

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 - 소규모 레저용 주거공간을 중심으로 -

† 고 민철 · 송 석기*

† 군산대학교 건축공학과 석사과정, * 군산대학교 건축공학과 교수

요 약 : 플로팅 건축물은 현장 시공에 제약 조건이 발생할 가능성이 높아 현장 시공을 최소화할 필요가 있다. 이 연구에서는 현장 시공을 최소화할 수 있는 모듈러 설계를 플로팅 건축물 상부공간에 적용하기 위하여, 먼저 프로젝트 초기 단계에서의 고려 사항을 검토하였고, 소규모 레저용 플로팅 주거공간을 대상으로 모듈러 설계를 적용하는 방안을 시도하였다.

핵심용어 : 플로팅 건축, 모듈러 시스템, 폰툰 유형 분류, 상부 시설 계획

1. 서론

연구의 배경 및 목적

- 플로팅 건축물은 현장 시공 상의 제약 조건 발생 가능성 높음
- 계획 초기 단계에서 현장 시공 축소 방안의 포괄적인 검토 필요
- 상부시설 건축 부재의 공업화, 조립화, 경량화를 위한 다양한 공업화 건축 시스템 적용 검토 필요
- 특히, 현장 시공이 최소화되는 모듈러 시스템 적용 가능성 검토

연구의 내용 및 방법

- 일반 건축물에서 모듈러 설계 관련 지침 및 기법, 선행 연구 조사
- 모듈러 설계 적용을 위해 플로팅 건축물에서 고려해야 할 주요 특성 및 모듈러 설계 적용 관련 조건 및 범위 검토
- 소규모 레저용 플로팅 주거 공간에 적합한 모듈러 설계 적용 검토

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 01

2. 모듈러 설계 공통 사항

모듈 정합 설계

- 수평계획모듈 : 안목치수 30cm 증분치수로 설정, 보조공간에서 불가피한 경우 보조 모듈 증분치수인 10cm를 증분치수로 적용 가능
- 수직계획모듈 : 10cm를 증분치수로 설정, 불가피한 경우 보조적으로 5cm 적용 가능
- 수직계획모듈에서 창문대의 높이는 바닥마감기준면에서 30cm 증분치수 원칙, 보조적으로 10cm 적용 가능
- 벽체 기준면 : 안목기준면으로 하고, 마감재 치수, 시공오차, 시공여유의 합을 5cm 증분치수 설정
- 층간대 기준면 : 천장하부 마감기준면에서 상부층 바닥 마감 상부기준면 설정, 천장 및 바닥의 구조재, 마감재, 기타 설비, 허용 오차 등을 합하여 10cm 증분치수 설정

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 03

1. 서론

모듈러 시스템 관련 선행 연구

- 한국산업규격(KS)에서 모듈 정합 관련 표준, 주택법 관련 : 주택건설기준 등
- 운송 관련법 : 도로, 운반 트럭, 차량 운행 관련
- 스틸하우스 설계 및 시공 관련 자료, 한국철강협회 스틸하우스클럽 외
- 임석호 외, 부품 및 유닛 DB를 이용한 유닛 모듈러 주택의 설계자동화 연구, 2006.
- 임석호, 유닛 모듈러 주택의 설계자동화를 위한 기초 연구, 2005.
- Ryan Smith, Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction, 2010.
- G. Staib, Components and Systems : Modular Construction, Design, Structure, New Technologies, 2008

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 02

2. 모듈러 설계 공통 사항

공업화 건축 시스템의 분류

- 시공방법과 구법에 따라 3가지로 공업화 건축 시스템 분류
- 골조 시스템 : 기둥과 보와 같은 선형 건축 부재로 내력 시스템을 구성
- 패널 시스템 : 벽체와 바닥판을 구성하는 패널로 내부 공간을 형성
- 모듈러 시스템 : 단위 공간을 형성하는 모듈러를 결합하여 구성
- 공업화 건축 시스템에서 일반적으로 강재와 목재, 콘크리트 사용하여 구축
- 3가지 시스템이 별도로 사용될 수 있지만 상호 보완적으로 적용
- 일반 건축물과 마찬가지로 플로팅 건축물 프로젝트 초기 계획 단계에서 프로젝트 성격에 따라 적용될 공업화 시스템 종류와 조합 방법, 범위 결정
- 강재, 목재, 콘크리트, 다양한 복합재료 가능
- 경량화에 대한 요구로 일반적인 콘크리트 모듈러 사용은 제한적
- 공업화 건축 시스템 적용을 위한 기본 전제로 모듈 정합 설계 적용 필요

