

関東平野におけるやや長周期大振幅パルスの発生・伝播過程

Excitation and propagation process of long-period pulse motion in the Kanto basin

早川 俊彦 [1]; 古村 孝志 [2]

Toshihiko Hayakawa[1]; Takashi Furumura[2]

[1] 東大地震研; [2] 東大総合防災情報研究センター

[1] ERI; [2] CIDIR, Univ. Tokyo

震源が浅く ($h < 20\text{km}$)、規模の大きい ($M > 6.5$) 地震が発生すると、遠方の堆積平野において、2-15 秒程度のやや長周期の表面波 (長周期地震動) が強く発生する。長周期地震動の伝播は、数~数十 km の大きな空間スケールの現象とされ、深部基盤の 3 次元形状と関連付けて考えられることが多かった。ところが、2004 年新潟県中越地震 ($M6.8, h=13\text{km}$) では東京都新宿周辺に、周期 6-7 秒で大振幅の特異なパルス状の長周期地震動 (以下、「長周期パルス」と呼ぶ。) が局所的に発生するなど、従来知見と異なる現象が観測された。この長周期パルスの周期は新宿周辺に多数存在する超高層ビルの固有周期と近く、被害に結びつくことが予想されるため、このような長周期パルスの発生原因を明らかにすることは将来の大地震に備えて重要である。

まず長周期パルスの伝播特性を明らかにするため、本研究では K-NET 観測点 44 点、SK-net143 点のデータに加え、東京ガス (株) の SUPREME の加速度センサー 142 点を利用し、関東平野において計 329 点という大量のデータのアレイ解析を進めるとともに、大規模数値シミュレーションを用いてこの現象を調査した。SK-net と SUPREME の記録の時刻・方位・極性を、近傍の防災科研データとの相関解析により補整した後、振幅分布の時間発展を可視化したところ、長周期パルスは卓越周期 6-7 秒の狭い帯域の波群で、幅 10km、長さ 50km の埼玉県中央部から東京湾にかけて南北に延びる領域で発生・伝播したことがわかった。次に、MUSIC 法に基づくアレイ解析を実施し、長周期パルスの位相速度 ($1.5 \sim 2.2\text{km/s}$)、伝播方向 ($N120E \sim N150E$)、そして群速度 (0.5km/s) を求めた。さらに粒子軌跡解析から、振動方向 ($N70E$) が伝播方向にほぼ垂直であることを示し、長周期パルスは分散性の強い Love 波であることを明らかになった。

この長周期パルスの特徴を再現するため、2004 年新潟県中越地震の長周期地震動と長周期パルスを地球シミュレータによる地震波伝播シミュレーションを行った。先行研究と同様に、近地強震波形解析による断層震源 (Hikima and Koketsu, 2005) モデルと、大大特プロジェクトにより作成された地下構造モデル (「大大特モデル」(田中・他, 2006)) を用いた計算では、震源の新潟県中越地方から埼玉県付近までの観測波形はよく再現することができたが、長周期パルス自体は再現できなかった。そこで多種の地下構造モデルを用いたシミュレーションによる検討を繰り返したところ、表面波群速度の停留によるエネルギー集中効果 (Airy 相) が重要であり、波長程度の幅 ($\sim 10\text{km}$)、深さ 1km 未満の浅い「溝状構造」の存在が、長周期パルスの時間・空間的な特徴を良く再現することを確認した。そして、既存の地下構造モデルにこの溝状構造を導入したシミュレーションにより、長周期パルスの振幅・継続時間を良く再現することに成功した。ところで、ここで議論した都心での長周期パルス波は、2004 年新潟県中越地震と 2007 年新潟県中越沖地震のみで見られ、2007 年能登半島地震など、他の大地震では見られない。これは、溝状構造に対して 20° 以上の水平角で表面波が入射した場合、Airy 相が強く発達せず長周期パルス波へ成長しないためと考えられる。また、震源が 40km 以深の地震では、そもそも表面波が強く生成しない。

長周期パルスを生成した溝状構造は、地質学的には埼玉県中央部から荒川に沿って溝状に分布している沖積層の一部と考えられる。従来、長周期地震動の伝播には、先新第三紀基盤程度の深い構造が支配的とされ、河川流域の浅部軟弱層のような小さいスケールの不均質性の影響はほとんど意識されることはなかった。本研究により、周期数秒の長周期地震動についても、1km 以下のスケールの微細な地下構造が大きく影響することが示され、現在、整備が進められている MeSO-net をはじめとする継続的な高密度地震観測の重要性が示唆される。

将来の大地震発生を考えた場合、南海・東南海地震に加えて内陸部での大きな地震が発生することも否定できない。地震調査研究推進本部によれば、十日町断層帯 ($M7.4$ 程度)、および糸魚川-静岡構造線断層帯 (北部で $M7.4$ 程度) の 50 年発生確率はそれぞれ 2%、20% と予測されている。これらの地震は前述の長周期パルスの発生要件を備えており、かつ規模が大きいことから、十分な注意が必要である。