

インドネシア ジャワ島中部地震(速報)

土木学会・日本建築学会合同復興支援団先遣隊

はじめに

2006年5月27日にインドネシア ジョクジャカルタ特別州で発生した M6.3 (USGS) の地震の被害は、死者約 5,700 人、負傷者約 3 万 8,000 人以上、全半壊した建物約 30 万棟以上に達する大惨事となった。土木学会と日本建築学会は、合同の先遣調査団(2006年6月10日(土)～6月17日(土))を現地に派遣して、この地震被害の実態把握と、今後必要となる本格的な復興支援内容の提言のための調査を行うこととした。

調査にあたっては、インドネシアおよび日本の各省庁・機関(後述)だけでなく、NPO 法人国境なき技師団等の民間団体やインドネシア工学会(PII)とも十分に連携をとることとした。派遣メンバーは以下のとおりである。

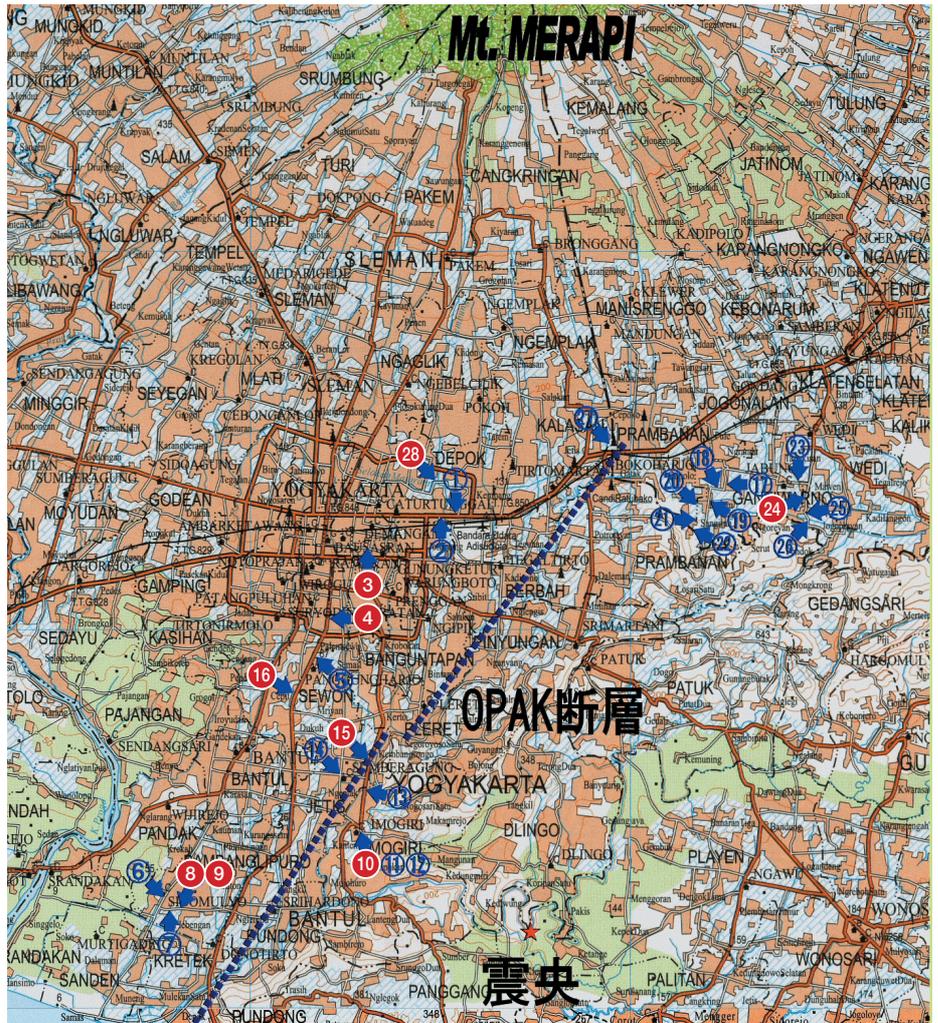


図-1 ジョクジャカルタおよび周辺地域(○内数字は写真番号)
 (出典:(株)飛鳥建設技術研究所ホームページ(先遣隊報告図A1、A2を統合)
<http://www.tobi-tech.com/lab/Bousai/20060527/Mid-Java.htm>)

<団 長>

小長井一男 東京大学生産技術研究所 基礎系部門 教授
 (NPO 国境なき技師団 理事長)

<団 員>

鈴木智治 土木学会インドネシア
 ローカルコーディネータ(現地参加)
 大串哲也 同上 補佐
 飛鳥建設(株)インドネシア事務所
 池田隆明 飛鳥建設(株)技術研究所
 中埜良昭 東京大学生産技術研究所 基礎系部門 教授
 勅使川原正臣 名古屋大学大学院
 環境学研究科都市環境学専攻 教授

