

CS-137 橋梁架設安全管理のシステム化の一手法

日本橋梁学会 正会員 小西日出幸 石川島播磨重工業株式会社 松田 和茂
 山口大学工学部 正会員 宮本 文穂 駒井鉄工株式会社 正会員 長谷川敏之
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 広瀬 隆宏

1. まえがき

近年の建設工事中における事故発生数の経年的な傾向は、減少しているとはいいいがたい状況である。特に橋梁架設時の重大事故についていえば、過去に起こった事故と同様の事故が繰り返されていることが指摘されている。この理由として、建設現場における技術者不足、専門技術の高度化とブラックボックス化、技術継承の不備および安全意識の低下などが挙げられる。

橋梁架設の重大事故は、多くの要因が複雑に絡み合っていることが種々調査結果から明らかとなっている。したがって現場の熟練者達は蓄積された知識や経験で事故要因を察知し、未然に事故を防いでいると考えられる。本研究では、このような貴重な知識や経験を基にエキスパートシステムを利用して、重大事故に対する安全管理システムとして構築を試みたのでここに報告する。

2. 対象架設工法と選定理由

本研究におけるシステム構築の対象を当面、鋼橋のケーブルエレクション斜吊り工法（以下、斜吊り工法と略す）に限定した。この工法の選定理由は、他の架設工法と比べて架設工程および架設設備が複雑で、ここ数年重大事故の発生頻度が比較的高いと思われるからである。また、この工法の特徴であるケーブル操作などが専門職人として培われた知識や勘に負うところが多く、経験不足や知識不足が重大事故につながっていると考えられる。すなわち、本研究で適用を考えているエキスパートシステムにより知識および技術の伝承の手助けができるとともに重大事故発生の予測に利用できる考えられる。

3. 事故発生要因と階層化

システムの構築に当たって、まず、斜吊り工法による事故事例について詳細に調査し、架設段階ごとの事故発生要因とチェック内容の分析を行い、一覧表を作成した。次に、その一覧表を基に、要因の階層化により全要因の関連づけを行った。斜吊り工法の場合、主要部材である「ケーブル部材の機能損失」および「仮設鉄塔の機能損失」が最

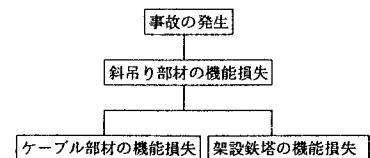


図1 階層構造の例（最上位層）

最終的に重大事故発生の直接要因となると考えられるため、階層の最上位層は図1のようになる。このうち、「ケーブル部材の機能損失」につながる、下位の階層構造を図2に示す。また、架設工程別事故発生要因とチェック内容一覧表の一例を表1に示す。以上の成果は、架設の専門家との数回におよぶインタビューなどを通じてまとめたものである。

表1 架設工程別事故発生要因とチェック内容一覧表の一例

架設工程	事故発生要因	チェック内容
斜吊り索の設置	ケーブル端部・ケーブルクリップ部	クリップの個数は十分である
		クリップの個数が不足している
アーチリブの架設 斜吊りの調整	ケーブル端部・ケーブルクリップ部	ずれ確認用のマーキングを行っている
		ずれ確認用のマーキングを行っていない
アーチリブの架設 斜吊りの調整	ケーブル端部・ケーブルクリップ部	張力変化時ごとに増し締めを行っている
		張力変化時ごとに増し締めを行っていない

4. システムの構築

本安全管理システムは、利用者として架設現場の監督者や安全管理者を対象とし、現場のパソコンを利用して安全項目のチェックや危険度の予測が可能となる実用的なシステムの構築を目標とした。

