

# 해상교통공학적 고려 요소를 이용한 광양항의 장래교통량 예측에 대한 연구

† 박영수\* · 김종수\*\* · 박진수\*\*\*

\*한국해양대학교 운항훈련원 교수, \*\*한국해양대학교 선박전자기계공학부 교수, \*\*\*한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

## A Study on the Future Traffic Volume Estimation for Kwangyang Port Using The Consideration Factors of Marine Traffic Engineering

† Young-Soo Park\* · Jong-soo Kim\*\* · Jin-soo Park\*\*\*

\*Training Center of Ship Operation, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*Division of Ship Electronic & Machinery Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*\*Division of Navigation System Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약 :** 항만개발의 적정성 및 해상교통 환경평가를 위하여 대상항만의 현재의 입출항 교통량을 이용하여 장래의 교통량을 추정하고 있다. 이는 장래 교통량의 추정을 기초로 하여 항로의 혼잡도, 항로 폭의 결정, 각종 운영규정을 설정하기 때문에 상당히 중요한 요소로 반드시 고려되어야 할 요소이다. 장래 해상교통량 추정방법은 프레터 법칙, 경향 추세식을 이용한 방법 등이 있는데 이전 연구의 대부분은 교통량 추정요소는 그 항만의 입출항 척수를 기초로 장래교통량을 추정하고 있다. 그러나 항만 특성상 입출항 선박의 종류 및 크기가 상이하여 지금과 같이 입출항 척수라는 하나의 요소로 변화 추이를 이용한 장래 교통량 예측은 상당히 어렵다. 이 논문에서는 각 항만의 해상교통 구성 특성요소인 연안·외항선박 척수, 선박 크기별 입출항 척수, 각 선박 당 수송 물동량 등의 변화 추이를 이용하여 장래 교통량 추이를 조사하여 예측하고자 한다. 그리고 수학적으로 모델을 구하기 어려운 비선형 시스템이라 할지라도 입·출력 특성을 묘사할 수 있으며, 입력정보의 왜곡, 잡음 등에 강인한 특성을 가지고 있어서 최근에 비선형 동특성 시스템의 동정(Identification)에 응용되고 있는 신경회로망을 이용하여 장래교통량을 예측한 결과와 상호 비교하고자 한다.

**핵심용어 :** 교통량 추정, 경향 추세, 항만 특성, 신경회로망, 해상교통공학

**Abstract :** To assess the port development and maritime traffic environment, the future traffic volume has been estimated using the number of inbound and outbound vessel for a specific port. The estimation of future traffic volume should be considered as an important factor to establish the degree of fairway congestion, the determination of fairway width and the operational rule. Until now, the number of in and out vessel for the port has been only estimated mainly, but the type and size of inbound and outbound ships are different depending on the port's characteristics. So, it is difficult to estimate the future traffic volume using the change of only one item. This paper calculates the future traffic volume using the marine traffic characteristic factors as the number of coastal ship and ocean-going ship, the size of ship and the change of cargo volume per a ship etc. And it compared with the results of Artificial Neural Network(ANN) for accurate identification of nonlinear system.

**Key words :** Traffic volume estimation, Trend, port character, Artificial neural network, Marine traffic engineering

### 1. 서 론

항만개발의 적정성 및 해상교통 환경평가를 위하여 대상항만의 현재의 입출항 교통량을 이용하여 장래의 교통량을 추정하고 있다. 이는 장래 교통량의 추정을 기초로 하여 항로의 혼잡도, 항로 폭의 결정, 각종 운영규정을 설정하기 때문에 상당히 중요한 요소로 판단되며 반드시 고려되어야 할 요소이다 (박 외, 2006). 해상교통공학에서 사용되는 장래 해상교통량

추정방법은 프레터 법칙, 경향추세식을 이용한 방법 등이 있는데, 이전 연구(구 외, 2004; 헤인이엔씨, 2004; 김 외, 2006)의 대부분은 그 항만의 입출항 척수 또는 물동량을 기초로 장래교통량을 추정하고 있다. 그러나 항만 특성상 연안선 입출항이 빈번한 항만이 있는 반면, 외항선 입출항이 빈번한 항만이 있을 것이다. 또한 선박의 대형화와 더불어 대형선박의 입출항 척수 증가 및 국가 정책으로 인한 항만별 물동량의 변화 등이 예상되는 상황에서, 입출항 척수의 변화 추이만으로 장

† 교신저자 : 박영수(중신회원), youngsoo@hhu.ac.kr 051)410-5085

\*\* 정회원, jongskim@hhu.ac.kr 051)410-4831

\*\*\* 중신회원, jspark@hhu.ac.kr 051)410-4240

래의 교통량을 예측하는 것은 상당한 불확실성을 포함하고 있다고 판단된다.

이 논문에서는 2IC 허브항만으로 도약을 하고자 하는 광양항을 대상으로 하나의 고려요소를 사용하여 계산한 장래예상척수와 해상교통 구성 특성요소인 연안선 및 외항선의 입출항척수, 선박 크기별 입출항 척수, 각 선박 당 수송 물동량 등의 변화 추이를 이용하여 장래 교통량을 산출한 값과 상호 비교하고자 한다. 그리고 시스템의 입·출력 특성을 이용하여 학습을 함으로써 비선형 시스템의 동정에 강인한 특성을 보이는 신경회로망을 이용하여 장래교통량을 예측하여 그 결과를 경향추세법 방식과 상호 비교하여 계산방식에 의한 장래교통량 예측 값의 오차를 파악하고자 한다.

