

해상교통량 추정기법에 관한 연구

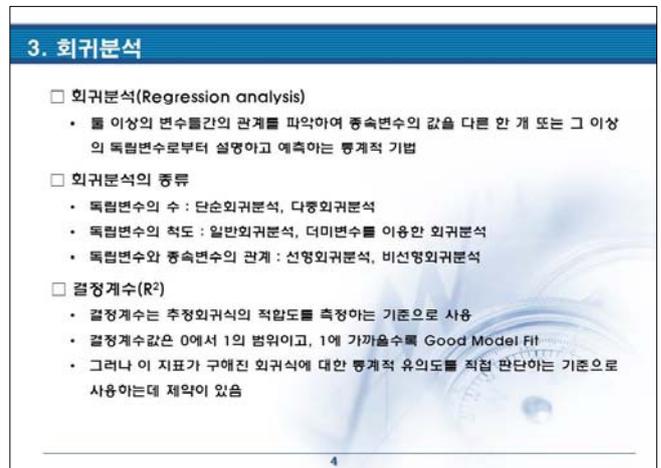
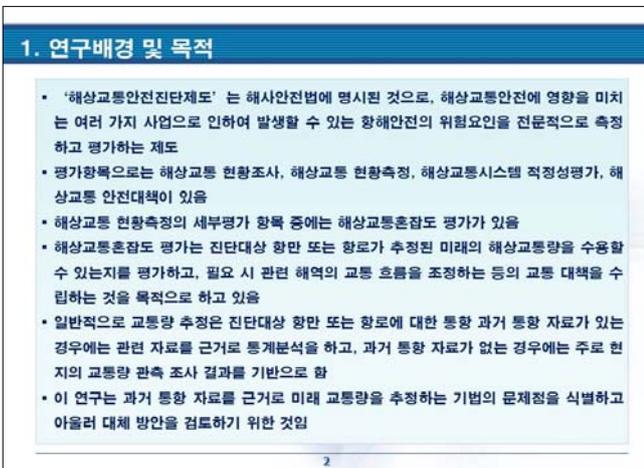
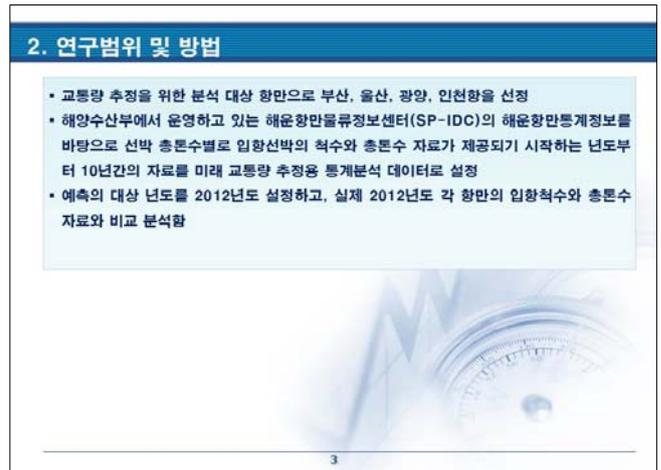
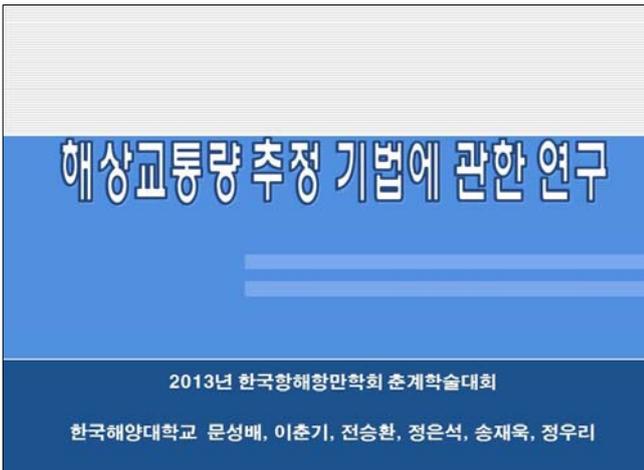
† 문 성배 · 이춘기* · 전승환* · 정은석* · 송재욱* · 정우리**

†, * 한국해양대학교 교수

** 한국해양대학교 전임연구원

요 약 : 해상교통안전에 영향을 미치는 여러 가지 해상 개발사업으로 인하여 발생할 수 있는 항해안전의 위험요인을 전문적으로 측정하고 평가하는 것으로 ‘해상교통안전진단제도’가 있다. 이제도의 주요 평가항목에는 해상교통 현황조사, 해상교통 현황측정, 해상교통시스템 적정성 평가 및 해상교통 안전대책이 있다. 특히 해상교통 현황측정의 세부 항목 중에는 진단 대상 항만 또는 항로가 추정된 미래의 해상교통량을 수용할 수 있는지를 평가하고 필요 시 관련 해역의 교통 흐름을 조정할 목적으로 수행하는 해상교통혼잡도 평가가 있다. 이 연구는 현재 교통혼잡도 평가를 위한 미래 해상교통량 추정기법의 문제점의 현황과 이를 개선하여 신뢰도 있는 교통량 예측이 가능한 통계기법을 개발하고자 하는 것이다.

