

## ニューラルネットワークを用いたトンネル周辺地山の物性値決定に関する検討

神戸大学工学部

正会員

芥川 真一

神戸大学工学部

正会員

李 在浩

神戸大学大学院自然科学研究科

学生員

飯田 浩樹, 横田 泰宏

## 1. はじめに

本研究の目的は、トンネル掘削に伴う変位を事前に予測し、管理基準を十分に満たす施工方法を提案できる環境を作ることである。そこでまず土被りの浅い NATM トンネルの変形挙動について、ひずみ軟化解析を用いた分析をおこない、そこで確認されたトンネル周辺地山の物性値決定に関する問題点を、ニューラルネットワークを適用することによって解決することを試みる。しかし強度低下率とせん断ひずみの両方を同時に推定することは上半完成時の段階では困難であり、せん断ひずみ増分による変位量の差より強度低下率による差のほうが大きい結果が得られた。そこで本研究では軟化特性の推定の際に必要なパラメータであるせん断ひずみ増分を仮定し強度低下率を求めて各段階の挙動を予測する。

## 2. ニューラルネットワーク概要

ニューラルネットワークとは、人間の脳神経回路網を参考にモデル化したものである。ニューロンと呼ばれる神経細胞が並列で情報処理を施すことに着目し、現在ではパターン認識、数式化や定式化が困難な問題の新解法、組み合わせが膨大な問題の準最適解を求めなどのさまざまな分野へ応用されている技術である。本研究では、数あるニューラルネットワークの手法の中で、階層型の誤差逆伝播(バックプロパゲーション)法という方法を用いた。誤差逆伝播法は、図-1のように、前項で概略を説明したニューロンの工学モデルを多数結合させたもので構成されており、入力層、中間層、出力層に大別される。いくつかの教師用のデータを入力し、ネットワークの出力値を各パターンの教師用の出力データに近づけるために繰り返し計算する手法である。

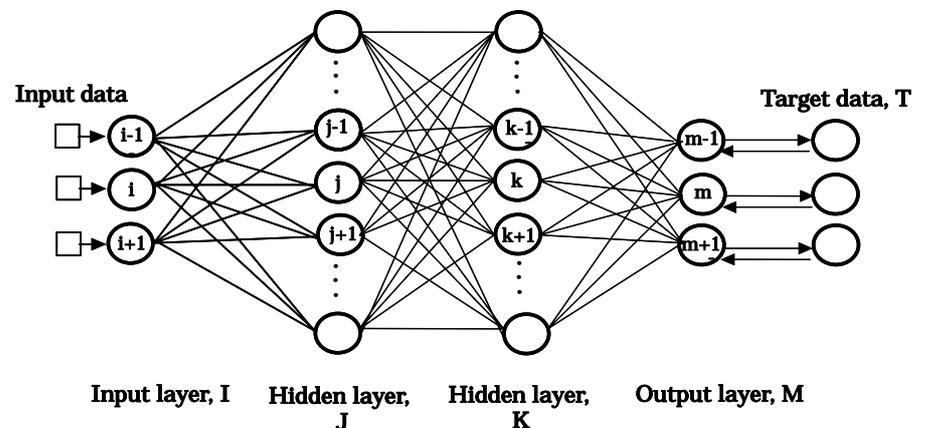


図-1 本研究でのニューラルネットワークモデル

本研究では、数あるニューラルネットワークの手法の中で、階層型の誤差逆伝播(バックプロパゲーション)法という方法を用いた。誤差逆伝播法は、図-1のように、前項で概略を説明したニューロンの工学モデルを多数結合させたもので構成されており、入力層、中間層、出力層に大別される。いくつかの教師用のデータを入力し、ネットワークの出力値を各パターンの教師用の出力データに近づけるために繰り返し計算する手法である。

## 3. 結果

表-1に今回の研究対象とするA・B両断面の概要を示す。図-2は強度低下率の推定を目的としたニューラルネットワークをA断面でテストした結果であり、ひずみ増分とともに出力する出力層2に比べて、ひずみ増分を仮定する出力層1の方が全てのデータにおいて正解値が近づいていることがわかる。

	A 断面	B 断面
土被り	13m 程度	
対象地盤	切羽部：野辺地層上部砂層 Nos1, 表層部：八戸・高館・天狗岳火山灰層 ha・ta・te	
掘削工法	上半先進工法, 地下水位低下工法	
支保パターン	吹付けコンクリート 20cm, 鋼製支保工 150H, ロックボルト L=3m@10 本	
計測工	地表面沈下, 地中変位, せん断帯測定	地表面沈下, 地中変位

表-1 研究断面の概要

キーワード NATM ひずみ軟化解析 ニューラルネットワーク

連絡先 〒658-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学工学部建設学科内 芥川研究室 TEL 078-803-6015

構築したニューラルネットワークを用いて物性値を決定し、それを用いて解析を行った結果を図 - 3 で示す。ただし、せん断ひずみ増分は最も危険側に変位が生じるように仮定した。また、A 断面において適用したニューラルネットワークを B 断面においても適用し、どのような精度で変形挙動を再現できるのか検討した。A 断面においては、最終的にやや危険側に予測をおこなうが、両断面とも掘削初期段階のみのデータからの予測という視点では両断面ともに十分な結果を得ることができたと言える。

