

IV-105

トンネル工事計画における投入機械選定方法に関する研究

立命館大学 正員 春名 攻
立命館大学大学院 学生員 〇辻井 裕
立命館大学大学院 学生員 小林 隆志

1. はじめに

近年のトンネル工事施工においては、急速化施工や大断面化、大深度化をはじめとした施工諸条件の複雑化・多様化が進んできている。さらに、掘削工程の開始後に投入機械を変更することは、その手間や費用から考えて大変非経済的で困難であり、その点で当初計画での十分な検討が必要であることに加え、未掘削地山の地質状態をはじめとする不確定要素が多いことから、事前の十分な検討をシステムティックに行っておくことが重要である。

掘削工事は、トンネル工事を構成する全工種の中でも、全体工期や工事費の占める割合が高い。したがって、本研究においては、その点に着目して、工事への投入機械グループの選定を行うためのシミュレーションモデルの開発を行った。さらに、地質構造の判断過程の不確実性の検討を行うために、デシジョンツリーを用いた検討方法を活用することによって、実行可能性の高い工程計画案策定作業を行なうという、システム化のための方法論的検討を行った。

2. 投入機械選定シミュレーションモデルの構成

本研究グループにおいては、これまでに概略工程を合理的に把握するためのツールとして、工程計画システムの開発研究を行ってきた。そこで、本研究においては、この工程計画システムと連動する形で、シミュレーションモデルを開発した。すなわち、システム内にシミュレータを組み込むことによって、検討内容のリアリティを確保することとした。これらの概念にもとづき、本研究における工程計画案策定フローを、図-1に示すような形で整理した。

すなわち、工程計画システムにおいて、概略工程、施工順序、施工開始日・終了日、投入資源等の決定を行い、これらの工程計画情報を投入機械選定シミュレーションの入力情報として取り扱うこととした。一方、投入機械選定シミュレーションは、投入機械選定モデルと機械稼働モデルから成り立っている。投入機械選定モデルにおいては、工事諸条件および概略工程の検討から、実行可能性が高いと考えられる投入機械グループ構成など、機械情報に関する検

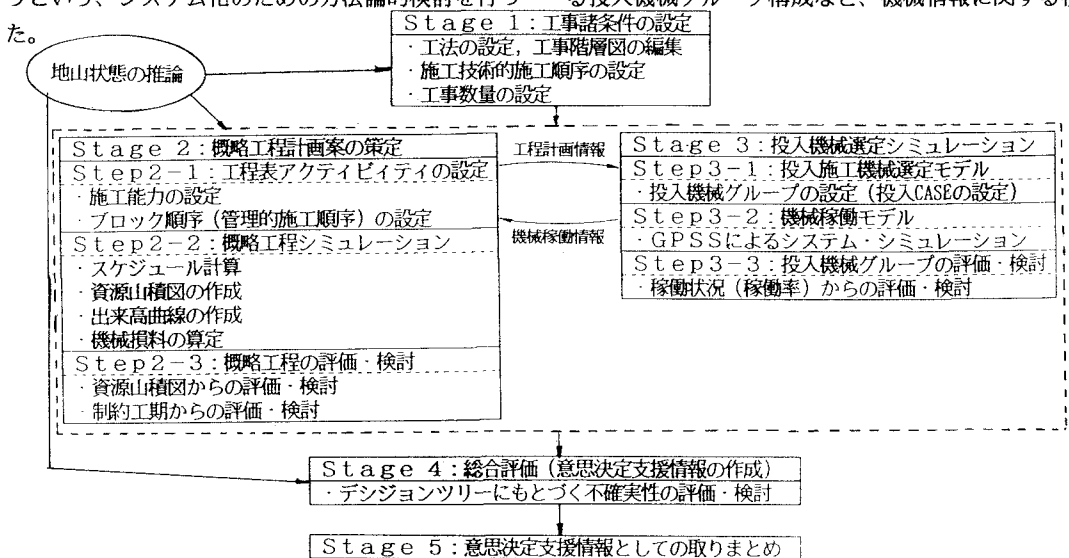


図-1 工程計画案策定フロー

討を行なうこととしている。また、機械稼働モデルにおいては、掘削工程におけるサイクル作業に着目して、設定された機械情報に応じたシステム・シミュレーションを、イベントシーケンス型のモンテカルロシミュレーション言語であるGPSSにより行ない、稼働状況の分析や稼働情報の作成を行うこととした。

