

조선산업의 공급망을 고려한 APS 생산계획 모듈 설계

남승훈¹ · 주수현^{1*} · 류철호² · 신종계³

¹서울대학교 조선해양공학과, ²인하공업전문대학 조선해양과,
³서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소

The Designing of Production Planning Module for Advanced Planning System with Respect to Supply Chain of the Shipbuilding Industry

Seunghoon Nam¹, Su Heon Ju^{1*}, Cheolho Ryu², and Jong-Gye Shin³

¹Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul Nat'l Univ.

²Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha Technical College

³Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering and Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul Nat'l Univ.

Received 12 February 2016; received in revised form 27 May 2016; accepted 8 June 2016

ABSTRACT

As ships become larger and construction of offshore plants increases recently, the amount of outsourcing has increased accordingly in the shipyard. Consequently, the system integration in terms of SCM (Supply Chain Management) of information and material flows has become much more important. Especially, since the SCM in the shipbuilding industry is operated in accordance with the production planning in connection with design, purchasing and production process which are the main components of the supply chain, the best production plan has to be established over the whole scheduling activities from the long-term planning to the short-term planning. The paper analyzes the characteristics of the SCM and the production planning system and suggests the need and the direction of APS (Advanced Planning System) development specialized in the supply chain management only for shipbuilding industry. Furthermore, propose a new SCP-Matrix (Supply Chain Planning Matrix), which is the basis of the APS development, appropriate for the shipbuilding industry and draw the core function of the APS module for the practical production plan.

Key Words: APS (Advanced planning system), SCM (Supply chain management), SCP-Matrix (Supply Chain Planning Matrix), Production planning, Shipbuilding

1. 서 론

주문 생산 방식의 조선산업은 건조비에서 자체

비의 비중이 매우 높아 과거부터 외부와의 구매 조달을 중요하게 생각해왔다. 또한, 최근에는 대형 선박과 함께 의장품이 수만개에서 수십만개에 이르는 해양플랜트를 건조하면서 구매 조달을 넘어 아웃소싱에 따른 협력사와의 생산, 설계, 물류 등의 협업체계구축의 필요성이 증가하였다^[1]. 이

*Corresponding Author, wntngjs@snu.ac.kr

에 정보와 물류 흐름의 총체적 관점에서 시스템을 통합해야 한다는 공급망 관리(SCM, Supply Chain Management)가 더욱 중요해지고 있다. 사실 공급망 관리는 APS(Advanced Planning System)가 등장하면서 급속히 발전해왔다. APS가 리소스 제약 조건하에 최적화를 수행함으로써, 기업 내 혹은 기업간 계획과 스케줄링에 사용되었고, 이에 따라 공급망을 향상시키고, 최적화하는 강력한 도구가 되어왔기 때문이다^[2].

공급망 관리와 관련하여 조선산업에서는 아래와 같은 연구들이 진행되어 왔다. 구충곤은 중소 조선소의 공급망 관리를 위한 모델을 연구하였고^[3], 박희태는 공급망의 구성원인 공급자들의 수행성과에 대한 측정과 활용방법을^[4], 정석봉은 조선산업의 특성에 맞는 공급망 수준진단 프레임워크를 제안하였다^[5]. 또한, 정석욱 등은 조선산업의 내부 효율화 제시와 잠재적 공급망 관리 이슈 등을 제시하였다^[6]. 하지만, 조선산업에서 공급망 관리를 APS와 함께 고려하여 진행한 연구는 거의 없었다. 단지 생산을 계획하는 측면에서 초기 공정계획에서부터 생산 일정계획까지 업무를 지원하는 통합 시스템을 설계한 사례와^[7], 국내 대형 조선소의 생산계획 프로세스와 생산계획시스템을 분석하여 조선 생산계획 통합 프로세스를 제안한 연구^[8] 등이 일부 있었다.

이에 본 연구에서는 조선산업의 공급망 관리를 위한 APS 개발의 필요성 및 방향을 제안하고자 한다. 현재 조선산업의 공급망 및 프로세스 분석을 통해 APS 개발의 기준인 SCP-Matrix(Supply Chain Planning Matrix)를 조선산업에 맞게 제안하고 이를 통해 공급망 관리를 고려한 APS 생산계획의 모듈을 정의하였다.

2. 조선산업 공급망 및 생산계획 분석

2.1 조선산업 공급망 분석

일반적으로 제조업은 고객의 주문에 따라 상품을 어떻게, 언제 만드느지를 알려주는 지표인 decoupling point^[9]에 따라 DTS(Distribute to stock), MTS(Make to stock), ATO(Assemble to order), MTO(Make to order), ETO(Engineer to order) 등으로 나뉜다(Fig. 1 참고). 공급망 관점에서 decoupling point가 중요한 이유는 해당 위치에 따라 관심의 대상이 재고의 수준을 줄이는 것으로

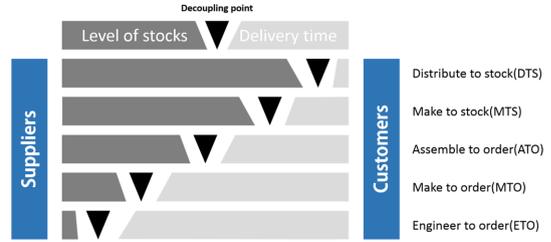


Fig. 1 The different types of operations according to decoupling point^[10]

