

鋼構造実験情報に関する知識ベースシステムの作成

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR STEEL STRUCTURES TESTS

伊藤 義人* ハンマード・アミン** 馬淵 誠司***

By Yoshito ITOH, Amin HAMMAD and Seiji Mabuchi

This paper presents a knowledge-based system for steel structures tests which can play an important role in clarifying the real behavior of structures and in specifying the standard strength used for design. First, the necessity of a knowledge-based system to transfer the test information is described. Prolog and C languages on personal computers are adopted to handle both the descriptive information and a numerical database related to ultimate strength test data of structural steel members. The multi-window menu-driven procedure and graphic presentation are used in the prototype knowledge-based system. The system shows the usefulness of the small knowledge-based system using personal computers when the test information is transferred.

1. まえがき

構造物の真の挙動を明らかにすると共に設計基準強度を定める時に、実験データは重要な役割を果たしてきた。第1筆者らは、これまでに鋼材の材料強度、鋼柱、鋼はり、プレートガーダー、鋼板などの耐荷力に関する構造実験データを取り扱う国際構造実験データベース(N D S S)を大型計算機上に作成し、それをもとに鋼構造部材の強度特性を明らかにしてきた^{1),2)}。また、このデータベースを利用することによって、これまでに既に10ヶ国以上の研究者や学協会にデータ及び加工結果を提供してきた。一部のユーザーにはM Tやフロッピディスクを使って機械可読の形でデータや加工結果を提供してきた。

一方、最近のパーソナルコンピュータ(以下パソコン)の急速な普及と高機能化¹⁰⁾により、構造実験データをパソコンで有効に利用したいという要望が多くなっている。そこで今回は、大型計算機上で作成されたデータベースをさらに有効利用するために、単にデータベースをパソコンに移植するのではなく、パソコンの優れたマンマシンインタフェース特性を活かし、構造実験の数値データだけでなく実験目的、出典文献、種々の設計基準強度、用語解説などを含んだ実験情報を扱う知識ベースシステムとして構造実験情報知識ベースシステムを試作した。本研究の目的は、構造実験情報の提供形式の1つとして、パソコンを用いた知識

* 工博 名古屋大学助教授 工学部土木工学科 (〒464-01 名古屋市千種区不老町)

** 工修 名古屋大学大学院生 工学部土木工学科 (〒464-01 名古屋市千種区不老町)

*** 名古屋大学大学院生 工学部土木工学科 (〒464-01 名古屋市千種区不老町)

ベースシステム¹³⁾の有用性を検証することである。なお、このシステムはより多くのユーザーに多目的に実験情報を提供するために、NDSSを補完するように試作するものであり、構造工学と情報処理に詳しく、実験データ全てを再整理して利用しようとする研究者にはNDSSの機械可読媒体サービスを受けた方がよいであろう。

2. 構造実験情報のための知識ベースシステムの必要性

(1) データベースへのアクセス

ネットワークの発達によって、オンラインでデータベースに直接アクセスして、その情報を利用することが多くなってきている。しかし、実際にオンラインでデータベースにアクセスしてみると、商業データベースの場合には a) 利用料金が高い、b) 多くのリストをとることが困難である、c) 検索手順が煩雑で使いにくいなどの問題がある。学術データベース^{3), 9)}においても、b), c) の問題があり、さらにはアクセスの制限にぶつかることがある。これは、利用資格の取得という手続き的な問題だけでなく、グラフィックスを伴うような出力をサービスしている場合などのようにハード的な制約が大きい。実際に、外国の研究者がオンラインで日本の大学の計算機のデータベースにアクセスすることは困難である。さらに、最近の計算機の利用法において、ダウンサイジングや分散化処理の傾向が強まり、土木工学における多種多様なコンピュータ利用⁸⁾に対しても、小さくて身近な計算機で処理を実行できる必要性が増している。

文献1), 4) で示したように、構造実験データベースNDSSにおけるパソコンの役割は、実験室からデジタル形式で得られる生データの整理編集だけでなく、実験データ及び加工結果の提供というデータベースサービスにおいても重要であった。すなわち、大型計算機とパソコンのデータの共通化をはかるシステム⁵⁾を早くから作成し、パソコンのフロッピディスクにデータベース情報を格納する方法をとることにより、ユーザーが直接データを機械可読できるようにしていた。

