

The Digital Factory Decade

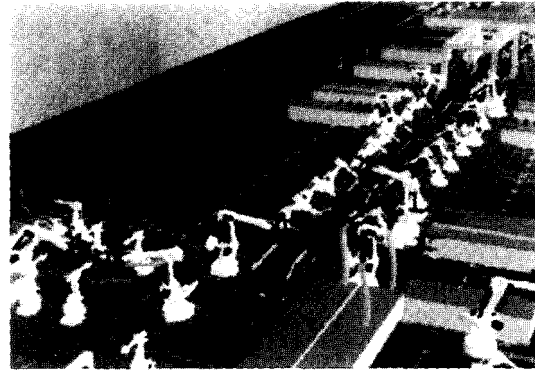
20세기 초 벨트컨베이어 기반의 자동차 조립라인이 등장하면서 자동차 대량생산방식이 가능하게 된 이래 컨커런트 엔지니어링은 자동차 메이커의 입장에서 볼 때 꿈이었다. 그러나 컨커런트화가 진행되어 그 꿈이 현실화되는 데에 한 걸음 가까워진 오늘날에도 설계, 조립, 공급망간의 완전한 링크는 아직도 갈 길이 멀다.

독일 자동차 메이커인 Audi 사(이하 Audi)의 노력으로 향후 10년간은 컨커런트 엔지니어링에 있어서 큰 진보를 볼 수 있을지도 모른다. Audi는 현재 대표적인 CAD/CAM 업체인 다쏘시스템사의 자회사인 DELMIA와 공동 프로젝트를 진행중에 있다. Audi에서는 이 프로젝트를 디지털공장(Digital Factory)이라 부르고 있으며, 이 디지털 공장이 실현되면 신차의 제조계획에서 시장에 출시되기까지의 기간을 수개월이나 단축할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

이러한 매뉴팩처링 개혁을 위한 노력은 자동차 생산공정을 전사적으로 철저하게 재편성하는 것을 의미한다. 여기에는 부품, 유통, 더 나아가서는 Audi 본사까지 포함된다. 이 계획의 진두지휘를 맡은 Audi의 Werner Blom 씨는 "모든 매뉴팩처링 공정이 전자식으로 시뮬레이션됨으로써 자동차의 플래닝, 공장작업, 품질을 획기적으로 향상시킬 수 있는 디지털 공장을 구현하는 것이야말로 우리가 바라는 꿈이다"라고 말한다.

Audi와 DELMIA는 이 프로젝트가 목표 수준에 도달할 때까지 걸리는 기간은 현실적으로 생각했을 때 한 5년쯤 걸릴 것이라고 예상하고 있다. Audi의 협력업체인 부품메이커들을 포함하는 공급망까지 이 프로젝트를 접목시키기 위해서는 더 많은 기간이 필요하다.

DELMIA에서 Audi와의 프로젝트 담당 매니저인 Kilian Grefen씨는 이렇게 덧붙인다. "장기적인 목표는 자동차 신모델 개발기간의 단축인데 그 꿈을 현실화하기까지는 아직도 많은 중요한 문제



[Digital Factory중 생산 현장]

들을 해결해야만 한다."

◎ 효율적인 작업 환경 지원

디지털 매뉴팩처링 솔루션인 DELMIA는 주로 공장에서 사용되는 솔루션으로 차체, 엔진 조립, 설계 작업과 같은 중요 프로세스를 설계 및 시뮬레이션 한다.

그러나 프로세스 검증은 다른 각도에서 분석해 보면 보다 효율적인 프로세스를 구현할 수 있음을 알 수 있다. 그 예로, 어떤 중요한 어셈블리 프로세스에 있어서는 아마도 로봇이 꼭 필요할 것이다. 그러나 설계 면에서, 부품의 설계 정보를 변경했을 경우, 매뉴팩처링 측도 그 설계 변경을 인지할 필요가 있다. 부품 설계 변경으로 인하여 로봇 동작에 영향이 미칠 수 있기 때문이다. 그래서 최소한 1번 정도는 시뮬레이션에 의한 확인이 필요하다. 그러지 않을 경우, 경우에 따라서 전 프로세스를 다시 설계해야만 하는 일이 발생할 수 있다.

