

파란 선별용 그립퍼의 개발

- 파란의 파손위치 및 파괴강도에 관한 연구 -

Development of Gripper for Damaged Egg Selection

- Location of Broken Point and Measurement of Egg Shell Strength
for Damaged Eggs -

서일환*

정회원

I. H. Seo

김기대*

정회원

K. D. Kim

1. 서 론

우리나라의 양계산업은 1995년 말 현재 약 4천 6백만수로 여기서 생산되는 계란은 약 92억개이다. 이 값은 국민 1인당 연평균 200개 이상 소비하는 수치로 계란은 국민 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있음을 알수 있다.

계란은 외부로부터의 환경변화에 대하여 내부물질을 보호하기 위하여 난각이 존재하게 되는데, 이는 습기 및 기압변화, 미생물의 침입 등을 막고 있다. 이러한 역할을 하는 난각의 파손은 계란의 운송을 힘들게 하고 장기저장을 어렵게 한다.

소규모 양계장에서는 대부분이 난을 인력에 의존하여 수거, 분류 포장하고 있으나 규모가 큰 양계장에서는 자동집란 컨베이어 시스템이 설치되어 있고 이를 세척, 기름바르기, 육안에 의한 파란선별, 분류, 난좌삽입, Packing 등이 자동화 되었다. 그러나 파란, 연관 등의 이상난은 대부분 농장에서 인력에 의존하여 선별하고 있다.

양계장에서는 계란이 이송장치에 의해서 이송되면서 모서리, 벽 등에 부딪쳐 파란이 발생하고 계란 선별기에서 발생하는 속도와 힘에 의하여 많은 난이 파괴된다.

파란의 선별을 자동화 하기 위해서는 파란을 선별하여야 하며, 이를 제거하여야 하는데 본 연구에서는 파란 제거를 위한 Robot system의 연구 개발을 목적으로 한다.

파란 제거를 위한 Robot system의 기계적인 설계를 위한 기초자료로는 계란 자체의 물리적인 성질의 구멍이 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 1)파란의 파손형태별 파손위치를 조사하여 그립퍼가 잡을 파란의 위치를 찾아내고, 난각 파괴강도 측정기를 이용하여 2)정상난과 파란의 난각 파괴강도를 측정하고 그립퍼가 잡을 파지력을 알아내어 3)파란 선별 Robot system의 설계 기준을 제시하는데 그 목적이 있다.

* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

2. 재료 및 방법

2.1 파란의 파손위치 조사

2.1.1 조사재료의 선정

본 연구에서 사용된 실험재료는 임의로 선정한 K농장에서 1996년 4월부터 9월까지 구입한 파란을 실험대상으로 하였다. 파란은 농장에서 중량선별기를 거치기 전에 사람이 직접 육안으로 선별한 난을 선정하였고, 정상란은 중량선별기를 거쳐나온 왕란, 특대란, 중란의 3가지를 선정하였다.

2.1.2 파손위치의 조사방법

파란의 종류는 Impact Cracked, Toe-Punched, Body Check로 하였다. Impact Cracked는 계란표면이 선 모양으로 금이 간 것이고, Toe-Punched는 계란이 점 모양으로 움푹 패인 것이며, Body Check는 거미줄 모양으로 한 곳을 중심으로 사방으로 금이 간 파란이다.

파란의 물리적 특성을 조사하기 위하여 그림1과 같은 양식을 사용하였고, 상부(둔단부)에서 본 것, 측면에서 본 것, 아랫면(예단부)에서 본 것 3가지로 나타내었다. 파손의 형태와 위치는 육안에 의하여 위치표시를 하였고, 하나의 파란에 두가지 이상의 파손 종류가 있는 난은 종류수 만큼 표시하여 조사 하였다.

