

I - 2 免震系構造物の地震応答解析 (その2)

高知工業高等専門学校 吉川正昭

高知工業高等専門学校 専攻科 ○楠 裕規

1. はじめに

1995年度に日本建築センターの評定を取得した免震建物は85棟に達し1985年からの累計が170棟と一気に倍増した。わが国の構造物の免震設計には、免震設計用の地震力の見直し、免震装置を採用している橋脚の地震時保有水平耐力の照査方法、免震装置のコストダウンなどの課題がある。ここでは芸予地震での高知市における観測地震波とその周期を2倍にした模擬地震波を用いて、5階建の免震したRC構造物と免震しないRC構造物の地震応答解析を行い、周期2倍の模擬地震波を用いた場合は、高知市における観測地震波に比べて長周期化した免震構造物と共振現象をおこし、大きく揺れることが分かった。今回は鋼棒ダンパーの他に鉛ダンパーを加えエネルギー論的な考察を行う。

2. 解析条件

対象構造物は、前回と同様の良好な地盤上に建つ5階建RC造とし、免震層は積層ゴムと鋼棒ダンパー(図1(a))を用いた場合と、それに鉛ダンパー(鋼棒ダンパーの真ん中に用い、修正バイリニア型モデルで評価。図1(b))を加えた場合とを想定した。RC構造物の場合、変形が進行するとまずひび割れが入り、次いで降伏し破壊に至るためこれらの非線形応答を考慮できる復元力特性として、トリリニアモデル(武田モデル、図1(c))を用い、線形時と比較した。

3. 解析方法

地震時の入力エネルギーと吸収エネルギーは式(1)による。^{2), 3)}

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + Q(x) = -m\ddot{x}_0 \quad \cdots (1)$$

$$Q(x) = {}_G K \cdot x + {}_S Q(x) \quad \cdots (2)$$

式(1)、(2)より次式を得る。

$$\int m\ddot{x}\ddot{x}dt + \int c\dot{x}\dot{x}dt + \int Kx\dot{x}dt + \int {}_S Q(x)\dot{x}dt = -\int \ddot{x}_0\dot{x}dt \quad \cdots (3)$$

ここに、 $\int m\ddot{x}\dot{x}dt$: 慣性エネルギー, $\int c\dot{x}\dot{x}dt$: 減衰エネルギー, $\int {}_G Kx\dot{x}dt$: 積層ゴムの履歴エネルギー

$\int {}_S Q(x)\dot{x}dt$: 鋼棒製ダンパーの履歴エネルギー, $-\int m\ddot{x}_0\dot{x}dt$: 入力エネルギー

入力地震波は芸予地震の高知市(EW)の地表観測記録波を用い、最大入力加速度を100galに基準化し、継続時間を10秒とした地震波(以下、高知市芸予EWと呼ぶ)と、これの周期を2倍にし、同じく最大入力加速度100gal、継続時間10秒とした地震波(以下、高知芸予周期2倍EWと呼ぶ)の2種類とした。高知芸予周期2倍EW入力、構造物非線形、鉛ダンパーを考慮した場合の最上階での履歴ループを図2に示す。

4. 考察

高知芸予EW入力でのエネルギー応答値を図3、高知芸予周期2倍EW入力でのエネルギー応答値を図4に示し、免震層で求めたエネルギー等価速度を表1に示す。図3、図4を見るとどの解析ケースにおいても免震層にエネルギーが集中しており、ここが弱点となっていることがわかる。そのため、ダンパー等によって免震層に発生するエネルギーを吸収する必要がある。表1を見ると、鉛ダンパーを考慮することによって、入力エネルギーに対する吸収エネルギーが増加していることがわかる。そのため、加速度などの各応答値は減少している。

