

# 東京湾周辺における地震動特性評価の一考察

岐阜大学工学部

学生会員○中野 克哉

岐阜大学流域圏科学研究センター

正 会 員 久世 益充

岐阜大学流域圏科学研究センター

正 会 員 杉戸 真太

## 1. 背景と目的

構造物の耐震性照査において、当該地点での地震動の特性を考慮した入力地震動を与えることが重要である。特に長大橋、高層ビルなど、比較的固有周期の長い構造物に対しては、地域に特有の周期数秒レベルの長周期地震動特性を的確に与えるべきである。長周期地震動は、比較的規模の大きな地震において、着目地点周辺の深部地盤構造の影響によって卓越する。着目地点周辺で卓越する、地域固有の長周期地震動特性については、地下構造調査や観測データに基づいた検討が積極的に行われている<sup>1)</sup>。

久世ら<sup>2)</sup>は、地震動予測モデル EMPR<sup>3)</sup>と地震動観測記録に基づいた、着目地域の地下構造の影響による、地域固有の長周期地震動特性推定法について検討した。濃尾平野<sup>2)</sup>、大阪平野<sup>4)</sup>を対象に推定した結果、それぞれの地域固有の地震動特性を推定することができた。本研究では、この手法を関東平野に適用した結果を報告する。

## 2. 地域固有の地震動特性推定法の概要<sup>2)</sup>

地震動特性は、地震動予測モデル EMPR<sup>3)</sup>に基づいて推定する。EMPR は、工学的基盤( $V_s=500\text{m/sec}$ )レベルの平均的な非定常地震動の加速度波形を算定可能な手法である。推定では、EMPR における  $M=6$  相当の非定常パワースペクトルに対する倍率(重ね合わせ数)を算出し、地震・地点別の比較を行う。EMPR における重ね合わせ数は、想定された地震規模と着目地点までの距離に対する各振動数ごとの非定常パワースペクトルの数を表すパラメータである。観測記録より算出した非定常パワースペクトルと、EMPR における重ね合わせ数を比較することで、地点ごとの違いを分析できる。これを基に、複数の地震を対象に、着目地域とその周辺で観測された地震動観測記録の非定常パワースペクトルを算出し、重ね合わせ数を比較することで、地点あるいは地域に共通する地震動特性を抽出することが可能である。

## 3. 関東平野における地震動特性の推定

### 3.1 関東平野における地震動特性の比較

図 1 に示す、関東平野とその周辺を対象に、地震動特性について考察する。図中の基盤深度(地震基盤相当)分布を見ると、東京湾沿岸とその周辺において深い基盤構造を有していることが確認できる。検討においては、図 1 に示すように、K-NET、KiK-net<sup>5)</sup>観測点を 196 地点選定した。表 1 に対象地震の一覧を示す。選定においては、図 1 に示した観測点のほとんどで記録が得られること、 $M5.5$  以上で、観測点内で最大震度 4.0 以上を記録した地震であることとした。

地震動特性比較の一例を図 2 に示す。同図は、新潟県中越沖地震(2007/07/16)で観測された水平 2 成分の地震動記録を用いて、重ね合わせ数を算出した結果である。なお、図中の黒線は、全波形記録の重ね合わせ数の平均である。赤線は、平均値に基づい

