

유한요소해석을 이용한 플렉시블 디스크 커플링 성능평가 연구 Performance Evaluation of Flexible Disk Coupling by FEM

*서원상¹, #김종봉², 김병로³

*W. S. Seo¹, #J. B. Kim(jbkim@seoultech.ac.kr)², B.R.Kim³

¹서울과학기술대학교 NID융합대학원, ²서울과학기술대학교 기계·자동차공학과,
³한국산업기술시험원 기계융합기술센터

Key words : Flexible Coupling, Disk, Mis-alignment, FEM

1. 서론

커플링(coupling)은 동력전달장치로 원동축과 종동축을 연결하여 동력을 전달하는 기계요소로써, 축을 연결하는 축이음의 일종이고 동력원과 장치를 보호하는 역할을 한다. 동력전달장치에는 대표적으로 기계식과 유체식이 있다. 유체식 동력전달장치는 동력전달능력, 효율, 성능이 우수한 장점으로 자동차산업분야에서 많이 사용되고 이에 관련된 연구도 많이 진행되고 있다[1]. 반면, 기계식 동력전달장치에 대한 연구는 유체식 동력전달장치와 다르게 많이 진행되고 있지 않다. 소형 기계장치는 기계식 동력전달장치가 많이 사용되고 있기 때문에 기계식 동력전달장치에 대한 연구도 필요하다. 본 연구에서는 기계식 동력전달장치의 종류중의 하나인 고정밀 플렉시블 디스크 커플링에 대해 유한요소해석을 수행하여 그 성능을 분석하였다. 기존에 회사에서 사용되던 원형디스크와 새로이 제안된 사각디스크 두 종류의 디스크에 대해 유한요소해석을 수행하여 그 성능을 평가하였다.

2. 해석 방법

본 연구에서는 범용 해석프로그램인 Abaqus와 Hypermesh를 연동하여 해석을 수행하였다. 첫 번째로 디스크커플링 전체에 대해서 해석을 수행하였다 두 번째로 해석의 효율성을 위하여 디스크 커플링을 단순화하여 해석을 수행하였다. 두 해석 결과를 통해 단순모델로도 디스크 커플링에 대한 성능 평가가 가능하다고 판단되어, 축 연결시 발생하는 편각과 축 변위에 대한 해석은 단순화된 디스크 커플링 모델로 해석을 수행하였다. 해석시 최대토크인 6N.m를 적용하였으며, 격자형성시에 응력 집중이 예상되는 디스크 부분은 육면체격자로 다

른 부분은 사면체격자로 형성하였다.

본 연구는 정적해석을 수행했으며, 다수의 접촉면을 고려해야하고 접촉으로 인한 발산을 잡기 위해 강제변위 조건과 Stabilize를 적용하여 수렴성이 좋게 하였다. 해석은 탄성으로 하였고, 디스크의 재료는 SM45C 이다.

3. 해석 결과

3.1 전체 모델 해석 결과

Fig. 1 은 최대 토크일 때 전체 모델 해석 결과를 보여준다. 원형디스크 커플링과 사각디스크 커플링 모두 디스크에서 응력이 집중되는 것을 확인했으며, 토크가 허브에서 디스크로 전달되는 부분에서 최대 응력이 발생했다. 원형디스크의 최대 응력은 510 MPa, 사각디스크의 최대 응력은 455 MPa이다 (Table 1). 사각디스크는 원형디스크 보다 약 30% 경량화된 모델이지만 미스얼라이언트가 없이 최대 토크인 경우 성능이 더 좋다고 판단된다.

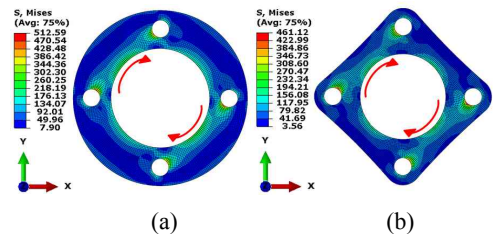


Fig. 1 Von-mises stress distributions at 6.0 N.m of torque (full model); (a) circular disk, (b) square disk

3.2 단순 모델 해석 결과

Fig. 2 는 최대 토크일 때 단순 모델 해석 결과를 보여준다. 단순 모델 해석 결과 원형디스크의 최대 응력은 512 MPa, 사각디스크의 최대 응력은 461 MPa이다. 전체 모델 최대 응력 보다 약 2% 크게

나왔지만 디스크 성능 평가에 문제가 없다고 판단하여 이후에는 해석효율을 위해 단순 모델로 해석을 수행하였다.

