

해외건설수주액 예측을 위한 최적모형 개발

이광원¹ · 조웅현^{2*}

¹신안산대학교 기계설계과 교수, 건국대학교 부동산학과 박사과정 · ²HS에드 디지털플랫폼사업부 책임

Development of an Optimal Model for Forecasting Overseas Construction Orders

Lee, Kwangwon¹, Jo, Woonghyeon^{2*}

¹Professor, Department of Mechanical Design, Shin Ansan University
¹Graduate Student, Department of Real Estate Studies, Konkuk University,
²Professional, Division of Digital Platform, HS Ad

Abstract : The purpose of this study is to compare and contrast the amount of overseas construction orders of South Korea and China by using various time series models that measure the overseas construction orders. Based on the analysis we propose better specification (model selection) with much more predictive power and prove the universality of the model developed by applying our findings with respect to the prediction power of overseas construction orders from other countries viewpoints (verification of generalization). The input variables include Dubai crude oil and exchange rates by country from 1981 to 2019. The VAR model is proposed based on the prediction power test, with respect to MAPE, RMSE, and MAE between the estimates and actual measurements from 2016 to 2019. We also conclude the results of the prediction of overseas construction orders time series of China are again consistent with the actual numbers. These analyses suggest the possibility of developing a comprehensive model that predict the potential construction orders of other countries.

Keywords : Overseas Construction Order, Time-series Analysis, VAR Model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

해외건설수주는 우리 경제의 숨겨진 활력소이다. 일반적으로 한 나라의 경제는 GDP(Gross Domestic Product; 국내총생산)의 총액과 그 성장률로 가늠한다. 그런데 이 국내총생산은 국내에서 발생한 부가가치만을 집계하기 때문에, 해외에서 수주된 건설을 수행하기 위해 진출한 우리 국민의 소득은 당해년도 국내총생산에 반영되지 않을 수 있다. 반면, 자재수출 등 해외건설수주에 따른 파급효과는 당해년도 국내총생산에 반영될 뿐만 아니라, 차년도 건설수주에도 직접적으로 긍정적인 영향을 미치게 된다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2007).

이처럼 해외건설수주는 국민경제의 발전과 국민소득의

증대에 많은 기여를 한다. 따라서, 해외건설수주를 전망하는 것은 우리나라 경제를 전망하는 것이 될 수 있으며, 해외건설수주를 보다 정확하게 전망하는 것은 우리나라 경제를 보다 정확하게 전망하는 것으로 볼 수 있다.

이에 본 연구는 해외건설수주액을 설명하는 다양한 시계열 모형을 비교-검증하여, 예측력 관점에서 가장 적합한 해외건설수주액 예측모형을 선택-제안하고(모형선택), 이를 다른 국가의 해외건설수주액 예측에도 적용하여 개발된 모형의 보편성을 확인한다(일반화 검증). 이를 통해, 세계 건설수주 시장 전반을 분석하는 보편적 모형개발 가능성을 시사하고자 한다.

2. 선행연구 및 연구방법론

2.1 해외건설수주 동향과 영향요인

2.1.1 해외건설수주 동향

우리나라 해외건설수주액을 포함한 해외건설수주 동향은 해외건설협회에서 집계한다. 1981년부터 집계된 우리나라 해외건설수주액 추이를 살펴보면, 1981년대 중동지역을

* **Corresponding author:** Jo, Woonghyeon, Division of Digital Platform, HS Ad, Seoul, 04143, Korea
E-mail: hansawi12@naver.com
Received March 30, 2020 : **revised** May 12, 2020
accepted May 25, 2020

중심으로 136억 달러를 수주했던 실적은 이후 2005년까지 150억 달러 미만에 머물렀다. 그러나 2006년 이후 우리나라 건설기업들이 적극적으로 해외건설수주에 나선 결과 2010년 715억 달러를 돌파하기도 하였다. 이후 600억 달러 전후를 기록하던 해외건설수주액은 2015년부터 감소하여, 2018년 321억 달러에 수준에 머물렀다.

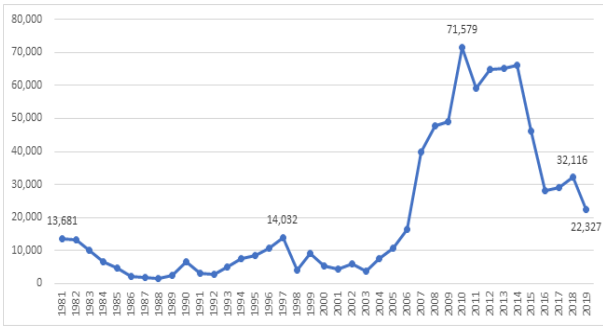


Fig. 1. Overseas construction orders trend (unit: million\$)

2019년도 해외건설수주액은 2018년보다 31% 감소한 223억 달러에 그쳤다. 이는 지난 2006년 164억 달러 이후 13년 만에 가장 낮은 수치다. 지난해에는 중동과 아시아지역 수주액이 2018년보다 각각 48%, 23%가량 떨어진 것이 실적 저조의 원인으로 보인다.

