

Product Configuration Model 개념 기반의 함정 건조공수 추정 연구

오대균^{†*}, 정연환*, 신종계*, 최양열**

서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소*
쥬지노스**

Construction Cost Estimation on the Initial Design Stage of Naval Ships based on a Product Configuration Model

Dae-Kyun Oh^{†*}, Yeon-Hwan Jeong*, Jong-Gye Shin* and Yang-Ryul Choi**

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, and Research Institute of
Marine Systems Engineering, Seoul National University*
XINNOS, Co.**

Abstract

Many manufacturers define the system of a new product flexibility, and take advantage of previous-product information using the product configuration concept. Product configuration is an approach that defines the system of a new product centered on the product structure by referring to the previous-product information. In this paper, it is established how to apply the concept of a product configuration utilizing previous-ships information in construction cost estimation process systematically and effectively. For this, we define the advanced-construction cost estimation process based on a naval ship product model, and design construction cost estimating model. It is validated that this process and model have the applicability through the case study of the construction cost estimating of the mine-warfare ship.

※Keywords: Product configuration model(제품구성 모델), Product structure(제품구조), Naval ship product model(함정 제품모델), Construction cost estimation(건조공수 추정)

1. 서론

1.1 연구 배경 및 개요

제조업 특히 전자, 자동차 분야에서는 완성품 정보의 재사용이 일반화되고 있으며, 이를 통해 설계, 생산비용을 감소함으로써 경쟁력을 강화하고 있다. 과거 완성품 정보의 재사용이 표준품(standard part) 정보 위주였다면, 최근에는 제품과 관련된 모든 정보를 제품 데이터 모델(product data model)로 개념화하여 이를 제품의 수명주기(Product Life Cycle)에 걸쳐 활용함으로써, 제품개발에 필요한 정보를 효과적으로 관리, 활용하고 있다.

제품모델은 제품구조(product structure)를 기반으로 다양한 구성을 통해 제품 정보를 표현한다. 이 과정을 제품구성(product configuration)이라 하며, 그 대상을 제품구성 모델(Product Configuration Model)이라 한다. 즉, 제품개발 초기단계에서 제품구성 모델을 기반으로 개발하고자 하는 제품을 구조/기능적으로 정의하며, 이를 중심으로 개발단계에 걸쳐 제품 정보를 확보하는 것이다. 이렇게 구조적이고 일관되게 축적된 제품 정보는 고객지원 및 유지보수는 물론 다음 제품의 설계와 생산에도 활용되게 된다.

함정 개발의 경우 선진 해군은 3 차원 함정 제품모델 중심의 설계, 생산시스템에 대한 연구가 이미 진행되어 왔으며 이를 협업에서 활용하는 단계에 이르고 있다. 국내의 경우 PLM(Product Lifecycle Management), 디지털 메뉴팩처링 등의 개념을 획득 프로세스에 적용하기 위한 다양한 연구가 진행되어왔으나 아직까지 요소기술 중심의 활용에 대한 연구중심이었다. 한편, 최근에 PLM 개념 기반의 함정획득 환경구축을 위한 함정 제품 모델 및 데이터 프레임워크에 대한 연구가 수행된 바 있으며, 이를 통해 함정 개발에 3 차원 제품 모델 중심의 획득환경 개선사례를 구축 중에 있다.

본 논문에서는 선행연구에서 제시된 함정 제품 모델을 초기설계 단계에 적용하여, 제품구성 모델 기반의 건조공수 추정법을 제안하고 이를 검증하고자 한다. 제품구성 모델을 건조공수 추정 프로

세스에 적용하기 위한 개념을 정립하고 이를 기반으로 개선된 건조공수 추정 프로세스를 제안하였으며, 사례 함정의 건조공수 추정에 제안된 프로세스를 적용하여 그 효용성을 검증하였다

1.2 관련연구 현황

선박의 제품정보 관리와 활용을 위한 연구가 꾸준히 수행되어 왔으나 설계, 생산 프로세스가 매우 복잡하고 장기간에 이뤄지며, 관련된 정보의 양 또한 매우 커 일반적인 시스템으로는 운영하기가 쉽지 않다. 이 때문에 시스템 전반에 걸쳐 PLM 개념을 적용하기 위한 연구와 그 사례 시스템에 관한 주제로 선행연구가 많이 수행되었다. Shin et al.(2004)은 함정정보의 재사용성을 확장하기 위해 3 차원 제품모델 개념을 도입하고 이를 바탕으로 사례 시스템을 구현하여 그 효용성을 보였다. Lee et al.(2005b)는 함정정보를 통합관리하고 이를 기반으로 하는 개념설계 시스템에 관한 연구를 수행하였으며, Jung and Lew(2005)는 함정획득사업에 PLM 개념을 적용하기 위한 통합자료환경에 대한 연구를 수행하였다.

