

## プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

<p>プロジェクト: 橋梁の耐久性向上に資する排水構造と排水設備に関する技術開発に関する研究          ー水を溜めない、通さない、水による材料劣化を抑制し、排水設備の持続的機能保持が可能な構造ー</p>
<p>プロジェクトリーダー          ・氏名(ふりがな): 奈良 敬(なら さとし)          ・所属、役職: 大阪大学大学院、教授</p>
<p>研究期間: 平成25年 6月～平成28年 3月</p>
<p>プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)          大阪大学、国土交通省近畿地方整備局、(一財)災害科学研究所、(一財)橋梁調査会、(一財)土木研究センター、橋梁用ジョイント研究所、(一社)日本橋梁建設協会、(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会、(一社)建設コンサルタンツ協会、日本道路ジョイント協会、川田工業(株)、(株)川金コアテック</p>
<p>プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)          橋梁の主構造に期待される寿命に比較して、主構造の耐久性に大きな影響を与える伸縮装置や排水設備の機能的寿命は著しく短いのが現状である。供用開始後のこれらの不具合が、主として腐食をはじめ材料劣化という現象により、橋梁の耐久性を損ねていることは、周知の事実であるが、未だ抜本的な対策が十分ではないのが実状である。          この現状に、きちんと科学のメスを入れ、橋梁が主構造や床構造などの構造部材、舗装や地覆などの道路構造、さらに伸縮装置や排水設備などの、寿命や機能の異なるパーツから構成される橋梁システムと考えて、システム全体で健全性を一定レベルに維持することを目指す視点から、橋梁の耐久性向上に資する排水構造と排水設備に関する技術開発に取り組む。</p>
<p>プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)          上述した取り組みの考え方から、次のような内容を提供できる。          a) 滞水や漏水のない排水構造と排水設備の維持・更新戦略          b) 排水設備の機能的長寿命化に資する排水構造と架設精度          c) 橋梁の耐久性向上に資する定期点検手法          d) 既設橋梁の耐久性向上に資する改善手法          なお、本研究では、モデル橋梁を選定する実際的な研究課題であることから、主として架設数の多い桁橋を対象としている。しかし、床版上の雨水の排水が大きな課題となることから、桁橋に限らず他の橋梁形式においても、研究成果の適用が可能になると考えている。          研究テーマの副題に示したように、主として、橋梁において、          イ) 水を溜めない構造          ロ) 水を通さない構造          ハ) 水による材料劣化を抑制する構造          ニ) 排水設備の維持管理し易い構造          という4つの視点から、技術開発研究に取り組む。これらの4つの視点毎に、構造の役割ならびに既往構造の欠陥と改良点について議論し、改良方法について検討を進める。          該当する構造としては、次のようなものが挙げられる。          ・橋面勾配、橋面防水工、橋面排水構造、舗装内雨水の排水構造          ・地覆、壁高覧等の強制目地          ・伸縮継手、支承          ・桁端、鉄筋          これらの構造について、腐食や材料劣化の抑制と機能の持続性を念頭において、維持管理がより容易となる次のような技術開発に資する課題を抽出する。          A) 地覆、壁高覧等の強制目地、ひび割れ内に浸透、流れる雨水の止水、排水の対策に資する技術開発          B) A) に基づき、橋面勾配、橋面防水工、橋面排水構造、舗装内雨水の排水構造の技術開発          C) 劣化し易い構造をもち、止水材の劣化が顕著な伸縮継手構造の技術開発、          D) 伸縮継手全面での滞水、漏水対策の技術開発          E) 支承回りの滞水、支承の腐食の抑制技術開発          F) 桁端の部材のかぶり損傷、鉄筋の腐食、鋼桁の腐食の抑制技術開発          G) 伸縮継手、支承、桁端の維持管理のし易い構造の技術開発</p>

## プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

## ○プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

上述した7つの技術開発項目を、4つの視点で整理分析し、提供しようとする4つの内容にまとめることを目標とするには、橋梁をシステムとして全体を把握することが重要である。すなわち、橋梁全体の健全性を担保するために、個々の構造について考えるというスタンスから、対象を限定した研究項目毎のWGメンバーが共通の問題意識を共有することが必要である。このことから、次のような7つの過程で技術開発資する研究を進めた。

- 1) 腐食による損傷データの収集と現場の把握
- 2) 収集した腐食による損傷データの分析手法
- 3) 橋梁単独で取り扱える課題の抽出
- 4) 橋梁と隣接する道路を含めた課題の抽出
- 5) 抽出課題の順位付けと課題の選択・設定
- 6) 選択・設定された課題への取り組み
- 7) 成果のとりまとめ

以下に、各年度毎に整理して成果の概要を、上の7つの過程1)～7)の順に従って記述する。

## ○平成25年度

## 1) 腐食による損傷データの収集と現場の把握

近畿地方整備局管内で管理する全橋梁から、Cランク判定を受けた橋梁の損傷データから、腐食による損傷データを収集し、現地調査ならびに調査データから、損傷の実態を把握した。これらの損傷データの収集と代表的な現場の把握から、調査すべき橋梁を抽出することが可能となった。

## 2) 収集した腐食による損傷データの分析手法

上述のデータと、既に蓄積されている鋼橋ならびにコンクリート橋の損傷事例から、損傷を分析する手法により、損傷の直接的な原因をおおよそ把握した。具体的には、従来から指摘されているように水の影響であるが、排水の視点により、橋面排水から伸縮装置ならびに排水装置に至るまでの水の流れを、橋梁全体ならびに橋梁に繋がる道路にまで範囲を拡大して想定かつ推理し、腐食損傷の原因の概要を把握した。利用可能な損傷データの把握と分析がほぼ完了し、これにより、管理、橋梁構造、排水設備、設計のそれぞれの立場から、着目すべき重要な課題についての共通認識が生まれた。

## 3) 橋梁単独で取り扱える課題の抽出

この結果、橋梁単体では、橋面排水から伸縮装置ならびに排水装置に至るまでの水の流れを把握することが重要であることがわかった。なお、これらの損傷への対策案は、上述の原因からいくつか考えられるが、次年度への課題となった。

## 4) 橋梁と隣接する道路を含めた課題の抽出

橋梁と隣接する道路を含めた視点では、道路の縦断勾配などの道路構造に加えて橋端の伸縮装置の機能に着目することが重要であることが明らかになった。しかし、これらの損傷への対策案は、上述の原因からいくつか考えられるものの、次年度への課題となった。

## 5) 抽出課題の順位付けと課題の選択・設定

上述のデータ整理と、鋼橋WG、コンクリート橋WGおよび排水構造(伸縮装置を含む)WGの計3つのWGで議論された視点から、検討すべき課題の整理ができたので、抽出課題の順位付けと課題の選択と設定については次年度の課題とした。

これらの課題を分析し、理論上の耐力(耐久性)、損傷毎の危険度、橋梁の重要度、施工性、などの個別項目の優先順位を決定することができれば、総合的な優先順位決定は可能となる。

## ○平成26年度

## 5) 抽出課題の順位付けと課題の選択・設定

鋼橋WG、コンクリート橋WGおよび排水構造WGで議論された視点から、検討すべき課題の整理が次のようにできた。

- イ) 腐食損傷事例のうち、すでに現在の対応技術で改善しているもの。すなわち、解決策が新設橋に適用済みで、既設橋に問題が生じていないもの。課題は、既設橋の改修方法である。
- ロ) 腐食損傷事例のうち、すでに現在の対応技術で改善しているものの、既設橋での評価が未確定のもの。課題は、類似の橋梁損傷事例の有無である。
- ハ) 腐食損傷事例のうち、未解決であるが、橋梁構造や伸縮装置、排水装置など、総合的な取り組みで改善が可能と判断されるもの。各WGで損傷原因の提案を行った。
- ニ) 腐食損傷事例のうち、未解決であり、改善方法の検討が十分になされていないもの。解決策の議論の対象とした。

