

免震装置を有する道路橋に関する研究

豊橋技術科学大学 〇濱野 秀信
同 上 正会員 栗林 栄一

1. はじめに

我国は、世界1級の地震国であり、そのため地震による直接的および間接的な被害が後を絶たない。それゆえに諸施設の設計にあたっては耐震性に対する十分な配慮が必要とされている。特に、道路は、震災直後の救援や震後復旧活動において道路交通は重要な役割を担うものであり、その内にあっても橋は道路ネットワークの導通に決定的な影響を持つとされている。加えて、道路橋はひとたび被災した場合には復旧に多大な労力と日数を要し、地域社会に及ぼす影響が大きいことから、適切な耐震性を有することが求められている。このようなことで、近年『耐震設計』にかわり、『免震設計』が注目を浴びている。それに伴い、免震設計についての研究は、平成元年から平成3年の3カ年にわたって建設省と民間グループを中心に日本における道路橋の免震設計が盛んに研究されている。

そこで、本研究では道路橋に免震装置を取り入れたときの効果・適応性を確認することを目的とし道路橋示方書に基づいて免震装置を中心に研究を進めていくことにする。

2. 構造概要

モデル橋梁の選定にあたり、兵庫県南部地震により崩壊した阪神高速道路をモデルの対象とする。ここでは、免震装置の特性を知るため1質点系の簡素なモデルとした。下部構造の節点は、張り出し部・脚部・フーチングの重心および、それらの結合部に設けた。基礎の支持条件は、回転バネおよび水平バネで表した。免震橋梁における免震装置は、等価剛性 K_0 に相当する水平バネで表し、上部構造と橋脚を連結するような形にモデル化した。また、非免震橋梁においては、橋脚上端と桁を結ぶ部材を剛体要素でモデル化した。図2-1、2-2に免震橋梁・非免震橋梁の骨組みモデルを示す。表2-1に地盤の諸特性値を示す。

<地盤バネ定数>

地盤の動的変形係数

$V_s(\text{m/sec})$	234
V_{sd}	187
$E_d(\text{kgf/cm}^2)$	1658.4

横方向地盤反力係数

$k_{ho}(\text{kgf/cm}^2)$	55.28
---------------------------	-------

横方向地盤係数及び β

$k_h(\text{tf/m}^2)$	16280
β	0.427

表2-1 地盤の諸特性

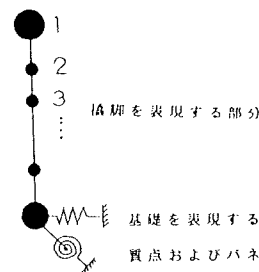
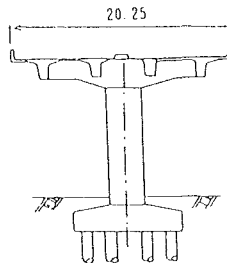


図2-1 非免震橋モデル

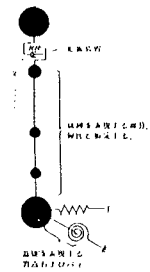


図2-2 免震橋モデル

3. 免震設計

本研究では、免震装置として多く用いられている鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB）を免震支承として採用し、免震設計を行った。免震装置の設計においては、免震装置の寸法および各特性値を仮定し、それぞれの基準値の合否を行い、繰り返し計算により免震装置の最終的な寸法・諸元の決定を行った。ここでは、9パターンの免震装置を設計し、それを橋脚に適応させた。

4. 解析方法

本研究では、応答スペクトルによるモーダル解析を使って解析を行った。橋梁の固有振動数と固有モードを求めモーダル解析により変位と応力を求める。モーダル解析の加速度スペクトルはElCentro地震波（19

