

付 録 7 - 5 土 量 計 算

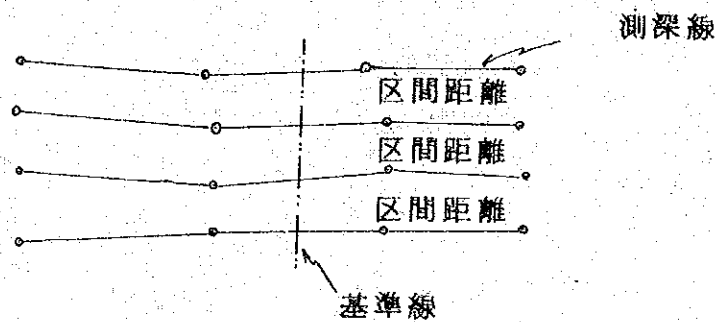
7-5 土量計算

深淺測量の結果を用いて、水深-2.1mより浅い区域の土量計算と底面積の計算を行った。

(1) 土量計算の方法

(a) 断面積は台形公式を用いて計算した。

(b) 断面間の区間距離は、航跡図上で測線にほぼ直交する基準線を引き、基準線と、測深線との交点の距離を読み取った。基準線は、浅瀬の区域を通りかつ平均的な区間を代表出来る線を選ぶよう努めた。



(c) 土量は、平均断面法によった。

(2) 底面積計算の方法

土量計算に用いた断面図上で、-2.1mの巾を読みとり、土量計算と同じ区間距離を用いて計算した。方法は土量計算に準じた。

(3) 計算結果

結果は、土量計算書に示すとおりである。

Table 7-5-1

	底 面 積 (m^2)	土 量 (m^3)
Shoal - A	297175	498752
Shoal - B	3488200	8808797
Shoal - C	12638775	88914607
Shoal - D	166850	214898
合 計	1658100	48427040

Table 7-5-2 土量計算書

土量計算書

地： C

No 2-1

断面 No	断面積 (m^2)	平均断面積 (m^2)	区間距離 (m)	区間土量 (m^3)	程 序
C-1	0			0	
C-2	0			0	
C-3	0	0	16	0	
C-4	5.20	297	25	74.13	
C-5	67.70	27.82	25	695.37	
C-6	114.18	81.99	19	1557.81	
C-7	163.28	139.13	17	2365.21	
C-8	197.09	180.54	24	433.28	
C-9	282.25	240.17	10	2401.70	
C-10	433.35	358.18	22	7879.85	
C-11	418.81	425.96	16	6815.28	
C-12	517.53	468.17	15	7022.55	
C-13	625.25	601.39	21	12629.19	
C-14	823.45	784.35	20	15687.00	
C-15	816.51	874.98	14	12249.72	
C-16	955.51	911.01	21	19131.21	
C-17	758.93	857.22	25	21430.50	
C-18	771.63	765.28	21	16070.88	
C-19	862.05	817.34	26	21250.84	
C-20	884.50	873.77	27	23591.92	
C-21	747.25	815.82	28	22844.50	
C-22	640.75	694.00	20	13880.00	
C-23	670.33	655.54	23	15077.42	
C-24	709.40	689.87	26	17246.63	
C-25	754.40	731.90	24	24884.60	
C-26	707.80	731.10	21	15353.10	
				280572.69	

Table 7-5-3 底面積計算書

底面積計算書

型 B

No —

断面 No	底距離 (m)	平均底距離 (m)	区間距離 (m)	平均底面積 (m ²)	揚率
B-1	0	3.75	26	97.50	
B-2	7.5	28.00	32	896.00	
B-3	48.5	41.00	12	492.00	
B-4	33.5	27.25	30	817.50	
B-5	21.0	65.25	34	2218.50	
B-6	109.5	134.25	24	3222.00	
B-7	159.0	129.50	20	2590.00	
B-8	100.0	100.50	14	1407.00	
B-9	101.0	106.75	15	1601.25	
B-10	112.5	118.75	20	2375.00	
B-11	125.0	130.50	5	652.50	
B-12	136.0	136.75	24	3282.00	
B-13	137.5	127.25	14	1781.50	
B-14	117.0	107.75	20	2155.00	
B-15	98.5	61.25	28	1715.00	
B-16	24.0	38.75	27	1046.25	
B-17	53.5	54.75	13	711.75	
B-18	56.0	53.75	21	1128.75	
B-19	51.5	66.00	27	1782.00	
B-20	80.5	85.00	20	1700.00	
B-21	89.50	61.00	30	1830.00	
B-22	32.50	33.00	14	462.00	
B-23	33.50	16.75	22	368.50	
B-24	0	0	42	0.0	
B-25	0	0			
				34332.00	

底面積計算書

地 区 C

No 25 -

断面 No	底 距 離 (m)	平均底距離 (m)	区間距離 (m)	平均底面積 (m ²)	備 考
C-1	0				
C-2	0		20		
C-3	0		16		
C-4	24.5	12.25	25	306.25	
C-5	73.0	48.75	25	1218.75	
C-6	110.5	91.75	19	1743.25	
C-7	120.5	117.00	17	1989.00	
C-8	147.5	135.50	24	3252.00	
C-9	179.0	163.25	10	1632.50	
C-10	196.0	187.50	22	4125.00	
C-11	214.0	205.00	16	3280.00	
C-12	211.5	218.75	15	3191.25	
C-13	194.5	203.00	21	4263.00	
C-14	253.5	224.00	20	4480.00	
C-15	242.0	247.75	14	3468.5	
C-16	248.5	245.25	21	5150.25	
C-17	217.5	333.00	25	8325.00	
C-18	230.5	324.00	21	6704.00	
C-19	222.0	326.25	26	8502.5	
C-20	210.0	316.00	27	8532.0	
C-21	205.5	307.75	28	8617.00	
C-22	173.5	189.5	20	3790.00	
C-23	178.5	176.5	23	4052.50	
C-24	187.0	183.25	25	4581.25	
C-25	173.0	180.00	34	6120.00	
C-26	104.5	178.75	21	3753.75	
			合計	88464.75	

付 録 7 - 6 潮 流 調 査

7-6 潮流調査

7-6-1 潮流観測結果

ボーリングの仮設ならびに、クラブ船による試験掘削の際に潮流による障害がしばしば発生し、シンガポールで発行している Guson Tower 地点における潮流予報と現地における潮流の実態とは大きな差があると思われたので、P.S.Aより電気流速計を借用し、簡易的な方法により潮流を測定した。

(a) 測定場所 Shoal - A , Shoal - C

(b) 測定方法 クラブ船または、クレーン船の舷側より電気流速計を吊し、深度 0 m , 5 m , 10 m の 3 層の流速を測定した。測定間隔は、30分～1時間毎とした。測定深度は、ケーブル長とケーブルの傾斜角から決めているため必ずしも正確ではない。また、船体による影響も受けていると思われる。

観測の結果は、Table 7-6-1 に示したとおりである。調査時期は、ほぼ11月の大潮期にあっているので11月の強流を測定している。観測された最強流は、次のとおりである。

Shoal - A	2.25m/sec	4.5Knot
Shoal - C	1.40m/sec	2.8Knot

調査結果を Gnsone tower 地点の潮流予報値と比較すると、現地の潮流は、西流が東流より強いこと。流速は予報地点より倍以上強いこ

TABLE 7-6-1 RESULT OF TIDAL CURRENT OBSERVATION

Station		Shoal-A ($1^{\circ} 11' . 885N$ $103^{\circ} 51' . 127E$)					
Date		2 Nov. 1978					
Hours	Depth (1 M)		Depth (5 M)		Depth (10 M)		
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	
9:45	280	1.70	270	1.80	260	1.30	
10:00	255	1.80	245	1.75	245	1.60	
10:35	230	1.10	230	1.55	240	1.40	
11:00	230	1.20	230	1.15	230	1.15	
11:50	205	0.60	210	0.60	210	0.55	
12:30	170	0.25	150	0.20	150	0.15	
13:15	75	1.05	80	1.10	80	1.10	
13:40	70	1.15	70	1.15	70	1.10	
14:15	60	1.14	65	1.45	65	1.40	
14:35	60	1.50	60	1.50	65	1.45	
15:00	60	1.60	60	1.60	60	1.55	
15:25	60	1.70	65	1.70	65	1.60	
16:00	60	1.55	65	1.60	70	1.65	
16:30	60	1.45	65	1.55	65	1.55	
17:00	60	1.40	60	1.50	60	1.25	
17:30	70	1.40	70	1.40	70	1.20	
18:00	65	1.10	65	1.00	65	0.90	
18:30	65	0.70	65	0.80	65	0.80	
19:00	120	0.40	175	0.35	120	0.25	

RESULT OF TIDAL CURRENT OBSERVATION

Station Shoal-A ($1^{\circ}11'.885N$ $103^{\circ}51'.127E$)
 Date 3 Nov. 1978

Hours	Depth (1 M)		Depth (5 M)		Depth (10 M)	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
9:25	340	1.75	300	2.20	290	2.20
10:10	290	1.15	280	1.95	(310)	1.85
10:40	290	1.65	280	1.50	285	1.50
11:10	255	1.55	270	1.30	270	1.25
11:35	255	1.00	260	1.00	260	1.00
12:05	255	0.70	255	0.70	240	0.65
12:50	180	0.10	200	0.20	-	0.00
13:40	90	1.00	100	1.00	100	1.00
14:20	100	1.25	115	1.25	95	1.30
14:45	100	1.30	100	1.45	100	1.50
15:50	120	1.75	110	1.70	110	1.75
16:35	100	1.50	95	1.65	95	1.70
17:10	100	1.50	95	1.65	90	1.70
17:35	100	1.50	95	1.65	100	1.55
18:20	115	1.30	110	1.50	105	1.40
19:00	120	1.20	115	1.05	110	1.00

