

パソコンによる設計情報支援システムの開発

日本鉄道建設公団 正員 ○佐々木幸一
日本鉄道建設公団 正員 片山 正
日本鉄道建設公団 正員 井口 光雄

1 まえがき

当公団では、鉄道建設工事における計画・設計・施工業務を効率的に支援するためにパーソナルコンピュータによるトータルシステムとしての設計情報支援システムの構築を推進してきた。これらのシステムは次に示すとおりであり、今後とも順次開発を進める予定である。

- ① トンネルデータバンクシステム（NATM工法）
昭和61年3月開発が完了し同年7月より活用されている。
- ② 設計情報検索システム
昭和62年3月開発が完了し現在活用されている。
- ③ シールドデータバンクシステム（システム設計中）
NATM工法同様にシールド工法についてのデータバンクシステムである。
- ④ 工事実績情報システム（検討中）
各土木工事における施工方法等についてデータベース化するものである。
- ⑤ 技術文献情報システム（検討中）
各線区・工区及び工法等について検討された技術文献についてデータベース化するものである。

本報告は、これらのうちトンネルデータバンクシステム（NATM工法）及び設計情報検索システムについて、その概要及び現時点での成果等について報告する。

2 ハードウェアの選定

本システムを利用するために特別なハードウェアを意識することなく運用できることを目的として、当公団に広く普及しているPC-9801シリーズとした。開発運用機器構成を図-1に示す。

3 トンネルデータバンクシステム（NATM工法）について

3. 1 トンネルデータバンクシステムの概要

トンネル工事には種々複雑な要因が絡み、理論的には説明できない難しい面があるため、経験を生かして問題の解決にあたることが多い。この原因としてデータの収集・分析が体系だてて行なわれていないのが理由の一つであり、トンネルの施工実績データを、適切かつ各系統別に収集・整備し、必要な情報を即時得られるようにしておくことにより理論的な分析が可能となる。

収集しているデータは、数値及び文字情報として記述できる項目については69種類のデータシートに分類し整理している。全体として約600項目であり、磁気ディスクに登録管理している。図表類は一般事項・設計関係・施工関係・計測関係・その他に分類され全体として50項目であり、マイクロフィルム化して保管している。

本システムは、昭和61年7月より活用され現在までに79トンネルの貴重な設計・施工データが蓄積されている。

トンネル施工データは、その性質により次の4種類のモデルにより表現した。これらをパソコン化するにあたっては、性質の異なる情報を多角的に処理しなければならない点に留意した。

(1) トンネル全体に共通するデータ

トンネル名、トンネル延長、断面形式等トンネル毎に決まるデータ

(2) トンネルの工区毎に共通するデータ

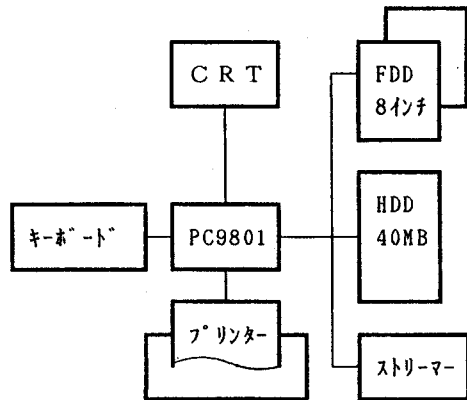


図-1 開発運用機器構成

工区名、延長、施工機械等工区毎に決まるデータ

- (3) トンネル内の特定区間に共通するデータ

施工パターン、地質等の特定区間毎に決まるデータ

- (4) トンネル内の特定断面に共通するデータ

計測結果に代表されるようにトンネルの各断面で示されるデータ

3. 2 データベース設計上の留意点

本システムは、札幌から福岡までの各支社及び現業機関等の公団職員がタイムリーに利用できるよう、検索処理及び出力処理を対話形式とした。開発言語は、そのデータ形態に特異性及び将来のニーズの変化に対応するためMS-DOS下のCOBOLのISAMファイルとすることにした。またグラフ処理については操作性からBASICプログラムとした。