## 2. 해상교통량 예측 추정 방법

장래의 해상교통량을 예측하여 추정하는 방법은 크게 프레터 법칙의 방법을 이용한 방법과 경향 추세식을 이용한 방법 2가지로 나눌 수 있다. 각각의 개요와 장단점을 알아보면 아래와 같다.

### 2.1 OD표를 이용한 프레터(Frater) 법에 기초한 방법

복수지역(Zone)간의 교통량을 예측하는 방법으로 기준년차의 OD(Origin-Destination)표의 각 OD 교통량을 현재 패턴으로 하고, 이것을 이용하여 별도 예측한 장래 발생, 집중 교통량을 묶어서 장래의 OD 표를 예측하는 방법으로 일본의 해상교량건설연구(社)伊勢灣海難防止協會, 2000)에 사용된 경우가 있다.

#### 1) 방법

① 현재 OD 표에 지역(Zone)의 교통성장률을 이용하여 반복 수정하여 장래 발생·집중 교통량에 일치하는 장래 OD표를 구하는 방법이다.

② 복수 지역 간의 OD 교통량을 묶어 계산을 하는 예측방법으로 복수지역간의 상대적 관계가 고려되어 있다.

③ OD 표의 합계치에 장래를 예측한 발생 교통량과 집중 교통량을 설정하여 표의 내용에 현재 패턴을 설정하여 모아 계산을 한다.

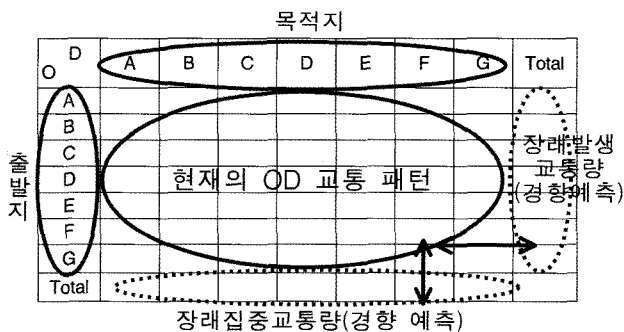


Fig. 1 A Future Estimation Method using OD Table

#### 2) 특징 비교(장단점)

##### ① 장점

- 구조가 간단하여 지역(Zone) 간 소요시간을 필요하지 않음.
- 지역 수가 많은 경우에 유효함.

##### ② 단점

- 기준년차의 완전한 OD 표, 장래의 지역별 발생·집중 교통량을 필요로 함.
- 대상지역에 큰 변화가 있는 경우는 사용할 수 없음.
- 현재의 OD 교통량이 0의 경우, 장래도 0이 됨.

### 2.2 경향 추세(Trend)를 이용한 방법

기준 년부터 과거의 시계열 경향이 장래도 계속된다고 가정하여, 과거의 데이터로부터 경향선(Trend)을 만들어 연장하여 장래예측을 행하는 방법으로 가장 많이 사용되고 있다.

#### 1) 방법

과거 데이터로부터 회귀분석에 의해 경향선을 도출하여 대상 년차까지 연장한 값이 장래 값이 된다.

#### 2) 특징 비교(장단점)

##### ① 장점

: 데이터 수가 하나로 추정이 가능하기 때문에 모델 구조도 단순함.

##### ② 단점

: 과거의 경향을 연장하기 때문에 지금까지 존재하지 않은 장래계획을 반영하는 것은 어려움.

## 3. 광양항 장래 해상교통량 추정

이 연구에서는 2IC 허브항만을 목표로 하고 있으며 대규모의 항만공사로 인하여 물동량이 다른 항구보다 증가할 것으로 예상되는 광양항을 대상으로, 경향추세를 이용한 방법으로 장래의 해상교통량을 추정하고자 한다. 그리고 각 방법을 통한 결과 값을 상호 비교 분석하고자 한다.

### 3.1 기존의 하나의 요소를 이용한 경향 추세법

선박크기별로 입항선박척수 변화 추이율의 경향을 이용하여 장래 교통량을 추정하는 방법으로, 가장 간단하여 많은 연구에 이용되고 있다. 여기에서는 광양항의 입항척수를 가지고 교통량을 추정하고자 한다. 먼저 19년간의 광양항 입항 척수의 현황은 Table 1과 같이 GT 100톤 미만의 선박 이외에는 매년 증가하는 것으로 분석되었다. 증가추세는 Fig. 2 ~ Fig. 5와 같이 대부분 1차함수의 선형이 아닌 로그함수로 근사를 하거나, 거듭제곱 또는 다항식을 이용하여 근사를 하고 있다. 나머지 톤수에 대하여는 지면상 생략하기로 한다.

