

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 24 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、床版防水層の現地調査及びコア採取試験を実施し、防水層材料によって劣化損傷程度が大きく異なることなどを確認した。また、損傷事例の多い箇所（伸縮装置近傍等）を想定して、浸水状態における構造体（舗装+防水層+床版）試験体に対するせん断疲労試験を実施し、乾燥状態と比較して性能低下する傾向があることを確認した。

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、劣化した RC 梁の衝撃試験等により、劣化が衝撃耐荷力に与える影響を定量的に評価するためのデータを収集した。また、複合劣化した実壁高欄について、目視調査や超音波測定等による劣化調査および载荷試験を行い、補修・補強要否の点検・診断時の判断材料となる劣化程度と耐荷性能の関係について検討した。

融雪水が舗装体に与える影響に関しては、路盤の上面側および路床の上面側の含水比が融解期に上昇して支持力が低下する様子を確認し、さらに、ひび割れからは融雪水が容易に浸透することを確認した。ひび割れから浸入した融雪水が、凍結融解などを繰り返しながら舗装体に及ぼす具体的な影響を整理し、損傷発生メカニズムについても整理した。また、融雪期のポットホール発生リスクが高い条件を明確にし、補修対策に関して検討した。

海水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、室内すべり摩耗試験より、海水中の砂によるアブレシブ摩耗と腐食が同時に進行する摩耗率は、各現象を単純に足し合わせる以上に大きく相乗効果があること、また、低温環境下における海水温と気温の温度差腐食に関する基礎実験により、水温より気温が低い場合、温度差による腐食促進の関与は小さいことを明らかにした。さらに、オホーツク海での鋼板(SS400)暴露試験結果から、通常海域の数倍の腐食速度であることなどが推察された。

水中構造物内部の劣化・損傷状況の探査および可視化技術に関しては、開発中の音響プローブについて音響透過試験を行い、超音波が厚さ 70mm のコンクリート板を透過することが確認できたが、減衰が大きいこともわかり、出力や送波方式について検討を行っている。海水下面計測試験では、パンチルト装置により一定速度での回転計測を行い、密度が均一なデータを取得し、海水下面の凸凹形状、移動距離、速度等を把握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、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った結果、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

開水路の凍害劣化診断技術に関しては、超音波法による凍害劣化深さの推定手法、ならびに衝撃弾性波法、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適用性の検証を進めた。また、開水路の維持管理技術に関しては、開水路において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、各種補修材料を用いた確認試験により本試験方法の劣化促進能力を確認した。

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に基づき、同機能を回復させる対策として、既存背後小段の嵩上げ改良による施設整備、海中林による海藻増殖とウニへの餌料供給、ウニ除去（密度管理）、侵入防止フェンス設置による藻場回復を立案した。さらに、これら対策を評価する手法について提案した。

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