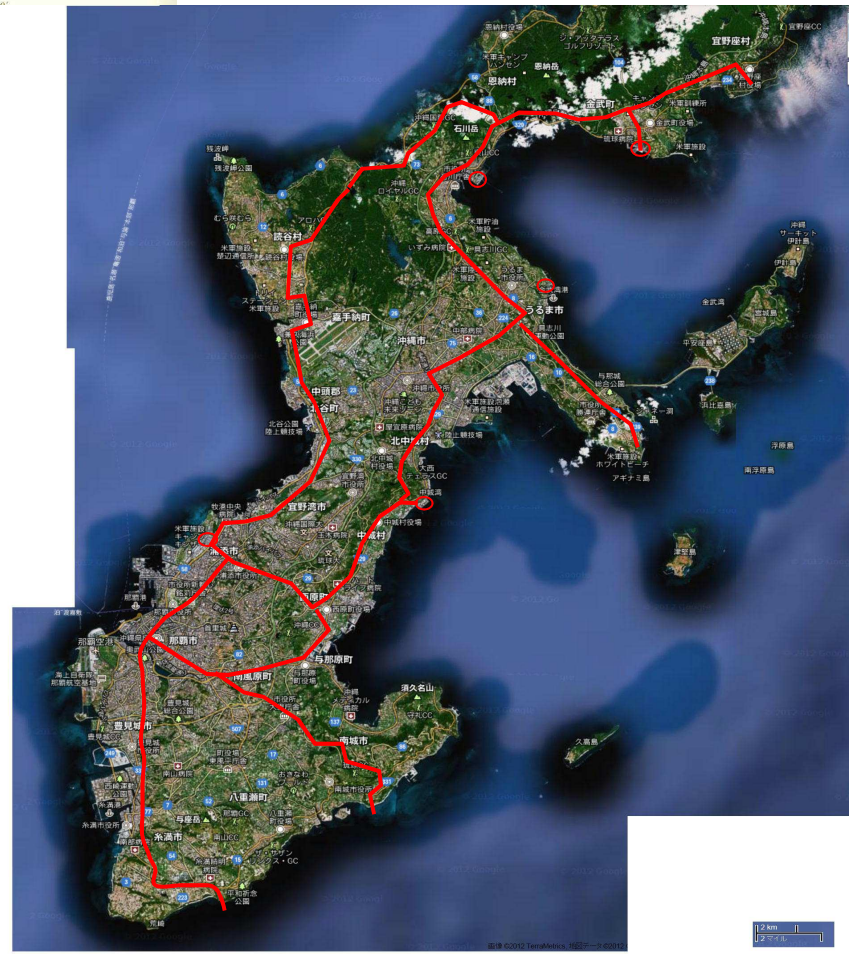
