

維持管理研究委員会

報告書



平成27年2月

一般社団法人建設コンサルタツ協会 近畿支部

はじめに

国民の豊かな暮らしや経済を支える我が国の社会インフラは、高度成長期に集中的に整備されており、今後急速に老朽化することが見込まれていることから、戦略的な維持管理・更新を行うことが課題となっています。しかし、実際に維持管理をおこなっている多くの自治体の管理者は、予算や技術者不足等の課題に直面しているのが現実です。そのような中、2012年（平成24年）12月2日、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故が発生し、社会インフラの維持管理・更新の重要性が、社会的に再認識されました。

このような背景のもと、建設コンサルタンツ協会近畿支部では、支部活動の一環として、2010年度（平成22年度）から2012年度（平成24年度）にかけて、第1期となる「公共土木施設の維持管理に関する研究委員会」を、2012年度（平成24年度）から2014年度（平成26年度）にかけて、第2期となる「維持管理研究委員会」を設立し、実務に携わる建設コンサルタント技術者、大学の研究者等の様々な方々にご参加頂き、研究活動を行って参りました。

本研究委員会では、施設管理者の立場に立ち、施設管理者の視点や要望を取り込んで、「公共土木施設の管理者が維持管理の現場で実務的に活用できる基礎資料の作成」を目指すことを基本方針としています。管理すべき施設が多い道路、道路のり面、河川の3分野3分科会からアプローチしていること、広報分科会は、委員会活動の広報のみならず、維持管理の重要性を一般市民に認識してもらうための活動を行ったことが、本研究委員会の大きな特徴です。

研究を進めるにつれ、橋、トンネル、道路のり面、河川など管理すべき対象によって、老朽化対策の進捗の違いのみならず、基準やマニュアルの整備状況、維持管理の考え方にも温度差があることがわかってきました。異なる分野を俯瞰的に見ることは、今後の戦略的な維持管理・更新を行う上で重要であり、多岐にわたる分野や技術を網羅する研究を得意とする建設コンサルタントだからこそできる研究であると考えます。

2014年9月18日の最終報告会では、コーディネーターに沖村孝氏（建設工学研究所常務執行理事）をお迎えし、維持管理現場の最前線で業務に携わられている自治体の施設管理者の方々を交えて、『社会インフラの維持管理に向けて～限られた予算、技術者不足の中での維持管理～』のテーマでパネルディスカッションを開催し、将来への提言を行いました。

本報告書は、以上の研究活動の成果を集約したものです。社会インフラの大半を管理する市町村等の自治体では、必ずしも専門技術者でない職員が、様々な施設を管理しているのが現状であり、そのような施設管理者にとって、異なる分野を包含する本研究成果が有益なものとなれば幸いです。

最後になりましたが、研究活動にあたりご講演や現場調査にご協力頂きました自治体の施設管理者の皆様、各分科会でご指導を頂きました大学の研究者の皆様、そして、ご多用の中、熱心に研究活動をして頂きました委員の皆様にご敬意と感謝を申し上げます。

2015年2月

（一社）建設コンサルタンツ協会 近畿支部
維持管理研究委員会
委員長 久後 雅治

目 次

はじめに

第1編 委員会活動概要

1. 委員会設立経緯と研究テーマ	1-1-1
2. 委員会構成	1-2-1
3. 委員会活動	1-3-1
3.1 幹事会	1-3-1
3.2 分科会	1-3-3
3.2.1 道路分科会	1-3-3
3.2.2 道路のり面分科会	1-3-6
3.2.3 河川分科会	1-3-11
3.2.4 広報分科会	1-3-15

