

高地震力に対する土構造物の耐震設計法 に関する研究報告

登 録	平成12年10月18日
番 号	第 48057 号
社団 法人	土 木 学 会
附 属	土 木 図 書 館

2000年9月

土木学会 地震工学委員会
高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する
研究小委員会

目 次

まえがき

1. 委員会の活動概要	1
2. 土構造物の地震時許容変形に関する調査研究	3
2.1 研究の目的	3
2.2 アンケート調査の実施	5
2.3 アンケート調査の結果	6
2.3.1 発生変位について	6
2.3.2 許容変位について	11
2.3.3 許容復旧期間について	13
2.3.4 許容変位の決定方法に関する提案	15
3. 盛土構造物の振動台実験および地震被害事例の分析	21
3.1 はじめに	21
3.2 盛土構造物の振動台実験の分析	24
3.2.1 盛土の振動台実験の分析方法	24
3.2.2 盛土の振動台実験の分析結果	29
3.3 盛土構造物の地震被害事例の分析	38
3.3.1 盛土の地震被害事例の分析方法	38
3.3.2 盛土の地震被害事例の分析結果	42
4. 土構造物の地震時残留変位置予測法	55
4.1 はじめに	55
4.2 シミュレーションのための実験結果	56
4.2.1 砂質土盛土1G場振動実験	56
4.2.2 粘土地盤上の盛土動的遠心実験	63
4.2.3 J R盛土の兵庫県南部地震被害	71
4.3 DEM	79
4.3.1 予測法の概要	79
4.3.2 砂質盛土の実験結果のシミュレーション	88
4.4 弾塑性FEM解析	105
4.4.1 予測法の概要	105
4.4.2 砂質盛土の実験結果のシミュレーション	133
4.4.3 粘性土基礎地盤上の盛土の実験結果のシミュレーション	154
4.4.4 J R駅盛土の地震被害のシミュレーション	175

4.5	ニューマーク法	184
4.5.1	予測法の概要	184
4.5.2	事例1 - 上界定理による盛土模型実験のシミュレーション	191
4.5.3	事例2 - 動的 FEM による盛土模型実験のシミュレーション	198
4.5.4	事例3 - 動的 FEM による粘性地盤上の盛土実験のシミュレーション	206
4.5.5	事例4 - 円弧すべり計算等による粘性地盤上の盛土実験のシミュレーション	215
4.5.6	まとめと今後の課題	224
4.6	累積変形解析	226
4.6.1	予測法の概要	226
4.6.2	粘性土基礎地盤上の盛土の実験結果のシミュレーション	232
4.7	予測法の特徴と今後の課題	247
5.	おわりに	257

資料 盛土の地震被害事例の文献調査結果

高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する研究小委員会委員名簿

委員長	東畑 郁生	東京大学 工学部土木工学科
幹事	川井田 実	日本道路公団 試験研究所土工試験研究室 (平成 11 年 8 月まで)
幹事	佐藤 正義	防災科学技術研究所 防災総合研究部
幹事	立石 章	大成建設 (株) 技術研究所土木研究部土質研究室
幹事	舘山 勝	(財) 鉄道総合技術研究所 技術開発事業本部
幹事	谷 茂	農林水産省農業工学研究所 造構部上席研究官
		(以上五十音順、敬称略)
委員	赤木 寛一	早稲田大学 理工学部土木工学科 (平成 11 年 4 月まで)
委員	阿部 博	群馬工業高等専門学校 環境都市工学科
委員	岩下 和義	埼玉大学 工学部建設工学科
委員	鷓飼 恵三	群馬大学 工学部建設工学科 (平成 12 年 2 月まで)
委員	浦野 和彦	(株) 間組 技術研究所技術研究部 (平成 11 年 6 月から)
委員	岡村 未対	建設省土木研究所 耐震技術研究センター (平成 11 年 4 月から)
委員	粕田 金一	基礎地盤コンサルタンツ (株) 関東支社企画部
委員	金谷 守	(財) 電力中央研究所 我孫子研究所地盤耐震部
委員	規矩 大義	佐藤工業 (株) 中央技術研究所土木研究部門
委員	後藤 洋三	(株) 大林組 技術研究所プロジェクト部
委員	小宮 一仁	千葉工業大学 工学部土木工学科 (平成 11 年 4 月から)
委員	小宮 隆之	西松建設 (株) 土木設計部設計課 (平成 11 年 6 月から)
委員	酒見 卓也	大成建設 (株) 技術研究所地盤研究部 (平成 10 年 7 月まで)
委員	佐々木 康	広島大学 工学部第四類 (平成 10 年 7 月から)
委員	佐藤 忠信	京都大学 防災研究所地盤災害部門耐震基礎分野
委員	篠原 秀明	応用地質 (株) 技術本部耐震技術部 (平成 11 年 6 月から)
委員	菅野 高弘	運輸省港湾技術研究所 構造部構造振動研究室
委員	堤 達也	建設省土木研究所 耐震技術研究センター (平成 10 年 9 月から 11 年 4 月まで)
委員	中瀬 仁	東電設計 (株) 技術開発本部
委員	仲松 宇大	西松建設 (株) 土木設計部設計課 (平成 11 年 6 月まで)
委員	林 英輝	鹿島建設 (株) 建設総事業本部土木設計本部設計技術部
委員	原田 健二	不動建設 (株) ジオエンジニアリング事業本部技術統轄部
委員	樋口 雄一	大成建設 (株) 技術研究所自然環境部 (平成 10 年 7 月から)
委員	福島 勇治	日本道路公団 試験研究所土工試験研究室 (平成 11 年 8 月から)
委員	古田 一郎	応用地質 (株) 技術本部土質技術部 (平成 11 年 6 月まで)
委員	松尾 修	建設省土木研究所 耐震技術研究センター (平成 10 年 9 月まで)
委員	真鍋 進	日本技術開発 (株) 環境防災事業部地震防災部
委員	三原 正哉	(株) 間組 土木本部技術設計部 (平成 11 年 6 月まで)
委員	安田 進	東京電機大学 理工学部建設工学科

