平成24-25年度

市町村等における維持管理の現状と 対応に関する調査研究委員会

報告書

平成26年7月



🔐 公益社団法人 土木学会関西支部

ごあいさつ

近年,道路橋梁構造物をはじめとする社会基盤構造物群の適切な供用のためのマネジメント手法の必要性が高まっています。適切な供用とは、限られえた人材や予算の中で、地球環境に対する負荷を最小にしつつ、ユーザーコストの最小化・便益の最大化をめざし、また社会・文化や歴史に適合した供用と考えられます。しかしながら、社会基盤構造物群の大半を管理する市町村等の中小規模の自治体では、適切かつ簡便な維持管理手法を模索している現状があります。これに対し、国の主導のもと計画的な維持管理が実施に移されつつあり、「メンテナンス政策元年」と位置付けられています。

このような背景のもと、公益社団法人 土木学会関西支部では、2012年度(平成24年度)から2013年度(平成25年度)にかけて、支部活動の一環として、「市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会」(委員長:服部篤史 京都大学大学院工学研究科 准教授)を設立し、実務者、研究者等の様々な関係者にご参加頂き、市町村等における更なる維持管理の推進のための実態調査と課題に対する対応に関する調査研究活動を行って参りました。

本調査研究委員会では、市町村等の中小規模自治体におけるより適切なマネジメント手法のあり 方を提示することを目的とし、市町村等における社会基盤構造物群のマネジメントの現状とニーズ を把握したうえで、多様な構造物群のメンテナンスの手法(より高度な調査・診断技術や対策技術 等)およびマネジメントの手法(ライフサイクルコストの算定、維持管理戦略の選定、年度コスト の平準化、維持管理計画の更新等)に関する研究を行ってきました。

本報告書および講習会では、その成果を取りまとめ報告いたします。本報告書および講習会が、 すべての社会基盤構造物の管理者や技術者に有益なものとなれば幸いです。最後に、本調査研究に 携わった委員各位のご多用の中での献身的なご努力に対して深甚なる感謝の意を表します。

2014年7月24日

公益社団法人 土木学会関西支部 支部長 森 昌文 (国土交通省 近畿地方整備局長)

市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会 報告 書目 次

1.	. はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1- 1
2.	市町村等における維持管理の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2- 1
	2.1 課題と対応例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2- 1
	2.2 鉄道におけるインハウス土木構造物維持管理の歴史 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2- 13
	2.3 橋梁点検の損傷評価例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2- 20
3.	市町村等における維持管理計画の課題検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3- 1
	3.1 道路橋の劣化進行に伴う維持管理計画の修正がLCC・健全度に与える影響 ······	3- 1
	3.2 維持管理の放棄や施設の除却等を考慮した対応に関する調査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3- 8
	3.3 予算がない中で社会資本整備を廃止する優先順位付けの考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3- 16
4.	市町村等の維持管理に適応可能な工法・技術 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 1
	4.1 維持管理技術の現状と適用事例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 1
	4.1.1 鉄道構造物の事例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 1
	4.1.2 のり面構造物の事例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 20
	4.1.3 腐食鋼部材に対する当て板接着工法	4- 30
	4.2 新しい維持管理技術と新たな取り組み ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 38
	4.2.1 今後利用拡大が期待される点検技術 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 38
	4.2.2 小規模橋梁の架け替えのための新技術	
	~特殊圧延テーパー鋼を用いた短スパン鋼 I 桁橋の高性能化~ ·······	4- 45
	4. 2. 3 インフラの維持管理と中小企業の活用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4- 57
5.	新設構造物の設計と維持管理の連係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5- 1
	5.1 道路橋の維持管理を考慮した設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5- 1
	5.2 港湾施設の維持管理を考慮した設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5- 16
6.	おわりに	6- 1
7	************************************	7_ 1

1. はじめに

1.1 本報告書の背景, 概要および構成

道路橋梁構造物をはじめとする社会基盤構造物群の適切な供用のためのマネジメントの実施を目的として,道路橋については2007年度(平成19年度)から国が主導し地方での橋梁長寿命化修繕計画の策定が進められてきた。国土交通省の集計(2013年(平成25年)4月)によると,橋梁長寿命化修繕計画の策定状況は,都道府県ではほぼ完済,市区町村で約80%と,かなりの進捗が得られている。一方,実際の維持管理は計画に基づき2014年度(平成26年度)から実施するケースが多く,修繕の実施状況は,都道府県で26%,市区町村で5%にとどまっている。現時点が「メンテナンス政策元年」と言われる所以である。

このように、計画に基づく維持管理実施のフェーズに至った現在であるが、さらなる課題も表面 化してきている. たとえば、社会基盤構造物群の大半を管理する市町村等の中小規模の自治体では、 少数名の必ずしも専門技術者ではない職員があらゆる施設を管理しており、適切かつ簡便な維持管 理手法を模索しているのが現状である.

本調査研究委員会では、市町村等の中小規模自治体における適切なマネジメント手法のあり方を 提示することを目的とし、市町村等における社会基盤構造物群のマネジメントの現状とニーズを把 握したうえで、多様な構造物群のメンテナンス(より高度な調査・診断技術や対策技術等)および マネジメントの手法(ライフサイクルコストの算定、維持管理戦略の選定、年度コストの平準化等) に関する研究を行ってきた。その成果として、本報告書は以下に示す各章で構成するものとした。

2章 市町村等における維持管理の現状

市町村等における維持管理の現状・課題とその対応を調査した結果を紹介する.

- 3章 市町村等における維持管理計画の課題検討
 - 今後の維持管理計画のさらなる改善に向けた検討の結果を紹介する.
- 4章 市長村等の維持管理に適応可能な工法・技術

基本とされる近接目視に資する点検技術の現状や、いくつかの最新の対策手法を 紹介する.

5章 新設構造物の設計と維持管理の連係

維持管理フェーズから得た知見が今後の新設構造物の設計にどのように生かされようとしているか、生かすべきかを調査した結果を紹介する.

本調査研究委員会は、コンサルティング業務、調査・診断業務等、維持管理業務等を行う民間会社や大学の研究者等から構成し、あわせて外来講師を招くとともに、歴史的な橋梁構造物等を見学することで幅広く情報交換・収集を行うものとした。本調査研究委員会の設置期間中には、安倍政権が経済政策「アベノミクス」を提唱し、その「3本の矢」の一つに公共事業の拡充が含まれた。その公共事業には、2011年(平成23年)3月11日に発生した東日本大震災の被災地の復興事業や、2012年(平成24年)12月2日の中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を受けたトンネルや橋など社会基盤構造物の維持管理が含まれる。これらは我々の業界が最も力を発揮すべき分野であるが、リソースは必ずしも十分でなく、多用の中でこの成果が取りまとめられた。この報告書が、すべての社会基盤構造物の管理者や技術者に有益なものとなれば幸いである。

1.2 本調査研究委員会の概要

本委員会の設置期間は 2012 年度~2013 年度とし、計 10 回の委員会と 2 回のワーキングを実施した。 また、講習会準備のため 2014 年度に 3 回の追加委員会を開催した。

本委員会の委員構成を表 1.1 に、各年度に開催した委員会の日時、場所および概要を表 1.2 に示す、また、本報告書の執筆者一覧を表 1.3 に示す、

表1.1 市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会 委員名簿

	氏 名	所 属	備考
委員長	服部 篤史	京都大学 大学院工学研究科都市社会工学専攻	
	坂野 昌弘	関西大学 環境都市工学部都市システム工学科	
	石川 敏之	京都大学 大学院工学研究科都市社会工学専攻	
	平野 裕一	京都大学 大学院工学研究科社会基盤工学専攻	2014年 1月より参加
	内藤 翔	京都大学 大学院工学研究科都市社会工学専攻(大学院生)	2013年10月より参加
	生駒 昇	ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 技術部技術開発室	
	一願 稔	(株)国土開発センター 業務推進事業部	2013年10月 退会
	鎌谷 太郎	東洋技研コンサルタント(株) 技術第2部	
	木村 公人	(株)国土開発センター 設計事業部設計1部	2013年 4月より参加
	久後 雅治	協和設計(株) 設計本部	2013年12月 退会
会計担当幹事	高上 真一	復建調査設計(株) 保全構造部構造技術課	
	高橋 宏和	日本工営(株) 大阪支店技術第1部交通運輸グループ(橋梁)	
	立花 規弘	応用地質(株) 四国支社ジオテクニカルセンター	
	中岡 敬典	ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 構造物調査・診断部	
	中西 卓也	(株)ニュージェック 港湾・海岸グループ港湾・空港チーム	
	秦 康博	(株)国土開発センター 設計1部	2012年10月 退会
連絡担当幹事	平川 淳	(株)綜合技術コンサルタント 構造2部構造設計課	
	藤井 友行	復建調査設計(株) 保全構造部	
	本田 博幸	大日本コンサルタント(株) 技術部	
行事担当幹事	村井 茂樹	協和設計(株) 神戸支店設計部構造G	
	保田 敬一	(株)ニュージェック 道路グループ (2013年8月より, NEXCO 中日本 四日市工事事務所へ出向)	
	山岡 大輔	(株)長大 西日本構造事業部構造技術2部	

(所属は2014年07月現在)

表 1.2 市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会 開催記録一覧

年度	回数	日時	場 (※)	概 要
	第1回	2012/04/13 (金)	1	1. 設立趣旨等(服部) 2. 活動計画・予算案等(平川) 3. 話題提供 ・土木遺産橋梁の補修について(藤井) 4. 研究テーマ議論
	第2回	2012/06/15 (金)	1	1. 外部講演 ・カタマ舗装について(新日本製鐵 柏原様, 篠崎様) 2. 話題提供 ・LCC算定・コスト平準化における課題(鎌谷) 3. 新メンバー紹介, 今後の予定等
Н24	第3回	2012/08/30 (木)	1	1. 話題提供 ・前共同研究G報告書まとめ(平川) ・道路橋梁群の維持管理コスト平準化と健全性向上を目的とした GAの適用(服部) 2. 見学会日程等(村井) 3. 外部講演 ・炭素繊維を利用した鋼・コンクリート構造物の補修・補強技術 (新日鉄マテリアルズ 小林様)
	第4回	2012/10/30 (火)	1	1. 外部講演 ・大阪府の橋梁維持管理(大阪府道路環境課 楠村様) 2. 話題提供 ・第3回の続き(服部) 3. 見学会日程等
	第5回 (見学会)	2012/11/19 (月) ~20 (火)	岐阜県 福井県 石川県	見学地 ・箱ケ瀬橋,第一九頭竜川橋梁,三国港エッセル堤,北陸新幹線二日市橋梁 浅野川大橋他,松任連絡横断橋,中角橋,えちぜん鉄道九頭竜川橋梁
	第6回	2013/05/15 (木)	2	1. 新メンバー紹介 2. 前年度会計報告, 今年度活動計画・予算案等 (平川) 3. 話題提供 ・バルブリブ鋼床版横リブスリット下部の疲労き裂発生進展挙動 (山岡) ・地方自治体の維持管理取組状況の現状, 鋼橋の維持管理に関して (坂野)
	第7回	2013/07/22 (木)	1)	1. 話題提供 ・市町村橋梁における維持管理の現状について(高橋) 2. 外部講演 ・市町村橋梁の維持管理に関して,ほか(維持管理工房 古市様)
Н25	第8回	2013/09/27(金)	1	1. 建設技術展パネルについて (平川) 2. 見学会日程等 3. 話題提供 ・断面欠損部材の当て板補修に関する検討 (石川) 4. 研究報告内容について ・社会資本整備審議会中間答申について (藤井) ・ワーキンググループ設置について
	ワーキング	2013/10/8 (火)	1	研究報告内容について ・目次案,作業内容等
	ワーキング	2013/11/14 (木)	3	研究報告内容について ・目次案、作業内容等
	第9回 (見学会)	2013/11/25 (月) ~26 (火)	岡山県 鳥取県 兵庫県	見学地 ・旦土大橋, 旦土小橋, 湯橋, 日野橋, 河原橋, 千代川橋梁 餘部橋梁
	第10回	2014/01/09 (木)	4	1. 外部講演 ・大阪府池田土木事務所の維持管理に関して (大阪府池田土木事務所維持管理課 林様,他) 2. 講習会日程について (平川) 3. 研究報告内容について ・インフラ長寿命化基本計画について (藤井) ・目次案、作業内容等
	第11回 講習会準備-1	2014/04/11 (金)	(5)	 講習会に関する連絡事項(平川) 研究報告内容について 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言について(山岡) 目次案,作業内容等
H26	第12回 講習会準備-2	2014/05/14 (水)	1)	1. 講習会に関する連絡事項 (平川) 2. 研究報告内容について ・各章原稿摺り合わせ, 内容調整·議論
	第13回 講習会準備-3	2014/06/19 (木)	4	1. 講習会に関する連絡事項 (平川) 2. 研究報告内容について ・社会資本の老朽化対策に関する動向 (藤井) ・各章原稿摺り合わせ,内容調整・議論

- (※)①(株)綜合技術コンサルタント:大阪市東淀川区②東洋技研コンサルタント(株):大阪市淀川区③日本工営(株):大阪市北区④ジェイアール西日本コンサルタンツ(株):大阪市淀川区⑤(株)長大:大阪市西区

表 1.3 市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会報告書 執筆者一覧

報告書項目	執筆者(所属)			
1. はじめに	服部 篤史(京都大学)			
2. 市町村等における維持管理の現状	生駒昇(ジェイアール西日本コンサルタンツ)			
2.1 課題と対応例	本田 博幸 (大日本コンサルタント) 藤井 友行 (復建調査設計)			
2.2 鉄道におけるインハウス土木構造物維持管理の歴史	村井 茂樹 (協和設計) 保田 敬一 (ニュージェック)			
2.3 橋梁点検の損傷評価例	山岡 大輔 (長大)			
3. 市町村等における維持管理計画の課題検討				
3.1 道路橋の劣化進行に伴う維持管理計画の修正がLCC・健全度に与える影響	木村 公人(国土開発センター) 内藤 翔 (京都大学)			
3.2 維持管理の放棄や施設の除却等を考慮した対応に関する調査	平川 淳 (綜合技術コンサルタント) 平野 裕一(京都大学)			
3.3 予算がない中で社会資本整備を廃止する優先順位付けの考え方	1 - 3 TH (23 CHP) (3 /			
4. 市町村等の維持管理に適応可能な工法・技術				
4.1 維持管理技術の現状と適用事例				
4.1.1 鉄道構造物の事例				
4.1.2 のり面構造物の事例	】 石川 敏之(京都大学) 】鎌谷 太郎(東洋技研)			
4.1.3 腐食鋼部材に対する当て板接着工法	坂野 昌弘(関西大学) 高橋 宏和(日本工営)			
4.2 新しい維持管理技術と新たな取り組み	立花 規弘 (応用地質)			
4.2.1 今後利用拡大が期待される点検技術	中岡 敬典(ジェイアール西日本コンサルタンツ)			
4.2.2 小規模橋梁の架け替えのための新技術				
~特殊圧延テーパー鋼を用いた短スパン鋼 I 桁橋の高性能化~				
4.2.3 インフラの維持管理と中小企業の活用				
5. 新設構造物の設計と維持管理の連係				
5.1 道路橋の維持管理を考慮した設計	高上 真一(復建調査設計) 中西 卓也(ニュージェック)			
5.2 港湾施設の維持管理を考慮した設計				
6. おわりに	坂野 昌弘 (関西大学)			
7. 巻末資料 維持管理の放棄や施設の除却等に関する文献・記事等				

2. 市町村等における維持管理の現状

2.1 課題と対応例

2.1.1 はじめに

市町村をはじめとした地方公共団体は、橋梁やトンネル等の道路構造物を数多く管理しており、 その数は2m以上の橋梁で約66万橋(全体の約94%)、トンネルで約7,500本(全体の約72%)に上る¹⁾. この膨大な道路構造物の老朽化に対して、どのように対処していくかが大きな課題となっている.

平成19年度に道路橋を対象とした長寿命化修繕計画策定事業が始まり、修繕計画作成に向けて多くの地方公共団体で一斉に管理橋梁の点検が行われるようになった。その後、各地方公共団体の実情に応じた計画の策定が進み、平成25年4月時点で、15m以上の橋梁を対象とした長寿命化修繕計画策定率は、地方公共団体全体で約87%となっている²⁾. 修繕計画に基づいた修繕の実施率はまだ全体の約15%であり、これから多くの修繕がなされるところである.

しかし、市町村では、管理する道路構造物の数に対して予算や人材が伴っていないのが現状で、 国土交通省の調べでは、維持管理・更新業務を担当する職員数が5人以下しかいないところが多い¹⁾.

このように点検や修繕等の維持管理が困難な状況である中,道路構造物の老朽化が顕著になってきており,平成24年12月に発生した中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故のように大事故につながる問題も生じ始めている。そのため,国土交通省より老朽化の問題に対処すべく平成26年3月に道路の維持修繕に関して,「道路法施行規則の一部を改正する省令」および「トンネル等の健全性の診断結果の分類」が公布され,平成26年7月から施行されることなった³⁾。その具体的な内容は,以下のとおり示されている。

【具体的な内容】

- ① 橋梁 (約70万橋)・トンネル (約1万本)等は、国が定める統一的な基準により、5年に1回の 頻度で、近接目視により点検を行うことを基本とすること
- ② 点検,診断の結果等について,記録・保存すること
- ③ 統一的な尺度で健全性の診断結果を分類すること

上記①の近接点検は、道路法施行規則(昭和27年建設省令第25号)で、点検を行うために必要な知識及び技能を有する者が行うこととされ、点検者にはある一定のレベルが要求されている.

③の健全性の診断については,**表 2.1.1**に示す区分 $I \sim IV$ に診断結果を分類することとされた.また,道路橋定期点検要領 $^{4)}$ では,部材単位の診断と道路橋毎の診断が考えられている.道路橋毎の診断は,部材単位の診断結果を踏まえて道路橋単位で判断し,道路橋全体の状況把握を目的とされている.

この省令および告示のとおりに5年に1回の近接点検や統一的な健全性の診断を実施していくためには、より多くの費用や人材が必要となることが予想される。国土交通省が省令等に関して実施したパブリックコメント⁵⁾では、実情に応じて点検頻度や近接目視について緩和を求めている意見も寄せられているが、国土交通省としては原案を原則守る必要があるとしている。

一方,人口減少や高齢化に伴い,道路構造物の必要性(需要)も変化する状況であるため,今後の維持管理の中で,従来とは異なる新たな課題も生じる可能性もあり,今後の維持管理のあり方が再考される時期を迎えている.

表 2.1.1 トンネル等の健全性の診断結果の判定区分 3)

区分		状態			
I 健全		構造物の機能に支障が生じていない状態			
П	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全			
		の観点から措置を講ずることが望ましい状態			
Ш	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期			
		に措置を講ずべき状態			
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可			
		能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態			

以上のように道路構造物の維持管理方法の改善が要求されている中ではあるが、平成19年度から 橋梁の長寿命化修繕計画策定事業費補助制度が設けられ、今日に至るまでに、点検や長寿命化修繕 計画策定において、地方公共団体では人手、予算、技術力不足についての課題に直面しており、各々 の体制や財政状況等にあった対応を模索し、実施している.

そこで、本節では今後の維持管理への一つの参考として、本委員会の委員の実務における情報を もとに、地方公共団体がこれまで道路構造物の維持管理に取り組んできた上での課題およびその対 応事例をいくつか紹介する。また、維持管理が進んできている中で見えてきた課題等も紹介する。

2.1.2 維持管理における課題と対応例

地方公共団体は国土交通省とは体制や予算が異なるため、**図 2.1.1**に示す構造物の維持管理上での基本事項である点検、計画、対策を実施するにあたり、以前から人手、予算および技術力の不足といった3つの大きな課題があった。それらに対して、各地方公共団体でこれまでに対応されてきた一例を点検、計画、対策に分けて紹介する。

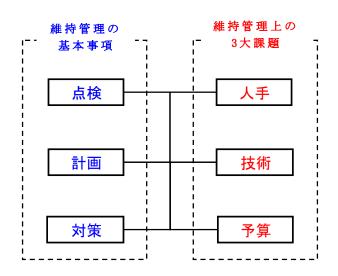


図 2.1.1 維持管理の基本事項と3大課題

(1) 橋梁点検

a) これまでの課題と対応例

表 2.1.2 に点検を実施する上での当初の課題と対応例を示す. 橋梁の維持管理の第一歩として, 点検が開始されたが, 地方公共団体においては, 人手, 予算, 技術力の不足が課題として重くのしかかった. そこで, 各々の実情に応じた対応がなされてきた. 橋梁設計を専門としていない地元測量業者への依頼, 点検の簡易化および地方公共団体の職員による点検(インハウス点検) などがそうである.

表 2.1.3 に地方公共団体独自の取組みにおける課題と対応例を示す. 地元測量業者やインハウス 点検を実施していく上で, 点検実施者の技術力不足が課題となった. これに対して, 定期的な点検 講習会の開催や参考資料の改善による点検技術の向上に取り組まれている. また, インハウス点検 では, 職員の異動が多いことにより, 未経験者のみで点検を行うことがあったが, 経験者を含めた 点検班を構成することにしている. 今後は, 5 年に 1 回の近接目視点検や統一的な健全性の診断が 基本となり, インハウスのみで点検を実施していくことは難しいと予想されるため, インハウスで対応できる範囲とそうでない範囲を再設定する必要があると考えられる.

表 2.1.2 点検を実施しいく上での当初の課題と対応例

	課題	対応例
1	点検の担い手不足・橋梁を専門とする業者(コンサルタントなど)が足りない.	・橋梁設計を専門としていない地元測量業者に依頼・点検を簡易化
2	点検予算の不足 ・管理橋梁数に対して点検する予算が足りない.近接して点検することが難しい.	(例) 1)簡易的なスクリーニング点検と詳細な 2 次点検に分けて実施 2)桁端部は近接目視,近接が著しく困難な部位は遠望目視 3)労力と手間の低減のために,記録方法を工夫(内業の簡易化) ・インハウスで点検を実施

表 2.1.3 地方公共団体独自の取組みにおける課題と対応例

	課題	対応例
1	点検実施者(地元測量業者,インハウスエンジニア)の技術力不足 ・ 点検実施者の橋梁や損傷について知識が十分でない.	・橋梁を設計しているコンサル等による定期的な点検講習会を開催・点検講習会を受講した業者のみが、点検業務を受注できるように制度化・言葉のみでは理解しにくい損傷程度を、損傷写真と評価事例で説明した資料を作成
2	インハウスの職員の異動 ・インハウスの場合は、職員に異動が多く、 未経験者が点検を実施することがある.	・経験者を含めた点検班を構成し、未経験者 のみで実施しないように配慮

b) 点検が進んできた中で見えてきた課題

表 2.1.4 に点検が進んできた中で見えてきた課題と対応例を示す.管理橋梁が多いため,国土交通省レベルの定期点検を実施することが難しい場合に,全橋梁の状態を大まかに把握することを目的として,地元測量業者でも対応できるように簡易化した点検を実施してきた.しかし,簡易化することで点検精度が低下する恐れがあるといったリスクを抱えることになった.遠望目視により,損傷を見逃す恐れなどもある.また,早いところでは2巡目の点検を実施している地方公共団体もあるが,これまでも問題になっている点検実施者の技術力不足や点検の簡易化などが原因で,1巡目と2巡目で点検結果に大きな差異が生じることや,過去に確認されていた損傷を見逃す等の課題が生じている.対応として,1巡目の点検結果を現地に持参するようにしている事例があるが,1巡目の結果にとらわれ,新しい損傷を見逃すといった問題も生じている.このような点検精度に関しては、今後も残る課題であり、念頭に置いて対応していかなければならない.

課題対応例① 簡易化による点検精度の低下・遠望目視により、評価がばらつく、損傷を見逃すなど、点検精度が低下する.・点検評価結果の誤差、誤りを無くすために審査 (チェック)を実施・1 巡目点検と 2 巡目点検で大きく結果が異なる. 過去に確認されていた損傷を見逃す。

表 2.1.4 点検が進んできた中で見えてきた課題と対応例

c) その他

表 2.1.5 に関係機関との調整に関する課題と対応例を示す. 跨線橋や高架橋を点検する際には、関係機関と調整を行った上で点検を実施する必要がある. 跨線橋の場合, 鉄道事業者の用地内に入る必要があり, 点検のための保安体制の構築等といった面から手続き等に手間と時間がかかる. 事業者間のシームレス化が進み, 点検等が容易に行える体制になることが望まれる. また, 高架橋下の利用状況によっては、物理的に部材の目視ができない場合もあり課題となっている.

	課題	対応例					
1	跨線橋点検のための調整 ・跨線橋の点検などでは、保安体制の構築、 手続きに手間と時間がかかる.	鉄道事業者と協議の上で,必要な保安体制の下に点検を実施鉄道保安手続き等が困難な場合は,鉄道事業者と協定し,鉄道事業者に点検を委託					
2	高架橋下の利用状況により点検が困難 ・高架下が店等に利用されている高架橋では、点検に立入ることや、立入っても支障物があり、目視自体が困難である.	・利用者と協議を行い、高架下に立入って目視 視 ・物理的に目視が困難な箇所に対しては、目 視可能な周辺部分の点検結果より劣化状態を推定(本来は対象部位を近接目視すべき)					

表 2.1.5 関係機関との調整に関する課題と対応例

(2) 長寿命化修繕計画の策定・更新

表 2.1.6 に長寿命化修繕計画の策定に関する課題と対応例を示す. 平成 19 年度の長寿命化修繕計画策定事業費補助制度が始まって以来,多くの地方公共団体において,点検結果をもとにした長寿命化修繕計画の策定が進めらてきた. 特に,市町村では,策定のための人材不足や,計画上の維持管理予算が限られているといった課題が生じているが,県などによる支援もあり計画策定が進んでいる.

策定後は、より効果的かつ効率的な維持管理のために、2 巡目の点検結果の反映や点検対象範囲 の拡大等による長寿命化修繕計画の更新が必要となる.

表 2.1.7 に長寿命化修繕計画の更新に関する課題と対応例を示す. 計画の更新に関する明確な基準等がなく, 更新時期の設定や計画策定方法の見直しをどのように行うかが今後の課題となる. 技術的要素である劣化予測や LCC 算定方法の見直しについては, 検討が行われているケースがある. 試算でよいので, それら技術的要素を見直すには, 判断基準を示すと参考になると考えられる.

橋梁の長寿命化修繕計画は、青森県⁶⁾、長野県⁷⁾、岐阜県⁸⁾、鹿児島県⁹⁾ など、既に更新している地方公共団体も増えつつある。鹿児島県では、平成 20 年に策定して 5 年経過したことから、点検結果をもとに計画が見直され、併せて定期点検方法も従来の遠望目視から近接目視に見直されている⁹⁾.

課題 対応例 道路、橋梁の専門技術者の不足 ・県や外郭団体による計画策定の代行 (1) ・市町村では長寿命化修繕計画を策定す ・県が開発した計画策定ツールを市町村 る技術者が不足している. に貸与 2 当面の維持管理予算の不足 ・橋梁の重要度に応じて管理水準を区分 ・悪い橋が多いが、維持管理のための十 ・ 止むを得ず、確保できる維持管理予算に 分な予算がない. 見合った管理水準に設定 ・インフラ予算と社会保障予算等のバラ ・維持管理予算の必要性を PR ンスがあり,維持管理のためだけに予 (上申, 広報資料配布, HP上に掲載等) 算を確保できない. 今後の維持管理予算の確保 (3) 長寿命化修繕計画で設定した予算が将来 計画更新時に必要予算を検討 的に確保されている保証がない.

表 2.1.6 長寿命化修繕計画の策定に関する課題と対応例

表 2.1.7 長寿命化修繕計画の更新に関する課題と対応例

	課題	対応例
①	計画更新時期の設定	・定期点検の周期にあわせた事例が多い
	・計画更新の基準がないため、更新時期	・段階的に対象範囲を拡大している場合
	は各地方公共団体の裁量となる.	は、拡大に伴って更新
2	計画策定方法の見直し	・1巡目点検と2巡目点検の結果を比較し,
	・劣化予測やLCC算定方法をどのような	劣化予測の見直しについて検討
	方法で見直すべきかわからない.	・計画していた補修工事費と実際の工事
		費を比較

(3) 補修補強対策

表 2.1.8 に補修補強対策での課題と対応例を示す.多くの市町村では、これから長寿命化修繕計画に基づいて補修補強などの対策を実施することとなるが、補修補強に関する経験や知識が少なく、対策の実施が難しい状況である.また、限られた予算の範囲でしか対策を実施できないため、一つの構造物内でも全ての劣化損傷に対して対策できないことがある.その他、一斉に点検を始めた結果、専門業者が補修補強対策の設計や工事を実施できない状況であるため、点検と同様に地元業者で対応する場合があり、損傷程度や損傷原因を把握していないことがある.市町村等の管理者の経験不足や技術力不足に関しては、国土交通省や県による支援が進められているところである.担い手の技術力不足に関しては、発注段階で資格要件を設定することや、設計や工事を行う前に点検結果をもとに詳細調査を実施するように促している.

表 2.1.8 補修補強対策での課題と対応例

	課題	対応例
1	補修補強設計および工事の経験が少ない・市町村では、補修設計や工事に関する経験および知識が少ない。・補修補強対策の優先順位の判断が難しい。・高い技術力が要求される特殊橋の補修補	・県が講習会により技術指導・県が市町村の補修補強工事の発注・積算を代行(試行中)・技術力が要求される特殊橋は,国土交通省が支援している例もある
2	強は難しい. 限られた予算内での工事 ・ 予算の制約上,分割発注が必要な場合がある.	・仮設費を合理的に低減できるように分割範囲を検討
3	設計および工事の担い手の技術力不足 ・地方公共団体が一斉に点検を始めた結果、専門業者が設計や工事をできず、専門でない業者が損傷程度や損傷原因を把握せずに設計や工事を実施している.	・発注段階で資格要件を設定 ・点検結果をもとに再度詳細調査を実施

2.1.3 おわりに

表 2.1.9~表 2.1.11にはこれまでの社会資本の維持管理に関する国土交通省等の主な動向を示す。国土交通省は、平成19年度に一斉に高齢化していく橋梁の予防保全の推進に向けた長寿命化修繕計画策定補助事業をはじめ、河川事業等その他の構造物に対しても維持管理に取り組んできた。その後、社会資本整備審議会等に対して、「今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について」を諮問し、更なる老朽化対策を検討し始めた矢先、平成24年12月2日に中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故が発生した。それを契機に、平成25年をメンテナンス政策元年と題して、緊急的にインフラの総点検の実施など、大きく動き始めた。そして、平成26年3月に道路構造物の点検・診断制度の大改革に至った。その他、平成25年11月にインフラ長寿命化基本計画10)が閣議決定され、メンテナンスサイクルの構築および各インフラの長寿命化計画が推進されようとしている。

また、国土交通省からは、平成26年4月に「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が公表された¹¹⁾.提言では、道路インフラの現状、老朽化対策の課題および今後の取組みについてとりまとめ、メンテナンスの方向性を示している。その中に、地方公共団体の体制支援として、メンテナンスのために予算、人手および技術力不足に対するサポートの実施を挙げており、群馬県¹²⁾、三重県¹³⁾を皮切りに高速道路、国道、県道、市町村道の全ての道路管理者からなるメンテナンス協議会等の設立が進んでいる。表 2.1.12に道路メンテナンス協議会等の設立状況を示す。協議会は、各道路管理者が相互に連携・協力を行うことにより、円滑な道路の維持管理の促進を図ることを目的とされ、技術支援や点検や補修補強等の維持管理業務の地域一括発注がこれまで以上に進められる。このように道路橋等の効率的な維持管理のために総力をあげた新たな体制支援もスタートしており、市町村をはじめとした地方公共団体は、協議会を有効に活用していくことが望まれ、道路構造物のメンテナンスが軌道に乗っていくことが期待される。

以上のように、大きな変化を迎える中、あくまでも一例ではあるが、本節で紹介したこれまでの維持管理における課題と対応例が、今後の土木構造物の維持管理において少しでも参考になれば幸いである.

表 2.1.9 社会資本の維持管理に関する国土交通省等の主な動向(その1)

年月日	内閣府・総務省	国土交通省	道路事業関連		①河川事業関連 ②海岸事業関連 ③下水道事業関連 ④港湾事業関連 ⑤空港事業関連 ⑥鉄道事業関連	備考
H14. 06. 14		◆国土交通省 「道路構造物の今後の管理・ 更新等のあり方に関する委員 会」を設置				
H15. 04. 23		◆道路構造物の今後の管理・更新等のあり方に関する委員会 「道路構造物の今後の管理・ 更新等のあり方に関する提言」 を公表				
H19. 04. 02			◆国道交通省道路局長 「長寿命化修繕計画策定事業 費補助制度要綱」を通知			
H19. 04. 25				1	◆国土交通省河川局長 「効果的・効率的な河川の維持管理の実施について」を通知 (旧23.5.11廃止) 「河川の維持管理にかかる計画の作成等について」を通知 (旧23.5.11廃止)	
H19. 05. 22			◆国道交通省道路局国道・防災 課長、地方道・環境課長 「長寿命化修繕計画策定事業 費補助制度の運用について」を 通知			
H19. 10. 24		◆国土交通省 「道路橋の予防保全に向けた 有識者会議」を設置				
H20. 04. 01				3	◆国土交通省都市・地域整備局 「下水道長寿命化支援制度実 施要綱の運用について」を通知	
H20. 05. 16		◆道路橋の予防保全に向けた有 識者会議 「道路橋の予防保全に向けた 提言」を公表				
H21. 01. 27			◆国道交通省道路局長 「長寿命化修繕計画策定事業 積動制度要綱について」を通 知 ※補助対象に計画策定のため に実施する点検に要する費用を 追加			
H22. 03. 26	◆「社会資本整備総合交付金交付要綱」制定(H22.4.1施行)		7			
H23. 05. 11				1	◆国土交通省河川局長 「効果的・効率的な河川維持 管理の推進について」を通知 「河川維持管理計画に基づく 河川維持管理の推進について」 を通知	
H24. 06			◆社会資本整備審議会道路分科 会 建議(中間とりまとめ)「道 が変わる、道を変える」を公表			
H24. 06. 21				1	◆国土交通大臣 社会資本整備審議会に対し、 「今後の河川管理のあり方につ いて」を諮問	
H24. 07. 25		◆国土交通大臣 社会資本整備審議会、交通政 策審議会に対し、「今後の社会 資本の維持管理・更新のあり方 について」を諮問				
H24. 07. 31		◆社会資本整備審議会、交通政 策審議会 技術部会に「社会資本メンテ ナンス戦略小委員会」を設置		1	◆社会資本整備審議会 河川分科会に「安全を持続的 に確保するための今後の河川管 理のあり方検討小委員会」を設 置	
H24. 08. 31	◆「第3次社会資本整備重点計画」を閣議決定 ※「社会資本の適格な維持管理・更新」を重点目標のひとつ に設定					
H24. 10. 14				4	◆国土交通省港湾局 「港湾施設の維持管理等に関 する検討会」を設置	
H24. 12. 02						●中央自動車道笹子トンネル天 井板落下事故

格な維持管 漂のひとつ							
			4	◆国土交通省港湾 「港湾施設の維 する検討会」を設	持管理等に関		
						●中央自動車道笹子トンネル天 井板落下事故	
	対策組織の設置 国土交通大臣による	諮問	法律・	制度の改定		各対策組織の公表資	料
		2-8					

表 2.1.10 社会資本の維持管理に関する国土交通省等の主な動向 (その2)

年月日	①河川事業関連 ②海岸事業関連 内閣府・総務省 国土交通省 道路事業関連 ③下水道事業関連 ①浩滋事業関連					備考
			220 7 71070		④港湾事業関連⑤空港事業関連⑥鉄道事業関連	
					◆国土交通省水管理・国土保全 局	
H24. 12. 17				3	「ストックマネジメント手法 を踏まえた下水道長寿命化計画 策定に関する検討委員会」を設 置	
H24. 12. 27				(5)	◆国土交通省航空局 「空港内の施設の維持管理等 に係る検討委員会」を設置	◆土木学会 「社会インフラ維持管理検討タ スクフォース」を設置
H25. 01. 21		◆国土交通省 「社会資本の老朽化対策会 議」を設置				
H25. 01. 23			◆社会資本整備審議会道路分科 会 「道路メンテナンス技術小委 員会」を設置			
H25. 01. 30		◆社会資本メンテナンス戦略小 委員会 緊急提言「本格的なメンテナ ンス時代に向けたインフラ政策 の総合的な充実 〜キッキオフ 「メンテナンス政策元年」〜」 を公表				
H25. 02. 05				1	◆安全を持続的に確保するため の今後の河川管理のあり方検討 小委員会 「安全を持続的に確保するた めの今後の河川管理のあり方に ついて」(中間とりまとめ)を 公表	
H25. 03. 18		◆社会資本整備審議会・交通政 策審議会 「今後の社会資本の維持管 理・更新のあり方について」 (中間とりまとめ)を公表				
H25. 03. 21		◆社会資本の老朽化対策会議 「社会資本の維持管理・更新 について当面講ずべき措置」を 公表				
H25. 03. 29				(5)	◆空港内の施設の維持管理等に 係る検討委員会 「空港内の施設の維持管理等 に関する緊急レビュー」を公表	◆土木学会社会インフラ維持管理検討タスクフォース 「社会インフラ維持管理・更新 の課題についての対処戦略 (案)」(活動中間報告)を公表
H25. 04. 03				1	◆安全を持続的に確保するため の今後の河川管理のあり方検討 小委員会 「安全を持続的に確保するた めの今後の河川管理のあり方に ついて」を答申	
H25. 04. 16				6	◆国土交通省鉄道局 「鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証会議」を設置	
H25. 04. 23				3	◆国土交通省水管理・国土保全 局 「下水道施設の老朽化対策に 関する検討委員会」を設置	
H25. 04. 30				2	◆国道交通省水管理・国土保全 局、港湾局、農林水産省農村振 興局、水産庁 「海岸保全施設の老朽化等に 関する点検結果について(速 報)」を公表	
H25. 05. 30		◆社会資本整備審議会・交通政 策審議会 「今後の社会資本の維持管 理・更新のあり方について」を 中間答申				
H25. 06. 05			◆道路メンテナンス技術小委員会 「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて」(中間とりまとめ)を公表			
H25. 06. 05			◆「道路法等の一部を改正する 法律」公布			
H25. 06. 27				3	◆下水道施設の老朽化対策に関 する検討委員会 「下水道管路施設の緊急的・ 重点的な点検・調査について」 (第1次提言)を公表	
H25. 07. 01						◆士木学会社会インフラ維持管理検討タスクフォース 「社会インフラ維持管理・更新 の重点課題に対する土木学会の 取組み戦略」を公表

		3	◆下水道施設の老朽化 する検討委員会 「下水道管路施設の 重点的な点検・調査に (第1次提言)を公表)緊急的・ こついて」		
				3	◆土木学会社会インフラ維持管理検討タスクフォース 「社会インフラ維持管理・更新 の重点課題に対する土木学会の 取組み戦略」を公表	
対策組織の設置 国土交通大臣に。	よる諮問	法律	津・制度の改定		各対策組織の公	表資料
	2-9					

表 2.1.11 社会資本の維持管理に関する国土交通省等の主な動向 (その3)

年月日	内閣府・総務省	国土交通省	道路事業関連		①河川事業関連 ②海岸事業関連 ③下水道事業関連 ④港湾事業関連 ⑤空港事業関連 ⑥鉄道事業関連	備考
H25. 07						◆建設コンサルタンツ協会 「社会資本維持管理対策推進本 部」を設置
H25. 08. 06				2	◆国道交通省水管理・国土保全 局、港湾局、農林水産省農村振 興局、水産庁 「海岸保全施設維持管理マ ニエアル改訂調査委員会」を設 置	
H25. 08. 07					June 1	◆土木学会 「社会インフラ維持管理・更新 の重点課題検討特別委員会」を 設置
H25. 08. 26			◆「道路法等の一部を改正する 法律の施行期日を定める政令」 公布 ◆「道路法等の一部を改正する 法律の施行に伴う関係政令の整 備に関する政令」公布			
H25. 09				3	◆下水道施設の老朽化対策に関 する検討委員会 「下水道施設の計画的かつ効 率的な老朽化対策を行うために 講ずべき施策について」(最終 提言)を公表	
				4	◆国土交通省港湾局 「港湾施設の点検診断及び補 修等対策技術に関する総合検討 会」を設置	
H25. 09. 26				3	◆国土交通省水管理・国土保全局 「ストックマネジメント手法 を踏まえた下水道長寿命化計画 策定に関する手引き(案)」を 公表	
H25. 10. 02				2	◆国道交通省水管理・国土保全 局、港湾局、農林水産省農村振 興局、水産庁 「海岸管理のあり方検討委員 会」を設置	
H25. 10. 04	◆内閣府 「インフラ老朽化対策の推進 に関する関係省庁連絡会議」を 設置				PA J C MARIES	
H25. 11. 05				4	◆国土交通省港湾局 「港湾施設の維持管理情報の あり方検討会」を設置	
п25. 11. 29	◆インフラ老朽化対策の推進に 関する関係省庁連絡会議 「インフラ長寿命化基本計 画」を決定					
H25. 12. 25		◆社会資本整備審議会・交通政 策審議会 「今後の社会資本の維持管 理・更新のあり方について」を 答申		4	◆国土交通省港湾局 「港湾施設の集中点検結果」 を公表	
H26. 01. 22				2	◆海岸管理のあり方検討委員会 「今後の海岸管理のあり方に ついて」を公表	
H26. 03				4	◆国土交通省港湾局 「港湾の施設の点検診断ガイ ドライン(案)」を公表	
H26. 03. 31			◆国土交通省 「道路法施行規則の一部を改 正する省令」を制定 「トンネル等の健全性の診断 結果の分類に関する告示」を制 定			
H26. 04. 01				2	◆国道交通省水管理・国土保全 局、港湾局、農林水産省農村振 興局、水産庁 「海岸保全施設維持管理マ ニュアル〜堤防・護岸・胸壁の 立検・評価及び長寿命化計画の 立案〜」をとりまとめ	
H26. 04. 14			◆社会資本整備審議会道路分科 会 建議「道路の老朽化対策の本 格実施に関する提言」を公表			
H26. 04. 17						◆土木学会社会インフラ維持管理・更新の重点課題検討特別委員会 「「「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」に対する声明」を発表
H26. 04. 22	◆総務省 地方公共団体に対し「公共施 設等総合管理計画の策定」を要 請					
H26. 05. 21		◆社会資本の老朽化対策会議 「国土交通省インフラ長寿命 化計画(行動計画)」を決定			▲団工大深ル沖港口	
H26. 05. 30				4	◆国土交通省港湾局 「今後の港湾施設の維持管理 等の課題に対する対応方針」を 公表	

