

개방형 기술혁신 기반의 지배적 디자인 기술개발 및 확보 전략 : 현대중공업의 HSP(High Skewed Propeller) 설계 및 생산 시스템

안연식* · 김화영**

Dominant Design Technology Strategy Based on Open Innovation : High Skewed Propeller(HSP) Design and Production System of Hyundai Heavy Industries Co.

Yeon S. Ahn* · Wha Young Kim**

Abstract

This study presents a research model that demonstrates the dominant design technology strategy for developing and securing dominant design technology based on open innovation. For this purpose, this study developed a strategic model for the development and acquisition of design technology, production technology, and production system of propeller which satisfies the requirements of ship propulsion system required by ship owners and shipbuilders. By studying large propellers for ships, it is possible to embody a strategic model that can be used as a technology development strategy of dominant design that is effective in technology field of other industries. In this study, HSP (High Skewed Propeller) strategy of Hyundai Heavy Industries, which occupies the largest global market share (47.5%, 2007) for more than 30 years until now, is analyzed as a successful case to verify this strategic model. The development and acquisition strategy model of dominant design technology presented in this study consists of four stages : dominant design project strategy, dominant design engineering technology strategy, dominant design production technology strategy, and dominant design production system strategy. The strategic model summarizes the key activities at each stage. In addition, the steps and core activities of this strategic model were confirmed through the case study. As a technology development strategy of HSP products, Hyundai Heavy Industries utilized open innovation technology to cooperate with outside, that is, collaborative research and development with KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology) research team, and succeeded in achieving technology development of dominant design of HSP products by linking it with HSP technology development and acquisition strategy.

Keywords : Dominant Design, Dominant Design Strategy, Open Technology Innovation, HSP(High Skewed Propeller), HHI(Hyundai Heavy Industries Co.)

Received : 2018. 03. 25. Final Acceptance : 2018. 03. 28.

※ This work was supported by the Gachon University research fund of 2017(GCU-2017-0197).

* First Author, Professor, Dept. of Business, Business College, Gachon University, e-mail : ahndreo@gachon.ac.kr

** Corresponding Author, Research Professor, Industry-Academy Cooperation Group, Gachon University, 1342 Sunghnamdaero, Sujeong-gu, Seongnam-si, Geonggi-do, 13120, Korea, Tel : +82-31-750-5537, e-mail : wy0kim@empas.com

1. 서론

기업의 외부환경은 급속히 변화하고 있고, 이러한 환경 속에서 기업이 생존하고 지속적으로 성장하기 위해서 혁신을 추구해야 한다.

왜 기업들은 환경 변화에 대응하는 혁신을 통해 글로벌 경쟁력을 장기적으로 지속시켜 갈 수 없는 것일까? 이에 대해 Christensen[1997]은 이른바 혁신기업의 딜레마로서 기업이 쇠퇴하는 이유를 다음과 같이 제시한다. 혁신기업이 새로운 환경 변화에 적응하기 위해 노력하고 끊임없이 혁신에 주력했음에도 불구하고 경쟁력을 잃는 이유는 파괴적 기술(Disruptive Technology)에 효과적으로 대처하지 못했기 때문이라고 설명한다[권구혁 등, 2012].

특히 신제품이 개발된 산업의 초기에는 일반적인 기술표준이나 소비 패턴 등이 정해 지지 않기 때문에 제품의 개량 및 개선과 관련된 다양한 활동이 전개된다. 이에 따라 다수의 기업이 다양한 모델로 경쟁을 하게 되는데, 이러한 경쟁을 거치면서 생산효율 측면이나 소비자 선호 면에서 우월한 제품으로 지배제품이 부각된다[이원영, 2008].

공식적인 기관에서 인정한 기술표준은 아니지만, 예를 들면 MS사의 윈도우나 스마트폰의 안드로이드, iOS 등이다. 이들은 특정 영역에서 고객들이 선택할 수밖에 없는 사실상의 표준(De Facto Standard) 제품으로 시장에서 폭넓게 선호되는 기술이나 제품이다. 이렇게 한 산업에는 거의 예외 없이 지배적 디자인이 존재한다[Schilling, 2006, 이수 등, 2014; 안연식, 2017].

이러한 관점에서 기업들은 특정부문에서의 우수한 기술력을 바탕으로 혁신제품을 개발하기 위해 보유자원을 투입하고 성공을 위해 노력한다. 즉 다수의 고객들을 대상으로 혁신제품이나 기술의 가치를 인정받고 특정 영역에서 지배적

디자인으로 경쟁우위를 차지하기 위해 전략적인 활동을 추진한다.

결국 기업은 지속적으로 생존 및 성장하기 위해서 차세대 혁신제품이나 기술을 선점하도록 해당 사업부문에서 지배적 디자인 기술의 개발을 통해 시장을 지배하는 전략의 수립과 실행이 필요하다.

현대중공업은 선박의 핵심 제품인 HSP(High Skewed Propeller)를 제작할 수 있는 지배적 디자인 기술을 독자적으로 개발해 HSP를 출시함으로써, 세계 Propeller 시장을 선도하였다. 현대중공업은 이를 통해 선박용 대형 Propeller 시장에서 세계 시장점유율 1위(2007년 기준, 47.5%)의 기업으로 30년 이상 지속적인 성장과 경쟁력을 추구하고 있다[민계식, 2008]. 이러한 성공사례를 연구하는 일은 학술적으로나 국가산업발전에 의미가 있다. 이에 따라 본 연구는 “현대중공업은 어떻게 전략을 수립하고 실행하여 HSP 제품을 지배적 디자인 제품으로 개발하였는가? 또한 어떻게 세계 1위의 시장점유율을 창출하는 기업이 되었는가?”를 구체적으로 규명하고자 한다.

2. 지배적 디자인 전략과 개방형 기술혁신 전략

2.1 지배적 디자인 개념 및 전략

2.1.1 지배적 디자인 개념

지배적 디자인(Dominant Design) 및 지배제품 디자인(Dominant Product Design)의 개발을 새로운 개념으로 제시한 Abernathy and Utterback [1978]는 이를 기술혁신, 즉 제품혁신(Product Innovation)과 공정혁신(Process Innovation)에 주안점을 두고 설명한다.

특히 Utterback[1994]은 지배제품 디자인의 개념을 한 제품군에서 시장의 소비자들이 가장 선호

하는 제품이며, 경쟁기업들이 시장에서 어느 정도 점유율을 갖기 위해서 반드시 따라야 하는 기본적인 디자인으로 정의한다. 또한 Afuah[2003], Schilling[2006], 이원영[2008], 안연식[2017] 등은 하나의 제품 범주(category)를 지배하는 하나의 제품이나 기술, 또는 프로세스 구조가 50% 이상의 시장점유율을 차지하거나, 관련 시장에서 2~3개의 독점적 위치를 차지하는 경우, 이를 지배적 디자인 또는 지배제품으로 정의한다.

Christensen[1998]은 지배적 디자인 이론을 기술혁신의 진화 패러다임 중의 하나로 설명하고, 기술발전의 관점에서 혁신의 본질에 크게 영향을 미친다고 제시한다.

박용태[2011]는 지배적 디자인을 기술적 우위, 경제적 장점, 시장의 선호도 등에 의해 등장하는 제품으로 설명한다. 그리고 이 제품을 중심으로 시장이 통합되고, 기존시장에서의 차세대 지배제품, 주력제품 또는 혁신제품으로 표현한다. 이수 등[2014]은 지배적 디자인을 제품기술에 한정된 제품 디자인에 관한 지배적 개념으로 제시하고, 이러한 디자인 개념은 제품을 규정하는 제품기술, 제품구조 및 제품형태를 포함하는 포괄적 개념으로 설명한다.

