

해양구조물산업에서의 지식기반 CAD 인터페이스 시스템 구축 - 자재관리시스템과 CAD시스템 간의 인터페이스

황성룡¹ · 김재균¹ · 정귀훈² · 양영태³

¹울산대학교 수송시스템공학부/²현대중공업 주식회사 산업기술연구소/³현대중공업 주식회사 해양사업본부

A Development of the Knowledge-Based CAD Interface Systems in Offshore Industry - The Interface Between Material Control System and CAD System

Sungryoung Hwang¹ · Jaegyun Kim¹ · Kuihun Jung² · Youngtae Yang³

Today, offshore design field is concerned with system integration such as CIM(Computer Integrated Manufacturing), PDMS(Product Data Management System) and EDMS(Engineering Data Management System) in order to cope with the change of engineering specification as owner's requirements during construction stage of the project. This paper deals with the case study that describes about the efficient interface between material control system and 3D CAD system to support the design process in offshore industry using design rules involved the designer's knowledge. In this paper, we constructed an information system, called knowledge-based CAD interface systems, which is composed material code management system and 3D specification generator which automatically creates 3D catalogue and specification by linking the material code, called short code, and the specification components of the 3D CAD system. As a result of the construction, it is possible to maintain consistency of the design process, and through reduction of the design processing time and improvement of the design process, competitiveness is improved.

1. 서론

해양구조물산업의 설계업무는 배관, 기계, 구조 등의 다양한 설계부문과 생산, 자재 등의 기업 내의 다른 부문 그리고 무수한 하청업체들이 연관된 매우 복잡하고 반복적인 업무이다. 주어진 기간 내에서 경제적이면서 안정적인 설계를 수행하고, 설계 내의 부문들과 지리적으로 분산된 다른 조직들과의 공동 업무를 지원하고 상호 정보교환을 가능하게 하기 위해서는 설계정보의 공유가 중요하다. 제품의 전체 라이프사이클 동안에 산출된 방대한 양의 설계정보는 타설계부문 및 기업 내의 다른 조직에서 효율적으로 접근 가능해야 하며, 설계정보를 조작, 생성하는 설계업무와 통합되어 관리되어야 한다. 이러한 환경에서 설계, 생산, 자재, 검사, 유지보수 업무를 효율적, 효과적으로 지원하기 위해서는 CAD(Computer Aided Design) 시스템과 통합 데이터베이스를 중심으로 하는 통합시스템이 필요하다.

CAD 인터페이스는 CAD 시스템과 통합 데이터베이스를 중심으로 하는 통합시스템에서 매우 중요한 영역이다[5]. CAD 시스템으로부터 산출되는 방대한 양의 CAD 데이터는 제품에 대한 거의 모든 기하 정보를 포함하므로 설계업무는 물론 생산, 자재조달 등의 많은 부문에서 유용하게 활용되며, 전반적인 기업 데이터의 구조(corporate data structure)에 많은 영향을 미친다(Encarnacao *et al.*, 1986; Tomiyama *et al.*, 1996).

기존의 CAD 인터페이스는 IGES(Initial Graphics Exchange Specification), VDAS(Verband der Automobilindustrie Flächenschnitt-Stelle), STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data) 등의 인터페이스를 통한 이기종 CAD 시스템 간의 데이터 교환, CAD와 CAM(Computer Aided Manufacturing)시스템 간의 데이터 교환, CAD와 분석 및 검증 시스템 간의 데이터 교환 그리고 CAD와 공정계획 시스템 간의 데이터 교환에 많은 연구가 수행되어 왔다(Encarnacao *et al.*, 1986; Tomiyama *et al.*, 1996; Vosnikakos and Davies, 1990).

해양구조물산업에서는 제품의 설계 및 제작의 효율성 증대를 위하여 3차원 CAD 시스템을 도입 사용하고 있는 추세에 있으며, 3차원 CAD 시스템은 모델링을 통한 구조물 가시화로 생산효율성 증대, 제작도면(isometric drawing) 자동 생성, 간섭 현상 검증(interference check), 자재물량 집계 및 다양한 레포팅(reporting) 기능을 보유하고 있으므로 설계업무를 수행하는 데 있어 3차원 CAD 시스템의 의존도가 크다

해양구조물 설계업무의 중요한 특성은 고객의 요구에 따라 수주, 설계, 제작되는 수주생산(make-to-order) 방식으로 설계에 필요한 정보를 표준화하기 어려우며 공사가 진행되는 동안 설계정보가 계속적으로 변경된다는 점이다. 설계정보 변경의 주된 이유는 설계에 사용되는 자재 정보의 불확정성이다. 즉, 공사(project) 초기 단계에서 사용되는 각종 자재정보는 실제로 사용될 확정정보가 아니라 추정과 과거 공사의 경험에 의한 정보이다. 그러므로, 상세설계가 완료되어 제작도면이 산출되기 까지 자재정보의 변경은 계속적으로 발생하며, 이러한 변경사항을 신속하고 유연하게 3차원 CAD 시스템을 사용하는 모델링 업무에 반영하여야 한다. 자재정보의 변경사항을 모델링 업무에 신속하게 반영하기 위해서는 자재코드 부여 및 관리 업무에서부터 3차원 모델링 업무의 사전작업이면서 CAD 시스템의 기초 입력정보인 3차원 카탈로그와 사양(3dimensional catalogue & specification) 작성 업무까지를 일관되게 지원할 수 있는 시스템이 필요하다.

본 연구는 “H”사의 해양사업부를 대상으로 설계업무를 분석하여 비즈니스 요구사항을 도출한 후 이를 바탕으로 일관된 설계업무를 지원하는 지식기반 CAD 인터페이스 시스템 개발 사례를 소개하는 데 그 목적이 있다.

본 지식기반 CAD 인터페이스 시스템의 대상업무는 CAD 시스템을 사용하여 3차원 모델링을 수행하기 위한 이전 업무로 고객의 자재사양을 대상업체의 자재코드로 부여 및 관리하는 업무와 자재발주용 및 타시스템 간의 자재정보의 인터페이스 용으로 사용되는 자재사양 마스터(material specification master)를 작성하는 업무, 그리고 3차원 모델링의 기초 입력자료인 3차원 카탈로그와 사양을 구축하는 업무이다.

