

# 표준육계사의 지붕을 활용한 태양에너지 설비 타당성 분석에 관한 기초 연구

## A Basic Study on Feasibility Analysis for Solar Energy Facility using Standard Broiler House Roof

김진현\* · 정성진\*\* · 김태욱\* · 최준학\*\*\* · 하유신\*\*\*\*†

Kim Jin-Hyun\*, Jung Sung-Jin\*\*, Kim Tae-Wook\*, Choi Jun-Hak\*\*\* and Ha Yu-Shin\*\*\*\*†

(Submit date : 2014. 5. 25., Judgment date : 2014. 6. 11., Publication decide date : 2014. 8. 21.)

**Abstract :** In order to reduce greenhouse gas emissions in recent agricultural energy and increase the energy self-sufficiency rate of each farmer, it is extremely important to expand the supply of solar energy using unused space of agricultural facilities, roof. This study surveyed and analyzed the environmental and administrative factors such as problems according to the structure, azimuth and latitude of broiler houses and stability of standard broiler houses required to use broiler house roof based on the poultry houses in Sangju-si. The results can be summarized as follows:

55.6% of the solar energy facilities of according to the classification of arable lands of broiler houses were available, and 31.7% of them were available by classifying according to the azimuth. However, 20.6% of them were available in the survey considering all the arable land and azimuth. In the roof inclination of the broiler houses, from 20 to 25° was the most common, 30 broiler houses. The broiler houses with the roof inclination more than 20° accounted for 63% of the total. It was considered that the inclination was generally proper. In the structural safety, only 3 broiler houses that were constructed as a standard broiler house were available. In practice, all but one broiler house was inappropriate to expand the solar energy project using roof. The solar thermal facility weighed 63.6 kg/m<sup>2</sup> in total: the frame and solar thermal collector weighed 27.8 kg/m<sup>2</sup> and 35.8 kg/m<sup>2</sup>, respectively. The standard broiler house required to be internally reinforced. This study suggested a plan for internal reinforcement and a feasible plan because there were problems with structural safety when installing solar thermal and photovoltaic systems.

**Key Words :** 방위각(Azimuth), 지붕각(Roof inclination), 표준육계사(Standard broiler house), 태양열시설(Solar thermal facility), 구조안전성(Structural safety)

\*\*\*\*† 하유신(교신저자) : 경북대학교 생물산업기계공학과  
E-mail : yushin72@knu.ac.kr, Tel : 053-950-5792  
\*김진현 : 경북대학교 정밀기계공학과  
\*김태욱 : 경북대학교 정밀기계공학과  
\*\*정성진 : 경북대학교 과학기술대학원생  
\*\*\*최준학 : 예도인건축

\*\*\*\*† Ha Yu-Shin(corresponding author) : Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University.  
E-mail : yushin72@knu.ac.kr, Tel : 053-950-5792  
\*Kim Jin-Hyun : Department of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook National University.  
\*Kim Tae-Wook : Department of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook National University.  
\*\*Jung Sung-Jin : College of Science and Technology, Kyungpook National University.  
\*\*\*Choi Jun-Hak : Yedoin Architects

## 1. 서 론

최근 전기 대란으로 인한 전기요금이 2013년 11월 평균 5.4% 상승하였다. 농업부분도 3% 상승하여 전기료 상승에서 예외가 되지 못했다. 유가의 가격 폭등으로 겨울철 난방에 에너지 비용이 어려움을 겪고 있다. 그러나 전기의 생산은 약 90%가 화력과 원자력에 의존하고 있으며 신재생에너지는 2.8%<sup>1)</sup>로 아직은 선진국에 비하여 매우 낮은 편이다. 1차 국가에너지기본계획(2008~2030)과 2차 국가에너지기본계획(2013~2035) 모두 신재생에너지 비중을 11%<sup>1)</sup>로 설정하고 투자를 확대하고 있다. 또한 신에너지 및 재생에너지 개발이용 보급촉진법령집(2012.2)에는 2014년 907GWh 보급을 목표로 설정<sup>2)</sup>되어 있으나 실질적인 보급은 이에 미치지 못하고 있다.

