

Parts Feeder의 진동특성에 관한 연구(제2보) -Bowl의 재질에 관한 진동특성-

김순재¹, 김희남², 권동호³

A Study on the Vibration Characteristics for Parts Feeder(2nd Report) -Vibration Characteristics due to Bowl Materials-

Soon-chae Kim¹, Hee-Nam Kim², Dong-Ho Kwon³

ABSTRACT

In this paper, we have describes about the relationships between a core gap and a feeding velocity, an amplitude and the core gap by the exciting force, the parts movement and a bowl materials, and the feeding velocity and the weight of the parts in the parts feeder. The main results as compared with the stainless and the aluminum materials are as follow :

- 1) The mean feeding velocity by bowl material shown more relative proportion in the STS304 to the exciting voltage than the C5AV.
- 2) In the exciting voltage, the response time for the aluminum material is slow, but the stainless is sensibility.
- 3) An exciting voltage is rised by an increase of the weight, but an amplitude has been in the range between 23 μm through 40 μm .

Key Word : Core Gap(코어 갭), Feeding Velocity(이송 속도), Exciting Voltage(가진 전압), Exciting Force(가진력).

1. 서 론

오늘날 추세를 보면 산업의 여러분야에서 사회적인 뉴스가 다양화하고 각종 공업제품에 있어서도 지금까지의 기능 중심의 경향에서 감성적이며 지능적인 역할이 중대하고 더욱 다양화로 되어가는 추세이다.

이 때문에 단품종 생산에 대처되는 유연한 조립시스템의 개발이 중요한 기술과제로 되어있다.

이 경우 시스템은 여러가지 형상차수를 가진 부품중에서 필요한 부품을 제품(기종)에 적절하게 대처할수 있는 확실한 정렬과 분리 공급할 기술이 요구되고 부품공급 기술의 중요도는 더욱더 높아가고 있다. 단품종 소량생산 시스템에 있어서는 부품의 공급, 더 나아가 조립부의 공구나 Jig의 Handling을 포함한 총합적인 보급관리 시스템의 구축이 조립시스템 전체의 Trouble 요인을 저해한 것으로 생각된다. 따라서 자동조립 시스템에 있어서 Trouble 발생의 원인을 분석해 보면 모두가 부품공급장치 또는 그와 관련된 개소에

기인하고 있다고 말할 수 있다.

특히, 진동 Feeder에 있어서 부품 정렬기구나 분리기구에서의 Trouble이 많이 접유되고 따라서 가동률 향상이나 무인화 때문에 정열공급방식을 피해 배열공급방식을 채용하고 있는 경우도 많다. 그러므로 조립부 공정에서는 완전한 자동화가 이루어 있어도 전 공정에서 사람의 손으로 부품을 조립하는 경우도 있어서 자동화란 말을 얻지 못한다. 개개의 공급방식의 개발동향에 확인하여보면 범용화, 고집적화, 고신뢰성화, 고속화의 4가지로 크게 구별하고 있다. 부품공급기에 관한 연구는 1950년대 발명된 이후 산업이 발달함에 따라 많은 연구를 하고 있는데 Boothroyd¹⁾는 Bowl feeder 역학적 관계를 정립시켰고, Davies²⁾는 컵모양의 부품을 가지고 동적상태에서의 운동경향을 연구하였으며, Sawamura³⁾는 FRR(Fibre Reinforced Rubber)의 탄성재료를 사용하여 이송능력을 실험하여 부품공급기의 동작기구와 동작변수를 연구하였다.

따라서 본 실험에서는 산업현장에서 많이 사용하고 있는 리

• 명지대학교 기계공학과 대학원
• 명지대학교 기계공학과
• 명지전문대학 기계설계과

벳을 가지고 보울의 재질에 따라 부품의 이송상태와 진동의 특성을 관찰하여 부품의 무게변화에 따른 동적상태의 위치변동을 최소화 시켜서 조립로보트나 간이자동화 기계에서 부품조립시 Trouble요인을 감소시키는데 그 목적이 있으며 실험은 코어캡과 가진력에 변화를 주어 보울의 재질에 따른 진동특성변화를 찾는데 있다.

