

自社開発システムにおける 計画・管理技法活用の現状

技法調査グループ 中森昌徳

1. はじめに

当グループの目的は、「土木施工における計画・管理プロセスの中で、それをより良く行うためどのような技法が活用され得るのか」について、現状の問題点を踏まえ、その可能性を探ることにある。また、できれば従来の勘と経験によるものではなく科学的な根拠に基づく意思決定を可能とする計画・管理システムとして提案するところまでフォローして見ようという目的意識のもとに技法に関する調査を進めている。

一昨年（昭和60年）の第一回研究・討論会において、「PERT系技法の現状と今後」と題し、施工計画、特に日程計画の立案、作成に主眼を置いてPERTの現状調査を行い、そのメリット、デメリットを明らかにし、また、あまり利用されていない現状に対してその利用上の対策について考察を加えた。

その後、PERT系だけでなく、広範囲に計画・管理技法を見直す必要性から、「計画・管理技法の種類と利用上の問題」について、昨年の第二回研究・討論会において、その中間報告をパネルディスカッションの形式で行った。その中で、計画・管理システムの開発部門と利用部門の兼ねあい、自社開発システムか市販ソフトか、さらには情報化時代に即した対応のしかた、などが論議された。

今回は、それ以後の調査から、自社開発システムおよび市販ソフトについて報告するが、ここでは自社開発システムに関し、計画・管理技法活用の現状および今後の可能性について述べる。

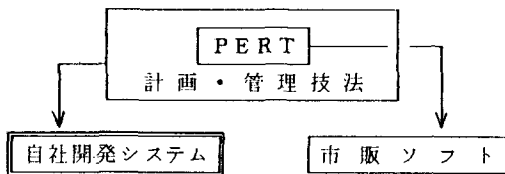


図-1 調査活動経過

2. 調査結果

(1) 調査方法および回答件数

調査にあたって、回答用紙は質問項目の違いからPERTに代表されるネットワークモデルを利用したシステム、およびそれ以外のシステムに分けて作成した。

表-1に回答件数を示す。調査は、当小委員会メンバーの組織を対象にし、回答は10社、総数61件集った。集計の結果、ネットワークモデルを利用したシステムが14件、それ以外のシステムが47件となったが、後者の内、工事原価計算など15件については対象外とした。したがって、総数46件について考察を行った。

表-1 調査回答件数

昭和60年 8月30日

	ネットワーク	ネットワーク以外	計
A	0 (0)	2 (2)	2 (2)
B	1 (1)	1 (1)	2 (2)
C	3 (3)	9 (19)	12 (22)
D	3 (3)	3 (4)	6 (7)
E	0 (0)	3 (3)	3 (3)
F	2 (2)	5 (5)	7 (7)
G	2 (2)	4 (6)	6 (8)
H	1 (1)	1 (1)	2 (2)
I	0 (0)	3 (5)	4 (6)
J	1 (1)	1 (1)	2 (2)
計	14 (14)	32 (47)	46 (61)

() 内は全回答件数を示す

(2) 技法と使用プロセス

技法と使用プロセスについて整理したものが、表-2である。数字は件数を示しているが、一つのシステムで、例えば、施工計画、施工管理と重複して可能なものも多いので合計は46件より多い。

表-2にかかげた技法は、今回の調査で回答のあったものを中心に比較的なじみの深いものに限定している。

これを見ると、技法ではシミュレーションとネットワークが圧倒的に多く、両方で全体の80%弱を占める。これら以外の技法については、十分に利用されているとはいえない。その理由として、シーズとしては、ネットワーク以外の技法は、一般的にその利用目的、方法などが、土木施工に関して、まだ十分に検討、理解されていないことが考えられ、一方、ニーズから見ると、施工現場などの実状にあわせて問題の解決にあたるべきであるという目的に、シミュレーションがよく合致するためであると思われる。次に、使用プロセスでは、区別が明確でないところがあるが、施工計画時に用いられるものが多い。特に、施工計画時にシミュレーションが多く利用されているが、これは、施主や周辺住民などへの説明する際に、その資料として解りやすいことも大きな要因ではないかと推測される。

