

<기술논문>

자동차 조립공장의 생산 DMU 적용에 관한 연구

김 건 연<sup>1)</sup> · 이 강 곁<sup>1)</sup> · 허 준<sup>1)</sup> · 박 태 근<sup>1)</sup> · 노 상 도<sup>\*1)</sup> · 김 정 호<sup>2)</sup> · 김 동 욱<sup>2)</sup>

성균관대학교 시스템경영공학부<sup>1)</sup> · GM Daewoo Auto&Technology 생산기술센터<sup>2)</sup>

A Study on the Manufacturing DMU for Automotive General Assembly

Gun Yeon Kim<sup>1)</sup> · Kang Kul Lee<sup>1)</sup> · Jun Heo<sup>1)</sup> · Tae Keun Park<sup>1)</sup>

· Sang Do Noh<sup>\*1)</sup> · Jung Ho Kim<sup>2)</sup> · Dong Wook Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Gyeonggi 440-746, Korea

<sup>2)</sup>Manufacturing Engineering Center, GM Daewoo Auto & Technology, Incheon 403-714, Korea

(Received 20 October 2004 / Accepted 3 January 2005)

**Abstract** : To achieve rapid new car developments and cost saving, new approaches for automotive general assembly in manufacturing preparations are needed. In this paper, CAD and DMU technologies for design and evaluation of machines and equipments are discussed. Digital Mock-up based on 3-D CAD models usually apply in the area of concept design and design review. We focus on manufacturing preparations of the machine and equipment. Detail procedures, examples and considerations of DMU are suggested in this paper. By applying DMU in the manufacturing preparations of general assembly, time, cost and quality of engineering can be enhanced through engineering collaboration.

**Key words** : Digital mock-up(DMU), Computer-aided design(CAD), Manufacturing preparation(생산준비), Automotive general assembly(자동차 조립공장)

1. 서 론

시장의 글로벌화가 급격하게 진행되고, 고객의 요구 사항들이 다양해지며, 새로운 경쟁자들이 시장에 진입을 하게 되면서 글로벌 경쟁은 점차 심화되어 가고 있다. 특히 자동차 산업에서는 제품 개발 기간 단축과 품질 향상, 그리고 개발 및 제조 비용 절감과 시장 대응성 강화가 절실히 요구된다. 자동차 회사의 제품 개발 및 생산 준비 업무 프로세스와 제조 공정은 매우 복잡하고 방대하므로, 제품 설계의 검증과 함께 프레스, 차체, 도장, 조립 등의 생산 준비와 제조 공정 최적화가 필요하다.<sup>1)</sup> 다양하고 복

잡한 제품, 공정을 최적화하고, 시장의 요구를 만족시키는 목적 달성을 위한 노력의 핵심은 컴퓨터 기반 프로세스의 도입 확대와 제품 개발 프로세스 전반에 걸친 통합과 협업(engineering collaboration) 달성이라고 할 수 있다.<sup>2)</sup> 컴퓨터 기반 프로세스 기술로는 CAD(computer-aided design), CAM(computer-aided manufacturing), CAE(computer-aided engineering), 시뮬레이션(simulation) 등이 있으며, 특히, 3차원 CAD는 자동차 개발 프로세스 전반에서 활발하게 이용되고 있다.<sup>3)</sup>

3차원 CAD로 작성된 모델을 바탕으로 하는 DMU(digital mock-up)는 제품의 디자인 리뷰(design review)와 개념 설계(concept design)에 대한 검토, 발생 가능한 다양한 오류들에 대한 검토 및 수정을 시

