

수문용 편책 권양기 구조 해석

임태양*, 남미성*, 김기선**, 장태영***

**공주대학교대학원 기계자동차공학부, *공주대학교 기계자동차공학부

***경신산업기계(주)

E-mail : keysun@kongju.ac.kr**

The Structural analysis of Pin-jack type winch for Floodgate

Tae-Yang Lim*, Mi-Sung Nam*, Key-Sun Kim**,Tae-Young Jang***

*Department of Automotive Engineering, Graduate school of Kongju University, Budaе-dong, Seobuk-gu, Cheonan-si 331-717, Korea

**Department of Automotive Engineering, Kongju University, Budaе-dong, Seobuk-gu, Cheonan-si 331-717, Korea.

*** Kyungsin Inc., Sindang-dong, Seobuk-gu, Cheonan-si 453-4, Korea

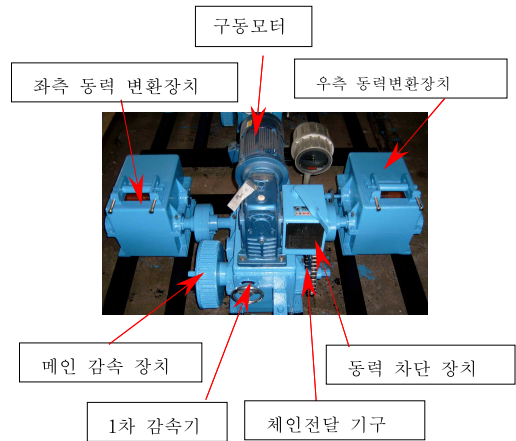
요 약

수문의 개폐는 모터에 의한 회전이 권양기에서 감속 되고 증폭된 회전력이 랙에 의하여 직선 운동으로 바뀌어 회전 방향에 따라 상하로 움직여 열리고 닫히게 된다. 권양기는 상부 모터, 감속기, 메인 감속 장치, 동력 차단장치, 좌측 동력변환장치, 우측 동력 변환장치로 구성된다. 본 논문에서는 편책식 권양기의 최적 설계를 위하여 보조기어와 메인기어 트레인의 구조 해석, 진동해석 및 설계와 하중에 버틸 수 있는 상부구조물 몸체의 최적 설계를 통하여 설계변수를 확립한다

1. 서 론

최근 정부는 4대강 정비사업인 하천 정비 및 토목공사 지원 사업을 불경기 위기극복을 위한 최우선과제로 선정하였다. 수문 분야는 틈새 산업이며 국내 수문관련 업체는 모두 중소기업으로 최근 거의 도산되어 일본, 중국 업체 등으로 부터 도전 위기에 있다 따라서 종전 중소기업 생산은 안전 설계에 자신이 없어 과다하게 재료를 많이 사용하고 수문은 사고 시 대량의 피해가 예상되어 정밀한 해석 및 설계기술이 요구된다. 일반적으로 저장된 물은 필요에 따라 수문을 통하여 방출 하는데 수문에는 모터 등의 동력발생 장치를 설치하여 높은 수압이 수문에 작용하거나 수문의 무게가 무거운 경우에도 수문의 높이를 조절할 수 있도록 하는 권양기가 설치된다. 수문의 개폐는 모터에 의한 회전이 권양기에서 감속 되고 증폭된 회전력이 랙에 의하여 직선 운동으로 바뀌어 회전 방향에 따라 상하로 움직여 열리고 닫히게 된다. 권양기는 상부 모터, 감속기, 메인 감속 장치, 동력 차단장치, 좌측 동력변환장치, 우측 동력 변환장치로

구성된다.



[그림 1] 편책 권양기 구조

본 논문에서는 편책식 권양기의 최적 설계를 위하여 보조기어와 메인기어 트레인의 해석 및 설계와 하중에 버틸 수 있는 랙 및 스프로킷의 해석 및 설계 또한 상부구조물 몸체의 최적 설계를 통하여 설계변수를 확립한다.