現地調査の概要

(1) 地震動

地震被害調査では、その災害をもたらした地震動、あるいは地盤の変形に関する情報があって、初めて教訓を定量的に記述でき、後世への有用な情報となるのであるが、この地震動に関する情報が最もとらえにくい。この地震では震央距離約 30km にインドネシア気象台の観測所があり、ま



(a) Bantul 県 Imogiri 地区 (図-1 中 10)



(b) Klaten 県 Pesu (図-1 中 24)

写真-1 被災地の電柱・街灯

た活発に活動しているメラピ火山観測のため火山地質災害軽減センターが4つの地震計を備えており、さらに日本、ドイツも火山監視に協力している。今回の地震の記録はこのような地震計によってもとらえられていて、先遣調査団もそのデジタル記録の提供を受けている。しかし被災地域内の地震動の様子は、残存する構造の調査など経験的な手法に頼らざるを得ない。今回、被災地の電柱・街灯基礎部にまったくといってよいほど損傷が見られないことから、震度4~5弱(気象庁震度階、改正メルカリ震度階で6~7程度)が今回の被災地での震度の上限値と推定される(写真-1)。

(2) 地盤災害

- ・ やや標高の高いところの井戸の水位は地震によって(変化がないか)下がる傾向があるのに対し、平野部では水位上昇や液状化の痕跡が残る(図-2、写真-2)。例外的に平野部で水位

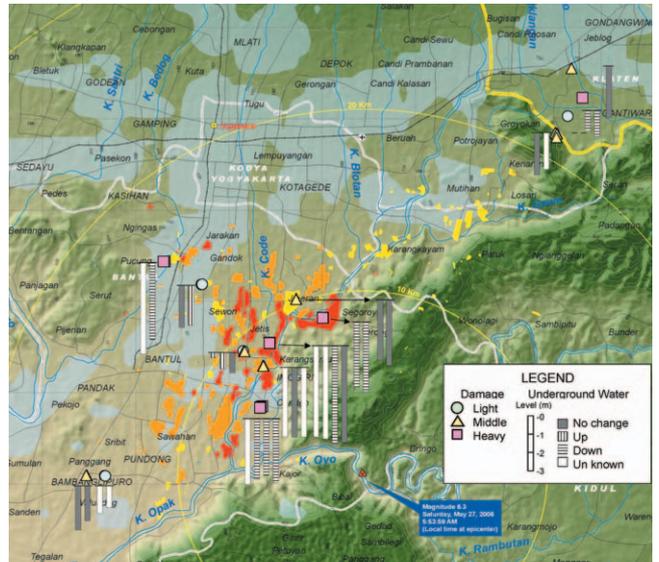
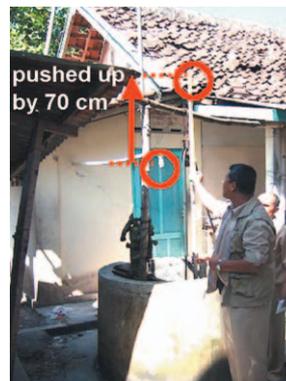


図-2 地下水位の計測結果と計測点(先遣隊報告図 A3)

バーの長さは井戸で計測した地下水位の深さ(2006年6月12日、13日)。地震後の井戸水位の変化は、住民からの聞き取り調査による。背景地図は UNOSAT (<http://unosat.web.cern.ch>) による被災地域の被害評価速報図で、赤、オレンジ、黄の各色は被害の程度を示す(赤:大、オレンジ:中、黄:小)



(a) 電動ポンプの塩ビパイプが0.7mほど突き上がる
南緯 7deg. 57.416min
東経 110deg. 23.186min
(図-1 中 8)



(b) 黒い濁水が地上より1.3mほど噴き上がる
南緯 7deg. 53.706min
東経 110deg. 22.995min
(図-1 中 14)



(c) 井戸の水位-0.5mに地震による変化なし
南緯 7deg. 53.458min
東経 110deg. 23.186min
(図-1 中 15)

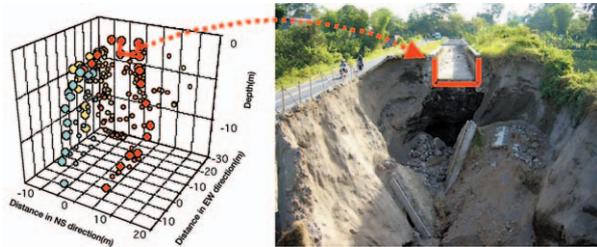


(d) 水位が地震によって0.25m低下
南緯 7deg. 51.044min
東経 110deg. 20.031min
(図-1 中 16)

