

仁川港附近 水路의 潮流

奉 鍾 憲

海洋開發研究所

TIDAL CURRENTS IN THE CHANNEL NEAR INCHEON HARBOUR

Jong Hon Bong

Ocean Research and Development Institute, Korea Institute of Science and Technology

ABSTRACT

Simultaneous tidal current observation at five or seven stations on the channel near Incheon Harbour was conducted at neap, mean and spring tides during the period of August 16 to August 27, 1976 and the characteristic of tidal currents with each tide was studied by the analysis of these data.

Times of slack refer to the times of high and low waters at neap, mean and spring tides seem to be small. Times of maximum current refer to the times of high and low waters at the mean tide tends to appear earlier than that of the neap tide and later than that of the spring tide.

The velocity ratio of maximum ebb current to maximum flood current at the mean tide has larger value than that of neap tide and has smaller value than that of spring tide.

The current velocity ratio of spring tide to neap tide and to mean tide are approximately 1.8 and 1.3, respectively.

序 論

仁川港 附近海域은 우리나라 沿岸에서 가장 潮差가 큰 淺海域으로서 沿岸 및 섬周圍로 干潟地가 매우 잘 發達되어 있다. 따라서 同 海域은 오래前부터 큰 潮差를 利用한 潮力發電 候補地로 認定되어 왔고 앞으로의 開發展望이 밝을 뿐 아니라 廣大한 干潟地를 開發하기 爲한 干拓事業 候補地로 脚光을 받고 있다. 이와 같은 開發計劃의 對象으로 認定되는 海域에 있어서의 潮流에 對한 正確한 調查研究는 重要한 일이라 생각된다.

仁川港 附近海域의 潮流에 關해서는 李(1963), 姜(1972) 및 李(1972) 등의 調查報告가 있는데 이들 調查觀測 및 國內에서 實施되어 온 一般의인 潮流觀測은 거의 大部分이 同時觀測에 依한 것이 아닐 뿐더러 各 潮期別 即, 大潮, 中潮 小潮

期別로 實施된 것이 아니므로 各 潮期別로 또한 各 地域別로 同時에 나타나는 潮流의 特性을 比較하는 데에는 問題點이 있었다 하겠다.

우리나라 南海岸이나 特히 西海岸과 같이 潮汐이 큰 海域에서는 各 潮期別로 潮流의 特性이 매우 다르기 때문에 이를 比較把握하기 爲한 여러 地點에서의 潮期別 同時 潮流觀測은 매우 어렵지만 意味있는 일이라 생각된다. 本調査에 있어서는 特히 이러한 點을 最大限으로 考慮하여 實施되었다.

觀測方法 및 資料分析

1976年 8月16日부터 8月21日까지 사이에 大舞衣島 附近海域으로부터 仁川港을 거쳐 北側으로 江華島 東南端의 鹽河까지의 水路상의 5~7個地點에서 小潮, 中潮, 大潮期를 擇하여 各 3회에 걸쳐 同時 潮流觀測을 實施하였다.

Table 1. Times of slack and maximum currents with tides. L and H mean low water time and high water time at Incheon Harbor, respectively.

