

14. 寒冷な自然環境下における構造物の機能維持のための技術開発

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：寒地基礎技術研究グループ長 西本 聡

研究担当グループ：寒地基礎技術研究グループ（寒地構造、寒地地盤）、
寒地保全技術研究グループ（耐寒材料、寒地道路保全）、
寒地水圏研究グループ（寒冷沿岸域、水産土木）、
寒地農業基盤研究グループ（水利基盤）、技術開発調整監付（寒地機械技術）

1. 研究の必要性

気象条件などの厳しい積雪寒冷地における社会資本ストックは、降雪、低温、凍結融解および気候変動等の影響を大きく受けている。特に土木構造物は、その影響による機能低下によって、健全性や耐久性に深刻な問題を生じる場合が多いことから、これらに適切に対処し、その機能を維持することが重要となっている。このため、社会資本ストックを健全な状態で維持管理できる、また、厳しい自然環境や特殊地盤条件下における土木構造物の機能が保持される技術開発が求められている。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、寒冷な自然環境下における社会資本ストックの安全性・機能性を確保するために、土木構造物の戦略的な維持管理を可能とする技術開発を目的とし、とりわけ、凍結融解や塩害の影響を受けるコンクリートの材料と構造物としての機能を維持するための技術、近年の気象変化の影響を受けている道路舗装および沿岸構造物の劣化・損傷対策技術、さらには道路機能を維持する土構造物の安定化に資する技術の開発を研究の範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 寒冷な気象や凍害、流水の作用に起因する構造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発
- (2) 泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土構造物の合理的な維持管理技術の開発
- (3) 積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発

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) 高機能防水システムによる床版劣化防止に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力向上対策に関する研究（平成平成 23～27 年度）
- (3) 農業水利施設の凍害劣化の診断手法と耐久性向上技術に関する研究（平成平成 23～27 年度）
- (4) 泥炭性軟弱地盤における盛土の戦略的維持管理手法に関する研究（平成平成 23～27 年度）
- (5) 融雪水が道路構造に与える影響及び対策に関する研究（平成平成 23～26 年度）
- (6) 海水作用や低温環境に起因する構造物劣化・損傷機構の解明と対策に関する研究（平成平成 23～27 年度）
- (7) 寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術に関する研究（平成平成 23～27 年度）
- (8) 自然環境調和機能を有する寒冷地沿岸施設の維持・管理手法に関する研究（平成平成 23～27 年度）

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の研究成果は、本総括報告書に続く個別課題報告書に取りまとめてあるが、ここでは「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により得られた達成状況（成果）を要約して述べるものである。

(1) 寒冷な気象や凍害、流氷の作用に起因する建造物の劣化に対する評価技術の開発と機能維持向上のための補修・補強・予防保全技術の開発

高機能防水システムによる床版劣化防止に関しては、北海道内において床版防水層の現地調査を実施し、確認された防水層の劣化損傷状況より積雪寒冷地における防水層の機能低下要因等について整理した。さらに、整理した機能低下要因をもとに、防水層施工前の床版上面の処理条件や防水層施工時の温度条件、供用時の凍結融解の繰り返し作用が防水層の接着性に与える影響について実験的に検討した。

凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の評価技術に関しては、北海道内の壁高欄を有する橋梁の現場調査を実施し、全体の約4割に変状があり、車道側の壁高欄基部に劣化が生じやすいという結果を得た。さらに、複合劣化した壁高欄の衝撃載荷実験の実施に向け、RC梁の凍結融解実験を開始し、凍害劣化したコンクリートの各種強度特性および現場で多く観察された基部の劣化を模擬した壁高欄試験体の破壊までの挙動を確認した。

融雪水が舗装体に与える影響に関しては、アメダスデータによる最近の気象状況実態の分析や、室内試験および現地調査を実施し、凍結した舗装内部の水分が融雪期には路盤上面から融解し、含水比の上昇に伴って支持力が低下する様子を確認した。また、ポットホールなどの損傷発生実態を調査した結果、ポットホールの発生の大部分が融雪期に集中しており、もともと疲労クラックなどの劣化が生じている箇所によく発生していることを確認した。

