Transactions of KSAE, Vol. 11, No. 6, pp.118-126 (2003)

Copyright © 2003 KSAE
1225-6382/2003/066-17

〈기술논문〉

차체공장 디지털생산 기술 적용을 통한 신차 개발 생산준비 업무 수행

노 상 도[*1] · 박 영 진[2]

성균관대학교 시스템경영공학부[*1] · GM Daewoo Auto & Technology 생산기술연구소[2]

Manufacturing Preparations in the New Car Development for an Automotive Body Shop by Digital Manufacturing Technologies

Sang Do Noh[*1] · Young-jin Park[2]

[*1]*School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Gyeonggi-do 440-746, Korea*
[2]*Advanced Manufacturing Engineering Team, Manufacturing Engineering Center, GM Daewoo Auto & Technology Co., 199 Cheongcheon-dong, Bupyung-gu, Incheon 403-714, Korea*
(Received 28 January 2003 / Accepted 16 April 2003)

Abstract : Digital Manufacturing is a technology facilitating effective developments and agile productions of the product via digital computer models representing physical and logical schema and the behavior of the real manufacturing systems including manufacturing resources, environments and products. For the successful application of this technology, a digital factory as a well-designed and an integrated environment is essential. In this paper, we constructed the sophisticated digital factory of a Korean automotive company's body shop, and conducted precise simulations of unit cell, lines and the whole factory for the collision check, the production flow analysis and the off-line programming. We expect that this digital factory of the body shop helps us achieve great savings in time and cost for many manufacturing preparation activities of the new car development.

Key words : Digital manufacturing(디지털생산), Digital factory(디지털공장), Automotive digital body shop(자동차 디지털 차체공장), Manufacturing preparation(생산준비)

1. 서 론

미국 CASA/SME에서 발간된 "Next Generation Manufacturing"에 따르면, 향후 10년간 발전해나갈 생산시스템은 적응력을 갖춘 정보시스템을 보유하여 지식기반 관리를 수행하고, 시뮬레이션, 가상생산 등 체계적인 방법들을 활용하여 신속하게 제품, 공정들을 구현하며, 효율과 유연성이 탁월한 신 개념의 각종 장비, 공정들을 개발, 활용하고, 부품 공급자까지 확대된 글로벌한 협동을 달성할 것으로 전망하고 있다.[1)]

디지털생산(digital manufacturing)은 "생산시스템의 물리적, 논리적 구성요소들과 거동을 엄밀하게 모델링하여 제품(product), 공정(process), 제조자원 및 환경(manufacturing resource and environments)이 통합되어 있는 디지털 모델을 구성하고, 3차원 CAD, 시뮬레이션 등 다양한 컴퓨터 기술들을 활용함으로써 생산의 전 과정에 걸쳐 발생 가능한 각종 오류의 사전검증과 효율적 의사결정을 수행함으로써 신속하고 효율적인 제품 개발 및 제조를 실현하

*To whom correspondence should be addressed.
sdnoh@skku.edu

려는 기술"이다. 특히, 디지털생산의 개념에서는 다양한 제품 설계, 생산 계획이나 각종 정책, 기술 등을 가상적으로 도입하여 그 효과를 디지털 환경에서 사전에 검증해 볼 수 있으므로, 신규 제품과 라인, 그리고 생산설비들의 설계, 신제품 생산에 따른 공정계획 수립, 생산준비와 생산계획 수립 등 여러 부문에서 재 계획과 의사결정에 소요되는 비용과 시간을 최소화할 수 있다.[2,3] 실제로 산업에 따라 각종 치공구 설계에서 시간과 공수 절감 약 75%, 주물 제작에서 발생하는 오류 감소 약 50%, 그리고 공장 라인 설계 분야에서 기간 단축 효과가 약 20% 정도 있는 것으로 보고되고 있다.[4]

특히 자동차 산업의 경우, 신차 개발에서 양산까지 상당히 오랜 기간이 소요되고, 금형과 엔진의 가공 및 조립, 프레스, 차체, 도장과 조립 공정을 거치는 양산 과정이 매우 복잡하고 다양하여 생산준비 과정에서 수립되는 각종 설계와 계획의 사전 검증과 최적화가 매우 중요하다. 이에 따라 국내외 유수의 자동차 회사들은 신차 개발기간의 단축, 비용 절감과 양산 품질 향상을 통한 경쟁력 향상을 목적으로 전사적으로 디지털공장의 구축과 활용을 위한 관련기술의 연구와 투자를 진행하고 있다.[5,6]

