

객체 지향 방법론을 이용한 철근 콘크리트 통합 구조 시스템의 초기 구조 설계 모듈 개발

Development of Preliminary Design Modules for an Intergrated System for Reinforced Concrete Structures appling Object Oriented Methodology

홍 지 선* 천 진 호** 이 병 해***
Hong, Ji-Seon Cheon, Jin-Ho Lee, Byung-Hai

ABSTRACT

This paper is the study of methodology for development of preliminary structural design modules for an intergrated system for reinforced concrete structures. To develop the modules, it is used that the iteratived and incremental development process of object-oriented methodology and aspects. The aspect is a tool to capture characteristics of the objects. The aspects consists of user, structure, and system. By using aspects, we can find that objects and relationships between the objects consisting of the modules in the phases of process. In this paper, UML(Unified Modeling Language) is used to the notation. It serves as the language for communicating decisions that are not obvious and provides semantics to capture all important strategic and tactical decisions. Therefore such a series of mothods is valuable to development of preliminary structural design modules. Then preliminary structural design modules were programed by using Visual C++, a windows environmental development tool.

1. 서 론

구조 설계는 사회적, 경제적으로 제시된 조건을 고려하면서 초기구조 설계, 해석, 부재 상세 설계라는 일련의 과정을 거치는 작업으로 구조 기술자의 경험, 판단, 지식이 반영되어 구조물의 안전성과 시공성, 사용성을 확보하는 작업이다. 오늘날의 구조물은 대형화, 복잡화, 다양화되어 구조 설계에 많은 노동력과 시간을 필요로 하기 때문에 작업을 효율적으로 처리할 수 있는 구조설계의 시스템화가 필요하다. 특히 이러한 시스템은 양질의 구조 전문인력을 확보하기 어렵거나 구조물의 특성상의 이유로 구조 설계를 외부 용역에 의존하는 건축 실무 부서에서 간단한 구조물의 설계나 감리등에 작업을 하는데 필요한 실정이지만 시스템의 운용에는 전문적인 구조 지식과 함께 컴퓨터 시스템을 다룰 수 있는 전문 인력을 요구하므로 실질적으로 운용에는 어려움이 많다. 이러한 문제점과 요구를 해결하기 위해서는 구조 설계의 비전문가라 할지라도 일련의 구조 설계 작업을 일관되게 처리할 수 있도록 편의를 제공하는 통합 구조 설계 시스템이 필요하다. 통합 시스템이 구조설계의 비전문가에게 실질적인 편의를 제공하기 위해서는 구조 설계의 처음 과정인 초기구조 설계 과정에서 사용자에게 유용한 정보와 쉬운 인터페이스를 제공할 필요가 있다. 따라서 구조 설계 통합 시스템에서 초기 구조 설계 모듈은 사용자가 시스템과 구조적인 정보를 의사교환할 수 있도록 구조설계 과정을 분석하고 사용자의 관점을 반영해서 모듈을 설계하고 구현해야 한다. 또한 구조 설계 통합 시스템의 개발에는 제한된 시간과 개발인력이 참여하기 때문에 한정된 자원으로 모듈을 개발해야 한다.

본 연구에서는 실무 구조 설계 과정을 반영한 초기구조 설계 모듈 개발에 필요한 이러한 요구 사항과 제한

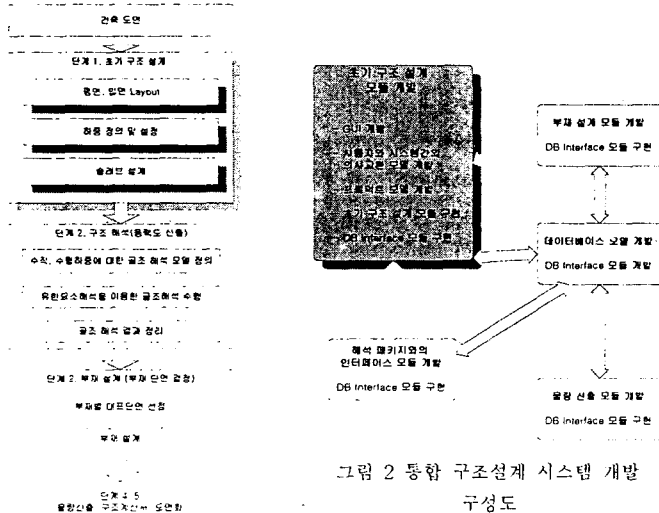
* 한양대학교 건축공학과 석사과정
** 한양대학교 건축공학과 박사과정
*** 한양대학교 건축공학과 교수

