

鐘楼の挙動調査による 2007 年能登半島地震における 輪島市門前町地域の強震方向の推定

飛島建設（土木学会技術推進機構）

正会員 ○池田 隆明

東京大学生産技術研究所

正会員 小長井一男

建設技術研究所（土木学会技術推進機構）

正会員 高津 茂樹

東京大学生産技術研究所

正会員 井筒 剛司

1. 目的

2007 年能登半島地震(Mj6.9)は褶曲帯で発生した地震であり、2004 年新潟県中越地震以降はじめて震度 6 強の揺れを観測し、死者 1 名、家屋の全壊 525 棟、半壊 774 棟という大きな被害をもたらした¹⁾。家屋の被害は、震源に近い輪島市門前町の道下、鹿磯、黒島町地区に多く見られ、激しい揺れが生じたと考えられる。地震動は、輪島市内や志賀町富来等で観測されているが^{2),3)}、いずれも被害の大きかった門前地域から離れた地域である(図-1)。そこで、門前地域における地震動の推定を目的に、当該地域における鐘楼の転倒および移動調査を実施した。本報告では、鐘楼の移動方向から当該地域の強震方向の推定を実施した。

2. 調査地点

地震直後の 3 月 26 日～28 日、4 月 7 日～9 日の 2 回に分けて 17 の寺を訪問し、このうち鐘楼が確認できた 13 寺の鐘楼の調査を行った。図-2 および表-1 に鐘楼の調査地点を示す。最大余震が、震度 5 弱のため、鐘楼の挙動は本震時に発生したと考えられる。門前町中野屋と門前町道下において地表断層および圧縮性の変状が見られており^{4),5)}、道下の圧縮性変状が地表断層と仮定すると、上盤側が 11 箇所、下盤側が 2 箇所となる。中野屋と道下を結んだ直線の走向は約 53 度であり、気象庁の CMT 解⁶⁾の走向と調和する。

3. 調査結果

図-2 および表-1 に調査結果を示す。鐘楼の柱の移動量から、鐘楼中心の移動方向と移動量および回転方向を算出した(図-2)。方向(方位角)は磁石で測定したため、磁北の西偏を 7 度として真北に補正した。写真-1(a)に本勝寺(①)の状況を例示する。

13 地点のうち、鐘楼に挙動が見られなかった地点は⑧の 1 箇所だけであり、その他の 12 地点については何らかの挙動が見られた。鐘楼が礎石から滑り落ちていた地点は①、②、⑤、⑩の 4 つである。これらの鐘楼の柱と礎石は“ほぞ”で結合されており、“ほぞ”が折れていないことから、地震時に鐘楼は跳躍したと推定される。④は台座が崩壊し鐘楼が台座から落下していたため検討対象外とした。⑩は鐘楼が倒壊していたが、柱の位置が計測できたため検討対象とした。

4. 強震方向の推定

図-2 からわかるように、11 地点中 7 地点の鐘楼は、西南西－東北東方向に移動している。澤田ら⁷⁾は、一方向の振動を受ける剛体は、振動方向と直交もしくは平行する位置で回転が止まるとしている。図-3 に推定断層面⁸⁾内にある ISK006 における地震動(主要動部:加速度)の水平軌跡を示す。加速度時刻歴には鐘楼の固有周期を考慮して 0.5～4.0Hz のバンドパスフィルターを作用させた。図からわかるように、地震動の震動方向はほぼ一方向であることがわかる。そのため、当該地点の地震動は西南西－東北東方向に卓越したと推定される。この推定は、道下地区で被災した家屋の多くが西－東方向に傾いていた事や、大町ら⁹⁾が示す鐘楼の跳躍現象が発生する条件とも②の地点を除き一致している。

5. 今後の課題

海岸沿いの②、③、⑤、⑦の地点の鐘楼は、西南西－東北東方向にほぼ直交した方向に移動している。⑦を除く 3 つの寺は斜面上に位置しており、境内には無数の亀裂があり地盤が変状の痕跡が見られた(写真-1(b))。そのため、鐘楼の挙動の要因が地震動以外の可能性がある。今後、これらについての詳細な調査と分析を行う予定である。

キーワード 2007 年能登半島地震、強震動、鐘楼、強震方向

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設技術研究所 04-7198-7553 takaaki_ikeda@tobishima.co.jp

謝辞

本研究は、文部科学省科学技術振興調整費による委託を受けて行う研究開発（活褶曲地帯における地震被害データアーカイブスの構築と社会基盤施設の防災対策への活用法の提案、研究代表者：小長井一男）の一環として実施いたしました。K-NETの地震観測記録，気象庁の地震観測記録を使用させていただきました。

参考文献

1) 消防庁,<http://www.fdma.go.jp/detail/710.html>, 2) 防災科学技術研究所,<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>, 3) 気象庁,http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/data.html, 4) 金沢大学能登地震断層調査グループ,http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/ishiwata/index_j.htm, 5) 応用地質,<http://www.oyo.co.jp/saigai/ното/1.html>, 6) 気象庁,<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/mech/index.html>, 7) 澤田純男他:墓石の回転挙動から推定される地震動特性,土木学会論文集 I, 598, I -44,1998, 8) 国土地理院,<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2007/0328.htm>, 9) 大町達夫他:1909年姉川地震での鐘樓の移動から推定した地震動強さ,構造工学論文集 A,41-2,1995.