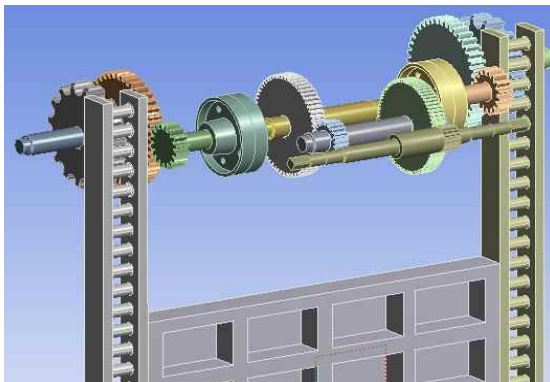
2. 본 론

3차원 모델링 후 해석을 수행하였으며, 구조해석은 ANSYS V.11을 이용하여 하중인가에 따른 등가 응력, 변형 및 변형율과 진동 형상에 대하여 고찰하였다. 구조 해석재료는 구조용 강관을 사용하였고, 그 몸체는 주철을 사용하였으며 그 기계적 성질은 [표 1]와 같다. 해석 결과에 따라 모델의 파라미터 변경을 통하여 최적의 조건인 모델로 제시하였으며 그 결과는 최종 설계에 반영되었다.

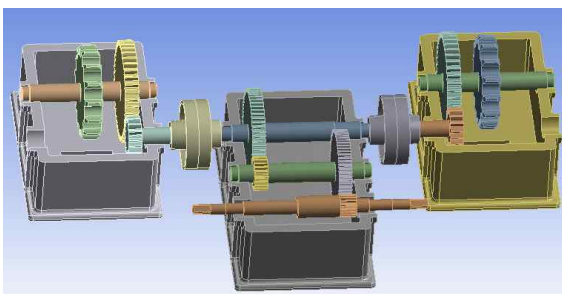
[표 1] 재료 물성치

Name	Carbon Steel	Gray Cast Iron
Comp.Ultimate Strength	0.0 MPa	820.0 MPa
Comp.Yield Strength	250.0 MPa	0 MPa
Density	7.85×10^{-6} kg/mm ³	7.2×10^{-6} kg/mm ³
Poisson's Ratio	0.3	0.28
Tensile Yield Strength	250.0 MPa	0 MPa
Tensile Ultimate Strength	460.0 MPa	240.0 MPa
Young's Modules	200,000.0 MPa	110,000.0 MPa

[그림 2]와 같이 권양기와 랙바 및 수문을 모두 3차원 모델링하여 조립 상태로 Mesh 작업을 하기 위하여 요소분할 후 해석하였으며 각각에 대한 해석결과는 다음과 같다.



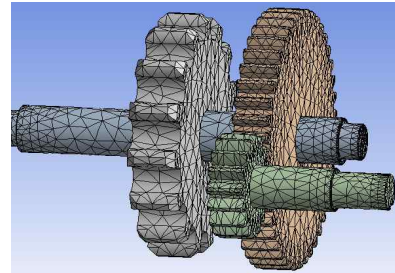
(a)



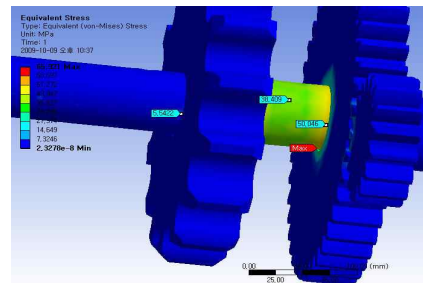
(a)