Table 1. Overseas construction orders by region

| Region | 2019 | | 2018 | | YoY % Growth |
|-----------------------|--------|------|--------|------|--------------|
| | Mil.\$ | % | Mil.\$ | % | |
| Asia | 12,539 | 56.2 | 16,207 | 50.5 | -22.6 |
| Middle East | 4,757 | 21.3 | 9,204 | 28.7 | -48.3 |
| Europe | 2,469 | 11.1 | 3,708 | 11.5 | -33.4 |
| Africa | 1,713 | 7.7 | 1,222 | 3.8 | 40.3 |
| North America-Oceania | 566 | 2.5 | 1,041 | 3.2 | -45.6 |
| South America | 280 | 1.2 | 733 | 2.3 | -61.7 |
| Total | 22,327 | 100 | 32,115 | 100 | -30.5 |

업계는 이 같은 우리나라 해외건설수주액 감소에 대한 원인을 ① 유가 하락에 따른 중동 등 산유국의 발주 감소, ② 2013년 해외 플랜트공사 사업에서 부실 실적(1조원 손실) 이후 체질 개선 미흡, ③ 프로젝트관리 능력 부족에 따른 해외 건설사업의 수익성 악화, ④ 계속되는 수익성 악화에 따른 해외프로젝트 수주 기피 ⑤ 미중간 무역전쟁 등에 따른 미래불확실성 증가, ⑥ 중국 업체의 성장으로 가격 경쟁력 저하 등 여러 원인이 복합적, 연쇄적으로 작용한 결과로 보고 있다(Maeil Business News Korea, 2019).

2.1.2 해외건설수주 영향요인

해외건설수주액은 발주자 요인, 입찰자 요인의 영향을 받는다.

첫째, 발주자 요인은 ‘입찰대상이 되는 건설물량의 발생’, 즉 건설수요에 영향을 미치는 요인을 의미한다. 건설업은 발주자의 발주와 요구사항에 근거하여 움직이는 ‘수주형 산업’이다. 따라서 발주자가 경기를 어떻게 인식하느냐에 따라서 발주가 확대 또는 축소되는데, 대체로 국제유가가 그 가능자가 된다. 이는 최근 코로나19 사태로 인해 경기전망이 어두워지면서 국제유가가 급락한 것을 보아도 알 수 있다.

국제유가의 상승은 대체로 건설업에 긍정적인 영향을 미친다. Park (2014)에 따르면, 국제유가와 해외건설 수주액은 0.77, 국제유가와 세계경제성장률은 0.89의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. Aimer (2016)도 국제유가 상승은 건설업 경기에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 왜냐하면, 해외건설의 발주는 대체로 자체 산업기반이 튼튼하지 않은 산유국에 의해서 이루어지는데, 국제유가가 상승하면 산유국의 자본력이 증가하여 많은 건설을 발주하게 되기 때문이다. 뿐만 아니라, 국제유가 상승은 산유국의 구매력을 증가시켜 세계경기를 활성화하고, 주가지수와 같은 다른 경기지수도 일반적으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Adebiyi et al., 2009).

둘째, 입찰자 요인은 ‘발생한 건설물량에 대한 입찰’, 즉 공급자 요인을 의미한다.

Olatunji (2010)는 환율이 상승할 때에 해외건설에 대한 입찰이 증가하여 해외건설수주액이 높아진다고 설명하였다. 일반적으로 입찰가격은 기축통화로 결정되는데 반해, 본국에서 조달해야 하는 자재와 인력, 본국에서 공시되는 사업수익은 본국의 통화를 기준으로 산정된다. 따라서 환율이 상승하면, 본국통화 기준의 사업수익은 고평가되면서도 본국발 자재와 인력에 대한 달러평가금액은 낮아져 원가구조가 개선될 것으로 기대된다. 따라서 환율의 상승은 해외건설에 대한 공격적 입찰을 유인하는 기능을 한다(ChosunBiz, 2019).

또한 환율 및 그에 따른 가격경쟁력은 단기간에 쉽게 바뀌지 않는 기술력이나 평판과는 달리, 상황에 따라 기회요인 또는 위협요인으로 작용하여 입찰결과에도 영향을 미친다.

이처럼 국제유가와 환율은 각각 발주자와 입찰자 요인으로서 우리나라 해외건설수주액에 중요한 영향을 미칠 것으로 보인다. 실제로 해외건설수주액 데이터가 충분히 축적된 2010년대에 이르러 우리나라 해외건설수주액에 대한 정량적, 계량경제학적 접근이 시도되었는데, 각 연구들은 공통적으로 국제유가와 환율을 대외경제요인을 독립변수로 활용하였다. 또한 연구결과를 통해 국제유가, 환율과 같은 대외

경제요인은 대내요인에 비해서 설명력이 높은 것으로 나타났다.

Park et al. (2012)은 GDP, 물가지수, 국제유가에 대한 Granger Causality Test를 통해, 이들 변수가 지역별 해외건설수주액(중동, 아시아, 북미, 아프리카, 중남미)에 영향을 미친다고 설명하였다. 이후 Jung (2012)은 우리나라 해외건설수주액에 대한 국제유가, 환율, GDP, 무역수지, 코스피지수의 영향력을 분석하였다. 분석결과, 해외건설수주액에는 국제유가가 가장 큰 영향을 미치며, 환율, GDP, 무역수지에 유의한 영향을 미치지만, 코스피지수와 같은 순수국내경기요인에는 영향을 미치지 않는다고 설명하였다. Park (2013)도 우리나라 해외건설수주액에 대한 국제유가, 환율, 국내건설수주액의 영향력을 분석하여, 대외적 요소인 해외건설수주액(자기상관효과), 국제유가, 환율이 해외건설수주액에 긍정적인 영향을 미치지만, 대내적 요인인 국내건설수주액은 해외건설수주액과 상호독립적인 추세를 보인다고 설명하였다. Kim (2018)도 해외건설수주액을 설명하는 독립변수로 국제유가, 환율, GDP를 활용하였다.