					日本 「「道路の老朽化 施に関する提言」 明」を発表	対策の本格実 に対する声
「公共施 官」を要						
	◆社会資本の老朽化対策会議 「国土交通省インフラ長寿命 化計画(行動計画)」を決定					
			4	◆国土交通省港湾局 「今後の港湾施設の維持管理 等の課題に対する対応方針」を 公表		
	対策組織の設置 国土交通大臣によ	る諮問	】法律	・制度の改定	各対策	組織の公表資料
		2-10				

表 2.1.12 道路メンテナンス協議会等の設立状況

国	都道府県	設立	名称
北海道開発局	北海道	H26. 06. 11	北海道道路メンテナンス会議
	青森県	H26. 05. 23	青森県道路メンテナンス会議
	秋田県	H26. 05. 27	秋田県道路メンテナンス会議
東北地方整備局	岩手県	H26. 05. 20	岩手県道路メンテナンス会議
来 化地刀	宮城県	H26. 06. 10	宮城県道路メンテナンス会議
	山形県	H26.05.30	山形県道路メンテナンス会議
	福島県	H26.05.28	福島県道路メンテナンス会議
	茨城県	H26.06.13	茨城県道路メンテナンス会議
	栃木県	H26.05.22	栃木県道路メンテナンス会議
	群馬県	H26.03.18	群馬県メンテナンス協議会
	埼玉県	H26. 05. 28	埼玉県道路メンテナンス会議
関東地方整備局	千葉県	H26.05.29	千葉県道路メンテナンス会議
	東京都	H26.07.07	東京都道路メンテナンス会議
	神奈川県	H26. 06. 09	神奈川県道路メンテナンス会議
	山梨県	H26. 05. 28	山梨県道路メンテナンス会議
	長野県	H26. 05. 28	 長野県道路メンテナンス会議
中如小十數/ 世已	岐阜県		岐阜県道路メンテナンス会議
中部地方整備局	愛知県	H26. 04. 28	愛知県道路メンテナンス会議
	静岡県		静岡県道路メンテナンス会議
	三重県	H26. 03. 18	三重県道路インフラメンテナンス会議
上 北陸地方整備局	新潟県	H26. 06. 11	新潟県道路メンテナンス会議
11座地刀歪闸内	富山県 石川県	H26. 05. 27 H26. 06. 23	富山県道路メンテナンス会議 石川県道路メンテナンス会議
	福井県	H26. 05. 26	福井県道路メンテナンス会議
	滋賀県	H26. 05. 28	滋賀県道路メンテナンス会議
	京都府	H26. 04. 24	京都府市町村道路メンテナンス推進協議会
近畿地方整備局	大阪府	H26. 05. 23	大阪府道路メンテナンス会議
7 K K 207 1E (m/e)	兵庫県	H26. 06. 26	兵庫県道路メンテナンス会議
	奈良県	H26. 03. 20	奈良県道路インフラ維持管理連絡協議会
	和歌山県	H26. 06. 03	和歌山県道路メンテナンス会議
	鳥取県		鳥取県道路メンテナンス会議
	島根県	H26. 05. 27	島根県道路メンテナンス会議
中国地方整備局	岡山県	H26. 05. 16	岡山県・道路メンテナンス会議
,	広島県	H26. 06. 30	広島県道路メンテナンス会議
	山口県	H26, 05, 29	山口県道路メンテナンス会議
	徳島県	H26. 05. 29	徳島県道路メンテナンス会議
m = 101 1 +6 200 =	香川県	H26. 06. 09	香川県道路メンテナンス会議
四国地方整備局	愛媛県	H26. 06. 24	愛媛県道路メンテナンス会議
	高知県	H26. 04. 25	高知県道路インフラメンテナンス協議会
	福岡県	H26. 06. 30	福岡県道路メンテナンス会議
	佐賀県	H26. 05. 30	佐賀県道路メンテナンス会議
	長崎県	H26. 05. 28	長崎県道路メンテナンス会議
九州地方整備局	熊本県	H26. 05. 29	熊本県道路メンテナンス会議
	大分県	H26. 05. 26	大分県道路メンテナンス会議
	宮崎県	H26. 05. 28	宮崎県道路メンテナンス会議
	鹿児島県	H26. 05. 29	鹿児島県道路メンテナンス会議
内閣府沖縄総合事務局	沖縄県	H26. 06. 03	沖縄県道路メンテナンス会議

【参考文献】

- 1) 国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策審議会 社会資本メンテナンス戦略小委員会:維持管理を円滑に進めるための体制,地方公共団体等の支援方策について,第10回メンテナンス戦略小委員会配布資料,Web page,http://www.mlit.go.jp/common/001036644.pdf,2014.4.
- 2) 国土交通省道路局:道路橋の長寿命化に関する取組状況について, Web page, http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000367.html, 2013.7.
- 3) 国土交通省道路局: 道路の維持修繕に関する省令・告示の制定について, Web page, https://www.mlit.go.jp/common/001034659.pdf, 2014.4.
- 4) 国土交通省道路局:道路橋定期点検要領, Web page, http://www.mlit.go.jp/common/001044574.pdf, 2014.6.
- 5) 国土交通省道路局:道路の点検基準等(5年に1回の頻度,近接目視等)を定める省令案等に関するパブリックコメントの結果について、Web page、 https://www.mlit.go.jp/common/001035197.pdf, 2014.4.
- 6) 青森県県土整備部道路課:青森県橋梁長寿命化修繕計画 10箇年計画, Web page, http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/doro/files/2012-0525-1206.pdf, 2012.5.
- 7) 長野県: 長野県橋梁長寿命化修繕計画(第2期), Web page, http://www.pref.nagano.lg.jp/sakuken/jigyo/documents/hashi.pdf, 2013.6.
- 8) 岐阜県県土整備部道路維持課:岐阜県橋梁長寿命化修繕計画(変更),Web page,http://www.pref.gifu.lg.jp/kendo/michi-kawa-sabo/doroiji/kyoryo-chojumyo/index.data/H26.pdf 2014.3.
- 9) 鹿児島県土木部道路維持課:鹿児島県橋梁長寿命化修繕計画, Web page, https://www.pref.kagoshima.jp/ah06/infra/kotu/izikanri/documents/10476_20140411172229-1.pdf , 2014.4.
- 10) インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議:インフラ長寿命化基本計画, Web page, http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/infra_roukyuuka/pdf/houbun.pdf, 2013.11.
- 11) 国土交通省社会資本整備審議会道路分科会: 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言, Web page, https://www.mlit.go.jp/common/001036009.pdf, 2014.4.
- 12) 国土交通省関東地方整備局 高崎河川国道事務所:群馬県メンテナンス協議会, Web page, http://www.ktr.mlit.go.jp/takasaki/takasaki_index060.html, 2014.3.
- 13) 三重県:三重県道路インフラメンテナンス協議会, Web page, http://www.pref.mie.lg.jp/TOPICS/2014030195.htm, 2014.3.

2.2 鉄道におけるインハウス土木構造物維持管理の歴史

2.2.1 鉄道保守土木の始まり

(1) 保守土木の発想

鉄道構造物は、すでに100年を超える構造物が多く存在する. 明治の草創期から日露戦争時の一時期を除いて、鉄道網を形成する時期が続き、建設を進める組織と技術力は飛躍的に伸びた. しかし、第2次世界大戦後まで、土木構造物は永久構造物であるというイメージゆえの保守に対する軽視の風潮があった上、戦時の昭和16年からおおよそ6年間、全くと言ってよいほど保守の手が入らなかったことにより、構造物の荒廃が著しく累積した.

そのため、国鉄では、昭和25年頃から保守の基準となるものを構築しようという機運が生まれた.

(2) 保守土木への始動

その後、暫定の保守台帳を作り、構造物の実態調査を行って構造物の状態が統一して記載されたデータを基に、昭和26年には建造物審査を行った。その結果から見えてきたものは以下のようなものであった。

- ① それまで見過ごされていた物が見えてきて、実態把握に大きな効果がある.
- ② 改めて構造物の保守基準策定の必要性を認識した.
- ③ 構造物保守の水準が全国的に統一できる.
- ④ 土木専門分野を作り、検査機関と措置機関を作る必要がある.

(3) 土木保守基準,維持管理組織の整備へ

その後、矢継ぎ早に保守土木の体制作りのための方策が打ち出された.

昭和28年:全国の実態調査 昭和29年:保守台帳の制定

昭和31年:「建造物保守心得(案)」試行. 東京, 静岡, 釧路で施行

この間、下記のような議論がなされ、実施された.

① 保守土木の現場組織を保線区内に設け土木構造物の検査・随修工事にあたる. (その頃は、線路を保守する保線区は存在していたが、保守土木専門の機関は無かった)

② 各支社に土木の技師を置き,重大な検査と保線区内の保守土木組織指導に充てる. (土木技術の重要性を認識させると共に担当者のモチベーションを高める意味もあった)

- ③ 保守土木単独の機関を設け、本社土木部門や土木技師の指示を徹底させる.
- ④ 健全度診断の研究を次の分類で開始する.
 - ・老朽原因の探求:橋りょう、トンネル、跨線橋、斜面、擁壁

・検 査:材質,構造

・修 繕:橋りょう、トンネル、跨線橋、斜面、鉄道林

・取 替:橋りょう,トンネル,鉄道林

• 防 災: 防災強度, 水害, 風害, 浪害, 震害

技術の改善:橋りょう、トンネル、地盤、基礎

【参考】

この資料では、過去に使われた用語等をそのまま用いている.以下に用語の意味を解説する.

①建造物・構造物:当時,構造物と表現したのでは橋りょうやトンネル,盛土等を想像させ, 個別に対応してしまうことを恐れ,建設された周囲環境や構造物を構成す る様々な系としての見方を促すため,建設された構造物として建造物と称 した.構造物より広い意味を持たせた.

②措置:検査診断の結果取るべき対策を規定したもので,

・監視:適切な頻度と方法によって構造物性能低下の進行を把握する.

・補修:変状を生じた構造物性能をもとの状態に回復させる.

・補強:構造物性能をもとの状態より高いものに向上させる.

・改築:構造形式を改良変更して、機能回復、機能向上を図る.

・取替:旧建造物を廃棄し、新たな建造物に取り替える.

・使用制限:徐 行-衝撃荷重を小さくする. 異常時にすぐに停止できる. 等荷重制限-耐力が不足する場合に重車両の連結や載荷の制限.

入線停止-耐力が不足する場合に重車両の入線を停止

運転停止-上記制限でも安全確保が困難な時に、全車種入線停止

③部外措置:部外協議を伴う対策を規定したもので,

・河川改修 河川の流量変化等による橋長不足・桁下高不足

・架道橋改築 道路の交通量,車高増大による橋長不足・桁下高不足

・近接斜面改良 鉄道用地外斜面の荒廃や開発に伴う斜面防災強度不足

⑤随修:随時修繕のこと.診断の結果、比較的小規模な修繕を適宜実施するもの

⑥防災強度:主として斜面、法面の荒廃度、補強工等を診断し、確立降雨年数で表す強度

⑦鉄道林:落石の直撃,雪崩の発生,雪の吹溜り等を防止する一定の密度と幅を持たせた林

⑧浪害:鉄道が管理する海岸線,河岸線の越波災害や洗掘災害

⑨荒廃量:健全度A及びBに判定される何らかの変状を有する構造物の数量

2.2.2 保守土木基準の整備

(1) 昭和31年「建造物保守心得(案)」1)

昭和31年に制定された建造物保守心得(案)の構成は,表2.2.1のとおりであり,現在使われている鉄道構造物維持管理標準にも匹敵する保守の手法が形作られた.

標題		内容		
第1章総則 目的、保守すべき建造物、変化の範囲、変状の定義		目的,保守すべき建造物,変化の範囲,変状の定義		
第2章	章保守	構造物の実態把握の方法、保守の方法		
第3章	第3章検査 検査の種別、検査の実施者、検査の周期			
第4章措置 緊急措置,一般措置の方法,部外措置		緊急措置,一般措置の方法,部外措置		
	一般措置:変状調書作製,変状の分類(変状ランク)			
第5章図表及び台帳 整備すべき図表及び台帳		整備すべき図表及び台帳		
別	図表・台帳整備要	建造物保守台帳、建造物集計表、ペイント塗り替え調書、		
表	領	構造物変状調書,河川経歴表,主要災害記録表,等		
7	検査及び措置要領	省略		

表2.2.1 建造物保守心得(案)

(2) 昭和36年「建造物の保守並びに健全度診断に関する研究」完成1)

昭和32年から始まった長期計画により、明らかに不健全と判断される構造物の取換が進むに従い、不健全さの度合いを判定することが難しくなってきたため、「建造物の保守並びに健全度診断に関する研究」に着手し、昭和36年に完成させた.この時点では、構造物の安定や応力計算に重点がおかれ、確率雨量による防災強度の計算、橋脚の振動・沈下の標準値が決められた.

(3) 草創期における保守土木の問題点1)

専ら検査・診断を行う検査部門とその診断結果を修繕・補強・取替によって解消する工事部 門が整備され、構造物検査基準等も整備されたが、いかに適正な保守を行うか、どの段階で補 修や取替を実施するか、どのような状況で、徐行や使用停止をすべきかといった標準が求めら れていた.

検査の手法に力点が置かれており、基準による判定と標準的な措置がなされるようになったが、結果の解析や解析結果の判断基準に欠け、必ずしも有効な取替標準になっていなかった.

(4) 昭和46年, 建造物取替標準の作成を土木学会に委託〜昭和49年完成♡

建造物取替標準(案)は「取替標準」と言うより「保守技術基準」の意味合いの強いものとなった.

この標準(案)はついに規程化されることはなかったが、「土木建造物取り換えの考え方」として、国鉄からJRに変わった後も、鉄道保守土木の教科書的な存在としてその考えが受け継がれた.

① 建造物取替標準の総論

構造物の変状が相当進行した段階で、取替や補強を行う発生主義に基づいた手法では、次 第に経年と共に構造物の荒廃が累積し、将来、膨大な取替が発生する.従って、取替すべき 標準を定め、計画的に一定量の取替を行っていくための判断基準として定めた.

ただし、数値による基準を設けると、単に基準に従った判断に陥るなど、保守技術の進展 が損なわれたり、運用を誤る恐れがあるため、保守の本質・技術を掴むため、保守の技術・ 手法を体系化するものとして定めた.

② 検査の体系

検査の体系は原則,**図2.2.1**のように定められ,鋼構造,コンクリート構造,基礎・土構造,トンネル,斜面及びのり面の各論に具体的な方法論が示された.

一次検査で,大まかな健全度ランクを区分し,二次検査で詳細を区分する方法を導入した. 現在の検査体系の基礎となっている.

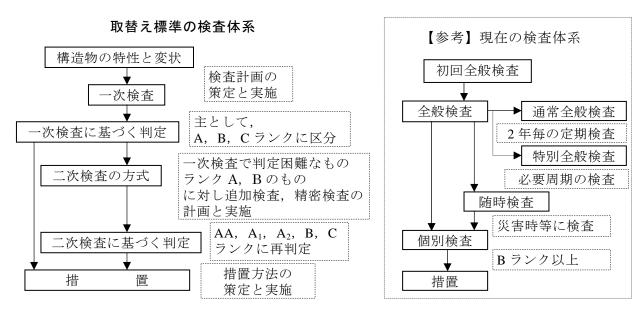


図 2.2.1 検査の体系 (ランク詳細は表 2.2.2 を参照)

③ 検査による健全度判定区分

表2.2.2に示す様に判定することが原則として定められ、各論でそれぞれの構造物に応じた判定の方法を設定した。

この判定区分表の適用にあたっては、単に定量的に判断するのではなく、構造物を支えている地盤等との平衡状態、構造物を構成している部材や部位を総合的に判断するように求めている.

表 2.2.2 健全度判定区分表

	X = = = K = X 1 K = N X
判定区分	判定の考え方
AA	運転保安及び旅客公衆などの安全を脅かす主機能にかかわる変状又は欠陥があ
	り、運転保安上及び旅客公衆の安全上、直ちに取替、補強、使用停止等何らか
	の措置を要するもの.
A_1	① 変状又は欠陥があり、それらが進行して、構造物の機能を低下させつつある
	もの.
	② 大雨, 出水, 地震等により, 構造物の機能を失う恐れのあるもの.
	前二項の変状又は欠陥で、運転保安及び旅客公衆の安全確保のため又は正常運
	行確保のため早急に措置を要するもの.
A_2	進行している変状又は欠陥があり、将来それが構造物の機能を低下させ、運転
	保安及び旅客公衆安全ならびに正常運行確保を脅かす恐れのあるため措置を要
	するもの.
В	変状又は欠陥があり、将来Aランクになる恐れのあるもので、監視を続けると
	ともに、必要に応じて措置するもの.
С	軽微な変状又は欠陥で、進行の停止もしくは再発のおそれが確認されないもの、
	あるいは環境条件の影響をうけやすいもので、定期検査、臨時検査の際重点的
	な検査を必要とするもの.
S	健全なもの.
1	

(5) 平成19年 鉄道構造物の維持管理標準 (鉄道総合技術研究所編)の策定2)

国鉄からJRに移行後も、「土木建造物の取り換えの考え方」は引き継がれてきたが、規程としての位置付けが明確でなく、構造物の形式もさらに近代化が進んで、十分に機能しない面もあったことから、平成12年から調査研究を開始し、平成19年に、各論毎に分冊化した鉄道構造物等維持管理標準・同解説としてまとめられ、JR各社がそれぞれに採用している.

2.2.3 今後のインフラの保守管理

JR各社の構造物は、明治・大正・戦前の昭和の時代に作られた多くのものが現存し、100年を超えるものも多い。また、戦後の急成長時期に建設された構造物は、今後、老朽化構造物の割合が急増する構造となっている。益々、保守土木の使命は重くなってくる。

(1) 鉄道保守管理体制の変化

国鉄時代は、検査・診断の計画・実施及び取替・補強等、工事の計画・積算・監理は職員自 らが実施していた。このような土木構造物の維持管理を推進する過程で保守土木に関する基礎 的な技術力が、組織内で醸成され承継された。

JRに移行後、暫くは社員による検査・施工体制を取っていたが、次第に検査の作業・判定を 関連会社化したコンサルタントに外注する形に移行してきた。取替・補強などの措置でも積算 の外注化や施工会社の見積もり採用による工事外注の形に移行してきている。

このため、検査・診断・措置の各段階で標準的な判断基準に基づく、外注成果の報告書を判定するというところに力点が置かれるようになり、現場の状態や全体を俯瞰した適正な判断が為されたか否かという「土木建造物の取り換えの考え方」に示されていた方向と少し乖離してきたように思われる。同時に、検査や措置の技術・技能を体験しない土木技術者が増えるに従

って、外注成果の報告書を基に、標準に示された判断基準によって判定する方法に偏りつつあるように思われる.

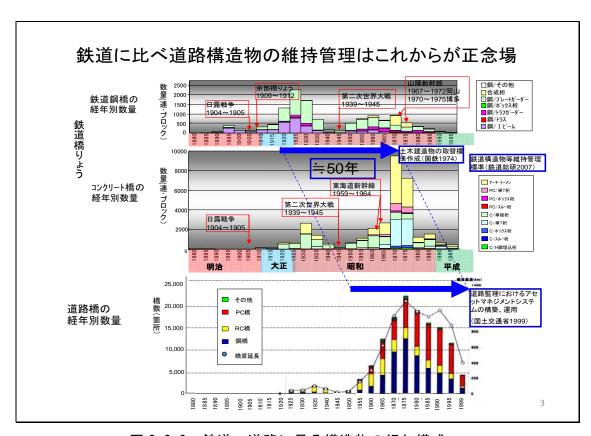


図 2.2.2 鉄道, 道路に見る構造物の経年構成

(2) 検査技術・技能の育成と維持管理体制の改善

JR各社の構造物は、明治・大正・戦前の昭和の時代に作られたものが現存するとともに、戦後の新幹線網整備や在来線交通ネットワーク整備のために建造された構造物も多く、これらも老朽化が進行する時代を迎えている.120年を超える長い経年の中に様々な時代背景の影響を持つ構造物が分布する状況下での難しい維持管理を求められている.

今後は、構造物劣化のメカニズムを理解し、全体を俯瞰した検査診断・判定により、将来に 荒廃した構造物を累積させないよう、適正な措置判断が出来る技術者の養成と管理責任者側と 検査を実施するコンサルタント側とが一体となった組織形態を構築するとともに、過去から現 在に至る検査結果、鉄道周辺の環境条件等をデータとして蓄積し、管内全体を俯瞰した適正な 措置判断を補完するIT技術を活用した維持管理手法を導入する等、効率的で効果的な維持管理 を継続して推進するしくみを構築する時期に来ているのではないかと考えられる。

(3) 道路構造物の維持管理体制

道路の維持管理の置かれている状況は、鉄道の明治、大正時代に作られた構造物の老朽化が 顕在化してきた昭和30年代に相当すると思われる。国土交通省は、平成11年に「道路管理にお けるアセットマネジメントシステムの構築、運用」を導入したが、図2.2.2を見ても分かる通り、 今後は加速度的に老朽化が進行し、劣化の進行による構造物の荒廃量が増加してくる経年構成 になっている。 鉄道の維持管理の草創期には、維持管理を推進する国鉄自身の内部組織に検査診断及び措置 を実施する部門を創り、技術者を育成して、構造物の荒廃が累積した時期を乗り越えてきたが、 今の時代、そのような組織創りは現実的ではないと考えられる.

道路構造物の健全な維持管理の継続に向け、検査を計画する側、検査・診断作業を実施する側、その検査・診断を受けて措置を立案・実施する側の3者が「安全な交通ネットワークを維持する」、「後年に負担のかかる荒廃の累積をさせない」、「そのために、全体の劣化状態を俯瞰し、適正な措置を持続的に進めていく」という共通の認識を持った組織形態を構築して、維持管理の組織と技術向上・承継と適正な措置を持続的に推進していく体制創りを早期に確立させることが肝要である.

【参考文献】

- 1) (社) 日本鉄道施設協会:土木建造物取替えの考え方,1974.8.
- 2) (公益財) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等維持管理標準(構造物編)・同解説, 2007.1.

2.3 橋梁点検の損傷評価例

橋梁点検で得られた損傷状況は、橋梁の適切な維持管理を行ううえで重要な基礎資料となる.また,この資料を基に対策工法の検討や将来的な劣化予測が行われることから、損傷度を正確に把握することが重要である.

そこで、本節では以下に示す橋梁点検で見られる代表的な6つの損傷事例を挙げ、それぞれの損傷評価事例を示す。ただし、損傷評価は平成26年6月「橋梁定期点検要領」 1 に示される「a」~「e」による区分を用いるものとする。

- ①腐食
- ②亀裂
- ③ひびわれ
- ④漏水·遊離石灰
- ⑤床版ひびわれ
- ⑥支承の機能障害

2.3.1 腐食

腐食は、(塗装やめっきなどによる防食措置が施された) 普通鋼材では集中的に錆が発生している 状態、または錆が極度に進行し板厚減少や断面欠損が生じている状態をいう。耐候性鋼材の場合に は、保護性錆が形成されず異常な錆が生じている場合や、極度な錆の進行により板厚減少などが著 しい状態をいう。

腐食の損傷度の評価は、損傷の深さおよび損傷の面積の大小により、 $\lceil a
ceil \sim \lceil e
ceil$ の5段階で評価される.

区分	一般的	勺状況			
巨万	損傷の深さ	損傷の面積			
а	損傷	なし			
b	小	小			
С	小	大			
d	大	小			
е	大	大			

損傷の深さ

区分	一般的状況		
大	鋼材表面に著しい膨張が生じているか、 または明らかな板厚減少が視認できる。		
小	錆びは表面的であり、著しい板厚減少は視認できない。		

損傷の面積

区分	一般的状況		
	着目部分の全体に錆が生じている。 または着目部分に広がりのある発錆箇所が複数ある。		
小	損傷箇所の面積が小さく局部的である。		

損傷区分「b」の事例



写真 2.3.1 鋼桁腐食の事例(その 1)2)



写真 2.3.2 鋼桁腐食の事例(その 2)

損傷区分「c」の事例



写真 2.3.3 鋼桁腐食の事例(その 3) 2)

損傷区分「d」の事例



写真 2.3.5 鋼桁腐食の事例(その 5) 2)

損傷区分「e」の事例



写真 2.3.7 鋼桁腐食の事例(その 7) 2)



写真 2.3.4 鋼桁腐食の事例(その 4)



写真 2.3.6 鋼桁腐食の事例(その 6) 2)



写真 2.3.8 鋼桁腐食の事例(その 8)

2.3.2 亀裂

鋼材に生じた亀裂のこと. 亀裂は、応力集中が生じやすい部材の断面急変部や溶接接合部などに

多く現れる. 鋼材内部に生じる場合もあり、この場合は外観性状からだけでは検出不可能である.

亀裂の損傷度の評価は「a」,「c」,「e」の3段階で評価される.

区分	一般的状況
а	損傷なし
b	1
С	断面急変部、溶接接合部などに塗膜われが確認できる。 亀裂を生じているが、線状でないか、線状であっても その長さがきわめて短く、さらに数が少ない場合。
d	1
е	線状の亀裂が生じている。 または、直下に亀裂が生じている疑いを否定できない 塗膜われを生じている。

損傷区分「c」の事例



写真 2.3.9 亀裂の事例(その 1) 2)

損傷区分「e」の事例



写真 2.3.11 亀裂の事例(その3)2)



写真 2.3.10 亀裂の事例(その 2) 2)



写真 2.3.12 亀裂の事例(その 4) 2)

2.3.3 ひびわれ

コンクリート部材の表面にひびわれが生じている状態をいう.

	一般的状況			
区分	最大ひびわれ幅に 着目した程度	最小ひびわれ間隔に 着目した程度		
а	損傷なし			
b	小	小		
	小	大		
С	中	小		
٦	中	大		
d	大	小		
е	大	大		

最大ひびわれ幅に着目した程度

区分	一般的状況				
	ひびわれ幅	RC構造物	PC構造物		
大	ひびわれ幅が大きい	0.3mm以上	0.2mm以上		
中	ひびわれ幅が中位	0.2mm以上 0.3mm未満	0.1mm以上 0.2mm未満		
小	ひびわれ幅が小さい	0.2mm未満	0.1mm未満		

最小ひびわれ間隔に着目した程度

区分	一般的状況
大	ひびわれ間隔が小さい(最小間隔が概ね0.5m未満)
小	ひびわれ間隔が大きい(最小間隔が概ね0.5m以上)

損傷区分「b」の事例



写真 2.3.13 ひびわれの事例(その 1)2)

損傷区分「c」の事例



写真 2.3.15 ひびわれの事例(その3)2)

損傷区分「d」の事例



写真 2.3.17 ひびわれの事例(その 5)2)

損傷区分「e」の事例



写真 2.3.19 ひびわれの事例(その 7) 2)



写真 2.3.14 ひびわれの事例(その 2)2)



写真 2.3.16 ひびわれの事例(その 4)



写真 2.3.18 ひびわれの事例(その 6) 2)



写真 2.3.20 ひびわれの事例(その 8) 2)

2.3.4 漏水 · 遊離石灰

コンクリートの打継目やひびわれ部などから,水や石灰分の滲出や漏出が生じている状態をいう.

区分	一般的状況
а	損傷なし
b	-
С	ひびわれから漏水が生じているが、錆汁や遊離石灰はほとんど見られない。
d	ひびわれからの遊離石灰が生じているが、錆汁はほとんど見られない。
е	ひびわれから著しい漏水や遊離石灰が生じている。あるいは漏水に著しい泥 や錆汁の混入が認められる。

損傷区分「c」の事例



写真 2.3.21 漏水・遊離石灰の事例(その 1) 2 写真 2.3.22 漏水・遊離石灰の事例(その 2) 2



損傷区分「d」の事例



写真 2.3.23 漏水・遊離石灰の事例(その 3)2 写真 2.3.24 漏水・遊離石灰の事例(その 4)2



損傷区分「e」の事例





2.3.5 床版ひびわれ

鋼橋のコンクリート床版を対象としたひびわれであり、床版下面に一方向または二方向のひびわ れが生じている状態をいう. また, コンクリート橋のT桁橋のウェブ間(間詰め部を含む), 箱桁橋 の箱桁内上面,中空床版橋および箱桁橋の張り出し部のひびわれも対象である.

区分	ひびわれ幅に着目した程度
a	[ひびわれ間隔と性状] ひびわれは主として1方向のみで、最小ひびわれ間隔が概ね1.0m以上 [ひびわれ幅] 最大ひびわれ幅が0.5mm以下(ヘアークラック程度)
b	[ひびわれ間隔と性状] 1. 0m~0.5m、1方向が主で直行方向は縦、かつ格子状ではない [ひびわれ幅] 0. 1mm以下が主であるが、一部に0. 1mm以上も存在する
С	[ひびわれ間隔と性状] O.5m程度、格子状直前のもの [ひびわれ幅] O.2mm以下が主であるが、一部にO.2mm以上も存在する

区分	ひびわれ幅に着目した程度
d	[ひびわれ間隔と性状] 0.5m~0.2m、格子状に発生 [ひびわれ幅] 0.2mm以上が目立ち部分的な角落ちもみられる
е	[ひびわれ間隔と性状] 0. 2m以下、格子状に発生 [ひびわれ幅] 0. 2mm以上がかなり目立ち連続的な角落ちが生じている

損傷区分「b」の事例



写真 2.3.27 床版ひびわれの事例(その 1)2)



写真 2.3.28 床版ひびわれの事例(その 2) 2)

損傷区分「c」の事例



写真2.3.29 床版ひびわれの事例(その3)2)



写真 2.3.30 床版ひびわれの事例(その 4) 2)

損傷区分「d」の事例



写真2.3.31 床版ひびわれの事例(その5)2)



写真 2.3.32 床版ひびわれの事例(その 6) 2)

損傷区分「e」の事例

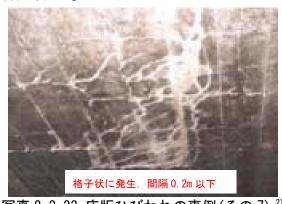






写真 2.3.34 床版ひびわれの事例(その 8) 2)

2.3.6 支承の機能障害

支承の有すべき荷重支持や変位追随などの一部または全ての機能が損なわれている状態をいう. なお、支承ローラーの脱落も対象とする.また、落橋防止システム(桁かかり長を除く)の有すべき 桁移動制限や衝撃吸収機能などの一部または全ての機能が損なわれている状態をいう.

区分	一般的状況
а	損傷なし
b	-
С	-
d	-
е	支承の機能が損なわれているか、著しく阻害されている可能性のある変 状が生じている。

損傷区分「e」の事例





写真 2.3.35 支承の機能障害の事例(その 1) 2) 写真 2.3.36 支承の機能障害の事例(その 2) 2)

【参考文献】

- 1) 国土交通省道路局国道·防災課:橋梁定期点検要領, 2014.6.
- 2) 玉越隆史,大久保雅憲,星野誠,横井芳輝,強瀬義輝:道路橋の定期点検に関する参考資料 (2013年版)-橋梁損傷事例写真集-,国総研資料第748号,2013.7.

3. 市町村等における維持管理計画の課題検討

3.1 道路橋の劣化進行に伴う維持管理計画の修正が LCC・健全度に与える影響

3.1.1 はじめに

各自治体では道路橋の長寿命化修繕計画が策定され、その多くが平成26年度には運用段階に入っている。しかし、実際の橋梁では荷重条件・環境条件や施工条件等の不確実性から劣化を精確に予測するのが難しいため、将来の定期点検毎に維持管理計画の修正が必要となる可能性がある。そして、修正する場合、コストや健全度の変化が大きくなると、予算の大きな変更が生じ、維持管理の運用に支障をきたす。特に、人口が少なく予算規模が小さい地方の市町村では、点検データ不足等により劣化予測が難しく、修正による影響が大きくなる可能性がある。

本節では、既設道路橋の劣化予測式に対して乱数を導入し、健全度を変化させることで、当初予測した劣化進行程度とは異なるという不確実性を表現し、それに伴う維持管理計画の修正がライフサイクルコスト(以下、LCC)や健全度に与える影響を検討した。

3.1.2 研究概要

(1) 対象橋梁および対象部材

本節では、基礎的な検討を行うため、**表 3.1.1** に示すコンクリート橋(3 径間単純 PCT 桁橋,4 主桁)1 橋を対象とした。また、対象部材を主桁、床版、支承の3部材とした。支承は、古くに架設された橋梁に多い鋼製支承とした。

支承(鋼製) 有効幅員 主桁 床版 構造形式 橋長(m) (m)面積(m²) 面積(m²) 部材数(基) |塗装面積(m²) PCT4主桁 62. 2 8.00 364. 5 124.4 244.8

表 3.1.1 対象橋梁

(2) 環境条件

劣化速度が違う場合にどのように結果が異なるか検討するため、環境条件は海岸部および平野部とした.海岸部は、飛来塩分による塩害が卓越する厳しい環境を想定し、一方、平野部は、穏やかな環境を想定し、中性化による劣化が進行するものとした。また、比較的人口の少ない市町村を想定しており、大型車交通量はそれほど多くはないとし、疲労による劣化は考慮しないものとした。また、鋼製支承では塗装劣化による腐食を想定している。

(3) 健全度ランクおよび健全率

各部材に対し、点検要領に準拠した損傷度に基づいて、離散的な5段階の健全度ランクを設定した(表3.1.2). また、橋梁の健全率は、各部材の健全度と重み係数(表3.1.3)を加重平均したものの5に対する割合として求めた.

(4) 劣化予測式

今日,様々な劣化予測手法が提案されているが,中小規模の地方公共団体が管理する点検データの 少ない道路橋を想定した場合,統計的な劣化モデルを適用することは難しいと考えた.そこで,本

表 3.1.2 健全度ランク

健全度ランク	健全率	一般的状況		
1	0.00	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある		
2	0.25	損傷が大きく,詳細調査を実施し補修するかどうかの検討が必要.		
3	0.50	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある.		
4	0.75	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある.		
5	1.00	点検の結果から,損傷は認められない.		

表 3.1.3 重み係数

部材	主桁	床版	支承
重み係数	10	8	6

表 3.1.4 耐久年

	主桁・	床版	支承		
	劣化機構	耐久年	劣化機構	耐久年	
海岸部	塩害	40年	塗装劣化	30年	
平野部	中性化	160年	塗装劣化	45年	

節では物理・化学的な劣化メカニズムに基づいた簡易な劣化予測式を用いることとした。すなわち、健全度ランクを連続値と見た健全度 y に対し、環境条件および対象部材毎に 2 次式($y=-ax^2+5$, x: 年)の劣化予測式を設定した。なお、定数 a は、文献 11,20,3 を参考に表 3.1.4 に示す耐久年(健全度が 1 になるまでの年数)を与えることで、環境条件、部材毎に定めた。

(5) 維持管理水準および対策

橋梁群を効率的かつ経済的に管理するには、構造物の社会的重要度に応じて対策の時期や種類を 選定する必要がある。つまり、各橋梁に適した維持管理水準(維持すべき健全度ランクの下限値) を設けることが必要となる。この維持管理水準に基づく維持管理の運用を対策シナリオと呼ぶ。本 節では表3.1.5に示すように3種類の対策シナリオを設定した。

表 3.1.5 対策シナリオ

対策シナリオ	考え方	工法一例
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	安全上の問題が深刻化する健全度まで,基本的に対策を行わない.部材 交換や橋梁の架け替えを行うため,一時的に大きな費用が発生する.	架け替え
事後保全型	使用上の問題が発生する健全度で対策を行う.	断面修復
予防保全型	変状の小さい段階で効果の大きな対策を行う.	電気防食

対策は、文献 ^{1),2)}を参考に、それぞれの対策シナリオについて、環境条件毎に、対象部材である 主桁、床版、支承の3部材を対象に、対策工法、対策前健全度ランク、対策後健全度ランク、対策 後耐久年、および単価を表 3.1.6~表 3.1.8 のように設定した。対策後の劣化予測式は、対策前と 同様に、対策直後から所定の対策前健全度ランクまで対策後耐久年の間に劣化が加速的に進行する と仮定し、2 次式とした。

(6) 劣化予測の不確実性の表現

実橋梁では、劣化予測式通りに劣化は進行せず、点検毎に予測とは異なる健全度となる可能性がある。このような劣化予測の不確実性を表すために、図3.1.1に示すように、5年毎の定期点検時に、劣化予測式による健全度の予測値に正規分布による乱数を加えた。その際、劣化予測精度の違

表 3.1.6 使い捨て型対策工法

地域	部材	対策工法	対策前ランク	対策後ランク	対策後耐久年	単価(千円/m²)
	主桁	架け替え	1	5	100年	1000
海岸部	床版	断面修復+表面被覆	2	4	10年	87+13
	支承	取り替え	1.5	5	30年	960(千円/基)
平野部	主桁	架け替え	1	5	400年	1000
	床版	断面修復+表面被覆	2	4	40年	87+13
	支承	取り替え	1.5	5	45年	960(千円/基)

表 3.1.7 事後保全型対策工法

地域	部材	対策工法	対策前ランク	対策後ランク	対策後耐久年	単価(千円/m²)
	主桁	断面修復+表面被覆	2	4	10年	87+13
海岸部	床版	断面修復+表面被覆	2	4	10年	87+13
	支承	塗装塗り替え(C-塗装系)	2	5	30年	14. 6
平野部	主桁	断面修復+表面被覆	2	4	40年	87+13
	床版	断面修復+表面被覆	2	4	40年	87+13
	支承	塗装塗り替え(A-塗装系)	1.5	5	10年	7.3

表 3.1.8 予防保全型対策工法

地域	部材	対策工法	対策前ランク	対策後ランク	対策後耐久年	単価(千円/m²)
海岸部	主桁	電気防食+表面被覆	3	4	40年	120+13
	床版	電気防食+表面被覆	3	4	40年	120+13
	支承	塗装塗り替え(C-塗装系)	2	5	30年	14. 6
平野部	主桁	電気防食+表面被覆	3	4	160年	120+13
	床版	電気防食+表面被覆	3	4	160年	120+13
	支承	塗装塗り替え(C-塗装系)	2	5	45年	14. 6

いを表すため、図 3.1.2 に示すように健全度ランクが 1 ランク以上異なる確率(以下, 1 ランク誤差率) について 6 レベルの乱数を設定した. 1 ランク誤差率が大きいほど, 劣化予測精度が悪い. 後述の LCC 算出期間である 100 年間, 5 年毎の定期点検時に同じレベルの乱数を劣化予測式による健全度の予測値に加えた.

(7) 劣化曲線の修正方法

劣化予測式による健全度の予測値に乱数を加えた後の劣化曲線の設定方法,つまり劣化曲線の修正方法は、以下の2種類の修正方法を用いた。それは、図3.1.3に示すように劣化曲線の勾配を修正する方法(aシフト型) および、図3.1.4に示すように劣化曲線を時間軸方向に平行移動し、点検結果の健全度時点での曲線勾配にシフトする方法(xシフト型)であり、修正方法の違いによる影響を検討した。

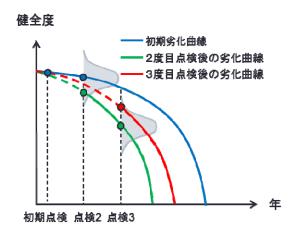
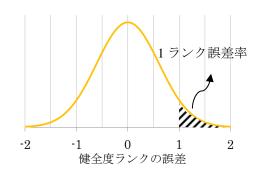
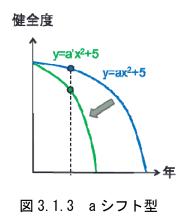


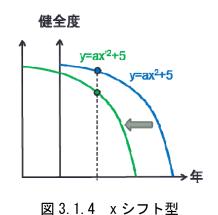
図 3.1.1 乱数の加算のイメージ



レベル	1ランク 誤差率	標準偏差
1	0.1%	0.3236
2	0.5%	0.3882
3	1%	0.4299
4	3%	0.5317
5	5%	0.6080
6	10%	0.7803

図 3.1.2 乱数のイメージと標準偏差





aシフト型では、竣工年を変えることなく、劣化曲線の勾配を点検毎に修正する.一方、xシフト型では当初の曲線勾配をそのまま使用する.劣化予測式の設定時に、十分な根拠を持った劣化予測式を用いる場合ではxシフト型を適用するのが良いが、そうでない場合にはaシフト型を適用するのが妥当と考える。今回対象としている点検データの少ない道路橋では、計画策定時に十分に根拠づけされた劣化予測を行うことは難しいため、竣工年が不明な道路橋も少なからず見受けられるものの、aシフト型の妥当性が高いものと考えられる.

(8) 維持管理計画の評価

試算は、環境条件(2種)、対策シナリオ(3種)毎に、1ランク誤差率の各レベル(6種)について100

試行を行った. その結果として,100年間でのLCCを算出し,100試行の平均値および標準偏差を求め経済性とコストの安定性に関する評価を行った. また,健全率の100年間の平均値を平均健全率と定義し,その100試行の平均値を求め安全性を評価した.

3.1.3 検討結果および考察

図3.1.5~図3.1.8に海岸部の場合の,また図3.1.9~図3.1.12に平野部の場合の,それぞれLCC, LCC 変化率,平均健全率,LCC 標準偏差を, 横軸の 1 ランク誤差率に対して示す. いずれも左図が a シフト型, 右図が x シフト型の修正方法時での結果を示している.

