

풍력발전부품 제조업체의 관점에서 본 국제 운송경로 분석

윤석환* · † 박진희

* 한국해양대학교 대학원, † 한국해양대학교 물류시스템공학과 부교수

An Analysis of the International Transportation Route at the Sight of Wind Power Equipment Manufacturing Company

Seok-Hwan Yun* · † Jin-Hee Park

* Graduate school of Korean Marine and Ocean University, Busan, 606-791, Korea

† Associate Professor, Department of Logistics System Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 606-791, Korea

요 약 : 풍력에너지는 20여년 전부터 새로운 대체 연료로서 주목받기 시작하여 현재는 글로벌 비즈니스 모델로 성장하고 있다. 전 세계적으로 풍력발전이 차지하는 비율은 전체 발전량의 30%를 차지하며, 이 비율은 지난 10여 년 간 꾸준히 증가해 왔다. 근래에 들어 일반 발전방식들의 탄소 배출량 증가 및 온실효과로 인한 환경문제 등으로 인해 풍력발전에 대한 국제적 수요는 점차 커져가고 있다. 본 연구에서는 이러한 풍력 발전용 부품에 대한 효율적인 운송경로를 제안하기 위해 풍력 발전용 부품의 운송 특성에 따라 그 경로를 접근성 우선 경로, 경제성 우선 경로, 편의성 우선 경로 등으로 분류하였다. 본 연구를 통해 풍력발전부품 제조업체들은 제품의 운송기간의 문제 뿐 아니라 운송경로의 효율성과 경제성까지 판단할 수 있게 되었다. 즉 지금까지 선박회사나 포워더를 통해 이루어지던 운송경로의 결정을 제조업체도 해당 운송경로의 효율성과 경제성을 분석하고 비교할 수 있게 되었다.

핵심용어 : 풍력발전, 풍력에너지, 국제운송경로, 컨테이너화 중량물, 대형품, 단조

Abstract : Wind energy began to receive attention as a new alternative fuel since 20 years ago and is growing as a booming global business model. Global wind power generation in the world has been continuously increasing for the past 10 years, accounting for over 30% of cumulative rate compared to total power generation. Global demand for wind power generation is gradually expanding due to restriction on carbon emission and environmental problems caused by increased greenhouse effect. Accordingly in this study, current transportation routes are classified into three types including access-priority route, economics-priority route, and convenience-priority route depending on distribution characteristics of wind power equipment in order to suggest transportation methods other than ships. The three types of transportation route that this study declared can make the Wind power equipment manufacturing companies can judge not only the duration of transportation but also effectiveness and economic feasibility. It means that the manufacturers can analyze and compare the effectiveness and economic feasibility, which are proceed by the shipping company and freight forwarder until now days.

Key words : wind power, windpower energy, International Transportation Route, Containerized heavy cargo, Forging

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

환경오염 및 석탄에너지 고가의 해결방안으로 선진국을 중심으로 태양광, 조력, 풍력, 수력 등 신재생에너지에 대한 필요성이 커지고 있다. 유럽풍력에너지협회(EWEA)는 EU내 풍력발전용량의 비율을 2020년까지 40GW, 2030년까지 150GW로 늘리는 것을 목표로 하고 있다. 이는 12년간 28%의 성장을 의미하며, 육상풍력이 1992년부터 2004년까지 연평균 32%의 성장을 기록했다는 점에서 달성 가능할 것으로 전망되고 있다.¹⁾

우리나라 역시 삼면이 바다라는 점을 이용해 해상풍력 발전

에 대한 관심이 높아지고 있다. 2010년 12월 지식경제부가 해상풍력 개발에 관한 로드맵을 발표하는 등 정부차원의 사업이 구상되고 있다. 이러한 상황에서 풍력발전 부품과 같은 특정 화물에 대한 정확한 정보와 분석을 바탕으로 한 효과적인 운송 경로의 연구가 필요하나, 현재까지 대형 풍력발전 부품이나 단조 철강제품의 국제운송경로에 대해서는 선행연구가 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 현재 이용 중인 국제운송경로를 풍력발전부품 제조업체의 관점에서 분석하여 최적의 운송경로를 결정하는 기준을 마련하고, 이를 통해 타위 업체²⁾까지 정확하고 안전하게 부품이 수급될 수 있도록 물류 단계를 정의하는 데에 그 목적이 있다.

* 주저자 : 연희원, y.chally@gmail.com 070)7813-5881

† Corresponding author : 종신회원, jinheep@kmou.ac.kr, 051)410-4337

(주) 이 논문은 “T-LOG 2012 (2012.8.23-24)”에 발표되었던 내용을 추가 보완함.

1.2. 연구 방법

대형 풍력발전 부품의 국제운송경로를 제조업체에서부터 수요지까지 이동 경로를 고려하여 물류 관점에서 단계별로 나누어 보았다. 그리고 각 단계별 운송계약 사항과 개선책을 분석하였다. 이를 바탕으로 기존 국제운송경로 상 대표 구간을 사례로 하여 제조업체나 수요업체의 비용, 시간, 편의성의 기준에서 각각의 경로를 구분하고자 한다.

이를 위한 연구 방법은 Fig. 1과 같은 연구 흐름을 기준으로 크게 두 가지로 구성된다. 첫째, 각 풍력발전부품의 물류적 특성을 파악하여, 다른 일반 물류와의 차별성을 명확히 정립하는 것이다. 둘째, 2010년~2013년까지 풍력발전부품을 수출하고 있는 업체의 대표적 운송경로를 분석하여, 접근성 우선 경로 (ACCESS- PRIORITY ROUTE), 경제성 우선 경로 (ECONOMICS- PRIORITY ROUTE), 편의성 우선 경로 (CONVENIENCE- PRIORITY ROUTE) 등으로 국제운송 경로를 구분 정의하였다. 그리고 각각의 경로에 대한 세부적인 특성 및 경로 개선방안을 찾는 순서로 본 연구를 진행하였다.