第2編 道路分科会

1. 簡易なモニタリング手法への提言	2-1-1
1.1 背景と目的	2-1-1
1.1.1 背景	2-1-1
1.1.2 目的	2-1-1
1.2 現場の概要	2-1-1
1.2.1 点検技術に関する要望	2-1-1
1.3 社会的動向	2-1-3
1.3.1 橋梁等の点検の義務化（5年毎近接目視）	2-1-3
1.3.2 次世代社会インフラ用ロボットの現場検証	2-1-3
1.4 過去の研究資料調査、点検対象の整理	2-1-4
1.5 近接目視代替機の検証	2-1-9
1.5.1 近接目視の代替となるシステム	2-1-9
1.5.2 UAV（Unmanned Aerial Vehicle）	2-1-12
1.5.3 UAVによる実証	2-1-14
1.5.4 UAVによる実証結果	2-1-15
1.5.5 UAVを利用した今後の点検課題	2-1-17
1.5.6 UAVを利用するための計画準備	2-1-20
1.6 参考文献	2-1-21
2. 長寿命化修繕計画の手引き（案）	2-2-1
2.1 はじめに	2-2-1
2.1.1 長寿命化修繕計画の背景	2-2-1
2.1.2 長寿命化修繕計画の課題	2-2-4

2.1.3 本手引きの目的	2-2-5
2.2 長寿命化修繕計画の流れ	2-2-6
2.2.1 長寿命化修繕計画策定の基本フロー	2-2-6
2.2.2 橋梁点検と健全度評価	2-2-7
2.2.3 対策優先度設定と修繕計画	2-2-7
2.2.4 マネジメントサイクルの継続実施	2-2-8
2.3 橋梁点検	2-2-9
2.3.1 橋梁点検の基本	2-2-9
2.3.2 点検要領の概要	2-2-11
2.3.3 修繕計画策定における点検要領の留意点	2-2-12
2.4 長寿命化修繕計画の基本的な手法	2-2-14
2.4.1 作業フロー	2-2-14
2.4.2 LCC の算出	2-2-15
2.4.3 事業計画への反映	2-2-23
2.4.4 長寿命化修繕計画策定例	2-2-25
2.5 長寿命化修繕計画策定の仮定条件に関して	2-2-26
2.5.1 仮定条件の種類	2-2-26
2.5.2 仮定条件の現状と課題	2-2-27
2.6 長寿命化修繕計画の実施事例(アンケート)	2-2-29
2.6.1 アンケート概要	2-2-29
2.6.2 基本分類による分析	2-2-29
2.6.3 応用分類による分析	2-2-38
資料 アンケート内容	2-2-42
2.7 仮定条件の違いによる LCC の算出	2-2-46
2.8 架け替え型の維持管理	2-2-51
2.9 まとめと今後の課題	2-2-53
2.9.1 長寿命修繕計画策定業務への活用	2-2-53
2.9.2 今後の取り組み	2-2-53
2.9.3 おわりに	2-2-54
3. 今後の道路トンネル点検のあり方について	2-3-1
3.1 道路トンネル点検の現状と課題	2-3-1
3.1.1 はじめに	2-3-1
3.1.2 対象範囲および活動方針	2-3-2
3.1.3 道路トンネルの維持管理の現状と方向性	2-3-3
3.1.4 道路トンネル点検方法の現状と課題	2-3-4
3.2 道路トンネルの変状原因と変状事例	2-3-12
3.2.1 変状現象の分類	2-3-12
3.2.2 変状原因の区分	2-3-12

3.2.3 変状の発生形態	2-3-14
3.2.4 変状事例	2-3-18
3.3 背面空洞の調査方法と充填対策	2-3-32
3.3.1 背面空洞対策に関する技術基準	2-3-32
3.3.2 背面空洞の調査方法	2-3-32
3.3.3 背面空洞の充填対策	2-3-37
3.4 道路トンネル点検における新技術・新工法の紹介	2-3-43
3.4.1 新しいトンネルの点検技術	2-3-43
3.4.2 新型走行型画像計測システム	2-3-43
3.4.3 トンネル覆工レーダー探査装置	2-3-44
3.4.4 レザリリモートセンシングを用いたコンクリート剥離検知装置	2-3-46
3.4.5 次世代社会インフラ用ロボット現場検証対象技術	2-3-47
3.5 まとめと今後の課題	2-3-59

