

高速道路における維持管理費の推移状況と課題

日本道路公団 正会員 長江 進

1. はじめに

日本道路公団(JH)における高速道路の管理延長は、昭和38年7月に名神高速道路の尼崎IC～栗東IC間71.1kmを開通させて以来、平成12年3月末現在では6,615kmと計画路線延長の57.4%を供用し管理している。高速道路は、国民の社会・経済活動を支えるネットワークとして重要な社会資本に位置付けられるものとなっており、21世紀においても我が国の「より質の高い道路空間」として機能させて行かなければならない。このためにも、社会資本として今後も増加し続けるとともに、供用経過年数の増加につれて老朽化が進行する高速道路ストックに対し、更なる効率的・経済的技術手法による維持管理が望まれている。

今日、建設費と維持管理費のバランスがとれた合理的で正当な評価手法として、ライフサイクルコスト(Life Cycle Cost: 以下LCC)という概念により、道路橋の建設・維持管理費用に関する経済的な評価の試みがなされているところである。このLCCにおける概念は、初期費用・維持管理費・更新費の総和費用が、最も経済的となるように各項目費用を総合評価することであり、このLCC評価における道路橋の維持管理費について、高速道路における維持管理の現状からLCC評価における課題について報告するものである。

2. 高速道路の維持管理

2-1 高速道路整備の推移

JHでは、昭和32年に日本で最初の高速道路である名神高速道路の施行命令を受け手以来、高速道路の建設と管理を実施してきており、平成12年3月末においては供用延長が6,615kmの高速道路ネットワークを形成し、物資の輸送や商用交通といった産業活動の面はもちろん、日常生活や余暇活動においても高速道路は不可欠な存在となっている。これまでの、高速道路供用延長の推移を図-1に示す。ただし、一般有料道路から高速道路への切り替路線については供用開始年度、および供用延長は施設間距離で計上している。

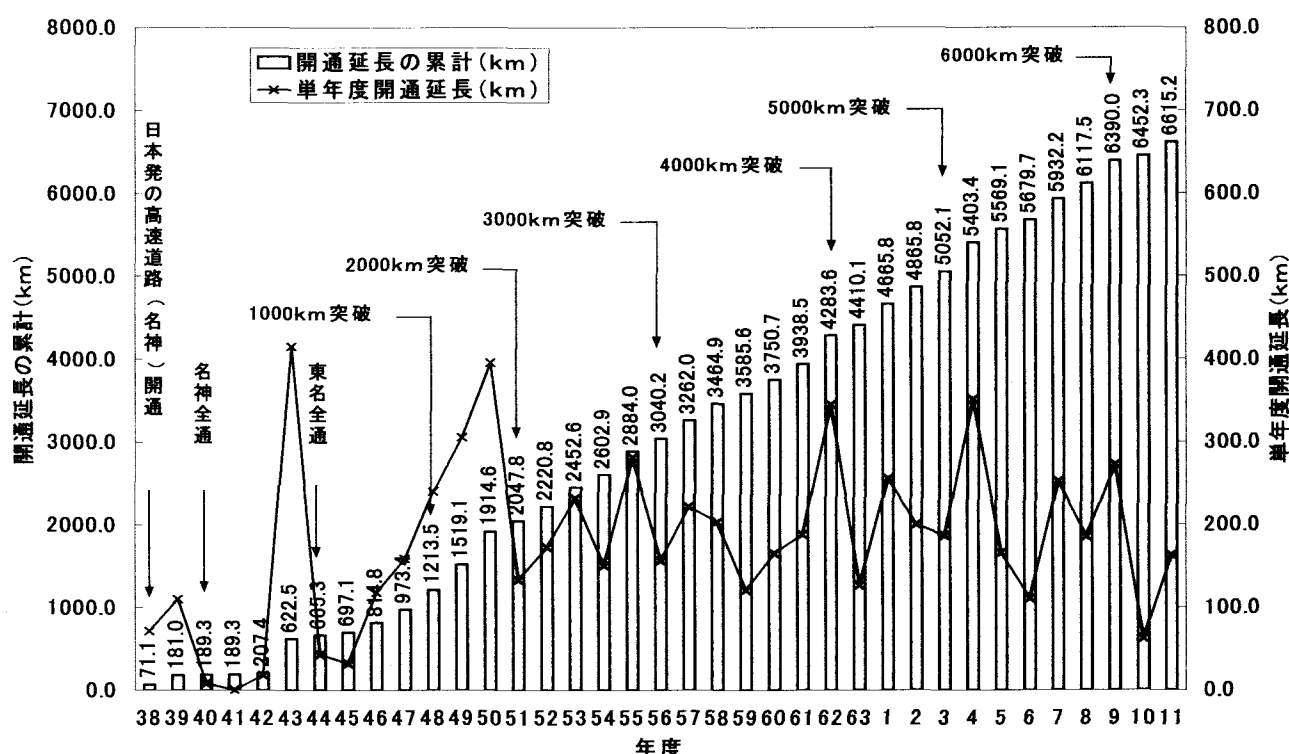


図-1 高速道路の供用延長推移

高速道路整備の推移を見てみると、昭和 43 年度(1968)の東名高速道路供用開始時、東北自動車道・中国自動車道が年平均 80km を供用開始した昭和 49 年度(1974)前後、および昭和 62 年度(1987)や平成 4 年度(1992)にかけて年間 300km 以上の供用もなされたが、毎年 200km 前後における新規高速道路の供用を行ってきている。

2-2 高速道路における維持的経費の推移

高速道路の着実な建設整備は、道路管理延長の増加拡大に加えて、経過年数に伴う道路施設の老朽化、利用交通台数の増加、社会的ニーズへの対応などが相まって、保安全管理に関わる業務やその管理費についても大きく増大してきている。 図-2に道路の維持管理における維持的経費(保全費)の推移を示す。

道路の維持管理に要す保全費は、その維持管理業務に対応して以下のように区分している。

- ①維持管理費 道路の保全(点検、清掃、植栽管理、設備保守、小補修、橋梁塗替塗装など)、雪氷対策、交通事故復旧などの道路の機能を計画されたレベル以上に維持するために必要な費用。
- ②改良費 舗装改良、標識改良、防護柵改良、橋梁補強、休憩施設の改良などの社会的要望に応え道路の機能を復元し向上させるために必要な費用。
- ③防災対策費 法面防災対策、橋梁震災対策などの災害発生の未然防止および復旧のために必要な費用。

