

免震構造の評価に関する基礎的研究

○ 芝浦工業大学大学院

学生員 久保 智彦

サンコーコンサルタント株式会社

武田 洋介

芝浦工業大学

正会員 松浦 章夫

1. はじめに

先の兵庫県南部地震は、各種の構造物に予想以上の被害を起こした。しかし、免震構造の場合は、本体・収容物ともに被害を受けず、人命の確保をはじめ、その安全性・有効性が実証され、社会的な認知が高まってきた。その後、道路・鉄道高架橋の RC ラーメン橋脚に、免震装置を導入することにより慣性力の低減が期待されると考えられた。本研究では、RC ラーメン構造のモデルに基づいて実際の地震データを入力し、免震構造の低減効果を評価した。また、免震装置導入により慣性力が低減するとともに、その設置位置による効果を比較検討し、今後の免震構造の基礎資料を得ることとする。

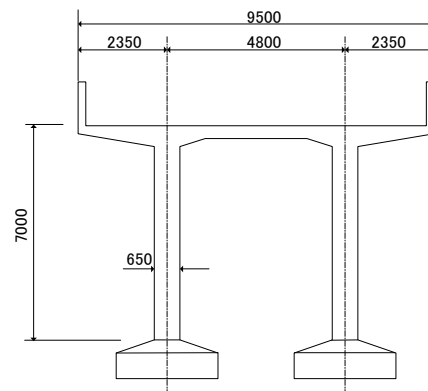


図1 一般図1

2. 検討方法

解析対象構造物は図1、2に示す鉄道高架橋 RC ラーメン構造である。この RC ラーメンに免震装置として鉛プラグ入り積層ゴムを下端、中間、上端に設置し、さらにそれぞれの鉛プラグの直径を変化させ、これらに地震動が入力した場合の曲げモーメント、せん断力の比較を行う。免震設計マニュアル(案)¹⁾によれば、鉛プラグの直径 D_p と、積層ゴムのゴム総厚 H_p の関係式は式(1)のように表される。本研究では H_p / D_p を表1のように変化させ、結果を比較する。

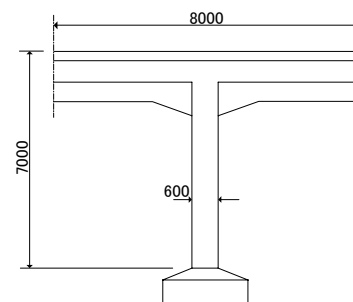


図2 一般図2

$$1.25 \leq \frac{H_p}{D_p} \leq 5.0 \quad \cdots (1)$$

3. 解析方法

図3に本研究で用いた解析フレームモデルと免震装置の設置位置を示す。総節点数28、総要素数27とする。質量は各節点に集中させ、減衰定数は鉄筋コンクリートで5%、減衰は Rayleigh 減衰を仮定した。入力地震動は中規模地震を想定し、その例として阪神淡路大震災において神戸海洋気象台で観測された最大加速度 818gal の50%の波形を用い、水平方向のみに入力した。図4は入力地震動である。数値積分法は Runge・Kutta・Gill 法を用い、計算時間間隔は 0.02 秒とした。

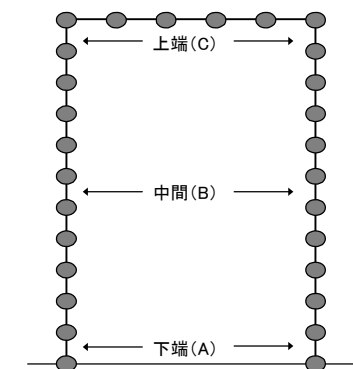


図3 フレームモデルと設置位置

この解析では静的縮小法という手法により、水平方向は動的、鉛直方向、回転方向は静的な計算が自動的になされる。

4. 結果・考察

図5、7、9は下端、中間、上端の各節点における曲げモーメントの絶対値最大値を表わし、それぞれ効果が異なった。設置位置が下端の場合は下端の曲げモーメントがゼロに近い値となるが、上端がその曲げモーメントを受け持っている。下端に設置した場合では

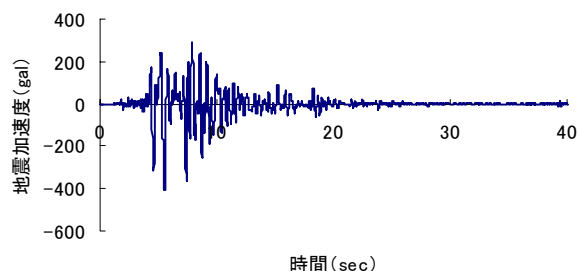


図4 入力地震加速度

キーワード: 免震構造、鉛プラグ入り積層ゴム、RCラーメン構造

連絡 先: 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 TEL: 03-5476-3047

A-5 が最も低減していることが分かる。設置位置が中間の場合は曲げモーメントが中間でゼロに近い値となり上端と下端でそれぞれ分担されている。中間に設置した場合ではB-3～B-5で上端が低減されていることが分かる。設置位置が上端の場合は下端に曲げモーメントが集中し、上端がゼロに近い値を示した。これらは鉛の直径に関係なく、ほぼ同じ値を示している。これは免震装置を上端に設置しているため、下端の曲げモーメントを効果的に低減できないと考えられる。曲げモーメントのみ考慮すると、中間に設置したもので B-3～B-5の免震装置が低減効果を発揮すると考えられる。