디지털생산 기술의 성공적인 적용을 위해서는 적용 기업, 업무의 체계적인 분석을 통한 적용 대상, 범위 및 목표의 설정과 기대 효과 분석이 선행되어야하며, 디지털 모델을 포함한 각종 기존 자료들과 다양한 측정, 실험치 등과 통합적으로 연계되는 3차원 CAD와 시뮬레이션 모델의 구축이 요구된다.[7]

이에 따라 구축되는 디지털공장(digital factory)은 생산행위가 일어나는 하나의 공장을 대상으로 제품, 공정, 제조 설비 및 환경 등을 디지털생산의 관점에서 모델링하여 통합적으로 구성하는 컴퓨터 모델로서, 공장에서 발생하는 일체의 제조 활동에 디지털생산 기술을 적용하는데 핵심적인 기반이 된다. 보통 모델의 적용 범위, 상세화 정도에 따라 작업, 셀, 라인으로 구분할 수 있으며, 공정과 각 공정을 구성하는 세부적인 작업들, 그리고 이들에 관련된 각종 정보를 통합적으로 보유한다.[8,9]

본 논문에서는 국내의 한 자동차 회사의 차체 공장(body shop)을 대상으로 자동차 생산준비 업무에 디지털생산기술을 적용하기 위한 디지털 차체공장(digital body shop)의 구축, 운영 사례를 소개하고, 그 구현과정과 적용 결과를 정리함으로써 신차 개발 시 수행되는 다양한 생산준비 업무들에 디지털생산 기술을 적용하는 방법에 대해 설명하고자 한다.

2. 디지털 공장

일반적으로 자동차 회사에서 디지털공장을 구축, 활용하게 되면 제품개발 부문에서는 새로운 아이디어의 개발과 관리과정에서 생산가능성을 바로 검증할 수 있고, 제품설계 부문에서는 가상시제품(virtual prototype)의 제작을 통한 제품 시각화, 성능분석, 가상시험(virtual testing), 그리고 생산 용이성 및 효율의 신뢰성 있는 사전평가가 가능해진다. 제품제조 부문에서는 제조설비의 사양 결정, 공정 및 설비배치(layout) 최적화, 최적화된 공정계획 및 생산계획의 효율적인 작성, 그리고 생산성 향상 및 비용 절감이 가능하다. 또한 정보공유 및 관리 측면에서는 제품설계와 제조과정의 통합을 통한 동시적 협업(concurrent & collaborative engineering)의 실현과 제품, 공정 및 생산시스템에 대한 정보 기반(information infrastructure)을 구축함으로써, 제품의 전 라이프싸이클에 걸친 업무의 정립과 관리, 그리고 엔지니어들 사이의 용이한 의사소통과 협의 달성이 가능해 진다.[2,3,10]

2.1 디지털 공장의 구축 절차와 고려사항들

일반적으로 사용되는 디지털공장의 구축절차는 Fig. 1과 같다. 디지털공장의 구축에는 보통의 시뮬레이션에 비하여 상당한 시간, 비용과 자원이 요구되므로 초기에 상세한 활용계획과 정량적인 목표를 수립하고, 적용 후에는 그 효과를 정리, 분석하여 그 의의를 입증하고 적용분야를 확대하는 단계적인 접근 전략이 필요하며, 이를 위해서는 시스템 공학적인 접근과 대상업무 적절한 분석과 개선BPR (business process re-engineering)이 요구된다.[7]

디지털공장을 구성하는 작업은 크게 3차원 CAD 모델링, 시뮬레이션 모델링을 통한 운영모델의 구축 등으로 이루어지는데, 두 작업 모두 상당한 시간과 노력이 요구되는 힘든 작업이므로, CAD와 시뮬

레이션의 통합 모델링 환경 구축과 작업된 모델들의 재사용을 통하여 작업의 생산성을 높이는 것이 필수적이며, 디지털생산에 투입할 수 있는 시간과 자원에 한계가 있으므로 적용 범위, 목적에 따라 모델의 일부, 부분적인 상세도 조정이나 추상화를 진행하여야 한다. 또한 디지털공장 구축 후에는 구성된 CAD 모델과 시뮬레이션 모델에 대한 엄밀한 검증을 통하여 모델의 적합성을 보장하여야 하고 추후 변경사항이나 현장 맞춤 등을 적절히 반영하여 계속적으로 그 신뢰성을 유지할 수 있도록 해야 한다.[11-13]