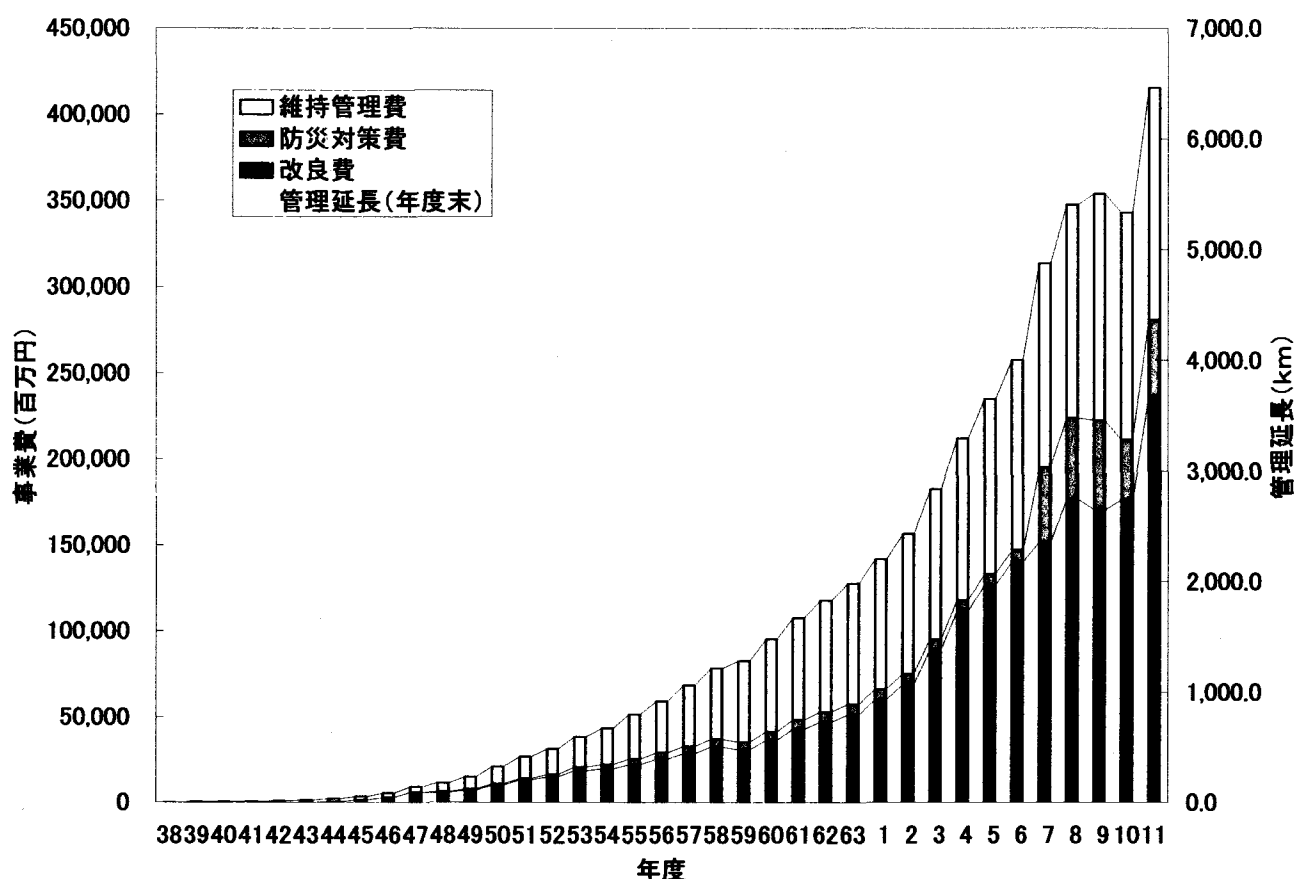


図-2 保全費の推移

高速道路が 2,000km を突破した昭和 51 年度に対し、平成 11 年度末では供用延長で 3.2 倍、保全費用では 15.6 倍に伸びている。 保全費の Km 当たり単価では、昭和 51 年度で約 1,400 万円であったのが、平成 11 年度では約 5,000 万円に達し、経年変化による老朽化や社会的ニーズへの対応とも相まって約 3.6 倍となっている。 今後の経過年数の増加を考慮すると、更なる効率的な維持管理手法や新たな管理技術の開発が必要である。 また図-3には、東名・名神高速道路および管理延長に積雪寒冷地延長を半分以上含まれる東北自動車道と、平均供用経過年数が 20 年程度の東関東自動車道・九州自動車道における km 当たり保全費の推移を示す。 経過期間に対してサイクル的な費用支出にある維持管理費の変化では、平均経年数

が古く日平均 km 当たり交通量も多い名神高速道路の km 当たり費用が高く、5 路線では日平均 km 当たり交通量が最も多い東関東自動車道の維持管理費も平均経過年数に対して高くなっている。また、交通安全対策 5 ヵ年計画や車両大型化対策が実施された改良費や、橋梁耐震補強が実施されている防災対策費においても適用仕様基準が古く、対応工種が多い路線における km 当たり費用は高くなっていることが伺える。

