

I-388 震源域における最大地動の推定に関する基礎的検討(その1)

清水建設(株) 正会員 片岡俊一 横田治彦・田中貞二

1. はじめに 1979年のインベリアルバレー地震に代表されるように、最近のアメリカの地震では震源域内の多くの地点で大加速度の地震動が観測されている。一方、日本では内陸の活断層に着目して設計地震動を定める必要性が増しており、震源域のデータに目が向けられているが、不幸にしてこの種の加速度データは皆無に近い。そこで、日本の内陸性地震の震源域における地震動の推定にアメリカの観測データを利用することが考えられる。この場合、両国の地震の震源メカニズム、地盤条件、地震計の特性等の相違を考慮する必要があるが、本小文では強震計特性の相違に着目して若干の考察を行った。

2. 距離減衰式の比較 両国のデータセットの違いは最大加速度の距離減衰式にも顕著に現れており、一般に震央に近いところでの米国の推定値は、日本の推定値を大きく上回っている。図-1は最大加速度を推定する片山式、川島らの式をそれぞれ Joyner and Boore の式で除したものを示したものである。図中の片山式は(1)式、川島らの式は(2)式、Joyner and Boore の式は(3)式で表される。

$$A_{max} = 203.3 \cdot e^{0.948M} \cdot (R+30)^{-1.637} \quad (1)$$

$$A_{max} = 227.3 \cdot 10^{0.308M} \cdot (\Delta+30)^{-1.201} \quad (2)$$

$$\log(A_{max}/980) = -1.02 + 0.249M - \log(r) - 0.00255r \quad (3)$$

ただし、 $r = \sqrt{d^2 + 7.3^2}$ であり、 d は地表への断層投影面と観測点との最短距離。また $R = r$ 、 $\Delta = d$ とし、各式の M は全て同じものとした。図に示されるように、実験式から期待される加速度の比は震央に近づくほど小さくなっている。

2. 最大加速度振幅 アメリカの震源域における強震観測データを利用するにあたっては、まず日・米の強震計特性の相違を考慮し、データベースの整合を計る必要がある。ここでは、日本のデータベースに大きな比重を占める SMAC-B2 型強震計による記録に変換することにし、アメリカの加速度波形を SMAC-B2 の特性を持つ 1 自由度系に入力してその応答を求めた。記録数は水平 137 成分であり、地震および記録の一覧を表-1 に示す。図-2 は

横軸に記録最大加速度、縦軸に SMAC の応答最大加速度を取って比較したものである。両者は良い線形関係を示しており(相関係数 0.96)、その傾きは 0.780 である。同様に RMS 振幅値で比較すると 0.785 (相関係数 0.98) となり、最大加速度の結果と良く一致している。今回用いたデータセットのマグニチュードの範囲に偏りがあるため M が 6 以上の場合と 6 未満の場合にわけてこの係数を比較した。最大加速度の比は M 6 以上と未満で各々、0.820, 0.668、RMS 振幅値では 0.822, 0.668 となり、 M が小さいほど短周期の波で、最大加速度が決まっている事を示唆している。参考の為に SMAC-B2 と SMA-1 の特性を図-3 に示す。SMAC-B2 型強震計の記録最大加速度と、計器特性を補正した結果との比較が、いくつかなされており(例えば文献4)) その結果、補正波形の最大加速度は平均約 30% 大きく、図-1 の結果と矛盾していない。

3. 最大振幅値の比と距離の関係 最大振幅の比は、地震のエネルギー発生地点に近づくほど小さくなることが予想される。図-4 に、Joyner and Boore が用いた地表への断層の投影面からの最短距離と最大加速度の比の関係を示す。結果は、かなりばらついているが(4)式を仮定して回帰係数を求めてみると、 A_J/A_a

$$= 1 - \exp(-0.207M - 0.301 \log(d) + 0.376) \quad (4)$$

となった(重相関係数 0.53)。ここで、 A_J 、 A_a は各々日本、米国の最大加速度、 d は、Joyner and Boore の定義による距離である。図-4 に示した回帰曲線から、距離が短いほど、マグニチュードが小さいほど振幅比が小さくなる傾向が明らかに見られる。

4. まとめ 米国の強震記録を日・米両国の強震計の相違という点から検討した。その結果、同じ地震動を観測しても日本の強震計の記録は約 2 割小さい加速度を示すこと、および最大加速度比の距離・マグニチュード依存性の存在がやや量的に明らかになった。今後、更に詳しい検討を加え内陸地震の震源域における強震動の大きさの推定を試みる予定である。