Fig. 1 Implementation procedure of a digital factory

2.2 디지털 차체공장 적용 사례 및 효과

Daimler Chrysler의 경우, 디지털생산 기술을 전사적으로 도입, 적용하여 신차 제조 라인의 설계와 검증기간이 6~8 개월 소요되던 것을 4~8주로 감소시켰으며, 금형 개발에서 3차원설계 도입과 활용으로 설계 기간을 약 35~40 % 감소시키고, 차체공장 등에서 필요한 각종 로봇 제어 코드를 OLP(off-line programming) 방법을 이용함으로써 신차 생산 준비 시간을 2~4 개월 단축하고 라인 당 약 2천만불에 달하는 비용을 절감할 수 있었다고 한다.[14]

General Motors(GM)에서는 90년대 중반에 시작된 제조 각 부문의 math-based manufacturing 프로그램의 일부로 "모든 담당 엔지니어들이 실물을 만들기 전에 제조 및 조립시스템의 생성, 설계, 검증 및 운영을 컴퓨터의 수학적인 모델을 이용하여 사전에 수행해본다"라는 목표로 관련 기술의 도입을 추진하고 있다.[15]

특히, 3차원 CAD, 시뮬레이션 모델을 바탕으로 한 가상공장 구축과 관련한 3개 과제를 1999년부터 수행 중이다. 첫 번째는 주로 조립라인에 대한 'Virtual Bill of Process'로서 조립라인 3차원 CAD 모델링 및 시뮬레이션 수행을 위한 공정 정보 관리를 통하여 가상공장을 구축하고, 이를 통하여 추후 신차 개발 시 효율적인 공정 준비 가능, 제조경험의 보존과 활용이 가능하도록 하는 것이고, 두 번째는 '3

Photo. 1 The digital factory of GM

차원 가상공장 구축 및 분석'으로 공장의 3차원 parametric 설계 및 시각화와 시뮬레이션과 연계한 가상작업의 수행과 분석, 그리고, 설계, 제조, 공급자간 동시공학 수행을 지원하고자 하는 것이다. 세 번째는 주로 차체라인에 대한 '작업 셀 배치 및 제어 코드 검증'으로서 로봇 제어 프로그램 검증 소프트웨어 개발, off-line programming 수행에 따른 차체 조립 준비 시간과 비용 절감, 그리고 용접 작업 수행에 필요한 각종 장비 라이브러리 구축이 그것이다. 이와 같은 기술 개발이 성공적으로 수행되면 제품개발과 생산부문의 통합을 통한 가상제품개발(virtual product development) 개념이 신차 개발에 정착되어 신제품 개발과정에서 극적인 효과를 볼 수 있을 것으로 기대하고 있다.

유럽 Volvo사의 경우 전사적 디지털생산 센터를 운영하고 있고, 개념 및 검토, 설계 및 생산준비의 단계에서 시뮬레이션을 통한 연속적인 프로세스의 검증을 수행하는 개념의 VPPD(Volvo product & process development) 체계의 수립을 진행하고 있으며, 일본 TOYOTA사는 디지털생산 기술을 생산기술 부문에서 디자인 결정에서 양산까지의 신차 개발기간을 현행 18개월에서 12개월로 단축하기 위한 핵심적인 기술로 추진하고 있다.[16] 또한, Nissan사는 제품 정보 공유를 위해서 TEC(technology of engineering data & correlation)을 개발, 활용한 바 있으며, Mazda사에서는 DMU(digital mock-up)를 비롯한 디지털생산 기술을 활용하여 설계기간 3개월, 제작비용 30%를 감축하는 Mazda Digital Innovation 프로젝트를 진행한 바 있다.[17]

3. 자동차 디지털 도장공장

3.1 차체공장 생산준비 업무분석

생산준비 관점에서 살펴본 자동차 회사의 신차 개발 과정은 Fig. 2와 같다. 상품을 기획하는 계획 단계, 플랫폼(platform)을 개발하고 스타일링(styling)을 수행하며, 시작품 도면 작성(prototype drawing), 시작품 제작(prototype build)과 생산 도면 및 계획 작성(production drawing) 작업이 이루어지는 제품설계 및 개발 단계, 시험 및 차량 평가(tryout/vehicle match), 시험 생산(pilot production)으로 구성되는 제품 및 공정 유효성 확인 단계, 양산 계획과 양산, 각종 오류의 시정들을 수행하는 양산 단계로 이루어져 있다. 단계별로 설계, 계획, 분석, 시험 등 다양한 엔지니어링 업무가 동시적으로 수행되며, 그 결과 각 단계의 진행에 따라 개념 설계, 각종 제어 프로그램, 양산차, 시작차(prototype car), 시험생산차(pilot production car) 등이 얻어지게 된다.[7]

