

플랜트 프로젝트의 자재관리



글 | 박찬복 | AVEVA KOREA 이사 || 전화 : 02-3284-5319 || E-mail : chanbohk.park@aveva.com

1 자재관리 개요

과거의 자재관리는 단순히 Material Control 개념으로 관리해 왔다. 즉, Material Control 이란 정해진 업무에 대하여 정해진 방법으로 단순하게 관리하는 방식이었지만, 현재는 보다 적극적이고 광의의 개념으로 확대되어 Project 전체를 관리하는 방식의 자재관리로 변화되어 가고 있다.

또한, Cost와 Quality에 대한 개념을 항상 염두에 두고 이들을 포함한 종합적인 자재의 관리에 목표를 가지고 관리되어야 한다. 즉, Material Management의 의미로 확대되어 관리하는 방법으로 변화되고 있는 것이다. 자재관리의 의미는 다음과 같다.

- (1) 정해진 규격의 자재를(Specification)
- (2) 가능한 한 낮은 가격으로(Cost)
- (3) 정해진 수량을(Quantity)
- (4) 정해진 시기에(Delivery)
- (5) 만족한 상태로(Quality)
- (6) 현장공사에 제공(Receiving/Storing/Issuing)

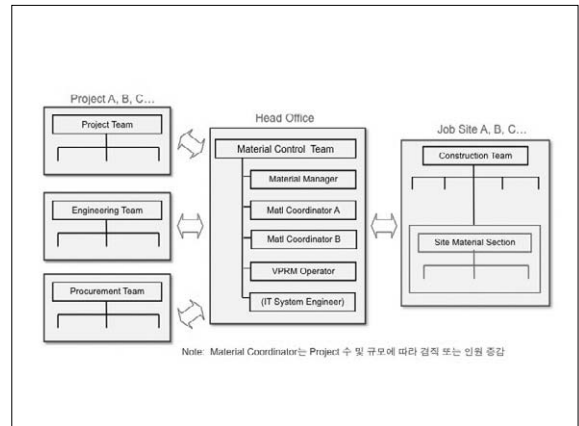
Project 초기부터 완료시까지 사내·외에서 발생하는 자재에 관한 모든 부문의 현황을 신속 정확하게 파악하고, 종합적으로 관리해야 자재관리의 기본 역할을 제대로 발휘할 수 있다고 할 수 있을 것이다.

2 자재관리 조직

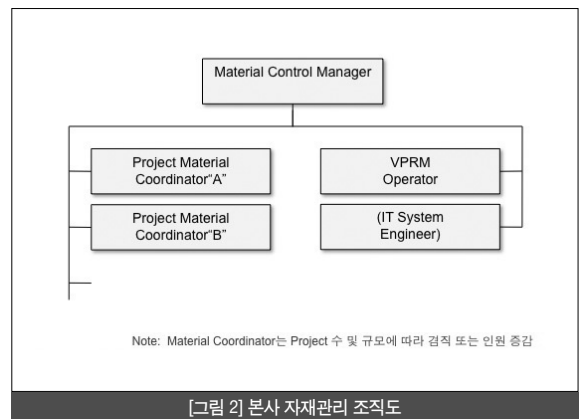
회사의 조직구성에서 과거에는 자재관리 조직의 필요성을 깊게 느끼지 못하여 타 부문 업무와 겸업을 하거나 임시조직으로 운영을 해왔으나 자재관리의 중요성을 인식한 최근의 플랜트 Project에서는 자재관리 조직을 영구적으로 구성하여 운영하고 있다.

