

大規模土工における施工計画・管理のシステム化

山崎建設㈱	正員	堀 泰 宣
"	"	○ 上 田 隆
"	"	原 田 次 郎

はじめに

近年、増々土工事の大規模化が進んでいる。それにともない、効果的な施工計画・管理システムが要求されるようになってきた。本報告では大規模土工における施工計画・管理システムの構築を試みた結果を報告する。

ここでは第1章として、土木施工におけるマネジメントシステムを考察し、大規模土工に適したマネジメントシステムの提案を行う。第2章としては、大規模土工の施工計画立案のプロセスを明らかにし、そこで用いるために開発した施工計画手法について説明を加える。そして第3章として、現場設置パーソナル・コンピュータによる施工管理システムの概要、及びその適用例を報告する。

1章 土木施工におけるマネジメントシステム

一般に、土木工事のマネジメントは図-1にあるようにPLAN-DO-SEEのサイクル活動として捉えることができる。かつ、マネジメントサイクルは、実際には多層化されるものであるから、これを管理階層別、時間別に行われなければならない。すなわち、

- 第1層：工事受注から完工
- 第2層：季間、月間
- 第3層：週間、日々

の時間的多層化と、本社、支店、作業所の各管理階層別になる。

かつ、この2つの多層化は、それぞれ対応することが一般的である。

さらにこの各層のマネジメントは、工事管理、工程管理、作業管理に集約されるものとする。

これらの各レベルの管理が整合性をもつことが重要であり、このためのツールとして、施工計画システムの開発を行った。その主なものは、

- (1) 地形情報処理
- (2) 土量配分計画
- (3) 土工機械作業能力シミュレーション
- (4) 機械投入計画を中心とした工程計画

である。

これらのツールは、下位レベルのマネジメントにおける施工計画ツールとして利用できるものとして作成されている。

施工管理システムにおいて、施工実績情報の収集は重要である。収集・蓄積された実績情報は施工条件に対応したものでなければならない。

また、実績情報は下位レベルの日々に行なわれる

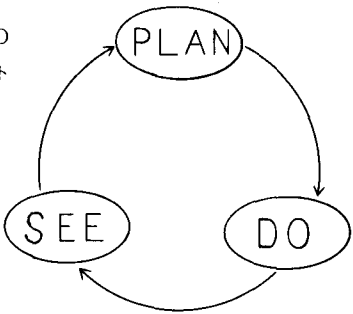


図-1 マネジメントサイクル

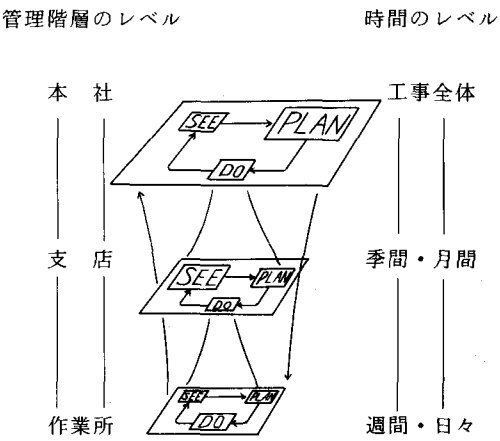


図-2 マネジメントサイクルの多層化

作業管理レベルの正確な収集実績が基礎となる。

ここでは、日々にブレイクダウンされた施工計画を作業指示書によって、機械1台ごとに日報として毎日実績が収集される。作業指示書による計画と、実績との対比によって作業管理レベルのマネジメントサイクルは成立する。さらに差異分析、改善の手段として施工計画ツールが利用される。全く同じ手法をもって、工程管理、作業管理も、それぞれの時間レベル、階層レベルでフィードバックされ、システム全体の整合性は保たれる。

このシステム全体を一つのツールで結びつけることによって複雑な土木工事の管理システム化を可能にすることを目的とした。

なお、作業管理レベルの情報処理は、現場担当者が行うもので、この効率化のためパーソナル・コンピュータの積極的な活用は不可欠のものとなる。

このシステムは、さらに、大規模土工のみならず、中、小規模工事にも適用されるものである。

2章 大規模土工のための施工計画システムの構築

機械土工における施工計画の特徴としては、他工種に比べて作業順序、施工速度、使用機械など自由度が大きいこと。そして土工機械の機種、投入数量、投入時期などの決定が計画の中で重要な位置を占めるということがあげられる。これにより、施工計画作成時、試行錯誤的な作成方法を要求されることになる。施工計画作成時の労力と時間を軽減させ、より高度で信頼性の高い施工計画作成のためのシステムの構築が望まれる。

施行計画システムを構築するに当り、そのプロセスを明確にする必要がある。次のように計画立案のプロセスを4つのステージに分割する。

ステージ1：初期入力情報の作成

ステージ2：工事施工の構想化

ステージ3：実施計画の作成

ステージ4：管理計画の作成

この計画立案のプロセスをもとに、施工計画システムのシステムフローを実施計画作成まで明確にしたのが図-3である。図-3の左側は施工計画作成のプロセス、右側は初期入力情報及び途中で追加、作成される情報が蓄積される概念的な計画情報バンクである。

図-3のシステムフローは、工事の種類、規模により変化する。又、同じように計画の担当者、部署も工事規模、施工法などによって変る。計画業務とは本来、不定形業務であるという認識の上でシステム化する必要があ

