

발행인 양정삼 _ 아주대학교 산업정보시스템공학부 _ jyang@ajou.ac.kr

세상에 멋진 것들의 일부는 AutoCAD를 이용하여 디자인되었다. 예를 들면, 세상에서 가장 큰 천문대, 과거 20년 이후에 만들어진 대부분의 주요 테마파크 놀이기구, 2010 동계 올림픽을 위한 스키점프대, 그리고 DNA 분자와 같은 모양을 하고 있는 보행다리가 있다. 그리고 이 모든 프로젝트 중에서 AutoCAD를 제외한 공통점은 무엇일까? 그들은 모두 Dynamic Structures에서 작업했다. Dynamic Structures는 브리티시 컬럼비아주에 있는 밴쿠버의 교외에 있는 85년 된 회사이며 디자인, 제작, 정교한 철강 건축물을 설계함에 있어서 풍부한 경험과 국제적 명성을 가지고 있다.

Dynamic Structures는 1926년도에 연철 제조회사로 설립되었으며, 그 후에 말발굽을 만드는 더 오래된 회사와 합병한 이후 1970년도에 천문대 제작 프로젝트를 시작했다. 그들이 만든 첫 번째 돔천문대는 하와이에 있는 14,000 피트의 마우나 케아산 정상에 지어졌다. 그 이후, 회사는 공학 구조물의 상세 설계 및 제작, 돔형식 건축물 그리고 3.5 미터에서 10 미터 사이의 천문대를 제작해오고 있다. 이들 프로젝트들에는 현재 지상 최대의 천문대 구조물인 마우나 케아에 있는 Keck I과 Keck II와 하와이와 칠레에 있는 제미니 천문대(Gemini Observatories), 그리고 카나리아 제도

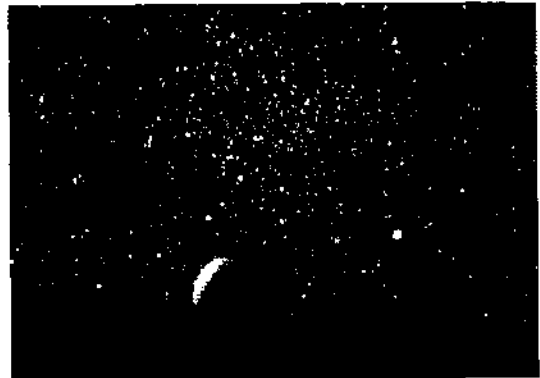


그림 1. Dynamic Structures가 제작한 카나리아 제도에 있는 윌리엄 허셜 천문대의 전경

에 있는 Roque de los Muchachos 관측대의 윌리엄 허셜과 아이작 뉴턴 천문대가 있다.

항성에서부터 환상의 나라까지

Keck 천문대 프로젝트의 매니저가 그 직업을 버리고 대형 테마 파크로 일하려 갔을 때 그는 Dynamic Structures에 가서 만약 회사가 개발중이었던 새로운 놀이기구를 짓는 것에 관심이 있는지 물었고 예스라는 대답을 얻었다.

Dynamic Structures의 상급 디자이너인 Craig Breck-

enridge는 그 날을 아주 잘 기억했다. “우리는 놀이기구를 보기 시작했고, 그들에게 피로 수명을 고려하는 게 필요할 것이라고 말했다. 그리고 그들은 아무도 그것에 생각하지 않았었다.”라고 그는 회상했다. 그때까지, 놀이동산은 단순히 모든 요소가 과잉 설계되는 주먹구구 방식이었다. 그 놀이기구는 최초로 피로 수명을 고려했고, Dynamic Structure는 빠르게 성장하였고 놀이기구의 복합적인 구조와 기계적 시스템을 설계하고 제조하고 조합하는 수백억 달러의 규모인 국제적 놀이기구 산업의 선두에 서게 되었다.

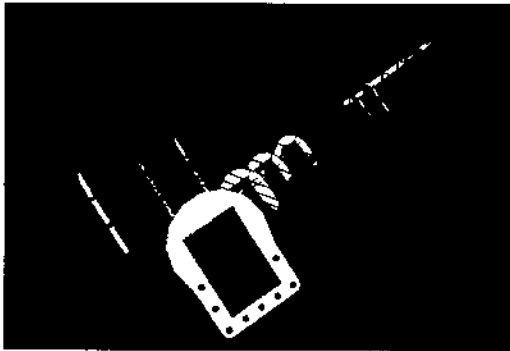


그림 2. Dynamic Structures는 1997년에 모든 트랙 섹션들을 AutoCAD를 이용한 첫번째 테마파크 놀이기구를 지었다

오늘날, 회사들은 동시 다발적으로 다양한 테마파크 프로젝트를 수행하면서 천문학적으로 관련된 설계물을 제작하고 있다. 하지만 Breckenridge는 “일반적으로 천문대는 7에서 12년이 걸리지만 놀이기구는 일반적으로 2년이면 완성된다”라고 말했다. 오늘날, 다른 놀이동산과 마찬가지로 주요 테마파크 운전자들은 정기적으로 Dynamic Structure를 찾는다.