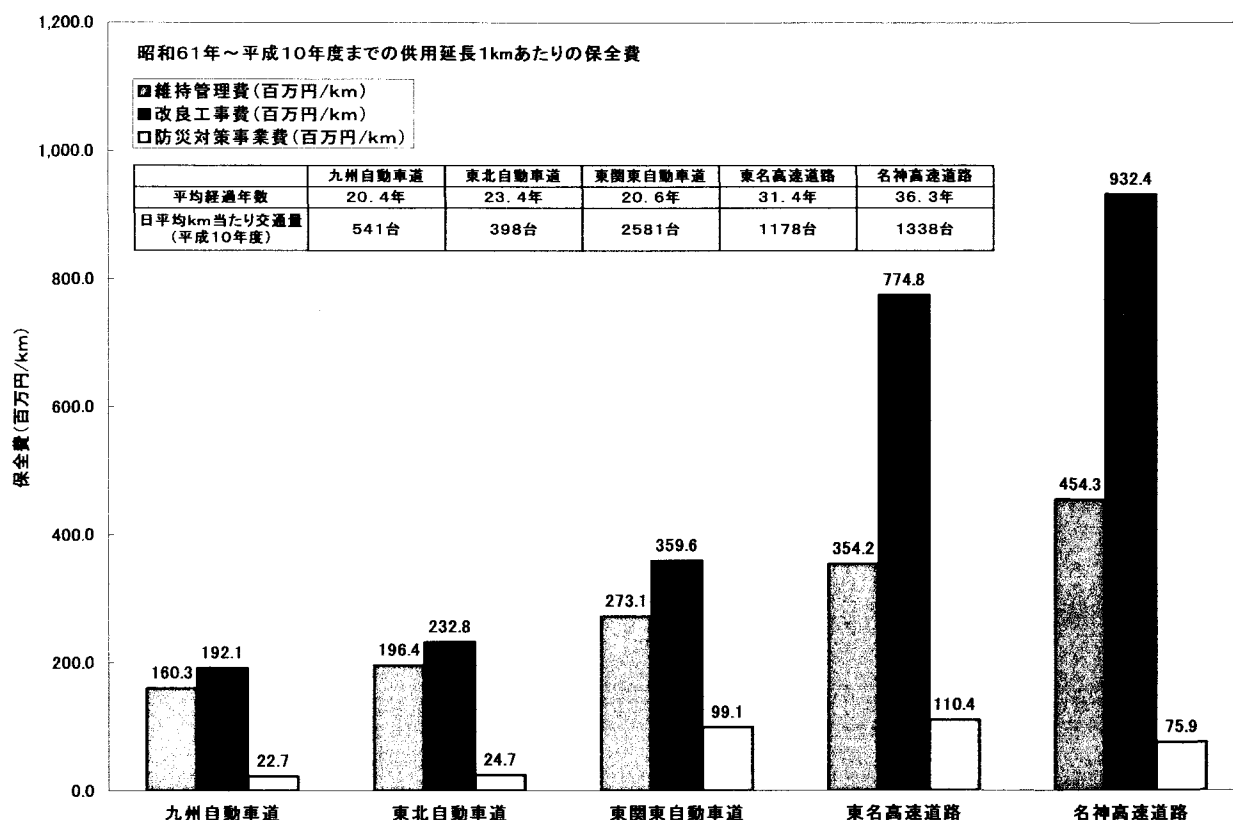


図-3 供用延長 km 当たり保全費

3. 橋梁における維持管理

3-1 橋梁延長の推移

高速道路における、橋梁資産量も管理延長の増大とともに着実に増加しており、経過年数の増加による老朽化の進行も大きくなってきている。また近年においては、縦貫道路線が整備され、横断道の整備や都市内環状道路の建設整備により、橋梁などの構造物比率は増加傾向となっている。図-4には、橋種別延長の累計推移と供用路線延長に対する橋梁延長比率を示す。東名・名神高速道路全通時の昭和44年時点では、供用延長に占める橋梁比率は20%程度を占めていたが、新規五道概成時の昭和62年時点には12%程度の橋梁比率となっている。その後、横断道路の供用が始まり、平成10年度末時点における本線橋の橋梁総延長は約922kmに達し、道路管理延長に対する比率で14.3%を占めるに至っている。

図-5には、橋種別の延長比率の累計推移を示す。名神高速道路供用時点においては、RC橋の占める割合が高く全体の70%以上を占めていたが、東名高速道路の橋梁建設においては鋼橋の採用が多用されており、RC橋に替わり鋼橋の占める割合が急増している。平成2年度には、RC橋とPC橋の利点を取り入れたPRC橋の採用を図り、より経済的な橋梁建設が行われている。平成10年度時点における橋梁種別毎の構成比率は、鋼橋39.6%、PC橋28.4%、PRC橋0.2%、RC橋31.8%の構成比率となっている。

また、図-6に示す供用年度毎の橋種別構成比率の推移からも、橋梁の製作資材価格の状況、橋梁技術の進歩、路線特性による架設地形条件などによる、適用支間に対する経済的橋梁種別の採用傾向が伺える。

さらに今日では、PC橋における外ケーブル方式の採用、鋼橋における少主桁とPC床版橋梁の採用、PRC橋の採用など、新たな橋梁技術を駆使した橋梁形式の採用による橋梁建設費の低減に努めており、これら新規橋梁に対するLCCにおける維持管理のコスト評価に対する手法検討も必要であると考えられる。

