

自動倉庫システム設備計画技法“CAD-WH”

Computer-Aided Design of Automatic Warehouse

最近の倉庫に課せられた機能は、単なる物の保管という機能から、物流管理の主要拠点としての機能へと移り変わってきている。この物流の拠点としての機能を十分に発揮させるためには、取扱い物の特性や倉庫を取り巻く環境条件、入・出庫の頻度といった顧客のそれぞれで異なる質と量の多変量を考慮する必要がある。そのためには、科学的手法を用いた倉庫システムの計画が不可欠である。

以下に述べる自動倉庫システム設備計画技法は、入手容易な最小限の入力データにより、荷役設備、レイアウト、運用方式の組合せと最適設備容量を出力するものであり、約400種の倉庫形態の中から物流環境に適したものが短時間で選択できる。本論文では、この技法についてその概要を述べる。

西原 伴良* Tomoyoshi Nishihara
都島 功** Isao Tushima
山室幸之助*** Kônosuke Yamamuro

1 緒 言

最近の物流のとらえ方は、倉庫を単なる保管から、物流管理の主要拠点へと変えてきている。そのため、倉庫システムの計画の良否が、物流コストに大きな影響を与える。

倉庫システムの計画技法とは、荷役設備、レイアウト、運用方式の組合せと最適設備容量とを求める手法である。これには、その組合せが計画対象としている倉庫の物流環境に適応していること、計画日数が短いこと及びユーザーの種々の

拘束条件を容易に考慮できることが望まれる。

CAD-WH(Computer-Aided Design of Automatic Warehouse:自動倉庫システム設備計画技法)は、この目的のために開発されたものである。入手容易な必要最小限の環境データだけで、約400種類の倉庫形態の中から、ユーザーの要求にマッチした倉庫形態を選択する。更に、荷役設備だけでなく、ラックや荷さばき場の一時保管場の容量を定量的に求め