[그림 2] 편짜 권양기 3차원 모델링

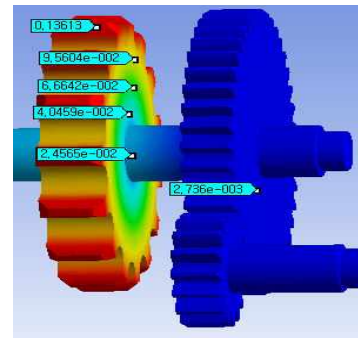
메인기어에 대한 해석 결과를 보면 [그림 3]와 같이 모델링 된 형상을 부품 상태로 단일 Mesh 작업을 하여 절점 33,678개, 요소 16,265로 작성. 축에 회전에 관한 고정조건을 적용하고 스프로킷에 모멘트 하중을 적용하여 스프로킷과 메인기어에 걸리는 응력 및 변형률을 해석하였다



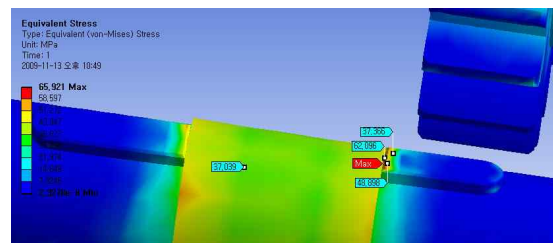
[그림 3] 메인기어 요소분할



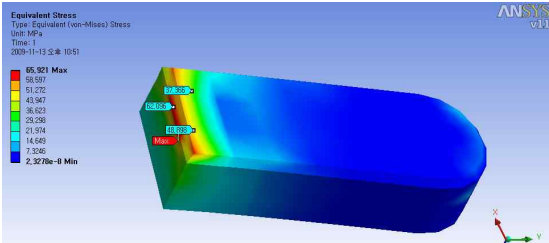
[그림 4] 메인기어 등가응력



[그림 5] 메인기어 전변형량

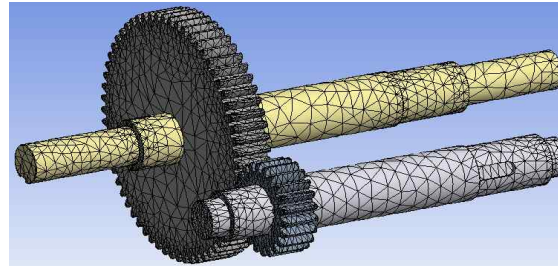


(a) 축 부분



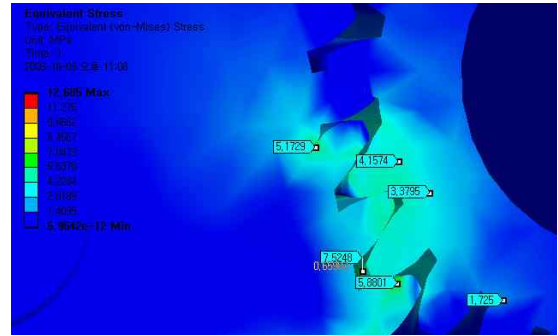
(b) 키 부분

[그림 6] 메인기어 키 부분의 응력 집중

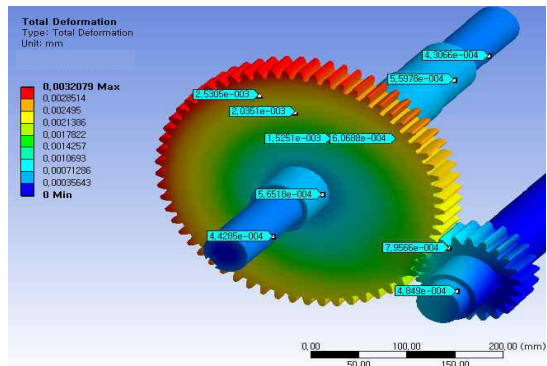


(a) 메쉬

축에 걸리는 모멘트는 1,515,000 N·mm으로 해석 결과 [그림 4]에서 최대 등가 응력은 축과 연결된 키 부분에서 발생 되었으며 그 크기는 65.921 MPa로 안전성에는 문제없는 결과로 나타났다. 또한 최대 하중으로 수문을 인양 시 기어의 휨량을 [그림 5]에 도시하였으며 그 크기는 기어 이 끝부분에 0.13mm로 최대 변형이 발생하였음을 확인하였고 또한 그때의 변형률이 0.00032961 mm/mm이었다. 따라서 변형을 줄이도록 표면 고주파 열처리가 요구된다. 한편 축의 키 부분에 발생한 구조해석을 상세하게 행한 결과를 [그림 6]에 도시하였다. 최대응력이 발생한 지점은 성크키의 코너로 기어 홈과 접촉하는 모서리에서 발생하며 54 MPa로 안전에는 문제없음을 보였으나 제작 시 공차를 크게 하여 재료 변형으로 인한 응력 집중을 방지할 필요성이 요구된다. 