

## 仁川港의 潮汐, 潮流 및 潮量에 對하여

李 錫 祐

(서울대학교 教育大學院)

### ON THE TIDES, TIDAL CURRENTS AND TIDAL PRISMS AT INCHON HARBOR

*Sok-U Yi*

Graduate School of Education, Seoul National University

#### ABSTRACT

The tides, tidal currents and tidal prisms at Inchon Harbor are studied with recent data.

The tides at Inchon Harbor is of semi-diurnal type having a spring range of 798 cm and a phase age of 2 days.

The monthly mean sea level at Inchon has a maximum at August and a minimum at January with a annual range of about 40 cm. The tidal currents at Inchon Outer Harbor are of semi-diurnal type same as tides and nearly reversing type. The flood and ebb currents set north and south with a velocity of about 90~175 cm/sec and 120~225 cm/sec at spring tide and begin 0.2 hours after L. W. and 0.7 hours after H. W., respectively.

Non-tidal currents flow southward with 10~20 cm/sec at west side of the stream and northward with 15~20 cm/sec at east side of the stream at Inchon Outer Harbor. The flood volume through the Inchon Outer Harbor fluctuates fortnightly from  $590 \times 10^6 \text{ m}^3$  spring tide to  $260 \times 10^6 \text{ m}^3$  at neap tide and ebb volume changes from  $470 \times 10^6 \text{ m}^3$  at spring tide to  $200 \times 10^6 \text{ m}^3$  at neap tide, respectively.

The flow area along the channel to the Estuary of Yeomha is controlled by the tidal prism as expressed by  $A = 1.14 \times 10^{-4} P^{0.066}$

#### 序 論

仁川港은 韓國 西海 中部 京畿灣으로 흐르는 漢江 및 臨津江의 下流의 支流인 鹽河의 河口에 位置하고 있다. 外港은 幅 約 2 km 水深 5~20m 로서 比較的 起伏이 甚한 海底地形을 나타내며 水路의 最深部는 若干 西側에 偏在하며 各斷面의 最深部의 水深은 15~25m 이며 水路의 15m 以深部는 約 600m 그리고 10m 以深部는 約 1,000m이다. 內港은 月尾島의 東側內部(面積 約 1.6 km<sup>2</sup>)가 現在 乾船渠工事が 進行中인데 1973 年末 完了 豫定이다.

仁川港은 潮汐의 干滿이 매우 甚하여(最大潮

差 約 10m) 그 沿岸一帶에는 干瀉地가 形成되어 있어 大型船舶의 接岸施設이 不充分한 實情이며 또한 큰 潮差에 隨伴된 強한 潮流는 當港의 出入 船舶의 航行 및 碇泊에 큰 支障을 주고 있다. 그리고 海岸干瀉地의 大的인 干拓工事は 將次 當港의 外港을 通過하는 潮量의 減少를 招來하여 潮流 Flushing 作用의 減少에 따르는 河川漂砂의 埋沒現象을 이르킬 可能性이 있는 것으로 보아진다.

이러한 實情에 비추어 當港의 潮汐, 潮流 및 潮量에 對한 調查研究은 船舶의 航行安全, 港灣 施設 및 航路維持의 見地에서 매우 重要하다고 思料되어 過去 著者의 調查資料와 其他資料를

綜合 分析하여 그 成果를 要約報告하는 바이다.

資 料

i) 潮 汐

仁川港의 潮汐에 對하여는 關 (1950)가 1943年~1944年의 仁川港 第1船渠入口에서의 自記檢潮記錄을 T. I. 方法에 依해 調和分析한 結果를 報告하였으며 平均海面의 觀測資料는 1962年以後

Table 1-1. Harmonic constants of tides at Incheon. (1943~1944)

Constituent	Semi-range (H)	Lag (K)
$M_2$	$H_m$ 286.2 cm	$K_m$ 129.5°
$S_2$	$H_s$ 112.7	$K_s$ 179.1
$O_1$	$H_o$ 25.2	$K_o$ 266.4
$K_1$	$H'$ 39.4	$K'$ 295.3
$M_4$	10.4	64.5
$MS_4$	8.8	123.7
$S_4$	21.1	128.7
$S_{sa}$	5.8	213.2
$M_m$	2.4	100.3
$M_{sf}$	1.5	54.1
$M_f$	3.2	186.5

分을 每年 水路年報에 發表하였으며, 平均海面의 變化研究는 李 (1967)가 發表하였다. 上記資料中 仁川港의 潮汐의 主要分潮 및 平均海面, 高極潮位 및 低極潮位 그리고 平均海面, 氣壓等의 調和常數等을 列擧하면 Table 1-1~1-4 와 같다.

ii) 潮 流

仁川港의 潮流調査는 航海安全을 目的으로 水路局이 1959年과 1962年에 主로 15日 連續觀測을 實施하여 仁川港의 潮流豫報를 推算하고 있는데 그 資料는 文獻에 掲載되어 있으며 그中 15日間의 潮流의 調和常數를 列擧하면 Table 2-1과 같다.

Table 1-2. Non-harmonic constants of tides at Incheon. (1943~1944)

Mean High Water Interval (M.H.W.I.)	4 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>
Approx. Highest High Water	927 <sup>cm</sup>
High Water Ordinary Spring Tide (Spring Rise)	862
High Water Ordinary Neap Tide	637
Mean Sea Level	464
Low Water Ordinary Neap Tide	290
Low Water Ordinary Spring Tide	65
Approx. Lowest Low Water	0

Table 1-3. Monthly mean sea level, monthly highest and lowest tides at Incheon (1960~1970).

