

台湾集集地震の震源域での観測強震動特性と構造物破壊能

Observed strong motions in the near-source region of the Chi-Chi, Taiwan earthquake and their damage impact to structures

川瀬 博[1], 長戸 健一郎[1]

Hiroshi Kawase[1], Kenichiro Nagato[2]

[1] 九大・人間環境・都市共生

[1] Grad. School of Human-Environ. Studies, Kyushu Univ., [2] Grad. School of Human-Env. Studies, Kyushu Univ.

我々はまず兵庫県南部地震の震源域での再現波形を用いて、観測された被害率を再現する構造物群を策定した。これは日本の典型的な構造物の被害を定量的に予測できる理論モデルとみなすことができる。その構造物群に台湾集集地震で観測された強震動を入力し、その構造物破壊能について分析した。記録中最も速度の大きなTCU068地点の記録は、モデル構造物群に大きな被害率をもたらすことはできなかった。一方、最大の被害率は最大速度130cm/secのTCU084での観測記録によって生じることがわかった。その卓越周期は約1秒であり、台湾集集地震においても、周期1秒前後のやや短周期域の強震動が構造物にとって最も危険であることがわかった。

我々は三次元有限差分法とフォワードモデリングによって求めた4アスペリティより構成される震源モデルを用いて、兵庫県南部地震の神戸市域における強震動を計算し、周期1秒前後の速度パルスが良好に再現できることを確認した。このモデルは少なくとも震源域の観測データに対してはすぐれた適合性を有している。そこでまず、この松島・川瀬モデルで灘・東灘区における強震動を求め、それを入力として構造物の非線形応答解析を行ない、得られた最大相対層間変位が1/30を超えた場合にその建物は崩壊もしくは大破したものととして、観測されたRC建物の被害率を再現するような、強度分布を考慮したモデル構造物群を策定した。構造物としては3階、6階、9階、12階建のものを考え、現状の設計用資料に基づき、基本モデルを設定した。はじめにその基本モデルの被害率を計算したところ、すべての建物で被害データから算定した実被害率を上回る被害率が算定された。低層モデルほどその差は大きく3階建モデルにおいては5倍以上あった。この結果は、既存のRC建築物は標準設計耐力よりも大きな耐力を有しており、その差は低層ほど大きいことを示している。そこで平均降伏ベースシア係数を調整することにより、観測被害率を再現することとした。その結果、3階建・6階建では約2倍、9階建・12階建では約1~1.2倍、耐力を大きめに設定すると観測被害率が再現されることがわかった。またこのモデルを用いて東灘区を横切るライン上の被害率分布を求めると、最大速度が約100cm/secを超える範囲の領域で被害率が30%を超え、いわゆる震災の帯が再現されることが示された。以上より、この理論構造物モデル群は日本の典型的な構造物の被害を定量的に予測できる数値モデルとみなすことができ、兵庫県南部地震以外の強震動の構造物破壊能を図るものさしとして利用することができるものと考えられる。

そこで次に我々は、台湾中央気象台が観測し公表した台湾集集地震による震源域での強震動を用いて検討した。まずはじめに観測強震動の基本的特性を分析した。その結果、最大加速度・最大速度とも全体にEW成分の方が大きめで、また断層東側の地点の方が大きめであること、最大加速度は震源域では300~1,000Gal、最大速度は40~300cm/secの範囲に分布していること、強震部分の継続時間は全体に長く、多くの観測点では30~40秒であるが、北側の観測点ではより短めであることなどが指摘される。またこれらの観測記録の応答スペクトルを計算したところ、最大速度が大きく長周期パルスの見られたTCU068では約10秒の長周期域にピークがあるのに対し、TCU084では1秒前後にピークがあることがわかった。そのTCU084のピークレベルは500cm/secに近く、兵庫県南部地震での震災の帯の推定地動レベルに匹敵している。しかしTCU084以外の地点のピークレベルは高々100cm/sec程度であり、兵庫県南部地震の観測記録と比べそれほど大きなものとはいえないことがわかった。

最後に、これらの震源域の記録を先の兵庫県南部地震で校正した構造物群に入力し、その構造物破壊能を評価した。まず構造物の耐力として最頻値を仮定した標準モデルにTCU084およびTCU068の観測加速度波形(EW成分)を入力したときの各層の最大層間変形分布を、兵庫県南部地震の神戸市東灘区での最大値地点の再現波形(N33°W成分、最大速度127cm/sec)を入力した場合と比較した。その結果、TCU084での観測波形は神戸市東灘区での最大推定地動よりも大きな構造物破壊能を有していることがわかった。一方、速度が記録中最大であったTCU068では神戸と同等かそれ以下の破壊能しかなかった。さらに震源域の代表的な記録13地点の加速度波形(NS成分・EW成分)を耐力の頻度分布を考慮した全モデル構造物群に入力した場合の総被害率を兵庫県南部地震の計算結果と比較したところ、全体としては兵庫県南部地震の被害率よりかなり小さな被害率しか示さず、その被害もほとんどがTCU084地点で生じたものであった。すなわち、台湾集集地震の場合その平均的特性としては、兵庫県南部地震での震源域の強震動ほどの破壊力はなく、日本の建物であれば兵庫県南部地震での神戸市内の被害に匹敵するような大被害は生じなかったものと推定される。

以上をまとめると、台湾集集地震で得られた強震観測記録を用いて、その構造物破壊能について検討した結果、兵庫県南部地震の被害集中域での推定地動を上回る強力な破壊能を持つ地動が観測された地点も中にはあるが、平均的にはその破壊能は兵庫県南部地震での神戸市内の震災の帯内の地動よりも小さいと推定された。