

最終沈下量予測問題への実数領域適応型遺伝的アルゴリズムの適用

関西大学大学院 総合情報学研究科 学生会員 西畠 英吾
関西大学 総合情報学部 正 会 員 広兼 道幸
関西大学 総合情報学部 正 会 員 古田 均

1. はじめに

近年の空港建設は、羽田空港や関西空港に代表されるように、埋立地を利用したものがほとんどである。このように人工地盤上に構造物を建設する際、工事の最終段階に至るまでの挙動を、あらかじめ精度よく予測することは極めて重要な問題である。そこで、予測精度を高めるためには、地盤の挙動を経時的に観測し、施工のステップごとにその性状を分析して、次段階の地盤状況を的確に予測する必要がある。均一な人工地盤を造成していくためには、計測管理による実測沈下データが重要な位置を占めている。これらの実測沈下データを統計的手法でモデル曲線にフィッティングし、最終沈下量を予測する手法としては、双曲線法、星空法、浅岡法、門田法などがある¹⁾。

本研究は、これらの予測手法の中から双曲線法を取り上げ、より精度の高い最終沈下量の予測を可能とするシステム構築を目的とした。具体的には、双曲線法における基準点を、最適化手法の1つである遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて適応的に変化させ、最適解の探索を行う。また、簡単な沈下曲線のモデルを用意し、本手法を用いて実際に計算し、その結果について考察を加えた。

2. 沈下予測の概要

本研究で予測手法として用いる双曲線法は、時間(t)と沈下量(S)からなる沈下曲線について、基準点(t_0, S_0)以降のデータを双曲線で近似し、最終沈下量を予測する手法である。双曲線法の沈下予測モデルは次式で表現される。

$$\frac{t}{S_t - S_0} = \alpha + \beta t \quad (1)$$

ここで、 t は基準点 t_0 からの経過時間、 S_t は t における沈下量、 S_0 は基準点の沈下量、 α と β は係数である。式(1)における α 、 β を決定することにより、 t と $t/(S_t - S_0)$ の関係が直線によって近似され、最終沈下量 S_∞ は

$$S_\infty = S_0 + \frac{1}{\beta} \quad (2)$$

によって求めることができる。ここで、この基準点(t_0, S_0)の決定については、専門家が経験と勘によっていくつかの異なる値を想定し、その中から最もよくフィットするものを取り上げているのが現状である。

3. システムの概要

本研究では、実数領域適応型遺伝的アルゴリズム(ARRangeGA)²⁾を用いて、双曲線法における基準点を変化させ予測精度の向上を試みた。ARRangeGAは、各世代の交叉、選択、突然変異の後に得られたその世代での各設計変数の平均値と標準偏差値を基にして、実数値の上下限値を各世代の終了後に、適宜変化させながら操作を繰り返す手法である。

GA における各遺伝子は、 t_0, S_0 を染色体として持ち、評価関数は次式を用いるものとする。

$$f = r_{xy} - \gamma \frac{total - use}{total} \quad (3)$$

ここで、 r_{xy} は $x = t, y = t/(S_t - S_0)$ としたときの相関係数である。また、 γ は任意の係数、 $total$ は沈下曲線の全データ数、 use は評価したデータ数を表している。式(3)より、 t と $t/(S_t - S_0)$ の相関係数が 1 に近いほど予測の

キーワード：遺伝的アルゴリズム、沈下量予測、双曲線法、回帰直線、相関係数

連絡先：〒569-1095 高槻市霊仙寺 2-1-1 TEL 0726-90-2402 FAX 0726-90-2402

精度が良いと言える．しかし， t_0 の値が大きいと使用するデータが少なくなり相関係数は良くなるが，実測された沈下データを十分に活用していないものと考え，式(3)の第2項で評価関数にペナルティーを与えるものとする．

4. 結果と考察

図1に示した沈下曲線に対してシミュレーションを行った．式(3)の係数 γ の値を1として，何の制約も与えずに実行した場合をCASE-1とする．このとき (t_0, S_0) は， $(-39.557, -121.871)$ となり相関係数は0.989となった．図2はCASE-1の結果から t と $t/(S_t-S_0)$ のプロットを得て，それらの点を直線近似したものである．