Table 2. Prior researches on overseas construction orders

| Research | Dependent Variable | Independent Variables | Method |
|--------------------|------------------------------|---|------------------------|
| Park et al. (2012) | Overseas construction orders | Oil price, GDP, Price index | Granger Causality Test |
| Jung (2012) | | Oil price, Exchange rate, GDP, Trade balance, KOSPI Index | VAR |
| Park (2013) | | Oil price, Exchange rate, Domestic construction orders | VECM |
| Kim (2018) | | Oil price, Exchange rate, GDP | ARIMA, VECM |

이상의 연구에서 다양한 독립변수를 사용하고 있지만, 물가지수와 주가지수는 이미 선행연구에서 해외건설수주액에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Park, 2013). 또 연구배경에서 해외건설수주가 GDP에 기여한다고 설명했듯이, GDP나 무역수지는 해외건설수주로부터 일부 영향을 받는 종속변수로서의 성격이 존재한다. 이에 본 연구에서는 발주자 요인에 해당하는 국제유가, 입찰자 요인에 해당하는 환율을 주요 독립변수로 설정하였다.

2.2 시계열 분석방법론 및 우리나라 해외건설수주 동향 관련 연구

우리나라 해외건설수주 동향 연구에는 주로 ARIMA, VAR 모형과 같은 시계열 분석방법이 활용된다.

2.2.1 ARIMA 모형을 활용한 해외건설수주 동향 연구

ARIMA 모형(Autoregressive Integrated Moving Average

Model; 자기회귀적분이동평균모형)은 시계열 데이터 분석에 널리 활용된다. 대체로 경제현상과 관련된 시계열 데이터는 자기상관 혹은 이동평균 하나의 모형으로 정의하기 어려우므로(ARMA모형), 1차 또는 2차 차분을 통해 안정성(stationarity)을 확보할 필요가 있다. 이런 필요성에 부응하기 위한 방안이 ARIMA 모형이다.

일반적으로 ARIMA 모형은 ARIMA (p,d,q)모형으로 표기하는데, p는 자기상관의 차수, d는 차분의 횟수, q는 이동평균의 차수를 의미한다. 불안정한 시계열이 d번 차분을 취하고 나면 안정적인 ARMA (p,q)모형이 된다는 것을 의미한다(Lee, 2012). 이를 식으로 표현하면 아래와 같다(Moon, 1997).

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (1)$$

ARIMA (p,d,q)를 후방전위연산자(B)를 이용하여 표현하면 다음과 같다(Lee, 1994).

$$\phi(B)\Delta^d Y_t = \delta + \theta(B)e_t \quad (2)$$

$$\text{단, } BY_t = Y_{t-1}, B^2 Y_t = Y_{t-2} \dots$$

$$\theta(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

이 표현식에서 Δ^d 는 해당시계열이 d차 적분된 확률과정이라는 것을 말한다. 즉, 이 시계열은 d차 차분되었을 경우 안정 시계열이 된다는 것을 의미한다.

ARIMA 모형을 사용할 때에는 Ljung-Box통계량, 편자기상관, 자기상관 등을 고려하여, 가장 적절한 p, d, q를 결정하게 된다. Kim (2018)은 이상의 과정을 통해 우리나라 해외건설수주액을 분석했는데, 그 결과 우리나라 해외건설수주액은 ARIMA (3,1,1)을 통해서 가장 잘 설명되는 것으로 나타났다.

ARIMA 모형은 자기상관, 이동평균 등 연구변수의 변화추이를 분석하기 때문에 다른 독립변수가 제공되지 않더라도 예측을 할 수 있는 장점을 가진다. 그러나 다른 독립변수를 사용하지 않는다는 점은 단점으로도 작용할 수 있다.

예를 들어, 우리나라 해외건설수주액이 최근 몇 년간 지속적으로 상승하였다면, 자기상관(직전 p개 년도값)과 이동평균(최근 q개 년도값 평균) 모두 높은 값이 입력되어 이후에도 지속적으로 상승할 것이라고 예측하게 된다. 따라서 하락국면으로의 전환, 다른 요인의 변화를 반영하지 못한다는 한계점을 가진다. 이에 최근에는 독립변수와 그 상호작용까지 반영하는 VAR (Vector Autoregressive)모형이 널리 사용되고 있다.

