

ERD를 응용한 FPSO선 크레인의 기초 설계 과정의 분석에 관한 연구

이원규*, 박세명*,#

*울산대학교 기계공학과

A Study on the Analysis Method of the Basic Design Process of a FPSO Crane using ERD

Won-Kyu Lee*, Se-Myoung Park*#

*Department of Mechanical Engineering, Ulsan University

(Received 18 May 2015; received in revised form 28 May 2015; accepted 5 June 2015)

ABSTRACT

In this paper, as a previous step of software development, through an analysis step in the basic design process of the FPSO crane, ERD, which could help develop common understanding between its developer and the user, was introduced. From the flowchart of the design process, the overall work flow in its development was understood. Then, after the design process of the crane was divided into many entities, the attributes of each entity were defined and the relationships between the entities were established, followed by ERD creation through the use of IDEF1X notation. The results of the analysis can be readily understood even by users who lack of software knowledge, and then their change requirements can be immediately reflected in the developed system that requires modification.

Key Words : FPSO(부유식 원유생산 저장하역 설비), 개체(Entity), Attribute(속성), Relationship(관계), ERD (개체관계데이터그램)

1. 서 론

FPSO(Floating Production Storage and Offloading)선에 사용되는 크레인은 수주 단계에서부터 제작 완성 단계에 이르기까지 해상 조건과 선주의 요구 등에 의해 빈번한 설계 변경이 이루어진다^[1].

FPSO선의 크레인은 100% 주문생산으로 제작되기 때문에 수주 초기에 설계 변경 상황에 신속하게 대처하는 것이 수주를 결정짓는 중요한 요인이 된다.

수주 초기 단계에 이루어지는 설계의 결과는 원가 산출을 위한 자료로 이용되는 것으로 원가에 큰 비중을 차지하는 중요 부품들에 관한 것이다. 이와 같이 수주를 위하여 초기에 진행되는 중요 부품들의 설계 과정을 ‘기초 설계 과정’이라 한다. 이 과정을 통하여 산출되는 부품의 사양을 ‘기초 설계값’이라 한다. 기존의 작업은 전문 담당자에 의해 수작업으로 진행되었으며, 수주를 위한 기초 설계 데이터를 선주에게 제시하기까지 반복적인 계산과 설계에 많은 시간과 노력을 필요로 하였다(Fig. 1)^[1].

#Corresponding Author : oneof@ulsan.ac.kr

Tel: +82-52-259-2830, Fax: +82-52-259-1680

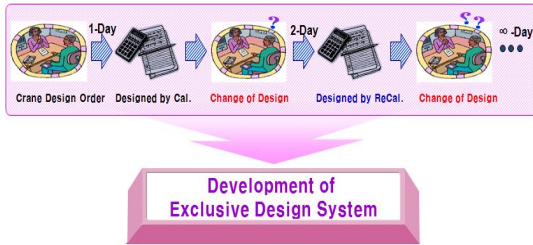


Fig. 1 Current work state

FPSO선 크레인 기초 설계 작업과정에는 다음과 같은 문제점들이 있다.

- 선주의 요구에 의해 설계 요구 사항이 빈번하게 바뀐다는 점
- 설계 작업 자체의 복잡성
- 담당자의 숙련도에 따른 작업 시간과 신뢰성의 차이

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 작업 현장에서는 수주를 위한 크레인의 기초 설계 시스템의 개발이 요구 되었다.

FPSO선의 크레인 기초 설계 시스템의 개발에 앞서 개발자가 파악해야 할 가장 핵심 사항은 기초 설계 과정을 정확히 분석하는 것이다. 많은 소프트웨어 프로젝트들이 개발 초기 단계에 이루어지는 분석 과정의 미비로 개발에 실패하거나 개발 이후에 수정을 위한 많은 비용과 시간의 투자를 필요로 한다^[2]. 이를 반영해 주는 예로 글로벌 시장 조사기관인 Standish Group의 2009년 보고서에 의하면 소프트웨어 프로젝트의 성공률은 매우 낮은 수준으로 실패 원인은 49.3%가 사용자와의 비효율적인 의사소통으로 발생하는 요구사항에 대한 불명확한 정의와 이로 인한 잦은 요구 사항의 변경 때문인 것으로 분석하고 있다^[3]. 즉, 소프트웨어 프로젝트의 실패가 적용 기술이나 방법론의 부족에 기인하기 보다는 사용자의 요구를 이해, 분석, 문서화하고 변경을 관리하는 기술과 방법에 기인하는 것으로 나타났다^[4].

따라서 성공적인 FPSO선 크레인 기초 설계 시스템의 개발을 위한 첫 단계는 사용자와 개발자의 원활한 의사소통을 위한 기초 설계 과정의 분석 결과

물을 도출하는 것이다. 분석의 결과물은 시스템 개발을 위한 기초 자료가 되며 추후 시스템의 유지 보수를 위한 자료로도 활용될 수 있다.

