

농어촌 재해복구용 모듈러 건축물의 설계안 연구

A Study on the Design Model of Modular Building System for Disaster Restorations in Fishing and Agrarian Villages

임 재 한*

Lim, Jae-Han

Abstract

Recently, large scale disasters have been occurred in rural areas. Most people suffering from the disaster live in the temporary containers. These could not provide the fundamental occupancy performances such as thermal insulation, ventilation and heating system. It is very important to rebuild the residence for sufferers quickly and safely. Because modular building system has some advantages such as short construction time, mobility, light-weight structure, modularity, flexibility and economical efficiency, it is expected that it could be easily applied to the disaster restoration.

So, this research aims at developing the design model of modular building system for disaster restorations in fishing and agrarian villages. For this purpose, current counterplan for restoration was firstly investigated. Also the basic guideline was established through the investigation of current status of residence in fishing and agrarian villages. Finally, 2 types of design model such as single story residence and temporary accommodation facility were proposed. We could see that we could make the flexible building plan when applying the modular building system to the temporary housing for the sufferers.

키워드 : 모듈러 건축물, 재해복구, 설계안, 융통성, 공사기간

Keyword : Modular Building System, Restoration of Disasters, Design Model, Flexibility, Construction Time

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

우리나라는 매년 태풍이나 산불과 같은 자연 재해 및 재난으로부터 많은 인명과 재산의 피해가 발생하고 있다. 특히 최근 들어 지구온난화 현상으로 인한 기후 변화나 해수면 상승, 생태계 불균형 등으로 인해, 그 피해 규모가 커짐으로써 커다란 재산피해 및 이재민 발생을 야기하고 있다. 특히 도시에 비해 상대적으로 재난 방재대책이 미흡한 농어촌지역에서는 막대한 인명 및 재산피해가 발생하고 있으며, 피해 지역의 주택들이 전파 또는 부분 파손되어 수해민들은 태풍이 지나간 이후에도 막대한 고통을 겪고 있다¹⁾. 이러한 재해지역에서는 컨테이너를 재해복구용 임

시주거시설로 이용하고 있으며, 시설의 취약한 주거성능의 문제가 지적되어 사회적인 대안 마련이 시급한 실정이다. 임시 주거용으로 사용되는 컨테이너는 단열, 환기 및 냉난방 성능이 취약하고 협소하여, 최소한의 주거성능 기준조차 만족하지 못하는 경우가 대부분이다. 그리고 임시 가설물로서 컨테이너는 구조적 성능을 보장하지 못하여, 재해로 인한 2차 피해가 발생하기도 한다. 또한 영구주택을 신축하는데는 긴 공사기간이 소요됨으로 인해 신속한 지원 혜택을 기대하기 어렵게 된다. 그러므로 농어촌 재해복구용 건물은 짧은 기간 안에 건립이 가능하고, 주거시설로서 충분한 거주성능이 확보되는 건축시스템의 적용이 필요하다. 또한 재해복구용 주택은 기본적으로 한시적 건축물로서도 이동재사용성이 확보되어야 한다.

* 정회원, 청주대 건축공학부 건축공학 전공 전임강사, 공학박사

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 재해로 인해 주거시설이 파괴된 농어촌 재해민들에게 단기간 내에 거주능력이 우수한 임시 주거건물을 공급하기 위해, 모듈러 공법을 적용한 주택 시스템의 설계안을 개발하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 우선 재해 재난용 주거 대책과 관련된 기존 현황을 분석하고, 모듈러 건축물의 적용사례 조사함으로써 설계 기본 방향을 설정하고, 다양한 설계안 개발을 위한 기본 요구사항을 도출하였으며, 농어촌 지역의 단독주택의 현황 분석을 통해 재해 복구용 모듈러 주택 설계안의 기본 모델을 도출하였다.

2. 기존 현황 분석 및 모듈러건축물 사례 조사

2.1 재해복구용 주거 대책의 현황 분석

국내에서 각종 재해, 재난이 발생하는 경우, 정부 주도의 분산 및 통합 관리 체계가 이루어지고 있다. 자연재해에 대해서는 자연재해대책법을, 재난에 대해서는 재난관리법을 총괄법령으로 하여, 관련 부처에서 유형별 분산관리와 통합관리의 혼합형태로 운용되고 있다. 재난 자원봉사의 지원 및 관리 체계에 관한 기존 연구²⁾에서는 대구 지하철 화재사고를 바탕으로 국내 재난 구호체계에 대한 문제점을 분석하고, 그 해결방안을 모색하기 위해 우선 국내의 방재체계를 조사·비교분석하고, 방재 체계에서 자원봉사에 관한 활용현황 및 관리 체계에 대해 신모델을 제안하고 있다. 우리나라의 경우, 각종 재해 재난의 관리체계는 그 규모나 유형에 따라 각기 상이하며, 대형 재해 재난에 대해서는 정부 중심의 관리 체계를 갖고 있다. 민간의 자원봉사의 경우, 대부분 급식 및 의료, 종교 행사 등 비교적 단기적으로 활동 가능한 분야에서 많은 참여가 이뤄지고 있다. 그러나 태풍이나 홍수 등 자연재해로 인한 주택피해에 대한 대응 관리 체계는

미흡하여, 주택피해에 따른 수많은 이재민이 거주할 곳을 정하지 못하고, 학교나 임시 수용시설 등 열악한 주거 환경 속에서 생활하고 있다.

재난, 재해 이재민을 위한 임시 주거 개발과 관련되어, 기존 연구³⁾에서는 국내외 사례를 통한 임시주거의 형태 및 문제점을 분석하고 있으며, 이에 따른 이재민 주거의 설계 요건을 단계적으로 제시하고 있다. 국내에서는 재난 지역의 이재민들을 우선 피해가 적은 학교나 마을 회관 등으로 응급 대피시킨 후, 주택 복구 작업이 개시되는데, 임시 주거를 위해 컨테이너에 입주시킨 뒤 주택이 완공된 다음 완전 이주하는 방식을 취하고 있다. 그러나 우리나라 재해지역의 임시주거대책과 관련된 주택공급 계획 및 대책은 제대로 마련되어 있지 않고 있으며, 재난관리법에서도 임시주거대책은 전혀 언급되지 않고 있다. 수해지역의 이재민들에게 지급되는 컨테이너는 대략 5.5평 규모로, 1가구에 1동의 컨테이너가 공급되며, 3세대가 사는 일부 주민들에게는 1동이 추가로 공급되기도 한다. 이주할 주택이 완공되기까지 컨테이너 주거환경에서는 취사 등 기본적인 생활을 영위하기 위한 각종 유틸리티 설비가 매우 부족한 현실이다. 또한 이러한 임시주거에서는 단열 및 환기 등에 있어 취약한 거주환경으로 인해 이재민들의 생활에 많은 어려움을 가중시키고 있다. 이주 건물의 시공 기간이 다소 길게 걸리는 경우, 월동대책의 일환으로 전기 온풍기와 같은 난방기구가 보급됨으로 인해 겨울철 화재나 가스 폭발의 위험이 매우 큰 것으로 나타났다. 기존 연구에서는 이러한 문제점을 바탕으로 이재민 임시주거의 설계 요건으로 신속성, 경제성, 대량성, 친환경성, 첨단성, 시공용이성의 6가지를 제시하고 있다. 임시주거의 신속한 공급을 위해서는 계획, 설계, 시공, 입주단계에 이르기 까지 신속하게 업무 진행이 이뤄져야 한다. 또한 전체 공사비용에서 재료비, 간접