<sup>\*</sup>To whom correspondence should be addressed.  
sdnoh@skku.edu

제품(prototype) 제작 없이 수행할 수 있도록 해 준다. 이에 따라 제품 개발 과정에서 소요되는 시간과 노력을 절감하고 제품 설계 품질을 높이기 위한 여러 연구가 진행되어 왔다. 특히, CAD와 PDM (product data management) 시스템의 활용도를 높이는 데 있어, DMU 시스템을 개발하여 제품개발 프로세스에 적용한 연구와<sup>4)</sup> 제품 설계 과정에서 조립성, 간섭 등을 검증하기 위한 데이터베이스 기반의 DMU 시스템을 개발하여, 설계과정에서 효율적인 검증이 가능하도록 한 연구가 수행된 바 있으며,<sup>5)</sup> 몰드를 제작하는데 있어 DMU를 이용하여 사전 검증을 통하여 생산시 발생하는 문제를 최소화하는 연구가 진행되었다.<sup>6)</sup> 그러나, DMU에 대한 대부분의 기존 연구는 금형설계 등 주로 제품 설계 과정에 한정적으로 적용된 것들이 대부분으로, 설계 과정에서 부품간의 간섭, 조립성 등을 검증하는 것이 주된 목적이었다. 제품 설계를 위한 많은 업무들이 DMU를 기반으로 진행되면서 DMU에 대한 연구는 대부분 제품의 설계 단계에서의 적용에 한정되어 진행되어 왔으나, 생산 기술 분야로 적용이 확대되어 제품 설계가 확정된 제품이나 부품을 가지고 생산준비를 수행하는 과정에서 각종 기계, 설비, 치공구(jig and fixture), 팔레트(pallet) 등에 대한 설계, 사전 검토 및 문제점 분석과 대안 검토를 위한 확장된 DMU 적용이 요구되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 3차원 CAD와 이를 바탕으로 구성되는 생산 DMU를 이용하여 생산 준비 과정에서 필요한 각종 장비 및 설비에 관련된 다양한 엔지니어링을 수행하는 방법과 사례를 다루며, 국내의 한 자동차 회사를 대상으로 진행한 사례들을 소개하고, 특히 신규 제작의 경우와 개조의 경우를 비교하여 제시 한다. 생산 DMU 적용을 통하여 생산과정에서 발생 가능한 다양한 문제들을 사전에 검증하고, 다차종 혼류 생산을 위한 설비 공용화를 검토하는 등 각종 엔지니어링 업무들이 컴퓨터 상에서 디지털 모델을 가지고 수행하는 것이 가능하며, 본 논문을 통해 그 과정과 고려 사항, 효과 등을 제시하고자 한다.

## 2. DMU(Digital Mock-Up)

DMU는 “컴퓨터 상에서 제품을 설계하고, 이를 바탕으로 실물모형과 같은 수준의 엔지니어링 수행

이 가능한 컴퓨터 모형을 제작 활용하는 것”으로, 대량 생산 이전에 신제품 구성요소들의 기능, 형태 등을 평가하기 위한 수단으로 시제품을 대신하고 있다.<sup>7)</sup> 즉, 컴퓨터모델로 표현된 각 부품들을 가상 공간에서 조립함으로써 부품간의 간섭, 조립 시의 조립 경로 등을 검증, 최적화할 수 있게 하는 것이 주요한 목적이며,<sup>8)</sup> 각각의 부품들이 CAD 시스템을 사용하여 3차원의 입체 형상(solid) 모델로 설계되어 있을 때 이들을 컴퓨터 상에서 가상적으로 구성한 조립체를 의미한다.<sup>9)</sup> 그리고 이를 이용하여 제품 형상 데이터를 기초로 하여 부품간의 간섭검사, 조립검토 등의 작업을 할 수 있고, 가상 시제품(virtual prototyping)의 개념으로 제품의 형상 뿐 아니라 기능까지도 검토할 수 있는 데이터를 의미한다.<sup>6)</sup>

전술된 바와 같이 DMU는 주로 개념 설계, 설계 검증을 위해 적용되고 있으며, 생산에서는 부분적으로 적용되고 있는 실정이다. 그러나 DMU는 제품 개발 및 제조 전반에서 이용될 수 있으며, 특히, 자동차 조립공장의 경우, 부품, 제품에 대한 생산 시 문제점 사전 검토, 혼합 생산방식에 대한 대응, 부품의 크기, 중량에 따른 작업성, 물류 문제 검토 등에 대해 적용할 필요성이 매우 높다.

본 논문에서는 조립공장의 각종 장비와 설비에 대한 생산 DMU 적용을 소개한다. DMU를 통한 정확하고 검증된 장비와 설비 확인을 통해서 추가적인 개조나 현장 맞춤을 최소화하며, 또한 궁극적으로 총체적인 시뮬레이션을 수행할 수 있는 실제 작업장과 같은 디지털 공장(digital factory)을 구성하는 기본 모델을 구축할 수 있다. 본 논문에서 다루는 생산 DMU의 일반적인 목적은 다음과 같다.

