第7章　支承部の維持管理

7.1　維持管理の基本

7.1.1　一般

構造物は，適切な維持管理を実施しないと機能が低下し，供用期間中に構造物に要求される性能を下回ることがある．新設時の設計や施工段階では，構造物にとって必要な性能を確保するために様々な配慮がされている．しかし，重要なことは適切な維持管理の実施により，構造物の性能低下を抑制することである．これは橋梁の支承部においても同様である．荷重等の外的条件や環境条件の変化に伴い，支承部の性能が変化し低下する場合があるので，維持管理においては十分な配慮が必要となる．

一般に，維持管理とは構造物の性能を，要求された水準に維持するために実施する点検・調査，診断（評価・判定），記録，対策，およびこれらの総合的なマネジメントを含む行為である．特に，点検・調査は，構造物に生じた損傷の拡大を未然に防止し，構造物保全のための基本資料を得る重要な行為である．単に，損傷の発見・報告にとどまらず，損傷発生のメカニズムをよく把握することにより，同様な損傷が他の同様な箇所に発生している可能性や，隣接部位への損傷の進展を予測することも重要である．

構造物の損傷は，「予測可能な損傷」と「予測困難な損傷」に大別される．例えば，支承の腐食や沓座コンクリートのひび割れ，ソールプレート部の疲労き裂は前者に分類され，地震や台風あるいは事故等による損傷は後者に分類できる．本章では，主として前者について記述する．

点検・調査により発見される損傷には，軽微な損傷から重大な損傷まで様々な損傷がある．そのため，損傷発見時の状況を十分に把握し，今後の損傷の進展予測結果に基づき適切な対策を行う必要がある．対策としては，維持，緊急対策，補修，補強，経過観察，使用制限，更新および修景がある．特に，補修・補強の場合は，構造物の損傷状況や原因を十分に調査し，これらの損傷メカニズムに適切に対応できる方法を選択することが重要となる．

構造物の維持管理は，人間に例えて説明されることが多い．健康で長生きするためには，適切な管理が必要であるという観点で両者ともよく似ている．構造物も人間も年が経つに連れてダメージが蓄積され，特に，ガン（疲労損傷）のような場合は，早期に発見して対策を施さないと手遅れになることがある．

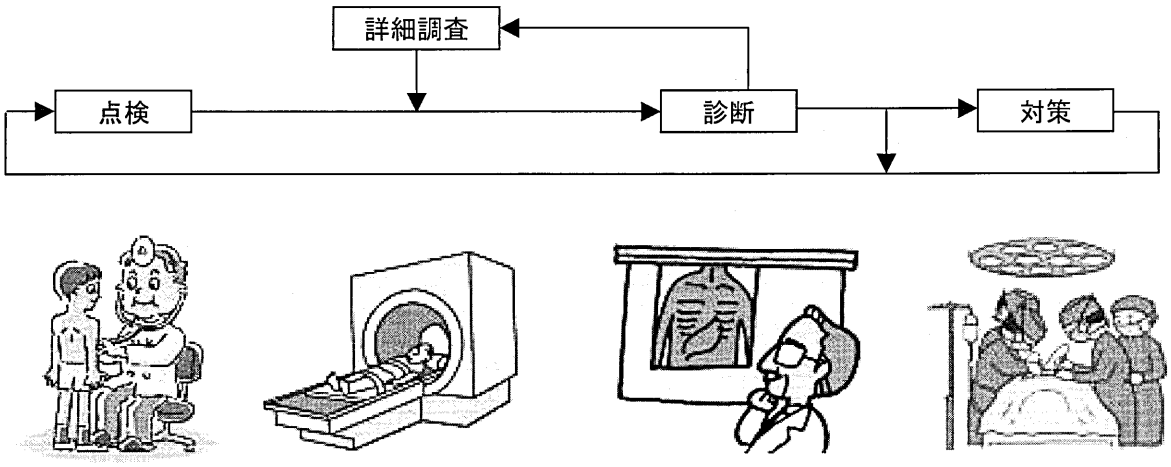


図 7.1　維持管理の流れ

このように見ると，点検・調査が定期健診・精密検査に該当し，評価・判定が診断であり，対策が治療に該当するといえよう（**図7.1**参照）．

また，維持管理においては日常管理が重要である．日常管理は，点検や補修・補強などの個別の損傷に対して実施される行為ではなく，人間に例えれば，毎日の歯磨きや体を清潔に保つための入浴などの日常的なケアに該当するものである．一般には，日常点検として実施している巡回パトロールや，簡易な清掃さらには簡易な応急処置であり，これらは構造物の健全度を保つために重要な行為である．

7.1.2　維持管理の手順

維持管理の手順は，各管理者によって多少異なる場合もあるが，おおむね**図7.2**に示される手順で行われている．供用を迎える橋梁などの構造物は，供用前に初期点検を実施し，その結果により構造物の初期状況や初期性能を把握して供用後の維持管理計画を策定する．

維持管理計画は，点検から補修・補強等の対策に至るまでの，システム全体を策定するものである．予算範囲内において，点検頻度や点検の優先度，および補修・補強の優先度やその範囲を決定することも維持管理計画の重要な業務である．なお，維持管理計画の策定に当たっては，点検や補修・補強の履歴などが記録されたデータベースが不可欠である．

点検は，主として目視や感覚によって，構造物の状態の確認するものである．橋梁などの構造物が健全な状態に保たれているか否かを把握し，損傷が発生している場合には，その状況について的確に把握することである．したがって，点検はある特定部位のみを対象とするのではなく，構造物全体および構造物周辺にわたって行うものである．点検の種類には，一般に日常点検と定期点検がある．特に，定期点検は構造物に近接して詳細に行う点検であり，非常に重要である．構造物の健全度の評価・判定は，これらの点検結果に基づいて行われる．

調査は，点検と異なり，主として機器等を使用して客観的および定量的に構造物の状態を診断するものであり，点検で発見された損傷に対し，損傷内容や損傷のメカニズムを明確にするために行われる．

損傷の有無と損傷の程度から，損傷の評価・判定を行うが，その結果，緊急補修の必要性が認められた場合は，速やかに応急対策を施す．緊急補修の必要はないが，異常ありと判断された損傷は，詳細調査の要不要を検討する．詳細調査の必要性があると判断された場合は，詳細調査を実施して対策の可否を検討し，必要に応じて経過観察や補修・補強を行う．詳細調査は必要なしと判断された場合は，経過観察としている場合も多く見られる．しかし，今後は，構造物の供用年数の経過とともに重大な損傷が発見される場合も十分考えられるので，維持管理に従事する技術者は，基本となる維持管理の手順を常に把握しておく必要がある．評価・判定の結果，異常なしと判定された場合は，点検結果をデータベースに記録して，次回以降の点検に備えることになる．