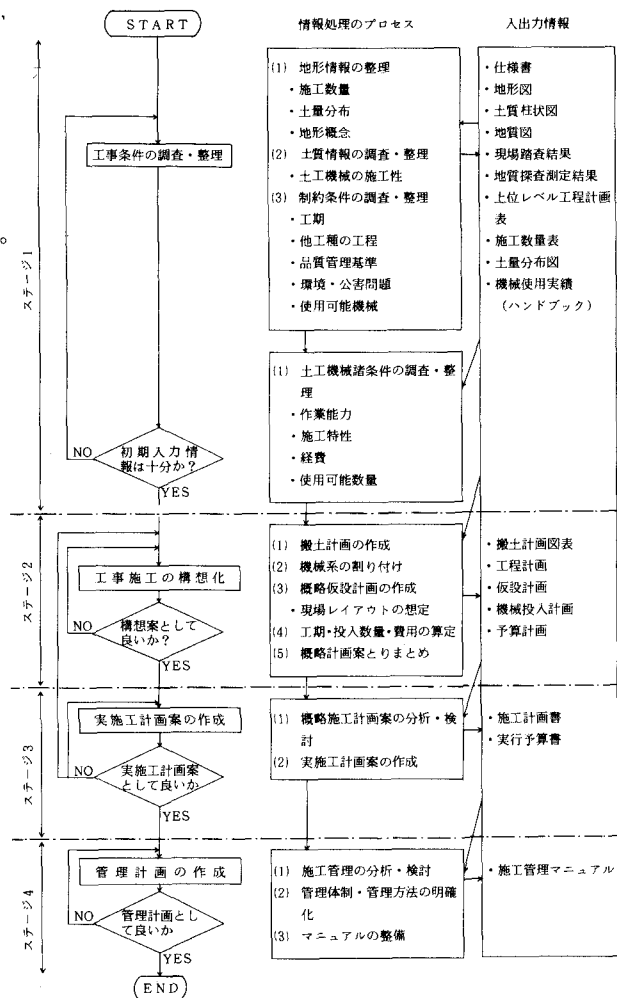


図-3 施工計画作成のプロセス

る。そこで考えられるのは、施工計画システムを施工計画作成時に発生する個々の情報処理のためのツールとしてシステム開発する方法である。施工計画担当者が有効に利用することのできるツールとして、各種施工計画手法をシステム化することにした。

2-1. 地形情報処理システム

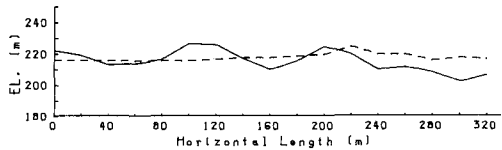
施工計画作成時には、施工対象である土岩の数量及びその分布を定量的に、また概念的にとらえる必要がある。工事費を算出する上で施工数量は最も基本的なデータの一つである。その他に施工法、使用機種種の選定を行う上で必要な入力情報となる。また土量の分布を概念的にとらえることは現場レイアウトを構想する上で有効である。

現地地形図、及び計画地形図のメッシュデータより、施工土量の算出、土量分布図、地形断面図を作成するシステムを開発した。図-4にその出力結果の一例を示す。

このシステムは、後述の現場施工管理用のパーソナル・コンピュータで処理することができる。パーソナル・コンピュータを利用することにより、作業所にて手軽に土量計算を行えることになる。また施工時、地盤データファイルを作業の進捗に合わせて作成し、出来形測量システムとして機能することができる。

0	200	500	3500	6500	8100	8400	5200	1800	200	900	700	0	1700	2300	900
900	200	300	2600	6000	7600	8900	3100	900	0	800	600	0	200	200	1900
3100	3000	3000	4200	6100	6400	3500	400	400	1000	1400	300	0	2000	1800	1000
3100	2400	1700	2500	4300	4700	2000	1000	1400	1200	800	2400	2900	3200	3900	3200
200	2600	3300	1400	2100	3600	1300	2500	3200	1000	1300	5300	4500	4900	6400	7200
2700	5800	5700	2600	1600	2100	300	3700	5100	4400	4900	5400	7000	7900	8900	8900
3200	6400	5700	2400	1200	400	2400	4800	6000	6400	6800	7200	8500	8900	7100	7900
1600	1600	4600	1100	600	900	2400	3900	4300	4300	4500	3500	2900	2600	3900	4100
0	1400	1800	0	100	600	400	1000	900	500	800	400	800	2200	3100	1400
0	0	0	0	0	200	1800	2400	2100	1700	800	300	2400	3500	1400	0

土量分布図



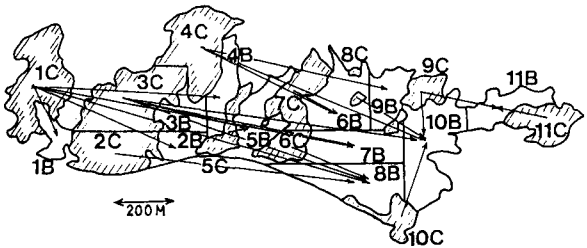
地形断面図 — 現地地形 --- 計画

図-4 地形情報処理システム出力例

2-2 土量配分計画作成システム

特に敷地造成・宅地造成関係の機械土工の場合、施工計画の作成は土量配分計画に密接に関連する。施工の最適性を求めるのはもちろんであるが、この時点で施工計画作成のための単位作業を定義する場合が多い。

