

## I-636 最大加速度の距離減衰(その1)

運輸省港湾技術研究所 正員 井合 進

同 上 正員○倉田 栄一

同 上 正員 向井 健(研修生 五洋建設(株))

## 1. はじめに

港湾地域強震観測は、1963年に開始され1989年12月現在までに3,800個の観測記録が得られている。本研究では、これらの観測成果をもとに、地震ごとに回帰を行う2段階回帰により水平方向および上下方向の最大加速度に関する距離減衰式を検討したので報告する。

## 2. 水平方向の最大加速度の距離減衰

図-1に、1963年から1989年までに港湾地域強震観測網で得られた最大加速度と震源距離の関係を示す。同図に示す最大加速度は、水平2成分のうちのどちらか大きい方の値である。多少のばらつきは存在するが、同一距離でみるとマグニチュードが大きい方が最大加速度の値が大きく、マグニチュードが小さい方が小さいという当然の傾向が読み取れるものとなっている。

まず本研究に先だって、全データを用いた一括回帰(重回帰分析)を行った。回帰式は、最大加速度の対数値、震源距離の対数値、およびマグニチュードの間の1次結合として、式(1)で示される。回帰の結果、式(2)で表される距離減衰式が得られた。この結果、距離による減衰の効果を示す指標となる係数(式(2)第1項の係数で、以下「距離減衰係数」と呼ぶ)の値は、-1.221となった。この回帰式の相関係数は0.56であり、標準偏差は0.39である。

次に、本研究で行った2段階回帰法について説明する。まず、1段階回帰としてマグニチュードを固定して単回帰を行う。すなわち、同一地震ごと(5個以上の観測値が存在するものを使用し、全部で127地震である。マグニチュードは4.1~7.9の範囲に存在する。)に距離減衰係数を求め、さらに同一地震で得られた観測記録個数で重み付けして、最終的に求める距離減衰式の距離減衰係数を決定する。次に、2段階回帰としてマグニチュードを説明変数とする単回帰を行いマグニチュードに対する係数を決定する。以下この方法を2段階回帰法と呼ぶ。著者らは、最大加速度の距離減衰の本来の意義から考えて、この2段階回帰法が従来行われてきた一括回帰(重回帰分析)よりも妥当性があると考えている。同様の考え方が最近の研究にも見られる<sup>1)</sup>。

図-2に解析データと、 $M=7.5$ に対する一括回帰方法および2段階回帰法による距離減衰式を示す。解析に用いたデータのマグニチュードの大きさは6以上である。また、表-1にマグニチュードに対する距離減衰式、相関係数および標準偏差を示す。これより以下のことがわかる。2段階回帰による距離減衰係数はおよそ-1.8である。一括回帰による距離減衰係数のおよそ-1.2と比較して相当に大きく、最大変位とマグニチュードに関する坪井公式における距離減衰係数の値-1.7と比較して若干大きい、よく近似する値である。距離減衰式は式(3)で表現される。この回帰式の相関係数は0.63であり、標準偏差は0.35である。

$$\log A = a \cdot \log x + b \cdot M + c \quad \cdots (1) \quad A: \text{最大加速度}, X: \text{震源距離}$$

$$\log A = -1.221 \cdot \log X + 0.459 \cdot M + 0.953 \quad \cdots (2) \quad \log A = -1.833 \cdot \log X + 0.652 M + 1.072 \quad \cdots (3)$$

2段階回帰を行うと距離減衰係数が一括回帰した場合よりも大きくなるので、例えばマグニチュード7.5に対し震源距離100Kmで一括回帰による値と2段階回帰による値を比較すると、一括回帰の方が100Galに対し、2段階回帰の方は250Galで2倍以上大きくなる。また、震源近傍においてはデータが存在しないため回帰式を外挿することとなるが、回帰式の形から一定値に収束せず非常に大きい値を与える。

## 3. 結論

本研究で、以下のことが明らかになった。1) 地震ごとに回帰して求めた距離減衰係数は-1.833で、従来

の一括回帰により得られた距離減衰係数（-1.221）よりも相当大きい。2）距離減衰係数の値は坪井の最大変位に関する減衰係数（-1.7）に近い。3）震源から100km以内では、2段階回帰式の最大加速度は従来の回帰式の最大値よりも大きな値を与える。4）上下方向についても、水平方向と同様の傾向が認められた。