Table 1 Number of Inbound Vessel of Kwangyang Port

연도	크기(GT)							
	100미만	100~500	500~3,000	3,000~5,000	5,000~7,000	7,000~10,000	10,000~20,000	20,000 이상
1987	632	2401	3894	578	40	24	284	377
1988	860	2421	4160	851	42	61	376	450
1989	931	3042	5010	942	69	70	442	452
1990	1002	2986	5779	1031	104	60	468	505
1991	1115	3772	5461	1160	108	93	544	538
1992	1035	4137	6075	1110	103	126	501	634
1993	711	4101	6948	1259	107	137	554	718
1994	772	4497	7447	1236	161	106	565	805
1995	723	4833	7682	1382	332	128	535	865
1996	468	5012	8091	1311	416	139	542	929
1997	115	4630	8402	1481	442	141	563	983
1998	168	3972	7528	1451	424	450	623	1143
1999	472	4077	7610	1650	592	1018	851	1540
2000	674	4056	8548	1700	673	1089	978	1758
2001	964	4208	8301	1522	646	1201	914	1756
2002	570	4280	8239	1760	761	1326	1207	1920
2003	634	5337	9154	2072	723	1518	1205	2140
2004	661	5055	8292	2142	792	1631	1064	2464
2005	409	4535	8233	2155	1044	1574	1119	2644

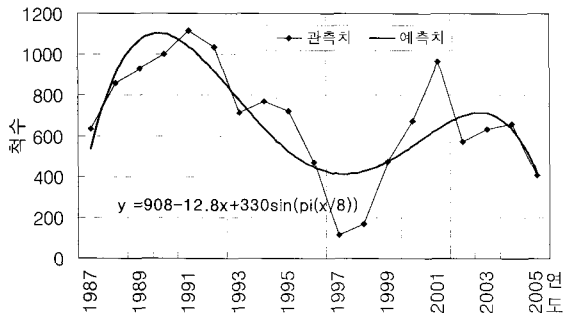


Fig. 2 Change of Vessel Number for less than 100GT

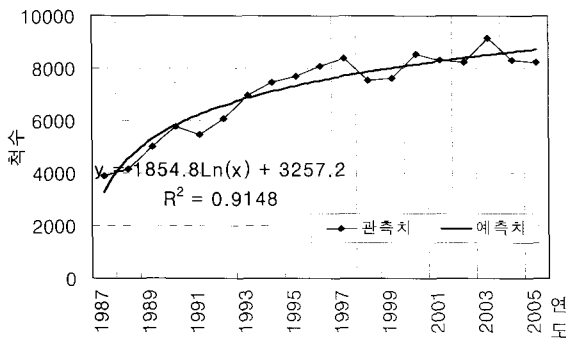


Fig. 3 Change of Vessel Number for 500-3000GT

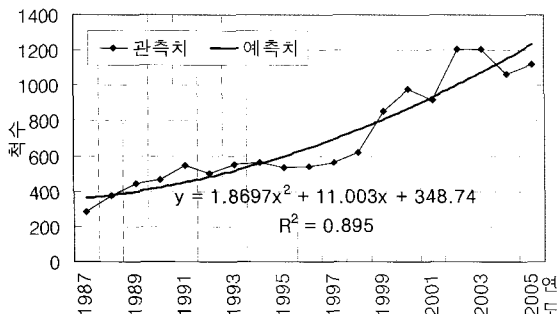


Fig. 4 Change of Vessel Number for 10000-20000GT

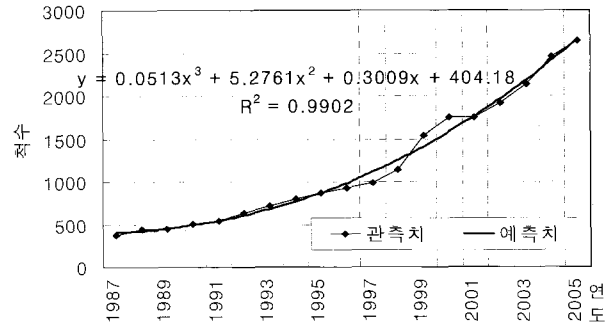


Fig. 5 Change of Vessel Number for more than 20000GT

광양항의 19년간의 입항척수 현황을 기초로 하여 계산된 장래 선박 입항척수는 Table 2와 같이 2006년 22,268척, 2011년 24,918척, 2020년 31,985척으로 계산되었다. 여기에서 보면 추세선의 결정계수( $r^2$ )가 대부분 0.9이상이어서 연도별 입항척수의 대부분은 추세선 주위에 플롯팅되어 있지만, 100톤 미만의 선박의 경우에는 sine 함수형태로 매년 증감하면서 입항하는 것을 알 수 있다.

Table 2 Future Traffic Volume in 2006, 2011 and 2020

선박크기	2006년 교통량	2011년 교통량	2020년 교통량
100G/T 미만	796척	265척	618척
100 - 500G/T	4,895척	5,094척	5,368척
500 - 3,000G/T	8,814척	9,228척	9,798척
3,000 - 5,000G/T	1,947척	2,130척	2,411척
5,000 - 7,000G/T	830척	1,099척	1,618척
7,000 - 10,000G/T	1,059척	1,486척	2,367척
10,000 - 20,000G/T	996척	1,105척	1,275척
20,000 G/T 이상	2,931척	4,511척	8,530척
총 계	22,268척	24,918척	31,985척

### 3.2 신경회로망을 이용한 입항척수 예측

신경회로망을 이용한 방식은 비선형성이 강한 입항척수 예측을 위하여 과거 10년간(1996년~2005년)의 데이터를 이용하여 신경회로망을 학습시킴으로써 별도의 수식 없이 입항척수 추세를 동정하는 특성을 이용하였다. Fig. 6은 신경회로망의 시스템블록도이며 입력층, 은닉층 및 출력층으로 이루어지고 은닉층의 노드수는 반복 시행착오를 거쳐 4개로 하였다. 또한, 입력층과 은닉층, 은닉층과 출력층 사이에는 시스템에 적합한 함수를 사용한다. 신경회로망의 학습에는 역전파 학습알고리즘을 사용하였으며 입력패턴이 출력층으로 진행되고 출력패턴을 목표패턴과 비교한 후 발생한 오차의 제곱을 이용하여 오차가 가장 작아지는 방향으로 연결강도를 조정하여 최적의 연결강도를 구한다. 이 연결강도(입력층, 은닉층, 출력층 사이의 실선)를 이용하여 장래 값을 추정하여 예측한다. 이러한 신경회로망 방식을 이용하여 장래 입항척수를 계산하면 Fig. 7~Fig. 12와 같다.

