

震源距離が内部減衰の大きさに及ぼす影響

金沢大学大学院 学生会員○西川隼人
 金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
 金沢大学工学部 鶴原慎一

1. はじめに

地震動強さの推定は被害予測を行う上で重要であり、これまで様々な強震動予測の手法が提案されてきた。その中でも、距離減衰式は簡便に地震動強さを予測できる方法として、その有用性が広く認められている。これまで提案されてきた距離減衰式は内部減衰の項を震源断層からの距離によらず一定としているが、実際には断層からの距離によって内部減衰の大きさは変化すると考えられる。そこで、本論文では福井、石川県を対象として、距離減衰式の算出に用いるデータ(観測点までの断層距離の範囲)によって内部減衰項がどのように変化するかを考察する。

2. 解析方法とデータ

本研究では解析データとして K-NET、KiK-net 観測記録を使用した。地盤種別によって地震動強さへの影響の違いが生じるのを避けるために、工学的基盤に相当する地盤で観測された記録を用いた。ただし、K-NET の記録は地表のものなので、重複反射理論によって工学的基盤での振幅を求めた。対象とした地震の諸元と震央位置をそれぞれ表-1、図-1 に示す。内部減衰に関係する回帰係数を求めるにあたり、次の距離減衰式に関するモデルを用いる。

$$\log A = a - \log R - bR \quad (1)$$

A は最大振幅であり、ここでは最大加速度、最大速度に対応する。ただし、最大振幅には水平 2 成分の平均値を用いる。 R は震源距離である。断層からの距離として震源距離を用いるのは取り扱う地震断層の規模が小さいため、どのように距離を定義しても大差はないと考えられるためである。右辺の第一項 a は補正項、第二項は幾何減衰を表している。第三項は内部減衰を示している。回帰分析により得られた最大加速度、速度の距離減衰式に対応する回帰係数 a, b のうちの b はそれぞれの地震に対して表-2 のようになった。比較のために二段階回帰分析¹⁾により求めた b を表-3 に、 $M_J = 6.1$ の場合の最大加速度の減衰曲線を一括回帰の曲線と観測値と合わせて図-2 に示す。表-3 から明らかなように最大加速度においては二段階回帰分析¹⁾より求めた係数の勾配は地震ごとに求めた勾配の平均値と近い値になっている。最大速度の場合は二段階回帰分析より求めた値が地震ごとの平均値より大きくなっている。

表-1 解析に用いた地震の諸元

No.	発生年月日	M_J	震源深さ (km)	震央距離 (km)	観測点数
1	99/11/7	4.8	14	29~206	21
2	00/1/10	3.6	11	13~81	11
3	00/3/24	4.0	10	4~119	12
4	00/6/5	4.7	10	9~209	21
5	00/6/7	6.1	26	107~178	21
6	01/6/13	4.4	20	103~176	21



M_J : 気象庁マグニチュード

図-1 地震の震央位置

キーワード：距離減衰式、内部減衰項

連絡先：〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 Tel 076-234-4654 Fax 076-234-4644

3. 震源距離と回帰係数 b の関係

ここでは震源距離が回帰係数 b に及ぼす影響を考察する。図-3 に規模の小さい地震（No.2）の記録と規模の大きい地震（No.5）の記録の震源距離の分布状況を示す。震源距離は 25 kmごとに 1 階級とした。図-3 から明らかなように規模の小さい地震では近距離での観測点数が多く、逆に、大きな地震では遠距離の観測記録が多い。ある地震での複数の観測点の震源距離が平均して、どの程度であるか表すために次に示す指標を導入する。

$$\bar{R} = \frac{\sum_i N_i \cdot R_i}{\sum_i N_i}$$

(2)

