

## トンネルの変状診断支援ソフトの開発

○日本工営株式会社 正会員 松山 公年  
 株式会社建設技術研究所 正会員 清水 隆史  
 東京大学生産技術研究所 F会員 魚本 健人

## 1. はじめに

我が国は、高度成長期に建設した社会資本のうち、50年を超える供用期間を経て維持更新期を迎える構造物が急激に増加すると予測されている。一方、我が国は急激な速度で少子高齢化社会に移行しつつある中で、今後限られた財源で維持管理を行うためには、効率的に構造物の状態を把握し、構造物の重要度を考慮した優先順位付けを行う必要がある。構造物の状態を把握するためには、点検を行うことが基本となるが、急増する老朽化構造物群に対して、従来の技術者で点検するには限界がある。そこで、点検に関わる作業を支援することを目的に、コンクリート構造物の変状を簡易に把握・診断するソフトを開発した。

本研究は、東京大学生産技術研究所魚本研究室と民間 10 社の共同研究で開発を進めた成果であり、既に橋梁版を開発している<sup>1)2)</sup>。本報告は橋梁版に続きトンネル版を開発したので、これについて報告するものである。

## 2. トンネルの変状原因

トンネルの変状原因は、外因（外力や環境などの外的な要因）と内因（材料や設計、施工などに起因する構造的な要因）に大別される。トンネルに発生する変状の多くは複数の原因によって生じるため、外因と内因の組合せによって変状原因を推定する必要がある。我が国のトンネルは、様々な地形・地質条件下に建設されているので、地圧による変状が発生することが少なくない。一般に、地圧による変状は、地形・地質条件などの外因に加え、設計・施工上の要因が介在することにより発生するといわれている。また、トンネルは、環境変化が少ない地中に設置されているので、橋梁などの地上構造物に比較すれば劣化しにくい。しかしながら、覆工の材質や施工に起因する内因が介在する場合には、経年、漏水、凍害などの環境要因により、材料劣化による変状が顕在化する場合もある。

## 3. 変状診断支援ソフトの特徴と入力画面

変状診断支援ソフトは、対象トンネルの諸元を事前に入力し、現地目視点検によりひび割れ状況（ひび割れ幅・長さ、方向性、錆汁・遊離石灰の有無等）やその他の変状について入力することにより、対象トンネルの各部位における変状原因と変状程度を判定するものである。

変状診断支援ソフトの特徴は、専門家でなくとも、簡易に診断ができるように構造図や変状事例などのサンプルを表示し、点検者が入力しやすいユーザーインターフェースを提供している点である。図-1、図-2 に入力画面例を示す。



図-1 構造形式入力画面

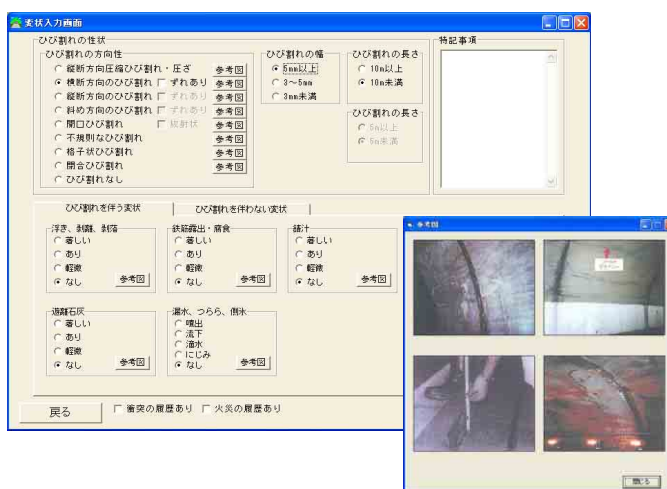


図-2 変状入力画面

キーワード：トンネル、変状、劣化、診断、ソフト、データベース

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2、TEL：03-3238-8116 FAX：03-3238-8094

## 4. 変状入力部位

変状部位入力画面（図-3）は、トンネルをクラウン、アーチ、側壁の3部位に分けて、スパン毎に覆工コンクリートと目地部に対して変状を入力することとした。また、スパン毎に路肩・側溝や路面の変状を入力できるようにした。なお、スパン数は任意に変更可能である。また、部位によっては、照明が暗くて変状が見えない場合や汚れや化粧版等の設置で見えない場合を想定してこれらの状況を選択できるものとした。

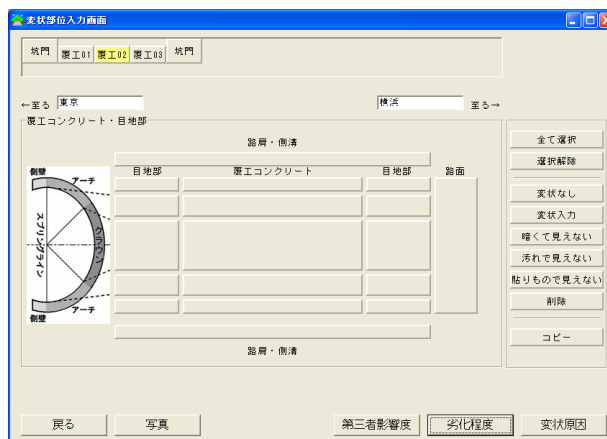


図-3 変状入力部位画面

## 5. 変状原因と変状程度の評価

入力したデータは、表-1の横軸に示す変状原因と縦軸に示すトンネルの諸条件及び変状状況（環境条件、供用条件、内的条件、ひび割れの状況、ひび割れ以外の状況等）のマトリックスにより重み係数を決め、それぞれ該当する係数の演算結果として算出する。この値が大きいものが、変状原因（各種劣化及び初期欠陥、外力による損傷等）として可能性が大きいとして表示される。

