

## はじめに

近年、トンネルや橋などのコンクリート構造物からのコンクリート片剥離落下事故が多発しており、コンクリート構造物の老朽化が叫ばれている。そのため構造物のメンテナンスは必要不可欠であり、劣化診断のための非破壊検査や補修・補強の工法などその手法は数多く研究・開発されてきている。しかし、より合理的にメンテナンスをするためには、劣化度を定量的に把握し、いつ、どの構造物にメンテナンスを行うかを簡易的に判定する必要がある。そのためには、構造物の劣化状況を調べ、その状況をデータベースとして保存する必要がある。そこで、構造物の置かれた環境条件と簡易な目視検査により得られるひび割れや表面劣化等の劣化現象から劣化原因を推定し、その劣化度を簡易的に判定できるシステムを開発した。

## システム概要

劣化原因推定システムは、現場で構造物の状態を目で確認しながら質問事項に回答していくことにより劣化原因と簡易な劣化度を推定することのできるシステムである。このシステムは維持管理において図1のような役割を果たす。劣化原因推定システムは、質問項目として現場の環境条件と簡易な目視検査で得られる構造物のひび割れや表面劣化等の現象を使用した。この質問に関してはコンクリートの専門家でなくても答えられるよう写真を交え、現場の現状と照らし合わせながら回答できるようにした。判定できる原因は「中性化による鉄筋腐食」や「化学的腐食」「凍害」「施工不良」などの14種類である。劣化原因判定にはコンクリートの専門家の知識をコンピュータに移植したエキスパートシステムにより判定する。専門家のもつ劣化原因と構造物の環境条件・劣化現象の組み合わせをプロダクションルールとして作成し、さらに専門家のもつ「あいまいさ」を表現するために推論手法としてファジィ理論を採用した。

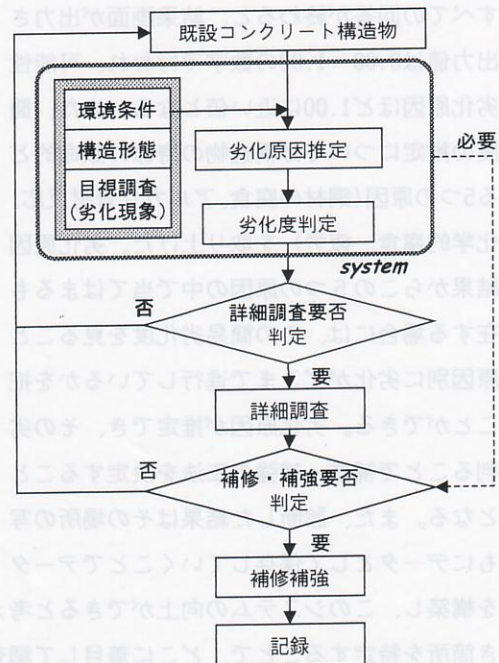
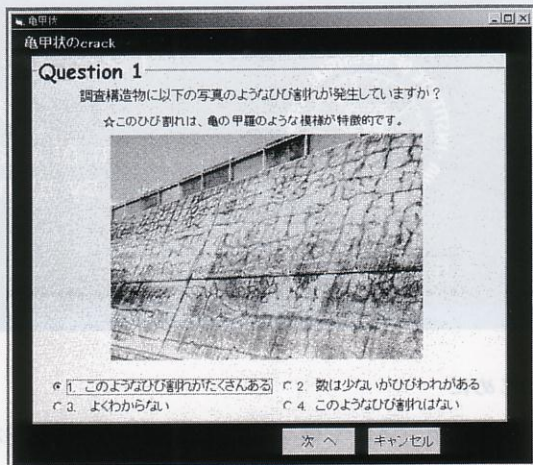
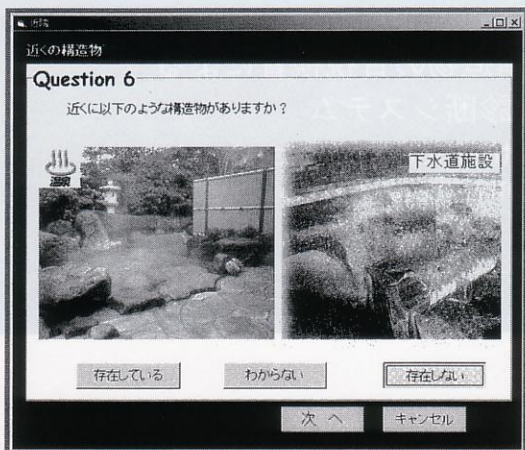
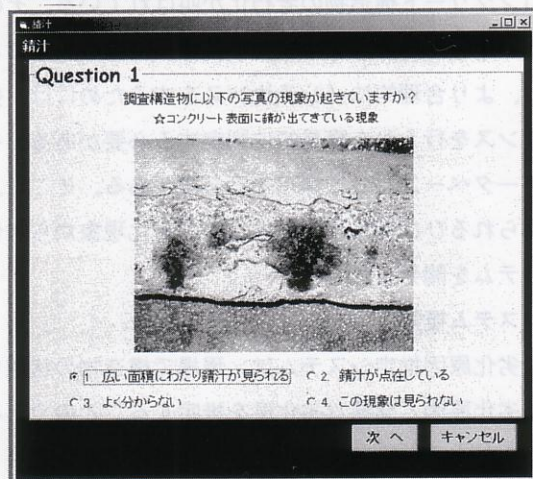


