

オブジェクト指向を用いた構造解析・実験情報支援システム

名古屋大学工学部 学生員 ○水口 佳樹

名古屋大学工学部 正 員 伊藤 義人

名古屋大学工学部 正 員 ハンマード アミン

1. はじめに

過去に行われた構造解析情報および構造実験情報は、その一部が論文や報告書の形で公表されるのみでその細部はブラックボックスとなっており、解析の入力データや結果の数値データ、実験における任意の測定点の測定結果などの情報を得ることは一般にはできない。そこで、オブジェクト指向的アプローチを用いてこれらの情報を保管・提供しうる情報支援システムを試作した。このデータベースシステムは、個々の研究者によって得られる構造解析情報・実験情報を他の研究者、学生、初級技術者が迅速また的確に参照し、自分たちの研究や実務に役立つものと考えられる。また、柱や板、フレームなどを対象とした種々の有限要素解析プログラムのコンフォーマンステストを行い、これらもデータベースとしてシステムに導入した。これは、非線形挙動に関する研究やFEMに対する理解など広範囲に役立つものと思われる。

2. システムの概念

実験情報には様々なパラメータがあり、論文には掲載されていないが実験の内容を把握する上で非常に重要な情報も多く存在する。しかしながら、これらの情報は実験ごとに異なり、統一したフォーマットで表現することは困難である。そこで、これらの統一したフォーマットに載らない個別の実験情報およびこれらの実験を再現した非線形解析情報を取り扱い、実験結果と解析結果の比較などを行える情報支援システムの作成を目指した。取り扱うデータは、構造解析データに関しては(1)解析結果や断面寸法などを記述した数値データ、(2)FEM解析用の入力データ、(3)グラフ表示のための図形データ、(4)変形図を示す画像データがあり、構造実験データに関しては、(1)デジタル形式で得られた生データおよび加工した数値データ、(2)実験目的や荷重載荷方法などを記述した記述データ、および(3)崩壊写真や供試体図などの画像データである。これらのデータをデータベースに格納し、必要に応じてデータを取り出し、パラメータを変化させた実験結果どうし、解析結果どうしおよび実験結果と解析結果との比較を容易に行えるようにする。また、画像データを用いて変形図やある点における変位などを表示させ、物理的な変形性能の理解を深めることができる。

フォーマットの異なるデータを扱う上で注意すべき点は得られたデータや実験目的によって異なる結果、パラメータなどの位置付けである。様々なパラメータを含む構造解析情報および構造実験情報においては、情報の関係を表として扱うリレーショナル・データベースにより表現することは可能ではあるが、その情報量や関係付けの複雑さ、不必要な情報のメモリの割り付けの無駄などを考慮した場合、適当ではないと思われる。そのため、その構造解析や構造実験において必要な情報をオブジェクトとして扱い、それらに関係づけて一つのクラスを作成するオブジェクト指向の概念を採用することとした。オブジェクト指向の概念では、新たなオブジェクトを

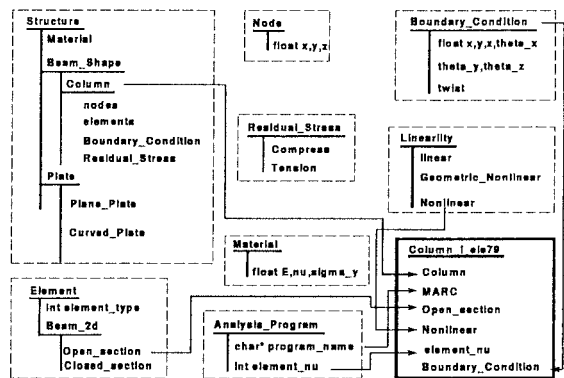


図-1 オブジェクト指向におけるクラス分けの例

作成する場合、既存のオブジェクトを使用してその性質を継承することができる。そのため、ある構造解析・構造実験固有の情報に対する扱いに対して柔軟性に富むという利点がある。これらの理由により本システムではオブジェクト指向データベースを用いた。図-1に本システムにおいて用いたクラス構造の一例を示す。ここで、破線で囲った部分は親クラスであり、その下に実線が引いてあるものが子クラスである。なお、本研究では、開発言語としてC++を採用し、データ