3. 3 システム構成

本システムの処理の流れは図-2のとおりであり、それぞれ次の各モジュール群で構成されている。

(1) データ蓄積モジュール

データ蓄積のために必要な諸機能は次のとおりである。

- ① 初期データの入力処理を簡素化するために、データイメージをそのまま入力したフロッピーディスクより一括入力する
- ② 既にデータが存在し修正する場合、KEYボードより1ライン毎に修正する。

(2) データ保守モジュール

データ保守のために必要な諸機能は次のとおりである。

- ① 登録されたデータを、データイメージでディスプレイまたは、プリンターに出力する
- ② 既にデータが存在し修正する場合、KEYボードより1ライン毎に修正する。

(3) 検索モジュール

フロッピーディスク等に記録された各工区単位のデータを、準備された各検索項目により検索しトンネル（工区）単位の抽出を行う。またトンネル（工区）に限って、計測断面（里程）単位の抽出を行う。

検索に際しては論理「積／和」を自由に選択することが可能である。また各トンネル（工区）の里程を指定することにより対象トンネル（工区）の範囲を限定して検索することも可能である。

(4) 帳票出力モジュール

登録されている全トンネル（工区）、または検索処理にて抽出された対象トンネル（工区）について次の帳票の出力を行う。

- ① NATM適用トンネル（工区）一覧表
工区延長／契約年月日／竣工年月日／主要岩石／施工機械／施工業者等
- ② 施工実績概要表
工区共通事項／諸条件／施工実績／その他特記事項
- ③ 各データ情報
各データの全コードを名称に変換して出力する。

(5) 統計分析モジュール

全トンネル（工区）の実績データを用いて、または検索処理を行い抽出したトンネル（工区）の実績データを用いて、基本的な統計分析を行うために必要なテキストデータの作成を行う。

(6) 統計分析用の帳票出力モジュール

統計分析モジュールで作成したデータを対象として統計分析処理を行う。現在、本モジュール

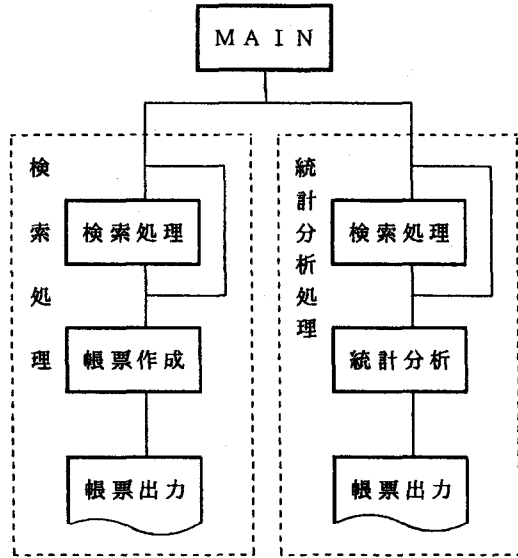


図-2 処理の流れ

にて準備されているものは次のとおりであるが、任意の項目組合せについて処理できるように修正中である。

① 傾度分布図の作成

最大変位量／コンクリート吹き付け厚／ロックボルト数量度／ロックボルト長さ／鋼製支保工数量度／巻厚／掘削工法／一掘進長／弾性波速度／地山強度比

② 二元相関図の作成

最大内空変位量－初期変位速度／最大内空変位量－地山強度比／初期変位速度－地山強度比／最大変位速度－地山強度比

3. 4 システムの実行結果

本データベースによる処理結果を資料－1に添付する。

本データベースによる統計分析の処理結果を資料－2～3に添付する。

施工実績概要表（工区別）（1988年7月10日現在）

1988年6月27日 PAGE 1

トンネル（工区）名称 / 工区延長 < 幹線海峽線（第2号別） / 730m >

一般事項（工区共通事項）

HATN施工延長m-17A-17B延長m < 608.0m- 608.0m >
 HATN施工開始 < 1983年7月～1986年7月 >
 断面形状（縦断） < 新幹線 >
 （横断） < 変換電化 >
 （軌道） < スラブ >
 掘削勾配（掘削方向） < トンネルの出口から入 >
 （勾配17A-17B-延長m） < -5 / 1000- 600 >

