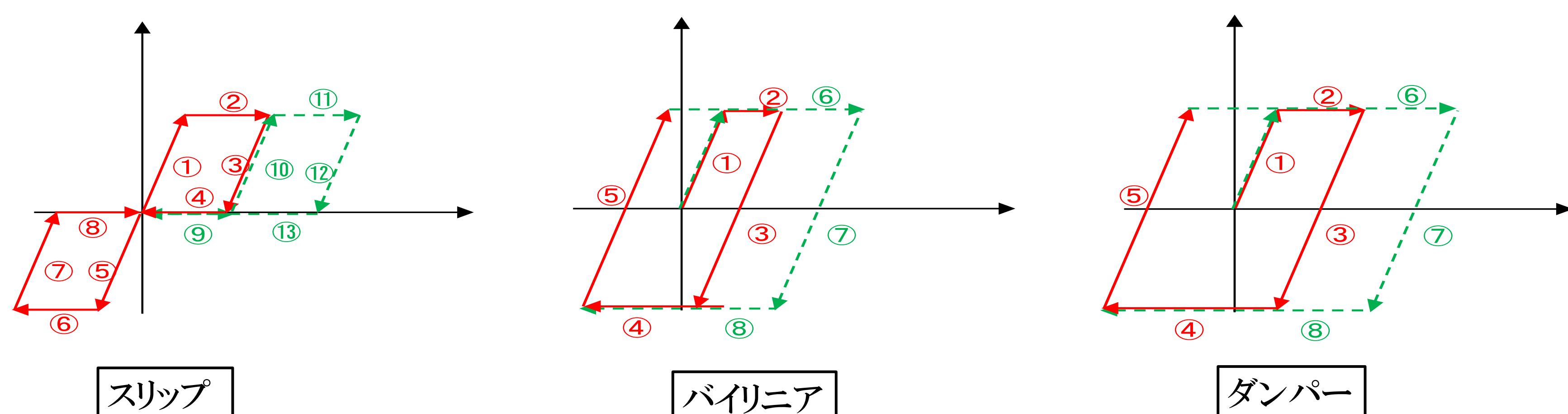


01 背景・目的

現行の建築基準法では耐震性能を満足しない、いわゆる既存不適格建物は全国にまだ多く存在し、令和5年の住宅耐震化率は90%、耐震性が不十分な戸建て住宅は450万戸と報告された。2024年能登半島地震でも、多くの既存不適格木造建物の倒壊が報告され、耐震補強の必要性が認識された。能登半島では、2022年6月からの1年半で震度6弱以上の地震動が3回発生するなど、近年では繰り返しの地震が多く、それに対応できる制振装置の普及が新築建物を中心に進み、設計手法も提案されている。本研究では、エネルギーの釣合に基づく既往研究が既存木造建物にも有効か、時刻歴応答解析を用いた結果と比較することで検証を行う。