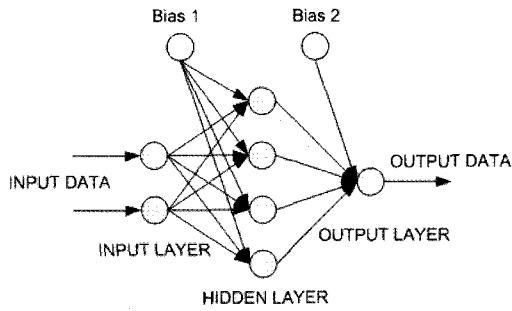


Fig. 6 Block Diagram of Artificial Neural Network

그림 중 점선은 과거 입항척수이고 실선은 최적의 연결강도에 의한 신경회로망 출력을 나타내고 있으며 기존 방식의 추세선보다 정확한 것을 알 수 있다.

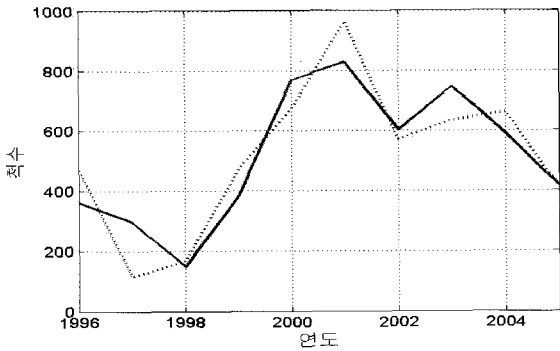


Fig. 7 Change of Vessel Number for less than 100 GT

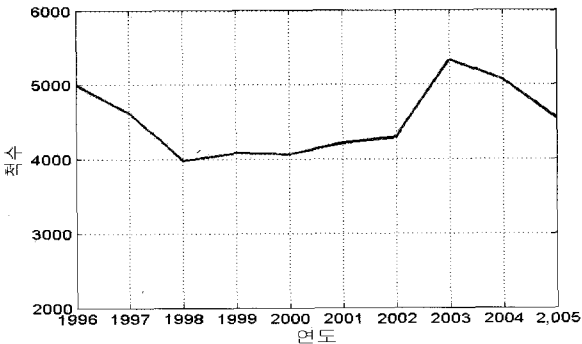


Fig. 8 Change of Vessel Number for 100-500 GT

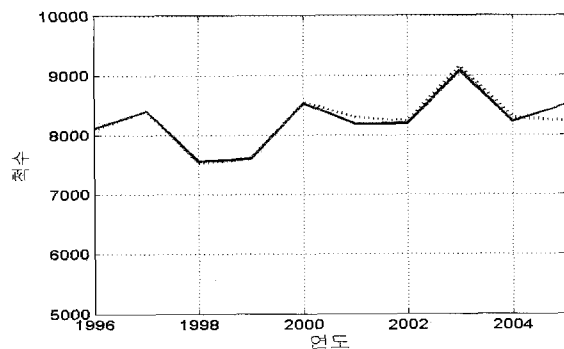


Fig. 9 Change of Vessel Number for 500-3000 GT

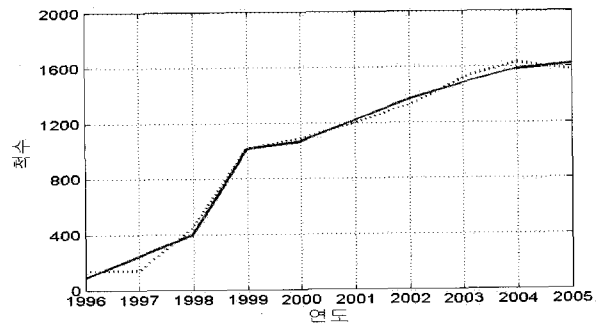


Fig. 10 Change of Vessel Number for 7000-10000 GT

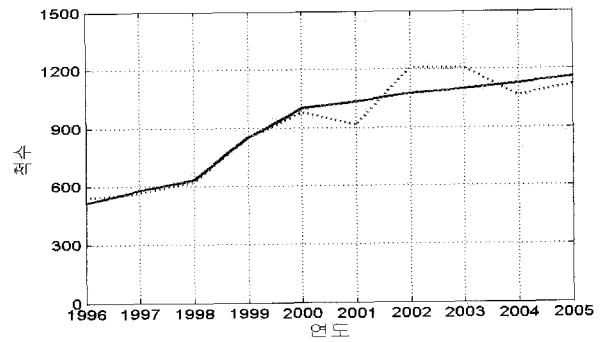


Fig. 11 Change of Vessel Number for 10000-20000 GT

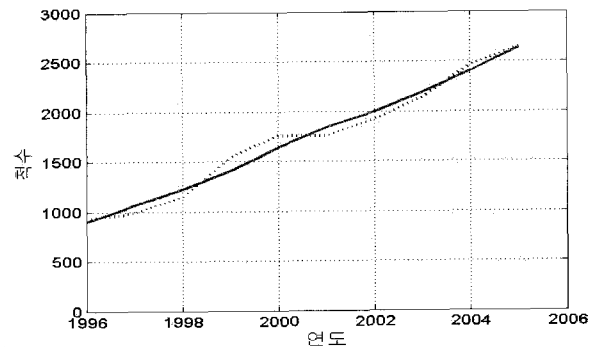


Fig. 12 Change of Vessel Number for more than 20000 GT

Table 3 Future Traffic Volume calculated by ANN in 2006, 2011 and 2020

선박크기	2006년 교통량	2011년 교통량	2020년 교통량
100G/T 미만	486척	148척	662척
100 - 500G/T	4560척	4739척	5208척
500 - 3,000G/T	9210척	8222척	8313척
