

부품피더(Parts Feeder)의 수직형 정렬에 관한 메카니즘 설계

석대수*, 허용정**

*한국기술교육대학교 대학원 메카트로닉스공학과, ** 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

초록

부품피더(Parts Feeder)는 부품들을 일정한 정렬형식에 맞게 적정 설정 속도로 공급함을 기본 목적으로 하는 공급장치로서 산업현장에서 요구사항에 따라 어떠한 메카니즘으로 구조물을 설계할 것인지를 결정하는 것이 대단히 중요하다.

부품피더의 설계 및 제작은 정렬하고자 하는 부품의 형상, 무게, 정렬자세 및 공급속도에 따라 설계자 및 제조사마다 여러 가지 패턴의 메카니즘으로 제작될 수 있다. 본 논문에서는 실린더형의 특정 부품을 수직으로 정렬하는 부품피더의 정렬부 구조를 중심으로 실제 설계 및 제작을 수행한 과정 및 결과를 기술하였다.

1. 서론

최근 산업현장에서 사용되고 있는 공작기계 및 제조설비를 비롯한 산업 설비들은 대부분 이미 자동화로 전환되고 있다. 생산되는 제품군도 다품종 소량형태로 계속해서 변화하고 있다. 특히 제조설비 부문에서는 생산 제품도 종류가 다양화되고 있지만 그 제품을 만들기 위해 공급되어야 할 원자재의 종류도 또한 다양화되고 있으며 품질개선과 생산성 증대를 위해 제조설비 측면에서는 이들 원자재 공급장치들의 자동화가 시급히 요구된다고 할 수 있다. 원자재 공급장치 중 대표적 장치로서 부품피더(parts feeder)를 들 수 있다. 예를 들면, 자동차 산업의 경우 부속품의 수가 많고 자동화 라인이 구축된 공장에서는 부품피더가 빈번히 사용된다. 반도체 설비의 경우에는 수지밀봉성형 설비의 몰딩수지(EMC : epoxy molding compound)를 자동정렬 공급하기 위한 장치로 사용되고 있다. 수지밀봉성형 설비에 있어서의 몰딩수지의 정렬자세는 대부분 설비에 장착된 금형의 구조에 맞춰 공급되는데 대부분의 금형은 수지를 수직정렬로 공급 받는 것이 일반적이다. 그러나 대부분의 경우에 있어 부품피더 제품의 예를 보면 비교적 단순한 구조로 이뤄진 수평정렬 방식을 채택하고 있으나 최종 금형에 공급하기 전에 반드시 수지를 집어가는 피커(picker)나 로더(loader)를 통하여 수지를 수직으로 또 한번 재정렬을 해야만 한다 이와 같이 비교적 공급속도가 빠르지 않고 수직정렬로 공급해야 하는 경우에 있어서는 부품피더에서 수직 정렬을 끝내는 것이 피커나 로더의 구조를 간소화 할 수 있기 때문에 설비의 생산성도 높일 수 있는 장점이 있다. 반면 구조적으로 수평식 정렬보다는 복잡한 형태를 가지고 있기 때문에 수지를 수직으로 세우는 메카니즘의 다양한 설계들이 필요하다

본 논문에서는 수지밀봉성형 설비에 사용되고 있는 여러 형태의 부품피더 중에서도 몰딩수지를 수평이 아닌 수직의 형태로 정렬 공급할 목적으로 구현한 부품피더부의 보울(bowl)의 설계 및 제작에 관한 내용을 기술한다.

