

上下水道管路図面情報管理システム

Computerized Flow Network Mapping System for Service Maintenance in Water and Wastewater Systems

従来、上下水道施設の維持管理は、地図上に管路を記入した施設管路図を基礎として実施されている。この図面は施設保全や管路工事などで日々変化しているが、手作業の原図修正は頻繁にできず、現状図に近づけることが難しく、また緊急時に膨大な図面から目的の図面を検索するのは大変である。一方、地図データをコンピュータ入力し、数値・文字データと結び付けてさまざまな処理を行なうコンピュータマッピングが脚光を浴びている。

日立製作所では、管路図面作成や運用業務にこのコンピュータマッピング技術を応用して管路データベース構築を行ない、図面検索、修正、保管、出力などを容易にする上下水道向けの管路図面情報管理システムを開発した。更に、データベースの活用により、上下水道特有の管網計算、管路更新検討などの高度利用機能への展開を可能とした。

筒井和雄*	Kazuo Tsutsui
林 晃**	Hikaru Hayashi
高木照夫***	Teruo Takagi
松島 整****	Hitoshi Matsushima
角本 繁****	Shigeru Kakumoto

1 緒 言

日常生活に必要不可欠な上下水道は、地下に埋設された管路網によって各需要家と結ばれている。いま、上水道はその普及率が95%に達し、普及率向上の時代から維持管理の時代を迎えている。この30年間に創設された管路が約 $\frac{2}{3}$ を占めているとはいえ、着実に老朽化が始まっている。上水道施設の大部分を占める管路を、効率よく維持管理、変更してゆくことが、豊かな暮らしと環境を実現するうえでますます必要である。一方、下水道は社会環境向上のため、巨額の資金を投下して下水管網が布設されている。

このような用途別の道路埋設管路の効率よい維持管理のため、地図上に管路を図示し、地図情報と管路情報とを同時処理するコンピュータマッピング技術の利用が注目されている^{1),2)}。

日立製作所では、地図処理ソフトウェアをHIDICエンジニアリングワークステーションES-300シリーズと結合させ、従来はミニコンピュータや汎用コンピュータを用いて大形化していた管路図面情報管理システムをコンパクト化し、上下水道専用の高度利用機能を備えた上下水道管路図面情報システムを開発した。

本稿では、上下水道管路図面情報管理システムの開発方針、特長及び主な機能について述べる。

2 システム開発の背景と基本方針

2.1 システム開発の背景

施設管路図は、上水道を例にとると給配水管の維持管理、拡張工事、管網整備計画など配水業務、給水業務遂行の上で欠くことのできない図面である。従来、この施設管路図は、A1又はA0サイズの前紙の上に $\frac{1}{500}$ 縮尺で地形図、給配水管図、バルブや管の諸元データなどを手書きで記入し、配水部門で原図管理している。しかし、現状の原図による図面管理では、次の点が問題として挙げられる。

(1) 給配水業務に不可欠な精度の高い配管図面原図を作成するには、多大な費用と労力を要する。

(2) 配管図面原図の情報は日々変化しているが、手作業の原図修正は頻繁にできず、現状図に近づけることが難しい。

(3) 情報管理、情報検索に時間がかかるため、緊急時の対応で即応性に欠けることがある。

(4) 1,000枚以上の大形図面を扱うため、広い図面保管スペースが必要である。

(5) 原図の経年変化のため、一定期間ごとの原図再作製を要する。

このような問題を解決し、管路図面情報のより高度な利用を支援する目的で、管路図面情報管理システムを開発した。

2.2 システム開発の基本方針

上下水道事業は主に地方自治体が管理運営しており、上水道の場合、その業務内容は図1に示すとおりである。管路図面情報管理システムは、給水課、建設課などの局内の複数部署に関連する給配水管網の施設図面管理を機械化して一元管理し、常に最新の図面情報を提供しようとするものである。このような目的から、本システムの開発に当たっては次の点を考慮した。

(1) 中小都市の上下水道向け専用システム

地方自治体の大半を占める中小都市を対象とし、システム構築がコンパクトにでき、導入が段階的に行なえること。

(2) データベース構築

地方自治体が所有する地図活用を第一に考え、管路図面の初期データベース構築は、図面自動読取装置(オートディジタイザ)の利用を前提とする。また、年次更新時はグラフィックディスプレイとの対話形式で容易に修正・追加できること。

