

## マグニチュードと震源距離がそれぞれ等しい地震動記録による地震動強さのばらつき

Variation of strong motion amplitudes inferred from observed data pairs which magnitudes and hypocentral distances are almost same

# 池浦 友則[1], 八代 和彦[2]

# Tomonori Ikeura[1], Kazuhiko Yasiro[2]

[1] 鹿島技研, [2] 東京電力

[1] KaTRI, [2] TEPCO

### §1 はじめに

工学的な強震動予測においては地震動強さのばらつきをできる限り小さく押さえることが重要である。しかしながら、地震動自体は極めて高い不規則性を有しており、地震規模と震源距離がそれぞれ同一であるにもかかわらず観測地震動に違いが見られることは珍しくない。そこで本検討では、マグニチュードと震源距離がそれぞれほぼ等しい2地震による同一地点の観測記録を用いて地震動強さのばらつきの推定を試みた。

### §2 データ

検討に際しては、1980年～2001年の約21年間に電共研観測地点[Yasiro et al., 1998]で観測されたデータのうち、マグニチュード  $M$  が等しく震源距離  $X$  の差が5%以内の2地震を同一地点で観測したデータを用いた。データペアの数は福島県富岡74・井出川26・碓平3・小玉川2・いわき15、茨城県大洗4・埼玉県東松山54・千葉県銚子7・館山4・館山A4・静岡県修善寺52の合計11地点225ペアであり、震央は主として福島県沖から千葉県沖にかけての太平洋側の地域、茨城県南西部を中心とする地域、および伊豆半島東方沖に分布する。また、 $M$  と  $X$  の範囲は  $M=3.5\sim 6.7$ ,  $X=14\sim 200\text{km}$ , 震源深さ  $H$  の範囲は  $H=0\sim 60\text{km}$  である。

### §3 解析法

検討に際しては、まず、観測地震動の強さ  $S$  が  $\ln[S]=\ln[A(m,x)]+R$  で与えられるという仮定を置く。ただし、 $A(m,x)$  は  $M=m$  と  $X=x$  の条件で観測される平均的な地震動強さ、 $R$  はその地震動強さのばらつきである。また、この  $R$  は地震毎に独立なばらつき  $RE$  と成分毎に独立なばらつき  $RC$  に分解され、 $R=RE+RC$  で表されるものとする。ここでは、 $RE$  と  $RC$  をそれぞれ平均値が0、自己共分散が  $SRE$ ,  $SRC$  の確率変数とし、異なる  $RE$ , 異なる  $RC$  および  $RE$  と  $RC$  の間には相関がないものと仮定する。

以上の条件のもとで、検討に用いるデータの  $NS$  成分と  $EW$  成分の地震動強さについて両成分の対数平均値からの残差の自己共分散を  $SX$  とし、また上記で選定されたペアの2地震について水平成分の地震動強さの対数平均値からの残差の自己共分散を  $SY$  とする。このとき  $SRE$  と  $SRC$  はそれぞれ  $SRC=2SX$ ,  $SRE=2SY-SX$  によって与えられ、 $R$  の自己共分散  $SR$  は  $SR=SRE+SRC$  により与えられる。

### §4 解析結果

上記のすべてのデータペアを用いて最大加速度振幅の  $SRE$ ,  $SRC$ ,  $SR$  を評価したところ、トータルのばらつきの標準偏差(以下、すべて自然対数標準偏差)は0.49であり、同じ観測網で得られた5.5  $M$  7.0  $20\text{km}$   $X$   $200\text{km}$  のデータ(107地震)に対して  $M$  と  $X$  で回帰分析を行なったときの誤差の標準偏差0.51(高橋他,1998)とほぼ対応する値であった。また、 $RE$  と  $RC$  の標準偏差はそれぞれ0.43, 0.23であり、成分毎のばらつきに比べて地震毎のばらつきが大きいことがわかった。

さらに、地点毎に同様な解析を行なったところ、 $M$  と  $X$  がそれぞれ等しいとはいえ、震源地が異なる2地震のペアがあると地震毎のばらつきが大きくなる傾向が認められた。このため、上記のデータのうち震源地が異なるペアを除外して再度全観測点にわたって  $SRE$ ,  $SRC$ ,  $SR$  を評価したところ、成分毎のばらつきの標準偏差は0.23と変わらなかったが、地震毎のばらつきの標準偏差は0.38に減少し、トータルのばらつきの標準偏差は0.44となった。

### §5 考察とまとめ

本検討で地震毎のばらつきとして扱っている  $RE$  の中には、例えば応力降下量の違いに起因するような震源固有の地震波励起特性のばらつきだけでなく、破壊伝播方向(Rupture Directivity)の違いによるばらつきも含まれている。後者に関しては、K-NET 記録による中村・八代(2000)の検討があり、破壊伝播方向の違いと成分毎のランダムな違いの効果によるばらつきの標準偏差を最大加速度に関して0.31と評価している。これと本検討の結果を組み合わせると、トータルのばらつきの標準偏差0.44は、震源固有のばらつきの標準偏差0.32, Rupture Directivityによるばらつきの標準偏差0.20, 観測成分毎のランダムな揺らぎによるばらつきの標準偏差0.23に分解される。この結果から、短周期地震動におけるばらつきの最も大きな要因が、例えば応力降下量の違いに起因するような震源固有の地震波励起特性のばらつきであるということが示唆される。

なお、本報告は10電力共通研究の結果によるものです。また、結果の考察にあたって東電設計の中村亮一

氏との議論は大変有意義でした．記して感謝いたします．

【参考文献】Yasiro et al.(1998)ESG, 中村・八代(2000)地震学会秋季大会．