

슬라이드 방식을 이용한 스크류/볼트 피더기 개발

김용석*, 정찬세⁺, 양순용⁺⁺

(논문접수일 2011. 01. 28, 수정일 2011. 05. 13, 심사완료일 2011. 05. 20)

Development of A Feeding Device for Screw/Bolt Using the Sliding Method

Yong-Seok Kim*, Chan-Se Jeong⁺, Soon-Young Yang⁺⁺

Abstract

In this paper, we proposed vertical feeding mechanism for a slide parts feeder using the slide type method. This parts feeder of the slide type method have been proposed to suppress the dust generation from the feeding objects. The proposed parts feeder mechanism is composed with the casing hopper, the vertical feeding unit, the in-line feeder and linear shooter unit. And, these mechanisms did modularity through optimum design by means of mechanical and dynamical analysis using the RecurDyn(multi-body dynamics) analysis module. Also were carried out the virtual prototype using the 3-D CAD program. And it had been manufactured as the prototype of the slide parts feeder. The field test for validation of performance was performed directly at the inspection line of bolt and screw. In the field test, this slide parts feeder showed an efficiency of about 1.2 times the bowl feeder. It also showed an epoch reduction in the dust generation compared to the vibration bowl feeder. So this slide parts feeder will be applied useful in the vision inspection system for a screw and bolt.

Key Words : Slide parts feeder(슬라이드 피더), Parts feeder(파츠피더), Screw/Bolt feeder(스크류/볼트 피더), Feeding device(피딩기)

1. 서론

근래 생산자동화는 제조업에 있어서 필수적으로 갖추어야 할 조건이 되어가고 있다. 이는 품질향상, 생산성 향상, 작업환경 개선 그리고 고임금시대의 대처 수단으로 활용되고 있다. 제조분야 생산자동화 시스템은 가공, 조립, 운반, 시험, 검사 등 폭 넓게 적용되고 있으며, 이러한 시스템에는 한정된 공간 내에서 움직임이 자유롭고 신속 정확한 이송공급시스템이 필수적이다. 이에 대표적인 시스템으로 컨베이어 시스템을 들 수 있다. 컨베이어 시스템은 운반 및 이송은 용이하나 각 작업조건에 따른 부품의 자세를 바꾸거나 유지하는 것에는 불리한 점이 있다.

이에 컨베이어의 이송기능과 각 작업조건에 따라 부품의 일정한 자세 및 방향을 갖추어서 공급하는, 즉 부품을 자동공급 및 정렬 이송하도록 개발된 시스템이 파츠피더(parts feeder)이다. 일반적으로 조립 및 검사에는 진동원리를 적용한 볼 피더(bowl feeder)와 직진피더(in line feeder)가 적용되고 있으며, 주로 볼 피더와 직진피더의 조합으로 많이 적용되어 지고 있다. 볼 피더는 부품의 이송, 방향 및 자세를 교정하는데 활용되고, 직진 피더는 작업이 용이한 위치까지 신속하게 이송하는데 활용되고 있다. 현재 스크류/볼트의 비전검사시스템에도 볼 피더가 적용되고 있다. 비전검사에 적용되고 있는 볼 피더는 볼의 진동과 회전에 의한 바렐(barrel) 효과로 인해 부품들 사이에 마찰

* 울산대학교 기계기술연구소

+ 울산대학교 기계자동차공학부

++ 교신저자, 울산대학교 기계자동차공학부 (soonny@mail.ulsan.ac.kr)

주소: 680-749 울산광역시 남구 무거2동 산29 남울산우체국 사서함18호 울산대학교 공학23호관 105호

이 발생하여 제품표면에 손상을 야기하거나 코팅된 도금이 심하게 벗겨지는 현상이 발생되고 있다. 이렇게 발생된 도금 분진은 비전검사 카메라 렌즈에 도포되어 검사에러의 원인이 되고, 또한 렌즈의 청소로 인해 검사지연의 원인이 되고 있어 대책마련이 요구되고 있다⁽¹⁾.

따라서, 본 연구에서는 비전검사시스템에 적용되고 있는 볼 피더의 단점인 분진발생을 최소화하기 위해 부품간의 마찰을 최소화하는 슬라이드 방식의 수직공급 메커니즘과 부품의 이송과 자세를 교정하는 메커니즘을 가지는 직진피더 유닛을 포함하는 슬라이드 피더를 개발한다. 또한 다품종 소량생산 시스템에 유연하게 대처할 수 있는 스크류/볼트의 종류와 크기(M4-M12, 8-40mm 이내)에 관계없이 이송이 가능한 슬라이드 피더를 개발한다.