St.	Date	Tide	Time				Max. Flood Current		Max. Ebb Current		Corrected Maximum Velocity	
			Slack before flood	Max. flood current	Slack before ebb	Max. ebb current	Direction	Velocity	Direction	Velocity	Flood current	Ebb current
			h	h	h	h	o	cm/sec	o	cm/sec	cm/sec	cm/sec
C ₁	Aug. 20-21 1976	Neap	L+0.22	L+3.67	H+0.24	H+3.11	61	49	253	54	47	49
C ₂			L+0.67	L+3.51	H+0.28	H+3.40	56	42	222	47	39	45
C ₃			L+0.30	L+3.57	H-0.27	H+3.90	7	50	194	7	53	69
C ₄			L+0.55	L+4.36	H+0.68	H+4.28	18	61	184	44	63	47
C ₅			L+1.75	L+3.60	H+1.21	H+4.23	326	76	141	77	67	68
C ₁	Aug. 16-17 1976	Mid	L+0.28	L+3.38	H+0.30	H+3.50	55	96	250	112	96	112
C ₂			L+0.52	L+3.67	H+0.50	H+3.90	54	76	227	92	76	92
C ₃			L+0.26	L+2.97	H+0.33	H+3.50	8	81	199	107	80	106
C ₄			L+0.50	L+3.84	H+0.52	H+3.37	18	108	179	118	107	116
C ₅			L+1.55	L+3.51	H+1.25	H+3.46	329	90	144	106	98	114
C ₃	Aug. 26-27 1976	Spring	L+0.37	L+2.16	H+0.04	H+3.01	353	112	187	148	103	139
C _A			L-0.30	L+4.06	H+0.67	H+1.99	1	135	180	105	131	100
C ₄			L+0.38	L+3.00	H+0.73	H+3.04	21	126	180	135	117	126
C _B			L+0.43	L+4.00	H+0.82	H+3.75	353	116	175	101	109	93
C ₅			L+1.06	L+3.41	H+1.56	H+3.65	308	120	156	170	97	147
C _C			L+0.08	L+2.41	H+0.23	H+2.50	54	86	223	153	67	133
C _D							26	136	218	171		

觀測層은 水深의 6/10을 代表層으로 擇하여 碇泊船上에서 每 10~20分間隔으로 25時間 連續觀測을 하였다. 測器는 CM₂ Current Meter (Toho Dentan Co., Japan) 및 Braystoke Directional Reading Current Flow Meter (Valeport Developments Ltd. England)가 利用되었다.

이와 같은 方法으로 觀測된 모든 資料들을 分析하여 各 測點에서의 小潮, 中潮, 大潮期別 漲, 落潮流의 轉流時와 最強流時 및 最強流速과 流向을 求하였는데 Table 1과 같으며 또한 이 資料들을 短期 潮流 調和分析法에 依據 電算處理하여 調和常數를 求하였는데 Table 2와 같다. Table 1에서 基準으로 擇한 干·滿潮時刻은 仁川檢潮所의 潮汐資料를 利用한 것이다.

結果 및 考察

轉流時 및 最強流時

Table 1에서 보여주는 바와 같이 調查地域에 있어서 小潮期の 漲潮流는 大體로 仁川港의 干

潮後 15~40分에, 落潮流는 仁川港의 滿潮前 15分~滿潮後 40分에 시작되는데 細於島附近(測點 C₅)에서는 漲潮流가 干潮後 1時45分, 落潮流는 滿潮後 1時15分頃에 시작된다. 漲潮流의 最強流時는 干潮後 3時30分~4時20分 사이에 나타나고 落潮流의 最強流時는 滿潮後 3時5分~4時15分 사이에 나타난다.

中潮期에 있어서의 漲潮前 轉流時 即, 漲潮流가 시작되는 時間은 干潮後 15~30分에 나타나고 落潮前 轉流時 即, 落潮流가 시작되는 時間은 滿潮後 20~30分에 나타난다. 그러나 細於島附近(測點 C₅)에서는 漲潮流는 干潮後 1時35分에, 落潮流는 滿潮後 1時15分에 시작된다. 最強 漲潮流時는 干潮後 3時~3時50分에 最強落潮流는 滿潮後 3時20分~3時55分에 나타난다.

大潮期の 漲潮前 轉流時는 干潮後 5~25分에, 落潮前 轉流時는 滿潮時 내지 滿潮後 50分에 나타나는데 細於島附近에서의 漲潮前 轉流時는 干潮後 1時5分에 나타나고 落潮前 轉流時는 滿潮後 1時35分에 나타난다.

Table 2. THE HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENTS
 V (cm/sec): Observed Velocity
 K (h): Lunitidal Interval
 Direction: True Bearing

M₁: Diurnal Tidal Current
 M₂: Semi-Diurnal Tidal Current
 M₄: 1/4 Diurnal Tidal Current

