

# 基調講演

## 鋼構造物の現状と長寿命化

## Present Situation of Steel Structure and Longer Life

高木 千太郎\*

Sentaro Takagi

**ABSTRACT** This Report explains Problem of Steel Structure by Example. Configuration is Comparison of Management Example, Accuracy Testing of True Inspection, Proposal of Longer Life by Risk Management.

**KEYWORDS** : 鋼構造, 腐食, 防食, 点検, 誤差, リスクマネジメント, 長寿命化  
steel structures, corrosion, corrosion prevention, inspection, error,  
risk management, longer life

### 1. まえがき

我が国においては、昭和 39 年に開催された東京オリンピックを契機に高度経済成長期にかけて国内のニーズに応えるべく橋梁など道路施設、港湾施設、電力施設など社会基盤施設の整備を集中的に行ってきた。これら集中的に整備された種々な社会基盤施設は、建設後 50 年を経過する割合が急速に増加してきている。例えば、2014 年の国土交通白書によると、18 年後の 2033 年には道路橋の約 67%、トンネルの約 50%、河川管理施設（水門等）の約 64%、港湾岸壁の約 58%が建設後 50 年を経過するとしている。このような状況において、地球環境の保全が叫ばれている昨今、国内で進めてきた建設中心の消費型社会から、限りある地球資源を有効に活用する循環型社会への転換が急務となってきた。ここに示す循環型社会への転換を進める施策の一つとして施設を可能な限り長く使っていく長寿命化の推進がある。

このような状況を踏まえ、国内においては道路施設、河川施設、水道・下水道、港湾施設等の長寿命化に向けた種々な施策が展開されているが、施設の長寿命化に関する点検・診断、計画の策定、長寿命化の設計、施工、その後の維持管理を適切に行う手法は未だ確立されていないのが現状である。社会基盤施設の抱えている課題を解決するためには、長寿命化のあり方、供用施設の現状を定量的に把握する点検・診断、寿命を確実に延ばす工法の選定、設計法や施工技術などに関する検討を行い、成果をあげることが重要である。なかでも鋼材を主材料として造られている構造物は、使用後に発生する変状は、防食機能の劣化、腐食、疲労き裂、変形が主であることがこれまでの維持管理や研究の成果によって導き出されている。今、まさに鋼構造物の変状を理解し、それらをどのように調査・評価し、対策するかを明らかにすることが喫緊の課題である。課題解決には第一に現状の定量的な分析が必要である。第二には、見える変状、見えにくい変状、隠れた変状をどのように調べ、機能や性能の変化と健全性を評価・診断するかである。第三には、対象の施設を物理的な寿命、経済的な寿命、機能的な寿命を評価、施設の現状と将来を正しく捉えた計画を策定し、効果的な設計と効率的な施工が確実に行われているかである。

ここで示した施設の長寿命化に向けた課題、現状把握、点検・診断、対策についてそれぞれ具体的な事例を含め、説明することとする。

\*一般財団法人首都高速道路技術センター 上席研究員 (〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目)

## 2. 供用中の鋼構物の現状と課題

供用中の鋼構造物の現状についてであるが、橋梁について2つの事例を基に分析をしてみる。一つは、1928年（昭和3年）に供用を開始した自碇式連続鋼吊橋、87年経過した河川を渡河する橋梁である。対比する事例は、1963年（昭和38年）に供用を開始した突桁式鋼箱桁吊橋、52年経過した河川



写真-1 自碇式連続鋼吊橋（1928年、橋長186.2m）

を渡河する橋梁である。2つの事例は共に重防食系塗装の変性エポキシ塗料の上にポリウレタン塗料で塗り替えられた橋梁である。健全度は、自碇式連続鋼吊橋の主構が「ほぼ健全レベル」、支承は「注意レベル」から「やや注意レベル」の評価である。対比する事例の突桁式鋼箱桁吊橋の主構は「ほぼ健全レベル」、支承は「注意レベル」から「やや注意レベル」と同様な評価である。

2つの事例から評価されている健全度で明らかかなことは、供用期間に35年の違いがあるが、経年差が健全度レベルに表れていないことである。



写真-2 主構部（路上）



写真-3 支承部



写真-4 突桁式鋼箱桁吊橋（1963年、橋長565.2m）

しかし、互いの橋梁を現地で見比べてみると、路上や支承部の現状は、供用期間の短い突桁式鋼箱桁吊橋の方が塗膜の状態や支承の状態（周辺の部分も含む）が好ましい状態でないことは明らかである。この差異は、橋梁が持っている詳細構造の違いだけでなく、どの程度対象橋梁に対して管理者が愛情を持って注視しているかの差異とも考えられる。

維持管理を確実にしようとの考えで全ての橋梁に愛情を注ぎ、日々の点検と適切な対処に心がければこのような状況にはなり得ないはずで

ある。



写真-5 主構部（路上）



写真-6 支承部

鋼構造物の変状の代表的な損傷が腐食であり、それを抑止する対策が塗装を含めた防食対策である。塗膜の健全性を長期に亘って確保するには、重防食塗装の採用であることは一般塗装系であるフタル酸系塗料と重防食塗装系との対比暴露試験データ等から一般的に理解されている。それ以上に塗装系の選定よりも重要なことは、塗り替え時の素地調整作業の程度が劣化進行度の重大因子であることは、塗膜の付着量や錆を抱き込んだ塗膜の防錆能力の低下等の資料から明らかである。塗り替え時の施工管理が塗膜の耐久性から重要であることはこれで理解できたと考えるが、それよりも重要なことは、どこまで適切な維持管理を管理者が徹底して行っているかがおおきい。技術者育成研修等で多くの官民の技術者に維持管理の重要性を話し、必ず現地に行き行って管理する種々な施設を自分の目で診ることの重要性を説明しているが、「見ている」と「診ている」との差異が何時までも理解できない技術者が

多いのが今の国内の鋼構造等の現状と課題である。

写真-7は、定期点検を行った後、3年経過した鋼道路橋を現地で確認した時の状況である。点検も曖昧に行われていることが重大な問題であるが、それ以上に、橋梁を常時点検しているはずの管理者が端部の致命的な腐食損傷を見逃し、現地の危機的な状態を未確認であるのが現実である。