2. 슬라이드 피더의 설계 및 제작

2.1 개념설계

현 스크류/볼트 비전검사시스템에 적용되고 있는 볼 피더는 검사부품의 이송과정에서 자세와 방향이 결정되어지고 검사 위치까지 이송 공급하도록 고안되고 제작되었다. 일반적으로 볼 피더의 이송원리는 교류전원에 의한 주기적으로 발생하는 전자석의 힘이나 압전소자(바이오모르프)에 전원을 인가하면 발생하는 응력(압전 역효과)에 의한 주기적인 진동에 기인한다. 주기적인 진동은 진동판을 고정지지대로 끌어 당겼다 놓으면 진동판이 원위치로 돌아가면서 발생한다. 이때 진동판에 일정경사각(10°~30°)으로 부착된 탄성플레이트의 반발 높이와 진동 각이 형성되어 진동판 상부에 부착된 볼(용기) 내의 경사 트랙을 따라 부품이 이동하게 된다. 볼 피더에서 워크가 받는 힘의 모식도를 나타내면 Fig. 1과 같고, 이송조건을 수식적으로 나타내면 식 (1)과 같다. 워크의 이송조건은 식 (1)에서 $\theta \geq \phi$ 일 때 가능하게 된다. 여기서, a_0 는 진폭, θ 는 볼 트랙 나선각, ϕ 는 진동 주파수의 진폭, ω 는 볼 회전수, m_p 는 워크질량, μ_s 는 트랙의 정 마찰계수를 나타낸다⁽²⁾.

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

식 (1)로부터 볼 피더는 이송트랙의 조건에 따라 일정속도 이상의 회전속도유지가 필요하고, 또한 이송성능을 높이기 위해서는 회전속도를 증가시켜야함을 알 수 있다. 이와 같이 이송조건을 만족시키고 이송성능을 높이기 위한 볼의 회전속도 증가는 워크사이에 마찰증가로 이어진다. 이로 인한 마찰증가는 현재 검사부품의 도금 벗겨짐 현상으로 나타나고 있다. 이러한 불리함을 최소화하기 위해서는 회전에 의존하지 않는 피더 메

커니즘이 필요하다. 즉 부품의 방향과 자세 결정에는 무관하게 부품만을 공급하는 공급피더 메커니즘과 부품의 방향과 자세만을 결정하여 이송 공급하는 직진피더 메커니즘의 조합으로 구성되는 것이 바람직하다. 일반적으로 직진피더는 수평으로 일정자세, 일정방향으로 비교적 짧은 구간을 이송하도록 구성된다. 직진피더의 이송원리를 도식적으로 나타내면 Fig. 2와 같다. 직진피더의 이송원리는 지지 플레이트의 진동에 따라 Fig. 2(a)에서와 같이 수평 플레이트 상의 워크 1은 슈트의 전진으로 인하여 2로 진행하고, 슈트 후퇴 시에는 2의 직하 3으로 떨어지고, 다음 전진으로 인하여 4로 진행하여 진동의 1사이클마다 Δd 만큼 이송하게 된다. 이송속도는 진동수와 스프링 플레이트의 설치각도와 관계가 있다. Fig. 1(b)에 나타낸 바와 같이 스프링 플레이트의 설치각도 θ_T 는 작을수록 상하방향 변위 y_d 가 커져서 이송거리 Δd 가 커진다. 이들 관계는 식 (2)와 같이 표현되고, 스프링 플레이트의 설치각도는 진동수, 스프링 플레이트의 기계적 물성에 따라 제작 시 최적화된다. 이러한 직진피더는 이미 상용화되어 다양한 분야에 선택적으로 사용되어지고 있다.

$$y_d = \frac{x_d}{\tan \theta_T} \quad (2)$$

전술한바와 같이 현 비전검사시스템에 적용하고 있는 볼 피

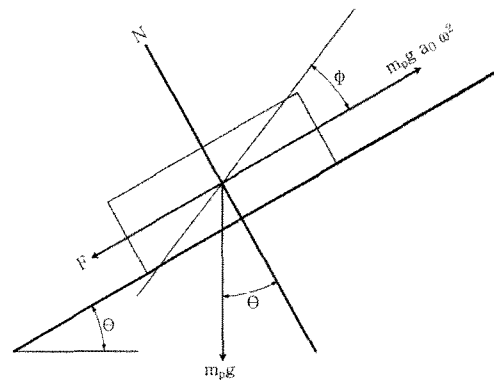


Fig. 1 Acting force on a parts in vibratory feeding

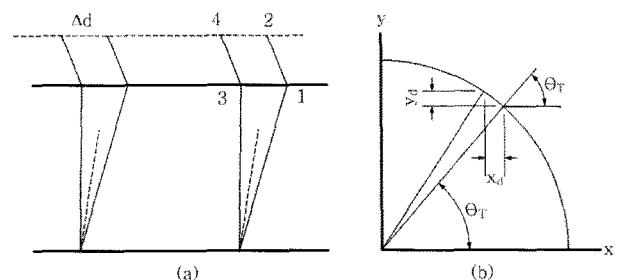


Fig. 2 Feeding principal of in line feeder

더 메커니즘을 대체하는 슬라이드 방식을 이용한 부품공급 메커니즘과 직진피더의 슈트부분을 일부 변경하여 이송 및 자세 교정이 동시에 이루어지는 부품이송 메커니즘을 개발함으로써 검사에러를 최소화하는 목적을 달성할 수 있다.

