

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 聰

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 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 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 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 23～26 年度）
- (6) 海氷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 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 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 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 25 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、舗装、床版防水層およびコンクリートからなる供試体を用いた小型輪荷重走行試験を実施し、わだち掘れの大きさと防水層の変形特性には強い相関があり、舗装の維持修繕の目標値に相当する鉛直変位が発生しても付着が切れない材料も確認した。また、舗装下端の水平方向への変位は、防水層内でせん断変形が発生するモードと、舗装との界面がずれるモードに大別されることを確認した。

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、劣化程度と衝撃耐荷力の関係の整理を行うため、RC 梁の衝撃載荷実験と実壁高欄から切り出した梁型供試体の曲げ載荷試験を実施した。その結果、凍害劣化度と衝撃耐荷力の関係を把握するとともに、外見上著しい剥落や広範囲での浮きがみられる実壁高欄が、当初の設計と同等またはそれ以上の耐力を有していることを確認した。

融雪水が舗装体に与える影響に関しては、融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発として、現道においてポットホール補修材料の耐久性評価調査を実施した。その結果、常温混合物を用いる場合は全天候型を使用することが望ましく、プラントが近傍にあるなど融雪期でも加熱混合物の入手・施工が可能な場合には加熱混合物の使用を検討することを提案した。さらに、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、道路舗装の耐久性向上にむけて留意すべき事項をハンドブックにとりまとめた。

海氷の作用や低温環境にさらされる沿岸構造物の劣化機構に関しては、特に海氷の摩擦による鋼材の機械摩耗に着目してすべり摩耗試験を行い、摩耗量が砂の粒径や量に依存せず、微小で微量な砂でも切削能力を有することが明らかとなった。このことは、自然海水を用いた実験からも実証された。また、鋼材の腐食に関する水槽実験より、その腐食速度は水温が高い程が大きくなるというわけではなく、むしろ低温側でやや大きくなり、反応速度と酸素拡散との兼ね合いから、水温変化が腐食速度に与える影響が複雑であることを確認した。

水中構造物内部の空洞探査技術の開発については、パラメトリック送信技術を活用した探査装置の改良および現場適合性試験を実施した。海水計測技術の開発については、電動回転装置を用いた海氷下面計測装置の現場適合性試験を実施し、装置の適用範囲を確認した。

(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長期沈下を抑制する技術の効果を明らかにした。さらに、新しい対策工法の確立を目指して、冬季に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+碎石マット併用工法」の改良効果を把握した。

(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

開水路の凍害診断技術の開発では、機械インピーダンス法による側壁の内部変状の検出手法に関する検討を行った。また、開水路より切断採取した試験体において、超音波法、X 線 CT 法、蛍光エポキシ樹脂含浸法による凍害劣化深さの特定手法に関する検討を行った。これらの開発した凍害診断技術を用いた「開水路の凍害診断マニュアル（案）」の作成を進めている。維持管理技術の開発では、過年度に開発した背面吸水式凍結融解試験において試験条件を確認し、その最適化を行うとともに、本試験方法を用いた各種表面保護工法の凍結融解作用時の付着性の評価を行った。

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の一つであるウニの食害による藻場消失を判断するための手法を提案した。また、施設の維持・管理手法（施設改良、食害対策）を提案し事業化につなげるとともに、現地実証試験によりその有効性を確認した。さらに、自然環境調和機能の確認のための評価要素を抽出し、藻場創出機能に関する診断方法の検討を行った。

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