

친환경 스마트 선박 인력 수요예측에 관한 연구

신상훈* · 신용준**

A Study on Forecasting of the Manpower Demand for the Eco-friendly Smart Shipbuilding

Shin, Sang-Hoon · Shin, Yong-John

Abstract

This study forecasted the manpower demand of eco-friendly smart shipbuilding, whose importance and weight are increasing according to the environmental regulations of the IMO and the spread of the 4th industrial revolution technology. It predicted the shipbuilding industry manpower by applying various models of trend analysis and time series analysis based on data from 2000 to 2020 of Statistics Korea.

It was found that the prediction applying geometric mean had the smallest gap among the trend and time series analysis methods in comparing between forecast results and actual data for the past 5 years. Therefore, the demand for manpower in the shipbuilding industry was predicted by using the geometric mean method.

In addition, the manpower demand of smart eco-friendly ships was forecasted by using the 2018 and 2020 manpower survey results of the Ministry of Trade, Industry and Energy and reflecting the trend of manpower increase in the shipbuilding industry. The result of forecasting showed that 62,001 person in 2025 and 85,035 people in 2030.

This study is expected to contribute to the adjustment of manpower supply and demand and the training professional manpower in the future by increasing the accuracy of forecasting for high value-added eco-friendly smart ships.

Key words: eco-friendly smart ship, shipbuilding manpower, forecasting manpower demand, trend analysis, time series analysis

▷ 논문접수 : 2023. 02. 09. ▷ 심사완료 : 2023. 03. 21. ▷ 게재확정 : 2023. 03. 22.

* Cardiff University 박사과정, 제1저자, sshoon10@gmail.com

** 한국해양대학교 해운경영학부 교수, 교신저자, yjshin61@kmou.ac.kr

I. 서론

국내 조선산업은 2020년 하반기 이후 신규 수주가 급증하면서 수주잔고가 크게 확충되었으며, 2022년 들어서는 상반기에 이미 연간 수주 목표량의 70% 이상을 수주하였다. 환경 규제 등에 따른 선박 교체 수요, LNG선의 수요 확대 등을 고려하면 당분간 수주 환경은 매우 우호적이다(김현준·이길호, 2022).

조선업계는 이러한 시장 흐름에 발맞춰 고부가가치의 친환경, 스마트 선박 기술을 꾸준히 연구해왔다. 탈탄소화와 디지털화를 목표로 고효율 연료와 LNG 이중연료 추진선, 암모니아 추진선, 수소 추진선 등 탄소제로를 실현하기 위한 친환경 선박기술을 지속적으로 개발하기 위해 노력하고 있다. 또한 AI, 빅데이터 기술을 활용하는 디지털화 기반의 스마트십 개발과 스마트 야드 구현 등 스마트 선박관련 기술 개발에도 주력하고 있다(이동욱, 2020; 류지훈, 2021).

세계 조선시장에서 중국은 저임금에 따른 가격 경쟁력으로 시장점유율을 확대하고 있다(장석광, 2020). 중국 조선산업의 성장과 조선업의 패러다임 변화에 적극 대응하기 위해서는 친환경, 스마트 선박 분야에 더욱 집중하는 투자가 필요하다. IMO(국제해사기구)의 환경보호를 위한 각종 규제로 디젤 선박을 대체하기 위해 친환경 LNG 연료 추진선들에 대한 수요 증가하고 있다. 그리고 ICT플랫폼으로 운항 데이터를 수집·분석해서 운항 안정성 향상 및 최적의 운항 경로를 확보하고 승선 인원을 최소화하여 경제적 효율성을 향상시키는 스마트선박이 글로벌 시장에서 주목을 받고 있다.

천연가스 운반을 위해서는 액화설비, LNG저장탱크가 필요한데, 여기에는 높은 기술력이 필요하다. 중국의 LNG선 건조 기술력이 아직까지 한국에 미치지 못하기 때문에, 첨단기술을 확보하고 있는 친환경 선박과 스마트 선박 분야를 적극적으로 성장시키는 것이 중국의 가격 경쟁력과 기술 추격을 극복하는

유일한 방법으로 대두되고 있다(정정재, 2020).

친환경 스마트 선박 분야에서 글로벌 경쟁력을 제고하고 유지해 나가기 위해서는 기술력을 지닌 전문 인력을 지속적으로 양성하여야 한다. 그런데 친환경 스마트 선박분야 전문인력을 양성하여 공급하기 위해서는 산업계에서 요구되는 인력 수요에 대한 예측이 먼저 이루어져야 할 것이다. 친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요가 정확히 예측되고 이에 따른 인력양성 계획이 수립되어야 할 것이다.

하지만 친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요에 대한 연구는 설문에 의해 장기적인 인력수요를 조사하는 연구(전재식 외, 2018)외에는 거의 이루어지고 있지 않은 실정이다. 본 연구는 친환경 스마트 선박 분야의 인력 양성을 위한 인력수요를 인력현황 자료에 근거하여 인력수요 예측기법을 활용하여 객관적으로 예측하고자 한다.

친환경 스마트 선박 인력에 대한 통계자료가 부재하므로 조선산업 인력 현황을 근거로 인력 수요를 예측하고, 친환경 스마트 선박 분야의 비중을 고려하여 친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요를 예측하도록 한다. 조선산업 인력자료는 한국산업표준분류(9차~10차 개정) 기준에 따른 통계청 국가포털(KOSIS)의 2000년 ~ 2020년 기간의 공개 자료를 활용하였다. 인력 수요예측의 정확성을 높이기 위해 추세분석과 시계열분석의 다양한 예측방법을 사용하고, 예측치와 실적치를 비교하여 가장 값이 적은 모델을 적용하여 인력 수요를 예측하도록 한다.

