

## 9. 効率的な道路基盤整備のための設計法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：道路技術研究グループ長 真下英人

研究担当グループ：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）、橋梁  
構造研究グループ

### 1. 研究の必要性

少子高齢化や社会資本ストックの老朽化に伴う維持更新費の増加等により、新たな社会基盤整備に対する投資余力が減少していくことから、品質を確保しつつより効率的に道路基盤を整備していくことが求められている。このため、設計の信頼性と自由度を高め、新技術の開発・活用を容易にする性能規定化や国際的な動向などに対応した道路構造物の設計手法の検討を行い、効率的な道路基盤整備に資する合理的な設計法等の開発を行う必要がある。

### 2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、道路橋について、国際的な動向である信頼性に基づく合理的な設計法の導入に対応して部分係数設計法の開発を行う。また、舗装について、性能規定化に対応して信頼性に基づく理論設計法と、評価法が未整備である性能指標（疲労破壊輪数、すべり抵抗値、騒音値、舗装用バインダ・表層用混合物の供用性等）の評価法の開発を行う。達成目標として以下の項目を設定した。

- (1) 道路橋の部分係数設計法の提案
- (2) 舗装の信頼性に基づく理論設計法、性能評価法の提案

### 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。

- (1) 鋼道路橋の部分係数設計法に関する研究（平成 17～20 年度）
- (2) コンクリート橋の部分係数設計法に関する研究（平成 18～20 年度）
- (3) 道路橋下部構造の部分係数設計法に関する研究（平成 18～20 年度）
- (4) 道路橋の耐震設計における部分係数設計法に関する研究（平成 16～20 年度）
- (5) 舗装構造の理論設計の高度化に関する研究（平成 18～22 年度）
- (6) 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究（平成 18～22 年度）

これらの課題の内、(1)～(4)の課題については、平成 20 年度に終了しており、平成 22 年度は(5)(6)の 2 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平成 22 年度に実施した個別課題の成果は、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、これまでに実施した研究の

成果について要約すると以下のとおりである。

### (1) 道路橋の部分係数設計法の提案

鋼道路橋の部分係数設計法に関しては、部分係数設計法書式に基づく鋼道路橋上部構造の設計法構築のための基礎資料とするため、標準的な橋梁形式である鋼桁橋の主桁フランジの曲げ圧縮強度と曲げ引張強度を対象として、現行設計基準で設計された橋梁の信頼性指標 $\beta$ と、目標信頼性指標 $\beta_T$ に対する抵抗係数の傾向について検討するとともに、抵抗係数の設定までの一連の手順・方法を取りまとめ、抵抗係数の提案を行った。また、得られた抵抗係数を用いて部分係数設計法書式に基づき、鋼桁断面の試設計を行い、現橋との断面諸元、信頼性指標 $\beta$ と比較分析を行った。

コンクリート橋の部分係数設計法に関しては、部分係数設計法を導入した性能照査型の設計方法を確立するため、現行道路橋示方書の照査項目を整理した。また、現行道路橋示方書に基づいて設計された部材の信頼性指標を試算し、設計に用いる荷重組合せが変更となった場合の抵抗係数の値におおよその目安を得た。さらに、耐久性に関する規定を作成する際の参考とするために、はりの持続載荷試験から、コンクリートの乾燥収縮及びクリープが長期的な曲げひび割れ幅の変化に与える影響を把握するとともに、ひび割れを発生させた供試体の暴露試験結果から、ひび割れが耐久性に与える影響を考慮する際にかぶりの大小を勘案することを提案した。

道路橋下部構造の部分係数設計法に関しては、道路橋下部構造の杭基礎に関して、常時及びレベル1 地震時の安定計算に関する検討を行い、杭の水平挙動に関する弾性限界状態における変位を評価し、許容水平変位を提案した。また、直接基礎と杭基礎の群杭全体としての鉛直支持力に着目し、鉛直載荷試験の実測値から、現行の支持力推定式の推定能力を評価して、鉛直支持に関する部分係数を提案した。さらに、杭基礎のレベル1 地震時における杭の部材設計とレベル2 地震時における杭基礎の照査に着目し、信頼性理論の考えに基づいて地盤抵抗及び部材耐力のばらつきを考慮して、その部分係数の提案を行った。