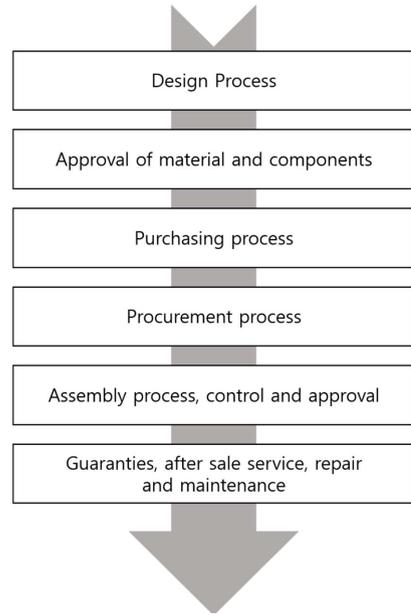


Fig. 2 Shipyard supply chain processes^[11]

부터 고객에게 물건을 납품하는 시간을 줄이는 것으로 달라지기 때문이다^[10].

조선산업의 경우 대표적인 ETO 산업으로 고객의 주문이 결정이 나면 그에 맞춰서 설계를 수행하고 생산하게 된다. 즉, decoupling point가 설계 단계에 있으며, 각 고객의 요구가 제품의 설계 단계에서부터 적용된다. 따라서 고객의 수요를 예측하여 먼저 생산을 계획하는 제조 산업과는 확연한 차이가 있다. 특히 고객의 요구에 맞춰서 생산을 수행하기 때문에 요구에 충족하면서 얼마나 효율적으로 제품을 생산하느냐가 생산성을 결정한다고 볼 수 있다. 앞서의 특징에 따라 조선소 공급망 프로세스를 자세히 나타내면 Fig. 2와 같이 여섯 단계로 수행된다는 것을 확인할 수 있다^[11]. 이는 조선소 규모 및 수주 제품의 특성에 따라 변경될 수도 있다. 각 단계별 수행사항에 대하여 살펴보

면 아래와 같다.

1. 설계 프로세스를 수행한다. 선박 혹은 해양플랜트의 계약과 초기 설계가 수행된다. 이 단계에서 프로젝트의 사양이 기술되며 초기 공사 비용이 산정된다.
2. 자재 및 부품에 대한 승인을 진행한다. 공급업체가 선급에 생산에 사용될 예정인 자재 및 장비와 관련된 문서를 제출하면 선급이 이를 확인하고 승인 여부를 판단한다.
3. 구매 프로세스를 수행한다. 이 단계에서는 공급업체 선정과 생산 과정에서 공급업체와의 조율 이 두 가지 주요 과정이 수행된다. 또한, 이 과정에서 공급업체는 제품에 대한 마케팅을 수행한다.
4. 조달 프로세스를 수행한다. 이때 조선소는 공급업체의 품질 및 주문의 품질과 주문의 상세 내용을 관리한다.
5. 조립 및 생산 관리를 수행한다. 공급업체로부터 공급받은 제품을 최종 조립하고, 협력업체 관리 등의 생산 관리를 수행한다.
6. 수리 및 유지 보수를 수행한다. 고객에게 제품을 인도한 후 문제가 발생하면 정보를 수집하고 수리 및 보수를 수행한다.

이렇듯 설계에서부터 생산까지 일련의 과정이 수주 이후 순차적으로 진행되기 때문에 하나의 프로세스의 지연은 전체 프로젝트의 지연을 가져오고, 납기의 지연을 가져올 수 있다. 따라서 생산계획 및 일정 관리의 중요성이 매우 크고, 정보의 공유 및 원활한 정보 흐름이 필수적이라 할 수 있다^[6].

2.2 조선산업 생산계획 분석

조선산업의 생산계획은 대량 생산의 일반 제조업과 달리 매번 수주된 선박에 대하여 새롭게 계획을 수립해야 한다. 또한, 선박을 건조하는 수만 명의 인력에 대해 장기적이고 구체적인 계획을 수립해야 하기에 계획을 세우는 것이 쉽지 않다.

조선 생산에서 가장 큰 제약 자원은 선박이 건조되는 장소인 도크로써, 조선 생산계획은 도크가 사용되는 탑재 정보를 기준으로 계획한다. 또한, 계약시 정해지는 납기를 기준으로 각 호선의 표준 정보들을 활용하여 호선의 주요 키 이벤트를 정의한다. 이렇게 탑재일과 키 이벤트들의 일

정을 토대로 각 공정에 대하여 실제 실행에 옮길 수 있는 실행 계획까지 세분화를 수행하게 된다. 즉, 개략적이며 장기적 관점의 상위 레벨 계획에서 계층 구조의 하위 레벨로 갈수록 세부적인 사항까지 결정하여 최종적으로 실행에 옮길 수 있도록 한다. 이러한 계층 구조를 가지는 조선 생산계획의 전체적인 과정은 Fig. 3과 같고 자세한 설명은 아래와 같다. 참고로 Table 1은 향후 기술되는 조선 생산계획에서만 사용되는 용어에 대하여 정리한 표이다.