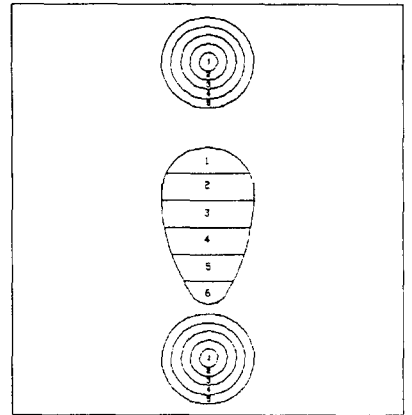


Fig. 1. The mode of check for damaged egg

2.1.3 분석방법

양식에 표시된 내용을 컴퓨터에 입력한 다음 통계프로그램을 이용하여 파란의 파손 형태별 위치에 대해서 파란의 갯수를 조사하였다. 파손형태중 Impact Cracked와 Body Check의 파란은 파손범위가 한 구역을 벗어나는 경우가 발생했다. 이 경우 파손부위의 중심을 파손 위치로하여 조사하였다.

통계프로그램에 자료를 입력하여 처리된 결과를 위치별 파손종류 형태를 그래프로 표시를 하였다.

2.2 파란의 난각파괴강도 측정

2.2.1 난각파괴강도 측정을 위한 실험재료의 선정

본 실험을 하기 위해서 파란은 형태별 파손위치조사에서 조사된 난을 이용 선택하여 실험하였고, 정상란은 몇가지로 구별할 수 있으나 무게별로 왕란, 특대란, 중란을 실험대상으로 하였다.

2.2.2 난각 파괴강도 측정 방법

본 실험에서는 먼저 정상란과 파란의 무게를 측정하였고, 무게별로 정상란 및 파란의 난각파괴 실험을 실시하여 무게에 따른 난각파괴강도의 차이를 분석하고 정상란과 파란의 난각파괴강도를 비교, 분석하였다.

계란 파괴실험시 계란의 둔단부를 상부, 예단부를 하부로하여 두가지의 난각파괴강도 실험하였으며, 난각강도측정시 계란이 쓰러지는 것을 방지하기 위해 받침을 제작하였으나 계란 파괴강도에 영향을 미치는 것을 고려하여 직접 사람이 잡고 파괴시 손을 떼어내는 방법으로 하였다.

2.2.3 난각 파괴강도 측정기의 구성

난각 파괴강도 측정기는 충남대학교 농업기계공학과에서 기 보유하고 있는 유묘 보식용 로봇 시스템을 이용하였다.

유묘보식용 시스템의 수직팔이 일정한 속도로 하강하면서 로드셀과 수직팔 사이의 계란을 파괴한다. 이때 로드셀로부터 입력된 신호를 스트레인 증폭기로 증폭하여 A/D 변환기를 거쳐 컴퓨터로 입력되게 하였고, 입력된 신호는 프로그램에 의해 계산되어, 하중으로 나타나게 하였다. 또한 프로그램은 입력된 신호를 저장 및 입력하여 원하는 부분의 난각 파괴강도의 분석을 통하여 알수 있게 개발하였다.

그림 2는 난각강도계측 및 자료수집장치의 실례이고 그림3은 컴퓨터로 입력된 자료를 분석하는 프로그램의 한 예이다.

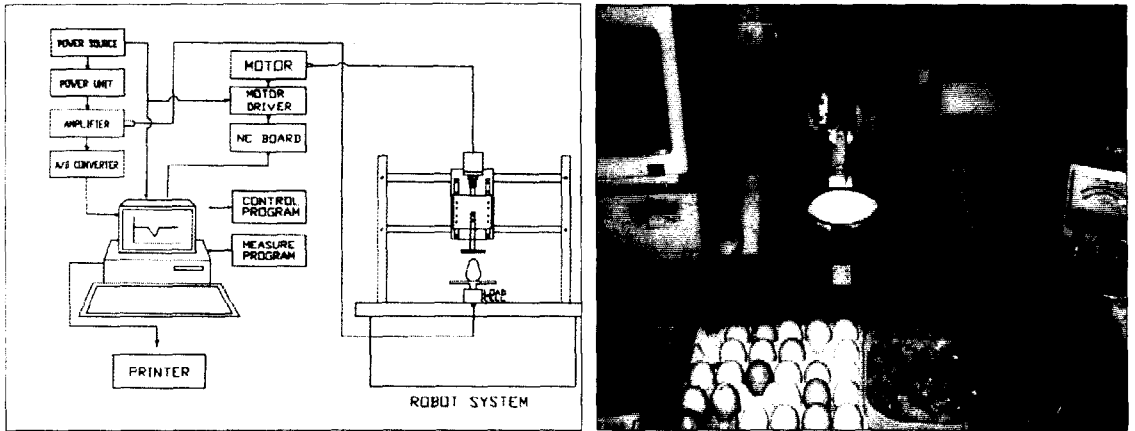


Fig. 2. Schematic diagram(a) and photograph(b) of eggshell strength measuring and data acquesst system