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June.	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean or Extreme
M. S. L.	439.8	445.7	446.9	451.8	460.5	469.7	468.4	474.8	473.4	463.9	453.4	441.2	458.5
H. H. W.	926	924	924	967	952	953	984	970	947	949	949	930	984
L. L. W.	-74	-95	-102	-78	-30	-21	-38	-56	-59	-64	-64	-62	-102

Table 1-4. Harmonic constants of monthly mean sea levels at Incheon.

	Period	$H_0$	$H_1$	$K_1$	$H_2$	$K_2$
1. Observed M. S. L. (H)	64~66	458.7 cm	20.8 cm	198.2°	1.7 cm	108.5°
2. Air pressure inverted (Pa)	64~66	16.4	9.4	179.2	0.4	129.7
3. Reduced M. S. L. (H')	64~66	462.1	12.8	216.2	2.0	142.5
4. Steric Sea Level (H'')	38~41 56~60	12.7	7.3	216.6	2.8	98.8
5. Residual (H''')			6.7	194.7	1.7	152.9

建設部는 仁川 外港의 港灣施設 構築을 爲하여 水理模型實驗을 爲한 資料蒐集을 目的으로 1969

年 10月~11月 그리고 1971年 11月에 걸쳐 仁川 外港의 潮流와 掃流砂 調査를 實施하였고, 科



Table 2-2. Continued.

Section Station	Tide	Date	Moon's Transit	Moon's Age	Moon's Dec.	Obs. Layer	M <sub>1</sub>		M <sub>2</sub>		M <sub>4</sub>		V <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
							V <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	V <sub>4</sub>	K <sub>4</sub>		M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>
							cm/s		cm/s		cm/s		cm/s		
1		Oct. 10, 1969	10 : 47	28.3	S	1°19'	S			138.9	95.1	18.6	259.9	14.0	0.13
			Oct. 10, 1969				M			135.2	92.7	15.5	313.5	22.0	0.11
							B			117.5	92.8	20.2	306.1	21.0	0.17
2		Oct. 11, 1969	11 : 16	29.3	S	7°31'	S			149.0	94.7	16.8	294.1	17.3	0.11
			Oct 11, 1969				M			132.1	90.6	17.6	271.6	15.9	0.13
							B			121.5	99.3	21.3	248.9	16.1	0.18
3		Oct. 12, 1969	12 : 16	1.7	S	13°31'	S			167.3	95.0	22.7	294.8	5.0	0.14
			Oct. 12, 1969				M			145.9	92.5	9.1	307.3	7.5	0.06
							B			116.5	92.2	6.8	322.3	4.0	0.06
4		Oct. 16, 1969	16 : 01	4.7	S	28°27'	S			87.6	27.2	18.9	143.2	12.6	0.22
			Oct. 16, 1969				M			74.6	27.5	10.4	156.3	20.7	0.14
							B			62.7	28.4	10.2	178.1	21.2	0.16
5		Oct. 25, 1969	23 : 51	13.7	N	13°57'	S			163.5	97.4	22.0	280.7	16.2	0.13
			Oct. 25, 1969				M			139.7	99.7	16.7	311.8	10.2	0.12
							B			119.4	96.5	13.4	282.2	15.9	0.11
6		Oct. 27, 1969	00 : 40	15.7	N	23°26'	S			157.3	78.4	6.2	355.6	-9.8	0.04
			Oct. 27, 1969				M			142.0	78.1	7.3	318.7	-6.0	0.05
							B			112.0	75.9	5.0	242.6	1.1	0.04
7		Oct. 13, 1969	13 : 06	1.7	S	19°00'	S			156.1	80.4	26.8	277.9	23.0	0.17
			Oct. 13, 1969				M			147.3	75.3	33.4	293.8	21.6	0.23
							B			113.1	72.1	19.0	310.5	21.8	0.17
8		Oct. 18, 1969	18 : 05	6.7	S	26°08'	S			103.1	34.6	8.4	207.1	-4.3	0.08
			Oct. 18, 1969				M			90.6	34.4	7.8	236.3	1.0	0.09
							B			74.8	29.5	7.2	215.5	3.7	0.10
9		Oct. 19, 1969	19 : 02	7.7	S	22°25'	S			98.0	51.7	4.8	236.5	-6.6	0.05
			Oct. 19, 1969				M			91.0	49.9	5.2	249.5	1.8	0.06
							B			82.2	46.8	1.0	316.3	5.3	0.01
10		Oct. 14, 1969	14 : 00	2.7	S	23°24'	S			132.6	75.5	11.1	245.2	32.4	0.08
			Oct. 14, 1969				M			120.5	73.7	8.0	232.7	29.5	0.07
							B			100.9	72.2	10.7	243.5	22.8	0.11
S-A	Spring Tide	Nov. 19, 1971	12 : 33	1.1	S	25°55'	S			90.8	2.8	18.4	4.7	21.1	0.20
			Nov. 19, 1971				M			83.1	2.7	15.7	4.4	18.7	0.19
							B			77.9	2.8	16.1	4.3	18.9	0.21
S-B	Neap Tide	Nov. 26, 1971	18 : 32	8.1	S	5°51'	S			53.4	1.8	12.3	2.7	9.9	0.23
			Nov. 26, 1971				M			47.2	1.6	6.6	2.4	13.7	0.14
							B			42.3	1.5	5.4	3.2	10.9	0.13
S-C	Spring Tide	Nov. 19, 1971					S			106.0	2.8	19.4	5.2	9.6	0.18
							M			100.0	2.8	16.3	5.5	0.6	0.16
							B			94.3	2.8	11.7	0.2	0.4	0.12
S-B	Neap Tide	Nov. 26, 1971					S			64.8	1.8	10.0	4.5	1.4	0.15
							M			54.2	1.8	8.3	4.8	6.9	0.15
							B			54.5	1.8	10.4	4.9	7.0	0.19
S-C	Spring Tide	Nov. 19, 1971					S			107.9	2.9	1.8	3.6	-5.8	0.02
							M			103.3	2.8	3.7	4.8	-2.6	0.04
							B			9.9	2.7	3.7	5.2	-6.7	0.04
S-C	Neap Tide	Nov. 26, 1971					S			79.9	1.9	7.8	4.0	8.0	0.10
							M			70.7	2.0	8.9	4.1	3.4	0.13
							B			65.7	1.7	5.3	4.1	0.8	0.08

