

# 仁川外港 安定性 調查研究

<第1段階; 潮流調查>

李 錫 祐\*

## 1. 序 論

仁川港은 西海岸中部에 位置한 京仁工業地區의 唯一한 自然港이다. 最近 政府에서는 海上輸送量의 激增에 對處하기 爲하여 1966年以來 6個 計劃으로 約90億원의 豫算으로 仁川內港 乾船渠 建設工事が 推進되고 있다. 그리고 外港은 大型船舶의 錨地 및 航路로서 利用되고 있다. 한 仁川北部地方에는 새로운 港灣建設과 工業團 造成 計劃이 推進되고 있다. 또한 臨海干拓工 程도 急速으로 進行되고 있으며 그 範圍는 鹽河 流水路의 兩側의 全干潟地에 對하여 計劃하고 是 實情이다.

一般的으로 土砂海岸의 感潮河川 및 閉塞海灣 有어서는 干拓地의 擴張이 潮量의 減少를 가 和 平衡水路의 斷面維持를 沮害할 憂慮가 있 을 豫期할수 있다. 萬一 仁川外港地方의 大大 인 干拓工事로 因하여 仁川外港 錨地 및 航路 堆積現象이 일어나 莫大한 浚渫費가 必要하 된다면 現在 進行中인 內港 船渠의 價値가 減 될 것이며 나아가 大韓民國의 經濟發展에 莫 한 支障을 招來할 것이다. 感潮河川의 水路의 安定性에 對한 研究는 다음의 研究에 基礎하여

論及할수 있을 것이다.

M.P O'Brien 은 潮汐河口나 土砂沿岸의 灣의 入口斷面積과 潮量의 容積사이에는 一定한 關係가 있음을 究明하였다. 土砂海岸에 있는 潮汐小灣의 入口水路에서는 平均海面下의 最小通水斷面積(A)은 底層의 크기나 防波堤의 有無 및 沿岸漂砂의 量에 關係없이 潮量(P)만의 函數가 된다. 이 關係는 다음과 같이 表示된다.

$$A = 4.69 \times 10^4 P^{0.85} \dots (1) \quad A: ft^2, P: ft^3.$$

이 關係는 潮汐小灣의 潮量이 減少되면 그 水路의 最小斷面에서 通水斷面積을 減少시킴을 暗示해 준다. 다시 말해서 潮汐小灣에서는 水路를 維持하 려는 潮流의 洗掘作用과 水路를 막으려는 沿岸 砂의 輸送사이에는 平衡이 維持된다.

結論的으로 入口水路의 크기는 潮汐小灣의 潮 量의 容積과 關聯된다. 따라서 仁川外港의 錨地 의 安定性和 入口水路의 水深을 維持할 수 있도 록 干拓工事を 許容할 範圍를 決定하기 爲해서 는 이에 對한 研究가 先行되어야 한다. 本研究 의 第1段階에서는 海底地形, 潮汐, 潮流等 自然環境에 對한 現地調查로서 主로 地形과 潮量 의 關係를 究明하고 第2段階에서는 漂砂量算出 과 效果的인 干拓範圍를 決定하고 第3段階에서 는 이를 確認하기 爲한 水理模型實驗을 實施하 게 된다.

\* 技術士(應用理學)  
海洋測量社 代表理事

本稿는 仁川外港의 安定性調査의 第1段階 <潮流調査> 報告를 要約한 것이다.

