

I-A 315

橋梁ライフサイクル情報管理システムに関する研究

株式会社間組	正会員	新徳 洋二
名古屋大学	フェロ	伊藤義人
名古屋大学	正会員	○ハンマード・アミン
名古屋大学	学生会員	佐竹禎司

1. 序論

社会基盤施設におけるライフサイクル（以下LCと略す）とは、計画から始まって、設計、施工、維持管理、そして取り壊し、再建設までの一連の段階の総称である。近年、長寿社会化による労働力確保の困難さや経済性への配慮として、必要最小限の維持管理によって機能を維持できることが必要である。また、経済性だけでなく、環境影響評価や景観評価といった環境面からの配慮も、計画の初期段階から重視されている。橋梁をあらゆる角度から検討するこれらの評価では、LCのほとんどの段階の情報が必要になる¹⁾。著者らは、本研究に先立って、維持管理を中心に着目した橋梁管理について研究を進めてきた²⁾が、本研究では、LCの各段階で発生する情報の分類を行った後、情報ごとに適した処理技術を用いて統合データベースを試作し、それらを統合することで橋梁ライフサイクル情報管理システムの有効性を示す。

2. 橋梁関連情報の分類

橋梁のLC情報は発生過程、管理方式が各段階で異なり、その情報量および種類ともに膨大なものである。本研究では個々の橋梁が有するデータとして地理情報、設計情報および点検情報を扱う。また、既往の災害情報が耐震管理において重要であることから、地震関連情報も扱う。本研究では、名古屋市において建設された橋長15m以上の一般橋梁を対象とした。今回収集したデータは次のものである。(1) 地理情報：(a) 地形情報：1:25000 行政区域図から得られる道路、河川、橋梁の地形性状。(b) 数値情報：橋梁周辺の詳細状態把握のための10mメッシュの細密数値情報。(c) 地盤調査結果情報：最新名古屋地盤図総論4190本のボーリング調査結果並びに各種土質試験結果。(2) 設計情報：(a) 図面情報：詳細設計図面4橋分。(b) 数値情報：上記橋梁と対応した部材数量計算書4冊。(3) 点検情報：(a) 点検結果情報：橋梁点検・震災点検データベースにおける、287橋梁の点検結果。(b) 写真情報：上データベースのために撮影された写真約5000枚。(4) 災害情報：(a) 地震被害情報および耐震補強工事情報：1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震、1993年釧路沖地震、1995年兵庫県南部地震の各調査報告書。(b) 写真情報：兵庫県南部地震で被災した高架橋を対象として、著者らが撮影を行った写真約100枚。図-1は、これらの情報とLCとの関連を示したものである。本研究では橋梁情報の核をなすものとして、地理情報、構造情報、画像情報、災害情報の4つを考え、種々の情報処理技術を導入して独立にデータベースを作成し、それらを統合することで、LC管理で有効に扱えるようにすることを考えた。

3. 橋梁関連情報の整備

地理情報：本研究ではベクトル型のGISであるARC/INFOを使用しており、橋梁の属性情報は、建設省の指示で全国的に行われた橋梁点検、震災点検結果のデータベースをフォーマット変換した。また、周辺部の道路、河川の属性情報は、ネットワークとして扱うために必要な交通量、河川流量などの基本的な情報だけを整備している。

構造情報：構造情報を格納するために、次の機能を有したデータベースが必要であると考えられる。(1) 数値、文章、グラフ、画像など、あらゆる形式のデータを扱える。(2) 詳細解析、簡略解析などの状況に応じて任意の形で必要な寸法、材料特性、パラメータなどを提供できる。(3) データが、橋梁のどの部分のものを容易に把握できる。(4) 管理する橋梁の構造に変更があった場合でも、以前のデータを履歴として同じように使用できる。そこで、本研究では、オブジェクト指向の概念を適用したデータベースおよびその管理システムを新たに構築して、これらの要求を満たすことを考えた。今回試みた手法は、部材ごとのオブジェクトを作成し、それらのオブジェクトをあたかも現場組立のように組み合わせ、一つの橋梁を形成するものである。また、データを時間軸で管理することで、補強時の構造変更のデータを履歴情報として利用できる。本研究のシステムのデータベースの開発は、C++言語とVERSANTというC++用のライブラリを用いて行った。現時点では、データベース部分は1桁の直線橋のみに対応しているが、オブジェクトの再利用もしくは一部変更によって他のタイプの橋梁データベース作成が行える。

画像情報：従来のシステムでは、点検時の写真は、データベース中ではアルバムへのインデックスとして管理されており、写真どうしの関係はどこにも記されていないという問題があった。点検写真は、橋梁の損傷傾向を掴み、現況を把握するため、橋梁ごと、構造ごと、損傷ごとなど、あらゆる方法で分類され、検索できるようなデータベース化が必要と思われる。本研究では、入手した写真のデジタル化を行い、検索のためにキーワードを付加した多目的画像データベースを作成した。キーワードは、損傷箇所、撮影日時、視点などを考慮したものであり、画像あるいは撮影時の報告書を参照して入力する。