자재관리 조직은 Project의 규모, 특성, 지역에 따라 인력의 배치는

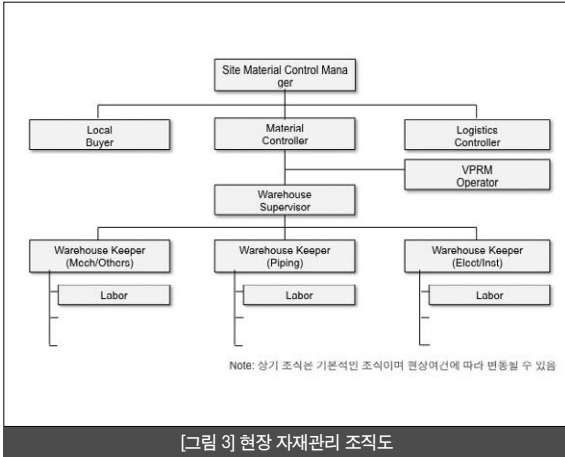
증감이 있을 수 있으나 각 부문별 기능이 누락되어서는 안 된다. Project 조직 중 자재 관리와 관련된 부문의 조직 예는 다음과 같다.



[그림 1] 자재관리의 협업관계도



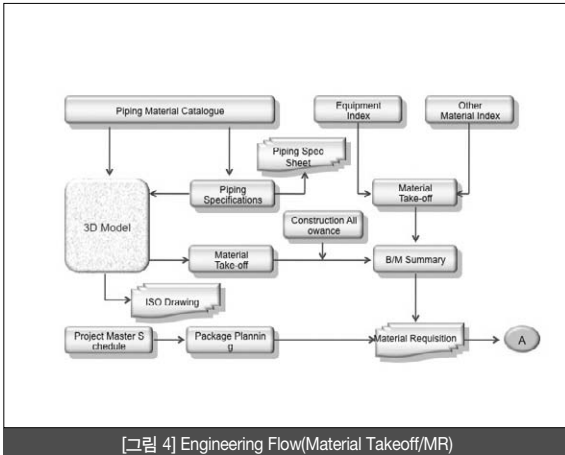
[그림 2] 본사 자재관리 조직도



[그림 3] 현장 자재관리 조직도

3 Project 각 Stage별 자재관리

3-1. 설계 Stage의 자재관리



[그림 4] Engineering Flow(Material Takeoff/MR)

(1) 설계 Stage에서의 물량 산출방법

Project Start부터 완료까지 사이에는 통상적으로 수차례의 MTO를 한다. 횟수는 Project 규모에 따라 차이는 있지만 어느 Project에서도 대략 다음에 설명하는 정도로 한다.

1) 1차 MTO(통상적으로 Proposal 단계)

이 단계에서는 개략의 수량을 파악하는 것을 목적으로 한다. 설계 전체가 완료 되지 않은 상태이기 때문이다. 따라서 Plant Layout Drawing을 이용하여 과거 유사 Project의 실적으로부터 추산하는 방법을 사용하는 경우도 있다.

2) 2차 MTO(이 이후는 Execution 단계)

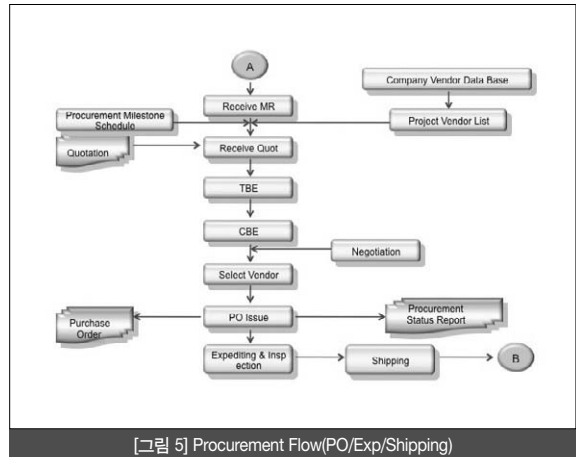
상세설계 진도에 맞추어 수차례의 MTO를 하며 공사에 필요한 물량을 산출한다. 배관자재의 경우는 전문 시스템(AVEVA사의 3D Design Tool인 PDMS 등)을 사용하여 MTO 작업을 한다. 전문 시스템은 Isometric Drawing을 2D, 또는 3D로 그려 그 Drawing 안에 있는 자재를 자동적으로 MTO하는 시스템이다. 그러나 이 시점에서의 MTO 물량은 아직 발주 물량에는 되지 못하고 발주수량 설정을 위해서는 공사 중에 발생하는 Cutting Loss 등 손실부분 즉, Construction Allowance를 가산하여 결정한다.