4. 主要地方道大阪中央環状線 旧鳥飼大橋（北行）橋梁調査	2-4-1
4.1. はじめに	2-4-1
4.2. 応力発光シートによる鋼部材変状の検出	2-4-2
4.2.1 研究の背景と目的	2-4-2
4.2.2 応力発光体とは	2-4-3
4.2.3 旧鳥飼大橋の概要	2-4-4
4.2.4 実験概要	2-4-5
4.2.4.1 載荷車および載荷ケースの概要	2-4-5
4.2.4.2 トラス部材の切断	2-4-7
4.2.4.3 応力発光体とひずみゲージ	2-4-7
4.2.4.4 計測位置	2-4-8
4.2.5 実験結果	2-4-10
4.2.5.1 ひずみゲージによる計測	2-4-10
4.2.5.2 応力発光体による計測	2-4-11
4.2.6 まとめと今後の課題	2-4-18
参考文献	2-4-18
4.3. 鋼材板厚計測による腐食状況	2-4-20
4.3.1 研究の背景と目的	2-4-20
4.3.2 対象橋梁の概要	2-4-20
4.3.3 非破壊検査方法	2-4-21
4.3.3.1 計測位置	2-4-21
4.3.3.2 板厚および塗膜厚さの測定	2-4-22
4.3.3.3 付着塩分および温度・湿度の測定	2-4-22
4.3.4 測定結果	2-4-23

4.3.4.1 板厚および塗膜厚測定結果	2-4-23
4.3.4.2 建全部の板厚減少	2-4-24
4.3.4.3 付着塩分および温度・湿度測定結果	2-4-26
4.3.4.4 測定結果のまとめ	2-4-29
4.3.5 まとめと今後の課題	2-4-30
参考文献	2-4-30
4.4. 鋼材の材料試験	2-4-31
4.4.1 旧鳥飼大橋の補修履歴（き裂に関して）	2-4-31
4.4.2 材料試験実施項目と数量	2-4-34
4.4.2.1 材料取得位置	2-4-34
4.4.2.2 試験実施項目と数量	2-4-34
4.4.3 試験結果とその考察	2-4-34
4.4.3.1 化学成分分析結果	2-4-36
(1) C含有量と Mn 量	2-4-36
(2) 不純物元素	2-4-36
(3) 溶接硬化性元素	2-4-36
4.4.3.2 引張試験結果	2-4-36
4.4.3.3 シャルピー衝撃試験結果	2-4-46
4.4.3.4 き裂破面観察結果	2-4-50
4.4.3.5 既往資料との対比	2-4-58
(1) 過年度調査結果との対比	2-4-58
(2) 既往調査結果との対比	2-4-59
4.4.4 まとめと今後の課題	2-4-61
参考文献	2-4-61
4.5. コンクリート部材の材料試験	2-4-62
4.5.1 材料試験の概要	2-4-62
4.5.2 試験結果	2-4-63
4.5.2.1 静弾性係数試験	2-4-63
4.5.2.2 中性化深さ試験	2-4-67
4.5.2.3 硬化コンクリート中に含まれる全塩化物イオン量試験	2-4-68
4.5.3 既往の事例との比較・考察	2-4-70
4.5.3.1 旧鳥飼大橋の調査結果との比較	2-4-70
4.5.3.2 基準値との比較	2-4-73
4.5.3.3 他の事例との比較	2-4-81
4.5.4 まとめと今後の課題	2-4-83
参考文献	2-4-83
4.6. 老朽橋の長寿命化計画への材料試験結果の反映方法	2-4-85

4.6.1 ライフサイクルマネジメントの中の材料試験の位置付け	2-4-85
4.6.2 材料試験の省略	2-4-87
4.6.3 データベース化	2-4-87
4.6.4 修繕計画策定上仮定している設定条件の精査	2-4-88
4.6.5 効果的で安価なモニタリング	2-4-88
4.7. おわりに	2-4-90
謝辞	2-4-91