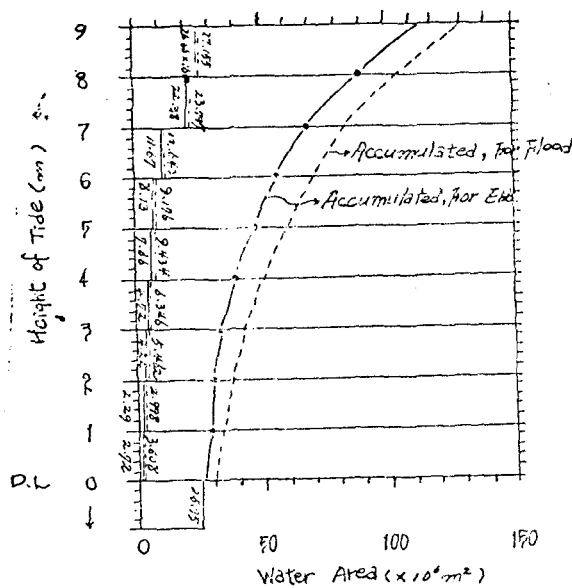
## 2. 海底地形

本調査區域은 仁川港北部의 鹽河河口에 位置하여 江華島, 永宗島, 仁川市 및 金浦郡에 둘러 쌓인 半徑 約 12km의 潮汐河口의 小灣이다. 앞으로 金浦灣이라 呼稱하기로 한다. 本灣은 仁川外港으로부터 鹽河까지의 水路(約30km<sup>2</sup>)와 그 水路兩側의 干潟地(約 100km<sup>2</sup>)로 이루어진다.

潮汐波는 黃海로부터 仁川外港에서 水深 13m 幅 2km인 水路와 幅 6km인 江華島와 永宗島사이의 干潟地를 通해 傳播되어 온 後 水深 5m 幅 1.2km인 鹽河를 通해 漢江으로 빠져간다.

本調査區域의 地形 및 水深圖는 既刊陸圖와 海圖를 基礎로 現地測量을 거쳐 1:25,000의 縮尺으로 調製하였다. 本圖에는 干潟地의 高程을 每 1m間隔의 等高線으로 그리고, 水深은 0, 2, 5, 10, 15 및 20m의 等深線으로 編修하였다.

金浦灣의 地形 및 水深度로부터 干潟地의 每 1m높이 또는 潮位 1m增加에 따르는 干潟地의 面積分布를 얻은結果는 第1圖와 같다



第1圖 金浦灣의 各潮位別 水域面積

## 3. 潮流觀測

鹽河河口水路를 通過하는 全海水容積輸送量을 決定하기 爲하여 仁川外港 月尾島西方, 細於島 앞, 鹽河入口 等 3個斷面上 9個地點에서 平均大潮期 및 小滿期에 13時~25時 連續潮流觀測을 實施하였다. 本觀測期間中 潮汐値는 仁川基準潮位觀測所의 資料를 利用하였다.

本觀測에는 Ekman 流速計와 Price 流速計를 使用하였다. 本觀測은 各測點마다 表層(2/10의 水深) 中層(5/10의 水深) 및 下層(8/10의 水深)의 3個層에 對하여 漲落潮流別 每 30分間隔으로 流速을 測定하였다.

各斷面의 中央點에서의 25時 觀測値를 다음과 依해 調和分析한 結果는 第1表와 같다.

$$V_t = V_0 + V_1 \cos(15^\circ t - k_1) + V_2 \cos(30^\circ t - k_2) + V_4 \cos(60^\circ t - k_4) \dots \dots \dots (2)$$

仁川外港의 潮流는 潮汐과 마찬가지로 半日週潮流型으로서 1日에 거의 같은 두 漲潮流와 두 落潮流가 일어난다. 그리고 潮流方向은 往復性으로서 漲潮流와 落潮流는 거의 反對方向이며 水深線과 거의 같은 方向으로 흐른다. 半日週潮流와 日週潮流의 比  $\frac{V_1}{V_2}$ 은 水路中央에서 約 0.1이다. 潮流의 淺海分潮는 月尾島近方에서 半日週潮流의 0.2倍인데 水路中央에서는 約 0.07倍에 不遇하다.

仁川外港의 漲潮流는 大略적으로 干潮後 0.2時에 始作되어 滿潮後 0.7時까지 約 6時間 30分 동안 흐르고 最強流速은 干潮後 4.1時, 即 轉流後 3.7時에 일어나며 平均大潮期 最強流速은 約 1.75 m/sec까지 達한다.<sup>4)</sup>

漲潮流의 轉流는 水路 東側에서 干潮前 0.5時에 일어나 四方으로 波及되고 水路 四方에서 干潮後 0.8時頃에 일어난다.

