

# データ更新機能の特徴とする 包装設計 CAD システムの開発

## (第1報：システムの機能構成)

山崎潔\* 陳謙\*\* 島田哲夫\*\*

### The Development of a Packaging Computer Aided Design System Specified by Renewable Database (1st Report: System Configuration)

Kiyoshi YAMASAKI\*, Qian CHEN\*\* and Tetsuo SHIMADA\*\*

The study aims to develop a computer aided packaging design system for Windows specified by renewable database. In packaging design, it is the most important to catch up with various industrial goods needed by a great variety of human being and to meet the social demands of the times to protect global environment and to dispose industrial wastes in safe. This system consists of the compressive strength analysis (that is, the strength-deduction and the determination of corrugated fiberboard construction) and computation processing for various purposes. The strength-deducting algorithm has the function of computing the necessary package strength from the calculated strength of the corrugated fiberboard of specified liner and fluting construction, taking into account the degradation factors. On the other hand, the routine for the determination of corrugated fiberboard construction is designed to help realize the packaging specifications necessary to protect the quality of the packaged goods. One of the most important factors in successful packaging design is whether it is given the latest degradation factors with respect to environmental conditions and up-to-date corrugated cardboard and buffer materials or not. The result of this study show that it is now possible to develop a packaging computer aided design system for Windows specified by renewable database.

**Keywords** : packaging design, computer aided design system, the compressive strength analysis, strength deduction, corrugated fiberboard construction, global environment, disposal of industrial wastes

本研究は、ウィンドウズ上のデータ変更機能を強化した包装設計 CAD システムを開発することを目的とする。包装設計は刻一刻と変化する内容品のニーズや地球環境、廃棄物処理といった社会的な要請に即応する必要があるため、最新かつ変化に合致した仕様をデータとして持つことが最も重要な事項である。本システムは圧縮強度解析と汎用計算処理を有し、圧縮強度解析にはフルートやシートなどの段ボールの構成要素から得られた計算強度をもとに物流環境条必要強度を推定する処理と内容品の品質保証に必要な原紙構成決定処理から成り立っている。包装設計にとって最も重要なことのひとつは物流環境条件に関する劣化係数を算出し、最新の段ボール資材や緩衝材のデータを得ることができるかどうかにかかっているとされている。

本研究において、これら最新の必要なデータの更新機能を備えた包装設計について検討し、ウィンドウズ上で稼働する CAD システムを構築した。

キーワード：包装設計、CADシステム、圧縮強度解析、強度推定、原紙構成、地球環境、廃棄物処理

\* 兵庫県立工業技術センター (〒654-0037 神戸市須磨区行平町3-1-12) : Hyogo Prefectural Institute of Industry 3-1-12, Yukihiro, Suma, Kobe 654-0037, Japan

\*\* 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷 : Wakayama University Sakaedani, Wakayama city 640-8510, Japan

## 1. はじめに

包装はあらゆる工業製品にとって欠かすことのできないもので、その形態・要求される機能も多岐にわたるため理論的・統計的にも処理しづらい領域となっている。またその仕様も、刻一刻と変化する内容品のニーズに対応する必要があり、従来からともすれば勘と経験が優先する技術分野であったため、従来の包装設計の対応では十分に追従できない局面も見受けられる。

また地球環境から派生した循環型社会の形成を背景に、廃棄物処理法あるいはリサイクル法など包装に対する社会的ニーズに変化が生じ、包材の役割・環境影響評価（Life Cycle Assessment：LCA）などにも新たな見直しが必要になってきている。

さらに、コンテナ化、パレチゼーションなどユニットロードの普及や物流インフラの整備など流通環境に改善が進んでおり、これまでの安全係数の設定を見直すなど、包装設計にも手直しが要求されている。

著者らが包装設計仕様の標準化と自動化を目指し、1990年に開発した「包装設計CADシステム」<sup>1)</sup>はMSDOS対応であり、最近のWindowsを中心とするコンピュータシステムに適應できなくなったため、前述の新しい包装設計ニーズに対応するための手直しを含む新たなシステムの構築を図ることが必要となった。

## 2. 輸送包装設計システムの概要と特徴

社会の変化に対応して情報通信技術が重要性を増すなか、WindowsというOSを持った

パソコンが設計作業の合理化に直接影響を与えるものとなって久しい。1995年には本格的なグラフィックスによるユーザーインターフェースを特徴とするWindows 95が、また1998年にはインターネットと本体システムを統一的に扱いうるWindows 98<sup>2)</sup>が登場し、パソコンは職場においては情報の共通インフラとしての機能を益々深め、家庭ではテレビなどの成熟した商品との融合をめざした情報家電としての機能を備えつつある。