写真-7 蟻塚のある橋台と著しく腐食した桁端部

### 3. 鋼構造物の点検・診断

社会基盤施設の点検は、対象となる構造物や管理者によって多様な形態がある。それらは、通常点検、定期点検、詳細点検、異常時点検に大まかに分類することができる。通常点検は日々の管理とも言える第三者被害の発生防止や安全性・使用性の確保に主眼を置いた点検である。そのため、構造物そのものの現状を把握するよりも、安全・安心に資する情報取得を目的としている。定期点検は数年に一度の頻度で行われる構造物の健全度状態を把握する目的で行われる点検であり、主に目視による

点検と打音検査等によって実施されている。目視点検は、遠望目視と近接目視に分類され、構造物の状況を概略的に把握するために遠望目視を行い、その情報に基づき、損傷の有無と程度を近接目視によって明らかなる点検方法である。定期点検は、維持管理の「要」とも言える点検である。詳細点検は、定期点検で発見された変状や内在の可能性の高い損傷について客観的で詳細な情報を得るために行われる点検であり、非破壊検査や微破壊検査、応力・変位・振動の計測等を併用して行う点検である。損傷程度をより詳細に把握するうえで、表面からの目視によるだけでは検出できない損傷（例えば、き裂など）を調査する上で、非破壊検査が有効であることも多い。異常時点検は、地震、台風、集中豪雨等の自然災害や車両や船舶が橋梁に衝突した際などに緊急で行われる点検で危機管理対応として実施される。以上が現在社会基盤施設に行われている一般的な点検の種類と概要である。

### 3.1 富山市及び浜松市で行われていた点検結果と問題点

点検の基本は、点検技術者による目視で変状を適切に確認することである。点検技術者が実際に行った点検結果の精度等については、アメリカ合衆国 FHWA において道路橋を対象とした目視外観調査の信頼性として「Reliability of Visual Inspection for Highway Bridges : FHWA-RD-01-020 2001年6月」が公表されており、その中で目視外観調査の精度や信頼性について、多方面からの分析が行われている。当該資料は、アメリカ政府の公認点検技術者が行っている目視外観調査について、視力と色覚、調査環境、調査時における早急程度等の報告であるが、目視外観調査における課題を明らかにしている種々なポイントは、国内においても活用する内容を十分に含んだ報告書である。そこで、学術的見地から、現在行われている実際に国内の道路橋を対象とした点検における目視点検の精度と信頼性について調査を行った。ここに、その概要を示すこととする。

#### 3.1.1 富山市の点検精度の確認

富山市が実施した点検において損傷等級 B～E と損傷判定された箇所に対し、橋梁技術者（専門技術者）による実点検の精度確認調査を行なった結果、損傷等級 B～E の判定結果が当初と同じように評価された箇所と、当初と異なる評価となった箇所があり、その結果を図-1 に示す。精度確認調査により損傷を評価された箇所数は 405 箇所であった。そのうち、富山市の定期点検で適正に評価されていたのは 321 箇所であり、全体の約 2 割にあたる残り 84 箇所については損傷の判定が異なることとなった。これは、橋梁点検時に損傷を見落としたことや、損傷の評価時に、損傷等級の評価に間違いがあったものと推測された。橋梁毎に精度確認調査による評価が当初と異なる箇所数を分子、精度確認調査結果による損傷箇所数を分母とする数値を計算し、それを富山市の定期点検の誤差と定義した。誤差の分布を図-2 に示す。誤差の平均値は 23.5% であるが、全体の 35% にあたる 14 橋の橋梁が 50% 以上の誤差を有する定期点検結果であったことを示している。

富山市 定期点検

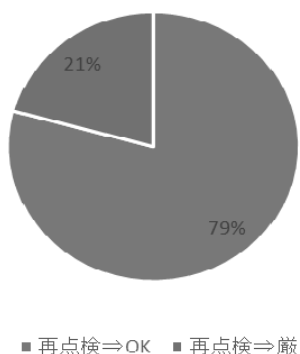


図-1 定期点検における誤差

富山市 定期点検の誤差

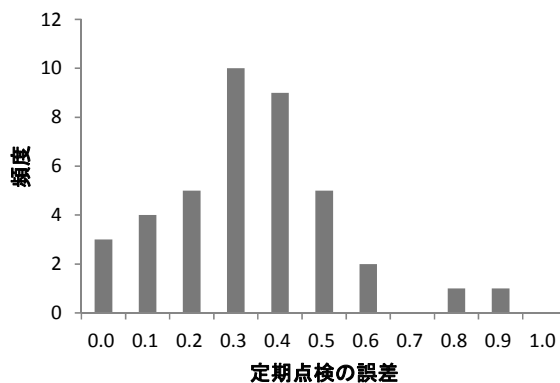


図-2 定期点検の誤差分布

### 3.1.2 浜松市の点検精度の確認

浜松市の場合、点検を定期点検（近接目視が主体）と概略点検（遠望目視が主体）を行っていたことから、点検の精度確認だけでなく近接目視と遠望目視との精度差にも着目して分析を行った。

#### (1) 定期点検結果の精度確認

浜松市が実施した橋梁点検において損傷等級 B～E と損傷判定された 13 箇所に対し、富山市と同様に橋梁技術者（専門技術者）による実点検の精度確認調査を行なった結果、損傷等級 B～E の判定結果が当初と同じように評価された箇所と、当初と異なる評価となった箇所があり、その結果を図-3 に示す。精度確認調査により損傷を評価された箇所数 369 箇所であった。そのうち、浜松市の定期点検で適正に評価されていたのは 249 箇所であり、全体の約 3 割にあたる 120 箇所については損傷の判定が異なることとなった。これは、橋梁点検時に損傷を見落とししたことや、損傷の評価時に、損傷等級の評価に間違いがあったものと推測された。

橋梁毎に精度確認調査による評価が当初と異なる箇所数を分子、精度確認調査結果による損傷箇所数を分母とする数値を計算し、それを浜松市の定期点検の誤差と定義した。誤差の分布を図-4 に示す。誤差の平均値は 34.1% であり、全体の 30% にあたる 4 橋の橋梁が 50% 以上の誤差を有する定期点検結果であったことを示している。