II. 이론적 배경

1. 조선산업의 의의 및 분류

조선업이란 해운, 해양자원개발, 군수물자 조달 등을 위해 배를 조선소 등에서 제조 및 가공, 조립하는 일을 말하며, 정확한 직종 분류로는 제조업 중 선박

건조 및 수리업을 말한다.

조선산업의 전방산업으로는 해운업, 자원개발업 등이 있으며, 후방산업으로는 철강, 기계, 화학, 비철 금속이 자리잡고 있다. 조선산업은 결제가 대부분 외화로 이뤄지고 대금회수까지 2~3년간 소요되어 환율, 금리 변동에 취약한 특징이 있다.

우리나라의 2021년 선박 수출 및 수입금액은 각각 229.9억불, 36.5억불. 무역수지는 193.4억불을 기록

하고 있다. 조선산업의 산업활동규모를 가늠하는 지표로 수주량, 건조량, 수주잔량 등 3대 지표가 활용되는데, 수주량과 건조량 그리고 수주잔량은 각각 1,749만, 1,051만, 2,950만 CGT를 기록하여 전년도 대비 214%, 119%, 133% 증가하였다.

조선산업은 통계청의 한국표준산업분류표(2017)에 의하면 선박 및 보트 건조업이 이에 해당한다.

표 1. 한국표준산업분류표의 조선산업(2017년)

대분류(21)		중분류(77)		소분류(232)		세분류(495)		세세분류(1,196)	
코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명
C	제조업	31	기타 운송장비 제조업	311	선박 및 보트 건조업	3111	선박 및 수상 부유 구조물 건조업	31111	강선 건조업
								31112	합성수지선 건조업
								31113	기타 선박 건조업
								31114	선박 구성 부분품 제조업
						3112	오락 및 스포츠용 보트 건조업	31120	오락 및 스포츠용 보트 건조업

선박 및 보트 건조업의 강선제조업, 합성수지제조업, 기타선박제조업, 오락 및 스포츠용 보트 건조업은 조선산업에 해당하며, 선박 구성 부분품 제

조업은 조선기자재산업에 해당한다.

그리고 한국은행의 산업연관표상 분류에 의하면 조선 산업분류는 표2와 같이 분류된다.

표 2. 산업연관표의 분류체계(2015년)

대분류(33)		중분류(83)		소분류(166)		기본부문(381)	
C12	운송장비	41	선박	410	선박	4101	강철제 선박
						4102	기타 선박
						4102	선박수리 및 부분품

본 연구에서는 통계청의 표준산업분류표의 분류기준에 따라 통계청의 조선산업 자료를 활용하여 인력 수요를 예측하고자 한다. 통계청의 국가통계포털에서는 한국산업표준분류 8차 개정에 의한 1999년부터 조선산업의 세분류단위 인력통계를 제공하고 있다. 본 연구는 우리나라 조선산업이 초대형선과 LNG선을 본격적으로 건조하기 시작한 2천년대의 인력현황에 기반으로 인력수요를 예측하기 위해 2000년 ~

2020년 기간의 조선산업 인력 데이터를 분석에 사용하였다.

2. 친환경 스마트 선박 인력 수요 예측

1) 친환경 스마트 선박의 정의

친환경 스마트 선박 산업은 자율 무인 운항 및 원격진단 관리 등 최적의 에너지 효율로 안전하게 운

항하기 위한 ICT 사이버 보안기술, 연료 소모량이 적고 대기 해양 오염을 저감하는 기술을 적용하는 선박 및 관련 기자재를 개발 또는 생산하는 산업으로 정의할 수 있다(전재식 외, 2018).

이중 친환경 선박은 기존 선박보다 연료소모량이 적고 대기 및 해양 오염을 저감하는 기술이 적용된 선박을 말하는데, IMO의 환경규제 강화로 세계시장에서 친환경 선박 기술 개발수요가 급증하고 있다. 친환경 선박 기술은 선박의 오염물질 배출을 저감하기 위한 주요 기술로서 프로펠러 구조개선, 특수 노즐, 배기가스 재순환 시스템, LN 연료추진, 선체 페인트, 폐열회수 시스템, 배기가스 세정장치, 펌프 및 냉각수 최적화 등의 고부가가치 기술을 말하며, 이러한 기술을 통해 세계 조선시장에서의 경쟁우위를 확보할 수 있다.

스마트 선박은 최적의 에너지 효율로 안전하게 운항하기 위한 정보통신 및 사이버 보안기술이 적용된 선박 분야를 말하는데, IoT, 인공지능, 빅데이터 분석 등이 접목된 스마트기술을 활용하고 있다.

스마트 선박 분야는 자율운항 핵심기술을 중심으로 선박의 스마트 고도화가 이루어지고 있다. Markets and Markets(2019)에 의하면 세계자율운항 선박시장이 2018년 기준으로 2030년까지 연평균 7.0% 성장하여 138억 달러의 시장규모가 될 것으로 예측하였다. 그리고 아시아 태평양 지역 국가가 세계 자율운항선박의 주요 시장이 될 것이라고 전망하였다.

현재 추진하고 있는 자율운항선박 기술 개발은 자율항해기술, 기관 자동화 시스템, 실증기술, 운용 및 표준화 등으로 구성되어 있다(전영우 외, 2020).

2) 친환경 스마트 선박의 인력수요 예측

친환경 스마트 선박은 ICT, 사이버 보안기술 및 친환경 기술을 적용하는 선박을 말하며, 우리나라에서는 스마트 LNG 추진선 운항 계획, 선박 운항 최적화 시스템 개발 성공 등 최첨단 선박으로 발전하고

있다.