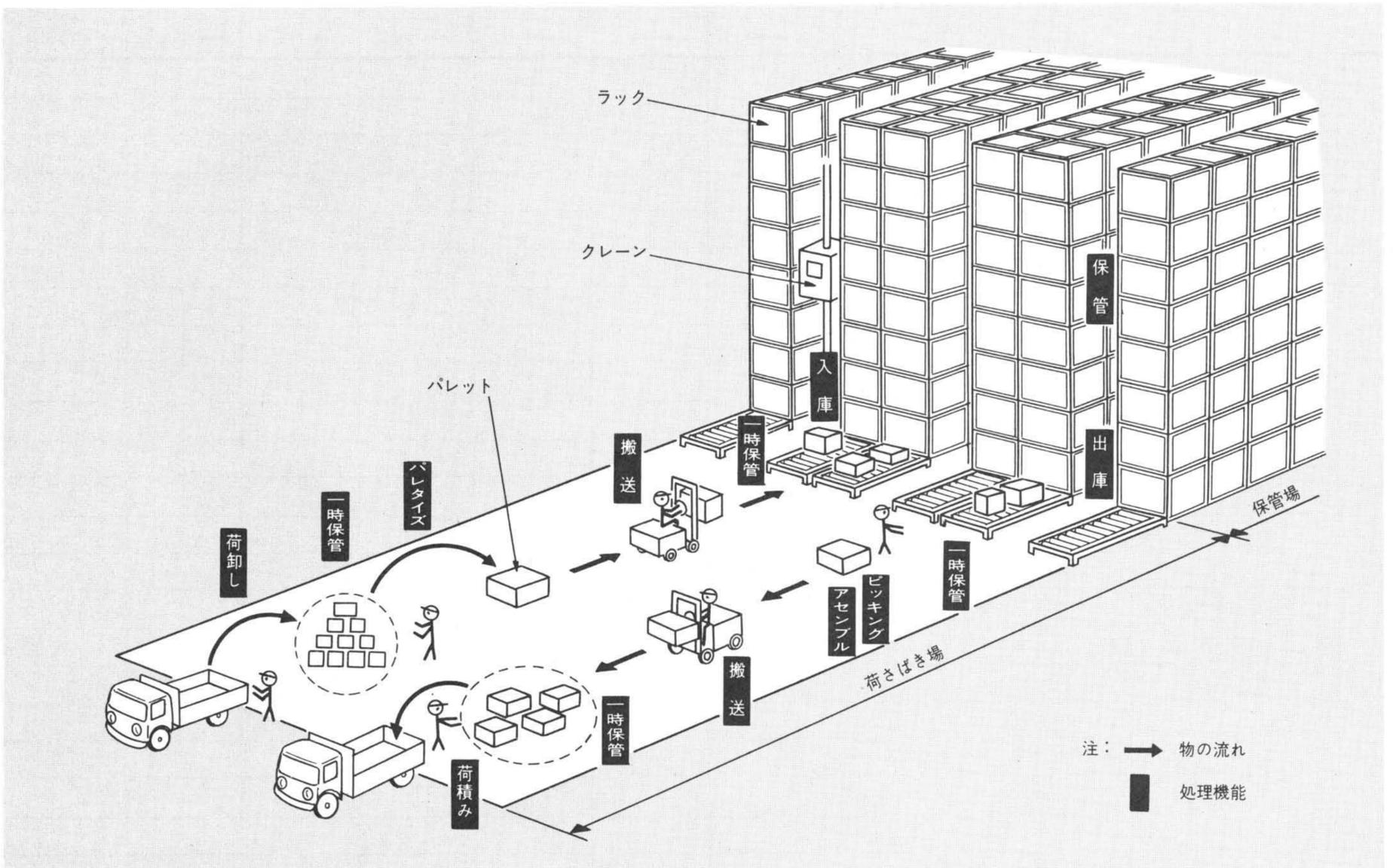


図1 自動倉庫の処理機能 自動倉庫システムには、図に示す10種の基本的な処理機能がある。

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所システム開発研究所 *** 日立製作所システム事業部

るものである。

2 自動倉庫システム

2.1 自動倉庫の処理機能

倉庫の目的は、マクロに見て二つある。一つは、需要供給の時間的調整を図ることである。他の一つは、入荷形態をある定められた出荷形態へ変換することであり、入荷した各種の物品を注文単位にまとめることがこれに当たる。図1に、これらの目的を実現するための処理機能を示す。

2.2 自動倉庫の設備、レイアウト及び運用方式と環境条件との関連

倉庫の処理機能を実現する荷役設備、レイアウト及び運用方式には、図2に示すように各種の方式が提案されている。環境条件によって、種々の方式が選択される。その関連を同図に示す。

(1) 変換形態を生み出す環境条件と方式との関連

(a) 量的変換

量的変換とは、入荷ロットから出荷ロットへのロットの

大きさの変換を言い、出荷ロットの大きさ/入荷ロットの大きさで表わされる。量的変換に起因する問題点は、物品を満杯に格納していないパレットの発生による保管効率の低下である。そのため、量的変換の大小はパレタイズ方式や出庫順序方式の選択に関連する。

(b) 組合せ的変換

組合せ的変換とは、入荷ロットの品目構成を出荷ロットの品目構成へ変換することを言い、品目数/注文、複数の注文にまたがる品目数で表わせる。この変換に起因する問題点は、機械化困難なピッキング、アSEMBル作業の発生である。組合せ的変換の大小は、ピッキング、アSEMBル方式の選択に関連する。

(c) 時間的変換

時間的変換とは、需要供給の時間的調整を図る機能であり、平均滞留日数、品目間での滞留日数の差で表わせる。この変換に起因する問題点は、保管スペースや設備負荷が増大することである。そのため、再入庫方式や入庫棚の割付方式、入出庫口位置のレイアウトの選択に関連する。

