下記に示す。

表-4 安全率

項目		安全率		
		長期	短期	
直接基礎	支持	3.0	2.0	
	滑動	1.5	1.2	
	転倒	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$	
杭基礎	押し込み	支持杭	3.0	2.0
		摩擦杭	4.0	3.0
	引抜き	6.0	3.0	
浮上がり		1.05	—	

(4) 施設設計計算書

1. 管水理計算	5 - 23
1. 1. 送水管水理計算	5 - 23
(1) Ngwazini Community	5 - 23
(2) Bekhinkosui Community	5 - 26
(3) Msumpe Community	5 - 29
(4) Somntongo Community	5 - 33
1. 2. 給水管水理計算	5 - 37
(1) Ngwazini Community	5 - 37
(2) Bekhinkosui Community	5 - 43
(3) Msumpe Community	5 - 47
(4) Somntongo Community	5 - 51
2. 施設容量計算	5 - 55
2. 1. 名水槽の容量計算	5 - 55
2. 2. 浄水施設容量計算	5 - 56
2. 3. ポンプ動力計算	5 - 58
(1) 井戸ポンプ及び送水ポンプ軸動力計算	5 - 58
(2) 井戸ポンプ及び送水ポンプ出力計算	5 - 59
3. 送水管ウォーターハンマー計算	5 - 60
A) Ngwazini Community	5 - 60
B) Bekhinkosui Community	5 - 64
C) Msumpe Community	5 - 66
D) Somntongo Community	5 - 70

1. 管水理計算 (Hydraulic Calculation of Pipeline)

1. 1. 送水管水理計算 (Hydraulic Calculation of Transmission Pipeline)

(1) NGWAGINI COMMUNITY

水量 (Flow Required Design Flow)

Daily Average	Qav.	= 152.0	m ³ /day
Daily Maximum	Qmax.	= 197.6	m ³ /day
Hourly Maximum	Qhr-max.	= 14.8	m ³ /hour
Yield Water Capacity of Borehole	Qmax.	= 197.6	m ³ /day
		= 2.29	ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qhr-max.	= 14.8	m ³ /hour
		= 247.0	ℓ /min

水源施設から配水池への送水管

(From the Intake Well to the Distribution Reservoir)

Head Loss of Transmission Pipeline

A) Head loss of Straight pipeline $\Delta H = f_l \times L/D \times v^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss in the pipeline

$f_l = 0.02 + 0.0005/D$; The Head Loss Coefficient

L ; Length of the pipeline (m)

D ; Diameter of pipe (m)

V ; Flow Velocity = $Q / (60 \times 3.14 / 4 \times D^2)$ (m/s)

Pipe dia.	25	32	40	50	65	80	100	125	150
f_l	0.040	0.036	0.033	0.030	0.028	0.026	0.025	0.024	0.023

Pipe dia. $D = 146 \sqrt{Q/V}$

Q

v = 1.0 m/s

Qave. 152.0 m³/d = 0.106 m³/min

Qmax. 197.6 m³/d = 0.137 m³/min

Qhr-max. 14.8 m³/hr = 0.247 m³/min

Well pump specification

Qmax. $197.6 \text{ m}^3/\text{d} \div 20 \text{ hr} = 9.88 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.165 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 0.165 \text{ m}^3/\text{min}$

$D = 146 \sqrt{0.165/1.0} = 59.3 \text{ mm} \quad 65 \text{ mm} < \text{over}$

Flow Velocity

$(D=100\text{mm}) \quad (D=80\text{mm}) \quad (D=65\text{mm}) \quad (D=50\text{mm})$
 $V(d. \text{max.}) = 0.165 / (60 \times 3.14 / 4 \times D^2) = 0.350\text{m/s} = 0.548\text{m/s} = 0.829\text{m/s} = 1.398\text{m/s}$

$\Delta H_1(100)(d. \text{max.}) = 0.025 \times 790 / 0.1 \times (0.350)^2 / 19.6 = 1.234 \text{ m}$
 $(80)(d. \text{max.}) = 0.026 \times 790 / 0.08 \times (0.548)^2 / 19.6 = 3.934 \text{ m}$
 $(65)(d. \text{max.}) = 0.028 \times 790 / 0.065 \times (0.829)^2 / 19.6 = 11.932 \text{ m}$
 $(50)(d. \text{max.}) = 0.030 \times 45 / 0.05 \times (1.398)^2 / 19.6 = 2.692 \text{ m (Well Pump)}$

B) Head Loss of Elbow pipe

$\Delta H_2 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad f=0.2 \quad 100\text{mm } Q, \text{ ty}=7\text{pcs} \quad 50\text{mm } Q, \text{ ty} 1 \text{ pc.}$

$\Delta H_2(100)(d. \text{max.}) = 0.2 \times (0.350)^2 / 19.6 \times 7 = 0.009 \text{ m}$
 $(80)(d. \text{max.}) = 0.2 \times (0.548)^2 / 19.6 \times 7 = 0.021 \text{ m}$
 $(65)(d. \text{max.}) = 0.2 \times (0.829)^2 / 19.6 \times 7 = 0.049 \text{ m}$
 $(50)(d. \text{max.}) = 0.2 \times (1.398)^2 / 19.6 \times 1 = 0.020 \text{ m}$

C) Head Loss of Gate Valve

$\Delta H_3 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad 100\text{mm } Q, \text{ ty}=1\text{pc} \quad 50\text{mm } Q, \text{ ty} 1 \text{ pc}$

pipe dia. (mm)	50	65	80	100	125	150
f	0.175	0.172	0.168	0.164	0.150	0.145

$\Delta H_3(100)(d. \text{max.}) = 0.164 \times (0.350)^2 / 19.6 \times 1 = 0.001 \text{ m}$
 $(80)(d. \text{max.}) = 0.168 \times (0.548)^2 / 19.6 \times 1 = 0.003 \text{ m}$
 $(65)(d. \text{max.}) = 0.172 \times (0.829)^2 / 19.6 \times 1 = 0.006 \text{ m}$
 $(50)(d. \text{max.}) = 0.175 \times (1.398)^2 / 19.6 \times 1 = 0.017 \text{ m}$

D) Head Loss of Check Valve

$\Delta H_4 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad f=0.8 \sim 1.2 \quad 50\text{mm } Q, \text{ ty}=1 \text{ pc}$

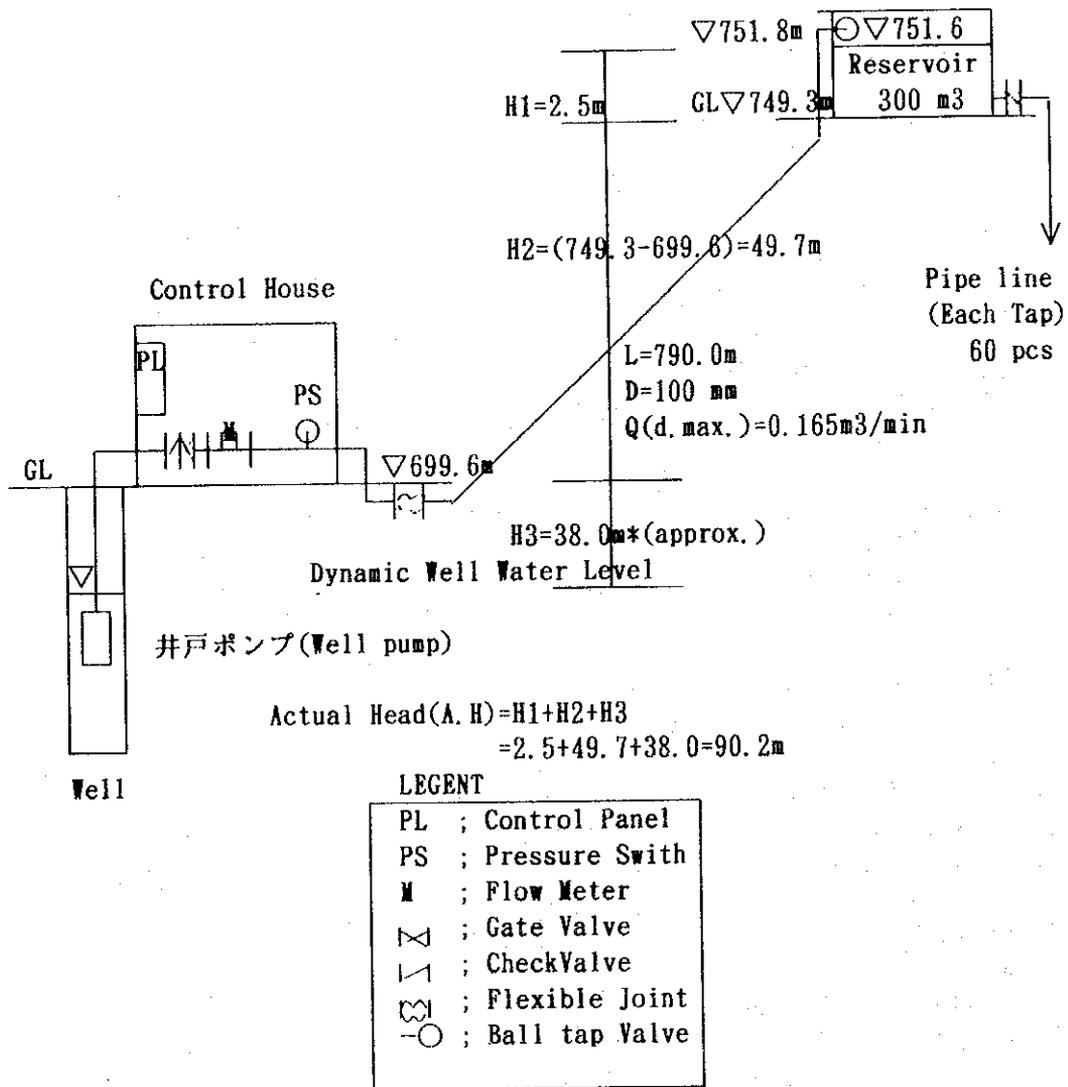
$\Delta H_4(50)(h. \text{max.}) = 1.2 \times (1.398)^2 / 19.6 \times 1 = 0.120 \text{ m}$

Pipe line dia.	Q, ty		100mm	80mm	65mm	50mm
Head Loss of Straight pipe	790 m	ΔH_1	1.234 m	3.934 m	11.932 m	2.692 m
Head Loss of Elbow	7 pcs	ΔH_2	0.009 m	0.021 m	0.049 m	0.020 m
Head Loss of Gate Valve	1 pc	ΔH_3	0.001 m	0.003 m	0.006 m	0.017 m
Head Loss of Check Valve	1 pc	ΔH_4	-	-	-	0.120 m
Total Head Loss		ΔH	1.244 m	3.958 m	11.987 m	2.849 m
Actual Head		A. H	90.2 m	90.2 m	90.2 m	
Total Head (AH+H+H50mm)		T. H	94.293 m	97.007 m	105.036 m	

結果(Result)…送水管径(Best Pipe Dia.) \longrightarrow 100 mm
 井戸ポンプ必要揚程(Well Pump Required Head) \longrightarrow 100 m
 井戸ポンプ揚水管径(Discharge pipe Dia, of Well pump) \longrightarrow 50 mm

送水管水理計算図(Hydraulic Calculation Chart of Transmission Pipeline)

NGWAZINI COMMUNITY



(2) BEKHINKOSI COMMUNITY

水量(Flow Required.....Design Flow)

Daily Average	Qave. = 83.8 m ³ /day
Daily Maximum	Qmax. = 108.9 m ³ /day
Hourly Maximum	Qhr-max. = 8.2 m ³ /hr
Yield Water Capacity of Borehole	Qmax. = 108.9 m ³ /day = 1.3 ℓ /sec
Suppry Water Capacity	Qhr-max. = 8.2 m ³ /hour = 136.7 ℓ /min

水源施設から配水池への送水管
(From the Intake Well to the Distribution Reservoir)

Head Loss of Transmission Pipeline

A) Head Loss of Straight Pipeline $\Delta H = f_l \times L/D \times V^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss in the Pipeline

f_l ; 0.02+0.0005/D ; The Head Loss Coefficient

L ; Length of the Pipeline (m)

D ; Diameter of pipe (m)

V ; Flow Velocity (=Q/(60x3.14/4x D²)) (m/s)

Pipe Dia.	25	32	40	50	65	80	100	125	150
f_l	0.040	0.036	0.033	0.030	0.028	0.026	0.025	0.024	0.023

Pipe Dia. $D = 146 \sqrt{Q/V}$

Q

V=1.0m/s

Qave. 83.8 m³/d = 0.058 m³/min

Qmax. 108.9 m³/d = 0.076 m³/min

Qhr-max. 8.2 m³/hr = 0.1367 m³/min

Well pump specification(Spare pump = NGWAZINI Well pump)

Qmax. = 108.9m³/d ÷ 20hr = 5.445m³/hr = 0.091m³/min → 0.165m³/min

D = 146 $\sqrt{0.165/1.0}$ = 59.3 mm → 65 mm <

Flow Velocity m/s

(100mm) (80mm) (65mm) (50mm)
V(d. max.) = 0.165 / (60x3.14/4xD²) = 0.350 0.548 0.829 1.398

L=1,140m Well pump discharge pipe Length L=35.0m

$$\Delta H_1(100)(d. \max.) = 0.025 \times 1,140 / 0.1 \times (0.350)^2 / 19.6 = 1.781 \text{ m}$$

$$(80)(d. \max.) = 0.026 \times 1,140 / 0.08 \times (0.548)^2 / 19.6 = 5.677 \text{ m}$$

$$(65)(d. \max.) = 0.028 \times 1,140 / 0.065 \times (0.829)^2 / 19.6 = 17.219 \text{ m}$$

$$(50)(d. \max.) = 0.030 \times 35 / 0.05 \times (1.398)^2 / 19.6 = 2.094 \text{ m}$$

B) Head Loss of Elbow Pipe

$$\Delta H_2 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty } f=0.2 \quad 100\text{mm } 7\text{pcs} \quad 50\text{mm } 1 \text{ pc}$$

$$\Delta H_2(100)(d. \max.) = 0.2 \times (0.350)^2 / 19.6 \times 7 = 0.009 \text{ m}$$

$$(80)(d. \max.) = 0.2 \times (0.548)^2 / 19.6 \times 7 = 0.021 \text{ m}$$

$$(65)(d. \max.) = 0.2 \times (0.829)^2 / 19.6 \times 7 = 0.049 \text{ m}$$

$$(50)(d. \max.) = 0.2 \times (1.305)^2 / 19.6 \times 1 = 0.020 \text{ m}$$

C) Head Loss of Gate Valve

$$\Delta H_3 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty } 125\text{mm or } 100\text{mm or } 80\text{mm } 1 \text{ pc, } 50 \text{ mm } 1 \text{ pc}$$

$$\Delta H_3(100)(d. \max.) = 0.164 \times (0.350)^2 / 19.6 \times 1 = 0.001 \text{ m}$$

$$(80)(d. \max.) = 0.168 \times (0.548)^2 / 19.6 \times 1 = 0.003 \text{ m}$$

$$(65)(d. \max.) = 0.172 \times (0.829)^2 / 19.6 \times 1 = 0.006 \text{ m}$$

$$(50)(d. \max.) = 0.175 \times (1.398)^2 / 19.6 \times 1 = 0.017 \text{ m}$$

D) Head Loss of Check Valve

$$\Delta H_4 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty } f=0.8 \sim 1.2 \quad 50\text{mm } 1 \text{ pc}$$

$$\Delta H_4(50)(d. \max.) = 1.2 \times (1.398)^2 / 19.6 \times 1 = 0.120 \text{ m}$$

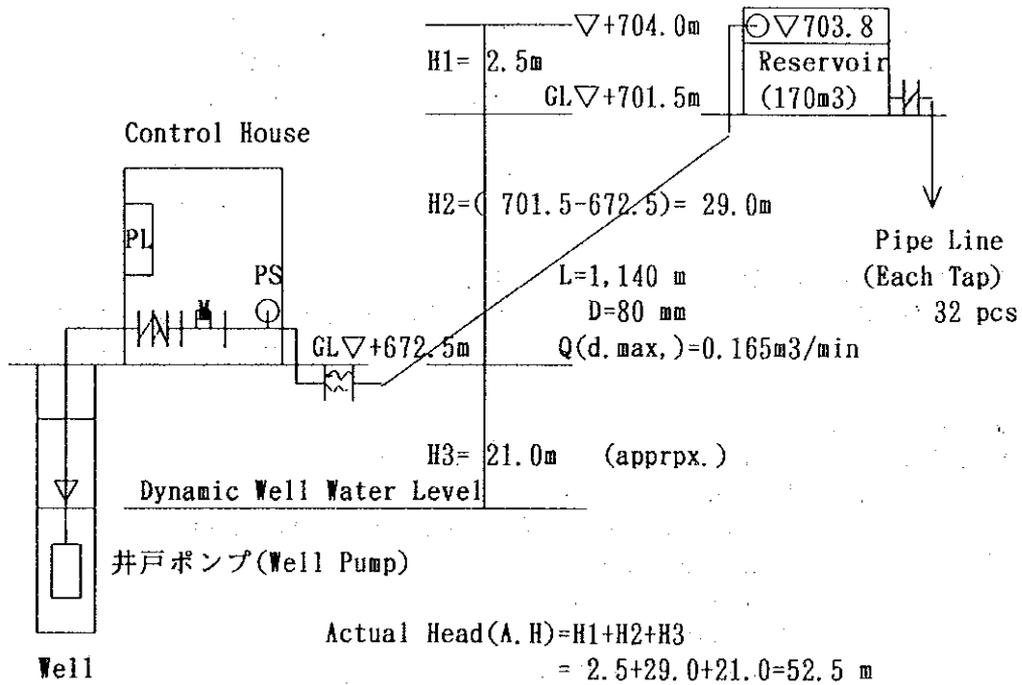
Pipe Dia.			100mm	80mm	65mm	50mm
Head Loss of Straight Pipe	1,140 m	ΔH_1	1.781 m	5.677 m	17.219 m	2.094 m
Head Loss of Elbow	7 pcs	ΔH_2	0.009 m	0.021 m	0.049 m	0.020 m
Head Loss of Gate Valve	1 pc	ΔH_3	0.001 m	0.003 m	0.006 m	0.017 m
Head Loss of Check Valve	1 pc	ΔH_4	—	—	—	0.120 m
Total Head Loss		ΔH	1.791 m	5.701 m	17.274 m	2.251 m
Actual Head		A. H	52.5 m	52.5 m	52.5 m	
Total Head (AH+H+H50mm)			56.542 m	60.452 m	72.025 m	

