

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

이종필, 문윤재*, 이재현**†

SK건설(주), *한양대학교 대학원, **한양대학교 기계공학부

Improvement of the Code Classification Structure in Piping Material Management for Petrochemical Plant Projects

Jong-Pill Lee, Yoon-Jae Moon*, Jae-Heon Lee**†

SK Engineering & Construction Co. Ltd., Seoul 110-900, Korea

*Graduate School, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

**School of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received October 10, 2014; accepted December 28, 2014)

초 록 : 본 연구는 석유화학 플랜트 설계, 구매 시공에 직간접적으로 많은 영향을 주는 배관자재의 관리 효율성을 높이기 위하여 자재 코드 및 자재관리 시스템의 근간이 되는 배관자재 코드 분류체계를 개선하였다. 기존 배관자재 코드 분류체계를 개선하기 위하여 내재된 문제점을 자세히 파악하고 국내외 대형 EPC 기업의 배관자재 코드 분류체계 특징을 조사하였으며, 최근 대형화, 전문화 되어가는 프로젝트의 특성을 고려하여 개선 방향을 설정하였다. 배관 자재별 특성에 맞는 코드 분류체계를 정의하고, 표준 속성을 추가하고, 신규 자재 및 재질을 고려한 코드 자릿수 확장 및 계층적 분류 구조를 통하여 효율적 배관 자재관리를 위한 배관 자재 코드 분류체계의 개선 구조를 도출하였다. 개선된 배관자재 코드 분류체계를 수행 중인 프로젝트에 적용한 결과, 자재 구매사양서의 재 작업률이 평균 4.98%에서 2.48%로 감소하였으며, 3차원설계에서 요구되는 배관 형상 구축 작업시간이 기존 평균 작업인원 2명이 6개월 소요 되었으나, 1명이 4개월로 67% 감소 효과를 가져왔다. 또한 피라미드 코드 구조를 통하여 전사 자재관리 시스템과 연동되어 구매, 견적 등 유관 부서에서 다양한 데이터를 축적하고 내부 경영관리 의사결정을 위한 프로젝트 분석에 활용할 수 있게 되었다.

ABSTRACT : The objective of this study is to improve the classification structure of commodity code for piping material management which is considered as the fundamental of commodity code and piping material management system. It enhances the efficiency of piping material management directly or indirectly affecting the engineering, procurement and construction in a petrochemical plant projects. To establish an improved code classification structure, this study identifies the problems of former code classification structure in details, as well as the characteristics of other domestic and global EPC company's code classification structures and presents the improved direction considering the recently mega-sized and specialized projects. Accordingly, to efficiently enhance piping material management, the improved code classification structures have been derived from defining suitable code classification structure for specific piping component, adding more standard attribute, expanding the number of code digits and classifying code hierarchy. The results of applying the improved classification structure of commodity code to on-going project have led to reduce the rate of rework from 4.98% to 2.48% for developing purchase description and also have saved working time for executing piping design by 3D modeling from 6 months by two persons to 4 months by a person which is

† Corresponding author
Tel. +82-2-2220-0425

decreased 67% consequently. In addition, the structures of pyramid code management have resulted to accumulation and analysis of the various piping data for other disciplines such as procurement and estimation team which require commodity code information through the company's material control system.

Key words : piping material(배관자재), piping commodity code(배관자재 코드), piping material management(배관자재 관리), piping code classification structure(배관자재 코드 분류체계)

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

우리나라 플랜트 EPC(Engineering Procurement Construction) 기업들은 1970년대 말까지 정부의 중화학 공업 육성정책에 힘입어 국내 시장에 주력하였으나 1980년대 초부터 국제 유가의 상승에 따라 중동 산유국을 중심으로 대형 발주가 이루어지면서 해외 시장에 대거 진입하였다. 우리나라 해외플랜트 산업은 2012년도 수주액이 648억 달러를 달성하였으며, 미국 ENR(Engineering News Record)지의 'The Top 225 International Contractors'에 국내 기업 15개사가 등재되었고, 종합 경쟁력은 세계 6위를[1] 기록하는 등 국가 전략산업으로 지정될 만큼 급격한 성장세를 보이고 있다.

최근 국내 주요 EPC 기업들은 이러한 외형적 성장에도 불구하고, 원천기술과 기본설계의 해외 의존도 심화, 주요 기자재의 국산화율 저조 및 과당경쟁에 따른 저가 수주로 수익성이 악화됨에 따라, 이를 타개하려는 여러 방향의 개선 노력이 동시 다발적으로 진행되고 있다. 그 중 한 분야가 프로젝트 원가의 평균 40~50%를 차지하는 자재비용 절감이다. 특히 배관자재는 프로젝트 특성에 따라 상이하나 구매비의 20%, 시공비의 30% 정도를 차지하는 품목이기 때문에 자재관리의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

본 연구는 설계, 구매, 시공에서 프로젝트 원가 비중이 높고 공사기간에 미치는 영향력이 큰 배관 자재관리의 효율성을 높이기 위하여, 자재 코드 및 자재 관리시스템의 근간이 되는 현행 배관자재 코드 분류체계를 분석하고 문제점을 도출하여 효율적인 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구의 범위는 석유화학 플랜트에 사용되는 금속 배관자재 중 표준 속성 구축 및 국제 표준 규격 적용이 용이하고, 설계, 구매, 시공, 견적, 원가관리 등에 대한 데이터베이스(data base) 활용빈도가 높고, 배관 3차원설계(3d modeling)의 형상 제공에 반드시 필요한 파이프(pipe), 피팅(fitting), 플랜지(flange), 밸브(valve), 볼트 너트(bolt & nut), 개스킷(gasket) 등과 같은 벌크 자재류(bulk material)로 한정하였다.