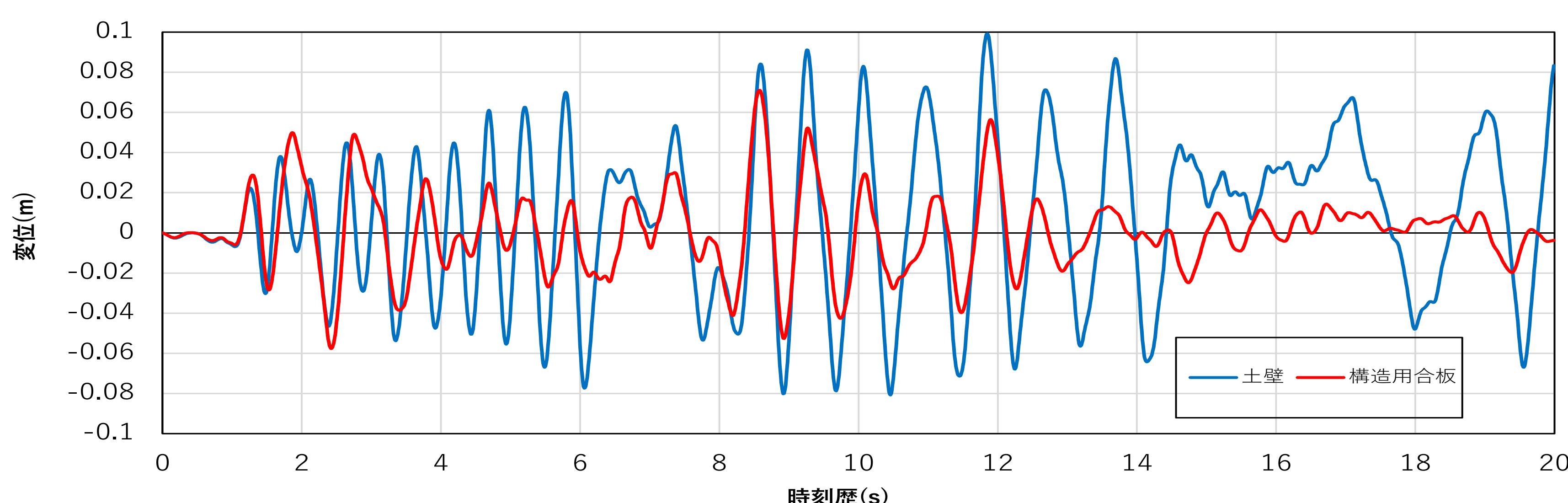
