

## 10. 道路構造物の維持管理技術の高度化に関する研究

研究期間 : 平成 18 年度～22 年度  
 プロジェクトリーダー : 橋梁構造研究グループ長 吉岡淳  
 研究担当グループ : 技術推進本部（施工技術）、材料地盤研究グループ（新材料）、  
 道路技術研究グループ（舗装、トンネル）、橋梁構造研究グループ

### 1. 研究の必要性

国土交通省が所管する膨大な道路構造物を効率的に維持管理していくためには、損傷・変状に対する客観性・信頼性の高い調査点検技術、調査点検結果に基づく適切な診断技術、合理的な補修・補強技術の各要素技術を開発するとともに、それぞれを有機的に結合し、戦略的にマネジメントしていくシステムを構築する必要がある。

前中期計画までの研究において、個々の要素技術については、一応の成果を上げつつある。しかし、多様な現場条件に対応した維持管理を実施していくためには、さらに多くの要素技術を開発する必要がある。また、これらの要素技術を有機的に結合するシステムについて、これまでの検討は十分ではない。

### 2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、道路構造物の維持管理技術について、緊急度の高い要素技術を開発するとともに、補修・補強の要否の判断、優先順位付け等の作業を支援するアセットマネジメントの概念に基づくシステムについて検討することを研究の範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 新設構造物設計法の開発
  - ・土構造物の排水施設の設計法
- (2) 調査・点検手法の開発
  - ・土構造物の排水性能の調査技術
  - ・コンクリート中塩分調査箇所選定手法
  - ・トンネル変状原因推定法
- (3) 診断・評価技術
  - ・既設コンクリート道路橋の耐荷性能評価手法
  - ・橋全体系の耐荷性能を考慮した状態評価手法
  - ・道路橋診断・対策事例ナレッジDBの構築
- (4) 補修・補強技術の開発
  - ・土構造物排水機能回復技術
  - ・コンクリート中の塩分除去技術
  - ・コンクリート補修補強材料耐久性評価技術
  - ・鋼橋防食工の補修技術
  - ・鋼床版補修補強技術
- (5) マネジメント技術の開発
  - ・舗装管理目標設定手法
  - ・舗装維持修繕手法
  - ・トンネル変状対策工選定手法

### 3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

## 10. 道路構造物の維持管理技術の高度化に関する研究

- (1) 土構造物の排水性能向上技術に関する研究（平成 18～21 年度）
- (2) 塩害を受けるコンクリート構造物の脱塩による補修方法に関する研究（平成 17～19 年度）
- (3) 被覆系コンクリート補修補強材料の耐久性に関する研究（平成 17～21 年度）
- (4) 鋼橋防食工の補修に関する研究（平成 18～22 年度）
- (5) 既設鋼床版の疲労耐久性向上技術に関する研究（平成 16～20 年度）
- (6) 舗装の管理目標設定手法に関する研究（平成 17～21 年度）
- (7) 効率的な舗装の維持修繕手法に関する研究（平成 18～22 年度）
- (8) 既設トンネルの変状対策工の選定手法に関する研究（平成 17～19 年度）
- (9) 既設コンクリート道路橋の健全性評価に関する研究（平成 20～22 年度）
- (10) 既設鋼橋の致命的な損傷を防ぐための状態評価技術に関する研究（平成 20～22 年度）
- (11) 道路橋の診断・対策事例ナレッジDBの構築に関する研究（平成 20～22 年度）

このうち、平成 21 年度は、(1)、(3)、(4)、(6)、(7)、(9)～(11)の 8 課題を実施している。

### 4. 研究の成果

本重点プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 21 年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

#### (1) 新設構造物設計法の開発

本目標に対して、土構造物の排水施設の設計法に関しては、過年度に被災事例の多い傾斜地盤上に腹付け盛土を新設する場合を想定し、土槽実験により盛土内に排水ブランケットを敷設することによる水位低下の効果を確認した。平成 21 年度はこれをもとに、盛土高・盛土内水位（地山からの湧水供給）・盛土材の土質条件をパラメータとして、排水ブランケットの効果に関する円弧すべり法による安定計算を行った。その結果、盛土底部にブランケットを敷設しておくことによって、水位上昇した場合であっても、安全率の低下が緩和される効果が定量的に把握できるようになった。