表1 自動倉庫の設備、レイアウト、運用の各方式と環境条件との関連 自動倉庫の設備、レイアウト及び運用方式に関する各種代替案と、それらが選ばれる環境条件との関係を示した。

環境条件 設備、運用方式、レイアウトの代替案		変換条件					変換情報の確定時期		
		量		組合せ		時間		入荷情報確定の先行日数	出荷情報確定の先行日数
		出荷ロットの大きさ 入荷ロットの大きさ		出荷(入荷)ロットの品目数	出荷(入荷)ロット間の品目構成の差	平均滞留日数	品目間での滞留日数の差		
		大 ←→ 小		大 ←→ 小	大 ←→ 小	大 ←→ 小	大 ←→ 小	大 ←→ 小	大 ←→ 小
荷役設備	ラック	(1) シングルラック							
		(2) ダブルラック							
	クレーン	(1) 無人運転クレーン							
		(2) 有人運転クレーン							
	荷さばき場の搬送機	(1) コンベヤ							
		(2) フォークリフト							
運用方式	パレタイズ方式	(1) 入荷ロット単位のパレタイズ							
		(2) 荷さばき場の端数パレットとの集約パレタイズ							
		(3) ラック内の端数パレットとの集約パレタイズ							
レ	入庫棚の割付け方式	(1) ランダム							
		(2) 入庫口優先							
		(3) 出庫頻度大の品目を入庫口へ							
イ	出庫順序方式	(1) 先入先出							
		(2) 端数パレット優先							
ア	ピック、アSEMBル方式 (ピック単位の違いから)	(1) 品種集中ピック							
		(2) ロット単位集中ピック							
		ウ	ピック、アSEMBル方式 (作業場の違いから)	(1) コンベヤ上ピック					
(2) 平場ピック									
(3) クレーン上ピック									
ト	再入庫方式	(1) 再入庫あり							
		(2) 再入庫なし							
式	入出庫口位置のレイアウト	(1) 入出庫口 1箇所							
		(2) 入出庫口 複数箇所							
式	荷さばき場の搬送方式	(1) コンベヤ中心のレイアウト							
		(2) フォークリフト中心のレイアウト							

