

강구조물설계에서 부재선정의 시스템화 방법론

Member Selection Procedure in the Steel Structural Design

이영호* 김상철** 김홍국** 이병해***
Lee, Young-Ho Kim, Sang-Cheol Kim, Hong-Kook Lee, Byung-Hai

ABSTRACT

In structural design procedure, The procedure of member selection manages complex data relationship and reflects structural expert's knowledge. It is a difficult problem to construct an effective system with the conventional programming technique.

Knowledge based system is a software system capable of supporting the explicit representation of expert's knowledge in member selection process through member data and reasoning mechanisms. This study describes useful methodology for structuring knowledge and representing relation between member data and knowledge. And this study shows the application of this methodology for member selection in the steel structural design.

1. 서론

본 연구에서는 구조설계과정인 구조물의 모델링 - 構造豫備設計 - 構造解析 - 부재設計 - 詳細設計 과정을 통합화^{(1) (2)} 하는 과정 중, 부재설계과정을 시스템화 하는 효율적인 方法論을 제시하고자 한다.

건축 구조물의 구조설계과정에서 구조예비설계와 부재설계에서는 구조 이외의 건축관련분야의 고려사항이 중요한 要因으로 작용한다. 특히, 부재설계과정은 예비설계에서 나온 부재를 실제의 다양한 요구조건에 맞게 부재를 선정하는 작업으로 다른 분야에서의 제약사항을 고려하여 구조전문가가 그 구조물에 적합한 실제적인 부재를 찾는 작업이다.

현재 구조실무에서 하고 있는 부재설계의 과정은 일차적으로 구조해석의 결과로 나온 수치적인 결과를 갖고 부재의 허용응력에 적합한지 與否를 확인한다. 그리고 구조전문가가 허용응력에 적합한 부재 중에서 부재의 위치적 고려와 건축 관련 분야의 제한사항 등을 검토한 후, 이러한 사항을 모두 만족시키는 적절한 부재를 찾고 이 변경된 부재를 갖고 다시 구조해석을 하여 교체된 부재의 安全여부를 再檢討하게 된다. 이러한 과정은 한번에 이루어지는 것이 아니라 많은 考慮 및 檢證을 통하여 최적의 부재를 선정하게 되는 것이다. 따라서 부재선정과정은 고려할 사항이 매우 복잡하고 구조전문가의 적절한 판단이 작용하는 작업으로 많은 반복 작업이 뒤따르게 된다. 따라서 이 과정을 구체적인 시스템으로 구현하는데는 많은 어려움이 따르게 된다.

지금까지 많은 프로그램방법으로 부재설계를 시스템화하였지만 아직 실제업무 적용에서는 일부 수작업의 부분적인 시스템화하는데만 한정되어 전반적인 구조설계영역에 대한 시스템화는 이루어지지 못하였다. 그것은 지금까지 사용된 프로그램방법들이 이런 부재설계방법론을 적합하게

* 한양대학교 건축공학과 석사과정

** 한양대학교 건축공학과 박사과정

*** 한양대학교 건축공학과 교수

풀어내지 못했기 때문인데 최근에는 데이터의 복잡한 相關關係나 特徵, 狀態를 실생활의 사물 그대로 옮김으로써 데이터관리의 효율성을 높이는 객체지향적 프로그램기법이나 데이터베이스 적용이 다양한 분야에서 이루어지고 있다. 그러나 이러한 특징을 갖는 객체지향적 접근이 구조에서 부재해석⁽³⁾ 등과 같은 분야에서 다양하게 쓰일 수 있으나 본 연구에서 접근하는 부재설계분야에서는 부족한 점이 있다. 즉, 부재설계과정은 각종 데이터의 집합, 상관관계일 뿐만 아니라 이러한 각종 데이터의 집합으로 부터 적합한 부재를 얻는 과정으로 구조전문가의 見解가 많이 반영되는 과정이라고 할 수 있다. 이러한 사실을 얻는 과정은 추론과정이라고 말할 수 있으며, 이는 캡슐화, 재사용성, 추상성 등의 특성을 갖는 객체지향적 방법만으로는 해결하기 어려운 問題點이다.

따라서 본 연구에서는 최근 건축분야에서 그 사용성이 검토되고 있는 지식기반시스템을 사용, 건축 구조설계과정을 지식으로 구축하여 부재설계시 여러제한조건에 적합한 부재를 전문가의 입장에서 추론할 수 있는 시스템 접근방법론을 제시하고자 한다.

2 연구 목적 및 절차

지식기반시스템은 인공지능의 응용분야 중에 하나로 專門家가 가지고 있는 지식을 인위적으로 컴퓨터에게 부여하여 그 분야의 비전문가라 할지라도 그러한 전문가의 지식을 이용하여 원하는 결과를 얻게하는 시스템이다. 이러한 지식기반시스템의 지식을 표현하는방법에는 여러가지가 있는데 이 중 최근에 객체개념을 지식기반시스템에 도입한 혼합형 지식표현등도 사용되고 있다.⁽⁴⁾

본 연구에서는 이러한 혼합형 지식표현을 통하여 구조설계의 객체지향 데이터 모델을 구축하고 구조설계시 일어나는 과정을 전문가의 입장에서 각 단계별로 세분화하여 지식으로 構築, 이를 객체-지식 모델링하여 지식기반시스템으로 구현, 실제 문제에 적용한다.