Sta. No.	Tide	Date	Position Lat. Long.	Moon's Age Moon's Dec.	Obs. Layer	Axis	M ₁			M ₂			M ₄			Non-Tidal Current		
							Dir. (°)	V ₁ (cm/sec)	K ₁ (h)	Dir. (°)	V ₂ (cm/sec)	K (h)	Dir. (°)	V ₄ (cm/sec)	K ₄ (h)	Dir. (°)	V ₄ (cm/sec)	M ₁ M ₂ M ₄
C ₁	Neap	Aug. 20-	37°19'53N 126°28'20E	24.1-25.1d	6/10 of depth	Major Axis	53	12.2	12.7	68	45.6	0.4	320	6.5	0.6	6.8	0.27	0.14
		Aug. 21 1976		N19°34'- N19°8'			323	4.8	18.7	338	6.3	9.4	50	0.7	2.1			
C ₂	Neap	Aug. 20-	37°22'26N 126°32'49E	24.1-25.1d	"	"	47	10.7	11.8	45	43.2	0.7	22	1.7	5.2	4.5	0.25	0.04
		Aug. 21 1976		N19°34'- N19°8'			317	1.8	5.8	315	5.5	9.7	292	0.5	3.7			
C ₃	"	"	37°26'18N 126°34'48E	24.1-25.1d	"	"	26	15.8	16.4	12	48.5	0.3	328	4.1	49	9.3	0.33	0.08
				"			N19°34'- N19°8'	296	0.4	16.4	282	1.3	9.3	58	0.7			
C ₄	"	"	37°29'18N 126°35'48E	24.1-25.1d	"	"	25	14.0	13.5	23	44.3	0.9	12	7.1	1.2	5.2	0.32	0.16
				"			N19°34'- N19°8'	295	0.4	7.5	293	2.8	3.9	282	0.7			
C ₅	"	"	37°35'6N 126°33'48E	24.1-25.1d	"	"	326	11.6	14.6	327	64.2	1.3	303	5.2	0.4	1.7	0.18	0.08
				"			N19°34'- N19°8'	56	1.3	20.6	57	4.2	10.3	33	0.3			
C ₁	"	"	37°19'54N 126°28'20E	20.1-21.1d	"	"	27.3	12.8	1.0	62	93.8	8.7	267	7.0	3.4	14.6	0.13	0.07
				"			N12°46'- N15°32'	3	3.1	6.0	332	4.3	5.7	7	1.2			
C ₂	"	"	37°22'26N 126°32'49E	20.1-21.1d	"	"	341	17.1	13.6	44	75.2	9.0	2	12.7	1.1	5.2	0.23	0.17
				"			N12°46'- N15°32'	71	1.5	7.6	314	0.4	6.0	272	3.0			
C ₃	"	"	37°26'18N 126°34'48N	20.11-21.1d	"	"	24	12.4	14.5	12	84.2	8.7	18	15.1	0.5	5.6	0.15	0.18
				"			N12°46'- N15°32'	294	8.4	8.5	282	2.2	5.7	288	0.6			

Sta. No.	Tide	Date	Position Lat. Long.	Moon's Age Moon's Dec.	Obs. Layer	Axis	M ₁		M ₂		M ₄		Non-Tidal Current		M ₁ /M ₂	M ₄ /M ₂			
							Dir. (°)	V ₁ (cm/sec)	Dir. (°)	V ₂ (cm/sec)	K (h)	Dir. (°)	V ₄ (cm/sec)	K ₄ (h)			Dir. (°)	V ₀ (cm/sec)	
C ₁	Mid	Aug. 16- Aug. 17 1976	37°29'18N 126°35'48E	20.1-21.1d N12°46' N15°32'	6/10 of depth	Major Axis Minor Axis Major	78	13.9	14.5	20	95.7	9.0	337	6.3	5.5	9.9	0.15	0.07	
C ₅	"	"	37°35'6N 126°33'48	20.1-21.1d N12°46' N15°32'	"	"	338	7.7	16.6	323	86.2	9.6	299	5.6	0.4	177	5.9	0.09	0.06
C _A	Spring	"	37°27'48N 126°35'16E	0.7-1.7d N3°18'- S1°33'	"	"	349	32.2	10.9	0	99.2	6.4	63	13.2	0	350	33.4	0.32	0.13
C _B	"	"	37°31'24N 126°35'48E	0.7-1.7d N3°18'- S1°33'	"	"	31	22.6	13.6	31	131.4	7.2	29	41.0	2.0	299	345	0.17	0.31
C _C	"	"	37°33'24N 126°30'12E	0.7-1.7d N3°18'- S1°33'	"	"	288	12.0	2.5	46	96.9	5.6	350	19.9	2.5	350	11.5	0.12	0.20
C _D	"	"	37°43'30N 126°31'19E	0.7-1.7d N3°18' S1°33'	"	"	18	4.5	20.5	316	3.7	8.6	80	7.8	1.0	219	11.5	0.12	0.20
C _D	"	"	37°43'30N 126°31'19E	0.7-1.7d N3°18' S1°33'	"	"	337	6.2	12.0	353	99.1	6.1	350	3.6	1.4	350	12.9	0.06	0.04
C ₃	"	"	37°26'18N 126°34'48E	0.7-1.7d N3°18' S1°33'	"	"	340	20.3	16.8	11	96.3	5.9	5	19.4	2.7	275	25.4	0.21	0.20
C ₄	"	"	37°29'18N 126°35'45E	0.7-1.7d N3°18'- S1°33'	"	"	276	16.6	12.8	13	118.3	6.0	76	21.3	1.0	346	24.2	0.14	0.18
C ₅	"	"	37°35'6N 126°33'48E	0.7-1.7d N3°18'- S1°33'	"	"	71	18.1	6.3	323	12.1	6.9	314	29.1	4.3	173	27.8	0.15	0.24

