

V-PS 4 海洋コンクリート構造物の劣化診断エキスパートシステム

東洋建設（株） 正員 大音宗昭  
 東洋建設（株） 正員 佐野清史  
 日本石油（株） 正員 内藤茂喜

1. はじめに

近年、陸上でのコンクリート構造物の劣化と共に、海洋コンクリート構造物での劣化が問題となっている。海洋での劣化原因の大部分が塩害による鉄筋の腐食に起因するものである。劣化は港湾における棧橋の鉄筋コンクリートに特に著しく、常時荷役をしているため大変危険な状態にある。確実な劣化診断が望まれている。この劣化診断は計測、調査、解析による理論解は難しく、大部分が専門家による経験的な診断によっている。この診断は推論によってなされることからエキスパートシステムになりうるものと考え作成してみたものである。その概要を述べる。

2. 診断手順

一般に鉄筋コンクリート構造物の劣化診断は、はじめにコンクリートの表面の状況を目視することにより診断する（一次調査、劣化度一次判定）。次にサンプリング調査としてコンクリートコアの採取ほかによる試験データから劣化度二次判定を行い、劣化度一次判定を修正する（二次調査、劣化度二次判定）ものの二段階とする。

一次調査は全部材について、錆汁、ひびわれ、および剝離・剝落の状況と構造上からみたそれらの位置関係を目視により把握する。劣化度一次判定は一次調査結果を見て劣化状況を診断し、劣化度合を判定して劣化度（I～V段階）として示すものである。

二次調査はサンプリング調査とし、コンクリートコアの採取、鉄筋のはつり出し、および自然電位測定を行い、コンクリート強度および鉄筋の腐食度を求める。劣化度二次判定は、二次調査結果による劣化度により、劣化度一次判定結果を修正するものである。

図-1に劣化度判定の流れを示す。

なお劣化度一次判定で一応の結果があるので、これで診断を終えて補修の要否を決めることも可能であるが、判定により確実さを増すために二次調査を行う。しかし、二次調査には手間と経費がかなり掛かることから、劣化度一次判定ランクにより、二次調査の要否を判定することになっている。その判定基準を表-1に示す。表-1には劣化度と補修の要否判定の基準も同時に示した。

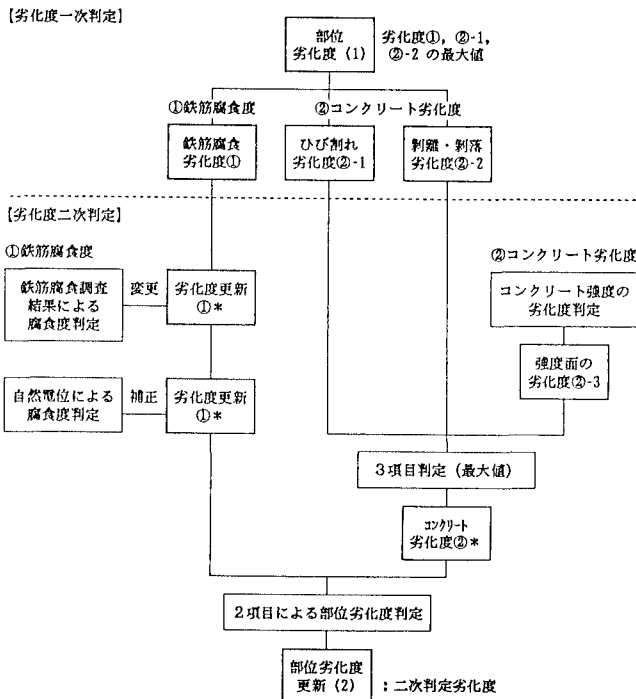


図-1 一次判定から二次判定への部位単位劣化度判定の流れ

3. エキスパートシステムの設計

診断および劣化度の判定作業は専門家の推論の経過をたどり、調査結果を数ランクに仕分けして、劣化度をI~Vの5段階として与えることで判定が可能である。これらはトリー(樹木)図に整理できるため、推論のためのプロダクションルールにのせることができる。IF~THEN形式で枝分れごとに順次適切な答を選択していくことにより、確からしい劣化度を求める。

プログラムの作成は、ルール数とステップ数が多いことから、自作よりは適当な市販のAIソフトの利用が好ましく、ルールを自動誘導する機能を持つ

“SUPPER EXPERT PLUS”を用いた。

自動誘導されたルール例について図-2に示す。

4. おわりに

海洋コンクリート構造物の劣化診断エキスパートシステムにすることにより、従来専門家が現場に出向き、診断し判定していたものを、一般の土木技術者でもできるようにした。これは診断作業の省力化、確実化、迅速化をもたらし、かつ経済的になった。

また、エキスパートシステム設計には市販のAIソフトを使用することにより、かなりの手間を省くことができた。

今後に残る課題としては、調査にかなりの手間が掛るため、この省力化が望まれる。例えば一次調査での目視によるものを写真読み取りで行うこと、二次調査でのコンクリートコアの採取による試験を非破壊試験で代替することなどである。

また、診断した結果、劣化度および劣化状況により補修工法、材料の選択を行うためのエキスパートシステムの設計について引続き実施しているところである。

なお、エキスパートシステムの開発は東洋建設(株)と日本石油(株)との共同研究によるもので、開発を担当したロジカルコンピュータセンター(株)をはじめ関係者各位に感謝致します。

参考文献

- 1) 港湾コンクリート構造物の劣化防止・補修マニュアル(案)、(財)沿岸開発技術研究センター、1975. 11

表-1 劣化度と二次調査要否および補修要否の関係

劣化度	0	I	II	III	IV	V
二次調査要否判定	不 要		要			不 要 (直ちに 対策検討)
補修の要否判定	補修の要なし		補修の要なし (場合に より補修)		要 補 修	要 補 修 (場合に より補強)

SuperExpert+ 課題名 Jigartfbl 属性の印刷

属性値の数

1 点錆	:	なし	局所	2,3箇所	~4割	~全	域
2 錆汁	:	なし	局所	2,3箇所	~4割	~全	域
3 浮き錆	:	なし	局所	2,3箇所	~4割	~全	域

結果の数

劣化度 : 劣化度0 劣化度1 劣化度2 劣化度3 劣化度4 劣化度5

SuperExpert+ 課題名 Jigartfbl ルールの印刷

1	浮き錆							
2		なし: 錆汁						
3								
4			なし: 点錆					
5				なし: 劣化度0				(1)
6				局所: 劣化度1				(1)
7				2,3箇所: 劣化度1				(1)
8				~4割: 劣化度3				(1)
9				~全域: 劣化度4				(1)
10			局所: 点錆					
11				なし: 劣化度2				(1)
12				局所: 劣化度2				(1)
13				2,3箇所: 劣化度2				(1)
14				~4割: 劣化度3				(1)
15				~全域: 劣化度4				(1)
16			2,3箇所: 点錆					
17				なし: 劣化度2				(1)
18				局所: 劣化度2				(1)
19				2,3箇所: 劣化度3				(1)
20				~4割: 劣化度3				(1)
21				~全域: 劣化度4				(1)
22			~4割: 点錆					
23				なし: 劣化度3				(1)
24				局所: 劣化度3				(1)
25				2,3箇所: 劣化度3				(1)
26				~4割: 劣化度4				(1)
27				~全域: 劣化度4				(1)
28			局所: 劣化度4					(1)
29			2,3箇所: 劣化度4					(1)
30			~4割: 劣化度4					(1)
31			~全域: 劣化度5					(1)

図-2 自動誘導されたルール