その時間問題となるのは、運土ブロックの設定の方法である。従来の方法としては、画一的な正方形メッシュの運土ブロックによる土量配分計画が多かった。しかしながらそれでは、実際の施工に反映させることが難しい。ここでは、運土ブロックの設定の考え方として次のように提案する。現場においては、運土作業の施工管理をする上で山や谷を適当にネーミングする場合が多い。それは、土量分布、土工機械の施工性、施工段取りなどを経験情報をもとに総合的に判断した結果であり、ある意味では非常に合理的であると言える。この現場技術者の判断による、あるいはそれに近いものを運土ブロックとして設定し、土量配分計画を行なう。それによって、実施



CUT	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
RANK	5420	2354	3614	3160	325	794	208	60	567	939	1552
(1)	1367	1367									
(2)	1234	1234									
(3)	235		235								
(4)	445	445									
(5)	1012		687								
(6)	1605			1397							
(7)	1683	1683			325		208				
(8)	4413	691	2354	574		794					
(9)	71			71							
(10)	5079							60	270	939	
(11)	1849								297		1552

図-5 土量配分計画

可能性の高い、現場での施工管理に適応した土量配分計画が得られることになる。

最適化計算は、切土ブロック、盛土ブロックに対して運土仕事量(運土量×運土距離)最小を目的関数とする輸送型線形計画法を用いた。ここでは、上記の運土ブロックを採用することにより、切土部・盛土部の数が比較的少なくなり、パーソナル・コンピュータによるシステム化が可能となった。処理のための演算時間も、図-5の例の場合で数分であり、十分に実用的であると考ええる。

また現場での処理が可能であるところから、施工の進捗に合わせてリプランニングも容易となる。図-5は、施工開始から4ヶ月進捗した時点でリプランニングした例である。

2-3 土工機械作業能力シミュレーション

施工計画作成において、土工機械の作業能力を適確に把握することは重要である。土工機械のなかでも、ブルドーザあるいは積込機に関しては施工条件を知ることにより、過去の経験を参考にして作業能力を推定することができる。しかしながら、中距離以上の運搬機械(モータースクレーパー、ダンプトラック等)については、その作業エリアが走行路であることから、現場によって大きく変化する。また同一の現場でも工程の進捗にともない変化するのが普通である。

施工計画作成時において、機械系の投入数量の決定、あるいは仮設走路の設計には、運搬機械の作業能力を正確に算定するシステムが必要となる。

土工機械の作業量の算定方法は一般に次の式による。

$$Q = \frac{\varphi \cdot E \cdot 60}{Cm} \text{ m}^3/\text{Hr}$$

ここで
 φ : 1 サイクル当り作業量
 E : 作業効率
 Cm : サイクルタイム
 Q : 1 時間当り作業量

φ 、 E 、 Cm については現在では具体的な決定方法が十分でなく、人によってその判断基準が異っている。

主に過去の実績により経験的に推定されることが多い。

特に運搬機械の場合、サイクルタイムを事前に可能な限り正確に求めることが要求される。従来より行われてきた方法としては次の2つがある。

(1) 平均速度を用いる方法

$$Cm = \frac{\ell}{V_1} + \frac{\ell}{V_2} + t_1$$

ここで ℓ : 走路長
 V_1 : 往路平均速度
 V_2 : 復路 "
 t_1 : 固定時間(積込み、土捨て)

(2) 最高速度とスピードファクタを用いる方法

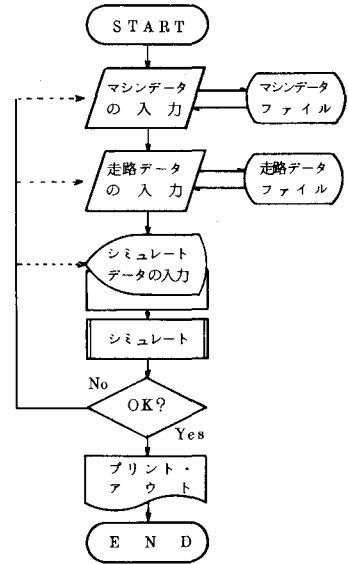


図-6 走行シミュレーション・システムフローチャート

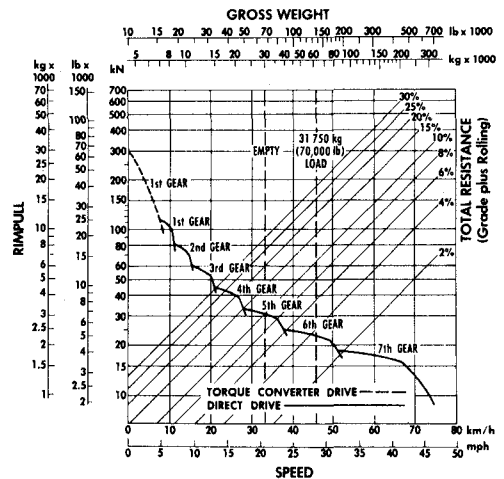


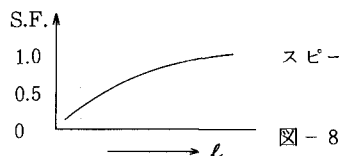
図-7 走行性能曲線

$$C_m = \frac{\ell}{V_1 \max \cdot S.F} + \frac{\ell}{V_2 \max S.F} + t_1$$

ここで $V_1 \max$: 往路最高速度

$V_2 \max$: 復路 "

