

河口部に設置된水路の断面變化에 관한 研究

○ 朴相吉* 崔善皓** 崔炳習***

1. 緒論

洛東江 河口는 옛날부터 洪水에 의해서 上流쪽에서 모래가 흘러내려와 洛東江河口 附近에서 堆積되어 큰 三角州가 形成되었다. 이 Delta地域은 住民들이 생활하는 場所, 農業地域으로 使用되고 있다. 洛東江 河口는 釜山의 西部地域에 位置하고 行政區域上의 分類에 의하면 釜山市의 沙下區에 속한다. 洛東江河口의 周邊附近은 크고 작은 砂州가 發達해 있다. 1985年 이전까지는 砂州의 末端部分이 每年 심해쪽으로 發達하고 있었다. 一般的으로 큰 하천의 河口에 發達해 있는 砂州의 形成過程을 調査해보면 洛東江의 上流에서 운반된 土砂가 河口의 附近에서 發生하는 흐름(離岸流, 沿岸流, 潮流等)의 影響에 의해서 여기서 堆積이 되어 比較的 작은 砂州인 眞友島, 대마등, 長子島가 형성되었음을 알 수 있다. 이들 砂州가 서로 合成되어 乙淑島, 鳴湖島, 新湖島등과 같은 比較的 큰 섬이 形成되었다. 또, 이들의 下流側에 새로운 砂州가 生成되고 있다. 즉, 새등, 나무섬등, 백합등등이다. 이와같은 작은 砂州가 生成하는 原因中 가장 큰 理由中의 하나는 洛東江의 上流側에서 洪水의해서 流入하는 土砂의 量이 많다는 것이다. 同時에 河口에 來襲하는 波가 堆積形의 波浪이고 海岸경사가 매우 완만하고 比較的 水深이 얇아서 流入된 토사가 심해에 유출되지 않는다는 것이다. 河口附近에 流入하는 土砂量은 一年에 수百萬ton으로 추정되고 있다. 1987年 河口에서 6.0km 上流지점에 洛東江 河口둑이 竣工되어 洛東江河口의 地形變動을 研究하는 많은 研究者들은 洛東江河口에 散在하는 大小의 砂州가 上流쪽에서 流入하는 土砂가 河口둑에 의해서 遮斷되어 侵食이 進行할 것으로 豫測했다. 그러나 洛東江河口의 砂州들은 洛東江河口둑 건설후에도 建設하기 이전과 동일하게 堆積이 發生되고 있는 實情이다. 또, 河口에 隣接한 多大浦 海水浴場의 海岸선이 前進되어 砂濱이 넓어지는 현상이 있다. 또 洛東江의 洪水量을 流出시키는 主水路의 河床에 土砂가 堆積되어 通水斷面積에 影響을 끼치는 傾向이 있다. 이와같은 河口의 閉塞問題에 관한 새로운 研究 혹은 技術開發등이 要求되는 實情이다.

本 研究에서는 洪水量을 圓滿하게 放出시키기 위해서 設計된 放流主水路의 断面 變化를 6年 동안의 實測을 통하여 調査하였다. 變化된 断面에 대한 特性을 밝혀 水路의 断面變化에 대한 모델의 完成을 研究의 目的으로 하고 있다

* 釜山大學校 工科大學 土木工學科 副教授

** 昌信專門大學 土木工學科 專任講師

*** 韓國水資源公社 (釜山大學校 大學院 博士課程)

2. 現地調査

2-1 波浪調査

波浪觀測은 自己記錄式 波高計를 使用해서 觀測을 실시했다. 觀測地點은 多大浦 海水浴場에서 8km 정도 떨어진 深海方向의 海上이고, 觀測地點의 水深은 10m 정도이다. 觀測機器는 水壓式 自己記錄式의 波高計(model: HSR-2M)를 使用했다. 波高觀測은 每時正刻에서 20分까지 自動的으로 觀測된다. 觀測資料의 sample interval은 1秒間隔이고 一回에 記錄가능한 個數는 1024個이다. 表1은 波浪觀測의 一例이고, 그림1은 周波數(Spectral Density)를 표시한 것이다. 觀測된 資料에 의하면 波高는 全般的으로 작은 값을 갖고 있음을 알 수 있다. 有義周期는 6.0秒에서 8.0秒사이 에 분포되어 있고, 여기서 H_s 와 T_p 는 Moment(Spectrum Analysis)方法을 使用해서 구한 有義波高와 週期이고, H_{max} 와 T_{max} 는 最大波高와 最大週期, $H_{1/10}$ 와 $T_{1/10}$ 는 1/10 最大波高와 週期, $H_{1/3}$ 와 $T_{1/3}$ 는 統計的(Zero up Cross Method)로 구한 有義波高와 週期이다.

