

液状化対策領域の最適化に関する一考察 Optimized shape design of gravel drains in liquefaction countermeasures

竿本 英貴^{1*}, 吉見 雅行¹
SAOMOTO, Hidetaka^{1*}, YOSHIMI, Masayuki¹

¹ 産業技術総合研究所

¹ ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

1. はじめに

液状化対策工法は、グラベルドレーン工法に代表される間隙水圧の抑制・消散を目的とする工法や、サンドコンパクションパイル工法のように地盤の密度を増大させ、地盤改良的な効果を期待する工法に大別できる。

本研究では、グラベルドレーン工法に焦点を当てる。グラベルドレーン工法は通常、直線的なドレーンが設けられるが、必ずしも最適な効果が得るように設計されているとは言い難い。ここでは直線にこだわらず、最大の効率を得るためのドレーン形状やその配置状態を数値解析により探索する。

2. 最適化問題としての記述

ここでは地震によって地盤が液状化した後の状態を考慮しており、液状化に至るまでの地盤の挙動は議論しない。さらに問題を単純化するため、地盤内で水が一様に湧き出している状態を仮定し、地盤の透水係数を適切に分布させることにより、効率的に湧水を地表(全水頭が零)に移動させることを考える。

以上の仮定を経て、問題を地盤内の平均的な全水頭を最小化する問題として定式化でき、拘束条件として、透水問題に関する偏微分方程式等が課される。

3. 解析結果と考察

最適なドレーン形状は、植物の根に似た形状となった。似通った形状が山間部の水系や人体の血管系等でも見られることから、得られた形状は物質輸送を効率的に行うための基本形態と考えられる。また、透水係数分布のフラクタル次元は、生物の血管系で確認できるフラクタル次元(2.3)に近い値となった。

4. まとめ

今回の設定では、最適ドレーン形状として植物の根に似た形状が得られ、同じ面積を有する直線的なドレーン形状に比べて効率的であることを定量的に確認した。

最適形状を有するドレーンの施工に関しては課題が残るが、効率を改善するための指針を示すことができた。今後は地盤剛性の最大化も同時に考慮した、マルチフィジックス条件下での最適化を試みる。

キーワード: 液状化, グラベルドレーン工法, 有限要素法, 最適化

Keywords: liquefaction, gravel drain method, finite element method, optimization