148

RESULT OF TIDAL CURRENT OBSERVATION

Station Shoal-A (1° 11'. 885N 103° 51'. 127E)

Date 4 NOV. 1978

Hours	Depth (1 M)		Depth (5 M)		Depth (10 M)	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
7:00		1.50				
8:00		1.80				
8:30		2.00				
9:00		2.30				
10:00	255	2.20	260	2.25	255	2.20
11:05	250	1.70	255	1.70	255	1.65
12:10	255	1.10	250	1.05	250	1.00
13:00	210	0.50	235	0.50	250	0.50
14:04	90	0.80	90	0.80	90	0.75

149

RESULT OF TIDAL CURRENT OBSERVATION

Station Shoal-C ($1^{\circ} 11'.440N$ $103^{\circ} 49'.027E$)

Date 11 Nov. 1978

Hours	Depth (1 M)		Depth (5 M)		Depth (10 M)	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
14:00		0.50		0.65		0.50
15:00		0.40		0.40		0.28
16:00		0.10		0.15		0.05
16:50		0.10		0.25		0.32

Date 14 Nov. 1978

Hours	Depth (1 M)		Depth (5 M)		Depth (10 M)	
	Dir.	vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
9:45		0.50		0.47		0.40
12:10				0.80		0.70
13:10				1.30		1.20
14:10				1.30		1.20
15:10				1.40		1.30
16:10				1.10		1.05
17:10				0.80		0.70

とが明らかになった。しかしながら、測定の方法が簡便法であり、船体により影響も受けているため、観測結果を検証する必要性がある。

検証の一つの方法として Shoal - C の東方約 3 km にある Bt Berhanti Light Buoy 地点の潮流調和常数を用いて観測時期潮流予報を行い、観測結果と比較する方法をとった。

Bt. Berhanti Light Buoy 地点の潮流調和常数は、第 3 次マッカ海峡水路測量の際 15 日間の潮流観測の結果から調和分解によって求められた値であり、水路測量報告書に掲載されている。

潮流予報の方法、および結果は、Table 7-6-3 に示した。また参考として Guson Tower 地点における潮流予報値 (Table 7-6-8) も併せて掲げた。

観測値、Guson Tower 地点および Bt. Berhanti Lt. Buoy 地点における予報値を用いて流速曲線を作成して、Fig 5-8-1 ~ Fig 5-8-5 に示した。流速曲線に示されるように現地における潮流は、Gusong Tower 地点より Bt. Berhanti Lt. Buoy 地点に似ており、流速は、Bt. Berhanti Lt. Buoy よりやゝ大きい。船体による影響を考えれば、観測結果は、ほぼ現地の潮流の実態を示していると思ふことができる。

また、現地の潮流を想定し、浚渫計画を立案する場合には、Bt. Berhanti Lt. Buoy 地点の予報値を用いる方が適切であることが明らかである。この見地から、浚渫計画に資するため Bt. Berhanti Lt. Buoy 地点の四季の大潮、小潮季および流速曲線を作成した。

Fig 5-8-6 Hodograph に示したように、Shoal - C の流向は

おゝむね Mainstrait の方向と一致しているが、西流の最強時には、W方向の流れが現れ、次第に Main Strait の方向に回転する傾向が見られる。他に現地では湧昇流が認められ、Shoal 付近では、特異な流れが存在していると思われる。グラフ船による掘削に際しては、潮流による障害が度々発生しているので浚渫工事前に、現地で潮流観測を行い潮流予報を作成することが望ましい。

7-6-2 潮流予報

(1) 潮流予報の方法

潮流は潮汐という海水の上下運動に伴って生じる海水の水平運動であり、その調和分解法は基本的には全く同一である。

今、任意の時刻(t)における潮流の流速 $v(t)$ は次式によって表わされる。

$$v(t) = V_0 + \sum_{i=1}^n f_i \cdot V_i \cos \{ \sigma_i - K_i + (V_0 + v) t \}$$

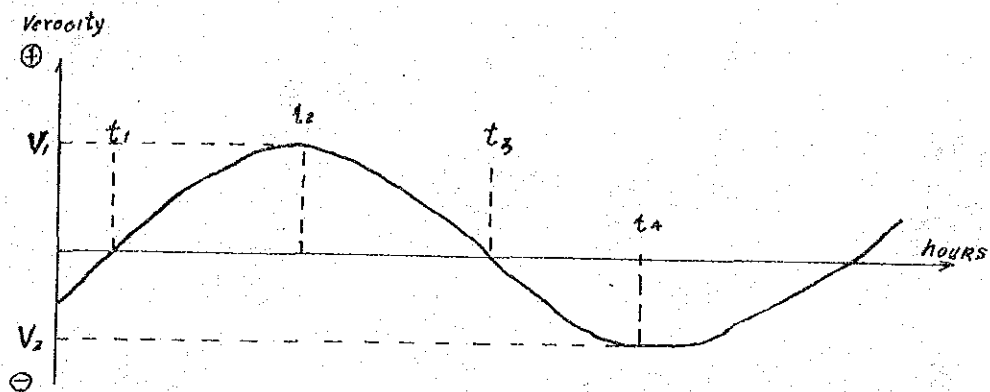
ここで V_0 は恒流、 V_i は各分潮の流速（振幅）、 K は遅角、 σ_i は各分潮の固有角速度、 f_i は天文因数、 $V_0 + v$ は天文引数である。

今回は、主方向の潮流調和常数および恒流の値を用いて1978年、11月1日～30日の1ヶ月間の潮流予報を行った。

潮流予報は主に、天体の運行の結果としての周期的な海水の水平運動の速度を計算するものであり、主方向とは各潮流楕円の総合的な卓越方向を示し潮流がこの主方向を往復運動するものと考えられる。

潮流予報結果は、通常憩流時の時刻、最強時の時刻と流速について

てて予報され、今回のような主方向の常数による予報では、これらの関係は下図のように表わされる。



すなわち、憩流時 t_1 、 t_2 は流速 0 ラインを曲線が横切る時刻であり、最強時 t_2 は \oplus の極大値 V_1 のときの、 t_4 は \ominus の極小値の値を示している。

なを、潮流予報の手段としては他にも、各分潮の N、E 方向の常数によって求める事が出来るが、計算上繁雑で多くの手間を必要とするため、通常行われておらず、今回も前述したように主方向の常数によって潮流予報を行なった。

(2) 調和常数

第3次マラッカ, シンガポール海峡水路測量報告書によれば

Bt. Berhanti Lt. Buoy における潮流調和常数は, Table 7-6-2に示すとおりである。

Table 7-6-2 Tidal Current Constant

Station Bt. Berhanti Lt. Buoy (01°11'42"N. 103°52'34"E)

Time Zone 07h 30m

Epoch Day 22 DEC 1973 Duration 15Day

Direction (+) 55°

	V (Knot)	K (deg)
Const. C	- 090	
K ₁	1.583	229.0
O ₁	1.469	190.0
P ₁	0.525	229.0
Q ₁	0.276	198.0
M ₂	1.227	55.0
S ₂	0.777	92.0
N ₂	0.230	21.0
K ₂	0.212	92.0
M ₄	0.019	232.0
MS ₄	0.121	326.0

Table 7-6-7 Tidal Current Prediction at Bt. Berhanti Lt. Buoy.
(1)

