

(様式3)

論文内容の要旨

氏名 池本 宏文

我が国は地震多発国であり、これまでに幾多にもおよぶ地震が発生し、鉄道構造物においても多くの被害を受けてきた。今後、首都直下地震などの大地震の発生が予測されている中、鉄道事業者にとって所要の性能を満足していない構造物の補強は喫緊の課題である。

抗土圧構造物の補強においては、従来から地山補強材が広く用いられており、首都直下地震に備えた鉄道構造物の対策でも適用されている。しかしながら、首都圏エリアでは、施工において都市部特有の制約条件があり、従来の地山補強材を用いた耐震補強工法の適用が困難な場合がある。そこで、本研究では、以下に示す制約条件下での抗土圧構造物を対象とした耐震補強工法の開発を目的とした。

- ① 道路や鉄道との交差部に位置し、壁体前面側から施工不可能な橋台
- ② 壁体前面側に用地制約を受ける場合や壁体に移設不可能な設備がある石積み壁
- ③ 用地制約を受けて壁体前面側から施工不可能なもたれ壁

本論文は、第1章から第7章で構成しており、第1章は序論、第7章は結論である。

第2章では、抗土圧構造物の概要、地震被害、および耐震設計・設計基準の変遷について述べた。

第3章では、道路や鉄道との交差部に位置し、壁体前面側から施工不可能な橋台を対象に開発した耐震補強工法について示した。開発工法は、橋台の背面盛土内に軌道の脇に沿って柱列状の地盤改良体（以下、改良体と称する）を造成することで、橋台に作用する土圧を低減させ、橋台の変位を抑制する工法である。本研究では、開発工法の補強効果、補強メカニズムの検証、および設計手法の構築に向けて、実験的、解析的な検討を実施した。実験的な検討では、中型振動台実験から、改良体の設置により橋台の変位、および背面盛土の沈下量が抑制されること、改良体の長さが大きいものほど、土圧低減量は大きく、耐震性が高くなることを確認した。また、大型振動台実験では、地震波、正弦波を用いた加振を実施し、いずれの場合も改良体の設置により、橋台に作用する土圧が低減されることを確認した。また、大型振動台実験から、背面盛土のすべり土塊の範囲では、改良体側面に働くせん断力が、すべり土塊に対して抵抗力として働くことで土圧が低減されることを確認し、設計で用いる土圧低減量の計算手法を提案した。解析的な検討では、実験で確認された補強メカニズムをもとに、設計手法の構築を行い、大型振動台実験の検証解析、および実構造物を対象とした検証解析を実施した。提案の設計手法を用いることで、実構造物においても補強による耐震性の向上効果が得られることを示した。

第4章では、コンクリート桁のように地震時の桁慣性力が大きい橋台を対象に効果的な耐震補強工法の開発を目的として、改良体と橋台を連結して一体化を図る工法について、研究した内容を示した。開発工法の補強効果、補強メカニズムの検証、および設計手法の構築のために、実験的、解析的な検討を実施した。実験的な検討では、中型振動台実験、傾斜実験から、橋台と改良体を連結することにより、改良体を連結しないものに比べて耐震性が向上し、改良体の長さの大きいものほど、耐震性が高くなることを確認した。また、

連結した場合は橋台、改良体、および改良体に挟まれた背面盛土が一体となって挙動するため、橋台背面近傍における盛土の沈下は小さくなり、背面盛土の沈下抑制効果がある点を確認した。また、解析的な検討では、橋台と改良体の連結構造に対して、梁ばねによる構造物のモデル化を行い、静的非線形解析による傾斜実験の検証解析を実施した。その結果、解析は実験の挙動を概ね再現することができ、構造物のモデル化手法の妥当性を確認した。さらに、実構造物を対象にした検証解析を行い、橋台と改良体を連結することで、改良体の長さを半分にした条件においても高い耐震性が得られることを確認した。

第5章では、壁体前面側に用地制約を受ける場合や壁体に移設不可能な設備がある石積み壁を対象に開発した耐震補強工法について示した。開発工法は、地山補強材とネットの併用した補強工法であり、本研究では、実構造物への適用に向けて、模型縮尺1/2の大型振動台実験を実施した。大型振動台実験ではL2地震動の加振を行い、加振後の石積み壁の水平変位は、石積み壁高さの2%程度であることを確認した。また、石積み壁への地震時の作用に対して、ネットが積み石を拘束し、地山補強材の引抜き抵抗力が壁面全体に伝達されることで、高い耐震補強効果が発揮されることを確認した。実験結果より、提案工法を実構造物に適用することで、L2地震時における石積み壁の変位を抑制することができること、補強メカニズムに基づき、地山補強材の長さを変えることで、要求性能に応じた補強量の設定が可能であることを示した。

第6章では、用地制約を受けて壁体前面側から施工不可能なもたれ壁を対象に、背面盛土に改良杭を施工し、壁体と改良杭の天端を連結材で繋いで一体化を図る耐震補強工法について示した。開発工法の補強効果、補強メカニズムを確認するために中型振動台を実施した。実験結果から、改良杭は単独で用いた場合の補強では、もたれ壁の転倒・滑動による崩壊に対しての補強効果は低いものの、改良杭よりも背面側の盛土の崩壊に対して、変形抑止の効果があることが確認された。また、もたれ壁と改良杭の天端を連結材で繋ぐことにより、壁体、改良杭、および背面盛土が一体で挙動することで、もたれ壁の転倒・滑動を抑止し、耐震性が向上することを示した。

以上のように、本論文では、都市部特有の制約条件下での抗土圧構造物を対象とした耐震補強工法の開発を目的として、研究した成果をまとめた。