Table 2-3. Times on velocities of tidal currents at Incheon Outer Harbor.

Section Station	Tide	Obs. Layer	Slack	Str.	Slack	Str.	Factor	Nontidal Current	Strength of Velocity		Corrected Velocity		
			before Flood	of Flood	before Ebb	of Ebb			Flood	Ebb	Flood	Ebb	
			L+h	L+h	H+h	H+h				cm/sec	cm/sec	cm/sec	cm/sec
A	Spring Tide	S	0.3	3.7	0.6	3.4	F:0.94	5	182	156	171	162	
		M	0.4	3.9	0.7	3:7	E:1.04	-2	152	141	143	147	
		B	0.4	3.9	0.7	3.7		-4	142	136	133	141	
2	Neap Tide	S	0.8	4.2	0.9	3.8	F:0.71	-6	91	105	65	76	
		M	0.7	4.0	0.9	3.8	E:0.72	-5	82	96	58	69	
		B	0.7	3.7	0.8	4.0		-7	72	90	51	65	
A		S	-0.5	4.2	0.8	2.5		10			146	126	
		M	-0.5	4.2	0.9	2.3		7			121	107	
		B	-0.6	4.2	0.7	2.5		13			109	83	
B		S	0.6	4.2	0.6	3.6		-22			115	159	
		M	0.6	4.1	0.5	3.5		-21			112	154	
		B	0.5	3.9	0.6	3.7		-14			84	112	
C		S	0.8	3.7	0.7	3.7		0			162	162	
		M	0.7	3.8	0.6	3.5		-5			149	159	
		B	0.4	3.6	0.4	3.4		-7			116	130	
1		S	0.3	3.8	0.5	3.2		19			175	138	
		M	-0.3	3.9	0.7	3.2		12			166	143	
		B	-0.4	4.1	0.7	3.4		16			148	116	
2		S	0.2	4.1	0.9	3.5		14			169	141	
		M	0.1	4.0	0.7	3.1		16			153	122	
		B	0.6	4.1	0.8	3.0		28			157	102	
3		S	0.8	4.4	0.7	3.3		-5			163	172	
		M	1.0	4.2	0.6	3.7		-6			137	149	
		B	0.7	4.2	0.6	3.7		-5			108	118	
4		S	-0.4	3.8	0.1	2.5		8			109	93	
		M	-0.7	3.7	0.3	2.7		15			98	68	
		B	-1.0	3.8	0.6	2.8		15			85	56	
5		S	0.2	4.1	0.8	3.4		16			175	144	
		M	0.2	4.3	0.8	3.5		4			139	132	
		B	0.1	3.9	0.8	3.5		16			133	101	
6		S	0.9	4.1	0.8	3.4		-25			129	178	
		M	0.7	4.3	0.8	3.5		-20			119	158	
		B	0.6	3.9	0.8	3.5		-5			106	115	
7		S	0.1	4.5	0.9	3.2		9			161	144	
		M	-0.3	4.5	0.9	3.2		-5			140	150	
		B	-0.3	3.7	0.9	3.4		-1			107	108	
8		S	0.8	4.3	0.7	3.2		-28			133	189	
		M	0.6	4.1	0.8	3.6		-21			120	161	
		B	0.4	4.2	0.7	3.5		-13			104	130	
9		S	0.1	4.3	0.7	3.6		-41			144	225	
		M	0.9	4.2	0.8	3.7		-27			146	200	
		B	0.7	4.9	0.8	3.8		-10			144	164	
10		S	0.1	4.0	1.2	3.4		26			150	99	
		M	0.0	4.0	1.2	3.7		22			135	91	
		B	0.0	4.1	1.0	3.4		16			112	80	
	Spring Tide	S	-0.1	4.6	0.9	2.8	F:0.99	13	114	79	113	87	
		M	-0.2	4.6	0.8	2.8	E:1.10	13	106	72	105	79	
		B	0.0	4.6	0.9	2.8		18	106	63	105	69	

Table 2-3. Continued.

Section Station	Tide	Obs. Layer	Slack before Flood	Str. of Flood	Slack before Ebb	Str. of Ebb	Factor	Nontidal Current	Strength of Velocity		Corrected Velocity	
									Flood	Ebb	Flood	Ebb
									cm/sec	cm/sec	cm/sec	cm/sec
S-A	Neap Tide	S	-0.1	4.5	0.7	2.8	F:0.67	3	67	50	45	39
		M	-0.2	4.0	0.6	2.7	E:0.78	9	65	33	44	26
		B	-0.4	3.9	0.5	2.6		5	53	33	36	26
	Spring Tide	S	0.2	4.4	0.9	3.3	F:0.99	-10	104	111	103	122
		M	0.4	4.4	0.8	3.7	E:1.10	-20	86	113	85	124
		B	0.5	3.6	0.8	3.8		-15	85	104	84	114
S-B	Neap Tide	S	0.3	4.6	0.7	3.6	F:0.67	-9	59	73	40	57
		M	0.2	4.1	0.8	3.3	E:0.78	-4	54	55	36	43
		B	0.2	3.6	1.0	3.7		-5	53	57	36	45
	Spring Tide	S	1.0	4.1	0.4	3.7	F:0.99	-10	103	112	102	123
		M	0.7	4.1	0.5	3.6	E:1.10	-11	99	109	98	120
		B	0.7	3.8	0.4	3.5		-17	90	111	89	122
S-C	Neap Tide	S	0.4	4.3	0.7	3.4	F:0.67	-2	83	76	56	59
		M	0.5	4.4	0.7	3.5	E:0.78	-6	70	74	47	58
		B	0.4	4.0	0.3	3.2		-6	64	69	43	54