表1. 觀測된 波浪의 一例 (1994年 5月 15日 - 21日)

Date & Time	H_s (m)	T_p (sec)	H_{max} (m)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (m)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (m)	T_{mean} (sec)
05 15 04	1.20	7.53	1.52	6.45	1.26	6.79	1.03	6.90	.70	7.01
05 15 05	1.29	7.53	1.60	7.69	1.38	6.78	1.12	6.82	.76	7.17
05 15 06	1.21	8.00	1.58	6.70	1.28	6.67	1.03	7.12	.69	7.14
05 16 04	.46	8.00	.85	3.05	.52	6.85	.40	7.10	.26	7.50
05 16 05	.49	7.53	.61	7.19	.50	7.19	.41	7.19	.29	7.03
05 16 06	.54	7.53	.62	7.67	.56	6.83	.45	6.84	.32	7.09
05 17 04	.35	5.33	.43	3.32	.35	5.38	.28	6.31	.20	6.88
05 17 05	.30	8.00	.67	3.11	.34	6.08	.26	6.07	.17	6.79
05 17 06	.27	7.53	.52	3.02	.29	6.10	.23	6.22	.16	6.83
05 18 04	.15	5.82	.25	3.50	.17	5.98	.14	6.10	.09	7.95
05 18 05	.12	5.82	.15	7.22	.13	6.39	.11	6.47	.08	8.25
05 18 06	.11	6.10	.16	6.73	.12	6.11	.10	6.25	.06	7.32
05 19 04	.32	5.82	.85	3.05	.35	5.49	.27	5.52	.18	6.31
05 19 05	.27	6.40	.51	3.43	.29	5.35	.23	5.38	.15	6.17
05 19 06	.25	6.74	.63	3.03	.27	5.04	.21	5.59	.14	6.41
05 20 04	.11	6.10	.26	3.43	.12	5.01	.09	5.25	.06	6.31
05 20 05	.10	5.57	.11	4.42	.10	5.53	.08	5.65	.05	13.32
05 20 06	.09	5.33	.11	3.37	.09	4.70	.08	5.60	.05	6.86
05 21 04	.08	3.37	.14	3.11	.08	4.49	.06	5.80	.04	7.81
05 21 05	.07	3.56	.10	4.03	.07	4.88	.05	5.52	.03	17.62
05 21 06	.09	3.76	.15	3.23	.09	4.23	.06	7.91	.04	12.59
평균	0.375	6.26	0.56	4.607	0.398	5.803	0.318	6.267	0.215	8.112

2-2 主水路의 流速 및 浮游砂 調査

浮游砂의 濃度を 測定하기 위한 基礎資料로서 必要한 資料가 流速일 것이다. 表 2에 洪水時의 洛東江 하구둑에서의 流速을 測定하여 나타내었다. 아래에 整理한 流速은 橋脚과 橋脚사이의 中點에서 流速을 測定한 값이다.

表 3은 各 地點別 浮游砂 濃度を 測定한 값을 整理한 表이다. 浮游砂量을 測定하는 方法은 여러가지가 있지만 現在는 浮游砂濃도에 의한 算定方法이 널리 使用되고 있다. 洪水時 洪水量에 包含되어 있는 浮游砂 濃도를 測定하기 위하여 各 地點別의 洪水量을 채수하여 實驗室에서 浮游砂濃도를 測定하였다.

表2 洛東江 하구둑에서의 流速의 例 (단위:m/sec)

일자	측점	횟수	표층	중간층	저층	비고
8. 5	1	1	1.3	1.4	1.25	gate1 통과유량 3576m ³ /sec
		2	1.2	1.25	1.2	
8. 5	2	1	1.4	1.4	1.3	gate2 "
		2	1.5	1.4	1.4	
8. 5	3	1	1.4	1.3	1.2	gate3 "
		2	1.5	1.4	1.25	
8. 5	4	1	1.3	1.3	1.25	gate4 "
		2	1.4	1.4	1.3	
8. 5	5	1	1.5	1.3	1.25	gate5 "
		2	1.35	1.25	1.15	
8. 5	6	1	1.55	1.45	1.3	gate6 "
		2	1.45	1.35	1.35	
8. 5	7	1	1.3	1.3	1.25	gate7 "
		2	1.4	1.3	1.25	
8. 5	8	1	1.35	1.25	1.2	gate8 "
		2	1.35	1.3	1.2	
8. 5	9	1	1.4	1.35	1.35	gate9 "
		2	1.4	1.35	1.3	
8. 5	10	1	1.25	1.25	1.2	gate10 "
		2	1.35	1.2	1.1	

