

部材の点検結果による橋梁の健全度評価

Performance assessment of bridge using the member inspection

北武コンサルタント ○正員 杉本博之

北武コンサルタント 正員 渡邊忠朋

1. まえがき

国土交通省の新しい点検マニュアルによると、今後、部材の点検結果から損傷要因を推定し、補修工法を検討することが求められている。特に注目すべきことは、点検の質の向上と新しく「道路橋毎の健全性の診断」というプロセスが導入された点、および性能照査の概念が導入された点にあると思われる。

点検と診断は、分離して考えるものではなく、両者一体として新しい橋梁維持管理システムを構築する必要があると思われる。点検の質の向上のために、担当する検査員は有資格者が求められる。ここで有資格者とは、本文中に説明している何らかの資格を有している技術者と定義される。例えば、国家資格の技術士（鋼構造及びコンクリート）、民間資格では、建設コンサルタント協会のシビルコンサルティングマネージャ（鋼構造およびコンクリート）、土木学会の上級土木技術者（橋梁）等が対象となる。

ここでは、医療の流れを参考にして、まず点検と診断について、次にBMS全体の質と関連する技術者について考察を加える。

2. 診断について

診断は、日常よく使われる言葉であるが、その定義を明確にするために、医療行為の中での診断とはどのように定義されているか紹介する。

日本大百科全書では、「医師が患者に接触する行為を診察といい、その目的は、正確な情報を得て正しい診断を下し、的確な治療を行い、その正当性をチェックすることにある。医師は、問診、診察、検査の三つの情報を整理して、総合的な診断を下すことになる。こうして患者の異常を正しく把握したのちに治療行為に移るわけであるが、その処置の結果を絶えずチェックして、診断と治療の的確さを確かめることも診察の中に含まれる。」と定義されている。

あるいは、ネット上の情報として、以下のようにも定義されている。

- ・診察：初診における患者の情報把握のための重要な医療行為。
- ・診断：健康状態あるいは病気を患者の徴候や他方向の結果から見分ける診断手続。

また、機械あるいはある種の系では、診断は「異常の有無を

判断し、異常があればその種類を同定し、何らかの介入（修理）が必要かどうかを判断する作業」と定義される。

これらは、ほんの一部であるが、医療においては、「診察」で必要な情報を獲得し、それに基づいて、「診断」で治療方針等を決定するというのが一般の流れと考えられる。この場合、「診察」と「診断」は一連の流れであり、両者は分離できないと考えられます。これは、橋梁の場合も同じで、「点検」と「診断」は分離せず、できれば、同一技術者による、一連の連続した流れと考える方が合理的ではないかと思われます。

つまり、医療行為の中の「診察」が点検に該当するし、医療行為の中の「診断」が、今回新しく導入される橋梁維持管理の中の「道路橋毎の健全性の診断」（以下、単に診断と略する）に該当する。「診断」とは、外観目視、化学的検査、および詳細目視の情報を整理して、橋梁としての性能評価をし、補修の有無の必要性および補修の時期を判断する行為、と定義されます。

3. 維持補修の流れ

医療行為をそのまま橋梁の維持管理に適用することは、必ずしも適切でないかもしれませんが、医療行為と橋梁維持管理の流れを図化すると図-1、図-2のように考えることができます。

図は平面上での説明ですが、ループが閉じれば終わりではなく、実際には、紙面上に時間軸を想定し、図の平面的なループは、時間軸に沿って三次元的にスパイラルアップをするということが前提です。図のループ的な考え方は、他にもあることを付記しておきます^{1) 3)}。

3-1 「点検」について

図-1に医療の流れ図、図-2に現段階で考えられる橋梁維持管理の流れ図を示しました。点検は、近接目視が義務付けられているようですが、管理する官庁、あるいは橋自身の重要度などが混在していることを考えて、以下のような流れを想定しました。ここでは、近接目視をすべての橋梁に義務付けてはいません。これは、すべて近接目視という国の方針が、厳しい法律的な拘束であれば固執しません。ただ、国から地方公共団体の橋梁まで、全ての橋梁を近接目視する必然性はないと考えられます。それで、ここでは、次のような流れを考えて、図-2の「点検」の内容としました。

