

## 土木工事におけるネットワーク手法活用研究

ネットワーク手法研究グループ 折田 利昭（鴻池組）

### 1. はじめに

1950年代後半に米国で開発されたネットワーク手法は、我国の土木業界にも広く普及し、現在では建設業に携わるほとんどの人がネットワーク手法を修得しているとも言われている。しかし、この手法は本来土木工事の日程計画モデルとして開発されたものではないことも原因となり、土木施工分野で十分に活用しているとは言い難い現状である。

さて、工事管理の効率化の要求が高まる中、ネットワーク手法より優れた計画技法が見当らない現状下では、ネットワーク手法を有効に活用することが重要なこととなろう。

この観点から、当グループは土木工事においてネットワーク手法を有効に活用するための方法等の研究を目的とし、昭和59年3月に発足したものである。

昭和58年には、ネットワーク手法の現状に関するアンケート調査を当分科会において実施し、現状の問題点および解決策の整理を行った<sup>1)</sup>。これらを表にして整理すると表-1のようになる。

一方、ネットワーク手法の利用例としては企業者へのプレゼンテーションが数多くあげられており、さらに今般のJV工事の増加に伴い、施工業者間に

におけるコミュニケーションの道具としても利用されていくと考えられる。

このことから、ネットワーク手法を有効に活用するためには、ネットワーク・データ作成の簡便化等の解決策の具体化とともにコミュニケーションの道具としての改善、すなわちネットワーク手法、工程計画・管理に関する用語の整理、ネットワークの表示の整理等が重要なこととなる。

当グループにおいては、解決策および改善策に関して必要なネットワーク手法の利用に関する詳細な調査、整理を行い、具体的な方法を提案することにした。

本報告は、研究課題に関する当グループの基本的立場および研究成果についてまとめたものである。

### 2. ネットワーク手法の用語

工程計画に関して一般に使用されている用語は多数あり、その利用分野を考慮すると、

- ① ネットワーク手法における用語、
- ② 工程計画における用語、
- ③ ①、②以外で工程計画に関連する用語、

の3つに大別することができる。ここでは、用語、

意味、対応する英語・記号の項目で整理することとした。さらに意味だけでは工程計画作成時に適切に使用されにくい用語については、使用する場面をも含めた概要説明を付加することにし、用語集としてまとめることにした。現在、原案が作成された段階であり、今後追加、拡充をはかっていくところで

表-1 現状の問題点

| 分類項目              |                     |              | 問題点                                                                            |
|-------------------|---------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ネットワーク手法自体        |                     |              | ネットワークの表現が適さない工程、工種がある<br>図が複雑でマクロな把握が困難である<br>詳細・厳密性が要求されすぎ、実態とかけはなれる         |
| ネットワーク手法<br>の使用方法 | 手作業の場合              |              | ネットワーク変更にも多大な労力が必要である<br>ネットワークの変更を追いつかない<br>データ作成に手間がかかる                      |
|                   | 大型コンピュータ<br>を利用する場合 | コンピュータ       | 身近にないため自由に使用できない<br>TATが悪い<br>計算機使用料がかかりすぎる                                    |
|                   |                     | 自体           | プログラムの理解に時間がかかる<br>インプットデータの作成・保守が大変である<br>現場特有のアウトプットがでない<br>ネットワークの変更を追いつかない |
|                   |                     | 運営上          |                                                                                |
|                   | 小型コンピュータ<br>を利用する場合 | コンピュータ       | 処理速度が遅い<br>高度な機能がない<br>大量データの処理が難しい<br>機種間に変換性がない                              |
|                   |                     | 自体           | 大型コンピュータとの対応がとれない<br>アウトプット機能が不足している<br>自分で入出力操作するのが難しい<br>ソフトウェアが完備されていない     |
|                   |                     | プログラム<br>運営上 |                                                                                |

ある。一例を示すと図-1である。図-1におけるサブネットワークにみられるように、当グループ内においても同じ用語を異なる意味で用いているのが現状である。このことから、用語を明確にしておくことが、コミュニケーションの道具として活用するためには必要不可欠であるといえる。