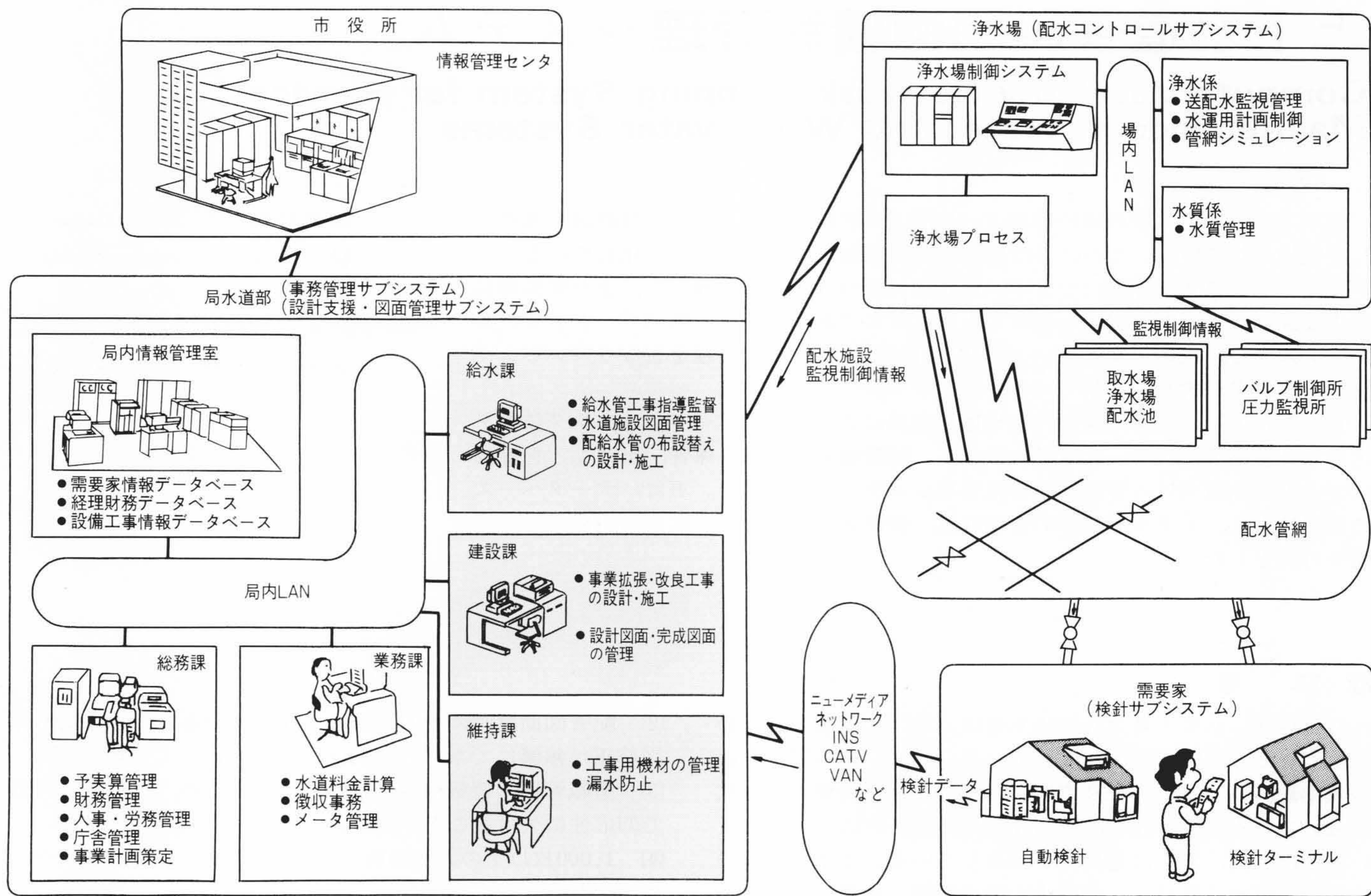
(3) 上下水道向け高度利用機能の提供

管路図面データベースを活用した管網計算、管路更新、断水地区表示などの高度な利用機能が具備できること。

(4) 運用環境

使い勝手を考慮し、専任オペレータを必要としないこと。特に一般事務所設置を前提とし、特別な空調や電源を必要としない機器構成であること。

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電事業本部 *** 株式会社日立コントロールシステムズ **** 日立製作所中央研究所



注：略語説明 LAN(Local Area Network), INS(Information Network System), CATV(Cable Television), VAN(Value Added Network)

図1 水道事業の業務内容と管路図面情報管理システムの位置づけ
 管路図面情報管理システムは、給配水管網の施設管理を行なう局内業務のOA（Office Automation）化推進の役割をもっている。

(5) 他システムとのリンケージのニーズ対応
 配水コントロールシステム、施設運用管理システムとのオンラインリンケージや、検針業務との情報交換など上下水道の施設管理業務全般と段階的に結合できるシステムであること。

3 システムの概要

管路図面情報管理システムの概要を以下に述べる。

3.1 システム概要

本システムは、管路図面やその図面に関連する数値データを管路図面データベースとして構築し、上下水道の管路施設管理に必要な情報を提供する。図2に上水道業務に適用した場合のシステム概念を示す。

管路図面データベースは、元図(原図)である配管図面及び給水台帳を基に、図形はベクトル情報化し、数値データはコード化して入力作成する。このデータベースは階層構造をとり、利用者の要求に応じて任意層を組み合わせ表示できる。

管路図面データベースを利用すると、管路更新システムへの適用、管網解析、各種統計処理など施設維持管理の質的向上を目的とした応用範囲が広がる。更に、上水道施設運用システムや料金徴収システムなど、他システムとの情報交換機能も可能となる。

3.2 システムの特長

- (1) $\frac{1}{500}$ 縮尺図による高精度図面管理
 最大A0サイズの $\frac{1}{500}$ 縮尺図が扱えるため、高精度な配管工事

図、給配水管図が作成できる。また、背景図となる地形図は、他の用途(道路台帳など)にも利用できる。

(2) 迅速かつ容易な図面修正

工事に伴う配管の新設・撤去などの修正は、グラフィックディスプレイと対話形式で、だれでも短時間に効率よく行なえる。

(3) 図面保管スペースの縮小化

図面データはすべて電子ファイル化し、経年変化することもなく、保管スペースが小さくて済む。

(4) 目的の図面を短時間検索

膨大な図面の中から目的の図面を短時間検索し、窓口業務の効率化と緊急時の迅速な対応ができる。図面検索は区割図、住所、目標物指定など用途に応じて使い分ける。

(5) 用途に応じた図面出力

図面出力は使用目的により、グラフィックディスプレイに検索表示された画面をそのまま簡単にカラーハードコピーできる。また、X-Yプロッタを用いれば高精度の大形カラー図面を最大A0サイズまで出力し、自由に拡大・縮小もできる。

3.3 ハードウェア及びソフトウェア構成

図3にスタンドアロンタイプのハードウェア構成を示す。システム規模が大きいとき、あるいは運用規模が拡大して複数台数が必要な場合は、図4のような分散システム構成を構築する。システム機器仕様は表1に示す。