支承部の場合，日常点検において路面上の伸縮装置に段差が確認され，緊急に調査を実施した結果，沓座の沈下が原因で段差が生じたことが判明した．通行車両の安全を確保するために，応急対策として，ジャッキによる仮受けを設置したが，その後，恒久対策として沓座コンクリートの打換えと支承の取替えを行った事例がある．このように，日常点検や定期点検で構造物の異常が発見できたため，大事に至らなかった事例もある．

点検結果や補修・補強結果をデータベースとして記録することは，次回の点検や補修・補強の際の判断材料の一つとなるだけでなく，同様な支承部構造を有する，他の橋梁の維持管理にも非常に有効な資料となる．従来の記録方法は，紙ベースで記録・保管されていたが，最近は電子デ

ータ化されつつあり，その活用方法においても従来よりも容易になってきている．

維持管理において，点検は重要な項目であるが，多くの管理者では，日常管理として職員等による日々の巡回パトロール（路上の落下物や変状および第三者への影響の有無の確認が主体）のみを実施し，近接目視による点検まで行っている管理者は少ないようである．しかし，点検の品質を確保し，構造物の健全度を適切に評価するためには，点検員や評価を行う技術者の技術レベルが大きく影響する．特に，近接目視で行う定期点検は，構造物の設計から維持管理までの豊富な経験や，広く専門知識を有している技術者に委ねることが望ましい．

簡易な点検マニュアルによって初心者にでもできるような点検と，高度な専門知識を有する技術者（以下，専門技術者）による点検とを比較すると，点検結果の精度や内容に，大きく差が生じることは明白である．専門技術者は，発見された損傷に対し，その原因を推定し，その損傷が橋梁に与える影響度を点検の場で速やかに診断することができる．さらに，専門技術者による点検では，診断に必要な部位に限って点検し，それによって橋梁全体の状態を把握することができることから，効率的な点検も期待できる．管理者が重大な損傷もしくはその予兆を発見した場合，速やかに専門技術者に点検・調査を委ねるようなシステムを構築しておくことが望ましい．

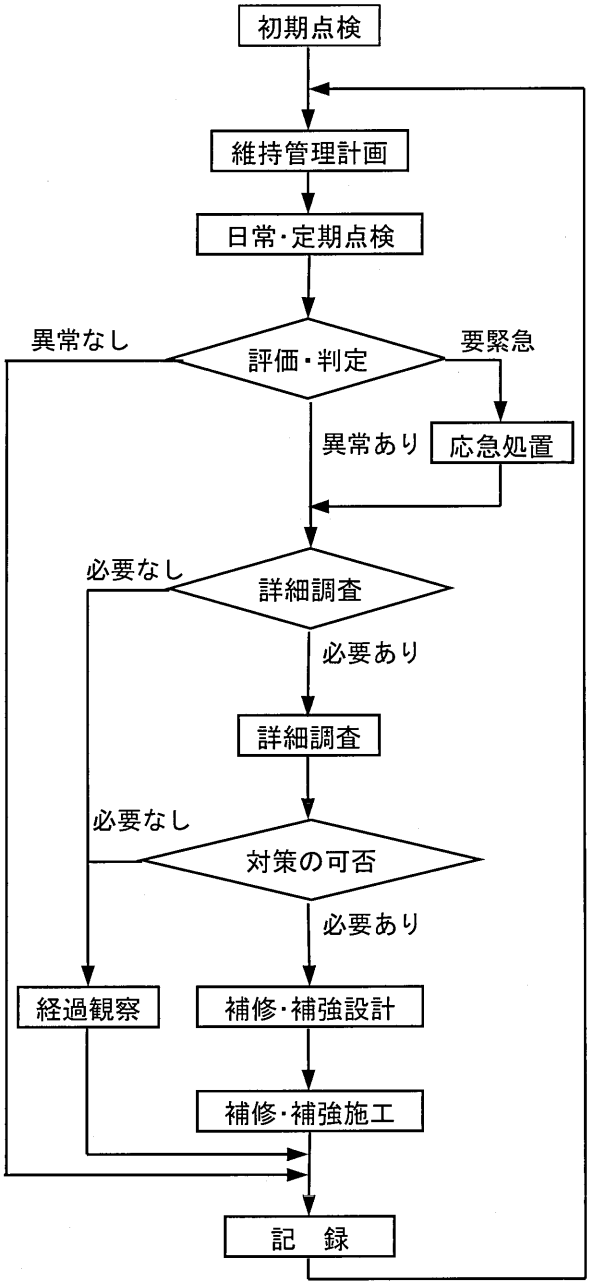


図 7.2　維持管理の手順

維持管理計画の手法は，予防保全と事後保全に大別できる．前者の予防保全は損傷が顕在化する前に対策を施す手法である．

一方，後者の事後保全は点検や事故等により，損傷が顕在化してから対策を施す手法であり，一般に前者よりも多く用いられている手法である．

支承部は，部材を比較的交換しやすい部位であるため，車両の大型化（B活荷重）対応や耐震補強対応を除いては，従来は事後保全での対応が主であった．しかし，LCC（Life Cycle Cost）の低減が求められている現状では，今後，事後保全から予防保全に移行することが必要である．

7.2　点検・調査

7.2.1　一般

橋梁を維持管理している管理者は，例えば道路管理者の場合，道路利用者であるドライバーに対して走行安全性と快適性を提供する責務がある．さらに，道路利用者だけではなく，道路周辺に居住する住民や第三者に対しても，道路や道路を走行する車両から受ける障害を防止する責務もある．しかし，道路構造物の状態は，経年劣化や利用状況によって大きく変化するため，管理者はその状態を常に監視して適切に維持管理することが求められている．点検・調査は，各管理者が行っている維持管理の一つとして非常に重要な行為である．

支承部が設置されている箇所は，雨水やじん埃等が堆積しやすいにも関わらず，狭あいな空間となっていることや，支承部の損傷や異常の発生が道路構造物の安全性に重大な影響を及ぼすことから，より的確な点検・調査および診断（評価･判定）が求められる．また，支承部は，土工部や橋梁の上・下部構造との節点であることから，支承部の部位そのものに生じる損傷だけでなく，周辺の橋梁部材に生じた損傷や異常によって支承部が損傷を受ける場合も多い．そのため，支承部に関わる部位のみの点検･調査では，損傷や異常の発生要因を見落とすことも考えられる．したがって，支承部の点検・調査に際しては，土工部や橋梁の上・下部構造との節点であることを念頭に置き，相互の関連に十分に配慮しながら実施する必要がある．