(3) 工種と技法

工種と技法について整理したものが表-3である。工種の分類については、「土木工学ハンドブック」を参照して決定した。表-3によると、開発されているシステムは、工種的に限られていることがわかる。すなわち、盛土構造物7件、トンネル4件、ダム15件で、この3つの工種で全体の56%を占める。さらに、全工種に共通な汎用の工程計画が10件あり、これを含めると全体の80%弱となる。工種として限られているのは、これら3つの工種については目的が明確であり、比較的システム化しやすいためであろうと思われる。

なお、ここでいう目的とは、例えば、盛土構造物では、運土量と運搬距離の積、すなわち仕事量を最小にすることであり、コンクリートダムでは、従来から手作業で行ってきたリフトスケジュールを現場の実状を反映した制限条件のもとでコンピュータを用いてシミュレーションにより作成することである。これは、フィルダムでも同様である。また、トンネルにおいては、いわゆる情報化施工を目指すために、計測データを施工計画へフィードバックさせることが目的である。

これらの工種は共通して工期が比較的長く、作業も繰り返しが多く単純であると言える。すなわち、

表-2 技法と使用プロセス

技法	使用プロセス	企画・設計	施工計画	施工管理
統計手法	回帰分析	○	1	1
	時系列分析	○	○	○
	多変量解析	○	○	2
	信頼性理論	○	○	○
線形計画法 (LP)		2	3	
目標計画法 (GP)		○	○	
確率的計画法 (SP)		○	○	
動的計画法 (DP)		○	○	2
ネットワーク手法		5	11	9
座標式工程計画法			◎	◎
待ち行列		2	1	1
シミュレーション		5	20	6
ゲーム理論		○	○	

数字：本調査での件数
◎：本調査以外で適用事例があるもの
○：適用可能なもの

システム化する手間に比して、得られるメリットが大きいのと考えられる。

技法を用いる場合、工種別にその目的が明確であれば用いやすい。したがって、上記のように目的が決まれば、盛土構造物では線形計画、ダムではシミュレーション、トンネルでは多変量解析というように利用する技法の対応づけが容易である。

一方、工種別に開発されたシステムでは、それぞれの処理の仕方や適用機種の違いはあるものの、基本的な考えかたはおなじであり、必要最小限の機能もおのずと明らかになるであろう。今後技法の普及など考えると、本小委員会などで、標準的なシステムの検討を行う事も必要かとおもわれる。

(4) 開発側と利用側のコメント

調査にあたって、自社開発システムの開発側と利用側に対して、各々コメントを記入してもらったところ、利用側としては、「迅速なデータ処理ができた」、「短時間に施工計画代替案が立案できその比較検討により施工がスムーズに行えた」など肯定的な意見が多かった。一方、開発側からは「利用してくれない」、利用側は「利用できない」という不満もあった。

さらに、開発側としては、「システムの適用範囲などその限界を理解せずに使用されているケースが

表-3 技法と工種

	回帰分析	多変量 解析	線形計画	動的計画	ネット ワーク	待ち行列	シミュレ ーション
基礎構造							
土 構 造		1	5		1	1	2
本体構造物 盛土構造物 地中構造物 擁壁 のり面保護工 仮設構造物 土留工 締切り工 連続地下壁 アースアンカー他		1	5		1	1	2
橋 梁					2		
トンネル		2			1		2
止水グラウト 山岳トンネル 開削トンネル シールドトンネル 沈埋トンネル 大地下空間		1 1			1		1 1
ダ ム	1				1		1 4
コンクリートダム フィルダム	1				1		11 3
港湾施設					1	1	2
工事全般					1 0		
そ の 他				2	1		4
コールセンター 超高層ビル 鉄筋合取計画 資材輸送計画 ダンプ運行計画				2	1		1 1 1 1

ある」など利用上の問題を指摘しているのに対し、利用側は「コストが現場負担となり、負担が大きいためメリットが少なく、大規模工事、指定工事に限られる」、「利用する際も、汎用的なシステムであればあるほど入力データが多くなり使いにくい」、「機能的には、現場としては必要性が少ない機能がある反面グラフィック機能など出力に関して十分でない所もある」など開発上の問題を指摘している。