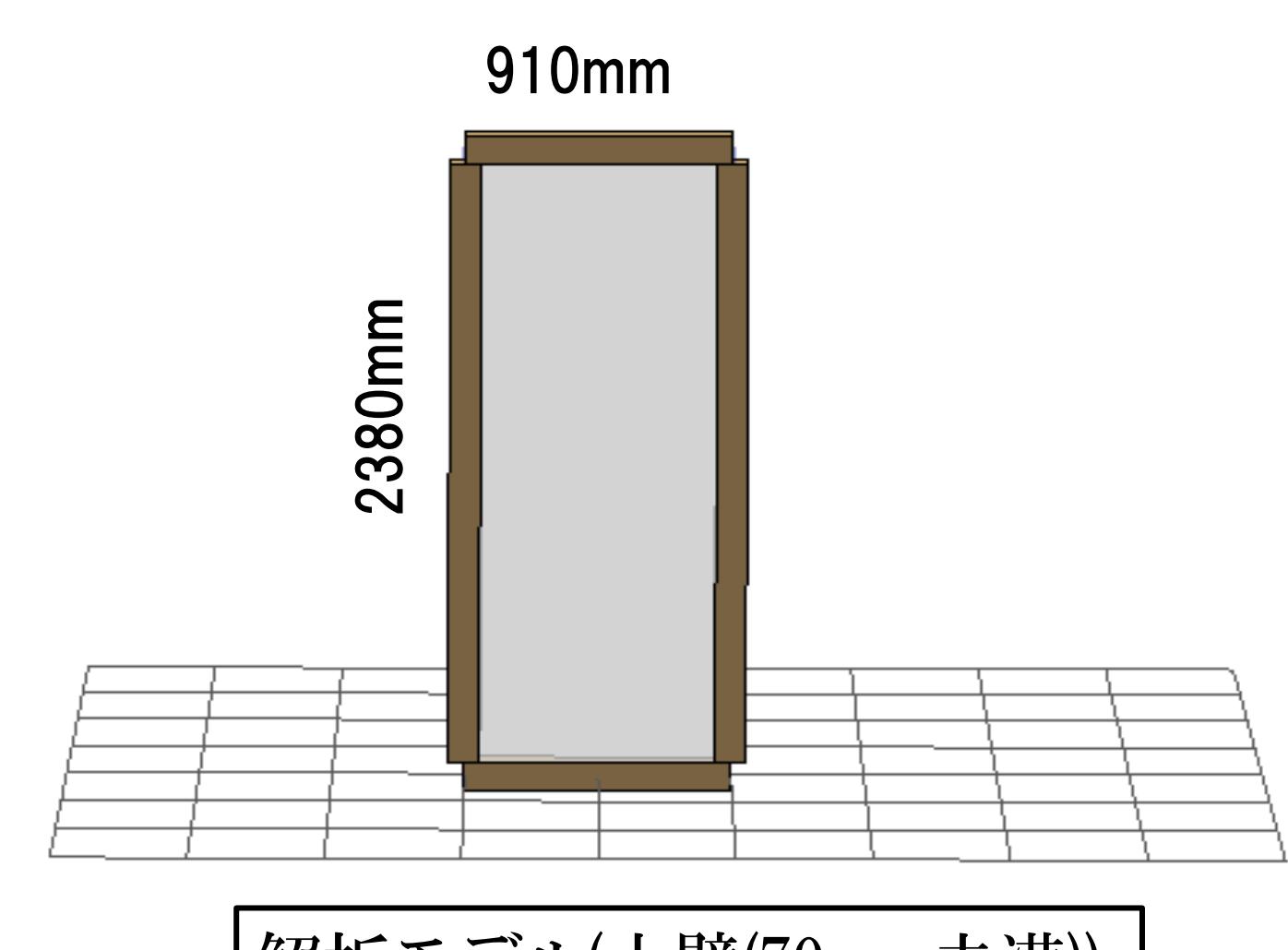
02 研究概要