S.F : スピード・ファクタ



スピードファクタは、距離の関数として左図のように与えられる。

実際の現場において工事用走路は多くの場合起伏に富み、曲率、回転抵抗も複雑に変化する。上記の方法でそれらに対応するには、膨大な計算量となる。

そこで、コンピュータを用いて土工機械の走行をシミュレートし、サイクルタイムを算出するシステムを開発した。図-6にそのシステム・フローチャートを示す。このシステムは入力情報として次の3つが必要である。

マシンデータ : 数値化された走行性能曲線(図-7)

走路データ : 走路の各セグメントの距離、勾配、

回転抵抗、制限速度

シミュレーションデータ : 積載荷重、性能低下率、他

図-9にシステムアウトプットの例を示す。

このように簡単に実際の走路に応じたサイクルタイムの算定が可能である。また工事用走路を設計するような場合、多くの代替案の中から定量的な判断に基づいて意思決定を行うことができる。このシステムもパーソナル・コンピュータによって処理するので作業所内での施工管理に適用することができる。

2-4 機械投入計画を中心とした工程計画の作成

—— SOT : Scheduling Optimization Technique の適用 ——

機械土工を対象とする計画手法、SOTが開発されている。ここではSOTを適用することにより、意思決定のために費やす時間を短縮し、施工計画作成の合理化、標準化を試みた結果を報告する。

今回SOTを適用した工事は、約300万 m^3 の宅地造成工事である。工事は、ブルドーザ、キャリオールスクレーバ、モータスクレーバなどの重土工機械により施工される。SOTは重土工機械の運用計画を含めた工程計画を作成する。

SOTの入力データとしては、作業・機械それぞれについて次のように与える。

作業に関するデータ

- 作業の順序関係、及びその数量
- 作業を担当する機械系の種類
- 作業条件(稼働率、他)
- 作業ごとの部分工期

コースデータ									
コース名 : 七色七									
ポイント NO.	距離 (M)	勾配 (%)	回転抵抗 (%)	制限速度 (KM/H)	ポイント NO.	距離 (M)	勾配 (%)	回転抵抗 (%)	制限速度 (KM/H)
(1)	100.0	3.5	13.0	30.0	(6)	160.0	3.5	5.5	40.0
(2)	210.0	3.5	5.0	30.0	(7)	130.0	3.5	0.0	40.0
(3)	90.0	3.5	2.5	30.0	(8)	290.0	3.5	0.0	30.0
(4)	60.0	3.5	0.5	40.0					
(5)	120.0	3.5	4.5	40.0					

マシンデータ									
マシンコード : 7									
マシン名 : 777									

ポイント NO.	距離 (M)	勾配 (%)	回転抵抗 (%)	制限速度 (KM/H)	ポイント NO.	距離 (M)	勾配 (%)	回転抵抗 (%)	制限速度 (KM/H)	走行時間 (MIN)	走行距離 (MIN)
(1)	100.0	3.5	13.0	7.3	0.0	7.3	7.3	0.85	0.85		
(2)	210.0	3.5	5.0	15.8	7.3	15.8	15.8	0.85	1.68		
(3)	90.0	3.5	2.5	21.9	15.8	20.9	20.9	0.28	1.96		
(4)	60.0	3.5	0.5	31.1	20.9	24.7	16.3	0.12	2.08		
(5)	120.0	3.5	4.5	16.5	16.3	14.3	14.3	0.44	2.52		
(6)	160.0	3.5	5.5	14.3	14.3	14.3	14.3	0.67	3.19		
(7)	130.0	3.5	0.0	31.3	14.3	28.9	28.9	0.35	3.52		
(8)	290.0	3.5	0.0	30.0	28.9	30.0	0.0	0.62	4.14		

図-9 走行シミュレーションアウトプット

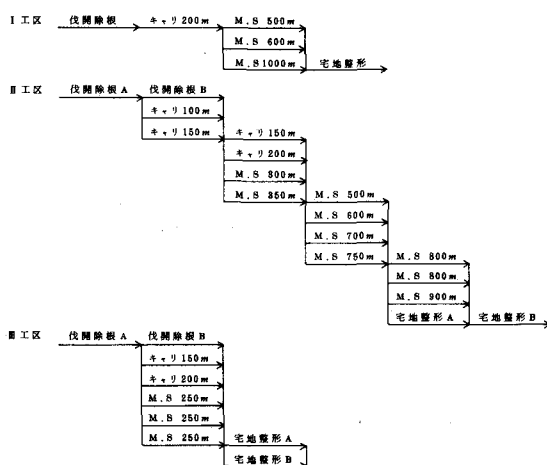


図-10 作業の順序関係

機械に関するデータ

- 各作業における機械系の組合せ比率と作業能力
- 機械ごとの費用

機械の単価成分としては、稼働・不稼働の別なく発生する固定単価、稼働時のみに発生する稼働単価、そして搬入時、搬出時に発生する搬入・搬出費がある。

SOTは以上の入力データにより、全体の工事費が最小となるような土工機械の運用計画を含めた工程計画を作成する。

SOTにより得られた機械投入計画を図-11に示す。図-12は、工程上の総運搬土量とその累計である。図-11、図-12、共に図中の点線は実際に施工した3月までの実績値である。

実績は、SOTによる計画より

りも、より山崩しされた形にな(4m³)

っている。これは、作業の順序関係を設定する時に、キャリオールスクレーパによる短距離運搬を一樣に早い時期に設定したことによると考えられる。実際には、短距離運搬と長距離運搬が並行して行われることが多かったためである。