본 시스템은 자재코드관리시스템과 3차원 사양생성기로 구성되어 있으며, 자재코드관리시스템과 CAD 시스템 간의 인터페이스를 효율적으로 지원하기 위하여 자재코드와 3차원 사양의 구성요소와의 연계를 통하여 3차원 카탈로그와 사양을 자동 생성한다. 이를 통해 기대되는 효과는 3차원 CAD 시스템의 효율적 사용, 기업 전체 통합시스템의 기반 마련, 설계 기간 단축, 설계업무의 유연성 및 정확성 향상 그리고 신속한 제작 지원 체제 구축 등이다.

2. 해양구조물산업의 설계업무

2.1 해양구조물산업의 설계업무 분석

해양구조물은 플랜트 산업의 한 유형으로 해상 유전지대에 석유와 가스를 생산하기 위해 설치하는 크고 복잡한 구조물이다. 해양구조물산업의 특성을 살펴보면, 우선 고객의 요구에 따라 수주, 설계, 제작되는 수주생산방식으로 설계 및 제작에 필요한 정보를 표준화하기 어렵다. 표준화의 부족으로 공사 시작단계에서는 추정과 경험에 의하여 업무를 수행하며 설계가 진행됨에 따라 정보가 구체화되고 세분화된다. 이러한 이유로 변경 및 추가사항이 발생할 확률이 높으므로 고객의 사양 변화, 설계 사양 변경 등의 환경 변화에 신속하고 유연하게 대처하는 능력이 필요하다(양영태 외 1명, 1997; 황성룡 외 1명, 1996). 해양구조물산업의 또 하나의 중요한 특성은 촉박한 공사기간으로 인해 설계 후 자재발주, 제작 및 설치가 아니라 설계와 자재발주 및 제작 업무가 거의 동시에 진행되고, 설계 부문에서 생성된 제품에 관련된 설계정보를 자재, 제작, 설치 등의 이후 타부문에서 생성된 설계정보를 이용하므로 설계부문이 차지하는 비중이 크다(양영태 등, 1997).

해양구조물산업의 설계업무는 배관, 기계, 구조, 전계장 등의 다양한 설계부문과 생산, 자재 등의 기업 내의 다른 부문 그리고 무수한 하청업체들이 연관되어 매우 복잡하며 반복적이다(황성룡 등, 1996). 본 연구에서는 설계업무의 70%를 차지하는 배관설계업무(piping design process)를 중심으로 분석하였으며, 도면과 자재로 구분하여 개략적으로 업무를 표현하면 <그림 1>과 같다.

기본설계(basic design)는 해양구조물을 개괄적으로 설계하는 업무로 기계장비의 능력, 자재의 제질, 안전설계 및 기계장비와 배관 그리고 전기 및 계기품의 관계를 설계하는 업무이다. 기본설계의 주요 산출물은 2차원 도면인 P & ID(Process & Instrument Diagram)와 3차원 도면인 GA(General Arrangement)이다. P & ID는 기계를 중심으로 배관 및 전기, 계기품의 흐름을 2차원 평면상으로 표현한 도면이고, GA는 현장 경험이 풍부한 엔지니어가 기계를 중심으로 배관 및 전, 계장을 배치한 3차원 도면으로 공간 개념이 포함되어 있다. <그림 1>에서 기본설계관련 업무는 고객의 자재사양(material owner specification)에 따라 자재코드를 부여하는 업무와 부여된 자재코드를 이용하여 대상업체의 공사별 자재사양을 작성하는 “자재사양 마스터” 구축 업무, 그리고 “Pre-MTO(pre-Material Take Off)” 업무이다. Pre-MTO는 해양구조물의 자재 특성상 공사기간에 비하여 자재 발주 후 입고기간이 길기 때문에 상세설계가 완료되지 않은 단계에서 자재 구매를 목적으로 자재를 사양별 또는 종류별로 자재를 집계하는 업무이다.

상세설계단계에서는 먼저 3차원 CAD 시스템을 사용하여 모델링하기 위하여 3차원 카탈로그와 사양을 작성한다. 이는 3차원 모델링의 기초 입력자료로서 3차원 모델링 과정에서 구조물과 배관, 장비 간의 간섭을 검증하는 데 중요한 자료로 사용된다. 3차원 모델링 업무는 기계 위치 및 기계 작동을 고려한 배관라인의 경로를 결정하고, 2차원상에서 검증되지 않은 간섭현상을 검증함은 물론 구조물의 외형적인 모습을 상세하게

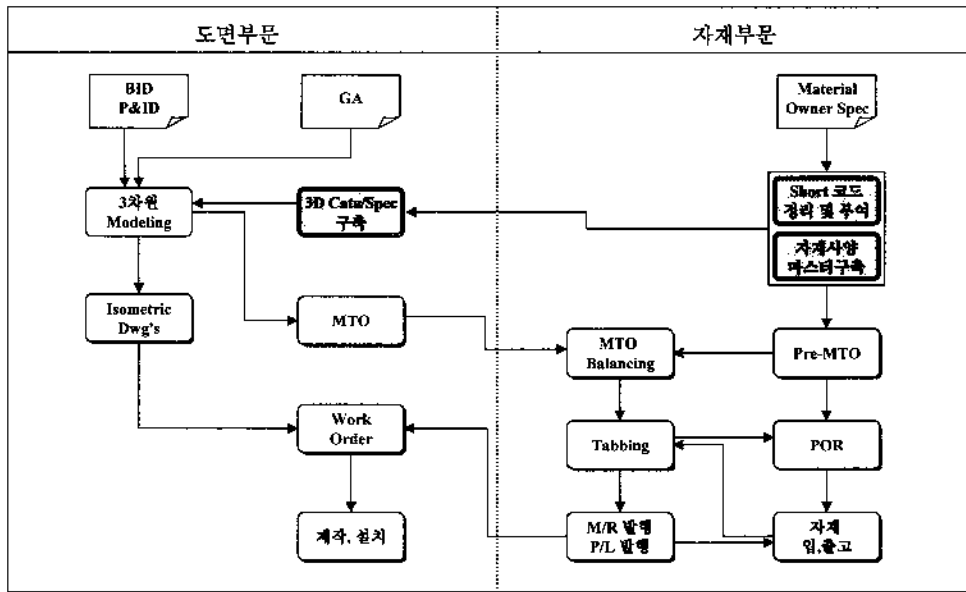


그림 1. 배관설계 업무 흐름도.

