

I-560

知識の更新機能を有するコンクリート橋管理支援システムの実用化に関する研究

住友金属(株) 正会員○古川正典 神戸大学大学院 学生員 木下和哉
(株)栗本鉄工所 正会員 串田守可 神戸大学工学部 正会員 宮本文徳
神戸大学工学部 正会員 森川英典

1. はじめに

従来より著者らは、橋梁諸元、最大ひびわれ幅などの目視点検程度の情報から橋梁の維持管理に必要な診断結果を提供することのできる「コンクリート橋管理支援システム」¹⁾の開発を行っている。このシステムは、主に、橋梁の耐用性診断を行う「コンクリート橋診断エキスパートシステム」²⁾と、橋梁諸元、実橋試験データなど、橋梁技術者が補修、補強等の処置を行うにあたって必要なデータを即座に提供することが可能な「橋梁管理データベース」³⁾から構成されている。さらに、知識ベースの保守・管理を容易に行うため、知識更新機能³⁾を付加することによって比較的容易に知識の洗練を行うことが可能なシステムとなっている。このように現在のシステムは、実用化に向けてかなりレベルが高められてきていると考えられるが、今後、本システムを実用に供するためには、利用者(ユーザー)にとって扱い易いシステムへと改良を加える必要があるといえる。このため、本研究では、システムとユーザーとの柔軟な対話処理の仲介役を果たすユーザーインターフェイスを充実するとともに、「コンクリート橋診断エキスパートシステム」、「橋梁管理データベース」の細部にわたって改良を加えることによって、「コンクリート橋管理支援システム」のさらなる実用化を目指すものである。

2. 知識更新機能を有するコンクリート橋管理支援システムの実用化

2.1 コンクリート橋診断エキスパートシステムの改良: 図1は、

「コンクリート橋管理支援システム」の構成を概略的に示したものである。この内、「コンクリート橋診断エキスパートシステム」は、橋梁諸元、環境条件、交通量および目視点検程度の情報から、final goalである「橋梁の耐用性」の診断を行うものである。システム内の推論機構は、ニューラルネットワークおよび連想記憶³⁾を組み合わせることによってファジィ推論に対応する推論を行うとともに、知識の洗練を比較的容易に行うことが可能となっている³⁾。さらに本システムでは、「橋梁の耐用性」診断の他に、余寿命評価、補修・補強の必要性についても判定することができる。しかし、補修・補強の必要性の判定については、「補修が必要」、「補強が必要」といった比較的簡単な判定しか行うことができなかったため、本研究では、

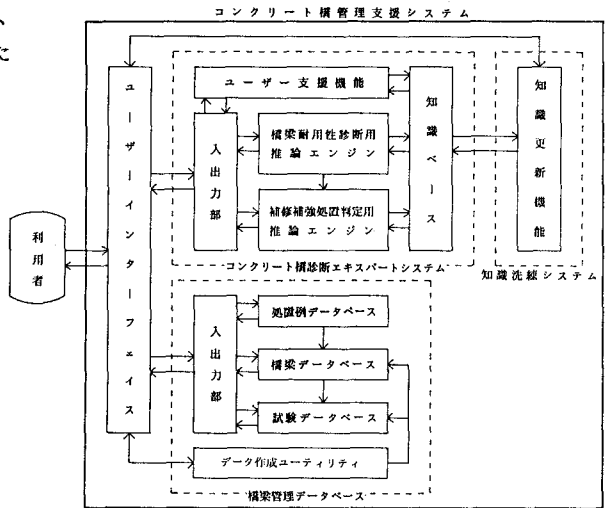


図1 コンクリート橋管理支援システムの概略図

は、詳細な補修・補強処置判定を行うことができる新たな推論エンジンを「コンクリート橋診断エキスパートシステム」に付加することとした。この推論エンジンは、これまでの推論エンジンと同様に、各ルールごとに分割した複数のネットワークを用いているため、ニューラルネットワークのブランクボックス化を極力抑えることができる。また、ユーザーインターフェイスを充実させるという点からは、システムへの入力時あるいはシステムからの診断結果出力時にユーザーの要求に応じて種々の疑問に対処することのできる「ユーザー支援機能」をユーザーインターフェイスに付加することとした。この支援機能は、腐食状況、ひびわれ幅などの情報をシステムへ入力する際に疑問が生じた場合に起動する「入力条件説明機能」と、システムによる診断結果に対して疑問が生じた場合に起動する「診断結果説明機能」の2つのパートから構成されている。前者は、システムの診断プロセス¹⁾の内、ユーザーからの回答が必要となる全ての条件部に対して、その重要性およびシステムの診断過程における役割を自然言語の形で出力することとした。また、後者は、システムが出力した診断結果に対してユーザーが誤った解釈をしないように、システムによる推論過程、特に、入力条件から診断結果を出力するまでの過程およ