한편, 선박제품정보를 체계적으로 활용하기 위해 제품구조 개념을 적용한 연구도 수행된 바 있다. Ross(2004)는 초기설계 단계에서 각종 비용추정을 위한 제품구조로써 함정 작업분할구조인 SWBS(Ship Work Breakdown Structure)를 활용하기 위한 연구를 수행하였고, Lee et al.(2005a)는 BOM 정보 중심의 선박정보 관리와 활용을 위해 PDM 시스템 적용을 위한 연구를 수행하였으며, Lee et al.(2008)는 영업설계 단계에 PLM 개념을 적용하기 위하여 제품구조 중심의 설계지원시스템에 대한 연구를 수행하였다. Lee(2008)는 영업설계 단계에서 기준선, 견적선 개념을 도입하여 실적선 E-BOM 기반의 견적이 추정을 위한 연구를 수행한 바 있다.

본 연구에서는 함정개발의 초기설계 단계에서 이전보다 체계적이고 효과적인 건조공수 추정을 위해 제품구성 모델 개념을 적용하고자 한다. 표준 제품모델 개념을 적용하여 공수추정을 위한 목적함정(이하 추정함정)의 시스템 특징이 반영된

제품구조를 구성하고, 정의된 추정함정의 제품구조를 기반으로 공수추정을 위한 모델을 정의함으로써, 실적함정의 제품모델 정보기반 건조공수 추정법을 제안하고자 한다.

2. 제품구성 모델의 개념과 적용

2.1 제품구조와 제품구성 모델 개념

제품구조(product structure)란 제품을 구성하는 부품 사이의 구성관계를 트리 형태로 나타낸 모델을 뜻하며, 현대 PDM(Product Data Management) 시스템에서는 모든 제품정보를 제품구조를 기반으로 통합하여 관리하는 형태를 채용하고 있다(Do 2007). 3 차원 CAD 가 일반화되지 않았던 과거에는 설계데이터를 생산에 활용하기 위해 BOM(Bill-of-Materials) 정보의 추출과 활용이 매우 중요하였으며, BOM 으로 제품구조를 유연하게 표현하기 위해 다양한 연구가 수행되었다. 하지만 3 차원 CAD 시스템을 기반으로 하는 PDM 시스템에서는 제품의 구성정보와 BOM 정보는 물론 좌표계, 스케일 등 파트를 구성하기 위한 CAD 정보와 설계를 통해 생성된 3 차원 모델 및 관련 도면, 기술정보도 제품구조를 중심으로 표현할 수 있다. 이렇듯 제품의 개발단계에 걸쳐 생성된 정보를 제품구조를 중심으로 체계적인 통합 및 활용이 가능하기 때문에 최근, 3 차원 CAD 기반의 설계/생산시스템 구축을 위해서 제품모델(product model)의 개념적 정의와 활용이 필수 요소로 자리잡고 있다.

제품구성 모델(product configuration model)이란 제품구조를 중심으로 다양한 변형품(variants)을 표현하기 위한 옵션을 포함하고 있는 일종의 자료구조이다. 초기에는 mass customization 을 위해 나온 개념이었으나, 3 차원 CAD 가 일반화되고 제품구조의 중요성이 부각되면서 제품개발에서 널리 활용되고 있다. 정리하면, 개발 초기단계에서 제품의 구조/기능적 구성을 통해 제품모델을 정의하며, 그 중심자료구조가 제품구조이고 다양한 구성을 통해 제품의 변형된 형태를 표현하기 위한 자료구조가 제품구성 모델이다.

2.2 제품구성 모델 개념의 적용

본 연구에서는 제품구성 모델 개념을 함정개발 초기단계에 적용하고자 한다. 실적선 데이터를 기반으로 제품구성을 하기 위한 데이터 아키텍처를 정의하고 이를 기반으로 추정함정의 제품구조를 구성하는데 활용하였으며, 이렇게 정의된 제품구조를 바탕으로 공수추정을 위한 산출인자를 도출하였다. 즉, 제품의 다양한 옵션 표현을 위해 제품구성 모델을 사용한다면, 함 중별 특성에 따라 추상화된 제품구조를 기반으로 추정함정의 제품모델 구조를 정의하는데 이 개념을 적용하였다(Fig. 1). 제품구성에서 변형품 표현을 위한 옵션관리 개념은 함 중에 따른 추상 제품구조에 함정의 시스템 정의 결과를 반영하여 표현하는 것으로 적용하였다.