- 장비, 설비의 개념, 설계에 대한 신뢰성 있는 사전 검증
- 시제품, 시험 생산 횟수 및 기간 단축
- 3차원 CAD 모델의 용이한 검색 및 관리
- 작업장에 대한 데이터 확보 및 가시화
- 현장 작업자들의 작업, 위험 및 난이도 검토와 교육 훈련 자료로 활용
- PLM(product lifecycle management)의 기본 데이터 확보
- 협력 업체, 고객 등과의 원활한 협업 수행, 커뮤니케이션

### 3. 자동차 조립공장 생산 DMU

본 논문에서는 국내의 한 자동차 조립공장을 대상으로 생산 DMU를 구축하였다. 조립공장에서는 일련의 공정을 거쳐서 차체에 각종 부품들이 조립되어 최종적으로 자동차가 완성되며, 대부분의 작업이 수작업으로 이루어진다. 일반적으로 두 차종 혼류 생산의 경우 1개 공장에 약 300여 개의 작업 스테이션이 존재하며, 약 300명 이상의 작업자가 약 2,000여 개 가량의 부품을 조립한다.<sup>1)</sup> 조립공정에서 사용되는 장비와 설비들은 작업자의 작업을 보조하는 역할을 하며, 신차종이 투입되거나 설계변경으로 인한 새로운 부품 사용이 필요한 경우 새로운 장비와 설비의 제작 또는 기존 장비와 설비의 개조가 필요하다. 이러한 의사결정의 과정에서 여러 내안들을 검토하고, 그 결과를 검증하기 위해 DMU 도구와 3차원 CAD 모델이 활용된다. 3차원 CAD를 이용한 장비의 모델링과 DMU S/W를 이용한 시각화와 검토 작업 수행을 통해 부품, 장비와 설비의 검증이 가능하며, 이를 통해 개조 및 신규 제작에 필요한 데이터를 확보, 명확한 계획을 수립할 수 있다. 일반적으로 DMU 수행 절차는 아래와 같이 정리해 볼 수 있으며, 이러한 절차를 통하여 장비·설비를 시각화하고, 3차원 DMU 환경에서 다양한 엔지니어링 수행이 가능하게 된다.

- 1) 기존 2차원 도면 분석, 현장 실측 등을 통한 데이터 수집
- 2) 3차원 CAD를 이용한 장비·설비 모델링
- 3) 3차원 DMU S/W를 이용한 제품 DMU와 생산 DMU의 통합 구축
- 4) 시각화 및 DMU 수행

생산 DMU의 수행방법이 결정이 되면 DMU 진행을 위한 구체적인 계획 수립이 이루어져야 한다. 수행방법을 포함한 생산 DMU 진행 절차는 Fig. 1과 같다.

DMU 수행은 DMU 대상 아이템 선정과 계획 수립으로부터 시작되어 기초 데이터 수집 단계로 이어진다. DMU 아이템 선정 단계에서는 (1) 신규 차종 적용 장비, (2) 향후 개조 계획 장비의 기준으로 우선순위를 적용하여 선정한다. DMU 계획수립 단계에서는 단계별 DMU 수행 계획, 상세 활용 계획 및 범

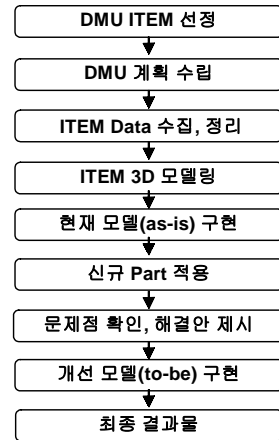


Fig. 1 DMU process

위, 수행 목적, 3차원 CAD 모델링의 상세수준 등을 상세하게 수립한다. DMU 데이터 수집 및 정리 단계에서는 대상 아이템의 도면 존재 유·무 파악 후 도면이 존재하는 경우는 도면과 실제 대상 아이템과의 비교를 통해 도면의 신뢰도 확인 및 해석 후 도면을 기반으로 3차원 CAD 모델링을 수행하며, 도면이 존재하지 않는 경우는 설비 치수 및 형상 측정으로 통해 얻어진 데이터를 기반으로 3차원 CAD 모델링을 수행한다. 현재(as-is) 모델 구현 단계에서는 명확한 목적, 범위 정의를 바탕으로 현재(as-is) 모델을 구성하고, 현재 모델을 바탕으로 신규 부품을 적용하여 문제점을 파악, 대안을 검토한다. 최종적으로 개선(to-be) 모델을 구성하여 신작 및 개조방안을 수립하는 순서로 DMU를 진행한다. Fig. 2는 적용 아이템별로 명확한 목적, 범위 정의를 위해 작성된 문서의 예이다.

