

[ 資料 ]

- 1 . 調査団員・氏名
- 2 . 調査行程
- 3 . 関係者（面会者）リスト
- 4 . 当該国の社会経済状況
- 5 . 討議議事録（M/D）
- 6 . 事業事前評価表
- 7 . 参考資料/入手資料リスト
- 8 . 土質調査結果
- 9 . 揚水試験結果
- 1 0 . 水質試験結果
- 1 1 . 揚水ポンプの運転制御方式の検討
- 12 . 社会経済状況調査結果

## 資料- 9 揚水試験結果

## 揚水試験結果

### (1) 揚水試験の方法

本件において生産井への転用を予定している JICA 開発調査による試掘調査井 JF-2、JF-5A、JF-7B、JF-13A および SONELEC による試掘調査井 F-5 と F-6 について、以下の揚水試験を実施した。

#### 段階揚水試験

開発調査において実施した揚水試験の結果から、揚水量を 4 ~ 5 段階に設置し、各揚水量段階での孔内水位の降下量を測定する。揚水時間は 1 段階あたり 60 分 ~ 120 分を目安とし、孔内の水位が安定するまで揚水を継続するものとした。

#### 連続揚水試験

段階揚水試験の結果から得られた適正揚水量で連続して揚水し、孔内の水位降下を測定する。併せて、水位降下と共に地下水の電気伝導度を測定した。連続揚水試験は 24 ~ 48 時間を目安とし、孔内の水位が完全に安定するまで測定を継続した。

#### 回復試験

連続揚水試験の揚水停止後、直ちに孔内水位の回復を測定する。測定時間は 12 時間を目安とし、孔内水位が安定するまで測定を継続した。

### (2) 揚水試験の結果

段階揚水試験の測定値を図 A9-1(1) ~ (6)に、解析結果を図 A9-2 に示す。開発調査時と今回の段階揚水試験による揚水量 水位降下曲線から求めた各井戸の適正揚水量を表 A9-1 に示す。

表 A9-1 段階揚水試験の結果による適正揚水量

井戸番号	適正揚水量 (開発調査時)	適正揚水量 (今回)	備考
JF-2	11 m <sup>3</sup> /h	10 m <sup>3</sup> /h	
JF-5A	5 m <sup>3</sup> /h	5 m <sup>3</sup> /h	
JF-7B	18 m <sup>3</sup> /h	15 m <sup>3</sup> /h	
JF-13A	30 m <sup>3</sup> /h	25 m <sup>3</sup> /h	
F-5	75 m <sup>3</sup> /h	45 m <sup>3</sup> /h 以上 <sup>*1</sup>	<sup>*1</sup> 井戸径 150mm 用水中ポンプの限界揚水量
F-6	-	18.1 m <sup>3</sup> /h 以上 <sup>*2</sup>	<sup>*2</sup> 井戸径 100mm 用水中ポンプの限界揚水量

F-5 と F-6 については限界揚水量に達していないため、設置されているケーシングに挿入できた水中ポンプの最大揚水能力を示した。開発調査時の段階揚水試験による適正

揚水量に比べ今回の段階揚水試験では若干小さめの値になっているものの大きな変化は見られない。また、各井戸とも水中ポンプを設置するために十分な揚水量が得られている。従って、これらの試掘調査井は本計画の生産井へ転用できるものと判断される。

連続揚水試験と回復試験の結果は、THEIS 法、COOPER & YACOB 法および回復法の 3つの方法で解析し、それぞれ透水量係数、透水係数、貯留係数を求めた。これらの各解析結果を図 A9-3～図 A9-8 に示し、求められた帯水層係数を表 A9-2(1)に取り纏めた。また、比較のために開発調査時の揚水試験による帯水層係数を表 A9-2(2)に示した。

表 A9-2(1) 今回の揚水試験による帯水層係数

井戸 番号	透水量係数 T (m <sup>2</sup> /day)			透水係数 k (m/day)			貯留係数 S	
	THEIS	YACOB	回復	THEIS	YACOB	回復	THEIS	YACOB
JF-2	30.0	30.8	38.4	1.87	1.93	2.40	0.000666	0.000423
JF-5A	26.6	27.1	56.6	1.33	1.36	2.82	0.000197	0.000165
JF-7B	108	105	226	5.41	5.24	11.3	0.000217	0.000196
JF-13A	60.9	61.9	71.6	2.53	2.58	2.98	0.00340	0.00337
F-5	1580	1600	1810	66.1	66.8	75.9	0.0176	0.0166
F-6	3040	2880	2770	127	121	115	0.0179	0.0189

表 A9-2(2) 開発調査時の揚水試験による帯水層係数

井戸 番号	透水量係数 T (m <sup>2</sup> /day)			透水係数 k (m/day)			貯留係数 S	
	THEIS	YACOB	回復	THEIS	YACOB	回復	THEIS	YACOB
JF-2	31.6	31.1	37.4	0.712	0.701	0.842	0.000422	0.000422
JF-5A	18.3	18.0	20.0	0.395	0.395	0.432	$1.04 \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-6}$
JF-7B	28.5	28.3	110	0.751	0.744	2.9	0.0898	0.0904
JF-13A	80.4	79.0	75.4	1.55	1.53	1.45	$1.04 \times 10^{-7}$	$1.01 \times 10^{-7}$
F-5	2150	2160	2240	57.8	58.2	60.2	0.00854	0.00759
F-6	-	-	-	-	-	-	-	-

揚水試験から帯水層係数を算出する利点は、直接に比較的広い範囲の帯水層の性質を表す係数の平均的な値を得ることができる点にある。しかし、十分な設備と方法で揚水試験を実施しても、その解析結果にはばらつきの生じることが普通であり、一般に前後 1桁のオーダーの範囲は有意であるとされている。更に、開発調査時及び今回の揚水試験は観測井を設けない揚水井単独の試験であり、算出された帯水層係数にはスクリーンの抵抗や井戸付近で起こる乱流で生じる井戸損失による影響が加わって、正確な値を示さない。一般には、観測井の記録からの解析値と比べて、透水係数と透水量係数は小さめに、貯留係数は大きめに算出される。

これらの事を念頭に、今回の揚水試験と開発調査時の揚水試験による帯水層係数と比べると、透水係数と透水量係数についてはほぼ同じ値であるが、貯留係数については、JF-5A と JF-13A の値は今回の方が大きく JF-7B の値は小さくなっている。他の帯水層からの漏水による涵養がある場合には解析値に影響が出るが、本地域にはそのような帯水層は知られていない。

このような解析値に差が出る理由は、断層や貫入岩などで帯水層が切られており帯水層の水平方向の連続性が変化しているためである可能性が高く、一定層厚で水平に無限に広がる均質・等方な帯水層に適用される THEIS 法や YACOB 法による解析は使えないことになる。しかし、揚水井単独の揚水試験による曲線形態から帯水層構造を推定することは困難である。

もうひとつの可能性として、同じリニアメント上に位置し距離も近い JF-2、JF-5A 及び JF-7B の貯留係数が、今回の試験結果では同じオーダーの範囲内にあるものの、開発調査時の揚水試験ではばらつきが非常に大きく約  $10^5$  もの差があることから、開発調査時の揚水試験の精度が良くなかったことも考えられる。開発調査時の揚水試験では、揚水量がしばしば不安定になっていたことが、試験精度が良くなかった原因と思われる。

いづれにしても、表 A9-3 に示すように、今回の連続揚水試験においては前回の連続揚水試験に比べ水位降下量の増加は見られず、揚水量と水位降下から算出される比湧出量の比較では、全ての試験井においてむしろ今回の方がやや大きめの値となっている。従って、スクリーンの目詰まりや孔壁の崩壊等による井戸効率の低下は起こっておらず、これらの試掘調査井の全てが生産井として十分に使用できるものと判断される。

表 A9-3 連続揚水試験の結果による揚水量と水位降下

井戸番号	開発調査時の連続揚水試験			今回の連続揚水試験		
	揚水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	水位降下 (m)	比湧出量 ( $\text{m}^2/\text{day}$ )	揚水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	水位降下 (m)	比湧出量 ( $\text{m}^2/\text{day}$ )
JF-2	10	9.27	25.9	8	7.09	27.1
JF-5A	7.5	14.64	12.3	5	5.58	21.5
JF-7B	18	6.14	70.4	10	2.40	100
JF-13A	30	19.35	37.2	25	11.62	51.6
F-5	75	2.81	641	45	0.91	1190
F-6	-	-	-	17.4	0.19	2200

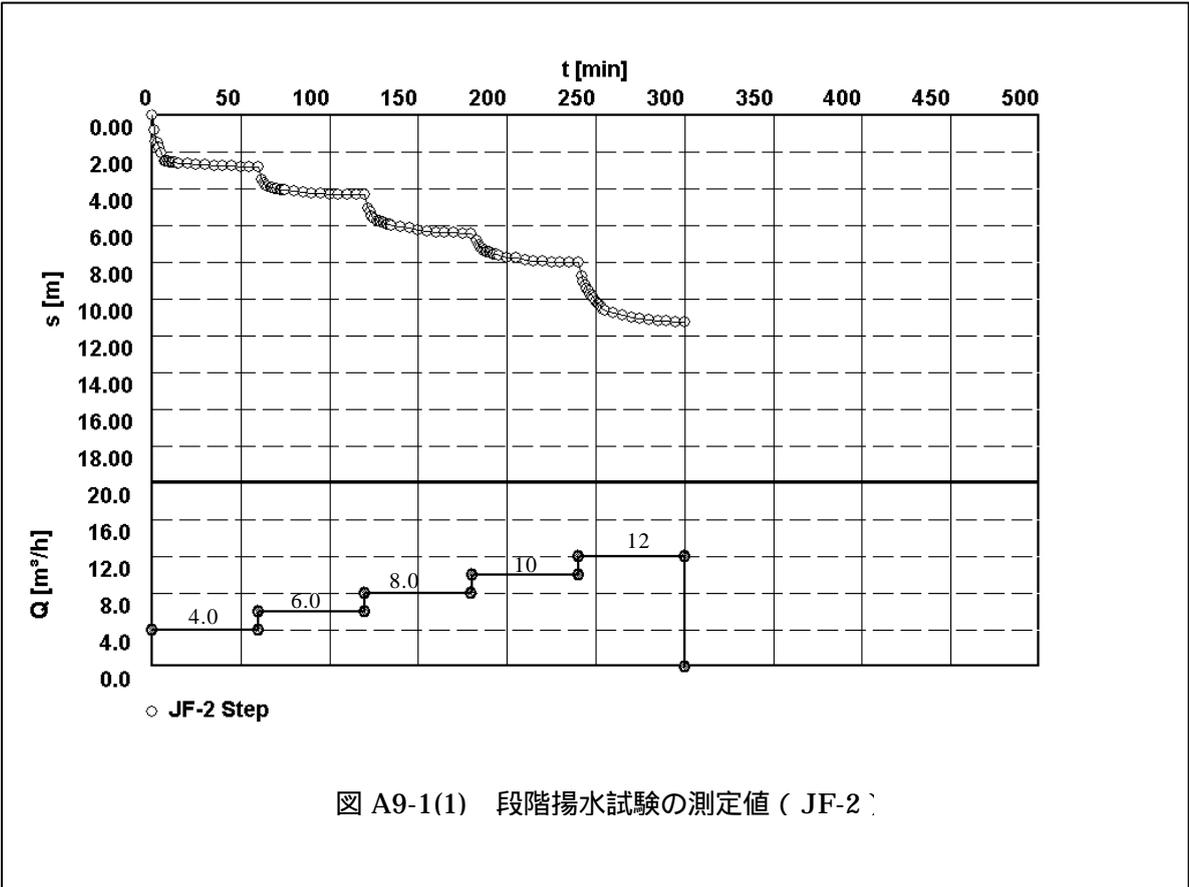


図 A9-1(1) 段階揚水試験の測定値 ( JF-2 )

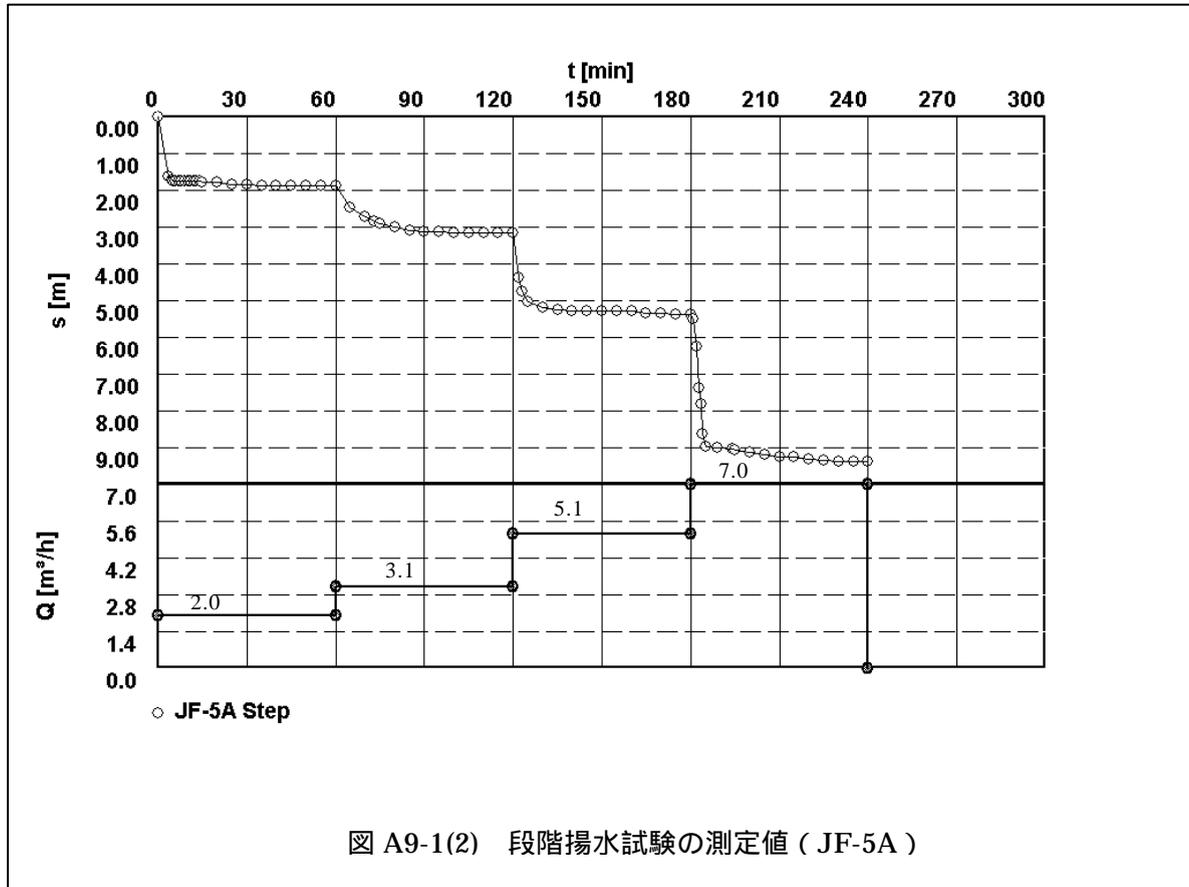


図 A9-1(2) 段階揚水試験の測定値 ( JF-5A )