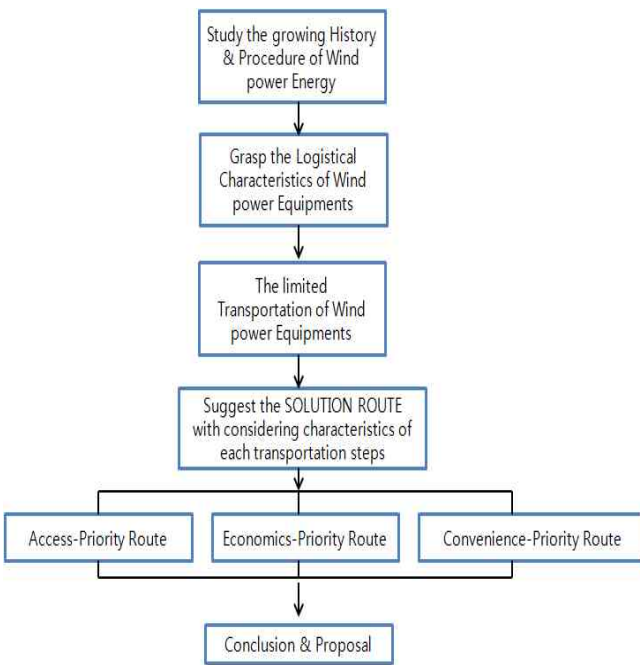


Fig. 1 Study flow chart

2. 풍력발전부품의 물류적 특성

2.1. 국내 풍력 발전부품 제조업체 현황 및 주요 취급부품

Fig. 2는 2013년 9월 현재 국내 대형 풍력발전부품 또는 이와

유사한 자유단조업체 분포를 나타낸 것이다. 경남지역에 주요 대형제조업체가 집중되어 있으며³⁾, 제조업체들은 제품별 특성에 맞는 가공설비를 갖춘 협력업체들과 협업체계를 통해 제품을 제조하고 있다. 이 외에도 중소기업들이 전국 각지에 분포되어 있어, 각 제조업체에서 생산 및 포장이 완료된 제품들은 전부 부산항으로 이동한 후 컨테이너 작업을 거쳐 각 풍력발전단지로 수출되고 있다. Fig. 3은 한국에서 생산되어 수출하고 있는 주요 풍력 부품들의 수출 출하 시 부품크기를 나타낸 것으로 대다수는 대형 중량물이다.

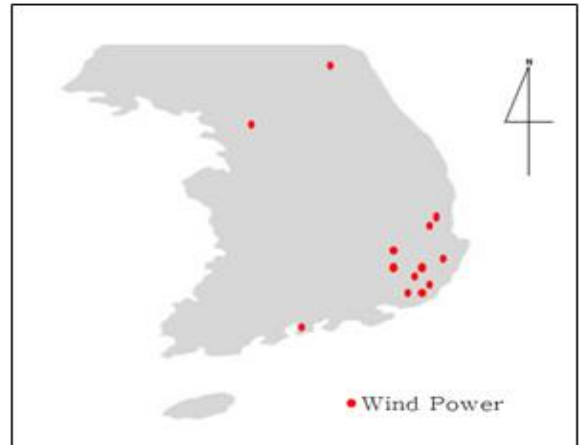


Fig. 2 Korean wind power equipment company location

Source: “Ministry of commerce, industry and energy(Sep,2013),Korean wind power equipment company location, <http://www.motie.go.kr>“



Fig. 3 Main equipments for wind power energy

2.2. 풍력발전부품의 운송단계 및 제약성

풍력발전용 부품의 운송 경로상 각 단계를 LINK 1~ LINK 5로 표기하고, 각 LINK를 연결하는 운송 ROUTE를 표시해 보면 Fig.4와 같이 간단히 도식화할 수 있다. 앞서 살펴본 국내

1) Hwang, B. S. (2010), The Understanding of Modern Wind Turbine, A-Jin, pp.74-89.

2) 타워업체 (Tower-Company): 제조업체가 생산하여 공급한 부품을 조립하여 실제 풍력발전기를 조립,설치,건설하는 완성업체.

업체들의 협력업체들이 S1~ S4가 된다. 완성된 제품은 다시 최초 발주처인 대형 제조업체 (SUPPLIER)로 집화되며, 이곳이 LINK 2가 된다. 결국, 본 연구는 LINK 2에서 LINK 5 까지 사이에 발생하는 운송경로 및 수단에 대한 것이다. Table 1은 현재 국제운송 시 일반적으로 사용되는 적재 중량을 규정해 놓은 것이다. 국제운송에 있어, 컨테이너 적재중량 제한이 가장 정확하고 명확한 국제적 기준이 될 수 있다. 다만, Table 1에 기재되어 있는 중량은 어디까지나 컨테이너 내에 적재할 수 있는 기준 중량으로, 해상운송 시의 표준적재 중량과 적재 가능 크기의 기준을 의미한다. 실제로, 선적시 허용중량은 현재

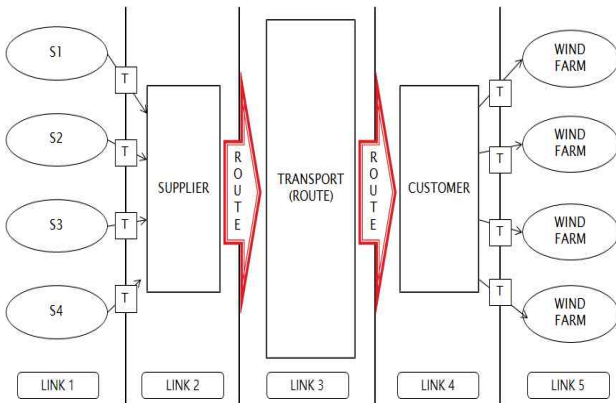


Fig. 4 Transportation route of wind power parts

한국의 경우 부두 하역장비(Gantry Crane)의 적재중량에 맞춰 그 기준을 정하고 있으며, 2011년 현재 규정된 안전중량 CAPA는 컨테이너 자체 중량을 포함해서 최대 40.6 TON 으로 규정되어 있다. 하지만 풍력발전 부품의 운송에서 이 기준은 곧 풍력발전 부품의 운송계약 요건이 되기도 하는데, 앞서의 Fig. 3에서 살펴본 것처럼, 풍력발전부품의 사이즈와 중량이 일반적인 컨테이너 적재 기준을 넘어서기 때문이다. 이로 인해 컨테이너 뿐 아니라 국내 및 해외 육상운송에 있어서도 제약이 되고 있다. 즉, 한국에서 제작하는 풍력발전부품의 대다수가 풍력발전기를 지지하는 철 구조물인 타워(TOWER) 부품인데, 이 타워부품은 수출시 링(RING) 형태의 풍력플랜지 상태로 풍력발전단지로 운송한 뒤 현지에서 강관과의 용접과정을 거쳐 타워 구조물로 조립 되게 된다. 이러한 FLANGE는 최소 1.8미터에서 최대 6미터까지의 과폭 화물이라서, 각 제조업체에서 부두까지의 운송비용과 시간이 표준 규격화물에 비해 높다. 게다가 화물 자체의 폭이나 중량이 현행 도로법상 규제의 대상이 되기 때문에 그 이동이 자유롭지 못한 실정이다. Table 2를 보면, 컨테이너 중량은 국제적으로 표준화 되어 있어 차이가 없지만, 국가별 화물차량 적재중량은 국가별 기준의 차이가 극심한 것을 알 수 있다. 국가별 운행제한 기준이 다르기 때문에 각 국 부두 하역 후 설치지역까지 내륙운송 시에 국

내와는 다른 운행제한 기준 때문에 현지운송이 원활하게 연계되지 않는 경우가 자주 발생하고 있다

Table 1 The weight and measure limit for container

Container	Container size			Weight	Volume	C/W
	L (mm)	W (mm)	H (mm)	kgs	CBM	kgs
20' DRY	5,800	2,330	2,270	21,860	30	2,290
40' DRY	12,000	2,330	2,270	26,630	62	3,890
40' HIGH CUBE	12,000	2,330	2,570	26,630	71	4,150
20' OPEN TOP	5,800	2,330		21,510		2,290
40' OPEN TOP	12,000	2,330		26,230		4,150
20' FLAT RACK	5,540	2,010	L-400	27,610		
40' FLAT RACK	11,670	2,010	L-400	29,020		
45' HIGH CUBE	13,500	2,330	2,570	25,600	80	4,880

Source : Oh,Y. T.(2012), The Logistics Management in the Globalized Generation, Bum-Han, p.285.