(1) 環境条件の影響

図3.1.6 および図3.1.10 より、対策シナリオが予防保全型の場合に、平野部でのLCC が海岸部に比べ大きく増大している.これは、中性化による劣化を仮定し劣化進行が遅いと設定している平野部では、当初計画では対策適用までの期間が長いのに対し、乱数の加算による健全度の低下が補修回数の増加に結びついたためと考えられる.さらに、推進されている近接目視点検による点検費用の増加により、LCC の増加が見込まれると予想される.

図3.1.9より、平野部では、事後保全型の対策シナリオで最もLCCが小さい. 道路橋にとって環境が穏やかで、劣化進行が緩やかな場合は、本対策シナリオが妥当な場合もあることが分かる.

(2) 対策シナリオの影響

• 使い捨て型

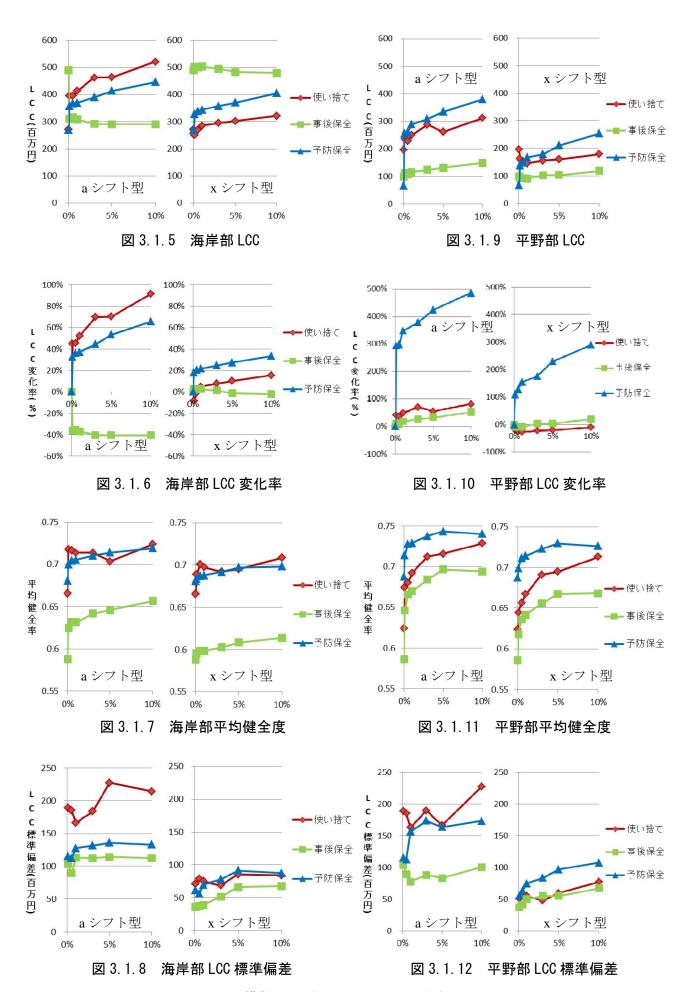
図3.1.5 および図3.1.6 より、海岸部で a シフト型を用いた場合に、LCC や1ランク誤差率の増加に伴う LCC の増加率が大きい. これは、海岸部では変状が始まるとその後の劣化は加速的に進行し、更に乱数の加算による健全度の低下がその後の加速的な健全度の低下をもたらすので、架け替えや取り替えの回数を増大させたためである. また、図3.1.7 より、1ランク誤差率が増加しても平均値では健全な状態を保っているように見えるが、これは、架け替えや取り替えにより一時的に健全度が大きく回復したためで、実際には、健全度が1~2と危険な状態の期間も存在するため、決して安全とは言えない.

事後保全型

図3.1.5 および図3.1.9 より、海岸部で x シフト型を用いた場合を除き、乱数を加算した場合は最も LCC が小さい対策シナリオとなった。また、1 ランク誤差率の違いによる LCC の変動が比較的小さい。これは、劣化機構が不明な場合や、劣化予測の不確実性が大きい場合は、当初計画での LCCから大きく変動することがなく、予算不足となる可能性が低いことを意味している。しかし、図3.1.7 および図3.1.11 に示すように平均健全率は低い値を示しており、健全度が1~2 の早急に対策すべき期間が発生する可能性が高いため、安全面に注意が必要である。

• 予防保全型

図3.1.6 および図3.1.10 に示すように、環境条件に関わらず、乱数の加算による値の変動が大きい、平野部では特に顕著で、劣化予測精度の影響を受けやすいことを表している。しかし、図3.1.7 および図3.1.11 に示すように健全な状態を保てるため、このシナリオは厳しい環境下で且つ高い管



(横軸はいずれも1ランク誤差率)

理水準が必要な社会的重要性の高い橋梁に適している.

(3) 劣化予測の不確実性の影響

海岸部の事後保全型を除き、1 ランク誤差率の増加とともに LCC も増加傾向にある. つまり、劣化予測精度が悪いほど、LCC が増加しやすく、その結果大きく予算が変更される. したがって劣化予測精度の向上により、予算変更を少なくできる効果が期待できる.

一方, LCC, LCC 変化率, および平均健全率, ともに全体的に環境条件や対策シナリオに関わらず, 劣化予測の不確実性を表す1ランク誤差率の違いによる値の変動に比べ, 乱数導入前後での値の変動が大きい. つまり, 劣化予測精度の良し悪しの影響より不確実性を考慮するかどうかが各値の変動に大きく影響する. したがって確定的な劣化予測ではなく, 不確実性を考慮に入れた維持管理計画の策定を行うことで, 大きな予算変更を要するリスクを減じることが可能と考えられる.

(4) 劣化曲線の修正方法の影響

図3.1.8 および図3.1.12 より、環境条件、対策シナリオ、1 ランク誤差率によらず x シフト型に 比べ a シフト型の方が、LCC 標準偏差が大きいため、大きな予算変更が必要となる可能性がある. しかし、図3.1.5 に示すように、修正方法の違いによって対策シナリオ間の LCC の大小関係が異なる事態も生じた.以上より、劣化曲線の修正方法の影響についてはさらなる検討が必要である.

3.1.4 結論

- (1) 劣化進行の遅い環境下では、予防保全型の場合、LCC が大きく増加した.
- (2) 劣化進行の速い環境下で、対策シナリオが使い捨て型の場合には、乱数の加算により対策回数が増加し、LCC が大きく増加した.
- (3) 予防保全型の場合には、乱数の加算の影響を受けやすく、劣化予測精度が悪いほど LCC が増加する傾向となった.
- (4) a シフト型では、環境条件、対策シナリオ、1 ランク誤差率によらず、LCC のばらつきが大きく、 大きな予算変更が必要となった。

【参考文献】

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所: 国土技術政策総合研究所資料 第 523 号 道路橋の計画 的管理に関する調査研究―橋梁マネジメントシステム(BMS)―, 2009. 3.
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所: 国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告 第4号 住宅・社会資本の管理運営技術の開発,2006.1.
- 3) 西村昌朗,服部篤史,河野広隆:劣化予測式の違いが道路橋群のLCC 算定および年度コスト平準 化に与える影響,コンクリート工学年次論文集,Vol. 32, No. 2, 2010

3.2 維持管理の放棄や施設の除却等を考慮した対応に関する調査

3.2.1 概要

十数年程前からインフラの維持管理に関する議論が盛んとなったが、その基底には従来の対症療 法型の対応から脱却するという思想があり、予防保全型の維持管理を行うことでトータルコストが 縮減できるということが言われた.

しかし、各方面においてインフラの点検や修繕・更新費の試算が進むにつれ、損傷が既に広範囲で深刻化しているため、予防保全型の維持管理の初期段階で予算規模を大幅に超過する費用が必要になること(いわゆる「初期破綻」)が明らかになりつつある。また、地方の自治体においては今後人口減少が進むため、一人当りが負担するインフラのストック額とその修繕・更新費が増大して維持管理に充当可能な予算を大幅に超過するとともに、施設の利用状況や社会構造が変化することによって、費用対効果に見合うだけの需要のない施設が増えると見られている。つまり、人材や予算の不足にさらされる市町村等の維持管理において、全ての施設を維持管理していくこと(さらには予防保全型を基本として維持管理をすること)に対する問題点が指摘されている。

そのような情勢にあって、昨今では現実的な対応として、維持管理レベルの見直しや維持管理対象範囲の限定に言及した国の指針や提言等が公表され始めている(7章参照).あくまで実情を考慮した末での対応ではあるが、本節ではこのような対応に関する事例について調査し考察を行う.

<注釈>

- ・維持管理レベルの見直しとは、施設の使用制限や用途変更を行い、本来とは異なる(引き下げた)機能・用途において使用を続けることを含む。
- ・維持管理対象範囲の限定とは、一部の施設を使用停止や除却にして維持管理を止めてしまうこと を含む.

用語について

本節で用いる用語について,**表 3.2.1** において説明する(必ずしも一般化されている定義ではなく,独自にかみくだいた説明を加えている).

3.2.2 施設の除却等の事例

道路橋を対象として、施設の除却、使用停止、用途変更、使用制限等の事例を示す。なお、国土交通省では、地方自治体管理橋梁の通行止め・通行規制のリストを公表 ¹⁾しており、参考にすることができる。平成 25 年 4 月時点で、橋長 15m 以上の市区町村管理橋梁の通行止めは約 220 橋、通行規制は約 1000 橋あるとされている(老朽化によるものだけでなく、震災や洪水等による通行規制数も含まれている)。

(1) 使用制限・用途変更の事例

車道橋が老朽化した場合で、代替橋梁は存在しているものの少し離れている場合などに、大型車両の通行を制限したり(重量制限)、車両進入禁止として歩道橋(歩行者・自転車専用橋)として使用を続けている例がある。これらの例では、地域のランドマークとなっているような特徴的、歴史的な橋梁が保存を望まれて残されている場合も多く、文化財や土木遺産に指定されている橋梁が多く見られる。表 3.2.2 にその数例を示す。

表3.2.1 用語の説明

H	-3V - PH	14 pp 15. 4 - 151
用語	説明	道路橋での例
維持管理レベル (管理水準)	・ここでは、施設を維持管理する上で、老朽化をどの程度までは許容し、どの程度に達した時に対策するかという水準を指すものとする.	跨道橋, 跨線橋および緊急輸送 道路上の橋梁は, 損傷が顕在化 する前に対策する予防保全型の 高い水準で管理し, その他の橋 梁は事後保全型の水準で管理す る.
施設の除却	・存在していた施設をなくしてしまうこと. ・「撤去」とほぼ同義で使われていることが多いが, 「除却」は施設の物理的な撤去だけでなく,会計帳簿上からも除外する点が異なる. ・撤去を行わずに遊休施設を会計帳簿上から除外するのみの場合があり,特に「有姿除却」と言われる.使用停止した施設の撤去費用が工面できない場合などに,減価償却費の削減のために行われる. ・本節において,特に断りなく「除却」という場合は「有姿除却」ではなく,費用を要する撤去行為を含んでいるものとする.	老朽化による損傷が著しく危険なため通行止めとし、可及的すみやかに撤去する(帳簿上からも除外する).
施設の 使用停止	・老朽化に伴い使用できなくなった施設や、需要がなくなった(減少した)施設の使用を止めること. ・ここでは上記の除却と区別し、施設の撤去が行われていないものとする.	老朽化による損傷が著しく危険 なため、通行止め(立入り禁止) としているが、撤去については 保留されている状態.
施設の 用途変更	・老朽化に伴い建設当初の本来の用途では使用できなくなった施設や、陳腐化して本来用途での需要がなくなった(減少した)施設を、別の用途に振り替えることにより引き続き使用すること・公共建築物(いわゆる箱モノ)では比較的事例があるが、橋梁などの道路インフラは基本的に用途が限定されているため、用途変更が難しいという事情がある.	車両荷重により、老朽化に伴う 損傷が進展する懸念があるため、車両進入禁止とし、人道橋 (歩行者・自転車専用)として使い続ける.
施設の 使用制限	・建設当初の本来の用途では使用できなくなった施設を、用途を制限することにより引き続き使用すること.	大型車両の荷重により、老朽化 に伴う損傷が進展する懸念があ るため、重量制限して使い続け る.

表 3.2.2 道路橋の使用制限・用途変更の事例

分 類	使用制限(高さ制限)	橋 名	綾部大橋
架設(橋齢)	1929(橋齢 85 年)	場所	京都府綾部市
形式·橋長	ボーストリングトラス(7 連)・210m	管理者	京都府
特記事項	(国) 登録有形文化財		





・1973 年(橋齢 44 年)の改修で高さ制限が加えられ、大型車の荷重を免れたことで劣化の進展を防ぎ、今日まで残ったと考えられる.

分 類	用途変更(車道橋→人道橋)	橋 名	日野橋
架設(橋齢)	1929(橋齢 85 年)	場所	鳥取県米子市
形式·橋長	下路曲弦トラス (6 連)・365.8m	管理者	鳥取県
特記事項	(国) 登録有形文化財	•	

概要写真





・2000 年(橋齢 71 年)の鳥取県西部地震の被災で通行止めとなり、2003 年から3 年かけて改修し、現在は歩行者・自転車専用橋として使用されている.

1) (1) (III) (C C	Concrete S.		
分 類	用途変更(車道橋→人道橋)	橋 名	大川橋
架設(橋齢)	1935(橋齢 79 年)	場所	徳島県三好市
形式·橋長	吊橋(補剛トラス)・150m	管理者	三好市
特記事項	土木学会近代土木遺産		

概要写真





・国鉄土讃線の開通時に、駅誘致のため地元名士が私財を投じて建設した生活橋で、1962年に池田町に寄付されるまでは "賃取り橋" として通行料が取られていた. 昔は自動車も通行していた.

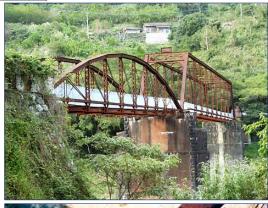
(2) 使用停止の事例

道路橋の使用停止の事例を**表** 3. 2. 3 に示す. 使用停止後には、補修・再利用、架替えまたは除却等の手続きが必要であるため、使用停止するだけでは維持管理として不十分である. しかし、これらはいずれも費用のかかる行為であるため、実情では使用停止したあとに何も手を付けられずに放置されている橋梁が多く存在している.

表 3.2.3 道路橋の使用停止の事例

分 類	使用停止	橋 名	(旧)吉野川橋
架設(橋齢)	1911(橋齢 103 年, 使用停止年不明)	場所	高知県大豊町
形式·橋長	ボーストリングトラス(両側)+単純トラス・105m	管理者	(当初) 高知県→ (廃橋時) 大豊町
特記事項	土木学会近代土木遺産		

概要写真











吊材の破断

- ・1954 年 (橋齢 43 年) 地滑りにより車道橋としては廃橋した. 1985 年 (橋齢 74 年) 頃から人道橋として再利用されたが、現在は立入禁止(廃橋)とされ、保存や撤去の見込みはない.
- ・このまま放置すれば自然崩落を免れない.

(3) その他の事例

使用停止した後に放置され、対策費用を工面できないうちに自然崩落に至る橋梁が出始めている. その一例を表 3.2.4 に示す.

表 3.2.4 その他の事例

分 類	放置(自然崩落)	橋 名	辺野喜橋(べのきばし)
架設 (橋齢)	1981 年(橋齢 28 年)	場所	沖縄県国頭郡国頭村
形式·橋長	鋼単純合成桁橋(3 主桁·RC 床版)	管理者	(当初)沖縄県→(落橋時)国頭村
特記事項	海岸線から 50m,耐候性鋼橋(無塗装仕様))	
掘田宇古			





崩落の瞬間のモニタリング画像 2)

- ・著しい腐食劣化のため2004年に通行止めとされたが、予算面で撤去できないまま5年が経過し、変状モニタリング される中,2009年に自然崩落した.
- ・非常に特異な例であり、放置(自然崩落)はあってはならない.

3.2.3 橋梁長寿命化修繕計画の状況

道路橋では、長寿命化修繕計画の策定が数年前から国主導の下で進められており、平成25年4 月時点で約8割の市区町村において計画策定が完了している¹⁾. それらのうち、最近公表されたも のの中には、廃橋という考え方(架替えしない)を取り入れたものが見られるようになってきてお り、ここではその一例を示す.

表3.2.5 廃橋を考慮に入れた橋梁長寿命化修繕計画の例

自治体	策定時期	概要
鶴岡市(山形県) 3)	H25.03	通行規制や撤去を行う、「継続観察型」の管理区分が設けられて
南陽市(山形県) 4)	H24.08	いる (代替路確保と地元理解が条件).
ひたちなか市(茨木県) ⁵⁾	H25.	
東吾妻町(群馬県) 6)	H26.02	
みなかみ町 (群馬県) ⁷⁾	H24.09	更新とは異なる,「減築型」の管理シナリオが設けられている.
杉戸町(埼玉県) 8)	H26.03	
長南町(千葉県) 9)	H23.02	

南陽市(山形県)での例4を抜粋して図3.2.1に示す.

市管理橋梁(橋長 2m 以上)の約半数を予防保全型,残り半数を対症療法型により維持管理する 計画であるが、補修対応できない橋梁に対して通行規制や撤去を行う管理区分「⑤継続観察型管理」 が示されている(代替路確保と地元理解が得られるという条件付き).

⑤継続観察型管理:代替路確保が可能で、補修では必要な安全性を確保出来ないため撤去へ向かう。

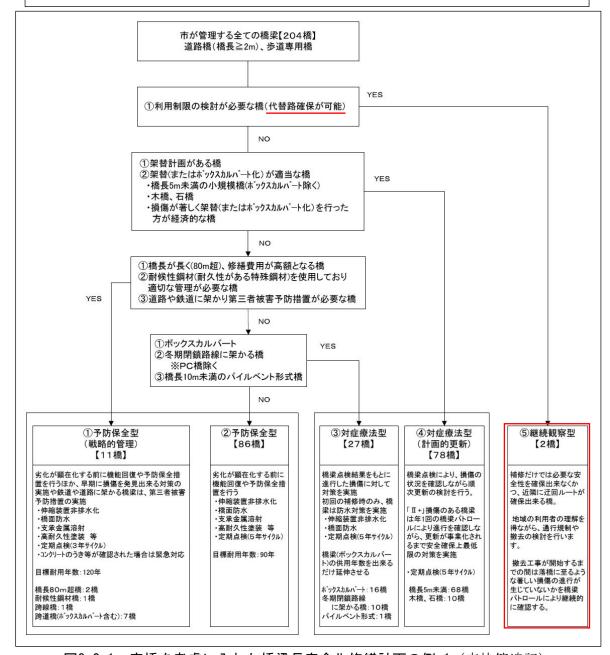


図3.2.1 廃橋を考慮に入れた橋梁長寿命化修繕計画の例-1 (赤枠等追記)

東吾妻町(群馬県)での例⁶を抜粋して表 3.2.6 に示す.

市管理橋梁(橋長 15m 以上,48 橋)の大半を予防保全型により維持管理する計画であるが,一部の橋梁が減築(撤去)型の管理シナリオに分類されている。その詳細や適用条件については記さ

れていないが、更新とは区別しており、架替えではなく撤去のみの対応である.

各管理シナリオについて
管理シナリオ
準持管理内容
市防保全型 (44 橋)
市修の繰り返しによる延命で将来のコストが安価と考えられる維持管理シナリオ。
定期的な点検により確認された損傷を必要に応じて修繕する維持管理シナリオ
更新型 補修による機能回復が困難な橋梁について架替えを前提とした維持管理シナリオ。
※都市計画及び改修計画等の影響による架替えも含む。
減築(撤去)型 (3 橋)
交通需要が少ない、または維持管理費用を軽減するために撤去を前提とした維持管理シナリオ。

表3.2.6 廃橋を考慮に入れた橋梁長寿命化修繕計画の例-2 (赤枠等追記)

このような対応を含んだ計画は、現時点ではごく一部に限られているが、冒頭に述べたとおり、 昨今では現実的な対応に言及する提言等が公表されていることに加え、今年度から公共施設等の除 却に地方債の充当を認める特例措置が講じられることとなった(7 章参照)ことから、今後計画に 取り入れる自治体が増えていくものと考えられる.

3.2.4 おわりに

ここ数年で全国的に策定された自治体の橋梁長寿命化修繕計画は、その大半が"予防保全型の維持管理を行うことでトータルコストが縮減できる"という主張に沿う形となっているが、冒頭に示したように、全ての施設を(予防保全型を基本として)維持管理していくことに対する問題点については、ほとんど言及されていないのが現状である。

このような問題点に対する現実的な対応策が求められるなか、国の指針や提言等において、維持管理レベルの見直しや、対象範囲の限定に言及したものが公表され始めている。また、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故が契機となって国のインフラ老朽化対策の動きが一気に加速し、この3月に成立した地方交付税等の一部を改正する法律では、総務省が定める「総合管理計画」に基づくものであれば、公共施設等の除却に対して地方債の充当を認める特例措置が示された。このことは、施設の除却に関して、各年度の対策コスト平準化における負担が一部緩和されたことになる。また、これまで費用不足で除却できない施設に頭を悩ませていた自治体が、予算面での後押しを得られたことにより、施設の更新や除却を選択する機会が増えてくるものと推測される。

ただし、この特例措置の利用は、本質的には費用の前借りに過ぎず、議論の発端である「膨れ上がる維持管理コストを如何に抑えるか」という問題に対しては、十分な解決とはなっていない。あくまで一時的、緊急的な対応ととらえるべきであり、除却しやすくなったからと言ってむやみに利用するのではなく、維持管理の考え方としては、自治体の自助努力による予防保全型の維持管理をその基本に据えるべきである。

また、本節で示した対応は、"金があればできる"というものではなく、周辺住民や利用者の合意を得ることが不可欠であることは言うまでもない。合理的な説明によって理解を得る方法を提示することが、今後の課題となる。

【参考文献】

- 国土交通省ホームページ「道路の老朽化対策」
 http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html
- 2) 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター (CAESAR) ホームページ http://www.pwri.go.jp/caesar/index-j.html
- 3) 山形県鶴岡市建設部土木課:鶴岡市橋梁長寿命化修繕計画, 2013.03. http://www.city.tsuruoka.lg.jp/060400/page7234.html
- 4) 山形県南陽市建設課土木係:南陽市橋梁長寿命化修繕計画,2012.08. http://www.city.nanyo.yamagata.jp/doboku/222.html
- 5) 茨城県ひたちなか道路管理課:ひたちなか市橋梁長寿命化修繕計画(概要版), 2013. http://www.city.hitachinaka.lg.jp/soshiki/37/2014kyouryou-tyoujumyouka-keikaku.html
- 6) 群馬県東吾妻町建設課:東吾妻町橋梁長寿命化修繕計画,2014.02. http://www1.town.higashiagatsuma.gunma.jp/www/contents/1308095018814/
- 7) 群馬県みなかみ町地域整備課:みなかみ町橋梁長寿命化修繕計画,2012.09. http://www.town.minakami.gunma.jp/55sosiki/files/H24syuuzen.pdf
- 8) 埼玉県杉戸町都市施設整備課:杉戸町橋梁長寿命化修繕計画(概要版), 2014.03. http://www.town.sugito.lg.jp/cms/page7462.html
- 9) 千葉県長南町事業課地域整備室:平成22年度 長南町橋梁長寿命化修繕計画,2011.02 http://www.chonan-machi.jp/wordpress/wp-content/uploads/2011/07/kyouryou_jumyou.pdf

上記以外の参考文献については、「7.巻末資料」に添付する.

3.3 予算がない中で社会資本整備を廃止する優先順位付けの考え方

3.3.1 はじめに

社会資本の維持を部分的に廃止することを考えたときの課題の一つに、どこの地区、どこの路線の社会資本をどのような考え方をもって廃止していくか、という優先順位付けがある。そこで、地域住民の納得が得られて、行政としても受け入れられる地域の社会資本整備の考え方が必要となる。

ここでは、社会資本整備を廃止する優先順位付けの考え方の一例として、「コンパクトシティ」と「霞堤」の2つの例を挙げ、利点と課題を整理する.

これらの例は、地域あるいはより広域的な自治体内での住民の合意、関係役所との調整、場合によっては法令、条例の改正が伴うため、実現するためのハードルは決して低くなく、適用性に関しては賛否両論があると思われる。しかし、人口減少、高齢化、社会保障費増大や政府債務残高の膨張による社会資本整備に充てることができる予算の減少、社会資本の老朽化による維持管理更新費用の増大により、従来と同水準で全ての社会資本を維持していくことは困難であるため、社会資本整備をどのように、どういう優先順位で廃止していくかという考え方についても目を向けていくことが必要である。

3.3.2 コンパクトシティ

(1) コンパクトシティとは

住宅,職場,学校,スーパー,病院など日常の活動を行う地区を公共施設や公共交通の維持が可能な範囲に制限(誘導)していく都市計画の考え方の一つである。日常の移動手段が徒歩や自転車中心となり,自動車とは異なり多くの人にとって日常の移動が容易となる。街の中心に人の流れが集中することで街が活性化される。自治体としても,生活圏が小さくなることで,道路や上下水道などの社会資本の整備や維持管理費用を抑えることができ,財政的にも理にかなっている。一方,ある程度の人口密度がないと成り立たないので,中心市街地への人口集中が起き,地価上昇により一人当たりの居住面積の減少が考えられるので,窮屈な暮らしになる人が多くなるように思われる。また,既に開発されている郊外をどう扱うのか,どこで生活圏と郊外の線を引くのかという課題も存在する。

(2) コンパクトシティの例

a) 青森市の例¹⁾

高度経済成長期以降、開発が郊外に広がり、無秩序に市街地が広がった結果、道路や上下水道の整備や維持管理、除雪費用の財政的な負担が非常に重くなった。そのため、財政負担を抑制して、持続的な都市運営・都市開発を行うことを目的として、コンパクトシティの考え方に基づいた都市整備に取り組んでいる。

青森市中心市街地活性化基本計画によると、都市のエリアを図3.3.1のように「インナー」、「ミッド」、「アウター」の3区分に分けて、それぞれ、「中心市街地等の都市拠点の整備」、「公共交通の活性化」、「郊外開発の抑制」を軸としている.

それぞれのエリア別の整備方針を以下に示す.

・インナー (Inner-City)

概ね昭和 45 年頃からの既成市街地、街なみの老朽化が進む密集市街地や中心市街地を含むエリアで、都市整備を重点的に行い市街地の再構築などを進めるエリア.

・ミッド (Mid-City)

インナーとアウターの間のエリアで、多くが低層の住宅地となっており、良質な宅地の供給を行うストックエリア、特にこのエリアは、昭和 40 年代の高度経済成長期において無秩序に民間開発された住宅地や商業地が多く、生活道路も狭隘で密集市街地地区となっていることから、整備方針としては、雪に強く、生活環境が良好な面整備が図られる土地区画整理事業によることとし、地区計画などの土地利用誘導の手法を適切に組み合わせることとしている.

・アウター (Outer-City)

外環状線(一般国道 7 号青森環状道路)から外側のエリアで、都市化を抑制し、自然環境、 営農環境の保全に努め、開発は原則として認めない

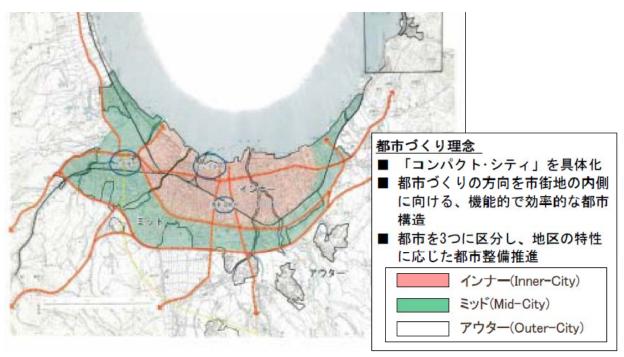


図 3.3.1 青森市の土地利用の区分 1)

b) 富山市の例²⁾

富山市は自動車依存,公共交通の衰退,居住地域の分散,高齢化,中心市街地の空洞化,市街地の低密度化といった懸念から,公共交通を軸とした拠点集中型の「コンパクトなまちづくり」の実現を推進している.

富山市のまちづくりは、図3.3.2に示すイメージのように、鉄道駅やバス停を中心とした徒歩圏内に居住地や都市機能を集積させて一つの地域とし、その地域間を運行本数を一定水準以上にした公共交通で結び、人口や都市機能の集積を目指すものである.

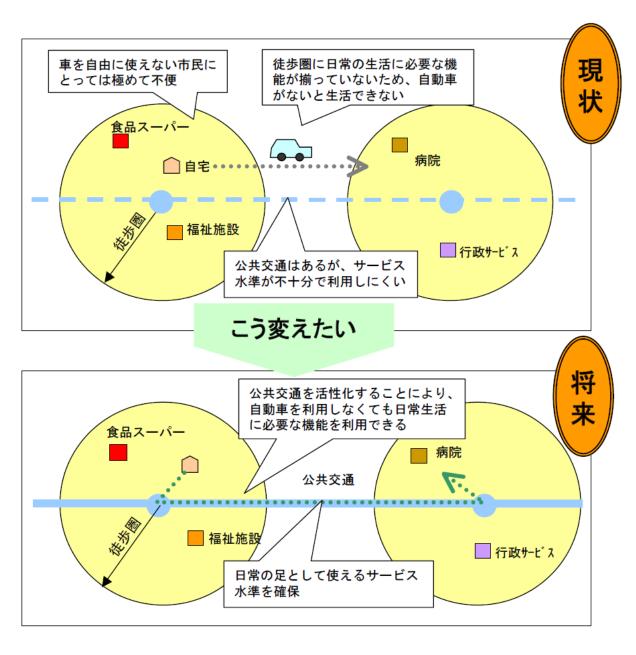
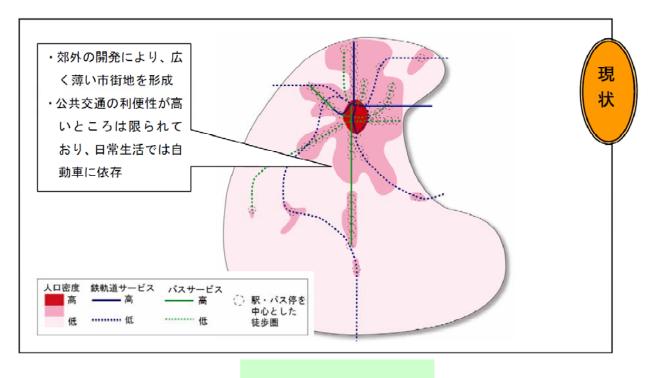


図 3.3.2 富山市のまちづくりのイメージ 2)

図3.3.3 に示す公共交通と人口分布の将来像のように、公共交通の活性化を図ることで、人口が分散していた郊外から、人口が減少した旧来の市街地への転居を促し、公共交通沿線の人口密度を高めていく。そうすることで、公共交通の安定した経営が可能となり、将来的に高齢化が進展して自動車を自由に使えない人が増加するようになっても生活しやすくなる。また、居住地域が縮小することで、道路や上下水道など社会資本の維持管理費用、除雪費用の低減が期待でき、持続的な都市運営が可能となる。



こう変えたい

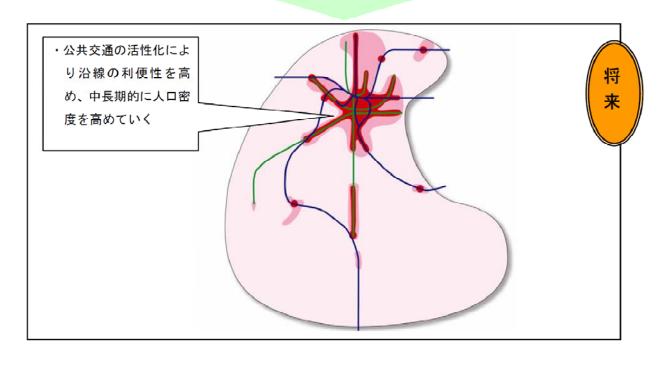


図 3.3.3 富山市の公共交通と人口分布の将来像 2)

(3) コンパクトシティの利点と課題

コンパクトシティは、中心市街地の空洞化、自動車社会の発達による商店の郊外化といった 問題の解決に向けた方策という考え方もある。ここでは、郊外化の過度な進行により増大した 社会資本の維持管理費用抑制という観点から、コンパクトシティの利点と課題を既述分も含め て挙げる。

【市民から見た利点】

- ・日常の移動手段が徒歩や自転車、公共交通中心となり、自動車を自由に使えない市民にとって、生活しやすくなる.
- ・街の中心に人の流れが集中することで街が活性化される.

【自治体から見た利点】

- ・道路や上下水道などの社会資本の整備や維持管理費用の負担を減らせる.
- ・中心市街地の魅力が増して地価が上昇することで、自主財源である固定資産税の増加が期 待できる.

【課題】

- ・一旦広がってしまった市街地(道路,上下水道,学校などの社会資本を含む)をどのよう にして廃止していくのか.
- ・広大な敷地を求めて郊外に移転した役所,病院,大学を中心市街地に戻すことはできるのか.
- ・居住地域と非居住地域の境界をどのように決めていくのか.
- ・郊外の地価が極端に下がり中心市街地に新たな住居を購入できないことで、郊外から中心 市街地への移住が難しくならないか.現状で郊外の住民に対して補償はできるのか.その 財源はあるのか.
- ・中心市街地の地価上昇により、一部の富裕層を除いた一人当たりの居住面積は減少すると 考えられる.
- ・広い土地を求める人の移住をどのように制限するのか.
- ・自動車への依存をどのように無くしていけるのか. 都心の渋滞が増えないか. コンパクトシティと自動車社会との共存は可能か.
- ・既存の中心市街地の活性化をどのようにするのか. 魅力をどのようにつくっていくのか. いわゆるシャッター街,シャッター通りをどのように再生するのか.
- ・住民の意思確認、意思決定をどのようにしていくのか.

3.3.3 霞堤

(1) 霞堤とは³⁾

霞堤(かすみてい)とは、図3.3.4に示すように、河川の堤防を連続させずに開口部を設け、下流側の堤防が上流側の堤防に重なるようにした堤防である。洪水時には、水が開口部から堤内地側に流出して滞留することで河川の水位を下げる。また、本川が破堤しても堤防が二重三重と重なっていることから氾濫範囲を限定でき、氾濫水が開口部から本川に速やかに戻ることができるので、被害の拡大を防ぐことができる。洪水終了後、堤内地に滞留していた水は自然流下で河川に排出される。ここで、堤内地とは、普段、堤防により洪水から守られている堤防の外側の部分をいう。

勾配の急な河川では、破堤して水があふれた場合に、直下の開口部から氾濫水が河川内に戻ることで 氾濫範囲が限定される効果が高い. 勾配の緩やかな河川では、浸水被害の影響が少ない地域にあらかじめ堤防開口部を設け、洪水時には堤内地に水が滞留して河川の水位を下げることで、下流の市街地における浸水を軽減するという効果が中心となる. ただし、効果は河川の勾配や周囲の地形に大きく依存するため、これが全てではない.

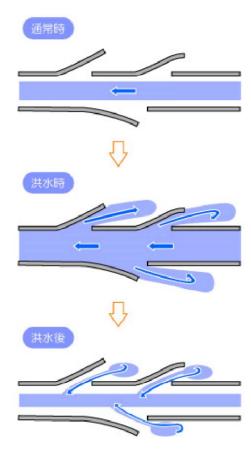


図 3.3.4 霞堤の概要 3)

大きな地域で都市運営を考えたときに、浸水被害の軽減や水害対策にかかる費用低減のため、 霞堤内の居住や商業活動を制限することで、大きな地域全体として被害を抑えて行政コストを 抑える効果がある.また、霞堤内の社会資本整備費用の低減も可能となる.

(2) 霞堤の例

a) 手取川の例 ⁴⁾

石川県下最大の河川である手取川は、河口に扇状地を形成しており、源流部から河口までの

平均勾配は約 1/30 の急流河川である. 古くは洪水のたびに流れが変わっていたが、稲作の発展から集落が形成されると、氾濫による被害が大きくなってきた. そこで地域で取り組まれてきたことは、島集落と村囲堤である. 島集落とは、扇状地の列状の微高地に住居が集まった集落である. 村囲堤とは、氾濫被害をさらに軽減するために集落周辺に盛土を築いた堤防である.

その後、村囲堤が高く長くなって発達していき、 治水が進み、現在のような霞堤となっていった. し かし、開発や宅地化により、一部の霞堤では、締め 切られて連続堤防となった箇所もある.



写真 3.3.1 手取川の霞堤 ⁴⁾ (原写真に著者が加筆)

b) 豊川の例⁵⁾

愛知県東部に流れる豊川では、江 戸時代に下流の吉田の城下町を洪水 から守るため、中流から下流にかけ て霞堤が設けられた.元々は、鎧堤 (よろいつみ)と呼ばれていた. 豊川の下流部は、大きく湾曲してお り、かつ川幅が狭いことから、たび たび洪水に悩まされてきた.その後、 設けられた霞堤の効果によって下流 域の被害は軽減されてきたが、一方 で、霞堤地区では洪水による被害が 甚大であった.

昭和 40 年に完成した豊川放水路によって,洪水被害は大きく減少し,昭和30年代に9か所あった霞堤は順次締め切られて,現在は4か所の霞堤が残っている。残っている霞堤についても,浸水被害の軽減を図る対策が進められている。

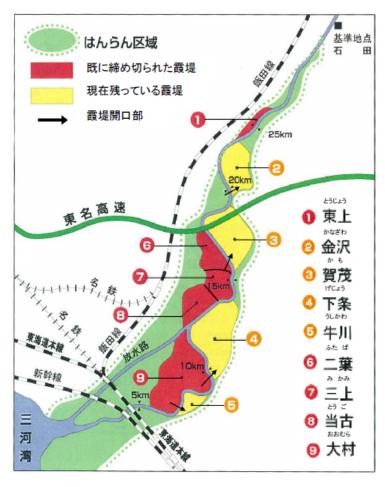


図 3.3.5 豊川の霞堤 5)

(3) 霞堤の利点と課題

霞堤の利点と課題を既述分も含めて挙げる.

【利点】

- ・水害対策にかかる費用低減や霞堤内の社会資本整備費用の低減が可能.
- ・下流部の氾濫の軽減が可能. (一方で霞堤内では甚大な被害が生じる)
- ・浸水の後、ポンプや水門設備を用いずに、自然流下により排水が可能.
- ・流れてくる山土によって、霞堤部が肥沃になる. (一方でこの効果以上の被害が生じる)
- ・洪水時, 霞堤内に生物が一時的に退避できることで, 生態系の多様性の維持に貢献.

【課題】

- ・新たに霞堤を設ける場合,河川に隣接して相当な面積を必要とするため,位置をどうする のか。
- ・ 霞堤内の地価が極端に下がるので、 霞堤内からの移転には相応な補償が必要となる.
- ・至る所で開発が進んだ霞堤内において、居住や開発の制限をどのように進めるのか.
- ・ 霞堤の容量を超えるような想定以上の洪水が発生すれば、被害が大きくなる.

3.3.4 おわりに

高度経済成長期に多量につくられた社会資本の老朽化を考えたときに、全てをつくり替えていくのは理想的ではあるが予算には限りがあるため困難である。そこで近年では、維持管理に重点を置き損傷が深刻化する前に補修して延命させるという政策に移行している。それでもいつかは寿命が到来するため、今後、相当数は廃止にせざるを得ないと考えられる。そこで、どこの社会資本をどういう考え方で廃止するかが問題であり、本節ではその一例を示した。

ここに挙げた例でも、たとえ住民の合意が順調に得られたとしても実現には数十年を要し、一時的には財政支出が増加するような、非常に長期的に取り組まなくてはならない政策である. しかし、推計 のにもよるが今後 100 年で日本の人口は半減する. また、税収の増加は期待できず、高齢化社会の進展による社会保障費増加により、間違いなく国や地方自治体の赤字が増加する. 社会資本整備を廃止する優先順位付けは、国や地方自治体の運営が行き詰まる前に考えなければならない、相当に緊急を要する課題である.

【参考文献、引用文献】

- 1) 青森市, 第2期青森市中心市街地活性化基本計画, 2012,
- 2) 富山市, 富山市公共交通活性化計画, 2007,
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 霞堤, web page,

http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/yougo/words/008/html/008 main.html, (2014,4,30 参照)

4) 国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所,手取川の「霞堤」が土木学会の平成 24 年度「選奨土木遺産」に認定されました,web page,

http://www.hrr.mlit.go.jp/kanazawa/mb2_jigyo/river/dobokuisan/dobokuisan.html, (2014,4,30 参照)

5) 国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所,豊川の霞堤, web page,

http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/pamph/pdf/toyogawa_kasumitei.pdf, (2014,4,30 参照)

6) 国土交通省,平成21年度国土交通白書,第1部序章第1節,2010,

4. 市町村等の維持管理に適応可能な工法・技術

4.1 維持管理技術の現状と適用事例

4.1.1 鉄道構造物の事例

(1) はじめに

土木構造物の変状・劣化に対して検査等を行い適切な維持管理に努める必要がある。本項では鉄道において実施されている構造物検査を主体に維持管理事例を紹介する。検査は鉄道においては全般検査と称される目視を主体にした一次的検査(以下,一次検査という)と、鉄道においては個別検査と称される詳細な方法による二次的検査(以下,二次検査という)に区分される。一次検査では変状・劣化の有無,その程度および必要により進行性等を確認する。二次検査は一般に一次検査の結果必要と判断された場合にを行う。以下に二次検査の事例を主体に紹介する。

(2) 鋼・コンクリート構造物

a) 鉄桁等鋼構造物

鋼桁等鋼構造物の変状・劣化には腐食・欠食・孔食,き裂,リベットやボルトのゆるみ,変形,支 沓部の変状,塗装劣化等がある.これらの変状・劣化に対して実施する二次検査の代表的なものに は次のものが挙げられる¹⁾.

- ・変状寸法や部材の残存寸法等のスケール、ノギス等を用いた測定
- ・断面欠損等の影響を確認するため荷重載荷時の部材応力を測定
- ・部材の破断や接合部の緩みなどの影響を確認するための桁たわみを測定
- このうち、応力測定とたわみ測定について、その事例を以下に示す.