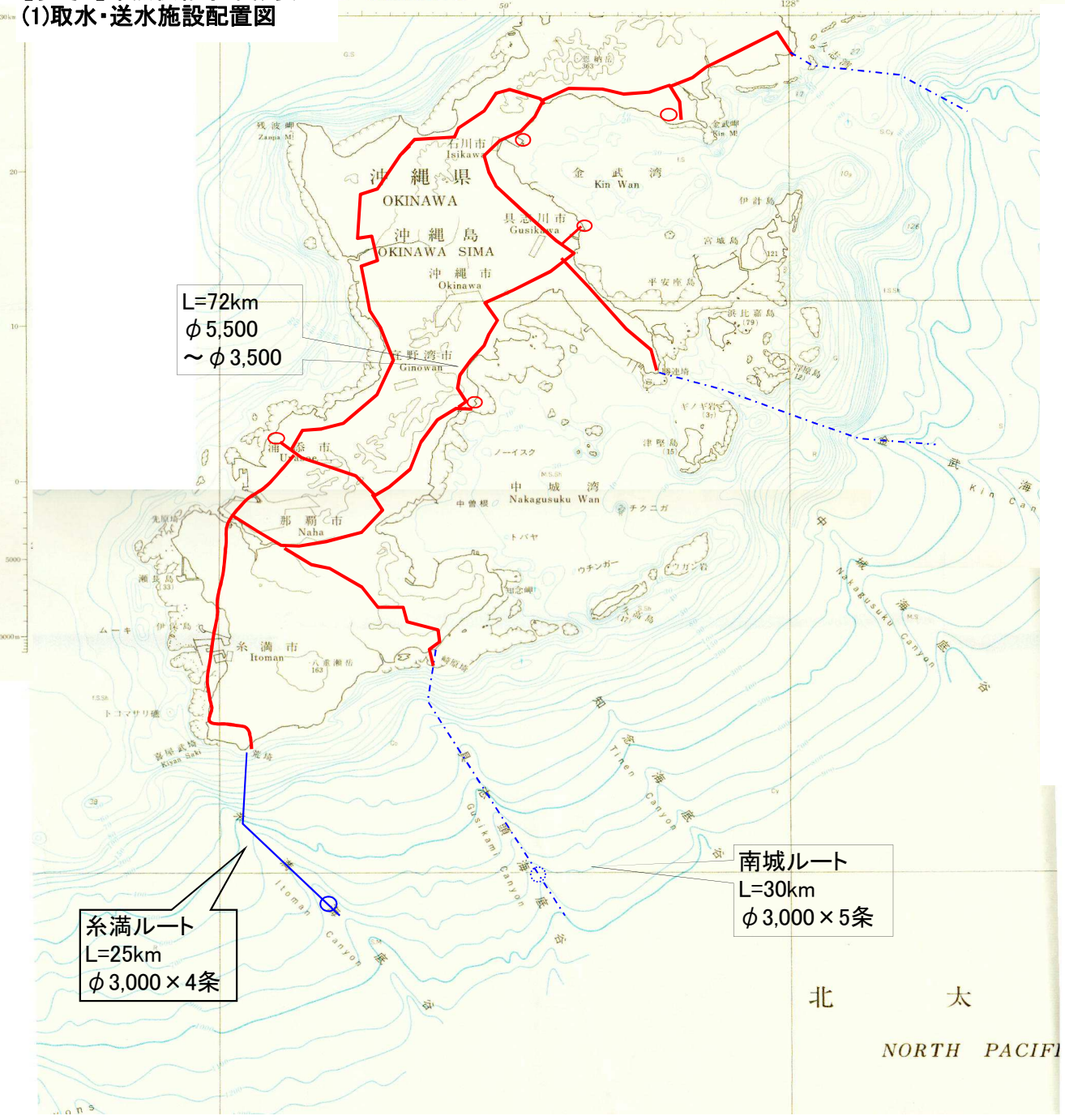


