

GIS 橋梁データベースの構築・活用による橋梁維持管理支援手法

愛媛大学大学院 学生会員 ○井上 達雄

愛媛大学大学院 正会員 大賀 水田生

愛媛大学大学院 正会員 全 邦釘

1. 緒言

我が国では高度経済成長期に建設された橋梁が多くあるため、近い将来、供用期間が 50 年を超える老朽化橋梁が急激に増加する。そのため効率的な橋梁維持管理手法の構築が求められている。しかし、現状では定期点検におけるデータは紙媒体や PDF など保存されており、データの管理、活用、共に問題がある。そこで本研究では GIS を用いて、愛媛県の地方自治体である A 市を対象とした橋梁維持管理データベースを構築し、維持管理の効率化と環境条件を考慮した高精度な劣化予測式を求め、そして劣化予測を用いた効率的な補修計画策定支援システムを遺伝的アルゴリズムを基に作成した。

2. GIS 橋梁維持管理データベース

本研究では、橋梁の維持管理を円滑に行えるようにするため図 1 のような GIS 橋梁維持管理データベースを構築した。このデータベースでは図 2 のような従来の橋梁位置図に比べ迅速かつ効率的に対象橋梁のデータを参照することを可能とし、定期点検などのデータ蓄積・更新を容易に行うことができるため、労力や人件費の削減とデータの有効利用を同時に実現できる。また、同データベースへのインターネット経由でのアクセスを可能とすることにより、技術者が点検現場でデータを参照し、検査橋梁が前回の点検からどれだけ劣化したのかという確認や、類似の環境条件、構造条件の橋梁のデータを参考にすることも容易に行える。さらに、ブラウザベースでの解析を行える仕組みを構築したことにより、インターネット環境があれば橋梁検索や、災害を考慮したルート解析等が可能である。例えば、図 3 のように、災害時に避難場所となる病院や小学校、消防署といったデータをあらかじめ入力しておき、避難開始場所から避難所までのルートや所要時間を解析することが可能となっている。また、図 4 のように、通行止め区域を指定することでその区域を避けて避難場所までのルート解析を可能とした。そしてこのデータベースを使って現在の橋梁の危険度や補修計画などを住民へ公開することでアカウンタビリティの向上についても期待できる。

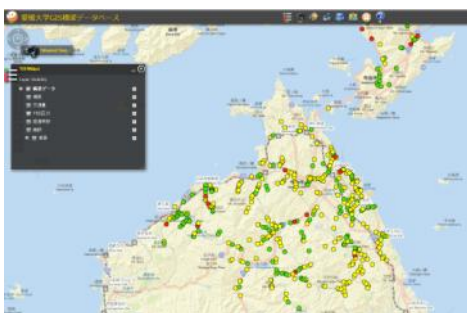


図 1. 橋梁維持管理データベース

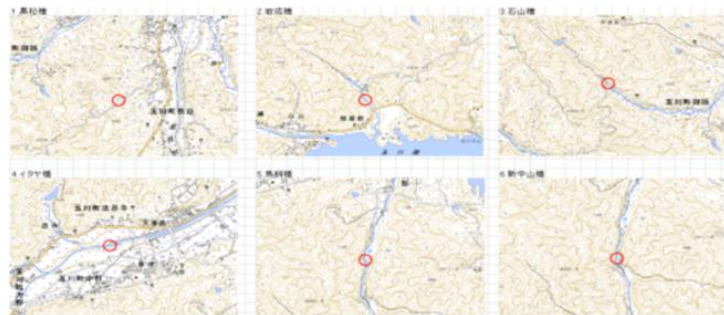


図 2. 従来の橋梁位置図



図 3. 避難施設までの経路

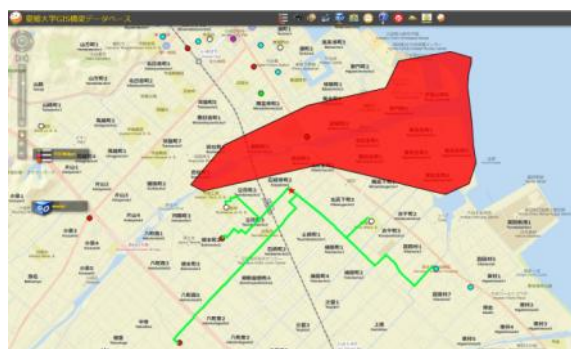


図 4. 通行止めを考慮した解析

3. 地理条件を考慮した劣化予測

本研究で対象とした A 市では橋梁の点検時の橋梁の健全度 BHI と橋梁の点検時の経過年数の関係から、BHI についての回帰式を求め、その式により劣化を予測する手法が採用されている。橋梁の健全度を表す BHI の値は、橋梁の部材ごとの劣化度の割合 $a \sim e$ について a の存在割合を P_a , b の存在割合を P_b , c の存在割合を P_c , d の存在割合を P_d , e の存在割合を P_e とする時、式(1)で表される。

$$BHI = (P_a \times 1 + P_b \times 0.75 + P_c \times 0.5 + P_d \times 0.25 + P_e \times 0) \quad (1)$$