신에너지 및 재생에너지 개발이용 보급촉진법령 제17조 2에 따르면 농업시설의 비활용 공간을 활용한 발전 차액제를 정부에서는 적극 시행하고 있어 농업시설물의 지붕을 이용한 태양에너지의 생산이 농업시설에서 확대될 가능성이 높아졌다. 그러나 농업시설의 상당 부분은 농림지역에 건축되어 있어 사실상 발전사업을 근본적으로 제한하고 있다. 다행히 최근 농지법시행령 29조의 개정사항에는 2013년 12월 30일부터 2015년 12월 31일까지 2년간 한시적으로 발전사업이 가능하도록 법령이 개정<sup>3)</sup>되었다. 또한 녹색건축물 조성 지원법이 2013년 3월 23일 제정됨에 따라 건축물의 온실가스 배출량 감축을 추진하기 위해 기존 건축물에 대한 에너지 효율화를 추진함을 원칙<sup>4)</sup>으로 하고 있다. 그러나 육계사의 경우 사람이 거주하는 공간이 아니므로 단열규정에는 적용을 받지 않지만 난방 및 냉방의 에너지 손실

이 매우 큰 문제점을 안고 있다. 더욱이 최근 습설에 의한 붕괴로 건축구조 안전성이 강화되고 있어 육계사도 표준설계의 개선이 시급한 실정이다. 우리나라 육계사의 전체 지붕면적은 10,767,946m<sup>2</sup>로 추정되지만<sup>5)</sup>, 육계사 등의 농업시설들이 태양열 설비나 태양광 설비를 설치하는데 지붕의 방향, 지붕의 경사각 및 지붕의 구조적인 안정성에 대한 전반적인 문제점을 분석하고 향후 제도적인 장치의 마련이 필요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 상주지역의 육계사를 중심으로 농업시설의 비활용 공간인 지붕을 활용하여 태양에너지의 보급 확대를 위한 환경적, 행정적인 요인들을 조사 분석하였다. 조사분석의 주요 항목으로는 설비에 따른 관계법령의 분석과 현황, 농지의 분류에 따른 설비 문제점, 농업시설의 방향과 지붕각 및 구조의 안정성을 분석하여 향후 태양에너지의 보급에 따른 개선점을 제시하고자 한다.

## 2. 조사 및 방법

### 2.1 현장조사 방법

표준육계사는 그림 1과 같이 3가지 형태로 분류되어 있다. 각각의 표준육계사는 (a)형 표준형과 (b)형 해안형, (c)형 산간형으로 분류된다. (a)형은 H형강을 이용한 경량철골 구조로서 가장 많이 건축되고 있으며 (b)형은 풍하중을 고려한 백강관 파이프 형태의 해안형이다. (c)형은 설하중에 강한 산간형으로서 일반철골구조에 비해 가격이 50% 정도 저렴하여 최근 가장 각광을 받고 있는 L.E.B(Lightweight Fre-Engineering Build System) 구조를 나타내고 있다.

본 연구에서는 (a)형의 경량철골 구조로 건축된 육계사를 중심으로 설비 안정성에 대한

구조보강 해석을 하였다.

표준육계사의 구조 안정성에 대한 3D modeling 은 midas Gen(MIDASIT, korea) 프로그램을 이용하였다. 부가 하중은 고정하중(Dead load), 설하중(Snow load), 풍하중(Wind load), 지진 하중(Seismic load)과 모멘트 및 전단력 해석을 하였으며, 구조 보강방안에 대한 3D modeling 해석도 동시에 실시하였다.

상주지역의 가금류 농장은 총 74호이며, 총 사육두수는 3,492,000마리이다. 이중 산란계 농장 11곳을 제외하면 육계사는 63호이며, 육계사 중에도 최소 3,000수 이상을 사육하는 농장을 대상으로 하였다. 육계사의 내부온도는 병아리를 입수하여 약 28일후 배출되므로 초기에는 33°까지 온도를 높여야 한다. 따라서 에너지 소비가 많아 지붕을 활용한 태양에너지의 보급이 가장 필요한 곳으로 판단된다. 조사 방법은 현장 설문조사와 육계사의 도면을 통한 분석을 하였다. 그림 2는 상주지역의 (a)형의 표준육계사를 나타내었고, 그림 3은 우리나라 육계와 농가수를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 우리나라 전체 육계의 마리수는 산란계와 포함하여 2012년 146,835,639마리이고, 농가수는 약간 감소하여 3,144 농가에 달한다<sup>5)</sup>.