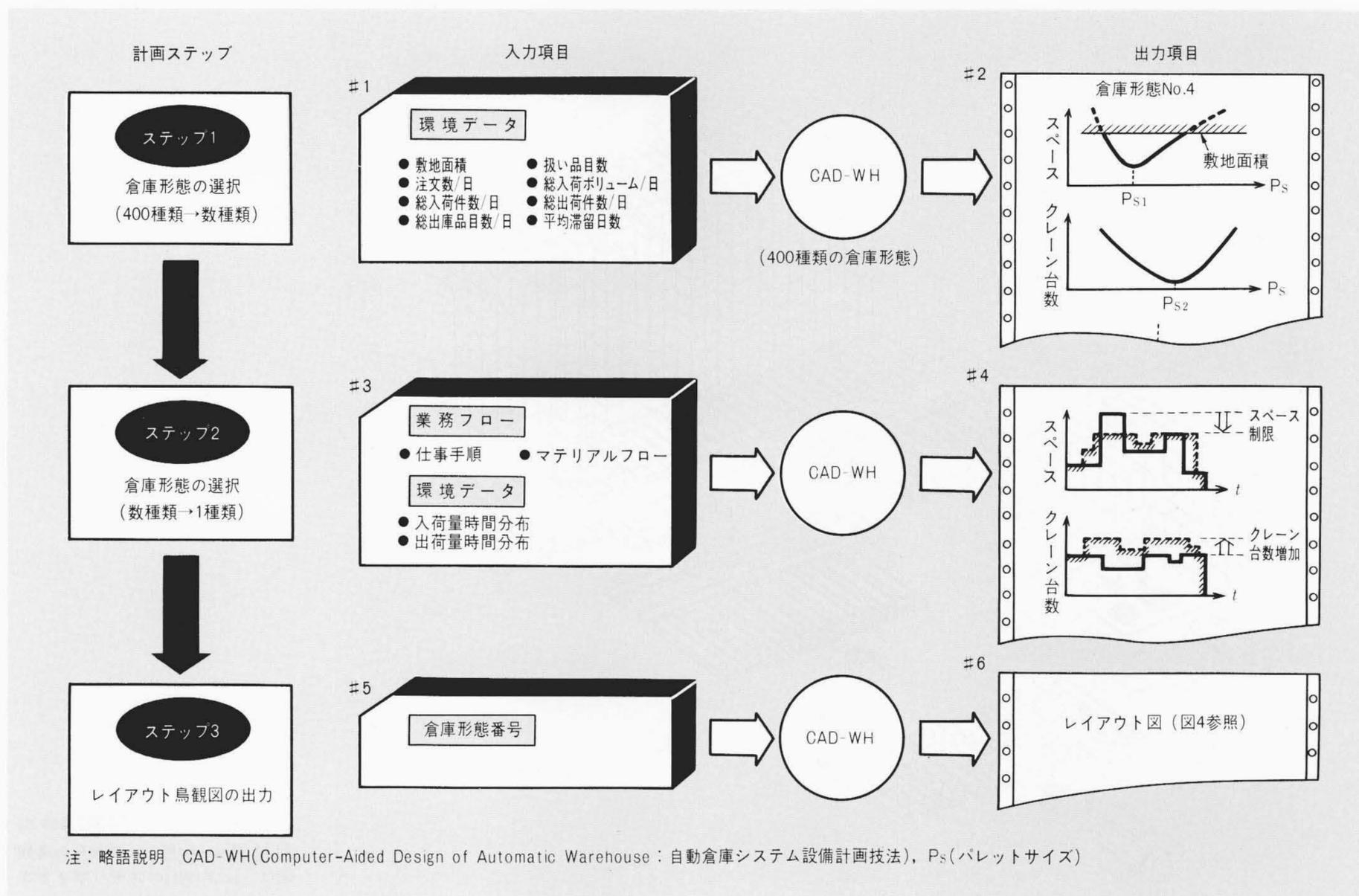


図2 CAD-WH(Computer-Aided Design of Automatic Warehouse)の計画ステップと入出力項目 ステップ1, 2に必要な入力項目は品目単位ではなく、総品目としてのデータでよく、それらを基にCAD-WHはスペースや設備容量などの相互関係を定量的に出力する。

(2) 変換情報の確定時期と方式との関連

入荷(出荷)の仕様が、入荷作業(出荷作業)の実施時点からどの程度先行して確定するかにより、設備容量は大きく異なる。これは、この先行時間が大きいほど各作業の実施時点の自由度を増やし、それが倉庫作業の負荷のアンバランスを調整する手段を増すからである。この先行時間の大小は、パレットサイズ方式、ピッキング、アSEMBル方式の選択に関連する。

3 CAD-WHの概要

(1) 400種類の倉庫形態

CAD-WHでは、約400種類の倉庫形態を選択の対象としている。これらは、表1に示した荷役設備、レイアウト及び運用方式の各種代替案の組合せとして実現される。

(2) 評価尺度

倉庫形態を選択するための評価尺度として、次の五つを考えている。(a) ラックの設備費、(b) クレーンの設備費、(c) 土地の費用、(d) 荷さばき場の搬送機の設備費、(e) 人件費

(3) 3段階の計画ステップ

図2に示すように、CAD-WHの計画手順は三つのステップから構成されている。

ステップ1は、日単位のデータを用い、約400種類の倉庫形態の中から、最適な倉庫形態の候補として数種類を選ぶステップである。ステップ2で、時間単位のデータを用い、それらの中から最終的に1種類を選ぶ。ステップ3では、そのレイアウトを、X-Yプロットにより鳥観図として出力する。

