

GIS を用いた首都高速道路羽田線におけるコンクリート構造部の塩害被害予測

H10201 石田 博貴

指導教員 安納 住子

1. 背景

高度経済成長期には多くのコンクリート構造物が造られ、現存している構造物は劣化が著しいため、トンネル天井落下事故や、落橋事故が全国において発生し、問題となっている。その中でもコンクリート構造部の塩害による劣化は著しく、沿岸部に存在する構造物の維持管理が必要となっている。

日本全国において維持管理計画が開始されているが、維持管理の対象の構造物が多く、各自治体で管理しなければならないため、地方などにおける人員不足により、進捗の停滞が予想されている。

これらの諸問題に対応するには、少人数で効率的に維持管理を可能とする意思決定ツールの開発が必要である。

2. 目的

本研究では、地理情報システム (Geographic Information System: 以下 GIS) を応用し、首都高速道路羽田線 (以下羽田線) におけるコンクリート構造物の塩害に影響を及ぼす地理的要因・気候条件を明らかにすることにより、コンクリート構造物の塩害被害の予測を行う。

3. 研究方法

3-1. 研究対象

羽田線は東京都港区浜崎橋 JCT から分岐し、羽田出入口まで全長 14km の区間である。羽田線は 1963 年～1966 年に、東京オリンピック開催に伴い、建設された道路であり、近年様々な被害が確認されており、沿岸部に立地する羽田線のコンクリート構造部において、塩害の劣化が著しい。今回はその中の芝浦出入口から羽田出入口までの区間を対象とした。

3-2. 研究の流れ

塩害は沿岸部において、塩化ナトリウムを含有する風がコンクリート構造部に吹き付け、その後鉄筋まで浸透し、鉄筋が腐食するため、地理的要因・気候条件が要因となる。そこで、地理的要因には海岸からの距離を要因とし、気候条件には羽田線及び周辺建物の高さ、風向を要因としたそれぞれのデータを収集し、GIS に統合し、その後空間分析により得られたデータを空間統計解析することにより、塩害被害予測を行った。

各解析を始める前にまず、(株)首都高速道路から竣

工図を入手し、羽田線を GIS で用いてデジタル化を行った。羽田線の高さは竣工図上で 20m 毎に与えられていたため、20m 毎にポリゴンを作成し、高さデータを入力、594 個のポリゴンからなる羽田線を作成した。また、塩害はコンクリート構造部において発生するため、竣工図から羽田線中のコンクリート構造部は塩害の可能性があるとし、コンクリート構造部のみを抽出した。デジタル化したデータを用いて、以下のように空間分析した。

3-3. 地理的要因

コンクリート標準示方書には、海岸からの距離に応じて表面における塩化物イオン濃度が変わるとしており、海岸よりそれぞれ 100m・250m・500m・1000m の順で濃度が薄くなり、1000m を超過している場合には塩害の可能性を考えないとしているため、本研究でも採用した。海岸線は国土地理院基盤地図情報の海岸線データを用い、範囲毎に塩害の可能性を考え、1(1000m 超過)・2(1000m 以内)・3(500m 以内)・4(250m 以内)とした。100m 以内は無かったため、対象から外している。

3-4. 気候条件

気候条件には風向を要因とし、気象庁統計情報より羽田における風向データ (1993～2010 年間の平均) を用いた。

3-4-1. 風防となる建物の解析

もし羽田線周辺建物が、羽田線よりも高い場合、風防となるため、塩害の発生は無いと考えられ、羽田線高さデータ、羽田線周辺の建物高さデータが必要となる。羽田線周辺の建物の高さは、先ず現地調査にて、羽田線周辺の建物の階数を調べ、一般的な建築の階高は、3～4m となっているため、本研究では 3m を採用し、階数に 3m を掛け、建物の高さとした。以上 2 つのデータを用いて、羽田線から 50m 以内に存在する周辺の建物をポリゴン毎に抽出し、羽田線よりも高く、尚且つ両側にある場合に、「風防となる」とし、それ以外の場合を「風防とならない」と分類した。

3-4-2. 風向に関する解析

羽田線の方角と羽田地点における風向より、建物が障害物になり得るかを調べた。気象庁統計情報データは風向のデータであり、9 月～1 月には北風が吹き、4 月～8 月は南風が吹いている事が明らかになっ

ている。仮に羽田線が南北に通っているならば、障害物の有無に関わらず風は当たる事になる。データ中の風向は、16 個の方角に分かれており、北を $0/360^{\circ}$ 、南を 180° とした時、各方角の角度は 22.5° となる。時計回りを正とし、方角が北と判定されるには $337.5^{\circ} \sim 22.5^{\circ}$ 以内、南が $157.5^{\circ} \sim 202.5^{\circ}$ 以内となり、いずれかの角度以内であれば、風が当たるとし、それぞれ「風が当たらない」・「風が当たる」と分類した。

