

既存橋の点検と1次診断について

金沢大学 正員 城戸隆良
金沢大学 正員 小堀為雄

1. まえがき 近年、既存橋のうち架設されてから数十年経過した橋が多くを占めるようになり、供用期間中の点検、維持管理、および補修に関する課題が重要になってきた。そのうち点検やその診断問題は補修対策の方向を決めたり、以後の新設橋の欠陥予防を行っていく前提データを得る過程として大切な部分であると考えられる。外観を点検し損傷の程度を調べて対象とする橋の健全度（あるいは危険度）を判定する場合、種々の形式や条件をもつ橋があるために統一的な診断を行うのが難しい。そこで本報告は点検とそのデータをもとに行う予備診断と1次診断を仮定し、その関連について基礎的な問題を示す。

2. 点検と調査 点検は表-1のよう¹⁾に大別される。一般に点検によって得られるデータの多くは今のところ定性的なものが多^く、それまでの経験とデータの蓄積によるある程度の判断基準をもとにランク的に評価を下すことが多い。点検によって老朽度、危険度が高いと考えられる場合、必要によって環境的な調査や構造的な調査を詳しく行って定量的評価を行^う高次の診断を必要とすることがある。その場合の調査では解析や判定を行う上で必要となりうるデータの量と質およびどの程度のデータでよいかの判断も問題となる²⁾。

3. 予備診断 外観点検によって得られるデータをもとに行う診断のための構造化を示す（図-2）。診断においては点検データの数値的な取扱いの可能性が1つの問題となっている。また、損傷や劣化は環境的、時間的および確率的など複合的な問題が伴うので、診断はランク的あるいは確率的な傾向を判断基準としてある程度のあいまい性

| 分類 | 主な目的 | 回数 | 得られるデータ |
|-------|---------------------------|------|---------------------|
| 通常点検 | 主に路上、路上物の異常の有無発見 | 短周期的 | 大まかな症状、微候、原因 |
| 定期点検 | 全般的な細部にわたり点検し異常をとらえる | 長周期的 | 細かな症状、微候、原因 |
| 異常時点検 | 異常時に対して異常時に行 ^う | 異常時 | 異常状態の重点的チェックと危険性の有無 |

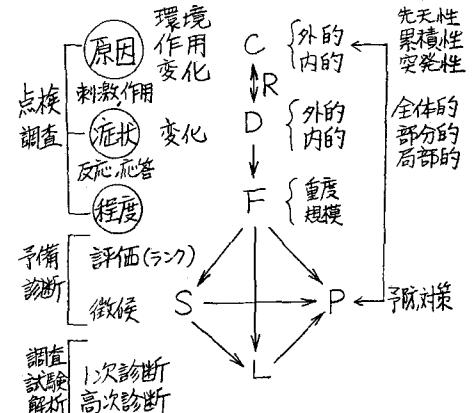


図-1 診断の構造化

やバラツキを念頭において行う必要がある。しかし、基本となるデータの蓄積・解析が十分でない現状であり、判断基準となる基本材料そのものが不足していると考えられる。もし今後、点検データの数値的な扱いが可能とするならば、判断の基準もその方向へ考えていく必要があるであろう。点検によって得られる損傷症状 d_i とその原因 c_j の関係がもし、損傷症状群 D とその損傷原因群 C 、および D と C を関連づける関連性 R によって生起パターンと生起する可能性が示されるならば、 $D \leftarrow R \leftarrow C$ の関係が示される。実際にこの関係を数値的に要素内容を構造化するのは難しいが、症状と原因との問題関係が因果関係の解明とともににはっきりしてくれれば、ある程度の確からしさを数値的にあてはめが可

能であろうと考えられる。よって点検データの損傷状態量の構造化と数値化ができれば、ある損傷の定性的傾向とその影響度、重要度の判断手がかりを得たり、また、点検データの状態量がある程度のあいまい性を含んでいても、原因と結果と予測と対策というつながりの構造を知る手がかりを得るであろう。すなわち、ある症状の発見によってその原因群が示され、それに対して予防・対策トがとれるかの診断へ結びつける構造化である。たとえば、判断の簡単な数値化は〇三ない、1三ある、0.5三はっきりしない、などの対応があげられる。ここに $D \Leftrightarrow C \Leftrightarrow P$ の問題があげられる。