이러한 최첨단 과학 기술이 적용된 친환경 스마트 선박의 개발 및 건조 단계에 필요로 한 핵심인력에 대한 수요는 앞으로 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

인력수요 예측은 정성적 접근, 정량적 접근으로 분류할 수 있으며, 정성적 방법은 주로 중장기 예측에 적용되는 기법으로 과거 데이터 수집이 어렵거나 불충분할 때, 그리고 외부요인의 변동성으로 전문가의 주관적인 의견이 반영되어야 할 때 주로 유용하게 적용된다. 정량적 방법은 과거 패턴을 분석하여 파악하고 이 패턴이 미래에 지속한다고 판단될 때 활용해왔다. 그러나 과거 패턴이 항상 계속해서 유지할 수 없으므로 정량적 방법은 주로 중단기 예측에 이용되어 왔다.

정성적 방법에는 외부요인변화에 의해 전문가 의견을 활용하는 델파이 기법, 명목집단기법 등이 있으며, 정량적 방법으로는 변수 간 인과관계를 파악하는 회귀분석, 추세분석, 비율분석, 시물레이션, 대체도 기법 등이 있다(이정경, 2022).

거시경제 측면에서는 거시경제 전망모형과 산업간 투입-산출관계표(Input-Output Table)를 활용하여 산업의 성장을 추정하고, 이를 바탕으로 과거 노동 및 생산에 대한 시계열자료를 활용하여 고용계수 혹은 노동-산출비율(labor-output ratio)을 추정한 후, 부가가치액이나 생산량을 기초로 필요노동수요를 예측한다(박영호 외, 2019).

친환경 스마트 선박 부문에 한정된 투입자원 및 산출이나 부가가치 등의 통계자료가 추출되고 있지 않으므로, 조선산업 인력통계 자료를 활용하여 친환경 스마트 선박 인력 수요를 예측하여야 한다.

조선산업의 객관적인 인력통계 자료에 근거하여 정량적으로 인력 수요를 예측하기 위해 추세분석과 시계열 분석을 활용할 수 있다. 추세분석은 인력수요에 영향을 미쳤던 변수를 조사하여 시간에 따른 변화를 파악하고, 변수간의 관계를 중심으로 미래 인력

수요를 예측하는 방법이다. 시간을 독립변수로 놓고 회귀방정식, 즉 추세를 구하여 미래의 인력수요를 예측한다. 주어진 시계열 자료가 시간의 흐름에 있어서 선형의 관계를 가지면 단순 회귀분석을, 비선형의 관계를 가지면 비선형 회귀분석을 실시하게 된다.

시간의 흐름에 따라 기록된 자료를 분석하고 여러 변수들간의 인과관계를 분석하는 시계열 분석방법은 관측된 과거의 자료들을 분석하여 이를 모형화하고, 이 추정된 모형을 사용하여 미래에 관측될 값들을 예측하게 된다. 시계열분석은 다음과 같이 추세를 예측할 수 있다.

- i) AR(Auto-Regression, 자동회귀) : 자기 자신의 과거값을 변수로 하는 회귀식으로 미래 수요 추정
- ii) MA (Moving Average, 이동평균) : 과거 예측 오차를 이용하여 예측(예측 오차의 이동평균)
- iii) ARMA모형(AR+MA, 자동회귀 이동평균) : 과거의 상태값과 오차를 사용해 미래를 예측

iv) ARIMA모형(Auto Regression Integrated Moving Average, 통합자동회귀 이동평균) : 과거 데이터가 지니고 있는 추세(momentum)를 반영하여 예측. 차분(difference) 개념을 사용하여 불규칙적 시계열 데이터를 규칙적 시계열 데이터로 활용할 수 있도록 변화하여 예측

Ⅲ. 친환경 스마트 선박 인력 현황

1. 조선산업 인력 현황

조선산업 분류기준에 따라 통계청 광업·제조업업 조사 9차 개정(1999년~2014년)과 10차 개정(2007년~2020년)의 통계자료를 조사분석한 결과, 2000년~2020년 기간의 조선산업의 인력 현황은 표 3과 같다.

표 3. 조선산업 인력 현황(2000~2020)

(단위 : 명)

구 분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
선박 및 수상부유 구조물 건조업	강선 건조업	55,082	56,948	56,222	54,703	57,224	56,798	59,284	61,997	65,814	67,299	51,428
	합성수지선 건조업	1,472	1,411	1,188	1,177	1,108	959	858	593	638	649	693
	기타선박 건조업	421	1,943	1,662	1,032	999	1,052	1,256	1,209	1,732	1,624	14,992
	선박구성 부분품 제조업	20,733	26,765	27,028	29,156	30,806	33,203	43,368	54,893	61,607	61,733	61,889
오락 및 스포츠용 보트 건조업		205	95	113	133	167	201	162	126	36	62	69
선박 및 보트 건조업 합계		77,913	87,162	86,213	86,201	90,304	92,213	104,928	118,818	129,827	131,367	129,071
구 분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	연평균성장률(%)
선박 및 수상부유 구조물 건조업	강선 건조업	66,040	66,695	60,318	58,851	69,380	60,973	59,717	54,007	62,898	47,310	-0.76%
	합성수지선 건조업	572	627	545	446	448	674	688	738	793	726	-3.47%
	기타선박 건조업	1,408	1,610	1,405	4,482	5,568	4,792	4,302	3,667	3,650	2,782	9.90%
	선박구성 부분품 제조업	70,113	70,309	75,943	81,747	81,945	72,941	52,816	51,855	52,019	45,098	3.96%
오락 및 스포츠용 보트 건조업		115	122	131	157	177	99	117	84	119	88	-4.14%
선박 및 보트 건조업 합계		138,248	139,363	138,342	145,683	157,518	139,479	117,640	110,351	119,479	96,004	1.05%

출처 : 통계청, 광업·제조업 조사 (1999~2014: 9차 산업분류기준, 2007~2020: 10차 산업분류기준)

조선산업 인력은 2000년 77,913명에서 2019년 119,479명으로 증가하다 최근에 감소하는 추세를 나타내었다. 조선산업 인력은 2020년의 급속한 감소에 의해 연평균 성장률이 강선제조업 -0.76%, 합성수지 선건조업 -3.47%, 기타선박 건조업 9.40%, 선박구성 부분품 제조업 3.96%, 오락 및 스포츠용 보트 건조업 -4.14%이며 조선업 전체는 1.05%로 나타났다.