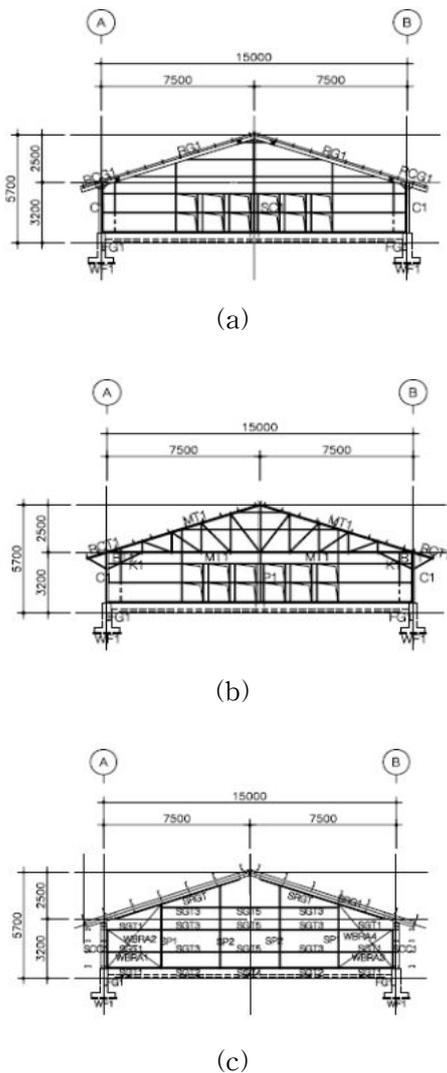


Fig. 1 Classifications of standard chicken house



Fig. 2 Standard chicken house in Sangju

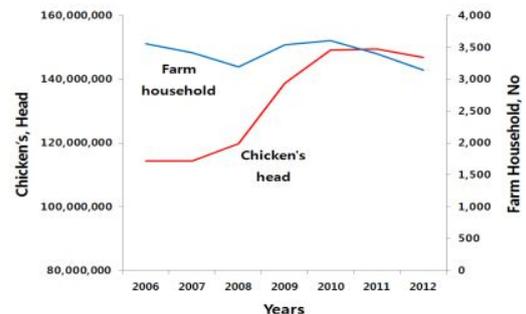


Fig. 3 Total head and farm household of chicken.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 계절에 따른 적정 지붕각

지붕의 위도에 따른 적정각도는 태양의 고도에 따라 달라진다. 태양의 남중고도란 천체가 남쪽 자오선에 위치할 때 고도이며, 태양의 하루 동안의 고도 변화는 일출 후 남중하기 전까지 증가하다가 남중 이후 일몰까지는 감소하게 된다. 남쪽 자오선은 지평선에서 남과 북을 연결한 선을 하늘로 투영했을 때 남쪽 하늘 방향의 가상의 선을 말한다. 따라서 남중 고도는 관측점에서의 위도의 여각(Complementary angle)과 그 천체의 적위(Declination)를 합한 값과 같다. 천체의 남중고도를  $h$ , 천체의 적위를  $\delta$ , 관측지의 위도를  $\phi$ 라고 하면,  $\phi > \delta$ 인 경우  $h = 90^\circ - (\phi - \delta)$ 가 되고,  $\phi < \delta$ 인 경우  $h = 90^\circ - (\delta - \phi)$ 가 성립한다. 대부분의 천체는 남중시 하루 중 고도가 가장 높아진다. 그러므로 남중고도와 적정 지붕각도는 표 1과 같다.

Table 1 Optimum roof slope angle for latitude(36°) in Sangju

Season	Culmination altitude, (Deg.)	Optimum roof slope angle (Deg.)
Spring	$90 - 36 = 54$	$90 - 54 = 36$
Summer	$90 - 36 + 23.5 = 77.5$	$90 - 77.5 = 12.5$
Autumn	$90 - 36 = 54$	$90 - 54 = 36$
Winter	$90 - 36 - 23.5 = 30.5$	$90 - 30.5 = 59.5$

표 1에서와 같이 태양에너지의 효율성은 지붕경사각에 따라 달라진다. 적정 지붕경사각은 하지에는 12.5°, 동지에는 59.5°가 유리하나 표준육계사의 지붕각도 18°로 설계되어 있어 육계사의 지붕경사각이 태양에너지 생산적 측면의 고려가 되어 있지 않음을 알 수 있었다. 상주지역의 육계사 63곳의 지붕을 조사한 결과 평균 지붕경사각은 21.5°로 나타나 하지와

춘추절기의 중간 정도로 건축되어 있었다. 특히 난방이 필요한 겨울철에는 적정위도인 59.5°까지 지붕경사각을 높이는 것은 근원적으로 어려움이 있다. 표준육계사의 경우에도 지붕각이 18°인 점을 감안하면 겨울철에는 약 41.5°를 더 높여야 하지만 지붕경사각을 상승하는 것은 건축 비용 뿐만 아니라 내부 공간의 증가로 인한 난방비의 상승으로 이어지므로 지붕의 경사각을 높이는 것이 오히려 내부에너지의 효율성에서는 불리할 수 있다.