2. PF 제어기의 신호처리

Fig.1은 부품이송시 오실로스코프상에 나타난 파형을 표시한 그림으로써 사용전원 AC 220V을 입력하면 PF 제어기에 서는 공급전력의 순상을 방지하기 위해 실리콘 제어정류기인 SCR(Silicon Controller Rectifier)에 의해서 제어가 됨에 따라 전압이 낮은 상태에서는 Fig.1(상)과 같이 사인파나 코사인파가 출력되어 공진상태가 되지 않기 때문에 진동을 발생하지 않지만 전압변조방식에 의해서 전압차를 상승시키면 진폭이 변화되어 Fig.1(하)와 같이 지연시간(Td)이 형성되어 공진을 발생하게 된다.

이 공진상태는 판스프링(Leaf Spring)에 의해서 부품이 투입되어있는 보울을 진동 시켜 판스프링의 고정된 각도(보통 $10^\circ \sim 30^\circ$) 만큼 Hopping현상을 일으키며 연속적으로 반복을 하면 트랙위에서 부품이 미소한 이송을 하면서 부품의 확률적인 자세를 계속 반복해 안정된 자세로 상승하게된다. 따라서 지연시간(Td)을 조절함에 따라 진폭 Vp가 변화 하므로 부품의 최적 조건을 찾을수 있다. 따라서 본 실험에서는 가진전압을 변화시킴에 따라서 진폭 Vp값이 부품이송에 영향을 주는 상태를 관찰하고자 한다.

3. 실험부품 및 이송자세

본 실험을 위해 부품이송실험에 사용한 부품으로는 현재 산업현장에서 박판을 접합하는데 사용되고 있는 알루미늄재질인 5종류의 리벳을 사용하였으며, 부품이송 방향은 무게 중심 G가 이송전면에 오도록 이송 방향을 정하였다. Fig.2 는 P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ 리벳의 형상치수와 이송방향을 표시한다.

4. 볼의 재질 및 제작

부품의 크기와 형상에 따라 보울의 선정조건은 부품의 크기, 부품의 투입량, 부품의 방향성, 배출능력, 공급열수, 공용부품수에 따라서 고려되고 있지만 본 실험에서는 단일부품으로 실험을 수행하고, 재질은 스테인레스제인 STS304와 알루미늄 주물계의 C5AV를 사용하였다.

STS304의 보울제작은 판금작업으로 전개한후 아르곤 용접으로 접합하였으며 트랙에 대한 동적 마찰계수를 최소화하고, 마찰에 의한 부품의마모, 트랙표면의 불규칙성, 소음등을 감소 시켜 부품의 동적 균형성을 유지하기 위해서 액풀시를 도표한후 견조로에서 10시간 이상 구운다음 사용하였고, Fig.3은 STS304 보울의 형상을 표시하고 있다.

그리고 C5AV 알루미늄 재질의 보울은 보울형상의 모형을 만들어 주물작업에 의해 제작한 다음 트랙의 거칠은 부분을 기계가공이나 줄로 트랙표면을 매끄럽게 다듬질하여 부품이송시 마찰을 최소화 하였다. Fig.4는 C5AV 재질의 보울 형상치수를 표시하고 있다.

5. 실험장치 및 실험방법

Fig.5는 본 실험장치의 제어과정을 도식한 그림이다. 입력전원에 AC 220V의 상용전원을 가하면 PF의 콘트롤에서는 전자소자인 실리콘 제어 정류기가 동작하여 전압을 변조함에 따라 위상각 ϕ 의 차에 의해서 순방향 전도가 발생하여 보울측에 고정된 아이(I)코아와 지지대에 고정된 이(E)코아의 공극 때문에 공진이 발생하게 된다. 따라서 정류출력파형은 반파정류파형의 각 반파에서 처음 부분을 잘라낸 상태로되어 공진 진동수가 발생하게 된다.

또한 PF 콘트롤러의 전압을 조정함으로써 실리콘제어 정류기의 게이트펄수 위상각을 변화시키게 되고 조정범위는 최대치 ($\phi=0$)로부터 최소치 ($\phi=\pi$)까지 조정 할 수가 있다. 이때 변화과정을 오실로스코프로 지연시간(Td)을 관찰하여 가진전압의 변화에 따른 평균이송 속도를 관찰하고 하나는 위상각을 감지 할 수 있도록 하여 PF 제어기의 조정오차를 최소화 시키고 미세 조정에 따른 오차는 전압메타로 보정시켰으며 진폭에 대해서는 변위센서로 감지하여 부품의 동적상태를 관찰하였다.