構造物の損傷は，「予測可能な損傷」と「予測困難な損傷」とに大きく分れられる．通常の点検・調査は一般に前者を対象としている．これに対して，後者は天災・人災や事故等によって生じた損傷である．特に，地震時は支承部に与える被害も大きく，損傷の発生によっては致命的なダメージを受ける場合がある．また，発生した損傷が長年にわたって支承部の機能低下を促進する可能性もあるため，予測困難な事態によって支承部に発生した損傷は，早期に発見するとともに，初期段階で適切な処置（補修，補強等）を行っておくことが重要である．そのため，臨時点検によって，高度な技術力を持った技術者が，損傷状態の把握，損傷の進展予測および補修・補強の必要性の判断を行う必要がある．

7.2.2　点検・調査の目的

点検・調査は，一般に，構造物に発生している損傷および損傷発生箇所を把握することを主たる目的としている．また，前述したように管理者に求められている責務は，変化する構造物の状態を的確に把握し，構造物を健全かつ安全な状態に保つことにある．すなわち，発見した損傷に対して適切な診断を行って，必要な対策を施すことである．したがって，点検・調査の目的は，構造物の損傷や機能不全もしくはそれらの予兆，さらには利用者や周辺住民への影響の有無と程度を的確に把握することにある．また，損傷状況に応じた追加調査，あるいは補修・補強などの対策を立案する際の詳細調査も含まれる．点検・調査とは，単に損傷を発見するだけでなく，診断（判定・評価）という行為を含むものとして定義されるべきであり，総合的な技術的作業として位置付けて考える必要がある．

点検・調査は，損傷を把握するだけでなく，支承が置かれた環境の改善策としても位置付けられる．例えば，支承部の点検では，支承部周辺に滞水している雨水や，堆積している土砂等を除去する作業も必要になる．点検に高所作業車を使用したり，交通規制を伴ったりする場合には，費用の面からも，点検時に簡単な清掃作業を行うことは望ましい．このような簡易な対策は，支承部の耐久性向上に欠かせない行為のひとつである．ただし，その作業の規模や範囲は，本来の点検・調査の目的の達成に対して逸脱することのない範囲で行われなければならない．

7.2.3 点検技術者に求められる資質

点検・調査の成果は，従事した点検技術者の資質によるところが大きい．したがって，橋梁に関して十分な知識と専門性を持った，実務経験が豊富な点検技術者が行うのが望ましい．実務経験の少ない技術者や，資質のない技術者が点検を実施した結果，重大な損傷を見落としたり損傷評価を見誤ったりする例もあるので，十分注意する必要がある．現在，国土交通省や各高速道路会社では，点検業務は，実務経験年数の豊富な技術者や，それぞれの組織で規定されている有資格者が行うことが義務付けられている．

橋梁の点検技術者は，現場で実際に構造物を点検する点検員と，損傷の診断（評価・判定）を行う点検技術者に分かれる．点検員に必要とされる資質は，一般に次のとおりである．

① 橋梁や，それを構成する各部材･部位に関する基本的な知識を有している．
② 橋梁に関する十分な実務経験を有している．
③ 橋梁に生じた変状や異常を発見し，判断できる能力を有している．
④ 橋梁に関して，損傷の発生しやすい箇所や，損傷の重要度を理解している．
⑤ 点検作業を安全･確実に実施できる能力を有している．

点検技術者に必要とされる資質は，点検員に必要とされる資質に加えて，次の資質が求められる．一般には，専門分野の技術士や土木鋼構造診断士等の有資格者であることが望ましい．

① 橋梁に関する専門的な（設計，施工，維持管理）知識を有している．
② 発見された損傷について，的確な診断ができる能力を有している．
③ 重大な損傷が発見された場合，その後の詳細調査計画や補修・補強対策案などが立案できる技術力を有している．
④ 個々の橋梁の状態に応じ，それぞれの維持管理方法を提案できる能力がある．
⑤ 点検に必要な非破壊試験や，応力測定等の原理や特徴を理解し，診断できる技術力を有している．

7.2.4 点検・調査の種類

(1) 一般

点検･調査の種類は，目的，内容および時期などの観点から分類すると，図 7.3 に示すように，初期点検，日常点検，定期点検，臨時点検および詳細調査の５種類に区分できる．発見される損傷の種類や内容および程度は，点検の種類によって異なる．これは，点検の種類によって目的が異なっているためである．初期点検は，供用前の構造物の状況を把握する．一方，日常点検や定期点検は，一般に点検と称され，供用後の構造物の状況を定期的に把握する．臨時点検および詳細調査は，必要に応じて行う．

点検・調査では，多くの橋梁を，限られた期間内で行うことが求められるため，点検内容や精度に制約が生じやすい．また，時期や天候など，点検に適した条件を選んで行うことも難しい．得られた点検・調査結果や精度については，こうした状況も配慮して判断する必要がある．

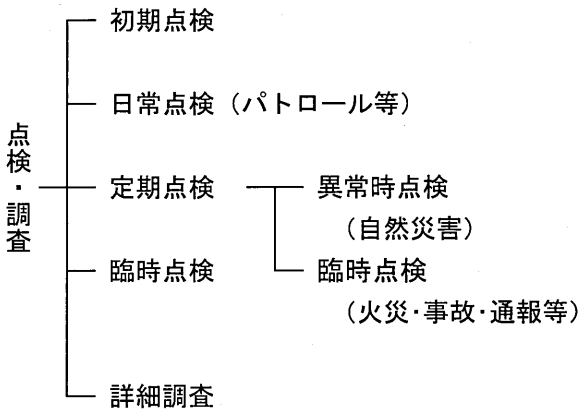


図 7.3 点検・調査の種類

(2) 初期点検

初期点検は，構造物のしゅん工後で供用開始前に実施する点検，あるいは大規模な補修・補強後に実施する点検である．その目的は，構造物の初期状態を把握することであり，構造物を維持管理する際の基本データ（イニシャル・データ）を収集することである．初期点検で得られたデータは，その後の構造物の状態変化を予測する上で非常に重要であり，維持管理計画を策定する際には不可欠なデータとなる．