본 논문에서는 국내의 한 자동차 회사를 대상으로 특히 신차 개발 시 차체공장의 차체조립 작업을 위해서 수행되는 생산준비 업무들에 대한 분석 작

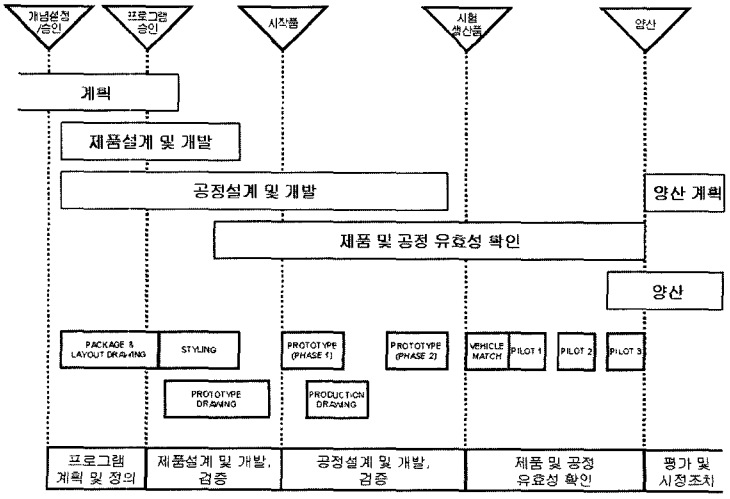

Fig. 2 Manufacturing preparation activities in the new car development process

업을 수행하였다. 이것은 차체공장에 디지털생산 기술을 도입하기 위하여 디지털공장의 운영 목적 결정과 활용 극대화를 위한 것으로, 총 76개의 생산준비 업무가 도출되었으며, 이중 21개의 업무가 디지털생산 기술 적용이 가능한 것으로 분석되었다.

Fig. 3은 underbody 조립순서의 용접성과 주요 용접점을 검토하고 협의하는 부분에서 디지털생산 기술을 적용할 수 있음을 보여주는 차체 생산준비 업무분석의 일부에 대한 예이며, Table 1은 차체공장 생산준비를 위한 디지털생산적용 업무를 적용분야별로 정리한 것이다.[7,11]

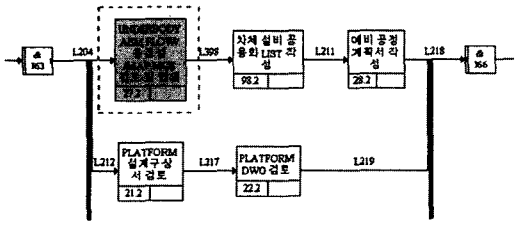

Fig. 3 The workflow analysis of manufacturing preparation activities for a body shop

Table 1 Manufacturing preparation activities in body shops for digital manufacturing

업무	적용분야 및 효과
용접점, 주요사항 검토	공정 검증/평가
로봇 프로그래밍/준비	공정 검증/평가
용접성/작업 세부 확인	공정 검증/평가
설비 공용화 검토/확인	디지털엔지니어링
용접 sequence 검토	디지털엔지니어링
물류 layout 결정/검증	공장 시뮬레이션
부품 이적재 성립 검토	가상엔지니어링, 공정 검증/평가
설비 검토 및 설치	공장 설계/운영
line T/O 실시/개선	공장 시뮬레이션
Vehicle match 실시/개선	공장 시뮬레이션
cycle time 평가	공장 시뮬레이션
작업자 교육	제품/설비/공정 시각화

3.2 디지털 차체공장의 목적

차체공장에서는 프레스공장(press shop)에서 만들어진 차체 패널들을 주로 로봇을 이용한 자동 용접작업으로 조립하여 BIW(body in white)를 만든다. 용접 작업에서 사용되는 패널들 및 차체, 로봇 및 각종 설비, 그리고 수행되는 공정들을 모두 대상으로 종합적인 디지털공장을 구축하기 위하여 3차원 CAD 모델링은 대상 회사에서 전사적으로 사용하고 있는 상용 CAD 시스템(CATIA v4, v5)을 사용하였으며, 시뮬레이션 모델링은 상용 디지털생산 시뮬레이션 소프트웨어(IGRIP, QUEST)를 사용하였다. 본 논문에서 구성, 운영된 디지털 차체공장의 적용 목표는 다음과 같다.