(5) シミュレーションに対する考察

表-3をみてもわかるように、シミュレーションは、適用範囲が広く、すべての計画・管理プロセスに用いられているといっても過言ではない。

その理由の一つとしては、前述のように固有の施工条件に合せ、工事をモデル化できることがあげられる。いいかえると、現場施工サイドのニーズにあったシステムを構築することができ、問題志向の分析手段としてよく用いられている。

しかし、シミュレーションを単に他の技法と同じ

レベルで議論するには、その定義も曖昧であるし、混乱が生じる。つまり、シミュレーションと言うのは、ある問題に対し解析的ではなく、実験的に行って見たその結果であり、ひとつの試行実験に過ぎない。その意味で、これを技法と呼ぶには問題がある。また、必ずしもコンピュータを利用する必要もないわけで、たとえば模型をつかうとか、極端な話、頭のなかで考えること自体もひとつのシミュレーションであるとも言える。

この様にシミュレーションは非常に範囲のひろいものであり他の技法と同列には考えにくい、シミュレーションに共通して言えるのは、どんな問題であっても必ず答えがでるということである。したがって、いろんな場合に、説明資料としては便利でありよく用いられている。しかし、その答が正しいという保証はどこにもない。したがって、その結果をうのみにすることは非常に危険であり、結果に対する適正な評価を行うことが重要になってくる。

また、適用件数をみた場合、当然ではあるが、一システムあたりの適用件数が少なくなる。この点はコストにはねかえり、利用上の負担が大きくなると思われる。

(6) 現状のまとめ

調査の結果から自社開発システムの現状について、次の様にまとめられる

- ・適用工種が限られている
- ・個々のシステムの利用件数は多くない
- ・用いられる技法も限られている
- ・各社とも同じようなシステムを開発している
- ・ニーズ対応ではシミュレーションが多い

これら現状について問題点や原因を考察して、整理したものが図-2である。これより、工事施工計画・管理プロセスのシステム化にあたっては、

- ・工種ごとの特性を十分分析し把握する
- ・技法に対する理解を深める
- ・あまり汎用性にこだわらない

などに留意して進める必要があると考えられる。

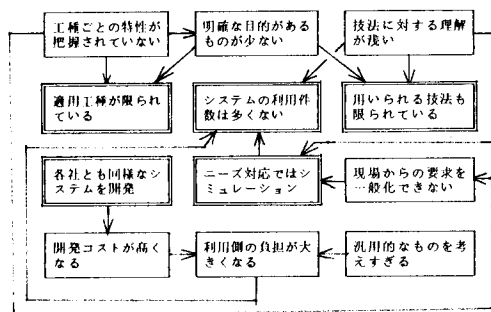


図-2 自社開発システムの現状

3. 技法適用の可能性

(1) システム化のメリット

技法適用の可能性について述べる前に、工事施工計画・管理プロセスをシステム化するメリットについて議論する必要がある。

総論的に言えば、今迄に土木計画などにおいて言われているように、工事の大規模化、高度化によって、施工時においても、考慮すべき条件が増加し、しかもそれらが複雑多様に関連しているので、これまでのように、施工技術者の勘と経験によってだけでは適切な判断をすることが困難である。しかも、土木工事では、一旦工事がはじまり施工にかかる

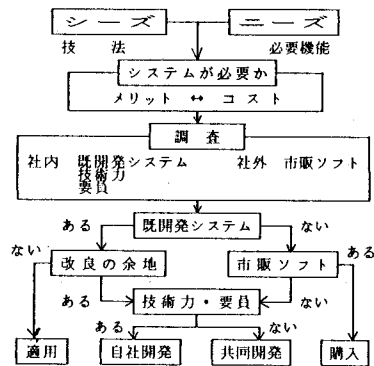


図-3 システム開発における意思決定

と、途中で施工法などをかえることは、非常にロスが多く実際上不可能に近い。

このような理由により、施工計画時において、客観的データにもとづき、施工法、使用機械の配置、人員の投入などを科学的に検討し適正な計画を立案することが重要となる。また、施工管理時においては、立案した施工計画どおりに工事を進めることが必要であるため、ここでも施工計画の重要性が再認識される。さらに、昨今の建設業界をとりまく厳しい環境の中で、こうした、いわゆる先手マネジメントにより、適正な利益をあげることが、建設各社にとってますます重要な課題になると考えられ、土木工事における施工計画・管理プロセスをシステム化するメリットもそこにあると思われる。

