

PS V-15 コンクリート構造物のびびわれ原因推定エキスパートシステム

清水建設㈱ 正会員 江渡正満
 清水建設㈱ 正会員 金森洋史
 清水建設㈱ 正会員 小野 定

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化現象の1つとしてひびわれがある。ひびわれ（現象）は、構造物の維持管理を行う上でも、重要な管理項目になっている。例えば、ひびわれ（現象）をベースにして、構造物あるいは部材の健全度を判定する方法も提案されている。このように、ひびわれを1つの指標にして、構造物の健全度を評価し措置を講ずる場合、ひびわれの発生状況を的確に把握すると同時に、ひびわれ原因を推定することが対策等を考える上でも重要になると考えられる。一般に、ひびわれ原因を推定するためにはひびわれ形状、ひびわれ幅、構造物の使用条件等数多くの情報が必要になる。このために、原因推定に際しては、専門家の高度な技術的判断が必要であると考えられる。ひびわれ現象は数多く見受けられるにもかかわらず、その判断において特定の技術者の判断を必要とするところに、1つの問題があると思われる。

本報告は、ひびわれ原因推定のシステム化を図るための1つの試みとして、近年、土木工学の分野においてもいくつか適用事例が報告されているエキスパートシステム（以下、ESと略記）を用いて開発したひびわれ原因推定に関するプロトタイプESについてとりまとめたものである。

2. システムの概要

本システムは、図-1に示すように「ひびわれ形状」「ひびわれ発生時期」「ひびわれ幅」などのひびわれ情報を入力することにより、ひびわれ原因、補修要否、補修方法に関する情報を得ることができる。知識ベースの記述方法は、プロダクションルールであり、支援ツールは「BRAINS」を用いた。

3. 仮説と事象の選定

図-2に示すように、コンクリートのひびわれは、何らかの理由（仮説レベル2）で発生した応力（仮説レベル1）がもとで生ずる。このことから、仮説の整理は、まず、仮説レベル1について行うこととした。仮説レベル1に対する事象（事象レベル1）は、ひびわれ情報に

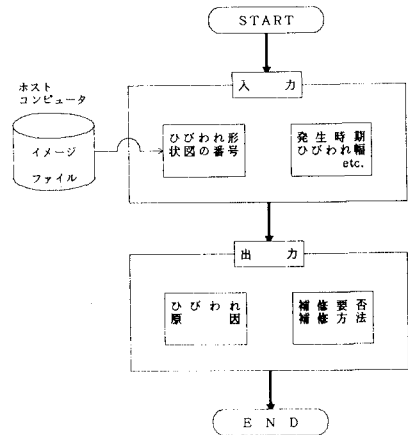


図-1 システムフロー

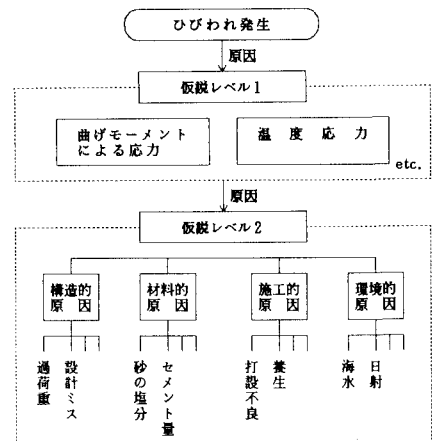


図-2 仮説の内容

表-1 仮説と事象

仮説レベル1	事象レベル1
① 曲げひびわれ	① ひびわれ発生部材
② セン断ひびわれ	② ひびわれ形状
③ ねじりひびわれ	③ 規則性
④ 内部拘束による温度ひびわれ	④ ひびわれ幅
⑤ 外部拘束による温度ひびわれ	⑤ 連続性
⑥ 乾燥収縮ひびわれ	⑥ ひびわれ深さ
⑦ 押し抜きせん断ひびわれ	⑦ ひびわれ部分の状態
⑧ アルカリ骨材反応によるひびわれ	⑧ ひびわれ発生時期
⑨ 鉄筋腐食によるひびわれ	⑨ 環境条件
⑩ 凍結融解ひびわれ	⑩ 部材の厚さ
⑪ 沈みひびわれ	
⑫ セメントの異常凝結によるひびわれ	
⑬ 骨材の配分によるひびわれ	

