

三次元 CIM データを用いた飛来塩分検討（橋梁長寿命化に向けて）

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○山本智弘, 谷直彦, 矢口昂史
 関西大学 鶴田浩章, 上田尚史

1. はじめに

近年、道路橋等のインフラ構造物の高齢化が進み、それらの維持管理が社会的課題となっている。ようやく、定期点検に基づく長寿命化修繕計画¹⁾等により予防保全の仕組みが整いつつあるものの、今後、維持管理を実行するための財源や従事する産官学の専門技術者数は減少する傾向にあると予想される²⁾。また、近年 ICT の急速な進歩に伴い、BIM/CIM の導入が推進されつつあり、国土交通省では「i-Construction」が推進されている。その主たる活用方法は、従来の二次元から三次元へのデータ形式の移行と、三次元データを用いて調査、設計、施工、維持管理と一元管理することである。これらを踏まえ、橋梁の劣化損傷に影響を与える一要素である飛来塩分に着目して、三次元データを用いたシミュレーション解析を行い、維持管理を最低限に抑制した橋、いわゆる「メンテナンススモール橋」の開発に繋げることを目的とする。

2. 解析条件（飛来塩分の付着シミュレーション）

比較的小規模となる市町村管理道で定期点検の効率化が望まれている状況を考慮して、橋長 15m 以下の中小橋梁を主たる対象として検討を行った。劣化損傷の題材は、コンクリート橋において主たる劣化現象である塩害を選定した。三次元データを活用した飛来塩分シミュレーション結果に基づき塩分が堆積しやすい箇所を特定し、設計時に適切な対策を施し、橋梁の長寿命化および LCC の最小化を図る。

検討フローを図-1に示す。まず二次元の飛来塩分シミュレーションを行い、影響要因【流速・乱流、仰角等】が塩分粒子分布に対して及ぼす影響の把握を行い、地覆部の付着量が最も多いことを確認した。その後、図-2、図-3に示すような橋梁及びその周辺地形を考慮した三次元モデルに対して、二次元解析にて最も厳しい結果を得た条件にて解析を行い、橋梁各位置において風速や地形が塩分粒子の分布に及ぼす影響を把握する。このシミュレーション結果に基づき、塩分の堆積しやすい場所を特定し、適切な対策（形状の修正、防護柵の影響、被覆処理等）を講じて橋梁の長寿命化および LCC 最小化の検討を行う。

