

## 5자유도 순응기구

정경한\*(연세대학교 기계공학과), 최용제(연세대학교 기계공학과)

주제어 : 나선이론, 순응성, 순응기구, 힘/위치제어, 자코비안, 강성사상, 순응트위스트, 자유트위스트, 병렬기구, 반력토크, 역급

일반적으로 공간상에서 순응기구는 상판 및 하판과 이를 연결하는 6개의 스프링으로 구성되어 있고 상판에 가해지는 힘 및 모멘트를 자코비안을 통해서 6개 다리의 길이의 변화량으로 감지할 수 있다. 순응기구는 병렬기구 혹은 직렬기구의 끝단에 부착되어 임의의 평면과 접촉시 지형에 의한 구속렌치(힘/토크)를 감지하여 그라인더나 유리를 닦을 수 있는 기계, 즉, 힘/위치 제어가 동시에 필요한 기계에 활용될 수 있다. 그러나 기존의 6자유도 순응기구의 경우, 임의의 곡면에 접촉하는 기구 끝단에서 힘/위치 제어가 가능하지만 모든 자유도에 대하여 순응성을 갖기 때문에 그라인더와 같은 기계에 적용할 경우 진동에 의한 정밀도 저하 및 기구의 파손을 초래하게 된다. 이에 Fig. 1과 같이 상판의 Z축 모멘트를 구속시킨 5자유도 순응기구를 제안하였다. Fig. 1에서 상판과 하판은 5개의 다리로 연결되어 있다. 이들 중 4개는 유니버설 조인트-원통 조인트-유니버설 조인트의 조합으로 구성되어 6자유도를 갖고 나머지 1개의 다리는 유니버설 조인트-병진 조인트-유니버설 조인트의 조합으로 구성되어 5자유도를 갖는다. 따라서 5자유도를 갖는 다리로 인하여 상판의 Z축 방향 모멘트가 구속되므로 하판에 대한 상판의 전체 자유도는 5자유도가 된다. 이러한 기구에 Fig. 2와 같이 순응기구의 상판에 Z축방향으로 그라인더와 같은 회전체를 장착해보자. 이때 상판에 붙어 있는 회전체가 어떠한 곡면을 가공하는 동안 반력토크가 발생하게 되지만 순응기구의 상판의 Z축이 구속되어 있으므로 반력토크를 구조적으로 지지할 수 있다. 따라서 5자유도 순응기구에서 구속된 1자유도를 통하여 곡면을 가공하고 나머지 5자유도(위치 : 3자유도, 자세각 : 2자유도)를 통하여 곡면에 대한 힘/위치 제어를 할 수 있다.

본 연구에서는 5자유도를 갖는 순응기구를 제안하고 이에 대한 기구학을 해석하였다. 더불어 나선이론을 이용하여 상판의 위치 및 자세각과 5개의 다리의 길이의 상관관계인 자코비안을 해석하고 일종의 스프링 시스템(상판과 하판을 연결하는 4개의 다리의 병진 조인트와 1개의 다리의 원통 조인트는 스프링으로 구성되어 있다)인 순응기구의 강성행렬에 대한 해석을 하였다.

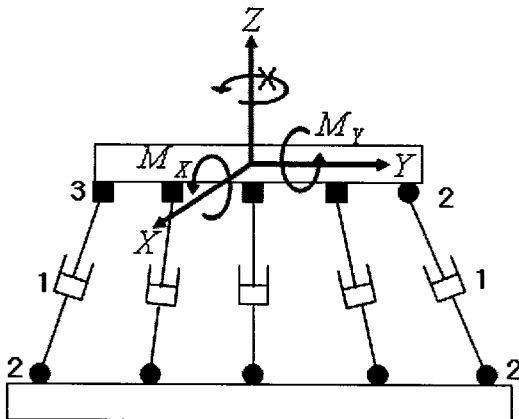


Fig. 1 상판의 Z축 모멘트가 구속된 5자유도 순응기구

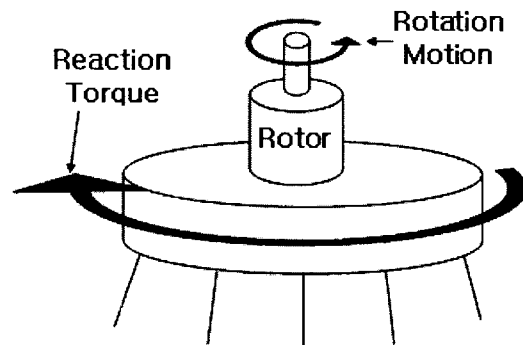


Fig. 2 장착된 회전체에 의하여 상판에 작용하는 반력토크