

鴻池組 技術研究所 正 田坂隆一郎
 京都大学 工学部 正 春名 攻
 鴻池組 技術研究所 正 折田 利昭

1. 施工上の問題点

地下鉄の掘削工事においては、構造物工事における仮設資材の転用順序の決定のように、事前に施工順序を規定すべき要素は少ないかわりに、土留工・排水工・埋設物防護工等の施工技術的条件、掘削・排土・運搬の機械系処理能力と投入台数、各掘削ブロックの着手可能時期、各構築ブロックの着工順位等の工程制約条件、および、作業時間・騒音振動・残土処理に対する規制、交通事情等の施工環境条件、など施工計画作成にあたって考慮すべき要素が多く、しかも、各々の掘削工程に及ぼす影響も小さくはない。こうした特徴を有する掘削工程を定量的に表現するには、各作業間の順序関係を事前に規定しておかなければならないPERT等のネットワーク手法よりも、システム内に用意されたクロックタイムと掘削工程の優先順位の規則によつて施工順序を定めようとするGPS S等のシミュレーション手法の方が都合がよい。

掘削工程における機械系の処理能力・投入台数と工事所要期間・所要費用との関係については、すでに報告した¹⁾。本研究は、掘削工程の支配的条件をインプットデータとして与え、掘削段差のみを制約条件とする掘削工程モデルを提案するとともに、掘削工程の定量化によつて構築工程との一体化を図つたものである。

2. 掘削工程の制約条件

表-1 インプット項目(パラメータ)

1. 各施工ブロックの長さ	9. 期間別機械系投入台数
2. 各施工ブロックの幅	(ブドーザ, 万能掘削機,
3. 各掘削段階の深さ	グラブホッパ, ダンプトラック)
4. 各ユニットの掘削土量	10. 掘削開始ブロック
5. 各ユニットの土質区分	11. 各ブロックの掘削可能時期
6. 排土工法(グラブシエルグラブホッパ)	12. 構築ブロックの着工順位
7. (土質別)ブドーザ排土能力	13. 各月掘削可能日数
8. (土質別)万能掘削機の掘削能力	14. 掘削開始年月日

前述したように、掘削工事の制約条件としては多くの要因がある。それらの中で実際の掘削工事と対比するうえで考慮すべき条件を、シミュレーションにあつてのインプットデータとして与えているが、それを示すと表-1のようである。この中で、各施工ブロックの掘削可能時期は杭打設計画、覆工計画、埋設物防護工計画、薬注計画等の日程にもとづいて与えればよい。

構築工程の着工順位は型枠支保工の転用計画にもとづく概略工程計画から与えることができる。機械系の処理能力は土質によつて異なるが、機械機種および投入台数によつても変化する。

3. 掘削工程のモデル化

掘削工程の単位は、掘削対象地盤の土質条件、掘削方法、構築工程との対応関係を考へて、構築工事の施工ブロック分割面と切梁面(各段切梁の1.0 m下に設定)とで区切られる容とし、これを掘削ユニットと名づけた。図-1は各ユニットを掘削ステップ番号*i*と施工ブロック番号*j*の組合せによつてマトリクス(*i*, *j*)の形で表わしたものである。工程の単位をこのように設定すると、日程計算に便利であるばかりでなく、構築工程や腹起し・切梁の施工とも関係づけることができる。

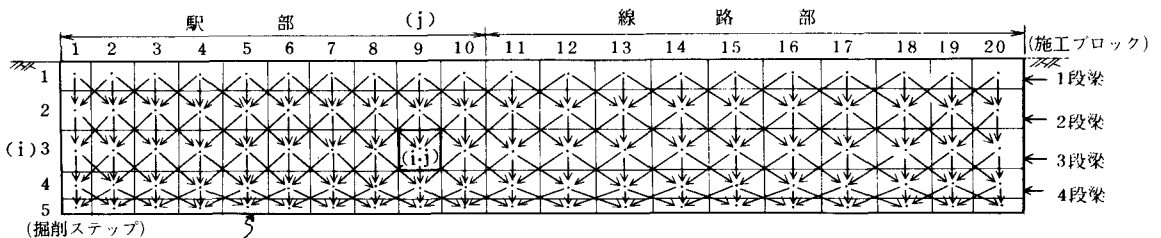


図-1 掘削ユニットと掘削工程モデル

掘削工事の実施にあたっては、掘削面の安定性を確保するために土質条件に応じて斜面勾配や掘削段差に制限を設けている。通常、施工途中の掘削面は台形に近い形状を示すが、工程モデルにおけるユニットは施工ブロック分割面によつて斜面掘削土量の出入りが等しくなるように設定しておけばよい。また、掘削段差に関する制約は、隣り合うユニット間の段差の条件によつて表わすことができる。今回適用した地下鉄工事においては、掘削対象地盤の土質が比較的良好であつたので、あるユニットが掘削完了の状態にあるときその直下のユニットの掘削可能条件としては、掘削完了ユニットの腹起し切梁架設作業と左右両隣りのユニットの掘削作業が完了したときであるとした。このような状況をすべてのユニットについて矢線で示してモデル化したものが図-1である。土質条件が軟弱な場合には、各ユニットの規模を小さくし、当該ブロックの両側の掘削完了ユニットの数を多く取るなどして処理すればよい。