無論、包装設計用CADシステムの基本は、圧縮強度解析と汎用計算処理になることは従来と少しも変わっていない。圧縮強度解析にはフルートやシートなど段ボールの構成要素から得られた計算強度をもとに物流環境条件対応の必要強度を推定する処理と内容品の品質保証に必要な原紙構成決定処理から成り立っている。また汎用計算処理は各種圧縮強度計算、倉庫保管による強度劣化計算、温度湿度雰囲気による強度劣化計算、積み付け不適による強度劣化計算、寸法変更による推定強度計算、印刷による強度劣化の計算などである。

しかし今日上述したように包装設計は刻一刻と変化する内容品のニーズや地球環境、廃棄物処理といった社会的な要請に即応する必要があるため、最新かつ変化に合致した仕様をデータとして持つことが最も重要な事項であると考えられる。

具体的には物流環境条件に関する劣化係数は、流通環境変化すなわちユニットロードの普及や物流インフラの整備など安全性の向上により、旧来技術を考え直す必要が生じてきている。また既存の緩衝材の一部は包装に対する社会的ニーズ（安全な廃棄物処理やリサ

イクルを考慮した生産形態) に適応することが不可能となりつつあり、新たな素材を用いた設計も必要になってきている。このような要求に対し、筆者らは市販のソフトウェアを調査した結果、劣化係数による強度計算、緩衝設計を対象とするもの、積み付けパターン導出処理、など個別の処理をおこなうシステムは存在するが、それらを統合したシステムはまだ存在しないという結論を得た。

物流包装に関する環境の変化や社会のニーズ、さらにはコンピュータ技術の進展を踏まえ、新たに構築したのがウィンドウズ対応のデータ更新機能を強化した包装設計 CAD システムである。

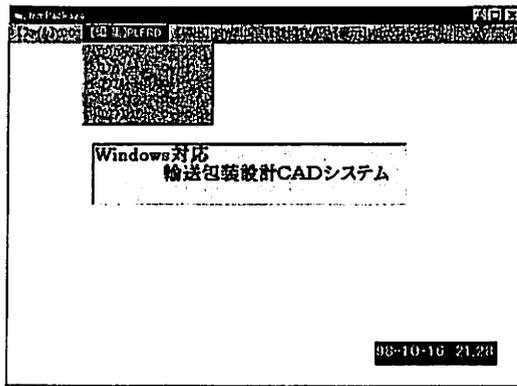


Fig.1 Packaging Design System

その特徴は、(1) 輸送包装設計に不可欠な物流環境条件に基づく強度推定と段ボール原紙構成の決定、(2) 流通過程における損傷から製品を守るための緩衝材の設計、(3) 物流合理化に関して効果が最も期待できるパレット積み作業のための積み付けパターン自動化処理、(4) 包装に関わるコスト計算に必要な各種箱展開図の自動生成など、物流、包装に関する巾広い各種設計作業を可能とした Windows 上のソフトウェアである。

本システムは、流通負荷に対応させた設計技法と、日常の設計業務の中で汎用の計算処理ができる簡易ツールより構成されている。

Windows 対応システムはビジュアル化に優れ、これまでの入力処理に比べてはるかに簡素化され操作しやすくなった。新たに再構築するシステムには、汎用計算事例の追加、使用する段ボール原紙の個人専用データベースの装備、あるいは任意の劣化係数の設定、ならびにこのビジュアルの特徴を活かしパレット積み付けパターンの決定に 3次元表示を行うなど、ソフトウェアの充実を図った

本システムはファイル、編集、導出、設計ならびに表示の 5つの大きなブロックにより構成される (Fig. 2)。

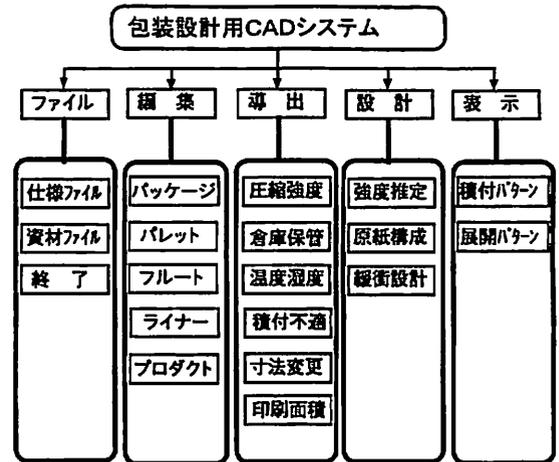


Fig.2 Menus Table

### 3. 処理概要

「ファイル」ブロックは包装仕様ファイルと段ボール原紙ファイルより構成される。「編集」ブロックは包装設計の基礎となる貨物寸法の入力、使用するパレットサイズの入力、段ボールの種類および段ボール原紙の選