CASE-1では， (t_0, S_0) は負の大きな値を取り，相関係数は非常に良い値になった．しかし，これは相関係数を求める式に起因するもので， $t/(S_t-S_0)$ の値が互いにほとんど差がなくなったために起こったものであり，現実的なものとはいえない．この現象を回避するために， t_0, S_0 の値として得られた実数値の絶対値を取り，探索領域をデータの存在する非負の範囲に限定した．図3はこの条件下で $\gamma=1$ とした場合(CASE-2)，図4は $\gamma=0.1$ とした場合(CASE-3)の回帰直線である．CASE-2の (t_0, S_0) は $(3.691, 0.007)$ ，相関係数は0.888となり，CASE-3の (t_0, S_0) は $(40.215, 0.009)$ ，相関係数は0.976であった．

図5は，それぞれの結果から双曲線を求めて，その形状と沈下曲線を比較したものである．図5を見ると後半部分のフィッティングがよくできている点，使用するデータを絞り込んでいる点からCASE-3がより経験的知識に近い結果となり，相関係数からも十分に満足いく結果が得られた．

5. おわりに

本研究は，より精度の高い最終沈下量の予測を行うことを目的とした．双曲線法の基準点を操作することで，ある程度の精度での予測が可能であることがわかった．また，実際のデータに適用した場合でもCASE-3で最もよい予測結果が得られた．今後，収束状況やGAにおける実数値の上下限値の取り方の改善，係数 γ の値の検討，他の手法との比較などが必要である．

参考文献

- 1) 軟弱地盤対策工法編集委員会：現場技術者のための土と基礎シリーズ 16 軟弱地盤対策工法 - 調査・設計から施工まで - ，地盤工学会，1988．
- 2) 荒川雅生：実数領域適応型(ARRange)遺伝的アルゴリズムの開発，日本計算工学会論文集，vol.3，No.2，pp.577-580，1998．

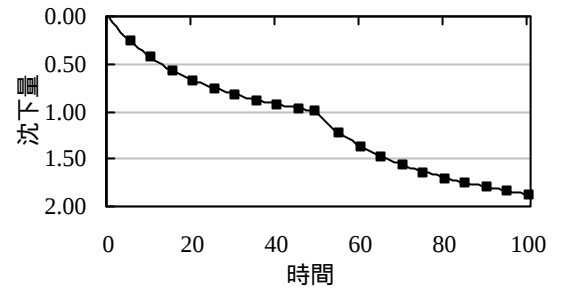


図1 シミュレーションに使用した沈下曲線

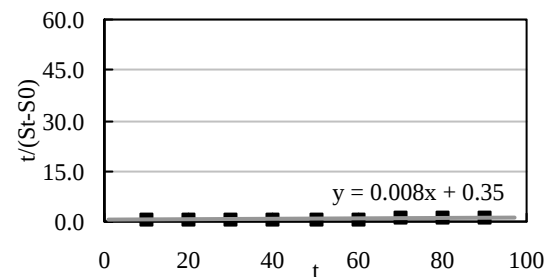


図2 回帰直線(CASE-1)

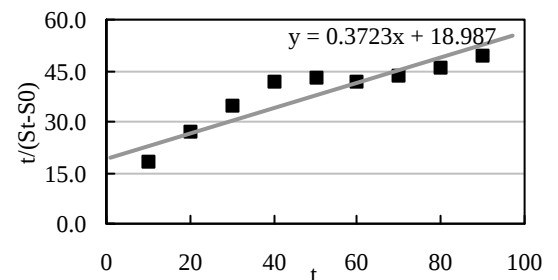


図3 回帰直線(CASE-2)

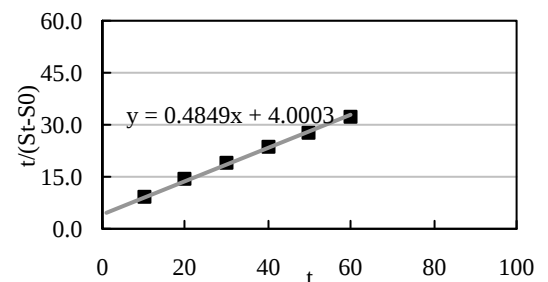


図4 回帰直線(CASE-3)

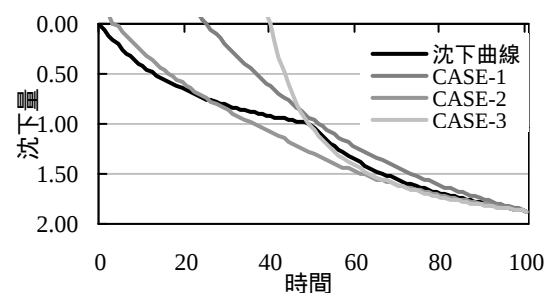


図5 シミュレーション結果