

## VI-62 コンクリート構造物維持管理システムの開発

中部電力㈱ 正会員 早川 誠

成和コンサルタント㈱○正会員 佐々木誠

成和コンサルタント㈱ 正会員 小山 哲

## 1.はじめに

経年コンクリートの耐久性に対する関心が高まっているが、その中でも重要構造物である水力発電施設の鉄筋コンクリート構造物（RC構造物）の維持管理を合理的に行なうために、健全度診断システム構築の必要性が生じている。

RC構造物の維持管理には健全度の診断と補修の要否、補修方法の決定が必要であるが、健全度の診断結果がそのまま補修まで結びつかないのが現状である。この様な理由として、経済的あるいは社会的側面の要因が判断過程で加えられているからである。これらの要因は時代や社会状況によって異なるものである。

ここに述べる維持管理システムは、その様に複雑な水力発電所施設におけるRC構造物の保守管理業務の支援を意図して開発を行なった、プロトタイプモデルのエキスパートシステムである。

## 2.システム処理内容

## 3.1 構成

本システムの開発は、表-1に示すハードウェアとソフトウェアの構成によって行なった。

表-1 開発環境の構成

品名	名称	備考	
ハードウェア	パソコン 増設RAMモード ディスクドライブ プリンター イメージスキャナ	PC-98XL <sup>2</sup> PC-98XL <sup>2</sup> -01&02 N5924 CASIO LCS-2400 EPSON GT-3000	32ビット、メモリー1.5MB 40MB、5インチ固定ディスク 4MB 14インチカラーディスプレイ
ソフトウェア	OS ES構築 LISP言語 データベース構築 グラフィックス	日本語MS-DOS Personal Consultant Plus PC Scheme dBASE III Plus 花火	Ver-3.1 エキスパートシステム構築ツール テキサインスツルメント社 Ver2.1 アシジョン・データ Ver2.1J 詳細ジャストシステム

## 3.2 内容

コンクリート構造物の維持管理システムは劣化診断システムと情報検索システムから成っている。劣化診断システムはユーザの入力したデータとdBASE IIIからのデータベース内の情報からPCバス上で専門家の判断に基づいた知識ベースより、劣化原因の推定、劣化程度の判定、補修方法の選定及び2次診断方法の選定を行なっている。この劣化診断システムの概略処理フローを図-1に示す。また、情報検索システムはdBASE IIIバスにリンクしており、処理はdBASE IIIバスのプログラムによって発電所の一般情報、発電出力、流域面積、使用水量等の情報検索及び集計計算を行なっている。

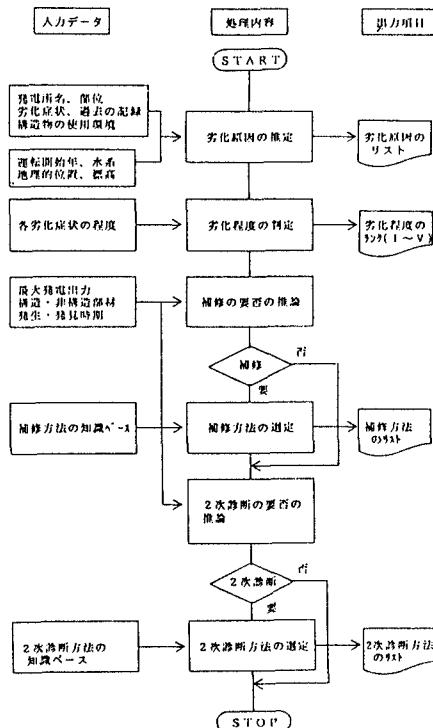


图-1 劣化診断システムのフロー図

### (1) 劣化原因の推定や補修方法の選定

これらの処理は、点検時に目視や簡単な点検器具より判断した劣化症状（ひびわれ、浮き上がり、欠け落ち、すりへり、鉄筋露出、鉄筋錆汁、遊離石灰、漏水、変形）より劣化現象（中性化、鉄筋腐食、ひびわれ、強度劣化、変形、表面劣化、凍害、漏水）を推定し、さらに表-2に示した各要因を加味して行なっている。その出力例として劣化原因推定結果を写真-1に、また補修方法の選定結果を写真-2に示す。

表-2 判断要因

・施工年（運転開始年）	・水系
・地理的位置	・標高
・使用環境及び地域環境	・劣化程度
・劣化進行状況	・構造物の重要度
・過去に行なった補修の時期、目的及び内容	