조건을 사용자 관점, 구조적 관점, 시스템 관점으로 나누어 정의하고 모듈 개발에 적용한다. 이러한 개발 작업을 효율적으로 진행해 나갈 수 있는 방법으로 객체 지향 방법론인 반복적, 점진적 개발(iterative and incremental development) 프로세스⁽³⁾⁽⁴⁾를 이용한다. 이와같이 본 연구를 비롯한 일련의 연구를 통하여 저층형 철근 콘크리트 구조물을 위한 통합 구조 설계 시스템인 INDECON(INtelligent structural DEsign system for reinforced CONcrete buildings)을 개발하였으며 이를 통하여 초기구조 설계 모듈의 유용성을 검증한다.

본 연구에서는 저층형의 철근 콘크리트 구조물을 대상으로 하였으며, 전형적인 격자형의 골조 구조를 중심으로 초기 구조 설계 모듈을 개발하였다. 개발을 위한 분석, 설계를 위해서 객체 지향 개발 표기를 제공하는 UML(Unified Modeling Language)을 사용하였으며, 구현에는 윈도우 환경의 시스템을 개발하기 위하여 Visual C++ 5.0을 사용하였다.

2. 구조 설계 과정과 시스템 구성

연구의 첫 단계로 철근 콘크리트 구조물의 구조 설계 과정을 분석하고 이 과정을 일관되게 처리하는 통합 시스템 개발을 위한 모듈을 구성한다. 이 과정에서 시스템 개발의 편의를 반영하고 실무 구조설계 과정을 반영해야 한다. 따라서 구조적 관점과 시스템 관점을 적용하여 구성한다. 초기 구조 설계 모듈은 개발 초기에 [그림 2]와 같은 요구 사항⁽¹⁾이 분석되었다.



설계 과정은 초기 구조 설계와 구조 해석, 부재 상세 설계와 구조도면 작성의 단계로 분석되며, 이러한 과정을 모듈화 할 수 있다. 이 때 각 단계의 정보는 이전 단계에 종속되고 다음 단계에 영향을 미치게 되는데, 이와 같이 작업 과정에서 발생하는 정보를 일관되게 처리하기 위해서 모듈에서 생성된 데이터는 중앙 데이터 베이스에 저장 관리된다. 따라서 초기 구조 설계 모듈은 중앙 데이터베이스의 자료교환만을 고려한다.

그림 1 실무 구조 설계 과정

3. 개발 방법론

3.1 객체 지향 방법론의 의미와 도입 필요성

통합 구조설계 시스템에서 초기구조 설계 모듈의 목표는 시스템의 구현, 즉 소프트웨어의 완성에 있다. 오늘날 컴퓨터 성능 향상에 따른 사용자의 요구 수준이 높아지고, 사회가 복잡화, 다양화됨에 따라 질적, 양적으로 고품질의 신뢰할 수 있는 소프트웨어의 개발이 필요하며 따라서 여러명의 개발 참여자-개발자, 사용자,

전문가-에 의해 상당한 시간을 소요하여 응용 프로그램을 개발하는 실정이다. 특히 통합 시스템의 개발에는 상당 기간의 개발 기간과 개발 인력이 소요되기 때문에 시스템 구현을 위해서는 체계적인 개발 방법을 사용하여야 한다. 통합 구조설계 시스템은 실무자의 요구 사항들을 만족하면서 사용방법이 평이하고 이후에도 확장 가능한 시스템이 되어야 하기 때문에 효과적인 개발 방법의 수용은 필수적이다. 객체 지향 방법은 이와 같은 성격의 소프트웨어를 완성해 나가는 효과적인 방법으로 알려져 있으며, 모듈 개발에 적용함으로써 다음의 장점을 얻을 수 있다.⁽³⁾

- 1) 사용자 또는 업무 영역 전문가와 개발자 사이에 상호 이해를 쉽게 해준다.
- 2) 크고 복잡한 시스템의 이해를 쉽게 해준다.
- 3) 변화에 강하다.