2) 홍원화 외, 재난 자원봉사의 지원 및 관리 체계 분석 및 제안, 대한건축학회 논문집 20년 10호(통권 192호), 2004, pp. 337~344

3) 이강복 외, 재난재해 이재민을 위한 임시주거개발의 필요성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회 논문집, 제6권 2호(통권 7호), 2004, pp. 93~97



(a) 학교건물(2003)



(b) 방위사업청 청사(2006)



(c) 군 시설물(2006)



(d) 사무실(2006)

그림1. 국내 모듈러 건축물 시공 사례

노무비, 경비, 유지비와 쓰레기 처리 비용 및 재이용에 따른 경제성 확보가 필요하고, 대규모 설치 시공이 가능해야 하며, 각 건축 부품의 재활용, 재사용이 가능해야 한다. 임시성을 고려할 때, 영구주거보다는 거주 성능이 부족하지만, 신속한 건설을 위한 첨단 공법의 적용이 필요하다. 기존 임시주거 유형에 관한 사례 연구(45)에서 살펴보면, 이동성 임시주거의 경우 구조체는 가볍고 모듈화된 시스템 건축의 적용이 가장 바람직할 것으로 판단된다. 이동식 유형 중 기후에 상관없는 철골구조나 알루미늄 패널 같은 재료의 활용으로 장기간 사용이 가능하고, 향후 영구 주택화도 가능한 것으로 나타났다.

2.2 국내외 모듈러 건축물 사례 조사

최근 국내에서는 건설현장의 인건비 상승과 공기단축의 요구, 이동 및 재사용이 가능한 건축물에 대한 요구, 친환경 건축물에 대한 요구로 인해 모듈러 건축물의 도입에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있다.⁶⁻¹²⁾ 모듈러 건축물은 공장에서 스티드-프레임 구조의 박스형 구조모듈을 가공·조립하고, 설비 및 내외부마감까지 공장작업으로 진행하여, 현장에서 모듈간 접합부를 볼트를 이용하여 조립 해체하는 공법으로 시공이 이뤄지고 있다. 그림 1과 같이 2003년에는 학교

표 1. Y사 모듈러 유닛의 표준 크기

Type	내부 길이(m)	내부 폭(m)	내부 높이(m)
242	7.2	2.94	2.5 ~ 3.0
322	9.6	2.94	2.5 ~ 3.0
402	12.0	2.94	2.5 ~ 3.0
482	14.58	2.94	2.5 ~ 3.0

건물을 대상으로 모듈러 건축물이 시범 건립되었으며, 그 후 군시설물 및 오피스 건물에 시범적으로 건립이 추진되었다.

국외에서 실용화되어있는 모듈러 건축물은 공기단축과 이동, 재사용성의 확보로 재해복구용 주택으로 적합한 것으로 평가되고 있다. 이에 본 절에서는 해외 대규모 모듈러 시스템 제작사(영국의 Y사와 B사, 독일의 H사)에서 제작되는 각 시스템의 특징 및 구조를 조사, 분석하고, 이를 통해 국내 모듈러 시스템을 적용하기 위한 개선 방향 및 보급을 위한 문제점 등을 검토하였다.

(1) 영국의 Y 사 모듈러 시스템 사례

영국 Y사의 모듈러 시스템은 60년의 내구연한을 갖는 철골구조로서, 내외장 등의 재료 및 시공, 유지보수 정도에 따라 25년에서 60년 정도의 내구성을 가지는 것으로 평가되고 있다. 이 시스템은 별도의 구조해석과 검토없이도 모듈 제작사에서 제공되는 설계자료만으로도 3층까지는 구조적 안전성이 보장된다. Y사의 모듈러 시스템은 철골 프레임과 지붕 및 벽체 복합 패널로 구성된다. Y사에서 생산하는 표준 모듈의 크기는 표 1과 같이 장방향의 스패닝길이에 따라 4가지 유형으로 구분되며, 이 모듈들을 조합하여 1층에서 4층 규모로 모듈러 건축물의 시공이 이

4) 문정인 외, 재해재난에 따른 임시주거 유형에 관한 사례 연구, 대한건축학회 논문집 22권 9호(통권 215호), 2006, pp. 141~148
 5) 문정인 외, 이동가능 건물의 공간적 특성과 적용가능성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제 22권 3호(통권 209호), 2006, pp. 45~52

표 2. 풍하중에 따른 모듈러 유닛별 적층 가능 층수 및 베이수(영국의 Y사 예)

Type	Span ⁽¹⁾	No of stories ⁽²⁾	Basic wind speed(m/s) ⁽³⁾	Min. size of building (No. of bays)	Max. size of building ⁽⁴⁾ (No. of bays)	
					A	B
242	single	1	50	2	제한없음	7
242	double	1	50	2	제한없음	15
242	single	2	46	3	4	*
242	double	2	46	6	8	*
242	single	3	46	4	*	*
242	double	3	46	8	*	*
322	single	1	50	2	제한없음	10
322	double	1	50	3	제한없음	20
322	single	2	46	4	5	*
322	double	2	46	7	10	*
322	single	3	46	5	*	*
322	double	3	46	10	*	*
402	single	1	50	2	제한없음	12
402	double	1	50	3	제한없음	25
402	single	2	46	5	7	*
402	double	2	46	9	14	*
402	single	3	46	6	*	*
402	double	3	46	12	*	*
482	single	1	50	2	제한없음	제한없음
482	double	1	50	4	제한없음	제한없음
482	single	2	46	6	8	*
482	double	2	46	11	16	*
482	single	3	46	9	*	*
282	double	3	46	18	*	*