また、図5にソフトウェア構成を示す。

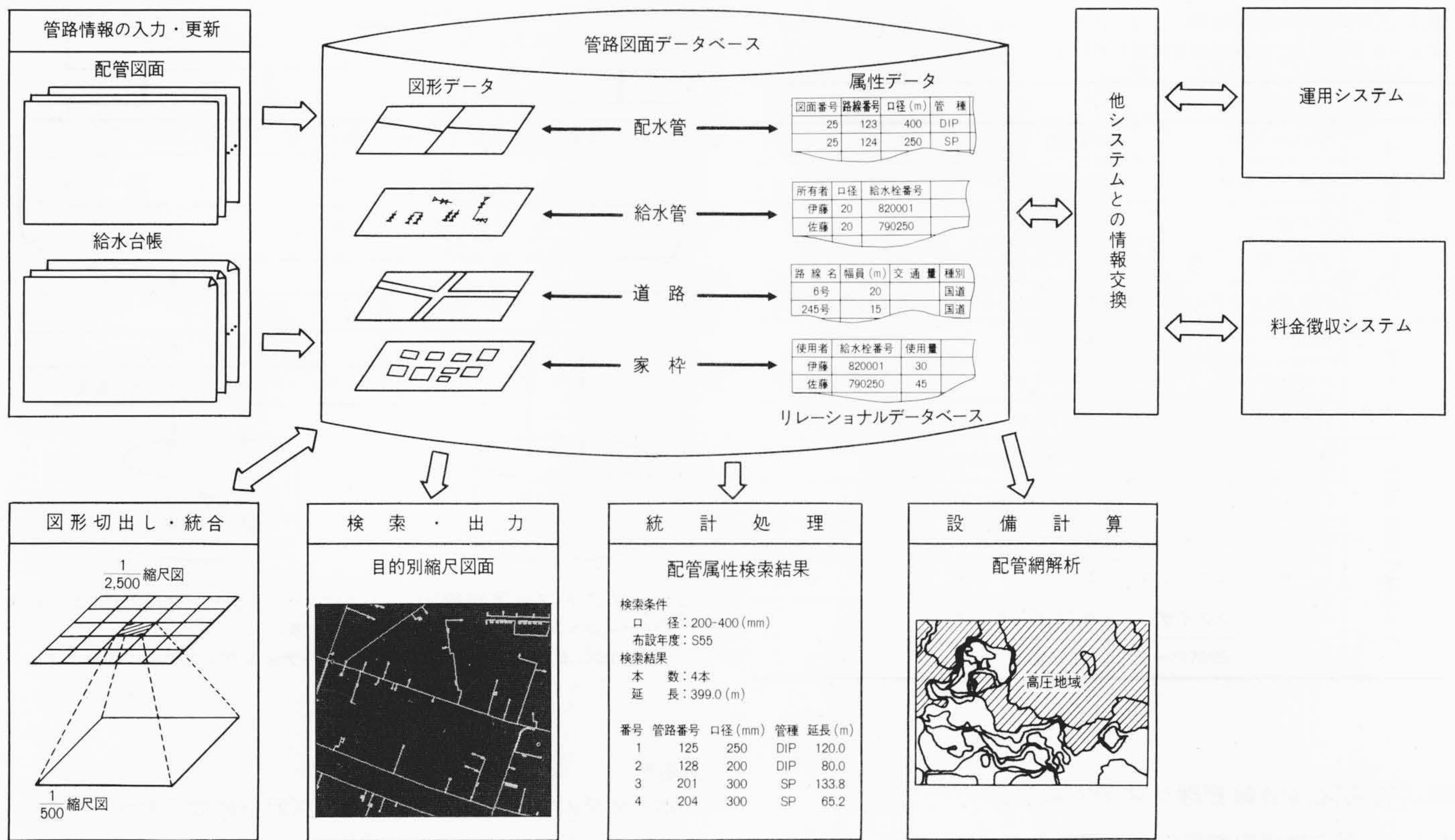


図 2 システム概念図 管路図面情報管理システム全体の概念図を示す。

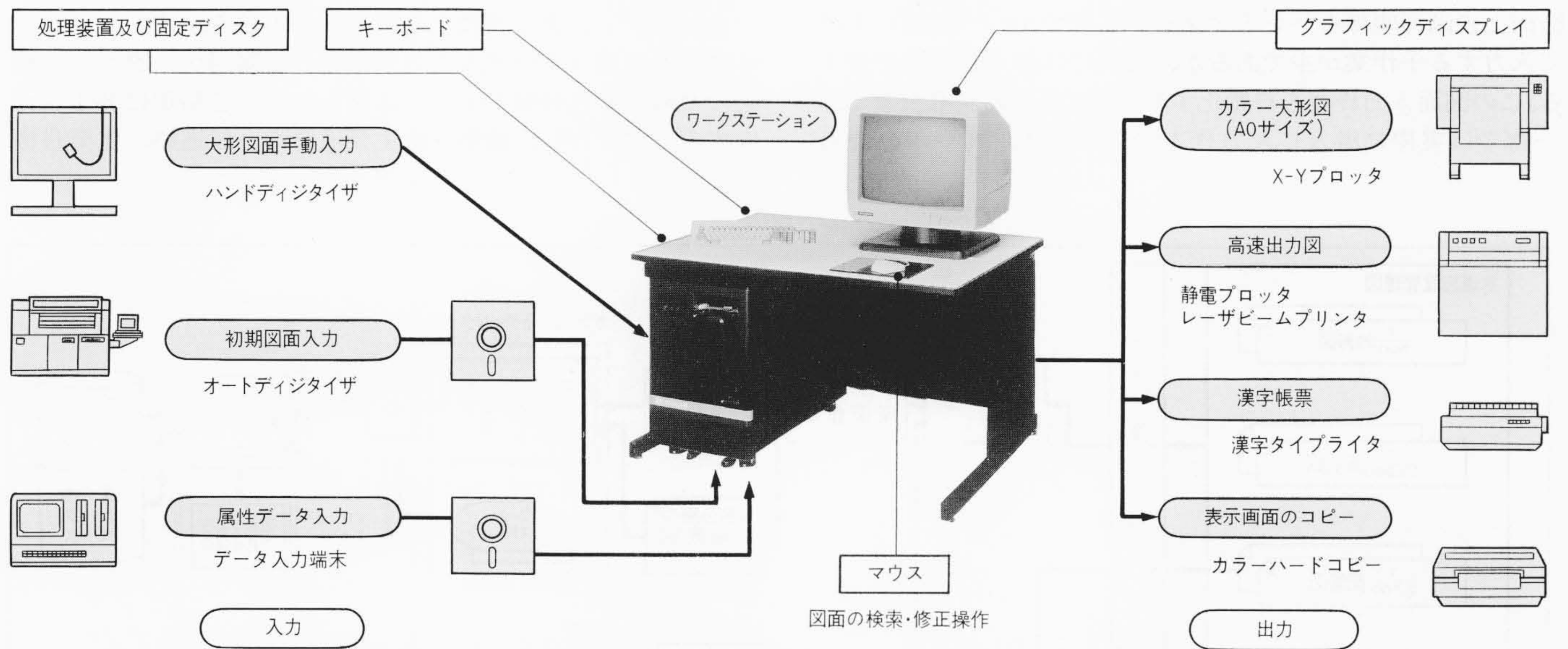


図 3 ハードウェア構成 管路図面情報管理システムのスタンドアロンタイプのハードウェア構成を示す。
イーサネットワーク*

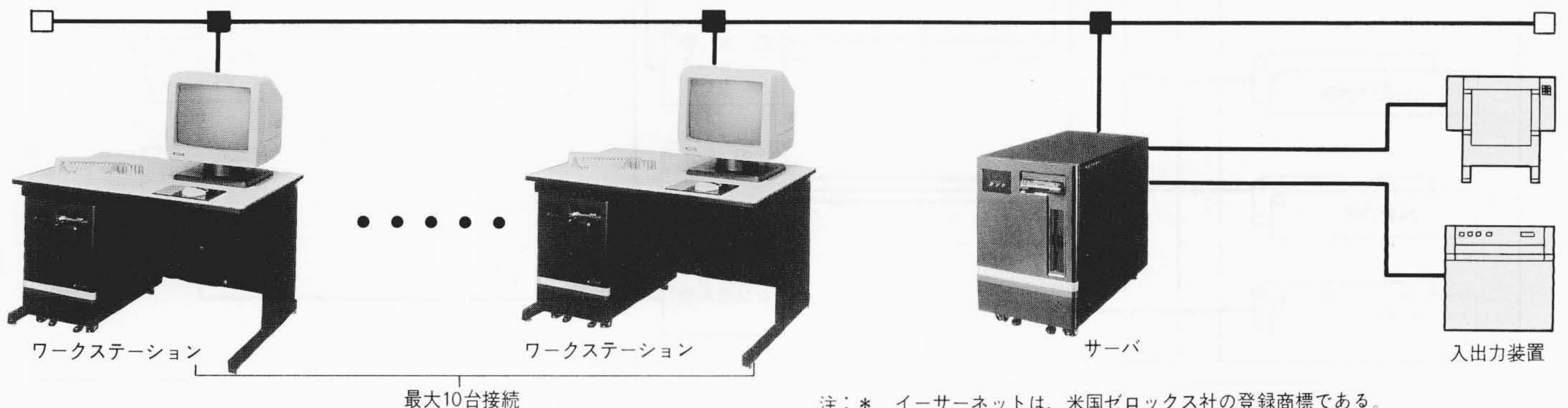


図 4 分散システム構成 用途、規模に応じて、分散システムを構成できる。
注: * イーサネットは、米国ゼロックス社の登録商標である。

表1 システム機器仕様 ワークステーションは32ビットマイクロコンピュータを採用し、高速処理を実現している。

区 分	機 器	仕 様
ワークステーション	CPU	68020
	メインメモリ	2～32Mバイト
	ディスク	132～264Mバイト
	フロッピー	8in 1Mバイト
	グラフィックディスプレイ	20in16色、1,280ドット×1,024ドット
サーバ	CPU	68010
	メインメモリ	2Mバイト
	ディスク	40～500Mバイト
入出力装置(オプション)	漢字プリンタ	印字速度60字/秒(漢字)
	X-Yプロッタ	A1又はA0サイズ
	カラーハードコピー	A4サイズ
	レーザビームプリンタ	A4又はA3サイズ
