

우리나라 항만경쟁력 확보를 위한 적정 도선사 수요산정에 관한 연구

김태균* · † 전영우

*,† 한국해양대학교 해사수송과학부 교수

A Study on Proper Harbor Pilot Demand Estimation for ensuring Port Competitiveness in Korea

Tae-Goun Kim* · † Yeong-Woo Jeon

*,† Professor, Division of Maritime Transportation Science, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 이 연구는 국가 물류서비스의 향상과 항만경쟁력 확보를 위해 우리나라의 현실에 맞는 적정한 도선사 수요의 예측과 도선사 공급 유지방안을 제시하기 위하여 첫째, 우리나라 도선사 수요산정에 영향을 미치는 결정요인의 분석과 이를 바탕으로 도선사 수를 추정한 선행연구들의 한계점을 분석하여, 새로운 도선사 수요예측 프로세스를 제시하였다. 둘째, 도선 서비스 안전보장을 위한 최대 적정도선 시간 등을 포함한 제시된 개선방안을 적용하여, 향후 2027년까지 도선구역별 적정 도선사 수요를 예측한 후 보다 안정적인 도선사 배정방안을 제시하였다. 이를 적용한 결과 2027년에 필요한 총 도선사수는 270명으로 2018년 우리나라 총 도선사수 251명 대비 7.57% 증가할 것으로 전망되었다.

핵심용어 : 항만경쟁력, 도선사 수요, 수요산정, 최대 적정도선 시간, 항만도선 안전

Abstract : In order to propose a realistic demand forecast for harbor pilots, define a direction for securing a supply of pilots for the betterment of national logistic services, and ensure the competitiveness of Korean ports, this study intended first to propose a new forecasting process for harbor pilot requirements through conducting analysis of determining factors affecting harbor pilot demand. Additionally, analyzing relevant previous studies allowed us to estimate the number of pilots required in the past and assess the studies limitations. Our second purpose was to propose a more stable allocation method among different pilot areas after forecasting the demand of harbor pilots until 2027 through application of the new forecasting process. From this application, the total number of pilots required was forecasted at 270, suggesting the total demand for harbor pilots will be increased by 7.57% compared with 251 pilots in 2018.

Key words : port competitiveness, supply and demand of harbor pilots, demand estimation, maximum appropriate pilotage hours, safety of harbor pilotage

1. 서 론

오늘날 항만 도선사는 해당 도선구역의 독특한 해상 및 기상조건 하에서 점점 대형화되어가는 다양한 선종의 선박을 도선할 수 있는 선박조종능력은 물론, 해운산업 Shipping 4.0 시대의 도래로 인한 최신의 항해장비 등을 능숙하게 다룰 수 있는 전문적인 지식과 경험을 갖추도록 요구되고 있다(Uğurlu, et al., 2017; Park, Yip and Park, 2019; Kim et al., 2019).

우리나라에서 도선사가 되려면 도선법 제2조 2항에 따라 도선사 면허를 취득해야 한다. 해양수산부 장관은 동법 제5조에서 규정하는 도선사로서의 역할 수행이 가능한 지식과 총톤수 6천톤 이상인 선박에서 선장으로서 3년 이상의 승무경력을 갖춘 자를 대상으로 동법 제15조에 따라 도선수습생 전형시험

및 도선사시험을 시행하여, 각 도선구역별 수요에 따라 도선사 신규인원을 선발하여 공급해 오고 있다. 특히, 우리나라의 도선사 운영 방식은 민간 부문인 도선사협회에서 도선 서비스를 제공하지만, 안정적이고 양질의 도선 서비스 제공을 위하여 공공부문인 해양수산부에서 도선사의 선발과 수급을 관리하는 혼합운영제도를 채택하여 운영하고 있다(CPOC, 2019; Kim et al., 2019).

국가 경제에 있어서 중요한 기간산업인 항만은 지속적인 선박의 대형화 추세로 인하여, 24,000TEU급 이상의 초대형 컨테이너 선박을 충분히 수용할 수 있는 항만 인프라를 갖추어 Hub-Port 경쟁에서 우위를 점하기 위한 치열한 경쟁상황에 놓여있다. 이에 따라 항만에서 선박의 안전 운항을 도모함과 동시에 효율적이고 안전한 항만물류시스템 확립을 통한 항

† Corresponding author : 종신회원, jyw76@kmou.ac.kr 051)410-410-4235

(주) 이 논문은 “도선환경 변화에 따른 도선사 수급 산정방식에 관한 연구”란 제목으로 “2019년 한국해양과학기술협의회 춘계공동학술대회 논문집(제주 ICC, 2019.5.15.-17, p.76)에 발표되었음.

