

維持管理の基本方針の策定に関する一考察

(株)BMC 正会員 ○ 貝戸 清之
 東京大学 正会員 水野 裕介
 (株)BMC 正会員 石井 秀和

1. はじめに

橋梁を始めとする社会インフラ施設の老朽・劣化は深刻な問題であり、長期的な視点に立脚した維持管理マネジメントの方法論を構築することは喫緊の課題であると言える。現在、様々な機関において、劣化予測や経済性評価などの要素技術の開発が積極的に進められている。一方、これらの要素技術を組み上げてマネジメントシステムとして体系化を図るためには、どの要素技術を選択すべきか、という見極めが重要になる。これは、各構造物管理者の基本方針（取り組み方）によって異なるものであるが、基本方針は予算（収益性）の制約を強く受けると考えられる。そこで、本研究では基本方針の策定に関して、構造物管理者を収益性の点から3つの立場に分類し、橋梁の寿命という観点から考察を試みる。

2. 橋梁の寿命の定義

橋梁の寿命とは、現橋を維持管理することにより発生する任意期間 T 内での総費用が、橋梁を更新することにより発生する同期間 T 内での総費用を上回る時点であると定義する。この概念を図-1 に示す。つまり、維持管理に要する総費用を表した維持管理総費用曲線 $E(t)$ と、更新までに要する総費用を表した更新総費用曲線 $R(t)$ とを考えると（短期間であれば通常 $E(t) < R(t)$ ）、 $R(t) = E(t)$ を与える時点 T^* が橋梁の寿命となる。本研究では、橋梁の寿命の決定を、以下の式(1)と(2)で与えるような最小化問題として捉える。なお、維持管理と更新のいずれを選択した場合であっても橋梁の物理的性能や機能レベルに差異はないものとする。また、政策的に更新が計画されている場合などは検討対象としない。

$$F(T^*) = \min_T \{F(T)\} \quad (1)$$

$$F(T) = |E(T) - R(T)| \quad (2)$$

さらに、 $E(t)$ と $R(t)$ は式(3)、(4)でそれぞれ与える。

$$E(T) = \sum_{t=1}^T \frac{M(t) + P(t) + F(t) + N_E U}{(1+r)^t} \quad (3)$$

$$R(T) = \sum_{t=1}^T \frac{M_R(t)}{(1+r)^t} + \frac{C(T) + N_R U}{(1+r)^T} \quad (4)$$

式(3)のうち、 T は考慮すべき期間、 M , P , F は時点 t における点検・検査費用、物理的劣化の回復に要する費用、機能陳腐化の改善に要する費用、 N_E は工事に伴うサービスの停止日数、 U はサービス停止に伴う1日当たりの損失（ユーザーコスト等）、 r は社会的割引率とする。一方、式(4)のうち、 C は更新費用である。

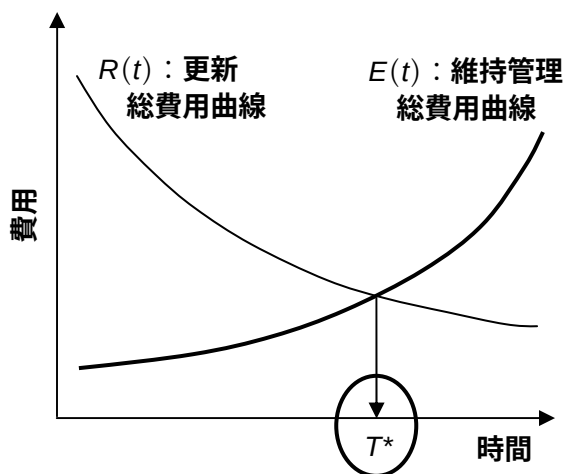


図-1 橋梁の寿命の概念

3. 維持管理の基本方針の策定に関する考察 1) 収益率の高い構造物管理者

運賃や通行料などの収益が明確で、かつ収益率が高い構造物管理者を考える。このような管理者は維持管理あるいは更新のいずれの場合であっても、以下の関係が成り立つ。

$$M + P + F \ll N_E U, \quad M_R \ll C \ll N_R U, \quad N_E < N_R \quad (5)$$

つまり、サービス停止に伴う1日当たりの損失が他の要因と比べて、極めて大きいことが特徴である。サービスを停止しないこと、サービスの停止を最小限に抑えることが前提となろう。

キーワード：維持管理，マネジメント，基本方針，意思決定，橋梁

連絡先：〒261-7125 千葉県美浜区中瀬 2-6 WBG マリブウエスト 25 階 株式会社 BMC, e-mail: kaito@hashimori.jp

したがって、工法の違いだけを単に比較するライフサイクルコスト解析は、意思決定の材料とはならない。前提に立てば、他の工法と比較して費用が高額であったとしても、サービスを停止しない工法、例えば活線施工が選定される。また、点検・検査に対しても、 M や P の低減を目的とするものではなく、徹底した検査によってサービスの停止につながる可能性を排除することが目的となる。

