

Ⅲ-35 支持力問題への遺伝的アルゴリズムの適用事例について

高松工業高等専門学校専攻科 建設工学専攻 (学) 滝 祐司
 高松工業高等専門学校専攻科 建設工学専攻 (学) 坂本 作斗夢
 高松工業高等専門学校 建設環境工学科 (正) 土居 正信

1.はじめに：近年、遺伝的アルゴリズムという手法が、組み合わせ最適化問題や離散変数の最適化問題などを対象とする様々な分野に幅広く応用されてきている。建設工学の分野についてもその適用例がいくつか報告されるようになった。本研究では、遺伝的アルゴリズムの支持力問題への適用の可能性に着目する。

一般に、支持力問題は各種支持力公式によって評価されるが、本研究では目的関数を安全率に選び簡便ヤンプ法による臨界すべり面探索手法を用いてその適用性を検討する。なお、遺伝的アルゴリズムを用いて得られた臨界すべり面に対する安全率と通常の簡便ヤンプ法によって得られた安全率との比較検討を行うことによって、本研究の手法の適用性を検討する。

2.アルゴリズムの概要：遺伝的アルゴリズムとは生物の進化過程（ダーウィンの進化論）に基づいて考え出されたもので、基本的には淘汰、交叉、突然変異の3つのオペレータで構成される。遺伝的アルゴリズムは組み合わせ最適化問題や離散変数の最適化問題など関数を用いて記述できない問題に応用可能である。遺伝的アルゴリズムでは通常設計変数を2進数で表し、その並びで固体を表現する手法が一般的である。遺伝的アルゴリズムの基本的な流れを図1に示す。それぞれ個々の内容は以下に説明する通りである。

①遺伝的アルゴリズムの基本パラメータである、個体数、最大世代数、交叉率などを入力する。また、地盤の形状やすべり面の通過点もここで定める。②初期固体の作成は乱数によって行う。各個体には1つのすべり面形状の情報を与え、その情報は2進数で表現される。③目的関数の計算を行う。本研究においては、安全率の算出を意味する。安全率の算出方法には簡便ヤンプ法を用いた。④淘汰、つまり良い個体を繁殖させ、好ましくない固体を排除する操作を行う。本研究では、エリート戦略を用いた。これは目的関数の大きい（安全率の小さい）固体を無条件で繁殖させ、逆に目的関数の小さい固体を無条件で排除するという手法である。⑤交叉は遺伝子（2進数で表現された固体の情報）を組み換え、次世代の固体を作る操作である。交叉する固体と交換する遺伝子の位置は乱数によって決定する。⑥突然変異は解の探索

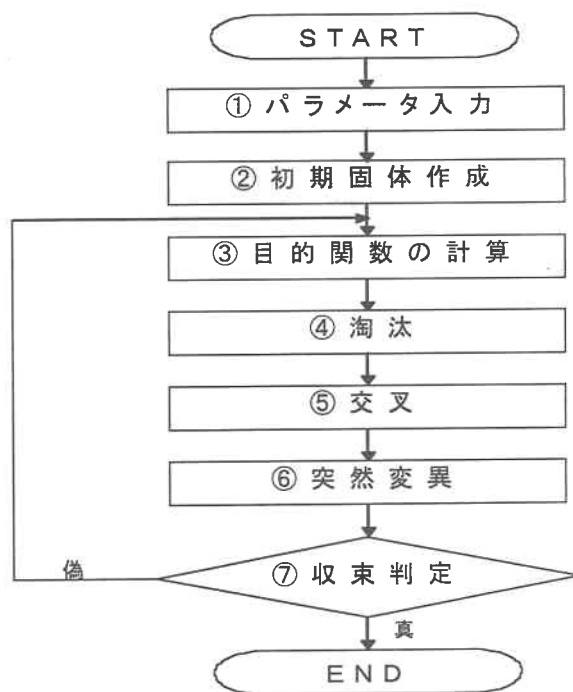


図1 基本フローチャート

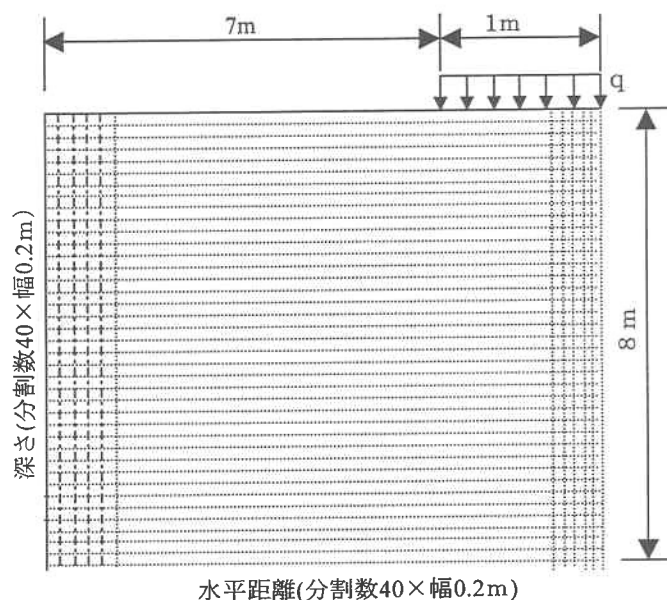


図2 地盤の形状

空間を広げるために固体の遺伝子の一部を変化させる操作である。突然変異する個体と変化する遺伝子の位置は乱数によって決定する。⑦本研究の収束の判定基準は、＜設定した世代交代数に達したか否か＞とした。

