

建築物設計支援のための概念モデル記述言語*

2S-7

佐藤 俊孝 廣田 豊彦 橋本 正明†

九州工業大学‡

1 はじめに

従来のCADシステムは、設計対象の概念モデルを取り入れられておらず、主に設計対象の形状しか扱わない。そのため、設計対象の本質的な部分を充分支援することができず、ただ設計対象の外面的な絵の編集支援を行なうのみである。我々は、設計情報の自動修正のために建築物の概念モデルとして属性モデリング[1]を取り入れたCADシステムを開発している[2][3][4]

本稿で提案するシステムは、建築物の構成要素である部材の存在依存関係や、それら部材の各属性間の制約を建築物設計に関する知識として記述するための制約指向の言語を用意している。これによって、建築物設計者が持つ建築物の設計の概念を記述でき、新しい部材の種類を増やすなど、建築物設計に関する知識を加えたり修正したりすることが容易にできるようになる。

2 建築物設計と概念モデル

概念モデルとは一般に、対象世界の概念を中心とした仕様記述のためのモデルであり、対象の整理や、対象の検証、要求者と設計者とのコミュニケーションに用いられる。CADシステムが、設計情報の修正を自動的に行なうためには、設計対象についての概念モデルを持っていないとできない。設計情報の自動修正によって、設計者は設計の高度な部分に集中できるようになる。

建築物の設計は、構造設計や意匠設計などの専門の設計作業に分化されている。これらを支援するシステムを、設計情報を一元的に取り扱う概念モデルを介して統合することで、各システム間の設計情報の一貫性を保つことができるようになる(図1)。このことによって、設計結果の構造上の欠陥や、非常に価格の高い結果が生じないようになる。

本システムは、CADシステムに取り入れる概念モデルとして属性モデリングを採用した。属性モデリングとは、分化された各設計作業で必要な情報を属性の集合として取り扱うものである。これらの、属性間には依存関係があり、設計対象の編集による属性の変更時に自動的に再計算される。これを、属性の従属性と呼ぶ。

また、建築物は構成要素である部材によって構成されており、これらの部材には存在の従属性がある。例えば、梁を支えている両端の柱が削除されたとき、梁を支えられなくなるので、その梁も自動的に削除されるというものである。

3 建築物モデル記述言語

部材の存在依存関係や属性間の制約を建築物に関する知識として、建築物モデル管理部を記述できる言語を開発している。これは、設計しようとしている一つの建築物に関しての記述ではなく、CADシステムで用いられる部材など、CADシステムが設計を支援するために必要な、設計に関する知識を記述するための記述言語である。CADシステムを生成する際に、この言語から設計対象の概念モデルを取り入れるのである。

*Conceptual Model Description Language for Building Design Support System

†Toshitaka SATO Toyohiko HIROTA Masaaki HASHIMOTO

‡Kyusyu Institute of Technology

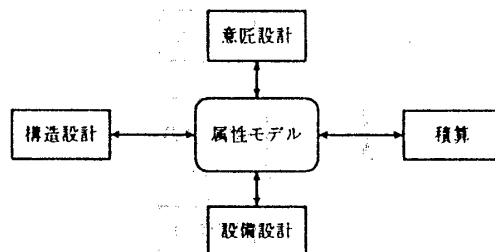


図1: 属性モデルの位置付け

建築物記述言語で記述するものは、部材名、存在従属性のための依存関係、属性(名前、型、範囲など)、属性従属性のための属性間の制約(関係、条件など)、その他システム固有のものなどがあげられる。

部材の記述は次のように書く。

```

PART <部材名>
:
ENDPART
    
```

<部材名>にその部材の種類を記述し、PARTからENDPARTの間に、その部材の接続関係や部材が持つ属性名、属性間の制約等を記述する。

ある部材が存在するために必要な部材を指すものをプラグと呼び、それと対となるものをソケットと呼ぶ。これらは、存在従属性のための依存関係を記述するために用いられるが、他の部材の属性を参照するためにも用いられる。存在従属性のための依存関係の記述方法は次のようになる。

```

PLUG
<プラグ名> INTO
    <依存部材名> :: <ソケット名>;
:
END
SOCKET
<ソケット名> TAKE
    <被依存部材名> :: <プラグ名>;
:
END
    
```

他の部材の属性を参照する時は、<プラグ名>や<ソケット名>を用いて参照する。

部材の持つ属性は建築物設計のときに設計者が変更する独立属性(user-specified属性)と、すでに値が決まった属性によって値が導き出される従属性(derived属性)の二つに分けられる。属性の記述法は次のようになる。

```

USER_SPECIFIED
<属性名> <型> <デフォルト値>
:
END
DERIVED
<属性名> <型>
:
END
    
```

属性の値を求めるための属性間の制約の記述は次のようになる。

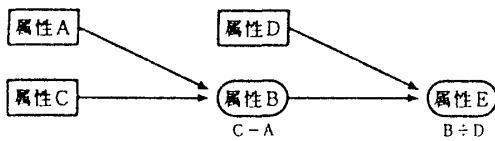


図2: 得られたデータフロー

```

CONSTRAINT
<属性間の制約を表す式>
:
END
    
```

<属性間の制約を表す式>は代入式ではなく関係式であるので、次の三つの式は同等である。

- <属性C> = <属性A> + <属性B>;
- <属性A> + <属性B> = <属性C>;
- <属性B> = <属性C> - <属性A>;

