

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、低温、降雪、凍結融解、気候変動および低温地域に分布する特殊土地盤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、流氷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 23～27 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いるが、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 26 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

高機能防水システムによる床版劣化防止に関しては、せん断接着特性を種々に変化させた舗装、防水層および床版コンクリートからなる構造体のランダムホイールトラッキング試験を実施し、舗装の流動特性に着目した接着特性の評価方法や新たな規格値の策定について検討を行った。その結果、基本的な性能評価試験であるせん断試験による実交通荷重の載荷条件に即した防水層の性能評価、ならびに、交通量に応じた防水層の選定が可能になることが示唆された。

凍害・塩害の複合劣化を受けた壁高欄の衝撃耐荷力の診断技術に関しては、複合劣化の進行過程に着目し、外観上の劣化パターン毎にコンクリートと鉄筋の劣化状況を整理し、各材料の劣化程度を表す指標を提案した。そして、第三者に被害を及ぼす恐れのあるコンクリートの浮きが発生するときのコンクリートの劣化程度は、他の外観上の劣化パターンが生じる場合の劣化程度と異なることを示した。

融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発に関しては、融雪水や凍結融解作用など厳しい環境条件下で使用するポットホール補修材料の性能を評価する室内試験手法を提案した。また、融雪水の影響を考慮した舗装構造と設計手法の提案に関して、ジオシンセティックスを活用した遮水および排水構造についてとりまとめた。中長期の影響と効果予測について、ひび割れ率と融雪期のポットホール発生量のパフォーマンスカーブを設定した。

海水の作用や低温環境に曝される沿岸構造物の劣化機構に関しては、海水と防食被覆鋼材（ウレタンエラストマー被覆）のすべり摩耗試験等を主に実施し、氷の摩擦による防食被覆の損耗率はSS400/SUS304より1桁大きい事、砂粒子を含む氷によるアブレシブ摩耗率はSS400/SUS304の倍程度である事、粒径依存性は小さい事、等が分かった。また、水温変化が腐食速度に与える影響を理論によって調べ、D0飽和度が大きい氷海域の腐食速度の方が大きい場合もあり得ることを示した。さらに、安価な犠牲鋼板による補修/対策を想定した暴露試験を実施し、その有望性を確認した。

水中構造物内部の劣化・損傷状況探査および可視化技術については、改良したパラメトリックプローブを用いて試験を実施した。寒地土木研究所内の2次元造波水路における試験では、パラメトリックプローブから送信する音波が鋼矢板を透過し、背後のターゲットまでの距離を計測できることを確認した。また実海域試験では、岸壁内部からの反射層を検出できることを確認した。音響計測技術を利用した沿岸施設に近づく海水の計測技術については、これまでの計測作業やデータをもとに計測装置の設置・計測条件を整理した。

(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

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、泥炭性軟弱地盤上の盛土の補修実態調査および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、EPS置換えによって地盤を過圧密することで残留沈下を抑制する技術の効果を確認するとともに、EPS置換え厚さや施工時期が残留沈下の抑制効果に与える影響を明らかにした。さらに、新しい対策工法の確立を目指して、冬期中層混合処理工法などを確実に施工するための覆土の適用性を明らかにしたほか、経済的な「低改良率地盤改良+砕石マット併用工法」の改良効果を現場計測およびFEM解析を行って把握した。

(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

寒冷地における農業水利施設の維持管理技術の開発では、機械インピーダンス法による表面被覆材の浮き・剥離の検出手法に関する検討を行った。浮き・剥離を模擬した供試体による打撃実験、供用されているコンクリート開水路での調査より、その有効性が確認された。さらに、凍害劣化により変状を生じた開水路においても低下した性能の回復・向上が可能な開水路の更生工法の開発を進めている。北海道内および岩手県内において試験施工を行い、当該区間においてモニタリング調査を継続実施している。本工法の完成度を高めるべく、今後更なる検証を加える予定である。

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、施設の維持管理手法の導入を目的に、生物学的指標の観点から藻場創出機能の機能保全を評価する手法を提案した。本診断手法を用いてモデルケースについて現地検証したところ、施設改良前は機能低下が生じていたものが、要因特定（詳細調査）と対策検討により改良された後には、機能が回復された診断結果となり、藻場創出機能の回復を適正に評価できるなど、提案した診断手法が妥当であることを確認した。

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