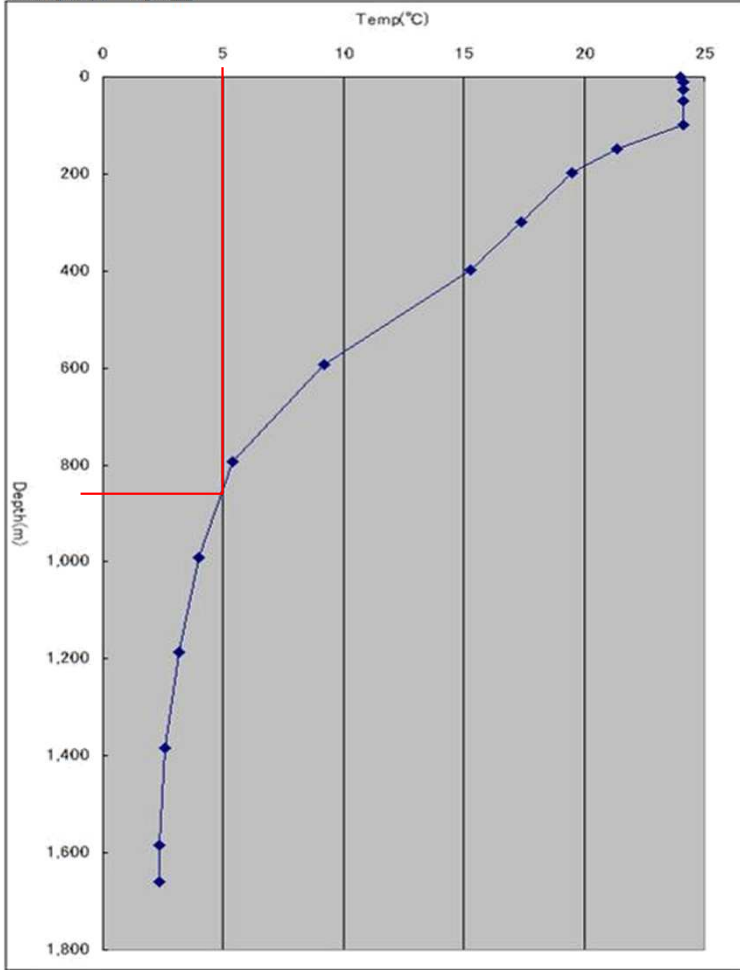
【参考9】冷熱供給事業概要
(1)取水・送水施設配置図



冷熱供給事業
糸満海底谷、具志頭海底谷、金武海底谷、久志海底谷の水深850m (水温5℃)から取水 (φ 3,000 × 5条)し、冷熱を沖縄本島の各発電所に冷却水 (吸気冷却含む)を供給、また、沿線の空調に利用する。送水管はシールド工法とし、南城～牧港区間はφ 5,500、以下流量に応じφ 5,000～φ 3,500と低減。
発電所には発電効率の向上 (発電量増加 (将来: 15.5億kWh/年又は燃料節約)、空調では電気料が90%OFF (9.0億kWh/年)、都合CO2削減 (原油換算60万kL/年)などの効果をもたらし、また、電力需要ピーク時の出力増11%、空量電力減で都合67万kWの発電所増設 (670億円相当)を代替する。
事業費は約920億円、冷熱だけのROA23.3%で事業化が可能。
更に、温排水は清浄性を活用し、栄養塩、淡水、塩、ミネラルなどの

注)糸満ルートが若干、割安。南城ルートも含め、選択は事業の進めやすさ、周辺の活用状況による。
数値はペーロケに基づく概算

(2)水深～水温



取水水深850m、水温は5.0℃となる。

(3)発電所出力

発電所名	出力	備考
牧港火力発電所	62.8	
吉の浦火力発電所	50.0	+50万kW増設認可済み
具志川火力発電所	31.2	
石川火力発電所	35.3	
金武火力発電所	44.0	
計	223.3	

現状の出力は223万kW。吉の浦火力発電所の認可は100万kW
 空調の概要は次頁(7)海洋深層水冷熱の効果と収支 5)沖縄電力諸元、空調・節約電力 6)空調利用売上 参照

(4)冷熱供給事業諸元

種別	細目	単位	数量	備考
取水施設	取水量	万m ³ /日	569.4	
	延長	km	25.0	
	水深	m	850.0	
	水温	℃	5.0	
	管径	mm	3,000	
	水頭	m	28.0	
送水施設	延長	km	71.7	
	管径	mm	5,500	～3,500
	水頭	m	51	金武まで
発電所	出力	万kW	300	(将来)
冷房節約	出力	万kW	34.2	～50
	電力	億kWh/年	9.0	～12
深層水使用量		万m ³ /日	569	
	発電所	"	456	
	空調等	"	114	

取水施設、送水施設の詳細は別図

発電効率の改善、空調電力の節約による省エネ効果、CO2削減(原油換算60万kL/年)は大きい。
 事業費は約920億円、売上390億円/年、原価約90億円/年、利益300億円/年、ROA 33%となる。

(6)水温の上昇

		取水ピット	糸満	牧港	吉の浦	具志川	石川	金武	計
T2(t)=	℃	5.32	5.33	5.36	5.38	5.40	5.42	5.45	
ここで、									
t=	s	10,721	540	8,751	4,524	4,853	3,384	3,888	
流速	m/s	2.33	2.78	2.78	2.72	2.78	2.75	2.78	
延長	m	25,000	1,500	24,300	12,300	13,500	9,300	10,800	71,700
T1=	℃	20.00	20.00	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	
T2(0)=	℃	5.00	5.32	5.33	5.36	5.38	5.40	5.42	
k=	W/m・K	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
L=	m	0.15	0.15	0.70	0.70	0.65	0.50	0.50	
面積S	m ²	11,304	19,154	19,154	17,584	16,014	14,444	12,874	
熱容量	J/K	29,673,000	99,734,250	99,734,250	82,425,000	66,764,250	52,752,000	40,388,250	
容量	リットル	7,065	23,746	23,746	19,625	15,896	12,560	9,616	
比熱	J/g・K	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	
D/2	m	1.50	2.75	2.75	2.50	2.25	2.00	1.75	

