

산업용 취출로봇의 소음 저감에 대한 연구

A Study on the Reduction of the Noise for a Take-out Robot

조재연* · 김덕수* · 정진대†

Jae-yun Cho, Deok-su Kim and Jintai Chung

1. 서 론

취출로봇은 일반적으로 금형으로부터 플라스틱을 꺼내는 전용 로봇으로 성형품을 금형으로부터 꺼낼 뿐만 아니라, 후속 공정기계로의 로딩 또는 언로딩 등 산업현장에 널리 사용 되고 있으며 생산 자동화에 크게 기여하고 있다. 이러한 산업용 취출로봇의 성능을 향상시키기 위하여 소음 및 진동의 저감은 반드시 해결하여야 할 중요한 문제이다. 일반적으로 취출로봇의 소음 및 진동에 큰 영향을 미치는 요인은 동력전달 시스템이다. 취출로봇의 동력전달 시스템은 핀 피니언 기어, 감속기, 모터로 구성되어 있다. 모터로부터 고속의 회전을 일정비의 감속기를 통해 전달받아 핀 피니언으로 동력을 전달한다. 그러므로 핀 피니언이 고속으로 회전을 하게 되며, 이에 따라 핀과 피니언 사이, 감속기, 모터에서 진동과 소음이 유발된다. 동력전달 시스템에서 발생하는 진동과 소음은 시스템의 취출로봇의 안정성, 구동 성능 그리고 내구성 저하에 큰 영향을 주며, 공장소음, 기계요소 소음등 정숙성에도 큰 영향을 미친다. 그러므로 취출로봇의 소음 저감을 위해서는 동력전달 시스템의 소음 저감이 필요하다.

취출로봇 동력전달 시스템의 소음 원인으로서 기어치의 강성변화, 치형오차, 조립오차 등에 의해 발생하는 기어 소음이 외부로 방사되는 구조전달소음이다. 본 연구에서는 실험적으로 동력전달 시스템에 의한 취출로봇의 소음 원인 분석 및 저감 방안에 대하여 연구하였다.

2. 취출로봇의 구조

주행형 취출로봇의 구동을 위해서는 직선이송을 위한 핀 피니언 기어뿐만 아니라 감속기 및 모터가 필요하다. 모터의 입력을 감속기가 전달받아 일정 속도비로 감속하여 핀

피니언 기어를 통하여 직선 이송하는 시스템이다. Fig. 1는 취출로봇의 동력전달 메커니즘을 위한 개략도를 나타낸다.

핀 피니언은 수정된 사이클로이드 치형의 피니언을 적용하였으며 인벌류트 치형의 랙 대신에 톨러 베어링이 적용된 핀의 랙으로 구성되어져있다. 핀 피니언의 경우 백래쉬 감소로 전달효율이 극대화 되어 정밀 제어 및 효율성 측면에서 인벌류트 랙 피니언보다 유리한 결과를 가져온다.

3. 취출로봇의 소음원 분석

감속기와 핀 피니언 기어는 기어의 물림에 의해서 발생하는 가진 성분을 가지게 되며 기어물림주파수(Gear Mesh Frequency, GMF)로서 나타낸다. 기어물림주파수는 이론적인 해석을 바탕으로 각각 구하여졌다. 취출로봇의 구동 시스템은 두 개의 기어물림주파수로 핀 피니언 기어의 기어물림주파수(GMF_p)와 감속기의 기어물림주파수(GMF_R)를 각각 가진다. 그 결과는 Table 1에 나타내었으며 취출로봇의 소음진동 실험에서 얻어지는 신호의 소음원 규명 자료로 이용된다. 취출로봇의 소음/진동 측정은 모터의 회전속도 1250 rpm에서 수행하였다. 소음 진동 신호는 취출로봇의 중간부분에 마이크로폰(B&K 4190)와 가속도계(B&K 4383)를 설치하여 채집하였다. Fig. 2와 Fig. 3은 측정된 소음 신호와 진동 신호

Table 1 Gear mesh frequencies

Planetary Gear				Rack Pinion Gear	
Sun Gear		Planet Gear		Pinion	
Shaft	GMF_R	Shaft	GMF_R	Shaft	GMF_p
ω	12ω	0.35ω	12ω	0.2ω	2.4ω

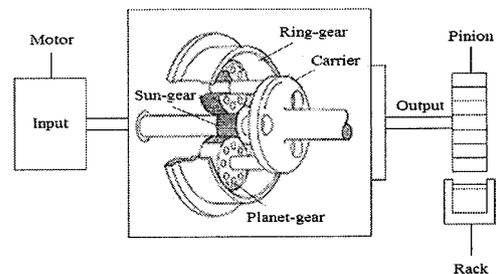


Fig. 1 Schematic diagram of driving system for the take out robot

† 교신저자: 한양대학교 기계공학과
E-mail : jchung@hanyang.ac.kr
Tel : (031) 400-4735, Fax : (031) 406-6964

