

# 建築設備以外は吊り下げ制限なし

上向きでの接着系アンカー使用は適切だったのか。接着系アンカーの使用が進む建築業界を見渡しても、天井部での使用制限があるのは建築設備など一部だけだ。一方、長期引張荷重で発生するクリープ現象に対する研究はまだまだ十分ではない。

国土交通省が笹子トンネルの事故を受け、全国で一斉点検をした結果、天井板定着部のアンカーボルトに不具合があったのは、七つのトンネルだけだった(下の表参照)。そのなかでも特に、笹子トンネルの上り線と下り線の不具合数が突出して多い。

笹子トンネルにだけ特別な劣化因子が作用していた可能性が浮上してきた。ただし、点検する技術者に

よって、アンカーボルトの緩みを判断する基準は違う可能性があり、緩みが見落とされていることも考えられる。

笹子の事故によって、土木業界における接着系アンカーの使用法や施工体制について見直すきっかけになることは間違いなさそうだ。

その動きが、阪神高速道路会社が管理する神戸長田トンネル(兵庫県)で現れている。開通から10年足

らずにもかかわらず、天井の定着部に使っていた接着系アンカーに不具合が発生していたことから、その原因について、社内で検討する体制を整え、調査を始める。

## あと施工アンカーは非構造部材のみ

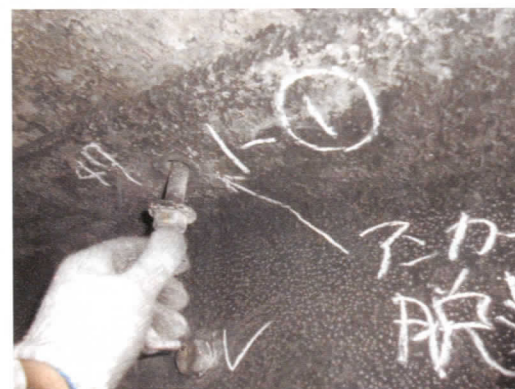
土木業界ではあと施工アンカーに関して、協会や学会などが中心となって作成した主要な指針がない。そのため、指針が整備されている建築業界のあと施工アンカーの使用法から、笹子トンネルについて検証してみる。

まず、あと施工アンカーは一般的に、どのような設計で適用が認められているのだろうか。

建築設計を規定する最も基本的な法律である建築基準法では、主要構造部材の接合にあと施工アンカーを使用することを禁じている(右ページの囲み参照)。

あと施工アンカーは、長期許容応力度に関する設計法が確立されておらず、主要構造部に使える建築材料として国土交通相の認定を受けていない。現状では、非構造部材や短期許容応力度だけが掛かる範囲内で、耐震補強に適用が認められているだけだ。

土木と建築で設計の考え方が異なる



笹子トンネル上り線の緊急打音検査によって、アンカーボルトが脱落した箇所(写真:中日本高速道路会社)

## ■ 天井板定着部のアンカーボルトに不具合のあったトンネル

完成年度	トンネル名(所在地)	アンカーの種類	管理者	不具合のあった箇所数(全数)
1967	新御坂トンネル(山梨県)	金属系	山梨県	3(6236)
1969	都夫良野トンネル(神奈川県)	金属系	中日本高速道路会社	1(12)
1975	笹子トンネル上り線(山梨県)	接着系	中日本高速道路会社	1028(1万1613)
1975	笹子トンネル下り線(山梨県)	接着系	中日本高速道路会社	632(1万2002)
1977	愛宕トンネル上下線(山梨県)	接着系	山梨県	6(784)
2002	神戸長田トンネル上り線(兵庫県)	接着系	阪神高速道路会社	1(1万32)
2003	神戸長田トンネル下り線(兵庫県)	接着系	阪神高速道路会社	7(9537)

(資料:国土交通省の「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会」)