び推論の基本となる診断プロセスの概要など、全ての判定項目について説明することが可能となっている。

2.2 橋梁管理データベース²⁾の改良:「橋梁管理データベース」は、橋梁諸元、実橋試験データなど、橋梁技術者が診断結果に基づいて各種の処置を行うに必要なデータを即座に提供することが可能なデータベースシステムである。このシステムは、「処置例データベース」、「橋梁データベース」、「試験データベース」の3つのパートから構成されており、各データベースに蓄積されているデータは、ユーザーの要求に応じて出力することが可能である。しかし、新たにデータを追加する、あるいは、蓄積されているデータを修正するという作業は、システムとは別のソフトによって行わなければならないため、本システム上でこれを行うことが可能な「データ作成ユーティリティ」を新たに付加した。この機能を付加することによって、データを更新する際、システム画面上でこれを追加・修正することが可能となった。

3. 本システムによる耐用性診断結果例

以上のような改良を加えた「コンクリート橋管理支援システム」の内、本システムによる診断例として、「コンクリート橋診断エキスパートシステム」を用いて、本年度の実橋試験対象橋梁である「旧大橋」⁴⁾の耐用性診断を行った。表1は、「コンクリート橋診断エキスパートシステム」による診断結果の一例として、『曲げひびわれ』および『せん断ひびわれ』を示したものであり、表2は、この結果に基づいて新たに開発した推論エンジンが評価した主桁の補強処置判定例を示したものである。表1より、「旧大橋」は、曲げおよびせん断ひびわれの両者によってかなり損傷

表1 本システムによる耐用性診断結果の一例(「旧大橋」⁴⁾)

判定項目	danger	slightly danger	moderate	slightly safe	safe	fuzziness
曲げひびわれ	0.236	0.662	0.072	0.030	0.001	0.128
せん断ひびわれ	0.601	0.372	0.023	0.002	0.002	0.166

表2 本システムによる補強処置判定例(「旧大橋」⁴⁾)

判定箇所	曲げ及びせん断補強	曲げ補強のみ	せん断補強のみ	追跡調査	特に問題なし
主桁	0.604	0.156	0.041	0.191	0.008

表3 耐用性診断結果に対する教師データ(「旧大橋」⁴⁾主桁)

判定項目	danger	slightly danger	moderate	slightly safe	safe
曲げひびわれ	0.119	0.659	0.222	0.000	0.000
せん断ひびわれ	0.117	0.697	0.186	0.000	0.000

表4 知識洗練後の『せん断ひびわれ』に関する耐用性診断結果(「旧大橋」⁴⁾主桁)

判定項目	danger	slightly danger	moderate	slightly safe	safe
せん断ひびわれ	0.127	0.683	0.188	0.001	0.001

の進行した橋梁であることがわかる。また、補強処置判定例を示す表2をみると「曲げ及びせん断補強」を大きく支持していることから表1とほぼ対応した処置判定例の出力となっていると考えられる。次に、本システムによる診断結果の内、矛盾が生じていると考えられる箇所について、知識の洗練を行った例を示す。表3は、実橋試験の際に実施した専門技術者に対するアンケート調査結果⁵⁾を教師データとして集計したものの一例である。表3および表1を比較した場合、『せん断ひびわれ』は、表1ではdangerを最も大きく支持しているが、表3ではslightly dangerを大きく支持する結果となっている。このため、本システムの知識洗練手法である誤差逆伝播アルゴリズム⁶⁾を用いることによって学習を行った。表4は、一例として知識洗練後の『せん断ひびわれ』に関するシステムの診断結果を示したものである。これより、知識洗練後の診断結果は、教師データとほぼ一致していることがわかり、本システムによる知識洗練は、かなりの精度で教師データに対応した学習を行っていることがわかる。

4. まとめ 本研究は、「コンクリート橋管理支援システム」のさらなる実用化をはかるため、「コンクリート橋診断エキスパートシステム」、「橋梁管理データベース」の細部にわたって改良を加えたものである。特に、本システムでは、ユーザーにとって扱い易いシステムへと向上させるという観点から、「ユーザー支援機能」をユーザーインターフェイスに付加した。これによって、本システムへの入力データに対するユーザーの疑問をある程度解消することができたと考える。また、今まで以上に詳細な補修・補強処置判定を行うため、新たな推論エンジンを開発した。今後は、さらに実橋への適用を通じて知識ベースの更新を行っていき、システムの信頼性を高めていく必要があると考える。

参考文献 1)宮本、他:コンクリート橋診断エキスパートシステムの開発と実用化、材料、1991.3、2)木村:橋梁管理支援システムの実用化に関する基礎的研究、神戸大学修士論文、1989.2、3)益成、他:知識更新機能を有するコンクリート橋診断エキスパートシステムの開発、土木学会第46回年講、1991.9、4)建設工学研究所:県道53号線「旧大橋」耐用性診断試験報告書、1992.3、5)宮本、他:アンケートを利用した知識更新と橋梁診断エキスパートシステムの実用化、建設工学研究所報告、1991.12、6)麻生英樹:ニューラルネットワーク情報処理、産業図書、1988