

那覇港臨港道路の維持管理手法の検討

横山文彦*・北澤壮介**

* 前 (財) 沿岸技術研究センター 調査部 研究員
 ** 前 (財) 沿岸技術研究センター 理事

那覇港臨港道路における、臨港道路（橋梁）及び擁壁部の過去約 30 年にわたる工事、調査・補修工事結果等をまとめ、橋梁管理マップを作成した。また、上部工では各径間毎に、下部工では各橋脚毎に橋梁管理カルテを作成し、今後の合理的な維持管理に活用するための基礎的研究を行った。その際、アルカリシリカ反応（以下 ASR）等による劣化が顕著な箇所については、特に留意事項として整理した。

キーワード：ASR, 橋梁管理マップ, 橋梁管理カルテ

1. はじめに

那覇港臨港道路を構成する主要構造物である「波の上橋」、「泊大橋」の 2 橋及び付帯する構造物（取付擁壁等）は昭和 50 年代に順次着工し、昭和 61 年 3 月に完成した¹⁾。また、「なうら橋」は昭和 63 年に着工し、平成 5 年に供用された¹⁾。それらに対する劣化調査や補修工事等は昭和 63 年から行われてきた。本検討では、竣工時の工事資料、供用後の劣化調査資料、補修工事資料及び報告書等の収集・整理を行い、必要な項目についてはそれらをデータベース化し、橋梁管理マップ、橋梁管理カルテにまとめ、構造物のライフサイクルを見据えた適切かつ効率的な維持管理手法の基礎的検討を行った。

2. 目的

本臨港道路は、道路橋示方書・同解説による塩害の影響度合いの地域区分で A-S に区分される地域に位置し、構造物にとって非常に厳しい環境にさらされている。そのため、供用開始以来、平成 3 年頃から塩害対策としての塗装工事、平成 8 年頃からは橋脚耐震補強工事と併せた方式で塩害対策工事が順次行われてきた。また、平成 2 年には初めて ASR による劣化が確認され、それ以降、ASR の本格的な調査・対策が進められてきた。

同時にその頃、ASR の発生原因と考えられる岩種を含む骨材がコンクリートに使用されていることが、工

事資料より確認され、実際に橋脚や地中のフーチングには一部で ASR 特有の亀甲状のひび割れやかぶりコンクリートの剥離を伴うような大きなひび割れの発生も確認された。こうした中、土中あるいは水中に位置するフーチング部あるいは橋台の土中部についても、これまでに調査が行われてきた。

これらの劣化調査結果のうち、特に ASR に着目して整理し、今後の維持管理を行うための基礎資料の作成を行った。

3. 概要

3.1 対象構造物

調査対象は以下の 4 構造物とした。（図-1 参照）

- ① 波の上橋
 - 上部工：プレストレスト・コンクリート（以下 PC）単純 T 桁
 - 下部工：A1 橋台及びフーチング、P1～P8 橋脚、A2 橋台及びフーチング
- ② 泊大橋
 - 上部工：PC 単純 T 桁、RC 床版鋼桁、鋼床版箱桁
 - 下部工：A3 橋台、P9～P27 橋脚（一部でフーチング部）、P4 橋台
- ③ なうら橋
 - 上部工：PC 箱桁
 - 下部工：A1 橋台、P1～P4 橋脚、A2 橋台
- ④ 取付擁壁
 - 埋立地：A2～A3 擁壁