다음으로 차동기어에 대한 해석 결과를 보면 그림 (a)와 같이 모델링 된 형상을 부품 상태로 단일 Mesh 작업을 하여 절점 48,273개, 요소 23,538로 작성. 축에 회전과 고정조건을 적용하고 기어에 모멘트 하중을 적용하여 접촉면에 걸리는 응력 및 변형률을 해석하였다. 축에 걸리는 모멘트는 576,600 N·mm로 해석 결과 [그림 7 (b)]에서 최대 등가 응력은 축과 연결된 키 부분에서 발생 되었으며 그 크기는 12.685 MPa로 안전성에는 문제없는 결과로 나타났다. 또한 최대 하중으로 수문을 인양 시 기어의 휨량을 [그림 7 (c)]에 도시하였으며 그 크기는 기어 이 끝부분에 0.0032mm로 최대 변형이 발생하였음을 확인하였고 또한 그때의 변형률이 6.3425e-5mm/mm로 미비하였다.



(b) 등가응력

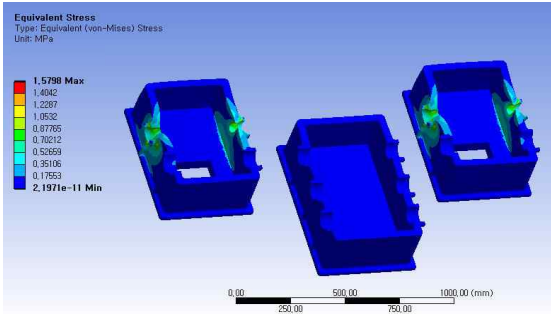


(c) 전 변형량

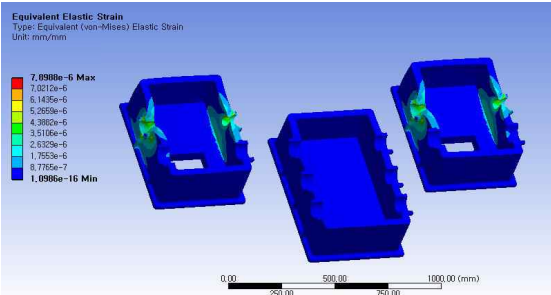
[그림 7] 차동기어 구조해석 결과

다음으로 바디 몸체에 대한 구동 시 구조 해석을 수행하였으며 재료는 주물로 하여 기계 가공된 제품이다. 해석 결과는 [그림 8]에 도시하였으며 주로 응력 집중이 축을 받치고 있는 양단 하우징에 집중 되었으나 그 크기는 안전성에 영향을 주지 않을 만큼 미비하였다.

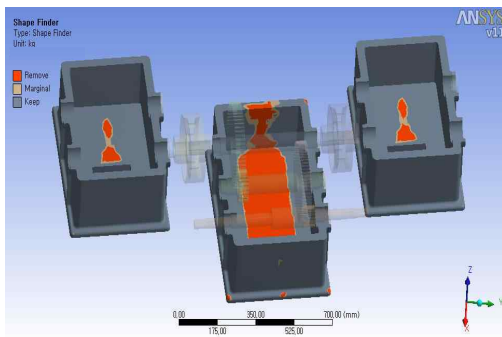
한편 몸체에 대한 체적 설계를 [그림 8 (c)]와 같이하여 다시 디자인한 결과 10%의 재료 절감을 할 수 있음을 보였다. 한편 전체 조립상태에 대한 1차에서 6차까지의 랜덤 진동모드해석결과 진폭이300~ 550Hz 에서 최대임을 보였으며 [그림 9]에 도시하였다.