	ハンドディジタイザ	A1又はA0サイズ
	ストリーミング磁気テープ	1,600bpi

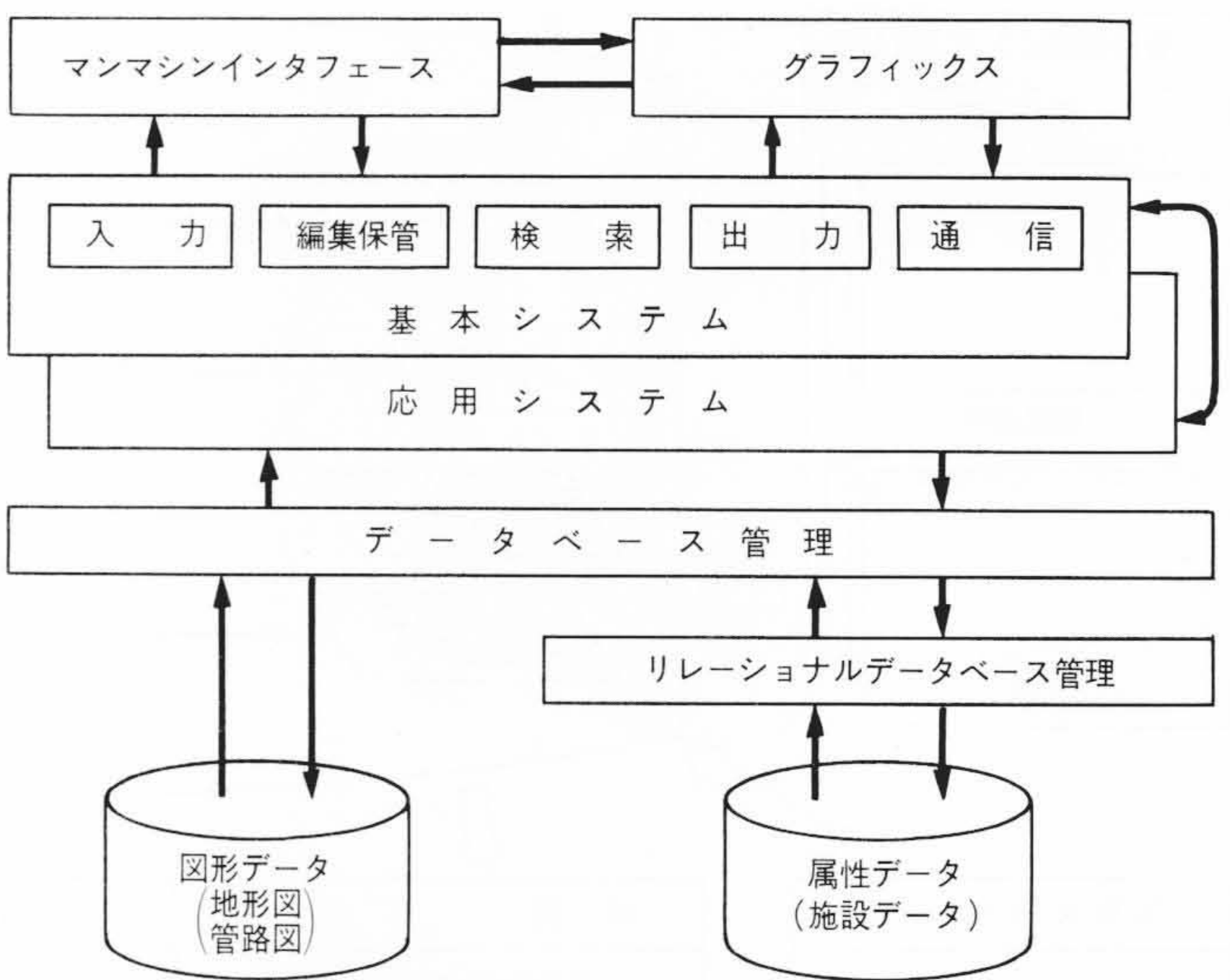


図5 ソフトウェア構成図 UNIX*オペレーティングシステム上に各種アプリケーションソフトウェアを構成している。
注：* UNIXは、米国ベル研究所のオペレーティングシステムの名称である。

4 管路図面情報管理システムの機能

4.1 図面自動読取装置による図形入力機能

管路図面データベース構築のため、最も労力と費用を要するのが図面の入力作業である。現在、図面の入力作業方法は図面上の図形座標をハンドディジタイザで一つ一つ拾い上げて入力する手作業が主であるが、これには膨大な時間を要する。この図面入力作業を自動化するのが図面自動読取装置で、一部では実際に導入し入力作業の効率を上げている分野も

ある³⁾。
本システムでは、ユーザー所有の図面を初期入力する場合、カラーオートディジタイザを使用する。このディジタイザは、一度に6色の図形情報を読み取ることが可能で、そのまま6階層に分離した図面のデータベースを構築する。図6にカラーオートディジタイザによる図形入力方法を示す。ディジタイザ入力素図はデータ入力の効率化と6階層データベース構築のため、6色分解のトレース図を地形と管路用に各1枚作成する。すなわち、地形用は主要道路、一般道路、主要目標

