

リスクを考慮した構造物マネジメントの体系

株式会社ビーエムシー 正会員 ○阿部 雅人
株式会社ビーエムシー 正会員 杉崎 光一
株式会社ビーエムシー フェロー会員 阿部 允

1. はじめに 2007 年米国ミネソタ州ミシシッピ川橋での橋梁崩落事故や 2012 年笹子トンネル天井板落下事故など、近年の構造物の供用時に発生した重大事故を背景として、構造物維持管理におけるリスクマネジメントが重視されてきている。著者らは、図1のように、耐久性に関する対応をストックマネジメント、安全に関わる対応をリスクマネジメントと位置づけ、利用を含めたアセットマネジメントを加えた 3 側面から統合的に構造物をマネジメントする概念を提案し、実践している¹⁾。本稿では、リスクマネジメントに関する課題を過去の統計に基づいたリスク分析を通して指摘し、さらに、それらを解決する構造物マネジメントの体系像について論じる。

2. 構造物供用時のリスク 文献 2)で開発した鉄道リスク評価のモデルを発展させ、橋の供用時の事故のリスク分析を行った。図 2 に、構築したリスクモデルを示す。橋の状態に加え、上下の交通状態を組み込むことで、事故発生時の影響度を含めて評価できるようにしている。図 3 に、過去の事故データに適用して算出したリスクカーブを示す。崩落を防ぐことで、リスクを大幅に低減できることがわかる。過去の米国の重大事故事例でも、冗長性の重要性が指摘されており、それを受けて Fracture Critical Member (FCM：重要破壊部材)の管理が鋼橋のライフサイクルマネジメントに導入されていることと整合的である。また、事故原因についても、重大事故では、脆弱部位の存在や、基準不適合など、構造物自体の性能不足が主原因であり、老朽化は副次的な要因である場合がほとんどである³⁾。したがって、耐久性に焦点を当てたストックマネジメント的な対応だけではリスク低減の費用対効果を高めることは困難であると考えられる。

3. 提案する体系 現行の点検・検査の基本は、損傷や劣化状態の検知にある。その暗黙の前提は、「重大な損傷が無ければ安全」であると考えられる。しかし、重大事故では、構造物の脆弱性や不適合が顕在化していることを考えると、損傷がない場合であっても重点を置いて監視すべき「脆弱箇所」が存在する。したがって、リスク低減の観点からは、損傷検知に加え、構造物の性能から見た脆弱箇所の検知と評価を取り入れた図 4 のような検査体系が望まれる。また、現状では、損傷検知が基本であるため、「記載がなければ損傷なし・健全」とみなされる場合が多いが、現実には、有限の費用と時間では、点検することが事実上困難な「検査困難箇所」が存在する。検査困難箇所についても、その数量や程度を明示的に把握し、例えば、間接的な評価や頻度を低減した重点検査を実施するなど、代替的な性能評価手段を導入する必要がある。

また、リスクを評価するには、性能や利用状況に関する情報も必要である。逆に、点検・検査情報が不十分であっても、性能に関する情報(図面等)や利用・環境条件(荷重および事故時の影響度など)が整備されていれば、大まかなリスク評価やスクリーニングは可能である。実際、米国の AASHTO 基準では、Load and Resistance Factor Rating (LRFR：荷重抵抗係数算定)によって、図面から既設橋の耐荷力を評価している。なお、新設設計の LRFD (荷重抵抗係数設計)では信頼性を表す β 指標が 3.5 であるのに対して、LRFR では $\beta = 2.5$ としており、一定の基準不適合を許容する体系となっている。

したがって、効果的なリスクマネジメントには、点検・検査の強化に加えて、リスクの高い構造物や構造部位のスクリーニング、優先度あるいは措置の猶予の評価に求められる性能や外的条件に関する情報を整理収集することが求められる。そこで、点検・検査を情報収集の一部として包括的に位置付け、リスク評価を取り入れた図 5 のようなメンテナンスの実行サイクルが望まれる。