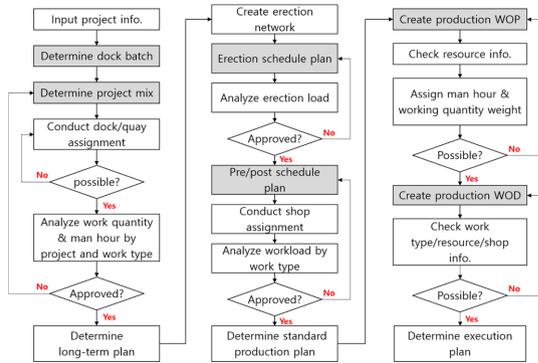


Fig. 3 Flow chart of shipbuilding production planning

Table 1 Definition of related terms to shipbuilding production planning

용어	설명
Batch 정보	동일 도크에서 건조되는 호선들을 토대로 도크의 일정을 결정할 정보
호선 믹스	동일 Batch에서 건조되는 호선들의 조합
탑재 네트워크	도크 내에서 탑재되는 탑재 블록의 순서를 결정하는 계획
PE(Pre-Erection) 블록	도크에서 탑재되는 탑재 블록의 수를 줄이기 위해 조립 블록들을 미리 조립하여 대형화한 블록
선행 공정	탑재 이전에 수행되는 절단, 가공, 조립 등의 공정
후행 공정	탑재 이후에 도크와 안벽에서 수행되는 의장, 도장, 시운전 등의 공정
WOP(Work Package)	작업 블록 또는 작업 구역별 작업을 나타내는 실행 계획 정보
WOD(Work Order)	WOP를 토대로 세분화하여 일일 작업을 나타내는 실행 계획 정보

첫째, 수주된 호선 정보와 도크의 일정 정보인 Batch 정보를 바탕으로 호선 믹스를 결정한다. 결정된 호선 믹스를 통해 주요 리소스인 도크와 안벽 내 호선의 배치 가능 여부를 확인한다. 다음 호선별, 직종별로 물량과 시수 부하를 분석하는데 부하가 초과되어 실행이 불가능하다 판단되면 호선 믹스를 다시 결정하는 단계로 돌아간다. 최종적으로 도크 및 안벽 배치와 물량 및 시수 부하 분석을 통과하면 장기 계획인 선표를 확정한다.

둘째, 선표가 확정되면 탑재 네트워크를 작성하고 탑재 일정을 계획한다. 탑재 일정 계획을 수립할 때는 탑재 물량과 골리앗 크레인 운영에 대한 계획을 세운다. 그에 따라 탑재 부하를 분석하여 실행이 가능하도록 블록별 탑재 순서와 시간을 수정 또는 변경하면서 탑재 일정 계획을 세운다. 다음으로 탑재 일정 계획을 바탕으로 탑재 이전 선행 공정과 탑재 이후 후행 공정에 대한 일정을 계획한다. 최종적으로 직종별로 부하를 분석하고 기존 생산 계획을 확정한다.

셋째, 기존 생산 계획을 통해 얻어진 각 직종별 계획과 유사선, 동형선의 자료를 바탕으로 실제 생산 실행을 위한 WOP(Work Package)를 작성한다. WOP를 통해 작업명, 주관 부서, 제작 장소, 일정, 시수, 비용 등을 관리하게 된다. 다음 WOP에 포함되는 리소스 정보를 검토하고 공정, 물량, 시수, 비용 등의 정보에 가중치를 배분한다. 배분된 가중치에 따라 실행 여부가 판단이 되면 각 공정별 일일 작업 지시를 수행할 수 있는 WOD(Work Order)를 생성한다. 생성된 WOD의 정보를 직종, 리소스, 작업장별로 검토하여 실행 가능 여부를 확인하고, 최종 실행 일정을 확정하게 된다.

이렇듯 계층 구조로 계획되는 생산계획에서 하위 계층의 계획 단계에서 상위 계층의 계획을 수정하기 어렵기에 초기에 생산 계획을 수립할 때 변경사항에 대해 유연하게 대처할 수 있도록 설계 정보 및 공정 정보에 대한 통합이 필요하다. 또한, 변화에 신속하게 대응하기 위하여 계획 프로세스의 체계화 및 최적화가 필요하다고 할 수 있다.

3. 공급망을 고려한 조선산업 APS 설계 방안

공급망 관리의 개념이 적용되기 이전부터 기업들은 업무 프로세스를 개선하기 위해 많은 노력을

기울여왔다. 대표적으로 기업 내부의 프로세스를 개선하여 업무의 효율을 증가시키기 위해 도입된 개념으로 업무재설계(BPR, Business Process Reengineering)를 들 수 있다. 업무재설계를 통해 기업들은 서로 다른 시스템이 각각 업무를 수행하던 기존의 업무처리 환경을 통합 시스템으로 대체하고자 하였다. 이러한 통합 시스템의 구축을 위해서는 전사적 차원에서 기업 내 생산, 물류, 재무, 회계 등의 프로세스를 연계해주며, 정보와 자원을 서로 공유하고 관리할 수 있는 시스템이 필요하였다. 따라서 기업 내의 자원, 정보의 효율적인 관리와 공유를 통한 업무재설계의 추진 수단으로 전사적 자원 계획(ERP, Enterprise Resource Planning)이 1990년대에 도입되었다.