실험용 부품은 길이가 다른 0.27, 0.28, 0.29, 0.31, 0.32g의 무게 차가 있는 리벳으로 선정하였으며 강제진동에 의한 가진력을 발생시키는 코어캡을 0.4mm 와 0.6mm로 변화시키면서 전자석에 의한 보울의 재질이 부품에 영향을 주는 상태를 관찰하였다. Fig.6은 부품이 이송되고 있는 동안에 파이버 센서가 부품을 감지 하여 3초 지난후 PF가 콘트롤러에 의해서 OFF 되도록 되어있는 실험장치로서 부품의 평균이송 속도를 측정하기 위한 실험장치며 Fig.7은 부품이송을 제어하기 위한 시퀀스회로도이다. 이때 스프링의 각도는 20° 로 고정시켰다.

6. 실험결과 및 고찰

Fig.5과 Fig.6의 PF 실험장치로 Fig.2와 같은 형상을 가진 알루미늄재의 리벳부품을 이송 시킬때 코어캡에 따른 이송속도와 가진전압의 관계를 실험하기 위해 PF의 전용콘트롤러의 전압변조에 따른 데이터는 오실로스코프에서 진동파형과 위상각을 관찰하였으며, 진폭측정은 고정밀성을 가진 변위센서를 사용하여 미소한 진폭변위를 검출하도록 하였다. 또한, 이송속도의 측정은 PLC(Programmable Logic Controller)와 파이버센서를 사용하여 정확한 부품이송 상태를 감지도록 하여 부품이송과 보울의 재질, 무게 변화에 따른 가진전압을 실험하여 테이터를 분석하였다.

6.1. 부품이송과 보울의 재질

Fig.8과 Fig.9는 진동수를 3600vpm, 코어캡을 0.4mm, 0.6mm로 조정하고, Fig.2와 같이 형상과 무게가 다른 5가지의 리벳부품을 이송시킬때 보울의 재질을 알루미늄재로 하고 가진전압을 AC 70V에서 AC 110V로 변화시켰을 때의 평균이송속도의 변화관계를 도시한 그림이다.

그림에서 보울의 재질이 알루미늄재이므로 리벳재질과 물리적 성질이 유사하기 때문에 가진전압을 상승시켜도 부품의 평균이송속도는 완만하게 비례하며 상승되는 경향이고 코어캡이 0.4mm와 0.6mm를 비교하면 0.6mm일때가 부품의 평균이송속도가 더 빠르다는 것을 알 수가 있다.

같은 조건일때는 리벳의 길이가 긴쪽이 짧은쪽보다 즉, 무

개가 무거운쪽이 오히려 이송속도는 더 빠르다는 사실을 알 수가 있다. 예를들어 Pt 부품인경우 가진전압이 AC 70V 일 때는 43mm/s 이고 AC 110V 일 때는 50mm/s 이지만 Ps 부품은 가진전압이 AC 70V 일 때는 부품의 평균 이송속도가 51mm/s, AC 110V 일 때는 56mm/s가 증가된다.

Fig.10과 Fig.11은 보울의 재질을 STS304로 하고 코어캡이 0.4mm와 0.6mm일 때를 비교한 것으로 알루미늄재의 보울보다는 전자석의 공진으로 인한 응답반응이 우수한 탓인지 부품의 평균이송속도가 급격하게 증가되는 현상을 알 수가 있다.

이것은 알루미늄 보울과 스텐레스 보울과의 무게비가 1.09 배로서 알루미늄 보울보다는 무겁기 때문에 가진전압이 낮을때는 이송속도에 대한 응답이 둔하지만 가진전압이 증가되면 응답상태가 예민한 관계로 부품의 이송이 빠른것을 알 수가 있고, 탄성계수 E값이 알루미늄보다는 스텐레스가 크므로 재질의 탄성력이 이송속도에 영향을 미친다는 것을 알았다.

따라서 본 실험에서와 같은 조건에서 부품이송의 평균 속도를 증가시키려면 보울을 알루미늄재로 제작 했을때는 가진 전압을 낮게 선정해도 되지만 스텐레스재로 보울을 제작 했을때는 가진 전압은 되도록 높게 선정하는 것이 효과적이다.

또한, 본 논문에서 알 수 있듯이 알루미늄재의 보울은 전자부품이나 정밀도를 요하는 부품을 정렬 시킬때 즉, 진동에 의한 마찰손실로 인한 부품의 손상을 최소화하고 부품자체의 용량 변화를 극소화 시킬수 있는 부품의 이송에 적합하고 스텐레스재는 부품자체의 무게의한 안정성을 얻을수 있는 부품이 진동으로 호평상태가 커져도 안정화 될 수 있는 부품을 선정하는 것이 바람직하다.