一方、各論的に個々のシステムの開発に際しては、図-3に示すように、開発するシステムによるメリットと開発コストの比較検討が本質的であり、開発するかどうかの意思決定が問題であって、自社開発するか、共同開発か、市販のものを購入するかは二義的な問題であると思われる。

開発するシステムによるメリットは、主としてその経済性により評価されているが、より多く利用されてこそ、そのメリットが大きくなるので、経済性に加えて、機能性、操作性、適応性についても十分に吟味する必要がある。ここでいう機能性とは、利用者側が要求している機能が過不足なく備わっているか、操作性とは、高度な専門的知識を必要とせず使用できるか、また、適応性とは、特殊なハードウェアを必要とせず、システムの拡張が容易であるかどうかなどであり、これらについてよく検討する

必要がある。

また、利用に関してはシステムの普及を図る意味で社内教育について努力をすることも重要である。これについては調査をしたわけではないが、当グループ内でもよく議論され、その重要性は認識されているものの、実際に計画的にこれを行っているところは少ない様である。

これら、評価や教育について十分な検討をしなければ、前述のように、「開発したけど使われない」結果をまねく恐れが多いと思われる。

(2) 技法適用の可能性

はじめに述べたように、当グループの目的は技法適用の可能性を探ることにあるわけであるが、現状で適用されている技法はそう多くはない。無論、技法を使わなくても施工計画・管理プロセスのシステム化が十分にできるのであるならそれはそれで良いが、技法に代る手段が見い出せない現状では、技法を有効に利用して、より良い施工計画・管理システムを構築する必要があると考えられる。

ところで、技法はもともと数理計画学やシステム工学などにおいて発展してきたものであり、土木工学から見れば、いわば「借りもの」である。したがって、土木施工へ適用するためには、土木施工を図式的にモデル化し、その目的に応じて技法を使い分ける必要がある。我々はまだ技法に対する認識、理解が十分ではない。技法を適用するためにはどのように施工計画・管理プロセスをモデル化すればよいのか、合目的的にどのような仮定が必要でかつ十分なのか、また結果に対してどのように評価すれば良いのか、重要であるにもかかわらず十分に検討されていない。すなわち、事例に対する検討の段階が主であり体系化するまでには至っていない。

しかし、現在いくつかの工種では限られた目的においてではあるがすでに実用化されているものもあり、今回の調査以外でも座標式工程計画などの事例も数多くある。したがって、今後、工種ごとにその特性を検討し整理することによって技法適用の可能性はさらに広がるものと思われる。

可能性としては、施工条件の違いや、気象条件など不確定要素によりばらつきのある歩掛りデータに多変量解析や回帰分析など統計手法を適用することが考えられる。また、トンネル工事や地下鉄掘削工事における排土計画は、資源配分問題としてとらえ

られ、線形計画法、目標計画法、動的計画法、確率計画法などが適用可能であり、土工事における機械系選定やコンクリートダム工事における型枠の転用など、機械の性能の違いや作業の所要時間の違いなどにより待ち現象が発生するものに対しては、待ち行列理論の適用が考えられる。さらに、現場における近隣や施主ととの折衝についてはゲーム理論の適用が考えられる。

このような議論をもとに今後適用できると考えられる技法を、表-2に記入して見た。これによるとここにあげたほとんどの技法が適用可能であることになる。当グループとしては、これら全部を検証することはできないが、個別研究などの事例やグループ活動を通じて検証を試みる必要があると思う。

4. 今後の方向

これまで述べたように、アンケート調査の結果、自社開発システムについて現状でのいくつかの問題点が明らかになった。その中で、当グループとしては、技法を活用する上で最も重要な点は、施工計画・管理プロセスのモデル化にあると考えている。すなわち、現場のニーズをよく理解し、その目的を明らかにし、その上で技法を用いることが重要と考えている。