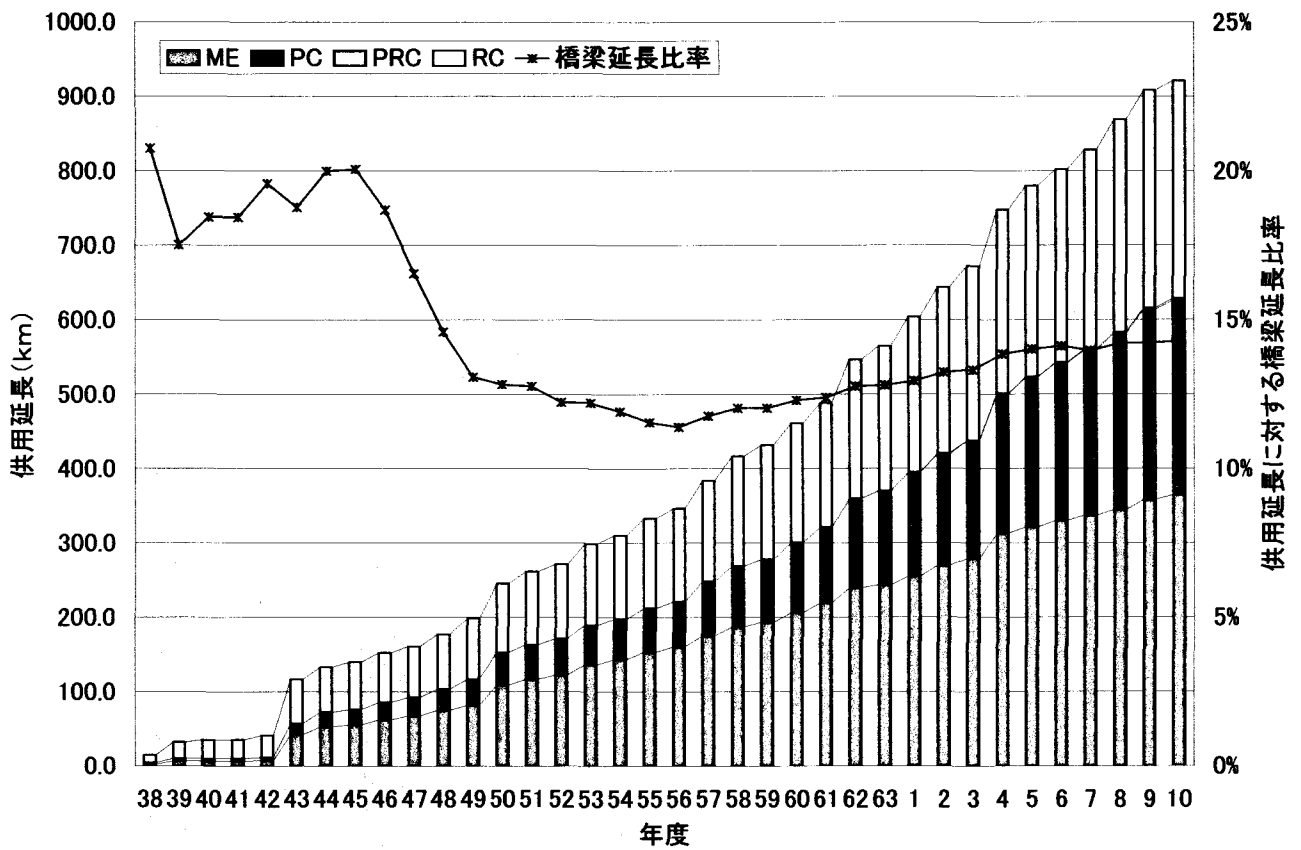


図-4 橋種別延長の累積推移と供用延長に対する橋梁延長比率

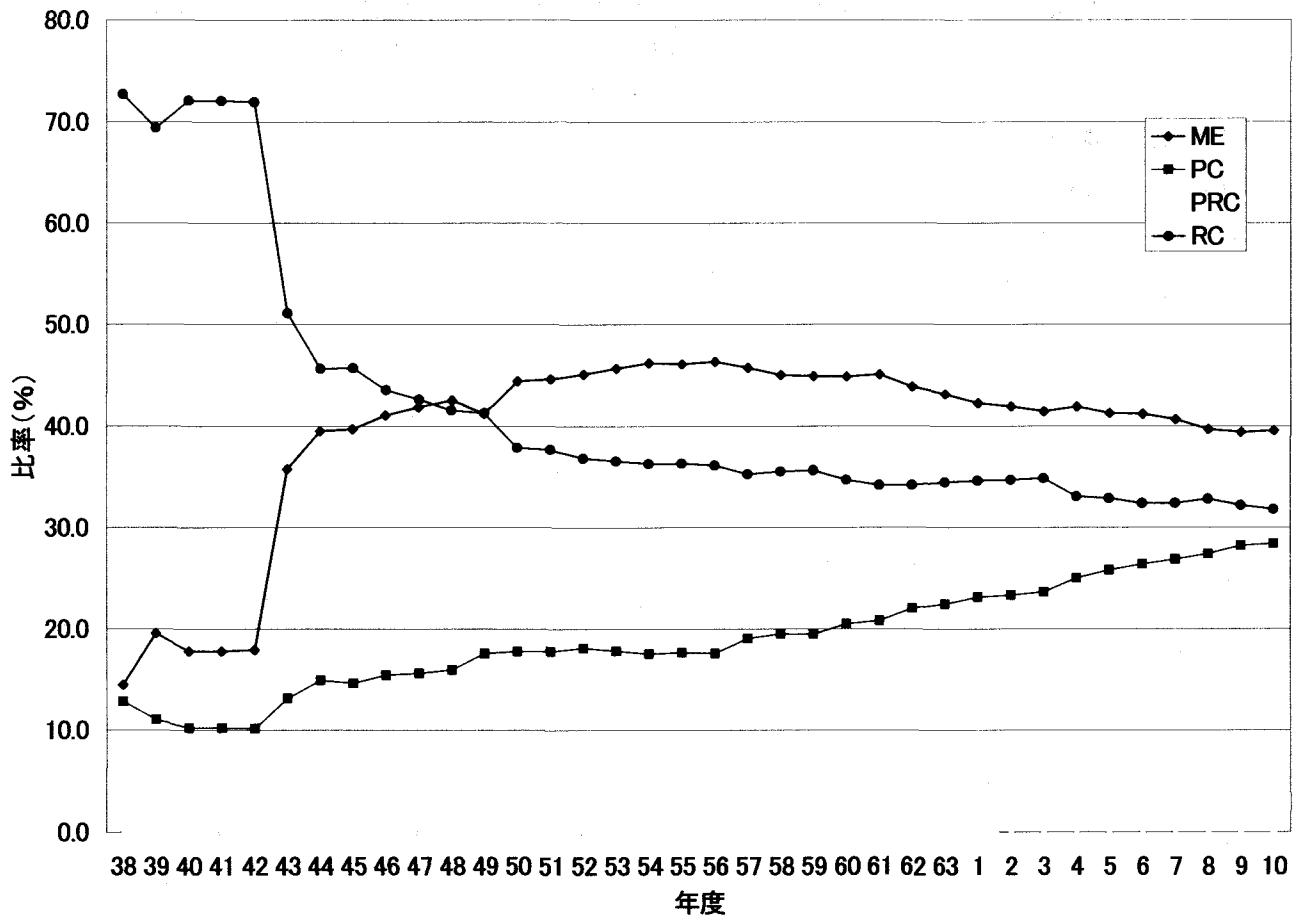


図-5 橋種別延長比率の推移

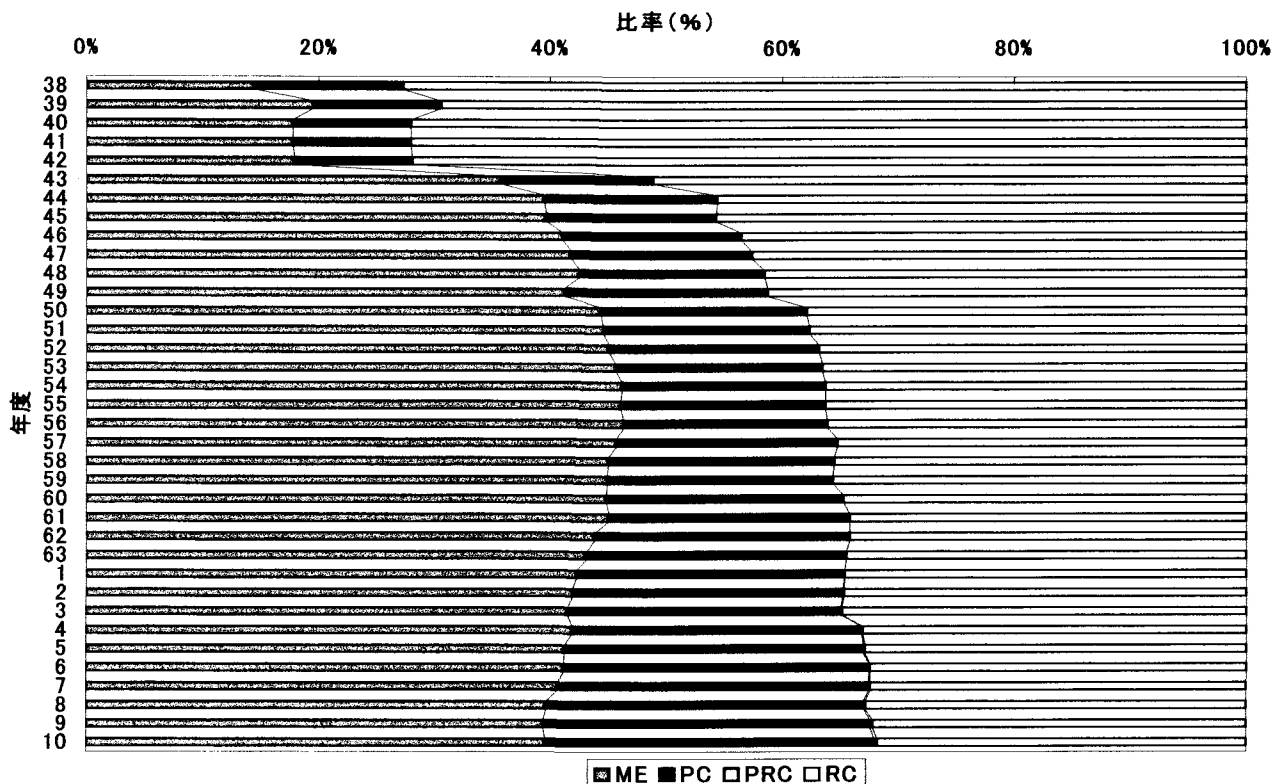


図-6 橋種別供用年度延長比率の推移

3-2 橋梁保全費の推移

図-7には、橋梁の維持管理費における分類項目での年度推移を示す。橋梁における維持管理費では、鋼橋の塗替塗装に占める割合が高いことが伺える。このため、今後の維持管理においては、これまでに塗替された橋梁や経過年数の増加に伴う新たな塗替塗装橋梁の増加に対し、如何に対応していくかが既存の鋼橋における維持管理の重点項目とも言える。また、その他補修の項目に含まれるものとしては、支承の清掃・塗装、投物・落下物防止網の補修、原因者不明事故損傷による補修などの維持管理費が含まれているが、費用の詳細項目分類がされておらず一括計上のため、詳細なサイクル費用として検討が困難となっている。

