

トルココジャエリ地震におけるギョルジユク周辺の強震動評価

Estimation of Strong Ground Motion around Golcuk 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・コジャエリ地震の震源域であるギョルジユクの本震時の強震動を等価線形化手法と経験的グリーン関数法に基づいて推定した。本研究では地盤の非線形性を考慮するために経験的グリーン関数に M3 クラスの余震の基盤波を用い、これから最大余震、最大余震から本震を合成するという2段階で合成した。そして最終的に地盤の非線形性を考慮して地表での強震動を推定した結果、ギョルジユク南部の丘陵地で被害が軽微であった地域と沿岸部の被災地域では最大速度で1.5~3倍程度の差がある。さらに沿岸部では東から西に行くに従って振幅が大きくなり、断層破壊の進行方向による影響と地盤の非線形特性の違いによると思われる。

1999年8月17日に発生したトルコ・コジャエリ地震の被害の多くは断層の近傍で起きており、大局的には断層破壊過程に伴う地震動特性が被害に対し大きな影響を及ぼしたと考えられる。しかし、震源域のギョルジユクではその狭い範囲内で被災度が大きく異なっていた(AIJ Reconnaissance Team et al [2000])。この要因として神野・工藤 [2001]は、ギョルジユク周辺で行われた微動アレー観測や余震観測記録のスペクトル比の検討から地盤震動特性の違いを指摘している。しかし、ギョルジユクは断層の直上に位置しているため、断層の破壊過程の影響がこの地域内で必ずしも均質であるとは言えない。さらにこの地域では強震記録が全くなく、最も近い観測点はイズミット湾の対岸にある YPT である。ず、被害の差が地盤震動特性の違いのみによるとは断定できない。そこで、ギョルジユク周辺で観測した余震記録と微動アレー観測などによって推定された地下構造を用いて経験的グリーン関数法によって当該地域における本震時の強震動の推定を行った。推定を行った観測点は GLF (北東側沿岸部, 被害大), GLJ (中心部, 被害大), GLA (東側中央部, 被害大), GLS (南側丘陵部, 被害無), GLN (北西側沿岸部, 被害大) である。GLF と GLN は微動アレー観測によって地下構造が明らかになっており、それ以外の観測点は観測された余震の GLF に対するスペクトル比を満足するような地下構造を1次元波動論によって試行錯誤的に推定した。

解析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。解析に用いた余震記録は、GLA, GLS は1999年9月13日0時37分頃に発生したマグニチュード3.2の余震(余震A)で、この余震は強震観測点 YPT でも観測されている。GLN, GLJ は1999年9月16日4時26分頃に発生したマグニチュード3.6の余震(余震B)であり、GLF についてはこれら2つの余震を用いている。まず、それぞれの観測点において観測された余震から等価線形化手法を用いて表層地盤の影響を取り除き、この基盤地震動を経験的グリーン関数法の要素地震として最大余震(1999年9月13日発生、マグニチュード5.8)の合成を行った。次に合成された最大余震を要素地震として本震の基盤地震動を合成し、等価線形化手法によって地盤の非線形性を考慮して地表での地震動を推定した。この際に用いられ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、放射特性は周波数依存性を考慮する手法(釜江・他 [1990])を取り入れた。また、地盤の動力学モデルは大崎・他 [1978]のモデルを、さらに減衰は杉戸・他 [1994]による周波数依存性モデルを用いた。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。また余震Aから最大余震への合成に用いた断層モデルは両方の地震が観測されている YPT の観測記録と比較をすることで試行錯誤的に推定しており、余震Bから最大余震へは余震Aから合成された GLF の最大余震を再現するような断層モデルを同じく試行錯誤的に推定した。最大余震から本震への合成では両方の地震が観測されている YPT, IZT, SKR (いずれも強震観測点)において断層モデルの妥当性について検証を行っている。

解析の結果、被害がほとんど見られなかった GLS の強震動は短周期成分が卓越するため最大加速度は1500galと大きい。最大速度は60kine程度である。それに対して GLF や GLA は最大加速度が800~1000galであるが、最大速度は100~120kineと非常に大きい。GLJ の最大加速度は約800gal、最大速度は120kineであり、その地震動レベルは GLF や GLA とほぼ同等であるが、GLN の最大加速度は1500gal、最大速度は180kineと本研究で推定した地震動の中で最も大きい値を示した。しかし、地下構造は GLF と比べると、GLN の方が硬質な地盤であり、これから1次元波動論で計算される線形時の増幅特性は短周期側にピークを持つ。それにもかかわらず、GLF よりも GLN の方が大きな振幅となったのは地盤の非線形化の度合いが GLN の方が小さく、減衰が大きくならなかったことや断層の破壊が GLF から GLN に向かって進行したことによる Forward Directivity の影響が原因であると考えられる。断層の

真上にあると思われる GLF , GLJ , GLN では NS 成分が卓越しており , Forward Directivity の影響を支持する .