

## I-A 408 鋼橋の目視検査支援システムの開発

|           |          |
|-----------|----------|
| BMC       | 正会員 小芝明弘 |
| J R 東日本   | 正会員 小林俊夫 |
| J R 東海    | 正会員 伊藤裕一 |
| 鉄道総合技術研究所 | 正会員 杉館政雄 |
| BMC       | 正会員 阿部 允 |

### 1. はじめに

維持管理において橋梁の実態を的確に把握することは重要なものとなる。その決め手となるのが目視検査であるが、目視検査は主観的に行われるため、検査員の知識や経験によってバラツキが大きくなる可能性があり、その場合信頼性にも問題が出てくる。

また、作業能率の面から、一般に目視検査を徹底しようとするると多大な時間を要するものの、ベテランは非常に短時間で信頼性の高い検査を行うこともできる。しかし、そのような経験豊富な技術者が不足している現実もある。

そこで、目視検査をより効率的に、かつ信頼度を高めながら行うべく支援システムの開発に取り組んできた。ここでは、そのシステム化のための業務分析と支援システムのあり方について研究してきた概要を報告する。

### 2. 目視検査業務の分析

検査における点検項目をより実態に即しかつ的を得たものとすると同時に、その点検作業をより効率的・合理的なものとするには、点検項目の意味づけを明確にする必要がある。ここでは点検項目の意味づけを次の3点から分析してみた。

- ① 安全確保もしくは延命化のための点検項目
- ② 検査技術の難易度や記録性
- ③ 構造物の老朽度の評価

また、点検業務を効率的に実施するには、まず検査の業務そのものの手順を見直す必要がある。

ここでは、検査の各段階で検査員をサポートする支援システムの導入と、検査作業を経験者と初心者では別の流れで進められることを前提に、技術の修得度に応じて支援システム自体も進歩できるような手順にする方法について検討した。

### 3. 分析及び検査の結果

#### 3. 1 分析の結果

表－1 および表－2 に分析項目と分析例の一部を示す。

その結果、各検査項目は「安全」、「延命」として明確に区分しにくい面もあるが、それぞれ重み付けは可能であるのでその面から点検項目を区分することができた。

また、技術的には、腐食による耐力への影響や疲労のダメージについては定量的な診断が必要となるが、それ以外は、一般的な技量に基づく目視検査で十分対応できるものと思われる。

また、これらについては写真等による画像検査も今後の進め方次第では可能となるものと思われる。

目視検査の迅速化・効率化を図る前提として、老朽度の高まった桁は従来にも増して徹底した検査が必要になる。ここでは橋の老朽度に影響を与える要因として考えるべき要因と区分した時の検査の流れを表－3

および図-1に示す。

その結果、老朽度で区分することで、老朽度の高いと判断される橋は従来の検査では不足となるものの、それ以外の大多数のものは、もっと簡略化出来る可能性のあることが判った。

### 3. 2 目視検査の作業性と支援システム

目視検査はもっとも量や経験による差が出やすくなる。そして、このことは検査作業そのものの手順にも現れてくるので、このことを無視したシステムの導入は逆に非効率になる場合も出てくる。

ここでは検査の流れをベテランと初心者で別の流れとなるようにした。

また、検査の支援システムは図-2に示すように、検査入力段階から自動化し、参照データの導入や画像や図形による入出力を大幅に取る方法を取ることにした。現在、この手法によるシステムはJ R社の現場で試行中であり、今後の改良に反映していきたい。その結果についても時期をみて報告したい。

表-1 変状の特性と検査の難易度に関する分析表

| No. | 部材  | 部 位  | 変 状 の<br>種 類<br>(注1) | 健全度と与える影響の度合い<br>(注2) |    |     |     | 構造物全体<br>に与える影響<br>(注3) |     | 周辺への<br>影響<br>(注4) |     | 記 事 |
|-----|-----|------|----------------------|-----------------------|----|-----|-----|-------------------------|-----|--------------------|-----|-----|
|     |     |      |                      | 健全度                   | 劣化 | 使用性 | 安全性 | 影響度                     | 影響度 | 影響度                | 影響度 |     |
| 1   | 桁梁部 | 上フラグ | 異常接近                 | ○                     | ○  | ○   | △   | ○                       | 1   | 2                  |     |     |
|     |     | 下フラグ | 異常接近                 | ○                     | ○  | ○   | △   | ○                       | 1   | 2                  |     |     |
|     |     | 音座   | 破損                   | ○                     | ○  | ○   | ○   | ○                       | 1   | 2                  |     |     |
|     |     | 音    | 本体                   | き裂                    | ○  | ○   | ○   | ○                       | 2   | 2                  |     |     |
|     | T字部 | 欠食   | —                    | △                     | ○  | △   | △   | 1                       | 1   |                    |     |     |
|     |     | 可動不良 | △                    | ○                     | ○  | ○   | ○   | 2                       | 2   |                    |     |     |
|     |     | 位置ずれ | ○                    | △                     | ○  | ○   | ○   | 1                       | 2   |                    |     |     |
|     |     | 傾斜   | ○                    | ○                     | ○  | △   | ○   | 1                       | 2   |                    |     |     |
|     | ナット | 欠食   | ○                    | △                     | ○  | ○   | △   | 1                       | 2   |                    |     |     |
|     |     | 抜け   | ○                    | △                     | ○  | ○   | ○   | 2                       | 2   |                    |     |     |
|     |     | 位置ずれ | ○                    | △                     | ○  | △   | ○   | 1                       | 2   |                    |     |     |
|     |     | 変形   | △                    | △                     | ○  | △   | ○   | 1                       | 1   |                    |     |     |
| 2   | ナット | 欠食   | △                    | —                     | —  | △   | △   | 0                       | 0   |                    |     |     |
|     |     | 脱落   | ○                    | △                     | ○  | △   | △   | 0                       | 1   |                    |     |     |