結果 (Result) ... 送水管径 (Best Pipe Dia.) → 80 mm
 井戸ポンプ必要揚程 (Well Pump Required Head) → 100 m
 井戸ポンプ揚水管径 (Discharge pipe Dia, of Well Pump) → 50 mm

送水管水理計算図

(Hydraulic Calculation Chart of Transmission Pipeline)

(2) BEKHINKOSI COMMUNITY



LEGENT

PL	; Control Panel
PS	; Pressure Swith
M	; Flow Meter
⊗	; Gate Valve
∩	; Check Valve
⊗	; Flexible Joint
○	; Ball Tap Valve

(3) MSUMPE COMMUNITY

水量 (Flow RequiredDesign Flow)

Daily Average	Qd. ave.	=	55.4 m ³ /day
Daily Maximum	Qd. max.	=	72.0 m ³ /day
Hourly Maximum	Qh. max.	=	5.4 m ³ /hour
Yield Water Capacity of Borehole	Qd. max.	=	72.0 m ³ /day
		=	0.83ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qh. max.	=	5.4 m ³ /hour
		=	90.0 ℓ /min

水源施設から浄水施設経由し配水池への送水管

(From the Intake Weir to the Distribution Reservoirs)A-Line(20m³RES)
B-Line(70m³RES)

Head Loss of Pipeline

A) Head Loss of Straight Pipe $\Delta H = f_l \times L/D \times V^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss of Pipeline

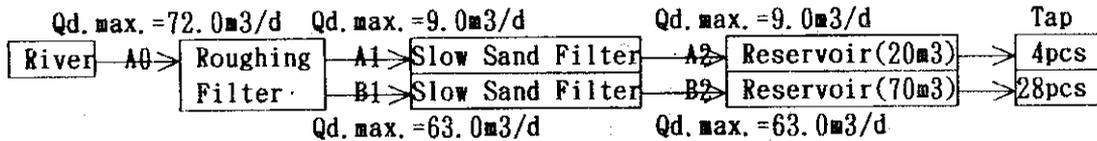
f_l ; 0.02+0.0005/D ; The Head Loss Coefficient

L ; Length of Pipe (m)

D ; Diameter of Pipe (m)

V ; Velocity (m/s)

$$= Q / (60 \times 3.14 \times 4 \times D^2)$$



Flow Rate of A and B Line=Tap Ratio

A-Line Flow (Qd. max.) = 72.0 m³/d x 4/32 = 9.0 m³/d

B-Line Flow (Qd. max.) = 72.0 m³/d x 28/32 = 63.0 m³/d

A0-Line Pipe Dia. $D = 146 \sqrt{Q/V}$ Qd. max. = 72.0 m³/d = 0.05 m³/min V = 0.6 m/s
 $D = 146 \sqrt{(0.05)/(0.6)} = 42.2 \text{ mm} \longrightarrow 65 \text{ mm}$

Flow Velocity

$V(d\text{-max.}) = 0.05 / (60 \times 3.14 / D^2) = 0.251 \text{ m/s}$

Pipe Diameter	$D = 146\sqrt{Q/V}$	ID	OD
A0 Line	$D = 146\sqrt{(0.05)/(0.6)} = 42.2 \text{ mm}$	9PVC 68.4	75mm
A1 Line	$D = 146\sqrt{(0.0063)/(0.6)} = 14.9 \text{ mm}$	9PVC 45.6	50mm
A2 Line	$D = 146\sqrt{(0.0063)/(0.6)} = 14.9 \text{ mm}$	9PVC 45.6	50mm
B1 Line	$D = 146\sqrt{(0.0438)/(0.6)} = 39.4 \text{ mm}$	12PVC 55.8	63mm
B2 Line	$D = 146\sqrt{(0.0438)/(0.6)} = 39.4 \text{ mm}$	9PVC 45.6	50mm

Flow Velocity	$V = Q(d.\text{max.})/(60 \times 3.14/4 \times D^2)$
A0 Line(65mm)	$V = (0.05)/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.050)/(0.199) = 0.251 \text{ m/s}$
A1 Line(50mm)	$V = (0.0063)/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.0063)/(0.118) = 0.053 \text{ m/s}$
A2 Line(50mm)	$V = (0.0063)/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.0063)/(0.118) = 0.053 \text{ m/s}$
B1 Line(50mm)	$V = (0.0436)/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.0438)/(0.118) = 0.371 \text{ m/s}$
B2 Line(50mm)	$V = (0.0436)/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.0438)/(0.118) = 0.371 \text{ m/s}$

Head Loss of Pipeline $\Delta H1 = f1 \times L/D \times V^2 / 2g$

A0 Line(65mm)	$f1=0.028 \quad L=10\text{m}$ $\Delta H1=0.028 \times 10/0.065 \times (0.252)^2 / 19.6 = 0.014 \text{ m}$
A1 Line(50mm)	$f1=0.030 \quad L=140\text{m}$ $\Delta H1=0.030 \times 140/0.05 \times (0.053)^2 / 19.6 = 0.012 \text{ m}$
A2 Line(50mm)	$f1=0.030 \quad L=800\text{m}$ $\Delta H1=0.030 \times 800/0.05 \times (0.053)^2 / 19.6 = 0.069 \text{ m}$
B1 Line(50mm)	$f1=0.030 \quad L=10,135\text{m}$ $\Delta H1=0.030 \times 10,135/0.05 \times (0.371)^2 / 19.6 = 42.704 \text{ m}$
B2 Line(50mm)	$f1=0.030 \quad L=265\text{m}$ $\Delta H1=0.030 \times 265/0.05 \times (0.371)^2 / 19.6 = 1.117 \text{ m}$

Head Loss of Elbow $\Delta H2 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad f=0.2$

A0 Line(65mm)	$\Delta H2=0.2 \times (0.251)^2 / 19.6 \times 1 = 0.001 \text{ m}$
A1 Line(50mm)	$\Delta H2=0.2 \times (0.053)^2 / 19.6 \times 2 = 0.001 \text{ m}$
A2 Line(50mm)	$\Delta H2=0.2 \times (0.053)^2 / 19.6 \times 8 = 0.001 \text{ m}$
B1 Line(50mm)	$\Delta H2=0.2 \times (0.371)^2 / 19.6 \times 2 = 0.003 \text{ m}$
B2 Line(50mm)	$\Delta H2=0.2 \times (0.371)^2 / 19.6 \times 8 = 0.011 \text{ m}$

Head Loss of Gate Valve $\Delta H_3 = f \times V^2 / 2g \times Q, ty$

- Ao Line(65mm) $\Delta H_3 = 0.172 \times (0.251)^2 / 19.6 \times 1 = 0.001 \text{ m}$
- A1 Line(50mm) $\Delta H_3 = 0.175 \times (0.053)^2 / 19.6 \times 2 = 0.001 \text{ m}$
- A2 Line(50mm) $\Delta H_3 = 0.175 \times (0.053)^2 / 19.6 \times 2 = 0.001 \text{ m}$
- B1 Line(50mm) $\Delta H_3 = 0.175 \times (0.371)^2 / 19.6 \times 2 = 0.002 \text{ m}$
- B2 Line(50mm) $\Delta H_3 = 0.175 \times (0.371)^2 / 19.6 \times 2 = 0.002 \text{ m}$

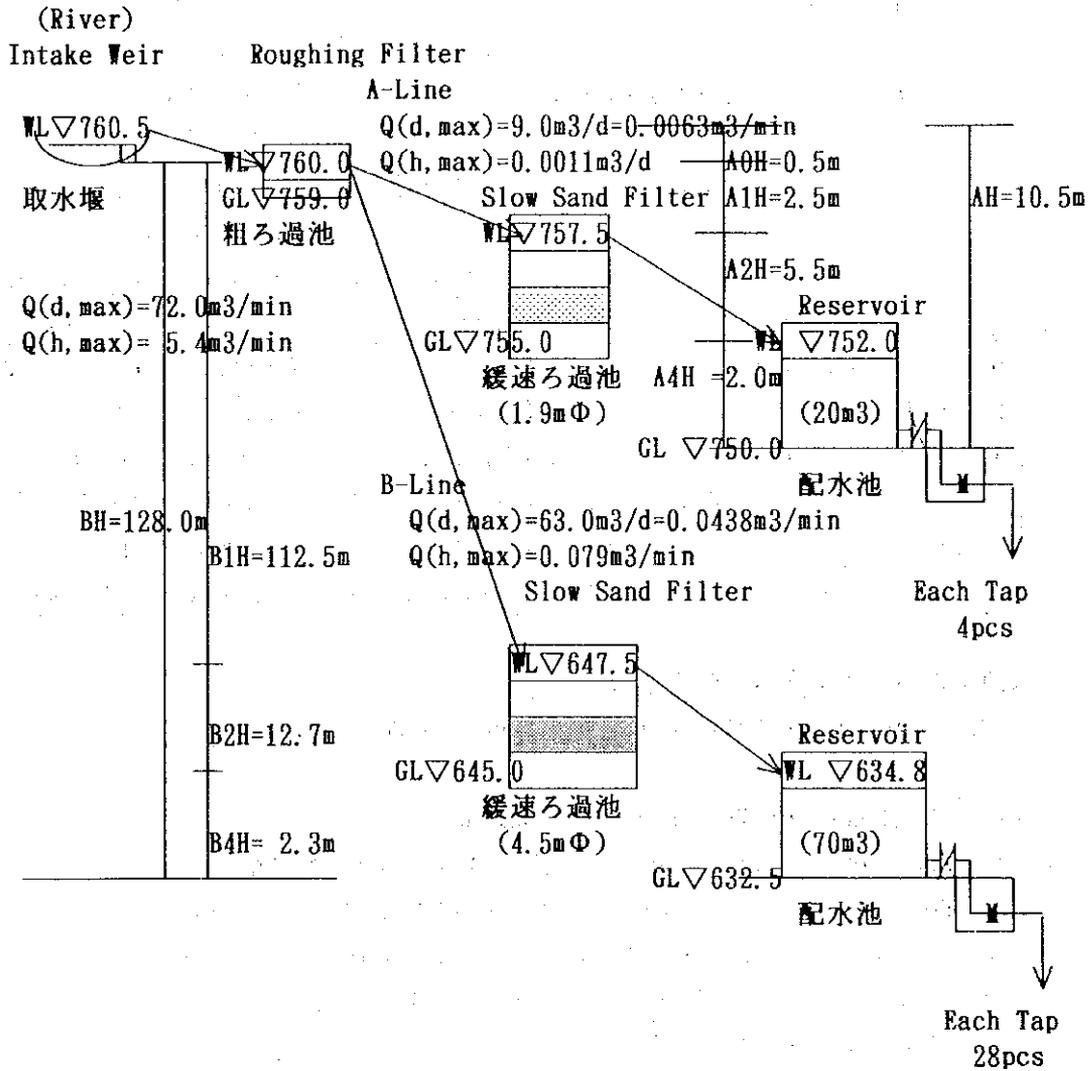
MSUMPE COMMUNITY(Calculation of Aqueduct Pipeline & Transmission Pipeline)

pipeline		A Pipeline			B Pipeline	
		A0	A1	A2	B1	B2
Pipe Length	(m)	10m	140m	800m	10,135m	265m
Flow Q(h. max.)	(m ³ /min)	0.050	0.0063	0.0063	0.0438	0.0438
Pipe Dia. (ID)	(m)	0.065	0.05	0.05	0.05	0.05
Velocity	(m/s)	0.251	0.053	0.053	0.371	0.371
Elbow	pc	1	2	8	2	8
Gate Valve	pc	1	2	2	2	2
Head Loss of Pipe	ΔH_1 (m)	0.014	0.012	0.069	42.704	1.117
Head Loss of Elbow	ΔH_2 (m)	0.001	0.001	0.001	0.003	0.011
Head Loss of Gate V	ΔH_3 (m)	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
Total Head Loss	ΔH (m)	0.016	0.014	0.071	42.709	1.130
Actual Head	A. H (m)	0.5	2.5	5.5	112.5	12.7
Result		OK	OK	OK	OK	OK

- A0-Line..... 75/ 9PVC(ID 65 mm)
- A1-Line..... 63/ 9PVC(ID 50 mm)
- A2-Line..... 63/ 9PVC(ID 50 mm)
- B1-Line..... 63/12PVC(ID 50 mm)
- B2-Line..... 63/ 9PVC(ID 50 mm)

導水管及び送水管水力計算図
(Hydraulic Calculation Chart of Aqueduct Pipeline & Transmission Pipeline)

MSUMPE COMMUNITYGravity Flow



(4) SOMNTONGO COMMUNITY

水量 (Flow Required Design Flow)

Daily Average	Qav.	= 174.3 m ³ /day
Daily Maximum	Qmax.	= 226.5 m ³ /day
Hourly Maximum	Qhr-max.	= 17.0 m ³ /hour
Yield Water Capacity of Borehole	Qmax.	= 226.5 m ³ /day = 2.6 ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qhr-max.	= 17.0 m ³ /hour = 283.4 ℓ /min

配水池 2ヶ所に分配送水する. (Tap Raitio=10 Taps;30 Taps) Total=40 Taps

	A-Line	B-Line	Total
Daily Average (Qd. ave.)	43.6 m ³ /day	130.7 m ³ /day	174.3 m ³ /day
Daily Maximum (Qd. max.)	56.6 m ³ /day	169.9 m ³ /day	226.5 m ³ /day
Hourly Maximum(Qh-max.)	4.25m ³ /hour	12.75m ³ /hour	17.0 m ³ /hour
Transmission pump (Qd. max.)	56.6 m ³ /day	169.9 m ³ /day	226.5 m ³ /day
Supply Water Capacity(Qh-max.)	4.25m ³ /hour =0.071m ³ /min	12.75m ³ /hour =0.213m ³ /min	17.0 m ³ /hour =0.284m ³ /min

水源施設から各配水池への送水管

(From the Intake Well to the Distribution Reservoir)

[A-Line] Head Loss of Transmission Pipeline

A) Head Loss of Straight pipeline $\Delta H=f_l \times L/D \times V^2 /2g$

ΔH ;Head Loss in the pipeline $f_l=0.02+0.0005/D$;The Head Loss coefficient

L ;Length of the pipeline(m) D ;Diameter of pipe (m)

V ;Flow Velocity (m/s) $=Q/(60 \times 3.14/4 \times D^2)$

Pipe Dia. $D=146\sqrt{Q/V}$

Q V=1.0 m/s

Qmax. 226.5 m³/d = 0.1573 m³/min

Qhr-max. 17.0 m³/hr = 0.2834 m³/min

Well pump spec, Qmax.=226.5m³/d ÷ 20hr/d=11.33m³/h=0.189m³/min

分配 2-Line A-Line 0.189 m³/min x 10tap/40tap = 0.0473 m³/min

B-Line 0.189 m³/min x 30tap/40tap = 0.1418 m³/min

A-Line $D=146\sqrt{0.0473/1.0} = 31.7 \text{ mm}$ 50 mm <

B-Line $D=146\sqrt{0.1418/1.0} = 55.0 \text{ mm}$ 80 mm <

Flow Velocity(m/s)=A-Line=B-Line ... = Flow equivalent A-Line and B-Line

A-Line spare pump used to B-Line spare pump

150mm 125mm 100mm 80mm

$$V=(0.1418\text{m}^3/\text{min})/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = (0.134)(0.193)(0.301)(0.471)$$

A) A-Line Head Loss of Straight pipe L=3,200 m

$$\Delta H_1(150)(d.\text{max.})=0.023 \times 3,200/0.15 \times (0.134)^2 / 19.6 = 0.450 \text{ m}$$

$$(125)(d.\text{max.})=0.024 \times 3,200/0.125 \times (0.193)^2 / 19.6 = 1.168 \text{ m}$$

$$(100)(d.\text{max.})=0.025 \times 3,200/0.1 \times (0.301)^2 / 19.6 = 3.698 \text{ m}$$

$$(80)(d.\text{max.})=0.026 \times 3,200/0.08 \times (0.471)^2 / 19.6 = 11.771 \text{ m}$$

B-Line Head Loss of Straight pipe L=4,270 m

$$\Delta H_1(150)(d.\text{max.})=0.023 \times 4,270/0.15 \times (0.134)^2 / 19.6 = 0.600 \text{ m}$$

$$(125)(d.\text{max.})=0.024 \times 4,270/0.125 \times (0.193)^2 / 19.6 = 1.558 \text{ m}$$

$$(100)(d.\text{max.})=0.025 \times 4,270/0.1 \times (0.301)^2 / 19.6 = 4.935 \text{ m}$$

$$(80)(d.\text{max.})=0.026 \times 4,270/0.08 \times (0.471)^2 / 19.6 = 15.707 \text{ m}$$

