

2009 年 9 月 30 日 Pariaman 地震の強震動と建物被害(その1)地震動

京都大学大学院 学生会員 ○Rusnardi Rahmat

東京大学地震研究所 正会員 後藤 洋三

オリエンタルコンサルタンツ 正会員 林 亜紀夫, 宮武一弘

インドネシア技術評価応用庁 Mulyo Harris Pradono

2009 年 9 月 30 日インドネシア・西スマトラ州の沖合で Mw7.6 の地震が発生し、死者・行方不明者が 1,100 名を超える被害となった。本稿は、アンケート震度、常時微動、ビデオ映像から推定される地震動特性と、その特性が大型 RC 建物と低層建物の被害の地域差に及ぼした影響を述べる。

1. 地震の諸元

震央は西スマトラ州の州都パダン(Padang)市の西方 80km で、BMKG (インドネシア気象気候地球物理庁)の速報によれば、震源は北緯-0.84, 東経 99.65 度、深さ 71km, マグニチュードは Mw7.6 とされ、逆断層型のプレート内地震と推定されている。津波の被害は報告されていないが、パダン市とパリアマン市、パダンパリアマン郡、およびその北隣のアガム郡で地震動による被害が発生した。

強震波形はパダン市の海岸から約 10km の丘陵地帯で BMKG により観測されているが、被害の大きかった地区での記録はない。

2. アンケート法による震度の推定

パダン市の市街地の震度を推定するため、太田等¹⁾が提案したアンケートによる震度推定法を使用した。既に本田等²⁾がこの方法の 34 項目の設問をインドネシア語に翻訳し、2004 年スマトラ沖地震の調査に適用している。今回はその訳文を一部現地の状況に合わせて修正し、720 枚のアンケート用紙を用意、9 名の現地学生がインタビューとなって住民の回答を収集した。回答の分析には太田等の提案による高震度域の推定アルゴリズム¹⁾を適用したが、それに現地の古い建物の脆弱性を強調する修正を付け加えた。

パダン市街地の平均的な JMA 震度は 5 強であった。地区ごとの平均値からの変動(例えば+0.5 の所は震度 6 弱)を図 2 に示す。インタビューによる個人差が見られ、調査方法に改善の余地があるが、被害の分布とおおよそその関連する結果は得られた。

3. 常時微動の H/V スペクトル解析による卓越周期の推定

パダン市街地とパダンパリアマン郡の丘陵地帯の代表地点(Alai 村)で観測を行った。パダン市では南から北に向かってピーク周期が 0.8 秒から 2.3 秒に長周期化する傾向がある。同市街地の川を挟んだ南側に岩の露頭が見られことから、基盤は南から北に向けて深くなっている推定される。一方、丘陵地帯の尾根部の測定結果を谷部と比較してみると 0.5 秒付近にピークが見られる。低層家屋の被害がパダン市街より尾根の集落で激しかった一因と考えられる。



図 1 震央と主要行政区画(OCHA Indonesia Earthquake, Situation Report No.16 (20 Oct. 2009) に加筆)