択、さらに個装・入り個数・余裕寸法から外装寸法を導き出す入力処理より構成される。「導出」は設計のための汎用計算を行うもので、ケリカット式など段ボール箱の代表的な強度計算方法による箱強度の算出、保管中の劣化、水分率の影響、パレット積み付け不適の影響、箱寸法と強度ならびに印刷劣化より構成される。「設計」は包装設計のメインとなる部分で、包装仕様の評価、包装仕様（原紙構成）の決定ならびに緩衝包装設計より構成される。「表示」はパレット積み付けパターンの決定と箱展開図の作成より構成される

これらに含まれる計算方法・手順については、追加した項目以外は前システム<sup>1)</sup>に従う。ただし、「設計」ブロックの環境条件については、前システムで採用した季節・期間・荷扱い条件などの複雑な条件に代わって、実用的なJIS規格（JIS Z-0200）に定める包装形態に基づく要因のみに簡素化した。また別に任意の係数が設定できるなど、多様な対応を可能にした。

以下、個々のブロックについて新システムの特徴を述べる。

#### 4. 「ファイル」ブロックについて

仕様ファイルと資材ファイルより構成される。

仕様ファイルは、強度推定に関するファイルと原紙構成に関するファイルの2種類ある。強度推定ファイルは設計作業を通じて登録、蓄積された包装仕様について、強度に関するデータ（ケリカット式などから求められる計算強度と、物流環境条件から予測される推定強度、および段ボールの種類と原紙構成）と、

設定した物流環境条件（箱にかかる荷重条件と容器の吸湿性）などを一覧表（Fig. 3(1)）にまとめて表示を可能とした。

また原紙構成ファイルは包装仕様を満足させる段ボール原紙の組み合わせの一覧表（Fig. 3(2)）を表示している。

資材ファイル（Fig. 4）は、包装設計に用いられる段ボール原紙（ライナと中しん）の全てについて、名称、坪量、原紙圧縮強度（リングクラッシュ強さ）ならびに単価を一括管理する。既存のデータとしてはJIS規格（ライナ；JIS P-3902、中しん原紙；JIS P-3904）にあげられた原紙が登録されているが、これ以外の現実に各自が使用している原紙の追加、

(1)

(2)