가시화하여 제작시 업무효율을 향상시킨다. 3차원 모델링 업무가 진행되는 과정에서 기본설계단계의 Pre-MTO 자재물량과 상세설계단계에서의 자재집계업무인 MTO 자재물량을 비교하여 잉여분에 대해서는 자재 발주를 취소하고, 부족분에 대해서는 자재를 발주하는 자재균형(MTO balancing) 업무를 수행한다.

제작설계단계는 생산효율성, 품질관리, 생산관리를 고려하여 당사에 맞게 구획별로 분할하여 제작, 설치, 검사용 도면을 생성시킨다.

2.2 기존 업무의 개선 요구사항

본 연구의 대상업무인 <그림 1>의 배관설계업무 중에서 short코드 정리 및 부여와 자재사양마스터 구축 그리고 3차원 카탈로그/사양 구축까지의 업무를 CAD 시스템의 활용성과 업무흐름의 일관성 중심으로 개선사항을 정리하면 다음과 같다.

1) 먼저, 자재코드와 연관된 사항으로 부서 간 자재코드 사용의 이원화이다. 설계 및 생산부문에서는 8자리의 “short코드”를 사용하며, 자재, 원가 및 회계부문에서는 11자리의 “MCCS(Material Classification & Coding System)코드”를 자재코드로 사용한다. “short코드”는 치수(size) 속성이 포함되어 있지 않은 코드로, 구조가 체계적이고 길이가 짧아서 사용자가 인지하고 조작하기 편리하다는 장점이 있는 반면, 매 공사마다 “short코드”와 코드에 대한 설명(description)이 개정되므로 과거 공사에 대한 정보 축적이 안 되고, 동일 자재가 상이한 공사에 사용될 때 다중 코드가 부여될 가능성이 높으며, 과거 공사의 잉여 자재 추적에 어려움이 있다. 또한, <그림 1>의

Pre-MTO 후 POR(Purchase Order Requisition)업무를 수행하기 위해서는 “short코드”와 “MCCS코드”와의 연계작업이 필요하다. 자재, 원가, 회계용으로 사용되는 “MCCS코드”는 구조가 복잡하고 길이가 길어서 일관된 코드부여와 사용자 인지 및 조작에 어려움이 있다. 이렇듯 코드체계의 통합화 부족과 코드검색 및 관리기능을 지원하는 적절한 자재코드 관리시스템의 부재 그리고 코드 표준화의 부족으로 부서 간 중복업무가 발생하며, 동일한 자재에 대해 이중 코드가 부여될 가능성이 높고, 코드의 존재 유무를 파악하는 데 어려움이 있으며, 신규 코드 생성시 일관성 문제를 유발한다.

2) 공사별 자재사양 마스터 구축 업무가 수작업으로 수행되므로 정보의 정확도 및 업무의 유연성이 결여되어 있으며 많은 시간이 소모되고 있다. 자재사양 마스터는 자재발주시스템과 3차원 CAD 시스템과의 연계수단이므로 자재사양 마스터의 오류는 자재발주 오류와 3차원 모델링 오류를 유발한다. 그러므로 정확하고 신속하게 이를 지원하는 시스템이 필요하다.

3) 3차원 카탈로그/사양 구축과 연관된 개선사항은 3차원 정보를 포함하는 3차원 카탈로그와 사양의 형식을 정확히 알고 있는 설계자에 의해서 수작업으로 작성되므로 공사마다 2개월 정도의 많은 시간이 소모되고 3차원 모델링 업무를 지연시키며 자재정보의 변경사항을 신속하게 반영할 수 없다. 3차원 카탈로그 사양 구축의 지연으로 상세설계단계의 자재집계업무인 MTO를 3차원 CAD 시스템을 충분히 활용하지 못하고 상당부분을 수작업으로 수행해야 하는 문제를 발생시킨다. 자재코드와 연계하여 자동으로 3차원 카탈로그와 사양을 생성시키는 시스템이 필요하다.

3. 지식 기반 CAD 인터페이스 시스템

본 연구의 지식기반 CAD 인터페이스 시스템은 배관설계업무 중 3차원 모델링의 이전 업무인 자재코드 부여와 자재사양마스터 작성 그리고 3차원 카탈로그 사양 작성 업무를 대상으로 자재코드 관리시스템과 3차원 CAD 시스템 그리고 자재발주 시스템 간의 효율적인 인터페이스 제공, 자재정보 등의 변경에 대한 설계업무의 유연성 증가, CAD 시스템 중심의 통합시스템 기반 마련, 설계기간 단축, 설계업무의 생산성 향상을 목적으로 하고 있다.

지식기반 CAD 인터페이스 시스템은 자재코드 관리시스템과 3차원 사양생성기로 구성되어 있다. 자재코드 관리시스템은 대상업체의 공사별, 자재속성별로 자재코드를 관리하는 시스템이고, 3차원 사양생성기는 자재코드 관리시스템과 연계하여 공사별 자재사양마스터를 작성하고, 작성된 자재사양마스터를 이용하여 3차원 모델링의 기초 입력자료인 3차원 카탈로그와 사양을 자동 생성시킨다.

<그림 2>는 지식기반 CAD 인터페이스 시스템의 구조를 표현한 것으로, 해외 전문업체의 각종 도면과 사양을 제공받아 “자재코드마스터”와 “자재사양마스터”를 이용하여 자재발주시스템에 자재사양마스터를 제공하고, 3차원 CAD 시스템에 3차원 카탈로그와 사양을 제공한다. “자재코드마스터”는 공사별 자재코드를 관리하며, 또한 이들 자재코드와 3차원 카탈로그 사양의 구성요소와의 연계에 관한 현업 설계 담당자의 지식을 지식베이스화하여 관리한다. “자재사양마스터”는 자재발주시스템과 3차원 CAD 시스템 간의 연계 역할을 하며 공사별 자재사양을 관리한다.

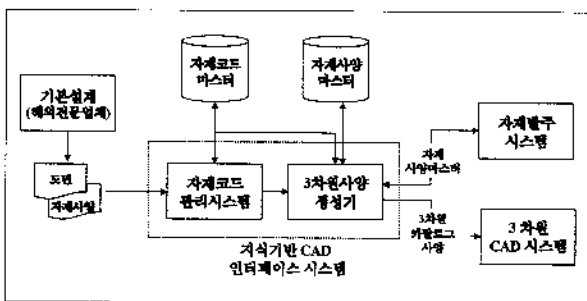


그림 2. 지식기반 CAD 인터페이스 시스템.