2.2.2 VAR 모형을 활용한 시계열 분석

ARIMA 모형은 일변량 분석으로 변수들 사이 상호작용을 고려하지 않지만 VAR 모형은 종속변수와 독립변수 모두를 각각의 선형방정식으로 표현된다. VAR 모형은 n개의 선형 방정식으로 구성되는데, 모형 내의 모든 변수의 현재 관측치를 내생변수로, 그리고 모든 시차 변수들은 외생변수로 간주한다. 일반적인 p차 VAR 모형은 다음과 같이 표현된다.

$$x_t = A_1x_{t-1} + \dots + A_px_{t-p} + BY_t + \epsilon_t \quad (3)$$

여기서 x 는 크기가 k인 내생변수 벡터이며, Y 는 크기가 d인 외생변수의 벡터이다. 그리고 A, B는 추정되어야 할 상관 계수로 이루어진 행렬이 된다. ϵ_t 는 x 와는 상관성을 가질 수도 있지만, 자기 자신의 lag 변수들과 우변의 어떤 변수들과는 상관성을 갖지 않는다.

$$E(\epsilon_t) = 0 \quad E(\epsilon_t \epsilon_s) = \Omega(t \neq s) \quad \text{또는} \quad 0(t = s) \quad (4)$$

Lag 변수들은 우변에만 위치하고 있기 때문에 동시성은 문제가 되지 않으며, 최소자승법으로 추정하면 그 추정치는 일관성을 가진다.

VAR 모형은 단기균형뿐만 아니라 장기균형을 분석할 수 있고, 가성회귀를 가지지 않으므로 유용한 예측 방법으로 평가된다. 그러나 시계열 변수를 차분하여 안정화된 변수를 모형에 적용하면 시계열의 고유한 수준(level) 정보를 잃어버릴 수 있어 공적분 관계 존재시 VECM (Vector Error Correction Model; 벡터오차수정모형)을 통하여 분석하면 수준정보와 안정성을 동시에 확보할 수 있다. 오차수정모형은 차분된 종속변수를 오차수정항과 차분된 시차변수의 합수로 간주한다.

$$\Delta X_t = A_1\Delta X_{t-1} + \dots + A_{p-1}\Delta X_{t-p+1} + A_0BZ_{t-1} + \epsilon_t \quad (5)$$

위의 식을 공적분 관계에 있는 방정식 체계의 ‘오차수정모형’이라고 부른다. 여기서 Z_t 는 안정적인 벡터로 변수들 간의 균형조건으로부터의 이탈을 특징하는 부분이고, B는 균형관계로부터의 이탈이 얼마나 빨리 해소되는가를 측정하는 오차수정속도 파라미터의 행렬로 볼 수 있다.

공적분식의 전기잔차인 오차수정항은 장기균형관계에서 일시적으로 벗어난 불균형오차로 차기에 오차수정계수에 의해 조정된다. 따라서 오차수정모형은 변수 사이의 공적분 관계를 검정하는 또 다른 방법인 동시에 변수 사이의 동태 조정과정을 규명할 수 있는 수단이 된다.

이상의 VAR 모형(Jung, 2012), VECM (Park, 2013; Kim, 2018)은 우리나라 해외건설수주액에 대한 연구에 두루 활용되었다.

3. 우리나라 해외건설수주액 모형선택

3.1 분석개요

우리나라 해외건설수주액을 설명하는 다양한 시계열 모형을 비교-검증하여, 예측력 관점에서 우리나라 해외건설수주액을 설명하는 가장 적합한 예측모형을 선택하였다.

3.1.1 분석 데이터

분석에 사용된 데이터(자료원)는 1981년부터 2019년간 집계된 연도별 해외건설수주액(해외건설협회), 두바이유가(Bloomberg), 원/달러환율(한국은행)이다.

두바이유가와 원/달러환율은 앞서 이론적 배경에서 설명하였듯이 각각 발주자 요인, 입찰자 요인을 대표하는 변수임과 동시에 여러 선행연구를 통해 이론적, 실증적인 타당성이 검증된 독립변수이기에 이들을 독립변수로 사용하였다. 또 여러 국제유가 가격지표 중에서 두바이유가를 사용한 이유는 두바이유-브렌트유 및 두바이유-서부텍사스유 가격간의 상관관계수가 평균 0.8에 달해(Lee, 2017) 상호대체가 가능한 수준이므로, 우리나라에서 가장 많이 수입하는 중동지역 유가를 기준으로 삼았기 때문이다.

3.1.2 분석 방법

본 연구에서는 세 가지 모형의 예측력을 비교한다. 세 모형은 다른 독립변수를 사용하지 않은 ① 선행연구(Kim, 2018)의 ARIMA (3,1,1)모형과 국제유가 및 원/달러환율을 독립변수로 사용한 ② 동적 회귀모형과 ③ VAR모형이다. 해외건설수주액 단위가 커서 각 변수는 로그변환하였으며, VAR모형은 단위근 검정 등을 통해서 Standard VAR모형을 사용했다.

이들 각 모형에 대해서, 1981~2015년 데이터로 모형을 수립하고, 최근 4개년(2016~2019년) 데이터를 예측하였다. 이에 따른 모형의 선택은 2016~2019년간 예측치와 실측치간의 오차를 설명하는 MAPE, RMSE, MAE가 낮으면서도, 2019년 예측치를 2018년 예측치보다 감소할 것으로 전망하는 모형을 선택하였다.

3.2 분석결과

1981~2015년 데이터로 수립한 세 모형의 추정결과는 다음과 같다. 분석결과 도출되는 모형적합도(R^2)는 모형2(동적 회귀모형)가 가장 높았다.

