

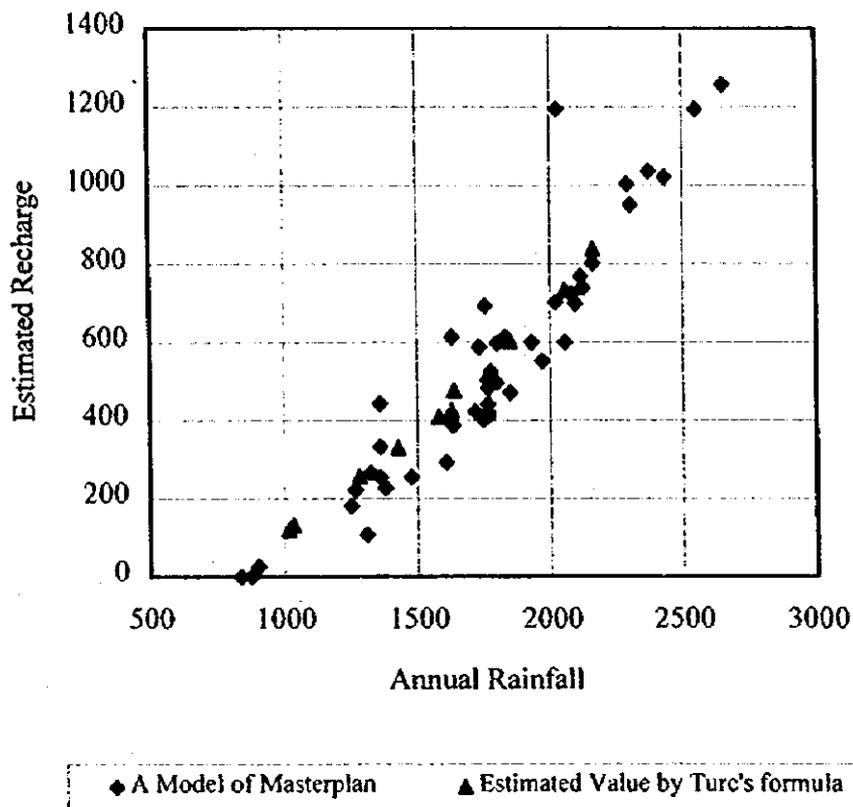
添付資料6 水源

マタキエウア水源井戸ポンプ吐出量および運転時間

Well No.	Pumping Rate (liters/sec)					Average	15-21/Jun/99	Apr-99	Mar-99	Feb-99	Jan-99	Working hours (monthly) : Operation ratio (%)				Mean		
	Jan-99	Feb-99	Mar-99	Apr-99	15-21/Jun/99							Apr-99	Mar-99	Feb-99	Jan-99		Apr-99	Mar-99
101	3.89	5.29	3.96	3.85	under repair	4.25				714.37	96.0%	474.37	70.6%	694.13	96.4%	646.77	88.4%	
102	3.09	4.02	4.24	3.67	2.78	3.76				716.31	96.3%	575.39	85.6%	699.26	97.1%	663.04	92.0%	
103	2.58	2.84	2.62	2.82	3.11	2.80				712.46	95.8%	570.21	84.9%	694.28	96.4%	670.32	92.9%	
104	waiting for a pump installation																	
105	2.78	2.62	2.68	2.61	2.31	2.60				715.51	96.2%	570.28	84.9%	694.11	96.4%	668.50	92.7%	
106	3.66	2.63	2.65	2.66	2.89	2.72				709.18	95.3%	576.19	85.7%	661.17	94.6%	656.95	91.1%	
107	2.94	2.75	2.98	3.42	3.34	3.09				695.50	93.5%	644.14	95.9%	670.14	93.1%	678.53	94.3%	
108	2.28	2.1	2.29	2.3	2.27	2.24				594.19	79.9%	647.51	96.4%	637.51	7.2%	482.83	67.3%	
109	3.48	3.58	3.45	3.12	3.44	3.41				687.01	92.3%	645.09	96.0%	670.26	93.1%	676.64	94.0%	
110	2.52	0.2	3.27	3.04	2.89	2.38				720.17	96.8%	647.42	96.3%	680.40	94.5%	576.77	80.6%	
111	2.45	2.41	2.46	2.37	4.84	2.91				622.59	83.7%	622.47	92.6%	670.39	93.1%	654.99	91.0%	
111E	no data										No data							
112	2.92	2.77	2.82	2.93	3.08	2.90				724.48	97.4%	647.26	96.3%	673.36	97.6%	649.21	88.8%	
113	4.68	4.46	4.65	4.60	4.46	4.57				713.38	95.9%	648.44	96.5%	672.38	93.4%	684.30	95.1%	
114	1.88	1.43	1.42	2.26	2.60	1.94				712.08	95.7%	641.35	95.4%	677.57	94.1%	623.02	86.8%	
115	2.74	2.77	2.95	2.90	2.48	2.77				671.12	90.2%	632.51	94.1%	666.43	92.6%	656.79	91.3%	
115E	3.46	3.44	3.31	1.38	3.74	3.07				701.53	94.3%	628.59	83.2%	702.30	97.5%	683.41	94.9%	
116	2.79	2.79	2.93	3.05	2.54	2.82				728.24	97.9%	646.29	96.2%	671.30	93.2%	687.51	95.5%	
117	3.18	2.90	3.01	1.42	under repair	2.63				716.25	98.3%	594.47	88.5%	133.38	18.5%	537.17	74.5%	
117E	2.85	3.16	3.05	3.10	no data	3.05				691.47	92.9%	615.31	91.6%	702.00	97.5%	666.70	92.5%	
118	2.81	2.77	2.85	2.73	1.52	2.54				688.16	92.5%	640.27	95.3%	668.19	92.8%	675.66	93.9%	
119	2.98	2.66	2.15	3.00	3.09	2.78				710.16	95.5%	638.27	95.0%	614.22	85.3%	648.75	90.2%	
120	2.67	2.56	1.09	1.22	1.87	1.88				704.35	94.7%	643.40	96.7%	665.59	92.4%	678.90	94.3%	
121	3.18	3.16	3.13	3.43	3.34	3.24				729.15	98.0%	634.59	94.4%	672.55	93.4%	673.68	93.6%	
122	2.76	3.08	2.94	3.35	3.42	3.11				720.54	96.8%	572.23	85.2%	676.27	93.9%	657.38	91.2%	
123	3.06	3.59	3.71	4.00	3.02	3.48				681.48	91.6%	567.30	84.4%	658.33	88.5%	644.80	89.5%	
124	2.44	2.25	2.28	2.28	2.24	2.29				672.00	90.3%	648.00	96.4%	720.00	100.0%	680.00	95.9%	
125	3.29	3.67	3.61	1.67	2.79	3.01				709.37	95.3%	567.33	84.4%	672.13	93.4%	661.57	90.4%	
127	2.96	3.21	3.09	2.81	2.30	2.87				672.17	90.3%	568.13	84.5%	644.42	89.5%	635.76	88.2%	
129	2.83	3.05	2.91	no data	2.89	2.92				634.30	85.3%	568.18	84.6%	532.21	73.9%	598.23	83.0%	
211	2.49	2.24	2.39	2.29	2.39	2.35				672.00	90.3%	624.00	92.9%	720.00	96.8%	684.00	95.0%	
212	2.77	2.76	1.82	no data	2.35	2.43				651.14	87.5%	630.35	93.6%	690.59	92.8%	661.12	91.9%	
213	no data										no data							
214	no data										no data							
Total	58.49	57.06	89.75	81.14	83.86	86.06				20790.54	93.1%	18327.34	90.3%	21495.97	87.6%	21104.84	89.6%	
Mean (m3/day)	2.95	2.90	2.90	2.80	2.80	2.89				665.02		610.91		624.30		639.54		

*by JICA

年間降水量と涵養量との関係

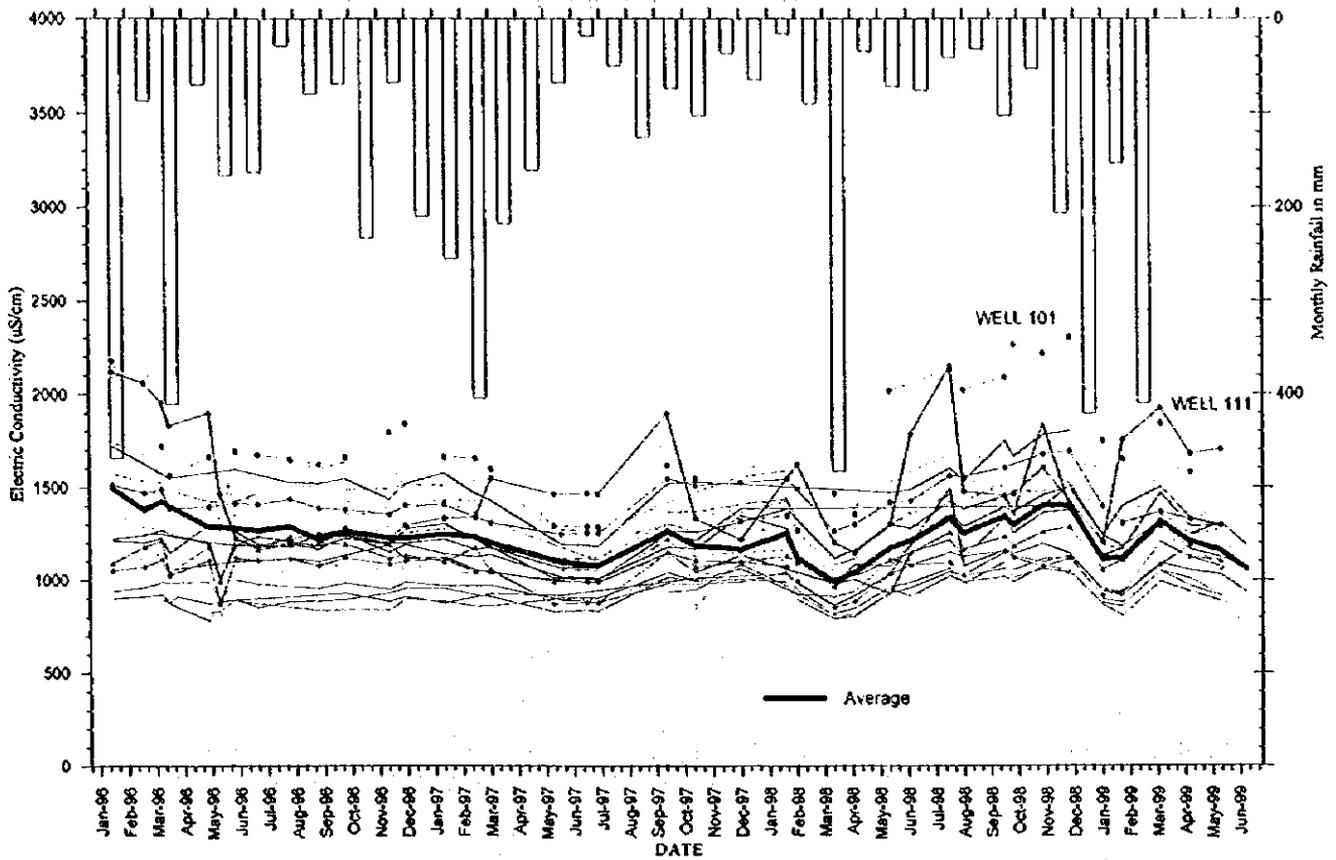


(Source)

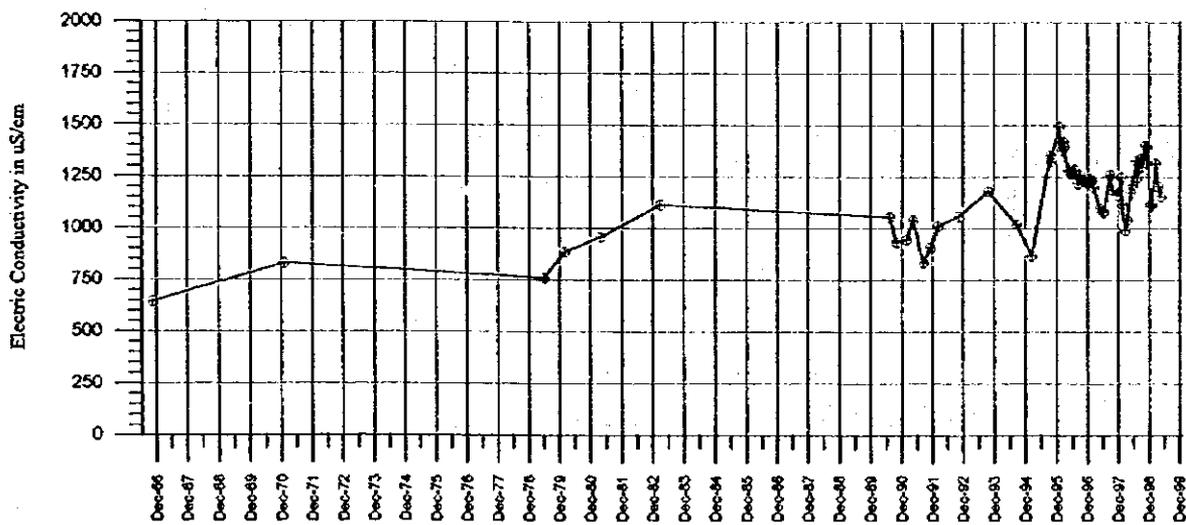
Data for 1947-1990: A Model of Master Plan (TWB)

Data for 1988-1998: Estimated Value by Turc's Formula (JICA Basic Design Study Team)

マタキエウア水源 電気伝導度の変化
(1996年-1999年)



電気伝導度の経年推移 (1966年-1999年)
(マタキエウア水源のEC中間値推移)



原水水質分析結果

水源名称	Mataki'eua 水源
採水場所	Mataki'eua Reservoir No. 6
採水日時	1999年6月24日 14時30分
天候	前日：晴 当日：晴

測定項目	単位	原水水質	WHO 飲料水 水質ガイドライン
総硬度	[mg/l]	205.2	—
カルシウム	[mg/l]	55.8	—
マグネシウム	[mg/l]	10.5	—
重炭酸	[mg/l]	53.9	—
硫酸イオン	[mg/l]	12.8	250
塩素イオン	[mg/l]	125.4	250
全溶解性物質 (TDS)	[mg/l]	605	1000
アルミニウム	[mg/l]	<0.01	0.2
鉄	[mg/l]	<0.01	0.3
マンガン	[mg/l]	<0.005	0.1
カルシウム	[mg/l]	<0.001	0.003
ヒ素	[mg/l]	<0.001	0.01
亜鉛	[mg/l]	0.03	3
銅	[mg/l]	<0.01	2
pH		7.7	<8.0が望ましい
有機リン	[mg/l]	<0.1	—

(注)
現地でサンプリングした原水を日本で分析した。

添付資料 7 TWB 財務諸表

TONGA WATER BOARD

貸借対照表

	June 1998	June 1997	June 1996	June 1995	June 1994
資産の部					
<i>流動資産</i>					
現金	50	70	50	50	50
普通預金	422,675	359,780	290,459	172,479	60,650
Niuaoutapu 銀行	0	0	29,981	59,600	0
売掛金	218,348	120,728	104,870	175,557	268,932
未収入金	11,023	9,933	0	0	0
その他流動資産	857	2,632	2,771	3,433	3,543
棚卸資産	117,501	114,037	141,659	103,664	84,598
前払い金	303	6,569	7,888	6,255	8,644
法人税利益					23,321
	770,758	613,749	577,678	521,038	449,738
<i>投資その他資産</i>					
定期預金	722,622	410,000	300,000	100,000	0
減債基金積立金	333,719	352,452	217,239	0	0
資産更新基金	12,500	62,521		0	0
	1,068,840	824,973	517,239	100,000	0
<i>固定資産</i>	1,836,275	1,734,292	1,821,726	945,440	976,098
資産合計	3,675,873	3,173,014	2,916,643	1,566,478	1,425,836
負債の部					
<i>流動負債</i>					
その他流動負債	15,152	15,488	24,503	48,579	68,304
従業員積立金	268	29	794	1,294	1,294
未払金	10,027	2,525	10,931	10,022	52,251
監査受入準備金	4,200	4,200	8,400	8,400	10,500
未払法人税	128,506	151,865	85,907	23,973	0
賞与準備金	15,000	20,000	15,000	0	0
	173,153	194,107	145,535	92,268	132,349
<i>固定負債</i>					
年金等引当金	175,584	219,645	186,921	157,007	127,744
長期借入金 (トンガ政府)	90,323	97,728	104,916	112,000	118,245
長期借入金 (トンガ開発銀行)	0	0	0	0	76,079
プロジェクト資金 Hedl (NTT)	0	0	29,981	59,600	0
	265,907	317,373	321,818	328,607	322,068
負債合計	439,060	511,480	467,353	420,875	454,417
資本の部					
資本金	2,065,040	752,521	752,521	752,521	752,521
減債基金積立金	433,719	352,452	217,239	0	0
Deferred Income Reserve	0	1,087,087	1,087,087	0	0
資産更新基金	85,121	62,521	0	0	0
利益準備金	652,933	406,954	392,443	393,082	218,898
資本合計	3,236,813	2,661,534	2,449,290	1,145,603	971,419
負債及び資本合計	3,675,873	3,173,014	2,916,643	1,566,478	1,425,836

TONGA WATER BOARD

損益計算書

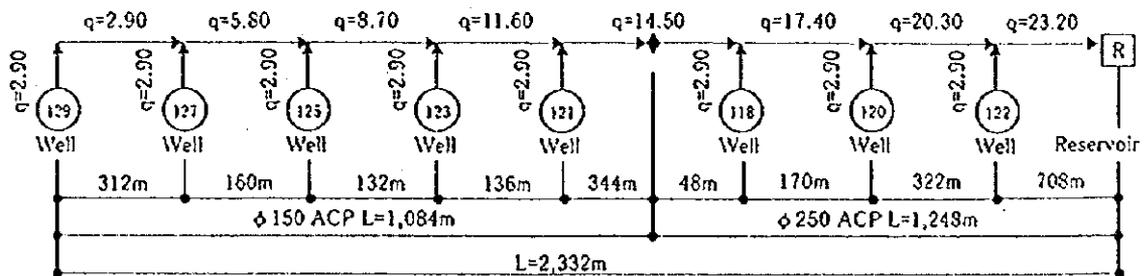
	1997/98	1996/97	1995/96	1994/95	1993/94
収益					
水道料金収入	1,591,916	1,231,322	1,106,985	1,111,936	1,050,063
購買収入	11,386	7,421	7,099	7,018	7,466
家賃	1,500	1,600	4,800	1,700	1,280
サービス料	37,442	213,675	302,016	170,646	143,957
新規接続	2,393	1,470	2,740	2,830	2,830
再接続収入	28,592	25,430	—	—	—
受託工事費	32,564	25,517	—	—	—
受取利息	55,061	35,467	11,977	0	0
不良債権回収金	4,223	1,603	5,774	1,103	258
その他利益	16,334	22,485	18,091	8,258	4,577
AusAID資金	5,290	0	0	7,289	41,995
Makaveプロジェクト	23,429	0	0	0	0
固定資産売却益	-2,600	2,000	0	0	0
補助金 (TWB内部)	2,000	11,500	17,000	19,500	26,500
収益計	1,809,530	1,579,490	1,476,482	1,330,280	1,278,926
費用					
管理部門	403,339	447,573	394,269	292,132	617,445
財務部門	175,338	178,440	184,032	231,131	—
技術部門	53,449	30,551	31,878	27,171	—
浄水部門	388,705	392,506	375,695	375,373	390,641
配水部門	182,366	141,327	132,047	130,845	240,914
消費者サービス部門	27,944	62,325	54,985	17,147	—
水質部門	12,733	5,885	4,313	0	—
特別費用	15,291	10,592	10,819	785	—
補助金 (TWB内部)	2,000	11,500	17,000	19,500	26,500
費用計	1,261,166	1,280,699	1,205,038	1,094,084	1,275,500
税引前純利益	548,364	298,791	271,445	236,196	3,426
賞与引当金	15,000	20,000	15,000	0	0
法人税課税対象純利益	533,364	278,791	256,445	236,196	3,426
法人税等	128,506	65,957	61,934	53,673	-4,745
税引後純利益	404,858	212,834	194,511	182,523	8,171
その他特別収入 (非課税)	-103,866	0	1,087,087	0	0
当期純利益	300,992	212,834	1,281,598	182,523	8,171

添付資料 8 導水管・取水ポンプ水理計算

添付資料-8 導水管・取水ポンプ水理解析

マタキエウア取水場の導水管の代表管路線について水理解析を行った。この既設管路は石綿セメント管 (ACP) 径 150 mm x 延長 1,084 m、および、径 250 mm x 延長 1,284 m、延長計 2,332 m であり、8か所の井戸から地下水を導水している。取水ポンプの平均水量は 2.90 l/sec = 174 l/min = 0.174 m³/min、8か所合計 23.2 l/sec となっている。水理解析結果によれば、この既存管路は、8か所の井戸全量を導水することができる。

Hydraulic Chart of a Raw Water Main



Hydraulic Calculation

Dia (mm)	150	150	150	150	150	250	250	250	250
q (l/sec)	2.90	5.80	8.70	11.60	14.50	14.50	17.40	20.30	23.20
v (m/sec)	0.16	0.33	0.49	0.66	0.82	0.30	0.35	0.41	0.47
I (‰)	0.27	0.98	2.08	3.54	5.35	0.44	0.62	0.83	1.06
L (m)	312	160	132	136	344	48	170	322	708
h (m)	0.08	0.16	0.27	0.48	1.84	0.02	0.11	0.27	0.75

Hydraulic formula : Hazen-Williams (C=130 for ACP)

Σh=3.98m

<取水ポンプ緒元計算>

- 井戸の運転水位 = + 0.50 m (A)
- 配水池の水位 = + 27.00 m (B)
- ポンプの実揚程 = (A) - (B) = 26.50 m (C)
- 管路の損失水頭 = 3.98 m (D)
- ポンプ廻り損失 = 2.50 m (E)
- ポンプの全揚程 = (C) + (D) + (E) = 32.98 m --> 33 m

ポンプ出力 (R) :

$$R = 0.222 \times 0.174 \times (1/0.50) = 2.55 \text{ PS/each}$$

エンジン出力 (P) :

$$\begin{aligned}
 P &= R \times (1+A) / \phi \quad (\phi = 0.85 : \text{平ベルト}) \\
 &= 2.55 \times (1+0.25) \times (1/0.85) \\
 &= 3.75 \text{ Ps --> 4.0-4.5 PS/each}
 \end{aligned}$$

添付資料 9 高架水槽配水方式の検討

添付資料－9 高架水槽配水方式の検討

送配水方式についての下記2案を比較検討の対象とした。

Case 1：高架水槽を新設する方式で、高架水槽まで専用の送水管を布設する。

Case 2：高架水槽を設置せずに、通水量の大きい、すなわち、管径の大きい配水本管を布設して、既存の地上式配水池から直接配水する方式。

両案について、現状の問題点（地域による水圧・水量のアンバランス、東区域の出水不良）、管路水理解析、維持管理面、コスト（経済性）等について総合判断した結果、Case 2が有利であると判定した。比較項目の中でも建設コストの差異が顕著である。管の維持管理費については、Case 2の管径が大きい分だけ若干ではあるがCase 2が高価となる。管の通水能力については、Case 1が24時間平均水量すなわちコンスタント量送水なので管径を小さくすることができ、コスト小ではあるが、通水能力も小となる。Case 2の管はピーク時間量（平均水量の180%量）を通水させるために管径は大となり、コスト大ではあるが、通水能力も大となる。将来拡張工事については、Case 2が配水管網への流入点が任意に設定できるのに対し、Case 1では高架水槽という管網への注入点の位置が限定するために、拡張計画が難しくなる。

両案の比較を次表に示す。

高架水槽配水方式比較表

比較項目	Case 1 (高架水槽方式)	Case 2 (配水本管方式)
1) 配水の信頼性	信頼性あり	信頼性あり
2) 自然災害への配慮	サイクロンと地震の両方に対策が必要	地震のみに配慮が必要
3) 高架水槽の維持管理	水槽水位の常時の監視・操作と季節ごとの清掃が必要	必要なし
4) 管の維持管理	若干安価（管が細い）	若干高価（管が太い）
5) 管の通水能力	日最大水量（100%水量）。24時間コンスタント量送水なので管径は小さくでき、コスト小なれど通水能力も小。（配水池→高架水槽）	時間最大水量（日最大水量の180%水量）。ピーク時間量を通水させるために管径は大となり、コスト大となるが、通水能力も大。（配水池→市内配水管）
6) 拡張工事の難易性	将来拡張工事は容易でない（高架水槽の増設は困難。また高架水槽という貯水源の位置が限定されているため拡張計画が難しい。相当の二重配管路線が発生しやすい）	対応しやすい（配水管網への流入点が任意なので拡張計画に柔軟性がある）
7) 土地利用面	占有用地が必要	土地取得を必要としない
8) 建設費	高価（約T\$ 4,381,700-） 東区域に高架水槽を1基建設し、さらに既設の地上配水池から専用送水管を布設する場合の概算工事費	低廉（約T\$ 3,245,200-） 東区域用に既設の地上配水池から専用配水管のみを布設する際の概算工事費