(1) Single span이나 double span이 아닌, 3개 혹은 4개 모듈 연속일 경우, 별도의 검토가 필요함
 (2) 4층 건물이 필요한 경우, 별도의 검토가 필요함
 (3) CP 3 : Chapter V : Part 2 : 1972/BS6399 Part 2의 풍하중 기준에 근거함
 (4) 최대 크기(베이수)는 필요한 경우, 벽체의 국부적 처짐 기준 등 몇 가지 요소를 고려하여 더 증가할 수 있다.
 A : 장애물이 산재해 있는 열린 지역
 B : 장애물이 거의 없는 열린 지역
 * 최대 크기(베이수)가 벽체의 국부 처짐을 고려하여 증가될 수 있는 경우

뤄진다. 건축설계는 BS 5950 : Part 1, BS 5950 : Part 5, BS 5268 : Part 2의 설계기준에 따라 설계되며, 설계하중은 BS 6399 : Part 1, BS 6399 Part 3, CP 3 : Chapter V: Part 2, BS 5268 : Part 6을 따른다. 모듈의 스패는 최대 4개의 모듈이 연속인 경우까지 적용 가능하다. 모듈의 지붕은 0.75 kN/m²의 분포 적재하중 또는 0.9 kN의 집중하중을 지지할 수 있도록 설계되어, 청소나 수리를 위한 작업하중 외에는 지붕에의 접근이 가능하지 않은 것으로 설계되었다. 바닥판은 4kN/m²의 분포 적재하중, 또는 4.5kN의 집중하중을 받는 것으로 설계되어 교실과 사무실에 일반적으로 사용할 수 있도록 설계되었다. 대부분의 모듈들은 기초에 볼트를 이용해 접합되어야 하며, Y사에서 모듈과 볼트 접합의 필요성에 대한 구조 안정성 해석 자료가 제공된다.

필요한 경우에는 별도의 구조 실험을 통해 설계 기준에 포함되지 않은 사항들(패널들의 racking에 대한 저항성, 스크류 접합의 성능, 온도 변화에 따른 부재들의 상호 작용 등)을 평가한다. 각 모듈의 유형에 따른 적층 가능 층수는 표 2와 같이 주어진다. 아연도금 경량철골 부재로 이루어진 구조 프레임은 코너부의 네 개의 각형강관 기둥과, 이에 볼트로 접합되는 바닥판과 천장의 장방향 보로 구성된다. 냉간성형 아연도금 바닥판 조이스트는 측면의 두 개의 바닥보에 용접 접합된다. 운송시 모듈의 안정성을 위하여 길이 방향의 목재 바닥판 런너를 바닥조이스트에 스크류로 접합한다. 각 기둥부재는 단부에 양중을 위한 홈을 두어 아이볼트를 이용해 크레인을 이용한 모듈의 양중이 가능하도록 한다. 바닥판은 18mm두께의 구조 파티클 보드가 사용되며, 이

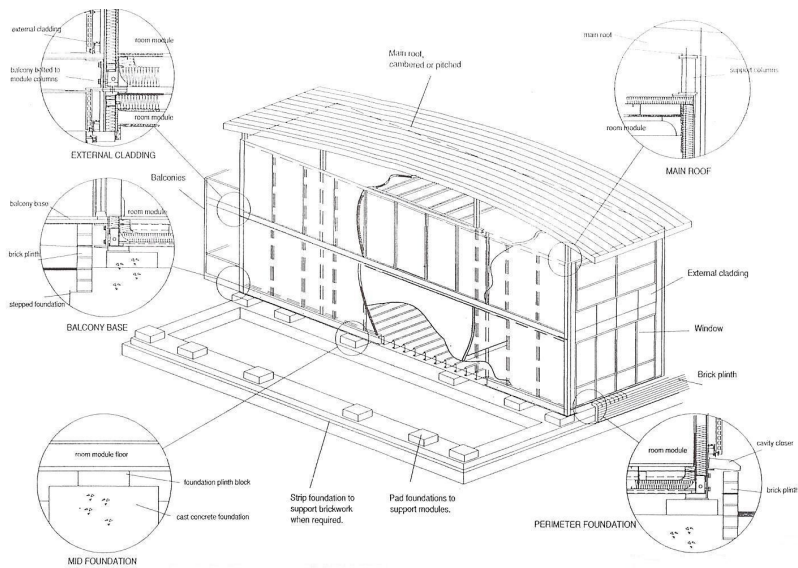


그림 2. Y사 모듈러 유닛의 조립 개요도

는 스크류를 이용해 바닥판 조이스트에 고정된다. 바닥판의 하부에는 알루미늄-아연 코팅된 0.5mm 두께의 강판을 설치한다. 그리고 폴리에틸렌 테이플을 이용해 바닥판 프레임과 강판 시트를 접합하여 단일 브레이크 역할을 하도록 한다. 외벽은 코팅된 아연도금 강판 시트와 목재 스티드, 벽체를 둘러싸는 프레임, 아연도금을 이용한 바닥 레일, 12.5mm 내부 보드로 구성되는 복합 구조이다.

모든 벽체는 아연도금된 스틸 볼트를 이용하여 아연도금 스틸 바닥판 프레임에 접합되며, 단방향 벽체는 스틸 기둥에 아연도금된 스틸용 스크류를 이용해 접합된다. 벽체와 벽체의 코너 접합부와 벽체와 지붕의 접합부는 아연도금된 목재용 스크류를 이용해 접합된다. 천장 패널은 상부의 합판 데크와 목재 프레임 및 polyester 코팅된 아연도금 강판 마감재로 구성되며, 패널 내부의 공산은 CFC없는 polymer 단열재로 채워진다. 천장 패널은 두 개의 천장 철골 보에 볼트로 접합된다.

각 모듈은 기초의 설치 및 설비 연결부의 설치 등 관련한 사항들을 미리 점검한 후, 현장으

로 모듈을 운송하여 크레인으로 양중되어 기초 상부에 설치된다. 동일한 길이의 모듈들은 상부에 적층이 가능하며, 네 개의 기둥과 장방향 보를 통해 볼트로 서로 접합된다. 그리고 외장재 및 내장재의 최종 마감과 설비의 연결은 현장에서 이루어진다.

(2) 영국의 B 사 모듈러 시스템 사례

영국 B사의 모듈러시스템은 다양한 지붕, 바닥, 벽체를 갖는 철골 모듈러 유닛으로 구성된다. 이러한 모듈들을 이용하여 단층, 2층, 혹은 3층 구조물이 구성된다. 모듈은 최대 12m의 길이와 4m폭, 3m의 높이를 가지며, 기타의 치수도 생산 가능하다. 모든 모듈러 유닛은 코너부와 4m 간격으로 배치된 각형강판 기둥과 냉간성형 아연도금 철골보로 구성된다. 바닥판과 천장 및 지붕 조이스트와 벽체 스티드는 아연도금 강판을 냉간성형하여 제작된다. 바닥 조이스트와 천장 조이스트는 모듈 내부의 양 측면 보에 볼트로 고정되며, 벽체 스티드는 측면보와 단부보에 바닥과 천장에서 볼트로 고정된다. 바닥판은 바닥판 조이스트 및 여기에 스크류로 고정되는



(a) 모듈의 양중 및 설치 모습

(b) 외관



(c) 화장실

그림 3. B사 모듈러 시스템의 주거건물 적용 사례

28mm 두께의 방수 시멘트 파티클 보드로 구성되며, 조이스트 사이에는 단열재가 삽입된다.