Breckenridge는 “고객들은 그들이 짓기를 원하는 놀이기구를 가지고 우리에게 찾아옵니다.”라고 말했다. 그들은 아마도 염두에 두고있는 한가지 테마가 있거나 단지 특별한 장소에 놓을 적당한 놀이기구를 원합니다. “때때로 그들은 빈방에 어울릴지 묻기도 합니

다. 어떨때는 그들이 가지고 있는 놀이기구를 새롭게 개조하길 원하기도 합니다”

다음에 일어날 일은 얼마나 많은 돈을 테마파크 구축에 쓰길 원하는지에 달려 있습니다. “우리는 500만 달러로 어떤 것을 줄 수 없습니다. 만약 그들이 5000만 달러를 가지고 있다면, 당신은 꽤 멋진 기구를 얻을 수 있습니다.” Dynamic Structure의 놀이기구중 가장 비싼 것은 1억 달러에 다다르고 2010년 6월에 개방한 이후 신뢰할 수 있는 수준 이하의 고장률을 기록 중이다.

첫번째 단계는 어떠한 타입의 놀이기구를 만들 것인지 결정하는 것이다. RoboCoaster는 로봇 팔이 리프트 역할을 해서 롤러 코스터가 트랙을 따라 이동함에 따라 회전하고 승객들을 이에 따라 기울인다. 관객은 큰 스크린에서 가시화되는 영상에 따라 좌석이 움직이고, 이에 따라 운동감을 느끼게 된다. 또는 트랙이 없는 놀이기구는 무인이동장치(Automatically Guided Vehicle, AGV)를 사용한다. Dynamic Structures는 세가지 타입 모두 특화 되어 있다. 어떤 고객의 선택에 상관없이 다음 단계는 AutoCAD를 사용해서 설계가 시작된다.



그림 3. Dynamic Structures에서 최근 제작한 로보코스터(RoboCoaster)는 탑승차량에 조작 가능한 로봇 유닛을 심는다. 코스터의 트랙을 따라 차량이 움직이며, 그 위에 설치된 로봇은 승객을 들어올리거나, 회전, 기울이는 등의 동작을 수행한다.

모든 시작은 AutoCAD로부터

Dynamic Structures의 엔지니어는 개념도를 작성하여 고객의 요구사항을 충족시키며, 과연 현실에서 실현 가능한지에 대하여 파악하는 것으로 작업을 시작한다. 코스터와 같은 구조물에 대해서는 다음 단계에서 AutoCAD를 이용하여 트랙의 중앙선을 배치하는 작업을 한다. 여기서부터 몇몇의 특성 컴포넌트들(특히 탑승 차량이나 트랙 진환과 같은 움직이는 것들)은 Autodesk Inventor에서 모델링한다. AutoCAD와 Inventor 모델들은 고객들이 컨셉을 볼 수 있도록 하기 위해 시뮬레이션의 애니메이션 동영상 생성해야 하기 때문에 Autodesk의 3ds Max나 Autodesk Maya로부터 가져오는 경우가 많다.

특정 시점에서 제작 스태프는 구조물의 실질적인 구축 방법을 알아내기 위해 참가한다. 제도 스태프는 실제 제작 도면에 대한 작업을 시작하게 되고, 일부 트랙과 같은 컴포넌트들은 AutoCAD를 통해 생성된 DXF 파일을 통해 직접 실행되는 기계에 의해 재료를 가공하여 부품을 제조한다. 그 중에서 특별히 복잡하게 가공해야 하는 부품은 외부 업체에 의해 생산되는데, 이러한 경우에도 대부분 공급업체는 Dynamic Structures가 제작하여 공급업체에게 제공한 AutoCAD와 Inventor의 파일을 이용하여 직접 컴퓨터 수치제어(CNC: Computer Numerical Control) 기계의 프로그램을 설정하여 가공한다.