- 객체지향적 접근

건축 구조설계에 관련된 부재에 대한 데이터는 건물 전체의 종합적인 데이터와 연속선상에 있다. 그래서 건물과 관련된 분야의 데이터의 속성과 연관성을 지니고 있어야 한다. 건축에서의 데이터는 건물에 관련된 부분들의 특성이 복잡하게 작용하고 이들의 관계성이 서로 밀접하여 일반적 구조 데이터로 표현하기 어렵다. 이와 같은 건물에서 데이터의 特性과 關係性을 구체적으로 표현하기 위해서는 각 부분들이 자신의 모든 정보의 統制權을 직접 지니고 있으면 다른 분야와의 관계성이나 정보의 공유가 용이하여 각각의 정보를 보관하고 사용하는 것이 용이해진다. 따라서 건물관련 데이터와 구조설계에 필요한 데이터는 데이터의 특성과 관계성을 그 자체가 내포하고 정보를 流動적으로 사용할 수 있는 객체지향적인 접근방식의 도입이 필요하다.^{(5) (6) (7)}

- 규칙에 의한 지식표현

구체적이고 실제적인 부재설계의 과정은 전문가가 건축 전반에 걸친 사항인 설계, 설비, 시공 등을 토대로 특정 위치에 적당한 부재를 선택하는 과정이므로 객체지향적 방법론만으로는 해결하기 어렵다. 이를 위하여 부재설계과정을 단계별로 사실과 규칙의 지식으로 정리하여 시스템화하고 이를 추론기관을 통하여 적절한 부재를 찾도록 한다.

1) 지식 구성

지식이란 컴퓨터 프로그램이 지능적으로 행동하는데 필요한 정보를 의미한다. 그러므로 지식은 客觀的 지식 뿐만아니라 主觀的이며 經驗的 지식도 포함되고 이와 같은 정보는 사실이나 규칙의

형식을 취한다.⁽⁸⁾⁽⁹⁾

사실 : 부재의 휨응력은 휨허용응력보다 작아야 한다.

규칙 : IF 부재의 휨허용응력비가 1 보다 크면

THEN 부재의 단면계수를 키운다.

2) 지식 구현

지식 구현이란 주어진 문제를 해결하기 위하여 사실과 규칙 등을 코드화하여 지식베이스에 저장하는 것이다. 여기서 규칙은 두가지의 형태로 저장된다.⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

자체규칙 : 객체개념으로 본다면 자체함수(Internal Function)에 해당하는 규칙으로 각각의 객체가 지니고 있는 규칙을 의미한다. 여기서는 객체 자신의 규칙 뿐만 아니라 다른 객체와의 관계도 이것을 통하여 표현된다. 본 연구에서는 사용하고 있는 전문가 시스템의 개발도구의 특성상 이것을 Method 로 칭한다.

일반규칙 : 부재설계를 하는 전체적인 과정을 표현하는 규칙으로 부재설계 규칙들간의 관계를 나타낸다.

3) 추론 방법

추론이란 지식베이스에 저장된 지식들을 탐색하여 새로운 사실을 추출해 나가는 과정으로 각 규칙이 모델안의 객체들에게 어떻게 작용할 지를 제어하고 유도한다. 추론방법에는 전향, 후향, 혼합형 추론방식이 있는데 구조설계에서는 부재해석후 제안된 事實과 부재설계시 제약이 가해지는 事實로 부터 적절한 부재를 찾는 과정이므로 전향추론을 선택하여 적용한다.

3. 구조물의 객체모델

강구조에서 부재설계는 구조물의 구조해석후 나온 결과들로부터 부재들을 그룹핑하여 각 그룹의 부재응력에 적합한 부재를 선정하는 과정으로 부재에 관한 정보들을 효과적으로 관리할 필요가 있다. 이러한 부재그룹핑, 부재설계를 위한 정보는 실세계의 정보와 유사하게 처리할 수 있는 객체지향적 모델로 제시함으로써 다른 설계과정과의 連繫性을 유지하며 복잡한 부재설계자료를 간단하게 體系化하여 데이터의 흐름을 정리할 수 있다. 그리고 이 모델을 지식기반시스템에 이식하여 지식구축 및 지식추론시 데이터의 사용성을 효율화할 수 있다.

- 부재 그룹핑 정보

부재를 그룹핑하는데 필요한 정보는 구조에 관련된 자료인 구조해석후의 부재별 응력값과 구조외적인 요인으로서 부재의 위치, 부재에 걸리는 하중, 부재의 길이, 시공에 용이한 부재 길이, 재료의 종류, 경제적인 그룹핑의 수 등이 있다.