3. 工程計画案策定における不確実性の検討

トンネル工事施工にあたっては、事前に種々の調査を実施することにより、地山の地質構造に対する検討を行っている。しかし、これら情報の精度的問題から、切羽前方に存在していると考えられる断層や走向・傾斜、地下水をはじめとして、限定された地質構造しか判明していないことが多い。したがって、計画者の判断過程においては、不確実性の要因を数多く含んだままでの検討を行っているものと考えられる。特に、機械の施工能力については、地山状態によって決定されることから、これら不確実性をともなう状態を何等かの方法によって推定し、地山状態を把握することが必要である。

地山状態の評価項目には、定量的な要素と定性的な要素が存在していることから、本研究においては、

physicalシミュレーションにより検討を行なうのではなく、評点方式による評価項目間の定量的な検討が可能で、信頼性が高いとされているRMR法をベースとして用いることとした。そして、事前調査の情報と計画者の経験、過去の施工実績などをもとにして、これらの評価式を構成しているパラメータを逐次変更して行くことにより、地山の地質構造上の変化に対する定量的なデータの作成を行うこととした。

(本研究においては、事前に現場技術者に対して、地山状態の判断方法に関するヒアリングを実施している。)

また、トンネル工事施工の特徴として、機械損料が工事費の中でも占める割合が高いことに着目して、機械損料を評価指標として取り上げることとした。そして、実行可能な工程計画代替案に対して機械損料の期待値を算定することとした。なお、地山状態が変化する生起確率については、計画者判断にもとづく一対比較により設定を行うこととした。(機械損料については、機械メーカーの公示価格により算定することとした。)結果集合としては、①工法変更、②機械変更、③変更なしの3タイプを想定し、地山状態に応じた機械選定シミュレーションを行っている。

なお、本プロセスにおける検討過程の一例を図2に示した。

4. おわりに

本研究では、不確定要素が数多く含まれているトンネル工事を対象として、合目的な投入機械の組合せの決定方法として、投入機械選定シミュレーションを利用し、デジジョンツリーの作成によって検討を行った。なお、紙面の都合上、実証的検討の詳細な内容については、講演当日に発表する

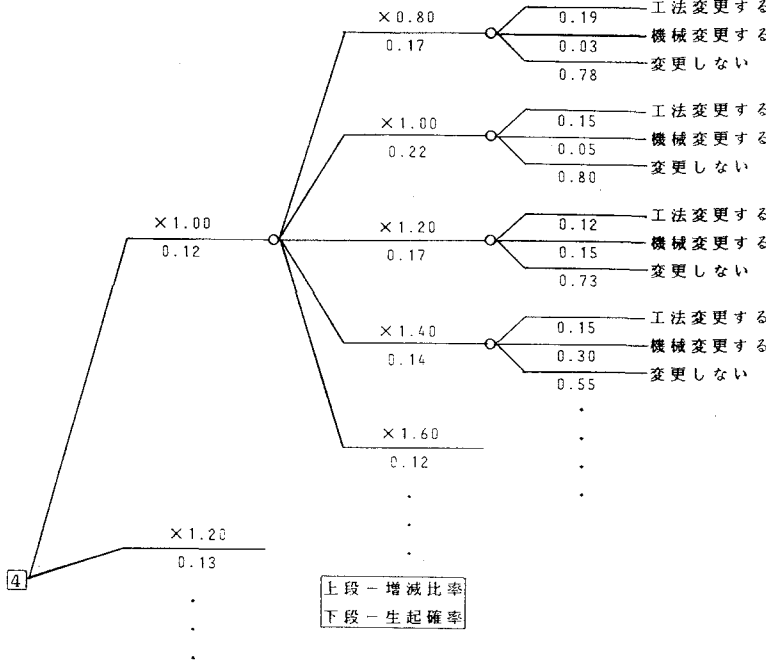


図2 デジジョンツリー(一部分のみ示す)