

# 통합된 다분야 CAE 솔루션인 리커다인의 제품 전략

김민수 · 평선베이㈜, 기술최고책임자

e-mail : inopl@functionbay.co.kr

이 글에서는 리커다인의 개발사인 평선베이에 대하여 소개를 하고, multi-physics를 위한 리커다인 제품에 대한 설명과 통합된 다분야 CAE 솔루션을 위한 리커다인 제품에 대한 소개를 하고 아울러, 향후 제품개발 계획에 대한 내용도 설명한다.

## CAE 기술 혁신의 주축

세계 시장에서 인정 받는 국내의 일류 기업들이 최근에 제품 설계 시간을 단축시키기 위해 CAE에 많은 관심을 가지고 노력을 하고 있다. 전 세계적으로 CAE 시장은 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 점점 커지고 있고 상용 소프트웨어 제작업체들은 지난 5년 동안 M&A와 전략적 제휴를 통해 각자의 시장을 확보 및 확장하고 있다. 이런 급변하는 CAE 시장에서 국내 유일하게 2004년부터 전 세계적으로 주목을 받고 있는 회사가 바로 평선베이(주)이다. 2004년 평선베이는 CAE 회사라면 누구라도 꿈꾸는 비선형 유한요소해석(Nonlinear

Finite Element Analysis)에 기반을 두고 다물체 동역학(Multi Body Dynamics) 해석 엔진과 구조 동역학 해석 엔진을 통합, 개발 및 출시하는 데 성공하여 RecurDyn™ /FFlex라는 제품으로 전 세계의 엔지니어들에게 소개하기 시작했다. 엔

지니어들이 구조 및 시스템 동역학 해석 문제들을 리커다인의 통합된 모델링 환경과 해석기를 사용하여 이전에 풀기 어려웠던 많은 동역학 문제를 해결하면서 CAE 분야에서 가장 성장 가능성 있는 회사 중의 하나로 주목을 받고 있다.