技法はここにあげたもの以外にもまだまだ数多くあり、これからも開発されて行くであろう。当グループでは、今後も技法に対して理解を深め、いろいろな技法を紹介し、さらにその適用の可能性を広げていきたいと考えている。

*技法調査グループの構成メンバーは以下のとおりである。(昭和60年 9月30日現在 なお◎印はグループ主査、○印は副主査である)

荒井清 (京都大学)	池田滋 (佐藤工業)
大崎康生 (フジタ工業) ○	岡田和夫 (竹中土木)
佐藤亘夫 (運輸省)	滝口康正 (五洋建設)
中尾通夫 (大林組)	中森昌徳 (奥村組) ○
平田義則 (鹿島建設)	淵上隆秀 (五洋建設)
山本幸司 (名古屋工大) ◎	湯沢昭 (東北大学)

参考資料 - 1 各社開発システム一覧

(凡 例)

名 称	工事種別 モデル (手法) 使用プロセス*	機種 言語	最終バー ジョン 件数	概 要
A 社				
コンクリートダム・ リフトスケジュール	コンクリートダム SIM 010	パソコン BASIC	59年06月 4件	リフトスケジュール作成
A地点シミュレーションによる 現在航路への影響検討	港湾施設 待行列+SIM 100	IBM 3081K GPSS	53年03月 1件	海上船舶の航行量の予測 船舶の待時間の検討
B 社				
工程要員計画プログラム	工事全般 PERT 011	IBM 4341 FORTRAN	49年10月 10件	3つの職種の要員の山積み进行を平均 化することにより工程計画を立案 する
コンクリートダム リフトスケジュール	コンクリートダム SIM 011	IBM 4341 FORTRAN	60年04月 13件	リフトスケジュールについて、多 くの代替案を作成する
C 社				
超高層ビル概略工程計画作成 システム	超高層ビル PERT 110	M280H FORTRAN	54年03月 10件	まだ工事内容が明確になる以前に 超高層ビルの概略工期、日程を檢 討する
オフコンによる工程計画 システム	工事全般 PERT 110	NEC SYSTEM100 COBOL	59年11月 5件	PERT手法をベースに現場事務 所においてオフコンにより手軽に 工程計画が行える
工程計画・管理一貫処理 システム	工事全般 PERT 011	M280H FORTRAN ASSEMB	60年05月 100件	PERT手法をベースに、工程の 計画から管理まで一貫処理できる 大型コンピュータ用ソフト
資材輸送計画	輸送計画 SIM 100	M280H GPSS	59年02月 2件	資材の輸送をルート別に計算し、 ストック量、輸送台数等を求める
コンクリートダム・リフトスケ ジュール	コンクリートダム SIM 010	M280H FORTRAN	60年03月 20件	打設計画の作成
搬土計画・計算システム	土地造成 線形計画 010	M280H FORTRAN	56年05月 20件	土量分布データを入力し、総搬土 量が最小になるよう搬土計画を作 成する
ダンプ運行シミュレーション・ プログラム	機械化土工 SIM 110	M280H FORTRAN	59年05月 5件	掘削土砂をダンプを用いて運搬す る場合のその運行計画を作成する

