

6) 国際地震工学センター

6) - 1 不均質震源モデルを用いた 1923 年関東地震の建物被害率分布の再現解析【安全・安心】

An Analysis of the Distribution of Building Damage Ratio from the 1923 Kanto Earthquake Using a Heterogeneous Source Model

(研究開発期間 令和 6～7 年度)

国際地震工学センター
IISEE

伊藤 恵理
ITO Eri

To mitigate the damage from future megathrust earthquakes, it is essential to refine a scheme for damage prediction based on the existing research, and verify its validity using historical disaster data. As for the 1923 Great Kanto Earthquake, building damage records are available in the literature. We attempted to estimate site amplification characteristics and construct the heterogeneous source model for the 1923 Great Kanto Earthquake, for which sufficient observed seismic recordings have not been preserved, using the remaining building damage records as a clue.

【研究開発の目的】

今後発生が危惧される海溝型巨大地震の被害軽減のためには、既往研究の蓄積を利用しつつ、より定量的評価が可能となるように被害予測スキームを高度化し、その妥当性を過去の被災情報により検証することが必要不可欠である。しかし過去に遡って海溝型巨大地震の短周期生成域の性質を解明しようにも、震源近傍での加速度波形は残されておらず、観測波形記録を対象とした分析をすることは不可能である。

しかし、幸い大正の関東地震については文献等で建物被害記録が残されており、それを活用すれば短周期生成域の配置・サイズとその応力降下量を推定することが可能と考えられる。このことを踏まえ本研究では、残された建物被害記録（倒壊率）を手掛かりとしたサイト増幅特性の推定及び震源モデルの構築を試みた。

【研究開発の内容】

- ① 1923 年関東地震の複数の不均質震源モデルの構築
- ② 微動観測データを用いた大被害地域でのサイト増幅特性評価
- ③ 最も観測事実を再現する不均質震源モデルの選定

【研究開発の結果】

① 不均質震源モデルの構築

その構築に向け、長周期地震動の生成に寄与したアスペリティ（断層面上のすべり量の大きな領域）の分布及び②で示すサイト増幅特性の推定結果を参照しつつ、SMGA 配置について共同研究者を交えて議論した。その過程で、すべり量分布と破壊伝搬速度の揺らぎ分布の間の

相関を測る部分で開発中のコードに調整が必要なのことがわかり、現在修正作業を進めている。

② 微動を用いたサイト増幅特性評価

Kawase et al. (2018) では、微動の水平上下スペクトル比 MHVR に補正係数 EMR を乗じることで、擬似地震動水平上下スペクトル比 pEHVR に変換する手法を提案している。さらに Ito et al. (2020) において提案する上下動補正係数 VACF を用いると、上述した pEHVR は擬似サイト増幅特性 pHSAF に変換できる。

本研究においては、1923 年関東地震における建物の大被害地域において 32 地点で行った微動観測記録から得られる MHVR と上述した手法を用いることで、各地点での pHSAF を推定した。その上で、pHSAF と観測建物倒壊率の関係性をまず把握した。

0.5-20Hz の周波数帯域における pHSAF の最大振幅値と建物倒壊率の関係を確認したところ、20 地点でその最大振幅値は 10 以上となり、地盤増幅率の大きな地点が多いことがわかった。また倒壊率と最大振幅値は正の関係にあり、おおむねこれら大被害となった地点ではサイト増幅特性が被害の増大に寄与したことは明らかであることがわかった。一方、個別に地点を見てみると、一部の地点では高被害率に対して地盤増幅特性はそれほど大きくないことが分かった。そのような地点の結果をてがかりに、最適な SMGA 配置が同定される見通しを得た。

図 1 には本研究における微動観測地点、図 2 には観測建物倒壊率と擬似サイト増幅特性 pHSAF の最大振幅値、そして図 3 には例としてそのうち 2 地点の pHSAF および pHSAR を示す。