#### 4. おわりに

本研究では、1963年に開始された全国港湾地域強震観測網で観測された記録に基づいて、最大地動（最大加速度）に関する距離減衰式について検討を加えたものである。今後、震源近傍における最大加速度に関しより詳細な検討を行う予定である。

参考文献 1)福島・田中：地震動強さの距離減衰、第15回地震動シンポジウム、1987

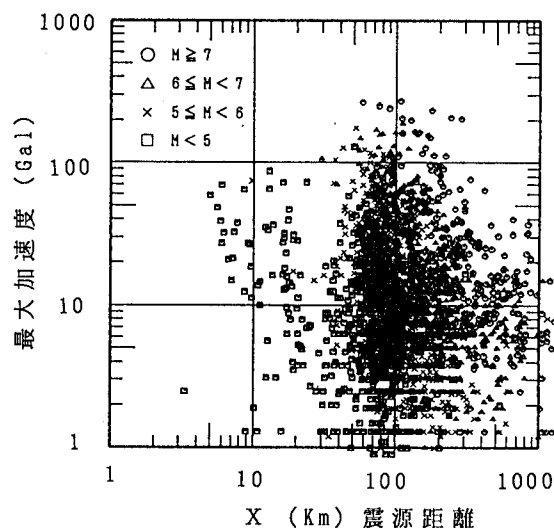


図-1 最大加速度と震源距離の関係

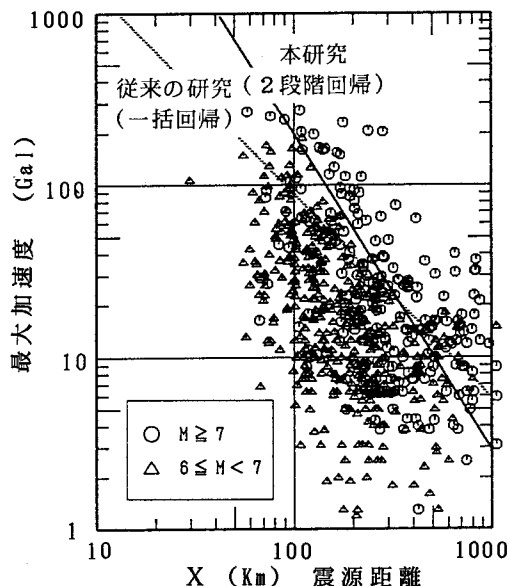


図-2 回帰式の比較（水平方向）

表-1 一括回帰と2段階回帰との比較（水平方向）

| M          | a      | b     | c     | $\rho$ | $\sigma$ |
|------------|--------|-------|-------|--------|----------|
| $M \geq 6$ | -1.221 | 0.459 | 0.953 | 0.56   | 0.39     |
|            | -1.833 | 0.652 | 1.072 | 0.63   | 0.34     |

注 (a,b,c)は $\log A = a \cdot \log X + b \cdot M + c$ の各係数  
（上段：一括回帰、下段：2段階回帰）

表-2 一括回帰と2段階回帰との比較（上下方向）

| M          | a      | b     | c     | $\rho$ | $\sigma$ |
|------------|--------|-------|-------|--------|----------|
| $M \geq 6$ | -1.196 | 0.467 | 0.410 | 0.62   | 0.36     |
|            | -1.934 | 0.632 | 1.130 | 0.73   | 0.39     |

注 (a,b,c)は $\log A = a \cdot \log X + b \cdot M + c$ の各係数  
（上段：一括回帰、下段：2段階回帰）

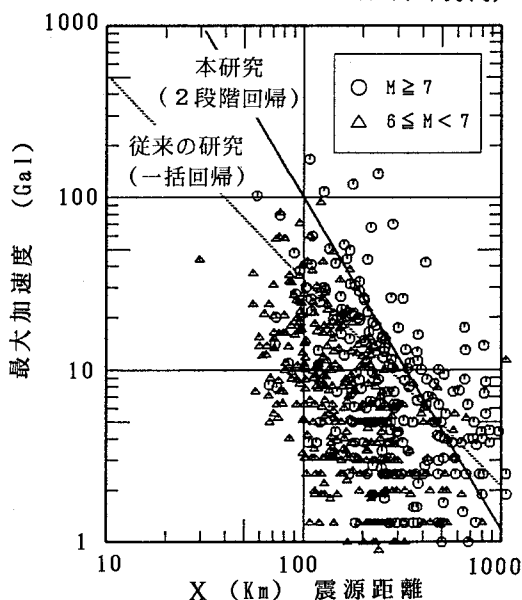


図-3 回帰式の比較（上下方向）