

# 계란선별기의 계란이송 메커니즘 해석 및 설계

이장용<sup>#</sup>

## Design of Packer Holder Mechanism in an Egg Grading Machine

Jangyong Lee<sup>#</sup>

### ABSTRACT

An egg grading machine is composed of many mechanisms of which functions are to carry eggs to the bucket in that sensors are located to categorize eggs by their weight, to transfer eggs from the basket of packer holder to the mold tray, to feed the mold tray dispenser after egg chairs are filled with eggs. This paper deals with the analysis and new design of packer holder mechanism of which function is transfer eggs vertically from the bucket conveyor to the mold tray dispenser. Egg is fragile to impact so in designing packer holder mechanism it is necessary to estimate moving speed, acceleration and impact when eggs are touched by any links of mechanism and mold tray dispenser. A new packer holder mechanism is proposed in this paper, which use quick return mechanism composed of 6 links with pin and contact joints.

**Key Words:** Egg grading machine (계란선별기), Packer holder mechanism (계란이송 메커니즘), Quick return mechanism (급속귀환기구)

### 1. 서론

계란선별기는 계란을 중량에 따라 선별하여 이것을 계란판에 담아내는 장치로서 기계 메커니즘과 제어장치로 크게 나눌 수 있다. 양계농가에서는 생산된 계란을 보통 농장에 설치된 계란선별기를 사용하여 다섯 종류로 분류하여 판매하게 된다. 국내의 계란선별기 생산은 선진국 제품을 모방한 수준에서 이루어지고 있으며 시장이 한정되어 있어서 비교적 영세한 몇 개의 업체가 존재하고 있다.<sup>1</sup> 세계시장은 네덜란드와 일본, 미국 등 소수 몇 회사의 제품이 기술수준과 판매량에서 독점적 위치를 점하고 있다.

계란선별기는 각 나라별 계란 생산농가의 규모

및 영농방식에 따라 그 구조에 많은 차이점을 보인다. 미국처럼 대규모 생산 및 유통이 이루어지는 나라에서는 산업용 로봇을 이용한 대규모 선별장치가 활용되고 있는데 비하여 우리나라는 비교적 소규모의 양계장이 대다수 이므로 시간당 약 3 만개 이하를 처리하는 계란선별기가 사용되고 있다. 본 논문에서는 슬라이더 크랭크를 사용한 계란이송 메커니즘을 해석하고 계란의 이송성을 개선하기 위하여 급속귀환기구를 활용한 새로운 계란이송 메커니즘의 개발에 관한 내용을 수록하였다.

국내의 계란선별기 제조업체에는 기구 메커니즘 설계와 관련한 공학적 설계데이터가 거의 없는 상황이다. 따라서 성능향상을 위한 설계변경이

접수일: 2007년 8월 29일; 게재승인일: 2007년 11월 23일

# 교신저자 : 한국생산기술연구원

E-mail: caravan@kitech.re.kr Tel. (041) 589-8417

효율적으로 이루어지지 못하며 새로운 메커니즘을 적용하는 것은 더욱 어렵다. 본 연구는 계란선별기의 핵심 모듈인 packer holder 메커니즘의 기본적인 구동원리를 분석하여 향후 제품 개발에 기초적인 이론을 제공하는 것과 기존에 사용중인 슬라이더 크랭크 메커니즘을 대체할 급속귀환 메커니즘을 개발하는 것을 목표로 이루어졌다.

계란선별기의 구성요소들 중에서 기구 메커니즘 측면에서 가장 중요한 것이 packer holder 이다. Fig. 1 에 슬라이더 크랭크 메커니즘을 사용한 packer holder 의 한쪽 면을 나타내었는데, 반대편에도 같은 구조의 메커니즘이 있고 그 사이에 5 개의 basket 이 존재하게 된다.