地山等級（工区共通事項）

土盛り高（最大-最小-平均） < 25.0m- 14.0m- 17.0m >
 主眼地質（層位） < F 軟弱土層 >
 （岩石系1） < 砂 >
 （岩石系2） < 砂 >

地山等級（等級-延長m）上 < 1 S・1 L・特 S・特- 394m >
 下 < 1 S・1 L・特 S・特 >
 施工中（等級-延長m）上 < 1 S・1 L・特 S・特- 394m >
 下 < 1 S・1 L・特 S・特 >

無HATN箇所（無）以前の箇所

トンネル延長分類（分類-延長m）下 < 1 S・1 L・特 S・特- 394m >
 上 < 1 S・1 L・特 S・特 >
 施工中（分類-延長m）下 < 1 S・1 L・特 S・特- 394m >
 上 < 1 S・1 L・特 S・特 >

施工中の最大排水量（L/分） < 120.00L / 分 >
 （位置平均値） < 16Km700m～ 16Km760m- 60m >

環境条件

(1) < 施工に影響を及ぼす環境条件がない >
 (2) < 施工に影響を及ぼす環境条件がない >
 (3) < 施工に影響を及ぼす環境条件がない >

建設条件等

施工機関等 < 日本鉄道建設公団 >
 施工業者等 < 建設会社 >
 代表所面積 内空所面積 < 63.81平方m >
 掘削所面積 < 43.3平方m >
 （上半1） < 30.8平方m >
 （下半） < 1.5平方m >
 （高さ） < 10.0平方m >
 （17A-17B） < 曲線区間（曲線用断面） >

地山弾性波速度（Km/S）（最大-最小） < 不明 - 9.99Km/S >

一軸圧縮強度（Kg/平方Cm）（最大-最小） < 22.7 Kg / - 8.1 Kg / >

地山強度比（最大-最小） < 5.080- 3.770 >

保常排水量（L/分/Ka）（人口-出口） < 80.000- 不明 >

地形条件（設計問題点）

(1) < 施工に影響がない >
 (2) < 施工に影響がない >
 (3) < 施工に影響がない >

施工実績

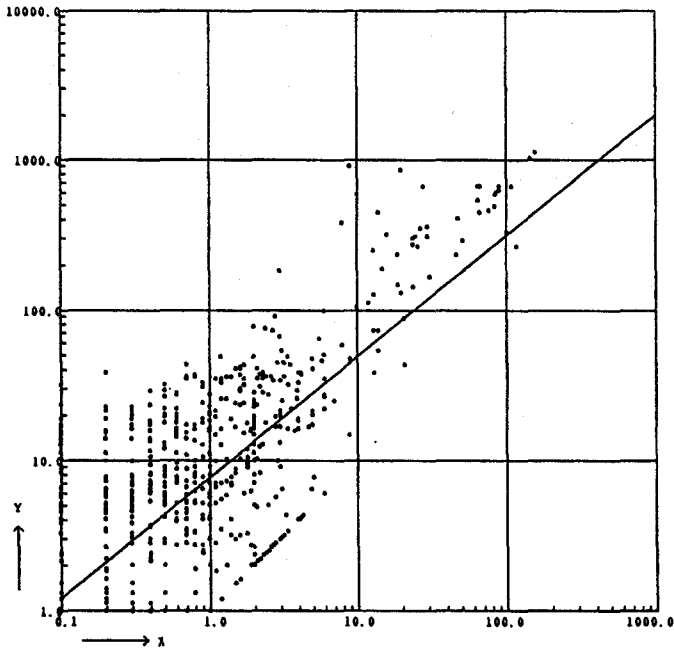
実績支保パターン（縦断） < 16Km401m～ 16Km447m- 46m >
 （横断） < 16Km447m～ 16Km810m- 363m >
 （横断） < 16Km810m～ 16Km816m- 100m >