今後とも、適用例を増して、SOTの利用技術の充実に計り

たい。

図-12 総運搬土量と累計

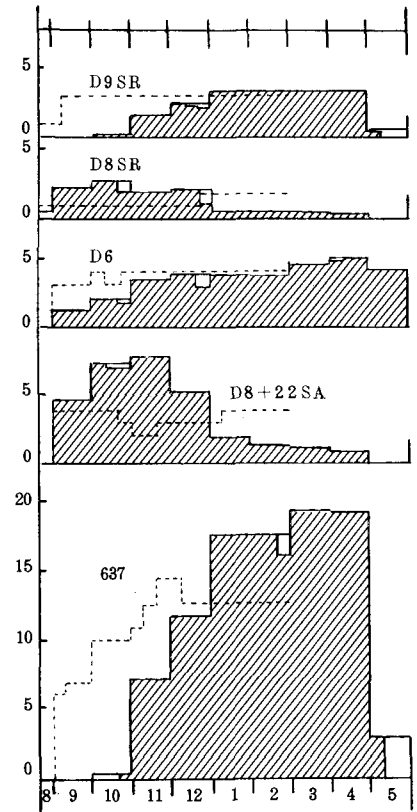
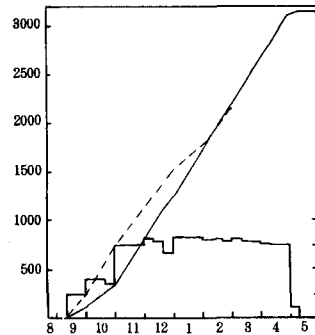


図-11 機械投入計画

3章 現場設置パーソナル・コンピュータによる施工管理システムの構築

3-1 施工管理のシステムフロー

1章で示したように土木工事のマネジメントのあり方の概念として多層化したマネジメントサイクルを取り入れた。

現状のEDPシステムは、図-13のようになっている。施工実績情報は、機械日報、作業所日報、労務日報、経理伝票といった情報媒体によって各支店に集められる。集められた情報はオンラインシステムで本社DPへ送られ、そこで特に問題がない限り、月毎に処理され、各種管理資料として支店及び作業所に返される。

現状のEDPシステムの問題点として、次のものがあげられる。

- ・ データ発生から出力結果を得るまでに時間的な遅れが発生する。
- ・ 通常、途中集計はできない。

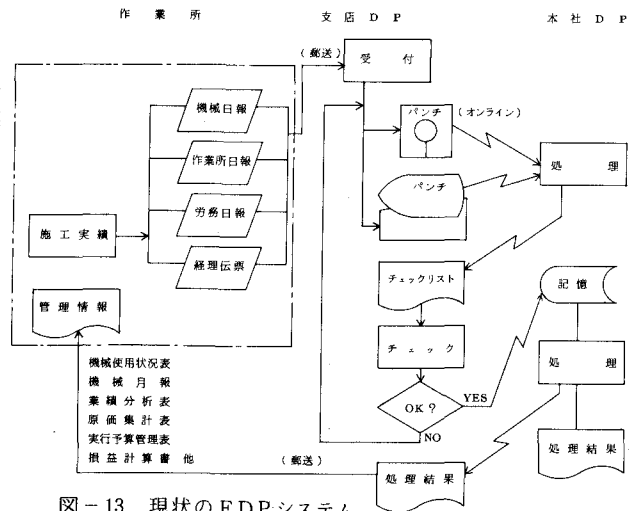


図-13 現状のEDPシステム

- ・ 予算管理が科目別であり、工種別の工事管理にそぐわない。
- ・ 施工数量の正確な情報性が取りにくい。
- ・ 作業所ごとの特殊性が配慮されず、画一的な管理様式になる。

これらの問題を解決し、円滑なマネジメントサイクルを形式するために、作業所での実績情報処理システムの開発を行った。今回はシステム化の対象を生産管理に絞り、日々の施工の意思決定を助けるための問題発見型のシステムを目指した。

図-14は多層化したマネジメントサイクルを念頭に置き、施工実績情報の流れのあるべき姿を具体的にとらえたものである。

工事当初、作成された施工計画は作業所での施工活動の中で月間計画、週間計画にブレイクダウンされる。そして、最終的には日々の施工計画として作業指示書が発行されることになる。

施工により発生する実績情報は、収集されて工事作業日報として記録保管される。また実績情報は、週報・月報として集計し、施工管理のための各種管理資料となる。ここでは、管理レベルとしては週間管理を支店レベルで、月間管理を本社レベルでの意思決定があるものと想定した。ここで問題の発生があった場合は、より上位レベルのマネジメントサイクルで問題の解決に当たることになる。

この施工管理システムの実現のために「工事作業日報処理システム」を開発した。

従来の方法としては、実績情報は工事作業日報として集約され、土工機械の稼働状況、施工数量などについては別に集計用紙を用いてその集計処理を行っていた。今回、開発した「工事作業日報処理システム」は、これを一本化し、実績情報の流れを図-14のシステムフローに乗せると共に実績情報の収集・集計処理の省力化・自動化をねらった。

情報処理のためのハードツールとしては、近年、発達が目覚ましいパーソナル・コンピュータを現場設置することにした。2章の施工計画システムの多くも同機種のパーソナル・コンピュータを用いている。これによって作業所内で一貫した施工計画・管理を行うことが可能となる。