関する基本事項として考えられるものを設定した。表-1に仮説と事象について示す。また、対象部材は、梁、柱、壁、床版、ベースマットの5種類である。

4. ひびわれ形状に関する知識の整理

従来からひびわれ原因とひびわれパターンとの関係を示した文献がいくつか出されている。これらの知見を使うと、発生したひびわれ形状に最も近いパターンを選ぶことによって、そのパターンに対応したひびわれ原因がわかるようになっている。しかしながら、実際には一つの原因によって発生したひびわれであっても、その形状については、構造物の種類やひびわれの観察方法あるいは観察者等の違いによって、捉え方が異なる場合が多い。また、いくつもの原因が重なって発生したひびわれは、非常に複雑な形状となっていて、ひびわれパターンの選択が困難な場合も多い。これらの場合、種々の原因から特定されるひびわれパターンを選択する方法よりも、より基本的なひびわれ形状をいくつか選択する方が、よりの確かなひびわれ原因の推定ができるものと考えられる。

以上のような考え方から、第1ステップにおいて作成したひびわれ形状は、ひびわれ原因にとらわれず、前項で示した各部材に対する幾何学的条件のみに着目して決定した。ひびわれ形状の作成条件を、図-3に示す。

図-3に示した作成条件を単純に組合わせると420通りの形状になった。そこで第2ステップでは、これらのひびわれ形状の絞り込み（抽出）を行った。その方法は、従来のひびわれ発生のを参考に、①実際にはありえないと考えられるひびわれ形状を削除する。②いくつかの形状の組み合わせを一つのひびわれ形状としてまとめる。③ひびわれが発生しても、観察が不可能なひびわれ形状（例えばベースマット下面のひびわれ等）を削除する。の3種類である。

以上の絞り込みにより、ひびわれ形状数は、各部材とも5から7個となった。図-4にひびわれ形状の一例を示す。以上のような整理により、複雑なひびわれ形状に対しても、単純なひびわれ形状を複数入力することで対応することができた。

5. おわりに

コンクリートのひびわれ原因推定エキスパートシステムのプロトタイプを開発した。ひびわれ原因の推定には、「ひびわれ形状」が特に重要な項目であり、本システムの知識の整理においては、「ひびわれ形状」を、「幾何学的模様」としてとらえることで、システムの汎用化を図った。今後は、仮説レベル1の結果を受けた仮説レベル2、確信度等の充実化を行っていきたいと考えている。

（参考文献）

- 1) 三上市蔵他、RC床版の点検・補修に関するエキスパートシステム、第11回電算機利用に関するシンポジウム、1986
- 2) コンクリートのひびわれ調査・補修指針、日本コンクリート工学協会、1980

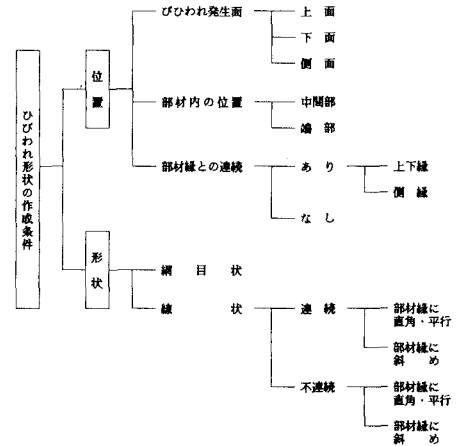
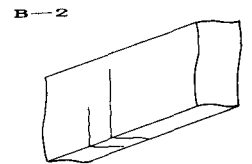
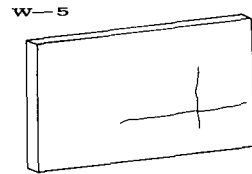


図-3 ひびわれ作成条件



梁の場合



壁の場合

図-4 ひびわれ形状の例