資料－1 施工実績概要表（例）

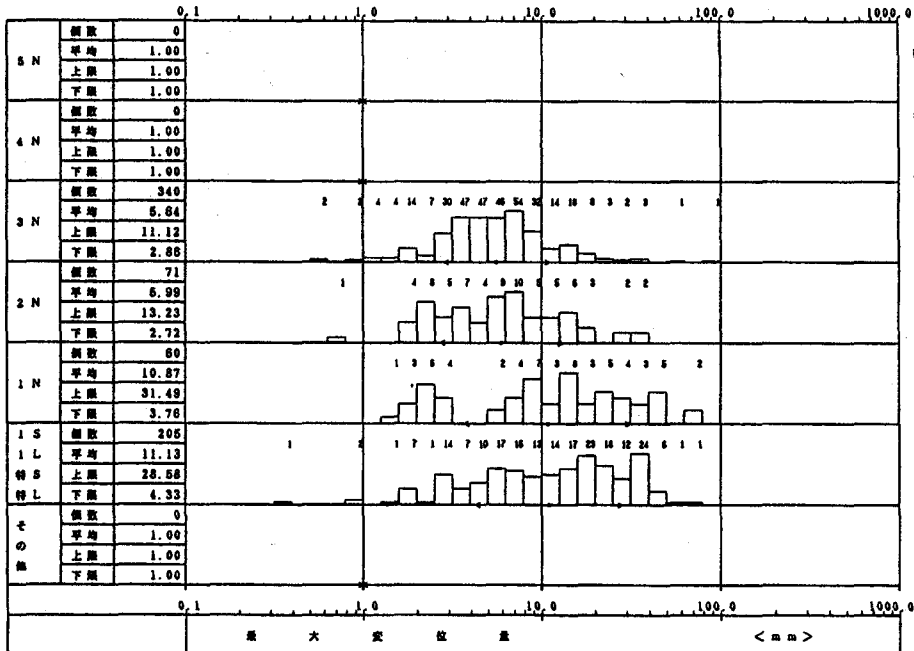
4 既設計情報検索システムについて

4. 1 既設計情報検索システムの概要

これまで設計した構造物の諸元、設計図、設計計算書等をファイルカードで保管していたが有効な検索方法を持たないため、実務に活用しにくいのが現状であった。そこで現在までに設計した構造物の諸元、設計図、設計計算書等をすぐに参照できるような検索システムを構築すれば、過去の設計例が有効に活用されるため、既設計情報検索システムの開発を行い、現在その利用を推進している。本システムは、表－1に示すとおり過去に設計されたトンネルを除く8種類の鉄道構造物に係る設計及び施工に関する構造物の設計図、設計計算書等従来よりファイルカード化され保存されている既設計例の諸条件をコンピュータで（磁気ディスク等）にファイル化し、一元的に管理することによりデータの多目的使用ができるよう整理したものである。



資料-2 二元相関図 (例)



注) NATM設計・施工指針(第)により分類

資料-3 頻度分布図 (例)

蓄積データの種別	データ蓄積件数	
	保有数	アパチュアカード数
鋼げた合成げた	130	9,750
コンクリートげた	850	20,940
橋台	460	31,710
橋脚	980	24,560
箱型ラーメン橋	70	2,350
ラーメン高架橋	790	69,370
乗換こ線橋	20	630
よう壁	70	990

表-1 蓄積データ概略数量

No.	構造物	大分類	小分類	分類	図の数	図面番号
1	鋼げた・合成げた	G00			29	G001 ~ G029
2	コンクリートげた 平面	B03			7	B031 ~ B037
3	コンクリートげた 断面	B04			22	B041 ~ B0422
4	橋台 全体 断面	A11			17	A111 ~ A1117
5	橋台 全体 正面	A12			15	A121 ~ A1215
6	橋台 全体 (下路水平断面形状)	A10			14	A101 ~ A1014
7	橋台 フーチング 断面	A21			5	A211 ~ A215
8	橋台 フーチング 正面	A22			4	A221 ~ A224
9	橋台 フーチング 平面	A23			4	A231 ~ A234
10	橋脚 全体 断面	P11			8	P111 ~ P118
11	橋脚 全体 正面	P12			15	P121 ~ P1215
12	橋脚 全体 (下路水平断面形状)	P10			14	P101 ~ P1014
13	橋脚 フーチング 断面	P21			2	P211 ~ P212
14	橋脚 フーチング 正面	P22			2	P221 ~ P222
15	橋脚 フーチング 平面	P23			5	P231 ~ P235
16	橋脚 横断	P00			2	P001 ~ P002
17	ラーメン橋1 横断方向 断面	R31			8	R311 ~ R319
18	ラーメン橋1 側壁	R00			1	R001
19	ラーメン橋2 横断方向	R31			13	R311 ~ R3113
20	ラーメン橋2 横断縦断方向	R30			8	R301 ~ R308
21	ラーメン橋2 平面	R32			13	R321 ~ R3213
22	ラーメン橋2 フーチング	R20			25	R201 ~ R2025
23	ラーメン橋2 横断歩道	R00			2	R001 ~ R002