Table 3. Regression coefficient and model fit

| Independent Variables | Model 1 ARIMA (3,1,1) | Model 2 Dynamic Regression | Model 3 VAR Model |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| AR(1) | -0.897** | 0.624** | 0.861** |
| AR(2) | 0.039 | - | - |
| AR(3) | 0.242 | - | - |
| MA(1) | 0.999 | - | - |
| Oil price(t) | - | 0.634** | - |
| Exchange rate(t) | - | 0.575** | - |
| Oil price(t-1) | - | - | 0.333* |
| Exchange rate(t-1) | - | - | 0.164 |
| Model fit (R ²) | 0.210 | 0.881 | 0.818 |

* p < .05, ** p < .01

그러나 적합도만으로 모형2가 가장 우수하다고 할 수는 없다. 왜냐하면 모형1과 3은 전기[前期]의 자기상관 및 독립변수를 사용하기 때문에 적합도 측면에서는 불리할 수 있지만, 미래 독립변수를 예측하지 않아도 종속변수를 예측할 수 있다는 장점을 가진다. 반면 모형2는 당기[當期]의 유가와 환율로 당기의 해외건설수주액을 추정하기 때문에, 전기 값을 활용하는 모형1, 모형3에 비해서 적합도 측면에서는 유리하지만, 예측을 함에 있어서는 독립변수가 수집되지 않은 미래(여기서는 2020년 이후) 예측을 위해서는 독립변수를 예측해서 활용해야 하므로 모형을 활용한 예측이 용이하지 않다. 이에 본 연구는 모형의 설명력보다는 예측의 정확도를 중심으로 모형을 선택하였다. 세 가지 모형을 활용한 예측결과는 <Table 4>와 같다.

Table 4. Comparison of prediction accuracy and trend fitness

| | | Model 1 ARIMA (3,1,1) | Model 2 Dynamic Regression | Model 3 VAR Model |
|---------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Prediction accuracy | MAPE | 3.041 | 2.780 | 1.576 |
| | RMSE | 0.548 | 0.503 | 0.303 |
| | MAE | 0.519 | 0.475 | 0.274 |
| Trend fitness | Actual 2018 | \$ 32,116M | | |
| | Predicted 2018 | \$ 43,804M | \$ 41,600M | \$ 34,860M |
| | Actual 2019 | \$ 49,407M | \$ 46,136M | \$ 33,792M |
| | YoY 2019 | Increased | Increased | Decreased |

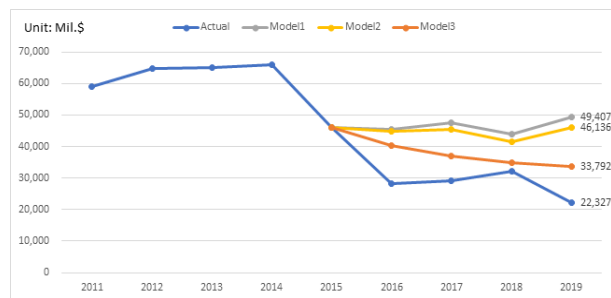


Fig. 2. Comparison of actual and predicted values of overseas construction orders (after, 2011)

2016~2018년 예측치에 대한 오차는 MAPE 3.041 이하, RMSE 0.548 이하, MAE 0.519 이하로 비교적 낮게 산출되었다. 예측치의 오차가 가장 낮은 모형은 모형3이었으며, 선행 연구(Kim, 2018)에서 활용한 모형1은 세 가지 모형 중에서 4개년 예측치와의 오차가 가장 컸다.

세 모형은 2016~2018년간 해외건설수주액을 실적치에 비해서 높게 예측하였다. 왜냐하면 각 모형은 모두 전기 해외건설수주액(1차 자기상관계수)을 독립변수로 사용하고 있는데, 2014년 해외건설수주액이 660억 달러로 정점을 찍었기 때문에 이후의 예측치도 2014년을 정점으로 완만하게 감소하는 것으로 예측되었기 때문이다. 이에 따라, 세 모형의 2018년 예측치도 실제치보다 8% 이상 높게 예측되었으며, 2019년 예측치도 2018년 실적치보다는 높게 예측되었다.

주목할 만한 점은 2019년 예측치의 경향성이다. 모형1은 2018년 대비 2019년 해외건설수주액이 증가할 것으로 예측하였지만, 모형3은 감소할 것으로 예측하고 있다. 왜냐하면, 모형1에서는 자기상관, 이동평균 측면에서 예측치가 낮아질 요인이 적었지만, 모형3에서는 2017년 대비 2018년 두바이 유가가 하락할 것으로 예측되었기 때문에, 그에 영향을 받은 2019년 해외건설수주액이 하락할 것으로 예측되었다. 실제로 2019년 해외건설수주액은 약 223억달러로 2018년 대비 31% 감소하였다(International Contractors Association of Korea, 2020).

이상의 분석결과, 예측력의 정확성과 추세부합성 측면에서 모형3이 우리나라 해외건설수주액을 가장 잘 예측하는 것으로 나타났다. 이에 선택된 모형을 활용하여, 중국의 해외건설수주액을 예측하고, 그 예측정확도 및 추세부합성을 검증확인 하였다.

4. 해외건설수주액 모형에 대한 일반화 검증

4.1 분석개요

우리나라 해외건설수주액을 가장 잘 설명하고 있는 VAR 모형이 중국의 해외건설수주액을 얼마나 잘 예측하는지를 한국에 대한 분석결과와 비교하여, VAR모형이 여러 나라에 일반화 적용될 수 있는지 검증하였다.