#### 3.2 농지의 종류에 따른 분석

농지의 종류에 따른 용도를 구분하는 것은 '국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제6조'에 의해 구분된다. 토지를 크게 분류하면 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역, 보전관리지역, 생산관리지역, 계획관리지역, 농림지역 및 자연환경보전지역으로 구분된다<sup>6)</sup>. 농업지역에서 육계사는 대부분 농림지역, 계획관리지역, 보전관리지역, 생산관리지역에 분포되어 있으며 극히 일부는 자연녹지지역이나 도시지역에 건축된 경우도 있다. 농림지역에 건축된 농업시설의 경우는 농업의 생산물 생산을 목적으로 하는 농지인 관계로 근원적으로 태양광의 설비를 통한 에너지 사업이 불가능하다. 그러나 농림지역에 건축된 육계사가 가장 많은 점을 고려하면 농업시설의 태양에너지 보급사업을 확대하기 위해 지붕을 활용한 태양광 사업을 촉진시킬 필요가 있다. 다행히 최근 농업시설의 지붕을 활용한 태양에너지 생산 사업에 대하여 농지법시행령 29조의 개정사항<sup>3)</sup>에는 한시적으로 가능하게 되었다. 농업시설의 지붕을 활용한 태양에너지 사업은 농업생산물의 생산 활동에 영향을 주는 것이 아니므로 보급 확대적인 측면에서 농림지역이라도 태양에너지 사업을 촉진하는 의미에서

제한을 풀어야 할 것으로 생각된다.

상주지역의 육계사를 농지의 용도에 따라 분석한 결과는 그림 4와 같다. 그림에서와 같이 이 중에 농림지역에 설비된 농업시설은 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역으로 정하고 있어 태양에너지(태양광, 10kW이상) 사업을 할 수 없으므로 관련 법령에서 제한을 받는다. 상주지역의 육계사는 농림지역에 해당하는 농가가 전체 63호 중 31.7%인 20호에 해당하며 나머지 계획관리, 도시, 생산관리, 보전관리 지역의 농가가 35호인 55.6%로 이루어져 있다. 나머지 8호는 미확인 농지로 분류되었다. 따라서 농지의 용도에 따른 태양에너지 설비 가능지역은 약 60% 정도로 판단된다.

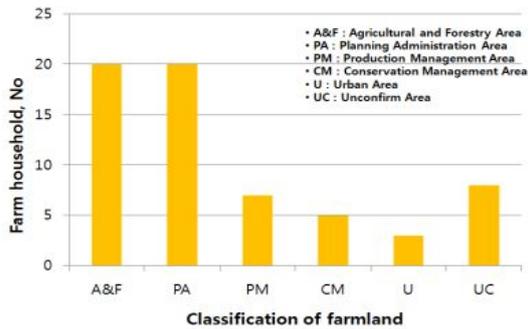


Fig. 4 Classification of farmland of a chicken farmhouse(63) in Sangju

### 3.3 방위각에 대한 분석

상주지역의 육계사 63호에 대한 지붕의 방위각은 그림 5와 같다. 지붕의 방위각은 태양에너지 생산적인 측면에서 동서방향의  $\pm 15^\circ$  이내가 유리하다. 방위각은 동남방향과 동북방향으로  $0 \sim 15^\circ$  범위를 기준으로 할 때, 총 조사농가의 20호에 해당하는 31.7%만 태양에너지 설비가 가능한 것으로 조사되었다. 태양열과 태양광을 활용하기에 비효율적인 방위각

으로 건축된 육계사가 전체의 68.3%에 달하므로 육계사의 지붕 활용이 매우 불리한 환경적인 여건을 가지고 있다. 이러한 이유는 농업시설의 건축에서 가장 우선시 되는 것이 농지의 형태에 따른 건축이 우선된 결과로 판단된다. 따라서 향후 농업시설은 지붕의 활용도를 고려하는 인식이 필요하다.

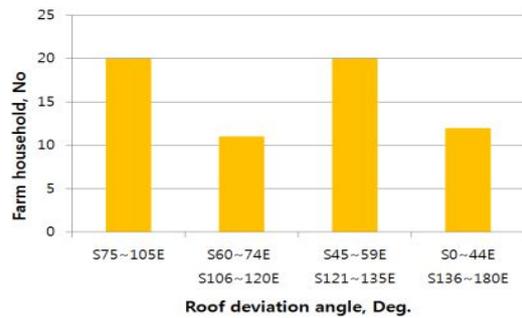


Fig. 5 Roof deviation of a chicken farmhouse(63) in Sangju

### 3.4 농지와 방위각을 고려한 분석

그림 6은 농지의 분류에서 농림지역과 미확인 농지지역을 뺀 육계사 농가 35호에서 동서방향의  $\pm 15^\circ$  범위에 속하는 농가가 13호(20.6%)인 것으로 나타나 육계사 5호 중 한곳 정도가 지붕을 활용한 태양에너지 사업이 가능한 것으로 나타났다.