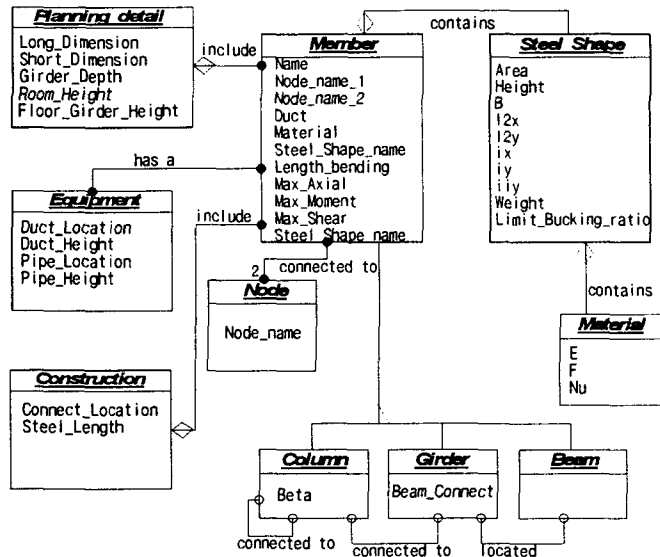
- 부재설계 정보

부재설계는 구조적 요인 뿐만아니라 구조외적 요인이 중요하게 작용하는 과정이다. 여기서 구조적 정보는 부재그룹핑이후 얻어지는 부재그룹명, 부재설계우선순위와 부재자체의 정보인 부재의 위치, 부재의 각 응력값을 포함한다.

<그림 3-1>은 부재와 구조외적 정보의 객체모델을 보여주고 있다. 여기서 부재(Member)클래스는 부재의 응력값, connected to 관계의 절점(Node)클래스에서 계산된 부재의 길이에 의하여 초기 단면을 가정하고 contains 로 연결된 재료특성(Steel Shape)클래스의 재료적 특성과 단면성능으로 초기

허용응력능력을 검토하여 허용응력에 적합한 재료특성 객체들을 임시로 저장한다.

클래스중에서 철골형상(Steel Shape)클래스는 부재의 허용응력 산출에 필요한 속성을 포함하며 부재설계의 제약사항으로 작용하는 설계, 설비, 시공 등에 관련된 클래스는 구조에 영향을 미치는 속성만을 우선적으로 제시하여 모델링하였다. 그리고 이 정보 중에서 부재응력에 대한 데이터는 구조해석후 얻어진 결과를 다시 본 연구에서 사용하는 데이터베이스형식에 맞추어 변환, 저장하여 부재설계의 자료로서 사용한다.



<그림 3-1> 부재설계의 객체모델

4. 구조설계의 지식 모델

부재설계의 지식을 구축하는 방법은 우선 專門家(책, 실무담당자등)와의 면담을 통하여 지식을 축출하고 지식중에서 서식에 해당하는 부분에 대해서는 간단한 스케치로 그 과정을 예측하고 그 외의 규칙은 객체-지식 모델링을 통하여 圖式化한 후 이를 지식기반시스템에 지식베이스로 구축하게 된다.

지식베이스를 구축할 때 각 지식을 단위 지식별로 분리하고 이를 지식 모듈화하여 저장한다. 이렇게 지식을 모듈화하므로써 각 단위 지식을 획득, 수정, 첨가하기가 용이하며, 초보자도 쉽게 지식이 어떤 식으로 구성되고 추론되는지를 이해할 수 있다. 단위 지식은 '부재설계 단계별 지식', '부재설계시 고려할 사항별 지식'으로 이루어지며, 본 연구에서는 단계별 지식을 지식구성의 기본틀로 하고 단계별 지식을 '부재 그룹핑 지식', '부재설계 지식'으로 지식모듈화하여 분류하였다. 그중 부재설계 지식모듈에 부재설계시 고려할 사항별 지식을 내포하여 지식베이스에 구축하였다.

이러한 작업에 앞서 지식 중에서 불명확한 내용은 정확하게 意味化하는 것이 중요하다. 다음은 기둥과 보에 대하여 이러한 불명확한 내용을 정리하고 지식베이스에 구축한 경우를 설명한다.

4.1 부재 그룹핑에 사용되는 지식

- 부재 그룹핑 방법

철골구조물의 구조설계시 부재를 같은 응력의 부재별로 그룹을 구성하는 것은 매우 중요한 요인으로서 이것은 구조물의 경제성 및 구조물의 응력분배, 구조물의 구조설계작업에 중요한 부분을 차지한다. 일반적으로 구조설계자가 시행하고 있는 부재 그룹핑 방법은 단순히 外觀的인 위치나 단순한 응력의 比較로써 그룹핑이 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 부재의 그룹핑을 효율적으로 처리할 수 있는 방법으로 초기 구조해석시 모든 부재를 동일한 재료로 응력을 검토한 후 이 결과를 바탕으로 부재를 기둥 및 보로 분리하여 기둥에 대해서는 調整係數 Cm을 사용하여 그룹핑을 하고 보에 대해서는 응력값 이외에 부재의 위치 및 부재에 작용하는 하중에 의하여