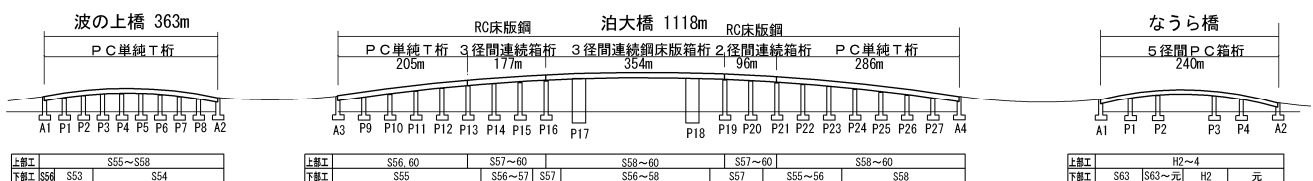


図-1 概略図

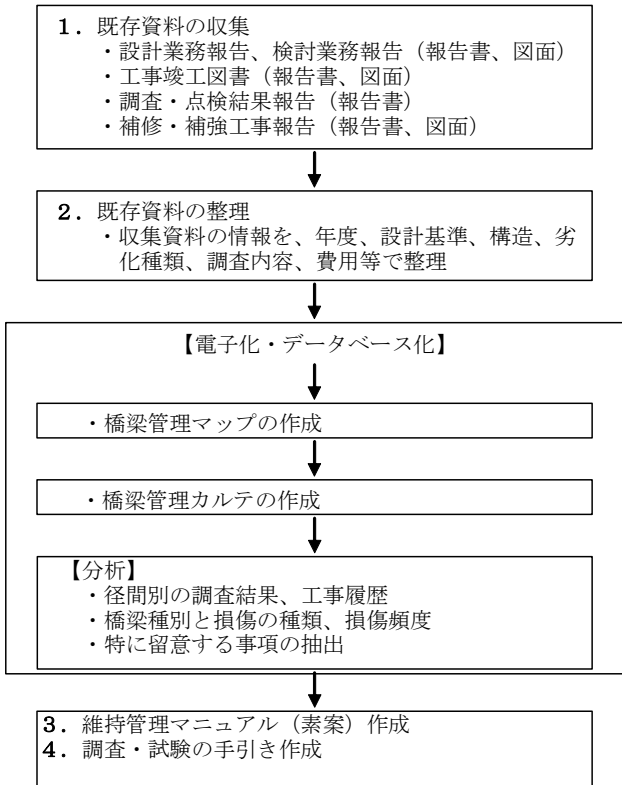


図-2 調査フロー

3.2 調査フロー

調査フローを図-2 に示す。

3.3 資料整理の方法

資料整理の方法について、以下に概要を示す。

① 資料収集

那覇港湾・空港整備事務所および浦添出張所にて、管理橋梁に関する資料収集を実施し、那覇臨港道路の維持管理に必要となる工事資料、調査報告書、設計報告書等を収集し、昭和 49 年度～平成 17 年度の 372 冊に対して報告書リストを作成した。

収集した資料の中から、那覇臨港道路の維持管理に「不要」と判断した資料(199 冊)については、その理由を明らかにし、報告書の表紙および概要のみを電子化 (PDF 化) した。

② 資料とりまとめ

収集した資料の中から、那覇臨港道路の維持管理に「要」と判定された報告書 173 冊に対して、図-3 に示す電子化項目に基づき、数値またはテキスト形式で電子化を行った。

③ 橋梁管理マップの作成

電子化した資料を基に、構造、環境、劣化等に関するデータを抽出し、橋梁の部位毎に把握できるマップの作成を行った。作成したマップは以下の 5 つである。

- a) 骨材産地マップ：施工年、施工箇所及び施工部位ごとに、コンクリートに使用した骨材の産地
- b) 塗装・橋脚耐震補強履歴マップ：上部工では PC 橋への表面被覆及び鋼橋への塗装塗り替え時

項目	内容	電子化の形態			
		画像	テキスト	数値	
調査・点検	外観調査	位置図 損傷の種類	位置 損傷の種類	—	
	塩害	塩化物イオン濃度	位置図 表・グラフ	調査結果	kg/m ²
		飛来塩分量調査	位置図 表・グラフ	調査結果	mg/m ²
		付着塩分測定	位置図 表・グラフ	調査結果	mg/m ²
	塗装	ゴハン目テープハクリ	位置図・表	調査結果	—
		付着力測定	位置図・表	調査結果	N/mm ²
		光沢度測定	位置図・表	調査結果	%
		平均膜厚計測	位置図・表	調査結果	μm
		アドビージョンテスト	位置図・表	調査結果	kg/m ²
	アルカリ骨材反応 (ASR)	外観観察	位置図	調査結果	—
		促進膨張試験 (カナダ法・デンマーク法・JCI-DD2 法)	位置図 表・グラフ	調査結果	%
		水溶性アルカリ分析	位置図・表	調査結果	—
		岩種判定 (目視観察、偏光顕微鏡観察、粉末 X 線回折)	位置図・表	調査結果	—
		ゲル分析 (SEM-EDXA・化学分析)	位置図・表	調査結果	—
		酢酸ウラン蛍光法	位置図・表	調査結果	—
		圧縮強度試験	位置図・表	調査結果	N/mm ²
	コンクリート材料	静弾性係数	位置図・表	調査結果	N/mm ²
		中性化試験	位置図・表	調査結果	mm
		圧縮強度試験	位置図・表	調査結果	N/mm ²
		反発硬度試験	位置図・表	調査結果	N/mm ²
静弾性係数		位置図・表	調査結果	N/mm ²	
鋼材腐食	超音波伝播速度測定	位置図・表	調査結果	m/s	
	インピーダンス測定	位置図	調査結果	kΩ	
設計	構造	位置図 ひびわれ動態観測	位置図 グラフ	調査結果 mm	
	竣工図	図面	—	—	
	補修・補強図	図面	調査結果	—	
	補修・補強履歴	図面	調査結果	—	
	設計計算書	報告書	—	—	