그러나 생산계획의 측면에서 ERP를 계획 프로세스에 그대로 적용하는데에는 한계점이 존재하였다. ERP는 생산계획의 작성 시 리소스의 용량을 고려할 수 없으며, ERP를 수행하기 위한 입력 자료로 리드타임이 필요하지만 리드타임은 계획에 의해 도출되는 결과물이기 때문이다. 따라서 이러한 한계점을 극복하고 공급망의 계획 프로세스를 효율적으로 관리하기 위한 수단으로 APS가 도입되었다^[12]. 본 장에서는 APS의 주요 특징을 알아보고, 실제 조선산업의 공급망 관리를 위한 APS 설계 방안을 제안한다.

3.1 APS의 주요 특징 및 기능

생산계획의 관점에서 기존의 ERP 시스템과 비교되는 APS의 일반적인 특징은 아래의 3가지로 요약할 수 있다^[13].

첫째, APS는 공급망 전체에 대한 계획을 대상으로 한다. 기존의 ERP 시스템의 경우 기업 내의 물류 흐름과 비즈니스 프로세스를 개선하는 것을 목표로 하는 반면, APS는 수요자, 공급자, 고객, 기업을 포함한 공급망 전체에 대한 통합계획을 제공한다.

둘째, APS는 다양한 목표, 대안, 제약조건을 고려한 계획의 최적화를 제공한다. ERP 시스템의 경우 앞서도 언급하였듯이 리소스의 용량을 고려할 수 없어 계획 작성에서 다양한 제약조건을 고려할 수 없다. 반면, APS는 리소스 용량을 포함한 제약조건을 고려할 수 있으며, 다양한 요소에 대한 다목적 최적화 기능도 제공한다.

셋째, APS는 계획 문제에 대한 계층적 계획 시

시스템을 제공한다. 기간에 따라 장기 일정, 중기 일정, 단기 일정 등으로 계층을 나누고 각 계층의 특징에 맞는 계획 작업이 가능하다. 이러한 계층적 계획 시스템은 앞서 언급한 APS의 두 특징인 공급망 전체에 대한 통합계획과 다양한 제약, 목표에 대한 최적화의 실현을 가능하게 하는 프레임워크로서 작용하게 된다.

이러한 장점에도 불구하고 APS는 의사결정을 돕는 시스템으로 사용자를 배제하고 자체적으로 결정을 내리는 시스템이 아니다. 따라서 APS는 하나의 최적화된 정답을 제시하기 보다는 다양한 계획 대안에 대한 시뮬레이션 및 대안 분석 기능을 필요로 한다. 또한, APS는 계획 분야에서 ERP 시스템을 완전히 대체하는 것이 아니라 서로 정보를 주고 받는 상호 보완적인 시스템으로써 작동하게 된다. 따라서 ERP 시스템과의 원활한 정보 교류 기능 역시 APS의 주요 기능이다.

3.2 SCP-Matrix 정의 및 특징

SCP-Matrix는 제품의 흐름과 계획 기간을 가로와 세로의 두 축으로 하여 각 영역에 대한 계획 작업 및 정보의 흐름을 나타내는 공급망 계획 방법론이다^[13]. SCP-Matrix를 통해 공급망 전체에 대한 프로세스를 단계별로 분할하여 공급망 전체에 대한 통합계획 및 기간에 따른 계획의 계층구조를 효과적으로 표현할 수 있다.

일반적으로 공급망 프로세스는 조달, 생산, 분배, 판매의 4단계로 이루어지며, 이것을 계획기간에 따라 분류하면 Fig. 4와 같은 SCP-Matrix를 얻을 수 있다. 공급망 프로세스와 계획 기간에 의해 나누어진 부분은 계획 작업을 나타낸다. 각 공간은 계획 작업의 목표 및 기능을 나타내며 계획 작업 사이에서 이뤄지는 정보의 흐름은 화살표로 표현한다. 따라서 SCP-Matrix를 이용하면 공급망

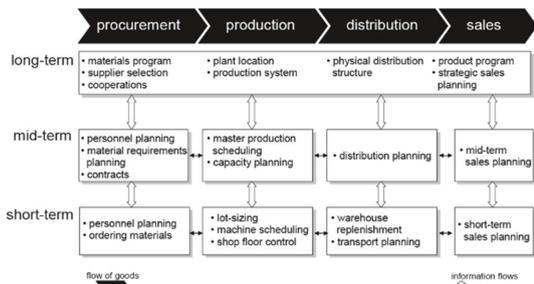


Fig. 4 The Supply Chain Planning Matrix^[13]

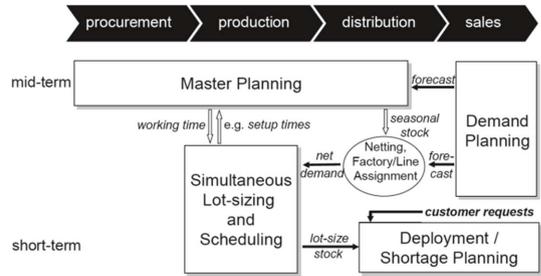


Fig. 5 Exemplary operational planning concept for the consumer goods manufacturing supply chain type^[13]

프로세스 내 계획 작업의 목표와 기능, 해당 작업이 영향을 미치는 다른 작업들을 효과적으로 분석할 수 있다. 그러나 SCP-Matrix가 반드시 Fig. 4와 동일한 형태를 취해야 하는 것은 아니며 분석하고자 하는 공급망의 특징에 따라 일부 계획 영역이 제거되거나 강조될 수 있다. Fig. 5는 일반적인 소비재 산업의 SCP-Matrix 작성 결과로 Fig. 4와는 조금 다른 형태를 보이는 것을 확인할 수 있다.