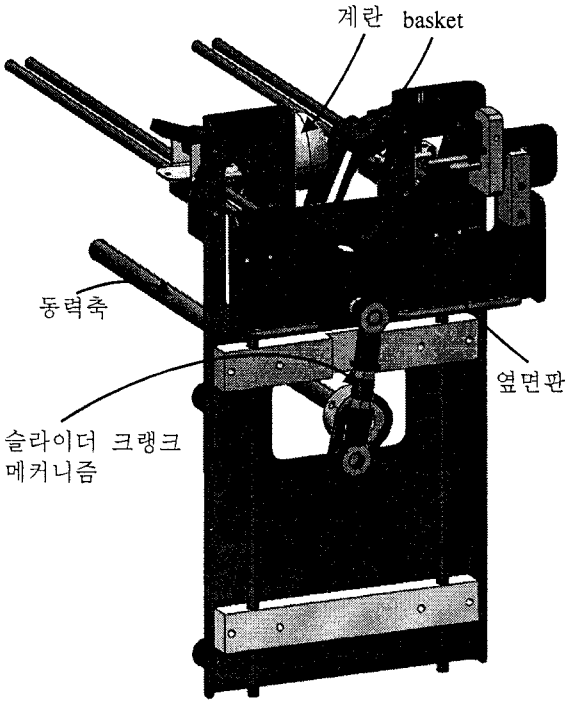


Fig. 1 Packer holder mechanism

계란선별 시스템의 전체 모습을 Fig. 2 에 도시하였는데, 화살표로 표시된 부분이 마지막 packer holder 를 거쳐가는 계란의 이동경로를 나타낸다.(그림에는 여러 대의 packer holder 가 있다) 계란들은 세척과 건조 공정을 거쳐 중량이 측정된 후, 컨베이어(conveyor)를 따라 이동하다가 스톱노이드의 미는 작용(push)에 의해서 자신의 중량등급에 맞는 packer holder 의 basket 에 투하된다. 우리나라에서

는 계란을 5 개의 등급으로 구분하므로 하나의 계란선별기 시스템에는 최소한 5 개 이상의 packer holder 가 있게 된다. 각각의 packer holder 에는 5 개의 basket 이 있어서 이것이 계란으로 모두 채워지면 아래에 위치해 있는 계란판으로 이동하는데 이러한 연직방향으로의 이동은 packer holder 의 계란이송 장치에 의해 이루어진다. 예를 들어 Fig. 1 에서는 슬라이더 크랭크 메커니즘, basket 등이 여기에 해당한다.

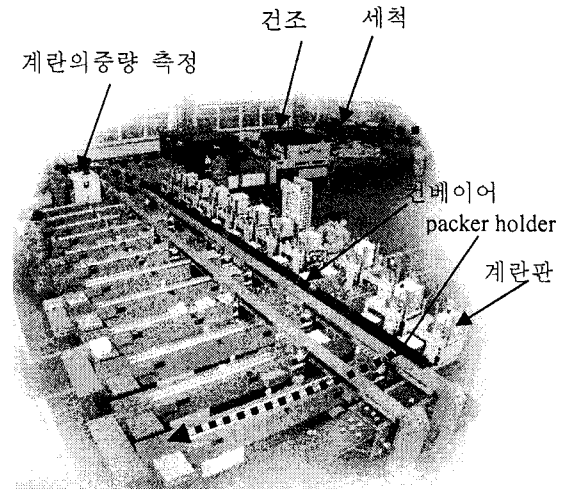


Fig. 2 Egg grading system

## 2. 계란이송 메커니즘 해석

### 2.1 계란 이송조건

계란이 basket 위에 얹혀져서 하강운동을 할 때의 힘의 작용을 Fig. 3 에 나타내었다. 계란의 질량을  $m_e$  라고 할 때, 계란은 중력( $m_e g$ )과 화살표에 표시된 반발력을 basket 으로부터 받게 된다. 계란의 연직 이동방향에 대한 힘의 방정식을 구해보면, 계란에 가해지는 연직방향의 반발력의 합을  $F_e$ , 계란의 가속도를  $a_e$ , 중력가속도를  $g$  라고 할 때 다음 식(1)과 같이 표현된다.

$$m_e g - F_e = m_e a_e \quad (1)$$

계란은 basket 의 상사 점에서 그곳에 투여된 후, basket 과 같은 속도로 이동하게 되는데 basket 이 하강하는 가속도가 중력가속도와 같게 된다면

식(1)에서  $a_e = g$ 가 되고 반발력  $F_e$ 는 0가 된다.

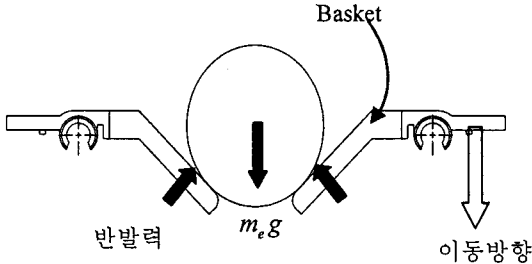


Fig. 3 Force acting on egg(falling movement)<sup>1</sup>

만약 basket의 가속도가 중력가속도보다 크게 되면 basket은 계란에 자신과 같은 가속도를 갖게 하는 힘을 더 이상 전달할 수 없는 구조이므로 계란은 basket에서 분리되어 공중에 뜨게 된다. 이렇게 된 후, 하강하던 basket의 속도가 다시 감소하게 되면 자유 낙하하던 계란이 basket에 충돌하게 되어 계란껍질에 금이 가거나 계란이 충돌에 의한 반발력에 의하여 basket 밖으로 튀어나오는 상황이 발생한다. 그러므로 하강운동에서 basket 및 그것에 담겨져 운동하는 계란의 가속도는 식(2)에 나타난 것처럼 중력가속도보다 작아야 한다.

$$a_e < g \quad (2)$$

Packer holder의 계란이송을 위하여 슬라이더 크랭크 메커니즘(Fig. 1)이나 캠, 급속귀환기구 등을 설계할 때 식(2)는 계란의 안전한 이송을 위하여 만족되어야 할 설계조건이며 동시에 동력축의 회전속도 상한선을 설정하는 조건이기도 하다.