B) Head loss of Elbow Pipe A-Line=B-Line

$$\Delta H_2=f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad f=0.2 \quad Q, \text{ ty} \quad 11 \text{ pcs}$$

$$\Delta H_2(150)(d.\text{max.})=0.2 \times (0.134)^2 / 19.6 \times 11 = 0.002 \text{ m}$$

$$(125)(d.\text{max.})=0.2 \times (0.193)^2 / 19.6 \times 11 = 0.004 \text{ m}$$

$$(100)(d.\text{max.})=0.2 \times (0.301)^2 / 19.6 \times 11 = 0.010 \text{ m}$$

$$(80)(d.\text{max.})=0.2 \times (0.471)^2 / 19.6 \times 11 = 0.025 \text{ m}$$

C) Head Loss of Gate Valve A-Line=B-Line

$$\Delta H_3=f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad Q, \text{ ty} = 3 \text{ pcs}$$

$$\Delta H_3(150)(d.\text{max.})=0.145 \times (0.134)^2 / 19.6 \times 4 = 0.001 \text{ m}$$

$$(125)(d.\text{max.})=0.150 \times (0.193)^2 / 19.6 \times 4 = 0.001 \text{ m}$$

$$(100)(d.\text{max.})=0.164 \times (0.301)^2 / 19.6 \times 4 = 0.003 \text{ m}$$

$$(80)(d.\text{max.})=0.168 \times (0.471)^2 / 19.6 \times 4 = 0.008 \text{ m}$$

D) Head Loss of Check Valve

$$\Delta H_4 = f \times V^2 / 2g \times Q, \text{ ty} \quad f=0.8 \sim 1.2 \quad Q, \text{ ty} \quad 1 \text{ pc}$$

$$\Delta H_4(150)(d.\text{max.})=1.2 \times (0.134)^2 / 19.6 \times 1 = 0.001 \text{ m}$$

$$(125)(d.\text{max.})=1.2 \times (0.193)^2 / 19.6 \times 1 = 0.002 \text{ m}$$

$$(100)(d.\text{max.})=1.2 \times (0.301)^2 / 19.6 \times 1 = 0.005 \text{ m}$$

$$(80)(d.\text{max.})=1.2 \times (0.471)^2 / 19.6 \times 1 = 0.014 \text{ m}$$

Well pump Qd,max=0.189m³/min Discharge pipe Length 35.0m

Discharge pipe Dia. 50mm $V=Q/(60 \times 3.14/4 \times D^2) = 1.602 \text{ m/sec}$

A) Head Loss of Straight pipe $\Delta H1 = 0.03 \times 35 / 0.05 \times (1.602)^2 / 19.6 = 2.750 \text{ m}$

B) Head Loss of Elbow $\Delta H2 = 0.2 \times (1.602)^2 / 19.6 \times 4 \text{ pcs} = 0.105 \text{ m}$

C) Head Loss of Gate Valve $\Delta H3 = 0.175 \times (1.602)^2 / 19.6 \times 1 \text{ pc} = 0.023 \text{ m}$

D) Head Loss of Check Valve $\Delta H4 = 1.2 \times (1.602)^2 / 19.6 \times 1 \text{ pc} = 0.157 \text{ m}$

Q, ty	A-Line				B-Line				Well p. L
	Transmission Pump A				Transmission pump B				Well, P.
Pipe Dia.	(150mm)	(125mm)	(100mm)	(80mm)	(150mm)	(125mm)	(100mm)	(80mm)	(50mm)
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
$\Delta H1$ 3,200 m	0.450	1.168	3.698	11.771					
$\Delta H1$ 4,270 m					0.600	1.558	4.935	15.707	2.750
$\Delta H2$ 11 pc	0.002	0.004	0.010	0.025	0.002	0.004	0.010	0.025	0.105
$\Delta H3$ 4 pc	0.001	0.001	0.003	0.008	0.001	0.001	0.003	0.008	0.023
$\Delta H4$ 1 pc	0.001	0.002	0.005	0.014	0.001	0.002	0.005	0.014	0.157
Total Loss (H)	0.454	1.175	3.716	11.818	0.604	1.565	4.953	16.754	3.035
Actual Head(A. H)	98.5	98.5	98.5	98.5	237.5	237.5	237.5	237.5	14.5
Total Head=H+AH	98.954	99.675	102.216	110.318	238.104	239.065	242.453	254.254	17.535

結果(Result)……送水管径(Best Pipe Dia.)

A-Line 100 mm

B-Line 125 mm

送水ポンプ必要揚程

(Transmission Pump Required Head) A-Line 110 m

B-Line 245 m

井戸ポンプ必要揚程

(Intake Well Pump Required Head) 30 m

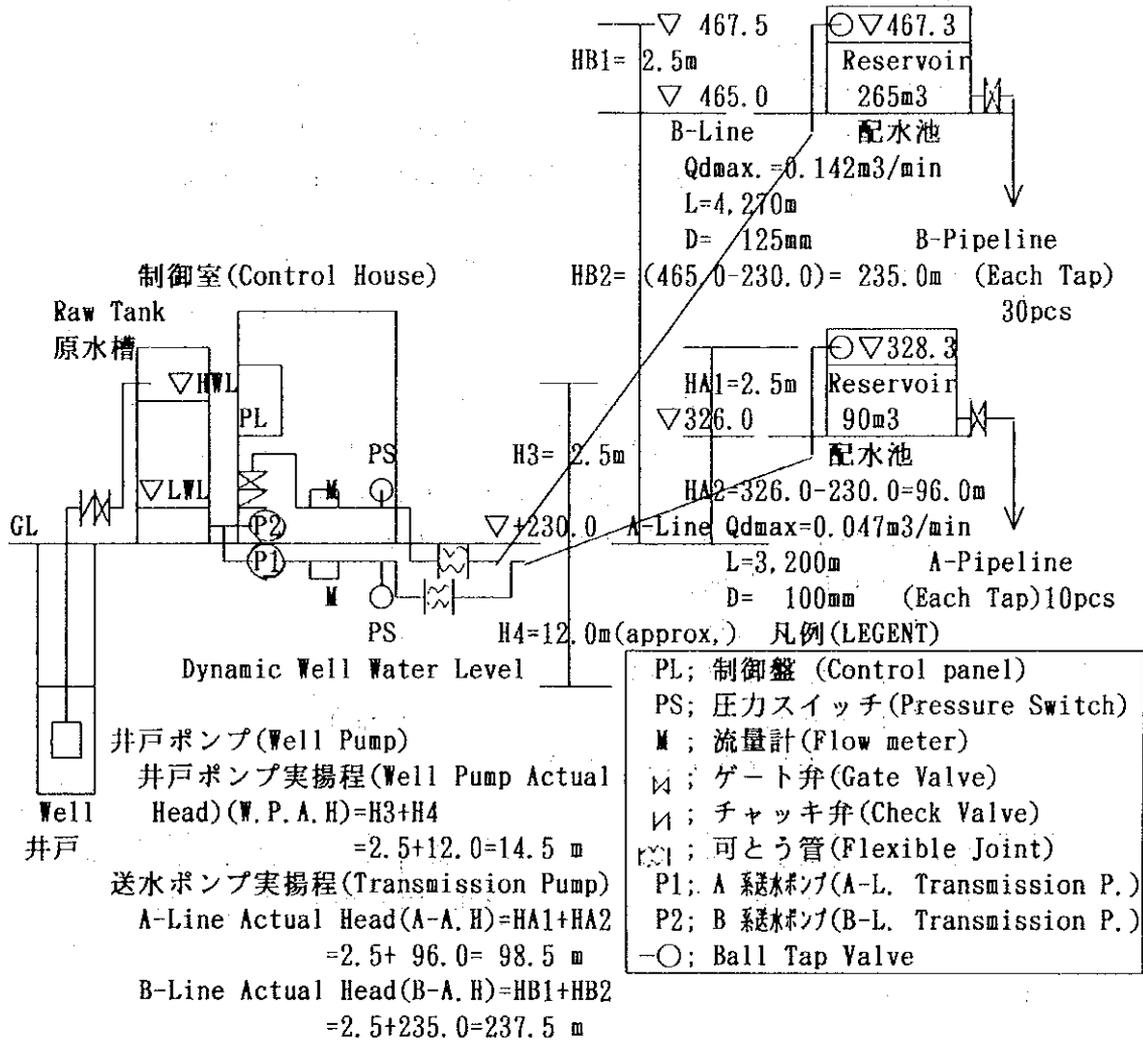
井戸ポンプ揚水管径

(Discharge Pipe Diameter of Intake Well Pump) 50 mm

送水管水理計算図

(Hydraulic Calculation Chart of Transmission Pipeline)

SOMNTONGO COMMUNITY



1. 2. 給水管水理計算

(1). NGVAZINI COMMUNITY給水管

①水量 (Flow RequiredDesign Flow)

Daily Average	Qd, ave,	= 152.0 m ³ /d
Daily Maximum	Qd, max,	= 197.6 m ³ /d
Hourly Maximum	Qh, max,	= 14.8 m ³ /hr
Yield Water Capacity of Borehole	Qd, max,	= 197.6 m ³ /d
		= 2.29ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qh, max,	= 14.8 m ³ /hr
		= 247.0 ℓ /min

②配水池から各水栓までの給水管 (From the Reservoir to the each Tap)

1) Pipe Diameter $D = 146\sqrt{Q/V}$ $V = 0.6$ m/sec 以下

2) Head Loss of pipeline $\Delta H = f_l \times L/D \times V^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss of pipeline (m)

f_l ; $0.02 + 0.0005/D$

L ; Pipe Length (m)

D ; Pipe Diameter(ID) (m)

V ; Velocity (m/sec)

= $Q / (60 \times 3.14/4 \times D^2)$

Pipe Dia, (ID)	150	125	100	80	65	50	40	32	25	20
$60 \times 3.14/4 \times D^2$	1.060	0.736	0.571	0.301	0.199	0.118	0.075	0.048	0.029	0.019

3) 水栓数 (Tap Q. ty) 60 pcs

4) Per 1 Tap Flow (q)

$q = (Q) / (\text{Tap Q. ty}) = 0.247 \text{ m}^3/\text{min} \div 60 \text{ pcs} = 0.00412 \text{ m}^3/\text{min}$

Ngwazini Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00412 m3/min

Pipe Line From To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	Ground Level To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
RES J50	49		0.2019	0.125	140/9PVC	158.0	0.274	749.3	732.5	-16.8	0.116	0.116	749.184	16.684
J50 SP14	1	R (1)	0.0041	0.020	25/10HDPE	718.0	0.216	732.5	680.0	-52.5	3.846	53.962	695.338	15.338
J50 J51	0		0.0618	0.065	75/9PVC	368.0	0.311	732.5	725.0	-7.5	0.774	0.890	748.410	23.410
J51 SP12	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	316.0	0.216	725.0	700.0	-25.0	1.692	2.582	746.718	46.718
J51 J52	0		0.0577	0.065	75/9PVC	210.0	0.290	725.0	722.5	-2.5	0.384	1.274	748.026	25.526
J52 SP10	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	105.0	0.216	722.5	725.5	3.0	0.562	1.836	747.464	21.964
J52 J53	0		0.0536	0.065	75/9PVC	110.0	0.269	722.5	711.0	-11.5	0.173	1.447	747.853	36.853
J53 SP9	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	126.0	0.216	711.0	700.0	-11.0	0.675	2.122	747.178	47.178
J53 J55	0		0.0494	0.065	75/9PVC	315.0	0.248	711.0	707.5	-3.5	0.421	1.868	747.432	39.932
J55 J551	0		0.0165	0.032	40/10HDPE	247.0	0.344	707.5	710.0	2.5	1.659	3.527	745.773	35.773
J551 SP72	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	10.0	0.216	710.0	710.0	0.0	0.054	3.581	745.719	35.719
J551 SP74	1		0.0124	0.032	40/10HDPE	431.0	0.258	710.0	710.0	0.0	1.628	5.155	744.145	34.145
SP74 J552	0		0.0082	0.025	32/10HDPE	15.0	0.283	710.0	715.0	5.0	0.098	5.253	744.047	29.047
J552 SP75	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	346.0	0.216	715.0	727.5	12.5	1.853	7.106	742.194	14.694
J552 SP77	1		0.0041	0.025	32/10HDPE	841.0	0.141	715.0	719.0	4.0	1.365	6.618	742.682	23.682
J55 J56	0		0.0330	0.057	63/9PVC	85.0	0.280	707.5	707.5	0.0	0.179	2.047	747.253	39.753
J56 SP78	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	53.0	0.216	707.5	708.0	0.5	0.284	2.331	746.969	38.969
J56 J57	0		0.0288	0.057	63/9PVC	683.0	0.244	707.5	682.5	-25.0	1.092	53.139	696.161	13.661
J57 SP7	1	R (2)	0.0041	0.020	25/10HDPE	305.0	0.216	682.5	675.0	-7.5	1.634	54.773	694.527	19.527
J57 J58	0		0.0247	0.045	50/9PVC	242.0	0.329	682.5	665.0	-17.5	0.965	54.104	695.196	30.196
J58 SP6	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	126.0	0.216	665.0	670.0	5.0	0.675	54.779	694.521	24.521
J58 J59	0		0.0206	0.045	50/9PVC	458.0	0.275	665.0	665.0	0.0	1.276	55.380	693.920	28.920

1 Tap Flow (Q) = 0.00412 m3/min

Ngvazini Community Supply Water Pipe Line

Pipe Line From To	Tap pc	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	Ground Level To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
J59 SP5	1	R (3)	0.0041	0.020	25/10HDP	221.0	0.216	665.0	637.5	-27.5	1.184 40.000	96.564	652.736	15.236
J59 J60	0	R (4)	0.0165	0.032	40/10HDP	189.0	0.344	665.0	640.0	-25.0	1.269 40.000	96.649	652.651	12.651
J60 SP4	1		0.0041	0.020	25/10HDP	105.0	0.216	640.0	635.0	-5.0	0.562	97.211	652.089	17.089
J60 J61	0		0.0124	0.032	40/10HDP	900.0	0.258	640.0	625.0	-15.0	3.400	100.049	649.251	24.251
J61 SP81	1	R (5)	0.0082	0.025	32/10HDP	998.0	0.283	625.0	595.0	-30.0	6.525 30.000	136.574	612.726	17.726
SP81 SP82	1		0.0041	0.020	25/10HDP	473.0	0.216	595.0	572.5	-22.5	2.533	139.107	610.193	37.693
J61 SP83	1		0.0041	0.020	25/10HDP	210.0	0.216	625.0	610.0	-15.0	1.125	101.174	648.126	38.126
RES J65	0		0.0453	0.065	75/9PVC	170.0	0.228	749.3	741.0	-8.3	0.192	0.192	749.108	8.108
J65 SP2	1		0.0041	0.020	25/10HDP	21.0	0.216	741.0	740.8	-0.2	0.112	0.304	748.996	8.196
J65 J67	0	R (6)	0.0412	0.057	63/9PVC	367.0	0.349	741.0	705.0	-36.0	1.200 35.000	36.392	712.908	7.908
J67 SP16	1		0.0041	0.020	25/10HDP	158.0	0.216	705.0	705.0	0.0	0.846	37.238	712.062	7.062
J67 J69	0		0.0371	0.057	63/9PVC	567.0	0.314	705.0	690.0	-15.0	1.501	37.893	711.407	21.407
J69 SP19	1	R (7)	0.0041	0.020	25/10HDP	263.0	0.216	690.0	670.0	-20.0	1.409 30.000	69.302	679.998	9.998
J69 SP18	1		0.0041	0.020	25/10HDP	21.0	0.216	690.0	690.0	0.0	0.112	38.005	711.295	21.295
J69 SP20	1	R (8)	0.0288	0.057	63/9PVC	462.0	0.244	690.0	663.0	-27.0	0.739 35.000	73.632	675.668	12.668
SP20 SP21	1		0.0247	0.045	50/9PVC	390.0	0.329	663.0	663.0	0.0	1.556	75.188	674.112	11.112
SP21 J70	0		0.0206	0.045	50/9PVC	168.0	0.275	663.0	652.5	-10.5	0.468	75.656	673.644	21.144
J70 SP22	1	R (9)	0.0082	0.025	32/10HDP	630.0	0.283	652.5	625.0	-27.5	4.119 35.000	114.775	634.525	9.525
SP22 SP24	1	R (10)	0.0041	0.020	25/10HDP	673.0	0.216	625.0	572.5	-52.5	3.605 45.000	163.380	585.920	13.420
J70 SP25	1		0.0124	0.032	40/10HDP	336.0	0.258	652.5	640.0	-12.5	1.269	76.925	672.375	32.375
SP25 SP27	1	R (11) (12)	0.0082	0.025	32/10HDP	1040.0	0.283	640.0	555.0	-85.0	6.799 105.000	188.724	560.576	5.576
SP27 SP84	1	R (13)	0.0041	0.020	25/10HDP	998.0	0.216	555.0	512.5	-42.5	5.345 35.000	229.069	520.231	7.731