水深800mの水温は5.0℃、φ3000の取水管を通り、取水ピットでの水温は5.32℃、糸満で5.33℃、漸次上昇し、金武で5.45℃となる。
 沿線(両サイド約3km)の空調利用においても、十分低温で供給できる。

(5)概算収支

種別	細目	単位	数量	備考
投資	取水	億円	340.7	
	送水	"	531.9	
	中継基地	"	32.8	
	接続	"	15.0	
	計	"	920.5	
売上	発電所	億円/年	155.5	
	空調等	"	129.7	
	温排水	"	103.9	5円/m ³
	計	"	389.1	
原価	減価償却費	億円/年	30.7	
	運用費	"	38.5	
	管理費	"	1.9	
	温排水	"	15.6	
	計	"	86.7	22%
利益		"	302.4	
ROI		%	32.9%	税引前

(7)海洋深層水冷熱の効果と収支

1)ガスタービン

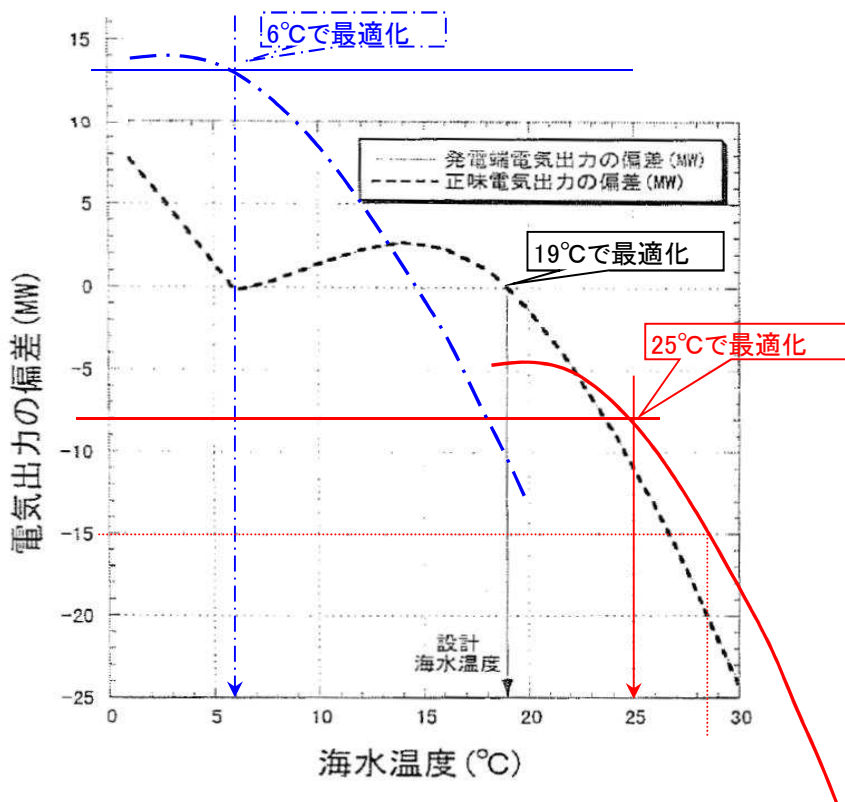
沖縄(那覇)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	冷熱効果	吸気温度(冷却)	差	発電効率の上昇
最高気温(°C)	19.5	19.8	21.7	24.1	26.7	29.4	31.8	31.5	30.4	27.9	24.6	21.2		ピーク時	10	21.8	0.145
平均気温(°C)	17.0	17.1	18.9	21.4	24.0	26.8	28.9	28.7	27.6	25.2	22.1	18.7	23.0	年間	10	13.0	0.087
最低気温(°C)	14.6	14.8	16.5	19.0	21.8	24.8	26.8	26.6	25.5	23.1	19.9	16.3					
平均海水温	22.4	21.3	21.5	22.7	24.2	25.8	28.3	28.5	28.4	27.4	25.6	23.7	25.0	1993~2012年			
降水量(mm)	107.0	119.7	161.4	165.7	231.6	247.2	141.4	240.5	260.5	152.9	110.2	102.8	170.1				

