

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏 名	富田 雄一
審査委員	主査 岡村 未対 副査 矢田部 龍一 副査 安原 英明

論 文 名

高速道路盛土の液状化対策の実現に向けた不飽和化工法の研究

審査結果の要旨

我が国の高速道路は、盛土建設時に基礎地盤の液状化対策は行わず、また、既設盛土に対する液状化対策も施されていない。これは、既往の地震において基礎地盤の液状化による盛土の被災事例が少ないこと、および被災しても比較的短期間に復旧されてきたことが主な理由であると考えられる。しかしながら、今後発生することが想定されている南海トラフを含む3連動地震等の大規模地震が発生した場合、高速道路盛土も大規模に被災しその機能を回復するために長期間を要する可能性がある。

盛土直下部の地盤に対して液状化対策を行えば、天端沈下量の抑制効果は大きいことが既往の研究で明らかとなっているが、道路幅が広く延長の長い道路盛土の液状化対策には莫大な費用を要し、このことが液状化対策を実施できない大きな要因となっている。

近年、極めて経済性に優れ、道路盛土構築後にも適用できる液状化対策工法として、空気を注入して地盤を不飽和化する工法が開発され、港湾構築物を対象とし実用化されている。当該工法は、土の飽和度を低下させて不飽和化することにより液状化強度を増加させる工法であり、既存他工法の1/5まで費用を削減できているが、高速道路盛土へ適用するためには、更に数分の一までの大幅なコストダウンが必要である。

本研究は、不飽和化工法の道路盛土への液状化対策工法としての適応性を明らかにするとともに、沈下量評価法の確立すること、および高い空気注入圧力で注入することによって、不飽和化範囲を拡大させることによる大幅なコストダウンを検討し、それを現場実験で実証すること、を目標としている。

第3章では、動的遠心模型実験により、地盤不飽和による動的応答の変化を詳細に計測し、地盤の過剰間隙水圧抑制効果水圧伝播メカニズムを明らかにし、盛土の沈下抑制効果を確認した。また、2次元液状化流動解析手法(ALID)を用い、不飽和化した地盤の地震時変形量の評価を試みた。そこでは、不飽和地盤の液状化強度を詳細な要素試験結果を基に飽和度と有効拘束圧に応じて補正する方法を提案し、それによって不飽和化地盤上の盛土の地震時沈下量を精度良く評価

できることを示した。

第4章では、まず現場実験の実施地点における対策工法の設計を行った。そこでは、気液二相流解析による空気注入中の飽和度経時変化を予測し、それを元に最適な注入管設置間隔、注入圧力と注入時間を設定した。また、地盤不飽和化によって大規模地震時の天端沈下量が許容値(50cm)以下となることを解析で確認した。続いて実際の高速道路盛土を用いた現場実験を行い、盛土直下に8箇所から空気を注入した。注入中の地盤比抵抗飽和度測定および事後のP波速度検層と不攪乱サンプリングによる飽和度測定によって、地盤がほぼ設計通りに不飽和化できたことを確認した。ここで開発・実証した工法の工費は、既存工法のおよそ1/20であり、これまでは検討の俎上にも載らなかった高速道路盛土地盤への適用が可能となるレベルまでの大幅なコストダウンを実現した。

第5章では、徳島での高速道路を対象とし、盛土と橋梁やボックスカルバートとの接合部を含む盛土区間での最適な液状化対策仕様を検討した。

第6章では、四国横断自動車道(鳴門JCT～徳島JCT～徳島IC)の盛土に対して、地震発生から緊急交通路を確保できるまでの復旧時間と費用を算出し、費用便益比とBCPを考慮し、本工法による液状化対策の妥当性の検討を行い、事前の液状化対策が妥当であることを示した。

第7章では、2章から6章までの総括をしている

以上のように、本論文は重要な社会インフラでありながら地震対策が行われていない高速道路盛土に対し、技術的及び経済的に適応しうる液状化対策工法と、その設計法に資する沈下量評価手法を開発しており、学術的に優れ新規性と実用性・有用性のある内容である。

これより、審査委員全員一致して合格であると判断した。