点検内容は，定期点検の一環として位置付けられることから，後述する定期点検と同じ項目について実施されるのが一般的である．支承部においては，施工不良に伴う不具合の有無や，滞水状況等の環境状況に留意して点検するとよい．また，初期点検は構造物の供用直前に行うことを基本とするが，実施できない場合は供用後可能な限り早い時点で行う．

点検結果については，詳細な記録を行うとともに，構造物の施工時において発生した変状や受けた災害，さらには補修した内容・履歴などについても収集・整理して記録するのがよい．

写真 7.1　巡回車による日常点検

(3) 日常点検

日常点検は，管理者によって異なるが，比較的短い間隔（毎日～1回／週）で実施する点検である．通常は，巡回車を用いての路上パトロール（**写真 7.1** 参照）として実施されており，その目的は，安全かつ円滑な交通の確保および第三者に対する被害の防止を図ることにある．

日常点検は，道路を走行しながら，主として車上からの目視や感覚によって行われる．したがって，支承部を直接点検することはできないが，走行中に，伸縮装置の段差などに異常が感じられた場合には，支承部が沈下するなど何らかの損傷が生じている可能性がある．段差が生じていても，車両の安全走行に支障をきたさないようであれば，点検終了時に道路管理者に報告し，その後に臨時点検を行う．しかし，走行車両や第三者の安全に対して著しく危険な場合には，被害を未然に防ぐために必要な措置をとるとともに，直ちに道路管理者へ通報する．

日常点検の記録は，異常や損傷に対する概略の状況の記述や，写真添付が主となるが，軽微な異常や損傷は記録として残されない場合がある．しかし，軽微な損傷でも，進行性のある損傷については，その後の判断として重要な情報となることから，記録しておくとよい．

日常点検では，全般的な点検を行うことを目的としているが，着目すべき点検項目や範囲など，日々の目的を定めて点検する．着目すべき点検項目や範囲などについては，一定の周期で，橋梁全般を点検できるように計画するとよい．

(4) 定期点検

定期点検は，点検箇所に接近して，目視や簡易な器具等を用いて損傷の有無や程度を調査する．点検の目的は，構造物の損傷を早期に発見し，その損傷度あるいは健全度を把握することにある．また，補修計画作成のための資料を得ることも目的としており．構造物の維持管理において非常に重要な点検である．

支承部の定期点検は，一般に，橋梁点検の一項目として実施されており，支承部単独での点検は少ない．遠望目視による点検では，支承部を確認することができないため，近接目視を行うの

が望ましい．近接目視は，橋脚や橋台周りに常設の点検通路が設置されている場合や，はしご等で容易に接近できる場合を除き，高所作業車や橋梁点検作業車が用いられている（**写真7.2**参照）．塗装塗り替え工事等の際に設置されたる工事用足場を利用して，点検を行うこともある．

点検頻度は，橋梁が設置されている環境（交通量，重要度，地域特性等）に応じて決定するのがよいが，一般に，道路橋では5～10年／回，鉄道橋では2年／回としている例が多い．点検に際しては，事前に橋梁台帳等から対象橋梁の概要を把握し，前回の点検データや補修履歴データ等も入手し，内容を把握してから点検に臨むのがよい．事前データを把握しておくことにより，点検の効率化が図れるとともに，良質な点検結果が得られる．支承部の点検は，おおむね1パーティ当り2～3人の点検員で構成されている（**写真7.3**参照）．

点検は，最初にハケ，ホウキおよびウェス等により，支承本体と支承部周辺の清掃を行い，目視により外観の損傷や異常について調べる．特に，支承部周辺の清掃は，腐食環境の改善や支承部全体の耐久性向上に有効であるため，できるだけ実施するのがよい．（**写真7.4**参照）

目視だけでは確認できない損傷も多く見られる．ローラー支承のローラー部分や，BP支承のベアリング部等は，目視では不可能である．これらについては，さび汁や車両走行時の異常音および振動等から，損傷の有無を推測することが必要となる．また，目視のほかに，点検ハンマーによるたたき点検を行うのがよい（**写真7.5**参照）．たたき点検は，支承本体やアンカーボルトおよび沓座コンクリート等の，割れや緩みの検出には非常に有効である．

支承部の腐食により，機能不全が進行した鋼製支承の場合で，特に，大型車交通量の多い路線では，支承の回転機能低下によるソールプレート溶接部への応力集中により，溶接部付近に疲労損傷が発生している可能性が高い．そのため，支承部付近の疲労き裂にも注意して点検する必要がある．

目視により，支承や沓座コンクリートの割れや，部材間にすき間等が発見された場合は，コンベックスやすき間ゲージ等で長さや幅を測定し記録する．これら現場点検の結果は，デジタルカメラやスケッチおよびメモによ

写真7.2　高所作業車による点検

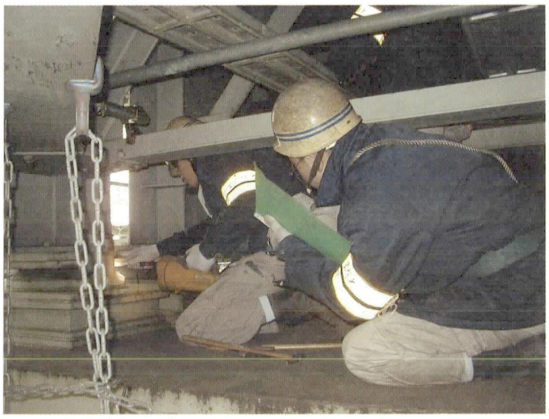


写真7.3　点検作業中の状況

写真7.4　清掃作業

り状況を適切に記録し，速やかに報告書として管理者に報告する．

(5) 臨時点検

臨時点検は，地震や台風等の自然災害や，火災・事故等の発生時に実施される点検であり，次に示す２種類に大きく分類される．

① 異常時点検：地震，台風などの自然災害時に実施する点検）

② 緊急点検：通常点検の結果を受けて実施する場合，火災・事故等の発災時に実施する場合，第三者の通報および何らかの異常が発生した時に実施する点検

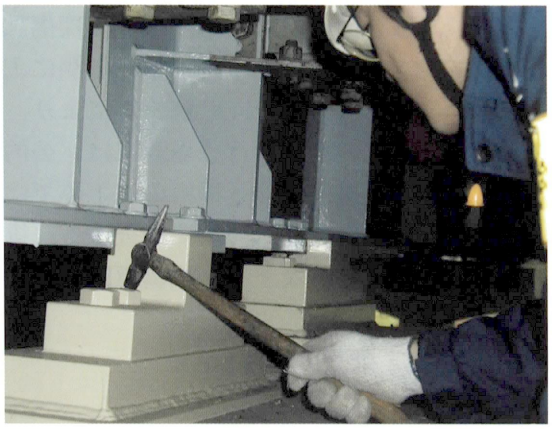


写真 7.5　点検ハンマーによる調査

臨時点検は，対象となる事象が発生した場合に速やかに実施する必要がある．特に，走行車や第三者被害が想定される場合は，安全性確保の観点から必要な交通規制等を行って点検する．臨時点検は，通常の点検と異なり既に損傷や異常が発生していることが前提のため，点検実施時期，対象構造物および点検方法などは特に決められてはいない．また，緊急対応が必要される場合は，管理者が直接点検することもあるので，管理者にも点検に必要な高度な技術力が求められる．