* 適用できる施工プロセスをしめす。(例) 111はそれぞれ企画・設計、施工計画、施工管理に適用できる
110は施工管理には適用できない

コールセンター・システム・シミュレーター	コールセンター S I M 1 0 0	M280H FORTRAN	58年11月 3 件	海岸の石炭積出地と国内の石炭需要地との中継基地の規模、能力等の評価、検討を行う
グラウチング・シミュレータ	トンネル S I M 0 1 0	M280H FORTRAN	59年05月 1 件	止水グラウトを行う場合の施工順序を検討する
予算作成システム	***** ***** 0 1 0	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	60年04月 30件	資源単価、歩掛り等の見積基礎データをデータベース化し、元見積実行予算を作成する
工事出来高管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	60年05月 50件	工種別の数量、契約単価等契約項目を登録しておき、毎月の出来高数量を入力する
多目的汎用処理システム	***** ***** 1 1 1	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	60年05月 100 件	表計算業務、計算業務計算手順が記述でき数学関数定義が可能
作業管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	58年08月 10件	施工担当者が作業を遂行するに伴っての資源の使用実績、原価発生状況、進捗状況等の資料を得る
工事資金利息計算システム	***** ***** 0 1 1	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	59年05月 70件	見積、実行予算作成時または施工途中での工事資金利息を計算する
原価管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 8 100 150 COBOL	59年08月 60件	工事原価を工種別、要素別に把握する。出来高sub sys.との絡みで損益状況予測を行う
重機管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 100 150 COBOL	59年03月 10件	重機稼動日報から作業別、機種別機械別の稼動状況の把握。 機械別単価の把握
仮設材管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 100 150 COBOL	58年03月 10件	仮設材、工具を対象に品名別在庫量の把握を行い、損料計算を行う
外注管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 100 150 COBOL	59年12月 40件	外注発生処理、外注出来高処理、実働人員処理のsub sys.からなり工種別把握を基本とする
資材管理システム	***** ***** 0 0 1	NEC SYSTEM 100 150 COBOL	59年02月 20件	資材発注処理、資材出来高処理、資材使用実績管理sys.からなり、工種別把握を基本とする
重機計画システム	土構造 線形計画 S I M 0 1 0	HITAC M-280H FORTRAN SAS	59年07月 5 件	予定工事数量に対する概略機械台数の算出 予定機械台数の使用計画チェック
ロックフィルダムの盛立計画システム	フィルダム S I M 0 1 0	HITAC M-280H FORTRAN	60年03月 20件	ダム本体の数量算出から一貫して盛立工程をシミュレーションできる
沈埋函のコンクリート打設計画プログラム	沈埋トンネル S I M 0 1 0	HITAC M-280H FORTRAN	59年11月 1件(7)	海上において浮上式で施工する沈埋函に打設するコンクリートの比重決定、安定性解析

D 社

Project Scheduling System	工事全般 PERT 010	ACOS 850 FORTRAN COBOL	58年06月 50件	PERT計算により、工程計画作成を援助する
総括工程計画作成システム	道路、鉄道橋、開削トンネル PERT 010	BASIC	58年12月 5件	PERT計算により、工程計画作成を援助する
リフトスケジュール	コンクリートダム PERT 001	PC 9800 BASIC	60年03月 1件	PERT計算により、リフトスケジュールを作成する
鉄筋合取	RC構造物 動的計画法 001	ACOS 850 FORTRAN	58年07月	鉄筋合取計算
コンクリートダム・リフトスケジュール	コンクリートダム SIM 010	ACOS 850 GPSS	60年03月 7件	リフトスケジュール
鉄筋合取	RC構造物 動的計画法 001	NEAC 5200 COBOL	60年05月 10件	鉄筋合取計算
COMET	***** ***** 011	NEAC 5200 COBOL BASIC	60年05月 10件	現場における工務業務の諸計算処理

E 社

土地造成・計画システム	土地造成 線形計画法 010	IBM 3033 FORTRAN	59年03月 6件/年	土地造成計画SYS.の一部、土量の配分計画にLP手法を用い土工量と運搬コストを最適化する
ダムリフトスケジュール作成システム	コンクリートダム SIM 011	IBM 3033 FORTRAN	59年01月 3件/年	コンクリートダムのブロック間先行、後続関係などを指定し、リフトスケジュールを立案する
施工計画立案システム	港湾工事 SIM 010	IBM 3033 FORTRAN	58年12月 3件/年	工事施工の構想化、実施計画作成段階での計画立案SYS. カラーグラフィック、対話処理

F 社

PERT	工事全般 PERT 101	UNIVAC 1100 FORTRAN	57年09月 20件	PERT/COSTの考え方を中心として自社で使い易いようにしたもの
CPM工程管理	工事全般 CPM 101	パソコン BASIC	59年07月 25件	日程計算、経過う出来高計算、実績出来高計算、資金計画の作成を行う
リフトスケジュール	コンクリートダム SIM 100	パソコン FORTRAN	59年 5件	コンクリートダムのブロック別打設工程表を作成する
SEDS	土工事 線形計画 100	UNIVAC 1100 FORTRAN	55年 3件/月	土量計算結果出力ファイルより、迂回点3点までで最適運土計画を行う

