

다단 기어장치의 신뢰성 평가에 관한 연구

정태형*(한양대), 김용주**(한양대 대학원), 이정상***(한양대 대학원)

주제어 : 신뢰성, 다단기어장치, 신뢰수명, 와이בל분포

구동 및 동력 전달용으로 많이 쓰이는 기어장치는 최근 고속도비에서 사용이 증가함에 따라 다단 기어장치의 설계에 대한 관심이 높아지고 있다. 하지만 다단 기어장치의 설계는 장치의 파손확률을 고려하지 않고 정적인 하중과 균일한 강도를 유지하는 차원에서 접촉해석과 강도설계 등이 주류를 이루었으며 대부분 설계자의 경험과 감각에 의해 시행착오적이고 반복적인 방식으로 이루어지고 있다. 또한 임의의 시간에서 다단 기어장치가 설계자의 의도대로 작동할 확률인 신뢰성에 대한 연구가 미흡하였다.

따라서 강도계산의 불확실성을 보완하고 다단 기어장치의 각 단마다 적절한 강도 배분을 위해서 단 순히 안전계수에 의한 설계 방법보다 구체적이며 실제적인 방법에 대한 접근이 필요하며, 이는 확률 론적이고 통계적인 설계기법을 통해서 가능하다. 따라서 본 연구에서는 기어 초기설계 후 파손확률을 고려한 다단 기어장치의 신뢰성을 평가하여 설계자가 다단 기어장치의 각 단에 적절한 강도 및 수명을 배분하여 더욱 경제적이며 효율적인 다단 기어장치를 설계할 수 있도록 하는 지침(guide-line)을 제공하기 위한 다단 기어장치의 신뢰성 평가방법에 대해 연구한다. 먼저 기계부품이나 장치의 신뢰성 해석을 위한 일반적인 신뢰성의 개념과 및 신뢰성을 확률로써 표현하는 신뢰도함수에 대해서 설명하였다. 기어의 수명분포가 와이בל분포(weibull distribution)를 따라 분포하고 기어의 파손은 피팅에 의해 발생된다는 사실을 다단 기어장치에 적용하여 특정 사이클에서 다단 기어장치가 파손될 확률을 나타 내는 다단 기어장치의 신뢰도함수를 유도하였다. 유도된 기어의 피팅 파손에 관한 신뢰도함수를 현재 엘리베이터에 사용 중인 2단 기어장치의 신뢰성 평가에 적용하였다. 다단 기어장치의 신뢰성을 평가 한 결과 다단 기어장치의 다른 요소에 비해 1단 기어의 신뢰도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 이는 과도설계(over design)의 결과로 볼 수 있으며, 2단 피니언의 신뢰도는 가장 낮게 나타나 수명이 가장 높은 1단 기어의 치면이 10%파손될 확률에서 수명이 가장 낮은 2단 피니언은 100%파손되어 다단 기어 장치의 기능을 상실한다. 그러므로 신뢰성평가 결과를 이용하여 각 단의 피니언과 기어에 적절한 수명 및 신뢰도를 배분하는 방향으로 치폭등을 수정하여 재설계를 행함으로써 더욱 효율적이며 경제적인 설계를 할 수 있다. 이상의 방식으로 다단 기어장치의 신뢰성을 평가함으로써 다단 기어장치를 구성하는 각 단의 피니언과 기어에 적절한 수명과 강도가 배분되어지도록 하는 재설계 지침을 마련하여 더욱 효율적이며 신뢰성 있는 다단 기어장치의 설계기반을 마련하였다.

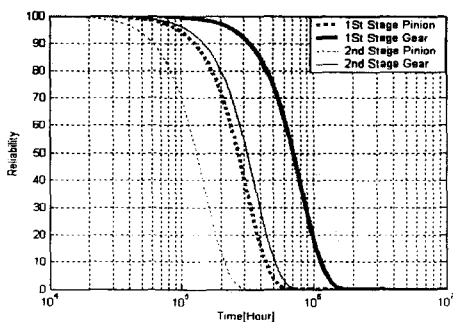


Fig. 1 Reliabilty of gears and pinions of present design

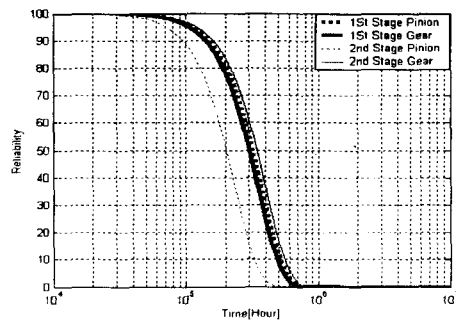


Fig. 2 Reliabilty of redesigned gears and pinions