### 4. 생산 DMU 적용 사례

본 논문에서는 DMU 아이템들 중 하나인 엔진 조립 라인의 엔진 관련 작업을 위한 파레트(pallet)에 대한 DMU 적용 사례를 제시한다. 이것은 엔진의 조립과정에서 엔진을 고정시켜, 엔진을 이송시켜 주고 또한 필요에 따라서는 차체에 조립 작업을 수행할 때 조립 지그 용도로 사용되는 설비로, 사용되는 엔진 및 트랜스미션의 종류는 배기량, 연료, 그리고 판매 지역에 따라 다르게 사용될 뿐 아니라, 동일 차

NAME NAME : Engine Mounting Paket 제조 (4)		관리번호 : SP2 - AME - 4	
	<b>과목</b>	<b>제목</b>	<b>신뢰</b>
	<b>영어 명칭</b>	부분 조립 조립품 C-Line Motor On Front	
	<b>중국어 명칭</b>	C-Line Motor On Front	
	<b>MPE 용도</b>	General의 Connect 어셈블리 지원 Engine Support	
	<b>비고</b>	Engine Mounting Paket 2D 도면 제작 2D 도면 검토 및 4면 도면 작성 및 제작 대응 BOM서 발행에 참여할 예정	
	<b>담당자</b>	<b>사명사</b>	<b>관리팀(담당자)</b> <b>SP2C</b> <b>김건희</b>
<b>(MPE 목적)</b>	<b>주요 목적</b>	<b>보통의 범위</b>	<b>배경 및 내역</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>V200의 Front Suspension 및 Engine Assembly의 Mounting Paket</li> <li>신차용(V200)에서 투입이 기존 차량에 공용화될 수 있도록</li> <li>V200 Engine Mounting Paket의 기존 제조 설계</li> <li>입력값(타입) 변경된 Paket 제조도면 검토 및 3D Data 제작</li> <li>본당차량에서 직접현장을 검토할 수 있는 DMU 제작</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Engine, Front Suspension, Transmission과 접촉되는 Axle의 검토</li> <li>Engine, Transmission이 Axle로 Support될가을 부분 4면 및 Isocast 제작 지지 2D</li> <li>부속품 설치용량에 Option에 따른 Engine 및 Transmission 제작 및 Support 7면 4면 제작 및 검토</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>기존 도면 바탕으로 2D 및 3D CAD 모델 - Paket Base - Axle서</li> <li>신차용 차량 Paket의 기존 검토 가능</li> <li>신차용 Engine, Transmission이 Support할수 있는 부분에 대한 검토 및 검토</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>신차용 Engine, Transmission, Front Suspension, 3D Data 제작</li> <li>기초 설계 및 Paket의 설 용량에 따라 검토되는 2D 도면 검토</li> <li>Engine, Transmission(Option)에 따른 용량 4면 및 검토</li> <li>2D 도면 (Option에 Support) 제작 후 검토할수 도를 시 Support 7면 4면 검토 및 검토</li> </ol>

Fig. 2 A sample of DMU sheet

중에 여러 종류의 엔진 및 트랜스미션이 사용된다. 새로운 차종이 라인에 추가되어 혼류 생산이 이루어질 경우 대상으로 하는 엔진 및 트랜스미션의 종류는 더욱 많아진다. 종류별로 이들을 지지하기 위한 파레트 상의 브라켓(bracket) 형상이 다르게 적용되어야 하나, 종류에 따라 모두 다른 파레트의 브라켓을 제작하는 것은 현실적으로 어려우며, 현재 생산 라인에도 이러한 설비는 적합하지 않기 때문에, 이러한 문제를 해결하기 위해 엔지니어는 설비에 대한 공용화를 검토하게 된다. 공용화라는 것은 가능한 하나의 설비로 모든 종류의 생산 품목에 적용이 가능하도록 구성하는 방법으로써, 기존 파레트를 개조하거나, 여러 가지 종류의 엔진과 트랜스미션을 위한 새로운 파레트를 제작하는 방법이 있다. 본 논문에서는 엔진 마운트 작업에 사용되는 파레트의 개조와 신규제작에서 비교검토를 통해서 각각의 접근방법, 개조 및 신규제작의 개념설계 타당성 검증과 공용화 계획에 수립에 관한 연구를 진행하였다.

#### 4.1 생산 DMU 적용, 개조의 경우

본 논문에서 다루어지는 DMU 적용 사례인 엔진 마운트 파레트는 엔진과 트랜스미션이 차체에 최종

조립과정에서 사용되는 설비이다. 각 자동차 부품들이 가지는 좌표 정보와 차체에 조립되는 각도 등을 기준으로 어태치(attach)가 형성되어야 한다는 제한사항이 있다. 이러한 아이템의 특징 및 파레트에 대한 세부사항을 Fig. 1의 업무 프로세스에 따라 계획 단계에서 정의를 하는 것으로부터 진행을 하며, 다음으로 파레트에 대한 기초 데이터를 수집한다.

수집된 기초 데이터는 다음과 같다.