なお、調査対象の資料としては、J I S、ネットワーク手法に関する文献<sup>2)</sup>および各社資料を取りあげることになっている。

### 3. ネットワークの表示

土木工事において、ネットワーク式工程表として、アロー型ネットワークあるいはプレシーデンス型ネットワークがよく使用されている。しかし、後述のように、各種各様の表示があり、当グループにおいて、ネットワーク表示の標準化の研究課題が挙げられた。現在のところ、各メンバーから表示例、ネットワーク作成上のルール等の各種資料が提示された段階であり、標準化への議論には至っていない。

ここでは、特色あるネットワーク表示例を載せ、その各々の特色について述べることにする。

図-2の例は、標準的なアロー型ネットワークであるが、先行イベントと後続イベントの関係、完了イベントの表示が行われている。

図-3の例は、アロー型ネットワークで、中間工期制約条件のある日にフラッグを表示し、眼で見てすぐわかるようにしている。

| 用語              | 意 味                                                                  | 英語・記号            |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| メイン<br>ネットワーク   | 全体工程表<br>サブネット単位またはワークパッケージ単位で表示した工程表                                | Main Network     |
| マ ス ター          | 企業者などから提示されるマイルストーン程度のわかる工程表                                         | Master Network   |
| スケルトン<br>ネットワーク | 作業の順序関係だけを、工事担当者が、適当な用紙に書いた、ネットワークの下書き                               | Skeleton Network |
| 全体ネット<br>ワーク    | 工事全体を表わすネットワーク                                                       |                  |
| 部分ネット<br>ワーク    | 工事の一部を表わすネットワーク                                                      |                  |
| サブ・<br>ネットワーク   | 大規模工事で、全体ネットワークを、複数に分けて、使用する場合、サブネットワークとよぶ。(サブネット間は、インターフェースイベントで結ぶ) | Sub-network      |
| サブ・<br>ネットワーク   | むずかしい部分などを部分的に拡大した部分ネットワークなどをいう                                      |                  |
| サブ・<br>ネットワーク   | プロジェクトの中の部分的なプロジェクトあるいは工区、担当セクションなどで分けられ作成されるネットワーク                  |                  |
| サブ・<br>ネットワーク   | ブロック別、部門別のネットワーク                                                     |                  |