2.2 피더 메커니즘의 설계 및 모델링

본 슬라이드 피더는 슬라이드 방식의 수직공급유닛과 직진슈트를 포함하는 직진피더 유닛 그리고 부품을 적재하고 공급량을 조절하는 호퍼로 구성된다. 슬라이드 수직 공급유닛은 부품공급 호퍼로부터 직진슈트에 부품만 단순 공급하는 기능을 한다. 부품의 공급기능은 슬라이드 블록이 상하운동을 하면서 경사진 슬라이드 블록의 상부에 부품이 정렬되게 하여 일정량씩 공급하게 된다. 슬라이드 블록의 상하운동은 구동모터에 부착된 암의 회전에 따른 링크의 기구학적인 운동 메커니즘에 의해 이루어진다. 슬라이드 블록의 상하 이송 범위는 드라이브 암과 드라이브 링크의 길이에 의해 결정되어지고, 이송속도는 모터속도와 링크기구의 기구학적인 모델에 의해 결정되어진다. 슬라이드 수직공급 유닛의 기구학적인 모델을 도식적으로 나타내면 Fig. 3과 같다. 먼저 Fig. 3의 링크기구의 기구모델로부터 제4변원 링크에 대하여 고려하면, 점A의 위치좌표는 각각 식 (3)과 식 (4)와 같다.

$$A_x = O'_x + a \cos(\theta_1) \quad (3)$$

$$A_y = O'_y + a \sin(\theta_1) \quad (4)$$

또한, 점B의 위치좌표는 각각 식 (5)와 식 (6)과 같다.

$$B_x = A_x + b \cos(\theta_2) \quad (5)$$

$$B_y = A_y + b \sin(\theta_2) \quad (6)$$

또 다른 표현으로 링크 L_2 와 L_3 가 만나는 점B의 위치좌표는 점A와 O에 대한 원의 방정식을 이용하여 나타낼 수 있으며, 이를 원의 방정식으로 나타내면 각각 식 (7)과 식 (8)과 같다.

$$b^2 = (B_x - A_x)^2 + (B_y - A_y)^2 \quad (7)$$

$$c^2 = (B_x - O_x)^2 + (B_y - O_y)^2 \quad (8)$$

식 (8)에 식 (5)와 식 (6)을 각각 대입하면 식 (9)와 같고,

$$c^2 = \{A_x + b \cos(\theta_2) - O_x\}^2 + \{A_y + b \sin(\theta_2) - O_y\}^2 \quad (9)$$

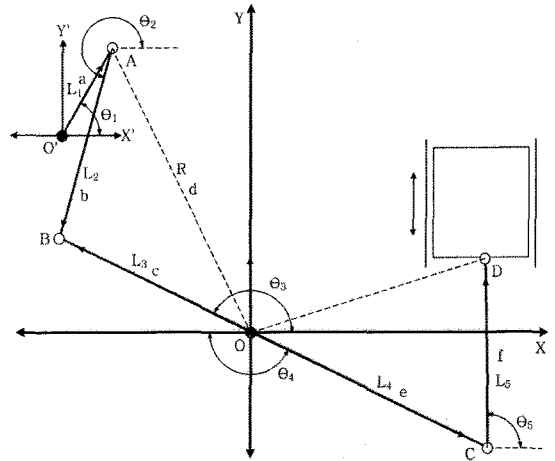


Fig. 3 Mechanical model of slide vertical feeding unit

여기서, $S_x = A_x - O_x$, $S_y = A_y - O_y$ 와 같이 놓고, 정리하면 식 (9)는 식 (10)과 같이 된다.

$$c^2 = \{b \cos(\theta_2) - S_x\}^2 + \{b \sin(\theta_2) - S_y\}^2 \quad (10)$$

식 (10)을 전개하면, 식 (11)과 같이 되고,

$$c^2 = b^2 \cos^2(\theta_2) - 2bS_x \cos(\theta_2) + S_x^2 + b^2 S_y^2 \sin^2(\theta_2) - 2bS_y \sin(\theta_2) + S_y^2 \quad (11)$$

식 (11)을 간단히 정리하면, 식 (12)와 같이 된다.

$$b^2 - c^2 + S_x^2 + S_y^2 = 2b\{S_x \cos(\theta_2) + S_y \sin(\theta_2)\} = 2b \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \cos\left\{\theta_2 - \tan^{-1}\left(\frac{S_y}{S_x}\right)\right\} \quad (12)$$

점A와 점O를 중심으로 하는 두 링크 L_2 와 L_3 가 그리는 원의 중심거리 d 는 식 (13)과 같이 되고,

$$d = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad (13)$$

점O에서 두 원의 중심을 이은 가상선 R과 이루는 각도 ϕ 는 식 (14)와 같이 된다.