図 2 震度の平均値からの変動

インドネシア, 2009 年パリアマン地震, アンケート震度, 常時微動 H/V, ビデオ映像, 地震動特性

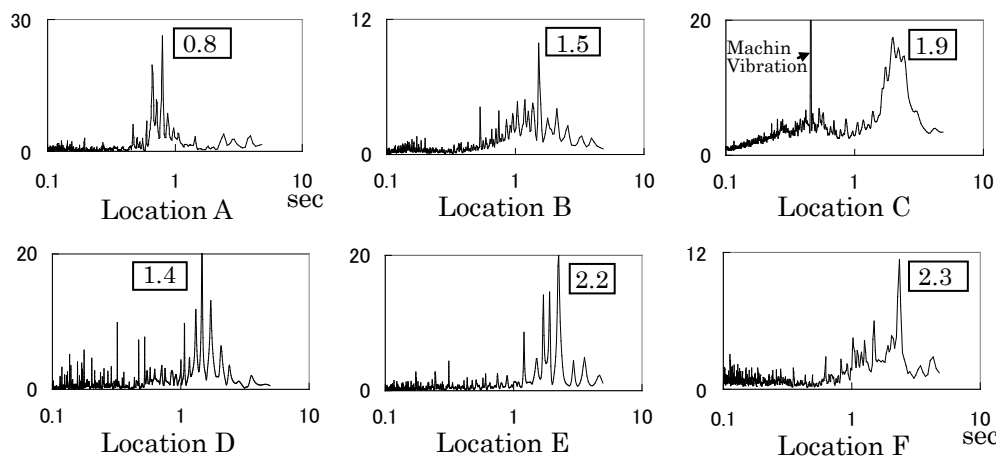


図3 パダン市街地常時微動 H/V スペクトル



図4 常時微動測定点

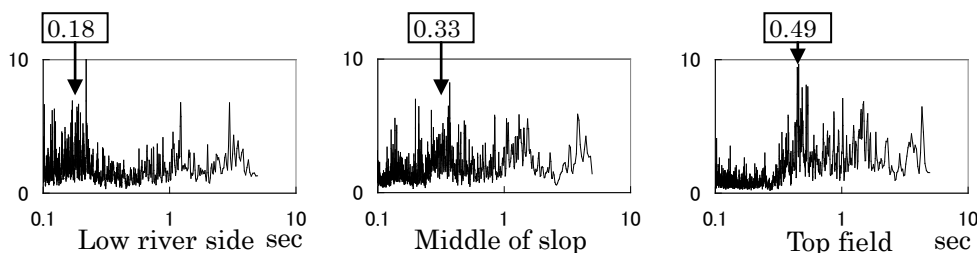


図5 パダンパリアマン郡の丘陵地常時微動 H/V スペクトル

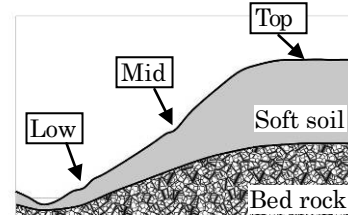


図6 丘陵の地層構造概念

4. ビデオ映像の分析

パダン市街地のほぼ中心部にある西スマトラ州応急対応センター (EOC) にモニターカメラが設置されていて、S 波初動時までのビデオ記録が取得された。キャスター付きの椅子や開放されたドアの動きが写っており、それを読み取って時刻歴にプロットしたのが図7である。S 波の初動時に1秒から2秒周期の地震動が作用したと推定出来る。

5. まとめ

- 1)パダンの市街地では周期1秒以上のやや長周期地震動が卓越し、この地震動特性が大型 RC 建築の被害に影響したと推定される。
- 2)パダンパリアマン郡の丘陵地帯の尾根部ではやや短周期の地震動が卓越したと推定される。低層の家屋がパダン市内より高い割合で被害を受けた理由の一つはこの地震動特性と考えられる。

謝 辞

この研究に用いた主なデータは JICA が実施した "The Preparatory Study on Disaster Management Program for Indonesia" の現地調査結果から得られたものである。また、ビデオ記録は西スマトラ州関係者から提供を受けた。京都大学大学院の清野教授と小野准教授には観測データについてディスカッションいただいた。微動計は(株)大林組技術研究所と京都大学から貸与いただいた。各位に深謝します。

参考文献

- 1) 太田 裕・小山真紀・中川康一：アンケート震度算定法の改訂－高震度領域－，自然災害科学，Vol.16, 307-323, 1998.
- 2) 本田利器・高橋良和・Mulyo Harris Pradono, Rudi Kurniawan：2004 年スマトラ沖地震・バンダアチェにおけるアンケート震度調査，Proc. 28th JSCE Earthquake Engineering Symposium, 2005



West Sumatra Province, 2009

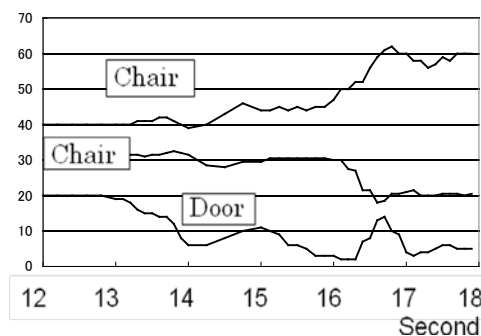


図7 扉と椅子の動きの時刻歴