東京(江戸川臨海)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	冷熱効果	吸気温度(冷却)	差	発電効率の上昇
最高気温(°C)	9.5	9.9	12.7	17.6	21.5	24.4	28.0	30.0	26.4	21.3	16.5	12.1		ピーク時	8	22.0	0.147
平均気温(°C)	5.7	6.1	8.8	13.6	17.7	20.9	24.4	26.3	23.0	17.9	12.9	8.3	15.5	年間	8	7.5	0.05
最低気温(°C)	2.2	2.5	5.0	10.0	14.5	18.1	21.9	23.8	20.4	14.8	9.4	4.7					
平均海水温	9.9	9.1	11.1	14.6	19.3	21.2	25.3	30.1	27.8	21.6	17.5	13.1	18.4				
降水量(mm)	44.4	49.3	105.2	108.4	123.0	157.7	126.0	133.9	192.3	178.8	88.9	47.6	113.0				

2)蒸気タービン



冷熱による出力の変化(左図より)

年平均	海水温度	出力変化
定格	25 °C	600 MW
深層水利用	6 "	13 "
未利用	25 "	-8 "
差		21 "
増分比		3.5%

ピーク時	海水温度	出力変化
定格	25 °C	600 MW
深層水利用	6 "	13 "
未利用	28.14 "	-15 "
差		28 "
増分比		4.7%

5)沖縄電力諸元、空調・節約電力

設備能力	2,434	千kW
主5発電所	2,235	"
最大出力	1,531	千kW
発電量	755,574	万kWh/年
空調比率	40%	(30%~50%)
消費電力	302,230	万kWh/年
対象空調	33%	
消費電力	99,736	万kWh/年
節約率	90%	
節約電力	89,762	万kWh/年
節約出力	34	万kW

図3. 1. 3-3 表層水利用プラントでの発電端電気出力・正味電気出力の設計点からの偏差

3)25万kW-LNG-CCの場合

	単位	定格	年平均	ピーク時
ガスタービン	万kW	16.7	18.1	19.1
蒸気タービン	"	8.3	8.6	8.7
計	"	25.0	26.7	27.8
定格比	%	100%	107%	111%

4)ケースごとの売上

	単位	基本	現状	将来
総出力	万kW	25.0	223.5	300.0
稼働率	%	70%	70%	85%
増加発電量	万kWh/年	10,669	95,377	155,456
単価	円/kWh	10.0	10.0	10.0
売上	億円/年	10.7	95.4	155.5

6)空調利用売上

	単位	家庭	事業所	合計
所帯数	所帯	565,158	62,977	
普及率	台/所帯	2	3	
エアコン台数	台	1,130,316	188,931	1,319,247
対象率	%	0.20	0.52	
対象台数	台	226,063	98,286	324,350
1台当たり	円/台/年	40,000	40,000	
売上	億円/年	90.4	39.3	129.7

沖縄でエアコン1台当たりの消費電力は7万円/台/年、海洋深層水冷熱の利用で電力は90%OFF(6.3万円/台)、この2/3を深層水使用量と仮定し、4万円/台/年(冷熱供給事業の利益は50%なら2万円/台/年)。この時、ユーザーの利益は2.3万円/台/年。

(8)流量と工事費

1)系満取水基地

569 万m³/日

①流況

採用

管径 D	cm	240.0	260.0	280.0	300.0	320.0	340.0	360.0	
径深 R	m	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	
断面積 A	m ²	4.5216	5.3066	6.1544	7.0650	8.0384	9.0746	10.1736	
掘削断面積	m ²	6.3315	7.3504	8.4453	9.6163	10.8631	12.1860	13.5849	
流速 V	m/s	1.9326	2.0638	2.1969	2.3320	2.4693	2.6089	2.7508	
流量 Q	m ³ /day	755,009	946,235	1,168,161	1,423,474	1,714,952	2,045,468	2,417,985	
取水管延長 L	m	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	
摩擦係数 f		0.0141	0.0134	0.0127	0.0121	0.0115	0.0110	0.0105	
水頭差 Δh	m	28	28	28	28	28	28	28	