일반적으로 개발 초기에 파악되는 사용자의 요구 사항과 해결해야할 문제들은 추상적이며, 많은 정보들이 산발적으로 개발자에게 제공되기 쉽다. 뿐만 아니라 분석의 결과들은 서술적 명세로 표현되기 쉽고 개발자는 이를 바탕으로 프로그램화 하는 데에 급급한 것이 현 실정이다. 사용자와 개발자의 의사소통을 위한 자료로서, 문장으로 장황하게 표현되는 서술적 명세는 도식적으로 표현된 결과물에 비하여 직관적으로 내용을 파악하는 것이 쉽지 않다.

따라서 본 연구에서는 FPSO선의 크레인 기초 설계값 산출과정의 분석 결과물을 사용자와 개발자가 직관적으로 이해할 수 있도록 ERD(Entity Relationship Diagram)의 표현 기법을 응용하여 도식적으로 나타내고자 한다. ERD를 표기하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 본 연구에서는 IDEFIX 표기법을 사용하고자 한다. 이에 관한 설명은 본문에 상세하게 기술할 것이다.

ER 모델링(Entity Relationship Modeling) 개념은 데이터베이스 설계과정에서 널리 사용되는 것으로 개체-관계성 데이터 모델이라고도 한다^[5]. ER모델링은 데이터의 관계와 구조에 주목하여 사실이나 현상을 개체(Entity)와 관계(Relationship)로 표현하는 방식으로, 이를 다이어그램으로 표현한 것을 ERD(Entity Relationship Diagram)라고 한다^[6]. ERD는 문장으로 장황하게 표현해야할 내용을 간결하고 명확하게 표현할 수 있으며 도식적으로 표현된 결과물은 프로그래밍에 관한 지식이 부족한 사용자도 직관적으로 내용을 파악하는 것이 용이하다는 점이 장점으로 널리 알려져 있다^[7].

이와 유사한 방법으로는 최근 객체지향 프로그래밍 보급과 함께 급속도로 보급된 객체지향 분석/설계 기법이 있다. 이 방법은 객체의 존재 방식에 주목하여 데이터와 그 기능을 일체화 하여 개발 대상에 대한 분석과 설계의 표현에 큰 차이점이 없어 시스템의 개발을 용이하게 해주는 장점이 있으나 이는 개발자 입장에서의 장점으로, 프로그래밍과 객체지향 개념에 관한 지식이 부족한 사용자의 입장에서는 분석 결과의 이해에 어려움이 있으며 또한 개발자들

이 가지고 있는 객체지향 방법론에 대한 이해도와 응용 분야에 대한 경험에 의존하여 개발 방법과 절차가 구성되기 때문에 일관성 있는 분석 작업이 이루어지기 어려운 단점이 있어 본 연구에서는 ERD 표현 기법을 응용하였다⁶⁾.

앞서 언급하였듯이 ERD는 데이터베이스의 데이터 모델의 설계를 목적으로 사용되는 기법이지만, 본 연구는 데이터 모델을 작성하는 것이 목적이 아니라 분석 내용의 도식적 표현이 목적으로 ERD 표현기법의 특징만을 사용하여 분석의 결과를 표현하고자 한다.

2. 본 론

본론의 2.1에서는 본 논문에 적용한 ERD의 개념을 소개하고, 2.2에서는 ERD를 FPS0선의 크레인 기초 설계 과정의 분석에 적용 하는 과정을 보이고, 2.3에서는 사용자 요구 사항의 발생 시 수정 과정도 함께 보이고자 한다.

2.1 ERD (Entity Relationship Diagram)

표현법

ER모델은 개체(Entity)와 그들의 관계(Relationship)를 인간이 인지하는 방식과 유사한 형태로 기술할 수 있다. 개체(Entity)란, 현실 세계에서 존재할 수 있는 ‘어떤 것’을 뜻하는데 사람, 물건, 학과목, 계약 등 유형 또는 무형의 것으로 정할 수 있다. 각 개체는 자신을 규정할 수 있는 독특한 성질을 가지고 있는데, 이것을 속성(Attribute)라고 한다. 이 속성 중 개체를 식별하기 위한 속성을 특별히 식별자(Identifier)라 하고 관계 테이블에서는 기본키(Primary key)라고도 한다. 데이터베이스 이론에 의하면 관계(Relationship)는 데이터를 조직화 하고 저장하는 구조를 의미하는데, 한 개체에 대하여 모든 데이터를 포함한 테이블을 관계(Relationship)라고 한다^{5),6),8)}.

두 개체 사이의 관계를 보다 상세하게 표현하기 위해서 개체간의 대응 수를 표현할 수 있는데 이것을 카디널리티(Cardinality)라고 하며 다음의 세 가지 경우가 존재할 수 있다.