表-1 解析に用いた米国の強震記録

地震名	年月日	マグニチュード	距離 (km)	使用した成分数
Imperial Valley, California	1940. 5. 19	7.0	12.0	2
Kern County, California	1957. 7. 21	7.4	42.0~126.0	6
Daly City, California	1957. 3. 22	5.3	8.0	2
Parkfield, California	1966. 6. 28	6.1	22.8	1
San Fernando, California	1971. 9. 2	6.6	24.6	4
Imperial Valley, California	1979. 10. 15	6.5	0.6~49.0	44
Imperial Valley, California aftershock	1979. 10. 15	5.0	8.8~25.0	32
Coalinga, California	1983. 5. 2	6.4	7.0~59.3	26
Coalinga, California aftershock	1983. 5. 9	5.1	3.1~11.6	18

（但し、マグニチュードはモーメントマグニチュード、距離はJ & Bの定義による）

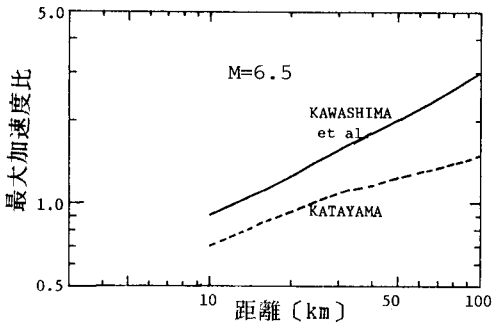


図-1 距離減衰式の比較

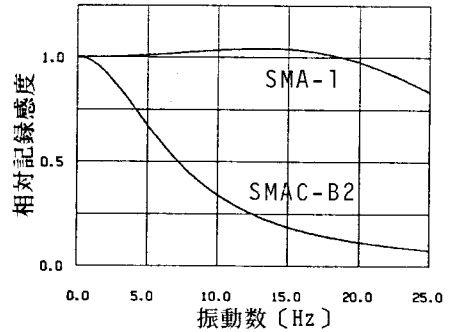


図-3 SMAC-B2とSMA-1の感度特性

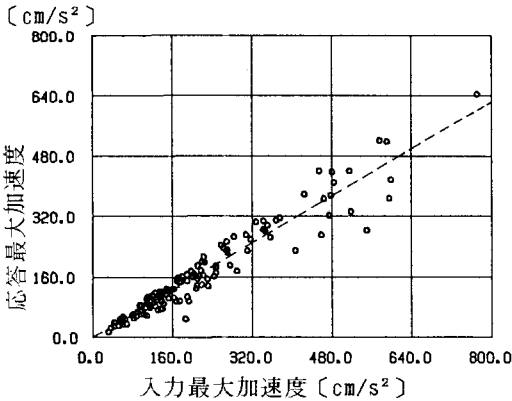


図-2 入力最大加速度と応答最大加速度との関係

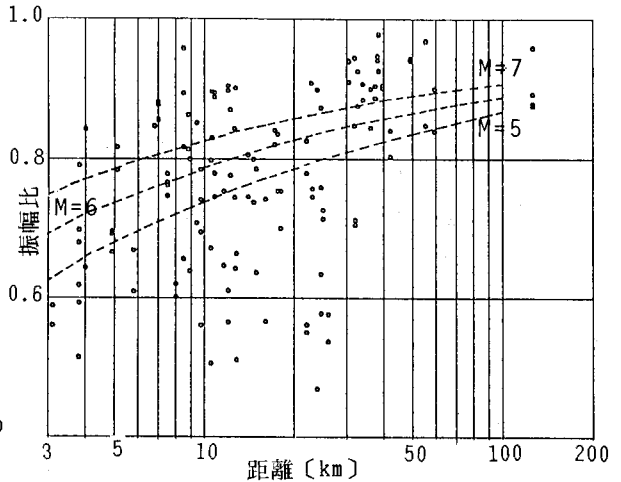


図-4 距離と振幅比との関係

参考文献

- 1) 片山, Statistical analysis of peak accelerations of recorded earthquake ground motion, SEISAN-KENKYU Vol.26, No.1 (1974)
- 2) 川島ら, 強震記録の重回帰分析による地震動の最大加速度、最大速度および最大変位の推定式 土木技術資料26-2 (1984)
- 3) Joyner and Boore, Peak ground acceleration and velocity from strong-motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, Earthquake, BSSA, Vol.71, No.6, 1981
- 4) Midorikawa The correlation of the Japan meteorological agency intensity scale with physical parameters of strong ground motions, Proc. of 7th ECEE