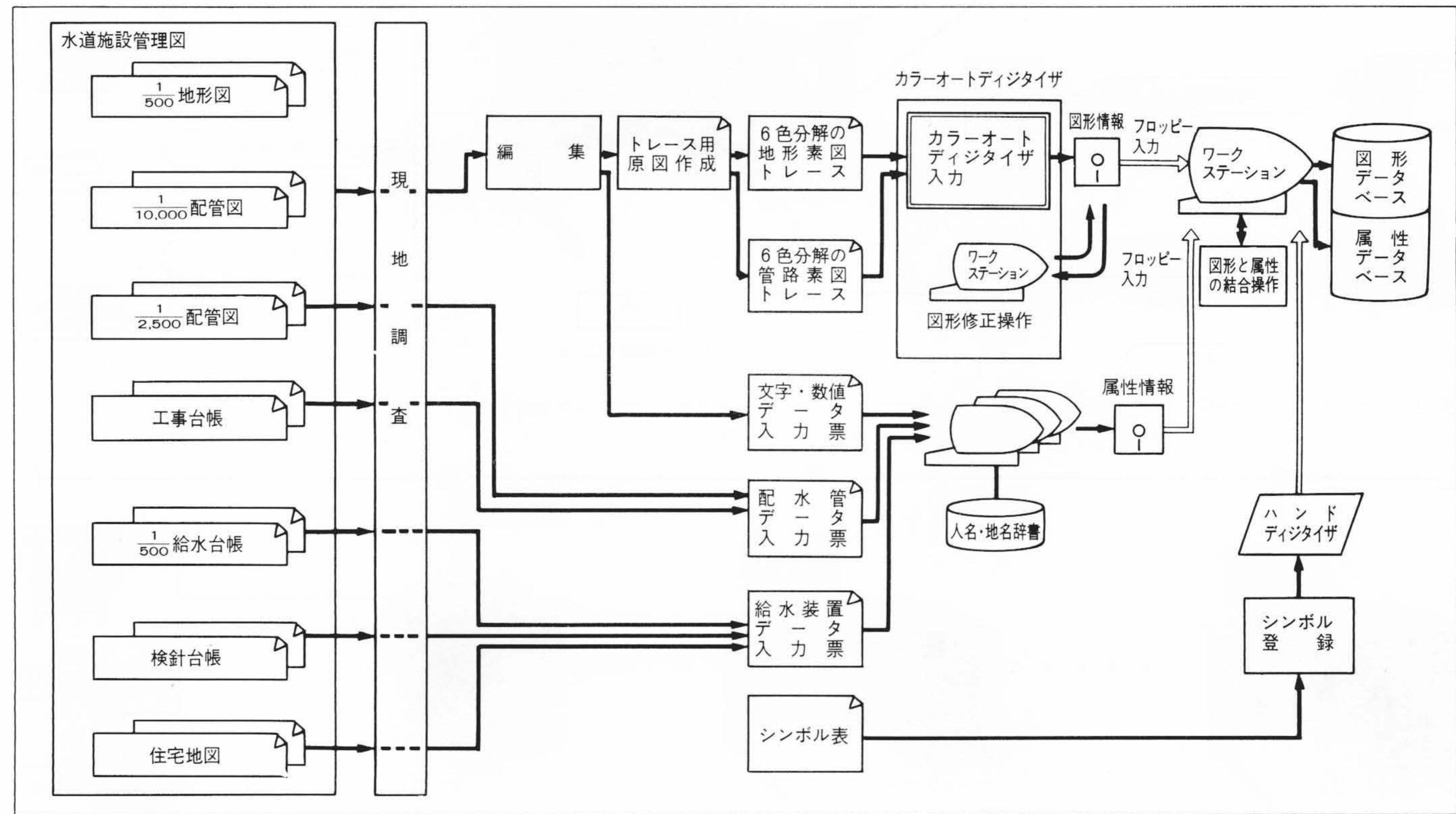


図6 カラーオートディジタイザを利用した図形入力方法 ユーザー所有の図面を初期入力する場合、6色分解の素図を一度に6階層に分離できるカラーオートディジタイザを利用した図形入力方法を示す。

物、一般建造物、行政界、鉄道及びその他に分類し、また管路用は浄水配水施設、配水管路、弁類、消火栓類、給水装置などに分類して、6色分解トレースする。これらの入力素図をディジタイザ入力すると、一度に6階層分類のデータベースができる。更に、この図形に付属する文字・数値データをワークステーション上で結合すると、目的の施設管理図ができあがる。

4.2 検索機能

本システムの利用者が、それぞれ異なる検索条件のもとで要求するデータは、地図形式又はリスト形式でグラフィックディスプレイ上に表示する。表示内容は必要に応じて各種出力装置へ出力する。図7は検索方法別の図面情報、及び属性情報検索手段を示す。図8に索引図から目的の図面を検索するまでの図面検索方法を、図9、10にグラフィックディスプレイ上への表示例を示す。