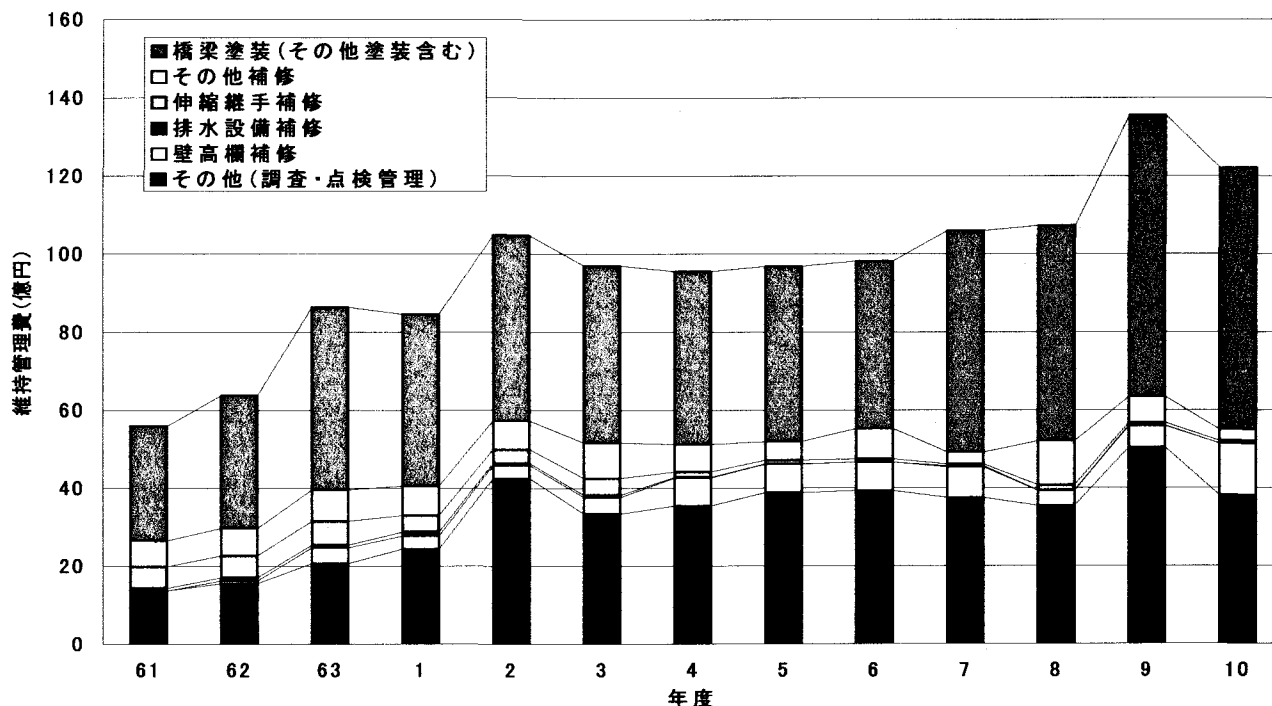


図-7 橋梁補修(維持管理費)の推移

伸縮装置の維持管理での多くは、PC 橋 RC 橋のコンクリート系橋梁の伸縮装置に採用された少伸縮量のゴム系伸縮装置における維持補修費であり、改良費による伸縮継手の機能改善や主桁の連続化による伸縮装置個所数の減少により、伸縮継手補修費は近年減少してきている。排水装置も、経過期間に対してサイクル的な費用支出にあるものと思われるが、現状の費用データによるサイクルでは減少傾向にあり判断は難しい。

近年はコンクリート壁高欄の補修費が増加傾向にあり、経過年数の増加によるコンクリート劣化損傷が進行しているものと思われる。その他として、調査・点検費用を示しているが、橋梁関係の費用だけでなく、維持管理費におけるすべての調査・点検費用が含まれており、橋梁の調査・点検費用としては分析できない。

図-8に橋梁の改良費における分類項目での年度推移を示す。改良費では、鋼橋における床版改良の占める割合が高いものの、管理段階での損傷の発生実例を踏まえた設計基準の改定が逐次実施されて来ており、昭和48年以降に設計された橋梁は、経過年数が少ないもののそれら橋梁における床版損傷は少なく、費用は横ばいの傾向で推移してきたが、平成6年より車両大型化対策として床版改良が実施され急増している。

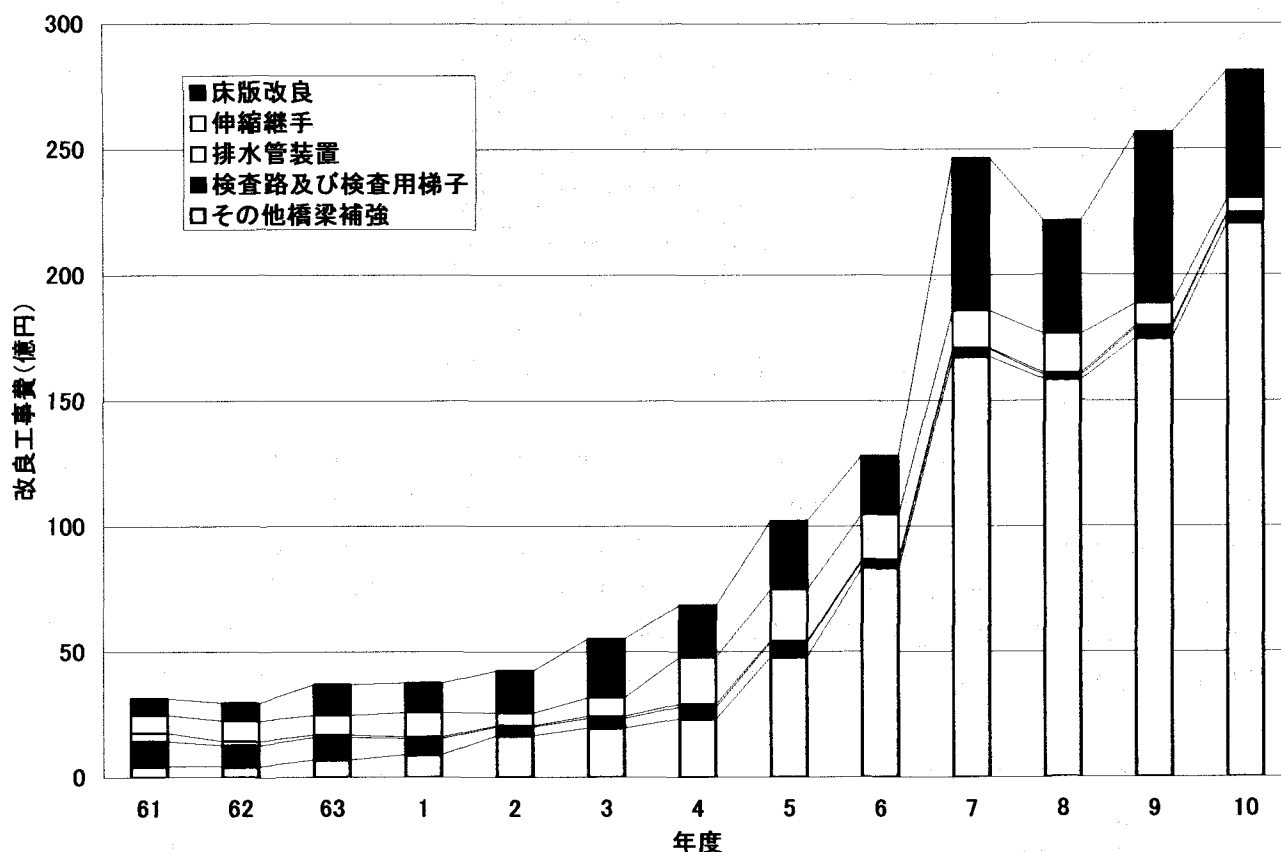


図-8 橋梁補修（改良費）の推移

伸縮継手の改良費は、伸縮装置の取替えにより機能の向上を図っているが、伸縮継手も経過期間に対してサイクル的な費用支出にあるものと思われる。しかし、現状の費用データの蓄積手法では判断が困難であり、新しい履歴保存方法の検討が必要であると考え。排水管装置の改良は、排水系統の見直しによる構造改良であり、サイクル的費用支出は小さいものと思われる。橋梁検査路・その他の橋梁補強における主桁増設・主桁補強改良は、管理基準の向上対応や環境対策としての社会的ニーズへの対応であり、車両大型化対策に基づく橋梁補強と同様に、政策的要因の影響が強い費用項目であることが認められる。このため、LCC 評価における維持管理費としての分析項目としては、老朽化に対する橋梁補強対策を明確にした取り扱いが必要であると思われる。