2.1.2 지배적 디자인 전략

기업은 날로 치열해지는 글로벌 경쟁에서 지속적인 경쟁력을 확보해야 하고, 이미 포화상태로 접어들고 있는 기존 시장에서 차세대 지배제품을 개발하는 것이 생존할 수 있는 주요 핵심요소가 되고 있다[박용태, 2011].

한 기업이 지배적 디자인 또는 제품을 생산한다는 것은 그 제품이 산업의 표준이 된다는 것을 의미한다[이원영, 2008]. 따라서 기업은 자사의 기술이 산업 표준으로 설정되고, 지배적 디자인으로 채택되기 위한 전략적 활동을 추진해야 한다. 지배적 디자인의 결정 요인들로서는 기술적

상호관련성, 보완재, 기업가정신, 전환비용 등이 있다. 이러한 요인들은 특정 제품과 연관성이 있는 기술과의 호환성 등을 통해서 제품의 네트워크 효용을 증가시키고, 제품의 주요 기능을 보완하여 고객의 제품 효용성을 높인다. 또한 위험을 감수하면서 제품의 확산을 주도하는 비즈니스 마인드는 시장에 진입하는 경쟁기업의 제품으로 전환하는 고객을 고착화(Lock-in)시켜서 지배적 디자인의 위치를 확보하게 한다[안연식, 2017].

지배제품은 오랜 기간 동안 시장을 장악하게 되는데, 이 지배제품이 시장에서 장기적으로 존속하는 이유는 제품 사양변경에 대한 소비자들의 저항, 그리고 생산, 유통, 마케팅, 애프터서비스 측면에서 제품 사양 변경에 많은 비용을 초래하기 때문이다[이원영, 2008].

이와 같은 지배제품의 출현은 산업의 진화에서 중요한 변화를 가져오고, 치열한 경쟁이 제품의 디자인과 특색으로부터 제품의 성능, 비용, 규모로 바뀌어진다[Utterback, 1994].

따라서 시장에서 지배제품이 결정되면, 대량생산에 의한 생산비용의 절감은 중요한 경쟁전략이 되기 때문에 대기업의 과점이 형성된다. 이 단계에서 시장에 새로운 기업의 진입이 어려운 이유는 노하우, 특허 등 지적재산권을 선두 기업이 이미 보유하고 있거나, 오랜 생산과정을 거쳐 기업에 체화된 지식이나 축적된 기술을 갖고 있기 때문이다.

특히 경쟁의 핵심이 가격 경쟁으로 이행하게 되면 시장은 소수 대기업의 과점화가 더욱 심화된다. 또한 원자재 생산, 부품생산, 조립, 판매에 이르는 과정에 있어서 수직적 통합이 전개되며, 이러한 수직적 통합은 잠재적 진입자의 진입을 억제하는 역할을 한다[이원영, 2008].

지배제품은 생산공정을 혁신하고 통합하는데 뛰어난 기술을 갖고 있는 기업이나 보다 고도의 엔지니어링 능력을 갖고 있는 기업을 경쟁우위

를 차지하게 한다. 이렇게 지배제품을 생산하는 기업이 시장점유율을 대폭 확대하고, 이것보다 못한 제품을 생산하는 기업은 쇠퇴한다[Utterback, 1994; 이원영, 2008]. 결국 기업들은 제품의 차별화와 저원가에 기반을 두고 경쟁함으로써[Afuah, 2003], 많은 기업들이 경쟁에서 탈락하게 된다[Utterback, 1994]. 이렇게 지배적 디자인 제품이 출현하면 경쟁의 기반이 근본적으로 변하고, 소수의 기업만이 경쟁에서 살아남게 된다[Utterback, 1994].

지배제품은 기술적인 불확실성을 크게 감소시키고, 점진적인 변화를 이끈다[Afuah, 2003]. 특히 기업들 중에 지배제품을 추구하여 공정 통합과 대량생산을 이룬 기업만이 그 산업 내에서 지배기업이 된다[Utterback, 1994].

2.2 개방형 기술혁신 전략

2.2.1 개방형 기술혁신 개념

일반적으로 혁신은 기존의 제품이나 서비스를 개선하거나 새롭게 개발해서 시장에 진입시키는 것에 의미를 둔다. 이는 한 아이디어를 고객가치와 지속적인 기업의 이윤으로 전환하는 과정, 즉 시장에 새로운 가치를 창출해서 전달하는 프로세스로 설명된다[Carlson and Wilmot, 2006]. 기업이 신제품을 출시할 때 두 가지의 가치제안을 하는데, 이는 고객에 대한 가치와 회사에 대한 가치이다[Carlson and Wilmot, 2006].

대체로 혁신은 성공하기보다 실패하며 혁신하지 않는 기업은 사라진다. 따라서 혁신은 관리하기 어려운 과정이지만 필요한 과제이다. 혁신은 기업의 사업을 성장시키고, 새로운 사업의 성공을 도모하는 역할을 한다[Chesbrough, 2003].

많은 기업들이 혁신 추진 과정에서 회사 내의 창의력을 중요시하나, 소비자의 의견이나 요구를 반영하는 것에는 소극적이다. 정말 똑똑한 사

람들이 자사의 내부뿐 아니라, 외부의 여러 기관에도 있다는 점을 간과한다[Chesbrough, 2003].

Chesbrough[2003], Chesbrough et al.[2006]은 기업이 자사의 기술을 향상시키고자 내부의 아이디어뿐만 아니라 외부의 아이디어를 활용하고, 시장 진출의 내부 및 외부 경로를 사용하는 기술혁신의 신개념을 제시한다. 이들은 이러한 기술혁신의 새로운 패러다임을 개방형 혁신(Open Innovation)으로 주창한다. 즉 개방형 혁신을 ‘내부의 혁신을 가속화하고 혁신의 외부 활용을 통해 시장을 확대하기 위한 지식의 의도적인 유입 및 유출의 활용’으로 정의한다[Chesbrough et al., 2006; Gassmann et al., 2010].

이러한 개방형 혁신은 기업 내부의 자원으로만 실행하는 폐쇄형 혁신 모델(Closed Innovation Model)에서 개방형 혁신 모델(Open Innovation Model)로의 혁신 패러다임의 전환(Innovation Paradigm Shift)이다. 특히 개방형 혁신 프로세스는 내부와 외부의 아이디어들을 아키텍처와 시스템으로 결합하는 과정이다[Chesbrough et al., 2006].

김석관[2008], 김석관 등[2008]은 개방형 혁신을 기업이 연구, 개발, 상업화에 이르는 일련의 혁신과정을 개방하여 외부 자원을 활용함으로써, 혁신의 비용을 줄이고 성공 가능성을 제고하며 부가가치 창출을 극대화하는 기업의 혁신방법론으로 설명한다. 즉 개방형 혁신을 연구, 개발, 상업화 과정의 각 단계마다 기업 내부와 외부 간의 지식 교류가 원활하게 이루어져서 외부의 기술이 기업 내부로 유입되거나, 그 반대로 기업 내부의 기술이 외부의 다른 경로를 통해 상업화되는 방식들을 모두 포괄하는 것으로 파악한다.

이러한 개방형 혁신의 선정 기준으로는, 첫째 기업의 활동이 기술혁신 과정에 속하고, 둘째 외부와의 협력이나 교류가 있어야 하는 것이며, 이 두 조건을 동시에 만족시키는 활동은 모두 개방형

혁신으로 간주한다. 이 두 조건에 부합하는 개방형 혁신의 구체적 유형들을 열거하면, 외부 기술의 구매(Licensing-in), 외부 연구 기관과의 공동 연구, 타 기업과의 공동 기술개발을 위한 합작벤처(Joint Venture) 설립, 신기술 탐색과 도입을 위한 벤처 투자, 신기술 도입을 위한 벤처기업 인수 등이다.