3) 3차 MTO

Engineering이 거의 100%에 이르렀을 때 작업하며, 기 발주 수량에 대하여 부족함이 없는지를 확인한다. 부족한 경우에는 기 발주 자재 중에서 잉여 자재와의 대체 등을 검토한 후 발주물량 집계에 들어간다.

4) 설계변경에 의한 수량의 변경

본사 또는 현장에서의 설계 변경에 따라서 수량의 변경이 발생하는 것이 보통이지만 이 경우 단순히 그 필요량을 발주하는 것이 아니고 고급 자재라도 금후 발생하는 잉여자재의 Balance를 충분히 검토한다. 사용 가능하다면 자재시스템의 자재 목록과 Isometric Drawing 단위로 적절한 변경을 한다.



[그림 5] Procurement Flow(PO/Exp/Shipping)

3-2. 조달 Stage의 자재관리

(1) 발주시기, 구매 수량의 결정 방법

1) 발주시기

기본적으로 공사의 진도에 맞추어야 하므로 Project Master Schedule에 의거하나, 실제 공사 추진 실적을 고려하여 결정한다.

단, 발주시에는 다음 항목에 대하여 주의해야 한다.

- ① 제작기간
- ② 수송기간
- ③ 현지 통관 및 내륙운송기간
- ④ 통합 구매에 의한 Cost Merit
- ⑤ 시장상황
- ⑥ 시장의 수급 Balance 등

2) 구매수량의 결정

기기 이외의 Bulk Material 의 경우 구매수량은 Net 소요량에 Construction Allowance를 가산하여 수량을 결정한다. Const-
ruction Allowance는 공사를 하는 장소, 자재의 특수성, 공사업자
의 능력 등을 충분히 고려하여 결정한다.

3) 납기관리

자재의 납기관리는 제작자에 대한 관리 즉, 대외적인 관리이기
때문에 사내와 다르게 관리해야 하는 어려움이 따른다.

그러나 하나하나가 기성고의 집합인 Project 로서는 납기관리를
소홀히 하거나, 하지 않게 되면 Project 의 Progress와 목표달성이
어려워진다.

납기관리를 하는 경우 각각의 자재에 Critical Grade를 설정하여
관리하면 편리하다.

4) 수송관리

정확한 수송계획과 관리는 해외 Project의 경우 특히 중요한 역할
을 하게 된다. 사전에 선박 회사와 면밀한 수송계획을 수립하고, 자
재 요청 일정에 맞추어 선박 Arrange 계획을 확립해야 하며 동시에
직접 목적지 항구로 가는 배의 수배에 노력한다.

또한, 도면 혹은 서류 등은 제외하고 최대한 항공운송을 피해야 하
며 선편 수송계획을 수립하여 실시한다.

수송계획 관리의 주의점은 다음과 같다.

- ① 어느 정도의 간격으로 선박운송을 하면 공사에 지장을 주지 않
는지 경제적인 배선계획은 수립하였는가?
- ② 수배하려는 배의 양중능력, 적재능력은 충분 한가?
- ③ 도착지 항구의 적하능력과 배의 크기에 따른 입항에는 문제가
없는가?
- ④ 온도 등 기후조건에 따라 열화하는 자재가 있는 경우 열화방지
설치가 갖추어져 있는가?
- ⑤ 다른 항구를 거치지 않고 직접 목적지 항구로 가는 배의 수배가
가능한가?
- ⑥ 피치 못할 경우 항공 운송할 경우 가까운 공항이 있는가?

