

경량형강을 이용한 농촌주택의 최적 구조요소 선정에 관한 연구

A Study on the Optimum Structural Components of the Rural House Using the Light Gage Cold-Formed Steel Frame

정 남 수* · 이정재(서울대)

Jeong, Nam Soo · Lee, Jeong Jae

Abstract

In this study, the optimum structural components of the rural house using the light gage cold-formed steel frame is proposed. The model for selecting the optimum structural components, determines the range of load by the region and size of house, calculates the weight of the component by structural design process and optimizes a kind of the component by sensitivity analysis of the component to the total weight.

I. 서론

농촌주택은 토지이용에 대한 제약이 적고, 마을계획이나 지형적 특성에 따라 형상과 방향이 결정되며, 주거공간과 생산공간이 혼재하여 주작업에 따라 내부공간 구성이 달라지므로, 농촌에서는 아파트 등 획일적인 주택보다는 지형이나 거주자에 따른 다양한 주택이 필요하다⁴⁾. 이러한 이유로 1970년대 새마을 운동 이후 건축설계의 번거로움과 설계의뢰에 따른 농민의 부담을 덜어주고자 다양한 형태의 농촌주택 표준설계도를 보급하려 하였다¹⁾. 그러나 설계에 따른 자재나 시공기술의 개발이 미비하여 건축비를 상승시켰고 거주자에 따른 설계도의 변경 또한 어렵게 했다⁷⁾.

공업화주택은 계획, 설계, 부재의 생산, 운반, 건설, 유지관리가 일체로 된 체계이므로 규격화된 주택의 대량생산을 통하여 건축비를 절감할 수 있다³⁾. 콘크리트를 주재료로 한 공업화주택이 양산화, 규격화, 고품질화 등의 이유로 아파트와 같은 대형구조물에 보급되었으며, 농촌주택과 같은 중·소형주택으로 그 범위를 확대하려 하였으나, 주택가격에 비하여 콘크리트 패널 생산을 위한 공장과 특수 운송수단, 대형 시공장비 등 대규모 투자비의 채산성이 맞지 않아 활성화되지 못하였다⁸⁾. 미국의 경우 풍부한 산림자원과 오랜 기간 축적된 시공기술을 바탕으로 중·소형주택에 목질계 공업화주택을 도입하여 건축비를 낮출 수 있었으나, 우리나라는 자재를 대부분 수입에 의존해야 하므로 그 적용에 한계가 있다¹⁰⁾.

1996년 포스코는 주요 구조재를 경량형강(Light Gage Cold-Formed Steel)으로 한 공업화주택을 제안하였고, 철강협회 내의 스틸 하우스 클럽을 중심으로 이 시스템을 적용한 주택을 연구하고 건본주택을 건축한 바 있다. 경량형강을 이용한 공업화 주택(이하 경량형강주택)은 하중을 받는 내력벽 이외의 벽체는 필요에 따라 변경이 가능하며, 내진성과 내식성이 우수하며 재활용이 가능하다¹⁰⁾. 그러나, 다양한 자재를 생산하여 주택에 적용하므로 규모나 작용하중에 따라 구조설계가 복잡해지고, 운반 및 시공오차가 늘어나는 등 공업화 주택의 장점을 살리지 못하고 있다.

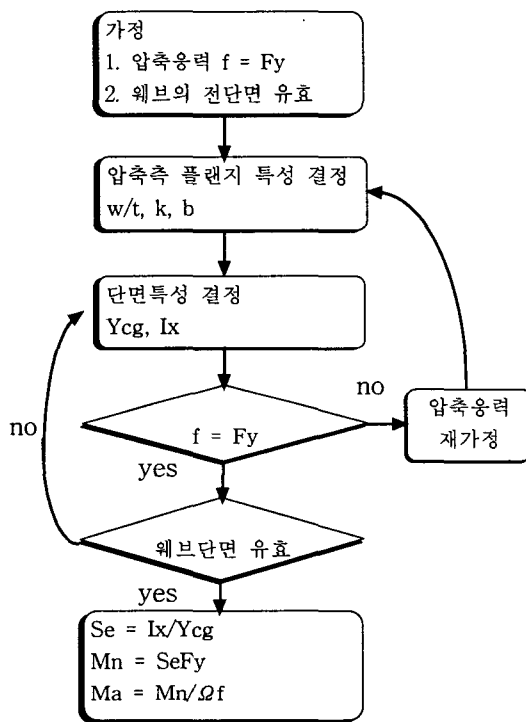
따라서 본 연구에서는 지역과 규모별 설계하중의 범위를 결정하고, 구조설계과정을 전산화하여 자재별 소요 중량을 계산하며, 총중량에 대한 개별자재의 민감도 분석을 실시하여 경량형강을 이용한 농촌주택의 최적 구조요소를 선정하는 모형의 개발을 목적으로 하였다.