しかし、この方式でデータベースサービスをする限り、ユーザーはデータの内容について詳しく知る必要があり、さらに図形として結果を表示するためには何らかのプログラムを組む必要がある。パソコンは、大型計算機に比べて実行速度やメモリーの制限などがあり、図形処理を含む汎用のプログラムをユーザーが組むのは必ずしも容易ではない。すなわち、この形でサービスを受けると、構造工学に関する知識と情報処理の知識の両者をユーザーが持たねばならないことになる。

より広い範囲の研究者や学協会および学生や技術者の教育目的に実験データを有効利用してもらうためには、構造実験や情報処理に関する詳しい知識がない人でも扱えるシステムを作る必要がある。

表-1 在来の計算機技術と知識処理技術の比較

	在来の計算機利用技術	知識処理技術
中心となる計算手法	数値計算 (定量的)	論理計算 (定性的)
ノウハウの所在	プログラム (アルゴリズム)	知識ベース (if-then形式など)
処理に必要なデータ	数 値	経験的知識 (文章・記号)
システムの改良の手間	大 (プログラムの変更)	少 (知識の追加・修正)
利用形態	一括処理 (大量の数値計算)	対話型 (質問応答繰り返し)

(2)知識ベースシステムの必要性

筆者らのNDSSデータベースの国際的なサービスの経験によると、実験データベースの中の生データに直接アクセスして、データ全体を再整理などして各国の示方書の基準強度曲線の検討などに利用しようとする研究者や学協会は、各国に小人数であり、多くの研究者などはある特定の項目に合致した実験データの結果を図形や数値の形で求めている場合が多い。すなわち、鋼構造部材の耐荷力の実験を行ったことのない研究者が手軽に、実験データベースを多目的に利用したいという要望である。この場合、実験データの内容や検索項目についても詳しい知識はなく、漠然とした形での問い合わせも多かった。

より多くのユーザーに実験データを利用してもらうには、データベースに簡単にアクセスできるようにするだけでなく、システムの使い方やデータに関する構造工学的な知識もサポートする必要がある。そのためには、単なる実験結果の数値データだけでなく、各々の実験の実験目的、出典文献、設計基準強度、用語解説などを含んだ総合的なシステムを作る必要がある。

一般に、従来の計算機利用技術と知識処理技術を比較すると、表-1¹⁶⁾のようになる。本システムが知識ベースシステムを採用したのは、以下の理由である。

- 1) 単なる数値データベースだけでなく、構造工学的な知識と組み合わせる必要がある。
- 2) 数値データだけでなく、実験目的、文献リスト、用語解説などの記述データをも扱う必要がある。
- 3) これまで、NDSSで行われてきたデータベースサービスの知識を使うことによって探索空間の枝狩りをする必要があるのである。
- 4) 示方書の内容などに基づいた実験データの評価システムを含む必要がある。
- 5) 在来型のプログラムを使って作成するより簡単である。また、システムの変更及び拡張も容易である必要がある。今回試作したシステムの内容であれば、在来型の手続き型プログラムを使って作成することも可能であろうが、この種のシステムは既存のデータベースや図形のユーティリティを組み合わせで作成することは困難であり、新たに全てを書き下すには多大な労力が必要であろう。
- 6) 対話型の処理であり、コンサルティング機能やシステムの使い方もサポートする必要がある。

そこで、本研究では国際構造実験データベースNDSSのサブシステムとしての構造実験情報知識ベースシステム (Knowledge-Based System for Steel Structures, KBSS) を試作した。