### 2.2 계란의 운동해석

슬라이더 크랭크 메커니즘의 kinematic diagram을 Fig. 4에 도시하였다. 여기에서 좌표의 중심은 Fig. 1에 나타난 동력축의 중심이며 슬라이더 블록은 Fig. 1의 옆면판 및 이것과 연결되어 같이 운동하는 basket 및 계란을 나타낸다고 할 수 있다. 슬라이더 블록의 y축 좌표 및 속도, 가속도는 식(3), 식(4), 식(5)로 각각 표현될 수 있다.<sup>2</sup>

$$y = R \cos \theta + \frac{L}{n} \left( n - \frac{1}{2n} \sin^2 \theta \right) \quad (3)$$

$$v_y = -R\omega(\sin \theta + \frac{1}{2n} \sin 2\theta) \quad (4)$$

$$a_y = -R\omega^2(\cos \theta + \frac{1}{n} \cos 2\theta) \quad (5)$$

( $n = L/R$ ,  $\omega$ :회전속도(rad/sec))

Basket은 계란을 담고 하강운동을 하다가 일정위치에 이르면 hook의 작용에 의하여 열리게 되고 계란을 투하하게 된다.<sup>1</sup> 이후 계란은 자유 낙하하여 계란 판의 홈 위에 놓여지게 된다. 계란은 외부의 충격에 쉽게 깨질 수 있기 때문에 계란이 이동하는 중에 basket으로부터 받는 반발력과 계란이 계란판에 닿아서 받는 충격량을 계산하여 안전여부를 검토할 필요가 있다.

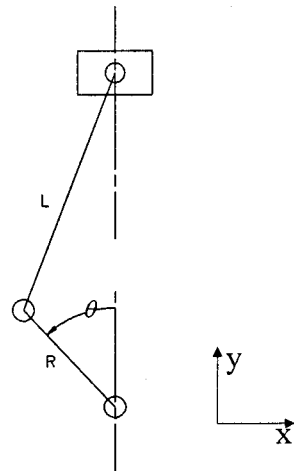


Fig. 4 Kinematic diagram of slider-crank mechanism

계란과 basket의 이동거리를 Fig. 5에 도시하였다. 그림에서 Df는 basket의 상사 점을 기준으로 하여 계란이 자유낙하하기 시작하는 지점까지의 거리를 의미한다. 운동의 상사 점에서 계란이송 메커니즘의 행정(行程)거리 D\_move 만큼 이동한 위치가 운동의 최저점이 되고 이것을 기준으로 계란 판의 상단까지의 거리를 De로 정의했으며 다시 여기에서 계란이 계란판에 파인 홈에 들어가서 직접 접촉하는 위치까지의 거리를 M으로 나타내었다. 계란이 투여된 후, basket이 하사점에서 일정거리(Dup)만큼 상승한 후에 basket사이

의 거리가 벌어지기 시작하는데 이 상승한 거리를 Dup 으로 정의했다. Basket 사이의 거리가 벌어질 때 계란을 건드릴 수 있으므로 Dup 은 설계할 때 주의 깊게 고려해야 할 값이다.

계란의 낙하거리  $S_e$ 를 Fig. 5 를 참조하여 나타내면 다음 식과 같다.

$$S_e = (D_{move} - D_f) + D_e + M \quad (6)$$

계란이 basket 을 벗어날 때의 속도를  $V_{fs}$  라고 할 때 계란의 낙하거리는 다음 식과 같이 표현된다.

$$S_e = V_{fs}t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (7)$$

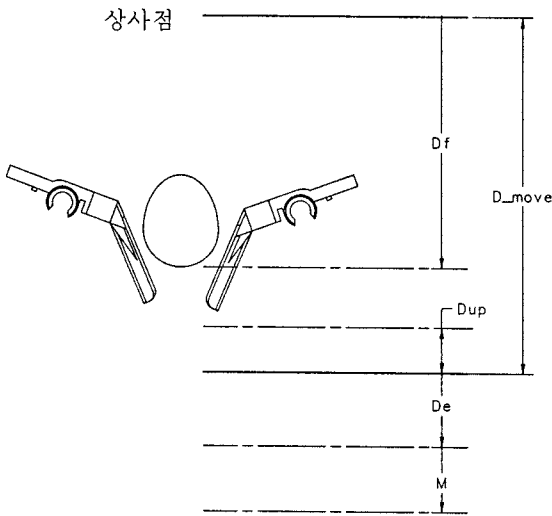


Fig. 5 Falling distance of egg

계란이 낙하하는 시간  $T_e$ 는 식(7)에서 다음과 같이 유도된다.