연구대상은 국내 건설사 중 석유화학 플랜트 비중이 크고 20년 이상 동일한 배관자재 코드 및 자재관리 시스템을 사용하고 있는 S건설사의 배관자재 코드 분류체계를 대상으로 하였다.

연구방법은 기존 국내외 EPC 기업들이 운영하고 있는 배관자재 코드 분류체계에 대한 분석과 더불어 관련 문헌 분석을 위주로 하였다. 이를 위하여 첫째, 배관자재의 종류 및 자재 코드 분류체계의 중요성에 대하여 알아보았다. 둘째, 오랜 기간 자재 코드 및 자재관리 시스템을 보유하고 운영하고 있는 국내외 EPC 기업들, 특히 S건설사의 기존 배관자재 코드 분류체계 특징을 심도 있게 분석하여 내재된 문제점을 자세히 파악하였다. 셋째, 대형화 전문화 되어가고 있는 해외 프로젝트 특성을 고려하여 개선 방향을 설정하고 기존 배관자재 코드 분류체계와의 장단점을 비교하여 개선안을 도출하였다. 마지막으로 S건설사가 수행중인 해외 프로젝트 적용사례를 통하여 결과의 신뢰성을 입증하고 개선된 배관자재 코드 분류체계의 기대효과를 제시하였다.

2. 배관자재 코드 분류체계

2.1 자재의 종류

배관자재는 재질 분류 측면에서 금속 배관 (metallic

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

piping)과 비금속 배관(non-metallic piping)으로 구분되어진다. Fig. 1은 ASME(American Society of Mechanical Engineers) B31.3[2]에 나와 있는 배관자재의 종류이다. 금속 배관은 파이프, 피팅, 플랜지, 밸브, 볼트 너트, 개스킷 등과 같은 벌크 자재류와 서비스, 온도, 압력 등 자세한 프로세스 조건을 필요로 하는 스트레이너(strainer), 스팀트랩(steam trap) 등과 같은 다양한 종류의 스페셜티 아이템(specialty item)으로 구분할 수 있다. 비금속 배관은 GRE(Glass Reinforced Epoxy), PVC(Poly Vinyl Chloride), PE(Polyethylene) 등과 같은 다양한 종류의 플라스틱 재질로 구분된다.

금속 배관자재 중 연구 대상인 벌크 자재류에 적용되는 디자인 국제 규격을 살펴보면 파이프의 사이즈, 두께, 무

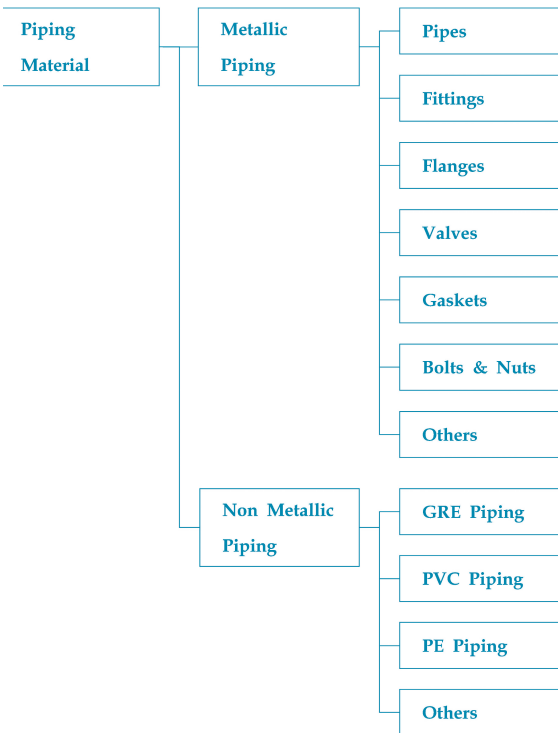


Fig. 1 Category of Piping materials

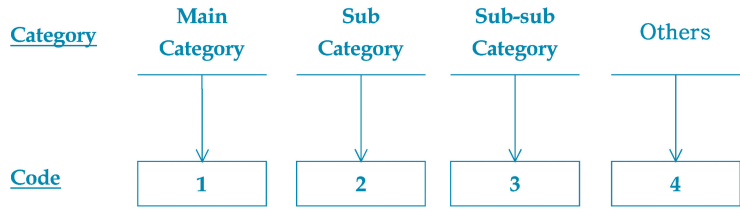


Fig. 2 Basic classification of material code

게 등과 같은 자세한 디자인 국제 규격은 ASME B36.10과 ASME B36.19에서 규정되어 있으며, 피팅류의 디자인 국제 규격은 ASME B16.11과 ASME B16.9를 적용한다. 플랜지는 체결방법에 따라 소켓(socket), 스레디드(threaded), 웰딩넥(welding neck), 기타 등으로 구분되며 디자인 국제 규격은 ASME B16.5와 ASME B16.47에 규정되어 있다. 밸브는 모양과 사용 용도에 따라 게이트 밸브(gate valve), 글로브 밸브(globe valve), 체크 밸브(check valve), 볼 밸브(ball valve), 버터플라이 밸브(butterfly valve), 기타 등으로 분류되며, 개폐를 주목적으로 사용하는 게이트 밸브의 디자인 국제 규격은 API 600과 API 602에서 규정하고 있다.

2.2 자재 코드 분류체계

자재 분류란 자재에 대하여 일정한 기준과 방법에 따라서 동일한 것 또는 유사한 것을 모으고 다른 것은 분리하여 그 자재에 대한 개념을 정돈하여 체계화하는 것을 말한다.^[3] 자재 분류의 목적은 식별을 용이하게 하여 효율적인 자재 관리를 위한 것이다. 자재 분류의 기초인 자재 코드 분류체계는 자재 코드 및 자재관리 시스템의 시발점이라 할 수 있다.

