

性能設計に基づく都市内立体交差の高度免震化

鹿島建設 正会員 ○中西正継
 東京大学 フェロー 藤野陽三

1. 背景と目的

現在、国内では約 2200 ヶ所の渋滞交差点が存在しており、その対策の一つとして立体交差道路の建設が考えられている、それに対し、各機関より急速施工を目的とした施工方法の提案がなされているが、実施例は少ない。その原因としては様々な問題があるが、本文においては特に都市内における施工性の悪さに注目することとした。具体的には、都市内は用地の確保が難しく、多くの埋設物が存在しているために施工性が悪い。そこで基礎構造物の施工性向上を目的として本文では免震化を図ることとした。しかし、道路示橋方書の規定においては、現在の免震化は事実上、長周期化を固有周期が 2 秒程度までしか行ってはずらず、また軟弱地盤では免震化は避けなければならないとされている。そこで、本文では、立体交差道路橋の特徴を明確にした上で、性能設計に則り詳細な解析および性能の確保を行うことにより、基礎構造の簡素化を目的とした免震化を行うこととする。

2. 立体交差道路橋の特徴

まず、基本的には全径間連続橋梁として設計されることから、伸縮装置は桁端部の 2 箇所のみとなるため、桁が衝突する可能性がある部分は桁端部の 2 箇所のみとなる。次に、隣接橋梁がなく単独橋梁として設計されるために、他構造物との玉突き現象の可能性がない。つまり、ある程度の桁の変位が発生しても問題が生じる部分は桁端部のみとなる。また、幹線道路に架設される構造物であり、既設道路が共存していることから、地震時など緊急時において橋梁本体に損傷が生じた際に利用可能な道路を有している。損傷に対する復旧が早急に可能であれば、ある程度の損傷は許容できると考えられる。

以上のような特徴から、立体交差の免震化において安全性の確保がなされる限りは、道路橋示方書の規定外の長周期化を含めた検討が可能であると考えられる。

3. 免震効果

本文で用いた解析モデルは 15 径間連続鋼床版箱桁の免震橋である。また、免震装置の配置場所は、基礎構造に対する地震時応答を削減することを目的とすることから、橋脚基部に設置することとした。(図 1)

解析結果は、表 1 及び表 2 に示した。これらはフーチング上面における地震時反力の結果であるが、既存の示方書の規定における 2 秒という事実上の固有周期よりも長周期化を図った場合においても免震化の効果は十分にあることが判断される。

しかし、そのような長周期化を図った場合は、変位が過度に増大されることが懸念されるために、本文においては変位吸収装置を桁端部に設置することを検討した。

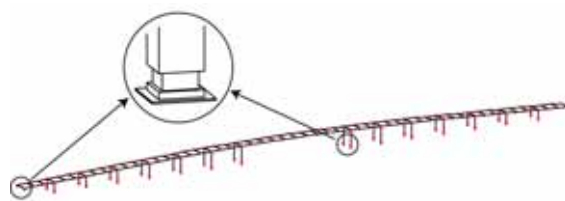


図 1 解析モデル

4. 変位吸収装置

4. 1 ノックオフ構造

ノックオフ装置は橋台の頂部に設けられ、通常の交通荷重によっては損傷を受けたり活動したりしないが、地震時に桁が橋台の頂部に衝突した場合には、ノックオフ装置のブロックが裏込め地盤の方へ移動し、変位を吸収するものである。

キーワード：都市内立体交差・性能設計・免震

連絡先：住所 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設 土木設計部 プロジェクト設計部

TEL 03-6229-6641 FAX 03-55612155

表1 モーメント反力

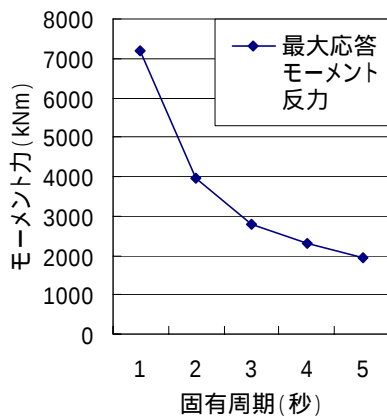
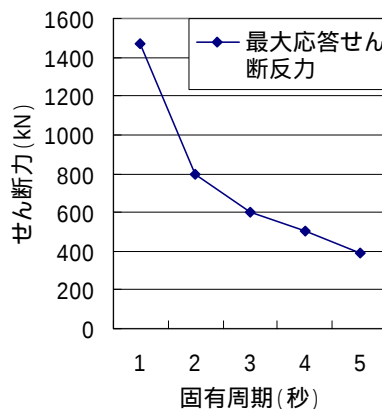