NOV. 1978

Station

LAT. 1 - 11. 70 N

LONG. 103 - 52. 56 E

DATE	HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	AM	-1.42	0.74	-0.36	-0.31	-0.55	-1.05	-1.73	-2.42	-2.53	-2.70	-1.74	-0.72
	PM	0.62	1.72	2.36	2.50	2.14	1.33	0.13	-1.25	-2.50	-3.30	-3.44	-2.99
2	AM	-2.22	-1.47	-0.96	-0.76	-0.86	-1.22	-1.80	-2.47	-2.97	-3.02	-2.41	-1.21
	PM	0.28	1.67	2.65	3.10	2.99	2.36	1.27	-0.17	-1.67	-2.87	-3.47	-3.40
3	AM	-2.85	-2.15	-1.59	-1.29	-1.26	-1.49	-1.93	-2.53	-3.03	-3.31	-2.93	-1.89
	PM	-0.38	1.20	2.50	3.29	3.52	3.20	2.35	1.05	-0.50	-1.97	-2.99	-3.37
4	AM	-3.16	-2.64	-2.11	-1.78	-1.68	-1.79	-2.10	-2.58	-3.13	-3.49	-3.38	-2.60
	PM	-1.25	0.37	1.87	2.98	3.50	3.61	3.14	2.16	0.77	-0.76	-2.07	-2.87
5	AM	-3.07	-2.83	-2.44	-2.15	-2.02	-2.06	-2.25	-2.59	-3.05	-3.47	-3.59	-3.16
	PM	-2.11	-0.65	0.89	2.19	3.07	3.48	3.42	2.87	1.85	0.49	-0.90	-1.99
6	AM	-2.57	-2.67	-2.52	-2.34	-2.25	-2.26	-2.35	-2.54	-2.85	-3.23	-3.49	-3.38
	PM	-2.73	-1.59	-0.22	1.09	2.11	2.79	3.11	3.02	2.47	1.49	0.26	-0.91
7	AM	-1.76	-2.20	-2.33	-2.33	-2.34	-2.37	-2.41	-2.45	-2.57	-2.80	-3.08	-3.19
	PM	-2.92	-2.21	-1.18	-0.07	0.91	1.69	2.25	2.54	2.49	2.00	1.14	0.11
8	AM	-0.84	-1.51	-1.90	-2.13	-2.28	-2.40	-2.43	-2.36	-2.28	-2.29	-2.43	-2.60
	PM	-2.61	-2.32	-1.73	-0.99	-0.24	0.43	1.03	1.55	1.89	1.91	1.54	0.83
9	AM	-0.01	-0.76	-1.35	-1.78	-2.12	-2.36	-2.45	-2.33	-2.07	-1.82	-1.71	-1.77
	PM	-1.88	-1.89	-1.72	-1.42	-1.07	-0.69	-0.25	0.28	0.84	1.26	1.37	1.10
10	AM	0.54	-0.13	-0.78	-1.36	-1.68	-2.28	-2.48	-2.39	-2.01	-1.51	-1.09	-0.89
	PM	-0.91	-1.03	-1.17	-1.27	-1.36	-1.40	-1.31	-0.99	-0.44	0.20	0.69	0.87
11	AM	0.69	0.25	-0.33	-0.96	-1.60	-2.17	-2.55	-2.53	-2.13	-1.45	-0.71	-0.17
	PM	0.07	0.03	-0.21	-0.58	-1.05	-1.54	-1.90	-1.96	-1.64	-1.01	-0.31	0.22
12	AM	0.43	0.30	-0.09	-0.66	-1.33	-2.02	-2.55	-2.72	-2.40	-1.64	-0.66	0.24
	PM	0.83	1.04	0.89	0.44	-0.25	-1.09	-1.91	-2.44	-2.52	-2.11	-1.40	-0.67
13	AM	-0.16	0.02	-0.12	-0.52	-1.13	-1.66	-2.53	-2.90	-2.75	-2.03	-0.92	0.26
	PM	1.23	1.78	1.38	1.55	0.83	-0.20	-1.36	-2.36	-2.91	-2.89	-2.37	-1.62
14	AM	-0.93	-0.50	-0.38	-0.57	-1.04	-1.71	-2.46	-3.00	-3.07	-2.52	-1.42	-0.06
	PM	1.21	2.13	2.56	2.49	1.92	0.89	-0.43	-1.77	-2.78	-3.21	-3.02	-2.42
15	AM	-1.71	-1.13	-0.82	-0.80	-1.03	-1.62	-2.33	-2.99	-3.29	-2.97	-2.01	-0.62
	PM	0.85	2.06	2.83	3.08	2.78	1.95	0.67	-0.83	-2.19	-3.06	-3.29	-2.97

Table 7-6-7(2)

Consulting Engineers

DATE	HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	AM	-2.36	-1.75	-1.33	-1.16	-1.25	-1.61	-2.20	-2.88	-3.24	-3.28	-2.56	-1.28
	PM	0.25	1.67	2.72	3.27	3.29	2.75	1.68	0.22	-1.30	-2.53	-3.16	-3.18
17	AM	-2.79	-2.26	-1.83	-1.57	-1.53	-1.70	-2.12	-2.70	-3.23	-3.40	-2.95	-1.80
	PM	-0.42	1.07	2.30	3.10	3.41	3.19	2.43	1.19	-0.32	-1.73	-2.70	-3.08
18	AM	-2.96	-2.59	-2.21	-1.96	-1.65	-1.89	-2.12	-2.54	-3.03	-3.32	-3.13	-2.33
	PM	-1.05	0.40	1.71	2.66	3.19	3.20	2.84	1.91	0.59	-0.84	-2.02	-2.71
19	AM	-2.88	-2.71	-2.45	-2.26	-2.15	-2.13	-2.21	-2.45	-2.61	-3.12	-3.11	-2.59
	PM	-1.55	-0.23	1.06	2.08	2.74	3.02	2.89	2.31	1.29	0.01	-1.24	-2.14
20	AM	-2.58	-2.64	-2.53	-2.43	-2.38	-2.30	-2.36	-2.43	-2.62	-2.86	-2.94	-2.64
	PM	-1.87	-0.76	0.43	1.45	2.16	2.56	2.64	2.38	1.70	0.68	-0.48	-1.48
21	AM	-2.12	-2.39	-2.44	-2.45	-2.49	-2.53	-2.51	-2.47	-2.49	-2.59	-2.67	-2.52
	PM	-2.00	-1.14	-0.12	0.81	1.51	1.95	2.17	2.14	1.80	1.10	0.16	-0.81
22	AM	-1.56	-2.01	-2.22	-2.35	-2.48	-2.59	-2.60	-2.51	-2.49	-2.34	-2.34	-2.26
	PM	-1.95	-1.34	-0.55	0.23	0.82	1.27	1.54	1.67	1.60	1.23	0.58	-0.24
23	AM	-1.00	-1.55	-1.90	-2.14	-2.36	-2.54	-2.62	-2.52	-2.31	-2.10	-1.97	-1.88
	PM	-1.71	-1.34	-0.80	-0.24	0.23	0.56	0.79	0.99	1.12	1.06	0.72	0.15
24	AM	-0.51	-1.10	-1.53	-1.87	-2.16	-2.42	-2.55	-2.47	-2.19	-1.84	-1.56	-1.40
	PM	-1.26	-1.10	-0.83	-0.52	-0.27	-0.11	0.01	0.19	0.42	0.59	0.56	0.28
25	AM	-0.20	-0.72	-1.18	-1.58	-1.94	-2.26	-2.45	-2.39	-2.07	-1.59	-1.13	-0.83
	PM	-0.69	-0.62	-0.37	-0.53	-0.55	-0.63	-0.71	-0.66	-0.44	-0.13	0.10	0.11
26	AM	-0.12	-0.50	-0.92	-1.34	-1.75	-2.12	-2.36	-2.34	-1.99	-1.39	-0.74	-0.23
	PM	0.04	0.08	-0.01	-0.21	-0.51	-0.88	-1.24	-1.43	-1.34	-1.00	-0.60	-0.33
27	AM	-0.30	-0.49	-0.81	-1.20	-1.62	-2.04	-2.34	-2.37	-2.02	-1.32	-0.46	0.30
	PM	0.76	0.94	0.81	0.46	-0.06	-0.75	-1.45	-1.96	-2.13	-1.91	-1.45	-0.99
28	AM	-0.72	-0.70	-0.88	-1.19	-1.59	-2.03	-2.40	-2.51	-2.21	-1.46	-0.41	0.63
	PM	1.41	1.79	1.77	1.39	0.72	-0.20	-1.22	-2.11	-2.64	-2.68	-2.31	-1.77
29	AM	-1.32	-1.09	-1.11	-1.32	-1.66	-2.09	-2.52	-2.75	-2.55	-1.83	-0.67	0.63
	PM	1.76	2.46	2.68	2.43	1.76	0.73	-0.53	-1.78	-2.73	-3.15	-3.02	-2.54
30	AM	-1.99	-1.60	-1.46	-1.55	-1.81	-2.21	-2.67	-3.01	-2.99	-2.40	-1.25	0.23
	PM	1.68	2.77	3.33	3.35	2.84	1.87	0.52	-0.98	-2.32	-3.18	-3.42	-3.13

Table 7-6-8 Tidal Current Prediction at GUSONG TOWER.