그룹핑한다. ^{(12) (13)}

$$\text{기동: } \text{Stress} = \frac{|N|}{A} + c_m y \frac{|M_y|}{Z_y} + c_m z \frac{|M_z|}{Z_z} \dots\dots\dots(1)$$

- Cm : • side sway 가 방지되어 있지 않은 기동
 - 양단이 구속되어 있는 부재=0.85, 양단이 구속되어 있지않은 부재= 1
 • side sway 가 방지되어 있는 기동
 - $C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2}$

$$\text{보 : } \text{Stress} = \frac{|M_y|}{Z_y} + \frac{|M_z|}{Z_z} \dots\dots\dots(2)$$

응력값이외의 그룹핑변수 :

- 같은 위치 + 같은 하중조건 = 같은 그룹
 (응력차가 200 kg/cm² 이하일때 허용응력비의 차는 0.06)
- 다른 위치 + 다른 하중조건 = 같은 그룹
 (응력차가 200 kg/cm² 이하일때 허용응력비의 차는 0.06)
- 같은 위치 + 다른 하중조건 = 다른 그룹

(보에서의 응력값이외의 요인에 의해 그룹핑한 방법은 부재를 여러가지 방법으로 그룹핑하고 그 결과를 비교 검토하여 보에 적절한 방법으로 제시한 것이다.)

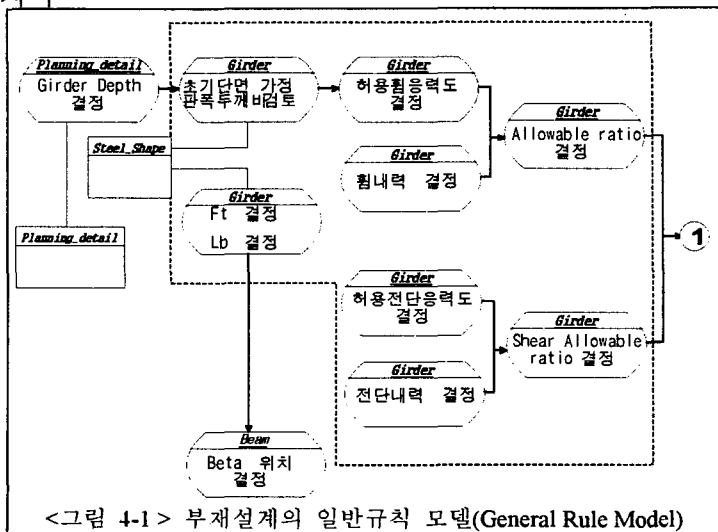
이상의 그룹핑방법은 그룹핑 이후의 작업이나 다른 요인(구조설계자의 意圖 등)에 의하여 다시 그룹핑될 소지를 포함하고 있어야 한다.

- 설계우선순위

그룹에 속한 부재 중에서 최대응력이 걸리는 순서대로 설계우선순위를 정하여 우선 부재의 우선순위가 높은 부재에 대하여 응력검토한 후 다음 우선순위의 부재들에 대하여도 허용응력에 적합한지를 검토하게 된다. 여기서 얻어진 결과는 이후 다시 부재를 그룹핑하는데 필요한 자료로서 지식에 追加될 수 있다.

4.2 부재설계에 사용되는 지식

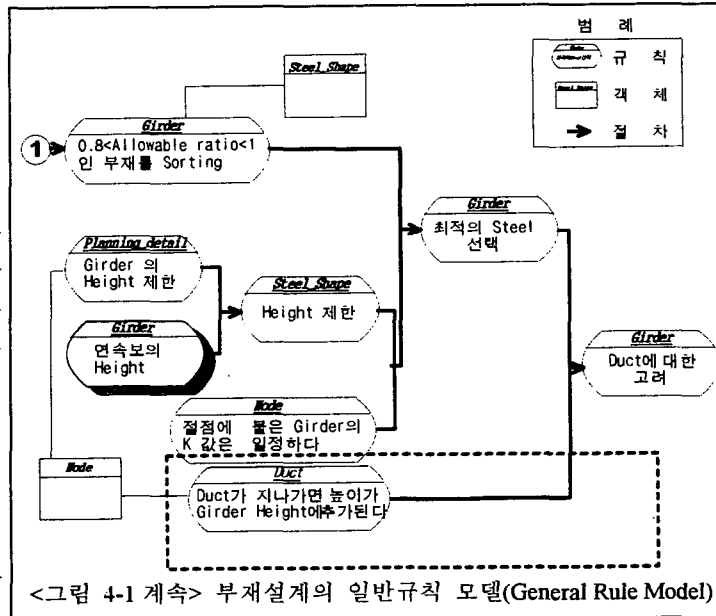
부재설계에 사용되는 지식은 데이터베이스의 경우와 같이 크게 구조적 지식과 구조외적 지식으로 구분된다. 여기서 구조적 지식이란 우리가 부재설계시 검토하는 각종 수식으로 구조물내의 부재가 그 부재에 작용하는 외부하중에 어떤 응력으로 작용하는지를 數値적으로 알 수 있는 지식이다. 그리고 구조외적 지식에는 부재설계시 고려할 사항별 지식이 포함된다.