橋梁の場合，地震発生時は支承部に損傷が集中することがあるため，重点的に点検を行うことになる．また，河川が増水すると，橋脚の変状に伴って支承部も損傷を受けることがあり，注意する必要がある．そのほか，例えば平成 19 年に米国ミネソタ州ミネアポリスで発生した落橋事故を受けて，日本国内でトラス橋を対象に行われた緊急点検のように，定の構造や設計条件などによって建設された橋梁に対して行われる臨時点検がある．臨時点検の記録は，発生している損傷や異常に対する概略状況や写真が主体となるが，発生した異常や事故の状況や，応急的に実施した対策内容などについても記録しておくことよい．

(6) 詳細調査

詳細調査は，一般に，日常点検や定期点検等で発見された損傷に対して，目視調査だけでは損傷原因や損傷の程度が把握できない場合に実施する．そのため，必要に応じて非破壊試験や応力測定等を実施し，橋梁の状況を詳細に把握することを目的としている．詳細調査の基本的な手順は，**図 7.4** に示すとおりである．

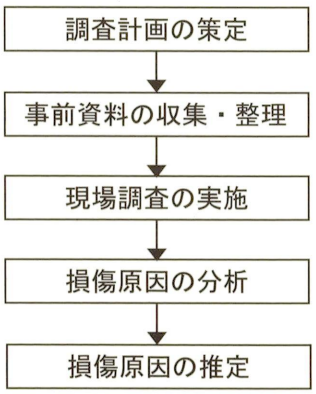


図 7.4　詳細調査の流れ

支承部の詳細調査に際しては，橋梁上部構造や下部構造および支承部に関する設計図書（設計図，設計計算書），工事しゅん工図書，対象箇所に関する既知の点検記録や履歴等の資料を可能な限り入手し，損傷原因の調査計画を策定する．

調査計画の策定後，調査対象や内容に合わせて，詳細な目視点検，部材からの材料採取による分析，非破壊試験等による調査や変状推定するための解析（FEM 解析等）を行う．

例えば，ソールプレート溶接部に発生する疲労損傷では，一般にき裂調査として，磁粉探傷試験（MT）や渦流探傷試験（ET）などにより，き裂の発生位置やき裂長さを調査し，あるいは，超音波探傷試験（UT）により内部き裂の有無を調査する．疲労き裂の検出には，浸透探傷試験（PT）

もあるが，磁粉探傷試験（MT）や渦流探傷試験（ET）と比較すると検出精度が悪い．また，必要に応じて，応力頻度計測や動ひずみ計測により疲労強度や実応力を把握して，損傷原因の分析や推定を行うこともある．FEM 解析等により，精緻な解析を行う場合もある．なお，磁粉探傷試験や超音波探傷試験などを行う場合には，公的機関の認めた有資格者が行うことが望ましい．

また，支承の損傷に伴う橋桁の沈下等では，同一支承線上の他の支承や，これらに関係する部位における異常の有無も詳細に調査する．橋桁の段差量や支承の沈下量の測定や，沓座コンクリートのひび割れ状況なども，損傷原因の推定には必要である．

7.2.5　点検・調査の留意点

(1) 一般

支承部は，上部構造と下部構造を繋ぐ橋梁の重要な部位である．しかし，橋台・橋脚上の支承部の環境は劣悪な状態の場合が多い．特に，支承が位置する環境は，狭あいで，じん埃や土砂が堆積しやすく，伸縮装置や排水装置からの漏水もある．また，走行車両による繰り返し荷重や衝撃力の影響を受ける部位のため，損傷の発生頻度の高いことも特徴のひとつである．支承部の損傷により，橋桁が沈下し，伸縮装置に段差が生じて通行止めとなった事例もあり，橋梁の機能を制する部位といっても過言ではない．

このような状況から，支承部の点検・調査は，橋梁の上部・下部構造すべての部位に着目し，適切な点検・調査を実施することが必要である．支承部の健全度を維持することが，橋梁の健全度維持に大きく寄与するともいえる．

支承部に関する基準類は，「第２章支承の変遷」に示したように，時代の要求に合わせて逐次改訂されている．平成８年度以降の耐震基準の改訂や活荷重の変更により，高速道路等の重要路線の橋梁については，支承部の更新や補強が行われている．しかしながら，維持管理予算の制約が大きい自治体等では，更新が進んでおらず，現在では採用されないような支承形式や支承配置などが存置されたままの橋梁が多数供用されている．これらの橋梁における支承部の点検・調査では，事前に発生が予想される損傷を想定して，点検・調査に臨むことが必要である．

(2) 一般的な留意点

支承部の点検・調査における一般的な留意点について，次に示す．

a) 支承付近に流入した土砂，鳥の巣やフン（**写真 7.6** 参照），補修工事などの残材や発生材，および投棄されたゴミなどが堆積している場合は，支承部の腐食環境を著しく悪化させ，支承本体の損傷や機能不全の原因となる可能性が高い．点検・調査を行う際には，簡易な道具を用いた清掃をできる限り行い，腐食環境の改善を図ることが望ましい．

b) 伸縮装置や排水装置からの漏水は，支承部の腐食環境を著しく悪化させ，支承本体の損傷や機能不全の原因となる．特に，凍結防止剤が多く散布される寒冷地等では，漏水による腐食への影響は大きい．点検により漏水が確認された場合は，早急に漏水対策を行うことが望ましい．

c) 鋼製支承の回転機能が低下している場合は，桁下フランジとソールプレート溶接部の前面部に，疲労き裂が生じやすいの

写真 7.6　堆積した鳥のフン

で注意する．この疲労き裂は進展速度が早く，桁下フランジを貫通してウェブに達する場合もあるので注意する．**写真 7.7** に，支承の機能不全による疲労き裂の発生例を示す．

d) 日常点検により，路面上の伸縮装置に段差が発見された場合は，支承本体や沓座コンクリートが損傷し，段差を生じさせている可能性が高い．段差が認められた場合は，支承部を直接調査して，損傷の有無を確認する必要がある．

e) 可動支承や水平反力分散支承のように，温度の影響を受ける支承を点検する場合は，外気温を考慮して水平変位の状況を確認する．水平変位は，支承だけでなく桁どうしの遊間量や桁と橋台パラペットとの遊間量にも注意する．

f) 上部構造の桁構造が，曲線桁や斜橋等の場合は支承の据え付け方向と移動方向が一致していないことがある．このような場合，異常音の発生や移動制限装置に損傷が生じる可能性が高い．

