

CS 18 1993年能登半島沖地震による珠洲市における最大加速度の検討

(財)大阪土質試験所 正会員 鶴来雅人
金沢大学工学部 〃 北浦 勝
金沢大学工学部 〃 宮島昌克

1 はじめに

1993年2月7日夜発生した能登半島沖地震(マグニチュード6.6)では、輪島市で震度5、金沢市や富山市で震度4を記録したのを始め、東北地方から近畿地方にかけての広い範囲で地震を感じた。輪島市や金沢市では気象台、測候所などで記録が取られ、最大加速度なども判明している。しかし、震源に最も近く、被害の大きかった珠洲市には地震計が設置されておらず、最大加速度は不明である。そこで、アテニュエーション式等の既往の最大加速度の推定法を用いて珠洲市における最大加速度の検討を行った。

2 アテニュエーション式による検討

検討に用いたアテニュエーション式(いずれも沖積地盤を対象としたもの)および得られた最大加速度を表1に示す。各アテニュエーション式によって珠洲市での最大加速度の推定値のばらつきが大きい、200gal前後であろうと推定できる。同表には比較検討のため観測値が得られている輪島市(輪島測候所)、金沢市(石川県庁)での検討結果も併記したが、現行の土研式が観測値と良く対応していると言える。

表1 解析に用いたアテニュエーション式と解析結果

提 案 者	アテニュエーション式	珠洲市	輪島市	金沢市	文献
建設省土木研究所(新)	$232.5 \times 10^{(0.313 \times M)} \times (\Delta + 30)^{-1.218}$	200gal	138gal	54gal	1)
建設省土木研究所(旧)	$59.0 \times 10^{(0.261 \times M)} \times (\Delta + 10)^{-0.886}$	170gal	88gal	38gal	2)
後藤・亀田・今西・橋本	$407.0 \times 10^{(0.160 \times M)} \times (\Delta + 30)^{-0.752}$	224gal	178gal	100gal	3)
佐伯・片山・岩崎	$32.1 \times 10^{(0.254 \times M)} \times \Delta^{-0.757}$	129gal	83gal	37gal	4)
観 測 値	—	なし	131gal	46gal	—

3 小林・翠川手法⁵⁾による検討

小林・翠川手法によりせん断波速度 $V_s=3,000\text{m/sec}$ 程度の層でのスペクトルを規定し、その最大加速度を求め、地層区分より地表面での最大加速度を簡易的に推定した。この手法の適用に必要な断層モデルの諸元は、東京大学地震研究所信越観測所と京都大学防災研究所上宝観測所の報告から総合的に判断して、断層長さ20km、断層幅10km、断層の傾斜角 60° とした。小林・翠川⁶⁾によれば、表層が第4紀層である場合の地盤増幅率は5.5であり、これを適用した結果が表2であるが、観測値よりはかなり大きい値となっている。各地点とも第4紀層の層厚が薄いことを考えれば、増幅率を検討する必要があると思われる。

表2 小林・翠川手法による検討結果

	珠洲市	輪島市	金沢市
観 測 値	なし	131gal	46gal
小林・翠川(地表)	391gal	226gal	72gal
小林・翠川(岩盤)	71gal	41gal	13gal

4 大崎スペクトル⁷⁾による検討

大崎スペクトルにより $V_s=700\text{m/sec}$ 程度の層でのスペクトルを規定し、模擬地震動を作成する。これを入射波として重複反射理論を用いて地表面での応答を求める。このとき、武村ら⁸⁾による等価震源距離の概念を導入することにより断層の広がり考慮することとした。検討箇所は珠洲市では野々江町と液状化の発生が確認された熊谷中継ポンプ場の2地点、輪島市では測候所付近、金沢市では石川県庁である。検討結果を表2に

表3 大崎スペクトルによる検討結果

	珠洲市(野々江)	珠洲市(熊谷)	輪島市	金沢市
観 測 値	なし	なし	131gal	46gal
大崎スペクトル(地表)	285gal	117gal	121gal	34gal
大崎スペクトル(基盤)	61gal	61gal	34gal	9gal