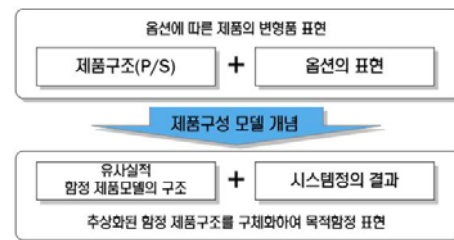


Fig. 1 Application of a product configuration model concept

신규 제품의 시스템 정의를 위해서는 기존의 제품모델 데이터가 필요한데, 본 연구에서는 저자의 선행연구 결과인 함정 제품모델(Oh 2008) 개념을 적용하였다. 함정 제품모델의 데이터 아키텍처에 맞춰 구축된 데이터베이스를 기반으로 목적함정의 시스템 정의 결과를 반영하여 제품구조를 정의한다. 함정 제품모델은 함정의 설계와 생산 등과 관련된 획득 데이터를 논리적으로 연계하여 표현한 함정의 제품기술(product description)로 실제 함정을 디지털 함정으로 표현하기 위해 크게 제품형상, 제품 데이터 그리고 프로세스 데이터의 요소로써 구성되어 있다. 함정 제품모델은 이 세가지 구성요소를 제품구조 기반으로 표현하고 있으며 제품형상, 제품 데이터, 프로세스 데이터로 구분한

획득 데이터를 함정의 특성에 맞춰 유기적으로 연계하여 표현하고 있는데, 이를 위한 중심 데이터 스트럭처를 함정 제품구조(Naval Ship Product Structure)라 정의하였다. 한편, 함정 제품구조는 일반적인 함정의 구조정보를 추상화한 것이기 때문에 실제로 사용하기 위해서는 구체화 과정이 필요하다. 제품모델로 구축하고자 하는 목적함정에 맞게 함정 제품구조를 편집하여 사용하는데 이를 스켈레톤 모델(skeleton model)이라 정의하였다. 본 연구에서는 추정함정의 제품구조 즉, 스켈레톤 모델을 실적함정의 제품모델 기반으로 구성함으로써, 제품구조와 그에 따른 실적함정 정보에 기반한 건조공수 추정 모델을 정의하였다.

Fig. 2는 실적함정 제품모델을 기반으로 추정함정의 건조공수 도출을 위한 스켈레톤 모델 구조 정의 개념을 보이고 있다.

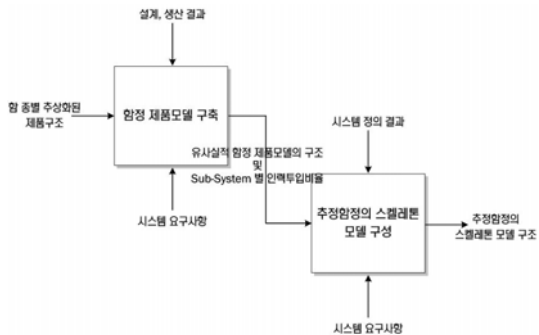


Fig. 2 Configuration of the design-ship skeleton model based on the previous-ship product model on the basic design stage

3. 개선된 건조공수 추정 프로세스

현재, 함정정보를 재사용하여 공수를 추정하는 방법은 크게 함정의 특성을 고려한 경우와 그렇지 못한 경우 두 가지가 있다.

함정의 특성을 반영한 경우는 특성요소 즉 배수량, 중량, 기관마력, pipe/cable 길이, 무장 수량 등을 고려하여 비례계수를 이용하는 경우와 획득 프로세스에 따른 목적문건(도면 등)에 소요된 공

수를 이용하여 공수를 추정하는 방법 등이 있으며, 이러한 방법은 상세설계단계 후에 노무공수를 추정하기 위한 경우가 대부분이다. 초기설계 단계에서 공수를 추정하기 위해서는 실적함정의 톤당 소요되는 공수를 바탕으로 단순비교를 통하여 추정하기도 한다. 본 연구에서는 초기설계단계에서 함정의 건조공수 추정을 위해 실적함정의 제품모델을 활용하였다. 이를 통해 초기설계단계에 함정의 특성을 유연하게 반영하고 실적함정 제품모델의 구조정보를 재사용함으로써 이전보다 개선된 추정 결과를 얻고자 한다.