1) 용접성/작업 세부 확인: 새로 작성된 설비와 용접 공정의 적합성 검증 및 문제점 개선. 특히, Jig, 설비 등의 간섭 확인을 포함하는 공정과 설비들의 검증
2) 설비 공용화 검토/확인: 기존 또는 새로 구성되는 설비들의 문제점 사전 검증 및 공용화 검토
3) 설비 검토 및 설치: 신차 개발시 기존 공장의 설비 및 구조물과 새롭게 설계되는 차체와의 간섭 등의 문제점 검토
4) 물류 layout 결정 및 검증: 여러 차종 혼류 생산에 따른 물류 운영 정책 검토와 저장 면적의 타당성 사전 검증과 최적화 수행
5) 로봇 프로그래밍 및 준비: 차체 용접작업을 위한 로봇 OLP 수행을 통한 로봇 프로그램 준비 시간 단축과 비용 절감
6) 작업자 배치 계획, 검토 및 교육: 공장의 건축, 설비 등의 가시화를 통한 작업자의 이해 증진
7) 디지털생산 인프라 구축: 공장, 생산에 관련된 각종 디지털 정보 통합 구축 및 관리

3.3 디지털 차체공장 CAD 모델링

전술한 바와 같이 디지털공장의 구축은 모델의 종류와 준비상태에 따라 사안별로 그 방법을 달리하여 진행하여야 하며, 작성된 모델이 CAD 모델로서 뿐만 아니라 시뮬레이션, 가상현실(virtual reality) 시스템 등 다른 응용분야에 통합적으로 이용될 수 있도록 하여야 한다. 본 논문에서는 Fig. 4와 같은 3차원 CAD 모델링 전략과 방법을 사용하였다.[11]

특히, 도면이 없거나 실제와 많이 다른 부분의 모델링 작업은 인력에 의한 실측 방법과 함께 사진 촬영을 통하여 주요 치수와 형상을 얻는 근거리 사진측량(close range photogrammetry) 방법을 적용하였다. Photo. 2, Photo. 2와 Photo. 3은 셀, 라인, 공장으

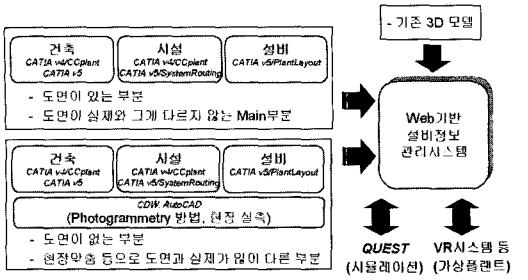

Fig. 4 Methodology of 3-D CAD modeling for digital body shop

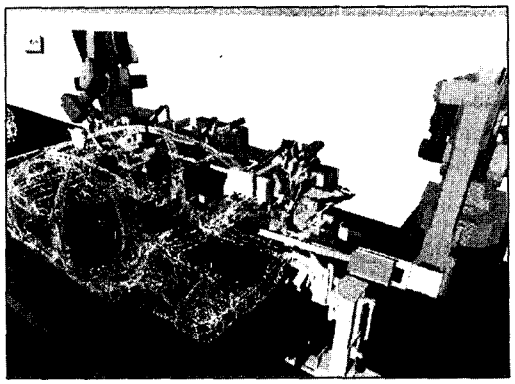

Photo. 2 Digital body shop - cell

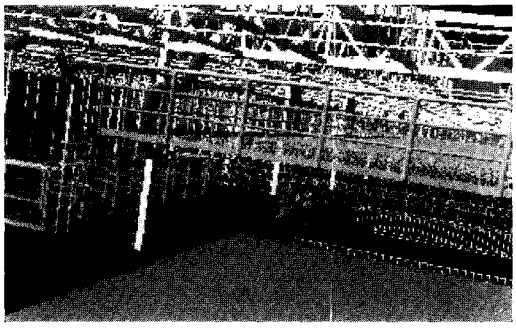

Photo. 3 Digital body shop - line

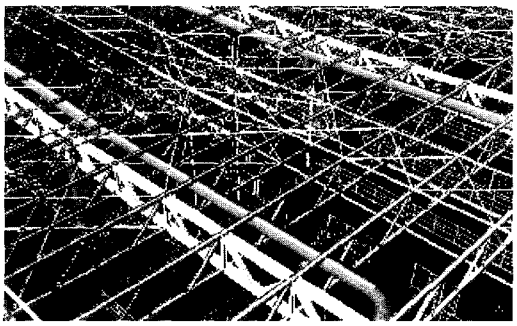

Photo. 4 Digital body shop - factory

로 구분되는 구현된 디지털공장 3차원 모델의 일부이다.