Fig. 1-1과 1-2에 圖示된 大潮期의 漲落潮流 概況圖는 以上의 流速資料를 平均大潮期의 値로 換算하여 기재하는 동시에 流速表示 換算표 (每 50 cm/sec 마다 換算의 縮기가 다름)로 表示하였고 그 密度는 可及的 流速에 比例되게 記載하였으며 反流等의 記入은 觀察資料에 依據하였다.

iii) 潮量

仁川外港에서의 1 潮汐 週期사이의 漲落潮의 潮量은 1969年 12月 및 1971年 11月에 各各 A 및 A' 斷面 (Fig. 1 參照) 의 3個點에서 13時 連續的으로 每 30分마다 3個層 (表, 中, 底層) 에서 實施하여 流速斷面分布圖를 그려 每時마다의 潮量 速度를 얻어 다음 式으로 計算하였다.

$$\text{潮量}(p) = \int_0^{T/2} aVdt$$

여기에서

a: 通水斷面積

V: 斷面平均流速

T: 潮汐週期 (12時 25分)

aV: 潮量速度

以上의 資料로 얻은 仁川外港의 潮量은 Table 3-1 과 같다.

그리고 斷面 A에 있어서의 全斷面に 걸친 1 潮汐 週期間의 平均流速 및 最大流速은 Table 3-2 와 같다.

仁川港의 潮汐

i) 半日週潮

韓國 西海 中部에 있어서 半日週潮인  $M_2$  分潮의 潮浪은 東支那海로부터 北上하여 等潮時 約 4時에 到達한다.

仁川港에서의 平均高潮 間隔은 4時 28分이며 이는 群山港에서보다 1時間 30分 늦으며 南浦港에서보다 約 4時間 빠르다. 그리고 仁川港의 平均 低潮 間隔은 10時 40分이다.

韓國 西海岸 中部에서의 大潮差는 約 8m 에 達한다. 仁川港의  $M_2$  分潮와  $S_2$  分潮의 半潮差는 各各 286 cm 와 113 cm 로서 그 比는  $\frac{S_2}{M_2} \approx 0.4$  이다. 그리고  $M_2$  分潮와  $S_2$  分潮의 遲角의 差는 49.6時로서 이는  $M_2$  分潮와  $S_2$  分潮의 位相이 一致되는 大潮가 朔望後 約 2日에 나타나며 小潮가 上, 下弦後 約 2日에 나타남을 意味한다.

仁川港의 大潮差는 797.9 cm 이고 小潮差는 347.0 cm 이며 平均潮差는 572.4 cm 로 大潮差는 小潮差의 約 2.3 倍이다. 그리고 大潮升 (平均大潮高潮面) 과 小潮升 (平均小潮高潮面) 은 各各 862.3 cm 와 637.0 cm 이고 後者는 前者의 約 75% 에 該當된다.

