

耐震補強と修繕計画を併用した橋梁維持管理計画

柏市役所 吉田 博基 川島 圭裕
日本大学 正会員 阿部 忠 正会員 川井 豊
(株)東和設計 正会員 ○小森 武 下田 英俊

1. はじめに

高度経済成長期に建設された橋梁は、建設後約 50 年が経過している。柏市においては、老朽化対策として 2013 年に柏市が管理する橋梁 176 橋について「柏市橋梁長寿命化修繕計画（以下、修繕計画とする）」¹⁾を策定し、現在、修繕計画に基づいた維持管理を実施している。

一方、耐震補強が必要な橋梁も多く、従来は修繕計画と耐震補強計画が個別に検討されるため、その優先順位が課題となっている。そこで本研究では、橋梁の耐震補強、および既に策定している修繕計画の見直しを行い、耐震補強計画を立案し、修繕計画との同時施工による優先順位を検討する。また、耐震補強と修繕計画における LCC を算定し、橋梁全体の長寿命化、耐震化の併用によるコストの縮減の効果を検証する。

2. 耐震性能の考え方

耐震補強の検討対象にした橋梁(75 橋)の橋梁種別の比率は、図-1 に示すように道路橋が 42 橋(56%)、歩道・人道橋が 33 橋(44%)である。また、それら橋梁の上部工のうち、落橋防止システム設置の必要性を調査した結果を図-2 に示す。落橋防止構造を必要とする橋梁が 34 橋(45%)、桁かかり長不足な橋梁が 16 橋(21%)、「横変位拘束が必要」は 1 橋(1%)であると判定された。

柏市が管理する橋梁に対する耐震性能は、全橋梁を同一の耐震性能レベルで補強を実施することは合理的ではない。よって、対象とする橋梁は、国や県の緊急輸送路線に該当しないことから部分的な損傷は許容することとし、目標とする耐震性能を道路橋と歩道・人道橋に対し

それぞれ設定して確保するものとする。道路橋においては耐震性能 2、歩道・人道橋においては耐震性能 3 を確保することを条件とする。

なお、道路橋において B 活荷重への補強対策が実施されていない場合、今回は補強を考慮しないこととする。

3. 耐震補強方法の選定

橋梁上・下部工に対する耐震補強方法を表-1 に示す。各方法の選定は、上部工は道示 V²⁾のフローに従い、下部工は 3 箇年プログラム³⁾に従い決定する。なお、歩道・人道橋は道路橋と比較して上部構造が軽く、保有耐力が高いと考えられることから橋脚への対策は不要とする。その結果、道路橋では 27 橋、歩道・人道橋では 19 橋、合計 46 橋に対して補強が必要であると判定された。

次に、耐震補強が必要と判定された道路橋において、タイプ A 支承が用いられている橋梁に関しては、レベル 2 地震動に対して支承部の機能を確保する支承補完装置を設けるものとする。橋種別に対する補強方法ごとの箇所数を図-3 に示す。

表-1 耐震補強方法

対象	方法	目的
上部工	沓座拡幅	沓座幅を広げ桁かかり長を確保
	支承補完装置	レベル2地震時水平力を負担
	落橋防止構造	桁と橋脚、または桁と桁との連結
	横変位拘束構造	橋軸直角方向への落橋を防止
下部工	橋脚補強	地震時保有水平耐力の向上

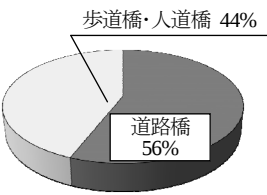
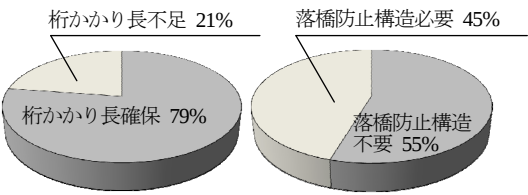


図-1 橋梁種別の比率



(1)桁かかり長 (2)落橋防止装置

図-2 落橋防止システム必要性調査結果

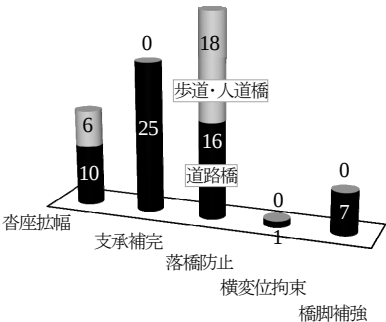


図-3 橋種別補強

キーワード 長寿命化、耐震補強、維持補修、同時施工、平準化、事業費縮減
連絡先 〒277-8505 千葉県柏市 5 丁目 1 0 番 1 号 柏市役所道路保全課 TEL 04-7167-1111