구성된 3차원 CAD 모델만을 가지고도 설비 배치와 설치시의 간섭 발생 등의 문제들을 사전에 확인하는 것이 가능하였으며, 이를 바탕으로 추후 운영 모델 구축 시 다양한 조건과 정책 하에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점들을 신뢰성 있게 검토할 수 있게 되었다.

3.4 디지털 차체공장 운영 모델

구성된 3차원 CAD 모델들을 이용하여 layout, 물류 분석을 위한 디지털공장 운영모델을 구성하였으며, 이를 통하여 셀 단계(cell level)에서는 제품과 설비사이의 간섭 확인, 공정 적합성 검토, OLP의 수행, 라인 단계(line level)에서는 전체 라인의 운영 효율, 대차 대수 검토, 물류 분석 등의 수행이 가능하였다. 운영 모델의 구축을 위하여 셀 단계는 IGRIP, 라인 단계는 QUEST를 이용하였다. 구성된 셀 및 라인 시뮬레이션 모델은 단일한 환경에서 연계되어 운영됨으로써 통합된 디지털공장 운영모델을 구성하였다. Photo. 5와 Photo. 6은 구성된 디지털공장 운영모델의 전체 모습과 실행 모습이다.[11]

디지털 차체공장 운영결과 물류 작업을 주로 수행하는 지게차 작업자들의 가동률 및 적정 작업자 수를 결정할 수 있었고, 작업지연을 종류별로 도출하고 그 원인을 분석하여 사전에 물류 문제로 인한 작업지연 요인을 제거할 수 있었으며, 이동경로별로 지게차의 교통량을 예측해봄으로써 자재이동경로의 효율화를 꾀할 수 있었다. 본 연구에서 공장 운

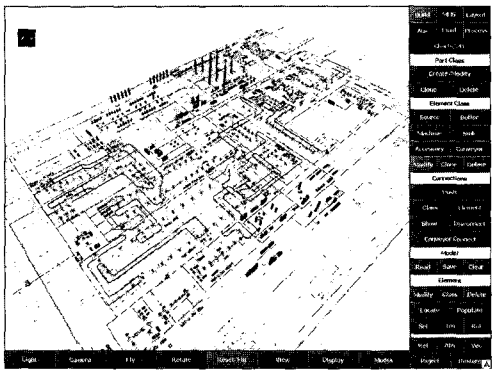

Photo. 5 Digital body shop - simulation model

Photo. 6 Digital body shop - operation

영모델을 이용하여 수행된 물류방안 분석 결과는 다음과 같다.

1) 작업자의 부하량

다음의 Fig. 5와 같이 보급작업자 14인의 평균 가동률을 구할 수 있었다. 각 지게차 작업자들에 대한 평균 및 시간대별 부하율 분석이 가능하므로 작업자별 부하를 고려하여 적정 작업자의 수를 산정하는 등 신뢰성 있는 물류안 검토와 대안 도출 및 검증을 효과적으로 수행하는 것이 가능하였다.

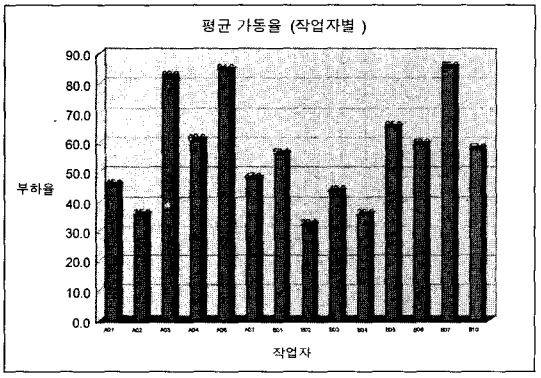

Fig. 5 Utilities of material handling operators

2) 작업자의 작업내용

각 작업자들에 대한 작업내용은 크게 이동, 상차 및 하차로 구분할 수 있으며 이에 대해 분석한 결과 평균적으로 3:1:1의 비율로 작업하고 있음을 알 수 있었다.

3) 물류문제로 인한 생산 장애

단품 판넬의 공급 지연 등 물류 문제로 인한 작업 지연을 각 공정별로 도출하고 그 원인을 분석하여 사전에 물류 문제로 인한 생산 장애 유형과 원인을 분석하여 신뢰성 있는 검토를 수행함으로써 발생 가능한 작업지연 사례를 사전에 검토, 해결할 수 있었다. 다음의 Fig. 6은 한 가지 예로서 Rear Floor공정에서 발생하는 작업지연을 시간별로 구분한 결과를 나타낸 것이다.