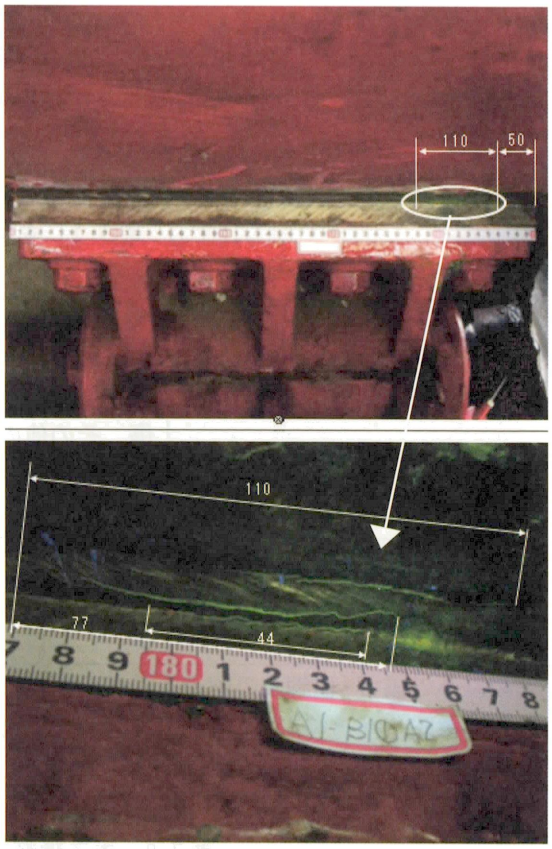


写真 7.7　支承の機能不全による疲労き裂

g) 極端に曲率の大きい橋梁では，負反力の生じている支承が多いが，設計上負反力を考慮していない場合も見受けられる．特に，ピンチプレートやサイドブロックに注意して点検する必要がある．

h) 最近使用の増えているゴム支承は，支承設置時の予備変形を見込まずに設置されている場合があるので，過大な変形や表面被覆ゴムのはく離が生じている場合は注意が必要となる．

i) 支承部の点検は，近接目視で行われるが，目視だけでは確認できない損傷も多く見られる．特に，ローラー支承のローラー部分や，BP-A 支承のベアリング部等は，目視だけでは損傷の発見は不可能である．そのため，すべり面からのさび汁や車両走行時の異常音，振動等から損傷の有無を推測する．そのためには，支承部の構造や機能をよく理解した上で，点検を実施することが重要である．

(3) 着目部位と点検項目

支承部の点検・調査時における着目部位と点検項目を**表 7.1** に示す．また，支承の種類によっては，損傷の種類や損傷発生部位が異なることから，代表的な支承種類別の損傷と点検着目部位について**表 7.2(a)～(c)** に示す．

表 7.1 支承部の着目部位と点検項目

着目部位	点検項目
支承部（変位制限構造を含む）	本体の損傷，ボルト・アンカーボルトの緩み・損傷，さび・腐食，沈下，台座コンクリートの損傷，移動量，異常音，支承縁端部の損傷，その他の損傷
主桁端部（鋼桁，コンクリート桁，床版）	本体の損傷，さび・腐食，遊間，異常音，その他の損傷
伸縮装置	本体の損傷，ボルト・アンカーボルトの緩み・損傷，さび・腐食，遊間，止水工（排水管，樋）の損傷，漏水，異常音，その他の損傷
上記以外の橋台・橋脚上の構造物（落橋防止構造等）	本体の損傷，ボルト・アンカーボルトの緩み・損傷，さび・腐食，移動量，異常音，その他の損傷

表 7.2 支承種類別の損傷と点検着目部位(a)

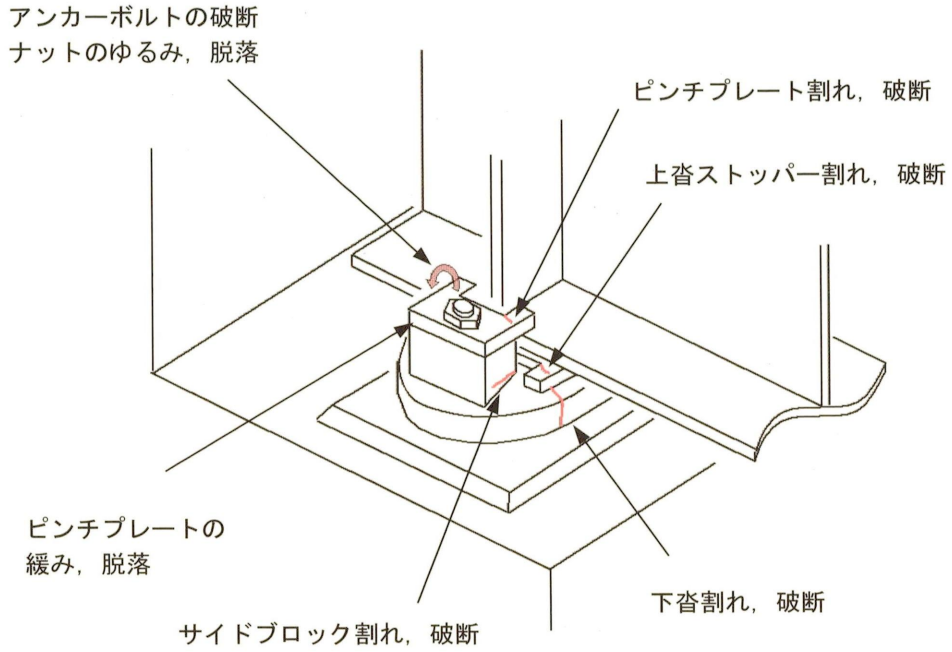
支承の種類	損傷と点検着目部位
線支承	

表 7.2　支承種類別の損傷と点検着目部位(b)