SINGAPORE, Main Strait-Gusong Tower

HOURLY TIDAL STREAM PREDICTIONS (RATES IN KNOTS)
POSITIVE (+) 067° NEGATIVE (-) 1247°

NOVEMBER 1978

SINGAPORE STANDARD TIME		TIME ZONE -0730 HRS																								
DATE	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	HOURS	
1	-0.6	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-1.1	-1.7	-2.1	-2.5	-2.8	-3.0	-3.1	-3.0	-2.8	-2.5	-2.1	-1.7	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.7	1.1	1.5
2	-1.0	-0.7	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-1.1	-1.7	-2.1	-2.5	-2.8	-3.0	-3.1	-3.0	-2.8	-2.5	-2.1	-1.7	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.7	1.1	1.5	1.9
3	-1.4	-1.0	-0.5	-0.6	-0.7	-1.1	-1.7	-2.1	-2.5	-2.8	-3.0	-3.1	-3.0	-2.8	-2.5	-2.1	-1.7	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3
4	-1.8	-1.3	-0.8	-0.9	-1.0	-1.4	-2.0	-2.4	-2.8	-3.1	-3.3	-3.4	-3.3	-3.1	-2.8	-2.4	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	0.9	1.3	1.7	2.1
5	-2.2	-1.6	-1.1	-1.2	-1.3	-1.7	-2.3	-2.7	-3.0	-3.2	-3.3	-3.2	-3.0	-2.7	-2.3	-1.9	-1.4	-0.9	-0.4	0.1	0.6	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6
6	-2.6	-1.9	-1.4	-1.5	-1.6	-2.0	-2.6	-3.0	-3.3	-3.5	-3.6	-3.5	-3.3	-3.0	-2.6	-2.2	-1.7	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3
7	-3.0	-2.2	-1.7	-1.8	-1.9	-2.3	-2.9	-3.3	-3.6	-3.8	-3.9	-3.8	-3.6	-3.3	-2.9	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	0.9	1.3	1.7	2.1
8	-3.4	-2.5	-2.0	-2.1	-2.2	-2.6	-3.2	-3.6	-3.9	-4.1	-4.2	-4.1	-3.9	-3.6	-3.2	-2.8	-2.3	-1.8	-1.3	-0.8	-0.3	0.2	0.6	1.0	1.4	1.8
9	-3.8	-2.8	-2.3	-2.4	-2.5	-2.9	-3.5	-3.9	-4.2	-4.4	-4.5	-4.4	-4.2	-3.9	-3.5	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	0.9	1.3	1.7
10	-4.2	-3.1	-2.6	-2.7	-2.8	-3.2	-3.8	-4.2	-4.5	-4.7	-4.8	-4.7	-4.5	-4.2	-3.8	-3.3	-2.8	-2.3	-1.8	-1.3	-0.8	-0.3	0.2	0.6	1.0	1.4
11	-4.6	-3.4	-2.9	-3.0	-3.1	-3.5	-4.1	-4.5	-4.8	-5.0	-5.1	-5.0	-4.8	-4.5	-4.1	-3.6	-3.1	-2.6	-2.1	-1.6	-1.1	-0.6	-0.1	0.4	0.8	1.2
12	-5.0	-3.7	-3.2	-3.3	-3.4	-3.8	-4.4	-4.8	-5.1	-5.3	-5.4	-5.3	-5.1	-4.8	-4.4	-3.9	-3.4	-2.9	-2.4	-1.9	-1.4	-0.9	-0.4	0.1	0.5	0.9
13	-5.4	-4.0	-3.5	-3.6	-3.7	-4.1	-4.7	-5.1	-5.4	-5.6	-5.7	-5.6	-5.4	-5.1	-4.7	-4.2	-3.7	-3.2	-2.7	-2.2	-1.7	-1.2	-0.7	-0.2	0.3	0.7
14	-5.8	-4.3	-3.8	-3.9	-4.0	-4.4	-5.0	-5.4	-5.7	-5.9	-6.0	-5.9	-5.7	-5.4	-5.0	-4.5	-4.0	-3.5	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5
15	-6.2	-4.6	-4.1	-4.2	-4.3	-4.7	-5.3	-5.7	-6.0	-6.2	-6.3	-6.2	-6.0	-5.7	-5.3	-4.8	-4.3	-3.8	-3.3	-2.8	-2.3	-1.8	-1.3	-0.8	-0.3	0.2
16	-6.6	-4.9	-4.4	-4.5	-4.6	-5.0	-5.6	-6.0	-6.3	-6.5	-6.6	-6.5	-6.3	-6.0	-5.6	-5.1	-4.6	-4.1	-3.6	-3.1	-2.6	-2.1	-1.6	-1.1	-0.6	-0.1
17	-7.0	-5.2	-4.7	-4.8	-4.9	-5.3	-5.9	-6.3	-6.6	-6.8	-6.9	-6.8	-6.6	-6.3	-5.9	-5.4	-4.9	-4.4	-3.9	-3.4	-2.9	-2.4	-1.9	-1.4	-0.9	-0.4
18	-7.4	-5.5	-5.0	-5.1	-5.2	-5.6	-6.2	-6.6	-6.9	-7.1	-7.2	-7.1	-6.9	-6.6	-6.2	-5.7	-5.2	-4.7	-4.2	-3.7	-3.2	-2.7	-2.2	-1.7	-1.2	-0.7
19	-7.8	-5.8	-5.3	-5.4	-5.5	-5.9	-6.5	-6.9	-7.2	-7.4	-7.5	-7.4	-7.2	-6.9	-6.5	-6.0	-5.5	-5.0	-4.5	-4.0	-3.5	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0
20	-8.2	-6.1	-5.6	-5.7	-5.8	-6.2	-6.8	-7.2	-7.5	-7.7	-7.8	-7.7	-7.5	-7.2	-6.8	-6.3	-5.8	-5.3	-4.8	-4.3	-3.8	-3.3	-2.8	-2.3	-1.8	-1.3
21	-8.6	-6.4	-5.9	-6.0	-6.1	-6.5	-7.1	-7.5	-7.8	-8.0	-8.1	-8.0	-7.8	-7.5	-7.1	-6.6	-6.1	-5.6	-5.1	-4.6	-4.1	-3.6	-3.1	-2.6	-2.1	-1.6
22	-9.0	-6.7	-6.2	-6.3	-6.4	-6.8	-7.4	-7.8	-8.1	-8.3	-8.4	-8.3	-8.1	-7.8	-7.4	-6.9	-6.4	-5.9	-5.4	-4.9	-4.4	-3.9	-3.4	-2.9	-2.4	-1.9
23	-9.4	-7.0	-6.5	-6.6	-6.7	-7.1	-7.7	-8.1	-8.4	-8.6	-8.7	-8.6	-8.4	-8.1	-7.7	-7.2	-6.7	-6.2	-5.7	-5.2	-4.7	-4.2	-3.7	-3.2	-2.7	-2.2
24	-9.8	-7.3	-6.8	-6.9	-7.0	-7.4	-8.0	-8.4	-8.7	-8.9	-9.0	-8.9	-8.7	-8.4	-8.0	-7.5	-7.0	-6.5	-6.0	-5.5	-5.0	-4.5	-4.0	-3.5	-3.0	-2.5
25	-10.2	-7.6	-7.1	-7.2	-7.3	-7.7	-8.3	-8.7	-9.0	-9.2	-9.3	-9.2	-9.0	-8.7	-8.3	-7.8	-7.3	-6.8	-6.3	-5.8	-5.3	-4.8	-4.3	-3.8	-3.3	-2.8
26	-10.6	-7.9	-7.4	-7.5	-7.6	-8.0	-8.6	-9.0	-9.3	-9.5	-9.6	-9.5	-9.3	-9.0	-8.6	-8.1	-7.6	-7.1	-6.6	-6.1	-5.6	-5.1	-4.6	-4.1	-3.6	-3.1
27	-11.0	-8.2	-7.7	-7.8	-7.9	-8.3	-8.9	-9.3	-9.6	-9.8	-9.9	-9.8	-9.6	-9.3	-8.9	-8.4	-7.9	-7.4	-6.9	-6.4	-5.9	-5.4	-4.9	-4.4	-3.9	-3.4
28	-11.4	-8.5	-8.0	-8.1	-8.2	-8.6	-9.2	-9.6	-9.9	-10.1	-10.2	-10.1	-9.9	-9.6	-9.2	-8.7	-8.2	-7.7	-7.2	-6.7	-6.2	-5.7	-5.2	-4.7	-4.2	-3.7
29	-11.8	-8.8	-8.3	-8.4	-8.5	-8.9	-9.5	-9.9	-10.2	-10.4	-10.5	-10.4	-10.2	-9.9	-9.5	-9.0	-8.5	-8.0	-7.5	-7.0	-6.5	-6.0	-5.5	-5.0	-4.5	-4.0
30	-12.2	-9.1	-8.6	-8.7	-8.8	-9.2	-9.8	-10.2	-10.5	-10.7	-10.8	-10.7	-10.5	-10.2	-9.8	-9.3	-8.8	-8.3	-7.8	-7.3	-6.8	-6.3	-5.8	-5.3	-4.8	-4.3

SINGAPORE, Main Strait-Gusong Tower

HOURLY TIDAL STREAM PREDICTIONS (RATES IN KNOTS)
POSITIVE (+) 067° NEGATIVE (-) 1247°

DECEMBER 1978

SINGAPORE STANDARD TIME		TIME ZONE -0730 HRS																							
DATE	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	HOURS
1	-1.6	-1.3	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6	-1.8	-2.1	-2.2	-2.1	-2.0	1.1	1.4	2.0	2.5	2.6	2.5	2.2	1.6	0.7	-0.3	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
2	-1.9	-1.6	-1.3	-1.5	-1.8	-2.0	-2.3	-2.6	-2.7	-2.6	-2.5	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.6	0.6	-0.4	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
3	-2.0	-1.7	-1.4	-1.6	-1.9	-2.1	-2.4	-2.7	-2.8	-2.7	-2.6	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
4	-2.4	-2.0	-1.7	-1.9	-2.2	-2.4	-2.7	-3.0	-3.1	-3.0	-2.9	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
5	-2.8	-2.4	-2.1	-2.3	-2.6	-2.8	-3.1	-3.4	-3.5	-3.4	-3.3	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
6	-3.2	-2.8	-2.5	-2.7	-3.0	-3.2	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.7	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
7	-3.6	-3.2	-2.9	-3.1	-3.4	-3.6	-3.9	-4.2	-4.3	-4.2	-4.1	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
8	-4.0	-3.6	-3.3	-3.5	-3.8	-4.0	-4.3	-4.6	-4.7	-4.6	-4.5	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
9	-4.4	-4.0	-3.7	-3.9	-4.2	-4.4	-4.7	-5.0	-5.1	-5.0	-4.9	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
10	-4.8	-4.4	-4.1	-4.3	-4.6	-4.8	-5.1	-5.4	-5.5	-5.4	-5.3	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
11	-5.2	-4.8	-4.5	-4.7	-5.0	-5.2	-5.5	-5.8	-5.9	-5.8	-5.7	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
12	-5.6	-5.2	-4.9	-5.1	-5.4	-5.6	-5.9	-6.2	-6.3	-6.2	-6.1	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
13	-6.0	-5.6	-5.3	-5.5	-5.8	-6.0	-6.3	-6.6	-6.7	-6.6	-6.5	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
14	-6.4	-6.0	-5.7	-5.9	-6.2	-6.4	-6.7	-7.0	-7.1	-7.0	-6.9	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
15	-6.8	-6.4	-6.1	-6.3	-6.6	-6.8	-7.1	-7.4	-7.5	-7.4	-7.3	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
16	-7.2	-6.8	-6.5	-6.7	-7.0	-7.2	-7.5	-7.8	-7.9	-7.8	-7.7	1.2	1.5	2.1	2.6	2.7	2.6	2.2	1.5	0.4	-0.6	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3
17	-7.6	-7.2	-6.9	-7.1	-7.4	-7.6																			