Ngwazini Community Supply Water Pipe Line

I Tap Flow (Q) = 0.00412 m3/min

Pipe Line From	To	Tap pc	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
J50	J80	0	33	0.1360	0.100	110/9PVC	390.0	0.289	732.5	730.5	-2.0	0.415	0.531	748.769	18.269
J80	SP29	1	2	0.0082	0.025	32/10HDP	105.0	0.283	730.5	730.0	-0.5	0.686	1.217	748.083	18.083
SP29	SP31	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	746.0	0.216	730.0	695.0	-35.0	3.996	45.213	704.087	9.087
			R (14)	4.0								40.000			
J80	J81	0	31	0.1277	0.100	110/9PVC	315.0	0.271	730.5	725.0	-5.5	0.295	0.826	748.474	23.474
J81	SP85	1	9	0.0371	0.057	63/9PVC	116.0	0.314	725.0	717.5	-7.5	0.307	1.133	748.167	30.667
SP85	J100	0	8	0.0330	0.057	63/9PVC	650.0	0.280	717.5	720.0	2.5	1.368	2.501	746.799	26.799
J100	J101	0	2	0.0082	0.025	32/10HDP	190.0	0.283	720.0	722.5	2.5	1.242	3.743	745.557	23.057
J101	SP87	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	158.0	0.216	722.5	720.0	-2.5	0.846	4.589	744.711	24.711
J101	SP88	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	105.0	0.216	722.5	707.5	-15.0	0.562	4.305	744.995	37.495
J100	J102	0	6	0.0247	0.045	50/9PVC	158.0	0.329	720.0	720.5	0.5	0.630	3.131	746.169	25.669
J102	SP89	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	53.0	0.216	720.5	720.0	-0.5	0.284	3.415	745.885	25.885
J102	SP90	1	5	0.0206	0.045	50/9PVC	495.0	0.275	720.5	727.5	7.0	1.379	4.510	744.790	17.290
SP90	J103	0	4	0.0165	0.032	40/10HDP	10.0	0.344	727.5	727.5	0.0	0.067	4.577	744.723	17.223
J103	JSP91	0	1	0.0041	0.025	32/10HDP	210.0	0.141	727.5	722.5	-5.0	0.341	4.918	744.382	21.882
JSP91	SP92	1	1	0.0041	0.025	32/10HDP	630.0	0.141	722.5	727.5	5.0	1.022	5.940	743.360	15.860
J103	J105	0	3	0.0124	0.032	40/10HDP	578.0	0.258	727.5	711.0	-16.5	2.184	6.761	742.539	31.539
J105	SP96	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	840.0	0.216	711.0	701.5	-9.5	4.499	11.260	738.040	36.540
J105	J106	0	2	0.0082	0.025	32/10HDP	30.0	0.283	711.0	711.0	0.0	0.196	6.957	742.543	31.343
J106	SP94	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	11.0	0.216	711.0	711.0	0.0	0.059	7.016	742.284	31.284
J106	SP95	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	980.0	0.216	711.0	685.0	-26.0	5.249	52.206	697.094	12.094
			R (15)	4.0								40.000			
J81	J82	0	22	0.0906	0.080	90/9PVC	263.0	0.301	725.0	725.0	0.0	0.400	1.226	748.074	23.074
J82	SP34	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	462.0	0.216	725.0	691.0	-34.0	2.474	48.700	700.600	9.600
			R (16)	4.5								45.000			

1 Tap Flow (Q) = 0.00412 m3/min

Ngwazini Community Supply Water Pipe Line

Pipe Line From	Pipe Line To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) kg/cm2	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	Ground Level To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)			
J82	J822	0	21	R (17)	2.5	0.0865	0.080	90/9PVC	263.0	0.287	725.0	710.0	-15.0	0.363	26.589	722.711	12.711	
						0.0041	0.020	25/10HDPE	6.0	0.216	710.0	710.0	0.0	0.032	26.621	722.679	12.679	
J822	J83	0	20		0.0824	0.080	90/9PVC	105.0	0.274	710.0	707.5	700.0	-2.5	0.132	26.721	722.579	15.079	
J83	SP37	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	210.0	0.216	707.5	705.0	700.0	-2.5	1.125	27.846	721.454	16.454	
J83	J85	0	19		0.0783	0.080	90/9PVC	201.0	0.260	707.5	700.0	700.0	-7.5	0.228	26.949	722.351	22.351	
J85	SP39	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	105.0	0.216	700.0	700.0	700.0	0.0	0.562	27.511	721.789	21.789	
J85	J86	0	18		0.0742	0.080	90/9PVC	315.0	0.247	700.0	712.0	712.0	12.0	0.322	27.271	722.029	10.029	
J86	J862	0	5		0.0206	0.045	50/9PVC	610.0	0.275	712.0	702.5	702.5	-9.5	1.700	28.971	720.329	17.829	
J862	SP42	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	6.0	0.216	702.5	702.5	702.5	0.0	0.032	29.003	720.297	17.797	
J862	J87	0	4	R (18)	3.0	0.0165	0.032	40/10HDPE	610.0	0.344	702.5	675.0	675.0	-27.5	4.097	63.068	686.232	11.232
						0.0082	0.025	32/10HDPE	10.0	0.283	675.0	675.0	0.0	0.065	63.133	686.167	11.167	
J87	SP45	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	6.0	0.216	675.0	675.0	675.0	0.0	0.032	63.165	686.135	11.135	
J87	J871	0	2		0.0082	0.025	32/10HDPE	10.0	0.283	675.0	675.0	675.0	0.0	0.065	63.133	686.167	11.167	
J871	SP46	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	600.0	0.216	675.0	650.0	650.0	-25.0	3.214	66.347	682.953	32.953	
J87	J872	0	2		0.0082	0.025	32/10HDPE	494.0	0.283	675.0	652.5	652.5	-22.5	3.230	66.298	683.002	30.502	
J872	SP48	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	53.0	0.216	652.5	650.0	650.0	-2.5	0.284	66.582	682.718	32.718	
J872	SP49	1	1	R (19)	3.0	0.0041	0.020	25/10HDPE	105.0	0.216	652.5	640.0	640.0	-12.5	0.562	96.860	652.440	12.440
						0.0536	0.065	75/9PVC	10.0	0.269	712.0	712.0	0.0	0.016	27.287	722.013	10.013	
J86	J863	0	13		0.0041	0.020	25/10HDPE	126.0	0.216	712.0	705.0	705.0	-7.0	0.675	27.962	721.338	16.338	
J863	J88	0	12		0.0494	0.065	75/9PVC	850.0	0.248	712.0	701.0	701.0	-11.0	1.137	28.424	720.876	19.876	
J88	SP51	1	1		0.0041	0.020	25/10HDPE	379.0	0.216	701.0	685.0	685.0	-16.0	2.030	30.454	718.846	33.846	
J88	SP52	1	11		0.0453	0.065	75/9PVC	50.0	0.228	701.0	701.0	701.0	0.0	0.057	28.481	720.819	19.819	
SP52	J90	0	10		0.0412	0.057	63/9PVC	444.0	0.349	701.0	685.0	685.0	-16.0	1.452	29.933	719.367	34.367	

1 Tap Flow (Q) = 0.00412 m3/min

Ngvazini Community Supply Water Pipe Line

Pipe Line From To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) m3/min	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	Ground Level To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
J90 SP53	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	420.0	0.216	685.0	690.0	5.0	2.249	32.182	717.118	27.118
J90 J91	0	9	0.0371	0.057	63/9PVC	42.0	0.314	685.0	686.0	1.0	0.111	30.044	719.256	33.256
J91 J92	0	6	0.0247	0.045	50/9PVC	210.0	0.329	686.0	685.0	-1.0	0.838	30.882	718.418	33.418
J92 SP54	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	6.0	0.216	685.0	685.0	0.0	0.032	30.914	718.386	33.386
J92 J94	0	5	0.0206	0.045	50/9PVC	494.0	0.275	685.0	685.0	0.0	1.377	32.259	717.041	32.041
J94 SP57	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	473.0	0.216	685.0	665.0	-20.0	2.533	69.792	679.508	14.508
J94 J96	0	4	0.0165	0.032	40/10HDP	252.0	0.344	685.0	675.0	-10.0	1.693	68.952	680.348	5.348
J96 SP67	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	158.0	0.216	675.0	670.0	-5.0	0.846	69.798	679.502	9.502
J96 J98	0	3	0.0124	0.032	40/10HDP	620.0	0.258	675.0	660.0	-15.0	2.342	71.294	678.006	18.006
J98 SP59	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	6.0	0.216	660.0	660.0	0.0	0.032	71.326	677.974	17.974
J98 SP60	1	2	0.0082	0.025	32/10HDP	210.0	0.283	660.0	657.5	-2.5	1.373	72.667	676.633	19.133
SP60 SP62	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	1060.0	0.216	657.5	650.0	-7.5	5.677	78.344	670.956	20.956
J91 J99	0	3	0.0124	0.032	40/10HDP	872.0	0.258	686.0	680.0	-6.0	3.295	33.339	715.961	35.961
J99 J992	0	3	0.0124	0.032	40/10HDP	193.0	0.258	680.0	675.0	-5.0	0.729	34.068	715.232	40.232
J992 SP64	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	210.0	0.216	675.0	687.5	12.5	1.125	35.193	714.107	26.607
J992 SP65	1	2	0.0082	0.025	32/10HDP	630.0	0.283	675.0	663.0	-12.0	4.119	78.187	671.113	8.113
SP65 SP66	1	1	0.0041	0.020	25/10HDP	315.0	0.216	663.0	652.5	-10.5	1.687	79.874	669.426	16.926

(2). BEKHINKOSI COMMUNITY給水管

①水量 (Flow Required Design Flow)

Daily Average	Qd, ave, = 83.8 m3/d
Daily Maximum	Qd, max, = 108.9 m3/d
Hourly Maximum	Qh, max, = 8.2 m3/hr
Yield Water Capacity of Borehole	Qd, max, = 108.9 m3/d = 1.3 ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qh, max, = 8.2 m3/hr = 136.7 ℓ /min

②配水池から各水栓までの給水管(From the Reservoir to the each Taps)

1) Pipe Diameter $D = 146 \sqrt{Q/V}$ $V = 0.6 \text{ m/sec}$ 以下

2) Head Loss of pipeline $\Delta H = f_l \times L/D \times V^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss of pipeline (m)

f_l ; $0.02 + 0.0005/D$

L ; Pipe Length (m)

D ; Pipe Diameter (m)

V ; Velocity (m/sec)

$= Q / (60 \times 3.14/4 \times D^2)$

Pipe Dia, (ID)	150	125	100	80	65	50	40	32	25	20
$(60 \times 3.14/4 \times D^2)$	1.060	0.736	0.571	0.301	0.199	0.118	0.075	0.048	0.029	0.019

3)水栓数(Tap Q, ty) 32 pcs

4)Per 1 Tap Flow(q)

$q = (Q) / (\text{Tap Q, ty}) = 0.1367 \text{ m3/min} \div 32 \text{ pcs} = 0.00427 \text{ m3/min}$

Bhekinkosi Community Supply Water Pipe Line

I Tap Flow (Q) = 0.00427 m³/min

Pipe Line From	To	pc	Tap pcs	Reducing Tank No.	kg/cm ²	Flow(Q) (m ³ /min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
RES	J1	0	9			0.0384	0.057	63/9PVC	105.0	0.325	701.5	695.0	-6.5	0.298	0.298	701.202	6.202
J1	J2	0	3			0.0128	0.032	40/10HDP	315.0	0.267	695.0	690.0	-5.0	1.275	1.573	699.927	9.927
J2	SP5	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	42.0	0.226	690.0	690.0	0.0	0.246	1.819	699.681	9.681
J2	J4	0	2			0.0085	0.032	40/10HDP	1072.0	0.177	690.0	675.0	-15.0	1.906	3.479	698.021	23.021
J4	SP2	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	158.0	0.226	675.0	672.5	-2.5	0.926	4.405	697.095	24.595
J4	SP1	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	420.0	0.226	675.0	680.0	5.0	2.463	5.942	695.558	15.558
J1	J5	0	6			0.0256	0.045	50/9PVC	10.0	0.341	695.0	695.0	0.0	0.043	0.341	701.159	6.159
J5	J6	0	3			0.0128	0.032	40/10HDP	366.0	0.267	695.0	670.0	-25.0	1.481	1.822	699.678	29.678
J6	SP12	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	137.0	0.226	670.0	667.0	-3.0	0.803	2.625	698.875	31.875
J6	SP13	1	2	R (1)	5.0	0.0085	0.025	32/10HDP	709.0	0.293	670.0	632.5	-37.5	4.969	56.791	644.709	12.209
SP13	SP14	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	536.0	0.226	632.5	607.5	-25.0	3.143	59.934	641.566	34.066
J5	SP6	1	3			0.0128	0.032	40/10HDP	368.0	0.267	695.0	684.0	-11.0	1.489	1.830	699.670	15.670
SP6	SP8	1	2			0.0085	0.032	40/10HDP	683.0	0.177	684.0	682.5	-1.5	1.215	3.045	698.455	15.955
SP8	SP10	1	1	R (2)	4.0	0.0043	0.020	25/10HDP	788.0	0.226	682.5	645.0	-37.5	4.620	47.665	653.835	8.835
RES	SP15	1	23			0.0982	0.080	90/9PVC	158.0	0.326	701.5	675.0	-26.5	0.282	0.282	701.218	26.218
SP15	J9	0	22	R (3)	3.5	0.0939	0.080	90/9PVC	709.0	0.312	675.0	656.0	-19.0	1.158	36.440	665.060	9.060
J9	SP17	1	1	R (4)	3.5	0.0043	0.020	25/10HDP	524.0	0.226	656.0	620.0	-36.0	3.072	74.512	626.988	6.988
J9	SP18	1	21			0.0897	0.080	90/9PVC	262.0	0.298	656.0	647.5	-8.5	0.390	36.830	664.670	17.170
SP18	J10	0	20			0.0854	0.080	90/9PVC	116.0	0.284	647.5	643.0	-4.5	0.157	36.987	664.513	21.513
J10	SP20	1	2	R (5)	4.0	0.0085	0.025	32/10HDP	773.0	0.293	643.0	605.0	-38.0	5.417	82.404	619.096	14.096
SP20	SP21	1	1			0.0043	0.020	25/10HDP	462.0	0.226	605.0	592.0	-13.0	2.709	85.113	616.387	24.387
J10	J11	0	18			0.0769	0.065	75/9PVC	105.0	0.386	643.0	642.5	-0.5	0.340	37.327	664.173	21.673

Bhekinkosi Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00427 m³/min

Pipe Line From To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m ³ /min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water H. (m)	Total H. (m)
J11 SP22	1		0.0043	0.020	25/10HDP	147.0	0.226	642.5	630.0	-12.5	0.862	38.189	663.311	33.311
J11 J12	0	17	0.0726	0.065	75/9PVC	347.0	0.365	642.5	630.0	-12.5	1.005	38.332	663.168	33.168
J12 SP24	1	3	0.0128	0.032	40/10HDP	315.0	0.267	630.0	632.5	2.5	1.275	39.607	661.893	29.393
SP24 SP26	1	2	0.0085	0.025	32/10HDP	945.0	0.293	632.5	577.5	-55.0	6.623	96.230	605.270	27.770
SP26 SP28	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	928.0	0.226	577.5	500.0	-77.5	5.441	186.671	514.829	14.829
J12 SP23	1	14	0.0598	0.065	75/9PVC	168.0	0.301	630.0	620.0	-10.0	0.331	73.663	627.837	7.837
SP23 J13	0	13	0.0555	0.065	75/9PVC	473.0	0.279	620.0	597.5	-22.5	0.801	74.464	627.036	29.536
J13 SP47	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	683.0	0.226	597.5	562.5	-35.0	4.005	128.469	573.031	10.531
J13 SP29	1	12	0.0512	0.065	75/9PVC	105.0	0.257	597.5	592.5	-5.0	0.151	74.615	626.885	34.385
SP29 SP32	1	11	0.0470	0.065	75/9PVC	1166.0	0.236	592.5	580.0	-12.5	1.412	111.027	590.473	10.473
SP32 SP34	1	10	0.0427	0.057	63/9PVC	536.0	0.362	580.0	577.5	-2.5	1.886	112.913	588.587	11.087
SP34 J15	0	9	0.0384	0.057	63/9PVC	237.0	0.325	577.5	566.0	-11.5	0.672	113.585	587.915	21.915
J15 SP35	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	105.0	0.226	566.0	555.0	-11.0	0.616	114.201	587.299	32.299
J15 J16	0	8	0.0342	0.057	63/9PVC	168.0	0.290	566.0	565.0	-1.0	0.379	113.964	587.536	22.536
J16 SP37	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	557.0	0.226	565.0	535.0	-30.0	3.266	157.230	544.270	9.270
J16 SP38	1	7	0.0299	0.057	63/9PVC	410.0	0.253	565.0	564.0	-1.0	0.705	114.669	586.831	22.831
SP38 SP40	1	6	0.0256	0.045	50/9PVC	767.0	0.341	564.0	555.0	-9.0	3.286	117.955	583.545	28.545
SP40 J17	0	5	0.0214	0.045	50/9PVC	184.0	0.285	555.0	532.5	-22.5	0.551	158.506	542.994	10.494
J17 SP41	1	3	0.0128	0.032	40/10HDP	389.0	0.267	532.5	525.0	-7.5	1.574	160.080	541.420	16.420
SP41 J19	0	2	0.0085	0.025	32/10HDP	63.0	0.293	525.0	525.0	0.0	0.442	160.522	540.978	15.978
J19 SP42	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	525.0	0.226	525.0	495.0	-30.0	3.078	198.600	502.900	7.900
J19 SP46	1	1	0.0043	0.020	25/10HDP	525.0	0.226	525.0	525.0	0.0	3.078	163.600	537.900	12.900
J17 J18	0	2	0.0085	0.025	32/10HDP	168.0	0.293	532.5	530.0	-2.5	1.177	159.683	541.817	11.817

Bhekinkosi Community Supply Water Pipe Line

Pipe Line		Tap	Reducing Tank	Flow(Q)	Dia.	Material	Length	Velocity	Ground Level	To (m)	Actual H.	Loss H.	Acc. Loss	Water H.	Total H.	
From	To	pc	No.	m3/min	(m)		(m)	(m/s)	From (m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
J18	SP44	1	R (15)	0.0043	0.020	25/10HDP	441.0	0.226	530.0	492.5	-37.5	2.586	202.269	499.231	6.731	
J18	SP45	1		0.0043	0.020	25/10HDP	263.0	0.226	530.0	525.0	-5.0	1.542	161.225	540.275	15.275	
							32									19,433.0

(3) MSUMPE COMMUNITY給水管

①水量 (Flow RequiredDesign Flow)

Daily Average	Qd, ave, = 55.4 m ³ /d
Daily Maximum	Qd, max, = 72.0 m ³ /d
Hourly Maximum	Qh, max, = 5.4 m ³ /hr
Yield Water Capacity of Borehole	Qd, max, = 72.0 m ³ /d = 0.83ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qh, max, = 5.4 m ³ /hr = 90.0 ℓ /min