2. 경량형강 구조설계 방법

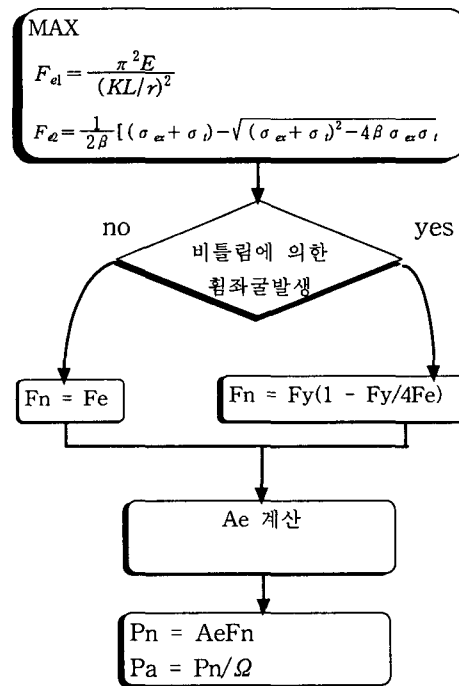
2.1. 허용응력 설계법의 적용

얇은 강판을 사용하는 경량형강주택의 부재는 국부좌굴 및 부재좌굴에 대한 검토가 필요하므로 구조물의 설계이전에 좌굴에 대한 검토를 거쳐 필요한 단면성능 및 허용강도를 제시한 허용하중표를 작성하여 설계되어야 한다. 경량형강의 허용하중표에는 순단면특성, 유효단면특성, 비틀림특성, 허용벽체높이, 측면하중 작용시 허용축하중 등이 규정되어 있다.

작성된 허용하중표를 바탕으로 허용휨모멘트 및 허용압축력의 계산은 <그림 1>, <그림 2>와 같으며, 이를 계산하기 위해서는 단면의 곡률을 고려한 유효 단면의 계산이 선행되어야 한다.



<그림 1> 허용휨모멘트계산



<그림 2> 허용압축력계산

2.2. 설계하중 결정

경량형강주택은 부재의 사하중이 작기 때문에 적설하중이나 풍하중과 같은 지역별 하중에 따라 구조설계에 많은 영향을 받는다. 이를 지역별로 고찰해보면 <표 1>, <표 2>와 같으며 이외의 고정하중, 적재하중과의 조합은 건축법 시행령에서 규정하고 있는 하중조합을 사용하였다.

<표 1> 지역별 수직최심적설량

지역구분	지 역	수직최심적설량
I	여수·진주·충무·부산·울산·제주·서귀포	30cm
II	인천·서울·수원·서산·대전·이리·전주·광주·울산·포항	50cm
III	군산·목포·춘천·청주·추풍령·대구	70cm
IV	속초·강릉·대관령	150cm
V	울릉도	350cm

<표 2> 지역별 기본풍속

등급	지역구분*)	설계기본풍속
I	내륙 서울, 수원, 서산, 대전, 춘천, 청주, 추풍령, 이리, 전주, 광주, 진주, 대구	35m/sec
II	해안(1) 인천, 군산, 충무, 부산, 울산	40m/sec
III	해안(2) 속초, 강릉, 포항, 목포, 여수, 제주, 서귀포	45m/sec
IV	섬 울릉도	50m/sec

*) 농촌지역이므로 노풍도를 B로 산정한다.

3. 최적 구조요소 산정 모델 개발

3.1. 부위별 부재선정

경량형강주택의 지붕 및 바닥체는 각각 트러스 및 장선으로 구성되게 되며, 이들 부재는 일반 철골구조의 보와 같이 바닥하중을 일방향으로 전달하는 일방향 구조부재에 해당한다. 따라서, 스틸하우스의 모든 중력하중은 트러스 및 장선으로 전달하게 되며, 이들 부재는 일반 철골구조의 보와 같이 바닥하중을 일방향으로 전달하는 일방향 구조부재에 해당한다. 따라서, 경량형강 주택의 모든 중력하중은 트러스 및 장선에 의하여 일방향으로 전달되게 되며, 이에 따라 수직부재인 스테드 벽체는 골조구성의 방향에 따라 크게 내력벽과 비내력벽으로 형성되게 된다. 즉, 경량형강 주택은 최소 트러스 및 장선의 방향설정에 의하여 내력벽과 비내력벽이 형성되므로 초기 골조의 구성방향이 부재의 거동에 큰 영향을 미치게 된다.