모듈의 천장은 두 겹의 12.5mm 내화석고보드를 천장 조이스트에 고정하여 구성하며, 조이스트 사이에는 100mm의 암면(rock wool)이 설치된다. 벽체는 내부면은 석고보드 혹은 석고보드+시멘트 파티클 보드를 0.25mm의 차수막과 함께 스틸 스티드에 고정하고, 외부면은 벽돌이나 WBP 목재패널, 별도의 클래딩 패널을 설치한다. 외부 지붕은 사전 설치된 목재 트러스에 루프트라일을 부착한다. 천장은 두 겹의 12.5mm 방화석고보드와 12mm의 목재 보드 테크를 지붕 조이스트 양 면에 설치하고, 조이스트 사이에 단열재를 설치한다.

(3) 독일의 H 사 모듈러 하우스 사례

독일 H사에서 개발한 모듈러 주택인 다스 하우스는 독일의 빌링겐-슈베닝겐 주거단지에 위치한 20호의 합벽식 연립주택에 시범 적용된 시스템이다. 벽체에 대해서는 150mm의 경량콘크리트 패널을 적용하며, 구조적인 힘은 모서리에 설치된 100×100mm의 각형 강관과 바닥판의 H형강이 담당한다. 바닥판도 마찬가지로 120mm의 경량콘크리트 패널이 적용된다. H사의 모듈러 유닛의 특징은 각 모듈러 유닛의 천장판을 별도로 제작하지 않는 대신 상층의 바닥판이 하층의 천장판을 구성하는 시스템이다. 따라서 바닥/천장 구조가 기존의 모듈러 시스템과는 달리

단일층으로 구성된다는 점이 특징이다.

이와 같이 해외에서 적용되고 있는 모듈러 시스템의 사례를 조사한 결과, 유럽의 모듈러 주택은 영구주택으로 주로 활용되어 현장작업이 다소 많이 요구되며, 이동 및 재사용성이 다소 미약한 것으로 판단된다. 그리고 국내에서 재해복구용 모듈러건축물을 적용하기 위해서는 신속한 설계 및 제작, 시공을 위한 표준설계기준 및 구조지침 등의 제공이 필요하다. 또한 개개의 모듈러 구조시스템을 이용하여 다양한 디자인 설계안으로 반영하기 위해서는 공정 단계별 시공지침 및 설계 디테일 DB 개발이 선행되어야 한다. 특히 공기단축, 시공품질 향상, 현장작업의 최소화를 위해서는 모듈러 설비시스템 개발과 각 세부 작업공종간 간섭을 최소화하기 위한 표준 설계 자료 및 최적 공종계획안 개발이 필요하다.

3. 농어촌 지역 주거 현황 분석

국내의 재해복구는 국가 및 개인 시설별로 자력 복구를 원칙으로 하고 있으며, 임시 컨테이너 주택을 보급하는 사례도 있으나, 이재민을 대상으로 이주단지를 새로이 조성하고 개별적 주택의 건립을 지원하는 것이 일반적이다. 이를 고려하면 재해복구용 주택은 임시적 활용이나 영구주택으로서의 확대 적용을 고려한 설계가 이뤄져야 한다. 그러므로 본 연구에서는 비교적 재해피해가 빈번한 농어촌 지역의 단독주택을 대상

으로 하여 모듈러 공법을 적용한 재해복구용 주택 표준모델을 개발하였으며, 이를 위하여 우선 농촌 및 어촌지역의 단독주택 현황(주택규모, 면

표 3. 주택 규모 현황 (단위: 호, %)

구분	계	1층	2층
호(비율)	412(100.0)	362(87.8)	50(12.2)

표 4. 주택 면적 현황 (단위: 호, %)

면적(평) 위치	계	면적				
		18 이하	18~25	26~30	31~40	41 이상
도시근교	72(100)	8(11)	26(36)	28(39)	8(11)	2(3)
계획마을	176(100)	9(5)	31(18)	84(48)	34(19)	18(10)
재래식	164(100)	32(20)	47(29)	48(29)	30(18)	7(4)
계	412(100)	49(12)	104(25)	160(39)	72(17)	27(7)

적, 실별 면적)을 분석하고, 이를 설계를 위한 기본 자료로서 활용하였다. 전국 각 도별로 농어촌 22개 마을의 주택현황에 관한 조사자료¹³⁾를 참고로 하여 주택의 규모 및 면적, 실별 구성사항 등을 분석하였다. 표 3과 같이 주택의 규모는 조사대상 주택 가운데서 1층이 전체의 87.8%, 2층이 12.2%로서 농어촌 주택은 대부분 1층 규모로 건립되고 있는 것으로 분석되었다. 주택 면적의 경우, 입지적 조건에 따라 도시근교마을, 계획마을, 전형적인 재래식 농촌마을로 구분하여 분석하면, 표 4와 같이 18~25평과 26~30평이 차지하는 비율이 각각 25%와 39%로써 총 64%를 차지하는 것으로 나타났다.

주택별 실 구성 현황을 분석한 결과, 거실과 부엌, 침실 2~3개, 화장실 1개를 기본으로 다용도실, 창고, 서재, 부속사 등을 선택적으로 구성하고 있는 것으로 나타났다. 다소 건립연도가 오래된 전형적 재래식 농촌 주택인 경우, 침실이 3개(70%), 4개(21%)인 주택도 일부 포함되어 있

었으며, 외부 화장실이나 부속건물(67%)의 설치 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 비교적 최근에 지어진 도시근교의 주택은 도시형 주택과 유사한 평면구성을 보이고 있었으며, 거실과 침실

표 5. 실별 면적 현황 (단위: m², 평)

구분	농촌주택(농가)	전원주택(비농가)
거실	20.7(6.3)	23.5(7.1)
침실	16.0(4.9)	16.2(4.9)
부엌	13.4(4.1)	13.3(4.0)
화장실·욕실	6.2(1.9)	6.0(1.8)
다용도실	7.1(2.1)	6.0(1.8)

(100%), 내부 화장실(100%), 다용도실(78%)을 기본실로 하여, 부부화장실, 서재 등 세부 기능이 분화된 실들이 부가되는 것으로 나타났다.