4.1.1 분석 데이터

중국 데이터(자료원)는 1981년부터 2019년까지의 연간 해외건설수주액(중국국가통계국), 두바이유가(Bloomberg), 위안/달러환율(중국국가통계국)이다. 데이터 기간은 우리나라 데이터와 동일한 1981년부터 2019년까지로 하였다.

중국의 해외건설수주액은 1981년 이후 거의 매년 증가하였다. 1981년 2억 달러에 불과하던 해외건설수주액은 2005년까지 296억 달러로 연평균 21%씩 성장하였다. 그러다가

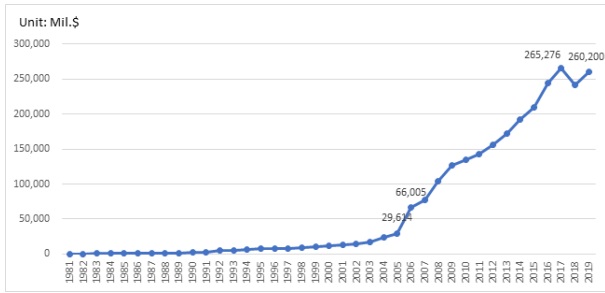


Fig. 3. China's overseas construction orders trend

2006년 전년 대비 2배 이상 성장한 이후에도 연평균 11%씩 성장하면서 2017년 2652억 달러에 이르렀다. 중국 상무부에 따르면, 2019년 중국 해외건설수주액은 2018년 2418억 달러 대비 7.6% 증가한 2602억 달러를 달성한 것으로 보도되었다(Ministry of Commerce of the People's Republic of China, 2020).

이 같은 성장배경에는 중국정부 지원, 풍부한 자금력, 기술력 성장이 꼽히는데, 이 중 정부지원이 가장 큰 영향을 미친 것으로 보인다. 현지 재원조달이 어려운 해외 프로젝트에 정부가 자본을 먼저 투자하고 이후 운영비 등으로 비용을 만회하는 ‘투자형 개발사업’에 강세를 띠고 있다(Daily Construction News, 2015). 중국 건설기업들은 아프리카와 아시아 건설시장에서 높은 점유를 지속하며 북미와 유럽으로의 진출을 확대하고 있으며, 정부 지원에 힘입은 투자개발형 사업 참여에도 활발한 양상을 보이고 있다(Construction & Economy Research Institute of Korea, 2016).

중국의 경제성장이 점차 둔화되고, 내수 건설시장의 성장세 또한 5% 내외 수준으로 감소할 것으로 전망됨에 따라 건설기업들의 해외진출을 적극 지원하고 있다. 최근 중국 기업들은 변화된 경제 전망 및 글로벌 건설 환경에 적합한 다양한 전략들을 구사하며 선진국을 포함한 해외 건설시장으로의 진출을 확대하고 있는 것으로 나타나고 있다. 선진 시장 진출을 위한 인수·합병 및 투자에 적극적인 양상을 보이고 있으며, 이는 사업 영역의 확대와 해외 생산 능력 향상, 조달 역량 강화, 제조 원가 절감 등 글로벌 경쟁력 강화에도 기여하고 있다. 중국 기업들의 전략은 자체 기술력 강화보다는 비즈니스 역량을 활용하는 측면이 강하며, 이는 국영 기업으로서의 풍부한 재정적 역량에 기반한 것으로 분석되고 있다. 또한, 중국 정부는 북미와 유럽 지역으로의 해외 직접 투자를 확대하고 NDB (New Development Bank), AIIB (Asian Infrastructure Investment Bank), EBRD (European Bank for Reconstruction and Development) 등 여러 개발은행과의 연계를 통한 신규 사업을 발굴, 자국 기업들의 사업 참여 기회를 창출하는 등 중국 기업들의 해외 진출을 적극 지원하고 있다. 중국의 지분이 높은 AIIB, NDB뿐만 아니

라 EBRD와의 연계를 통한 건설사업 지원이 예상되며, 중국 기업들의 참여를 유도한 해외 진출 확대에도 기여할 것으로 전망된다(Construction & Economy Research Institute of Korea, 2016).

4.1.2 분석 방법

한국과 중국의 동등한 비교를 위해서 한국의 해외건설수주액을 분석한 모형을 그대로 중국의 해외건설수주액 분석에 적용하였다. 한국모형과 같이 1981~2015년 데이터로 모형을 수립하고, 최근 4개년(2016~2019년) 데이터를 예측하여, 예측치와 실적치 간의 오차를 설명하는 MAPE, RMSE, MAE 등의 변화를 살펴보았다. 해외건설수주액 단위가 커서 각 변수를 로그변환 하였다.

4.2 분석결과

1981~2015년 데이터로 수립한 모형의 추정결과는 다음과 같다. 분석결과 해외건설수주액에 대한 모형적합도(R²)는 중국모형에서 더 높게 나타났다. 이는 중국의 해외건설수주액은 거의 단조증가하는 형태를 보이므로, 유가나 환율같은 독립변수보다 자기상관에 의한 증가경향이 매우 강하기 때문으로 보인다. 회귀계수의 유의성에 있어서는 한국과 중국 모두 자기상관과 국제유가만 유의한 것으로 나타났다. 환율은 유의수준에는 미달하지만 환율이 증가할수록 건설수주액이 증가한다는 회귀계수의 방향성은 충족하고 있다. 다만, 변동환율제를 택한 대한민국 환율의 회귀계수가 크롤링제를 택한 중국 환율의 회귀계수보다 높은 점은 추후 국가간 메타분석을 통해 정확한 의미를 찾아야 할 것으로 보인다.