<그림 4-1> 부재설계의 일반규칙 모델(General Rule Model)

- 구조적 지식

자체지식으로 표현되며 보통 수치적인 계산이고 규칙의 기본적인 형식을 그대로 갖추고 있어 지식기반시스템으로 표현하기에 매우 간단하다. 구조적 지식은 鋼構造設計規準에 명시된 바와 같이 부재응력값들을 비교 계산하여 최종적으로는 허용응력비를 검토하게 된다. 이 과정에서 수식적 계산은 계산과정을 스케치하여 규칙의 흐름이 어떻게 될 것인가를 예측한다.



<그림 4-1 계속> 부재설계의 일반규칙 모델 (General Rule Model)

- 구조외적 지식

구조적 지식이 추론된 다음 이루어지는 과정으로 각 위치에 적당한 부재를 찾는 방법에 대한 지식이다. 다음은 부재설계시 고려할 사항으로 지식베이스에서 저장되는 사실들의 대표적인 경우를 나타낸다.

보(Girder) :

- 한 층에 존재하는 보들의 Depth는 일정하고 연속인 보의 Depth는 부재접합이 용이하게 하기 위해 일정해야 한다.
- 한 절점에 걸리는 보의 크기는 응력의 균등한 분배를 위하여 Depth와 剛性이 비슷한 부재를 사용하여야 한다.
- 보의 크기는 한층의 Depth 제한과 Room Height의 제한 속에 설계되어야 한다.
- 보에 Duct 등의 설비요소가 지나갈 때 설비요소의 크기를 고려하여 Room Height의 한도내에 보의 Depth를 줄이거나 줄일 수 없을 때는 전단보강을 한다.

.....

기둥(Column) :

- 한 절점에 걸리는 기둥에서 아래기둥은 위의 기둥보다 크다.
- 기둥의 길이는 운반되는 철골부재의 크기에 따라 한 그룹으로 제한된다.

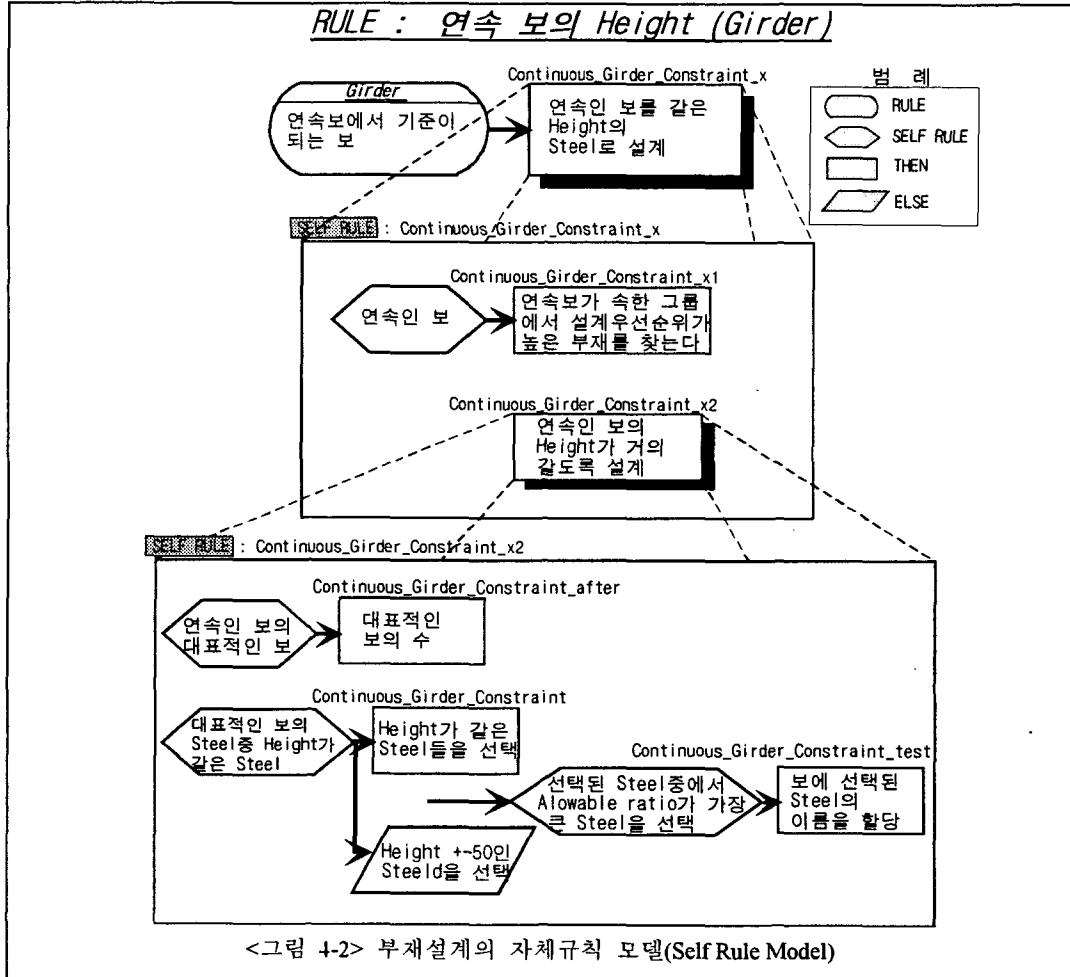
.....