2. 친환경 스마트 선박 인력 현황

산업통상자원부의 2020년 보도 자료에 의하면, 친환경 스마트 선박 분야의 인력은 2018년 말 기준으로 친환경 선박 20,678명, 스마트 선박 14,871명, 합계 35,549명으로 조사되었다.

국내 조선해양산업의 전문학사 이상의 기술인력(설계, R&D 및 생산관리 분야) 중 조선해양공학 및 기계공학 전공자가 59.5%이며, 전기전자/컴퓨터/화학/에너지분야 전공자가 27.9%로 나타났다. 친환경 스마트 선박 관련 인력은 기존 인력의 재교육 등을 통해서 일부 확보되었으나 충분한 인력이 확보되지 못한 상황으로 분석되었다.

친환경 스마트 선박 분야의 2018년 인력 현황 조사에서는 2028년 인력수요를 직무별로 예측하였다. 연구개발 인력은 스마트 선박의 핵심 장비 및 제품 또는 서비스를 개발하고 성능을 높이기 위해 연구하는 기술인력으로 4,605명이 필요한 것으로 예측하였다. 친환경 스마트 선박 제품 또는 서비스가 요구되는 성능 기준에 부합하도록 하드웨어 또는 소프트웨어를 설계 및 디자인하는 인력이 4,802명, 친환경 스마트 선박 제품의 하드웨어 또는 소프트웨어에 대해 국제표준 및 규제기관 가이드라인에 근거하여 평가 검증하는 시험평가 검증 인증 인력 864명, 친환경 스마트 선박 제품의 하드웨어에 대해 전문적인 지식을 이용하여 생산하는 기술을 가진 생산 인력 31,153명이 필요한 것으로 조사되었다. 그리고 친환경 스마트 선박 건조/생산 및 관련제품의 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 품질을 관리하는 품질관리 인력이

3,075명, 친환경 스마트 선박 제품에 대해 사용법이나 보수(A/S) 기술에 대한 전문적 지식을 이용하여 고객에게 기술적인 지도를 수행하는 보증 및 정비(A/S) 인력이1,887명, 친환경 스마트 선박 제품에 대한 전문적 지식을 이용하여 제품 생산에 필요한 부품을 구매하거나 자사 제품(하드웨어 또는 소프트웨어 등)을 판매하는 구매 영업 시장 조사 인력이 2,832명 필요한 것으로 나타났다.

이러한 친환경 스마트 선박 분야의 인력수요는 2028년에 총 49,217명으로 2018년대비 13,700명 증가하여 연평균증가율은 3.3%으로 예측되었다(전체식 외, 2020)

2020년의 친환경 스마트 선박에 대한 2020년 말 기준의 조사에 의하면 친환경선박 인력은 23,473명, 스마트선박 인력은 21,254명, 합계 44,737명으로 나타났다(전체식 외, 2021). 이는 2018년 조사에서 예측한 2028년의 예측치 49,217명에 근접한 수치를 나타내고 있다. 2018년 조사의 2028년 인력 수요 예측치는 기업체 설문조사에 의해 제시된 수치로 친환경 스마트 선박 분야의 성장 추세를 제대로 반영하지 못하고 있다. 따라서 친환경 선박 부문의 성장 추이를 고려한 인력 수요 예측이 필요하다

IV. 친환경 스마트 선박 인력 수요예측

1. 친환경 스마트 선박 인력 수요예측 방법

친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요를 예측하기 위하여 먼저 조선산업의 인력 수요를 예측하고, 이를 친환경스마트선박 분야에 적용하여 인력 수요를 산출하도록 한다.

조선산업 인력 수요 예측은 조선산업의 인력 현황 추이를 반영하여 추세분석과 시계열분석의 다양한 방법을 적용하여 분석하고, 예측치와 실적치를 비교 평가하여 예측정확도가 상대적으로 높은 예측방법을

통해서 인력 수요를 예측한다.

조선산업의 연도별 인력 현황을 제시하고 있는 통계청 광업·제조업조사 9차 개정(1999년~2014년)과 10차 개정(2007년~2020년)의 2000년~2020년 기간의 통계자료를 활용하여 2022년~2030년 기간의 인력 수요를 예측하였다.

기하평균을 이용한 단순평균법과 추세분석의 선형 회귀모형과 다항회귀모형을 활용하여 조선산업 인력 수요를 예측하고, 시계열분석의 AR모형(Auto-Regression, 자기회귀), MA모형(Moving Average, 이동평균), ARMA모형(AR+MA, 자기회귀이동평균),

ARIMA모형(Auto Regression Integrated Moving Average, 자기회귀누적이동평균)을 활용하여 예측하였다.

2. 조선산업 인력 수요예측

1) 추세분석에 의한 조선산업 인력 수요예측

조선산업의 인력 수요를 추세분석에 의해 예측하기 위해 2000년의 77,913명을 기준으로 2020년 기간까지의 인력변화 추이를 살펴보면, 연평균 1.05%의 증가율을 나타내고 있다.