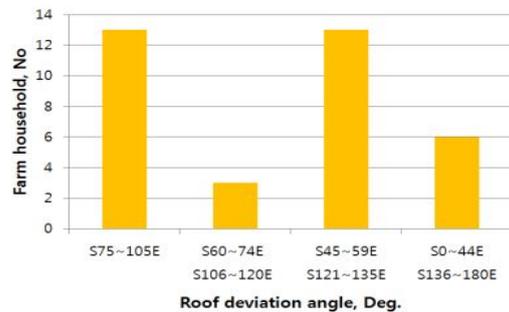


Fig. 6 Roof deviation of a chicken farmhouse(35) consideration of solar energy business in Sangju

이와 같이 농지와 육계사 지붕 방위각에 대한 조사 결과는 당초 지붕의 활용에 대한 고려가 전혀 이루어지지 않은 상태로 판단되며 농업에너지의 자급률 향상을 위해 육계사의 건축시 방위각을 동서방향의  $\pm 15^\circ$ 로 유도할 필요가 있다.

### 3.5 지붕 경사각(위도)에 대한 분석

농업시설의 지붕을 활용하여 태양광 또는 태양열 설비를 할 경우 지붕의 경사각이 매우 중요하다. 지붕의 경사각은 태양의 고도에 따라 겨울  $45^\circ$ , 여름  $0^\circ$ 가 좋으나 지붕의 각도를 계절에 따라 가변 할 수는 없어 설비의 적정 허용각을  $22^\circ \sim 45^\circ$ 의 범위로 건축하는 것이 바람직하다. 그림 7은 상주지역 육계농가 63호에 대한 지붕 경사각에 대한 조사를 나타내고 있다.

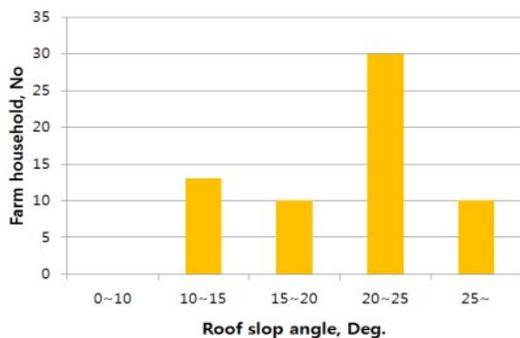


Fig. 7 Roof slop angle of a chicken farmhouse(63) in Sangju

지붕각의 조사 결과 표준육계사는 63호 중 3호이며 지붕각은  $18^\circ \sim 20^\circ$ 로 건축되었으나 대부분 함석지붕에 스티로폼, 우레탄, 갈바륨을 씌워 보온을 하고 있었다. 지붕 경사각의 조사 결과는 최저  $14^\circ$ , 최고  $36^\circ$ 이었다.  $20^\circ \sim 25^\circ$ 가 가장 많은 30호 농가였으며  $20^\circ$ 이상의 경사각으로 건축된 것은 전체의 63%로 나타났다. 육

계사 경사각의 평균은  $21.52^\circ$ 로써 태양에너지의 생산에는 비교적 적정한 것으로 판단되었다. 그러나 표준육계사 3호를 제외하고는 지붕의 건축 구조가 매우 취약하여 태양에너지 설비가 불가능 한 것으로 판단되었다.

