

SP免震基礎工法の免震の原理と効率の算定

1 免震構造の定義

- ◎ 免震構造の定義は、建物の質量に基づく慣性力を利用し、地盤 又は 基礎と上部構造物の間に、免震装置としてのアイソレーターを介在させることにより、地震動としての地盤よりの水平力が上部構造に伝達しにくくなる構造形式と定義できる。
- ◎ その結果、上部構造物に作用する地震動の加速度は小さくなり、構造物とその内部での安全が保たれることになる。

2 免震構造の分類

免震構造は、アイソレーターの支承材の形式から 3 つに大別することが出来る。

◎ 1 つ目は、弾性系。

積層ゴムや、その他の弾性体を利用するもので、その**剪断弾性**により、水平力としての地震力の伝達を小さくしようとするもの。

◎ 2 つ目は、転がり系。

これは、鋼球やローラーの回転体を、水平力に対するアイソレーターとしているもの。X、Y 方向 夫々のローラーを組み合わせたものや、360° のどの方向にも移動可能なスチールボールを使うもの等がある。

◎ 3 つ目は、滑り系。

これは、四フッ化エチレン、その他の**固体潤滑性**の良い材料で作られた滑り子を、2枚の平面 又は曲面の間に挟み、全方向への水平移動を可能にしたアイソレーター。

- ◎ そして、これらのアイソレーターと併用する復元材 又は減衰材としての部材がある。
 - ・ 形からは、2枚の転がり面、又は滑り面を曲面として、中心部を凹面とすることで建物の上下変位を与え、復元力と建物自重により水平力を減衰させようとするもの、これはアイソレーターそのものの性能。
 - ・ 減衰材のうち弾塑性系のもので、鉛材の鉛ダンパー(塑性ダンパー)、鋼材の弾性ダンパーがあり、流体系のものとしては、オイルダンパーやその他の粘性体を使うものがある。

- ◎ S P 免震基礎工法は、この分類に従えば弾性系に類する。
但、他の弾性系のものとの違いは、アイソレーターの機能が材の剪断変形によるものではなく、地盤に埋設された鋼管杭の曲げ変形により免震効果を発揮すること。

- ◎ そして、ここで使われる鋼管杭は、国土交通大臣認定杭であり、約16万本の施工実績を持つ回転埋設鋼管杭『b Dパイル』。
減衰材は地盤であり(地震動と建物の振動周期が異なる)、復元材は杭そのものであることも、他の工法との大きな違い。
又、基礎と杭頭の関係も、水平力は伝達するものの(慣性力とも云える)、全方向に杭頭の回転を自由にするディテールも特徴。

- ◎ 他の鋼管杭にも免震効果はあると考えられますが、次に述べるような震動解析により、又、特許出願しているような施工方法で免震効率を算定できる杭は、S P 免震基礎工法以外には無いと認識している。
定性的傾向だけで機構の性能をいうのは、技術的には強調すべきでない。

- ◎ S P 免震基礎工法は、地盤一杭一建物を一つの系として動的解析が出来ることにより、免震工法と称する。

3 SP免震基礎工法の免震効率解析の概要とパラメーター

- ◎ SP免震基礎工法における免震効率解析の概要と、算定に用いるパラメーターについて

- ◎ 地盤を含む全体型モデルは、FEM「有限要素法」により解析する。

- ◎ その中では、低層住宅を主たる対象とすることから、建物は一質点系モデルとし、建物と地盤の相互作用を考慮した地震応答解析を行う。

- ◎ 地震時の地盤と建物の振動の違いを明らかにし、それを比較し、免震効率を定量的に評価する。

- ◎ 算定に用いるパラメーターについて
地盤物性として
 - ・ 地盤ばね値としては、Francis のばねの考え方をを用いる。
 - ・ この際、地盤最大剪断速度や地盤弾性係数は
 - 地盤のN値
 - 層 厚
 - 堆積年代
 - 土 質
 - 地盤ポアソン比
 - 地盤の単位体積重量を考慮する。

- ◎ 次に入力地震動
- ◎ 入力地震動は、その建物が建つ地表面が1995年兵庫県南部地震の地震波となる模擬地震波を、その地盤毎に計算し、杭先端附近を支持する工学的基盤面に作用させる。
- ◎ その理由は、単に加速度だけで比較すれば、もっと強い地震を経験しているが、建物の被害割合が多かったという点では、阪神淡路大震災の地震動を基準に解析することがより安全な評価につながると考えるから。
- ◎ 建物を1質点系にモデル化するためには、基礎構造を含む構造体質量、大きさ、高さから、慣性モーメントを算定する。
- ◎ 軟らかい地盤の上で建物はスウェイ・ロッキング動をされると考えられ、その際の水平ばねと減衰、回転ばねと減衰は、地盤と鋼管杭により与えられるので、地盤の諸数値の他、杭径、杭本数、杭長、杭材ヤング係数、杭断面二次モーメントをパラメーターとする。
- ◎ そして、群杭係数、地盤の水平減衰係数を求め、回転地盤ばねも求める。

4 免震効率の表現

- ◎ 免震効率を定量的に表現する為に、前に述べた計算の結果得られた地盤と建物の最大加速度の差の比、最大振幅の差の比から、減衰率、低減率を求めると共に、計算された周期と最大加速度を基に、気象庁の震度階級表に地盤の震度と建物の揺られ方による震度をプロットすることにより、免震効率を表現する。

5 その他の検討事項

S P免震基礎工法をより安全に経済的に設計する為に、免震効率の算定と合わせ次のような検討も行う。

- ① 杭の安定性の検討として、杭支持力及び長杭の検定。
- ② 建物重量の算定と共に、重心計算及び全ての柱軸力の算定を行う。
これにより経済的な杭の本数と、合理的な杭配置計画が可能となる。
- ③ S P免震基礎工法では、鉛直荷重、水平荷重に対し安定であるという前提で、杭本数は少ない程免震効率が高くなることから、必要以上の杭は施工しない方が良いと考える。
その為、杭間距離が大きくなることもあるので、木造住宅での基礎梁耐力の検定は必要となる。
- ④ このとき、基礎梁を、柱軸力という集中荷重を受ける、杭で支持される連続梁として、基礎梁を解き、鉄筋量の検討を行う。
- ⑤ 杭配置計画では、杭の水平力に対する反力の中心としての剛心と、建物重心が可能な限り近づくような配置計算を行う。

6 SP免震基礎工法の特徴

以上のような内容から、SP免震基礎工法の特徴を列記する。

- ① 鋼管杭の弾性，靱性を生かした世界初の免震基礎工法
- ② 地耐力不足を補う為の杭地業の場合、免震の為の工事費は0
- ③ 地震被害が大きくなる軟弱地盤程、免震効率が高くなる工法
- ④ かなり高い免震効率が得られ、工事工程に影響しない免震工法
- ⑤ 軽量建物で問題となる風圧力に対しても、又、長周期地震動にも安全な免震基礎工法
- ⑥ 維持管理の全く不要な免震基礎工法

- 免震効率及び杭設計については、必要データの提示を受け、全て日本ブレードパイル協会で検討する。

又、木造建築の場合、在来工法、枠組壁工法 共、平家から3階建てまでの構造計算も協会を受託することが出来る。