作業工程を考慮した橋梁架設安全管理システムの構築

山口大学大学院　学生会員　○森山圭吾　　日立情報システム　　今泉貴則
日本橋梁株式会社　正会員　　小西日出幸　　山口大学工学部　正会員　宮本文穂
山口大学工学部　正会員　中村秀明

１．はじめに

建設業において，現場で発生する事故は他産業に比べても高い発生率を有し，また重度のものが多いというのが特徴付けられている．橋梁の架設現場においてもこれは例外ではない．これらの一因として，架設作業に携わる作業員の安全意識の低下，安全管理に対する知識不足などが挙げられる[1)]．そこで本研究では橋梁架設時の安全管理に関して，専門家や熟練労働者の有する知識を組み込んだ安全管理システムの開発を試みている．実際に橋梁架設中における事故発生の危険度を予測するもので，鋼橋架設で用いられる送出し工法を対象とする．

２．安全管理システムの構築方法

2.1 事故発生メカニズム

安全管理システムを構築する前に，事故の発生メカニズムを明らかにした．その結果，「直接的原因」と「間接的原因」の組み合わせによって事故が引き起こされることがわかった．

- 直接的原因……手すりがない，通路が悪い等の直接起因する物理的要因
- 間接的原因……頭痛がする，心配事がある等の心身の異常や社会環境による要因

この二つの原因を考慮に入れて，送出し工法適用時の作業中に起きる事故要因を専門家から抽出した．

2.2 作業工程に基づいた事故要因の階層化

従来の研究によって，システム構築の対象としている送出し工法の作業を「桁送出し作業時」，「桁横取り作業時」，「桁降下作業時」の三段階に分けている．本研究では，「桁横取り作業時」についてシステムを構築した．

さらに図１に示すように，作業工程毎に考えられる事故要因を抽出し，事故要因間の因果関係を明らかにした上で，事故要因を階層化した．

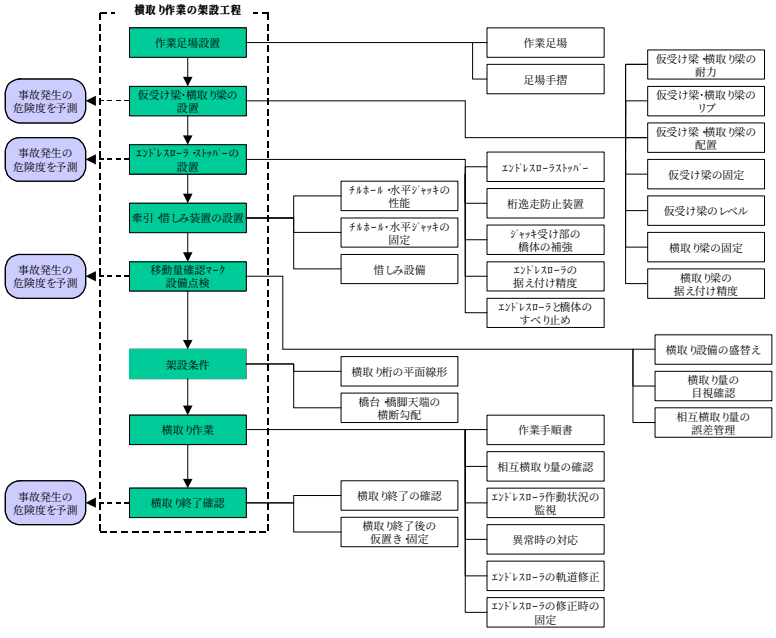


図１．工程毎に階層化された事故発生要因

2.3 確信度計算

チェック内容のもつ曖昧さの主観的度合いを数値で表現するために確信度（Certainty Factor : CF）を用いている．各確信度はそれぞれの事故要因項目に設定している五段階の基本値（表１）とその項目に対する三段階の重要度α（表２）によって構成される．さらに，二つ以上のルールが同一の結論を各々異なる確信度で求めるために，確信度集計法として平均値法を用いている．これは，複数の項目の中から最大の確信度を選択する最大値

表１．評価に対する基本値

評価	記号	基本値
安全	◎	0
普通	○	0.05
不確実	△	0.1
不安	▲	0.15
危険	×	0.2

表２．事故要因項目の重要度

重要度		α
1	高い	1.50
2	↑	1.00
3	低い	0.75

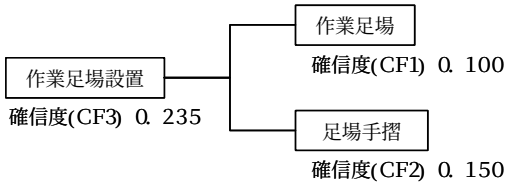
キーワード：鋼橋架設，安全管理，送出し工法，エキスパートシステム
〒755-8611　山口県宇部市常盤台２丁目 16-1　TEL：0836-35-9484　FAX：0836-35-9484

