

鋼橋の予防保全に向けた動向

西川和廣

国土交通省 国土技術政策総合研究所

鋼橋の予防保全に向けた動向

国土交通省 国土技術政策総合研究所
西川 和廣

1

鋼橋の予防保全に向けた動向 本日お話しすること

- トラス橋の落橋事故と有識者会議提言
- 予防保全とは何か
- 「戦略的維持管理とは何か」*から
 - 国道の維持管理と地方道の維持管理
 - 設計と維持管理の根本的な違い
 - マネジメントの3つの立場
 - 錯覚と誘惑、人の弱点

*国土技術政策総合研究所講演会 2008年12月2日
橋梁と基礎 2008年8月号

2

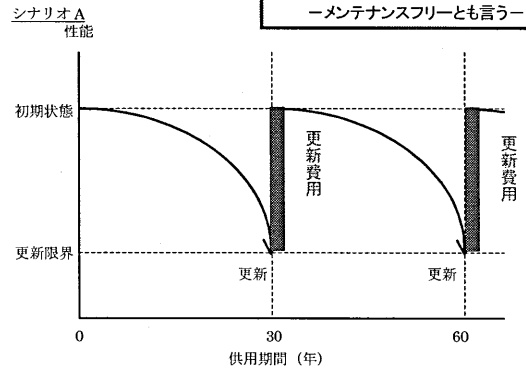
トラス橋の事故と有識者会議提言

- 2007年 日米のトラス橋に発生した事故
 - 0620木曾川大橋、0802ミネソタ、0830本荘大橋
- 道路橋の予防保全に向けた有識者会議
 - 安全と安心を脅かす3要素と5つの方策を明示
 - 見ない、見過ごし、先送り
 - ✓ 点検、診断、措置(決断と実行)に対応
 - 5つの方策
 - ① 点検の制度化
 - ② 点検および診断の信頼性確保
 - ③ 技術開発の推進
 - ④ 技術拠点を整備
 - ⑤ データベースの構築と活用
 - すべて「人」の能力と行動に関係することを強調
 - 点検と診断は別物である

3

予防保全とは何か？

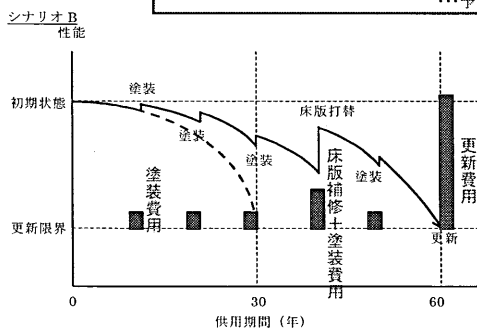
使い捨て型維持管理 —メンテナンスフリーとも言う—



4

予防保全とは何か？

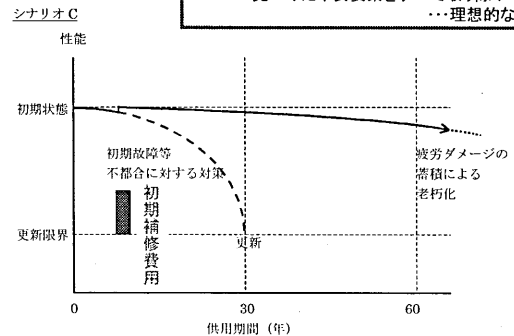
対症療法型維持管理…一般的な維持管理 早期発見・早期治療による治癒率向上とコスト低減 …予防保全という



5

予防保全とは何か？

トラブルシューティング型維持管理 見つけた不安要素をすべて取り除く …理想的な手法



6

戦略的維持管理とは何か

- 戦略 (Strategy)、戦術 (Tactics)、戦略目標 (Target)
 - どのレベルで達成すれば成功か？ (戦略目標)
 - ✓ 能力に見合っているか？
 - ✓ 現時点でその目標は適切か？
 - どのような道筋で目標にたどり着くか？ (戦略)
 - ✓ 壁を越えるのか、壊すのか、避けるのか？
 - どのように壁を越え、壊し、避けるのか？ (戦術)
 - ✓ それを誰が行うのか？

7

戦略的維持管理とは何か (つづき)

- 道路橋の長寿命化計画・・・どんな戦略なのか
 - 「道路の機能が将来にわたって持続的に維持され、老朽化によって喪失されないこと」 (戦略目標)
 - ✓ あって当たり前、「永久性への暗黙の期待」に応えること
 - ✓ 社会資本管理の特質
 - 既設・新設橋の長寿命化は「戦略」
 - ✓ 長寿命化を進めることが持続的な機能保持を可能にする
 - 予防保全は長寿命を実現する「戦術」
 - ✓ 予防保全は長寿命化の実現に有効な行動規範

8

維持管理戦略策定への必須事項

彼(敵)ヲ知り己を知レバ百戦殆フカラズ (孫子の兵法)