이들을 綜合해 볼 때 漲潮前 轉流時는 仁川港의 干潮後 15~40분에 나타나며 落潮前 轉流時는 仁川港의 滿潮時 내지 滿潮後 50분에 나타나는데 細於島附近에서의 漲潮前 轉流時 및 落潮前 轉流時는 干潮後 또는 滿潮後 各各 1時5分~1時45분에 나타난다. 이와같이 細於島附近에서는 그 地域의 潮時差를 감안하더라도 調查地域內에서 漲潮前 轉流時뿐 아니라 落潮前 轉流時도 상당히 늦게 나타나는 特異한 現象을 보이고 있는데 이것은 주로 附近地形의 複雜性 때문인 것으로 생각된다. 全般的으로 轉流時는 潮期에 關係없이 小潮, 中潮, 大潮期에 따른 뚜렷한 差異가 없는 것으로 보인다.

全體的으로 볼 때 漲潮流 最強流時는 干潮後 2時25分~4時20분에 나타나는데 仁川港 附近의 測點 C_A, C₄, C_B에서 比較的 늦다. 落潮流 最強流時는 滿潮後 2時30分~4時15분에 나타나는데 좁은 水路에 位置한 測點 C_c에서 最強漲, 落潮流가 特히 이르게 나타난다. 大體로 最強漲, 落潮流時는 小潮보다는 中潮, 中潮보다는 大潮期로 갈수록 多少 이르게 나타나는 傾向을 보인다.

最強流速 및 流向

Fig. 1은 小潮, 中潮, 大潮期의 最強漲潮流 및 落潮流의 流速 및 流向을 圖示한 것으로 括弧內의 數字는 平均小潮期, 平均中潮期 및 平均大潮

期의 最強流速으로 換算해 준 값이다.

小潮期의 漲潮流 最強流速은 42~76cm/sec의 分布를 보이며, 落潮流의 最強流速은 44~77cm/sec의 分布를 보인다. 中潮期의 漲潮流 最強流速은 76~108cm/sec, 落潮流는 92~118cm/sec의 分布이며, 大潮期의 漲潮流最強流速은 112~135cm/sec, 落潮流는 101~170cm/sec의 分布를 나타내는데 主流向은 潮期에 關係없이 各 測點에서의 水路에 거의 平行한 方向을 取하고 있다

漲潮流에 對한 落潮流의 流速比(落潮流速/漲潮流速)는 小潮期에 1.0~1.34, 中潮期에 1.09~1.32, 大潮期에 1.07~1.42(1.78)인데 特히 東檢島南側의 測點 C_c에서는 1.78이나 된다. 이와같이 大體的으로는 落潮流가 優勢한 傾向을 보이고 있으나 地域과 時期에 따라 漲潮流가 優勢한 境遇도 있다.