図-1 用語集原案の一部

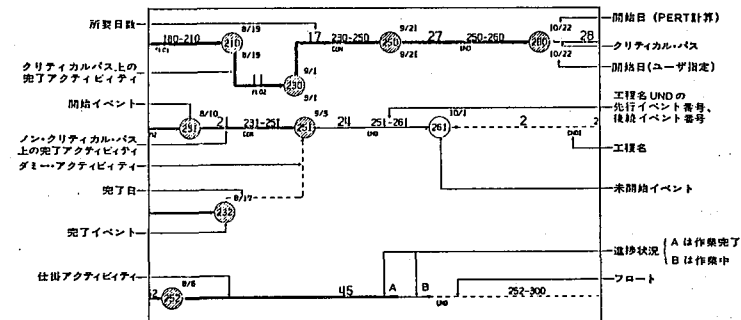


図-2 PENETG (日立ソフトウェアエンジニアリング (株)) による表示例

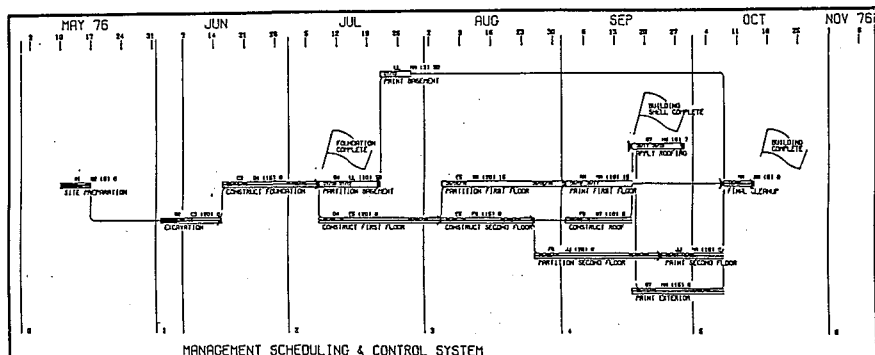


図-3 TMAPS PLOT (MCAUTO) による表示例

図-4の例は、プレシードンス型ネットワークで、アクティビティ名、最早開始日、最遅終了日が表示されているが、時間軸が無く順序関係のみで表示している。

図-5の例は、プレシードンス型ネットワークで、作業名と所要日数が表示されるとともに、他ブロックとの従属関係を矢線を用いて表示している。

前述の例は、大型コンピュータを使用してネットワークを表示したものである。

最近、小型コンピュータのめざましい進歩により、かなり精巧なネットワーク表示を行えるソフトも市販されるようになってきた。次に、それらの例を載せる。

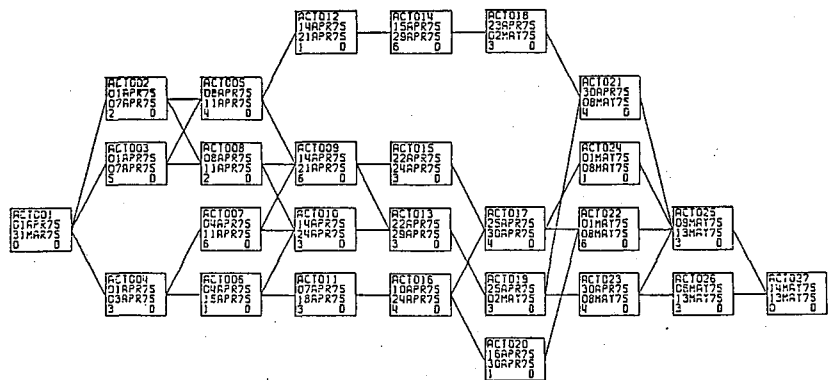


図-4 OPTIMA 1100 (UNIVAC) による表示例

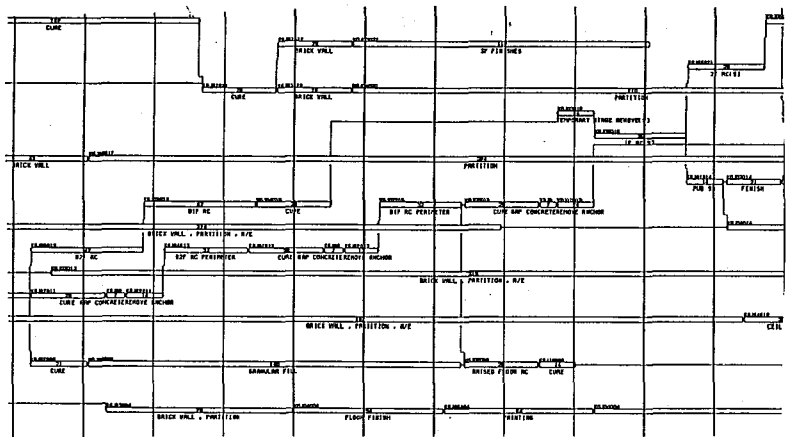


図-5 OHBAYASHIによる表示例

図-6の例は、バーチャートとアロー型ネットワーク組み合わせたような表示とされている。

図-7の例は、アロー型ネットワークを基本とし、アクティビティを、□に囲み、完了したものの、

施工中のもの、未施工のもの、クリティカルパスのものを明確に表示するとともに、各作業の終了予定日に"△"の表示をつけている。

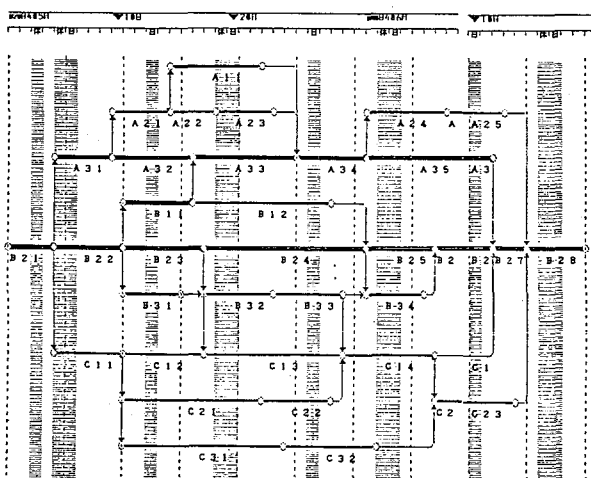


図-6 実用PERT (日本通信建設(株))による表示例

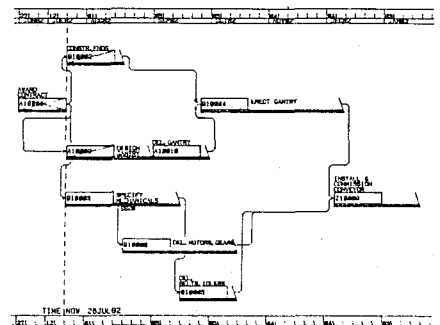


図-7 G/C CUE (GIRBERT/COMMON WEALTH) による表示例

以上のように、様々な表示が行われていることが分かる。今後、これらのユニークさを認めないで、標準化してしまうのも、抵抗があるように思える。

#### 4. 工程計画とネットワーク

##### 4. 1 計画のレベルについて

ネットワーク手法の利用では、計画（管理）のレベルに合わせた使い方が必要である。このことは、昨年の研究討論会でも発言されており、一般的に認められている。すなわち、計画の精度に合わせて使い分けること、あるいはアクティビティの細分化のレベルを検討することなどである。したがって一つの工事でも、計画のレベルに合わせ、バーチャートとネットワークの両方を、その目的に応じて使用していることも多い。また、同じネットワークでも計画のレベルにより、精・粗、その組み方を変えることも大切である。我々の検討より、図-8のような使い方が一般的であると考える。

| 計画レベル | 使用形式    | バーチャート形式 |   | ネットワーク形式 |   | 座標式 |   | 備考<br>(目的) |
|-------|---------|----------|---|----------|---|-----|---|------------|
|       |         | 粗        | 精 | 粗        | 精 | 粗   | 精 |            |
| 概略    | 基本工程    | ○        |   | ◎        |   | △   |   | キーデートを示す。  |
|       | 概略工程(年) |          | △ | ◎        | ○ |     | ○ | 順序関係を表現する。 |
|       | 実施工程    |          | △ |          | ◎ |     | ◎ | 投入資源も考慮する。 |
| 詳細    | 月・週間工程  |          | ◎ |          | ○ |     | △ | 資材・機材の投入時期 |
