REFORT

제목 : 공학수학 용어조사 2

수강과목 :	공학수학2
담당교수 :	윤경돈 교수
학　　과 :	항공우주공학과
학　　번 :	201527137
이　　름 :	정대현
제출일자 :	2020.09.16

1. 플러터(Flutter)

비행기가 고속으로 운행할 때 주날개와 꼬리날개가 공기의 힘에 의해 진동을 일으키는 현상이다. 비행속도가 빨라져 날개의 진동에 따라 일어나는 공기력이 날개의 진동을 조장하며 격심한 진동이 생기는 플러터 현상이 심해질 경우 날개의 공주의 공중분해가 일어나므로 비행기의 운용은 플러터를 발생시키지 않는 범위의 속도로 제한된다.

이는 공명(Resonance)과는 다른데 공명은 구조물 자체의 고유한 특성에 기인한다면 플러터는 외부에서 들어오는 하중의 크기(에너지)가 일정 수준임에도 불구하고 구조계와의 상호작용에 의해 구조계가 불안정해지는 현상이다. 비행기에서는 날개에 공기의 흐름이 힘을 가하게 되면, 날개가 진동을 시작하며 이 날개의 진동이 거꾸로 주변 공기의 흐름에 영향을 미치고, 또 이 진동 때문에 주변 공기 흐름이 영향을 받게 되는 것이 반복되며 상호작용 발생한다. 이 상호작용은 구조물을 더 불안정한 상황으로 몰고가며 이를 플러터라고 한다. 제한된 에너지의 하중만으로도 얼마든지 파괴를 일으킬 수 있다.

구조 선형방정식에서 탄성날개에 대한 운동방정식을 유도하면 다음과 같이 표현된다.

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = \{F(t, u, \dot{u})\}$$

$[M]$은 질량행렬, $[C]$는 감쇠행렬, $[K(u)]$는 일반화된 좌표계에서의 구조변위 $\{u\}$의 함수인 비선형 강성행렬이며, $\{F\}$는 외력 벡터이다.

위 시스템의 고유 모드 벡터들로 이루어진 상수변환행렬을 정의하고 선형변환 등의 과정을 거쳐 다음과 같은 식을 정의할 수 있다. 주파수 영역에서의 운동방정식은 다음과 같다.

$$-\omega^2[M_g]\{\bar{q}\} + \omega[C_g]\{\bar{q}\} + [K_g]\{\bar{q}\} = [\bar{Q}]\{\bar{q}\}$$

여기서 주파수 영역에서의 공탄석 해석을 위해 푸리에 변환을 수행하면 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$[\bar{Q}] = \frac{1}{2}\rho U^2[A(Ma, k_b)]$$

$\overline{[Q]}$는 주파수 영역에서의 일반화된 공기력 행렬을 나타내며, 우변은 일반화된 공기력 영향계수 행렬로 정의된다. 여기에서 일반적으로 자유흐름 마하수와 무차원 환산진동수의 함수이다. 위 식에서의 주파수 영역에서 운동방정식에서 K방법, V-g(또는 KE) 방법 PK방법등을 통해 플러터 해석을 구한다.

2. 공진(Resonance)

공진이란 특정 진동수 (고유 주파수 영역)에서 큰 진폭으로 진동하는 현상을 말한다. 각 물체는 고유진동수를 가지고 있으며, 또한 여러 개의 고유 진동수를 가질 수 있다. 진동은 역학계, 음향계, 광학계 등 많은 종류의 진동계에서 나타날 수 있으며, 이 중 전기·공학적 진동계에서의 공명을 공진(Resonance)이라고 한다.

고체역학에서 좌표계의 응력을 측정할 때 해당 위치의 대표 값이 필요하게 되는데 크기순으로 최대 주응력, 중간 주응력, 최소 주응력을 구하며 각도에 따라 전단성분이 0이 되게 하는 좌표계 역시 구할 수 있습니다.

$$\begin{matrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{matrix} = \sigma \qquad \begin{matrix} \sigma_{x'x'} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{y'y'} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{z'z'} \end{matrix} = \sigma'$$

주 응력은 원래 좌표계에 대한 응력텐서의 고유값이 되는데 각 고유벡터를 하나로 정리해서 매트릭스 구성한 것은 원래 좌표계로부터 응력 주축방향 좌표변환 매트릭스가 된다. 고유치는 진동해석에서 말하는 공진 주파수 및 진동모드를 계산할 때 사용되는 것뿐만이 아니라, 주축 변환의 특성을 이용해서 주응력을 구할 때도 사용된다.

3. Orthogonal

직교의 사전적 정의는 두 직선 또는 두 평면이 직각을 이루며 만나는 일이며, 선형대수학에서 직교행렬은 행벡터와 열벡터가 유클리드 공간의 정규직교 기저를 이루는 실수 행렬을 뜻합니다.

$$\boldsymbol{Q^T Q = Q Q^T = I}$$

위와 같은 조건을 만족하면 Q는 직교행렬이라고 할 수 있으며 직교 행렬은 다음과 같은 특징을 지니고 있습니다.

$$Q^T = Q^{-1}$$

직교 행렬의 Q는 반드시 intervtible하며 직교 행렬의 determinant는 +1또는 -1입니다. 선형 변환으로 하나의 직교 행렬은 벡터의 내적을 보존하고 유클리드 공간에서 isometry(등거리 변환)로 작동합니다.

4. Model Matrix

어떤 문제를 변수 함수 그리고 방정식을 통해 수학적으로 공식화하는 것을 모델링이라고 하는데 연립 상미분방정식은 다양한 응용에서 모델로 쓰일 수 있다. 교제에서는 1계 상미분방정식의 연립방정식을 기본 예시로 설명을 해주고 있다. 상미분방정식의 연립방정식을 열벡터와 행렬을 가진 벡터방정식으로 표현한 다음 일반해를 구할 수 있습니다.

5. 질량보존 법칙

닫힌 계의 질량은 상태 변화에 상관없이 변하지 않고 계속 같은 값을 유지한다는 법칙이다. 물질은 갑자기 생겨나거나, 없어지지 않고 형태만 변하여 존재한다.

좀더 넓은 의미로 물리학에서 연속방정식(Continuity equation)은 어떤 물리량이 보존되는 상태로 이송되는 것을 기술하는 방정식이다. 질량, 운동량, 에너지 등이 보존되는 양이기 때문에 수많은 물리적 현상들이 연속 방정식에 의해 기술될 수 있다.

나비에-스톡스 방정식에서 연속방정식을 포함해서 서술하며, 이 과정에서 응력텐서(Stress Tensor), 행렬 연산이 들어가게 됩니다.