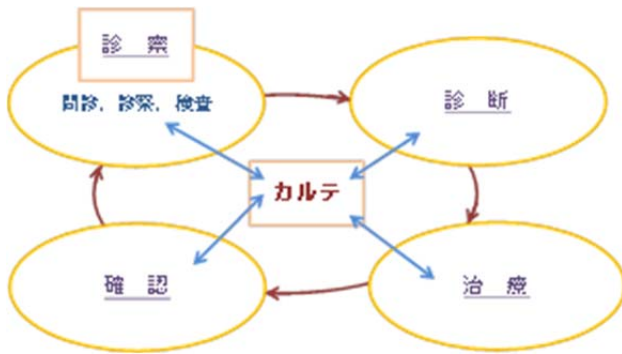


図-1 医療の流れ図

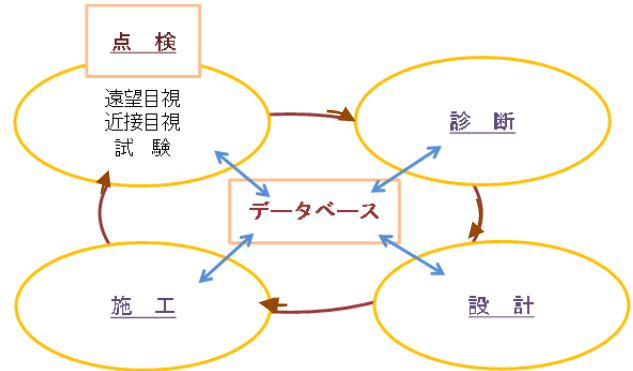


図-2 橋梁維持補修の流れ図

第1段階：すべての橋梁を対象として、遠望目視により点検することを基本とする。その上で、

第2段階：第1段階の結果、近接目視をする必要があると判断された橋梁について、近接目視により点検を行う。あるいは、該当橋梁の重要度の関係から、遠望目視はせず、必ず近接目視が必要となる橋梁については、第1段階を飛ばして、第2段階を実施する。

第3段階：後の「診断」で求められることが明らかな材料特性については、この段階で試験体を作り強度試験等を行う。

3-2 「診断」

前節で説明したように、「診断」とは、外観目視、材料試験、および詳細目視の情報を整理して、橋梁としての性能評価をし、補修の有無の必要性および補修の時期を判断する行為、と定義される。

これを誰が担当するかというのが、現段階での一つの課題ではないかと考えられます。

後記のように文献1)では、「土木技術者」が定義されていますが、そこに定義されている「土木技術者」が担当すべきものと考えられます。

また、発注体系を考慮すると、「点検」と「診断」は、同一組織がまとめて実施した方が良いように考えられます。「診断」という行為を新しく設け、その重要性が大きいのであれば、「点検」で得られたデータの理解、必要性等を点検担当者から診断担当者に連続的に引き継ぐ必要があります。

なお、現状の入札体系からは、「点検」と「診断」を同一組織が実施するのは無理のようです。

3-3 土木技術者

(1) 上級土木技術者

文献2)では、【1.3.2 上級土木技術者】の中で、土木系技術者を「土木技術者」と「上級土木技術者」に分類している。土木技術者は、土木構造物の基礎知識を有する者、上級土木技術者は土木構造物に関する広範囲で高度な知

識と豊富な実務経験を有する者と定義している。

また土木学会では、特別上級技術者、上級技術者、1級技術者、2級技術者の4段階の資格を認定し、その中で特別上級技術者と上級技術者を上級土木技術者に分類して、国が認定する技術士資格などに相当するとしている。

(2) 品質確保

土木構造物の構造計画、設計、施工並びに維持管理にあたっては、その品質を確保するために、すべての段階で責任技術者を置くことが義務付けられ、責任技術者は、上級土木技術者であることを原則としている。また、文献2)における3章の【3.3.2 設計成果の品質確保】の(2)では、設計照査は、二重に行うことが原則とされています。

さらに、文献2)の3章3.5では、【3.5 維持管理の契約および責任技術者の権限と責任】について記述され、【3.5.1 一般】では、下図が記述されています。

3.5.1 一般

(1) 維持管理は、構造物の供用期間において、構造物の性能を要求された水準以上に保持するためのすべての技術行為をいう。本節では、主として点検および措置の判断業務を対象としている。

(2) 施設管理者等は、その要求性能に応じた維持管理計画を策定、適切な維持管理体制を構築し、構造物の供用期間中の維持管理を適切に行うこととする。

(3) 施設管理者等は、策定した維持管理計画と維持管理体制に基づき、必要な土木技術者を適切に配置しなければならない。

図-3 橋梁維持補修の流れ図

4. 部材単位の健全性と道路橋毎の健全性の診断

文献2)によると、構造物の要求性能および照査については、下記のように説明されている。図-4、表-1は、文献1)から構造物の要求性能について引用したのですが、左から、要求性能、各要求性能に含まれると思われる項目、および対応する照査のための指標が説明されている。

4 章 構造物の要求性能

4.1 一般

4.2 要求性能

構造物の設計においては、施工中及び設計供用期間内において、構造物の使用目的や重要度を考慮して要求されるすべての性能を考慮しなければならない。一般に、安全性、使用性、耐久性、復旧性、環境・景観に対する適合性、施工性、維持管理の容易さ、経済性などに関する要求性能を考慮することとする。