3.1 함정 제품모델 기반 건조공수 추정 개념

함정은 함 중에 따른 기능적 유사성이 있기 때문에 같은 종의 신규함정 개발 시 유사실적 데이터가 매우 중요하다. 그렇기 때문에 실적함정 제품모델을 이용하여 추정함정의 스켈레톤 모델을 정의하고, 두 모델의 비교를 통해 공수를 추정한다면 이전보다 효과적이고 합리적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

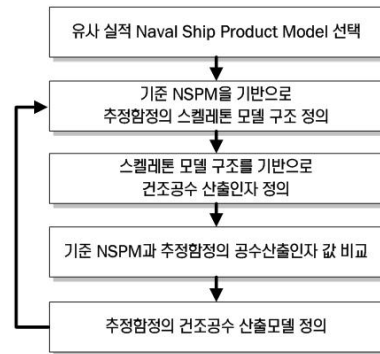


Fig. 3 Construction cost estimation process based on a previous-ship product model

Fig. 3은 실적함정 제품모델을 기반으로 추정함정의 건조공수 도출을 위한 프로세스를 보이고 있다. 여기서 “기준 NSPM”이란 유사실적 함정의 제품모델(Naval Ship Product Model)을 의미한다.

함정 제품구조는 함 중 별 20 여 척의 설계 데이터를 분석한 결과에 작업분할구조인 SWBS 개

념을 적용하여 정의되었으며, 이를 바탕으로 함정 제품모델이 구축된다. SWBS 는 세 자리로 구성된 작업분할 코드로써 함정의 획득 프로세스를 반영하고 있다. 예를 들어 200 그룹은 추진계, 700 그룹은 무기체계와 관련된 정보를 담고 있다. 그렇기 때문에 기존 NSPM 의 함정 제품구조를 활용하여 추정함정의 스켈레톤 모델을 정의하면 시스템의 특성과 함께 이와 관련된 실적함정의 건조정보를 적용할 수 있다.

함정 제품구조는 5 개 계층으로 서브 시스템을 정의하고 있다. 기존 NSPM 을 기반으로 구성된 추정함정의 스켈레톤 모델도 이 기준을 따르고 있으나, 건조공수 추정을 위한 산출인자로써는 3 번째 계층(level 2) 요소까지만 고려하도록 하였다.

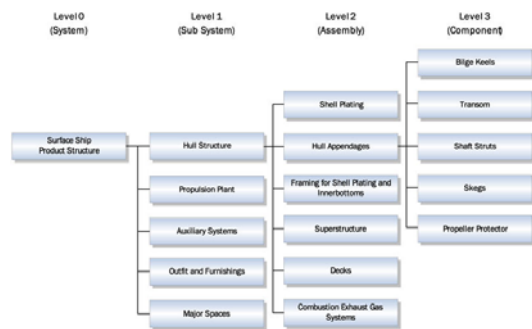


Fig. 4 Hull structure example of a naval ship product structure

예를 들어 Hull Structure 의 경우 Fig. 4와 같이 4 개 계층(level 3)으로 구성되어 있다. 하지만 level 3 이하의 구성요소는 추정함정의 시스템 특성을 반영하고는 있지만 초기설계 단계에서 비용 예측을 위한 변수로써는 너무 상세하다. 대신 level 3 이하의 구성요소 중 건조공수에 영향을 주는 대표 공수인자를 정의하고 이를 level 2 에 매핑하여 활용 하였다. 즉, 기존 NSPM 과 추정함정 스켈레톤 모델 사이에 공통의 변수인 공수인자를 정의하고 이를 중심으로 각각의 공수인자 값을 비교함으로써 추정함정의 공수를 도출하는 것이다.

공수인자는 함정 제품구조의 level 2 구성요소와 관련된 설계결과 중에서 함정의 특성을 대표하는

요소로 결정한다.

Table 1은 함정 제품구조와 그에 해당하는 공수인자 사례를 보이고 있다. 예를 들어 보기류의 경우 보기류 장치의 개수, 배관계의 총 길이, HVAC 의 용량 등이 되겠다. 다만, 공수인자는 함정의 종류와 특성에 따라 달라질 수 있다. 한편, 함정 제품구조의 경우 각각의 서브시스템을 통합하기 위한 공수요소가 고려되어 있지 않기 때문에, level 1 에 Integration/Engineering 인자를 추가하였다. 이 또한 함정의 특성 및 조선소의 여건에 따라 그 가중치가 달라질 수 있다.