⑦ 피치 못해 항공 운송할 경우 공항으로부터 육상 운송에 문제가
없는가?

⑧ 통관시 문제가 없는가? 문제가 있을 경우 해결이 가능한가?

⑨ 통신수단은 갖추어져 있는가?

⑩ 도면 및 서류의 수송수단은 확보되어 있는가?

⑪ 수송을 위한 인력, 장비는 확보되어 있는가?

5) 수송단위의 관리

Project 성공을 위한 하나의 Key는 어떻게 자재를 일정 안에 현장
으로 무사히 도착시키는 것이며, 해외 Project의 경우 그 영향은 더
욱 크다. 기기 및 자재는 수많은 업체들에게 발주되어 주문에 따라
제작되는 것이 많고, 그것을 집계해야 하므로 모두를 일정대로
집계하여 선적하는 것은 매우 어려운 일종의 하나이다.

이 때문에 어느 일정기간, 일정수량을 모아서 정기선을 Base로 하여
운송하고 있으나 임시 선으로 운송하는 Case도 많다. 그러나 정기
선 Base에서도 Plant의 중심이 되는 Tower, Vessel, Reactor, Heat
Exchanger 등 부피가 크고 무게가 많이 나가는 중량 화물은 제작
납기, 현장의 Crane 수배 등과 관련하여 선적시기를 조정하는 일이
 많으므로 이 시기에 Heavy Derrick 을 갖고 있는 중량물 전용선을
 정기선 Base로 임시 배선토록 하여 능률적으로 선적, 적하 되도록
 한다.

선박회사의 선정기준은 안정된 Schedule을 확보하고 있으며, 필
요한 설비를 갖춘 선박을 공급할 수 있고, 안전하게 저가로 운송할
 수 있는 업체를 선정한다.

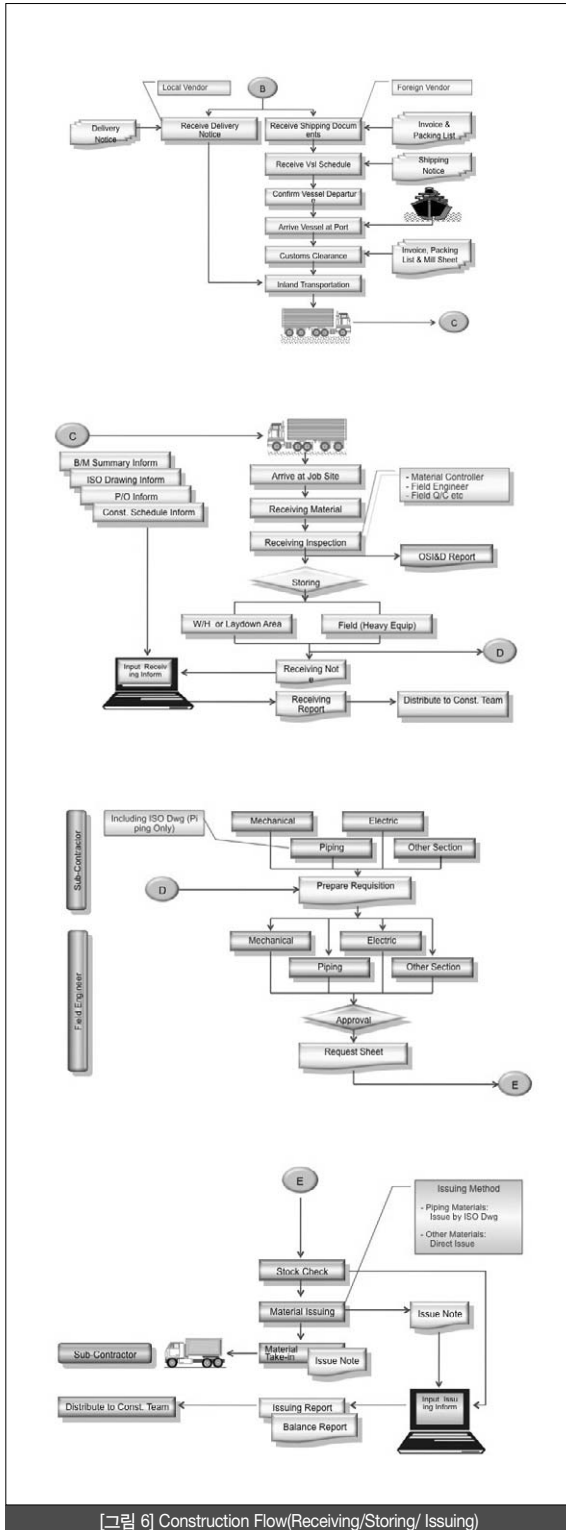
운임이 싼 맛에 선정할 경우 Schedule의 불안정으로 현장공사의
진도에 지장을 준다든지 기기, 자재의 안전과 확실한 수송에 필요
한 설비가 충분하지 않아 수송 중에 사고를 일으켜 오히려 고운임
이 되는 일도 있으므로 주의할 필요가 있다. 최근에는 Plant 규모의
 거대화로 현장에서의 공기단축을 목표로 한 Module 화에 따라 그
에 대한 특수선 등이 취항하는 일도 있다.