Distribution of 2-Line(Flow Rate = Tap Ratio

A-Line (Tap= 4 pcs)	Qd, max, = 0.09m ³ /minx 4/32 = 0.01125m ³ /min
B-Line (Tap=28 pcs)	Qd, max, = 0.09m ³ /minx28/32 = 0.07875m ³ /min

②各配水池から各水栓までの給水管

(From A-Line Reservoir to the each Tap 4 pcs)

(From B-Line Reservoir to the each Tap28 pcs)

1) Pipe Diameter $D = 146 \sqrt{Q/V}$

2) Head Loss of pipeline $\Delta H = f1 \times L/D \times V^2 /2g$

ΔH ; Head Loss of pipeline (m)

$f1 = 0.02 + 0.0005/D$

L ; Pipe Length (m)

D ; Pipe Diameter (m)

V ; Velocity (m/sec)

$= Q/(60 \times 3.14/4 \times D^2)$

Pipe Dia. (ID)	150	125	100	80	65	50	40	32	25	20
$(60 \times 3.14/4 \times D^2)$	1.060	0.736	0.571	0.301	0.199	0.118	0.075	0.048	0.029	0.019

3)水栓数 (Tap Q, ty) = (A-Line) 4 pcs +(B-Line) 28 pcs= 32 pcs

4) Per 1 Tap Flow (q)

$q = 0.09m^3/min \div 32 \text{ pcs} = 0.0028 \text{ m}^3/min$

Msumpe Community Supply Water Pipe Line

I Tap Flow (Q) = 0.00281 m3/min

Pipe Line From	To	pc	Tap pcs	Reducing Tank No.	kg/cm2	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)
RES	SP51	1	4	R (1)	10.0	0.0112	0.032	40/10HDP	1313.0	0.233	750.0	630.0	-120.0	4.046	104.046	645.954	15.954
				(2)										100.000			
SP51	SP53	1	3			0.0084	0.025	32/10HDP	730.0	0.290	630.0	630.0	0.0	6.430	51.447	640.942	10.942
														45.000			
SP53	SP55	1	2			0.0056	0.020	25/10HDP	736.0	0.295	630.0	592.5	-37.5	7.353	116.411	633.589	41.089
SP55	SP57	1	1	R (3)	4.0	0.0028	0.020	25/10HDP	872.0	0.147	592.5	575.0	-17.5	2.163	158.574	591.426	16.426
														40.000			
RES	J1	0	28			0.0787	0.065	75/9PVC	5.0	0.395	632.5	632.0	-0.5	0.017	0.017	632.483	0.483
J1	J2	0	10	R (4)	4.5	0.0281	0.040	50/12PVC	1103.0	0.375	632.0	517.5	-114.5	6.430	51.447	581.053	63.553
														45.000			
J2	SP7	1	1			0.0028	0.020	25/12HDP	263.0	0.147	517.5	518.0	0.5	0.652	52.099	580.401	62.401
J2	SP6	1	9			0.0253	0.040	50/12PVC	42.0	0.337	517.5	520.0	2.5	0.198	51.645	580.855	60.855
SP6	J5	0	8			0.0225	0.040	50/12PVC	473.0	0.300	520.0	542.5	22.5	1.765	53.410	579.090	36.590
J3	SP4	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	158.0	0.147	542.5	560.0	17.5	0.392	53.802	578.698	18.698
J3	J4	0	3			0.0084	0.025	32/10HDP	368.0	0.290	542.5	547.5	5.0	2.526	55.936	576.564	29.064
J4	SP17	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	189.0	0.147	547.5	527.5	-20.0	0.469	56.405	576.095	48.595
J4	J5	0	2			0.0056	0.020	25/10HDP	21.0	0.295	547.5	547.5	0.0	0.210	56.146	576.354	28.854
J5	SP3	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	132.0	0.147	547.5	565.5	18.0	0.327	56.473	576.027	10.527
J5	SP1	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	368.0	0.147	547.5	547.5	0.0	0.913	57.059	575.441	27.941
J6	J6	0	4			0.0112	0.032	40/10HDP	357.0	0.233	542.5	549.0	6.5	1.100	54.510	577.990	28.990
J6	SP8	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	158.0	0.147	549.0	565.0	16.0	0.392	54.902	577.598	12.598
J6	J7	0	3			0.0084	0.025	32/10HDP	1024.0	0.290	549.0	527.5	-21.5	7.030	61.540	570.960	43.460
J7	SP10	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	132.0	0.147	527.5	545.0	17.5	0.327	61.867	570.633	25.633
J7	J8	0	2			0.0056	0.025	32/10HDP	552.0	0.193	527.5	529.0	1.5	1.678	63.218	569.282	40.282
J8	SP12	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	210.0	0.147	529.0	555.0	26.0	0.521	63.739	568.761	13.761
J8	SP13	1	1			0.0028	0.020	25/10HDP	105.0	0.147	529.0	526.0	-3.0	0.260	63.478	569.022	43.022

! Tap Flow (Q) = 0.00281 m3/min

Msumpe Community Supply Water Pipe Line

Pipe Line From	To	Tap pc	Reducing Tank No.	Flow(Q) m3/min	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)
J1	J9	0	R (5)	0.0506	0.065	75/12PVC	630.0	0.254	632.0	560.0	-72.0	0.884 40.000	40.901	591.599	31.599
J9	SP20	1		0.0028	0.020	25/10HDP	137.0	0.147	560.0	572.0	12.0	0.340	41.241	591.259	19.259
J9	JP19	0		0.0478	0.065	75/9PVC	221.0	0.240	560.0	557.5	-2.5	0.277	41.178	591.322	33.822
JP19	J10	0		0.0478	0.065	75/12PVC	242.0	0.240	557.5	532.5	-25.0	0.303	41.481	591.019	58.519
J10	SP28	1	R (6)	0.0028	0.020	25/12HDP	189.0	0.147	532.5	517.5	-15.0	0.469 60.000	101.950	530.550	13.050
J10	JP15	0		0.0281	0.040	50/12PVC	237.0	0.375	532.5	537.5	5.0	1.382	42.863	589.637	52.137
JP15	SP16	1		0.0281	0.040	50/9PVC	200.0	0.375	537.5	560.0	22.5	1.166	44.029	588.471	28.471
SP16	J11	0		0.0253	0.040	50/9PVC	105.0	0.337	560.0	570.0	10.0	0.494	44.523	587.977	17.977
J11	SP14	1	R (7)	0.0028	0.020	25/10HDP	420.0	0.147	570.0	535.0	-35.0	1.042 40.000	85.565	546.935	11.935
J11	J12	0		0.0225	0.040	50/9PVC	263.0	0.300	570.0	544.0	-26.0	0.981	45.504	586.996	42.996
J12	SP20	1	R (8)	0.0028	0.020	25/10HDP	137.0	0.147	544.0	535.0	-9.0	0.340 45.000	90.844	541.656	6.656
J12	J13	0	R (9)	0.0197	0.040	50/9PVC	200.0	0.263	544.0	527.5	-16.5	0.573 50.000	96.077	536.423	8.923
J13	SP35	1		0.0028	0.020	25/10HDP	631.0	0.147	527.5	500.0	-27.5	1.565	97.642	534.858	34.858
J13	SP37	1		0.0169	0.032	40/10HDP	357.0	0.352	527.5	508.0	-19.5	2.511	98.588	533.912	25.912
SP37	J14	0	R (10)	0.0141	0.032	40/10HDP	515.0	0.294	508.0	495.0	-13.0	2.527 30.000	131.115	501.385	6.385
J14	SP38	1		0.0056	0.020	25/10HDP	5.0	0.295	495.0	495.0	0.0	0.050	131.165	501.335	6.335
SP38	SP39	1		0.0028	0.020	25/10HDP	599.0	0.147	495.0	482.5	-12.5	1.486	132.651	499.849	17.349
J14	SP41	1		0.0084	0.025	32/10HDP	305.0	0.290	495.0	487.5	-7.5	2.094	133.209	499.291	11.791
SP41	J15	0		0.0056	0.020	25/10HDP	263.0	0.295	487.5	488.0	0.5	2.627	135.836	496.664	8.664
J15	SP42	1		0.0028	0.020	25/10HDP	158.0	0.147	488.0	482.5	-5.5	0.392	136.228	496.272	13.772
J15	SP43	1		0.0028	0.020	25/10HDP	473.0	0.147	488.0	470.0	-18.0	1.173	137.009	495.491	25.491
J10	SP22	1		0.0169	0.032	40/12HDP	242.0	0.352	532.5	530.0	-2.5	1.702	43.183	589.317	59.317
SP22	J16	0		0.0141	0.032	40/12HDP	189.0	0.294	530.0	515.0	-15.0	0.927	44.110	588.390	73.390

Msumpe Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00281 m3/min

Pipe Line From To	Tap pc	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	Ground Level To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)
J16 SP23	1	1	0.0028	0.020	32/12HDP	158.0	0.147	515.0	522.0	7.0	0.392	44.502	587.998	65.998
J16 SP25	1	4	0.0112	0.032	40/10HDP	295.0	0.233	530.0	540.0	10.0	0.909	45.019	587.481	47.481
SP25 J17	0	3	0.0084	0.025	32/10HDP	84.0	0.290	540.0	540.0	0.0	0.577	45.596	586.904	46.904
J17 SP27	1	1	0.0028	0.020	25/10HDP	368.0	0.147	535.0	517.5	-17.5	0.913	46.509	585.991	68.491
J17 J18	0	2	0.0056	0.025	32/10HDP	1176.0	0.193	550.0	560.0	10.0	3.576	49.172	583.328	23.328
J18 SP45	1	1	0.0028	0.020	25/10HDP	52.0	0.147	560.0	565.0	5.0	0.129	49.301	583.199	18.199
J18 SP46	1	1	0.0028	0.020	25/10HDP	604.0	0.147	560.0	567.5	7.5	1.498	50.670	581.830	14.330

32

18766.0

(4) SOMNTONGO COMMUNITY 給水管

①水量 (Flow Required.....Design Flow)

Daily Average	Qd, ave. = 174.3 m ³ /d
Daily Maximum	Qd, max. = 226.5 m ³ /d
Hourly Maximum	Qh, max. = 17.0 m ³ /hr
Yield Water Capacity of Borehole	Qd, max. = 226.5 m ³ /d = 2.6 ℓ /sec
Supply Water Capacity	Qh, max. = 17.0 m ³ /hr = 283.3 ℓ /min

Distribution of 2-Line (Flow Rate = Tap Ratio)

	A-Line Tap(10pcs)	B-Line Tap(30pcs)	Total Tap(40pcs)
Daily Average (Qd, ave.)	44.3 m ³ /d	130.0 m ³ /d	174.3 m ³ /d
Daily Maximum (Qd, max.)	57.8 m ³ /d	168.9 m ³ /d	225.6 m ³ /d
Hourly Maximum(Qh, max.)	4.32m ³ /hr	12.68m ³ /hr	17.0 m ³ /hr
Yield Water Cap, (Qd, max)	57.8 m ³ /d	168.9 m ³ /d	225.6 m ³ /d
of Transmission Pump	0.66 ℓ /sec	1.94ℓ /sec	2.6ℓ /sec
Supply Water Cap, (Qh, max)	4.32m ³ /hr = 0.072m ³ /min	12.68m ³ /hr 0.212m ³ /min	17.0 m ³ /hr 0.284m ³ /min

②配水池から各水栓までの給水管 (From each Reservoir to the each Tap)

1) Pipe Diameter $D = 146 \sqrt{Q/V}$

2) Head Loss of pipeline $\Delta H = f_1 \times L/D \times V^2 / 2g$

ΔH ; Head Loss of pipeline (m)

$f_1 = 0.02 + 0.0005/D$

L ; Pipe Length (m)

D ; Pipe Diameter (m)

V ; Velocity (m/sec)

$= Q / (60 \times 3.14 / 4 \times D^2)$

Pipe Dia, (ID)	150	125	100	80	65	50	40	32	25	20
$(60 \times 3.14 / 4 \times D^2)$	1.060	0.736	0.571	0.301	0.199	0.118	0.075	0.048	0.029	0.019

3) 水栓数 (Tap Q, ty) (A-Line) 10 pcs (B-Line) 30 pcs (Total) 40 pcs

4) Per 1 Tap Flow(q) $q = 0.2833\text{m}^3/\text{min} \div 40 \text{ pcs} = 0.00708 \text{ m}^3/\text{min}$

A-Line $q = 0.00708\text{m}^3/\text{min} \times 10 \text{ pcs} = 0.0708 \text{ m}^3/\text{min}$

B-Line $q = 0.00708\text{m}^3/\text{min} \times 30 \text{ pcs} = 0.2124 \text{ m}^3/\text{min}$

Somontongo Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00708 m3/min

Pipe Line From	To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) kg/cm2	Flow(Q) (m3/min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)	
RES	J1	0	30	R (1)	3.0	0.2124	0.100	110/12PVC	525.0	0.451	465.0	393.0	-72.0	1.362	31.362	433.638	40.638
														30.000			
J1	SP1	1	2			0.0142	0.032	40/10HDP	205.0	0.296	393.0	395.0	2.0	1.019	32.381	432.619	37.619
SP1	SP3	1	1	R (2)	6.0	0.0071	0.020	25/10HDP	971.0	0.374	395.0	343.0	-52.0	15.592	107.973	357.027	14.027
				(3)										60.000			
J1	SP4	1	28			0.1982	0.100	110/12PVC	357.0	0.421	393.0	363.0	-30.0	0.807	32.169	432.831	69.831
SP4	J2	0	27			0.1912	0.100	110/12PVC	11.0	0.406	363.0	363.0	0.0	0.023	32.192	432.808	69.808
J2	SP6	1	1			0.0071	0.020	25/10HDP	1155.0	0.374	363.0	365.0	2.0	18.546	50.738	414.262	49.262
J2	J3	0	26			0.1841	0.100	110/12PVC	394.0	0.391	363.0	368.0	5.0	0.768	32.960	432.040	64.040
J3	SP8	1	1	R (4)	8.5	0.0071	0.020	25/10HDP	1418.0	0.374	368.0	307.0	-61.0	22.769	140.729	324.271	17.271
				(5)										85.000			
J3	SP9	1	25			0.1770	0.100	110/12PVC	132.0	0.376	368.0	360.0	-8.0	0.238	33.198	431.802	71.802
SP9	SP11	1	24			0.1699	0.100	110/12PVC	1156.0	0.361	360.0	357.0	-3.0	1.922	35.120	429.880	72.880
SP11	SP12	1	23			0.1628	0.100	110/12PVC	578.0	0.346	357.0	377.0	20.0	0.883	36.003	428.997	51.997
SP12	J4	0	22			0.1558	0.100	110/12PVC	126.0	0.331	377.0	378.0	1.0	0.176	36.179	428.821	50.821
J4	SP14	1	3	R (6)	5.0	0.0212	0.040	50/9PVC	1035.0	0.283	378.0	349.0	-29.0	3.436	89.615	375.385	26.385
														50.000			
SP14	J5	0	2			0.0142	0.032	40/10HDP	588.0	0.296	349.0	338.0	-11.0	2.924	92.539	372.461	34.461
J5	SP16	1	1			0.0071	0.020	25/10HDP	394.0	0.374	338.0	337.0	-1.0	6.327	98.866	366.134	29.134
J5	SP17	1	1			0.0071	0.020	25/10HDP	179.0	0.374	338.0	325.0	-13.0	2.874	95.413	369.587	44.587
J4	J6	0	19			0.1345	0.100	110/9PVC	121.0	0.286	378.0	387.0	9.0	0.126	36.305	428.695	41.695
J6	SP18	1	1			0.0071	0.020	25/10HDP	1365.0	0.374	387.0	367.0	-20.0	21.918	58.223	406.777	39.777
J6	SP20	1	18			0.1274	0.100	110/9PVC	752.0	0.270	387.0	410.0	23.0	0.699	37.004	427.996	17.996
SP20	J7	0	17			0.1204	0.100	110/9PVC	11.0	0.256	410.0	420.0	10.0	0.009	37.013	427.987	7.987
J7	SP21	1	3	R (8)	3.0	0.0212	0.040	50/9PVC	814.0	0.283	420.0	383.0	-37.0	2.702	69.715	395.285	12.285
														30.000			
SP21	SP22	1	2	R (9)	5.0	0.0142	0.032	40/10HDP	1313.0	0.296	383.0	328.0	-55.0	6.530	126.245	338.755	10.755
														50.000			