3.2 공수 산출인자의 가중치 고려

건조공수를 위한 산출인자는 이를 위해 투입되는 공수의 비중이 다르기 때문에 가중치를 적용함으로써 좀 더 합리적인 결과를 얻을 수 있다. 마찬가지로 추정함정의 스켈레톤 모델 구성요소와 공수인자에 가중치를 반영함으로써 합리적인 공수 추정 모델을 정의하였다.

기존에 건조공수 추정을 위해 사용하던 SWBS 그룹별 인력투입비율을 함정 제품구조 최상위 계층(sub-system)에 적용하고, 공수인자를 포함하는 level 2 하위 요소에는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석법을 이용하여 가중치를 도출하였다. AHP 기법은 문제에 포함된 구성요소들을 계층화하고 이들을 서로비교 하여 상대적의 중요성을 찾는 쌍대비교(pair-wise comparison)를 통해 구성요소 간의 상대적의 비중을 추정하는 방식으로 미해군 의사결정과정에 광범위하게 활용되고 있다.

인력투입비율은 각 조선소에서 제안한 SWBS 그룹별 인력투입계획의 평균값을 사용하였으며, 이는 서브 시스템 별 공수산정을 위해 많이 활용되고 있다. Level 2 하위요소는 함정의 특성 및 건조 경험치에 의해 각 구성요소 간의 가중치를 도출한다.

Fig. 6은 hull structure 의 구성요소인 shell plating, hull appendages, superstructure 의 가중치를 도출하는 과정을 보이고 있다. 각 구성요소의 쌍대비교(Fig. 6 상)를 통해 매트릭스를 구성하고 이를 통해 hull structure 에서의 각각의 비중치

를 계산한다(Fig. 6 중).

마찬가지로 각 서브 시스템 별 구성요소의 가중치를 도출함으로써 가중치가 고려된 건조공수산출 모델을 정의할 수 있다.

3.3 건조공수 추정 프로세스

본 연구에서 제안한 함정 제품모델 기반 건조공

수 추정 프로세스를 정리하면 다음과 같다.

먼저, 기 구축된 함정 제품모델 중 기준 NSPM을 선정하고 추정함정의 스켈레톤 모델 구조 정의를 위한 제품구조 정보를 추출한다. 추출한 제품구조 정보를 기반으로 추정함정의 스켈레톤 모델을 구성한다.

Table 1 Assembly components of a naval ship product structure and cost-factors

Naval Ship Product Structure		Cost-Factor
Level 1	Level 2	
Hull Structure	Shell Plating	Deadweight (Ton)
		Volume (m ³)
	Hull Appendages	Appendage No. (EA)
	Superstructure	Over-deck No. (EA)
Propulsion Plant	Main Propulsion Systems in Engine Room	Brake Horsepower (BHP)
	Shafting	Shaft No. (EA)
Electric Plant	Electric Plant	Capacity (KW)
Auxiliary Systems	Auxiliary Machinery	Auxiliary Machinery No. (EA)
	Piping Systems	Length (m)
	Heating, Ventilation, and Air Conditioning	HVAC Capacity
Outfit and Furnishings	Habitability Spaces	Area (m ²)
	Store Spaces	Area (m ²)
Embarked Equipments	Command and Surveillance	Equipment No. (EA)
	Armaments	Equipment No. (EA)
Integration/Engineering	Integration/Engineering	Technology Service (EA)
		New Technology (EA)



Fig. 5 Derivation process of an estimation coefficient

Hull Structure																			
Item																			Item
Shell Plating	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hull Appendages	
Shell Plating	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Superstructure	

Criteria	Criteria			Weights
	1	2	3	
Shell Plating	1	1	5	0.76
Hull Appendages	0.1	1	0.6	0.09
Superstructure	0.2	1.7	1	0.15

0.8 0.1 0.2 1.0000

Level 1	Weight	Level 2	Weight	Cost-Factor
Hull Structure	0.76	Shell Plating	0.50	Deadweight (Ton)
			0.50	Volume (m ³)
	0.09	Hull Appendages	1.00	Appendage No. (EA)
	0.15	Superstructure	1.00	Over-deck No. (EA)

Fig. 6 Weight calculation of the hull structure's assembly components of by using pair-wise comparison