上記の施工計画システム、及び工事作業日報処理システムを稼働させるためのハードウェアとして次のようなコンピュータシステムを構成した。

- (1) CPU (8 ビットマイクプロセッサ)
- (2) テンキー付キーボード
- (3) グラフィック・ディスプレイ

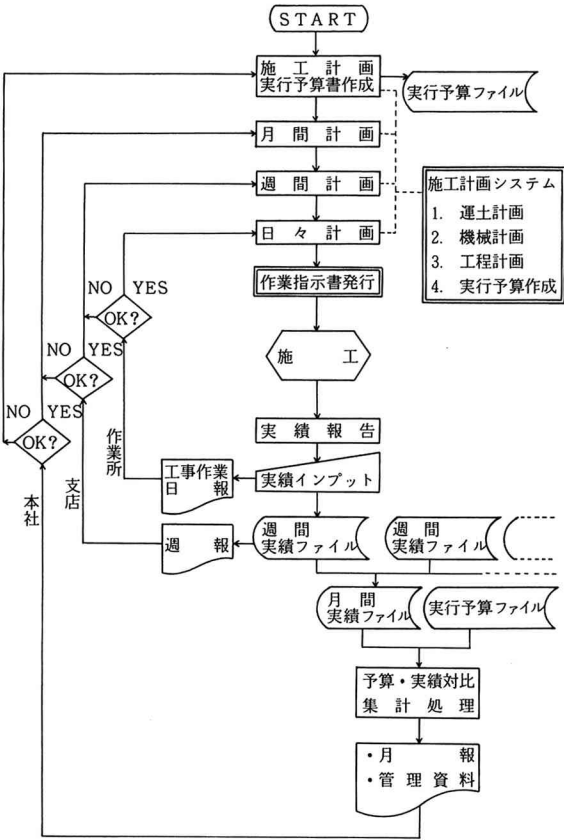


図-14 施工管理システムフロー図

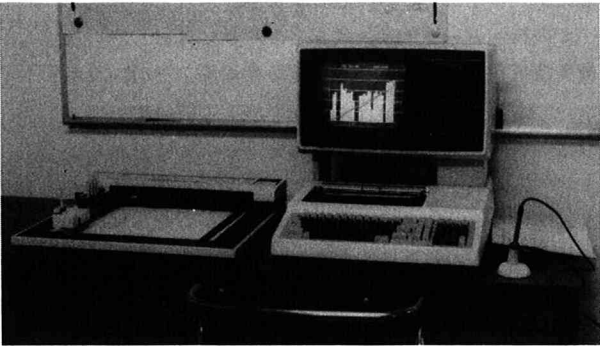


図-15 現場設置パーソナル・コンピュータ

- (4) 80 桁ドットインパクトプリンタ
- (5) フロッピーディスクユニット (2 ドライブ)
- (6) 小型 X-Y プロット

特に考慮したことは、可能な限り出力結果をグラフ化することを意識して、出力機器について、プリンター、グラフィック・ディスプレイ、小型 X-Y プロットの 3 種類を用意した。プログラミング言語は、現在のところパーソナル・コンピュータの標準的言語といえるベーシック・インタプリタを用いた。価格的には、作業所の裁量で購入できる範囲ということで、買い取り価格 200 万円以下を一応の目安とした。

3-2 宅地造成現場への適用

宅地造成工事を例に実際の処理の流れを追ってみる。

当作業所は、土工量約 300 万 m^3 、大型の部類に属する宅地造成現場である。運搬作業はモータースクレーパー、キャリオールスクレーパーが当り、切崩しには、大型ブルドーザによるリッピング工法を用いた。

主な投入機械のここで用いている名称とその仕様を次に示す。

- D 9 R 50 t クラスリッパ付ブルドーザ
- D 9 B " プッシュ用ブルドーザ
- D 8 R 40 t クラスリッパ付ブルドーザ
- D 7 B 25 t クラス敷均し用ブルドーザ
- D 6 P 15 t クラス "
- D 6 C " "
- 657 33.6 m^3 積 タンデムエンジンスクレーパー
- 637 23.7 m^3 積 "
- 631 " シングルエンジンスクレーパー
- D 8 + 22 S A 22 m^3 積 キャリオールスクレーパー
- 16 G 大型モーターグレーダ
- 815 18 t 自走式タンピングローラ

図-16が土工機械 1 台ごとに発行される作業指示書の 1 例である。毎日、朝礼時に配布され、作業終了後に実績を記入のうえ回収される。機械 1 台ごとの目標と実績との差は、この時点でチェックされる。

その後、パーソナル・コンピュータに機械ごとの稼働実績情報として、実績記入後の作業指示書の内容をインプットする。図-17が日々の施工実績情報処理の流れとデータファイルとの関係を示したものである。

システムの性格上、データインプットは担当技術者本人が当ることになる。よってシステムの取り扱い、特にデータ入力の際の難易は大きな問題である。ここでは、インプット方法は原則としてコードレス入力とし、ディスプレイメニュー・キーイン方式を採用した。

土工機械の実績情報をインプットする時のディス

作業指示書		作業指示書	
7月30日		8月4日	
機種 09R	機番 23	機種 631	機番 22
氏名 千葉金市		氏名 村上	
作業時間 7:15~19:00 稼働時間 工 種 リッピング & プッシュ 場 所 1 の山 作 日 標 300台×17.5/100 m^3 算 定 積 (85+106+63)×17=4318 m^3 減 算 積 -782 m^3 注 意 法面施工時は 機械の速度に注意の事。		作業時間 7:15~19:00 稼働時間 10.5 工 種 運搬 400 m 場 所 1 の山 ~ 2 の沢 作 日 標 105×17=1785 m^3 算 定 積 111×17=1887 m^3 減 算 積 +102 m^3 記 事	