Table 2 The limitation of road transportation in each country

Country	Weight (ton)		Dimension (m)		
	Axle-Weight	Total-Weight	W	H	L
Korea	10	40	2.5	4	16.7
Japan	10	36	2.5	3.8	12
USA	9.1 (Multy :14.5)	36.4	2.5	4	18.3
Canada	10	38	2.6	4.2	12.5
Germany	10	40	2.5	4	18
U.K.	-	38	2.5	4	18
France	13.1 (Multy 19.0)	38	2.5	-	18
EU	10	40	-	-	

Source: "International road federation(2012),The limitation of road transportaion all over the world. <http://irfnet.org>".

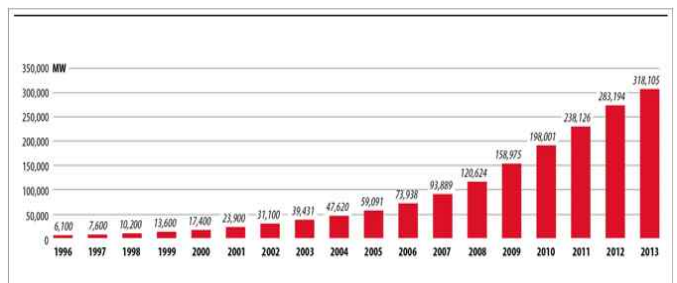


Fig. 5 The global cumulative wind power capacity

Source: "Global wind power energy Council(2013), The global cumulative wind power capacity, <http://www.gwec.net>"

3) 2013년 12월 기준 경남지역 소재 풍력발전 부품 제조업체는 두산중공업, 유니슨, 동국S&C, 태웅, 평산, 현진소재 등으로, 매출의 60%이상을 수출에 의존하고 있음.

3. 풍력발전부품의 운송단계별 현황

풍력발전부품의 수요는 단순히 한 지역에만 국한된 것이 아니라 전 세계적으로 증가하는 추세에 있다. 위 Fig. 5 를 보면 전 세계적으로 풍력발전설비 용량, 즉 풍력발전량이 1996년 이래 꾸준한 증가추세에 있다는 것을 알 수 있다. 아래의 Table. 3 은 현재 건설 중이거나, 계획 중인 풍력발전단지 위치와 현재 이 구간을 서비스하는 선박회사를 표기한 것으로, 풍력발전부품의 국제운송에 있어서 앞서 Fig.4 의 LINK 5 가 의미하는 최종 수요처를 의미한다.

Table 3 The location of wind power energy equipments overseas transportation route

CUSTOMER	LOCATION	COUNTRY	PORT	SHIPPING LINE	T/T	LAND
ALSTOM	GIJON	SPAIN	BILBAO	COSCO, EVERGREEN	38D	4hr
SIEMENS	BRANDE	DENMARK	AHRUS	COSCO, K-LINE CHINA SHIPPING	41D	2hr
VESTAS	MALMO	SWEDEN	MALMO	COSCO, EVERGREEN	38D	-
CS WIND	HOCHIMINH	VIETNAM	HOCHIMINH	HANJIN, HYUNDAI	8D	-
VESTAS	PUEBLO	USA	LA	HYUNDAI, MAERSK	14D	18hr
VESTAS	SUAPE	BRAZIL	SUAPE	HAMBURG SUD	42D	-
ILJIN	SAVANNAH	USA	SAVANNAH	ZIM, MAERSK	36D	-
VESTAS	WINDSOR	CANADA	HOUSTON	HANJIN, HYUNDAI	11D	23hr
CS WIND	WEIHAI	CHINA	WEIHAI	HANJIN	8D	3hr
ENERCON	HAMBURG	GERMANY	HAMBURG	HYUNDAI, MAERSK	35D	-

Fig. 6은 점차 대형화 되고 있는 풍력발전기의 크기를 연도 별로 정리한 것으로, 풍력발전기 크기의 기준이 되는 ROTOR의 지름을 기준으로 추세를 비교한 것이다. 풍력발전기의 용량에 따라 사이즈가 커지고 있어 실제 운송되어야 하는 풍력발전부품의 크기나 중량 역시 커지고 있다는 것을 알 수 있다.

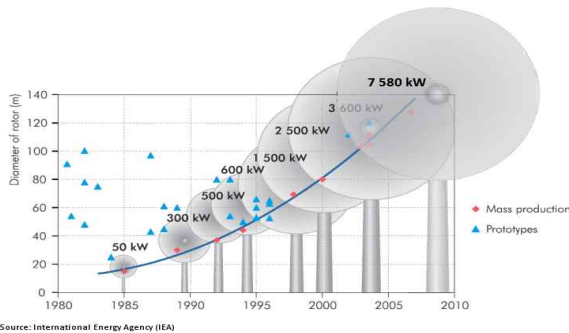


Fig. 6 The trend of wind turbines' diameter.
Source: "Global wind power energy council(2013), The trend of increasing for wind turbine's diameter, <http://www.gwec.net>"

3.1. 풍력발전부품 운송 단계 현황

Table 3에서 알 수 있듯이 현재 각 주요 풍력발전단지 목적지까지 서비스를 제공하고 있는 선박회사는 각 구간별로 적어도 2~3개사가 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 각 선박회사의 일정 및 선박량이 항상 일정하게 유지되는 것이 아니므로 각 제조업체는 하역금 납기 준수에 어려움을 겪게 하고 있다.

현재 이용되고 있는 운송단계는 Table 4와 같이 단계별 유형으로 나누어 볼 수 있다. 현재 풍력발전부품의 국제운송은 크게 LINK 4 까지의 운송단계를 거치며, 대체로 고객이 요구하는 장소까지 운송하는 DDP (Delivered Duty Paid) 또는 DAP(Delivered At Place) 조건 하에서 LINK 5 까지 제조업체에서 일괄 진행하고 있다.

Table 4 The transportation step for wind power equipment

Shipper		Consignee			
LINK 1/LINK 2 (Inland Trucking)		LINK 3 (Sea Transport)	LINK 4 (Inland Trucking)	LINK 5 (Inland Trucking)	
①Shipper	⇒ Port	⇒ Port (Demand)			
②Shipper	⇒ Port	⇒ Port	⇒ Demand		
③Shipper	⇒ Port	⇒ Port	⇒ Warehouse	⇒ Demand	

3.2. 수출국 내륙운송 현황 및 특징

수출국에서 제품을 만들 때, 사내에서만 제품이 움직이는 것이 아닌, 외부업체나 추가 협력사와의 제품 교류나 이동이 빈번하게 일어난다. Fig. 7은 부산 소재 풍력발전 부품 제조업체인 A사의 2013년 물류비용 지출내역을 기준으로 각각의 유형별 운송 비중을 나타낸 것이다. A사의 경우 부산 신항만과 30분 이내 접근이 가능한 부산 녹산 산업단지에 위치하고 있음에도 내륙운송비 지출액 비율이 절반을 넘게 차지하고 있다. 현재 동일 제품을 생산하는 대다수의 업체가 경남/경북 지역에 분포하고 있어서, 어느 업체든 수출을 하려면 부산항까지 내륙운송을 통해 이동해야 한다. 이러한 조건은 항만과 가까운 곳에 위치한 A사 보다 내륙운송비 지출액 비율이 더 높을 것이라는 것을 추측할 수 있게 한다. 물론 광양항, 인천항도 있으나, 여러 가지 사유로 인해 대부분 부산항까지 제품을 가져와야 하는 실정이다. 또한 풍력발전부품의 대다수가 제품 형상이 크고, 무거운 과폭/과적 화물이라는 점도 큰 제약조건이 되기 때문에 현재 대부분의 풍력발전부품 제조업체들은 내륙운송부문에 대한 부담이 작용한다.