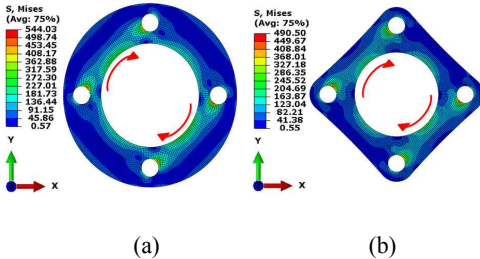


Fig. 1 Von-mises stress distributions at 6.0 N.m of torque (Simplified model); (a) circular disk, (b) square disk

Table 1 Maximum von-mises stress (MPa)

	Circular disk	Square disk
Full model		
Torque 6Nm	510	455
Simplified model		
Torque 6Nm	512	461
Angle of deviation 3°	631	589

Fig. 3은 디스크 커플링을 축과 축 사이에 체결시 빈번하게 발생하는 미스얼라인먼트 중 하나인 편각을 고려하여 해석한 결과이다. 최대 편각인 3도를 적용하여 해석한 결과 응력 분포가 바뀌었으며, 최대 응력도 원형디스크 631 MPa, 사각디스크 589 MPa으로 약 20% 증가한 것을 확인하였다. 편각을 가지고 체결시 디스크 커플링의 성능이 급격하게 저하되는 것을 알 수 있다.

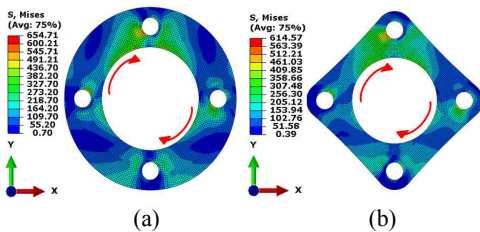


Fig. 3 Von-mises stress distributions at 6.0 N.m of torque (deviation angle 3°); (a) circular disk, (b) square disk

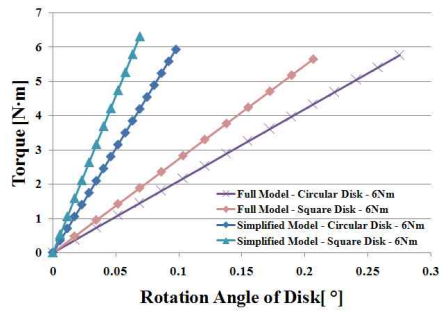


Fig. 4 Stiffness of disk and coupling

Fig 4는 디스크에 따른 전체 모델과 단순 모델의 강성에 대한 그래프이다. 첫 번째로 최대 응력과 같이 강성 측면에서도 사각디스크(5250 N.m/rad)가 원형디스크(4846 N.m/rad)보다 성능이 더 좋게 결과가 나왔다. 두 번째로 Fig. 4를 통해 전체 모델과 단순 모델의 강성을 비교했을 때 전체 모델의 강성이 현저하게 떨어진 것을 확인할 수 있다. 단순 모델의 경우는 디스크만의 강성이며, 전체 모델의 경우는 디스크 커플링 전체에 대한 강성이기 때문에 강성에서 차이 발생했다고 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 형상이 다른 디스크에 따른 플렉시블 디스크 커플링에 대해 유한요소해석을 수행하여 성능 평가를 하였다. 사각디스크는 원형디스크 보다 약 30% 경량화된 모델이기 때문에 원형디스크 보다 성능이 떨어질 것이라고 생각했지만 해석결과 최대응력과 강성 측면에서 성능이 더 좋다는 결과를 얻었다. 디스크 형상 변경을 통해 경량화뿐만 아니라 성능도 향상시킬 수 있다고 판단되며, 향후 디스크 형상을 최적화하여 커플링의 성능을 개선시키고 신뢰성을 확보할 계획이다.

후기

본 연구는 서울시산학연협력사업(JP110045)의 지원으로 수행되어 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 허형석, 서용권, "유체 커플링내 유동에 대한 이론 및 수치해석적 연구," 대한기계학회 춘계학술대회, 2987-2991, 2005