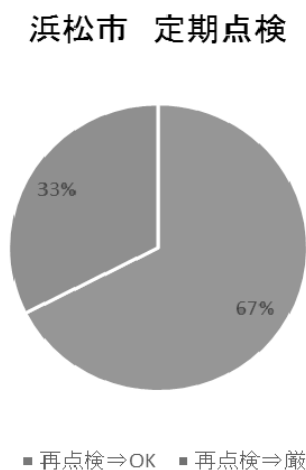


図-3 定期点検における誤差

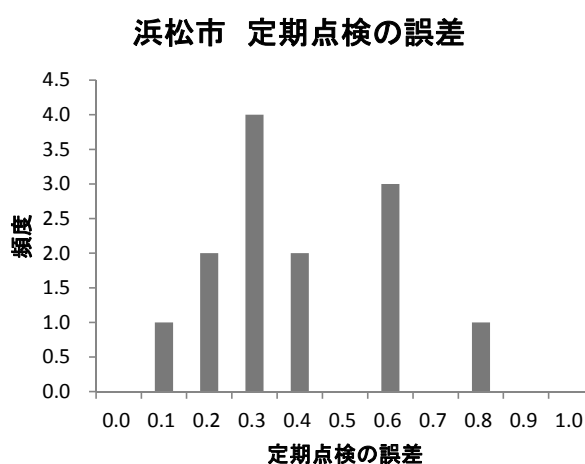


図-4 定期点検の誤差分布

富山市に比べて対象橋梁数が少ないため、正確な比較は出来ないものの、富山市に比べ浜松市の定期点検は、平均的な精度が悪いと言える。

#### (2) 概略点検結果の精度確認

浜松市が実施した橋梁点検において損傷等級 B～E と損傷判定された 56 箇所に対し、定期点検と同様に確認調査を行った結果、損傷等級 B～E の判定結果が当初と同じように評価された箇所と、当初と異なる評価となった箇所があり、その結果を図-5 に示す。精度確認調査により損傷を評価された箇所数 436 箇所であった。そのうち、浜松市の概略点検で適正に評価されていたのは 190 箇所であり、全体の約 6 割にあたる残り 249 箇所については橋梁点検時における損傷の見落とし、もしくは損傷評価の間違いがあったことになる。

橋梁毎に精度確認調査による評価が当初と異なる箇所数を分子、精度確認調査結果による損傷箇所数を分母とする数値を計算し、それを浜松市の定期点検の誤差と定義した。誤差の分布を図-6 に示す。誤差の平均値は 61.7% であり、全体の 77% にあたる 43 橋の橋梁が 50% 以上の誤差を有する点検結果

であったことを示している。

浜松市 概略点検

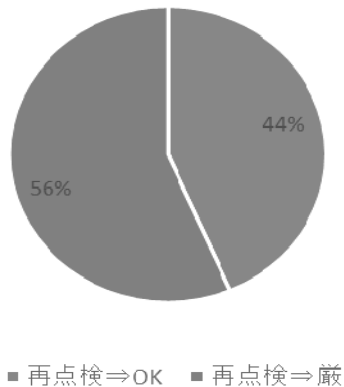


図-5 概略点検における誤差

浜松市 概略点検の誤差

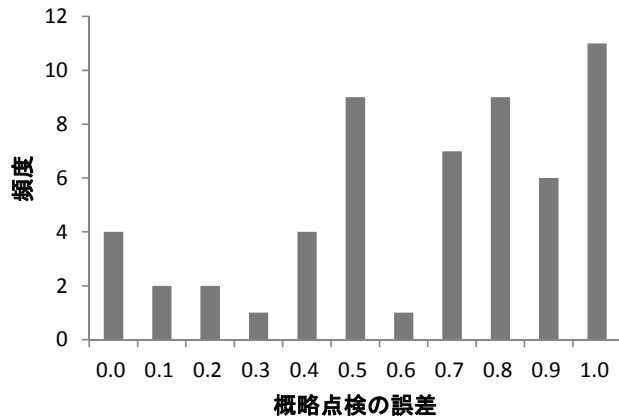


図-6 概略点検の誤差分布

鋼構造物の長寿命化を図るためには、現地で行われる点検の重要性は言うまでもない。今回行った実点検の実態を把握するために行った結果は、国内で橋梁定期点検の点検精度に関する調査はほとんどなかったことから、遠望目視を用いた橋梁点検の精度に関する課題、知識・経験不足等の課題が明らかになった。富山市及び浜松市の調査を行った後その結果を重視した国は、道路法施行規則（平成26年3月31日公布，7月1日施行）の改訂を行い、橋梁（約70万橋）・トンネル（約1万本）等は、国が定める統一的な基準によって、5年に1度、近接目視による全数監視を実施することとなった。

#### 4. 長寿命化技術の現状と課題

構造物の供用期間中には、寿命を阻害する様々な要因が発生する。これらの変状要因によって寿命を阻害されることのないよう、新たに構造物を計画・設計・施工する段階、供用している構造物を維持管理する段階それぞれにおいて適切な措置を講じ、供用期間中に求められる鋼構造物の要求性能を満足させる必要がある。

新たに構造物を計画・設計・施工する際、一般的には対象となる構造物を設計・施工する基準が策定され公表されている。この基準には、構造物の要求性能が示されるとともに、構造物の要求性能を確保すべく、これまでに得られた技術的知見をもって性能を検証する手法や作用の考え方なども示される。一方、供用している構造物を維持管理する段階においては、設計当時に想定した要求性能の変化や時代や環境の変化によってプラスされた外力などの作用による性能低下などが構造物の寿命を阻害することになる。これら寿命を阻害する要素に対して、住民や管理者が望む供用期間中、構造物が要求性能を満たすよう、点検・診断や措置を行うことで構造物は寿命を全うすることになる。

ここで、構造物を安全、安心して使用する考えを基に検討するためリスクマトリクスの視点から長寿命化技術のニーズを把握する方法論を検討し、長寿命化するためには、どのように考えるべきかを示す。