また、入力部位毎に変状の程度、例えばひび割れ幅、長さ、その他変状の程度を入力することにより、変状の程度と第三者影響度を評価し表示することが可能である。

図-4に変状原因判定例を示す。図-4に示すように入力部位毎に判定された変状原因が表示され、特定の部位に対して該当する変状原因の可能性の大きさをヒストグラムで表示することが可能である。

| トンネル版変状原因推定表 |           |      |               | 初期欠陥 |     |      |      |      |      |       |       | 外力    |     |      |      |     |        |
|--------------|-----------|------|---------------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|-----|--------|
|              |           |      |               | 材料   | 施工  | 乾燥収縮 | 温度応力 | 断面不足 | 背面空洞 | かぶり不足 | 打重ね不良 | 縦み鉛直圧 | 偏土圧 | 地すべり | 地盤沈下 | 塑性圧 | 水圧・凍上圧 |
| 覆工コンクリート     | ひび割れ      | クラウン | 縦断方向圧縮ひび割れ・圧ざ |      |     |      |      | 0.5  | 0.5  |       |       | 1     | 1   | 1    |      | 1.2 | 1.2    |
|              |           |      | 横断方向のずれ       |      |     | 0.5  | 0.5  |      |      |       |       |       |     | 1    | 1.2  |     |        |
|              |           |      | 縦断方向のずれ       |      | 0.5 |      |      | 0.5  | 0.5  |       | 0.5   | 1.2   | 1.2 | 1    |      | 1   | 1      |
|              |           |      | 斜め方向のずれ       |      |     |      |      |      |      |       |       |       | 1   | 1.2  | 1    |     |        |
|              |           |      | 開口ひび割れ        |      |     |      |      |      |      |       |       | 1.2   | 1   | 1    |      | 1   | 1      |
|              |           |      | 開口ひび割れ(放射状)   |      |     |      |      | 0.5  | 0.5  |       |       |       |     |      |      |     |        |
|              |           |      | 不規則なひび割れ      | 0.5  |     | 0.5  |      |      |      |       |       |       | 1   | 1.2  |      |     |        |
|              |           |      | 格子状ひび割れ       |      |     |      |      |      |      | 0.5   |       |       |     |      |      |     |        |
|              |           |      | 縦断方向ひび割れ      |      | 0.5 |      |      | 0.5  | 0.5  |       | 0.5   | 1.2   | 1.2 | 1    |      | 1   | 1      |
|              |           |      | 横断方向ひび割れ      |      |     | 0.5  | 0.5  |      |      |       |       |       |     | 1    | 1.2  |     |        |
|              |           |      | 斜め方向ひび割れ      |      | 0.5 |      |      |      |      |       |       | 1     |     | 1    | 1    |     |        |
|              |           |      | 閉合ひび割れ        |      |     |      |      |      |      |       |       |       | 1   | 1    |      |     |        |
|              |           |      | なし            |      |     |      |      |      |      |       |       |       |     |      |      |     |        |
|              | ひび割れを伴う変状 |      | 浮き、剥離、剥落      | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1.2   | 1     | 1     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1      |
|              |           |      | 鉄筋露出、腐食       | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1.2   | 1     | 1     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1      |
|              |           |      | 鏝汁            | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1.2   | 1     | 1     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1      |
|              |           |      | 塩害石灰          | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1     | 1     | 1     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1      |
|              |           |      | 漏水、つらら、側水     | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1     | 1     | 1     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1.2    |

## 6. 今後の課題

今後、トンネル変状診断支援ソフトを多くの実トンネルにおいて適用し、診断結果と実態を照合し、ソフトにフィードバックすることにより、変状原因及び変状程度の判定精度を向上させたい。

謝辞：劣化診断ソフトは、東京大学生産技術研究所魚本研究室と民間10社（建設技術研究所、五洋建設、コンステック、佐藤工業、銭高組、千代田コンサルタント、東亜建設工業、飛島建設、間組、日本工営）の共同研究「コンクリート構造物の劣化診断ソフトの開発」の成果である。

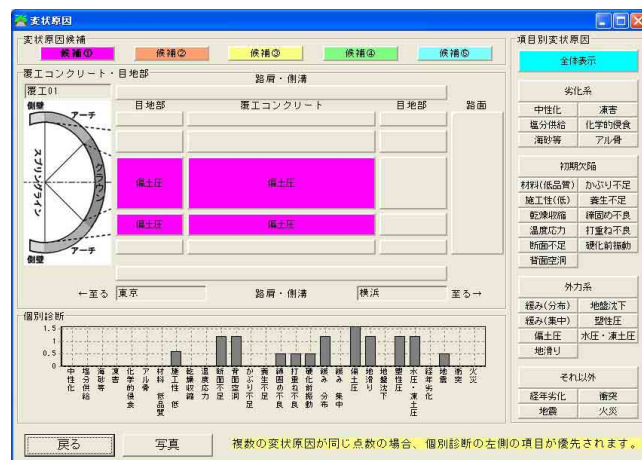


図-4 変状原因判定例

## 参考文献

- 1) 佐藤他: 既存橋梁の劣化診断ソフト開発、土木学会第58回年次学術講演会講演概要集、V部門、pp. 165-166、2003. 9
- 2) 松山他: 劣化診断ソフトの既設橋梁への適用性に関する研究、土木学会第59回年次学術講演会講演概要集、V部門、pp. 277-278、2004. 9