

50th Anniversary

平成25年度 橋梁技術発表会

道路ネットワーク維持管理の必要性 と鋼橋の更新時期について

— Fix It First (まず修繕を) —

保全委員会 保全第一部会・保全第二部会
[亀山 誠司・本間 順]

日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

1

発表内容

1. はじめに
2. 米国におけるインフラの老朽化対策
3. 原田橋の損傷補修事例
4. 第1弁天橋の損傷撤去事例
5. 鋼橋の老朽化と更新時期について
6. おわりに

日本橋梁建設協会 保全委員会

2

1. はじめに

【全国】通行止め・交通規制橋梁位置図 (平成24.4時点、橋梁L=15m以上)

● 通行止め
● 通行規制

出典 国土交通省ホームページ

日本橋梁建設協会 保全委員会

3

全国橋梁の通行規制等橋梁数の推移(15m以上)

〔通行止め橋梁数〕 〔通行規制橋梁数〕 〔合計〕

5年で1.9倍 5年で1.7倍 5年で1.7倍

出典 国土交通省ホームページ

日本橋梁建設協会 保全委員会

4

地方公共団体管理橋梁の通行規制等状況 (H25.04現在)

	<H23.4時点>			<H25.4時点>		
	橋梁数	うち都道府県管理道路(政令市含む)	うち市区町村管理道路	橋梁数	うち都道府県管理道路(政令市含む)	うち市区町村管理道路
通行止め	172	18	154	232(1.34)	9(0.50)	223(1.44)
通行規制	1,130	151	977	1,149(1.01)	149(0.98)	999(1.02)
合計	1,302	170	1,131	1,381(1.06)	158(0.92)	1,222(1.08)

※高速・直轄・地方公共団体が管理する道路橋の合計 (出典元: 国土交通省HPを加工)

※通行規制等には、老朽化による損傷や旧設計条件の使用等に伴う重量制限や通行止め。

※対象橋梁は15m以上。

※()内数値は、平成23年4月に対する、平成25年4月の増加・減少割合を示す。

架け替えなど抜本的な対策も必要である

日本橋梁建設協会 保全委員会

5

日本の高齢化橋梁数

- ・我が国の橋梁(橋長15m以上)は約15.7万橋(約157,000橋)※
- ・全国の橋梁における築後50年以上割合は9%存在(2011年時点)
- ・10年後(2021年)には28%、20年後(2031年)には53%
- ・自治体管理の橋梁における築後50年以上の割合は10%存在(2011年時点)
- ・10年後(2021年)には28%、20年後(2031年)には54%

20年で約5倍

出典: 平成22年度国土交通政策委員会 (H22.4時点データ)

※ 橋長15m以上対象。1箇所において上下線分離している場合は1橋でカウント

国土交通省HPより引用: http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobozosen/yaboi_1.pdf

日本橋梁建設協会 保全委員会

6

地方公共団体のインフラの課題

- 橋梁をはじめとするインフラの高齢化
 - ①点検や補修ができる**技術者の確保**
 - ②**予算の確保**(公共工事への不信感で縮小傾向)
 - ③インフラの**長寿命化対策**
 - ④大雨や地震対策による**ネットワークの確保**

日本橋梁建設協会 保全委員会

7

2. 米国におけるインフラの老朽化対策

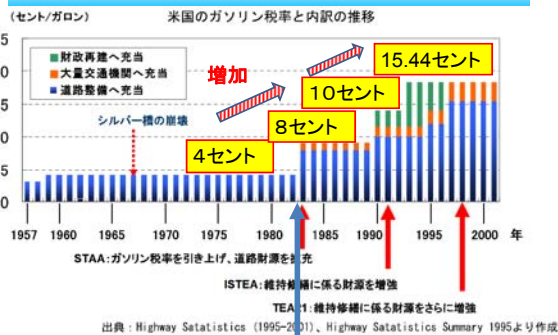
当初の連邦プログラム

- アイゼンハワー政権時に1956年連邦補助道路法が制定され、国防インフラという理由で**連邦負担9割**高い補助率で推進された。
- 道路財源は、国防インフラである州際道路網を「**完成させるまで**」の財政措置として創設された。
- アメリカ合衆国は州が基本であり、**連邦には合衆国憲法に定められた権限しかない。**
- 新設費は助成するが、**維持管理費は連邦からの助成対象とはならず、これが結果的に「荒廃するアメリカ」を招くことになった。**