大潮期의 流速은 小潮期의 流速에 比하여 1.6~3.0倍로서 平均 1.8倍 가량되며 中潮期의 流速에 比해서는 1.2~1.6倍 程度로 平均 1.3倍 가량 된다. 全體的으로 漲潮流에 對한 落潮流의 流速比는 小潮보다는 中潮, 中潮보다는 大潮期로 갈수록 多少 增加하는 傾向을 나타낸다.

分潮流別 特性

Table 2에서 보는 바와 같이 小潮期에 있어서 半日週潮流에 對한 日週潮流의 流速比(M₁/M₂)

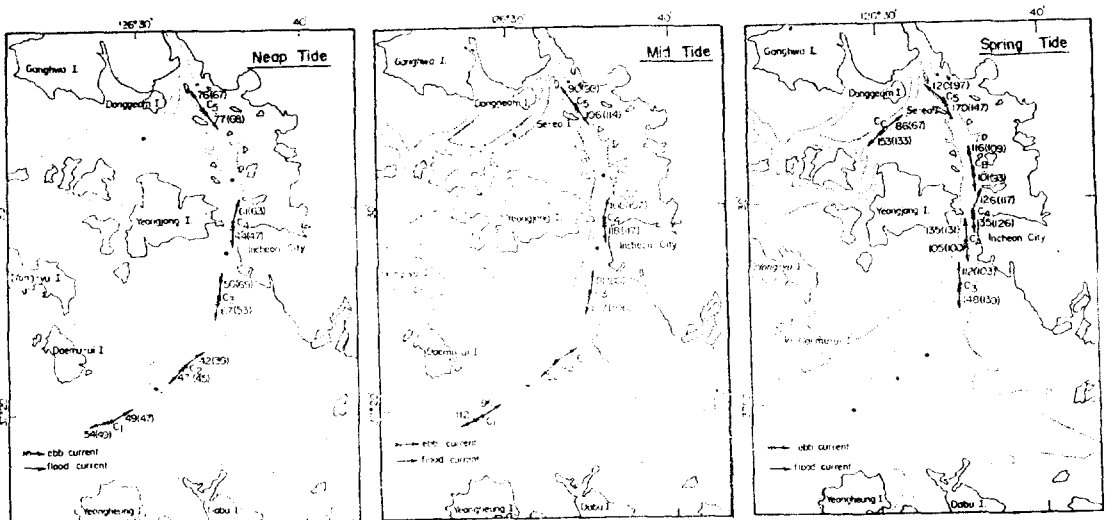


Fig. 1. Maximum currents in the channel near Incheon Harbour at the neap, mid and spring tide(unit: cm/sec) Numbers within parenthesis show the maximum current velocities converted to the value of mean neap tide, mean tide and mean spring tide