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{S_y}{S_x}\right) \quad (14)$$

따라서, 식 (12)는 식 (15)과 같이 간단히 나타낼 수 있고,

$$b^2 - c^2 + d^2 = 2bd(\cos(\theta_2 - \phi)) \quad (15)$$

식 (15)로부터 θ_2 를 구하면 식 (16)과 같이 구해진다.

$$\theta_2 = \phi \pm \cos^{-1}\left(\frac{b^2 - c^2 + d^2}{2bd}\right) \quad (16)$$

식 (14)와 식 (16)를 식 (5)와 식 (6)에 각각 대입하면, 식 (5)는 각각 식 (17)과 식 (18)과 같이 되고, 식 (6)은 식 (19)와 같이 된다.

$$B_x = A_x + b \cos\left\{\phi \pm \cos^{-1}\left(\frac{b^2 - c^2 + d^2}{2bd}\right)\right\} \quad (17)$$

$$B_x = A_x + b \cos\left\{\tan^{-1}\left(\frac{S_y}{S_x}\right) \pm \cos^{-1}\left(\frac{b^2 - c^2 + d^2}{2bd}\right)\right\} \quad (18)$$

$$B_y = A_y + b \sin\left\{\tan^{-1}\left(\frac{S_y}{S_x}\right) \pm \cos^{-1}\left(\frac{b^2 - c^2 + d^2}{2bd}\right)\right\} \quad (19)$$

그리고, θ_3 은 식 (20)과 같이 구해지고, $\theta_4 = \theta_3 - \pi$ 가 되어 식 (21)과 같이 구해진다.

$$\theta_3 = \tan^{-1}\left(\frac{B_y}{B_x}\right) + \pi \quad (20)$$

$$\theta_4 = \tan^{-1}\left(\frac{B_y}{B_x}\right) \quad (21)$$

다음은 Fig. 3의 링크기구 기구모델로부터 제1사분면과 제4사분면 링크에 대하여 고려하면, 점 C의 위치좌표는 각각 식 (22)와 식 (23)과 같다.

$$C_x = e \cos(\theta_4) \quad (22)$$

$$C_y = e \sin(\theta_4) \quad (23)$$

또한, L_4 와 L_5 가 만나는 점 C의 위치좌표는 점 O와 C에 대한 원의 방정식을 이용하여 나타낼 수 있으며, 이를 원의 방정식으로 나타내면 각각 식 (24)와 식 (25)와 같다.

$$e^2 = (C_x - O_x)^2 + (C_y - O_y)^2 \quad (24)$$

$$f^2 = (D_x - C_x)^2 + (D_y - C_y)^2 \quad (25)$$

식 (25)을 전개하여 정리하면 식 (26)과 같이 되고, 식 (24)에

서 O_x, O_y 는 원점이므로, 식 (26)에서 식 (24)을 빼면 식 (27)과 같이 된다.

$$f^2 = D_x^2 - 2D_x C_x + C_x^2 + D_y^2 - 2D_y C_y + C_y^2 \quad (26)$$

$$f^2 - e^2 = D_x^2 - 2D_x C_x + D_y^2 - 2D_y C_y \quad (27)$$

최종적으로 θ_1 의 변화에 따른 점 D의 y좌표는 식 (27)로부터 식 (28)과 같이 2차식을 도출할 수 있다. 여기서 점 D의 x좌표는 일정한 상수 값($D_x=178$)을 가진다.

$$\begin{aligned} D_y^2 - 2C_y D_y + (D_x^2 - 2D_x C_x - f^2 + e^2) \\ = D_y^2 - 2C_y D_y + S = 0 \end{aligned} \quad (28)$$

식 (28)로부터 $S = D_x^2 - 2D_x C_x - f^2 + e^2$ 로 정의하고, 2차식을 풀면 점 D의 y좌표는 식 (29)와 같다.

$$D_y = \frac{2C_y \pm \sqrt{(2C_y)^2 - 4S}}{2} \quad (29)$$

그리고, θ_5 는 식 (30)과 같이 구할 수 있다.

$$\theta_5 = \tan^{-1}\left(\frac{D_y - C_y}{D_x - C_x}\right) + \pi \quad (30)$$

이상과 같이 슬라이드 수직공급 유닛의 기구학적인 모델링을 통한 수치적인 시뮬레이션 결과로 나타난 링크기구의 궤적은 Fig. 4와 같다.

