

世界各国の免震建築物の現状と設計法の国際比較(1)



独立行政法人 建築研究所

国際地震工学センター

上席研究員

齊藤 大樹

1. 免震構造の国際普及を目指して

日本 1995年阪神・淡路大震災以降、免震構造の普及が急速に進んでおり、戸建て住宅を除く一般建築物で約2700棟、戸建て住宅は約4000棟が免震構造を採用している(日本免震構造協会調べ)

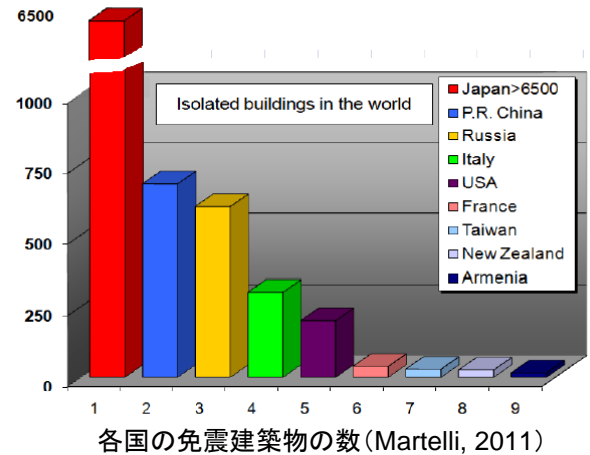
日本免震構造協会・国際委員会
CIB-W114(地震工学と建築)

免震構造の国際的な普及に向けた取り組みを行っている。

- ・国際会議の開催
- ・各国の設計事例の収集
- ・ベンチマーク建物を用いた設計法の国際比較

世界

免震構造の普及は日本が一番進んでいる。



2. 世界各国の免震建築物の現状

中国 資料提供: 広州大学・Zhou Fu Lin 教授

・600棟以上

- ・基礎免震、一階柱頭免震、中間層免震
- ・住宅、学校、オフィスビル、劇場、デパートなど
- ・免震補強は学校に多い。
- ・超高層免震はあまりない。



大規模な免震住宅群(云南 安晓文) 94棟(4-6階建て), 床面積280,000 m²



四川大地震後の学校の免震補強(山西省忻州市)すでに24棟が完成

ロシア

資料提供: Smirnov Vladimir 教授

・550棟以上

- ・シベリア、極東、クリミア、コーカサス、中央アジアなど地震活動が活発な地域に多い。
- ・初期はロッキング柱を用いた独自の免震構造が多い。
- ・最近では積層ゴムを用いた免震構造が多い。



ロシアの免震建物分布



ロッキング柱を用いたイルクーツクの免震建物



軟弱層(soft first story)による免震



鋼材ダンパー ロッキング柱



27階建て(建設中)



28階建て(建設中)

積層ゴムによるソチの超高層免震



積層ゴムを用いた免震改修



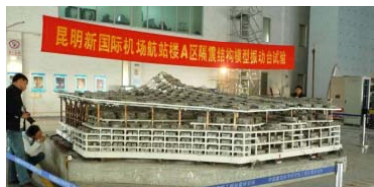
地下鉄の上の人工地盤上の免震建物 独自の3次元積層ゴム支承を使用



新疆ウイグル自治区の柱頭免震



昆明空港



世界最大規模の免震建物である昆明空港(1180基の免震装置、108基のオイルダンパー)と振動台模型

世界各国の免震建築物の現状と設計法の国際比較(2)



独立行政法人 建築研究所

国際地震工学センター

上席研究員

齊藤 大樹

イタリア

資料提供: Alessandro Martelli 教授

・300棟以上

・2009年ラクイア地震(M6.3)のあと急速に普及。



曲面すべり支承



ラクイア地震で家を失った住民のために建設された184戸のプレハブ住宅。曲面すべり支承を用いた柱頭免震構造のコンクリートスラブの上に建設されている。

米国

・200棟以上

・歴史は長いが基準が厳しく適用例は多くない。

・マンションなどの住居建物は少ない。



米国で最初の免震建物(1985)



世界で最初の免震補強(1989)