#### (2) 調査・点検手法の開発

本目標に対して、土構造物の排水性能の調査技術に関しては、過年度に既設盛土の盛土内水位を把握するための非破壊探査技術の適用性を検討した結果、観測孔による水位モニタリングと同等の精度ないし確実性のある探査技術がないことがわかった。そのため、平成 21 年度は現地踏査でわかった湧水等の痕跡から盛土内水位を推察し、すべり安定性の早見表を参照しながら概略検討を行い、安定性に懸念がある場合には水位モニタリングを実施し、対策として水平排水パイプ打設のみで有効か、その他の対策の併用が必要かの判断を行う手法を提案した。

また、コンクリート中塩分調査箇所選定手法、トンネル変状原因推定法に関しては、平成 19 年度で研究課題としては終了したが、研究成果の公表、成果の普及を引き続き行った。

#### (3) 診断・評価技術

本目標に対して、既設コンクリート道路橋の耐荷性能評価手法に関しては、損傷状況に応じた既設コンクリート道路橋の耐荷性能評価手法を提案することを目的としている。平成 21 年度は、平成 20 年度に行われた促進腐食劣化させた PC はり部材のせん断耐力試験を継続し、腐食劣化を模擬した供試体を複数体作製し、終局時の耐力及び終局時に至るまでのコンクリート及び鋼材の挙動についての実験的検討を行った。

橋全体系の耐荷性能を考慮した状態評価手法に関しては、部材の損傷が橋全体系の構造安全性に重大な影響を与える恐れのある鋼トラス橋に着目し、腐食等による部材の損傷の影響を評価する手法を提案することを目標としている。平成 21 年度は、塩害に伴う著しい腐食欠損の生じた鋼トラス橋を対象として、撤去前に、交通供用下及び荷重車の静的・動的荷重載荷時における挙動計測を行うとともに、同橋の弾性 3 次元 FEM による全体系解析を行い、実測値との比較分析を行った。また、同解析モデルの境界条件等の不確実要因に対する感度分析を行い

耐荷性能評価への影響について検討を行った。

道路橋の診断・対策例ナレッジDBの構築については、高度な診断にあたり必要な情報の共有化と迅速な情報把握、道路管理者への情報提供などが必要であり、橋梁管理システムを構築、管理していくための技術開発を目標としている。平成 21 年度は、平成 20 年度に提案した技術指導事例データベースに案件を蓄積するとともに、データベースに記載する項目を見直し、不足分は追加すると共に、冗長なものは削除した。また、橋梁に不具合が発生した直後の措置判断を支援することおよび将来の維持管理費を含めた LCC 予測精度向上のため、橋梁落橋データベース、重大損傷データベース、長寿命橋梁データベースの構築を新たに行うとともに、過去に技術相談の結果、補修補強がなされたり、もしくは経過観察が行われたりした事例について、フォローアップ調査を行ない、技術指導事例データベースへ登録を行った。

#### (4) 補修・補強技術の開発

本目標に対して、土構造物排水機能回復技術については、過年度に被災事例の多い傾斜地盤上の既設の腹付け盛土を想定し、土槽実験により盛土内に水平排水パイプを打設することによる水位低下の効果を確認した。平成 21 年度はこれをもとに、盛土高・盛土内水位（地山からの湧水供給）・盛土材の土質条件をパラメータとして、水平排水パイプの打設効果に関する円弧すべり法による安定計算を行った。その結果、水位上昇した場合であっても、水平排水パイプを打設することによって、安全率の低下が緩和される効果が定量的に把握できるようになった。

コンクリート補修補強材料の耐久性評価技術については、開発されている様々な工法の合理的な選定のために必要なライフサイクルを通じたコスト評価の基本となる、適用環境に応じた耐久性に関する基礎資料を得るとともに耐久性評価手法をまとめることを目標としている。平成 21 年度は、被覆材の補修効果に大きな影響を与える施工時の温湿度環境について、養生および塗布条件を変化させた材料試験を行い接着強度等への影響を評価した。その結果から、被覆材の信頼性向上のための施工環境評価手法の基礎資料を得た。さらに、塩害及び ASR 対策用表面被覆材、連続繊維シート補強材、表面浸透性保護材等の材料・工法について、これまでに実施してきた長期暴露供試体や補修構造物の調査結果から、各種被覆系工法の供用環境ごとの適用性や耐久性に関する情報を整理するとともに、耐久性向上を目指した被覆材の選定法、施工条件、品質評価法をとりまとめた。

