

3次元 CIM データを用いた橋梁長寿命化の検討

パシフィックコンサルタンツ ○矢口昂史, 小沼恵太郎

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, 従事する官民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, 近年の ICT の急速な進歩に伴い, BIM/CIM の導入が推進されつつある. その主たる活用方法は, 従来の2次元から3次元へのデータ形式の移行と, 3次元データを調査, 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, 本稿では使用材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷の発生を回避することで, 維持管理を最低限に抑制した橋であるいわゆる「メンテナンススモール橋」を最終目的とし検討を行った.

特に, 国土交通省が推進する「i-Construction」³⁾のうちコンクリート規格の標準化におけるプレキャスト化の流れや, 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.

2. 解析条件 (飛来塩分の付着シミュレーション)

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. 3次元データを活用した飛来塩分シミュレーションの結果に基づき塩分の堆積しやすい箇所を特定し, 設計時に適切な対策を施すことで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. まず図-2に示すような断面モデルに対して2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う. その後, 図-3に示すような橋梁及びその周辺地形を考慮した3次元モデルに対して, 2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, 添加物の設置, 被覆処理等)を講じその結果から橋梁の長寿命化および LCC 最小化の検討を行う.

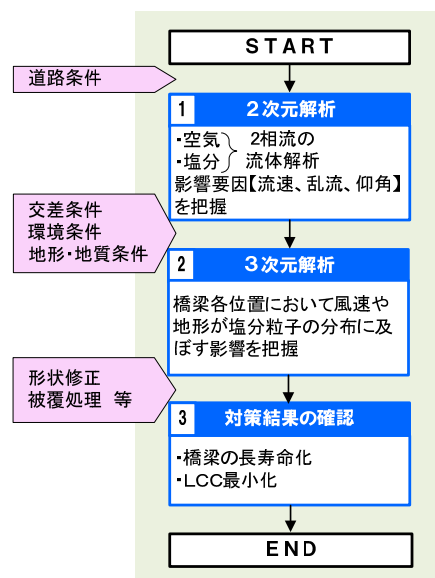


図-1 検討フロー

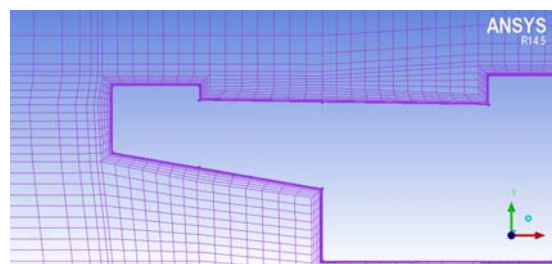


図-2 2次元流体解析モデル・メッシュ

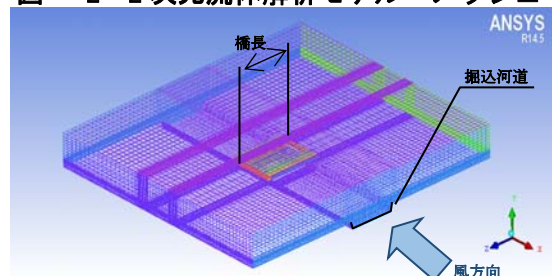


図-3 3次元流体解析モデル・メッシュ

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
条件	地盤条件	II種地盤
	塩害区分	S区分
解析	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%($\angle U=0.3\text{m/s}$, $\angle U=0.9\text{m/s}$)
	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

2次元解析結果を図-4に示す。2次元解析から得た主な結果は下記の通りであった。

- ・流速が速いほど単位時間単位面積当たりにおける塩分の付着量が多くなった。また、各仰角に対して同じ傾向が確認された。
- ・仰角-30°（下向き）の場合は、桁上面における塩分付着量が多くなり、仰角30°（上向き）の場合には桁下面における塩分付着量が多くなった。
- ・塩分付着量に及ぼす乱流の影響は小さい。

また、流速 $U=9\text{m/s}+\Delta U$ 、仰角 0° における3次元解析結果を図-5に示す。3次元解析から得た主な結果は以下の通りであった。

- ・桁上面の塩分の付着量に関して、護岸近傍断面と比較して河川中央断面で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。

各図より、断面6位置が最も塩害の被害を受けやすい事が確認された。これを踏まえ、断面6に竣工時対策および定期対策を行った場合の経過年に対する付着塩分の拡散浸透シミュレーションを、解析ソフト(LECCA)を用いて行った。付着塩分の拡散浸透シミュレーション結果を図-6に示す。この結果から、塩害を受けやすいと想定される箇所に対する竣工時および定期対策がひび割れ発生年を遅らせることが確認できた。