表3 浮遊砂 濃度 測定 (하구둑 下流)

채 수 위 치		측 정 값			부유사농도 (PPM)	비고
하천종단	하천횡단	1 회	2 회	평 균		
CS 1-500m (다대포해수욕장 앞바다:하구둑 7km하류지점)	1(좌안)	0.029	0.031	0.030	0.030	통과유량 1665m ³ /sec 일자:8.19
	2(중앙)	0.036	0.035	0.036	0.036	
	3(우안)	0.047	0.048	0.048	0.048	
	평 균	0.037	0.038	0.038	0.038	
CS 14 (하구둑에서 0.6km 하류지점)	1(좌안)	0.152	0.158	0.155	0.155	"
	2(좌중앙)	0.130	0.134	0.132	0.132	
	3(중앙)	0.117	0.119	0.118	0.118	
	4(우중앙)	0.093	0.096	0.095	0.095	
	5(우안)	0.049	0.045	0.047	0.047	
	평 균	0.108	0.110	0.109	0.109	
CS13 (하구둑에서 1.0km 하류지점)	1(좌안)	0.008	0.012	0.010	0.010	"
	2(좌중앙)	0.014	0.016	0.015	0.015	
	3(중앙)	0.010	0.011	0.011	0.011	
	4(우중앙)	0.105	0.102	0.104	0.104	
	5(우안)	0.050	0.055	0.053	0.053	
	평 균	0.037	0.039	0.038	0.038	

3. 洛東江河口の 放流主水路의 斷面變化

洛東江本流는 金海의 大同까지 하나의 河川으로 흐르고 있다. 그러나 大同地點에서 東西方向으로 分流되어 西方向으로 흐르는 西洛東江과 東方向으로 흐르는 洛東江本流가 흐르고 있다. 東方向의 洛東江은 洛東江의 本流이고, 洛東江 全體流水量의 大部分, 약 90%程度가 흐르고 있다. 本流의 下流와 西洛東江의 下流에는 洛東江 하구둑이 建設되어 있다. 河口둑에서 약 6km下流側에 多大浦라고 부르는 多大浦 海水浴場이 있다. 河口둑의 水門을 통과한 洪水量은 放流主水路을 통해서 바다로 흘러들어가고 있다. 放流主水路을 通過한 洪水量은 放流主水路의 末端部인 多大浦 海水浴場 前面의 바다에서 擴散된다. 放流主水路의 河床勾配는 約1/1700이고 洛東江 河口둑 水門의 標高는 -6m이고 放流主水路의 末端部の 標高는 -2.5m이다. 다음의 表4는 洛東江의 河口둑 放流主水路의 諸元이다. 表5는 河口둑 建設後의 潮位表이다. 그림1은 放流主水路를 維持管理하기 위하여 만든 그림이다. 그림1의 CS(Cross Section)는 放流主水路의 河床을 調査하는 地點이고, 그림2는 방류수로의 종단면을 3차원으로 도시한 것이다. 그림3은 수로의 종단을 조사지점별로 수심측량을 실시한 종단도이다. 그림4는 CS10地點의 放流主水路의 河床에 있어서 河床 횡단면의 變動狀態를 經年別로 調査한 一例이다. 그림3,4에서 알 수 있듯이 CS9에서 CS6사이에서 퇴사현상이 나타나고 있으며, 그외 지점에서도 부분적인 퇴사현상을 볼 수 있다. 그림4의 1994年 4月の 調査結果에 의하면 放流主水路의 河床에 土砂가 많이 堆積되어 있는 것을 알 수 있다. 土砂가 堆積되어있는 地點은 洛東江河口둑의 水門에서 2.0km이다. 이와 같은 結果는 CS1地點에서 CS12地點까지

지의 全場所에서 거의 동일한 結果를 보여주고 있다.

表4. 洛東江의 河口둑放流水路의 諸元

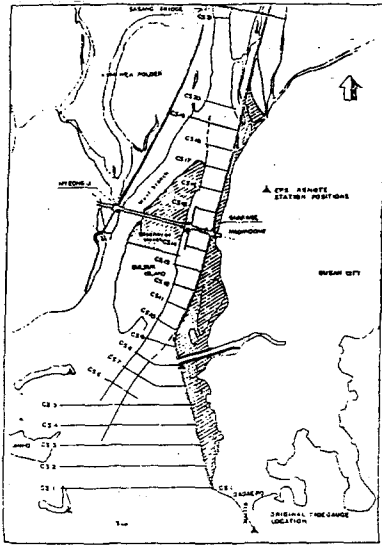
區間(km)	標高(m)	放流水路幅(m)
0.0 ~ 0.57	-6.0	510
0.57 ~ 1.2	-5.0 ~ -6.0	510 ~ 710
1.2 ~ 4.5	-5.0	710 ~ 400
4.5 ~ 5.7	-5.0 ~ -2.5	400 ~ 650

