

論文要旨

地震動の非定常性が構造物の非線形応答に与える影響

社会システム工学コース 1075056 永峰雅史

1995年の兵庫県南部地震以前の弾性域の地震応答を基本とした耐震設計体系においては、動的解析の入力地震動としては設計スペクトルのみが定められていた。時刻歴応答解析に用いる加速度波形は、その加速度応答スペクトルが設計スペクトルと等しければ地震の波形が異なってもほぼ同じ最大応答値を得ることができた。しかし、非線形域の地震応答を対象とする場合は、加速度応答スペクトルが同じであっても、加速度波形の振幅形状や継続時間の違いが地震応答に差異を生じることが分かっている。これは地震動の非定常性が影響しているためである。現在のコンクリート標準示方書では、応答スペクトルから時刻歴波形を作成する際、構造物に対する影響が大きくなるような振動成分が含まれた模擬地震動波形を用いてもよいとある。しかし現在、地震波の非定常性を考慮する具体的な方法についての記述は無い。

本研究では、鉄筋コンクリート構造の非線形域の地震応答を対象として、地震動の非定常性が構造物の非線形応答に与える影響を明らかにすることを目的として行った。

構造物に対する影響が大きくなるような地震動波形を、波形の長周期成分をある時間で遅らせたものと仮定した。鉄筋コンクリート構造物は地震動の入力により損傷を受け剛性が低下し固有周期が長周期へと移行する際、構造物の固有周期の変化に追随するような入力地震動が共振を起こし応答が増幅されるからである。このような地震波形を、非定常パワースペクトルによる手法を用いて波形を周波数ごとに分解し、長周期成分を遅らせ再合成した波形を作成した。

構造物の特性は、降伏震度、剛性、固有周期の3つをとりあげ、長周期成分の遅れ時間の影響がこれらの特性に及ぼす影響を鉄筋コンクリート構造物の3次元動的な非線形応答解析を用いて検討した。解析に用いた入力地震荷重は長周期成分を遅らせた地震動である。出力値は柱上端での最大変位である。構造物の損傷の程度を表す値として最大応答変位を降伏変位で割った塑性率を用い、構造物を評価した。

解析結果より長周期成分の遅れ時間と塑性率との関係を求めた。その結果、構造物の特性により塑性率が最大となる遅れ時間が異なることが分かった。したがって、応答スペクトルがほぼ同じ地震動であっても、地震波の非定常性が構造物の特性によっては応答値に影響するがあることが明らかとなった。

さらに、構造物の降伏震度、剛性や固有周期と、塑性率が最大となる際の遅れ時間との関係を比較した。構造物の剛性と固有周期に対する遅れ時間の関係性は見られなかった。一方、構造物の降伏震度に比例して遅れ時間が大きくなる傾向にあることが明らかとなった。