자재 코드 분류체계는 코드화 이전에 정보처리 능력과 자재관리의 효율성을 고려하여 신중하게 검토 진행하여야 하며, 정보 이용의 가치와 미래의 확장성을 염두에 두고 설계를 하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 가장 기본적인 기능인 식별기능, 분류기능, 배열기능 등을 고려하여야 한다.

Fig. 2는 자재 코드 분류체계의 기본 구조를 나타낸 것이다. 대분류(main category), 중분류(sub category), 소분류(sub-sub category), 기타분류(others)로 구성

되어있다. 자재 코드는 이미 정의된 분류체계 순서에 따라서 정보처리를 목적으로 품목 속성에 할당되는 문자, 숫자, 임의의 기호, 혹은 이들을 혼합한 형식으로 구성되고, 이 가운데 문자 혹은 숫자 중 하나만을 사용하는 것을 순수기호, 혼합하여 사용하는 것을 혼합기호라고 한다.^[4]

3. 국내외 기업의 코드 분류체계

국내외 EPC 기업들의 자재관리는 설계, 구매, 시공, 원가 시스템과 연동되면서 기업별 특성 및 주력 사업영역에 적합하도록 차별화된 배관자재 코드 및 자재관리 시스템을 구축하여 사용하고 있다.

배관 벌크 자재는 ASME(American Society of Mechanical Engineers), ASTM(American Society of Testing Materials), API(American Petroleum Institute) 등과 같은 국제적 디자인 스탠다드(international design standard)를 적용하고 있기 때문에, 각 회사별 배관자재 코드 및 자재관리 시스템은 서로 상이할 수 있으나 코드 분류체계는 매우 유사한 형태를 가지고 있다. 배관자재 코드 분류체계의 개선안을 도출하기 전에 S건설사를 포함한 국내외 동종 8개 EPC 기업에서 사용 중인 배관자재 중 코드 분류체계가 가장 복잡한 밸브의 특징을 살펴보았다.

브의 특징을 살펴보았다.

3.1 국내 기업의 코드 분류체계

국내 기업의 코드 분류체계 특성을 알아보기 위하여 석유화학 플랜트 경험이 풍부한 국내 EPC 기업 중 H건설사, D건설사, S Eng사를 선정하였다. 각 사별로 사용하고 있는 밸브의 코드(code), 자릿수(digit), 표준 속성(standard attribute), 자재사양(material description) 등과 같은 주요 코드 분류체계를 S건설사와 비교하여 다음과 같은 특징을 파악하였다.

첫째, 코드 자릿수 및 표준 속성의 항목을 서로 다르게 구성하고 있다. S건설사의 코드 자릿수는 7자리, H건설사 12자리, D건설사 16자리 그리고 S Eng사는 13자리로 구성 되어있다. 또한 표준 속성 항목이 S건설사는 부속 속성을 포함하여 5가지, H건설사 8가지, D건설사와 S Eng사는 9가지로 항목으로 구성되어 있다.

둘째, 주요 표준 속성의 자릿수를 서로 다르게 구성하고 있다. S건설사는 바디재질 속성의 자릿수가 1자리, D건설사 3자리, H건설사와 S Eng사는 2자리이고, 트림 속성은 D건설사 1자리, H건설사와 S Eng사는 2자리로 구성되어 있고, 밸브 속성 중 3차원설계 형상에 많은 영향

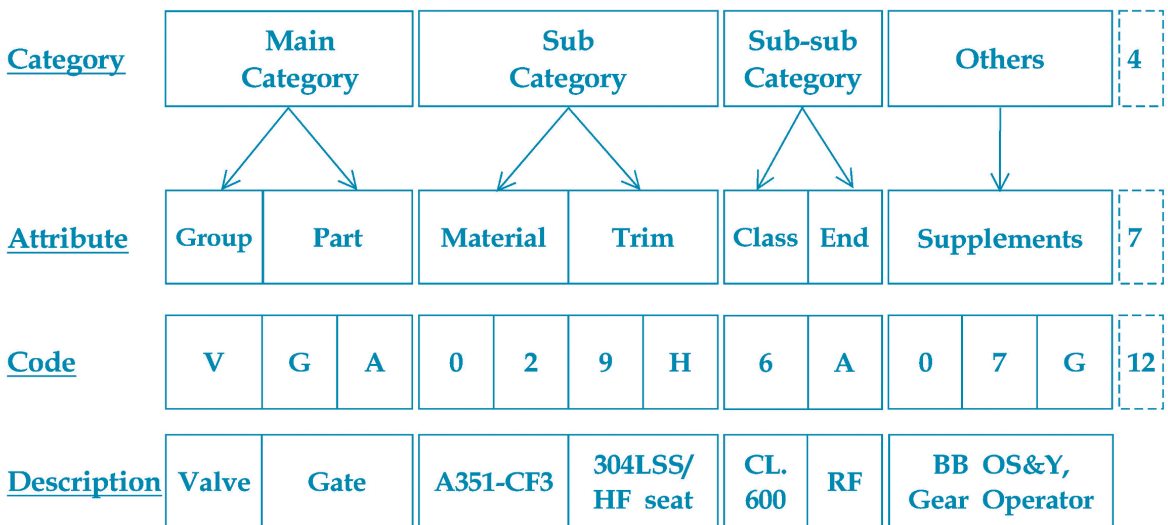


Fig. 3 Code classification for gate valve of H company

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

을 주는 디자인 스탠다드를 D건설사는 2자리, S Eng사는 1자리로 구성하고 있다.