つぎに、もし症状の程度を評価する評価 F_i がその症状の重度とその規模によって与えられるならば、その損傷位置や部材性能によって補正して損傷ランクを得ることができる。そのランクづけは全体的に統一的な見方をするために、おのずから大まかなランクづけになりやすいが、多くの橋の健全度を統一的に見るにはよい方法と考えられる。

その他、構造化する上で、進行性のある症状が追跡点検されれば、今後に予期、予測される損傷候群 S の項目も必要となる。そして、予防・対策群 P や高次の診断面の項目も必要となる。

4. 1次診断 点検によって損傷データを得て、そのデータをもとに予備診断を行い、対象橋の老朽度、危険度を評価し、もし、耐荷性に影響を与える要因が発見されたならば大まかな仮定によって耐荷性 L を診断する。1次診断は基本耐荷力やそれを補正して求める供用荷重¹⁾を評価するものに相当する。実際に詳しい調査を行ってその調査データをもとに補正を行う場合は高次の診断と考える。耐荷性は作用と抵抗との関係であって一般に作用は設計荷重をとるが実際に変化している作用状態を組み入れる（死荷重変化など）ことも考える。また、抵抗は鋼材の腐食による影響や変状などの損傷に対してある仮定を導入して応力計算し危険性をチェックしてみる段階である。

応力度として活荷重による σ_L 、死荷重による σ_D 、およびその合計 σ_T 、さらに、その部材の許容値 σ_a 、保証降伏（座屈）値 σ_u （安全率 m ）が得られるとすれば、つぎのようなチェックができる。

$\sigma_a \geq \sigma_T$ ならば安全、もし $\sigma_a < \sigma_T$ ならば、 $\sigma_u = \alpha_L \sigma_L + \alpha_D \sigma_D$ ；ここに $\sigma_u = m \sigma_a$ より、

$$\alpha_L = \frac{m + \alpha_D \beta (\alpha - 1)}{\alpha \beta} \quad , \text{ただし, } \alpha = \sigma_L / \sigma_T \quad , \quad \beta = \sigma_T / \sigma_a$$

によって、 α_D と α_L の関係が計算できる。 α は $0 \sim 1.0$ 、 β は $-1.0 \sim m$ 、そして α_D は $1.0 \sim m$ 、 α_L は $1.0 \sim 2.2$ 程度の範囲を考える。 α と β は応力計算によって求められ、その部材の性格を考えて、最終耐力的余裕 α_D と α_L の傾向を計算して評価する。ここに実際の荷重の生起性との関係を再評価しておくことも必要であろう。一般に交通量やその荷重頻度の特徴は調査によって橋梁台帳に記され、また、橋の場所的条件や重要度もある程度示されるので、その条件を加えて判断するか、その他に判断データがあればそれによって行う。ここに診断を行う上での不確定性、あいまい性の問題が残される（図-2）。今後、以上のような基本問題の解明が必要と思われる。

1)日本道路協会：道路橋補修便覧、昭和54年2月

2)城戸・小堀・津田：トラス橋の耐用性調査と一考察、土木

学会第37回年次学術講演会講演概要集 I-104、昭和57年10月

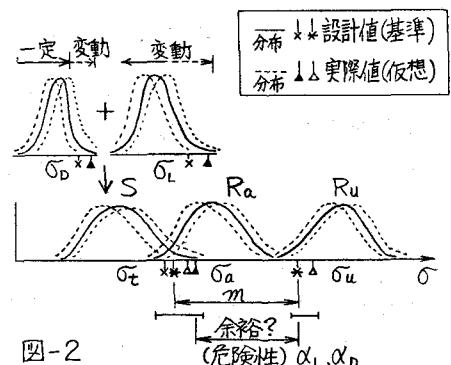


図-2