- ① 1:1, 1:0
- ② 1:0-Many
- ③ Many:Many

ERD란, 개체간의 관계를 파악하고, 관계이름을 지정한 후 대응 값 및 방향을 정의하여 다이어그램과 선으로 표시한 것을 말한다. ERD를 표기하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 대표적인 것은 ER모델링을 제창한 P.Chen에 의한 표기법이 있고, 그 외에도 Crow's Foot 표기법, Rein85표기법, IDEF1X 표기법 등이 있다. 본 연구에서는 IDEF1X 표기법을 채택하였는데, IDEF1X는 IDEF(Integrated Definition Methodology)의 여러 종류 중의 한 가지로 데이터 모델링 표현에 활용된다. IDEF는 1977년 미국 공군의 항공기 제조 효율화를 위한 프로젝트중에 프로젝트 수행자들 간의 원활한 의사소통을 위하여 개발되었고, 미국에서는 정부 표준 FIPS(Federal Information Processing Standards)로 다양한 업계에서 널리 사용되고 있다. IDEF1X는 표현 방법이 간단하고 직관적인 이해도가 높은 것이 특징이다⁹⁾.

2.1.1 IDEF1X-개체

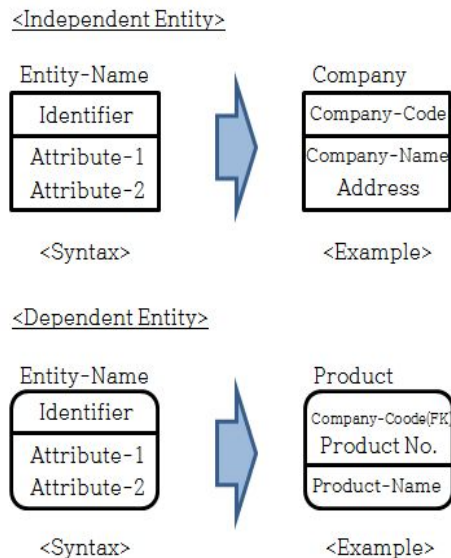


Fig. 2 Entity syntax

IDEFIX 표기법에 의한 개체는 독립개체 (Independent Entity)와 의존개체(Dependent Entity)로 표현된다(Fig. 2). 사각형의 상부에는 개체명(Entity Name)을 쓰고, 내부의 나누어진 사각형의 상부에는 식별자(Identifier)를 하부에는 속성(Attribute)를 쓴다.

식별자는 기본키를 의미한다. Fig. 2의 우측에는 기업(Company)과 제품(Product) 개체를 예를 들어 표현하였다. 기업을 구분할 수 있는 속성으로는 기업 코드(Company Code)를 선택할 수 있는데, 기업코드는 기업마다 반드시 하나만 가지는 고유의 값이기 때문에 기업을 구분하는 식별자로 적절하다고 볼 수 있다. 동일한 이름의 기업은 얼마든지 존재할 수 있으므로 식별자로써는 채택이 불가능하다. 의존개체의 경우에는 반드시 외부키(FK:Foreign Key)를 가지게 된다. 외부키는 다른 개체의 기본키이다^[10].

2.1.2 IDEFIX-카디널리티(Cardinality)

카디널리티는 선으로 표현되는데, 대응 수에 따라 Fig. 3과 같이 분류된다. 1:1이나 1:0의 관계에서는 점(Dot)옆에 'Z'를 붙인다. 1:0~Many의 관계는 대응수가 0이거나 몇 개여도 상관없이 없는 것으로 선과 점으로만 표시하지만 대응수가 1이라도 있는 경우에는 점 옆에 'P'를 붙여야 한다. Many:Many 관계는 선의 양쪽에 점이 표시되는데, 이 경우에는 별도의 개체를 추가하여 수정이 필요한 경우이다^[10].

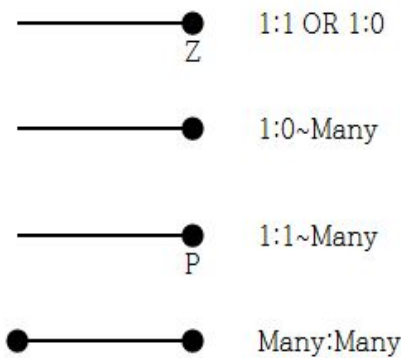


Fig. 3 Relationship cardinality syntax

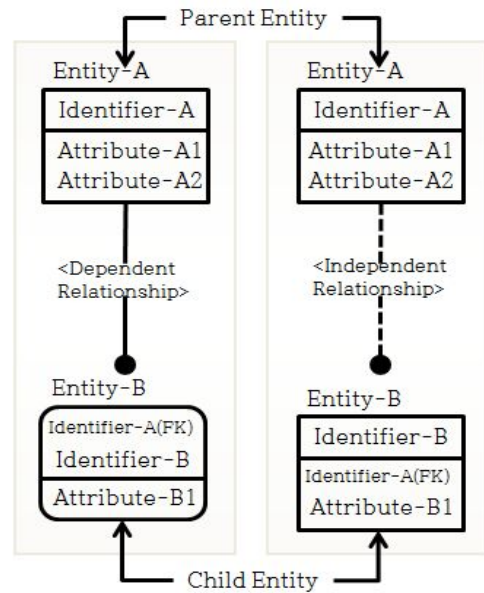


Fig. 4 Relationship syntax

2.1.3 IDEFIX-관계(Relationship)

IDEFIX에서는 관계를 의존/비의존 두 종류로 나누어 표현한다. 비의존 관계를 표현할 때는 카디널리티 선을 파선으로 표시한다. 의존관계에 있을 때 의존하는 개체는 자식개체(Child Entity)이고 상위 개체는 부모개체(Parent Entity)가 된다. 부모개체는 독립/의존 개체 모두 될 수 있다. 그러나 자식개체는 항상 의존개체여야 한다^[10]. Fig. 4에서 이를 나타내었다.