Somtongo Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00708 m³/min

Pipe Line From	To	Tap pcs	Reducing Tank No.	kg/cm ²	Flow(Q) (m ³ /min)	Dia. (m)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)
SP22	SP24	1	R (10)	2.0	0.0071	0.020	25/10HDP	1051.0	0.374	328.0	295.0	-33.0	16.876 20.000	163.121	301.879	6.879
J7	SP25	1	R (11)	2.0	0.0991	0.080	90/9PVC	431.0	0.329	420.0	380.0	-40.0	0.782 20.000	57.795	407.205	27.205
SP25	J8	0			0.0920	0.080	90/9PVC	394.0	0.306	380.0	373.0	-7.0	0.619	58.414	406.586	33.586
J8	SP27	1	R (12)	4.0	0.0212	0.040	50/9PVC	1219.0	0.283	373.0	343.0	-30.0	4.047 40.000	102.461	362.539	19.539
SP27	SP28	1			0.0142	0.032	40/10HDP	552.0	0.296	343.0	348.0	5.0	2.745	105.206	359.794	11.794
SP28	SP30	1			0.0071	0.020	25/10HDP	857.0	0.374	348.0	327.0	-21.0	13.761	118.967	346.033	19.033
J8	J9	0			0.0708	0.065	75/9PVC	589.0	0.356	373.0	365.0	-8.0	1.623	60.037	404.963	39.963
J9	SP32	1			0.0071	0.025	32/10HDP	473.0	0.245	365.0	383.0	18.0	2.318	62.355	402.645	19.645
J9	J10	0			0.0637	0.065	75/9PVC	294.0	0.320	365.0	393.0	28.0	0.655	60.692	404.308	11.308
J10	SP33	1			0.0142	0.032	40/10HDP	90.0	0.296	393.0	393.0	0.0	0.448	61.140	403.860	10.860
SP33	SP34	1	R (13) (14)	7.0	0.0071	0.020	25/10HDP	1838.0	0.374	393.0	298.0	-95.0	29.513 70.000	160.653	304.347	6.347
J10	SP35	1			0.0496	0.065	75/9PVC	473.0	0.249	393.0	385.0	-8.0	0.638	61.330	403.670	18.670
SP35	J11	0	R (15)	2.0	0.0425	0.050	63/9PVC	1277.0	0.360	385.0	363.0	-22.0	5.066 20.000	86.396	378.604	15.604
J11	SP37	1			0.0071	0.020	25/10HDP	48.0	0.374	363.0	364.0	1.0	0.771	87.167	377.833	13.833
J11	J12	0			0.0354	0.050	63/9PVC	604.0	0.300	363.0	343.0	-20.0	1.664	88.060	376.940	33.940
J12	SP38	1			0.0071	0.025	32/10HDP	751.0	0.245	343.0	357.0	14.0	3.680	91.740	373.260	16.260
J12	SP39	1	R (16)	4.0	0.0071	0.020	25/10HDP	184.0	0.374	343.0	320.0	-23.0	2.955 40.000	131.015	333.985	13.985
J12	J13	0			0.0212	0.040	50/9PVC	688.0	0.283	343.0	359.0	16.0	2.284	90.344	374.636	15.636
J13	SP41	1			0.0071	0.020	25/10HDP	79.0	0.374	359.0	345.0	-14.0	1.269	91.613	373.387	28.387
J13	J14	0			0.0142	0.032	40/10HDP	405.0	0.296	359.0	355.0	-4.0	2.014	92.358	372.642	17.642
J14	SP42	1			0.0071	0.020	25/10HDP	58.0	0.374	355.0	340.0	-15.0	0.931	93.289	371.711	31.711
J14	J15	0	R (17)	3.0	0.0071	0.020	25/10HDP	368.0	0.374	355.0	324.0	-31.0	5.909 30.000	128.267	336.733	12.733
J15	SP44	1			0.0071	0.020	25/10HDP	594.0	0.374	324.0	303.0	-21.0	9.538	137.805	327.195	24.195

Sornantongo Community Supply Water Pipe Line

1 Tap Flow (Q) = 0.00708 m³/min

Pipe Line From	To	Tap pcs	Reducing Tank No.	Flow(Q) (m ³ /min)	Dia. (cm)	Material	Length (m)	Velocity (m/s)	Ground Level From (m)	To (m)	Actual H. (m)	Loss. H. (m)	Acc. Loss (m)	Water Level (m)	Total H. (m)
RES2	J16	0	10	0.0708	0.080	90/9PVC	521.0	0.235	326.0	320.0	-6.0	0.483	0.483	325.517	5.517
J16	SP46	1	1	0.0071	0.020	25/10HDP	132.0	0.374	320.0	306.0	-14.0	2.120	2.603	323.397	17.397
J16	J17	0	9	0.0637	0.065	75/9PVC	289.0	0.320	320.0	308.0	-12.0	0.643	1.126	324.874	16.874
J17	SP47	1	1	0.0071	0.020	25/10HDP	163.0	0.374	308.0	305.0	-3.0	2.617	3.743	322.257	17.257
J17	SP49	1	8	0.0566	0.065	75/9PVC	426.0	0.284	308.0	281.0	-27.0	0.747	19.873	306.127	25.127
SP49	J18	0	7	0.0496	0.065	75/9PVC	163.0	0.249	281.0	275.0	-6.0	0.220	20.093	305.907	30.907
J18	J19	0	3	0.0212	0.040	50/9PVC	305.0	0.283	275.0	275.0	0.0	1.013	21.106	304.894	29.894
J19	SP50	1	2	0.0142	0.032	40/10HDP	121.0	0.296	275.0	275.0	0.0	0.602	21.708	304.292	29.292
SP50	SP52	1	1	0.0071	0.020	25/10HDP	746.0	0.374	275.0	258.0	-17.0	11.979	33.687	292.313	34.313
J19	SP53	1	1	0.0071	0.020	25/10HDP	195.0	0.374	275.0	271.0	-4.0	3.131	24.237	301.763	30.763
J18	J21	0	4	0.0283	0.040	50/9PVC	1140.0	0.377	275.0	257.0	-18.0	6.717	26.810	299.190	42.190
J21	SP55	1	1	0.0071	0.025	32/10HDP	893.0	0.245	257.0	284.0	27.0	4.376	31.186	294.814	10.814
J21	SP56	1	3	0.0212	0.040	50/9PVC	1418.0	0.283	257.0	265.0	8.0	4.708	31.518	294.482	29.482
SP56	J22	0	2	0.0142	0.032	40/10HDP	48.0	0.296	265.0	266.0	1.0	0.239	31.757	294.243	28.243
J22	SP57	1	1	0.0071	0.025	32/10HDP	1024.0	0.245	266.0	275.0	9.0	5.018	36.775	289.225	14.225
J22	SP59	1	1	0.0071	0.032	40/10HDP	1707.0	0.148	266.0	286.0	20.0	2.122	33.879	292.121	6.121

2. 施設容量計算(Calculation of Equipment Capacity)

2. 1. 各水槽の容量計算(Calculation of Capacity for each Tank)

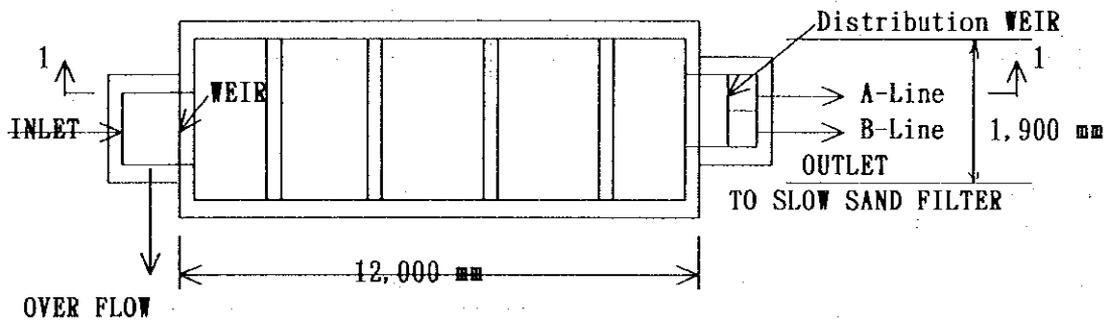
Community Name	NGWAZINI	BEKHINKOSI	MSUMPE		SOMNTONGO	
Intake	Grand Water (Well)	Grand Water (Well)	Surface Water (River)		Grand Water (Well)	
水量Q(d. ave.)	152.0 m ³ /d	83.8 m ³ /d	55.4 m ³ /d		174.3 m ³ /d	
Q(d. max.)	197.6 m ³ /d	108.9 m ³ /d	72.0 m ³ /d		226.5 m ³ /d	
Q(h. max.)	14.8 m ³ /h	8.2 m ³ /h	5.4 m ³ /h		17.0 m ³ /h	
Raw Water Tank 原水槽	—	—	—		Q(d. max.)x15min =2.4m ³ > 5.0m ³ 1.7m Φ x2.3mH=(5.2m ³) R	
roughing Filter 粗ろ過施設	—	—	Retention Time Q(d. max.)x7hr =21.0 m ³ 1.9mWx12.0mLx1.0mH		—	
分配(Distribution)			Tap Ratio(4;28)		Tap Ratio(10;30)	
Q(d. max.)(m ³ /d)	—	—	9.0 m ³ /d	63.0 m ³ /d	56.6 m ³ /d	169.9 m ³ /d
Q(h. max.)(m ³ /h)	—	—	0.675m ³ /h	4.725m ³ /h	4.25 m ³ /h	12.75 m ³ /h
Q(h. max.)(m ³ /min)	—	—	0.011m ³ /min	0.079m ³ /min	0.071m ³ /min	0.213m ³ /min
Slow Sand Filter LV=4m/d 緩速ろ過池	—	—	Q(d. max) S=9.0/4.0 =2.25m ² =1.9mΦ	LV=4.0m/d S=63.0/4.0 =15.75m ² =4.5mΦ	—	—
池数			2池	2池		
Reservoir 配水池	197.6m ³ /d x 1.5day =296.4m ³	108.9m ³ /d x 1.5day =163.35m ³	9.0m ³ /d x 1.5day =13.5m ³	63.0m ³ /d x 1.0day =63.0m ³	56.6m ³ /d x 1.5day =84.9m ³	169.9m ³ /d x 1.5day =254.85m ³
(必要容量)	=300.0m ³	=170.0m ³	=20.0m ³	=70.0m ³	=90.0m ³	=265.0m ³
型式(Type)	RC □Type	RC □Type	○Type	○Type	○Type	RC □Type
寸法(Dimension)	5.75x11.75 x2.3x2	4.3x8.85 x2.3x2	3.8mΦ x2.0-(0.3 x0.3x2.3)	6.4mΦ x2.3-(0.3 x0.3x2.3)	7.15mΦ x2.3-(0.3x x0.3x2.3)	5.4x11.05 x2.3x2
実容量	=310.4m ³	=175.0m ³	=22.4m ³	=73.7m ³	=92.1m ³	=274.4m ³

2. 2. 淨水施設容量計算

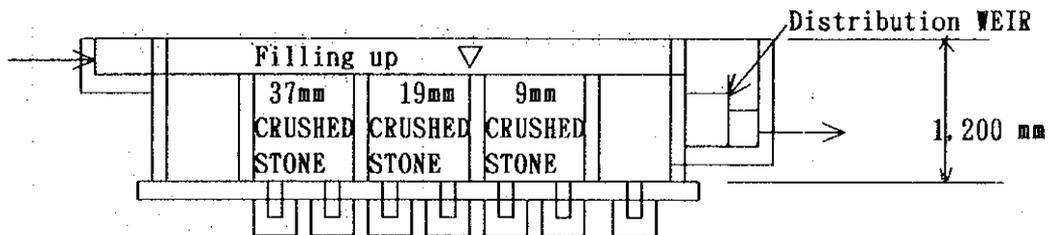
MSUMPE COMMUNITY

(1) Roughing Filter

$$\begin{aligned} \text{Flow (Qd, max.)} &= 72.0 \text{ m}^3/\text{day} = 3.0 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.05 \text{ m}^3/\text{min} = 0.83 \text{ } \ell / \text{sec} \\ \text{Retention Time} &= \text{Q(d, max.)} \times 7 \text{ Hour} \\ &= 3.0 \text{ m}^3/\text{hr} \times 7 \text{ hr} = 21.0 \text{ m}^3 \\ &= (12.0 \text{ mL} \times 1.9 \text{ mW} \times 1.0 \text{ mH}) / (0.83 \text{ } \ell / \text{sec} \times 1/1000 \times 3600) \\ &= \text{approx, } 7.0 \text{ hr} \end{aligned}$$



HORIZONTAL ROUGHING FILTER FOR 0.83 ℓ /sec OVER FLOW



SECTION 1-1

(2) Slow Sand Filter

	A-Line	B-Line
Flow Q(d, max)	9.0 m ³ /d	63.0 m ³ /d
Filter Speed	LV=4.0 m/d	LV=4.0 m/d
Filter Area	S = 9.0 m ³ /d ÷ 4.0 m/d = 2.25 m ²	S = 63.0 m ³ /d ÷ 4.0 m/d = 15.75 m ²
Dimension	S = 1.9 m Φ = (1.9) ² / 4 x 3.14 = 2.83 m ²	S = 4.5 m Φ = (4.5) ² / 4 x 3.14 = 15.89 m ²
Q, ty	= 2 (1 stund-by)	= 2 (1 stund-by)

(3) Reservoir

	A-Line	B-Line
Flow Q(d, max,)	9.0 m ³ /d	63.0 m ³ /d
Retention Time	Q(d, max,) x 1.0d x α	Q(d, max) x 1.0d
Safty Ratio;	α = 1.5	
Require Volume	= 9.0 m ³ /d x 1.0d x 1.5 = 13.5 m ³ = 20.0 m ³	= 63.0 m ³ /d x 1.0d = 63.0 m ³ = 70.0 m ³
Dimension	= 3.8 m Φ x 2.0 mh	= 6.4 m Φ x 2.3 mh
Volume	= (3.8) ² / 4 x 3.14 x 2.0 = 22.67 m ³	= ((6.4) ² / 4 x 3.14 x 2.3) - (0.3 x 0.3 x 2.3) = 73.9 m ³ - 0.21 m ³ = 73.69 m ³
Q, ty	= 1	= 1

2. 3. ポンプ動力計算

(1). 井戸ポンプ及び送水ポンプ軸動力計算

ポンプ運転に必要な軸動力は、次式であらわされる。

$$P = P_w / \eta_P = (0.163 \times \gamma \times Q \times H) / \eta_P \quad (1)$$

ここに	P ; ポンプ軸動力	(KW)
	P _w ; 水動力	
	γ ; 取扱い液比重	1.0
	Q ; ポンプ吐出量	(m ³ /min)
	H ; ポンプ全揚程	(m)
	η _P ; ポンプ効率	(%)

① 井戸Pump

(NGVAZINI COMMUNITY Well Pump)

$$Q(d, \max.) = 197.6 \text{ m}^3/\text{d} \div 20 \text{ hr/d} = 9.88 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.165 \text{ m}^3/\text{min} \longrightarrow 0.165 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$H = 100 \text{ m} \quad \eta_P = 60\%$$

$$P = (0.163 \times 1.0 \times 0.165 \times 100) / 0.60 = 4.483 \text{ KW}$$

(BEKHINKOSI COMMUNITY Well Pump)

$$Q(d, \max.) = 108.9 \text{ m}^3/\text{d} \div 20 \text{ hr/d} = 5.445 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.091 \text{ m}^3/\text{min} \longrightarrow 0.165 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$H = 100 \text{ m} \quad \eta_P = 60\%$$

$$P = (0.163 \times 1.0 \times 0.165 \times 100) / 0.60 = 4.483 \text{ KW}$$

(SOMNTONGO COMMUNITY Well Pump)

$$Q(d, \max.) = 226.5 \text{ m}^3/\text{d} \div 20 \text{ hr/d} = 11.33 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.189 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$H = 30 \text{ m} \quad \eta_P = 50\%$$

$$P = (0.163 \times 1.0 \times 0.189 \times 30) / 0.50 = 1.848 \text{ KW}$$

② SOMNTONGO COMMUNITY送水ポンプ軸動力計算

$$Q(d, \max.) = 226.5 \text{ m}^3/\text{d} \div 20 \text{ hr} = 11.33 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.189 \text{ m}^3/\text{min}$$

Separated 2-Line (Tap Ratio=A-Line 10 Taps; B-Line 30 Taps)

$$\text{A-Line } Q=0.0473 \text{ m}^3/\text{min} \longrightarrow 0.05 \text{ m}^3/\text{min} \quad H=110.0 \text{ m} \quad \eta_P=45\%$$

$$P = (0.163 \times 1.0 \times 0.05 \times 110.0) / 0.45 = 1.993 \text{ KW}$$

$$\text{B-Line } Q=0.142 \text{ m}^3/\text{min} \quad H=245.0 \text{ m} \quad \eta_P=50\%$$

$$P = (0.163 \times 1.0 \times 0.142 \times 245.0) / 0.50 = 11.342 \text{ KW}$$

(2). モーター出力計算

ポンプモーターの出力は、下記の式で安全率を見込んで決定される。

$$R = \{ P \times (1 + \alpha) \} / \eta t \quad (2)$$

ここで R ; 電動機出力 KW
P ; ポンプ軸動力 KW
α ; 安全率 0.15
η t ; 伝導効率 直結=1.0

(NGWAZINI COMMUNITY Well Pump)

P=4.483 kw

$$R = \{ 4.483 \times (1 + 0.15) \} / 1 = 5.155 \text{ KW} \longrightarrow 5.5 \text{ KW}$$

(BEKHINKOSI COMMUNITY Well Pump)

P=4.483 KW

$$R = \{ 4.483 \times (1 + 0.15) \} / 1 = 5.155 \text{ KW} \longrightarrow 5.5 \text{ KW}$$

(SOMNTONGO COMMUNITY Well Pump)

P=1.848 KW

$$R = \{ 1.848 \times (1 + 0.15) \} / 1 = 2.125 \text{ KW} \longrightarrow 3.7 \text{ KW}$$

(SOMNTONGO COMMUNITY Transmission Pump)

A-Line P=1.993 KW

$$R = \{ 1.993 \times (1 + 0.15) \} / 1 = 2.292 \text{ KW} \longrightarrow 3.7 \text{ KW}$$

B-Line P = 11.342 KW

$$R = \{ 11.342 \times (1 + 0.15) \} / 1 = 13.043 \text{ KW} \longrightarrow 15.0 \text{ KW}$$

3. 送水管のウォーターハンマー計算書

(Water Hammer Analysis for Water Transmission Pipeline)

A). NGWAZINI COMMUNITY

From Well Pump Check Valve to the Reservoir

(1) ポンプデータ(Well Pump Data)

Power of Motor 5.5 KW
 Cycle 50 HZ
 Actual Head (Ha) 52.2 m
 Head Loss 4.093 m
 Total Head (Ht) 56.293 m
 Flow Q(d, max) 0.165 m³/min (=197.0m³/d ÷ 20hr = 0.165m³/min)
 η P 0.6
 rpm 2,900 rpm
 Pump set 1 set