셋째, 대분류에 해당하는 밸브의 그룹(group)과 유형(part)은 유사하지만, 중분류와 소분류에 해당하는 바디재질(body material), 트림(trim), 허용압력(class), 보닛형태(bonnet type), 체결방법(end type), 작동방법(operation) 등과 같이 하위분류 구조로 내려 갈수록 각 사별 표준 속성의 중요도에 따라 분류체계가 상이한 특징을 보이고 있다.

Fig. 3은 EPC 프로젝트 경험이 많은 국내 H건설사의 게이트 밸브 코드 분류체계이다. 기본 분류는 대분류, 중분류, 소분류, 기타분류 4개의 구조로 7가지이며, 코드 자릿수는 12자리로 이루어져 있다. 대분류는 밸브의 그룹과 유형으로 구분되고, 중분류는 바디재질과 트림이며, 소분류는 허용압력과 체결방법이고, 기타 분류는 보닛형태, 작동방법, 추가 요구사항 등을 반영할 수 있는 구조로 구성 되어있다.

3.2 국외 기업의 코드 분류체계

국외 기업의 코드 분류체계 특성을 알아보기 위하여 국내 기업에 비하여 오랜 기간 자재 코드 및 코드 분류체계

를 각 사별 실정에 맞추어 유지 관리하고 있고, EPC 프로젝트 경험이 많은 T사, C사, K사, W사 4개 기업을 선정하였다. 국내 EPC사와의 비교 기준을 동일하게 유지하기 위하여 코드, 코드 자릿수, 표준 속성, 자재사양 등 주요 항목의 특징을 파악하였다.

첫째, 국내 EPC사와 같이 코드 자릿수 및 표준 속성 항목을 서로 다르게 구성하고 있다. T사는 코드 자릿수가 11자리, C사 12자리, K사 14자리 그리고 W사는 16자리로 구성되어 있고, 표준 속성 항목은 T사와 C사는 7가지, K사와 W사는 8가지로 표준 속성 항목을 구성하고 있다. 표준 속성에 해당하는 디자인 스탠다드, 허용압력, 바디재질, 트림, 체결방법, 보닛형태 등을 기타분류로 처리하지 않고 가능한 중분류 또는 소분류에 포함하였다.

둘째, 주요 표준 속성인 바디재질과 트림의 자릿수가 다른 속성에 비하여 많은 자릿수로 구성되어 있다. 바디재질의 자릿수는 T사와 C사가 3자리, K사와 W사가 2자리이고, 밸브 트림의 자릿수는 K사 3자리, W사 2자리로 구성되어 새로운 재질 및 트림 형태를 추가 할 수 있도록 확장성을 고려하였다.

셋째, 4개사 모두 3차원설계의 형상 제공과 연관된 디자인 스탠다드, 허용압력, 체결방법 등을 기본 속성 분류체계 내에 구성하고 있다. 해외 EPC 기업은 국내 기업에

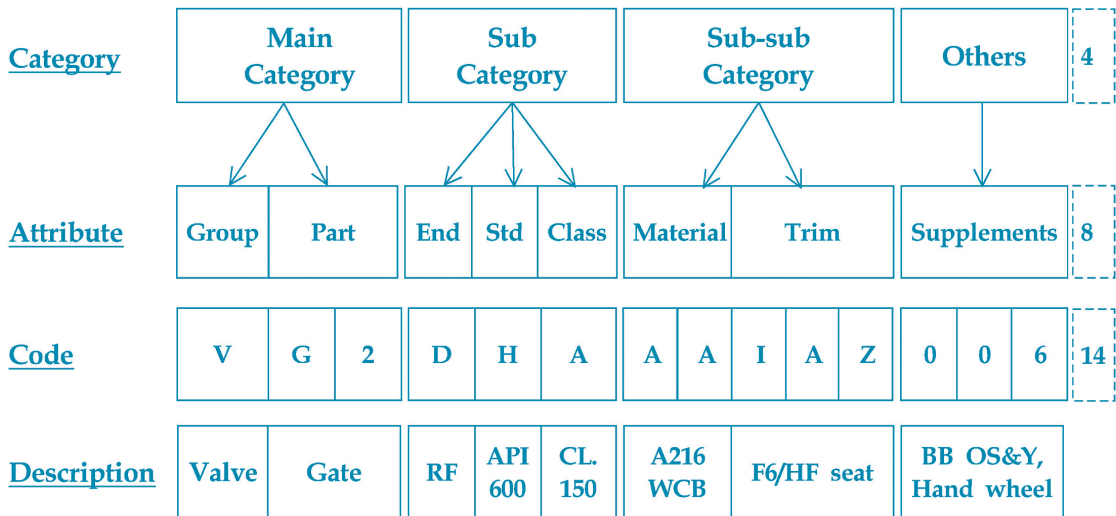


Fig. 4 Code classification for gate valve of K company

비하여 3차원설계 프로젝트를 먼저 시작했고 많은 경험을 바탕으로 지속적으로 수정 보완한 것으로 판단된다. 최근 많은 발주처에서 3차원설계를 요구하고 있기 때문에, 국내의 EPC 기업들은 새로이 도입되고 있는 3차원설계 프로그램 중 하나인 SP3D(Smart Plant 3D)와 호환성을 고려하여 기존 자재 코드 및 코드 분류체계를 개선하는 추세이다.

Fig. 4는 석유화학 플랜트 경험을 많이 보유하고 있는 미국 엔지니어링 기업 K사의 게이트 밸브 코드 분류체계이다. 기본 분류는 대분류, 중분류, 소분류, 기타분류 4개의 구조이고, 표준 속성은 8가지이며, 코드 자릿수는 14자리로 이루어져 있다. 대분류는 밸브의 그룹과 유형으로 구분되고, 중분류는 체결방법, 디자인 스탠다드, 허용압력이며, 소분류는 바디재질과 트림이고, 기타분류는 보닛 형태, 작동방법, 테스트, 열처리 등과 같은 추가 요구사항을 반영할 수 있는 구조로 구성되어 있다.