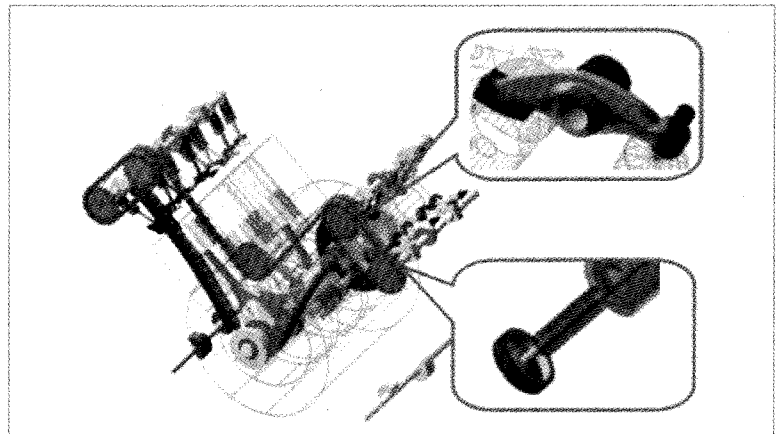


그림 1 MFB드 기술을 이용한 자동차 엔진 시뮬레이션 모델링 예제

## 평선베이(주) 소개

평선베이는 1997년 기존의 동역학 해석 소프트웨어들이 가지고 있는 절대좌표계의 한계를 극복한 상대좌표계의 개념을 이용하여 좀더 효율적이고 강력한 해석기를 개발할 수 있다는 자신감으로 출발했다. 상대적으로 우월한 해석기를 바탕으로 1998년 리커다인(RecurDyn™) 버전 1.0을 출시한 뒤 특정 산업을 위한 툴킷(toolkit) 개발 전략을 통해 현재 동역학 분야에서 세계 2위의 업체로 평가 받고 있으며, 아시아에서 유일하게 자체 개발 소프트웨어를 공급하면서 그 기술력을 세계 시장에서 인정 받고 있다. 2005년부터는 CAD 소프트웨어 제작 회사의 양대산맥 중 하나인 Unigraphics(UGS)사의 CAD 기반 다물체 동역학 해석 프로그램인 NX/Motion에 리커다인의 강력한 솔버를 탑재하여 CAD 사용자에게 리커다인을 사용할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 평선베이는 한국에 본사 및 기술 개발 연구소를 두고 일본, 유럽, 미국 등을 포함한 전 세계에 지사를 두고 있다. 현재 리커다인은 교육용을 제외하고 상업용으로만 약 200업체에 제공되고 있으며 토요타, 혼다, 야마하, BMW, 캐논, 제록스 등과 같은 세계적인 회사들이 리커다인을 이용하여 자사 제품을 설계하고 있다. 한국 본사 및 연구소에만 직원이 40명이고 그 중에 80% 이상

이 석·박사급 연구 인력으로 구성되어 있으며 연구와 개발에 아낌없는 투자를 하고 있다.

## 통합된 Multi-Physics 솔루션

지금까지 CAE 소프트웨어 개발사들은 MBD, FEA, CFD 등 각자 나름대로의 해석 범위와 시장이 있었지만, 제품을 설계하는 엔지니어들은 모든 물리적 현상이 결합되어 있는 실제 문제를 한 번에 해석할 수 있는 현실성 있는 통합 솔루션(integrated multi-physics solution)을 요구하였다. 따라서 CAE 소프트웨어 개발사들은 다상(multi-phase), 다분야(multi-discipline) 문제를 풀기 위해 하나의 환경과 하나의

해석엔진 개발을 목표로 많은 돈을 투자하기 시작했다. 그럼에도 불구하고 아직까지 시스템-구조-유체-전자기를 하나의 환경에서 한 번에 모델링을 하고 해석을 할 수 있는 소프트웨어는 전무하다. 다만 이름있는 몇 개의 소프트웨어가 M&A나 기술적 제휴를 통해 해석기 레벨에서 상태 변수들의 상호 교환을 통한 다중 해석 기법과 통합 GUI 환경을 내세우고 있는 것이 현실이다. 이것은 구조-유체와 같이 상호 연관성이 별로 중요하지 않은 문제들에 대해서는 매우 효율적인 방법이지만 시스템-구조 문제와 같이 상호 연관성이 매우 밀접한 문제에 대해서는 현실성 있는 결과를 줄 수 없기 때문에 CAE 소프트웨어 개발사들에게 있어서 매우 어려

