

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：高速道路の災害対策の強化ための維持管理システムの開発とその検証実験

研究代表者：長岡技術科学大学工学部 准教授 中村 文則

共同研究者：長岡技術科学大学工学部 教授 下村 匠

はじめに

沿岸部に設置されたコンクリート構造物では、海域から発生した飛来塩分などの環境作用により、構造物の長期耐久性が低下するため問題となっている。そのような問題を解決するためには、構造物周辺の環境作用を予測できるようにすることが重要である。

1. 研究の目的

本研究では、高速道路の災害防止対策の一つとして高速道路の維持管理技術を高度化することを目的として、構造物外部・表面に作用する環境条件をリアルタイムで予測できる高速道路（橋梁）の維持管理システムの開発を行った。最終的に、構造物外部の環境作用からそのコンクリート内部の劣化現象を予測できるようにすることを目指した研究である。

2. 維持管理システムの構築

2-1 システムの全体構成

図-1 に維持管理システム全体の概要を示す。図に示すように、本システムは、1) 観測データの自動取得、2) 予測モデルを利用した構造物外部の環境作用の予測、3) 予測結果の時空間的な管理の 3 つのシステムを統合したものである。構造物外部の環境作用をほぼリアルタイムで予測し、その結果を時空間的に管理する構成である。

2-2 各システムの構築方法

気象・波浪条件の取得は、気象ステーションや公開されている観測データを定期的に取り得し、サーバーパソコン内に自動で保存する仕組みとした。構造物外部の環境作用は、波浪、風況、降雨、日射、日射に伴う表面・内部温度、飛来塩分の発生・輸送現象を対象に予測した。予測解析の一部は、計算の高速化のために事前に計算を実施する方法とした。

環境作用の予測結果は、仮想空間技術を利用

することで時空間的に管理できるようにした。仮想空間は、UAV を用いた写真測量と 3 次元レーザー測量の結果を使用して、実空間と同様の 3 次元数値空間から構築した。

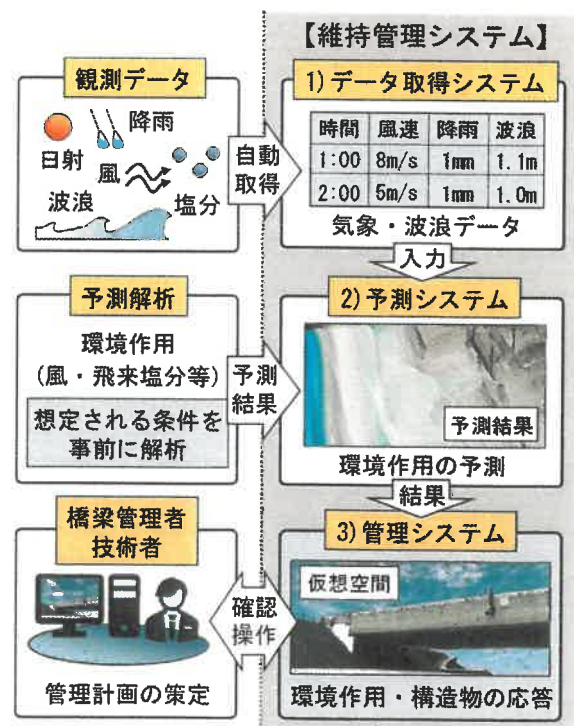


図-1 システムの全体構成

3. コンクリート構造物模型を対象とした予測解析

維持管理システムの構築とその妥当性を検証するために、長岡技術科学大学(屋外実験場)に設置されているコンクリート構造物模型を対象に予測解析を行った。対象とした模型は、橋桁の側面部の形状を模擬した鉄筋コンクリート製の模型である。模型の寸法は、高さ 2.2m、幅 1.6m、奥行 1.8m である。予測解析の期間は 2020 年 9 月から 2021 年 12 月であり、予測時間間隔は 1 時間間隔である。

図-2 は、維持管理システム内に構築した仮想空間である。この空間内は、自由に移動できるとともに、構造物各部位を詳細に確認できるようになっている。図-3 は、模型周辺の環境作用の予測結果を仮想空間内で可視化したものである。図から、日射による影およびそれに応じた表面温度分布、風況、降雨の作用が予測できていることがわかる。これらの結果は、降雨作用の結果で予測精度が低下する傾向が見られたが、その他の現象では実測結果と一致する結果であった。また、仮想空間を利用することで、予測結果を時空間的に管理できることが明らかになった。



図-2 構築した仮想空間(屋外実験場)

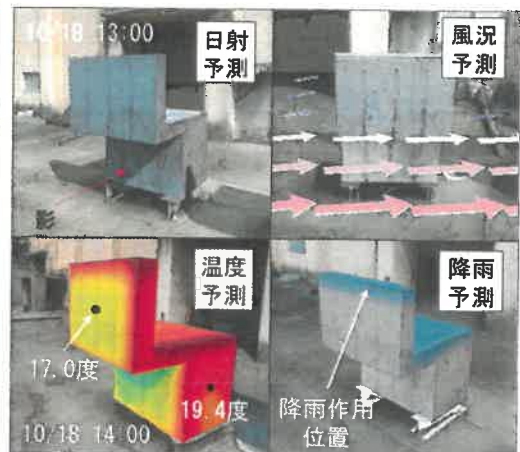


図-3 環境作用の予測結果

4. 維持管理システムの実構造物への実装

維持管理システムの実構造物への適用性を検討するために、沿岸部に設置されている実橋梁への実装を行った。環境作用の予測項目は、風況・波浪、飛来塩分、日射である。予測解析の期間は、2001 年 11 月 1 日～2020 年 12 月 31 日であり、1 時間間隔で予測を実施した。図-4 は、2017 年 3 月 3 日 14:00 の風況および飛来塩分の予測結果である。図の矢印が風況、平面的なカラー分布が飛来塩分量の値である。図から、仮想空間内で実構造物周辺の風況および飛来塩分量の空間分布を予測できていることがわかる。また、予測モデルの一部の解析を事前に実施することにより、構造物の各部位周辺の環境作用をほぼリアルタイムで予測できることが示された。



図-4 風況と飛来塩分の予測結果

5. まとめ

本研究の結果から、開発した維持管理システムでコンクリート構造物外部に作用する環境条件をリアルタイムで予測できることが明らかになった。さらに、環境作用の予測結果は、実空間で実施した実測結果をおおむね再現できていることが示された。