図-9に橋梁の防災対策費における分類項目での年度推移を示す。防災対策費では、橋台の洗掘防止対策や橋梁下部工の耐震補強対策、耐震性向上のための支承改良を実施しているが、過去の災害発生に基づく基準改定への対応によって防災対策の費用は推移してきており、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震を契機として、橋梁の耐震補強への緊急対策が実施されており急増している。

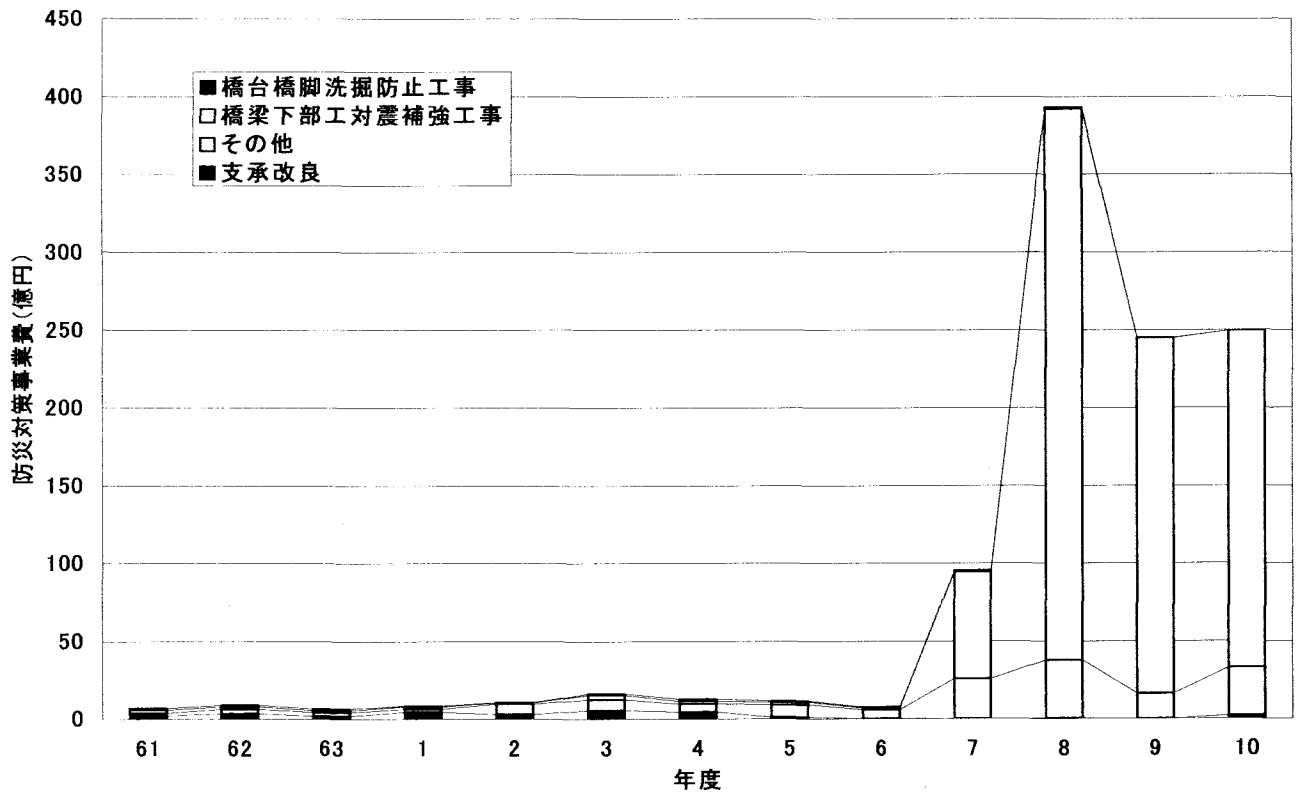


図-9 橋梁補修(防災費)の推移

図-10には、東名・名神高速道路および東北自動車道・東関東自動車道・九州自動車道における橋梁延長1km当たりの橋梁保全費の推移を示す。昭和61年度～平成10年度までの橋梁1km当たりにおける橋梁保全費では、東名・名神高速道路の最重要路線および、南関東地域地震への強化区域に位置する東関東自動車道や東北自動車道での防災対策費の頭出が伺える。また、鋼橋の橋梁比率が45%と高く、平均経過年数も22.6年で2回目の塗替塗装に当たっている、東北自動車道の維持管理費が高くなっている。