仁川外港의 落潮流는 滿潮後 0.7時에 始作되어 干潮後 0.4時까지 흐르며 最強流速은 滿潮後 3.3時, 即 轉流後 2.6時에 일어나며 平均大潮期의 最強流速은 約 2.25 m/sec에 達한다.

落潮流의 轉流는 水路 東側에서 滿潮後 0.5時에 일어나 西方으로 波及되며 水路 西側에서 滿潮後 0.8時頃에 일어나며 그 時間差는 別로 없다.

表1 .

조석 및 조류의 조화상수

단면 측정	조석 일 자	달 남중시	월 령	달 의 위	조석 종	M <sub>1</sub>			M <sub>2</sub>			M <sub>3</sub>			평균	M <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> M <sub>2</sub>
						L.	V <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>	V <sub>0</sub>				
A 2	대조 Dec 9~10	11432 <sup>m</sup> Dec.9	d. d. 29.2~0.7	S27°19' S28°20'	T.	cm 76	° 60	cm 374	° 154	cm 7	° 146	cm 459	0.23	0.02			
					S.	28	50	159	75	13	271	2	0.18	0.08			
					M.	17	37	139	78	18	283	3	0.12	0.13			
					B.	23	38	127	79	12	309	2	0.18	0.09			
					T.	27	23	237	143	14	49	431	0.11	0.06			
	소조 Dec 17~18	18458 <sup>m</sup> Dec.17	d. d. 7.7~8.7	N5°07' N11°09'	S.	5	339	99	77	10	311	-18	0.05	0.10			
					M.	8	322	92	75	9	318	-2	0.08	0.10			
					B.	9	295	86	75	10	347	-4	0.10	0.17			
					T.	108	107	382	135	14	77	456	0.28	0.04			
					S.	18	42	143	83	6	22	7	0.3	0.04			
B 2	대조 Dec 11~12	13444 <sup>m</sup> Dec.11	d. d. 1.7~2.7	S27°16' S24°15'	M.	10	43	137	80	10	13	6	0.07	0.07			
					B.	4	10	125	83	7	39	2	0.03	0.06			
					T.	51	315	245	163	8	141	447	0.20	0.03			
					S.	13	228	119	112	1	290	0	0.11	0.01			
					M.	9	203	114	109	2	110	7	0.08	0.02			
	소조 Dec. 19~20	20430 <sup>m</sup> Dec.19	d. d. 9.7~10.7	N16°35' N21°13'	B.	11	281	113	112	4	42	7	0.10	0.04			
					T.	87	90	363	129	16	53	415	0.24	0.04			
					S.	17	12	143	83	13	236	-13	0.19	0.09			
					M.	16	21	127	78	11	233	-6	0.13	0.09			
					B.	22	18	115	80	8	219	-9	0.19	0.07			
C 2	대조 Dec 12~13	14447 <sup>m</sup> Dec.12	d. d. 2.7~3.7	S24°15' S19°40'	T.	68	307	269	169	5	110	455	0.25	0.02			
					S.	10	200	143	121	3	290	-12	0.07	0.02			
					M.	6	213	132	121	4	252	-6	0.05	0.03			
					B.	7	200	115	120	6	268	-3	0.06	0.05			
					T.	87	90	363	129	16	53	415	0.24	0.04			
	소조 Dec 20~21	21418 <sup>m</sup> Dec.11.7	d. d. 10.7~11.7	N21°13' N24°49'	S.	17	12	143	83	13	236	-13	0.19	0.09			
					M.	16	21	127	78	11	233	-6	0.13	0.09			
					B.	22	18	115	80	8	219	-9	0.19	0.07			
					T.	68	307	269	169	5	110	455	0.25	0.02			
					S.	10	200	143	121	3	290	-12	0.07	0.02			

F : 조석      M : 중층  
S : 표층      B : 저층

따라서 漲潮流의 持續時間은 一般的으로 落潮流보다 約 0.6 時間 길며 月尾島近處의 東側에서 그 時差가 約 1 時間이나된다. 이는 淺海分潮의 影響에 依한 것으로 證明할 수 있다.