핵심용어 : 해상교통안전, 해상교통안전진단제도, 해상교통량, 교통혼잡도, 추정기법



4. 미래 해상교통량 추정

□ 해상교통량의 추정

- 해상교통량 추정은 1개의 독립변수(년도)와 1개의 종속변수(입출항척수)의 관계를 분석하여 미래 특정 양만 또는 특정량 등의 교통량을 예측

□ 추정방법

- 분석 대상 수역을 일정한 선박의 척수를 16개의 항문수별로 나눔
- 항문수별로 4개의 외귀항수(선형, 지수, 로그, 거듭제곱)의 결정계수와 함수식을 도출
- 결정계수의 값이 가장 높은 함수만을 적용하여 미래 교통량을 예측하거나,
- 결정계수의 값이 비슷한 2-3개의 함수를 통하여 미래 교통량 추정하고 그 값을 평균이거나,
- 4개 모든 함수의 추정값을 평균하는 방식으로 미래 교통량을 산출
- 추정된 교통량 값이 0이아닐 경우 0으로 처리

5

5. 교통량 예측 및 분석(광양항)

<결정계수 R²>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱
100미만	0.268	0.208	0.294	0.255
100-500	0.598	0.057	0.000	0.000
500-1K	0.530	0.532	0.678	0.654
1K-3K	0.695	0.693	0.712	0.724
3K-5K	0.678	0.671	0.740	0.779
5K-7K	0.690	0.689	0.755	0.829
7K-10K	0.769	0.913	0.923	0.901
10K-15K	0.704	0.584	0.566	0.699
15K-20K	0.736	0.746	0.806	0.826
20K-25K	0.692	0.948	0.823	0.879
25K-30K	0.666	0.963	0.804	0.902
30K-50K	0.685	0.681	0.764	0.809
50K-60K	0.680	0.682	0.767	0.778
60K-75K	0.605	0.679	0.640	0.693
75K-100K	0.672	0.648	0.388	0.404
100K이상	0.741	0.748	0.737	0.755

<항문수별 추정 교통량>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱	평균값	2012년
100미만	1,607.2	946.0	731.3	802.0	1,021.6	1,499
100-500	4,945.5	4,953.1	4,530.9	4,505.8	4,733.8	4,662
500-1K	21,200	19,656	24,247	22,458	22,458	2,449
1K-3K	73,167	69,906	61,054	61,720	66,462	4,656
3K-5K	31,670	28,033	21,968	22,464	26,024	2,940
5K-7K	18,733	13,536	9,588	10,283	13,935	1,140
7K-10K	163,949	3,000.2	1,980	3,925.5	6,897.1	1,666
10K-15K	1,310.3	901.1	640	707	800	409
15K-20K	1,184.4	884.7	603	743	873.4	794
20K-25K	811.1	588.7	421.3	453.3	566.6	240
25K-30K	1,400.4	894.5	602	670	950	845
30K-50K	1,458.3	798.3	584.7	719.4	890.2	927
50K-60K	1,759.1	726.1	457.8	557.1	875.0	354
60K-75K	1,574.1	371.2	230	411	648.6	710
75K-100K	424.6	347.5	229.9	221.1	305.3	341
100K이상	242.4	226.4	191.4	194.6	213.7	417
합계	49,869.3	27,830.8	22,997.5	25,835.1	31,633.2	24,109

• 분석기간 : 1996 - 2005년(10년), 예측년도 : 2012년

8

5. 교통량 예측 및 분석(인천항)

<결정계수 R²>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱
100미만	0.218	0.145	0.044	0.008
100-500	0.576	0.489	0.578	0.668
500-1K	0.767	0.699	0.677	0.655
1K-3K	0.464	0.544	0.704	0.634
3K-5K	0.286	0.320	0.158	0.135
5K-7K	0.723	0.724	0.532	0.535
7K-10K	0.034	0.035	0.136	0.108
10K-15K	0.157	0.179	0.053	0.041
15K-20K	0.009	0.012	0.007	0.005
20K-25K	0.863	0.875	0.814	0.764
25K-30K	0.876	0.892	0.836	0.864
30K-50K	0.534	0.554	0.529	0.493
50K-60K	0.042	0.023	0.061	0.075
60K-75K	#N/A	0.568	0.539	#N/A
75K-100K	0.607	0.674	0.622	0.616
100K이상	0.599	0.668	0.633	0.622