또한 내부 기술자산의 외부 판매(Licensing-out), 내부 기술의 사업화를 위한 분사화(Spin-off) 지원, 기술적 문제 공개를 통한 해결책 공모, 집단 지성을 활용한 지속적인 개선, 개발 툴 공개, 사용자 피드백 반응을 통한 사용자 혁신 등이 열거된다[김석관, 2008; 김석관 등, 2008].

Kirschbaum[2004]은 개방형 혁신을 내부와 외부의 역량과 지식을 결합하여 R&D와 마케팅 측면에서 혁신 프로세스를 수행하는 것으로 설명한다. 또한 기술개발 프로젝트의 선정과 승인은 식별, 정리, 검토 과정을 통해 그 기술의 사업 가치를 검증하고 평가해야 한다. 또한 사업에 필요한 기술은 확보 과정에서 기술제휴(Licensing Agreement)를 포함하도록 강조한다.

Monsef and Ismail[2012]은 개방형 혁신을 통한 신제품 개발 프로세스의 주요 단계를 계획, 개발, 마케팅 및 상업화로 제시한다. Igartua et al.[2010]은 개방형 혁신전략을 지원하는 혁신경영의 방법으로 전략적 기획(Strategic Planning)을 제시한다.

2.2.2 개방형 혁신전략

개방형 기술혁신의 등장배경에는 전문 인력 이동성의 증가, 벤처 캐피탈의 발전, 기술개발 비용의 증가 및 제품 사이클의 단축, 대기업의 지식 독점에서 대학, 벤처기업, 외국기업 등으로의 지식창출 원천의 다양화로 지식환경의 변화 등이 열거되고 있다[김석관, 2008; 김석관 등, 2008].

개방형 혁신의 유형은 두 가지 형태로 분류되

고 있는데, 기업이 기술혁신 과정에 외부로부터 기술이나 아이디어를 얻는 내향형(內向型) 개방형 혁신(Outside-in Open Innovation)과 기술을 외부로 내보내서 자사의 기존 비즈니스 모델이 아닌 다른 경로의 상업화를 모색하는 외향형(外向型) 개방형 혁신(Inside-out Open Innovation)으로 제시된다[Chesbrough and Garman, 2009; 김석관, 2008; 김석관 등, 2008].

이에 따라 Chesbrough 등의 연구[2006]는 내향형 개방형 혁신의 핵심 내용으로서, 외부 지식이 내부 지식과 동일한 역할을 하는 패러다임으로 규정한다. 따라서 혁신전략을 추진하는데 이를 활용하는 것이 중요하다고 강조한다[김석관 등, 2008].

특히 기업이 보유하고 있는 특허의 자사 활용도가 대체로 절반도 안되고, 그 비중이 적게는 5%에서 35%에 불과하다는 주장이 제시되고 있다. 이러한 기업은 자사의 기술이나 아이디어를 필요로 하는 기업들에게 넘기거나 공유하게 하는 외향형 개방형 혁신을 추진하여, 더 큰 부가가치를 창출하는 전략이 필요하다고 제시한다[김경연, 2007].

도성정과 조근태[2017]는 신사업 발굴을 시도한 국내 제조업을 대상으로 실증 분석한 결과, 기업의 개방형 혁신활동이 신제품이나 기술의 개발 성과에 긍정적 영향을 준다는 다른 연구들의 결과와 다르게 제시한다. 즉 신사업 발굴을 추진하는 기업 내 연구소의 개방형 혁신 활동은 신사업 발굴성과에 유의한 영향을 주지 않는다고 설명한다.

이러한 연구결과들을 감안해서 개방형 기술혁신을 추진하는 전략이 중요하며, 혁신성과에 영향을 미치는 주요 요인들에 대하여 살펴 볼 필요가 있다.

Dahlander and Gann[2007]는 개방형 혁신의 추진 시에 고려해야 하는 개방성(Openness)으로서,

첫째, 독자적인 정책과 공식적 비공식적 지적재산권(IP)에 대한 방어 정도에 따른 개방 수준, 둘째, 혁신을 위한 외부 아이디어의 종류와 양(量)에 대한 개방, 셋째, 정보와 새로운 아이디어의 제공, 그리고 기술개발과 상품화를 위한 타 기업과의 공식적인 협력 범위 등을 제시한다.

개방형 기술혁신전략의 성공을 위해서는 소규모의 혁신을 실행하여 필요 역량과 경험을 축적해야 한다. 그리고 이를 조직 내에 전파하는 접근방식, 개방형 네트워크의 적극적인 활용, 개방형 혁신과 관련된 프로세스를 지원하는 전문조직의 구성 등 이러한 내부 조직의 준비가 중요하다[오상준, 2007; 복득규, 이원희, 2008].

3. 현대중공업의 지배적 디자인 전략 모델 및 추진 내용

3.1 조선산업 및 HSP의 특성

3.1.1 조선산업의 특성

일반적으로 조선산업은 자동차나 스마트폰, 그리고 전자 제품 생산과는 달라서 플랜트 산업이나 건설업 등과 같은 수주산업의 특성이 있다. 즉 선주로부터 주문(Order)을 받으면 설계(Design) 단계를 거쳐 선박을 건조하는 ETO(Engineering To Order) 또는 DTO(Design To Order)방식으로서, 이른바 프로젝트 기반의 수주, 설계, 생산 프로세스의 방식이 적용된다[이수 등, 2014; 박용태, 2011]. 이러한 조선산업은 수주 받은 선박의 기본설계, 구조설계(상세설계), 생산설계로 이어지는 설계기술(Design Technology)과 생산작업의 핵심인 생산기술(Production Technology)이 가장 주요한 기술이다[현대중공업, 1992].

이와 같은 주문방식의 제품설계 및 생산과정은 IT를 기반으로 하는 시스템 개발 프로젝트와

유사하다. 즉 하나하나의 제품설계 및 생산에 착수하기 전에 조직의 자원이나 제약요인들을 고려했을 때, 과연 이 시스템 개발 프로젝트가 실행 가능하고 고객의 요구를 만족시킬 수 있는지를 결정하는 실행가능성 분석, 평가, 구현 등이 중요하게 인식된다[신유근, 2006].

3.1.2 HSP의 특성

선박용 Propeller는 대형 엔진과 더불어 선박의 항해 속도, 진동, 소음, 연료 소모량 등 선박의 성능을 좌우하는 핵심 기자재이며, 가격, 납기 등에 있어 중요한 조선수주 경쟁력의 요소이다[현대중공업, 2012].

특히 High Skewed Propeller(HSP)는 일반형(Conventional type) Propeller와는 달리, Skew 각도(角度)가 25° 이상인 Propeller를 지칭한다. 이러한 HSP는 선박의 진동 및 소음을 획기적으로 줄이고 고효율, 저연비로 선박의 운행을 가능하게 해줌으로써 선주들로부터 각광을 받게 되었다.

또한 해상에서의 인명과 재산의 안전을 도모하고 선박 및 구조물의 기술 적합성을 인증하는 선급협회(船級協會)는 HSP 구조설계에 유한요소법(Finite Element Method)에 의한 강도계산을 반드시 적용하도록 선급 규정에 의무화했다[현대중공업, 1992].