日本橋梁建設協会 保全委員会

8

米国のガソリン税と内訳の推移



(参考) 1ガロン=3.785リットル

【荒廃するアメリカ】が出版

日本橋梁建設協会 保全委員会

9

維持管理・更新プログラムの導入

- **1976年 連邦補助道路法**。再舗装、復元、復旧の3R。
 - **1982年 陸上交通支援法**。レーガン政権時代にガソリン税率を1ガロン4セントから8セントへと倍増。
 - **1991年 ISTEA法**。従来の4R(3R+改築を改築して予防的維持管理にも充てることにした)。
 - **1998年 TEA-21法**。IM(Interstate Maintenance)に改築が含まれることとなり2003年までに238億ドルが計上された。
- 維持管理費の増大とサブプライムローン問題、リーマンショック等による景気低迷の税収減から**道路財源が不足し、2008年より一般財源から道路信託基金へ不足分が繰り入れられることとなった。**

アメリカは、財源を確保して、維持管理を実施！！

日本橋梁建設協会 保全委員会

10

“Fix It First” (まず修繕を)

“Fix It First”

- オバマ大統領一般教書演説 2013/02/13
 - Fix It First, Expand It Second, Reward It Third
- (まず修繕を、発展はその次、回収や効率化はさらにその後)
- (THE HAMILTON PROJECT 2011/03)



ミネソタの落橋事故

日本橋梁建設協会 保全委員会

11

NHKスペシャルー日本のインフラが危ない(2013年8月4日放送済)

インフラの安全に不可欠な“維持管理”が軽視され続けてきた実態もあらわになっている。



原田橋




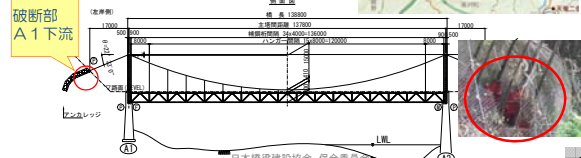
第1弁天橋

12

3. 原田橋の損傷補修事例

3.1 原田橋の概要

3.1.1 橋梁概要
 橋 格：2等橋 (T-9)
 管理者：浜松市 (2007年政令指定都市となると同時に静岡県より原田橋管理を移管)
 竣工：昭和31年 (1956年)
 適用基準：鋼道路橋設計示方書 (昭和14年)
 橋 長：138.8m 幅 員：5.5m
 上部構造：単径間補剛吊橋
 メインケーブル：6×65φ (6×37共芯)

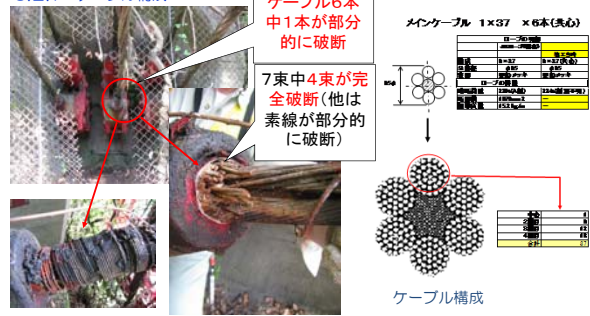
破断部 A1下流

日本橋梁建設協会 保全委員会 13

3.2 ケーブルの損傷状況

3.2.1 ケーブル構成

A1下流側のケーブル6本中1本が部分的に破断
 7束中4束が完全破断 (他は素線が部分的に破断)



ラッピング状況 ケーブル破断状況

日本橋梁建設協会 保全委員会 14

3.3 道路ネットワークの重要性

平成24年4月24日に全面通行止を実施。(期間：未定)
 原田橋を渡った場合20分 (8km)
 【迂回路の場合】
 普通自動車で1時間20分 (24km)
 大型車で2時間半 (76km)。



改めて道路ネットワークの重要性を問われる事例

日本橋梁建設協会 保全委員会 15

仮迂回路の施工

(対策) 地元建設会社により河川内に仮道路を施工 (約1週間で完成)
 →平成24年5月2日~27日 (期限付き)



いつ陸の孤島となるか不安

日本橋梁建設協会 保全委員会 16

3.4 全面通行止めの影響

全面通行止めになった場合の被害

- 給食の配給STOP
- 病院への緊急搬送ルートへの断絶
- 火災時の緊急車両の出動
- 通勤、通学への弊害
- 生活物資の購入
- 観光客の激減 etc

山間部における、唯一の道路は非常に重要なアクセス道路であることを再認識した事例。

住民にとって原田橋はかけがえのない橋として「命の橋」と呼ばれてました。

日本橋梁建設協会 保全委員会 17


3.5 天竜川原田橋プロジェクトチームの設立

浜松市長より技術支援要請

5/2 支援本部設置
 5/10 対策PTによる現場調査
 5/10 日本橋梁建設協会に技術協力要請
 5/14,17 ケーブル腐食部の詳細調査
 5/23 浜松市長から橋協委員会に補修工事の指示書発行
 腐食調査、解析手法、補修方法など、PTの指導の下詳細計画策定を実施