소비재 산업의 경우 정확한 수요 예측과 적절한 로트 크기를 통해 수요량과 생산량을 예측하고 조절하는 것이 중요하다. 따라서 그림과 같이 해당 부분에 대한 계획 작업이 강조되어 있으며, 소비재 제품은 원료나 부품이 비교적 간단하기 때문에 조달 관련 계획 작업이 축소된 것을 확인할 수 있다. 또한, 전체 공급망의 통합된 생산, 분배 계획 작성을 수행하는 master planning의 경우 해당 계획 작업을 위해서는 수요 계획의 예측 정보가 필요하며, master planning 결과가 네스팅, 라인 배치 등의 다음 단계 계획의 입력으로 활용된다는 것을 자세히 확인할 수 있다.

3.3 조선산업의 SCP-Matrix 제안

선박 및 해양플랜트는 수주 받은 이후 건조되기까지 오랜 기간에 걸쳐 설계, 구매, 생산 등 다양한 작업들이 서로 연관을 가지며 동시에 이루어지기 때문에 선박이 건조되기까지의 프로세스가 매우 복잡하다. 따라서 이러한 복잡한 프로세스를 분석하기 위해 다양한 연구들이 수행되어 왔다^[6,14]. 기존 연구에서는 설계, 생산, 구매, 계획의 관점에서 각 작업의 연관성을 도식화하고 공급망 관련 이슈를 도출하였으나 공급망 프로세스 사이의 연관성 분석이 계획을 중심으로 이루어지지 않아 계

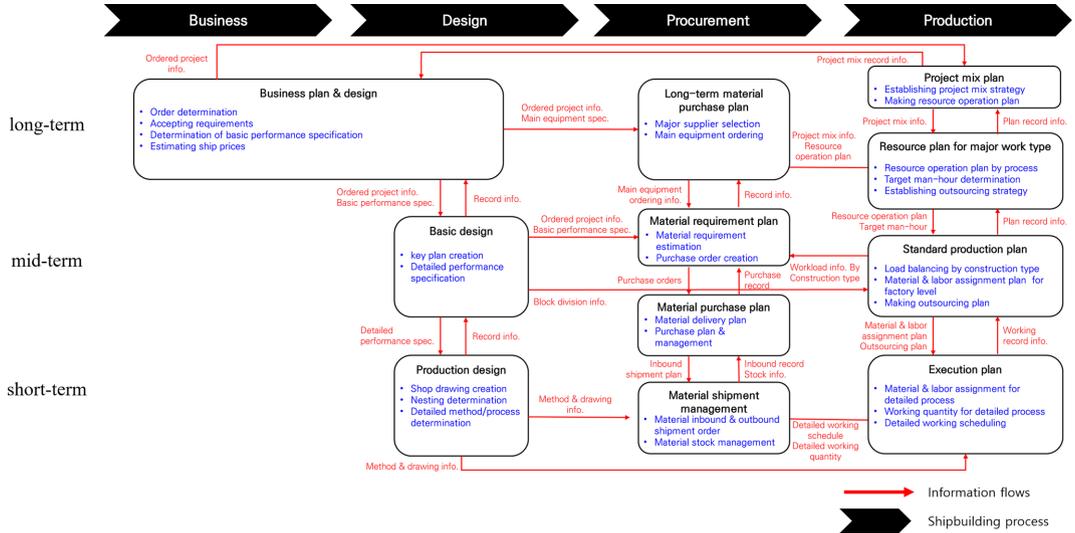


Fig. 6 SCP-Matrix for the shipbuilding industry

획 작업이 공급망 프로세스에 미치는 영향을 식별하기 어려웠다. 또한, 도식화한 분석 결과의 축이 명확히 설정되어 있지 않아 결과에 대한 분석이 어려웠다. 따라서 본 논문에서는 3.2절에서 정의한 SCP-Matrix 방법론에 따라 계획 작업을 중심으로 선박 건조 프로세스를 분석하였다.

Fig. 6은 본 논문에서 제안하는 조선산업의 SCP-Matrix로써 공급망 프로세스의 각 단계에 따라 이루어지는 계획 작업과 각 계획 작업의 목표, 정보의 흐름이 나타나 있다. 각 프로세스에 대하여 장기, 중기, 단기의 계획 기간별로 아래 자세히 서술하도록 하겠다.

장기적 관점에서 조선산업은 영업과 설계가 혼용되어 영업 설계라는 개념으로 사용된다. 따라서 장기 계획의 시작을 영업 설계로 정의하였다. 영업 계획에서는 수주 목표 및 연도별 생산전략에 따라 수주 가능여부를 판단하고, 영업 설계에서는 기본 사양 및 초기 개념 설계를 수행한다. 다음 조달에 해당하는 구매 프로세스 측면에서는 적합한 공급업체의 선정 및 관리가 중요하다. 이 단계에서는 기자재, 강재에 대한 공급업체 선정이 주요 목표이며, 영업 계획에서 결정된 호선의 기본 사양을 바탕으로 주요 기자재에 대한 발주를 결정한다. 마지막으로 장기 계획의 생산 프로세스는 호선 믹스 계획과 주요 직종 리소스 계획으로 분류할 수 있다. 호선 믹스 계획에서는 영업 계획의 수주 호선 정보를 바탕으로 호선 믹스를 결정하고,

주요 리소스인 도크 및 안벽 운영계획을 수립한다. 다음 호선 믹스 계획의 결과를 바탕으로 주요 직종별 리소스 운영계획을 설립하고 납기와 목표 시수, 아웃소싱 전략 등을 수립한다.