3.3 코드 분류체계의 문제점

국내 EPC 기업 중 석유화학 플랜트 비중이 크고, 20년 이상 동일한 배관자재 코드 및 자재관리 시스템을 사용하고 있는 S사의 배관자재 코드 분류체계는 최근 대형화, 전문화되고 있는 해외 프로젝트를 수행하면서 많은 문제점들이 나타났다. Fig. 3-3은 일반적인 자재 코드 분류체계를 가지고 있는 S사의 기존 게이트 밸브의 코드 분류체계이다. 부서 분류를 포함하여 대, 중, 소, 기타분류 등 5개의 분류구조로 구성되어 있고, 표준 속성은 모두 5가지이며, 코드 자릿수는 7자리로 이루어져 있다. 대분류는 밸브 그룹이고, 중분류는 밸브 형태이며, 소분류는 바디재질이고, 나머지 밸브 속성은 기타분류로 구성 되어있다. 기타 벌크 자재류 모두가 동일한 구조이며 코드 및 자재 구매사양 작성 방법은 직접 코딩방식(input coding base)으로 이루어져있다.

전형적인 배관자재 코드 분류체계를 가지고 있는 S사의 코드 분류체계는 앞서 언급한 바와 같이 프로젝트가 대형화, 다양화, 전문화됨에 따라 크게 4가지의 문제점이 현장에서 도출되었다.

첫째, 마스터 자재 코드(master commodity code)관리에 대한 문제점이 나타났다. 기 구축 되어있는 마스터 자재 코드 와 자재사양을 사용하지 않고, 여러 프로젝트를

동시에 수행하다 보니 프로젝트 간 자재 코드는 동일하지만, 서로 다른 자재사양을 사용하는 것이 발견 되었다. 그 원인은 자재사양이 정확히 일치하지는 않지만 바디재질, 트림 등이 매우 유사하기 때문에 엔지니어가 편법으로 자재사양을 수정하기 때문이다. 이는 동일 자재 코드를 이용하여 구매 자재비의 정보를 비교 분석할 때 신뢰성이 떨어지는 결과를 가져왔다.

둘째, 1실물 1코드 위반이다. 자재 코드는 서로 상이하지만, 자재사양이 정확하게 일치하는 중복이 발견되었다. 담당 엔지니어가 배관 자재 스펙(piping material specification) 작성 시 마스터 코드를 활용하지 않고 임의로 자재 코드를 재번하여 사용한 것으로 프로젝트 간 자재 코드 비교 시 데이터의 부정확성을 가져왔다.

셋째, 기존 배관자재 코드 자릿수가 7자리로 한정된 속성만 표시 할 수 있었기 때문에 사용자 편의에 따라 자릿수를 확장할 수 없는 문제가 발견되었다. 이 문제가 결국 신규 자재 혹은 추가 속성이 요구될 때 사용자의 임의성을 유발하는 원인이 되었으며, 이를 개선하기 위한 자재관리 시스템의 수정 보완이 불가피하게 되었다.

넷째, 3차원설계를 위하여 배관 형상 제공에 필요한 인터페이스 프로그램(interface program)을 사용해야 하는 불편함과 설계 시간 증가의 문제가 나타났다. 기존 배관자재 코드 분류체계는 3차원설계 배관 형상을 제공하는 디자인 스탠다드, 체결방법, 허용압력 등과 같은 표준 속성인자들이 부족하여 자재 코드와 3차원설계 프로그램 간 데이터의 일관성을 유지하지 못했다.

그 밖에 구매, 원가, 시공 등과 같은 유관부서들도 이러한 코드 분류체계의 문제점으로 배관자재의 데이터 축적 및 활용도가 떨어지는 현상이 지적되었다. 기본 속성 인자로만 구성된 코드 분류체계와 한정된 자릿수의 자재 코드는 관련 부서에서 요구하는 정보를 충분히 제공 할 수 없었다.

4. 배관자재 코드 분류체계 개선

4.1 개선 방향

본 연구에서는 배관자재 코드 분류체계의 개선을 위하여 3.3장에서 도출된 기존 배관자재 코드 분류체계의 문제점과 국내의 EPC 기업의 배관자재 코드 분류체계의 특

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

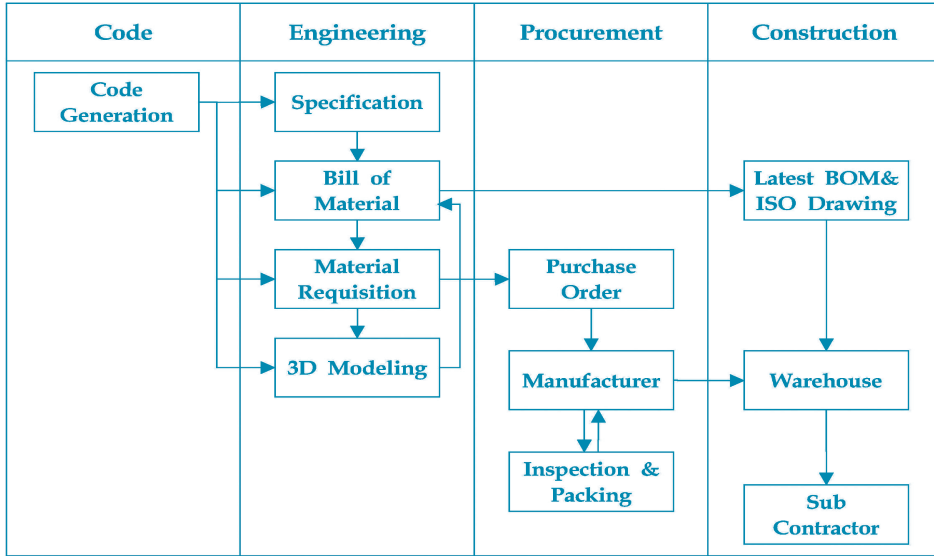


Fig. 5 Work flow of piping commodity code

징을 바탕으로 개선 방향을 설정 하였다. 코드 분류체계의 개선 방향을 설정하기 위하여 우선 자재 코드의 일반적인 업무 흐름을 파악하였다.