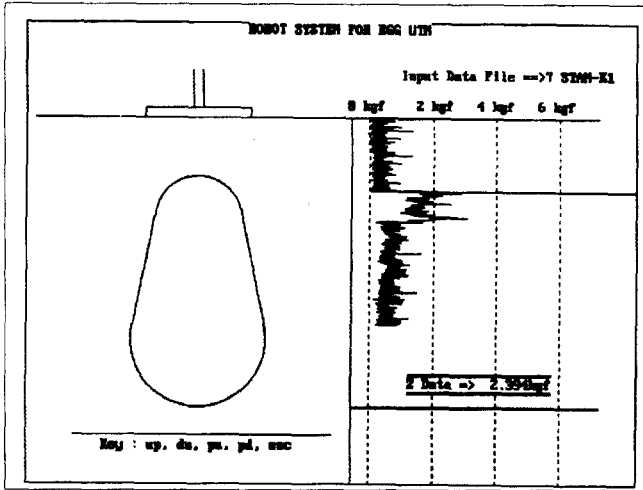


Fig. 3. The schematic diagram of analysis for measured data

본 실험기의 속도설정의 상관계수가 0.9999963로 난각의 강도를 측정하기에 적절한 측정기로 조사되었다.

측정기에서 컴퓨터로 입력된 자료를 다음의 식에 대입하여 힘을 계산하였다.

$$F = 0.0417307 + 0.006238 * V$$

여기에서 F = 난각과파력(kgf)

V = 측정값

측정된 자료를 V변수에 대입하면 힘으로 환산된다.

3. 결과 및 고찰

3.1 파란의 파손위치

파란의 위치별 파손형상에 대하여 파손량을 측정한 결과는 표 1과 같다.

Table 1. The number of kind of damaged eggs in relation to egg parts (unit:kgf)

Position \ Item	Impacted Cracked	Toe-Punched	Body Check	Total
Blunt end	84(32%)	123(47%)	55(21%)	262(100%)
Side	153(27%)	253(44%)	164(29%)	570(100%)
Point end	92(27%)	134(39%)	115(34%)	341(100%)
Total	329(28%)	510(44%)	334(28%)	1173(100%)

Toe-Punched 형태의 파란이 다른 두 종류 파란의 평균인 33%보다 약 11% 많이 나왔고, Impact Cracked와 Body Check의 파란은 갯수가 비슷한 것으로 조사 되었다.

둔단부와 예단부를 비교하면 파손량이 약 13%정도 둔단부 쪽보다 예단부 쪽이 더 많은 것으로 조사 되었고, 파란의 종류로는 Toe-Punched가 가장 많았고, 파손 위치별로는 예단부쪽이 많은 파손량을 보이는 것으로 조사되었다.

파란의 파손형태를 파손 위치별로 조사한 결과를 분석하여 그림 4에 나타내었다.

파손형태를 파손위치별로 조사하여 파손량이 많은 위치를 (a)에서 (f)까지 여섯가지로 요약 하였다.

흑색으로 표시된 부분이 많은 파손이 생긴 부분으로 (a)는 Impact Cracked형태의 파란으로, Impact Cracked형태의 파란을 조사한 결과 측면에서 조사하였을 때 3번 위치의 파손량이 가장 많은 수의 파란이 조사 되었다.

(b)와 (c)는 표면이 움푹 패인 Toe-Punched파란이다. (b)는 중단부의 중앙부분(1번)에서, (c)는 예단부의 끝부분에서 약간 벗어난 부분에서 가장 파손이 많았다.

