

엔진 발전기 동력전달계 해석을 위한 동적 해석 프로그램 개발

임 성 현¹⁾ · 김 진 성¹⁾ · 박 영 일^{*1)}

서울과학기술대학교 일반대학원 기계설계로봇공학과¹⁾

Engine Generator Powertrain Dynamic Analysis Program Development

Sung Hyun Lim¹⁾ · Jinseong Kim¹⁾ · Yeong-il Park^{*1)}

¹⁾ Department of Mechanical Design Robot Engineering Seoul National University of Science and Technology,
Seoul, 139-743, Korea

Abstract : In this study, to avoid breakdown. We analyze the resonance point of axis of engine rotation. First mathematical model simplified then analyzed it with FEM to modify the existing one. After then, we compared the analysis result of these two models. To build the simulation and simplified diesel engine model. I made GUI to help users calculate it much easier.

Key words : Engine Shaft Torsional Analysis(엔진 축 비틀림 해석), Mode Shape(모드형), Natural Frequency(고유진동수), Diesel Engine(디젤기관), Dynamic Analysis Model(동특성 해석 모델)

Subscripts

J : inertial
c : damping
k : stiffness
T = torsional force

1. 서 론

엔진의 회전 동역학 거동 해석은 유한요소 해석법 그리고 동적 거동을 수학적으로 모델링하여 해석하는 방법 등이 존재한다. 본 연구에서는 엔진 발전기를 연결하는 축의 절손문제를 해결하고자 엔진 회전 축의 해석을 진행하였다. 보다 간단한 해석을 위하여 동적 모델링 해석 기법을 이용하기로 하였

다. 이 해석은 손쉬운 방법을 통하여 해석이 가능하지만 본래 목적과 다른 실험이나 해석 결과를 이용하면 정확한 해석결과를 계산할 수 없다.

본 연구에서는 소형 전술 차량용 S2 디젤엔진-발전기-8단자동변속기로 구성된 동력전달계의 회전체에 대한 동적 모델링과 이에 대한 해석을 위한 MATLAB 프로그램을 개발하고 사용자의 편의를 위한 GUI를 구축하였다. 또한 기존 연구¹⁾에서는 엔진 6기통에 대한 연구만 진행되었으나 본 연구에서는 4기통과 3기통에 대한 시뮬레이션을 추가로 개발하였다.

2. 엔진 동력전달계 수학적 모델링

2.1 디젤 엔진 동력전달계 모델링

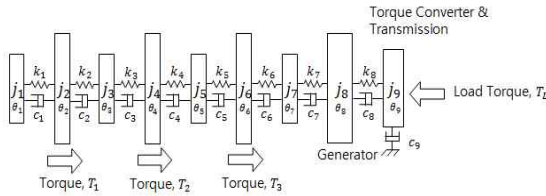


Fig. 2.1 Analytical model

본 연구에서는 3기통, 4기통 6기통 엔진을 대상으로 하는 해석 시뮬레이션 개발을 위하여 엔진 축을 다자유도 모델로 표현하였다.

$$[J]\ddot{\theta} + [c]\dot{\theta} + [k]\theta = \bar{T}$$

위 운동 방정식을 이용하여 강제진동을 해석한다.

2.2 모드 해석 프로그램 검증

기존 연구 결과²⁾ 검토를 통하여 대상 모델의 고유 모드 및 고유 진동수를 비교하였다.

	기존 연구 결과	본 연구 결과
root	고유진동수(Hz)	고유진동수(Hz)
1	0.0	0.0
2	10.731	10.73
3	59.9513	59.95
4	118.298	118.30
5	157.216	157.22

Table. 2.1 Lower natural frequencies the undamped Engine/Generator model

기존 연구 결과와 본 연구의 수학적 모델링을 이용하여 만든 프로그램의 결과가 같으므로 이 프로그램을 신뢰성이 있다.