선적에 관하여 현장에서 가장 신경을 쓰는 것은 이번 배에 어떤 자
재가 적재되어 언제 도착할 것인가 하는 것이다.

따라서 선적예정표를 사전에 현장으로 송부하며, 동시에 선적이
완료되어 출항하면 지체 없이 선적관련 자료를 현장의 통관용과
별도로 자재관리용으로 현장에 송부하지 않으면 안 된다.

또한, 중량물의 수송에 대해서는 현장에서의 Crane 수배, 가설
도로의 설치, 현지 관계 관청과의 절충, 다음 공사에 지장을 주는
경우의 조정을 위해 미리 현장과 연락, 조정을 해 두어야 한다.

3-3. Construction Stage의 자재관리



[그림 6] Construction Flow(Receiving/Storing/ Issuing)

(1) 현장 자재관리

현장 자재관리는 궁극적으로는 공사에 만족한 상태로 적기에 자재를 공급하는 것이다. 현장에서의 자재관리 업무는 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 일정관리(Construction Schedule)
- 입고관리(Receiving)
- 저장관리(Storing)
- 출고관리(Issuing)
- 과부족관리(Overage/Shortage/ Damage)
- 현장 B/M 변경관리(Site Revised B/M)

1) 자재입고

자재가 선적서류에 기재된 대로 도착하고, 그 자재에 손상이 없다는 것을 확인한다. 선적서류와 도착자재에 차이가 있거나 자재에 손상이 있는 경우에는 소정의 절차에 따라 처리한다. 여기에서 주의할 점은 해당 자재의 처리가 완료될 때까지 이들 자재는 명확히 다른 자재 즉, 사용 가능한 자재와 구별하여 관리해야 한다. 사용 가능한 자재는 Stock Ledger에 입력하고 Storage Plan에 따라야 한다.

2) 저장관리

모든 자재는 용이하게 판별할 수 있도록 Category, 규격, 치수 등을 구분하여 보관해야 한다. 자재의 입고 전에 자재마다 창고 내 보관, 창고 외 보관의 구별을 명확히 해두며 동시에 창고보관 중에 먼지, 비, 습기 등에 의한 자재의 열화를 방지하는 처치를 해야 한다. 또한 적기에 재고감사(Inventory Auditing)를 실시하여 보관된 자재의 실 수량을 파악한다. 재고감사는 최대한 공사에 지장을 주지 않도록 계획하는 것이 바람직하지만, 공사에 지장을 줄 가능성이 있는 경우에는 공사 담당자와 사전에 충분히 협의하여 그 지장을 최소화 하도록 해야 한다. 저장 중에는 상기 이외에 화재와 도난의 예방에도 신경을 써야 한다.