(2) 送水管データ(Transmission Pipeline Data)

Pipe Length (100mm) 790 m (From Well side check valve to Reservoir)

PVC Pipe(110/12PVC) t=6.3mm

(50mm) 45 m (Discharge Pipe of well Pump)

Carbon Steel Pipe(SGP) t=3.8mm

(3) 各係数

k ; 水の体積弾性率 kg/mm²

E ; 管材料の縦弾性係数 kg/mm²

t ; 管の肉厚 mm

g ; 重力の加速度 9.8 m/ sec²

k/E 値; ビニール管 0.69

(4) 計算式

GD ²	= 0.05 x モーター出力(kw) x 極数	kg-m ²
慣性係数 k	$k = (1.79 \times 10^6 \times Ht \times Q) / (60 \times \eta \times P \times GD^2 \times N^2 \times \pi)$	
損失百分率 R (%)	$R = (Ht - Ha) / Ht \times 100$	
圧力伝播速度 a (m/s)	$a = (1420) / \sqrt{1 + (k/EX D/t)}$	
管内流速 V (m/s)	$V = Q / (60 \times 3.14 / 4 \times D^2)$	
管路定数 2 ρ	$2 \rho = (a \times V) / (g \times Ht)$	
サージ係数 S	$S = k \times (2L/a)$	

計算 (Calculation)

$$\begin{aligned}GD^2 &= 0.05 \times 5.5 \times 2 \text{ pole} = 0.55 \text{ kg-m}^2 \\ \text{慣性係数} \quad k &= (1.79 \times 10^6 \times 56.3 \times 0.165) / (60 \times 0.6 \times 0.55^2 \times 2900^2 \times 1) \\ &= 0.182 \\ \text{損失百分率} \quad R &= (56.293 - 52.2) / (56.293 \times 100) = 7.27\% \\ \text{圧力伝播速度} \quad a &= (1420) / \sqrt{1 + (0.69 \times 100 / 6.3)} \\ &= 411 \\ \text{管内流速} \quad V &= 0.165 / (60 \times 3.14 / 4 \times 0.1)^2 \\ &= 0.350 \text{ m/sec} \\ \text{管内定数} \quad 2\rho &= (411 \times 0.350) / (9.8 \times 56.3) = 0.26 \\ \text{サージ係数} \quad S &= 0.182 \times (2 \times 790 / 411) = 0.7\end{aligned}$$

従って、Parmakian の水撃作用計算図より次の値を知る。

$$\begin{aligned}\text{次ページ(a) 図より 井戸元直後の圧力降下} & -50\% \times 56.3 \text{ m} = -28.2 \text{ m} \\ \text{(b) 図より 管路中央での圧力降下} & -30\% \times 56.3 \text{ m} = -16.9 \text{ m} \\ \text{(c) 図より 井戸元直後の圧力上昇} & +10\% \times 56.3 \text{ m} = +5.6 \text{ m} \\ \text{(d) 図より 管路中央での圧力上昇} & +7\% \times 56.3 \text{ m} = +3.9 \text{ m}\end{aligned}$$

上記の計算はチャッキ弁がなく配管中の水が逆流する場合のものです。

$$\text{井戸元直後の最低圧力} = 52.2 \text{ m} - 28.2 \text{ m} = 24.0 \text{ m}$$

$$\text{井戸元直後の最高圧力} = 52.2 \text{ m} + 5.6 \text{ m} = 57.8 \text{ m}$$

チャッキ弁がある場合………圧力降下分だけ圧力が上昇する。

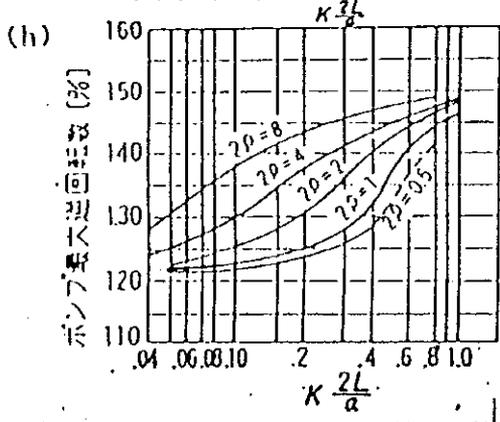
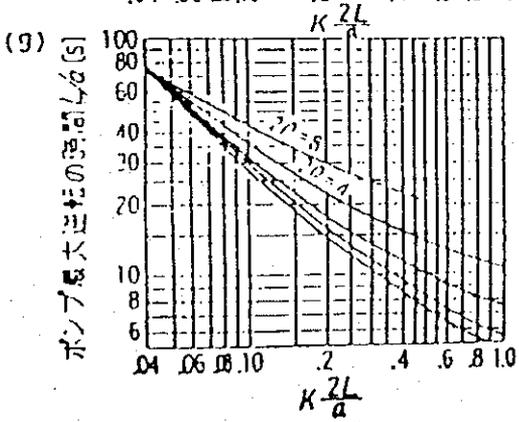
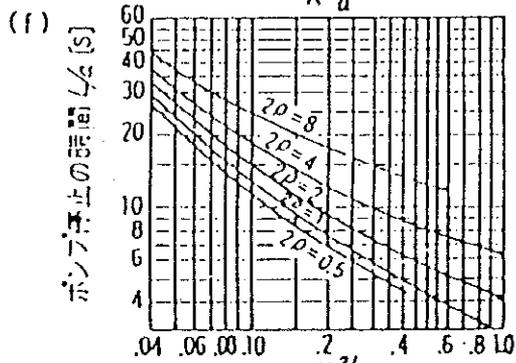
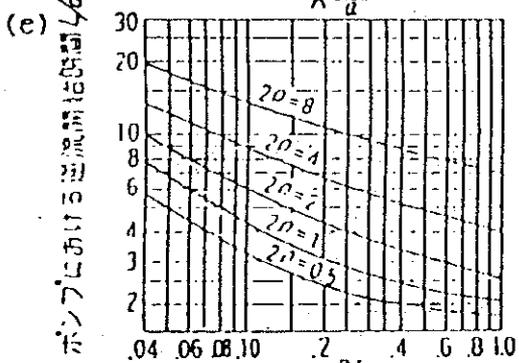
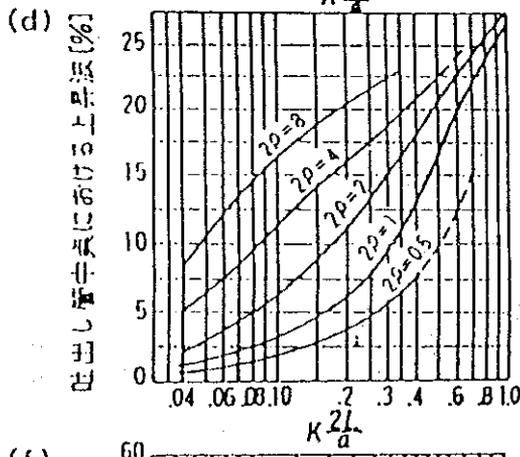
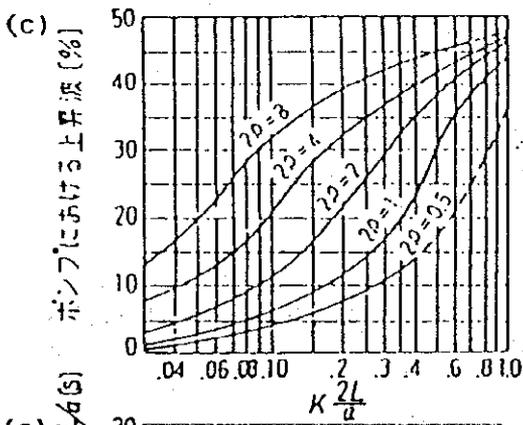
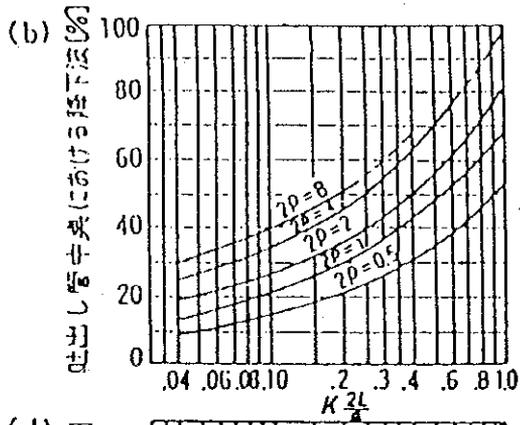
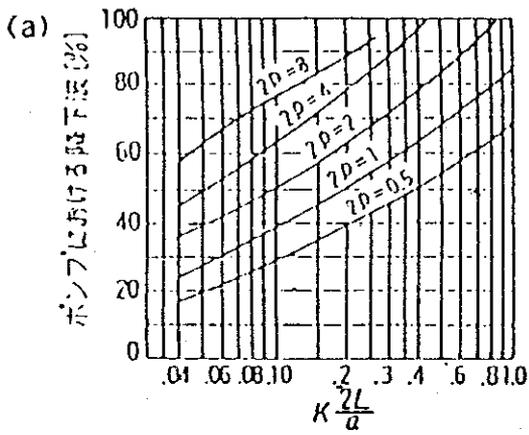
$$\text{井戸元直後の最低圧力} = 52.2 \text{ m} - 28.2 \text{ m} = 24.0 \text{ m}$$

$$\text{井戸元直後の最高圧力} = 52.2 \text{ m} + 28.2 \text{ m} = 80.4 \text{ m}$$

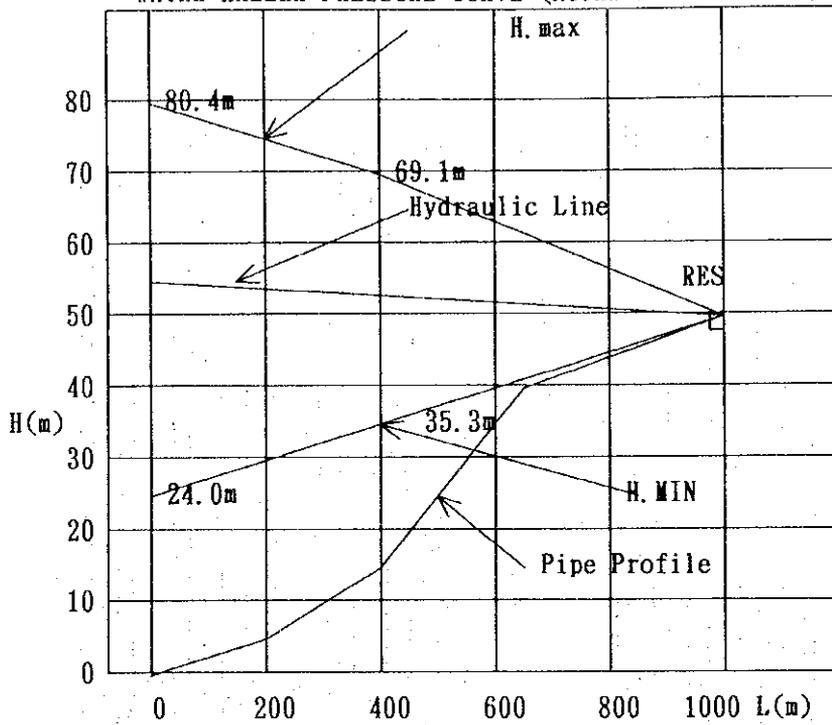
$$\text{管路中央での最低圧力} = 52.2 \text{ m} - 16.9 \text{ m} = 35.3 \text{ m}$$

$$\text{管路中央での最高圧力} = 52.2 \text{ m} + 16.9 \text{ m} = 69.1 \text{ m}$$

Parmakianの水撃作用計算図



WATER HAMMER PRESSURE CURVE (NGWAZINI COMMUNITY)



検討結果

- (1) 管路は、最高圧力に耐えるか。………最高圧力が約8.0kg/cm²程度に付き塩化ビニール(110/12PVC管を使用する。但し、コントロールハウス内はGPを使用する。
- (2) チャッキ弁は、水撃防止用チャッキ弁を使用する。

B) . BEKHINKOSI COMMUNITY

From Well Pump Check Valve to the Reservoir.

(1)井戸ポンプデータ(Well Pump Data)

Power of motor	5.5	KW
Cycle	50	HZ
Actual Head (Ha)	31.5	m
Head Loss	6.807	m
Total Head (Ht)	39.452	m
Flow Q(max)	0.165	m ³ /min(83.8m ³ /d ÷ 20hr=0.091m ³ /min)
ηP	0.6	(=NGWAZINI Well Pump \geq 0.165m ³ /min)
rpm	2,900	rpm
Pump set	1	set

(2)送水管データ(Transmission Pipeline Data)

Pipe Length	1,140	m
Pipe Diameter	80	mm 90/12PVC Pipe t=5.1mm

(3)計算(Calculation)

$$GD^2 = 0.05 \times 5.5 \times 2\text{pole} = 0.55 \text{ kg-m}^2$$

$$\text{慣性係数 } k = (1.79 \times 10^6 \times 39.5 \times 0.165) / (60 \times 0.6 \times 0.55^2 \times 2900^2 \times 1) = 0.127$$

$$\text{損失百分率 } R = (39.452 - 31.5) / 39.452 \times 100 = 20.2\%$$

$$\text{圧力伝播速度 } a = (1420) / \sqrt{1 + (0.69 \times 80 / 5.1)} = 413$$

$$\text{管内流速 } V = 0.165 / (60 \times 3.14 / 4 \times 0.08^2) = 0.548 \text{ m/sec}$$

$$\text{管路定数 } 2 \rho = (413 \times 0.548) / (9.8 \times 39.5) = 0.58$$

$$\text{サージ係数 } S = 0.127 \times (2 \times 1,140 / 413) = 0.7$$

従って、Permakan の水撃作用計算図より次の値を知る。

- (a) 図より 井戸元直後の圧力降下 $-60\% \times 39.5 = -23.7 \text{ m}$
 (b) 図より 管路中央での圧力降下 $-40\% \times 39.5 = -15.8 \text{ m}$

- (c) 図より 井戸元直後での圧力上昇 $+25\% \times 39.5 = +9.9 \text{ m}$
 (d) 図より 管路中央での圧力上昇 $+15\% \times 39.5 = +5.9 \text{ m}$

上記の計算はチャッキ弁がなく配管中の水が逆流する場合のものです。

井戸元直後の最低圧力 = $31.5 - 23.7 = 7.8 \text{ m}$

井戸元直後の最高圧力 = $31.5 + 9.9 = 41.4 \text{ m}$

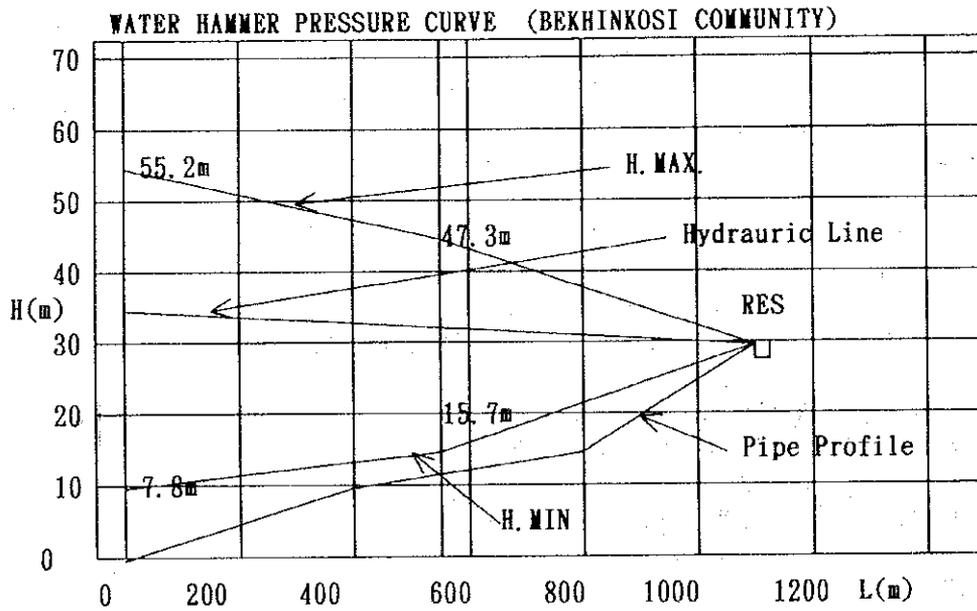
チャッキ弁がある場合………圧力降下分だけ圧力が上昇する。

井戸元直後の最低圧力 = $31.5 - 23.7 = 7.8 \text{ m}$

井戸元直後の最高圧力 = $31.5 + 23.7 = 55.2 \text{ m}$

管路中央での最低圧力 = $31.5 - 15.8 = 15.7 \text{ m}$

管路中央での最高圧力 = $31.5 + 15.8 = 47.3 \text{ m}$



検討結果

- (1) 最大圧力は、 6.0 kg/cm^2 以下のため塩化ビニール管(90/12PVC)を使用する。
- (2) チャッキ弁は水撃防止用のチャッキ弁を使用する。

C). SOMNTONGO COMMUNITY(B-Line)

(1)B-Line(265m³ Reservoir) Transmission Pump Data

Power of motor	15.0	KW
Cycle	50	HZ
Actual Head (Ha)	237.5	m
Head Loss	1.565	m
Total Head (Ht)	239.065	m
Flow Q(d. max)	0.142	m ³ /min η P;50%
rpm	2.900	rpm
Pump set	2	set(1 set Stand-by)

(2) B-Line Transmission Pipeline Data

Pipe total Length	4,270	m (From Transmissin Pump to Reservoir)
Diameter of Pipe	125	mm STPG38 sch-80 t=9.5 mm

(3) 各係数

k ; 水の体積弾性率	kg/mm ²
E ; 管材料の従弾性係数	kg/mm ²
t ; 管の肉厚	9.5 mm
g ; 重力加速度	9.8 m/sec ²
k/E値; 鋼管	0.01