본 연구에서 다루는 선박용 Propeller 기술은 선주 및 조선회사가 요구하는 선박 추진시스템의 요건을 충족하는 HSP 제품의 설계기술, 생산 기술 및 제품생산이 가능한 시스템 기술이다. 특히 선박용 대형 HSP는 프로젝트의 특성인 장기간에 걸쳐 수행되는 수주 사업의 성격을 가지는 제품이기 때문에, 향후 유사한 타 산업의 부문에서 지배적 디자인 기술 개발 및 확보를 위한 전략 수립을 위해 사례연구로서의 가치가 있다.

3.2 HSP의 지배적 디자인 전략 모델

본 연구에서는 현대중공업이 선박용 대형 HSP 제품의 개발 과정에서 필요한 지배적 디자인 기술의 개발 및 확보를 위해서 활용한 지배적 디자인 전략모델(Dominant Design Strategy Model)을 <Figure 1>과 같이 제시한다.

이 지배적 디자인 전략모델은 ① 지배적 디자인 프로젝트 전략(Dominant Design Project Strategy) → ② 지배적 디자인 설계기술 전략(Dominant Design Engineering Technology Strategy) → ③ 지배적 디자인 생산기술 전략(Dominant Design Production Technology Strategy) → ④ 지배적 디자인 생산시스템 전략(Dominant Design Production System Strategy) 등 4개 단계의 지배적 디자인 기술개발을 위한 전략 프로세스를 포함하고 있다.

이러한 선박용 Propeller의 지배적 디자인 기술개발전략에 따라 HSP 제품을 개발하여 상업화하는 과정에서 수행되는 각 단계별 핵심활동을 정의하면 다음과 같다.

제 1단계인 지배적 디자인 프로젝트 전략에서는 경쟁자 분석 및 기술예측, 프로젝트 검토 및 기술 환경 분석, 그리고 프로젝트 확정이 이루어진다. 제 2단계인 지배적 디자인 설계기술 전략에서는 지배적 디자인 제품에 관한 기술 분석,

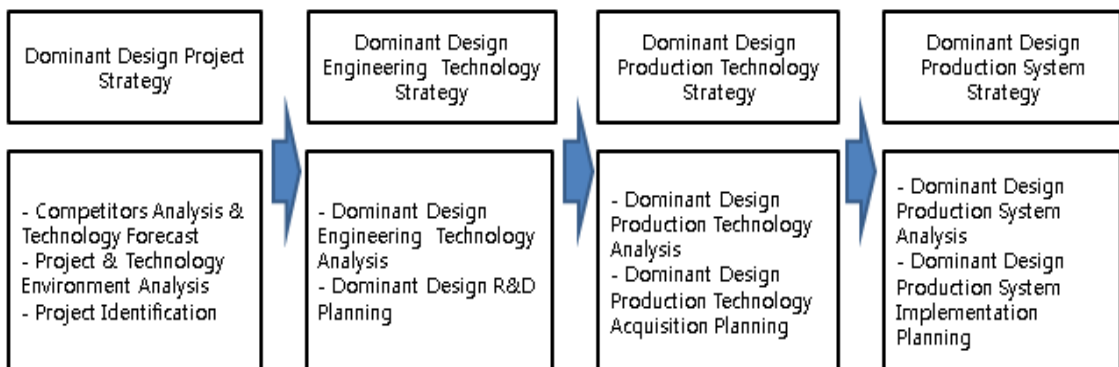
연구개발(R&D) 및 기술 확보 계획이 이루어지며, 특히 이 과정에서는 자체 기술로 개발하는 부분과 외부 기술을 활용하기 위한 방안을 수립한다. 제 3단계인 지배적 디자인 생산기술 전략에서는 지배적 디자인 제품의 생산에 필요한 기술이 검토되고, 이를 확보할 수 있는 방안에 대해 내부의 기술로 개발해야 하는 부분과 외부 기관과의 협력에 의해 추진하는 개방형 기술혁신 전략을 수립한다. 마지막 제 4단계에서는 지배적 디자인 제품의 생산을 실행하는 생산시스템에 관한 기술 분석, 이를 구현하기 위해 자체 기술로 개발해야 하는 부분과 외부 기관과 협력하여 추진하는 전략적 방안을 수립한다.

이렇게 지배적 디자인 기술의 개발 및 확보를 위한 전략모델에서 제시하는 방법에 따라, 실제 실행된 과정과 활동을 구체적으로 분석해 제시한다.

3.3 HSP의 지배적 디자인 전략 모델 실행

3.3.1 HSP의 지배적 디자인 프로젝트 전략 수립

국내의 조선회사들은 사업 초창기부터 선박용 대형 Propeller의 생산설비를 갖추지 않아서, 국내용 및 수출용 선박을 건조하기 위해 필요한 선박용 대형 Propeller들을 주로 일본 기업에 의존해왔다. 이는 선박의 수주, 가격, 납기 등에 크게



<Figure 1> Dominant Design Strategy Model

영향을 미침으로써, 국내 기업들의 국제 경쟁력 측면에서 해결해야 할 과제이었다.

현대중공업은 선박수주 경쟁력의 확보를 위해서는 자체적으로 선박용 Propeller를 생산하는 것이 필요했다. 그러나 생산 설비, 제작 기술, 제작 경험 등이 전무하고, 기술 인력의 확보도 어려운 문제이었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 선박의 선주 및 조선회사들이 선호하는 선박용 Propeller 제작회사와 기술협력을 추진하는 것이 효과적 전략으로 제시되었다. 결국 선박용 대형 Propeller 사업에 진출해 성공하기 위해서 제작 기술을 제공할 수 있는 회사를 모색해야 했다.

당시 세계 조선업을 선도해온 일본의 Propeller 제작회사들에 관심을 가지고 기술협력을 추진했는데, 대표적 Propeller 제작회사로서 Kobe Steel사, Nakashima Propeller사 등이다. 이들 중 Kobe Steel사는 일본의 선박용 대형 Propeller 시장의 50% 이상을 차지하고 있는 기업이었다(한일재단). 또한 Kobe Steel사는 높은 생산성과 월등한 기술력을 보유하고 있어서 국내 조선회사와 해외 선주들이 선호하는 선박용 대형 Propeller 제작사로서 크게 인정을 받고 있었다.

현대중공업은 1984년 2월 Kobe Steel사와 선박용 대형 Propeller의 설계기술 및 생산기술 도입에 관한 기술제휴 계약을 체결하고, 국내 및 해외 선박용 대형 Propeller를 제작, 공급할 수 있었다[현대중공업, 1992].

'80년대 중반이후 선박의 진동 및 소음에 대한 규제가 강화되고 고출력, 저연비 선박의 필요성이 매우 강하게 요구되었다. 이에 따라 연료의 절약과 진동 및 소음을 획기적으로 줄일 수 있는 고효율의 HSP 제품을 선주들이 요청함으로써, 조선회사들은 본격적으로 HSP 제품의 장착을 채택하였다.

현대중공업은 HSP 제품의 설계 및 생산 관련

문제를 Kobe Steel사와 협의를 했으나, Kobe Steel사 뿐 아니라 대형 Propeller 제작회사들은 첨단 HSP 제품의 설계와 생산기술을 자체적으로 해결할 수밖에 없었다.

따라서 고효율의 HSP 제품을 자체적으로 설계 및 생산할 수 있는 기술을 개발하면 첨단 제품을 생산하는 것이 가능하게 된다. 이는 곧 지배제품을 통해 시장을 장악할 수 있는 최적의 기회였다. 이러한 HSP 제품개발은 글로벌 시장에서 기술 리더십을 갖게 되는 Propeller 제작회사들의 사활과 직결된 과제로 제시되었다.

현대중공업은 HSP 제품을 독자적으로 설계 및 생산할 수 있는 필수 기술로서 설계기술, 생산기술 및 생산시스템을 설정하였다. 그리고 이들을 확보하기 위한 HSP 개발 프로젝트의 타당성 검토를 수행하고, 이에 따라 프로젝트 추진방안을 수립하였다.