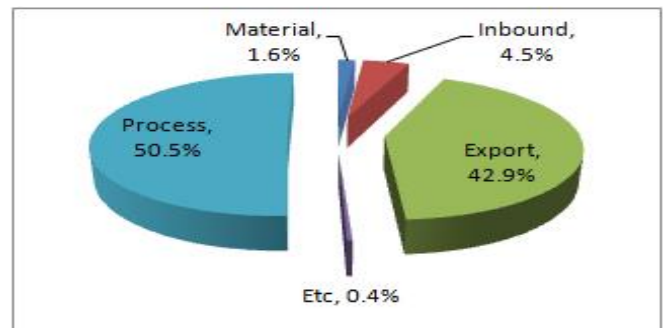


Fig. 7 The analysis of transportation cost in 2013.
Source: "Busan(2013), The analysis for transportation cost in 2013 of company A"

3.3. 해상운송 현황 및 특징

내륙운송을 통해 선적항으로 반입된 컨테이너 혹은 제품들을 일정한 절차에 따라 해당 선박에 선적하여 해상 운송을 진행하는데, 이 때 최종 목적지까지 ALL-WATER 조건 운송이 불가할 경우, 목표지점에 가장 가까운 지역에 컨테이너 양하 후 다른 운송수단으로 환적한다. 이때 컨테이너를 실제 양하하는 부두가 최근접 양하항 (The Nearest Discharging Port)이다. 각 목적지별 최근접 양하항은 Table 3의 Port에 해당하며, 2014년 현재 이용하고 있는 4개의 경로를 파악하였다. 그 중 양하항과 최종 수요처가 동일한 곳은 제외하고, 수요처까지 내륙운송으로 연결되는 곳만 선정하여 나타내었다. 가장 큰 특징은 제조업체, 즉 수출자 입장에서는 선박의 품이 상당히 제한적이라는 점이다. 즉, 서비스를 제공하는 선사는 적지 않으나, 풍력발전부품, 자동차부품, 철강부품 등 품목별 특성에 전문화된 서비스를 제공하는 선사가 없는 상황에서 선박회사들의 운항일정이나 지침에 따라 제품 생산일정, 출하일정을 맞춰야 하기 때문이다. 특히 각 제조업체들이 재무재표상 매출인식을 위해 긴급하게 화물을 내 보내는 주말, 월말, 연말⁴⁾에는 빈번한 선복량 부족으로 운임이 상승되거나, 선적을 못하는 경우까지 종종 발생하고 있는 실정이다. Fig. 8은 MSC 소속 M/V MARIBO MAER나 513W 선박의 덴마크 아루스(AAHRUS, DENMARK) 까지의 항로 중 기,중점을 나타내고 있다.

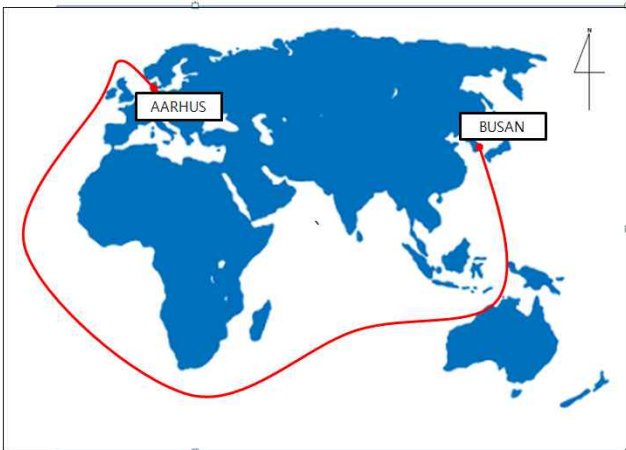


Fig. 8 The sailing route between Busan, Korea to Aarhus, Denmark

Fig. 9는 MAERSK M/V MAER나 SANTANA 512W 선박의 미국LA (LA, USA) 및 휴스턴 (HOUSTON, USA) 까지의 항로 중 기,중점을 나타내고 있다.

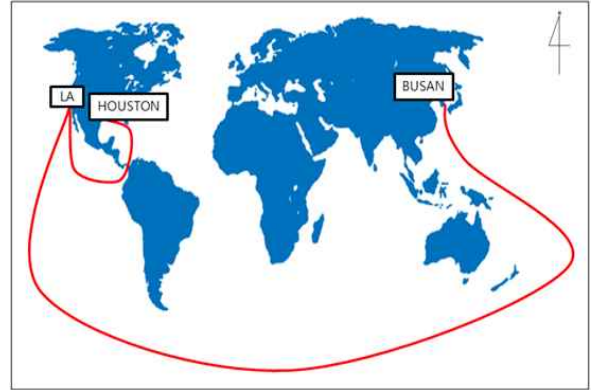


Fig. 9 The sailing route between Busan, Korea to LA, USA, Houston, USA

또한 Fig. 10은 MAERSK 소속 M/V GRASMERE MAERS K 509W 선박의 호주 멜버른(MELBOURNE, AUSTRALIA)까지 항로 중 기,중점을 표시한 것이다.

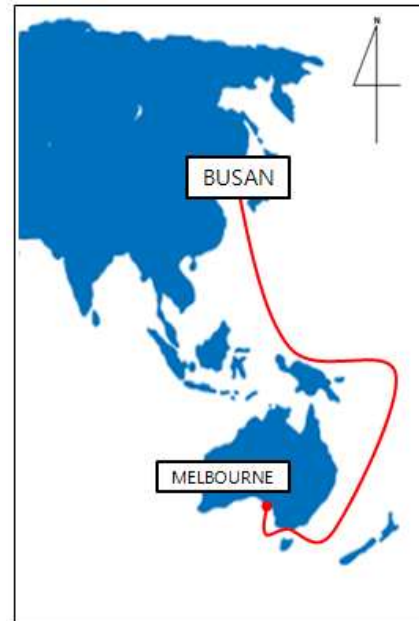


Fig. 10 The sailing route between Busan, Korea to Melbourne, Australia

3.4. 수입국 내륙운송 현황 및 특징

Table 2에서 살펴보았듯이, 국가별 도로법 규제가 다른 상황에서 컨테이너 상태 운송이 안 되어 적출 후 일반 화물차에 옮겨 싣고 내륙운송을 진행하게 되는 경우가 많다. 때문에 운송과정에서의 많은 어려움이 표출되고 있다. 현재 수출국 현지 내륙운송은, 크게 두 가지 경우로 진행되고 있다.