海水の作用や低温環境にさらされる沿岸建造物の劣化機構に関しては、海水と鋼構造物の間に砂が介在することによって生じるアブレシブ摩耗による損耗機構について調査した。ほぼ腐食の影響を無視できるSUSと純氷との間に砂を介したアブレシブ摩耗に関する基本的な要素試験を実施した結果、その損耗率は、過去に実施した炭素鋼の腐食による損耗量と同等以上に大きく、アブレシブ摩耗が無視できない劣化機構の一つであることを確認した。

水中建造物内部の劣化・損傷状況の探査および可視化技術に関しては、コンクリートや鋼矢板を透過可能な超音波によるパラメトリック送信技術を使い、建造物の内部状況探査試験を実施し、その有効性を確認した。また、沿岸施設に影響を及ぼす海水形状の調査技術については、港内にある海水の形状・挙動を陸上から効率的に計測する方法として、超音波計測機器を使用した計測試験を実施し、海水下面の凸凹形状を3次元データで取得できることを確認した。

(2) 泥炭性軟弱地盤の長期沈下予測法を活用した土建造物の合理的な維持管理技術の開発

泥炭性軟弱地盤における盛土の維持管理技術に関しては、泥炭性軟弱地盤の特異な性質を考慮した長期沈下解析を行い、地盤を過圧密にすることによって長期沈下を抑制する技術の可能性を明らかにした。さらに、新しい対策工法の確立を目指して、二次元熱伝導解析によりセメント改良地盤に生じる低温域の再現を行い、冬期にセメントを用いた中層混合処理工法などを確実に施工するため、温度緩衝材としての覆土の適用性を明らかにした。

(3) 積雪寒冷地における農業水利施設と自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術の開発

開水路の凍害劣化の診断技術に関しては、凍害劣化部における温度変化と凍結融解作用時の融雪水の影響を確認した。また、超音波法による凍害劣化深さの推定手法に関する検討を行った。開水路の維持管理技術に関しては、現地試験施工区間での各種補修工法の耐久性評価を行い、寒冷地における適用性を確認するとともに、施工後の表面被覆材が受ける劣化外力を再現することを目的とした凍結融解試験方法を開発した。

自然環境調和機能を有する沿岸施設の維持管理技術に関しては、現状分析および機能低下の原因分析を行った結果、水温上昇に伴い高密度に分布するウニによる食害が顕著であると考えられた。また、自然環境調和機能を回復させる対策として、既存の背後小段部を嵩上げすることにより、流速を上げてウニの食害を防止し、海藻繁茂に適した環境にする提案を行った。この提案により、藻場回復の実証試験が開始され、対策の効果が発現しつつあることが確認された。

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT FOR MAINTAINING FUNCTIONS OF STRUCTURES IN COLD ENVIRONMENTS

Research Period : FY2011-2015

Project Leader : Director of Cold-Region Construction Engineering Research Group

Research Group : Cold-Region Construction Engineering Research Group

(Structures, Geotechnical)

Maintenance Engineering Research Group (Materials, Road Maintenance)

Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research
Group (Port and Coast, Fisheries Engineering)

Cold-Region Agricultural Development Research Group

(Irrigation and Drainage Facilities)

Cold-Region Technology Development Coordination (Machinery Technology)

Abstract : Infrastructures in cold and snowy regions are subjected to snowfalls, low temperatures, repeated freezing and thawing, and climate changes. Especially, civil engineering structures that have functionally declined as a result of that exposure are likely to have serious problems with soundness and durability. It is important to address such functional decline and maintain the original performance of the structure. There is particular need to develop technology to maintain the performance of concrete materials and the concrete itself as a structure in cold and snowy regions affected by frost and salt damage, countermeasures against deterioration and damage in asphalt pavements and coastal structures affected by the recent abnormal weather and climate changes, and technologies contributing to the stabilization of earth structures that maintain the road function. In this research, we are conducting various verification tests and on-site field investigation/demonstration tests to develop the following technologies necessary towards maintaining the function of civil engineering structures in cold environments.

(1) Development of deterioration assessment techniques for road structures and coastal structures resulting from cold climates, frost damage and sea ice action, and development of repair, reinforcement and preventive maintenance technologies for maintaining and improving performance

(2) Development of rational maintenance and management technologies for earth structures, utilizing the long-term settlement prediction method of peaty soft ground

(3) Development of maintenance and management technologies for irrigation and drainage infrastructure and coastal infrastructure in cold and snowy regions

Keywords : cold and snowy regions, civil engineering structures, frost damage, maintenance management, durability evaluation