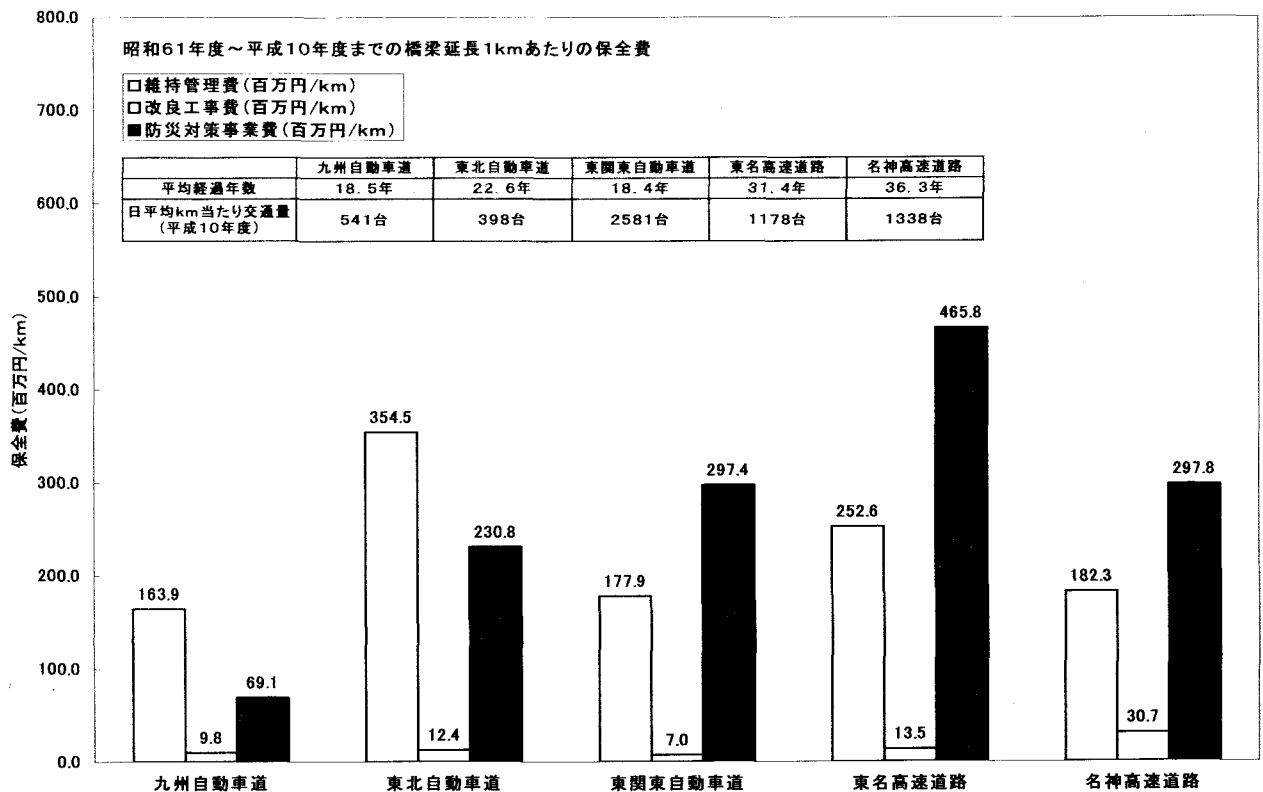


図-10 橋梁1kmあたりの橋梁保全費

4. ライフサイクルコストにおける維持管理費への検討

橋梁の保全費の推移でも触れたように、改良費における車両大型化対応による補強対策や、防災対策費における耐震補強対策などは、社会ニーズの情勢変化に伴う仕様基準の改定に追従して要求される費用であり、LCC 評価における維持管理費として考慮するには難しい項目と思われる。一方維持管理費における塗替塗装や伸縮装置・排水装置・コンクリート壁高欄等の維持補修は、既設橋梁に対する最適な維持管理を実施して行くためにも重要であり、LCC 評価における維持管理費の重点検討項目と成り得るものであると考える。

今後建設される橋梁においては、これらのサイクル的維持管理費用に対し十分考慮された、経済的な橋梁建設が望まれるとともに、既存橋梁の管理においては、維持管理橋梁の増加と経過年数の増加に伴い、LCC 評価を考慮した効率的な維持管理の実施が重要であると考えます。

4-1 鋼橋の塗替塗装における状況改善

図-11には、これまでの東京第二管理局管内の高速道路橋における塗替塗装の実施状況を示す。当管内における高速道路の鋼橋の供用経過年数は、最古では28年を経過しているものから最近供用したものまでであるが、これらの鋼橋における第1回目の塗替塗装の平均実施経過年数は約11年となっている。また、第2回目の塗替塗装における平均実施経過年数は10年と、従前における塗装仕様基準では平均耐用年数は10～11年程度で塗替塗装が実施されて来ている状況にある。

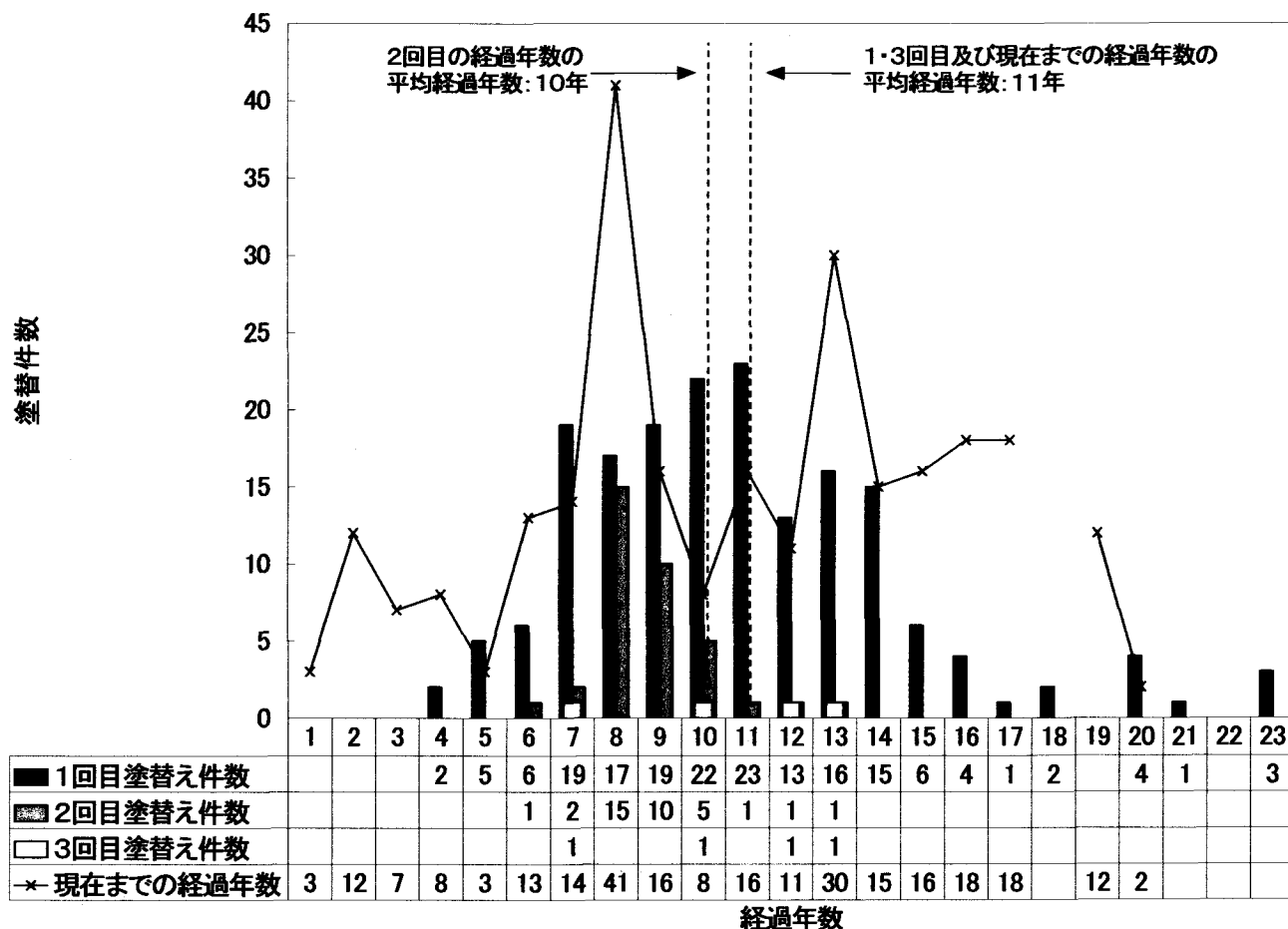


図-11 東京第二管理局管内塗替塗装の実施状況

塗替塗装における工事費用の内訳においては、費用の過半数近くを足場費等の仮設材の施工費用が占めており、塗装の耐防食性向上による塗替塗装サイクルの長期化は、長期的な鋼橋の維持管理費低減に繋がるものであり、LCC を考慮した最適な鋼橋の維持管理手法と考えるものである。JH においては、今後益々増大傾向にある鋼橋の塗替塗装の維持管理コスト縮減を目的として、昭和63年より国内の塗装環境条件の異なる3地域として東京・沖縄・北陸を選択し、鋼橋の新設および補修用の各種橋梁用塗装系塗料についての長