本研究は、既存木造住宅の土塗り壁を適切に評価した解析モデルを構築し、それを用いた制振補強の効果を検証することを目的とする。まず、土塗り壁特有の復元力特性をスリップ型とバイリニア型の混合モデルとして定義。数値解析ソフト「wallstat」を用いた感度解析により、実験値と整合性の高い剛性配分を同定し、実挙動に近い解析手法を確立した。このモデルに制振装置を組み込み、エネルギー法による簡易設計と時刻歴応答解析の比較検証を実施。地震入力に対する最大変形角1/75以下を目標値に据え、既存木造建物におけるエネルギー法の設計精度と制振装置によるエネルギー吸収効果を明らかにした。



03 解析モデル I

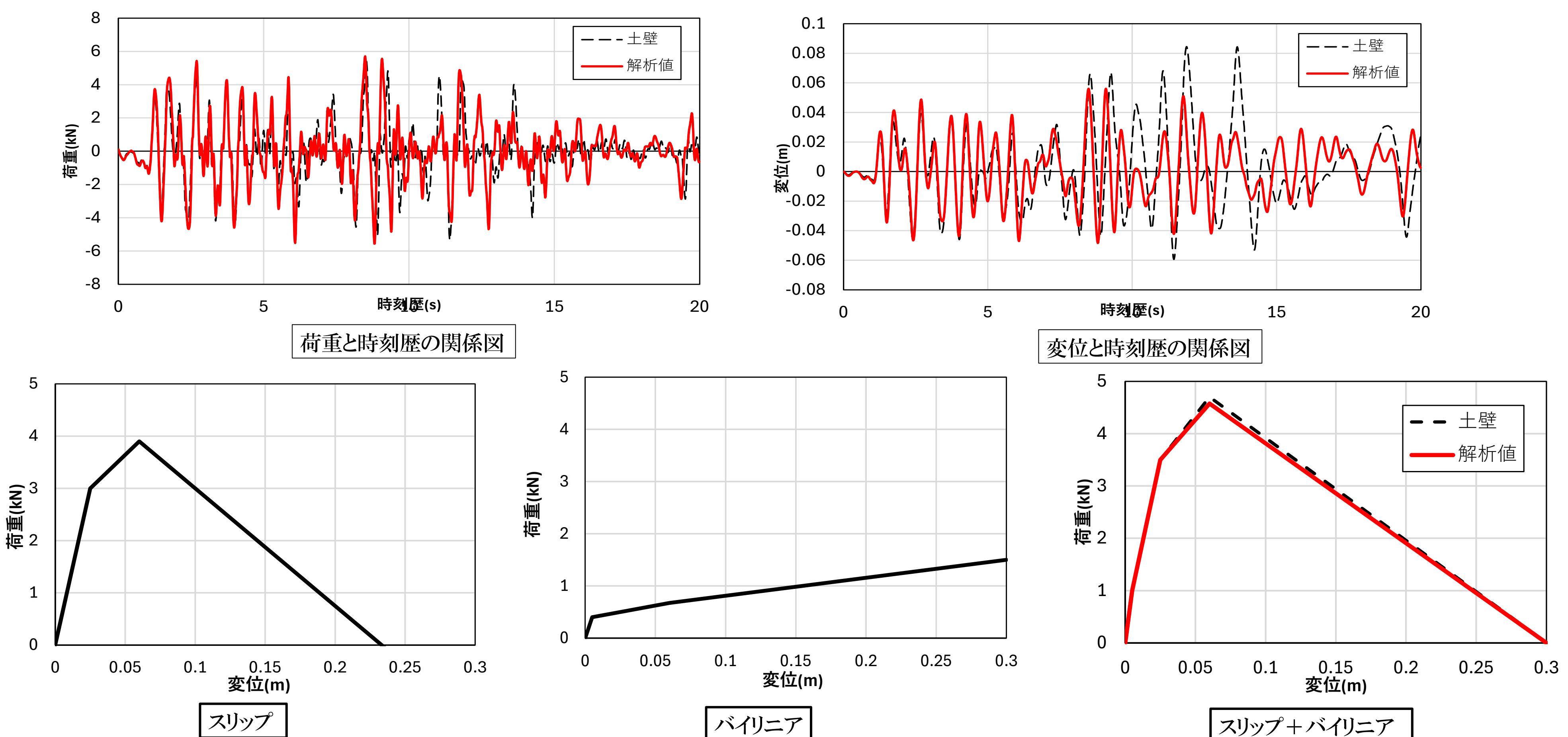
近年の新築住宅には、構造用合板などの面材が多く使われている。一方、既存不適格建物のうち、木造住宅で最も多く使われている耐力壁は土塗り壁である。耐力壁の復元力特性は、構造用合板は**バイリニア**、土壁は**スリップ**の要素が強い。この復元力を組み合わせて**スリップとバイリニア**の割合を決めてどの材料でも対応できるようになる。そこで、1枚の土壁の復元力特性を**スリップ**と**バイリニア**を組み合わせて表現し、構造物の健全性や変形性能に大きく寄与する初期剛性に着目しそれぞれの割合を明らかにする。解析は、Wallstatにて、910×2380mmの標準的な木造の耐力壁を作成し、耐震要素としてスリップ+バイリニアを挿入して振動解析を実施した。スリップとバイリニアの割合は10%刻みで変化させ、目標値の土壁と最も一致する割合を求めた。