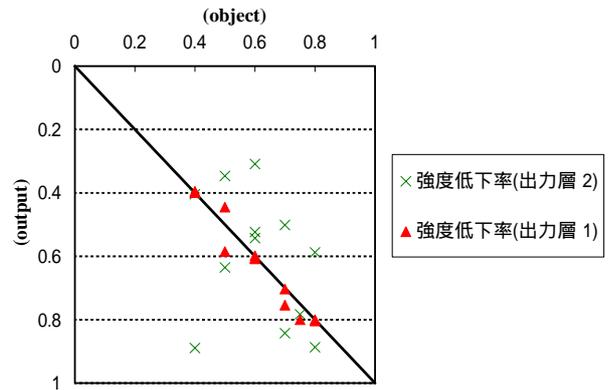


図 - 2 最適モデルにおけるテスト結果 (A 断面)

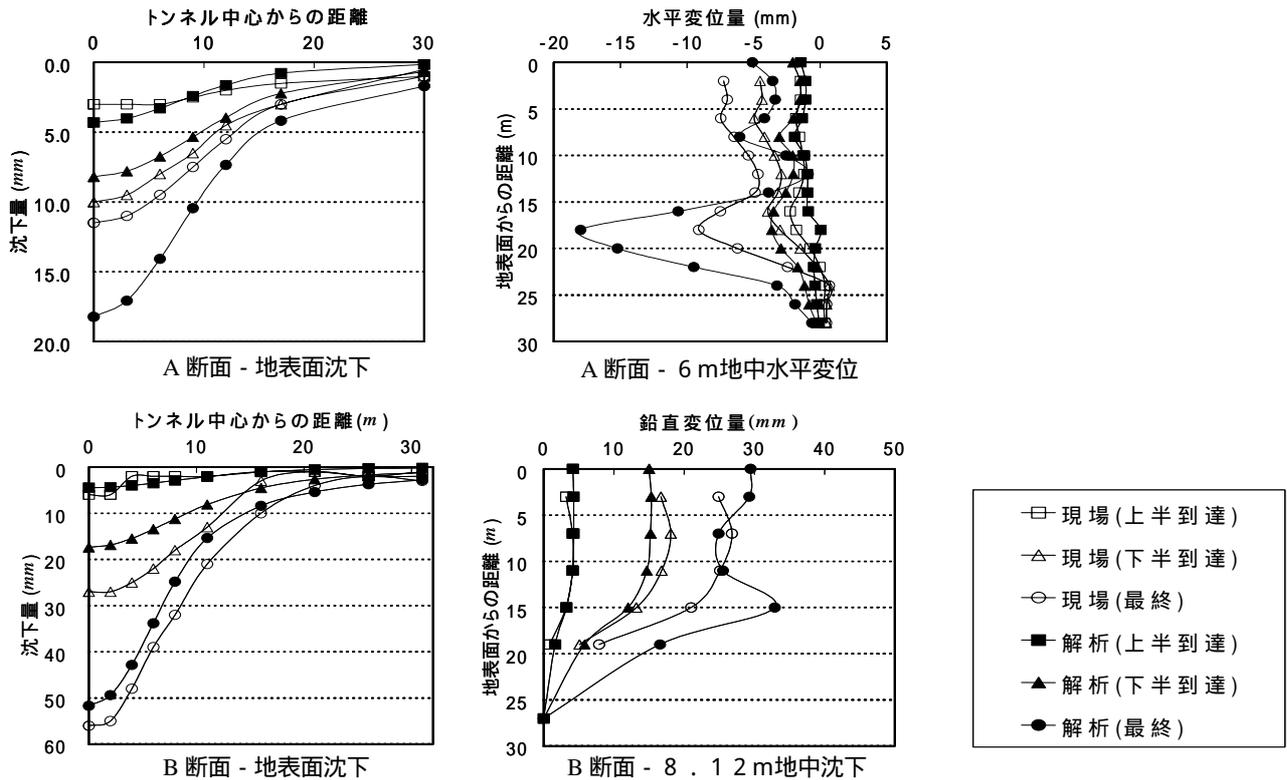


図 - 3 ニューラルネットワークから得られた物性値を用いたひずみ軟化解析結果と現場計測変位

4 . おわりに

本研究で両断面の地表面沈下やひずみ分布の顕著な違いを掘削初期段階のデータのみである程度予測でき、他トンネルにおいても予測することができる可能性を示すことができたと言える。この新しい検討により、トンネルのそれぞれにおける個別の検討によりその挙動を推測するというこれまでの考え方とは異なり、数多くの異なるケースの情報を総合的に分析することでトンネルの挙動を分析する方法の合理性が示されている。この方法では、ニューラルネットワークの技法を核として、数値計算によるデータベース、あるいは実トンネルのデータベースなどを構築することで得られる結果の質を高めることができるため、今後の実現場での適用でも大いにその力を発揮することが期待される。

参考文献：

1) 堂場 直樹, 土被りの浅い NATM トンネルの変形挙動解析と現場挙動の分析, 神戸大学大学院自然科学研究科, 修士論文, 2005