농촌지역에 건립되는 주택을 유형별로 전형적 농가 주택과 전원주택 등 비농가 주택으로 구분하여 실별 면적을 분석한 결과, 표 5와 같이 거실면적은 농가의 경우 약 20.7m²(6.3평), 비농가 23.5m²(7.1평)로 비농가가 농가보다 다소 넓은 것으로 조사되었으며, 부엌면적은 농가, 비농가가 각각 13.4m²(4.1평), 13.3m²(4.0평)으로서 상호 비슷한 것으로 조사되었다. 침실면적은 대체적으로 비농가의 경우가 농가보다 약간 큰 것으로 분석되었고, 화장실 면적은 농가, 비농가가 모두 6.2m²(1.9평), 6.0m²(1.8평)으로서 공통적으로 유사한 규모를 갖고 있는 것으로 파악되었다. 다용도실 면적은 대체로 농가가 7.1m²(2.1평)로 비농가 6.0m²(1.8평)보다 큰 것으로 나타났다. 이는 전업농가의 경우 실내작업 및 수납공간으로서의 다용도실에 대한 필요가 상대적으로 높기 때문인 것으로 판단된다.

4. 재해 복구용 모듈러 주택 설계안 계획

본 연구에서는 재해복구용 모듈러주택 표준모델을 개발함에 있어서, 농어촌지역의 기존 주거 현황 분석을 통해 모듈러시스템을 적용한 단독주택형과 집합형(집단수용시설) 설계안으로 나누

13) 포항산업과학연구원, 농어촌주택 실태조사 연구, 남서울대학교 건축학과, 2002.

어 계획하였다. 재해복구용 주택이 임시적인 활용이나 영구 주택으로서의 확대 적용을 고려하여 설계가 진행되어야 함을 고려하여, 표 6과 같이 항구적 복구 및 거주를 위한 주택모델로서 단독주택형 설계안을 계획하였으며, 이재민의 임

구분	단독주택형	집합형(집단수용시설)
규모	<ul style="list-style-type: none"> •면적: 18평, 30평 (2개 타입) •규모: 지상 1층 	<ul style="list-style-type: none"> •면적: 제한 없음 •규모: 지상 2층
설계조건	<ul style="list-style-type: none"> •거주인수: 2~4인 •항구적 복구 및 거주를 위한 주택모델 	<ul style="list-style-type: none"> •거주인수: 제한 없음 •이재민의 임시 거주를 위한 시설모델
설계내용	<ul style="list-style-type: none"> •평면계획의 합리화 - 부엌·다용도실 등 가사공간과 거실 등 접객공간과의 구분 - 실별 기능에 따른 모듈러 유닛의 구성 - 다용도실 및 부엌, 화장실 등 wet zone 구성 고려 •공간의 융통성 확보 - 거주자의 생활 패턴에 따른 평면 가변성 부여 - 모듈러 유닛 조합을 통한 평면 구성, 규모 확장의 융통성 부여 	<ul style="list-style-type: none"> •평면계획의 합리화 - 실별 기능에 따른 모듈러 유닛 구성 •공간의 융통성 확보 - 실별 사용 용도에 따른 모듈러 유닛의 가변성 부여 •규모의 확장성 - 거주 이재민의 수에 따른 모듈러 유닛 조합을 통한 규모 확장의 융이성 부여

시거주를 위한 시설 모델로서 집합형(집단수용시설) 설계안을 계획하였다. 단독주택을 대상으로 하여 평형별로 가장 많은 분포를 보이는 18평형, 30평형의 두 가지 모델로 구분하여 개발하도록 하였으며, 모듈러 공법의 장점을 적극 활용하여 건축비의 절감과 나아가서는 합리적인 공기관리, 생산 등의 가능성도 갖출 수 있도록 하였다. 거주자의 생활을 반영하기 위해 거주생활과 공간의 대응관계를 충분히 고려한 주택 모델이 될 수 있도록 하였다. 그리고 모듈러 공법의

특성을 반영하여 구조적으로 합리적인 계획이 될 수 있도록 하였다. 모듈러 유닛의 다양한 조합을 통해 공간의 기능성, 확장성을 고려하도록 하며 보다 융통성 있는 평면으로 구성하였다. 또한 안목치수를 적용한 설계모듈의 합리적인 설

구분	거실	침실	부엌/식당	화장실	부속실 (다용도실)
개수	1	2 ~ 3	1	1 ~ 2	1 ~ 2
면적비율 (%)	36	25	20	9	9
비고	<ul style="list-style-type: none"> •거실의 면적비는 가변형으로서 침실 유닛 모듈 일부 면적을 포함할 수 있음 •모듈 유닛의 조합에 따라 화장실 및 부속실은 1개 ~ 2개 까지 구성할 수 있음 				

표 7. 표준모델 실 구성 계획

정으로 시공성을 확보하고 대량 생산의 가능성을 부여할 수 있도록 하였다. 일반적인 도시근교형 주택 면적기준에 준하도록, 표 7과 같이 모듈러 유닛 조합 구성하여 각 실의 면적비율에 따라 기본적인 평면 계획을 진행하였다.

4.1 단독주택형 표준모델

재해복구용 모듈러 주택 표준모델은 건축물의 초기 설계 단계에서 다양한 규모, 평형의 주택으로 디자인할 수 있음과 동시에, 거주자의 구성원 수 증가 및 요구 변화에 따라 모듈러 유닛의 조합을 통하여 다양한 규모로 확장하거나 평면의 변화가 가능해야 한다. 이를 위해 침실 및 주방, 거실 유닛은 설계자의 의도에 따라 유닛 사이의