7-6-3 四季の潮流

春・秋分，夏・冬至の前後の大潮および小潮期の潮流曲線を Fig 7-6-1 ~ Fig 7-6-8 に示す。日周潮流が卓越し日潮不等が存在している。流速は，大潮期には 3 ~ 4 Knot となり，夏冬至前後では 4 Knot をこえている。

Fig 7-6-9 は，平均大潮期の潮流曲線を示したものである。

四季の流速特性曲線を主方向成分によって求める。その算式は次のとおりである。

春秋季の大潮

$$V_t = v_0 + v_m \cos(30^\circ t - K_m) + 1.27 v_s \cos(30^\circ t - K_s) \\ \pm 0.67 v' \cos(15^\circ t - K' + 90^\circ) \pm v_0 \cos(15^\circ t - K_0 - 90^\circ)$$

春秋季の小潮

$$V_t = v_0 + v_m \cos(30^\circ t - K_m + 180^\circ) + 1.27 v_s \cos(30^\circ t - K_s) \\ \pm 0.67 v' \cos(15^\circ t - K' + 90^\circ) \pm v_0 \cos(15^\circ t - K_0 + 90^\circ)$$

夏冬季の大潮

$$V_t = v_0 + v_m \cos(30^\circ t - K_m) + 0.73 v_s \cos(30^\circ t - K_s) \\ \pm 1.33 v' \cos(15^\circ t - K' + 180^\circ) \pm v_0 \cos(15^\circ t - K_0 + 180^\circ)$$

夏冬季の小潮

$$V_t = v_0 + v_m \cos(30^\circ t - K_m + 180^\circ) + 0.73 v_s \cos(30^\circ t - K_s) \\ \pm 1.33 v' \cos(15^\circ t - K' + 180^\circ) \pm v_0 \cos(15^\circ t - K_0)$$

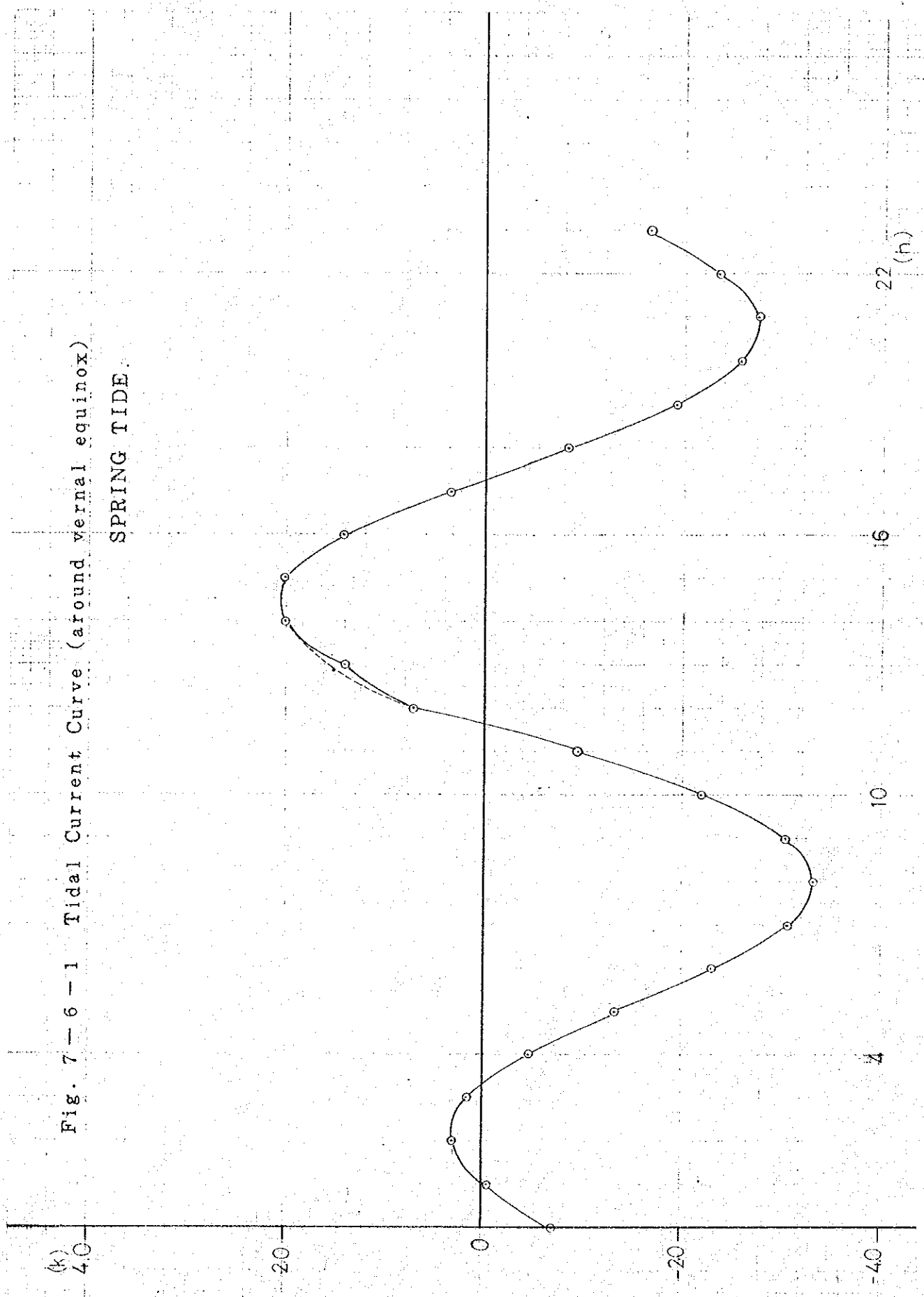
平均大潮における流速流向は次式から求める。

$$V_t = v_0 + (v_m + v_s) \cos(30^\circ t - K_m - K_{m0}) \\ + (v_{m4} + v_{ms}) \cos(60^\circ t - K_{m4} - 2K_{m0})$$

但し K_{m0} は付近沿岸の潮汐調和常数から求めた M_2 潮の遅角とする。従って時刻 t は沿岸の高潮時からの経過時を表すものである。必要によっては標準地点における潮流調和常数を使用し、その上げ潮流最強時に対する潮時を指定することもできる。

159

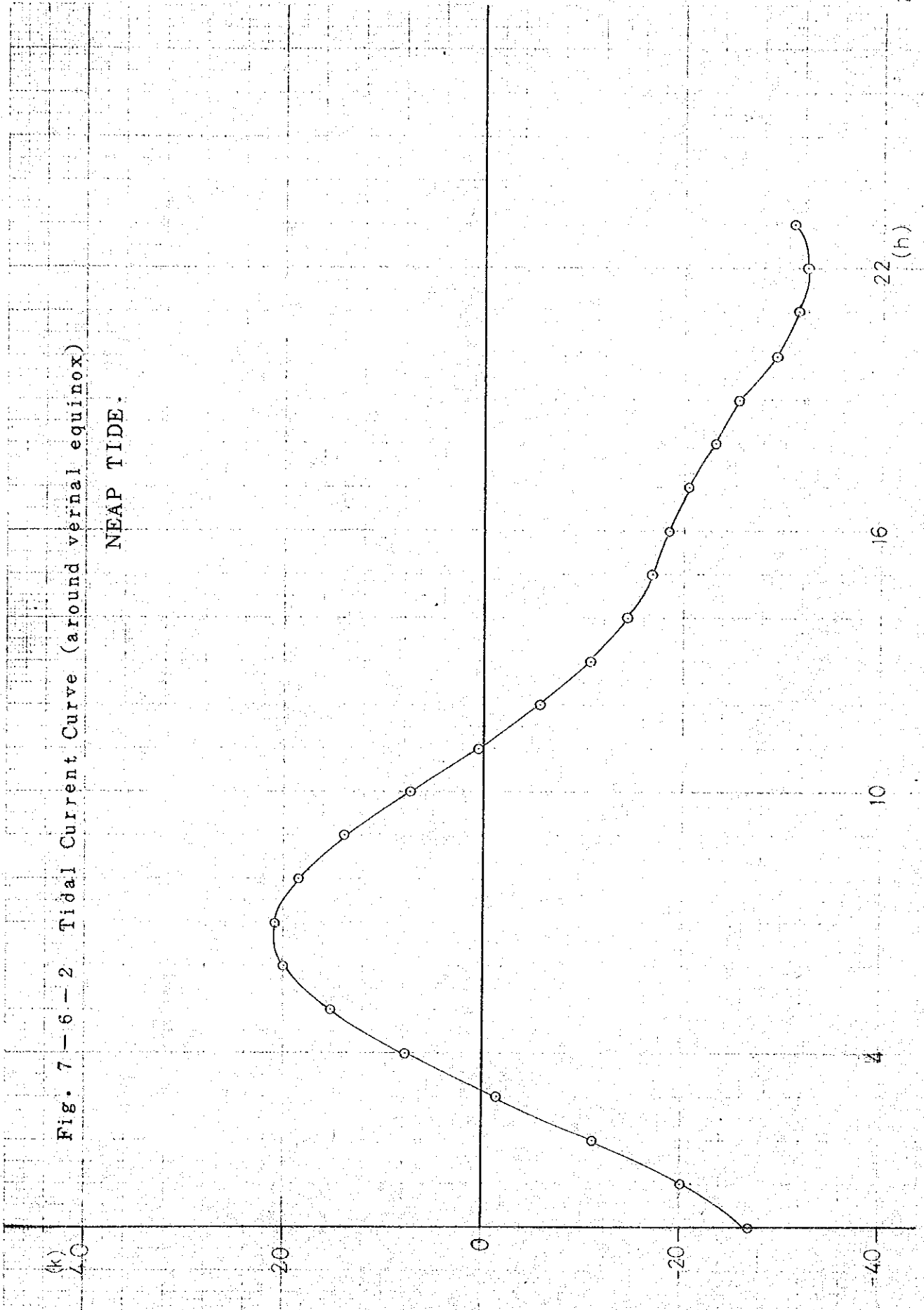
Fig. 7-6-1 Tidal Current Curve (around vernal equinox)
 SPRING TIDE.