- 彼(敵)ヲ知ル
 - その1 施設の性質・性格を知る
 - その2 寿命を縮める損傷・劣化要因とメカニズムを知る
 - その3 何処に、どんな状況で使われているか知る
 - その4 点検・診断手法、補修工法、予防方法を知る
- 己ヲ知ル
 - その1 自らの戦力を知る
 - その2 自らの立場を知る
 - その3 維持管理に必要な“脳”力を知る
 - その4 自らの弱点を知る

9

彼(敵)ヲ知ル その1

施設の性質・性格を知る

- どのような目的で造られ、どのような形で機能することを期待されているのか？
 - サービス提供型施設→サービス中断の有無が重要
 - 災害防御施設→災害発生時に機能、防御レベルが重要
- 機能停止でどのような損失を、誰が受けるのか？
 - 代替性は？影響を受ける範囲は？
- 物理的寿命はどの程度か？
 - 寿命を延ばすことは技術的、経済的に可能か？
- 機能的寿命はどの程度か？
 - サービスレベル充足度は？陳腐化圧力は？

10

彼(敵)ヲ知ル その2

寿命を縮める劣化要因と損傷メカニズムを知る

- 寿命を縮める病気にはどのようなものがあるか？
 - 腐食(化学的作用)、疲労(力学的作用)etc.
- その原因はわかっているか？
 - 施工不良、漏水、過積載車両、支持装置の機能不全etc.
 - 原因を取り除けなければ完治不能
- 発生から終末に至るプロセスがわかっているか？
 - 完治可能、延命可能、手遅れの境界は？
 - 予防保全に不可欠な情報

11

彼(敵)ヲ知ル その3

何処に、どんな状況で使われているかを知る

- 設計施工データ、補修履歴のデータベース
 - 構築と更新、どこにどのような状態であるのか
- 個々の施設の健全度情報(カルテ)
 - 点検時の詳細情報、管理担当者異動時の申し送り
- 施設群としてのマネジメント情報
 - 施設全体の健全度指標、点検・補強等の後随時更新
 - 経時変化、地域格差、進捗状況、施策効果等のチェック
- ハイテクであることは必須ではない
 - 活用の仕組みが存在することが前提

12

体力測定と健康診断

- 体力測定・設計 (Fiction) の世界・Functional Rating
 - 基準充足度の評価
 - ◆ 構造物の体力測定は非現実的(危機管理時には事例あり)
 - 健康状態で発揮できる機能、能力のレベル
 - ◆ 耐震性能、耐荷力(25トン)、幅員、歩道の有無など
 - 既存不適格
 - ◆ 放置しても額面上的能力は低下しないが、…資産価値低下
- 健康診断・維持管理 (Realism) の世界・Structural Rating
 - 健全度の診断、測定
 - 損傷・劣化(≒病氣)の種類と症状
 - ◆ 腐食、疲労等経年劣化する損傷
 - 現状とともに将来の予測が重要
 - ◆ 放置すると悪化し、危険度、将来の負担が増大…有利子負債

13

彼(敵)ヲ知ル その4

有効な点検・診断手法、補修工法、予防方法を知る

- 点検・診断手法
 - 損傷・劣化メカニズムを知らなければ非効率
 - 施工要因(そこだけ)、設計要因(同条件ならずべて)、外的要因
 - 広がりと深さで対策区分に短絡してしまう現状を危惧
- 補修工法
 - 補修工法の有無は診断に影響
 - 不治の病を治す特効薬、低コストの方法の開発を
- 予防方法
 - 完治、延命、手遅れの境界状態を知ることが必須

14

己ヲ知ル その1

自らの戦力を知る

- 戦略目標に見合った戦力はあるか?
 - 必要な戦力(技術力)の確保
 - インハウスと外部勢力…資格制度
- 国道の橋と市町村道の橋はどこが違う?
 - 管理者の実力に応じた維持管理とは何か?
 - 戦力に見合った戦略目標を
- 優先順位は、安全>コスト>安心・信頼
 - コストが一番ではない!!
 - LCCを考えるには余裕が必要

15

国道の維持管理と地方道の維持管理

- 重点化・絞り込みによる負担軽減
 - 重要度による絞り込み…影響が及ぶ範囲は?
 - ◆ 影響エリア、世帯数、交通量、災害時の位置付け
 - 供用環境による絞り込み…損傷が発生しやすい条件か?
 - ◆ 重車両交通量、塩害環境etc.
 - 初回点検での絞り込み…健全橋の管理軽減
 - ◆ 点検頻度・精密度(近接の程度)、点検部位(桁端のみetc.)
- 目標レベル・対処方法による負担軽減
 - 予防保全の目標レベル
 - ◆ 安全レベル⇔安心(信頼)レベル (まず安全を確保)
 - 点検者のレベル
 - ◆ 職員>地元業者>専門業者>専門家 (解るものが判断)

16

己ヲ知ル その2

自らの立場を知る

- 誰に対しどんな責任を負っている立場か
 - 財政責任者…アセットマネジメント
 - 政策責任者…マクロ(ストック)マネジメント
 - 現場責任者…ミクロ(ストック)マネジメント