그러나 부품을 공급하는 공급사와 최종 조립공정을 담당하는 메이커의 설계 파트간에 관련 정보를 주고받는데 시간적 차이가 발생한다. 또한 이렇게 주고받는 설계 정보는 특정 컴퓨터에 저장되며, 필요시 다운로드를 받아 여러 번 검토하곤 한다.

만약 컴포넌트 설계가 즉석해서 매뉴팩처링에 접목될 수 있다면, 이 디지털 공장 프로젝트를 통해 생산 체제로 옮겨가는데 걸리는 시간을 보다 획기적으로 단축시킬 수 있다. 이와 같은 유사한 사례는 신차프로그램 어디서든 많이 발견할 수 있다.

Grefen 씨와 Bloom 씨의 표현을 인용하면 다음과 같다.

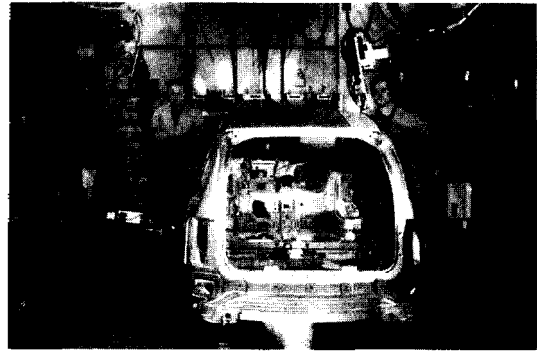
“우리는 설계 환경이 제품개발 환경과 같이 동일한 환경에서 작업될 수 있어, 조직의 보다 원활한 커뮤니케이션, 우수한 시스템, 작업 실행 지식을 가질 수 있기를 바란다. 이것이 바로 우리의 미래이다. 이것들을 모두 실현시키려면 프로젝트에 관련한 모든 사람들이 공통된 프로세스와 시스템에 따라 작업할 필요가 있다. 단지 함께 작업하는 것이 아닌, 결과를 함께 공유할 수 있는 환경 구현이 목표이다.”

◎ 데이터베이스 IAPD

Audi의 디지털 공장에 대한 노력은 IAPD(Integrated Audi Process Database)로 불리는 대규모 데이터베이스를 구축하는 데에서부터 시작한다. 이 IAPD는 컴포넌트, 지그 및 조립 오퍼레이션과 같은 공정에 기준을 만들으로써 Audi 사내 뿐만 아니라 외부 공급업체와 연결된 기업, 조직에 대해 일종의 ‘규범’을 제공한다.

현재 Audi는 DELMIA사와 공동 프로젝트팀을 구성하고 집중적으로 이 데이터베이스를 구축하는 작업에 전념하고 있다. 이에 대하여 Bloom 씨는 “우리의 궁극적 목표는 페이지 작업을 없애는 것이다. 지금도 지면상에서 하는 작업이 너무 많아 사무 자동화를 추진할 필요성을 느끼고 있다. 즉, 프로젝트에 관련한 모든 구성원이 이 공통의 데이터베이스에 접근하여 일관된 정보를 공유할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 목표이다”라고 말했다.

또한 Grefen 씨는 “Audi는 이 데이터베이스를 3개의 주요 구성 요소인 Product, Process, Resource의 첫 글자를 따서 만든 PPR이라는 용어로 칭하고 있다. 여기에서 말하는 리소스란 작업자에서부터 공장 작업 공간, 모든 부품 용기, 지그 등 공장 내부에 존재하는 모든 것들을 의미한다. 이와 같은 PPR 데이터베이스는 부품 용기가 가득 차 있는지 아닌지의 상세 정보를 갖는 것 보다 부품 용기에



[PPR 데이터베이스에 응접 프로그램을 포함한 주요 기능데이터 포함]

어떠한 프로세스가 필요한지와 같은 정보를 정리해 두는 것에 중점을 둔다. 즉, 제조 공정에 있어서의 기본적인 정보를 모았다고 말할 수 있다.”라고 연이어 말했다.