仁川外港을 通過한 漲潮流는 鹽河入口로 向해 北上한 後 작은 골을따라 東또는 西側으로 흐르면서 干潟地를 채우게 된다.

主水路의 西쪽 分水嶺을 通해 永宗島와 江華島사이 干潟地로 흐르는 漲潮流는 滿潮前 一定 時間 동안만 흐른다.

一般的으로 水路上流域의 潮流는 그 곳의 干滿潮 後 0.5 時에 轉流한다.

第2表에 주어진 平均大潮期때의 最強漲落潮流는 거의 同一해서 約 1.4 m/sec 이다.

平均小潮期에는 仁川外港의 0.6m/sec에서 鹽河入口의 1.0m/sec로 變한다. 따라서 水路上流域에서의 最強漲落潮流는 月齡의 變化 또는 潮位變化에 別로 關係가 없다.

그리고 鹽河入口에서의 漲·落潮流의 轉流時와

漲·落潮流의 最強流時는 仁川外港보다 約0.5時 늦다. 仁川外港의 表·中·底層의 轉流時는 거의 同時에 일어나며 流速은 一般的으로 表層이 最大가 되고 中層 및 底層은 各各 表層流速의 10% 및 20%程度씩 減어진다.

表 2. 조석과 조류의 대비표

단면 측점	조석	관측층	조 류 간 격				계 수	항 류	최 강 유 속		개 정 유 속	
			창조전 계 류	창 조 최 강	낙조전 계 류	창 조 최 강			창 조	낙 조	창 조	낙 조
A	대 조	S	L <sub>h</sub> + 0.3	L <sub>h</sub> + 3.7	H <sub>h</sub> + 0.6	H <sub>h</sub> + 3.4	창조 0.94	cm/sec 5	cm/sec 182	cm/sec 156	cm/sec 171	cm/sec 162
		M	0.4	3.9	0.7	3.7		-2	152	141	143	147
		B	0.4	3.9	0.7	3.7	낙조 1.04	-4	142	136	133	141
	2	S	0.8	4.2	0.9	3.8	창조 0.71	-6	91	105	65	76
		M	0.7	4.0	0.9	3.8		-5	82	96	58	69
		B	0.7	3.7	0.8	4.0	낙조 0.72	-7	72	90	51	65
B	대 조	S	1.1	4.1	1.7	4.6	창조 0.87	-1	163	143	142	143
		M	0.8	4.0	1.5	4.4		-7	145	139	126	139
		B	1.0	4.1	1.4	4.4	낙조 1.00	-10	125	129	109	129
	2	S	1.3	4.5	1.3	4.6	창조 0.81	5	116	114	94	84
		M	1.1	4.5	1.2	4.4		5	112	111	91	82
		B	1.3	4.7	1.6	4.6	낙조 0.74	5	108	104	87	77
C	대 조	S	1.8	4.8	1.2	4.0	창조 0.92	-16	150	166	138	169
		M	1.5	4.6	1.1	4.1		-5	141	136	130	139
		B	1.8	4.8	1.2	4.1	낙조 1.02	-8	130	132	120	135
	2	S	1.7	4.6	1.6	4.4	창조 0.76	-5	125	158	95	104
		M	1.7	4.6	1.2	4.4		3	121	131	92	86
		B	1.6	4.6	1.2	4.4	낙조 0.66	4	112	118	85	78

#### 4. 潮量計算

潮汐海灣 또는 河口에서 漲·落潮期에 集積 또는 流出되는 潮量은 通水斷面積과 平均流速과의 積의 積分으로서 다음과 같이 表示된다.

$$\text{容積}(P) = \int_0^T avdt \dots\dots\dots(3)$$

여기서 a=瞬間通水斷面積

v=斷面a에 걸친 平均流速

av=容積量 輸送率

通水斷面積은 潮位에 따라 變化하며 斷面上的 平均流速은 潮差와 潮位, 그리고 通水斷面積의 函數이다.