① 応力測定

応力測定は部材に接着剤でひずみゲージを貼り付ける方法により測定するが、最近では 部材にマグネットの吸着力で受感部に摩擦型ゲージを押し当て、境界部に発生する摩擦に より測定する方法なども行われている²⁾.









写真 4.1.1 摩擦型ゲージによる応力測定事例

② たわみ測定

たわみ測定は新桁を架設した時のたわみと,設計値との比較による架設状況の良否の確認や, 以降供用中の変状・劣化に対する評価に用いる初期値を測定するために行われる.

一般にたわみ測定では支間中央部付近のたわみ量を測定する. その事例を以下に示す.

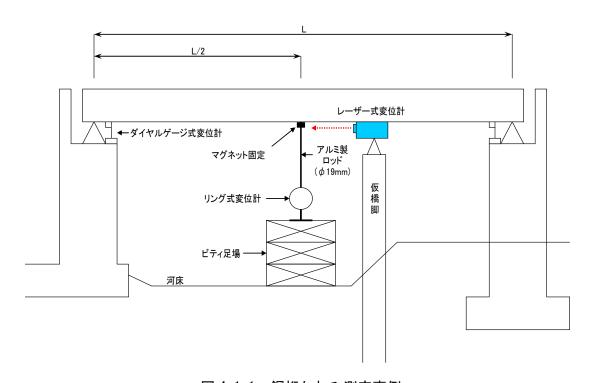


図 4.1.1 鋼桁たわみ測定事例

計測器の設置概略図を**図4.1.2~図4.1.4**に示す.また計測機器を**写真4.1.2~写真4.1.4**に示す. また**写真4.1.5**に計測状況を示す.

たわみ測定位置は、左右の主桁(2主桁)の支点付近及び支間中央の計6箇所を測点として測定を行なった。両支点部は使用し、橋脚上部にマグネットスタンドにて固定したダイヤルゲージ式変位計を固定設置した。支間中央部はアルミ製ロッドを桁下面にマグネットスタンドで固定し、ビティ足場の固定部に設置したリング式変位計に接続した。

また桁架設後測定の支間中央部については、別の測定方法としてレーザー式変位計による測定も 併せて行った. 測定は桁中央部にターゲットを設置し、レーザー式変位計を仮橋脚上に設置して行 なった. レーザー式変位計については変位量をパソコンに記録した.

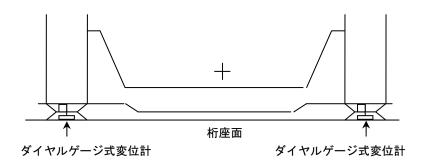


図 4.1.2 計測器設置概略図(桁端部断面図)

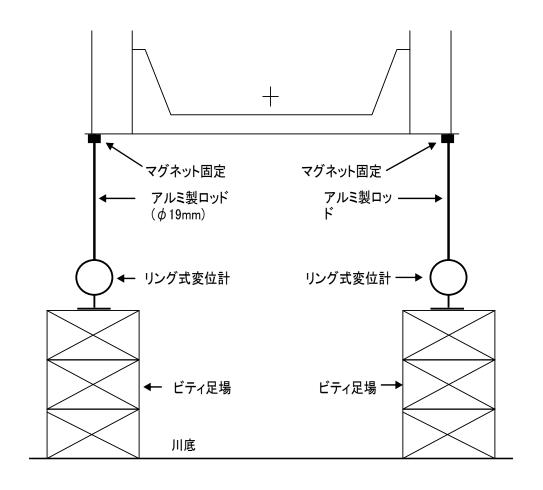


図 4.1.3 計測器設置概略図 (リンク式変位計:桁中央部断面図)

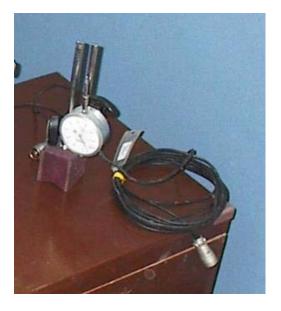


写真 4.1.2 ダイヤルゲージ式変位計



写真 4.1.3 リング式変位計

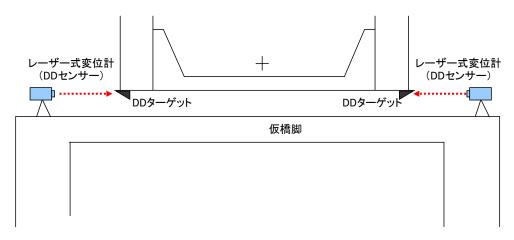


図 4.1.4 計測器設置概略図 (レーザー式変位計:桁中央部断面図)

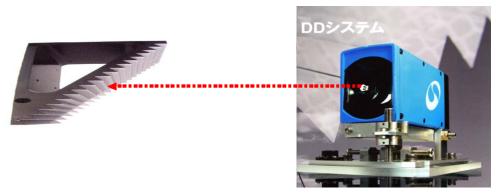


写真 4.1.4 レーザー式変位計



写真 4.1.5 たわみ計測状況写真

b)コンクリート構造物

コンクリート構造物の変状・劣化にはひび割れ、鉄筋腐食、かぶり部分の剥離・剥落等がある. これらの発生要因としては次のものが挙げられる¹⁾.

- ・湿度・温度の変化、凍結融解、コンクリート中の塩分量等、使用・環境条件に関わるもの
- ・中性化、乾燥収縮、アルカリ骨材反応等、材料の性質に関わるもの
- ・曲げやせん断、すりへり、火災、衝突等、構造・外力に関わるもの
- これらの変状・劣化に対して実施する二次検査の代表的なものには次のものが挙げられる.
- ・コンクリートの中性化や塩害など鉄筋腐食に関する検査
- ・凍害、化学的浸食、アルカリ骨材反応等に関する検査
- PCにおけるグラウト点検
- このうち、中性化や塩害など鉄筋腐食に関する検査について、その事例を以下に示す.

① 外観目視

高所作業車,橋梁点検車,仮設足場等を用いて調査を行なった.近接目視によるひびわれの状態や打音点検によるコンクリートの剥離等の確認を行なった.

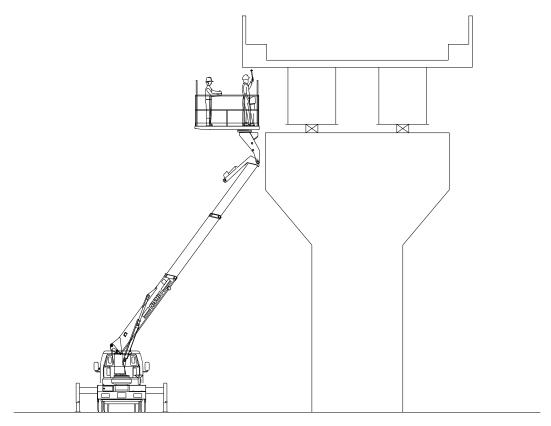


図 4.1.5 点検概念図

② 鉄筋探査

鉄筋探査ははつり調査の位置を確認するために、RC レーダを用いて**図 4.1.6** に示す電磁波レーダ法により行った.

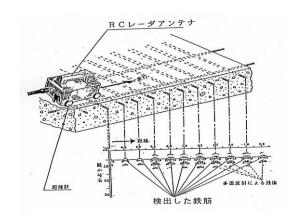




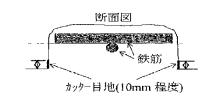
図 4.1.6 電磁波レーダ法の測定原理

写真 4.1.6 RCレーダ

③ はつり調査³⁾

コンクリート表面をはつり、鉄筋腐食度・鉄筋径の確認・かぶり深さ・コンクリートの中性化深さを測定し、記録および写真撮影を行った. はつり調査の概略図を**図4.1.7**に示す. 中性化深さはフェノールフタレインの 1%エタノール溶液を噴霧して、赤紫色を呈する部分を未中性化部分として判断した. はつり調査終了後は、直ちに無収縮モルタルを用いて断面修復を行った.

はつり調査結果の事例を表 4.1.1 に示す.



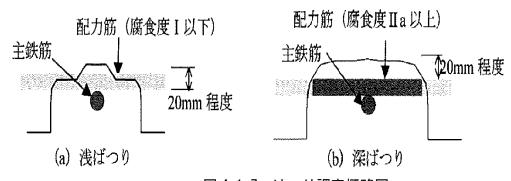


図 4.1.7 はつり調査概略図

ここで**表 4.1.1** における鉄筋腐食度は,**表 4.1.2** に示す西日本旅客鉄道株式会社(以下 JR 西日本という)の評価基準によった.

表 4.1.1 はつり調査結果

١,	-	÷	Ť		Ť	-	Ť		÷		-		-	-	٠.	-		۰	-	-	_	٠,	-	-	-	-	-	-	-
							٠																٠						٠
4																	٠		٠							÷		٠	
	•						٠					1	2			m,													
*		*		٠				٠		٠		٤	1	٠.		и.	٠		٠		٠			•		*			
	٠		٠				٠		٠		•	-	-	-	٠,	8-		•				٠,			٠		*		٠
١.		•		•		•		•		٠		•		٠.	. 1	я.	٥		٠		٠.			•		•		•	
Ι.	•		ē		7		•		٠,		7,		Э,	, '	١,	ш		-		33	ď	١,	ď.		-		8		ै
Ľ		e.		~		್	è	~		•	ı.	٠,	٠	٠,	. 1	١.	•		•		٠,	ď				-		ā	
١.																П					ď						_		
							٠				n					B.					-					1	9	ì	
3				٠		٠		÷		٠		+			4	я	٠		ŧ		•		ď			6	_	8	
							×						٠			B						0				-	÷	-	÷
×		*		*	_	*		•		٠		٠			-	я.	٠		•			_		•		٠		*	
12	٠		•	3	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	,		٠
١.		٠		٠		•		٠	J	•	d	•	J	٠.	. 1	L	•	u	•		٠.		٠.	•		•	3	•	8
١.	•		•		•		4		*		•		•	ď	٩,	ď		1		٠,	ď	٠.			•		-		•
Г		Е		7				Ē						٠,	e I	g.					٠,	O							
١.				÷										÷	4	B)			4										
			٠		٠				٠				٠	٠,	•	ŀ					1	ď							
١.		٠		٠		٠		٠		٠					4	0	٠												
1							٠		+		è		٠	-	٠.	B.		*				0							٠
١٠				-		+		٠				٠		-	1	и			٠		•			٠				٠	
							*		٠		٠		•		•	B-									*				E
		*																											

はつり後状況

- 8	目中文《土田	
- 6		

鉄筋No.	鉄筋の 種類	公称 鉄統	からむ (mm)	腐食度※1
1	橋軸直角方向鉄筋	D22	59	I
2	標曲方向鉄筋	D13	83	I
中性化深さ	5	6	11	10
(mm)	12	11	8	6
平均值mm)	1	クリートの	中性化深	さ:9

※1:西日本旅客鉄道株式会社鉄道本部旅設部「エンクリート構造物補修の手引き」による評価



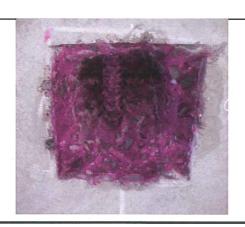


表 4.1.2 JR西日本による鉄筋腐食評価基準

	X To the property of the
腐食度	評価基準
0	施工時の状況を保ち、以降の腐食が認められない
I	部分的に軽微な腐食が認められる
II −а	表面の大部分に腐食が認められる
п −р	部分的に断面欠損が認められる
Ш	鉄筋の全周にわたり断面欠損が認められる
IV	鉄筋断面が 1/6 以上欠損している

④ 塩分量試験

ハンマードリルによりドリル粉を採取し、得られたドリル粉により塩化物イオン量分析を JCI-SC5に準じて試験を行った.

(3) トンネル

トンネルの変状・劣化には、ひびわれ、目地切れ、食い違い、剥離・剥落、変形、側壁の沈下、 材料劣化、漏水等がある.これらの変状・劣化に対して実施する検査の代表的なものには次のもの が挙げられる.

・ 覆工の目視観察

検査者がトンネル内に立入り、投光器等による照明を使用して目視により変状・劣化の状態を確認する.**写真 4.1.7** にトンネル目視観察状況の一例を示す.



写真 4.1.7 トンネル目視観察事例

・ 覆工の画像撮影

近年はレーザー, 高感度カメラ, 赤外線を用いた画像撮影等による覆工観察装置やシステムが開発され, 道路や鉄道トンネルで実用化されている. 装置は自動車等に搭載され, トンネル内を自動で走行することによりトンネルのひびわれ等の変状を画像として把握する. またトンネル変状展開図の編集, 出力やその他維持管理に必要なデータが検索可能なシステムとなっている.

• 打音点検

平成11年にトンネル覆エコンクリートの剥落が相次ぎ発生し、平成12年、鉄道トンネルに対して「トンネル保守管理マニュアル(運輸省)」が制定された。これにより鉄道トンネルにおいては剥落に対する健全度を、剥落以外の変状・劣化に対する健全度と区別して判定している。このためハンマー等を用いて覆工面の打音による剥落(浮き)の有無を確認している。

・鉄道構造物における健全度の判定

鉄道構造物の状態と標準的な健全度の判定区分は**表 4.1.3** のとおりで、トンネルにおいても同様に判定を行う。ただしトンネルについては**表 4.1.3** に加え、覆工の剥落に関する健全度判定を同時に行うこととなっている。その判定区分は**表 4.1.4** のとおりである 40 .

表 4.1.3 構造物の状態と標準的な健全度の判定区分

健全度	構造物の状態
AA	運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅か
	す変状等があり、緊急に措置を必要とするもの
A 1	進行している変状等があり、構造物の性能が低下しつつあるもの、または、
	大雨、出水、地震等により、構造物の性能を失うおそれのあるもの
A 2	変状等があり、将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
В	将来、健全度Aになるおそれのある変状等があるもの
С	軽微な変状等があるもの
S	健全なもの

表 4.1.4 剥落に関する変状の状態と標準的な健全度の判定区分

健全度	構造物の状態		
α	近い将来、安全を脅かす剥落が生じるおそれがあるもの		
β	当面,安全を脅かす剥落が生じるおそれはないが,将来,健全度αになるお		
	それがあるもの		
γ	安全を脅かす剥落が生じるおそれがないもの		

(4) 基礎構造物

基礎構造物の変状・劣化には沈下、傾斜、移動、耐力不足、根入れ不足(洗掘)等がある.基礎に変状が生じると橋脚等の沈下、移動、傾斜等により桁沓や桁座に変状が生じることから、それらを観察するとよい.また、基礎の洗掘が認められる場合は洗掘深さ(河床高さ)の測定を行っておくとよい.二次検査の代表的なものには次のものが挙げられる.

- ・橋脚等の変位(沈下、傾斜、移動)量の計測
- ・ボーリング調査等による支持地盤や橋脚等の根入れ深さの確認
- ・振動(衝撃振動) 試験等による基礎支持力の評価

このうち橋脚等の根入れ調査と衝撃振動試験について、その事例を以下に示す。また、基礎構造物の安定性に関連して鉄道における河川増水時の桁下水位規制の考え方と洗掘を受けやすい橋梁の抽出方法の一手法を紹介する.

① 橋脚等根入れ調査

地耐力の評価や洗掘に対する危険度評価等を行うにあたっては、橋脚の根入れ(地盤下の基礎深さ)を把握することが必要である。しかし橋梁の財産図がないために根入れ深さが不明であったり、財産図があっても実際の根入れ深さとの相違がある場合がある。このためにコアボーリングやCCDカメラにより橋脚等の根入れ深さを確認する。なお、コアボーリングについてはコンクリート躯体の品質の確認、CCDカメラについては基礎地盤の状態などを確認するにも有効である。

写真 4.1.8, 4.1.9 にコアボーリング事例を,写真 4.1.10, 4.1.11 にCCDカメラによる調査事例を示す.



写真 4.1.8 コアボーリング事例

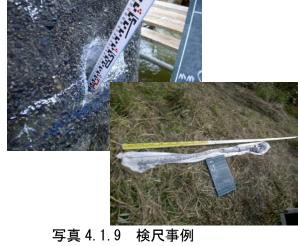




写真 4.1.10 CCDカメラ確認事例

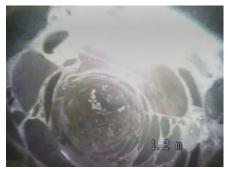


写真 4.1.11 CCDカメラによる孔内撮影事例

② 衝擊振動試験 5) 6)

衝撃振動試験は橋脚等躯体の剛性や基礎地盤の強度を評価する目的で行う. 橋脚に重錘等を用いて衝撃を与えその応答波形を収録する. 10 回程度衝撃を与えた収録した波形を重ね合わせてスペクトル解析により卓越周期(固有振動数)を把握する. 構造物が被災して躯体の剛性や地盤強度が低下したり、根入れが不足した場合、質量が変化しなければばね定数の低下となり、固有振動数の低下する. 健全度は測定した固有振動数と橋脚の形状や土被り等の条件から定まる標準値に対する比や、過去の固有振動数との変化比較などにより評価する. 図 4.1.8 にセンサー取付図、写真 4.1.12 に衝撃振動試験作業状況、写真 4.1.13 にデータ収録状況、図 4.1.9 に固有振動数の分析事例を示す.

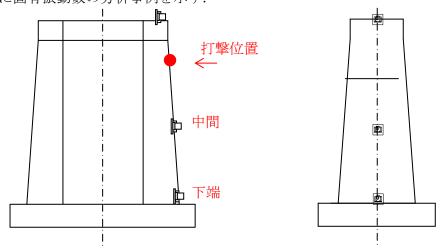


図 4.1.8 衝撃振動試験センサー取付一般図

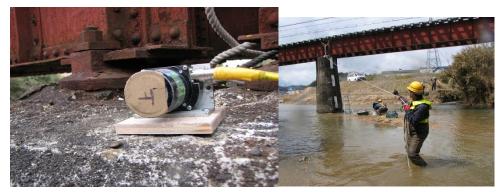


写真 4.1.12 衝擊振動試験作業状況



写真 4.1.13 衝撃振動試験データ収録状況

2. 重ね合わせ波形

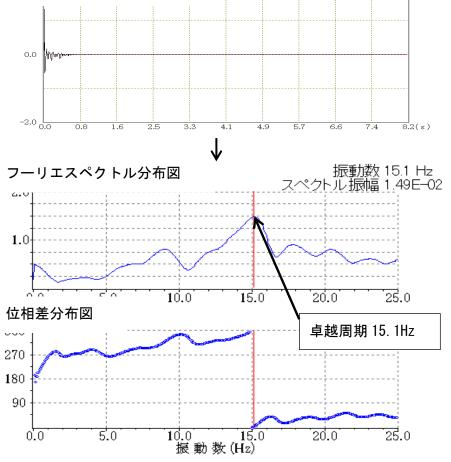


図 4.1.9 衝撃振動試験による固有振動数分析事例

③ 河川増水時の桁下水位規制の考え方

河川増水による鉄道橋梁に変状等が生じる恐れがある場合,その水位によって,列車運転見合わせ,徐行,警備強化の3段階の規制等で対応している.規制は以下の3項目

- ・橋脚洗掘等を踏まえた安定度に対する変状等の恐れ
- ・流下物等の桁への衝撃の恐れ
- ・橋梁背面盛土の流失の恐れ

の評価結果を想定して実施されている. **写真 4.1.14** に桁下水位を監視する量水標と桁下水位規制表示の事例を示す.



写真 4.1.14 量水標と桁下水位規制表示

④ 洗掘を受けやすい橋梁の抽出方法 5)

洗掘を受けやすい橋梁の判定を、河川の環境条件(地形、河床材料等)橋脚の構造条件(橋脚の置かれている位置、根入れ深さ、基礎地盤の状況等)、防護条件(防護工の有無や範囲等)から行う方法を紹介する。判定にあたっては過去の被災事例の特徴をもとに洗掘への影響が大きいと考えられる要因を評価項目として採点する。採点表を表 4.1.5 に示す。

評価項目 評価項目 点数 区分 点数 0 平野 10 0 不明 谷底平野 10 地形 0 扇状地 0 恋状あり 5 変状なし 5 山陽地 河川の環境条件 0 変状不明 15 河川幅の狭窄 変状なし 20 有 0 砂 10 変状中 一部流出・指積み 5 変状 変状大・流出 Ф 礫 0 河床材料 0 変状不明 数号・巨磯 10 5 連結 0 連結 全体河床の低下 河床>はかま上面 20 10 防護条件 はかま下面<河床≦はか 直線および曲線内側 15 河川の湾曲に対する 10 根入れ 主上面 橋脚の位置 曲線外侧 0 はかま ۵ 河床≤はかま下面 流水中 変状あり 陸地(護岸なし) 10 変状 0 変状不明 陸地(護岸なし、流路に 河川敷に対する 0 周辺全面 40 隣接) 極期の位置 張コン 陸地(護岸あり) 敷設範囲 2D 以上 (D;橋脚く体幅) 20 25 クリート 0 2D 未満 (D:橋脚く体幅) 陸地(護岸あり、流路に 15 隣接) 河床> 悲礎底面 20 (橋脚) 根入れ 20 ٠ なし 河床≤基礎底面 ~1 m 5 バイル 変状あり Φ の構造条件 変状 0 1 m~2 m 変状不明 0 下流方 落差 2 m-下流方落差の構造形式 必ず調査する項目 朱红龙 変状あり ٠ 橋脚基礎の構造形式 施工範囲 河川幅の一部のみ • 周辺で河川改修が行われ 直接基礎・抗基礎 ているか 根入比 1による 前回調査に比べ橋梁周辺の ケーソン基礎 特記事項 前回調査に比べ 河川環境が変化しているか 根入れ長の変化 \$ 調査しておくことが 1.5 m 以上の増減がある 河川の流向と橋脚の向き 望ましい項目 岩着ではない 0 河口閉塞の有無 フーチング底面の 岩着と思われる 15 被災歴の有無 岩着 30 岩着 隣接橋梁の有無 その他特有の条件

表 4.1.5 洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表

代表的な条件の具体的な調査手法の事例を以下に示す.

• 地形

航空写真もしくは地形図により平地や山間地等に区分し,航空写真もしくは地形図と現地写真を整理する.

河川幅の狭窄

航空写真,地形図および図面により図 4.1.10 に示す橋梁部川幅 B と上流部川幅 B₀(50mまたは川幅程度)を確認し,数値を整理する.測定する川幅は,増水時の河川幅または堤防間の幅とする.河川幅の狭窄の有無は以下の式により判断する.また河川の合流部に位置する橋脚の場合は,支流部の川幅の合計と合流部の川幅を比較するものとする.

B/B₀≦0.6 → 河川幅の狭窄あり

>0.6 → 河川幅の狭窄なし

• 河床材料

河床材料を砂、礫、岩等に区分し、その状況を現地写真により整理する.

・全体河床の低下

現地で橋脚部の河床高の現状を測定する. 測定は橋脚の4方向(起点側, 終点側, 上流側, 下流側)をハンドレベル等を用いて計測する. 河床高さ測定状況を**写真 4.1.15** に示す.

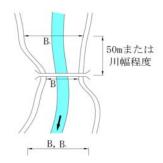


図 4.1.10 河川幅狭窄概念図



写真 4.1.15 河床高さ測定状況

・河川湾曲と橋脚位置

地形図により, 橋脚の位置が河川の直線部, 曲線内側, 曲線外側のどの位置にあるかを把握し整理する. 橋脚の位置の把握は, 増水時を想定し行うものとする. 例えば図 4.1.11 に示すように, 河川の湾曲は曲率半径 r が河川幅 B の 7 倍以下の場合とし, 曲線外側とは, 湾曲流路幅の外側, 概ね 5 分の 2 の範囲などの基準で評価する.

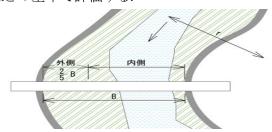


図 4.1.11 河川湾曲と橋脚位置の概要図

・河川敷と橋脚位置

現地で橋脚が流水部にあるか,陸地部にあるか等の区分を確認し,写真により整理する.なお判断基準は平水時とするが,調査時期により判断が困難な場合はその旨示しておく.

・根入れ比

「全体河床の低下」の調査で測定した値と図面より、根入れ比を算出し整理する. 橋脚の根入れ深さが図面どおりであるかどうか疑わしい場合は、別途調査する等留意が必要である.

・フーチング底面の岩着

図面および過去のボーリングデータから判定を行う. 図面にフーチング底面が岩着であることの 記載があっても、ボーリングデータが無い場合は、「岩着」との判定は行わず、「岩着と思われる」の 判定とする. また、区分が困難なものについては「不明」とし、採点は行わない.

(5) 土構造物

盛土,切土等土構造物ののり面変状・劣化には亀裂,はらみ,沈下,すべり,陥没,洗掘,ガリ,やせ等がある。さらにはのり面防護工の変状・劣化には陥没,不陸,浮き,亀裂,食い違い,沈下,傾斜,目地切れ等がある。また,落石に対しては転石や浮石の不安定性に留意する必要がある。なお災害形態としては表面浸食,表層崩壊,基盤崩壊,のり肩部の崩壊,地すべり,落石,土石流等がある。以下に鉄道におけるのり面の健全度評価の手法として国鉄当時から用いられていた「のり面採点表」 7 とJR西日本で用いられている「斜面防災カルテ」 8 $^{-10}$ について紹介する。

のり面採点表はのり面の不安定性を評価して危険度(健全度)を判定する手法として用いていた. のり面採点表には、盛土のり面、切取(切土)のり面、岩石のり面、落石に対する4種類のものがあった. 表 4.1.6 に盛土に対するのり面採点表を示す. 健全度の判定は耐雨強度で評価できるもの(盛土、切取)については確率許容日雨量で、その他のもの(岩石、落石)については不安定性の素因点により評価していた.

図 4.1.12 に鉄道におけるのり面の健全度判定のフローと関係の概念を示す ¹¹⁾. のり面の健全度はのり面の不安定性に対するものと変状に対するものの双方を評価する必要がある. このため元来のり面採点表はのり面の不安定性を評価するために用いられていたが、変状に対する評価も併せて行うためにJR西日本では、変状点を加味して、評価を行うなどの工夫をしていた. 表 4.1.7 に加味した変状点の例を示す.

なお、耐雨強度で評価する場合、のり面採点表では日雨量を指標としているが、降雨強度、 時間雨量、連続雨量、実効雨量等の降雨の降り方によるさまざまな指標による評価には対応してい ないなどの課題もあった.

盛土の不安定性は次の採点基準による評価点と雨量評価点の関係で判定する。 基本点は原則として60点とする。 索 因 点 土羽の状況 のり面への水の集中しやすさ 判断点 **海囲の水の影響** 盛土の新旧 土羽土の性質 のり高のり勾配縦断勾配盛土の位置 締固め状況 新設盛土 切盛境界) 坦 冠洪水のおそれ 橘台背後 のり肩の表層厚 6 元以上 標準勾配より急 単勾配 あり さ 0.5~1.5 m 砂および砂質土 - 15 - 10 - 10 盛土の下がうん 現場の実情に応じ がN値2以下で でいる その下が締まっ 6 ~ 3 m - 20 ている。~20 -10 標準勾配落込勾配その他 山側にたん木の 上記以外の場合 粘 性 土 それよりゆるい - 10 おそれあり 3 元以下 - 10 地下水流がある 古い盛土 -10水の影響なし(薄 おもな目的 防 護 Ι 0 十分繁茂した植生 雨量評価点 張コンクリート のり面の 0 0 評価点許容日雨量 ブロック帯、石帯、 + 10 没食防止 プレキャスト 格子枠工 450 ## 0 張 + 20 壁 + 20 0 350 たて下水など + 5 70 300 のり尻砂利枠 工 250 排水処理 0 0 Ο 排水ブランケット 50 200 排水パイプエ +20 0 0 0 0 150 工 + 20 30 100 表層部端化 0 0 I + 10 打 50 土 留 擁 壁 一 0 押丸盛土一

表 4.1.6 盛土に対するのり面採点表

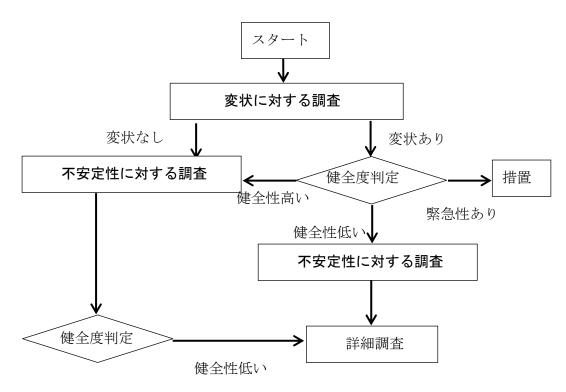


図 4.1.12 のり面の健全度判定のフローと関係の例

表 4.1.7 変状点の例

項目	細 目	点数
のり肩部の亀裂	・局部的なもの	0
	・範囲が大きいもの	-10
	・その他	
のり面のガリ,浸食	・のり尻に局部的にあるもの	0
	・のり面一面にあり一部のり肩に達しているもの	-10
	・のり肩まで達しており、のり面に大きな影響を与えると予	-20
	想されるもの	
のり面のはら見出し	・局部的に見られるもの	0
のり面の段差	・古いもので、注意を払っているもの	-10
	・進行性がありのり面全体に影響を与えるもの	-20
のり面防護工の変状	・局部的な変状のもの	0
	・変状はしているが、進行していないもの	-10
	・進行性があり、のり面全体に影響があると予想されるもの	-20
土留壁等構造物の	・局部的なもの	0
亀裂,変状	・範囲は大きいが進行性は少ないもの	-10
	・進行性が大きいもの	-20
その他特記事項		

斜面管理には、のり面や排水設備、防護設備の状態に加え地形地質や立地条件等を含めた全体把握を行い、どこにどのような災害因子があるかを把握することや、現場技術者の技術力向上に向けたツールが必要であることから、JR西日本では現在、斜面防災カルテを整備し維持管理に努めている。斜面防災カルテは管理ブロックを設定している。管理ブロックはたとえばひとつの構造が連続する区間では構造形態がおおまかに一致するなど管理上区切りのよい範囲で、最大500mまでとしている。図4.1.13~図4.1.15に防災カルテを構成するカルテ位置図、斜面管理マップ、状況写真のサンプルをそれぞれ示す。

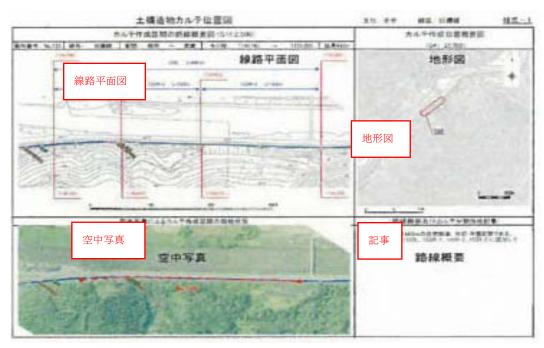


図4.1.13 土構造物カルテ位置図の一例



図4.1.14 斜面管理マップの一例



図4.1.15 状況写真の一例

カルテ位置図にはカルテ作成区間の線路概要のわかるものとして、線路平面図、空中写真、地形 図等が示されている. 斜面管理マップには調査スケッチ、調査結果(地形・地質、周辺環境、変状 概要等)、今後の検査時の着眼点、想定される災害形態、管理ブロックとしての評価、過去に発生し た災害履歴等が示されている. 状況写真は管理ブロック内調査写真を収録し、斜面管理マップと関 連付けている.

評価は変状に対する調査結果による区分と斜面の不安定性に対する調査結果による区分により行い, それぞれの線路への影響度(線路からの離れなどの条件)を考慮して健全度判定を行うこととしている. 表4.1.8に評価区分と線路への影響度の関係を,表4.1.9に線路への影響度と健全度の関係を示す. なお評価区分は対応の必要性により次のとおり判定する.

aa:直ちに措置 a:一定期間内に措置 b:監視 c:問題なし

斜面防災カルテの内容は次の定期検査や、対策工計画策定においてその情報が活用されている.

表 4.1.8 評価区分と線路への 影響度の関係

		変状および不安定性に対する評価							
		aa	а	b	С	S			
線败	1	AA	A	В	С	S			
線路への影響度	2	A	В	В	С	S			
響度	3	В	В	С	С	S			

表 4.1.9 線路への影響度と 健全度判定の関係

対 す変	評価区分	aa	а	(b)	C	無
る状調に	線路への影響度	1		2		3
査	健全度判定	AA	Α	В	9	_
対不 す安	評価区分	aa	a	b	С	s
る定調性	線路への影響度	1		2		3
査に	健全度判定	AA	A	\bigcirc	С	S
\$2 80	合判定	AA	Α	B	C	S

【参考文献】

- 1) (社)日本鉄道施設協会:鉄道土木構造物の維持管理(平成10年9月)
- 2) 福田浩之,青山祐士,小寺徹,古市享,佐光浩継:摩擦型ゲージ(応力聴診器)の応用事例について:土木学会第63回年次学術講演会(平成20年9月)
- 3) コンクリート構造物補修の手引き:JR 西日本施設部(平成13年4月)
- 4) 国土交通省監修,鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)トンネル(平成19年1月)
- 5) 国土交通省監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編) 基礎構造物・抗土圧構造物(平成 19 年 1 月)
- 6) 西村明彦: 衝撃振動試験による構造物の健全度評価, (株)ジェイアール総研エンジニアリング
- 7) 日本国有鉄道施設局土木課:土木建造物取替の考え方(昭和49年8月)
- 8) 細岡生也:斜面防災カルテによる維持管理の取り組み,鉄道総合技術研究所, RRR(2010.4)
- 9) 小林徹:土構造物管理のための斜面防災カルテ策定,日本鉄道施設協会誌(2008.2)
- 10) 高場太一,泉並良二,深田隆弘,森泰樹,荒巻智:土構造物維持管理のための斜面防災カルテの活用術,第47回地盤工学研究発表会(2012.7)
- 11) 国土交通省監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等維持管理標準·同解説(構造物編土構造物(平成19年1月)

4.1.2 のり面構造物の事例

(1) はじめに

戦後国内の隅々に整備された道路構造物については,施工から 50 年以上経過したものが多く存在 し、これらの構造物については、施設の老朽化とともに本格的な更新時期を迎えつつある。一方、 国や地方の厳しい財政事情から、老朽化した構造物については、従来行われてきた新規構造物への 更新が抑制され、かつ従来の対処療法的維持管理手法から危機管理型維持管理手法への移行が図ら れている。また構造物へ対する維持管理の強化から、各種構造物の長寿命化についての検討が盛ん になり、橋梁やトンネル等の大型施設を中心に検討が進んでいる。一方道路には、斜面災害防止の ため、のり面の長期的安定性を確保する構造物も相当数整備されている.近年の大幅な気候変動に よる影響もあって過去に発生していなかったゲリラ豪雨等の異常気象も頻発し、斜面災害も増加傾 向にある. 今後も現道の安全性を向上させるため、新たな構造物が引き続き整備されるものと思わ れる.以上のことから今後のり面構造物・盛土構造物等についても戦略的維持管理への移行に向け た検討が必要となる.これらの構造物は一部で長寿命化に関する検討も行われているが、橋梁等の 空間構造物と異なり、むしろ周辺地盤の影響や大規模な気象変動の影響で変状が進行することが多 いものの、通常の維持管理を行いながら、長期間その機能を安定的に維持することが求められてい る. またこれら一連の構造物は、機能が低下した場合、別の補強対策工事で補うことが中心となり、 橋梁等で検討されている長寿命化技術とは異なることが多い、具体例として、一般に全国で数多く 採用されているのり面保護工としてのアンカー工は、材料そのものが、地盤中に設置されているた め,設備の目視点検が頭部以外不可能で,途中で部分的補修が出来ない構造物である.一方全国各 地で多用されている吹付モルタル工については,吹付厚や単純な構造からクラックが発生した場合, 応急処置は可能であるが、基本的に補修が困難なことが多い、本節では、道路や急傾斜地のり面・ 盛土の維持管理手法について具体的調査例を基に紹介する.

(2) 道路の切土のり面や盛土の変状事例

以下に道路のり面の保護工として多用されているモルタル (コンクリート) 吹付工並びにアンカー工の代表的な変状例を写真で示す.







写真 4.1.16 風化防止で施工されたモルタル吹付工の変状事例



写真 4.1.17 変状が発生したアンカーエの事例





写真 4.1.19 盛土の崩壊事例







写真 4.1.18 法枠工, 受圧版の変状例

(3) のり面の点検

のり面の構造物点検については、道路のり面を対象とした「道路防災点検」が長期にわたって実施されてきた。本点検は、昭和 42 年を初回に平成 18 年度までの間概ね 5 年間隔で 10 回の点検が全国規模で行われている。これらの点検については、平成 18 年度を最後に開催されていないが、今までの 10 回に及ぶ点検で点検手法や問題個所における道路防災カルテの作成など点検手法が確立され、道路防災上問題となる箇所については、図 4.1.16 に示す防災カルテが作成され、全国各地の国道~市町村道で運用されている。

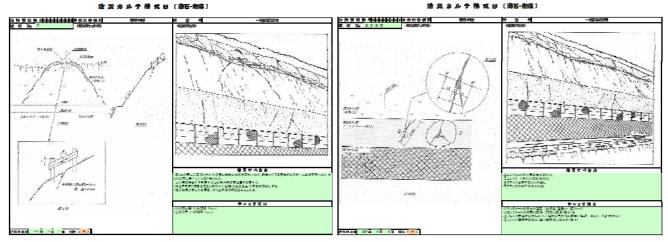


図 4.1.16 防災カルテの例

なお最近では、平成24年12月2日に発生した中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故の発生により「道路ストック総点検」として、道路に関する構造物全ての点検を行うよう国土交通省より通達が出され、現在鋭意点検中である。

(4) 道路防災点検について

現状で行われている道路防災点検には、日常点検として道路管理者が直営で実施している道路パトロールがある。本点検は道路全体の異常を早期に発見するために通常毎日~数日に 1 回の頻度で行われており、道路上での異常を早期に発見できるため非常に有効である。しかし、点検は車両からの目視点検が基本であり、点検者はのり面や盛土に関する専門知識は有していない。このため、道路上で異常があると別途専門的な知識を有する道路管理者や点検を委託された建設コンサルタント会社職員で再度確認する必要がある。なお、道路上の異常については、以下の変状が多く認められる。

- ① 道路山側構造物 (擁壁・落石防護柵工・防護網工等) の変状 (のり面・自然斜面)
- ② 道路上への土砂の流出や落石の到達(のり面・自然斜面)
- ③ 道路上へのクラックの発生や陥没(盛土のり面)
- ④ 道路路肩の決壊(盛土のり面)

通常の道路パトロールで発見される道路上の代表的な異常は概ね以上の4項目である. なお,日常の道路パトロールについては、概ね毎日の頻度で行われているため、別途定期的に実施している道路防災点検で初期の異常が認められた箇所については、車両からの目視のみでなく、ポイントを決めて変状の進行を確認するようパトロール職員へ依頼すると片側交互通行等の処置が必要となる重大異常が発生する前に対応が可能となり、効率的・効果的な道路パトロールが可能となる. 特にのり面・斜面に関する異常はまとまった降雨後に発生することが多い. 近年は地球規模の気候変動の影響で、短時間に過去に経験のない集中豪雨が発生する事例が全国各地で発生しており、日常パトロールの重要性は増々増大している. なお、最近では道路施設の老朽化により路面排水に関する横断管が原因で吸出しによる路面下空洞が大きな問題となっているが、これらについては、地下レーダー技術を用いた路面下空洞探査により効果的な空洞探査が可能となっている. 以下に路面下空洞探査の例について示す. また、急勾配の切土のり面におけるモルタル吹付工の調査において変状箇所で実施した登坂調査例並びに熱赤外線による効率的なモルタル吹付の調査例についても併せて紹介する. なお、斜面・のり面の点検方法については、(一社)建設コンサルタンツ協会近畿支部公共土木施設の維持管理に関する研究委員会報告書に詳しくまとめられているため、参照し活用して頂ければ幸いである.

路面下空洞探査【一次調査】の例

〜路面下空洞探査車による概査〜

- ・探査車両で走行しながら舗装背面の異常信号 箇所(空洞の可能性のある箇所)を調査する.
- ・通行規制は,不要.



表 路面下探査車の主な仕様

項目	主な仕様							
測定幅	RV1 号車: 2.46m RV2 号車: 1.5m							
アンテナ数	RV1 号車: 6ch RV2 号車: 4ch 共に 400MHz アンテナ搭載							
走行速度	最大 80km/h (40scan/m として)							
探査可能深度	1.5m 程度							
ポジショニング	RTK-GPS 搭載							
	ビデオカメラ3台搭載(前方1台 側方2台)							
	任意地点でマーク入力可能							
探査能力	縦 50cm×横 50cm×厚さ 10cm 以上の空洞検出可能							

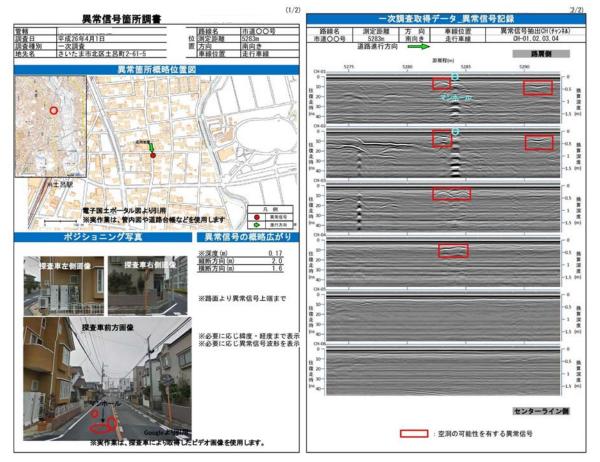


図 4.1.17 異常信号箇所調書例(一次調査結果)

路面下空洞探査【二次調査】の例

~ハンディーレーダ探査およびスコープ調査による詳査~

1) ハンディーレーダ探査による異常信号箇所マーキング

一次調査で抽出された異常信号箇所を精度よく

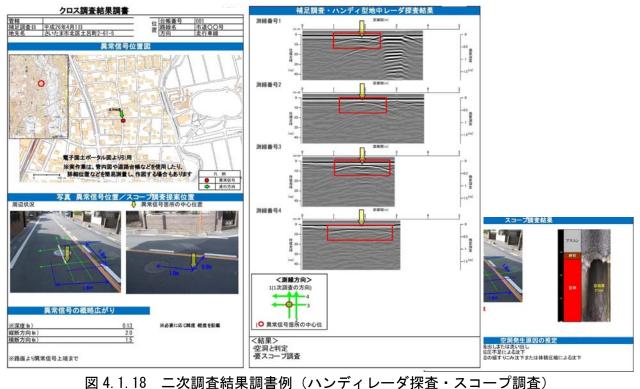
マーキングする.



