

鋼橋架設時の安全管理システムの開発

山口大学 学生会員 ○江越 信行
日本橋梁 正会員 小西日出幸

山口大学 正会員 宮本文穂
関西大学 正会員 広兼道幸

1. はじめに

近年の建設工事中における事故の経年的な傾向は、減少しているとはいえない状況であり、特に橋梁架設時の重大事故では、同じような事故が繰り返し起きていることが指摘されている¹⁾。この理由として、建設現場における熟練技術者の不足、技術伝承の不備などが挙げられている。現在、この対策法の1つとして、専門家の知識をシステムによって制御し、表現するエキスパートシステムの開発が注目を集めている。本研究では橋梁架設時における重大事故を分析することによって事故要因の系統化を行い、システムによって制御する安全管理システムの構築を試みるものである。ここで本システムは、主に山岳地域の鋼橋の架設に用いられ、ここ数年間に重大事故の多発している「ケーブルエレクション斜吊り工法」を対象とする。すなわち、工法の特徴をよく理解した上で、専門家の知識、経験に裏付けられた重大事故発生要因と、それぞれの要因に対するチェック内容の関係や各要因間の関連を示す階層構造などを用いることによって安全管理システムの構築を実行するものである。

2. 鋼橋安全管理システムの構築

このシステムは「ケーブルエレクション斜吊り工法」を橋梁架設に用いたときの安全管理を対象としてシステム化を試みたものである。以下にその構築手順を述べる。

2.1 ケーブルエレクション斜吊り工法の架設フロー

「ケーブルエレクション斜吊り工法」を用いた鋼橋の架設中において、どの段階で事故が発生する可能性があるかを架設フロー（図-1）を用いて分析した。この架設フローは、事故の起こる可能性が高いと考えられる中央閉合が行われるまでの架設フローである。

2.2 ケーブルエレクション斜吊り工法の設備とその分類

上述の架設フローに基づいて「ケーブルエレクション斜吊り工法」に使用される各種設備とそれらを構成する部位・部品を表形式で整理した。表-1 にその一例を示す。この表は、重大事故が起こるときにどのような過程で事故が起こるのかを解明するためと、どの部品が壊れることにより重大事故が引き起こされるかを系統化するための両方に着目してとりまとめたものである。

2.3 事故発生要因と階層構造

「ケーブルエレクション斜吊り工法」の場合、「ケーブル部材の機能損失」および「仮設鉄塔の機能損失」が最終的に重大事故発生に直接関わってくると考えられる。したがって、この2つの機能に関する事故発生要因のチェック内容を整理することによって、要因相互の関係を把握する。次に、これらの事故発生要因がどのように組み合わさって重大事故が起こるかを表現するために、事故発生に至る階層構造の考え方を適用することによって表すことにする。階層構造を適用するに当たっては、まず重大事故の発生が最終的に「ケーブル部材の機能損失」と「仮設鉄塔の機能損失」の組み合わせによって生じるものと考え、図-2 のような関連にあると仮定する。そして、整理した事故発生

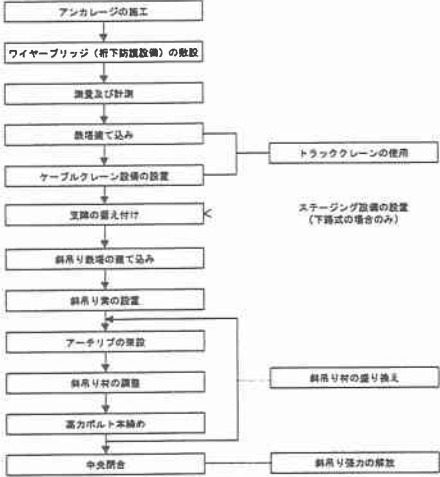


図-1 ケーブルエレクション斜吊り工法の架設フロー

表-1 設備分類の一部

設備		設備部位	設備部品
ケーブルクレーン	トラックケーブル	アンカー部	滑車（シーブ） ワイヤークリップ
	走行索	ケーブル	ケーブル
		アンカー部	ウインチ



図-2 事故発生要因の階層構造（最上層）

要因とチェック内容を用いて「ケーブル部材の機能損失」と「仮設鉄塔の機能損失」に至るまでの過程を階層構造（下位層）によって表現する。このような関連は事故調査の整理および専門家への数回に及ぶインタビューなどを通じて決定したものである。

2.4 確信度の設定

以上のような事故発生要因間の関連を表す階層構造を用いてシステムを構築する場合、各要因間の関連の強さを表す「確信度」を設定する必要がある。ここでは、確信度の基本値の設定を、表-2 にしたがって決定した。この表の基本値は、全ての設問項目に対して、最悪のケースを想定して回答した場合に、最終的な確信度が+1.00 に近くなるように設定したものである。しかし、この基本値を用いた場合、結合後の最終確信度が全体的に大きくなるので、表-3 のような対応表を作成することによって簡単に事故発生の可能性を確率で表せるように実用化をはかった。

表-2 評価に対する確信度の基本値

評価	基本値
安全	0.00
普通	0.00～0.20
不確実	0.20～0.35
不安	0.35～0.45
危険	0.50

表-3 事故発生の最終確信度と確率の対応表

確信度	0.80 以下	0.80～0.83	0.83～0.86
確率	0 %	1 0 %	2 0 %
確信度	0.86～0.88	0.88～0.90	0.90～0.92
確率	3 0 %	4 0 %	5 0 %
確信度	0.92～0.94	0.94～0.96	0.96～0.97
確率	6 0 %	7 0 %	8 0 %
確信度	0.97～0.98	0.98～0.99	1.00
確率	9 0 %	9 5 %	1 0 0 %

3. システムの検証

本システムのユーザとしては主に建設現場での設計者を対象としているため、操作性及び画面表示の機能性を重視して Visual Basic 5.0 を用いてシステムの構築を行っている。図-3 および図-4 は、本システムに実際の事故例を適用して検証を行った結果をそれぞれシステム中における質問画面と結論画面として一例を示したものである。

ここで、図-3 はワイヤークリップの増し締め不良を問う質問で「ずれが生じている」との入力をしている。また、図-4 の結論を見ると最終確信度が 0.912 となっており、システムの評価（確率）は 50%に対応している。この結果は、実際に事故の発生した例の入力結果としては妥当であるとは判断しがたく、このような結果が得られた原因として情報量の不足ということが考えられる。実際、このデータの入力には新聞・雑誌等の記事を用いるため判断しづらい項目についてはすべて良い方の入力を行っている。従って、本システムの検証を行うには、さらに実際の現場での入力等を多数行ってみることが望ましい。

4. まとめ

本研究では安全管理システム（ケーブルエレクション斜吊り工法）の開発を行った。その際、Visual Basic5.0 を用いてシステムを構築することによりユーザーインターフェースの向上と汎用性を持たせることができた。今後はこのシステムをより実用的なものにするために工法選定時から安全意識の普及を促すシステムを開発する事が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) (社)土木学会関西支部共同研究グループ報告書、橋梁架設における安全管理のシステム化に関する研究



図-3 質問画面の一例



図-4 結論画面の一例