Fig. 3 Specification of corrugated fibreboards

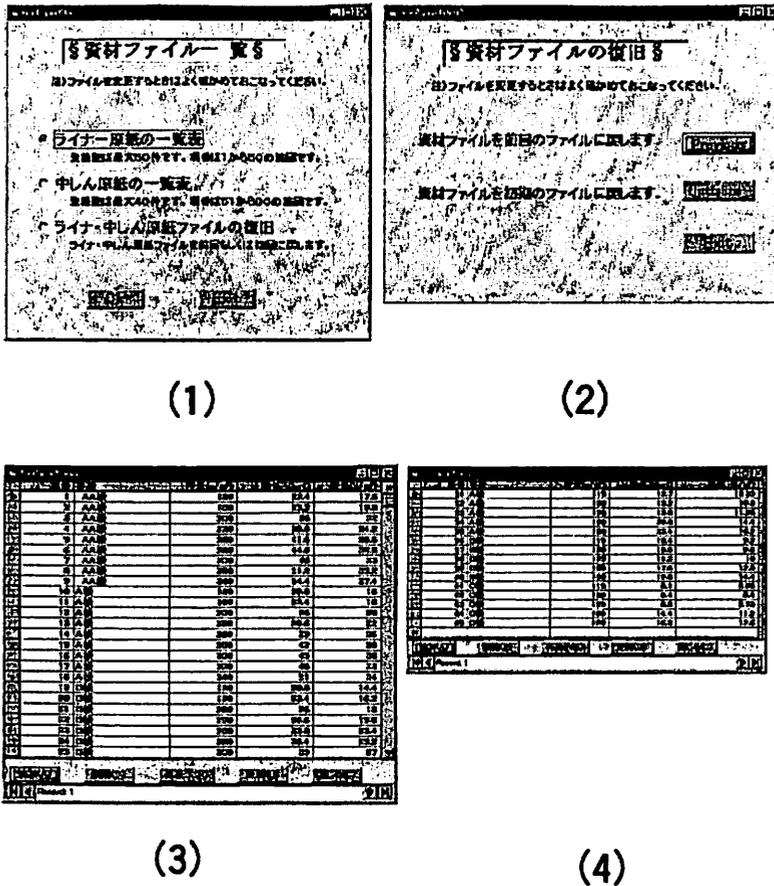


Fig.4 Component paperboards table

あるいはすでに登録済みの原紙についても名称・圧縮強度あるいは単価などの内容も、随時呼び出して変更・修正ができる。従って絶えず最新の情報を管理することができるため、このファイルは常に正確な包装設計を可能とする本システムの大きな特徴の一つになっている。

### 5. 「編集」ブロックについて

このブロックでは、包装設計を始めるに当たり、個装の状態から外装に至る一連の包装寸法仕様、パレットサイズ（標準サイズ、任

意のサイズ）の入力と、段ボールの種類と資材ファイルに登録された原紙の中から該当するライナと中しんを選択する。

これらの入力データは、汎用計算（「導出」ブロック）はもとより、包装仕様の評価（「設計」ブロック）にもそのまま活用される。

#### 5.1 [パッケージ] メニュー (Fig. 5)

外装に関する包装寸法は [パッケージ] メニューと [プロダクト] メニューがあり、前者では外装寸法のみの場合、また後者では個装からはじめて外装寸法を求める場合に対応している。

入力方法は、長さ、幅、高さに対応するバーをスクロールするか、または電卓ツールを用いて数値 (mm) を入力する。値の範囲は 10 mm から 999 mm まで入力可能とし、幅は長さより大きくならないように制約している (入力した幅が長さより大きい場合にはエラーメッセージを表示し、入力を無効として再度入力を促す)。

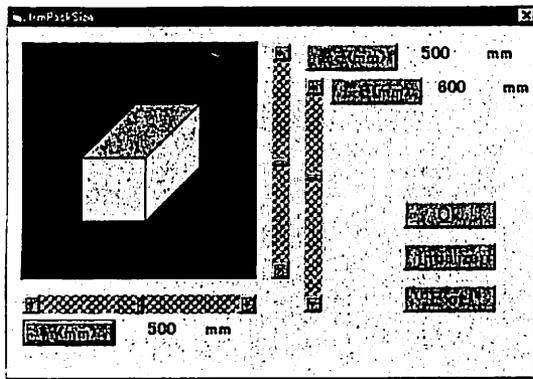


Fig.5 Package

### 5.2 [パレット] メニュー (Fig. 6)

パレット寸法の入力には 1100 (mm) × 1100 (mm) および 1100 (mm) × 800 (mm) の標準サイズに加えて、ユーザーが長さで幅を自由に設定できるカスタムパレットを用意した。

数値はスクロールバーまたは電卓ツールから入力し、その範囲は 100 mm から 1500 mm まで入力可能とし、幅は長さより大きくならないように制約している。

### 5.3 [フルーツ] メニュー (Fig. 7)

中しんの段形状は段ボールの仕様を決定する要素のひとつで、オプションボタンにより 5 種類の段 (A、B、C、E ならびに AB) の中から一つを選ぶ。その際、画面右にその段