2) 異常信号箇所の舗装背面をスコープ調査で状況確認

マーキング箇所にてコア抜きを行い, スコープにより舗装背面状況 を展開画像で確認する.





4-24

(5) 切土のり面や岩盤斜面での構造物点検について

切土のり面・自然斜面や盛土のり面での変状発生に対しては、道路整備初期にコンクリート構造物で保護することが多かったため、特にのり面でのモルタル吹付では、クラック等の変状が発生すると面積が広く傾斜が急勾配であるため、変状箇所の近接点検実施が不可能であった。このため、これらの点検については、ロープを用いた登坂調査を専門とする会社に委託する必要がある。以下に登坂調査を行う調査員の装備また、岩盤斜面や吹付のり面で実際に行われた点検状況などについて状況写真を示す。また、次頁には吹付のり面において効率的・効果的に調査を行った例として熱赤外線を用いた調査例と同調査の原理について示した。





写真 4.1.20 登坂調査員の作業設備





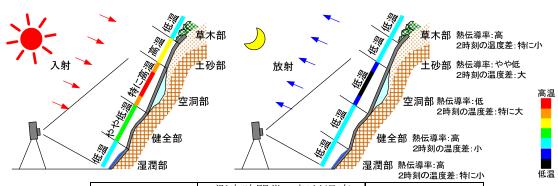
写真 4.1.21 岩盤急崖斜面での点検状況





写真 4.1.22 急勾配の吹付モルタル面での点検状況

吹付モルタルの熱赤外線探査による点検例 熱赤外線探査の原理



吹付背面状態	測定時間帯	の相対温度	2時刻の温度差		
火口 月 田 水 忠	深夜・早朝	日中	乙的烈沙温及左		
空洞部	低温	特に高温	特に大きい		
土砂部	低温	高温	大きい		
健全部	高温	やや低温	小さい		
湿潤部	低温	特に低温	特に小さい		

熱赤外線探査 例

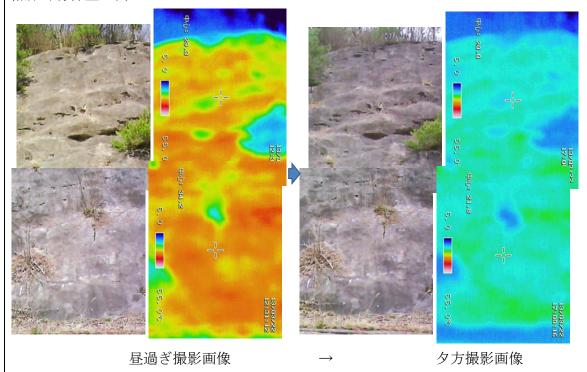


図 4.1.19 吹付モルタルのり面の熱赤外線探査例

(6) 道路防災点検について

国や地方自治体等が管理する道路については、昭和 42 年 8 月 18 日に発生した飛騨川バス転落事故を契機に今まで延べ 10 回にわたり実施されてきている. 道路防災点検については、点検を実施する毎に点検上の問題点について改良を加え、現時点では、平成 18 年度に実施した第 10 回道路防災点検を最終としているが、平成 24 年 12 月 2 日に中央自動車道笹子トンネル(上り線)で発生したトンネル天井板落下事故を契機に平成 25 年 2 月 27 日に国土交通省通達が出され「道路ストックの総点検」が実施されている. この道路ストックの総点検は、第三者被害を防止する観点から第三者被害につながるおそれのある変状について把握するための点検であり、路上からの目視を基本とした「緊急点検」的位置づけで行われたものである. 表 4.1.10 に従来行われてきた道路に関する防災点検についてまとめた.

口	実施年	重 要 な 道 路 防 災 事 故・点検内容	備考
1	S43 年	S43 年 国道 41 号飛騨川バス転落事故	死者 104 名
2	S45 年	S45 年 国道 56 号土砂崩落事故の判決(高知県)	死者1名
3	S46 年	S46 年 国道 150 号静岡市大崩海岸岩盤崩落事故	
4	S48 年	S46年 国道 250 号土砂崩落事故(兵庫県)	
5	S51年		
6	S55年		
7	S61 年	H1年 国道 305 号福井県玉川地先岩盤崩落(越前海岸)	死者 15 名
8	H2 年	H2年 国道 11 号鳴門落石事故(安定度調査表導入)	死者3名
9	H8 年	H8年 国道 229 号豊浜トンネル岩盤崩落事故	死者 20 名
	по +	道路防災総点検(道路防災総点検・カルテ点検導入)	グレイ日 20 /日
10	H18年	防災点検	

表 4.1.10 道路防災点検の歴史一覧

平成18年度の防災点検については、平成8年度に実施した道路防災総点検において平成19年度 以降に以下の問題点が指摘され約10年ぶりに道路防災点検について実施したものである.

- ① 管理用地外、平成8年度点検対象外からの災害の低減.
- ② 平成8年度点検,道路防災カルテ点検の成果の活用.
- ③ 点検個所の絞り込みと災害要因の抽出
- ④ 安定度調査の精度向上
- ⑤ 防災点検データベースの作成・更新

次頁に平成8年度版に改良を加えた平成18年度版の調査票を添付する.また,道路ストックの総 点検については,橋梁,トンネル,舗装,のり面工,土工構造物,付属物を対象としている.点検 は路上からの目視点検を基本とした「構造物の明らかな異常」に限定し,市町村道でも行うことを 原則として現在調査中である.

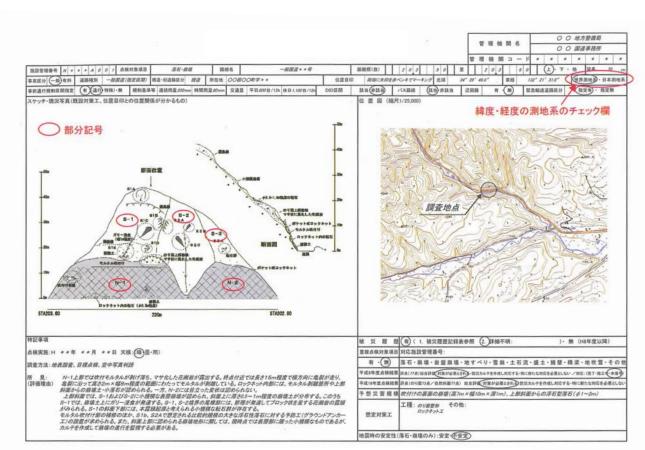


図 4.1.20 道路防災点検による箇所別記録表記入例

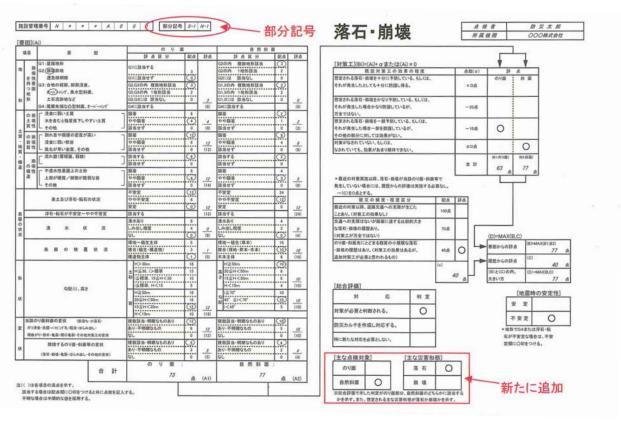


図 4.1.21 安定度調査表の記入例

(7) おわりに

本節では、切土のり面構造物、盛土に関する維持管理について、今までの取り組みや新技術を用 いた点検調査方法についてまとめた. 切土のり面構造物や盛土についての維持管理については, 一 度変状が発生すると橋梁等の構造物に比べ途中段階での部品交換や部分的な補修が不可能であるた め,構造物の長寿命化を図ることは出来ないが,道路の安全性を長期間に渡って確保するためには, 定期点検による施設管理は重要で、点検により変状等が確認された場合には、初期段階での素早い 対応が以後の復旧に対する費用を低下させる大きな要因となる. また, 部材製造メーカーによる研 究や技術の進歩により、使用部材の寿命については、高度経済成長の時代に比べ、格段に進歩して いる.しかしこれらの構造物は、短時間の異常降雨や大規模な地震を誘因として、構造物そのもの に変状が現れやすい特徴がある. また目視点検では、変状の有無を確認出来ないことが多いため、 橋梁等の構造物に比べ、健全性の評価にはより専門的な技術を要することが多く、かつ特殊な知識 が必要となる。しかし、目視による点検でわかることは限られるが、専門知識を有する職員の目視 点検は非常に重要である. 長く継続した公共投資の削減の影響で特殊技能や専門知識を有する職員 の削減が進み、管理延長の長い市町村管理の道路について、適切な管理手法による維持管理につい て人材確保の面から今後も厳しい状況が継続せざるを得ないが、将来世代も安心して利用できる道 路を常に確保するため、我々も新たな人材育成も含めて効率的・効果的な維持管理手法について今 後も道路管理者と一体となり検討を継続し、道路管理者に提案出来るよう努力する必要がある。下 記の写真は当初吹付に開口亀裂が発生していたにも関わらず、適切な補修がなされていなかったた め、全面通行止めになったのり面崩壊の現場事例である.





写真 4.1.23 老朽化した吹付のり面での災害事例

【参考文献】

- 1) のり面診断・補修補強研究会:吹付のり面 診断・補修補強の手引き
- 2) (一社)全国地質調査業協会連合会:道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等),2011.10 再編
- 3) (一社)建設コンサルタンツ協会近畿支部:公共土木施設の維持管理に関する研究委員会報告書「3.斜面・のり面の適切な点検方法の手引きと補修・補強工法選定資料」, 2012.7.

http://www.kk.jcca.or.jp/oteire/report.html

4.1.3 腐食鋼部材に対する当て板接着工法

(1) 腐食鋼部材の FRP 接着補修

a) 鋼部材の FRP 接着補修の概要

FRP(Fiber Reinforced Plastic/Polymer)は、繊維で強化された樹脂であり、炭素繊維を利用することで、鋼と同程度以上の弾性率、強度を有する材料となる。また、FRP は鋼やコンクリートと比べて非常に軽く、現場でのハンドリングにも優れている。近年、FRP 接着によって腐食した鋼構造物が補修・補強される事例が報告され始めている「)。FRP 接着による補修・補強は、鋼板を高力ボルト接合する補修・補強工法と基本的には同じ考え方の工法であるが、降伏応力を超えるような場合は、FRP がはく離する場合があるため、FRP 接着補修では、許容応力範囲内で鋼部材の応力を低減させることが主となっている。

これまでの施工では、FRP として炭素繊維を用いた事例が多く、図 4.1.22 の炭素繊維シート、 炭素繊維強化樹脂成形板(CFRP 板)、炭素繊維ストランドシートが主に利用されている.

FRP 接着による鋼構造物の補修・補強設計では、FRP が鋼部材と完全に一体化された合成断面として考えている. ただし、補修・補強対象の区間は、図 4.1.23 のような定着長を除く FRP と鋼部材が完全に一体化された合成断面の仮定が成立する区間となる. また、FRP の接着端部は、断面の急変部であるため、その端部付近の接着剤には、高いせん断応力と垂直応力(ピール応力)が作用するため、FRP のはく離の起点となることから、はく離に対して十分な配慮が必要となる.

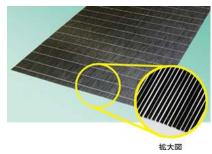
FRP 接着補修・補強に対して、現時点では設計や施工に関する標準指針等がなく、設計・施工にあたり確認試験でその効果を検証していることが多い。また、西・中・東日本高速道路では、設計要領、第二集【橋梁保全編】²⁾で、炭素繊維シートによる鋼部材の補修工法が基準化されている。



(a) 炭素繊維シート



(b) CFRP 板



(c) 炭素繊維ストランドシー

図 4.1.22 FRP 接着による鋼部材の補修・補強の概念図 1)

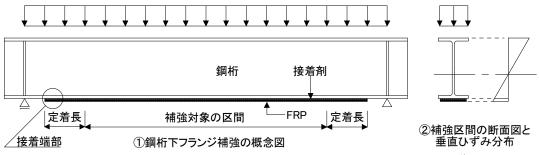


図 4.1.23 FRP 接着による鋼部材の補修・補強の概念図 ¹⁾

b) 軸力部材の FRP 接着補修事例

トラス部材等の軸力を受ける部材に FRP を接着して補修・補強が行われた施工事例を表 4.1.11 に示す。全ての事例で鋼橋の主部材の腐食断面欠損部の補修が対象であり、腐食により断面欠損が生じた部位の断面剛性を、初期性能まで回復させるために、FRP 接着による補修が実施されている。軸力部材の接着補修の一例を図 4.1.24 に示す。

c) 曲げ部材の FRP 接着補修事例

曲げ部材に FRP を接着し、耐荷力ならびに剛性の向上を図ることを目的とした補修・補強の施工事例を表 4.1.12 に示す。曲げ部材の FRP 接着の施工事例では、下フランジの下面への接着が多く予め板状に成形された CFRP 板が利用されている。また、設計活荷重の変更(B 活荷重)に対する補強事例が多い。これは、FRP が軽量であるので、死荷重の増加を抑えて、剛性を上げて応力低減がしやすい為である。曲げ部材への接着補修の一例を図 4.1.25 に示す。

施工年	橋梁・構造物名	補強部位	FRPの種類
2007年	浅利橋	トラス下弦材	炭素繊維シート
2008年	本城橋	トラス斜材	炭素繊維ストランドシート
2011 年	歩道橋	吊材	炭素繊維ストランドシート

表 4.1.11 軸力部材の FRP 接着補修・補強事例 ¹⁾

表 4.1.12 曲	げ部材の FRP	⋫接着補修▫	補強事例 1)
------------	----------	--------	---------

施工年	橋梁·構造物名	補修・補強部位	FRP の種類
2002年	S 橋	横桁下フランジ	CFRP 板
2004年	工場建屋	小ばりの下フランジ	CFRP 板
2006年	山倉橋	主桁下フランジ	CFRP 板
2008年	滝口橋	主桁下フランジ	CFRP 板
2009年	大名橋	主桁下フランジ	CFRP 板
2011 年	寄井喜多橋	主桁下フランジ下面、上フランジ下面	CFRP 板





図 4.1.24 軸力部材への FRP 接着補修事例 1) 図 4.1.25 曲げ部材への CFRP 板接着補強事例 1)

(2) 断面欠損した鋼部材の当て板補修による応力の低減効果

a) はじめに

腐食した鋼構造部材の補修方法として,腐食の状態により,腐食部のケレンと再塗装(比較的軽微な腐食),当て板補修(腐食が進行している場合),あるいは部材交換(腐食が特に著しい場合)

が一般に行われている³⁾. 当て板補修としては、腐食により断面欠損した範囲へ、鋼板を高力ボルトで接合する方法が用いられている. また、近年、鋼板を接着して腐食部材を補修する方法⁴⁾, 鋼板の代わりに炭素繊維シートや炭素繊維ストランドシートを腐食鋼部材に接着して補修する方法³⁾が提案され、実橋へ適用され始めている.

腐食による断面欠損を当て板接着補修する場合,一般に,断面欠損した面積を補うように当て板の断面積が決定されている ^{1), 2)}.しかし,このように決定された当て板接着補修では,断面欠損部の鋼部材の応力が,断面欠損部の鋼部材と当て板の完全合成として算出される応力よりも高くなる場合があることが報告されている ^{5)~9)}.特に,部材の軸直角方向に連続した溝形の腐食(図 4.1.26 参照)を模擬した矩形の断面欠損に対して,断面欠損を補う剛性の当て板を接着しても断面欠損部の応力が,計算値よりも大きくなることが理論的に示されている ⁷⁾.

当て板接着補修では、母材の断面力を接着剤を介して当て板に伝達するため、当て板の端部 近傍では、接着剤層によって十分に当て板に断面力が伝達されない現象が生じることがよく知 られている。接着長さが十分確保されている場合は、当て板の端部を除いて、鋼部材と当て板 とが完全合成された場合に生じる応力と一致する。しかし、断面欠損部では、完全合成となる 断面欠損部と当て板との断面力の分担が、断面欠損がない一般部の鋼部材と当て板との完全合 成に対する断面力の分担と異なるため、断面欠損部近傍では、鋼部材と当て板の間で断面力が 再分配されることになる。接着剤を介して断面力が再分配されるため、断面欠損の状態によっ ては、断面欠損部と当て板との断面力の分配が完全に行われない場合がある。このように、断 面欠損部の母材と当て板間で、断面力の分配が完全に行われない場合、断面欠損部の応力が、 完全合成断面と仮定して計算した値よりも大きくなる。

このような現象は、当て板接着補修だけでなく、当て板高力ボルト接合でも同様に生じると考えられる。図 4.1.26 のような溝形状の断面欠損の場合、高力ボルトの位置は、母材の健全部のみに設けられる場合が多いので、断面欠損部では、母材と当て板間で断面力の再分配が行われない可能性が高い。一般に、断面欠損部は鉄粉入りの樹脂で充てんされるが、その場合も、当て板接着の場合と同様に、断面力の再分配が十分行われないと考えられる。

このように、断面欠損部への当て板接着接合補修および当て板高力ボルト接合補修では、断面欠損部に生じる応力が、断面欠損部の母材と当て板が完全合成と仮定した場合の計算値よりも大きくなると考えられる.

ここでは、断面欠損を補う厚さの当て板が、接着接合あるいは高力ボルト接合された矩形状 の断面欠損を有する鋼板に対して、断面欠損部

の母材に生じるひずみが、完全合成と仮定した 場合の計算値とどの程度異なるかを示す.

b) 当て板接着補修された断面欠損鋼板に生じる応力

図 4.1.27 に示すような,上下対象に断面欠損が設けられた鋼板が当て板補修された場合を対象として,断面欠損部で鋼板と当て板とが完全合成されると仮定した場合の応力の計算値,文献7)で与えられている断面欠損部の母材と当て板の軸力の分担が,断面欠損がない一般部の母



図4.1.26 部材の軸直角方向に連続した 腐食状態の一例

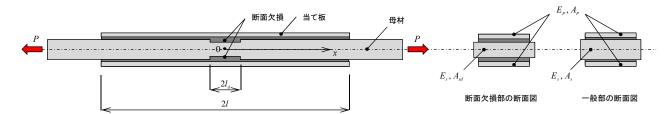


図4.1.27 上下対称に断面欠損を有する鋼板の当て板接着補修

材の当て板が完全合成された場合の軸力の分担から決定されると仮定した場合の応力の計算値について示す.

断面欠損がない一般部では、母材および当て板が完全に合成されていると仮定した場合、軸力を受けて母材および当て板に生じる応力 σ_s 、 σ_s はそれぞれ次式で与えられる.

$$\sigma_s = \frac{P}{A_0} = \xi_s \sigma_0, \qquad \sigma_p = \frac{P}{nA_0} = \frac{\xi_s}{n} \sigma_0$$
 (4.1.1)

ここに、 $\xi_s = A_s/A_v$ 、 $A_v = A_s + A_p/n$ 、 $n = E_s/E_p$ 、 $\sigma_0 = P/A_s$ 、P: 載荷荷重、 A_s : 断面欠損がない母材の断面積、 A_p : 当て板の断面積(ただし、上下の当て板の合計の断面積)、 E_s : 母材のヤング係数、 E_p : 当て板のヤング係数.

同様に、断面欠損部の母材および当て板が完全に合成されていると仮定した場合に、母材および当て板に生じる応力 σ_{sd} , σ_{od} は次式で与えられる.

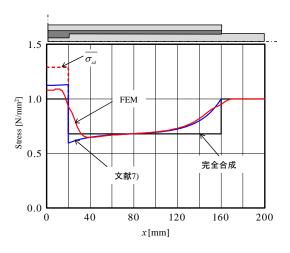
$$\sigma_{sd} = \frac{P}{A_{vd}} = \frac{\xi_{sd}}{\lambda} \sigma_0, \qquad \sigma_{pd} = \frac{P}{nA_{vd}} = \frac{\xi_{sd}}{n\lambda} \sigma_0$$
 (4.1.2)

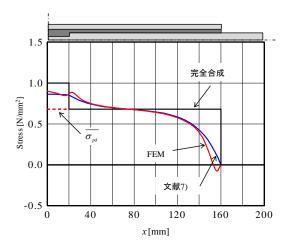
ここに, $\xi_{sd}=A_{sd}/A_{vd}$, $\lambda=A_{sd}/A_s$, $A_{vd}=A_{sd}+A_p/n$, A_{sd} :断面欠損部の母材の断面積.

断面欠損部に、鉄粉入りのエポキシ樹脂が充てんされている場合でも、一般にエポキシ樹脂のヤング係数が鋼の 1/100 程度であるので、エポキシ樹脂の断面を合成断面 A_{rd} には含めないと考えられる。厚さ 19mm、幅 90mm の鋼板 $(E_s=200$ kN/mm²)の中央部に、全幅に渡って長さ40mm($2l_d=40$ mm)、深さ 4.5mm(残存厚さ 10mm)の断面欠損があり、厚さ 4.5mm、幅 90mm、長さ 320mm(2l=320mm)の鋼板($E_p=200$ kN/mm²)が母材の上下面に接着されている場合について、式(4.1.1)、(4.1.2) から計算される完全合成を仮定した鋼板および当て板の応力の計算値を図4.1.28 に示す。図では、作用応力 $\sigma_0=1$ N/mm² としている。この図には、文献 7)で与えられている応力分布および FEM 解析結果も示している。

文献 7)では、上下面に対称に断面欠損を有する鋼板へ、上下面に対称に炭素繊維強化樹脂成形板(CFRP 板)が接着補修された場合に対して、鋼板と CFRP 板が軸力を受け持ち、接着剤にはせん断応力のみが作用すると仮定した理論解が与えられている. ただし、文献 7)の理論解では、母材および当て板に生じる応力は、断面で一定であると仮定しているため、断面急変部の角部などに生じる応力集中などの局部応力は含まれていない. 文献 7)の理論解析では、当て板の端から接着剤を介して、母材の軸力が徐々に当て板に伝達されており、断面欠損部の母材に生じる応力は、式 (4.1.2) から求まる完全合成と仮定した計算値よりも大きくなっていることがわかる. また、FEM 解析の結果は、完全合成と仮定した計算値よりも文献 7)の値に近い.

このような、当て板補修された断面欠損部の母材の応力が完全断面を仮定した場合の値より も大きくなる原因は、欠損位置の母材と当て板との軸力の分担が、断面欠損がない一般部での 母材と当て板との軸力の分担と異なるため、断面欠損部と一般部の境界近傍において、接着剤





(a) 母材の応力分布

(b) 当て板の応力分布

図4.1.28 当て板接着された断面欠損鋼板に生じる応力の計算値

を介して母材と当て板間で軸力の再分配が行われるが,**図4.1.28**の例からわかるように,実際には軸力の再分配が完全に行われていないためである.

文献 7)では、断面欠損の長さが短くなると、断面欠損部の母材および当て板に生じる応力が 次式に収束することが示されている.

$$\overline{\sigma_{sd}} = \frac{\xi_s}{\lambda} \sigma_0, \qquad \overline{\sigma_{pd}} = \frac{\xi_s}{n} \sigma_0$$
 (4. 1. 3)

式 (4.1.3) の値も図 4.1.28 に示している. 断面欠損部の母材に生じる応力の計算値の内,式 (4.1.3) の応力 $\overline{\sigma}$ が最も大きくな値を示していることがわかる.

式 (4.1.3) は断面欠損がない一般部の母材の分担している軸力 $P_s = \xi_s P$ を断面欠損部の母材の断面積 A_{sd} で除した値($\xi_s P/A_{sd}$)と一致する. したがって、式 (4.1.3) は、断面欠損がない一般部の母材と当て板が分担した軸力を基にした断面欠損部の母材の応力の計算値になり、当て板の接着接合だけでなくすべりが生じない場合の当て板の高力ボルト接合に対しても同様であると考えられる.

c) 当て板補修された断面欠損鋼板の引張試験

図 4.1.27 に示すような上下面が対称に断面欠損した鋼板へ,上下面から対称に当て板を接着した試験体(当て板接着接合試験体)および当て板を高力ボルト接合した試験体(当て板高力ボルト接合試験体)を対象に、引張試験を行い、当て板および母材に生じるひずみの分布を明らかにする.

i)試験体

図 4.1.29, 4.1.30 に、当て板接着接合試験体および当て板高力ボルト接合試験体の寸法をそれぞれ示す。断面欠損は矩形に機械加工した。断面欠損の深さは 4.5mm とし、断面欠損長さは、40mm とした。当て板厚さは、断面欠損を補う厚さ 4.5mm としているので、完全合成を仮定して計算される断面欠損部の応力は、当て板がない母材に生じる応力 σ_0 まで回復することになる。

母材、当て板共に SS400 材を利用した. 高力ボルトには、日本道路協会規格を満足する M22 のトルシア形高力ボルト(S10T)を用い、母材および当て板のボルト孔は φ 24mm とした. またボルトの縁端距離を 40mm、ボルトの中心間隔を 80mm とし、当て板の長さを 320mm とした. トルシア形高力ボルトは、専用の締付レンチを用い、断面欠損部に近いボルトから順にピンテー

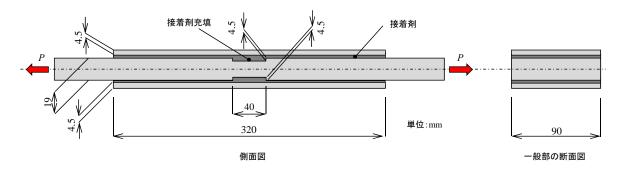


図4.1.29 当て板接着接合試験体

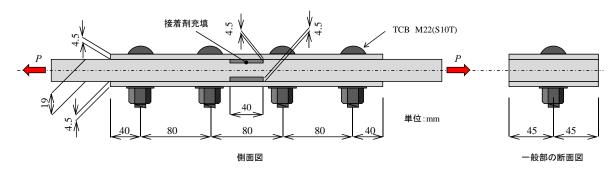


図4.1.30 当て板高カボルト接合試験体

ル部を破断させるまで締付けを行った.

当て板接着接合試験体でも、同寸法の当て板を用いた.また、当て板と母材の接着面は、#100のサンドペーパーで目荒しし、温度 20℃、湿度 65%の恒温室で接着・養生を行った.

引張試験は、最大荷重 1000kN の万能試験機を用い、載荷速度 0.2~0.5kN/秒で行った。高力ボルト接合試験体ではボルト締付け終了後 4 週間以上、当て板接着試験体では当て板接着後 1 週間以上経過後に載荷試験を行った。

ii) 当て板接着接合試験体の結果

当て板接着接合試験体の母材と当て板に生じたひずみの軸方向分布を図 4.1.31 に示す. 載荷荷重 P=80kN では、当て板接着接合試験体、高力ボルト接合試験体ともに、荷重と各計測ひずみの関係がほぼ線形を示す範囲になる。図 4.1.31 の縦軸は、発生したひずみを σ_o/E_s で除した値が示されている。この図には、式 $(4.1.1)\sim(4.1.3)$ から推定されるひずみの軸方向分布、文献 7)の理論解析結果も示されている。母材に生じるひずみ分布は、当て板の端部近傍では、文献 7)の理論値とほぼ同様であるが、断面欠損部のひずみ 86, 87 とその近傍のひずみ 85 は、載荷荷重 85 の大きさによっては完全合成と仮定して計算した値 85 のをしているため、断面欠損 近傍のひずみ 85 の位置の応力は小さくなるが、実際には断面で応力が一様でないためである。したがって、断面欠損の中央部よりも断面が変化する近傍の断面欠損位置の応力が最も高くなると考えられる。一方、当て板に生じるひずみ分布は、文献 85 の理論値とほぼ同じ傾向であることがわかる。

以上より、当て板接着接合された断面欠損鋼板では、断面欠損部近傍の母材に生じるひずみは完全合成を仮定した場合の計算値よりも大きくなり、載荷荷重Pが増加した際、最初に降伏ひずみに達する。したがって、完全合成と仮定し、断面欠損部の応力を母材と同等まで回復させる厚さの当て板を接着接合しても、断面欠損部近傍において、母材の応力が、作用応力 σ_0 よ

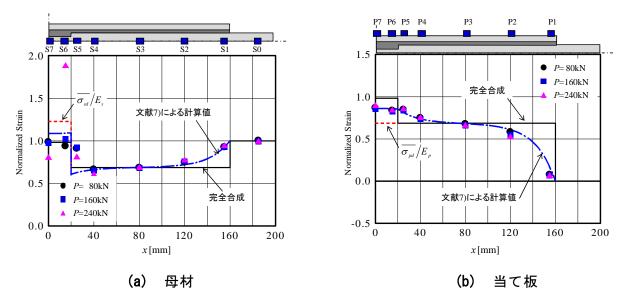


図4.1.31 当て板接着接合試験体に生じるひずみ分布

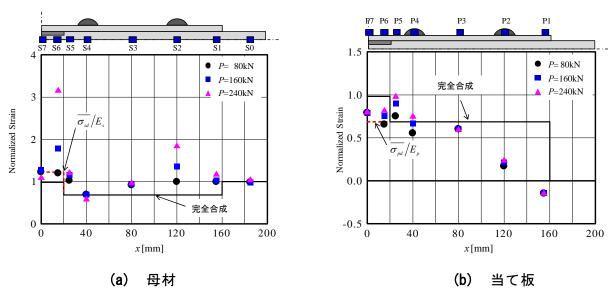


図4.1.32 当て板高力ボルト接合試験体に生じるひずみ分布

りも大きくなると考えられる.

ただし、実際の部材には死荷重が作用している場合が多く、断面欠損部に生じる応力は死荷重の影響を受けて、断面欠損部がさらに小さな荷重で降伏する恐れがあるので、当て板の寸法の設計には注意を要する. さらに、当て板接着接合では、母材の弾性範囲内ではく離が生じることがあるので、当て板のはく離を防止することも課題として挙げられる.

iii) 当て板高カボルト接合試験体の結果

当て板高力ボルト接合試験体の母材と当て板に生じたひずみの軸方向分布を**図 4.1.32** に示す. **図 4.1.32** のひずみの分布からわかるように、当て板高力ボルト接合試験体でも、載荷荷重 P の大きさによっては、断面欠損部のひずみ S6、S7 とその近傍のひずみ S5 が完全合成と仮定した場合の計算値まで低減していない、この傾向は、当て板接着接合試験体と同様であった。

以上より、当て板高力ボルト接合された断面欠損鋼板でも、断面欠損部近傍の母材に生じる ひずみが、断面欠損部の母材と当て板が完全合成になると仮定して計算された値よりも大きく なり、載荷荷重 P が増加した際、断面欠損部近傍の母材のひずみが最初に降伏ひずみに達する と考えられる. ただし、当て板接着接合と同様に、死荷重による影響については別途検討が必要である. また、当て板と母材にすべりが生じた後の挙動についても今後検討が必要である.

d) まとめ

断面欠損を補う厚さの当て板が、接着あるいは高力ボルト接合された矩形状の断面欠損を有する鋼板に対して引張試験を行い、母材の許容応力以下の弾性範囲の荷重の載荷によって生じるひずみの挙動を調べた。その結果、本試験で用いた当て板接着接合に対する条件および板高力ボルト接合に対する条件では、断面欠損を補う当て板を接合しても、断面欠損部あるいはその近傍の母材に生じるひずみが、完全合成と仮定して算出した値よりも大きくなることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1)複合構造委員会 FRP と鋼の接合方法に関する調査研究小委員会:FRP 接着による鋼構造物の 補修・補強技術の最先端,複合構造レポート 05, 土木学会, 2012.
- 2) 西·中·東日本高速道路(株),設計要領,第二集【橋梁保全編】,高速道路総合技術研究所, 2013.
- 3) 土木学会鋼構造委員会 鋼構造の残存耐荷性能評価と耐久性向上方策研究小委員会:腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル,鋼構造シリーズ 18, 土木学会, 2009.
- 4)森下太陽,藤井堅,森田和也,堀井久一,中村秀治:腐食した鋼板の鋼板接着による性能回復,構造工学論文集,Vol.57A,pp.747-755,2011.
- 5) 立石晶洋,小林 朗,横田 弘,岩波光保,加藤絵万:海洋環境下における鋼板の CFRP ストランドシート接着補強効果に関する検討,第3回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム論文集,pp.85-90,2009.
- 6) 立石晶洋,横田 弘,岩波光保,加藤絵万,小林 朗,戴建国:水中施工の可能なFRP を用いた港湾鋼構造物の補強実験,構造工学論文集,Vol.56A,pp. 644-655,2010.
- 7)石川敏之, 北根安雄: 断面欠損を有する鋼板の接着補修に必要な CFRP 板の長さおよび板厚の決定方法, 応用力学論文集, Vol.13, pp.912-920, 2010.
- 8) Kitane, Y., Chen, X., Itoh, Y. and Ishikawa, T.: Tensile and Compressive Test on Thickness-Reduced Steel Plate Repaired by CFRP Strand Sheet and Underwater Epoxy with Bond Defects, Asia-Pacific Conference on FRP in Structures, APFIS, Sapporo, Japan, Paper No. T1B06, 2012.
- 9)青木康素, 坂野亮太, 石川敏之, 河野広隆, 足立幸郎: 片面当て板接着補修された断面欠損 を有する鋼部材の曲げ応力性状, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.647-656, 2013.
- 10)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編, 丸善, 2012.

4.2 新しい維持管理技術と新たな取り組み

4.2.1 今後利用拡大が期待される点検技術

(1) はじめに

市町村をはじめとした地方公共団体は、橋梁やトンネルなどの道路構造物を数多く管理しており、それらの維持管理において、2章で触れたように予算、人材及び技術力不足の3つの大きな課題に直面している。さらに、「道路法施工規則の一部を改正する省令」および「トンネル等の健全性の診断結果の分類」の施行により、5年に1回の近接目視による点検の実施が基本となるため、予算・人材・技術力の不足が特に深刻な状況下にある市町村では、それに対応した点検を実施することは、ますます困難になることが予想される。このような課題に対して、近年発展が目覚ましいロボット技術やICT(Information and Communication Technology)を活用した効率的・効果的な点検技術の開発、導入が求められている。

そのような中、国土交通省及び経済産業省では、平成25年7月に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を共同設置し、現場ニーズ(現場での実証実験)と技術シーズ(機器の開発支援)とを擦り合わせ、同年12月に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」を策定した¹⁾(次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進体制²⁾を図 4.2.1に示す). その内容は、特定された重点分野に係るロボットについて、2カ年の現場検証及び評価を通じ、開発・改良を促進し、3年後の現場への試行的導入、4年後の本格導入を目指すものである. この取り組みにより、効率的・効果的な対応を可能とする点検技術の導入が期待される.

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進体制

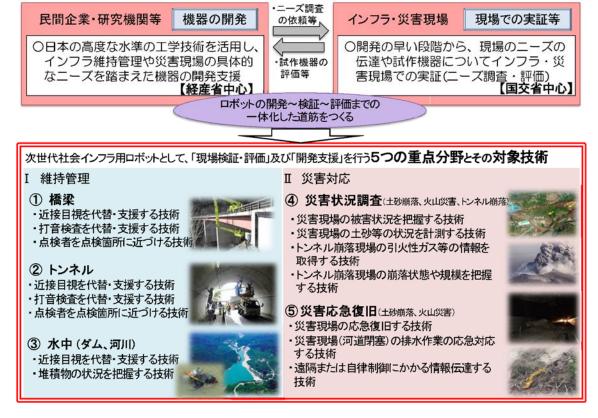


図 4.2.1 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進体制

以上を踏まえて、ここでは上記重点分野の一つにも挙げられている橋梁の維持管理を中心に、上 記課題に対して今後利用拡大が期待される近接目視の代替または支援ができる技術・システムの一 例を紹介する.

(2) ロボットを利用した点検技術の紹介

近接目視による点検で課題となるのが、足場等がないと人間が近づくことが困難な架橋条件(跨道橋,跨線橋等)あるいは部材(トラス橋,支承部,部材格点部等)に対しての点検方法である. ここでは、足場等の仮設費が削減でき、交通規制が不要で人の代わりに構造物に接近する等、効率的に近接目視点検の支援が可能なロボットを活用した点検技術について紹介する.

① 橋梁点検ロボットカメラ 3)

この装置は、橋面の高欄より伸縮自在のポールを下方に伸ばし、ポール先端に取り付けた 点検専用カメラにより、桁下面や支承部等の点検調査を可能とする技術である.

点検専用カメラは、汎用のタブレット端末で遠隔操作するもので、点検結果を動画・静止 画で記録でき、離れた対象のひび割れ幅の測定も可能である.

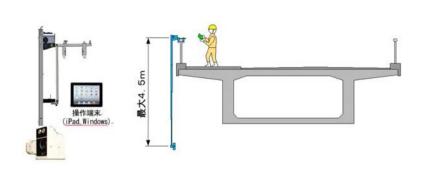




図 4.2.2 橋梁点検ロボットカメラ概要

図 4.2.3 実際の作業状況

その他、特徴としては以下の点が挙げられる.

- ・点検者は安全な所からの遠隔操作が可能なため, 作業中の危険性が低い.
- ・光学倍率 30 倍により, 20m 先の 0.2mm 幅のひび 割れの確認が可能.
- ・ひび割れ幅の測定は、映像上に表示されるクラックスケールにて可能.
- ・ポールユニットは伸縮自在, また操作端末はタブレット PC であるため, 誰でも簡単に操作可能.

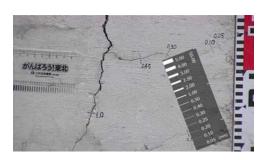


図 4.2.4 ひび割れ計測状況

② 狭隘部点検用ロボットカメラ⁴⁾

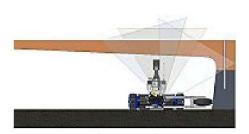
この装置は、近接目視が困難な伸縮継手下面、支承部付近及びゲルバー桁掛け違い部等の狭隘部について、デジタルカメラを搭載したロボット(全長約 60cm、高さ約 30cm、重さ約 12kg)を遠隔操作で走行させ、鮮明な画像を撮影し、画像から損傷を見つけることを可能とする技術(次頁に概要写真を添付する)である.



伸縮継手下面



ロボット全景



任意な位置、角度で画像撮影可能



撮影画像

図 4.2.5 狭隘部点検用ロボット概要

③ 無人飛行体 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 5)

この装置は、人がアクセスしにくい橋桁や橋脚の側面、橋桁の裏側などの撮影を可能とする技術である.

静止画・動画用のカメラや赤外線用サーモグラフィーカメラなど、目的によって搭載するカメラや機器を交換することができる.小型の赤外線カメラを積むと、コンクリートのひび割れ調査も可能.

また、従来の UAV での撮影は機体の操縦とカメラの操作を行う 2 人の人員が必要だったが、この装置はこれらを 1 人で行うことを可能とした.









図 4.2.6 無人飛行体概要

④ トンネル点検 ⁶⁾

この装置はトラックにデジタルカメラ,3D レーザースキャナーを搭載し、一般車両と同じようにトンネル内を走行しながら、内壁の形状やひび割れ、そして内壁の裏側の状態を同時に計測し、データ化することを可能とする技術である。したがって、従来の点検者が高所作業車に乗って実施する近接目視点検のようにトンネル内の車線を規制することなく、必要なデータの取得が可能である。

また、デジタルカメラは、その解像度が高く 0.2mm 以上のひび割れの検出が可能であり、3D レーザースキャナーは、トンネル内壁の形状を 3 次元データとして周方向に計測し、細かい凹凸もデータから判別できる。さらに取得したデータは、二回目以降の点検結果と比較することで、進行性判定、変状原因の推定など、トンネル健全度診断、詳細調査や対策要否の検討を行うことができる。



図 4.2.7 トンネル点検用走行型車両概要

⑤ 下水道点検用ロボットカメラ 7)

この装置は、全長約 120cm、高さ約 15cm、重さ約 30kg の下水道管路調査用ロボットであり、人に代わって管路内を毎分 10m で走行し、地上からゲームパッドを使って簡単に遠隔操作ができる点検技術である。

従来の調査は、ロボットから送られてくる管内の映像を技術者がモニターで見ながら、不 具合箇所等を見つけるというものであり、ロボットの長距離走行が難しいため、1日の調査は 200~300mが一般的であった.

それに対して、この装置では映像を画像解析することにより、不具合箇所を効率的に見つけることが可能となった。また、内蔵バッテリーで長時間駆動が可能となり、調査可能距離も1日1000m程度まで可能となった。

さらに、地上と調査ロボットをつなぐケーブルの強靭化も図られ、従来のケーブルより細いにも関わらず、数百キロの荷重に耐えられるようになった.

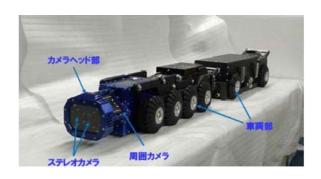








図 4.2.8 下水道点検用ロボットカメラ概要

(3) 省力化が可能な診断技術

点検においてもう一点課題となるのは、点検結果の記録や整理に多大な時間と労力を要すること、またその点検結果についても同程度の損傷に対する評価結果が異なること等、点検結果の診断に問題が生じていることが挙げられる。今後ますます人材・技術力の不足が深刻化する中で、これらは大きな問題となることが予想される。ここでは、このような課題に対して、支援可能な ICT を活用した点検技術について紹介する。

① 橋梁点検支援システム 8)

下記『入力支援システム』と『評価支援システム』の2つのシステムから成り、点検作業の効率化と変状内容の評価支援及び点検技術者の育成を図るシステムである。各システムの内容を以下に示す。

『入力支援システム』

従来の点検

スマートフォンと GPS (Global Positioning System)機能等を活用することにより、点検技術者の位置情報が自動的に取得され、点検員は過去の変状内容等を確認しながら、点検を進めることができるシステムである。また、点検時に入力した点検データについても自動的にデータベースに登録される。

従来の紙とカメラを活用した方法と比べ、下記の「評価支援システム」の効果と合わせて、 3割程度の時間短縮効果があると期待される.