(d)에서 (e)는 실선 등이 사방으로 그물형상을 하고 있는 Body Checked 파란이다. (d)와 (e)는 중단부 또는 예단부의 각 중앙에서 약간 벗어난 위치에 파손이 많았고, (f)는 예단부의 끝 부분에 파손이 많았다.

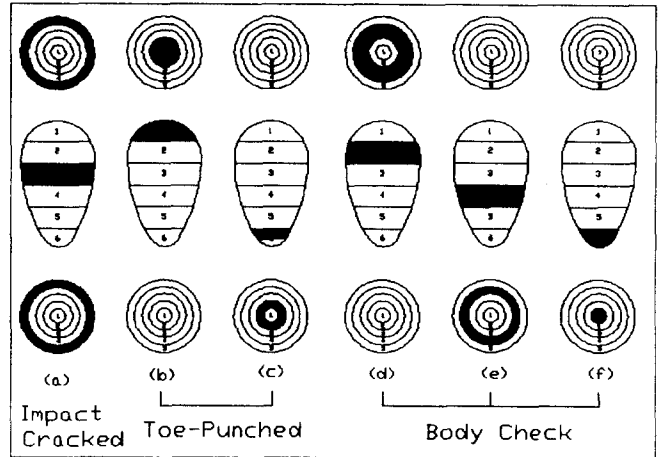


Fig. 4. Schematic of the damaged parts in damaged eggs.

3.2 파란의 난각파괴강도실험

본 실험을 하기 위해서 파손위치조사에서 조사된 6가지의 파란(그림 4)을 이용하였다.

파란은 그림 4의 6가지와 연관 1가지를 포함하여 총 7가지를 실험대상으로 하였으며 각각 6개씩 총 42개를 준비하였다.

실험한 파란의 난각파괴강도 실험 결과를 그래프상에 표시하면 그림 5와 같고 각 종류별 및 강도의 평균은 표 2와 같다. 대부분 파란의 난각파괴강도는 1~2kgf으로 정상란의 난각파괴강도인 3~3.8kgf보다 약 50%정도는 낮은 난각파괴강도를 나타내었다.

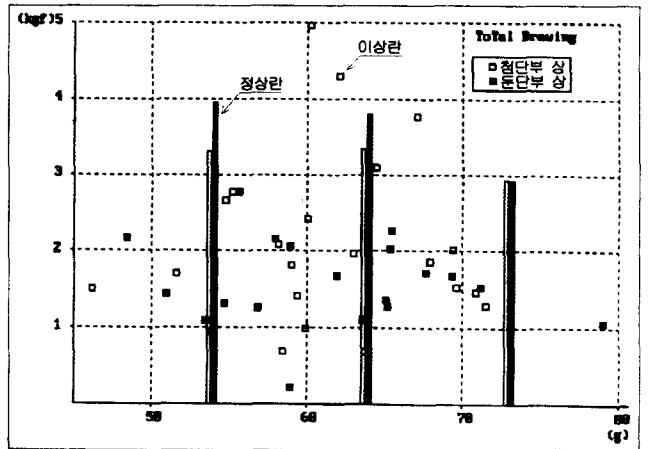


Fig. 5. The egg shell strength of egg in relation to egg weight.

Table 2. The egg shell strength of normal and damaged eggs. (unit:kgf)

Item		Breaking method		Average
		Upper point-end	Upper blunt-end	
Damaged eggs	Impact Cracked(a)	2.66	1.90	2.28
	Toe-Punched (b)	1.23	1.18	1.21
	Toe-Punched (c)	2.91	1.35	2.13
	Body Check (d)	1.54	1.30	1.42
	Body Check (e)	2.57	1.41	1.99
	Body Check (f)	1.38	1.46	1.42
	Soft Shell (g)	2.72	2.20	2.46
	Average	2.14	1.54	1.84
Normal eggs	Midle eggs	3.31	3.95	3.63
	Large eggs	3.35	3.80	3.57
	Jumbo eggs	2.93	2.91	2.92
	Average	3.20	3.54	3.37

파란의 난각파괴강도는 정상란 보다 약 45%정도 낮게 나왔으며 파란에서는 예단부를 상부로 하였을 경우 더 강한 난각파괴강도가 나왔다. 가장 작은 난각파괴강도를 보인 것은 Toe-Punched(b)형태이며, 이와 비슷한 난각파괴강도를 나타낸 Body Check(d)와 (e)를 포함한 3가지의 파란은 그러므로 파란을 잡을 때 힘의 강약 조절에 주의를 필요로 하는 것으로 나타났다.