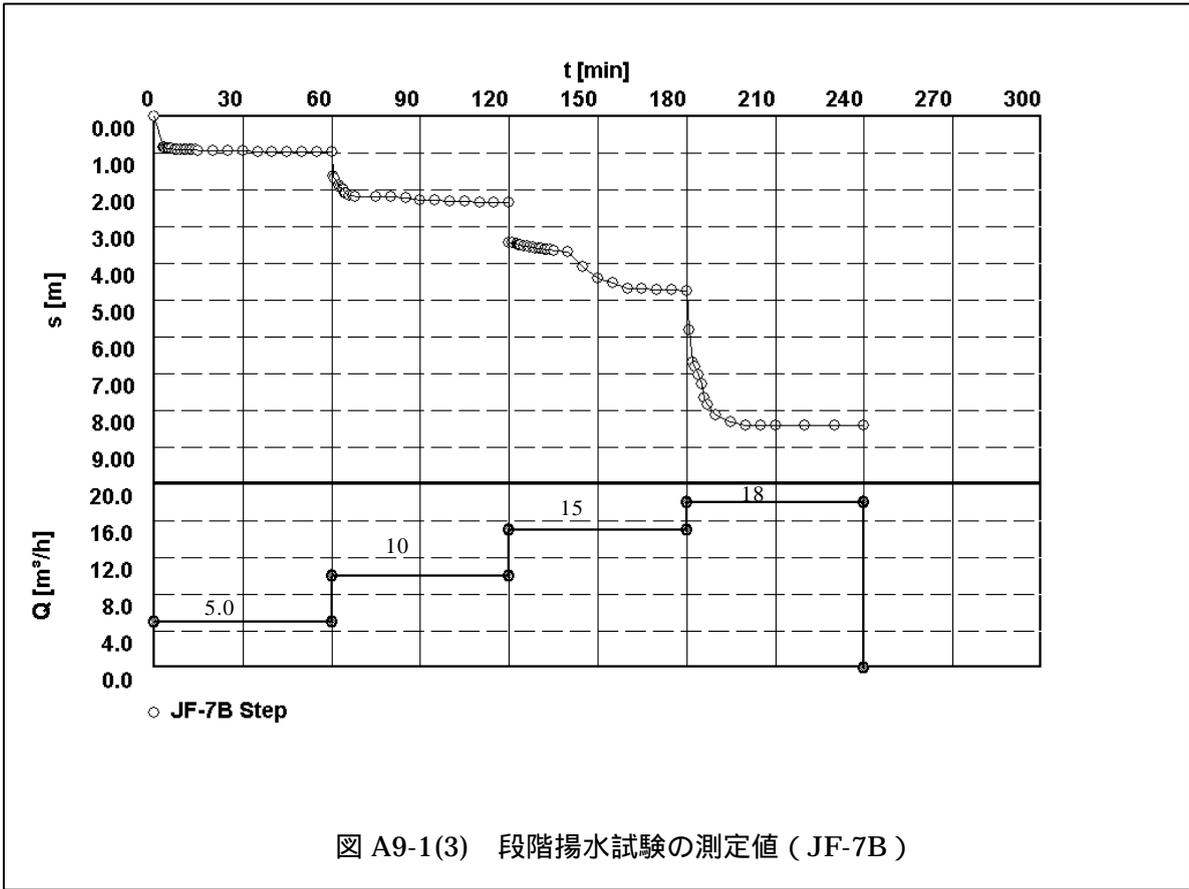


図 A9-1(3) 段階揚水試験の測定値 ( JF-7B )

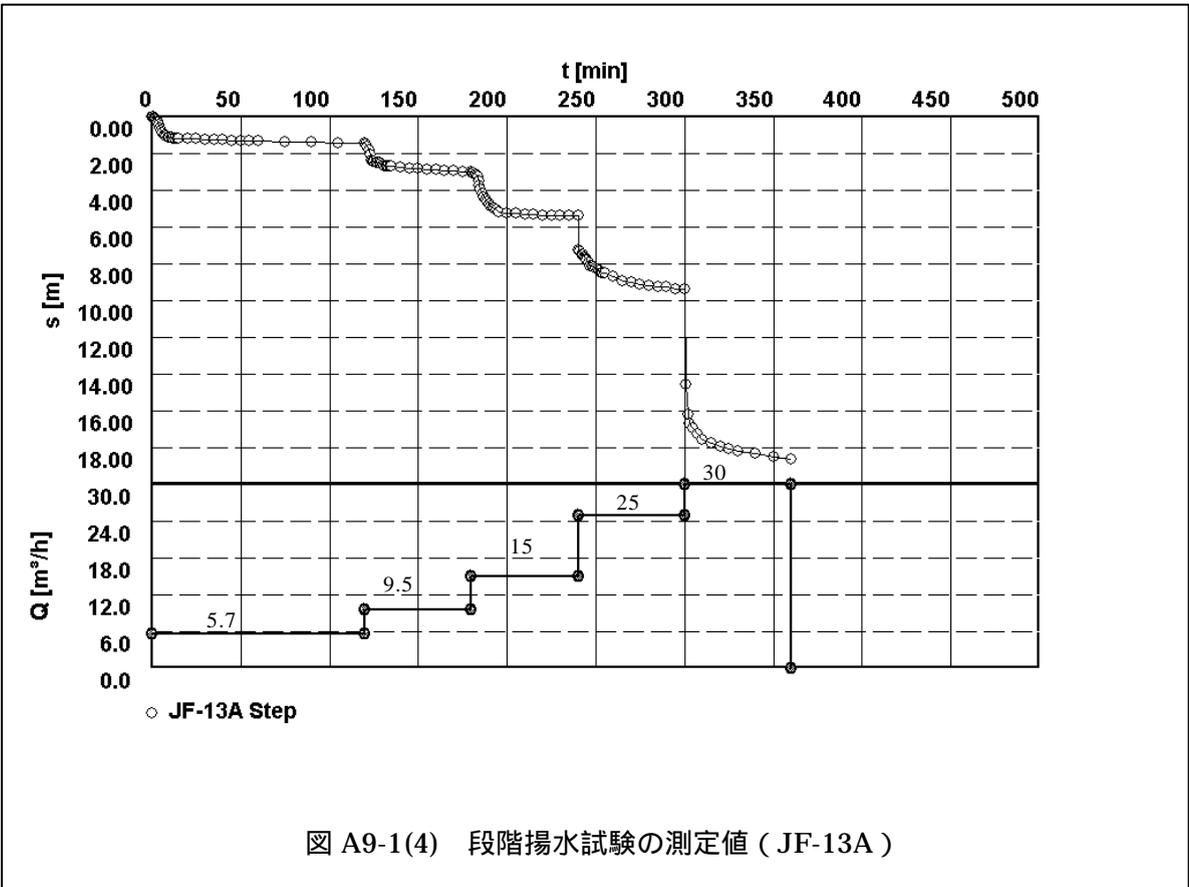


図 A9-1(4) 段階揚水試験の測定値 ( JF-13A )

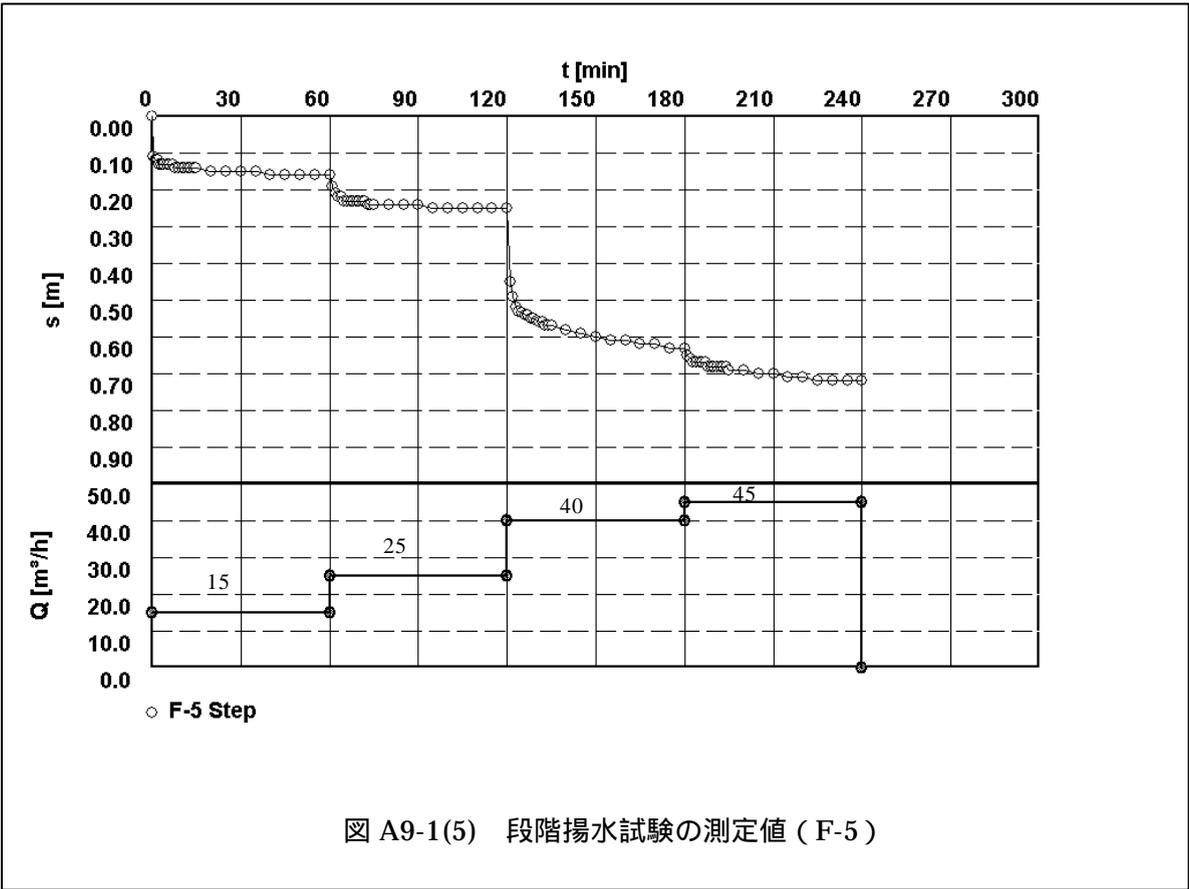


図 A9-1(5) 段階揚水試験の測定値 (F-5)

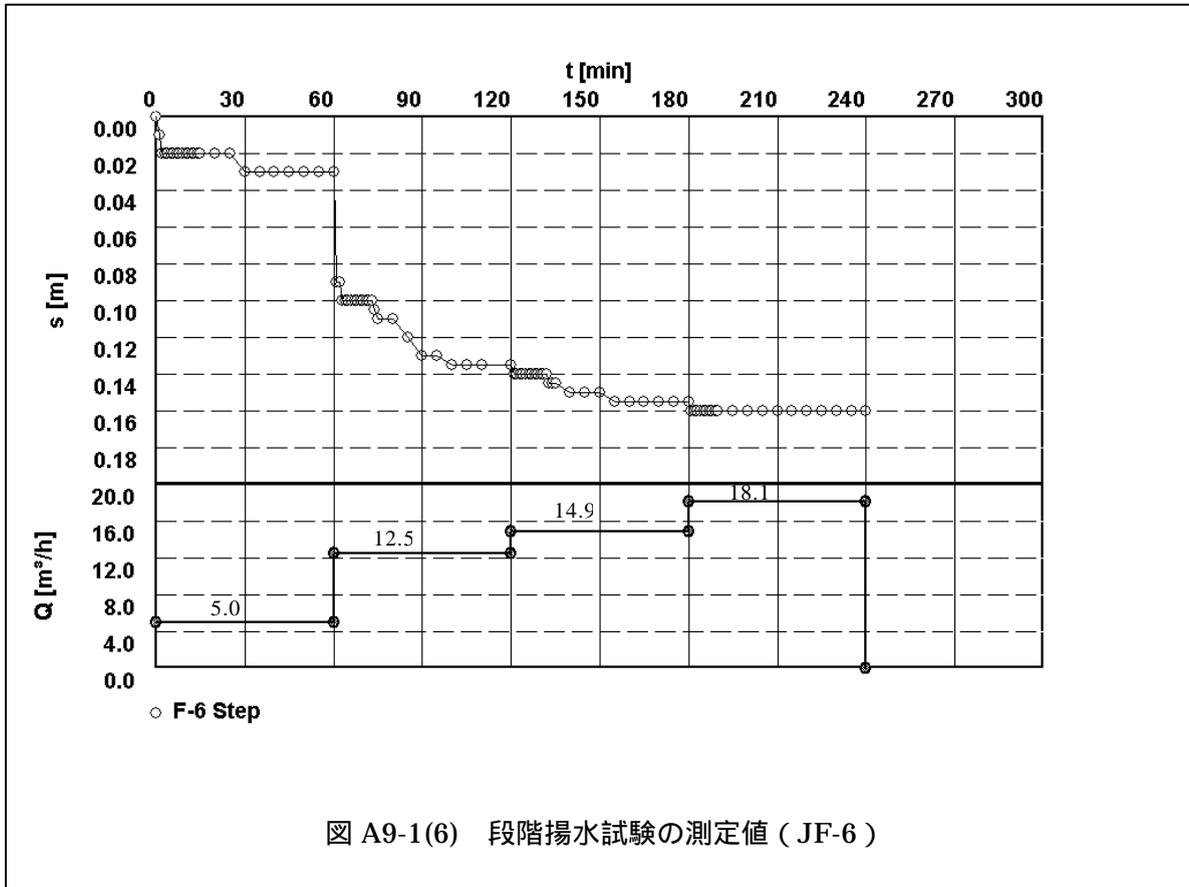


図 A9-1(6) 段階揚水試験の測定値 (JF-6)

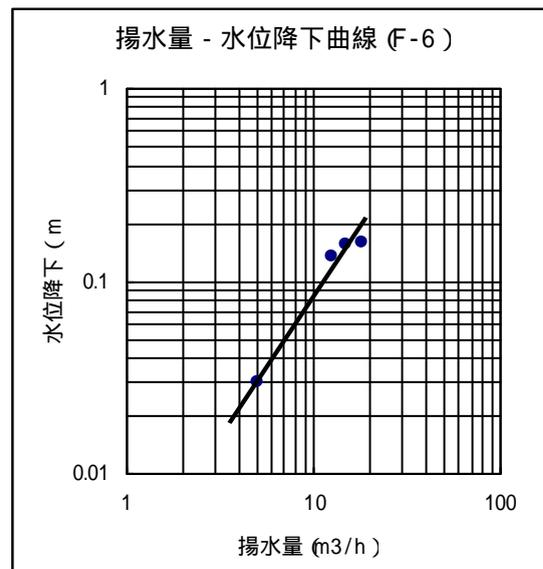
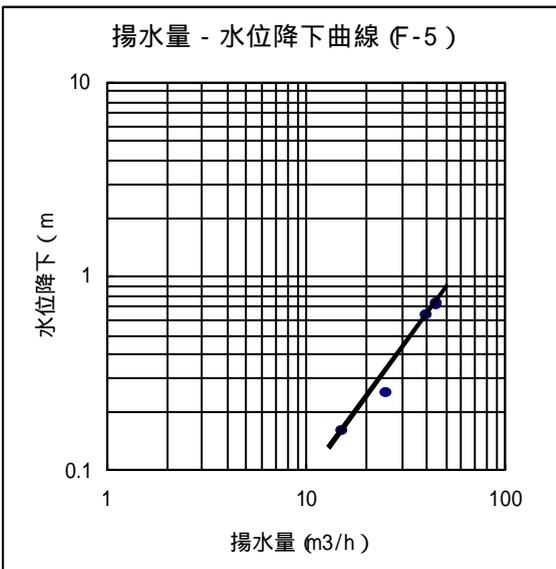
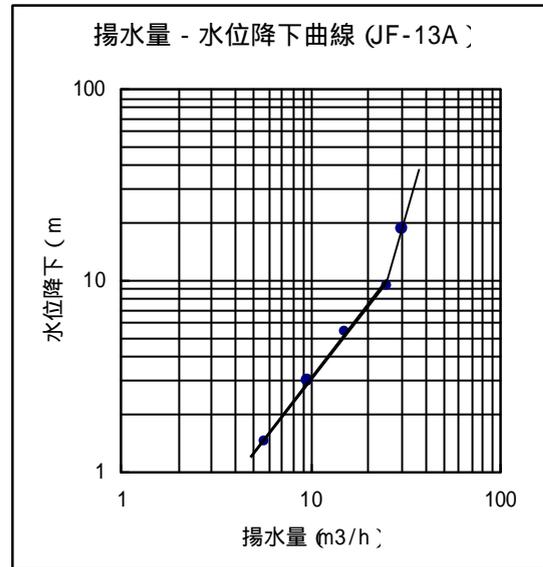
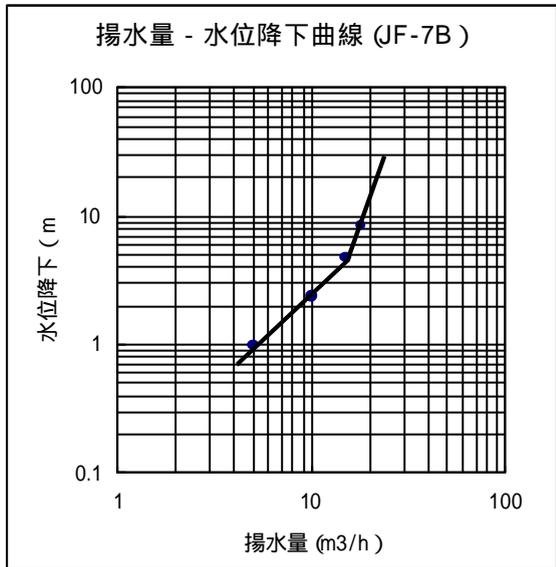
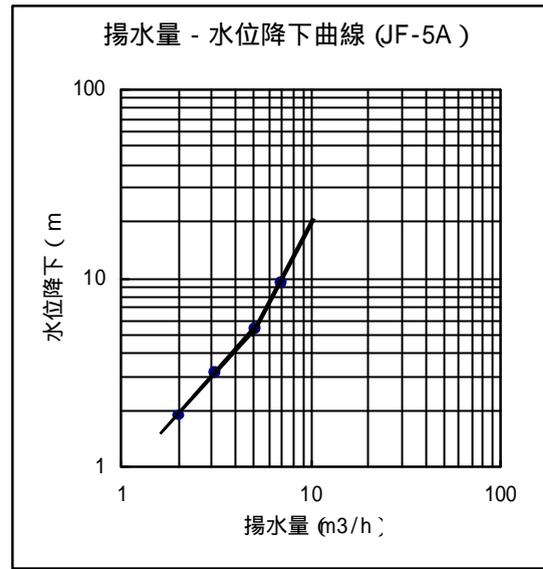
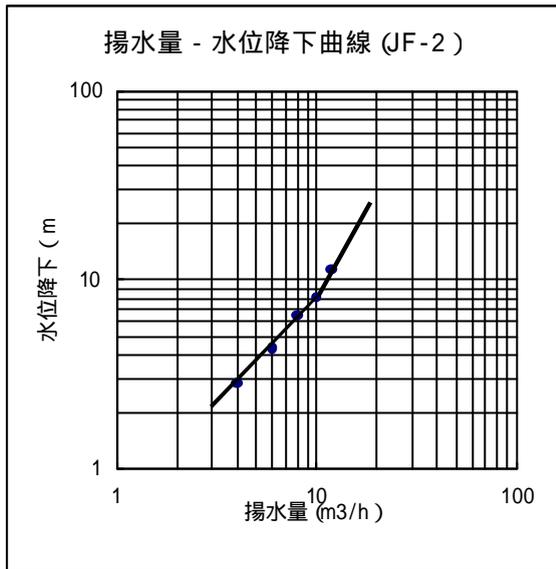


