OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ゴムチップと繊維材を用いた複合改良地盤による地震応答低減に関する研究
Author(s)	島村, 淳
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24960
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【181】

氏名	島村　淳（しまむら　あつし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工学）
学位記番号	第　２６２４７　号
学位授与年月日	平成25年３月25日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	ゴムチップと繊維材を用いた複合改良地盤による地震応答低減に関する研究
論文審査委員	(主査) 教　授　宮本　裕司 (副査) 教　授　多田　元英　　教　授　倉本　　洋　　准教授　吉村　智昭

論文内容の要旨

本論文では，塑性域においても靭性的な性能を有する複合改良地盤材料を開発し，それを直接基礎建物の側面埋土地盤や免震建物の周辺擁壁に適用することにより，建物の大地震時での応答を低減することを目的にした。そのため，ゴムチップと繊維材を混合した複合改良地盤を開発し，その材料試験を行い力学特性について明らかにした。また，複合改良地盤を設けた地盤－建物モデルの振動台実験により地震時における応答低減の効果を確認した。さらに，３次元非線形有限要素法を用いた解析的検討を行い，複合改良地盤の応答性状の把握と応答低減の原因について詳細な分析を行った。本論文は，以下の５章から構成されている。

第１章は序論であり，本研究の背景と目的について述べ，既往研究に対する本研究の位置付けを明確にした。

第２章では，大きな変形時にも靭性を有し，力学特性が明らかな改良地盤材料を開発するため，セメント系改良地盤にゴム材と繊維材を混合した複合改良地盤を作製した。ゴム材には廃タイヤからリサイクルされたゴムチップと，高減衰ゴムを裁断したゴムチップの２種類を用いた。また，繊維材としてはナイロン系短繊維を使用した。材料試験では添加量と材齢をパラメータとした一軸圧縮試験や上載圧と繰返し載荷の振動数をパラメータとした繰返し単純せん断試験等の室内試験を行い，従来のセメント系改良地盤に比較して複合改良地盤材料が大ひずみ域においても安定した非線形特性を示し，最大強度に達した後も強度の低下が小さい靭性のある材料特性を

有することを確認した。

第３章では，複合改良地盤を建物の側面地盤に用いた直接基礎建物模型の地震応答低減効果を確認するため，振動台加振実験と２章の室内試験で得られた材料特性を考慮した３次元非線形有限要素法による解析を行った。また，基礎側面地盤の違い，基礎底面の接触条件の違いが大地震時の建物挙動に及ぼす影響も検証した。側面地盤としては繊維材と廃タイヤゴムチップを混合した場合，および高減衰ゴムチップを混合した場合の２種類の複合改良地盤と，通常のセメント系改良地盤を用いた場合について検討した。実験と解析の両結果から，基礎底面と支持地盤の摩擦抵抗を小さくし側面の複合改良地盤で振動エネルギーの吸収を大きくすることにより，地震時の建物の加速度応答を低減できることを示した。さらに，高減衰ゴムを混合した複合改良地盤は，大振幅入力においても埋込みによる応答低減効果が大きいことと，基礎の過度の変形を抑制することを確認した。

第４章では，複合改良地盤を免震建物の擁壁に適用することにより，耐震設計の想定を超えた地震が発生し免震建物と擁壁がたとえ衝突しても上部構造の衝突応答を低減するような擁壁を開発することを目的とした。実験では，複合改良地盤で作製した擁壁と免震建物模型を用いた衝突実験および振動台加振実験を行うことにより，複合改良地盤で作製した擁壁が背後地盤と一体となり衝撃応答を吸収することで，衝突によるパルス性の加速度振幅を抑え，衝突時の建物応答低減に対し効果が大きいことを明らかにした。また，実免震建物への適用に向けて，３次元非線形有限要素法を用いた衝突解析を実大擁壁の剛性・耐力をパラメータとして行った。その結果，通常のコンクリート擁壁に比べ，セメント系改良地盤擁壁は衝突時の加速度応答を抑えること，靭性が高く変形性能がある高減衰ゴムチップと繊維材を混合した複合改良地盤擁壁はさらなる応答低減がみられたことから，開発した複合改良地盤材料を用いた擁壁は免震建物の衝突応答を低減できることを示した。