ii) 日週潮

韓國 西海 中部에 있어서 日週潮인  $K_1$  分潮의

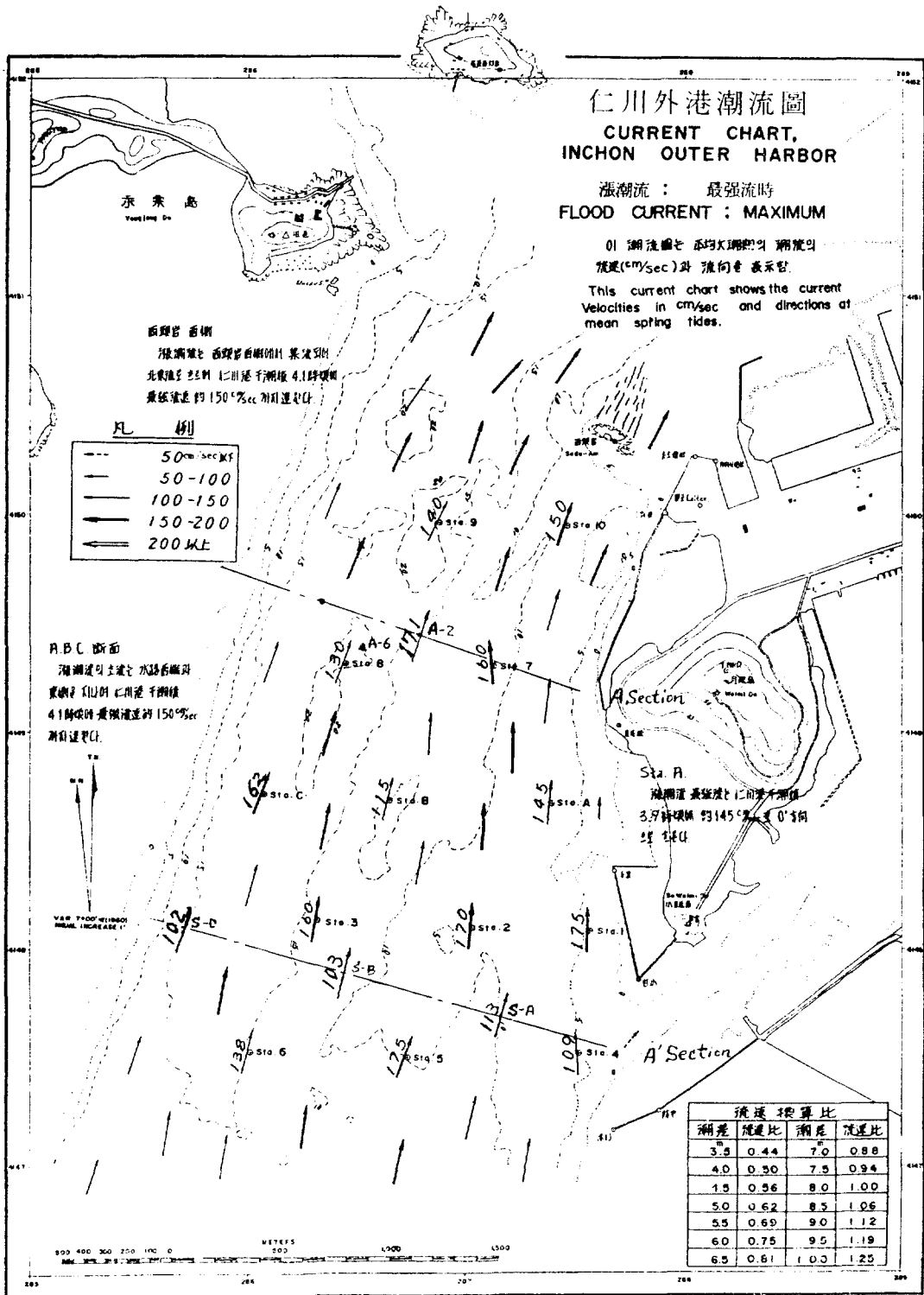


Fig. 1-1. Current chart in Inchon Outer Harbor at the flood tide.

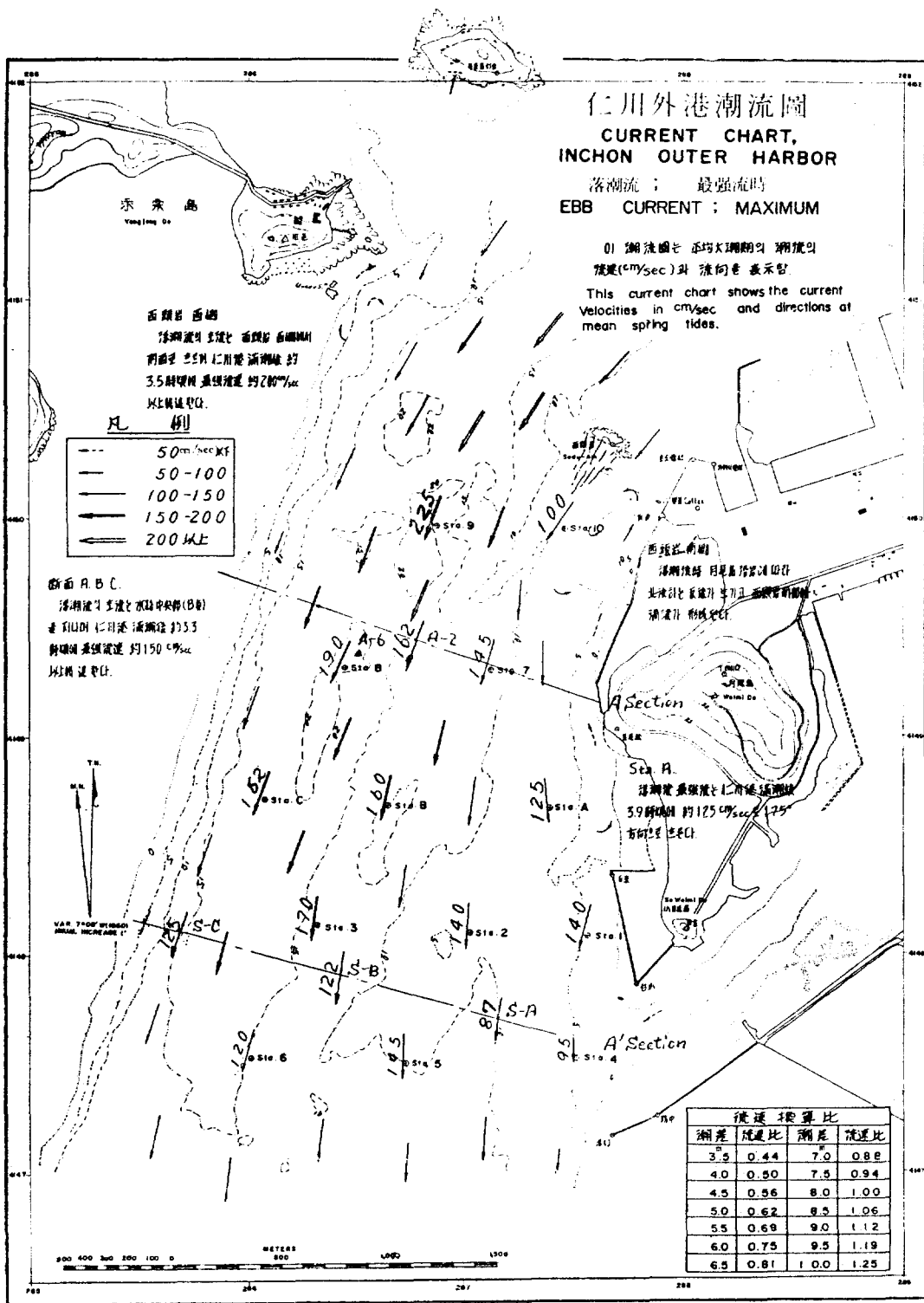


Fig. 1-2. Current chart in Incheon Outer Harbor at the ebb tide.