図 A9-2 段階揚水試験の解析

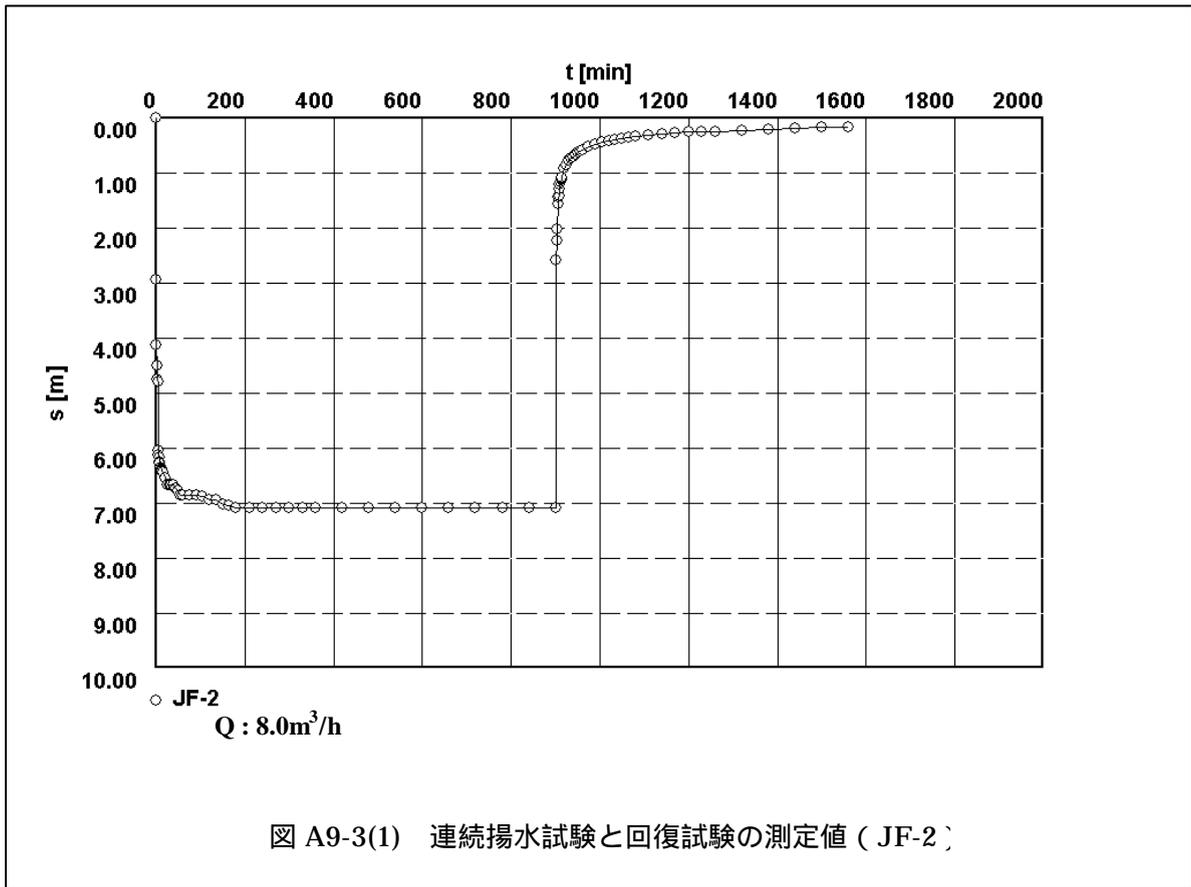


図 A9-3(1) 連続揚水試験と回復試験の測定値 ( JF-2 )

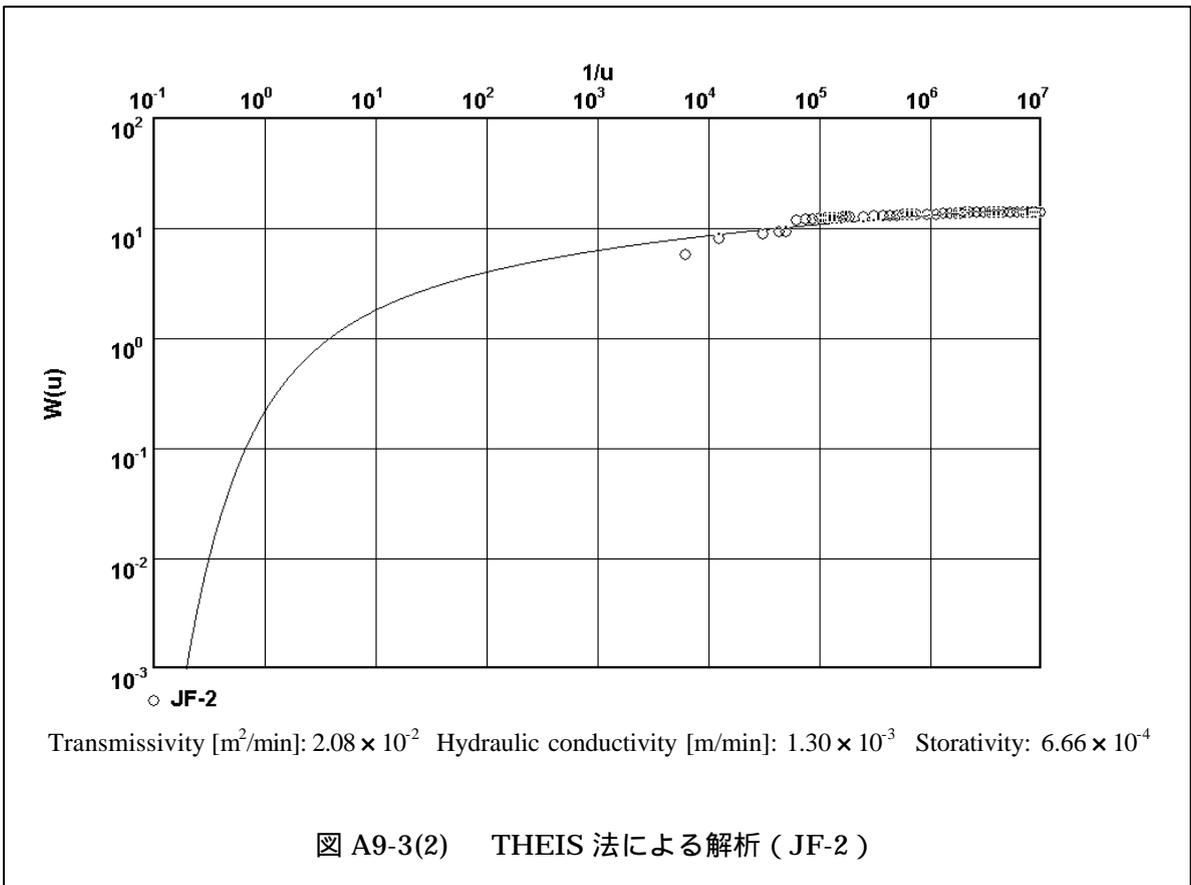
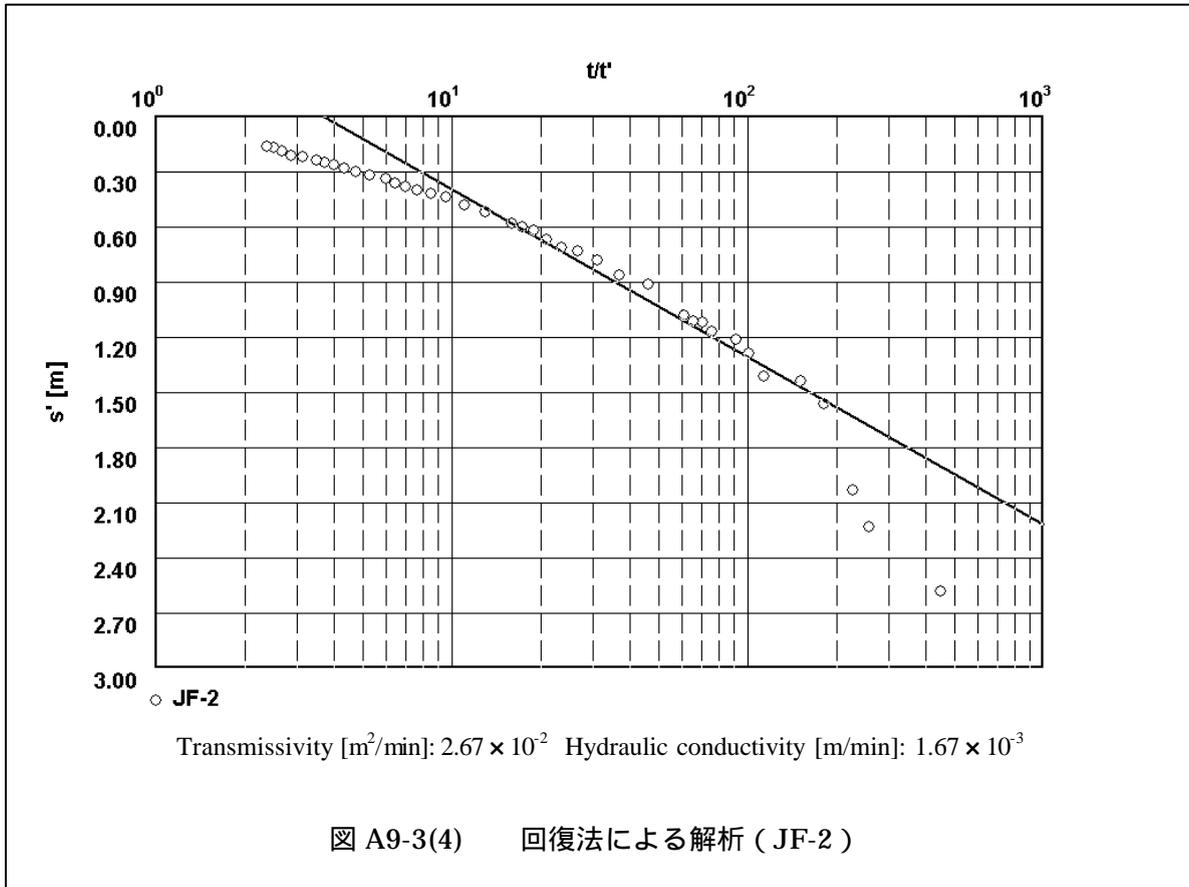
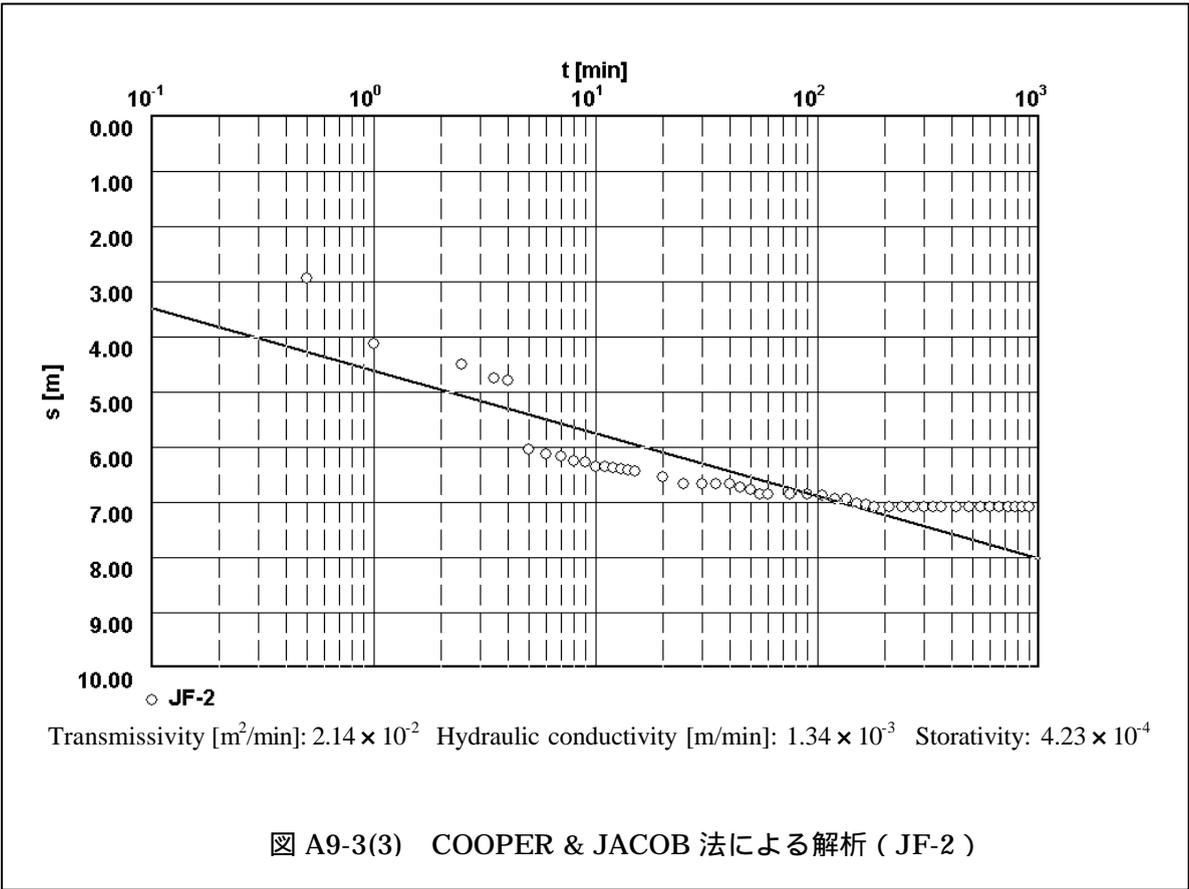


図 A9-3(2) THEIS 法による解析 ( JF-2 )



