

善光寺地震(1847)におけるお寺の被害に着目した常時微動観測

長野工業高等専門学校 (正) 服部秀人 小林 清 (学生) ○宮下泰士 朝日好彦 有賀裕子 山崎 孝
 神奈川大学 荏本孝久 山本俊雄 大林組技術研究所 菊地敏男 トランスコスモス 大沼万孫
 東京都立大学 岩楯敏広 信州大学名誉教授 島 垣

1. はじめに

兵庫県南部地震(1995年)以降、活断層の位置や活動に関する情報を踏まえて、耐震設計のための入力地震動を推定するための研究が急がれる状況にある。

このような背景のもとに、筆者らは善光寺地震(1847年)における地震動について研究を行っている。

当地震の被害を把握するために、お寺にアンケート調査を行なった結果、断層を挟んで、西と東で被害状況が異なるという特徴的な分布を示した。被害分布を図-1に示す。

そこで、本研究では被害の大きい断層西側地域の牟礼地区と中条地区周辺において常時微動観測を行ない、それらの地域での卓越周期をもとに、地盤特性を考察する。また中条地区周辺では山崩れによる倒壊が起きていることにも注目した。

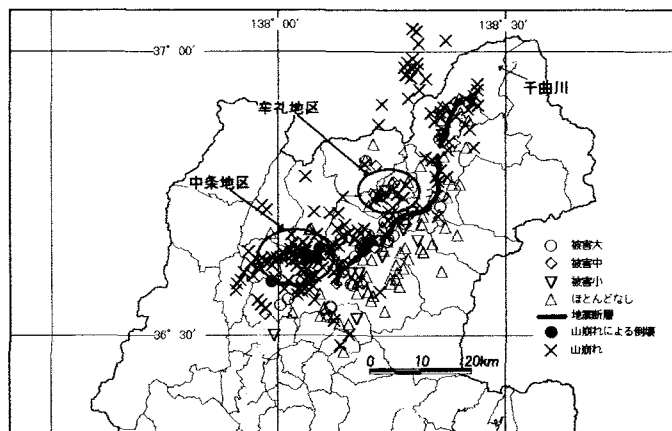


図-1 お寺の被害分布

2. 常時微動観測

お寺の本堂付近とその周辺地盤で常時微動を観測した結果を、図-2に示す。図中の○は本堂直近の、△は本堂周辺地盤での観測点である。

観測した常時微動より、NS、EW、UDの3成分のフーリエスペクトルとH/Vスペクトルを求めた。図-3,4に牟礼地区の代表的なフーリエスペクトルとH/Vスペクトルを示す。図-4のH/Vスペクトルは、比較的ピーク値が顕著に現れており、卓越周期は約0.3secといえる。

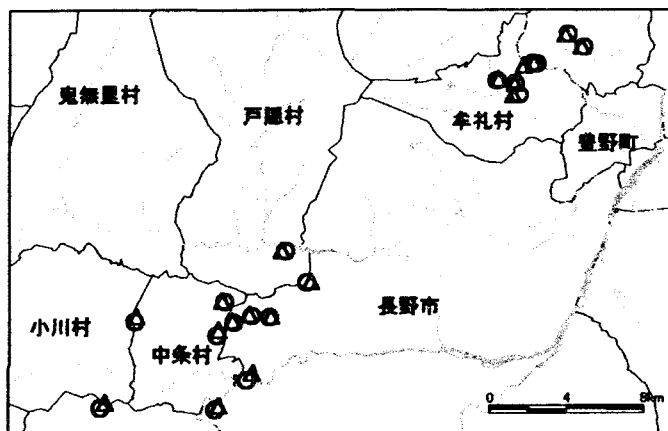


図-2 観測点位置

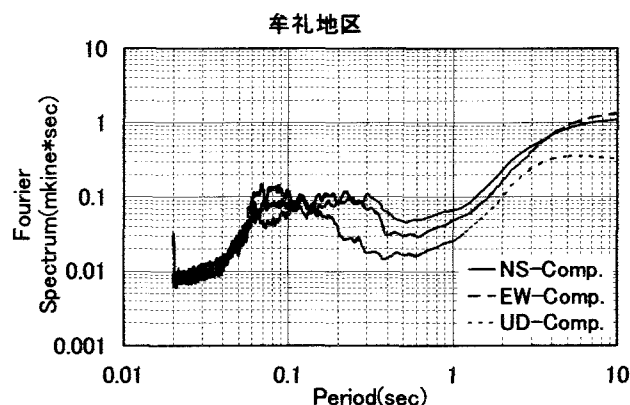


図-3 フーリエスペクトル

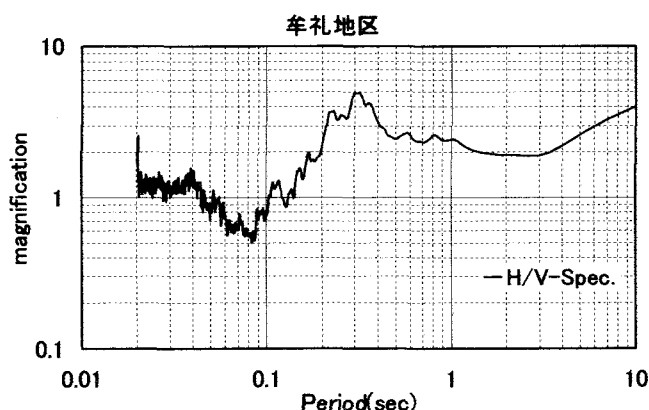


図-4 H/V スペクトル

3. 観測結果

長野県地震対策基礎調査報告書より当該地区の地盤モデルを特定し、H/Vスペクトルのピーク値と照らし合わせて卓越周期を求めた。各観測点の卓越周期を図-5に示す。図中の○および△は、卓越周期の大きさを表している。