表-2 イメージ図データ一覧

G0001	G0002	G0003	G0004	G0005	G0006	G0007
G0008	G0009	G0010	G0011	G0012	G0013	G0014
G0015	G0016	G0017	G0018	G0019	G0020	G0021

表-3 イメージター一覧表の例

4. 2 データベース設計上の留意点

本システムについては、トンネルデータシステムと同様にOSをMS-DOSとした。開発言語はCOBOLプログラムの冗長性とファイル操作の容易性からRDB(リレーショナルデータベース)言語「dBASE III Plus」を使用した。またシステム処理の高速性と、各支社配布に係る使用権料の問題から「Quick Silver」イメージデータ作成のため「Lattice-c」およびCADシステムとして「図脳-α3」を使用した。本システムのデータベースは図-3のとおりである。なお、図面類はアパチュアカードで保存されているが、将来の光ファイリングシステムへの拡張することからRS232-C接続についても考慮したシステムとした。

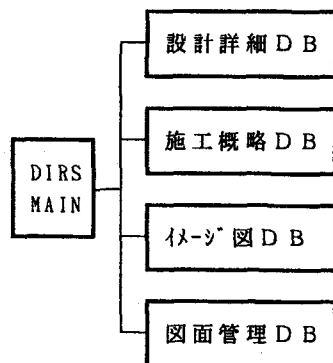


図-3 データベースの概略

4. 3 システム構成

本システムは、それぞれ次の各モジュール群で構成されている

(1) データ蓄積モジュール

データ蓄積は次の方法による。

- ① 初期データの入力処理を簡素化するために、データイメージを入力したフロッピーディスクより一括入力する。
- ② 入力データが少数の場合KEYボードより画面の指示に従い1件毎に入力する

(2) データ保守モジュール

データ保守のために必要な諸機能は次のとおりである。

- ① 変更データが多数ある場合、(1)同様に修正処理を簡略化するための処理。
- ② 既にデータが存在する場合、設計施工データ検索はフロッピーディスク上にあるデータを優先し、既に登録されているデータと置換る。
- ③ 修正データが少数の場合、KEYボードより画面の指示に従い1件毎に修正する。

(3) 検索モジュール

メニューに対話形式で処理を行うため次の各機能とともに、イメージ図形表示印刷機能を持たせた。

- ① 予め定められている指定項目に条件を指定することによって検索する。
- ② 検索データの絞り込みを行う。
- ③ 前回指定した条件を保持する。

(4) 帳票出力モジュール

検索した結果について設計施工情報の出力を行う。出力される帳票は次のとおりである。

- ① 設計の出力項目：一般事項／設計条件／形状／材料／その他である。
- ② 施工の出力項目：一般事項／基礎形式／形状／材料／その他である。
- ③ 台帳の出力項目：設計番号／設計年月／構造物の形式／列車荷重／構造物の高さ／幅／曲線半径／設計水平震度／主材料等である。
- ④ 一覧表の出力項目：設計の概要／斜角・曲線半径及び設計水平震度／図形イメージ／その他である。

(5) 統計処理モジュール

統計分析パッケージソフトウェアを利用して統計分析を行なうこととし、このソフトウェアとのインターフェイスとデータファイル作成を行なう。

4. 4 システムの実行例

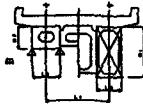
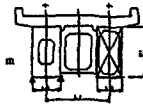
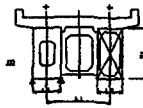
本システムの実行処理結果を資料-4～6に添付する。