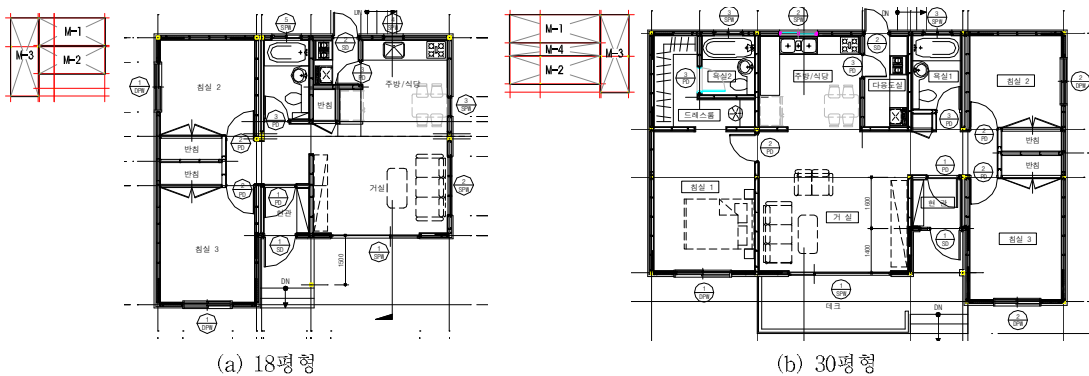
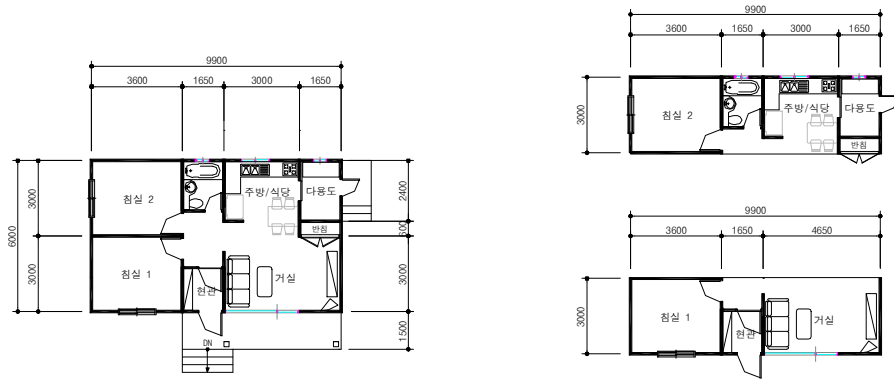
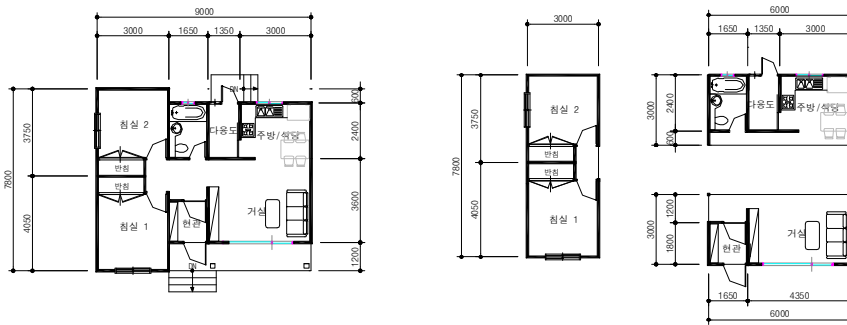