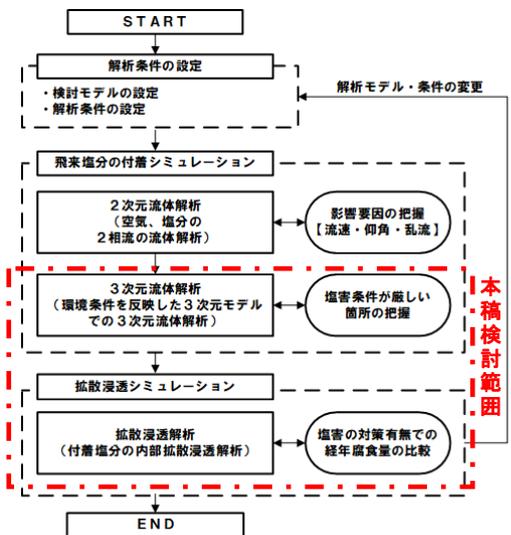


図-1 検討フロー

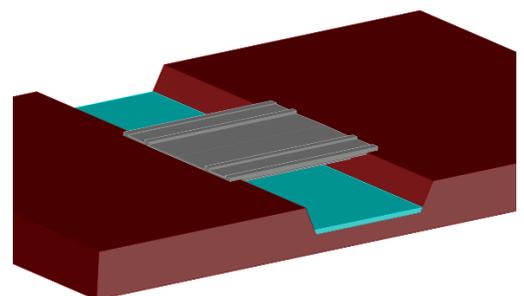


図-2 解析モデル

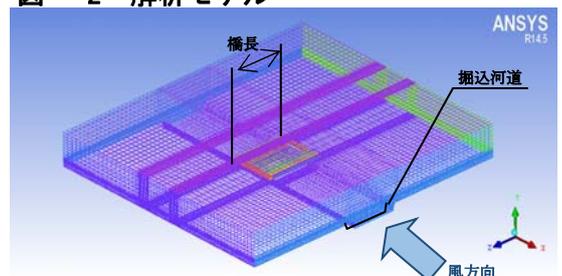


図-3 3次元流体解析モデル・メッシュ

表-1 解析条件一覧表

対象	道路区分	第3種第4級
構造	上部構造	PC単純中空床版橋(橋長15m)
	下部構造	逆T式橋台
架橋	渡河橋	掘込河道
	地盤条件	II種地盤
条件	塩害区分	S区分
	解析コード	ANSYSのCFX
条件	一定流速	U=3.0m/s, U=9.0m/s
	乱流影響	10%(∠U=0.3m/s, ∠U=0.9m/s)
	仰角	0°, -30°(下向き), +30°(上向き)

Key Words : 塩害, LCC, 構造設計, 維持管理, CIM

連絡先 : 〒530-0004 大阪市北区堂島浜 1-2-1 新ダイビル 25F TEL : 06(4799) 7342 FAX : 06 (4799) 7381

3. 解析結果

(1) 飛来塩分の付着シミュレーション

流速 $U=9\text{m/s}+\angle U$, 仰角 0° における三次元解析結果を図-4に示す. 主な結果は以下の通りであった.

- ・桁表面の塩分付着量は, 護岸近傍断面地覆部の付着量が最も多く, 河川中央断面の付着量は少なかった.
- ・2次元での解析結果同様, 乱流の影響は小さかった.

(2) 拡散浸透解析

解析ソフト(LECCA)を用いて解析を行った結果を図-5に示す. 飛来塩分の付着量が多い箇所に対して竣工時および定期対策を施すことで, ひび割れ発生年を遅らせることが可能となることが確認できた.

(3) 付着塩分量低減断面の検討

桁地覆部端部に付着量が多く見られた. その理由は空気の渦が巻き, 塩分が堆積しやすいためと推測される. それを踏まえ, 桁の地覆端部に擦り付けを設けて流体の流れを良くし, 塩分の付着を抑えたモデルにて検証を行ったところ, 図-6に示すとおり塩分の付着量を格段に落とすことが可能となった.

4. まとめ

三次元CIMデータを設計段階で用いた橋梁の維持管理低減検討に関する基礎研究を行った. 本研究により以下の知見を得た.

- ① 現行の橋梁設計に対して三次元 CIM データを用いることで, 現状の橋梁全体に対する照査ではなく, 各部材および各位置での検討・照査が可能となる. また, メッシュ量を調節する事で, 一律ではなく段階をつけた検討・設計も可能となる.
- ② 三次元 CIM データを用いて橋梁の形状および材料の検討を行う事で, 飛来塩分の付着量を抑える形状・材料の検討ができ, 維持管理を低減することができる. 今後の課題としては, 以下が挙げられる.

① 雨水による付着塩分の洗浄効果および希釈効果

雨水による洗浄シミュレーションに関しては, 現在の知見では液面せん断応力に関して適切な値がない. Free Slip として液面せん断応力を 0 として液面に滑り自由を与えても, Non Slip として液面に滑りをなくしても実構造物における挙動とはかけ離れたものとなる. 今後の知見を得て反映する必要がある.

② 損傷が構造物に及ぼす影響が大きい部材における検討

今回の検討において付着量が多かった箇所は, 地覆部と構造的にクリティカルな箇所ではなかった. 今後の検討では, 部材の損傷が構造物にとって及ぼす影響が大きい部材での検討が必要となる.