Table 3-1. Tidal prisms at Inchon Outer Harbor.

Section	Tide	Date	Flood Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Ebb Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Diff. in Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Factor	Corrected Flood Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Corrected Ebb Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Corrected diff. in Volume × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
A	Spring Tide	Dec. 9 1969	606.600	453.600	153.000	F:0.94 E:1.04	570.000	472.000	98.000
	Neap Tide	Dec. 17 1969	368.100	286.650	81.450	F:0.71 E:0.72	261.000	206.000	55.000
A'	Spring Tide	Nov. 19 1971	619.700	427.4	192.300	F:0.99 E:1.10	613.500	470.100	143.400
	Neap Tide	Nov. 26 1971	396.200	254.0	142.200	F:0.67 E:0.78	265.400	198.100	67.300

Table 3-2. Tidal current velocities at section A.

unit: m/sec

Date	Tide	Flood or Ebb	V max obs	V max Comp.	Reduced V max	Reduced Mean
Dec. 9 1969	Spring Tide	Flood	1.224	1.259	1.149	0.732
		Ebb	1.061	1.182	1.105	0.704
Dec. 17 1969	Neap Tide	Flood	0.742	0.740	0.532	0.339
		Ebb	0.858	0.777	0.620	0.395
	Mean	Flood			0.857	0.546
		Ebb			0.901	0.574

潮浪은 東支那海로부터 北上하여 等潮時 約 20 時에 到達하며 回歸潮의 潮差는 約 129 cm 이다.

仁川港에서  $K_1$  및  $O_1$  分潮의 半潮差는 各各 39.4 cm 및 25.2 cm 로서 約 8:5 의 比를 가지며 遲角은 各各 295.3° 및 266.4° 이다. 이  $K_1$  分潮와  $O_1$  分潮의 遲角의 差는 約 28.9° (=26 時 18 分) 로서 日潮不等等은 달의 赤緯가 最大인 時刻 으로부터 約 1 日後에 크게 나타난다.

iii) 潮型 및 日潮不等等

潮汐의 型態數를 求해 본 結果 仁川港에서  $\frac{H_0+H'}{H_m+H_s}=0.16$  로서 半日週 潮型이다. 即 日週 潮는 半日週潮의 約 1/6을 차지하며 通例의 均一한 日 2 回潮를 나타내며 日潮不等等은 매우 적다.

仁川港에 있어서 一般의 潮時의 不等等은 低潮時에 크고 高潮時에는 적다. 이에 反해 潮高의 不等等은 高潮時에 크고 低潮時에는 적다. 普通 低潮의 다음에는 高高潮가 되며 高高潮는 春夏에 는 낮에 秋冬에는 밤에 일어나는 것이 常例이다.

iv) 淺海潮

仁川港에 있어서의 淺海潮인  $M_4$  分潮 및  $M_{s4}$  分潮는 各各 10.4 cm 와 8.8 cm 로서 各各  $M_2$  分潮의 0.04 倍 및 0.03 倍에 不過하다.

v) 長週期潮

仁川港에 있어서의 半月週潮인  $M_m$ ,  $M_{s_f}$  및  $M_f$  分潮의 半潮差는 各各 2.4 cm, 1.5 cm 및 3.2 cm 로서 매우 적다. 太陽年 및 半年週潮인  $S_a$ ,  $S_{sa}$  分潮의 半潮差는 各各 21.1 cm 및 5.8 cm 로서 年變化가 比較的 큰 데  $S_a$  分潮의 年較差는 約 42 cm 이며 年變化의 最大時期를 遲角 128.7° 로 計算하면 7 月 中旬이 된다.

vi) 氣象潮

仁川港에 있어서 氣壓變化에 따르는 月平均海面의 年較差는 約 18 cm 이며 이는 月平均海面의 年變化의 約 1/2에 該當된다.

vii) 月, 年平均海面

仁川港에 있어서의 1960~1970 年의 11 年間에 걸친 月, 年平均海面値에 依하면 月平均海面은 8 月의 474.8 cm 로부터 1 月의 439.8 cm 까지 變化한다. 年平均海面의 變化는 1960 年에 463.11 cm

있고 最小値는 1963 年에 453.48 cm 로 나타났으며 이들의 差는 9.63 cm 에 達한다. 過去 11 年間의 年平均海面의 平均値는 458.5 cm 로서 調和常數로 計算한 値 463.5 cm 보다 若干 낮다.

仁川港의 月平均海面의 變化는 年較差 20.8 cm 의 半年週型이며 主로 氣壓의 變化와 海水密度의 變化에 基因한다.

viii) 高極潮位 및 低極潮位

過去 11 年間의 高極潮位는 1965 年 7 月 29 日의 984 cm 이고 低極潮位는 1963 年 3 月 29 日의 -102 cm 로서 그 差는 1,086 cm 이다.

仁川港의 潮流

i) 潮流의 週期性

仁川外港의 主水路에 있어서의 潮流는 潮汐과 마찬가지로 半日週期型이며 日週潮流는 半日週潮流의 0.01~0.10 倍로써 거의 무시되며 따라서 1 日 2 回의 漲落潮流는 거의 同一하게 나타난다.