道路橋の耐震設計における部分係数設計法に関しては、部分係数設計法に基づく耐震性能の基本照査式を構築するとともに、現行道路橋示方書を適用した鉄筋コンクリート橋脚を対象として、現行耐震設計基準の耐震信頼性指標の評価を行い、部分係数設計法として提案するために目標信頼性指標に応じた部分係数の値を提案した。また、提案した設計式と抵抗係数をもとに、部分係数法に基づく耐震設計法の骨子をまとめた。

### (2) 舗装の信頼性に基づく理論設計法、性能評価法の提案

舗装構造の理論設計の高度化に関しては、現行のアスファルト舗装の理論設計法の課題として、設計条件の設定が困難なことや、実道の疲労破壊実態との整合性が不明であることが挙げられる。このため、アスファルト混合物および粒状路盤材料の弾性係数を求める試験方法を確立し、材料のばらつきを考慮した構造設計を可能にした。また、車両の走行位置分布や走行速度を考慮することにより、個別の現場条件に応じた構造設計を可能にした。さらに、従来のアスファルト混合物層下面からのひび割れに加え、表面から進行するひび割れも考慮することにより、実態との整合性がとれた構造設計結果が得られるようにした。コンクリート舗装に関しては、現行の設計法により構築されたコンクリート舗装の信頼性が80%以上であることを確認した。また、コンクリート版内に発生する温度分布について地域分類を現行よりも詳細に示し、地域特性を考慮できるようにした。さらに、タイヤ接地半

径と車両走行位置ごとの応力低減度は、現行の設計法で示されている標準値が妥当であること、構造細目については、アスファルト中間層は長寿命化に有効であるが鉄網はひび割れ幅を抑制する効果があまり期待できないことを確認した。

舗装路面の性能評価法の高度化に関しては、既存のFWD（重錘落下式たわみ測定装置）を用いた「疲労破壊輪数」の評価法を最近のデータを追加して検証し、アスファルト舗装については特に見直す必要が無いことを確認するとともに、FWDの検定方法を確立した。また、コンクリート舗装については、「疲労破壊輪数」の性能の確認に使用する曲げ強度を圧縮試験から求める方法を提案した。「平坦性」については、新たに道路利用者の乗り心地を評価できる性能指標として路面プロファイラを用いたIRI（国際ラフネス指数）の評価法と基準値案を提案した。また、「騒音値」については、環境騒音と高い相関がある評価法として、普通タイヤを用いたタイヤ／路面騒音評価法と基準値案を提案した。「すべり抵抗値」については、すべり測定車と相関があり簡便にすべり摩擦係数の測定ができるDFテスターを用いたすべり抵抗測定法と基準値案を提案した。さらに、新たな性能指標として「すり減り値」、「衝撃骨材飛散値」、「ねじり骨材飛散値」の評価法を提案した。

舗装材料に関しては、表層用混合物について供用性状と舗装用バインダの性能を適切に評価できる試験方法として、動的安定度試験（耐流動性）、曲げ試験（耐ひび割れ性）、カンタプロ試験（耐骨材飛散性）、70℃の水浸マーシャル試験（耐水性）、110℃の乾燥劣化後の圧裂試験（供用時の劣化性）を提案し、基準値案を作成した。また、舗装用バインダについて舗装性能に基づき評価する試験方法として、せん断試験（耐流動性）、曲げ試験（耐ひび割れ性）、回転薄膜加熱試験（製造時、耐劣化性）、紫外線照射試験（供用時、耐劣化性）、珪砂を用いた水浸圧裂試験（耐はく離性）を開発し、基準値案を作成した。

## RESEARCH ON IMPROVEMENT OF DESIGN METHODS FOR EFFICIENT CONSTRUCTION OF HIGHWAY INFRASTRUCTURES

**Abstract** : Investment capability for new infrastructures will decrease because of the falling birthrate, population aging, and increasing cost for maintenance and renewal of old infrastructures. Therefore, it is called for constructing highway infrastructures more efficiently with keeping good quality. With this background, design methods are to be improved for raising the reliability and flexibility of design and making it easy to develop and use new technologies for the construction of highway structures. In the research project, a partial factor design method for highway bridges and a theoretical structure design method based on reliability and performance evaluation methods for pavement are being developed.

**Key words** : highway bridge, partial factor design method, pavement, theoretical structure design method, performance evaluation method