지붕의 설계는 트러스를 채택하였는데 트러스는 경량형강주택의 지붕부분을 구성하는 대표적인 구조부재로서 대부분의 경우 각 부재가 한 평면상에 존재하게 된다. 트러스의 형태는 지붕의 모양에 큰 영향을 받게 되나 일반적으로 프랫트러스가 쓰이며 본 연구에서는 이를 기본형으로 채택하였다.

내력벽체의 설계는 벽체상부의 하중이 벽체에 등분포하중으로 전달되는 것으로 가정한다. 실제로 하중은 일정한 간격으로 배치된 벽체스터드에 집중적으로 작용하지만 골조구성 이후 단열이나 화재에 대한 대책으로서 패널의 보강이 이루어지므로 벽체는 등분포하중을 받는 것으로 하여 설계한다.

헤더는 힘을 받는 부재로서 휨재의 설계방법에 따르게 된다. 벽체상에 개구부의 설치로 인하여 수직하중의 전달을 위한 스테드의 설치가 불가능하게 되고 이에따라 이 부분에 설치되어 하중에 저항하여야 할 스테드의 내력을 수평으로 전달하여 헤더 좌우측에 있는 틀받이스터드에 하중을 전달하게 된다.

3.2. 설계결과를 바탕으로 한 민감도 모델

구조설계 프로그램을 통하여 산출된 개별 자재의 중량을 바탕으로 최적 구조요소를 선정하기

위한 민감도 모델을 작성한다.

일례로 수원지역의 자재를 분석해 본 결과는 표 4와 같다.

<표 3> 수원지역 25.7평의 구조해석에 의한 자재목록

자재명	단위중량(kg/m)	총사용길이(m)	총중량(kg)	주요 사용 내용
180JL12	2.92	8.3	24.236	헤더
180JL14	3.39	2.1	7.119	헤더
300JL14	4.71	5.1	38.151	헤더
090SL10	1.45	80	116	비내력내벽
140SL10	1.84	69.6	304.704	내력외벽, 비내력외벽
140SL12	2.2	19.6	43.12	기둥, 트러스
140SL08	1.48	327.6	876.456	트러스
총계			1409.786	

4. 요약

경량형강을 이용한 농촌주택의 최적 구조요소를 선정하기 위하여 지역과 규모별 하중의 범위를 결정하였고, 구조설계를 통하여 선정된 요소를 민감도분석을 통하여 최적화하기 위한 모델을 개발하였다.

앞으로 구조설계과정을 전산화하여 자재별 소요 중량을 계산하며, 총중량에 대한 개별자재의 민감도 분석을 실시하여 선정된 최적구조요소를 기존의 설계도에 적용하여 타당성을 검증하려 한다.

참고문헌

1. 구지희, "EXPERT SYSTEM을 이용한 농촌주택 설계상담 시스템의 개발", 서울대학교 대학원, 1990.
2. 김병선, 박종삼, "건물 에너지 성문 시험시 입력변수와 출력변수의 민감도", 대한건축학회논문집13권8호, 1997.
3. 김병환, "주택생산 공업화의 활성화 방안에 관한 연구", 중앙대학교 대학원, 1991.
4. 농촌마을주택연구회, "농어촌 주택 표준화 설계지침에 관한 연구", 농어촌 진흥공사, 1995.
5. 대한건축학회, "구조계획", 기문당, 1995.
6. 대한건축학회, "농어촌주택의 모듈적용 표준설계 연구", 과학기술처, 1972.
7. 대한건축학회, "주거론", 기문당, 1995.
8. 박기환, "공동주택의 공업화 생산을 위한 설계표준화 적용방법에 관한 연구", 인하대학교 대학원, 1992.
9. 성민기 외 2인, "사무소 건물 에너지 소비 인자의 민감도 분석 방법에 관한 연구", 대한건축학회 논문집17권2호, 1997.
10. 스틸하우스클럽, "건축구조용 표면처리 경량형강 구조설계 메뉴얼", 한국철강협회, 1998.