이와 같은 데이터베이스 구축 작업은 그다지 간단하지 않다. BOM(Bill Of Materials: 부품표), 품질계획, 제품설계 및 응접프로그램 등과 같은 적어도 20종류의 주요 기능이 이 데이터베이스에 담겨 있다. 마치 자동차 산업의 판도라 상자라 할 수 있을 것이다. “순차적인 생산 프로세스의 데이터를 링크시켜 이를 각 프로세스 단계의 컨트롤 및 모니터링 작업에 적용시킬 수 있어야만 한다.”라고 Bloom 씨는 말한다. 이 점에 관해 구체적인 예를 들면, 도어 외판의 프레스, 프레스와 도어에 필요한 기타 모든 컴포넌트를 사용한 도어의 조립, 그 다음 단계의 최종조립공정에 대한 PPR 데이터베이스 내의 최적 지식을 상세히 적용할 수 있는 것의 의미한다.

◎ 동시 프로세싱

IAPD 상에 실시간으로 데이터를 축적함으로써 각 오퍼레이션 업무가 오버랩되는 설계자 및 제조자를 비롯한 각 부서는 동시에 각자의 오퍼레이션이 업데이트된 데이터에 접근할 수 있다.

Bloom 씨는 이를 ‘동시 프로세싱’이라 명하고 있으며, 이것이 달성되면 제품개발 사이클 및 SOP에서부터 양산 체도에 이르기까지 걸리는 기간을 수 개월 정도 단축할 수 있을 것으로 전망한다.

현재 대규모의 기술적인 컴퓨팅 프로젝트도 진행중

에 있다. 그 이유는 각 부서들이 CATIA, ENOVIA, HLS(폭스바겐 사가 자체 개발한 공장 레이아웃 소프트웨어)와 같은 각각의 다른 전용 소프트웨어를 사용하고 있기 때문이다. 그들은 중요한 데이터를 데이터베이스에 원하는 포맷으로 바로 보낼 수 있어야 하며, 이를 동시에 받을 수 있어야만 한다.

이에 Grefen 씨는 “이것은 컴퓨팅 이슈이기도 하지만 동시에 작업자와 프로세스 그리고 워크플로우를 연결하는 커뮤니케이션의 문제이기도 하다. 전혀 다른 그 별개의 것들을 어떻게 하나로 통합하는가 하는 것이 중요한 과제로 인식되고 있다.”라고 강조했다.

디지털 공장에 있어서 비용 절감을 기대할 수 있는 분야 중 하나가 바로 워크플로우이다. Grefen 씨는 오늘날의 동시공학 프로세스 중 엔지니어가 작업하는 시간의 약 70%가 타 부서로부터의 문의에 대응하기 위한 정보 검색, 다른 소프트웨어에서 데이터를 호환하기 위한 포맷 변환 등에 낭비하고 있는 것으로 산정하고 있다.

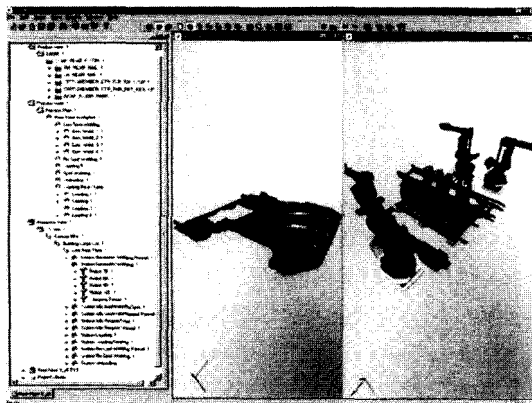
“이것은 자동차 산업에 있어서 비효율적인 커뮤니케이션과 이중의 데이터베이스가 공존하는 전형적인 예이다. 그러나 향후에는 데이터베이스가 통합되어 공동의 단일 데이터베이스를 가질 수 있을 것으로 전망한다.” 그럼에도 불구하고 전문적인 업무에 특화된 데이터베이스를 보유하는 공간은 앞으로도 계속 존재될 것으로 Grefen 씨는 예상했다.

