

I-B144

震源近傍における地震動の距離減衰式

建設省土木研究所 正員 田村敬一

〃 〃 中尾吉宏

1. はじめに

地震動の工学的な推定式として、距離減衰式が広く用いられていることは周知のとおりである。しかしながら、従来の距離減衰式（例えば、文献1）では、その基礎データとしてマグニチュード7.5程度以上の大きな地震による強震記録が含まれているものの、震源近傍での強震記録がほとんど得られていなかったため、震源近傍における地震動の推定には限界がある。一方、近年、日米両国では兵庫県南部地震、ノースリッジ地震に代表されるような地震により震源近傍において強震記録が観測されている。しかしながら、これらの地震のマグニチュードは一般に7程度までであり、大きな地震による震源近傍の地震動特性を推定するには限界がある。このような背景のもと、本文では、震源からは離れているもののマグニチュードが大きな地震による強震記録とマグニチュードは限定されているものの震源近傍における強震記録とを組み合わせ、大きな地震による震源近傍での地震動の推定に適用可能な距離減衰式について検討した結果を報告する。

2. 解析対象記録

解析対象記録はいずれも水平成分強震記録であり、震源からは離れている強震記録としては、文献1)に示されている解析対象地震のうち、2地点以上で強震記録が得られている29地震による109成分及び文献1)以降に得られたマグニチュード7.5以上の4地震による54成分を用いた。また、震源近傍における強震記録としては、兵庫県南部地震及びカリフォルニアで発生した計8地震による168成分並びに科学技術庁のK-NETにより観測された12地震、386成分を用いた。

3. 解析方法

地震動の距離減衰式の形式としては、マグニチュードが大きい場合には、式(1)に示すように、マグニチュードの1乗項に加えて2乗項を考慮した方が精度を高められることが指摘されている（例えば、文献2）。本検討では、マグニチュードの大きい地震を含む震源からは離れている強震記録を用いて、式(1)による回帰分析を行った。

$$\ln Y = a_1 M^2 + a_2 M - (\ln X + b' X) + c' \quad (1)$$

ここに、Y：地震動特性値（最大加速度、加速度応答スペクトル）、X：距離（震源距離とした）

次に、式(1)の係数 a_1 と a_2 の関係は保持した上で、震源近傍の強震記録を用いて、式(2)により回帰分析を行った。

$$\ln Y = a' (a_1 M^2 + a_2 M) - (\ln X + b' X) + c' = a_1' M^2 + a_2' M - (\ln X + b' X) + c' \quad (2)$$

地盤種別については、日本の強震記録については道路橋示方書のⅠ～Ⅲ種地盤に区分することとし、米国の記録については岩盤をⅠ種

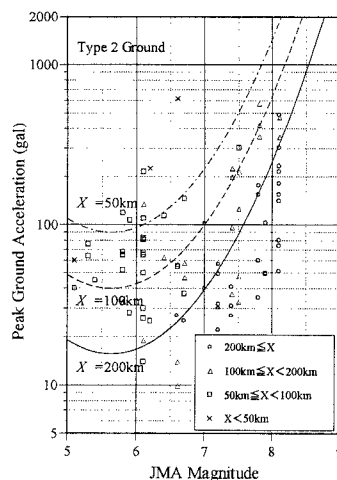


図-1 最大加速度とマグニチュードの関係（Ⅱ種地盤）

表-1 式(2)の係数

係数	Ⅰ種地盤	Ⅱ種地盤	Ⅲ種地盤
a_1'	0.182	0.182	0.182
a_2'	-2.049	-2.049	-2.049
b'	-0.000498	-0.000498	-0.000498
c'	9.307	9.368	9.256

キーワード：距離減衰式、地震動、耐震設計

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1、TEL 0298-64-4963、FAX 0298-64-0598

地盤、それ以外をII種地盤とみなすこととした。

4. 解析結果

式(1)の回帰分析結果の一例として、II種地盤における最大加速度とマグニチュード（気象庁マグニチュード）の関係を図-1に示す。両者の関係は、 $M=5.7$ 付近に極小値を有する二次曲線になっており、本検討結果の適用範囲は $M \geq 5.7$ となる。ただし、工学的に重要な強震動を推定するという観点からは、本適用範囲は実用上問題ないと考えられる。