3) 불출관리

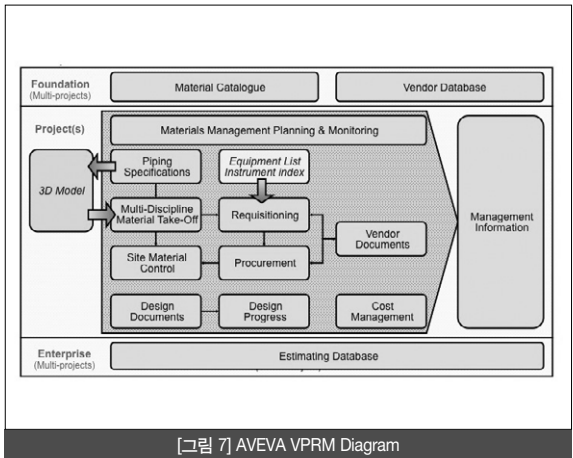
플랜트 자재관리는 특히 다품종 다양한 배관 자재의 출고에 대해서는 설치도면인 Isometric Drawing을 기준으로 출고를 한다. 즉, 시공업자인 Sub-con에서 청구한 Isometric Drawing 에 명시된 B/M을 자재별로 Summary하여 Net B/M 기준으로 출고를 함으로써 자재의 낭비를 최소화하고 있는 것이다.

또한 현장 자재관리 담당은 과부족 자재의 상황을 항상 최신정보로 Update해 두어야 한다.

원인 불명의 과부족 자재가 Stock Ledger 등에서 발견되는 경우 신속히 그 원인규명을 하지 않으면 안 된다. 이 원인규명 작업은 통상의 재고조사와 구별하여 빠르고 신중하게 이루어지지 않으면 공사의 진척에 지장을 초래하고 불필요한 비용을 지출하게 된다. 부족자재에 대해서는 신속하게 그 충족방법, 현장에서의 구매, 본사로 구매의뢰, 수송방법 등을 결정하고 추진해야 한다.

4 자재관리시스템의 활용

Plant건설에 소요되는 자재는 수많은 종류가 필요하며 이중에서 번호(Tag Number)가 부여되는 기기 및 장치류에도 많은 종류를 가지고 있다. 그러나 Tag Item은 Tag Number 별로 추적관리가 비교적 용이한 편이나, Bulk Material이라고 부르는 다품종 다량의 자재들은 관리가 대단히 어렵고 복잡하다. 따라서 일반적으로 자재 관리 시스템을 자체에서 구축하거나 외부의 전문 시스템을 도입하여 적용함으로써 관리의 효율을 제고하고 있다.



[그림 7] AVEVA VPRM Diagram

5 플랜트전문 자재관리시스템

상기에서 기술한 플랜트 프로젝트의 자재관리와 관련된 모든 업무는 영국의 AVEVA사에서 개발한 VPRM(Vantage Project Resource Management)은 Engineering, Procurement, Construction 및 Project Management 등 Project Life Cycle 기간 동안 Project 전체의 자재를 일관성 있게 관리할 수 플랜트 전문 자재 관리 솔루션이다.

5-1. VPRM이란?

VPRM은 플랜트 자재관리와 프로젝트관리를 위한 복합 솔루션으로 Project, 설계, 구매 및 현장에 이르기까지 모든 업무를 관리할 수 있는 17개의 Module로 구성되어 있으며 주요기능은 다음과 같다.