図6、8、10は下端、中間、上端の各節点におけるせん断力の絶対値最大値を表わしている。設置位置が下端の場合は要素番号1から9にかけて平均的に同じ値を示しているが、上端の要素番号11で一部増大していることが分かる。これは、はり部分と剛接しているため、上端部分にせん断力が集中してしまう可能性があると考えられる。また A-1以外はほぼ同じ値を示し免震装置の効果は変わらない。設置位置が中間の場合は曲げモーメントと同様に上端と下端でせん断力が分担されている。B-1に比べ、B-3～B-5の免震装置が低減効果を発揮すると考えられる。設置位置が上端の場合は下端のせん断力が大きくなっており、せん断破壊する可能性があると考えられる。せん断力のみ考慮すると中間に設置したもので B-3～B-5の免震装置に低減効果があると考えられる。

表1 鉛プラグ直径と設置位置

		H_p / D_p				
		1.25	2.19	3.13	4.06	5.00
設置位置	下端	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
	中間	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
	上端	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5

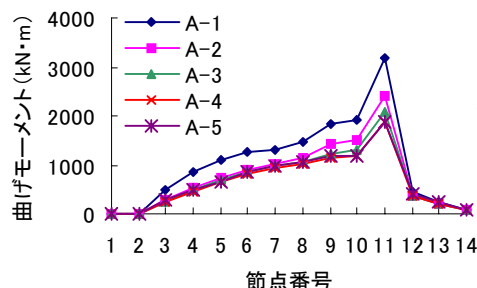


図5 曲げモーメント(下端)

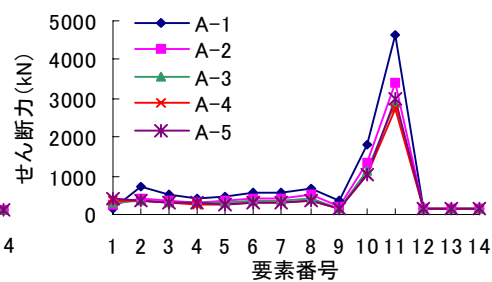


図6 せん断力(下端)

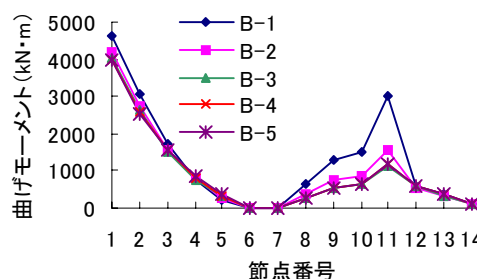


図7 曲げモーメント(中間)

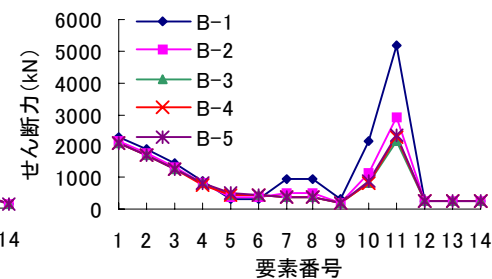


図8 せん断力(中間)

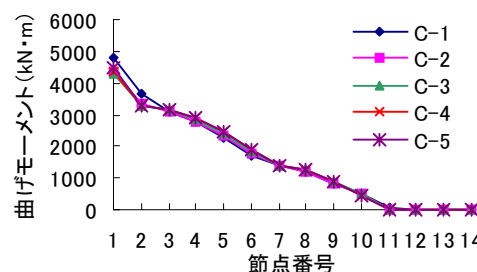


図9 曲げモーメント(上端)

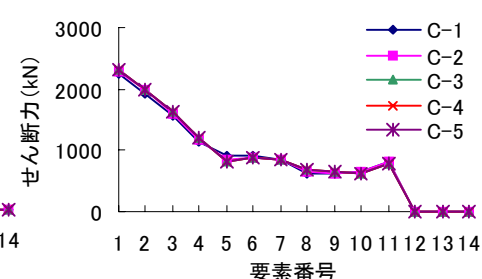


図10 せん断力(上端)

5. まとめ

本研究の結果を考慮すると、せん断力では中間に免震装置を設置した場合の B-3～B-5が最も効果的であると考えられるが、曲げモーメントでは免震装置を設置した位置により一長一短があり最適な位置を選ぶのは困難である。

免震装置の違いでは全体的に H_p / D_p が 3.13、4.06、5.00 の場合の結果が同じような値を示し、低減効果を得られることが分かる。最低限 H_p / D_p が 3.13 の免震装置を使用すれば、大地震時のエネルギーの吸収が可能であると判断できる。

今回は地震動の入力を橋軸直角方向のみとしたが、橋軸方向、上下方向の地震動も同時に入力した場合についても検討する必要がある。

参考文献 1) 建設省 道路橋の免震設計マニュアル(案)