潮量計算에는 各斷面上的 3點에서 憩流時間의 1潮汐週期동안의 每半時間마다의 3層의 測得流

速值를 使用하였다. 주어진 時刻의 平均流速은 等流速曲線을 記入한 流速斷面圖를 써서 面積法으로 計算하였다. 주어진 時刻의 瞬間斷面積은 各斷面的 潮位에 따르는 通水斷面積圖에서 얻었다. 積av 또는 容積輸送率의 每半時值를 두 憩流時사이의 1潮汐週期에 걸쳐 記入한 曲線에서 輸送量, 即 av의 積分은 그 曲線과 av=0의 軸으로 包圍된 面積을 測定하므로써 얻어진다.

潮量의 計算值, 即 總容積輸送量은 第3表와 같다. 이 值를 平均大潮期 및 平均小潮期로 換算한 值는 第4表와 같다.

仁川外港 月尾島附近水路에서 漲潮潮量은 平均大潮期の 570×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>로부터 平均小潮期の 260×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>로 變하며, 落潮潮量은 平均大潮期の 470×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>로부터 平均小潮期の 206×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>로 變한다.

表 3. 鹽河 하구의 조류의 수송량

단 면	일 자	조	석	항	조	조	량	나	조	조	량	차	만	조	간	조	조	위	차
A	1969 Dec.9	대	조		$\times 10^6 m^3$		606.600	$\times 10^6 m^3$		453.600	$\times 10^6 m^3$		153.000	m	8.74	0.24	m	1.08	F: 8.50 E: 7.66
	Dec.17	소	조				368.100			286.650			81.450	6.72 6.78		1.92			F: 4.86 E: 4.80
B	Dec.11	대	조				316.800			246.600			70.200	9.06		-0.08 1.09			F: 9.14 E: 7.97
	Dec.19	소	조				212.400			185.400			27.000	7.00 6.60		2.30			F: 4.30 E: 4.70
C	Dec.12	대	조				95.580			126.270			-30.690	8.44		-0.21 0.61			F: 8.65 E: 7.83
	Dec.21	소	조				92.880			91.980			0.900	7.42 6.78		2.20			F: 4.58 E: 5.23
D	1970 Jan.24	대	조				31.500			77.220			-35.720	8.10 7.40		0.70			F: 7.40 E: 6.70

表 4. 평균 대조기 및 소조기의 갯정조류 수송량 단위:  $\times 10^6 m^3$

단 면	대 조 기				소 조 기				평 균 조 기			
	창 조		낙 조		창 조		낙 조		창 조		낙 조	
	속	특	정	속	특	정	속	특	정	속	특	정
A	606.6	570.0	453.6	472.0	521.0	368.1	261.0	286.7	206.0	233.5	419.6	338.4
B	316.8	276.0	246.6	247.0	261.0	212.4	172.0	185.4	137.0	154.5	240.4	200.6
C	95.6	88.0	126.3	129.0	108.0	92.9	71.0	92.0	61.0	66.0	89.2	96.2
D	31.5	37.5	77.2	83.3	60.4							

다. 이 落潮量은 漲潮量의 約 85%에 該當된다. 漲·落潮量의 差는 平均大潮期에 約  $100 \times 10^6 m^3$  그리고 平均小潮期에 約  $55 \times 10^6 m^3$ 이다. 이 特性은 仁川外港에서의 淺海分潮 때문에 漲潮時間이 길다는 事實로도 說明될 수 있다.

