

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○太田 康貴
 京都大学大学院工学研究科 正会員 大津 宏康

1. はじめに

トンネルに代表される地下構造物の建設プロジェクトにおいては、地質調査が実施され、地盤状況を予測することにより設計、及び施工が行われる。しかし、一般に地質調査に割り当てられる予算制約のため、事前に地盤状況を把握することは困難である。そのため、予見できない地盤条件が発現した場合には、対策コストが発生する可能性があり、こうした対策コストを事前に推定する必要がある¹⁾。

本研究では不連続性岩盤における立坑掘削工事を例に挙げ、建設コストの算出方法の提案、及び地質調査の進展に伴う情報の蓄積により建設コストがどのように変動するかに関して検討を加える。また、建設コストは健岩部における支保・掘削費、及び亀裂・断層破碎部における湧水対策費、補助対策費より構成されるものとする。

2. 建設コスト算出法の概要

2.1 健岩部における支保・掘削費の算出

地盤統計学手法のひとつである kriging 手法により算出される弾性波速度分布に基づき支保パターンを決定し、支保・掘削費を算定する。また、弾性波速度の推定を Gaussian シミュレーションにより複数回実施することで、費用の変動を統計的に取り扱う。Gaussian シミュレーションとは、kriging 手法により算出される期待推定値、推定誤差分散をそれぞれ平均値、および分散とする正規分布を発生させ、その正規分布に従うモンテカルロシミュレーションを行うことにより推定値を決定する手法である。

2.2 亀裂・断層破碎部における費用の算出

不連続性岩盤の構造を表現するにあたり、原位置調査結果より得られた亀裂情報をパラメータとして与えた DFN (不連続亀裂ネットワーク)モデルを作成する。

1) 湧水対策費の算出

作成した DFN モデルを用い地下水流動解析を実施し、立坑に交差する亀裂より立坑内に流入する湧水量を算出

する。各亀裂で得られた湧水量に対し、湧水量と対策コストとの関係を設定した湧水対策シナリオを適用することで湧水対策費を算定する。これらの流れを複数回実施することにより、湧水対策費を統計的に取り扱う。

2) 補助対策費の算出

立坑に亀裂が交差している区間は脆弱部であると考えられるため、その区間の補強・対策を行う必要があるが、その際に要する費用を補助対策費とする。補助対策費は、立坑とそれに交差する亀裂の総交差延長[m]と岩盤等級ごとの支保単価を基に算出した補強・対策に要する費用 [円/m]との積を求めることにより算定する。補助対策費も同様に複数回の算定を行い統計的に取り扱うものとする。

3. コスト評価手法

建設コストを評価するにあたり、金融工学分野で用いられる VaR(Value at Risk)を採用する。超過確率 x%に対応するコストが VaR(x%)であり、その概念図を図 - 1 に示す。具体的な超過確率をどのように設定するか明確な基準は定められていないため、本研究では金融工学分野で用いられる VaR(1%)をコスト評価指標とする。

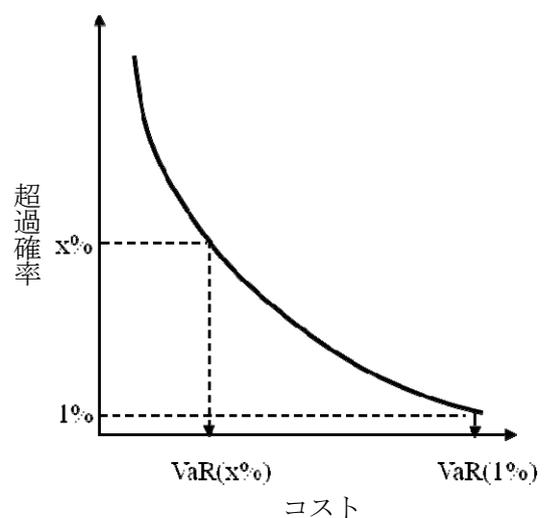


図 - 1 VaR の概念図

表 - 1 原位置調査と DS との関係

DS	原位置調査
DS0	文献調査段階
DS1	露頭調査
DS2	新規浅層ボーリング調査
DS3	新規深層ボーリング調査
DS4	孔間水理試験
DS5	先行ボーリング調査
DS6	立坑内面観察
DS7	深度 300m 水平孔道掘削
DS8	水平坑道壁面観察