②工事費の想定

		42.005	41.0948	40.1998	39.32	38.4554	37.606	36.7718	
取水管単価	千円/m	183.6	204.1	225.3	247.3	270.0	293.4	317.6	
管材料費	千円	4,405,462	4,897,923	5,407,855	5,935,260	6,480,137	7,042,486	7,622,307	
敷設	〃	1,233,529	1,371,418	1,514,200	1,661,873	1,814,438	1,971,896	2,134,246	
管防護(シールド)	〃	0	0	0	0	0	0	0	
ピット	〃	0	0	0	0	0	0	0	
諸経費	〃	1,691,697	1,880,802	2,076,616	2,279,140	2,488,373	2,704,315	2,926,966	
工事費計	千円	7,330,689	8,150,143	8,998,671	9,876,273	10,782,948	11,718,696	12,683,518	
1条当たり工事費	億円	73	82	90	99	108	117	127	
条数	本	8	7	5	4	4	3	3	
工事費計	〃	447	444	373	341	372	316	342	
取水コスト									
減価償却費	円/m ³	0.887	0.787	0.703	0.634	0.574	0.523	0.479	
揚水電気代	〃	0.660	0.660	0.660	0.660	0.660	0.660	0.660	
計	〃	1.547	1.447	1.363	1.294	1.234	1.183	1.139	
50%稼働の時		2.433	2.233	2.067	1.927	1.808	1.706	1.618	
40%稼働の時		2.877	2.626	2.419	2.244	2.096	1.968	1.858	
30%稼働の時		3.616	3.282	3.005	2.772	2.574	2.404	2.257	

取水管の管径は大きいほど経済的になるが、PE管の製作と施工上、最大径を3mと設定
複数本施工の場合は2本目以降、割引を考慮

2)送水管

569 万m³/日

比較

採用
牧港

比較

採用
吉の浦

採用
具志川

採用
石川

採用
金武

計

管径 D	cm	500.0	550.0	600.0	500.0	450.0	400.0	350.0	
断面積 A	m ²	19.6250	23.7463	28.2600	19.6250	15.8963	12.5600	9.6163	
掘削断面積	m ²	25.5047	30.6641	36.2984	25.5047	20.8202	16.6106	12.8760	
流速 V	m/s	3.3278	2.7770	2.2857	2.7187	2.7816	2.7481	2.7779	
流量 Q	m ³ /day	5,642,652	5,697,456	5,580,865	4,609,759	3,820,292	2,982,235	2,307,980	
取水管延長 L	m	25,800	25,800	25,800	12,300	13,500	9,300	10,800	71,700
摩擦係数 f		0.0076	0.0068	0.0061	0.0076	0.0084	0.0095	0.0107	
水頭差 Δh	m	22	12.5	7	7	10	8.5	13	51

②工事費の想定

		31.358	29.605	27.947	31.358	33.206	35.149	37.187	千円/m ³
取水管単価	千円/m	シールド工法	シールド工法	シールド工法	シールド工法	シールド工法	シールド工法	シールド工法	
管材料費(管径×延)	千円								
敷設	〃								
諸経費	〃								
工事費計	千円	20,634,190	23,421,487	26,172,330	9,837,230	9,333,283	5,429,768	5,171,239	
改め	億円	206.3	234.2	261.7	98.4	93.3	54.3	51.7	531.9
取水コスト									
減価償却費	円/m ³	0.334	0.375	0.428	0.195	0.223	0.166	0.205	1.164
揚水電気代	〃	0.540	0.350	0.240	0.240	0.300	0.270	0.360	1.520
計	〃	0.874	0.725	0.668	0.435	0.523	0.436	0.565	2.684
50%稼働の時		1.208	1.101	1.097	0.630	0.746	0.603	0.769	
40%稼働の時		1.375	1.289	1.311	0.727	0.858	0.686	0.872	
30%稼働の時		1.653	1.601	1.668	0.890	1.044	0.824	1.042	

流量569m³/日におけるシールド管径と水頭差(動力)は、稼働率40%程度までφ5,500、動水勾配12.5m/25,800mが最適となる。
ここでは、これに準じ、残りの区間の管径、動水勾配を最適化した。