◎ 공동 데이터베이스

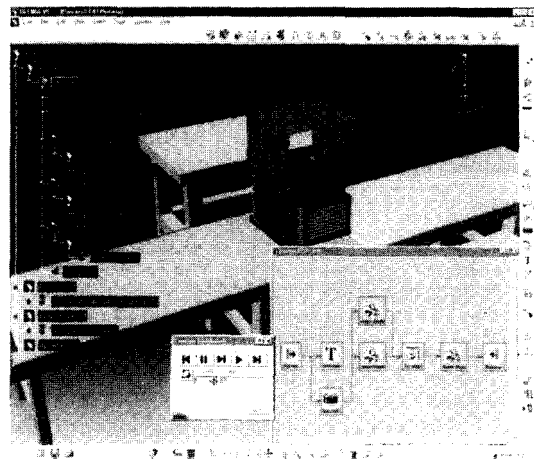
중앙 데이터베이스를 통해 시간 단축을 기대할 수 있는 일례로는 프로세스에 조그마한 파트를 추가하는 것 이상으로 설득력 있는 것은 없다. 오늘날 컨커런트 엔지니어링 환경에 있어서 각 부서는 파트 정보를 각자의 자체 시스템에 입력함으로써 매뉴팩처링 프로세스에 있어서 그들의 파트를 정의한다. 물론 여러 부서가 같은 작업을 중복하는 경우가 흔히 있다. 이러한 중복 작업은 모든 부서가 이 공동의 데이터베이스 데이터에 동시 다발적으로 접근할 수 있도록 함으로써 회피할 수 있으며, 이로써 업무 효율성은 크게 향상되고 시간은 절약할 수 있게 된다.

“이러한 프로젝트에 있어서, 비록 Audi는 아직 초기 단계라고 하지만 이 분야에 있어서 만큼은 선두임이 틀림없다. 유럽의 다른 유수 자동차 메이커인 BMW, 다임러크라이슬러, PSA(푸조시트로엥)와 일본의 도요타에서도 이러한 프로젝트 시행을 계획하고 있으며, 단지 폭스바겐만이 계획 단계를 넘어서 조금 시도한 상태이다.”라고 Grefen 씨가 설명했다. 이에 덧붙여 Grefen 씨는 “이러한 전체 프로세스가 완성되어 양산 단계에 이르기까지는 3년에서 4년이 소요될 것이다.”라고 말했다.

자동차의 조립과 같이 복잡한 공정에서의 워크플로우와 커뮤니케이션 방법을 정의하고 재편성하는 난제는 누구나 주저한다. Blom 씨도 Audi의 이 프로젝트에 어느 정도의 인원이 관여하고 있는지 확



[PPR 데이터를 생산프로세스에 적용하여 IAPD 상에서 실시간 데이터 추적]



[파트 정보의 입력]

인할 수 없다고 한다. 그러나 모든 부서가 이 프로젝트에 관여하고 있기 때문에 현재 Audi의 유럽 지역에 있어서 이 디지털 공장 프로젝트에 관여하고 있는 제조, 설계 엔지니어의 수는 수 천명에 달하는 것으로 예상된다.

◎ 프로젝트 정의

프로젝트의 정확한 규모를 정의하기란 불가능하다고 본다. Bloom씨와 Grefen씨에게도 프로젝트의 진척 상황과 앞으로의 구체적인 계획에 대해 물어 보았지만 명확한 대답을 얻지는 못했다.

“프로젝트의 달성도를 정의하기는 매우 어렵다. 무엇으로 이 프로젝트의 달성률이 100%라고 할 것인지, 이에 관해서는 의견이 분분하다. 단 한 가지 분명한 점은 디지털 공장 구현에 대한 노력은 끊임없이 계속되어야 한다는 점이다.”라고 Grefen씨는 말했다.

동일한 문제를 해결하는데 있어서는 여러 가지 해결법이 있기 마련이다. Grefen씨는 DELMIA사와 Audi의 접근은 전체적인 작업 프로세스를 재정의 하는 것이다. 즉, 결과적으로 거대한 데이터베이스화라는 점에 귀결된다고 설명했다. 또한 “이러한 데이터베이스화는 새로운 방법론을 구축하기 위한 탄탄한 기초가 된다.”라고 덧붙였다. 한편, Grefen씨는 일본의 어느 한 자동차 메이커를 거대한 통합적인 시뮬레이션 구축에 성공한 사례로 꼽기도 했다.