##### 4.1 リスクマトリクスと4つのカテゴリー

リスクマトリクスでは、一般的に、一方の軸でリスク事象の発生確率や発生件数、他方の軸でリスクによる損失額や一定期間の総損失額をあらわし、その2軸で表現される領域を4つのカテゴリーに分ける。そして、対象となる事象が、リスクマトリクスのどこに位置するかを理解することで、採用すべき対策やそのタイミング等を検討する基礎情報を得る。このためには、リスクの発生確率や件

数を直接的に計測するなど、リスクが発生した場合の損失額等を計測することが求められる。

ここでリスクマトリックスの4つのカテゴリーである「回避」「軽減」「転嫁」「受容」について、鋼構造物の長寿命化の視点から、図-7に示すようにそれぞれの内容を整理した。

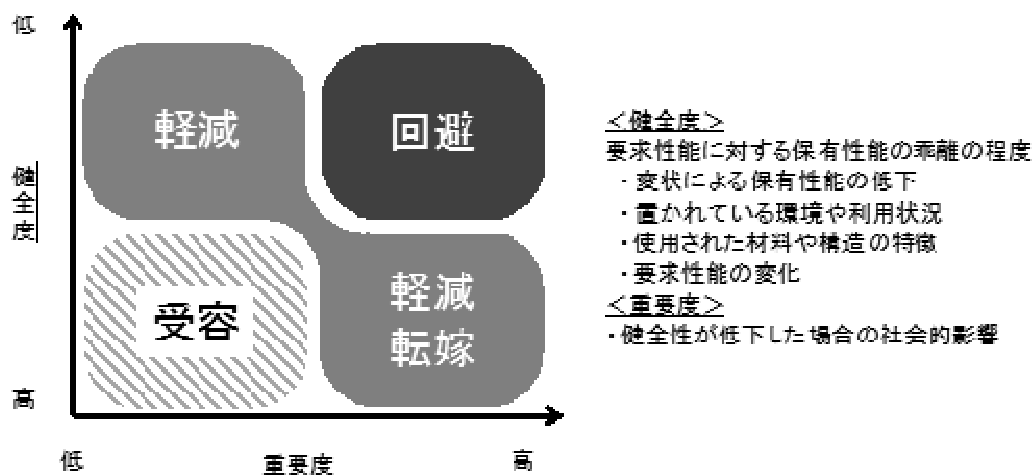


図-7 リスクマトリックスの概念

#### (1) 「回避」カテゴリー

構造物等の重要度が非常に高く、構造物や構造物を構成する部材の保有性能が要求性能に対して著しく低い状態である場合は、このカテゴリーになることをあらかじめ回避する措置をとる。

#### (2) 「軽減」カテゴリー

構造物等の保有性能が要求性能に対して低い状態であり、このまま対策をとらなければ将来的に致命的になることが予測される状態、あるいは、構造物を構成する部材の保有性能は要求性能に対してさほど悪くないものの、構造物等の重要度が中～高レベルにある状態である場合、変状によって低下した保有性能を補修するなどして性能を回復させるだけでなく、置かれている環境や利用条件を変更するなどの対策を講じて、寿命となるリスクを軽減する措置をとる。

#### (3) 「転嫁」カテゴリー

構造物等の保有性能は要求性能に対してさほど悪くないものの、構造物を構成する部材の重要度が中～高レベルにある状態である場合、万一のリスクの顕在化に備えて保険をかけたり、外部機関に運用を委託するなどして、リスクを転嫁する措置をとることも可能である。

#### (4) 「受容」カテゴリー

構造物を構成する部材の保有性能は要求性能に対してさほど悪くなく、重要度も比較的に低レベルにある状態である場合には、補修や補強等の措置を行わずに、リスクを受容する。

## 4.2 長寿命化技術の選定

長寿命化技術を選定するプロセスにおいて、はじめに構造物等が先に示したリスクマトリックスのどこに位置するかを把握し、次に将来的にはどこに移動していくかを予測したうえで、最適な対策技術を講じることが求められる。これは、点検や調査技術を駆使して鋼構造物の状態を特定するとともに機能的な重要度を把握し、診断や劣化予測技術を駆使して鋼構造物が将来どのような状態になるかを予測することが必要不可欠であり、そのようなプロセスを踏んだ上で、さらにコスト、保有性能における改善効果、期待寿命を延ばせるかなど効果の持続性などを考慮して長寿命化技術を選定するということである。また、これまでに蓄積されてきた構造物の維持管理やその後の措置に関する種々の知見を整理・分析することによって、変状しやすい構造特性や環境特性などを把握し、これを基に類似



の構造物に対して、あらかじめ対策を検討するといった考え方も可能である。

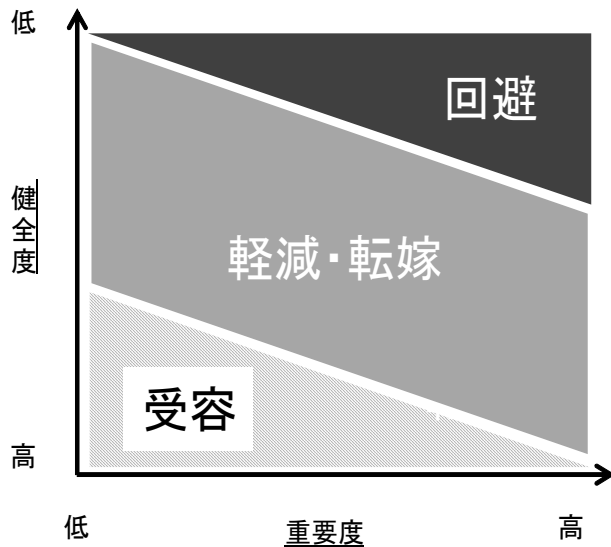


図-8 現実的なリスクマトリックスの概念

構造物等の重要度が然程高くない場合や、比較的劣化進行がゆるやかであることが知られている事象では、定期的な点検等によって状態を把握するといった「受容」措置を講じつつ、ある程度劣化が進行していることが確認できた場合に「軽減」措置として補修・補強対策を行うなど、対症的に対処を検討することができる。