중기 계획의 경우 설계 프로세스부터 시작한다고 볼 수 있다. 기본 설계에서는 영업 설계에서 결정된 수주 호선의 기본 정보를 바탕으로 상세 성능과 사양을 결정하게 된다. 그리고 조달 프로세스에서 자재 소요 계획과 자재 구매 계획을 수행한다. 자재 소요 계획에서는 장기 구매 계획의 주요 기자재 정보와 기본 설계에서의 상세 사양, 기준 생산 계획의 작업량 정보에 따라 강재의 소요량을 예측하고, 소요량에 따라 구매 오더를 결정한다. 결정된 구매 오더를 바탕으로 자재 구매 계획에서는 자재에 대한 구매 및 납기 계획을 수립한다. 마지막 생산 프로세스에서는 기준 생산 계획이 수행된다. 기준 생산 계획에서는 공종별 주요 리소스 운영 계획과 목표 시수 정보를 바탕으로 공종의 부하평준화, 공장 단위의 배량과 배원, 사외 아웃소싱 계획을 수립한다.

단기 계획은 생산 설계로부터 수행된다. 생산 설계에서는 작업 도면, 세부공정의 공법, 네스팅 도면 등을 생성하며 해당 정보는 조달의 자재 구매 정보와 생산의 배원, 배량 계획을 세우는데 사용된다. 다음 단기 계획의 조달 프로세스에는 일부 자재의 구매 계획과 자재 입고 및 불출 계획이 있다. 자재 구매의 경우 제품의 긴 건조 기간으로 인

해 건조 중에도 일부 자재에 대한 구매가 이루어져야 하기 때문에, 자재의 입고 및 불출 계획과 함께 수행된다. 최종적으로 생산 프로세스는 실행 계획으로 실행 계획 단계에서는 작업별 배량·배원, 작업 일정 등이 결정된다.

이렇듯 조선산업의 공급망 프로세스인 영업, 설계, 조달, 생산의 4가지 프로세스를 축으로 각 계획 영역간 정보가 유기적으로 영향을 미치고 있다는 것을 SCP-Matrix를 통해 확인할 수 있다.

4. 조선산업 APS 생산계획 모듈 정의

이번 4장에서는 앞서 2장에서 분석한 생산계획

Table 2 Functions of the long-term production plan for shipbuilding industry

공급망 프로세스	기능	설명
영업	수주 호선 관리	수주 호선에 대한 계약 정보, 주요 키 이벤트 정보 관리
조달	공급 업체 선정 및 관리	원자재, 기자재, 배관, 철의장, 블록 등의 주요 공급 업체 관리
	발주 품목 관리	자재, 장비, 설비, 인력 등의 발주 및 수급 관리
생산	호선 정보 관리	호선의 주요 일정, 계약 정보, 표준 정보 관리
	호선 계획 정보 관리	호선의 목표 시수 및 물량 정보 관리
	선표 관리	도크별 호선 믹스 및 전체 일정 관리
	직종 정보 관리	생산 가용 일수, 주요 직종 시수 및 물량 정보 관리
	직종 부하 관리	호선의 일정에 따른 직종별 부하 관리
	아웃소싱 계획 및 협력업체 관리	직종별 부하에 따라 아웃소싱 계획 및 사내 및 사외의 협력업체 관리
	도크 배치 계획	도크별 호선 믹스에 따른 배치 정보 계획 및 관리
	안벽 배치 계획	진수 이후 호선의 안벽 내 작업 계획 및 관리

과 3장에서 제안한 조선산업의 SCP-Matrix를 바탕으로 공급망 내 생산계획 관리를 위한 APS 모듈을 정의하고자 한다. 따라서 생산 프로세스와 정보를 주고 받는 관점에서 영업, 설계, 조달 계획도 함께 고려하여 모듈을 정의하였다.

장기 계획 관점에서 생산 프로세스는 영업 설계, 장기 자재 구매 계획과 정보를 주고 받으면서 호선 믹스와 주요 직종 리소스를 계획한다. 먼저 영업 설계를 통해 수주 호선과 관련된 계약 정보와 주요 키 이벤트 정보를 전달 받는다. 이를 통해 도크 내 호선 믹스 계획을 결정한다. 다음 호선별

Table 3 Functions of the mid-term production plan for shipbuilding industry

공급망 프로세스	기능	설명
설계	호선 BOM 정보 관리	호선별 블록 분할 정보 (탑재 블록, PE블록, 조립 블록) 관리
조달	자재 소요량 관리	작업 물량 별 자재 소요량 예측 및 관리
	자재 납기 관리	예측된 소요량 및 기준 생산 일정을 바탕으로 구매 오더 생성 및 자재 납기 관리
생산	기준 생산 정보 관리	기준 Work Breakdown Structure 정보, 작업장 정보, 주요 리소스 정보 관리
	탑재 일정 계획	호선의 탑재 네트워크, 탑재 블록 일정 계획 관리
	PE(Pre-Erection) 일정 계획	탑재 일정을 토대로 PE 블록에 대한 일정 계획 관리
	선행 일정 계획	탑재 및 PE 이전에 수행되는 절단, 가공, 조립 등의 액티비티 일정 계획 관리
	후행 일정 계획	탑재 이후에 도크 및 안벽에서 수행되는 액티비티 일정 계획 관리
	직종 및 리소스 부하 관리	선행, 후행 일정의 시수, 물량 부하 및 크레인, 정반 등의 주요 리소스 부하 관리
	아웃소싱 관리	아웃소싱 물량 및 업체 관리