의존/비의존 관계와 별도로 분류관계 (Categorization Relationship)를 나타내는 IDEFIX 표현은 Fig. 5와 같다. 총괄개체(Generic Entity)는 독립개체 뿐만 아니라 의존개체로도 표현될 수 있다^[10].

2.2 분석과정

본 논문에서의 분석과정은 다음과 같은 절차로 진행된다.

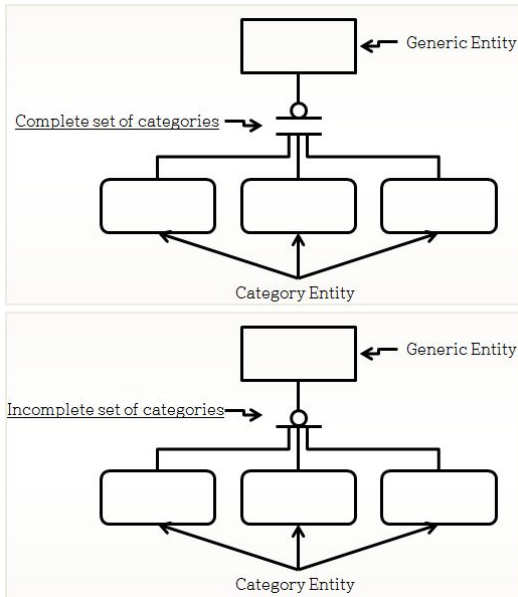


Fig. 5 Categorization relationship syntax

- ① 사용자 요구사항 및 작업 현황 파악
- ② ①을 바탕으로 작업흐름 순서도 작성
- ③ 순서도를 바탕으로 개체 선정 및 속성 추출
- ④ 개체의 의존관계 조사 및 ERD 작성

2.2.1 사용자 요구사항 및 작업 현황 파악

FPSO 선의 크레인에서 원가산출의 중심이 되는 주요 부품은 다음 Fig. 6과 같다.

위의 주요 부품에 관한 기초 설계 사양을 산출하는 작업과정과 사용자 인터뷰를 통하여 파악된 사항은 다음과 같다(Fig. 7).

- ① 고객으로부터 크레인의 타입과 크레인 용량(Capacity), 재료에 대한 요구 사항 등이 주어짐.
- ② 크레인은 선주의 요구에 따라 설계 규정을 달리 적용해야함. 크레인 설계 규정은 CMAA(미국), FEM(유럽), BS(영국) 중 한 가지로 지정됨. 작업자는 선정된 설계 규정집으로부터 필요한 설계 지침을 찾아서 이를 설계 과정에 반영. 선정된 설계규정에 따른 다음의 작업이 진행됨.
- ③ 크레인 용량에 따른 Girder, Saddle, Hoist 선택

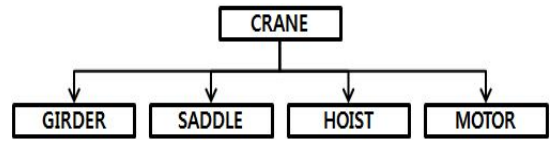


Fig. 6 Crane basic formation hierarchy diagram

및 Motor 용량산출(Hoist, Traversing, Travelling).

- ④ 크레인의 해상 및 운행 조건에 따른 응력 등급 및 설계 조건 결정
- ⑤ 응력등급에 따른 Girder, Saddle의 응력, 변형량 등의 산출을 통한 설계 기초값 만족 여부 판정.
- ⑥ 설계 사양 확정.
- ⑦ 설계 변경 요구 있을 시 수정 작업 반복 진행.

크레인의 경우, 고객이 요구하는 크레인 용량과 크레인 타입에 따른 기초 부품의 초기 사양은 기업의 노하우로 축적된 데이터를 기반으로 선택되며, 해상조건이나 설계 규정 등에 맞추어 수정과정을 거치도록 되어 있다. 사용자의 개발 요구 사항은 위의 일련의 설계 과정에서 수작업으로 이루어지는 설계 규정에 따른 설계 지침 추출을 시스템을 통하여 대신하는 것과 기초 설계의 결과물을 수주과정에서 활용할 수 있도록 설계 결과의 자동 문서화로 파악되었다.

2.2.2 작업 현황 파악을 바탕으로 한 작업흐름 순서도 작성

일반적으로 소프트웨어의 개발에 사용되는 순서도(Flowchart)는 약속된 기호를 이용하여 해결하고자 하는 문제의 논리적 흐름을 약속된 도형으로 나타낸 것을 말한다. 순서도는 데이터들이 어떤 관계에 있고 어떤 기능을 가지고 있는지는 고려되지 않기 때문에 사용자 요구사항에 대한 파악이 어렵고 새로운 데이터의 삽입이나 삭제가 발생할 때 수정이 용이하지 못한 단점이 있기 때문에 분석의 결과물로 사용하는 데에는 어려움이 있다. 그러나 본 연구의 분석단계에서 필요한 순서도는 전(前)단계에서 파악된 크레인 설계 작업을 입력과 출력에 집중하여 표현한 Fig. 8과 같은 간략한 순서도 필요가 필요하다.