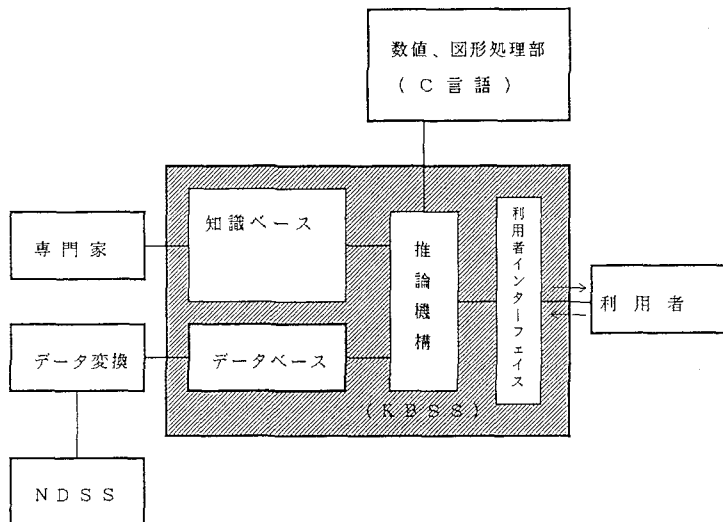


図-1 システムのモジュール

(3) 構造実験情報知識ベースシステムのモジュールと知識

本システムの機能モジュールを模式図で示したのが、図-1である。ただし、図-1は知識ベースシステムの構成としてよく使われる図であるが、本システムでは主としてProlog言語を使って作られており、他の多くのシステムがそうであるように図中の各機能は必ずしもはっきりと独立していない。この意味では、通常の市販されているエキスパートシェルを使ったシステムに比べると、知識ベースシステムとしては本システムはきれいな形になっていない。これは、パソコンの限られたメモリーを利用し、かつ外国に提供するため既存のシェルを使わないで、図形処理などの種々の機能をユーザーフレンドリーに作成するためにやむをえないと考える。

なお、本システムの知識ベースの中の知識としては以下のようなものが含まれている。

- 1) 筆者らのデータベース作成及びサービスに関する経験的な知識
- 2) 構造工学に関する一般的な知識。たとえば、断面形、製作方法などによるECCSやSSRCの複数設計曲線の分類(selection chart)など。
- 3) これまでNDSSにデータ提供を申しでた専門家の知識。
- 4) ユーザーの国によって自動的に表示計量単位を変えるために、各国で使われている計量単位などに関する知識

(4) 対象とするユーザー

エキスパートシステムや知識ベースシステムを作成するとき、どのようなユーザーを対象にするかは、重要な問題である。全くの初心者から熟練者まで共通に使えるシステムを作成することは、一般に困難である。本システムでは、研究者や学協会だけでなく学生や技術者の教育目的にも使えるように配慮している。すなわち、構造工学に関する知識は多少あるか、あるいは学生のように構造工学について興味をもっているが、パソコンではプログラミングを自由にできない人を対象にしている。構造工学の知識と情報処理の両者の知識を豊富に兼ね備えた人にとっては、従来の、MTやフロッピーディスクによるサービスの方が便利であろう。本システムの使用目的を列挙すると以下のようなものが考えられる。

研究・実務目的

- 1) 研究者が実験データの概要及び詳細を知る。
- 2) 示方書作成者が信頼性などに基づいて基準強度曲線を決める際のデータを得る。
- 3) 実験を計画する際の基礎情報を得る。たとえば、どの程度のばらつきを考慮して実験計画をたてればよいか。あるいは、どのような範囲の実験データが欠けているかなどを知る。
- 4) 解析をする際の入力データの情報を得る。また、解析結果の妥当性を検証する際の情報を得る。

ただし、前にも述べたように1)と2)については、実験の生データ全体を再整理して利用したい研究者にとっては、本システムよりNDSSの機械可読データサービスを受けた方がよく、プログラムを組まずに簡便に実験情報を図形出力などの形で利用したいときに、本システムは有効であると考えられる。

教育目的

- 1) 構造実験（今回は鋼柱の実験）の歴史的な流れ及び現状を理解させる。
- 2) 構造部材の強度に関する特性を、ばらつきを含めて定量的に知る。たとえば、断面形や製作方法によってどの程度強度が変化するかを定量的に知る。
- 3) 示方書で決められている基準曲線などの背景を知る。
- 4) 構造実験に関連した構造工学用語などの基礎知識を得る。