|       | 日の作業計画  |          | — |          | — |     | — | 作業指示票の形式   |

図-8 計画のレベルから見た利用状況

したがって、ネットワークで表現しにくい工事であっても、その工事のもつ特長と計画のレベルからくる表現のしにくさを区別する必要がある。

##### 4. 2 利用状況例

実際の工事管理で利用されている工程計画手法の例を、図-9に示す。これでもわかるように、工事

| 工事種別                        | 主要工種                                      | 利用例                                                                      |
|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 開削工法による<br>構造物工事<br>(例・地下鉄) | ・山留杭打工<br>・路面覆工<br>・掘削工<br>・構築工<br>・埋め戻し工 | ・座標式<br>・座標式<br>・ネットワーク(粗)、シミュレーション<br>・ネットワーク(精)<br>・ネットワーク(粗)、シミュレーション |
| トンネル・シールド<br>工事             | ・立坑工<br>・掘削工                              | ・ネットワーク<br>・座標式・サイクル工程表                                                  |
| 土地造成・大型埋立<br>工事             | ・土工                                       | ・ネットワーク(粗)<br>・座標式・シミュレーション<br>・折れ線グラフ式                                  |
| 橋梁・高架橋下部工<br>事              | ・基礎工<br>・掘削工<br>・構築工                      | ・ネットワーク(粗・精)                                                             |

図-9 土木工事における工程計画手法の利用例

の種類により、あるいは、その中の工種により、いろいろな使いわけが行われている。

| 分類                                                                          | 計画のポイント                                                         | 模式図 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 1) サイクル型: ある決まった作業サイクルの繰り返しにより工事を進める型<br>例・トンネル工事<br>・シールド工事<br>・場所打杭工      | ・1サイクルに含まれる作業の検討(サイクル・タイムの決定)<br>・サイクルが連続して回転するための段取り、設備        |     |
| 2) 分散型: 広範囲な施工範囲に数種の施工単位が、関連をもちつつ工事を進める型<br>例・宅地造成工事<br>・フィルダムの盛立工<br>・道路土工 | ・投入施工単位(重機の組合せ等)の検討とその数、配置<br>・効率的な関連性(敷設道路など、あるヶ所に過不足が生じないように) |     |
| 3) シークエンス型: 飛び越すことの出来ない順序関係で作業を進める型<br>例・RC構造物<br>・構築工事<br>・高架橋             | ・個々の作業要領の決定(手順・使用機械・人員の決定)<br>・スムーズな連続性(無理やかたより、遊びのない)          |     |