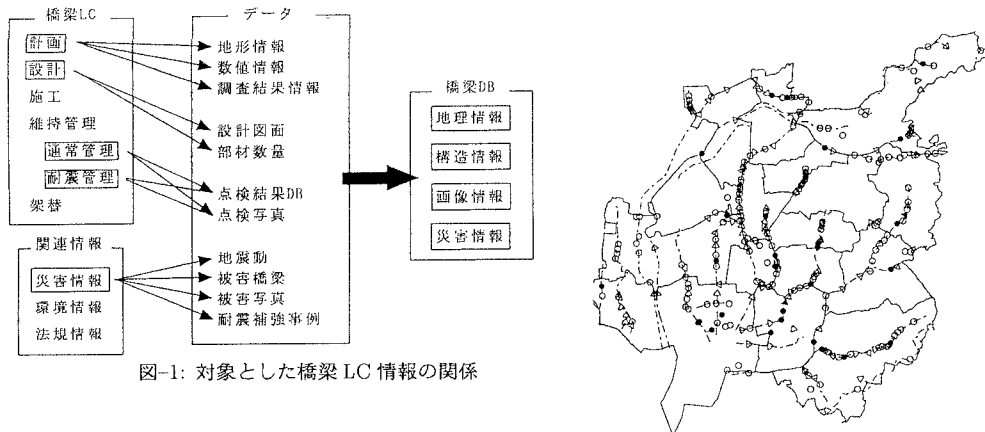


図-1: 対象とした橋梁 LC 情報の関係

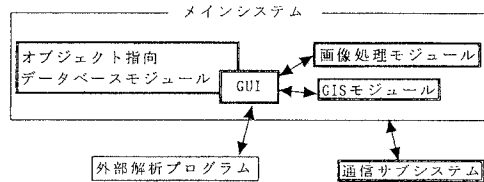


図-2: システムの構成

図-3: GA を利用した維持管理計画

災害情報：災害を考慮した設計や災害直後からの復旧計画を行うとき、災害シミュレーションの役割は重要である。今回はとくに、既存道路橋の耐震性判定およびその後の耐震補強計画の立案のために必要となる情報を取り出しやすいように報告書の内容を整理した。具体的には、1) 地震動、2) 被害を受けた橋梁、3) 耐震点検項目、4) 耐震補強事例の4項目に分類して独立なデータベースを作成した。

4. システムの構成

橋梁の情報を管理・利用する立場にある行政関係者と、橋梁の構造を理解する必要のある初級技術者や学生を対象としてシステムを作成した。図-2にシステムの構成を示す。メインシステムは3.で整備したデータベースを扱うためのモジュール群からなる。GISモジュールでは空間解析や統計処理の定型処理の効率を高めている。また、オブジェクト指向データベースモジュールは、構造情報を扱うが、これ以外にも、他のモジュールを統合するという役割も持っている。画像処理モジュールは、画像情報及びキーワード情報を扱う。拡張性を考慮して、各モジュールは独立しており機能を追加することが容易にできるようにした。メインシステムは全てのデータを扱うことができるが、実際問題として、全てのデータを管理する行政機関であっても、担当部所の違いなどによってデータが分散していることがある。こうした理由から、本研究ではインターネットを利用した通信用のサブシステムを作成した。

5. システムの適用例

図-3は、遺伝子アルゴリズム（GA）による維持管理計画最適化手法³⁾を用いて、複数橋梁の維持管理計画に対してコスト面での最適化を図った例である。メインシステムとGAプログラムの間のインタフェース作成によって、点検結果、構造特徴などのデータをGAプログラムに引き渡すことができる。また、解析結果をシステムにフィードバックすることで、いくつかの維持管理計画の比較時に交通ネットワークを視覚的に考慮した検討を行うことができる。

6. 結論

以下に本研究で得られた結論を示す。(1) モジュールの独立化によって管理システムの拡張性が確保でき、長年月の使用に耐えるシステムとすることができる。(2) 橋梁情報を地理情報、構造情報、画像情報に分類して扱うことで、すべてのLC情報を効率的に格納することができる。(3) 地理情報をGISで扱うことで、複数橋梁の管理が容易になる(4) オブジェクト指向の導入によって、実際の橋梁構造を模したデータベースの作成が可能となり、データの変更に對しても非常にロバストに対応できる。(5) 画像情報を多目的に利用するためにはキーワードの付加が必要である。とくに、撮影状況、視点などは蓄積情報と新しい情報との比較のために必要である。

参考文献

- 1) 道路建設事業における情報支援システム，土木学会情報システム委員会，1992。
- 2) ハンマード・アミン，新徳洋二，伊藤義人：ライフサイクルを考えた橋梁管理データベースシステム，土木学会土木情報システム論文集，Vol. 3，pp. 55-62，1994。
- 3) 劉春路，ハンマード・アミン，伊藤義人：GAを用いた橋梁床版維持管理計画の最適化，JCOSSAR '95 論文集，日本建築学会 Vol.3，pp.333-340，1995。