$$T_e = \frac{-V_{fs} + \sqrt{V_{fs}^2 + 2gS_e}}{g} \quad (8)$$

Fig. 4 의 슬라이더 크랭크 메커니즘에서 basket 이 열려서 계란이 투여될 때의 동력 축 회전각  $\theta_f$ 는 식(3)을 참조하여 다음과 같이 표현된다.

$$R\cos\theta_f + \frac{L}{n}(n - \frac{1}{2n}\sin^2\theta_f) = Y_s \quad (9)$$

$$(Y_s = (R+L) - D_f)$$

$Y_s$  값이 미리 정해졌다고 한다면, 식(9)에서  $\theta_f$ 를 계산할 수 있고 이것을 식(4)에 대입하여  $V_{fs}$ 를 구할 수 있다. 결국 계란이 계란 판과 접촉할 때의 속도  $V_e$ 는 다음 식으로 표현된다.

$$V_e = V_{fs} + g \cdot T_e \quad (10)$$

계란은 비교적 짧은 시간에 계란판에 담겨지고 곧 속도가 0 이 된다. 이 경우 일정한 힘이 계란판에 의해 계란에 가해진다고 가정할 수 있는데, 계란에 가해지는 충격량(impulse)은 다음 식으로 표현된다.

$$\int f dt \approx f \Delta t = mV_2 - mV_e \quad (11)$$

식(11)에서 계란은 계란판에 닿아 곧 정지하게 되므로  $V_2$ 은 0 이 된다. 선별기의 구동속도가 증가해도 계란판에 계란이 닿는 속도  $V_e$ 의 증가량은 그리 크지 않게 되므로 (식 (10)참조) packer holder 의 구동속도 증가에 따라 계란이 받는 충격량 역시 크게 증가하지 않음을 알 수 있다. 예를 들어, 0.01 초에 계란이 정지한다고 가정할 때 70g 의 계란이 100 R.P.M 에서 받는 충격량은 식(11)에 따르면 0.75 kgf 가 되며 500 R.P.M 에서는 0.76 kgf 가 되어 1.3% 증가하는데 그치고 이 값은 계란껍질의 파괴강도 3.95kgf 에 비해 매우 적은 값이다.<sup>3</sup> 그러므로 packer holder 의 속도가 현실적으로 가능한 한도 내에서 증가해도 계란이 계란판과의 충격에 의해 파손될 위험은 없다.

또 다른 고려사항은 계란이 packer holder 와 같이 이동하면서 그것이 담겨져 있는 basket 에서 받는 힘인데, 이것은 다음 식과 같이 표현된다.

$$\sum F_e = m_e a_y \quad (12)$$

$a_y$  ; basket 의 가속도  
 $m_e$  ; 계란의 질량

식(12)에서 가속도는 슬라이더 크랭크 메커니즘의 경우 식(5)에서 구할 수 있다. 계란의 질량을 70g 으로 가정할 때(특란기준<sup>4,5</sup>) 계란이 basket 에서 투하되기 직전에 basket 으로부터 받는 힘을 Table 1 에 나타내었다.

속도가 증가해도 계란이 basket 에서 받는 힘은 계란껍질의 파괴강도에 비해 상당히 적은 값이다.<sup>3</sup> 통상적으로 packer holder 가 150 R.P.M 에서 구동되는데 만약 구동속도가 3 배 이상 증가하더라도 basket 의 반발력에 의하여 계란이 파손되는 일은 없다고 가정할 수 있다.

Table 1 Force exerted by basket to egg

R.P.M	계란이 낙하시작 시점에서 basket 에서 받는 힘(kgf)
100	0.015
200	0.059
300	0.132
400	0.234
500	0.37

### 3. 급속귀환기구를 이용한 계란이송 메커니즘 설계

#### 3.1 기구해석

계란선별기의 packer holder 메커니즘에 요구되는 기구학적 운동 특성은 i) Basket 이 계란을 담고 이송하는 동안에는 계란이 파손되지 않게 느리게 하강하여 안정적으로 계란을 이송하고 동시에 가속도가 중력가속도를 넘지 않아야 하며(식(2) 참조) ii)이송을 완료하고 상승운동을 할 때는 다음 계란을 이송하기 위해 빠르게 이동해야 한다. 기존의 슬라이더 크랭크 메커니즘은 하강 및 상승운동의 경우 이송속도가 일정하게 되므로 위와 같은 조건을 만족시키는데 불리했다.

