

インドネシア スマトラ州 パダン市の免震構造建物 設計協力

2011.6.15
NPO法人 国境無き技師団 EWBJ
大越俊男・寺本隆幸

1

1. 免震構造建物設計協力の経過

- 2009年9月30日 スマトラ島パダン沖地震 発生
- 2009年10月 地震被害調査
EWBJ・土木学会・日本地震工学会の合同調査団
- 2009年12月 パダン地震復興協力第2次
土木チーム(瀬崎氏以下4名)、建築チーム(大越・寺本)
パダン及びジャカルタでシンポジウム開催
- 2010年4月 パダン地震復興協力第3次
土木チーム(瀬崎氏以下4名)、建築チーム(大越・寺本)
パダンでシンポジウム開催、建築テーマを免震構造にするよう依頼
→免震構造建物の設計協力依頼 (合計5棟 事務所3棟/病院2棟)
- 2010年5月、6月 No.1建物(津波避難建物・知事庁舎)
設計が終了、杭工事中の建物の免震化に協力(免震設計、動的解析)
- 2011年3月、6月 No.2建物(公共事業省)
インドネシア側で設計したものを修正(免震設計、動的解析)
- 現在No.1及びNo.2建物の免震層工事中/アイソレータ納入

2. スマトラ島パダン沖地震と官庁建物被害

地震概要

(本 震)

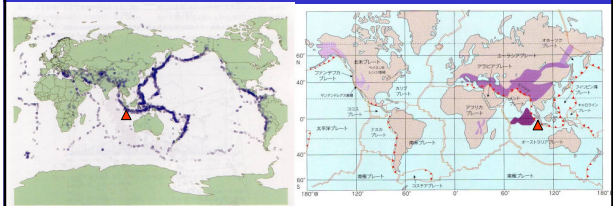
- 発生時間：2009年9月30日 19:16頃
- 震源地：インドネシア西部スマトラ島沖
(南緯0.789度、東経99.961度)
- 震源の深さ：80km
- 地震の規模(マグニチュード)：M7.6

(余 震)

- 発生時間：10月1日 10:52頃
- 震源地：インドネシア西部スマトラ島南部
(南緯2.497度、東経101.540度)
- 震源の深さ：15 km
- 地震の規模(マグニチュード)：M6.6

3

地震環境とスマトラ島



M4以上の地震の震源
(1993年、深さ100Km以浅)

プレートの境界

4

パダン沖地震概要



5

パダン市付近の地形



Padang市は沖積平野にあり、山は徒歩では行けない距離にある。
(大学まで約15km)
津波対策として、避難建物を計画している。

Padang市付近(曲線は、建築学会の調査範囲)

6

パダン市風景

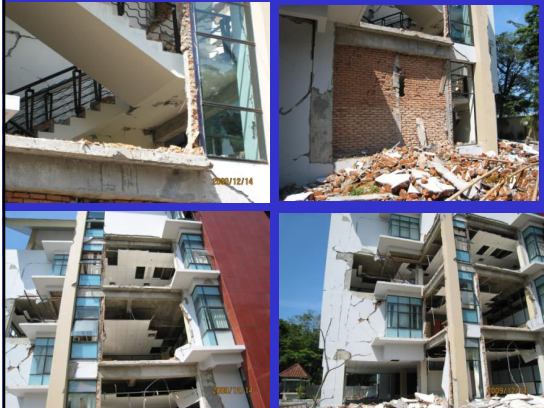


調査建物1 会計検査院 (BPKP) RCラーメン構造、レンガ壁、6F



8

調査建物1 会計検査院 (BPKP) 外壁レンガ壁・階段脇レンガ壁と外装材の被害



9

調査建物3 公共事業省 RCラーメン構造、レンガ壁、4F、竣工後5年程度



10

調査建物3 公共事業省 外部独立柱と取合うRC梁のせん断ひび割れ



11

調査建物10 州庁舎 インドネシア初のRCラーメン構造、レンガ壁 エクspansioンで3つの構造



12



パダン沖地震の教訓 (2009.12.19の討議記録)

A) 建築構造

- ・純ラーメン構造、細い柱、コンクリートの品質管理不足
- ・配筋不良、エキスパンションジョイントの寸法不足

B) 非構造部材

- ・レンガ帳壁 (補強なし、構造関係者のチェックなし?)
- ・天井 (木製吊り材、ワイヤー吊り材、ブレースなし)

C) 構造被害

- ・短柱のせん断破壊、柱上下端の圧縮破壊
- ・不整形な建物、1階の剛性小、柱梁接合部

D) 非構造部材被害

- ・レンガ壁の破損、建物の衝突、外装材やガラスの破損
- ・外装部分のレンガ造の付け柱、装飾壁などが多く破損

15

3. No.1建物(津波避難建物・知事庁舎)

- ・ **依頼内容**
インドネシア基準により設計終了、基礎工事中
知事命令で耐震性強化→免震構造→協力要請 (設計料無→経費支払)
- ・ **建物概要**
RC造4階建て、純ラーメン構造、レンガ帳壁、杭基礎
用途 1～3階 知事庁舎、4階と屋上 津波避難スペース
- ・ **免震構造概要**
天然ゴムアイソレータ 500φ 35台
鉛入り積層ゴムアイソレータ600φ 18台
- ・ **作業内容**
上部構造は原設計により、動的解析結果をインドネシア側で再検討
日本基準により、アイソレータ・1階床梁・1階柱脚・マットスラブ設計
動的解析(日本並みレベルとし、地震入力50kine、パダン波使用)
- ・ **成果品(英文)**
免震関係図面、特記仕様書、免震検討解析資料、建築納まりのスケッチ