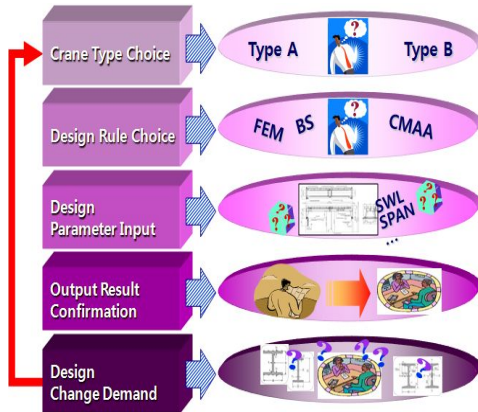


Fig. 7 Work process

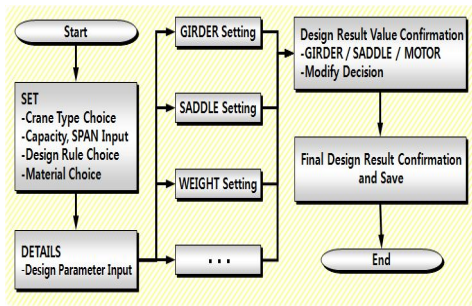


Fig. 8 Flow chart

2.2.3 순서도를 바탕으로 개체 선정 및 속성 추출

앞서 작성된 순서도에서 입력부분과 출력부분의 주체를 개체로 선정한다. 개체를 선정한 뒤 각 개체의 속성을 추출해야 한다. 개체를 특징지을 수 있는 항목들이 속성이 될 것이다. 개체의 속성을 추출하는 방법은 개체집합(Entity Set)과 개체 예(Instance)의 개념을 적용한다^[8]. 예를 들어 다음 Fig. 9에서 보듯이 Customer와 Product는 개체집합이고, Customer 한명 한명에 대한 데이터를 개체 예로 볼 수 있다.

이들 개체 예는 동일한 형태의 항목들을 데이터로 가지므로 개체 예를 테이블로 작성해 보면 개체의 속성을 추출할 수 있다.

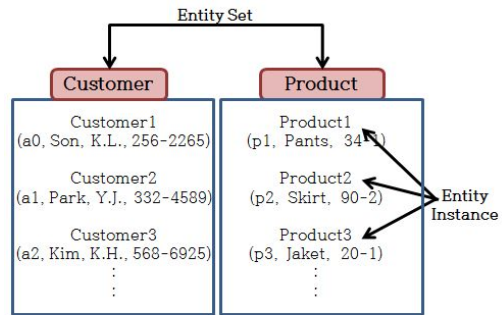


Fig. 9 Entity set, Entity instance

Table 1 Customer entity table

[Customer]

| Customer No. | Name | Phone No. |
|--------------|------------|-----------|
| a0 | Son, K.L. | 256-2265 |
| a1 | Park, Y.J. | 332-4589 |
| a2 | Kim, K.H. | 568-6925 |

Fig. 9의 고객(Customer) 개체의 개체 예를 테이블로 작성하면 다음 Table 1과 같다.

고객 개체를 특징짓는 항목으로 고객번호(Customer No.), 이름(Name), 전화번호(Phone No.)가 있으며 이들 중 고객 개체를 유일하게 만드는 속성은 고객번호이며 이것을 식별자로 채택한다. 나머지 항목들은 속성으로 사용한다.

이와 같은 원리를 크레인 기초 설계 과정에 적용하여 개체를 선정하였고, 이를 Table 2에 나타내었다. 각 개체의 식별자와 속성에 관계되는 용어는 사용자로부터 제공되는 자료로부터 선택되었으며, 사용자와 개발자가 공통으로 이해하는 것을 전제로 하였다. ‘Base Input Data’ 개체에 관한 식별자와 속성의 추출을 위한 개체 예를 Table 3에 나타내었다. Table 2의 다른 개체들도 이와 같은 과정으로 식별자와 속성을 추출하였다.

Table 3의 ‘Base Input Data’ 개체는 수주 받은 특정 크레인에 관한 기초 입력 데이터로 크레인의 용량(Crane Capacity)과 크레인 타입으로 유일한 한가지로 결정이 된다. 따라서 ‘Base Input Data’의 식별자는 ‘Crane Capacity’와 ‘Crane Type’이 될 수 있다.