이를 개선하기 위한 한 방법으로서 급속귀환기구의 이용을 생각해 볼 수 있다. 이 장치가 효과적으로 작동되면 basket 이 계란을 담은 채 하강할 때는 저속으로 이동하고, 계란이 없이 이동하는 상승구간에서는 고속운동을 함으로써 안정적인 계란의 이송이 가능하다. Fig. 6 에 본 과제에서 개발된 급속귀환기구를 도시하였고, 그것의 kinematic diagram 을 Fig. 7 에 나타내었다. 급속귀환기구는 모

두 6 개의 링크와 5 개의 회전조인트 그리고 2 개의 미끄럼 조인트로 구성되었다. 동력축에 연결된 링크 1 이 회전하면(Fig. 7 참조) 그에 연결된 링크 2 는 링크 3 과 미끄럼 운동을 하고 링크 4 는 링크 3 및 미끄럼 운동을 하는 링크 5 와 회전조인트로 연결된 구조이다. 링크 5 는 basket 의 운동을 나타낸다고 할 수 있다.

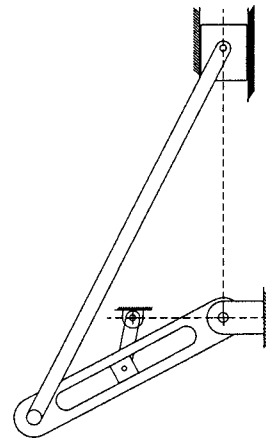


Fig. 6 Quick return mechanism of packer holder

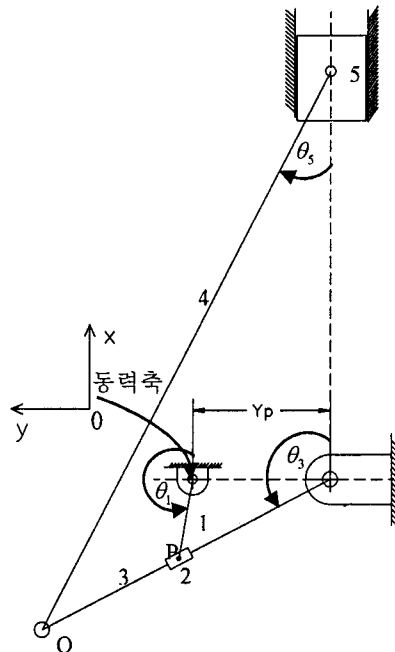


Fig. 7 Kinematic diagram of quick return mechanism

링크 1, 링크 3, 링크 4 의 길이를 각각  $r_1, r_3, r_4$  라고 할 때, 링크 1 과 링크 2 의 연결 조인트인 점 P 의 좌표  $x_2, y_2$  는 다음과 같다.

$$x_2 = r_1 \cos \theta_1, \quad y_2 = r_1 \sin \theta_1 \quad (13)$$

링크 3 의 끝점 Q 의 좌표  $x_3, y_3$  는 다음과 같이 나타내진다.

$$x_3 = r_3 \cos \theta_3, \quad y_3 = r_3 \sin \theta_3 + Y_p \quad (14)$$

식(14)에서  $\cos \theta_3$  및  $\sin \theta_3$  는 Fig. 6 를 참조하여 다음 식과 같이 표현된다.

$$\cos \theta_3 = \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2 + (y_2 - Y_p)^2}}, \quad \sin \theta_3 = \frac{y_2 - Y_p}{\sqrt{x_2^2 + (y_2 - Y_p)^2}} \quad (15)$$

Fig. 7 의  $\theta_3$  는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\theta_3 = \sin^{-1} \frac{y_2 - Y_p}{r_4} \quad (16)$$

급속회환기구의 출력 값인 링크 5 의 x 좌표 값은 다음과 같이 표현된다.

$$x_5 = x_3 + r_4 \cos \theta_3 \quad (17)$$

링크 5 의 동력축의 회전각에 대한 속도 및 가속도는 식(17)의  $x_5$  을  $\theta_1$  으로 미분하여 구할 수 있으며 이것을 시간에 대한 속도, 가속도 값으로 변환하려면 회전속도  $\omega$  (rad/sec) 및  $\omega^2$  을 각각 곱해서 얻을 수 있다.

### 3.2 최적설계

급속회환기구의 하강 가속도 역시 중력가속도보다 작아서 계란이 basket 과 분리되지 않아야 한다. 즉 식(2)의 조건을 만족시키면서 하강할 때의 속도는 되도록 작게 하고 상승구간에서는 빠르게 작동하는 것이 최적설계의 목표가 된다.

급속회환기구의 가속도는 basket 이 최상점에 있는 위치(이때  $\theta_3$  는 0 값을 갖는다)에서 -x 방향으로(Fig. 7 참조) 가장 큰 값을 갖다가 점차 +x 방향으로 증가한다. -x 방향의 가속도가 중력가속도

를 넘지 않아야 하므로  $\theta_3$  가 0 일 때( $\theta_1$  이 아님) 동력축의 회전속도를 될수록 크게 하면서 링크 5(식(17), Fig. 7 참조) 의 -x 방향 가속도를 최소화하는 것을 목적함수로 삼아 최적화를 수행하였다.