図 4.2.9 入力支援システム概要

『評価支援システム』

橋梁点検で取得した変状画像等の各種データをシステムに登録すると、瞬時に過去の点検 データを検索し、類似の事案を確認することができるシステムである.これにより、点検技 術者は損傷内容の評価を円滑に進めることができる.

また点検データだけではなく,橋梁の設置環境や変状内容等の文字情報を加味することで, より精度の高い検索を行うことができる.

上記の効果により、変状内容の評価支援及び橋梁技術者の育成. 熟練点検技術者のノウハウを"暗黙知"から"形式知"に変換し、変状内容の評価の底上げを図るとともに、点検技

術者のより効果的な育成が可能になると期待される.

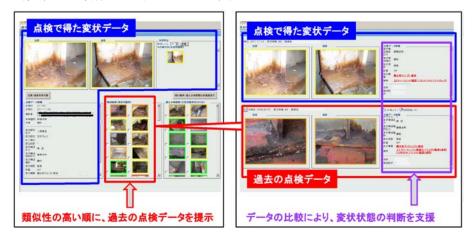


図 4.2.10 評価支援システム概要

(4) まとめ

以上より、本節では今後利用拡大が期待される点検技術について紹介した. なお、本節で紹介した技術はあくまで一例であり、今後このような技術の開発が更に拡大し、土木構造物の点検方法が大きく変わる可能性がある. ただし、これらの技術はあくまで近接目視点検の代替または支援の役割を果たすものであって、それらの技術を適切に使用し、最終的に土木構造物の健全度を評価するのは人であり、それは今後も変わらないという事を忘れてはならない.

【参考文献】

- 1) 国土交通省:次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会, Web page, http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000022.html, 2013.12.
- 2) 国土交通省:『次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム』記者発表資料, 2014.6.
- 3) 三井住友建設,株式会社日立アドバンストデジタル:橋梁点検ロボットカメラ, Web page, http://www.smcon.co.jp/2013/11186862/, 2013.11.
- 4) 首都高技術株式会社, Web page, http://www.shutoko-eng.jp/thesis/#tech-03
- 5) 株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング:全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム S-AIS.
- 6) パシフィックコンサルタンツ株式会社,計測検査株式会社:走行型高速3Dトンネル点検システム MIMM(ミーム), NETIS登録No.KK-130026-A
- 7) 日本下水道事業団,日本電気株式会社:平成25年度 記者発表資料(日本下水道事業団とNECが下水道管路マネジメントシステムのフィールドテストを実施),Web page, http://c119ga1b.securesites.net/kisya/h25kisya.html, 2014.2.
- 8) 東日本高速道路株式会社,国立大学法人東京大学,国立大学法人北海道大学:橋梁点検支援システム,Web page, http://www.e-nexco.co.jp/pressroom/press_release/head_office/h26/0115/, 2014.1.

4.2.2 小規模橋梁の架け替えのための新技術

~特殊圧延テーパー鋼を用いた短スパン鋼 I 桁橋の高性能化~

(1) はじめに

鋼桁橋にテーパー鋼板を使用することにより、鋼重の削減や溶接箇所の削減等によりコスト削減が可能になることが知られている 1)~5). しかしながら、従来の一般的なテーパー鋼は、最大テーパー率が 4mm/m6)であり、スパン 20m 以下の短スパン橋梁に対しては必要な断面変化量が得られないため、適用された事例はみられない、膨大な数量の既設の短スパン橋梁の更新を考えると、短スパン橋梁に対するコスト削減が今後ますます重要になると考えられる.

フォークリフトのアーム等に使用される特殊圧延テーパー鋼は最大テーパー率が25mm/mと高く, 短スパン橋梁にも適用が可能と考えられる. そこで,本研究では,特殊圧延テーパー鋼板を短スパン鋼I桁橋に適用して試設計を行い,従来の標準的な橋梁と比較して,鋼重の削減(軽量化)や製作費を含めたコスト削減(経済性)の観点から高性能化について検討した.

(2) 比較設計方法

a)設計条件

設計条件は以下のとおりとする.

(1) 設計法:許容応力度設計法

(2)形式:単純2主鋼I桁鉄道橋

(3) スパン: 9.8m および12.9m

(4)列車荷重: KS-16

(5)フランジ形状:

- 一. 標準モデル(普通鋼, 2箇所で断面変化)
- 二. 断面一定モデル(普通鋼, 断面変化無し)
- 三. 板厚変化モデル(テーパー鋼,厚さ変化)
- 四. 板厚板幅変化モデル(テーパー鋼,厚さおよび幅変化)
- (6) 中央断面:標準設計モデルの中央断面と同一

その他断面:24 等分点で発生応力が許容応力程度となる断面

(7)比較費用:鋼材費,特殊圧延費,溶接費

図 4. 2. 11 と**図 4. 2. 12** に、それぞれスパン 9. 8m と 12. 9m の標準設計桁の寸法と形状を示す.標準設計桁は 1/4 点付近で突合せ溶接により断面変化している. **表 4. 2. 1** に標準設計桁の作用・許容応力を示す. 使用鋼材は、SM400 である.

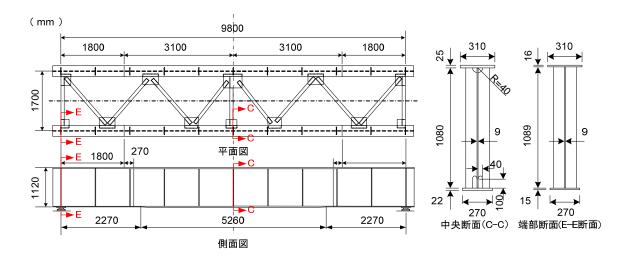


図 4.2.11 標準設計桁の寸法と形状 (スパン 9.8m)

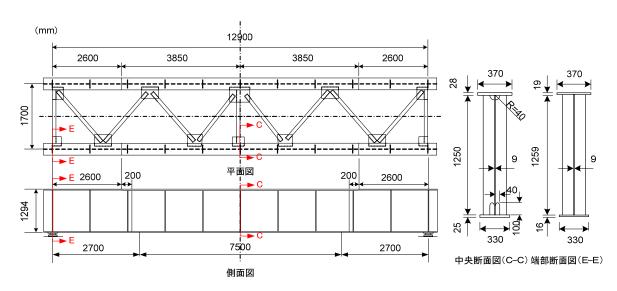


図 4.2.12 標準設計桁の寸法と形状 (スパン12.9m)

スパン 12.9m 9.8m 応力(MPa) 作用応力 許容応力 作用応力 許容応力 圧縮縁 113 120 117 120 引張縁 125 133 125 133

表 4.2.1 標準設計桁の作用・許容応力

b) 設計モデル

図4.2.13に最大曲げモーメント算出点を,また,表4.2.2と表4.2.3にスパン9.8mと12.9mの各モデルについて,設計条件に従って計算された断面寸法一覧を示す.図4.2.14と図4.2.15にスパン9.8mの各モデルのフランジ形状を示す.



図4.2.13 最大曲げモーメント算出点

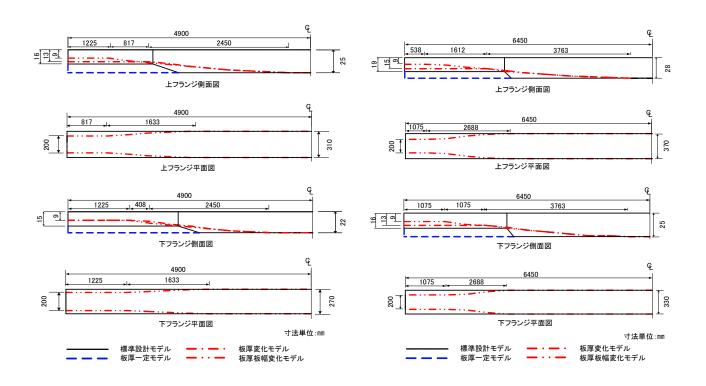


図 4.2.14 各モデルのフランジ形状 (スパン 9.8m)

図 4.2.15 各モデルのフランジ形状 (スパン 12.9m)

表 4.2.2 各モデルの断面寸法一覧(スパン9.8m)

寸法の単位:mm

	「仏》手匠														
モデル	着目点	Α	1	2	а	3	4	b	5	6	С	7	8	E	d
- 7 TV	支点からの距離	0	408	817	1225	1633	2042	2450	2858	3267	3675	4083	4492	4783	4900
	上フランジ幅	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
	上フランジ厚	16	16	16	16	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	下フランジ幅	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
標準	下フランジ厚	15	15	15	15	15	15	22	22	22	22	22	22	22	22
	ウェブ高さ	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080
	ウェブ厚さ	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	上フランジ幅	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
	上フランジ厚	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
断面一定	下フランジ幅	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
	下フランジ厚	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	ウェブ高さ	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080
	ウェブ厚さ	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	上フランジ幅	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
	上フランジ厚	13	13	13	13	13	15	18	20	22	23	24	25	25	25
お原亦ル	下フランジ幅	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
板厚変化	下フランジ厚	9	9	9	9	10	13	15	18	20	21	22	22	22	22
	ウェブ高さ	1092	1092	1092	1092	1092	1090	1087	1085	1083	1082	1081	1080	1080	1080
	ウェブ厚さ	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	上フランジ幅	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	上フランジ厚	9	9	10	13	15	19	21	23	25	26	27	28	28	28
板厚板幅	下フランジ幅	200	200	200	210	280	310	320	330	330	330	330	330	330	330
変化	下フランジ厚	9	9	9	9	10	13	15	18	20	21	22	22	22	22
	ウェブ高さ	1269	1269	1268	1265	1263	1259	1257	1255	1253	1252	1251	1250	1250	1250
	ウェブ厚さ	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

表 4.2.3 各モデルの断面寸法一覧 (スパン12.9m)

寸法の単位:mm 着目点 b Ε d モデル 支点からの距離 1075 | 1613 4300 4838 5375 上フランジ幅 下フランジ幅 標準 下フランジ厚 <u>ウェブ高さ</u> ウェブ厚さ 上フランジ幅 上フランジ厚 下フランジ幅 断面一定 下フランジ厚 ウェブ高さ 1250 1250 1250 1250 ウェブ厚さ <u> 上フランジ幅</u> <u> 上フランジ厚</u> 下フランジ幅 板厚変化 下フランジ厚 ウェブ高さ 1263 1263 ウェブ厚さ 上フランジ幅 上フランジ厚 板厚板幅 <u>31</u>0 <u>下フランジ幅</u> 変化 <u>下フランジ厚</u> ウェブ高さ 1268 1265 <u>1250</u> ウェブ厚さ

c)コストの算定

製作コストに対する比較項目は、鋼材費、特殊圧延費および溶接費の3項目の製作コストを考える. 特殊圧延テーパー鋼の場合はCC鋼片から特殊圧延を行うため、鋼材費は等厚鋼の場合より1割安価で、特殊圧延費が別途計上される. 溶接費は土木工事標準積算基準書⁽⁷⁾の計算方法に準じて、突合せ溶接費は脚長が6mmのすみ肉溶接に換算して0.94を乗じ、縦溶接費は溶接長さに0.39を乗

じ、それぞれ労務単価の 27,400 円を乗じて求める. 特殊圧延費は板厚テーパーが 40,000 円/t、板厚板幅テーパーが 53,000 円/t(製作メーカーより). 鋼材単価は実際の販売価格を参考に、1t あたり 5 万円~15 万円の範囲とした.

(3) 比較設計結果

a) 抵抗モーメントおよび作用モーメント

図4.2.16と図4.2.17に,スパン9.8mと12.9mの各モデルの抵抗モーメントおよび作用モーメントを示す.スパン9.8mとスパン12.9mのどちらも標準モデルは突合せ溶接により断面変化しているが,板厚変化モデルと板厚板幅変化モデルではフランジにテーパーをつけられるため抵抗モーメントを作用モーメントに近づけることができる.スパン中央から±4m位置から支点までの間では,板厚変化モデルの抵抗モーメントは一定となっている.これは幅厚比の許容値を超えるため,抵抗モーメントの低減が打ち切りとなった.板厚板幅変化モデルでは幅を絞ることによって幅厚比が許容値内となるため,抵抗モーメントが小さくなる.

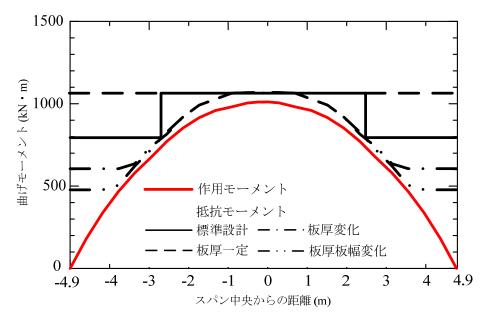


図 4.2.16 作用および抵抗モーメント(スパン9.8m)

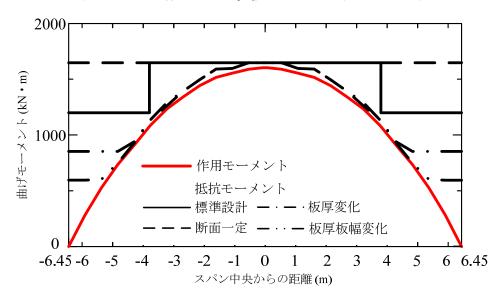


図 4.2.17 作用および抵抗モーメント(スパン12.9m)

b) 鋼質量低減効果

図 4.2.18 に、スパン 9.8m の各モデルの鋼質量を示す.標準モデルを基準とすると、鋼質量は板厚板幅変化モデルで 10%低減し、板厚変化モデルで 7%低減となる.一方、断面一定モデルでは、標準モデルよりも 7%増加する.これらより、鋼質量低減効果が最も高いのは板厚板幅変化モデルとなる.

図 4.2.19 に、スパン 12.9m の各モデルの鋼質量を示す.スパン 9.8m の場合と同様に標準モデルを基準とすると、鋼質量は板厚板幅変化モデルで 12%低減し、板厚変化モデルで 7%低減となる.一方、断面一定モデルでは、標準モデルよりも 7%増加する.その傾向はスパン 9.8m と同様で、鋼質量は断面一定モデル、標準設計モデル、板厚変化モデル、板幅板厚変化モデルの順に減少している.これらより、鋼質量低減効果が最も高いのは板幅板厚変化モデルとなる.

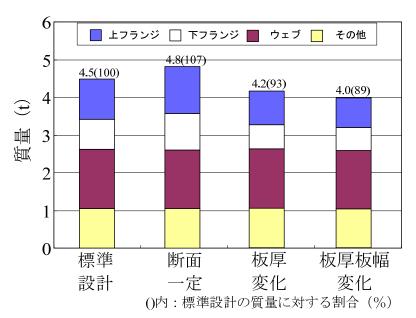


図 4.2.18 鋼質量の比較(スパン9.8m)

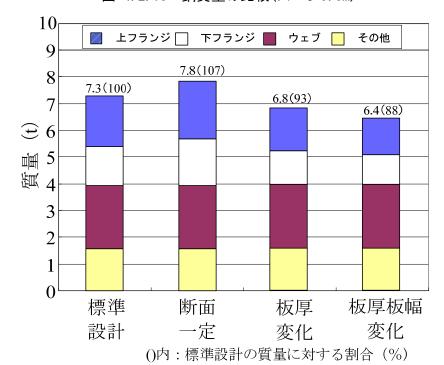


図 4.2.19 鋼質量の比較(スパン12.9m)

c) 溶接延長及び溶接工数の比較

図4.2.20 にスパン 9.8mの溶接延長および溶接工数の比較を示す.スパン 9.8m の標準設計モデルの突合わせ溶接箇所は、上フランジでは長さ 310mm が 4 箇所、下フランジでは長さ 270mm が 4 箇所、ウェブでは長さ 1080mm が 4 箇所である.各溶接の種別は標準設計図より、上フランジは X 型グルーブ溶接でサイズは 16mm、下フランジは X 型グルーブ溶接でサイズは 15mm、ウェブは V 型グルーブ溶接でサイズは 9mm である. 突合せ溶接延長は、突合せ溶接の実長に 6mm すみ肉溶接換算率を乗じて求める.溶接換算率はデザインデータブック 6の溶接換算表及び算出式を用いた.上フランジの場合 13、下フランジの場合 12.3、ウェブの場合 5.08 である. 突合せ溶接延長は上下フランジ合わせて 58m である.

それ以外は、ウェブとフランジの縦溶接が長さ 10.26m×8 箇所で、また、中間補剛材および端補剛材とフランジおよびウェブの溶接部が、それぞれ長さ 1.09m×72 箇所と長さ 1.29m×16 箇所である. これらのすみ肉溶接延長は実長をそのまま用いるので、181m となる. 標準設計モデル以外の溶接延長は突合せ溶接がなく、すみ肉溶接延長のみであるため 181m となる.

溶接工数は溶接延長に、土木工事標準積算基準書⁷⁾ に規定された標準工数を乗じて算出する.標準工数は溶接の種類によって異なり、突合わせ溶接の場合 0.94 人/10m、その他の溶接の場合 0.39 人/10m である.スパン 9.8m の場合、標準設計モデルの溶接工数は 12.5 人となり、標準設計モデル以外の溶接工数は,7.1 人となる.

図4.2.21にスパン12.9mの溶接延長及び溶接工数の比較を示す.各溶接延長をスパン9.8mの場合と同様に算出した結果,標準設計モデルの突合せ溶接延長は82m,すみ肉溶接延長は220mである.また,溶接工数についてもスパン9.8mの場合と同様に算出すると,標準設計モデルの溶接工数は,16.3人となり,標準設計モデル以外の溶接工数は,8.6人となる.

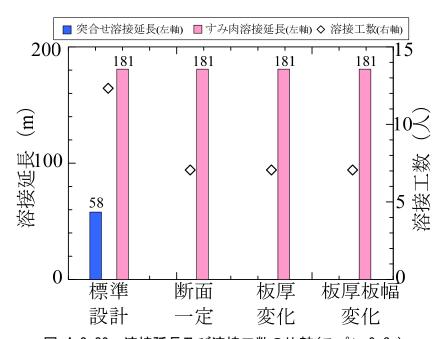


図 4.2.20 溶接延長及び溶接工数の比較(スパン9.8m)

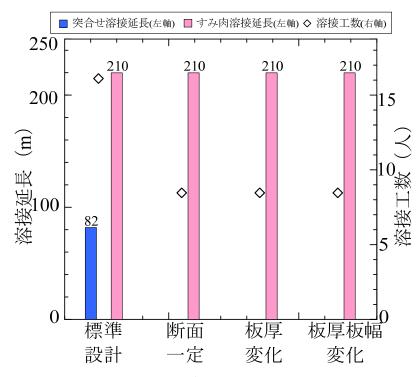


図 4.2.21 溶接延長及び溶接工数の比較(スパン12.9m)

d) 溶接費低減効果

図4.2.22 に、スパン9.8mの各モデルの溶接費を示す.標準モデルのみに突合せ溶接があり、溶接費は他のモデルのおよそ2 倍となる.一方、その他のモデルは、溶接費は同じ値となる.溶接費算出に用いる労務単価は土木工事標準積算基準書でに規定された27400円/工数を用いる.

図 4. 2. 23 に、スパン 12. 9mの各モデルの溶接費を示す。スパン 9. 8m と同様に標準モデルのみに 突合せ溶接があり、溶接費は他のモデルのおよそ 2 倍となる.

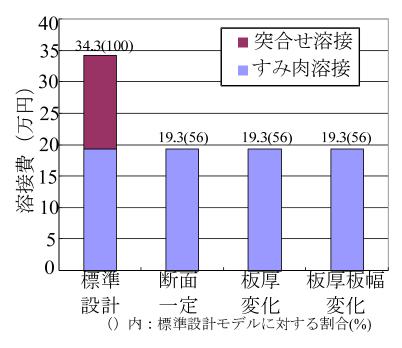


図 4.2.22 溶接費の比較(スパン 9.8m)

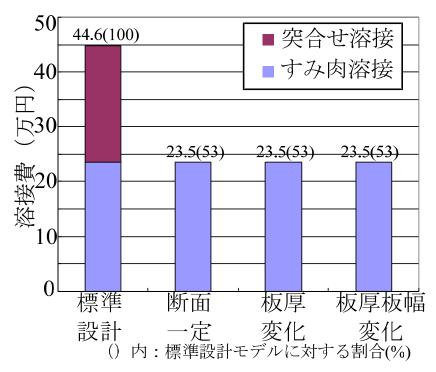


図 4.2.23 溶接費の比較(スパン12.9m)

e) トータルコスト低減効果

図 4.2.24 に、鋼材単価 10 万円/t の場合について、スパン 9.8mの各モデルの製作コストの比率 とその内訳を示す.標準モデルと比較すると、板厚変化モデルと板厚板幅変化モデルでは 17%低減でき、断面一定モデルでは 15%の製作コスト低減が期待される.

図4.2.25 に、同様に鋼材単価10万円/tの場合について、スパン12.9mの各モデルの製作コストの比率とその内訳を示す。スパン9.8mの場合と同様に標準モデルと比較すると、板厚変化モデルでは15%、板厚板幅変化モデルでは16%低減でき、断面一定モデルでは13%の製作コスト低減が期待される。その傾向はスパン9.8mの場合と同じである。

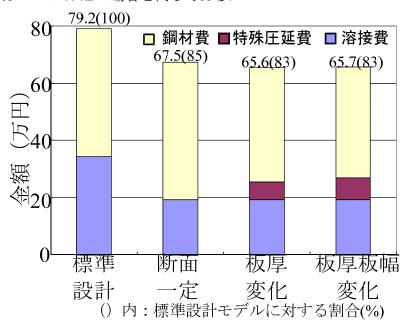


図 4.2.24 トータルコストの比較(スパン9.8m. 鋼材単価10万円/t)

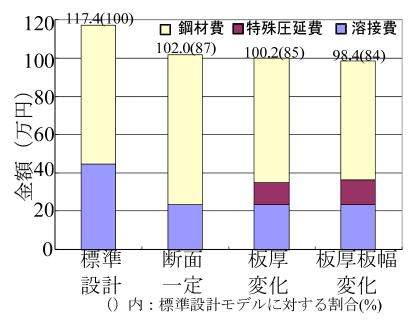


図 4.2.25 トータルコストの比較(スパン12.9m, 鋼材単価10万円/t)

f) 鋼重単荷による製作コスト削減効果の違い

図 4.2.26 に、スパン 9.8mの鋼材単価と製作コストの低減率の関係を示す. 低減率は標準モデルを基準としている. 当然のことながら板厚一定モデルは単価に大きく依存し、板厚変化モデルと板厚板幅変化モデルはほぼ同じ値となる. 鋼材単価が 8 万円/t 程度のとき、全モデルでほぼ等しい約18%の低減率が得られ、単価がそれより大きいときは板厚変化モデルと板厚板幅変化モデルの方が、単価がそれより小さいときは断面一定モデルの方がコスト低減率は大きくなる.

図 4.2.27 に、スパン 12.9mの鋼材単価と製作コストの低減率の関係を示す。スパン 9.8m の場合 と同様に鋼材単価が 8 万円/t のとき全モデルで約 16%の低減率が得られ、単価がそれより大きいと きは板厚変化モデルと板厚板幅変化モデルの方が、単価がそれより小さいときは断面一定モデルの方がコスト低減率は大きくなる.

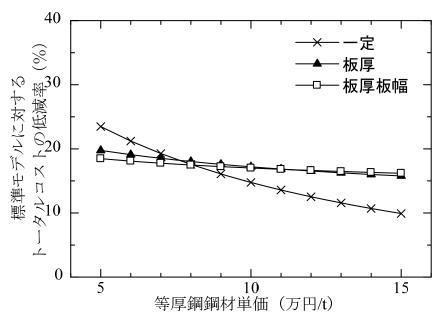


図 4.2.26 鋼材単価とトータルコスト低減率の関係(スパン 9.8m)

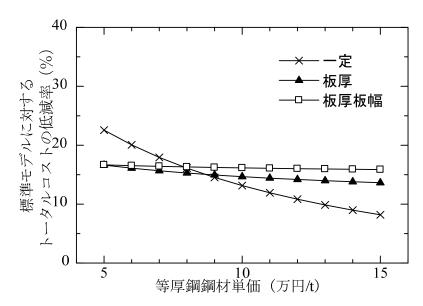


図 4.2.27 鋼材単価とトータルコスト低減率の関係(スパン 12.9m)

(4) まとめ

主な結論は、以下のとおりである.

- 1) スパン 9.8m と 12.9m の鋼 I 桁橋のフランジに特殊圧延テーパー鋼を用いた場合、標準設計 (等厚鋼, 突合せ溶接) の場合と比較して鋼質量で最大 10%程度の低減が期待できる.
- 2) スパン 9.8m と 12.9m の鋼 I 桁橋のフランジに特殊圧延テーパー鋼を用いると, どちらも鋼材単価が 8 万円/t を境にして, それより高い場合には, フランジに板厚一定鋼を用いるよりも製作コストは安価となる. 鋼材単価を 10 万円/t と仮定すると, 標準設計にくらべて, テーパー鋼を採用した場合は 15%前後の製作コストの低減が期待される.

謝辞

(株)レールテックの松本健太郎氏,関西大学学部生,朝根健司氏と寺脇邦昭氏には本研究を進める上で貴重なご助言とご協力を頂いた.ここに記して,感謝の意を表する.

【参考文献】

- 1) 緒方辰男, 林辰一, 上高原正弘, 板橋壮吉: テーパープレートの橋梁への適用-上信越道 深 沢橋-, 土木学会第 50 回年次学術講演会, I-306, 1995.
- 2) 山口忠夫, 奥村学, 石原靖弘, 中西博昭: PC 床版を有する連続合成少数主桁橋の設計と施工-第二名神高速道路 唐戸川橋(上り線)-, 片山技法, No. 22, pp. 33-37, 2003.
- 3) 太田検志,本郷智: 陣ノ谷川橋(鋼I形断 面2主桁橋)の設計,駒井技報,Vol. 22, pp. 40-44, 2002.
- 4) 田村陽司,大垣賀津雄,川尻克利,川口喜史,石毛立也,山本晃久,久保拓也:PC 床版連続合成2 主桁橋「千鳥の沢川橋」の鋼桁比較設計,土木学会第53回年次学術講演会,I-A15,1998.
- 5) 宮内博英, 林芳文, 塚島朗, 高橋昭一, 川尻克利: PC 床版2 主桁橋「キウス第一橋」の設計, 土木学会第52 回年次学術講演会, I-A307, 1997.
- 6) 日本橋梁建設協会:デザインデータブック, 2001.
- 7) 建設物価調査会:国土交通省土木工事標準積算基準書(河川・道路編),2008.

- 8) 鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説,鋼・合成構造物,2009.
- 9) 日本国有鉄道構造物設計事務所:鋼鉄道橋類設計図面一覧表(IV)(V) S38.2-S42.3版

4.2.3 インフラの維持管理と中小企業の活用

(1) インフラの維持管理について

2014年4月14日に、社会資本整備審議会道路分科会長から国土交通大臣に「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が手渡された。

最後の警告 今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ

静かに危機は進行している すでに警鐘は鳴らされている 行動を起こす最後の機会は今

最近よく報道されているように,道路橋のストックは日本全国で約70万橋に上る.驚くべきことにこの数字は国土の大きさが全く異なる米国や中国と同レベルである.その内訳は,高速道と国道を合わせても10%で都道府県道が15%,残りの75%,50万橋以上が市町村道である.ということは,つまり,日本の道路橋の大半は市町村の管理ということになる.(この問題については後述する.)

これらの橋は前回の東京五輪や大阪万博前後の1960年代から70年代の高度成長期に集中的に架けられたものが多く、それらの「橋の団塊の世代」が今後、一斉に高齢化していくことは疑いようのない事実である。巨大地震が来るか来ないかは確率的であり、地域によってその確率も様々であるが、橋の高齢化は(人も同じ)、全国津々浦々で間違いなく確率100%で襲来する大災害なのである。

具体的に橋齢 50 年を一つの目安とすれば、2013 年時点で50 歳以上の橋は2割弱であるが、10年後の2023 年には4割強と2倍以上に増加し、その後も増え続ける.

古くなった橋は架けかえればよい、というのも一つの考え方であるが、戦後からこれまで数十年かけて蓄積してきた道路橋ストックを、短期間に全て更新するほどの生産力も経済力も今の日本にはない。ましてや、架け替えのための通行止めや交通規制による交通渋滞がそこら中で起こっているような国で、まともな経済活動や安全・安心で快適な生活が成り立つとは到底考えられない。

ある程度の割合で更新せざるを得ない橋はあり得るが、大半の橋は、架け替えせずに予防保全等で長寿命化をはかるしか選択肢はないのである。実際に、昭和初期に架設された長大橋で試算した結果、部分的な部材交換や予防保全等で長寿命化を図れば、架け替えの数百分の1のコストで済むという事例もある。

しかしながら、全国の75%の橋に対して管理責任をもつ市町村では、「金(予算)がない」、「人(技術者)がいない」という問題があり、さらに点検方法も、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故で問題となった遠望目視によるものがほとんどという背筋が寒くなるような現状にある.

以前から疲労設計が導入され、2年ごとの定期検査が義務付けられている鉄道橋と比べて、疲労設計の導入が先送りされ、5年ごとの定期点検ですらまともに行われていない日本の道路橋の現状は、悲惨といっても過言ではない。

2002年に漸く道路橋の主部材に対して疲労設計が導入され、主要部材に対しては 100年以上の耐久性が保証されたが、それ以前の道路橋に対しては、当然ながら疲労設計が行われていないことから、いわゆる既存不適格橋梁があちこちに存在しており、明日、何処かで疲労で橋が落ちても何の

不思議もない.

2006年に米国でのトラス橋の崩壊事故、日本でのトラス部材の破断事故や主桁が破断寸前で見つかった事故等が頻発したことを受けて、翌2007年には道路橋の予防保全に向けた有識者会議から、当時、「見ない」、「見過ごし」、「先送り」と言われた維持管理の現状を改善すべく答申が出されたが、事態は依然として改善されておらず、2014年4月の「最後の警告」に至っている.

今回の提言の柱は、維持管理の基本である点検に関して、「5年に1度、近接目視による全数点検を実施」と道路管理者の義務を明確化したことである。当たり前であるが、メンテナンスサイクルの始めの点検で損傷を見逃してしまえば、その後でいくら高級な維持管理システムが用意されていても何の役にも立たない。先ず「見逃がさないこと」が何よりも大事である。

なお、「近接目視」はただ単に近くで眺めればよい、というものではない。Hands-on Inspection と言われるように、見るだけではなく、叩いたり、触ったり、撫でたり、時には、剥がしたり、削ったりという行為を含むものである。逆に考えれば、この点検の段階で、塵を取ったり、タッチアップをしたり、絆創膏を貼ったり、という簡易な措置を施すことで、大袈裟な補修工事を別途発注しなくとも、次回の点検まで劣化を抑えることも可能となる。このような細やかな「繕い予防保全」が小規模な橋梁が多い市町村では、実は極めて有効な手法なのである。

(2) 東大阪橋梁維持管理研究会設立の経緯、意図、活動内容

本研究会の設立の趣旨および目的は以下のとおりである.

今まで橋梁などのインフラ構造物のメンテナンスは、高速道路会社や鉄道会社などの土木系の関連企業群のみに仕事が発注され、土木系以外の一般の中小企業は単に部品の受注のみであった。今後、膨大な予算を費やして国土保全に邁進する日本において、世界に冠たる日本の中小企業の技術力を最大限に活用し、と同時にそれら中小企業の活性化をはかることが非常に重要である。

そこで、本研究会を立ち上げ、その問題点と解決策を模索する. 重要な点は、単なる「ものづくり」ではなく、現場での施工や使い方、さらにその成果までを含めた「ものづくり」が必要、ということである. 維持管理で必要とされる「もの」は、典型的な多品種少量生産品であり、補修・補強材料なども量は少なくそれぞれの現場によって異なるものが要求される. そのような「ものづくり」を実現するためには、実物大の模型を用いた実証実験や現場での施工試験による品質保証が欠かせない.

以上をかんがみ、本研究会では、東大阪を中心とした中小企業が持つそれぞれの卓越した技術を 活用することにより、橋梁などのインフラの維持管理の高度化と、それら中小企業ならびに地域の 活性化をはかることを目的とする.

橋の新設は大手ゼネコンなどが同じようなものをどんどん造る大量生産型であるが、維持管理は橋ごとに傷む場所や状況が異なるので、多品種少量生産型であり、小回りが利く中小企業にぴったりのビジネスである.

また、橋の新設は同じ規格で同じようなものを日本中に造る「中央集権的」な産業であるが、維持管理は、日本全国に散らばる個々の橋が対象なので、中央の大企業よりも、それぞれの地域の実情に詳しい中小企業の方が向いている「地方分権的」な産業となる。しかも橋が使われ続ける限り仕事がなくなることはないので、雇用が確保され、地方の活性化にも繋がることが期待される。

(3) 問題点, 今後の課題

提言や警告は、これまでも繰り返し発せられている.とにかく何か一つでも具体的に動き始める こと、実現することが重要である.

今我々が日本で直面しているような、ある時期に集中的に建設された橋梁等のインフラの老朽化問題は、お隣の韓国や中国、その他の発展途上国でも、これから直面せざるを得ない問題である. この分野で、日本の中小企業がイニシアチブを取り、国際的なビジネスに繋げていくことも可能である.

本研究会の活動が、日本の中小企業並びに地方の活性化と、国際的な貢献に繋がれば幸いである.

5. 新設構造物の設計と維持管理の連係

近年,橋梁をはじめとする各種構造物については,対症療法型の維持管理から予防保全型の維持管理へと維持管理手法が遷移しており,定期点検に代表される各種点検,点検結果の診断による健全度・対策区分の把握及びそれらに基づく補修対策が随時行われている.

このように維持管理が進むにつれ、新設構造物の設計時における配慮不足に起因して点検等の維持管理行為が困難となる事例や、損傷が助長される事例等の問題点が明らかとなってきた.

今後, 高齢化する構造物が増加の一途を辿る一方, 益々厳しくなる財政事情を考慮した上で, 安全・安心な構造物を次世代に残していくためにも, 維持管理から明らかとなった課題をフィードバックし, 新設設計時から維持管理を意識しておく必要がある.

本章では,道路橋及び港湾施設に対して,上記問題点を踏まえ新設構造物を設計する上で留意すべき点を示す.

5.1 道路橋の維持管理を考慮した設計

5.1.1 維持管理から明らかとなった問題点

維持管理が進むにつれて明らかとなってきた問題点には、検査路の不備・不適切な配置等により、 維持管理行為が困難であるという問題及び「水」への配慮不足により発生した問題が非常に多く見 受けられる.以下に、それぞれの事例を示す.

(1) 維持管理行為が困難である事例

a)検査路

維持管理行為を行うためには検査路の設置が有効である. その検査路が有すべき性能としては, 作業動線の確保が第一に挙げられるが, 作業動線の確保に問題がある事例を**写真5.1.1~5.1.4**に示す.



写真 5.1.1 検査路が横桁で分断



写真 5.1.2 検査路の開口が狭隘 1)



写真 5.1.3 検査路が腐食破断 2)



写真 5.1.4 落防による動線の阻害

また、**写真5**.1.5、5.1.6のように、検査路の設置は行われているが、維持管理行為が不可能な部材が存在するような問題点も確認されている.



写真5.1.5 箱桁外ケーブル定着部点検不能



写真 5.1.6 落防定着部点検不能 1)

b)桁端部

桁端部は、**写真5.1.7**、**5.1.8**に示すように、維持管理行為を行うための空間がそもそも確保されていない事例が多い.



写真 5.1.7 鋼橋桁端部空間無し



写真5.1.8 コンクリート橋桁端部空間無し

c) マンホール

箱桁形式の橋梁は、マンホールを介して桁内に進入する必要があるが、このマンホールへの進入に対する配慮不足も確認されている(**写真5.1.9**, **5.1.10**).



写真 5.1.9 進入口と部材の干渉



写真 5.1.10 進入口へのアクセス困難

d) その他

その他,**写真5**.1.11~5.1.13に示すように,添架物,桁下の不法占拠,糞害等,様々な要因により維持管理行為が困難となる事例等が確認されている.



写真 5.1.11 添架物による作業空間不足



写真 5.1.12 桁下の不法占拠



写真 5.1.13 検査路床面の糞害 1)

(2) 「水」への配慮不足により発生した問題

a)桁端部

水への配慮不足は,**写真5.1.14**, **5.1.15**に示すように,主に桁端部の激しい損傷となって顕在化している事例が多い.



写真 5.1.14 沓座の滞水・桁端腐食



写真 5.1.15 桁端・支承の著しい腐食

桁端部への水の供給は、主に**写真5.1.16~5.1.19**に示すとおり、伸縮装置に対する配慮不足に起因している.



写真 5.1.16 非排水化されていない伸縮



写真 5.1.17 排水樋の未清掃



写真 5.1.18 部材継目への配慮不足



写真 5.1.19 立ち上がり部の材料劣化

b)張出床版部

張出床版については、水切りが設けられていないことに起因して、伝い水が直接床版・主桁へ作用することにより損傷が生じている事例が多い(**写真5**.1.20, 5.1.21).



写真 5.1.20 鋼橋上フランジの腐食他



写真 5.1.21 床版橋端部の鉄筋露出

c)支間部

支間部では、橋面防水層の不備に起因する損傷が生じている事例が多い(写真5.1.22,5.1.23).



写真 5.1.22 床版からの漏水



写真 5.1.23 間詰部に生じた遊離石灰 3)

d)箱桁内

箱桁内は、景観性への配慮から排水管を箱内に入れたことに起因する損傷が見られる(写真5.1.24, 5.1.25).



写真 5.1.24 箱桁内腐食 3)



写真 5.1.25 箱桁内腐食

e) その他

その他,「水」への配慮不足により,防水水抜き先の鋼部材の腐食や添架物の腐食等,様々な損傷が生じている(写真5.1.26,5.1.27).



写真 5.1.26 防水水抜き先の鋼材腐食



写真 5.1.27 添架物の腐食

5.1.2 道路橋示方書・同解説 (平成24年3月) の理念 ^{4) 5)}

平成14年以前の道路橋示方書においては、橋を設計する上で常に留意しなければならない基本理 念の1つとして「維持管理の容易さ」が示されていた.

しかしながら、「容易さ」だけでは、ある特定の部位に着目した維持管理の「容易さ」のみに配慮し、橋梁全体において維持管理が困難な部位をできるだけ少なくするということに対する配慮に欠ける可能性があることから、平成24年道路橋示方書においては、以下のように改められている。

道路橋示方書·同解説(平成14年3月) I 共通編

- 1章 総則
- 1.5 設計の基本理念(1)

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。



道路橋示方書·同解説(平成24年3月) I 共通編

- 1章 総則
- 1.3 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない.

本条文の解説では、「維持管理の確実性」に配慮するために、設計の段階から供用期間全体にわたって行われる維持管理行為に対して具体的に想定し、その行為が確実かつ容易に行うことができるように配慮されていることが重要であると記載されている。

この維持管理の確実性に対する記述は平成24年道路橋示方書全般にわたり記載されており、維持管理が困難となるような構造の安易な採用を避けることにより、良好な橋梁が将来にわたり担保されることが期待されている.

また、供用期間中に橋の性能を担保するためには、前提として適切かつ計画的な点検、診断・判定を経た補修等の措置が必要なことから、不測な事故や災害時に対しても、橋の状態に関わる部材等の状態をできるだけ速やかに確認できるために必要となる維持管理設備(検査路等)についても以下のとおり条文に明記されている。

道路橋示方書・同解説(平成24年3月) Ⅰ共通編

- 1章 総則
- 1.6 設計
- 1.6.2 構造設計上の配慮事項

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない.

(2) 供用期間中の点検及び事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な維持管理設備の設置.

さらに、その新設設計時の配慮を供用期間のすべてにおいて適切に伝達していくために必要となる記載事項やその保存についても条文に明記されている.

道路橋示方書・同解説(平成24年3月) Ⅰ 共通編

- 1章 総則
- 1.7 設計図等に記載すべき事項
- (5) 主な設計条件等
 - 7) 維持管理の条件

道路橋示方書・同解説(平成24年3月) Ⅰ共通編

- 6章 記録
- 6.3 設計・施工に関する事項

橋の完成後には、少なくとも設計や施工に関する次に定める事項について、記録を作成

し、供用期間中の維持管理に用いることが可能となるよう保存しなければならない。

このように、今後新設設計される(または維持管理の対策として更新設計される)橋梁については、それ以降に行われる維持管理内容、その方法について具体的に想定し、それらが確実かつ容易に行われるような検査路をはじめとする各種維持管理設備を設置するとともに、その内容を設計図等に記載したうえで、橋の供用期間にわたって保存・管理していくことが重要である.

5.1.3 国土交通省の対応

前節に示す道路橋示方書の改訂内容や、維持管理からの知見を反映し今後の詳細設計に活かすために、国土交通省の各出先機関では、表5.1.1に示すような資料が設計マニュアルを補足するものとして通知されている(なお、本表については、同内容の資料をすべて網羅しているわけではなく、記載内容以外にも、各出先機関から発刊されている設計マニュアル自体に同内容が組み込まれているものも多数あることに留意が必要である).