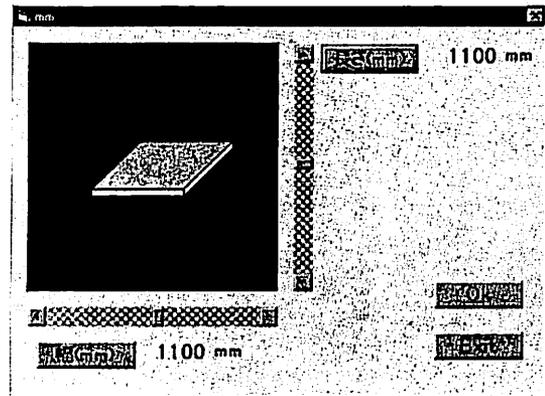


Fig.6 Palette

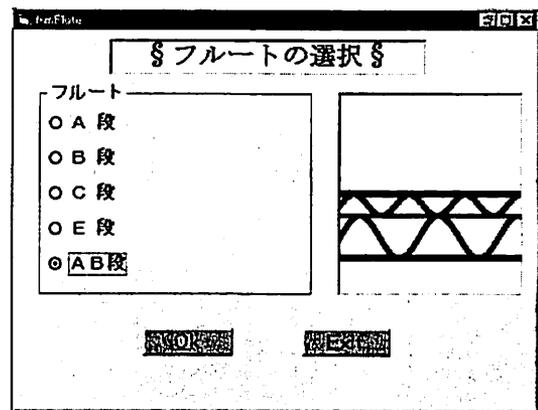


Fig.7 Selection of each flute size and series

の形状が図形で表示され、視覚的に間違いを防止する。

### 5.4 [ライナ] メニュー (Fig. 8)

ここではライナおよび中芯など段ボール原紙の一覧表 (名称、坪量 (g/m<sup>2</sup>)、圧縮強度 (kgf)、単価 (円/m<sup>2</sup>)) を参照しながら、適当な原紙の組み合わせを選択する。

### 5.5 [プロダクト] メニュー (Fig. 9)

個装からはじめて、入り個数、余裕寸法を順次入力し、外装寸法を決定する。処理メニューで、これまでと同様、スクロールバーと

§ 資材の選択 §				
項番	名称	坪量(g/m <sup>2</sup> )	強度(kgf)	単価(¥/m <sup>2</sup> )
1. ライナ				
01	AA級	180	22.4	17.8
2. 中しん				
52	A級	120	13.2	10.8
52	A級	120	13.2	10.8
53	A級	125	13.8	11.3
54	A級	180	20.8	14.4
55	A級	180	23.4	18.2
56	B級	115	10.4	9.2
57	B級	120	10.8	9.6
58	B級	125	11.3	10
59	B級	180	17.8	12.8

Fig.8 Selection of each linerboard and corrugating medium

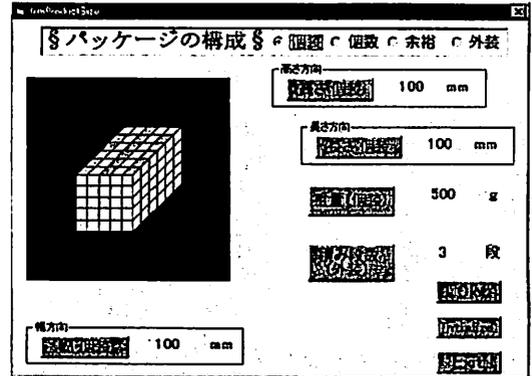


Fig.9 Products

電卓ツールで数値を入力してゆく値の範囲は 10 mm から 999 mm までを入力可能とし、幅は長さより大きくならないように制約している。

さらに個装の質量 (g) と外装箱の積み段数 (段) を入力し、1パレットの荷姿を決定する。

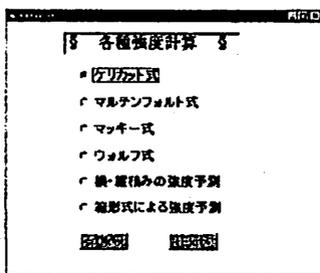
## 6. 「導出」ブロックについて

日常の包装業務の中で、包装設計の一部について条件変更や手直し、あるいは別仕様の強度の予測など、それぞれの条件下で単独に強度計算が必要になることがあり、その際の

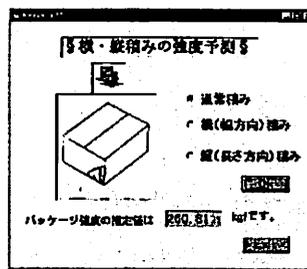
種々の計算ルーチンを集めた。

段ボールの箱強度計算として汎用されるケリカット式をはじめ、マルテンフォルト式・マッキー式ならびにウォルフ式などに加え、宅配便などの混載輸送の際に起こり得る横積み、縦積みのときの強度劣化、ならびにラップアラウンド箱など各種箱形式の箱強度を予測する。(Fig. 10)

その他の箱強度設計に係わる汎用計算 (Fig. 11(1)(2)(3)(4)(5)) として、倉庫保管による影響では経時変化に伴う強度劣化などを、温湿度雰囲気の影響では温湿度に伴う段ボールの水分率変化から強度変化を予測する。積み付け不適では、パレット台上からの箱のハ



(1)



(2)



(3)

Fig.10 Compressive Strength

ミ出しの程度から強度劣化を、また箱寸法変更では箱の長さ・幅および深さ方向の寸法を変更した際の強度変化を、さらに印刷の影響では印刷面積比率などによる箱強度劣化の程度を予測する。