添付資料 10 配水管網水理解析

添付資料－10 配水管網水理解析

2003年の需要水量に基づく時間最大給水量（ピーク時＝午前7時）を配水するための管網の設計を、TWB所有のコンピューター解析ソフト（MapInfo）を用いて行った。

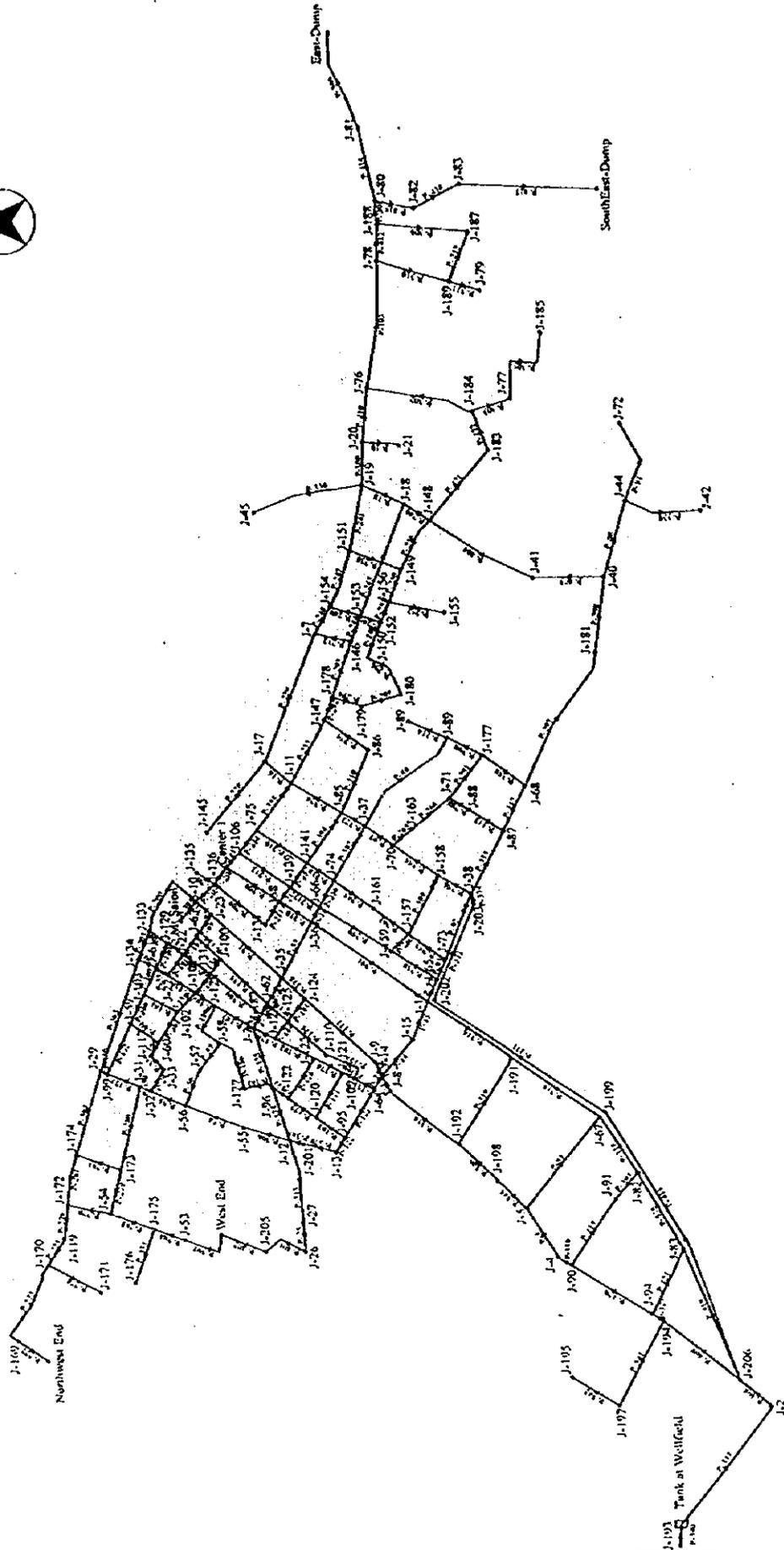
水理解析の条件は以下のようなものである。

- ・ 流量計算式はウィリアム・ヘーゼン式を用いた。
- ・ 流速係数は、DIP管は $C=120$ 、PVC管は $C=140$ 、ACP管は $C=130$ とした。
- ・ 最少動水圧＝10 m（目標）

水理解析の結果、ほぼ所要の量雨量と水圧を確保する配水管網を構築することができた。なお、火災発生時の消火栓放水量についても検討を行っている。

次ページ以下に、下記内容の管網水理解析結果を掲げる。

- ・ 管網図（2003年時の管路番号および放出点番号）
- ・ ピーク時管網計算結果の放出点データ
- ・ ピーク時管網計算結果の管路データ
- ・ 火災発生時の水量と火災発生仮定地点
- ・ 火災発生時管網計算結果の放出点データ



Distribution Networks for Year 2003

Networks Calculation at Peak Hour (Year 2003)

(Junction Report No.1)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand(l/s)	Demand Pattern	Zone
J-155	12.449	4.00	8.449	0.87	1.62	Res	East
J-89	15.742	3.00	12.742	0.54	1.01	Res	East
J-161	19.058	3.00	16.058	0.91	1.70	Res	West
J-185	14.526	3.00	11.526	0.62	1.16	Res	East
SE-Dump	12.584	3.00	9.584	2.48	4.62	Res	East
J-187	12.925	3.00	9.925	0.54	1.01	Res	East
E-Dump	12.726	3.00	9.726	0.23	0.43	Res	East
J-180	13.274	3.00	10.274	0.47	0.88	Res	East
Mt Saion	19.451	15.00	4.451	0.07	0.14	Res	West
J-21	14.679	5.00	9.679	0.44	0.82	Res	East
J-176	13.945	3.00	10.945	0.36	0.68	Res	West
J-167	20.155	5.00	15.155	1.70	3.17	Res	West
NW End	8.299	3.00	5.299	0.26	0.49	Res	West
J-171	9.855	3.00	6.855	0.30	0.56	Res	West
J-195	20.344	7.00	13.344	1.99	3.71	Res	West
J-42	15.283	3.00	12.283	0.85	1.59	Res	East
J-135	19.386	3.00	16.386	0.31	0.43	Com	West
J-193	26.500	3.00	23.500	89.90	89.90	Fixed	East
J-45	14.547	3.00	11.547	1.09	1.50	Com	East
J-137	19.327	3.00	16.327	0.66	0.91	Com	West
J-191	19.495	3.00	16.495	3.01	5.60	Res	West
J-79	13.540	3.00	10.540	0.59	1.10	Res	East
J-33	18.078	3.00	15.078	0.23	0.43	Res	West
J-145	16.595	3.00	13.595	0.16	0.22	Com	East
J-72	15.518	3.00	12.518	0.07	0.14	Res	East
J-2	24.003	7.00	17.003	2.66	4.95	Res	West
J-194	22.841	7.00	15.841	1.34	2.50	Res	West
J-90	22.142	4.00	18.142	1.22	2.27	Res	West
J-94	22.751	7.00	15.751	1.57	2.93	Res	West
J-4	22.055	4.00	18.055	1.22	2.27	Res	West
J-206	23.620	5.00	18.620	0.10	0.18	Res	West
J-5	21.736	3.00	18.736	3.19	5.94	Res	West
J-192	20.962	3.00	17.962	2.78	5.18	Res	West
J-8	20.404	3.00	17.404	0.07	0.14	Res	West
J-198	21.396	3.00	18.396	0.14	0.27	Res	West
J-202	19.042	3.00	16.042	0.00	0.00	Fixed	East
J-199	20.887	3.00	17.887	0.00	0.00	Fixed	East
J-203	18.073	3.00	15.073	0.00	0.00	Fixed	East
J-37	17.227	3.00	14.227	0.62	1.16	Res	East
J-70	17.395	3.00	14.395	0.64	1.20	Res	East
J-38	17.976	3.00	14.976	1.16	2.16	Res	West
J-158	17.730	3.00	14.730	0.93	1.74	Res	East
J-14	20.284	3.00	17.284	0.07	0.14	Res	West
J-85	17.114	3.00	14.114	1.30	2.42	Res	East
J-146	15.908	3.00	12.908	0.28	0.53	Res	East
J-178	16.157	3.00	13.157	0.37	0.69	Res	East
J-87	17.360	3.00	14.360	0.96	1.79	Res	East
J-9	20.212	3.00	17.212	0.44	0.82	Res	West
J-68	17.026	3.00	14.026	0.78	1.46	Res	East
J-11	16.684	3.00	13.684	0.72	1.34	Res	East
J-181	16.323	4.00	12.323	1.44	2.68	Res	East
J-35	19.653	4.00	15.653	0.25	0.35	Com	West
J-147	16.284	3.00	13.284	0.48	0.90	Res	East

(Junction Report No.2)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand(l/s)	Demand Pattern	Zone
J-124	19.775	3.00	16.775	0.40	0.55	Com	West
J-23	19.460	6.00	13.460	0.34	0.47	Com	West
J-19	14.874	3.00	11.874	0.49	0.92	Res	East
J-20	14.684	3.00	11.684	0.07	0.14	Res	East
J-76	14.479	3.00	11.479	0.00	0.00	Res	East
J-148	15.178	3.00	12.178	0.99	1.85	Res	East
J-188	13.675	3.00	10.675	0.07	0.14	Res	East
J-78	13.785	3.00	10.785	0.39	0.73	Res	East
J-41	15.676	10.00	5.676	0.98	1.83	Res	East
J-40	16.059	7.00	9.059	0.07	0.14	Res	East
J-153	15.789	3.00	12.789	0.33	0.62	Res	East
J-64	20.115	3.00	17.115	0.28	0.53	Res	West
J-18	15.168	3.00	12.168	0.74	1.38	Res	East
J-15	19.919	3.00	16.919	0.83	1.55	Res	West
J-136	19.436	4.00	15.436	0.32	0.44	Com	West
J-106	19.426	3.00	16.426	0.22	0.31	Com	West
J-10	19.452	4.00	15.452	0.35	0.49	Com	West
Center-1	19.430	3.00	16.430	0.35	0.49	Com	West
J-75	19.424	3.00	16.424	0.37	0.51	Com	West
J-184	14.576	3.00	11.576	0.63	1.18	Res	East
J-80	13.615	3.00	10.615	0.24	0.45	Res	East
J-82	13.331	3.00	10.331	0.36	0.68	Res	East
J-83	13.027	3.00	10.027	1.03	1.92	Res	East
J-32	18.079	3.00	15.079	0.21	0.40	Res	West
J-16	19.664	3.00	16.664	1.38	2.57	Res	West
J-13	19.368	3.00	16.368	0.47	0.88	Res	West
J-12	18.605	3.00	15.605	0.62	1.16	Res	West
J-92	19.608	3.00	16.608	1.87	3.48	Res	West
J-93	20.409	5.00	15.409	1.77	3.30	Res	West
J-183	14.762	3.00	11.762	0.07	0.14	Res	East
J-95	19.710	3.00	16.710	0.61	1.14	Res	West
J-56	18.155	3.00	15.155	0.47	0.88	Res	West
J-55	18.326	3.00	15.326	1.12	2.09	Res	West
J-67	19.498	3.00	16.498	2.75	5.12	Res	West
J-201	18.812	3.00	15.812	0.37	0.69	Res	West
J-77	14.550	3.00	11.550	0.43	0.81	Res	East
J-99	18.062	3.00	15.062	0.16	0.30	Res	West
J-65	19.555	3.00	16.555	0.54	1.01	Res	West
J-138	19.430	3.00	16.430	0.48	0.66	Com	West
J-36	19.453	3.00	16.453	0.43	0.60	Com	West
J-63	19.290	6.00	13.290	0.37	0.51	Com	West
J-130	19.194	4.00	15.194	0.36	0.50	Com	West
West End	15.453	3.00	12.453	0.80	1.49	Res	West
J-197	21.179	10.00	11.179	0.14	0.27	Res	West
J-26	16.576	3.00	13.576	0.07	0.14	Res	West
J-62	19.330	4.00	15.330	0.16	0.22	Com	West
J-74	19.296	3.00	16.296	0.43	0.60	Com	West
J-182	19.241	4.00	15.241	0.07	0.14	Res	West
J-44	15.526	3.00	12.526	0.33	0.62	Res	East
J-66	19.355	3.00	16.355	0.37	0.51	Com	West
J-157	19.129	3.00	16.129	0.78	1.46	Res	West
J-205	15.988	3.00	12.988	0.07	0.14	Res	West
J-27	16.957	3.00	13.957	0.40	0.75	Res	West
J-91	19.547	3.00	16.547	1.99	3.71	Res	West

(Junction Report No.3)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand(l/s)	Demand Pattern	Zone
J-139	19.364	3.00	16.364	0.36	0.50	Com	West
J-134	18.844	3.00	15.844	0.07	0.14	Res	West
J-177	15.992	3.00	12.992	1.12	2.09	Res	East
J-141	19.328	3.00	16.328	0.31	0.43	Com	West
J-159	19.220	3.00	16.220	0.70	1.31	Res	West
J-189	13.694	7.00	6.694	0.57	1.07	Res	East
J-163	16.794	3.00	13.794	0.70	1.31	Res	East
J-175	15.037	3.00	12.037	0.30	0.56	Res	West
J-173	15.603	3.00	12.603	0.39	0.73	Res	West
J-131	19.145	5.00	14.145	0.18	0.25	Com	West
J-69	15.913	3.00	12.913	0.73	1.36	Res	East
J-73	19.522	3.00	16.522	0.83	1.55	Res	East
J-103	18.643	3.00	15.643	0.18	0.25	Com	West
J-102	18.679	3.00	15.679	0.22	0.31	Com	West
J-109	19.485	3.00	16.485	0.16	0.30	Res	West
J-101	18.975	3.00	15.975	0.28	0.39	Com	West
J-96	18.870	3.00	15.870	0.28	0.53	Res	West
J-100	19.204	6.00	13.204	0.41	0.57	Com	West
J-34	19.172	5.00	14.172	0.19	0.27	Com	West
J-53	15.267	3.00	12.267	0.17	0.32	Res	West
J-31	18.062	3.00	15.062	0.18	0.34	Res	West
J-22	19.142	3.00	16.142	0.16	0.22	Com	West
J-61	18.899	3.00	15.899	0.26	0.36	Com	West
J-58	18.299	3.00	15.299	0.32	0.60	Res	West
J-57	18.166	3.00	15.166	0.39	0.73	Res	West
J-59	18.300	3.00	15.300	0.23	0.43	Res	West
J-110	19.360	3.00	16.360	0.28	0.53	Res	West
J-126	19.200	3.00	16.200	0.31	0.43	Com	West
J-125	19.342	3.00	16.342	0.25	0.35	Com	West
J-122	19.065	3.00	16.065	0.07	0.14	Res	West
J-121	19.349	3.00	16.349	0.16	0.30	Res	West
J-128	18.965	5.00	13.965	0.20	0.28	Com	West
J-123	19.208	3.00	16.208	0.20	0.38	Res	West
J-120	19.275	3.00	16.275	0.44	0.82	Res	West
J-60	18.292	3.00	15.292	0.34	0.64	Res	West
J-127	18.456	3.00	15.456	0.33	0.62	Res	West
J-17	16.659	3.00	13.659	0.84	1.16	Com	East
J-133	18.986	3.00	15.986	0.07	0.10	Com	West
J-7	15.872	3.00	12.872	0.07	0.10	Com	East
J-129	18.987	4.00	14.987	0.30	0.42	Com	West
J-29	18.062	3.00	15.062	0.07	0.14	Res	West
J-154	15.606	3.00	12.606	0.37	0.51	Com	East
J-152	14.271	3.00	11.271	0.27	0.51	Res	East
J-174	15.413	3.00	12.413	0.33	0.62	Res	West
J-156	14.008	3.00	11.008	0.18	0.34	Res	East
J-172	14.350	3.00	11.350	0.07	0.14	Res	West
J-149	14.351	3.00	11.351	0.60	1.12	Res	East
J-86	16.305	3.00	13.305	0.87	1.62	Res	East
J-151	14.875	3.00	11.875	0.07	0.10	Com	East
J-150	13.922	3.00	10.922	0.36	0.68	Res	East
J-170	10.686	3.00	7.686	0.07	0.14	Res	West
J-119	13.142	3.00	10.142	0.23	0.43	Res	West
J-71	16.485	3.00	13.485	0.76	1.42	Res	East
J-169	8.678	3.00	5.678	0.12	0.23	Res	West

(Junction Report No.4)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand(l/s)	Demand Pattern	Zone
J-54	15.035	3.00	12.035	0.70	1.31	Res	West
J-88	16.838	3.00	13.838	0.70	1.31	Res	East
J-179	13.613	3.00	10.613	0.57	1.07	Res	East
J-81	13.590	3.00	10.590	0.49	0.92	Res	East
J-117	18.230	3.00	15.230	0.17	0.32	Res	West
			Total	93.97	169.66		

Networks Calculation at Peak Hour (Year 2003)

(Pipe Report No.1)

Pipe	Start	End	L (m)	D (mm)	Mat.	C	Q (l/s)	V (m/s)	I (‰)	HL (m)	Start WL	End WL	Zone
P-337	Tank	J-2	1,120	500	DI	120	169.57	0.86	1.654	1.852	25.856	24.003	West
P-408	J-2	J-206	245	500	DI	120	164.62	0.84	1.566	0.384	24.003	23.620	West
P-321	J-194	J-94	73	400	DI	120	80.31	0.64	1.230	0.090	22.841	22.751	West
P-116	J-90	J-4	88	400	DI	120	71.56	0.57	0.994	0.087	22.142	22.055	West
P-120	J-94	J-90	537	400	DI	120	76.89	0.61	1.135	0.609	22.751	22.142	West
P-4	J-4	J-5	341	400	DI	120	69.28	0.55	0.936	0.319	22.055	21.736	West
P-409	J-206	J-194	549	400	DI	120	86.78	0.69	1.420	0.779	23.620	22.841	West
P-345	J-5	J-198	240	350	DI	120	61.04	0.63	1.419	0.340	21.736	21.396	West
P-318	J-192	J-8	500	350	DI	120	53.61	0.56	1.116	0.558	20.962	20.404	West
P-11	J-8	J-14	108	350	DI	120	53.48	0.56	1.111	0.120	20.404	20.284	West
P-346	J-198	J-192	309	350	DI	120	60.78	0.63	1.408	0.434	21.396	20.962	West
P-372	J-202	J-203	619	350	DI	120	64.38	0.67	1.566	0.969	19.042	18.073	East
P-371	J-199	J-202	1,178	350	DI	120	64.38	0.67	1.566	1.845	20.887	19.042	East
P-411	J-206	J-199	1,745	350	DI	120	64.38	0.67	1.566	2.733	23.620	20.887	West
P-374	J-203	J-38	62	350	DI	120	64.38	0.67	1.566	0.097	18.073	17.976	East
P-340	Tank	J-193	122	300	ACP	130	-89.90	1.27	5.302	0.644	25.856	26.500	West
P-323	J-37	J-85	158	300	DI	120	28.00	0.40	0.711	0.112	17.227	17.114	East
P-87	J-70	J-37	198	300	DI	120	30.84	0.44	0.850	0.168	17.395	17.227	East
P-256	J-38	J-158	214	300	DI	120	36.34	0.51	1.152	0.246	17.976	17.730	West
P-255	J-158	J-70	319	300	DI	120	34.61	0.49	1.052	0.335	17.730	17.395	East
P-12	J-14	J-9	83	250	DI	120	19.26	0.39	0.865	0.072	20.284	20.212	West
P-324	J-85	J-11	337	250	DI	120	23.79	0.48	1.278	0.430	17.114	16.684	East
P-244	J-146	J-153	179	250	DI	120	16.67	0.34	0.662	0.118	15.908	15.789	East
P-293	J-178	J-146	346	250	DI	120	17.46	0.36	0.721	0.249	16.157	15.908	East
P-112	J-87	J-68	298	250	DI	120	22.17	0.45	1.121	0.334	17.360	17.026	East
P-177	J-9	J-124	549	250	DI	120	18.44	0.38	0.798	0.437	20.212	19.775	West
P-297	J-68	J-181	888	250	DI	120	18.38	37.00	0.793	0.704	17.026	16.323	East
P-233	J-11	J-147	418	250	DI	120	20.37	0.41	0.959	0.400	16.684	16.284	East
P-298	J-181	J110	446	250	DI	120	15.70	0.32	0.592	0.264	16.323	16.059	East
P-31	J-35	J-23	547	250	DI	120	11.86	0.24	0.352	0.193	19.653	19.460	West
P-292	J-147	J-178	142	250	DI	120	19.63	0.40	0.896	0.127	16.284	16.157	East
P-373	J-38	J-87	413	250	DI	120	25.87	0.53	1.492	0.616	17.976	17.360	West
P-178	J-124	J-35	183	250	DI	120	16.74	0.34	0.667	0.122	19.775	19.653	West
P-21	J-23	J-10	116	250	DI	120	4.79	0.10	0.066	0.008	19.460	19.452	West
P-100	J-19	J-20	249	200	PVC	140	11.70	0.37	0.766	0.190	14.874	14.684	East
P-410	J-20	J-76	313	200	PVC	140	10.74	0.34	0.654	0.205	14.684	14.479	East
P-103	J-76	J-78	739	200	PVC	140	13.06	0.42	0.939	0.694	14.479	13.785	East
P-240	J-148	J-18	179	200	PVC	140	2.80	0.09	0.054	0.010	15.178	15.168	East
P-308	J-188	J-80	128	200	PVC	140	9.42	0.29	0.473	0.061	13.675	13.615	East
P-412	J-78	J-188	208	200	PVC	140	9.58	0.30	0.529	0.110	13.785	13.675	East
P-404	J-41	J-148	684	200	PVC	140	11.39	0.36	0.729	0.498	15.676	15.178	East
P-103	J-40	J-41	399	200	PVC	140	13.22	0.42	0.960	0.383	16.059	15.676	East
P-245	J-153	J-18	700	200	PVC	140	12.67	0.40	0.888	0.621	15.789	15.168	East
P-123	J-64	J-95	332	200	PVC	140	15.06	0.48	1.222	0.405	20.115	19.710	West
P-73	J-14	J-64	96	200	PVC	140	18.36	0.58	1.763	0.168	20.284	20.115	West
P-14	J-14	J-15	276	200	PVC	140	15.72	0.50	1.323	0.365	20.284	19.919	West
P-18	J-18	J-19	273	200	PVC	140	14.09	0.45	1.080	0.294	15.168	14.874	East
P-15	J-15	J-16	234	200	PVC	140	14.17	0.45	1.092	0.255	19.919	19.664	West
P-206	J-136	Center-1	124	200	DI	120	2.27	0.07	0.049	0.006	19.436	19.430	West
P-354	J-106	J-75	166	200	DI	120	1.12	0.04	0.013	0.002	19.426	19.424	West
P-387	V-1-Out	J-11	72	200	DI	120	0.00	0.00	0.000	0.000	16.684	16.684	West
P-205	J-10	J-136	147	200	DI	120	3.51	0.11	0.110	0.016	19.452	19.436	West
P-143	Center-1	J-106	107	200	DI	120	1.89	0.06	0.035	0.004	19.430	19.426	West
P-386	J-75	FCV4-Jr	275	200	DI	120	0.00	0.00	0.000	0.000	19.424	19.424	West

(Pipe Report No.2)