参考文献 1)自治体管理・道路橋の長寿命化修繕計画 計画策定マニュアル (案) 国土交通省 2007.3

2)インフラ長寿命化基本計画 インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議 2013.11

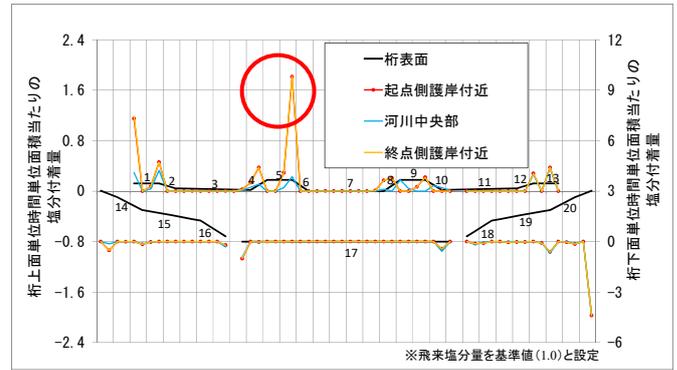


図-4 三次元解析結果

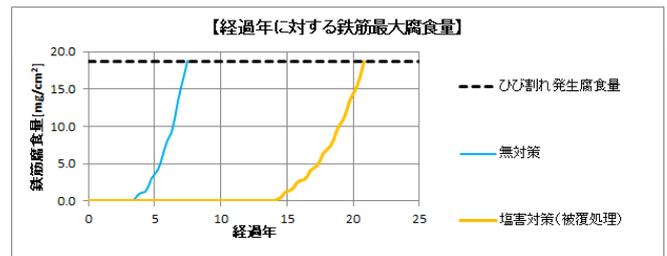


図-5 拡散浸透解析結果(対策有無の比較)

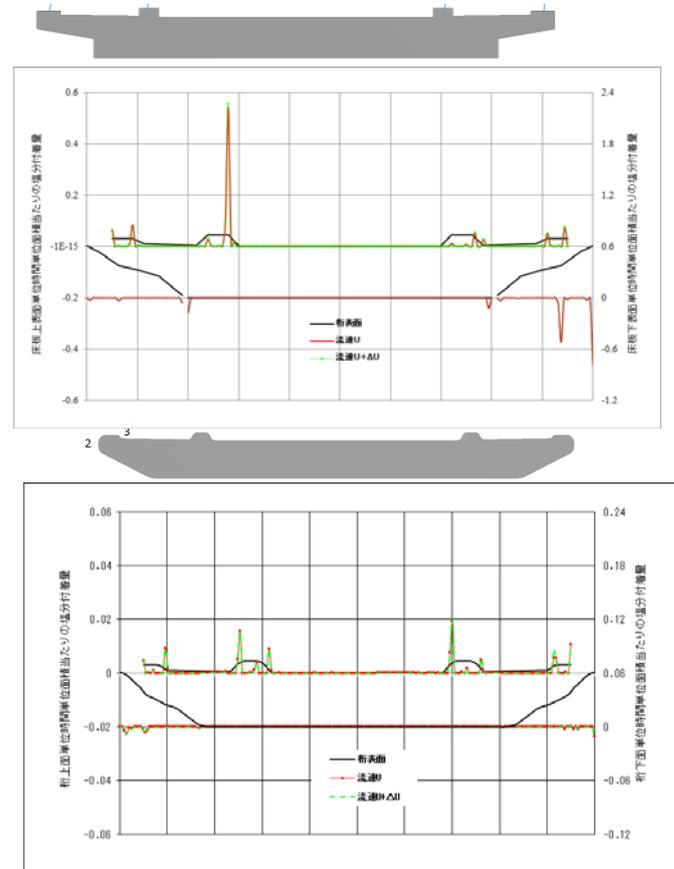


図-6 桁断面変更解析結果
(上:通常断面, 下:形状変更断面)