4. 地質調査の進展に伴う建設コストの変動

まず、地質調査の進展を表現するために DS（データセット）を作成する。表 - 1 に原位置調査と DS の関係を示す。ここで、DS0-2 を調査初期段階、DS3-4 を調査後期段階、DS5 以降は実際の施工に伴い作成されたものであるため施工段階とする。

本研究では、支保・掘削費はすべての DS で同じ値を用いているため、亀裂・断層破碎部で要する費用の変動に起因して建設コストの変動が生じる。そこで、湧水対策費、補助対策費の DS の更新に伴う VaR(1%)の変動に関して考察を加えたい。建設コストの VaR(1%)の変動に関して考察を加えるものとする。湧水対策費、補助対策費、及び建設コストの DS の更新に伴う VaR(1%)の変動を図 - 2 に示す。DS5 以降は施工段階で得られた情報に基づいて算出された値であるため、真値に近い値が得られているものと推察される。

湧水対策費の VaR(1%)は、調査初期段階において増加し、調査後期段階、及び施工段階においては減少している。事前調査段階における VaR(1%)は、調査の進展に伴い施工段階における値へと近づいている様子が見てとれるが、両者には大きな乖離が存在しており、精度良く湧水対策費を推定出来ているとは言えない。

補助対策費の VaR(1%)は、事前調査段階において増減を繰り返しており、調査後期段階においてもその変動の傾向を捉えることは困難である。そうした結果を踏まえ、事前調査段階において補助対策費を推定することは困難であると推察される。

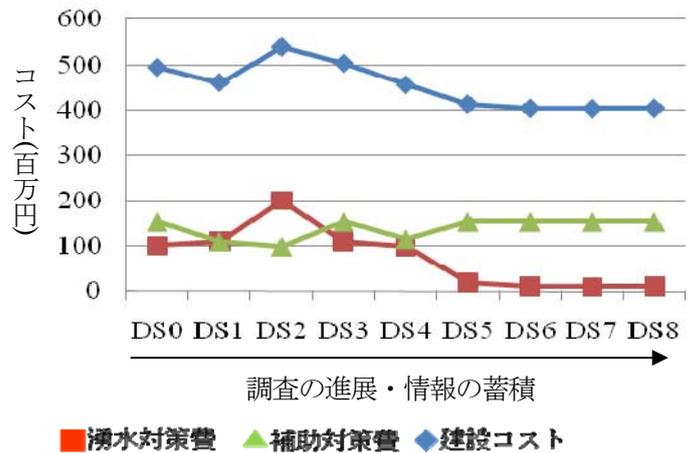


図 - 2 湧水対策費、補助対策費、及び建設コストの DS の更新に伴う VaR(1%)の変動

建設コストの VaR(1%)は、DS1 から DS2 にかけて増加しているが、それ以降においては減少しており、調査後期段階における値は施工段階における値と近いものが得られている。しかしながら、上述のように、建設コストの変動を決定する一因である湧水対策費の変動は精度よく推定出来ていると言えず、補助対策費に関しては、推定が困難であった。それらを踏まえ、得られた建設コストの VaR(1%)の変動は信頼性が高いものではなく、事前調査段階において建設コストの VaR(1%)の推定は困難であると推察される。

5. まとめ

本研究では、不連続性岩盤が健岩部と亀裂・断層破碎部に分離されるものとし、建設コストの算出を行った。しかしながら、そうした手法では、事前調査段階において建設コストを構成する湧水対策費、及び補助対策費の VaR(1%)の推定は困難であるため、建設コストの VaR(1%)の推定も同様に困難であった。

今後、不連続性岩盤における建設コスト算出法の改善、または再提案等が必要であると推察される。

参考文献

- 1) 大津宏康、大西有三、浜田信彦、境亮祐：地盤統計学手法を用いた建設コスト推定方法の事後評価への適用、土木学会論文集 F、Vol.63、No.1、pp35-52、2007