위의 사실들은 규칙의 형식으로 지식베이스에 축적된다. <그림 4-2>는 보에서 규칙이 어떤 방법으로 구축되어 추론되는지를 具體的으로 보여준다.

지식을 구성하는 방법으로 일반규칙인 RULE<그림 4-2>은 추론에 필요한 데이터의 관리, 구조적 규칙과 구조외적규칙을 유발하는 원인 제공, 규칙들의 상호 영향으로 새로운 규칙을 생성하는 역할을 한다. 그리고 각각의 일반규칙은 그 내부에 자체규칙인 METHOD을 지니고 있어 객체와의 관계성 및 자체의 문제점으로 새로운 지식을 생성하여 다음의 일반규칙을 수행하게 된다.

이 자체규칙은 또한 그 내부에 그 규칙을 수행하기 위한 규칙을 포함하므로 수행능률을 효율화하고, 자체규칙을 간단히 표현할 수 있게 한다. <그림 4-3>은 지식중에서 "Girder의 연속보의

Height"의 일반규칙과 그 내부에 존재하는 자체규칙을 細部的으로 확대하여 지식으로 구축한 방법을 나타내고 있다. 이러한 방법으로 부재설계지식을 구축함으로써 지식의 확대 및 수정이 용이해지고 지식을 모듈화하여 지식이 내포하는 내용을 抽象적으로 표현하기 쉬워진다.