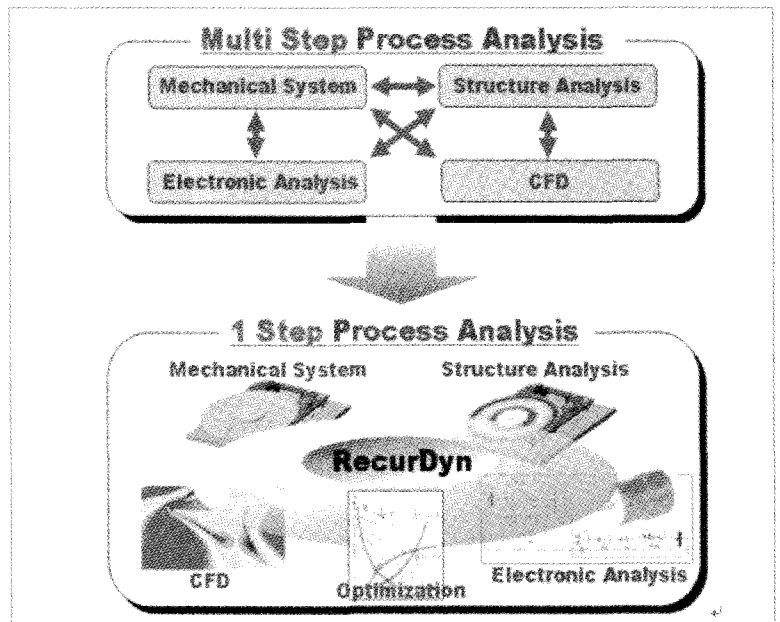


그림 2 리커다인이 지향하는 통합 다분야 해석 및 설계 환경

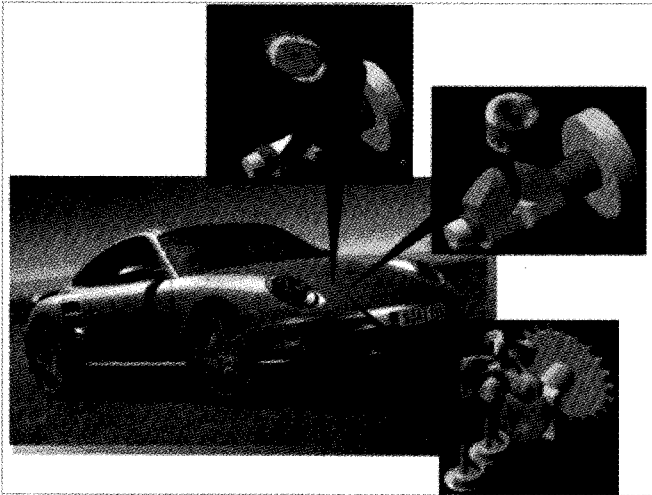


그림 3 RecurDyn™/MFBD

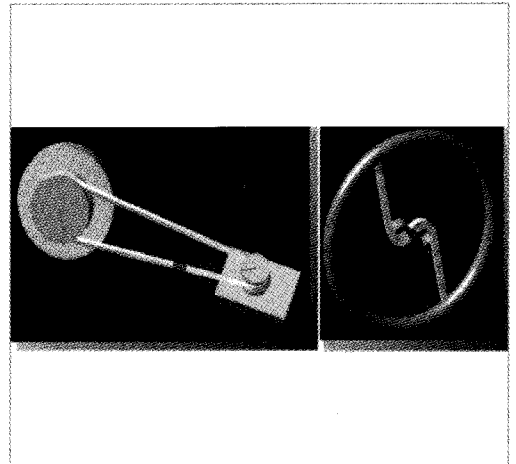


그림 4 RecurDyn™/Fflex의 비선형 물성 기능을 이용한 rubber 모델링 예제

운 속제 중의 하나였다.

평선베이는 이 어려운 속제를 세계 최초로 해결했으며 이에 그치지 않고 시스템과 유체, 전자가 같이 결합되어 있는 문제를 해결할 수 있는 통합 솔루션을 향후 1년 뒤에는 선보일 전망이다.

## 리커다인 핵심 전략

평선베이가 전략적으로 개발하고 있는 제품의 특징 및 개발 방향을 간단하게 소개하고자 한다.

### RecurDyn™/MFBD

기존의 전통적인 다물체 동역학 해석은 모든 물체를 변형이 없는 강체로 취급하여 해석을 수행하여 왔다. 이는 시스템의 거동이나 안정성 등 동 특성만을 위한 해석이었다. 하지만 이러한 형태의 해석은 물체 자체의 변형을 무시하기 때문에 그에 따른 효과

가 동 특성에 주는 영향을 고려하는 것이 불가능 했다. 이러한 단점을 보완하기 위해 다물체 동역학 해석에도 물체의 변형을 고려하기 시작했다. 이를 위해 도입된 방법은 변형에 영향을 줄 수 있는 특정 주파수대역에 해당하는 모드를 FEA 해석 프로그램으로부터 얻어 내어 이를 다물체 동역학 해석에 고려하는 것이다. 이러한 방법은 변형하는 물체의 변형 자체에 자신과 주변 물체의 동적 특성이 고려된다는 점과 그의 변형이 다시 동적 특성에 영향을 준다는 점이 강점이다. 때문에 다물체 해석의 범위를 넓힐 수 있는 점에서 매우 혁신적인 방법이다. 또한 매우 큰 FE모델을 다룸에 있어서도 중요한 모드를 얻어 낸 이후로는 더 이상의 FE 모델 자체 해석이 생략되기 때문에 해석 시간을 줄일 수 있어서 효과적이다.