* 한양대학교 일반대학원 기계공학과

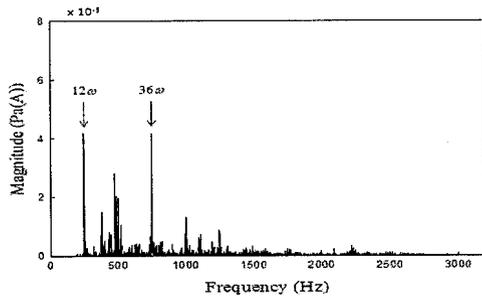


Fig. 2 Autospectrum of the noise signal

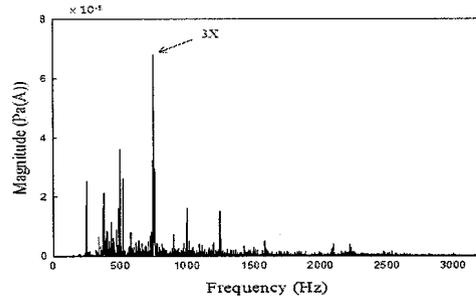


Fig. 4 Autospectrum of the noise at 0.8mm clearance

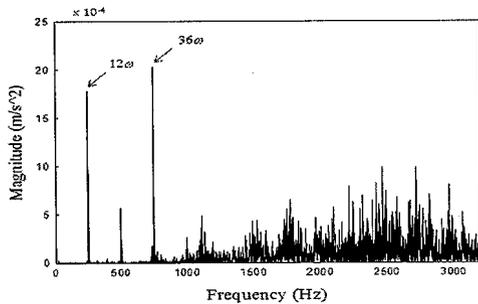


Fig. 3 Autospectrum of the vibration signal

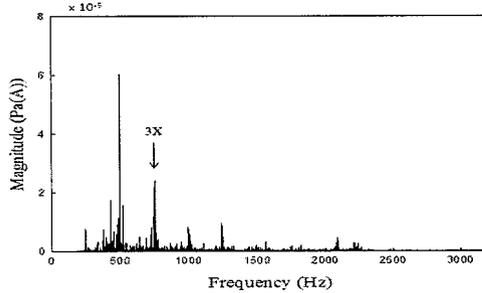


Fig. 5 Autospectrum of the noise at 0.1mm clearance

호에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸다. 이론적 기어물림주파수와 비교해보면 12ω , 36ω 주파수 성분의 구조 진동이 소음을 유발하는 것을 의미한다. 12ω 와 36ω 는 각각 감속기의 기어물림주파수의 1X와 3X를 나타낸다. 1X는 질량불평형을 유발하는 치형오차에 의해서 발생할 수 있으며 3X의 원인인 기계적 헐거움은 핀 피니언의 유격에 의해서 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 치형오차와 핀 피니언의 유격이 취출로봇의 소음에 미치는 영향을 분석한다.

4. 치형오차의 영향

치형오차별 소음 수준을 측정하기 위하여 기어가공정밀도가 다른 두 개의 기어를 제작하였다. 치형오차에 따른 취출로봇의 소음 측정은 모터의 정지상태에서 1250 rpm까지 50 rpm 간격으로 속도를 증속시키면서 치형오차가 다른 두 기어에 대하여 각각 실험을 수행하였다.

기어의 소음레벨차이가 평균 0.5 dBA로 크지 않으며 치형오차는 취출로봇 소음에 영향이 미비한 것으로 판단된다.

5. 유격의 영향

본 연구에서는 감속기의 유격을 조정하여 감속기 자체의 소음을 저감시키는 것 보다 상대적 구성 부품인 핀 피니언의 유격을 조정하여 취출로봇의 소음을 측정하였다.

취출로봇은 유격이 0.1 mm일 때 가장 적은 소음을 발생하

며 0.1 mm일 때와 1.2 mm일 때의 소음량의 차이가 3.8 dBA로 큰 차이를 보이고 있다. Fig. 4와 Fig. 5, 두 그래프에서 확인할 수 있듯이 3X성분은 0.1 mm에 가까울수록 많이 감소한다는 것을 확인 할 수 있다. 그러므로 감속기의 3X성분이 핀 피니언 유격에 의한 소음과 관련이 있으며 취출로봇의 소음에 큰 영향을 미친다.

6. 결론

본 연구에서는 실험적인 방법을 이용하여 취출로봇의 소음원을 규명하고 저감하는 것을 목적으로 그 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

- (1) 치형오차에 의한 취출로봇 소음의 영향은 미비하다.
- (2) 취출로봇의 소음은 기계적 헐거움에 의해서 발생하며 핀 피니언 기어의 유격이 0.1mm일 때 가장 적은 소음을 방사하므로 소음 저감을 위하여 최적유격을 적용하여 취출로봇을 조립하여야 한다.

후 기

이 연구는 지식경제부(70004838) 지원으로 수행하는 전략기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.