これに対して、重要度が高い構造物等の場合には、想定以上の変状の進行によって寿命となることがないよう、その「受容」範囲を変状が軽微な状態にとどめ、早めに「軽減」措置としての補修・補強対策を行うほか、場合によっては新設の段階で仕様を高めるといった予防保全的な対応を検討するのが望まし。

対応を検討するのが望まし。

リスクマトリックスを長寿命化に当てはめた場合、ある重要度を境に「受容」と「軽減」の対応が明確に区別して志向されるというよりも、図-8で示すように、互いの区域を明確にするのではなく徐々に「受容」と「軽減」の範囲が変化すると捉える方が現実的といえる。以上が、長寿命化対策選定におけるリスクマトリックス適用の考え方である。

## 5. 予防保全型管理と長寿命化

橋梁などの社会基盤施設は、経年で高齢化が進むだけでなく、兵庫県南部地震や東日本大震災のような未曾有の自然災害の発生によるリスクを抱えている。このような厳しい状況下において住民は、現在使っている多くの社会基盤施設に対し、高齢化による劣化や災害に負けない強靱な施設に改善することを望んでいる。これら高い要求に応えるには、管理している施設にサステナブル、リダンダンシーそしてレジリエンシーの機能を持たせることが必要である。ここに示した3つの機能を持たせ、PDCA サイクルを確実に回し続けるには、高いレベルの専門知識と豊かな経験を持つ技術者を育成し、継承することが最も重要である。戦略的な維持管理を進めるための機能するシステムが創られても、それを実行する人材がいなければ「絵に描いた餅」状態である。特に、戦略的維持管理の入り口となる点検・健全度診断を実務として行う技術者の位置づけは高い。今回示した構造物の現状と課題は、国内の社会基盤施設を管理している管理者が肝に銘じて再度検討し、解決しなければならない喫緊の課題である。点検・診断は、維持管理の「要」であるとともに、今まさに国が法制度化し、民間技術者認定を行っているホットな話題でもある。予防保全型管理への転換は、点検・診断が適切に行われなかった場合を想定し、限りある地球資源の有効活用の面からも早期に確立を求められ、導入しなければならない望ましい管理方法である。そのためには、未だ明確な理念、方針、設計・施工方法、効果を明らかにした長寿命化対策を種々な変状を対象に行うことが必要であり、その結果を分析し、その後を活用することが求められている。今回ここで示した種々な内容が今後有効に機能し、多くの技術者がその問題点と解決する手法等を理解し、高いレベルの専門技術者として国内の安全・安心な社会基盤施設確保のキーとなることを期待するものである。

### 参考文献

- 1) 腐食防食データブック：社団法人腐食防食協会，丸善株式会社，1998



**鋼構造物の現状と長寿命化**  
 ～ 資産を長く使って地球環境を保全しよう ～

13

- ◆ 鋼構造物の現状と課題
- ◆ 点検と診断
- ◆ 長寿命化技術とリスクマネジメント

第18回 鋼構造と橋に関するシンポジウム

**鋼構造物の現状と課題**

01

**鋼構造物の変状**

4

**変状と健全**

損傷、劣化、その他の原因のため、鋼材やコンクリート表面等に見られる異常。

健全：構造物の機能や性能を満足した状況。

- ◆ 機能：目的又は要求に応じて果たす役割
- ◆ 性能：目的又は要求に応じて発揮する能力

5

**損傷とは？**

構造物が何らかの原因で機能を失う、もしくは機能を失う可能性のある事象が部位、部材、材料等に発生すること。

- ◆ 構造物は、自己復元できない。
- ◆ 見える損傷、見えにくい損傷、隠れた損傷

6

## 劣化とは？

構造物が経年によって機能を失う、もしくは機能を失う可能性のある事象が部位、部材等に発生すること。

◆ 損傷と劣化の違い

7

## 鋼の代表的な変状

- 腐食
- 亀裂
- 破断
- 変形（座屈）

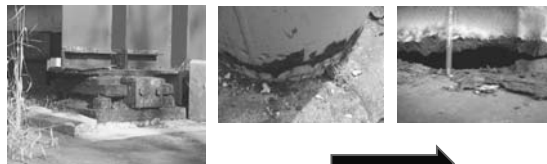
8

## 鋼の腐食

9

## 鋼材の腐食（Corrosion）

- 鋼材を取り囲む環境物質との間の化学反応  
もしくは電気化学によって損耗する現象



## 腐食の事例

11

## 腐食から断面欠損



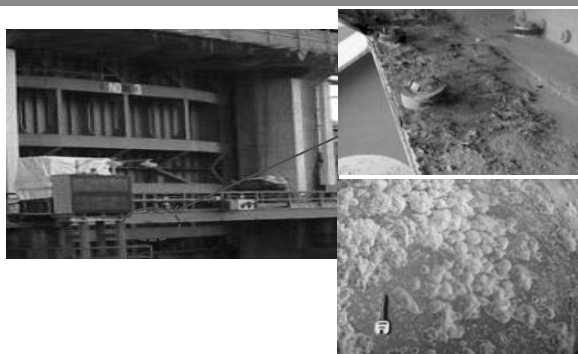
## 桁端部の断面欠損



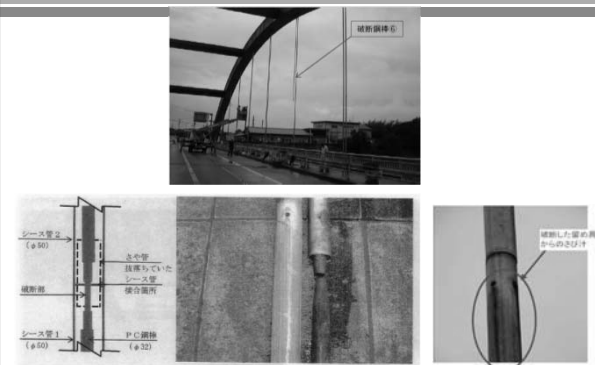
## 著しく断面欠損した鋼管杭



## 水門の腐食



## 異種金属接触腐食の事故



## 耐候性鋼材の異常腐食

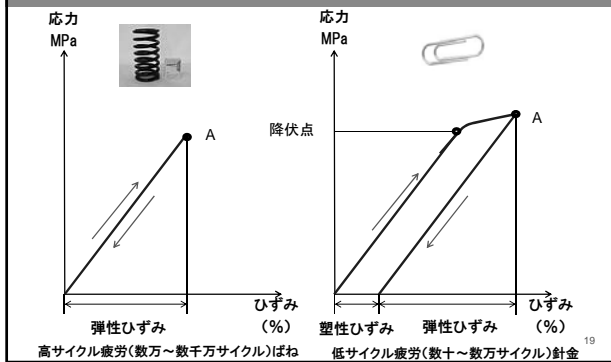


内桁部  
(層状剥離さび)