연란은 난각파괴강도가 다른 파란보다 난각의 파괴강도가 약하지 않기 때문에 연란보다 낮은 난각파괴강도를 갖는 3가지(Toe-Punched(b), Body Check(d), (e))의 파란을 기준으로 하여 파란을 잡는 그립퍼를 개발하여야 할 것으로 사료된다.

정상란의 파괴강도는 중량이 무거워지면서 약간 강도가 떨어지는 경향을 보이지만 거의 일정한 파괴강도를 가지고 있었고, 파란의 난각파괴강도는 대부분이 1-2kgf의 범위에 속해 있지만 그 범위를 벗어나는 파란이 많이 있는 것으로 조사되었다. 이것으로 파란은 일정한 파괴강도를 갖지 않고 파손정도 및 파손위치에 따라 난각파괴 강도가 불규칙한 파괴강도를 나타낸다고 볼 수 있었다.

4. 결론

파란의 파손위치를 조사한 결과 어느 일정한 부분에서만 파손이 일어나지 않고 거의 모든 부분에서 파괴가 일어났기 때문에 파손이 일어나지 않은 부분을 찾을 수는 없었다. 그리고 정상란은 3kgf이상의 일정한 난각파괴강도가 나왔지만 파란은 0.2kgf의 작은 난각파괴강도와 정상란의 난각파괴강도보다 큰 값에서 파괴가 일어나는 파란도 있었다. 이것으로 파란은 일정한 난각 파괴력을 얻을 수는 없었지만, 최저 파괴력이 0.2kgf정도인 것을 알 수

있었다. 이것은 0.2kgf이하의 난각파괴강도를 갖는 파란은 컨베어 및 세척기, 선별기를 거치면서 완전 파괴가 일어났기 때문이라고 사료된다.

계란의 상하 교체 난각파괴실험에서도 약간의 난각파괴강도 차이가 있었고, 큰 차이는 아니었지만 파란을 그립퍼로 잡을 때는 방향에 따라 작은 힘에도 파란이 완전히 깨어질 수 있기 때문에 파란을 잡는 방향도 고려를 해야 할 것이다.

그러므로 파란 선별용 로봇의 그립퍼는 난각파괴강도 실험으로 알 수 있듯이 파란은 0.5kgf보다 적은 힘에서도 파괴가 일어나기 때문에 파란을 직접 잡는 형태로는 어려우며 파란에 가장 적은 힘이 가해지는 형태인 들어올리는 형으로 설계되어야 할 것으로 판단된다.

또한 들어올리는 방향도 둔단부와 예단부에서 적도부 쪽으로 감싸면서 그립퍼의 핑거부분이 파란의 표면에 가장 넓은 면적이 접촉하게 해야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 류관희 외 3인. 1996. 지능로봇공학. 문운당. 148-155
2. 박성환. 1985. 공업통계학. 대명사
3. DAVID A. ROLAND, SR. 1977. The Extent of uncollected eggs due to inadequate shell. Poultry Science 56:1517-1521
4. CARNARIUS, K.M., K.M. CONRAD, M.G. MAST, and J.H. MACNEIL. 1996. Relationship of eggshell ultrastructure and shell strength to the soundness of shell eggs. Poultry Science
5. Wells, R.G. and C.G. Belyavin. 1987. Egg quality-current problems and recent advances. CARFAX. Vol(20):123-157
6. ROLAND, D.A. 1978. The incidence of body-checked and misshapen eggs in relation to the number of hens per cage and time of oviposition. Poultry Science 57:1705-1709
7. TALBOT, C.J. and TYLER, C. 1974. A study of the fundamental cause of natural translucent areas in eggshells. British Poultry Science 15:197-215
8. William J. Stadelman. 1990. Egg science and technology. 37-61