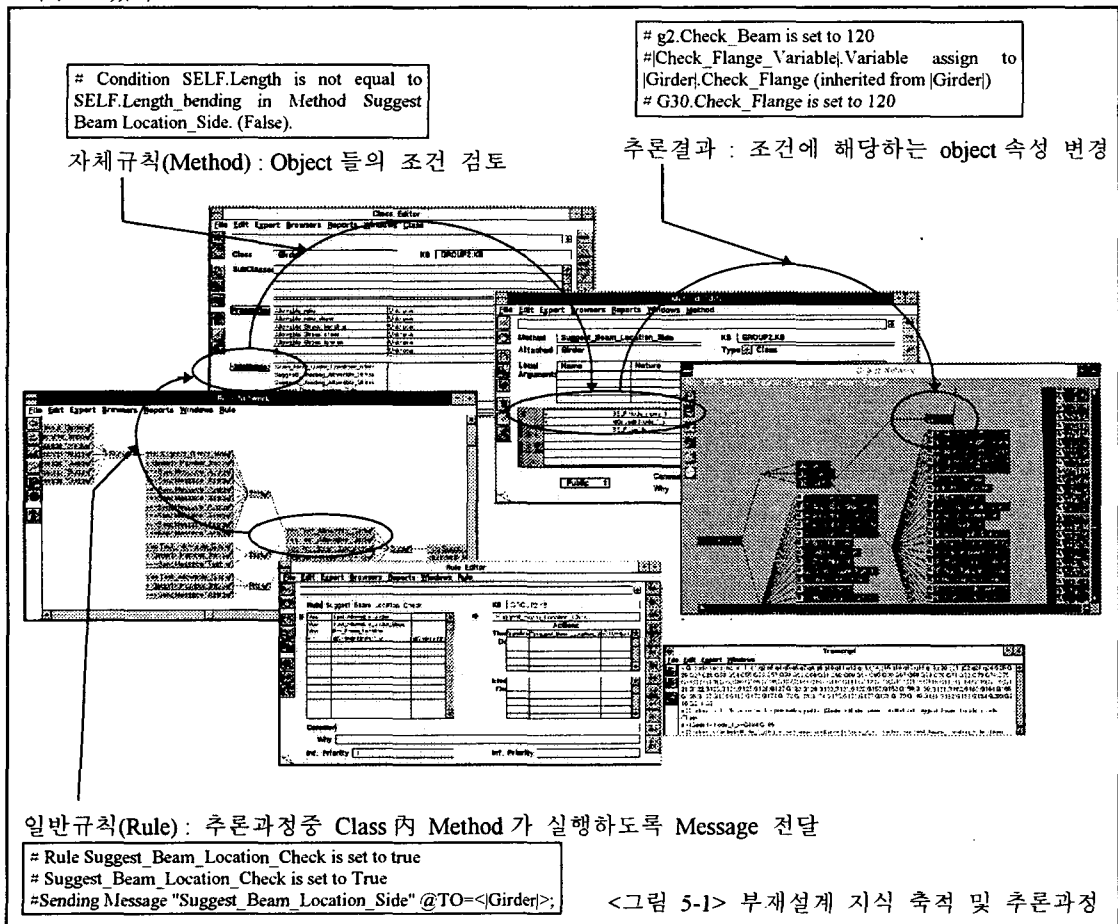
5. 부재설계 지식기반기반시스템의 구현

5.1 대상 건물 및 사용시스템

앞에서 提示한 부재설계지식구축의 방법론을 적용한 건물은 순수한 철골구조물로서 철골 Frame 구조에 대하여만 지식기반시스템을 적용하여 본다. 구조해석 프로그램은 GT/STRUDL⁽¹²⁾을 사용하고 지식기반시스템도구는 혼합형 지식표현이 가능한 NEURON DATA 사의 Nexpert Object⁽¹¹⁾ 모듈과 GUI(Graphic User Interface)개발모듈을 가지고 있는 Smart Element 를 사용한다.

본 연구의 범위는 부재의 그룹핑과 부재설계 및 검토, 구조전문가에게 제시하는 내용들로 한정되며 提示되는 내용은 AutoCad 의 그래픽 자료와 데이터 자료로 구조전문가에게 제시되어 이들 결과로부터 再構造解析이 이루어진다. 부재설계지식의 구축과정은 인간의 부재설계과정을 模倣하여 부재의 데이터 검토, 부재그룹핑, 초기단면가정, 부재의 응력검토, 허용응력 범위에 들어가

는 Steel Shape 선정, 설계제한 검토, 설비제한 검토, 시공제한 검토, 부재의 위치요소 검토, 부재 응력분배를 검토의 과정으로 구축한다. 이 과정에서 각 지식은 지식획득, 증가, 변화등의 과정을 거치므로 각 과정을 '부재설계 지식모듈'내 지식 모듈로 세분화하여 다른 지식에 영향을 최소화한다. <그림 5-1>은 부재설계의 지식축적의 도구와 지식 추론과정을 보여주고 있으며 각각의 Class 와 Object 의 속성 및 Method 가 어떻게 관련을 갖는지 그리고 추론은 어떻게 이루어지는 지를 보여주고 있다.

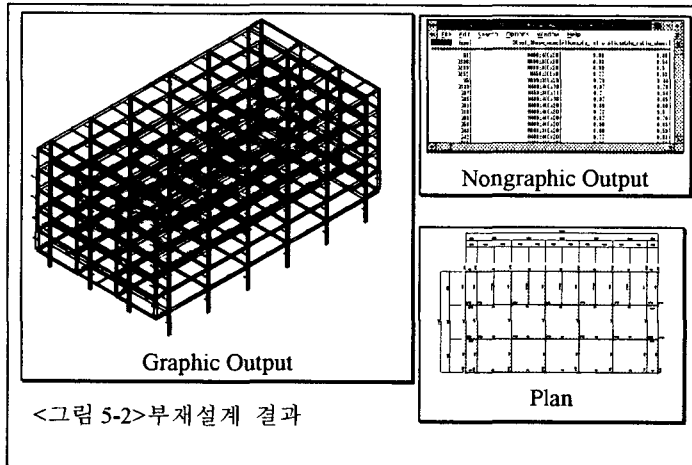


5.2 부재자료

구조물을 구조해석후 부재 그룹핑 및 부재설계에 대한 데이터를 逐出하여 Nexpert 자체의 DataBase 인 NXP DataBase 에 저장하고 구조의적부재설계 변수에 대하여서는 별도로 DataBase 에 저장하여 추론시마다 NXP DataBase 의 데이터를 참조, 각 객체의 속성값으로 割當된다. 부재는 기둥과 보로 분류하여 설계하므로 구분의 편리상 기둥은 'C' 큰보는 'G' 작은보는 'B'의 문자를 첫 語頭로 두어 객체명칭을 부여한다. 작은보의 경우 구조전문가가 그 자료를 입력할 수 있으나 본 연구에서는 시스템에서 작은 보의 갯수 및 위치를 응력에 따라 조절할 수 있게 하였다. 이것은 큰보의 응력에 따라 작은보의 위치가 고려된 후 전문가가 그 작은보의 위치 및 갯수써 응력의 분배를 人爲的으로 조절할 수 있게 하기 위함이다.

5.3 부재그룹핑 결과

부재를 그룹핑하는 방법에 대한 연구가 아직까지 확실하게 이루어지지 않은 관계로 본 연구에서 사용된 구조해석 프로그램인 GT/STRUDL 을 이용하여 각종 방법으로 그룹핑을 실시한 후 이 데이터로 부터 부재그룹핑에 대한 지식을 우선 획득하였다. 부재그룹의 명칭은 그룹내의 부재 우선순위가 가장 높은 부재로서 내부와 외부에 따라 분리하여 區分하였고 이것은 기둥이나 보 객체의 속성인 Group_Name 으로 저장되어 부재설계시 부재의 허용응력검토, 부재선정의 優先順位를 갖게 된다.