객체 지향 방법은 객체 지향 개념을 이용하여 시스템을 성공적으로 완성하기 위한 개발 방법이며, 개발 과정에서 각 단계별로 관련된 객체 지향 기법과 표기가 행해진다. 따라서 전체 시스템을 하나의 객체로 구성하고, 시스템 안에 모든 부분을 객체로 구성하여, 객체간의 행위를 시스템에 구현할 수 있다. 이렇게 모든 문제 영역을 객체 구성으로 문제를 해결해 나감으로써 복잡한 시스템 설계를 단순화 할 수 있다. 이러한 객체 지향 방법론은 프로세스(process), 표기법(notation), 그리고 툴(tool)로 정의할 수 있다.⁽⁶⁾

본 연구에서 사용한 개발 프로세스로는 객체 지향 프로세스로 반복적, 점진적 개발(iterative and incremental development) 프로세스며 표기법은 UML(Unified Modeling Language)를 사용한다. 반복적, 점진적 개발 프로세스는 요구사항 분석, 설계, 구현 및 검사과정을 일부의 서비스만으로 한정하여 적용하고, 이 후 과정을 반복하면서 점진적으로 서비스들을 추가해 나갈 수 있는 프로세스다. 이 개발 프로세스는 가변적인 기능의 분해가 아니라 불변적인 객체를 중심으로 확장해 나가는 것이므로, 전 단계로의 회귀는 설계의 확장을 위한 자연스러운 현상으로 받아들일 수 있고, 이전 작업이 미치는 영향은 미비하다.⁽³⁾ 표기법으로는 UML을 사용하여 불명확하거나 프로그램 코드에서 추론하기 어려운 결정의 의사교환에 사용하고 중요한 전략적 결정 사항들을 추출할 수 있는 어의를 제공하는 도구로 사용한다.⁽⁶⁾

각 단계에 알맞은 다이어그램을 제공하고 시각화함으로써 개발 과정에서 개발 참여자 간의 의사교환을 원활히 하는데 유용하다.

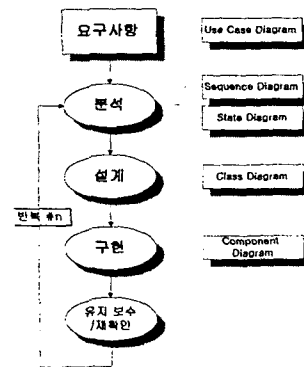


그림 3. 반복적, 점진적 개발 프로세스와 다이어그램

3.2 관점의 적용

본 연구에서 개발하고자 하는 초기구조 설계 모듈은 구조 설계 비전문가라도 쉽게 사용할 수 있는 모듈이다. 초기구조 설계 모듈은 구조설계의 처음 단계로 사용자의 정보를 받아들이는 부분이며, 성공적인 구조 설계를 위해서는 시스템과 사용자간의 의사교환이 원활히 이루어져야 한다. 따라서 사용자의 요구를 받아들일 필요가 있으며 사용성을 고려해서 모듈을 개발해야 한다. 이러한 사용자의 요구는 개발 초반에 전부 이루어지기 어렵고 시스템 개발 과정에서 구체화되어 진다. 또한 초기구조 설계 모듈은 실무 구조설계 과정을 반영하여 개발되어야 하며, 모듈간의 연관성을 생각해서 개발 참여자간에 의견을 조율해야 하며 각 모듈의 공정에 맞춰 진행해야 한다. 또한 한정된 개발 인력과 시간, 비용의 개발환경에 맞춰 모듈을 구현해야 한다.

이상과 이유로 초기 구조 설계 모듈을 구현하는데는 사용자 관점, 구조적 관점, 시스템 관점이 반영되어야

하며 각각의 관점은 다음과 같이 정의한다.