하지만 이러한 해석 방법은 변형체의 형상변화가 매우 커서 비선형 특성을 나타내야 하는 경우에는 해석 결과를 신뢰할 수 없어서 매우 제한적이다. 또한 접촉 현상 등으로 인하여 국부적인 변형이 필요한 경우에는 그에 상응하는 정확한 모드를 얻어 내기가 매우 어려운 경우가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 시스템에 포함된 유연체에 FEM을 적용하여 여러 가지 제한을 없애야 하고, 해석을 하기 위해 기하급수적으로 늘어나는 시스템 전체의 자유도를 빠른 시간 내에 해석할 수 있어야 한다. 이러한 유연체 동역학 모든 영역을 해석할 수 있는 제품이 RecurDyn™/MFBD(Multi Flexible Body Dynamics)이다. MFBD는 기존에 존재하던 MBD의 개념에 FEA의 개념을 포함한 제품이다. 이 MFBD에는 전통적으로 사용되던 특정주파수를 이용하는

방법(RecurDyn™/RFlex)과 FEM에서 사용하는 방법(RecurDyn™/FFlex)을 모두 포함하고 있다. RecurDyn™/FFlex에서는 유연체가 포함된 시스템을 정의하여 강체와 유연체 또는 유연체와 유연체의 접촉을 포함한 시스템의 구속조건과 외력을 모델링하고 강체와 유연체에 대한 해석을 동시에 진행할 수 있게 한다. 또한 이 기능은 유연체에 대한 해석을 기존의 동역학 해석에서 접근하던 특정 주파수 모드를 반영하여 해석하는 방법이 아닌 FEM을 적용하여 해석하므로 접촉현상에 의한 국부적인 변형을 모두 반영할 수 있고 대변형이 생겨서 비선형 효과를 고려해야 하는 경우에도 정확한 해석 결과를 제공할 수 있다.

또한 RecurDyn™/MFBD는 CAD 모델을 리커다인 내에서 간단한 인터페이스를 통해 Mesh해주는 기능이 최근에 탑재되어 눈길을 끌고 있으며, 올 해 안에 소성 해석이 가능하게 될 것이다.

#### RecurDyn™/CoLink

기계시스템의 제어를 설계하기 위해서 설계자는 기계시스템을 제어기와 플랜트로 분류하여 제어기를 설계한다. 기계시스템을 설계하기 위해서 제어기 설계자는 제어용 CAE 소프트웨어를 사용하고 플랜트 설계자는 플랜트의 종류에 따라 FEM, CFD, MBD 등의 전용 CAE 소프트웨어를 사용한다. 다양한 CAE 소프트웨어들은 각각의 특정한 분