表5.1.1 国土交通省の出先機関から通知されている資料の一例

機関名称	維持管理に配慮したマニュアル等名称	発行年月(日)
東北地方整備事務所	事務連絡:新設橋梁における留意点について	H24. 5. 30 H24. 10. 11 H24. 12. 25 H26. 3. 24
北陸地方整備事務所	新設橋梁の設計時留意点(素案)	H25. 3. 4
中部地方整備事務所	橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き(案)(第1版) 橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き(案)(第2版)	H24. 3 H25. 3
近畿地方整備事務所	橋梁新設時における橋梁支点部の延命化対策 事務連絡:道路設計にあたっての基本的な考え方について	H21. 3 H24. 2. 20
中国地方整備事務所	新設橋梁の設計・施工の留意事項(案)	H24. 4
九州地方整備事務所	事務連絡:土木工事設計要領【道路編】の改定(案)について	H25. 7. 26

これらの資料に示されている要素技術の一部を**表5**. 1. 2に示す. 同表には、「維持管理の確実性」 に配慮されている項目に赤で、また、「水」への配慮について配慮されている項目に水色で着色している.

表5.1.2 資料に示される要素技術の一例

分類	項目	内容							
橋梁線形	縦断線形	析下作業空間の確保 (跨線橋, 跨道橋等)							
•	小瓜 2月 小水 カン	0.3%以上の排水勾配を確保するとともに橋梁内にサグを設けない							
橋梁形状	桁端部斜角	斜角方向の鉄筋により過密配筋とならないような斜角の設定(跨線橋,跨道橋)							
	RC床版を有する箱桁	輪荷重位置を考慮した桁配置により、床版疲労への影響を回避							
鋼橋	RC床版のハンチ	上フランジ上面からハンチを立ち上げる							
判判 作同	桁端部塗装	桁端部の塗装下塗りを1層増し塗りする							
	桁端部構造	桁端部を切欠き,通気性と維持管理スペースを確保する							
コンクリート橋	桁端部塗装	桁端部にコンクリート塗装を行う							
コノソソート作向	桁端部構造	桁端部を切欠き,通気性と維持管理スペースを確保する							
下部工	橋座表面保護	橋座部にコンクリート塗装を行う							
나마그	桁下空間の確保	支点部の桁下空間を確保し、通気性とジャッキアップスペースを確保する							
	伸縮装置	本体を二重止水構造とし、地覆部も含めた止水を行う							
	水切り	張出床版には突出型水切りを採用							
排水関係	防水層	床版防水層の確実な設置と端部立ち上げ処理の徹底							
	排水管	排水管自体の材質への配慮、排水流末の配慮							
	橋座	橋座への排水勾配の付与							
第三者被害	剥落防止	コンクリート剥落対策							
	検査路	維持管理の確実性に配慮した検査路計画							
4. 层版丛	防護柵	たわみ性防護柵に対してベースプレート定着式構造の採用							
付属物他	添架物件	添架物件自体の維持管理、橋の維持管理を阻害しないように配慮							
	高架下	維持管理を阻害しないような高架下の占用許可							

維持管理の確実性に配慮されている項目 水への対処に配慮されている項目

本表からもわかるように、これらの資料には、維持管理が進むにつれ明らかとなった問題点を解決するため、また、平成24年道路橋示方書の理念を満足するために必要となる構造上の細目や留意点が主に示されている。

5.1.4 維持管理に配慮した構造上の工夫

本節では、前述した問題点への対処や、維持管理の確実性の向上へ向けた、構造上の「ちょっとした工夫」について実例も交えて紹介する.

(1) 維持管理行為の確実性に配慮した構造上の工夫

維持管理の確実性に配慮するためには、検査路設備の作業動線確保が特に重要である.

図5.1.1は、検査路の配置に関する留意点を図示したものである。これらのように障害物との干渉の有無を避けるとともに、障害物が干渉する部分については作業に必要となる幅員が確保できるように拡幅する、点検部材へ安全にたどり着けるような手摺計画を設置する、というような細やかな配慮を行うことにより、維持管理行為の確実性は格段に向上する。実施例を写真5.1.28~5.1.34に示す。

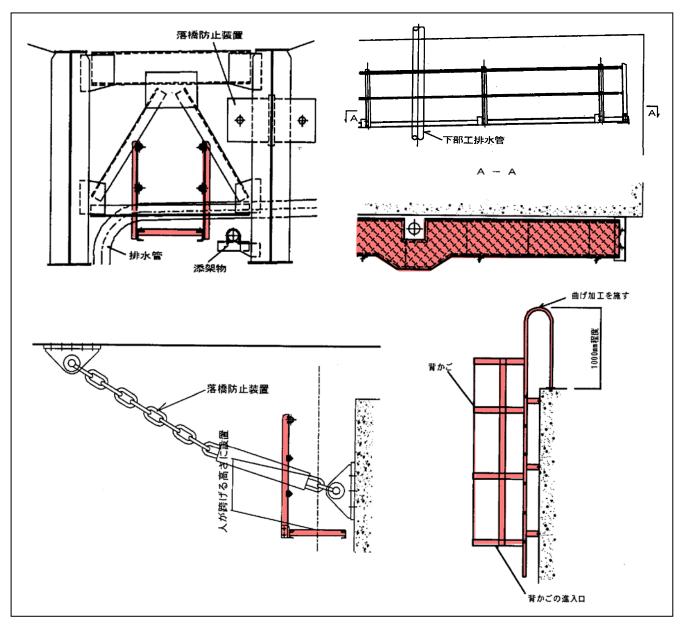


図5.1.1 検査路の配置に関する留意点6)



写真 5.1.28 検査路拡幅事例



写真 5.1.30 検査路拡幅事例 1)



写真 5.1.32 手摺, 籠を延長した事例 1)



写真 5.1.34 桁端を切欠いた事例



写真 5.1.29 横桁部工夫事例(ステップ,手摺)1)



写真 5.1.31 幅の広い開口部 1)

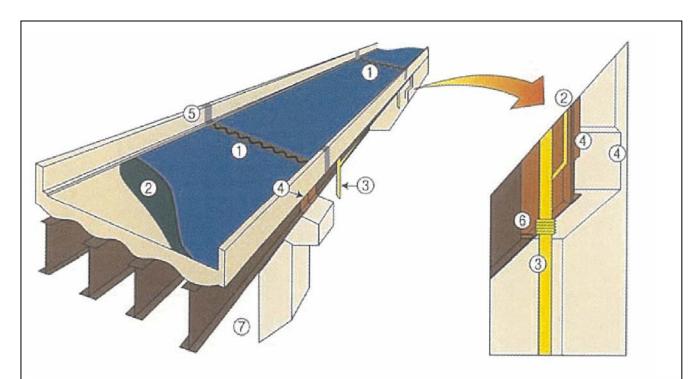


写真 5.1.33 のり面階段を設けた事例 1)

(2) 「水」に配慮するための構造上の工夫

構造物を水に起因する損傷から守るためには、水をシャットアウトすることはもちろんであるが、 水が侵入してきた後のことも考えて、計画上の工夫をしておくことが必要である.

図5.1.2は、「水」に配慮した構造上の留意点を示したものである。このうち、①②③⑤⑥に関しては、水をシャットアウトするための留意点であるが、④⑦に関しては水が侵入してきても構造物に悪影響を与えないように配慮するための留意点である。実際の対策例を、図5.1.3、写真5.1.35~5.1.42に示す。



①伸縮継手:非排水型を採用する。

②床 版:信頼性の高い防水層を設置する。

スラブドレーンを設置し、確実に桁下まで導水する。

③排 水 装 置:排水管先端位置を桁下まで十分伸ばす。もしくは下部工排水装置に導水する。

④桁 端 部:桁端部を塗装する。桁ウェブやパラペットに切欠きを設ける。

(漏水および湿気対策と維持管理性の向上)

⑤壁 高 欄:継目へ止水工を設置する。

⑥構 造 詳 細:水切り板等を設置する。

⑦風 通 し:植生に覆われる等、常に湿度が高くなるような環境は改善する。

図5.1.2 「水」に配慮するための留意点⁷⁾

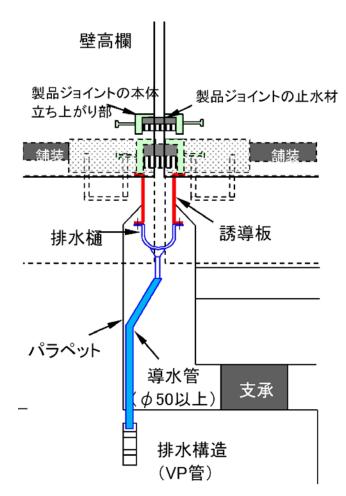


図 5.1.3 伸縮装置の二重止水例 8)



写真 5.1.35 伸縮装置の端部処理例



写真 5.1.36 伸縮装置の地覆部止水例

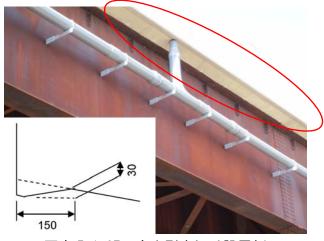


写真 5.1.37 突出型水切り設置例



写真 5.1.38 防水工立ち上げ・水抜き



写真 5.1.39 通気性を確保した事例



写真 5.1.40 コンクリート塗装事例



写真 5.1.41 通気性や排水に配慮した事例



写真 5.1.42 通気性や排水に配慮した事例

(3) 記録の工夫

本項目は新設橋に関する事例ではないが、維持管理行為に対しても当初施工時の「橋歴板」のような「補強・補修歴板」を設置した好事例である(**写真5.1.43**, **5.1.44**).



写真 5.1.43 耐震補強工事記録設置例



写真 5.1.44 耐震補強工事記録設置例

以上,過大な手間やコストをかけずとも,少しの配慮で橋梁の維持管理性が大きく改善される事例を紹介した.

各橋のおかれる地形条件,環境条件や構造条件は様々であるため,本事例がそのまますべての橋梁に適合するわけではないが,このようにきめ細かい気配りをすることで大きく維持管理性が改善されるため,維持管理に配慮して新設設計を行うことが非常に重要である.

【参考文献】

- 1) 国土交通省道路局国道・防災課:道路橋検査路設置要領(案),2012
- 2) 国土交通省:NETIS新技術活用情報システム, Web page , http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=CB-120033&TabType=2&nt=nt
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所:国土技術政策総合研究所資料第748号道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)-橋梁損傷事例写真集-,2013.7.
- 4)(社)日本道路協会:道路橋示方書·同解説 I 共通編, 2002.3.
- 5)(社)日本道路協会:道路橋示方書·同解説 I 共通編, 2012.3.
- 6) (社) 日本橋梁建設協会:鋼橋付属物の設計手引き(改訂版), 2004.3.
- 7) (社) 日本橋梁建設協会: '11 DesignDataBook, 2011.4.
- 8) 中日本高速道路株式会社:設計要領第二集橋梁建設編,2013.7.

5.2 港湾施設の維持管理を考慮した設計

5.2.1 はじめに

港湾施設は部材の大部分が海水中あるいは飛沫帯に位置し、塩害等に対して他の公共施設に比較して極めて厳しい環境下に設置されている.

このような苛酷な環境下にある港湾施設の安全性を確保し、求められる機能を維持するためには、 適切な維持管理を行うことが重要であるとともに、設計段階から維持管理を考慮することも求めら れている.

本節では、港湾施設の維持管理の基本的な考え方と港湾空港技術研究所で提案されている設計時 における維持管理の考慮の重要性¹⁾について紹介する.

5.2.2 港湾施設の維持管理の基本的な考え方

2007年に施行された港湾施設の技術上の基準の細目を定める告示において、「技術基準対象施設の設計に当たっては、施工及び維持を適切に行えるよう、必要な措置を講じるものとする」と規定されている。

港湾施設では、維持管理の基本的な考え方として、施設の設置目的や要求性能、構造形式やこれを構成する部材の構造特性、使用材料等を踏まえて、表5.2.1に示す「維持管理レベル」が導入されている.

分類	損傷劣化に対する考え方
維持管理レベル I (事前対策型)	高い水準の損傷劣化対策をあらかじめ行うことにより、設計供用期間に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に損傷劣化を留める.
維持管理レベル II (予防保全型)	損傷劣化が軽微な段階で,比較的小規模な対策を繰り返し行うことにより, 設計供用期間に要求性能が満たされなくなる状態に至らないように性能の 低下を予防する.
維持管理レベルⅢ (事後保全型)	要求性能が満たされる範囲内である程度の損傷劣化を許容し、設計供用期間に1~2回程度の大規模な対策を行うことにより、損傷劣化に事後的に対処する.

表 5.2.1 維持管理レベルの定義

なお、維持管理レベルは本来、施設全体に対して設定されるものであるが、施設全体の性能の経 時変化を予測することが困難な場合や主要部材や附帯設備等に対して同一の維持管理レベルを設定 することが合理的でない場合がほとんどである。そのため、港湾施設では施設を構成する部材の劣 化予測、点検結果、施設の重要度等を勘案しながら施設全体の維持管理シナリオを描きつつ、施設 を構成する部材ごとに適切な維持管理レベルを設定することを基本としている。

5.2.3 港湾施設の維持管理上での特徴

港湾施設の維持管理を行う場合,施設を構成する部材のほとんどが海中や土中に没している状況で,橋梁等に比較して点検や補修が容易にできる環境にないことが特徴である.維持管理の第一歩である目視点検でも目視可能な部分はごく一部に過ぎない.また,沖合にある防波堤のような施設ではアクセスの問題や海象条件の制約から点検の実施が困難な場合がある.そのため,施設の設計段階から維持管理について省力化や合理化のための配慮を施しておくことが望ましい.

5.2.4 港湾施設の維持管理の省力化に配慮した設計

港湾施設は部材の大部分が海水中あるいは飛沫帯に位置している。そのため、施設に求められる性能を供用期間中にどのように維持していくかについて設計段階で維持管理計画を検討することが求められている。維持管理計画は点検手法等を各部材の維持管理レベルを踏まえながら、具体的に記述する必要がある。

港湾施設の供用期間中の点検診断が確実に実施できるよう、設計段階からあらかじめ構造形式や構造細目を検討しておくことが有効である.

例えば,

- ・点検孔や点検足場などの設置(写真5.2.1~5.2.3)
- ・防食鉄筋(エポキシ樹脂塗装鉄筋等)の使用(写真5.2.4)
- ・鋼材に対する電気防食の適用
- モニタリングのためのセンサの設置
- ・交換作業が容易に行えるような処置(リプレイサブル桟橋上部工等)

などが考えられる.



写真 5.2.1 点検孔



写真 5.2.2 点検足場



写真 5.2.3 点検歩廊



写真 5.2.4 エポキシ樹脂塗装鉄筋

【参考文献】

1) 岩波光保 加藤絵万 川端雄一郎:維持管理を考慮した桟橋の設計手法の提案,港湾空港技術研究所:港湾空港技術研究所資料No. 1268, 2013. 3

6. おわりに

我が国の道路橋ストック約70万橋の75%,50万橋以上が市町村の管理下にある.

これらの橋は1960年代から70年代の高度成長期に集中的に架けられたものが多く、それらの「橋の団塊の世代」が今後、一斉に高齢化していくことは疑いようのない事実である。巨大地震が来るか来ないかは確率的であり、地域によってその確率も様々であるが、橋やインフラの高齢化は、全国津々浦々で間違いなく確率100%で襲来する大災害なのである。

古くなった橋は架けかえればよい、というのも一つの考え方であるが、戦後からこれまで数十年かけて蓄積してきた道路橋ストックを、短期間に全て更新するほどの生産力も経済力も今の日本にはない。ましてや、架け替えのための通行止めや交通規制による交通渋滞がそこら中で起こっているような国で、まともな経済活動や安全・安心で快適な生活が成り立つとは到底考えられない。

ある程度の割合で更新せざるを得ない橋はあり得るが、大半の橋は、架け替えせずに予防保全等で長寿命化をはかるしか選択肢はないのである。しかしながら、全国の75%の橋に対して管理責任をもつ市町村では、「金がない」、「人がいない」という問題があり、さらに点検方法も、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故で問題となった、遠望目視によるものがほとんどいう背筋が寒くなるような現状にある。

2002年に漸く道路橋の主部材に対して疲労設計が導入され、主要部材に対しては100年以上の耐久性が保証されたが、それ以前の道路橋に対しては当然ながら疲労設計が行われていないため、既存不適格橋梁がそこら中で使われており、明日何処かで突然橋が落ちても何の不思議もない。

2014年4月に社会資本整備審議会道路分科会長から国土交通大臣に手渡された「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」の柱は、維持管理の基本である点検に関して、「5年に1度、近接目視による全数点検を実施」と道路管理者の義務を明確化したことである。当たり前であるが、メンテナンスサイクルの始めの点検で損傷を見逃してしまえば、その後でいくら高級なマネジメントシステムが用意されていても何の役にも立たない。先ず「見逃がさないこと」が何よりも大事である。

なお、「近接目視」はただ単に近くで眺めればよい、というものではない。Hands-on Inspectionと言われるように、見るだけではなく、叩いたり、触ったり、撫でたり、時には、剥がしたり、削ったりという行為を含むものである。逆に考えれば、この点検の段階で、塵を取ったり、タッチアップをしたり、絆創膏を貼ったり、という簡易な措置を施すことで、大袈裟な補修工事を別途発注しなくとも、次回の点検までもたせることも可能となる。このような細やかな「繕い予防保全」が小規模な橋梁が多い市町村では、実は極めて有効な手法なのである。

橋の新設は同じ規格で同じようなものを日本中に造る「中央集権的」な産業であるが、維持管理は、日本全国に散らばる個々の橋が対象なので、中央の大企業よりもそれぞれの地域の実情に詳しい中小企業の方が向いている「地方分権的」な産業となる. しかも橋が使われ続ける限り仕事がなくなることはないので、雇用が確保され、地方の活性化にも繋がることが期待される.

今我々が日本で直面しているような、ある時期に集中的に建設された橋梁等のインフラの老朽化問題は、お隣の韓国や中国、その他の発展途上国でも、これから直面せざるを得ない問題である. この分野で、日本がイニシアチブを取り、国際的なビジネスに繋げていくことも可能である.

本委員会の活動が、我が国の地方の活性化と国際的な貢献に繋がれば幸いである.

7. 巻末資料

維持管理の放棄や施設の除却等に関する文献・記事等

最近出された国の提言等から、維持管理の放棄や施設の除却等施設の除却等に関して言及されている文献・記事等を収集した. その概要を下表にまとめ、次頁以降に抜粋資料を添付する.

維持管理の放棄や施設の除却等に関する文献・記事等(発行順)

No.			名称・概要等
INO.			1111
	名	称	今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について 答申
			(http://www.mlit.go.jp/common/001023145.pdf) 国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策審議会
	発行	元	国工父連有 任芸資本整備番議会・父連以東番議会 (http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo03_hh_000054.html)
	年	 月	(http://www.miit.go.jp/report/press/sogous_nn_0000034.html) 2013.12
1	+	<u>л</u>	· (p. 17) 第 4 章 2(1)③
'			「施設の更新時に,現在の需要,今後の活用の見通し及び地域全体の将来展望を踏まえ,
	概	要	必要に応じ規模の見直しや集約化を実施する. さらに、その検討に際しては、分野・施
	112/	女	設の特性や、施設の重要度を踏まえ、 管理水準の見直し、維持管理の放棄、あるいは施
			設を除却することについても選択肢に含めて対応方針を検討する.]
	備	 考	REMARY SCENE STOCKED S
			インフラ長寿命化基本計画
	名	称	(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/infra_roukyuuka/pdf/houbun.pdf)
	70.7=	_	インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議
	発行	兀	(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/infra_roukyuuka/index.html)
2	年	月	2013. 11
			・(p. 4) Ⅲ. 1. (2) ③ 同様の記述 (p. 8, p. 9) など
	49π	要	「必要性が認められる施設については,更新等の機会を捉えて社会経済情勢の変化に応
	概		じた質的向上や機能転換,用途変更や複合化・集約化を図る一方, <u>必要性が認められな</u>
			い施設については,廃止・撤去を進めるなど,戦略的な取組を推進する.」
			総合的な国土形成の推進に関する事業 行政事業レビュー(2013 秋) 評価結果・議事録
	名	称	(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/kekka%28kokudo%29.pdf)
			(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/gijiroku%28kokudo%29.pdf)
	発行	元	内閣官房行政改革推進本部 行政事業レビュー 2013 秋のレビュー
			(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/index.html)
	年	月	2013. 11
			・評価者コメント(評価シートに記載されたコメント)
3			「長寿命化計画,除却計画,老朽化対策計画の策定と PDCA を交付用件にする. 上記のような アクター・ファイン・ロックス・ファイン・ファイン・ファイン・ファイン・ファイン・ファイン・ファイン・ファイン
	49π		うな取組の進まない自治体については、地方交付税を削減(総務省と連携)」 ・議事録(p.5)
	概	要	・巌争琢 (p. 5) 「単純に各施設を延命するというだけではなくて,御指摘のような,いわば本当に要ら
			「早純に各施設を延命するというだけではなくて、御指摘のような、いわは本当に要ら
			なくなるものは、場合によってはヘクソッノと言いますが、 <u>もりやめていくということ</u> <mark>も含めた計画の策定という発想で議論を今、進めているところでございます.</mark>
			<u>もちめた計画の東ルという光想で議論を学、進めているところでこさいます。</u> 事業の中間レビュー資料であり最終成果ではないが、今後は除却を含めた計画策定が盛
	備	考	事業の中間レビュー質科であり取於成果ではないか、今後は除却を含めた計画東走か盛 り込まれる方向に向かうと考えられる.
			ソ心よれての月門に円がりて与えりれての。

維持管理の放棄や施設の除却等に関する文献・記事等(発行順)

No.		名称·概要等
	名 称	道路の老朽化対策の本格実施に関する提言 (http://www.mlit.go.jp/common/001036085.pdf)
	発行元	国土交通省 社会資本整備審議会 道路分科会 (http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s202_douro01.html)
4	年 月	2014. 04
	概 要	・(p.9) 3.(2) 3) ① 「人口減少,土地利用の変化など,社会構造の変化に伴う 橋梁等の利用状況を踏まえ, 必要に応じて橋梁等の集約化・撤去を実施.」
	備考	
	名 称	公共施設等総合管理計画の策定にあたっての指針 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000287574.pdf)
	発行元	総務省 公共施設等総合管理計画 (http://www.soumu.go.jp/iken/koushinhiyou.html)
5	年 月	2014. 04
	概 要	・(p.6) 第三 その他 五 総合管理計画の策定に係る財政措置等について 「平成 26 年度から、総合管理計画に基づく公共施設等(公営企業に係るものを除く.) の除却に地方債の充当を認める特例措置が講じられたこと.」
	備考	
	名 称	国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画) (http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/sosei_point_mn_000011.html)
	発行元	国土交通省 社会資本の老朽化対策会議 (http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/sosei_point_mn_000003.html)
	年 月	2014. 05
6	概 要	・6. 予算管理(1)トータルコストの縮減と平準化(p. 84)など「人口減少,少子高齢化社会の到来を見据え,国土の利用や都市,地域構造の変化に応じたインフラ機能の維持・適正化を推進する. 具体的には, <u>福祉等の生活サービス機能と居住を誘導することにより,集約型都市構造の形成に向けた取組を推進する.</u> また,各管理者は,他の関連する事業も考慮した上で,その施設の必要性,対策の内容や時期等を再検討し,その結果を踏まえ,修繕や更新,撤去等を推進する.」
	備考	

今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について 答申

本格的なメンテナンス時代に向けたインフラ政策の総合的な充実 *~キックオフ「メンテナンス政策元年」~*

平成 25 年 12 月

社会資本整備審議会 • 交通政策審議会

答申目次

はじめに

第1章 維持管理・更新の現状と課題		3
1. 社会経済情勢とこれまでの取組		
2. 国土交通省所管施設の実態と課題		
3.これまでの維持管理・更新に関する技術的進歩の推移と課題		
4. 地方公共団体における維持管理・更新の実施状況に関する現状と課	題	
5. 国土交通省所管の社会資本に関する将来の維持管理・更新費の推計	と課題	
6.維持管理・更新に関する制度面、体制面での現状と課題		
第2章 今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性		10
第3章 戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方		11
1. 国の責務		
2. 国民の理解と協力の促進	_	
3. 社会資本としての役割を持続的に発揮させるための維持管理・更新	Γ	
4. 安全・安心を確保するための維持管理・更新	- +r	
5. 豊かな暮らし・環境や活力ある経済社会を実現するための維持管理	≝╹史新	
6.維持管理・更新の重点化 *****・		
7.機能・費用のバランスの取れた維持管理・更新		
8. ストック全体を見渡した調査・診断、評価及び活用		
9.技術開発の推進		
10. 分野横断的な連携、多様な担い手との連携		
第4章 戦略的な維持管理・更新のために重点的に講ずべき施策		14
1. 施設の健全性等を正しく着実に把握するための取組		
(1)全ての施設の健全性等を正しく着実に把握するための仕組みの)確立	
(2)維持管理・更新に係る情報の収集・蓄積とカルテの整備		
(3) 施設の健全性等及びその対応方針の国民への公表と国民の理解	『と協力促進	
2. 維持管理・更新をシステマチックに行うための取組		
(1)維持管理・更新への「戦略的メンテナンス思想」の導入		
(2)維持管理・更新をシステマチックに行うための業務プロセスの)再構築	
(3)長期的視点に立った維持管理・更新計画の策定		
(4)維持管理・更新に係る予算確保		
(5)維持管理・更新に係る入札契約制度の改善		
(6)維持管理・更新に軸足を置いた組織・制度への転換		
(7) 施設の点検・診断、評価、設計及び修繕等を適切に実施するた	めの技術者・	技能

者の育成・支援、資格制度の確立

25

3.	維持管理 •	更新の水準	を高めるため	めの取組
----	--------	-------	--------	------

- (1) 効率的・効果的な維持管理・更新のための技術開発等
- (2) 分野や組織を超えた連携と多様な主体との連携等
- (3) 地方公共団体等への支援

おわりに

(4) 地方公共団体等が円滑に維持管理・更新を行うための枠組みの提示

別紙	将来の維持管理・更新費の推計方法等について	;	26

2. 維持管理・更新をシステマチックに行うための取組

(1)維持管理・更新への「戦略的メンテナンス思想」の導入

維持管理・更新に係る点検・診断、評価、計画・設計、修繕等の一連の業務プロセスの実施にあたっては、以下に示す、各業務プロセスを戦略的に行うための様々な考え方(ここでは、当該考え方を「戦略的メンテナンス思想」という)を導入し、個々の施設の実情に応じた対応を図ることが必要である。特に評価にあたっては、単体施設の点検・診断の結果に留まらず、必要に応じて施設の重要度、利用状況、地域の動向、周辺環境との調和及び関係する施設も含めた全体としての適切性等も含め、総合的な評価を行い、施設の更新か延命化のための修繕の実施の選択等も含めた対応方針の立案を戦略的に行うべきである。このため、分野・施設の特性に応じ、これらの考え方を基準等に反映させるなどして、各業務プロセスを実施すべきである。

①予防保全的管理の原則化

トータルコストの縮減を図るため、施設の機能や性能に関する明らかな不具合が生じてから修繕を行う「事後的管理」から、不具合が発生する前に対応を講ずる「予防保全的管理」を原則とすることに方針を変更する。予防保全的管理の実施にあたっては、安易に更新を行うのではなく、部分更新や修繕による長寿命化とを比較し、トータルコストが最小となる手法を選択する。なお、予防保全的管理の考え方には、定期的に交換・更新を行う時間計画保全と、劣化や変状を評価し、必要と認められた場合に修繕・更新を行う状態監視保全があるが、評価技術が確立されたものから状態監視保全へ移行すべきである。また、例えば不具合が生じても利用者の安全に関わらない施設などでは、必ずしも予防保全的管理を採用することがトータルコストの縮減効果等に寄与しない場合もあるため、予防保全的管理への方針変更の際には縮減効果等の確認を行う。

②安全・安心、暮らし・環境・活力のための社会資本の質の向上

老朽化対策のための修繕・更新にあたり、分野・施設の特性に応じて、単なる現状復旧に留まらず、防災・耐震性能の向上や事故を防ぐための安全性能、環境、景観等に配慮した空間整備、国際競争力強化のための機能向上等、施設の質的向上を図る。特に、劣化が進行している施設には、防災・耐震性能が現在の基準から見れば大きく不足しているものがあり、これらの施設は、可能な限り、老朽化対策に併せて防災・耐震性能等の向上を図るべきであり、具体的には、設計基準や使用材料の見直しに伴う既存構造物の再設計、再確認と必要な補強等の実施を行う。

③地域・社会の構造変化等を踏まえた集約化、効率化、重点化

人口減少をはじめとする社会構造の変化に対応するため、コンパクトシティの取組や社会資本のストック管理方法の工夫等により、社会資本の維持管理・更新に係る負担を軽減し、社会資本の有効活用を図る。また、効率的・効果的な維持管理・更新を進めるにあたっては、地域計画や都市計画との連携をはじめ、地域や住民との協働を

考慮に入れた検討を行うことが必要である。

具体的には、従来からの手法では施設の維持管理・更新を継続することが困難となることが想定される地域等について、社会構造の変化を踏まえた、社会資本の集約化、施設の機能転換や用途転用による有効活用、都市における日常生活に必要なサービスや行政サービスが住まいなどの身近に存在する「集約型都市構造化」に向けた取組を推進することにより、適切なサービス水準は維持しながら維持管理・更新費を縮減する。例えば、施設の更新時に、現在の需要、今後の活用の見通し及び地域全体の将来展望を踏まえ、必要に応じ規模の見直しや集約化を実施する。さらに、その検討に際しては、分野・施設の特性や、施設の重要度を踏まえ、管理水準の見直し、維持管理の放棄、あるいは施設を除却することについても選択肢に含めて対応方針を検討する。なお、これらの施策を講じる際には、地域を取り巻く環境変化を中長期的に情報収集するとともに、行政と地域との協働体制を構築するなど、住民の理解や協力を得た上で進める。

④新設・修繕・更新時における将来の維持管理・更新への配慮

新設・修繕・更新時において、将来の維持管理・更新コストの低減が図られるよう配慮する。例えば、メンテナンスが容易な構造、耐久性の高い素材など維持管理コストの縮減が図られる材料・工法の採用、ICT による点検等に関する技術の活用等が考えられる。また、新設・修繕・更新時においてはフェイルセーフの考え方を可能な限り取り入れ、老朽化によって部材に支障が生じた場合でも致命的な事故は回避できる構造とする。更に、新設時において作成した施設に係るデータの維持管理・更新への活用推進や、目標とする耐用年数の設定についての検討を行う。

⑤社会資本の適正利用、賢く使うことによる施設の長寿命化

利用者が、社会資本を法令や基準等に従い適正に利用し、施設に過度な負担をかけず賢く使うことにより、施設の長寿命化や維持管理・更新費の低減を図ることが可能となる。例えば、道路において重量制限を超過する車両の通行を排除することにより、道路の損傷を防ぎ、劣化を遅らせることが期待される。社会資本の重要性について国民に説明を十分に行い、社会資本の利用者である国民一人一人の理解が促進されることにより、施設の長寿命化が図られ、更には社会資本の維持管理・更新に係る国民の負担を軽減させることが可能となる。

(2)維持管理・更新をシステマチックに行うための業務プロセスの再構築

維持管理・更新を合理的かつシステマチック(体系的・規則的)に行うため、維持管理・更新に係る一連の業務の体系化及び基準等の整備等を推進すべきであり、具体的には以下の取組を行うべきである。

・維持管理・更新に係る、点検・診断、評価、計画・設計、修繕等の一連の業務プロセスについて、PDCAサイクルとして実施する。具体的には、点検・診断の結果について、適切に評価を行い、計画・設計に確実に反映させるとともに、維持管理・更

インフラ長寿命化基本計画

平成25年11月

インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議

目 次

Ι.	は	じ	め	に				•	•	•	-	•	•	-	•	•	-	•	-	•	•	-		1
Π.	目	指	す	べ	き	姿				•	•	•	•	•		•		•	•	•	•	•		2
ш.	基	本	的	な	考	え	方				•	•	•		•			•	•	•	•	•		3
IV.	イ	ン	フ	ラ	長	寿	命	化	計	画	等	の	策	定			-	-	-	•	•	•		5
V .	必	要	施	策	の	方	向	性				•	•	•	•	-	•	•	•	•	•	•		8
VI.	围	ح	地	方	公	共	団	体	の	役	割				•	•	•	•	•	•	•	•	1	6
VII.	産	学	界	の	役	割				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	7
VIII .	そ	の	他				•	•	•	•	-	•	-	•	•	•	•	•	-	•	•	•	1	8
(別	添)	П	_	ド	マ	ッ	プ				•	•					•	•			•	1	9

一方、修繕や更新の実施時期等の判断には限界があることを考慮する必要がある。このため、劣化や損傷が直ちに利用者や第三者の被害につながることがないよう、施設の特性に応じて必要な多段階の対策(フェイルセーフ)を講じていく。

(2) 中長期的視点に立ったコスト管理

厳しい財政状況下で必要なインフラの機能を維持していくためには、 様々な工夫を凝らし、的確に維持管理・更新等を行うことで中長期的な トータルコストの縮減や予算の平準化を図る必要がある。これらを確実に 実行することにより、インフラ投資の持続可能性を確保する。

① 予防保全型維持管理の導入

中長期的な維持管理・更新等に係るトータルコストを縮減し、 予算を平準化していくためには、インフラの長寿命化を図り、大規模 な修繕や更新をできるだけ回避することが重要である。このため、 施設特性を考慮の上、安全性や経済性を踏まえつつ、損傷が軽微で ある早期段階に予防的な修繕等を実施することで機能の保持・回復 を図る「予防保全型維持管理」の導入を推進する。

② 維持管理の容易な構造の選択等

維持管理コストは、管理水準や採用する構造・技術等によって大きく変化する。このため、新設・更新時には、維持管理が容易かつ確実に実施可能な構造を採用するほか、修繕時には、利用条件や設置環境等の各施設の特性を考慮するなど、合理的な対策を選択する。

③ 社会構造の変化や新たなニーズへの対応

今後、グローバルな都市間競争や、人口減少、少子高齢化、地球温暖化等の進展が見込まれる中、インフラに求められる役割や機能も変化していくものと考えられる。このため、老朽化対策の検討に当たっては、その時点で各施設が果たしている役割や機能を再確認した上で、その施設の必要性自体を再検討する。

その結果、必要性が認められる施設については、更新等の機会を 捉えて社会経済情勢の変化に応じた質的向上や機能転換、用途変更 や複合化・集約化を図る一方、必要性が認められない施設については、 廃止・撤去を進めるなど、戦略的な取組を推進する。

2. メンテナンス産業の育成

一連のメンテナンスサイクルを継続し、発展させていくためには、 インフラの安全性・信頼性の向上や、維持管理・更新業務の効率性の 向上を図るための新技術の開発・導入が極めて重要である。このため、

③ 対策の優先順位の考え方

個別施設の状態(劣化・損傷の状況や要因等)の他、当該施設が果たしている役割、機能、利用状況、重要性等、対策を実施する際に考慮すべき事項を設定の上、それらに基づく優先順位の考え方を明確化する。

④ 個別施設の状態等

点検・診断によって得られた個別施設の状態について、施設毎に整理する。なお、点検・診断を未実施の施設については、点検実施時期を明記する。

また、「IV. 2. ③対策の優先順位の考え方」で明らかにした事項のうち、個別施設の状態以外の事項について、必要な情報を整理する。

⑤ 対策内容と実施時期

「IV. 2③対策の優先順位の考え方」及び「IV. 2. ④個別施設の状態等」を踏まえ、次回の点検・診断や修繕・更新、さらには、更新の機会を捉えた機能転換・用途変更、複合化・集約化、廃止・撤去、耐震化等の必要な対策について、講ずる措置の内容や実施時期を施設毎に整理する。

⑥ 対策費用

計画期間内に要する対策費用の概算を整理する。

V. 必要施策の方向性

「Ⅱ. 目指すべき姿」の実現に向け、各インフラを管理・所管する者は、維持管理・更新等に係る取組状況や、把握している施設の状態等を踏まえ、以下に示す取組の具体化を図るとともに、それらを行動計画や個別施設計画としてとりまとめ、必要な取組を確実に実行する。

(1) 点検・診断、修繕・更新等

[点検・診断]

各インフラの管理者は、行動計画や個別施設計画に基づき、できるだけ早期に必要な体制を整備し、定期的な点検により劣化・損傷の程度や原因等を把握するとともに、劣化・損傷が進行する可能性や施設に与える影響等について評価(診断)を実施する。

一方、点検・診断に必要な知見やノウハウは蓄積途上であることから、維持管理・更新等に係る基準等を自ら有していない管理者は、当分の間、 国が定めた基準等を参考に点検・診断を実施するものとする。その取組 を継続する中で、知見やノウハウを蓄積し、必要な基準等の整備や、 一定の技術力を持った人材の確保・育成に取り組むことで、点検・診断 の精度向上を図る。

また、実施に当たっては、安全性の向上やコスト縮減に配慮しつつ、 新技術を積極的に活用することで、有用な新技術の開発・導入・普及を 後押しする。

[修繕・更新等]

各インフラの管理者は、各施設の健全性や行動計画等の策定時点で 果たしている役割、機能、利用状況、重要性等を踏まえ、対策の優先順位 の考え方を明確にした上で、行動計画や個別施設計画に基づき、必要な 修繕・更新等を効率的かつ効果的に実施する。

その際、各施設の必要性自体についても再検討し、検討の結果、必要性が認められない施設については廃止や撤去を進めるほか、必要性が認められる施設にあっては、更新等の機会を捉え、社会経済情勢の変化に応じた用途変更や集約化なども含めて対応を検討する。また、維持管理・更新等に当たり、兼用工作物や占用物件が存在する施設等については、工事内容や実施時期等について事前に十分な調整を行うなど、効率的に実施する。

さらに、安全性の向上やコスト縮減に配慮しつつ、新技術を積極的に活用することで、有用な新技術の開発・導入・普及を後押しする。

(2) 基準類の整備

各インフラを管理・所管する者は、各施設の特性を踏まえ、各々、法令や要領、基準、マニュアル等の基準類を全体として過不足なく、整合性をもって体系的に整備する必要がある。

このため、国は、各施設の特性に応じ、メンテナンスサイクルを構築し、継続、発展させる上で不可欠な事項について、各インフラの管理者の対応の指針となる基本的な考え方や、必要な基準類を策定し、各インフラの管理者に提供する。これを踏まえ、各インフラを管理・所管する者は、各施設の特性に鑑み、維持管理・更新等に必要な基準類を整備する。

また、メンテナンスサイクルの取組を通じて得られた新たな知見や ノウハウは、各インフラを管理・所管する者の間で相互に共有を図り、 それらを基準類に反映することで、維持管理・更新等に係る取組の更なる 高度化を図る。

その際、同種・類似の施設については、各インフラを管理・所管する者の間で連携を図るほか、各施設の利用状況や重要度等に応じて点検体制や実施ルール等の管理水準を設定するなど、効率化に向けた取組も推進する。

行政改革推進会議「秋のレビュー」

総合的な国土形成の推進に関する事業

とりまとめ

「社会資本整備総合交付金、防災・安全交付金」

今後の社会資本の老朽化の見通しを踏まえれば、資源の配分を老朽化対策に 重点化すべきではないか。その際、現在の地方に任せきりの姿勢であることを改め、 交付金がどのように老朽化対策に重点的に投入されているのかについて把握・検証 しその後に反映していくべきではないか。

また、長寿命化計画の策定や老朽化対策・維持管理費用の将来推計に基づく維持管理マネジメントを実施している地方公共団体に対しては、配分を優先するべきではないか。また、モデル都市等においてベストプラクティスを抽出し全国に広める等の取組を進め、一方で取組が遅れている地方公共団体に対しては、総務省などの関係省庁とも連携しつつ、例えば、ペナルティを与えることも含めてインセンティブを付与すること等を通じ一層のメリハリをつけるべきではないか。

交付金の地方の裁量は認めるとしてもアウトプット(成果)の評価は徹底すべきではないか。地方のインフラ実態、更新コスト情報については、総務省とも連携しつつ、検証可能な指標を導入すべきではないか。

行政改革推進会議「秋のレビュー」

論点についての評価

「社会資本整備総合交付金、防災・安全交付金」

論点1 社会資本整備に関する資源の配分を老朽化対策に重点化する必要がある

のではないか

不要 0名

必要 5名

論点2 老朽化対策について先進的な自治体とそうでない自治体との間の支援にメ

リハリをつけることでインセンティブを付与することが必要ではないか

設問1

不要 0名

必要 5名

どのような取組を行う自治体を支援するか。

支援(複数選択可)

長寿命化計画の策定 4名

老朽化対策・維持管理費用の将来推計 5名

その他 2名

- コンパクトシティ化の推進
- 設備除却計画の策定

設問2

どのように自治体の間の支援にメリハリをつけるべきか。

(1)先進的な自治体に対する支援

支援(複数選択可)

維持管理マネジメントを促進するよう優先配分 5名 その他 0名

(2)取組が遅れている自治体に対する支援

支援(複数選択可)

財政的支援よりも技術的支援を優先 4名

都道府県等との連携を促進 2名

行政改革推進会議「秋のレビュー」

マニュアルの提供や研修の実施 3 名 その他 0 名

論点3 老朽化対策への重点化の状況を、検証可能な指標を導入する等により国

民に対して明らかにする必要があるのではないか

不要 0名 必要 5名 その他 0名

評価者コメント(評価シートに記載されたコメント)

