

## 鉄道仮線計画CADシステム（TOPRAIL）の開発

東急建設（株） 東京支社土木部 井元 大吉  
東急建設（株） 施工本部土木設計部 ○十東 唯男（正会員）  
東急建設（株） 施工本部土木設計部 小澤 靖一

### 1 はじめに

現在、首都圏の鉄道による通勤、通学時の混雑、踏切における道路渋滞は、まさに限界に達している。このような現状を打破すべく、各鉄道事業者は、根本的な解決を図るために、ターミナル駅を中心とした鉄道改良工事を都市再開発事業とも関連させながら、推し進めている。

首都圏における鉄道改良工事は、限定された用地のなかで、列車の運行を停止することなく、何回にもわたって仮線を移動しながら工事を段階的に進める方法が一般的にとられている。それぞれ線形についての諸々の条件を満足させつつ最適な仮線を計画していく作業は、現在多くの経験を積んだ熟練技術者により行われており、その作業は、長時間にわたる試行錯誤を経て完成されている。

現在の改良工数の多くは、平面的に厳しい制約を受けるばかりでなく、地下化、高架化により縦断的にも一層厳しい条件になってきており、そのために設計者にはより緻密な設計が求められるとともに工事量の増加から迅速な対応が必要となってきている。そこで、今回3次元CADシステムを利用して、熟練技術者のノウハウを盛り込んだTOPRAIL（トッパレール）システムを開発した。このシステムは、基本計画から詳細設計まで、線路の線形設計が3次元で、正確に行えるものであり、手間のかかる作図から設計者を解放し、CAD上にて詳細部分をチェックすることにより、トライアンドエラーが容易になり、より緻密な設計が迅速におこなえるものである。

( TOPRAIL = TokuY Planning program for RAilway Improvement using temporary Layout system )

### 2 システム構成

システムの中核となるハードウェアはUNIXをOS（Operating System）とするEWS（CADDStation）である。

Ethernet（TCP/IP）により、CADDStation 3台を直結しており、他CADマシン（Apollo, PC98, etc）とも同様の方式でネットワーク化している。

データ入力は、数値データはキーボードにより、図面データはデジタルタイザ、タブレットにより行ない、図面はプロッターにより任意縮尺にて出力する。

鉄道CADシステムは、CADDStationにおいて稼動する3次元汎用CADソフトウェアCADDStation 4X上のアプリケーションプログラムとして開発している。

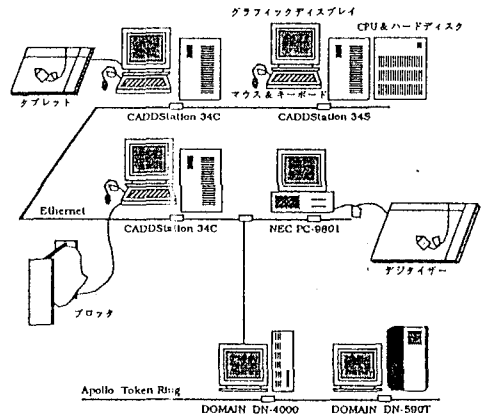
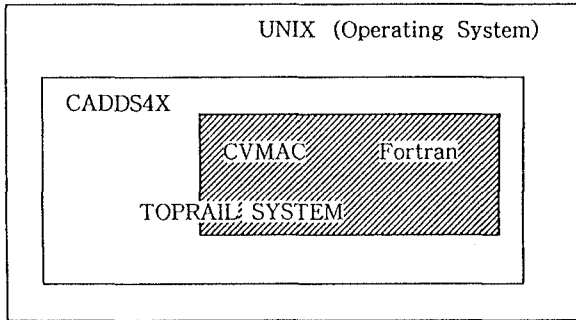


図-1 システム構成図

## CADDStasion (Hard Wear)



CADDStasion : プラットホーム (CADD S専用ハードウェア)