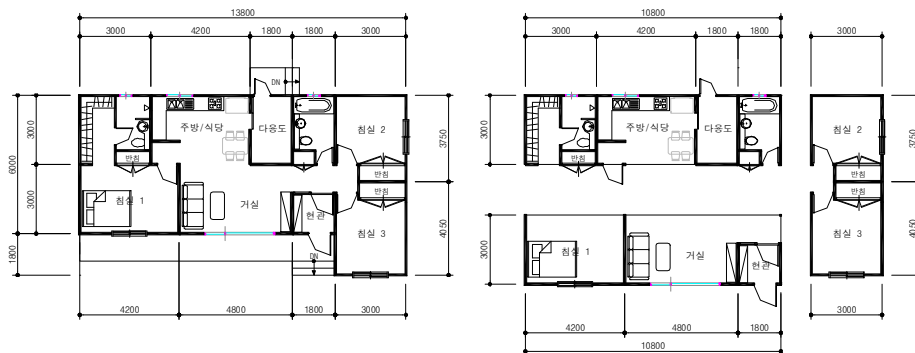
그림 4. 단독주택형 표준모델 평면 구성 예



(a) 침실-주방, 침실-거실 유닛을 적용한 평면 구성 예

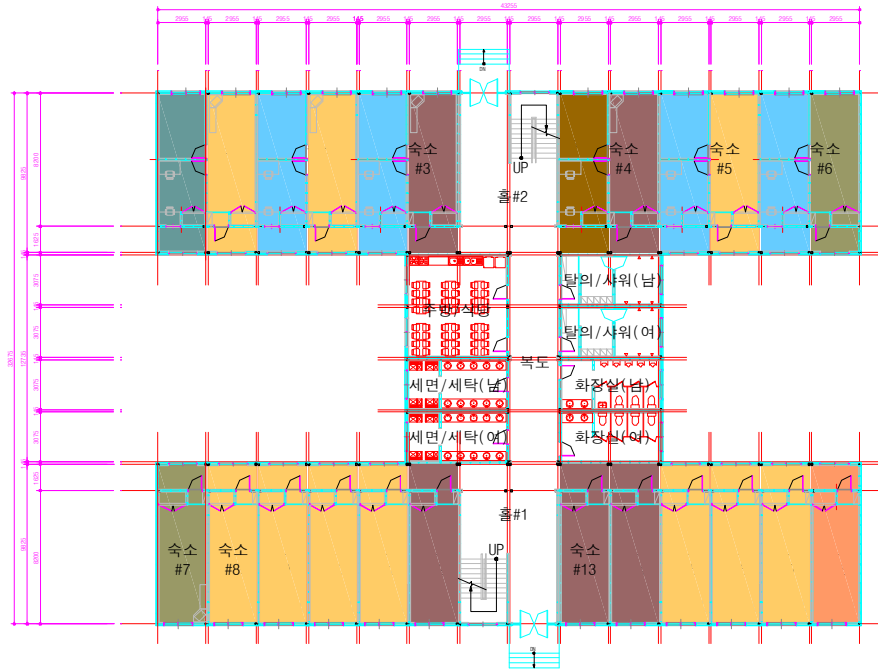


(b) 침실-침실, 주방, 거실 유닛을 적용한 평면 구성 예

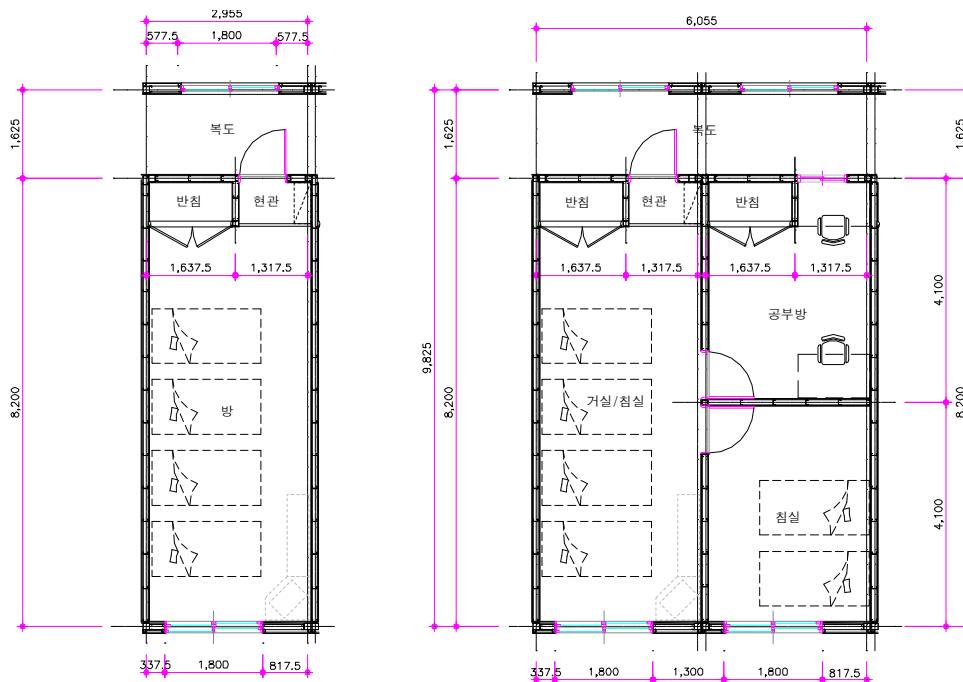


(c) 주방-화장실, 침실-거실, 침실-침실 유닛을 적용한 평면 구성 예

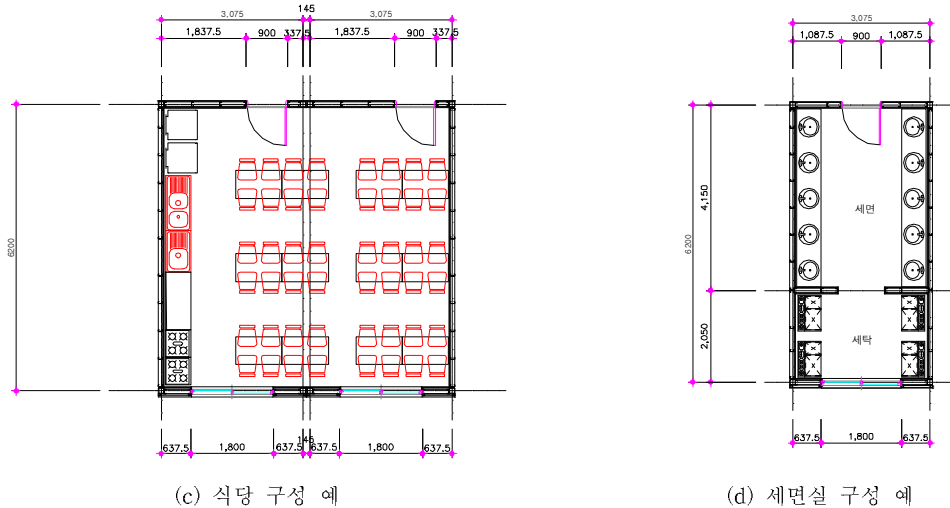
그림 5. 모듈 조합에 따른 다양한 평면 구성 예



(a) 집합형 주거시설 평면 구성 예



(b) 침실 구성 예



(c) 식당 구성 예

(d) 세면실 구성 예

그림 6. 집합형 표준모델 평면 구성 예

벽체 및 유닛 내부의 벽체를 설치, 해체할 수 있도록 하였다. 그림 4와 같이 세 가지 타입의 모듈 유닛을 조합하여 18평형, 30평형의 서로 상이한 규모와 평면 구성의 주택으로 설계한 모듈러 단독주택의 평면 설계가 가능하다. 2개의 방과 화장실을 포함한 모듈 유닛과 현관 및 다용도실 혹은 복도로 이용되는 보조유닛, 주방 및 거실 혹은 침실로 구성되는 유닛으로 이루어져 있으며, 이들의 조합을 통하여 다양한 평형, 평면으로 설계, 시공할 수 있다. 한편, 동일한 개념으로서 18평형의 주택을 기본으로 하여 보조 모듈 유닛 및 침실, 화장실 유닛을 필요에 따라 수평방향으로 추가적으로 설치하여 30평형으로 규모의 확장을 가능하게 하는 가변적인 상황에도 대응할 수 있다. 그림 5와 같이 침실-주방 유닛, 침실-거실 유닛, 침실-침실 유닛의 세 가지 기본 모듈러 유닛을 사용하여 다양한 평면설계가 가능하다. 그림 5 (a)는 침실과 주방, 침실 및 거실로 이루어진 모듈러 유닛으로 구성된 예이다. 그리고 그림 5 (b)는 상기 기본 유닛보다 더 작은 단위로서 주방 및 거실 유닛을 기본으로 하고 여기에 침실 2개로 구성된 모듈러 유닛을 부착하여 평면을 구성하였다. 주방 모듈러 유닛 등

기본 모듈 내부에서도 필요에 따라 다용도실, 현관 등의 위치 등을 자유로이 변경할 수 있다. 그림 5 (c)는 그림 5 (a)에서의 침실-주방으로 이루어진 유닛을 주방 및 2개의 화장실을 갖는 유닛으로 변형하여 구성하고 여기에 침실-거실, 침실 2개로 이루어진 모듈러 유닛을 부착하여 보다 침실 3개 및 화장실 2개로 이루어진 보다 큰 규모의 주택으로 디자인한 사례이다.

18평형 모듈러 주택은 3개의 모듈러 유닛이 조합되어 구성된다. 하나의 8.1m×3m 모듈러 유닛(M-3 모듈)과 이 모듈에 직각방향으로 접하는 두 개의 5.7m×2.925m 모듈(M-1, M-2 모듈)이 접합되어 하나의 주택을 구성한다. M-1 모듈과 M-2 모듈은 네 개의 기둥으로 지지되며, M-3모듈은 6개의 기둥으로 지지된다. 모듈러 유닛의 주요 골조는 4개 혹은 6개의 기둥과 2개의 장변방향 바닥보, 4개의 장변방향 천장보, 2개(혹은 3개)의 단변방향 바닥보, 2개(혹은 3개)의 단변방향 천장보로 구성된다. 기둥 부재는 □ 125×125×6 각형강관을 사용, 장변방향 바닥보와 천장보는 각각 ㄷ 300×90×9×13 및 ㄷ 200×90×8×13 열연 채널을 사용한다. 바닥판의 하중은 장변방향 바닥보를 통해 기둥으로 전달되며, 천장 하중은

장변방향 천장보를 통해 기둥으로 전달된다. 단 변방향 바닥보 및 천장보는 300JL22 조이스트가 사용되며, 이는 바닥판 및 천장의 연직하중은 부담하지 않고, 횡력에 대한 저항부재로써만 사용된다.