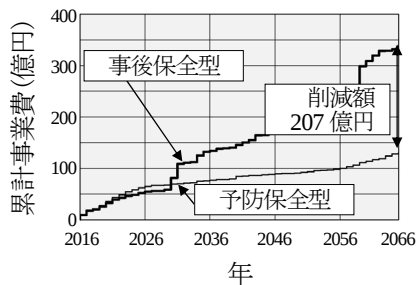


図-4 事業費の比較

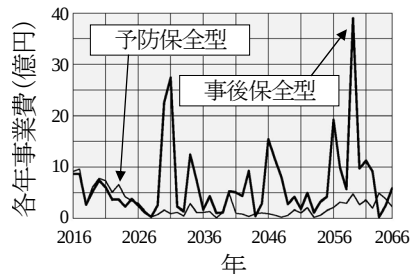


図-5 各年事業費の推移

4. 事業効果の検証と事業費の平準化

本研究では、詳細な耐震補強設計を行わず、耐震補強が必要とされる橋梁とその方法を仮定することで工事費を算出し、修繕計画との同時施工による経済性および合理性を検証することに主眼をおく。そのため、シミュレーション開始を2016年とする。

修繕計画は、策定から4年が経過したため、この間に変動が生じた労務単価、施工費、点検費用等の見直しを実施する。なお、耐震補強事業は2017年から10年間の短期計画で実施するものとする。2016年から50年間の事業費の累積を図-4、年次事業費の推移を図-5に示す。図-4は、道路橋を従来のように橋梁の損傷が顕在化した時期に大規模修繕、および耐震補強する事後保全型維持管理を実施した場合と橋梁点検要領⁴⁾に基づいて予防保全型維持管理、すなわち健全度の判定区分Ⅲ(対策区分C)に達した段階で修繕を繰り返した場合について事業費を算出した結果である。従来の事後保全型維持管理を実施した場合、或いは管理水準を健全度の判定区分Ⅳで実施した場合の事業費は337億円となる。これに対して、予防保全型である健全度の判定区分Ⅲで実施した場合は130億円となり、予防保全型維持管理計画で実施することで207億円(約61%)の削減効果が得られた。

しかし、図-4に示す結果は、事業予算に対して制限を設定しない場合のものであり、図-5に示すように各年度の事業推移はバラツキが大きい。したがって、年度毎の事業予算の平準化を行う必要がある。柏市の過年度実績により、耐震事業費以外の年間の事業予算を1.5億円、1.6億円、1.7億円の3ケースを設定し、修繕計画実施時期の

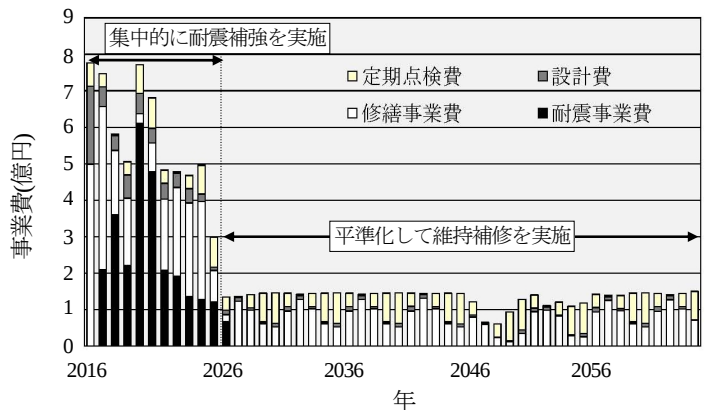


図-6 平準化の結果

一部見直しも行い平準化を試みた。平準化の結果、事業開始10年後以降の事業費の推移は、予算制約を1.5億円とした場合のケースが他のケースと比較して最も削減が認められた。ここで、予算制約を1.5億円とした場合の平準化した結果を図-6に示す。

耐震補強は、10年間の短期計画で実施するものとするため、これに伴い修繕計画の一部見直しを行う。事業開始から10年間は耐震補強と修繕計画を同時に実施し、10年以降は修繕計画における予算の平準化を図るものである。この、耐震補強と修繕計画の併用により、50年間で2億円(2%)の削減効果が得られた。また、施工においても橋梁の修繕後の耐震補強は、構造的にも悪影響を及ぼすことからコスト削減効果以上の結果が得られるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、2013年に策定された橋梁の長寿命化修繕計画と、計画されている橋梁の耐震補強事業を同時に施工した場合の事業費削減効果について述べた。

(1)50年間の累計事業費は、事後保全型に対して、予防保全型の維持管理を実施することで、約207億円の削減を見込める結果が得られた。

(2)修繕計画を実施した後に耐震補強を施すことで、構造物の耐荷力性能にも影響を与えると同時に、コストも増大する結果となるが、本提案する耐震補強対策と修繕計画の優先順位を検討し、同時施工することで施工の合理化、コストの削減効果が得られる。

参考文献

- 1) 柏市 土木部 道路維持管理課、柏市橋梁長寿命化修繕計画、2013.3
- 2) 社団法人日本道路協会、「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震編」、2012.3
- 3) 国土交通省、「緊急輸送道路の橋梁耐震補強3箇年プログラム」耐震補強マニュアル(案)、2005.6
- 4) 国土交通省 道路局、「橋梁定期点検要領」、2014.6