그러나 月尾島 西側 沿岸에 있어서는 日週潮流는 若干 커서 半日週潮流의 約 0.03~0.15 倍로써 日潮不等이 若干 있다.

한편 淺海分潮인 1/4 日週潮流는 水深이 얇은 月尾島 西側 沿岸에서 若干 커서 半日週潮流의 約 0.5 倍까지 나타나고 있다. 그러나 水路中央에서는 1/4 週潮流는 日週潮流의 겨우 0.03 倍에 不週하며 淺海分潮의 影響은 없다. 月尾島 西側 沿岸에 있어서 이 1/4 日週潮流는 漲潮流 最強流時를 늦추고 落潮流 最強流時를 앞당기는 役割을 하고 있다. 이것은 潮流 調和常數의 遲角들이 다음의 要件을 갖고 있기 때문이다.

例로서 測點 1 의 大潮期表層에서

$$2K_2^\circ - K_4^\circ = 162^\circ - 222^\circ = 300^\circ > 180^\circ \text{ 이다.}$$

ii) 潮流時 (轉流時 및 最強流時)

가) 漲潮流 (北向流)

仁川外港의 主水路에 있어서의 漲潮流는 大略的으로 低潮後 0.4 時에 始作하여 高潮後 0.7 時까지 約 6 時間 30 分 동안 흐르며 最強流速은 低潮後 4.1 時 即 轉流後 3.7 時에 일어나며 平均大潮期의 流速値는 90~175 cm/sec 에 達한다.

漲潮流의 轉流는 小月尾島 西側 沿岸에서 가장 빨리 低潮前 約 1 時頃에 일어나 西쪽으로 波及되며 水路中央에서는 低潮後 0.2 時頃에, 水路

西側에서는 低潮後 0.8 時頃에 일어난다.

漲潮流 最強流時는 水路 西側에서 低潮後 4.0 時頃에 일어나며 水路中央 및 東側 (小月尾島 西側)에서는 各各 4.2 時 및 4.4 時頃에 일어난다. 이 現象은 小月尾島 西側 沿岸에서의 比較的 큰 淺海分潮의 影響 때문이다.

나) 落潮流 (南向流)

仁川外港 主水路에 있어서의 落潮流는 大略的으로 高潮後 0.7 時에 始作하여 低潮後 0.4 時까지 約 5 時間 55 分 흐르며 最強流速은 高潮後 3.5 時 即 轉流後 2.8 時에 일어나며 平均大潮期의 流速値는 約 120~225 cm/sec 에 達한다.

漲潮流의 轉流는 主水路 西側에서 若干 빨리 高潮後 0.5 時頃에 일어나 東쪽으로 波及되어 主水路中央 및 小月尾島 西側에서 各各 0.8 時頃 및 0.9 時頃에 일어나며 그 時差는 別로 없다.

落潮流의 最強流時는 小月尾島 西側 沿岸에서 가장 빨리 高潮後 2.5 時에 일어나며 水路中央 및 西側에서 各各 3.5 時 및 3.6 時頃에 일어난다.

iii) 最強流速 및 流向

가) 漲潮流

仁川外港에 있어서 漲潮流의 平均大潮期의 流速은 最大 約 175 cm/sec (3.5 knots)까지 達한다.

漲潮流의 最強流時의 主水路는 中央보다 若干 東側에 있으며 그 流速은 約 110~145 cm/sec 이고 水路 西側에서도 中央의 流速 110~115 cm/sec 보다 큰 110~130 cm/sec 를 나타내고 있다. 그리고 西頭岩 西側에 있어서도 比較的 큰 流速 約 150 cm/sec 를 나타내고 있다. 이것은 小月尾島 西側 沿岸으로 偏하여 흐르는 主流가 月尾島 西端에 부닥쳐 左廻하여 西頭岩 南西方에서 水路 西側을 北流한 흐름과 合流하기때문인 것으로 본다.

나) 落潮流

仁川外港에 있어서의 落潮流의 平均大潮期의 流速은 漲潮流보다 約 50 cm/sec 가 큰 約 225 cm/sec (4.5 knots)까지 達한다.

落潮流의 主水路는 西頭岩 西南方에서 最大値 225 cm/sec 이고 小月尾島 西側에서 比較的 弱한 約 90~120 cm/sec 를 나타낸다. 이것은 粟島와 芍藥島 사이를 흘러나온 落潮流가 西頭岩 西方에서 壓流하여 直線의으로 南으로 向해 強流하기

때문인 것으로 본다.

#### iv) 恒流

仁川 外港의 恒流는 水路 中央 및 以西에서는 南向流 約 10~20 cm/sec 이고 小月尾島 西方 沿岸에서는 北向流 約 15~20 cm/sec 이다. 그리고 西頭岩 南西方에서는 南向流가 40 cm/sec (0.8 knots)까지 達한다.

#### v) 流速의 垂直分布

仁川 外港의 各層의 轉流時는 漲潮流의 경우 表層에서는 底層보다 約 15分 빠르거나 느리며 落潮流의 경우는 表層이 底層보다 約 5分 느리게 나타나며 最強流時는 漲潮流의 경우 底層에서 表層보다 約 10分 늦게 나타나며 落潮流의 경우 底層에서, 表層보다 約 20分 늦게 나타난다.

그리고 流速의 垂直分布는 表層 (2/10 水深)이 大體的으로 最強이며 中層 (6/10 水深)에서는 表層流速의 約 10~20% 減이며 底層 (8/10 水深)에서는 表層流速의 約 10~30% 減이다.