Table 2 Entity table

| Entity | Identification | Attribute |
|-----------------------|--|--|
| Base Input Data | -Crane Capacity -Crane Type | -Applying Rule -Material |
| Detail Input Data | -Crane Capacity(FK) | -Speed -Rail Size -Wheel Dia. |
| Calculation Output | -Stress -Deformation -Stress Level(FK) | -Judgement |
| Motor | -Crane Capacity(FK) | -Hoist M. Capacity -Traversing M. Capacity -Travelling M. Capacity |
| 1st. Component Design | -Crane Capacity(FK) | - |
| Environment | -Marine Condition -Driving Condition | -Wind Velocity -Operation Time -Operation Cycle |
| Required Condition | -Stress Level -Marine Con.(FK) -Driving Con.(FK) | -Allowable Stress & Deformation |
| Girder | -Crane Capacity(FK) | -Section -Height -Width -Thickness |
| Saddle | -Crane Capacity(FK) | -Section -Wheel Base -Rail Gage |
| Hoist | -Crane Capacity(FK) | -Type -Weight -Lift |
| Report | -Crane Capacity(FK) -Crane Type(FK) | - |

Table 3 Base input data entity instance

| Crane Capacity | Crane Type | Applying Rule | Material |
|----------------|------------|---------------|----------|
| 14ton×17m | Bridge | CMAA | SS41 |
| 10ton×14m | Monorail | FEM | SS41 |

Table 4 Relationship

| Entity | Relationship | Entity |
|--------------------|--------------|-----------------------|
| Base Input Data | Determine | Detail Input Data |
| | | 1st. Component Design |
| | Apply | Motor |
| Calculation Output | Make | Report |
| | Use | 1st. Component Design |
| Environment | Make | Report |
| Required Condition | Determine | Required Condition |
| | Apply | Calculation Output |

2.2.4 개체의 의존관계 조사 및 ERD 작성

각 개체의 의존 관계는 데이터의 입력과 출력에 집중하여 결정한다. 주로 입력 값에 의해 출력값이 ‘결정’되거나 ‘계산’될 수 있다. 이때 ‘결정’되거나 ‘계산’되는 개체는 서로 의존 관계를 가지게 된다. 따라서 두 개체 중 하나 이상이 의존 개체로 표현 될 것이다. 두 개체사이의 관계는 작업 현황 파악 시 조사된 내용을 참고하면 추가적인 의존 관계를 결정할 수 있다. 크레인 설계 작업의 특성상 기업의 축적된 설계 데이터로부터 용량별 기초 부품의 사양이 1차로 결정되고 해상운행 조건이나 설계 규정 등에 따라 수정이 이루어진다. 따라서 ‘Base Input Data’개체의 크레인 용량(Crane Capacity)은 대부분의 개체에서 외부키로 사용된다. 입력과 출력 관점에서 개체간의 관계를 정리하면 Table 4와 같다.

예를 들어 Table 4에서 ‘Base Input Data’개체는 ‘Detail Input Data’개체의 속성값들을 결정(Determine)하고, ‘Calculation Output’개체의 계산에 기준값으로 적용(Apply)된다. 이와 같은 관계를 개체-관계도로 나타내면 Fig. 10과 같이 나타낼 수 있다. Fig. 10의 ERD에서는 각 개체에서 결정되는 항목(속성)이 어떤 기준 항목(식별자)에 의해 산출되는지 알 수 있고, 외부키를 통하여 특정 기준 항목(식별자)이 속성에 미치는 범위도 확인할 수 있다.

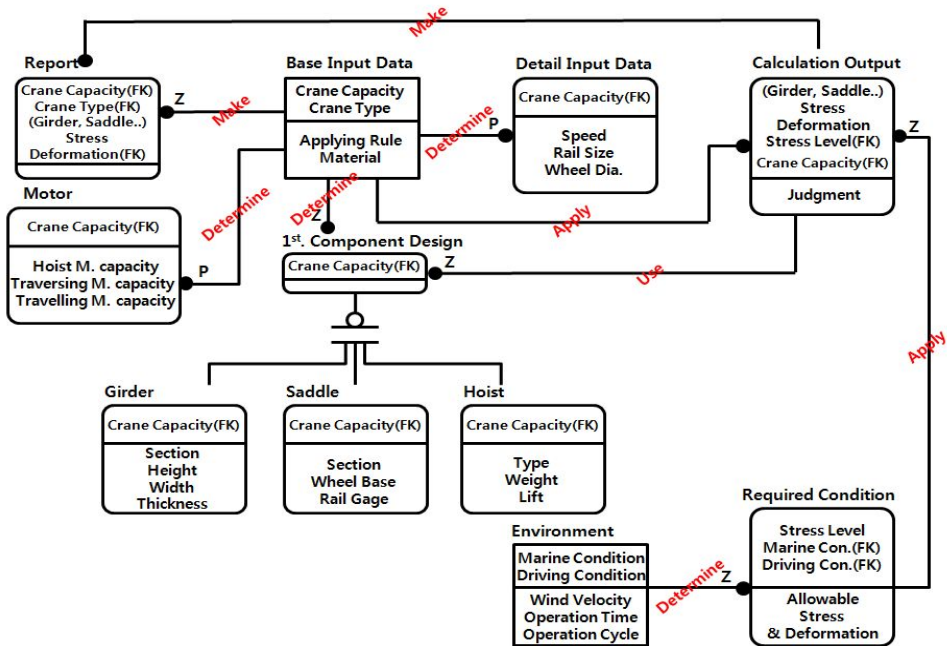


Fig. 10 Application result of the basic design process of a FPSO crane using ERD

2.3 사용자 요구 발생 시 수정과정의 예

분석과정을 통한 결과물로 Fig. 10과 같은 ERD가 완성된 후에 사용자의 추가 작업 또는 수정 작업에 관한 요구가 발생할 수 있다. 예를 들어 원가 산출 작업과 같은 추가 항목이 분석 자료에 반영되기를 요구할 경우 다음과 같은 과정을 통하여 신속하게 그 내용을 추가할 수 있다.

