엘머로 해 보는 동역학(Implicit Dynamics) 해석

DymaxionKim

2017-08-??

Table of Contents

## 1. 개요

* 본편에서는, 지난 시간과 동일한 신라종(Bell) 형상 매쉬와 Linear Elasticity 물리방정식을 적용하여, 물체의 동적인 거동 부분을 해석해 본다.
* 먼저 감쇠가 고려되지 않은 기본적인 시간영역에서의 동적응답을 얻어내 보고, 이후 상수 감쇠계수 및 선형 감쇠계수모델을 각각 적용해서 거동을 비교해 본다.
* 아울러 고유모드 해석도 해 보고, 특정 주파수로 물체에 강제진동을 줬을 때의 주파수영역 응답을 알아내 보는 하모닉 해석도 해 본다.

## 2. 무감쇠 동적응답 (CASE1)

### (1) 먼저 고려해 볼 사항들

* 본 해석 방법은, 초기조건에서 물체 자체를 약간 잡아당겼다가 탁하고 놓도록 해서 일종의 충격을 받는 효과를 노리는 것이다.
* 일단 시간영역에서의 응답을 보는 것이 목표이므로, 시뮬레이션 조건은 Transient로 해 주고, 물체의 재질과 형상 및 사이즈 등을 고려하여 어느정도 주파수대의 진동에 관심이 있는지를 먼저 결정한다. 본 예제의 경우에는 1kHz(0.001초) 정도로 잘라보도록 하고, 100회 동안 추적하여 총 0.1초의 응답을 들여다보려고 한다.

### (2) case1.sif 작성

* 지난시간을 통해 ElmerGUI의 사용방법을 습득하였다면, 이를 이용해서 충분히 작성할 수 있을 것이다. 결과로 나온 case1.sif 파일은 아래와 같다.

Header  
 CHECK KEYWORDS Warn  
 Mesh DB "." "."  
 Include Path ""  
 Results Directory "CASE1" ! 결과파일이 저장되는 장소. 미리 동일한 이름의 디렉토리를 만들어 두어야 한다.  
End  
  
Simulation  
 Max Output Level = 5  
 Coordinate System = Cartesian  
 Coordinate Mapping(3) = 1 2 3  
 Simulation Type = Transient ! 해석조건은 Transient로 해서 시간에 따른 거동을 보려고 한다.  
 Steady State Max Iterations = 1  
 Output Intervals = 1  
 Timestepping Method = BDF  
 BDF Order = 1  
 Timestep intervals = 100 ! 100번의 샷을 얻어내고자 한다.  
 Timestep Sizes = 0.001 ! 시간 간격은 0.001초  
 Solver Input File = case1.sif ! 인풋파일 이름을 정확히 설정하자.  
 Post File = case1.vtu ! 결과 파일 이름도 명확하게 하자.  
Coordinate Scaling = 0.001 ! 원래의 매쉬모델의 길이단위가 밀리미터 였다면 미터 단위로 변환하는 것을 잊지 말자.  
End  
  
Constants  
 Gravity(4) = 0 0 -1 9.82  
 Stefan Boltzmann = 5.67e-08  
 Permittivity of Vacuum = 8.8542e-12  
 Boltzmann Constant = 1.3807e-23  
 Unit Charge = 1.602e-19  
End  
  
Body 1  
 Target Bodies(1) = 2  
 Name = "Body 1"  
 Equation = 1  
 Material = 1  
 Body Force = 1  
 Initial condition = 1  
End  
  
Solver 1  
 Equation = Linear elasticity  
 Calculate Stresses = True  
 Variable = -dofs 3 Displacement  
 Procedure = "StressSolve" "StressSolver"  
 Exec Solver = Always  
 Stabilize = True  
 Bubbles = False  
 Lumped Mass Matrix = False  
 Optimize Bandwidth = True  
 Steady State Convergence Tolerance = 1.0e-5  
 Nonlinear System Convergence Tolerance = 1.0e-7  
 Nonlinear System Max Iterations = 20  
 Nonlinear System Newton After Iterations = 3  
 Nonlinear System Newton After Tolerance = 1.0e-3  
 Nonlinear System Relaxation Factor = 1  
 Linear System Solver = Iterative  
 Linear System Iterative Method = BiCGStab ! Transient 해석에서 가장 무난함.  
 Linear System Max Iterations = 500  
 Linear System Convergence Tolerance = 1.0e-5 ! 계산속도를 높이기 위해 정밀도를 좀 낮춰 주었음.  
 BiCGstabl polynomial degree = 2  
 Linear System Preconditioning = Diagonal  
 Linear System ILUT Tolerance = 1.0e-3  
 Linear System Abort Not Converged = False  
 Linear System Residual Output = 1  
 Linear System Precondition Recompute = 1  
End  
  
Equation 1  
 Name = "Equation 1"  
 Calculate Stresses = True  
 Active Solvers(1) = 1  
End  
  
Material 1  
 Name = "Bronze"  
 Poisson ratio = 0.34  
 Youngs modulus = 1.2236595E+10  
 Porosity Model = Always saturated ! 본 해석에서는 불필요함 (삭제해도 무방)  
 Density = 8800  
End  
  
Body Force 1  
 Name = "Gravitation"  
 Stress Bodyforce 3 = $(-9.81\*8800) ! 중력에 의해 물체 전체에 자중이 걸리도록 한 것  
End  
  
Initial Condition 1  
 Name = "InitialCondition 1"  
 Displacement 1 = -0.005 ! 물체를 5mm 정도 살짝 당겨주고 시작하도록 함  
End  
  
Boundary Condition 1  
 Target Boundaries(1) = 5  
 Name = "Fix"  
 Displacement 3 = 0  
 Displacement 1 = 0  
 Displacement 2 = 0  
End

## 3. 감쇠계수를 상수로 부여한 동적응답 (CASE2)

## 4. 레일리 감쇠모델을 적용한 동적응답 (CASE4)

## 5. 고유모드 해석 (CASE3)

## 6. 하모닉 해석 (CASE5,CASE6)

## 7. 맺음말

## 참고자료

* 비례감쇄 설명 : http://nfx.co.kr/techpaper/keyword\_view.asp?pg=&sk=&bid=&nCat=&nIndex=&sHtml=&idx=229
* 비례감쇄 이론 : http://www.kim2kie.com/cafeUpload/Databoard/files/320\_03\_01\_damping\_pro.pdf