#### vi) 潮流橢圓

仁川 外港의 潮流는 大體的으로 往復性 潮流型이다. 仁川 外港의 主水路에서의 潮流橢圓의 長軸과 短軸과의 流速比는 半日週潮의 경우 1:0.03으로서 直線型 即 往復性 潮流型임을 말한다.

小月尾島 西側 沿岸에 있어서의 潮流橢圓의 長軸과 短軸의 流速比는 比較的 커서 半日週潮의 경우 1:0.3까지도 되는데 이것은 沿岸의 海底地形의 影響 때문이다.

#### vii) 月令 또는 潮差에 따르는 潮流速의 變化

潮流 亦是 潮汐과 마찬가지로 月令에 따라 變化하는 데 大潮差와 小潮差의 比가 約 1:0.43인데 對해 潮流의 大潮期와 小潮期의 流速比는 約 1:0.45로서 거의 같다. 따라서 潮流速은 潮差의 變化와 함께 1次的인 關係를 갖고 變化한다고 볼 수 있다.

仁川 外港 A-6에 있어서의 潮流豫報値와 潮差와의 關係는 다음과 같다.

$$V(\text{cm/sec}) = 0.02H(\text{m}) \pm 7 \begin{matrix} \text{漲潮流; -} \\ \text{落潮流; +} \end{matrix}$$

### 仁川 外港의 潮量

#### i) 潮量

仁川 外港에 있어서의 1 潮汐週期동안에 흐르

는 潮水量 即 潮量 (Tidal Prism) 은 平均大潮期에 漲潮量이 約  $590 \times 10^6 \text{ m}^3$ , 落潮量이 約  $470 \times 10^6 \text{ m}^3$  이며 平均小潮期에는 漲潮量이 約  $260 \times 10^6 \text{ m}^3$  落潮量이 約  $200 \times 10^6 \text{ m}^3$  이다.

#### ii) 潮差에 따르는 潮量의 變化

大潮期와 小潮期의 潮量은 漲落潮 共히 約 1:0.44의 比를 나타내는데 이것은 潮差, 潮流의 경우와 거의 같은 値이다.

#### iii) 漲落潮量의 差

大, 小潮期 共히 漲潮量이 落潮量보다 많다. 大潮期의 差는 約  $120 \times 10^6 \text{ m}^3$  이고 小潮期의 差는 約  $60 \times 10^6 \text{ m}^3$  으로서 各各의 漲潮量의 約 20% 및 約 23%에 該當된다.

이 現象은 仁川港 北部인 永宗島—江華島間의 水路를 거쳐 漲潮流가 흘러나가며 또 落潮流의 경우 鹽河로부터 流出되는 潮量의 一部가 上記 水路를 통해 直接 外海로 흘러나가기 때문인 것으로 思料된다.

#### iv) 潮量과 通水 斷面積

仁川 外港 以北의 鹽河 河口의 水路에 있어서의 潮量과 通水 斷面積과의 關係는 다음의 關係가 成立된다.

$$\text{流水斷面積}(A) = 1.14 \times 10^{-4} P^{0.966} (\text{潮量})$$

한편 平均大潮期의 全斷面을 통한 1 潮汐週期 동안의 平均潮流速이 約 0.7 m/sec 를 나타내고 있으므로 仁川 外港의 現 通水 斷面積은 潮流 Flushing 作用에 依한 平衡斷面을 維持하고 있는 것으로 思料된다.

### 結 論

1) 仁川港의 潮汐은 半日週 潮型으로서 大潮差는 798 cm 平均高潮間隔은 4時 28分 그리고 潮令은 2日이다.

2) 仁川港의 平均海面은 8월에 最高 1월에 最低이며 그 較差는 約 40 cm 이다.

3) 仁川 外港의 潮流는 潮汐과 마찬가지로 半日週 潮型이며 거의 往復性 潮流型이다. 漲落潮流는 各各 大潮期에 90~175 cm/sec 및 120~225 cm/sec 의 流速을 갖고 北, 南流하며 各各 低潮後 0.2時 및 高潮後 0.7時에 轉流한다.

恒流는 仁川 外港의 主流의 西側에서는 南으로 約 10~20 cm/sec 로 東側에서는 北으로 約 15~

20 cm/sec 로 흐른다.

4) 仁川外港의 漲潮量은 大潮期의  $590 \times 10^6 \text{ m}^3$  로부터 小潮期의  $260 \times 10^6 \text{ m}^3$  로 그리고 落潮量은 大潮期의  $470 \times 10^6 \text{ m}^3$  로부터 小潮期의  $200 \times 10^6 \text{ m}^3$  로 半月週變化한다.

鹽河河口에 이르는 水路에 있어서의 通水 斷面積은 潮量에 依해 支配되는 데 다음의 關係式이 成立한다.

$$A = 1.14 \times 10^{-4} P^{0.966}$$

文 獻

李錫祐. 1959. 仁川外港 水深測量 및 潮流 觀測 報告

書. 建設部, 1-85.  
 李錫祐. 1971. 仁川資料 調查 報告書. 建設部, 1-87.  
 李錫祐. 1970. 仁川外港 安定性에 對한 調查研究. 第 1 段階—潮流 調查. MOST-USAID Res. Project-TF-69-10, 1-69.  
 水路局. 1962~1971. 潮汐 觀測 成果. 水路年報, 1962 ~1971.  
 李錫祐. 1967. 韓國 沿岸의 月 平均海面의 變化에 對하여. 韓國海洋學會誌, 2 (1-2), 24-33.  
 關重雄. 1950. 仁川港의 潮汐에 對하여. 日本海洋學會誌, 6(2), 16-22.