シールド掘進管理	シールドトンネル 多変量解析 001	パソコン BASIC	60年05月 15件	測量観測データを入力し、測量計算を行い蛇行管理表、蛇行管理図を作成する
鉄筋合取り計算	RC構造物 SIM 010	パソコン BASIC	59年12月 20件	材料表の入力による鉄筋合取り計算および各帳票の出力 ロス率最小
盛土沈下管理	土構造 SIM 001	パソコン BASIC	59年06月 25件	測定データに基づく最終沈下量の計算、および最終沈下量に至る迄の推定沈下曲線の作図

G 社

工程計算プログラム	工事全般 PERT 011	パソコン BASIC	60年05月	工程計画と資源配分計算を行う
PERT/TIME	工事全般 PERT 010	IBM 3033 FORTRAN	51年01月	ネットワーク間の時間計算と図面出力
ロックフィルダム施工計画	フィルダム SIM 010	M380 IBM 3033 FORTRAN	59年04月 30件	ロックフィルダムの採取、運搬、盛立計画を行い、工程および重機の種類台数を決定する
Lift Schedule of Gravity Dam	コンクリートダム SIM 010	M380 IBM 3033 FORTRAN	57年12月 100件	サイクルタイム、リフトスケジュールの計画
トンネル計測データの多変量統計解析	トンネル 多変量解析 000	VAX 11 FORTRAN	60年03月	トンネル計測データの多変量統計解析を行い施工、計測の分析を行う
骨組構造の信頼性解析プログラム	***** ***** 100	IBM 3033 FORTRAN	60年03月 数件	地盤および使用材料のバラツキを考慮した最適設計プログラム
トンネルの破壊確立の算定プログラム	***** ***** 100	パソコン F-BASIC		トンネルの安定度指標を地山強度支保工強度のバラツキを考慮して破壊確率として評価する
土量配分計画プログラム	造成計画 線形計画 100	IBM 3033 FORTRAN	59年03月 20件	力積最小だけでなく、重機特性によるコスト最小また、工事道路などの制約条件も考慮できる

H 社

工程管理システム	工事全般 PERT 111	FACOM M360R FORTRAN	54年02月 15件/年	一般的なPERTプログラム
PERT-II				
ダム・リフト・スケジューリング	コンクリートダム SIM 011	FACOM M360R PL/1	56年08月 5件/年	リフトスケジュール

I 社

見積書作成及び材料別の分類集計・分析	**** **** 111	パソコン BASIC	60年04月	単価表をベースに見積材料、労務費の分類集計・分析 見積書一式、各種集計表の作成
コンクリートダム施工計画・管理システム	コンクリートダム SIM 回帰分析 011	IBM 3033 PFC18 PL/1 BASIC	56年12月 3 件	主要資材、工種作業量の山積山崩により評価。本支店はホスト、現場はパソコン
コンクリートダム施工管理システム	コンクリートダム SIM 010	パソコン BASIC	59年12月 4 件	ブロック別数量計算、打設設備能力計算の結果を元に対話形式によりスケジューリングを行う
フィルダム施工計画システム	フィルダム SIM 010	パソコン BASIC	59年12月 1 件	土取計画、ストック計画、使用重機計画を行う。使用重機については山積山崩が可能
建設工事のためのシミュレーションモデル手法	工事全般 PERT 010	IBM 4361 FORTRAN	58年12月 30件	繰返し型建設工事向け、離散シミュレーション手法。工程計画と一体化した資源配分手法
トンネル計測データ処理プログラム	**** **** 001	パソコン BASIC	60年03月 1 件	NATM計測データ処理

J 社

Project Management System	工事全般 CPM 011	IBM 4341 FORTRAN	60年02月 130 件	CPM工程手法によるタイム計算 資源計画、工程図自動出力
大量土工運搬計画	土工事 SIM 111	IBM 4341 FORTRAN GPSS	58年04月 40件	ある時点の大量土工を可能とした 周囲の環境条件をGPSSのブロック に組立シミュレーションを行う