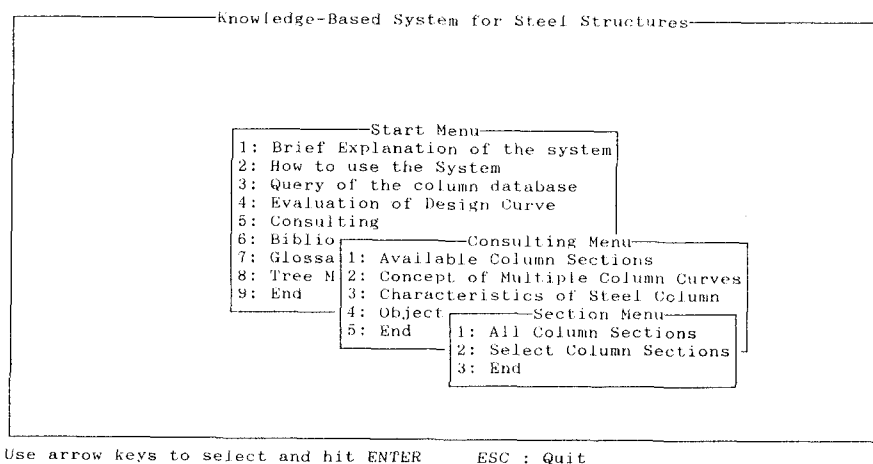


図-2 マルチウィンドウのメニュー駆動方式

3. システム構成

(1) ハードウェア環境

本システムでは、初心者でも使いやすいようにするため図形表示や図-2に示すようなマルチウィンドウのメニュー形式を多用するためどうしてもハードに依存した機能を使わざるを得ない。パソコンは、国際的にみた場合、現状ではIBM PC/ATが欧米などではデファクトスタンダード (defacto standard) とみなすことができる。そこで、ハードディスクとEGA (Enhanced Graphic Adaptor) モニターを持つ IBM PC/AT及びそのコンパチブル機 (日本のAXパソコンは英語モードのみ) をハードウェアとして今回は選んだ。これは、まず日本からの情報の発信の必要性を第1と考えたからである。

グラフィック画面のハードコピーに対しては、パソコン接続可能なレーザービームプリンタの図形処理機能 (LIPS機能¹⁵⁾) をサポートした。

(2) ソフトウェア環境

知識ベースシステムを作成する場合、既存のシェルを使う方法が最も簡単であるが、今回のようにデータベース機能や図形を用いたプレゼンテーション機能などを十分に兼ね備えたものはまだない。そこで、本システムではProlog言語⁷⁾をシステム作成の基本言語として採用した。しかし、Prolog言語は知識などを宣言的に表現するには適しているが、図形処理やファイリングなどのような手続的な処理は不得手であるのでC言語を組み合わせてシステムを作成した。パソコン上の手続的な言語としては、他にもFORTRANやBASICも考えられるが、画面制御などのシステムに依存した処理を行うことや、知識を扱うProlog言語と組み合わせることを考えると、本システムの補助言語としてはC言語が適していると判断した。

本システムは、図-2に示すようにマルチウィンドウを用いたメニュー方式を採用している。基本的な処理の選択をするとき、ユーザーはカーソルキーとリターンキーを操作するだけでよい。

なお、本システムのプレゼンテーション言語は英語とした。

(3) データの種類とデータ構造

本システムで扱うデータは、以下のようである。1) 実験結果の数値データ、2) 文献リスト、3) 用語解説辞書、4) 実験目的記述データ、5) 図形データ（ベクターで格納された図形など）、6) 操作オンラインマニュアル、7) その他 など形式の違う多くのデータを扱っている。そのため、データ構造は、各々の性質と使いやすさを考えたものとなっている。

数値データは、主として表形式のデータベースの形になっており、一部、検索効率を高めるために転置ファイルの形式を採用している。また、文献リストなどは、Prolog言語から直接アクセスできるように述語の形式で格納されている。

(4) グラフィックプレゼンテーションのための基本サブルーチンライブラリーの作成

「あらゆる知識は目で認識することから始まる」と言われるように、人間が情報の意味をすばやく把握して意志決定を行う方法として図形表現は最もすぐれている場合が多い。一般に、グラフィックスは計算機のハードに大きく依存するため、異なる機種で計算機ではその互換性はない。パソコンは、図形処理を行う機器としては、大型計算機より優れている点もあるが、グラフィックライブラリーの整備は大型計算機に比べて、はるかに遅れている。本システムは、将来、別の機種のパソコンやワークステーションにも移植を考えているので、できるだけ処理系に依存しないグラフィック処理をする必要がある。

グラフィックソフトウェアの標準化¹⁴⁾は、CAD/CAM/CAE の分野においてその必要性が早くから認識されていた。歴史的には、1976年5月に、GuedjがSeillac の会議においてグラフィックスの専門家を集め、コンピュータグラフィックスの標準化の基本事項について議論したのが初めとされる。ここでは、使用者の視点の重要性、ソフトウェアの可搬性（移植の容易性）、ハードウェアの開発の方向、デバイス独立、カレントポジションと座標系の問題などが扱われた。