Fig. 5는 설계, 구매, 시공으로 이어지는 배관자재 코드의 일반적인 업무 흐름을 나타낸 것이다. 자재 코드는 설계 단계에서 설계사양서(specification), 설계수량(bill of material), 견적의뢰서(material requisition), 3차원설계(3d modeling)에 활용되며, 구매 단계에서는 구매발주서(purchase order), 기자재 공급업체(manufacturer), 검사 및 포장(inspection, packing) 등에서 사용되고, 시공 단계에서는 시공도면(drawing), 자재창고(warehouse), 시공업체(sub contractor)등에서 활용된다.

배관 자재관리 효율성 증대를 위하여 기존 코드 분류체계와 차별화하여 다음과 같이 크게 5가지 개선 방향을 설정하였다.

첫째, 부서 분류를 제외한 기존 대분류, 중분류, 소분류, 기타분류 4개의 표준 분류구조에서 배관 벌크 자재별 특성을 고려하여 10개로 세분화된 표준 속성을 추가한다. 대분류를 그룹과 파트 2개로 구분하고, 중분류는 밸브의 중요 속성을 고려하여 디자인 스탠다드, 허용압력, 바디 재질 3개로 세분화하며, 소분류는 체결방법, 보닛 형태,

트림 및 내부재질, 작동방법 4개로 분리하고, 마지막 1개의 기타분류는 기본 속성 이외의 테스트 조건, 서비스 조건, 스페셜 조건 등을 포함한다.

둘째, 신규 배관자재 코드 생성 시 확장성을 고려하여 코드 자릿수를 기존 7자리에서 20자리까지 확장한다. 특히 바디재질, 밸브 트림 및 기타 특이사항과 같이 새로운 재질 및 추가 요구사항이 예상되는 속성에 대하여 코드 자릿수를 3자리까지 부여함으로써 밸브 코드의 확장성을 확보한다.

셋째, 배관 3차원 설계 프로그램인 SP3D에 필요한 배관자재 형상 데이터인 CDB(Catalog Data Base)와의 연결을 위하여 필요한 형상 속성을 자재 코드 분류체계내의 기본 값으로 정의하여 자재 코드와 3차원설계 형상 간 데이터 일관성을 유지한다. 3차원설계 형상과 관련하여 SP3D의 필수 데이터인 밸브 유형, 디자인 스탠다드, 허용압력, 체결방법, 작동방법 등을 표준 속성으로 구성하여 SP3D 인터페이스 테이블(interface table)과 연계하여 데이터를 미리 구축하여 일관성을 확보 할 수 있도록 한다.

넷째, 배관 구매 자재사양을 나타내는 속성 입력방식을 기존 직접 코딩방식에서 표준 속성 데이터를 규칙적으로

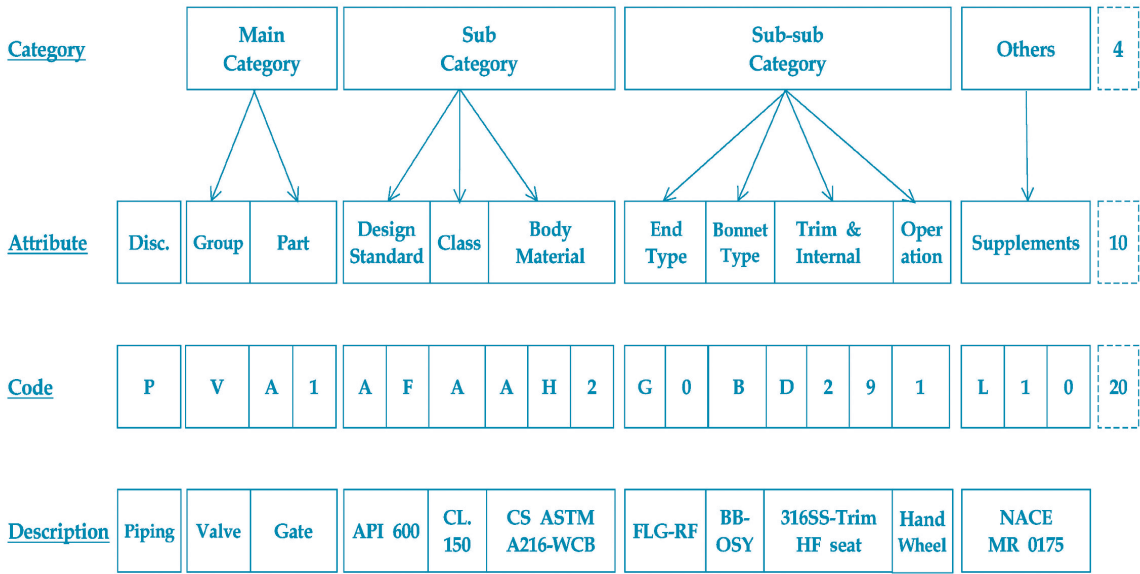


Fig. 6 Improved code classification for gate valve

미리 입력 후 이용하는 룰 베이스 방식(rule base)으로 변경한다. 룰 베이스 방식이란 표준 속성에 일치하는 상세 자재사양을 정해진 입력방법에 따라 데이터 베이스한 후 사양에 따라 선택하는 방식이다. 이는 처음 한번만 정확한 상세 사양을 입력 해두면 마스터 자재사양으로 관리되기 때문에, 서로 다른 프로젝트를 수행 할 때 담당자가 별도의 추가 작업 없이 동일한 구매 자재사양을 사용할 수 있다.