지식기반 CAD 인터페이스 시스템의 하드웨어 구성도는 <그림 3>에 표현되어 있으며, Windows NT Server 내의 ORACLE 데이터베이스에 “자재코드마스터”와 “자재사양마스터”를 관리하고 있다. 최상위 서버는 IBM DBII의 전사시스템으로 자재발주업무를 담당하는 시스템이다.

본 시스템의 개발환경은 3차원 CAD 시스템으로써 해양구조

물과 육상 플랫폼분야에서 세계적으로 광범위하게 사용되는 PDMS(Plant Design Management System)(CADCENTRE)를 사용하였으며, Windows NT 4.0하에서 관계형 데이터베이스인 ORACLE 7.3, 구현 도구로는 Developer/2000을 사용하여 개발하였다.

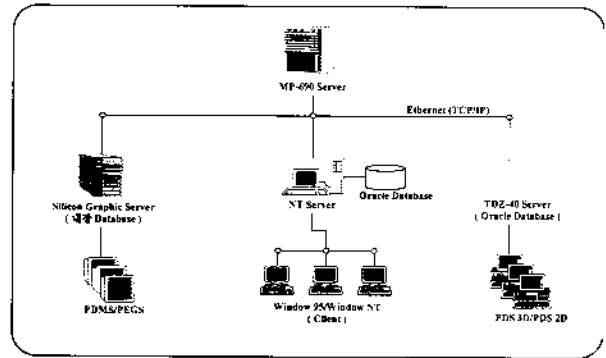


그림 3. 하드웨어 구성도.

3.1 자재코드 관리시스템

해양구조물은 수십 만 개의 자재로 구성되어 있으며, 자재의 효율적 관리는 공사의 성패에 결정적인 역할을 한다. 자재코드 관리시스템은 설계 및 생산에서 사용되는 자재코드인 short 코드와 size 코드를 표준화하여 데이터베이스로 구축, 관리하는 시스템이다. 본 연구에서는 short 코드에 size 코드를 합하여 자재코드로 정의한다. short 코드의 구조는 <그림 4>에서 나타난 바와 같이 sort no., item, material, description, thickness의 8자리로 구성되어 있다. sort no.는 자재를 정렬하기 위한 코드이며, Item은 자재코드이고, material은 자재의 재질을 의미하며, description은 자재의 재질별 연결부의 형태(Connection Type)를 의미하며, thickness는 자재의 재질별 두께 및 Pressure Rating을 의미한다. short 코드는 대상업체의 자재발주, 원가, 회계 등의 용도로 사용하는 11자리의 MCCS 코드에 비해 구조가 체계적이고, 자릿수가 적으므로 사용자가 인지하고 조작하기에 편리하다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 자재발주 업무를 지원

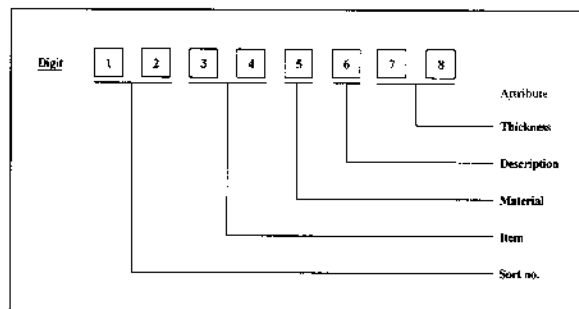


그림 4. short 코드의 구조.

하기 위해서는 short 코드와 MCCS 코드가 연계되어야 한다. 이는 향후에 기술될 3차원 사양 생성기에서 관리한다.

본 연구의 자재코드 관리시스템은 특정 공사와 무관하게 모든 표준 자재코드를 포함하는 “Standard”와 특정 공사의 자재코드를 관리하는 “Project”로 구분 관리한다. 자재코드 관리시스템을 사용한 일반적인 업무절차는 고객의 자재사양을 참조 하면서 “Standard”로부터 특정 공사에서 사용되는 자재코드를 추출하여 해당 공사에 사용되는 자재코드를 구축한다. 이를 통하여 과거의 자재코드 정보를 재사용할 수 있으며, 코드의 표준화를 이룩할 수 있다. 또한 GUI(Graphical User Interface) 환경에서 코드 검색 및 생성을 수행하므로 비전문가도 빠르고 정확하게 short 코드 정보의 조작이 가능하며, 신규 코드 생성이 용이하므로 동일 자재에 대한 이중 코드를 방지할 수 있다.

자재코드 관리시스템의 주요 기능은 사용자 중심의 자재 코드 검색, 코드 생성, 수정, 삭제, “Standard” 또는 기존의 유사한 공사에서 현 공사에 필요한 자재코드를 복사, 코드의 설명 관리, 자재코드직 작성 등이다.

3.2 3차원 사양 생성기

3차원 사양 생성기는 해양 배관설계업무 중 자재사양마스터 구축과 3차원 카탈로그/사양구축업무를 지원하고, 자재발주시스템과 3차원 CAD 시스템 간의 연계수단으로 활용된다.

자재사양마스터 구축과 3차원 카탈로그/사양 구축업무가 수작업으로 수행됨에 따라 정보의 정확도 및 업무의 유연성이 결여되어 있으며 많은 시간이 소모된다. 자재사양마스터 구축과 3차원 카탈로그/사양의 오류는 자재발주 오류와 모델링 오류를 통한 제작 오류의 원인이 되므로 이를 정확하고 신속하게 구축하는 것은 중요하다. 또한, 상세설계가 완료되어 제작도면이 산출되기까지 자재정보의 변경이 수시로 발생하므로 변경사항을 유연하게 모델링에 반영하기 위해서는 자재사양마스터 구축과 3차원 카탈로그/사양 구축을 일관되게 지원하는 시스템이 필요하다.

3차원 사양 생성기는 위에서 기술된 비즈니스 요구사항을 반영하기 위하여 자재코드 관리시스템에서 구축된 해당 공사의 자재코드(short code와 size code)를 이용하여 batch(치수 범위)로 공사별 자재코드를 생성시키며, 공사별 자재사양마스터를 구축한다. 또한, 자재발주를 담당하는 상위시스템에 자재사양마스터를 제공하고, 자재발주시스템에서의 변경사항을 비교, 검증 후에 자재사양마스터에 재반영하는 하는 방법으로 자재발주시스템과 인터페이스한다. 생성된 자재사양마스터를 기반으로 자재코드와 CAD 시스템의 3차원 사양의 구성요소와의 연계를 관리하는 코드 속성 테이블(Item, Material, Description, Thickness, Size)을 이용하여 3차원 모델링의 기초 입력정보인 3차원 카탈로그와 사양을 자동 생성한다.