下フランジ部  
(うろこ状さび)

## 鋼の疲労

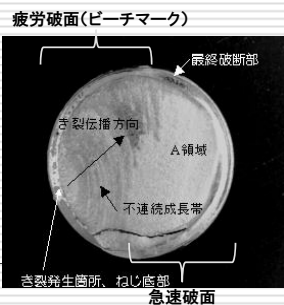
## 弾性変形と塑性変形



## 低サイクル疲労、高サイクル疲労

- 材料全体として塑性変形が起こる、大変形の繰り返しによる疲労……低サイクル疲労
  - 材料全体としては、塑性変形は発生せず、弾性変形の繰り返しによる疲労……高サイクル疲労
- 切り欠き部分からマイクロ割れが発生する。

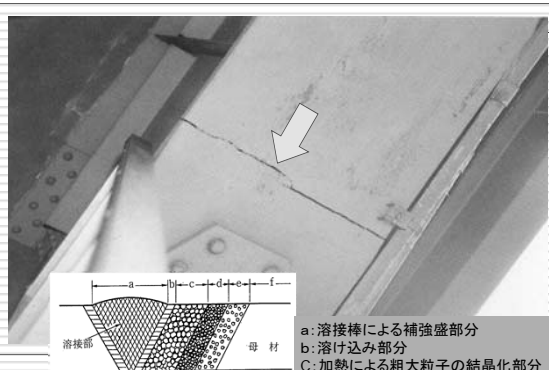
## 疲労破壊の破面



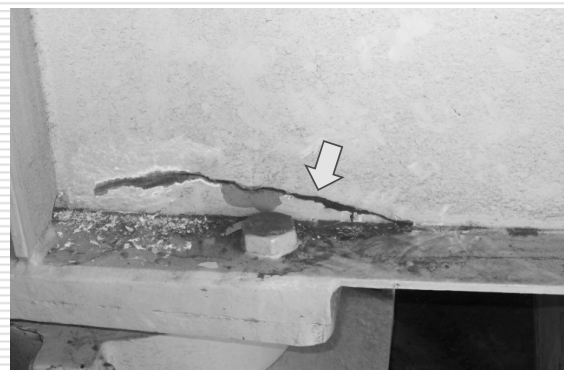
## 疲労破壊の破面と特徴

- 破面の一部にまとまった平らな箇所があり、その一部分にビーチマークの特長が確認されると疲労による原因とみなす。
- 疲労破面と急速破面
  - ・急速破面が小さい……弱い力で長時間
  - ・急速破面が大きい……設計時の作用力小、設計作用力以上の力、材料強さ不足

## 疲労損傷の事例

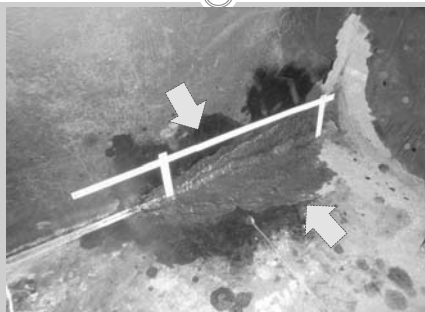


## 疲労損傷と定期点検



## 腐食による断面欠損と亀裂の進展

25



- 雨水の浸入によって、箱桁ウェブ、フランジが腐食、2~3mm程度断面欠損

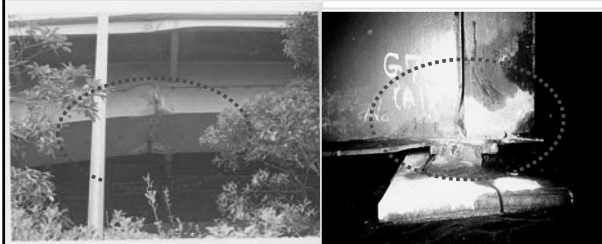
## 高力ボルト遅れ破壊(水素脆性)