16



No.1建物 現場写真

マットスラブ施工状況、知事執務室は2階建てとして建設終了、工事中断



19

No.1建物 現場写真

日本から送られたベースプレートとアイソレータは、船便で別ルートで送られたものがそれぞれ無事到着しており、指示通り屋内保管をしていた。

ベースプレート (ダイト/岡谷鋼機)



アイソレータ (プリジストン)

20

4. No.2建物(Public Work/公共事業省)

- 依頼内容**
 No.1建物を参考にインドネシア側で略設計終了(内容コピー)
 前回と同様に、免震構造関係を再設計する(経費支払有)
- 建物概要**
 RC造4階建て、純ラーメン構造、レンガ帳壁、杭基礎
 用途 公共事業省庁舎、屋上 津波避難スペース
- 免震構造概要**
 天然ゴムアイソレータ 500φ 29台
 鉛入り積層ゴムアイソレータ 600φ 22台、650φ 3台
- 作業内容**
 上部構造は $C_d=0.15$ としてインドネシア側で設計
 日本基準により、アイソレータ・1階床梁・1階柱脚・マットスラブ設計
 動的解析(No.1と同様、地震入力50kine、パダン波使用)
- 成果品(英文)**
 免震関係図面修正指示、特記仕様書、免震検討解析資料

21

No.2建物 パース

公共事業省庁舎(1F~4F) 避難施設(RF)/免震構造



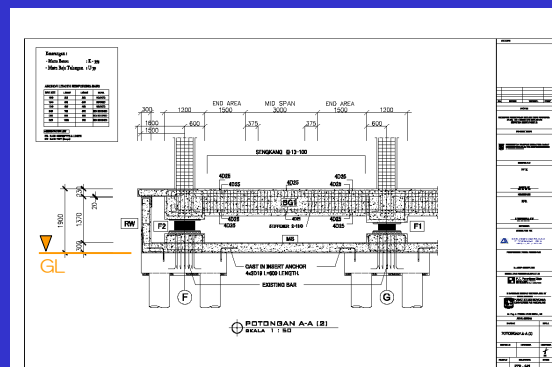
22

No.2建物 模型



23

No.2建物 図面



No.2建物 現場写真(1)

No.2建物の敷地(公共事業省の仮庁舎敷地内) (3月5日)



25

No.2建物 現場写真

マットスラブ(厚300mm)の配筋状況 (6月6日)



26

No.2建物 現場写真

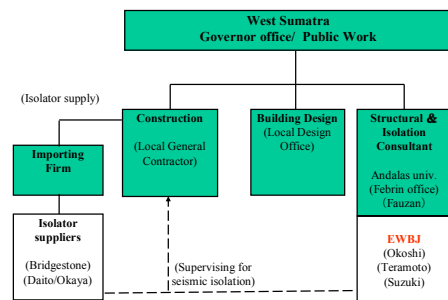
マットスラブとアイソレータ下部基礎の配筋状況 (6月6日)



27

5. 設計協力体制と評価

州政府と直接契約するのではなく、Andalas大学に協力する体制。契約は実施されず、コンサル経費はどこからか振込まれている。



設計協力上の問題点

- 意思決定機関が不明(プロジェクトマネージャー不在)
建築・構造・設備・施工といった、技術者の役割分担が読めない
- 意匠設計は、簡単な図面とパースを提供して終了する?
詳細な建築図は、施主の建築技術者と施工会社が現場対応として作成
適宜設計変更しているらしい。
免震関係の設計変更を要求しても、施主は無言でニコニコするのみ。
議論はあるが決定されない。(引き受けた人の支払いになる?)
- スケジュールは守られない
No.1建物は、当初の2010年12月に4Fコンクリート打設終了予定が
2011年6月にマットスラブまでのみ施工だが、誰も困っていない。
→「前には進まないが、後退はしなかった」と、慰め合っている。
- コンサル経費
No.1建物は無料と言われたが、経費は必要と主張した。
No.1で\$24,000、No.2で\$30,000の支払い有。
解析費用・図面作成費用・出張費で、現在トントン(JSSIの援助有)

29

評価できる点

- インドネシアで初めての免震構造
試験的な建物はあったようだが、本格的なものはジャカルタにも無い。
- NPOだから出来る協力体制
設計事務所では不可能な、メチャクチャな依頼に柔軟に対応できた。
(設計料支払い保証なし、短い設計期間、一から十までの指導が必要)
ただし、フロの邪魔をしない配慮は、今後は必要であろう。
- 州知事や大学関係者との良好な関係
州知事等の来日に対応して、西スマトラ州関係者との関係を強くした。
EWBJとして、濱田理事長、東京工大、JSSI等にもご協力いただいた。
- 成果は、免震建物の実現
「竣工時には、大越さんと寺本さんの名前をどこかに刻みます。」
との、リップサービスが励みとなっている。(発言した局長は人事移動)
- 東南アジアでの免震構造と日本製品の普及
東南アジアでの免震構造と日本製免震部材の普及に役立てた。
日本製のアイソレータとベースプレートが採用・輸出された。

30