160
 154

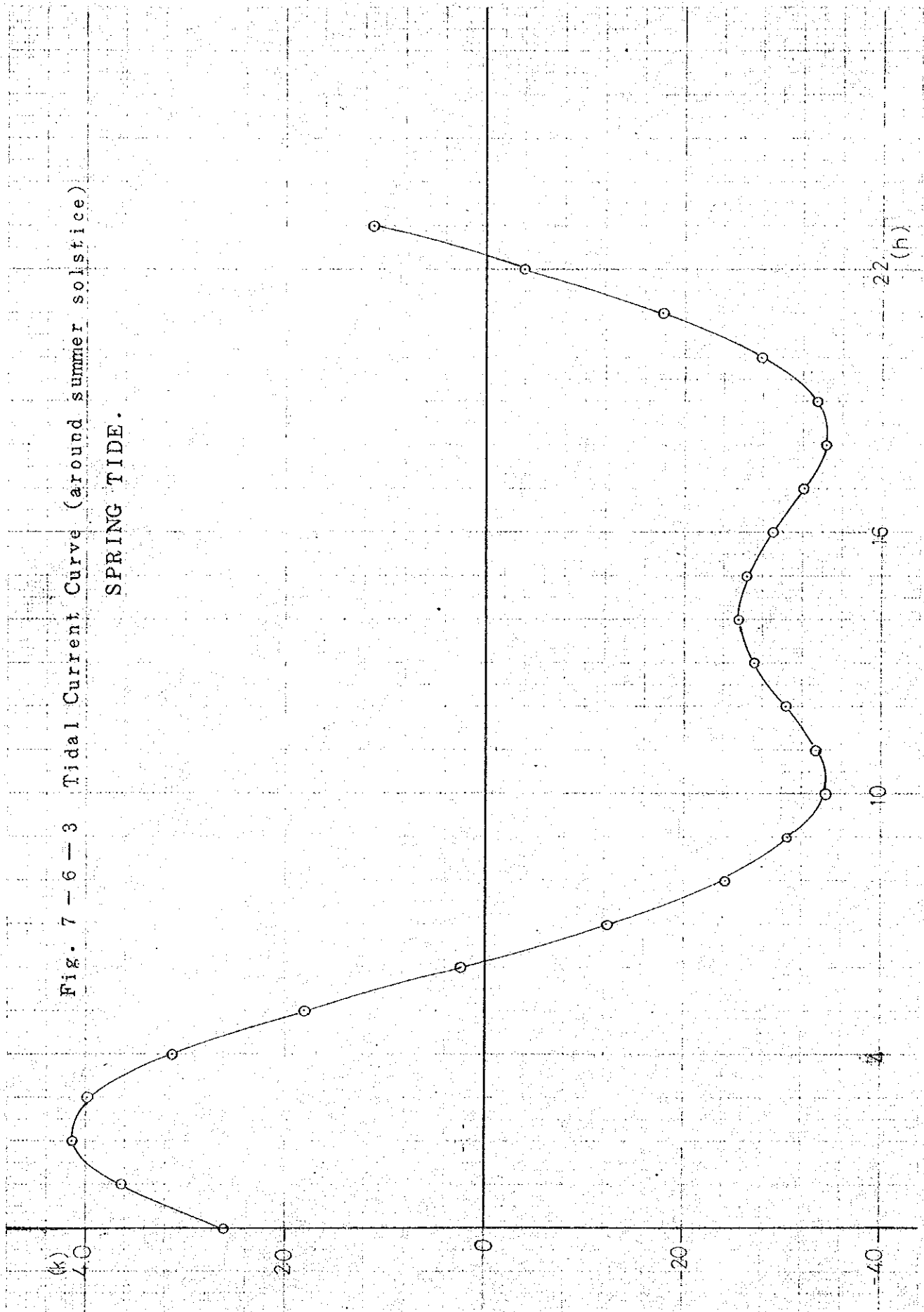
Fig. 7-6-2 Tidal Current Curve (around vernal equinox)

NEAP TIDE:



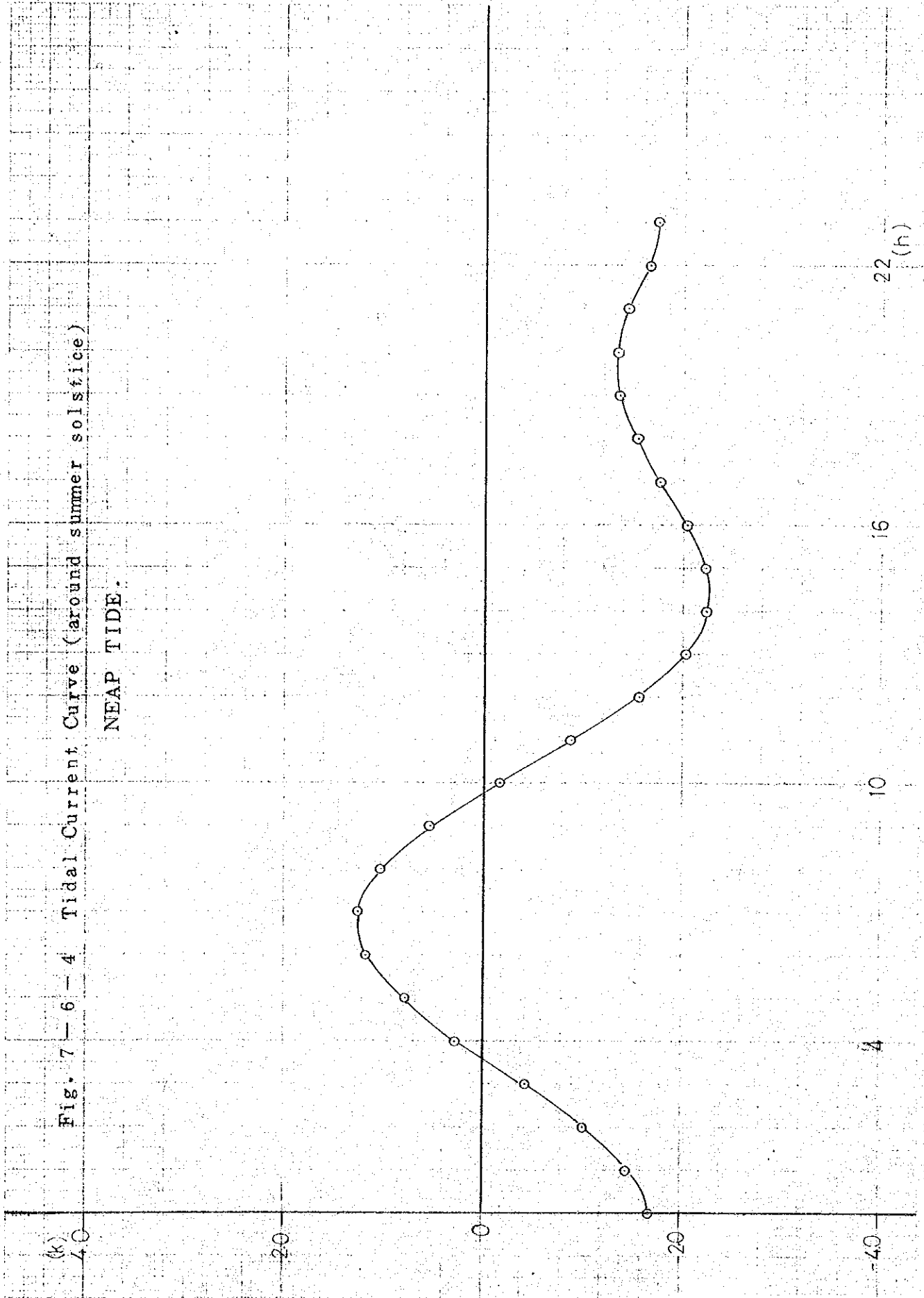
161
156

Fig. 7-6-3 Tidal Current Curve (around summer solstice)
SPRING TIDE.