## 建築での使用制限 主要構造部材の接合には使用不可

建築基準法上、あと施工アンカーは非構造部材以外に使用することは原則としてできない。

しかし、2005年に耐震偽装問題が発覚し、新築でも耐力が持たない構造物が続々と露見したことから、建築基準法に適合するよう耐震補強をする場合、あと施工アンカーの使用を認める特例ができた。ただし、あくまでも地震時だけ力が作用する短期許容応力度の範囲内に限定している。

近年は、建物の老朽化による改修需要や既存ストックを有効に活用する機運の高まりで、増改築の際の接合材料としてあと施工アンカーを使用したいという要望が増えてきた。

国土交通省は08年から建築基準整備促進事業として、接着系あと施工アンカーを主要構造部材に適用する際、長期許容応力度に関する設計法を確立するた

### ■ 建築業界におけるあと施工アンカーの使用制限

- ・非構造部材の接合 → ○ 建築基準法で認められている
- ・耐震補強時の使用 → △ 短期許容応力度の範囲内での使用が認められている
- ・主要構造部材の接合 → ✕ 長期許容応力度は定められていないので、使用できない

(資料:国土交通省の「あと施工アンカーの長期許容応力度に関する検討調査」)

めの研究を進めてきた。

具体的には長期のクリープ特性やひび割れの影響、耐火・耐熱特性など、接着系アンカーの長期の材料特性を研究している。建築研究所や日本建築あと施工アンカー協会、都市再生機構などから成る委員会を立ち上げて検討してきた。

### 90日後のクリープ特性まで判明

これまでの研究では、例えば、引き抜きによるクリープ試験では90日後の特

性を把握している。クリープ現象による変形に顕著な特性は見られなかった。年単位での特性などは明らかになっておらず、さらなる長期の特性については、今後の課題となっている。

現在は、建築研究所が主体となって研究を続けている。建築研究所構造研究グループの福山洋グループ長は、「材料特性の研究をさらに進めるとともに、対象部位ごとの設計法を検討している」と話す。

るので単純に比較はできないが、トンネルのコンクリート躯体を主要構造部材とすれば、躯体に吊り下げる構造物は非構造部材になる。そこに、あと施工アンカーを使用している点では、それほど違和感のある話ではない。

しかし、笹子トンネルの天井構造物には、アンカー1本に1t以上の引張荷重が常時、作用していた。完成から35年以上たって、長期許容応力度が低下していた可能性がある。国交省が実施した引き抜き試験の結果次第では、重量物に対するあと施工アンカーの使用法に影響を与えることになりそうだ。

## 一般的に接着系の施工制約なし

あと施工アンカーには、大別して金属系と接着系の2種類がある。前者はアンカーの末端部を拡張させて孔壁に食い込ませ、側圧や支圧によって抵抗するのに対し、後者は有機系や無機系の接着剤でアンカーボルトを孔壁に固着させるものだ。

一般的に金属系アンカーは埋め込み長が短く施工性に優れているが、引張耐力は接着系より小さい。一方、接着系アンカーは引張耐力が大きいものの、コストが掛かるなど、どちらも一長一短ある。

笹子トンネルでは、このうち耐力が大きい接着系アンカーを使ってい

た。気になるのは、引張荷重が直接掛かるような懸垂物に、接着系アンカーを使用してもよいのかどうかだ。

あと施工アンカーの設計の考え方が載っている日本建築学会の「各種合成構造設計指針・同解説」や日本建築あと施工アンカー協会が発行している技術資料には、あと施工アンカーの施工部位を制限するような記述はなかった。

## 技能に左右される天井部の接着系

一方、ダクトや配管、建築設備の機器を支持したり固定したりする際に適用する空気調和・衛生工学会の「建築設備用あと施工アンカー」の

## 事故からみえた 七つの教訓

### 建築設備の使用制限 吊り下げに接着系アンカーは使わず

日本建築あと施工アンカー協会(JCAA)が建築・土木関係の様々な用途のあと施工アンカーを対象とした規格を取り扱っているのに対して、建築設備用のあと施工アンカーに限定した規格を取り扱っているのが、空気調和・衛生工学会(SHASE)だ。