2. 부품피더(Parts Feeder) 자동이송의 역학 고찰

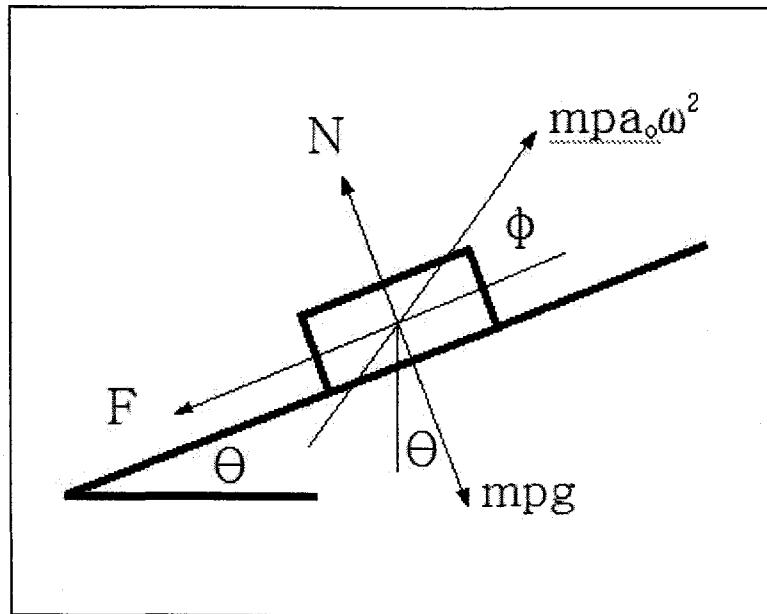


그림 1. 자동이송 역학의 자유도

그림 1은 보울의 트랙부를 자유도로 표시한 것이며 그 관계식은 아래와 같다.

$$\frac{a_0 \omega^2}{g} > \frac{\mu_s \cos \theta + \sin \theta}{\cos \phi + \mu_s \sin \phi} \quad \text{-----(1)}$$

일반적으로 부품 이송에 주는 영향은 부품피더의 트랙 나선각 θ 에 영향을 많이 받고 ϕ 각은 미소하지만 반복된 진동주파수에 의해 부품이송을 가속상태로 유지시켜야 하므로 (1)식의 좌변이 우변보다 커야 부품이 트랙 위를 상승 할 수가 있다.

3. 부품피더(Parts Feeder) 요구기능

부품피더의 정렬 대상 몰딩수지(EMC)는 분말 소결한 열경화성수지로 형상은 그림 2 와 같이 실린더형이며 사이즈는 지름이 11~20mm 이고, 길이 12~25mm, 중량은 5~10g 범위의 것을 공용으로 사용하면서 그림 3 과 같은 형태로 수지를 공급 받아서 수직자세로 정렬 공급 할 수 있도록 사이즈 가변형으로 구성하며 공급속도는 최소 30ea/min 을 만족하는 부품피더를 설계 제작하는 것이다.

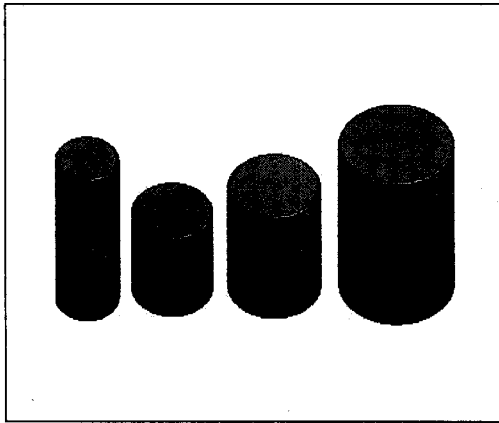


그림 2. 몰딩수지(EMC) 형상

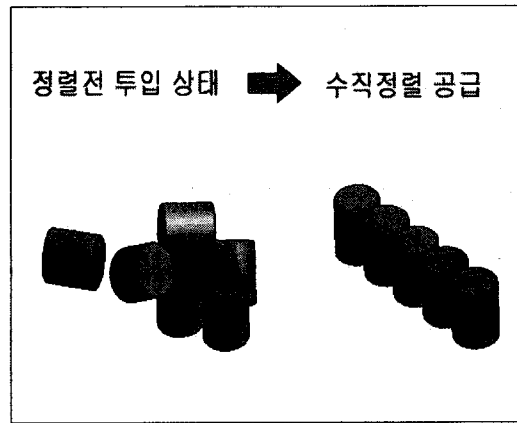


그림 3. 정렬 전 후 상태

4. 부품피더(Parts Feeder) 상세설계 및 고찰

일반적으로 부품피더의 종류는 입력되는 전압 특성에 따라 전압식 및 전자식으로 나뉘어 지고, 선별 방법에 따라 선택하는 보울의 형상에 따라 계단형, 원추형, 원통형, 접시형, 단종형 등 다양하게 있으며 대개 보울의 직경은 150mm ~ 1000mm 까지 제작이 가능하다.

여기서 본 제작품은 몰딩수지를 요구기능에 맞게 정렬하기 위하여 우선적으로 보울에 1 회 투입할 중량 및 선별법에 맞는 선별구간을 감안하여 원통형의 직경 420mm 로 정하여 제작하였다.