図-10 土木工事の施工形態分類

##### 4. 3 施工形態分類

土木工事といっても、その施工形態は、種々雑多である。これは、次のような理由による。

- ① 対象物による：工事の種類など
  - ② 地理的条件による：山岳土木と都市土木など
  - ③ 施工法による：地下鉄で開削かシールドか
  - ④ 面的な条件による：広範囲か部分的か線状か
- これらを総合し、施工形態として分類すると図-10のようになる。

この分類でいえば、サイクル型および分散型は、ネットワークで表現しにくい工事と言える。

##### 4. 4 ネットワーク手法利用の視点

前述した計画（管理）のレベルおよび施工形態分類などを総合して、ネットワーク手法利用の視点として、まとめると図-11のようになる。

| 施工形態分類                         |                             | 計画(管理)のレベル |         |      |       |
|--------------------------------|-----------------------------|------------|---------|------|-------|
|                                |                             | 基本工程       | 概略工程(年) | 実施工程 | 月週間工程 |
| 1) サイクル型<br>・トンネル工事<br>・シールド工事 |                             | ○          | ○       | △    | △     |
|                                | 2) 分散型<br>・宅地造成工事<br>・ダムの盛立 | ○          | ○       | ○    | △     |
|                                | 3) シークエンス型<br>・構築<br>・RC構造物 | ○          | ◎       | ◎    | ◎     |

◎：詳細なネットワークで表現できる。  
○：簡略なネットワークで表現できる。  
△：ネットワーク以外の表現がよい。

図-11 ネットワーク手法利用の視点

また、ネットワーク手法の最大の利点は、PERT・CPMによる計算機能であり、これは、表

現のしにくさとは、別に考慮しなければならない。

現在、小型コンピュータが急速に普及しており、プロッタによる作図機能も、一般的になっている。今後、ますます小型コンピュータが手軽なものになると、ネットワーク表現に適する工事・適さない工事という議論は、意味がなくなると考えられる。

すなわち、小型コンピュータが、身近で、その使用が簡単であれば、全ての工事で、ネットワーク手法（PERT・CPM）を利用することが、当然のことになる。むしろ、工事の種類や計画（管理）レベルによって、ネットワーク手法の利用方法、すなわちアクティビティの表現法、ブレイクダウンの程度、資材・コストとの関連等の検討が、重要なこととなる。

## 5. 工事管理面への拡張

### 5.1 現状の認識

ネットワーク手法があまり利用されていない原因については、これまでに度々議論されてきたが、それらの原因の一つにネットワーク手法利用によるメリットが、そのために必要なデータ作成の労力に比べて小さい点が指摘されている。事実ネットワークデータの作成には、小さな工事でも数日を要するように、ネットワーク手法利用上の大きなネックとなっている。

この対応策として、①データ作成を簡便化するデメリット解消型のアプローチ、②同じデータから得られる情報を拡張するというメリット拡大型のアプローチの2つが考えられる。

この場合、現実的には両方のアプローチから同時並行的に対応するのが得策であるが、ここではネットワーク手法を工程計画だけでなく、施工管理場面へも拡張してメリットの拡大を図る方法について検討してみたい。

### 5.2 利用の拡張を阻む問題点

これまでに、ネットワーク手法を工事管理にまで利用しようという試みが多くなされてきているが、まだ実用段階にまでは至っていないと考えられる。

そこで、ネットワーク手法利用の拡張を阻む問題点を考えてみると以下ようになる。

#### (1) 計画変更の問題点

建設工事に変更は付ものである。これは計画時における不確定要因が原因の場合もあるし、また我々の計画に対する認識の甘さから安易に計画変更を行う場合もある。どちらにしろ、頻繁な計画変更はそれに対処する労力だけを取っても問題であるし、また計画から管理へのスムーズな思考の流れを阻害する結果にもなっている。

#### (2) 計画の実行可能性の問題

建設工事には様々な制約条件が存在する。この中には、工期や請負金のような明確な数値で表わされるものもあるが、天候などの確率的な条件や安全性などの質的な条件も存在し、これらをネットワーク手法で表現することは非常に難しい。このため、ネットワーク手法で作成された計画に対する信頼性が低くなり、工事管理にはとても利用できないだろうと考えられてきた。