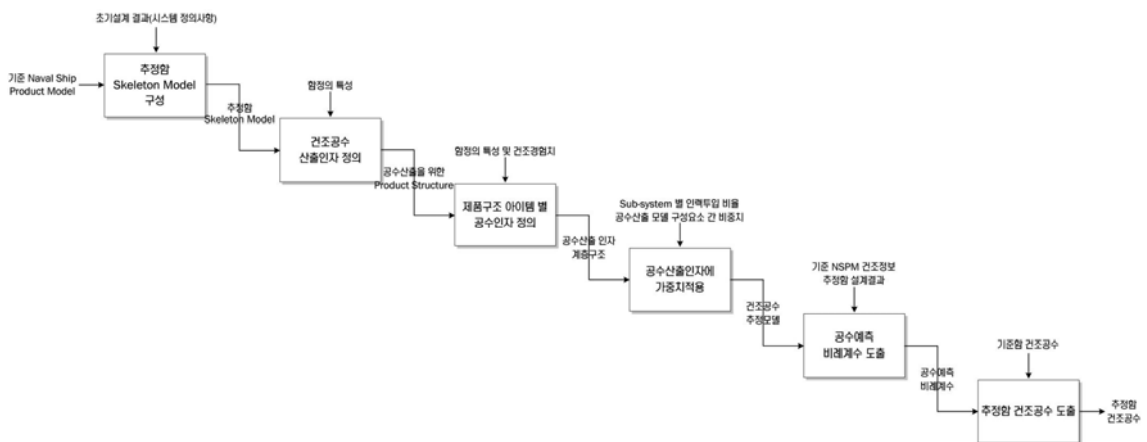


Fig. 7 Construction cost estimating process based on a naval ship product model



Fig. 8 Naval ship product model of the previous-ship

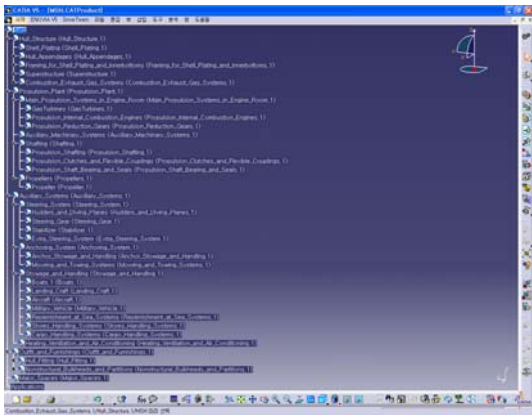


Fig. 9 Skeleton model of the design-ship

The spreadsheet displays two columns of data: '제품구조 아이덴티 SWBS 정보' (Product Structure Identity SWBS Information) and '추정함의 skeleton model로부터 추출한 BOM 구조' (BOM Structure Extracted from Skeleton Model of Estimated Ship). The SWBS column lists part numbers like 'CA1902-001' through 'CA1902-009' and their respective quantities. The BOM column lists detailed part names such as 'Hull', 'Deck', and 'Superstructure' with their respective quantities.

Fig. 10 Product structure information of the design-ship

정의된 추정함정의 스켈레톤 모델로부터 공수산출인자를 선정하고(스켈레톤 모델의 level 2 구성요소 까지), 함정의 특성에 맞춰 스켈레톤 모델의 하위 구조 별 공수인자를 정의하여 매핑한다. 정리된 추정함정의 공수산출 인자 계층구조에 AHP 기법을 이용하여 가중치를 적용한다.

이렇게 정의된 추정함정의 건조공수 추정 모델에 기존 NSPM의 건조정보 및 추정함정의 설계결과를 적용한다. 기준함과 추정함의 공수인자 값이 반영된 공수추정 모델의 결과를 항목별로 낮은 계층에서 높은 계층으로 roll-up 하여, 기준함의 대비 추정함의 공수예측 비례계수를 도출한다. Fig. 5는 공수산출 인자 계층구조에서 공수예측 비례계수 도출을 위한 프로세스 개념을 보이고 있다.

이렇게 도출된 공수예측 비례계수를 이용하여 추정함의 건조공수를 예측한다. Fig. 7은 함정 제품모델 기반의 건조공수 추정 프로세스를 요약하여 보이고 있다. 시스템 정의사항에 변화가 있을 경우, 추정함 스켈레톤 모델을 재구성하고 추정 프로세스를 반복적으로 적용함으로써 공수를 재추정 한다.