図1 維持管理の中で本システムの果たす役割



システムの動作状況と結果の出力

システムの内容を図2に示す。まず、構造物の置かれている環境条件や構造条件を調査する。構造物が海の近くであるのか、冬季に凍結を起こしやすいかなどの質問により周囲の自然環境を指定する。次に発生しているひび割れの形状とその量を調査する。ひび割れ形状を画面に表示するため、構造物のひび割れと照らし合わせ、当てはまるかどうかもしくは分からないかを回答していく。同様に漏水や錆汁、遊離石灰などの表面劣化の現象についても回答する。すべての回答が終わると、結果画面が出力される。出力値は0.00~1.00の数字で行われ、可能性の高い劣化原因ほど1.00に近い値となる。また、簡易劣化度の推定については構造物の寿命に致命的となりうる5つの原因(鋼材の腐食、アルカリ骨材反応、凍害、化学的腐食、疲労)を取り上げた。劣化原因の推定結果からこの5つの原因の中で当てはまるものが存在する場合には、この簡易劣化度を見ることで劣化原因別に劣化がどこまで進行しているかを把握することができる。劣化原因が推定でき、その劣化度が判ることで補修・補強の工法を決定することが可能となる。また、診断した結果はその場所の写真とともにデータとして保存していくことでデータベースを構築し、このシステムの向上ができると考えている。また、構造物の種類ごとにより詳細に調査すべき箇所を特定することで、どこに着目して調査すべきかを示唆できるようになることが必要となる。



**診断結果**

以下に診断結果を出力します。診断ボタンを押して下さい。  
出力結果は1.00に近いほど可能性があると考えます。表診断は可能性表示で1.00であるが、可能性があるものを示しています。

劣化原因	可能性	実診断	劣化度推定	錆粉調査	凍害
中性化による鉄筋腐食	0.09	0	アルケリ	[1:0.01]	[1:1.01]
外部浸入による腐食	0	0	[1:1.01]	[2:0.01]	[2:0.01]
内部含有物による腐食	0.09	0	[2:0.01]	[3:0.01]	[3:0.01]
凍害	0	0	[3:0.01]	[4:0.01]	[4:0.01]
アルカリ骨材反応	0.9	1	[4:0.01]	[5:0.01]	[5:0.01]
乾燥収縮	0.9	1	[5:0.01]	[6:0.01]	[6:0.01]
施工時の温度応力	0	0	[6:0.01]	[7:0.01]	[7:0.01]
環境温度による劣化	0	1	[7:0.01]	[8:0.01]	[8:0.01]
疲労	0	0	[8:0.01]	[9:0.01]	[9:0.01]
酸などによる化学的腐食	0	0	[9:0.01]	[10:0.01]	[10:0.01]
摩耗	0	0	[10:0.01]	[11:0.01]	[11:0.01]
設計段階における欠陥	0	1	[11:0.01]	[12:0.01]	[12:0.01]
施工不良	0.9	0	[12:0.01]	[13:0.01]	[13:0.01]

図2 診断の状況と診断結果の出力

(執筆担当 伊代田 岳史、魚本 健人)