<社会資本整備総合交付金、防災・安全交付金>

- コンパクトシティ等人口の再配置と整合的な交付金の配分基準があって然るべき。
- 交付金は補助金。地方の裁量は認めるとしてもアウトプット=成果の指標は徹底。
- 地方のインフラ実態・更新コスト情報については、総務省とも連携。
- 全ての自治体レベルで細かな将来計画を早急に作成するために、先進自治体はより先進的に、 取組が遅れている自治体には全省庁特に総務省からの強力なインセンティブを設定して進める べき。
- 長寿命化計画、除却計画、老朽化対策計画の策定とPDCAを交付要件にする。上記の様な 取組が進まない自治体については、地方交付税を削減(総務省と連携)。
- 原則として新規投資への使用は認めない。
- 自治体ごとに維持・更新費の削減額の1/2を新規使用可とする。
- 現在はPDCAサイクルが不在。地方に任せきりの姿勢を改め、交付金がどのように老朽化対策に重点的に投入されているのかについて見えるようにしなければならない。
- 長寿命化修繕計画を策定している自治体計画を優先するなど自治体の長期修繕計画の促進と重点化を図るべき。そのためには、モデル都市等を設定し、交付金の活用によるベストプラクティスを創出し、全国に広めるべき。
- 現時点で先進的な取組を行っている自治体を支援し、重点配分を行う仕組みを持つべき。
- 国交省で重点配分の基準を作ってゆくべき。具体的には、長寿命化計画の有無、将来設計の有無、管理マネジメントの有無、PDCAサイクルの有無などを点数化する基準はどうか。

巻末資料 No.3(2) 総合的な国土形成の推進に関する事業 行政事業レビュー(2013秋) 議事録 (2013.11) 抜粋

「秋のレビュー」(3日目) 総合的な国土形成の推進に関する事業

平成25年11月15日 (金)

内閣官房 行政改革推進本部事務局

〇水上評価者 こちらの国交省さん自身が作られている試算なのですけれども、これはグラフが書いてあって、ちょっと小さいので分かりにくいかもしれませんが、このまま行くと、これまでどおりの、いわゆる公共事業の投資可能額で考えたときに、全部を維持管理に回しても足りなくなるということが、もう将来見えているということが国交省さん自身が試算されているかと思います。これは大変危機的な状況だという理解を共有しているということでよろしいですか。

〇国土交通省 まさしく、その認識自体は同じでございまして、先ほど事務局のほうからお話がありましたとおり、推計自体、大分前の白書の推計かと思います。そのときは、いわゆる更新年次が来れば自動的に前と同じ規模で更新するというようなことを想定した推計になっておりまして、比較的、機械的な推計だと承知しております。

まさしく長寿命化計画を作ったりすることで、メンテナンス費用は若干かかりますけれども、そういう更新を長く持たせるということで、抑えることで、なるべくサスティナブルな形の予算と言いますか、規模についても抑えていけないかどうか、我々も色々検討したり、そういった技術開発とか、長寿命化計画の策定の推進みたいなことを進めようとしているところでございます。

〇水上評価者 まずそこは争いはないということは分かりました。その上で、もう一歩踏み込んで確認をしたいのですが、長寿命化しますというのは非常に重要だ、この点までは争いがないと思うのですけれども、長寿命化すれば、同じものを全部更新していいのかという議論。つまり、人口自体も減っている訳で、そうすると、これまで造ったけれども、もう更新しないというものをどう決めていくかというのも、一方で重要になってくるのだと思います。投資可能額の中で、一切、耐用年数を延長するという工夫をしたとしても、このまま行くと、新規の投資は全くできなくなってしまうことは間違いない訳で、何か新規の投資もしたいというふうに考えるとすると、何かは更新しないということを選択しなければいけないことになると思うのですが、その更新しないものの選択みたいなものというのはどういうふうに進めようと思っているのですか。

〇国土交通省 先ほど長寿命化計画を、今、実は国交省だけではなくて、政府全体で、色々な公共施設が他にもありますので、進めようとしております。それについては、内閣官房に音頭を取っていただいて、我々が事務的にフォローをしておるのですけれども、その中では、単純に各施設を延命するというだけではなくて、御指摘のような、いわば本当に要らなくなるものは、場合によってはスクラップと言いますか、もうやめていくということも含めた計画の策定という発想で議論を今、進めているところでございます。

ただ、いずれにしても、何をやめるか、何が必要かというのは各事情にもよりますので、 基本的な計画は国で作った上で、あとは、国もですけれども、各公共団体のほうにも、主 体的にそのための計画を作っていただいて、そういった発想のもとに取捨選択をやっていただくという流れにしたいと思っております。

〇水上評価者 このパーツはここまでにしたいと思うのですけれども、確認としては、危機感は共有していて、実際に除却も含めた計画を作ろうとしていて、そのガイドラインと言うか、基本的な枠組みは国が作るけれども、細かくどうするかというのは各地方自治体に計画を作ってもらう。ある意味で言うと、そちら側に強烈に誘導する政策を国としては取っていく必要がある、ここまでは、では、争いはないということでいいですか。

〇国土交通省 当然ながら、分権で、強制できませんけれども、我々としては、当然、お願いも含め、あと、色々と誘導策も含めて、そういった方向になるべく持っていきたいというふうに思っているところです。

〇水上評価者 最後、1点、今の話なのですけれども、強制はできないという議論があって、確かに地方分権上、強制はできないのですが、一方で、地方自治体が怠けて何もしなかったときに、最終的にナショナルミニマムは国が担保しなければいけないという議論はありますね。つまり、地方自治体が怠けて何もやらなかったら、その地方自治体は潰れてしまえばいいと言うのであれば、自由にやってくださいということでいいと思うのですけれども、最終的に国がナショナルミニマムを担保しなければいけないことを前提にすると、そうなっては困るから、強烈に誘導しなければいけないということは、やはりあるように思いますが、その点はそれでいいですか。

〇国土交通省 誘導という意味では、すみません、あくまで、法制的な意味で強制が、我々はその権限がないということで申し上げているだけで、我々としてはそちらのほうに持っていこうと思っている気持ちが強いことは事実です。

〇水上評価者 わかりました。ありがとうございます。

〇藤城次長 弁護士さんなので争いという言葉を使いますけれども、争っている訳ではあ りません。

赤井さん、次。

〇赤井評価者 お互い共通理解を。今のお話をもう一度、深めるという形になると思うのですけれども、この老朽化対策に重点化する必要はあるということで、今回、防災・減災・安全と言うか、防災の部分を切り出しましたね。ただ、これは老朽化対策のようにも見えながらも、防災・減災という形で、新たな新規投資にも使えるような仕組みになっている

社会資本整備審議会道路分科会建議

道路の老朽化対策の本格実施 に関する提言

平成26年4月14日

社会資本整備審議会 道路分科会

目 次

<u> I. 最後の警告 ー 今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ</u> ・・・・・P1	
Ⅱ. 道路の老朽化対策の本格実施に向けて	
<u>1. 道路インフラを取り巻く現状</u> ······ P4	
(1)道路インフラの現状・・・・・・・P4	
(2)老朽化対策の課題 ······P5)
1)予算······P5	
2)体制······P5)
3)メンテナンス産業 ·····P6	;
4)国民の理解P6	
(3)現状の総括(2つの根本的課題)P6	,
<u>2. 国土交通省の取組みと目指すべき方向性</u> P7	,
<u> </u>	
(2)目指すべき方向性······P8	
<u>3. 具体的な取組み</u> ······ P8)
(1)基本的な考え方 ······ P8	;
(2)メンテナンスサイクルを確定(道路管理者の義務の明確化)·····P9	
1) 点検 ·······P9	
* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	
2)診断·······P9 3)措置·····P9 4)記録·····P10	—)
4)記録·············P10)
(3)メンテナンスサイクルを回す仕組みを構築 · · · · · · P10	
1)維持管理·更新に係る安定的な予算確保······P10	
2)地方公共団体の取組みに対する体制支援 P11	
3) 民间の技術刀を引き出す仕組みつくり・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
3)民間の技術力を引き出す仕組みづくり P11 4)国民の理解・協働の推進 P12) -
3)民間の技術力を引き出す仕組みつくり P11 4)国民の理解・協働の推進 P12 5)その他 P12) -

なお、今後の道路ネットワーク計画の策定に際しても、リダンダンシーが確保されることにより、一部区間を通行規制しても交通に大きな支障がなく、点検・修繕等が可能になることは、メンテナンス上重要であることに留意されたい。

(2)メンテナンスサイクルを確定(道路管理者の義務の明確化)

メンテナンスサイクルを構成する点検・診断・措置・記録は各道路管理者の責任であることを認識し、以下を推進すべきである。

1)点検

- ①施設の特性を踏まえた合理的な点検を実施する。
 - ・橋梁、トンネル等については、国が定める統一的な基準によって、5年に1度、近接目視による全数監視を実施。
 - ・舗装、照明柱等構造が比較的単純なものは、経年的な劣化に基づき適切な更新年数を設定し、点検・更新することを検討。
- ②緊急輸送道路上の橋梁や高速道路の跨道橋などの重要度や施設の 健全度等から、優先順位を決めて点検を実施。

2)診断

全国の橋梁等の健全度を把握し比較できるよう、統一的な尺度で、 『道路インフラ健診』と呼べる健全度の判定区分を設定し、診断を実施。

3)措置

- ①点検・診断結果に基づき、以下の措置を実施する。
 - ・損傷の原因、施設に求められる機能、ライフサイクルコスト等 を考慮して修繕計画を策定し、計画的に修繕を実施。
 - ・すぐに措置が必要と診断された施設について、予算や技術的理 由から、必要な修繕ができない場合は、通行規制・通行止めを 実施。
 - ・人口減少、土地利用の変化など、社会構造の変化に伴う橋梁等の利用状況を踏まえ、必要に応じて橋梁等の集約化・撤去を実施。

総 財 務 第 75 号 平成 26 年 4 月 22 日

各都道府県公共施設マネジメント担当部長 各都道府県市区町村担当部長 各指定都市公共施設マネジメント担当局長

総務省自治財政局財務調査課長

公共施設等総合管理計画の策定にあたっての指針の策定について

標記については、「公共施設等の総合的かつ計画的な管理の推進について」(平成 26 年 4 月 22 日付総財務第 74 号総務大臣通知)により公共施設等総合管理計画(以下「総合管理計画」という。)の策定を要請しているところですが、今般、総務省において別添のとおり「公共施設等総合管理計画の策定にあたっての指針」を策定しました。

各地方公共団体におかれては、本指針を参考とするほか、「インフラ長寿命化基本計画」 (平成25年11月29日インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議決定)を参考 として総合管理計画を策定し、公共施設等の総合的かつ計画的な管理を推進されるようお 願いします。

また、各都道府県及び各指定都市におかれては、本通知の趣旨を十分御理解いただくとともに、各都道府県におかれては、貴都道府県内市区町村(指定都市を除く。)に対しても本通知について速やかにご連絡いただき、その趣旨が周知徹底されますようお願いします。なお、この通知は、地方自治法(昭和22年法律第67号)第245条の4第1項(技術的な助言)に基づくものであることを申し添えます。

っての検討に寄与するものであり、必要に応じ活用されたいこと。

五 総合管理計画の策定に係る財政措置等について

総合管理計画の策定に要する経費について、平成26年度からの3年間にわたり、特別交付税措置を講じることとしていること。あわせて、去る平成26年3月20日の地方交付税法等の一部を改正する法律の成立に伴い、平成26年度から、総合管理計画に基づく公共施設等(公営企業に係るものを除く。)の除却に地方債の充当を認める特例措置が講じられたこと。なお、公営企業に係る施設等については、これまで水道事業等に限定されていた施設処分に公営企業債の充当を認める取扱いを全ての事業区分に広げることとしていること。

六 地方公会計(固定資産台帳)との関係

総務省においては、複式簿記の導入や固定資産台帳の整備を前提とした新たな財務書類の作成基準の設定に向け、「今後の新地方公会計の推進に関する研究会」の下に2つの作業部会を設け、具体的な検討を進めてきたところであり、近く最終的なとりまとめがなされる見込みである。その後、新たな基準の周知とともに、固定資産台帳を含む財務書類等の作成マニュアルを作成した上で、各地方公共団体に対し、新たな基準に基づく財務書類等の作成を要請することとしているので、この動向に留意されたいこと。

総合管理計画は、現時点においては、固定資産台帳の作成や公会計の整備を前提とするものではないが、公共施設等の維持管理・修繕・更新等に係る中長期的な経費の見込みを算出することや、公共施設等の総合的かつ計画的な管理に関する基本的な方針等を充実・精緻化することに活用することが考えられることから、将来的には、固定資産台帳等を利用していくことが望ましいものであること。

i公共施設等・・・公共施設、公用施設その他の当該地方公共団体が所有する建築物その他の工作物をいう。 具体的には、いわゆるハコモノの他、道路・橋りょう等の土木構造物、公営企業の施設(上 水道、下水道等)、プラント系施設(廃棄物処理場、斎場、浄水場、汚水処理場等)等も含む 包括的な概念である。

^{**}維持管理・・・施設、設備、構造物等の機能の維持のために必要となる点検・調査、補修などをいう。

iii修繕・・・公共施設等を直すこと。なお、修繕を行った後の効用が従前より大きいか小さいかを問わない。 iv更新・・・・老朽化等に伴い機能が低下した施設等を取り替え、同程度の機能に再整備すること。

^{*}個別施設毎の長寿命化計画(個別施設計画)・・・インフラ長寿命化基本計画に定める個別施設毎の長寿命 化計画(個別施設計画)をいう。

viPPP・・・Public Private Partnership の略。公共サービスの提供に民間が参画する手法を幅広く捉えた概念で、民間資本や民間のノウハウを利用し、効率化や公共サービスの向上を目指すもの。

^{*}iiPFI・・・Public Finance Initiative の略。公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力 及び技術的能力を活用することで、効率化やサービス向上を図る公共事業の手法をいう。

viii予防保全型維持管理・・・損傷が軽微である早期段階に予防的な修繕等を実施することで、機能の保持・回復を図る管理手法をいう。((参考)事後的管理・・・施設の機能や性能に関する明らかな不都合が生じてから修繕を行う管理手法をいう。)

ixトータルコスト・・・中長期にわたる一定期間に要する公共施設等の建設、維持管理、更新等に係る経費の 合計をいう。

^{*}インフラ長寿命化計画(行動計画)・・・インフラ長寿命化基本計画において定めるインフラ長寿命化計画 (行動計画)をいう。

国土交通省 インフラ長寿命化計画(行動計画)

平成26年度~平成32年度

平成26年5月21日 国土交通省

目次

I. はじめに	1
Ⅲ. 国土交通省の役割	2
<u>Ⅲ. 計画の範囲</u> 1. 対象施設	2 2
2. 計画期間	3
<u>IV. 対象施設の現状と課題</u> 1. 点検・診断/修繕・更新等	4
1. 点検・診断/修繕・更新等(1) 地方公共団体等の管理者の技術力の確保	6
(1) 地方公共団体等の管理者の技術力の確保	
(2) 担い手確保に向けた入札契約制度等の見直し	
(3)担い子唯保に同じた人代契約制度等の見直し(4)その他	
(4) その他	1
2. 基準類の整備	7
(1)体系的な整備	
(2) 地域の実情に応じた基準類の整備	
(3)新たな技術や知見の基準への反映	8
3. 情報基盤の整備と活用(1) 不足情報の収集	
(1) 不足情報の収集	
(3)情報の利活用と発信・共有	
(3)情報の利泊用と光信・共有	9
4. 個別施設計画の策定・推進	
(1)計画策定の推進	
(2)計画内容の充実	11
5. 新技術の開発・導入	11
(1)技術研究開発の促進	
(2)円滑な現場展開	12
6. 予算管理	10
O. ア昇官垤	13
(2) 受益と負担の見直し	14
7. 体制の構築	14
(2) 管理者間の相互連携体制の構築	
(3)担い手確保に向けた環境整備	
(4)国民等の利用者の理解と協働の推進	
(1/日グリットリロウン在所に関係された。	10
8. 法令等の整備	
(1) 責務の明確化	
(2)社会構造の変化に対応した制度の構築	16
▼. 中長期的な維持管理・更新等のコストの見通 □	17

VI. 必	要施策に係る取組の方向性	18
1. 🕏	京 検・診断/修繕・更新等)地方公共団体等の管理者の技術力の確保	18
) 地方公共団体等への予算に関連する措置	
)担い手確保に向けた入札契約制度等の見直し	
-) 施設毎の取組	
①	道路	
2	河川・ダム	
3	砂防	
4	海岸	
5	下水道	
6	·····································	31
7	空港	32
8	鉄道	34
9	自動車道	36
10	航路標識	36
11)	公園	37
12	住宅	38
13	官庁施設	38
14)	観測施設	40
(5)その他	41
	を準類の整備	
• •) 地域の実情に応じた基準の整備	
•) 新たな技術や知見の基準類への反映	
) 施設毎の取組	
1)	道路	
2	河川・ダム	
3	砂防	
4	海岸	
⑤	下水道	
6	·····································	48
7	空港	49
8	鉄道	50
9	自動車道	51
10	航路標識	52
11	公園	53
12	住宅	53
13	官庁施設	54
14	観測施設	54
	青報基盤の整備と活用)不足情報の収集	
•) 个足情報の収集	
(1)		

(4) 施設毎の取組 560 362 362 363 365 365 365 365 365 365 365 365 365	(3)	情報の利活用と発信・共有	55
② 河川・ダム 56 ③ 砂防 57 ④ 海岸 58 ⑤ 下水道 59 ⑥ 港湾 59 ⑥ 港湾 59 ⑦ 空港 66 ⑥ 鉄道 61 ⑤ 自動車道 62 ⑥ 航路標機 62 ⑥ 航路標機 62 ⑥ 銀瀬施設 65 ④ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 ② 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 99 唐 71 ⑦ 空港 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑥ 財湾 72 ⑥ 財湾 73 ⑥ 統領標機 72 ⑤ 自動車道 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 銀瀬 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 銀瀬 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 銀瀬 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 銀瀬 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 銀瀬 73 ⑥ 統領標機 73 ⑥ 全世 74 ⑥ 官庁施設 75 ⑥ 理二 74 ⑥ 電子 74 ⑥ 電子 75 ⑥ 世紀 75 ⑥ 世紀 76 ⑥ 世紀 77 ⑥ 銀河のな役割分担の下での産学官の連携 76 ⑥ 1 流向の収集 76 ⑥ 1 流向のな役割分担の下での産学官の連携 76 ⑥ 1 流向の収集 77 ⑥ 1 流路 77	(4)	施設毎の取組	56
③ 砂応 57 ④ 海岸 58 ⑤ 下水道 59 ⑥ 港湾 59 ⑦ 空港 60 ② 自動車道 62 ④ 航路標識 62 ④ 航路標識 62 ④ 航路標識 63 ② 住宅 63 ③ 官庁施設 64 ④ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 66 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂応 68 ④ 海岸 69 ⑥ 下水道 70 ② 港 71 ② 空港 72 ② 対・ダム 76 ⑥ 港湾 71 ② 空港 72 ② 動・野藤原 71 ② 空港 72 ② 自動車道 73 ④ 飲道 72 ③ 飲道 72 ⑤ 港湾 71 ○ 空港 72 ⑤ 財産機関 73 ⑥ 日本・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブレス関係・ブロス関係の関係・ブロス	1	道路	56
 ④ 海岸 ⑤ 下水道 ⑤ 下水道 ⑤ 港湾 7 空港 ⑥ 自動車道 ⑥ (3) ⑥ 住宅 ⑥ (4) ⑥ (5) 〇 (2) 計画策定の推進と内容の充実 〇 (3) 施設毎の取組 〇 (7) ② 河川・ダム ⑥ 8 ⑥ 下水道 ⑥ 大水道 ⑥ (8) ● 新達 71 ② 空港 72 ② 鉄道 73 ① 公園 73 ① 公園 73 ① 公園 73 ① 公園 75 新技術の開発・導入 (1) 技術研究開発の促進 76 (2) 円滑な原関発の収進 76 (2) 円滑な原関発の収進 76 (2) 円滑な原関発同 77 (2) 円滑な原関発同 76 (2) 円滑な原関展開 77 (2) 円滑な原関展開 77 (2) 河川・ダム 78 79 70 20 河川・ダム 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 79 70 20 河川・ダム 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 79 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 78 79 79 70 20 河川・ダム 78 78 78 79 70 70<	2	河川・ダム	56
⑤ 下水道 59 ⑥ 港湾 59 プ 空港 60 ⑥ 鉄道 61 ⑨ 自動車道 62 ⑩ 紅臂標識 62 ⑪ 住宅 63 ⑬ 官庁施設 64 ⑭ 観測施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 公園 73 ⑪ 鉄道 71 ⑦ 空港 72 ⑥ 鉄道 72 ⑥ 鉄道 72 ⑥ 鉄道 73 ⑪ 公園 73 ⑪ 公園 73 ⑪ 公園 73 ⑪ 住宅 74 ⑱ 官庁施設 75 ⑤ 野技術の関連体 76 ② 管理ニーズと技術ラーズのマッチング等 76 (2) 円滑び調路展開 77 ② 河川・ダム 78 ② 河川・ダム 78	3	砂防	57
(6) 港湾 59 (7) 空港 60 (8) 鉄道 61 (9) 自動車道 62 (10) 航路標謝 62 (11) 公園 63 (12) 住宅 63 (13) 官庁施設 64 (14) 観測施設 65 (14) 対象施設 65 (15) 対象施設 65 (17) 対象施設 65 (18) 計画策定の推進と内容の充実 67 (18) 施設毎の取組 67 (19) 道路 67 (20) 河川・ダム 68 (30) 砂吃 68 (40) 御岸 69 (50) 下水道 70 (50) 港湾 71 (7) 空港 72 (8) 鉄道 72 (9) 自動車道 72 (9) 自動車道 72 (9) 自動車道 73 (10) 抗路標謝 73 (10) 公園 73 (11) 技術研究開発の促進 74 (11) 技術研究開発の促進 75 (11) 技術研究開発の促進 76 (11) 遺址な役割分担の下での産学官の連携 76 (12) 円滑な環境展開 77 (13) 施設毎の取組 77 (13) 施設毎の取組 77 (14) 道路	4	海岸	58
 ⑦ 空港 ⑥ 鉄道 ⑥ 自動車道 ⑥ 紅路標識 ⑥ 位宅 ⑥ 資 住宅 ⑥ 智別施設 63 ⑫ 住宅 ⑥ 観測施設 65 (1) 対象施設 (2) 計画策定の推進と内容の充実 (3) 施設毎の取組 (67 (2) 計画第一の推進と内容の充実 (3) 施設毎の取組 (67 (2) 河川・ダム (68 ③ 砂防 (68 ④ 海岸 (69 (6) 港湾 (71 (7) 空港 (8) 鉄道 (72 (9) 自動車道 (1) が路標調 (2) 河川・ダム (6) 港湾 (72 (9) 自動車道 (1) が路標調 (1) な園 (2) 河川・ダム (3) を対道 (4) でき港 (4) でき港 (5) 下水道 (6) 大方 (7) でき港 (7) でき港 (8) 対道 (9) 自動車道 (1) が路標調 (1) な園 (1) 技術研究開発の促進 (2) 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 (2) 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 (2) 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 (2) 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 (2) 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 (3) 施設毎の取組 (7) 道路 (2) 河川・ダム (3) 施設毎の取組 (4) 道路 (5) 河ボージム (6) 道路 (7) 河川・ダム 	⑤	下水道	59
② 鉄道 61 ③ 自動車道 62 ⑩ 抗路標識 62 ⑪ 住宅 63 ⑬ 官庁施設 64 ⑭ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画療定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港灣 71 ② 自動車道 72 ⑤ 飲道 72 ② 自動車道 73 ⑩ 乾邁 73 ⑩ 住宅 74 ⑬ 宮庁施設 75 ⑪ 健潮施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 (2) 円滑な現場展開 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の収組 77 (3) 施設毎の収組 77 (3) 施設毎の収組 77 (3) 施設毎の収組 77 (3) 施設 77 (2) 河川・ダム 78	6	港湾	59
⑤ 自動車道 62 ⑩ 航路標識 62 ⑪ 住宅 63 ⑬ 官庁施設 64 ⑭ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港灣 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 動車道 73 ⑪ 航路標職 73 ⑪ 松園 73 ⑫ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑤ 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 (2) 円滑な現場展開 77 (2) 円滑な現場展開 77 (2) 河川・ダム 78	7	空港	60
 ・ 航路標識 ・ 位名 ・ 住宅 ・ 信名 ・ 信子施設 ・ 信名 ・ 観測施設 ・ 信ろ ・ (1) 対象施設 ・ (2) 計画策定の推進と内容の充実 ・ (3) 施設毎の取組 ・ (7) 道路 ・ (7) 道路 ・ (7) グリル・ダム ・ (8) での ・ (9) を表生 ・ (9) 自動車道 ・ (7) でき ・ (8) は道 ・ (7) でき ・ (9) 自動車道 ・ (7) でき ・ (1) 技術研究開発・導入 ・ (1) 技術研究開発の促進 ・ (2) では、での ・ (2) では、での ・ (2) では、での ・ では、での ・ 適切な役割分担の下での産学官の連携 ・ (2) では、での ・ (2) では、での ・ (2) では、での ・ (3) 施設毎の取組 ・ (7) 道路 ・ (7) での ・ (2) 河川・ダム ・ (3) 施設毎の取組 ・ (7) での ・ (2) 河川・ダム ・ (3) 施路 ・ (4) 道路 ・ (7) では、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、	8	鉄道	61
① 公園 63 ② 住宅 63 ③ 官庁施設 64 ④ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1)対象施設 65 (2)計画策定の推進と内容の充実 67 (3)施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑧ 動車道 73 ⑪ 航路標識 73 ⑪ 航路標識 73 ⑪ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑤ 電庁施設 73 ⑪ 住宅 74 ⑤ 観測施設 75 ⑥ 観測施設 75	9	自動車道	62
① 住宅 63 ③ 官庁施設 64 ⑪ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港灣 72 ② 自動車道 73 ⑪ 飲道 73 ⑪ 飲酒 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 (2) 円滑な環場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ② 河川・ダム 78	10	航路標識	62
③ 官庁施設 64 ④ 観測施設 65 4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港灣 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑩ 抗路標謝 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑤ 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 中環へスと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ② 河川・ダム 78	11)	公園	63
・個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港灣 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 自動車道 73 ⑪ 航路標購 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ② 河川・ダム 78	12	住宅	63
4. 個別施設計画の策定・推進 65 (1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑤ 鉄道 72 ⑤ 鉄道 72 ⑥ 航路標識 73 ① 公園 73 ① 住宅 74 ① 宜方施設 75 ① 観測施設 75 ① 観測施設 75 ① 観測施設 75 ① 競列な役割分担の下での産学官の連携 76 (1) 技術研究開発の促進 76 (2) 円滑な環場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 (2) 円滑な環場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 (3) 施設毎の取組 77 (3) 施設毎の取組 77 (3) 施設毎の取組 77	13	官庁施設	64
(1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑤ 鉄道 72 ⑤ 自動車道 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 住宅 74 ⑥ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 ④ 観測施設 75 ⑥ 観測施設 75 ① 住宅 74	14	観測施設	65
(1) 対象施設 65 (2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑤ 鉄道 72 ⑤ 自動車道 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 住宅 74 ⑥ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 ④ 観測施設 75 ⑥ 観測施設 75 ⑥ 観測施設 75 ⑥ で理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77	4 1001		۰.
(2) 計画策定の推進と内容の充実 67 (3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑪ 航路標購 73 ⑪ 航路標購 73 ⑪ 公園 73 ⑫ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑭ 観測施設 75 ① 類のな役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77			
(3) 施設毎の取組 67 ① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑤ 鉄道 72 ⑤ 自動車道 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 航路標識 73 ⑥ 銀 75 ⑥ 電庁施設 75 ⑥ 観測施設 75 ⑥ 観測施設 75 ① 空間 75 ① 空間 75 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 (3) 施設毎の取組 77 (3) 施設毎の取組 77 (4) 道路 77 (5) 通路 77 (6) 第2			
① 道路 67 ② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鼓道 73 ⑩ 航路標議 73 ⑪ 紅陽標議 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
② 河川・ダム 68 ③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 公園 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
③ 砂防 68 ④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鼓道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑪ 紅磨標攤 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑤ 観測施設 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	_		
④ 海岸 69 ⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 針道 73 ⑩ 航路標講 73 ⑪ 公園 73 ⑫ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
⑤ 下水道 70 ⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
⑥ 港湾 71 ⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑤ 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
⑦ 空港 72 ⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78		· · · · ·	
⑧ 鉄道 72 ⑨ 自動車道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑤ 競切が設計分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	_	空港	72
③ 自動車道 73 ⑩ 航路標識 73 ⑪ 住宅 74 ⑬ 官庁施設 75 ⑭ 観測施設 75 ⑤ 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	_		
① 公園 73 ② 住宅 74 ③ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1) 技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78		自動車道	73
① 住宅 74 ③ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77	10	航路標識	73
③ 官庁施設 75 ④ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	11)	公園	73
④ 観測施設 75 5. 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	12	住宅	74
5. 新技術の開発・導入 76 (1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	13	官庁施設	75
(1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	14)	観測施設	75
(1)技術研究開発の促進 76 ① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2)円滑な現場展開 77 (3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
① 適切な役割分担の下での産学官の連携 76 ② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
② 管理ニーズと技術シーズのマッチング等 76 (2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78			
(2) 円滑な現場展開 77 (3) 施設毎の取組 77 ① 道路 78	_		
(3)施設毎の取組 77 ① 道路 77 ② 河川・ダム 78	_		
① 道路			
2 河川・ダム			
	_		
	_		

4	海岸	79
5	下水道	80
6	港湾	80
7	空港	81
8	鉄道	82
9	自動車道	82
10	航路標識	82
11)	公園	83
12	住宅	83
13	官庁施設	84
14)	観測施設	84
6. 予算		84
	トータルコストの縮減と平準化	
, , ,	受益と負担の見直し	
	施設毎の取組	
1	道路	
2	河川・ダム	
3	砂防	
4	海岸	
⑤	下水道	
6	港湾	
⑦	空港	
8	<u>鉄道</u>	
9	自動車道	
10	航路標識	
11)	公園	
12	住宅	
13	官庁施設	
14	観測施設	93
7. 体	制の構築	93
	維持管理・更新等に係る技術者の確保・育成	
(2)	管理者間の相互連携体制の構築	93
(3)	担い手確保に向けた環境整備	94
(4)	国民等の利用者の理解と協働の推進	94
(5)	施設毎の取組	95
1	道路	95
2	河川・ダム	98
3	砂防	99
4	海岸	.00
⑤	下水道	.01
6	港湾 1	02
7	空港	.03
8	鉄 道	.03

9	自動車道	104
10	航路標識	104
11	公園	105
12	住宅	105
13	官庁施設	106
14	観測施設	106
8. 法	:合等の整備	106
(1)責務の明確化	106
(2)社会構造の変化に対応した制度の構築	106
(3)施設毎の取組	107
1	道路	107
2	河川・ダム	108
3	砂防	108
4	海岸	109
⑤	下水道	109
6	港湾	110
7	空港	110
8	鉄道	110
9	自動車道	111
10	航路標識	111
11)	公園	111
12	住宅	111
13	官庁施設	111
14)	観測施設	111
Ⅷ. フォ	<u>f ローアップ計画</u>	111

VI. 必要施策に係る取組の方向性

		の進め方等をまとめた「技術情報」
		と「個別技術シート集」を作成し公
		表済みであり、引き続き普及を図る。
公営住宅	・実建物による外壁診断装置について、	・左記の技術について、平成 26 年度
	平成 25 年に実施した実証実験によ	までの実証実験の結果を踏まえ、27
公社賃貸	り、必要性能・機能について課題等	年度以降の現場導入を進めるため、
住宅	を抽出した。26 年度は性能・機能等	外壁診断マニュアル、外壁診断装置
	に関する課題の分析を実施するとと	の技術評価基準等の整備を進め、3
UR賃貸	もに、診断精度向上のための技術的	O年度以降の普及を目指す。
住宅	検討を引き続き実施し、性能評価の	
	ための技術資料を整備する。	

13 官庁施設

・ 建築物全般に係る点検・診断、長寿命化に資する材料・構工法等について、有用な新技術の把握とその現場導入・普及に努める。

施設	研究開発	現場展開
官庁施設		・建築物全般に係る点検・診断に関す
・庁舎		る新技術が現場導入されている各施
・宿舎		設における取組を収集し、適用条件
等		等を整理した上で、各省各庁及び地
		方公共団体に対して、引き続き、参
		考に情報提供することにより、現場
		導入・普及を目指す。
		・長寿命化に資する材料・構工法につ
		いて、改修等の機会を捉えて、より
		一層の現場導入・普及を検討する。

⑭ 観測施設

・該当無し

6. 予算管理

厳しい財政状況や、人口減少、少子高齢化が進展する将来を見据え、持続可能なメンテナンスを実現するため、以下の取組を推進する。

(1)トータルコストの縮減と平準化

維持管理・更新等に係るトータルコストの縮減と平準化を図るため、「VI. 4. 個別施設計画の策定・推進」、「VI. 5. 新技術の開発・導入」において示した取組を強力に推進する。

さらに、人口減少、少子高齢化社会の到来を見据え、国土の利用や

VI. 必要施策に係る取組の方向性

都市、地域構造の変化に応じたインフラ機能の維持・適正化を推進する。

具体的には、福祉等の生活サービス機能と居住を誘導することにより、集約型都市構造の形成に向けた取組を推進する。

また、各管理者は、他の関連する事業も考慮した上で、その施設の必要性、対策の内容や時期等を再検討し、その結果を踏まえ、修繕や更新、撤去等を推進する。

公的不動産(PRE: Public Real Estate)の有効活用を図るため、「まちづくりのための公的不動産(PRE)有効活用ガイドライン(平成26年4月策定)」を活用し、質的向上や機能転換、用途変更や複合化・集約化を推進する。

(2) 受益と負担の見直し

今後、増大が見込まれる更新需要に対応するため、財源確保の観点 から受益と負担の見直しを進める。

料金等を徴収している施設については、個別施設毎の点検・診断結果に基づき、将来必要となる修繕や更新等に係る経費の見通しを明確化する取組を進めた上で、現在の料金等ではその対応が困難な場合には、必要な財源の確保に向けて検討を行う。

一例としては、老朽化が進む高速道路については、所要の法的措置*を講じ、建設債務の償還満了後、継続して料金を徴収する制度を創設し、更新に必要な財源を確保する。(※第186回国会に法案を提出中)

なお、その導入時期については、点検・診断の結果等のデータの取得 状況や、修繕・更新等の必要経費の将来見通しの算定状況、利用者負担 の増加の程度や経済社会への影響等に配慮しつつ、個別施設毎に慎重に 判断するものとする。

賛助者芳名録

市

(平成26年7月1日現在198団体)

土交通省近畿地方整 局 兵 庫 県 土 部 大 阪 府 京 都 府 建 設 交 通 部 ジ 奈 ネ \vdash 部 良 県 県 土 7 メ 和 歌 山 県 福 井 県 滋 賀 県 土 木 交 通 部 戸 神 市 大 阪 市 京 都 市 堺 市

路

姫

大 ス株 式 社 ガ 会 西日本高速道路株式会社関西支社 神 高 速 道 路 株 式 エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社関西支店 本州四国連絡高速道路株式会社 大 阪 府 道 路 公 社 路 神 戸 市 道 公 社 新関西国際空 港株式 社 電源開発株式会社西日本支店 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 神 高 速 技 術 株 式 一般財団法人阪神高速道路技術センター う ~ 株 式 会 社 Ο Μ 戸 埠 株 式 숲 社 神 港 頭 戸 地 下 街 株 式 会 社 西日本高速道路メンテナンス関西株式会社 神 水 道 企 業 寸 公益財団法人兵庫県まちづくり技術センター 社 大 阪 港 埠 頭 株 式 숲 大 阪 府 都 市 開 発 株 式 会 社 一般財団法人神戸すまいまちづくり公社 一般財団法人都市技術センタ 神 高 速 技 研株 式 숲 社 阪 公 兵 庫 県 道 路 社

西日本旅客鉄道株式会社京阪電気鉄道株式会社

電 株 社 阪 鉄 式 会 電 鉄 道 株 式 社 阪 神 気 近 本 鉄 株 式 会 社 畿 Ħ 道 神 戸 新 交 通 株 式 会 社 気 南 海 電 鉄 道 株 式 숲 社 大 阪 高 谏 鉄 株 式 会 道 社 神 電 鉄 株 式 戸 会 社 鉄 道 株 社 山 陽 電 気 式

株 式 会 社 大 林 組 株 式 숲 社 奧 村 組 設 株 式 会 社 関 鹿 島 建 西 店 株 式 池 会 社 鴻 組 清水建設株式会社関西事業本部 大 成建設株式会 社 関 西 支 店 式会社竹中土木大阪 株 式 会 社 不 動 テ ラ 井住友建設株式会社大阪支店 西 松建 設 株 式 会 社 関 西 田建設工業株式会社関西 前 支 店 会 社 大 本 組 大 設 株 式 会 社 大 阪 東 急 建 支 店 設 株式会 東 洋 建 社 大 阪 店 戸 建設株式会社大 支 店 田 阪 株 式 会 社 淺 沼 組 社 式 株 会 社 熊 谷 組 関 店 西 洋 設 株 式 会 社 大 阪 支 五. 建 店 株 式 숲 社 錢 高 組 大 阪 社 業 株 式 社 大 鉄 工 大 豊 建 設 株 式 会 社 大 阪 支 店 亜 建 設 工 業 株 式 会 社 大 阪 支 店 建建設株式会社大阪支店 鉄 株式会社ピーエス三菱大阪支店 みらい建設工業株式会社西日本土木本店 村本建設株式会社大阪本社 株 式 会 社 森 本 株 숲 吉 式 社 Ш 組 青木あすなろ建設株式会社大阪本店 株 公 建 設 式 社 成 大 日本土木株式会社大阪支 店 特 株 会 社 殊 高 所 技 術 島建設株式会社大阪支 飛 社 株 式会社フジタ大阪

株 式 会 社 ミライト・テクノロジーズ 株 式 会 社 吉 田 組 吉 村 建 設 工 業 株 式 会 社 若 築 建 設 株 式 会 社 大 阪 支 店

川田建設株式会社大阪支 店 西武建設株式会社関西支 店 南 海 辰 村 建 設 株 式 社 式会社ハ ンシ ン 設 式 会 社 株 組 式会社環境総合テク ス 藤工業株式会社大阪支店 株 式 会 社 昭 建 林 建 設 式 会 中 株 特建設株式会社大阪支 日本国土開発株式会社大阪支店 式会社福田組大阪支 株 店 Y 7 トエ 業 株 式 会 社 河 工 事 株 式 숲 横 社 建 設 式 会 寄 神 株 社

日本コムシス株式会社関西支店株式会社

住 友 大 阪 セ メ ン ト 株 式 会 社 太 平 洋 セメント株 式 会 社 関 西 支 店 電 気 化 学 工 業 株 式 会 社 大 阪 支 店

京都生コンクリート工業組合和歌山県生コンクリート工業組合

株式会社IHIインフラ建設 大ケイコン株式会長を支付を 大大で式会社富士ピーエ業株大阪を 大大で式った。 大大ででは、 大大では、 大大ででは、 大大ででは、 大大ででは、 大大では、 大大ででは、 大大ででは、 大大ででは、 大大では、 大大で 大大では、 大大では、 大大では、 大大では、 大大で 大大では、 大大では、 大大では、 大大では、 大大で シバタ工業株式会社

株式会社関電パワーテック BASFジャパン株式会社大阪支店 山宗化学株式会社大阪支店

株式会社大阪防水建設社

神 鋼 鋼 線 工 業 株 式 会 社 新 日 鐵 住 金 株 式 会 社 大 阪 支 社 株 式 会 社 神 戸 製 鋼 所

株式会社IHIインフラシステム 田 機 工 株 式 梁 式 H 本 橋 株 会 川田工業株式会社大阪支社 株式会社横河ブリッジ大阪支店 片山ストラテック株式会社 株式会社駒井ハルテック 日本車輛製造株式会社大阪支店 三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社

ショーボンド建設株式会社大阪支店中 外 道 路 株 式 会 社

ヒロ セ 株 式 会 社

株式会社建設技術研究所大阪本社 ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 中央復建コンサルタンツ株式会社 株式会社ニュージェック パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社 いであ株式会社大阪支社 計 株 式 会 協 和 設 株式会社修成建設コンサルタント 日本工営株式会社大阪支店 八千代エンジニヤリング株式会社大阪支店 応用地質株式会社関西支社 株式会社オリエンタルコンサルタンツ関西支社 川崎地質株式会社西日本支社 国際航業株式会社西日本支社 株式会社東京建設コンサルタント関西本社 東洋技研コンサルタント株式会社 株式会社オオバ大阪支店 式 会 社 か う 株 ん 株式会社関西シビルコンサルタント 基礎地盤コンサルタンツ株式会社関西支社 株 式 会 社 近 代 設 計 測 テクノ株 式 会 社 式 株 会 社 K Α K 株 式 会 社 サ ンワ ン

新日本技研株式会社大阪支店 正 和 設 計 株 式 会 社 瀬戸内建設コンサルタント株式会社 セントラルコンサルタント株式会社大阪支社 全日本コンサルタント株式会社 株式会社綜合技術コンサルタント大阪支社 綜 合 計 測 株 式 会 社 大日本コンサルタント株式会社大阪支社 一般財団法人地域 地盤 環境 研究所 中央開発株式会社関西支社 中電技術コンサルタント株式会社 株式会社長大大阪支社 株式会社千代田コンサルタント大阪支店 株式会社トーニチコンサルタント西日本支社 株式会社ニチゾウテック技術コンサルティング本部 株式会社日水コン大阪支所 株式会社日本工業試験所 株式会社日本構造橋梁研究所大阪支社 株式会社日本港湾コンサルタント関西支社 日本シビックコンサルタント株式会社大阪支店 株式会社バウエンジニアリング 阪急設計コンサルタント株式会社 株式会社阪神コンサルタンツ 株 式 会 社 富 士 技 復建調查設計株式会社大阪支社 株式会社丸尾計画事務所 三井共同建設コンサルタント株式会社関西支社

株 式 会 社 共 和 電 業 大 阪 営 業 所株 式 会 社 マ ル イ

市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会

平成26年7月 初版

編集者 公益社団法人 土木学会関西支部 市町村等における維持管理の現状と対応に関する調査研究委員会

委員長 服部 篤史

発行所 公益社団法人 土木学会関西支部

〒541-0055 大阪市中央区船場中央2丁目1番4-409号

電話 大阪(06)6271-6686番

ご注意: 当資料の内容の複写や、ほかの出版物に転載する場合には、必ず

(公社) 土木学会関西支部あるいは著者の許可を得てください.