倉庫形態の選択を2段階に分離したねらいは、データ調査

を容易にすることにあり、ステップ1で求めた候補を基に、ステップ2で調査すべき必要項目が限定できることである。

4 CAD-WHの計画手順

4.1 ステップ1

4.1.1 倉庫形態の選択手順

図2中の#1に示した日単位の環境データを調査する。これらのデータを用い、設備容量、クレーン台数を求めた結果が#2である。これらは、パレットサイズ(以下、 P_s と略す。)との関係で示され、X-Yプロットで出力される。

#2を基に、敷地面積の条件を満たさない倉庫形態を除く。もし、敷地面積の条件を満たすものがなければ、スペックを検討して再度計画をし直す。

P_s を決定すれば、評価尺度を基に倉庫形態の候補を選択することができる。

4.1.2 特長

(1) 設備容量、スペース及びクレーン台数は、 P_s により相互に結び付けられている。そのため、設備計画問題は P_s を媒介変数として、それぞれが独立に計画できるように分割でき、最適化計算を容易化した。

(2) 従来の設備容量算定法では、各品目ごとのデータが必要であり、データ調査の作業量は膨大なものであった。そこで、総品目としてのデータから、設備容量が求められる算定法を開発した。

(3) 環境条件及び制約条件は、事前にすべて分かるとは限らず、計画プロセスの中で明確になってゆくものもある。また

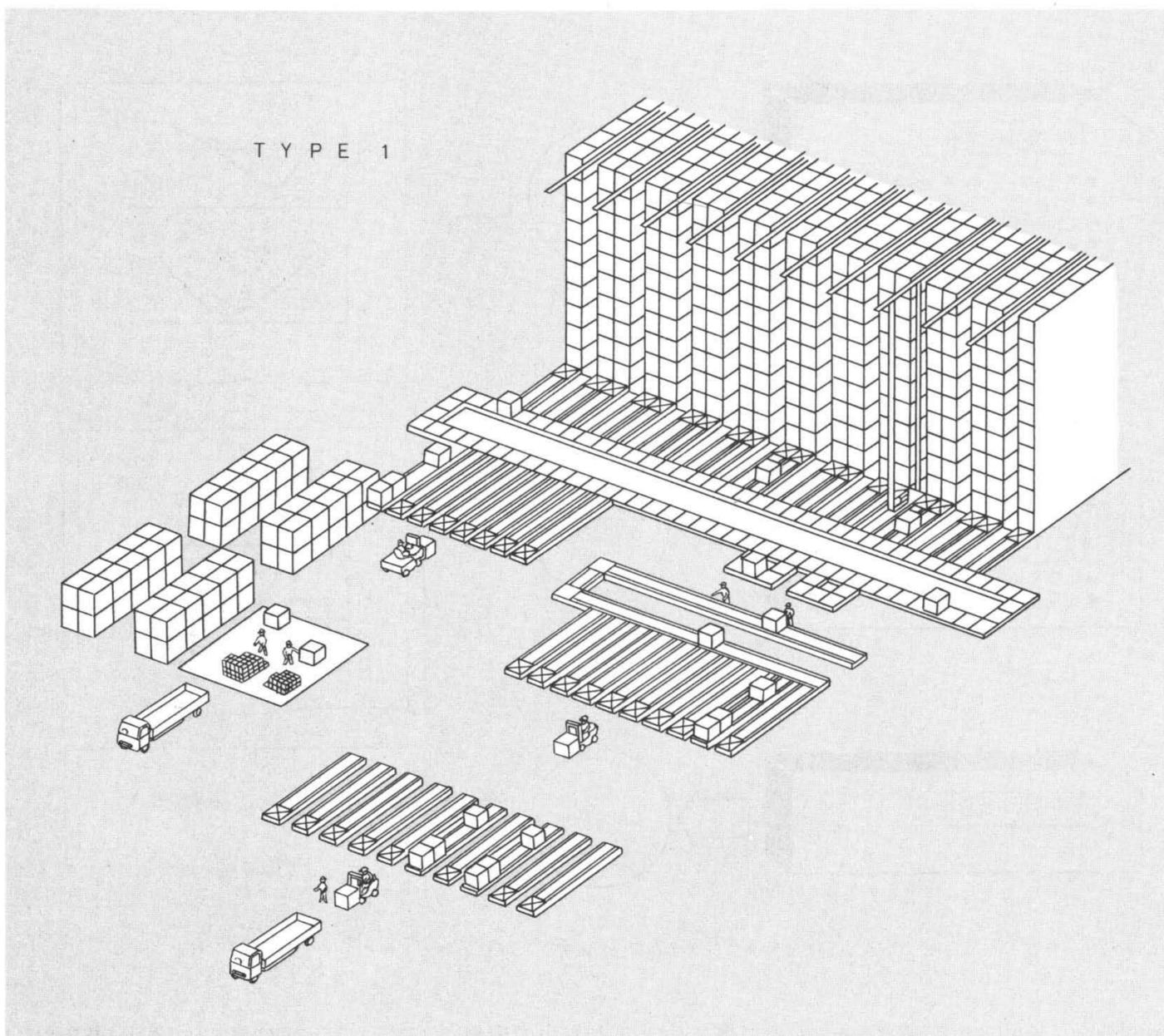


図3 レイアウト鳥観図の出力結果の一例 これらの鳥観図は、CAD-WHのステップ2で求めた設備容量に基づき、X-Yプロッタにより描かれる。

それらは、倉庫設置の目的によっても異なる。そこで、制約条件の与えられ方を三つのタイプに分類し、それぞれに応じてプログラムのフェーズを準備した。これにより、条件が変わっても容易に対処できる。

4.2 ステップ2

4.2.1 倉庫形態の選択手順

ステップ1で求めた倉庫形態での業務フロー(仕事順序フローとマテリアルフロー)を記述する。また、時間単位の環境データを調査する。これらが#3である。このデータを用いて負荷の平滑化計算を行なった結果が#4であり、X-Yプロッタで出力される。

