

地下鉄工事における掘削-仮設工程計画のための システムシミュレーション

京都大学工学部 正 員 吉川和広

京都大学工学部 正 員 春名 攻

京都大学工学部 学生員 梶谷幸生

1. はじめに

本研究では、地下鉄工事の掘削-仮設作業工程の計画に着目し、GPS Sを用いた掘削-仮設作業工程のシミュレーションモデルを作成し、実際の地下鉄工事を対象にして投入資源の規模と量や施工順序の組み合わせを種々想定してシミュレーションを実行する。そして結果に対して経済性や迅速性の観点から分析を加えることにより、計画対象である投入資源の規模や量その他の決定のための有効な情報を得る方法について考察した。

2. 掘削-仮設作業工程における計画問題

従来、地下鉄工事の掘削-仮設作業工程は全体工事において占める時間が大きいので、費用や時間やその他の物理的な面での全体工程への影響は大きいと考えられる。したがって、この工程の計画方法を早急に確立しなければならない。このためには具体的には、①機械系をはじめとする投入資源の規模と作業所要期間、所要費用との関係。②物理的に実行可能な計画であることの検討。などを追求していく必要がある。①の規模としては機械台数などの組み合わせがあげられる。また、施工順序を変化させる場合のセット数などがある。次に、工事管理という側面より②に示すように、事前にその計画内容を実行可能性という点から検討しておく必要もある。

3. 掘削-仮設作業工程のモデル化

作業内容は、ブルドーザによる掘削→クラムシェルによる掘削清土のダンプトラックへの積み込み→ダンプトラックによる捨土という一連の作業をサイクリックに繰返す。モデル化に当たって、まず、掘削地域を図-1に示すようなメッシュに区切る。このうち地表面からモデル地盤の上部までは、他の機械や手掘りによるので対象からはずしている。これには構造土工の1単位としてのブロックと、切梁、矢板作業を含めて掘削を安全に行なうための1単位としての段を考えている。掘削順序はこのメッシュによって規定されるユニットに対して与えられる。次に、シミュレーションの1単位としてダンプトラック1台分の土量をとった。この1単位をトランザクション(Trn)とするが、このTrnが属するユニットの順序にしたがって、順次、掘削→積み込み→捨土というプロセスを経て消滅していく。そしてTrnの位置により、矢板作業や切梁作業が必要であるという指示をうけて、矢板、切梁作業を実施する。一方、掘削の実行可能性という点から、矢板、切梁作業中での掘削可能性の検討や、隣接する機械系間での段差の判定なども、Trnの位置関係より判定する。紙面の関係上、GPS Sによるシミュレーションプログラムを全部示すことはできないが1例として、1機械系のクラムシェルによるダンプトラックへの積み込み作業の部分を図-

2に示すことにする。

4. シミュレーションの実施内容と結果の考察

先述したように、モデルのパラメータのうち①投入トラック台数、②クラムシェルの能力、③投入機械系のセット数、を考え得る範囲で変化させてシミュレーションを実施した。特に③の場合には、各機械系の分担するブロックを変化させることに伴い、ユニットの掘削順序も変化する。結果の一部をとりまとめたものを図-3、図-4に示す。図-3はトラック台数と所要時間の関係を、図-4はトラック台数と所要費用の関係を想定した投入セット数やクラムシェルの能力ごとにまとめたものである。さて、この結果にもとづいて掘削一仮設作業工程の計画を検討するのに2つの立場が考えられる。1つは現在行なわれているように、作業期間が全体工程レベルから先決されている場合である。この場合は実行可能な範囲で、たとえば、最小費用を与える規模と組み合わせをとるように、他の工程と独立してこの工程に都合のよいように計画内容を決定すればよい場合が多い。一方は全体工程レベルでの検討をこの作業工程に対して行なうという立場である。この場合、ここで求めた作業期間や所要費用などは、全体計画の評価尺度構成のための素材であるといえる。また、図-5は施工の実行可能性や安全性検討などに役立てるためにシミュレーション結果より求めた管理のための情報の1例である。(可能な工程情報はすべてアウトプットされる。)紙面の関係上、解析や分析の多くの部分を割舍したが、これらについては講演時に詳述することにする。

