

## 2. 震央距離が建物の地震応答性状に与える影響について

岡田久志

### 1. はじめに

地震動は、遠くに伝わるにつれて小さくなる。地表面の地動は、伝播経路、地形、局地的な地盤特性などの影響を受けるのでばらつきがあるが、地動の最大加速度と震源距離の関係（距離減衰）は、およそ

$\log A = aM - b \log X + c$  (A: サイトの地動加速度、M: 地震のマグニチュード、X: 震源からサイトまでの距離) で与えられることが知られている。建物の地震動による応答は、建物の立つサイトの地動最大加速度の大きさに大きく影響を受けることは言うまでもないことであるが、卓越周期など地動の周波数特性も影響を受ける。したがって、震源からの距離によって低下していく建物の地震応答値は、建物の固有周期によって低下の度合いは変わるものと推察できる。

本報告は、3地震波の観測記録を用いて、各サイトの地震動による応答加速度スペクトルを求め、震央からの距離が建物の加速度応答性状に与える影響について検討を行ったものである。

### 2. 対象とした地震と地震波

ここでは、地震規模がほぼ等しい2003年宮城県沖地震(2003/5/26 M7.0)、2004年新潟中越地震(2004/10/23 M6.8)、2004年釧路沖地震(2004/11/29 M7.1)の3種類の地震を対象としている。震央距離Xに対してlogXがほぼ等間隔となるように宮城県沖地震では15地点、新潟中越地震では、19地点、釧路沖地震では、14地点の地震波を採用している。なお、これらはK-NETにより公開・提供されている地震波加速度記録を用いた。表1に各地点の震央距離を示す。図1には3地震に対する最大加速度の距離減衰の様子を示す。これらの地震規模に若干の違いがあるため、 $10^M/10^{7.0}$ 倍することによってM7.0の地震規模に補正を行っている。図中の太い実線は、震央距離Xが50km以上の地点に対する回帰曲線であり、破線は $2\sigma$ ( $\sigma$ : 標準偏差)の幅を表している。地動の最大加速度はほぼ $X^{-1.86}$ に比例して距離減衰している。

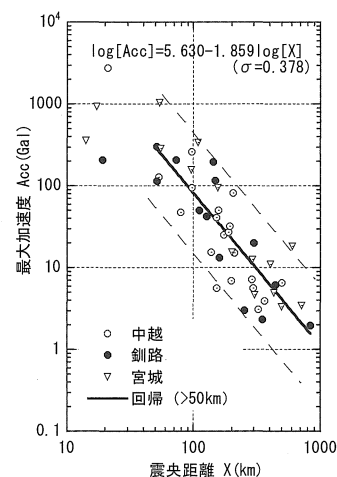


図1 距離全減

表1 対象とした地点と震央距離(括弧内の数字)

地震	発生年月日	規模M	観測地点				
宮城県沖地震	2003年 5/26	7.0	気仙沼(14km)	歌津(17km)	釜石(54km)	石巻(55km)	宮古(96km)
			盛岡(109km)	福島(156km)	村上(202km)	宇都宮(294km)	小千谷(303km)
			八王子(406km)	横須賀(431km)	飯田(499km)	根室(601km)	上猿払(713km)
新潟中越地震	2004年 10/23	6.8	十日町(21km)	村松(53km)	草津(79km)	喜多方(97km)	中条(97km)
			穂高(138km)	金沢(152km)	能登(152km)	下妻(157km)	所沢(174km)
			新宿(190km)	相模原(195km)	河合(199km)	仙台(211km)	豊田(290km)
			気仙沼(297km)	四日市(326km)	大館(362km)	盛岡(499km)	
釧路沖地震	2004年 11/29	7.1	浜中(19km)	別海(51km)	根室(51km)	釧路(73km)	阿寒湖(111m)
			ウトロ(127km)	網走(144km)	池田(149km)	置戸(159km)	旭川(253km)
			千葉(301km)	小樽(350km)	青森(443km)	仙台(859km)	