첫째는, 양하항에서 수입통관을 완료하고, 내국 화물화 시킨

4) 제조업체들이 회계상의 사유로 당기 매출의 인식을 위해 각 당기말 (주말, 월말, 연말)에는 무리를 해서라도 화물 출하진행을 함.
5) 보통의 경우, D계열 운임계약 하에서도 창고까지의 운송비용과 보관비용은 제조업체에서 부담하나, 최종 수요처에서 필요 일정에 맞춰 제품을 출하하는 경우의 운송비용은 수요처 자체 외주관리비용으로 간주, 수요처에서 부담하는 것으로 되어 있어 본 연구에서는 내륙운송과 동일하게 분석함.

이후에 육로 운송을 하는 경우이다. 두 번째 경우는 보세운송 이동 후 수요지에서 직접 통관진행을 하는 경우가 있다. 근래에는, 단순히 수요지까지의 운송만으로 종료되는 것이 아니라, 현지에서 창고를 임대하여 수출 제품의 현지 재고관리까지 수출자가 맡으면서 창고 역시 일종의 거점화가 되고 있다. 즉, 한국에서 제작한 제품을 지정 창고에 보관하다가, 최종 수요지에서 필요한 시기에 바로 출하하는 방식이다. 이는 현재 물류 경로 관점에서 최종 수요처와 동일하게 보거나, 최종 수요처로 가기 전의 중간거점으로 간주하였다.⁵⁾

4. 각 운송 경로상 문제점 및 개선안 제안

현재 운송경로 상 문제점은 크게 다음과 같이 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 국내 도로법 상 운행제한, 둘째, 해상 운송 시 국제 운송 경로의 제한, 마지막으로 수출국 연계 운송 시 현지 도로법 상 운행제한 조건상이 등이다. 각각의 문제점에 대해 개선안을 현황을 바탕으로 다음과 같이 제안하였다.

4.1. 국내 도로법 상 운행제한

Table 5는 현재 국내에서 적용, 시행 중인 「도로법 제 54 조」 교통법규이다. 국내 도로법 상 운행 가능한 최대 폭은 2.5미터까지이다. 하지만 풍력발전기용 부품은 최소 3m 에서 최대 4.5m, 현재는 6m 까지 과폭 제품이 생산되어 수출되고 있다. 현재 건설기계시험사업소에서 “제한차량 운행허가”를 통해 일부 허용을 해 주고는 있으나, 이 역시 최대 3미터까지의 구간운송을 허용할 뿐이라 실질적 도움이 되지 못하고 있다는 게 업계의 주장이다. 때문에 다음과 같은 개선이 시급히 이루어져야 할 것으로 분석되었다.

첫째, 제한차량 운행허가의 주관부서를 단일화해야 한다. 허가주관부서를 경찰서나 건설기계시험사업소나 혹은 국토해양부 산하의 별도 부서 등 어느 한 곳으로 단일화 하고, 발급기준 역시 간소화되어야 할 것이다.

둘째, 업체 입지조건에 대한 허가 시 심사요건을 강화해야 한다. 국가 경쟁력을 감안했을 때, 운행제약을 받는 풍력발전부품 관련업체를 부산항 등 항만근처에 우선 위치시켜야 할 것으로 판단된다. 이러한 입지 조건은 대형차량의 부두 진출입을 용이하게 하고, 도로 정체를 방지하여 교통체증 완화에도 기여할 수 있을 것이라 사료된다.

4.2. 해상 운송 시 국제운송경로 제한 및 특성별 분류

플랜지(FLANGE)는 화물의 특성상 플랫폼 (FLATRACK) 컨테이너에 과폭(OVER-WIDTH) 상태로 선적된다. 해당 컨테이너의 특성상 상단에 다른 컨테이너를 이단적재할 수 없기 때문에 선박회사 입장에서 항상 선창(HOLDER) 상단 최상층(TOP SIDE)에만 선적해야 하고, 철강제품 특성 상 해수나 우천에 의한 녹 발생이 가능한 ON DECK 에는 적재가 불가능하기 때문에 선적 승인에 특히나 신중하다. 게다가 풍력발전

부품의 형상 자체가 원형이기 때문에 쇼링 벨트 터짐, 컨테이너 바닥손상 등의 크고 작은 사고 가능성이 항상 내재하고 있다. 또한 최종 거점지역 자체가 주요 항만 지역이 아닌 경우가 많아 경로 개발에 주력하고 있다. 하지만, 경로 개발에 앞서 현재 풍력발전 부품 제조업체들이 이용하고 있는 국제운송경로를 분석해 볼 필요성이 있다고 판단된다. 각 운송경로의 분석과 분류를 통해 화물별로 적합한 운송경로 개발의 기준을 찾을 수 있을 것이기 때문이다. 본 절에서 다룰 내용은 현재 이용 중인 국제운송경로를 해당 구간별 특성에 따라 나눠서 정의한 경로유형들로, 화물의 수요지와 컨테이너 양하지가 동일한 구간, 운송비용이 저렴한 구간, 양하지에서 수요지까지 단시간 내 이동이 가능한 구간 등으로 분류된다. 각각의 분류를 통해 각 운송 경로를 정의하였고, 이는 향후 풍력발전부품뿐 아니라 컨테이너화가 가능한 대형제품의 국제 운송경로를 통칭할 수 있는 기준이 될 수 있을 것으로 기대한다.

Table 5 Korean transportation regulations

criteria of regulation	Standard	Driving-permission condition
Total weight (Cargo+Tare)	40 ton	Permission until 43.9 ton (Additional 10% allow)
Axle-weight (each axle)	10 ton	Require competent police's permission
Total length	16.7 m	Truck + Trailer
Width	2.5 m	Max 3.4 meters permission (In Busan:max 4.46 meters)
Height	4.0 m	Max 4.45meters permission
Relative regulation	Permission by Road Act clause 54 & Enforcement clause 28-3.	
rules of punishment	Punishment by Road Act clause 54 & clause 83.	
Punishment	Imprisonment under 1 year or monetary penalty under two million won..	

Source: "Ministry of land, transport and maritime affairs (2013), Korean transportation regulations, <http://www.mltm.go.kr>"

4.2.1. 미국지역 - 접근성 우선경로

Fig. 12는 현재 미국 사바나(SAVANNAH, USA) 지역까지 주로 이용되고 있는 운송경로로, ZIM LINE 소속 M/V ZIM SANFRANSISCO 28E 선박의 항로중 기,중점을 나타낸 것이다. 부산항에서 선적 후 사바나 항(SAVANNAH PORT)으로 바로 입항한다. 이 운항경로는 풍력발전부품에 특화되어 있는 국제운송경로로, 기존 여러 선사들은 대부분 휴스턴(HOUSTON)에 양하 후 사바나(SAVANNAH) 까지 1,064 KM를 21시간을 소요하여 최종 수요처에 납품하는 방식으로 서비스를 제공해 왔다. 이에 비해 본 경로는 양하 후 발생하는 부두수속시간, 육상 운송시간 등의 이틀 정도의 추가시간과 각종 현지 발생비용이 줄어들게 되어 경제적, 효율적인 면에서 훨씬 절감된다. 물론 이 항로를 풍력발전부품에만 전용으로

운용하고 있는 것은 아니지만, 분명 운송 안전성이나 효율성면에 있어 유용한 것만은 사실이다. 때문에 본 운송항로의 개발은 해당 지역 풍력발전 수요지까지의 풍력발전부품 운송이 활발해진 시기와 연계되어 아주 적합한 경로의 개발이라 사료된다.

