

전달 오차(Transmission error)를 이용한 유성 기어 결함의 모델 기반 진단법

박정호^{*†}, 하종문^{*}, 윤병동^{*i}, 임상혁^{**}, 최주호^{**}, Namho Kim^{***}

^{*}서울대학교 기계항공공학부, ^{**}한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과, ^{***}Dept. of Mechanical & Aerospace Engineering, University of Florida

Model-Based Fault Diagnosis of a Planetary Gear Using Transmission Error

Jungho Park^{*†}, Jong Moon Ha^{*}, Byeng D. Youn^{*i}, Sang Hyuck Leem^{**}, Joo-Ho Choi^{**}, Namho Kim^{***}

^{*} Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University

^{**} Department of Aerospace & Mechanical Engineering, Korea Aerospace University

^{***} Dept. of Mechanical & Aerospace Engineering, University of Florida

Key Words: Wind Turbine(풍력 발전기), Fault Diagnostics(고장 진단), Planetary gearbox(유성기어), Transmission error(전달 오차), Simulation Model(시뮬레이션 모델), frequency analysis(주파수 분석)

Abstract: A Planetary gear can transmit high torque ratio in a stable way, so it is widely used in industrial fields like wind turbines, automobiles, helicopters. Faults of the planetary gear can result in lots of economic loss and human casualties. To diagnose fault of gears, many methods have been developed. However, those methods are concerned about spur gears and use vibration signals. A planetary gear is difficult to diagnose fault due to complex dynamic behaviors like multiple gear contacts, non-stationary axis of rotation, etc. This study, therefore, proposes model-based fault diagnostics of a planetary gear based on analysis of complex dynamic behavior of a planetary gear. In this study, transmission error was used instead of vibration signal to effectively diagnose fault symptoms of the planetary gear. For realistic modelling of gear mesh stiffness which is directly related to transmission error, mesh phase difference between sun gear, ring gear, planet gear and contact ratio were implemented in lumped parameter model. After calculating transmission error, order analysis and data processing were executed to generate health data. Consequently, fault diagnostics of a planetary gear using transmission error is proven to be possible.

초록: 유성기어는 안정적으로 큰 토크를 전달할 수 있다는 장점 때문에 풍력 발전기, 자동차, 헬리콥터 등의 많은 산업 제품에 쓰이고 있다. 이러한 유성기어에 고장이 발생하게 되면 경제적인 피해뿐만 아니라 인명피해 또한 발생하게 된다. 기어의 고장을 진단하기 위해 많은 방법이 고안되어 왔지만, 대부분의 방법은 스퍼기어의 고장 진단에 한정되어 왔다. 또한, 기존의 진단법들은 고장 신호를 얻기 위해 기어의 진동 정보를 이용하기 때문에 다중 기어 접촉, 유성 기어 축의 회전 등의 복잡한 동적 거동을 가지는 유성기어의 경우 진동 정보만으로 기어의 고장을 진단하는 데에는 한계가 있다. 이 연구는 유성 기어의 동적 특성을 분석하고 이를 바탕으로 모델 기반 유성 기어의 결함 진단법을 제안하고자 한다. 효과적인 고장 진단 및 동적 특성 분석을 위해 전달 오차(Transmission error)를 진동 신호를 대신하여 사용하였다. 전달 오차와 직접 관련이 있는 기어 치강성을 현실적으로 모델링 하기 위해 유성 기어, 선 기어, 링 기어 사이의 상 차이, 기어의 물림률 등을 계산하였다. 그리고 이를 집중 상수(Lumped parameter)를 통해 구현한 후 유성 기어의 전달 오차를 계산하였다. 이후 오더 분석 및 데이터 처리를 통해 전달 오차를 분석하고 건전성 데이터를 얻어내었다. 위와 같은 과정을 통해 유성 기어의 고장을 모델 기반으로 진단할 수 있음을 확인하였다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 에너지 국제공동연구 사업 (20118520020010)으로 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) Parker, R. G., Lin, J., 2004, "Mesh phasing relationships in planetary and epicyclic gears." Journal of Mechanical Design, Vol. 126, pp. 365-374.
- (2) Wang, J., Howard, I., 2004, "The torsional stiffness of involute spur gears" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Vol.218, No.1, pp.131-142.