鹽河入口에서의 潮量은 漲·落潮流 共히 平均大潮期에 約  $100 \times 10^6 m^3$ , 그리고 平均小潮期에 約  $70 \times 10^6 m^3$ 로서 漲·落潮量의 差는 單純히 定義할 수 없다. 따라서 漲潮量의 大部分은 仁川外港을 거쳐 金浦灣의 干潟地와 狹水路에 集積되고 나머지 15%~25%의 漲潮量이 鹽河를 거쳐 漢江으로 流入한다고 보여 진다.

한가지 特記할 事實은 江津島南方에 幅 800m 水深 3.8m의 分岐水路가 鹽河入口에서 金浦灣의 主水路와 合流한다는 것이다. 이 分岐水路의 東檢島附近 D-1點에서의 追加流速觀測에 依하면 平均大潮期에 落潮量이 約  $83.3 \times 10^6 m^3$ 로서

漲潮量 約  $37.5 \times 10^6 m^3$ 의 約 2배이다. 이것은 鹽河를 거쳐 漢江에서 流出된 落潮量의 相當部分이 分岐水路로 通過하지만 反對로 分岐水路를 通過한 漲潮量은 鹽河를 지나 漢江으로 流入하는 漲潮量의 一部에 不過하다는 것을 말 해준다.

한 潮汐週期동안의 閉塞灣의 集積된 潮量은 基本水準面上 各潮位別 面積分布에 依해 算出할 수도 있다. 金浦灣에서 每 1m 潮位間隔에 對한 集積潮量의 計算値는 第 5 表와 같으며 이를 數式으로 表示하면

$$\left. \begin{aligned} \text{漲潮;} & P=25h^{1.333} \\ \text{落潮;} & P=21h^{1.367} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

여기서 P; 潮位 h에 對한 潮量( $m^3$ )

h; 基本水準面上 潮位(m)

이 表에서 漲潮量이 落潮量보다 많은 것은 東檢島 앞의 分岐水路에 있어서의 큰 落潮量으로 說明되는데 이것은 Area VI는 漲潮量이 仁川外

表 5. 김포만의 각조위별 수용량

(a) 창 조 조 량			(b) 낙 조 조 량		
조고간격	용 량 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	유적용량 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	조고간격	용 량 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	누적용량 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
0m이하	29.312		0m이하	25.952	2
0m~1m	1.804	31.116	0m~1m	1.358	27.310
1~2	34.419	65.535	1~2	29.813	57.123
2~3	38.649	104.184	2~3	33.069	90.192
3~4	44.553	148.737	3~4	37.537	127.729
4~5	52.443	201.180	4~5	43.723	171.452
5~6	61.748	262.928	5~6	51.613	223.065
6~7	72.658	335.586	6~7	61.512	284.577
7~8	90.878	426.464	7~8	78.538	363.115
8~9	116.354	542.818	8~9	103.059	466.174

기사; 조위 간격 "0m이하"는 수면적의 1m두께의 용량을 표시함

港을 거쳐 主水路에서 流入되지만 落潮량은 東檢島옆의 分岐水路를 거쳐 外海로 流出되기 때문이다.

第3表에 依해 仁川外港 斷面에서의 潮量을 推算하면 測得値와 매우 恰似함을 알 수 있다. (第6表參照)

表 6. 단면 A에서의 조량추정 단위;10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

일 자	조 석	유속지의 유출수위		지형의 거 차		차	
		조량(1)	입량	조량(2)	(1)-(2)		
Dec.9	대조	창조	607	96	511	509	2
	낙조	창조	454	63	391	405	-14
Dec.17	대조	창조	368	93	275	257	18
	낙조	창조	287	46	241	210	31

※ C단면을 통과 유입하는 낙조량은 그의 반량이 지수로로 통과하므로 측득조량의 1/2로 간주하였다.