전술한바와 같이 본 연구에서 제안한 기구적 작동 메커니즘

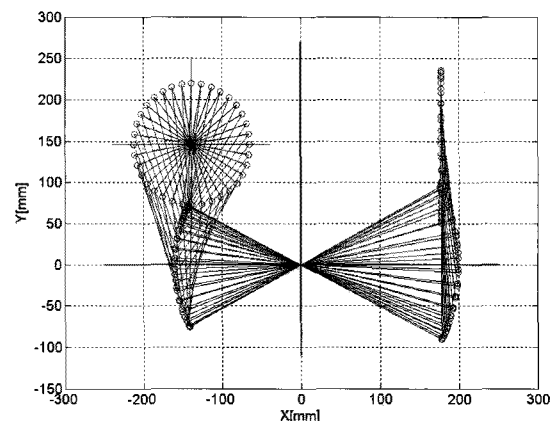


Fig. 4 Trajectory of link mechanism

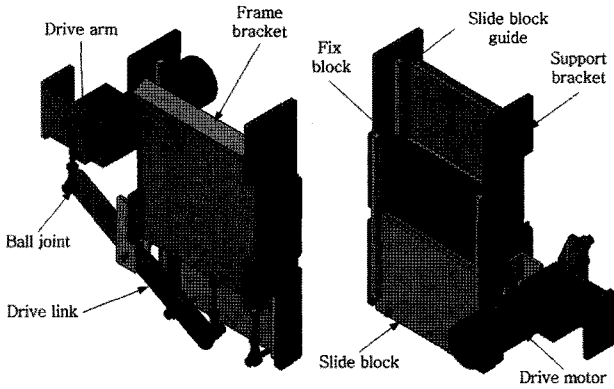


Fig. 5 Vertical feeding unit of slide type

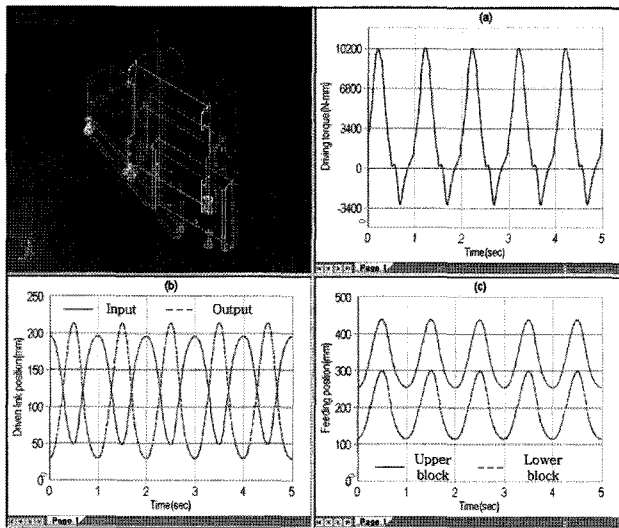


Fig. 6 Simulation result of slide vertical feeding unit

Table 1 Analysis parameters of slide block

Parameters	Value
Material	Steel
Density	7860kg/m ³
L1 length	74mm
L2 length	146mm
L3 length	160mm
L4 length	200mm
L5 length	141mm
Feeding object weight	0.5kg
Driving motor RPM	60rev/min
Static friction coefficient	0.2
Dynamic friction coefficient	0.1

과 기능을 갖는 슬라이드 방식의 수직공급 유닛의 최적설계를 위해 3D-CAD 소프트웨어를 활용하여 모델링을 수행하고, 다 물체 해석 상용소프트웨어 RecurDyn을 활용하여 기구적, 동

적 시뮬레이션을 통해 검토하였다⁽³⁾. 슬라이드 수직공급 유닛의 3D-CAD 모델과 구성은 Fig. 5와 같고, 슬라이드 블록의 상하운동 및 구동에 필요한 기구적, 동적 시뮬레이션의 결과는 Fig. 6과 같다. 그리고 해석 파라미터는 Table 1과 같다.