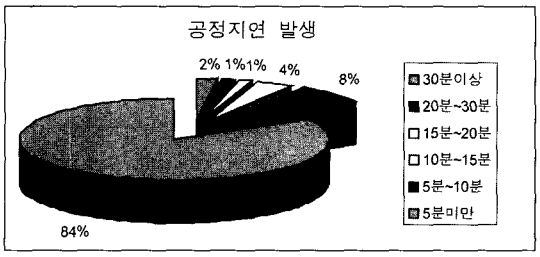

Fig. 6 Process delays by material handling problems

4) 이동경로별 교통량

이동경로별로 지게차의 교통량을 예측해봄으로써 자재이동경로의 효율화를 꾀할 수 있었다.

즉, 물류 시뮬레이션을 수행하면 지정된 이동경로별로 하치, 보급 작업을 위하여 운행되는 지게차들의 교통량을 분석하여 각 경로별 혼잡도를 예측할 수 있다.

교통량 분석은 Photo. 7에 나타낸 전체 이동경로를 224개의 구간으로 분류하여 수행하였으며, 8시간동안 각 구간의 평균 이동횟수는 58회였다. 분석결과 각 작업자들의 이동경로를 사전에 지정할 수 있는 등 효율성 및 안전성 측면에서 신뢰성 높은 물류정책의 수립이 가능하였다.

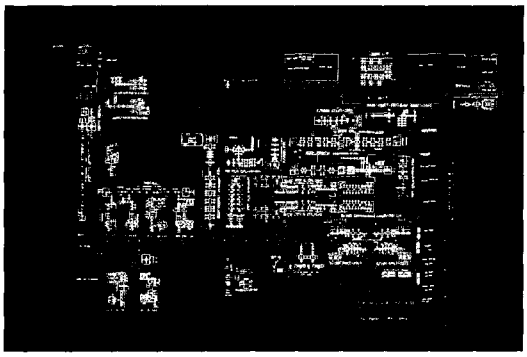

Photo. 7 Total paths for material handling

3.5 디지털 차체공장 구축 결과

본 논문에서 구축, 운영된 디지털 차체공장의 구축 및 운영 결과와 효과를 정리하면 다음과 같다.[11]

3.5.1 CAD 모델의 적합성

구성된 3차원 CAD 모델에 대한 검증작업 결과 도면을 기반으로 모델링된 건축 구조물의 경우는 ±5~24 mm, 사진측량 방법으로 모델링된 설비들의 경우는 ±0.3~10 mm 정도의 오차를 나타냈다. 덕트의 개구부 위치와 일부 치구들은 현장 맞춤되어 실제와 약간의 차이를 보였으나 구성된 디지털공장의 CAD 모델들만을 가지고도 부품-설비, 설비-설비간의 간섭 확인과 공장의 가시화, DMU(Digital Mock-Up) 활용이 가능하였다. 본 연구에서는 간섭 확인을 위해서는 ±10 mm, 로봇 OLP 수행을 위하여는 ±1 mm정도의 범위에서 오차를 관리하였으며, 이를 통하여 다수의 간섭 발생의 사전 검토, OLP 수행 등이 가능하였다.

3.5.2 운영 모델의 적합성

총 13개의 작업 셀과 부품 운송을 위한 EMS 라인들로 이루어지는 공정운영에 대해서는 운영 로직(logic)과 싸이클타임 등이 실제와 일치하였으나, 물류 운영의 경우는 운영정책과 저장면적이 실제와 차이가 있었다. 이 부분은 시뮬레이션 모델의 구성 오류라기보다는 주로 작업자로 이루어지는 작업을 정확히 표현하지 못한 데에 주로 기인한 것으로 생각된다. 그러나 신차 양산 시 부품의 공급 경로, 보급 정책, 적재 방법, 그리고 패널의 저장 면적 검토 등 각종 물류 분석 수행 시 구성된 디지털공장을 활용할 수 있었다.

3.5.3 작업 셀 구성과 OLP 수행

주로 로봇으로 구성된 작업공정에 대한 신뢰성 있는 작업 셀 구성이 가능하였으며, 이를 기반으로 차체공장에서 운영되는 모든 로봇들에 대한 OLP 수행이 가능하였다. 이를 통하여 로봇 프로그래밍 생산준비에 소요되는 상당한 비용의 절감과 준비기간 단축 효과를 거두었다. 예를 들어 근래에 생산 준비를 완료한 한 소형 차종의 경우 차체 공장에서 사용되는 로봇들의 준비 작업에서 로봇 OLP를 전면적으로 적용한 결과 제어 코드 준비기간을 약 60% 단축하고 약 4억원에 이르는 프로그램 비용을 절감할 수 있었다.

