

阿南工業高等専門学校 正会員 ○森山 卓郎

富士鉄工株式会社 非会員 月岡 功

1. はじめに

来るべき南海地震に備え、富士鉄工株式会社は、津波防災住宅（通称モネの家）を開発した（図1）¹⁾。この住宅を最も象徴しているのは、津波などの浸水を防ぐことのできる床下 2.1m の高床式を採用しているところである。高床式住居は、浸水から家財を守る方法として古くから用いられており、最近では奥尻島の小学校にも高床式校舎が採用されている。高床式住居は、構造的には不利なところもあるが、この津波防災住宅は、建物の躯体をフランジ厚さ 12mm の H 型鋼など、柱が直径 230mm、厚さ 15mm の重量鉄骨で構成されており、兵庫県南部地震クラスの地震にも耐えられるようにつくられている。また、この住宅は、建設する際の品質の確保とコスト抑制を図り、現場での作業を省力化するために、工場で大部分をつくり上げた後、現場へ運んで完成させるものである。それゆえ、津波防災住宅はモバイル住宅とも呼ばれている。建築後の住宅の移動も可能である。この住宅は重量鉄骨を使用しているため、耐震性にも優れているが、さらなる耐震性の向上をはかって室内の家具などの転倒を防ぐために、建物と基礎の間に免震装置を取り付けることになった。本研究では、この津波防災住宅用に開発した免震装置の変形特性や有効性について、3次元有限要素解析から検討を行った。

2. 解析方法

2.1 免震装置

津波防災住宅用に開発した免震装置を図2に示す。この免震装置は、バネ鋼 SUP11A が用いられ、湾曲した2つのバネ鋼と中央部分のブロックをボルトで接合し、S字状につくられている。免震装置の敷き板の大きさは、1500mm×1500mmである。S字状の部分と中央部ブロックの底面には、グリースを使用することにより水平方向の移動を可能にしており、両端のブロック底面は固定されている。このS字状に接合された部材によって、地震力を水平方向に分散させ、住宅に地震力を伝達させないことを意図して考案されたもので

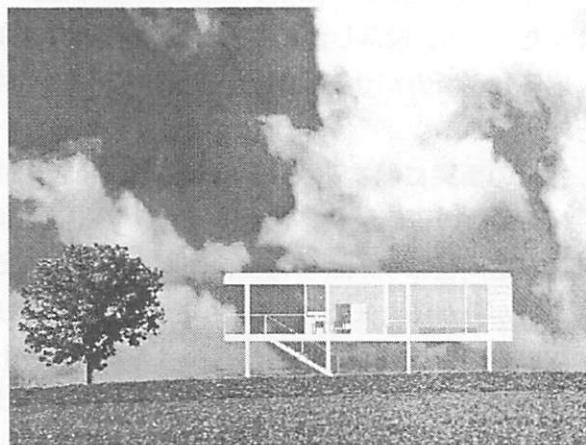


図1 津波防災住宅（モネの家）

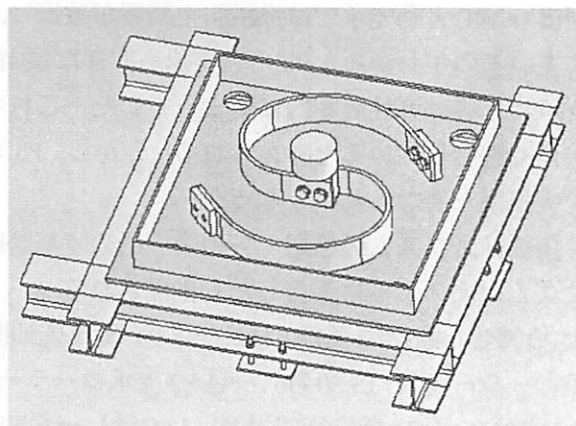


図2 津波防災住宅用免震装置

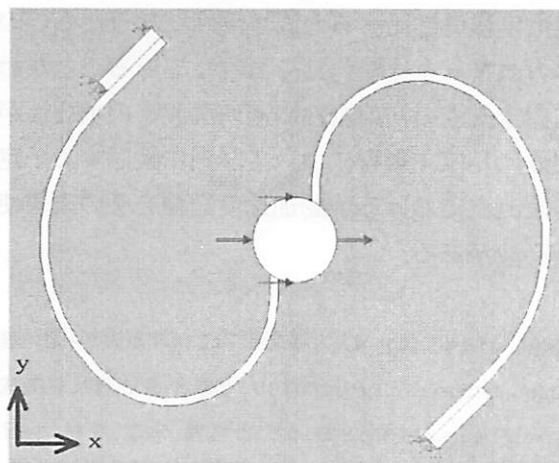


図3 解析モデルにおける荷重の作用方向の座標系

ある。

2.2 解析方法

免震装置の S 字状の部分とその上部の円盤状の部材を 3 次元有限要素によってモデル化した後（節点数 17659、要素数 9557）、S 字状部材の両端のブロック底面を拘束し、その他の部材全体の底面は可動とした。図 3 に示すように、免震装置上部の円盤部分の側面に 0 度方向（x 軸方向）、90 度方向（y 軸方向）、およびそれらの中間の 45 度方向から、それぞれ水平方向に 1kN、5kN、10kN、15kN と集中荷重の大きさを変化させて作用させたときの免震装置の応力やひずみ、変位の分布などを算出した。

