

## 15. 社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発

研究期間：平成 23 年度～27 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：橋梁構造研究グループ、材料資源研究グループ（新材料、基礎材料）、地質・地盤研究グループ（土質・振動）、寒地保全技術研究グループ（耐寒材料）、技術開発調整監付（寒地技術推進室）、寒地基礎技術研究グループ（寒地地盤）

### 1. 研究の必要性

人口減少、急激な少子高齢化や社会資本ストックの老朽化・増大に伴う維持更新費の増加等により、新たな社会資本整備に対する投資余力が減少するなか、国民生活の安定や地域経済の活性化のためには、耐久性に優れた社会資本をより効率的・効果的に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、新材料の開発・活用を容易にする性能設計法の導入を促すことにより、効率的・効果的に社会資本の整備が進められるように、性能設計法が確立されていない新しい形式の道路構造（橋梁アプローチ部に人口材料を用いた構造体、連続カルバートなど）や土工構造物の性能評価法の開発を行う必要がある。また、構築時における品質を確保することにより、コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性を向上させる技術の開発を行う必要がある。

### 2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、これまで性能設計法が確立されていない新形式道路構造、土工構造物等の社会資本の性能評価技術および性能向上技術の開発を行う。また、コンクリートおよび土工構造物の施工時の品質を確保する技術、コンクリート構造物および橋梁の耐久性能評価技術などの開発を行う。達成目標として以下の項目を設定した。

- (1) 新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案
- (2) コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性向上技術の開発

### 3. 個別課題の構成

本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) 性能規定化に対応した新形式道路構造の評価技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 土工構造物の管理水準を考慮した性能設計に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) 性能規定に対応したコンクリート構造物の施工品質管理・検査に関する研究（平成 22～26 年度）
- (4) 凍害の各種劣化形態が複合したコンクリート構造物の性能評価法の開発（平成 23～27 年度）
- (5) 鋼橋塗装の性能評価に関する研究（平成 23～27 年度）
- (6) 積雪寒冷地における冬期土工の品質確保に関する研究（平成 23～26 年度）

平成 23 年度はこれらの 6 課題を実施している。

#### 4. 研究の成果

本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 23 年度に実施し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) 新形式道路構造・土工構造物等の社会資本の性能評価・性能向上技術の提案

性能規定化に対応した新形式道路構造の評価技術に関しては、単体のアーチカルバートを対象に応答震度法による解析を行い、ヒンジの有無や地震動特性の違いがアーチカルバートの耐震性能に及ぼす影響を明らかにした。また、橋台背面に発泡スチロール (EPS) を用いた構造の地震時挙動について、加振実験および FEM による再現解析を行うとともに、橋台と土工構造の境界部が気泡混合土あるいは発泡ビーズ混合土からなる構造体について、東北地方太平洋沖地震での被災実態調査を行った。今後は、アーチカルバートが連続した構造を対象とするとともに、橋台等の周辺構造物との離隔などが地震時挙動に与える影響についての検討が必要である。また、橋梁のアプローチ部に人工材料を用いた構造体を対象に、橋台自体の応答を考慮した場合の相互作用の評価、損傷が発生した場合の補修の考え方などについての検討が必要である。

土工構造物の管理水準を考慮した性能設計に関しては、既往の動的遠心模型実験結果の整理を行い、分割壁を有するジオテキスタイル補強土壁の崩壊に至るまでの変形モードを明らかにするとともに、傾斜実験により地震時の補強土壁の荷重－変位関係に及ぼす補強材の長さや盛土の締固めなどの影響を明らかにした。今後は、コンクリート擁壁について、修復性に係る変形モードを明らかにするとともに、補強材の長さや盛土の締固め以外の条件が、修復性に係る変形モードおよび地震時の補強土壁の荷重－変位関係に及ぼす影響についての検討が必要である。