表-1は式(2)による最大加速度の距離減衰式の各係数を示したものであり、また、II種地盤での震源近傍の強震記録の最大加速度と導出された距離減衰式の関係を図-2に示す。さらに、図-3は本検討結果と文献1)による既往の距離減衰式との比較を示したものである。ここで、距離の指標としては、本検討結果では震源距離を、文献1)による距離減衰式では震央距離を用いている。両者を比較すると、例えば、マグニチュード7の場合、距離40km程度以下では本検討結果が既往の距離減衰式を上回っている点が特徴的である。また、本検討結果では、マグニチュードが大きい場合に、距離減衰式がマグニチュードの影響を強く受けることがわかる。

加速度応答スペクトル（減衰定数0.05）については、最大加速度の場合と同様に、固有周期0.1秒から3秒までの10周期における加速度応答スペクトル値を対象として、距離減衰式を導出した。図-4は、マグニチュード7、距離10km及び100kmの場合について、本検討結果と文献1)による距離減衰式との比較を示したものである。距離100kmの場合には、両者の距離減衰式は概ね同等の値を示すが、10kmの場合については、本検討結果が既往の距離減衰式を上回っている。

5. まとめ

震源からは遠方ではあるがマグニチュードの大きい地震による強震記録とマグニチュードには制約があるが震源近傍で得られた強震記録を組み合わせて、2段階の回帰分析を行うことにより、震源近傍において大きなマグニチュードの地震にまで適用可能な距離減衰式を導出した。

【参考文献】

- 1)川島他：最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式、土木研究所報告、第166号、1985
- 2)福島他：岩盤における観測記録に基づく M_w^2 項を考慮した地震動応答スペクトルの予測式、日本建築学会構造系論文報告集、第447号、1993

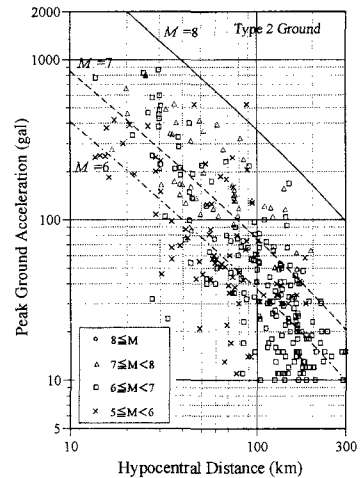


図-2 最大加速度の距離減衰特性（II種地盤）

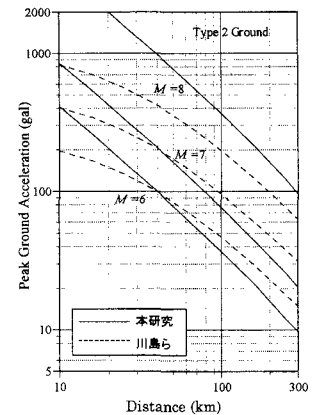
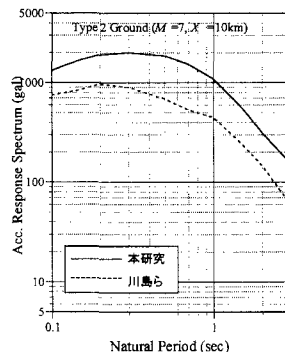
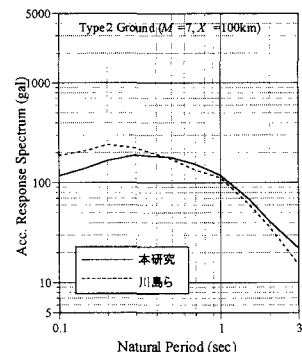


図-3 最大加速度の距離減衰式の比較（II種地盤）



(a) 距離10km



(b) 距離100km

図-4 加速度応答スペクトルの距離減衰式の比較（M=7）