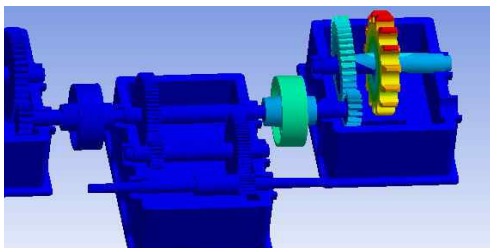
(a) 등가응력



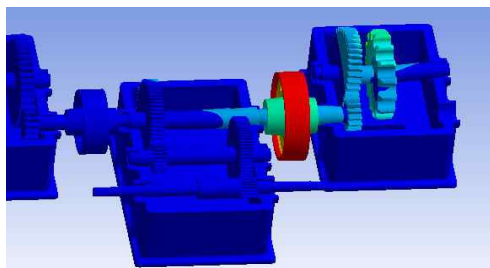
(b) 등가변형률



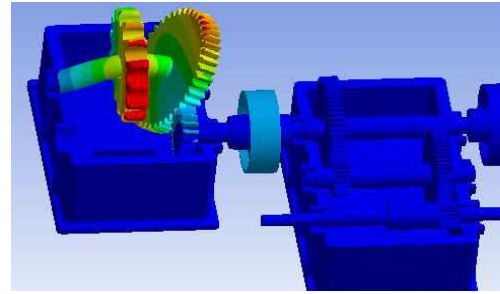
(c) 10% 재료절감 해석
[그림 8] 권영기 몸체 구조해석 결과



(a) 1차 진동모드(307.7Hz)



(a) 2차 진동모드(368.58Hz)



(a) 3차 진동모드(426.66Hz)

3. 결론

본 논문에서는 편책식 권양기의 최적 설계를 위하여 보조기어와 메인기어 트레인의 해석 및 설계와 하중에 버틸 수 있는 랙 및 스프로킷의 해석 및 설계 또한 상부구조물 몸체의 최적 설계를 통하여 설계변수를 확립하였다. 구동 기어류와 구동부에서 해석결과로는 응력은 이 뿌리 부분에서 변형은 이 끝 부분에서 발생하였으나 수치적으로 안전성에 문제가 없는 것으로 확인 하였다. 몸체에서 최적설계를 통하여 10%의 재료 절감 효과를 얻었다.

참고문헌

- [1] 이원환 외, “한강유역 댐군의 수문조작방안에 관한 수문해석”, 대한토목학회, 논문집, 제5권, 1호, PP. 91-100, 3월, 1985.
- [2] 이성래, “랙크바형 수문권양기에 적용된 정유압장치의 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 작동특성 연구”, 유공압시스템학회, 학회지, 제6권, 2호, PP. 14-21, 6월, 2009.
- [3] 이형우 외, “차량변속기의 진동특성에 대한 연구”, 한국소음진동공학회, 학회지, 제10권, 1호, PP. 107-116, 1월, 2000.
- [4] 양육진 외, “탄성 구조물의 안정성을 고려한 형상최적설계”, 한국전산구조공학회, 학술지, 제20권, 1호, PP. 75-82, 2007.
- [5] 문길환 외, “길들이기 과정을 고려한 변속기용 기어의 접촉피로 수명 해석”, 한국자동차공학회, 논문집, 제15권, 5호, pp.133-138, 9월, 2007.

이 논문은 이공계전문가기술지원서포터즈사업 (1사1전담멘토)의 지원에 의한 일부 결과입니다.