3.5.4 가시화

각종 건축 구조와 설비들의 실감나는 가시화(visualization)로 신 차종 생산을 위한 건축, 배관, 설비와 그 배치안 등의 초기 설계 및 사전검증을 용이하게 수행할 수 있게 되었다. 또한 신차 개발 시 생산준비 과정에서 새로운 설비의 설계 및 구축을 위하여 외부 엔지니어나 일반 건축 기술자에게 제공할 수 있는 신뢰성 있는 참고자료가 확보되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 자동차 차체공장을 대상으로 신차 개발 시 수행되는 생산준비 업무들에 디지털생산기술을 적용하기 위하여 핵심 기반이 되는 디지털 차체공장을 구축, 운영한 사례를 소개하였다.

개발된 디지털 차체공장을 도장 부문의 여러 엔지니어링 문제들의 해결에 적극 활용하고, 본 연구 결과를 바탕으로 자동차의 주요 생산 공정인 프레스, 도장, 조립 공장을 대상으로 디지털공장을 구축하고 활용함으로써 디지털생산 기술을 적용하여 신차 개발 시 생산준비에 소요되는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

References

1) J. Jordan, "Next Generation Manufacturing(NGM)," CASA/SME Blue Book, 1999.
2) K. I. Lee, S. D. Noh, "Virtual Manufacturing System - a Test-bed of Engineering Activities," Annals of the CIRP, Vol.46, No.1, pp.347-350, 1997.
3) K. Iwata, M. Onosato, K. Teranoto, S. Osaki, "Virtual Manufacturing Systems as Advanced Information Infrastructure for Integrating Manufacturing Resources and Activities," Annals of the CIRP, Vol.46, No.1, pp.335-338, 1997.
4) Brown Associates, D. H. Inc., Providing its Worth ; Digital Manufacturing's ROI, http://www.dhbrown.com, 1999.
5) Y. K. Lee, "Improvements in Production Engi-

neering to Secure Global Competitiveness," Journal of the KSAE, Vol.19, No.1, pp.61-73, 1997.

6) M. J. Kang, "The technical state of Automotive Production System," Journal of the KSAE, Vol.19, No.1, pp.12-21, 1997.
7) S. D. Noh, C. H. Lee, H. S. Hahn, "Virtual Manufacturing for an Automotive Company(I) - Workflow Analysis and Strategic Planning of Manufacturing Preparation Activities Construction and Operation of a Virtual Body Shop," IE Interfaces, Vol.14, No.2, pp.120-126, 2001.
8) K. Iwata, M. Onosato, K. Teranoto, S. Osaki, "A modeling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing Systems," Annals of the CIRP, Vol.44, No.1, pp.379-383, 1995.
9) F. Kimura, "Product and Process Modeling as a Kernel for Virtual Manufacturing Environment," Annals of the CIRP, Vol.42, No.1, pp.147-150, 1993.
10) S. D. Noh, "Networked Virtual Manufacturing System for Collaborative Engineering," Ph.D. Thesis of Seoul National University, 1999.
11) S. D. Noh, S. W. Hong, D. Y. Kim, C. Y. Sohn, H. S. Hahn, "Virtual Manufacturing for an Automotive Company(II) - Construction and Operation of a Virtual Body Shop," IE Interfaces, Vol.14, No.2, pp.127-133, 2001.
12) S. D. Noh, D. Y. Kim, Y. J. Park, "Virtual Manufacturing for an Automotive Company (III) - Construction and Operation of a Virtual Paint Shop," IE Interfaces, Vol.15, No.4, pp.356-363, 2002.
13) S. D. Noh, H. S. Ahn, Y. J. Park, "Virtual Manufacturing for an Automotive Company (IV) – Information Management for a Virtual Factory," IE Interfaces, Vol.16, No.1, pp.63-69, 2003.
14) Delmia, Case Studies - Daimler Chrysler, http://www.delmia.com, 2002.
15) J. H. Lee, "The Role and State-of-art of the Digital Manufacturing Technology for New Product Developments," KSME Journal, Vol. 41, No.10, 2001.
16) IBM, Case Studies - V-COMM at TOYOTA, http://www.ibm.com, 2002.
17) I. H. Lee, "Integrated CAD/CAM/CAE/PDM Engineering System of Automotive Companies," Journal of CAD/CAM, Vol.4, No.2, pp.36-41, 2001.