만경쟁력 확보를 위하여 항만 도선 서비스의 향상과 항만 비용에 포함되는 도선료는 항만의 선택에 있어서 하나의 중요한 요인으로 작용하고 있다(Cho, 2006; Kim, Park and Kim, 2020; Kim, Shim and Chang, 2008; Nazemzadeh and Vanelslander, 2015; OECD, 2011). 즉, 도선 서비스의 질적 저하는 항만에서의 해양사고로 이어지게 되어 선박 및 항만시설 등의 물적 피해와 해양오염 피해는 물론, 나아가 선원이나 항만노동자의 인명피해까지 유발하게 되기 때문에, 그 결과 항만운영상 막대한 피해와 항만물류서비스의 질적 저하를 초래할 수도 있다(Lee, et al., 2018; Park, Yip, and Park, 2019).

최근 우리나라 해역에서 발생한 대표적인 도선사 과실사고는 2014년 1월 31일 전남 여수의 우이산호 충돌로 인한 해양유류오염사고와 2020년 4월 부산신항에 입항하던 밀라노 브릿지호의 부두 접촉사고이다. 2004년에서 2013년까지 발생한 도선관련 해양사고는 총 47건이다(Kim, Park and Kim, 2020; Park, Yip and Park, 2019). 이러한 도선 서비스 관련 해양사고의 발생 원인의 대부분은 인적 과실로 인한 것이며, 우리나라 도선 관련 해양사고의 원인을 분석한 Park, Yip and Park (2019)의 연구결과에서 제시하는 두 가지 주요 요인은 “도선 서비스의 횡수”와 “도선 서비스의 시간”으로 나타났다.

그러나, 항만 도선 서비스의 주 고객인 화주와 해운선사는 더 저렴한 도선료와 동시에 안전하고 신속한 도선 서비스를 원한다. 반면, 도선 서비스의 공급자인 도선사는 자신의 권익 보장과 일정 수준의 안정적인 수입을 보장받기를 원하고 있어서 서로 이해의 상충관계에 있다. 다시 말해, 도선 서비스의 고객(수요자)은 도선사 수의 공급 확대를 통하여 과도한 도선 업무의 강도(피로도)를 낮추는 것이 더 양질의 도선 서비스를 제공받을 수 있다는 입장이다. 반면, 도선사(공급자)는 도선사 수의 증가가 곧 도선사의 수입과 직접적인 상관관계가 있기 때문에 도선사 수의 확대에 부정적이다(Kim, et al., 2019).

우리나라에서 적정 도선사의 수급에 대한 결정방식은 1996년 이전까지는 도선법 제14조 제1항에 따라, 해양수산부장관이 도선구역별로 도선사 수급계획을 수립하여 지정하는 방식이었지만, 1997년 도선법 개정(법률 제5289호) 이후에는 동법 제34조의2와 동법 시행령 제18조의4 제1항에 따라서, 도선구역별 도선사 수요의 결정은 도선 서비스 이해당자사들(이용자와 도선사)의 대표로 구성된 도선운영협의회에서 상호 자율적 협의를 거쳐서 결정되는 방식으로 바뀌었다.¹⁾ 그에 따라 정부, 이용자 및 도선사 간의 이해충돌은 지속되고 있는 실정이다(MOLEG, 2020; Kim et al., 2019).

따라서 이 연구의 주목적은 국가 물류서비스의 향상과 항만 경쟁력 확보를 위해 우리나라의 현실에 맞는 적정 도선사 수요의 예측과 도선사 공급 유지방안의 제시에 있다. 이를 위해서 본 연구에서는 첫째, 우리나라 도선사 수급의 산정에 영

향을 미치는 결정요인의 분석과 이를 바탕으로 도선사 수를 추정한 선행연구들의 한계점을 분석하여, 개선방안을 제시하고자 한다. 둘째, 제시된 개선방안을 적용하여, 향후 2027년까지 도선구역별 적정 도선사 수요를 예측한 후, 보다 안정적인 도선사 배정방안을 제시하고자 한다.

2. 선행연구 분석

도선사의 수요 또는 수급 산정과 관련한 연구는 크게 도선사의 수입을 고려하여 추정한 연구와 도선사 수입을 제외한 다른 결정요인을 근거로 직접 도선사 수급을 전망을 추정한 연구로 나눌 수 있다.

2.1 도선사 수입을 고려한 연구

먼저 도선사의 수입을 고려한 정부의 정책방안과 선행연구를 살펴보면 첫째, 정부에서 수급계획을 수립·지정하던 시기인 1996년 이전의 국토해양부 도선사의 수급 산정방안은 도선 서비스 이해당사자(도선사협회, 선주협회와 이용자들)의 의견을 수렴한 후, 항만 물동량, 선박척수, 도선료 매출액 및 도선 시간 등을 고려하여 경험적 방법에 기반하여 장래의 도선사 수급계획을 수립하였다. 둘째, 윤점동(1997)의 연구에서는 적정 도선수입(월 소득 1,680만원)과 도선시간(월 100시간) 등 도선수입에 중점을 둔 수요산정방안을 제시하였다(CPOC, 2019).