本システムによる統計分析の処理結果を資料-7に添付する。

鋼げた・合成げた

											[1988. 06. 13]	
											{ 1 / 2 }	
NO	設計番号	設計年月	形 式	列車荷重	けた長 (m)	けた高 (m)	けた幅 (m)	斜 角 (°)	曲線半径 (m)	主 材 料	鋼材重量 (t)	コンクリート体積 (m ³)
1	K.VT652-3	1981/03	下路・191 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	83.50	10.50	8.50	0.00		41.18	123	
2	K.VNBC638-1	1986/09	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	3.99	2.50	4.76	88.45	402	2.50	239	
3	K.VNBC552-1	1986/09	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	53.95	2.70	5.05	85.47	402	5.19	478	
4	K.VNBC654-1	1986/09	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	55.92	2.70	4.32	85.38	402	3.25	504	
5	K.VNBC6139(3)11	1982/02	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	45.51	2.90	6.49	0.00	900	0.00	193	
6	K.VNBC6139(3)12	1982/02	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	45.80	2.90	4.15	0.00	700	0.00	174	
7	K.VNBC6139(3)13	1982/02	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	45.43	2.90	4.15	85.48	700	0.00	163	
8	K.VNBC6123(4)11	1982/03	上路・合成げた 鋼型(鋼型) - 2主げた	K S - 1 6	21.52	1.35	0.00	0.00	607	0.50	44	

資料-4 設計一覧表(例)

NO	概 要	けた長等	斜角・曲線半径	けたイメージ
19	設計番号 KWV8684(2)13 形式 上層・合成けた 2層・箱型(矩形) 列車荷重 KS-16 設計年月 1984年03月	けた長 L = 53.20 m スパン l = 52.40 m	斜角 α = 90° 00' 曲線半径 R =	 L1 = 4.50 m L2 = 2.50 m H1 = 3.00 m
20	設計番号 K.VV8686-1 形式 上層・合成けた 1層・箱型(矩形) 1主けた 列車荷重 KS-16 設計年月 1982年02月	けた長 L = 56.90 m スパン l = 0.00 m	斜角 α = 曲線半径 R =	 L1 = 4.50 m L2 = 2.40 m H1 = 2.90 m
21	設計番号 K.VV8686-2 形式 上層・合成けた 1層・箱型(矩形) 1主けた 列車荷重 KS-16 設計年月 1982年07月	けた長 L = 56.80 m スパン l = 56.00 m	斜角 α = 曲線半径 R =	 L1 = 3.80 m L2 = 2.50 m H1 = 3.00 m

資料 - 5 構造一覧表 (例)

既設計情報 (設計 1)