1) 사용자 관점 - 모듈에 사용자의 특성을 반영하는 관점. 주로 사용자와의 의사교환 창구 역할을 하는 대화 객체나 시각적인 모델화면에 관련된 객체들의 구성에 이 관점을 적용시킨다. 개발 프로세스 상에서는 분석 단계에 적용함으로써 위험성이 높은 요소의 타당성을 조기에 검토할 수 있다

2) 구조적 관점 - 구조설계 시스템의 본질을 구성하고 있는 구조물의 특성을 반영하는 관점. 구조 설계 과정에서 발생하는 정보와 자료를 초기구조설계 모듈에 알맞게 객체화하기 위해 반영하는 관점이다. 개발 프로세스상에서는 분석과 설계 단계에서 적용함으로써 분석 단계에서 반영된 사용자 관점의 객체와 조화를 이루게 한다.

3) 시스템 관점 - 시스템 개발 환경을 반영한 관점. 각 모듈간 개발 공정에 맞춰 구현해야 하며 개발 프로세스에서는 구현단계에서 적용하며 시스템 객체를 구현할 때 한정된 시간과 인력, 개발 비용등의 개발환경을 반영할 수 있다.

각각의 관점은 초기 구조 설계 모듈 개발 과정에서 각 단계별로 적용한다. 또한 관점의 요구사항은 개발 과정에서 계속될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 객체 지향 방법인 반복적, 점진적 개발 프로세스를 사용하여 이러한 요구를 모듈 개발에 반영한다.

4. 초기 구조 설계 모듈 개발 과정

4.1 개괄적인 모델 구축 단계 - 예비 반복, 반복 #1

개발 초반에는 요구사항을 분석하여 모듈의 역할과 범위를 한정하는데 중점을 두고, 요구 사항중에 개발 참여자간의 의견 조율이 필요하거나 모듈간 연결성을 검사하는 등에 위험성이 높은 요소를 먼저 구현하여 타당성을 조사한다. 따라서 다음 관점에서 개발을 진행한다.

- 1) 사용자가 시스템에 필요로하는 요구사항 분석 (사용자 관점)
- 2) 초기 구조 설계 모듈의 유즈케이스(use case) 모델 제시(사용자 관점, 구조적 관점)
- 3) 초기구조 설계 모듈의 객체 모델 제시 (구조적 관점)
- 4) 사용자 인터페이스에 대한 개발 참여자의 의사 교환 (시스템 관점)

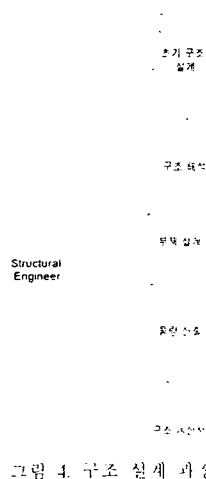


그림 4. 구조 설계 과정

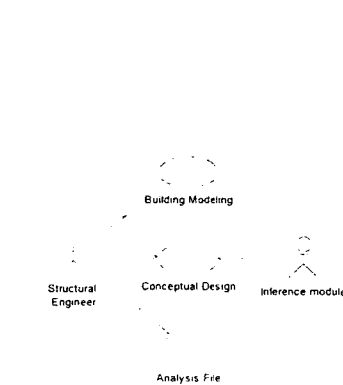


그림 5. 초기구조설계 과정을 세분화

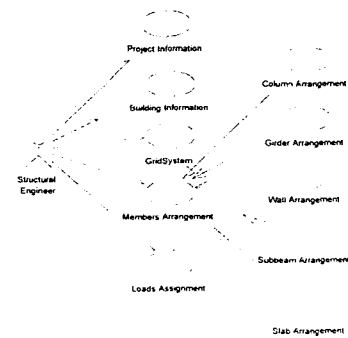


그림 6. Building Modeling의 세분화

실무 구조 설계 과정을 분석([그림 4])하고 초기 구조 설계 과정에서 시스템 사용자가 요구하는 작업을 분석하였다.([그림 5]) 분석 결과 초기 구조 설계 과정은 크게 구조물을 모델링하는 작업과 해석에 앞서 구조 부재를 예비 설계하는 작업, 그리고 해석 파일을 만드는 작업으로 나눌 수 있었다. 따라서 구조물 모델링을 위한 사용자 인터페이스와 시스템 사용자가 비전문가인 경우 예비 설계는 어려운 작업이므로 추론 모듈을 이용하여 사용자의 결정에 도움을 줄 수 있는 방안도 고려되었다. [그림 6]은 구조물의 모델링 작업을 위한 세분화된 유즈케이스 모델이다. 유즈케이스 모델을 이용하여 시스템에 필요한 객체를 찾아내고 객체간 관계성을 구체화 할 수 있다. 여기서는 사용자의 관점에서 고려된 각 층 평면을 중심으로 부재를 배치하고 부재를 화면에 배치할 때 도움을 줄 수 있는 그리드 시스템을 구현하기로 하였다. 이와같은 분석을 통해 얻어진 객체들은 설계단계에서 구조적 관점을 적용하여 객체간 관계를 더욱 구체화 한다([그림 7])