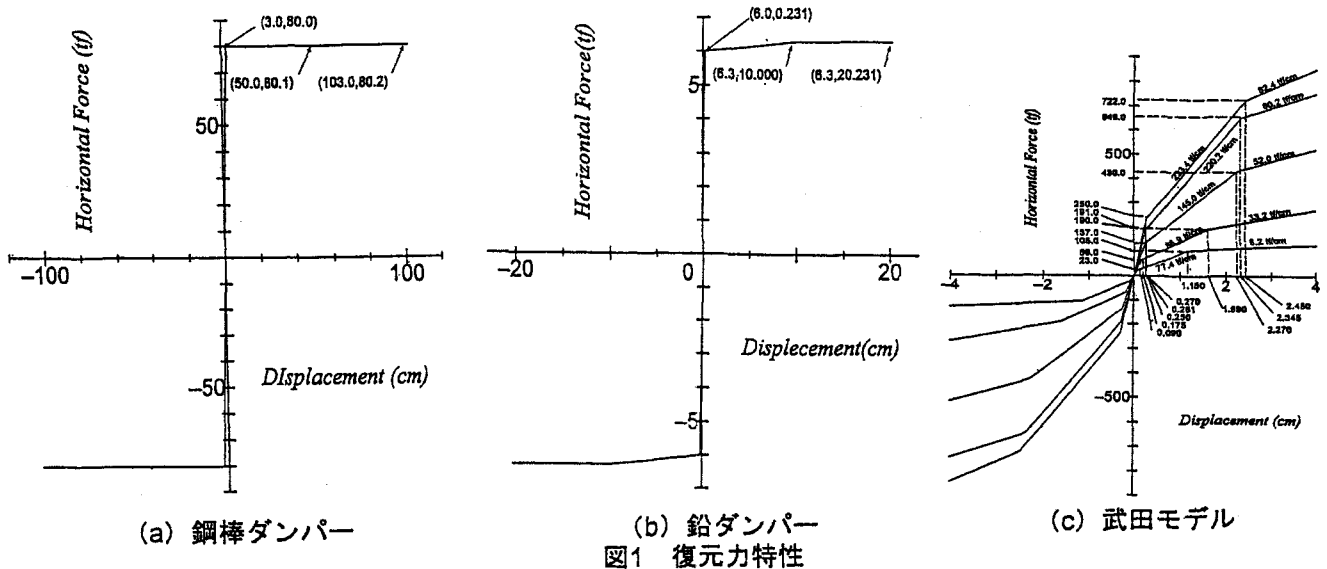


図1 復元力特性

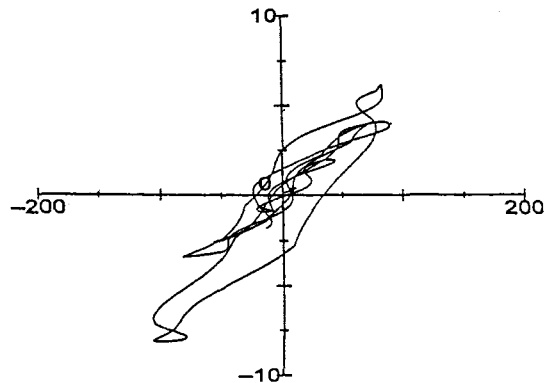


図2 履歴ループ

表-1 エネルギー等価速度

解析 ケース	高知芸予EW		高知芸予周期2倍EW	
	Input	Absorbed	Input	Absorbed
(a)	16.45	9.708	55.10	26.96
(b)	16.55	9.744	49.08	24.33
(c)	11.11	7.523	136.66	66.97
(d)	15.94	8.925	53.03	25.72

(単位: cm/sec)

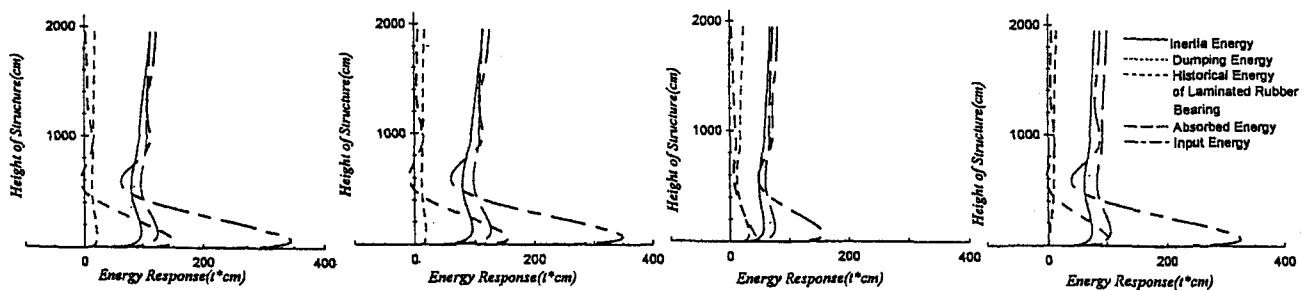


図3 高知芸予EW入力

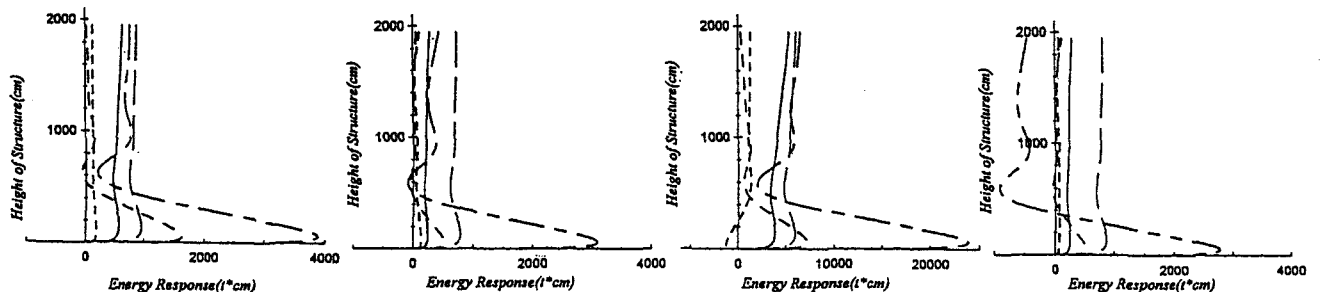


図4 高知芸予周期2倍EW入力

参考文献

- 1) 吉川正昭, 楠裕規: 免震を用いた地震応答解析, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 56~57, 2002. 5.
- 2) 吉川正昭, 坂井陽: 地盤を考慮した免震構造の地震応答解析手法の研究, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 62~63, 1999. 5.
- 3) 吉川正昭, 坂井陽, 小松卓: 地盤を考慮した免震構造物の地震応答解析 (その2) 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 50~51, 2000. 5.