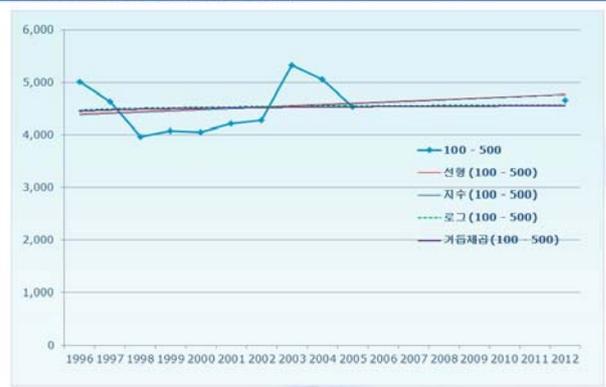
<항문수별 추정 교통량>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱	평균값	2012년
100미만	1,790.9	1,967.3	3,229.9	2,844.0	2,458.0	1,285
100-500	26,945.7	12,337.1	8,930.0	11,245.5	14,681.1	5,425
500-1K	1,135	-5,733.4	-1,748.8	466.5	-1,758	509
1K-3K	1,308.0	-5,170.6	226.4	2501.4	-283.7	2,261
3K-5K	3,150.6	3,101.1	2510.5	2,406.6	2,805.7	1,753
5K-7K	1,356.5	1,289.2	1,067.1	1,098.8	1,195.7	1,343
7K-10K	330.9	324	326.1	330.4	327.5	1,000
10K-15K	1,028.0	1,023.9	884.0	872.0	952.0	785
15K-20K	890.9	898.8	878.1	873.1	885.2	1,096
20K-25K	138.2	80.2	197.6	206.6	156.1	155
25K-30K	1,676.1	1,042	779.2	871.1	1,105.1	792
30K-50K	331.4	285.5	421.2	428.5	366.6	561
50K-60K	199.8	187.7	181.6	181.6	185.3	232
60K-75K	0	250	155	0	101	151
75K-100K	1,015.0	204.3	132.3	273.3	406.2	127
100K이상	162.1	88.8	67.6	87.1	101.7	115
합계	40,431.7	12,002.6	18,070.3	24,711.3	23,804.0	17,590

• 분석기간 : 1996 - 2005년(10년), 예측년도 : 2012년

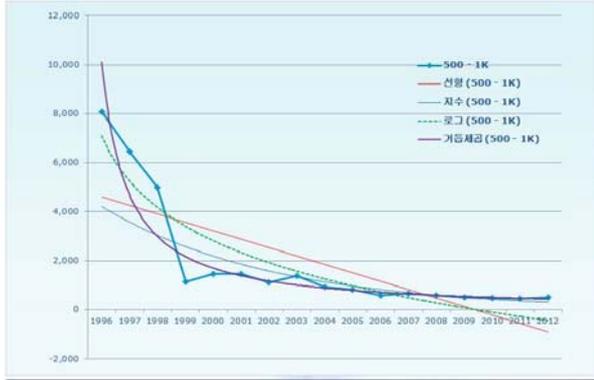
6

5. 교통량 예측 및 분석(광양항)



9

5. 교통량 예측 및 분석(인천항)



7

5. 교통량 예측 및 분석(부산항)

<결정계수 R²>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱
100미만	0.899	0.931	0.861	0.927
100-500	0.606	0.620	0.760	0.787
500-1K	0.141	0.143	0.096	0.089
1K-3K	0.427	0.457	0.227	0.204
3K-5K	0.407	0.417	0.292	0.279
5K-7K	0.415	0.452	0.298	0.264
7K-10K	0.973	0.981	0.856	0.900
10K-15K	0.053	0.053	0.050	0.047
15K-20K	0.714	0.741	0.691	0.696
20K-25K	0.887	0.891	0.729	0.751
25K-30K	0.923	0.951	0.839	0.862
30K-50K	0.430	0.413	0.651	0.680
50K-60K	0.948	0.863	0.611	0.610
60K-75K	0.906	0.889	0.702	0.810
75K-100K	0.929	0.699	0.416	0.721
100K이상	0.028	0.007	0.000	0.043