Pipe	Start	End	L (m)	D (mm)	Mat.	C	Q (l/s)	V (m/s)	I (%)	HL (m)	Start WL	End WL	Zone
P-19	J-20	J-21	215	150	PVC	140	0.82	0.05	0.023	0.005	14.684	14.679	East
P-303	J-184	J-77	229	150	PVC	140	1.96	0.11	0.115	0.026	14.576	14.550	East
P-302	J-184	J-76	624	150	PVC	140	2.32	0.13	0.156	0.097	14.576	14.479	East
P-415	J-80	J-82	224	150	PVC	140	7.21	0.41	1.271	0.284	13.615	13.331	East
P-116	J-82	J-83	287	150	PVC	140	6.54	0.37	1.060	0.304	13.331	13.027	East
P-417	J-83	SE Dum	797	150	PVC	140	4.62	0.26	0.557	0.443	13.027	12.584	East
P-114	J-80	J-81	426	150	PVC	140	1.35	0.08	0.057	0.024	13.615	13.590	East
P-330	J-32	J-31	70	150	PVC	140	3.01	0.17	0.252	0.018	18.079	18.062	West
P-421	J-148	J-183	523	150	PVC	140	5.60	0.32	0.795	0.416	15.178	14.762	East
P-316	J-16	J-191	579	150	PVC	140	3.25	0.18	0.291	0.168	19.664	19.495	West
P-379	J-13	J-201	193	150	PVC	140	11.25	0.64	2.891	0.556	19.368	18.812	West
P-119	J-206	J-93	817	150	PVC	140	13.29	0.75	3.933	3.211	23.620	20.409	West
P-396	J-12	J-55	279	150	PVC	140	6.34	0.36	0.999	0.278	18.605	18.326	West
P-269	J-92	J-167	420	150	PVC	140	-7.32	0.41	1.304	0.547	19.608	20.155	West
P-118	J-92	J-67	392	150	PVC	140	3.18	0.18	0.280	0.110	19.608	19.498	West
P-394	J-93	J-167	100	150	PVC	140	10.48	0.59	2.537	0.254	20.409	20.155	West
P-122	J-183	J-184	245	150	PVC	140	5.46	0.31	0.760	0.186	14.762	14.576	East
P-122	J-95	J-13	103	150	PVC	140	12.13	0.69	3.323	0.342	19.710	19.368	West
P-310	J-78	J-189	428	150	PVC	140	2.75	0.16	0.214	0.091	13.785	13.694	East
P-55	J-56	J-32	216	150	PVC	140	3.61	0.20	0.352	0.076	18.155	18.079	West
P-54	J-55	J-56	359	150	PVC	140	4.25	0.24	0.477	0.171	18.326	18.155	West
P-315	J-67	J-191	615	150	PVC	140	0.36	0.02	0.005	0.003	19.498	19.495	West
P-388	J-201	J-12	81	150	PVC	140	10.56	0.60	2.570	0.207	18.812	18.605	West
P-305	J-77	J-185	563	150	PVC	140	1.16	0.07	0.043	0.024	14.550	14.526	East
P-130	J-99	J-29	48	150	PVC	140	0.55	0.03	0.011	0.001	18.062	18.062	West
P-131	J-99	J-31	199	150	PVC	140	0.18	0.01	0.001	0.000	18.062	18.062	West
P-376	J-38	V-1-In	96	150	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	17.976	17.976	West
P-93	J-65	J-73	126	150	PVC	140	3.06	0.17	0.261	0.033	19.555	19.522	West
P-377	V-1-Out	J-73	321	150	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	19.522	19.522	West
P-209	J-138	Center-1	362	150	PVC	140	0.11	0.01	0.001	0.000	19.430	19.430	West
P-77	J-16	J-65	150	150	PVC	140	5.32	0.30	0.724	0.109	19.664	19.555	West
P-391	J-16	J-36	830	150	PVC	140	3.02	0.17	0.254	0.211	19.664	19.453	West
P-210	J-36	J-138	220	150	PVC	140	1.87	0.11	0.105	0.023	19.453	19.430	West
P-16	J-11	J-17	197	150	PVC	140	2.07	0.12	0.127	0.025	16.684	16.659	East
P-192	J-63	J-130	134	150	PVC	140	5.29	0.30	0.717	0.096	19.290	19.194	West
P-191	J-130	J-22	158	150	PVC	140	3.49	0.20	0.331	0.052	19.194	19.142	West
P-69	J-23	J-63	158	150	PVC	140	6.59	0.37	1.076	0.170	19.460	19.290	West
P-395	J-10	Mt Saion	145	100	PVC	140	0.14	0.02	0.006	0.001	19.452	19.451	West
P-397	West End	J-53	313	100	PVC	140	1.65	0.21	0.593	0.186	15.453	15.267	West
P-341	J-194	J-197	549	100	PVC	140	3.97	0.51	3.031	1.662	22.841	21.179	West
P-342	J-197	J-195	313	100	PVC	140	3.71	0.47	2.666	0.835	21.179	20.344	West
P-101	J-26	J-205	278	100	PVC	140	3.27	0.42	2.119	0.588	16.576	15.988	West
P-383	V-2-Out	J-37	91	100	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	17.227	17.227	West
P-78	J-36	J-66	104	100	PVC	140	2.11	0.27	0.945	0.098	19.453	19.355	West
P-368	J-62	J-182	75	100	PVC	140	2.39	0.30	1.184	0.089	19.330	19.241	West
P-382	J-74	V-2-In	283	100	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	19.296	19.296	West
P-90	J-40	J-44	467	100	PVC	140	2.34	0.30	1.142	0.533	16.059	15.526	East
P-367	J-182	J-34	88	100	PVC	140	1.92	0.24	0.788	0.069	19.241	19.172	West
P-338	J-44	J-42	437	100	PVC	140	1.59	0.20	0.556	0.243	15.526	15.283	East
P-33	J-35	J-36	371	100	PVC	140	1.56	0.20	0.538	0.199	19.653	19.453	West
P-67	J-35	J-62	182	100	PVC	140	2.98	0.38	1.779	0.323	19.653	19.330	West
P-356	J-66	J-74	175	100	PVC	140	1.22	0.16	0.342	0.060	19.355	19.296	West
P-313	J-12	J-27	498	100	PVC	140	4.16	0.53	3.309	1.648	18.605	16.957	West
P-389	J-157	V-5-In	326	100	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	19.129	19.129	West
P-402	J-205	W End	273	100	PVC	140	3.14	0.40	1.965	0.536	15.988	15.453	West

(Pipe Report No.3)

Pipe	Start	End	L (m)	D (mm)	Mat.	C	Q (l/s)	V (m/s)	I (%)	HL (m)	Start WL	End WL	Zone
P-29	J-32	J-33	145	100	PVC	140	0.20	0.03	0.012	0.002	18.079	18.078	West
P-390	V-5-Out	J-158	63	100	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	117.730	117.730	West
P-25	J-27	J-26	166	100	PVC	140	3.41	0.43	2.291	0.380	16.957	16.576	West
P-339	J-49	J-45	649	100	PVC	140	1.50	0.19	0.503	0.327	14.874	14.547	East
P-393	J-91	J-92	195	80	PVC	140	-0.65	0.13	0.315	0.061	19.547	19.608	West
P-213	J-139	J-106	359	80	PVC	140	-0.47	0.09	0.174	0.062	19.364	19.426	West
P-363	J-434	J-29	686	80	PVC	140	1.30	0.26	1.140	0.782	18.844	18.062	West
P-290	J-177	J-69	219	80	PVC	140	0.70	0.14	0.359	0.079	15.992	15.913	East
P-219	J-141	J-75	350	80	PVC	140	-0.60	0.20	0.275	0.096	19.328	19.424	West
P-259	J-159	J-66	495	80	PVC	140	-0.60	0.12	0.274	0.135	19.220	19.355	West
P-311	J-189	J-79	183	80	PVC	140	1.10	0.22	0.842	0.154	13.694	13.540	East
P-262	J-157	J-161	260	80	PVC	140	0.60	0.12	0.274	0.071	19.129	19.058	West
P-266	J-163	J-71	284	80	PVC	140	1.27	0.25	1.090	0.310	16.794	16.485	East
P-285	J-175	J-54	267	80	PVC	140	0.08	0.02	0.007	0.002	15.037	15.035	West
P-319	J-192	J-191	585	80	PVC	140	1.99	0.40	2.509	1.466	20.962	19.495	West
P-279	J-173	J-54	266	80	PVC	140	1.83	0.36	2.139	0.568	15.603	15.035	West
P-195	J-131	J-101	146	80	PVC	140	1.31	0.26	1.163	0.170	19.145	18.975	West
P-110	J-85	J-86	395	80	PVC	140	1.79	0.36	2.052	0.810	17.114	16.305	East
P-263	J-74	J-161	285	80	PVC	140	1.10	0.22	0.834	0.238	19.296	19.058	West
P-117	J-90	J-91	468	80	PVC	140	3.06	0.61	5.551	2.595	22.142	19.547	West
P-113	J-87	J-88	225	80	PVC	140	1.91	0.38	2.326	0.522	17.360	16.838	East
P-218	J-74	J-141	185	80	PVC	140	-0.47	0.09	0.175	0.032	19.296	19.328	West
P-114	J-69	J-89	240	80	PVC	140	1.01	0.20	0.715	0.171	15.913	15.742	East
P-358	J-68	J-177	308	80	PVC	140	2.33	0.46	3.364	1.035	17.026	15.992	East
P-253	J-73	J-157	260	80	PVC	140	1.52	0.30	1.515	0.393	19.522	19.129	East
P-265	J-70	J-163	149	80	PVC	140	2.58	0.51	4.043	0.600	17.395	16.794	East
P-366	J-103	J-59	188	80	PVC	140	1.68	0.33	1.828	0.344	18.643	18.300	West
P-141	J-102	J-103	221	80	PVC	140	0.45	0.09	0.161	0.036	18.679	18.643	West
P-169	J-109	J-121	74	80	PVC	140	1.68	0.33	1.832	0.136	19.485	19.349	West
P-153	J-109	J-110	273	80	PVC	140	0.79	0.16	0.456	0.125	19.485	19.360	West
P-138	J-101	J-102	152	80	PVC	140	1.74	0.35	1.949	0.296	18.975	18.679	West
P-125	J-96	J-34	368	80	PVC	140	-1.09	0.22	0.821	0.302	18.870	19.172	West
P-167	J-95	J-120	212	80	PVC	140	1.79	0.36	2.055	0.436	19.710	19.275	West
P-194	J-100	J-131	104	80	PVC	140	0.89	0.18	0.569	0.059	19.204	19.145	West
P-134	J-100	J-63	192	80	PVC	140	-0.79	0.16	0.451	0.087	19.204	19.290	West
P-212	J-66	J-139	203	80	PVC	140	0.22	0.04	0.043	0.009	19.355	19.364	West
P-86	J-37	J-69	719	80	PVC	140	1.68	0.33	1.828	1.314	17.227	15.913	East
P-187	J-34	J-128	256	80	PVC	140	1.08	0.21	0.808	0.206	19.172	18.965	West
P-284	J-53	J-175	196	80	PVC	140	1.32	0.26	1.179	0.230	15.267	15.037	West
P-91	J-44	J-72	489	80	PVC	140	0.14	0.03	0.018	0.009	15.526	15.518	East
P-280	J-31	J-173	506	80	PVC	140	2.85	0.57	4.865	2.459	18.062	15.603	West
P-124	J-12	J-96	318	80	PVC	140	-1.10	0.22	0.835	0.266	18.605	18.870	West
P-81	J-5	J-67	684	80	PVC	140	2.30	0.46	3.273	2.237	21.736	19.498	West
P-136	J-22	J-101	198	80	PVC	140	1.11	0.22	0.845	0.167	19.142	18.975	West
P-335	J-22	J-61	84	80	PVC	140	2.16	0.43	2.908	0.243	19.142	18.899	West
P-133	J-62	J-100	373	80	PVC	140	0.67	0.13	0.338	0.126	19.330	19.204	West
P-140	J-61	J-103	177	80	PVC	140	1.48	0.29	1.446	0.256	118.899	118.643	West
P-258	J-65	J-159	317	80	PVC	140	1.25	0.25	1.059	0.335	19.555	19.220	West
P-151	J-64	J-109	136	80	PVC	140	2.77	0.55	4.639	0.631	20.115	19.485	West
P-201	J-61	J-134	112	80	PVC	140	0.83	0.16	0.497	0.055	18.899	18.844	West
P-57	J-58	J-57	201	80	PVC	140	0.97	0.19	0.664	0.133	18.299	18.166	West
P-56	J-57	J-56	220	80	PVC	140	0.24	0.05	0.050	0.011	18.166	18.155	West
P-132	J-59	J-99	321	80	PVC	140	1.03	0.20	0.740	0.238	18.300	18.062	West
P-60	J-59	J-60	194	80	PVC	140	0.22	0.04	0.041	0.008	18.300	18.292	West
P-179	J-110	J-125	296	80	PVC	140	0.27	0.05	0.061	0.018	19.360	19.342	West

(Pipe Report No.4)

Pipe	Start	End	L (m)	D (mm)	Mat.	C	Q (l/s)	V (m/s)	I (%)	HL (m)	Start WL	End WL	Zone
P-183	J-126	J-34	136	80	PVC	140	0.52	0.10	0.207	0.028	19.200	19.172	West
P-180	J-125	J-62	153	80	PVC	140	0.31	0.06	0.081	0.012	19.342	19.330	West
P-173	J-122	J-96	112	80	PVC	140	1.63	0.32	1.741	0.195	19.065	18.870	West
P-174	J-121	J-123	182	80	PVC	140	1.05	0.21	0.772	0.141	19.349	19.208	West
P-188	J-128	J-101	131	80	PVC	140	-0.29	0.06	0.073	0.010	18.965	18.975	West
P-182	J-123	J-126	257	80	PVC	140	0.19	0.04	0.033	0.009	19.208	19.200	West
P-172	J-120	J-122	187	80	PVC	140	1.29	0.26	1.119	0.209	19.275	19.065	West
P-164	J-60	J-117	95	65	PVC	140	0.56	0.17	0.650	0.061	18.292	18.230	West
P-352	J-139	J-141	174	65	PVC	140	0.30	0.09	0.208	0.036	19.364	19.328	West
P-211	J-138	J-137	162	65	PVC	140	0.55	0.17	0.639	0.104	19.430	19.327	West
P-186	J-127	J-58	319	65	PVC	140	0.48	0.14	0.491	0.157	18.456	18.299	West
P-369	J-182	J-131	374	65	PVC	140	0.34	0.10	0.257	0.096	19.241	19.145	West
P-181	J-124	J-125	174	65	PVC	140	1.15	0.35	2.486	0.433	19.775	19.342	West
P-236	J-148	J-149	334	65	PVC	140	1.15	0.35	2.481	0.827	15.178	14.351	East
P-176	J-123	J-122	285	65	PVC	140	0.48	0.15	0.502	0.143	19.208	19.065	West
P-384	J-141	V-3-In	283	65	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	19.328	19.328	West
P-184	J-125	J-126	124	65	PVC	140	0.75	0.23	1.146	0.142	19.342	19.200	West
P-232	J-146	J-7	217	65	PVC	140	0.27	0.08	0.167	0.036	15.908	15.872	East
P-228	J-17	J-145	529	65	PVC	140	0.22	0.07	0.121	0.064	16.659	16.595	East
P-229	J-17	J-7	808	65	PVC	140	0.69	0.21	0.976	0.788	16.659	15.872	East
P-193	J-130	J-129	113	65	PVC	140	0.97	0.29	1.833	0.207	19.194	18.987	West
P-203	J-133	J-134	187	65	PVC	140	0.61	0.18	0.765	0.143	18.986	18.844	West
P-196	J-131	J-130	193	65	PVC	140	-0.34	0.10	0.257	0.049	19.145	19.194	West
P-248	J-7	J-154	183	65	PVC	140	0.86	0.26	1.453	0.266	15.872	15.606	East
P-200	J-10	J-133	516	65	PVC	140	0.66	0.20	0.903	0.466	19.452	18.986	West
P-190	J-129	J-61	157	65	PVC	140	0.51	0.15	0.560	0.088	18.987	18.899	West
P-204	J-129	J-133	127	65	PVC	140	0.04	0.01	0.006	0.001	18.987	18.986	West
P-189	J-128	J-58	293	65	PVC	140	1.09	0.33	2.277	0.666	18.965	18.299	West
P-214	J-138	J-139	104	65	PVC	140	0.55	0.17	0.639	0.066	19.430	19.364	West
P-385	V-3-Out	J-85	77	65	PVC	140	0.00	0.00	0.000	0.000	17.114	17.114	West
P-364	J-29	J-174	507	65	PVC	140	1.71	0.52	5.223	2.648	18.062	15.413	West
P-208	J-136	J-137	373	65	PVC	140	0.36	0.11	0.294	0.109	19.436	19.327	West
P-207	J-136	J-135	124	65	PVC	140	0.43	0.13	0.406	0.050	19.436	19.386	West
P-246	J-153	J-152	128	65	PVC	140	2.67	0.81	11.912	1.519	15.789	14.271	East
P-247	J-154	J-151	347	65	PVC	140	1.05	0.32	2.107	0.730	15.606	14.875	East
P-185	J-96	J-127	181	65	PVC	140	1.10	0.33	2.290	0.414	18.870	18.456	West
P-251	J-152	J-156	130	65	PVC	140	1.03	0.31	2.030	0.263	14.271	14.008	East
P-249	J-153	J-154	183	65	PVC	140	0.70	0.21	1.007	0.184	15.789	15.606	East
P-281	J-174	J-172	302	65	PVC	140	1.38	0.42	3.520	1.063	15.413	14.350	West
P-365	J-102	J-60	209	65	PVC	140	0.98	0.29	1.853	0.387	18.679	18.292	West
P-260	J-159	J-157	147	65	PVC	140	0.54	0.16	0.621	0.091	19.220	19.129	West
P-252	J-156	J-155	330	65	PVC	140	1.62	0.49	4.732	1.559	14.008	12.449	East
P-171	J-121	J-120	311	65	PVC	140	0.32	0.10	0.239	0.074	19.349	19.275	West
P-276	J-172	J-119	201	65	PVC	140	1.85	0.56	6.028	1.209	14.350	13.142	West
P-250	J-149	J-156	201	65	PVC	140	-0.94	0.28	1.709	0.343	14.351	14.008	East
P-235	J-86	J-147	312	65	PVC	140	0.16	0.05	0.066	0.021	16.305	16.284	East
P-238	J-151	J-149	322	65	PVC	140	0.91	0.28	1.630	0.525	14.875	14.351	East
P-243	J-152	J-150	142	65	PVC	140	1.14	0.34	2.456	0.349	14.271	13.922	East
P-241	J-151	J-19	386	65	PVC	140	0.04	0.01	0.004	0.002	14.875	14.874	East
P-283	J-173	J-174	270	50	PVC	140	0.29	0.15	0.702	0.189	15.603	15.413	West
P-296	J-150	J-180	388	50	PVC	140	0.46	0.24	1.672	0.648	13.922	13.274	East
P-312	J-189	J-187	301	50	PVC	140	0.58	0.30	2.555	0.769	13.694	12.925	East
P-274	J-170	J-171	347	50	PVC	140	0.56	0.29	2.398	0.831	10.686	9.855	West
P-275	J-119	J-170	186	50	PVC	140	1.42	0.72	13.204	2.456	13.142	10.686	West
P-291	J-71	J-177	309	50	PVC	140	0.45	0.23	1.595	0.493	16.485	15.992	East

(Pipe Report No.5)

Pipe	Start	End	L (m)	D (mm)	Mat.	C	Q (l/s)	V (m/s)	I (%)	HL (m)	Start WL	End WL	Zone
P-273	J-170	J-169	535	50	PVC	140	0.72	0.37	3.752	2.007	10.686	8.678	West
P-272	J-169	NW End	206	50	PVC	140	0.49	0.25	1.845	0.379	8.678	8.299	West
P-294	J-178	J-179	178	50	PVC	140	1.48	0.75	14.336	2.545	16.157	13.613	East
P-278	J-54	J-172	252	50	PVC	140	0.60	0.31	2.716	0.684	15.035	14.350	West
P-288	J-88	J-71	130	50	PVC	140	0.60	0.31	2.716	0.353	16.838	16.485	East
P-295	J-179	J-180	248	50	PVC	140	0.42	0.21	1.367	0.338	13.613	13.274	East
E Dump	J-81	E Dump	586	50	PVC	140	0.43	0.22	1.475	0.864	13.590	12.726	East
P-309	J-188	J-187	524	50	PVC	140	0.43	0.22	1.433	0.750	13.675	12.925	East
P-333	J-175	J-176	326	50	PVC	140	0.68	0.34	3.349	1.092	15.037	13.945	West
P-331	J-117	J-33	110	40	PVC	140	0.23	0.19	1.393	0.153	18.230	18.078	West
P-121	J-94	J-93	419	40	PVC	140	0.50	0.39	5.591	2.343	22.751	20.409	West

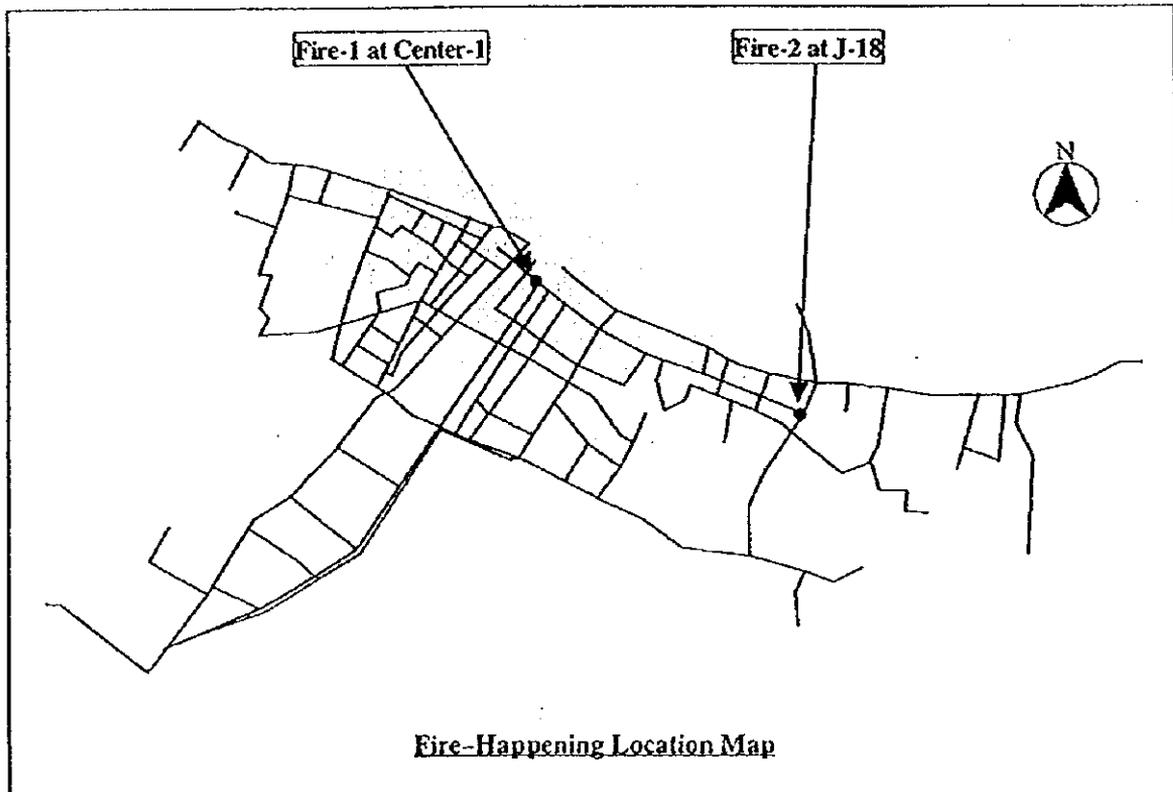
Networks Calculation of Fire Case

Whether the distribution networks can supply enough water for fire-fighting work in the case of fire happening was hydraulically studied.

The following assumption were made for hydraulic calculation.

- The fire happens at the same time (07:00 a.m.) at two strategic points in the city: one at Center-1 in the West Zone and the other at J-18 in the East Zone (See the Fire-Happening Location Map shown below).
- The fire-fighting water is to be taken from fire hydrants placed on the distribution pipelines through fire-fighting car with engine pump.
- The fire-fighting water is $1.0 \text{ m}^3/\text{min.} = 16.67 \text{ l/sec.}$ at one fire happening place.
- The water pressure is to be positive (more than +0 m above the sea level) at the fire hydrant.

The hydraulic calculation was carried out and its result is presented in the following pages. The result shows that the water pressure is positive at the both fire-happening places: Center-1 and J-18. The pipeline will be able to supply fire-fighting water to the fire-fighting car.