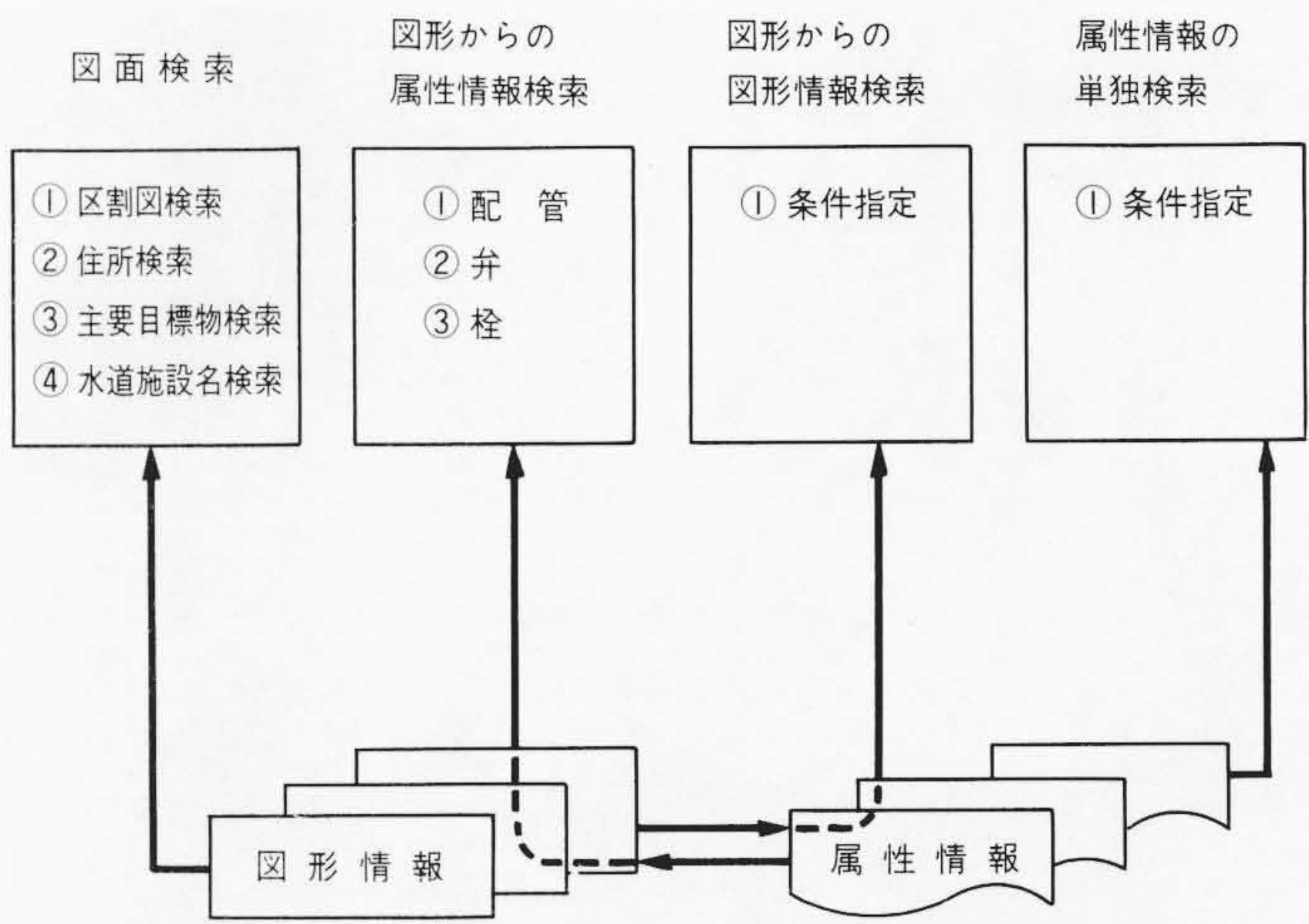


図7 検索方法種別 検索方法別の図面情報、及び属性情報検索手段を示す。

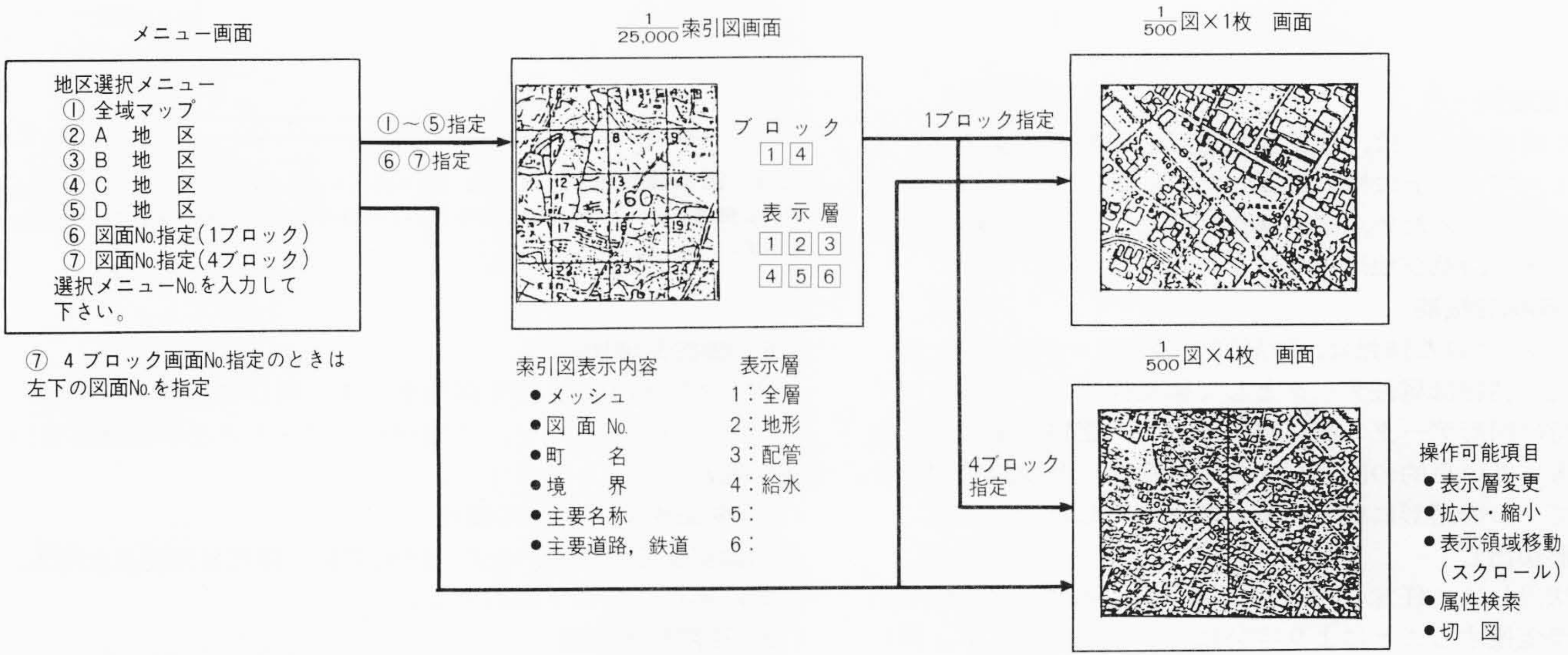


図8 図面検索方法 索引図から目的の図面を検索する方法を示す。

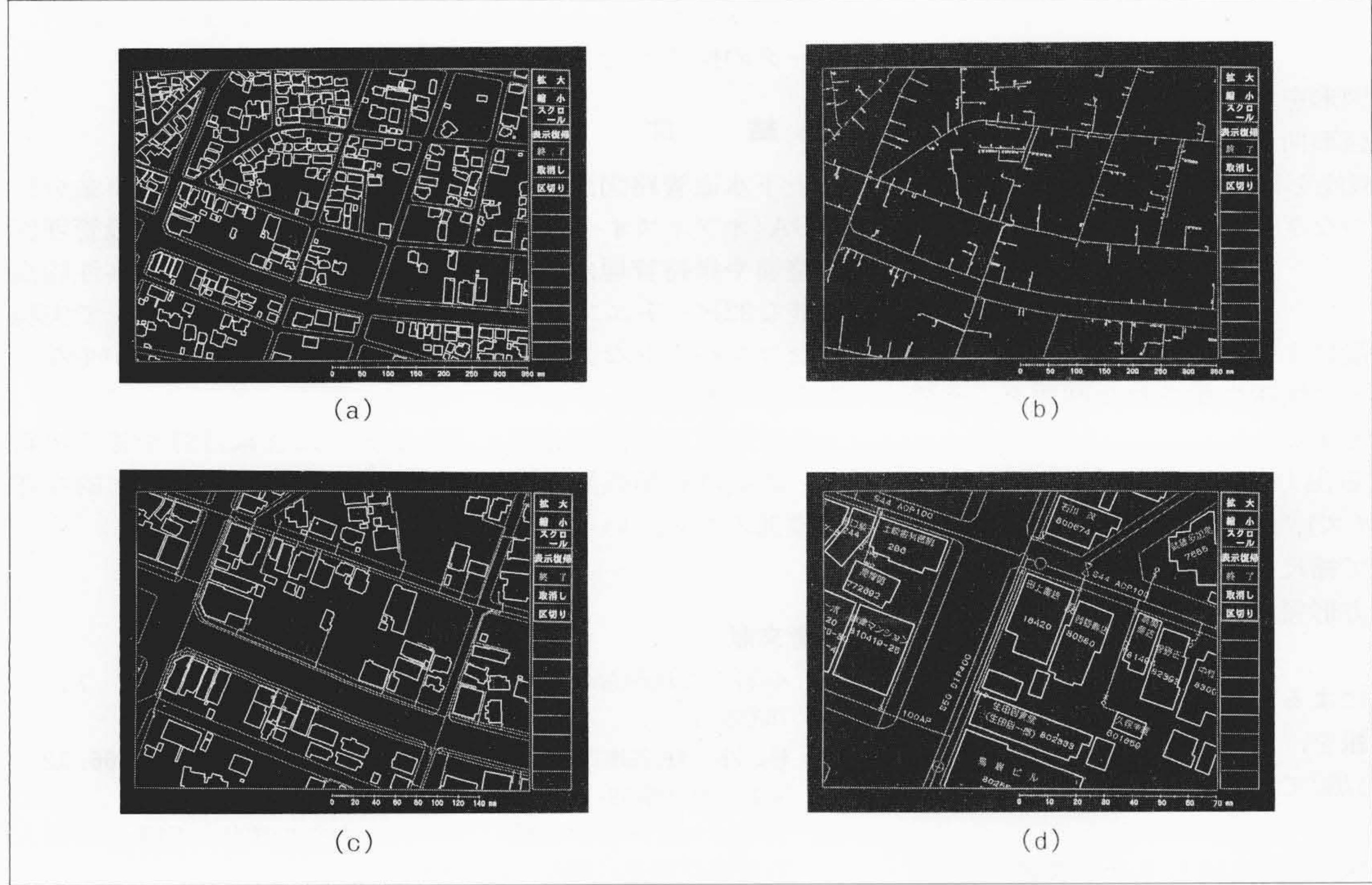


図9 給配水図面表示例 (a)は背景図で道路、家枠だけを選択表示、(b)は給配水管網図、(c)は(a)、(b)図を重ね合わせた給配水図面で拡大してある。(d)は文字層を更に重ね合わせた図で、所有者名、給水栓No.、配水管種別が判別できる。

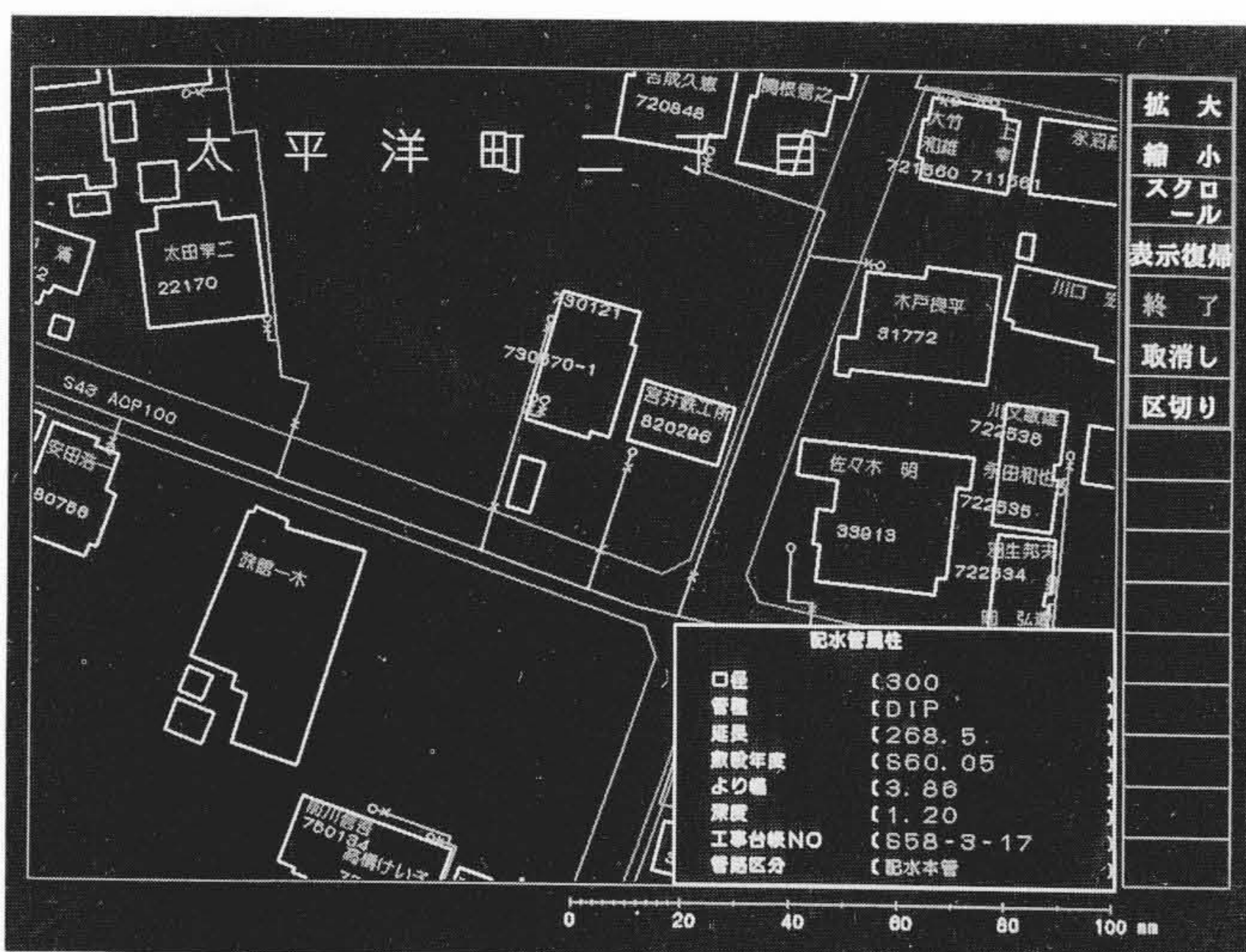


図10 属性表示例 給配水図面に配水管属性を検索表示した例を示す。配水管属性は見やすくするため、マルチウインドウ機能を用いて表示している。

4.3 修正機能

図形や属性データは、修正対象となる図形をまずグラフィックディスプレイ上に検索表示した後、対話形式で修正操作する。図形修正のため、図形操作に適したコマンド群を開発し、給配水管図及び地形図の修正が容易である。

4.4 編集保管機能

ベクトル化された情報は、階層別の図形データとし、一方、数値・文字情報は属性データとして編集保管する。本システムでは特に図形データの編集機能として、図11に示すように任意の大きさに目的の図形を切り出す機能、及び隣接図形を接合して一つの図形に統合する機能を開発した。