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 04

† 주저자 greendew01@nate.com

* 교신저자 songsk@kunsan.ac.kr

2. 모듈러 설계 공통 사항

공간 모듈러의 설계 및 구현

- 플로팅 건축물 상부시설에서 강제 사용 단위 공간 모듈러는 제작 후 현장에서 용접과 볼트 작업으로 조립
- 강제 모듈러의 경우 골조나 단면재를 결합하여 구조 형성 후 적층하여 그 자체로서 내력 구조를 형성 가능
- 강제 모듈러의 벽체 패널은 방향 및 단열재, 내외부 마감재, 바닥 마감재 선택 후 조립
- 목재를 사용한 단위 공간 모듈러는 수직 벽체 패널과 수평 지붕 패널로 결합
- 목재 모듈러 지붕 형상은 다양한 형태로 구성, 먼 거리 이동 가능, 소규모 주거
- 목재 모듈러는 적층하여 건축물 구성, 자체의 내력 구조로 최대 3층까지 적층
- 강재와 콘크리트 골조에 목재 모듈러를 삽입하는 복합 구성 가능

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 05

3. 플로팅 건축 관련 사항

상하부시설 연계

- 플로팅 건축물의 콘톤의 거주성에 따른 상하부시설 연계 검토, 콘톤 역시 모듈러나 블록 단위로 제조되어 상부시설 모듈러와 밀접한 관련
- 단순 부유체 콘톤 : 콘톤과 상부시설은 공간적으로 무관, 구조적으로도 관련성 적음, 상부시설의 하중이 일정 기준 이상일 경우, 상부시설의 구조에 따라 하부 콘톤의 구조 조정
- 부분 공간 활용 콘톤 : 콘톤의 일부를 설비 공간으로 활용, 공간적으로 부분적인 연결 필요, 상부시설의 하중에 따라 하부 콘톤의 구조 조정
- 거주 공간 활용 콘톤 : 콘톤을 상자 형태(Caisson)로 만들어 그 내부공간을 거주공간으로 사용, 상부시설과의 공간적 연결이 밀접, 구조적으로 긴밀한 연결 관계, 설계 단계에서 상하부 구조체의 직접적인 대응 설계 필요

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 08

2. 모듈러 설계 공통 사항

운송 관련 규정

- 모듈러 설계는 공장에서 만들어서 현장으로 반입하여 조립하기 때문에 운송과 관련된 규정들과 밀접한 관계를 형성하고 있음.
- 도로, 운반트럭, 차량운행 관련 규정을 고려하여 프로젝트 성격에 따라 선박 등의 운송수단에 따른 별도의 규정 필요
- 도로 관련 규정 : 도로의 최소너비는 3m, 부득이한 경우는 2.75m, 시설물 높이는 4.5m, 부득이한 경우 4.2m
- 운반 트럭 관련 규정 : 길이는 13m(연결자동차의 경우 : 16.7m), 너비는 2.5m, 높이는 4m, 총 중량은 20톤(화물자동차의 경우 : 40톤)
- 차량 운행 관련 규정 : 축하중 10톤, 총중량은 40톤, 폭 2.5m, 높이 4m, 길이 16.7m
- 공간 모듈러는 운송 중 손상에 대한 주의 및 손상 최소화 설계 필요

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 06

4. 설계 조건 및 모듈화 과정

설계 일반 사항

- 콘톤의 크기 및 재료 : 100m*50m(임의 크기), 철근콘크리트 콘톤
- 콘톤의 거주성 및 상부 하중 조건 : 단순 부유체 콘톤, 상부시설 경량 철골 구조
- 계류 방식 : 돌린 계류, 대지의 선정 : 군산 옥구 저수지
- 용도 및 층수 : 콘톤 크기에 대응하는 2층 규모 레저용 소규모 주거 시설(펜션)



플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 09

3. 플로팅 건축 관련 사항

모듈러 시스템 적용 조건 및 범위

- 모듈러 시스템 적용을 위한 프로젝트의 조건에 대한 정확한 평가 필요
- 플로팅 건축 프로젝트의 물리적-환경적 조건, 프로젝트 참여 주체의 조직적 조건, 기술적 조건 등에 대한 검토 필요
- 물리적-환경적 조건 : 참여 주체의 조건(경험, 비용, 의지, 권리), 프로젝트 유형(프로젝트 자체의 특성, 반복성, 특수성, 품질관리 필요성), 현장 조건(지리적, 지형적 조건, 자재 및 노동력의 수급, 관련 상위 계획 및 법규) 등
- 조직적 조건 : 참여 주체 간의 의사소통과 협력, 계약 형식 등, 프로젝트의 통합 수행을 위한 협력, 유연하며 상호 밀접하게 반응할 수 있는 관계 설정
- 기술적 조건 : 직접적인 기술 수준과 새로운 혁신적 기술 도입의 문제, BIM과 같은 통합적 접근 및 고도의 협업 관계를 요구하는 새로운 기술의 적용, 제조업 분야의 생산 자동화와 같은 새로운 생산 기술의 적용