로 주요 직종에 대한 물량 및 시수를 결정한다. 이를 바탕으로 조달에서는 공급업체 선정을 통해 주요 기자재에 대한 구매 계획을 세우고, 생산에서는 부하 등을 바탕으로 아웃소싱 등을 계획한다. 위와 같은 결정 사항을 달성하기 위해 장기 생산 계획의 기능을 관련 공급망 프로세스와 함께 Table 2와 같이 도출하였다.

중기 계획 관점에서 생산 프로세스는 기본 설계, 자재 소요 계획, 자재 납기 계획등과 연관되어 있다. 먼저 기본 설계에서는 호선의 BOM(Bill of Material) 정보를 생성하는데 이를 토대로 생산에서는 도크 내 블록 일정계획인 탑재 일정 계획을 수립할 수 있게 된다. 그 다음 탑재 이전의 선행 공정과 탑재 이후의 후행 공정에 대한 계획을 수립하게 된다. 다음으로 기준 생산 계획에서 예측된 작업량 정보를 바탕으로 조달에서는 자재 소요 및 자재 납기 계획을 결정한다. 최종 중기 생산계획의 기능은 Table 3과 같다.

마지막으로 단기 계획에서의 생산 프로세스는 생산 설계, 자재 구매, 자재 재고 관리와 연관되어 실제 실행 작업에 대한 일정을 계획한다. 생산 설계에서 공작도, 절단도, M-BOM(Manufacturing BOM) 등의 주요 정보를 결정하면 조달에서 이를

Table 4 Functions of the short-term production plan for shipbuilding industry

공급망 프로세스	기능	설명
설계	생산 도면 정보 관리	공작도, 부재 절단도, M-BOM관리
	자재 구매 관리	생산 설계 정보를 바탕으로 자재의 구매 계획 및 관리
조달	자재 입·출고 및 재고 관리	실행 생산 계획을 토대로 자재의 입·출고 지시 및 재고 관리
	실행 생산 정보 관리	실행 일정 계획을 위한 작업장별 파트, 인력 정보
생산	생산 WOP 계획	블록별 또는 구역별 작업명, 부서, 장소, 일정, 시수 등을 계획
	생산 WOD 계획	WOP를 토대로 리소스 정보를 검토하여 일일 작업 지시 정보 계획

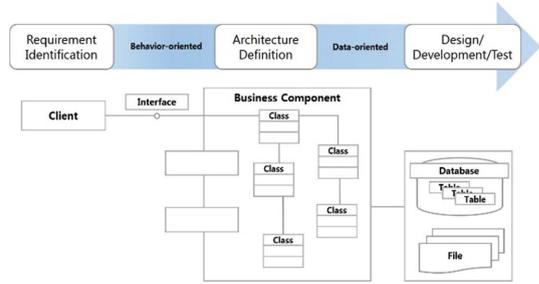


Fig. 7 Conceptual diagram of Component Based Development^[6]

바탕으로 세부 소요 자재를 확인하여 구매를 계획한다. 생산에서는 이러한 정보들을 전달 받아 블록별 또는 구역별 세부 작업을 결정한다. 단기 생산 계획에 대한 APS 모듈의 기능은 Table 4와 같다.

본 장에서는 조선산업의 공급망 특성 분석을 통해 APS 생산계획의 주요 기능 모듈을 계획 기간별로 제안하였다. 이를 바탕으로 실제 시스템을 설계 및 개발하기 위해 향후 CBD(Component Based Development) 방법론을 활용할 예정이다. CBD는 특정 기능을 수행하는 컴포넌트를 정의하고 컴포넌트의 조립 및 재사용을 통해 프로그램을 개발하는 방법론이다. 일반적으로 사용자 요구사항 파악, 요구사항 정제(유스케이스), 아키텍처 정의, 아키텍처 설계 및 구현의 과정으로 진행된다.^[15] Fig. 7과 같이 유사한 기능을 수행하는 클래스를 묶어서 비즈니스 컴포넌트로 구성하고, 인터페이스에서 정의된 입·출력을 바탕으로 서로 상호작용하는 구조를 가지고 있다. 따라서 앞서 정의된 계획 기간별 생산 계획에 대한 APS 모듈은 특정 기능을 수행하는 단일 또는 복수의 비즈니스 컴포넌트로 구현될 것이며, 이러한 비즈니스 컴포넌트간의 관계를 통해 전체 APS 시스템을 개발할 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 조선산업의 공급망 관리 향상을 위해 조선 전용 APS 개발의 필요성 및 방향을 제시하였다.

조선산업의 공급망 분석을 통해 영업, 설계, 조달, 생산으로 이루어지는 공급망 프로세스를 정의하고, 프로세스간 필요한 계획 작업 및 정보 흐름을 나타내어 APS 개발의 토대가 되는 SCP-Matrix를 조선산업에 맞게 새롭게 제안하였다. 최종적으

로는 조선산업 APS의 생산계획을 위한 주요 모듈을 장기, 중기, 단기의 계획 기간별로 정의하였다.