示す。これより、輪島市、金沢市では観測値との対応の良いことがわかる。一方、珠洲市では2地点

の結果に大きな差がある。この原因を熊谷中継ポンプ場での地震応答解析結果から検討する。図1に各層上面での最大加速度、図2に各層の最大ひずみのいずれも鉛直方向分布を示す。また、入射波および第11層上面(最大加速度の最も大きい層)と地表面での加速度波形を図3に示す。これより、第11層上面では $180(\text{cm}/\text{sec}^2)$ 近い加速度が発生しており、その上の第10層で最大ひずみが0.1%を越えていることがわかる。このため、地盤の非線形性による剛性低下が起こり、地表面での加速度が小さくなっているものと考えられる。また、地表面での加速度波形を見ると、長周期成分が卓越していることがわかる。一方、野々江町においては大きな剛性低下が生じなかったので最大加速度の低下も見られなかったものと考えられる。これは熊谷中継ポンプ場では沖積層が30mと厚く、20m以深にはN値が3程度の軟弱な層が存在しているのに対して、野々江町では沖積層が薄く、N値も10~15程度と比較的堅いという地盤の違いによるものと考えられる。

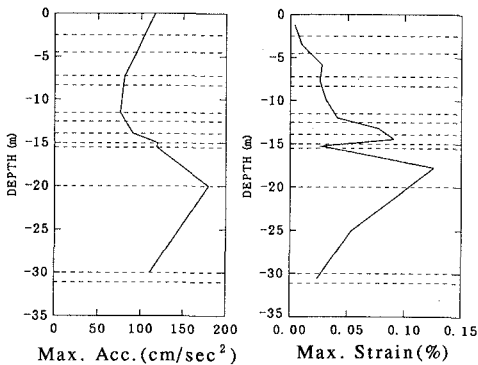


図1 最大加速度の鉛直分布

図2 最大ひずみの鉛直分布

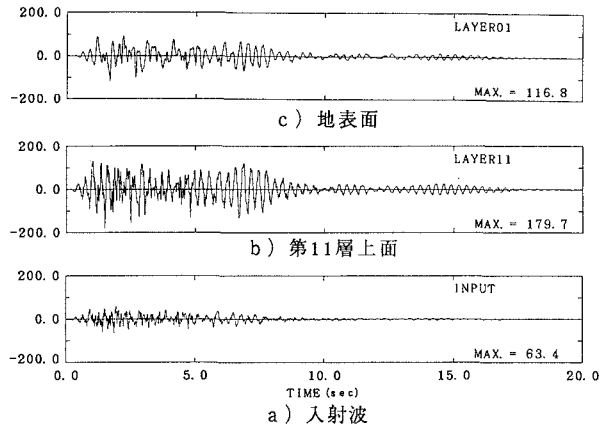


図3 加速度波形

5 おわりに

能登半島沖地震で震源に最も近く、被害の大きかった珠洲市における最大加速度等の検討を行った。その結果、次の成果が得られた。

- ①アテニュエーション式による検討より、各式によって最大加速度の推定値のばらつきが大きい、200gal前後であろうと推定できる。
- ②大崎スペクトルによる検討では、地盤の違いにより地表面での最大加速度に大きな違いのあることが明らかとなった。

本検討で用いた断層モデルは東京大学、京都大学の各観測所の報告を総合的に判断して設定したが、これらの報告は暫定的なものである。したがって、断層モデルや珠洲市の地盤についてさらに詳細な検討をする必要があろう。最後に、データの収集にご協力いただいた金沢大学工学部池本敏和氏はじめ関係各位に感謝します。

<参考文献>

- 1)川島,相沢,高橋:最大地震動およ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)建設省土木研究所:新耐震設計法(案),土木研究所資料,第1185号,1977.
- 3)後藤,亀田,今西,橋本:強震記録の補正効果を考慮した地震動パラメータの統計的性質,第5回日本地震工学シンポジウム論文集,1978.
- 4)佐伯,片山,岩崎:わが国の地盤上で得られた加速度記録の特性,土木学会第32回年次学術講演会,1977.
- 5)翠川,小林:地震断層を考慮した地震動スペクトルの推定,日本建築学会論文報告集,第282号,1979.
- 6)翠川,小林:震源域及びその周辺での地表面最大加速度分布の推定,日本建築学会論文報告集,第290号,1980.
- 7)大崎:原子力発電所設計用の基準地震動評価に関するガイドライン,ORI研究報告,(株)大崎研究所,1984.
- 8)武村,池浦,大野,太田:距離減衰式を用いた震源近傍での強震動の評価法,第21回地震工学研究発表会講演概要,1991.