支承の種類	損傷と点検着目部位
支承板支承	サイドブロックボルトの緩み，脱落，破断 セットボルトの緩み，脱落，破断 アンカーボルトの破断 ナットの緩み，脱落 上沓ストッパー割れ，破断 サイドブロック割れ，破断 下沓割れ，破断
複数ローラー支承	ピンの破断，緩み，脱落 セットボルトの緩み，脱落，破断 下沓ストッパーの割れ，破断 アンカーボルトの破断 ナットの緩み，脱落 サイドブロック・ボルトの緩み，脱落，破断 ローラーの腐食，抜け出し，破断 カバーの腐食，脱落

表 7.2　支承種類別の損傷と点検着目部位(c)

支承の種類	損傷と点検着目部位
ゴム支承	サイドブロックおよびボルトの緩み，脱落，破断 セットボルトの緩み，脱落，破断 上沓ストッパー割れ，破断 ゴム支承取り付けボルトの緩み，脱落 サイドブロック割れ，破断 ゴム支承割れ
共通	桁端部の腐食 遊間異常 支承の腐食 沓座モルタルのひび割れ 沓座モルタルの割れ 台座コンクリートひび割れ 台座コンクリートの割れ

(4) 点検種類別の点検項目

「7.2.4 点検・調査の種類」で示した各点検・調査は，その要求する目的に応じてその内容，頻度，設備，機器等が違うことから，支持機能における点検・調査についても着目点を変えて実施することが，効率的な点検・調査につながる．**表 7.3** に，点検種類別の着目部位と，主な点検項目を示し，**表 7.4** に点検種類別の着目部位の模式図を示す．なお，**表 7.3** 中の丸数字は，**表 7.4** に示した模式図番号を示す．

表 7.3　点検種類別の着目部位と点検項目

点検の種類	着目部位	点検項目
初期点検	橋座面 ①	残材の有無・伸縮装置や排水装置からの漏水の有無
	ボルト・ナット類 ②	締め付け不良の有無
	台座コンクリート・沓座モルタル ③	ひび割れの有無
	鋼製支承 ④	防錆処理不良の有無
	ゴム支承 ⑤	異常変形の有無
	変位制限構造 ⑥	遊間量異常の有無
	上・下部構造	支持機能に関連した異常の有無（異常音，異常振動）
日常点検	伸縮装置部 ⑦	路面段差の有無
	高欄・地覆・舗装等 ⑦	通りの折れや曲がり異常の有無
	伸縮装置 ⑦	破損の有無
定期点検	橋座面 ⑧	土砂流入や堆積，伸縮装置や排水装置からの漏水による腐食環境の有無
	支承本体 ⑨	回転・水平移動等の機能不全の兆候の有無，破損の有無
	支承本体移動部位 ⑨	移動面への異物進入の有無
	ローラー部 ⑩	ローラーの飛び出し，カバー脱落の有無
	伸縮装置・排水装置 ⑪	部材破損の有無
	上・下部構造	支持機能に関連した異常の有無（異常音，異常振動）
	ゴム支承	上鋼板部のめくれ，水平方向への滑動の有無
	１本ローラー支承・可動線支承など，現在では採用されない支承形式の場合	
	鋼製支承の場合で，同一支承線上の支承高が異なったり⑫，桁の回転方向と支承の回転方向が違うために回転中心が一直線上にない支承⑬	
	同一支承線上に複数の支承を有する床版橋⑭や，１箱桁に複数の支承が設置されている多主桁並列箱桁橋主桁⑮で，主桁のねじり剛性により活荷重反力が変動しアップリフトが作用しやすい支承	
	主径間と側径間が大きく異なる場合⑯や，曲線桁など⑰のように平面線形などによって負の反力（アップリフト）が発生しやすい支承	
	曲線橋や横剛性の大きい斜橋の可動支承で，移動方向と回転方向が一致しない場合 ⑱	
	斜橋の可動支承および伸縮装置で，伸縮と回転方向が異なる場合	
	橋軸直角方向の剛性の高い壁式橋脚やラーメン橋脚で，それらの設置方向が異なる曲線橋に配置された支承⑲	
	橋軸直角方向の剛性の高い壁式橋脚やラーメン橋脚で，それらの設置方向が平行な曲線橋（斜角を有する橋梁）に配置された支承⑳	
	既設橋の拡幅などにより，同一支承線上に異なる形式の支承を採用している場合	
臨時点検 詳細調査	臨時点検のうち，地震などの自然災害時に実施する異常時点検の着目点は，本書「3.2 地震時における支承部の損傷」を参考にするとよい． 詳細調査の対象はその調査目的により特定されるため，対象に応じた着目点を事前に設定することが望ましい	

表 7.4 点検種類別の着目部位模式図

点検の種類	模式図
初期点検	① ② ③ ④ ⑤ ⑥
日常点検	⑦
定期点検	⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳

7.2.6　評価・判定

構造物の損傷は，一部の部位に発生しているものから構造物全体にわたるものまで，その種類や程度は様々であり，それらの損傷が構造物の性能低下に対してどのように影響するかを把握することは容易ではない．構造物の適切な維持管理を実施するには，発見された損傷に対し個々に原因の推定や損傷の進行予測を行い，構造物の性能を総合的に評価することが必要である．

構造物の評価・判定の基本は，点検により判明した各種損傷状況に対して現時点の健全度を把握することにある．特に道路管理者は，この結果により対策を講じることになるので，点検と同様に評価・判定は重要な業務である．この場合，往々にして個々の部位のみに着目して評価・判定しがちであるが，構造物全体の健全度という面から総括的に評価することが重要である．個々の部位に生じた損傷を，個々に判断して場当たり的に補修していくと，莫大な補修費用が必要となる．構造物の置かれた環境，交通利用状況および利用者サービスレベル等を考慮して評価・判定を行い，補修・補強対策を検討することが必要である．このように，点検・評価・判定を行う技術者には高度な技術レベルが要求されることから，技術士や土木鋼構造診断士等の資格を有している技術者が従事することが望ましい．

一般に，日常点検や定期点検は目視による点検を基本としており，点検で発見された事象だけで構造物の劣化程度等を高い精度で把握することは困難である．また，定量的に性能を確認することも困難である．そのため，多くの道路管理者では発見された損傷に対して，損傷状況に応じた評価・判定基準を設けて定量的に評価することが多い．したがって，このような評価・判定基準は，評価・判定結果に対して多少の誤差が生じても，次回の点検までの期間，構造物の機能が著しく損なわれないことを保証できるような基準であることが望まれる．一方，詳細調査については，日常点検や定期点検により発見された損傷のうち，ある特定の損傷に対して入念な目視点検を行うほか，必要により非破壊試験による調査や応力計測等を併用して行うことが多い．この場合は，耐久性や耐荷力等の性能評価を行って，構造物の健全度を評価する必要がある．