다섯째, 코드는 설계뿐만 아니라, 구매, 시공, 원가 등 전 프로세스에 걸쳐 사용되고 있기 때문에 자재 관련 유관 부서에서 필요로 하는 정보 및 데이터 축적이 용이하도록 계층적 자재 코드 분류체계로 구축한다.

4.2 개선 구조

개선된 배관자재 코드 분류체계는 파이프, 피팅, 플랜지, 밸브, 볼트, 개스킷 등과 같은 벌크 자재류이며, 배관 자재별 특성을 고려하여 모두 12개 분류체계로 구성 되어 있다.

Fig. 6은 배관자재 중 복잡한 구조를 가지고 있는 게이트 밸브의 개선 코드 분류체계이다. 대분류, 중분류, 소분

류, 기타분류 4개의 분류구조를 유지하면서 10개의 세분화된 표준 속성 분류체계를 구성하였고, 코드 자릿수는 모두 20자리로 구성 되어있다. 대분류를 그룹과 파트 2개로 구분하고, 중분류는 밸브의 중요 속성인 디자인 스텐다드, 허용압력, 바디재질 3개로 세분화하였으며, 소분류는 체결방법, 보닛형태, 트림 및 내부 재질, 작동방법 4개로 분리했고, 마지막 기타분류 1개는 추가 요구사항을 포함하는 구조로 구성되어 있다.

4.3 개선 분류체계의 장단점

Table 1은 S건설사의 기존 코드 분류체계와 개선된 분류체계의 장단점을 비교한 것이다. 장점은 마스터 코드와 프로젝트 코드 간 일관성을 유지 할 수 있고, 배관자재 구매사양서 작성이 자동화 되었고, 자릿수 증가로 신규 코드 확장성을 확보하였고, 유관부서에서 요구하는 충분한 정보제공이 가능해졌으며, 3차원설계 형상과의 데이터 일관성이 용이해졌다. 반면 단점은 개선 코드 분류체계와 연관된 자재관리 시스템의 수정이 동반되었으며, 늘어난 자릿수로 인하여 코드를 통한 자재사양 구별이 어려워졌다.

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

Table 1 Comparison of code classification structure

	Existing Code Classification	Improved Code Classification
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicity of code classification - Easy recognition of code - Easy generation of code 	<ul style="list-style-type: none"> - Consistency of code - Automatic generation of purchase specification - Sufficiency of code digit - Enough information for other disciplines - Easy to match in 3D
Dis-advantages	<ul style="list-style-type: none"> - Inconsistency of code - Manual generation of purchase specification - Insufficiency of code digit - Not enough information for other disciplines - Difficult to match in 3D 	<ul style="list-style-type: none"> - Development of newmaterial system - Difficult to recognize code

자재사양의 식별은 숫자나 문자와 같은 텍스트 형태의 코드로 파악하는 것이 아니라, 개선된 코드 분류체계의 속성 값을 통하여 생성된 상세 자재 구매사양서로 파악하는 것이 보다 효율적이라 할 수 있다.

4.4 적용사례 및 효과

4.4.1 적용사례

해외 석유화학 플랜트 비중이 큰 S건설사는 효율적 배관자재 관리 및 대외 경쟁력 제고를 위하여 개선된 배관자재 코드 분류체계 및 자재 코드를 최근 사우디 아랍코로부터 수주한 규모 약 13억불, 공사기간 36개월의 석유화학 플랜트인 J 프로젝트에 적용하였다.

개선된 코드 분류체계는 프로젝트 적용을 위하여 설계 단계에서 신규 자재 코드(commodity code) 생성, 배관자재 스펙(piping material specification) 구축, 배관자재 구매사양서(purchase description)작성, 3차원설계 배관 형상 구축 등에 적용되었다.

개선된 코드 분류체계를 적용하여 생성된 신규 배관 벌크 자재 코드는 파이프 57개, 피팅 619개, 플랜지 502개, 밸브 407개, 기타 자재 66개로 총 1,651개가 생성되었다. 신규 배관자재 코드를 이용하여 배관 자재 스펙을 구축

하였으며, 구축된 배관 클래스(piping class)는 모두 65개로 구성되어 있다. 배관자재 구매사양서는 표준 속성 체계에 따라 룰 베이스로 입력된 상세사양에 의하여 자동으로 작성되었다. 또한 발주처가 지정한 3차원설계 프로그램인 SP3D와 연동할 수 있도록 코드 분류체계의 표준 속성인 디자인 스탠다드, 허용압력, 체결방법, 작동방법 등을 배관 자재 형상 데이터인 CDB와 연계하여 주기적으로 정보를 갱신하였다.

유관부서인 구매, 원가, 시공에서는 전사 자재관리 시스템을 이용하여 개선된 코드 분류체계와 신규 자재 코드로부터 부서별 필요한 데이터를 이용하고, 축적하여 프로젝트 실행에 활용하였다.

4.4.2 적용효과

개선된 배관자재 코드 분류체계는 실제 수행 중인 프로젝트 적용을 통하여 크게 두 가지 적용효과를 가져왔다.