支援本部を設置/対策PTを設立

- 浜松河川国道事務所に支援対策本部を設置
- 中部地方整備局TEC-FORCEを派遣
- 天竜川原田橋対策プロジェクトチームを設立 (浜松市・中部地方・浜松河川国道)
- 河川内緊急用通路の即断許可



日本橋梁建設協会 保全委員会 18

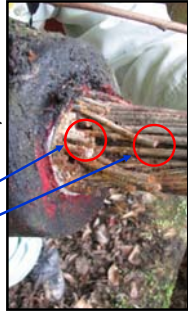
原田橋の損傷の原因

- 変状発生箇所
 - ケーブルの破断
- 破断原因の推定

疲労損傷, 脆性破壊, 腐食破断など
最終的なケーブルの破断は疲労の影響が大きい



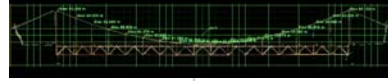
腐食破断
疲労破断



日本橋梁建設協会 保全委員会

3.6 3次元計測(5/26)

3次元測量(下の13点で計測)により座標点を計測



【結果】3D測量により路面の沈下量、塔の倒れ等確認。問題となる倒れ量までには至らなかった。(倒れ量: 10~20mm程度)→立体解析は実形状で解析。

3.7 補修方法の検討(5/27)

短期的な応急処置方法	概要	設置までの期間	規制期間	特徴	工期	構造	経済性	採用
① 仮設河川内道路の使用延長	1箇の仮設間ガムの敷水により、一部車道は全面通行止めとなる	1週間	河川放流時: 2週間	一時通行止めによる規制が多い	○	△	○	×
② 仮橋の設置	仮橋施工の場合、延長は140mあり、設置まで時間がかかる。	半年程度	完成まで河川内道路(年間4、5回の通行止め)を半年実行	設置まで時間がかかる。	×	○	△	△
③ ベントによるサポート	施工は可能である。ただし洪水に抵抗できないため、ベント等に矢板を囲う必要がある。	1ヶ月以内	河川内道路を1ヶ月使用	放水時のために強固な構造が必要。ケーブル損断時の対応は困難と想定される。	○	△	○	△
④ 短期的な応急復旧による補修(セーフティケーブルの追加)	規制は伴うが最も短期的かつ、比較的容易に施工が可能である。	1ヶ月以内	河川内道路を1ヶ月使用	規制を伴うが最も早く施工ができる。ただし、掛け替えを前提とした応急復旧工である。	○	○	◎	◎
⑤ 恒久的な補修(ケーブル取替)	ベント支持、ケーブルレーン架設等費用は膨大である。	1年程度	完成まで河川内道路(年間4、5回の通行止め)を1年実行	迂回路が無いことから大規模な補修となり施工期間が長くなる。	×	○	△	△
⑥ 恒久的な迂回路の施工	河川内道路の架上げ	—	—	河川協議が必要であり、緊急対応が不可能である。	×	×	○	×

日本橋梁建設協会 保全委員会

3.8 立体解析の実施(5/27~6/12)

3次元測量結果により、解析を実施。

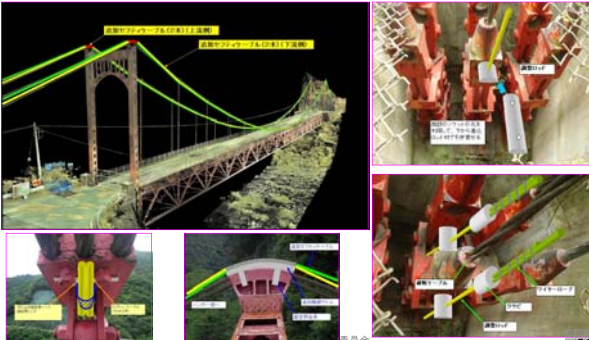
補修方法の検証、車両の荷重制限を検証。

内容	下流橋のみ補修				上下流補修	
	CASE-5 【規制】 【実モデル】 通行規制(47車通行)	CASE-6 【応急対策】 【実モデル】 通行規制(47車通行)	CASE-8 【応急対策】 【実モデル】 緊急車道通行(17車通行)	CASE-9 【応急対策】 【実モデル】 通行規制(47車通行)	CASE-9の上流側も追加ケーブル通行規制(47車通行)	
検査箇所	10B-14a通行荷重(7車重)	10B-14a通行荷重(7車重)	大型車1台(17車)	10B-14a通行荷重(7車重)		
検査結果(下流)	● 危険範囲 ○ 無危険範囲	● 危険範囲 ○ 無危険範囲	● 危険範囲 ○ 無危険範囲	● 危険範囲 ○ 無危険範囲		
検査結果(上流)						
判定	安全率(100%未満) 危険	△	○	○	○	