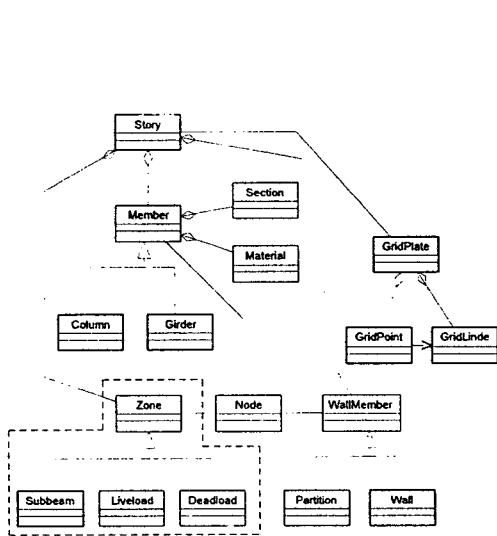


그림 7. 유즈케이스 모델로부터 얻어진 클래스 다이어그램

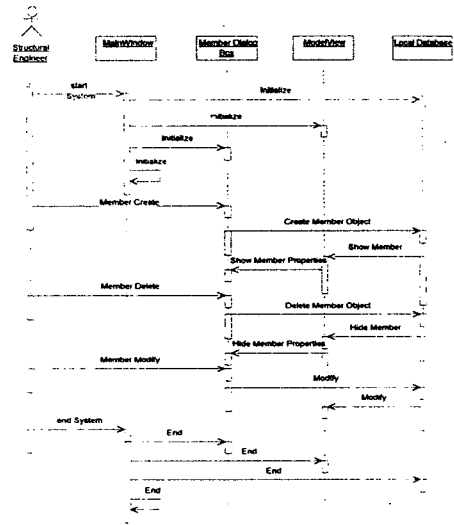


그림 8. 시퀀스 다이어그램

설계 단계에서 얻어진 시스템 구성 객체들은 사용자와의 상호작용을 하게 되며, 이러한 상황을 시나리오 모델인 시퀀스 다이어그램(sequence diagram)으로 나타내어 사용자 인터페이스를 구현하는데 이용한다. 구현 단계에서는 각각의 객체와 객체간 관계성을 Visual C++를 이용하여 프로그래밍한다. 개괄적인 모델 구축 단계에서는 구현된 모듈로 개발 참여자간에 의사교환과 시스템 개발의 문제점을 점검하는 단계이므로 시스템 관점에서 세부적인 작업없이 모듈을 구현하며, 시스템과 사용자간의 인터페이스를 구성해보고 개발 참여자간의 의견을 수렴한다.

4.2 점진적 구체화 단계 -반복 #2, 3, 4

이전 단계에서 나타난 문제점을 요구사항에 반영하고, 하중 정의의 유즈케이스를 중심으로 모듈을 개발한다. 윈도우 환경에서 마우스를 이용한 구조물의 3차원 구성, 그리드 시스템과 층(story)과의 연결성, 하중 정의의 편의 제공, 모듈간 연계성과 자료 교환 등이 요구사항으로 분석되었고, 이러한 요구사항을 바탕으로 앞서 구현한 구조물 모델링 작업을 구체화하고 하중 정의 유즈케이스를 추가하여 모듈을 개발한다. 세 가지 관점을 개발 과정에 반영하여 개발한다.