A 市では、この BHI について橋梁の種類と地形条件で RC 橋海岸部、RC 橋市街地、RC 橋山間部、PC 橋海岸部、PC 橋山間部といったように大まかに区別しそれぞれ劣化予測式を求めている。

しかし、A 市が構築している劣化予測式では、劣化に著しい影響を及ぼすと考えられる海からの距離や標高などの環境パラメータを考慮していない。

そのため決定係数が低く精度は高くない。そこで本研究では標高 H 、海からの距離 D 、橋梁面積 B を用いて劣化予測を求めた。(1)~(5)にその式を記す。なお、(1)~(5)の式はそれぞれ、(1)RC 橋海岸部、(2)RC 橋市街地、(3)RC 橋山間部、(4)PC 橋海岸部、(5)PC 橋山間部と分類されている。

$$y = 1 - (1.850 \times 10^{-4} - 3.264H \times 10^{-6} - 4.453D \times 10^{-7} + 2.731B \times 10^{-6}) \times t^2 \quad (1)$$

$$y = 1 - (2.473 \times 10^{-4} - 2.109H \times 10^{-6} - 6.288D \times 10^{-9} + 2.096B \times 10^{-8}) \times t^2 \quad (2)$$

$$y = 1 - (2.158 \times 10^{-4} + 7.218B \times 10^{-8}) \times t^2 \quad (3)$$

$$y = 1 - (1.194 \times 10^{-4} - 2.042H \times 10^{-7} - 3.544D \times 10^{-8} + 1.274B \times 10^{-7}) \times t^2 \quad (4)$$

$$y = 1 - (4.404 \times 10^{-5} + 1.469B \times 10^{-6}) \times t^2 \quad (5)$$

ここで、RC 橋山間部、PC 橋山間部において、海岸からの距離及び標高をパラメータとして取り入れなかった理由は、山間部では海岸からの距離も十分に遠く標高も高いため塩害の影響が微量であると考えられるからである。

これらの劣化予測式を用いた結果において、

決定係数を比較したものを表 1 に示す。表 1 より明らかなように全ての分類において決定係数が上昇しており、精度が向上していることが分かる。特に RC 橋海岸部と PC 橋海岸部の改善度が高いことが分かる。これは環境条件をパラメータとして考慮した際に、最も環境条件の影響が大きい地域が塩害の被害が大きい海岸部であることが要因となっていると考えられる。従って本研究での劣化予測は、環境条件の影響を大きく受ける地域に特に有効であるといえる。

4. 結言

本研究においての主な結論を以下に示す。

1)GIS 橋梁データベースを構築し、従来の橋梁台帳に比べ迅速かつ効率的に対象橋梁のデータを参照することを可能とした。また、サーバを構築し、情報共有することで、技術者が点検現場でデータを参照し、検査橋梁が前回の点検からどの程度劣化したのかを調べられるシステムを構築した。さらに、現在の橋梁の状態や補修戦略を住民に公開することも可能であり、アカウンタビリティの向上も期待できる。

2)GIS により求めた地理条件を劣化予測式に取り入れ、劣化予測式の精度を向上させた。表 1 に示すように決定係数の比較により、特に RC 橋、PC 橋の海岸部での劣化予測式の改善が見られた。この理由として本研究で求めた劣化予測式が、海岸部といった厳しい条件下での塩害等の影響を考慮できているためだと考えられる。

5. 今後の展開

本研究での GIS データベースを普及していくことが今後の課題であると考えられる。また、今後、橋梁のデータを蓄積していく上で使いやすいユーザーインターフェイスの開発も必要である。

表 1. 決定係数比較

	A市の劣化予測	本研究の劣化予測
RC橋海岸部	0.4413	0.5753
RC橋市街地	0.3484	0.381
RC橋山間部	0.0696	0.1934
PC橋海岸部	0.4626	0.6449
PC橋山間部	0.5257	0.5575