図-3 電子化項目一覧

期を、下部工では耐震補強を兼ねた塩害対策補強工の時期と場所

- c) ASR マップ (上下部工)：ASR が原因と考えられる外観劣化状況、工事資料から分かる ASR を引き起こす可能性のある材料の使用状況、調査等によって分かった材料の使用状況
- d) 塩化物イオンマップ (上下部工)：過去の塩化物調査より、平成 18 年時の塩化物量の予測結果
- e) 中性化マップ (上下部工)：過去の中性化調査結果

④ 橋梁管理カルテの作成

橋梁の概要、現況、過去の調査及び過去の対策工事等の履歴が把握出来るカルテを作成する。作成に当たっては、橋梁管理カルテとりまとめ方針、項目、様式等について検討を行った。

カルテの作成単位は、橋梁毎に、上部工は径間毎、下部工は橋脚毎とし、カルテの表面には対象箇所の概要、裏面には諸元と既往調査 (対策工事含む) 結果と出典を記述した。以下に主な項目を示す。

【橋梁管理カルテの構成】

- 橋梁位置図、■橋梁一般図、■橋梁諸元■波の上橋 (上部工、下部工) ■泊大橋 (上部工、下部工)
- なうら橋 (上部工、下部工)

⑤ 調査・試験の手引きの作成

一般的な劣化判定手法や既往調査結果を参考に損傷別調査・試験方法、当該臨港道路に特有な症状の検討を行った。

詳細調査は、定期点検において S (詳細調査の必要がある) と判定された場合に実施することを基本とし、地域特性や既往調査結果から、那覇港臨港道

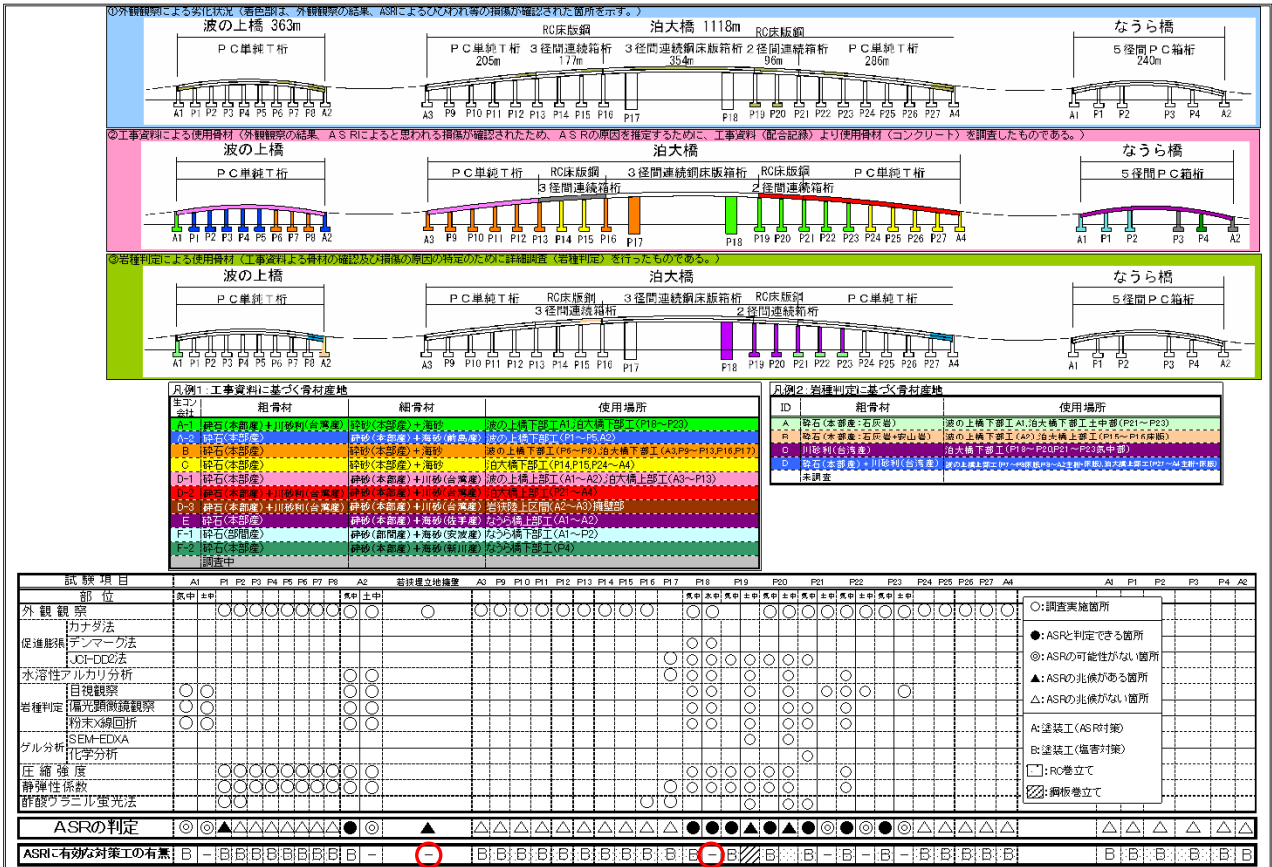


図-4 橋梁管理マップ (ASR マップ 下部工)

路の破損要因として確認されている塩害, ASR について特に留意することとして, 調査・試験の手引き(案)を作成した. 表-1 に対策区分の判定区分を示す.

表-1 健全度評価の判定区分

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められ得ないか, 損傷が軽微で補修を行う必要がない
B	状況に応じて補修を行う必要がある
C	速やかに補修などを行う必要がある