첫째, 배관자재 구매사양서 작성 시 재 작업률이 기존 프로젝트 평균 4.98%에서 적용 후 평균 2.48%로 감소되었다. Table 2는 기존 코드 분류체계를 적용한 A, B, C, D, E 5개 프로젝트와 신규 코드 분류체계를 적용된 J 프로젝트의 벌크 자재류에 대한 자재 구매사양서 재 작업률을 비교한 것이다. 기존 5개 프로젝트는 공사 규모가 4억 불에서 10억불 내외이고, 공사 지역은 A, B, C는 중동이고, D, E는 동남아로 과거 수행한 프로젝트를 선정하였다. 특히 자재 구매사양서가 매우 복잡한 밸브의 경우 가장 많은 재 작업률을 보였으나 기존 프로젝트 평균 7.06%에서 3.2%로 감소되었다.

이는 Fig. 2에서와 같이 표준 속성을 확대하고, 자재사양 작성방식을 기존 직접 코딩방식에서 룰 베이스방식 전환에 따른 것으로 판단된다.

둘째, 배관 3차원설계 프로그램인 SP3D의 형상 구축에 필요한 작업시간이 기존 평균 2,160시간에서 720시간으로 단축되었다. Table 3은 기존 코드 분류체계와 신규 코드 분류체계의 3차원설계 인터페이스에 필요한 작업시간을 비교한 것이다. 기존 코드 분류체계 사용 시 평균 작업 인원 2명이 6개월 동안 2,160시간이 소요 되었으나, 신규 코드 분류체계를 적용한 결과 평균 작업인원 1명이 4개월간 720시간으로 기존 코드 분류체계 대비하여 작업시간이 약 67% 감소하였다.

Table 2 Comparison of re-work ratio for purchase description [unit: %]

Items	Existing Code Classification						New Code Classification
	A	B	C	D	E	Average	J
Pipes	1.9	2.8	2.0	3.6	2.5	2.48	1.8
Fittings	4.2	5.0	4.6	3.5	5.6	4.84	2.6
Flanges	3.0	3.7	3.4	3.1	4.3	3.72	2.0
Valves	6.2	7.1	7.3	4.9	7.9	7.06	3.2
Others	2.6	2.1	2.6	2.1	2.5	2.34	1.5
Project Average	4.23	4.91	5.11	3.67	5.66	4.98	2.48

기존 코드 분류체계는 3차원설계 프로그램인 SP3D의 배관형상 관리 데이터베이스인 CDB와 직접적으로 연결할 수 없는 구조이기 때문에, 중간에 별도의 인터페이스 모듈(interface module)을 이용하여 작업시간이 많이 소요되었다. 반면 개선된 코드 분류체계는 배관 형상제공에 필요한 밸브 유형, 디자인 스탠다드, 허용압력, 보닛형태, 체결방법, 작동방법 등과 같은 밸브 형상에 반드시 필요한 기본인자들을 코드 분류체계내의 표준 속성으로 정의하여 3차원설계 배관 형상관리 데이터베이스와의 일관성을 유지했기 때문에 소요시간 절감 효과를 가져왔다.

5. 결론

본 연구에서는 석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위하여 자재 코드 및 자재관리 시스템의 근간이 되는 배관자재 코드 분류체계 개선을 통해 수행 중인 프로젝트에 적용한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 배관자재 특성을 고려하여 표준 속성을 10개로 확대하고, 자재사양 작성 시 입력방법을 개선한 결과, 배관자재 구매사양서 작성 재 작업률이 기존 평균 4.98%

에서 2.48%로 감소하였다. 배관 자재 스펙 구축 시간 단축 및 배관자재 공급업체의 구매 자재사양에 대한 명확성이 높아질 것으로 판단된다.

- 2) 배관 3차원설계 형상에 필요한 속성을 자재 코드 분류체계에 기본인자로 정의하여 자재 코드와 3차원설계 형상 간 데이터의 일관성을 유지함으로써, 배관 형상 구축 작업시간이 기존 평균 2명 6개월 2,160시간에서 1명 4개월 720시간으로 약 67% 감소하였다. 초기 코드 분류체계 구축에 시간이 걸리지만 프로젝트가 늘어날수록 장기적으로 효율성이 증가될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 국토교통부, 2013, “한국, 해외건설 6대 강국으로 도약”, 보도참고자료.
2. ASME B31.3, 2012, ASME Code for Pressure Piping, pp. 30-33.
3. 이철근, 1987, 구매 관리, 갑진출판사, p. 15.
4. 이양동, 1989, 자재분류코딩시스템의 개발에 관한 연구, 한국외국어대학원 석사학위논문, p. 35.
5. 이철식, 1991, 조선용자재관리 system 개발을 위한 자재 CODE 개발, 충남대학교 경상대학 부설 경영경제연구소 경영논집 제VII권 제2호.
6. 윤진현, 2005, ISO 15926 국제 표준을 이용한 원자력 발전소 기자재 분류 체계, 한국과학기술원 석사학위논문.
7. 정준수, 2010, 건축자재 분류체계의 개선 방안에 관

Table 3 Comparison of man hour for 3d-dimensional interface

	Existing code Classification	New code Classification	Saving ratio
Man Power	2	1	50%
Working Month(m)	6	4	33%
Working Time(h)	2,160	720	67%

석유화학 플랜트의 효율적 배관자재 관리를 위한 코드분류체계 개선

한 연구, 세종대학교 석사학위논문.

8. ASME B16.5, 2009, Pipe Flanges and Flanged Fittings.
9. ASME B16.9, 2007, Factory-Made Wrought Buttwelding Fittings.
10. ASME B16.11, 2011, Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded.
11. ASME B36.10, 2004, Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.
12. ASME B36.11, 2004, Stainless Steel Pipe.
13. API 600, 2009, Steel Gate Valves-Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets.
14. API 602, 2009, Steel Gate, Globe, and Check Valves for Sizes NPS 4(DN 100) and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries.