

大規模共同溝配管工事支援システム

新井 洋¹ ・ 鈴木 喜三雄² ・ 平沢 甲³ ・ 小林 彰⁴

¹ 正会員 工博 東京臨海副都心建設(株) 常務取締役 (〒135 港区台場 2-3-2)

² 正会員 東京臨海副都心建設(株) 建設部推進役 (〒135 港区台場 2-3-2)

³ 東京臨海副都心建設(株) 建設部建設第一課 (〒135 港区台場 2-3-2)

⁴ 東京臨海副都心建設(株) 建設部建設第一課 (〒135 港区台場 2-3-2)

本稿では、共同溝内配管工事の支援システムとして、3次元コンピュータグラフィックスを活用した事例について述べる。当システムでは、ウォークスルーとPERT (Program Evaluation and Review Technique)を連結させる機構を開発して、データの共有や操作の連携などを図り、工程データ作成の効率化や図面の視覚化による構造の理解促進を実現し、溝内配管工事を総合的に支援できる環境を構築した。当システムの活用により、予定の工期内に工事を完了させることができた。今後、同種のシステムが工事施工や工程管理の面に利用可能であることを示している。

Key Words : multi-service tunnels, computer-graphics, walk-through, PERT

1. はじめに

土木工事の高度化、複雑化に伴い、工事の様々な分野でコンピュータが利用されている。工程管理面ではPERTを用いた工程計画の作成などが行われている。工事の内容を視覚的な情報に基づいて検討する2次元表示及び3次元表示は、設計の分野においてCADとして利用されている。

臨海副都心の共同溝内配管工事では、工事期間に厳しい制約を受け、かつ街路工事等の地上工事と輻輳して施工する状況となった。また、共同溝や溝内配管工事は大量の図面情報を持ち、競合部分などについて関係者相互間で工事内容を理解することや、施工順序等の工事調整の合意形成が容易でないことが明らかになった。

このため、精度が高く相互理解の得やすい工事調整を実施することが必要となり、3次元コンピュータグラフィックス(CG)機能を有したコンピュータシステム(共同溝配管工事支援システム)を導入した。

当システムでは、ウォークスルーとPERT(Program Evaluation and Review Technique)を連結させる機構を開発して、データの共有や操作の連携

などを図り、工程データ作成の効率化や図面の視覚化による構造の理解促進を実現し、溝内配管工事を総合的に支援できる環境を構築した。

ウォークスルーは、大規模な模型を作成する代わりにコンピュータモデルを作成することや、提案している設計内容のプレゼンテーションを行うためのツールとして利用されている。当システムでは、空間的な管路類の配置、収まり、干渉等の検討に用いた。工事の時間的側面の検討に用いたのがPERTである。

ウォークスルーとPERTを連結させるアイデアは以前からあったであろうが、実際のシステムとして実現されたものは初めてであると思われる。

本稿は、システム開発の背景と目的及びシステムの概要、そしてシステムを利用した工程調整の進め方とシステムの評価について、報告する。

2. システム開発の経緯

(1) 臨海副都心開発の概要

臨海副都心開発は、多心型都市構造の形成を図る担い手となる第7番目の副都心として、東京駅から南へ約6kmに位置する総面積448haの計画であ

る。開発の目標は以下のとおりである。

- ①職と住の均衡のとれた都市づくりを推進し、都心部への業務機能の過度の集中を分散・誘導する。
- ②国際化・情報化の進展に対応した副都心とするため、国際的情報発信基地機能「東京テレポート」及び国際交流機能「東京国際コンベンションパーク」を整備し、国際情報交流拠点とする。
- ③豊かな水辺環境を生かしながら最先端の技術を取り入れた都市基盤を整備するとともに、業務・商業・居住など多様な機能を備えた理想的な都市づくりを行う。

21世紀には居住人口6万3千人、就業人口10万6千人と想定している。

開発スケジュールは、時代の要請を的確にとらえながら、21世紀初頭の完成を展望しつつ、第一段階から第四段階までを設定し、臨海副都心の発展段階を平成7年度までを「始動期」、12年度までを「創設期」、15年度までを「発展期」、16年度以降を「成熟期」と呼ぶ。

なお、臨海副都心開発について、平成2年の半ばを過ぎた頃から住宅戸数が足りない等、様々な議論が行われた。こうした中で、平成3年の都議会第一回定例会において、関係予算が修正又は否決され、事業の執行が凍結された。次の定例会において、凍結は解除されたが、社会経済情勢の変化を踏まえて

計画内容を再検討するよう付帯決議が付いたため、都は「臨海副都心開発等再検討委員会」を設けて、計画の再検討をおこなった。この見直しにより、全体の開発スケジュールを3年間延長している。

しかし、始動期整備期間は、2年間の延長としたため、工程を1ケ年短縮する必要が生じた。

臨海副都心の供給処理施設は、上水道・中下水道・清掃・地域冷暖房・ガス・電気・NTT・情報通信があり、安全で安定した供給を図るため、共同溝方式を採用している。

始動期における供給処理施設の整備は、平成6年8月躯体工事が概成、平成7年5月配管工事を完了し、ケーブル工事も終了した平成7年10月から共

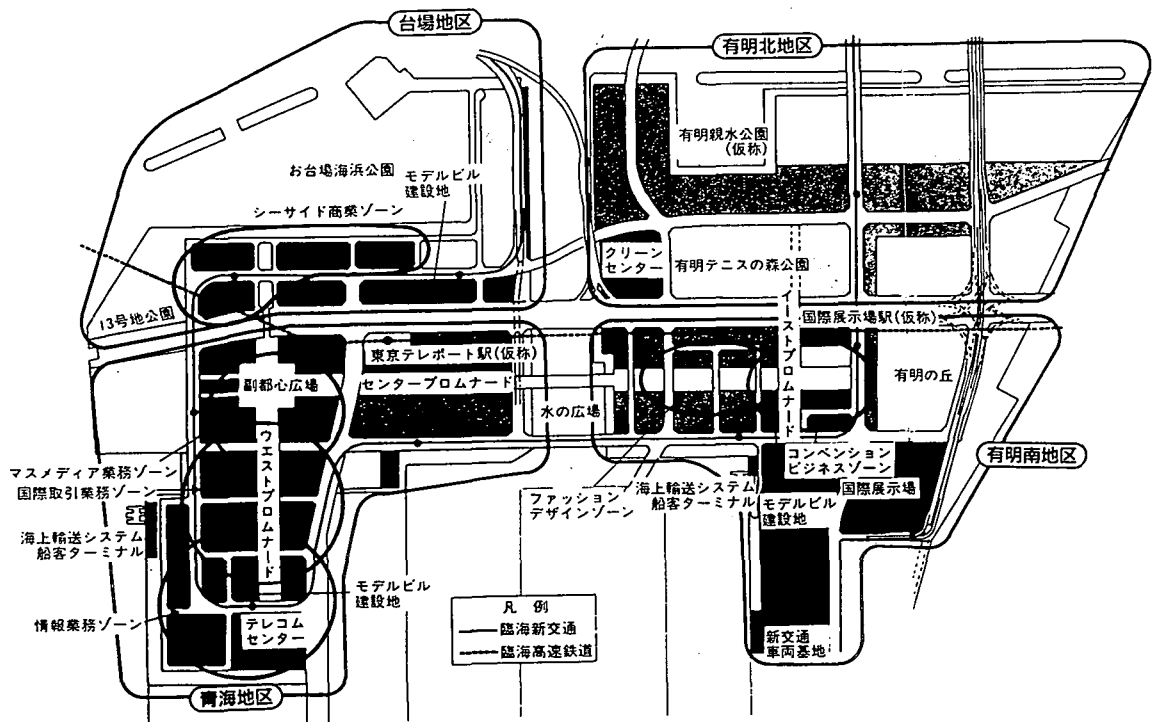
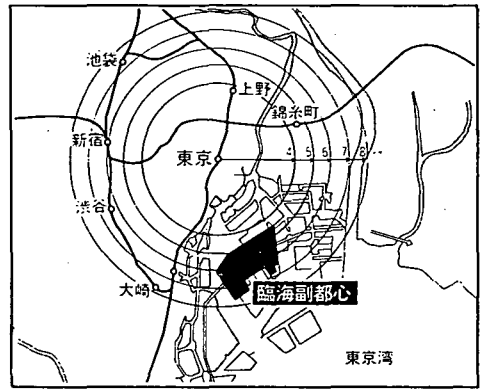


図-1 臨海副都心位置図と機能配置計画図

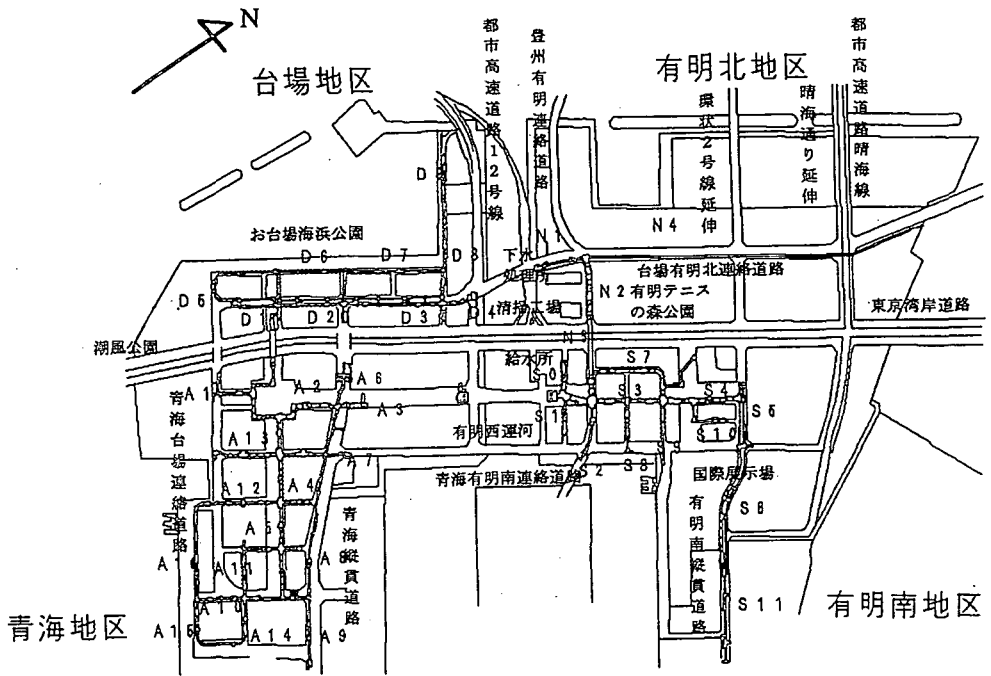


図-2 臨海副都心共同溝ルート図

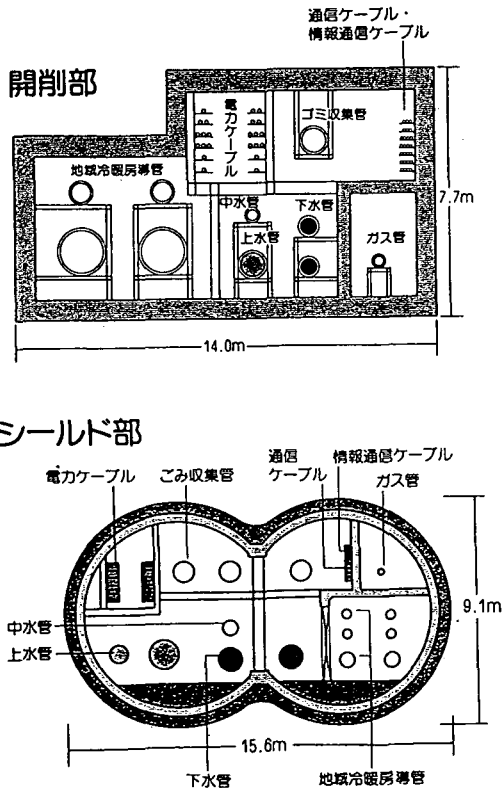


図-3 共同溝断面図

図-1に臨海副都心位置図と機能配置計画図を、図-2に臨海副都心共同溝ルート図を、図-3に共同溝断面図の事例を示す。

(2) システム開発の背景と目的

臨海副都心開発の共同溝内配管工事を支援するためにCGシステムを計画・開発し、業務に用いた背景を以下に示す。

第一に、工事が大量・複雑で、また共同溝管理者工事も含めて事業主体が九つあり、関係者の理解や合意形成に多大な時間と労力がかかる。具体的には、配管の対象となる共同溝が延長1.6km近くあり、ブロック数として約500、配管延長約140km、単管本数は2万本以上にのぼる。また、共同溝の分岐・交差・取り出し部等のいわゆる特殊部の形状は、複雑かつ大規模で10~20枚の構造図であらわされている。これらに関する情報の一元化がされていない。

第二に、開発計画の見直しの過程で工事期間に厳しい制約を受けることになり、配管工事期間が短い。

これらの条件より、施工時に手戻りが生じたり、施工手順の変更等による工事遅延を防ぐため、事前に工事全体を見通した検討を実施することが不可欠になり、下記の目的を持ったコンピュータシステムの開発を行った。

第一に、共同溝躯体工事、各種配管工事の図面を

共同溝の本格運用を開始した。

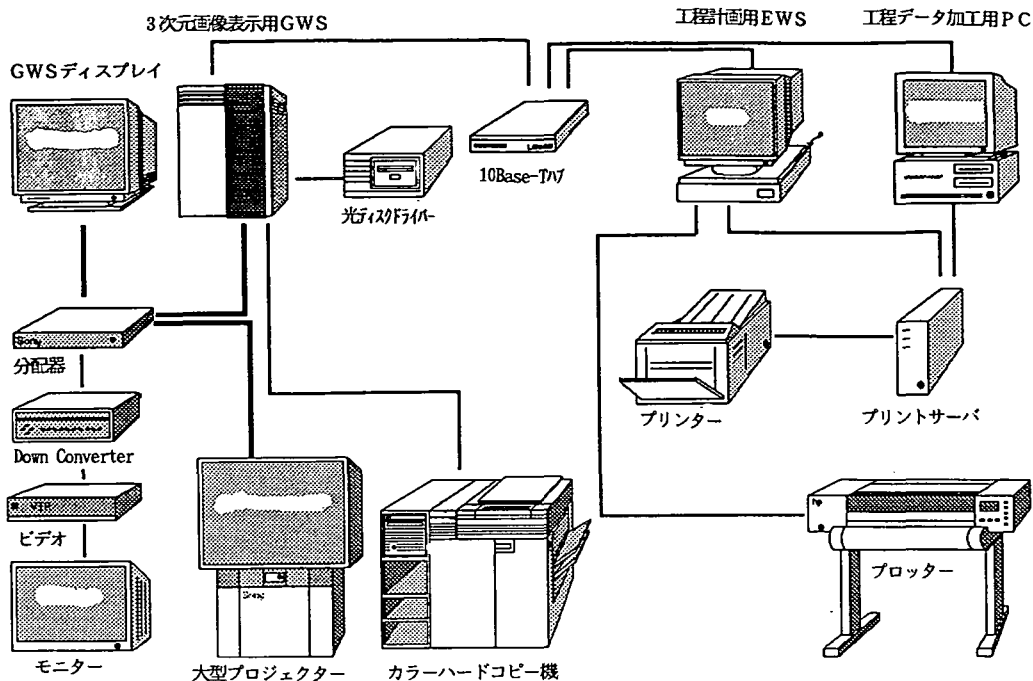


図-4 ハードウェア構成

統合し、情報の一元化を図る。これを画面上に共同溝内部の状況として立体的に示し、図面の視覚化による構造の理解促進を図り、共通の認識に基づき、事業者間調整を円滑に実施する。

第二に、統合した図面情報を用いて、工事全体の施工量を把握し、精度の良い概略工程の検討を行う。

また、計画工程と実績工程を比較検討して、進行管理を行うが、工程管理資料の作成を省力化して、業務の負担軽減を図る。

(3) システムの概要

工事の内容を視覚的な情報に基づいて検討するという手法の研究¹⁾や業務への利用^{2)、3)}が普及しはじめている。

視覚的情報を利用する場合、3次元表示が分かり易さという面で優れている。

3次元表示には、静止画とアニメーションの2種類のタイプがある。アニメーションのなかで、3次元モデルとのリアルタイムな対話性を追求した手法をウォークスルーという。

当システムは、共同溝内の3次元表示を行う「ウォークスルーシステム」と、工程計画立案のための「工程計画システム」とからなる。

この二つのシステムは、データを共有することにより統合されている。

当システムのハードウェアの構成を図-4に示す。

各々のシステムの概要について以下に示す。

a) ウォークスルーシステム

近年のCGの進歩により、仮想的な空間をリアルタイムで表現することが可能となり、その空間内をあたかも歩いて見て回るような情景を画面上に表示するソフトウェアを、ウォークスルーと呼んでいる。

当システムでは、VSW(Virtual Space Walker株式会社エヌ・ケー・エクサが開発したウォークスルーソフトウェア)を採用し、躯体・配管等の図面からCGデータを作成した。

また、今回の目的に対してウォークスルーの基本機能の上いくつかの機能を追加した。

主な機能を以下に示す。

基本機能：

- ①共同溝内部をあたかも歩いて見て回るように、視点を移動できる。
- ②様々な角度から任意の断面で切断した構造を表示することにより、構造体の立体的な把握を可能とする。

追加機能：

- ①全体及び工区平面図から対象工区や共同溝ブロックの選択及び工程計画情報の表示を行う。
- ②管材の搬入などのように対象物を移動させ、周囲とのスペースチェックを模擬的に行う。
- ③管路と壁の離れや各洞道の幅、高さなど3次元上の2点間の距離測定を行う。

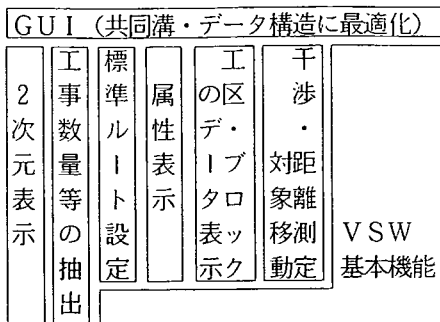


図-5 ウォークスルーシステム

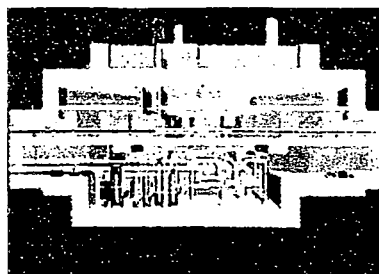


図-6 断面図

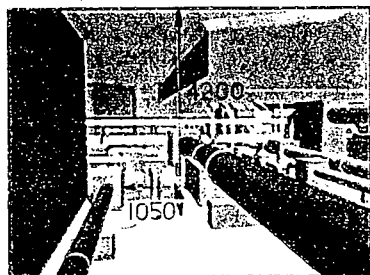


図-7 寸法表示

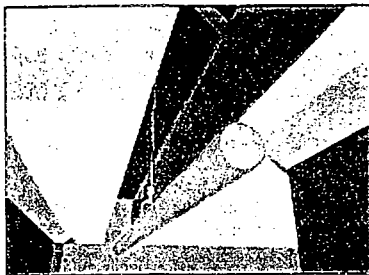


図-8 工事シミュレーション

管種	上水道
系統 No	PH1
単管 No	PH1-30
単管長	3.3
口径	350
材質	FCD, S2

図-9 属性表示

④管種、単管長、口径、材質等軀体や管の属性を表示することができる。

⑤搬入口を中心とした施工区間を画面で指示することで、この範囲の管データが自動的に工事数量として抽出できる。

⑥溝内への資機材搬入は予め設けられている搬入口より行うが、工期短縮のために、既定の搬入口以外に必要な仮設搬入口の設置位置の検討ができる。

⑦工事シミュレーション機能として工事進捗の結果を3次元表示することにより、工事の競合箇所のチェックや、配管工事の進捗状況の把握を容易に行える。

ウォークスルーシステムの概念図を図-5に、主な機能の出力結果を図-6～図-9に示す。

b) 工程計画システム

共同溝内の大量の配管・配線工事のスケジュール管理を容易に行うために、PERT⁴⁾(Artemis/PM 7000ルーカスマネジメントシステム社が開発した汎用的なプロジェクト管理ソフトウェア)を採用した。新たに開発した機能を以下に示す。

①基礎となる管路の構成や単管の数量などのデータはデータベースを通じてCGシステム側から受け取ること。

②工事数量から班人数など工事条件による日程算出。

③工種の順序関係をきめる工種パターンを設定。

④工事实績データを受けて、予定と対比する形での進捗管理。

工程計画の作成プロセスは以下のとおりである。配管工事の施工区間は、搬入口を基準として設定される。搬入口を同一とする工事を施工単位とよぶ。各管種(上中下水道管、清掃管、地域冷暖房管及びガス管)毎に工種として、仮設工、配管工などに区分し、各々を工程計算上の基本単位(アクティビティ)とした。

対象とする工区をウォークスルー画面で囲むことで、その範囲内の指定した管種の工事数量が取り出され、指定の班人数などの工事条件より各アクティビティの所要日数が算出される。

工程表はネットワーク管理機能により工種の順序を指定して、施工単位毎に作成される。また、この機能により工程表の修正、複合及び検索なども行える。

工程計画システム概念図を図-10に示す。

工程表出力図を図-11、図-12に示す。

図-11は搬入口別の工程表で、水道(上中下水道管)・ゴミ(清掃管)・DHC(地域冷暖房管)

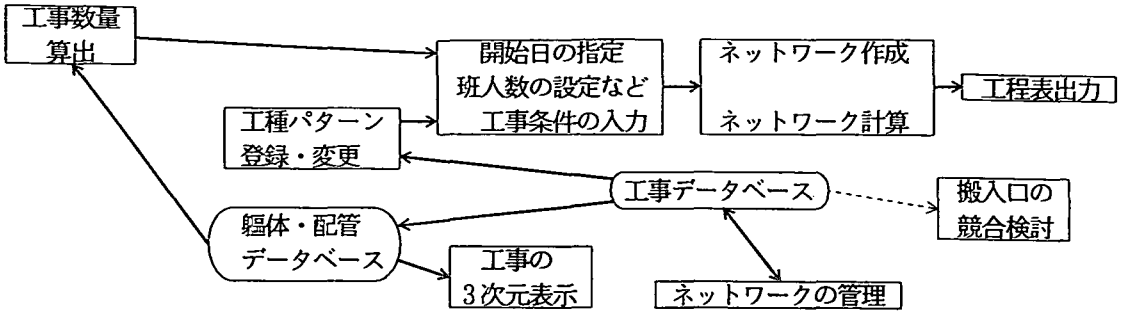


図-10 工程計画システム

搬入口別工程表

搬入口	管種	配管	作業班	年月日	工区
a	水道	A	1	仮設	配管 防護 塗装
				配管	
				防護	
	ゴミ	R	11	仮設	配管 塗装
				配管	
				塗装	
	DHC	W	31	仮設	配管 保温
				配管	
				保温	

搬入口別工程表 (配管工)

搬入口	管種	配管	作業班	年月日	工区
a	水道	A	1	a	
	ゴミ	R	11	a	
	DHC	W	31	a	

図-11 搬入口別の工程表

の三つの管種が競合工事となっている。配管工事は管種毎及び地区毎に施工工区が分割されており、これを配管工区という。また、それぞれの管種毎に作業班が特定されている。上段が工種別工程表で、下段はこの内、配管作業班の拘束期間を表している。

図-12は作業班別の工程表で、特定の作業班の動きを追いかけたものである。例えば、管種水道の作業班「1」は搬入口a→搬入口b→搬入口c→と施工場所を動いていくことを示している。

また工程管理は、配管工事の実績データを取り込みSカーブ図の出力やCG画面上へ配管工事の出来形状況を表示することで、計画との対比・分析を行う。

作業班別工程表 (配管工)

管種	配管	作業班	年月日	工区	
水道	A	1	a	b	c
			d		
	B	5	g	h	i
			j	k	l
	ゴミ	R	11	a	e
				d	h
S	15	g	i		
		j	b		
DHC	W	31	a	e	
			X	32	g

図-12 作業班別の工程表

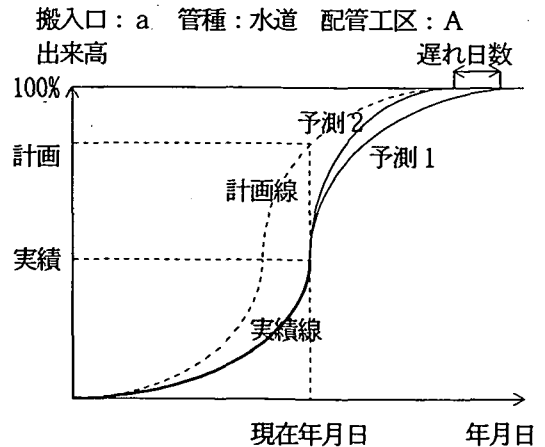


図-13 Sカーブ図

工程管理の出力図を図-13に示す。

点線は計画工程による予定の出来高を、太線が実績による出来高を表している。予測1は現在年月日

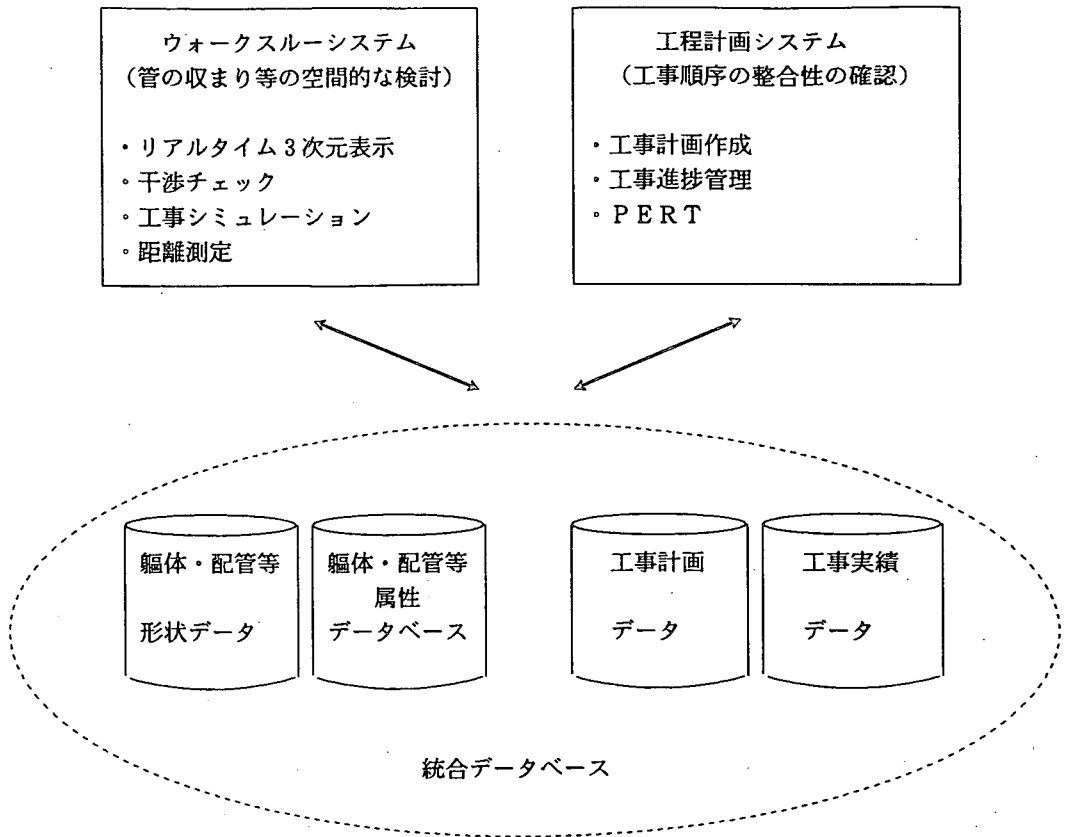


図-14 システム概念図

以降、当初計画工程通り進めた場合の想定出来高の進捗状況で、計画線との横軸の差が工程遅れの日数である。予測2は所定の期限内に収めるための出来高曲線で、これに乗せるための対策を検討することとなる。

c) データベース

当システムにおいては、ウォークスルーシステムと、工程計画システムを結合させているが、これは両システムに共通する共同溝躯体及び管路の情報をデータベース上で統合させることにより行っている。

データベースの概念図を図-14に示す。

統合データベースは、ウォークスルーシステム側のCGデータである①躯体・配管等形状データ②躯体・配管等属性データベースと、工事計画システム側の日程データである①工事計画データ②工事実績データとから構成されている。

日程データの各アクティビティは、施工範囲が定義されており、その範囲に含まれる管路が工事対象となる。管路は実際の工事で使用する単管の集合であり、それぞれの単管はCGの形状データと1対1

の関係にある。この関係により、CGデータと日程データが結び付けられており、ウォークスルーシステムと工程計画システムの統合を可能にしている。

なお、臨海副都心全域の共同溝躯体及び配管の情報は非常に多く、設計図面枚数に換算して1万枚を超えるため、利用のため入力に要した作業量は膨大なものであった。

3. 工程調整の進め方

溝内配管工事は平成6年9月から平成7年5月までの9ヵ月間としたが、本体完成が平成6年8月以降にずれ込む工区が数工区現れ、配管期間に共同溝工事が一部ずれ込むことが確実となった。

また、配管工事に必要な搬入口回りの作業ヤードが下水道の自然流下管工事・街路工事等の地上工事とも競合する。

このような状況から、工事遅延を防ぎ工期のロスを最小限とするため、配管工事の施工前から3段階に分け以下に示す手順により工程調整を実施した。

搬入口	管種	配管	作業班	月											
				所定の期限											
N-2-1	水道	N-2	W403	[]											
				ゴミ	N-2	R405	[]								
N-2-1	水道	N-2	W403				[]								
				ゴミ	N-2	R405	[]								
N-2-1A	水道	N-2	W405				[]								
				仮設	ゴミ	N-2	R405	[]							

図-15 仮設搬入口の有無と工程

搬入口	管種	配管	作業班	月				
				所定の期限				
N-3-A	ゴミ	N-3	R407	[] 仮設				
				[] 配管 [] 塗装 [] 後片工				
	水道	N-3	W407	[] 仮設				
				[] 配管 [] 防護 [] 塗装 [] 後片工				

図-17 搬入口別工程表

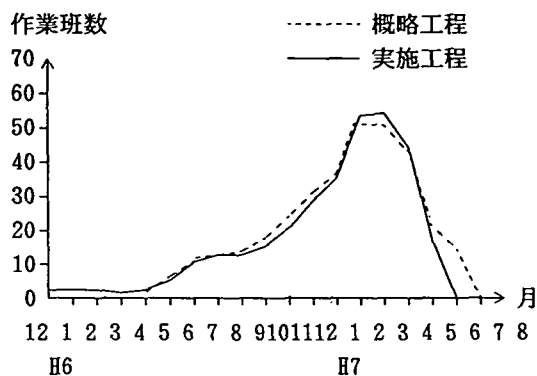


図-16 水道作業班数(配管工)

(1) 事前準備(概略工程)

設計時のデータを用いて各工区の概略工事量をシステムにより把握し、施工必要日数を算定することにより、配管工程(これを概略工程と呼んだ)を作成した。これにより、共同溝完成時期や街路工事等の地上工事との調整を実施し、施工環境を整えた。

特に工程の厳しい箇所については、重点管理工区に指定し、昼夜作業等による対応の必要性を定量的に把握するとともに、既定の搬入口の他に仮設搬入口の設置を提案した。図-15はその具体例である。

上段は、既設の搬入口だけでは、管種水道の工事が定められている完了時期を大幅に超えていることを表している。このため、仮設搬入口を設け作業班を2班にして、所定の工期内に収めた工程が下段である。なお、仮設搬入口が設置されたことで、管種ゴミは作業班は1班のままで、施工区間が分割されたことを表現している。

さらにピーク時の作業班数を算定し、必要な作業班の人員確保について情報提供を行った。図-16は、管種水道の配管工を対象とした、月別作業班数のグラフである。点線が概略工程、実線が実施工程における作業班の数であり、ピーク時には50班を

超えた。

(2) 工程計画(実施工程)

概略工程より設定した施工環境の中で、各配管・配線施工業者から工程表の提供を受け、当システムに入力・整理し、溝内工事相互間で干渉する部分等について調整を行い、実施工程を策定した。

図-17はその具体例である。

ここは共同溝の構造上、上層階の清掃管と下層階の上中下水道管の搬入を並行作業として行えない。

したがって、管種ゴミの工程は、12月中旬から2月末まで、管種水道の仮設及び配管工事のため、「待ち」の状態を表している。

また、並行作業が可能な場合でも管種水道・清掃・地域冷暖房の配管工事は、共用の搬入口を使用することが多いため、搬入口毎に使用時間帯を調整した。なお、ガス配管工事は、共同溝の洞道が独立していることから、搬入口を単独で使用する事が可能である。

さらに、システムを利用した作業項目の範囲外となるが、溝外の作業ヤードの範囲・使用期間については、策定した実施工程を参考資料として調整し、工程変更が必要な場合には随時工程に反映させ、関係者に周知した。

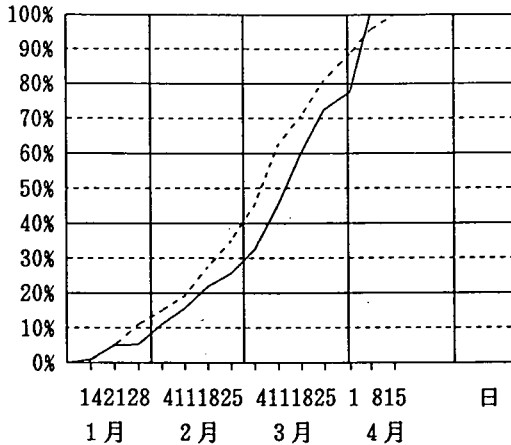
なお、この調整による大きな工程変更は3回行った。

(3) 工程管理(進行管理)

配管工事が開始されてからは、各事業者から提供を受けた配管敷設実績を基に実績進捗率を算定し、計画と比較検討を行って工事の実施状況を把握した。

図-18はその具体例である。この工区は重点管理工区として、週単位で進捗管理を実施した。計画進捗率と実績進捗率の対比を行うとともに、管理日

搬入口：N2-2A1 管種：水道 配管工区：N-2



日付	計画(%)	実績(%)	摘要
95年 1月 7日	0.00	0.00	
95年 1月14日	0.20	1.16	1日先行
95年 1月21日	5.00	4.50	1日遅れ
95年 1月28日	10.95	4.66	8日遅れ
95年 2月 4日	15.05	10.98	7日遅れ
95年 2月11日	19.07	15.85	6日遅れ
95年 2月18日	27.23	21.77	6日遅れ
95年 2月25日	35.40	26.33	8日遅れ
95年 3月 4日	45.57	32.31	10日遅れ
95年 3月11日	60.00	45.43	8日遅れ
95年 3月18日	70.22	59.99	7日遅れ
95年 3月25日	81.30	71.32	6日遅れ
95年 4月 1日	88.32	77.63	9日遅れ
95年 4月 8日	95.90	100.00	7日先行
95年 4月15日	100.00		95年 4月 8日完

図-18 配管工事出来高実績表

時点で、先行・遅れの日数を確認した。

工事遅延等が予測される場合には、搬入口使用時間の変更や作業班の増強等早期に対策の立案を指示することにより、開発スケジュールに影響を及ぼすことはなかった。

以上のように、当システムは工程調整のツールとして大いに役立った。

4. システムの評価

共同溝配管工事支援システムの利用を通じて明らかになった当システムの評価について以下に述べる。

(1) 事前の工程検討

当システムでは、対象とする工区を平面図画面を

囲むことで容易にその範囲内の指定した管種の工事数量が取り出され、ネットワークの計算へ渡される。

ネットワークは、工種の順序などのパターンは標準的なものが登録されており、工事数量と作業班人数から工期の算出が行われる。このため、事前に精度の高い検討が定量的に行えた。

(2) 3次元表示による視覚化

当共同溝躯体のような複雑な構造物の場合には、一部分であっても図面の枚数は十数枚におよび、配管関連の図面を加えると立体的なイメージの把握が困難になる。しかしウォークスルーシステムを用いることにより、コンピュータ画面上に立体的な構造のイメージが表示されるので、主として人間の五感に頼らざるを得ない土木現場の施工が、ハイテク機器であるコンピュータの画面上へ視覚化されることで円滑に行えた。具体的には、管材搬入等の作業をシミュレートすることができるため、共同溝内部の空間に関して事前に取合い等の検討が実施できた。

また、各工区毎に検討した作業内容を作業関係者に示し、作業方法等に関する意思の統一を図ることが可能となった。例えば、管材料の搬入を当初予定の搬入口から別の搬入口に変更する必要が生じた場合に、洞道途中の形状により管材の通過が可能かどうかの検討が打合せの時に容易に行えたため、工事の手戻りを防止できた例などがあり、文字通り工事支援となった。

(3) 工事調整用資料作成の省力化

共同溝内配管工事は、ネットワークの数で2000(アクティビティの数は千数百)を越えるなど工程などの工事調整用の資料が大量である。また、工期が短い工区も多く、大量の資料を迅速に作成する必要がある。手作業を前提とした場合相当多くの人手を要したと思われる。

しかし、ウォークスルー及びデータベースシステムと統合した工程計画システムにより、各工区及び各管種相互の干渉による工程への影響を検討することなど工事調整のための資料作成が速やかに行えたことは、当システムの効果であると考えられる。

(4) データ作成の負担大

当システムの3次元データは、データ入力者が、設計図をそのまま入力するのではなく、共同溝の形状を平面図・断面図から立体的に理解し、その上で壁、床、天井等形状を構成する立体の各部分に分割し、言わば積木をするように作成した。このためデータ作成及び入力に時間と人手が多かった。

現在、各設計コンサルタントでのCAD利用が進んでいる。2次元のCADデータが殆どであるが、将来的には3次元CADの普及の可能性も大きい。

CADと事前にデータ様式の統一が合意できれば、今後の同種システム作成においては、データ作成及び入力合理化の効果は大きいものとなる。

現在、データの標準化としてSTEP (Standard for the Exchange of Product model data 国際標準化機構で審議し、標準化をすすめている国際標準規格のひとつ) “製品データの記述と交換”に関する規格)などの動きがあり、次世代のデータ交換として期待したい。

(5) システムの有効性

このようなシステムを工事支援として導入することはCGデータ作成の負荷が大きすぎ、計画や管理業務のコストとしては過大になってしまうことは否めない。当システムの経済的評価については、定量的には行っていないが、膨大な工事量を考えると手作業を前提とした場合、短期間の制約された条件では、事前準備から始まった各段階における工程調整は諦めざるをえなかっただろう。

大規模で複雑な工事は、今後増えていくと思われる。これら工事で、関係者間の工程調整等の合意形成を図るにあたって、事前準備段階において大量の人手を投入することなどにコストをかけるか、工事過程におけるそれか、これを定量的に捉えてどちらが経済的か判断することは難しい。適切な表現ではないが、今回は「時間をお金で買った。」と言える。

なお、共同溝並びに収容物件である管・線類の維持管理にも当システムは有用であり、他の資料検索システム等と結合させる手法を用いることにより、より汎用性のあるシステムになると考えられる。

5. おわりに

共同溝内配管工事の工事調整に当システムを活用することにより、躯体工事完了前に配管工事について各種の検討が加えられ、問題点の抽出が可能となった。予想される問題とその適切な解決策を事前に提案でき、早期に問題解決を図ることができた。

また、配管工事中も実績の把握が迅速に行えたので、対策の必要な工区・管種が早期に判明し、工程遅延を最小に押さえられる複数の対策案の中から現場実態に則した方策も提案でき、予定の工期で配管工事を完了できた。

安全で安定したライフラインの確保は、市民生活・都市活動に不可欠であり、防災上の観点からも共同溝の時代的要請は高い。社会経済情勢の変化に伴い、清掃管、地域冷暖房管、CATVに代表される情報通信ケーブル等従来と比べても多種多様な管・線類がライフラインとして収容されることになる。

高度化、複雑化する土木工事において、3次元の視覚情報を工事施工や工程管理に利用することは分かり易さという面では、格段に優れている。専門外の人でも、複雑で、なおかつ未だ存在しない対象を容易に理解することが可能になる。例えば、電気・機械設備工事など他業種との調整を円滑に実施することができる。

当システムは、土木工事におけるビジュアルシミュレーションによる工事支援システムの先駆けとなったが、今後、同種のシステムはコンピュータ技術の発展に伴い普及していくものと考えられる。

この報告を参考にして、さらに進歩・発展したシステムが作成されることを期待する。

参考文献

- 1) 三根直人, 小林公博, 山崎雄介: 工事管理におけるコンピュータの利用に関する研究(その1) - コンピュータグラフィックスを利用した工事計画方法 -, 清水建設研究報告, Vol. 50, pp. 71-80, 1989.
- 2) 例えば, 浜嶋敏一郎, 山岡禮三, 船越敦: 橋台工事における工程計画, 第10回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, Vol. 10, pp. 175-180, 1992.
- 3) 例えば, 石川晃, 大山信一, 渡辺真由美: AIによるダム打設工程計画システムその2 - CGへの展開 -, 三井建設技術研究所報, No. 15, pp. 145-148, 1991.
- 4) 関根智明: 「PERT・CPM」, 日科技連.

(1995. 12. 14受付)

A SUPPORT SYSTEM ON THE CONSTRUCTION FOR DISTRIBUTION PIPES IN A LARGE SCALE MULTI-SERVICE TUNNELS

Youichi ARAI, Kimio SUZUKI, Kouichi HIRASAWA
and Akira KOBAYASHI

In this section, I'd like to refer to the case which is made with 3-D Computer Graphics to support the construction for distribution pipes in multi-service tunnels.

We've been developed the mechanism to link Walkthrough and PERT in this system and construct the environment to support the construction for distribution pipes in multi-service tunnels synthetically with sharing the data and operation. It could realize effective planning of schedule data and easily understanding of the structure by using the visible data of a plan. Using this system, we could finish the construction in term. It tells the system like that can use the construction and schedule control very efficiently in the future.