第3編 道路のり面分科会

1. 道路のり面維持管理マップ作成要領(案).....	3-1-1
1. はじめに	3-1-1
1.1 概 論	3-1-1
1.2 目 的	3-1-3
2. 維持管理マップの概要	3-1-4
2.1 作成の着目点	3-1-4
2.2 作成の流れ	3-1-4
2.3 維持管理マップの掲載内容	3-1-5
2.4 維持管理マップのレベル	3-1-6
2.4.1 基図のレベル.....	3-1-6
2.4.2 掲載情報（主題図）のレベル毎の定義.....	3-1-8
3. 維持管理マップの作成	3-1-11
3.1 対象区間の選定	3-1-11
3.1.1 管理する路線の整理	3-1-11
3.1.2 維持管理マップを作成すべき路線、区間の抽出.....	3-1-11
3.1.3 維持管理マップを作成区間の選定.....	3-1-12
3.2 既存資料の収集・整理	3-1-14
3.2.1 災害履歴	3-1-15
3.2.2 法的規制区域.....	3-1-15
3.2.3 道路構造物	3-1-17
3.2.4 点検結果	3-1-17
3.2.5 保全対象	3-1-18
3.2.6 災害発生要因.....	3-1-19
3.2.7 災害発生誘因.....	3-1-21
3.2.8 その他.....	3-1-22
3.3 掲載内容の整理	3-1-24
3.3.1 掲載内容	3-1-24
3.3.2 維持管理マップレベルに必要な掲載内容の整理	3-1-25
3.4 基図の選定	3-1-27

3.5 地形図・空中写真判読	3-1-30
3.5.1 地形判読の重要性（有効性）	3-1-30
3.5.2 地形判読の方法	3-1-30
3.5.3 地形判読する主な情報	3-1-31
3.5.4 地形図収集方法	3-1-33
3.5.5 空中写真判読	3-1-35
3.6 現地踏査	3-1-37
3.6.1 マップレベルと現地踏査	3-1-37
3.6.2 現地踏査の項目	3-1-38
3.6.3 現地踏査で得られる情報	3-1-39
4. サンプルマップ作成	3-1-42
4.1 対象区間の選定	3-1-43
4.2 既存資料の収集・整理	3-1-45
4.3 掲載内容の整理	3-1-67
4.4 基図の選定	3-1-68
4.5 地形・空中写真判読	3-1-69
4.6 現地踏査	3-1-78
4.7 サンプルマップ作成	3-1-82
4.8 維持管理マップの運用	3-1-87
2. 事例に基づく道路のり面補修・復旧の手引き(案)	3-2-1
1. はじめに	3-2-1
2. 補修・補強・復旧の事例	3-2-2
2.1 補修・補強・復旧の事例収集と整理	3-2-2
2.1.1 事例の収集方法と整理	3-2-2
2.1.2 調査諸元の整理	3-2-5
2.2 事例にみられるのり面の点検および変状等調査	3-2-8
2.2.1 点検の方法	3-2-8
2.2.2 調査結果	3-2-9
2.2.3 点検および調査手法の整理	3-2-11
2.3 事例にみられる対策工	3-2-13
2.3.1 対策工の整理	3-2-13
2.3.2 事例にみられる対策工の傾向	3-2-14
3. 事例にみられる点検および調査結果の評価方法	3-2-16
3.1 点検および調査の実態	3-2-16
3.1.1 一般的な点検および調査方法	3-2-16
3.1.2 事例にみられる点検および調査方法の実態	3-2-38
3.2 点検および調査結果の評価	3-2-50
3.2.1 一般的な変状等の原因	3-2-50

3.2.2	事例にみられる変状等の原因	3-2-57
3.2.3	事例にみられるのり面の評価	3-2-63
3.2.4	事例にみられる点検および調査結果の課題	3-2-68
4.	事例にみられる補修・補強・復旧対策工	3-2-71
4.1	対策工の選定事例	3-2-71
4.1.1	事例にみられる対策工の選定事例	3-2-71
4.1.2	一般的な対策工の選定フロー	3-2-73
4.2	切土のり面での対策工事例	3-2-76
4.2.1	吹付のり面の補修	3-2-76
4.2.2	吹付のり面の補強その1	3-2-91
4.2.3	吹付のり面の補強その2	3-2-108
4.3	盛土のり面での対策工事例	3-2-119
4.3.1	盛土擁壁の復旧	3-2-119
4.4	自然斜面での対策工事例	3-2-132
4.4.1	自然斜面の補強その1	3-2-132
4.4.2	自然斜面の補強その2	3-2-155
4.4.3	自然斜面の補強その3	3-2-167
4.4.4	自然斜面の補強その4	3-2-181
5.	あとかき	3-2-192