3.2.1 3차원 카탈로그(Catalogue)와 사양(Specification)

본 연구에서 사용되는 3차원 CAD 시스템인 PDMS(plant design design management system)는 Silicon Graphics상에서 운영되는 시스템으로 자체 내장 데이터베이스를 가지고 있다. PDMS 시스템 내의 주요 데이터베이스는 ADMIN DB(Database), CATALOGUE DB, DESIGN DB, DRAWING DB이다. ADMIN DB는 공사관리를 목적으로 각종 파라미터(parameter)를 설정하고 관리하는 기능을 수행한다. CATALOGUE DB는 모델링에 필요한 모든 자재관련 정보를 관리하며 주요 구성요소는 CATA(catalogue)와 SPEC(specification)이다. DESIGN DB는 모델링을 수행한 정보를 관리하는 데이터베이스로 자재정보, 위치정보 그리고 방향정보를 포함한다. DRAWING DB는 모델링 정보를 이용하여 2차원 도면을 생성하는 기능을 담당한다(CADCENTER).

모델링 업무를 수행하기 전에 반드시 CATALOGUE DB 내에 CATA와 SPEC이 입력되어 있어야 하므로 3차원 CAD 시스템을 사용하는 최초의 업무가 CATA와 SPEC을 작성하는 업무이다. 본 논문에서는 CATALOGUE DB 내의 CATA와 SPEC을 중심으로 배관자재 중 파이프 예제를 통하여 CATALOGUE DB의 구조와 이러한 구조 내에서 SPEC이 어떻게 사용되는지를 설명한다.

<그림 5>는 CATALOGUE DB의 최상위 구조를 표현한 것으로

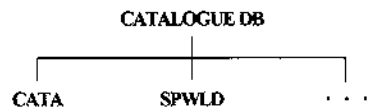


그림 5. CATALOGUE DB의 최상위 구조.

로, CATALOGUE DB 내에서 유지되는 정보는 CATA(component catalogue)와 SPWLD(specification world)와 같은 여러 개의 기능적 그룹으로 분할된다. CATA는 배관 구성요소에 관한 실제적인 정보를 저장하며, 제작도면에 구성요소를 표현하기 위하여 임의의 텍스트를 추가할 수 있다. CATA 내의 데이터는 SPEC을 경유하여 모델링에 사용된다. SPWLD는 자재에 대한 모든 구성요소를 포함하면서, 사용 용도에 따라 CATA로부터 적당한 구성요소를 참조할 수 있는 세부적인 SPEC을 관리한다.

<그림 6>은 CATA의 구조를 표현한 것으로, SECT(piping section)와 STSECT(structural section)는 배관과 구조에 관한 구성

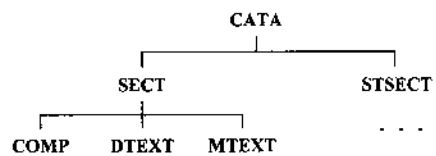


그림 6. CATA의 구조.

요소를 구분하기 위한 것이며, SECT는 COMP(component), DTEXT(detailing text) 그리고 MTEXT(material text)로 구성되어 있다. COMP는 배관 구성요소에 대한 정의를 포함한다. 이들 정의는 GMSET(geometry set)와 PTSET(point set) 그리고 각 구성 요소의 type, size, geometry를 지정하는 parameter list로 구성되어 있다. DTEXT는 제작도상의 구성요소를 기술하는 데 사용되는 텍스트를 포함하며 MTEXT는 구성요소 제작에 필요한 자재를 기술하는 데 사용되는 텍스트를 포함한다.

SPEC은 CATALOGUE DB 내의 SPWLD에서 관리되며, 이의 구조는 <그림 7>과 같이 CATA의 구조와 유사하게 계층적으로 구성되어 있다. SPEC은 설계사양(engineering specification)으로써 자재에 대한 거의 모든 정보를 포함하며, <그림 8>과 같이 테이블 형식(tabular form)으로 표현된다.

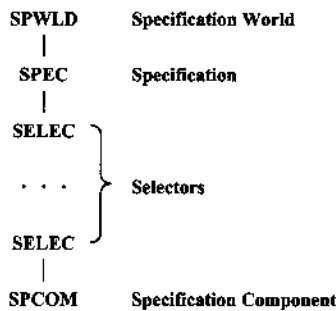


그림 7. SPWLD의 구조.

SPECIFICATION /AI ← SPEC Name	
MATREF →	Overall SPEC Pointers
FLUREF →	Overall SPEC Settings
RATING 150.000	
LNETYPE NUL	
TEXT 'PPING'	
HEADING	
TYPE NAME	PBORO STYP RATG SHOP CATREF DETAIL MATXT CMPREF BLTREF
DEFAULTS	
	← Default Settings
TUBE *02PP0105:10 10.00 PP TRUE /PP_0.BE.10 /02PP0105 → → → TUBE *02PP0105:2 2.00 PP TRUE /PP_0.BE.2 /02PP0105 → → → TUBE *02PP0105:2D 2.50 PP TRUE /PP_0.BE.2D /02PP0105 → → → TUBE *02PP0105:3 3.00 PP TRUE /PP_0.BE.3 /02PP0105 → → → TUBE *02PP0105:3D 3.50 PP TRUE /PP_0.BE.3D /02PP0105 → → →	
	} SPCOMS (SPEC Components)

그림 8. 배관 구성요소에 대한 전형적인 사양(SPEC).

SPEC은 크게 Overall specification pointers/settings, Heading, Defaults, SPCOM의 4부분으로 구분할 수 있다. Overall specification pointers/settings은 SPEC의 최상단 부분에 위치해 있으며, 각각의 SPCOM에 적용되는 것이 아니라 SPEC 전체에 적용된다.