3.3.2 HSP의 지배적 디자인 설계기술 확보

선박용 대형 Propeller 제작을 위해서는 기본적으로 Propeller의 유체역학적 설계와 Propeller 강도(強度)계산기술이 중요한 설계기술이며, 이들의 확보가 필요하다. 특히 Propeller 설계도는 선주, 선급협회 등 관계기관의 사전 설계승인이 요구된다. 이에 따라 현대중공업은 Propeller의 유체역학적 설계와 보(Beam)이론에 기초한 익면(翼面) 강도계산기술을 자체 개발해 Propeller 설계에 활용함으로써, 일반형 Propeller 설계기술에 대한 높은 평가와 신뢰를 인정받았다[현대중공업, 1992].

그러나 HSP 설계기술의 개발을 위해서 유한요소법에 의한 강도계산기술이 절대적으로 필요했다.

이에 따라 현대중공업은 이를 내부에서 자체적으로 개발하는 방안과 외부의 협력을 통해 확보하는 방안 중에서 어느 것이 보다 효과적인가

를 검토했다. 그동안 축적된 일반형 Propeller의 강도계산 경험과 유한요소법 소프트웨어의 구조설계 활용경험을 바탕으로 하여 내부에서 개발하는 방안이 가능한 것으로 제시되었다. 결국 HSP 구조설계에 적용해야 하는 유한요소법에 의한 강도계산기술의 개발을 위해 내부에 연구개발팀을 구성하고 추진하였다.

1990년 6월 HSP 강도계산기술을 자체 개발하면서, 실무용 HSP 설계 소프트웨어를 구현하는데 성공했다. 이렇게 자체적으로 개발한 유한요소법에 의한 Propeller 강도계산기술은 높은 평가를 받아 수조시험연구회(Korea Towing Tank Conference), 대한조선학회 등에 논문을 발표하였다. 그리고 실제 건조선박용 HSP에 적용하여 각국 선급협회의 승인을 받음으로써, HSP 제품의 설계능력과 대외 기술신뢰도를 크게 향상시킬 수 있게 되었다[현대중공업, 1992].

3.3.3 HSP의 지배적 디자인 생산기술 확보

HSP 제품의 생산기술은 일반형 Propeller의 기술수준에 비해, 고도의 정밀한 생산기술이 요구된다. 첫째, 대칭 날개의 3차원 자유곡면형상(Free Curved Surface Shape)을 갖는 Propeller의 특성을 자세하게 모델링할 수 있는 이론과 방법, 둘째, 3차원 자유곡면의 Propeller 형상을 컴퓨터 내에서 간단하고 정확하게 구현하는 기술, 셋째, 자유곡면형상의 대형 Propeller 대칭 날개를 동시에 가공하는 절삭기술이 필요하다[매일경제·한국산업기술진흥협회, 1993; 전차수와 주상윤, 1991; 김화영 등, 1991; 최병규 등, 1991; 한국과학기술원, 1990].

따라서 HSP 생산기술을 개발하기 위해서는 먼저 3차원 Propeller 날개 모델링을 위해 매끈한 곡면(Ferguson Chord-Length Spline Surface)의 생성 방식으로 자유곡면형상을 구현할 수 있는 방법과 기술이 요구된다[전차수, 주상윤, 1991;

김화영 등, 1991].

또한 3차원 대칭 날개의 Propeller 가공작업을 위해 NC 가공기계의 범위(Limit), 기계 구조물 간 및 기계와 작업 소재물 간 충돌 문제 등의 제약조건들을 만족하는 공구위치(Cutter Location) 데이터의 계산방법이 필요하다[박정환, 1991; 최병규 등, 1991; Choi et al., 1993].

이러한 HSP 제품의 3차원 익면 가공작업을 수행하는데 있어서 생산기술의 수준은 HSP 제품의 가공 정밀도와 생산성에 크게 영향을 미친다[김화영 등, 1991].

현대중공업은 HSP 생산기술의 개발을 내부에서 자체적으로 개발하는 방안과 외부의 협력을 통해 확보하는 방안을 검토한 결과, 외부와의 공동 개발 방안이 효과적인 것으로 제시되었다. 이에 따라 HSP 생산기술을 공동 개발하는 전략을 추진하기로 하고 Kobe Steel사, 프랑스의 Dassault System사 등과 협의를 했다. 먼저 Kobe Steel사는 내부 기술력의 능력 문제가 제기되었고, 또한 CATIA 소프트웨어를 개발한 기술력을 확보하고 있는 Dassault System사는 과다한 비용, 장기간의 개발, 기술 소유권 등의 문제가 제기되었다. 반면에 한국과학기술원(산업공학과)은 공동연구개발의 추진 시 기술개발비 및 기간, 연구개발내용의 전수, 기술 소유권 확보 등에서 유리한 것으로 판단되었다. 결국 국내 연구기관과의 산학협동연구를 수행하는 공동개발 방식의 개방형 기술혁신전략을 추진했다.

공동개발 내용으로서 한국과학기술원 연구팀이 3차원 자유곡면의 Propeller 형상을 컴퓨터 내에서 구현하는 기술과 공구위치 데이터의 계산방법 개발을 수행하고, 현대중공업 연구개발팀이 이를 제품화하여 검증하는 작업을 수행하도록 했다. 이러한 역할 분담에 따라 매우 효과적으로 HSP 생산기술을 확보하게 되었다[한국과학기술원, 1990].

3.3.4 HSP의 지배적 디자인 생산시스템 확보

일반적으로 NC공작기계는 3축 제어방식으로 수평 또는 수직이동의 가공작업을 하는데, Propeller는 5축 제어방식의 Face-Milling 작업이 절삭가공의 효율을 높인다[최병규 등, 1991; 박정환, 1991].

선박용 Propeller는 4~6개의 날개가 서로 대칭을 이루고 있다. 이러한 주물 소재의 가공작업은 대칭되는 날개를 동시에 가공을 해야만 가공작업시간의 단축과 생산성 향상을 가져올 수 있다.

이에 따라 선박용 대형 Propeller 절삭가공은 CNC(Computerized Numerical Control) 공작기계를 사용한다[한국과학기술원, 1990; 매일경제·한국산업기술진흥협회, 1993].

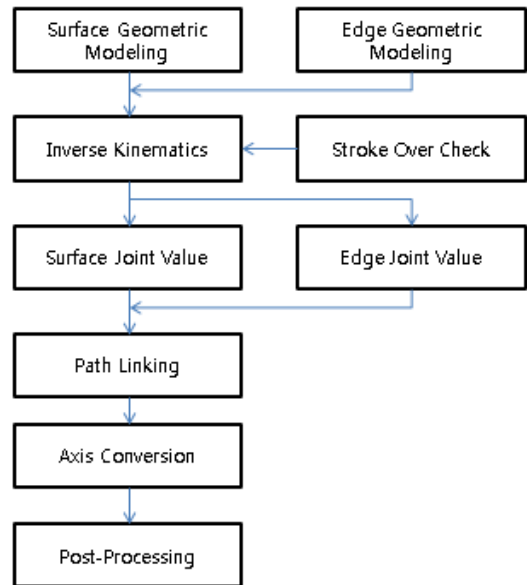
이는 Propeller의 대칭 날개를 복잡한 가공조건에 맞추어 2개의 절삭공구가 동시가공을 하는 이중 5축 제어방식의 CNC 공작기계(Dual 5-axis CNC machine)를 사용하기 때문이다[최병규 등, 1991, 박정환, 1991; Choi et al., 1993].