표 4. 조선산업 인력 변화 추이(2000~2020)

(단위: 명)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
조선산업	87,162	86,213	86,201	90,304	92,213	104,928	118,818	129,827	131,367	129,071
전년대비 성장률	111.87	98.91	99.99	104.76	102.11	113.79	113.24	109.27	101.19	98.25
증감율	11.87	-1.09	-0.01	4.76	2.11	13.79	13.24	9.27	1.19	-1.75
구 분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
조선산업	138,248	139,363	138,342	145,683	157,518	139,479	117,640	110,351	119,479	96,004
전년대비 성장률	107.11	100.81	99.27	105.31	108.12	88.55	84.34	93.80	108.3	80.4
증감율	7.11	0.81	-0.73	5.31	8.12	-11.45	-15.66	-6.20	8.3	-19.6

조선산업의 2000년~2020년 기간의 인력변화의 기하평균은 1.05%로 나타나며, 이를 적용한 단순평균법에 의한 2021년~2030년의 인력 수요와 추세분

석의 선형회귀모형과 비선형 다항회귀모형을 활용한 예측결과는 표 5와 같다.

표 5. 추세분석에 의한 조선산업 인력 수요예측

(단위: 명)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
단순평균법	98,030	99,058	100,098	101,148	102,210	103,283	104,366	105,462	106,569
단순회귀식	143,342	145,620	147,898	150,176	152,454	154,732	157,010	159,288	161,566
다항회귀식	88,322	85,846	88,552	98,168	116,564	145,737	187,787	244,887	319,258

조선산업의 인력수요를 기하평균의 단순평균법으로 예측한 경우는 2022년 98,030명에서 2030년

106,569명으로 매년 1.05%씩 증가하는 일정한 추세를 나타낸다.

추세선을 활용한 선형회귀모형에서는 2022년 143,342명, 2030년 161,566명으로 매년 약 0.02%씩 증가하는 추세를 나타내며, 비선형 다항회귀식에서는 2020년에 88,322명의 인력 수요를 나타내었으나, 2030년에는 319,258명으로 약 3배 증가하는 것으로 예측되어 현실적으로 불가능한 수치를 나타내어 조선산업의 인력수요예측치로는 부적합한 것으로 평가된다. 조선산업 인력의 비선형 다항회귀모형은 차년도와 같이 단기적인 미래를 예측할 경우에는 타당한 예측치를 제공하고 있으나, 2년 이상의 장기적인 인력을 예측할 경우에는 현실적으로 가능하지 않은 예측치를 나타내고 있어 예측수단으로 사용하기 어렵다.

2) 시계열분석에 의한 조선산업 인력 수요예측

조선산업의 인력 수요의 추세와 예측분석을 위해 시계열 자료에 바탕을 둔 시계열분석(time series

analysis)을 활용할 수 있다. 이는 시간의 경과에 따라 순서대로 관측되는 값(시계열 자료)을 대상으로 이들의 추세, 변동요인 등을 파악하여 자료의 패턴을 유추함으로써 미래에 대해 예측하는 것이다.

조선산업의 인력 수요는 시간이 경과함에 따라 연동하여 변동하고 있으므로 이를 시계열분석을 통해 예측해 보고자 한다.

조선산업의 인력수요를 예측하기 위하여 시계열분석은 2000년 ~ 2019년의 기간의 자료를 활용하여 2030년까지의 비교적 단기기간의 인력 수요를 예측하였다. 20년간의 년단위의 적은 샘플로 인해 가능한 단순화된 모형을 적용하였다.

조선산업의 시계열분석의 AR, MA, ARMA, ARIMA 모형에 의한 2030년까지의 인력수요 예측결과¹⁾는 표 6과 같다.

표 6. 시계열분석에 의한 조선산업 인력 수요예측

(단위: 명)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
AR	103,798	106,782	109,285	111,385	113,147	114,625	115,865	116,906	117,779
MA	117,333	122,563	122,201	121,896	121,641	121,427	121,247	121,096	120,970
ARMA	102,678	108,245	110,462	112,323	113,884	115,193	116,292	117,214	117,987

시계열 모형에 의한 조선산업의 인력 수요 예측결과, AR모형은 2022년 3.55% 증가에서 2030년 0.75%로 체감적으로 증가하여 연평균 1.81%의 증가율을 나타낸다. MA모형은 2022년에 4.02% 증가하다 2024년부터 0.30% 감소에서 2030년 0.10% 감소로 체감적으로 감소하여 연평균 0.78% 증가율을 나타낸다. ARMA모형의 예측치는 2022년 5.94% 증가에서 2030년 0.66%로 체감적으로 추세를 나타낸다. ARIMA모형은 2022년에 19.73%로 대폭 증가하다 2030년에 0.69%로 증가율이 감소하는 체감적 증가 형태를 보이며, 연평균 증가율은 2.96%로 가장 높게 나타났다.

1) 조선산업 인력수요 예측을 위한 시계열분석의 각모형의 함수식과 통계적 유의성은 다음과 같다.

$$\text{-AR(1)모형 : } X_t = c + \varphi \cdot X_{t-1} + \epsilon_t \quad (R^2 = 0.785, F = 65.852, p=.000)$$

$$\text{-MA(1)모형 : } X_t = c + \varphi \cdot e_{t-1} + \epsilon_t \quad (R^2 = .058, F = .977, p=.336)$$

$$\text{-ARMA(1,1)모형 : } X_t = c + \alpha \cdot X_{t-1} + \beta \cdot e_{t-1} + \epsilon_t \quad (R^2 = 0.745, F = 21.926, p=.000)$$

$$\text{-ARIMA(1,2,1)모형 :}$$

$$X_t = \frac{c}{\gamma} + \frac{2+\alpha}{\gamma} \cdot X_{t-1} + X_{t-2} + \frac{\beta}{\gamma} \cdot e_{t-1} + \epsilon_t \quad 1.282 \quad (R^2 = 0.704, F = 14.472, p=.000)$$

3) 조선산업 인력 수요예측 결과 평가

조선산업 인력 수요 예측결과들의 정확도와 유용성을 평가해 보기 위하여 최근 5년간의 예측치와 실적치를 비교하였다. 현실적으로 맞지 않은 추세분석의 다항회귀모형을 제외한 6개 수요 예측방법을 활용하여 2000년부터 2015년, 2016년, 2017년, 2018년,

2019년까지 각 5회의 조선산업 인력 수요를 예측하고, 이들 예측치와 2015년~2020년 기간의 조선산업 실제인원수(실적치)의 차이를 비교 평가하였다.