본 슬라이드 수직공급 유닛은 모터의 1회전에 슬라이드 블록은 1회 상하운동을 하게 된다. 슬라이드 블록의 구동에 필요한 동력을 가선편정하기 위한 시뮬레이션 결과는 Fig. 6(a)와 같다. 구동에 요구되는 최대토크는 10.215N·m임을 확인할 수 있고, 모터의 선정은 여기에 안전율을 고려하여 결정할 수 있다. 드라이브 링크 L_3 와 L_4 에 대한 모션의 시뮬레이션 결과는 Fig. 6(b)와 같다. 입력링크 L_3 의 모션거리는 147mm이며, 이에 따른 출력링크 L_4 의 모션거리는 184mm임을 확인할 수 있다. 이로 부터 드라이브 링크의 모션거리 증폭 비는 $184/147(1.252)$ 와 같이 된다. 이 수치는 $L_4/L_3(1.25)$ 비와 일치한다. 실제 드라이브 링크는 제작 후에는 조정이 불가하며, 슬라이드 블록의 상하 모션거리는 입력 측 로드 엔드 베어링의 로드 길이의 조정에 의하고, 슬라이드 블록의 위상차에 대한 미세조정은 출력 측 양 로드 엔드 베어링 사이의 거리를 조정함으로써 목적을 달성할 수 있다. 슬라이드 블록의 상하 모션은 Fig. 6(c)와 같이 상하부 1쌍으로 이루어져 140mm의 위상차를 가지고 동일한 모션을 한다. 중간에 위치한 고정블록을 사이에 두고 1쌍의 슬라이드 블록은 이송할 부품을 하부에서 중간블록을 거쳐 상부로 점진적으로 321mm를 이송하게 된다. 직진피더 유닛은 슬라이드 수직공급 유닛으로부터 공급되는 부품을 비전검사기 내로 이송하는 기능을 한다. 직진피더 유닛은 직진피더(in-line-feeder)와 직진슈트로 구성된다. 직진피더는 주기적인 이송동력을 발생시키는 장치로 서두에 언급한바와 같이 상용제품을 적용한다. 직진슈터는 직진피더에 의해 이송되어지는 부품의 외형이나 무게중심차에 의해 자세가 교정되어 순차적인 이송공급이 이루어지게 된다. 본 연구에서는 이송부품은 검사 볼트류를 대상으로 하여 직진슈터 메커니즘이 구성된다. 직진슈터 메커니즘은 공급된 볼트가 수평의 일정방향으로 정렬하는 3단의 원형 슬라이드와 볼트의 헤드부가 걸려 수직으로 정렬하면서 이송하는 안내부로 구성되며, 안내부는 볼트규격에 따라 조절 가능하도록 구성된다. 직진피더 유닛 메커니즘의 3D-CAD모델과 구성은 Fig. 7과 같다. 부품공급 호퍼는 일차적으로 외부로부터 공급되는 부품을 적재하는 역할을 하며, 외부케이싱과 내부호퍼로 구성된다. 외부 케이싱은 슬라이드 수직공급유닛과 직진피더유닛이 고정되고 지지할 수 있도록 구성되며, 특히 직진피더 유닛에서 처리하지 못한 과잉 공급된 부품들을 내부호퍼로 회수하는 구조로 구성된다. 내부호퍼는 외부로부터 공급된 부품을 적재하였다가 슬라이드 수직공급 유닛에 공급이 용이하게 이루어질 수 있도록 사각 뿔 구조를 갖는다.

전술한바와 같이 볼트류 검사시스템에 부품을 이송공급하는

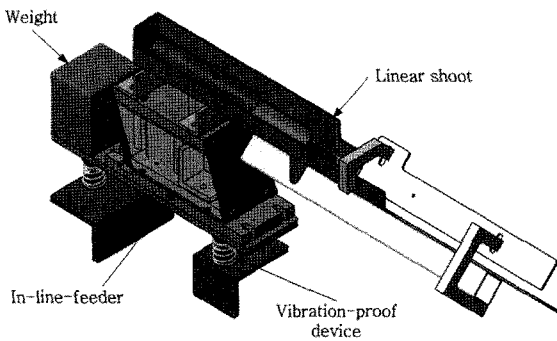


Fig. 7 Mechanism CAD model of linear feeding unit

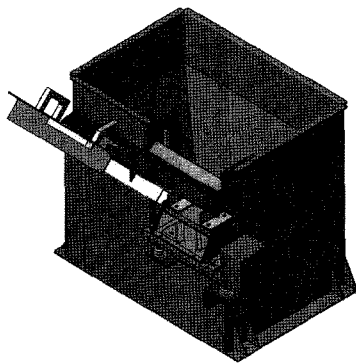


Fig. 8 Virtual prototype of slide feeder

슬라이드 방식의 슬라이드 피더 메커니즘 구성에 따른 3D-CAD 모델링에 의한 가상시제품 결과는 Fig. 8과 같다.