4. 함정 제품모델 기반 건조공수 추정 적용사례

본 연구에서 제안한 공수추정 프로세스의 효용성 검증을 위하여, 800 톤 급 기뢰전함의 건조공수 추정에 적용하여 보았다. 기 구축된 소해함의 제품모델을 기준 NSPM 으로 정의하였으며, 이를 바탕으로 차기 선도함의 공수추정을 수행하였다.

4.1 추정함의 스켈레톤 모델 구성 및 공수산출인자 계층구조 도출

기준 NSPM(Fig. 8)을 기반으로 추정함의 스켈레톤 모델을 구성하였다. 기준 NSPM 의 제품구조를 추출하고 이를 기반으로 추정함의 기본설계 결과를 반영하여 스켈레톤 모델을 구성하였다(Fig. 9).

Table 2 Construction cost estimating model of the design-ship

Weight	Level 1	Weight	Level 2	Weight	Cost-Factor	Previous-Ship	Design-Ship	Ratio
0.33	Hull Structure	0.61	Shell Plating	0.50	Weight (Ton)	315	450	1.43
				0.50	Volume (m ³)	4,584	6,826	1.49
		0.07	Hull Appendages	1.00	Appendage No. (EA)	4	4	1.00
		0.20	Framing for Shell Plating and Inner-Bottoms	0.70	Deck, Platform No. (EA)	3	3	1.00
				0.30	Main Bulkhead No. (EA)	-	-	1.00
0.12	Superstructure	1.00	Over-deck No. (EA)	2	2	1.00		
0.05	Propulsion Plant	0.50	Main Propulsion Systems in Engine Room	1.00	Brake H.P. (BHP)	2,940	3,500	1.19
		0.50	Shafting	1.00	Shaft No. (EA)	2	2	1.00
0.11	Electric Plant	1.00	Electric Wire	1.00	Length (m)	56,200	70,500	1.25
0.08	Auxiliary Systems	0.07	Steering System	1.00	Rudder No.	1	1	1.12
		0.13	Auxiliary Machinery	1.00	Auxiliary Mach. No. (EA)	17	19	1.04
		0.47	Piping Systems	1.00	Length (m)	6,700	7,000	1.07
		0.33	Heating, Ventilation, and Air Conditioning	0.50	Length (m)	600	640	1.00
				0.50	Fan Room No.(EA)	600	640	1.00
0.27	Outfit and Furnishings	0.51	Crew Mess Room	1.00	Area (m ²)	198	250	1.26
		0.10	COSR Room	1.00	Area (m ²)	88	120	1.36
		0.17	Ward Room	1.00	Area (m ²)	48	50	1.04
		0.13	CIC	1.00	Area (m ²)	78	78	1.00
		0.09	Pilot House	1.00	Area (m ²)	11	11	1.00
0.06	Embarked Equipments	0.33	Command and Surveillance	1.00	Equipment No. (EA)	45	45	1.00
		0.67	Armaments	1.00	Equipment No. (EA)	2	2	1.00
0.10	Integration/Engineering	1.00	Integration/Engineering	0.50	Technology Service (EA)	9	11	1.22
				0.50	New Technology (EA)	1	1	1.00

스켈레톤 모델로부터 추출한 400 여 개의 구조 정보 아이템으로부터 공수산출인자를 선정하기 위한 구조정보 및 SWBS 정보를 추출한다(Fig. 10). 추출한 구조정보를 바탕으로 기존 NSPM 의 제품 구조 및 함 특성을 반영하여 산출인자(Table 2 Level 1, Level 2)와 그에 상응하는 공수인자를 정의하여(Table 2 Cost-Factor) 공수추정 모델을 위한 계층구조를 도출한다.

4.2 공수예측 비례계수 도출과 건조공수 추정

앞서 정의한 가중치 고려방법에 따라, 각각의 서브 시스템에는 인력투입비율을 적용하고 그 하위 구성요소들 간의 가중치를 계산하였다. 사례

함정의 경우 인력투입비율 데이터가 존재하지 않아 최근에 건조된 전투함의 평균값을 적용하였고, 통합 및 엔지니어링 비용의 경우 10%로 고려하였다.

공수산출인자 계층구조에 실적함과 추정함의 공수인자 값을 반영하고 그 결과 값에 산출인자의 가중치를 고려하여 공수예측 비례계수(약 1.19)를 도출하였다. 최종적으로 실적함의 건조공수 101,339 공에 공수예측 비례계수를 적용하여 사례함정의 건조공수 추정치 12,0593 공을 얻을 수 있었다. 즉, 차기 선도함 건조 시 약 18% 정도의 공수가 추가소요 될 것으로 예상되었다.