【結果】規制を前提(大型車は通行禁止)としてセーフティケーブルを設置することで、一定の安全率を確保することができることを検証した。

3.9 現場施工

3.9.1 補修方法の概要



日本橋梁建設協会 保全委員会

3.9.2 ケーブル展開



パイロットロープ(9φ) メインロープ(30φ)



日本橋梁建設協会 保全委員会

3.9.3 補修後の概要写真



25

3.9.4 補修後の各部詳細



現場施工日数(6/14～6/25)
実働11日間で完成

日本橋梁建設協会 保全委員会

26

3.10 モニタリングによる監視

①ひずみゲージ
(2軸)ソケット
定着部



④警報機 (パトライト)



②ひずみゲージ
(2軸)吊索部



⑤ウェブカメラ



③ひずみゲージ
(2軸)セーフ
ティケーブル部



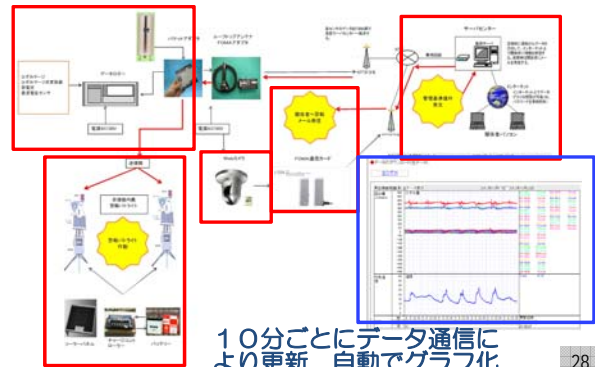
⑥LED照明 (セン
サーライト付き)



ケーブル部を中心にモニタリング→異常値検出
時は自動で携帯にメールで通報

27

3.10.1 モニタリングシステム



10分ごとにデータ通信により更新
自動でグラフ化

28

3.10.2 ウェブカメラ



- ・10分ごとにデータ通信により更新
- ・遠隔操作により、パソコン上でズーム・方向操作可能

日本橋梁建設協会 保全委員会

29

維持管理に必要なこと(その1)

- ・メンテナンスが容易にできる管理体制の構築
→道路橋示方書(H24) 維持管理を確実かつ容易に行えることができるよう、設計段階から配慮すること。

(原田橋の事例)



落石防止網の
点検孔の設置



ラッピングを撤
去し、グリース
材を塗布



日本橋梁建設協会 保全委員会

30

4. 第1弁天橋の損傷撤去事例

4.1 第1弁天橋の概要

橋名: 第1弁天橋

施工: 1965年(48年経過)

場所: 浜松市天竜区水窪町奥領家

形式: つり橋(歩行者専用道)

橋長: 約32m

事故: 平成25年2月10日

吊橋が傾き3名の負傷者が出た
 対応: 協会加盟会社が2月13日(水)~16日(土)の4日
 間で撤去工事を施工。

原因: アンカー部のバックルが腐食し、破断。
 老朽化が原因と推定される。



日本橋梁建設協会 保全委員会

31



下流→上流



右岸下流側より撮影



日本橋梁建設協会 保全委員会

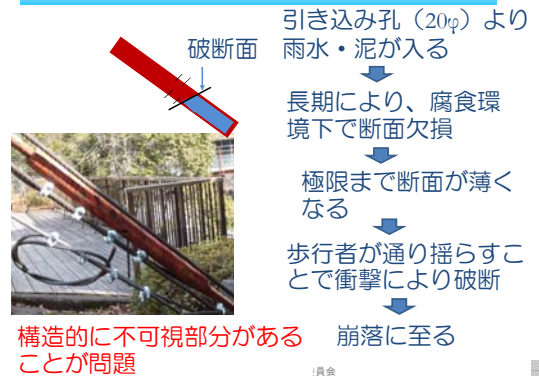
32



日本橋梁建設協会 保全委員会

33

破断に至る経緯(推定)



協会

34



日本橋梁建設協会 保全委員会

35

事故による水平展開(応急対策)

補助ワイヤーの設置



充管構造の孔明作業



孔明後 排水効果を確認

36

維持管理に必要なこと(その2)

◆メンテナンスの容易な形式、水じまい対策を実施

・ケーブル形式(吊橋)