(1) 図形切出し

図形切出しは、任意の大きさに目的の図形データを切り出して座標変換することにより容易に行なえる。例えば、図11(a)に示すように $\frac{1}{2,500}$ 縮尺の地形図から $\frac{1}{500}$ 縮尺相当の地形図を作成でき、一部地域で $\frac{1}{500}$ 縮尺図がなくても、データベース上は代替のものが作れる。

(2) 図形統合接合

図形統合接合は、複数の図形をオフセット座標管理により隣接図形配置し、その隣接図形同士を結合して、一つの図形に統合する〔図11(b)〕。この機能を利用すれば、 $\frac{1}{500}$ 縮尺の配水管図を複数図面にわたってつなぎ合わせることができ、配水管系の把握が容易となる。

4.5 出力機能

(1) カラーハードコピー装置による出力

グラフィックディスプレイに検索表示された画面を、そのまま簡単にカラーコピー出力する。

(2) X-Yプロッタ装置による出力

広範囲の図面(最大A0サイズ)、高精度の図面が必要な場合に使用する。基本機能として縮尺指定、層指定による出力図面の指定ができ、任意の長方形領域内の必要情報を指定した縮尺でカラー出力する。

(3) レーザビームプリンタによる出力

画面に表示された図面情報を、スピーディに出力するための高精度・高速出力装置(白黒)である。

(4) 静電プロッタ

大形図面(A1, A0)をそのまま高速出力させる装置である。

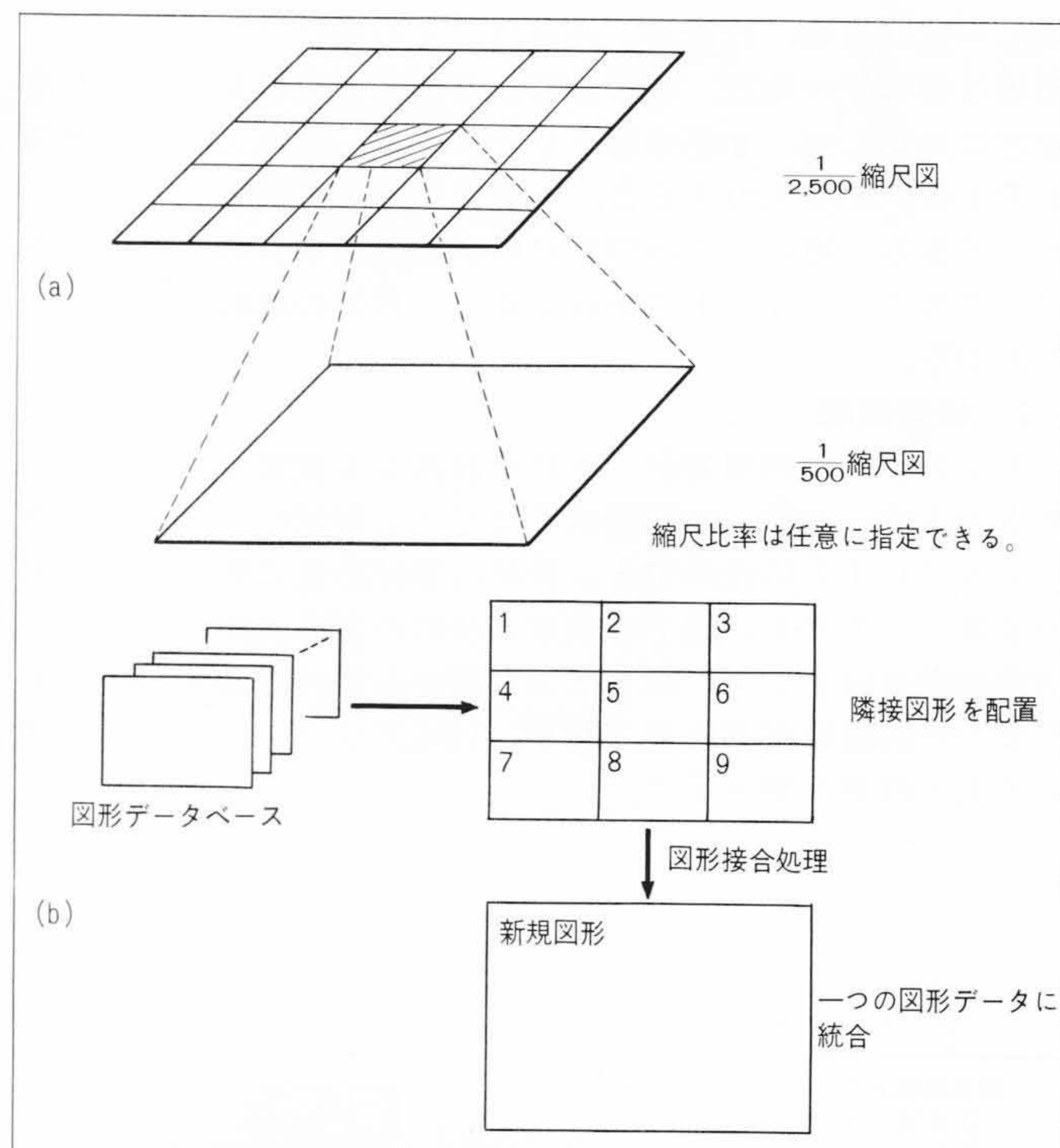


図11 図形編集機能 (a)は任意の大きさに目的の図形を切り出す図形の切出し機能を、(b)は隣接図形を接合して一つの図形に統合する図形統合機能を示す。

4.6 機密保護機能

特定の図形データ層や属性データに対して、機密保護のためパスワードをもたせ、情報がパスワードのない管理部署以外に漏れることを防止する。

4.7 修正来歴トレース機能

図面修正来歴管理のため、図面単位に修正日来歴を記憶し、必要に応じてリスト出力する。

4.8 遠隔検索機能

LAN(ローカルエリアネットワーク)としては、イーサネット(米国ゼロックス社の登録商標)を採用し、複数ワークステーション結合により、他のワークステーションから図形、データの検索ができる。

5 結 言

上下水道管路図面情報管理システムは、上下水道事業分野のOA(オフィスオートメーション)化推進を図り、施設管理図の整備や維持管理に重要な役割を担うものである。高性能高機能な32ビットエンジニアリングワークステーションで実現したコンパクトなシステムのため、初期投資の負担が少なく導入を容易とした。

今後は更に、機能充実を図るとともに管網計算や管路更新などの高度利用機能の開発を行ない、ユーザーの効率的な運用推進のため、いっそう努力する考えである。

参考文献

- 1) 小岩：これからの下水道台帳とOA技術，月刊下水道，7，1 (昭59-1)
- 2) 林，外：住宅地図情報利用システムの開発，日立評論，66，12，901～904(昭59-12)
- 3) 日経コンピュータ：CADデータ入力を効率化，図面の自動入力装置に脚光(1986，3，3)