HSP 생산시스템은 CNC 가공 시스템의 개발 및 확보가 핵심이다. 즉 HSP의 효율적인 가공작업을 위해서는 3차원 형상 모델링 기술, 이중 5축 가공 NC 데이터 생성, NC 가공 테이프 제작 등을 수행하는 생산시스템의 개발이 필수적이다[김화영 등, 1991].

현대중공업은 HSP 생산시스템의 구현을 위해서 선행 단계인 HSP 생산기술개발을 공동 연구개발로 수행하는 한국과학기술원 연구팀과 역할을 나누어 추진하기로 했다. 한국과학기술원 연구팀이 3차원 형상 모델링 기술과 이중 5축 가공 NC 데이터 생성 부분의 소프트웨어 개발을 수행하고, 현대중공업 연구개발팀은 NC 가공 테이프 제작 부분의 개발을 수행했다. 이러한 역할분담의 결과로서, 현대중공업은 HSP 생산시스템, 즉 가공 자동화 시스템의 구현을 성공적으로 완료

했다. 구현된 생산시스템의 내용은 Propeller의 3차원 곡면형상 모델링(geometric modeling), Kinematics modeling, NC Tool Path(CL) Data, Post-Processing 등을 생성해서 처리하는 프로그램들로 구성되고, 이를 도식화한 HSP 생산시스템의 흐름도는 <Figure 2>와 같다.

이 HSP 생산시스템은 주물 소재의 절삭가공을 위한 전용 소프트웨어이다. 현대중공업은 이러한 CNC 가공작업을 자동화하는 시스템 기술을 외부와 공동개발에 의한 개방형 기술혁신전략을 통해 구현했다. 이에 따라 현대중공업은 HSP 가공작업을 효율적으로 수행할 수 있는 제작 기술을 독자적으로 확보하였다[현대중공업, 1992; 김화영 등, 1991].



<Figure 2> HSP Automatic Machining System Flow

특히 HSP 생산시스템은 정밀한 가공작업을 수행하는 가공부위별 가공공구궤적(Tool Path)을 육안으로 사전에 확인하여 제품의 오작을 미리 방지한다. 또한 설계도면 치수 상의 정밀도를 유지하고, 최적가공경로, 예상 가공소요시간 등을

산정해서 제공한다. 이러한 최적가공경로에 따라 효율적인 절삭가공작업을 수행함으로써, 가공작업시간을 크게 단축하고 높은 정밀도와 우수한 품질의 HSP 제품을 생산한다[김화영 등, 1991]. HSP 생산시스템은 획기적인 생산성 향상, 기술수준 제고, 대외경쟁력 강화를 가져왔다.

이러한 생산시스템을 개발 및 확보한 현대중공업은 선박용 대형 HSP 제작회사로서 신뢰성 향상, 첨단기술의 자립화 등을 성취했다[김화영 등, 1991; 김대성, 1992; 매일경제·한국산업기술진흥협회, 1993].

3.4 HSP의 지배적 디자인 전략 성과

2017년 2월 현대중공업은 선박용 Propeller를 생산하기 시작한지 31년 6개월 만에 5,000호기(지름 10.6m, 무게 77톤으로 그리스 Thenamaris사의 30만 톤급 원유 운반선에 탑재)를 생산하는 대기록을 세웠다[현대중공업, 2017; 한경우, 2017]. 현대중공업은 국내는 물론 전 세계 34개 조선소에 선박용 Propeller를 공급함으로써, 세계 시장 점유율 1위(2007년 기준 47.5%, 2015년 기준 31%)를 차지하고 있다[민계식, 2008; 현대중공업, 2017]. 이는 HSP 설계 및 생산기술을 개발해서 지배적 디자인 기술을 확보하여 달성한 기록이며, 이 기록은 조선업 역사가 90~150년인 독일, 일본 등의 업체들보다도 매우 빠른 기록으로 평가된다[한경우, 2017; 현대중공업, 2017].

이러한 획기적인 성과는 현대중공업이 선박용 Propeller의 제품 리더십을 경쟁사들보다 먼저 확보했기 때문이다. 특히 제품 측면에서 연료소모량이 적으면서 선박의 운항속도 향상, 진동 및 소음 방지, 무게 및 저항을 줄이는 제품설계기술의 개발과 제품혁신, 그리고 생산 측면에서 Furan 공법을 활용해서 15%의 공수절감, 연 11억 원의 인건비 등 제작비용의 절감 및 2주에서 1주일로

제작기간을 단축하는 생산기술의 개발과 공정혁신을 이루어낸 결과이다[이승제, 2004; 이성근 등, 2015; 박정환 등, 2016; 한경우, 2017].

즉 현대중공업이 지배적 디자인 기술개발을 통해서 작업 환경에 보다 적합한 설계 및 생산시스템을 혁신하여 HSP 제품을 생산하기 때문이다. 이러한 지배적 디자인의 성과는 현대중공업이 제품 리더십을 발휘하고, 선박용 Propeller 글로벌 시장에서 세계 1위의 기업으로 올라서는 핵심 동인이 되었다[현대중공업, 2017; 김대성, 1992].

이렇게 현대중공업은 HSP의 지배적 디자인 기술을 자체적으로 확보하여 세계 최고 수준의 제품을 공급하고, HSP 제품을 장착하는 선주와 조선회사들의 요구사항을 우수한 기술력으로 충족시켜 고객가치를 제공한다[현대중공업, 2009].

현대중공업은 1985년부터 선박용 Propeller를 생산한 이래 지금까지 국내 조선소는 물론 일본, 중국 등 전 세계 조선소에 공급하고 있으며, 현재는 연간 340기의 Propeller를 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있다[현대중공업, 2017; 현대중공업, 2012].

현대중공업은 일찍이 기술협력관계를 맺은 Kobe Steel사와 기술제휴업무를 종료하고 기술사용료(매출액의 3%) 지급을 중단했으며[현대중공업, 1992], 1995년 Kobe Steel사는 세계 최고 수준의 선박용 대형 Propeller를 생산하여 일본 국내 및 해외의 조선소에 공급하던 Propeller 사업을 정리하고 철수했다(한일재단).

4. 토의, 결론 및 시사점

4.1 토의

본 연구는 선박용 HSP의 지배적 디자인 제품을 개발하기 위한 개방형 기술혁신 기반의 전략이 효과적으로 실행된 사례를 통해서 지배적 디자인 전략 모델을 실증하는 연구결과를 제시하

였다.

본 연구의 결과를 요약하면, 현대중공업은 선박용 Propeller 시장의 미래를 예측하고, 성능이 탁월한 차세대 Propeller인 HSP를 생산할 수 있는 전략을 수립하여 추진하였다. 선박용 대형 Propeller는 선주와 조선회사의 요구에 의해서 수주·생산하는 프로젝트 기반의 제품이다. 먼저 Propeller 생산에 앞서 요구되는 설계사양(Design Specification)을 검토하고 이를 만족시킬 수 있는 강도계산을 한 후, 설계조건들을 반영한 생산설계를 진행한다. 이는 생산작업에 필요한 목형자동제작기계, CNC 공작기계 등의 생산설비들을 사용해 생산할 수 있는 기술요건들을 분석, 정리해서 이를 생산시스템에 반영하는 작업이다. 이러한 생산설계를 기반으로 최종 HSP 제품을 생산하는 프로세스를 수행한다.