(4) 計算式

GD ²	GD ² = 0.05x15.0 x 2 極 = 1.5 kg-m ²
	(GD ² = 回転部分のフライホイール効果)
慣性係数 k	$k = (1.79 \times 10^6 \times Ht Q_0) / (60 \times \eta P \times GD^2 \times N^2 \times n)$
損失百分率 R (%)	$R = (Ht - Ha) / Ht \times 100$
圧力伝播速度 a (m/sec)	$a = (1420) / (\sqrt{1 + k/E \times D/t})$
管内流速 V (m/sec)	$V_0 = Q_0 / (60 \times 3.14 / 4 \times D_2)$
管路定数 2 ρ	$2 \rho = (a \times V) / (g \times Ht)$
サージ係数 S	$S = k \times (2L/a)$

(計算結果)

慣性係数 $k = (1.79 \times 10^6 \times 239.0 \times 0.142) / (60 \times 0.50 \times 1.5^2 \times 2900^2 \times 1)$
= 0.106

損失百分率 $R = (239.0 - 237.5) / (239.0 \times 100)$
= 0.63%

圧力伝播速度 $a = 1420 / \sqrt{1 + 0.01 \times 125 / 9.5}$
= 1.335 m/sec

管内流速 $V = 0.142 / (60 \times 3.14 / 4 \times 0.125^2)$
= 0.192 m/sec

管路定数 $2\rho = (1.335 \times 0.192) / (9.8 \times 239.0)$
= 0.11

サージ係数 $S = 0.106 \times (2 \times 4,270 / 1,335)$
= 0.678

①弁が急閉した場合の圧力の上昇 Δh m

$$\Delta h = (a V) / g \quad \text{但し, } (T \leq 2L/a \dots\dots = 2 \times 4270 / 1335 = 6.4 \text{ sec})$$

a : 圧力波の伝播速度 m/sec

V ; 管内流速 (弁が閉まる直前の逆流速度) = 1.1 m/s

T ; 弁の閉鎖時間 s

L ; 管の全長 m

$$\Delta h = (1,335 \times 1.1) / 9.8 = 149.8 \text{ m}$$

②弁が緩閉した場合の圧力の上昇 Δh m

$$\Delta h = 1/2 \times n(n + \sqrt{n^2 + 4}) \times Ht$$

$n = LV/gTHt$ 但し ($T \geq 2L/a \dots\dots = 2 \times 4270 / 1335 = 6.4 \text{ sec}$)

Ht ; 弁から水槽までの高さ = 全揚程 243m

V ; 弁が閉まる直前の流速 $V = 1.3 \text{ m/s}$ $T = 5 \text{ sec}$

$$n = 4,270 \times 0.192 / 9.8 \times 5 \times 239.0 = 0.07$$

$$\Delta h = 1/2 \times 0.07 (0.07 + \sqrt{(0.07)^2 + 4}) \times 239.0 = 16.74 \text{ m}$$

③ Parmakianの水撃作用計算図による圧力上昇の計算

圧力波の一往復時間 $\mu = 2L/a$ (sec)

管路定数 $2\rho = aV/gHt = (1335 \times 0.192)/9.8 \times 239.0 = 0.11$
(急閉鎖の場合の圧力上昇比)

回転部分の慣性効果係数 k

$$k = (187.5 M_o) / (GD^2 N_o) \text{ sec}^{-1}$$

ここに $M_o =$ 規定運転時のトルク kg-m

$P_o =$ 規定運転時の軸動力 kw

$GD^2 =$ 回転部分のフライホイール効果 kg-m^2

$N_o =$ 回転数 $2,900\text{rpm}$

$$P_o = 0.163 \times (0.142 \times 239.0) / 0.50 = 10.99 \text{ KW}$$

$$M_o = 972 \times 10.99 / 2,900 = 3.68 \text{ kg-m}$$

$$L = 4,270 \text{ m} \quad a = 1,335 \text{ m/s} \quad V = 0.192 \text{ m/s}$$

$$GD^2 = 1.5 \text{ kg-m}^2$$

$$\mu = (2 \times 4,270) / 1,335 = 6.3 \text{ sec}$$

$$2\rho = (1,335 \times 0.192) / (9.8 \times 239.0) = 0.11$$

$$k = (187.5 \times 3.68) / (1.5^2 \times 2,900) = 0.106 \text{ sec}^{-1}$$

$$S = k(2L/a) = 0.106 \times (2 \times 4,270) / 1,335 = 0.678$$

従って、Parmakianの水撃作用計算図より次の値を知る。

次ページ(a) 図より	ポンプ直後の圧力降下	$-50\% \times 239.0 = -119.5 \text{ m}$
(b) 図より	管路中央での圧力降下	$-30\% \times 239.0 = -71.7 \text{ m}$
(c) 図より	ポンプ直後の圧力上昇	$+15\% \times 239.0 = +35.9 \text{ m}$
(d) 図より	管路中央での圧力上昇	$+10\% \times 239.0 = +23.9 \text{ m}$
(e) 図より	逆流開始までの時間	$1 \times L/a = 1 \times 4270 / 1335 = 3.2 \text{ sec}$
(f) 図より	ポンプ停止までの時間	$2 \times L/a = 2 \times 4270 / 1335 = 6.4 \text{ sec}$
(g) 図より	ポンプ最大逆転までの時間	$4 \times L/a = 4 \times 4270 / 1335 = 12.8 \text{ sec}$
(h) 図より	ポンプ最大逆転回転数	$130\% \times N = 1.3 \times 2900 = 3,770 \text{ rpm}$

上記の計算は、ポンプ直後に逆止弁がなく配管中の水が逆流する場合のものです。

ポンプ直後の最低圧力=237.5-119.5=118.0m, 管路中央の最低圧力=237.5-71.7=165.8m

ポンプ直後の最高圧力=237.5+35.9=273.4m, 管路中央の最高圧力=237.5+23.9=261.4m

チャッキ弁がある場合……弁が逆流と同時に急閉鎖すると(従って、逆流は起こらない。) 降下圧力分だけ圧力が上昇する。

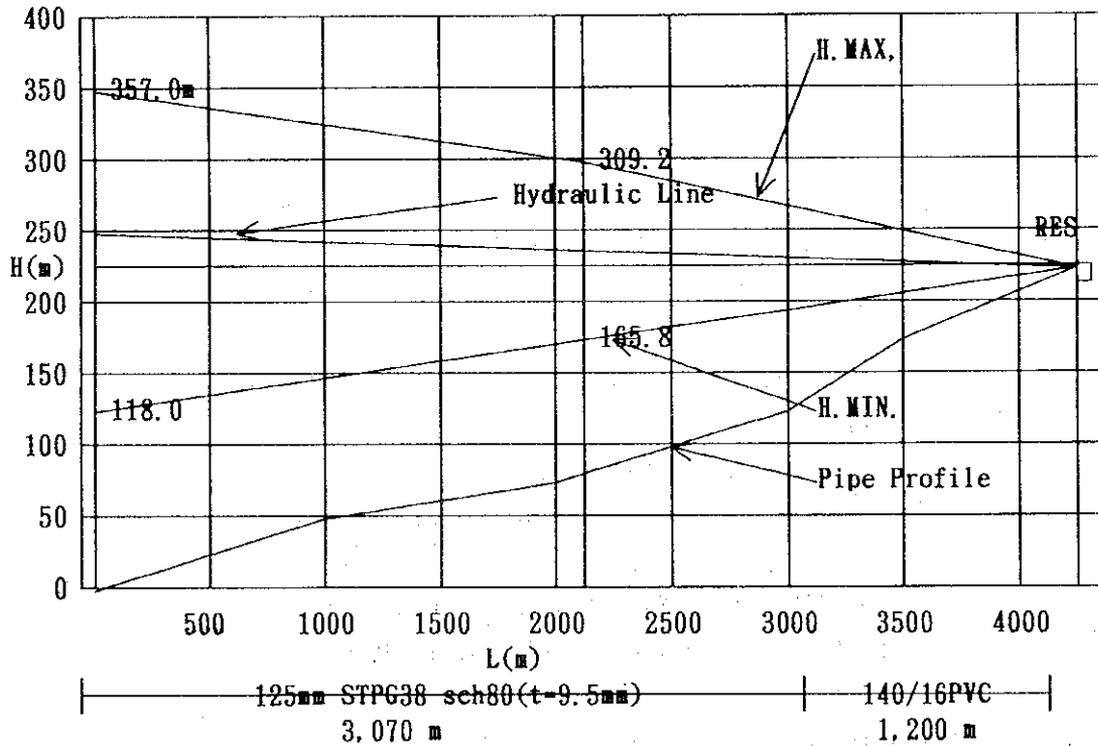
ポンプ直後の最低圧力 = $237.5 - 119.5 = 118.0 \text{ m}$

ポンプ直後の最高圧力 = $237.5 + 119.5 = 357.0 \text{ m}$

管路中央での最低圧力 = $237.5 - 71.7 = 165.8 \text{ m}$

管路中央での最高圧力 = $237.5 + 71.7 = 309.2 \text{ m}$

WATER HAMMER PRESSURE CURVE(SOMNTONGO COMMUNITY B-Line)



検討結果

- (1) 管路は、最高圧力に耐えられるか。
約 36.0 kg/cm^2 の最高圧力に耐えるために、ポンプより $3,070 \text{ m}$ 分は圧力配管用鋼管(STPG38-sch80)を使用し、残り分は塩化ビニール(140/16PVC)を使用する。
- (2) チャッキ弁は、水撃防止用のチャッキ弁を使用する。

D). SOMNTONGO COMMUNITY (A-Line)

(1) A-Line(90m³ Reservoir)Transmission Pump Data(*1 Case of used spare pump)

Power of motor	15.0	KW (*1)
Cycle	50	HZ
Actual Head (Ha)	98.5	m
Head Loss	3.716	m
Total Head (Ht)	102.216	m
Flow (Qmax)	0.142	m ³ /min (*1)Spare Pump Flow
ηP	0.5	
rpm	2,900	rpm
Pump set	1	set

(2) A-Line Transmission Pipeline Data

Pipe Length	1,200	m
Pipe Diameter	100	mm 110/12PVC t=6.3 mm

(3)Calculation

GD ²	= 0.05 x 15.0 x 2pole = 1.5 kg-m ²
慣性係数	k = (1.79 x 10 ⁶ x 102.2 x 0.142) / (60 x 0.5 x 1.5 ² x 2900 ² x 1) = 0.045
損失百分率	R = (102.216 - 98.5) / 102.216 x 100 = 3.64%
圧力伝播速度	a = (1420) / $\sqrt{1 + (0.69 \times 100 / 6.3)}$ = 402
管内流速	V = 0.142 / (60 x 3.14 / 4 x 0.1 ²) = 0.301 m/sec
管路定数	2ρ = (402 x 0.301) / (9.8 x 102.2) = 0.12
サージ係数	s = 0.045 x (2 x 3,200 / 402) = 0.72

従って、Parmakian の 水撃作用計算図より次の値を知る。

(a)図より	ポンプ直後の圧力降下	-50% x 102.2 = - 51.1 m
(b)図より	管路中央での圧力降下	-30% x 102.2 = - 30.7 m
(c)図より	ポンプ直後の圧力上昇	+15% x 102.2 = + 15.3 m
(d)図より	管路中央での圧力上昇	+10% x 102.2 = + 10.2 m

上記の計算は、チャッキ弁がなく配管中の水が逆流する場合のものです。

井戸元直後の最低圧力 = $98.5 - 51.1 = 47.4 \text{ m}$

井戸元直後の最高圧力 = $98.5 + 15.3 = 113.8 \text{ m}$

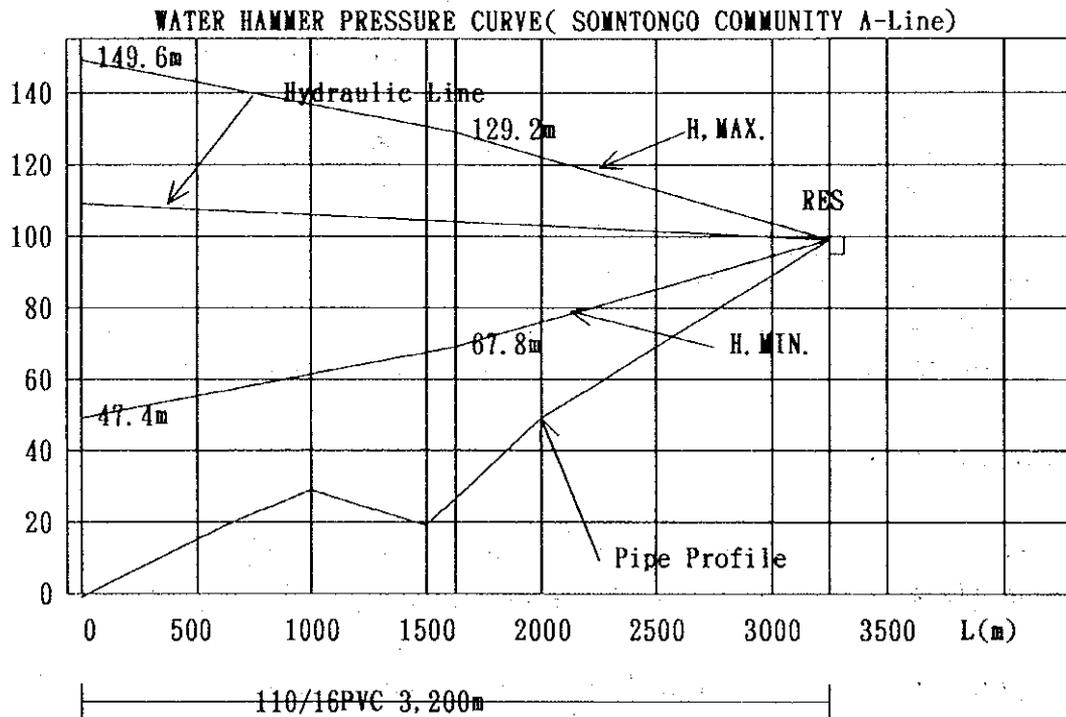
チャッキ弁がある場合………圧力降下分だけ圧力が上昇する。

井戸元直後の最低圧力 = $98.5 - 51.1 = 47.4 \text{ m}$

井戸元直後の最高圧力 = $98.5 + 51.1 = 149.6 \text{ m}$

管路中央での最低圧力 = $98.5 - 30.7 = 67.8 \text{ m}$

管路中央での最高圧力 = $98.5 + 30.7 = 129.2 \text{ m}$



検討結果

(1) 管路は、最高圧力に耐えられるか。

約 15.0kg/cm² の最高圧力に耐える為に、塩化ビニール管(110/16PVC)を使用する。但し、コントロール室内は、GPを使用する。

(2) チャッキ弁は、水撃防止用のチャッキ弁を使用する。

添付資料 6

資料収集リスト

資料収集リスト

1. 地図

- 1-1 Geographical Map (1:250,000)
- 1-2 Geological Map (1:250,000)
- 1-3 Hydrogeological Map (1:250,000)
- 1-4 Hydrogeological Map (Sheet 1-31) (1:50,000)
- 1-5 Topographical Map (Sheet 1-31) (1:50,000)
- 1-6 Borehole Location Map (1:250,000)
- 1-7 Reticulation Map (1:250,000)

2. 一般事情

- 2-1 Development Plan (1994/95-1996/97)
- 2-2 Meteorological Data (抜粋)
- 2-3 Report on the 1986 Swaziland Population Census (Vol.3,4)
- 2-4 Report on the Swaziland Population Projections (1986-2016)
- 2-5 National Income and Expenditure Survey 1985 (抜粋)
- 2-6 Report on the 1991 Demographic and Housing Survey (Vol.1)

3. 地方給水分野

- 3-1 A National Plan for Action (1994/95-1997/98)
- 3-2 Water Act (1967)
- 3-3 Guidelines for Drinking Water Quality in Swaziland (1984)
- 3-4 Guidelines and Procedures for Approval of Rural Water Supplies (1986)
- 3-5 RWSB Standard Design
- 3-6 Breakdown of Recurrent Budget and Expenditure of RWSB (1991/92-1993/94)
- 3-7 Inventory of RWSB Water Supply Facility (1975-1991)
- 3-8 Review on Progress towards "Sustainable Maintenance System for Rural Water Supplies in Swaziland" (1993)
- 3-9 Report from the Participatory Evaluation of the Government of Swaziland/UNDP, Rural Water Supply and Sanitation (1994)
- 3-10 Rural Water Supply (EU/LoméIII) Third Working Paper (1987)
- 3-11 Rural Water Supply (EU/LoméIII) Final Report (1987)
- 3-12 Rural Water Supply (EU/LoméIII) Report on Third Community Training Seminar (1991)

- 3-13 Financing Agreement between the European Economic Community and the Kingdom of Swaziland (1988)
- 3-14 Tender Documents for Rural Water Supply Scheme I (EU/1990) (抜粋)
- 3-15 Groundwater Resources of Swaziland (CIDA & Geology/1992)
- 3-16 Groundwater Resources Unit Annual Report (1993)
- 3-17 Development, South Africa & the European Union (1994)
- 3-18 H₂O Drilling 見積り
- 3-19 Swaziland Groundwater 見積り
- 3-20 GEOTECH 見積り
- 3-21 Afridev Handpump Specification

4. 保健衛生分野

- 4-1 Hygiene and Environmental Education and Implementation Project (UNICEF/1994)
- 4-2 Government of the Kingdom of Swaziland and UNICEF Programme of Cooperation 1996-2000 (Draft)
- 4-3 How to Build a Pit Latrine
- 4-4 Outpatient Annual Statistical Report 1992
- 4-5 Outpatient Monthly Summary 1994
- 4-6 Inpatient Information 1993

JICA