図-16 作業指示書

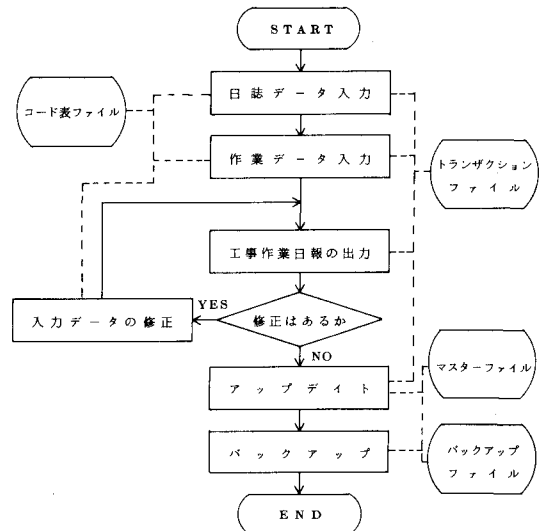


図-17 工事作業日報処理システム
日次処理フロー図

従来の手作業では、日報処理業務は工種別集計まで含めると、1人で1.5時間以上の処理時間を必要とした。当システムによると、ある程度、担当員が慣れた時点で約20分で処理できた。

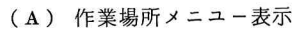


図 - 18 入力時のディスプレイ表示

図-19 工事作業日報，出力例

収集・蓄積された実績情報は、週間・月間あるいは随時に集計処理を行って各種の管理資料を作成する。
主な出力結果は次のとおりである。

- (1) 工種別出来形集計表
- (2) " グラフ
- (3) 機械別稼働時間集計表
- (4) " グラフ
- (5) 機械－工種 出来形集計表
- (6) " 稼働時間集計表
- (7) 場所別出来形集計表
- (8) " グラフ

図-20にグラフィック・ディスプレイに表示させた工種別出来形集計グラフの一例を示す。

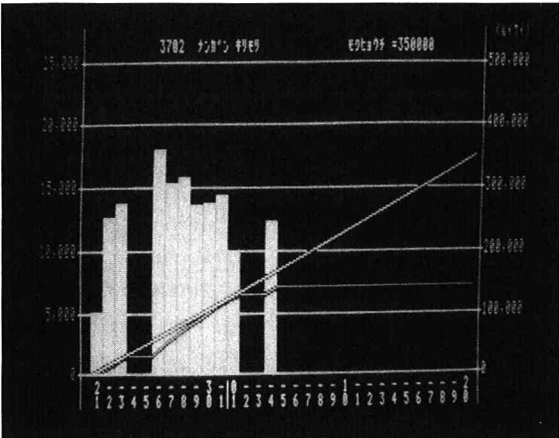
- (A)は当月の始めより4日までの途中集計、
- (B)は当月終了時点での集計の結果である。

設定した目標を重ねて出力しており、計画との差異が視覚的に明らかとなる。他の集計項目についても途中集計は簡単に行える。

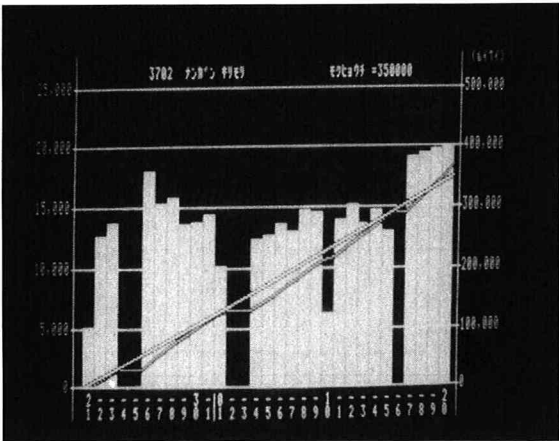
図-21は機械ごとの稼働時間の集計表を80桁ドットインパクト・プリンタに打ちだした結果である。機械ごとに時間当りの経費を設定することにより、およその原価をこういった集計結果から求めることができる。また図-22は機械と工種のマトリックス表に当月の対応する機械稼働時間をあてはめたものである。こういった集計処理の自動化により、従来の煩雑さを取り除き、管理の高度化を図ることができると考えられる。