FPSO선 크레인의 기초 설계 과정에 관한 분석이 끝난 후에 원가 산출 작업을 개발 시스템에 추가하고자 하는 사용자의 요구사항이 발생하였을 때, 기존의 소프트웨어 개발 과정에서는 전체 작업 흐름의 순서도에 대하여 원가 산출 부분을 어디에 삽입할 것인가를 결정해야 한다. 그러나 순서도 상에 추가되는 원가 산출 작업은 Fig. 11에서 보듯이 전체 소프트웨어의 구동 과정에서 원가 산출 작업이 이루어지는 시점만을 알 수 있기 때문에 원가 산출에 필요한 데이터나 영향을 미치는 작업 과정 등을 파악하는 것이 어렵다. 실제 소프트웨어 개발에서는 원가 산출을 위한 전반적으로 수정된 순서도가 필요할 것이다.

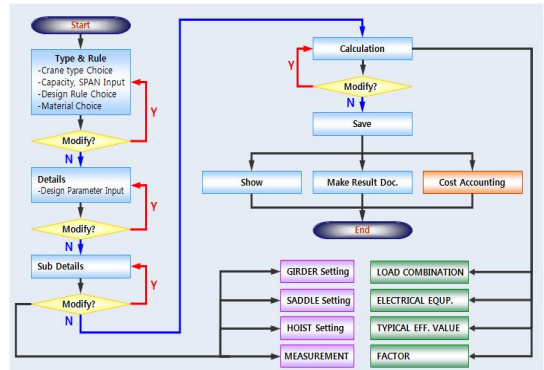


Fig. 11 Modification flow chart of the basic design process of FPSO crane with cost accounting

반면 원가 산출 작업을 본 연구에서 제안한 방법에 의하여 분석하면, 원가 산출 과정이 크레인 설계 과정에서 어떤 항목들에 의해 영향을 받으며 결정되는 지를 도식적으로 확인할 수 있다.

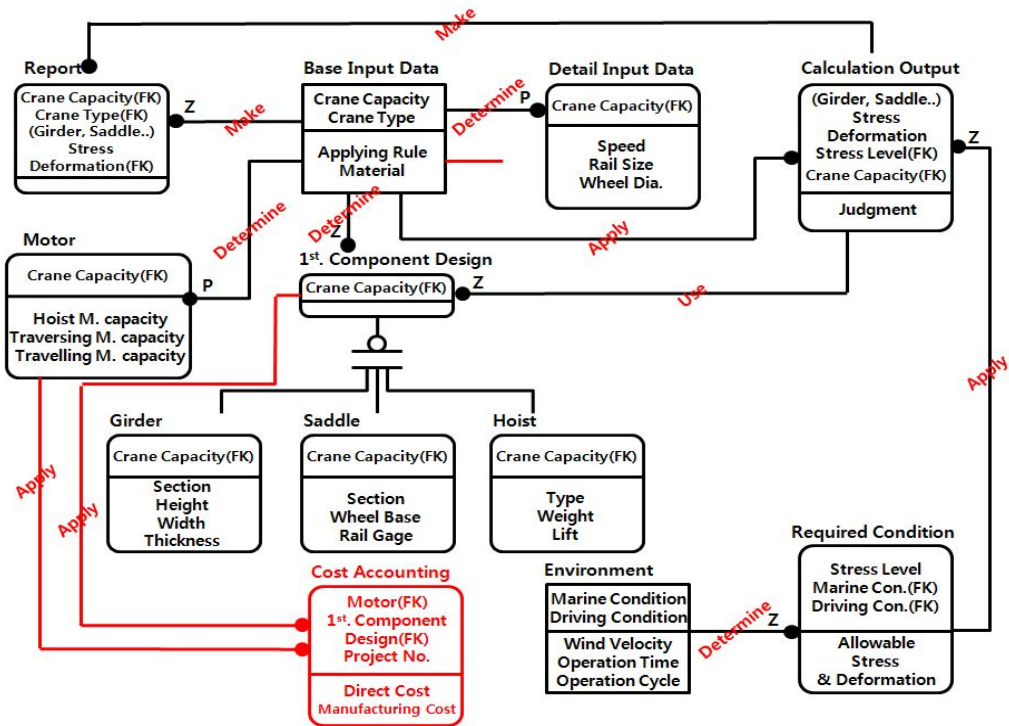


Fig. 12 Modification result of ERD to meet the user requirement for cost estimation

2.2절에서 진행한 ERD작성 과정을 원가 산출 작업에도 동일하게 적용하여보면 다음과 같다.