写真-2 被災地の井戸調査



(a) 水路橋全景



(b) 水路橋アバットメントより崩壊した盛土を眺める。左は崩壊部分の形状の概略をレーザー測距儀で計測したもの。総量は約 2,000m³。土砂は開水路打継目直下より崩壊した様子。

写真-3 Mataram 水路橋の被害 (図-1 中 23)

の低い、かつ低下した場所もある。液状化による噴砂や顕著な側方流動の痕跡はきわめて少ない。粘土質ロームが地表を覆い地盤が一体として挙動し、さらに過剰間隙水圧が表層を突き破るほど蓄積されなかったためとも推定される。しかし、平地の井戸の中には液状化の痕跡が明瞭に認められるものも少なくない。液状化のあった、あるいは水位の上昇した井戸周辺では建物の被害が軽微であり、一方、水位が深く、さらに水位が低下した井戸の周辺では建物の被害が大きい傾向もあるように思われる(図-2、写真-2)。これら一連の地



写真-4 無鉄筋煉瓦造建物の被害 (Klaten 県 Pesu) (図-1 中 24)

盤や地下水の動きは、上下水道の普及率のきわめて低い被災地域の井戸の復旧、上下水道網の拡充に重要な技術的示唆を与える。

- ・ 火山碎屑物を高く盛り上げた盛土約 2,000m³ が崩壊した(写真-3)。これは水路橋の取付け盛土であり、調査団では盛土上のコンクリート製開水路の継目からの漏水が被害を拡大したと推定した。この復旧を同じ工法で行うことは同様の被害につながる可能性があり、この部分は橋脚で支持した橋梁形式にするのが望ましいとの提言を行った。

(3) 建物被害

- ・ 無鉄筋煉瓦造建物の被害が圧倒的に多い(写真-4)。鉄筋コンクリートのフレームがあるものは仮に無傷でも軽微な被害にとどまっている。フレームを設けることが強く推奨される。
- ・ 鉄筋コンクリートのフレームがあっても屋根を支持する構造に弱点があって大きな被害に



写真-5 ジョグジャカルタスポーツセンター (RC3F) の被害 (図-1 中 3)



写真-6 定着のためのディテールが不適切で破壊している事例(経済科学大学(STIK Kerja Sama, RC3F - 6F))(図-1 中 ④)

至っている建物もある(写真-5)。面内・面外方向への十分な強度をフレームが有している必要がある。

- ・ 柱・梁接合部の鉄筋端部がコアコンクリート内に十分曲げ込まれていないなど定着のためのディテールが不適切で破壊している事例もある(写真-6)。
- ・ 接近した建物の間での衝突もあった。
- ・ 学校建築の多くは1階建てで構造としては単純であり、その耐震性能の計算はさして困難でないであろう。したがって、想定された耐震性能に対し、実際の被害状況を対比することで地震動の大きさの地域分布を推定する手がかりになる可能性がある。
- ・ ジョクジャカルタ市内の被害も局在化している。市の発展の経緯、メラピ火山の噴火の歴史(表層地質の成因)などを確認することが、被害分布を説明するのみならず復興計画にも重要な情報をもたらすであろう。

協力関係

上記の報告と議論を行い、本隊派遣とそれに続く復興支援に対して協力関係を構築するべく連絡を取り合っている機関、関係者は以下のとおりである。

●インドネシア側

- ・ 公共事業省研究総局 局長 Dr. Ir. M. Basuki Hadimuljono

- ・ インドネシア工学会 DR. Ir. A. Hermanto Dardak (Secretary General of Ministry of Public Works and President of The Civil Engineering Chapter, PII)
- ・ Bantul 県 Mr. Anton Lonard, Duta Hari Murthi Consultans, etc
- ・ 中部ジャワ州地域開発計画局 Dr. Anung Sugihantono (Vice head of BAPPEDA and assistant of the Governor), Mr. Ir. Subagito Loekito, Governor Staff Expert
- ・ ジョクジャカルタ特別州水資源局 Mr. Ir. Djoko Sasongko and Mr. Ir. Erwin Tri Nugroho Sigit, CES
- ・ 火山地質災害軽減センター Dr. Surono,
- ・ 他、大学関係者など

●日本側

- ・ 外務省南東アジア2課
- ・ JICA 地球環境部
- ・ JICA インドネシア事務所
- ・ 在ジャカルタ日本大使館
- ・ 国土交通省

参考文献

- 1) Provisional Report of the May 27, 2006, Mid Java Earthquake, Indonesia, Advanced Body of the JSCE/AIJ mission for reconstruction recommendations for areas devastated by the May. 27, 2006, Java Earthquake, Indonesia, Japan Society of Civil Engineers and Architectural Institute of Japan, June 15, 2006, <http://www.jsce.or.jp/report/37/index.html>, and <http://www.aij.or.jp/aijhomej.htm>.