식(15) 에서 다음 식이 유도된다.

$$\theta_3 = \tan^{-1} \frac{y_2 - Y_p}{x_2} \quad (18)$$

식(18)에서  $\theta_3 = 0$  일 때는  $y_2 = Y_p$  임을 알 수 있다. 이것과 식(13)의 두 번째 식으로부터 다음 식이 유도된다.

$$\theta_1 = \sin^{-1} \frac{Y_p}{r_1} \quad (19)$$

식(19)는 링크 5 가 최상점에 있을 때( $\theta_3 = 0$ )의  $\theta_1$  의 각도를 나타낸다.

링크 5 의 최대 이동거리는 링크 3 길이의 두 배가( $2r_3$ ) 된다. 이 행정거리를 50mm 로 가정한다면  $r_3 = 25$  mm 가 된다. 링크 4 의 길이를 84 mm, 동력축이 165 R.P.M 으로 회전한다고 가정하자.

식(17)에 나타난  $x_5$  를  $\theta_1$  에 대해 두 번 미분한 값에 식(19)를 대입하면 basket 이 상사점에 위치할 때의 가속도를 얻게 되고 이것이 최소화 해야 할 값이 된다. 실제적으로 식(17)을 해석적으로 미분하기는 어렵기 때문에 최적화 과정에서는 수치해석적 방법을 사용하였다. 설계변수를  $r_1$  과  $Y_p$  로 하고 두 값의 변화 구간을 미리 설정한 다음 상기한 최적화를 수행하였는데, 최적화 방법으로는 gradient method<sup>6</sup> 를 사용하였다. 최적화의 결과 값으로  $r_1 = 20$  mm,  $Y_p = -7$  mm 의 값을 구하였고 이때의 가속도와  $\theta_1$  값은 각각  $-9.67$  m/s<sup>2</sup> 과  $-20.5^\circ$  가 된다.

링크 5 가 최상점에 있을 때를 시작점으로 하여  $\theta_1$  이 1 회전할 때의 링크 5 의 연직방향 이송거리를 그래프로 나타내면 Fig. 8 과 같다. 그림에서 하향운동은 상향운동보다 회전각에 대한 기울기가 완만한 것을 알 수 있다.

Fig. 9 에는 링크 5 의 속도를 나타내었는데, 링크 5 는 상향운동에서 최고속도가 0.69 m/s 로서 하강운동의 최고속도  $-0.34$  m/s 에 비해 2 배 더 빠르며 하강운동 구간에서 전반적으로 저속으로 운동

함을 알 수 있다.

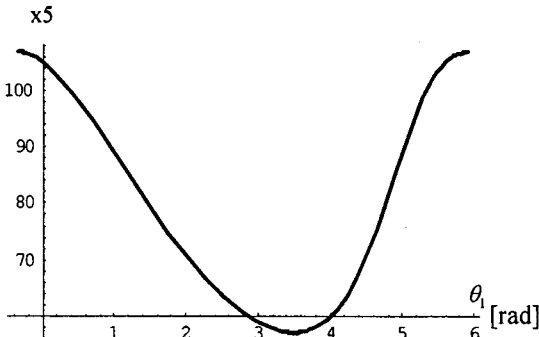


Fig. 8 Falling distance of quick return mechanism

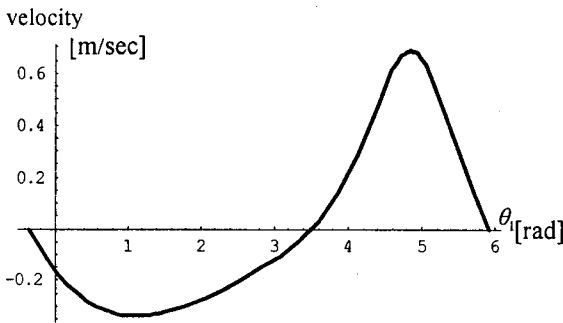


Fig. 9 Velocity of quick return mechanism

링크 5 의 가속도를 Fig. 10 에 도시하였다. 하강 운동이 시작하면서 +x 방향으로 완만하게 증가하던 가속도는  $\theta_1$  이 3.5 rad 부근에서 급격히 증가하며 4.35 rad (249°) 에서 12.81m/s<sup>2</sup> 으로 최대값을 갖는다. 계란이 basket 과 함께 하강하다가 basket 이 열려서 계란판에 투하되는 시점이 급속귀환기구에서는  $\theta_1 = 3.31$  rad 에서 이루어진다. 따라서 상승할 때의 급격한 가속도 증가는 계란이 basket 을 떠난 뒤에 발생하므로 계란에 아무 영향도 미치지 않는다.

급속귀환 기구를 이용한 계란이송장치는 basket 이 계란을 담고 하강할 때는 낮은 속력과 가속도로 운동하며 계란을 투하하고 상승할 때는 빠르게 이동한다.