### (2) 劣化程度の判定

この判定は、各々の劣化症状の程度及び劣化進行状況から、i) なし、ii) 微小、iii) 軽度、iv) 中度、v) 重度のランクに分けています。そして、複数個の症状に対しては下記に示す式によって総合劣化度を求めています。写真-2に出力例を示す。

$$\text{総合劣化度} = \sqrt{\sum_{i=1}^9 A_i^2 \times \alpha_i}$$

ここで、 $A_i$ :劣化症状 i の劣化度

$\alpha_i$ :劣化症状 i の重み係数

### (3) 2次診断方法の選定

この選定は、劣化症状に対して今後起こり得る可能性のある劣化現象を推定し、更に上記に示した表-2の各要因を加味して判断している。

また、劣化原因の推定、補修方法の選定を的確に判断するために必要と思われる施工状況（使用材料、配合、施工等）の各調査項目及び調査内容についても併せて判断している。

### 4. おわりに

今回のシステムは、水力発電所施設全般について、目視あるいは簡単な点検器具を用いて得られ

る情報から判断するものであるが、より高精度な診断を行なうためには発電所の構造物別にシステムを構築するのが合理的と考えており、今後改良を加え、より精度の高いシステムにしていく予定である。また、RC構造物の維持管理に当たって重要な課題となる構造物の健全度を把握する技術は未だ確立されていないため、構造物の劣化度の測定、診断技術に関しても、今後検討を行なっていく予定である。

コンクリート構造物診断システム	
1. 初期審査 (0.716)	
コンクリート自体の劣化の中におけるコンクリートの凍結等が、現在見られるコンクリートの劣化の中の1原因であると考へられる。	
2. 素材 (0.716)	
コンクリート材として低品質な骨材（吸水率、軟石等）を使用したこと等が、現在見られるコンクリートの劣化の中の1原因であると考へられる。	
3. 凍結融解の繰り返し (0.572)	
コンクリート構造物において毎年におけるコンクリートの凍結融解の繰り返し等が、現在見られるコンクリートの劣化の中の1原因であると考へられる。	
4. コンクリートの配合 (0.541)	
コンクリートの施工時における配合（セメント比、セメント量、粗骨材量、空気量、骨材含有量等）への影響不足が、現在見られるコンクリートの劣化の中の1原因であると考へられる。	
5. 中性化 (0.481)	
コンクリートの中性化が進んだこと等が、現在見られるコンクリートの劣化の中の1原因であると考へられる。	

写真-1 劣化原因推定の結果

コンクリート構造物診断システム	
または、劣化症状の発生している箇所は、発電所施設の中では、重要な構造部位であり、したがって発電所施設の維持管理を行なう上では、劣化症状に対し十分な注意を払う必要がある。	
＊＊＊＊＊【ひびわれ診断結果】＊＊＊＊＊【劣化区分】… 中度	
劣化症状は前回点検時の状態と比較してほとんど変わっていないと思われる。 またひびわれの劣化程度は、劣化の規模（面積あるいは大きさ）で比較的大きく、2次診断を行なう原因の一つであると考へられる。補修方法を決定する必要がある。	
＊＊＊＊＊【すりへり診断結果】＊＊＊＊＊【劣化区分】… 中度	
劣化症状は前回点検時の状態と比較して若干進行していると思われる。 またすりへり症状の深さは比較的大きく、比較的早期に2次診断を行い、劣化原因を推定し構造を行なう必要がある。	
＊＊＊＊＊【総合劣化診断結果】＊＊＊＊＊	
総合劣化度 = 3	

写真-2 劣化程度判定の結果

コンクリート構造物診断システム	
ひびわれ症状から判断した場合の 【ひびわれに対する補修方法】	
ひびわれに対する補修方法の選定は、ひびわれの原因、幅および数、進行性の有無、漏水の有無等を考慮して行なう。	
ひびわれ幅が約 5mm~20mm 程度である為、以下の補修方法が考慮される。	
1. ひびわれ部分にモルタル等を塗り込み、あるいは充填を行い、気密性、水密性を確保し、劣化進行を抑制する充填方法	
2. ひびわれ部分にセメント系あるいは樹脂系材料で注入を行い、気密性、水密性を確保し、劣化進行を抑制する注入方法	
3. ひびわれ部分あるいは部材全面を吹付け、モルタル、コンクリート等で被覆（堆積打ちこみ）、気密性、水密性を確保し、劣化進行を抑制する被覆方法	
4. ひびわれ部分あるいは部材全面をはり取り、モルタル、コンクリート等で打ちこみを行なう交換方法	

写真-3 補修方法選定の結果