建築設備とは、建物内のダクトや空調設備などのこと。一般的に新築では、アンカーを先に設置してからコンクリートを打設するが、リニューアル工事では、あと施工アンカーで設置するしかない。そこで「建築設備用あと施工アンカー」という規格を定めている。

「できるだけ施工のばらつきのない製品や安心できる製品を限定している」と、建築設備用あと施工アンカー改定小委員会の主査を務める清水建設建築事業本部設備本部設備技術部の横手幸伸副部長は話す。

あと施工アンカーは専門技術者ではなく、配管工やダクト工などの作業員がほかの建築設備と一緒に施工することがほ

#### ■ 建築設備用に限定したあと施工アンカーの分類と施工部位

分類	施工部位	主たる用途
金属拡張アンカー	床上に設置、天井に吊り下げ、壁へ取り付け	機器や配管、ダクトの支持・固定
接着系アンカー	床上に設置、壁へ取り付け	機器の床上への固定、配管やダクトの床上・壁への固定

(資料:空気調和・衛生工学会「建築設備用あと施工アンカー」)

とんだ。そのため、確実な施工体制が必ずしも整っていない可能性がある。

そこで、SHASEの規格では接着系あと施工アンカーを天井部の吊り下げ用に使用することを原則として禁止している。施工時の樹脂だれや埋め込み深さの不足など、施工品質を確保できない可能性があるからだ。長期の荷重や火災時の引き抜き力低下の影響も踏まえている。

#### 金属系アンカーも3種類限定

SHASEは、天井部の吊り下げ用に金属系アンカーを使うことを許容している。ただし、JCAAでは金属系アンカーを8種類認定しているが、SHASEでは

アンカーの内部でコーンが拡張する形式など、3種類しか認めていない。

「もっと引張力を発揮するアンカーはあるものの、施工品質にばらつきがある。できるだけ施工者の腕によらず安定して力を発揮するアンカーを選んだ」(横手副部長)。

現在、SHASEでは2005年に作成した「建築設備用あと施工アンカー」の規格の改定を進めている。2010年に、25年ぶりに各種合成構造設計指針・同解説が改定されたことから、その内容を踏まえる予定だ。接着系アンカーボルトの有効埋め込み長をさらに安全側でみることになる。

規格では、天井の吊り下げ用として接着系アンカーを使用することを原則として禁止している(上の囲み参照)。

ダクトや空調などをあと施工アンカーの有資格者が施工することはまれで、配管工などが直接、あと施工アンカーを施工することがほとんどだ。そのため、施工の品質を必ずしも保てない可能性があることから、空気調和・衛生工学会では施工者の技能に比較的、左右されない金属系のあと施工アンカーを推奨している。

逆に言えば、上向きでの接着系ア

ンカーは施工者の技能に左右されやすいということだ。

上向きのあと施工アンカーは、接着系に限らず難しいとされている。例えば、あと施工アンカーの技術者育成を目指しているあと施工アンカー工事協同組合が実施する認定資格試験では、施工が一番難しい上向きで、あと施工アンカーの実技を課している。

上向きに接着系アンカーを確実に施工する体制が整ったとしても、長期の引張耐力が低下してしまう接着系アンカー特有のクリープ現象を解



国土交通省認証の「あと施工アンカー施工技術士」資格試験では、接着系・金属拡張系アンカーともに、上向きに施工する実技試験を実施している。所定の引張耐力を上回らなければ合格できない。写真は試験官が確認している様子(写真:あと施工アンカー工事協同組合)

明しない限り、天井部などでの上向きの使用は危険が伴うと肝に命じるべきだ。

## 設計思想を踏まえた維持管理を

笹子トンネルの大惨事は、天井板のような非構造部材の安全性を考え直すきっかけとなった。設計思想を考慮した点検や現実的な点検体制の構築など、土木構造物全般の維持管理の在り方についても警鐘を鳴らしている。