테이블의 Overall specification pointers/settings을 제외한 잔여 부분에 대한 열(column)의 표제를 정의하는 Heading은 TYPE, NAME, Selector 그리고 Reference Pointer의 4부분으로 구성되어 있으며, TYPE에 따라 서로 상이한 Heading을 가진다. 예를 들

어, 자재 item이 파이프라면 Heading은 "TYPE NAME PBORE0 STYP RATG SHOP CATREF DETAIL MATXT CMPREF BLTREF"이다. TYPE은 SPCOM에 의해 표현된 구성요소의 generic type (GTYPE)으로, 파이프의 TYPE은 TUBE이다. NAME은 각 SPCOM에 대한 유일 식별자(unique identifier)로 대상업체에서는 /*short code : cata_size 형식으로 사용한다. 만일 TYPE이 TUBE 라면 Selector는 "PBORE0 STYP RATG SHOP"이고, PBORE0은 P-point0의 bore를 의미하며, RATG(Rating)는 pressure rating이다. STYP는 generic type의 하위단위인 구성요소의 specific type으로, 대상업체에서는 short code의 item code를 사용하며, 파이프의 STYPE는 PP이다. SHOP은 구성요소가 공장제작(shop fabrication)이면 "TRUE"이고 설치현장조립(on-site assembly) 이면 "FALSE"이다. Reference Pointer는 모든 TYPE에 공통적으로 CATREF, DETAIL, CMPREF, BLTREF의 4가지 요소를 가진다. 각 SPCOM은 CATA 내의 COMP로의 포인터를 포함하며, 이를 catalogue reference(CATREF)라 하며 새로운 파이프를 설계할 때 올바른 구성요소 선택에 중요한 역할을 한다. 또한 각 SPCOM 은 DTEXT를 참조하기 위한 DETAIL, MTEXT를 참조하기 위한 MATXT 그리고 BLTAB(bolt table)를 참조하기 위한 BLTREF (bolting reference)를 포함한다.

대부분의 SELEC은 SPCOM에 의해 정의되지 않을 때 Default Setting부분의 default value가 할당된다. 그러나 NAME, TYPE, CATREF 그리고 DETAIL은 default value가 허용되지 않는다.

<그림 9>는 설계정보(design data)와 사양(SPEC) 그리고 카탈로그 간의 연계관계를 표현한 것으로 카탈로그로부터 적당한 배관 구성요소를 선택하기 위해서 사양이 어떻게 사용되는지를 설명한다. 새로운 파이프의 설계 동안에 적당한 배관 구성 요소가 선택되기 위해서는 두 가지 필수적인 연계(즉, Design Component → Specification, Specification → Catalogue Component)가 있어야 하며, 새로운 배관 구성요소가 Design DB에 등록되기 위해서는 다음의 절차가 수행되어야 한다. 1) Design 구성요소가 요구된 사양을 참조하기 위하여 specification reference (SPREF)에 할당된다. 2) SPREF는 SELEC를 경유하여 CATALOGUE DB내의 SPCOM을 참조한다. 3) SPCOM은

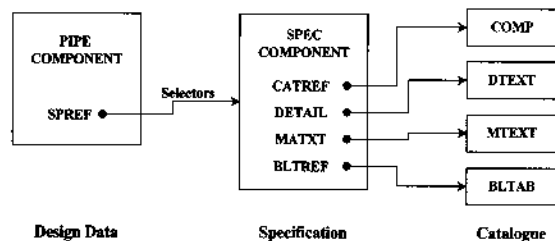


그림 9. Design Data, Specification 그리고 Catalogue 간의 관계.

표 1. SPEC component와 자재코드 간의 관계

순번	SPEC Component	Material Code	Sample Data
1	HEADING	Item	TYPE NAME PBORE0 STYP SHOP CATREF DETAIL MATXT CMPREF BLTREF
2	TYPE	Item	TUBE
3	NAME	Short Code, Size	*/02PP4004 : 1D (* /short code : cata size)
4	PBORE0	Size	1.50
5	STYP	Item	PP
6	SHOP	Item	TRUE
7	CATREF	Item, Material, Size, Thickness, Description	/,PP,,S/100,0,BE,1D (아래 참조)
8	DETAIL	Short Code	/02PP4004
9	MATXT		=0
10	CMPREF		=0
11	BLTREF	Item	=0

CATREF 포인터를 경유하여 적당한 카탈로그 구성요소(COMP)를 참조한다.

본 논문의 대상 CAD 시스템에는 SPEC 생성과 조작을 지원하는 SPCON(specification constructor) 모듈이 있다. 3차원 사양 생성기에 의해 생성된 SPEC은 SPCON에 의해 CAD 시스템에 입력된다.

3.2.2 자재코드와 SPEC Component의 연계규칙

자재사양마스터를 기반으로 3차원 카탈로그와 사양을 자동 생성하기 위해서는 자재코드와 3차원 사양의 구성요소와의 연계규칙이 필요하다. 이러한 연계규칙은 설계자의 다양한 과거 공사 경험에 의해 축적된 지식을 지식베이스화한 것이다. <그림 2>의 자재코드마스터 내의 코드 속성 테이블(Item, Material, Description, Thickness, Size)에서 자재코드와 사양 구성요소 간의 연계규칙을 관리한다. 각 코드 속성 테이블의 세부 속성(attribute)은 다음 절의 개체관계도에 표현되어 있다.

자재사양마스터의 속성은 공사번호, 자재사양번호, short 코드, size 코드, short 코드 설명, MCCS 코드, unit, weight이다. 이중 3차원 사양 생성기는 short 코드와 size 코드를 이용하여 카탈로그와 사양을 생성한다.

<표 1>은 파이프 자재의 3차원 사양 구성요소와 자재코드 간의 연계관계를 표현한 것이다. HEADING은 Item에 따라 서로 상이하다. TYPE은 유사한 Item을 그룹화한 generic type이다. NAME은 */short code : cata_size 형태로 사용되며, cata_size는 CAD 시스템에서 사용하는 카탈로그 치수로 단위는 inch이다 (예: 0.5 inch인 경우 D로 표현). PBORE0는 소수점 두 자리로 표

현되고 단위는 inch인 치수이며, Item에 따라 하나 이상의 PBORE를 가질 수 있다. STYP는 specific type으로 Item 코드와 동일하다. SHOP은 Item에 따라 TRUE와 FALSE가 결정된다. DETAIL은 /short code형태로 표현된다. BLTREF는 Item에 따라 Bolt Table의 참조 유무가 결정된다. 그리고 대상업체에서는 MATXT와 CMPREF는 사용하지 않는다.