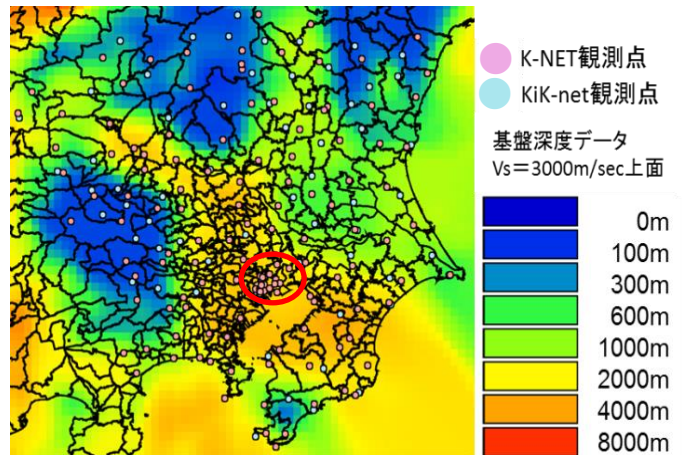


図 1 観測点分布, 基盤深度分布<sup>6)</sup>

表 1 対象地震の一覧

| No | 地震発生時刻           | 震央北緯   | 震央東経    | 震源深さ  | マグニチュード | 地震名           |
|----|------------------|--------|---------|-------|---------|---------------|
| ①  | 2007/07/16-10:13 | 37.56N | 138.61E | 017km | M6.8    | 平成19年新潟県中越沖地震 |
| ②  | 2008/05/08-01:45 | 36.23N | 141.61E | 051km | M7.0    | 茨城県沖の地震       |
| ③  | 2009/08/11-05:07 | 34.78N | 138.50E | 023km | M6.5    | 駿河湾の地震        |
| ④  | 2011/03/12-03:59 | 36.98N | 138.6E  | 008km | M6.7    | 長野県・新潟県境付近の地震 |
| ⑤  | 2011/03/14-10:02 | 36.46N | 141.12E | 032km | M6.2    | 茨城県沖の地震       |
| ⑥  | 2011/03/15-22:31 | 35.31N | 138.71E | 014km | M6.4    | 静岡県東部の地震      |
| ⑦  | 2011/04/16-11:19 | 36.34N | 139.94E | 079km | M5.9    | 茨城県南部の地震      |
| ⑧  | 2012/03/14-21:05 | 35.75N | 140.93E | 015km | M6.1    | 千葉県東方沖の地震     |
| ⑨  | 2013/02/25-16:23 | 36.87N | 139.41E | 003km | M6.3    | 栃木県北部の地震      |
| ⑩  | 2013/09/20-02:25 | 37.05N | 140.69E | 017km | M5.9    | 福島県浜通りの地震     |

て、EMPR のモデル式より算出した重ね合わせ数である。両者を比較すると、EMPR に基づいて算出した、平均レベルの地震動特性(赤線)に対して、1Hz 未満の低周波数領域で卓越する傾向が見られる。観測記録(緑線・青線)については、地点ごとに大きなばらつきが見られる。これは、図 1 の基盤深度の違いと、各地震の震源位置、すなわち伝播経路の影響と思われる。図 1 の赤枠に示す東京湾周辺の 17 地点においては、比較的基盤深度が深い。さらに、図 2 の青線で示すように、低周波数領域において顕著な卓越傾向が見られた。他の地震でも同様の傾向が見られたため、東京湾周辺地域を対象に地域固有の地震動特性を推定した。

### 3.2 東京湾周辺地域における地震別の比較

東京湾周辺を対象に、地震別に比較した結果を図 3 に示す。同図では、東京湾周辺を対象に算出した重ね合わせ数の平均値を算出し、EMPR より算出した重ね合わせ数の比を表したものである。どの地震においても 1Hz 付近に卓越が見られることと、M6 程度以上の地震で、低周波数領域での卓越が共通して見られる。そこで、表 1 の黄色で示した、M6 以上の 8 地震を対象に地震動特性を推定し、地震動算定における補正係数を算出した。図 4 に、推定した補正係数と、比較のため濃尾平野、大阪湾周辺の補正係数を示す。なお、高周波数領域においては、表層地盤の地震動増幅特性の影響が現れているため、重み係数により 2Hz 以上は 1.0 としている。同図より、東京湾周辺地域が 2 地域よりも卓越している傾向と、1Hz 付近の卓越の傾向が確認できた。

### 4. まとめ

本研究では、統計的な地震動予測法 EMPR に基づき、久世らの手法による地域固有の地震動特性推定法を東京湾周辺地域に適用した。その結果、当該地域においては、ある程度規模の大きな地震では比較的長周期の地震動が卓越する傾向を確認することができた。なお、図 1,2 に示したように、関東平野の他の地域においても、卓越レベルは異なるが同様の地震動特性の傾向が見られた。今後は、地点ごとのばらつきや、深い地盤構造に起因する震動方向の依存性について検討が必要である。