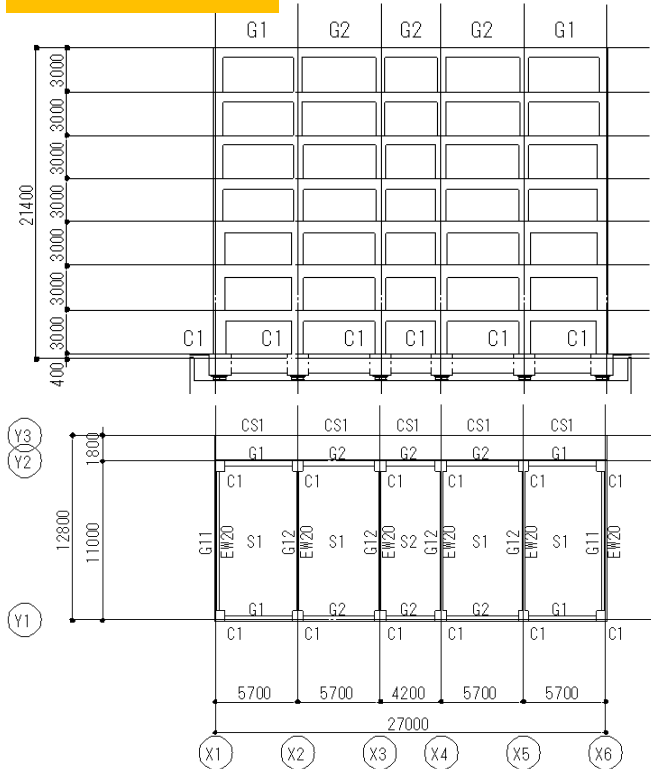
3. 免震設計法の国際比較

ベンチマーク建物を用いた設計法の国際比較を実施

第12回世界免震会議(2011.9)のSpecial Sessionにおいて協議

ベンチマーク建物

7階建て鉄筋コンクリート造事務所建物



設計結果

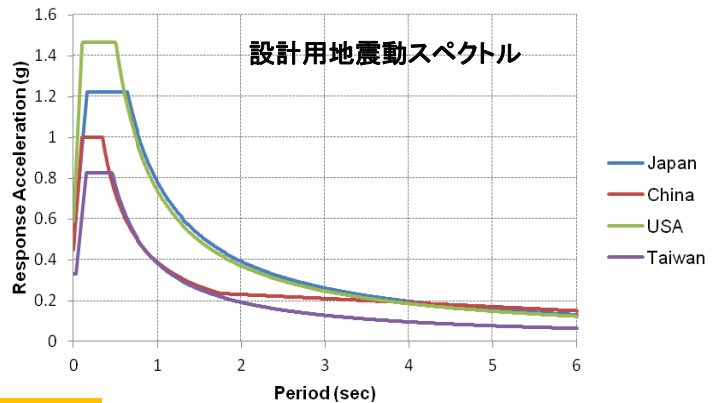
ELM:等価線形化法、THA:時刻歴応答解析
LRB:鉛入り積層ゴム、TFP:曲面すべり支承
 C_B :ベースシア係数

	日本	中国	台湾	米国
設計法	ELM	THA	ELM	ELM
免震装置	LRB	LRB	LRB	TFP
上部建物 C_B	0.18	0.1	0.12	0.109
免震層変位	55 cm	25.5 cm	36.5 cm	71 cm

各国の地震力

米国では免震層は極大地震に対して設計するため、地震力が最も大きい

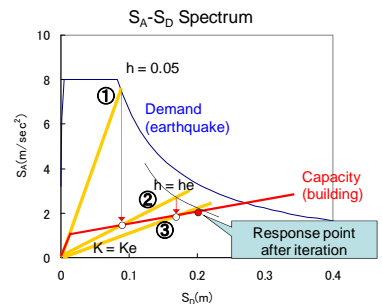
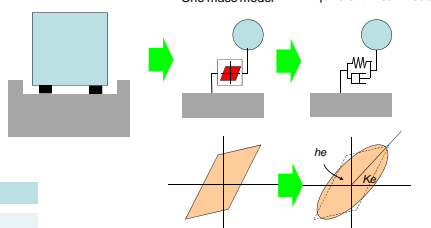
	日本	中国	台湾	米国
都市名	東京	北京	嘉義	ロサンゼルス
地震地域	Z=1.0	列度8	再現期間	再現期間
係数		(0.20g)	2500年	2475年
地盤	第1種	II (良質)	II (良質)	岩盤



設計法

いずれの国も等価線形化法と時刻歴応答解析が選択できる

等価線形化法



国際調和に向けた課題

- ・設計法(等価線形化法)は共通。材料等のばらつきの考慮に違い。
- ・免震構造の適用範囲、目標水準、審査方法に違いがある。
- ・免震装置の品質管理・限界性能の定義に違いがある。