4.3 性能の検討

4.3.1 一般

構造物に要求される性能のうち、定量的な照査指標が定められる性能については照査を行い、それ以外の性能は適切に配慮しなければならない。

4.3.2 性能照査

構造物の性能照査は、適切な照査指標を定め、その限界値と応答値との比較により行うことを原則とする。

4.3.3 定性的な性能の照査

定量的な照査指標が定められない性能については、構造物の目的や立地条件などを考慮し、適切に配慮しなければならない。

図－4 構造物の要求性能

文献2)によると、構造物の要求性能および照査については、上記の図－4のように説明されている。

表－1には、上記の要求性能、関連項目、指標などが示されている。表－2は、要求性能と各項目、および対応する部材等 などを示している。

道路橋定期点検要領等では、健全性の診断結果の分類では、部材も構造も4段階の分類が示されているが、最終的健全度の評価については、「一般には、構造物の性能に影響を及ぼす主要な部材に直目して、【最も厳しい】健全性の診断結果で代表させることができる。」とされている。有効な具体的な指標がないのが理由と考えられるが、それでは、定期的な点検、点検者の負担を増加させる近傍目視などの意義が問われることになる。

表－1 要求性能と各項目、および対応する部材等

区分	状態
I	健全 構造物の機能に支障が生じない段階。
II	予防保全段階 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階 構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階 構造物の機能に支障が生じている。又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

そこで、本研究では橋梁の管理の中で、部材点検を用いる橋梁の質的評価方法を提案する。

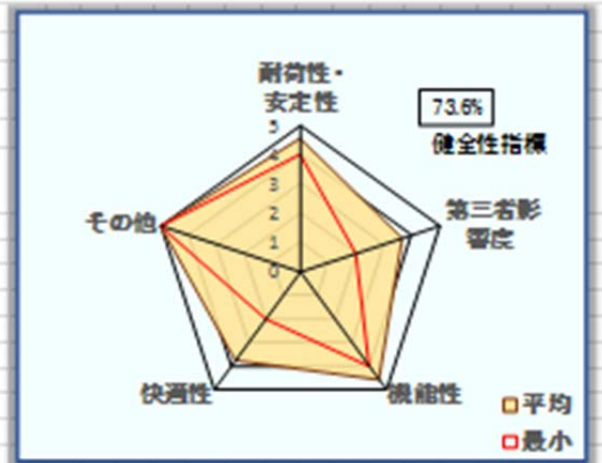
橋梁を構成する部材は、部材種毎に点検がなされ、損傷の程度が判断される。北海道市町村マニュアルには、21種の損傷項目があげられている。

これらの21の点検項目と、材料ごとの部材評価を求め、部材の評価から、橋梁の各目標性能に対する達成度を求めた。結果は、付表にあるように数量化されるが、下図のようにレーダーチャートで表現することにより、視覚的にも各橋梁の評価ができるようになる。

この例では、総合的には良いが、「第三者評価」と「快適性」は少し劣ると判断される。

表－3 性能別損傷度

	平均	最大	最小
耐荷性・安定性	4.5	5	4
第三者影響度	3.7	5	2
機能性	4.6	5	4
快適性	3.8	5	2
その他	5	5	3



図－5 性能別損傷度チャート

文献

- 1) 宮川・森川：わかるメンテナンス，一土木・環境・社会基盤施設の維持管理，(株)学芸出版社，2010.
- 2) 土木学会 構造工学委員会：2010 制定 構造物共通示方書Ⅰ，丸善(株)，2010.
- 3) (一般) 北海道建設技術センター，：北海道市町村点検マニュアル，2014.
- 4) 国土交通省道路局：道路橋点検要領，国土交通省道路局，2014.
- 5) 国土交通省道路局 国道・防災課：橋梁定期点検要領，道路橋点検要領，2014.

要求性能	安全性			使用性			美観・景観			耐久性、その他		
	耐荷性	安定性		耐疲労性	走行性	コクリット片の落下	騒音レベル	振動レベル	見た目の不快感、不安感	性能の持続性	各性能・外観の持続性	(経年的に進行する性能の低下を防ぐために、それらの性能の発現を保証する基本的な機能を確保する性能、その他の機能)
		断面力応力度	転倒モーメント係数、洗掘		変位変形振動数							
指標等	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材
対応する部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材	主桁・副部材
材料(鋼/コクリット)	S	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
1 隅金	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2 亀裂	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3 ゆるみ・陥没	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4 破断	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5 防食機能の劣化	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6 ひび割れ	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7 欠き・剥離・鉄筋露出	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8 漏水・遊離石灰	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9 床板ひび割れ	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
10 遊留の異音	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
11 路面の凹凸	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
12 舗装の異音	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
13 支保部の機能減退	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
14 補修・補強材の損傷	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
15 定着部の異音	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
16 変色・劣化	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
17 漏水、濁水	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
18 変形・欠損	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
19 土砂詰まり	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
20 沈下・移動・傾斜	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
21 洗掘	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O