グラフィックソフトの標準化としては、COREシステムとGKS (Graphical Kernel System)⁶⁾が有名である。COREシステム及びGKSともプログラム言語に依存しない形でグラフィック仕様が決められており、ファンクション名は使用言語によって変わる。GKSは最近国際規格になりつつあり、ワークステーションでは、GKSをサポートするものが多くなっている。しかし、実際にGKSで規定されているのは、非常に基本的なルーチンのみであり、機種依存の拡張をしないと十分使いこなせない。また、パソコン用のGKS使用の処理系はほとんどない。

本システムの作成においては、大型計算機上で作られているデータベースNDSSの図形機能も一部、移植して使えるようにするため、大型計算機で使われている拡張されたカルコン仕様のグラフィックライブラリーと図形処理の手順の共通化をはかった。第1筆者は、既にこれまでに、パソコン上で稼働するFORTRAN版とBASIC版の同種のライブラリー^{11), 12)}を開発済みであったが、本システムのために、C言語を用いてグラフィックサブルーチンライブラリーC-XYPLOTを作成した。このライブラリーの特徴は以下のようである。

- 1) 大型計算機で使われている実用的なグラフィックライブラリーと処理手順が同一である。
- 2) ディスプレイ出力とハードコピー出力の両者をサポートし、パソコンの機能を活かした実用的な多くのグラフィックサブルーチンも含んでいる。
- 3) ハードに依存するごく少数のサブルーチンと大多数のハードに依存しないサブルーチンとに完全に分離されている。
- 4) シンボル、文字、漢字のベクターフォントファイルを独自でもっているため、文字出力の際に出力装置に依存しない。

作成されたグラフィックサブルーチンライブラリーは、各種のコンパイラ（MS-C, Quick C: マイクロソフト社, TURBO C: ボーランド社）で動作し、かつ、IBM PC/ATだけでなくNEC PC-9801シリーズや富士通

のFM Rシリーズにおいても、なんら変更を加えることなく動作可能である。

表-2 対象とした鋼柱のデータ

断面の種類		ECCS	USA	JAPAN	TOTAL
H or I	Rolled	502	55	87	644
	Welded	22	31	229	282
	Other	-	5	4	9
Box	Welded	74	14	41	129
Square	Rolled	67	-	-	67
Tube	Welded	120	-	-	120
Circular	Rolled	99	-	4	103
Tube	Welded	40	-	145	185
Circular	Solid	-	26	-	26
T Shape	Rolled	80	-	-	80
	Rivete	14	-	-	14
Composite		-	6	-	6
TOTAL		1018	137	510	1665

(5)対象とした構造実験情報

知識ベースシステムが構造実験情報を扱うのに適しているかを検証するために、今回は、まず表-2に示す鋼柱の実験情報を対象としてシステムを作成した。表-2は、実験鋼柱の断面の種類と実験の行われた場所によって分類してある。

4. システムの具体的な機能と今後の問題点

(1)システムの利用法

システムの概要や実際のキー操作の仕方を教えてくれる機能を本システムは備えている。そのため、マニュアル等などは読まないでも利用できる。図-2の下部に見られるように、次のキー操作の簡易インストラクションもメニュー画面下に表示される。処理の途中でのヘルプ機能も一部サポートしている。

本システムを起動させると、まず、ユーザーの名前、出身地域(国)、構造工学や情報処理に関する知識の有無を聞いてくる。システムは、その答えにより動作の一部をユーザーに合うように調整する。たとえば、出身地域(国)によって、システムがもっている単位の知識を使って、表示される単位系を、ユーザーに合わせて表示する。

(2)データベース機能

データベースのための検索方法は、大きく分けて2つあり、1つは通常の、キー項目による検索であり、もう1つは図形画面による検索である。検索結果は、数値・文字情報の形でだけでなく図形出力の形で得ることもできる。検索項目は、以下のようなものである。1)断面形、2)製作方法、3)板の加工方法、4)後処理法、5)板厚、6)柱高さ幅比、7)降伏点応力の扱いと値、8)座屈軸、9)崩壊モード、10)実験地域(国)、11)断面積の扱い、12)断面呼称、13)出典文献番号、14)細長比、15)複数設計曲線対応、16)実験コード。

図-3に、数値・文字形式で出力させた例を示す。また、図-4には、図形出力させた検索結果を示す。ユーザーは、必要であれば、図-4の図形出力画面に矢印を出させて特定の実験データをポイントして、図-3のような個々の実験点の情報を得ることもできる。これは、特異値の実験点に対しての確認に有効な機能である。

