

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 氏名  | 川崎 始                               |
| 授与した学位  | 博士                                 |
| 専攻分野の名称   | 学術                                 |
| 学位授与番号  | 博甲第6061号                           |
| 学位授与の日付   | 2019年 9月25日                        |
| 学位授与の要件   | 環境生命科学研究科 環境科学専攻<br>(学位規則第4条第1項該当) |
| 学位論文の題目   | 盛土の液状化被害に対し効果的な被害予測及び変形抑制対策の研究     |
| 論文審査委員  | 教授 西山 哲 准教授 小松 満 准教授 木本和志          |
| <b>学位論文内容の概要</b>  |                                    |
| <p>重要道路等はレベル2地震動の耐震性が必要となり、盛土も耐震対策のニーズは高い。盛土の地震被害は、基礎地盤が液状化することで生じるが、液状化危険箇所は膨大に存在し、従来対策の地盤改良工法は高コストといった課題がある。以上から、効果的な被害予測および従来対策に変わる新工法を研究した。</p> <p>レベル2地震時では、盛土の損傷を限定的とし復旧性を要すること（要求性能2）が求められるため、その評価には、効率的に液状化による盛土の沈下量を予測する必要がある。本研究は、液状化条件と盛土の沈下被害が整理された河川堤防盛土の被害事例を収集し、修正PL値と沈下率（沈下量／盛土高）との関係性を導き出した。その適用範囲は、盛土自体が液状化しない条件、かつ、液状化層が均一（表層に液状化層分布）な条件とし、液状化層深さ10mの<math>FL \leq 0.4</math>を対象に求める修正PL値を指標とした。</p> <p>本研究では、地盤改良工法に比べて施工性・環境性・経済性に優れる、砕石層にジオシンセティックスを挟み込む構造を浅層に設置する新工法を提案した。新工法は、盛土の変形抑制を図る性能設計の発想である。その効果を確認するため、液状化層厚10m程の盛土において、遠心載荷装置(50G)を用いた模型実験を行った。その1は、実換算で天端幅8m、盛土高4mの3case（無対策、ジオテキ対策、新工法対策）である。その2は、実換算で天端幅4m、盛土高2mの3case（無対策、砕石対策、新工法対策）である。入力地震波はレベル2地震動の兵庫県南部地震以上である。実験結果から、新工法は無対策と比べて、天端沈下量が70%未満、法尻水平変位量が30%程度となり、不等沈下の抑制等も示した。その他の対策と比べても10%以上の変形抑制効果を確認した。さらに、動的有効応力FEM(LIQCA)を用いて、遠心載荷実験結果の最終沈下量を概ね再現した。実験条件以外の盛土高は、LIQCAによるスタディ解析を行い、盛土高10mまで実験結果と同様な沈下抑制効果があるとの見解を示した。液状化層厚5mの地盤は、盛土天端の沈下量が50%程度となり、対策効果向上を示した。過剰間隙水圧の計測結果を整理し、砕石層周辺の液状化地盤において過剰間隙水圧の抑制効果があり、沈下抑制を発揮しているとの見解を示した。静的FEM(ALID)が設計で適用できるかを判断するため、LIQCAの結果との対比を整理し、問題ないとの見解を示した。</p> <p>砕石とジオシンセティックスを使った新工法は、他の目的でも使用できる研究を進行中であり、今後の展望を紹介した。既設盛土に適用できる対策は、液状化地盤対策に押え盛土対策を併用した構造を法尻部分に配置し、1G場模型振動実験結果による抑制効果を示した。平面道路の対策は、路盤または路床部に配置し、1G場模型振動実験結果による変形抑制効果を示した。</p> |                                    |

## 論文審査結果の要旨

重要道路等はレベル2地震動の耐震性が必要となり、盛土も耐震対策のニーズは高い。盛土の地震被害は、基礎地盤が液状化することで生じるが、液状化危険箇所は膨大に存在し、従来対策の地盤改良工法は高コストといった課題がある。本研究は、このような背景を鑑み、効果的な液状化の被害予測および従来対策に変わる新たな工法を研究した成果を取りまとめたものである。具体的には、前者の液状化危険個所の被害予測に関しては、液状化条件と盛土の沈下被害が整理された河川堤防盛土の被害事例を収集して、盛土自体が液状化しない、かつ液状化層が均一とする条件下で、液状化層の深さが10mで $FL \leq 0.4$ を対象として求める修正PL値が沈下率（沈下量／盛土高）との関係があることを導き、合理的な被害予想に基づき、より効果的な対策の実施を可能にした。また後者の地盤改良工法に関しては、碎石層にジオシンセティックスを挟み込む構造を浅層に設置する施工性・環境性・経済性に優れた新工法を考案した。新工法は、盛土の変形抑制を図る性能設計の発想であり、その効果を遠心載荷装置(50G)における模型実験により確認した。実験結果から、新工法は無対策のものに比べて、天端沈下量が70%未満、法尻水平変位量が30%程度となり、不等沈下の抑制等も示した。その他の対策と比べても10%以上の変形抑制効果が確認された。さらに、動的有効応力FEMを用いて、遠心載荷実験結果の最終沈下量を再現し、盛土高10mまでは実験結果と同様な沈下抑制効果があるとの見解を示した。本論文では、この成果を裏付ける過剰間隙水圧の計測結果を整理し、碎石層周辺の液状化地盤における過剰間隙水圧の抑制効果が示され、沈下抑制を発揮しているとの考察結果から本工法の妥当性を実証した。また動的解析だけではなく、静的FEMの設計への適用性も検討し、その実用性の指針を示すことで、新工法の汎用性も実証した。このように効果的な液状化対策の立案法とその具体例の実現に取り組んだ成果は、工学的ならびに学術的な面からも本分野への貢献は大きいと考える。これらのことを考慮して、本論文は学位を授与するのにふさわしいとの結論に至った。