## 7. 「設計」ブロックについて

ここでは、包装現仕様にかかわる外装箱の強度評価 (Fig. 12) と、本来の仕様通りの強度性能を発揮させる段ボールの原紙構成 (Fig. 13) を選択、決定させる。

この場合には、流通環境にかかわる安全係数は、JIS規格 (JIS Z-0200) に示される環境条件に対応した負荷係数と本システムのオペレータ自身が定める任意の係数を利用して演算される。またこれらの計算から求められた最新の包装設計仕様は、メニュー「ファイ

ル」のなかの仕様ファイルとして登録される。

緩衝包装设计 (Fig. 14) については、対象となる包装内容品の衝撃易損性<sup>3)</sup> に対し、従来の緩衝材の主流であった発泡プラスチックなど既存の緩衝材<sup>4)</sup> を用いた場合の設計ならびに、最近のリサイクル問題からにわかには注目を集め始めた段ボール製緩衝材 (折り曲げ加工した構造体<sup>5)</sup>、積層段ボール<sup>6,7)</sup> について、その使用法の一例を示した。

## 8. 「表示」ブロックについて

ここでは段ボール箱のパレット積み付けパターン<sup>8),9)</sup> と箱展開図を表示するが、前者では荷崩れ防止などの安全性を第一に考えた最適積み付けと積載効率を優先させたブロック積みパターンの3次元形状 (立体図) と2次元形状 (平面図) を表示させる (Fig. 15)。

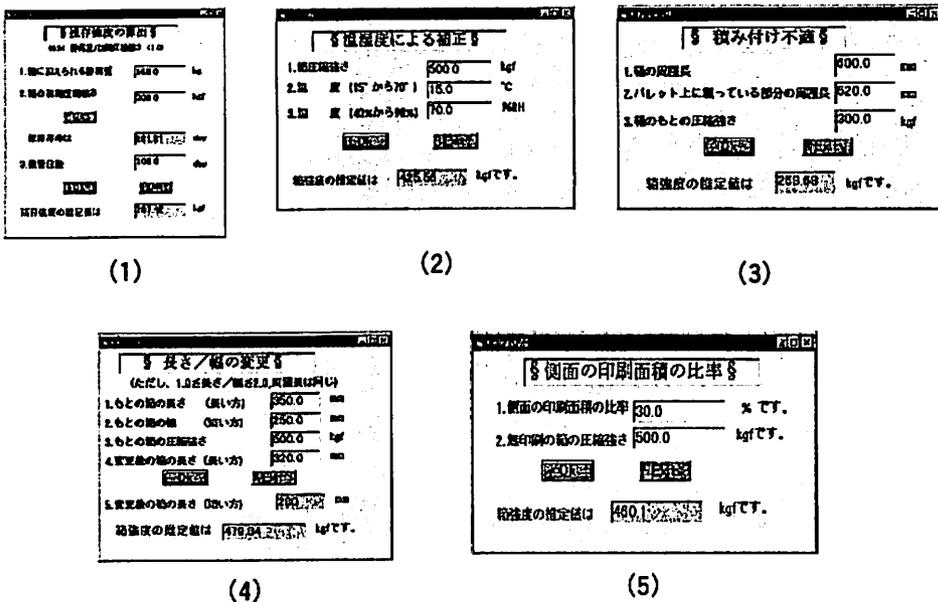


Fig. 11 Degradation of Corrugated Fibreboards

- (1) Maximum load and stacking life
- (2) Temperature and humidity environment
- (3) Influence of inadequate container pile
- (4) Compressive strength by changing ratio of dimensions
- (5) Degradation of strength caused by printing

