

# I-278 免震橋の設計における動的解析について

鹿島建設㈱ 正会員 澤内 至武  
 鹿島建設㈱ 正会員 ○広中 良和

## 1. はじめに

道路橋示方書V耐震設計編によれば、動的解析を実施するのが望ましい橋として、「免震支承等を用いて慣性力の低減を図る橋」が明記されている。これは、免震橋に関しては現在までに蓄積された知識、経験がそれほど多くないため、動的解析により弱点部の洗い出しを行い、それに対する対策を検討するのが望ましいとの判断によるものである。そこで、免震橋の耐震設計の際、動的解析による検討において問題となる可能性のある以下の三つの課題について検討した結果を取りまとめ、動的解析の基本的方向付けについて述べることにする。

- ①地震入力の不均一性
- ②橋脚の非線形性
- ③構造の3次元性

## 2. 検討結果と内容

### 2.1 解析モデルと解析条件

解析モデルと解析条件はそれぞれ後述するが、免震橋梁の比較対象としての非免震橋梁は免震装置の水平ばね定数を非常に硬く設定し、全支承がピン支承の橋梁を考えた。

### 2.2 地震入力の不均一性に関する検討

#### (1) 位相差入力の影響（図-1）

地震基盤面の傾斜等による地震動の斜め入射によって各橋脚、橋台に一定の位相差のある地震動が入力する場合を考えた。解析では位相差を地震波が各橋脚下端部に到達する時間の差として考え、この時間差を各橋脚下端部の入力波にそれぞれ与えることによって考慮している。その結果、免震橋梁は非免震橋梁と比較して位相差があることに対する最大応答への影響は小さいことがわかった<sup>1)</sup>。

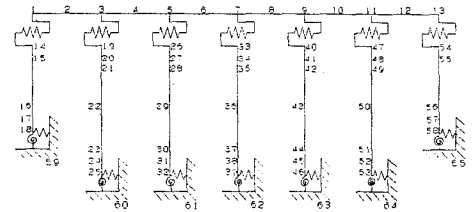


図-1 位相差入力に関する検討の解析モデル

#### (2) 地盤の不整形性の影響（図-2）

橋脚、橋台がI種、II種の不整形地盤にまたがるような場合の免震橋梁の動的応答を検討した。その結果、免震橋梁の固有周期は地盤の不整形性により影響を受ける入力波の周期域とは合致せず、橋梁、橋脚の変位、断面力等の応答に対する地盤の不整形性の影響は小さいことがわかった。

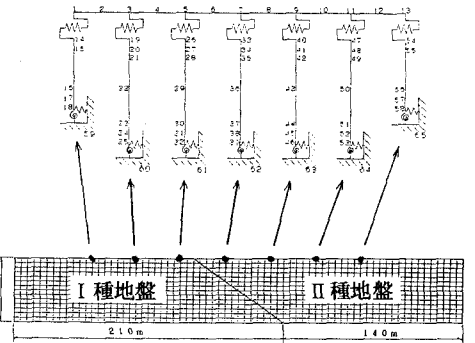


図-2 地盤の不整形性に関する検討の解析モデル

### 2.3 橋脚の非線形性に関する検討（図-3）

免震装置をバイリニア型履歴特性を有するばね要素にモデル化し、橋脚をトリリニア型履歴特性を有する梁要素にモデル化した場合と弾性の梁要素にモデル化した場合について非線形時刻歴応答解析を行い応答値を比較した。その結果、橋脚の最大塑性率が2程度以

下では両者の応答に大差は見られず、橋脚の非線形性は免震橋梁の応答に大きな影響を及ぼさないことがわかった<sup>2)</sup>。

2.4 構造の3次元性に関する検討（図-4）

複雑な立体構造を有する橋梁では、その地震時挙動も複雑となる可能性がある。そこで、直線橋と2種類の曲線半径の異なる曲線橋を対象に、免震橋梁と非免震橋梁の橋軸直角方法の時刻歴応答解析を行い応答値を比較した。その結果、免震橋梁の場合は、曲線橋であっても立体構造であるが由に発生する力や変位の特定箇所への集中や複雑な振動性状を呈することはなく、直線橋の挙動と変わらないことがわかった<sup>3)</sup>。