### 3.6 지붕의 태양광설비 구조안정성 분석

농업시설의 지붕에 설비할 수 있는 태양광 시스템은 여러 종류가 있으나 KW230S (230W, 다결정)를 기준으로 산출하면 모듈당 솔라셀 ( $156 \times 156 \text{mm}$ )이 60개 씩 구성되고 모듈중량은  $19.5 \text{kg} (1642 \times 979 \times 38 \text{mm})$  이므로  $12.5 \text{kg/m}^2$ 의 하중이 지붕에 작용하게 된다. 또한 태양열 시스템의 무게는 태양광 시스템과는 달리 지붕의 경사각을 겨울철 태양의 고도를 기준으로  $22^\circ \sim 45^\circ$ 의 범위로 설비하는 것이 유리하지만 지붕경사각을 크게 하면 하중의 부담과 시설비가 증가하는 단점이 있다. 그러나 태양에너지의 효율성을 높이기 위해 표준육계사의 경우 지붕각이  $18^\circ$ 이므로 설비 프레임을  $17^\circ$ 로 설계하여 건축하였다. 태양열 시스템으로는 Heat pipe식 2중 진공관형인 SWH (1500/16, 세운전재시스템)로 하였고, 시스템의 중량( $1160 \times 1945 \times 155 \text{mm}$ )은  $80.9 \text{kg}$ 을 설비할 경우 프레임의 무게는  $27.8 \text{kg/m}^2$ , 집열관의 무게는  $35.8 \text{kg/m}^2$ 로써 전체  $63.6 \text{kg/m}^2$ 가 된다. 따라서 표준육계사의 전체 지붕에 대한 부가가하중은  $63.6 \text{kg/m}^2$ 를 기준으로 새로운 설계가 이루어져야 한다.

기존 표준육계사 등에 적용하는 표준설계도서의 구조 계획시 구조설계기준은 AIK -ASD83 (강구조 설계기준 허용응력도 설계법 1983) 기준 및 건축물의 하중기준(대한건축학회 2000)으로 설계되었으나 이후 구조 설계기준 등이 변경되어 KSSC-LSD09(현 강구조 설계기준 한계상태 설계법 2009)로 바뀌었다. 그리고 최근에 개선된 “폭설, 폭풍, 지진 등 자연재해 대비

안전 건축 추진(국토해양부 보도자료 2014.03.02.)”에 따라 기존 적설하중에 추가된 습설하중  $0.026\text{kg/m}^2$  ( $0.25\text{ kN/m}^2$ )에 대하여 추가적으로 구조검토가 되어야 한다. 기존의 건축물에 대한 설계는 과거에는 허용응력설계법이나 강도설계법을 활용했지만 최근에는 극한강도설계법으로 칭하는 한계상태설계법을 적용한다. 이 방법은 강도설계법과 거의 유사하나 비선형해석이 추가되고 부재의 극한, 피로, 극단상황의 한계상태에 대해서 정의를 하며 전체의 안전성만 평가하는 것이 아니라 각각의 한계상태에 대해서 평가를 하는 방법이다.

또한 현재 강구조의 구조계획에는 강도설계법 및 한계상태설계법이 병행하여 사용되어지고 있다. 그러므로 구조 계획시 변경된 건축물의 하중기준 및 구조설계기준을 적용하여 재계획 되어야 하며 하중기준, 내진에 대한 고려 및 자연재해의 증가 등의 요인으로 구조계획시 기존의 표준육계사 등은 구조계산에 따른 별도의 구조보강이 필요하다. 그림 7은 표준육계사의 지붕에 태양광 설비를 설치할 경우 한계상태설계법의 적용으로 보강되어야 하는 새로운 설계를 나타내고 있다.

표준육계사의 3D 모델과 고정하중, 설하중, 풍하중, 지진하중과 모멘트 및 전단력에 따른 구조 안정성의 해석 결과를 그림 8과 같이 나타내었다.

또한 3D modeling의 결과에 따라 그림 9와 같이 3가지의 구조보강 방안이 제시되었다. (a)안은 좌우대칭 구조로 기둥을 보강하는 방안으로써 가장 안정된 반면 분뇨작업 등의 내부 작업에 큰 장애를 줄 수 있다. 기둥을 배제하는 방법으로는 (b)안과 (c)안이 있으며, (b)안은 좌우대칭 구조로 기둥하단에 결합하는 방안인데 비교적 안전하지만 내부작업에 장애를 줄 수 있다. (c)안은 좌우대칭 구조로 기둥상단에 결합하는 방안인데 최소 안전을 만족