- 1) 도면 확보
  - 현재의 2차원 도면 확보
- 2) 도면 실제 아이템 비교
  - 초기 설계 후 현장 수정된 부분 확인
  - 수정 부분의 실측 후 수치 데이터 확보
- 3) 아이템 형상 데이터 확보 (Fig. 3 참고)
- 4) 엔진 3차원 CAD 모델 확보
- 5) 파레트 관련 3차원 부품 데이터 확보

파레트 기초 데이터 수집 과정에서 수집된 데이터를 바탕으로 사전에 계획된 중점 부분과 상세도 계획에 따라 Fig. 3과 같이 현재 사용하고 있는 파레트를 모델링한다.

Fig. 4와 같이 수집된 데이터와 구현된 3D CAD 모델을 바탕으로 DMU에 적용하여 현재(as-is) 모델

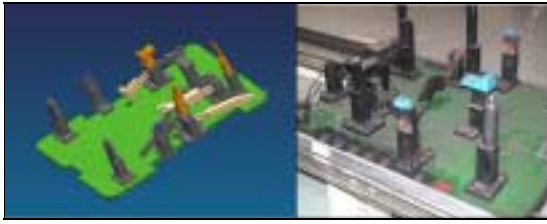


Fig. 3 The item and its' 3D DMU model

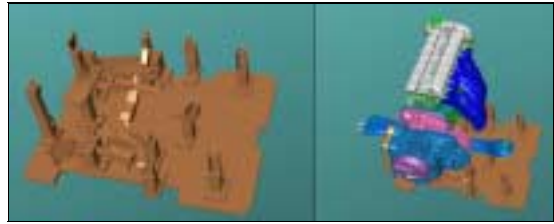


Fig. 7 To-be model of the DMU item (final design)

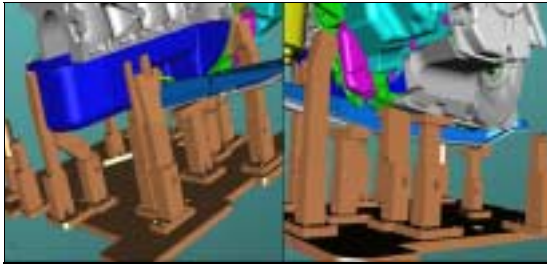


Fig. 4 Supporting areas of the DMU item

을 구현한다.

Fig. 5는 구현된 현재(as-is) 모델이다. 다음 단계로 향후 투입될 신규 차종에 대한 파워트레인의 조합을 현재(as-is) 모델에 적용한다. Fig. 6은 다양한 대안과 사전에 정의된 제한사항의 검토를 통해서 신규 부품 적용시 간섭이 발생할 수 있는 부분 파악 등 발생 가능한 문제를 파악하고, 파레트 공용화의 다양한 대안, 즉, 사용 가능한 부분과 개조가 필요한



Fig. 5 As-is model of the DMU item



Fig. 6 Applying new part

부분, 새롭게 요구되는 attach 파악 등을 DMU를 이용하여 수행한다. Fig. 7은 DMU 수행을 통해 얻어진 검증된 결과를 바탕으로 개조 방안 및 개선 (to-be) 모델을 구현한 것이다.

#### 4.2 생산 DMU 적용, 신규 제작의 경우

장비의 신규제작의 결정은 기존 장비로 신규 적용이 되는 부품들에 사용할 수 없거나, 개조의 범위가 너무 커서 사업성이 없거나, 기존 장비와의 공용화를 할 때에 오히려 작업자들이 작업상의 어려움을 초래하거나, 작업 시 혼란을 일으킬 수 있는 경우가 발생할 때 신규제작을 한다. 따라서 이에 대해서 수집한 기초 데이터는 다음과 같다.

- 엔진 3차원 CAD 모델 데이터
- 엔진, 트랜스미션 조합 데이터
- 엔진, 트랜스미션 부품 외 연관 부품 데이터
- 엔진, 트랜스미션, 연관부품 조립순서
- 설비 적용 부분, 설비 가동 환경

기초 데이터로 수집된 데이터를 기본으로 해서 기본 어태치와 베이스 플레이트(base plate)를 생성을 시킨다. Fig. 8은 엔진과 트랜스미션 외에 선행 작업 부품에 대한 것으로, 먼저 어태치에 대한 개념설계를 시작하며, 다음 단계로 향후 투입될 신규 차종에 대한 엔진과 트랜스미션 데이터를 적용하여 Fig. 9와 같이 검토를 수행한다. 검토 결과 생성된 어태



Fig. 8 Initial attach design of the DMU item

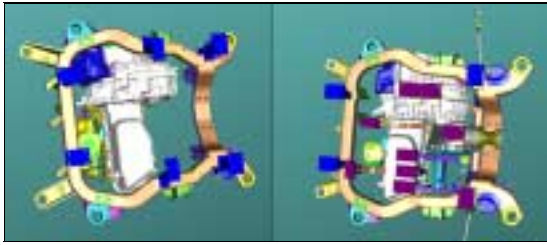


Fig. 9 Adding attaches to initial DMU model

치와의 간섭부분과 엔진 및 트랜스미션의 각도, 조립각도 등을 고려한 새로운 어태치를 생성한다.