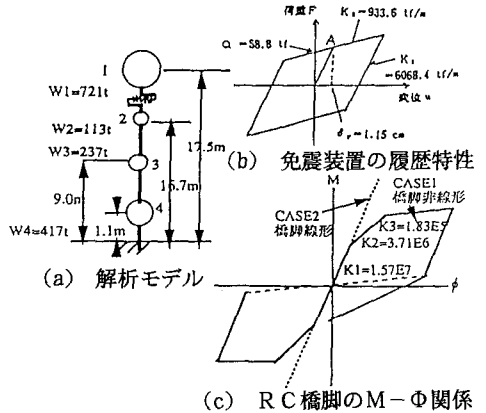


図-3 橋脚の非線形性に関する検討の解析モデル

3. まとめ

免震橋梁は免震装置により上下部構造間がアイソレートされ地震時挙動が単純化されることを考えれば、免震橋梁は非免震橋梁に比べて振動性状が複雑になり動的解析の必要性が高くなるというよりは、むしろ、震度法等による静的耐震設計が適用しやすい構造形式であると言えるであろう。したがって、免震設計された橋であるからという理由でむやみに動的解析を行うのではなく、照査すべき内容と項目を明確にした上で動的解析することが重要であると考えられる。

ただし、たとえば、免震装置を用いることにより、橋梁は長周期化され、橋の超多径間連続化が可能になることを考えた場合、現状ではまだ研究段階であり、設計に取り入れることができるような状況にあるとは言えないが、表面波等のやや長周期地震動に対する検討も必要となってくる可能性があることをつけ加えておく。

なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものであり、これらの成果は「道路橋の免震設計法マニュアル（案）」として取りまとめられた。

**謝辞** 本検討の実施に際しては、竹中技術研究所の杉本、(株)熊谷組の細田、石川島播磨重工(株)の田中、五洋建設(株)の三藤各氏の御協力を得た。ここに記して厚くお礼申し上げる次第である。

<参考文献>

- 1) 田中、桜井：免震橋における入力位相差による影響の検討、土木学会年次学術講演会、I-661、平成3年9月
- 2) 平井、杉本、田中、瀬尾：橋脚の非線形性が免震橋梁の地震時挙動に及ぼす影響について、土木学会年次学術講演会、I-655、平成3年9月
- 3) 黒田、細田、金子：曲線免震連続橋の地震応答の分散性について、土木学会年次学術講演会、I-662、平成3年9月

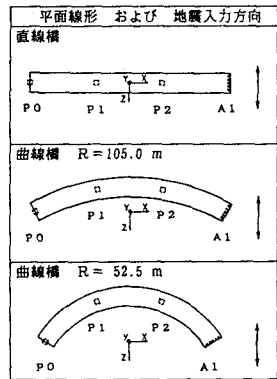


図-4(a) 構造の3次元性に関する検討の解析概念図

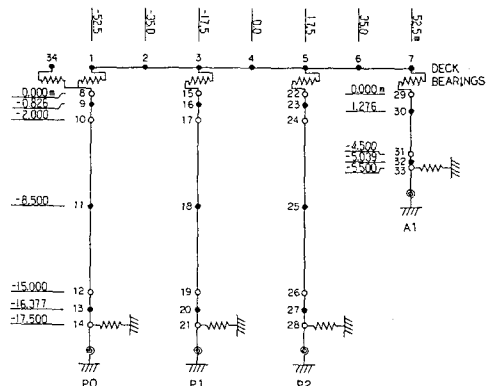


図-4(b) 構造の3次元性に関する検討の解析モデル