#### (3) コンピュータ利用の問題点

本来ネットワーク手法はコンピュータの利用を前提とした手法であり、これを工事管理にまで拡張しようとした場合は、コンピュータが必要不可欠である。つまり、計画内容の詳細化、計画変更、実施データの収集・分析と、とても手作業だけでは処理しきれない作業となると考えられるためである。しかし、これまで現場からコンピュータを利用するのに便利な体制がとられていなかった。

#### (4) 他の管理要素との関係が不明確

工程計画は、図-12のように原価・労務・資材・技術（品質や安全）などの管理要素と綿密な関係があるが、まだシステマ的には解明されていない点が多く存在する。

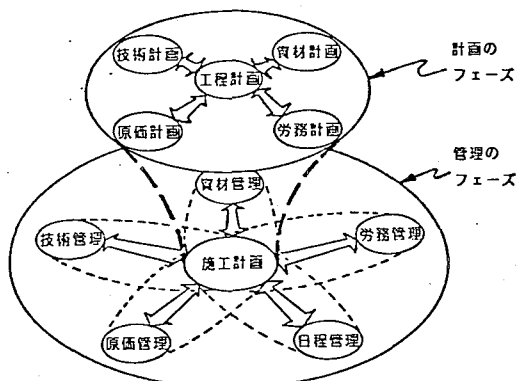


図-12 工事マネジメント構成の概念図

### 5.3 拡張への必然性

以上のように、ネットワーク手法を工事管理にまで拡張して利用するためには種々の問題点があるが、また逆にネットワーク手法の利用を管理面にまで拡張して工事管理をより厳しく実施せざるをえないように、建設会社を取り巻く環境が厳しくなってきたのも事実である。これを整理すると以下のようになる。

#### (1) 現場における生産性向上の要請

現場における生産性向上の要請から、現場業務における情報の流れや機能分担、それに意思決定方法などが再検討され、トータルシステム化が図られることになる予想される。この際、工程計画・管理システムが中核的役割をはたすことは前述したとおりである。

#### (2) 施工計画の精度向上の要請

社会が複雑となるとともに、個々の建設工事が社会に与える影響も重大かつ複雑化してきており、施工計画の詳細化・精度の向上は社会的要請と考えられる。これに対応できる手法は、これまでのところネットワーク手法以外に考えられない。

#### (3) コミュニケーション用としての必要性

企業者と施工業者、本支店と現場、元請と下請などの各管理者レベル間におけるコミュニケーション用として、ネットワーク手法の重要度が高くなる。

### 5.4 工事管理へ拡張する場合の指針

ネットワーク手法を工事管理面にまで拡張して利用する場合、次の点に注意する必要がある。

#### (1) 計画と管理の整合性

いくら詳細に検討された計画であっても現実との間には少なからずギャップが存在する。そこで、工程計画と日々の作業との間に技術者の意思が加えられるような柔軟性をいかに加えるのかを検討する必要がある。

#### (2) 原価管理との関係の明確化

ネットワーク手法で対応できない共通仮設や経費などをどのように扱うのかを検討する必要がある。

#### (3) 計画の実行可能性

資源制約と工期制約を満たす手法と、実績データの分析・利用法を研究する必要がある。

#### (4) 計画データの変更方法

データ作成の変更を迅速に行うことは、計画条件

が頻繁に変化する工事管理面で利用する場合の最重要点と考えられる。これには日報データからの自動的なフィードバック法などを検討する必要がある。

### 6. 小型コンピュータによるネットワークシステム

#### 6.1 小型コンピュータの活用

大型コンピュータによるネットワークシステムは、工事現場におけるネットワーク手法利用に大きな制約を与えており、同手法が十分に活用されない原因の一つとなっている。16ビットコンピュータの出現によって、ネットワークシステムを小型コンピュータで実現することが現在可能になっており、今後小型コンピュータがその主流となると考えられる。

作業数2000～3000で表わされる工程ネットワークの日程計算および各種資源計画を行うために必要な小型コンピュータの標準的仕様を示すと、表-2の如くなる。昭和59年現在で約200万円程度の機器構成である。

表-2 小型コンピュータの仕様

- |                       |
|-----------------------|
| 1. 16ビットコンピュータ        |
| 2. ユーザーメモリ512KB       |
| 3. 日本語DOS(第一水準, 第二水準) |
| 4. フロッピーディスク 2台       |
| 5. ハードディスク20MB        |
| 6. グラフィックディスプレイ       |
| 7. 通信機能               |