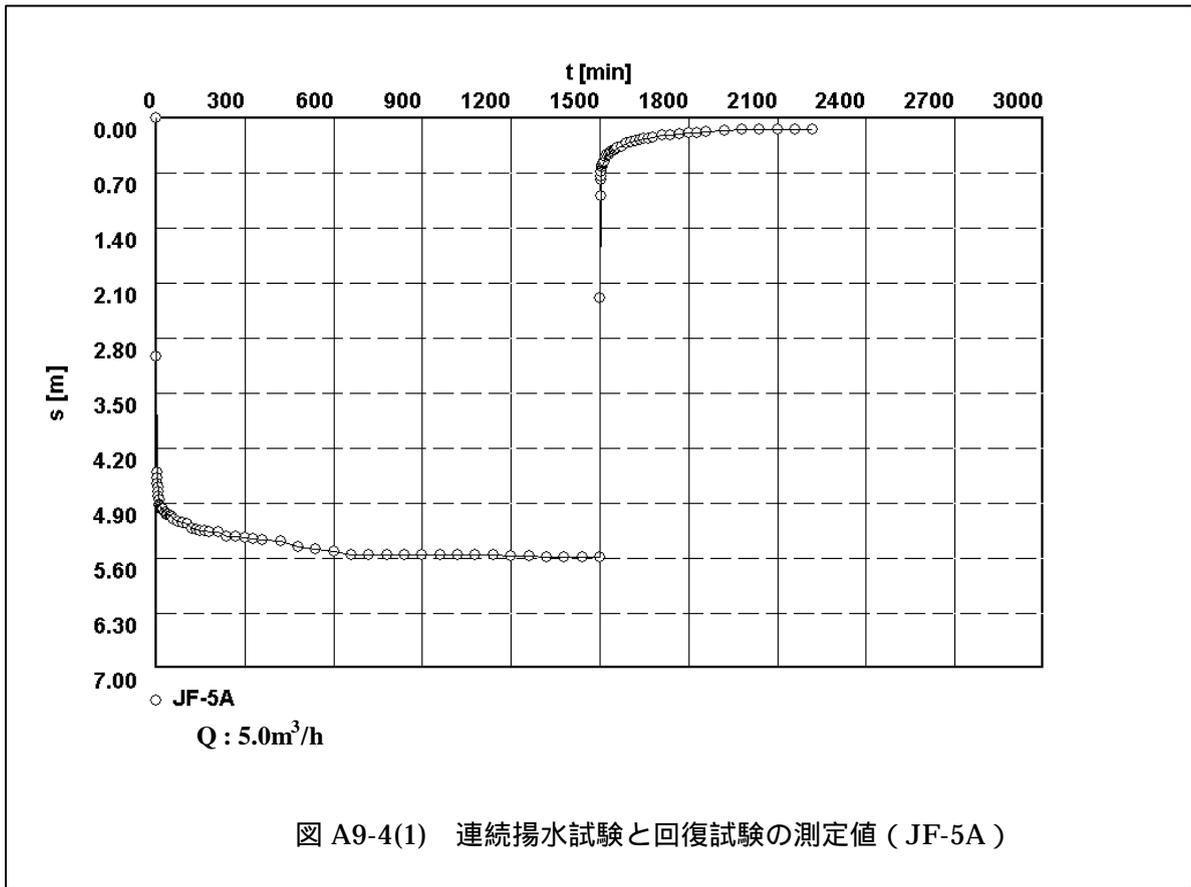


図 A9-4(1) 連続揚水試験と回復試験の測定値 (JF-5A)

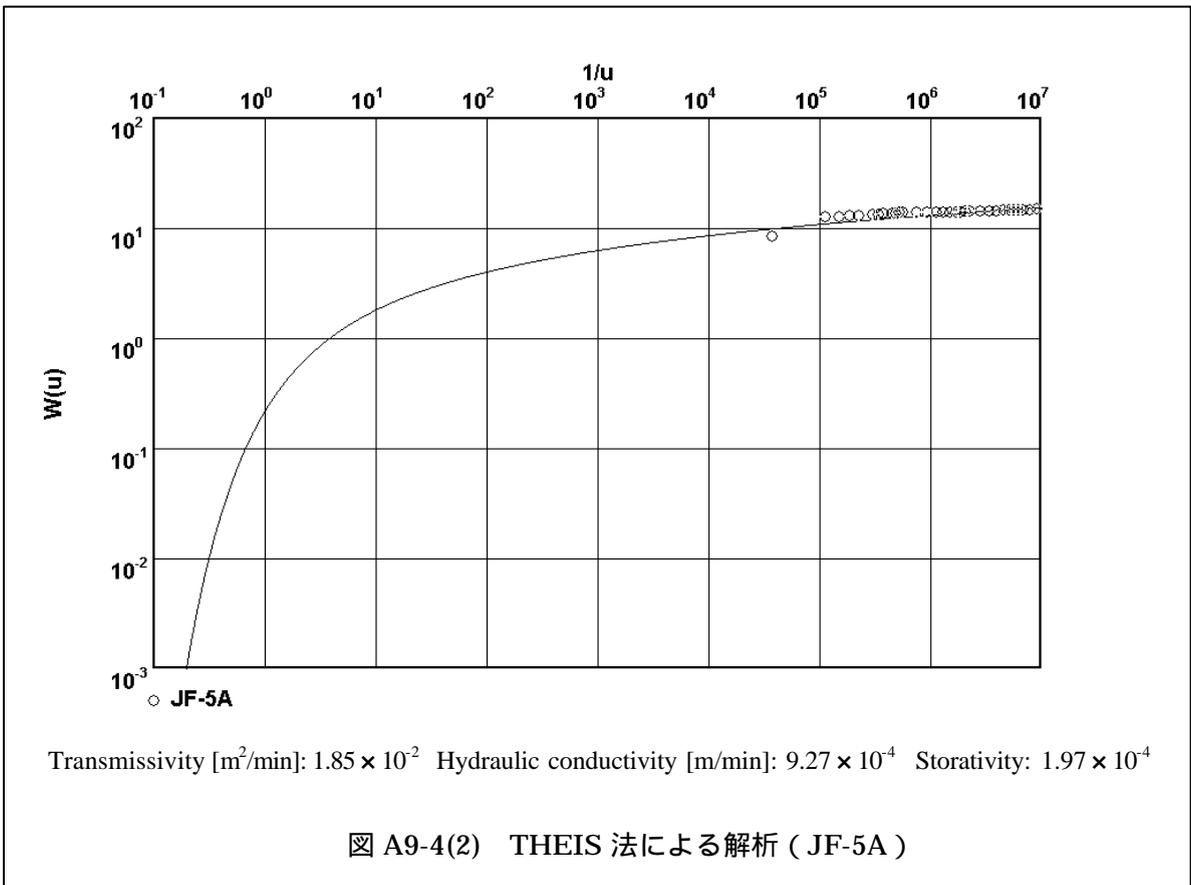
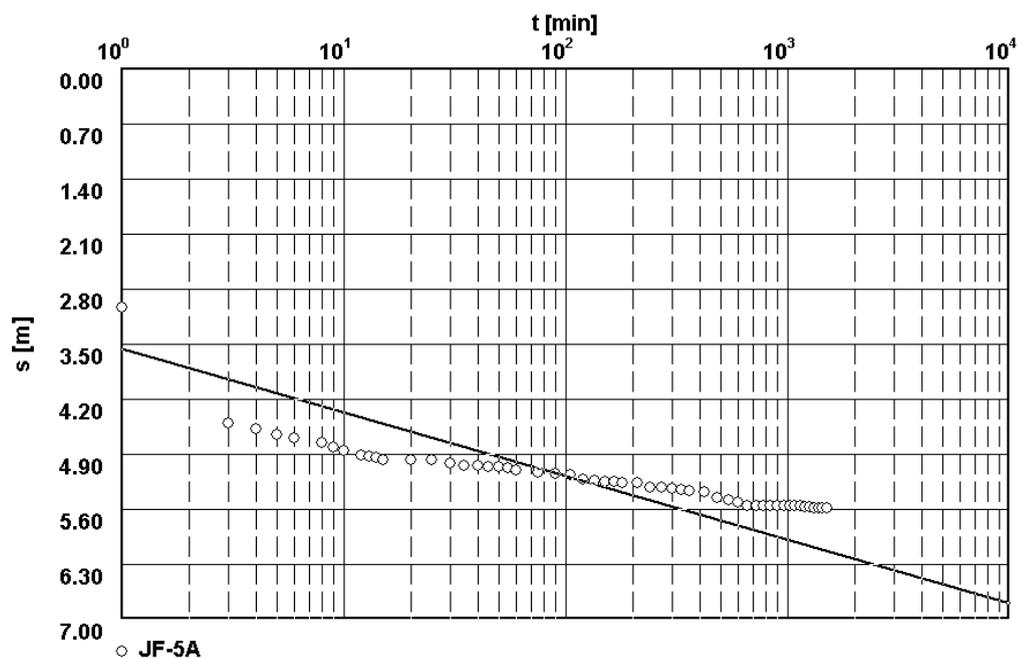


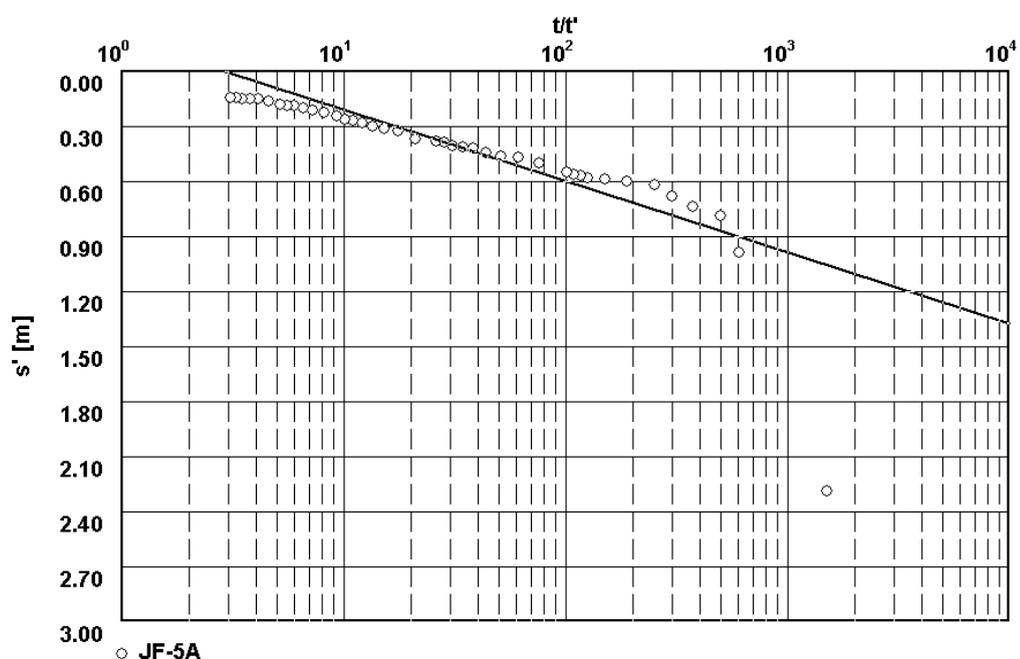
図 A9-4(2) THEIS 法による解析 (JF-5A)



○ JF-5A

Transmissivity [m<sup>2</sup>/min]:  $1.88 \times 10^{-2}$  Hydraulic conductivity [m/min]:  $9.43 \times 10^{-4}$  Storativity:  $1.65 \times 10^{-4}$

☒ A9-4(3) COOPER & JACOB 法による解析 ( JF-5A )



○ JF-5A

Transmissivity [m<sup>2</sup>/min]:  $3.93 \times 10^{-2}$  Hydraulic conductivity [m/min]:  $1.96 \times 10^{-3}$

☒ A9-4(4) 回復法による解析 ( JF-5A )

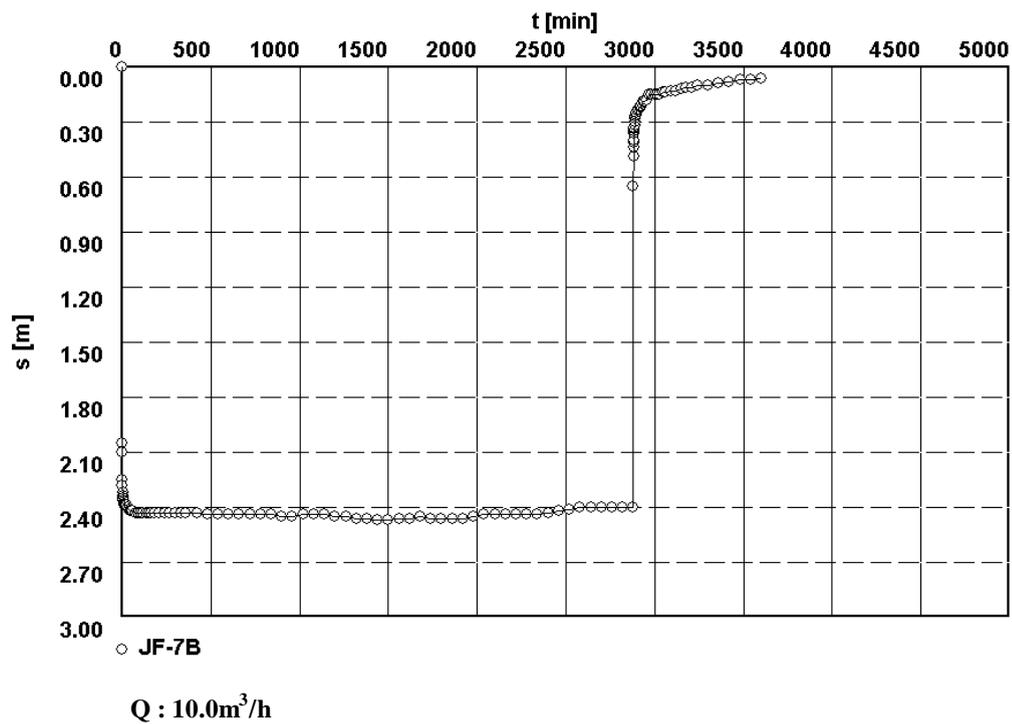
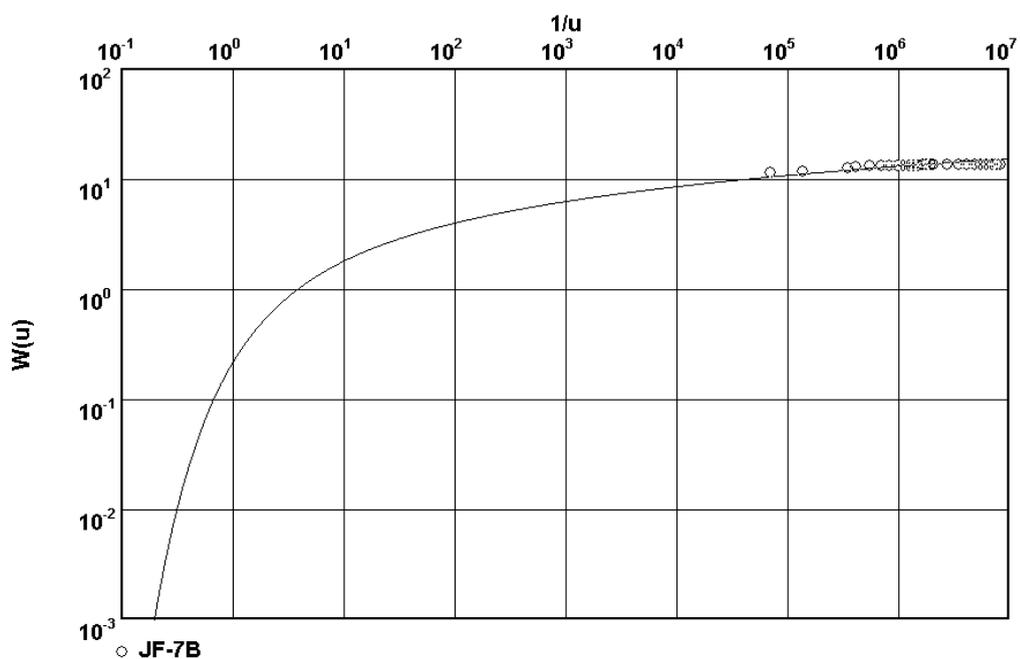
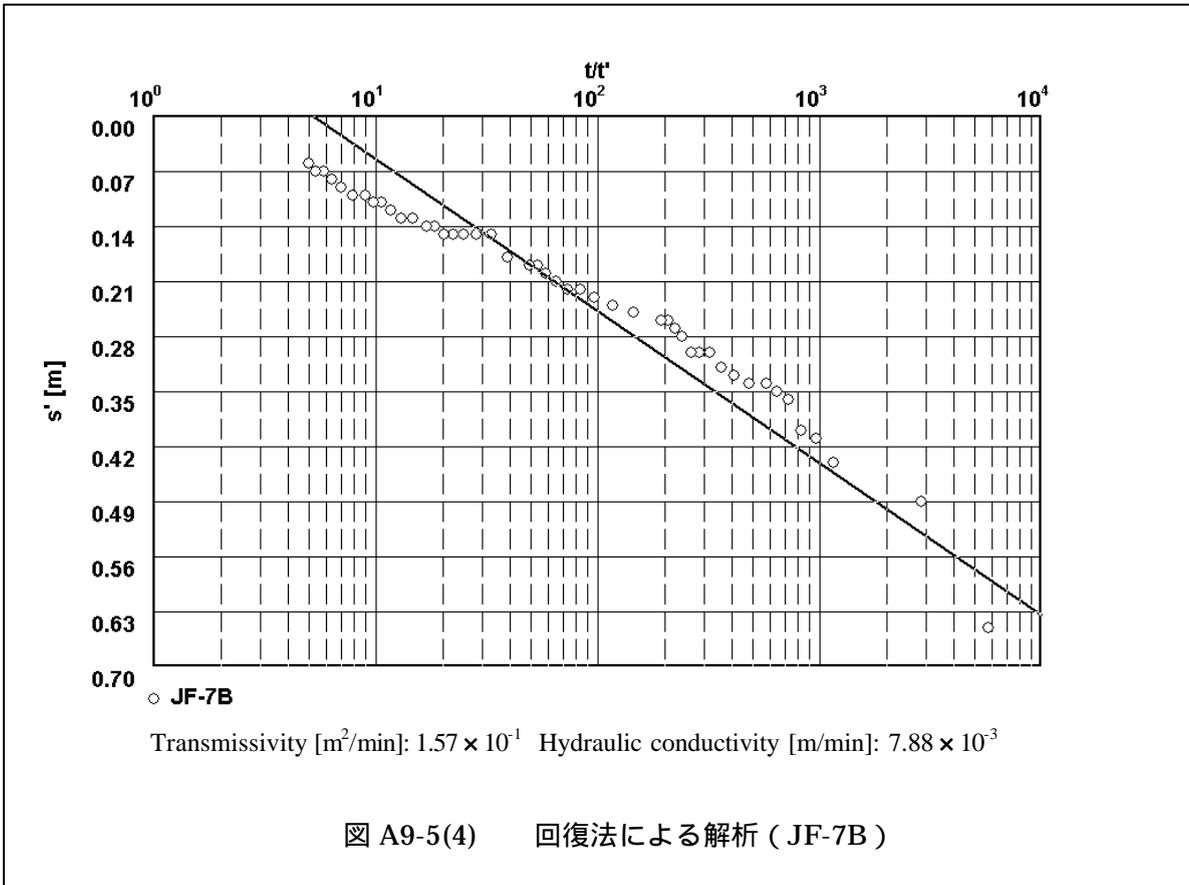
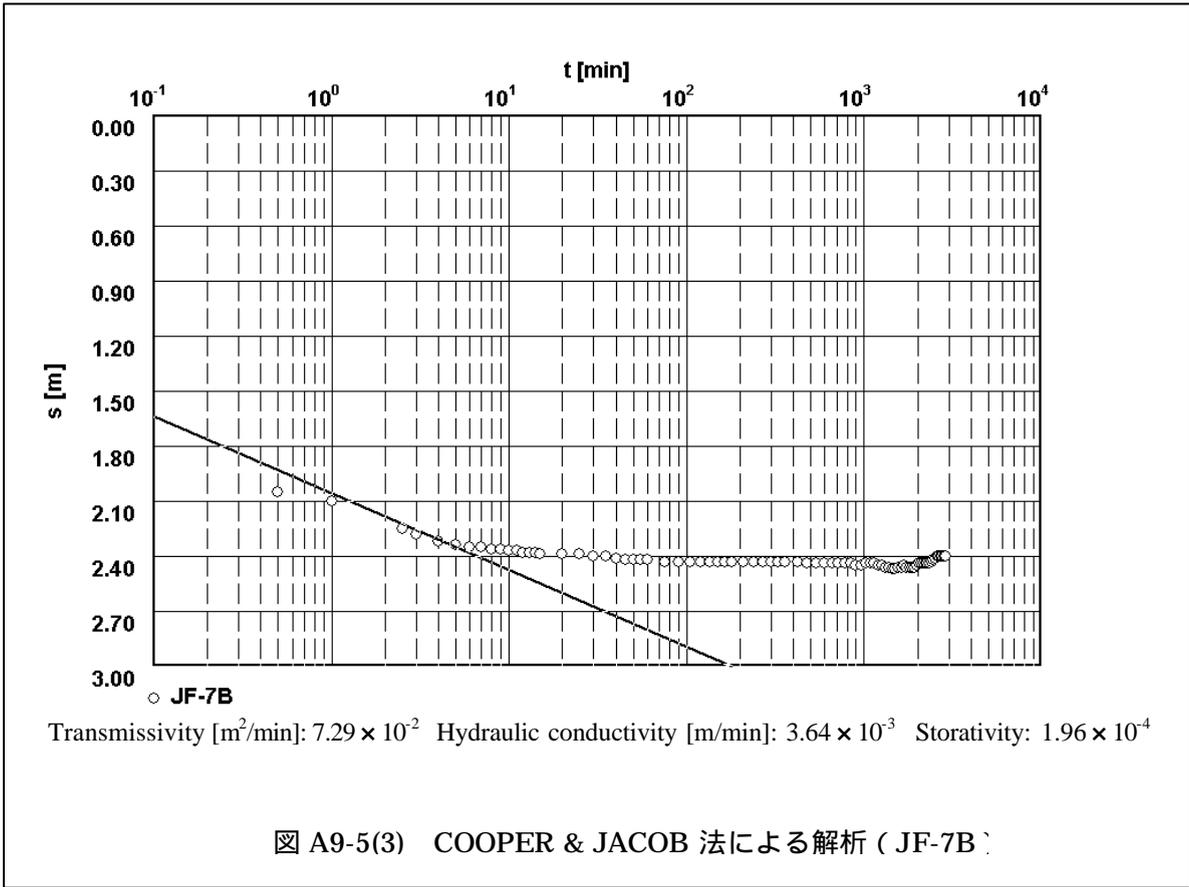