### 教訓1

#### 「落下」への危機意識を高める

土木の世界で頭上からの落下物と言えば、「コンクリートの塊」を思い浮かべる人は多いはずだ。

有名なのは1999年に山陽新幹線の福岡トンネルで発生したコンクリート塊の落下事故。同様の事故が続いたことで社会的な問題になり、主要構造部材のコンクリートの劣化が目目された。

一方、笹子トンネルのような非構

造部材の天井板の落下には、それほど注意が払われていなかった。この事故を受けて、頭上からの「落下」に対する危機意識を高める必要がある。

建築に目を移すと、非構造部材である天井の崩落事故は頻繁に発生している。東日本大震災でも多くの天井が落下した。そのせいか、地震時の落下対策を講じれば、それでよいと考えてしまう人は多いようだ。

建物内の天井板落下事故を調査している東京大学生産技術研究所の川

口健一教授は、「落下事故の直接の原因は重力だ。地震はあくまで一つの力学的外乱にすぎない」と指摘し、「平時でも天井落下は発生すると考えて対応しなければならない」と警鐘を鳴らす。笹子トンネルの事故はその典型だ。

常時、重力が掛かる吊り構造に対して川口教授は、「構造躯体と一体で設計することや、吊り構造物の安全を十分にみて耐用年数を決め、事故が発生する前に交換することを考える必要がある」と話す。



東日本大震災では、多くの建築物で天井が落下した。国土交通省が吊り天井の安全確保について規制強化を進めるきっかけとなる。写真は静岡県の富士宮市役所(写真:日経アーキテクチャ)



頭上にある非構造部材で思い浮かぶのが、高速道路の桁下などに設置している裏面吸音板だ。反射する自動車の騒音を低減するために、都心部や住宅街を走る高速道路でよく見かける(写真:39ページまで特記以外は本誌)

教訓2

落ちて被害を出さない設計を

笹子トンネルでは、落下の兆候が事前に分からず、一気に崩壊した可能性が高い。

構造上、肝となる箇所の不具合が発生しても、全体で冗長性が担保された構造形式であれば、通行止めにして天井板を取り替えることができたはずだ。「損傷は許容するが、フェールセーフ機能を設けたり、ゆっくりと時間を掛けて壊れる構造形式にしたりする考え方だ」と川口教授は説明する。

これから造る構造物では、当初の設計時点でそういった視点を盛り込む必要がある。気になるのがコスト増だが、コンクリート構造物の補修や補強に詳しい東京大学工学系研究科の石田哲也准教授は、「新設構造物の場合、フェールセーフ機能を当初の設計に盛り込んでおいてもそれほどコストは上がらないはずだ」と

指摘する。

一方、既設の構造物に対しては、落下防止ワイヤを設置するなどの対策が考えられる。ただし、ワイヤの定着方法が吊り構造物と同じ場合、吊り構造物の不具合が見つかった際に、ワイヤにも不具合が生じていてフェールセーフの意味をなさない可能性もあるので注意が必要だ。

落下は許容するが下を通る人に危害を与えないようにする点では、落下防止ネットを設置するのも一つの手だ。重量物は無理としても、小規模のコンクリート塊やボルトなどの落下は防げる。

教訓3

維持管理のしやすさを念頭に改修

笹子トンネルでは5.3m頭上の最頂部を目視点検だけで済ませていた。維持管理しづらい天井構造が問題だったと言われている。ただし、1970年代に維持管理を考慮した設

計をしていなかったことを今になって責めても仕方がない。むしろ、供用後に管理者が何らかの対策を取るべきだった。

点検しづらい既設構造物には、人命に影響を及ぼす構造上のリスクを検討したうえで、維持管理や点検のしやすさを考慮した大胆な改造に踏み切ることも考えなければならない。構造上の肝となる部分が見えない、または近寄れず点検しづらい構造は問題だ。例えば、古い橋では、劣化しやすい桁端部が見やすいように改修する例も増えている。