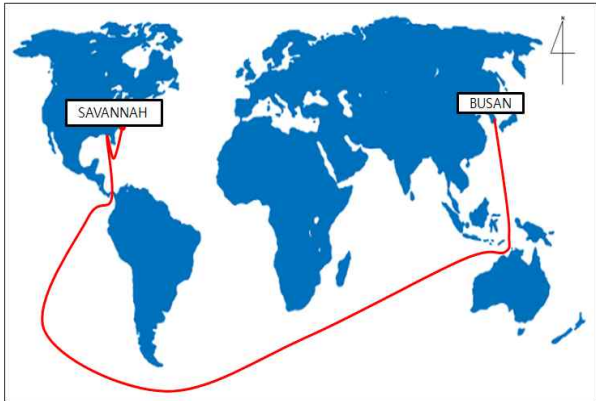


Fig. 12 The sailing route between Busan, Korea to Savannah, USA

사바나(SAVANNAH)의 경우, 최근접 양하항이 결국 최종 수요지와 동일 지역에 위치하고 있고, 별다른 운송 제약 없이 해당 경로를 따라 정기선이 운항하며, 그에 따른 주별, 월별 일정이 사전에 공지됨에 따라 선박량의 부족이나 갑작스런 대형 프로젝트의 등장 없이는 남기지역에 대한 우려나 연계운송에 대한 고민은 하지 않아도 될 만큼 잘 구성된 국제운송경로를 따르고 있다. 사바나와 같이, 수요지와 화물 양하지가 동일 지역에 형성된 경로를 “접근성 우선경로(Access-Priority Route)”로 명명하고, 향후 화물운송에 있어서 수요지와 화물 양하지가 동일지역에 형성되는 경로가 이 유형에 속한다. 이 경로의 한 예로, 부산의 화주가 화물을 수입했을 때 대부분 부산항으로 들어와서 수요지까지 운송되기 때문에 부산항 모든 화물이 접근성 위주경로를 따른다고 해도 무방하다.

4.2.2. 캐나다지역 - 경제성 우선경로

미국지역 사바나(SAVANNAH)의 경우, 풍력발전업체가 항구에 근접하게 자리 잡은 지역인데다 국제운송경로 자체가 특별한 어려움 없이 진행될 수 있었다. 하지만 윈저(WINDSOR)의 경우, 지난 2011년에 신설된 업체⁶⁾가 최종 수요처가 되다보니, 아직까지 최적의 경로를 찾지 못하고 있다. 사바나(SAVANNAH)와 달리, 최 근접 부두에 컨테이너 양하 후, 제품을 CFS에서 전체 적출한 후, 일반 화물차량에 옮겨 싣고 이동해야 하는 복합운송구조를 따르고 있는 상황이다. 윈저(WINDSOR)까지의 운송경로는 현재 Fig.13과 같이 밴쿠버(VANCOUVER)로 기항한 후 Fig.14와 같이 윈저(WINDSOR)까지 육상 운송하는 경로를 선택하고 있다. 실제로 본 연구를 시작할 당시에 이 경로가 적용되고 있지 않았으나, 2012년 1월부터 본 항로를 따라 운항하고 있는데, Fig.13은 현대상선

소속 M/V HYUNDAI COURAGE 42E 선박의 현재 운항경로의 기,종점을 기록한 것이다. 물론 밴쿠버(VANCOUVER)에서 윈저(WINDSOR)까지의 직선거리도 4,071 km 로 2일 정도는 소요된다. 하지만, 그 운송 비용이 다른 경로를 이용하는 것에 비해 저렴하기 때문에 수출업자 입장에서 선호하는 경로이다. 이와 같은 경로를 “경제성 우선 경로(Economics-Priority Route)”라 볼 수 있다. 경제성 우선 경로 (Economics-Priority Route)는 말 그대로 수출업자 입장에서 가장 저렴한 운송경로라 할 수 있다.

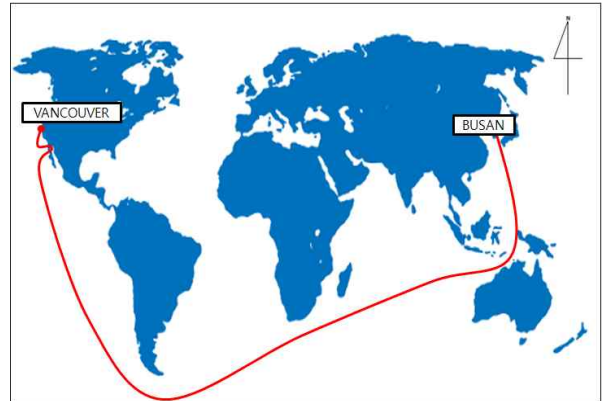


Fig. 13 The sailing route between Busan, Korea to Vancouver, Canada

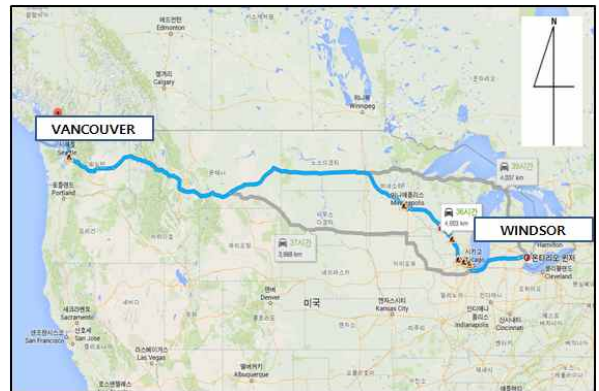


Fig. 14. The trucking route between Vancouver, Canada to Windsor, Canada

4.2.3. 유럽지역 - 편의성 우선경로

유럽지역 풍력시장을 끌고 나가고 있는 국가 중 하나가 스페인이다. 스페인은 풍력발전단지 입지 경향이 근래 육상풍력 단지에서 해상풍력단지 조성으로 변화하는 경향이 있어 점차 사이즈의 대형화, 중량물화가 가속화될 것으로 예상되고 있다. 이 중 히혼(GIJON) 지역은 근래에 개발이 개시되어 조성되고 있는 풍력발전단지로서, 알스툼(ALSTOM)사에서 지난 2011년부터 본격적으로 풍력발전기 조립공장을 운영 중에 있는 해안 도시로, 조용하지만 조선소가 존재하는, 미개발지라 할 수 있다. 히혼(GIJON)의 경우 화물선 모선이 기항할 수 없는 곳이라 다른 곳들과 마찬가지로 현지 내륙운송이 수반된다. 유럽항 항로의 경우 유럽 주요 항구(MAIN PORT)를 경유하여 움직이게 된다. 물론 직기항 선박들도 있겠지만, 대부분의 선사 운항일정

은 주요 항구를 경유하여 움직이도록 되어 있어서 기항지가 많은 것이 특징이다. 대신, 유럽항의 경우 유럽 각 거점도시별 기항지가 되다 보니 화물의 회전이 빠르고, 무엇보다 정기선 스케줄이 선사마다 다양하게 운항하고 있어 선택의 폭이 넓고, 선적 일정을 놓쳤을 때 대체 스케줄 부킹이 가능하다는 장점도 있다.