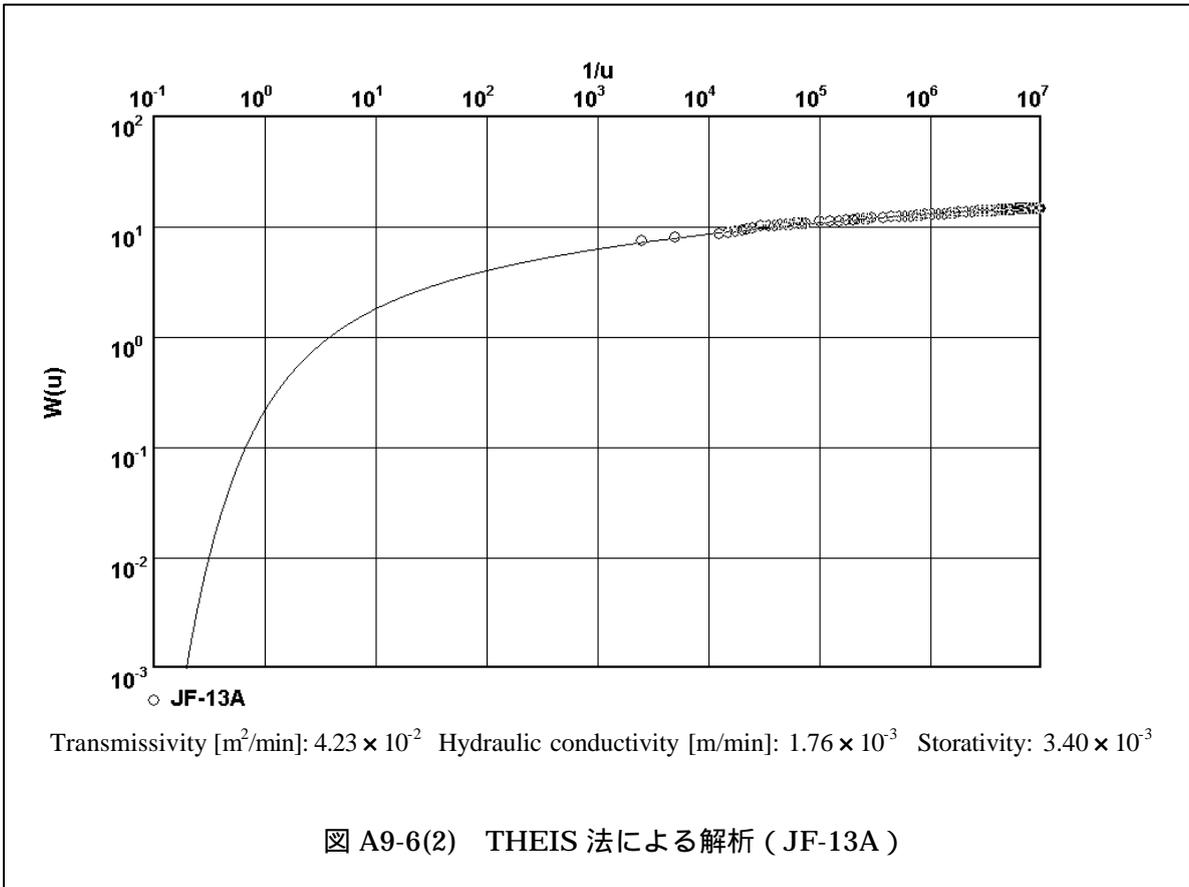
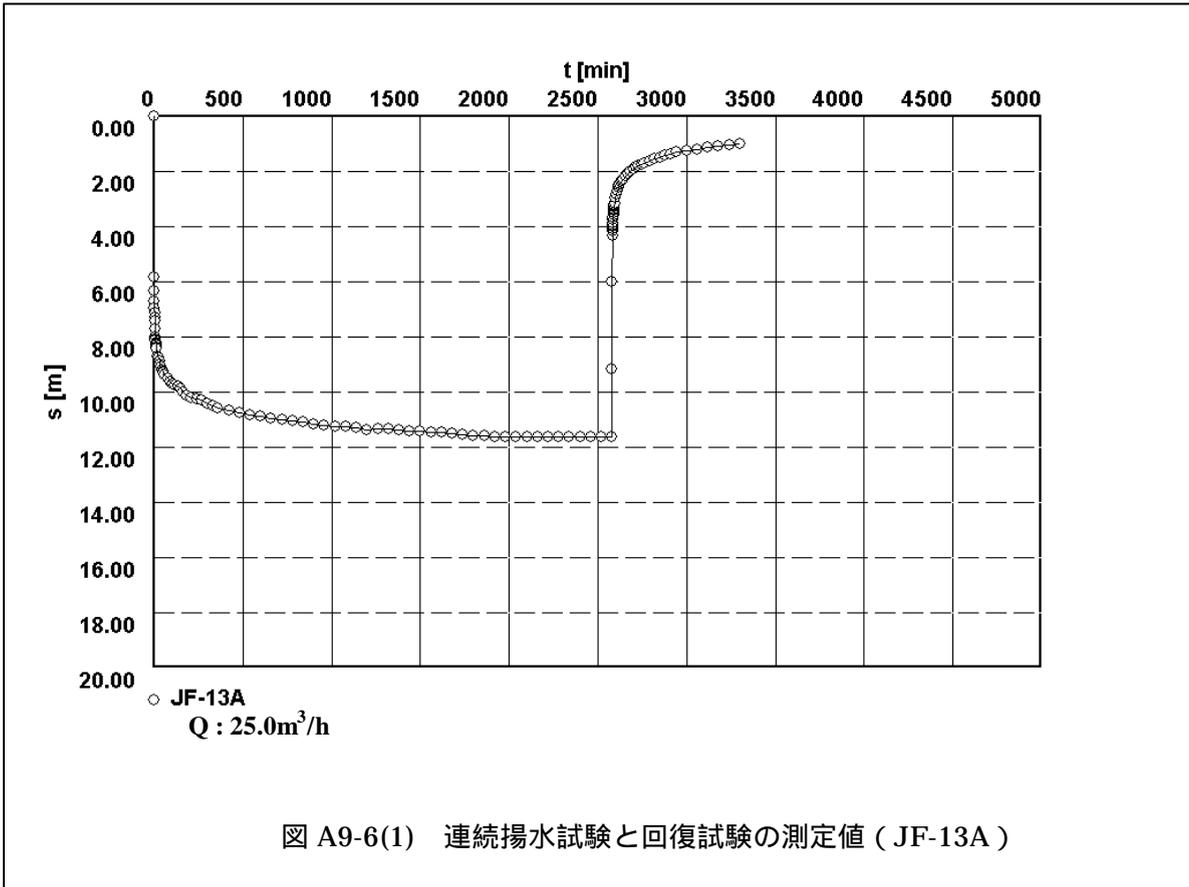
図 A9-5(1) 連続揚水試験と回復試験の測定値 ( JF-7B )

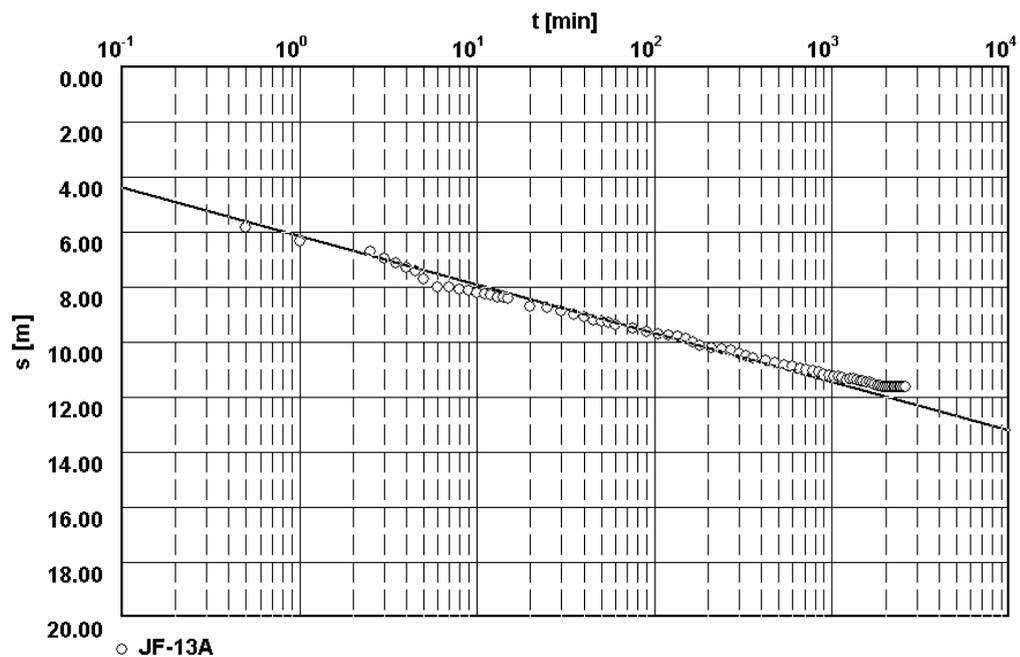


Transmissivity [m<sup>2</sup>/min]:  $7.53 \times 10^{-2}$  Hydraulic conductivity [m/min]:  $3.76 \times 10^{-3}$  Storativity:  $2.17 \times 10^{-4}$

図 A9-5(2) THEIS 法による解析 ( JF-7B )

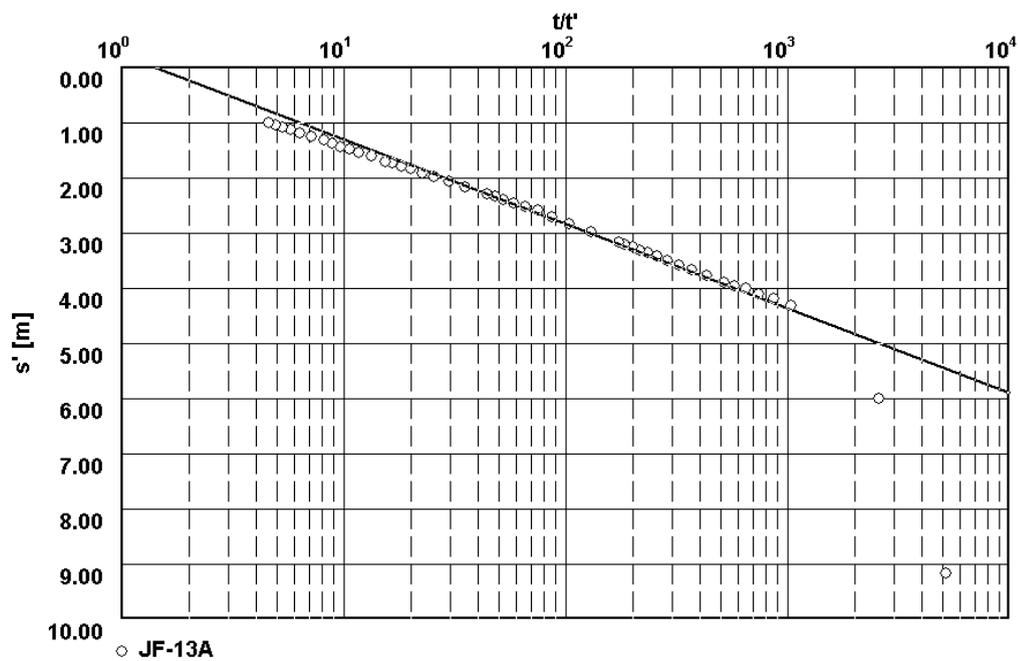






Transmissivity [ $\text{m}^2/\text{min}$ ]:  $4.30 \times 10^{-2}$  Hydraulic conductivity [ $\text{m}/\text{min}$ ]:  $1.79 \times 10^{-3}$  Storativity:  $3.37 \times 10^{-3}$

図 A9-6(3) COOPER & JACOB 法による解析 (JF-13A)



Transmissivity [ $\text{m}^2/\text{min}$ ]:  $4.97 \times 10^{-2}$  Hydraulic conductivity [ $\text{m}/\text{min}$ ]:  $2.07 \times 10^{-3}$