Audi와 DELMIA의 디지털 공장 규모는 단계적으로 프로세스를 개선하여 확대될 전망이다. 현 단계는 공급과 프로세스 망을 백업하는 작업을 하고 있다. 이러한 디지털 공장에 적용되는 처음 주요 단계는 최종조립공정으로 내년 후반에 양산 생산을 개시할 예정인 차세대 Golf 기반의 A3 해치백에 사용할 예정이다.

이 차세대 Golf 기반의 A3 모델 개발에 대해 Audi의 엔지니어링팀은 이번에 새로운 생산라인의 설비를 4개의 주요 세그먼트(사전계획, 대략계획, 최종계획, 구현단계)로 분류했다.

◎ 프로세스 계획

어셈블리 프로세스에 있어서 효율화와 시간 단축을 목표로 하는 것은 이론적으로도 당연하다. Audi의 생산모델에 의하면 어셈블리 플래닝이 가장 많

은 시간을 필요로 하는 프로세스이기 때문에 그 부분을 개선함으로써 얻어지는 실 이득도 가장 크다고 할 수 있다. 또한 계약업체 또는 하청업체들이 연결된 복잡성이 없는, Audi가 스스로 조직할 수 있는 프로세스 부분이기도 하다.

그러나 이러한 어셈블리 프로세스는 파트를 컨트롤 할 수 있는 ZENTO, 프로세스 데이터베이스인 MBB-2, Audi 자체 3D 도면 설계 소프트웨어인 PDVS와 같은 주요 데이터베이스와 링크될 수 있는 많은 컴퓨터 시스템을 필요로 한다.

이에 Grefen씨는 “우리는 플래닝 프로세스를 통해 프로세스를 구축하고 정보를 입력하는 일부부터 시작하려고 한다. 그러한 작업에는 4분의 사이클 타임이 걸린다. 하나의 부품을 어셈블리 라인에 옮기는데 얼마만큼의 시간이 걸렸는가? 우리는 주요 경로를 인식하고 사이클타임을 입력하며 작업에 있어서 다른 프로세스를 구성할 필요가 있다. 이러한 일련의 흐름을 디지털화하여 볼 수 있을 때 생산성은 보다 향상될 수 있다.”라고 덧붙였다.

디지털 공장은 이외에도 일반인에게는 복잡하고 이상한 그림처럼 보이기도 하는 신비한 라인밸런싱을 검증하는 기능도 가지고 있다. 더 중요한 점은 디지털 공장의 구축으로 장래에 신차 개발 프로그램을 변경할 때 과거의 데이터를 재이용함으로써 업무 효율을 개선할 수 있다는 점이다. 이에 대해 Grefen씨는 다음과 같이 말한다.

“실수나 예기치 않은 사태, 그리고 트러블 발생 등의 문제는 항상 존재한다. 그러나 정확한 정보와 플래닝이 있으면 그러한 문제들은 조기에 발견하여 대응할 수 있다.”

이러한 대형 프로젝트를 진행함에 있어 Audi는 전체의 공장 생산라인을 재편성하는 데 단번에 돌진하는 것이 아니라 오히려 작은 단위로 나누어 개개의 레벨로 대응하는 방향을 선택하고 있다. Audi A3 시리즈 차에 디지털 최종 조립을 도입하여 얻은 경험을 Audi는 다음의 신차 개발 계획에 계속해서 적용해 나갈 예정이다. 아마도 2003년경 생산라인에 들어 올 예정인 차세대 A6 시리즈 차가 될 것으로 본다.

앞으로 Audi 디지털 공장의 다음 단계는 프레스 작업장과 BIW 어셈블리에 대한 매뉴팩처링 프로세스를 옮겨갈 것으로 예상하고 있다. “100% 완벽

한 솔루션은 불가능하다. 따라서 현재로서는 각 모델을 통해 조금씩 개선해 가고 있다. 이는 생산에서 양산 프로세스와 비슷하다고 할 수 있다.”라고 Grefen씨는 말한다.