Table 5. Regression coefficient and model fit of Korea-China VAR model

| Independent Variables | China VAR Model | Korea VAR Model |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| AR (1) | 0.939** | 0.861** |
| Oil price (t-1) | 0.121* | 0.333* |
| Exchange rate (t-1) | 0.011 | 0.164 |
| Model fit (R ²) | 0.986 | 0.818 |

* p < .05, ** p < .01

모형을 활용한 2016~2019년 예측치에 대한 오차는 MAPE 1,420, RMSE 0,121, MAE 0.109로 한국모형에 비해서 오히려 낮았다. 또한 2018년 대비 2019년 해외건설수주액이 증가한다는 경향성도 올바르게 예측되었다. 다만, 한국 모형의 예측치가 실적치보다 항상 높게 형성된 것에 반해, 중국모형은 예측치가 실적치보다 낮게 형성되는 점에는 차이가 있다. 이는 한국과 달리 해당기간 해외건설수주액 증가폭이 커서 생긴 차이로 해석된다.

Table 6. Korea-China model prediction accuracy and trend fitness comparison

| | | China VAR Model | Korea VAR Model |
|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Prediction accuracy | MAPE | 1.420 | 1.576 |
| | RMSE | 0.121 | 0.303 |
| | MAE | 0.109 | 0.274 |
| Trend fitness | Actual 2018 | 241,804 | 32,161 |
| | Predicted 2018 | 229,893 | 34,860 |
| | Actual 2019 | 241,447 | 33,792 |
| | YoY 2019 | Increased | Decreased |

* p < .05, ** p < .01

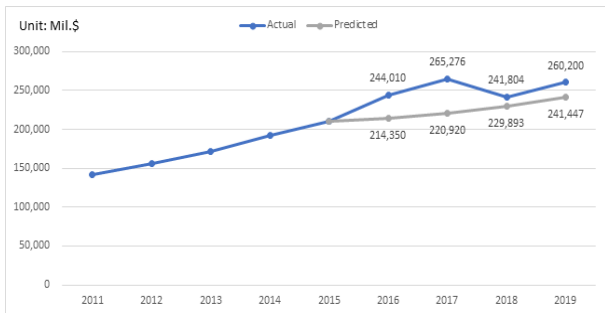


Fig. 4. Comparison of actual and predicted values of Chinese overseas construction orders

이상의 분석결과, 한국의 해외건설수주액을 설명-예측하는 VAR모형은 중국의 해외건설수주액을 설명-예측하는데에도 활용할 수 있을 것으로 보인다. 따라서, 한국, 중국 이외의 국가에 대해서도 동일한 모형을 적용하여, 주요 국가의 해외건설수주액을 비교예측해 볼 필요가 있으며, 회귀계수를 상호비교하는 메타분석도 시도해 볼 만 하다.

5. 결론

본 연구는 우리나라 국가경제에서 중요한 역할을 하는 해외건설수주액을 비교적 정확하게, 그리고 외국의 해외건설수주액도 비교적 정확하게 설명-예측하는 모형을 개발하는 연구이다. 본 연구는 다음과 같은 시사점을 가진다.

첫째, 해외건설수주액을 잘 설명하는 변수(국제유가 및 환율)를 선정하여, 예측력이 높은 모형(VAR모형)을 개발하였다. 본 연구에서 선택한 VAR모형은 기존 ARIMA (3,1,1)모형보다 예측치의 정확도와 추세부합성이 높은 것으로 나타났다. 특히 VAR모형은 미래 독립변수 값을 예측하여, 종속변수에 대한 동적인 예측(Dynamic Forecast)도 할 수 있다는 장점을 가지고 있어, 활용용이성도 확보하였다.

둘째, 국제유가와 환율을 활용한 VAR모형이 한국의 해외건설수주액 뿐만 아니라 중국의 해외건설수주액도 잘 예측

함을 분석하였다. 일반적으로 특정 국가를 대상으로 개발된 모형은 해당 국가에 과잉최적화되어 있어 다른 국가에 대한 설명력을 가지지 못하는 경우가 많다. 그러나 본 연구에서는 중국에 대한 예측에도 잘 활용될 수 있음이 확인되어, 모형이 보편성을 가지고 있을 가능성을 시사하였다.

다만 본 연구는 위와 같은 시사점 외에도, 다음과 같은 한계점을 가지고 있어, 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

첫째, 본 연구에서 개발한 모형이 중국에 대해서는 좋은 예측력을 보여주었지만, 그것만으로 모형의 보편성이 있다고 단정하기는 이르다. 따라서 중국 이외의 주요 해외건설수주 국가에 대해서도 모형을 적용-분석함으로써 모형의 보편성을 검증할 필요가 있다. 그 분석과정에서 국가별로 국제유가 및 환율에 대한 회귀계수는 다르게 나타날 것이므로, 이를 활용한 메타분석 혹은 국제유가 및 환율 변화에 따른 주요 국가의 해외건설수주 판도의 변화를 예측하는 모형의 개발이 가능할 것으로 보인다.