ケーブル腐食＝構造として致命的となる
水じまいの対策を実施しておくこと

・一般の橋梁形式

劣化しやすい桁端部の構造ディテール

取り替えしやすい伸縮装置構造

桁端部の塗装

検査路の設置 など

原田橋ではケーブル端部がいつも湿気状態



日本橋梁建設協会 保全委員会

37

5. 鋼橋の老朽化と更新時期について

5.1 原田橋、第1弁天橋の劣化要因の背景

①耐用年数

・天竜川水系は完成後50年を超える、吊橋などの特殊橋梁が多い。

→50年は、橋梁の劣化が加速する時期である

②点検が難しい部位の存在

・落石防止網があり近接目視で点検が困難。(原田橋)
・特殊なターンバックル構造で点検の盲点。(第1弁天橋)

→専門性が高い点検が必要

③橋梁のデータベース化と長寿命化計画の未整備

・12市町村の合併により、点検対象の橋梁数が大幅に増大した。

→多くの橋で今後、具体的な補修工事が必要

日本橋梁建設協会 保全委員会

38

5.2 鋼橋の寿命はあるか？

架設後 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

①財務省の橋梁資産価値(40年)

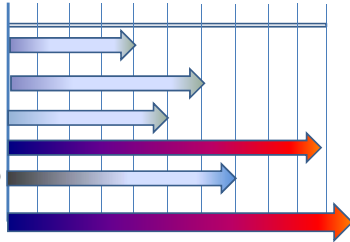
②総務省方式の橋梁耐用年数(60年) ※1

③旧道路橋示方書-目標(50年)

④H24道路橋示方書-目標(100年)

⑤機能低下による架替え時期(70年) ※2

⑥鋼橋の目標寿命(200年以上)



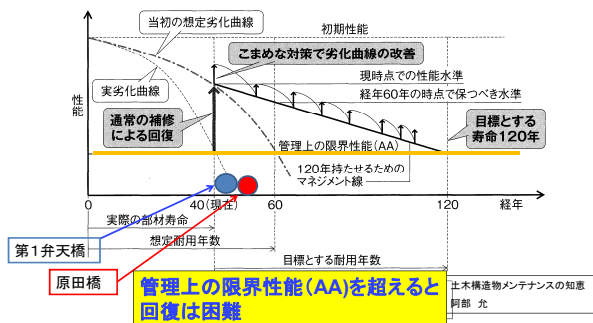
※1 総務省方式と呼ばれる公会計より、橋梁の耐用年数は一律60年で減価償却されている。

※2 国土交通省資料-機能低下による架け替えの橋梁の多い年数

日本橋梁建設協会 保全委員会

39

5.3 こまめな対策で劣化曲線を改善



40

5.4 更新費用と便益の試算(原田橋の例)

長期的な視点で見た場合早期に新橋に架け替えたほうが、**便益レベルは高くなり**、吊橋を補修し続けるより、新橋の方が、維持管理コストが低減でき、**長期的には経済的**となる。

	セーフティケーブル+橋の架け替え	仮橋設置+本格的な補修
迂回路による経済的な損出	- (○)	90日(5億円) (△)
便益レベル	新橋施工後に高くなる (○)	補修しても不安(△)
投資額	10億2千万円(補修+架け替え) (○)	9億円(補修)+(架け替え費) (△)
安心度	2年は低いが3年後には安心(◎)	新橋建設の30年間は不安(△)
総合判定	◎	△

(注意) 費用は目安費用であり、実際の費用とは異なります

・30年後に架け替えることを想定した比較です。

損傷度合いが大きいと、補修費も増大する！

日本橋梁建設協会 保全委員会

41

6. おわりに(日本版 Fix It First)

①道路ネットワーク維持管理の必要性

・生活に欠かせない道路ネットワークは生活の生命線であり特に重要である。

・定期点検を行い、**こまめな補修・補強**を実施しネットワークの確保が特に重要である。

②鋼橋の更新時期について

・一般に60年といわれる鋼橋の耐用年数も、**適切な維持管理を行えば、長く使用することは可能**である。

・維持管理を適切に行わない場合は、60年に満たない場合もある。

・予防保全により、こまめな点検、補修・補強を行い、**LCCを低減することが重要**

補修を先送りし致命的な損傷の場合、橋の架替えとなる

→ **Fix It First(まず修繕を)**

日本橋梁建設協会 保全委員会

42

終 わ り

ご清聴ありがとうございました。

保 全 委 員 会
保全第一部会・保全第二部会

 一般社団法人 **日本橋梁建設協会**
Japan Bridge Association

日本橋梁建設協会 保全委員会