従属属性の値を求める制約は等式のみで制限している。また、一意に値が決まらないのは受け付けない。これは、<属性間の制約を表す式>の集合からデータフローを構成するためである。

例えば、次の3つの属性の値を求めるための制約が与えられたとする。

$$\boxed{\text{属性A}} + \boxed{\text{属性B}} = \boxed{\text{属性C}}; \quad (1)$$

$$\boxed{\text{属性B}} = \boxed{\text{属性D}} \times \boxed{\text{属性E}}; \quad (2)$$

このとき、四角で囲まれている属性(属性A, 属性C, 属性D)は独立属性であるとする。独立属性はすでに値を与えられているので、(1)式から属性Bの値が得られる。次に、属性Bの値が決まったので、(2)式から属性Eが得られる(図2)。

その他の記述としては、CADの設計画面上の個々の部材の形状の記述などがある。例えば、基準線は線分で表され、支柱などは矩形や多角形、円などで表される。その記述法は次のようになる。

```

XY_PLANE <X-Y平面図の形状記述>;
XZ_PLANE <X-Z平面図の形状記述>;
YZ_PLANE <Y-Z平面図の形状記述>;
    
```

4 建築物設計支援システム

本システムは、記述された言語をジェネレータに通すことによって得られる建築物モデル管理部、各設計支援モジュール、オブジェクト管理部の3つに大きく分けられる(図3)。

- 建築物モデル管理部…属性モデリングに基づき実現された部材オブジェクトの集合と、それらを管理する建築物オブジェクトから成る。属性モデリングにおける属性を各部材オブジェクトの内部属性とし、これらの内部属性を参照、変更するメソッド内で属性の従属性を保つようにしている。また、存在の従属性は、部材オブジェクト生成メソッド(コンストラクタ)、部材オブジェクト削除メソッド(デストラクタ)で保つようにしている。建築物の編集はすべてこの建築物オブジェクト及び部材オブジェクトのメソッドを用いることによって行う。

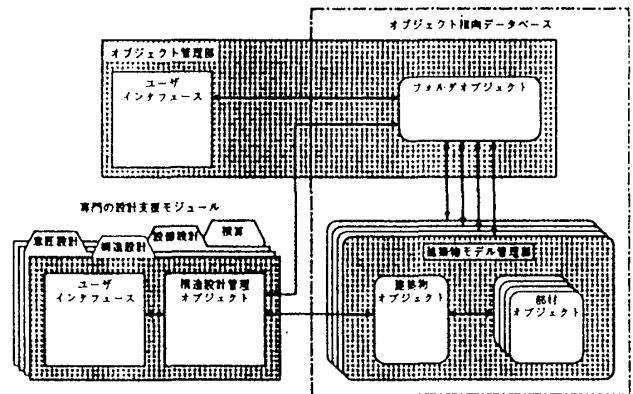


図3: CADシステムの構成

- 設計支援モジュール…各設計支援モジュールは意匠設計支援モジュールや構造設計支援モジュール、積算支援モジュールなどがある。それぞれの設計支援モジュールは属性モデリングを取り入れている建築物モデル管理部のメソッドを通して、必要な設計情報を得て、それをグラフィックユーザインターフェースに表示し編集する。設計情報の変更も建築物モデル管理部のメソッドを通して行ない、属性間の整合性を保つのを建築物モデル管理部に管理させる。

- オブジェクト管理部…オブジェクトの集合である建築物モデル管理部をオブジェクト指向データベースに格納することで、設計情報を保存することができる。それを管理するのがオブジェクト管理部である。建築物オブジェクト及び各部材オブジェクトを格納するデータベースにはオブジェクト指向のVERSANTを用いている。

5 まとめ

概念モデルとして採用した属性モデリングによって、属性変更に基づく他の関連属性の変更が自動化できるようになり、人手による構造設計の手間を軽減し、設計の変更が容易にできるようになる。建築物記述言語によって、建築物設計者の手で、部材の種類や属性間の制約などが容易に変更できる。

今後の課題としては、建築物記述言語の記述能力の向上や、属性間の制約の解法アルゴリズムの改良があげられる。建築物記述言語の記述能力の向上として、例えば、梁の幅はそれが存在依存している支柱の幅を上回らないというような属性間の制約に関する記述や、梁の強度が不足しているときの問題解決の方法の記述などがあげられる。

参考文献

- [1] (社)日本設計学会. 高度技術化に対応する機械製図システムの標準化のための調査研究(第6年度)報告書, 1991.
- [2] 長澤勲, 手越義昭, 牧野登. I B D S: 建築物の統合化設計支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 30, No. 8, pp. 1058-1067, 1989年8月.
- [3] 佐藤俊孝, 廣田豊彦, 長澤勲. オブジェクトモデルに基づいた建築物設計支援システム. 情報処理学会第46回全国大会(8R-1), 1993年3月.
- [4] 佐藤俊孝, 千原博司, 廣田豊彦, 橋本正明. 建築物設計支援のための概念モデル記述言語. 電子情報通信学会技術研究報告(知能ソフトウェア工学), 1994年1月.