選択法と comb 法（図２）とで得られる値の平均値を確信度集計値として加算的に算出するものである．

３．システムによる危険度予測

3.1 作業工程毎の分割推論

従来構築してきたシステムは送出し工法の作業工程を一括して推論していくものに対し，本研究では各工程で危険度を予測することができる分割推論方式を採用した．実際の架設現場での工事の進行状況に応じて各作業工程の安全性を診断できるため，従来のシステムに比べ実用性が向上したといえる．



CF3= CF1+(1. 0−CF1)×CF2
＝0. 100+ 0. 900× 0. 150
＝0. 235

図２．comb 法を用いた計算例

3.2 システムの推論過程

安全管理システムの推論過程について説明する（図３参照）．最初に推論する作業工程を選択する．本研究では送出し工法の桁横取り作業工程を四分割し，各工程で推論を進めていく．工程を選択後，各質問項目のチェック内容と，横取り作業を行う現場とを照らし合わせ，条件に合致するものを選択する．選択されることによって確信度が求まり，確信度を集計する．選択した工程までの推論を終えると，危険度が出力される．さらに，推論してきた過程の中で特に危険だと予想される事故要因を表示し，ユーザに注意を促すことで，安全意識の向上を図る．

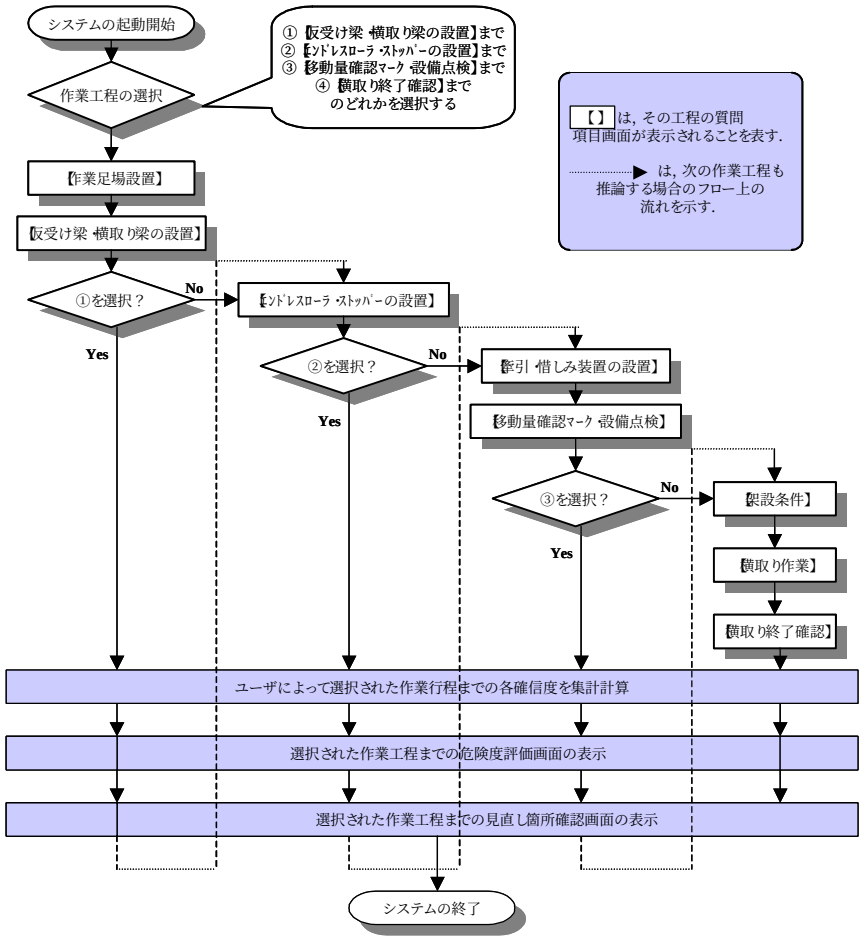


図３．安全管理システムの診断過程全体フロー

４．診断結果の検証

横取り作業時の作業工程を四つに大別したことで，それぞれの予測危険度を算出し，比較した（表３）．各診断パターンには，チャック内容の選択肢が「最も安全な場合」と「最も危険な場合」について危険度を算出した．

本研究では，確信度を 0.00（安全な状態）から 1.00（危険な状態）と設定している．それぞれの値がほぼ設定範囲中に広がっていることから，妥当な結果と考えられる．

表３．各工程での診断パターン

各作業工程	最も安全	最も危険	質問数
第一工程までの危険度	0	0.594	9
第二工程までの危険度	0	0.682	14
第三工程までの危険度	0	0.785	20
第四工程までの危険度	0	0.865	30

５．まとめ

以下に本研究で得られた成果をまとめる．

① 送出し工法の「横取り作業時」についての専門知識を組み込んだ安全管理システムを構築した．

② 作業工程ごとに事故要因の階層構造モデルを作成し，作業工程に基づいた推論機構を確立した．

参考文献

1）日経コンストラクション：「事故の記憶を呼び起こせ」，pp101-103，2000.2