이 회사는 Autodesk 소프트웨어 제품의 크로스 플랫폼의 호환성을 선호한다. Breckenridge(Dynamic

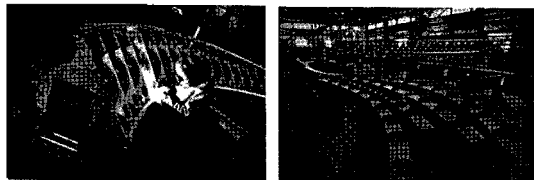


그림 4. 부품들은 AutoCAD 모델로부터 직접 가공되며, 트랙의 일부 구간과 같은 컴포넌트들은 벤쿠버, 브리티시컬럼비아 부근의 Dynamic Structure의 본부인 제조 공장에서 제조된다.

Structure사의 설계 담당 매니저)는 엔지니어가 모델링한 부품이나 조립품에 대한 데이터를 어떤 Autodesk 제품에도 가져올 수 있도록 하는 것에 유념하고 있다. 다른 제품군을 사용하는 공급업체로부터 받은 모델을 프로젝트에 포함시킬 때에도 Autodesk Navisworks를 사용하여 모든 자료를 함께 가져올 수 있도록 한다. 또한 Vault를 사용하여 CAD 파일을 추적할 뿐만 아니라 다른 전반적인 프로젝트의 진행과정에서 생성된 수 천개의 문서들 또한 관리한다.

초기의 설계작업에서 기하학적 구조를 설계하고 그것이 제대로 작동할 것인지 확인하는 작업이 많은 부분을 차지한다. Breckenridge는 AutoCAD에서 Inventor에서 불체를 보다 쉽게 그리거나 지울 수 있기 때문에 이를 이용한 작업을 선호한다. 그는 가장 먼저 스케치를 생성하고 솔리드 형태로 이를 압출하는 작업을 우선적으로 수행한다. Breckenridge는 다음과 같이 말한다. “트랙의 40피트 구간은 대략적으로 300개의 부품들로 이루어져 있다.” “우리는 Inventor에서 트랙의 일부 구간은 얻을 수 있으나 전체 트랙을 얻을 수는 없습니다.”

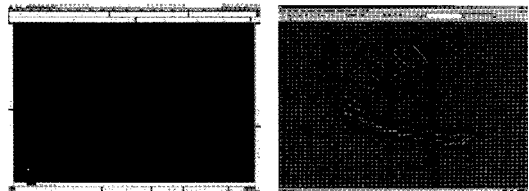


그림 5. Dynamic Structures는 롤러 코스터의 트랙의 중심선을 설계하기 위해 AutoCAD를 사용한다. 그리고 AutoCAD 또는 Autodesk Inventor중 하나를 사용하여 완전한 모델들을 개발한다. 크로스 플랫폼의 호환성이 중요한 이유는 엔지니어가 다양한 Autodesk 제품간에 모델을 이동시킬 수 있기 때문이다.

스프레드시트를 통한 CAD의 이용

Dynamic Structures는 릴리즈 9부터 AutoCAD를 사용했다. 그리고 처음으로 3D모델링을 사용한 것은 릴

리즈 12에서부터였다. Breckenridge는 다음과 같이 언급했다. “릴리즈 14에서부터 우리는 많은 3D 모델링을 해왔습니다. 망원경 인클로저에 대한 프로젝트는 상당히 복잡한 3D 모델에 대한 연결 작업을 어떻게 해야 할지 즉시 이해할 수 있도록 도와주었습니다.” “우리는 AutoCAD에서 200만개의 솔리드를 문제없이 다룰 수 있습니다.” Dynamic Structures의 엔지니어들은 어떠한 재료적 특성을 적용하지 않는 더미 솔리드를 사용하여 모델을 3D상에서 빠르게 조작하여 전체 구조의 모델링을 수행할 수 있다.

하지만 엔지니어들은 3D 상에서 드로잉을 바로 시작하지 않는다. 비록 나선형 커브를 AutoCAD상에서 곧바로 생성할 수 있더라도(그리고 그것이 만일 수학적으로 옳더라도) 그들은 Microsoft의 Excel Spreadsheet에서부터 작업을 시작한다. Breckenridge는 말한다. “작업을 위한 패턴이 있다.” “탈것이나 망원경 등, 어떤 것에 대한 작업을 하던 간에 그것은 상관없습니다. 기하학적 구조를 위한 패턴은 반드시 있습니다.” 이러한 패턴을 정의한 뒤에 수학적으로 트랙의 중심선 좌표를 정의하기 위해 Excel에서 서브루틴을 사용한다. 스프레드시트는 자동적으로 이러한 포인트들 간에 라인 또는 커브를 AutoCAD에서 그려주게 되고 다음으로 이 경로를 따라 형상을 압출한다.

