

(131) 道路橋の免震構造システムの開発

建設省土木研究所 川島 一彦
建設省土木研究所○長谷川金二
建設省土木研究所 長島 博之

1. はじめに

わが国は、世界第1級の地震国であり、公共土木施設の設計に当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、道路は震後の復旧・救助活動を円滑に進めるために、十分な安全性を要求されており、なかでも、道路橋はいったん被災した場合の影響が大きく、復旧に多大な日数を要することから、適切な耐震性を有することが強く求められている。

近年、「耐震設計」に代わり、主に建築の分野で「免震設計」が注目を浴びている。免震設計とは、アイソレーターで柔らかく構造物を支持し、長周期化を図るとともに、ダンパーによりエネルギー吸収性能を上げ、構造物の地震時振動を低減しようという設計法である。すでに、ニュージーランド、米国等の諸外国では、道路橋に対しても免震設計を積極的に取り入れて地震力を大幅に低減したり、既存橋の耐震補強に使用されている。さらに、免震設計を用いることにより、非常に大きな地震が生じたとしても、橋にはほとんど損傷を生じさせないような設計も可能となると期待されている。

2. 免震設計をめぐる状況

道路橋示方書は「地震の影響の低減を期待する構造または装置」を採用することによって地震入力を減ずることができれば設計震度を低減してよいとしているが、免震設計の手順については具体的に示していない。(財)国土開発技術研究センターは昭和61年度から「免震装置を有する道路橋の耐震設計研究」を実施し、最終年度の平成元年3月に「道路橋の免震設計法ガイドライン(案)」を発刊している。このガイドラインによって道路橋の免震設計は一応、可能となったが、免震設計の適用性の具体的な分析や既存設計基準等との整合性の検討ならびに設計計算ツールの整備は今後の課題として残された。

海外の事例ではニュージーランドでは橋梁の免震設計が実用化され、すでに42橋に適用されている。上述の(財)国土開発技術研究センターの研究においてもニュージーランドの免震橋の調査が行われ、その成果はガイドラインの一部に反映されている。しかし、ニュージーランドとわが国とでは道路交通密度に大きな相違があって、耐震に対する要求水準が異なるほか、ニュージーランドではじん性を考慮した耐震設計が行われており、わが国とは耐震設計の理念が異なる。

一方、わが国の建築構造物の分野では、昭和60年から本格的な免震ビルが建設されるようになり、平成2年度までに約30棟が竣工している。これらのビルには、ニュージーランドで開発された装置を始めとして、多種多様な免震装置が採用されている。しかし、建物と橋梁では免震装置の設置環境に大きな違いがあるばかりでなく、免震設計の位置付けや免震設計が適用できる範囲にも相違があると考えられる。

したがって、道路橋の免震構造システムを開発し普及させていくためには、各分野における既存の成果を吸収し、効率的に移転するとともに、独自の研究を積み重ね、わが国の道路橋に適した免震設計法を構築していく必要がある。同時に、わが国の技術力を活用して道路橋に適した多種多様な免震装置を開発し、装置選択の幅を広げていくことも重要である。

3. 官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」

わが国においても、今後、橋に対する免震設計の利用が進んでくると考えられるが、わが国では、ニュー

ジーランド、米国に比較して一まわり大きな地震が生じ得ること、また、建築物に比較して橋はより軟弱な地盤に建設される場合が多いことから、道路橋に免震設計を適用するためには、わが国の道路橋のおかれた特性に適した免震設計法の開発が必要とされている。そこで、わが国の道路橋に適した免震設計手法及び橋梁用の免震装置の開発を官民が協力して行うことを目的とし、建設省官民共同研究の制度により平成元年度より3ヵ年計画で本研究に着手したものである。

本共同研究は、次の4つの研究課題を設定し、建設省土木研究所と民間28社が緊密な連携を取りながら進められている。

- ① 橋梁用の免震装置の開発に関する研究
- ② 免震橋用の伸縮装置・落橋防止構造の開発に関する研究
- ③ 免震設計法の開発に関する研究
- ④ 免震設計法の適用に関する研究