둘째, 본 모형은 자국통화 환율변화에 따른 자국 해외건설수주액 변화만을 분석하였다. 그러나 해외건설은 여러 나라의 건설업체가 입찰을 하는 경쟁시장이다. 입찰과정에서는 각 기업들은 자국의 환율이 상승할 것으로 예상되면 다소 공격적으로 입찰을 하기도 한다. 다시 말해, 기축통화(달러)에 대비한 자국통화의 환율이 상승하면 가격경쟁력에 긍정적인 영향을 미쳐 더 많은 해외건설을 수주할 가능성이 생긴다(ChosunBiz, 2019). 이는 경쟁국가에는 위협요인으로 작용한다. 즉, 주요 해외건설수주 국가들에게는 자국의 환율 변화효과 뿐만 아니라, 경쟁국가의 환율이 발주자 요인, 입찰자 요인에 더한 제 3의 '경쟁적 요인'으로 작용할 수도 있다. 따라서 향후에는 주요 해외건설수주 국가간에 서로의 환율이 어떻게 영향을 미치는지에 대한 동적모형을 수립하여 분석할 필요가 있을 것이다. 또한 해외건설수주액의 지역별 분포, 적절한 유가지수 선택도 향후 연구가 고려해야 할 요인이다.

References

Adebiyi, M.A., Adenuga, A.O., Abeng, M.O., and Omanukwue, P.N. (2009). "Oil price shock, exchange rate and stock market behavior: Empirical evidence from Nigeria." *The 2009 Conference of the African Econometric Society (AES) on Econometric Modelling for Africa*. Abuja, Nigeria.

Aimer, N.M. (2016). "The Effects of Oil Price Volatility on the Economic Sectors of Libya." *International Journal of Business and Social Research*, 6(2), 2016, pp. 13-24.

ChosunBiz (2019). "The weak Korean won and fluctuating

- international oil prices...Plant industry: Should I tap the calculator?" https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/05/27/2019052701882.html
- Construction & Economy Research Institute of Korea (2016). Chinese construction companies' overseas market trend.
- Daily Construction News (2015). Rapid growth of global 'Chinese construction companies' ... in the background? <https://blog.naver.com/hkc0929/220547588743>
- International Contractors Association of Korea (2020). International Construction Information Service, www.icak.or.kr
- Jung, P.S. (2012). "Correlation Analysis between overseas construction orders and macroeconomic variables using the VAR model." Graduate School of Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea.
- Kim, W.J. (2018). "Overseas Construction Order Forecasting Using Time Series Model." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 19(2), pp. 107-116.
- Lee, D.S. (2017). "Problems and Alternatives of Asian Market Crude Oil." Korea Energy Economics Institute.
- Lee, J.W. (1994). *Econometrics*, 2nd ed, Parkyoungsa, Seoul.
- Lee, Y.B. (2012). *Introduction to Economic Time Series using RATS*. 1st ed, Seoul, Jiphil Media.
- Maeil Business News Korea (2019). "Korea's overseas construction retreated 13 years ago ... This year, orders decreased by 31% to \$ 18.5 billion." <https://www.mk.co.kr/news/realestate/view/2019/12/1038472>.
- Ministry of Commerce of the People's Republic of China (2020). Concise statistics of China's foreign contracted project business in 2019, hzs.mofcom.gov.cn.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea (2007). *Global Construction Market Outlook and Mid-to Long-term Response Strategies*.
- Moon, K.S. (1997). "A Understanding of Vector Autoregressive Model." *Journal of the Korean Official Statistics*, KOSTAT, 2(1), pp. 23-57.
- Olatunji, O.A. (2010). "The Impact of oil price regimes on construction cost in Nigeria." *Construction Management and Economics (July 2010)*, 28, pp. 747-759.
- Park, B.J. (2013). "A Study on Influence of Domestic and International Construction Market upon International Construction Projects Order." Graduate School, Hanyang University, Seoul, Korea.
- Park, H.P. (2014). "Correlation Analysis of Overseas Construction Market based on the Growth Rate of the World Economy and Oil Price." *Korean Society of Civil Engineers, KSCE, Proceedings of Conference*, pp. 1545-1546.
- Park, J.Y., Yoo, S.K., Kim, J.H., and Kim, J.J. (2012). "A Study on Effect Analysis of Macroeconomic Variables on the Amount of Overseas Construction Orders by Region." *The Korea Institute of Building Construction, KIC, Proceedings of Autumn Conference*, 12(2), pp. 143-145.

요약 : 본 연구는 해외건설수주액을 설명하는 다양한 시계열 모형의 비교와 검증을 통해, 예측력 관점에서 가장 적합한 해외건설수주 예측모형을 선택하고(모형선택), 이를 다른 국가의 해외건설수주 예측에도 적용하여 개발된 모형의 보편성을 확인하는데(일반화 검증) 목적이 있다. 연구에는 1981년부터 2019년까지의 연도별 해외건설수주액, 두바이유가 및 국가별 환율 데이터를 활용하였다. 2016~2019년간 예측치와 실측치 간의 오차(MAPE, RMSE, MAE)가 낮고, 2018-2019년간 해외건설수주액 증감여부를 정확하게 맞추는 모형을 선택하였는데, 이러한 기준에 따라 VAR모형이 선택되었다. 이를 활용하여 중국 해외건설수주액을 예측한 결과도 실제와 부합하였다. 이러한 분석 결과는 추후 세계 건설수주 시장 전반을 분석하는 종합적 모형개발 가능성을 시사한다.

키워드 : 해외건설수주액, 시계열분석, VAR모형