Fig. 15는 히혼(GIJON) 으로 가기 전 최근접양항인 빌바오(BILBAO)까지의 운송경로를 표기한 것으로, 본 항로 및 일정은 한진해운 소속 MV HANJIN KOREA 0031W의 항로 중기,중점을 표기한 것이다.

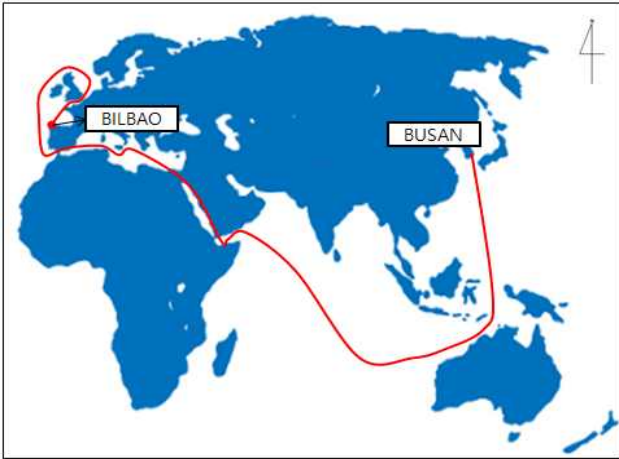


Fig.15. The sailing route between Busan, Korea to Bilbao, Spain

Fig. 16 은 빌바오(BILBAO) 에서 히혼(GIJON)까지의 내륙운송 경로를 보여 준다. 히혼(GIJON) 의 경우 빌바오(BILBAO)에서 직선거리로 약 40 km, 육상운송 시간 기준 약 2시간~3시간 안에 도착할 수 있을 만큼 근접한 거리란 점에서 도로사정,



Fig.16. The trucking route between Bilbao, Spain to Gijon, Spain

컨보이(CON-VOY) 등 여러 여건을 고려했을 때, 2~3시간 정도로 운송시간을 추정한다. 이런 특성은 앞서 미국 사바나(SAVANNAH) 지역과 마찬가지로 “접근성 우선경로”와 혼동될 수 있다. 하지만 거리가 근접하다고 해도 엄연히 지역적으

로 다른 곳에 위치하고 있고, 시 경계를 벗어나서 이동하게 되는 셈이므로, 거리나 시간상 가깝다 해도 “접근성 우선 경로”와는 엄연히 구분되어야 한다. 유럽지역 항로 스케줄이 다양하다는 점, 여러 경로를 거치면서 운항기간은 길어지지만 상대적으로 선임(OCEAN FREIGHT)이 저렴한 점, 별도의 운송경로에 대한 고민 없이 기존 경로를 활용하면 되는 점 등을 감안하여 좀더 운송경로 연결의 편의성을 중점으로 분류한 경로가 “편의성 우선경로 (CONVENIENCE-PRIORITY ROUTE)”이다. 이는 화물 납기에 여유가 있고, 양하지역과 수요지역이 달라 1회 이상의 추가 연계운송이 필요한 경우에 적용 가능한 경로이다.

4.2.4. 국제운송경로에 대한 제안

앞서 밝힌 국제운송경로에 대한 사례별 정의는 현재 실제 이용 중인 국제운송경로를 정의한 것으로, 조사한 자료를 바탕으로 국제운송경로의 대안을 제안코자 한다. Fig. 17은 2013년 12월 현재 전 세계적으로 설치되어 있는 풍력발전용량을 나타낸 것이다. 현재 유럽, 아시아 지역에 특히나 집중적으로 설치되어 가동되고 있으며, 아프리카, 아메리카 지역의 경우 지형상의 이유로 풍력발전의 설치는 상대적으로 저조한 실정이다. 컨테이너에 편중된 현재의 운송경로 외에 풍력발전부품에 특화된 운송경로를 개발해야 할 필요가 있다.

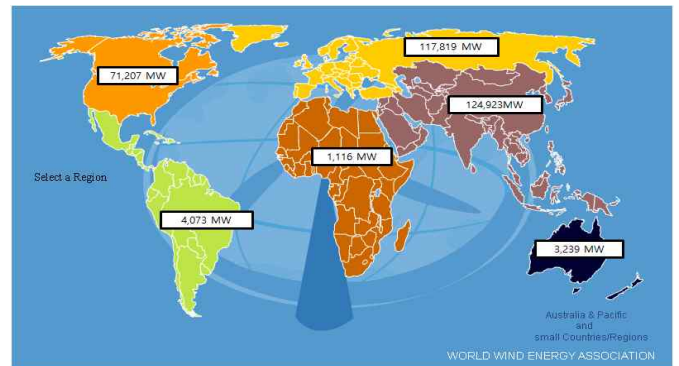


Fig. 17 The status of global wind power generator installed in 2013

Source:Europe wind power energy association (2013),The status of global wind power generator installed in 2013, <http://www.ewea.org>

이를 위한 대안으로 첫째, 철도 운송 경로의 개발이다. 현재 횡단철도의 경우 인프라의 구축이 어느 정도 완료되어 가고 있기에, 교행구간의 정비와 터널구간의 높이 등에 대한 점검 및 재정비가 추가적으로 정리된다면, 유럽지역 풍력시장에의 연결이 훨씬 가까워질 것으로 예상된다. Fig. 18 은 지난 2013년 9월 9일 이투데이지에 실린 현대 로템사의 유라시아 횡단철도 사업 진출 로드맵에서 발표했던 유라시아 횡단철도 구간개요도 이다.

6) 현재 WINDSOR 지역에는 한국계 “CS WIND”라는 회사가 자리 잡고 2011년 11월 중순 공장 오픈함.



Fig. 18 Main railroad map from Asia to Europe
 Source: The Etoday (2013.09.09.), Main railroad map from Asia to Europe, <http://www.etoday.co.kr/news/>

일반 화물 및 여객열차뿐 아니라, 풍력발전부품과 같은 대형품의 운반이 가능한 열차구간을 구상한다면, 한국에서 만들어진 풍력발전부품을 부산에서부터 TSR을 통해 유럽까지 철도 운송이 가능할 수 있다. 물론, 납기에 여유가 있어 긴박한 부품이 아닐 경우에 적용한다는 전제는 필요하나, 실제로, 앞서 살펴 보았던 스페인(SPAIN)의 히혼(GIJON) 지역의 경우, 철도 운송만 가능하다면, 선복량이나 스케줄, 기상상황에 구애받지 않고 바로 부산에서 히혼(GIJON)까지 직접운송이 가능해지는 장점이 있을 것이다.

