

様式－４②

報告書の要約

指定課題に申請する場合は、右欄に『指定』と記入して下さい。

助成番号 平成 年 月 日付 第 一	研究開発テーマ名		空間的進展過程を考慮した 剥離・剥落発生モデルの構築	
	助成研究者	ふりがな 氏名	貝戸 清之 印	
		所属	大阪大学大学院 工学研究科	

かぶりコンクリートの剥離・剥落の発生は、コンクリート構造物における代表的な劣化事象であり、構造安全性および第三者被害の観点から実現象に応じた発生リスクの評価を行い、適切に対応することが必要となる。本研究では、ある箇所でのかぶりコンクリートの剥離・剥落発生が隣接する他の箇所の剥離・剥落発生に及ぼすような空間的連鎖性に着目する。本研究では、このような劣化事象の空間的連鎖性を、空間的確率伝播として考慮した空間的依存型のハザードモデルを開発した。さらに、本開発モデルを実際の鉄道高架橋 RC 高欄の実態調査データへ適用し、空間的連鎖性が剥離・剥落発生に及ぼす影響を定量的に明らかにした。以下に、本研究の概要を示す。

鉄筋腐食は、かぶりコンクリート厚や鉄筋径、初期塩化物イオン濃度といった影響因子によって進展度合いが変化するため、対象とする高欄内においても、部分的に鉄筋の腐食深さが異なると考えられる。そのため、剥離・剥落が発生した箇所では鉄筋の腐食が進展しており、当該箇所の付近では剥離・剥落発生確率が增大すると考えられるが、既往の研究においては、上述の現象を考慮した事例はない。本研究では、このような鉄筋腐食による剥離・剥落発生確率の増大を空間的連鎖性として考慮する。空間的連鎖性を実測データから推計する方法論は地球統計学分野において発展してきた空間統計学、および地域科学分野において発展してきた空間計量経済学の、2つの潮流が存在する。特に、空間計量経済学では現象の空間的な相関性の取り扱いについて、システム自体の空間的相関を表す空間ラグモデルと外力などのシステムへの入力 of 空間的相関を表す空間誤差モデルに分けて考えることが可能である。それらのモデルは空間自己回帰型モデルとして整理されている。一方で、剥離・剥落をはじめとした構造物の劣化事象に対してこれらの方法論を応用した事例はほとんど存在しない。本研究では、到着率の時間依存性を考慮したようなワイブルハザードモデルを採用した上で、上述の空間自己回帰が鉛直方向と水平方向により異なるような異方性空間自己回帰を考え、鉄筋腐食による剥離・剥落発生数の空間的連鎖性を表現した、空間依存型のハザードモデルを開発した。

本研究では過去に剥離・剥落の評価法として提案されたメッシュ分割法を前提とする。メッシュ分割法は図-1 に示すようにコンクリート表面を任意メッシュに分割し、メッシュごとに劣化事象を評価する方法である。過去に提案されたメッシュ分割法に基づく剥離・剥落発生予測モデルは、各メッシュの剥離・剥落発生は互いに独立で相関性はないものと仮定していた。一方で、剥離・剥落の発生はその物理的・化学的特性から空間的に独立とは言い難く、剥離・剥落発生メッシュに隣接するメッシュでは剥離・剥落が通常よりも発生しやすくなる空間的連鎖性が存在すると考えられる。図-1 左には、ある時点でのコンクリート表面の剥離・剥落状況を示している。さらに時間経過によって、コンクリート表面の状況が図-1 右のように変化した場合を考える。このとき、図中に黄色で示すメッシュは空間的に独立に発生した剥離・剥落であり、過去の研究でその影響因子と統計的ハザードモデルによる発生予測法が検討されてきた。一方で図中に赤色で示すメッシュは、近傍で以前に剥離・剥落しているメッシュの影響を受けてその後発生した剥離・剥落である。本研

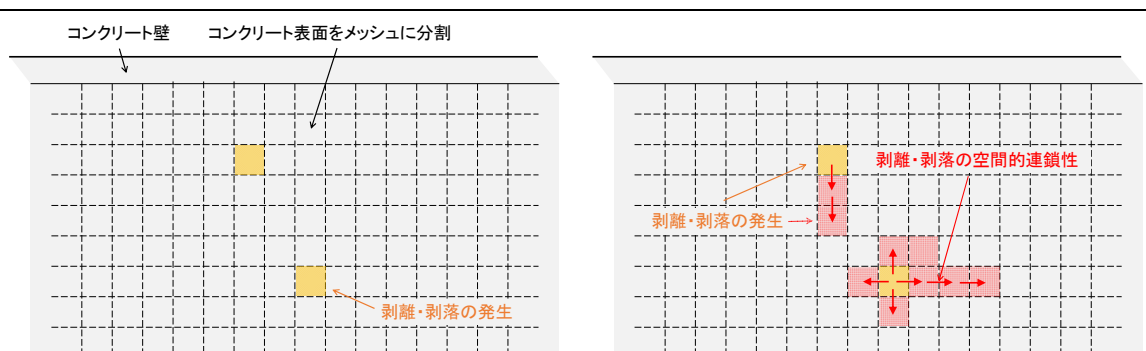


図-1 メッシュ分割と剥離・剥落評価

究では図-1 右に赤矢印で示す近接メッシュへの剥離・剥落の発生の空間的連鎖の影響を、空間的確率伝播として空間統計モデルにより表現する。具体的には、時間の経過とともに鉄筋が腐食し、剥離・剥落発生数が増大する現象を、ワイブル劣化ハザードモデルを用いて表現し、その後、鉄筋腐食により部分的に剥離・剥落発生数が増大する現象を、空間的な連鎖性としてワイブル劣化ハザードモデルに組み込んだ、空間的ワイブル劣化ハザードモデルを開発した。また、本モデルの推計は、マルコフ連鎖モンテカルロ法を援用したベイズ推計によって行った。最後に、実態調査データへの適用を通じて、空間的連鎖性の有効性を実証的に検証した。分析の結果、対象とする高欄では、剥離・剥落発生過程において、鉛直方向の空間的連鎖性が確認された。また本モデルでは、図-2 のように、将来的な剥離・剥落発生を予測することが可能である。

本研究で提案されたモデルを利用することで、現存するコンクリート構造物における今後の剥離・剥落の発生数のみならず発生箇所や時期の予測が可能となる。これにより劣化状況に応じた補修工法・時期の選択へと議論を進めることが可能となる。

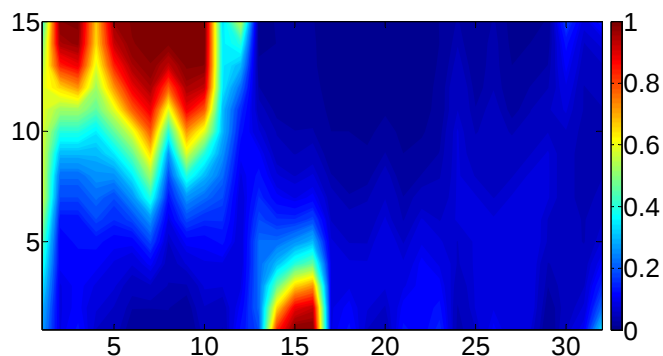


図-2 剥離・剥落発生の将来予測