만일, (1) 通水斷面積이 一定하며 平均海面下의 最小面積 A와 같이 一定하고 (2) 漲·落潮流의 時間이 T/2와 같다면 平均流速은 時間에 對한 Sin 函數

$$V = V_{max} \sin \frac{2\pi t}{T} \dots \dots \dots (5)$$

이다. 이 關係를 式(3)에 代入하면 潮量은

$$P = \frac{A V_{max}}{\pi} T \dots \dots \dots (6)$$

이다. 式(6)에 第3表의 P值를 代入하여 A斷面의 最強流速을 計算하면 第7表와 같이 測得値와 近似함을 알 수 있다. 이 計算에서 時間은

漲潮에 對하여 50,400秒, 落潮에 對하여는 39,000秒를 各各 適用하였다. 따라서 式(6)은 干拓工事に 따르는 潮量減少로 因한 流速의 減少를 豫測하는데 利用될 수 있다.

表 7. 단면 A에서의 V<sub>max</sub> 단위 m/s

조 석	일 자	창 낙 조 별	(계산치)		
			(측득치)	개 정 치	(계산치)
대 조	Dec.9	창 조	1.224	1.149	1.259
		낙 조	1.061	1.105	1.182
소 조	Dec.17	창 조	0.742	0.532	0.770
		낙 조	0.858	0.620	0.777
평 균		창 조		0.841	0.864
		낙 조		0.863	0.891

만일, (1) 金浦灣의 基本水準面上 3m 以上の 干潟地가 干拓되었다면 (2) 鹽河가 閉塞되었을 때 (3) 金浦灣의 地形의 變化에 關係없이 潮差가 一定하다면, 潮量 및 平均流速은 第8表와 같이 減少할 것이다. (1)의 境遇 大潮期에 潮量이 現在의 70%~80%로 減少하며 小潮期에는 現在의 40%~60%로 減少할 것이다.

M. P. O'Brien 에 依하면 土砂海岸의 潮汐小灣의 入口에 있어서의 最小斷面積은 潮量의 函數로서 式(1) 또는 第2圖와 같음이 究明되었다. 本調査에서 얻은 A.B.C 斷面에서의 通水斷面積과 潮量과의 關係를 前記公式 및 第2圖에 代入한 結果, 이 兩者間的 關係는 M.P O'Brien 의 研究와 매우 잘 一致함을 알 수 있다. 이 鹽河下流域에서의 兩者間的 關係는 다음과 같이 表示된다.

$$A(m^2) = 1.14 \times 10^{-4} P^{0.966} (m^3) \dots \dots \dots (7)$$

이 關係式 또는 式으로부터 潮量減少에 따르는 斷面積變化를 豫測할 수 있다. 만일 金浦灣의 基本水準面上 3m 以上の 干潟地를 全部 干拓한다면 仁川外港에 있어서 116×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>의 潮量이 減少되어 그 通水斷面積이 現在値의 約 1/5인 5.9×10<sup>9</sup>m<sup>2</sup> 만큼 減少할 것이다.

漲·落潮流時 1/2 潮汐週期 동안의 平均流速은

$$V_{mean} = \frac{1}{T/4} \int_0^{T/4} V_{max} \sin \frac{2\pi}{T} t dt = 0.637 V_{max} \dots \dots \dots (8)$$

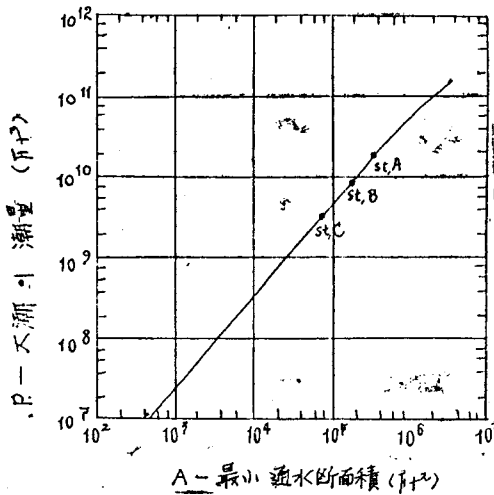
式(6)과 式(8)로 V<sub>max</sub> 및 V<sub>mean</sub>을 얻은 結

表 8.