表5. 河口둑 建設後의 潮水位

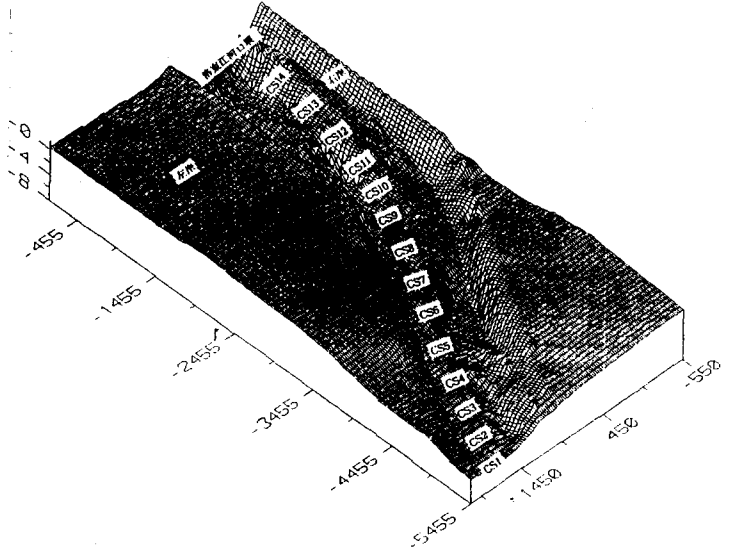
潮水位	水位高(cm)
大潮平均滿潮位(MHWS)	EL. 89
平均滿潮位(MHW)	EL. 68
小潮平均滿潮位(MHWN)	EL. 46
平均海水面(MSL)	EL. 18
小潮平均干潮位(MLWN)	EL. -10
平均干潮位(MLW)	EL. -31
大潮平均干潮位(MLWS)	EL. -52

4. 結論

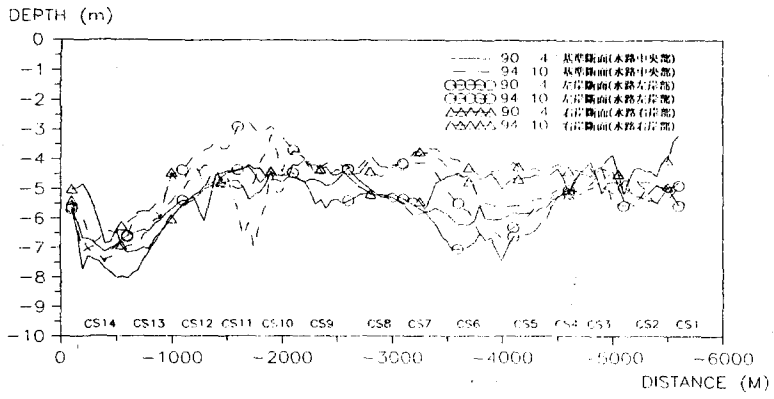
本 研究는 水路 (航路)의 斷面 變化를 모델화하기 以前의 現地調査로서 6년동안의 水深測量을 實施하여 水路의 斷面 變化를 調査한 結果 水路의 斷面 變化는 流量에 의해서 支配的인 影響을 받고 있으나, 波浪에 의한 影響도 무시 못할 程度의 큰 影響이 있다는 것을 알았다.



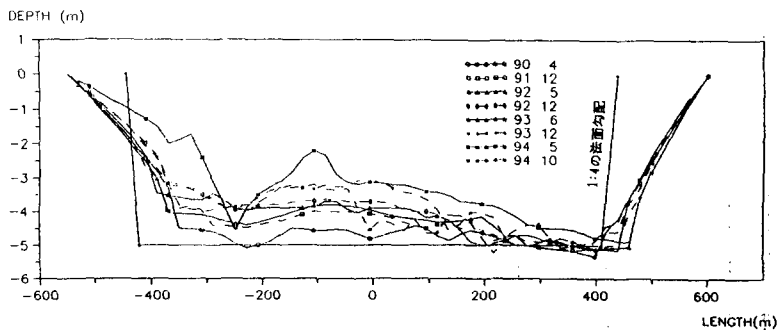
放流主水路の調査位置圖



放流主水路の3次元縦断面圖



放流主水路の平面圖



CS10の放流主水路横断面圖