

# 選択・計算ツールの試作

5D-1

五戸正親\* 都間雅彦\*\* 石川孝\*\* 菅野文友\*

\* 東京理科大学工学研究科

\*\* ベンテる株式会社中央研究所

## 1. はじめに

従来の機械強度設計システム<sup>[1]</sup>は、設計変数の値を逐次的に求め、設計変数やそれを求める手順を変えるためには、プログラムそのものを変更する必要があった。この問題の改善および経験的知識の利用のために、パソコン用LISP言語で設計支援用の”選択・計算ツール”を試作した。本ツールは、設計作業における選択や計算を自動化する設計支援プログラム作成用のプログラミングツールである。

## 2. ツール構成

選択・計算ツールは、従来の手続き型処理に、推論機能、知識ベースおよび表検索機能を付加したものである。本ツールは、以下の機能モジュールから構成される(図1)。

### (1)知識インタープリタ

計算、表検索、手続きの各処理および設計知識に基づく推論を行なう。

### (2)入出力インターフェイス

オペレータと知識インタープリタおよびデバッグツールとの入出力を行なう。

### (3)デバッグツール

プログラミング支援機能と説明機能がある。

### (4)知識ベース

設計知識ベース

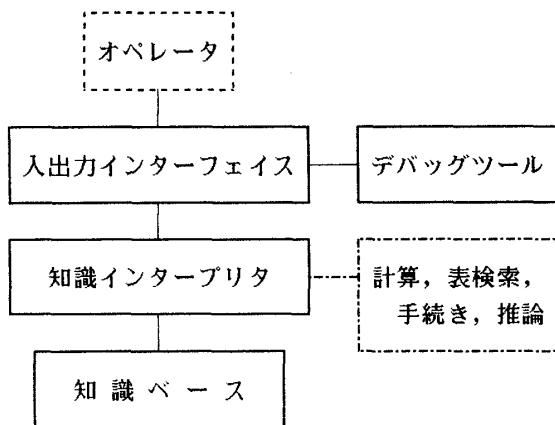


図1 選択・計算ツール構成

## 3. 知識ベース

このツール使用の前提として、設計知識表現<sup>[2]</sup>を、表1に示すような設計知識に分解して、知識ベースに格納する。

表1 設計知識表現区分

項番	区分	内容
1	設計変数	設計計算におけるパラメータ (対象 属性 変数 変数型) 変数型:数値(%N)/文字(%C)
2	計算式	設計公式の関数形式
3	表	設計資料の表形式
4	手続き	手続き的記述形式
5	ルール	経験的知識のIF-THEN形式
6	手続き体	知識利用の起動単位 1~4の組合せ実行形式

## 4. 知識インタープリタ

### 4.1 処理機能

計算、表検索、手続きの各処理で設計変数値を求め、ルール推論に引き渡す。

#### (1)手続き体

手続き体は、オブジェクト形成のための手続きの枠組みであり、その起動によって、自動的に変数探索を行なう。そして、他の手続き体の関係する変数値を求めた後、当該変数値を求める。

手続き体は、表2に示すような計算式、表および手続きの実行文の組合せで記述される。そして、一つ以上の二重代入記号(==)を含む実行文がなければならない。

表1の項番1~4の知識表現(S式)は、表2の項番1~4のように、手続き体の単体で記述され利用される。手続き体は知識の部品と見ることができる。

On the Prototyping of an ES Tool

Masachika GONOHE\*, Masahiko TSUMA\*\*, Takashi ISHIKAWA\*\*, Ayatomo KANNO\*

\*Science University of Tokyo, \*\*PENTEL CO., LTD.

表2 手続き体単体

項番	内 容
1	(:= '<変数> 計算 <計算式名> (<{引数変数}*>))
2	(:= '<変数> 表検索 <表項目名 変数> FROM <表名> WHERE ((<表項目名> <変数>)))
3	(:= '<変数> 手続き <手続き名> (<{引数変数}*>))
4	(IFP '(<<比較演算子> <{条件変数}>+) (:= '<変数> <値>))

(2)設計変数依存関係

実例として、ボルト・ナット締結体<sup>[4]</sup>の”ボルト引張ばね定数:kt”を計算で求める場合、図2に示す手続き体の単体1ステップの実行で、関係する全ての変数値を自動的に求めることができる。

```
(:= 'kt 計算 式kt (A As Eb La Ls Ld))
```

図2 計算実行文例

表2の項番1の場合の設計変数依存関係を、式(1)のように考え、左辺の変数は、右辺の(引数)変数に依存しているとする。

$$kt = \{A, As, Eb, La, Ls, Ld\} \quad \dots(1)$$

したがって、右辺のいずれかの変数値が取り消されたときは、左辺の変数値も取り消される。また、表2の項番4の場合の設計変数依存関係については、変数は条件変数に依存しているとする。

4. 2 推論機能

ルール推論は、設計変数値を初期状態とする前向き推論である。手続き体の単体が起動されたとき、すなわち、二重代入記号によって、変数に値が代入される時、自動的に推論機能が起動される。なお、設計値がないときも推論がなされる。

5. デバッグツール

デバッグツールの中には、次のような二つの説明機能を含んでいる。

(1) WHY機能

設計解候補が複数あるときや、設計変数に対応する

手続き体が作成されていないときは、ツールはオペレータに対して、選択/設計変数値要求を出す。オペレータはWHY入力によって、なぜその質問を出したかを、ツールに対して理由説明を求めることができる。WHY説明の例を、図3に示す。

```
質問 (平板 締付け長さ LF %) ? := WHY
なぜなら、(ボルト 有効ねじ部長さ LS %)
を求めため !
質問 (平板 締付け長さ LF %) ? :=
```

図3 WHY説明例

(2) HOW機能

オペレータはツールに対して、設計解をどのように求めたかを、質問することができる。HOW説明例を、図4に示す。

```
}
15.「表検索」→によって、D から
(ボルト ねじ部長さ LN %) = 30
16.「計算」→によって、LN から
(ボルト 円筒部長さ LA %) = 40
17.「OP前提」→によって、
(平板 締付け長さ LF %) = 60
18.「計算」→によって、LF LA から
(ボルト 有効ねじ部長さ LS %) = 20
19.「計算」→によって、D から
(ボルト ねじ部等価長さ LD %) = 7.2
20.「計算」→によって、A AS EB LA LS LD から
(ボルト 引張ばね定数 KT %) = 31050
}
```

図4 HOW説明例

6. おわりに

設計エキスパートシステム<sup>[3]</sup>・ツールとしては、さらに、設計言語の開発や表検索機能、ルール仕様の拡張などを行なう必要がある。

【参考文献】

[1] 小川潔：「機械設計システムのプログラミング」、森北出版、(1977)。  
 [2] 岸義樹：「知識依存型概念設計システムの研究」、精密工学会誌、52/8 (1986)。  
 [3] 長澤勲：”設計エキスパートシステム”，情報処理、Vol.28 No.2 (1987)。  
 [4] 山本晃：「ねじ締結の理論と計算」、養賢堂、(1970)。