이와 같은 과정을 통해서 신규 어태치의 개념을 설계할 수 있으며, Fig. 10은 이러한 과정을 거쳐서 완성된 신규 파레트와 그것을 적용한 경우이다.



Fig. 10 To-be model of the DMU item(final design)

### 4.3 개조 • 신규 제작의 경우 비교

DMU의 실제 적용 사례를 통해 개조와 신규 제작은 실제 생산 적용에 대한 타당성 검증 부분에서 차이를 보인다. 개조의 경우에는 이미 현장 적용된 장비와 설비를 기초로 하지만, 신규 제작의 경우에는 장비와 설비가 존재하지 않기 때문에 생산 현장 환경과 조립순서, 장비의 구동 조건 등에 대해서 최대한 시간을 가지고 숙련된 엔지니어와 협의 및 검증을 통하여 신규 제작한 모델이 생산현장에 적용이 가능한가에 대한 타당성을 검증해야 한다.

Table 1은 생산DMU의 주요 고려 항목들과 각 항목들에 대한 중요도를 개조와 신규 제작의 경우에 대해 비교 평가한 것이다.

Table 1과 같이 개조와 신규 제작의DMU 진행 과정에서 초기 계획부분과 기초 데이터 수집 부분에서 각 요소에 대한 중요도 차이를 보였다. ‘목적 및 중점 부분 선정’은 대상아이템에서 중요 검토 부분을 파악하여 DMU 진행 과정에서 발생할 수 있는 불

Table 1 Major considerations for manufacturing DMU

	개조	신작
목적 및 중점부분선정	1 2 3 4 ⑤	1 2 3 4 ⑤
모델링범위	1 2 ③ 4 5	1 ② 3 4 5
모델링상세도	1 2 3 ④ 5	1 2 ③ 4 5
도면정보	1 2 3 4 ⑤	N/A
실측 데이터	1 2 3 4 ⑤	N/A
장비·설비 형상 사진	1 2 ③ 4 5	N/A
부품 데이터 정확도	1 2 3 4 ⑤	1 2 3 4 ⑤
제한 사항 정보	1 2 ③ 4 5	1 2 3 4 ⑤

\* 1: 아주 낮음 2: 낮음 3: 보통 4: 높음 5: 매우 높음

필요 작업들을 사전에 제거하는 것이며, ‘모델링 범위’는 앞서 언급한 목적과 중점 부분 선정에서 따라서 영향을 받게 되는 부분으로 검토하고자 하는 대상이 장비와 설비에만 국한되는 것인지, 연계 장비와 설비에 대한 작업 환경을 구축하는 것인지, 장비와 설비의 일부 부분 또는 전체를 모델링하여 검토해야 하는 지에 대한 범위를 결정하는 것이다. 특히, 개조의 경우 연계되는 다른 장비와 설비들을 고려해야 하는 경우가 많으며, 이를 모델링 범위에 포함시키는지 여부에 따라 소요되는 시간과 비용이 크게 달라질 수 있다. ‘모델링 상세도’는 모델링 단계에서 모델의 상세 수준을 정의하는 것이다. 정의된 모델링 범위에서 중요 부분은 상세 표현을 하고 그 외의 부분은 단순 형상과 주요 치수를 표현하는 것 등이 좋은 예이다. 일반적으로 신규 제작의 경우는 향후 생산 현장에 적용할 장비와 설비의 개념설계가 목적이기 때문에 개조의 경우보다는 상세 모델링을 요구하지 않는다. ‘도면 정보’와 ‘실측정보’, ‘형상사진’은 장비와 설비의 3차원 CAD 모델링 작업의 기초 데이터로, 신규 제작의 경우에는 일부 유사 장비와 설비의 도면 및 형상사진이 참고로 사용될 수 있으나, 그 중요도는 극히 적다고 할 수 있다. ‘부품 데이터’는 차, 엔진 등 관련된 부품의 CAD를 의미하며, 정확한 부품 데이터가 확보되지 않는 경우 정확한 DMU 적용이 어렵게 된다. 자동차 조립공장에서 수행되는 조립작업은 같은 형상의 부품이라도 공정과 작업 방법에 따라서 조립되는 각도와

위치를 고려해야 하며, 이를 반영하지 못한 부품 데이터를 사용하는 경우는 DMU를 통해 개조 및 신규 제작 방안의 검토가 정확히 이루어지기 어렵다. ‘제한사항 항목’은 개조의 경우에는 현 사용 장비와 설비에 반영이 되어 있지만, 신규 제작에서는 계획수립 단계, 모델링 단계 등 전 단계에 반영되어야 하기 때문에 그 반영도 및 중요도가 다르다.

#### 4.4 생산 DMU 적용 결과와 효과

본 연구에서는 국내 한 자동차회사의 조립공장을 대상으로 Table 2와 같이 개조아이템 24개, 신작아이템 4개에 대해 생산 DMU를 적용하였으며, 그 적용 결과와 효과를 정리하면 다음과 같다.

Table 2 List of DMU items

장비·설비 구분	개조	신작
행어(hanger) 계열	4개	-
파레트(pallet) 계열	8개	3개
매니퓰레이터(manipulator) 계열	5개	-
로더(loader) 계열	5개	1개
기타장비	2개	-

##### 1) 시각화, 디지털 모델 구축

생산준비 업무에 DMU를 적용하여 부품 데이터, 장비와 설비의 3차원 CAD 데이터를 기반으로 시각화를 이루었다. 따라서 2D 도면과 실제 장비와 부품을 가지고 엔지니어링을 수행하던 엔지니어링업무를 시각화를 통하여 업무 수행 환경을 컴퓨터상으로 수행할 수 있는 기반을 마련하였다.

##### 2) 디지털엔지니어링 수행

개조와 신작 시 요구되는 다양한 의사결정과 계획 수립과정을 컴퓨터 환경에서, 장비와 설비의 디지털 모델을 가지고 수행할 수 있어 여러 엔지니어가 서로 다른 대안을 수립하고 검토하고 협의 할 수 있는 기반을 마련할 수 있었다. 엔지니어들이 좀 더 다각적으로 여러 대안을 수립, 장비와 설비의 실제 생산 적용 단계에서 일어날 수 있는 문제들을 사전 검증하여 이를 바탕으로 신뢰도가 높은 개조방안과 신규 제작의 개념설계를 수립할 수 있었으며, 시간과 공간, 사이즈, 중량 등의 제약을 받지 않고, 엔지니어링을 수행할 수 있어 공수를 크게 절감할 수 있

었다. 특히 장비, 설비와 신규 부품들의 디지털 모델들을 컴퓨터 환경 상에서 자유롭게 다루고, 엔지니어링을 수행하는 것이 가능하여 부가적인 제약 없이 엔지니어링을 할 수 있다.

예를 들어 생산 DMU 실제 적용 대상인 로더(loader)의 경우, 신규 부품이 존재하지 않는 상태에서 부품 데이터와 3차원 CAD 모델을 이용하여 신규 부품의 그립(grip)부분과 브라켓 형상의 불일치 문제를 생산 DMU를 통하여 파악할 수 있었으며, 브라켓의 개조방안을 수립하는데 있어 통상 수개월의 소요되던 설계, 대기 및 검토 업무가 DMU 적용 후 약 20일 이내에 수행 가능하였다. 또한 생산 DMU를 통하여 최적화된 설계, 계획을 수립하고, 개조 범위를 최소화함으로써, 업무 및 대기 시간을 최소화하고, 비용을 크게 절감할 수 있었다.

##### 3) 설계-생산, 협력업체와의 협업 달성

구축된 장비, 설비의 디지털 모델을 통하여 설계 부서, 협력업체들과 원활한 협의, 정보 공유 및 전달이 가능하였다.

예를 들어 파레트의 경우에는 기존 협력업체에 장비와 설비의 기초적인 개념만 전달하고 협력업체와의 협의를 통해 장비, 설비의 설계와 제작을 수행하는 방식이었지만, 생산 DMU 적용이후 사전 검토된 설계안을 기초로 구체적인 발주 데이터를 협력업체에 전달 할 수 있게 되었다. DMU를 통해 개념설계안을 제작하여 어태치 개수와 위치, 그리고 각 어태치의 사이즈를 파악하여 업체에 주문을 할 수 있는 데이터를 얻을 수 있게 되었다. 특히 본문에 제시된 사례로 파레트의 경우에는 DMU를 통해 얻은 개념 설계안을 바탕으로 협력업체에 명확한 신규 제작안을 전달을 하여, 구체적인 형상의 기초 모델을 제작할 수 있었다.

##### 4) 데이터베이스 구축 및 타 부문의 모델 활용

앞에서 제시된 효과 외에도 향후 장비와 설비에 대한 통합 데이터베이스가 구축이 된다면, 이를 바탕으로 유사 장비에 대해서 개조 및 신규 제작안을 수립할 시에 계속적인 적용이 가능하다. 또한 장비와 설비 데이터, 제품 및 부품 데이터, 프로세스 데이터 등을 라인 시뮬레이션, 동선 분석 등을 위한 기초 데이터로써 활용을 할 수 있는 기반이 구축되어



신뢰도가 높은 프로세스 설계, 라인을 구축을 할 수 있을 것이다.

이와 같이 다양한 생산 DMU 적용을 통하여 DMU를 적용, 장비와 설비의 개조와 신규제작에 대한 신뢰성 있는 설계안과 계획 수립 및 검토가 가능하고, 이를 통하여 궁극적으로 설계, 검토, 발주, 제작 등의 전 과정에서 소요되는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

DMU는 일반적으로 제품의 설계단계에 적용되어 부품간의 적합성이나 간섭 검토 등을 위하여 적용되는 기술로서, 본 연구에서는 생산DMU의 개념과 적용 방법, 그리고 자동차 조립공장을 대상으로한 적용 사례와 효과를 제시하였다.

- 1) 생산DMU는 신규 차종이 투입되기 전 수행되는 생산준비 업무들에 대하여 디지털 생산기술을 적용하는 한 예이며, 본 논문에서는 조립공장의 장비와 설비에 대해 적용하였다.
- 2) 본 논문에서는 생산 부문에서 각종 장비, 설비들에 대한 생산준비 업무 수행을 위한 DMU의 적용 방법과 고려 사항들을 정리, 제시하였다. 특히, 생산 DMU 진행 프로세스 상에서 개조와 신규 제작의 차이를 구분하여 제시하였다.
- 3) 본 논문에서 제시한 생산DMU 프로세스를 적용하면, 신규 차량 또는 부품이 적용될 경우 발생하는 개조 및 신작에 대한 기초 개념이나 계획의 수립과 검토가 가능한 디지털 엔지니어링 기반이 마련되며, 이를 통하여 실물을 통하여 수행했던 엔지니어링을 컴퓨터상에서 수행하고, 명확하고 신뢰성 있는 개조 및 신작 방안을 작성, 배포할 수 있는 기초 기술과 데이터가 확보된다.
- 4) 본 논문에서 구축된 장비와 설비에 대한 생산 DMU 모델은 디지털 생산기술 적용에 기반이 되는 디지털 공장 구축을 실현하기 위한 기초 데이터로서, 결과적으로 신뢰성 높은 디지털 공장의 구축이 가능하게 된다.
- 5) 구축된 생산DMU를 이용하여 협력업체, 고객들 사이의 원활한 의사소통이 가능하게 된다. 즉, 장비와 설비의 제작 시 명확한 데이터를 전달과 협

업 수행이 가능하다.

- 6) 생산DMU 데이터베이스를 지속적으로 구축, 관리함으로써, 향후에 적용될 신규 및 개조 방안에 대한 지식 공유와 관리를 위한 기반을 마련할 수 있다.

## References

- 1) J. Heo, K. K. Lee, S. D. Noh, Y. J. Park, "Web-based Collaborative Process and Material Planning for Automotive General Assembly," Transactions of KSAE, Vol.12, No.4, pp.198-206, 2004.
- 2) J. Hudi, R. Spies, "Integration of Digital Mock-Up and Multibody Simulation in the Product-Development Process," International ADAMS User' Conference 1999, Berlin, November 17~18, 1999.
- 3) E. Schelkle, H. Elsenhans, "Virtual Vehicle Development in the Concept stage Current Syatus of CAE and Outlook on the Future," 3rd MSC Worldwide Aerospace Conference & Technology Showcase, September 24~26, 2001, Toulouse, France.
- 4) K. S. Lee, S. H. Lee, "Development of a DMU System Operated on a PDM System," Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol.8, No.3, pp.157-166, 2003.
- 5) Y. H. Jung, "Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design: Part (II)-Development of a Digital Mock-Up System for Reducing Design Changes," Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol.2, No.2, pp.103-110, 1997.
- 6) B. H. Lee, "Making the Prototype of Cyl./Head using Digital Mock-Up," CAD/CAM Review, Vol.3, No.1, pp.50-55, 1997.
- 7) D. P. Mahoney, "Giving Engineers the Magic Touch," Computer Graphics World August, 1999.
- 8) K. S. Lee, K. S. Lee, S. H. Lee, C. M. Kim, S. S. Kim, S. J. Heo, "Researches using Integrated Computer-aided Systems for Automobile Development," IPC2001D077, 2001.