그러나 디지털 공장을 프레스 및 BIW 프로세스까지 진전시키는 것은 상당한 과제라고 DELMIA사의 엔지니어는 강조한다.

“상세한 설계 시뮬레이션은 오늘날 CATIA에서 구현되고 있다. 그러나 요즘 들어 더욱 중요시되고 있는 것은 후공정이다. 이는 보다 조직적인 사항을 요하는 것으로 많은 파일럿 프로젝트를 시행하여 방법론을 모색하고 있다.”

◎ 토탈 End-to-End 솔루션

BIW 역시 최종 조립 공정과 마찬가지로 최종 목표는 동일하나 최종 조립 공정과는 다른 접근이 필요하다고 Grefen씨는 다음과 같이 인식하고 있다.

“BIW 공정은 방대한 양의 업무와 공정을 포함하고 있다. BIW 공정의 각 영역에서는 End-of-End 솔루션이 필요하다. 따라서 프로젝트와 관련한 사람은 누구든지 공동 데이터베이스로부터 동일한 정보를 수집하고 또한 입력하는 작업을 한다. BIW가 프로세스, 테크놀로지, 투자에 비중을 두고 있는 반면, 최종 어셈블리는 인력 구성에 의한 영향이 크다.”

BIW 공정에서 생기는 트러블은 비용에 큰 영향을 준다.

“제조 설비 등에 일단 자본이 투입되면 다음 단계에서 이를 변경 및 조정하기는 매우 곤란하다.” 라인밸런싱 역시 프레스 작업장 및 BIW 공정이 안고 있는 큰 과제이다. 이는 디지털 시뮬레이션이 그 효과를 발휘하는 부분이기도 하다. Grefen씨는 “로봇이 몇 대 있으면 좋은지? 지그가 몇 개 있으면 좋은지? 이로부터 얻은 결과를 어떻게 조정하면 좋은지? 등의 많은 질문이 발생한다.”라고 말

했다.

또한 디지털 공장 프로젝트팀은 프로젝트의 내용을 공급자에게 공개하는 시기도 결정해야 한다. 최종 어셈블리 프로세스에서는 이러한 결정이 그리 중요한 사항은 아니나 BIW 프로세스에서는 그 중요도가 높아진다. Grefen씨는 “프로젝트 내용 공개 시기 자체가 그렇게 중요한 사항은 아니며, 오히려 커뮤니케이션과 보안에 있어서 고려할 문제가 많이 있다.”라고 말했다.

그 외에 또 다른 큰 문제는 바로 비용이다. 공장 재구성에서 생기는 인력이나 물류에 드는 비용은 실로 막대하다. 실제로 수 천만 유로 단위로 드는 금액이냐고 물었더니 “금액을 운운하기보다는 그것으로 인해 어떤 효과를 얻을 수 있는냐고 물었으면 한다. 디지털 공장을 적용하여 단기간에 그리고 적은 리소스로 보다 고품질의 제품을 제조 생산할 수 있는 계획 입안이 가능하다면 그것은 실행해 볼만한 가치가 반드시 있는 것이다.”라고 Grefen씨는 설명했다.

Audi와 DELMIA사의 디지털 공장 구현 프로젝트가 앞서 말한 목표를 실제로 달성하고 게다가 양산 과정까지의 기간 단축도 실현한다면 Werner Blom씨와 그의 프로젝트 팀의 노력은 큰 업적이 되어 가치를 갖게 될 것이다. 그리고 그들의 이름은 헨리 포드처럼 자동차 공장의 메뉴팩처링 방식을 재정의한 엔지니어로서 후세에 이름을 남길 것이다. 현실적으로 이것은 꿈의 이야기가 아니다.

본 기사는 선문대학교 박정현 편집위원이 “3D PLM Network” 2002년 9월호(Vol.14)에 실렸던 “The Digital Factory Decade(저자: Julian Rendell)” 내용을 발췌하여 정리한 것이다. 발행사인 다쏘시스템 한국지사의 연락처는 다음과 같다.

♦ Tel: 02-3270-7872

♦ E-mail: se_lim@ds-kr.com

CM