(1) Ultimate Strength	Pu (kg)	= 51750
(2) Measured Sectional Area	Aa (cm ²)	= 20.02
(3) Nominal Sectional Area	An (cm ²)	= 20.1
(4) Measured Yield Stress	Fya(kg/cm ²)	= 2930
(5) Nominal Yield Stress	Fyn(kg/cm ²)	= 2400
(6) Yield Load	Py (kg)	= 58659
(7) Nondimensional Strength		= 0.882
(8) Slenderness Ratio	l/r	= 55
(9) Type of Profile		= H
(10) Assembly Process		= R
(11) Cutting Method of Plate		=
(12) After Assembly		= D
(13) Scale of Section		= L
(14) Height Width Ratio		= L
(15) Material Test Method		= S
(16) Bending Axis		= Y
(17) Failure Mode		=
(18) Key No.		= 235
(19) Section Name		= IPE 160
(20) Specimen Name		= FF1405
(21) Reference No.		= 1

図-3 実験データ点の検索データ

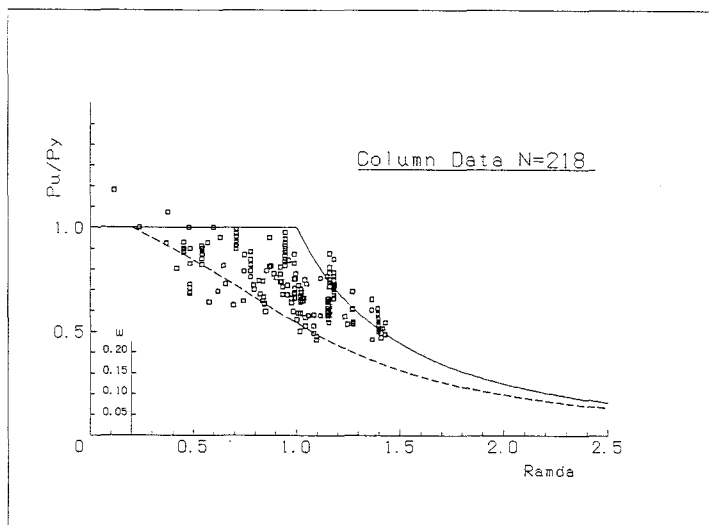


図-4 検索結果の図形出力

(3) 実験データ評価機能

実験データ評価機能は、特定の設計曲線、たとえばECCSやSSRCの複数設計曲線の1つや、ユーザーが決める基準強度曲線などと検索した実験点との比の統計情報を表示する。すなわち、ある設計基準強度曲線が、対象とする実験データとどのような関係にあるかを視覚的に見ると同時に、統計値を得ることができる。図-5に、ユーザーが新たに入力した設計基準強度曲線と実験点を比較させた例を示す。

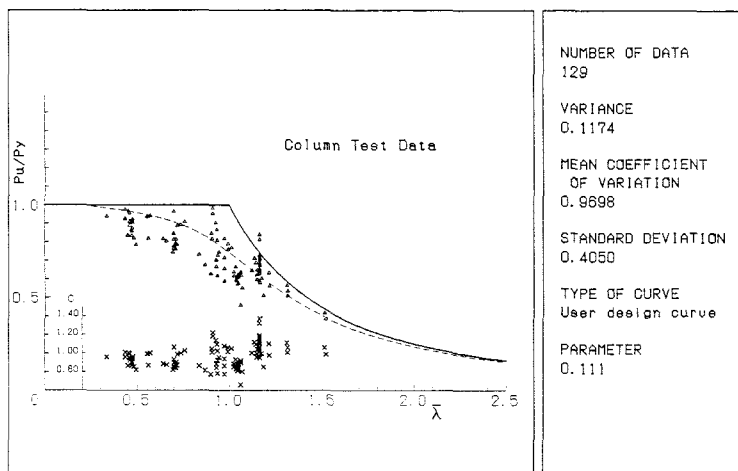


図-5 実験データ評価出力

(4) 実験データ説明機能

実験データ説明機能は、大きくわけて以下のものに対するものがある。1) 断面形及び寸法の説明、2) 実験目的、3) 鋼柱の強度特性。図-6と図-7に、断面呼称の選択一覧メニューとその図形出力結果を示す。図-7の図形出力画面において、必要であれば、図形出力の画面上で特定の断面を選び、それに対応する実験点のレコード番号を検索し、さらに、個別の実験点のデータを得ることもできる。