##### (2) コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性向上技術の開発

性能規定に対応したコンクリート構造物の施工品質管理・検査に関しては、供試体を作製し、コンクリート打込み時のスランプ、打込み後のブリーディング、養生温度および養生期間がコンクリートの強度や耐久性などに及ぼす影響を明らかにした。また、出来上がりコンクリートの品質検査技術として透気係数、超音波伝播速度の適用性について検討を行った。今後は、ブリーディング量が多い配合の場合に凍結融解抵抗性が低下する理由、打ち込みの方法等が材料分離に及ぼす影響、寒冷地においてコンクリートの含水状態が各種耐久性に及ぼす影響についての検討が必要である。また、出来上がりコンクリートの検査手法について、吸水性状など新たな試験手法についての検討が必要である。

凍害の各種劣化形態が複合したコンクリート構造物の性能評価法に関しては、気象条件が厳しい北海道山間部（陸別、日高）の道路橋を対象に凍害の程度を調査し、スケーリング・ひび割れが複合化した凍害の現状を把握した。また、室内実験により、スケーリングとひび割れが複合化した凍害の進行性および塩化物イオンの浸透性に及ぼす凍害の影響を把握した。今後は、セメントの種類や乾湿繰り返しなど種々の環境条件が凍害の進行性に及ぼす影響を明らかにするとともに、地域条件（凍害危険度、凍結防止剤など）と耐久性の変化の推移の関係について整理することが必要である。

鋼橋塗装の性能評価に関しては、国内の規格・基準類を中心に調査し、鋼道路橋塗装に求められる

## 15. 社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発

性能と対応する性能評価項目を抽出した。また、抽出した各性能評価項目に対し、現在行われている試験方法・条件等を調査し、整理した。今後は、各性能評価項目に対して現行の試験評価方法をベースとして実際の塗料・塗装系の性能評価を行い、現行の評価方法の改良に向けたデータ収集を行うことが必要である。

積雪寒冷地における冬期土工の品質確保に関しては、施工時期、施工速度を変化させた試験施工を行い、冬期に施工された盛土内に残る凍結部分の影響を調査するとともに、冬期施工の養生条件において固化材により改良される盛土の発現強度を求めた。さらに大型土のうを用いた実験を行い、冬期の寒冷な気候を利用して高含水比土の含水比を低下させる工法の実用化に向けた検討を行った。今後は、凍結が盛土の品質に与える影響について調査を行うことが必要である。

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR IMPROVEMENT IN THE FUNCTION AND DURABILITY OF INFRASTRUCTURES

**Research Period** : FY2001-2005

**Project Leader** : Director of Road Technology Research Group

HIDETO Mashimo

**Research Group** : Bridge and Structure Engineering Research Group, Materials and Resources Research Group (Concrete and Metallic Materials Research Team, Advanced Materials Research Team), Geology and Geotechnical Engineering Research Group (Soil Mechanics and Dynamics Research Team), Cold-Region Maintenance Engineering Research Group (Materials Research Team), Cold-Region Technology Development Coordination(Cold-Region Technology Promotion Division), Cold-Region Construction Engineering Research Group (Geotechnical Research Team)

**Abstract** : Investment capability for new infrastructures will decrease due to the falling birthrate, population aging, and increasing cost for maintenance and renewal of old infrastructures. Therefore, it is required to construct infrastructures more efficiently with keeping sufficient durability. To this end, introduction of the performance-based design method, which is able to raise the reliability and flexibility of design and make it easy to develop and use new technologies and materials, should be promoted and the method to improve the durability of infrastructures should be developed. In this research project, a performance evaluation method for arch culvert structure, highway bridge with artificial material in the back side of its abutment and soil structure are being proposed. In addition a technology to keep the good quality of concrete structure and soil structure at the construction stage and to evaluate the durability performance of concrete structure and highway bridge are being developed.

**Key words** : performance-based design method, durability, arch culvert, bridge abutment, soil structures, concrete structures, highway bridge