3. 엔진 축 사양 변경

공진에 의한 엔진 축의 파손을 피하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

파손이 된 축의 형상은 Fig. 3.1 과 같다. 이 때 축의 직경은 25mm이다. 개발한 프로그램을 통한 해석 결과를 토대로 축의 직경을 수정한 엔진 축의 형상

은 Fig. 3.2이다. 수정한 축의 직경은 55mm이다. 기존 엔진 축에 강성 보강을 적용한 수정 엔진 축은 공진 회피를 위하여 설계하였다.

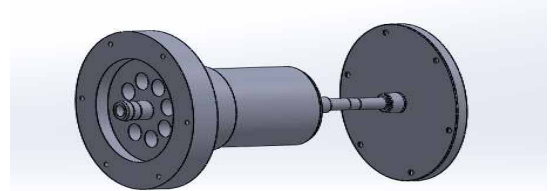


Fig. 3.1 Rupture shaft shape

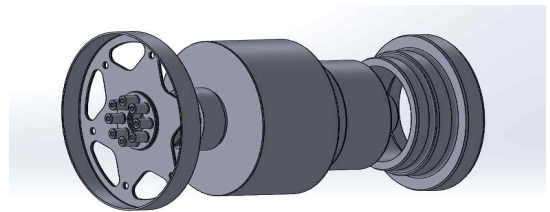


Fig. 3.2 Edit shaft shape

4. 프로그램 해석 결과

4.1.9 자유도 모델 주파수 응답 분석 결과

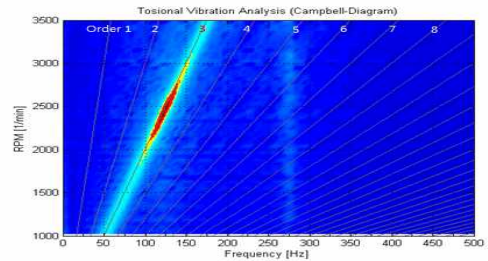


Fig. 4.2 Rupture shaft shape Campbell Diagram

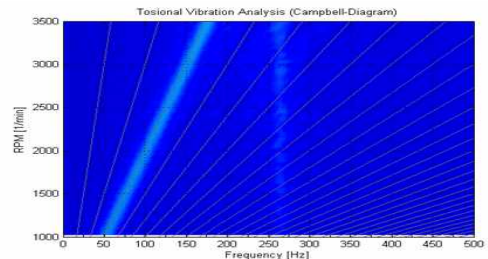


Fig. 4.3 Edit shaft shape Campbell Diagram

비틀림 강성 보강에 따른 Campbell Diagram 해석 결

과이다. 기존 25mm 엔진축은 모드 3에서 공진현상이 발생하여 파손하는 결과를 보인다. 강성을 보강한 55mm 엔진 축의 해석 결과는 공진 발생 영역을 피하여 축 손상을 일으키지 않는 결과가 나타난다.

5. 결 론

파손된 엔진 축의 원인을 분석하고 향후 파손을 회피하기 위하여 간단한 수학적 모델을 이용한 엔진 축 해석 프로그램을 개발하였다.

- 1) 운동방정식을 이용한 간단한 수학적 모델링을 통하여 MATLAB 코딩 및 사용자의 편의를 위한 GUI 구축을 하였다.
- 2) 축 강성 수치를 가정하여 다양한 자유도 모델의 공진 주파수와 공진모드를 해석하였다.
- 3) 엔진 축의 파손원인을 규명하고 파손 회피를 위한 축 강성 값을 반영하였다.

References

- 1) 임성현(2015) ‘동적 모델링을 이용한 엔진동력계의 동적해석’ 석사학위논문, 서울과학기술대학교 일반대학원
- 2) Doughty, S. and G. Vafaei, “Transfer Matrix Eigensolutions for Damped Torsional Systems” , *Transactions of the ASME, Journal of Vibration, Acoustics, Stress, and Reliability in Design*, Vol. 107, January 1985, pp. 128-132.
- 3) 이대홍, 양호림, 박영일, 차석원. (2007). “유성기어식 하이브리드 동력전달계의 모드 변환에 따른 동특성 해석” , 한국자동차공학회 2007년도 춘계학술대회논문집 pp.2317~2319
- 4) Singiresu S. Rao. (2012). “Mechanical Vibration 5th Edition” , PEARSON, pp 2~81 / 544~646