4. まとめ

本研究では、コンクリート橋の主要劣化現象である塩害の対策を目的として、飛来塩分のシミュレーションを行うことで影響を受けやすい箇所の選定及びその対策効果の確認を行った。

現状の設計段階においては、塩害に関しては構造物としての塩害の強度区分のみを検討しており、構造物の断面ごとの強度区分は検討していない。しかし、今後主流になると想定される地形情報や地質情報の3次元データ等の与条件を用いて主要劣化箇所の事前検証を行い、比較的損傷が発生しやすい箇所の抽出および対策を施すことで、将来的に維持管理の簡略化や橋梁の長寿命化、LCC最小化を図ることが可能となる。

本稿では対策の有無によるひび割れ発生年月の比較までの検討を行っているが、初期コストと維持管理費用を踏まえたLCCの比較は今後の課題である。また、本研究の塩害同様にCIMを用いた橋梁の他主要劣化要因の対策に関する同様フローでの対策によるLCC比較は今後の課題である。

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 3)第1回CIM導入推進委員会資料 国土交通省 2016.6

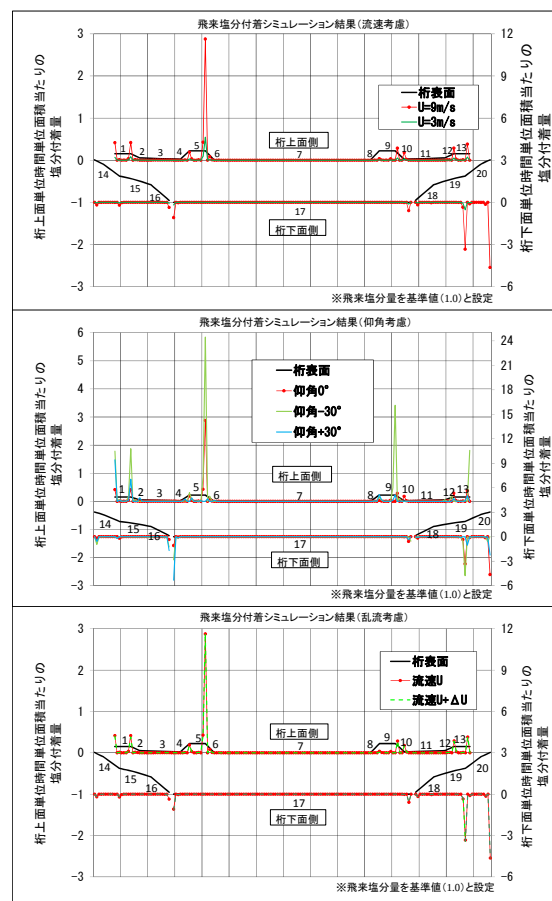


図-4 2次元解析結果

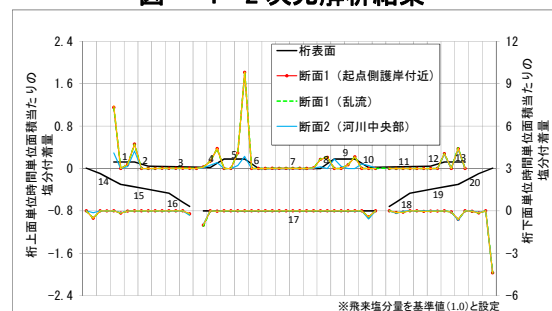


図-5 3次元解析結果

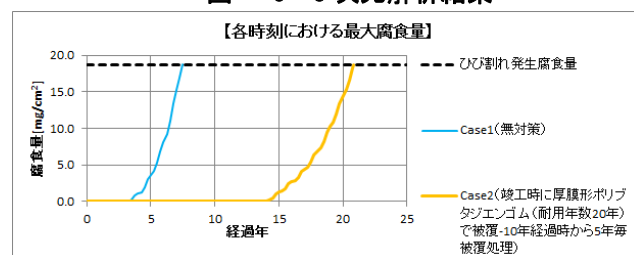


図-6 対策有無の結果

表-2 ひび割れ発生腐食量到達年一覧表

検討CASE	内容	ひび割れ発生腐食量到達年
CASE1	無対策	7.5
CASE2	竣工時に厚膜系ポリブタジエンゴム(耐用年数20年)で被覆し、さらに建設後10年後から5年ごとに被覆処理	20.8