6.2. 무게변화에 따른 가진 전압

Fig.12는 진동수를 3600vpm 코어캡을 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm로 하고 부품의 무게를 105, 210, 315, 420, 525g로 변화시켰을때 가진 전압의 관계를 도시한 그림이다. 그림에서와 같이 부품 무게가 105g 이고 코어캡이 0.1mm에서 0.5mm 범위의 가진 전압은 21V에서 30V까지 변화하지만 부품 무게가 525g 일 때는 가진 전압은 37V에서 46V까지 증가되며 부품의 무게가 같을 때라도 코어캡을 크게 선정 했을때가 가진 전압이 더 증가 되었다.

그 원인은 코어캡에서 발생된 전자장이 거리에 비례되어 증가 된 것으로 사료 된다.

Fig.13은 진동수를 360vpm, 코어캡을 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm, 무게를 105, 210, 315, 420, 525g으로 변화 시켰을 때 보울의 진폭을 도시한 그림으로 무게를 105g에서 525g까지 변화 시켰을때 코어캡의 진폭은 약간씩 차이는 있지만 대부분 23μm에서 40μm 범위를 벗어나지 못하고 한정된 범위를 형성한다. 이것은 상용전원의 오차와 코어캡의 미소한 틈새오차라고 볼 수 있다.

7. 결 론

PF의 장치를 설계·제작하여 부품이 이송할때 보울의 재질에 따른 진동의 특성이 부품이송에 미치는 영향과 부품의 형상과 무게 변화가 이송운동에 미치는 영향을 실험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. PF의 보울을 제작할때 부품의 평균이송속도는 알루미늄재 보다는 스텐레스재가 더 우수하다.
2. 보울의 가진 전압에 영향은 알루미늄재는 응답성이 완만하지만 스텐레스는 응답성에 민감하다.
3. 부품의 무게가 변화하면 가진 전압은 상승하나 진폭은 항상 23μm에서 40μm 범위를 벗어 나지 않는다.

참 고 문 헌

- 1) 本間：水平な平板上をころがる多立體の静止時の姿勢について，日本機械學會論文集，第44卷384號 2638 (昭53)
- 2) 本間：振動ボルフィーダより送出される部品の姿勢について，精機學會，昭和54年秋季大會講演論文集，539(昭54)
- 3) Okabe et al : Study on Vibratory Feeders with Repulsive Surface which Has Directional Characteristic, J. of Mech. Design, 103, 1 (1980) 249
- 4) 横山：自動組立のためダトナミシクス (1), (2), オ-トメ-ション, 19, 4 (1974) 99, 19, 5 (1974) 103
- 5) Sawamura et al : 異方性弾性材料を用いた新しい振動フィーダ，精密工學會誌，Vol. 61, No. 1, 1995
- 6) 김순재 : Parts Feeder의 진동특성에 미치는 제인자에 관한연구 1989.

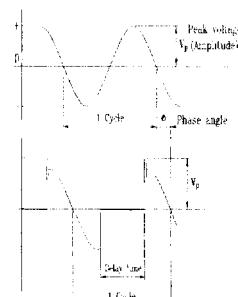


Fig.1 Waveform of Parts Feeder controller



Symbol	Length(mm)	Weight(g)
P ₁	5	0.27
P ₂	6	0.28
P ₃	7	0.29
P ₄	10	0.31
P ₅	12	0.32