<항문수별 추정 교통량>

항문수	자수항수	선형항수	로그항수	거듭제곱	평균값	2012년
100미만	20,769.8	9,174.7	6,074.3	7,785	10,949.3	6,879
100-500	200,490	15,396.5	11,139.7	11,678.8	14,566.0	13,003
500-1K	6,907.9	6,881.4	6,325.5	6,281.1	6,600.7	4,028
1K-3K	10,348.7	10,134.6	8,631.4	8,580.4	9,423.8	5,960
3K-5K	5,888.3	5,778.4	5,134.5	5,129.4	5,482.7	3,992
5K-7K	2,388.2	2,296.8	1,963.4	1,962.8	2,152.8	2,130
7K-10K	64,670	4,367	3,083.5	3,377.8	4,338.7	4,178
10K-15K	1,598.2	1,562.4	1,474.9	1,461.6	1,514.3	1,062
15K-20K	2,633.8	2,301.4	1,921.4	2,016.5	2,218.2	2,180
20K-25K	1,169.7	988	750	772	902	625
25K-30K	1,634.6	1,070.4	740.7	829.9	1,071.1	801
30K-50K	2,292.6	2,188.7	2,002.9	2,041.3	2,131.4	1,940
50K-60K	2,056.0	1,390.5	915.8	949.1	1,327.8	1,035
60K-75K	2,133.2	952.4	591.2	705.3	1,095.5	1,247
75K-100K	3,493.6	426.7	212.4	261.2	1,088.5	948
100K이상	0	69	59	0	32	432
합계	89,790.6	64,937.4	50,976.4	53,825.9	64,894.3	50,440

• 분석기간 : 1996 - 2005년(10년), 예측년도 : 2012년

10

5. 교통량 예측 및 분석(울산항)

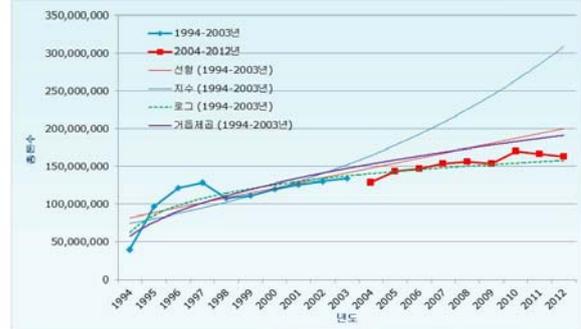
<결정계수 R ² >					<함수별 추정 교통량>					2012년
총본수	자수함수	선형함수	로그함수	거듭제곱	총본수	자수함수	선형함수	로그함수	거듭제곱	평균값
100미만	0.468	0.287	0.371	0.552	100미만	31175	13312	9997	12902	16947
100-500	0.061	0.081	0.078	0.076	100-500	51465	51342	49529	49541	50484
500-1K	0.507	0.543	0.330	0.301	500-1K	88959	85942	72830	72707	80110
1K-3K	0.879	0.885	0.859	0.875	1K-3K	67031	64700	56943	57431	61526
3K-5K	0.518	0.528	0.782	0.781	3K-5K	30589	29178	26560	27094	28555
5K-7K	0.059	0.047	0.141	0.162	5K-7K	9293	9243	9144	9154	9308
7K-10K	0.886	0.891	0.835	0.874	7K-10K	20162	12206	8536	9738	12661
10K-15K	0.997	0.952	0.945	0.991	10K-15K	7672	7143	5981	6050	6712
15K-20K	0.716	0.687	0.534	0.552	15K-20K	8211	7875	6541	6551	7294
20K-25K	0.697	0.677	0.457	0.470	20K-25K	3435	3127	4341	4962	3817
25K-30K	0.797	0.811	0.903	0.922	25K-30K	8246	7392	6164	6380	7045
30K-50K	0.077	0.085	0.007	0.005	30K-50K	6047	6066	5612	5594	5828
50K-60K	0.845	0.834	0.753	0.834	50K-60K	6790	4559	3215	3561	4531
60K-75K	0.423	0.302	0.155	0.264	60K-75K	32	-34	101	82	45
75K-100K	0.488	0.436	0.206	0.249	75K-100K	59	-13	190	157	98
100K 이상	0.000	0.000	0.023	0.031	100K 이상	2556	2348	2295	2298	2274
					합계	341423	304289	268039	273590	296835

· 분석기간 : 1996 - 2005년(10년), 예측년도 : 2012년

11

6. 교통량 추정 기법의 분석

(3) 입항척수와 총톤수 기반의 교통량 추정 비교 분석(인천항)