E 1	橋梁構造の安全性の観点から, 緊急対応の必要がある
E 2	その他, 緊急対応の必要がある
M	維持管理工事で対応する必要がある
S	詳細調査の必要がある

⑥ 維持管理マニュアル (素案) の作成²⁾

本マニュアル (素案) では, 標準箇所に対する維持管理方法と, 特別な箇所に対する管理方法を区別した. 特別な箇所の抽出にあたっては, 前述の資料収集, 橋梁管理マップ, 橋梁管理カルテの結果を活用した.

4. 整理結果

4.1 橋梁管理マップ

橋梁管理マップでは, 管理対象となる3つの橋梁及び擁壁部を各項目について横並びにして一覧することで, 全体の中での特異点, すなわち“臨港道路全体の

うち, どのあたりで特に劣化が進んでいるのか”の傾向を浮き彫りにすることが可能となる. 代表的な橋梁管理マップとして前述 a)~e)の5つのうち, c) ASR (下部工) マップを図-4に示す. マップの最上段には外観観察調査結果による劣化状況, 中段には施工時に材料承諾等にて提出された工事資料に基づいてまとめられた使用骨材の状況, 最下段には供用後にコア抜き等による調査等によって明らかになった使用された骨材状況を示している. 図の下側には, 過去に実施された試験項目とその実施箇所を示し, 上側のマップで示した実際の劣化状況に対して, 総合的に判断した ASR の判定を行った. 加えてその対策工の有無についても表記した.

以上のような内容で整理された橋梁管理マップから次の考察ができる.

① P18 橋脚水中部フーチング部

P18 橋脚水中部フーチング部は, 通常の点検では目視観察できない箇所である. 過去の耐震補強工事に併せて実施された調査では, ASR を引き起こす可能性がある骨材が使用されていることが分かっている. しかし, その際の外観調査では, ASR のひびわれの発生は認められず, 少なくとも次回の定期点検までに構造物の安全性が著しく損なわれることはない判断できる状態であり, 経過観察としている. 定期的に外観目視調査を行うことが望ましいと考えられる.