3,000 - 5,000G/T	2177척	2350척	2435척
5,000 - 7,000G/T	1457척	2454척	2505척
7,000 - 10,000G/T	1614척	1652척	1680척
10,000-20,000G/T	1180척	1263척	1334척
20,000 G/T 이상	2845척	3970척	6284척
총 계	23,529척	24,798척	28,421척

3.3 새로운 요소를 고려한 경향 추세법

각 항만에 입항하는 선박은 항만의 특성에 따라 선박의 크기 및 화물량이 상이할 것으로 사료된다. 이러한 요소를 따로 구분하여 선박 종류(연안선과 외항선), 연간 교역량, 크기별 교통량 실적을 가지고 Fig. 13과 같은 흐름으로 일정기간 후의 교통량을 예측하고자 한다. 이 연구에서는 광양항의 장래 선박교통량을 계산하기 위하여 1996년부터 2005년까지 과거 10년간의 ①연간화물수송량, ②수송량에 대한 선박총톤수와 화물량의 비율, ③연간 총 선박척수에 대한 선박 크기별 비율 및 ④ 크기별 평균 총톤수를 이용하여 2006년, 2011년 및 2020년의 교통량을 경향추세법을 이용하여 예측하고자 한다.

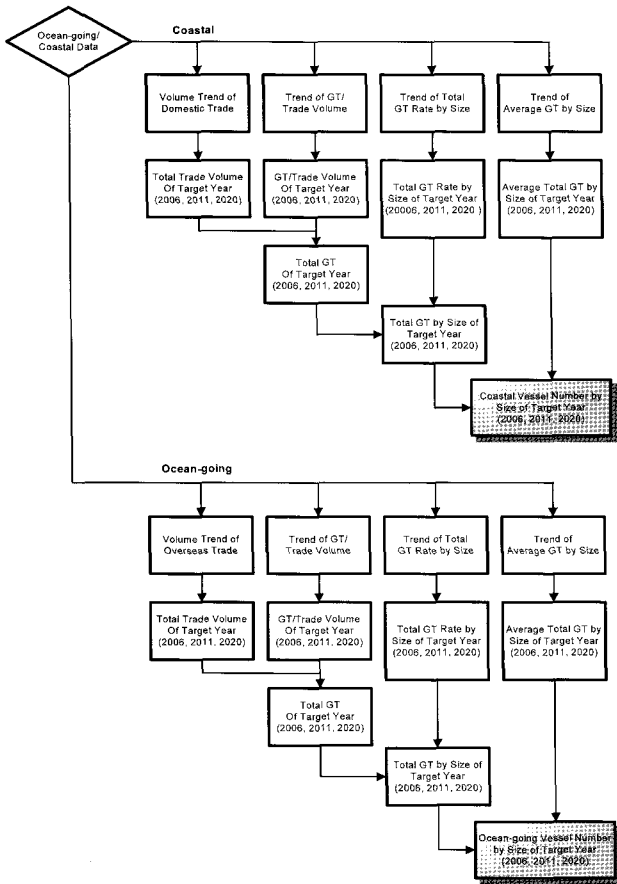


Fig. 13 Flow Chart of New Future Estimation Method considered New Factors

1) 연간 화물수송량 및 화물 수송량에 대한 총톤수 비율

Table 4와 같이 연안화물수송량은 계속해서 서서히 증가하고 있고, 연안선의 총톤수 추세를 보면 급격하게 증가한 시기가 있었지만, 해운선진국과 같이 현재에는 거의 일정하다고 판단된다. 그러나 외항화물(입항)수송량은 계속해서 일정한 기울기를 유지하면서 증가하고 있고, 외항선의 총톤수 추세도 일정하게 증가하지만, 최근에는 선박의 대형화로 인하여 Fig. 14와 같이 급격한 증가가 줄어들어 서서히 증가하는 것을 알 수 있다.