3. 解析事例とその結果：図2に本研究で用いた地盤の形状を示す。またここで、土の単位体積重量 γ を 20 (kN/m³)、載荷重 q を 4000(kPa)と一定にし、粘着力 c (kPa)、内部摩擦角 ϕ (°)を種々変化させ解析を行った。遺伝的アルゴリズムを適用して得られた臨界すべり面を図3、図4、図5に示す。図3は、左隅の突出した部分(下に凸)を除けば概ね良好なすべり面が得られているものと考えられる。内部摩擦角 ϕ を 5 (°)小さく(粘着力 c は同じ)すると、図4に示すように、図3の場合と比較して、すべり面の形状が大きくなり、やや深い位置にまで到達していることが分かる。 ϕ を 5 (°)、 c を 30 (kPa)大きくすると、図5に示すように、すべり面の深さが図3と同じ 1.6mまで達するがすべり面がその深さにある区間は図3に比べかなり短い。

表1には、本手法で得られた安全率を検算する目的で、本手法によって得られた最小安全率を上側に、本手法で得られたすべり面に対して通常の簡便ヤンプ法を適用した場合の安全率を下側に記している。

合理的で妥当な臨界すべり面を与える場合には、両者の安全率の差は小さい。しかしながら、なめらかさがなく凹凸のある臨界すべり面を与えた場合には、両者の差は大きい。この原因としては、本手法ではすべり面ができるだけなめらかになるようにするために、凹凸したすべり面に対する安全率にペナルティーを与えていることと、分割片のすべり面に作用する垂直力が負になる場合、それを無視して安全率の算定を行っていることが考えられるが、明確な要因は不明である。

4. まとめと今後の課題：本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いた支持力問題への適用性を探った。様々な解析条件のもとで、合理的かつ妥当な結果を与えるには至らなかった。遺伝的アルゴリズムの中心をなす淘汰率、交叉率、突然変異率及びペナルティーの大きさや安全率の算出方法などが解析結果におよぼす影響など明らかにすべきことが多々あるが、支持力問題への適用の可能性のあることを簡単な事例を用いて示すことができた。

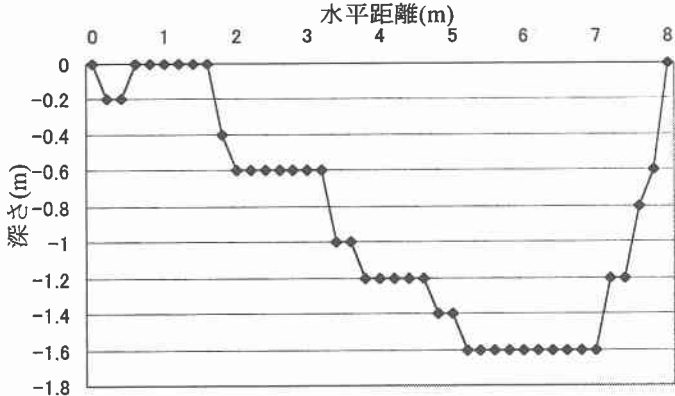


図3 $\phi=25^\circ$, $c=70\text{kPa}$ のすべり面

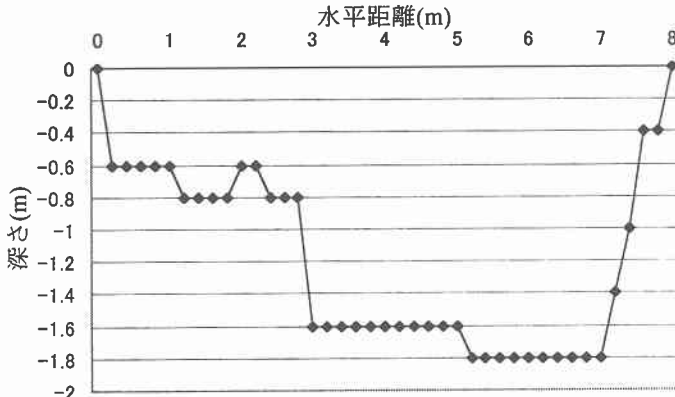


図4 $\phi=20^\circ$, $c=70\text{kPa}$ のすべり面

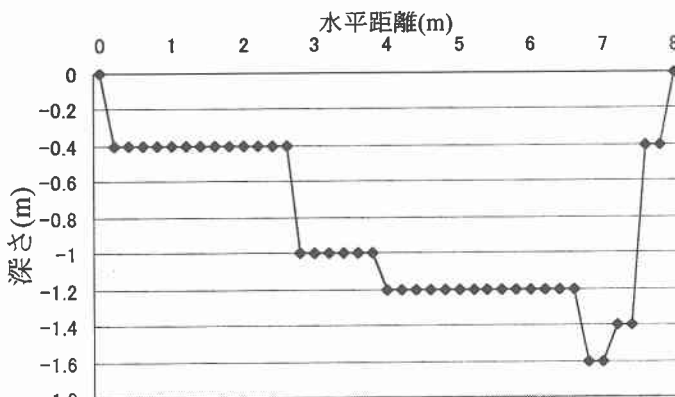


図5 $\phi=30^\circ$, $c=100\text{kPa}$ のすべり面

表1 c , ϕ の F_s への影響

$\phi(^{\circ}) \backslash c(\text{kPa})$			
	20	25	30
30	0.66	0.79	0.90
	0.58	0.67	0.74
50	0.90	1.06	1.24
	0.60	0.97	0.90
70	0.86	1.18	1.29
	0.45	1.23	1.11
100	0.94	1.39	1.44
	0.83	0.93	0.87