## 鋼の変形

27

## 鋼部材の座屈変形



地震力

腐食機能障害+側方流動

## 鋼構造物の課題

29

## 87年経過した鋼吊橋

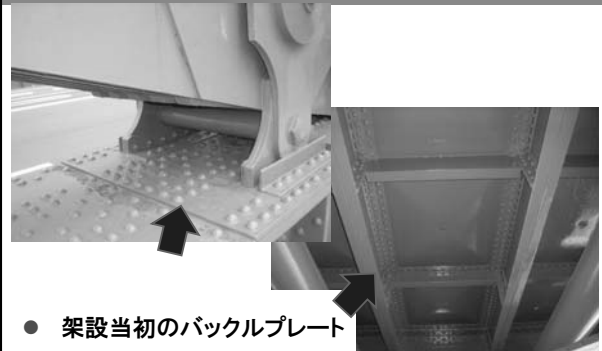


- 自碇式連続鋼吊橋 1928年(昭和3年)橋長:186.2m

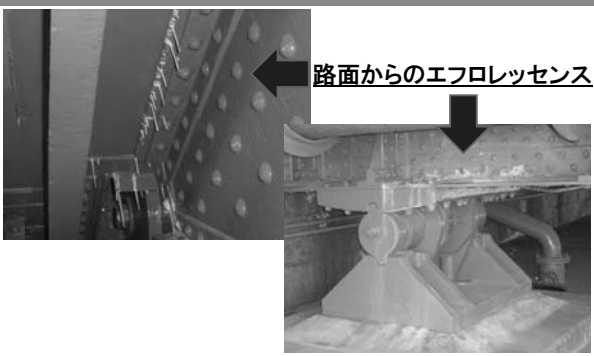
## 87年経過した鋼吊橋



## 87年経過した鋼吊橋



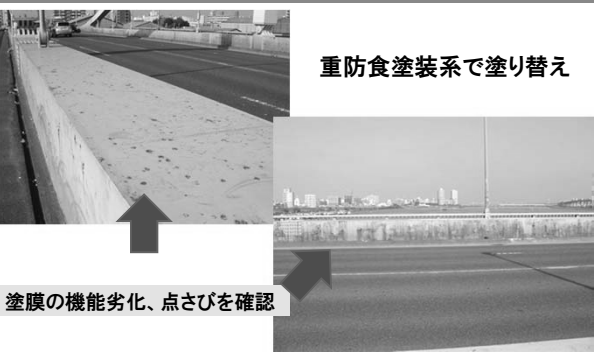
## 87年経過した鋼吊橋



## 52年経過した鋼吊橋



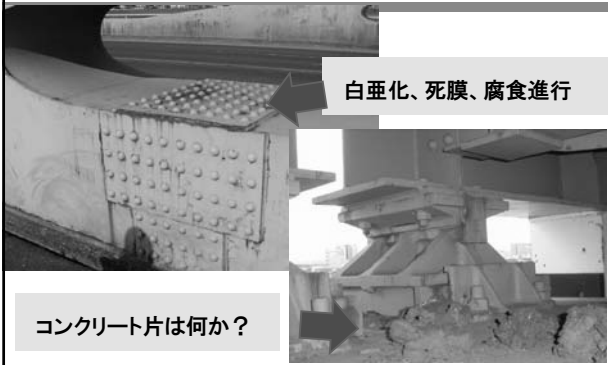
## 52年経過した鋼吊橋



## 52年経過した鋼吊橋



## 52年経過した鋼吊橋



## 35年経過した鋼単純鈹桁

2009年9月定期点検(詳細点検)



38

## 35年経過した鋼単純鈹桁



39

## 放置型管理と同様 (予防保全?)



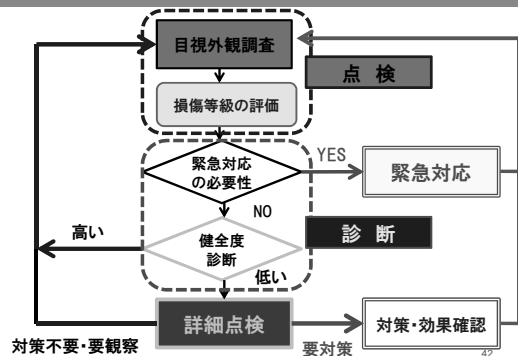
何年程度で蟻塚ができるのですか？

40

## 鋼構造物の点検と診断

2

## 点検・診断の流れ





## 目視外観調査(遠望目視)

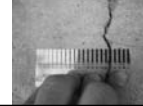
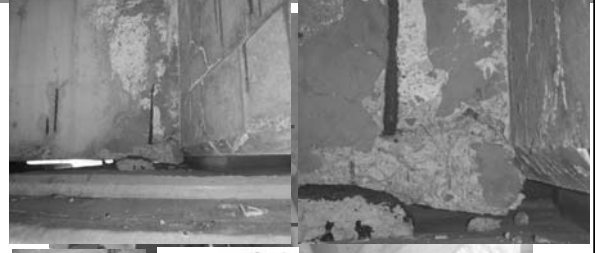
### 遠望目視調査



全体を見渡せる位置から目視で調査  
.....遠望目視

43

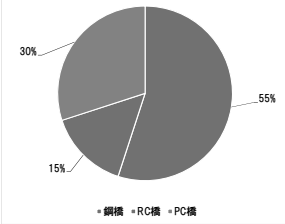
## 目視外観調査(近接目視)