40NS 最大加速度341.7gal)を使用した。ElCentroの減衰定数 h は $h=0.05$ とした。

5. 解析結果

非免震モデルおよび免震モデルにおける固有周期、設計水平震度を表5-1に示す。

	非免震モデル	免震モデル
固有周期	0.69	0.83~2.47
設計水平震度	0.25	0.19~0.25

表5-2~5-7に解析結果を示す。

表5-1固有周期、設計水平震度

解析結果により、免震装置により固有周期が伸び慣性力が低減していることが明らかになった。免震装置を用いることで慣性力は低減されたが、それに伴い上部構造の変位も増加した。

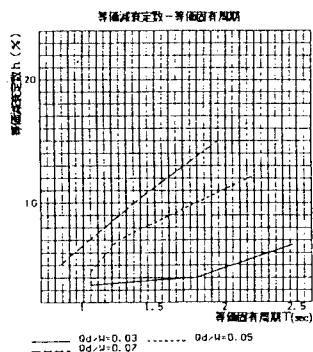


図5-2

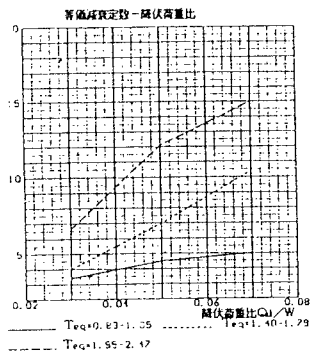


図5-3

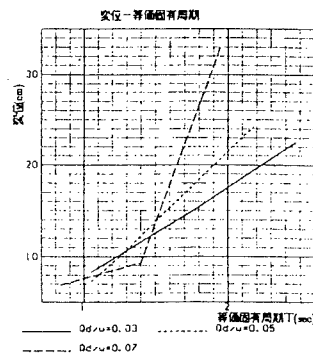


図5-4

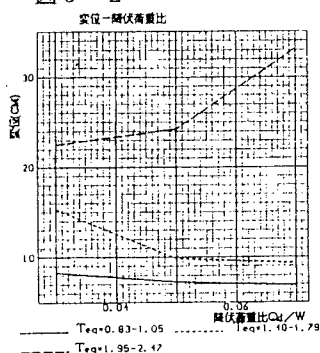


図5-5

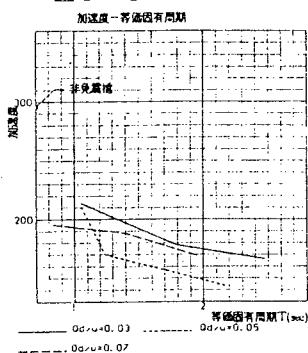


図5-6

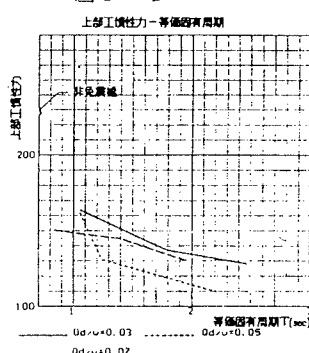


図5-7

6. 結論

- 1) 変位の大部分が免震装置部分によるものなので、免震装置の設計変位を超えないように降伏荷重比を調節しなければいけない。本研究では、降伏荷重比は0.05程度以下が良いことがわかる。
- 2) 変位は等価固有周期に大きく左右され、周期が長すぎると変位は過大となる。逆に、短すぎると免震効果が表れない。本研究では、等価固有周期 $T_{eq} < 1.8$ 程度に設定するのが適切である。
- 3) 上部構造部にかかる加速度は、等価固有周期が1.4を超えたあたりからの減少が目立つ。
- 4) 以上のことから本研究に用いたモデルの最適な等価固有周期は、 $1.4 < T_{eq} < 1.8$ 、降伏荷重比は、 $0.04 < Q_d/W < 0.05$ 程度ということがわかる。
- 5) 降伏荷重比を用いて幾つかの免震装置を設計することで最適な等価固有周期および免震装置の諸元を明確にすることができる。

参考文献

- 1) (財)国土開発技術開発センター：道路橋の免震設計法ガイドライン(案)，1989.3
- 2) 建設省土木研究所：道路橋の免震設計法マニュアル(案)
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成4.10