플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 07

4. 설계 조건 및 모듈화 과정

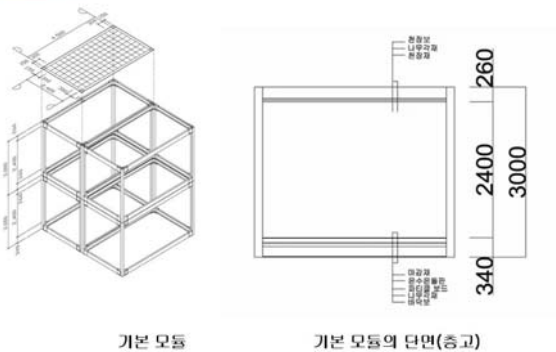
기본 모듈의 설정

- 평면 모듈계획 : 30cm 증분치수(10cm 보조 증분치수 적용가능)
- 수직 모듈계획 : 10cm 증분치수(5cm 보조 증분치수 적용가능)
- 너비 2.5m, 높이 4m, 길이 16.7m(운송 관련 치수)에 30cm 증분치수 적용

	모듈러 치수	비고
메인모듈러	2,700*2,400, 3,600*2,400, 4,500*2,400, 4,800*2,400, 5,400*2,400mm	5종류
하프모듈러	2,700*1,050, 3,600*1,050, 4,500*1,050, 4,800*1,050, 5,400*1,050mm	5종류
천장높이	2,400 mm	바닥마감 상부조립기준 면으로부터 천장마감 하부조립기준면 까지
층고	3,000mm	

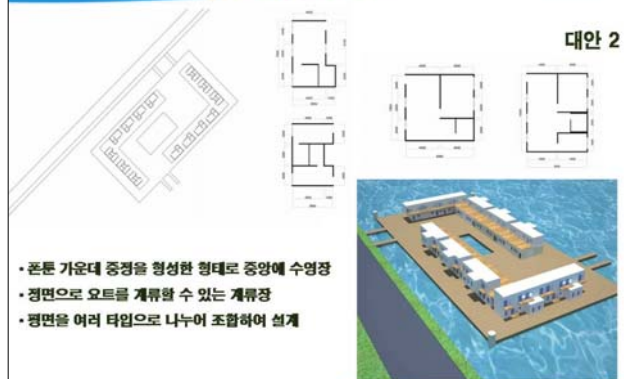
플로팅 건축물 상부공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 10

4. 설계 조건 및 모듈화 과정



플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 11

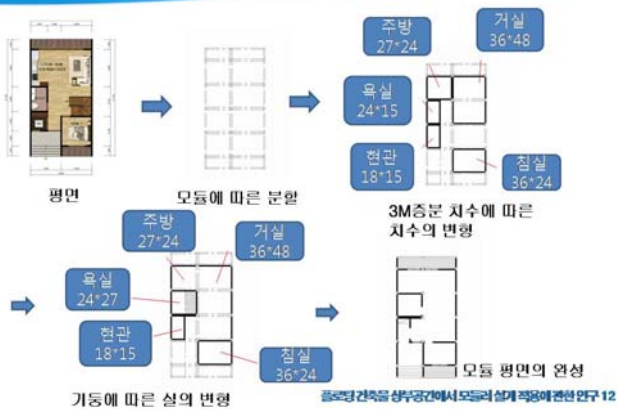
5. 소규모 레저용 주거공간 계획안



- 기존 가운데 중경을 형성한 형태로 중앙에 수영장
- 정면으로 오토를 게류할 수 있는 게류장
- 평면을 여러 타입으로 나누어 조합하여 설계

플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 14

4. 설계 조건 및 모듈화 과정



플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 12

5. 소규모 레저용 주거공간 계획안



- 기존 중앙에 수영장
- 정면으로 오토를 게류할 수 있는 게류장
- 평면을 조합하여 군집한 형태로 한 개의 동을 이룸

플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 15

5. 소규모 레저용 주거공간 계획안



플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 13

5. 소규모 레저용 주거공간 계획안



- 기존 중앙에 수영장
- 2개의 조합틀이 서로 군집하여 중앙에 중경을 형성
- 각 중경들에서 오토를 게류할 수 있는 게류장 형성

플로팅건축을 상수공간에서 모듈러 설계 적용에 관한 연구 16

후 기

본 논문은 2010년 국토해양부 기술연구개발의 지역기술혁신사업(과제번호: 10지역기술혁신B01)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.