김포만의 간척공사로 인한 조량의 감소

단위 :  $\times 10^6 m^3$ , m/s

조 석	창 낙 조 별	조 량			감 소 량 잔 량		$V_{max}$		$V_{mean}$	
		현 재	감 소 량 (1)	잔 량 (1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
대 조	창 조	570	116	454	88	366	0.937	0.755	0.597	0.481
	낙 조	472	100	372	129	243	0.992	0.648	0.632	0.413
소 조	창 조	261	87	174	71	103	0.359	0.213	0.229	0.136
	낙 조	206	74	135	61	71	0.360	0.189	0.129	0.420
평 균	창 조	420	97	323	89	234	0.697	0.482	0.444	0.307
	낙 조	338	88	250	96	154	0.666	0.410	0.424	0.261



第 2 圖 最少通水断面積과 조량 (M.P.O'Berie 1969)

果는 第 8 表와 같다.

P. Bruun<sup>1), 2)</sup> 亦是 1 潮汐週期間의 平均流速과 最大流出率을 가지고 潮汐灣口의 安定度를 研究하였다. 그의 研究에 依하면<sup>1)</sup> 半日週期型의 8 個의 土砂質의 潮汐灣口에서 1 潮汐週期間의 平均流速  $V_{mean}$ 은 大潮期에 大略 0.7m/sec이다. 한편 仁川外港에 있어서의 平均流速  $V_{mean}$ 도 漲潮時 0.73m/sec, 그리고 落潮時 0.7m/sec로서 前記值와 거의 같은 0.7m/sec를 갖는다. 이것은 仁川外港이 現在로는 潮汐 Flushing에 依한 平衡通水断面積을 維持하고 있음을 말해 준다. 따라서 同港의 流速의 減少는 錨地와 水路의 安定度를 阻害할 것임을 豫測케 한다.

### 5. 結 論

以上の 成果로부터 다음과 같은 結論을 얻

었다.

1) 仁川外港을 通過하는 漲潮의 潮量은 平均大潮期의  $570 \times 10^6 m^3$ 로부터 平均小潮期의  $260 \times 10^6 m^3$ 로 半月週期로 變化하며 落潮의 潮量은 平均大潮期의  $470 \times 10^6 m^3$ 로부터 平均小潮期의  $206 \times 10^6 m^3$ 로 變化한다. 落潮量은 漲潮量의 約 85%에 該當한다.

2) 鹽河入口에서의 潮量은 漲落潮流 共히 平均大潮期의 約  $100 \times 10^6 m^3$ 로부터 平均小潮期의 約  $70 \times 10^6 m^3$ 로 變化하며 漲·落期의 潮量差는 쉽게 定義할 수 없다.

3) 鹽河下流域인 金浦灣의 水路의 通水断面積은 그 水路를 通過하는 海水輸送量, 即 潮量에 依해 決定되는데 다음의 關係가 成立된다.

$$A(m^2) = 1.14 \times 10^{-4} p^{1.066} (m^3)$$

結論的으로 仁川外港에 있어서 潮量의 減少는 通水断面積의 減少를 招來한다.

4) 仁川外港에 있어서 平均大潮期의 1 潮汐週期間의 平均流速은 約 0.7m/sec로서 同港이 現在 潮汐 Flushing에 依한 平衡通水断面積을 維持하고 있음을 말해준다. 따라서 同港의 流速減少는 錨地 및 水路의 安定性을 害칠 念慮가 있음을 豫測케 한다.

5) 仁川外港의 安定性을 維持하도록 干拓地의 許容限界를 決定함에 있어서 同港의 堆積現象, 掃流砂量計算, 漢江으로부터의 河水流入量 그리고 地形變化에 따르는 潮汐計算 등을 包含하는 追加研究調査가 꼭 必要될 것으로 思料하는 바이다.

本研究調査를 爲해 Trust Fund를 提供하여 주신 科學技術處 및 USAID 關係官에게 深甚한 謝意를 表하는 바입니다. <參考文獻은 省略함>