第５章では，本研究で得られた成果を総括するとともに，今後の課題を示し本論文の結論とした。

論文審査の結果の要旨

本論文では，塑性域においても靭性的な性能を有する複合改良地盤を開発し，直接基礎建物の側面埋土地盤や免震建物の周辺擁壁に適用することにより，大地震時での建物応答を低減することを目的にしている。開発した複合改良地盤はゴムチップと繊維材を混合した地盤材料であり，各種の土質試験により力学特性を明らかにしている。また，複合改良地盤を設けた地盤－建物モデルの振動台実験を行い，地震時における応答低減の効果を確認している。さらに，３次元非線形有限要素法を用いた解析的検討を行い，複合改良地盤の応答性状の把握と応答低減効果について詳細な分析を行っている。本論文は，以下の５章から構成されている。

第１章は序論であり，本研究の背景と目的について述べ，既往研究に対する本研究の位置付けを明確にしている。

第２章では，大きな変形時にも靭性を有し，力学特性が明らかな改良地盤材料を開発するため，セメント系改良地盤にゴム材と繊維材を混合した複合改良地盤を作製している。ゴム材には廃タイヤを裁断しリサイクルしたゴムチップと，高減衰ゴムを裁断したゴムチップの２種類を用いている。また，繊維材としてはナイロン系短繊維を使用している。土質試験では添加量と材齢をパラメータとした一軸圧縮試験や，上載圧と載荷の振動数をパラメータとした繰返し単純せん断試験等の室内試験を行い，従来のセメント系改良地盤に比較して大ひずみ域においても安定した非線形特性を示し，最大強度に達した後も強度の低下が小さい靭性のある材料特性を有することを確認している。

第３章では，複合改良地盤を建物の側面地盤に用いた直接基礎建物模型の地震応答低減効果を確認するため，振動台加振実験と第２章の室内試験で得られた材料特性を考慮した３次元非線形有限要素法による解析を行っている。また，基礎側面地盤の違い，基礎底面の接触条件の違いが大地震時の建物挙動に及ぼす影響も検証している。側面地盤としては繊維材と廃タイヤゴムチップを混合した場合，および高減衰ゴムチップを混合した場合の２種類の複合改良地盤と，通常のセメント系改良地盤を用いた場合について検討している。実験と解析の両結果から，基礎底面と支持地盤の摩擦抵抗を小さくして入力動を低減し，側面の複合改良地盤で振動エネルギーの吸収を大きくすることにより，地震時の建物の加速度応答を低減できることを示している。さらに，高減衰ゴムチップを混合した複合改良地盤は，大振幅入力においても埋込みによる応答低減効果が大きく，基礎の変形も抑制することを確認している。

第４章では，複合改良地盤を免震建物の周辺擁壁に適用することにより，耐震設計の想定を超えた地震が発生し免震建物が擁壁とたとえ衝突しても上部構造の衝突応答を低減する擁壁を開発することを目的としている。実験では，複合改良地盤擁壁と免震建物模型を用いた衝突実験および振動台加振実験を行うことにより，複合改良地盤で作製した擁壁が背後地盤と一体となり衝撃応答を吸収することで，衝突によるパルス性の加速度振幅を抑え，衝突時の応答低減に対し効果が大きいことを明らかにしている。また，実免震建物への適用に向けて，３次元非線形有限要素法を用いた衝突解析を実大擁壁の剛性・耐力をパラメータとして行っている。その結果，通常のコンクリート擁壁に比べ，セメント系改良地盤擁壁は衝突時の加速度応答を抑えるが，高減衰ゴムチップと繊維材を混合した靭性が高く変形性能がある複合改良地盤擁壁はさらなる応答低減が認められたことから，複合改良地盤材料を用いた擁壁は免震建物の衝突応答を低減できることを示している。

第５章では，本研究で得られた成果を総括するとともに，今後の課題を示し本論文の結論としている。

以上のように，本論文はセメント系改良地盤の弱点である脆性的な破壊挙動を改善した複合改良地盤材料を開発し，その材料特性を室内土質試験にて明確にして，地盤－建物モデルの振動台実験と解析的検討を行い，実験と解析の両面から建物の地震応答低減に対する複合改良地盤の有効性を示したところに特徴がある。また，建物の耐震性を高める研究として，学術的に新規性があるとともに，社会的に有用性が高く，今後発展が期待される研究と評価できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。