- 1) 요구 사항의 문제점 및 해결책 (사용자 관점, 시스템 관점)
- 2) 유즈케이스 모델의 구체화, 세분화 (사용자 관점, 구조적 관점)
- 3) 하중 입력 방식에 대한 개발 참여자간 의견 교환 (사용자 관점, 구조적 관점)
- 4) 하중 입력 과정을 포함한 객체 모델 구성 (구조적 관점)

구조물을 3차원 모델로 입력하기 위해서는 화면에 구조 부재를 시각화하고 마우스로 입력을 할 필요가 있으며, 따라서 각 구조 부재 객체에 기하, 위상 정보를 속성으로 구성하고 사용자 입력을 제어하는 객체와 독립시킨다. 각 모듈과의 연결은 관계형 DBMS인 Oracle 7.3을 중앙 데이터베이스로 이용하고 ODBC 드라이버로 각 모듈과 자료교환을 한다. 초기구조 설계 모듈은 사용자의 입력 정보를 바로 중앙 데이터 베이스에서 자료를 관리하도록 한다. 하중 입력은 사용자가 비전문가임을 고려하여 슬래브의 마감 재료와 공간용도를 설정함으로써 고정하중과 적재하중을 대신하게 하였다. 지진하중과 풍하중은 저층 구조물을 대상으로 하기 때문에 정적 하중으로 고려하여 건물의 속성 자료로부터 추출, 산정하도록 하였다.

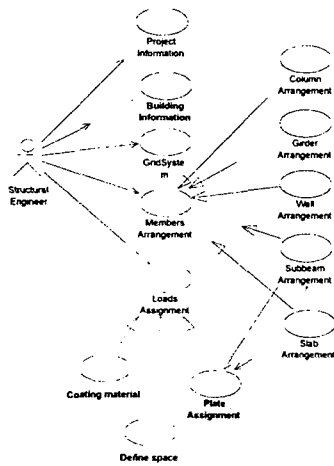


그림 9. 하중입력을 고려한 유즈케이스 모델

[그림 9]의 유즈케이스 모델은 [그림 6]에서 나타난 유즈케이스 모델에서 수직 하중 입력 과정을 세분화한 모델이다. 여기서 플레이트(plate)란 수직 하중을 할당하고, 중간보와 슬래브를 배치하기 위한 평면 공간이다. 본 연구에서는 격자형 구조물을 대상으로 하였으며 플레이트는 직사각형의 평면으로 한정한다. [그림 11]는 플레이트와 연결 부재의 관계를 보여준다.

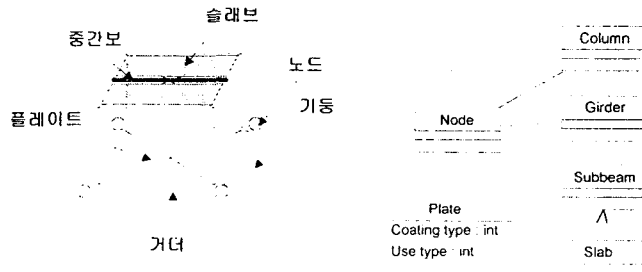


그림 11. 플레이트 객체와 부재 객체간 관계성

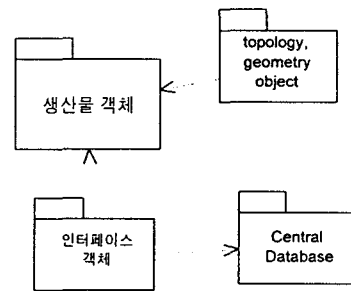


그림 10. 객체 집합간 관계성

사용자 관점에서는 플레이트에 공간용도와 마감 재료를 할당함으로써 슬래브에 가해지는 수직 하중을 대신 하며, 구조적 관점에서 공간용도와 마감 재료로부터 고정하중과 적재하중을 산정한다.

4.3 모델의 상세 설계 단계 -반복 #5, #6

이전 단계까지의 구현된 모듈의 타당성을 확인해 본 결과, ODBC 드라이버를 이용한 관계형 데이터관리 시스템에서 자료를 저장, 관리하는 것은 사용자의 사용에 의한 자료의 변경과 관계가 수시로 바뀌는 초기구조 설계 모듈에서는 적합치 않은 것으로 드러났다. 그러나 다른 모듈의 작업 성격상 관계형 데이터베이스의 장점을 이용할 필요가 있으므로 초기구조 설계 모듈에서의 작업은 지역 데이터 베이스(local data base)의 형태로 개발하는 것이 적합하다. 따라서 객체 구성에 이와같은 시스템 관점을 반영한다.