非構造部材によっては、設計当時では必要でも、月日がたつて不要になった機能もある。笹子トンネルと同様の天井構造だった首都高速道路の羽田トンネル(東京都大田区)は、笹子の事故以前に天井構造の撤去工事の公告を出していた。

自動車の排出ガスの改善によって、換気用の天井構造が必要でなくなったからだった。首都高は通行の

インタビュー

「落下現象」をまじめに考えるとき

川口 健一氏 東京大学生産技術研究所教授

建築では頻繁に発生している天井の落下事故。落下現場を数多く調査して対策を指導している東京大学生産技術研究所の川口健一教授に、笹子トンネルの天井板崩落事故の印象と、「吊り下げ構造物」に対する土木技術者の心構えについて聞いた。

——笹子トンネル事故の報道を見てどのように感じたか。

建築では、天井の崩落事故が頻繁に発生している。私は、阪神大震災のときから天井は危ない、さらに地震がないときにも落ちると指摘してきた。

東日本大震災では数千棟以上の建物内で天井が落下した。地震だから落下すると思っている人がほとんどだろうが、落下事故の直接の原因は24時間掛かる重力だ。地震は一つの力学的外乱にすぎない。平時でも天井落下は発生するのだ。

怖いのは、高い場所から重たいものが落下することに対して、あまりにも無頓着である点だ。建築で懸念していたことが、笹子トンネルでも残念ながら起こってしまった。これからは土木技術者も、落下現象の制御をもっと真面目に考える必要があるだろう。

——今後、同様の崩落事故を防ぐために、発注者や設計者にはどのような姿勢が求

められるか。

まず考えるべきは、落下する原因をつくらないことだ。ただし、どうしても機能上、高所に吊り下げすることも必要になる。

そうならば、次は絶対に落とさない構造にすることだ。例えば、天井板を構造躯体と一体で構築し、同じ耐用年数にする。もしくは、設計の時点で耐用年数を安全側に決めておいて、事故が起こる前に交換することだ。

次に必要なのが、損傷は許容するが事故に至らないようにする発想だ。これも二つの考え方があり、一つはアンカーが抜けても別の方法で落下を防ぐフェールセーフの機能を持たせることだ。

もう一つは脆性的な破壊をさせない構造にする。時間を掛けてたわみなどの大きな変形が生じるような構造にしておけば、異常を察知した時点で通行止めにして、取り替えることができる。

さらに建築の世界では次の段階として、落下しても人を傷つけない材料を使うという発想もある。

——これらの発想は笹子トンネルで一つも見られなかった。

1枚1t以上の重量物を車道の上に吊るわけだから、落下すればどんな大惨事になるかは容易に想像がつく。にもかかわらず、確実に安全性



かわぐち・けんいち

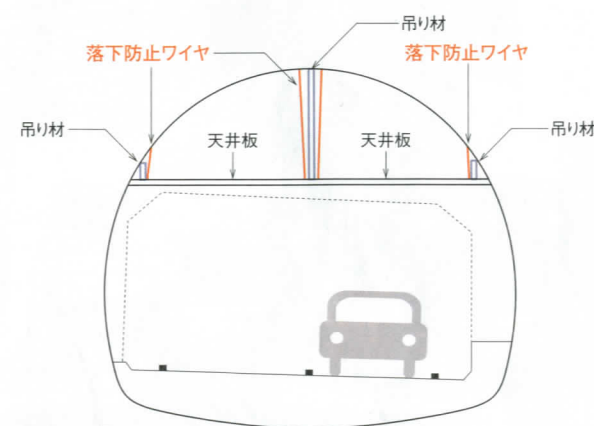
1985年早稲田大学理工学部建築学科卒業。91年東京大学工学系研究科建築学専攻博士課程修了。工学博士。2006年から現職