5. 결론

본 연구에서는 함정정보의 체계적이고 효과적인 재사용을 위해 제품구성(Product Configuration) 개념을 적용하였으며, 이를 기반으로 개선된 건조공수 추정법을 제안하였다. 그리고 이를 사례함정의 공수추정에 적용함으로써 그 효용성을 보였다. 본 연구를 통해 얻은 결론을 정리하면 다음과 같다.

- 톤당 노무공수에 의한 방법과 같은 단순 공수 비율비교를 통한 방법에서는 고려하지 못했던, 함정의 특성을 반영하여 건조공수를 추정할 수 있었다. 함 특성 비례계수 등 함정의 특성을 반영하여 건조공수를 추정하는 방법이 있으나, 기존 NSPM 의 제품구조를 활용함으로써 더 체계적이고 구체적인 데이터를 기반으로 공수를 추정 할 수 있었다.
- 기존 NSPM 기반의 제품구성을 통해 추정함의 특성 및 고려사항을 효과적으로 반영할 수 있었고, 이를 기반으로 실적함정의 정보를 연계해서 활용할 수 있었다. 한편 이를 통해 이전보다 합리적인 공수추정이 가능하였다.

또한 다음과 같은 추가 연구가 수행된다면, 더욱 합리적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

- 함 중 별 다양한 제품구조의 DB 확보를 통해 건조공수 추정모델의 산출인자를 더 구체화할 필요가 있다. 이를 위해서는 함정 제품모델의 DB 구축을 통해 설계, 건조 데이터의 체계적인 분석과 획득이 선행되어야 한다.
- 좀 더 정확한 공수 산출인자의 가중치 고려가 필요하다. 조선소/함 중 별 인력투입비율 DB의 확보 그리고 공수산출인자 계층구조 요소의 가중치 도출 시 일관성 확보를 통해 경험치 정보의 면밀한 일반화가 적용되어야 한다.

후 기

본 연구는 방위사업청 연구과제 “ 함정설계 및

건조 소요 기간/공수 산출기법” 과 저자의 박사학위논문(Oh 2008) 중 일부 내용을 바탕으로 수행되었으며, 2009(8)년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한 본 연구를 위해 많은 배려와 도움을 주신 방위사업청과 해군에 깊은 감사를 표합니다.

참 고 문 헌

- Do, N.C., 2007, Introduction to PLM and Its Applications, Life & Power Press, Korea.
- Jung, Y.H. and Lew, J.M., 2005, “ IPDE(Integrated Product Data Environment) Implementation Method for the Application of Naval Ship PLM(Product Lifecycle Management),” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 6, pp. 698-709.
- Lee, C.W., Lee, J.H., Lee, K.H., Ryu, C.H., Lee, J.B. and Suh, H.W., 2008, “ Development of PLM (Product Lifecycle Management) for Conceptual Design stage in Shipbuilding,” Conference of the Society of CAD/CAM Engineers, Korea, pp. 510-520.
- Lee, J.H, Kim, Y.G., Oh, D.K. and Shin, J.G., 2005a, “ A Functional Review and Prototype for Ship PDM Implementation,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 6, pp. 686-697.
- Lee, S.C., 2008, Generation of Material Information for Sales Cost Estimation by Editing Shipbuilding Engineering BOM, M.S. thesis, Seoul National University.
- Lee, S.S, Lee, J.K., Park, B.J. and Kim, S.Y., 2005b, “ Development of Internet based Ship Technical Information Management System,” the Society of CAD/CAM Engineers, Korea, Vol. 10, No. 2, pp. 88-96.
- Oh, D.K., 2008, A Naval Ship Product Model and its Management System supporting

Simulation-Based Acquisition for Naval Ships,
Ph.D. Dissertation, Seoul National University.

- Ross, J.M., 2004, “ A Practical Approach for Ship Construction Cost Estimating,” Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries, pp. 98-110.
- Shin, J.G., Lee, J.H., Park, C.S., Lee, J.K. and Kim, H.M., 2004, “ 3D Product Model Based PDM for ship,” Proceedings of the Annual Spring Meeting, SNAK, pp. 231-237.



< 오 대 균 >



< 정 연 환 >



< 신 종 계 >



< 최 양 열 >