Hydraulic Calculation of Fire Case (1)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand (l/s)	Demand Pattern	Zone
J-2	22.556	7.00	15.556	2.66	4.95	Res	West
J-4	19.881	4.00	15.881	1.22	2.27	Res	West
J-5	19.427	3.00	16.427	3.19	5.94	Res	West
J-7	9.637	3.00	6.637	0.07	0.10	Com	East
J-8	17.433	3.00	14.433	0.07	0.14	Res	West
J-9	17.104	3.00	14.104	0.44	0.82	Res	West
J-10	15.364	4.00	11.364	0.35	0.49	Com	West
J-11	11.233	3.00	8.233	0.72	1.34	Res	East
J-12	15.234	3.00	12.234	0.62	1.16	Res	West
J-13	16.151	3.00	13.151	0.47	0.88	Res	West
J-14	17.249	3.00	14.249	0.07	0.14	Res	West
J-15	16.757	3.00	13.757	0.83	1.55	Res	West
J-16	16.402	3.00	13.402	1.38	2.57	Res	West
J-17	11.201	3.00	8.201	0.84	1.16	Com	East
J-18	7.789	3.00	4.789	17.41	18.05	Fire-happening	East
J-19	7.522	3.00	4.522	0.49	0.92	Res	East
J-20	7.337	3.00	4.337	0.07	0.14	Res	East
J-21	7.332	5.00	2.332	0.44	0.82	Res	East
J-22	15.240	3.00	12.240	0.16	0.22	Com	West
J-23	15.425	6.00	9.425	0.34	0.47	Com	West
West End	12.008	3.00	9.008	0.80	1.49	Res	West
J-26	13.162	3.00	10.162	0.07	0.14	Res	West
J-27	13.552	3.00	10.552	0.40	0.75	Res	West
J-29	14.517	3.00	11.517	0.07	0.14	Res	West
J-31	14.519	3.00	11.519	0.18	0.34	Res	West
J-32	14.543	3.00	11.543	0.21	0.40	Res	West
J-33	14.540	3.00	11.540	0.23	0.43	Res	West
J-34	15.530	5.00	10.530	0.19	0.27	Com	West
J-35	15.929	4.00	11.929	0.25	0.35	Com	West
J-36	15.421	3.00	12.421	0.43	0.60	Com	West
J-37	12.198	3.00	9.198	0.62	1.16	Res	East
J-38	13.375	3.00	10.375	1.16	2.16	Res	West
Center-1	15.026	3.00	12.026	17.02	17.16	Fire-happening	West
J-40	10.002	7.00	3.002	0.07	0.14	Res	East
J-41	9.139	10.00	-0.861	0.98	1.83	Res	East
J-42	9.227	3.00	6.227	0.85	1.59	Res	East
J-44	9.470	3.00	6.470	0.33	0.62	Res	East
J-45	7.195	3.00	4.195	1.09	1.50	Com	East
J-53	11.813	3.00	8.813	0.17	0.32	Res	West
J-54	11.563	3.00	8.563	0.70	1.31	Res	West
J-55	14.885	3.00	11.885	1.12	2.09	Res	West
J-56	14.647	3.00	11.647	0.47	0.88	Res	West
J-57	14.648	3.00	11.648	0.39	0.73	Res	West
J-58	14.743	3.00	11.743	0.32	0.60	Res	West
J-59	14.639	3.00	11.639	0.23	0.43	Res	West
J-60	14.628	3.00	11.628	0.34	0.64	Res	West
J-61	15.054	3.00	12.054	0.26	0.36	Com	West
J-62	15.652	4.00	11.652	0.16	0.22	Com	West
J-63	15.332	6.00	9.332	0.37	0.51	Com	West
J-64	17.041	3.00	14.041	0.28	0.53	Res	West
J-65	16.224	3.00	13.224	0.54	1.01	Res	West
J-66	15.265	3.00	12.265	0.37	0.51	Com	West
J-67	16.539	3.00	13.539	2.75	5.12	Res	West
J-68	11.843	3.00	8.843	0.78	1.46	Res	East
J-69	10.822	3.00	7.822	0.73	1.36	Res	East

Hydraulic Calculation of Fire Case (2)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand. (l/s)	Demand Pattern	Zone
J-70	12.473	3.00	9.473	0.64	1.20	Res	East
J-71	11.515	3.00	8.515	0.76	1.42	Res	East
J-72	9.461	3.00	6.461	0.07	0.14	Res	East
J-73	16.174	3.00	13.174	0.83	1.55	Res	East
J-74	15.149	3.00	12.149	0.43	0.60	Com	West
J-75	15.026	3.00	12.026	0.37	0.51	Com	West
J-76	7.139	3.00	4.139	0.00	0.00	Res	East
J-77	7.226	3.00	4.226	0.43	0.81	Res	East
J-78	6.446	3.00	3.446	0.39	0.73	Res	East
J-79	6.201	3.00	3.201	0.59	1.10	Res	East
J-80	6.275	3.00	3.275	0.24	0.45	Res	East
J-81	6.251	3.00	3.251	0.49	0.92	Res	East
J-82	5.991	3.00	2.991	0.36	0.68	Res	East
J-83	5.688	3.00	2.688	1.03	1.92	Res	East
Southeast	5.244	3.00	2.244	2.48	4.62	Res	East
End							
J-85	12.006	3.00	9.006	1.30	2.42	Res	East
J-86	10.738	3.00	7.738	0.87	1.62	Res	East
J-87	12.404	3.00	9.404	0.96	1.79	Res	East
J-88	11.878	3.00	8.878	0.70	1.31	Res	East
J-89	10.651	3.00	7.651	0.54	1.01	Res	East
J-90	20.003	4.00	16.003	1.22	2.27	Res	West
J-91	16.810	3.00	13.810	1.99	3.71	Res	West
J-92	16.824	3.00	13.824	1.87	3.48	Res	West
J-93	17.985	5.00	12.985	1.77	3.30	Res	West
J-94	20.849	7.00	13.849	1.57	2.93	Res	West
J-95	16.555	3.00	13.555	0.61	1.14	Res	West
J-96	15.389	3.00	12.389	0.28	0.53	Res	West
J-99	14.518	3.00	11.518	0.16	0.30	Res	West
J-100	15.325	6.00	9.325	0.41	0.57	Com	West
J-101	15.172	3.00	12.172	0.28	0.39	Com	West
J-102	14.918	3.00	11.918	0.22	0.31	Com	West
J-103	14.882	3.00	11.882	0.18	0.25	Com	West
J-109	16.113	3.00	13.113	0.16	0.30	Res	West
J-110	15.837	3.00	12.837	0.28	0.53	Res	West
J-119	9.652	3.00	6.652	0.23	0.43	Res	West
J-120	15.916	3.00	12.916	0.44	0.82	Res	West
J-121	15.942	3.00	12.942	0.16	0.30	Res	West
J-122	15.618	3.00	12.618	0.07	0.14	Res	West
J-123	15.700	3.00	12.700	0.20	0.38	Res	West
J-124	16.197	3.00	13.197	0.40	0.55	Com	West
J-125	15.732	3.00	12.732	0.25	0.35	Com	West
J-126	15.613	3.00	12.613	0.31	0.43	Com	West
J-127	14.935	3.00	11.935	0.33	0.62	Res	West
J-128	15.181	5.00	10.181	0.20	0.28	Com	West
J-129	15.104	4.00	11.104	0.30	0.42	Com	West
J-130	15.274	4.00	11.274	0.36	0.50	Com	West
J-131	15.280	5.00	10.280	0.18	0.25	Com	West
J-133	15.102	3.00	12.102	0.07	0.10	Com	West
J-134	15.015	3.00	12.015	0.07	0.14	Res	West
J-135	15.116	3.00	12.116	0.31	0.43	Com	West
J-136	15.167	4.00	11.167	0.32	0.44	Com	West
J-137	15.086	3.00	12.086	0.66	0.91	Com	West
J-138	15.209	3.00	12.209	0.48	0.66	Com	West
J-139	15.141	3.00	12.141	0.36	0.50	Com	West
J-141	15.097	3.00	12.097	0.31	0.43	Com	West
J-145	11.136	3.00	8.136	0.16	0.22	Com	East

Hydraulic Calculation of Fire Case (3)

Node	Water Level (+m)	Elevation (+m)	Residual Pressure (m)	Demand (l/s)	Peak Hour Demand. (l/s)	Demand Pattern	Zone
J-146	9.673	3.00	6.673	0.28	0.53	Res	East
J-147	10.466	3.00	7.466	0.48	0.90	Res	East
J-148	7.894	3.00	4.894	0.99	1.85	Res	East
J-149	7.350	3.00	4.350	0.60	1.12	Res	East
J-150	7.332	3.00	4.332	0.36	0.68	Res	East
J-151	7.779	3.00	4.779	0.07	0.10	Com	East
J-152	7.633	3.00	4.633	0.27	0.51	Res	East
J-153	9.411	3.00	6.411	0.33	0.62	Res	East
J-154	9.164	3.00	6.164	0.37	0.51	Com	East
J-155	5.635	4.00	1.635	0.87	1.62	Res	East
J-156	7.195	3.00	4.195	0.18	0.34	Res	East
J-157	15.322	3.00	12.322	0.78	1.46	Res	West
J-158	12.997	3.00	9.997	0.93	1.74	Res	East
J-159	15.353	3.00	12.353	0.70	1.31	Res	West
J-161	15.084	3.00	12.084	0.91	1.70	Res	West
J-163	11.849	3.00	8.849	0.70	1.31	Res	East
J-167	17.645	5.00	12.645	1.70	3.17	Res	West
Northwest End	4.810	3.00	1.810	0.26	0.49	Res	West
J-169	5.189	3.00	2.189	0.12	0.23	Res	West
J-170	7.197	3.00	4.197	0.07	0.14	Res	West
J-171	6.366	3.00	3.366	0.30	0.56	Res	West
J-172	10.861	3.00	7.861	0.07	0.14	Res	West
J-173	12.110	3.00	9.110	0.39	0.73	Res	West
J-174	11.912	3.00	8.912	0.33	0.62	Res	West
J-175	11.567	3.00	8.567	0.30	0.56	Res	West
J-176	10.476	3.00	7.476	0.36	0.68	Res	West
J-177	10.892	3.00	7.892	1.12	2.09	Res	East
J-178	10.211	3.00	7.211	0.37	0.69	Res	East
J-179	7.378	3.00	4.378	0.57	1.07	Res	East
J-180	6.894	3.00	3.894	0.47	0.88	Res	East
J-181	10.537	4.00	6.537	1.44	2.68	Res	East
J-184	7.252	3.00	4.252	0.63	1.18	Res	East
J-185	7.202	3.00	4.202	0.62	1.16	Res	East
East- Dump	5.387	3.00	2.387	0.23	0.43	Res	East
J-187	5.586	3.00	2.586	0.54	1.01	Res	East
J-188	6.336	3.00	3.336	0.07	0.14	Res	East
J-189	6.355	7.00	-0.645	0.57	1.07	Res	East
J-191	16.398	3.00	13.398	3.01	5.60	Res	West
J-192	18.287	3.00	15.287	2.78	5.18	Res	West
J-194	20.972	7.00	13.972	1.34	2.50	Res	West
J-195	18.475	7.00	11.475	1.99	3.71	Res	West
J-106	15.026	3.00	12.026	0.22	0.31	Com	West
J-117	14.587	3.00	11.587	0.17	0.32	Res	West
J-197	19.309	10.00	9.309	0.14	0.27	Res	West
J-198	18.927	3.00	15.927	0.14	0.27	Res	West
J-182	15.573	4.00	11.573	0.07	0.14	Res	West
J-201	15.485	3.00	12.485	0.37	0.69	Res	West
J-199	17.832	3.00	14.832	0.00	0.00	Fixed	East
J-202	15.007	3.00	12.007	0.00	0.00	Fixed	East
Mt Saion	15.363	15.00	0.363	0.07	0.14	Res	West
J-205	12.559	3.00	9.559	0.07	0.14	Res	West
J-183	7.451	3.00	4.451	0.07	0.14	Res	East
J-206	22.016	5.00	17.016	0.10	0.18	Res	West
J-203	13.524	3.00	10.524	0.00	0.00	Fixed	East

添付資料 11 漏水調査

添付資料－1 1 漏水調査

現地調査期間（1999年6月～7月）中に実施した漏水調査について記述する。

－ 目次 －

1. 目的
2. 調査概要
3. 調査対象地域と 調査日時
4. ACP 調査結果
5. PVC 調査結果
6. TWB 実施ステップテスト
7. 現行漏水率の算定
8. 将来漏水率の算定
9. TWB ステップテスト実施計画
10. 供与機材
11. 添付図表資料

1. 目的

既存配水管の漏水状況を把握し、本計画による配水管改善計画の基礎資料とすると共に、将来TWBが対応すべき漏水防止対策のガイドラインとする。

2. 調査概要

調査団携行機材である超音波流量計を用いて、配水管末端部小区画（PVC管路4か所）および閉塞管路（ACP管路1か所）を対象とした漏水調査を実施した。併せて、TWB遂行のパイロット漏水調査であるステップテスト（夜間最少流量計量法）の支援業務を行った。

3. 調査対象地域と調査日時

調査地：地域名	区分	管種・管径	調査日時
No.1：Havel	配水管末端部	PVC 50 mm	1999年6月28日 10:00 -
No.2：Ngele'a	配水管末端部	PVC 65 mm	1999年7月6日 11:00 -15:40
No.3：Ma'ufange	配水管末端部	PVC 80 mm	1999年7月7日 11:10 -03:40
No.4：Longolongo	配水管末端部	PVC 50 mm	1999年7月13日 14:30 -15:22
No.5：Kolofou'ou	配水管閉塞部	ACP 150 mm	1999年7月15日 23:45 -02:00

4. ACP 調査結果

ACP 管の平均漏水率は下表のように 39.7 % であった。

	管径 (mm)	100	150	200	250	300	
調査時水圧 P0(m)		8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	
標準水圧 P1(m)		8.2	8.2	12.0	12.0	12.0	
(Po/P1)exp(1.15)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
漏水率 (%)		28.5	28.5	44.2	44.2	44.2	平均 39.7 %

(注)

上記は No.5 地点 (150 mm 閉塞管路) の調査結果を基本データとした。他の管径の漏水率は漏水量算定式 (水道管路技術センター発行「実務者のための漏水調査」所収) により算定した。また、平均値は、管径ごとの既存延長データを用いた管内体積比により算出した。

No.5 地点： 夜間最少水量 = 11.3 l/sec
 閉塞管路最少水量 = 3.22 l/sec
 漏水率 = 3.22 / 11.3 = 28.5 %

5. PVC 調査結果

PVC 管の平均漏水率は、26.3 % である。

	管径 (mm)	50	65	80	
調査時水圧 P0(m)		5.7	5.7	5.7	
標準水圧 P1(m)		10.5	10.5	10.5	
(Po/P1)exp(1.15)		2.02	2.02	2.02	
漏水率 (%)		26.3	26.3	26.3	平均 26.3 %

(注) 上記は No.4 地点 (50 mm 末端管路) の調査結果を基本データとした。

No.4 地点： 平均水量 = 0.285 l/sec
 管路 h 閉塞時最少水量 = 0.0374 l/sec
 漏水率 = 0.0674 / 0.285 = 13.0 %

標準水圧時漏水率は、漏水量算定式により、
 $(10.5 / 5.7) \exp(1.15) \times 13.0\% = 26.3\%$
 となり、PVC 管路区域の平均漏水率は 26.3 % と算定した。

6. TWB 実施ステップテスト

1) ステップテスト実施概要

TWB がかねてから計画していたステップテスト第1回目を Block No.5 地区で実施した。ステップテストは、調査区域内の夜間最少流量時間帯に管路区間ごとのバルブを順次閉止して流量観測を続け、各管路区間の漏水存在量を把握する方法であり、漏水対策の基礎資料となるものである。

2) 調査地域と実施日時

調査地：地域名	管種・管径	調査日時
Block 5 : Fasimoro	ACP 150 mm	1999年7月13日 00:30 - 02:30

3) ステップテスト実施結果

ステップテスト結果のグラフから、いずれかの小区画および管路において漏水量のあることが判断できる。このグラフで S11-S12 閉止時における最少流量が 52.5 % と異常に高いが、これは区域内のアイスクリーム工場が水を使用していたことが判明したので漏水量から除外した。最終的には ACP 150 mm (DM-S12 間) の漏水率は 22.0 % と測定された。この数値は前述の調査団の測定位置より水圧が低い場所であることから、ACP 150 mm の漏水率 28.5 % は妥当な数値と判断される。

4) ステップテスト実施に関する支援および評価

TWB が行った初めてのステップテスト実施は完全とはいえないが、TWB 職員のステップテスト実施に関わる努力は十分に評価に値する。次回のステップテストでは、下記事項の確実な遂行が望まれる。

- ・ 調査区画の完全分離の確認
- ・ 夜間水利用状況の確認
- ・ 夜間最少流量時間帯の事前調査
- ・ 区域の常時および調査時の水圧計測
- ・ 仕切弁の機能確認
- ・ 測定時の仕切弁操作手順の確認
- ・ 測定時間中の水利用停止に関する広報の徹底

7. 現行漏水率の算定

調査結果をまとめると、漏水率は、ACP 管路=39.7%、PVC 管路=26.3% である。ヌクアロファ市全体平均漏水率は、水の管内体積比が ACP:PVC=60%:40% であることから、 $(39.7\% \times 60\%) + (26.3\% \times 40\%) = 34.3\%$ と推定される。

8. 将来漏水率の算定

ACP は新管に敷設替えすることにより、漏水率を大幅に少なくすることができる。管路工事が完全であれば、理論的には漏水率0%であるが、計画値としては10%程度と設定するのが妥当である。

PVC 管は現状が26.3%なので、今後、漏水対策実施を継続することにより、約5%の減少を目指し、漏水率20%を維持するものと計画する。

従って、本プロジェクト終了後の全市の平均漏水率は、 $(10\% \times 60\%) + (20\% \times 40\%) = 14\%$ → 15% とする。

9. TWB ステップテスト実施計画

1) ステップテスト (夜間最少流量測定法)

この調査は、ヌクアロファ市を7調査区域に分割し、各区域に区域内流量計を設置し(1998年に設置済み)、最少流量時間帯である夜間の流量を測定するもので、管路および小区画ごとに設置のバルブを順次閉止し、最少流量値に応じて小分区内の管路ごとの漏水量を追求するものである。漏水量は、計測データの分析・グラフ作成の他、現場状況を加えて判定する。

2) 経緯

TWB は、1996年からオーストラリア (AusAID) の指導を受けてステップテストの実施を立案、準備を開始した。しかしながら、調査に必要な資材 (主としてバルブ) の不足により実施が大幅に遅れ、本基本設計調査団調査期間中の1999年7月に初めてBlock No.5地区のステップテストが実施された。

現在TWBは、2005年までの調査計画を立案しており、計画遂行には日本からの漏水対策に関する供与機材が大いに活用できる。

3) ステップテスト実施体制

現在TWBは、漏水対策班1班(3名)を稼働させている。将来のステップテスト遂行に向けて2班(1班3名)体制とし、漏水調査および漏水修理をより効果的に進めるべく準備中である。

10. 供与機材

プロジェクト完了後、新規管については 10%以下の漏水率を維持し、既存 PVC 管については現行の 26%を 20%に低減・維持する計画であり、この目標達成のために、供与機材の利用が必要である。以下の供与機材を計画した。

1) 超音波流量計：2台

これは可搬式の管流量計で、ステップテストの結果から判明した漏水量の多い管路についての流量測定に活用することができる。上下流2点の同時計測により確実に漏水量を計測できる。また本器は、既設流量計作動状況の確認、既設流量計の代替え使用、取水ポンプ流量計作動状況確認、導水管漏水調査等を初め、水理解析の検証等、水道施設維持管理面で効果的に活用できるものである。

2) 相関式漏水探知機：1台

小区間および管路漏水調査により漏水量の存在を知った後、漏水位置を推定するための器械で、漏水位置を特定することができる。

3) 聴音式漏水探知機：1台

相関式漏水探知機で推定した漏水位置の現場路上で漏水音を実際に聴音して、漏水位置を確認する器械であり、単独使用でも漏水を検知することができる。

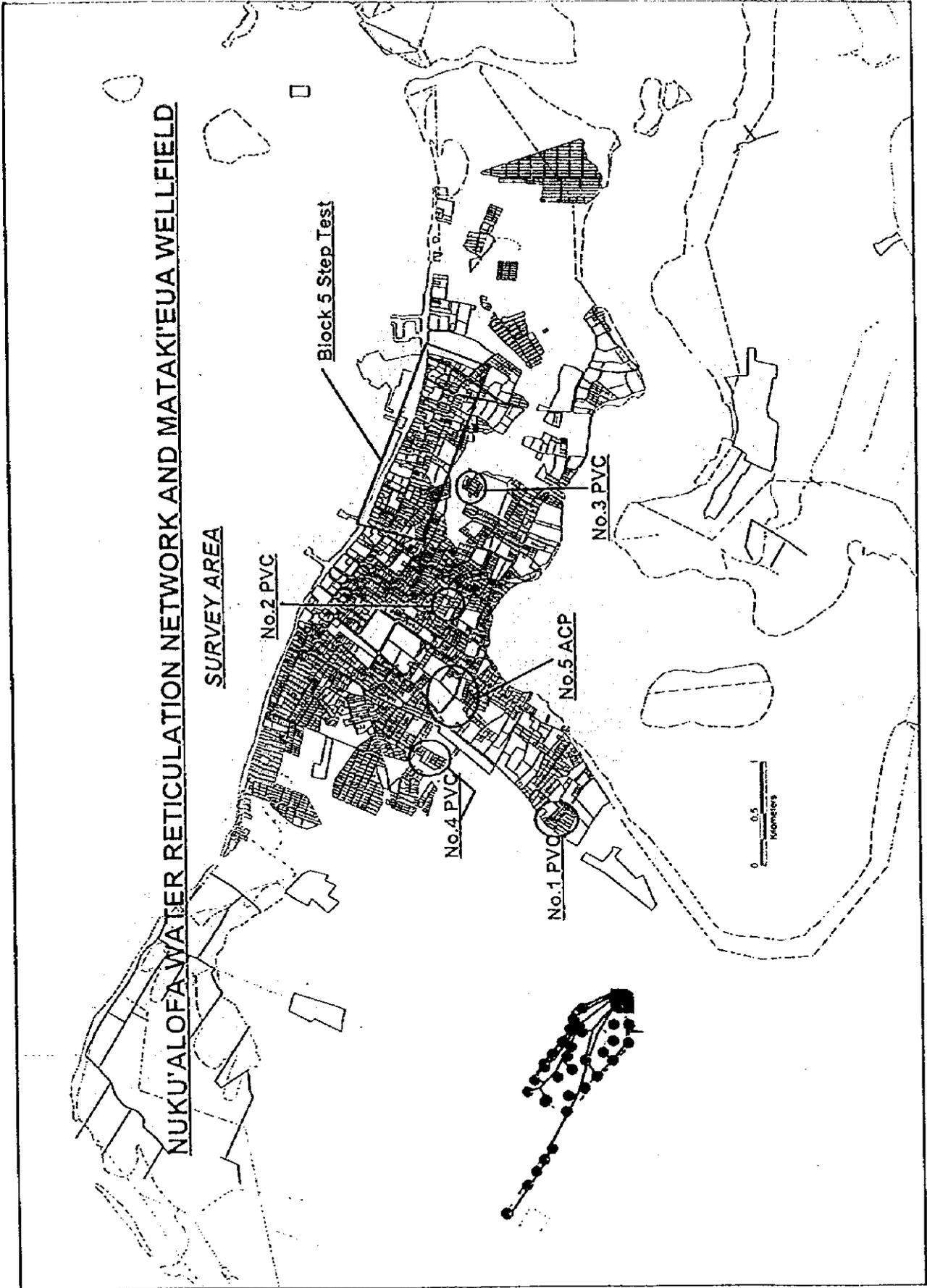
4) ボックスロケータ（金属探知器）：1台

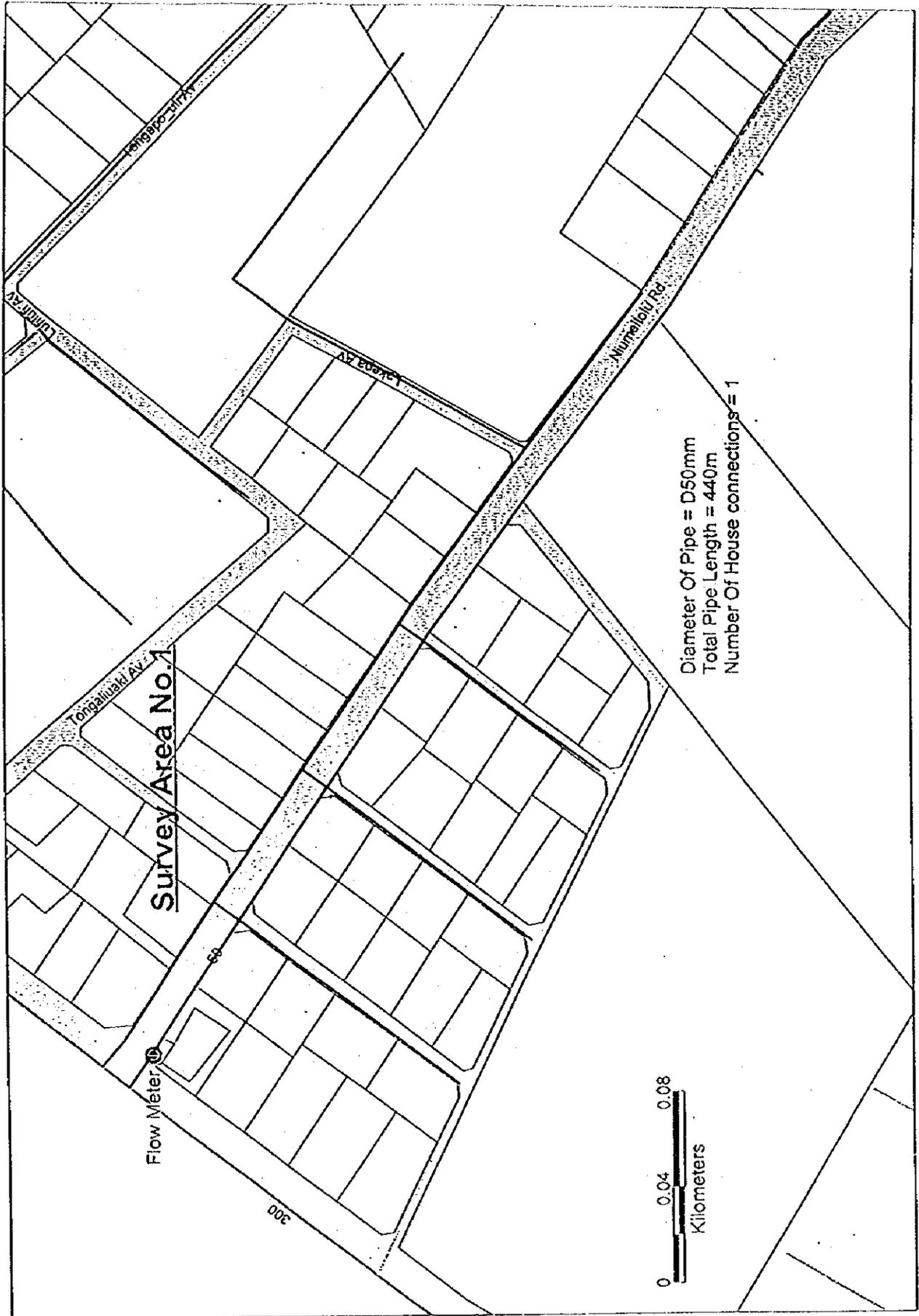
既設のバルブ・マンホールの鉄蓋等、金属製品の埋設位置を地上から探索する器械で、調査を安全に、かつ、迅速に行うために必要な器械である。