という3つの立場

- それぞれ行動規範が異なることに注意
- 時に言葉が通じないことも

17

3つの立場	アセット・マネジメント (財政責任者)	マクロ・マネジメント (政策責任者)	ミクロ・マネジメント (現場責任者)
マネジメントの目的	投資効果を最大化したい	施設の機能を確保しながら総予算を抑制したい	限られた予算で安全性、供用の信頼性を確保したい
説明責任の相手と内容	出資者、料金負担者 資金運用の適切性	国民全般 道路ネットワークの信頼性、健全性	管内の道路利用者 所管の橋の安全性、供用性確保
関心事項	資金運用は適切か、透明性は確保されているか	予算の額と配分、健全度の動向と地域間格差、必要な施策、施策効果	損傷の部位、種類と原因、深刻度、補修・補強の可能性、交通規制の要否及び可否、LCCetc.
必要とされる指標等	施設劣化の予測式 他分野、他機関等と比較可能な指標	施設の全般的な健全度指標とその経年的推移	部材、損傷の種類ごとの損傷レベルとその動態を表す指標

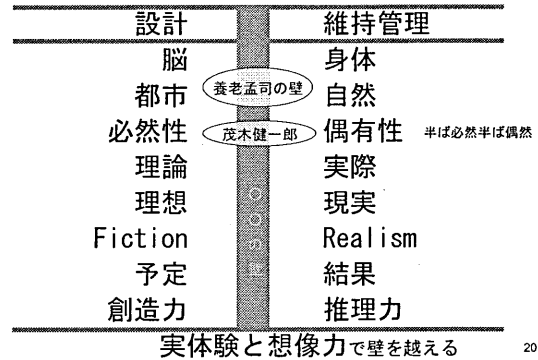
己ヲ知ル その3

維持管理に必要な“脳”力を知る

- 設計と維持管理の根本的な違い
 - Fiction と Realism、必要とされる“脳”力が異なる
 - ほとんどの錯誤はこれらの混同に起因している

19

設計と維持管理の壁
—設計と維持管理では必要な“脳”力が違う—



20

己ヲ知ル その1

自らの弱点を知る

- 「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」提言
- 「見ない」「見過ごし」「先送り」の原因となる人間の弱点とは
- 陥りやすい各段階での「錯覚と誘惑」
 - その1 点検
 - その2 診断
 - その3 措置（判断…決断と実行）

21

錯覚と誘惑 その1 点検

- 点検者のすべきこと
 - 構造物に生じた変状(疑いを含む)を発見し、報告し、記録すること
 - 点検に用いる計測機器に対する理解と熟練(目視を含む)が必要
 - 変状の発見には経験によるパターン認識能力が必須
- 錯覚
 - 点検と診断を同一視
 - それぞれ必要な能力と責任がある(レントゲン技師と医師)
 - 能力を超える判断をすることも、させることも不可
 - マニュアル至上主義
 - マニュアル至上主義は思考停止を招く、危機管理への対応ができなくなる
 - 機器による計測への信仰
 - 「客観性」の罠、想定外の異常に気がつくのは「人」の仕事
- 誘惑
 - 悪い報告を聞きたがらない管理者、報告しながらない検査者
 - 自ら現場を見ようとする管理者
 - 見ること、聞くことで責任を負いたくない(そうはいかない！)
 - いやなことほど速やかに報告すべし(危機管理の原則)

22

錯覚と誘惑 その2 診断

- 診断者のすべきこと
 - 点検データに基づいて損傷・劣化の種類と程度、原因を特定し、処方を示す
 - 知識と経験に裏付けられた総合的な診断能力が必要
 - 必要ならば自ら点検データを取得あるいは確認する
 - 患者に処方を示し実行を求める説得力が必要
- 錯覚
 - マニュアルに頼った仕分け(Categorize)…偽医者、数医者
 - 事例集の写真と図だけ見て似たものに分類
 - 誤診断は責任問題と信用失墜…一般に意識が低い
 - インハウスエンジニアの厳しい姿勢が重要
- 誘惑
 - 悲観的な診断はできれば聞きたくない(管理者)
 - 希望的観測を排除する意志と判断能力が必要

23

錯覚と誘惑 その3 措置(判断…決断と実行)

- 管理者のすべきこと
 - 診断に基づき、損傷の切迫性、予算、要員、交通への影響等を勘案して総合的に判断し、対策を決断、実施する
 - 点検も診断も全て管理者が決断を下すために行うこと
- 錯覚
 - 患者は施設ではなく管理者である！
 - 橋は自ら病院には行かない、管理者が動かなければ…
- 先送りの誘惑
 - 希望的観測は先送りに誘導する悪魔のささやき
 - 「予算がない」は呪文であり麻薬
 - 他人を黙らせる呪文、自分を麻痺させる麻薬
- 制度上の問題
 - 短期間の人事異動が患者であることを忘れさせる
 - 業務上の管理シートに工夫の余地あり
 - 痛みを際立たせる健全度指標を
 - 管理者としての劣化・損傷対応の訓練をされていない
 - 災害対応同様、緩慢な危機への訓練が必要

24