부품피더의 수지 이동 경로인 보울(그림 4)의 재질은 알루미늄 재질보다 수지의 중량과 평균 이송속도가 더 우수한 스테인레스 재질(STS304)을 선택하였으며, 또한 수지자체의 상대 마모성도 재질 선택에 반영되었다. 그리고, 보울의 바닥면은 선별구간 이전까지 우레탄 코팅처리를 하여 내화학적, 내수성 및 진동에 의한 소음방지를 향상하였다.

보울의 수직단면 구조는 볼의 내부에서부터 시작하여 시계방향의 나선형으로 보울 외곽 원주로 돌아나가면서 최고 높이로 상승하였다가 다시금 선별 적용 구간에서부터는 하강하는 구조를 구성함으로써 선별구간에서의 이송운동을 더욱더 안정적으로 구성하였다.

아래 그림 4 는 수지밀봉 성형 설비에 직접 제작 후 장착하여 사용하고 있는 부품피더를 보울 외곽 원주를 따라 배치되어 있는 각 구간별 선별 및 정렬 메카니즘을 도시화한 것이다. 기본적으로 수지의 이송이 보울의 원주를 따라 나선운동을 하므로 원심력의 작용으로 인하여 수지가 트랙 측면에 밀착되어 이송되므로 각 구간의 정렬부를 설계함에 있어 이 면을 기준면으로 삼는다. 이러한 이유로 각 트랙의 곡면이 만나는 부위의 이음매부분은 제작 상 많은 주의가 요구되며 급격한 곡률 변화를 줄 수가 없다.

제작된 보울의 요구기능 만족을 확인하기 위하여 측정시간을 미리 정해놓고 몰딩수지를 각 사이즈별로 투입하여 수직정렬 된 개수를 파악하였다. 그 결과 수지의 지름이 작을수록 길이가 지름에 비하여 길거나 짧을수록 수직으로 세워지는 구간(그림 4 의 SECTION C-C)에서의 성공률이 저조하였다.

그리고 수지 사이즈가 위와 같은 경우에 있어서도 이송속도를 빠르게 할수록 수직으로 세워지는 성공률이 저조하였다.