3차원 사양의 구성요소 중에서 CATREF는 CAD 시스템 내의 형상인식 및 치수정보이므로 중요하게 취급된다. <그림 10>은 파이프 예제를 통하여 short코드 "02PP404"와 size 코드 "H"가 코드 속성 테이블을 통하여 CATREF인 "/,PP,,S100,0,BE,1D"로 변환되는 과정을 설명한 것이다. short코드의 3, 4 자리인 Item은 CATREF의 2번째 자리인 Head Code와 연계되며, Material은 5번째 자리인 Material과 연계되며, Description은 6번째 Digit인 Face(또는 Connection Type)와, 그리고 Size는 7번째 자리인 Size와 연계된다.

3.2.3 데이터 모델링 및 주요 관리화면

<그림 11>은 지식기반 CAD 인터페이스 시스템의 개체관계도(entity relationship diagram) (Encarnacao et al., 1986)로 short코드의 속성을 관리하는 ITEM, MATERIAL, DESCRIPTION, THICKNESS 개체와 여러 유형(inch, mm, catalogue size, specification size)의 치수정보를 관리하는 SIZE 개체 그리고 자재사양마스터의 정보를 관리하는 MAIL_SPEC 개체로 구성되어 있으며, 그들 간의 관계(relation-ship)를 표현한 것이다.

<그림 12>는 3차원 사양 생성기의 short코드 생성 화면으로 Item, Material, Description, Thickness의 해당 코드를 선택한 후

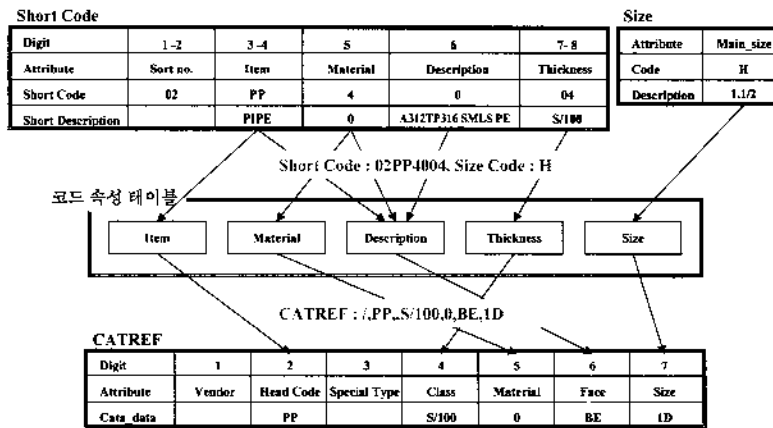


그림 10. 자재코드와 CATREF의 연계.

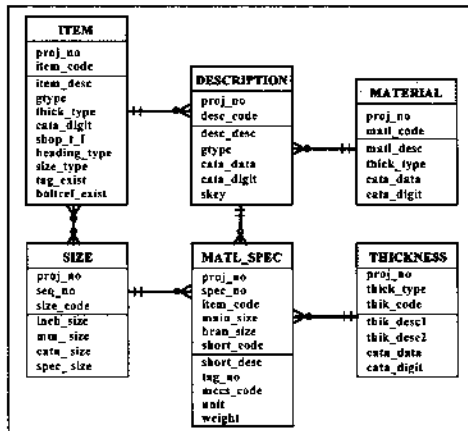


그림 11. 3차원 사양 생성기의 개체 관계도.

생성된 자재사양마스터를 제공한 후 자재발주시스템에서 변경 및 추가된 사항을 이전의 자재사양마스터와 비교 검증한 후 자재사양마스터에 재반영하는 기능을 수행하는 화면이다.

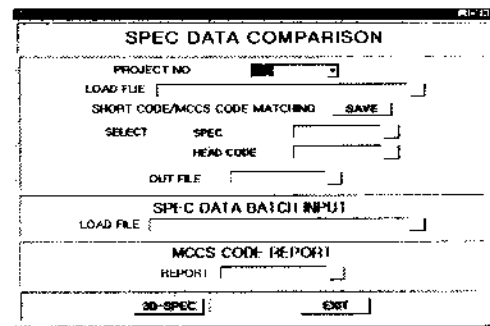


그림 13. 자재사양 비교 화면.

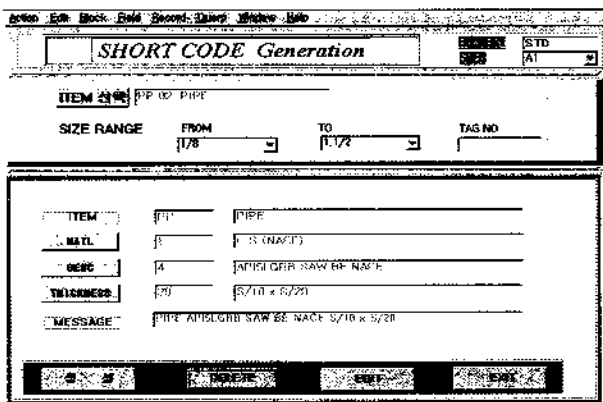


그림 12. Short코드 생성 화면.

size 범위를 입력하면 size 범위 내의 각 size수만큼 MATL_SPEC 테이블에 공사번호, 자재사양번호, short코드, short코드 설명 (화면상의 message), size 등이 등록된다.

<그림 13>의 자재사양 비교 화면은 상위 자재시스템으로

<그림 14>의 카탈로그 사양 생성 화면은 자재사양마스터를 기반으로 3차원 카탈로그 사양을 생성하는 화면이다. 4가지 Option(Project, Project/Spec, Project/Item, Project/Spec/Item)에 따라 원하는 3차원 카탈로그의 사양을 작성할 수 있다.

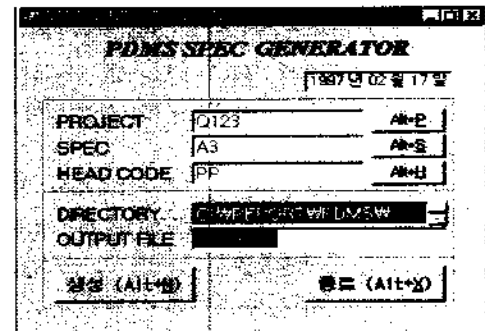


그림 14. 3차원 사양 생성기.

4. 개선효과

자재코드 관리시스템과 3차원 사양 생성기로 구성된 본 지식기반 CAD 인터페이스 시스템의 구축으로 기대되는 효과를 기존 설계업무와 시스템 구축 후의 설계업무를 비교하여 표현하면 <그림 15>와 같다.