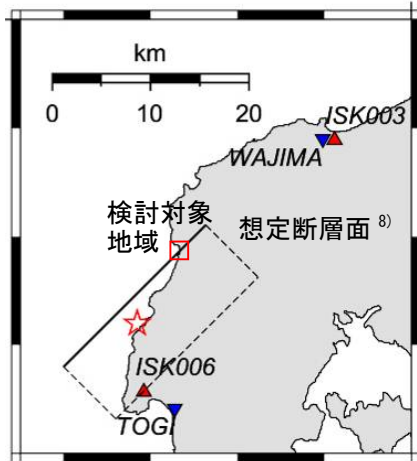


図-1 調査地域

表-1 鐘樓の調査地点と調査結果

記号	場所	名称	鐘樓の状況	周辺の状況	鐘樓の挙動		
					方向	量	回転
①	道下	本勝寺	礎石から落下		N227E	60cm	反時計
②	鹿磯	真覚寺	礎石から落下	境内にひび多数	N321E	29cm	反時計
③	鹿磯	智雲寺	移動	台座にひび割れ	N154E	7cm	時計
④	黒島	福善寺	崩落	台座が崩壊	—	—	—
⑤	黒島	名願寺	礎石から落下		N144E	48cm	反時計
⑥	黒島	永法寺	移動	南側が崩落	N202E	1cm	時計
⑦	池田	本誓寺	移動		N136E	1cm	時計
⑧	池田	円正寺	被害なし		—	—	—
⑨	門前	明敬寺	移動		N225E	7cm	時計
⑩	和田	専徳寺	倒壊		N241E	42cm	反時計
⑪	田村	善通寺	移動		N204E	1cm	反時計
⑫	浅生田	正養寺	移動		N235E	12cm	反時計
⑬	知気女	浄蓮寺	移動		N086E	8cm	時計

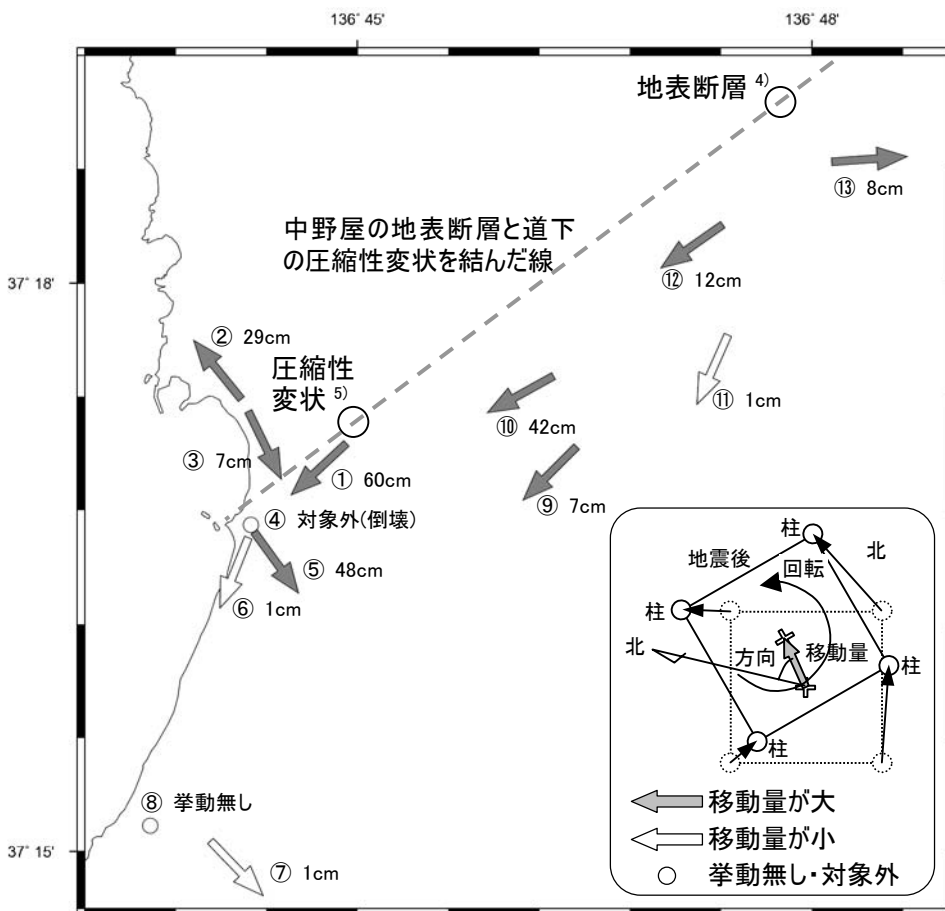


図-2 鐘樓の調査地点および鐘樓の移動方向・移動量



(a) 本勝寺(①)



(b) 真覚寺(②)

写真-1 鐘樓と周辺の状況

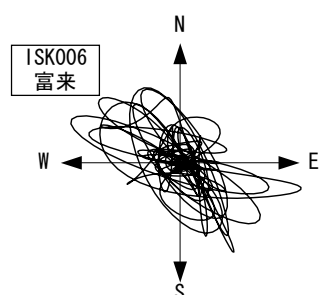


図-3 ISK006における加速度時刻歴(主要動部)の水平軌跡