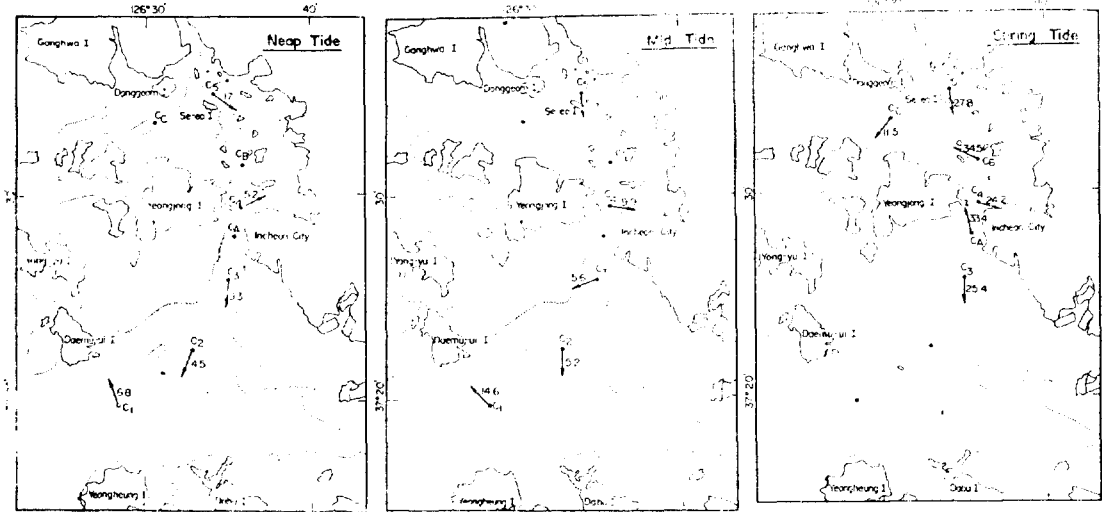


Fig. 2. Non-tidal currents in the channel near Incheon Harbour at the neap, mean and spring tide(unit:cm/sec)

은 0.18~0.33의 分布이고 中潮期에는 0.09~0.23, 大潮期에는 0.06~0.32의 分布를 나타낸다. 半日週潮流에 對한 1/4日週潮流의 流速比(M_4/M_2)는 全體의으로 0.04~0.31의 分布를 보임으로서 M_2 分 潮流가 매우 優勢함을 잘 알 수 있다

M_2 分潮流의 長短軸의 流速比는 0.0~0.15의 分布인데 이것은 調查地域의 潮流가 長軸方向으로 越等히 優勢한 往復性潮流임을 意味한다.

Fig. 2는 各 潮期別 恒流의 流速 및 流向을 나타낸 그림으로서 小潮期에 있어서의 恒流는 1.7~9.3cm/sec의 分布이고 中潮期에는 5.2~14.6 cm/sec, 大潮期에는 24.2~34.5cm/sec의 分布를 보임으로서 大潮期의 恒流의 流速이 小潮期에 比해서 매우 強하게 나타난다. 方向을 測點 C_2, C_3, C_5, C_6 에서는 落潮流의 方向이며 測點 C_1, C_4, C_B 에서는 漲潮流의 方向이다. 또한 測點 C_4 에서는 東向流를 보인다. 이와같이 恒流의 流速이 潮期別로 다르고 流向도 地域에 따라 一定치 않은데 이는 주로 複雜한 地形의 影響 때문인 것으로 생각된다.

結論 및 要約

1. 仁川港 附近水路에서의 漲潮前 轉流時는 仁川港의 干潮後 15~40분에, 落潮前 轉流時는 仁川港의 滿潮後 0分~50분에 나타나는데 小, 中, 大潮期에 따른 뚜렷한 差異는 없는 것으로 보인다.

2. 漲潮流 最強流時는 干潮後 2時25分~4時20분에 나타나며 落潮流 最強流時는 滿潮後 2時30分~4時15분에 나타난다. 大體로 最強流時는 小潮보다는 中潮, 中潮보다는 大潮期로 갈수록 多少 이르게 나타나는 傾向을 보인다.

3. 最強漲潮流에 對한 最強落潮流의 流速比는 1.01~1.78로서 落潮流가 漲潮流에 比하여 全般的으로 優勢한데 小潮期나 中潮期보다는 大潮期로 갈수록 多少 커지는 傾向을 보인다. 大潮期의 流速은 小潮期 流速에 比해서 平均 1.8倍, 中潮期에 比해서는 平均 1.3倍 程度 된다.

4. M_1/M_2 (流速比)는 0.06~0.33, M_4/M_2 는 0.04~0.31의 分布로서 M_2 分潮流가 優勢하며 M_2 分潮流의 長短軸의 比는 0.00~0.15로서 長軸方向으로 特히 優勢한 往復性 潮流를 나타낸다.

5. 恒流의 流速은 小潮期에 1.7~9.3cm/sec 大潮期에 24.2~34.5cm/sec의 分布를 보이는데 流向은 地域에 따라 다르다.

參 考 文 獻

강영철. 1972. 牙山灣 및 仁川港附近의 潮流, 水路年報, 1972 : 7~15
 李錫祐. 1972. 仁川港의 潮汐, 潮流 및 潮量에 對하여 韓國海洋學會誌, 7 : 86~97
 李泰鉉. 1963 仁川港附近 및 外海의 潮流. 水路年報, 1963 : 90~94.
 港灣廳, 大韓浸濼公社, 1976. 西海岸干潟地開發調查報告書, 水理特性調查