Table 4 GT/Transportation Volume of Coastal Vessel

연도	연안(입항) 화물수송량 (a)	선박 총톤수 (b)	GT/Volume (c=b/a)
1996	9,978,217	19,725,314	1.9
1997	9,694,408	20,668,698	2.0
1998	9,751,816	20,495,783	2.1
1999	9,444,017	20,536,434	2.2
2000	10,610,899	21,174,572	2.2
2001	9,770,197	20,957,364	2.3
2002	9,659,049	23,285,202	2.4
2003	10,310,439	26,384,290	2.5
2004	10,246,503	26,129,203	2.5
2005	9,895,712	26,273,542	2.6
2006	10,126,584	26,417,880	2.6
2011	10,299,209	27,139,575	2.6
2020	10,608,854	28,438,626	2.7

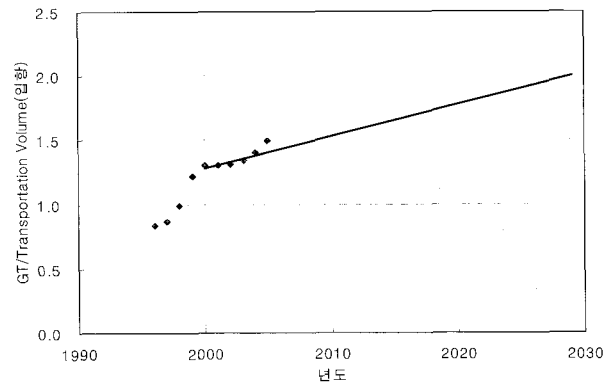


Fig. 14 GT/Transportation Volume of Oceangoing Vessel

2) 선박크기별 총톤수 비율

Fig. 15는 입항 연안선박의 연도별 총톤수 비율을 나타내고 있다. 데이터가 매년 변동하지만 크기별 총톤수 비율은 거의 일정한 것으로 나타나고 있다. 이 그림에서 총톤수 1,000톤~ 10,000톤까지의 선박이 약 60%를 차지하고 있고, G/T 25,000톤~30,000톤 및 G/T 50,000톤~60,000톤까지의 선박 비율이 점점 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 G/T 15,000~20,000톤 선박 비율은 점점 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 선박크기별 평균 비율을 계산하여 그 값을 이용하여 2006년, 2011년 및 2020년에 대한 크기별 추정 총톤수 비율을 계산하고자 하며 외항선의 경우도 동일하게 계산한다.

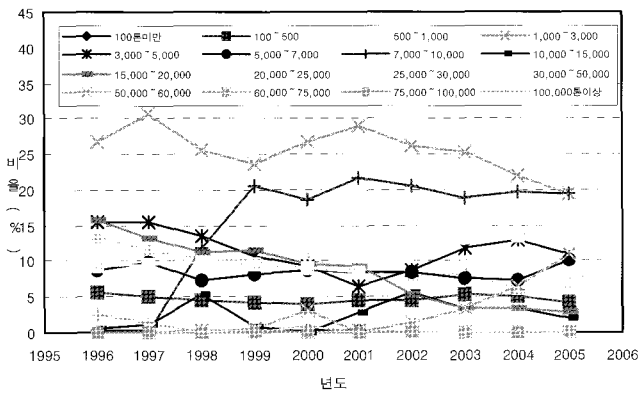


Fig. 15 GT Percentage of Coastal Vessel(Inbound)

3) 선박 평균 총톤수

Table 5는 연안을 항해하는 입항선박에 대한 크기별 평균 총톤수를 나타내고 있다. 2006년, 2011년, 2020년의 크기별 예측 평균 총톤수는 아래와 같으며 외항을 항해하는 입항선박에 대한 평균총톤수도 동일한 방법으로 계산할 수 있다.

Table 5 Average GT of Coastal Vessel(Inbound)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2011	2020
100톤미만	59.3	54.6	50.7	57.5	50.4	48.9	48.8	53.3	49.5	60.9	57.4	65.7	80.6
100~500	228.8	225.5	229.5	212.4	214.5	235.3	253.4	267.8	264.9	250.1	264.5	288.7	332.1
500~1K	816.5	823.3	830.9	823.1	812.8	784.7	774.4	773.6	780.7	780.2	767.6	742.9	698.5
1K~3K	1877.6	1841.2	1837.4	1859.1	1876.1	1892.8	1797.6	1772.8	1747.1	1785.7	1750.6	1692.9	1589.4
3K~5K	3992.3	3952.2	3962.7	4015.9	4010.1	4003.5	3901.7	3895.9	3953.0	3955.3	3954.6	3956.0	3958.6
5K~7K	5989.2	5974.6	5935.7	5922.6	5933.3	5910.7	5830.7	5806.6	5893.7	5815.3	5798.7	5705.8	5539.4
7K~10K	9763.0	8806.6	7423.7	7389.1	7402.3	7385.8	7384.4	7380.7	7380.7	7383.9	7370.5	7347.6	7306.5
10K~15K	10490.0	10430.0	11000.1	10430.0	12538.5	12379.9	11459.0	11287.4	11290.5	11337.8	11873.7	12494.3	13439.8
15K~20K	17128.2	16566.9	16538.2	16563.1	16619.4	16822.8	16616.1	16851.7	16833.1	16826.4	16773.1	16805.5	16863.5
20K~25K	22115.5	21777.0	-	-	-	-	-	-	-	-	21946.3	21946.3	21946.3
25K~30K	25347.5	25368.0	25368.0	25366.6	25322.0	25322.0	26200.4	26381.8	26358.3	26328.3	26497.1	27176.6	28395.6
30K~50K	-	-	37094.0	-	-	-	-	-	-	-	37094.0	37094.0	37094.0
50K~60K	-	-	-	57080.5	55652.0	-	52289.3	52808.5	52967.0	52967.0	53307.7	54400.9	56361.7
60K~75K	-	-	67798.0	67798.0	-	67739.0	-	-	-	-	67639.2	67534.3	67346.2
75K~100K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100K톤 이상	238099.5	156562.5	-	-	160793.0	-	-	-	-	-	167099.3	172000.9	183391.5