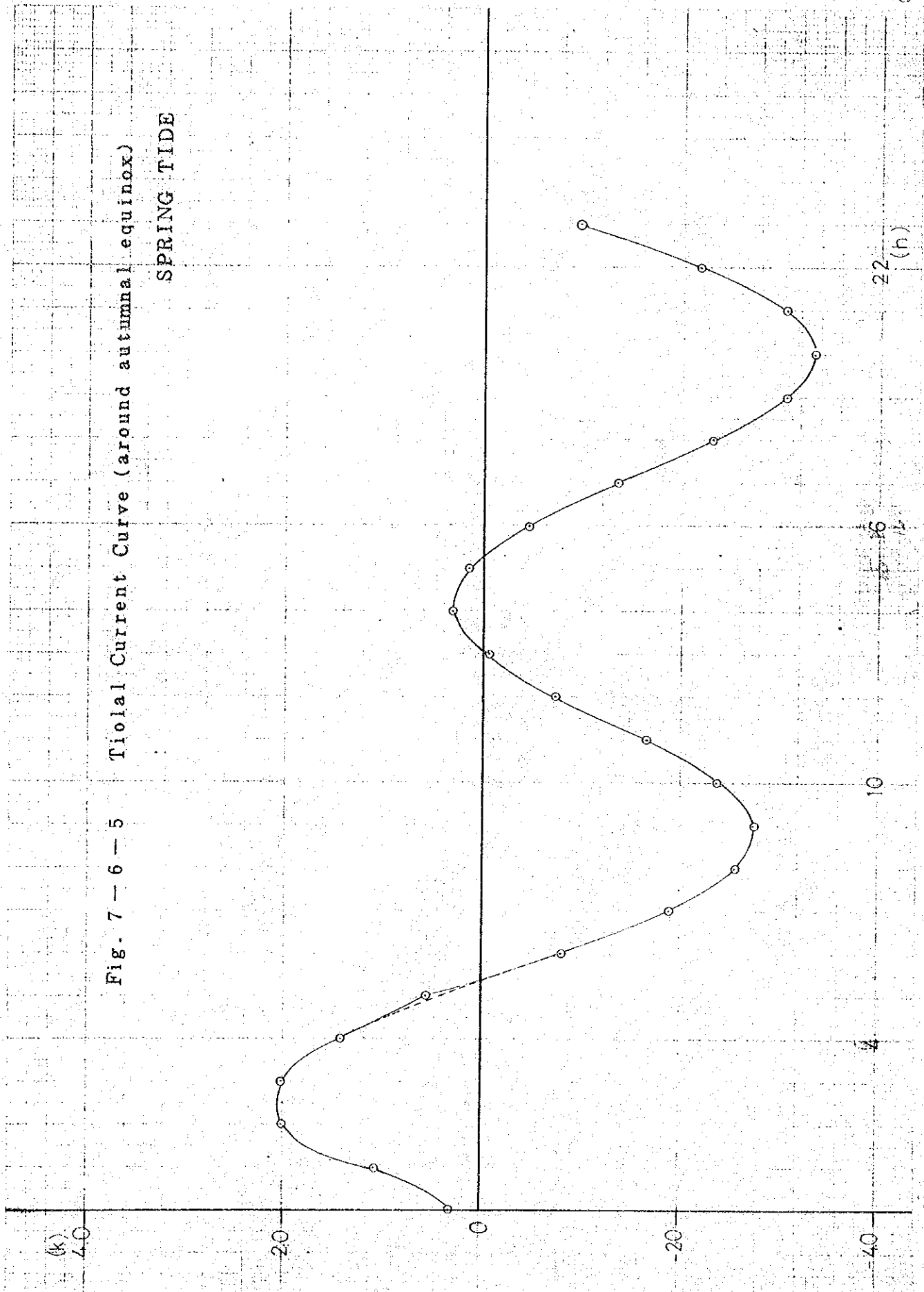
159
291

Fig. 7-6-4 Tidal Current Curve (around summer solstice)
NEAP TIDE.



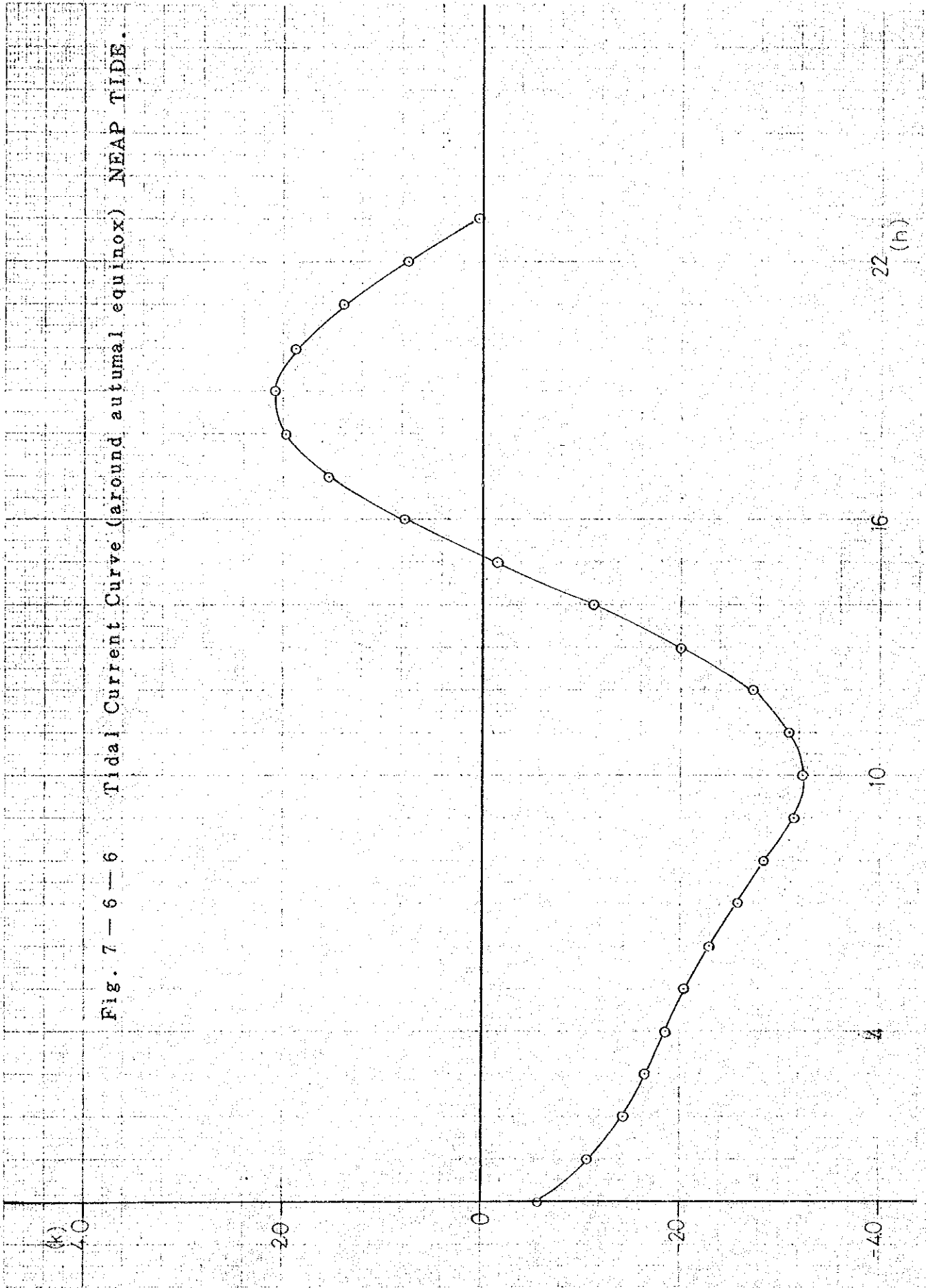
163
158

Fig. 7-6-5 Tidal Current Curve (around autumnal equinox)
SPRING TIDE



167
159

Fig. 7-6-6 Tidal Current Curve (around autumnal equinox) NEAP TIDE.