11. 添付図表資料

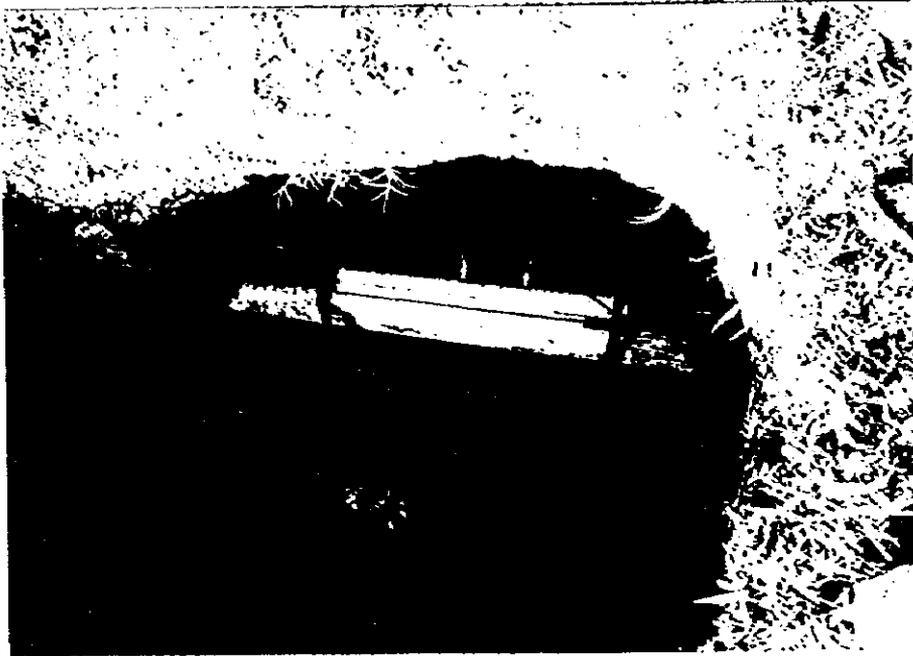
次ページ以下に、漏水調査関連の図表・資料等を添付する。内容は次のようである。

- 漏水調査地点位置図	1 ページ
- 調査地点 No.1 の地図・写真・測定結果グラフ	3 ページ
- 調査地点 No.2 の地図・写真・測定結果グラフ	3 ページ
- 調査地点 No.3 の地図・写真・測定結果グラフ	3 ページ
- 調査地点 No.4 の地図・写真・測定結果グラフ	3 ページ
- 調査地点 No.5 の地図・写真・測定結果グラフ	3 ページ
- ステップテスト実施地点 (Block No.5) の地図・測定結果表・グラフ	3 ページ
- ステップテスト英文報告書	3 ページ
- ステップテスト対象区域図	1 ページ
- ステップテスト計画フローチャート	1 ページ
- ステップテスト計画英文説明書	2 ページ

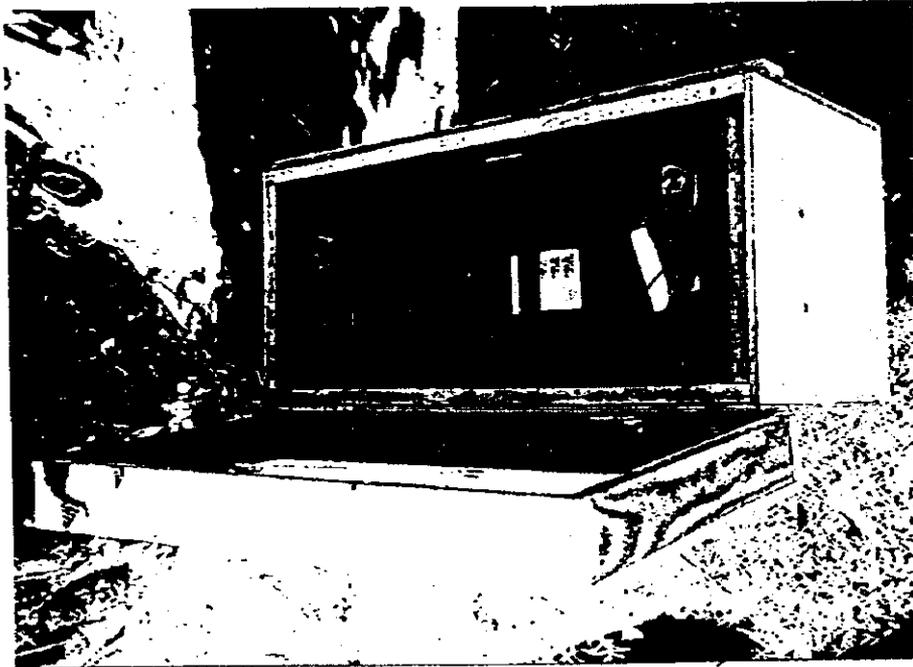




Survey Area No. 1

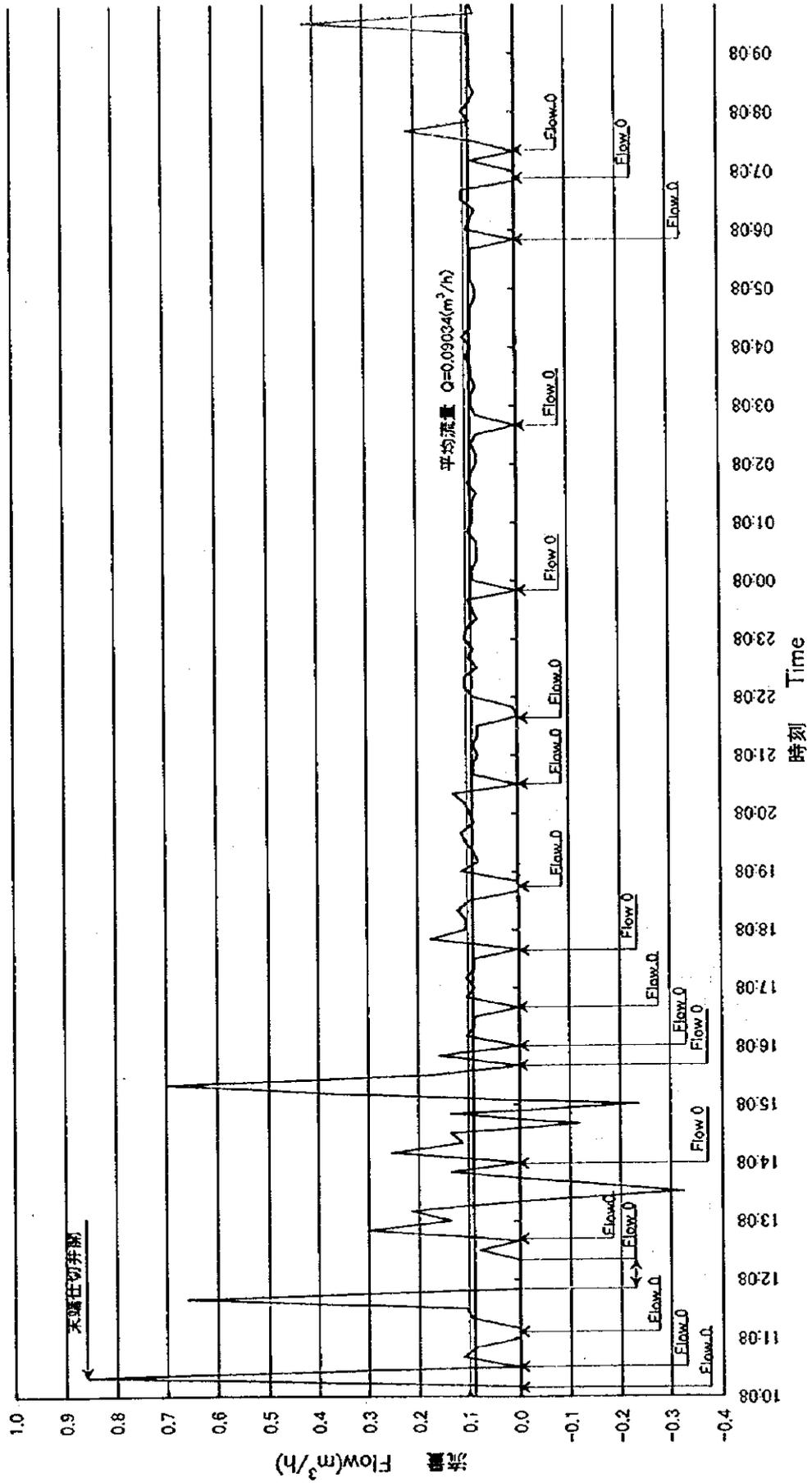


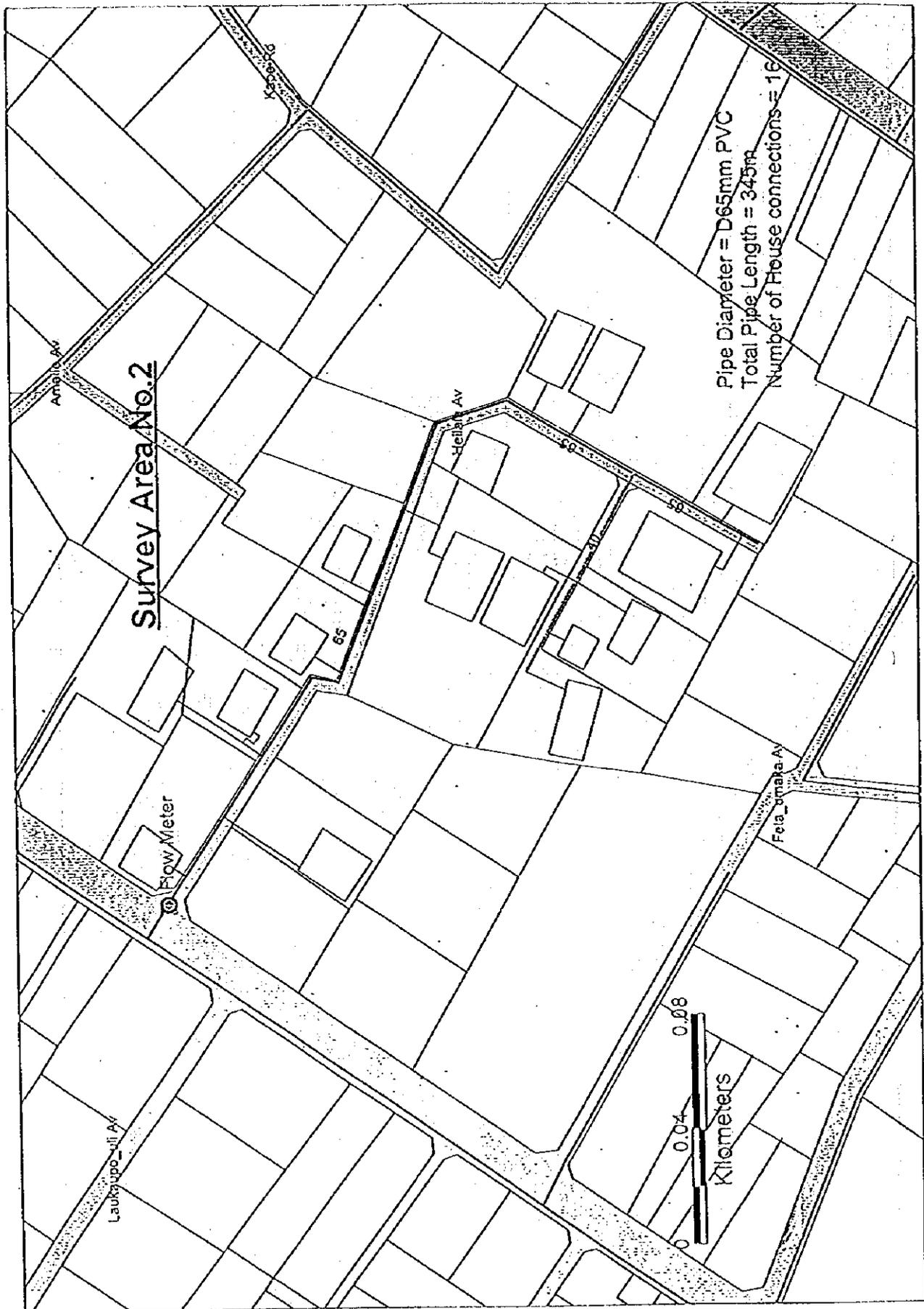
Sensor (transmitter, receiver)



Ultrasonic Flowmeter

Survey Area No.1

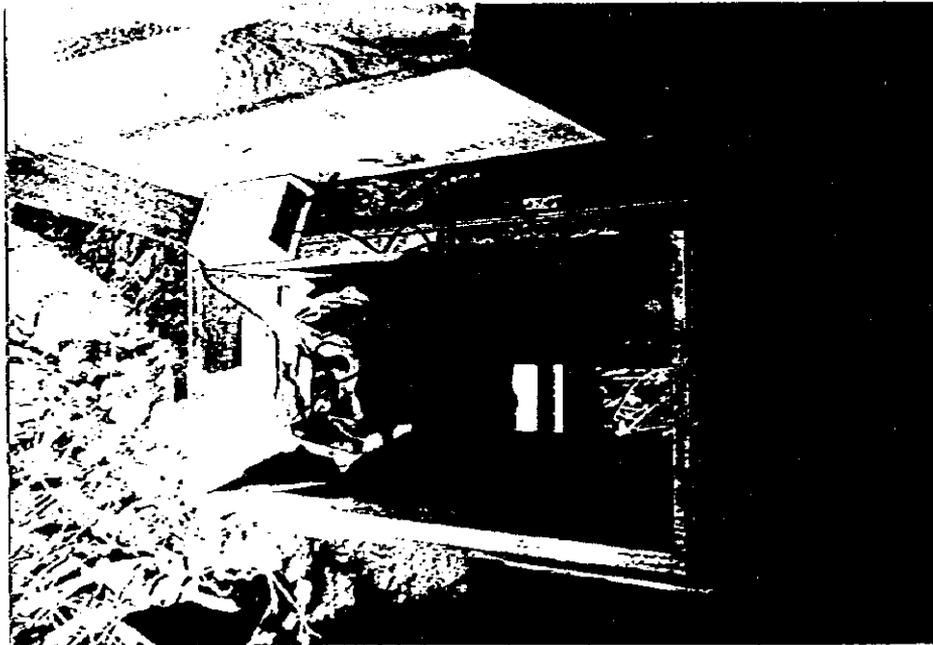




Survey Area No. 2

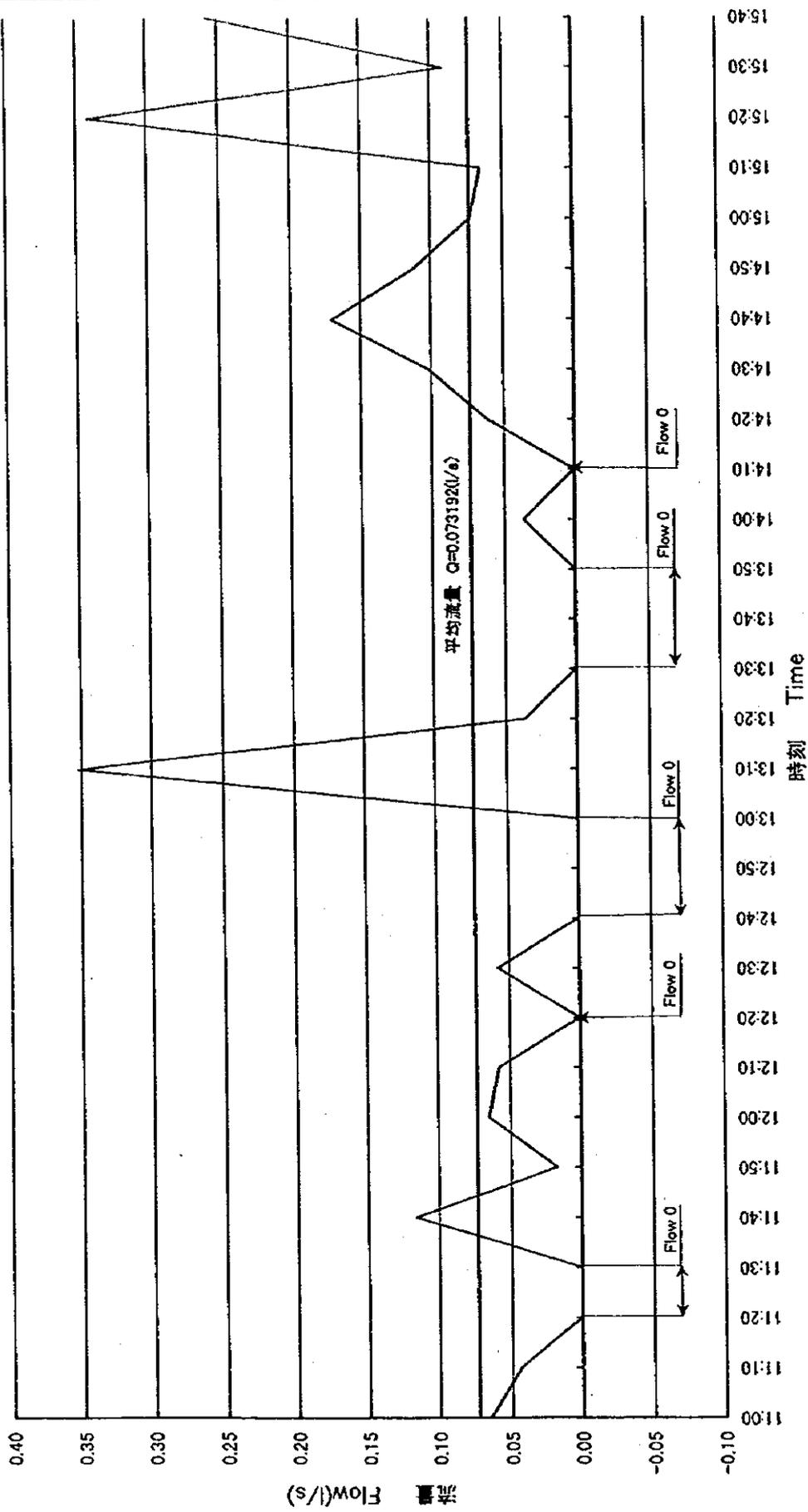


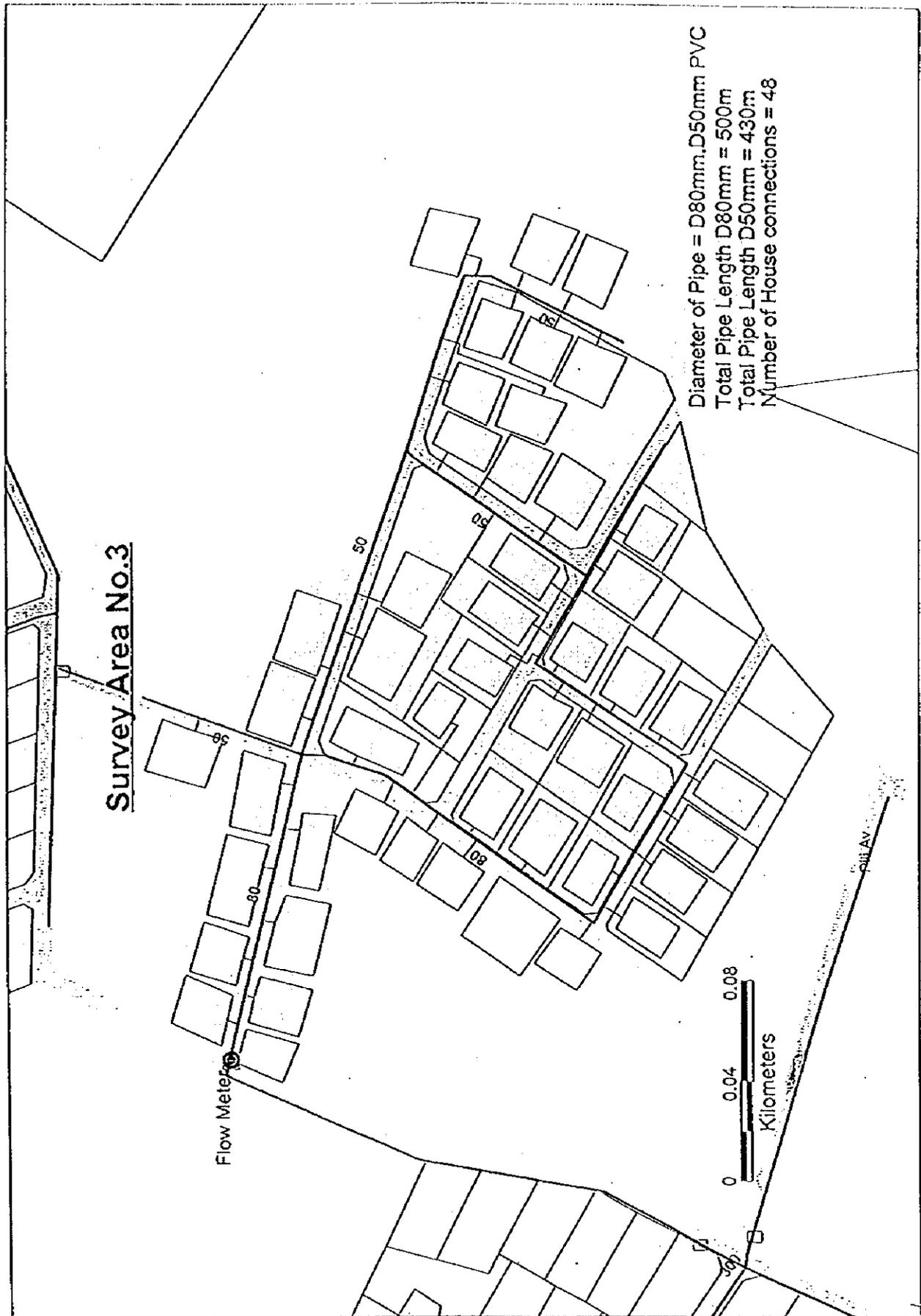
Sensor (transmitter, receiver)