셋째, KMF(2000)와 KMPA(2005)에서 제시한 도선사 수요 추정방식은 다음과 같은 산정식에 대하여 회귀분석의 최소자승법(Least Squares Method)을 이용하였다.

$$N = a \frac{AT \times TS}{PT} + b \frac{TP}{PP} \quad \text{eq. (1)}$$

단, N은 도선사 수, AT는 도선구역별 척당 평균 도선시간, TS는 도선구역별 연간 총 도선척수, PT는 도선사 전체 1인당 연평균 도선시간, TP는 도선구역별 연간 도선료 매출액, PP는 최근 3년 전체 도선사 1인당 연평균 도선료 매출액이다.

즉, KMPA(2005)의 연구는 입·출항 선박의 안전한 도선을 위한 도선사 피로 누적을 피할 수 있는 적정 도선사 연간 도선시간을 1,200시간으로 제한하고(계수 a), 도선사의 일정 매출액을 감안(계수 b)하여 연간 적정 도선사 인원을 추정하였지만, 계수 a와 b의 추정에 사용될 자료가 부족할 경우, 객관적인 추정결과를 도출할 수 없는 한계가 있다.

2.2 도선사 수입을 고려하지 않은 연구

도선사의 수입요소인 도선료 매출액을 고려하지 않고 도선사의 수요를 추정한 연구에는 첫째, 1989년~2009년 20년간

1) 단, 도선법 제34조의2 제3항에는 협의가 원활치 않을 경우, 해양수산부 장관이 조정 및 재협의를 요구할 수 있도록 규정되어 있다(MOLEG, 2020; Kim, et al., 2019).

항만 물동량과 도선척수에 대한 시계열 자료를 이용하여 단순 회귀분석모형을 이용하여 장기적 도선사 수를 예측한 MLIT and KMPA(2010)의 연구가 있다. 이 연구에서는 항만별 도선척수(Y_t^1)는 항만별 물동량(X_t)에 대한 함수이며, 항만별 도선사 수(Y_t^2)는 항만별 도선척수(X_{t-2})에 대한 함수이기 때문에, 결국 항만별 도선사 수(Y_t^*)는 항만별 물동량(X_t)에 대한 회귀함수로 각각 연쇄적으로 추정하였다. 그러나 MLIT & KMPA(2010) 연구는 세 가지 함수가 연결된 연립방정식 모형이지만 각각 분리된 단순 회귀분석법으로 추정하였으며, 도선사 수 수급계획 시점(Y_t^*)에서 전년도의 도선척수에 대한 실적자료 확보가 불가함으로 인하여 항만별 도선척수(X_{t-2})의 사용연도에서 2년간의 시차가 발생하는 문제점이 있다. 또한, 추정된 도선사 수에 있어 정당한 이유없이, 추정된 값이 5명 미만인 경우 소수점 이하는 절사하여 산정하고, 5명 이상이면 소수점을 1명으로 절사하여 산정하였다.

둘째, KMI(2014)은 최근 10년간(2003년~2013년)의 항만별 물동량과 도선척수에 대한 시계열 자료를 토대로, 다음과 같이 두 개의 독립된 회귀분석모형으로 추정하였다.

$$\text{항만별도선척수}(Y_t) = \alpha_1 + \beta_1 \text{항만별물동량}X + \epsilon_1 \quad \text{eq. (2)}$$

$$\text{항만별도선사수}(Y_t) = \alpha_2 + \beta_2 \text{항만별도선척수}X_{t-1} + \epsilon_2 \quad \text{eq. (3)}$$

단 α 는 상수, β 는 추정계수, 그리고 ϵ 는 오차항이다. KMI(2014)의 연구에서는, 10년 이상의 장기 시계열 자료를 활용하여 오히려 도선사 수 예측치의 오류를 증가시킬 우려가 있다는 판단하에 최근 10년간의 자료를 활용하여 추정한 특징이 있다. 그러나 이 연구에서도 추정 도선사 수에 있어 소수점 이하를 절사하여 1명으로 산정하였으며, eq.(2)와 같이 항만물동량으로 추정된 도선척수에 대한 추정치를 다시 eq.(3)의 도선사 인원을 예측하기 위한 독립변수로 사용하였기 때문에, 항만물동량에서 도선사 인원으로의 추정시 설명변수와 오차항(errors)간의 상관관계가 존재하는 문제가 있다.

2.3 선행연구 분석의 시사점

도선사 수급산정에 대한 선행연구의 분석 결과, 첫째, 도선사의 수급의 장기예측을 위해 과거 10년 이상의 장기적인 시계열 자료의 사용이 꼭 유리한 것이 아닌 것으로 나타났다. 즉, 선박의 대형화, 자동화 등 해운환경의 변화와 도선 환경의 변화(도선사 시험제도 및 정년기준 변화) 등으로 도선사의 수요가 감소될 수 있거나 숙련 도선사의 부족 문제 등이 적절하게 반영될 수 없어 예측에 편향(bias)을 가져올 수 있기 때문이다.