表-2 検査条件の分析表

| No. | 部材  | 部 位  | 変 状 の<br>種 類 | 検査の周期<br>(注1) |    | 検査の方法<br>(注2) |    | 必要とする専門技術<br>(注3) |    | 検査手法<br>(注4) |     | 写真<br>判定<br>(注5) |
|-----|-----|------|--------------|---------------|----|---------------|----|-------------------|----|--------------|-----|------------------|
|     |     |      |              | 安全            | 耐久 | 近接            | 遠接 | 設計                | 測定 | ND           | その他 |                  |
| 1   | 桁梁部 | 上フラグ | 異常接近         | 2             | 2  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 下フラグ | 異常接近         | 2             | 2  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 音座   | 破損           | 2             | 2  | ○             | ○  | ○                 | ○  | ○            | ○   | △                |
|     |     | 音    | 本体           | き裂            | 2  | 2             | ○  | ○                 | ○  | ○            | ○   | △                |
|     | T字部 | 欠食   | —            | 2             | 2  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 可動不良 | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 位置ずれ | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 傾斜   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     | ナット | 欠食   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 抜け   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 位置ずれ | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 変形   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
| 2   | ナット | 欠食   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |
|     |     | 脱落   | 2            | 2             | ○  | ○             | ○  |                   |    | ○            | ○   | △                |

表-3 老朽度の要因項目と判定の目安

| 判定要因    | 目 安                  | 輸 送         | 経 年 | 速 度 | 特殊桁 | 荷 接 | 腐 食 | 環 境 |
|---------|----------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 輸送量(トン) | 5,000トン/年            | —           | ○   | —   | ○   | △   | △   | △   |
| 経 年     | 60年                  | ○           | —   | △   | ○   | △   | △   | △   |
| 速 度     | 新 幹 線                | —           | △   | —   | △   | △   | △   | △   |
| 特 殊 桁   | 斜角、びり入、吊り、曲線、折入等     | ○           | ○   | —   | —   | △   | △   | △   |
| 損 傷 歴   | 主要部材の致命的             | △           | —   | —   | —   | △   | △   | △   |
| 作用応力    | 主部材の応力(MPa)<br>△の△50 | 別途定める必要がある。 |     |     |     |     |     |     |

老朽度の判定は、一つだけの要因で決まるのではなく、複数の要因で決まってくる事を前提としたものである。即ち、表中の「○」もしくは「△」は、要因としてのウェイトを示すもので、「○」は一つでも有れば老朽度が高いとし、「△」は二個で老朽度が高いとする。

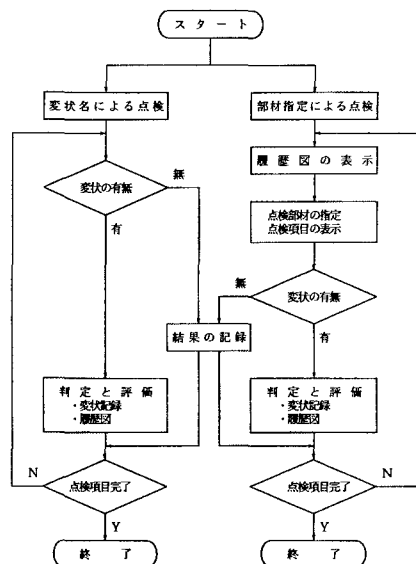


図-1

目視検査支援システムにおける点検項目

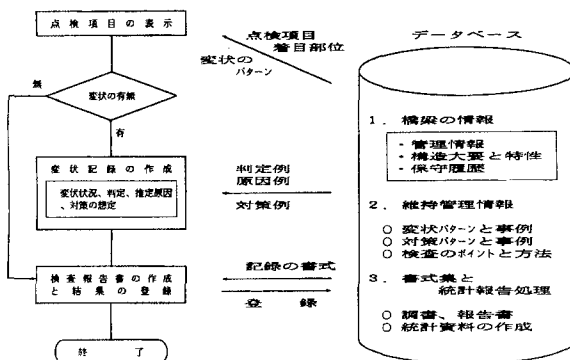


図-2 目視検査支援システム