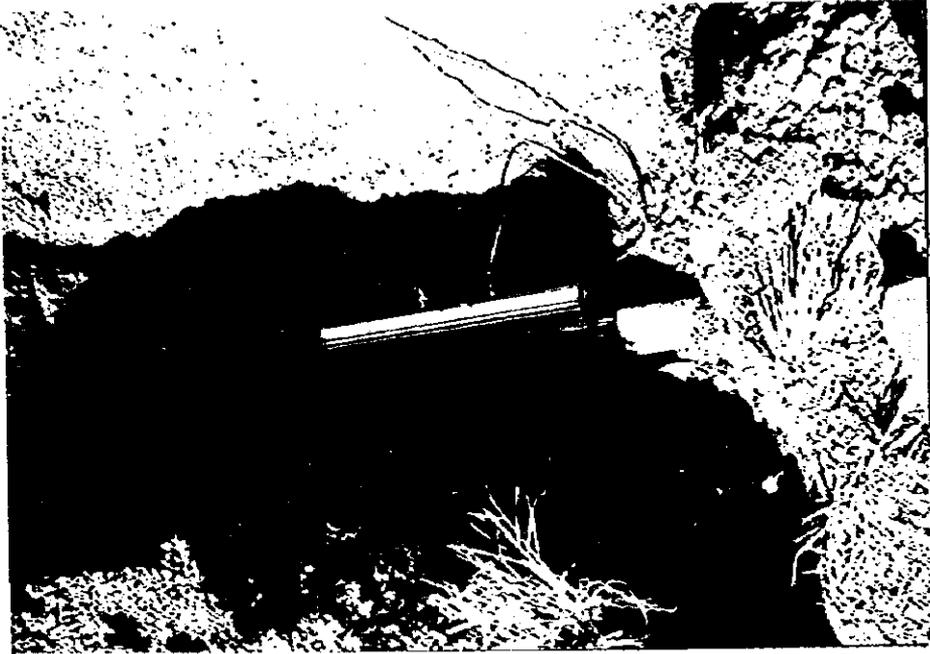
Ultrasonic Flowmeter

Survey Area No.2





Survey Area No. 3

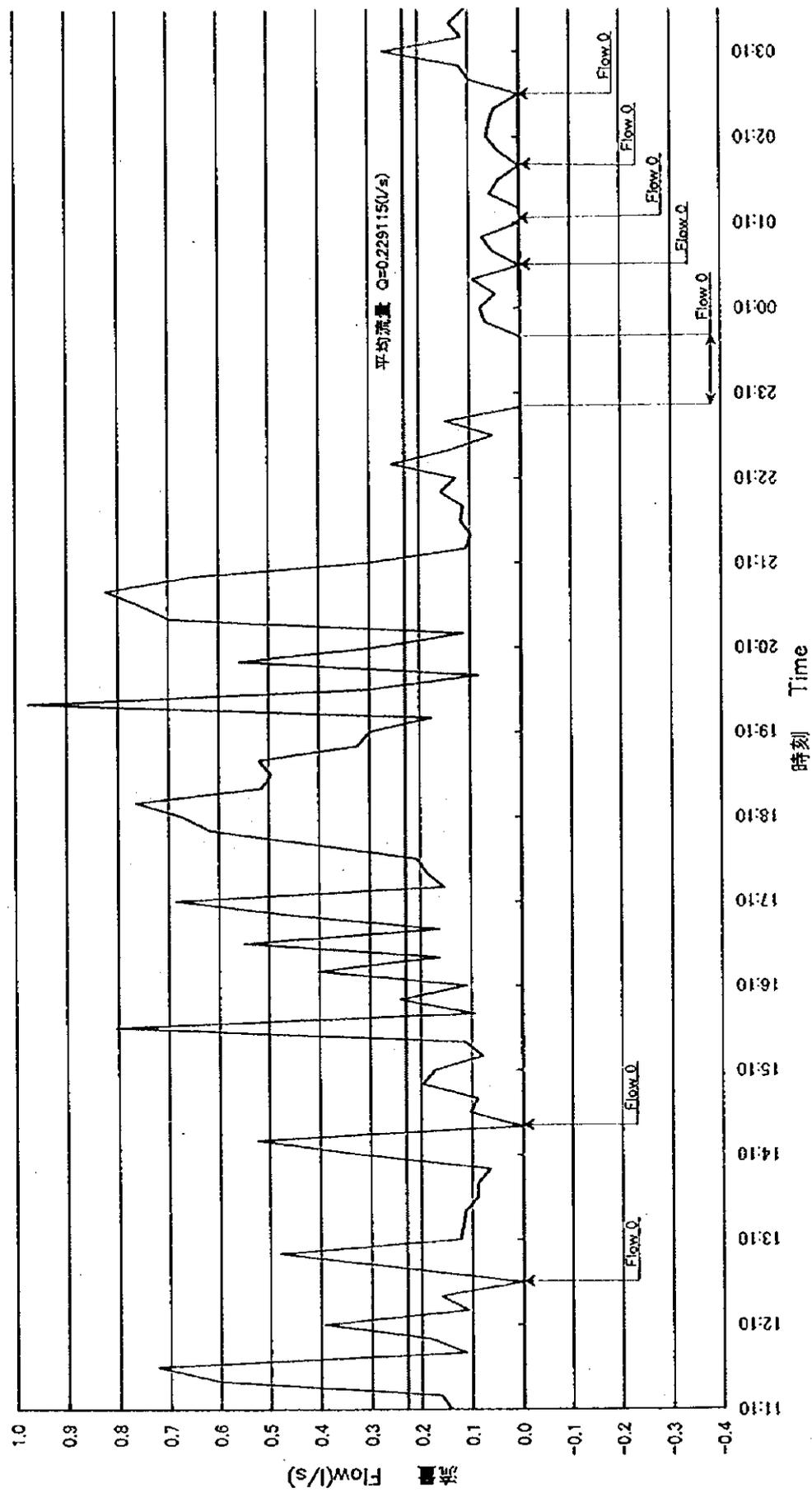


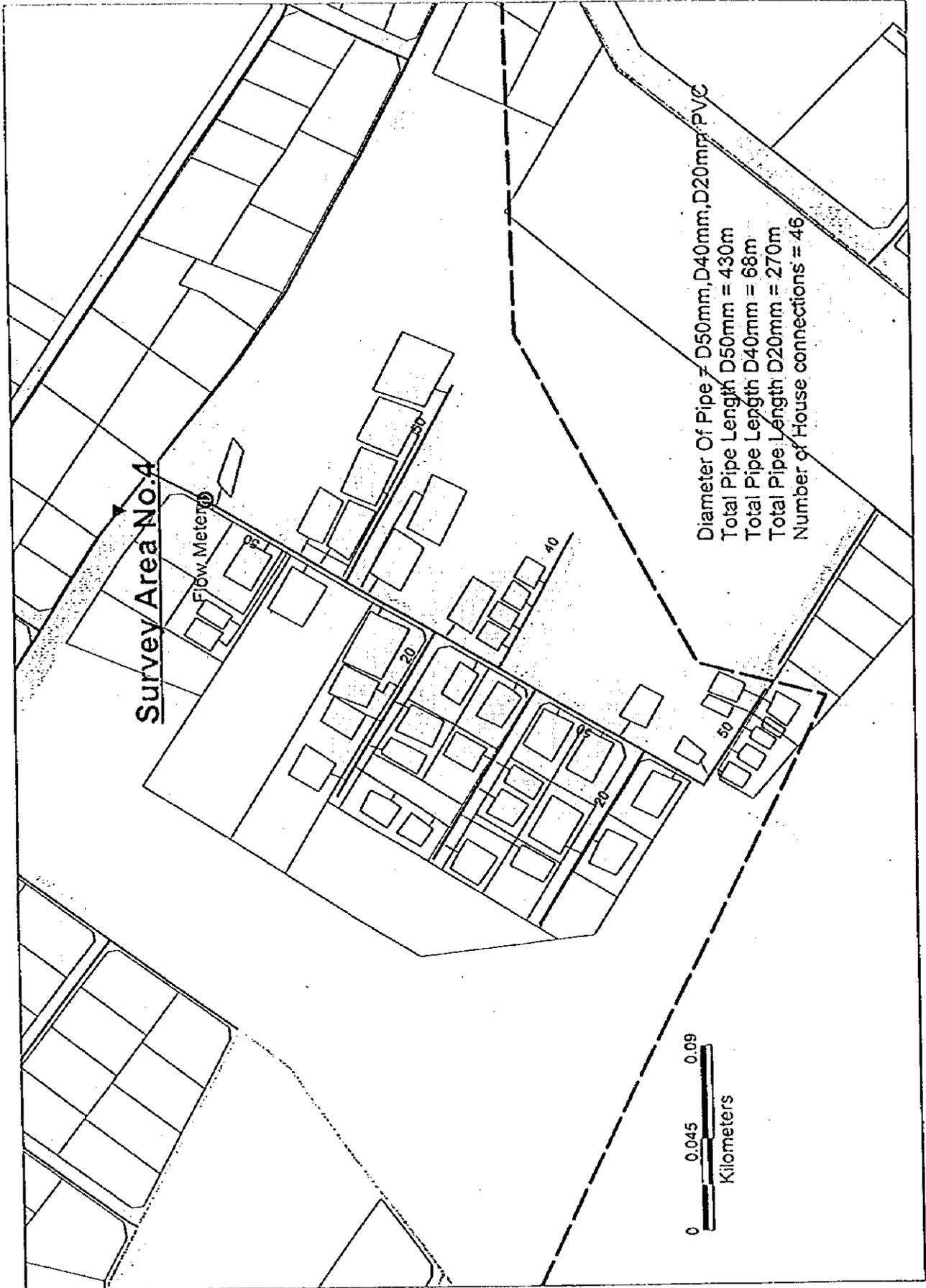
Sensor (transmitter, receiver)



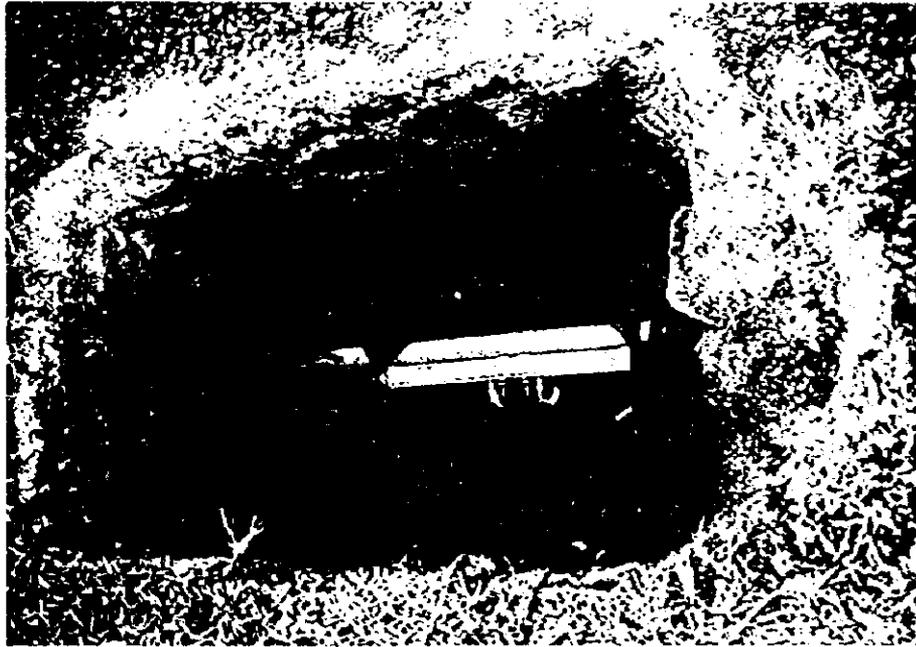
Ultrasonic Flowmeter

Survey Area No.3

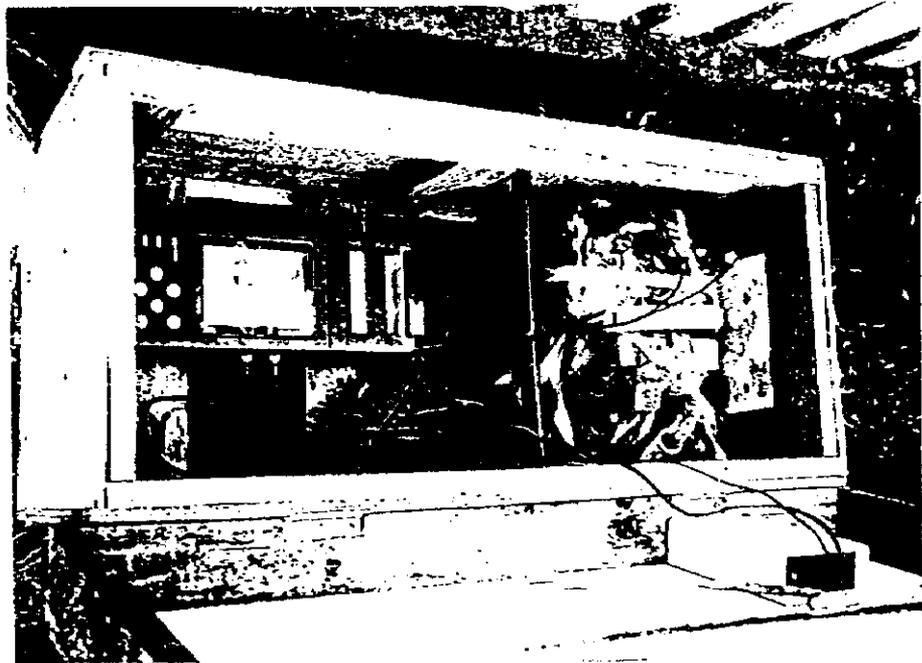




Survey Area No. 4

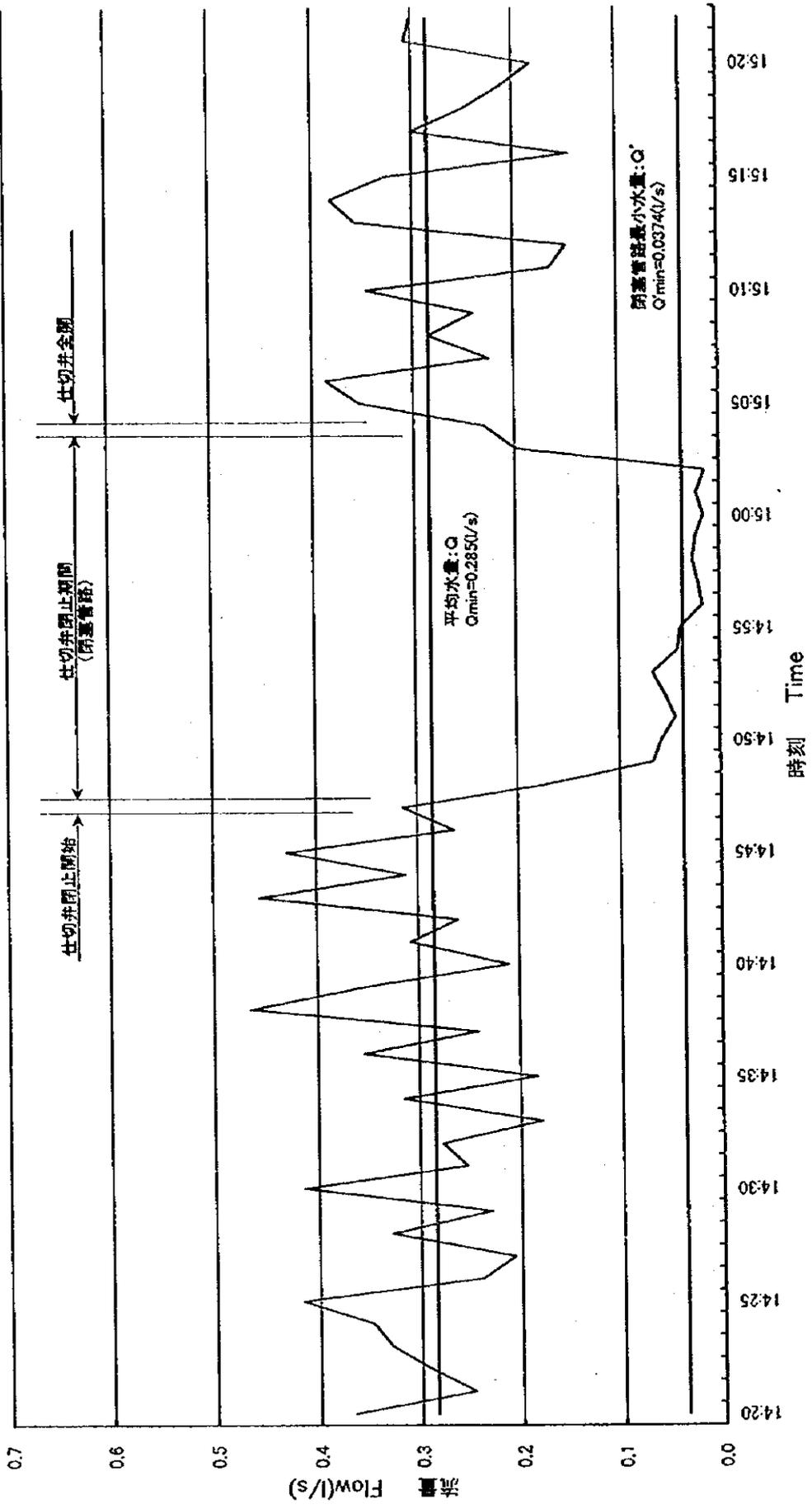


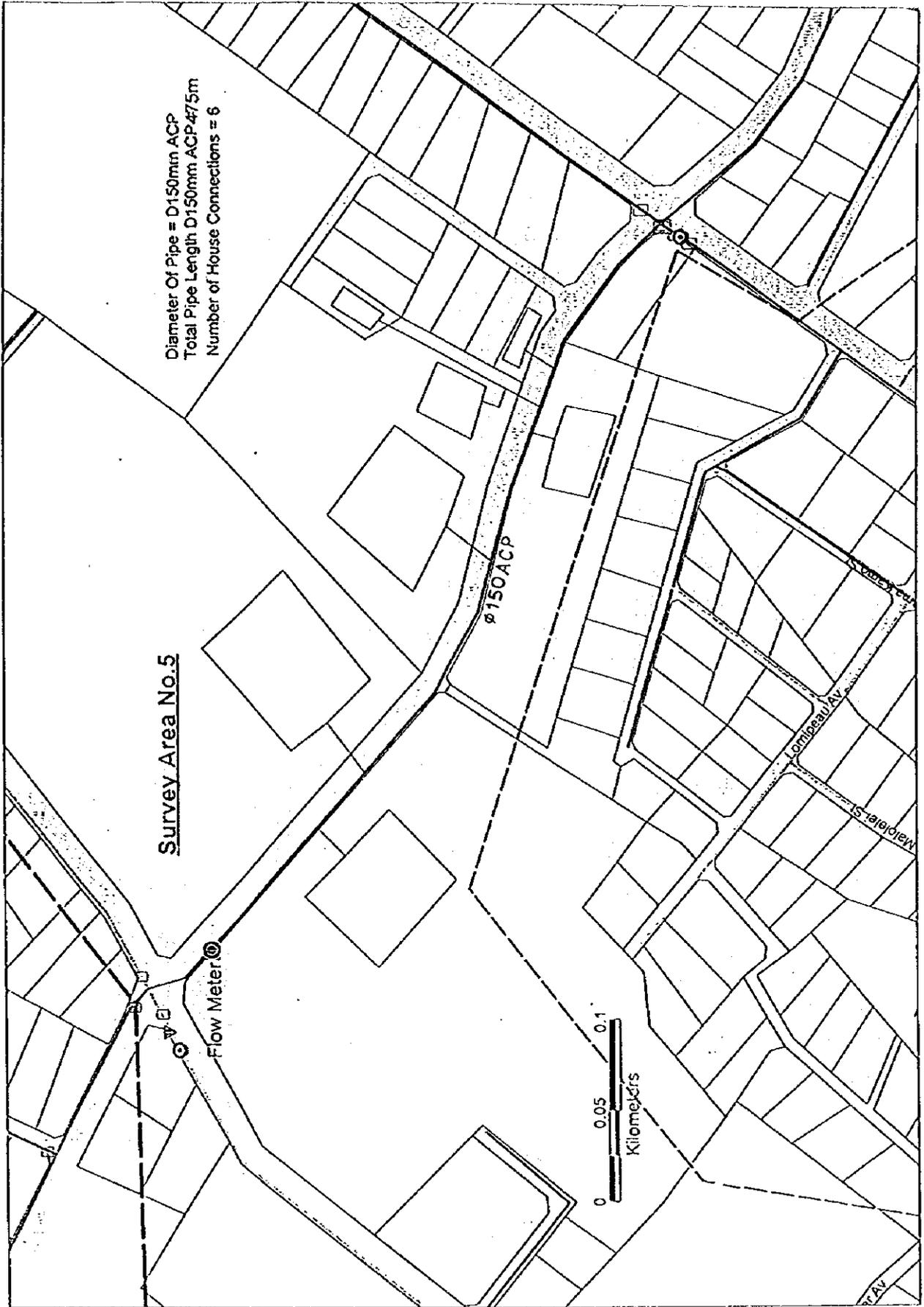
Sensor (transmitter, receiver)



Ultrasonic Flowmeter

Survey Area No.4





Survey Area No. 5

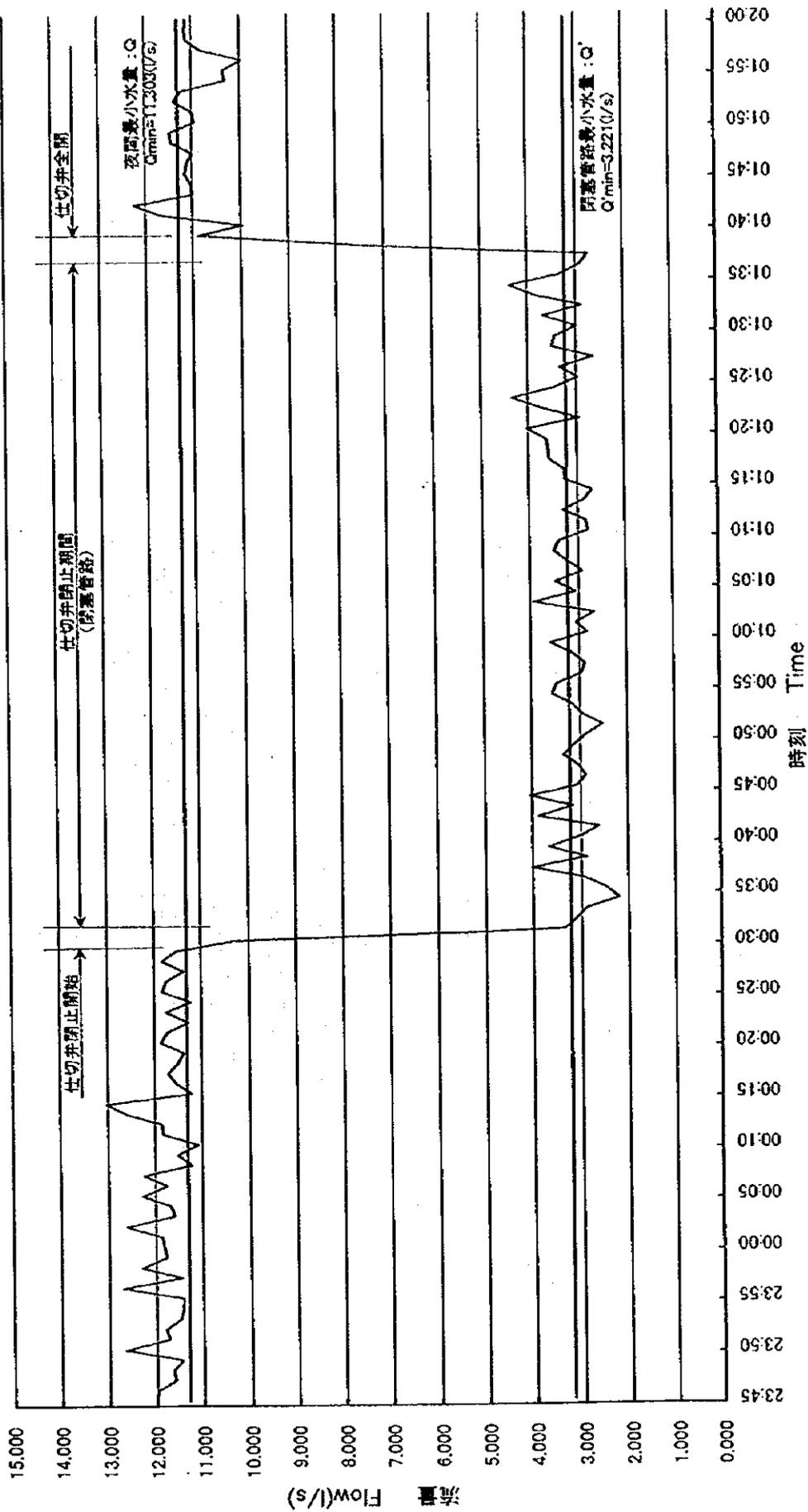


Sensor (transmitter,receiver)

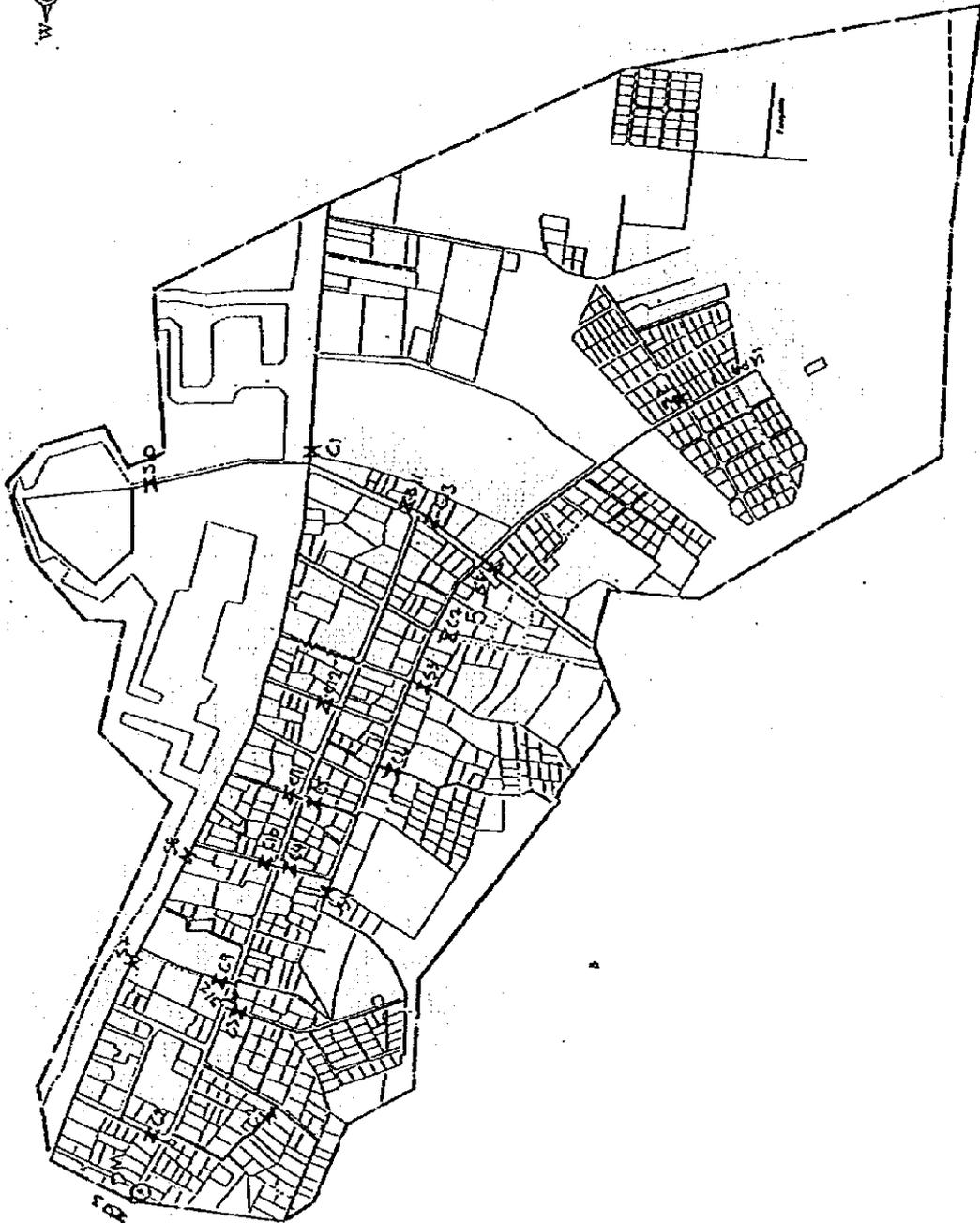


Ultrasonic Flowmeter

Survey Area No.5



ステップテレスト調査区域 No.5
 (バルブNo. 及びバルブ位置)