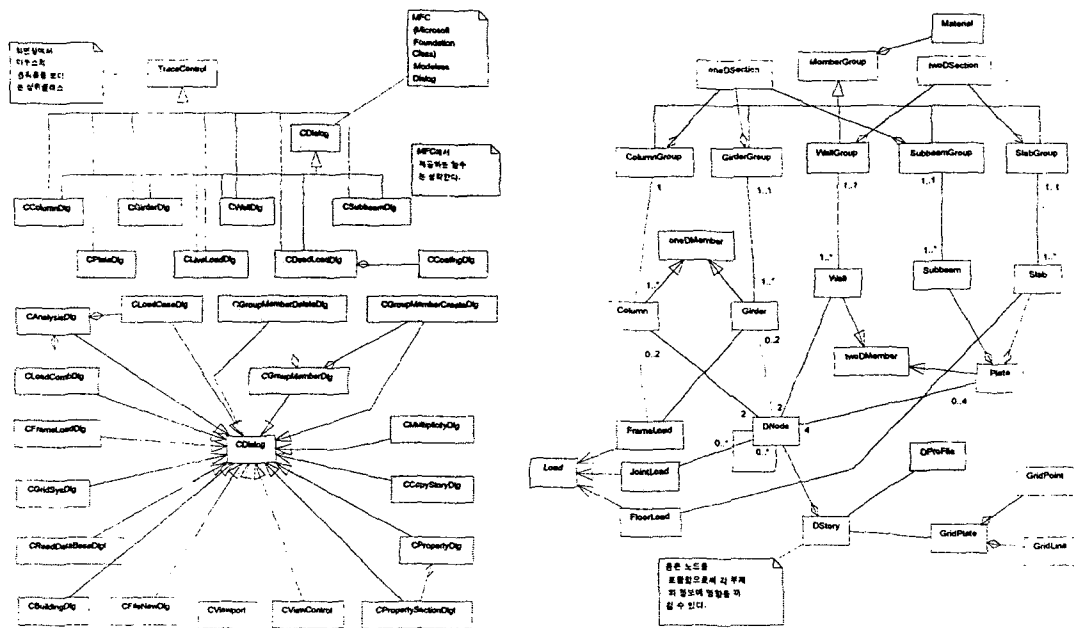


그림 12. 인터페이스 객체와 생산물 객체

이 과정에서는 부재의 예비 설계에 관한 유즈 케이스를 중심으로 분석, 설계한다. 부재의 예비 설계 작업은 초기에 분석된 것([그림 5])과 같이 사용자의 결정에 의한 설계와 추론 모듈에 의한 설계가 개발 과정에서 고려되었다. 실무 구조설계 과정에서는 각 부재를 위상 조건, 하중분포, 응력 분포 등으로 판단하고, 유사한 거동의 부재를 단일 부류로 가정하는데, 초기구조 설계 모듈은 예비 설계 단계에서 이러한 부재 그룹핑을 반영하도록 요구되었다. 기존에 구축된 객체에 그룹핑 객체들을 연결시키는 작업은 세 가지 관점을 적용시켜 구체화 한다. 사용자 관점에서 그룹핑은 부재 배치시 부재의 속성에 속하는 단면과 재료의 과정을 통합하여 그룹핑 속성으로 대신하도록 한다. 구조적 관점에서 그룹핑은 구조물의 구성 요소별로 그룹 객체를 가지게 된다. 시스템 관점에서 부재 배치를 그룹핑과 함께하고 부재별 단일 속성으로의 배치는 그룹을 세분화하는 것으로 일원화하며 슬래브와 중간보의 그룹핑은 플레이트 설정후에 부재를 배치하면서 정하는 것으로 한정하였다. 따라서 [그림12]과 같은 초기구조 설계 모듈의 객체간 관계가 구축되었다.

이러한 연구를 바탕으로 구현된 모듈은 [그림 13]와 같은 순서로 초기구조 설계 과정을 진행한다.