を確保する考えに至っていない。

建築の世界もそうだが、非構造部材の安全性や耐用年数にあまりにも無関心な場合が多い。知らないうちに劣化している非構造部材は、まだまだあるはずだ。

確実に防がなければならない事故に対して、確実ではない方法で点検をして「まだ使える、まだ大丈夫」と寿命を先延ばしにすることは直ちにやめるべきだ。

■ 落下防止ワイヤによるフェールセーフの一例



(資料:阪神高速道路会社)



人通りや車が多い交差点をまたぐ高架橋の桁下に、ボルトなどの落下物を防ぐネットを設置している。これもフェールセーフの考え方の一つ

安全性を高めるため、撤去に踏み切った。

### 教訓4

#### 設計思想を踏まえメリハリある点検

事故は、これからの維持管理の時代における点検方法の教訓も示唆している。設計思想を十分に把握せず構造形態を知らないまま点検すれば、膨大な点検が必要になり、崩壊につながる主要部位の不具合を見逃すことにもつながりかねないからだ。

32ページで説明したように、多くのトンネルで使われているあと施工アンカーは、長期引張耐力がどの程度低下するか明らかになっていない。

劣化の影響が定量的に示されていない材料を構造上、肝となる箇所を使うことは今後、議論が必要だろう。もし使うとしても、劣化の度合いを継続的に監視するような点検を考えなければならない。

設計を知ることで、構造上の弱点が分かれば、詳細に点検するなどメリハリのある点検にもつながる。

例えば、阪神高速道路会社は2011年12月から、要注意箇所は頻度を高めて徹底的に点検するようにマニュアルを改定した。

同社では従来、トンネル内の点検は5年に1回の頻度だったが、改定を機に2年に1回、要注意箇所の詳細な点検を実施することにした。従来の定期的な点検は8年に1回とし、点検の内容にメリハリをつけた。

「要注意箇所は短期間で劣化する可能性があり、効率的に点検をする必要があった」と同社保全交通部保全企画課の宮口智樹課長は話す。

### 教訓5

#### 身の丈に合った維持管理体制を

笹子トンネルでは、定期点検を実施していたにもかかわらず、不具合を発見できず崩落につながった。全国一律で、定期点検の頻度を上げた打音検査を義務付けたりすべきだという声も上がるが、少し冷静な議論が必要だろう。

潤沢な予算があれば、一般的に質

の高い点検ができるが、現実には厳しい。自民党政権に変わり補修に対する大幅な予算増も期待されるが、今後もずっと、手厚い予算を確保できる保証はない。事故の発生を必要以上に恐れるのではなく、自分たちの組織の身の丈に合った維持管理を進めることが求められる。

維持管理に十分な予算を割けないなかで、点検をやり繰り返す自治体もある。高知県は06年以降、建設コンサルタント会社に定期点検を外注せず、職員自らが実施している。

高知県の橋梁定期点検システムの構築に携わった高知工科大学の那須清吾マネジメント学部長は、「土木研究所の点検要領をもとに点検対象や判定方法、その後の対策などをまとめたマニュアルを作成した」と説明する。

「判定の難しいケースの判断やデータ整理など、最低限の外注以外は全て職員がする。5年に1回の定期点検は既に2巡目に入っており、順調に維持管理をしている」(那須マネジメント学部長)。

### 教訓6

#### 補修の優先度の付け方を公開

事故が衝撃的だっただけに、不具合が少しでも見つければ、即座に補修や補強をする傾向も表れ始めた。ただ、限られた予算では、進行性の遅い損傷などは補修を後回しにすることも、現実的に必要になる。

多くの自治体で、橋梁の長寿命化修繕計画のアドバイザーを務める日本大学工学部土木工学科の岩城一郎教授は、「技術者は想像力を働かせ、人命に影響を及ぼす構造上のあらゆるリスクを考える必要がある。とはいえ、いきなり全ての構造物に対策を講じるのは難しいため、構造物の重要度や劣化度を勘案し、優先度をいかに付けて補強を進めていくかが重要だ。さらにこうした考え方を公