3-5. 数量化Ⅱ類を用いた解析

集計した結果を、立地を 1～4、風防、風向を 0 (風が当たらない)・1 (風が当たる) とダミー変数とし、3 つの変数を組み合わせた条件から、外的基準を決定した。風防・風向が 0 の場合において 1 (被害無し) とし、風向が 1 としている場合、風防が 0 でも風が当たると考え、2 (被害あり) と分類した。これら 3 つの指標によって、数量化Ⅱ類に基づき、その判断を試みた。

4. 結果

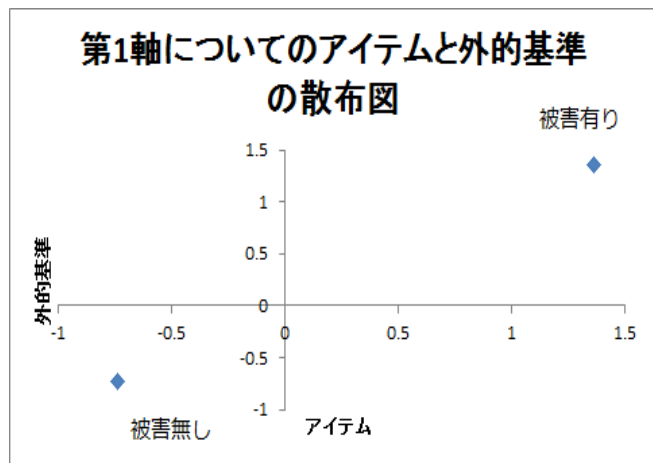


図 1. 数量化Ⅱ類による判別(散布図)

図 1 は、数量化Ⅱ類の結果である。結果から、被害予測と外的基準の判別は一致しているため、3 つの変数から塩害被害の判別の予測が可能であるという事が明らかになった。

また図 2 は、羽田線・羽田線周辺の建物を ArcGIS ArcScene で 3 次元化を行い、被害予測の結果を統合したものである。図中の丸で示した部分では、建物に囲まれている箇所は「被害無し」と出ており、地域差が見えることから、同様に判別できていると言える。

5. 考察

本研究では、空間統計解析を行い、理論的に塩害被害の判別を予測する手法を明らかにし、地理的条件・気候条件から予測の判別が可能である事を証明したと考えられる。

実際に被害状況を確認するため、図 2 中で被害有り と判別され、海岸から 250m 以内に立地している箇所を調査した。図 3 が指定個所のコンクリート構造部

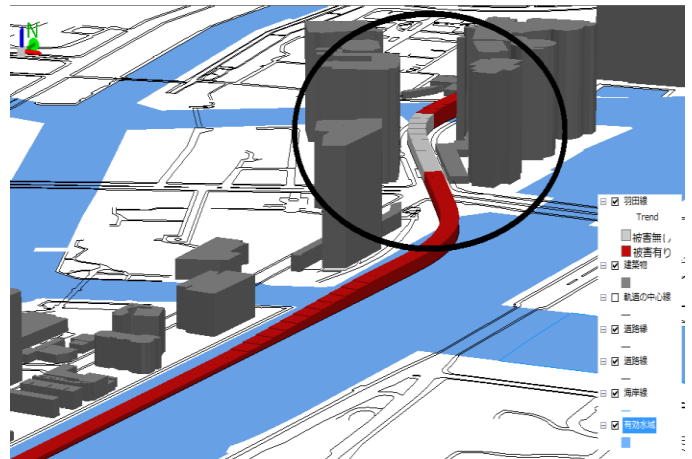


図 2.3 次元化した塩害被害予測の結果



図 3. 現地調査時の写真

であり、高架の裏側を撮影した写真であるが、コンクリート部分には、多くの補修跡が確認でき、実際に被害を確認する事ができた。

風向のデータは、AQUA/AMSR-E の海上風速データを用いるために衛星データを JAXA より入手し、ERDAS IMAGINE にて解析を行った。スケールパラメーターを用いる事により、風速 (m/s) を算出し、GIS に統合し対象領域周辺のデータを分析したが、対象領域内でデータが無かったため、利用できなかった。

建物の高さに関して、精度を高めるために、人工衛星からレーザー測量を可能とする、LIDAR データを用い、また風向は ArcGIS で風況シミュレーションを用いる事で、より精密に被害予測を行う事で精度を高める事が出来ると考えられる。

6. まとめ

本研究にて、塩害被害の判別を予測する事が可能と判明したため、今後は塩害被害予測を可能とする、システムツールの構築を行っていく事が今後の課題である。維持管理を効率的に進める事が可能となるツールになり、また、新規構造物に対しても塩害対策を施すべきか、否かも予測できると期待できる。