図-8に、実験目的の説明画面を示す。

Knowledge-Based System for Steel Structures		
Section Type		
IAP 150	IPE 160	IPE 200
IPN 160	DIE 20	DIR 20
RSJ 5"X3"	I RECONSTITUE	TB 60
1/2 IPN 200	2 CORNIERES RIVEES	T 4"X3"
2 CORNIERES SOUDEES	CAISSON	BS 15 SANS SOUDURE
BS 15 SOUDE 1329	BS 15 SOUDE 1990	TUBE SANS SOUDURE 1320
TUBE SANS SOUDURE 2028	TUBE SANS SOUDURE 1996	BS 15 SOUDE 2154
8WF31	8WF24	8WF67
12WF50	12WF65	4WF13
6WF15.5	5WF18.5	10WF66
14WF111	BUILT-UP RIVETED	BUILT-UP WELDED
DIA. 2 3/4	DIA. 7 1/2	8WF31 COVER PLATE
BOX 6"X6"	6"X7"H	BOX 10"X10"
6"X9"H	9"X10"H	HYBRID
12WF161	12H79	14H202

Choose several numbers F10:End Enter:Select or Remove PgUp,PgDn:move

図-6 断面呼称一覧メニュー

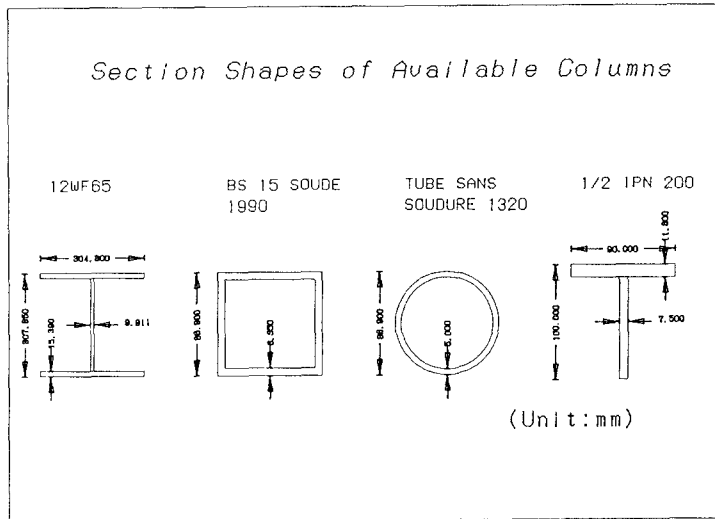


図-7 断面寸法の表示

—knowledge-Based System for Steel Structures—

OBJECTIVES OF EACH TEST

1. SFINTESCO, D.
 FONDAMENT EXPERIMENTAL DES COURBES EUROPEENNES DE FLAMBEMENT
 CONSTRUCTION METALLIQUE NO.3, SEPTEMBRE 1970, PP.5-12

 Number of Data : 1018

 Objectives : To establish multiple column curves, comprehensive
 series of tests of centrally loaded steel columns was
 carried out by Technical Committee 8 of European
 Convention for Constructional Steelwork(ECCS). Seven
 European countries and U.S.A. took part in the testing
 under similar conditions.

 Type of Sections : Rolled H-columns, Welded H-columns, Circular Pipes,
 Square box columns and T section columns.
2. FEDER, D.K. AND LEE, G.C.
 RESIDUAL STRESSES IN HIGH STRENGTH STEEL

Use arrow keys to select and hit ENTER ESC : Quit

図-8 実験目的説明画面

(5) 文献検索機能

ここで扱う文献は、実験データの出典文献である。検索の方法は、1)著者、2)文献タイトル、3)文献番号、4)地域(国)、5)出版年号、6)キーワード が用意されている。図-9に、検索画面の例を示す。

Knowledge-Based System for Steel Structures

Author Input

Reference

5:RAO,N.R., NAGARAJA,M., MAERKE,P., AND TALL,L.
HYBRID STEEL COLUMNS, FRITZ LABORATORY REPORT 305.2, LEHIGH
UNIVERSITY, MAY 1969

Message

Current Subject = tall
Do you want another reference by the same subject {y}/n ==>

q or |Enter| : End, how : explanation

図-9 文献検索画面

(6)用語解説機能

ここで扱う用語は、鋼柱の強度に関する構造工学的な用語と知識ベースシステムに関するものである。検索の方法としては、1)用語一覧、2)キーワード、3)スクロール検索 が用意されている。図-10に検索例を示す。

Knowledge-Based System for Steel Structures

Subject Input

Explanation

Artificial Intelligence (AI)

Branch of computer science that deals with ways of
representing knowledge using symbols rather than numbers and
with rules-of-thumb, or heuristic, methods for processing
information (Bruce G. Buchanan).