2.3 시험 및 고찰

본 슬라이드 피더의 시제품은 기 작성된 3D-CAD 모델로부터 제작도를 작성하고 설계사양에 준하여 제작하였다. 슬라이드 피더 시제품의 외형은 Fig. 9(a)와 같고, 내부는 Fig. 9(b)와 같다. 그리고 슬라이드 피더의 순차적인 작동상태를 나타내면

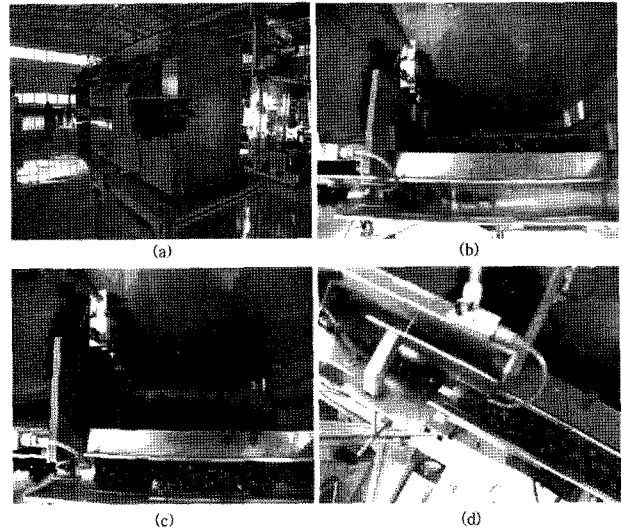


Fig. 9 Prototype of slide feeder

Fig. 9(b), (c), (d)와 같다. 파츠피더의 성능이나 평가를 위한 시험규격은 전무한 상태다. 따라서 본 슬라이드 피더의 성능시험은 본 연구에서 마련한 기준에 따라 수행하였다. 본 슬라이드 피더의 이송속도는 검사시스템 내로 이송 및 투입되는 검사부품의 이송속도이며, 이때 이송속도는 매우 빠른 속도를 가지므로 슬라이드 피더가 작동하는 상태에서 육안으로 속도의 측정은 불가능하다. 따라서 본 슬라이드 피더의 이송속도는 검사시스템을 통과하는 검사부품의 단위 시간당 수량을 측정하는 방법을 사용하였다. 다만 슬라이드 피더를 떠난 부품이 검사시스템의 강화유리 경사로를 따라 마찰을 일으키며 통과하게 됨으로 미소하게나마 속도가 떨어질 가능성이 있다. 본 시험에서는 이러한 현상은 무시하였다. 본 시험에 적용한 검사부품의 규격은 Screw-torx M6 × 15mm, Bolt-flange M8 × 35mm, Bolt-hex M10 × 35mm인 것을 사용하였고, 각각 500개의 볼트가 검사기를 통과하는데 소요되는 시간을 측정하였다. 또한 본 시험은

Table 2 Test result data of feeding capacity of slide feeder

Inspection objects		inspection items	Test times									
Items	Standard		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
SCREW-TORX	M6x15	Feeding capacity	76	78	91	75	80	82	77	75	79	89
		Average	80.5(sec/500pcs) / 6.2(pcs/sec)									
BOLT-FLANGE	M8x35	Feeding capacity	67	80	72	74	73	71	85	69	68	73
		Average	73.2(sec/500pcs) / 6.8(pcs/sec)									
BOLT-HEX	M10x35	Feeding capacity	71	75	74	78	75	73	74	73	77	72
		Average	74.2(sec/500pcs) / 6.7(pcs/sec)									
Total average capacity			6.6(pcs/sec)									

반복적으로 10회에 걸쳐 수행되었으며, 시험결과 데이터는 Table 2와 같다. 본 슬라이드 피더의 이송속도는 초당 평균 6.6개를 이송할 수 있는 것으로 측정되었다. 이것은 분당 396개를 이송할 수 있는 속도이며, 볼 피더에 비해 12%의 개선된 이송효과가 있는 것으로 확인되었다⁽⁴⁾.