4장에서 언급한 바와 같이 향후 APS의 생산계획 모듈에 대해 개발 방법론을 적용하여 시스템을 우선 구현할 예정이며, 영업, 설계, 조달의 나머지 계획 또한 추가로 고려할 예정이다. 이를 통해 최종적으로는 조선산업의 공급망 관리를 체계적으로 수행하는 APS의 구현을 수행할 수 있을 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 산업핵심기술개발사업 “중소형조선소 시뮬레이션기반 생산관리 시스템 개발” 과제(과제번호: 10050495)의 지원을 받아 수행하였으며, 이에 감사 드립니다.

References

1. Lee, S.G., Seo, H.W. and Lee, W.J., 2007, Software Technologies for Shipbuilding Innovation, *Journal of KIISE, JOK*, 25(2), pp.26-34.
2. Hu Xia and Zhou Min, 2009, A Review of the Development and Application of Advanced Planning System, *Proceedings of the 3rd International Conference on Risk Management & Global e-business*, pp.794-796.
3. Goo, C.G., 2006, A study for Supply Chain Management Model on Small and Medium-sized Shipbuilding Yard, Ph.D. Thesis, Chosun University.
4. Park, H.T., 2010, A study of the Performance Measurement of Supply Chain and its Application in Shipbuilding Industry, Master's degree thesis, The University of Seoul.
5. Jeung, S.B., 2013, Developing a Supply Chain Assessment Framework for Shipbuilding Industry : A Case study of A Company, *The Journal of digital policy & management*, 11(3), pp.243-253.
6. Jeoung, S.W., Kim, D.Y. and Park, S.W., 2009, Project Type Industry Analysis in SCM Perspective, *Journal of Information and operations management*, 19(1-2), pp.59-83.
7. Seo, W.C., Jang, S.J., Kim, J.K., Lee, K.J., Lee, J.D. and Kim, J.G., 1995, The Development of Production Planning System for Shipbuilding, *IE Interfaces*, 8(2), pp.105-125.
8. Lee, J.M., 2007, An Integrated Process and Measurement Framework for Planning Production of Large Shipyards, Ph.D. Thesis, Seoul National University.
9. Meyr, H. and Stadler, H., 2005, *Types of Supply Chains*. In *Supply Chain Management and Advanced Planning*, Springer Berlin Heidelberg, pp.65-80.
10. Mello, M.H. and Strandhagen, J.O., 2011, Supply Chain Management in the Shipbuilding Industry: Challenges and Perspectives. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 225(3), pp.261-270.
11. Vlachakis, N., Mihiotis, A., Pappis, C.P. and Lagoudis, I.N., 2016, A Methodology for Analyzing Shipyard Supply Chains and Supplier Selection, *Benchmarking: An International Journal*, 23(2), pp.443-455.
12. Hvolby, H.-H. and Steger-Jensen, K., 2010, Technical and Industrial Issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) Systems, *Computers in Industry*, 61, pp.845-851.
13. Stadler, H. and Kilger, C., 2008, *Supply Chain Management and Advanced Planning*, Springer Berlin Heidelberg, pp.81-106.
14. Lee, D.H., 2009, A Study on the Integrated Outdoor Planning System of Shipbuilding by Consistency of the Production Planning Information, Ph.D. Thesis, Hongik University
15. Cheon, B.S., 2004, NET Enterprise System Object-Oriented CBD Development Methodology, Young-Jin.com, Seoul, Korea.
16. Song, J.G., Back, M.G. and Shin, J.G., 2012, Design and Development of Execution Plan Management System for Shipyard Panel Line Using CBD Method, *Proceedings of 2012 Spring Conference of the Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, pp.462-467.



남 승 훈

2010년 서울대학교 조선해양공학과
학사
2010년~현재 서울대학교 조선해양
공학 석박사통합과정
관심분야: 생산계획, Supply Chain
Management, Advanced Planning
System, Discrete Event Simulation



주 수 현

2014년 서울대학교 조선해양공학과
학사
2014년~현재 서울대학교 조선해양
공학 석박사통합과정
관심분야: 생산계획, Supply Chain
Management, Discrete Event
Simulation, Digital Manufacturing



류 철 호

1996년 서울대학교 조선해양공학과
학사
1998년 서울대학교 조선해양공학과
석사
2002년 서울대학교 조선해양공학과
박사
2002년 9월~2005년 11월 서울대학
교 공학연구소 연구원
2005년 7월~2006년 11월 U.S. Naval
Postgraduate School 박사후 연수
2006년 12월~2009년 2월 인하대학
교 선박공학과 BK21사업팀 연구
교수
2009년 3월~2013년 2월 인하공업전
문대학 선박해양시스템과 조교수
2009년 3월~현재 인하공업전문대학
선박해양시스템과 부교수
관심분야: 선박생산공학, Ship CAD/
CAM, 곡면 전개 및 성형, 정도관
리, APS개발



신 종 계

1977년 서울대학교 조선해양공학과
학사
1979년 서울대학교 조선해양공학과
석사
1988년 Massachusetts Institute of
Technology Ocean Engineering
Ph.D.
1997년~현재 서울대학교 조선해양
공학과 교수
관심분야: Digital Manufacturing,
Discrete Event Simulation, 생산
관리, 스케줄링