2) 収益率の低い構造物管理者

具体的には地方自治体や中小私鉄を想定している。このような管理者では、先とは対称的に式(3)、(4)の U の項が小さい。また、継続的な機能向上が要求されるわけではないので、式(3)の F の項も無視できる。ただし、予算制約上、更新を選択することは極めて難しいと考えられる。

したがって、図-2 に示すように、維持管理総費用曲線 $E(t)$ を $E'(t)$ 低減させることで、 T^* から T'^* へと長寿命化を図ることが基本方針となる。物理的劣化の回復に要する費用 P は正確には、時間 t のみに依存する関数ではなく、 M にも依存する関数 $P(t, M)$ である。したがって、予防保全などの効率的な維持管理によって、 M 自体の費用を低減させるとともに、 P の低減も実現する戦略が必要となる。なお、維持管理の費用低減化と効率化を同時に実現するための具体的な体制のあり方に関しては参考文献 1) を参照されたい。

また、点検・検査を充実させることによる別の観点からの長寿命化を図-3 に示す。これまで厳しい予算制約のために、十分な点検・検査を実施することができなかった構造物管理者では、維持管理総費用曲線 $E(t)$ の不確実性は必然的に大きくなる。点検・検査を実施し、不確実性を低減することで T^* から T'^* へと長寿命化を実現することができる。

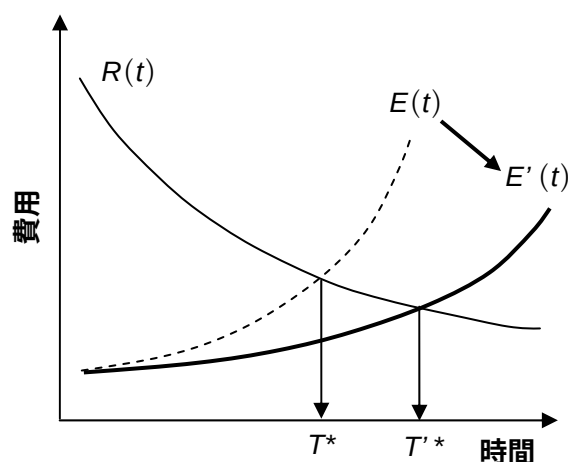


図-2 点検・検査の徹底による長寿命化

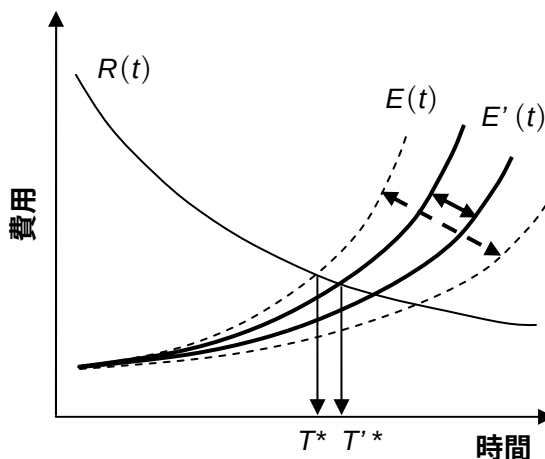


図-3 不確実性の低減による長寿命化

3) 一般的な収益率の構造物管理者

この分類に属する構造物管理者は、従来、ある程度 M 、 P 、 F に対して投資を行ってきたと考えられる。しかしながら、今後、管理する橋梁が全体的に老朽化すれば、総投資が予算制約を超え、経営を圧迫する要因となり得る。これを避けるためには、長寿命化と更新を大局的な観点から選定することが基本方針となる。

$$E(T) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^S \frac{M_{Ei}(t) + P_i(t) + F_i(t) + N_E U}{(1+r)^t}, \quad R(T) = \sum_{i=1}^S \left\{ \sum_{t=1}^T \frac{M_{Ri}(t)}{(1+r)^t} + \frac{C_i(T) + N_R U}{(1+r)^T} \right\} \quad (6), (7)$$

上式中、 S は管理する橋梁の全数を表す。要素技術としては、予算の最適配分や長期的な平準化といった、アセットマネジメントという視点からの取り組みが重要である。

4. まとめ

本研究では維持管理における基本方針の策定に関して、構造物管理者を収益性の点から3種類の立場に分類し、寿命という観点から概念的に考察を加えた。今後は具体的な実証を通して、考察した基本方針の妥当性を検証していくことが課題である。

【参考文献】1)阿部他：中小鉄道会社・地方自治体における維持管理体制の提案，第58回年次学術講演会，CS11-005，2003.9