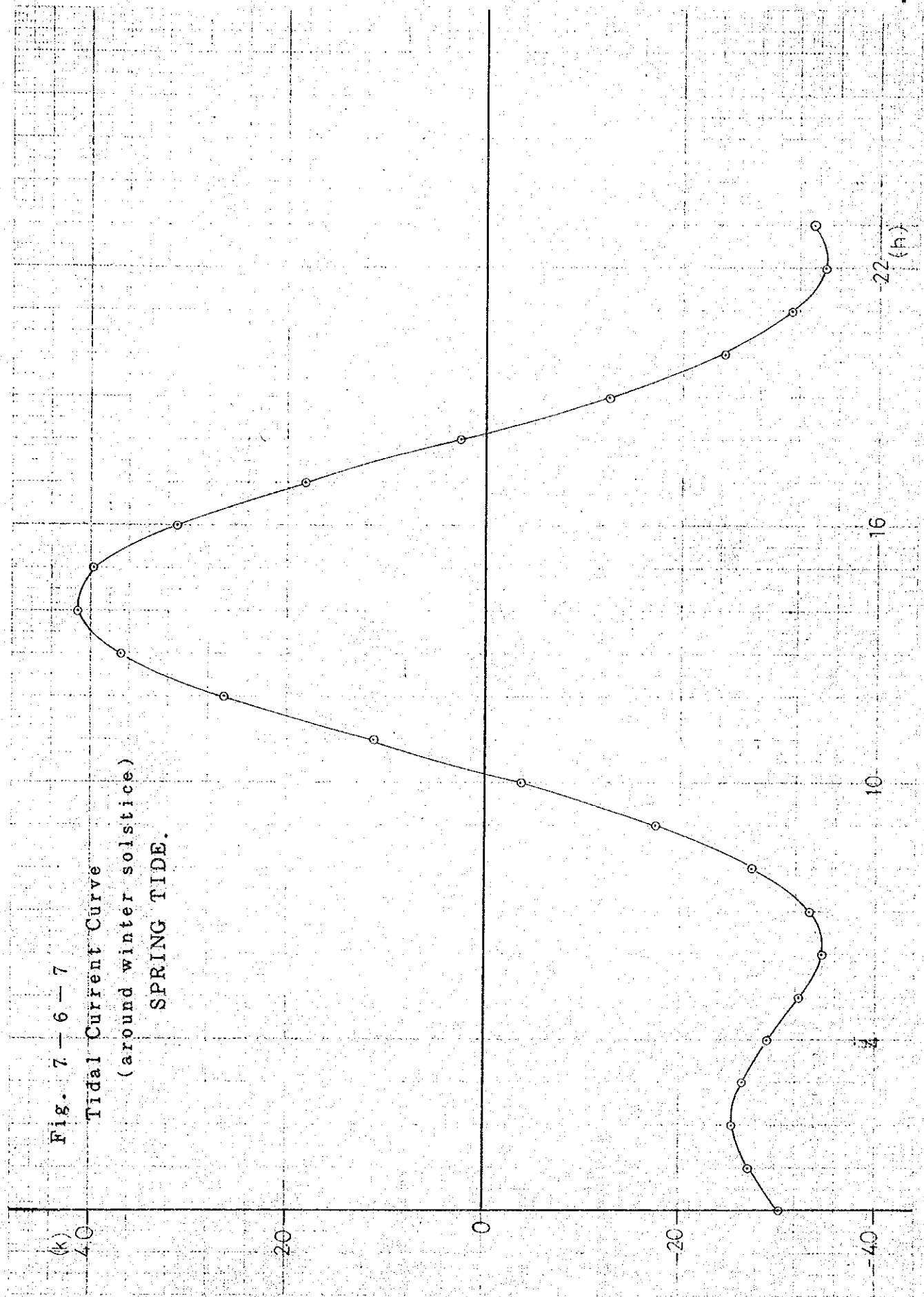


165

166

Fig. 7-6-7

Tidal Current Curve
(around winter solstice)
SPRING TIDE.



22 (h)

16

10

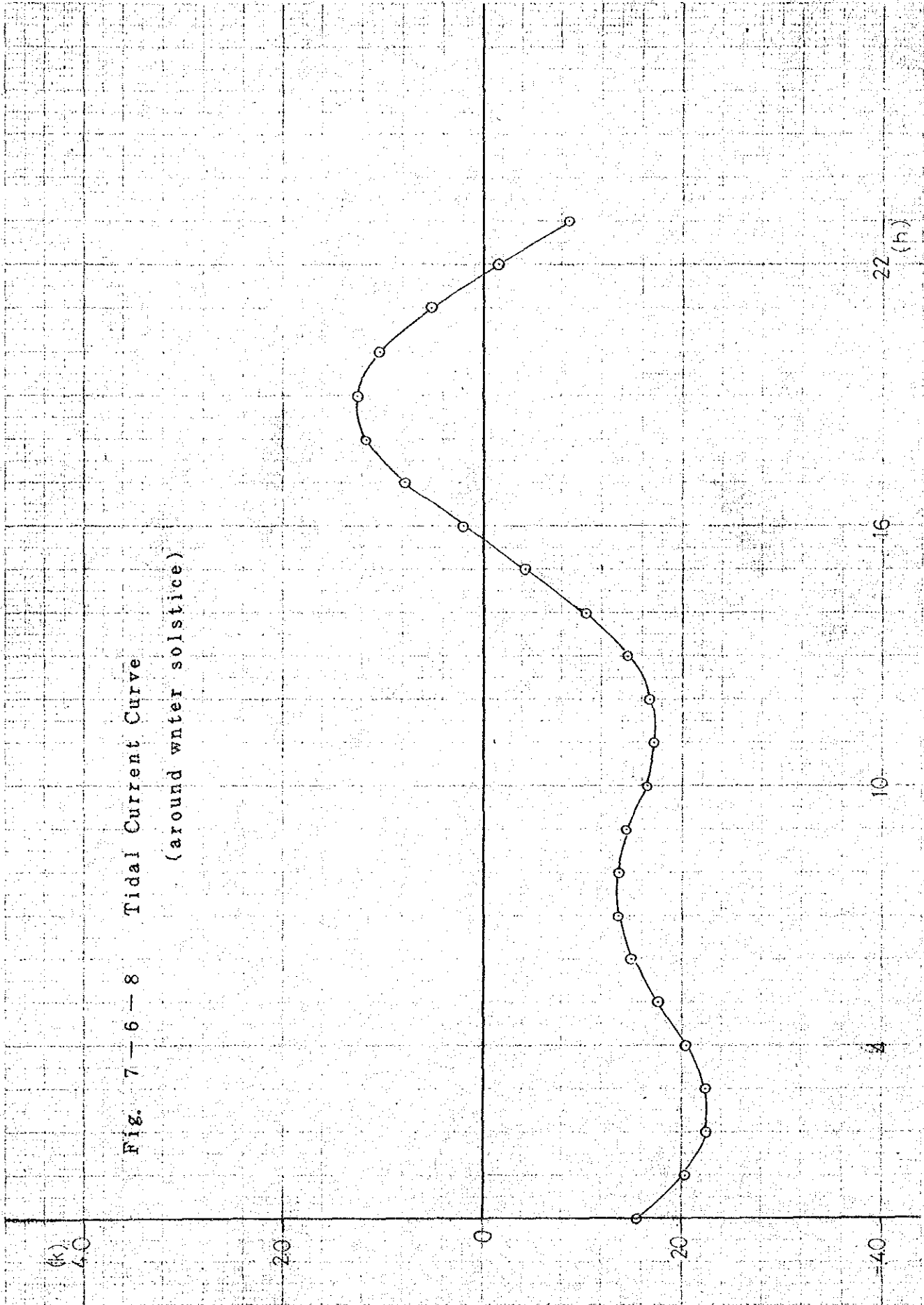
4

-40

-20

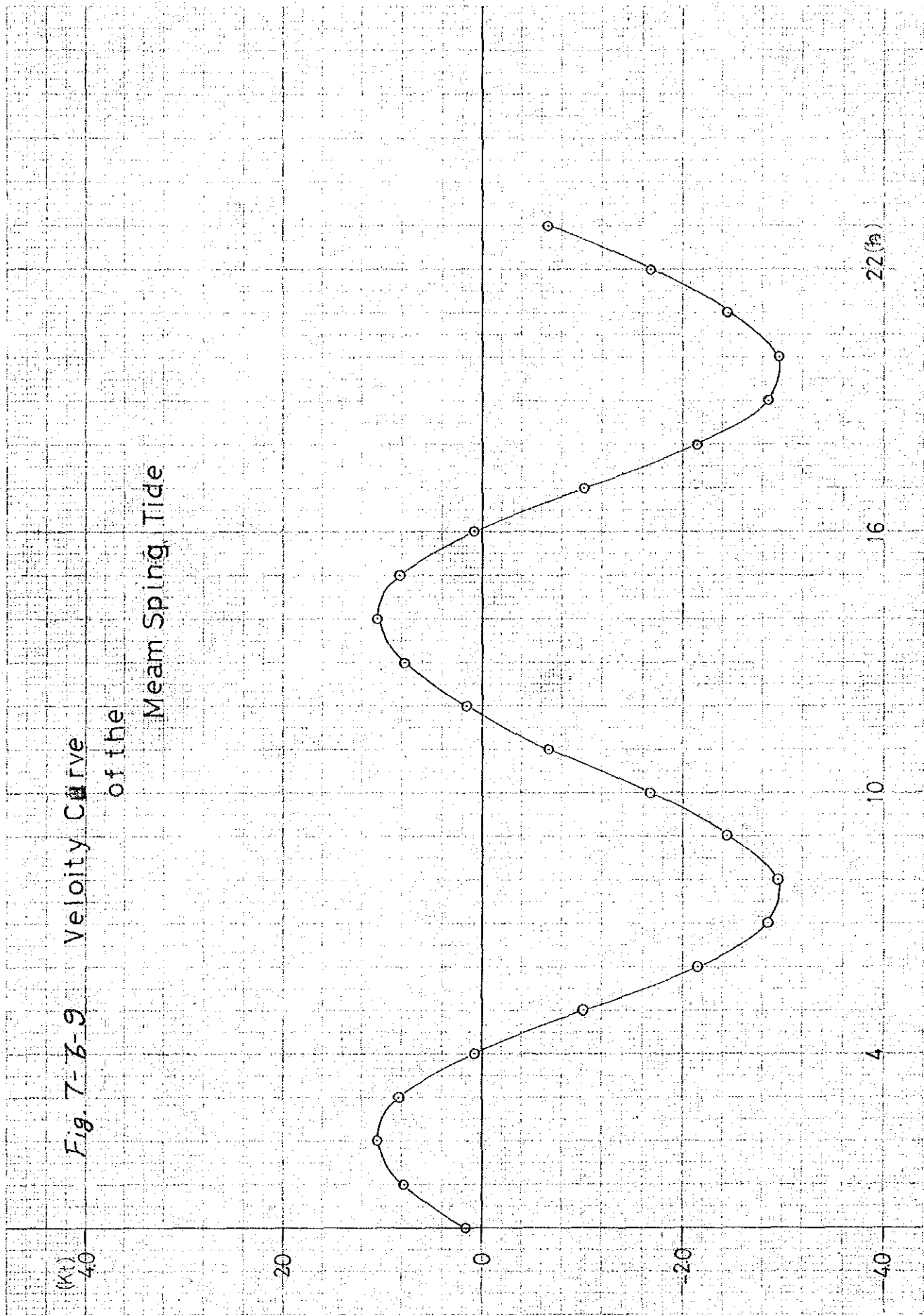
166
167

Fig. 7-6-8 Tidal Current Curve
 (around winter solstice)



167
 162

Fig. 7-6-9 Velocity Curve
of the
Mean Spring Tide



108
109