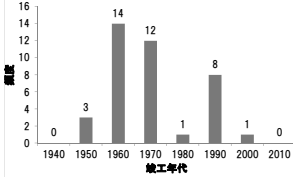
対象部材に触れる程度まで接近し、  
目視、ゲージ等で調査.....近接目視

## 富山市対象橋梁基礎データ

富山市 橋梁種別



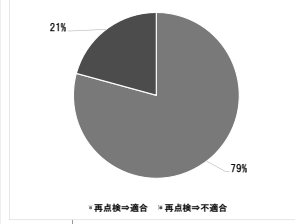
富山市 竣工年



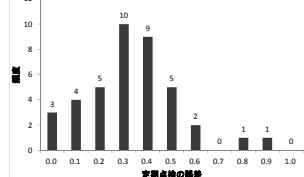
45

## 道路橋点検における精度確認

富山市 定期点検



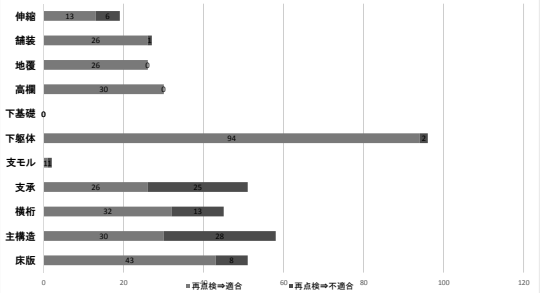
富山市 定期点検の誤差



46

## 部材別点検誤差件数

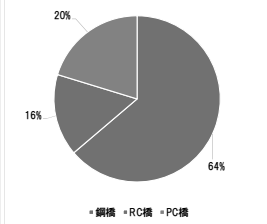
富山市 定期点検の誤差件数



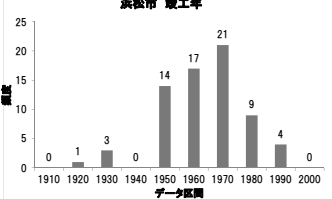
7

## 浜松市対象橋梁基礎データ

浜松市 橋梁種別

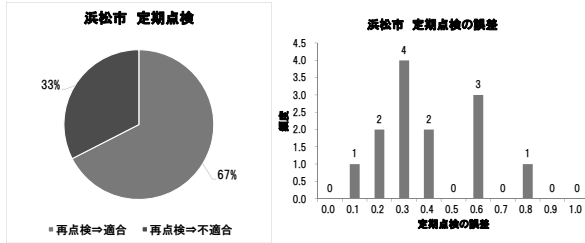


浜松市 竣工年



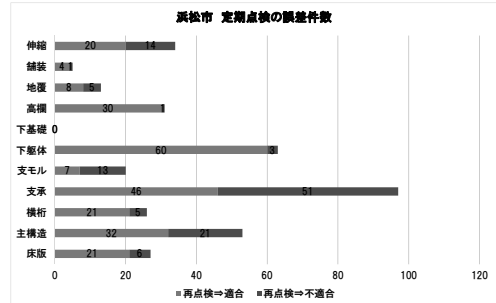
48

## 道路橋点検における精度確認



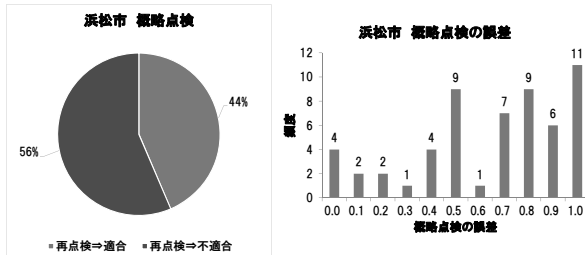
49

## 部材別点検誤差件数



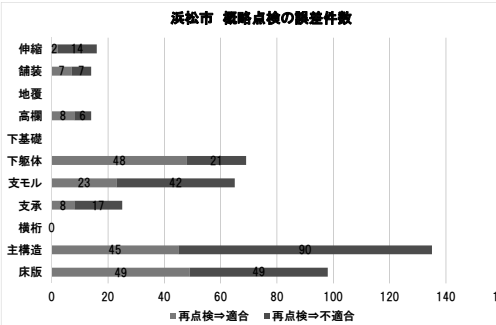
50

## 道路橋点検における精度確認



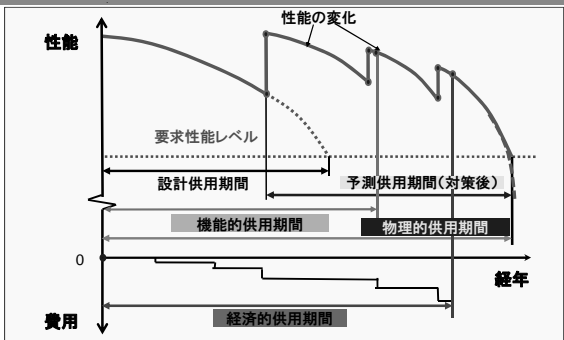
51

## 部材別点検誤差件数



52

## 性能、費用と経年の関係



## 健全度判定の考え方

- ◆ 性能レベルを健全度という指標で評価する。
- ◆ 性能レベルを耐力、耐久性等の数値で算定する。
- ◆ 健全度評価は、現状、次期点検時、次期点検時+ $\alpha$ 等で評価する。
- ◆ 専門技術者の種々な創造力、倫理観によって決定する。

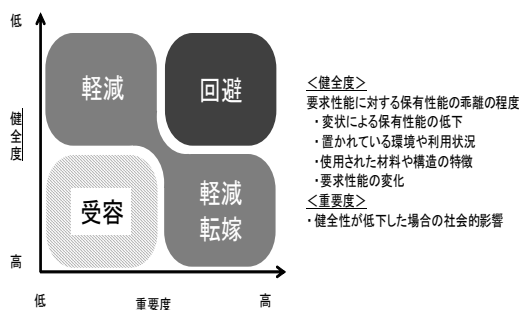
54



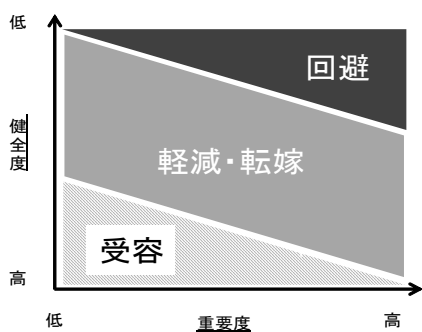
## 補強の基本

- 耐震性能をレベルアップする。
- 耐荷性能をレベルアップする。
- 耐久性能をレベルアップする。
- 構造詳細をレベルアップする。
- 機能をレベルアップする。

## リスクマトリックスの概念

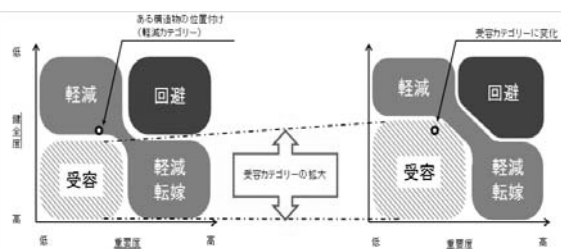


## 現実的なリスクマトリックスの概念



63

## 間接的対策とマトリックス

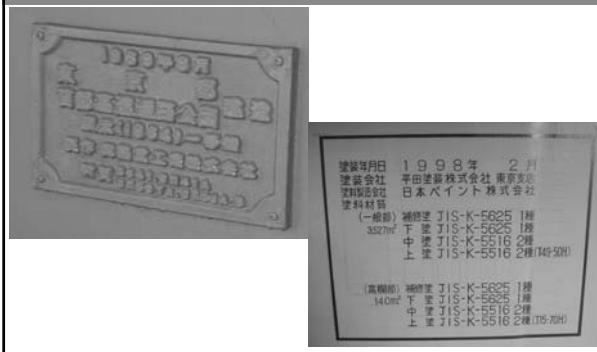


64

## 道路橋の措置と課題



## 道路橋の措置と課題



## 道路橋の措置と課題



## 耐震補強

(落橋防止構造、変位制限構造、縁端拡幅)



## 耐震補強 (落橋防止構造、変位制限構造、縁端拡幅)



## 道路橋の措置と課題



## 鋼構造物の現状と長寿命化

- 構造物の現状と課題
- 点検と診断
- 長寿命化技術とリスクマネジメント

71

ご清聴ありがとうございました！

08072015

第19回 鋼構造と橋に関するシンポジウム

72