CADD S4X : 3次元汎用CADソフト

CVMAC : CADD S4Xでのカスタマイズの為の簡易言語

図-2

### 3 システムの機能と特徴

一般に仮線設計を行なう際の制約条件としては、最小曲線長、最小曲線半径、境界最大勾配、既設構造物、平面要素との離隔、隣接路線との離隔、埋設管、計画躯体形状、仮設構造物の相互緩衝等があるが、全ての制約条件をクリアすることは容易ではない。そこで、TOPRAILシステムの機能を用いて以上の制約条件をクリアするためにトライアンドエラーを繰り返すことにより最適な線路線形計画を行なうことができる。システムは大きく分けて、線路線形サブシステム、数量算定サブシステムの二つのサブシステムにより構成されている。仮線を決める作業は平面、横断、アイソメ（斜め方向より3次的に見たもの）のウィンドウを使って進めることができる。（図-3）

#### 3-1) TOPRAILの機能

- 1) IP点の入力：デジタイズによる入力かまたはファイルより入力することができる。
- 2) 2次元平面線形の作成：曲線諸元を入力することにより2次元平面線形を作成。緩和曲線が扱えるため、あらためて線形計算を行なう必要がない。
- 3) 平面的な干渉チェック：CAD S機能により線路との離隔をチェック→IP点の修正、線路の平行移動は会話形式で行える。変更になった線路要素は、ファイルに反映される。

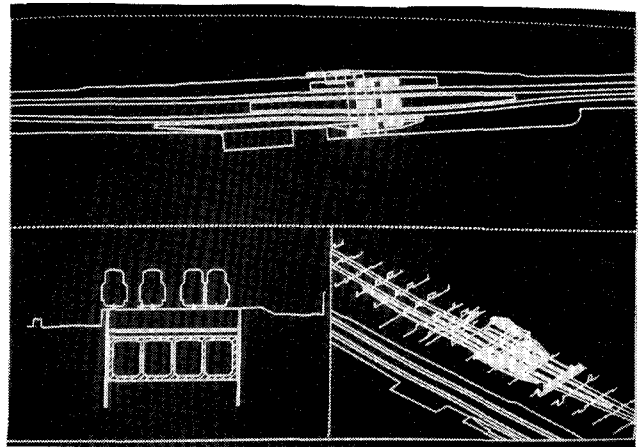


図-3 全体図

- 4) 線路線形にキロ程を定義：任意の位置にてキロ程を定義できる。
- 5) 3次元線路線形の作成：2次元平面線形に縦断線形要素（縦曲線半径、勾配変化点高さ）を与えることにより、線路を3次元化する。
- 6) 横断図の作成：現況横断図の入力を任意のキロ程位置にて入力でき、横断図上に線路位置を反映できる。
- 7) 仮設構造物（杭、土留支保工等）の入力：予め用意されている鋼材を任意の長さにて入力することができる。
- 8) 数量算定：躯体、土量の概算ボリュームを算定することができ、概算工事費算出のための数量が出せる。

### 3-2) TOPRAILの特徴

- 1) CAD上で線形等を定義するので誤差が発生せず、全ての要素の離隔を画面上で正確に測ることができるので緻密で正確な設計が可能である。
- 2) 会話形式によりトライアンドエラーが容易であることにより詳細な検討が可能である。
- 3) プロットで正確にかつ迅速に図面化でき、図面サイズ、縮尺は任意に設定できる。
- 4) コンクリートボリューム、型枠及び、仮設構造物など、主要工種の概算数量を算定できる。