위한 방안으로 지식기반 CAD 인터페이스 시스템을 개발하였다. 본 지식기반 CAD 인터페이스 시스템은 설계, 생산용으로 사용되는 자재코드인 short코드를 관리하는 자재코드 관리시스템과 이를 기반으로 자재발주시스템과 3차원 CAD 시스템 간의 연계 역할을 하는 자재사양마스터 작성을 지원하고, 생성된 자재사양마스터와 자재코드와 3차원 사양의 구성요소와의 연계규칙에 관한 설계자의 지식이 포함된 코드속성테이블

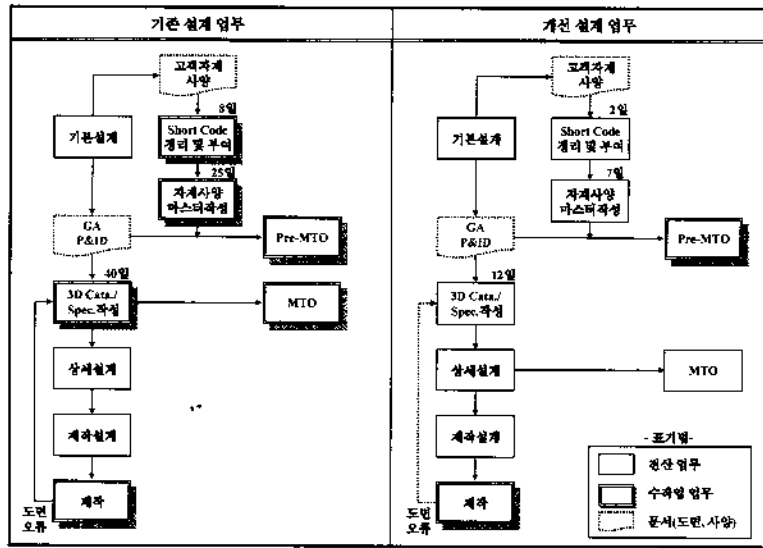


그림 15. 기존 설계업무와 개선 설계업무의 비교.

업무 처리시간의 측면에서 기존 설계업무와 개선 설계업무를 비교하면 short코드의 비표준화와 코드관리시스템의 부재로 short코드 정리 및 부여 업무에 8일(평균수치)이 소요되며, 자재사양마스터의 수작업 작성으로 25일이 소요되며, 3차원 카탈로그와 사양 작성에 40일이 소요된다.

개선 설계업무의 경우에는 코드 정보 축적과 코드의 표준화로 short코드 부여 업무에 2일, 자재사양마스터 작성에 7일 그리고 3차원 카탈로그와 사양을 구축하는 데 12일이 소요된다. 그러므로, 공사당 평균적으로 52일의 공사기간 단축 효과를 거둘 수 있다. 공사기간 단축 이외의 효과로는 전산화와 자동화를 통한 정보의 정확도 향상으로 자재발주 오류와 제작 오류를 감소시킬 수 있으며 변경에 대한 업무의 유연성이 증가되었다. 또한, 3차원 사양 생성기를 이용하여 비전문가도 빠르고 정확하게 3차원 카탈로그와 사양을 구축할 수 있으므로 MTO 업무를 3차원 CAD시스템을 이용하여 수행 가능하게 되었다.

을 이용하여 3차원 모델링의 기초 입력자료인 3차원 카탈로그와 사양을 자동 생성하는 3차원 사양 생성기로 구성되어 있다.

향후 연구 방향은 3차원 모델링의 정보를 통합, 공유하여 다양한 설계부문 간의 정보통합 및 모델링 진척도를 파악하기 위한 3차원 모델링 정보시스템을 개발중에 있으며, 점차적으로 설계업무와 매우 밀접한 연관이 있는 자재발주시스템과 제작시스템 간의 시스템통합 그리고 기본설계 전문업체 및 하청업체 간의 시스템통합을 추진할 예정이다.

참고문헌

양영태, 김재균(1997), 관계형 데이터베이스를 이용한 PDMS/PDS의 통합 데이터 모델링에 관한 연구, *한국해양공학회지*, 11(3), 200-211.
 황성룡, 김재균(1996), 관계형 데이터베이스를 이용한 해양설계업무의 생산성 향상에 관한 연구, *공학석사학위논문*.
 CADCENTER, PDMS SPECON Version 1.0, Ch.1- Ch.4.
 CADCENTRE, <http://www.cadcentre.co.uk/product/index3.htm>.
 Encarnacao, J., Schuster, R. and Voge, E. (1986), *Product Data Interface in CAD/CAM Applications : Design, Implementation and Experiences*, Springer-Verlag.
 Teorey, T. J. (1994), *Database Modeling & Design the Fundamental Principles*, Morgan Kaufmann, 2nd. edn.
 Tomiyama, T., Mantyla, M. and Finger, S. (1996), *Knowledge Intensive CAD*, Chapman & Hall, 1.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 해양구조물산업의 설계업무를 분석하여 비즈니스 요구사항을 도출한 후, 도출한 요구사항을 충족시키기

Vosniakos, G. C. and Davies, B. J. (1990), An IGES post-processor for interfacing CAD and CAPP of 2 1/2D prismatic parts, International Journal of Advanced

Manufacturing Technology, 5, 135-164.



황성룡

1995년 울산대학교 산업공학 학사
1997년 울산대학교 산업공학 석사
현재: 울산대학교 수송시스템공학부 박사
과정
관심 분야: Enterprise Modeling and Integration,
Data Modeling, Manufacturing Information
System



정귀훈

1986년 울산대학교 조선 및 해양공학과 학사
1988년 울산대학교 조선 및 해양공학과 석사
현재: 현대중공업(주) 산업기술연구소 자동
화연구실 선임연구원
관심 분야: 레이아웃 설계 및 검증, 제조
정보시스템 개발, 가상제조(Virtual Manufacturing)



김재균

1979년 인하대학교 산업공학 학사
1981년 한국과학기술원 산업공학 석사
1992년 한국과학기술원 경영과학 박사
현재: 울산대학교 수송시스템공학부 교수
관심 분야: CIM, PDM, DB 응용, 정보표준
화, 통신망설계 등

양영태

1983년 인하대학교 조선해양공학 학사
1985년 인하대학교 선박해양공학 석사
1992년 인하대학교 선박해양공학 박사
현재: 현대중공업(주) 해양/플랜트 사업본부
부장
관심 분야: Global Concurrent Engineering