

トルココジャエリ地震におけるアダパザル市の強震動評価

Estimation of Strong Ground Motion at Adapazari city during the Kocaeli, Turkey earthquake of 1999

神野 達夫[1], 工藤 一嘉[2]

Tatsuo Kanno[1], Kazuyoshi Kudo[2]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研

[1] E. R. I., Univ. of Tokyo, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

トルコ・コジャエリ地震の被災地の1つであるアダパザルの本震時の強震動を等価線形化手法と余震を用いた経験的グリーン関数法に基づいて推定した。アダパザル市街地の近傍の強震観測点SKRは本震時にNS成分が欠測であったが、本研究ではEW成分と比べて最大加速度で2割、最大速度で7割程度大きいと推定された。また被災地の強震動は1~2秒の長周期成分が卓越し、最大速度は100kineを超えると推定され、このような強震動の生成原因としてはアダパザル市街地の厚い堆積層だけでなく、断層のアスペリティやその破壊進行方向、さらに震源放射特性が少なからず影響していることが明らかになった。

1999年8月17日に発生したトルコ・コジャエリ地震ではIzmit市などトルコ共和国北西部において甚大な被害が生じたが、その被害の多くは断層近傍に集中している。断層近傍のSakarya県ではAdapazari市において大きな被害が見られ、被災地から数km離れた強震観測点SKR(被害軽微)において本震時の強震記録が得られているが、NS成分は計器の不調により欠測であった。微動アレー観測の結果(Kudo et al. [2000]), SKRの表層のS波速度は1km/secを超えるが、被災地は厚い軟弱な堆積層で覆われていることを指摘しており、SKRで観測された強震記録をそのまま被災地の地震動と見なすことはできない。そこで本研究では微動アレー観測結果とSKRで観測された地震動を用いて被災地の強震動を推定した。

本研究では以下の2つの手法を用いた。1つ目はSKRの本震時の強震動から等価線形化手法によって表層地盤の影響を取り除き(影響は僅かであるが)、これを被災地の地盤への入力地震動と考え、再び等価線形化手法を用いて被災地における地表の強震動を推定する手法である(手法A)。ここでSKR並びに被災地は断層からの距離がそれぞれ3.4km, 6.4kmであり、その差を無視することはできない。大きな震源域の近傍において距離減衰を考慮することは非常に難しい問題を含んでいるが、本研究では最も近いアスペリティからの等価震源距離(大野・他[1990])による幾何減衰のみを考慮した。なお、アスペリティの位置はSekiguchi and Iwata [2000]の震源逆解析結果から抽出したKamae and Irikura [2000]を参照した。さらに等価線形化手法に用いる地盤の動力学モデルは大崎・他[1978]のモデルを使用し、さらに減衰に関しては周波数依存性(杉戸・他[1994])を考慮した。なお、被災地の詳細な土質データは入手できていないため、工学的基盤($V_s=400\text{m/sec}$ 程度)以浅を砂地盤とした。SKRにおける本震のNS成分は欠測であったため、推定した強震動はEW成分のみである。

2つ目の手法は経験的グリーン関数法と等価線形化手法を組み合わせた手法である(手法B)。本手法ではまず、等価線形化手法によってSKRにおいて観測された最大余震(1999年9月13日発生、マグニチュード5.8)から表層地盤の影響を取り除き、これを被災地における基盤地震動とした。この際、最大余震の震源からの方位や震源距離についてSKRと被災地の間にほとんど差がないことから補正は行っていない。次に、はぎとったSKRの最大余震の基盤地震動を要素地震として経験的グリーン関数法を用いて本震時の基盤地震動を合成した。そして、最終的に合成された基盤地震動から被災地のS波速度構造を用いて等価線形化手法によって地表での強震動を推定した。本手法では被災地における本震時の強震動だけでなく、欠測であったSKRにおけるNS成分の強震動の推定も行った。また、解析に用いた本震の断層モデルはSekiguchi and Iwata [2000]などを参照して5つのアスペリティを想定し、地震動はこれらのアスペリティからのみ生成されると仮定した。なお、本手法の有効性と断層モデルの妥当性は最大余震と本震の両方が観測されているYPT, IZTおよびSKR(EW成分)において検証を行っており、推定波と観測波はよく整合することを確認している。

手法Aを用いて推定された地震動は線形解析時に比べて短周期の減衰が大きく、長周期成分が卓越し、最大速度は100kineを超える。また、手法Bによって推定された被災地の地震動も先と同様に、長周期成分が卓越し、さらに本震時に欠測であったSKRのNS成分はEW成分と比べて最大加速度で2割、最大速度で7割大きいと推定された被災地の最大加速度はEW成分の方が大きい、最大速度はNS成分の方が若干大きい。さらに2つの手法によって推定された強震動を比較すると、その最大振幅や位相特性には大きな差が見られる。これは対象地域が断層のごく近傍であるため、数km程度しか離れていない観測点でも震源の放射特性やForward Directivityの影響が異なっていることに起因している。したがって、地盤観測点の近傍で岩盤観測点の記録が得られたとしても、それらが断層のごく近傍である場合は岩盤観測点の記録を地盤観測点の入力として用いることには留意が必要であることを

示唆している。さらに推定された被災地における地震動レベルは1~2秒付近で1968年十勝沖地震の八戸港湾での強震動を2~3倍上回ることが分かった。