

インドネシア・ジャワ島中部地震による建物被害

(株) 芙蓉コンサルタント 正

須賀 幸一

(株) 荒谷建設コンサルタント フェロー

山下 祐一

愛媛大学防災情報研究センター正 和田一範, 正 矢田部龍一

1. はじめに

2006年5月27日早朝、ジャワ島中部で発生したM6.3の地震により、およそ6000人が犠牲となり、被災者は65万人にも上った。地震の強さ(震度5強～6弱と推定)の割には人的被害が甚大で、家屋や社会基盤が脆弱なアジア発展途上国の典型的な地震被害の一つである。6月および7月に愛媛大学防災情報研究センターを中心としたジャワ島中部地震緊急調査¹⁾が行われた。ここでは、その地震被害調査における建物の被害状況について報告する。

2. 調査地と調査ルート

地震の震源は、インドネシアのジャワ島中部、ジョグジャカルタ(以下、Jogja)市の南東約10kmであり、図-1²⁾に震源位置と被害状況を示す。この図は、衛星画像による被害分布推定図(UNOSAT:国連衛星プロジェクト)に、防災科学技術研究所のRealtime-JISNETによって推定された震源位置(NIED:球)と、当初、米国地質調査所により推定された震源位置(USGS:★)が表示されている。防災科学技術研究所の推定した震源位置は、被害が集中した地域のほぼ直下の位置にあり、Imogiri(またはOpak)断層の位置とも整合する。調査ルートは、(A)Jogja市内の大型建築物の被害箇所や、(B)レンガ造りの家屋被害が集中したBuntul地区、(C)斜面崩壊が発生した東南方向の山間部および(D)Imogiri断層の東にある山岳部などである。(図-2:点線にて示す)

3. 地形、地質と建物被害

今回の地震は、内陸型の横ずれ断層による直下型地震であり、Imogiri(またはOpak)断層の周辺部に被害が集中していることから、この断層の変位による地震であると推定されている。断層より西側の平地部は、Jogja市内から北東約30kmのところにあるメラピ火山による火山灰堆積物で厚く覆われた低湿地帯である。図-3に示すようにのどかな農村地帯であるが、震源位置に近いこと、柔らかな表層地盤がゆれを増幅させたこと、ゆれに弱い構造の建物(レンガ造りなど)が多かったことなどが、地震の規模(M6.3,震度5強～6弱)にしては、大きな被害を生じた原因と考えられている。また、断層の東側は山岳地帯であり、凝灰岩や玄武岩などを基岩とする岩盤が広く分布している。断層沿いの山地の斜面では地すべりや斜面崩壊、落石などが発生していた。また、山深くまで集落が点在しており、断層に近い山間部の集落では、やはり大きな被害が生じていた。ただし、谷を隔てた東側の山地(Dlingoほか)では比較的被害は少ない。

4. 建物被害

建物被害としては、大きく2つに分類される。(A)Jogja市内の大型RC建築物の被害と、(B)農村部を中心とするレンガ造りの家屋の被害で

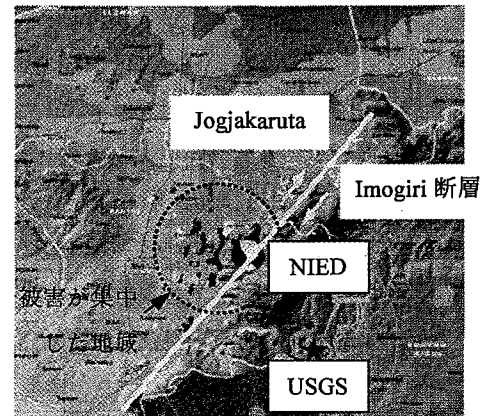


図-1 震源位置図



図-2 調査ルート



図-3 農村地帯の風景

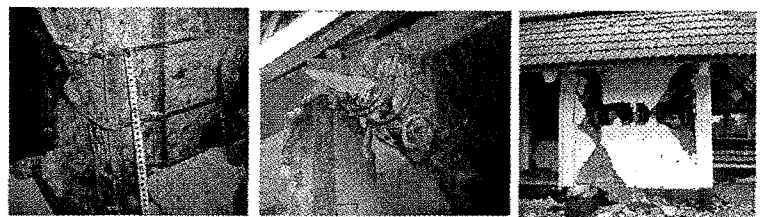
ある。以下にその代表的な被害について示す。

(1) RC造の建築 (Jogjakaruta市内)