K:1,000GT

4) 장래예상 선박척수

상기의 4가지 파라미터를 이용하여 계산한 광양항 전체의 입항 예상척수를 산출하면 Table 6과 같다. 계산방법은 먼저 Table 4의 ⑥에서 산출된 선박총톤수를 2)에서 산출한 총톤수 비율에 맞게 분배하여 해당 크기의 총톤수를 산출하며, 이 총톤수에 3)에서 산출된 해당년도 평균총톤수로 나누어 주변 예상선박척수를 계산할 수 있다. 계산된 선박 입항척수는

Table 6과 같이 2006년에는 23276척, 2011년에는 26,038척, 2020년에는 총 30,560척이다.

Table 6 Future Traffic Volume calculated by New Future Estimation Method in 2006, 2011 and 2020

	2006년	2011년	2020년
100톤미만	620.6	644.4	711.9
100~500	4994.6	4860.5	4948.8
500~1,000	2042.6	2169.2	1460.2
1,000~3,000	6777.0	7363.7	8030.1
3,000~5,000	2241.0	2454.8	2749.6
5,000~7,000	1005.5	1327.7	2064.7
7,000~10,000	1759.8	2221.7	3266.7
10,000~15,000	588.7	730.5	978.4
15,000~20,000	620.3	798.2	1141.4
20,000~25,000	417.2	515.8	693.2
25,000~30,000	607.4	857.6	1421.8
30,000~50,000	545.4	727.9	1115.8
50,000~60,000	424.4	561.8	849.9
60,000~75,000	236.1	339.6	567.7
75,000~100,000	214.0	268.9	371.2
100,000톤 이상	181.4	195.6	226.6
합 계	<b>23276.0</b>	<b>26037.9</b>	<b>30597.6</b>

4. 장래 해상교통량 추정 비교 분석

이 연구에서는 3가지 방법으로 장래 해상교통량을 추정하였다. 각 방법에 의한 장래 교통량 추정 값을 비교분석하기 위하여 2006년 입항실적값(해양수산부, 2007)과 각 방법을 통한 예측값을 표시하면 Table 7~Table 9와 같다.

Table 7은 기존방식을 이용하여 계산한 값으로 06년 실제 값과의 차이가 최대 931척~최소 24척까지이지만, 400척 이상 차이가 나는 것이 8개 분류 중 50%를 차지하고 있다. Table 8은 ANN을 이용하여 계산된 값으로 실제 값과의 차이는 최대 1,327척~최소 18척이고, 75%에 해당하는 분류가 140척 이하로 각 분류에 대한 오차가 기존방식보다는 적은 것을 알 수 있다. Table 9는 4가지 새로운 요소를 고려한 방식으로 실제 값과의 차이가 최대 1,371척~최소 15척이며, 약 88%의 분류가 200척 이하로 기존방식보다 각 분류에 대한 오차가 적은 것으로 나타났다. 각 방식에 대한 해상교통량과 실제 값과의 차이에 대한 편차를 계산해보면 4가지 요소를 고려한 새로운 방식의 편차가 381로 가장 낮고, 기존방식의 편차 420이고, ANN을 이용한 방식의 편차 627로 거의 동일하다.

실제 값과 예측 값과의 차이가 가장 적은 것은 기존방식으로 나타났지만 이는 각 분류의 오차의 가감으로 인하여 근접한 값으로 나온 것으로 예측 값이 정확하다는 의미는 아니다.

Table 7 Comparison to Traffic Volume calculated by Existing Estimation Method in 2006

선박크기	2006년 예상교통량	2006년 실적	비교(차이)
100G/T 미만	796척	441척	355척(80.5%)
100 - 500G/T	4,895척	4,697척	198척(4.2%)
500 - 3,000G/T	8,814척	7,883척	931척(11.8%)
3,000 - 5,000G/T	1,947척	2,075척	-128척(6.2%)
5,000 - 7,000G/T	830척	1,141척	-311척(27.3%)
7,000 -10,000G/T	1,059척	1,632척	-573척(35.1%)
10,000-20,000G/T	996척	1,054척	-58척(5.5%)
20,000 G/T 이상	2,931척	2,907척	24척(0.8%)
총 계	22,268척	21,830척	438척

( ) : 실적대비 차이에 대한 비율

Table 8 Comparison with Traffic Volume calculated by ANN Method in 2006

선박크기	2006년 예상 교통량	2006년 실적	비 고(차이)
100G/T 미만	486척	441척	45척(10.2%)
100 - 500G/T	4,560척	4,697척	-137척(2.9%)
500 - 3,000G/T	9,210척	7,883척	1327척(16.8%)
3,000 - 5,000G/T	2,177척	2,075척	102척(4.9%)
5,000 - 7,000G/T	1,457척	1,141척	316척(27.7%)
7,000 -10,000G/T	1,614척	1,632척	-18척(-1.1%)
10,000-20,000G/T	1,180척	1,054척	126척(12.0%)
20,000 G/T 이상	2,845척	2,907척	-62척(-2.1%)
총 계	23,529척	21,830척	1,699척

( ) : 실적대비 차이에 대한 비율

Table 9 Comparison to Traffic Volume calculated by New Future Estimation Method in 2006