Message

Current Subject = AI
Do you want another glossary by the same subject {y}/n ==>

q or |Enter| : End, how : Explanation of input

図-10 用語検索画面

(7)今後の問題点

今回は、鋼柱のみの実験情報を扱ったが、今後、はり、プレートガーダー、板、材料強度などの実験情報を扱っていく予定である。今回作成したシステムは知識ベースがはっきりと独立しておらず、知識を取り替えて利用できるエキスパートシェルのように扱えないが、かなりの部分は共通利用できるように作成されている。しかし、データ量や知識が増えた場合でも、現在のシステムが有効であるかどうかは、今後確認する必要がある。

また、他機種へ移植をする場合、共通して使えるPrologの処理系は、ほとんどないため、処理系にパッチをあてて対処するような試みも一部検討中である。

5. 結論

- 1) データベース機能、実験データ評価機能、文献検索機能、用語解説機能などを組み込んだ構造実験情報知識ベースシステムを試作し、実験情報の提供に知識ベースシステムが有効であることが確認できた。
- 2) 小規模で小回りのきく知識ベースシステムの作成には、PrologとC言語を組合せるとよく、種々の形式のデータ構造に対応できるとともに、ハードに依存する処理も可能となり、ユーザーフレンドリーなシステムが作成可能であることを実証した。
- 3) C言語で作成された汎用性のあるグラフィックライブラリーを作成し、その有効性を確認した。

なお、本研究の一部は文部省の科学研究費の補助を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) Y. Itoh : Ultimate Strength Variations of Structural Steel Members, Dissertation presented to Nagoya University, 1984.
- 2) 福本嘯士, 伊藤義人: 座屈実験データベースによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究, 土木学会論文報告集, 第312号, 1981年8月, pp.59-68.
- 3) 全国共同利用大型計算機センターデータベース連絡会: オンラインデータベース利用ガイド(第8版), 昭和63年11月.
- 4) 伊藤義人, 福本嘯士: 構造実験の数値データベースにおけるデータの処理, 土木学会第10回電算機利用に関するシンポジウム, 1985年10月, pp.89-96.
- 5) 伊藤義人, 安藤八郎: パソコンと大型計算機とのフロッピディスクによるデータの相互移植支援システム及び主システムにおけるフロッピディスクの運用, 名古屋大学大型計算機センターニュース, Vol.15, No.1, 1984, pp.34-55.
- 6) ルシア・マッケイ(松本眞理訳): GKS入門, 共立出版, 1986年.
- 7) Deyi Li: A PROLOG Database System, Research Studies Press, 1984.
- 8) S.J.Penves : Computers in Civil Engineering Practice, Journal of the Technical Councils of ASCE, Vol.108, No.TC1, May, 1982, pp.44-52.
- 9) 松田孝子: 研究活動におけるデータベース技術の応用と展望, 情報処理, Vol.23, No.10, 1982, pp.1015-1018.
- 10) 伊藤義人: 大型計算機からパソコンまでの有効利用, 土木施工, Vol.30, No.2~No.9, 1990.
- 11) 伊藤義人, 坂巻和男: MS/PC-FORTRAN版グラフィックス・サブルーチン, 日刊工業新聞社, 1987.
- 12) 伊藤義人, 坂巻和男: Quick BASIC実用グラフィックス, 山海堂, 1991.
- 13) J.S.Gero : Artificial Intelligence in Engineering:Design, Elsevier, 1989.
- 14) 日本規格協会情報技術標準化研究センター: 高度ネットワークのためのプロトコルの標準化に関する調査研究(グラフィックスの調査研究)報告書, 通商産業省工業技術院委託, 昭和61年3月.
- 15) キヤノン株式会社: Canon Laser Shotプログラマーズマニュアル1, 2.
- 16) 中村秀治, 寺野隆雄: 土木構造物エキスパートシステム, オーム社, 昭和62年, p.13.

(1991年9月30日受付)