하면서 작업에 장애가 가장 적기 때문에 (c)안이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

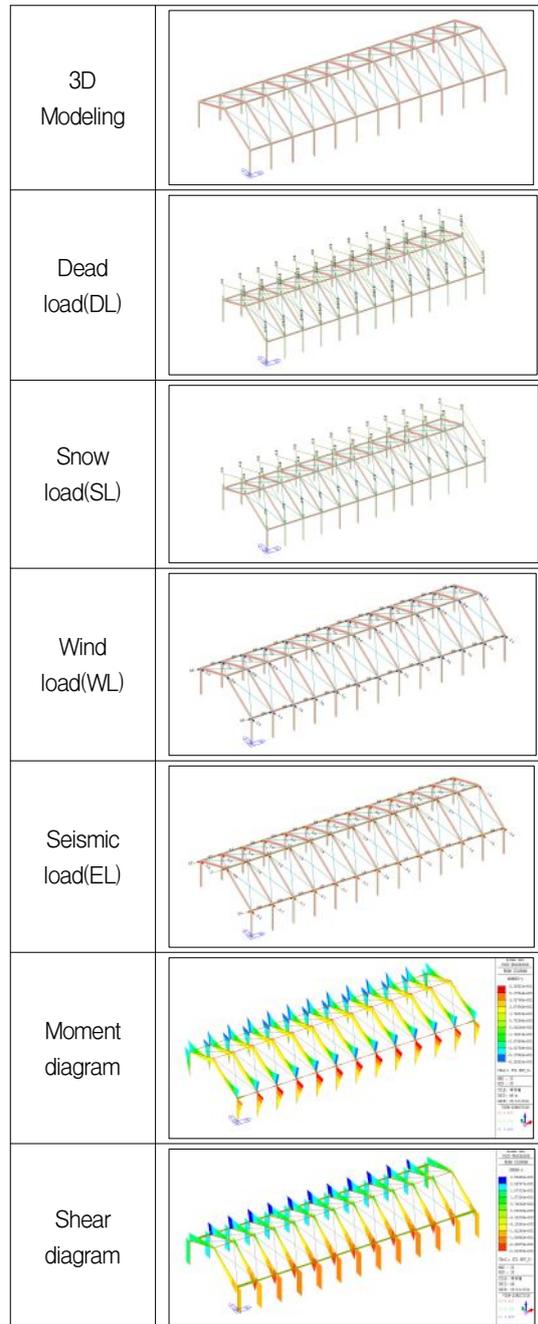


Fig. 8 3D Modeling analysis of standard chicken houses

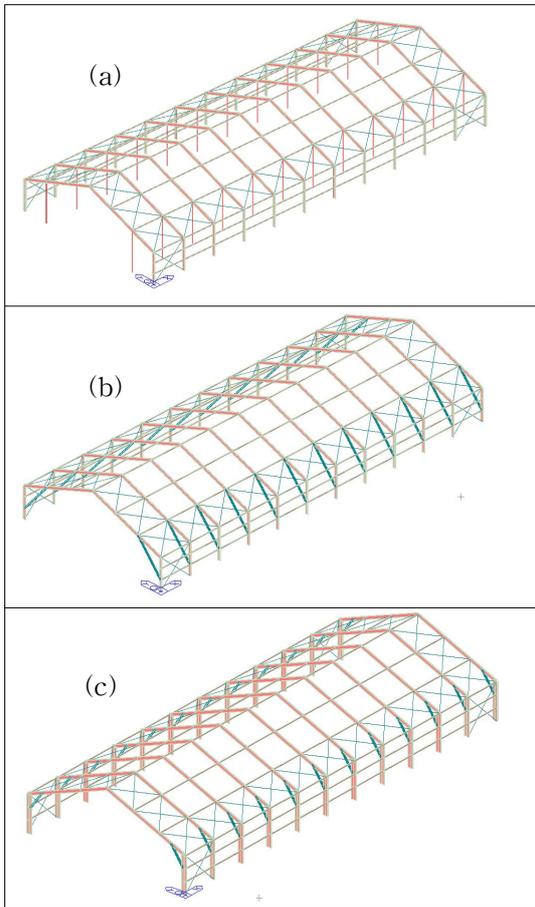


Fig. 9 Methods of reinforcement using roof in standard chicken houses

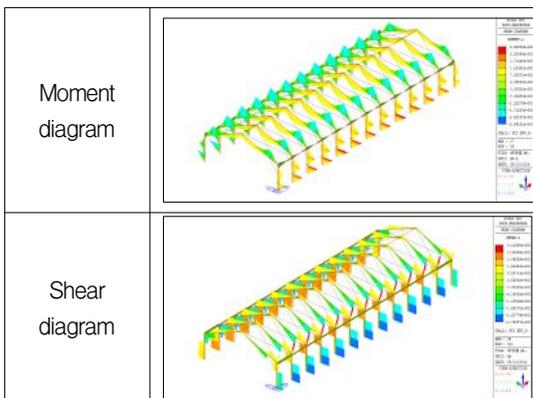


Fig. 10 3D Modeling analysis of moment and shear diagram for (c)method

(c)안에 대해 고정하중(Dead load), 설하중(Snow load), 풍하중(Wind load), 지진하중(Seismic load)을 Moment diagram, Shear diagram을 설계한 결과는 그림 10과 같으며 분뇨작업에 장애를 주지 않고 보강할 수 있는 방법으로 판단되었다.