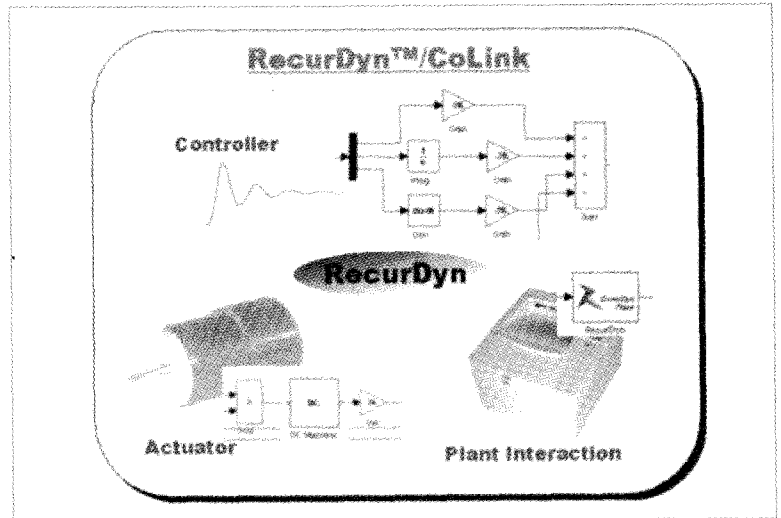


그림 5 RecurDyn™/CoLink 소개

야에서 강점이 있지만 모든 기계시스템을 설계하는 데 사용하지는 못한다. 제어용 CAE 소프트웨어의 경우 제어기를 설계하기에는 매우 유용하나 플랜트를 설계하기에는 적합하지 않기 때문이다. 기계시스템의 모든 상황을 고려해서 설계할 수 있는 소프트웨어는 현재까지는 없다. 결과적으로 제어용 CAE를 이용하여 얻어진 제어기의 특성 값들을 실제 시스템에 적용하면 많은 오차를 수반하게 된다. 이러한 오차의 가장 큰 원인 중의 하나는 제어용 CAE 소프트웨어가 플랜트를 수학적으로 표현하는 데 있어서 한계를 가지기 때문이다. 엔지니어들이 실험을 통하여 제어기의 특성 값을 설계하는 데 주저하는 이유는 많은 시간과 비용이 들어가기 때문이며, 그들은 보다 효율적으로 제어기나 플랜트를 설계할 수 있는 CAE 소프트웨어를

절실하게 원하고 있다. 강체와 유연체로 이루어진 기계시스템을 모델링하고 해석하는 데 있어서 리커다인은 아주 유용한 도구이며, RecurDyn™/CoLink는 그 기반에서 개발되었기 때문에 제어기를 포함한 실제 기계시스템을 있는 그대로 모델링해서 설계를 할 수 있는 최초의 CAE 프로그램이다. RecurDyn™/CoLink는 제어기 설계자들이 쉽게 사용할 수 있도록 제어용 소프트웨어에서 일반적으로 사용하는 블록 모델링 기법을 지원한다. 리커다인의 해석기는 동역학 해석에 사용되는 일반 좌표와 CoLink의 블록들을 위한 상태 변수들을 동시에 해석하여 제어기 설계자에게 보다 정확한 해석 결과를 제공한다. 리커다인은 현재 제어기 해석에 필요한 기본적인 기능을 가지고 있으며 점차적으로 일반적인 제어용 소프트웨어

어의 모든 기능들을 개발할 예정이다. RecurDyn™/CoLink는 플랜트 설계자와 제어기 설계자가 같은 모델을 가지고 양쪽 소프트웨어의 기능을 이용함으로써 정확한 CAE 결과를 얻을 수 있고 서로의 의사 소통과 업무의 효율 및 개발 시간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다.

### RecurDyn™/CFD

최근 컴퓨터의 급속한 발달과 새로운 수치해석기법의 향상에 따라 전산유체역학(CFD : Computational Fluid Dynamics)를 이용한 응용분야는 점점 다양해지고 있다. 그동안 실험에만 의존해 왔던 문제나 실험에서도 할 수 없었던 많은 문제를 CFD를 이용하여 해석하려는 노력이 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 밀도 차이가 1,000배 이상되는 자유표면 유동, 상 변화, 기체, 액체와 고체가 상호 작용하는 유동 및 압축성과 비압축성이 공존하는 유동에서는 아직도 해석에 많은 난점이 존재하고 있다. 기존 대부분의 전산유체와 관련된 소프트웨어(Fluent, Star-CD)는 다양한 분야에 적용하기 위해 많은 노력을 하였으나 대부분 기존 프로그램의 기본 구조를 유지하면서 앞에서 언급한 난제들에 접근함으로써 물리적으로 타당한 결과를 얻기가 어려운 상황에 놓여 있다. 일반적으로 많이 사용되는 VOF(Volume Of Fraction)