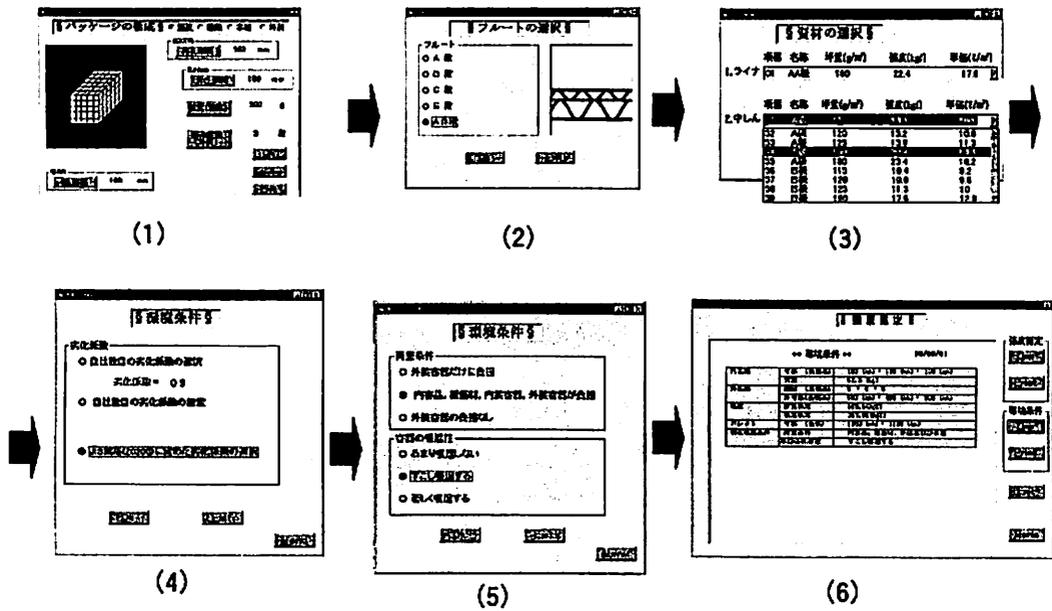


Fig.12 Deduction of necessary package strength

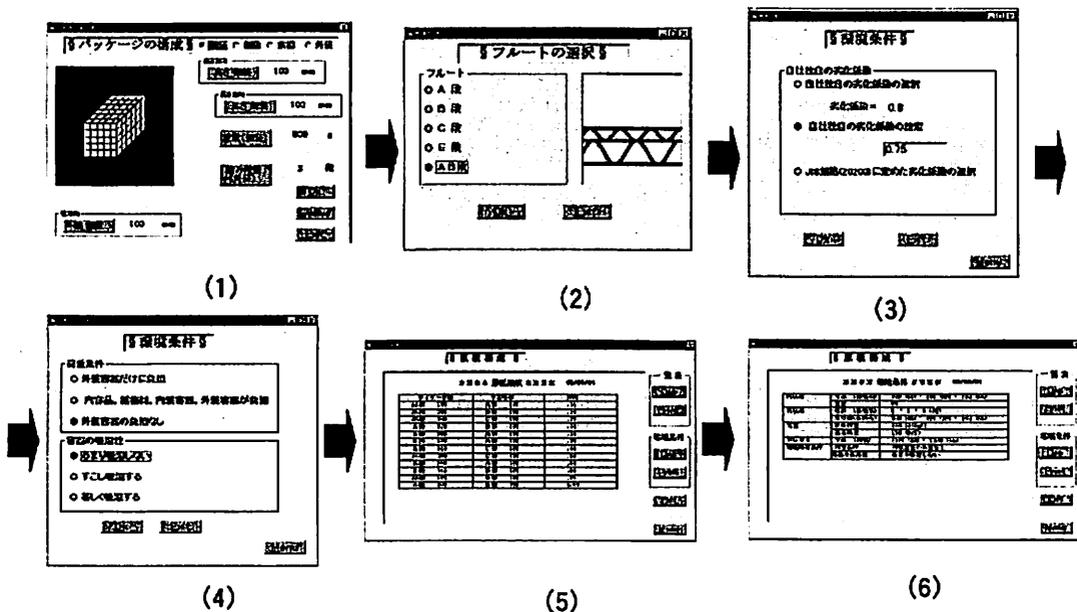
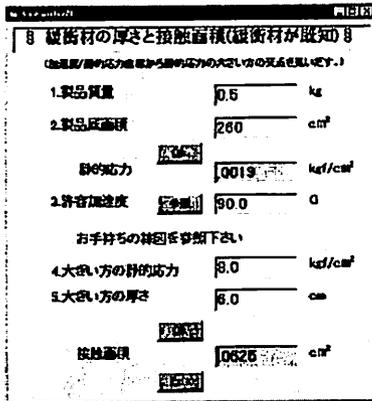
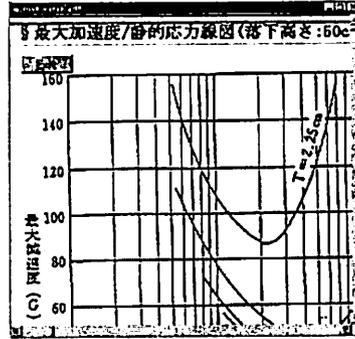