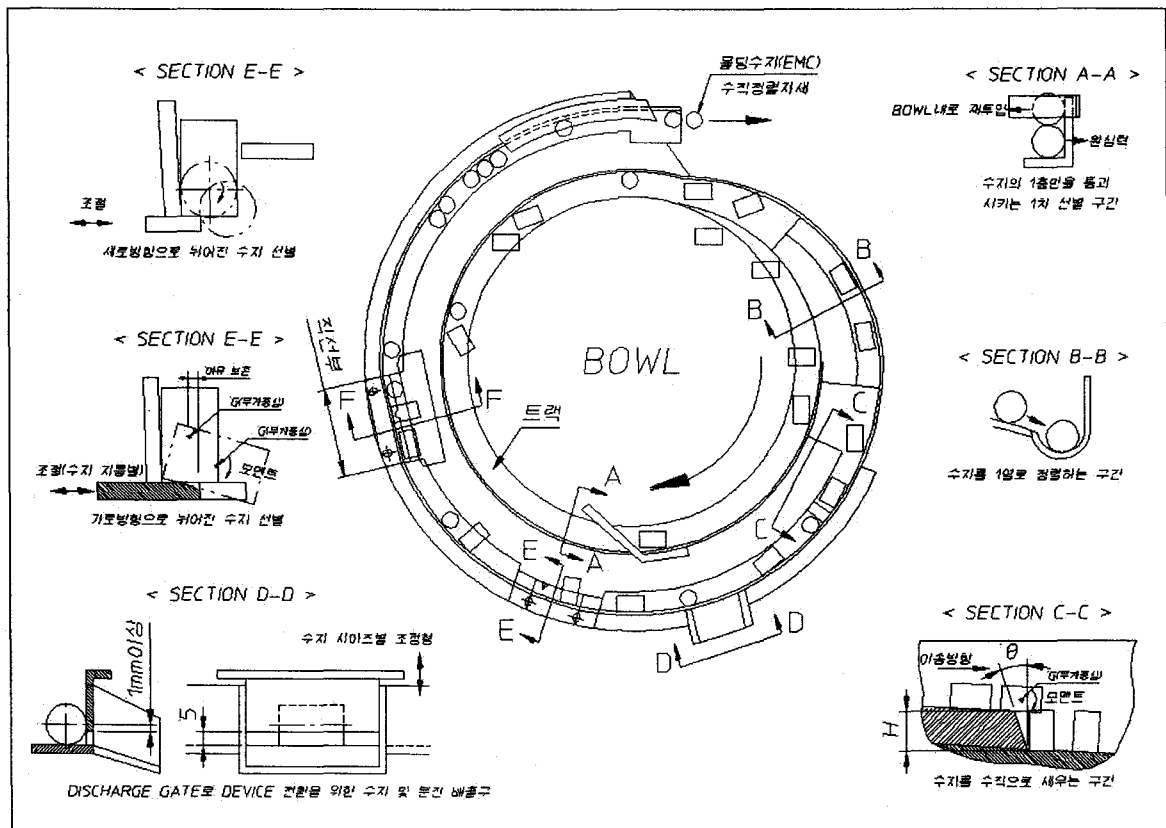


그림 4. 부품피더 보울(BOWL)의 구간별 선별 및 정렬 방법

그림 4에서 수지를 수직으로 세우는 구간의 θ 와 H는 트랙의 제작상태와 더불어 여러 가지의 수지를 공용으로 만족할 수 있어야 하는 까다로운 조건에 의해 실제에서는 수작업에 많이 의존하고 있다.

또한 각 선별구간에서 수지 흐름을 부드럽게 하기위한 간극유지도 성능을 향상시키는데 매우 중요한 역할을 한다.

그림 5는 몰딩수지 중 대표 사이즈별로 설비에서 요구되는 속도와 실제에서 측정한 공급속도의 평균치를 표로 나타내었다. 표에서도 알 수 있듯이 모든 수지 사이즈에 대하여 부품피더의 요구기능은 대체적으로 만족하였다.

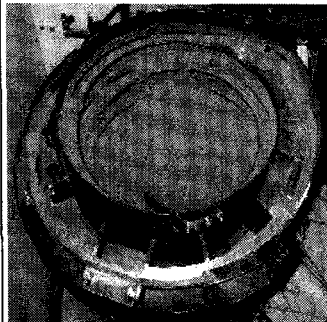
	수지 직경	요구 공급 속도	실험 공급 속도
	11mm	30 EA/min	57 EA/min
	14mm	30 EA/min	96 EA/min
	16mm	30 EA/min	68 EA/min

그림 5. 공급속도에 따른 실험결과

5. 결론

실제 제작을 수행하여 3 가지 경우로 수직직경과 공급 속도를 변화시키며 실험 한 결과 요구 속도 및 정렬자세는 모두 만족됨을 확인하였다. 실험한 결과를 토대로 다시 한번 정리하면,

- 1) 부품피더의 성능은 몰딩수지의 사이즈에 영향을 많이 받으므로 최대한 수직적용 범위를 최소화하여 부품피더를 전용화하는 것이 성능을 향상시키는데 효과적이라 판단된다.
- 2) 가능한 선별 및 정렬구간의 개수는 적을수록 또한 선별 기구부의 표면은 매끄러울수록 이송 트러블 발생율이 낮아지며 각 기구물의 입구부는 반드시 모따기나 라운딩 처리하여 수지의 걸림을 최대한 방지해야 할 것이다.
- 3) 정렬부에서의 트랙부 곡률은 직선일수록 효과가 좋으나 보울의 지름을 키우는 결과를 가져옴으로 지정된 보울 직경 내에서 최대한 하는 것이 바람직할 것이다.

수직 정렬의 성공률이 단순히 지름이 클수록 그리고 길이는 작을수록 증대되는 것이 아니라 이들의 적절한 상관관계가 있을 것임을 본 실험 결과치로 짐작해 볼 수 있었다.

다만 수지를 수직으로 세우는 정렬구간에서의 성공율은 수지의 직경이 작은 경우 대체적으로 낮은 결과를 보였으며 대표적으로 지름 11mm 의 경우에는 대략 50% 수준에 머무는 결과값이 나왔으며 향후 이를 향상시키는 것이 추후과제로 남아 있다.

참고문헌

- [1] 김순채, 김희남, 권동호 "Parts Feeder의 진동특성에 관한 연구," 한국공작기계기술학회지, 제5권, 제1호, pp. 17-26, 1996.
- [2] 김순채, 김희남, 권동호 "Parts Feeder의 진동특성에 관한 연구(제2부) -Bow1의 재질에 관한 진동특성-", 한국정밀공학회 '95년도 추계학술대회논문집, pp. 597-601