15

6. 교통량 추정 기법의 분석

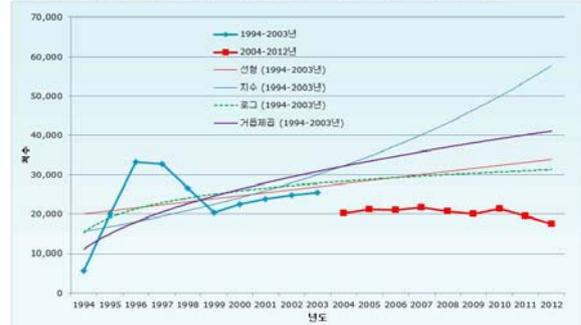
(1) 총입항척수 기반의 교통량 추정

항만	결정계수	지수	선형	로그	거듭제곱	합수평균법	2012년
인천	결정계수	0.519	0.538	0.687	0.649		
	추정입항척수	15,170.7	12,002.6	18,070.3	19,081.2	23,804.0 (26,9674)	17,590
	오차율	-13.8%	-31.8%	2.7%	8.5%	35.3% (53.3%)	
광양	결정계수	0.849	0.852	0.712	0.716		
	추정입항척수	29,894.5	27,830.8	22,997.5	23,256.1	31,633.2	24,109
	오차율	24.0%	15.4%	-4.6%	-3.5%	31.2%	
부산	결정계수	0.914	0.9143	0.750	0.761		
	추정입항척수	73,358.8	64,937.4	50,976.4	51,978.6	64,884.3	50,440
	오차율	45.4%	28.7%	1.1%	3.1%	28.6%	
울산	결정계수	0.863	0.877	0.815	0.812		
	추정입항척수	31,476.6	30,428.9	26,803.9	26,993.4	29,683.5	25,183
	오차율	25.0%	20.8%	6.4%	7.2%	17.9%	

12

6. 교통량 추정 기법의 분석

(3) 입항척수와 총톤수 기반의 교통량 추정 비교 분석(인천항)



14

6. 교통량 추정 기법의 분석

(2) 입항 총톤수 기반의 교통량 추정

항만	결정계수	지수	선형	로그	거듭제곱	합수평균법	2012년
인천	결정계수	0.449	0.466	0.260	0.248		
	추정입항톤수	154,660,212	182,191,022	134,810,335	134,628,090	285,938,992 (288,705,736)	163,695,842
	오차율	-5.6%	-7.0%	-17.6%	-17.8%	74.7% (76.4%)	
광양	결정계수	0.999	0.979	0.880	0.923		
	추정입항톤수	403,681,988	279,061,547	198,962,252	218,582,464	332,619,274	289,114,401
	오차율	39.6%	-3.6%	-31.2%	-24.4%	15.0%	
부산	결정계수	0.992	0.985	0.831	0.875		
	추정입항톤수	582,161,121	477,418,200	357,536,434	372,032,455	625,238,159	534,400,791
	오차율	8.9%	-10.7%	-33.1%	-30.4%	-1.7%	
울산	결정계수	0.749	0.784	0.784	0.799		
	추정입항톤수	187,421,516	182,492,972	163,901,247	166,071,719	181,136,747	216,988,525
	오차율	-13.6%	-15.9%	-24.5%	-23.9%	-16.5%	

13

7. 결론

- 이 연구에서는 해상교통안전전단의 해상교통 혼잡도 평가에 적용되는 미래 해상교통량 추정기법으로 많이 이용되고 있는 회귀분석의 문제점을 식별하고 대체 방안을 검토하였음
- 인천, 광양, 부산, 울산항에 대하여 1996년부터 2005년까지의 입항척수와 총톤수 자료를 근거로 2012년도의 교통량을 예측하였고, 실제 교통량과 비교 분석함
- 총본수별로 선박의 입항교통량을 추정할 경우 과도한 교통량이 산출되거나 0보다 작은 추정값이 연산되는 문제점이 있음
- 결정계수(R²)가 높을지라도 실제 추정된 교통량에 많은 차이가 발생할 수 있고, 또 결정계수가 매우 낮을지라도 추정된 교통량이 정확한 경우도 있음
- 본수별로 4개 회귀함수의 입항척수 추정값을 평균 및 합계를 구하는 기법보다 전체 입항척수를 바탕으로 결정계수가 가장 높은 함수의 추정값이 오차가 적음
- 입항선박의 총톤수 자료를 기반으로 2012년도의 입항 총톤수를 추정한 결과 회귀함수 중에서 결정계수가 높은 함수의 추정값을 적용하는 것이 대체로 오차가 적음
- 항만의 집안능력, 부두 가동율과 입항선박 전체 총톤수의 변화 추이를 고려한 새로운 교통량 추정기법의 개발이 필요함

16