먼저 원가 산출을 하나의 개체로 선정하여 개체명을 한다. 개체명은 ‘Cost Accounting’으로 선정하고, 속성을 추출하기 위하여 원가 산출 작업을 수주 건별로 정리하여 개체 예를 작성하여 보면 다음 Table 5와 같다. 원가 산출 작업은 수주 건별로 Project No.에 따라 각 부품의 사양에 따른 원가 산출 작업이 이루어지며 원가 산출을 위한 주요 부품은 Motor를 비롯한 1st. Component Design의 Girder, Saddle, Hoist등의 사양이 필요하다. 이를 바탕으로 직접비 등이 산출된다. 따라서 원가 산출 작업을 결정짓는 항목으로는 Project No., Motor, 1st. Component Design이 될 수 있으며 나머지는 속성으로 사용할 수 있다.

Cost Accounting 개체는 Motor 개체와 1st. Component Design 개체의 결과가 적용(Apply)되어 산출된다는 관계를 파악할 수 있다. 이를 반영하여

Table 5 Cost accounting entity instance

| Project No. | Motor | 1st. Component Design | Direct Cost | Manufacturing Cost |
|-------------|----------|-----------------------|-------------|--------------------|
| p2014 | 200/300/ | Girder1/Saddle1 | XXX | WWW |
| | 250 | /Hoist1 | | |
| p2016 | 200/400/ | Girder2/Saddle2 | YYY | ZZ.Z |
| | 190 | /Hoist2 | | |

Fig. 10을 수정하여 표현하면 Fig. 12와 같다.

이를 통하여 원가 산출 작업에 필요한 데이터가 어떤 항목인지 알 수 있으며, 이들 적용 항목들이 결정된 이후에 원가 산출에 적용되는 것을 직관적으로 파악할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 FPSO선의 크레인 기초 설계 소프트웨어를 개발함에 있어 소프트웨어 개발의 전(前)

단계로써 기초 설계 과정에 대한 분석의 결과물로 사용자와 개발자의 공통된 이해를 도울 수 있는 ERD를 작성하였다.

설계 과정에 관한 현장 조사 내용과 사용자 요구사항 및 사용자로부터 제공된 자료 등을 통하여 설계 과정에 관한 순서도를 작성하고 입력과 출력에 집중하여 개체를 선정한 뒤 각 개체의 속성을 파악하고 관계를 정의하여 IDEF1X 표기법을 사용하여 ERD를 작성하였다.

분석이 완료된 이후에 사용자의 요구로 인해 원가 산출과 같은 추가 항목을 분석 결과에 반영하고자 할 때, 전체적인 수정 과정이나 별도의 순서도 작성과 같은 번거로움 없이 개체 정의와 관계 분석만을 통하여 최종 분석 결과에 즉시 수정할 수 있었다.

이와 같은 FPSO선의 크레인 기초 설계 과정의 도식화된 분석 결과물은 소프트웨어 개발 단계의 설계 과정에 활용될 수 있으며, 개발하고자 하는 시스템의 청사진을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

ERD표현 방법을 이용한 이와 같은 분석 방법은 소프트웨어의 개발뿐만 아니라, 기계 공학 분야의 여러 프로젝트 초기 단계에도 확대 적용이 가능할 것으로 예상된다.

후 기

“이 논문은 2012년도 울산대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.”

REFERENCES

1. Lee, W. K. et al., “Development of exclusive system for basic design of offshore bridge crane”, KSMPE, Vol. 11, No. 2, pp. 85-91, 2012.
2. Moon, W. S., “An analysis of error styles in the process of software development.”, Chinju National University of Education Journal, Vol. 41, pp. 89, 1999.3. The Standish Group, “CHAOS Summary 2009”, 2009.
4. Lee, B. G., et al., “Design and development of a standard guidance for software requirement specification”, KIISE, Vol. 36, No. 7, pp. 531-538, 2009.
5. Seo, B. W., et al., The theory and practice of database for system integration, System Integration Institute, pp. 52, 1999.
6. Watanabe kouzo et al., The software design technology, Sung An Dang, pp. 24~69, 2004.
7. Park, H. S., “The Study of Real-Time design feature for Real-Time Object-Oriented Modeling, Unified Modeling language and Pure Object-Oriented Modeling Technique”, Proceedings of the KICS Software Conference 1997, No. 2, pp. 489-494, 1997, No. 2, pp. 489-494, 1997.
8. Seo, G. S., Database management, Bak Yeong Sa, pp. 31~128, 2003.
9. Woo, B. O., “Modeling a manufacturing database for an FMS using IDEF1X”, KIIE, Vol. 1995, No. 10, pp. 103-108, 1995.
10. “Announcing the standard for integration definition for information modeling(IDEF1X)”, Federal Information Processing Standards Publication184, 1993.
11. Youn. S. B., “Minimization of mechanical property difference of large cast iron using taguchi method”, Proceeedings of the KSMPE Spring Conference 2013, Vol. 2013, No. 11, pp. 146-146, 2013.
12. Hwang, J. H., et at., “Simulation technology for accuracy of machine tools”, KSMPE, Vol. 2013, No. 11, pp. 41~41, 2013.