今回開発した工事作業日報処理システムは、作業場所の情報もとるようになっている。

図-23は場所別に、計画数量と当初から当月



(A) 当月4日までの集計



(B) 当月の集計

図-20 工種別出来形集計グラフ

キカイヘバツ カトベウシベカン シュウケイ

< 1 >

ヒツケ	D9B NO.7		D9R NO.17		D9R NO.33		D7B NO.12		D6P NO.19		D6C NO.21		657 NO.1		657 NO.3	
	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ	コウケイ	ルイケイ
10/21	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
10/22	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00	10.00	15.00
10/23	10.00	25.00	10.00	25.00	10.00	25.00	10.00	25.00	10.00	25.00	10.00	25.00	10.00	25.00	9.75	24.75
10/24		25.00		25.00		25.00		25.00		15.00		25.00		25.00		24.75
10/25		25.00		25.00		25.00		25.00		15.00		25.00		25.00		24.75
10/26	10.00	35.00	10.00	35.00	10.00	35.00	5.50	30.50	10.00	25.00	10.00	35.00	10.00	35.00	9.50	34.25
10/27	10.00	45.00	10.00	45.00	10.00	45.00	10.00	40.50	10.00	35.00	5.00	40.00	10.00	45.00	9.75	44.00
10/28	10.00	55.00	10.00	55.00	10.00	55.00	10.00	50.50	10.00	45.00		40.00	10.00	55.00	10.00	54.00
10/29	10.00	65.00	10.00	65.00	10.00	65.00	10.00	60.50	10.00	55.00		40.00	9.50	64.50	10.00	64.00
10/30	10.00	75.00	10.00	75.00	10.00	75.00	10.00	70.50	10.00	65.00		40.00	10.00	74.50	10.00	74.00
10/31	10.00	85.00	11.00	86.00	10.00	85.00	10.00	80.50	10.00	75.00		40.00	9.00	83.50	10.00	84.00
11/ 1	8.00	93.00	8.00	94.00	7.50	92.50	8.00	88.50	8.00	83.00		40.00	8.00	91.50	5.00	89.00
11/ 2		93.00		94.00		92.50		88.50		83.00		40.00		91.50		89.00
11/ 3		93.00		94.00		92.50		88.50		83.00		40.00		91.50		89.00

図-21 機械別稼働時間集計表

までの施工数量を棒グラフによって対比されたものである。作図には小型X-Yプロットを利用した。これは、今後の施工順序の計画や、搬土計画の見直しなどのデータとなる。

機械土工において機械の生産性は重要な管理の対象である。特に運搬機械については運搬距離に応じた施工数量が確保されているかどうかを管理する必要がある。

図-24は、モータースクレーパーの施工実績を時間当たり作業量と距離のグラフにプロットした管理図である。

モーター スクレーパー 稼働時間集計表

機 種	台 数	稼働時間 (h)	作業量 (m ³)	稼働率 (%)	稼働率 (2)	稼働率 (3)
D9R NO.7			239.50			
D9R NO.17			234.50			
D9R NO.33		11.50	5.00	219.50		
D8R NO.46						
D8R NO.102			20.00	217.50		
D7B NO.12		19.50	12.00	194.00		
D6P NO.19		16.00	10.00	151.25		14.00
D6C NO.21				40.00		
657 NO.1				219.50		
657 NO.3				225.00		
657 NO.4				200.25		
657 NO.6				203.75		
657 NO.7				220.25		
637 NO.1				209.00		
637 NO.2				226.75		
637 NO.3				152.00		
631 NO.14				212.75		
631 NO.18				220.25		
631D NO.30				225.75		
D8+225A NO.12				74.75		
D8+225A NO.19				30.00		
D150+225A				76.00		
160 NO.12						226.75
015 NO.17				170.75		
ランズ (シ) NO.100						129.25

図-22 機械 - 工種 稼働時間集計表

作業能力-距離 対比グラフ モータ・スクレーパー

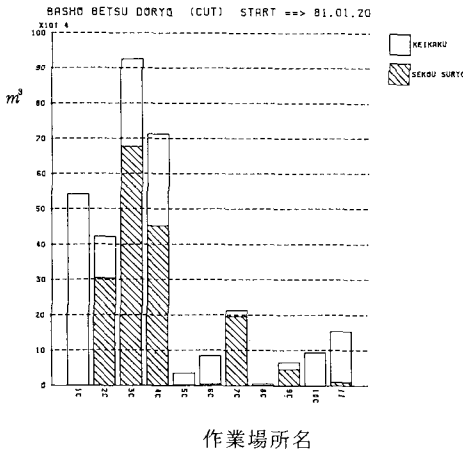


図-23 場所別出来形集計グラフ

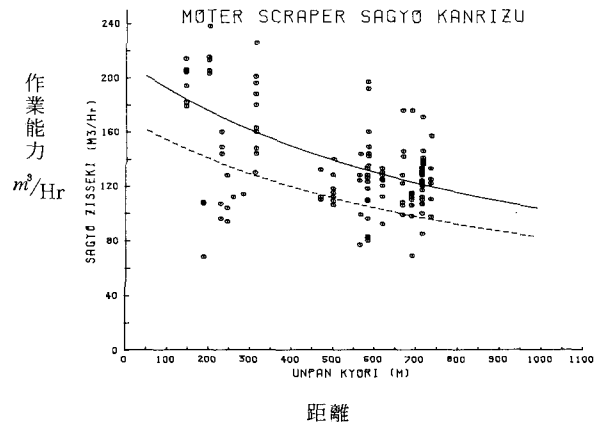


図-24 モータスクレーパー管理図

あとがき

土工工事は、特に規模が大きくなる程、工期、工程、土質、天候などの不確実な要因が多く、その施工管理は弾力性を強く要求される。したがって施工計画のツールはこれに対応できるシミュレーション的手法が中心にならざるを得ない。また同様なことが日々の作業管理、週間、月間の工程管理にも要求される。計画のツールが同じようにそれぞれの管理レベルで採用されなければならない。パーソナル・コンピュータの性能向上がこれを可能にするものである。

ここで述べた施工管理システムは、現在のところ数現場で実験的に稼働している。今後の方針としては、システムのハード・ソフト両面での安定化を計り、最終的にはすべての主要現場に適用したい。またホスト側で行う実行予算管理との整合性を保つようにしたい。それによって上位レベルでのマネジメントにおける意思決定に現場の実績情報が有効に生かされることになる。

今後とも、現場担当者の有効なツールとして働くシステムを開発し、施工計画・管理業務の省力化・高度化に務めたい。

参考文献 荒井：機械化土工に於ける工程計画最適化手法の開発と応用