최근 5년간의 인력 수요 예측치와 실적치의 비교 평가 결과는 표 7과 같다.

표 7. 조선산업 인력 수요예측치와 실적치 비교

(단위: 명)

구분	분석자료	2016	2017	2018	2019	2020	차이 평균
실적치		7,083	7,039	6,867	6,750	6,759	
단순평균법	77,913 (2000) } 157,518 (2015)	165,086	146,181	123,292	115,653	125,220	20,026
단순회귀식		161,035	166,354	171,673	176,992	182,311	55,083
AR		162,430	167,302	172,135	176,930	181,686	55,506
MA		128,822	125,805	123,547	123,509	123,472	12,703
ARMA		163,152	167,394	171,739	176,459	181,141	55,386
ARIMA		163,940	164,187	171,544	176,251	180,919	54,778
단순평균법	77,913 (2000) } 139,479 (2016)		144,649	122,000	114,441	123,908	17,900
단순회귀식			161,282	166,178	171,075	175,971	57,758
AR			140,925	142,223	143,389	144,436	31,874
MA			109,080	112,636	120,140	119,978	8,870
ARMA			142,779	143,651	143,949	144,993	32,974
ARIMA			134,362	151,182	144,090	145,149	32,827
단순평균법	77,913 (2000) } 117,640 (2017)			120,526	113,058	122,410	14,334
단순회귀식				156,480	160,611	164,742	52,000
AR				119,865	121,754	123,357	13,047
MA				100,882	114,690	121,977	13,410
ARMA				105,793	116,432	122,623	11,408
ARIMA				120,686	137,668	124,862	19,127
단순평균법	77,913 (2000) } 110,351 (2018)				112,506	121,812	16,391
단순회귀식					150,900	154,302	44,859
AR					113,187	115,595	12,942
MA					112,550	120,868	15,896
ARMA					106,721	114,738	15,746
ARIMA					118,272	121,180	13,192
단순평균법	77,913 (2000) } 119,479 (2019)					122,198	26,194
단순회귀식						148,018	52,014
AR						121,237	25,233
MA						124,126	28,122
ARMA						122,373	26,369
ARIMA						130,671	34,667

최근 5년간의 조선산업 인력 수요 예측결과를 비교평가한 결과 시계열분석의 MA모형의 예측치와 실적치의 차이 평균이 15,800명으로 가장 적으며, 다음

으로 기하평균을 활용한 단순평균법이 18,969명으로 나타났다. 나머지 방법들은 2만 7천명에서 5만2천명 정도의 차이가 있는 것으로 나났는데, 이는 조선산업

인력이 증가추세를 보이지만 2010년~2011년과 2016년~2020년 기간의 불황에 따른 인력 감소로 그 변동성이 심하기 때문인 것으로 해석된다.

본 연구에서는 조선산업 인력 수요를 예측함에 있어서 실적치와의 차이가 적은 모델을 적용하여 예측하고자 한다. 그런데 MA 모형은 예측모델이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타나, 기하평균을 이용한 단순평균법을 적용하여 예측하도록 한다.

3. 친환경 스마트 선박 인력 수요예측

친환경 스마트 선박의 인력 수요를 예측하기 위하여 산업통상자원부의 2018년과 2020년 인력 조사결과를 바탕으로 조선산업의 인력 증가분을 반영하여 친환경 스마트 선박 인력 수요를 예측하였다.

산업통상자원부의 친환경 스마트 선박 분야의

2018년과 2020년의 실제인력 조사자료에 의하면, 2018년은 35,549명으로 2028년의 수요는 49,218명으로 예측되었고, 2020년에는 44,737명으로 나타났다(전재식 외, 2019; 전제식 외 2021).

친환경 스마트 선박 분야의 인력수요는 계속 증가하는 추세를 나타내고 있는데, 2018년의 인력 조사를 바탕으로 2028년 인력수요를 예측한 결과는 2020년의 실제 조사 인력과 유사한 수준을 나타내게 되어 단일 시점에서 산업체의 인력수요조사에 의한 장기예측은 그 정확도가 떨어지게 된다.

그러므로 친환경 스마트 선박 인력수요는 실제 인력 증가 추세를 반영하여 인력 수요를 예측하여야 한다. 친환경스마트 분야의 실제인력 자료는 2018년과 2020년의 조사결과지만 제시되고 있는 실정이므로, 이들 인력 현황자료를 바탕으로 향후 인력 수요를 예측하고자 하였다.

표 8. 친환경 스마트 선박 인력 수요 예측

구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	연평균 증가율(%)	
	조선산업 인력수요	98,030	99,058	100,098	101,148	102,210	103,283	104,366	105,462	106,569	1.05
친환경 스마트	2018년 예측	40,490	41,829	43,212	44,641	46,117	47,642	49,218*	50,846	52,527	3.31
	2020년 예측	50,763	54,074	57,600	61,357	65,359	69,621	74,162*	78,999	84,151	6.25
인력 수요 예측	2018~2020 증가율 적용**	56,300	63,158	70,851	79,481	89,163	100,024	112,208	125,876	141,210	12.18
	조선산업 성장을 반영***	51,296	54,641	58,205	62,001	66,045	70,352	74,941	79,828	85,035	7.07
친환경 스마트 인력 비중(%)	52.33	55.16	58.15	61.30	64.62	68.12	71.81	75.69	79.79		

* 2028년 친환경 스마트 선박 인력 예측 : 49,218명(전재식 외, 2018), 74,162명(전제식 외, 2021)