これらに基づき、床版防水、伸縮装置、桁端防食、桁端での排水処理を重要な課題として位置づけ、損傷橋梁の

補修事例とすることが可能なモデル橋梁を抽出した。これにより、さらに調査研究を次のように進めた。

ホ) 抽出したモデル橋梁に基づき、損傷原因の確認ならびに究明を行った。

ヘ) 解決策の検討を進め、新設橋には標準設計への反映、既設橋には改修方法の検討を行った。

#### ○平成27年度

##### 6) 選択・設定された課題への取り組み

選択・設定された課題への取り組みは次の2点である。

###### a) 試験施工実施に資する技術提案

次の4つのモデル橋梁に関する詳細な設計条件を照査し、現場サイドに現場状況における助言を行った。また、補修・補強工実施時、補修・補強工法の効果確認を判断するための必要な計測工法・モニタリング技術について提案を行った。

###### イ) 浅水川橋(国道8号)

腐食が進行した桁端に金属溶射による高耐久性防食の施工とモニタリング方法の検討。

###### ロ) 伝法大橋(国道43号)

伸縮装置の交換と止水機能の向上ならびに桁端での点検方法の検討。

###### ハ) 百瀬川大橋(国道161号)

床版、地覆、壁高欄の高性能防水の施工。

###### ニ) 山添橋(国道25号)

桁端の伸縮装置での止水機能保持を変更して、排水できる構造に変更した。さらに、排水を桁端下部に流下できないように、受水樋を設置。

###### b) 排水に関する技術標準の検討

補修補強に制約の多い既設橋と、構造変更が可能な新設橋に分けて、橋梁の排水に関する技術標準について検討し、技術標準案をまとめた。

##### 7) 成果のとりまとめ

3年間に及ぶ調査研究活動は近畿地方整備局管内の橋梁の点検データを主たるデータとし、これの分析と腐食損傷を受けている既設橋の補修補強方法の検討に資する成果を目指してきた。さらに、これらのデータに基づき、既設橋のみならず、新設橋の耐久性確保のために、排水に関する技術標準の検討を行った。このことから、次のように成果のとりまとめを行った。

###### a) 排水に関する近畿地整としての技術標準の検討

平成26年度までの成果に記述されている、損傷への対策工法とその適用範囲を再度照査し、近畿地方整備局内の橋梁全体に適用できる技術標準の作成を目指し、その案を作成した。

###### b) 技術標準案の新設橋梁への適用における検討

既設橋梁における損傷への対策工法とその適用範囲の2項目を勘案し、新設橋梁の構造変更等の提案を含む技術標準案の作成を行った。

###### c) 腐食損傷とその対策事例集の提示

損傷事例から適切な対策の選択が重要であり、これらの事例集をまとめた。既設橋の損傷事例は、個々の橋梁の腐食環境と腐食負荷が、一般的には同一ではなく異なること、さらに橋梁構造や設置条件から、同じような損傷事例であっても対策事例が異なるのが普通である。従って、複数の対策事例を示すことが重要となる。

最後に、次のような今後の課題を挙げた。

イ) 個々の橋梁の腐食環境と腐食負荷がどの程度であるかに加えて、対する対策工法がどの程度の耐久性を有するかを判断するには、施工後のモニタリングが重要である。設置環境によって制約は受けるが、モニタリング方法の検討が不可欠である。これにより、耐久性確保のための維持管理がより一層具体化する。

ロ) 例示した腐食損傷とその対策事例について、腐食環境と腐食負荷、さらに耐久性の3つの視点から、3次元のマトリックスとしてわかりやすく位置づけることが望ましい。

ハ) 課題を明らかにしたことから、新技術の導入が望まれる。特に腐食負荷の定量化については、橋面雨水の排水解析を前提とした排水予測など、耐久性に資する情報に基づいた排水対策が不可欠である。