キーワード リスクマネジメント、性能評価、脆弱性、メンテナンス体系

連絡先 〒261-7125 千葉県美浜区中瀬 2-6-1 TEL 043-297-0207

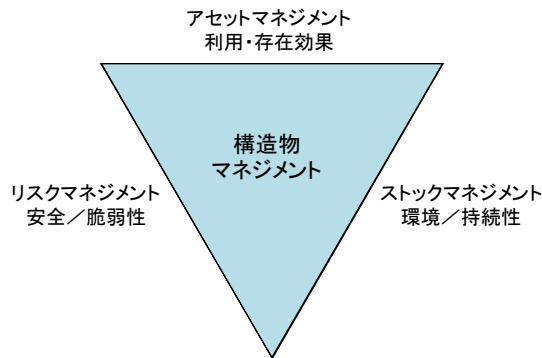


図-1 社会基盤のマネジメントの捉え方

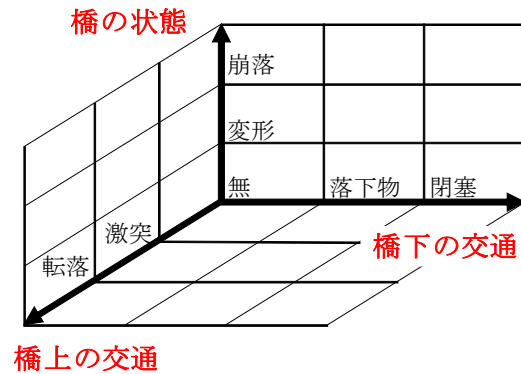


図-2 橋のリスクモデル

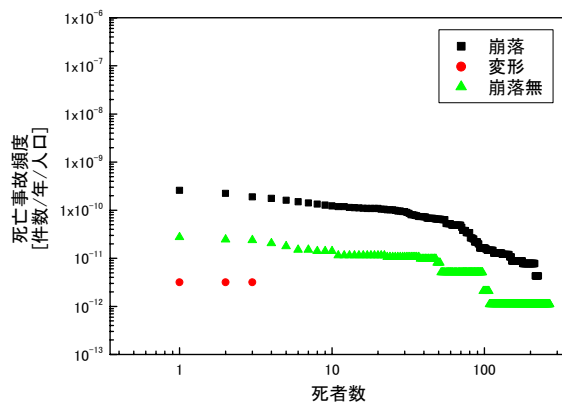


図-3 橋梁事故に対するリスクカーブの一例

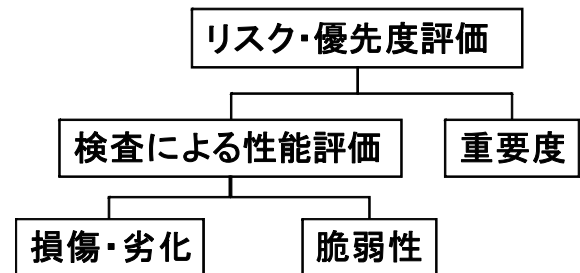


図-4 脆弱性を考慮した検査体系

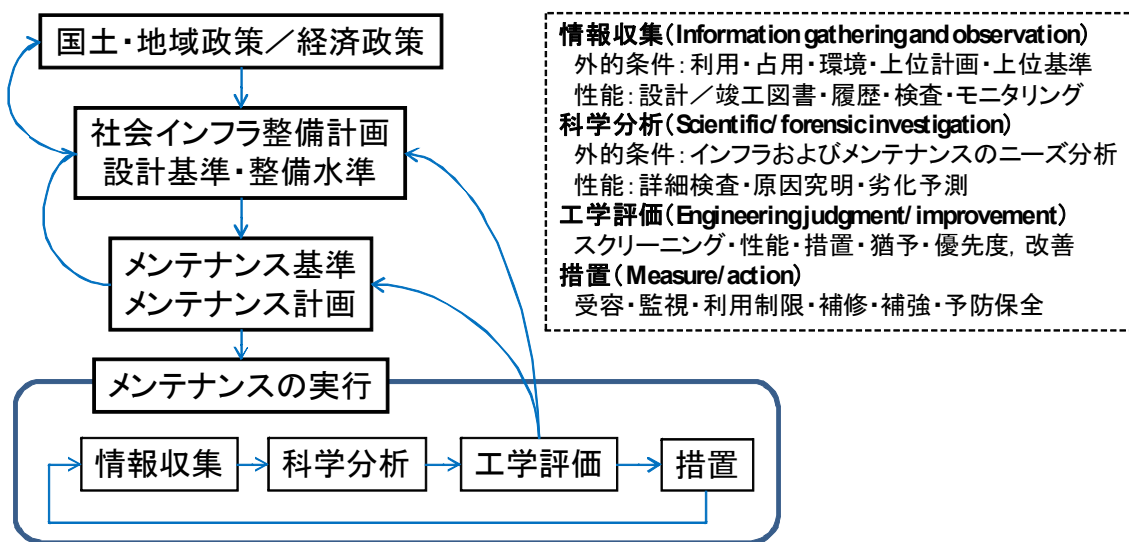


図-5 メンテナンスの実行サイクル

4. 結論 重大事故防止を念頭においた構造物のマネジメントの課題を過去事例に基づくリスク分析に基づいて論じ、効果的なリスクマネジメントのための点検・検査・メンテナンス実行のあり方を提案した。

参考文献 1)阿部雅人, 杉崎光一, 石井秀和, 阿部允: 鉄道構造物における予防保全型検査・供用保全体系, 鋼構造年次論文報告集, No.21, 2013. 2)杉崎光一, 阿部雅人, 島村誠: 鉄道運行における自然災害リスク評価に向けた統計的分析, 第7回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム (JCROSSAR2011), 2011. 3)阿部雅人: 性能の不適合と維持管理, コンクリート工学, Vol.47, No.9, pp.133-137, 2009.