N_i は各階級のデータ数、 R_i は各階級の階級値である。図-4、5 にそれぞれ最大加速度、最大速度を対象とした場合の式（2）から求めた $\bar{R}$ と回帰係数 b の関係を示す。図-4、5 から明らかなように、 $\bar{R}$ と b の間に正の相関があり、最大加速度の場合、両者の相関係数は 0.57、最大速度では 0.79 となっている。これより、震源距離が大きい観測記録を多く含むデータほど、地震動に対する内部減衰が小さいことが伺える。震源距離が小さい場合、 Q 値の小さい地殻の上部を伝播してきた直達波の影響が大きいと考えられ、内部減衰に係る b の値が大きくなると考えられる。一方、震源距離が大きな地震記録では、震源からの直達波だけでなく、 Q 値の大きい部分を通るモホ面からの反射波などの影響も受ける。また、高周波数成分は震源距離が大きくなるにつれて減衰が大きくなり振幅が小さくなる。そのため、回帰係数 b の値が小さくなると考えられる。

4. まとめ

本研究では距離減衰式の内部減衰項に関する考察を行った。その結果、内部減衰が震源距離に応じて変化することが明らかになった。ただし、内部減衰には地域性や震源深さも関係すると考えられるため、これらも別途考慮する必要があると考えられる。

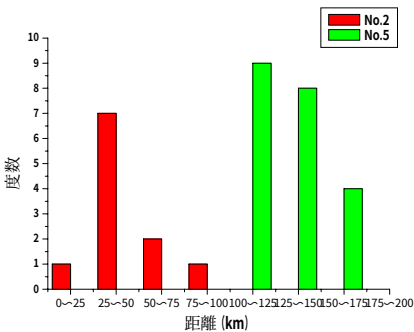


図-3 距離に対するデータ数分布

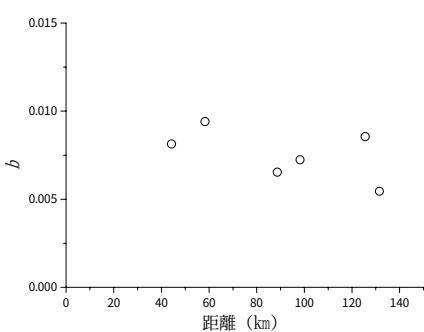


図-4 距離と b の関係
(最大加速度)

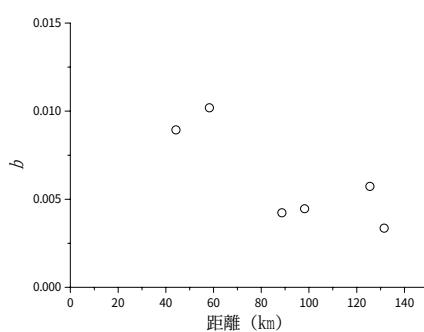


図-5 距離と b の関係
(最大速度)

謝辞：防災科学技術研究所の K-NET、KiK-net 観測記録を使用させて頂きました。

参考文献

1) Fukushima, Y. and Tanaka, T. : A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan, *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol.84, pp.757－783, 1990.

表-2 各地震の回帰係数 b

No.	最大加速度	最大速度
1	0.0072	0.0045
2	0.0081	0.0089
3	0.0094	0.0102
4	0.0065	0.0042
5	0.0055	0.0034
6	0.0086	0.0057
平均値	0.0076	0.0062

表-3 二段階回帰より求めた b

最大加速度	最大速度
0.0071	0.0049

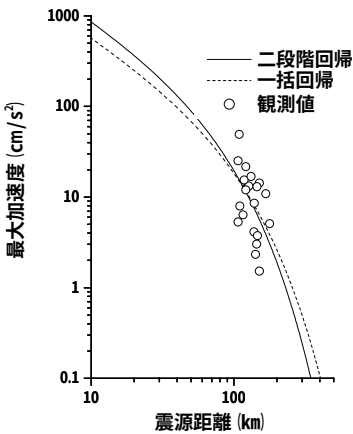


図-2 距離減衰曲線