

I-B513 善光寺地震(1847)の地震断層近傍におけるお寺の被害と常時微動特性

——地盤と本堂の共振性と被害の程度について——

長野工業高等専門学校 正員 服部秀人 小林 清 信濃建築史研究室 吉澤政己
大林組技術研究所 正員 菊地敏男 奥田 暁
東京都立大学 正員 岩楯敬広 信州大学名誉教授 島 垣

1. はじめに

活断層による地震動の影響について、構造物が造られる地域における個々の活断層の状況を直接設計に盛り込む必要性が指摘されている。そのために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、善光寺地震(1847年, $M=7.4$, 震央 138.2°E , 36.7°N)¹⁾に着目して震源断層推定のための基礎的研究を行っている。本研究では寺院の被害調査結果²⁾をもとに、当地震で生じた地震断層の近傍に位置する寺院本堂の地盤と天井部の梁において常時微動観測を行ない、本堂と地盤の常時微動特性と被害との関係について考察を加えた。寺院に着目したのは、対象地域に広く存在し、本堂の構造が似た特徴を持つこと、被害に関してその伝承の信頼性が高いこと、そして、過去から存続する一つの地震計として本堂をとらえるならば、善光寺地震における地震動の特性を探るうえで、寺院本堂はかなり有効な構造物であろうと考えたからである。

2. 善光寺地震断層系と長野盆地西縁活断層系

長野盆地ならびに飯山盆地は、それら西縁に位置する逆断層性の長野盆地西縁活断層系によって形成されたと考えられている。長野盆地西縁活断層系はN-SないしNE-SW方向の並走もしくは雁行する断層群から成り、総延長50km以上に及ぶ。同断層系は第四紀後半に形成されたもので、山地側に位置する断層ほどその形成時期が古く、盆地側に位置する断層ほどその形成時期は新しい³⁾。そして同断層系の中でも、最近の3万年前以降に活動している活断層は、主として断層系の東縁部に位置する⁴⁾。善光寺地震では、長野盆地西縁活断層系の東縁に沿って多くの地震断層が出現した。断層系の南西から北東へ、小松原、安茂里、善光寺、城山、三才、浅野、長丘、飯山、長峰と名付けられた諸断層が同時に活動したものと考えられる。これらの地震断層を善光寺地震断層系と呼ぶことにする。善光寺地震断層系の規模は延長40km以上であり、その上下変位量は2~3m程度であったと推定される⁵⁾。

3. 常時微動観測

図1に常時微動を観測した寺院を3英文字で示す。寺院の被害調査²⁾に基づく被害分布を共に示す。○印は倒壊、◎印は傾いたりしたもの、□印は壁が落ちたりしたもの、△印はほとんど被害なし

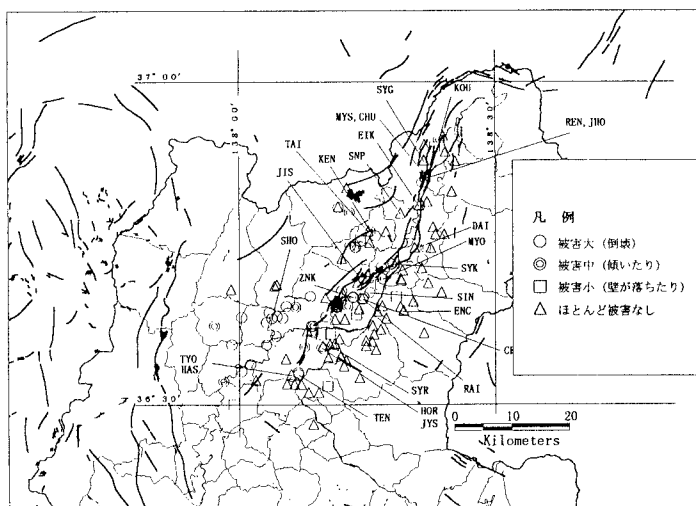


図1 常時微動観測地点

キーワード: 善光寺地震, 地震被害, 地震断層, 寺院, 常時微動

連絡先: 〒381-8550 長野市徳間716 長野工業高等専門学校 環境都市工学科

の、△印はほとんど被害なしと回答された寺院である。長野・飯山盆地西縁に沿う善光寺地震断層系から離れるに従い本堂の被害は軽微となり、地震動の距離減衰と調和的である。微動を観測した寺院は26箇寺、太い実線は活断層である。各寺院において、本堂の地盤と天井部の梁で、本堂の奥行き方向・左右方向・上下動の3成分の速度を観測した。