또한 엔지니어들은 Inventor 또는 ANSYS에서 트랙 상에 구조물을 올리기 위한 계산에 필요한 모델을 생성하기 위해 동일한 스프레드 시트를 사용할 수도 있다. 직원들 중 다수의 박사들은 Dynamic Structures가 ANSYS 소프트웨어를 커스터마이징할 수 있도록 했으며 자체 커스텀 소프트웨어를 작성했다. 과거에는 기계적인 시뮬레이션을 위해 MSC Software의 Adams를 사용했으나 현재는 Autodesk의 Alogor 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하고 있다.

테스트, 테스트

Dynamic Structures에서 유일한 공학적 솔루션은 표준이다. 따라서 테스트는 개발 프로세스에서 매우 중요한 부분이다. 오늘날 회사는 주로 Autodesk Inventor를 사용한 디지털 프로토타입에 의지하고 있다. 그 중에서도 사용자는 설계의 정확성, 무결성, 그리고 제조의 적합성에 대한 피드백을 제공하는 소프트웨어에 의존하고 있다. 디지털 프로토타입은 전부까지는 아니더라도 상당부분 실제 프로토타입에 대한 필요성을 없앨 수 있다.

올림픽 스키 점프대의 프로젝트에서 Dynamic Structures는 길이 95~125미터, 8미터의 넓이와 4미터의 높이에 달하는 트러스를 짓는 도전에 직면하게 되었다. 트러스는 유사한 공차를 만족시켜야 할 뿐만 아니라 여러 국제 행사에 맞추어 2010 밴쿠버 올림픽 게임이 열리기 이전에 2년 내내 먼 산중턱까지 이송하여 조립되어야 했다. Dynamic Structure의 종합적인 설계 프로세스를 통하여 높은 수준의 정확도를 확보할 수 있었다.

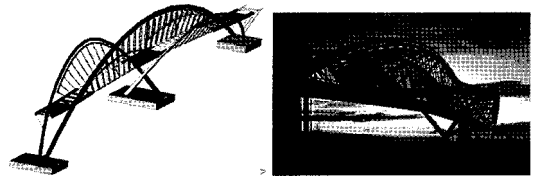


그림 6. Dynamic Structures는 세부적으로 제작하고 독특한 나선형의 횡단 고가 도교의 감칠 상부구조의 건설하였다. 이 구조물은 시애틀에 있는 것으로 세계에서 가장 큰 바이오테크놀로지 회사인 Amgen이 건설하였다.

디지털 프로토타이핑 기술이 사용되기 이전에 제작사는 부품들이 현장에 가지고 왔을 때 전체적으로 들어맞게 하기 위해 복잡한 구조물과 10 에이커에 달하는 조립 파트까지 실물 크기의 프로토타입을 제작하였다. Atacama Cosmology Telescope은 Dynamic Struc-



그림 7. 동계 올림픽을 위한 95~125 미터의 크고 무거운 트러스 구조물인 스키 점프대는 산중턱에 조립되기 전에 폭이 넓은 배와 특별하게 만들어진 운송 수단으로 수송된다.

tures에서 설비를 조립하였고, 칠레의 Toco산으로 보내기 전에 설계 명세서를 확실하게 하기 위한 일련의 테스트를 실행하였다.

디지털 포토타이핑에서 오토데스크(Autodesk) 소프트웨어를 사용한 결과 Dynamic Structures는 더 이상 실물 크기의 모형을 짓지 않아도 된다. 그러나 풍화작용과 같은 현실의 몇몇 요인들은 디지털 모델이나 테스트를 할 수 없다. Dynamic Structures 의 최근 망원경 프로젝트는 30미터의 천문대 망원경으로 분할 경방식이다. 이 천문대 망원경 직경은 30 미터로 허블 우주망원경의 10배의 공간적 세밀도 관찰이 가능하다. 실제 크기의 모형 망원경 일부를 통합하는 기술은 현재 Dynamic Structures 저장 분야의 가장자리에 있다. Breckenridge는 “우리는 날씨에 의해 잠시 기능을 못하는 일이 발생했을 때 보기 위한 방법들의 결합을 테스트 한다” 라고 말했다. “우리는 디지털 포토타입으로 테스트 하지 못하는 무언가를 위해 마우나 케아산(Mauna Kea)의 꼭대기에 14,000 피트의 비슷한 실제 크기의 것을 두었다”



자료출처

http://www.cadalyst.com/cad/autocad/if-you-can-dream-it-they-can-build-it-13709?page_id=1 (2011.2.17)



그림 8. 비록 디지털 포토타이핑이 지금은 디지털 구조물들의 실물크기의 포토타입을 건설하는 부분을 선행하고 있지만, 대중적인 탈것들은 여전히 선적하기 전에 화사의 제조 분야에서 형태를 갖춘다.