スリップ特性の強い土壁とバイリニア特性の強い構造用合板を比較すると挙動に大きく差が出る

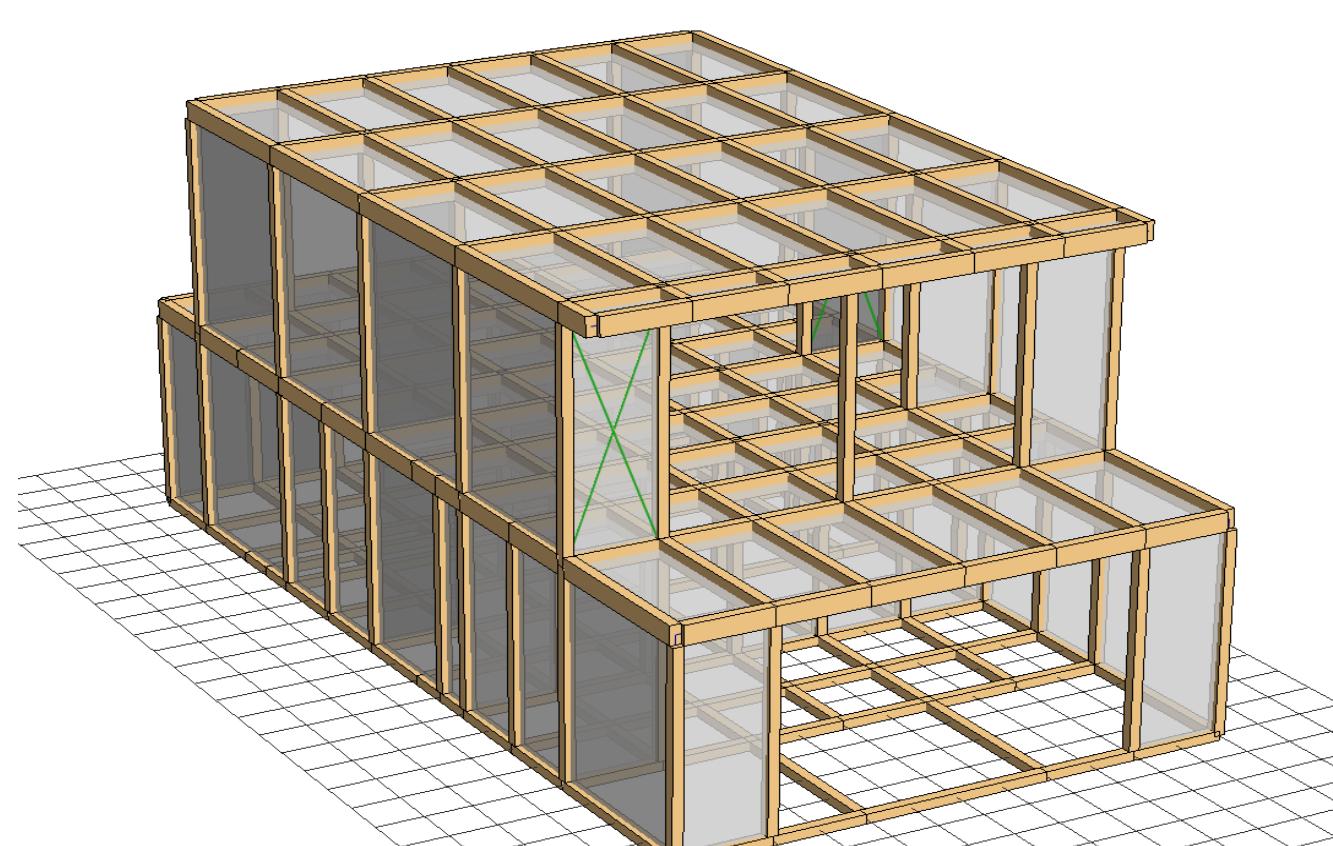
04 解析結果 I

本解析では、土壁の復元力特性を詳細に表現するため、スリップ成分とバイリニア成分の混合比率を9:1から1:9まで変化させた9通りのケースを作成し、目標値との比較検討を行った。その結果、7:3のケースでは荷重・変位ともに目標値を大きく上回り、5:5のケースでは目標値以内には収まるものの、履歴曲線の推移において6:4のケースが最も目標値と高い整合性を示した。グラフはスリップとバイリニアを初期剛性6:4の割合で計算した結果である。バイリニアとスリップを合わせた結果も目標値と概ね一致している。土塗り壁を主な耐震要素とする既存木造建物では、復元力を組み合わせにおいてスリップの割合を高くすることが必要であり、その割合は概ね復元力の6割程度であると考えられる。本研究のスリップとバイリニアの割合を6:4とした。



05 解析モデル II

対象建物は、1922年に富山県高岡市に建設された木造2階建ての町家型住宅。本建物は、間口が狭く奥行きが長い平面形状を有し、短辺の開口部が大きく耐力壁が少ないという構造的特徴を持っている。本建物を対象に前述で求めた耐力の比率と履歴ダンパーを20%入れて、wallstatを用いた時刻歴応答解析を実施。



解析パラメータ	
耐力	スリップ+バイリニア+ダンパー スリップ+バイリニア(土塗壁70mm未満) ダンパー(制振壁)
	階数(2階) 入力地震動(BSL波) 繰り返し回数(1-3回)
解析パラメータ	
	スリップとバイリニアの割合(4:6) ダンパー降伏変位(20mm) ダンパー割合(20%)

06 解析結果 II

●印→1層
×印→2層

●:各試行ともに計算値が対角線付近にプロットされており、時刻歴応答解が理論値に近い挙動を示している

×:エネルギー法に比べてwallstatの変形角が右側

時刻歴応答解析のが安全側

2層の変形角が大幅に差が生じた

繰り返し回数1~3回における各層の最大応答変形角の比較