선박크기(GT)	2006년 예상교통량	2006년 실적	비교(차이)
100톤미만	620.6척	441척	179.6척(40.7%)
100~500	4994.6척	4,697척	297.6척(6.3%)
500~1,000	2042.6척	2,477척	-434.4척(17.5%)
1,000~3,000	6777.0척	5,406척	1,371척(25.4%)
3,000~5,000	2241.0척	2,075척	166척(8.0%)
5,000~7,000	1005.5척	1,141척	-135.5척(11.9%)
7,000~10,000	1759.8척	1,632척	127.8척(7.8%)
10,000~15,000	588.7척	449척	139.7척(31.1%)
15,000~20,000	620.3척	605척	15.3척(2.5%)
20,000~25,000	417.2척	326척	91.2척(28.0%)
25,000~30,000	607.4척	628척	-20.6척(3.3%)
30,000~50,000	545.4척	665척	-119.6척(18.0%)
50,000~60,000	424.4척	449척	-24.6척(5.5%)
60,000~75,000	236.1척	342척	-105.9척(31.0%)
75,000~100,000	214.0척	294척	-80척(27.2%)
100,000톤 이상	181.4척	203척	-21.6척(10.6%)
합 계	23276.0척	21,830척	1446척

( ) : 실적대비 차이에 대한 비율

3가지 방식에 의한 장래 해상교통량 예측 값들을 플롯팅하면 Fig. 16과 같다. 이 그림에서 보면 5년 정도까지는 모두 비슷한 예측 값을 보이지만, 10년 이상의 장기예측이 필요한 경우에는 약 3,000척 이상의 차이를 보이고 있어, 장기간의 장래 예측에는 방법에 따라 차이가 많아 주의가 필요할 것으로 사료된다.

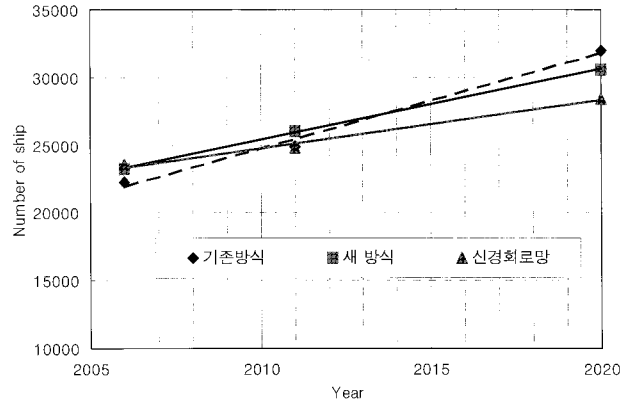


Fig. 16 Result Values Calculated by 3 Methods in 2006

## 5. 결 론

이 연구에서는 대규모의 항만공사로 인하여 물동량이 다른 항구보다 증가할 것으로 예상되는 광양항을 대상으로 장래의 해상교통량을 입항척수를 고려요소로 한 추세방식, 입항척수를 고려한 ANN 방식과 새로운 4가지 요소를 고려한 방식의 3가지 방법을 이용하여 추정하였고, 각 방법을 통한 결과 값을 상호 비교 분석하였다. 그 결과는 아래와 같다.

- (1) 5년 정도의 단기간의 해상교통예측은 과거의 입항척수를 고려하여 예측하여도 큰 문제는 없는 것으로 나타났다.
- (2) 10년 이상의 장래예측을 할 경우에는 새로운 고려요소를 고려한 방법을 이용하는 것이 신경회로망 방식과 과거의 입항척수의 추세를 고려한 방식의 중간 값을 취하고 있음을 알 수 있었다.
- (3) 과거의 입항척수의 변화추세를 잘 표현하기 위하여 사용한 신경회로망 방식을 통한 계산결과는 5년 이내에는 4가지 고려요소를 고려한 결과 값과 거의 동일하지만, 10년 이상의 경우에는 다소 차이가 나는 것을 알 수 있다.
- (4) 각 선박크기 분류에 대한 실제 값과 예측 값의 오차가 가장 적은 방식은 4가지 고려요소를 고려한 새로운 방식인 것으로 분석되었다.

추후 연구과제로, 몇 년 후의 예측 값을 계산하여 그 해당연도의 실적값과 상호 비교를 통하여 예측 값을 수정할 필요가 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 구자윤, 김석재, 장은규, 김세원(2004), “인천항 제2연육교 적정 주경간 폭 결정에 관한 연구(1). -교통량측면과 선박 조종성측면에서의 소요 교각폭 산정-”, 한국항해항만학회지 제28권 제10호, pp.933-940.
- [2] 김정훈, 국승기, 김민철(2006), “감천항의 장래 교통량 추정 및 교차상대위험 분석”, 한국항해항만학회지 제30권 제8호, pp.617-622.
- [3] 박진수, 박영수, 이형기(2006), “(최신)해상교통공학”, pp138
- [4] (주)해인이엔씨(2004), “월미도 및 영종도 해상교통시설확장 기본설계 중 항로 통항 안전성 검토 보고서”
- [5] 해양수산부(2007), <http://www.spidc.go.kr>(선박입출항척수)
- [6] (社團法人)伊勢灣海難防止協會(2000), “伊勢灣口道路に係る伊良湖水道等航行安全研究會報告書”

---

원고접수일 : 2007년 4월 6일

원고채택일 : 2007년 8월 27일