### 3-3) TOPRAILによる成果品

#### a) 平面図

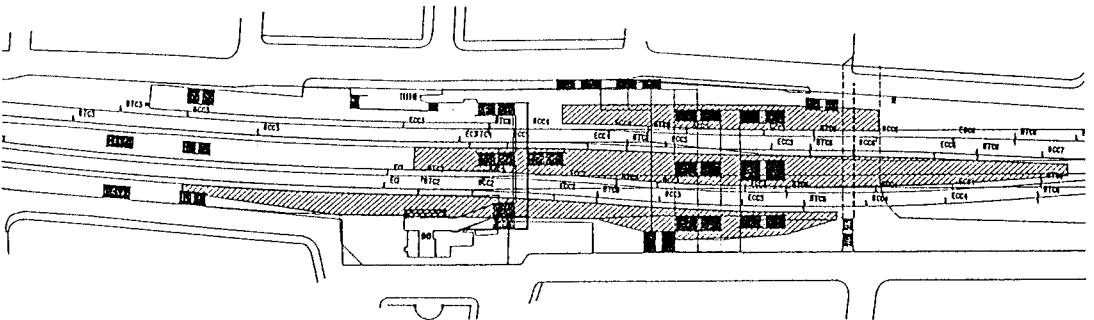


図-4 平面図

b) 横断面図

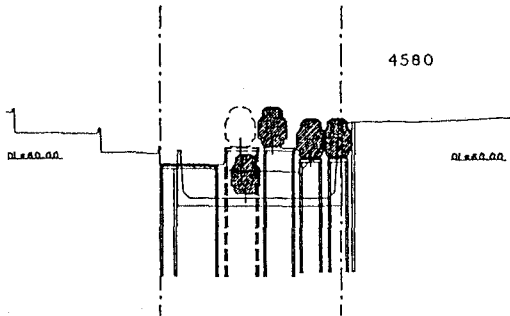


図-5 横断面図

4 おわりに

本来鉄道路線計画は、平面図、横断面図による2次元的な思考により行われている。TOPRAILシステムは平面図と横断面図がリンクしていることにより、平面的な離隔、縦断的な離隔が短時間に判明しまた各々の要素はCADD画面で正確に測ることができるので、より緻密な設計が迅速に行える点に特色がある。具体的には以下のような物件に適用すれば、その利点が活かせる。

- 1) 仮線方式で進める都市部の駅改良工事（特に切り替え次数が、多い場合）。
- 2) 地下化、高架化等縦断的な線形を平面線形と同時に考慮する必要がある工事。
- 3) 拘束条件（用地幅等）が多く、シビアな設計が必要とされる工事。
- 4) 幾通りかの施工案に基づき、短時間に概算工事数量を出すことにより、概算工事費の比較を行なう必要がある場合。

建設業へのEWSCADシステムの導入は、最近では目をみはるものがあり、これからは設計ツールとして重要な位置をしめるものと思われる。しかしシステム開発、ハード導入に多大な費用がかかることもあり、CADの有効的な利用法を考えていくと共に、投資効果をどう判断するかが、これからの重要な課題となろう。また、建設業全体に目を向けた場合、OA化は加速度を増している。それはEWSCADの分野に限らず、全てのコンピュータの分野について言えることである。この時代に技術者として、単にコンピュータからの歩み寄りを待つだけでなく、技術者の方よりコンピュータに歩み寄ることが責務となってきており、そのためにも土木技術者への教育と技術者自身の自覚は、欠くことが出来ないことと考えられる。

C) 数量計算書

工事費の算出、工期の算定の根拠となる数量を計算する。

数量算出出力ファイル						
----- パート名 -----						
808. CCC. DDD. DEMO1						
----- 構造物 -----						
構造物名	形式名称	始点 (m)	終点 (m)	体積 (m <sup>3</sup> )	表面積 (m <sup>2</sup> )	
ボックス	bo>01	8087.97	8221.97	5910.95	11017.30	
	bo>02	8221.97	8367.97	5618.90	10690.00	
	bo>03	8361.97	8507.97	5690.78	11550.85	
	bo>04	8507.97	8647.97	5318.95	12160.85	
	bo>05	8647.97	8787.97	5075.95	11850.85	
合 計				29774.21	57018.35	
----- 仮設構造物 -----						
レイヤ	形式名称	長さ (m)	本数	全長 (m)	単位重量 (kg/m)	合 計 (kg)
18	H300-300	23.80	40	952.00	94.00	89408.00
	H300-300	21.60	8	108.00	94.00	10152.00
	H300-300	20.80	7	41.60	94.00	3910.40
小 計				1101.60		103550.40
20	H300-300	18.70	12	224.40	94.00	21093.60
	H300-300	17.50	72	1260.00	94.00	118440.00
	H400-400	18.70	4	74.80	0.00	0.00
小 計				1859.20		139533.60
23	H300-300	14.00	33	483.00	94.00	43428.00
小 計				483.00		43428.00
27	H350-350	21.41	1	21.41	137.00	2933.38
	H350-350	21.18	2	42.36	137.00	5803.57
	H350-350	11.79	7	35.58	137.00	4874.93
小 計				99.35		13611.88
合 計						309123.92

図-6 数量計算書