#### 6.2 土木工事用ネットワークシステム

従来のネットワーク手法の多くは、その使用目的が明確に区分されておらず、汎用システムとして設計されている。しかし、土木工事におけるネットワーク手法の使用目的は、大別して以下の三つがあり、それぞれ異なった使われ方がされる。

- ① 企業者と建設会社とのコミュニケーション
- ② 着工前における工事計画の立案
- ③ 着工後における工事管理業務

目的別にシステムを開発することによって、小型コンピュータの負荷を少しでも低減するとともにシステムの入力・出力を目的に合致した形式で行うことが可能となる。

また、土木工事における各工事種類毎に存在する工事の特徴をネットワークシステムに組み込むこと

によって、より使い易いシステムを構築することができる。例えば、地下鉄工事用、橋梁・高架橋用、ダム用等のネットワークシステムが考えられる。

### 6. 3 工事計画用システムの条件

#### (1) 割り付け方式による工程計画

工事計画の多くは、まず全体工期、主要マイルストーンを設定し、次に各作業の日数をそれに従って決める手順（割り付け方式）で作成される。一方、ネットワーク手法では、最初にすべての作業日数を定めた後ネットワーク計算に基づき全体工期をもとめる。すなわち、現行のネットワーク手法は、基本的に積み上げ方式を採用しており、割り付け方式による工事計画には適さない。

割り付け方式によるネットワークシステムでは、概略ネットワークの作成から詳細ネットワークの作成への手順によって工事計画を行う。これを可能にするためには、工事全体のWBSを確立し、表-3に示す如く、部分工事→単位工事→要素工事の3段階に分けて工事を表現することが必要である。

工事業者との打合せ資料等に用いる場合は、なおさらである。このため、小型コンピュータはJIS第1水準、第2水準に対応するものでなければならない。

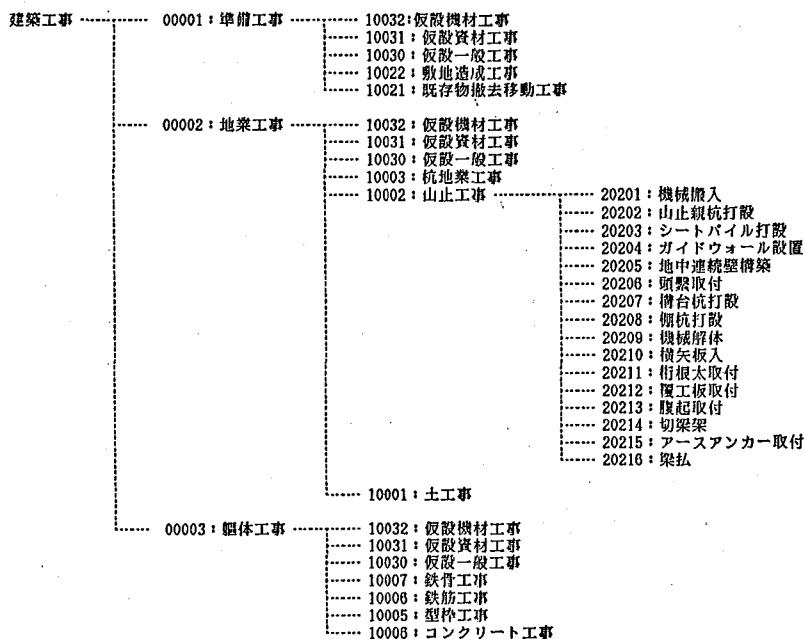
#### (3) データベース

工程ネットワークの作成時に各作業に与えるべき主要なデータは、以下の5項目である。

- ① 作業コード（または、I-J番号）
- ② 作業名称（漢字）
- ③ 作業箇所（工区、作業場所）
- ④ 作業日数
- ⑤ 使用する資源コード、名称、数量（労働者、材料、仮設資材、工用機械）

詳細ネットワークでは、作業数が非常に多くなるため、これらすべてのデータをキーボード上から入力することは不可能と云える。迅速かつ正確な入力を達成するには、データの主要部分をデータベースとして蓄積し、作業コードによってデータを検索・抽出することが不可欠になる。