② 若狭埋め立て地擁壁

外観上、ASR 劣化特有のひびわれ発生が確認できるが、直ちに補修するほどの緊急性はなく、また、再開発事業の予定があるため、現時点では経過観察としている。

4.2 橋梁管理カルテ

橋梁管理カルテの作成にあたっては、次の2点に着目して整理した。図-5 に一例を示す。

- ① 対象とする箇所が路線全体のどこにあるのか、また、該当箇所がどのようなものかを一見して理解しやすいものとする。
- ② 構造諸元や調査・対策履歴等の情報を記入する。今後の管理に最小限必要な情報を抽出して記載する。

なお、橋梁管理カルテの冒頭に共通項目として、各橋梁の橋梁諸元（設計条件等）、耐震補強工事における適用基準、交通量データの諸元を明記した。

橋梁管理カルテの裏面には、記載された代表的な調査結果の各値の根拠資料として、出典元となる資料名（報告書名）を併記し、データ上で該当する資料（報告書）へのリンクを張ることにより、PDF 化された報告書に直ちに辿り着くことが可能となった。

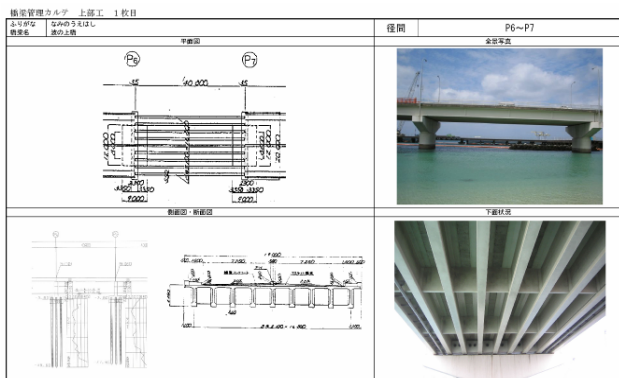


図-5 橋梁管理カルテの例

4.3 調査・試験の手引き

調査・試験の手引きを作成するにあたり、一般的な劣化判定手法や既往調査結果を参考に損傷別調査・試験方法、劣化判定手法の検討を行った。また、本臨港道路に特有な症状の検討も行った。本手引きには、劣化に対する必要な調査、試験方法の抽出や劣化対策を選定できる標準的なフローも盛り込んだ。

5. 考察

5.1 データベースと検索システムの活用

過去に蓄積された膨大な調査・工事等の結果は、単年度毎に、変状毎に、発注者単位に報告書等にて紙ベースで書庫等に保管されていた。また、これらはある年数を経た後に処分されていく可能性があった。本業

務を行った結果、以下のような観点でデータベースと検索システムを活用できると考える。

1) 変状の確認手法について

[これまで] 現場にて変状を確認するのみ
[今後は] 橋梁管理カルテを参照し、過去の履歴を予め把握した上で、橋梁管理マップを参照し、周辺状況と併せて現場にて変状を確認可能

2) 過去の記録の参照方法について

[これまで] 単年度単位で変状毎にまとめられた膨大な資料の中からの記録探し、及び特定の人物の“記憶”に頼る記録探し

[今後は] 過去の膨大な記録を一元的に整理したデータベースから、項目毎に必要なソートを行って記録を検索可能

3) 過去の報告書等の参照方法について

[これまで] 書庫等にある膨大な紙データ（報告書等）の中から該当頁を手作業で検索

[今後は] 橋梁管理カルテを参照し、変状箇所に関係する各報告書へのリンクから該当する報告書を電子データで閲覧可能

4) 今後の対策に対して

[これまで] 変状箇所に対して、その都度、個別の対策を施すのみ

[今後は] 橋梁全体を見た上で、変状箇所の個別の履歴から該当箇所の重要度・緊急性を考慮することで、効果的・効率的な維持管理計画を策定可能

5.2 その他の効用

その他に挙げられる効用として以下のことが言える。

- 1) 過去の劣化記録の情報を正しく共有できる
- 2) 補修等の可否判断を迅速に実施することができる
- 3) 今後の情報の蓄積・更新ができる

6. おわりに

昭和 49 年から平成 17 年までの約 30 年間にわたり那覇港臨港道路の橋梁について行ってきた工事、劣化調査、補修工事に関する資料収集・整理を行い、橋梁管理マップ、橋梁管理カルテ等にまとめ、維持管理マニュアル(素案)の作成を行った。今後は本橋梁の特性を考慮した維持管理要領としてまとめていく予定である。長年に渡りご意見・ご指導を賜りました、琉球大学名誉教授の大城武先生、各委員の方々及び貴重な資料をご提供頂きました那覇港湾・空港整備事務所をはじめとします発注者の方々へ心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府 沖縄総合事務局 那覇港湾空港工事事務所:「那覇港湾空港工事事務所 30年の工事誌 The 30th History」, 平成 15 年 4 月
- 2) (財)海洋架橋・橋梁調査会:「道路橋マネジメントの手引き」, 平成 16 年 8 月