둘째, 항만별 물동량 자료가 도선사 수급 예측에 전적으로 직접적인 영향을 미칠 수 있다는 것에는 한계가 있다. 왜냐하면, 도선사 수급 예측시 전체 항만물동량 중에서 강제도선에서 면제되는 선박의 물동량은 제외되는 것이 타당하므로, 이러한 오류를 사전에 고려하지 않은 추정결과에 대한 신뢰성은 그만큼 떨어질 수 있다.

셋째, 도선사 수급예측에 사용된 연도별 항만물동량, 입출항척수 등의 자료는 시계열자료이기 때문에, 보통 경향성(trend), 계절성(seasonality) 및 자기상관(autocorrelation) 등의 문제점을 가지고 있다. 따라서 이러한 시계열 자료를 이용한 계량적 분석법으로는 정확성이 떨어질 수 있는 단순한 일반 선형회귀분석법이 아닌, ARIMA(Auto-regressive Integrated Moving Average)모형 등의 시계열 분석 기법을 적용하는 것이 더 타당하다.

3. 도선구별 도선사 수요 추정

3.1 현행 도선사 수요 예측방안

도선법 시행령 제18조의4 제1항에 따라 도선운영협의회에서 자율협의로 이루어지고 있는 우리나라 도선사 수요의 결정방안은 다음과 같다. 먼저 과거 시계열 자료를 이용하여 항만별 물동량 예측치를 입출항 척수로 환산한 후, 이중 도선면제 대상 선박을 제외한 후 총 도선척수를 도출한다. 그런 다음 총 도선척수를 도선사 1인당 평균도선척수로 나누면 향후 도선사 수요를 추정할 수 있으며, 예측된 도선사 수요에서 현재 도선사 인원과 퇴직자 인원을 가감하여 신규도선사 선발인원을 산출하는 방식을 채택하고 있다(CPOC, 2019).

그러나 현행 방식은 첫째, 항만물동량 예측치를 재화중량톤수로 환산하고, 이를 다시 총톤수로 환산한 다음, 톤급별 입출항선박으로 변환하는 과정에서 오차가 발생하게 되며, 결국 총 도선척수 추정결과에 문제가 발생할 가능성을 내포하고 있다(CPOC, 2019). 둘째, 우리나라 항만에 입출항하는 전체 선박 중에서 강제도선 대상선박이 아니거나 도선이 면제되는 선박에 대한 정확한 실측 자료의 확보가 곤란하므로 이 과정에서의 오차 발생 가능성 또한 존재하게 된다.

셋째, 실제 도선운영협의회에서 사용하고 있는 도선사 수요 결정요소는 최근 2년간의 평균 도선료 매출액과 현행 도선사 수를 기준으로 하므로 적정 도선료 매출액의 보장을 위해 도선사 1인당 평균도선시간을 대별하는 도선척수에 대한 검토와 보정이 이루어지지 않고 있다(Kim, et al., 2019). 즉, 과다할 수 있는 도선시간의 보정없이 도선사 수요를 추정할 경우, 우리나라 항만 도선 서비스의 질적 하락과 도선관련 해양사고의 위험률을 높이는 결과를 초래할 수 있는 문제도 있다.

3.2 도선사 수요산정 개선방안

우리나라 항만 도선 서비스의 질적 향상을 통한 국가 물류 서비스와 항만경쟁력 확보를 위해 필요한 적정 도선사 수급체계의 개선과 유지는 중요한 문제이다. 따라서 도선사 수급 관련 선행연구와 현행 우리나라 도선사 수요예측 방안의 문제점과 한계에 대한 분석 결과를 토대로 다음과 같은 개선방안을 제시하고자 한다.

먼저, 기존 연구와 현행 수요 예측방안에서 도선사의 수요를 유발변수로 사용된 항만 물동량과 입출항척수 자료의 활용 문제에 대한 대안으로 도선구별 “실제 총 도선선박의 척수(실도선척수)”를 중요 기초자료로 사용하고자 한다. 실도선척수는 eq.(4)와 같이 항만물동량, 입출항척수, 그리고 선박의 대형화 추세 등에 대한 함수이기 때문에 현행 수요추정방안의 오차를 줄일 수 있을 것으로 본다(Kim, et al., 2019).

$$\text{실도선척수} = f(\text{물동량, 입출항척수, 선박대형화, 총톤수등}) \quad \text{eq.(4)}$$

둘째, 도선사의 수요에 대한 설명력을 가진 도선구별 과거 10년간의 실도선척수에 대한 시계열자료(단, 과거 실도선척수의 급격한 변동 등이 발생할 경우, 필요시 타당성이 더 높은 자료구간 선택)를 사용하여 향후 10년간의 연평균 도선척수를 예측한다. 이때, 단순선형회귀 분석법보다는 시계열자료를 활용한 예측(forecasting)에 더 적합한 시계열분석(ARIMA Model Analysis 등)법을 적용하여 추정한다.