현대중공업은 선박용 Propeller를 제작하는 경쟁사들 보다 먼저 차세대 HSP 제품을 지배적 디자인으로 확보하기 위한 기술개발전략을 추구했다. 이를 위해서 HSP 설계기술, 생산기술 및 생산시스템 개발에 필요한 각종 요소기술들을 분석하고, 이를 자체적으로 확보하기 위한 지배적 디자인 개발 및 확보 전략을 수립하였다. 이에 따라 자체적으로 개발할 요소기술과 외부의 기술협력이 필요한 요소기술을 면밀하게 검토하여 분류했다. 특별히 외부에서 확보해야 할 기술들은 외부기관 및 업체들을 평가한 후, 최종적으로 한국과학기술원 연구팀과의 협업을 통한 공동연구를 수행해 확보하는 전략을 추진하였다. 이렇게 추진한 개방형 기술혁신전략을 기반으로 해서, 세계 어느 Propeller 제작회사도 보유하지 못한 첨단 HSP 제작 기술을 비교적 짧은 기간에 적은 예산을 투입하여 획기적인 지배적 디자인 개발 및 확보전략을 성공할 수 있었다. 만일 이러한 전략이 없었다면 선박에서 중요한 동력장치인 차세대 HSP 제작 기술의 부재로 조선 산업

의 판도가 달라졌을 것이다.

한편, 1995년 Kobe Steel사의 Propeller 사업 철수에 따라, 일본 국내 어선용 소형 Propeller를 생산하던 Nakashima Propeller사는 2005년 대형 HSP를 전략적으로 개발하여 세계 Propeller 시장의 30% 점유율을 차지하는 업체로 부상함으로써, 현대중공업과 더불어 세계 시장을 장악하고 있다(한일재단, www.nakashima.co.jp).

4.2 결론

현대중공업은 지배적 디자인 기술개발의 핵심인 HSP 설계기술, 생산기술, 생산시스템의 개발 및 확보전략을 4단계로 수행하여 성공적으로 달성했다.

이러한 지배적 디자인 기술개발전략은 1) 지배적 디자인 프로젝트 전략, 2) 지배적 디자인 설계기술 전략, 3) 지배적 디자인 생산기술 전략, 4) 지배적 디자인 생산시스템 전략 등 4개 단계의 전략 프로세스를 포함하고 있다.

이를 통해서 HSP 설계기술은 자체적으로 개발한 HSP 설계 소프트웨어를 활용하여 해결하였다. 또한 HSP 생산기술과 HSP 생산시스템은 회사 내부 연구개발팀과 한국과학기술원 연구팀과의 공동 연구개발에 의한 개방형 기술혁신전략을 실행하여 성공적으로 개발해서 확보했다.

이에 따라 현대중공업은 HSP 설계기술과 HSP 생산기술을 독자적으로 확보함으로써, 지배적 디자인 기술을 보유한 HSP 제작회사가 되었다[현대중공업, 1992; 김화영 등, 1991]. 이렇게 현대중공업은 HSP 설계와 HSP 생산기술 전반에 걸쳐서 획기적으로 지배적 디자인 기술의 Know-How를 확보하여, HSP 제품을 선점해 글로벌 Propeller 시장에 공급하는 세계 최고 수준의 기업이 되었다[현대중공업, 1992; 김대성, 1992; 매일경제·한국산업기술진흥협회, 1993].

특히 현대중공업은 조선기자재의 핵심 분야인 선박용 대형 엔진과 함께 첨단 HSP 제품을 자체 기술로 생산하고 있다. 이러한 결과로, 현대중공업은 한국 조선산업이 세계 최강의 조선경쟁력과 최고의 위치를 확보하여 세계 1위의 조선국가로 우뚝 서는데 크게 기여해왔다.

4.3 시사점

본 연구는 프로젝트 기반의 지배적 디자인 기술을 개발하기 위한 전략적 접근 모델로서, 개방형 기술혁신을 활용한 성공 프로세스를 연구모델로 제시하였고, 이를 차세대 선박용 Propeller인 HSP 제품을 현대중공업의 HSP 설계기술, 생산기술 및 생산시스템의 개발 사례를 통해서 실증하였다.

본 연구의 결과로서, 혁신제품의 개발 및 상용화를 통해 글로벌 시장에 지배적 디자인 기술을 확보하고 이를 제품으로 출시하고자 하는 국내 벤처기업을 포함한 다수의 기업들이 고려해야 하는 몇 가지 시사점을 제시한다. 이러한 시사점은 글로벌 지배적 디자인을 지향하는 관점에서 차별화된 전략의 중요성을 강조하는 것이라고 할 수 있다.

첫째, 관련 제품에 요구되는 기술 및 시장 상황을 분석하고 예측하여 기존 기술과는 제품 기능이나 성능, 품질 차원에서 본질적으로 개념이 월등하게 뛰어난 제품생산을 가능하게 하는 글로벌 사업전략 즉 지배적 디자인 확보 전략을 추구하는 것이 중요하다.

현대중공업은 선박용 Propeller 제품의 지배적 디자인 위치를 확보하기 위해 당시에 세계 어느 Propeller 제작회사도 보유하지 못한 차세대 HSP 생산역량의 선점을 전략적 사업목표로 설정하고, 이를 통해 글로벌 시장에 적극적으로 도전했다는 점이다.

둘째, 글로벌 지배적 디자인의 위치를 확보하기 위해 특히 고객이 제시하는 요구조건에 부합하는 제품 생산에 필요한 제품 설계기술, 생산기술 및 생산시스템 확보를 위해 내부 및 외부 기술개발 전략을 수립해서 추진하는 것이다.

현대중공업은 첨단 HSP 제품의 생산역량 확보를 위해서 제품 설계기술, 생산기술 및 생산시스템을 자체적으로 확보하기 위한 효과적인 전략으로, 일부 외부의 기술협력이 필요한 부문에 대해서는 효과적인 개방형 기술혁신 전략을 추구하여 성공하였다. 이렇게 개방형 기술혁신 전략을 추진함으로써, 매우 짧은 기간 내에 아주 적은 예산을 투입하여 필요한 요소기술과 생산시스템을 확보할 수 있었다.

셋째, 개방형 기술혁신 전략을 통해 외부 기관과의 공동으로 기술개발을 추진하더라도, 기업의 기술개발은 내부 개발부문과 외부와의 공동 개발부문이 긴밀하게 연계된 종합적인 기술개발 전략이 도출되어야 한다. 그리고 이를 기반으로 해서 기업의 내부 핵심 기술 인력을 바탕으로 외부의 기술역량을 협업의 관점에서 수용하도록 기획된 기술개발 전략이 성공할 수 있다는 점이다[김찬호 등, 2012].

현대중공업은 HSP 제품의 생산역량 확보를 위해 내부에 설계기술 개발팀, 목형 자동제작 기술개발팀, CNC 가공기술 개발팀을 구성하고, 이들과 한국과학기술원 연구팀과의 협업을 통한 공동연구를 원활하게 수행함으로써, 개방형 기술혁신 전략을 통해 지배제품인 첨단 HSP 제품의 제작 기술을 성공적으로 개발해서 확보하였다.

References

- [1] Abernathy, W. and Utterback, J., "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, Vol. 80, No. 7, 1978, pp. 41-47.

