

論文の内容の要旨

論文題目 構造物の塑性化を考慮したレベル2設計用地震動作成方法の提案

氏名 吉見雅行

本研究は断層近傍域におけるレベル2設計用地震動作成方法の提案を目的としたものである。

構造物の設計をおこなう際には、対象地点が特定されていると概ね考えられるので、断層と対象地点との位置関係は既知である。また、構造物のおおまかな特性も決まっている。そこで、設計対象の構造物の特性が所与であるときに、その構造物の応答を最大にするような地震動をもたらす断層モデルの構築をおこなうことができればよい。ただし、ここで応答が最大であるとは対象とする構造物や部材、着目すべき限界状態に応じてあらかじめ定義されるものとする。

地震動の強さは、弾性応答と弾塑性応答のそれぞれについて評価した。著者の最終目標は現実的な多自由度系である。本論文ではその最も基本となる1自由度系を対象とした。弾性応答の評価には線形1自由度系モデルを用い、弾塑性応答の評価には、免震橋梁の上部工を想定して完全弾塑性1自由度モデルを用いた。

震源過程に関する近年の地震学の進歩はめざましく、その知見は工学への応用に十分役立つと考えられる。これに基づいて断層モデルはアスペリティモデルとして与えるものとした。アスペリティは正方形で、内部の滑り量は一定、破壊伝播速度一定と仮定した。これらは便宜上の仮定で結果への影響は小さい。以上のモデル化の結果、アスペリティの大きさ、アスペリティの配置、破壊開始点を変数として扱った。アスペリティの個数は1個ないし2個とした。断層破壊は破壊開始点から等方的に等速で広がるものとし、マルチプルショックは考慮していない。

地震動計算には、震源インバージョン等での実績がある平行成層の理論地震動計算プログラムを用いた。この方法は水平方向に伝播する表面波については考慮できるが、盆地生成表面波は考慮できない。したがって、本研究の設計地震動は兵庫県南部地震でキラパルスとも呼ばれる実体波を想定するもので、直感的には直下地震に特有の直達的な波を考えることになる。

断層の種類としては、横ずれ断層、逆断層、それらの混合型がある。ここでは、垂直な断層面をもつ横ずれ断層と低角な断層面をもつ断層を想定することとした。対象地点は断層の近傍域とする。また、水平地震動について考察をおこなうこと

とし、上下動は考慮していない。

まず、垂直横ずれ断層としては、兵庫県南部地震の震源断層をとりあげた。対象地点としては、断層の直上で断層の端に位置する宝塚を選び、地震動を計算した。ある固有周期の構造物を想定し、対象地点にもたらされる地動による応答が最大となるようなアスペリティ位置と破壊開始点の組について考察した。

アスペリティを1つ配置するとき、弾性応答を最大にするアスペリティの配置位置は対象地点の直下から離れた点となった。破壊開始位置は、対象地点に対して、アスペリティと対称な点に求まった。この組み合わせはアスペリティのサイズを変えてもほとんど変化しない。弾塑性応答を最大にするアスペリティ位置および破壊開始点は、弾性応答のそれとあまり変化しなかった。それは1つのアスペリティによる地動は1波からなる単純なものであるからである。

アスペリティを2つ配置するとき、アスペリティの大きさは同じとし、片方のアスペリティは弾性応答を最大にする位置に固定した。2つ目の配置位置によって、地震動の卓越周期が変化した。弾性応答が最大になるのは、2つのアスペリティの間隔を空けて配置するときであった。

弾塑性応答を大きくするアスペリティ位置は、降伏強度によって異なっていた。これは、塑性応答をするときにみかけの固有周期が延びるためであると考えられる。したがって、弾塑性モデルにクリティカルな地震動は、弾性周期が同じであっても強度によってかわることになる。

次に低角逆断層としては、関東地震の震源断層をとりあげ、対象地点には本郷と東京湾口を選んで計算した。断層が純粹な逆断層滑りをするものとして、アスペリティを1つだけ配置するとき、対象地点に最大の地動をもたらすアスペリティ位置と破壊開始点の組をそれぞれの対象地点に対して決定した。この組は、着目する地震動の方向によって異なっていた。また、構造物の固有周期によっても変化した。

最後に、得られた断層モデルの考察をおこなった。断層面上に点震源を置いたときの対象地点の地動に対する、全無限遠地S波の放射特性係数に幾何減衰を考慮したものを影響係数と定義した。このとき、対象地点の着目する震動方向に対する影響係数を、断層面上の全点について表示したコンター図を用いれば、最も大きな地動をもたらすアスペリティ位置を特定できることを示した。