委員 山本 一敏 パシフィックコンサルタンツ (株) 構造部耐震構造グループ
委員 山本 修一 (株) 大林組 土木技術本部設計第二部
委員 若井 明彦 群馬大学 工学部建設工学科 (平成 12 年 2 月から)

(以上五十音順、敬称略)

(途中退任した委員の所属は退任時のものを記載)

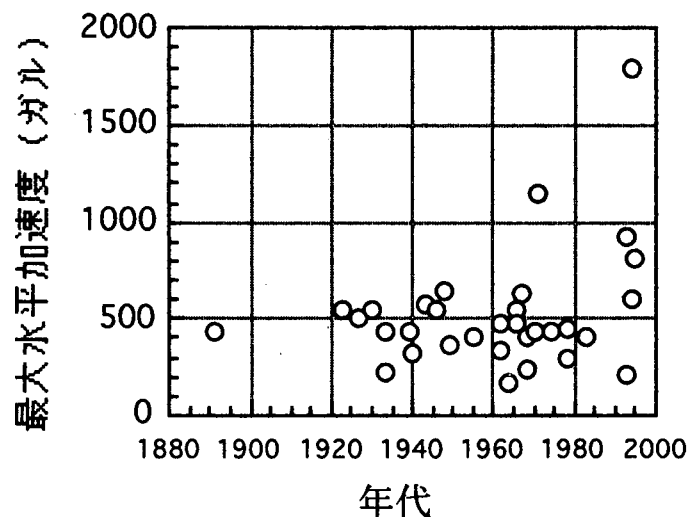
報告書執筆委員

東畑 郁生 まえがき、 2.1~2.3、 5.
立石 章 1.、 3.1、 3.3、 4.1、 4.7
舘山 勝 4.2.1、 4.2.3
谷 茂 3.1
阿部 博 4.4.1、 4.4.2(3)、 4.4.3(3)、 4.4.4(2)
岩下 和義 4.3.1、 4.3.2(2)
浦野 和彦 4.4.1、 4.4.2(2)、 4.4.3(2)
岡村 未対 4.2.2
粕田 金一 4.5.1、 4.5.4
篠原 秀明 4.6、 4.7
中瀬 仁 4.3.1、 4.3.2(3)、 4.7
原田 健二 3.2
樋口 雄一 4.5.1、 4.5.2
真鍋 進 4.5.1、 4.5.5、 4.5.6、 4.7
山本 一敏 4.5.1、 4.5.3
山本 修一 4.3.1、 4.3.2(1)
若井 明彦 4.4.1、 4.4.2(1)、 4.4.3(1)、 4.4.4(1)、 4.7

(以上敬称略)

まえがき

1990年代に入って地震観測網の整備が進んだせいであろうか、800ガルを越えるような強い加速度が、頻繁に報告されるようになってきた(参考図)。1993年の釧路沖地震に際しての922ガルを嚆矢として、1994年のノースリッジ地震のタルザナTarzana地点における1800ガル(概数)、そして神戸海洋気象台における818ガルなどが、その例である。これらの地震はいずれも土構造物にも大きな被害を与えたため、地盤の耐震工学の分野でも震災軽減のために、設計においてこれまでより強い地震動、正確には地震加速度を、想定するべきではないか、という議論がされるようになってきた。



参考図 地震最大加速度値の報告値の変遷 (参考文献¹⁾のデータを元に作図)

設計において想定する地震動を強化することは、過去にも積み重ねられてきたことであり、誤りではない。問題は土という材料の性質が制約を及ぼすことを考慮しなければならないことである。すなわち、土の持つせん断強度には所詮限りがあり、たとえば締め固めによって砂質土の内部摩擦角 ϕ を45度にすることは可能であるが、60度は不可能である。

このような状況にあっては、土という材料の使用を止めるのも、一つの考え方である。しかし他の建設材料にくらべて安価で製造に燃料を必要とせず、運搬費だけ負担すればどこでも手に入る土という材料は、やはり捨てがたいものである。むしろ地震時にはある程度の被害を許容しつつ、修復しやすいという特質を生かす方向が、正道であろう。本委員会の活動主旨もその辺りにあり、土構造物が地震荷重を被った時の許容変形について、許容変形量の設定方法、地震時変形の予測方法、被害や実験の事例など、多くの角度から検討した。この分野が今後ますます重要になることを信じている。

参考文献

- 1) 池田俊雄監修、岡田勝也・池田研一・長谷川達也共編：活断層調査から耐震設計まで、鹿島出版会、p.99、2000.