** 2018년 친환경 스마트 선박 실제인력 35,540명, 2020년 실제인력 44,737명의 연평균 증가율 12.18% 적용

*** 2022년 친환경 스마트 인력 수요 예측치에 조선산업 연평가 증가율 1.05% 반영

친환경 스마트 인력은 2018년 35,549명에서 2020년 44,737명으로 증가하여 연평균 12.18%의 증가율을 나타내고 있다. 이를 적용하여 2030년까지의 인력 수요를 예측하면 2028년에 112,208명으로 조선산업 전체의 인력수요 예측치 104,366명을 초과하게 되므로, 인력 수요 예측치로 활용하기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 친환경 스마트 선박 인력에 대한 연간 통계자료가 부족하기 때문에, 가장 최근의 인력 규모를 바탕으로 인력 수요를 예측한 전제식 외(2021) 연구 결과에 조선산업의 연평균 증가율을 적용하여 인력 수요를 예측하였다. 이에 따라 예측된 친환경 스마트 선박 인력 수요는 2025년 62,001명,

2030년 85,035명으로 조선산업 전체 인력의 61.3%, 79.79%로 그 비중이 증대하는 것으로 예측되었다.

V. 결론

본 연구는 최근 조선산업에서 그 중요성과 비중이 확대되고 있는 친환경 스마트 선박의 성장에 필요한 인력 수요를 예측하기 위하여 통계청의 2000년~2020년 기간의 광업·제조업조사 자료를 활용하여 추세분석과 시계열 분석을 통해 실시하였다.

먼저 조선산업의 인력 수요를 예측하고, 이를 친환경 스마트선박 분야에 적용하여 인력 수요를 산출하도록 하였다.

기하평균을 이용한 단순평균법, 추세분석의 선형 및 다항 회귀모형, 시계열 분석의 AR, MA, ARMA, ARIMA모형의 조선산업의 인력 수요 예측 결과를 실적치와 비교한 결과, 최근의 조선산업의 불황에 따른 인력 감소의 변동을 가장 잘 반영한 예측방법으로 기하평균을 활용한 단순평균법이 가장 타당한 것으로 평가되었다.

친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요를 예측하기 위하여 산업통상자원부의 친환경 스마트 선박 분야의 2018년 인력과 2020년의 인력조사 결과를 바탕으로 조선산업의 인력 증가추이를 반영하여 인력 수요를 예측하였다. 친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요 예측결과, 2022년 51,296명에서 2025년 62,001명, 2030년 85,035명으로 예측되었다.

본 연구는 추세분석과 시계열 분석의 다양한 방법을 활용하여 조선산업의 인력수요를 예측하고 최근의 실적치와 비교 평가하여 예측의 정확도를 높이고 친환경 선박 분야의 인력 실재조사 자료를 반영하여 예측 타당도를 높이고자 하였다.

또한 본 연구는 우리나라 조선소들이 글로벌 경쟁력을 확보하고 있으며, IMO의 환경규제와 4차산업 혁명 기술의 확산에 따라 수요가 지속적으로 증가할

것으로 예상되는 고부가가치 친환경 스마트 선박 분야에 필요한 인력 수요를 예측하여 제공함으로써 조선산업의 인력 수급 조정과 성장 및 발전에 기여할 것으로 생각된다. 본 연구에서 제시된 친환경 스마트 선박 분야의 인력 수요는 향후 필요 인력 양성규모와 양성방안을 결정하는 정책을 수립하는데 있어서 근거자료로 활용될 것이다.

그런데 인력 수요는 과거의 인력 추세를 바탕으로 예측하는 것이 타당한데, 친환경 스마트 선박 분야의 인력 규모에 대한 자료는 최근의 2018년과 2020년의 자료에 한정되고 있어, 인력 변화 추세를 반영한 정확한 분석이 이루어지지 못하였다. 본 연구는 친환경 스마트 선박 인력 수요를 조선산업의 과거 20년간의 인력현황 자료를 기반으로 조선산업 전체 인력의 수요를 예측하고 이를 친환경 스마트 선박 인력 수요 예측에 반영하여 예측의 객관성과 정확성을 높이고자 하였다.

이러한 자료의 한계를 극복하고 예측의 정확성을 높이기 위해서는 앞으로 친환경 스마트 선박 분야의 인력 현황에 대한 연간 단위의 정기적인 조사를 실시하여 인력실태를 파악하고 자료를 축적하여 이에 근거한 인력수요 예측이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강규홍(2018), IoT기반 스마트십 운항시스템 기자재, 대한조선학회지, 55(3), pp.26-28.
- 김윤희·박광필·송진호(2022), 친환경스마트선박의 표준분류체계에 관한 연구, 한국CDE학회 논문집, Vol.27 No.1, pp. 47-56.
- 김종건(2009), 조선 해양플랜트 산업 인재양성을 위한 설문조사를 통한 인력양성 방안제시, 경상대학교 석사논문.
- 김현준·이길호(2022), 조선산업 2022년 상반기 정기평가 결과, KIS IssuerComment, 한국신용평가.
- 류기수(2018), 마래선박에 대한 우리의 필요자세, 대한조선학회지, 55(1), pp.56-59.