本システムの知識ベースおよび推論エンジンはルールベースに基づくエキスパートシステムとして構築し

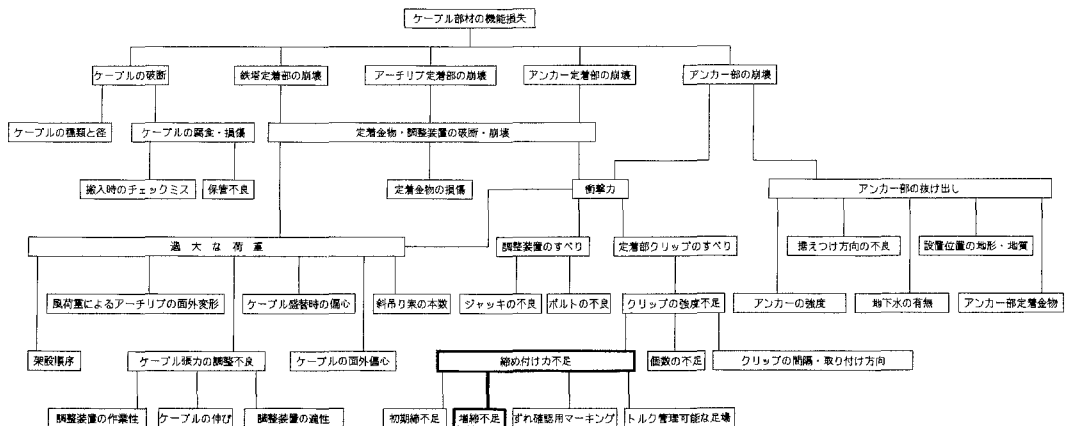


図2 事故発生要因の階層構造（ケーブル部材の機能損失）

ている。本研究では、実用的なシステム作りを第一の研究目標としたため、当面、市販の汎用エキスパートシェル「大創玄/TB for Windows」（エー・アイ・ソフト㈱製）を使用している。

知識ベースの構築は、前述の、事故発生要因の階層構造による因果関係、およびチェック内容を「IF-THEN」でルール化することにより行っている。たとえば、図2の階層構造において「（斜吊りケーブルのワイヤークリップ）の締め付け力不足」の要因の一つに「増し締め不足」という要因がある（太線で図示）。これを「IF（増し締めを行っていないならば）THEN（締め付け力不足となる）」というルールを確信度付きで成立させる。これを知識としてシステムに採り入れる。確信度とは、結論（THEN部分）がどのくらいの確率で成立するかの度合いを示すもので、0から+1.0の値としている。この確信度の値も専門家の知識として設定されている。たとえば、上述の例で示したルールの場合、本システムでは確信度の値を+0.35としている。

このように、事故要因の階層構造をすべてルール化し、IF部分について図3のような質問画面を作成することによりシステムの構築を行った。本システム内での診断過程の全体フローを図4に示す。

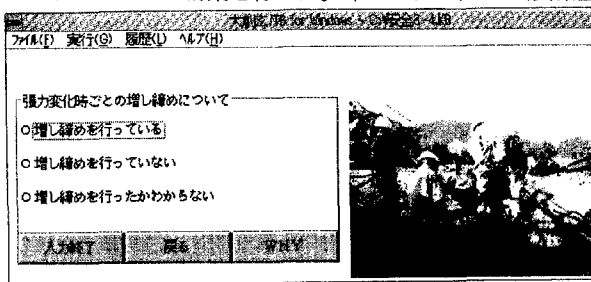


図3 パソコン質問画面の一例

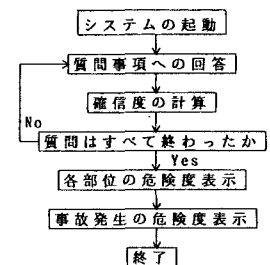


図4 診断過程の全体フロー

6. まとめ

本研究は、橋梁架設時の重大事故発生の危険度を予測する実用的な安全管理システム構築の手法について述べたものである。事故要因の関連を階層化することにより、エキスパートシェルを使用した安全管理システムの構築が可能となった。ここでは、鋼橋の斜吊り工法を対象を絞っているが、他の工法でも同様の手法が適用できると考えられる。本報告は、土木学会関西支部共同研究グループ（代表：関西大学広兼道幸講師）の研究成果の一部をとりまとめたものである。他のグループメンバーの方々ならびにシステム構築に協力していただいた東陶情報システム㈱（元山口大学工学部）の土取範和氏に深く謝意を表します。

参考文献：（社）土木学会関西支部・共同研究グループ（代表者：関西大学三上市蔵教授）報告書：土木構造物の知識情報処理に関する調査研究，pp21～pp62，平成6年7月