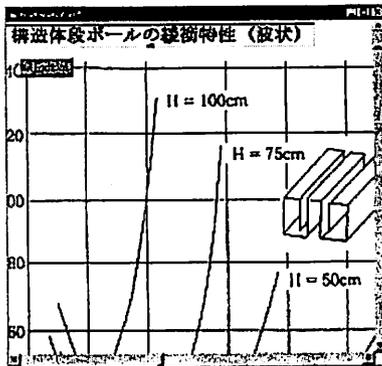
Fig.13 Determination of corrugated fiberboard



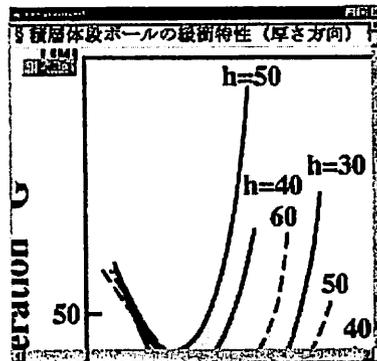
(1)



(2)



(3)



(4)

Fig. 14 Selection of buffer materials

各積み付けの際の箱寸法仕様変更も瞬時にパターン化させることができる。また1パレットの積載個数・パレット上の積載効率などのデータも表示させる (Fig. 16)。

## 9. 結言

包装設計は刻一刻と変化する内容品のニーズや地球環境、廃棄物処理といった社会的な要請に即応する必要があるため、最新かつ変化に合致した仕様をデータとして持つことが最も重要な事項である。そのため本システム

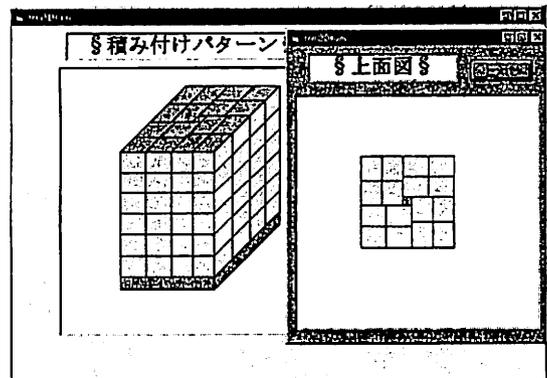


Fig.15 Pallet loading patterns

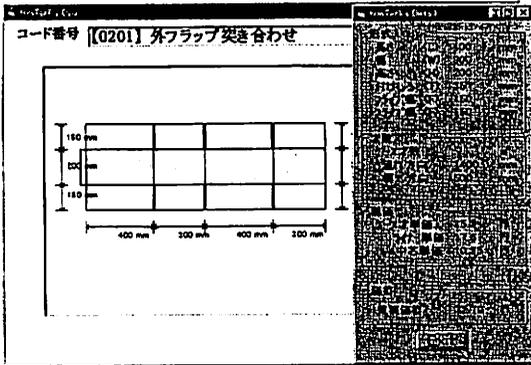


Fig.16 Unfolding illustrations

では物流環境条件に関する劣化係数や段ボール資材や緩衝材のデータを常に最新かつ独自の設計業務に合致するようにデータを保守管理する機能を強化したソフトウェアを開発した。さらに Windows 仕様であるため、入力のし易さ、グラフィック表示などの操作が明快簡単であり、かつ入力に際して包装設計の予備知識をさほど必要としないということも本システムの大きな特徴である。

## 10. 引用文献

- 1) 島田哲夫、山崎潔、一森和之、“パーソナルコンピュータパッケージ設計用 CAD システム入門”、日報、p. (1990)
- 2) Borland, B., “Microsoft Windows 98 速報ガイド”、日経B P 社、p. 15 (1998)
- 3) 前沢英一、包装技術別冊 92、(2)、22 (1992)
- 4) 輸送包装研究会、“輸送包装設計ハンドブック”、p. 102 (1994)
- 5) 五十嵐清一；“段ボール包装技術実務編”、日報、p. 110 (1996)
- 6) 山崎潔、兵庫県立工業技術センター研究報告、(6)、73 (1996)
- 7) 山崎潔、兵庫県立工業技術センター研究報告、(7)、72 (1997)
- 8) 島田哲夫、山崎潔、日本包装学会誌、2 (2)、103 (1993)
- 9) 島田哲夫、清水淳也、山崎潔、日本包装学会誌、3 (4)、238 (1994)

(原稿受付 1998 年 11 月 12 日)

(審査受理 1999 年 2 月 12 日)