4. 観測結果と考察

本堂の梁上で観測された卓越振動数と先に行った被害調査²⁾の結果から得られた被害の程度との関係を図2に示す。被害の大・小にかかわらず共に2~4 Hzが卓越している。旧来の木造2階建て建物の固有振動数は2~3 Hzといわれており、本堂はそれより若干高周波成分が見られ、剛性がやや大きめのものが存在することを示していると思われる。図3・図4は、地盤のスペクトルと梁/地盤のスペクトル比から共振の程度を判読し、共振周波数帯域での振動方向を求め、被害の程度との関係を見たものである。地震断層と振動方向が平行もしくは直交する場合に被害が大きいようである(図3)。また、地盤と本堂が同一方向に振動する場合に大きな被害となっている。

5. あとがき

善光寺地震における地震動を推定する手がかりを得るために、当地域の寺院の常時微動観測を実施し、上記のような興味深い知見が得られた。さらに、本堂と地盤の応答特性について考察していきたい。

【引用・参考文献】1) 宇佐美：日本被害地震総覧，東京大学出版会，1988。2) 服部ら：善光寺地震(1847)におけるお寺の被害，第32回地盤工学研究発表会，574，1997。3) 赤羽：長野盆地西縁部における地質構造と丘陵の形成過程，地団研専報，No. 24，1982。4) 仁科ら：長野県の活断層，信州大学理学部紀要，第20巻，第2号，1985。5) 栗田ら：善光寺地震断層系に関する資料と地震断層の現況，歴史地震，No.3，p166-174，1987。

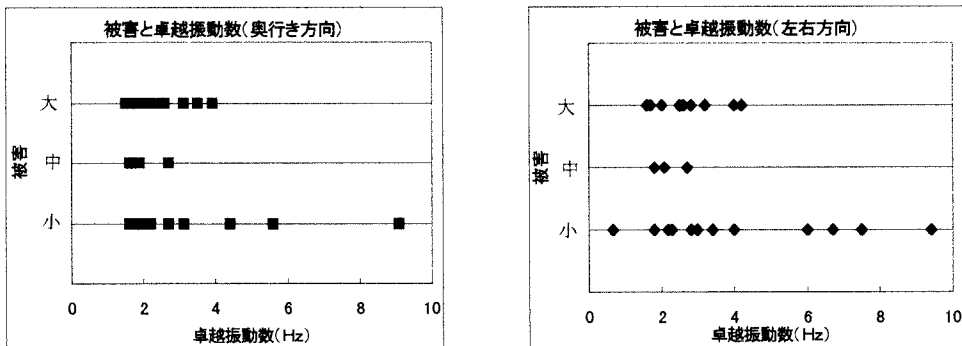


図2 本堂の卓越振動数と被害の程度

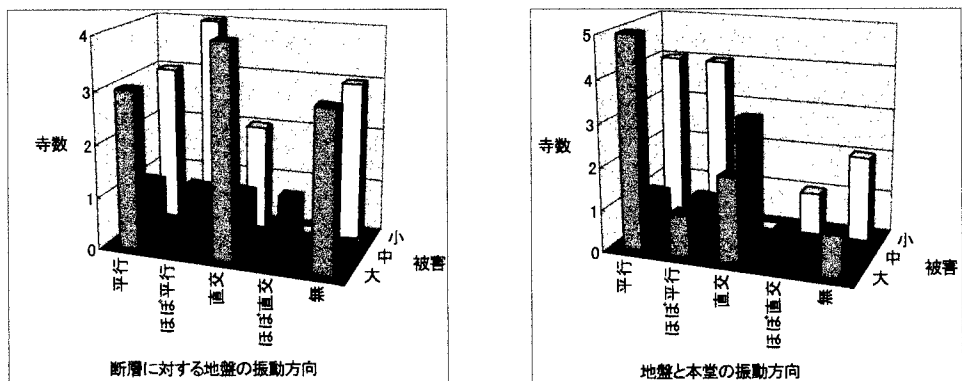


図3 断層に対する地盤の振動方向と被害の程度

図4 地盤と本堂の振動方向と被害の程度