各課題と参加機関との関係は、表-1に示すとおりである。

4. 研究の具体的内容

①橋梁用の免震装置の開発に関する研究

道路橋に適した免震装置を多種類開発して、装置選択の幅を広げて免震設計が効果的に適用できるようにする。また、道路橋のための免震装置の性能実証試験方法を検討し、整備する。ここに、免震装置とは「長周期化機能とエネルギー吸収機能を有する装置」全般とする。長周期化機能を有する装置は積層ゴム系に限らず、幅広い形式について開発するものとする。

②免震橋用の伸縮装置・落橋防止構造の開発に関する研究

橋梁の場合には、橋台と桁、桁と桁の間で路面の連続性が確保されねばならない。また、大地震時にも落橋は許されない。免震設計された橋梁は、応答変位が大きくなることから、免震橋に適した伸縮装置と落橋防止構造を開発するものとする。

③免震設計法の開発に関する研究

免震設計法を、既存の耐震設計体系の中で単に地震入力を低減する手段としてとらえるだけでなく、道路橋の耐震設計体系の一環として位置づけて、その理念の構築を試み、免震橋に適用できる動的解析法と簡易計算法の開発を行う。動的解析については模型振動実験に基づいた検証も併せて行う。同時に、免震装置及び免震設計を用いた場合の落橋防止構造、伸縮装置の設計法の開発を行い、免震設計を実用化する環境を整える。なお、対象とする橋梁は道路橋示方書の適用範囲に合致する橋梁とする。

④免震設計法の適用に関する研究

免震設計の適用性、有用性、ならびに可能性に関する研究を進めて検討資料を蓄積する。具体的にはPC橋、鋼桁橋のそれぞれについて、パラメーター解析を行って免震設計に適する構造形式を明確にする。また、免震設計を適用することによって、実現性の増す超多径間連続橋についても研究するものとする。さらに、耐震性が不足する既設橋梁の耐震補強としての免震設計の適用、既存の単純けた橋の上部構造連続化への適用についても研究を進める。

5. 「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」

平成3年度末には本研究の成果を「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」として取りまとめる予定である。マニュアル(案)の構成は、以下に示すとおりである。

1章 総則

1.1 目的

1.2 適用の範囲

1.3 用語の定義

2章 免震設計の基本方針	6章 動的解析による免震橋梁の照査
2.1 免震設計の目的	6.1 一般
2.2 地震レベルと限界状態	6.2 動的解析による照査に用いる地震入力
2.3 免震設計に用いる地震入力	6.3 動的解析手法
2.4 設計方法および安全性照査基準	6.4 動的解析による照査
2.5 免震設計の概略フロー	7章 免震装置を用いた場合の構造細目
2.6 免震設計の適用性	7.1 一般
3章 上部構造の設計・照査	7.2 落橋防止構造
4章 下部構造の設計・照査	7.3 免震装置の構造細目
4.1 一般	7.4 伸縮装置の構造細目
4.2 下部構造の設計・照査に用いる設計震度	8章 免震装置の性能確認試験方法
4.3 初期寸法の設定	8.1 一般
4.4 下部構造の設計	8.2 動的載荷試験
4.5 下部構造の照査	8.3 静的載荷試験
5章 免震装置の設計	8.4 極限特性試験
5.1 設計の基本方針	9章 免震装置を用いた耐震補強
5.2 免震装置の設計に用いる設計震度	9.1 一般
5.3 積層ゴムの設計	9.2 免震装置の耐震補強への適用
5.4 鉛プラグ入り積層ゴム支承の設計	9.3 耐震補強に用いる免震装置の設計
5.5 高減衰積層ゴム支承の設計	9.4 耐震補強に用いる免震装置の施工
5.6 鋼製ダンパーの設計	9.5 耐震補強に対する構造細目
5.7 摩擦ダンパーの設計	設計資料
5.8 粘性ダンパーの設計	設計例

6. まとめ

建設省官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」について全体の計画を紹介した。本研究の成果が、今後、耐震性の優れた免震道路橋の建設の促進に資することを期待したい。

【参考文献】

- 1) (財)国土開発技術研究センター：道路橋の免震設計法ガイドライン（案）（免震装置を有する道路橋の耐震設計研究報告書）、平成元年3月
- 2) 建設省土木研究所：道路橋の免震構造システムの開発に関する共同研究報告書（その1）、共同研究報告書整理番号第44号、平成2年3月
- 3) Technology Research Center for National Land Development : Proceedings -- New Zealand - Japan Workshop on Base Isolation of Highway Bridges, December 1987