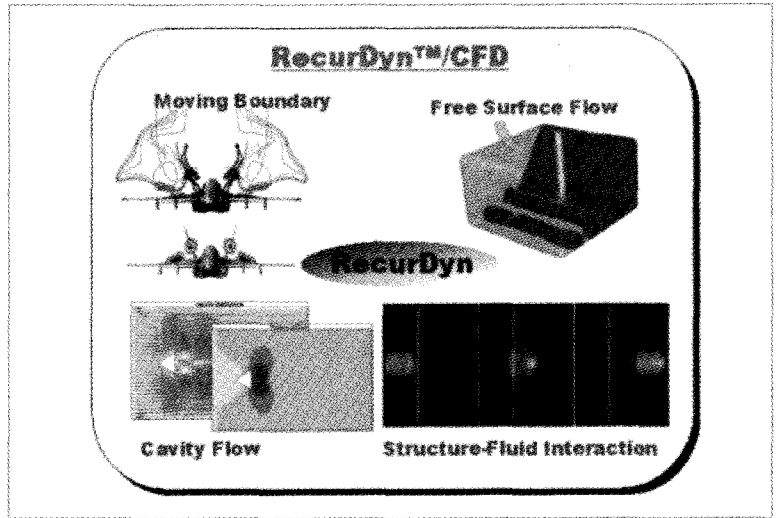


그림 6 RecurDyn™/CFD 소개

Fraction법은 기존 프로그램의 구조를 그대로 유지하면서 자유 표면 유동을 해석할 수 있는 장점은 있으나 3차원에서의 확장이나 기하학적 형상이 복잡할 경우에 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 그동안 CFD는 주로 열/유체와 관련된 분야에만 주로 많은 연구가 이루어졌으나 최근에는 유체 유동과 고체의 상호작용, FSI (Fluid-Structure Interaction)에 의한 영향을 고려하는 문제에 많은 관심을 나타내는 추세이다. 그러나 유체유동과 고체 사이에는 스케일 문제로 인해 많은 어려움이 있어 이 문제를 풀 수 있는 해석 프로그램은 그리 많지 않다. 이에 관련된 가장 대표적인 소프트웨어로는 ANSYS-CFX가 있는데 서로 다른 상에 대한 경계를 쉽게 인터페이스 할 수 있는 장점은 있으나 이 경우에도 경계면을 보간법을 이용하므로

물리적으로 타당성이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 앞에 제시된 문제점을 보완하고 시장의 요구를 충족시킬 수 있는 해석 프로그램의 개발이 무엇보다도 중요하다. RecurDyn™/CFD는 시스템-구조-유체 문제를 해석하기에 적합한 제품으로 유체 유동뿐만 아니라 열의 복사, 전달, 물질의 상 변화, 강체간의 상호 작용에 의한 다양한 FSI 문제에 적용할 수 있다. RecurDyn™/CFD의 특징은 다음과 같다. CIP(Cubic Interpolated Propagation)법을 사용하며, 상 경계면에서 물리적으로 타당한 결과를 얻기 위해 열역학적 관점에서 접근한다. VOF 법이나 레벨 셋 기법과는 달리 상 경계면을 물리적 관점에서 자동으로 찾는 알고리즘을 사용하고, 계산 영역의 복잡한 형상에도 적용할 수 있도록 비직교, 비정렬 격자에서도 적용 가능하다. 압축