이와 같이 이송속도의 개선은 비전검사처리속도와 관계되어 생산성향상을 기대할 수 있다. 이송속도 그래프 Fig. 10에 나타난 바와 같이 동일한 부품에서도 이송속도가 다소 차이를 보이고 있다. 이것은 불량인 볼트가 섞여 있어 정렬과정에서 정렬이 원활히 이루어지지 않아 발생하는 일시적 현상으로 파악되었다. 이러한 현상은 검사를 하는 과정에서 자주 일어나는 현상으로 언제나 발생할 수 있는 것이며, 작업 시 점검되어야 할 사항으로 판단된다. 또한 슬라이드 피더의 이송속도는 볼트의 종류 및 크기에 따라 차이가 있다. 이것은 무게에 따른 이송마찰의 차이 그리고 길이에 따른 정렬시간의 차이 등에 기인한다. 비교적 작은 볼트일수록, 볼트의 머리가 원형에 가까울수록 유리한 것으로 나타났다. 하지만 접시머리 볼트의 경우 크기는 작지만 피더의 정렬라인에 닿는 면적이 늘어나 이송이 느려지는 것으로 나타났다. 또한 볼트 머리 무게와 몸체의 무게가 비슷하여 빠른 정렬이 이루어지지 않는 것도 하나의 이유로 보인다. 육각 머리 볼트의 경우 이송시간은 많이 걸렸지만 안정적인 이송을 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 슬라이드 피더에 적용이 용이한 볼트의 종류는 볼트의 머리가 원형이고 규격은 M6~M8로 길이는 30mm전후인 것이 최적의 성능을 보임을 알 수 있었다. 슬라이드 피더를 적용한 후의 분진발생은 획기적으로 감소하였음을 알 수 있었다. 기존의 볼 피더의 사용 시에는 검사시작 후 매 시간마다 검사시스템의 강화유리 슬로프와 비전카메라 렌즈를 청소하였으나 슬라이드 피더를 적용한 후 일일작업 동안 2회 정도만 청소를 하면 되는 것으로 나타났다. 객관적인 분진 비산검사는 실시하지 않았으나 청소 횟수가 줄

고 검사시스템의 에러가 줄어든 것은 이를 반증하는 결과라 할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 비전검사시스템에 적용한 볼 피더의 단점인 분진발생을 보완하기 위해 부품간의 마찰을 최소화하는 슬라이드 방식의 수직공급유닛 메커니즘을 제안하고 직진피더 유닛을 포함하는 슬라이드 피더를 개발하였다. 슬라이드 피더의 시제품개발과 필드테스트를 통해 볼 피더에 비해 이송속도 증가는 물론 분진발생 저감에 대한 획기적인 효과를 확인하였다. 본 슬라이드 피더는 스크류/볼트의 비전검사시스템에 적용되어 최적의 성능을 발휘할 것으로 사료된다. 또한 생산성 향상은 물론 품질향상에 크게 이바지할 수 있을 것이다. 본 연구를 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

- (1) 본 슬라이드 피더는 진동에 의한 볼 피더에 비해 이송 부품간에 마찰이 거의 발생하지는 슬라이드 방식의 수직공급 메커니즘을 적용하였다.
- (2) 본 슬라이드 피더는 이송 부품에 대한 자세교정이 부품의 외형이나 무게중심차에 의해 이루어지도록 인라인 피더와 직진슈트가 결합된 메커니즘을 적용하였다.
- (3) 본 슬라이드 피더의 이송속도는 초당 평균 6.6개의 이송이 가능하였으며, 볼 피더에 비해 12%의 개선된 이송능력을 나타내었다.
- (4) 본 슬라이드 피더는 이송부품사이에 마찰을 최소화함으로써 분진이 거의 발생하지 않아 검사 생산성 및 품질 향상을 기대할 수 있게 되었다.

참고 문헌

- (1) Kim, Y. S., and Yang, S. Y., 2010, "Development of the Sorting Inspection System for Screw/Bolt Using a Slant Method." *Journal of the KSMTE*, Vol.19, No.5, pp. 698~704.
- (2) Kim, S. C., Kim, H. N. and Kwon, D. H., 1996, "A Study on the Vibration Characteristics for Parts Feeder," *Journal of the KSMTE*, Vol.5 No.1, pp. 17~26.
- (3) CET, 2010, *RecurDyn V7.0 Training Guide and Manual*, FunctionBay Software, Korera, chapter 2. pp. 1~104.
- (4) Park, J. S., Jeong, Y. M., Kim, H. S., Kim, Y. S., and Yang, S. Y., 2010, "A Study on Development of Automatic Packing System for Screw/Bolt," *Proceeding of the Ksmte Autumn Conference 2009*, pp. 200~205.

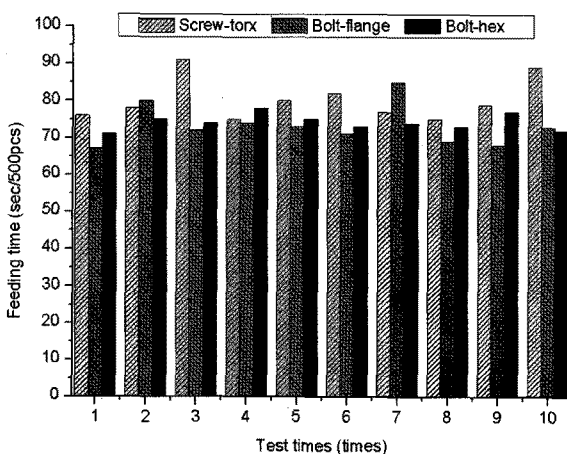


Fig. 10 Capacity of feeding speed