### 謝辞

本研究では、防災科学技術研究所 K-NET, KiK-net 観測記録と、J-SHIS の深部地盤構造モデルを使用しました。記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1)座間信作：長周期地震動，地震第 2 輯，第 61 巻特集号，pp.433-440，2009.
- 2)久世益充・杉戸真太：地域固有の長周期地震動特性を考慮した地震動算定法の検討，土木学会論文集 A1(構造・地震工学) Vol.69, No.4 地震工学論文集第 32 巻，pp.1\_291-1\_297，2013.
- 3)Sugito, M., Furumoto, Y., and Sugiyama, T. : Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.2111 (CD-ROM), 2000.
- 4)久世益充・杉戸真太・奥村正樹：大阪湾周辺における周期数秒レベルの地震動特性評価と地震動予測，土木学会第 69 回年次学術講演会，1-431，2014.

- 5)防災科学技術研究所：強震観測網(K-NET, KiK-net), <http://www.kyousin.bosai.go.jp/kyosin/>(2014 年 12 月 8 日閲覧)
- 6)防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>(2014 年 12 月 8 日閲覧)

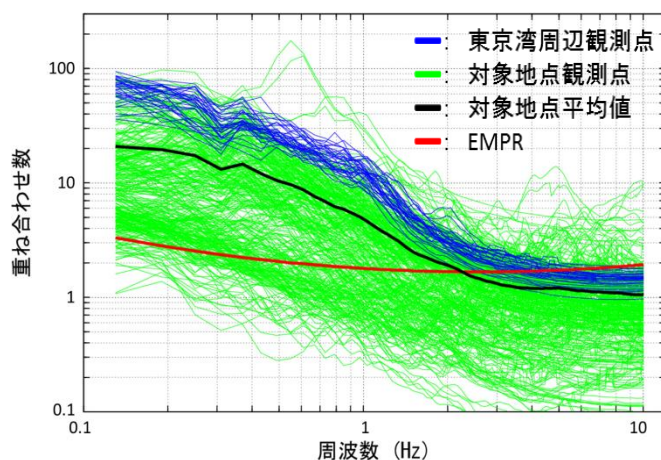


図 2 関東平野における地震動特性の比較  
新潟県中越沖地震(2007/07/16)

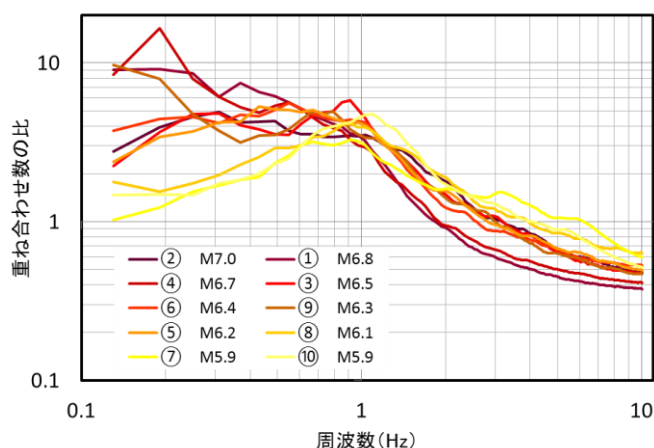


図 3 東京湾周辺地域における地震動特性の比較

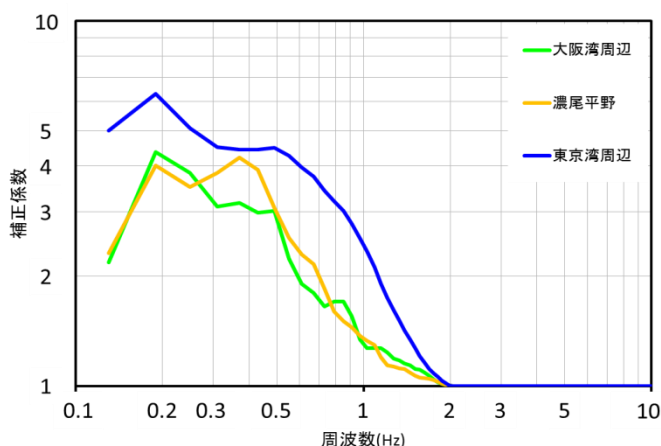


図 4 地域別地震動補正係数の比較