

トンネル維持管理においてLCC評価を実現するための予測解析技術

社会環境エンジニアリング事業部 ライフサイクルマネジメント部 松田貞則 他

○キーワード

山岳トンネル、補強設計、ライフサイクルコスト、時間依存性、有限要素法

○概要

山岳トンネルの中には、地山の風化・劣化現象によってトンネル覆工にひび割れ等の損傷が生じ、長期間にわたり損傷が進行する場合がある。このような事例に対し費用対効果の高い対策を実施するためには、トンネルの長期安定性を定量的に予測評価する必要がある。

本論文では、ある実際のトンネルを対象に、調査・計測データから経時的な地山劣化特性を表す数値解析モデルを構築し、そのモデルをもとに対策効果を将来予測した結果、ライフサイクルコスト低減の可能性が示唆された。

○技術ポイント

長期間にわたる地山の安定性および変形の予測をより高い精度で行い、対策設計の合理性を高めるためには、つぎに示す問題の解決に向けた理論的な取り扱いが必要になる。

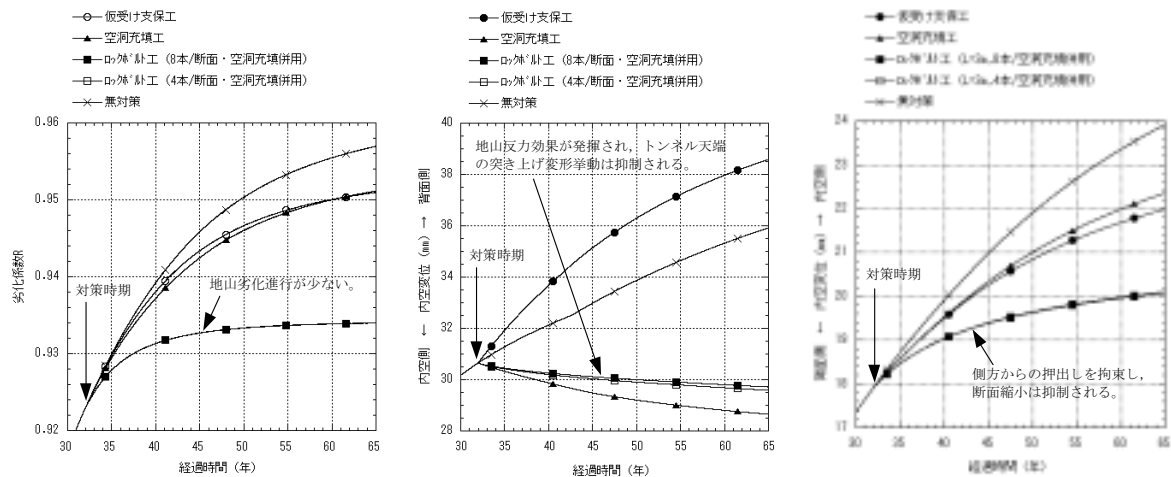
- ①軟岩地山の変形・破壊に関する性質の評価(ダイラタンシーや応力・ひずみの非線形性の導入)
- ②地山とトンネル覆工との相互作用(地山の経時劣化特性とトンネル覆工に生じる損傷の発生メカニズム)
- ③対策による地山の安定化、変形抑制効果の定量化(各種工法の長期的な補強効果)

本論文では、①の問題に対し、軟岩地山の劣化特性を統一的な理論で説明できる解析モデルを適用した。

②については、実際の軟岩トンネルを対象に、トンネル覆工と地山とを同時にシミュレーションし、過去の変状履歴、調査・計測データと比較することによって、構築した解析モデルの有効性を検証した。

③については、代表的な3工法を対象に補強から30年間の将来予測を行って各工法の効果を定量化した。

○図・表・写真等



(a)地山の劣化進行予測

(b)天端部の内空変位の予測値

(c)アーチ肩部の内空変位の予測値

〔同時期に対策した各種工法の補強から30年間の予測結果〕

上図は、一般的な三軸試験で得た材料パラメータから軟岩地山の特性をモデル化して、補強から30年間の工法効果について将来予測評価した結果である。予測値によれば、経験によって決定されるロックボルト本数8本と4本に削減した場合との間に有意な性能差はなく、本解析手法を適用することで、ロックボルト配置設計を合理化し得ることが示唆された。

したがって、今後、対策効果についての経験的判断が難しい、あるいは施工延長が長いためにコスト削減を図りたいなどの事例においては、本解析手法の積極的な利用が期待できる。