開する必要がある」と話す。公開しなければ、安全・安心に対する住民の理解も得られないからだ。

阪神高速道路は補修における優先順位を付けるため、11年12月の点検マニュアルの改定で、損傷の進行性だけでなく冗長性も踏まえた二次判定を導入。進行性が同じ評価でも、冗長性を担保している場合は、損傷の判定評価を低く付ける。

### 教訓7

#### 点検での人材育成に予算を

これまで挙げた教訓は基本的に、設計や施工にたけた技術者がいなければ達成することはなかなか難しい。

点検や維持補修に掛かる費用は必要だが、将来の点検技術者育成のために予算を費やすという視点も忘れ

てはならない時代に入っている。

現状では、人材育成の推進は大学の教員や建設コンサルタント会社の技術者などが担う。事故を受けて、国として人材育成の体制を支援する必要に迫られている。

例えば、岐阜大学と岐阜県は、「社会基盤メンテナンスエキスパート養成」を進めている。地元密着で維持補修に携わる専門家を育成し、輩出する人材育成プログラムだ。長崎県でも同様の取り組みとして「道守養成ユニット」がある。

現状では両者とも、文部科学省の科学技術振興調整費の「地域再生人材創出拠点の形成」に採択され、支援金が出ている。今後もこのような取り組みを継続して進めていくには、国などによる資金面での補助体制が欠かせない。

### ■ 阪神高速道路会社は点検を合理化・高度化

[定期点検の内容]

定期点検の項目	従来	改定案
上下部工点検	5年か6年か8年に1回	5年か8年に1回
梁上点検	上記の中間年	廃止
中間年点検	—	要注意構造物に対して点検を実施
トンネル点検	5年に1回	全般点検*1 8年に1回 カルテ点検*2 2年に1回

\*1:近接目視、必要に応じてたつきや簡単な計測を実施する  
\*2:災害の発生が懸念される箇所や要注意箇所の簡易計測を含む、より詳細な点検  
(資料:阪神高速道路会社)

[冗長性を踏まえた二次判定]

一次判定	二次判定				
	小	中	大		
S	S				
A	冗長性の評価	小	中	大	
	進行性の評価	大	A	A	B
		中	A	B	B
小	B	B	C		
B	B				
C	C				

### 専門家の視点 システム次第で職員だけでも点検は可能



高知工科大学  
マネジメント学部長  
那須 清吾

高知県では7年前から「職員橋梁点検マニュアル(案)」を作成して、職員自らが橋梁点検を実施している。

もともとは高知県の道路維持管理の予算が十分でないことから始まった取り組みだ。「自分たちで点検する」ことを前提とした点検マニュアルを作成した。

15m以上の橋は5年に1回の詳細な

点検を、15m以下の橋は2年に1回の簡易な点検を実施する。さらに、人が通行する上に架かる橋では、コンクリート片の落下などが人の命に影響するので、コンクリートをたたく第三者点検を毎年、実施している。

点検方法のほか、判定基準やその後の対応もマニュアルに記載した。劣化の判定が難しいものに対してだけ、建設コンサルタント会社に詳細点検を委託する。

もちろん、職員の点検や判定だけでは、誤りがあるかもしれない。そのため専門家から成るアドバイザー委員会を立ち上げて、専門家と職員で点検の判定にずれがあるかをチェックしてきた。現在、5年に1回の詳細な点検は2巡目に

入った。当初は3分の1ぐらいで両者にずれがあったが、いまはかなり精度が上がってきたと聞く。

11年からは高知県職員からの提案で、15m以下の橋梁も5年に1回の詳細な点検に変えた。もともと職員のことをおもんばかって簡易な点検を設けたのが、経験を積んで、ある程度、点検に自信もつてきたのかもしれない。

自治体の技術職員だけで適切な維持管理をするためには、自治体の予算や技術者の能力を見据えううえで、適切な橋梁アセットマネジメントなどのシステムを構築することが重要だ。最新の知見や技術だけを駆使したシステムでは技術者が使いこなせないこともある。(談)