牟礼地区の観測点では約 0.2~0.3sec の周期となっている。また、地盤モデルより S 波速度を推定し、その 1/4 波長則より表層厚を特定した。その結果、表層は牟礼地区全体で約 10~15m である。このように、表層厚が比較的薄い地盤にもかかわらず大きな被害が発生しているのは、地震波が牟礼地区の地盤と共振を起こした可能性があると思われる。

一方、中条地区では山地のため、観測点での地盤モデルが特定できないところが多く、それらについては H/V スペクトルより卓越周期を推定した。この結果中条地区のスペクトルには牟礼地区よりやや長周期成分が多いが明確なピークが見られず共通性は見られない。被害が集中したのは、Bouchon (1973) や Kawase and Aki (1987) が指摘するように、尾根や斜面で地震動が増幅することによるものと考えられる。

図-6 に各観測点での卓越周期と標高の関係を示す。卓越周期を棒グラフで表示し、標高を折れ線グラフで表示した。標高の高い所がやや長周期となる傾向が見られる。

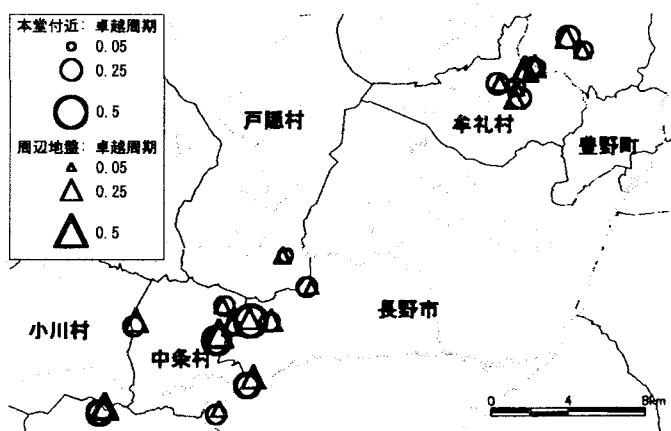


図-5 観測点での卓越周期

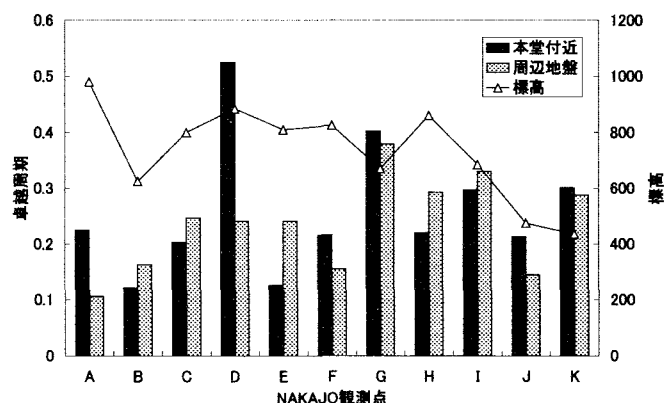


図-6 卓越周期と標高の関係

4. 山崩れによる倒壊

図-2 で示すように中条地区では山崩れによる倒壊

が発生している。そこで、長野県の土砂災害危険箇所・危険区分区域分布状況図を観測点と重ねた。図-7 に観測点と地すべり地域の分布図を示す。図中、グレーの範囲が地すべり危険箇所であり、斜線の範囲が急傾斜危険箇所を示す。

図-7 より、中条地区のほぼすべての観測点が地すべり危険地域内にあることがわかる。

中条地区では、山崩れによりお寺が崩壊し 5 ヶ所で、跡地あるいは少し場所を移して再建したことが筆者らの調査で判明している。

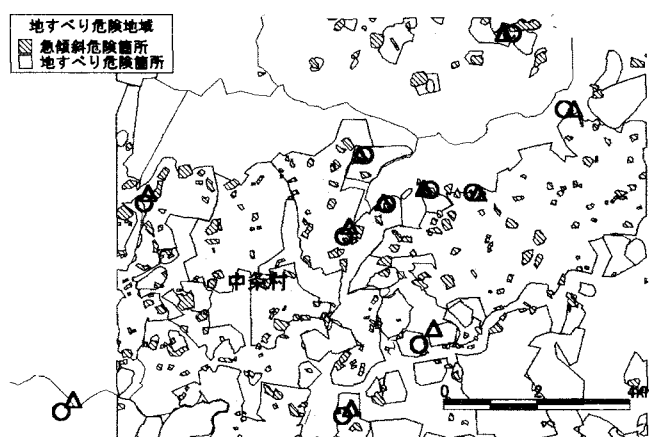


図-7 観測点と地すべり地域の分布

5. おわりに

善光寺地震 (1847) 断層西側地域の被害集中箇所において常時微動観測を行った結果、牟礼地区では共振現象が生じた可能性が見られた。中条地区では、明確な地盤特性を見出すことはできなかったが、標高の高い観測点でやや長周期が卓越している結果が得られた。このことは今後の検討課題だと考えられる。

参考文献

- 1) 服部, 小林, 菊地, 奥田, 岩楯, 島: 善光寺地震(1847)におけるお寺の被害と地震動, 11th 地震工学シンポジウム, 80, pp413-418, 2002
- 2) Michel Bouchon, : Effect of topography on surface motion, BSSA, Vol.63, No.3, pp615-632, 1973.
- 3) Hiroshi Kawase and Keiiti Aki: Topography effect at the critical SV-wave incidence: Possible explanation of damage pattern by the Whittier Narrows, California, earthquake of 1 October 1987, BSSA, Vol.80, No.1, pp1-22, 1990.