셋째, 추정된 10년간 도선구별 실도선척수에 적당 평균도선시간을 곱하여 “총연평균도선시간”을 도출한 다음, 도선사 1인당 연평균도선시간을 나누어, 향후 10년간의 도선사 수요를 전망한다. 여기서, 총연평균도선시간의 사용은 도선구별 특성(장거리 또는 단거리 도선구의 도선 척수, 시간 및 강도 등의 차이)을 고려할 수 있는 균형적인 개선방안이 될 수 있으며, 필요시 항만물동량 추이를 보정자료로 사용할 수 있다.

넷째, 항만 도선 서비스 질의 향상을 위하여, 위에서 도선사 1인당 연평균도선시간이 적정 주당 도선시간 범위(40.53시간/주~59.42시간/주)를 초과하는 도선구에 대해서는, 이 범위를 벗어나지 못하도록 조정하여 수요를 재추정한 후, 현재 도선사 인원과 퇴직예정 도선사 인원을 고려하여 신규선발 인원을 추정한다. 따라서, 개선된 도선사 수요산정 방안의 프로세스는 Fig. 1과 같다.

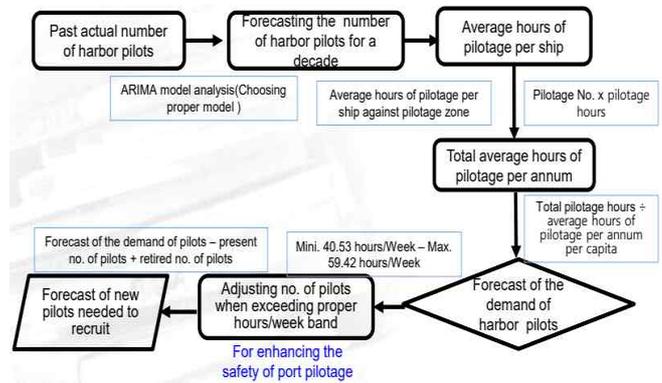


Fig. 1 Improved Forecasting Process of Demand estimation for Harbour Pilots in Korea

3.3 도선구별 도선사 수요 추정 결과

우리나라 적정 도선사 수요를 추정하기 위하여, Table 1과 같이 2017년 당시 도선구별 실제 도선사 인원과 도선시간 등의 자료와 Table 2의 최근 18년간(2000년~2017년)의 실제 도선척수에 대한 시계열 자료를 활용하였다. 실도선척수에 대한 향후 10년간(2018년~2027년)의 예측을 위하여 ARIMA 시계열분석법을 이용하였으며, 위에서 설명한 바와 같이 10년간의 실도선척수를 기준으로 통계추정 분석시 설명력이 좋은 구간을 검증·선택하여 추정하였다.

Table 1에서 보인 바와 같이, 우리나라는 12개의 도선구역으로 나누어져 있으며, 부산, 여수, 인천과 같이 40명 이상의 대형 도선구와 10명~30명 사이의 중형 도선구, 그리고 10명 미만의 소형 도선구로 구성되어 있으며, 2017년 당시 실제 도선업무에 참여한 도선사 수는 총 247명인 것으로 나타났다.

Table 1 Current Status of Number of Harbour Pilots and Working Hours in 2017

Piloting Area	Cumulative piloting person per year(person)	Total Piloting Time (per year)			Annual Total No. of Piloting Vessels	Total Piloting Time per person(hrs)	No. of Pilots (person)	Avg. piloting time person per year(hrs)	Avg. piloting time per person per month(hrs)
		Hours	Minutes	Total Piloting Time(hrs)					
Pusan	630	62,221	1	62,221.0	35,667	98.8	50	1,244	103.7
Yeosu	517	48,999	4	48,999.1	23,095	94.8	44	1,114	92.8
Incheon	474	50,526	0	50,526.0	16,740	106.6	43	1,175	97.9
Ulsan	356	24,177	57	24,178.0	22,742	67.9	29	834	69.5
Pyeong taek	312	31,072	46	31,072.8	11,709	99.6	25	1,243	103.6
Masan	181	19,406	23	19,406.4	4,676	107.2	16	1,213	101.1
Daesan	180	24,930	33	24,930.6	9,313	138.5	16	1,558	129.9
Pohang	108	11,967	17	11,967.3	5,321	110.8	7	1,710	142.5
Kunsan	82	7,611	51	7,611.9	3,213	92.8	6	1,269	105.7
Mokpo	64	5,103	6	5,103.1	1,922	79.7	4	1,276	106.3
Donghea	60	6,283	22	6,283.4	3,124	104.7	5	1,257	104.7
Jeju	36	146	52	146.9	377	4.1	2	73	6.1

Source: CPOC(2019)

2) 본 연구는 선행연구인 “도선사 수요산정 결정요소 개선방안에 관한 연구(Kim et al., 2019)”의 후속 연구이며, 선행연구에서 현행 도선사 도선시간, 국내 도선 서비스 이해당사자들(도선사, 선사, 정부관계자 등)과 해외 도선사들의 설문 조사분석결과 등을 통하여 도선사 1인당 “적정 평균 도선시간” 범위를 추정하였다.

Table 2 Number of Vessels received Piloting Services by Pilot Areas(2000~2017)

Year	Pusan	Incheon	Yeosu	Ulsan	Pyeongtaek	Daesan	Masan	Pohang	Kunsan	Mokpo	Dongheon	Jeju
2000	27,054	20,089	13,572	19,678	-	5,038	4,608	4,698	2,808	438	3,155	-
2001	28,054	19,824	12,779	19,020	-	4,459	4,767	4,601	2,573	464	2,599	-
2002	30,934	21,843	13,852	20,087	-	3,844	5,236	4,905	2,697	633	3,311	-
2003	31,631	22,814	15,058	19,889	-	3,881	5,021	5,245	3,014	1,173	3,225	-
2004	30,158	20,134	15,967	20,824	3,817	3,619	5,140	5,794	3,304	1,210	3,059	-
2005	30,837	22,480	16,536	20,456	4,250	3,619	5,188	6,021	3,663	1,695	2,534	-
2006	31,558	20,172	16,861	20,075	5,119	4,085	5,283	6,489	3,641	1,935	2,470	-
2007	32,648	20,723	16,971	20,932	6,172	5,006	5,463	6,886	3,963	1,931	2,543	-
2008	32,909	20,021	17,554	20,699	6,363	5,574	6,242	7,679	3,760	2,250	2,626	-
2009	30,815	17,793	16,656	19,944	6,587	6,028	6,043	6,723	3,350	1,903	2,231	-
2010	35,096	18,163	18,211	22,186	9,084	6,180	5,593	7,124	3,620	2,321	2,316	-
2011	36,906	16,975	19,605	23,154	10,540	6,478	6,340	6,935	3,608	2,150	2,404	-
2012	36,274	16,317	20,567	22,534	11,720	7,280	5,778	6,284	3,844	2,083	2,515	-
2013	34,921	16,323	19,460	21,790	11,061	7,164	4,968	6,109	3,573	2,011	2,501	-
2014	33,395	15,424	20,373	22,020	11,043	7,418	5,091	6,226	3,298	2,138	2,636	-
2015	35,823	16,518	22,577	21,504	10,942	8,046	5,319	5,604	3,348	2,698	2,875	-
2016	36,006	16,408	23,334	22,037	11,849	8,505	5,183	5,354	3,315	1,984	2,759	772
2017	35,667	16,740	23,095	22,742	11,709	9,313	4,676	5,321	3,213	1,922	3,124	377

Source: Source: CPOC(2019)

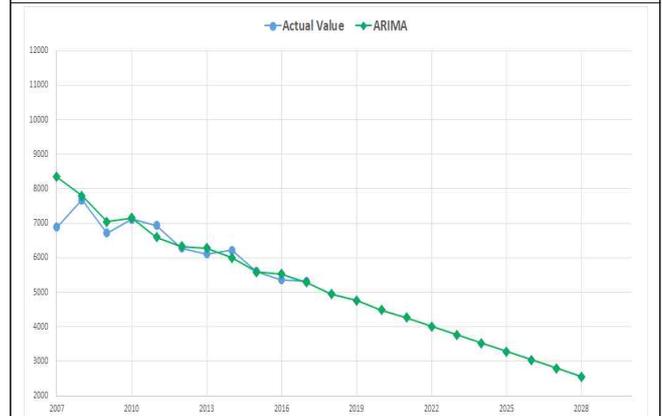
이 중에서 Kim et al.(2019)에서 제시한 적정 최대도선시간인 주당 59.42시간(월당 도선시간은 129.10시간)을 초과하는 도선구는 대산항(129.9시간)과 포항항(142.5시간)의 2개 도선구로 나타남에 따라, 항만도선 안전을 고려하기 위하여 도선사 수요산정시 초과시간을 제한·조정하여 적정 수요를 결정하였다.

Table 2는 최근 18년간의 도선구별 실제 도선 서비스를 받은 선박 또는 도선사가 실제 도선한 선박척수에 대한 시계열 자료이다. 여기서 평택항과 제주항은 각각 2004년과 2016년부터 도선 서비스를 시작하였으며, 특히 제주항은 자료의 한계와 항만 특성상 향후 도선사 수요 추정에서 현행 2명의 인원을 그대로 산정하였음을 밝혀 둔다.

Table 1과 2의 기초자료를 이용하여, Fig 1에서 제시한 개선된 도선사 수요산정 프로세스에 따라서 12개 도선구별에 대한 적정 도선사 수요를 추정하였다(Table 4 참조). 우선 Fig 2는 적정 최대도선시간을 초과하는 포항항 도선사 수요추정 과정을 상세히 보여주고 있다. 즉, Fig 2.(a)는 Table 2에서 제시한 최근 18년간의 실도선척수에 대한 시계열 자료를 활용하여, 단순선형회귀분석과 ARIMA분석법으로 추정한 결과이다. 먼저, 포항항의 항만 화물처리 실적은 2008년 67,658 천 RT(Revenue Ton)에서 2017년 58,890천RT으로, 그리고 입출항선박 척수도 마찬가지로 2008년 20,453척에서 2017년 12,908척으로 감소하는 추이를 보이고 있다(KMI, 2019). 따라서 Fig. 2 (a)와 같이, 실도선척수 또한, 2008년까지 7,679척으로 증가하다가 이후 2017년에는 5,321척까지 감소하는 같은 추세를 보임에 따라 실도선척수는 항만물동량과 입출항 선박 변화를 대변할 수 있는 변수임을 확인할 수 있다.



(a) Estimated with 18-years Time series Data (2000~2017)



(b) Estimated with statistically better Time series Data (2008~2017)

Fig. 2 Forecasting Results for No. of Piloting Vessels in Pohang Pilot Area

둘째, 포항항과 같이 항만물동량과 선박대형화 등으로 인한 입출항 선박의 변화가 있는 항만의 경우, 10년 이상의 시계열

자료를 바탕으로 단순선형회귀분석법으로 추정할 경우, 실제 도선척수는 감소하지만 향후 예측치는 증가하는 잘못된 수요 예측이 나올 수 있다(Fig. 2 (a)). 따라서 본 연구에서는 Fig. 2 (b)와 같이, 통계적으로 가장 설명력이 좋은 시계열 자료구간(2008년~2017년)을 검증하여, 시계열 자료 분석법인 ARIMA 모형을 적용하여 향후 2027년까지 실도선척수를 예측하였다.

4. 결 론

이 연구는 국가 물류서비스의 향상과 항만경쟁력 확보를 위해 우리나라의 현실에 맞는 적정한 도선사 수요의 예측과 도선사 공급유지방안을 제시하기 위하여 첫째, 우리나라 도선사 수급의 산정에 영향을 미치는 결정요인의 분석과 이를 바탕으로 도선사 수를 추정한 선행연구들의 한계점을 분석하여, 새로운 도선사 수요예측 프로세스를 제시하였다. 둘째, 제시된 개선방안을 적용하여, 향후 2027년까지 도선구역별 적정 도선사 수요를 예측한 후 보다 안정적인 도선사 배정방안을 제시하였다.

이를 적용한 결과 2027년에 필요한 총 도선사수는 270명으로 2018년 우리나라 총 도선사수 251명 대비 7.57% 증가할 것으로 전망되었다. 또한 최대 적정도선 시간인 주당 59.42시간(월당 도선시간은 129.10시간)을 초과하는 대산항과 포항항에 대해서는 도선사 수요를 조정함으로써 항만도선 안전을 도모할 수 있도록 하였다.

이 연구에서 제시한 최대 적정도선 시간은 도선사에 대한 설문조사를 통하여 도출한 것이므로 그 범위에서 한계를 가진다. 따라서 향후 표준화되어 있지 않은 도선시간 측정의 표준화를 추진하고 또한 도선시간에 대한 전수조사를 통하여 평균 도선시간을 실측한 다음, 이를 바탕으로 최대 적정 도선시간을 재산정한다면 이러한 한계를 개선할 수 있을 것이다.

Table 3 Estimated Proper No. of Pilots in Pohang Port

Year	Avg. piloting time per person per month(hrs)		
	142.5 hours (person)	129.1 hours (person)	Adjusted results (person)
2015	7.4	8.1	8
2016	7.3	8	8
2017	7	7.7	8
2018	6.5	7.2	7
2019	6.3	6.9	7
2020	5.9	6.5	7
2021	5.6	6.2	6
2022	5.3	5.8	6
2023	5	5.5	6
2024	4.6	5.1	5
2025	4.3	4.8	5
2026	4	4.4	4
2027	3.7	4.1	4

셋째, Fig. 2(b)에서 예측한 실도선척수는 Table 1의 자료를 활용하여 포항항의 적당 연평균도선시간을 곱하여 총연평균도선시간을 도출하고, 현행 연평균 1인당 평균도선시간(142.5시간)으로 나누어 Table 3과 같이 도선사 수요를 추정하였다. 그러나 이러한 과도한 도선시간은 항만 도선 서비스의 질을 저하시킬 수 있으므로 적정 최대도선시간인 129.1시간으로 제한하여 수요를 재추정한 것이다.