図 A9-6(4) 回復法による解析 (JF-13A)

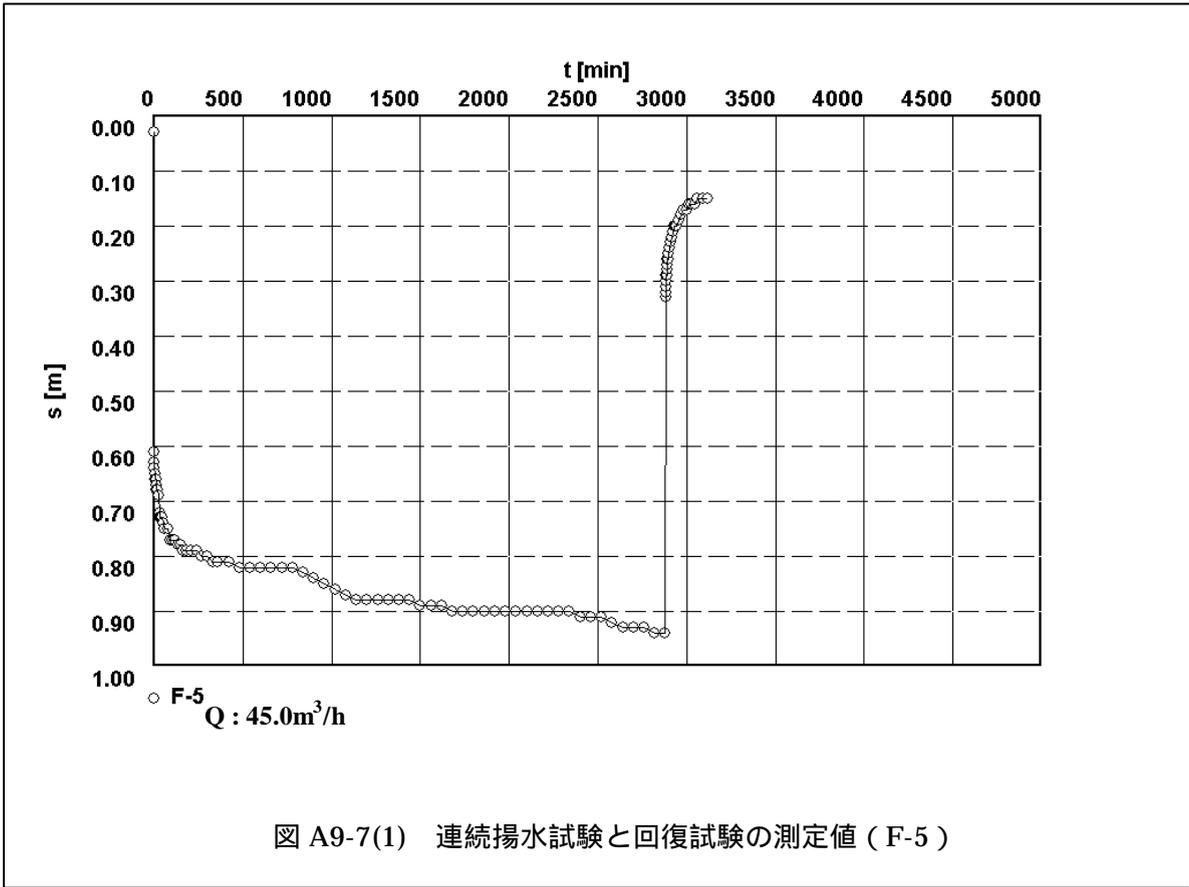


図 A9-7(1) 連続揚水試験と回復試験の測定値 (F-5)

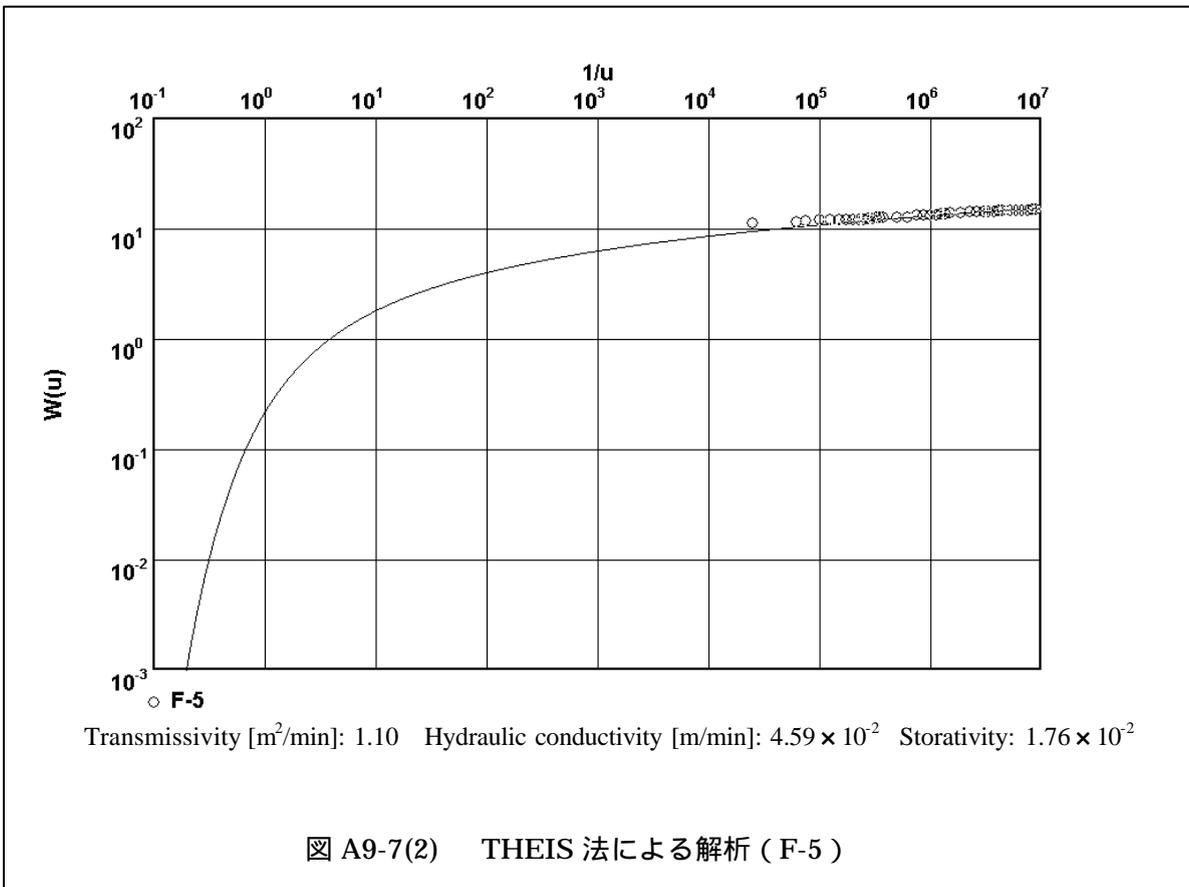
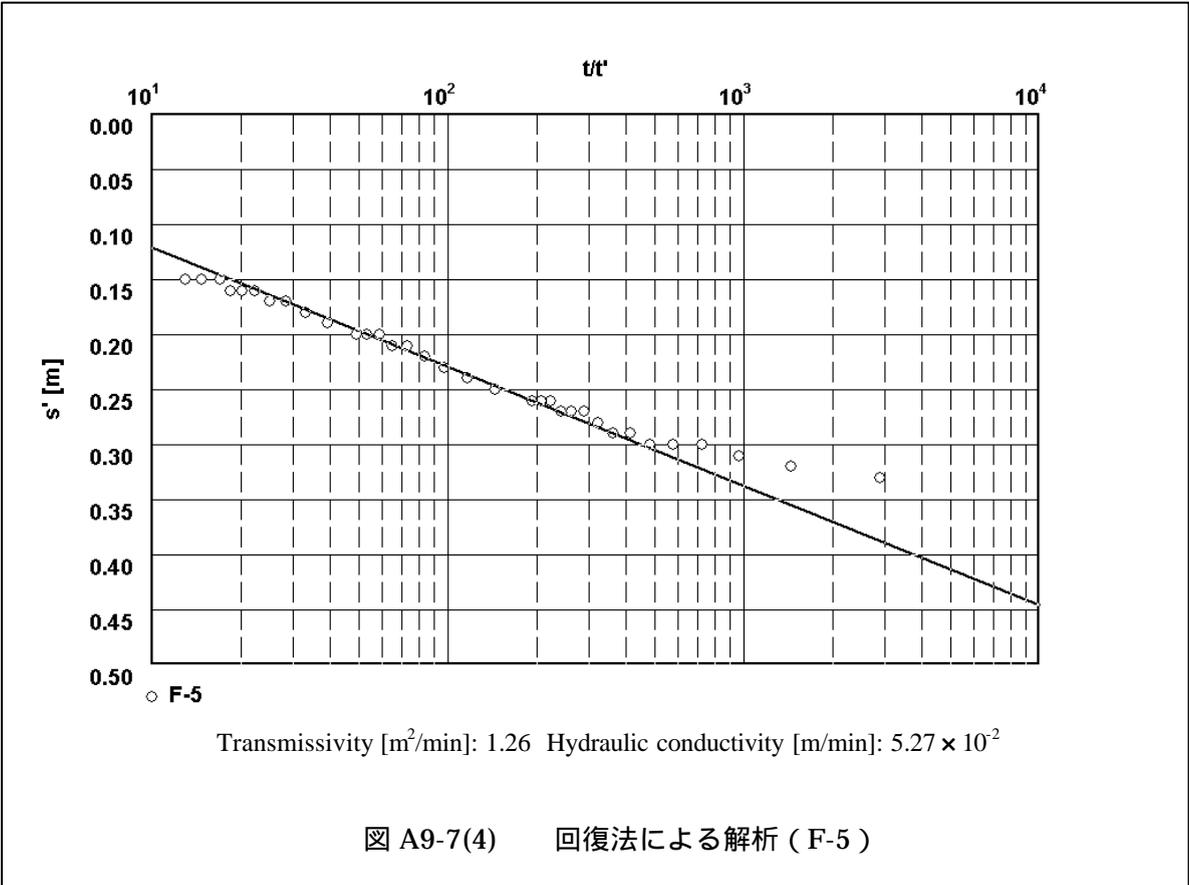
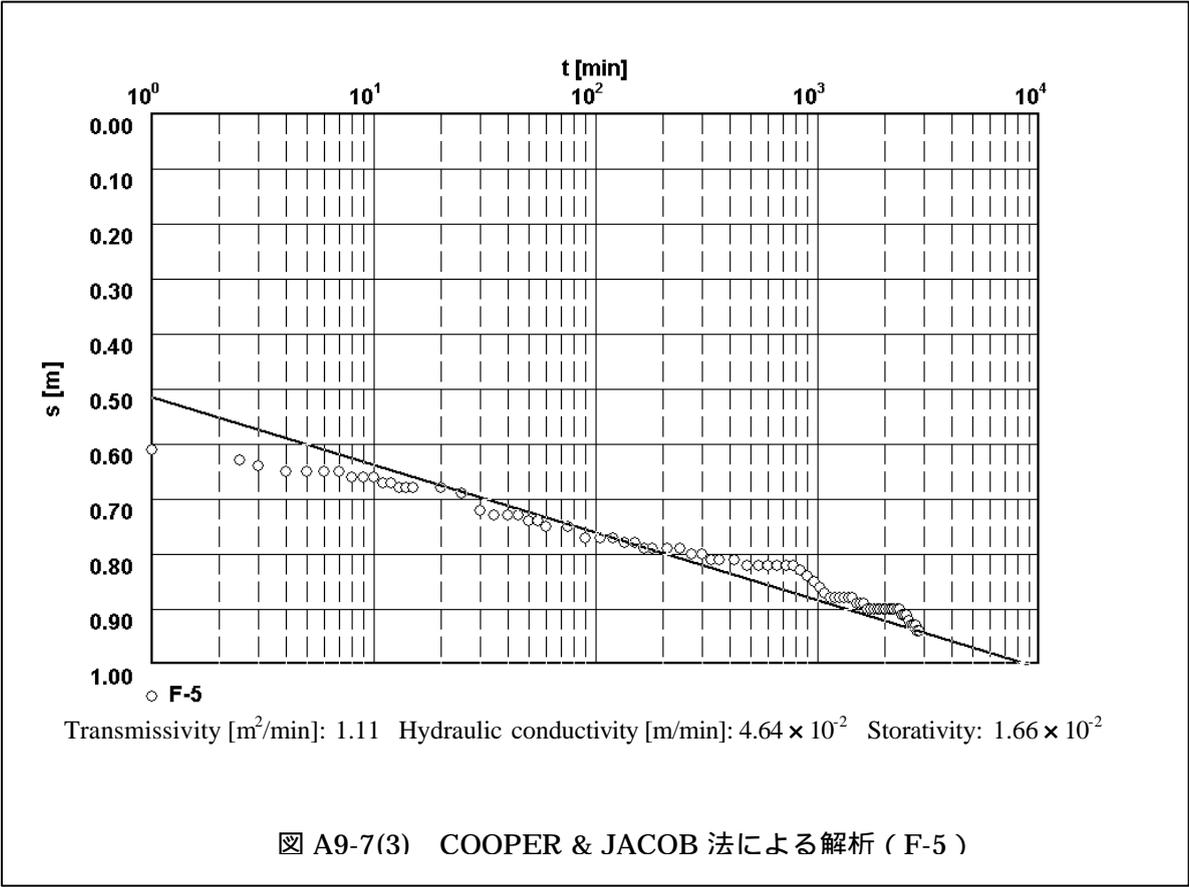


図 A9-7(2) THEIS 法による解析 (F-5)



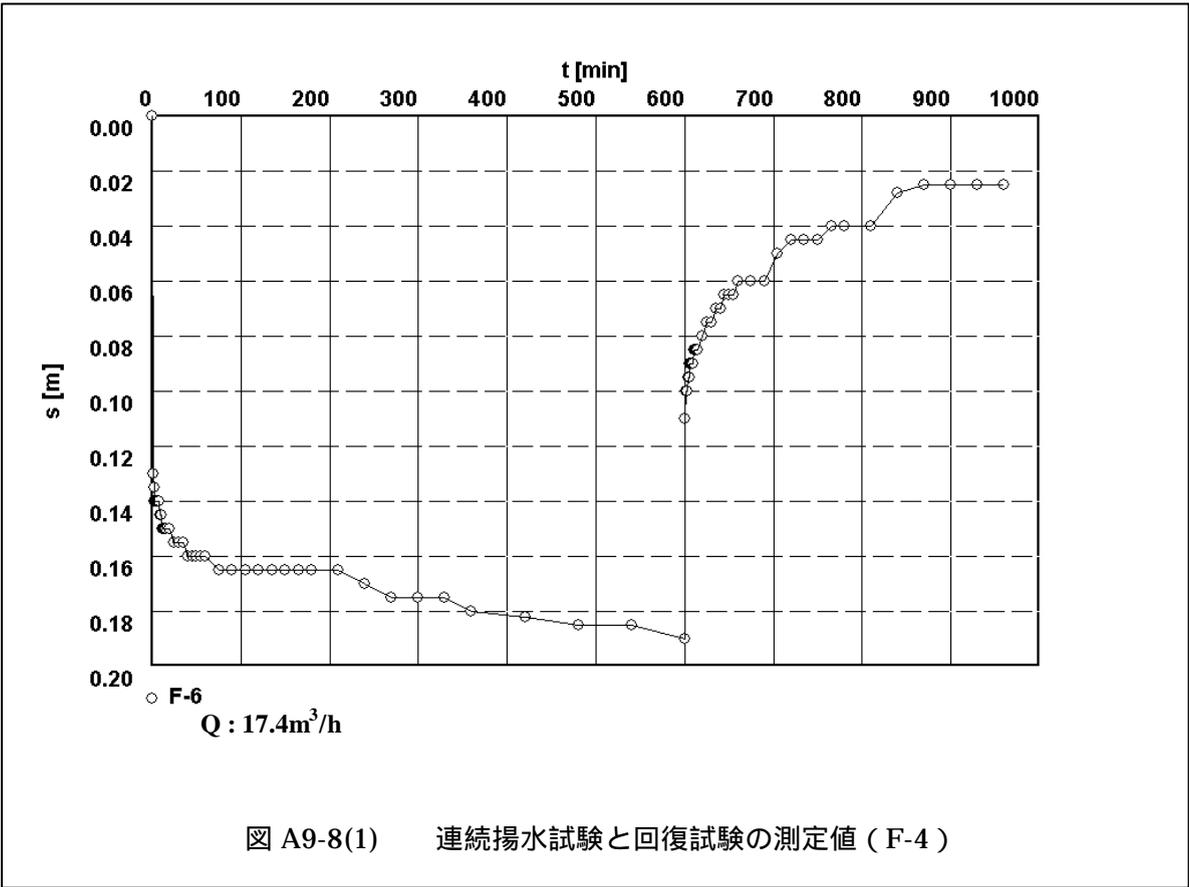


図 A9-8(1) 連続揚水試験と回復試験の測定値 (F-4)