(ステップテスト結果)
(時間、流量、バルブ閉止時間)

Step Test Result

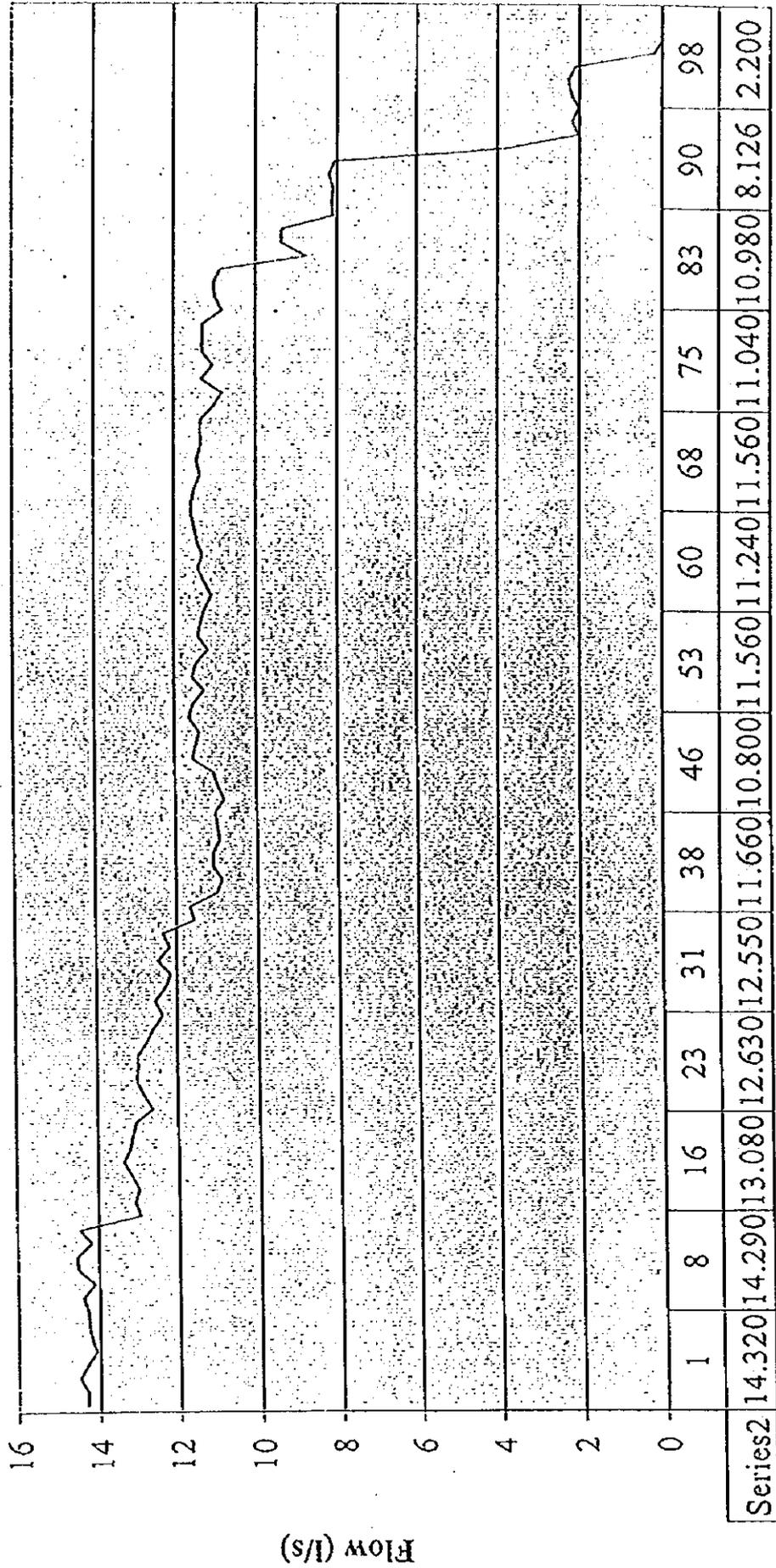
Time	Time (min)	Flow (l/s)
12:30am	Start	14.32
	0.31	14.31
	0.32	14.50
	0.33	14.32
	0.34	14.08
	0.35	14.21
	0.36	14.27
	0.37	14.29
	0.38	14.40
	0.39	14.10
	0.40	14.51
	0.41	14.55
	0.42	14.18
	0.43	14.47
12:44am	C1	12.96
	0.45	13.08
	0.46	12.99
	0.47	13.16
	0.48	13.36
	0.49	13.20
	0.50	13.13
12:51AM	S1	13.04
	0.52	12.63
	0.53	12.83
	0.54	13.00
	0.55	12.99
12:55am	S2	12.99
	0.57	12.76
12:58am	S3	12.60
	0.59	12.36
	1.00	12.55
	1.01	12.30
1:02am	C2	12.15
	1.03	12.47
	1.04	12.17
1:05am	C3	12.35
	1.06	11.56
1:08am	S4	11.66
	1.08	11.01
	1.09	10.87
1:10am	C4	11.09
	1.11	11.08
1:12am	C5	10.92
	1.13	10.98
	1.14	11.03
1:15am	C6	10.80
	1.16	10.96
	1.17	11.06
	1.18	11.57
1:19am	S5	11.49
	1.19	11.40
1:21am	C7	11.64

	1.22	11.56
	1.23	11.27
1:24am	S6	11.56
	1.25	11.46
	1.26	11.17
	1.27	11.41
1:28am	C8	11.35
	1.29	11.24
	1.30	11.08
	1.31	11.25
	1.32	11.41
1:33am	S7	11.30
	1.34	11.43
01:35am	C9	11.49
	1.36	11.57
01:37am	S8	11.56
	1.38	11.49
01:39am	C10	11.35
	1.4	11.45
	1.41	11.35
	1.42	11.35
	1.43	11.35
	1.44	11.04
	1.45	10.82
01:39am	S9	11.33
	1.47	11.04
	1.48	11.30
	1.49	11.29
	1.50	11.29
	1.51	10.82
	1.52	10.98
	1.53	11.03
1:54am	S10	10.87
	1.55	8.75
	1.56	9.36
1:57am	S11	9.35
	1.58	8.09
1:59am	C13	8.13
	2.00	8.09
	2.01	8.19
2:02am	S12	8.06
	2.03	3.82
	2.04	2.04
	2.05	2.17
	2.06	2.02
	2.07	2.20
	2.08	2.26
	2.09	2.10
	2.10	0.19
2:11am	S13	0.00
Total Flow from C1		917.29

Average Flow (l/s)	10.31
Leakage %	20%

ステップテスト結果グラフ

(流量 - 時間)



T.W.B.ステップテスト結果報告書
(英 文)

Step Report

Site: Block 5

Date	12 July 1999
Time Test Started	12:00am
Minimum Night Flow & Time	
Area	3.163 sq. km
Pipe material	Asbestos Cement.

Summary of Step Test on Block No 5

Block No 5 starts at the intersection of Salote Road and Tupoulahi Road to the District meter at the intersection of Vuna Rd and Tutoatasi Street. Before the test was conducted a logger was set up at the district meter at Salote road to record the minimum night flow. We could only conduct a step during the MNF. The MNF could not be accurately determined because the low-pressure area (Popua) was getting water early in the morning, about 12 o'clock onwards. This made it hard to get a exactly MNF so we decided to start the test 12:00 am and let the flow meter run for half an hour before the actual step test started. From previous pressure testing along Salote Road ACP main, we had a drop of about 5m from the intersection at Salote Road & Tupoulahi Road to the intersection of Salote and By Pass Road (1.704km) which indicated there was possibility of leakage along Salote Road main.

Before a step test could be conducted the Nuku'alofa Reticulation Network had to be divide into blocks with a district meter recording the flow into each Blocks. This was successfully done and boundary valves were set up to make sure that there weren't any cross flow between each block. (Refer to appendix)

Secondly, valves within each block were to be located and test if were they were operating and if new valves were to be installed were installed. This was a very time consuming job because all valves were buried and we relied on memories of old employees of their where about. Luckily a metal detector was borrowed from SOPAC in Fiji to help us locate this buried valves. A backhoe was hired to dig up the valves. Some of the valves were located in the middle of the road and some valve didn't even exist event though it was recorded in TWB map. This information was then updated into our GIS database.

Because the PVC pipe around this area were 65mm (2.5 ") which was an odd size TWB did not stock it and so as the other hardware stores in the Kingdom. This was another problem that we faced so we had order stop valves from overseas suppliers. Luckily we were able to locate some valves from the Vavau project and they were shipped over. Once they arrive here the other fitting to go with the valve had to air freighted from NZ, which took another 2wk before the actually arrived. The valves were installed and the step test was arranged. We also faced another problem with our logger because it gave us wrong reading. Lucky the Japan Design Team had a portable flow meter, which we were able to use while we waited for instruction from the supplier in Australia. In the future a portable flow meter is a necessity to the leak detection team.

The whole idea of a step test was to set up a logger (we used portable flow meter from Japan Design team) on the district meter, which recorded the flow, and to a calculated sequence, the valves were closed to slowly turn of water to certain areas. The time that the stop valves were closed is also recorded as well. The out skirts of the main are closed first and than along the main. This is done until the whole area is completely shut of. Data from (refer to appendix) the logger is then downloaded on to a PC and a graph is plotted of the flow vs. time. The time that each valve was closed is than compared to the logger so we could identify on the graph when valves were closed. By analysis the changes of the flow when certain valve were closed we were able to located areas were their is a high possibility of leakage. The leakage team is then allocated to this area to conduct a more detailed analysis until the leak is actually found and fixed. This is very hard and time-consuming work especially without and proper equipment like a Noise Correlater & a Backhoe to help.

Result of the Step Test.

We were able to set up the PFM and it was set to take a reading every 1 minute, which was the lowest we could go. Frequent reading determines the accuracy of a step test. We set up the flow meter and we got a reading of 14.320 l/s at 12:30 am and this was constant for half an hour than we started the test.

As we conducted the test there was a constant drop in the flow. The mains were mainly PVC pipes from 65mm to 30mm apart from the 150mm ACP main along Salote Road. When we got to S11 (corner of Bypass & Salote Road) there was a flow of 8.09 l/s. This was pretty high flow rate taking to account that ACP main on Salote Road was only left to be turned off. As we got to the second last valve along Salote Road, S12 about 500m from the District meter, we were still getting a flow of 2.04 l/s. This suggested that definitely there is a leakage along this length because there was only a 32mm branch and every branched of the main were closed except for house connections. The last valve S13 was closed and the block No. 5 was completely shut off.

From this data we were able calculate
Average flow of Block No. 5 is about 10.31 l/s.

S11 8.06 l/s
S12 2.26 l/s
S13 0.0 l/s

$S11 - S12 = 5.8 \text{ l/s}$
Leakage = 56.25 %

This percentage is pretty high and this is PVC & ACP pipes. I would not take this value because along this section there is an Ice Cream factory, which draws water 24hrs, and the large flow could be due to this.

S12 2.26 l/s
Leakage = 21.9 %

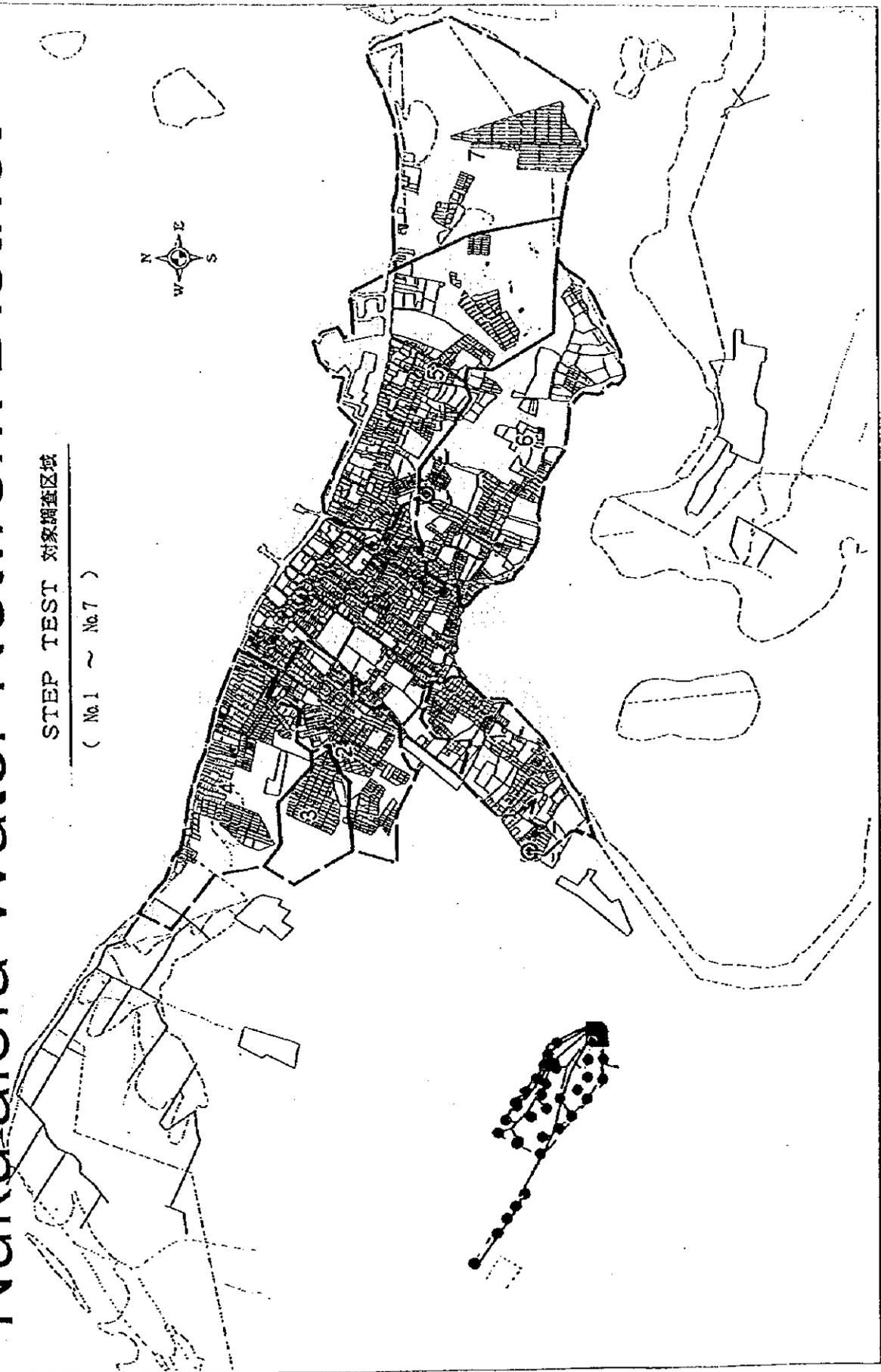
This gives us with the flow of 2.26 l/s between S12 & S13, which is a more accurate value because there is only a small branch of it of 32mm PVC pipe. We could say that there is a leakage along the Salote Road ACP main from Tupoulahi Road to Bypass Road of approximately 2.26 l/s or 21.9 %. The leakage along the PVC mains could be interpreted from Mr Ko's survey. This calculation could change if the pressure increases.

The Leak Detection Team is now investigating along Salote Road from Tupoulahi to Bypass Road.

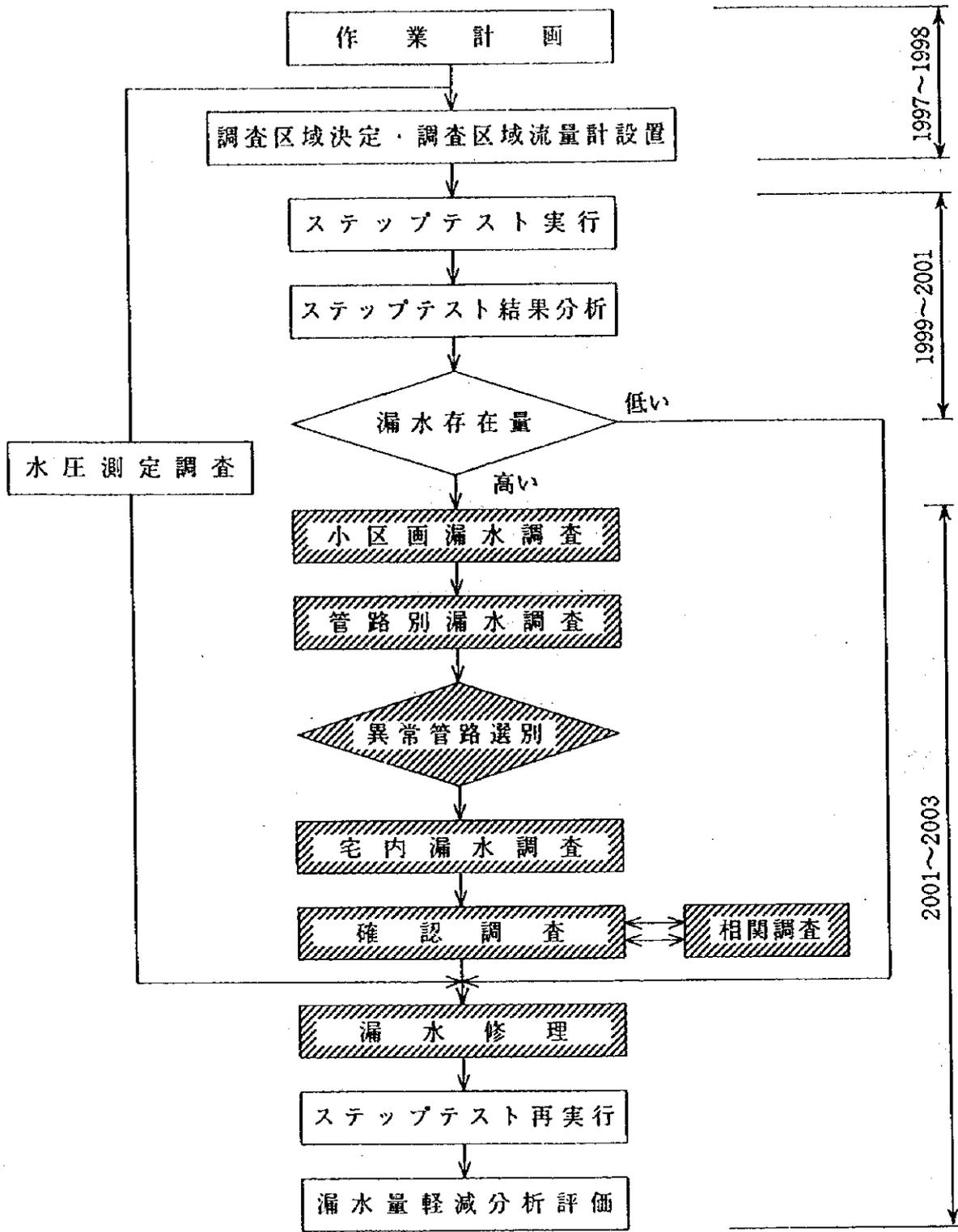
Nuku'alofa Water Network District

STEP TEST 対象調査区域

(No.1 ~ No.7)



ステップテスト計画フローチャート



 : 供与機械活用範囲

1. Strategy

Initial objective is to quantify system losses and determine the magnitude of leakage in the system with the reticulation system as the first priority.

Analysis of the data already captured reveals that the majority of leaks occur in the reticulation system. However some bulk supply and reservoirs do have significant levels of leakage and these parts can not be ignored.

A district meter approach has been adopted to quantify and determine the magnitude of leakage in the system. This is done by placing flow meters at strategic points within a system and measuring the flow at regular periods. This method of leakage control has an advantage that information on flows and water usage within the system is obtained. This information is beneficial for the running and future planning of the water distribution system.

1.1 Reticulation Leakage Control

The Reticulation Leakage Control consists of the following tasks:

- Task 1 Determine the sites to place the district meters
- Task 2 Select and install meter used
- Task 3 Collect data about each district
- Task 4 Choose data collection method
- Task 5 Monitor flow and collect data
- Task 6 Analyse data
- Task 7 Design step testing for each district and carry out leak detection
- Task 8 Apply various leak detection method such as sounding and correlation method.
- Task 9 Fix the leaks and order necessary fittings.
- Task 10 Repeat task 3 to task 9.

This process would be ongoing for the next 5 years.(refer attach for the schedule of work)

Date	Task No.	Description of Work	Comment
1997	1		This has been completed however there is still a need to decrease the size of district hence easier to manage
1998	2	Installation of Meters	Done
1999-2003	3,4,5 & 6	Collect data about district	Training the use of software currently using would be cater for new recruitment of staff
1999-2003	7,8 & 9	Step testing, locating and fixing leaks	One block at a time would carry out task 7 to 9 and training shall be needed if correlation meter would be use.

Please note that the timing in each block is scheduled for 3 months but depending on area and condition of each block it may be longer or shorter and it shall be carried out in this order.