ベースを管理する DBMS(DataBase Management System) としてワークステーション上で稼働するソフトウェアである Object-Oriented DataBase Management System,VERSANT¹⁾を使用した。

3. 解析・実験情報の挿入・検索

本システムでは構造物の選択や幅厚比パラメータなどのパラメータ、支持条件などの選択を対話形式によるメニュー選択とし、各クラスに格納してあるインスタンスを検索、表示する。検索方法としては数字入力の時点を検索対象を定め、そのクラスにあるオブジェクトからインスタンスを探し出す。これを繰り返すことにより検索対象の絞り込みが行われ、最終的に目的のオブジェクトを取り出すことができる。新しいオブジェクトのデータベースへの挿入に関しては、オブジェクト指向の利点である属性継承を用いて新たなクラスを適切な位置に作成し、クラス間の関係を記述すればできる。しかし、これにはユーザー自身がある程度オブジェクト指向の概念および C++ について理解していることが前提として挙げられる。

4. 種々の非線形有限要素解析プログラムのコンフォーマンス・テスト

これまでに、柱や板などの基本部材を対象とした MARC,FEAP,NONSAP および横ねじれ耐荷力解析プログラムのコンフォーマンステストを行い、これらの解析結果や入力データなどをデータベースとして本システムに導入した。これによりユーザーは解析に用いるプログラムを変えた場合や要素分割数を変えた場合、用いる要素タイプを変えた場合などについてその誤差を容易に検証できるようにしている。また、残留応力の扱いや対象条件によりモデルを分割した場合の境界条件の扱いなど FEM 解析において初心者が誤りやすい問題についてもいくつか例を挙げ、その入力データや解析結果をデータベースに蓄積しており、正しいものと比較できるようになっている。表-1に本システムにおいて採用したコンフォーマンステストのモデル数、また、図-2に板部材による MARC と FEAP のコンフォーマンステストの結果の表示例を示す。なお、表-2における BEAM-Column には柱、はり、はり-柱が含まれる。

表-1 コンフォーマンステストを行ったモデル数

Program	Beam-Column	Plate	Frame	Girder	Arch
MARC	100	29	40	30	10
FEAP	50	26	18	16	5
NONSAP	36	-	-	-	5
横ねじれ	12	-	-	-	-
合計	198	55	58	46	20

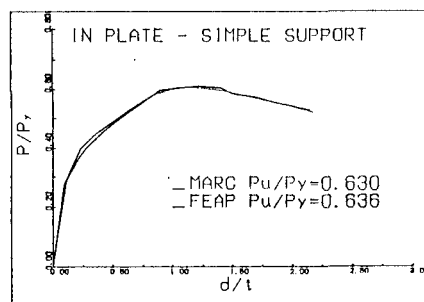


図-2 コンフォーマンステストの表示例

5. おわりに

本研究により得られた結果は以下のようである。

- (1) 過去の解析および実験に関する情報を保管・管理し、それらのデータを提供できるプロトタイプシステムを作成した。
- (2) 構造物に含まれる様々な諸量のモデル化に関してオブジェクト指向的アプローチが有用であることを示した。
- (3) はり要素や板要素を対象とした種々の有限要素解析プログラムのコンフォーマンステストを行うことにより、プログラムの違いによる精度を明らかにした。

今後の課題として以下のことを考えている。

- (1) 現在のユーザーインターフェースはメニュー方式による選択式であるが、操作性および表示効率を考慮し、ウィンドウ画面によるグラフィカルユーザーインターフェースの構築を行う。
- (2) 蓄積した解析および実験の情報量がまだ少ないため、さらに拡張する必要がある。また、コンフォーマンス・テストに関しては基本部材のみではなく、実構造物モデルに対する拡張を考える。

参考文献

- 1) VERSANT System Reference Manual,VERSANT Object Technology,1994.