두 번째 제시안은 정기선화된 벌크선박(BULK VESSEL) 운영방안의 개발이다. 컨테이너 수송이 보편화된 현 상황은 대형화, 중량화된 화물은 정기 운송이 불가능하여 프로젝트(PROJECT) 화물처럼 벌크선박(BULK VESSEL)의 비정기선화를 초래했다. 최근 개장한 부산항 신항까지 컨테이너부두 위주의 개발이 진행중임을 감안하면, 벌크선박(BULK VESSEL)의 운용에도 관심을 가질 필요성이 있다. 거기에 유사 동종업체, 즉 풍력관련 부품 제작업체간의 어느 정도의 상생도 필요하다. 공급자는 여러 업체라 하더라도, 결국 풍력발전부품이 사용되는 최종 수요처는 거의 동일하기 때문에 제조업체들 간의 공동 배선이 가능하다. 즉, 동일 지역 수요처로의 수출에 소요되는 선박을 공동 용선 할 수 있게 되면 벌크선박(BULK VESSEL) 운송이 가능할 것이며, 이 경우 최종 거점에서 발생하는 풍력발전 부품의 수리를 위한 회수운송까지 해결할 수 있는 이점이 생기게 된다. 현재 한국을 기점으로 미주, 유럽까지 운항하는 벌크선박(BULK VESSEL) 들이 보통 PANAMAX급 (적재중량 50,000 TON 이상 79,999 TON 미만) 선박임을 감안하면 공동 배선을 위해서는 풍력발전부품 제조업체 간의 전략적 제휴는 물론 컨테이너 위주로 고려해서 책정되었던 기존까지의 납기조건, 비용조건 등의 개별 검토와 기존까지의 부두운용 및 대형품을 위한 정기 벌크선(BULK LINER) 처리시설에도 투자를 하는 정책전환이 필요하다.

5. 결론 및 제언

5.1 결론

풍력발전부품이라는 특수화물의 국제운송경로 파악을 위해 풍력발전의 성장 추세에서부터 물류적 특성, 국제 관련법의 특성, 해당 품목에 대한 운송계약요인을 분석하고 현황을 고찰하여 개선책을 도출했다. 그리고, 이를 토대로 기존에 정의되지 않았던 각 국제운송경로를 그 특성에 따라 다음과 같이 분류하였다. 수요지와 화물 양하지가 동일지역에 형성된 경로를 “접근성 우선 경로, 수출업자 입장에서 운송비용이 가장 저렴한 경로를” 경제성 우선 경로, 양하지역과 수요지역이 달라 1회 이상의 추가 연계운송이 필요하지만 선임이 저렴하고 기존 경로를 활용하는 “편의성 우선경로로 분류한 것이다. 이렇게 국제운송경로를 분류함으로써 풍력발전부품 제조업체들은 제품의 운송기간의 문제뿐 아니라 운송경로의 적합성과 경제성까지 판단할 수 있게 되었다. 즉 지금까지 선박회사나 포워더를 통해 이루어지던 운송경로의 결정을 제조업체도 해당 운송경로의 효율성과 경제성을 분석하고 비교할 수 있게 되었다.

5.2 제언

본 연구는 풍력발전부품 제조업체의 관점에서 현상을 살펴보고, 이를 토대로 연구의 방향성과 초점을 개진했다. 그 과정에서 아직까지 풍력 발전부품과 같은 대형화물의 국제운송경로에 대해 구체적으로 진행된 선행연구가 없었기 때문에 풍력발전부품 제조업체에서 실제 적용하고 있는 국제운송경로를 유형별로 분류하여 각 특성에 맞춰 정의하였다. 따라서 각 단계별 운송을 진행하는 선박회사나 운송회사 입장이나 환경은 고려되지 못했다는 한계를 담고 있다. 향후 연계연구에서는 실제 운송을 수행하는 선박회사나 운송회사의 관점에서 추가 분석이 필요할 것으로 보인다. 즉 각 선박회사가 선대를 구성할 때 고려하는 여러 요소들을 알아보고 이를 본 연구에서 경로를 구별할 때 적용한 수요지와 양하지의 관계 또는 연계 운송횟수 등과 함께 적용할 수 있는 방안이 있는지 확인해보고자 한다. 또한 앞서 국제운송경로에 대한 대안으로 언급했던 철도 운송 경로, 정기선화된 벌크선박(BULK VESSEL) 운영방안 등에 대한 가능성을 타진하고 실용화 될 수 있을지에 대한 연구가 필요하다 사료된다. 이를 통해 제조업체 뿐아니라 선박회사나 운송회사 입장에서도 다각화된 운송경로와 운송방안을 검토하여 경쟁력있고 효율적인 국제운송방안을 마련할 수 있을 것이다.

References

- [1] BUSAN(2013), The WIND TOWER FLANGE MANUFACTURER, "The Report for Main Cost for Transportaion in 2013".
- [2] Europe Wind power Energy Association (2013), The Status of Global Wind Power Generator Installed in 2013, <http://www.ewea.org>.
- [3] "Global Wind power Energy Council(2013), The Global Cumulative Wind Power Capacity, <http://www.gwec.net>".
- [4] Global Wind Power Energy Council(2013), The Trend of Increasing for Wind Turbine's Diameter, <http://www.gwec.net>".
- [5] Global Wind power Energy Council(2013), The Status of Running Wind Farm and Planning Location, <http://www.gwec.net>".
- [6] Hwang, B. S. (2010), The Understanding of Modern Wind Turbine, A-Jin, pp. 74-89.
- [7] International Road Federation(2012), The Standard Transportation Limit of Foreign Country, <http://irfnet.org>.
- [8] KOREA SHIPPING GAZETTE, 2014-JULY, pp. 318-418.
- [9] Kim, S. Y. (2006), "A Study on Route Decision for Multimodal Transportation - From Viewpoint of Service Factors", Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Conference, pp. 251-259.
- [10] Ministry of Commerce, Industry and Energy (2012), Korean Wind power Equipment Company location".
- [11] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2013), Korean Transportation regulations, <http://www.mltm.go.kr>".
- [12] Nam, K. C. (2008), "An Analysis on the Preference of Domestic Container Transport Systems", Journal of Korean navigation and port research, Vol. 32, No. 5, pp. 387-394.
- [13] Oh, Y. T.(2012), The Logistics Management in the Globalized Generation, Bum-Han p. 285.
- [14] Park, N. K. (2010), The Theory and Theory and Practice of Wind Turbines, Hong-Reung Science Publisher, pp. 8-35.
- [15] Park, J. K. (2009), "The Comparative Analysis on the Scrap Transport Costs of Container and Bulk Ship", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 33, No. 8, pp. 563-572.
- [16] Park, J. H. (2010), "The Change Analysis of Land Space Structure by assuming the Linkage of Transcontinental Railway-Rail Ferry- Undersea Tunnel ", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol.. 34, No. 3, pp. 257-265.
- [17] Shin, J. Y. (2014), "Container Transportation Models in Industrial Estate Area", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 38, No. 2, pp. 171-176.
- [18] The etoday (2013.09.09.), Main railroad map from Asia to Europe, <http://www.etoday.co.kr/news/>.

Received 27 May 2015

Revised 15 July 2015

Accepted 17 July 2015