그림 11은 (c)안에 대한 구조 보강안의 세부 설계를 제시하고 있다. 그림에서와 같이 육계사의 분뇨제거 작업시 보강빔(H-100×100×6×8)은 벽면에서 2.6m 이상 높은 곳에 지지되어 있어 작업장애를 전혀 주지 않는 구조로 판단되었다. 다만 기둥의 빔에 보강빔(H-100×100×6×8)을 설치하여 벽면과 일체가 되도록 설계함으로써 최소한의 비용으로 가장 효과적인 보강이 가능하였다.

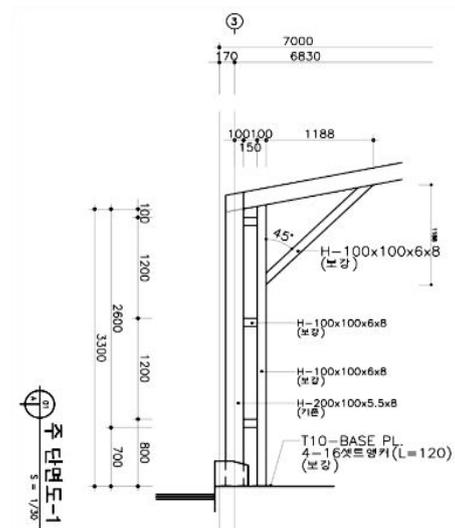


Fig. 11 Reinforcement section used by method-3 in standard broiler houses

#### 4. 결 론

상주지역의 육계사를 중심으로 농업시설의 비활용 공간인 지붕을 활용하여 태양에너지의 보급 확대하는 것은 최근 농업에너지의 운실

가스 감축방안과 개별 농가의 에너지 자급률을 높이는 차원에서 매우 중요하다. 본 연구에서는 육계사의 지붕을 활용하는데 필요한 환경적, 행정적인 요인들을 조사 분석하였다. 또한 육계사의 지붕의 구조와 경사각 그리고 방위각에 따른 문제점 분석과 태양광 설비시 표준육계사의 구조보강에 대한 방안을 다음과 같이 제시하였다.

- (1) 농지의 분류에 따른 태양에너지 설비는 상주시 육계사의 경우 55.6%가 가능하였고 방위각에 따른 분류에서는 31.7%가 가능하였다. 그러나 농지와 방위각을 모두 고려한 조사에서는 20.6%가 지붕의 활용이 가능한 것으로 나타났다.
- (2) 육계사의 지붕 경사각은 20°~25°가 가장 많은 30호 농가였으며, 20°이상의 경사각으로 건축된 것은 전체의 63%로 나타나 지붕 경사각은 대체로 적정한 것으로 판단되었다.
- (3) 상주지역의 육계사에서 태양에너지 설비가 가능한 곳은 표준육계사로 건축된 3곳 정도이며, 실제로 지붕 활용이 가능한 곳은 1곳으로 파악되었다.
- (4) 태양광 설비의 무게보다 태양열 설비의 경우 프레임의 무게는 27.8 kg/m<sup>2</sup>, 집열판의 무게는 35.8 kg/m<sup>2</sup>로써 전체 63.6 kg/m<sup>2</sup>가 되어 표준육계사도 내부 보강이 필요하였다.
- (5) 표준육계사의 지붕에 태양광 및 태양열 시스템을 설비할 경우 구조 안전성에 문제가 발생하므로 내부 구조보강이 요구되었고 적절한 보강 방안을 제시하였다.

## 후 기

본 연구는 농림축산식품부(농림수산식품기술기획평가원)의 첨단생산기술개발사업의 지원에 의해 수행되었음.

## Reference

1. MOTIE, The Second Energy Master Plan, Ministry of Trade Industry & Energy, p. 43, 2014
2. MKE, New and Renewable Energy Development-Use and Spread Promotion Statute Book, Ministry of Knowledge Economy, p. 78, 2012
3. MOLEG, Agricultural Land Law-Article 29 Acting in Agricultural Promotion Areas Can. Enforcement Decree of the Agricultural Land Law, Ministry of Government Legislation, 2014
4. MOLEG, Green Building Construction Support Act-Enforcement Decree of Green Building Construction Support Act, Ministry of Government Legislation, 2013
5. KAMICO, Agricultural Machinery Yearbook Republic of Korea, Korea Agricultural Machinery Industry Cooperative & The Korean Society for Agricultural Machinery, p. 115, 2013
6. MOLEG, Law on Planning and Utilization of the National Territory -Article 71 Enforcement Decree of Act on Planning and Utilization of the National Territory, Ministry of Government Legislation, pp. 34~35, 2014