<그림 5-2>부재설계 결과

5.4 부재설계 결과

부재를 선정하는 방법은 우선 허용응력비가 1 보다 작은 부재들 중에 허용응력비가 가장 큰 부재로 선정을 하였으며 이러한 선정방법은 Steel Shape 의 단면적 등에 의하여서도 제한될 수 있다. 부재설계결과로 기둥의 Beta 값의 提案과 기둥에 적합한 Steel Shape 選定이 이루어지며, 보에 대해서는 작은보의 위치 決定, 보에 적합한 Steel Shape 決定, Duct 가 보의 Web 에 포함될 때

전단보강에 대한 檢討 등이 이루어진다. 부재설계결과는 우선 사용자가 검토 용이한 AutoCad 로 표현되고 정확한 수치적 결과는 NXP DataBase 의 Out File 형식으로 구조실무자에게 提案된다(<그림 5-2>참조).

6. 결론

본 연구에서 제안한 부재설계의 지식기반시스템의 방법론 도입으로 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 지식표현의 意味抽象性을 유지하면서 지식의 내용을 구체적인 지식으로 확대함으로써 지식의 전체적인 흐름을 비전문가도 쉽게 이해할 수 있게 하였다. 이는 구조이외의 전문가들이 자신들의 지식을 어떤 과정에서 추가해야하는지를 알 수 있어 구조설계과정의 다른 분야 접촉이 용이해진다. 그리고 지식의 의미추상성과 지식의 실제 구축방법에 대한 제안을 함으로써 지식을 모듈화하여 이후 이루어질 수 있는 지식의 追加, 變更이 용이해졌다.

2. 부재설계과정을 지식기반시스템으로 구현한다고 해도 구조설계의 連續線上에 있는 부재의 데이터를 공유하지 않으면 안된다. 본 연구에서 사용한 Nexpert 는 이러한 데이터의 관리 및 참조가 용이한 객체지향기법을 포함하므로 데이터의 관리가 용이하다. 그러나 아직 이러한 객체지향적기법이 초보적인 단계로 사용되어 데이터의 관계성 설정이 오히려 복잡해지는 短點이 발견되었다.

3. 앞으로 본 연구실에서 개발한 객체지향기법의 구조해석 프로그램과 데이터베이스를 이용함

으로써 부재의 변경후 곧바로 구조해석이 이루어지므로 부재설계후 재구조해석할 필요가 없어지며 부재의 설계가 더욱 정확해 질 수 있다.

4. 지식기반시스템도구는 商用하는 범용셀을 사용함으로써 추론기관을 별도로 만들 필요가 없어 지식을 蓄積하여 추론하는데 추론의 세부적인 면을 고려할 필요가 없고 지식을 수집, 지식기반시스템에 구축하는데 더 많은 努力을 경주할 수 있다.

5. 복잡한 形狀을 갖은 건물의 경우도 부재응력에 의한 그룹핑방법을 사용함으로써 비교적 정확하게 그룹하는 것이 가능하여 이 부재그룹핑결과로 부재의 거동 검토, 부재선정이 용이하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김홍국,이병해, "철골 구조물의 통합설계 시스템", 대한건축학회 논문집, 제 8 권 12 호, 1992
- [2] 김상철,김홍국,이병해, "구조설계에서의 지식기반시스템 도입연구", 전산구조공학회 논문집, 제 7 권 13 호, 1994
- [3] B.W.R Forde,R.O.Foschi, S.F.Stiemer, "Object-oriented finite element analysis", Comput, Struct, 1990
- [4] 김화수,조용범,최종욱, "전문가 시스템", 집문당, 1995
- [5] James Martin, "Principles of Object-Oriented Analysis and Design", Prentice Hall I. E, 1991
- [6] J.Rumbaugh, M.Blaha, W.Premarlani, F.Eddy, W.Lorensen, "Object-Oriented Modeling and Design", Prentice Hall International Editions, 1991
- [7] 천진호,김홍국,이병해, "객체지향 데이터베이스를 도입한 통합구조설계시스템의 구축", 대한 건축학회 논문집, 제 9 권 9 호, 1993
- [8] 이윤배, "전문가 시스템", 홍릉과학출판사, 1992
- [9] P.Beynon-Davies, "Expert Database Systems a Gentle Introduction", McGraw-Hill, 1991
- [10] G.Guida,C.Tasso, "Design and Development of Knowledge-Based Systems", John Wiley & Sons, 1995
- [11] NEXPERT OBJECT Ver 3.0, "Database Intergration Guide", "Reference Manual", Neuron Data, 1993
- [12] GTSTRUDL User's Manual Volume 2 , 1985
- [13] 김규석, "개경 철골구조학", 기문당, 1995