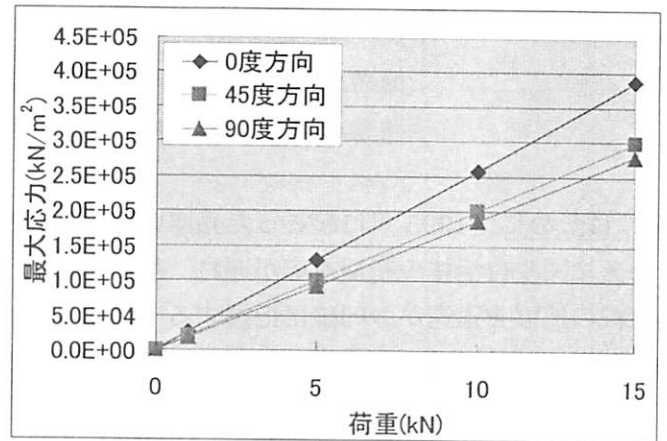


図4 荷重と最大応力の関係

3. 解析結果および考察

3.1 荷重と最大応力の関係

免震装置の上部円盤部分側面に集中荷重を 0 度方向（x 軸方向）、90 度方向（y 軸方向）、および 45 度方向に作用させた結果、0 度方向に集中荷重を作用させた場合では拘束している繋ぎ目部分で、90 度方向に集中荷重を作用させた場合では免震装置の中心にあるブロックとバネ鋼の繋ぎ目部分で、また 45 度方向作用させた場合では S 字状の部材上部で最大応力が発生しているのがわかった。また、いずれの場合においても免震装置全体に応力が伝達していることが確認できた。図 4 に、免震装置に作用させた集中荷重の大きさと免震装置の最大応力の関係を示す。この図から、いずれの作用方向においても、免震装置の最大応力は線形に変化し、0 度方向に作用させた場合に最大応力が最も大きく、90 度方向に作用させた場合に最も小さくなった。また、15kN の集中荷重を作用させた場合では、いずれの場合においても、最大応力は降伏点である 2.35×10^5 kN/m² に達していることがわかった。

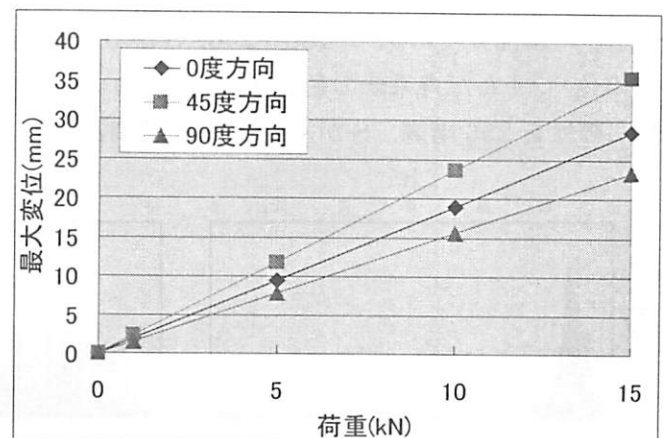


図5 荷重と最大変位の関係

3.2 荷重と最大変位の関係

免震装置の上部円盤部分側面に集中荷重を作用させたとき、いずれの作用方向の場合においても免震装置の最大変位は免震装置中心部で発生していることが確認できた。図 5 に、作用させた集中荷重の大きさと免震装置の最大変位の関係を示す。この図から、いずれの作用方向においても、免震装置の最大変位は線形に変化し、最大変位は 45 度方向に作用させた場合に最も大きく、90 度方向に作用させた場合に最も小さくなることがわかった。

4. まとめ

本研究では、津波防災住宅用免震装置の 3 次元有限要素解析を行い、免震装置の変形特性について検討した結果、外力は S 字状の部材全体に伝わり、免震装置は地震力を分散させることが可能であることが確認できた。また、固定した拘束部分で応力が大きくなり、水平方向に 15kN の集中荷重を作用させた場合に拘束部分の接合部で部材の降伏がみられた。今後の課題として、S 字状の部材の形状や曲率の見直しや部材の接合部などのさらなる改良、動的な解析による検討などが考えられる。

参考文献 1) <http://www.monethouse.com/>（富士鉄工株式会社webページ）