Fig. 11 에 슬라이더 크랭크 메커니즘을 적용한 packer holder 의 속도곡선을 나타내었다.(운전속도 165 R.P.M) 이것을 Fig. 9 에 나타낸 급속귀환장치의

속도 곡선과 비교해 보면, 계란이 하강운동을 하는 구간에서는 급속귀환장치의 속도가 상대적으로 작으며 하강운동이 일어나는 구간도 더 크다.

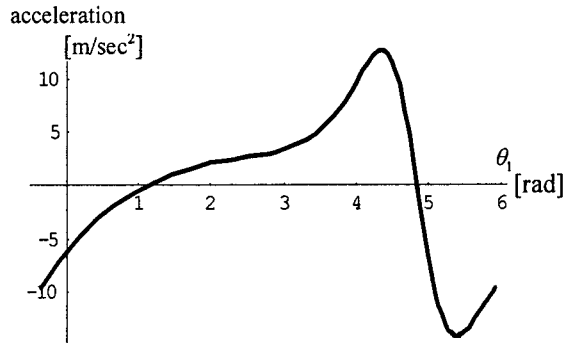


Fig. 10 Acceleration of quick return mechanism

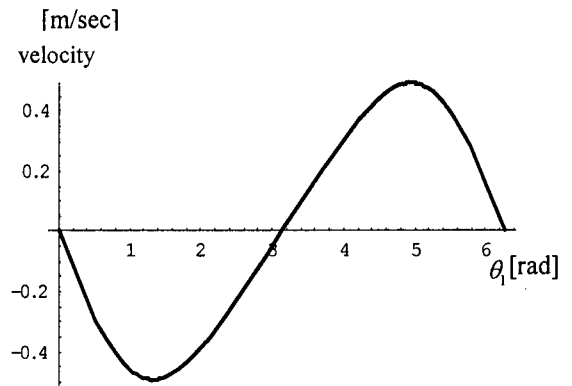


Fig. 11 Velocity of slider-crank mechanism

Packer holder 에서 Fig. 1 에 나타낸 슬라이더 크랭크 메커니즘 대신 급속귀환기구를 사용한 예를 Fig. 12 에 수록하였다. 여기서는 Fig. 6 나타낸 급속귀환기구의 링크 2 를 없애고 회전조인트 및 슬라이더 크랭크 조인트를 하나로 묶어서 half 조인트(접촉조인트)<sup>7</sup> 로 연결하여 결과적으로 동일한 작용을 하는 5 개의 링크기구를 보여준다.

Packer holder 메커니즘에서 급속귀환기구와 슬라이더 크랭크를 사용한 경우에, 작동을 시작해서 basket 으로부터 방출되는 위치(동력축 회전각) 와 이 구간에서의 최고속도 및 평균속도를 Table 2 에서 서로 비교하였다.(동력축 속도 165 R.P.M)

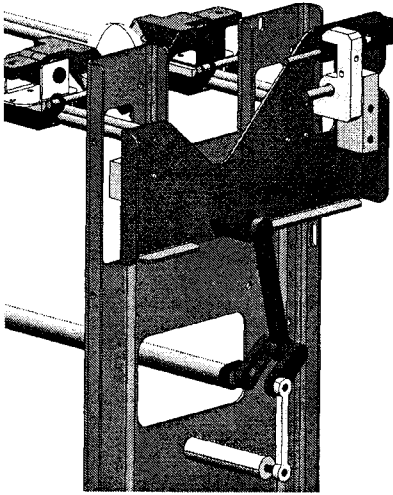


Fig. 12 Packer holder with quick return mechanism

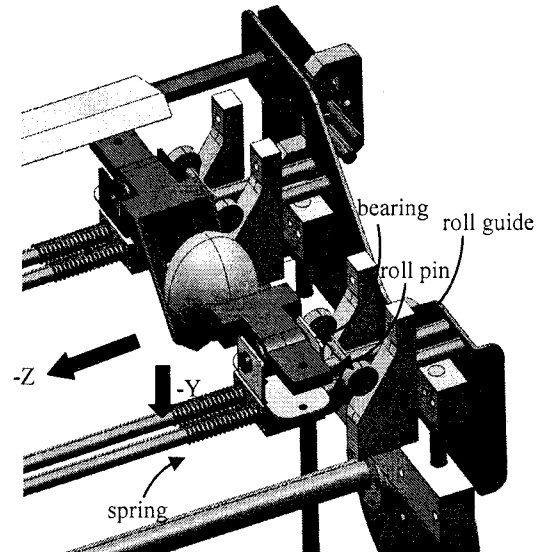


Fig. 13 Movement of egg

Table 2 Velocity of two mechanisms (165R.P.M)