表2 セン断反力



4.2 ノックオフ構造の問題

国内において実橋でのノックオフ構造の採用例はほとんどない。この主な原因は大地震後におけるノックオフ構造の破壊形状にあると考えられる。ノックオフ部は大地震時に桁が装置部に衝突することにより取付け部側へと移動する。同時に、舗装に対しても衝撃を加えることからアスファルト舗装が座屈を生じて路面に凸形状を形成してしまう。この凸形状により、走行中の車両が橋上にあった際はタイヤに悪影響を及ぼすことや車両の飛び上がりの可能性があると考えられる。次にノックオフ部が移動することにより、伸縮装置の遊間は拡大し、桁とノックオフ部の間に凹形状の空間が形成される。この空間は車輪が落下する十分な深さを有しており、また、250 mm以上の幅が生じる可能性があることから車輪の落下の危険性が高いことが考えられる。これらの危険性からノックオフ構造の採用実績は少ないと考えられる。

4.3 延長床版式ノックオフ構造

延長床版は桁端部における伸縮装置による振動対策として用いられる構造であるが、本文では延長床版を用いたノックオフ構造を提案した。延長床版式とすることで、桁と橋台の間における落下問題は解決する。しかし、延長床版とノックオフ装置との間が拡がり、舗装部の座屈形状による危険性は残った状態である。そこで、本文においては地震時においても十分な引張耐力を有するジオシンセティックスにより延長床版と舗装部及びノックオフ装置を結合させることにより、残留変形を最小限に抑えることとした。具体的には、ノックオフ装置と床版との衝突により破壊形状が生じるが、地震により振動している桁の慣性力により、ジオシンセティックスを介して舗装部が引っ張られることで座屈形状が緩和され、また、床版とノックオフ装置との間隔も緩和されるものである。この構造により地震後のノックオフ装置の衝突による破壊形状の危険性は最小限に抑えることが可能であり、取替え工事も容易であることから経済性も損なわない。

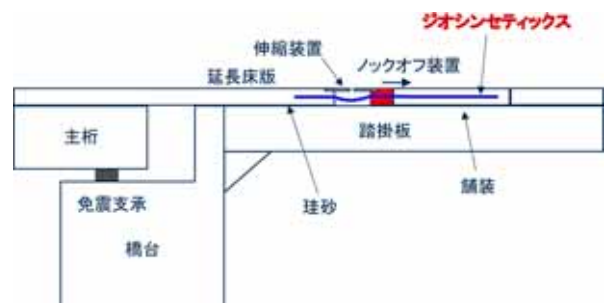


図2 延長床版式ノックオフ構造図

6. 結論

性能設計は目的とする要求性能を満たすように設計を行うことであり、本文の結果より示方書の規定だけではなく性能を満たしつつ新しいことを考える幅広い設計を行うことによって立体交差道路橋の施工性向上の可能性があることが十分に分かり、また、安全性などといった基本的な要求をも満たすこともできることが分かった。

謝辞

本研究を行う上で、川口金属工業の鶴野氏には免震支承に関するご協力を頂き、延長床版に関しては、フジエンジニアリングの枚本氏にご指導頂き、舗装に関して NIPPO の井上氏にご指導頂き、大変感謝させて頂いております。

参考文献

- 1) 阿部雅人・朱平・藤野陽三他2名：地震時における橋桁の衝突現象のモデル化と実証的検証：土木学会論文集
- 2) 讃岐康博・梶川康男・永井淳一・浜博和：延長床版工法による振動対策効果について：土木学会学術講演会