Work shall be carried out in this order

[1]	Block 5	3 months	Jul – Sep 1999	Jul – Sep 2001	
[2]	Block 3	3 months	Nov 1999 – Jan 2000	Oct – Dec 2001	
[3]	Block 2	3 months	Feb – May 2000	Jan – Mar 2002	
[4]	Block 4	3 months	Jun – Sep 2000	Apr – Jun 2002	The process will be repeated thereafter.
[5]	Block 6	3 months	Oct – Dec 2000	Jul – Sep 2002	
[6]	Block 1	3 months	Jan – Mar 2001	Oct – Dec 2002	
[7]	Block 7	3 months	April – Jun 2001	Jan – Mar 2003	
[8]	Block 8	3 months		Apr – Jun 2003	

Target to reduce leakage of PVC pipes from 26.7% to 20% by year 2003

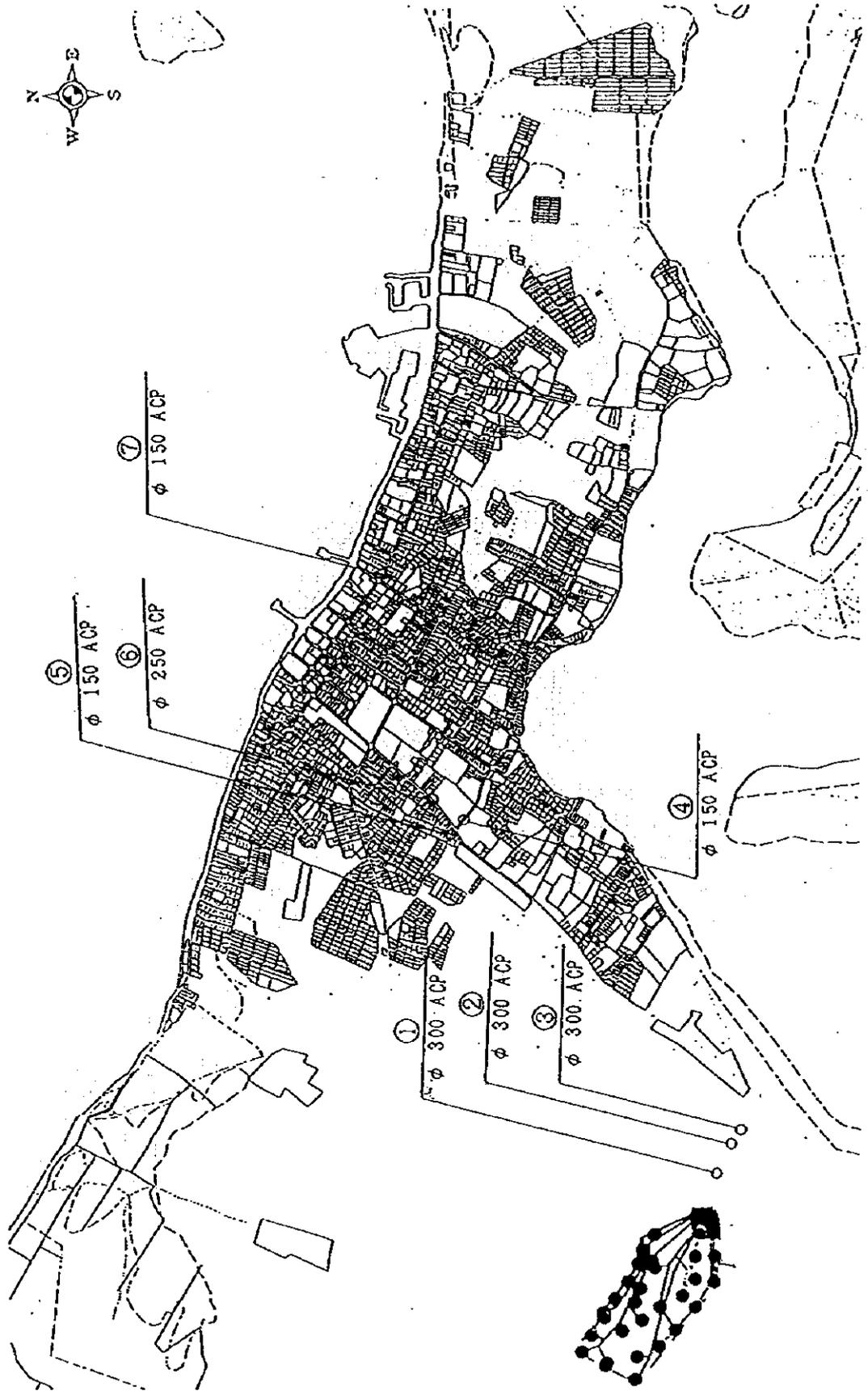
添付資料 12 既存石綿セメント管観察記録

添付資料－12 既存石綿セメント管観察記録

調査期間（1999年6月～7月）に行った石綿セメント管（ACP）の試掘時の観察および破損管の観察状況を次ページ以下に記録した。内容は以下のようなものである。

・ 管試掘位置図	1 ページ
・ 試掘管観察記録	7 ページ
・ 破損管観察記録	2 ページ

Location Map



ACP Excavation/Observation Report

No. 1

Basic Data

Date of Observation	28th June 1999
Location of ACP	①
Pipe Diameter	φ 300 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.20 m
Soil Quality	Clayish
Water Pressure	Max. 10.9 m Min. 10.8 m
Groundwater	None
Purpose of Excavation	For water flow measurement

Observation

Appearance	Somewhat deteriorated on the surface
Color of Pipe Surface	Normal
Type of Joint	ACP-Collar with rubber ring, and ACP-PVC Joint
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Leakage frequently happened due to deterioration of rubber ring, pipe wall and ACP-PVC joint.

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 2

Basic Data

Date of Observation	25th June 1999
Location of ACP	②
Pipe Diameter	φ 300 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.10 m
Soil Quality	Clayish
Water Pressure	Max. 10.9 m Min. 10.8 m
Groundwater	None
Purpose of Excavation	For leakage repair

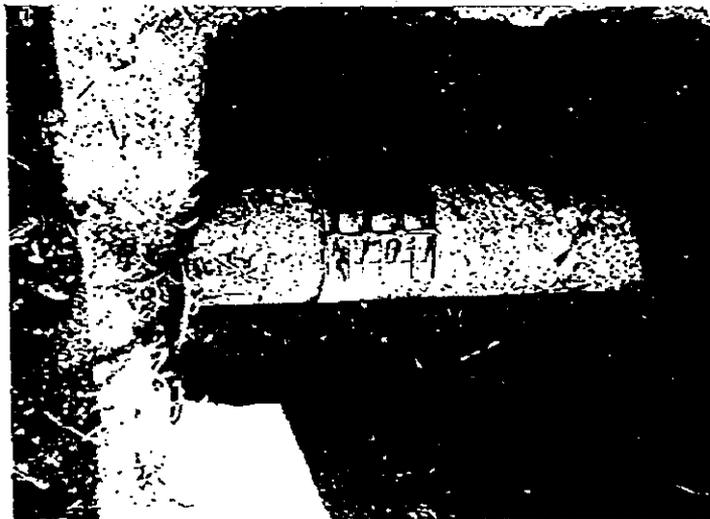
Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Normal
Type of Joint	A.C.P Collar with rubber ring
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Leakage frequently happened due to deterioration of rubber ring and pipe wall.

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 3

Basic Data

Date of Observation	7th July 1999
Location of ACP	③
Pipe Diameter	φ 300 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.10 m
Soil Quality	Clayish
Water Pressure	Max. 10.9 m Min. 10.8 m
Groundwater	None
Purpose of Excavation	For leakage repair

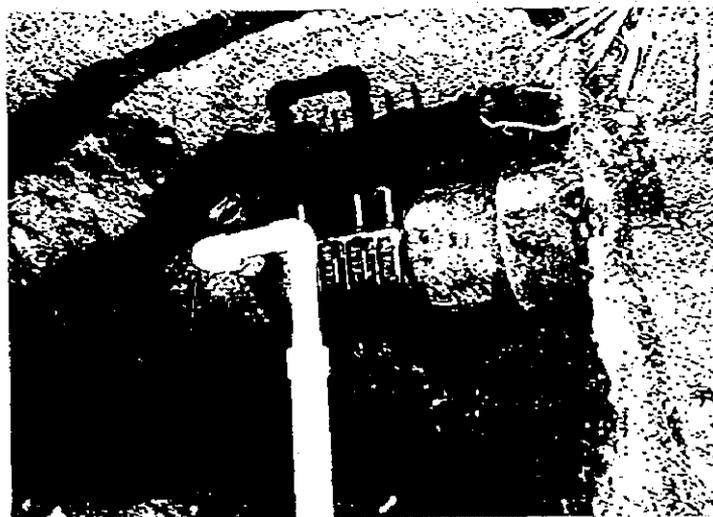
Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Normal
Type of Joint	A.C.P-Collar with rubber ring and T-Joint
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Leakage frequently happened due to deterioration of rubber ring, pipe wall and T-joint bolts.

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 4

Basic Data

Date of Observation	15th July 1999
Location of ACP	④
Pipe Diameter	φ 150 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.20 m
Soil Quality	Clayish
Water Pressure	Max. 10.4 m Min. 7.2 m
Groundwater	None
Purpose of Excavation	For water flow measurement

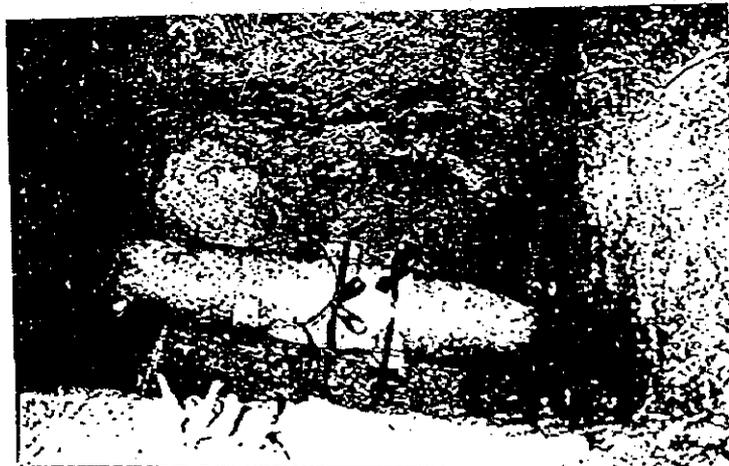
Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Discolored
Type of Joint	A.C.P-Collar with rubber ring
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Leakage happened due to deterioration of rubber ring, leaked water is in the excation. (See Photograph)

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 5

Basic Data

Date of Observation	29th June 1999
Location of ACP	⑤
Pipe Diameter	φ 150 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	0.80 m
Soil Quality	Clayish
Water Pressure	Max. 9.6 m Min. 5.7 m
Groundwater	None
Purpose of Excavation	For water flow measurement

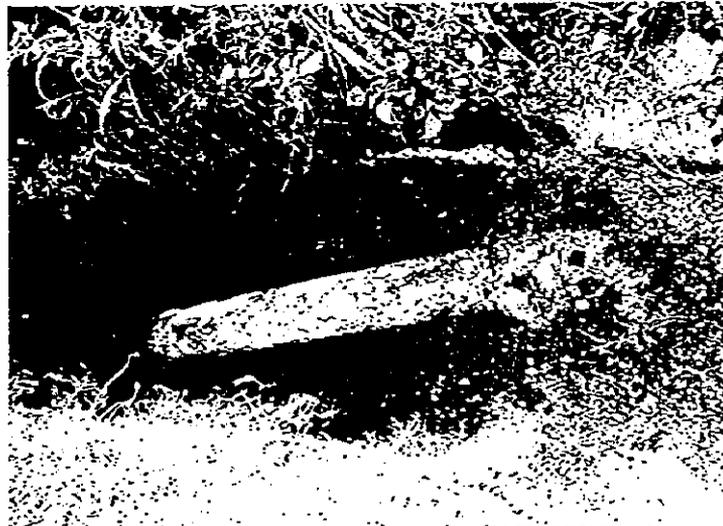
Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Normal
Type of Joint	Bend Joint
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Bend joint and pipe wall surface corroded.

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 6

Basic Data

Date of Observation	30t June 1999
Location of ACP	⑥
Pipe Diameter	φ 250 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.10 m
Soil Quality	Side of Road
Water Pressure	Max. 8.2 m Min. 0.1 m
Groundwater	Existence
Purpose of Excavation	For leakage repair

Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Normal
Type of Joint	A.C.P T-Joint
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

Leakage frequently happened due to deterioration of T-joint bolts and pipe wall.

Photograph



ACP Excavation/Observation Report

No. 7

Basic Data

Date of Observation	13th July 1999
Location of ACP	⑦
Pipe Diameter	φ 150 mm (Constructed in 1966)
Soil Covering Depth	1.20 m
Soil Quality	Gravel
Water Pressure	Max. 9.5 m Min. 5.0 m
Groundwater	Existence
Purpose of Excavation	For step test No. 5 (Flow measurement)

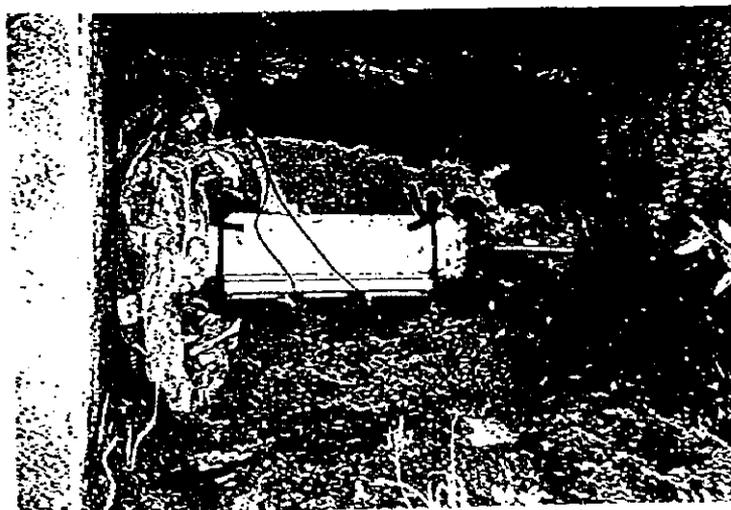
Observation

Appearance	
Color of Pipe Surface	Discolored
Type of Joint	A.C.P--P.V.C cupling joint
Repairing Frequency	Frequently happened
Ground-surface Leakage	Frequently happened

Remarks

ACP-PVC coupling joint corroded.
Groundwater comes in the excavation pit, because this site is near seashore.

Photograph



ACP Observation Report

No. 1

Photograph

Obsevation Record

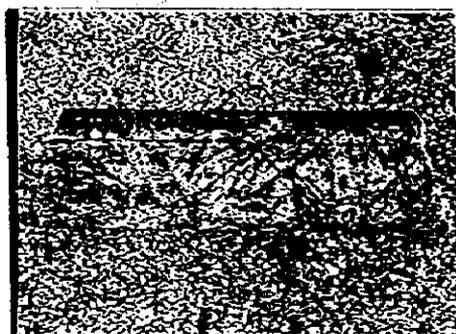


Diameter: ϕ 100 mm

Age: Constructed in 1966

Appearance: Somewhat deteriorated
on outer surface

Inner Surface: Not much deteriorated

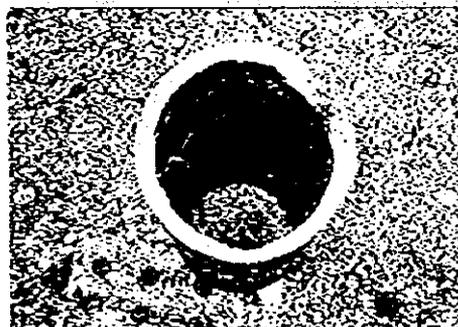


Diameter: ϕ 150 mm

Age: Constructed in 1966

Appearance: Somewhat deteriorated
on outer surface

Inner Surface: Not much deteriorated



Diameter: ϕ 150 mm

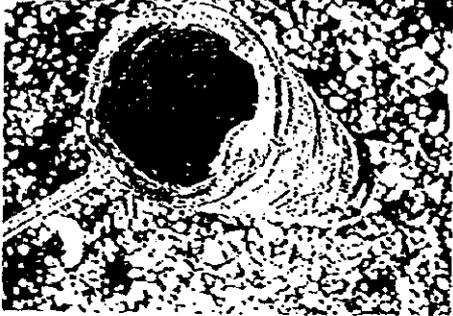
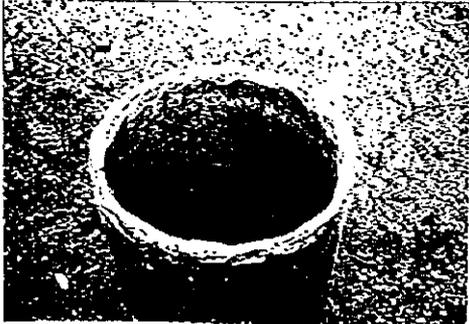
Age: Constructed in 1966

Appearance: Somewhat deteriorated
on outer surface

Inner Surface: Not much deteriorated

ACP Observation Report

No. 2

Photograph	Obsevation Record
	<p>Diameter: ϕ 200 mm</p> <p>Age: Constructed in 1966</p> <p>Appearance: Somewhat deteriorated on outer surface</p> <p>Inner Surface: Somewhat deteriorated</p>
	<p>Diameter: ϕ 250 mm</p> <p>Age: Constructed in 1966</p> <p>Appearance: Somewhat deteriorated on outer surface</p> <p>Inner Surface: Not much deteriorated</p>
	<p>Diameter: ϕ 300 mm</p> <p>Age: Constructed in 1966</p> <p>Appearance: Somewhat deteriorated on outer surface</p> <p>Inner Surface: Somewhat deteriorated</p>

添付資料 13 塩素注入施設の検討

塩素剤の比較

本計画の塩素注入設備で用いる塩素剤について、液体塩素 (Cl_2) と次亜塩素酸カルシウム ($Ca(OCl)_2$) について比較を行った。液体塩素では事故時の危険性が大きく、次亜塩素酸カルシウムは液体塩素に比べ高価であることが、主な比較事項であった。その結果、次亜塩素酸カルシウムは事故の危険性が小さく、注入率が小さいために薬品代としての支出は大きくないことを考慮に入れて採用することとした。

1. 水質/塩素注入率

マクキエウア配水池 No.6 より採水した原水を用いて塩素注入実験を行った。試験結果より、塩素注入率は 0.7mg/L で適正な残留遊離塩素が得られることがわかった。これから、原水水質はアンモニアや鉄などの塩素消費物質が少なく、塩素要求量が小さいことが解った。実験試験結果は塩素注入実験結果参照。

2. 比較表

	液体塩素	次亜塩素酸カルシウム
性状	コンテナに密閉されている。大気中に解放されるとほとんどの機器と反応し、また呼吸器系に激しい刺激を与える。	粒状 吸湿性 容易に水に溶解する
取扱い	保安用ガスマスクを着用した危険物取扱責任者により運搬する	操作指導をすれば、取扱は容易
付帯設備	中和設備 冷房器具が望ましい 安全器具 (ガスマスク、緊急用シャワー設備など)	特に必要としない
構造物 (保管)	耐震構造とする 耐火建築であること	通常の構造でよい
維持管理上の配慮	塩素剤は他の薬剤・機器と隔離する 塩素漏れ試験を毎日実施する 湿気を防ぐ ガスケット類の交換部品を常備する	乾燥室内に保管する 他の薬剤と離して保管する 乾燥した用具を用いる
維持管理に必要な人員	危険物の取扱や安全装置に関する知識を有する人員が必要	現在の要員で維持管理可能
薬品の入手可能性	可能 (輸入品)	可能 (現在 NZ より購入)
法規制	「ト」国での法規制はないが、日本では厳しい規制がある	規制されない
建設費	T\$45,000 (TWB 報告書より)	T\$45,000 (TWB 報告書より)
薬品費	T\$7,723 /年 (4.63T\$/kg)	T\$12,085 /年 (4.71T\$/kg)

3. 設計条件

設計水量	日平均配水量 : 6,528 m ³ /day 日最大排水量 : 8,160 m ³ /day 時間最大配水量 : 8.61 m ³ /min (12,407m ³ /day)
塩素注入率	最大 : 1.5 mg/L 平均 : 0.7 mg/L
溶解槽	日最大注入容量の2日分の貯留容量
注入装置	計量式薬品ポンプ
薬品貯蔵量	一ヶ月以上

4. 次亜塩素酸カルシウム注入容量計算

$$\begin{aligned}
 q &= Q \times \alpha \times 1 / \gamma \times 100 / B \times 10^{-3} \\
 &= 12,407 \times 1.5 \times 1 / 1.05 \times 100 / 5 \times 10^{-3} \\
 &= 354 \text{ L/day} \cdots \underline{0.246 \text{ L/min}}
 \end{aligned}$$

q : 次亜塩素酸カルシウム注入量 (L/日)

Q : 配水量 (m³/日)

α : 次亜塩素酸カルシウム注入率 (mg/L)

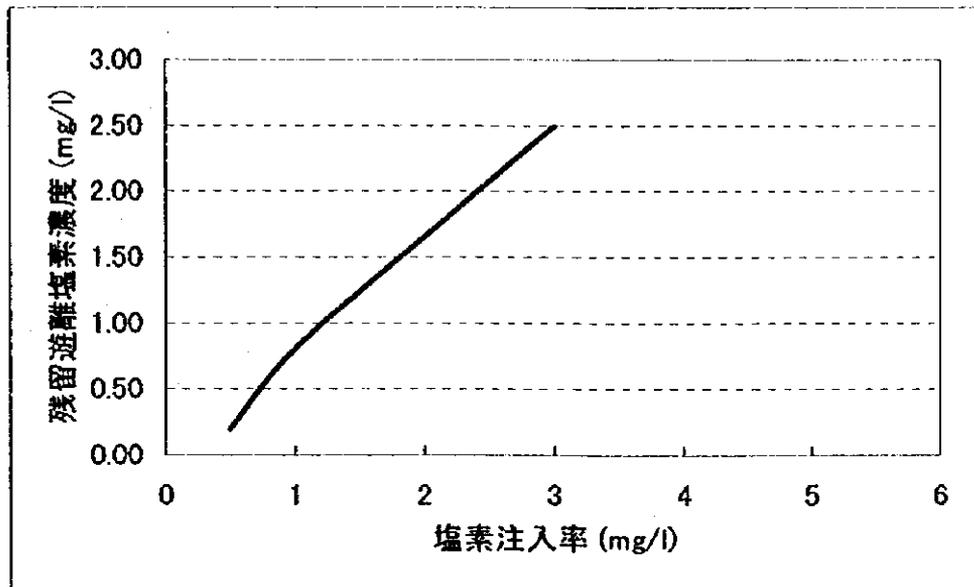
B : 次亜塩素酸カルシウム溶液濃度 5.0 %

γ : 次亜塩素酸カルシウム溶液比重 1.05 (5.0 % 濃度時)

塩素注入実験結果

試料水	マタキエウア配水池 No.6 (流入水)
採水日	24-Jun-99
採水時刻	14:30 pm
天候	晴れ
気温	NA
水温	NA
pH:	NA

注入率	接触時間 (min)	残留遊離塩素 (mg/l)
0.5mg/l	40min	0.19
1mg/l	40min	0.80
2mg/l	30min	1.65
3mg/l	30min	2.49
4mg/l	30min	>2.50
5mg/l	30min	>2.50
6mg/l	30min	>2.50



参考:

マタキエウア原水のアンモニア含有率

最小: 0.004 mg/L

最大: 0.013 mg/L

平均: 0.006 mg/L

(出典: "Surveillance of Groundwater Quality in Tonga", WHO, 1996)

添付資料 14 資料リスト

資料-14 資料リスト (□収集資料/□専門家作成資料)

平成11年12月1日作成

主管部長	文書管理課長	主管課長	情報管理課長	技術情報課長	図書館受入日

地域	プロジェクト ID	調査団番号	調査の種類又は指導科目	調査団名又は専門家氏名	配属機関名	形態(図書・ビデオ・地図・写真等)	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	現地調査期間又は派遣期間	基本設計調査	発行機関	取扱区分	図書館記入欄
大洋州			スクアア上水道整備計画											無償資金協力部準備室 業務第一グループ
国名	トンガ王国		トンガ水道公社							11年6月6日 ~11年7月22日	担当者氏名 栗栖 昌紀			
番号	資料の名称									テスト				
1	Tonga Water Supply Master Plan Project		報告書			○				TWB		JR・CR ()・SC		
2	TWB Annual Report (1990/91 - 1997/98)		報告書			○				TWB		JR・CR ()・SC		
3	TWB Corporate Plan 1998 - 2002		報告書			○				TWB		JR・CR ()・SC		
4	TWB Human Development Plan 1999 - 2001		報告書			○				TWB		JR・CR ()・SC		
5	Reticulation System of Nukualofa Water Supply		地図データ			○				TWB		JR・CR ()・SC		
6	TWB Estimates of Revenue and Expenditure (1998/99 - 1999/00)		報告書			○				TWB		JR・CR ()・SC		
7	TWB Engineering Service Monthly Report		報告書			○				TWB Engineering Department		JR・CR ()・SC		
8	TWB Production Service Monthly Report		報告書			○				TWB Production Department		JR・CR ()・SC		

様式第1号 (記第2関係)

(収集/作成資料)

資料-14 資料リスト (□収集資料/○専門家作成資料)

平成11年12月1日作成

主管部長	文書管理課長	主管課長	情報管理課長	技術情報課長	図書館受入日

地域	プロジェクトID	調査団番号	調査の種類又は指導科目	調査団名又は専門家氏名	プロジェクト名	形態(図書・ビデオ・地図・写真等)	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	デキスト	発行機関	取扱区分	図書館記入欄
大洋州			ヌクアロファ上水道整備計画										無償資金協力部準備室 業務第一グループ
トンガ王国			トンガ水道公社										担当者氏名 栗栖 昌紀
番号	資料の名称												
16	Statistical Bulletin on Manufacturing Output, Employment and Wages/ Salaries 1994				報告書	○					Tonga Statistics Department	JR・CR () ・SC	
17	Statistical Abstract 1993				報告書	○					Tonga Statistics Department	JR・CR () ・SC	
18	Annual Foreign Trade Report 1996				報告書	○					Tonga Statistics Department	JR・CR () ・SC	
19	Tonga Population Census 1996				報告書	○					Tonga Statistics Department	JR・CR () ・SC	
20	Nuku'alofa Sanitation and Reclamation				報告書	○					Ministry of Health	JR・CR () ・SC	
21	Report of the Ministry of Works 1991				報告書	○					Ministry of Works	JR・CR () ・SC	
22	Report on Surveillance of Groundwater Quality in Tonga				報告書	○					WHO	JR・CR () ・SC	

資料-14 資料リスト (□収集資料/□専門家作成資料)

平成11年12月1日作成

主管部長	文書管理課長	主管課長	情報管理課長	技術情報課長	図書館受入日

地域	プロジェクト ID	調査団番号	調査の種類又は指導科目	調査団名又は専門家氏名	配属機関名	資料の名称	形態(図書・ビデオ・地図・写真等)	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	デキスト	発行機関	取扱区分	図書館記入欄
大洋州			スクアロファ上水道整備計画											無償資金協力部準備室 業務第一グループ
トンガ王国			トンガ水道公社											担当者氏名 栗栖 昌紀
番号														
23	Nukualofa Sanitation and Reclamation					報告書	形(図書・ビデオ・地図・写真等)	○				WHO	JR・CR ()・SC	
24	Quarterly Bulletin, June 1999					報告書		○				National Reserve Bank of Tonga	JR・CR ()・SC	
25	Action Strategy for Managing the Environment					報告書		○				ADB	JE・CR ()・SC	





JICA