第4編 河川分科会

1.	河川護岸 維持管理マニュアル(案)	4-1-1
1.	総則	4-1-1
1.1	目的	4-1-1
1.2	適用範囲	4-1-2
1.3	維持管理フロー	4-1-3
1.4	用語の定義	4-1-5
2.	基礎情報の整理	4-1-6
2.1	河川護岸の概要	4-1-6
2.2	検討対象	4-1-9
2.3	基礎情報の整理	4-1-14
3.	点検手法	4-1-23
3.1	点検の種類と内容	4-1-24
3.2	定期点検	4-1-26
3.3	詳細点検	4-1-28
4.	健全度評価	4-1-30
4.1	詳細点検で確認した変状の評価	4-1-31
4.2	評価基準の設定	4-1-39
4.3	変状連鎖による機能低下	4-1-42
4.4	健全度の評価方法	4-1-44

4.5 点検結果のまとめ	4-1-46
5. 対策の選定	4-1-47
5.1 施設要求性能の設定	4-1-47
5.2 維持管理方法の分類	4-1-48
5.3 対策方法の選定	4-1-50
5.4 対策の記録	4-1-52
6. 優先度評価	4-1-53
6.1 優先度の評価手法	4-1-53
6.2 優先度の評価項目と評価方法	4-1-55
6.3 評価結果の感度分析	4-1-63
2. 桶門・水門維持管理マニュアル（案）	4-2-1
1. 総則	4-2-1
1.1 目的	4-2-1
1.2 適用範囲	4-2-2
1.3 維持管理フロー	4-2-3
1.4 用語の定義	4-2-4
2. 基礎情報の整理	4-2-5
2.1 基礎資料の調査	4-2-5
2.2 基本諸元情報	4-2-7
2.3 点検結果情報	4-2-9
2.4 補修・補強・更新履歴情報	4-2-10
2.5 被災履歴情報	4-2-11
3. 点検手法	4-2-21
3.1 点検の実施方針	4-2-21
3.2 点検方法	4-2-28
3.3 点検結果の整理	4-2-29
4. 健全度評価	4-2-37
4.1 健全度の評価方針	4-2-37
4.2 健全度の評価方法	4-2-42
4.3 健全度の評価事例	4-2-51
4.4 管理水準の設定方法	4-2-62
5. 対策方法	4-2-68
5.1 補修・補強方法の概要	4-2-69
5.2 部材の各種補修工法	4-2-72
5.3 構造物の各種補強工法	4-2-80
5.4 空洞化に対する補修・補強工法	4-2-83
5.5 機械設備の整備	4-2-90
5.6 対策工法の選定方法	4-2-97
6. 優先度評価	4-2-107

6.1 評価の実施方針.....	4-2-107
6.2 補修・補強内容に対する重要度の評価.....	4-2-108
6.3 社会への影響度評価.....	4-2-109
6.4 総合評価.....	4-2-111
6.5 長期保全計画.....	4-2-115

第5編 広報分科会

1. 分科会活動内容.....	5-1-1
1. 分科会の活動内容.....	5-1-1
2. 委員会活動の情報発信.....	5-1-5
2.1 平成25年度第46回研究発表会.....	5-1-5
2.2 建設技術展2013近畿.....	5-1-6
2.3 平成26年度第47回研究発表会.....	5-1-12
2.4 建設技術展2014近畿.....	5-1-20
3. 一般市民向けの広報活動.....	5-1-21
3.1 神戸市キャリア教育人材バンク.....	5-1-21
3.2 広報HP動画の作成.....	5-1-24
4. 分析.....	5-1-42
4.1 建コン近畿支部HP閲覧数の分析.....	5-1-42
4.2 建設技術展2013近畿でのアンケート調査分析.....	5-1-43
2. パネルディスカッション報告.....	5-2-1
1. 維持管理研究委員会パネルディスカッション.....	5-2-1
2. 施設管理者による維持管理の現状と課題(PPT).....	5-2-20
2.1 河川【大阪府】.....	5-2-20
2.2 建設技術展2013近畿.....	5-2-20
2.3 道路トンネル【和歌山県】.....	5-2-37
2.4 道路橋梁【大阪府】.....	5-2-45
3. 維持管理委員会の活動概要.....	5-2-56

おわりに