The screenshot shows the AVEVA VPRM main menu with a grid of icons for various modules. Below the screenshot is a list of these modules:

- SYSADM:** System Admin Control
- MCAT:** Material Catalog Control
- VDB:** Vendor Database Control
- EST:** Project Historical Data Control
- ADMIN:** Project Admin Control
- PROJ:** Project Monitoring Control
- GEN:** Material Tracking Control
- SPEC:** Specification Control
- PMTO:** Piping Material Take Off Control
- GMTO:** Other Material Take Off Control
- REQ:** Material Requisition Control
- PROC:** Procurement Control
- VDOC:** Vendor Document (Vendor Print) Control
- SITE:** Site Material Control
- DDOC:** Design Document Control
- HPRO:** Man Hour Control
- COST:** Budget Cost Control

[그림 8] AVEVA VPRM Main Menu

- (1) 자재코드, 설계물량, 자재청구관리
- (2) 자재구매, 독촉, 검사 및 선적관리
- (3) 현장자재 입출고, 과부족, 저장관리 및 현장 변경물량관리
- (4) 설계도면 및 Vendor 문서관리
- (5) 프로젝트 예산관리
- (6) 프로젝트 Man-hour 등 진척도관리
- (7) 프로젝트 전체 자재현황관리(설계-구매-현장 입출고 물량)
- (8) 프로젝트 견적자료 제공 등

또한 VPRM 은 프로젝트 자원관리를 위한 애플리케이션으로서 다음과 같은 환경을 가지고 운영 할 수 있다.

- 싱글 데이터베이스 기반으로 복수프로젝트 동시 수행
- EPC Process를 위한 다양한 Module 제공
- Web 기반의 시스템으로 인터넷 환경에서 운영
- 본사와 별도의 Construction Site 운영 가능
- 프로젝트 정보 보안관리 등

5-2. VPRM의 주요기능

(1) Engineering 부문

- 1) Piping Spec Control
- 2) Material Code Control
- 3) MTO Control
- 4) BM Control
- 5) MR Control
- 6) Design Document Control

(2) Procurement 부문

- 1) Vendor Information Control
- 2) Procurement Planning
- 3) Buying Control
- 4) Expediting Control
- 5) Inspection Control
- 6) Shipping Control
- 7) Vendor Print Control

(3) Construction 부문

- 1) Construction Planning
- 2) Receiving Control
- 3) OS&D Control
- 4) Allocation Control
- 5) Storing Control
- 6) Issuing Control
- 7) Field BM/MR/PO Control

(4) Project Management 부문

- 1) Budget Cost Management
- 2) Man Hour Management

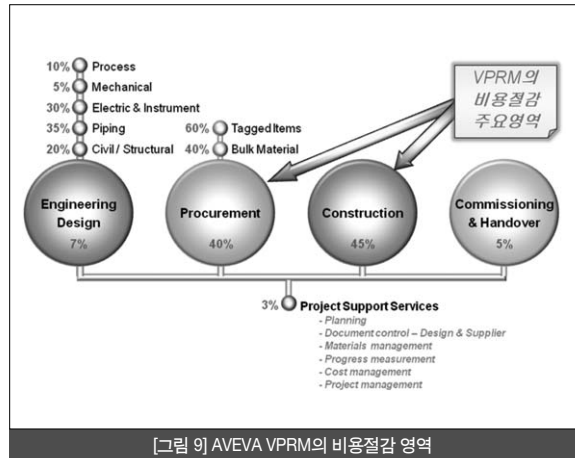
- 3) Material Management
- 4) Estimating Management

(5) General 부문

- 1) System Administration
- 2) Project Administration

6 VPRM 적용의 비용절감 효과

AVEVA의 VPRM은 전 세계 500개 이상의 대형 EPC 프로젝트를 성공적으로 수행하여 Project Total Installation Cost 중 1~2%의 비용 절감을 실현 하였다. S



[그림 9] AVEVA VPRM의 비용절감 영역

참고문헌

1. Plant Engineering & Project Management 유희석/이재현 저
2. AVEVA VPRM (Vantage Project Resource Management)