따라서 Table 4는 포항항과 같은 방식으로 12개의 모든 도선구별 적정 도선사 수요를 추정한 결과이며, 2027년 적정 도선사 수는 270명으로 추정되었다.

Table 4 Estimated Results for Proper No. of Pilots by Pilot Areas

Year	Pusan	Incheon	Yeosu	Ulsan	Pyeongtaek	Daesan	Masan	Pohang	Kunsan	Mokpo	Donghae	Jeju	Total
2015	49	40	41	28	25	14	18	8	6	5	5	0	239
2016	51	41	43	28	25	15	17	8	6	5	4	3	246
2017	51	41	44	29	27	16	16	8	6	5	5	2	250
2018	51	41	45	29	27	17	16	7	6	5	5	2	251
	(50)	(43)	(44)	(28)	(25)	(18)	(15)	(7)	(6)	(4)	(4)	(2)	(246)
2019	52	39	46	29	28	17	15	7	6	5	5	2	251
2020	53	38	47	30	30	18	15	7	6	5	5	2	256
2021	53	37	48	30	31	19	14	6	6	5	5	2	256
2022	54	36	49	30	33	19	14	6	6	5	5	2	259
2023	55	35	50	30	34	20	13	5	6	5	6	2	261
2024	55	34	51	31	35	21	13	5	6	5	6	2	264
2025	56	33	53	31	36	22	12	5	6	6	6	2	268
2026	56	32	54	31	37	22	12	4	5	6	6	2	267
2027	57	31	55	31	39	23	11	4	5	6	6	2	270

Remark: ()는 2018년 현 도선사 인원을 의미한다.

References

- [1] Central Pilotage Operations Council(CPOC)(2019), A Supply and Demand Forecast of Pilots thereof reflecting Pilotage Environmental Change, p. 188.
- [2] Cho, C. H.(2006), Comparative Analysis on the Pilotage System among Major Hub Ports. Journal of Korea Port Economic Association, 22(3), pp. 1-22.
- [3] Kim, C. H., Park, Y. S. and Kim, D. W.(2020), “A Study on the Safety Measure for Mega Container Ships Calling at Busan New Port from the Perspective of Pilotage, Journal of Navigation and Port Research. Vol. 44, No. 3, pp. 174-180.
- [4] Korea Maritime Foundation(KMF)(2000), A Study on Improvement of the Pilotage Service in the 21st Century, p. 253.
- [5] Kim, K. S., Jeon, Y. W., Kim, T. G. and Lee, C. H.(2019), “Improvements in Estimation Criteria and Determinants of the Demand for Harbor Pilots“, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 25, No. 7, pp. 819-826.
- [6] Korea Maritime Institute(KMI)(2014), A Supply and Demand Forecast of Pilots and Improvement thereof reflecting Pilotage Environmental Change, p. 99.
- [7] Korea Maritime Institute(KMI)(2019), Shipping Statistics Handbook.
- [8] Korea Maritime Pilot's Association(KMPA)(2005). A Comprehensive Plan for Improving the Pilotage Operation System, p. 263.
- [9] Kim, W., Shim, G. S. and Chang, J. I.(2008), A Study on the Establishment of the Port Competitiveness Evaluation Model and Its Application, KMI Research Project Report, No. 2008-07, p. 161.
- [10] Lee, J. P., Kim, C. H., Choi-Na, Y. H. and Park, S. W. (2018). “Port workers need to rebuild safety management governance”, KMI Weekly Report, Vol. 98, pp. 1-20.
- [11] Ministry of Land, Infrastructure & Transport and Korea Maritime Pilot's Association (MLIT & KMPA)(2010), A Study on the Improvement of pilotage Operation System for improving Pilotage service, p. 302.
- [12] Ministry of Government Legislation(MOLEG)(2020), Pilot Act and Enforcement rules.
- [13] Nazemzadeh, M. and Vanelslander, T.(2015). “The container transport system: Selection criteria and business attractiveness for North-European ports”. Maritime Economics & Logistics, 17(2), pp. 221-245.
- [14] OECD(2011), Competition in Ports and Port Services, p. 326.
- [15] Park, Y. A., Yip, T. L. and Park, H. G.(2019), “An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea”. The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol. 35(1), pp. 49-54.
- [16] Uğurlu, Ö., Kaptan, M., Kum, S. and Yildi, S.(2017), “Pilotage services in Turkey; key issues and ideal pilotage”, Journal of Marine Engineering & Technology, Vol. 16(2), pp. 51-60.

Received 16 December 2020

Revised 28 December 2020

Accepted 28 December 2020