

京都大学	博士（工学）	氏名	Md Basir ZISAN
論文題目	Assessment of Seismic Protection Effectiveness of Unbonded Scrap Tire Rubber Pad Base Isolation Using Finite Element Analysis (有限要素解析によるアンボンド廃タイヤゴムパッド免震構造の耐震性の評価)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>廃タイヤを矩形形状に切り出すことで作製される廃タイヤゴムパッド (Scrap Tire Rubber Pad、以下 STRP) は、発展途上国で必要性が高い低コストの免震材料として、その利用の可能性が研究されてきた材料である。本論文は、STRP の免震支承への適用性について、主に有限要素法による挙動解析を行い実際に構造物設計基準などで要求されている性能との比較や具体的な特性の評価により明らかにしようとしたものである。</p> <p>第 1 章では、まず地震災害の軽減や構造物の耐震性能の向上を目的とした免震技術の現状および技術体系と、発展途上国において要求されるコスト低減の必要性から提案された廃タイヤゴムパッド (STRP) 免震支承に関する研究の背景を説明している。その上で STRP 免震支承の実用化に関して、支承と構造物を固定しないアンボンド形式の STRP 免震支承の復元力特性、および平面形状が正方形な場合のみならず、矩形形状での長さ幅が異なる事による影響の 2 点を解明が必要な課題として整理し、これを踏まえた上で本論文の構成を説明している。</p> <p>第 2 章においては、STRP 免震支承の特性の解明のために必要な方法論を論じる前提として、低コストの免震材や免震支承、アンボンド条件での適用手法、および廃タイヤを用いた免震技術の技術検討に関して、過去に実施されてきた研究とそこで用いられた方法論と結果を概観している。その上で、本研究で対象とする STRP の技術的な位置付けに基づき、本論文における検討の方針をまとめて述べている。</p> <p>第 3 章では、本研究で用いる有限要素解析の手順や有限要素の特性と、ゴム材料の非線形性を表現するために用いた超弾性構成則、STRP 免震支承の履歴復元力特性とエネルギー吸収性能を表すための粘弾性モデル、方向性を有する鋼線層の挙動を表す埋め込み棒材要素の取り扱い、要素間の接触の取り扱いと接触面間の摩擦挙動など STRP の解析に必要なモデル化の考え方を説明した上で、構築された STRP 免震支承の有限要素モデルについて述べている。さらに、既往の載荷実験結果を用いた STRP 免震支承の有限要素モデルの検証を実施し、鉛直特性や水平せん断正負交番載荷時の復元力特性を良好に表現できることを示している。</p> <p>第 4 章では、既往の研究において展開されているゴム支承の理論的評価手法の、アンボンド条件や矩形形状を考慮した STRP のせん断変形および鉛直載荷に対する剛性や変位荷重特性の評価への適用について論じている。得られる評価を前章で展開した有限要素モデルによる評価結果と比較し、良好な一致が得られることを示すとともに相違の原因や形状の影響について考察している。さらに、既存の設計基準において地震時に要求される変形性能および免震固有周期を調査し、こうした STRP 免震支承の適用可能な設計条件を明らかにしている。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	Md Basir ZISAN
<p>第5章では、既存の米国 AASHTO-LRFD（荷重抵抗係数設計法）設計基準でのゴム支承に関する基準に着目し、アンボンド条件の STRP 免震支承が定められた水平変位、圧縮、回転に関する設計基準を満足できるような許容値を有限要素解析により算出するとともに、理論解および過去の荷重試験結果との比較により検証した結果を述べている。同時に、矩形平面の長さ幅比など、支承の幾何学的な形状がその設計許容値に与える影響について論じている。推奨される形状を用いる限り、STRP 免震支承のゴム材料および鋼線に生じる応力・ひずみについては基準を満足する範囲に留まることを定量的に明らかにしている。</p> <p>第6章では、アンボンド条件の STRP 免震支承の2方向変形に対する性能を有限要素解析により検討している。様々な2方向変位のパターンにおける STRP 免震支承変位－荷重特性や、剛性・等価減衰の評価に基づく免震性能を論じている。変形が2方向となる事による影響は、復元力特性や免震性能への影響は50%せん断を超える変形の場合に顕著となり、また変位及び荷重を各方向成分ごとに表示したときの見かけの剛性や等価減衰は、1方向変形に基づく評価よりも大きな値となることを見出している。</p> <p>第7章では、前章での検討に基づきアンボンド STRP 免震支承の2方向変位－復元力モデルの開発と提案を行っている。STRP 免震支承の履歴復元力特性に見られる、ひずみ振幅依存性、形状に起因するロールオーバー変形の影響、変形方向への依存性を考慮して2方向変位－復元力関係を表現するための修正 Park-Wen モデル（MPW モデル）を提案している。1方向繰り返し荷重、2方向円形軌跡荷重、ランダムな2方向荷重の場合についての提案モデルによる結果を有限要素解析の結果により検証し、高い精度でアンボンド STRP 免震支承の復元力を表現していることを確認している。さらに、アンボンド STRP 免震支承を用いた4層の免震建物の非線形時刻歴解析を実施し、提案モデルを用いた応答評価結果は、有限要素モデルを用いた解析と同等の評価を与えており、構造物の耐震性能評価に十分適用可能であることを論じている。</p> <p>第8章では、本研究で得られた結論を要約するとともに、今後の課題について述べている。</p>			