鋼橋防食工の補修技術については、耐候性鋼材、溶融めっき、金属溶射が異常劣化した場合、劣化程度による最適な補修方法（素地調整程度、素地調整方法、補修塗装系、金属溶射など）を明らかにするため、これら防食法を施し劣化させた試験片などを、その劣化程度に応じて素地調整程度と素地調整方法を組み合わせ、塗装および金属溶射で補修した試験片を作成して厳しい腐食環境の沖縄と山間部の朝霧で暴露試験を行っている。平成 21 年度は、暴露 1 年の各種防食工の補修塗装などの防食性能を調査した。その結果、異常劣化した耐候性鋼材の補修を塗装で行ったものは、すでに素地調整程度が低いものには補修塗膜にさび、膨れなどが生じ始めていた。耐候性鋼材が異常劣化し塗装で補修する際に塗装の防食性能を十分に発揮させるための素地調整方法について検討を行った。その結果、耐候性鋼材のさびは普通鋼材のそれと比べて非常に固いためブラストでも十分な素地調整程度を得ることが難しいことが明らかとなった。

また、鋼床版補修補強技術に関しては、平成 19 年度で研究課題としては終了したが、研究成果の公表（共同研究報告書の作成）、成果の普及を引き続き行った。

#### (5) マネジメント技術

本目標に対して、舗装の管理目標設定手法については、管理目標設定の技術的根拠を明らかにするとともに、実情に応じた舗装の管理目標値の設定手法をとりまとめることを目的としている。平成 21 年度は、道路資産保全の視点から、舗装の構造的健全度の把握手法について引き続き検討した。舗装のひび割れの形態・質に着目し、実道におけるそれらと舗装の構造的健全度の関係に関する調査を行った結果、従来のひび割れ率と比較して、ひび割れの延長、交点の数が舗装の構造的健全度をよりの確に評価しうることを把握した。これをもとに、ひび割れに関する新たな指標を提案するとともに、その調査手法の概念を提示した。

舗装の維持修繕手法については、維持工法も含めた効率的な維持修繕手法を提案することを目標としてい

る。平成 21 年度は、舗装走行実験場で各種クラックシール材、パッチング、シールコート等の各種維持工法及び表層、表基層切削オーバーレイ工法について耐久性の確認試験を行った。その結果、クラックシール材の注入時期は亀甲状ひび割れになる前の施工が好ましいこと、クラックシールの材料によってシールの割れ、剥がれによる再発ひび割れの発生に差が生じることを把握した。また、パッチング、シールコート等の維持工法については、切削オーバーレイ工法より耐久性は劣るものの直ちに破損に至らず、軽交通道路の維持修繕工法としての適用可能性が示唆された。

## RESEARCH ON ADVANCEMENT OF MAINTENANCE TECHNOLOGY FOR HIGHWAY STRUCTURES

**Abstract** : Now with the decreasing funds available for new infrastructure because of the falling birthrate and aging society, we need to carry out rational repair and reinforcement that is based on the result of the precision inspection and diagnosis done on damaged highway structures which support our life and economic activities. However, because there are many highway structures under various conditions, we are being asked to make more advances in maintenance technology. To develop the maintenance technology, the following research projects were conducted:

- 1) Improvement of drainage system for road embankments and retaining walls;
- 2) Research on the desalination method for concrete structures deteriorated by salt attack;
- 3) Research on durability of coating system for concrete repair and reinforcement materials;
- 4) A study on repair of steel bridge anti-corrosion methods;
- 5) Research on improvement of fatigue durability for existing orthotropic steel decks
- 6) A study on institution of rational pavement management index;
- 7) A study on maintenance mending technique of efficient pavement;
- 8) Study on selection method for countermeasures against deformation in existing tunnel;
- 9) Study on load-carrying capacity of existing concrete bridges;
- 10) Research on evaluation technique for preventing from fatal damage of existing steel bridges; and
- 11) Developing The Knowledge Database of Structural Diagnosis, Prognosis, and Rehabilitation for Damaged Highway Bridges.

**Key words** : maintenance, bridge, earth structure, tunnel, pavement, management