表-3 作業分解構造の例



#### (2) 漢字化

工事技術者とコンピュータの効率よい対話によって工程ネットワークを作成するには、すべての出力について漢字化が不可欠である。特に企業者や専門

#### (4) グラフィックス

グラフィックスは、漢字化と同様に利用者とコンピュータのインターフェースを改良するのに役立つものであり、少なくともネットワーク図、山積み図

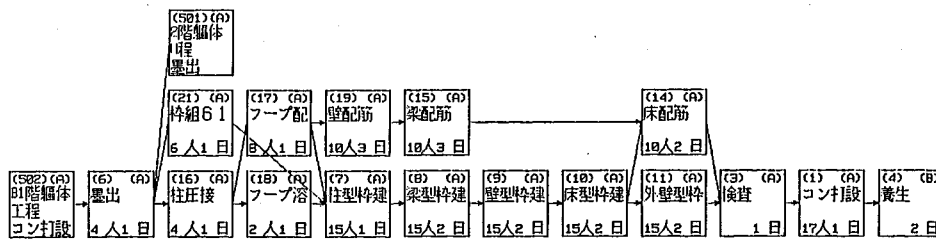


図-13 1階躯体工程の出力例

等はCRT上にグラフィックスとして表示できなければならない。図-13は、建築工事用のネットワーク図を小型コンピュータで出力した例である。

小型コンピュータの場合、CRTの解像度に制約があるため、大きなネットワークを作図する場合は、ネットワークを分割するか、またはプロッターの使用が必要になる。また場合によっては大型コンピュータを用いて作図することも考えなければならない。

#### 6.4 小型コンピュータ利用上の問題点

小型コンピュータは、大型コンピュータと比較して明らかに計算能力・機器構成とも劣る。小型コンピュータを利用してネットワークシステムを開発するには、これらの障害をシステムの設計およびプログラムの段階で解決しておくことが必要である。特に小型コンピュータを利用する上で致命的制約となる「処理時間の長さ」について問題点を挙げると、

##### (1) 計算処理時間上の問題点

- ① データベースからのデータの抽出
- ② ネットワークの日程計算
- ③ 資源の山積み計算
- ④ 各種のソート計算

##### (2) 出力処理時間上の問題点

- ① 各種のプリントアウト出力
- ② グラフィックスのハードコピー

である。問題点(1)については、メモリーの効果的利用によってある程度まで短縮できる。また、問題点(2)については、コストの側面を考えなければ、バッファ機器の接続や出力機器のレベルアップによって解決可能である。

#### 7. おわりに

ネットワーク手法を有効に活用するための課題およびそれらの解決法を提案できたと考える。これらは、グループ内での討議経過を折田(1.,2.,7.担当)、

辻江(3.)、大屋(4.)、池田(5.)、嘉納(6.)、が分担してまとめたものである。今後はその解決法をより実際的なものとしていくつもりである。特に、小型コンピュータの現場への導入が増加する傾向にある今日、6.でもふれているが大型コンピュータと小型コンピュータの役割分担を明確にし、効率を追及することがより重要になると思われる。

最後に、本研究をすすめるにあたって絶大なご支援を賜った計画・管理技法研究分科会の方々に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 山本幸司;“施工計画・管理手法としてのPERT系技法の現状と今後” 土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集, 土木学会土木計画学研究委員会施工情報システム小委員会 pp217~224, 昭和59年11月
- 2) 日本建築学会編;“ネットワークによる工程の計画と管理”の指針・同解説
- 3) 吉川和広、春名攻、池田将明;“工程管理手法の問題点とPersonal Computerによる管理方法のシステム化” 第9回電算機利用に関するシンポジウム講演概要 pp61~64, 土木学会土木情報システム委員会, 1984年10月

\* 当グループの構成メンバーは以下の各氏である。  
池田将明(京大)、 今井亘(大成建設)、  
大屋悟(間組)、 ○折田利昭(鴻池組)、  
嘉納成男(早大)、 岸川剛史(日本埋立浚渫協会)、  
桐谷祥治(佐藤工業)、 楠見正之(大成建設)、  
小森一字(鹿島建設)、 辻江龍彦(大林組)、  
見波潔(建設省)、 横田保秀(大成建設)、  
村上聡(日本埋立浚渫協会)

(○印: グループ主査、昭和59年10月現在)