Fig.2 Dimension and feeding direction of rivet

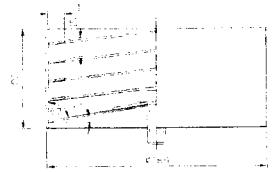


Fig.3 Dimension relation of STS 304 bowl

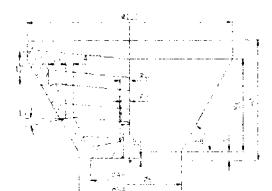


Fig.4 Dimension relation of C5AV bowl

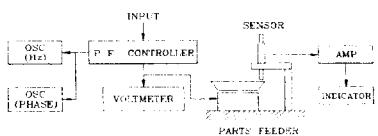


Fig.5 Block diagram for amplitude measurement

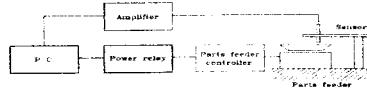


Fig.6 Block diagram of experimental apparatus

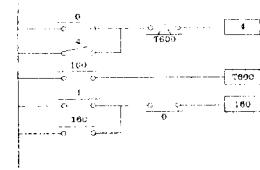


Fig.7 Sequence circuit diagram of parts feeder

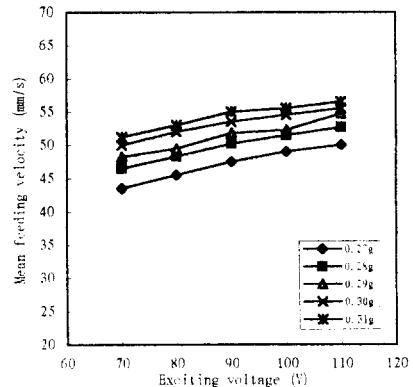


Fig.8 Exciting voltage (V) versus mean feeding velocity (mm/s) by weight change of CSAV material (Core gap: 0.4)

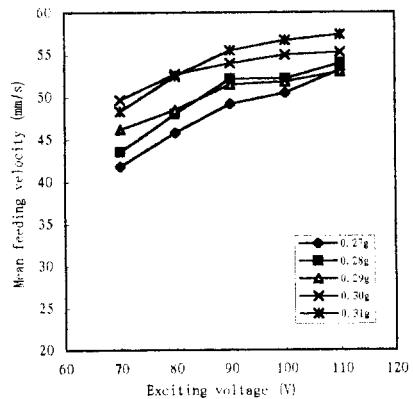


Fig.9 Exciting voltage (V) versus mean feeding velocity (mm/s) by weight change of C5AV material (Core gap: 0.6)

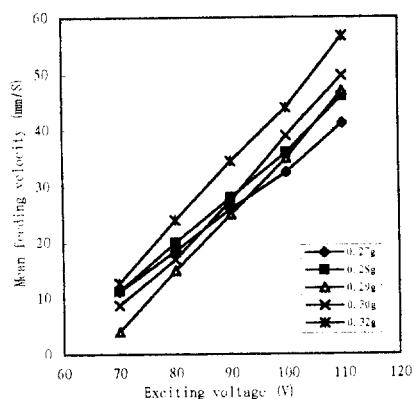


Fig. 10 Exciting voltage (V) versus mean feeding velocity (mm/s) by weight change of STS 304 material (core gap: 0.4)

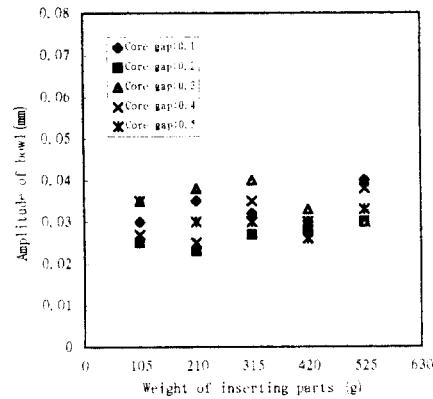


Fig. 13 Amplitude of bowl (mm) versus weight of inserting parts (g) by core gap (TC).

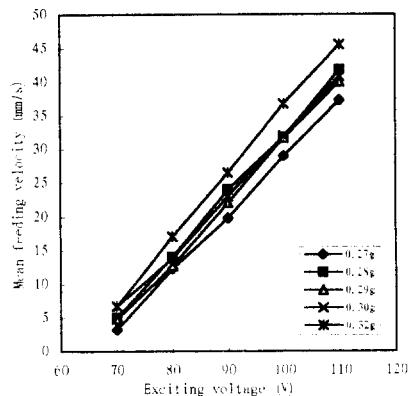


Fig. 11 Exciting voltage (V) versus mean feeding velocity (mm/s) by weight change of STS 304 material (Core gap: 0.6)

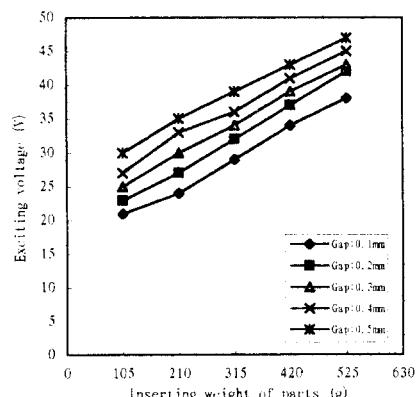


Fig. 12 Inserting weight of parts (g) versus exciting voltage (V) by core gap