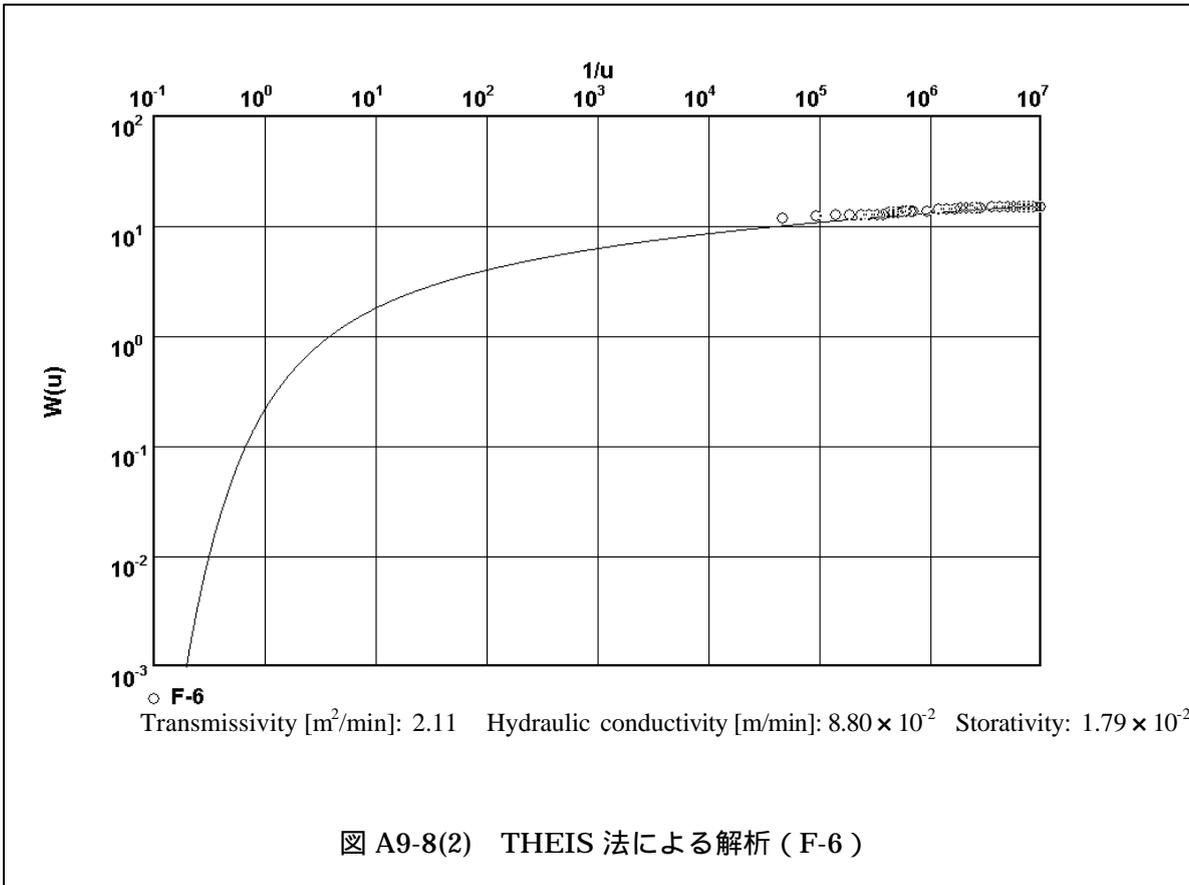
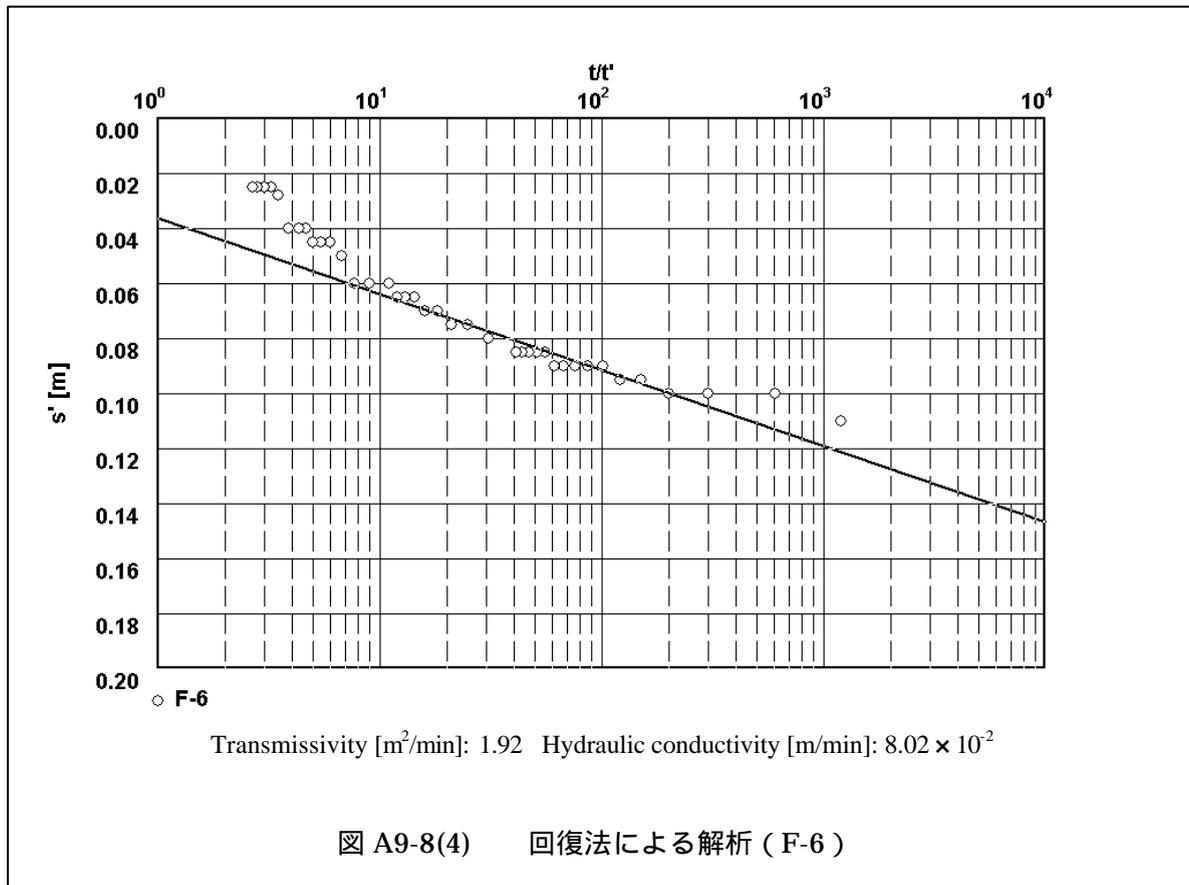
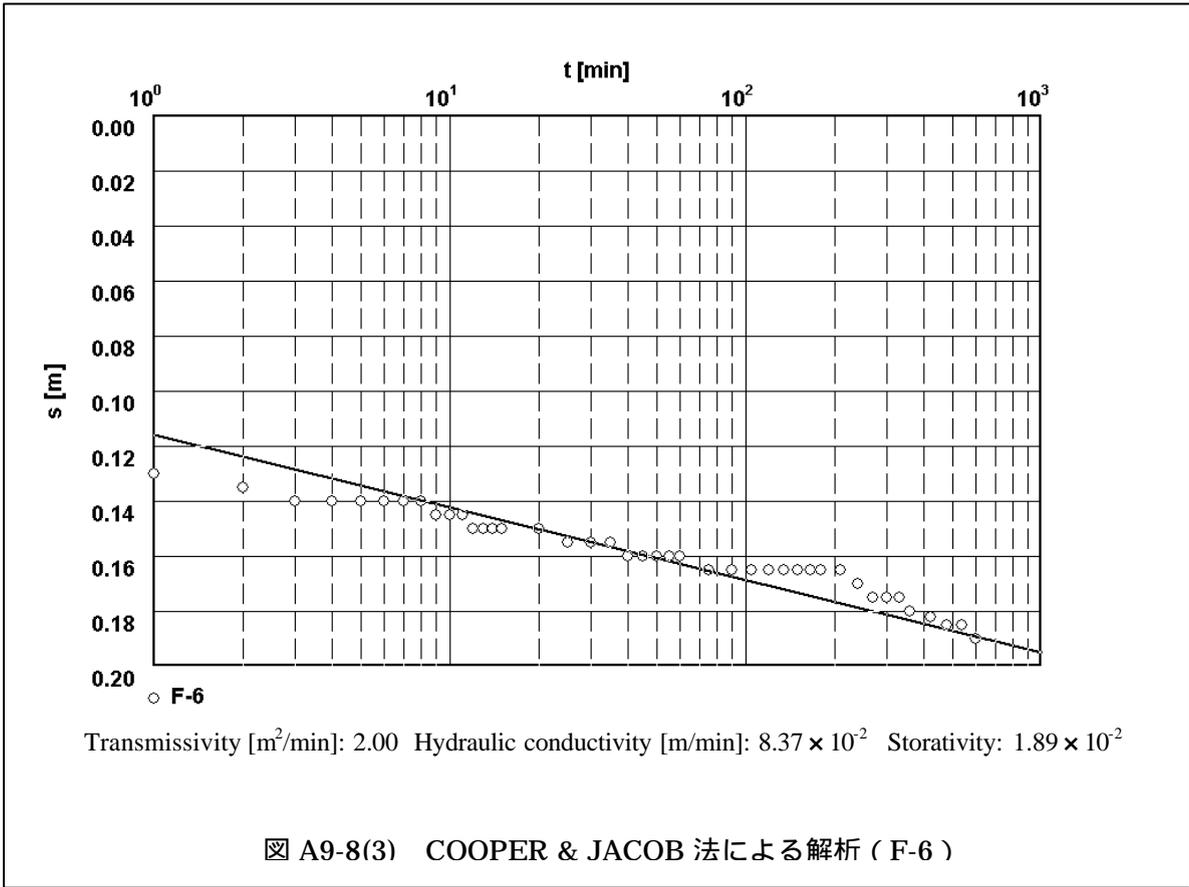


図 A9-8(2) THEIS 法による解析 (F-6)



## 資料- 1 0 水質試驗結果

## 水質試験結果

### (1) 実施方法

水質試験用試料の採取は、試掘調査井 6 ヶ所、給水車水源の既存井 1 ヶ所、ハンドポンプ設置予定の市内の既存井 13 ヶ所の合計 20 ヶ所において行った。

これら 20 試料について、水温、pH、電気伝導度、鉄イオン、マンガンイオン、アンモニウムイオン、フッ素イオン、フェノールフタレイン・アルカリ度、全アルカリ度、COD、濁度、大腸菌群、一般細菌の 13 項目については調査団が現場測定（簡易水質試験）した。

更に、本計画での利用水量が多い井戸からの 10 試料について、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、硫酸イオン、塩素イオン、硝酸イオン、亜硝酸イオン、全蒸発残留物、全硬度の 8 項目を、電気・水道公社の水質分析所において精密水質試験を実施した。

表 A10-1 水質試験用試料

採取場所	試料数：井戸番号		目的
	簡易試験（現場）	精密試験（分析所）	
試掘調査井	6 試料 ： JF-2, JF-5A, JF-7B, JF-13A, F-5, F-6	6 試料 ： JF-2, JF-5A, JF-7B, JF-13A, F-5, F-6	生産井としての妥当性を評価する。
給水車水源の 市内既存井	1 試料： No.127	1 試料： No.127	Belemtar 地区給水施設の水 源としての妥当性を評価す る。
ハンドポンプ設 置予定の市内既 存井	13 試料 ： No.1, No.51, No.272, No.338, No.450, No.532, No.548, No.661, No.722, No.752, No.984, No.985, No.1039	3 試料 ： No.450, No.661, No.985,	ハンドポンプ設置を予定し ている市内の既存井の水質 を評価するとともに、ハン ドポンプ設置による水質改 善効果のベースライン値と しての水質を把握する。

### (2) 試験結果

水質試験結果を表 A10-2 に示す。

試掘調査井の 6 試料については、JF-13A においてのみ大腸菌群と一般細菌が検出された。その他の項目については、6 試料とも飲料水基準値よりかなり低い値である。

給水車の水源として利用されている市所有の市内既存井（No.127）については、全ての項目が飲料水基準値内である。

ハンドポンプの設置を予定している市内の既存井 13 ヶ所については、全ての井戸において、大腸菌群と一般細菌が検出された。その他の項目については、キファ水利支局

敷地内に位置する No.1 井戸においてのみ、電気伝導度と硝酸性窒素濃度が飲料水基準値を越えている。これら高濃度の成分は帯水層に広がっているため、井戸構造を改善したとしても、水質の改善には長期間を要する。また、同井戸は 1999 年 4 月よりキファ水利支局により水売り人の使用が禁止されている。従って、同井戸はハンドポンプを設置する井戸から省くこととする。

表 A10-2 水質分析結果

採水井戸	緯度・経度	採水日 (年/月/日)	水温 (°C)	EC ( $\mu$ S/cm)	PH	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	F (mg/l)	COD (mg/l)	濁度 (NTU)	全蒸 発残 留物 (mg/l)	アル カリ 度 (mg/l)	全アル カリ 度 (mg/l)	全 硬度 (mg/l) CaCO <sub>3</sub>	大腸 菌群 (数/ml)	一般 細菌 (数/ml)	備考
No.1	16°36'39"N 11°23'56"W	2001/4/16	30.9	<u>1588</u>	7.5	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	<u>90</u>	-	1	1	0	-	0	150	-	<u>11</u>	<u>1</u>	2000年5月より水利局 が水売りの使用を禁止
No.51	16°36'27"N 11°23'27"W	2001/4/16	33.5	926	7.5	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	20	-	1	8	0	-	0	165	-	<u>66</u>	<u>15</u>	水売り人が水を汲んで いる
No.272	16°36'58"N 11°22'33"W	2001/4/16	33.1	955	7.4	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	10	-	1	2	0	-	0	230	-	<u>≥500</u>	<u>83</u>	滑車付、付近の住民の利 用多い。洗濯している
No.338	16°37'30"N 11°23'16"W	2001/4/17	32.5	1025	7.3	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	30	-	1	2	0	-	0	175	-	<u>59</u>	<u>24</u>	岩盤質の丘の上
No.450	16°37'19"N 11°24'31"W	2001/4/17	32.1	519	7.5	32.1	11.7	0.05	<0.5	<0.1	67.3	0.10	10	0.24	1	2	0	633	0	95	128	<u>≥500</u>	<u>102</u>	水売り人利用非常に多 く、常に井戸周辺水溜り
No.532	16°37'56"N 11°25'08"W	2001/4/17	31.2	953	8.3	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	10	-	1	6	0	-	0	165	-	<u>≥500</u>	<u>56</u>	井戸周囲に牛糞多い
No.548	16°37'45"N 11°25'27"W	2001/4/17	32.4	890	7.5	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	20	-	1	2	0	-	0	180	-	<u>48</u>	<u>7</u>	滑車付、ミジンコが生息
No.661	16°37'41"N 11°24'01"W	2001/4/17	31.9	808	7.8	24.8	21.9	0.05	<0.5	<0.1	113	0.06	10	0.05	1	6	0	198	0	165	152	<u>78</u>	<u>47</u>	水売り人利用非常に多 く、常に井戸周辺水溜り
No.722	16°37'05"N 11°25'08"W	2001/4/17	31.6	853	7.6	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	30	-	0.5	2	0	-	0	145	-	<u>54</u>	<u>18</u>	道路沿いに位置し民家 の塀に接している
No.752	16°36'26"N 11°25'34"W	2001/4/17	32.9	828	7.5	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	7	-	1	2	0	-	0	260	-	<u>270</u>	<u>74</u>	井戸周囲に牛糞多い
No.984	16°37'14"N 11°25'59"W	2001/4/22	31.0	526	8.0	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	5	-	0.5	2	0	-	0	120	-	<u>46</u>	<u>44</u>	固定砂丘斜面
No.985	16°37'19"N 11°26'18"W	2001/4/16	31.3	1254	7.7	58.5	7.29	0.05	<0.5	<0.1	212	0.14	30	0.08	1	2	0	344	0	90	88	<u>58</u>	<u>39</u>	付近の住民の利用多い
No.1039	16°37'42"N 11°26'04"W	2001/4/16	32.8	423	7.0	-	-	0.05	<0.5	<0.1	-	-	20	-	0.5	2	0	-	0	95	-	<u>97</u>	<u>61</u>	付近の住民の利用多い
No.127	16°38'13"N 11°25'52"W	2001/4/22	32.0	566	7.7	43.3	15.6	0.05	<0.5	<0.1	56.7	0.06	15	0.03	0.5	2	0	113	0	140	172	0	0	市英既存井、蓋と鍵あ り、エンジンポンプ設置
JF-2	16°40'29"N 11°31'32"W	2001/4/27	33.4	917	7.8	20.0	11.6	0.05	<0.5	<0.1	102.9	0.01	10	-	1	2	0	51	0	170	98	0	0	JICA 試掘井
JF-5A	16°40'36"N 11°30'12"W	2001/4/24	33.7	718	7.6	40.1	14.6	0.05	<0.5	<0.1	95.7	0.09	7	0.28	1	1	0	136	0	165	160	0	0	JICA 試掘井
JF-7B	16°40'40"N 11°29'47"W	2001/4/27	32.0	810	7.8	43.3	19.4	0.05	<0.5	<0.1	102.9	0.02	5	-	0.5	1	0	156	0	190	188	0	0	JICA 試掘井
JF-13A	16°44'35"N 11°31'17"W	2001/4/25	32.6	599	7.9	32.9	14.6	0.05	<0.5	<0.1	81.6	8.37	10	-	1	2	0	231	0	145	146	<u>5</u>	<u>12</u>	JICA 試掘井、周囲に 牛・駱駝等の糞多い
F-5	16°40'16"N 11°28'29"W	2001/4/28	33.8	809	7.4	57.1	17.2	0.05	<0.5	<0.1	111.3	0.05	5	0.50	0.5	2	0	190	0	165	185	0	0	SONELEC 試掘井、水中 ポンプ設置済
F-6	16°40'19"N 11°28'29"W	2001/4/28	34.7	829	7.5	57.7	14.1	0.05	<0.5	<0.1	138.4	0.07	10	0.07	1	2	0	245	0	210	202	0	0	F5 井戸の観測井で長年 使われていない
WHO ガイドライン値			-	(1500)	6.5- 8.5	100	50	0.3	0.5	1.5	250	50	250	1.5	-	5	1000	-	-	-	-	否検 出	否検 出	