期暴露試験を実施している。この三箇所の暴露試験場に、約 2,000 枚の試験板を設置し、塗装劣化の実証確認データの取得による新たな塗装系の開発を図っており、長期暴露実験における中間評価を踏まえ、重防食塗装系および薄膜重防食塗装系への塗装仕様基準の改定を実施し、LCC 評価を考慮した鋼橋の維持管理に努めているところである。

さらに図-12に示すように、これまでの塗替塗装の実施基準は目視点検調査による評価のため、点検調査結果にばらつきが生じることにより、塗替え適正時期前に施工実施されると LCC の増加に繋がり、塗替え適正時期を遅れて施工実施がされると素地調整のグレードが高くなり不経済な塗替塗装となったりする。

このため、新しい塗替塗装の判定手法として塗膜劣化度診断システム(PAINT VIEW)の開発導入を行い、塗替塗装の適正化による塗替塗装間隔の延伸と、塗膜調査の省力化を図っているところでもある。

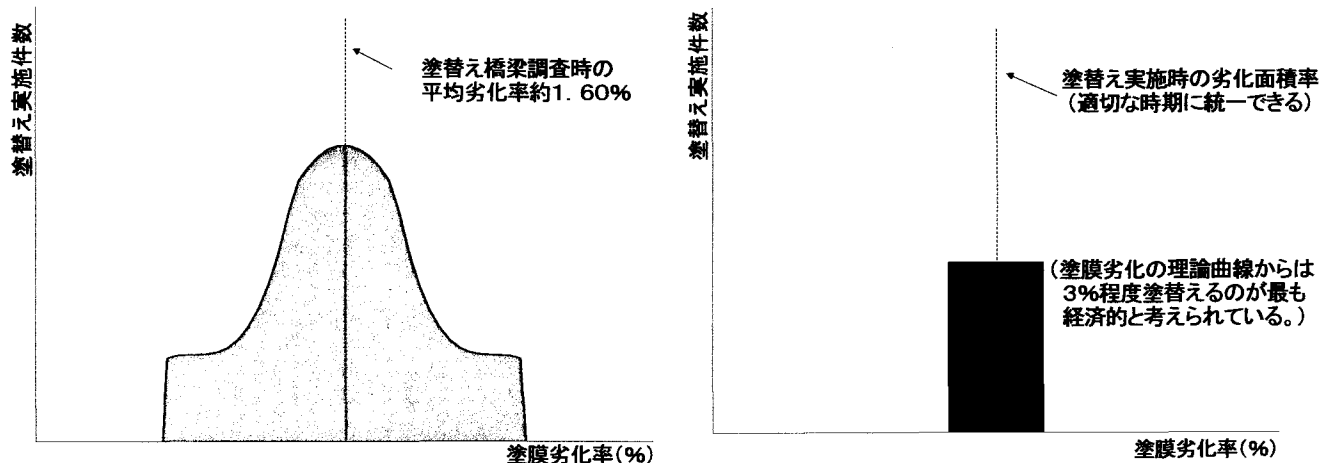


図-12 塗替塗装実施時における平均塗膜劣化率

4-2 伸縮装置における状況

伸縮装置における維持管理費の多くは、伸縮ゴムの破損や後打ちコンクリートなどが交通荷重による損傷によつての取替えであり、RC 橋や PC 橋などでの短支間橋梁の伸縮装置において維持補修を要しているものである。これまでの損傷状況では、鋼橋の多くに使用されている鋼製クシ型伸縮装置は、交通荷重による損傷は少ないものの、老朽化に伴う伸縮装置の排水鋼材や地覆鋼材の腐食も多くなって来ており、今後の補修対策による管理費の増加が懸念されるところである。また、コンクリート橋における鋼性クシ型伸縮装置の採用もあり、取替時の騒音発生問題や交通規制時間の制約など補修の難しさも挙げられる。

伸縮装置における改良費では、鋼製クシ型伸縮装置の非排水化対策や、伸縮装置通過時の騒音や走行の快適性向上のため、主桁連続化対策などを実施しているものであり、伸縮装置管理数の低減による維持管理費の低減も望めるものと考えている。しかし、伸縮装置だけに言える事ではないが、これまでの補修履歴は個々の橋梁における伸縮装置に対する分類不足から、実施内容や維持管理および改良費におけるサイクル性の把握が明確に表われていない。このため、橋梁の形式種別や使用部位における伸縮装置種別そのものの LCC 評価が必要であり、JH では新しい履歴保存方法としての橋梁データベースの構築を図っているところでもある。

5. ライフサイクルコスト検討における今後の課題

高速道路における、橋梁の資産とその維持管理等費の状況についての分析・評価を行って見たが、LCC 評価をおこなう場合の橋梁の保全費用は、期間により一定(固定)の費用とならず経年的に増加するものとした仮定の設定により、増加傾向となる費用の将来予測をおこなうことにより、支出費用の適正化を図るものであると思われる。しかし、塗替塗装やデータの分析ができていないが伸縮装置の維持管理費においては全体的な傾向として、期間に対してのサイクル的な支出費用の傾向にあることが把握できるものの、改良費における「車両大型化対策」に基づく橋梁補強の強化や、防災対策費での阪神淡路大震災を契機に実施されて

いる橋梁耐震補強などのように、政策的要因が強く影響しているこれらのデータの取り扱いと位置付けなどに対する、LCC 評価に当たっての維持管理等費の定義付けが必要であると考え。

また、これまでの維持管理等費のデータ蓄積にあたっては、路線単位や管理区間単位などの一括計上管理であったため、橋梁における維持管理・更新項目とサイクル性を予測することは難しい状況にある。このため、橋梁の一生を通じて必要とされる経費を最小とする LCC 評価による効率的な維持管理を実施して行くためにも、橋梁毎における LCC 評価のための統一した維持管理費用の集計項目やサイクル性の評価手法の確立が今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 日本道路公団試験研究所:ライフサイクルコストの合理化に関する検討、平成 11 年 3 月
- 2) 日本道路公団試験研究所:ライフサイクルコストの算定手法の検討、平成 12 年 3 月
- 3) 日本道路公団:日本道路公団(JH)平成 12 年年度年報(事業の概要と道路統計)、平成 12 年 9 月
- 4) 財団法人高速道路調査会:統計とグラフでみる高速道路 平成 10 年度版、平成 11 年 3 月
- 5) 三木千寿、山口亮太、伊藤裕一、市川篤司:社会的損失を考慮した道路橋のライフサイクルコスト評価の試み、土木学会論文集 No.???/IV-??,??,2000.?
- 6) 西川和廣、村越潤、山本悟司、上仙靖、福地友博、中嶋浩之:ミニマムメンテナンス橋に関する研究、土木研究所資料 第 3506 号、1997.6
- 7) 市岡隆興、濱田達也、本村均:鋼橋塗装の長期暴露試験によるライフサイクルコストの検討、日本道路公団試験研究所報告 Vol.36 (1999-11)
- 8) 日本道路公団東京第二管理局:東京第二管理局管内橋梁健全度調査、平成 11 年 3 月