- [2] Afuah, A., *Innovation Management : Strategies, Implementation, and Profits*, 2nd Ed., Oxford University Press, 2003.
- [3] Ahn, Y. S., *Management of Technology*, 2nd Ed., Chang Myoung Press, 2017.
- [4] Bok, D. K. and Lee, Y. H., Status and Effect Analysis of Open Technology Innovation in Korean manufacturing industry, Samsung Economic Research Institute, 2008.
- [5] Carlson, C. R. and Wilmot, W. W., *Innovation*, Random House Inc. translated by IY Moon (2008), 2006.
- [6] Chesbrough, H. W. and Garman, A. R., "How Open Innovation Can Help You Cope in Lean Times", *Harvard Business Review*, Vol. 87, No. 12, 2009, pp. 68-76.
- [7] Chesbrough, H. W., *Open Innovation : The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press, 2003.
- [8] Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., and West, J., *Open Innovation : Reaching a new paradigm*, Oxford University Press, 2006.
- [9] Choi, B. K., Park, J. W., and Jun, C. S., "Cutter-Location Data Optimization in 5-Axis Surface Machining", *Computer-Aided Design*, Vol. 25, No. 6, 1993, pp. 377-386.
- [10] Choi, B. K., Park, J. W., and Kim, W. Y., "Optimal CL Data for 5-Axis NC Machining of Sculptured Surface", '91 Spring Conference, Industrial Engineering Ass. of Korea, 1991, pp. 124-130.
- [11] Christensen, C. M., *The Evolution of Innovation, in The Technology Management Handbook*, CRC Press, 1998.
- [12] Christensen, C. M., *The Innovator's Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press, 1997.
- [13] Dahlander, L. and Gann, D. M., How open is innovation?, Paper Presented at the DRUID Summer Conference, 18 June 2007. Copenhagen, Denmark, 2007.
- [14] Do, S. J. and Cho, K. T., "The Effect of Open Innovation on New Business Development", *Korean management science review*, Vol. 34, No. 1, 2017, pp. 27-45.
- [15] Gassmann, O., Ellen, E., and Chesbrough, H., "The Future of Open Innovation", *R&D Management*, Vol. 40, No. 3, 2010, pp. 213-221.
- [16] Han, K. W., "Hyundai Heavy Industries Produces 5,000 Marine Propellers in 31 Years", Maeil Business Newspaper, 2017.
- [17] HHI, "Engine Machinery Div., Production of 5,000 Propellers", *HHI News*, Hyundai Heavy Industries, Vol. 2465, 2017.
- [18] HHI, "From Marine Engines to Power Plants, Robot Systems", *HHI Magazine*, Hyundai Heavy Industries, Vol. 446, 2012, pp. 6-7.
- [19] HHI, "Fruits of Technology Development", *HHI Magazine*, Hyundai Heavy Industries, Vol. 409, 2009, pp. 28-29.
- [20] HHI, *HHI's History*, Hyundai Heavy Industries Co., 1992.
- [21] Igartua, J. I., Garrigos, J. A., and Hervas-Oliveer, J. L., *How Innovation Management Techniques Support an Open Innovation Strategy*, Research-Technology Management, Industrial Research Institute, Inc., 2010.
- [22] Jun, C. S. and Ju, S. Y., "VC² Chord-Length Spline Surface", '91 Spring Conference, Industrial Engineering Ass. of Korea, 1991, p. 96.
- [23] KAIST, Research Report on Joint Develop-

- ment of 9-Axis Machining System for Marine Propellers, Dept. of Industrial Engineering, 1990.
- [24] Kim, C. H., Ko, C. Y., and Seol, S. S., "Case Study of Technological Commercialization Failure", *Journal of Technological Innovation*, Vol. 15, No. 1, 2012, pp. 203-223.
- [25] Kim, D. S., "60 Years of Japanese Technology Overtakes in 5 Years, Mael Business Newspaper, 1992, p. 12.
- [26] Kim, K. Y., "Open Innovation through Case Study", *LG Weekly Economy*, LG Economic Research Institute, 2007, pp. 1-7.
- [27] Kim, S. K., "Chesbrough's Open Innovation Theory", *Science & Technology Policy*, Science & Technology Policy Institute, Vol. 172, 2008.
- [28] Kim, S. K., Chang, B. Y., Song, J. K., Ahn, D. H., Lee, K. H., and Choi, J. S., "Characteristics and Implications of Open Innovation in Industry", Science & Technology Policy Institute, 2008.
- [29] Kim, W. Y., Lee, J. H., Lee, K. I., Jun, M. K., Kim, Y. S., Park, K. S., and Choi, B. K., "A Study on the Development of Automatic Machining System for Marine Propellers", *Hyundai Engineering Review*, Vol. 11, No. 1, 1991, pp. 21-24.
- [30] Kirschbaum, R., *Open Innovation n Practice*, Research-Technology Management, Industrial Research Institute, Inc., 2004.
- [31] KJC, Nakashima Propeller : Worthy of Craftsmanship, Japan Knowledge Report, Korea-Japan Industrial Technology Cooperation Foundation (www.kjc.or.kr).
- [32] Korea Energy News, <http://www.koenergy.co.kr/news/articleView.html?idxno=87672>, 2017.
- [33] Kwon, K. H., Park, K. T., Park, J. Y., Choi, W. S., Choi, J. N., and Hong, K. H., *Essence of Management, Life & Power.*, 2012.
- [34] Lee, S. J., First Success of Furan Mold Method at HHI, *Money Today*, 2004.
- [35] Lee, S. K., Bae, J. R., and Kim, J. K., "Technology Trend and Technology Development Strategy of Ship Propulsion System", *Webzine of the Soc. of Naval Architects of Korea*, 2015, pp. 2-12.
- [36] Lee, S., Kim, K. S., and Park, J. H., "The Evolution of Process Technology Innovation to Determine the Dominant Design : Process Technology Innovation in the Shipbuilding Industry", *The Business Administration Study*, Vol. 43, No. 4, 2014, pp. 1379-1410.
- [37] Lee, W. Y., *Economics of Innovation*, Life & Power Press, 2008.
- [38] Min, K. S., "The Age of Change : Knowledge and Creativity Are the Sources of Value", *HHI Magazine*, Vol. 401, 2008, pp. 18-19.
- [39] MK and KITA(Korea Industrial Technology Ass), *Victory of Self-technology*, Mael Business Newspaper, 1993, pp. 71-75.
- [40] Monsef, S. and Ismail, W., "The Impact of Open Innovation in New Product Development Process", *International Journal of Fundamental Psychology & Social Sciences*, Vol. 2, No. 1, 2012, pp. 7-12.
- [41] Oh, S. J., Conditions of Open Innovation Success, *LG Weekly Economy*, LG Economic Research Institute, 2007, p. 949.

- [42] Park, J. W., Jung, C. W., Kwon, Y. S., and Kang, S. P., "Development of Furan Mold Design and Machining System for Marine Propeller Casting", *Korean Soc. Mech. Eng. A*, Vol. 40, No. 1, 2016, pp. 121-128.
- [43] Park, J. W., Optimal CL Data for 5-Axis NC Machining of Sculptured Surface, Master Thesis, KAIST, 1991.
- [44] Park, Y. T., *Technology and Management for Engineers*, 2nd Ed., Life & Power Press, 2011.
- [45] Schilling, M. A., *Strategic Management of Technological Innovation*, 2nd Ed., McGraw-Hill, translated by Kim, K. S.(2008), 2006.
- [46] Shin, Y. K., Principle of Management, Da San Press, 2006.
- [47] Utterback, J. M., *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press., translated by I.S. Kim etc., 1994.
- [48] www.nakashima.co.jp.

■ 저자소개



Yeon S. Ahn

Yeon S. Ahn is currently a Professor of School of Business Administration, Gachon University. He got his Ph.D. in Management Information Sys-

tem and two Certificates as a Professional Engineer (P.E.) in Information Systems Management and Chief Information System Auditor. His current research interests include technology management, service management, information system evaluation etc.



Wha Young Kim

Wha Young Kim is currently a Research Professor of Industry-Academy Cooperation Group, Gachon University. He received his Ph.D. in Manage-

ment Information Systems at the Kookmin University. His current research interests include Leadership, Entrepreneurship, Innovation Strategy, MIS, and Management of Technology.