注：下線付き太文字は WHO 飲料水ガイドライン値を超える数値

## 資料- 1 1 揚水ポンプの運転制御方式の検討

## 揚水ポンプの運転制御方式の検討

揚水ポンプ場には監視員が駐在することになるが、送水ポンプ場のように操作員が常駐することはなくポンプ操作のすべてを手動に頼るのは適切ではない。通常は、送水ポンプ場の操作員が定期的に各揚水ポンプ場を見回り、維持管理に努めることになる。また、揚水ポンプ場は四方に散在しており、送水ポンプ場と密に連絡を取り合いながら揚水ポンプの運転操作を行うことも困難である。

したがって、揚水ポンプの運転および制御法は完全自動運転が理想的であるが、運用後の維持管理等を考慮すると、複雑な運転制御法を採用することには問題が残り、本計画ではできるだけ簡易で確実な方法を適用するものとする。揚水ポンプの運転制御目的は、

送水ポンプ場の受水槽が高水位（HWL）になり、各揚水ポンプ場からの導水量を0にしなければならないとき揚水ポンプの停止

受水槽の水位が下がり揚水ポンプを再起動

という操作である。本目的を達するためには受水槽の信号を各揚水ポンプ場まで伝送し揚水ポンプの制御を行うことが必要で、信号の種類、伝送方法により以下の方式がある。

表 A11-1 揚水ポンプの制御方式の比較

NO.	伝送信号の種類	信号の伝送方法	揚水ポンプの運転制御法	評価
1	受水槽の水位信号	有線 (制御ケーブル)	ON-OFF 制御	制御法として最も確実で一般的な方法であるが、信号の伝送距離は最大でも 1km 程度であり、本計画のように伝送距離が長い場合には適さない。
2		無線	ON-OFF 制御	伝送距離が長い場合に適し、日本では一般的に用いられている方法である。ただし、電波の指向性が確保されることが必要で、無線用アンテナの設置等が必要になる。また、「モ」国内で予備パーツを入手することは難しく、維持管理に問題がある。
3	圧力信号	導水管内の圧力伝播	ON-OFF 制御	受水槽の水位が高水位に達した時、受水槽入口弁は閉じて導水管の管内圧力が上昇する。水位が下降すれば入口弁が開き管内圧力は減少する。間接的に水位信号を圧力信号に置き換え揚水ポンプを制御する方法である。

揚水ポンプの運転制御を行うには、受水槽の水位信号を直接取得して揚水ポンプを起動

-停止することが確実な方法であり、日本国内で同様な計画を策定すれば、方式2を採用することが一般的である。しかしながら、計画地は過酷な気象条件（高温と頻発する砂嵐）を有しており、破損等によるパーツの調達が必要な場合、計画地で調達事情は悪く機器の維持管理において問題が残る。したがって、計画地の環境を考慮すると本計画には維持管理が容易な方式3を採用することが妥当であると考える。

以下、方式3の制御法について詳述する。

### 方式3の制御方式

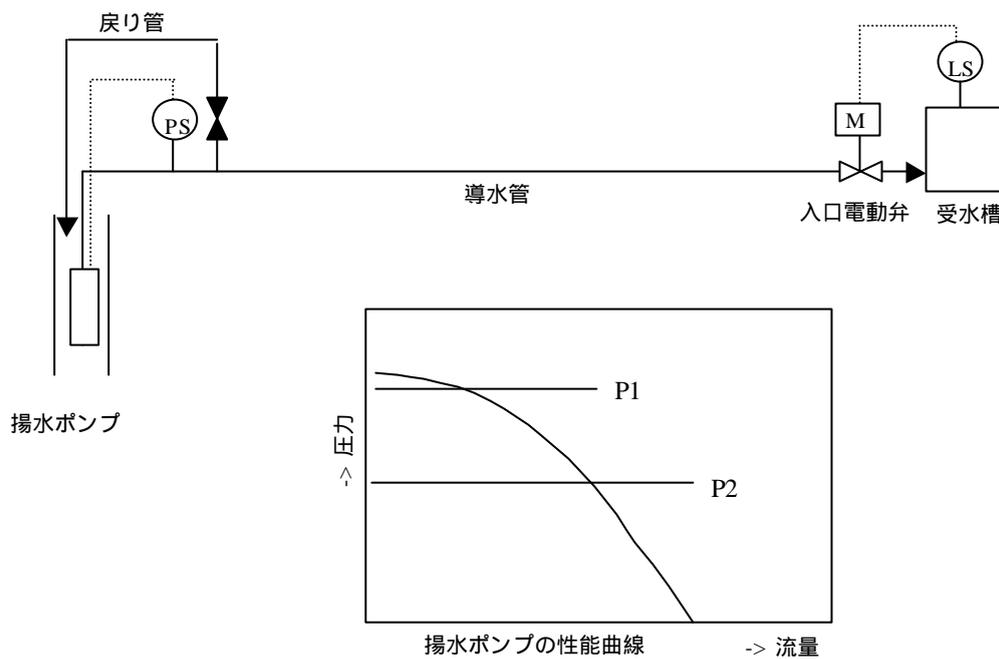


図 A11-1 揚水ポンプの運転制御法模式図

### 揚水ポンプの停止法

受水槽の水位が高水位(HWL)に達したことをレベルスイッチ(LS)が感知、信号を受水槽入口の電動弁に送り、入口弁が閉。

導水管内の圧力が上昇、揚水ポンプ出口部に取付けた圧力スイッチがポンプ停止の設定圧力(P1)を感知、信号を揚水ポンプに送り揚水ポンプは停止。

### 揚水ポンプの起動法

受水槽の水位が降下、低水位(LWL)に達したことをレベルスイッチ(LS)が感知、信号を受水槽入口の電動弁に送り、電動弁が開。

導水管内の圧力が降下、揚水ポンプ出口部に取付けた圧力スイッチがポンプ起動の

設定圧力(P2)を感知、信号を揚水ポンプに送り揚水ポンプは起動する。なお、逆止弁からの漏水等による管内圧力の自然降下を見込み、タイマーを設置することによって一定時間が経過し、かつ、起動設定圧(P2)に達した時ポンプが起動するようなAND回路を設けて、揚水ポンプの起動-停止頻度の増加を防止する。

### 運転制御システムの補助装置

本システムの補助装置として、ポンプ出口から井戸への戻り管を設ける。圧力スイッチ等のメンテナンス時にポンプの起動-停止制御ができない場合、揚水ポンプは連続運転を行い、受水槽の入口弁が閉じた時にポンプを停止する代わりに、揚水ポンプの持つ最小流量分（定格流量の約30%）を井戸へ戻すこととする。

#### [最小流量運転]

各ポンプの性能はポンプの流量と揚程の関係を示す曲線で示され、ポンプ揚程が低くなれば流量が大きくなり、ポンプ揚程が高くなれば流量は小さくなる。流量が0となったとき、すなわち、ポンプの出口側のバルブが閉ざされた状態におけるポンプ運転を締切り運転と呼び、そのときの吐出圧力を締切り圧力という。しかしながら、ポンプの締切り運転を長時間続けることはポンプに負荷がかかり好ましくなく、各ポンプにはそれぞれに正常運転を維持するための最小流量値が設定されている。最小流量でのポンプの運転を最小流量運転と呼び、一般に最小流量はポンプの定格運転流量の約30%である。

## 資料- 1 2 社会経済状況調査結果

## 社会経済状況調査（住民へのアンケート調査）結果

### (1) 調査目的

キファ市においては社会開発調査時（1997年12月）に社会経済実態調査の基礎データ収集のため、502世帯のサンプリング調査が行われた。本調査はその後3年以上を経過しているため住民の水消費を始めとする生活様式にどのような変化があったか、また、以前と同様の生活様式であるか確認するために行った。

### (2) 調査方法

本調査は、住民に対するアンケート調査（インタビュー調査）により行った。その結果、前回調査の約1/3にあたる134件の有効回答数をえた。なお、キファ市の都市計画区分として、3つのカテゴリー（地区-I：旧市街、地区-II：計画に基づき開発された新市街地、地区-III：自然発生的な住民地域）に区分されているため、3地区それぞれほぼ同数の家庭訪問調査を行った。

本調査は、2001年4月に実施した。

### (3) 調査結果

調査結果の概要は、「1.1.3 社会経済状況 (3)社会経済特性のアンケート調査」に示した。調査結果の集計を表A12-1～表A12-10に示す。

表 A12-1 家族構成人数

人数	世帯数	比率
1~4人	10	7%
5~8人	86	64%
9人以上	38	28%
計	134	100%
平均	7.99人/世帯	

表 A12-2 一世帯当りの平均月収

地区別	金額/月(UM)
類	28,991
類	42,415
類	38,543
平均	37,989

表 A12-3 一世帯当りの月平均食費代

地区	食事代/月(UM)	世帯数	比率
類	10,000UM 以下	0	0%
	10,000UM ~ 19,999UM	2	4%
	20,000UM ~ 29,999UM	6	13%
	30,000UM ~ 39,999UM	21	46%
	40,000UM 以上	17	37%
	合計	46	100%
	平均	39,207	
類	10,000UM 以下	6	14%
	10,000UM ~ 19,999UM	10	24%
	20,000UM ~ 29,999UM	13	31%
	30,000UM ~ 39,999UM	8	19%
	40,000UM 以上	5	12%
	合計	42	100%
	平均	24,010	
類	10,000UM 以下	1	2%
	10,000UM ~ 19,999UM	12	26%
	20,000UM ~ 29,999UM	16	35%
	30,000UM ~ 39,999UM	9	20%
	40,000UM 以上	8	17%
	合計	46	100%
	平均	26,717	
全体	10,000UM 以下	7	5%
	10,000UM ~ 19,999UM	24	18%
	20,000UM ~ 29,999UM	35	26%
	30,000UM ~ 39,999UM	38	28%
	40,000UM 以上	30	22%
	合計	134	100%
	平均	30,156	

表 A12-4 一世帯当りの年間平均支出額

地区	家計費 / 年 (UM)	世帯数	比率
類	199,999UM 以下	0	0%
	200,000UM ~ 299,999UM	2	4%
	300,000UM ~ 399,999UM	5	11%
	400,000UM ~ 499,999UM	15	33%
	500,000UM 以上	24	52%
	合計	46	100%
	平均	606,183	
類	199,999UM 以下	7	17%
	200,000UM ~ 299,999UM	11	26%
	300,000UM ~ 399,999UM	10	24%
	400,000UM ~ 499,999UM	8	19%
	500,000UM 以上	6	14%
	合計	42	100%
	平均	348,085	
類	199,999UM 以下	2	4%
	200,000UM ~ 299,999UM	5	11%
	300,000UM ~ 399,999UM	14	30%
	400,000UM ~ 499,999UM	9	20%
	500,000UM 以上	16	35%
	合計	46	100%
	平均	488,125	
全体	199,999UM 以下	9	7%
	200,000UM ~ 299,999UM	18	13%
	300,000UM ~ 399,999UM	29	22%
	400,000UM ~ 499,999UM	32	24%
	500,000UM 以上	46	34%
	合計	134	100%
	平均	484.759	

表 A12-5 電化された世帯数

	世帯数	比率
あり	65	49 %
なし	69	51 %
計	134	100 %

表 A12-6 一世帯当りの水消費量（日）

地区	消費量/日(リットル)	世帯数	比率
類	99 <sup>リットル</sup> 以下	1	2%
	100 <sup>リットル</sup> ～199 <sup>リットル</sup>	10	22%
	200 <sup>リットル</sup> ～299 <sup>リットル</sup>	28	61%
	300 <sup>リットル</sup> ～399 <sup>リットル</sup>	4	9%
	400 <sup>リットル</sup> 以上	3	7%
	世帯数合計	46	100%
	水消費量の平均(リットル)	225	
類	99 <sup>リットル</sup> 以下	0	0%
	100 <sup>リットル</sup> ～199 <sup>リットル</sup>	8	19%
	200 <sup>リットル</sup> ～299 <sup>リットル</sup>	30	71%
	300 <sup>リットル</sup> ～399 <sup>リットル</sup>	1	2%
	400 <sup>リットル</sup> 以上	3	7%
	世帯数合計	42	100%
	水消費量の平均(リットル)	223	
類	99 <sup>リットル</sup> 以下	17	37%
	100 <sup>リットル</sup> ～199 <sup>リットル</sup>	23	50%
	200 <sup>リットル</sup> ～299 <sup>リットル</sup>	4	9%
	300 <sup>リットル</sup> ～399 <sup>リットル</sup>	2	4%
	400 <sup>リットル</sup> 以上	0	0%
	世帯数合計	46	100%
	水消費量の平均(リットル)	129	
全体	99 <sup>リットル</sup> 以下	18	13%
	100 <sup>リットル</sup> ～199 <sup>リットル</sup>	41	31%
	200 <sup>リットル</sup> ～299 <sup>リットル</sup>	62	46%
	300 <sup>リットル</sup> ～399 <sup>リットル</sup>	7	5%
	400 <sup>リットル</sup> 以上	6	4%
	世帯数合計	134	100%
	水消費量の平均(リットル)	191	

表 A12-7 各戸給水希望世帯数

	世帯数	比率
各戸給水	129	96%
共同水栓	5	4%
合計	134	100%

表 A12-8 現在の水源依存状況

	世帯数	比率
給水車	38	28%
口バ引き荷車の水売り人	58	43%
井戸	38	28%
合計	134	100%

表 A12-9 水道代の支払い意思額（世帯/月）

地区	UM / 世帯・月	世帯数	比率
類	999UM 以下	0	0%
	1000UM ~ 1999UM	2	4%
	2000UM ~ 2999UM	17	38%
	3000UM ~ 3999UM	20	44%
	4000UM 以上	6	13%
	合計	45	100%
	平均	2,711	
類	999UM 以下	9	21%
	1000UM ~ 1999UM	25	60%
	2000UM ~ 2999UM	2	5%
	3000UM ~ 3999UM	1	2%
	4000UM 以上	5	12%
	合計	42	100%
	平均	1,531	
類	999UM 以下	2	4%
	1000UM ~ 1999UM	8	18%
	2000UM ~ 2999UM	12	27%
	3000UM ~ 3999UM	9	20%
	4000UM 以上	14	31%
	合計	45	100%
	平均	3,256	
全体	999UM 以下	11	8%
	1000UM ~ 1999UM	35	27%
	2000UM ~ 2999UM	31	23%
	3000UM ~ 3999UM	30	23%
	4000UM 以上	25	19%
	合計	132	100%
	平均	2,521	

表 A12-10 水を消毒して使用している世帯数

	世帯数	比率
消毒している	99	74 %
消毒していない	35	26 %
合計	134	100 %