	Angle for releasing egg	Minimum velocity(m/s)	Average velocity (m/s)
Slider crank mechanism (A)	152°	-0.46	-0.32
Quick return mechanism (B)	190°	-0.34	-0.23
reduction ratio (1-B/A)		27.0%	27.6%

급속귀환기구의 상대적으로 늦은 하강운동 때문에 슬라이더 크랭크 메커니즘에 비하여 계란이 방출되는 각도가 38° 더 늦다. 또한 최고속도와 평균속도 역시 급속귀환기구가 27% 정도 작는데 이것은 계란의 안정적인 이송을 위하여 유리한 조건이다. 하강운동 구간에서는 5 개의 계란 및 이송장치가 함께 운동하여 비교적 중량이 무거운 상태이므로 속도를 작게 유지하는 것이 필요하다.

Packer holder 의 하강운동 구간에서 계란은 basket 에 담겨져서 Fig. 13 에 나타난 -Y 방향으로 이송된다. 이 과정에서 roll guide 의 경사면에 접촉하고 있는 베어링 및 roll pin 에 의하여 basket 과 계란은 -Z 방향으로 이동하게 된다.

이 방향으로의 이동이 필요한 이유는 하강운동을 하면서 아래에 위치한 계란판의 정확한 위치에 계란을 이송하기 위해서다. -Z 방향으로의 운동은 packer holder 에 진동과 소음을 유발하며 계란이 basket 안에서 들쭉거리는데 매우 큰 영향을 미친다. Basket 사이에는 스프링이 있어서 (Fig. 13 참조) 서로 간에 간격을 유지 시키는데 이송속도가 빠르면 basket 이 -Z 방향으로 급격히 움직이는 과정에서 심하게 요동치게 된다. 이렇게 되면 이송 도중 계란이 basket 에 얹혀진 위치가 변하게 되고 이것은 계란이 계란판의 정확한 위치에 제대로 투하되지 못하는 원인이 된다. 계란의 이송속도가 Table 2 에 나타난 것처럼 27% 감소하면 계란의 이송 불안정성이 크게 개선된다. 동력축의 회전속도가 165 R.P.M 일 때, 급속귀환기구의 계란 이송 속도는 슬라이더 크랭크 메커니즘의 경우에는 120 R.P.M 으로 작동할 때의 속도와 같은데 이것은 급속귀환기구가 계란을 슬라이더 크랭크 메커니즘과 같은 속도로 이송하면서도 동력축의 속도가 38% 상승 됨을 의미한다. Parker holder 메커니즘은 동력축이 1 회전하면 5 개의 계란이 계란판으로 이송된다. 따라서 동력축의 회전속도 증가는 그대로 시간당 계란이송량의 증가(즉 packer holder 에 의한 계란 처리 속도의 단축)을 의미한다.



#### 4. 결론

계란선별기의 계란이송 메커니즘 기구해석을 수행하였다. Basket 위에 놓여져서 이동하는 계란의 운동을 분석하고 안정적인 이송을 위해 필요한 운동조건을 도출하였다. 또한 계란이 운동하는 동안에 basket 으로부터 받는 힘과 계란이 낙하하여 계란판에 닿을 때의 충격량을 계산하여, 여러 가지 작동속도 아래에서 계란의 안정성을 검증하였다.

급속귀환기구를 사용한 새로운 구조의 계란이송 메커니즘을 개발하였다. 이를 위하여 메커니즘 해석과 최적설계의 과정을 거쳤으며 최종적으로 얻어진 링크의 치수를 실제 구동조건에 맞게 링크기구로 형상화 하였다. 계란이 basket 에 있는 동안에는 안정적 이송을 위하여 저속으로 작동되고 계란을 투하한 후의 귀환과정은 신속히 이루어지는 급속귀환기구는 기존의 슬라이더 크랭크 메커니즘에 비하여 계란의 안정적 이송을 크게 개선시킨다.

#### 후 기

이 논문은 산업자원부에서 시행한 부품·소재 종합기술지원사업의 기술지원 결과임.

#### 참고문헌

1. Lee, J. Y., "Mechanism Development of Egg grading system," Ministry of commerce, industry and energy, pp. 17-19, 2007.
2. Martin, G. H., "Kinematics and Dynamics of Machines," 2nd Ed. McGraw-Hill, pp. 172-174, 1982.
3. 등급란 및 일반란 품질비교 조사결과(요약), 축산물등급판정소, 2003. 5. 2.
4. 계란등급 판정 기준 및 방법, 축산물등급판정소, 2003. 5. 19.
5. 농림부고시 축산물 등급판정 세부기준, 제 2003-14 호, 2003. 3. 28.
6. Kreyszig, E., "Advanced Engineering Mathematics" 7th Ed. John Wiley & Sons, Inc., pp.1084-1087, 1993.
7. Lee, J. Y., "Mobility in the contact joint," Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 24, No. 4, pp. 109-114, 2007.