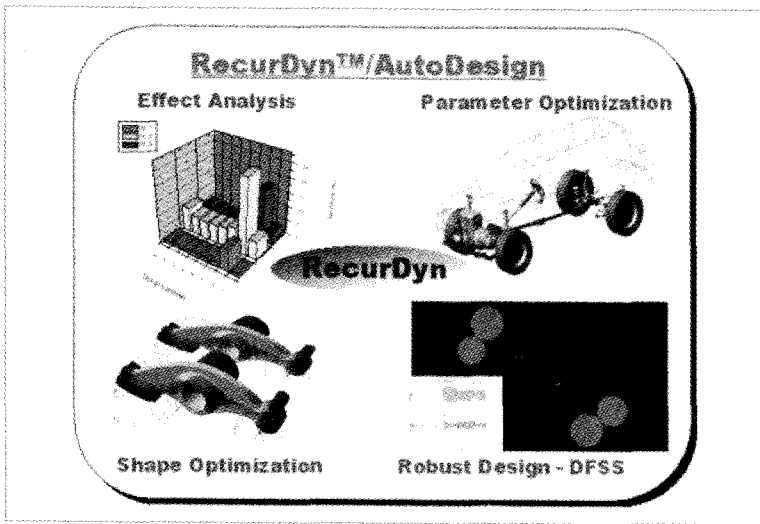


그림 7 RecurDyn™/AutoDesign 소개

성과 비압축성 유동을 동시에 해석하고, 기체, 액체 및 고체 영역에 대해 자유롭게 해석할 수 있도록 고안되었다. 또한 자유표면 유동 해석이 가능하다. RecurDyn™/CFD는 최근 관련 시장에서 많은 관심을 보이고 있는 FSI문제에 관한 해석, 기포 유동 해석, 구조 공정, 미기압 유동해석, 밸브 내의 유동해석, 자동차, 선박 및 항공기의 유체 유동과의 상호작용 해석, 교량 주위 유동 해석, 쇳물의 잔류 응력 해석 등의 툴킷 개발에 많은 관심을 가지고 있다.

#### RecurDyn™/AutoDesign

1960년 구조물 최적화에 수치 최적화 기법이 도입된 이래로, 대부분의 선형 FEM 해석 소프트웨어들은 경쟁적으로 자체 최적화 모듈을 포함하고 있다. 그러나 제

품에 대한 소비자의 요구가 다양해짐에 따라, 제품개발에 요구되는 해석 분야가 비선형 FEM, 동역학, CFD, 내구수명, 자동제어, NVH 시험 등 분야로 확대되고 있다. 이에 따라, 해석 소프트웨어들은 multiphysics 개념으로 이들의 효과적인 통합이 추진되고 있고, 최적설계 분야도 이들과 함께 진화하고 있다. 즉, 제품개발을 효과적으로 지원하기 위하여 통계학, 실험계획법, 신뢰성분석, 강건설계 및 진보된 수치최적화 알고리즘 등이 현대적인 최적설계 소프트웨어에 흡수되고 있다.

그러나 이들 소프트웨어들은 최신 설계기능을 병렬적으로 나열만 하였지, 이들을 사용자 측면에서 통합하지는 못한 실정이다. 즉, 사용자가 이들 분야를 모두 이해하고, 체계적으로 작업을 수

행해야만 솔루션을 얻을 수 있다. RecurDyn™/AutoDesign은, 효과분석, 설계변수 Screening, 메타-모델기반 순차적 최적설계, 강건설계 및 DFSS(Design For Six Sigma) 등으로 구성되어 있다. 제공하는 실험계획법은 Descriptive Design, Latin-Hypercube Design, 자동화된 3-Level Orthogonal Array, Generalized SCD 등이 있다. 그리고 메타-모델 기법은 Simultaneous Kriging, Radial Basis Functions 및 Conservative RSM이 있다. 사용자 편의성 측면에서 이들의 통합을 이루었기 때문에, 설계변수와 최적화를 위한 성능지수의 설정이 이루어지면, 실험계획법, 메타-모델링, 최적설계, DFSS 등의 나머지 작업은 거의 자동으로 수행된다. 또한, 리커다인의 통합 환경에서 동역학 시스템의 변수와 FEM의 형상 변수를 동시에 설계할 수도 있다.

RecurDyn™/AutoDesign의 개발 철학은, 사용자가 최소의 노력으로 최적설계를 쉽게 수행할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 향후에는 RecurDyn™/Verification이라는 툴을 통해 리커다인 해석모델의 결과가 사용자가 원하는 실험치와 자동으로 Correlation시키는 모듈을 개발할 예정이며, 이산설계변수와 연속설계변수를 동시에 최적 설계하는 모듈을 개발할 예정이다.