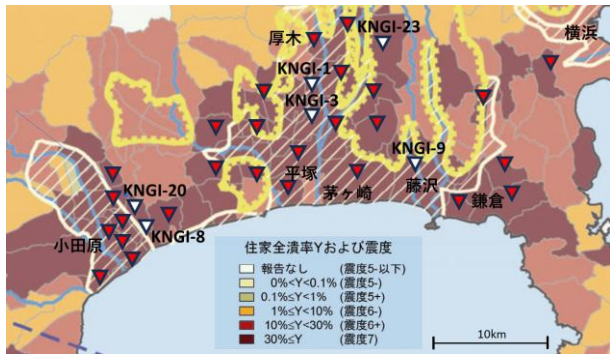


図1 微動観測地点32地点(▽)。その内代表的な地点を白抜きで示す。背景は諸井・武村(2002)による。

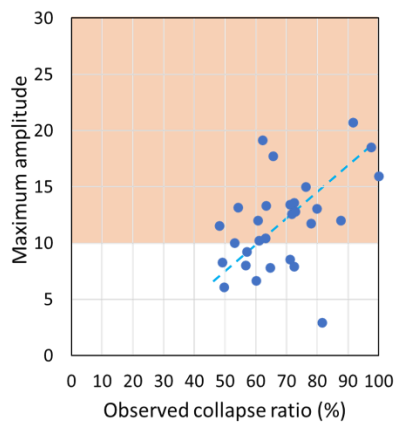


図2 各地点の観測建物倒壊率と0.5-20Hzの範囲での最大振幅値の関係。

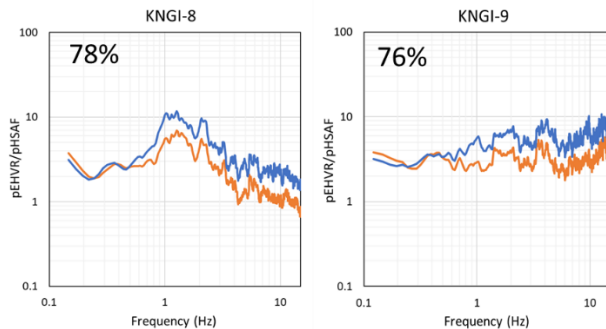


図3 KNGI-8とKNGI-9におけるpEHVR(オレンジ)pHSFAF(青)。左上の数値は観測建物被害率。

③ 最も観測事実を再現する不均質震源モデルの選定

上述した震源モデル構築の調整期間を活用し、次年度以降に検討を予定していた、より早期の発生が危惧される一回り規模の小さいM7.5クラスの首都直下型地震の強震動シミュレーションを前倒して実施した。手法としては第一義的に、観測波形からスケージング則による振幅補正を用い直接本震の地震動を推定する簡易型EGF手法を用いた。その結果、震度6強相当の結果が2地点にお

いて推定された。図4に当該地震における断層面、発震点、およびシミュレーション結果、図5には例としてKNG001において推定された地震動の時刻歴波形を示す。

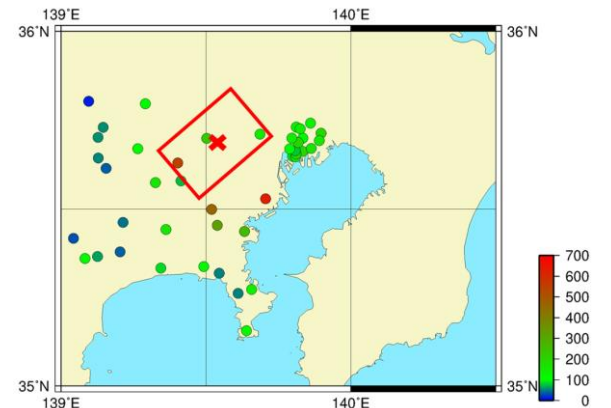


図4 7.5クラスの首都直下型地震の強震動シミュレーション結果。赤の四角は断層面、×印は発震点を示す。

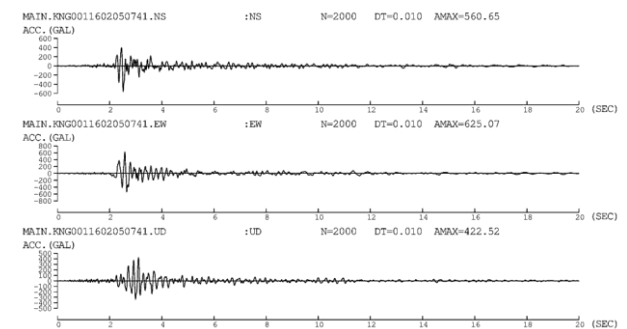


図5 KNG001において推定された地震動の時刻歴波形(PGA=625gal)

【参考文献】

- 1) Kawase, H., Mori, Y. & Nagashima, F.
Difference of horizontal-to-vertical spectral ratios of observed earthquakes and microtremors and its application to S-wave velocity inversion based on the diffuse field concept. Earth Planets Space 70, 1 (2018).
<https://doi.org/10.1186/s40623-017-0766-4>
- 2) Eri Ito, E., Nakano, K., Nagashima, F. & Kawase, H. A Method to Directly Estimate S-Wave Site Amplification Factor from Horizontal - to - Vertical Spectral Ratio of Earthquakes (eHVSRs), Bulletin of the Seismological Society of America (2020) 110 (6): 2892-2911.
<https://doi.org/10.1785/0120190315>