4.2 집합형(집단수용시설) 표준모델

집합형(집단수용시설) 모델은 실의 기능별로 침실, 화장실, 세면/샤워실, 식당, 복도(다목적홀) 등으로 구분하여 3가지 기본 유닛을 설정하고, 각 모듈의 조합에 의해 수용 이재민의 수에 따라 다양한 규모로 임시 거주시설 구성이 가능하도록 계획하였다. 수용인원 규모에 따른 공동 유틸리티의 사용계획을 수립하고, 이에 따라 기본 유닛을 조합하여 주거시설의 평면 모델을 구현하였다. 3가지 기본 모듈 유닛은 2.955m×9.825m, 3.075m×6.200m, 2.955m×6.295m의 크기이며, 각각의 모듈은 침실, 화장실 및 세탁실, 복도로서 사용되고, 이재민의 수 등 필요 규모에 따라서 다양한 규모 및 형태로 평면을 조합할 수 있다. 그림 6 (a)는 상기 모듈러 유닛의 조합을 통하여 임시 주거시설을 구성한 사례이다. 총 수용인원을 84명으로 가정하여, 그림 6 (b)와 같이 4인실 12실, 6인실 6실로 계획하였다. 일반적으로 침실로 사용되는 유닛(2.955m×9.825m)은 가로 방향으로 복도의 면적을 포함하여 계획하였고, 침실 유닛은 필요에 따라 단일실, 혹은 내부에 비내력 벽체를 두어 공동실 및 개인실로 구성할 수 있도록 하였으며, 다수의 유닛을 병렬로 연결하여 비교적 큰 규모의 실로 변형가능토록 계획하였다. 그림 6 (c), (d)와 같이 설비시스템이 독립적으로 요구되는 모듈은 독립적인 설계, 제작, 시공이 가능하도록 계획하였다. 그러나 임시주거로서 제작비가 큰 단위 모듈로 구성된 숙소(세대)를 남북으로 배치하는 경우, 채광 및 환기가 불리하므로, 적절한 조명 및 환기설비 계획이 뒷받침되어야 할 것이다.

그림 7과 같이 입면의 제반 요소들을 최대한 단순화시킴으로써 시공성의 저하나 공사비의 상

승요인을 배제하였으며, 전면에는 가급적 많은 개구부를 계획하여 개방성을 확보하고, 일조, 통풍 및 전망에 유리하도록 계획하였다. 사이딩 외장재를 사용하여 단독주택으로서 상쾌하고 정련된 분위기를 연출하였으며, 이와는 별도로 다양한 마감을 선택적으로 적용할 수 있도록 제시하였다. 기존의 평슬래브형 일변도의 주택 지붕이 아닌 완만한 경사의 박공형 지붕으로 계획함으로써 도시근교 지역, 농촌 등의 자연환경과 원만한 조화를 이루도록 하였다. 바닥의 두께와 모듈러 공법의 구조적인 특성을 고려하여 모듈러 유닛의 높이는 3.10M로 하였다.

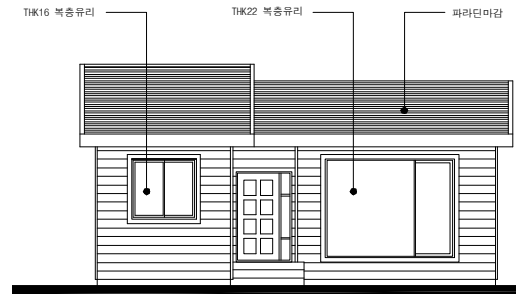


그림 7. 단독주택형 표준모델 입면 구성 예

5. 결 론

우리나라에서는 재해복구용 주택 표준설계도서 제작 및 보급이 이뤄지지 않고 있으며, 이재민들을 대상으로 새로운 이주단지의 조성 및 개별 주택건설 지원을 중심으로 주택복구 체계가 운영되고 있다. 본 연구에서는 모듈러공법의 농어촌 재해복구용 주택을 적용하기 위한 설계안을 개발하는 것을 목표로 하였다.

국내외에서 실용화되어 있는 모듈러건축물은 획기적 공기단축과 이동 및 재사용이 가능하다는 점에서 재해복구용 주택으로 가장 적합한 시스템으로 판단된다. 본 연구에서는 임시주거형 재해복구용 모듈러 주택인 집합형 모델과 영구주거형 재해복구용 모듈러 주택인 단독주택형 모델을 각각 개발함으로써, 다양한 재해민들의 요구 조건을 만족하도록 하였다. 모듈러 주택은

일반 영구주택과 동일한 구조성능과 주거성능을 발휘하면서 단기간에 시공가능하고, 이동 및 재사용이 가능하므로 재해민들의 신속한 재해복구에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 영구주택으로서 재해용 모듈러 주택을 활용하기 위해서는 미래지향적 농어촌주택 특성을 고려한 변형된 모듈계획에 관한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. 소방방재청, 2005 재해연보, 2005
2. 홍원화 외, 재난 자원봉사의 지원 및 관리 체계 분석 및 제안, 대한건축학회 논문집 20권 10호(통권 192호), 2004, pp. 337~344
3. 이강복 외, 재난재해 이재민을 위한 임시주거개발의 필요성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회 논문집, 제6권 2호(통권 7호), 2004, pp. 93~97
4. 문정인 외, 재해재난에 따른 임시주거 유형에 관한 사례연구, 대한건축학회 논문집 22권 9호(통권 215호), 2006, pp. 141~148
5. 문정인 외, 이동가능 건물의 공간적 특성과 적용가능성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제 22권 3호(통권 209호), 2006, pp. 45~52
6. 유민 외, 모듈러 건축물의 공기분석에 관한 연구, 대한건축학회 창립60주년 기념 학술발표대회 논문집, 제 25권 1호(통권 49호), 2005, pp. 201~204
7. 박재식 외, 모듈러 공법을 적용한 군시설공사의 초기투자비 분석에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 26권 1호(통권 50호), 2006, pp. 589~592
8. 김경희 외, 모듈러 철골조 시범학교 거주 후 평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 24권 1호, pp. 107~110
9. 이철호 외, 모듈러공법 적용을 위한 신형상 냉간성형 철골보의 휨거동, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 26권 1호(통권 50집), 2006, pp. 277~280
10. 강성호 외, 공정분석을 통한 군용 대규모 모듈러 건축물의 공기단축에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 26권 1호(통권 50집), 2006, pp. 621~624
11. 고희영 외, 모듈러 건축물의 거주환경 성능기준 설정에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2006, pp. 628~631
12. 박재식 외, 모듈러 공법을 적용한 군시설공사의 개선방안에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2006, pp. 642~647
13. 포항산업과학연구원, 농어촌주택 실태조사 연구, 남서울대학교 건축학과, 2002.

(接受 : 2007.09.06)