4階建てのRC造の経済大学校舎であるが、1階部分が完全に崩壊している。建物の本体は、柱と梁、スラブはRC構造であるが、壁はレンガ積である。柱の大きさは $\square 320 \times 550$ であり、2Fとの接合梁の大きさは、 $\square 320 \times 710$ であった。柱には $\phi 24\text{mm}$ 程度の鉄筋が4本/辺に入っており、 $\phi 6\text{mm}$ 程度の帯鉄筋が125mmピッチで配筋されている。梁と柱との接合部がせん断破壊して、コンクリートが圧壊、鉄筋は座屈している。壁はX状にせん断ひび割れが入るとともに、多くのところで倒れている(図-5)。地元のGadjah Mada大学におけるヒアリングでは、建築物の耐震設計コードはあるが、それが遵守されて施工されているかについては、わからないとのことであった。柱の大きさや鉄筋の本数からすると、耐震性能は低いと考えられる。



図-4 経済大学校舎 (RC 造) の崩壊状況



(a) 柱の配筋

(b) 梁との接合部

(c) 壁のひび割れ

図-5 柱・壁の破壊状況

(2) レンガ造りの建物 (Bantul県)

Jogja 市 (特別区) の南は、Bantul 県であり、農村地帯が広がる。その地域の多くの人家がレンガ造りであり、今回の地震により大きな被害を被った。レンガは周辺の低湿地の粘土を日干しにして、焼いたものである。レンガ同士の接着にはモルタルが使用されているが、セメントが高価なために、貧配合 (C:S=1:10 程度) のことが多く、あまり強度は期待できない。また、RC 柱を設置しないレンガ壁だけの建物が多く、被害を大きくしている (図-6、図-8)。RC 柱の鉄筋は $\phi 6\text{mm}$ 程度が4本で、帯鉄筋も $\phi 3\text{mm}$ 程度でピッチも広い (図-7)。小学校の木造校舎は倒壊を免れていたが、屋根瓦が落ち、天井が剥がれるなどの被害が生じていた (図-9)。そのため外にテントを張って臨時的教室を開設していた。



図-6 全壊したレンガ造りの建物



図-7 RC 柱

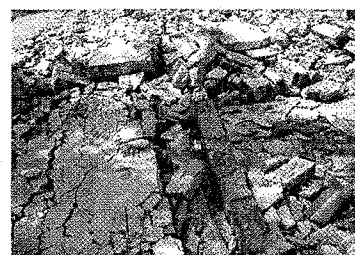


図-8 レンガ壁 (RC 柱なし) の倒壊

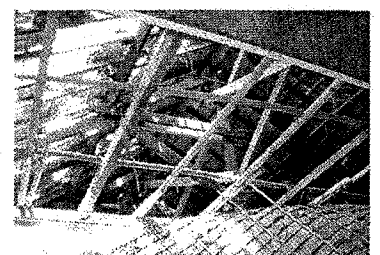


図-9 木造校舎の被害

5. まとめ：伝統的な竹あるいは木製の柱と梁に竹を編んだ壁を取り付ける家屋 (バンブーハウス) は、軽量であるため、地震による被害は極めて少なかった。このような木造の建物が耐震性に優れることは住民自身も認識しているようであるが、生活環境 (エアコン設置) などからレンガ造りで再建するようである。政府や NPO など家屋の耐震補強 (RC 柱の設置やレンガ壁の固定) の指導をしているが、経済的な理由により必ずしも進んでいないようである。インドネシアでは地震防災上のハード、ソフト対応において問題を抱えているが、地域住民はたくましく自立し、強い互助体制で復興を進めていた。高齢化や過疎化がすすむ四国にとって、今後の南海地震等を念頭に置いた地震防災の進め方においても、学ぶべき点があるといえよう。

参考文献：1) ジャワ島中部地震緊急調査報告、愛媛大学防災情報研究センター、2006.7

2) 防災科学技術研究所 http://www.isn.bosai.go.jp/events/YogyaEq_20060526/index.html