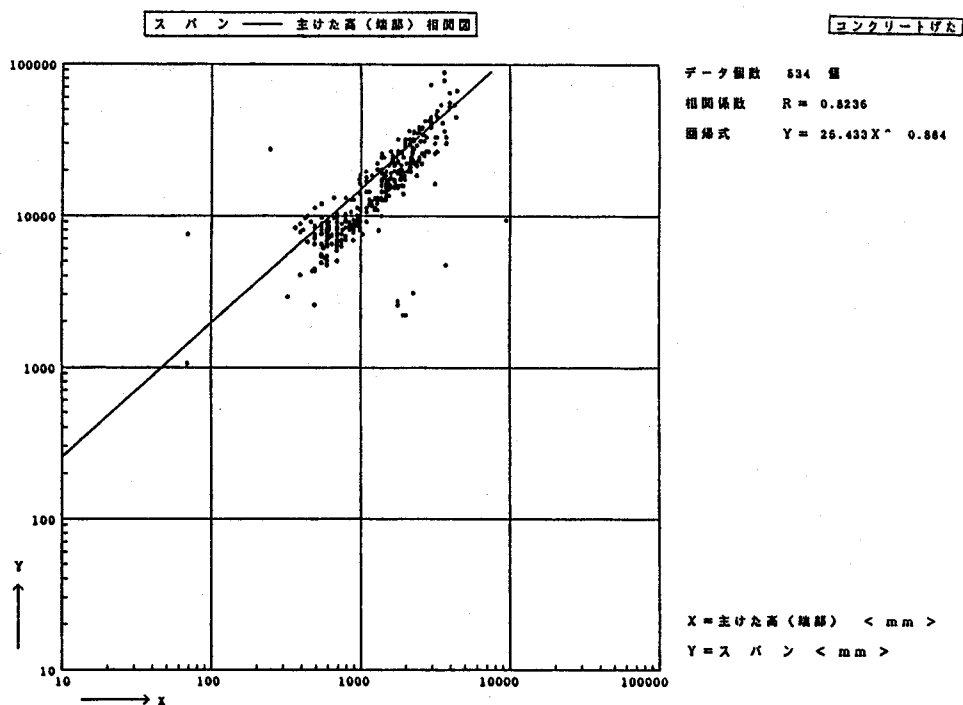
1988年06月13日

PAGE 16

鋼けた・合成けた

一 般 事 項	*** 形状 (けたイメージ) ***
設計番号 (KWV8684(3)12)	(L1 = 4.15 m)
設計年月 (1982年02月)	(L2 = 2.40 m)
層別 (上層)	(H1 = 2.90 m)
けた形式 (合成けた)	(H2 = 2.23 m)
橋道形式 (箱型(矩形))	(H3 = 0.00 m)
主けた形式 (主スパン数)	
橋道形式 (単純)	
*** 設計条件 ***	
列車荷重 (KS-16)	
層別 (2層)	
主けた数 (2主けた)	
主材 (SM50)	
主材 (SM41)	
主梁材種別 (H.T.3鋼 (F107))	
座席 ()	
レール軌道 ()	
スパン (連続けた:最大スパン)	(4.50 m)
けた長 (45.80 m)	
R, Bからけた最下端まで (4.06 m)	
R, Bからけた上面まで (3.97 m)	
軌道中心間隔 (0.00 m)	
斜角 (L or R, 角度)	
軌道曲線半径 (700 m)	
座席 (250 m)	
間隔 (1主けた, 定着けた) (0.00 m)	
*** 材料 (鋼けた・合成けた) ***	
鋼材 1 (複別一重量) (SM50)	(21.32 t)
鋼材 2 (複別一重量) (SD35)	(0.00 t)
鋼材 1 (複別一重量) (SD35)	(26.16 t)
鋼材 2 (複別一重量) (F107)	(0.00 t)
H.T.3 (複別一重量) (F107)	(6.18 t)
リベット (複別一重量)	(0.00 t)
打込ボルト (複別一重量)	(0.00 t)
コンクリート (複別一重量)	(普通)
コンクリート (複別一重量)	(普通)
コンクリート (複別一重量)	(350 kg/m ³)
コンクリート (複別一重量)	(174 m ³)
総重量 (267.63 t)	
総重量 (2698 m ³)	
*** その他 ***	
主梁固定 1	()
主梁固定 2	()
主梁固定 3	()
主梁固定 4	()
主梁固定 5	()
制約条件 1	(軌道が円曲線と支持する直けた)
制約条件 2	(同曲線直い直けた)
制約条件 3	()
制約条件 4	()
制約条件 5	()

資料 - 6 既設計情報 (例)



資料－7 二元相関図（例）

5 パーソナルコンピュータを利用したデータベースシステムの利用を推進することによる効果

これらのシステムを各機関の各人がタイムリーに簡単に活用することにより、従来個別に保管していた貴重な設計図書類が有効にかつ散逸することなく全社的に活用され、これらのシステムの果たす効果は、情報化社会に相まって「良いものを、安く、早く、安全に建設する」ためのデータベースになると考えられる。

現時点では、定量的な評価はしにくい、次のようなことについて評価できると考えられる。

- (1) 重複設計の防止
- (2) 技術判断に対する有効な資料提供。
- (3) 貴重な財産である設計図書の保全。
- (4) 構造物に関する各種統計資料の提供。
- (5) 情報に対する価値感の高揚等。

6 まとめ

これらのシステムは、さらに改善の必要があることは否定できないが、安価なパーソナルコンピュータを使用した設計支援データベースへの期待は大きく、今後とも新規データベースの開発および個々のデータベースのシステム機能を強化することは必要不可欠である。

また今後さらに増加する設計図書に対応させるため、これらデータベースと光ディスク装置等のデータリンクおよび設計システムとの有機的な接続についても検討中であり、本システムを全社的な情報化の一翼として発展させたいと考えている。