### 3. 建物の最大応答加速度と震央距離の関係に与える固有周期の影響

各地点の地動加速度記録を用いて絶対加速度応答スペクトル（減衰定数  $h=0.05$ ）を求め、建物の固有周期 0.3 秒と 2.5 秒の最大応答加速度と震央距離  $X$  の関係をプロットしたものを図 2 に示す。図中の太い実線は、震央距離  $X$  が 50km 以上の地点に対する回帰曲線、破線は  $2\sigma$  ( $\sigma$ : 標準偏差) の幅を表す。ばらつきがあるものの固有周期 0.3 秒の建物は、固有周期 2.5 秒の建物に比べ震央距離による応答加速度の低下は大きい。図 3 は、同様に求めた固有周期 0.1 秒から 10 秒までの最大応答加速度—震央距離  $X$  の回帰曲線の傾きを比較した図である。固有周期 0.1 秒の最大応答加速度は、震央からの距離による低下が地動の距離減衰よりも大きく、固有周期の長い建物では短周期の建物に比べて震央からの距離による応答加速度の低下度合いが小さくなる傾向のあることが判る。

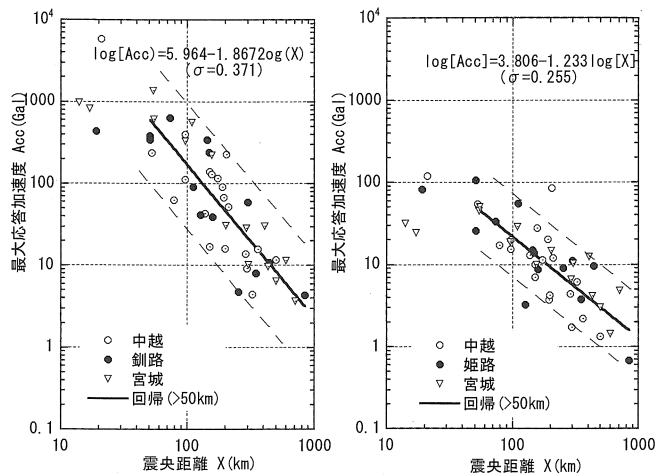


図 2 震央距離と最大応答加速度の関係

### 4. 加速度応答倍率と震央距離の関係

地動の最大加速度と震央距離の関係を与える回帰曲線と建物の最大応答加速度と震央距離の関係を与える回帰曲線から求めた応答倍率を求めることができる。図 4 は、震央から 50km、200km、800km の地点での加速度応答倍率をスペクトルで表したものである。固有周期 0.3 秒付近の応答倍率は震央からの距離の影響を受けないが 0.3 秒より小さい固有周期では震央距離が遠いほど応答倍率が小さくなり、長周期の建物の応答倍率は震央距離が遠いほど高くなる傾向がある。

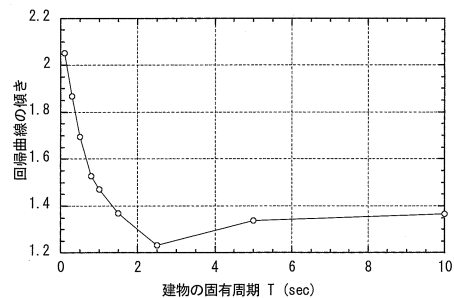


図 3 回帰曲線の傾きと固有周期の関係

### 5. 結び

3 種類の地震 48 地点の加速度記録を用いて、震央距離が建物の加速度応答性状に与える影響について検討を行った結果、表層地盤、地形などの影響がありばらつきは大きいものの①固有周期の長い建物では短周期の建物に比べて震央からの距離による応答加速度の低下度合いが小さくなる傾向があること、また、②応答倍率は震央距離が遠いほど高くなる傾向があることが明らかになった。なお、本報告は 2005 年度卒業論文（佐藤優、須田英樹、立木康太、南正敏）を再整理したものである。

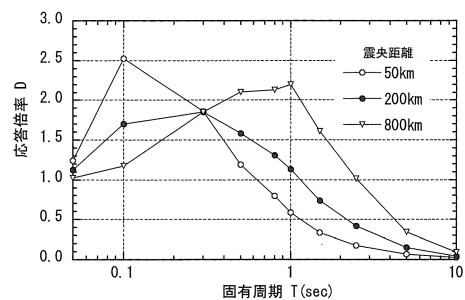


図 4 加速度応答倍率スペクトル