これより種々の評価尺度を基に、最終的に1種類の倉庫形態を選択する。

4.2.2 特長

- (1) 一般の倉庫では、将来のピーク負荷に対処するための作業が、設備負荷や保管量の状況に応じて実施される。また、ある設備の稼動中、別のある設備は稼動できない、という関係も見られる。CAD-WHの負荷平滑化計算法は、これらの点を考慮できる。
- (2) 荷さばき場の複雑なレイアウトを記述する言語をもっている。これにより、各種の荷さばき場のレイアウトを容易に作成することができ、最適なレイアウト計画が可能となる。

4.3 ステップ3

ステップ2で最終的に求められた倉庫形態のレイアウトを、鳥観図としてX-Yプロッタにより出力することがステップ3の仕事である。出力例を図3に示す。

5 CAD-WHの効果

以上述べてきたようにCAD-WHを活用することにより、以下に述べるような効果が得られ、ユーザーのそれぞれ異なった条件に最も適した倉庫の計画が極めて容易に実施することができる。

- (1) 約400種類の倉庫形態の中から、物流環境に適したものが定量的に選択できる。
- (2) 計画に必要な環境データは、最小限の項目だけでよく、その整理はほぼ1日で処理することができ、従来のように2週間も要する煩わしさがなくなる。
- (3) レイアウトや運用方式の選択を容易にするよう出力を工夫しており、ユーザー自身で納得のいく選択が可能である。

6 結言

流通環境は、今後ますます多様化する傾向にあり、そのため、流通環境に適した自動倉庫システムを人手により計画することは、よりいっそう困難かつ莫大なマンパワーを必要とするものと思われる。このような条件下でも対処できるように開発された自動倉庫設備計画プログラム“CAD-WH”を用いれば、最小限の環境データを整理することで、短期間のうちに流通環境に適したものが定量的に選択できる。

この特長は、今後ますます大きな効力を発揮するものと思われる。

今後共、各方面への物流合理化のオリジナル技術として、幅広く活用してゆく考えである。