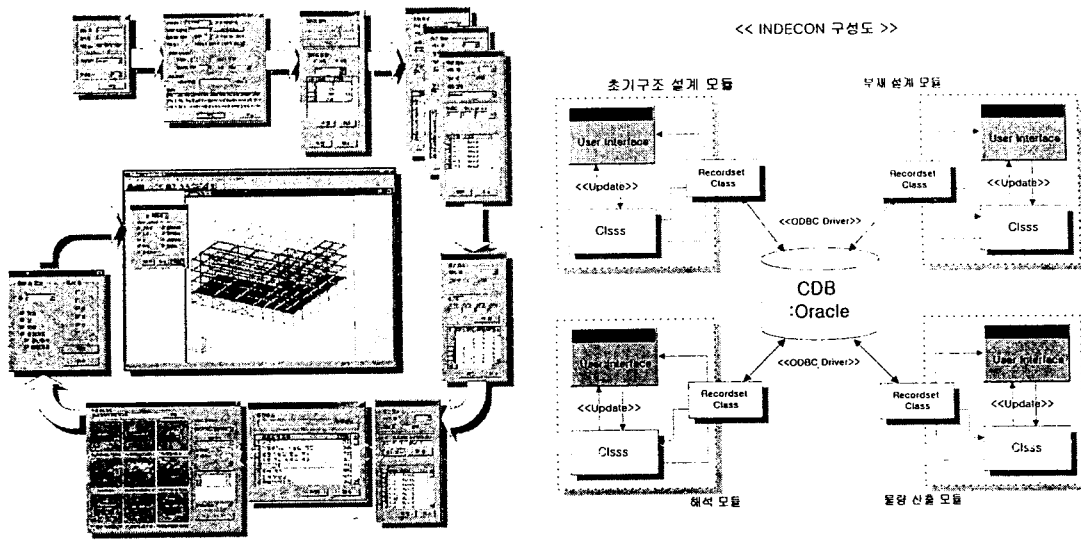


그림 13 초기 구조설계 모듈의 진행과정과 INDECON의 모듈 구성

5. 결 론

본 연구는 본 연구실에서 진행한 통합 구조설계시스템 구축을 위한 초기 구조 설계 모듈 개발을 목적으로 수행되었으며, 전문가보다는 비전문가의 구조 설계 작업을 지원할 수 있는 시스템 구축이라는 점에 비중을 두고 있다. 이와 같은 시스템의 초기 구조 설계 모듈을 개발하기 위해서는 시스템을 사용하는 사용자의 관점과 구조설계 과정을 반영할 필요가 있었으며, 이러한 요구는 개발 참여자의 의사교환을 통해 개발 과정 중에 수시로 변경하거나 확장할 필요가 요구되었다. 객체 지향 방법론인 반복적, 점진적 개발 프로세스는 이상과 같은 요구사항들을 모듈설계에 반영하여 개발 과정중에 설계 모델의 변경 및 확장을 용이하게 할 수 있는 프로세스임이 검증되었다. 초기 구조 설계 모듈 개발시 요구사항 분석 단계에서부터 구현 단계까지 사용자 관점, 구조적 관점, 시스템 관점을 적용하여 객체를 구성하였으며 이와 같은 관점의 적용은 반복적, 점진적 개발 프로세스에 적합한 방법이었다. 또한 요구사항 분석에서 구현까지의 일련의 반복단계를 UML로 표현함으로써 개발 참여자간 의견교환의 도구로 사용하고, 이 후 모듈의 변경, 확장시에도 구현 전에 타당성을 검증하는데 이용할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 안은경, 철근 콘크리트 구조의 초기 구조설계 시스템 개발, 한양대학교, 1997
- [2] 이동엽, 객체지향 방법론을 이용한 철근 모듈 설계 시스템, 한양대학교, 1996
- [3] 대림정보통신(주) 컨설팅센터, 객체란 무엇인가, 전자신문사, 1998
- [4] H.E. Eriksson and M. Penker, UML Toolkit, John Wiley & Sons, inc., 1998
- [5] J. Martin and J.J.Odell, Principles of Object-Oriented Analysis and Design, Prentice Hall, 1993
- [6] T. Quatrani, Visual Modeling with Rational Rose and UML, Addison-Wesley, 1998
- [7] 강맹규, Object Oriented Programming, 1997