掘削順序を選定するための優先順位の規則としては、掘削工事の施工方針に応じていくつかのルールが考えられるが、構築工事を主体に考えるときには、掘削開始ブロックの指定と構築ブロックの着工順位とから施工順序を選定するのがよい。

4. シミュレーション・モデルの内容とその考察

掘削・排土・運搬の各作業を機械化施工によつて行なう場合、各機械系の処理能力は、機械機種・土質・排水条件が明らかになるとほぼ妥当な値を設定することができる。しかし、実際の工事においては、機械系の処理能力・調達台数のアンバランス・残土処理に関する制約などの状況が生じてくるために、事前に定めた機械系の適正な組合せが崩れ、掘削工程を定量化して追跡することが困難となる。図-2に示す本シミュレーションモデルにおいてはこのような点をも含めて、より実際に近いモデルとしている。また、各機械系の掘削対象範囲は掘削残土量が等しくなるように設定している。

他の工事の制約によつて各施工ブロックが掘削不能となる場合には、掘削不能日数を指定すればよく、また、これを利用することにより掘削工程のフォローアップも可能となる。

図-3は、適用工事における実際の制約条件を与えてスケジュール計算を行ない、それを1ヶ月経過ごとの掘削面形状として1例を示したものである。図中の数字は経過月数を表わしている。

掘削工事の施工ブロックは構築物工事

の構築ブロックと対応づけられているので、各ブロックの敷付け完了日を計算して、それを文献2)における概略工程計画のリードタイムとすることにより、両者を一体化して取扱うことが可能となる。

参考文献 1) 梶谷, 吉川, 春名. 地下鉄工事計画のための掘削工程のシステムシミュレーション, 第32回土木学会年次学術講演会概要集, 1977.10

2) 折田, 川崎, 田坂. ネットワーク手法による工程計画, 管理のシステム化, 第33回土木学会年次学術講演会概要集, 1978.9

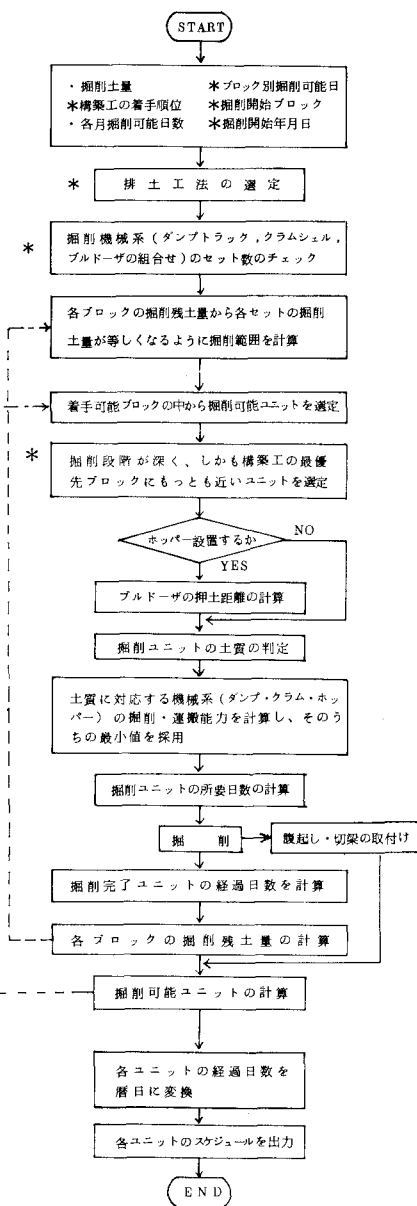


図-2 掘削工程のシミュレーション・フロー

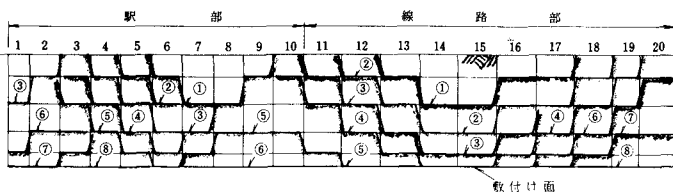


図-3 掘削工程のスケジュール(1ヶ月毎の推移)