- 류지훈(2021), 신년사로 본 '2021년 조선업계 경영전략', 해양한국, 2021년 1월호, pp.38-40.
- 박성배 · 김정우 · 전상인 · 김창욱 · 최은정 · 이치호 · 허용석 (2012), 효과적인 수요 예측 방법과 사례, SERI 이슈페이퍼, 삼성경제연구소.
- 박영호 · 정재욱 · 김예진 · 정민지 · 황규희(2019), 신흥국 산업인력 수요전망 방법론 연구: 직업교육 ODA 사업의 효율화 방안을 중심으로, 대외경제정책연구원.
- 산업통상자원부(2020), 4대 신산업분야 산업기술인력 수요 전망, 산업통상자원부 보도자료 2020.04.20.
- 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 산업연구원(2020a), 산업분석 및 산업기술인력 조사보고서: 스마트 · 친환경 선박, 한국산업기술진흥원 기술
- 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 산업연구원(2020b), 산업기술인력 수요전망: 스마트 · 친환경 선박, 한국산업기술진흥원 기술
- 서용석 · 박영기 · 김진 · 장화섭(2018), 자율운항선박 기술 동향과 산업전망, KEIT PD 이슈리포트, 4월호.
- 손명조 · 이정렬(2018), 디지털 트윈 기반의 선박건조 및 관리, 대한조선학회지, 55(3), pp.21-25.
- 우나(2014), 한중 조선산업의 발전과정 및 현황에 대한 비교연구 및 평가, 한국외국어대학교 석사논문.
- 유창현(2022), 우리나라 조선산업의 글로벌 가치사슬 경쟁력 향상 방안에 관한 연구, 한국해양대학교 석사논문.
- 윤익로 · 최정민 · 서경석 · 박병직 · 박준형(2018), 자율운항선박 기술영향 평가, 해양수산과학기술진흥원.
- 이동욱(2020), 조선산업 지원 정책방향, 대한조선학회지, 제57권 제3호, pp.38-39.
- 이상일 (2000), 인력수요예측과 인적자원개발의 연계에 관한 연구, 인제대학교 인문사회과학연구소
- 이정경(2022), 상선 해기사 수급 예측과 인력부족 진단 및 대응분석, 한국해양대학교 박사학위논문.
- 임용곤 · 박종원(2008), 지능형 디지털 선박의 구현방안, 대한조선학회지, 45(5), pp.554-561.
- 장석광(2020), 한국과 중국 조선산업 수출경쟁력 비교 분석, 신라대학교 박사학위논문
- 전재식 · 김형만 · 김미란 · 최현식 · 전배근 · 전재희 · 광재근 · 박노권 · 김영숙(2018), 미래 유망 신산업 대응 인력조사 전망 기획연구, 한국산업기술진흥원, 한국직업능력연구원
- 전재식 · 문한나 · 김유미 · 김미란 · 정재호(2021), 미래 유망 신산업 산업기술인력조사 및 전망 연구, 한국산업기술진흥원, 한국직업능력연구원
- 전영우 · 신용준 · 김태균 · 홍성화 · 이창희 · 조소현 · 배후석 · 김기선(2020) 차세대 해기전문인력 육성 필요성과 방안 연구, 한국선주협회, 한국해운조합, 한국선박관리산업협회, 전국해상선원노동조합연맹, 한국해기사협회.
- 정정재(2020), 중국 조선산업 급속 성장, 부산발전포럼, 제182호. 부산연구원, pp.50-65.
- 정희룡 · 장형준 · 송영은(2019), 대형 무인 선박의 자율운항 기술 개발동향, 제어,로봇, 시스템학회 논문집, 25(1), pp.76-87.
- 조재덕(2013), 우리나라 조선 및 해양플랜트 산업의 인력 수급 및 양성에 관한 연구, 한국해양대학교 석사논문.
- 최재선 · 박광서 · 김민수 · 안요한 · 조영일 · 박문집 · 이정아 · 김진경 · 전영우 · 전상엽(2011), 해양플랜트 서비스 산업 전문인력 양성 기본계획 수립을 위한 연구, 국토해양부.
- 통계청, 광업 · 제조업 조사 1999~2014(한국표준산업분류 9차), 2007~2020(한국표준산업분류 10차).
- 한국조선해양기자재연구원(2021), 자율운항선박 기술동향, 한국조선해양기자재연구원.
- 한순홍(2018), 4차 산업혁명 입장에서 조선산업을 위한 5가지 제안, 대한조선학회지, 55(1), pp.60-71.
- 한승환(2008), 조선산업의 인적자원개발에 관한 연구, 조선대학교 석사논문.
- MarketsAndMarkets(2019), Autonomous Ships Market by Autonomy(Fully Autonomous, Remote Operations, Partial Automation), Ship Type (Commercial, Defense), End-Use (Linefit, Retrofit), Solution (Systems, Software, Structures), Propulsion and Region - Global Forecast to 2030, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/autonomous-ships-market-267183224.html>.

친환경 스마트 선박 인력 수요예측에 관한 연구

신상훈 · 신용준

국문요약

이 연구는 IMO의 환경규제와 4차산업 혁명 기술의 확산에 따라 그중요성과 비중이 확대되고 있는 친환경 스마트 선박의 성장에 필요한 인력 수요를 통계청의 2000년~2020년의 조선산업 인력자료를 기반으로 예측하였다.

추세분석과 시계열분석의 다양한 모델을 적용하여 조선산업의 인력 수요를 예측하고 최근 5년간의 실적치와 비교하여 기하평균을 적용한 단순평균법이 예측 오차가 유의적으로 가장 적은 것으로 평가되었다.

그리고 산업통상자원부의 친환경 스마트 선박 분야의 2018년과 2020년의 인력현황 설문조사 결과를 바탕으로 조선산업 인력 증가추이를 반영하여 인력 수요를 예측하였다. 조선산업의 인력수요 예측치에 친환경 스마트 선박부분의 인력 증가수치를 반영하여 인력 수요를 예측한 결과, 2025년 62,001명, 2030년 85,035명으로 증가하는 것으로 예측되었다.

본 연구는 고부가가치 친환경 스마트 선박 분야에 필요한 인력 수요를 통계자료에 기반하여 객관적으로 예측함으로써, 향후의 인력 수요에 대응한 적절한 전문인력의 양성 및 공급 방안 수립에 기여하게 될 것으로 평가된다.

주제어: 친환경 스마트 선박, 조선산업인력, 인력 수요 예측, 추세분석, 시계열분석