初期点検で発見される損傷は，構造物が供用される前に発生する損傷であるため，基本的に軽微なものが多い．そのため，評価・判定を行うよりは，以後の維持管理計画の策定に際しての指標として用いるのがよい．万一，この段階で重大な損傷が発見された場合は，設計・施工段階での不具合が原因となっている場合が多いので注意する必要がある．

各管理機関による評価・判定基準は，表現方法に多少の違いはあるものの，おおむね発見された損傷に対して補修・補強の必要性や時期を示した内容となっている．**表7.5**に首都高速道路(株)の「構造物点検要領」における評価・判定基準例を示す．首都高速道路（株）では，道路の点検および評価・判定に従事する技術者に，高度な技術レベルを要求しているため，個別に資格試験を実施して合格した者が従事することになっている．**表7.6**に，首都高速道路（株）における支承損傷の評価・判定基準例を示す．

表7.5　首都高速道路（株）における判定基準例

損傷ランク	A0	A1	B	C	D
対応方針	要緊急対応	要緊急対応	要補修対応	対応不要	異常なし
基本概念	構造物全体の安全性に影響を及ぼす損傷	第三者被害を引き起こす可能性がある損傷	緊急度は高くないが，補修補強や追加調査等の対応を必要とする損傷	次回点検時まで対応を必要としない損傷	点検実施の事実を記録

表 7.6 首都高速道路（株）における支承の損傷判定基準例

<table>
<tr><td colspan="3">損傷ランク</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td rowspan="2">備考</td></tr>
<tr><td colspan="3">対応</td><td>要緊急対応</td><td>要対応</td><td>対応不要</td><td>異常なし</td></tr>
<tr><td rowspan="12">支承</td><td rowspan="9">支承全体</td><td>外れ，ずれ，がたつき</td><td rowspan="9">①破断，圧壊，もしくはそれらにつながる著しい損傷や，支承全体が動くなど不安定な状態で，構造物の安全性が短期間に失われる可能性がある場合（A0ランク損傷）

②部材落下により第三者被害を起こす可能性がある場合（A1ランク）</td><td>①ソールプレートが浮いている状態で車両通過時に上下する場合，②ローラーにずれがある場合，③サイドブロックにずれがある場合</td><td>－</td><td rowspan="9">損傷等がない場合</td><td rowspan="12">・支承には，鋼製支承，ゴム支承，免震支承，及びそれらに対して行われた塗装を含み，近接点検を主な点検とする

・支承点検は，桁・橋脚（コンクリート，鋼）接近点検と同時に行う

・支承点検の対象部位は，①ベアリングプレート，②下沓，③ピン，④ローラー，⑤ソールプレート，⑥ピンチプレート，⑦サイドブロック，⑧セットボルト，⑨アンカーボルト・ナットの支承本体と沓座モルタル・コンクリート部がある

(*1) 支承の桁下フランジ取り付け箇所の溶接に疲労クラックが生じた事例があり併せて注意が必要である

(*2) 空洞音はたたき点検で確認する</td></tr>
<tr><td>われ，きず
(*1)</td><td>①われがある場合，②支承溶接部にわれがある場合，③ピンチプレートが破断している場合</td><td>きずがある場合</td></tr>
<tr><td>変形</td><td>①ゴム全体的にはらんでいる場合，②支承の鋼製部品が大きく変形している場合，③アンカーボルトが傾いている場合</td><td>①ゴム支承が一部はらんでいる場合，②支承の鋼製部品が変形している場合</td></tr>
<tr><td>発錆腐食</td><td>①支承の一部に断面欠損を伴う発錆腐食がある場合，②支承全体に発錆がある場合</td><td>支承の一部（ゴム支承補強板を含む）に発錆がある場合</td></tr>
<tr><td>塗膜劣化</td><td>①劣化（フクレ，ワレ，ハガレ）が相当範囲に広がっている場合，②変退色や汚れが目立ち不快感を与える場合</td><td>①劣化（フクレ，ワレ，ハガレ）がある場合，②変退色や汚れがある場合</td></tr>
<tr><td>材料劣化</td><td>ゴム支承の全体が材料劣化をおこしている場合</td><td>ゴム支承の一部が材料劣化をおこしている場合</td></tr>
<tr><td>移動，
回転拘束</td><td>①部品のすべり面・ころがり面が発錆等により移動拘束や回転拘束をおこしている場合，②ソールプレートの移動余裕量が少ない場合，③ピンチプレートの移動余裕がない場合</td><td>①ピンチプレートの移動余裕が少ない場合，②泥つまりがある場合</td></tr>
<tr><td>緩み，脱落，
欠損
(ﾎﾞﾙﾄ・ﾅｯﾄ)</td><td>①アンカーボルトの座金・ナット，ピンのナット，ピンチプレートのボルト，セットボルトに緩み，脱落，欠損がある場合，②アンカーボルトの余裕長が少ない場合</td><td>－</td></tr>
<tr><td>異常音</td><td>異常音がある場合（異常音に関しては，遅滞なく追加調査を行い原因を確定すること）</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="3">沓座コンクリート／モルタル</td><td>ｺﾝｸﾘｰﾄﾓﾙﾀﾙ
ひびわれ</td><td rowspan="3">①圧壊，もしくは圧壊につながる著しい損傷があり，構造物の安全性が短期間に失われる可能性のある場合（A0ランク損傷）

②コンクリートやモルタルの欠落やはく離により第三者被害を起こす可能性がある場合（A1ランク）</td><td>著しいひびわれがある場合</td><td>Aランク・Bランクに該当しないひびわれがある場合</td><td rowspan="3">損傷等がない場合</td></tr>
<tr><td>ｺﾝｸﾘｰﾄﾓﾙﾀﾙ
欠落，はく離</td><td>コンクリートやモルタルの欠落やはく離により，鉄筋が露出している場合</td><td>コンクリートやモルタルの欠落やはく離があるが，鉄筋が露出していない場合</td></tr>
<tr><td>空洞
(*2)</td><td>モルタルグラウトの不良により空洞がある場合</td><td>モルタルグラウトの不良</td></tr>
</table>

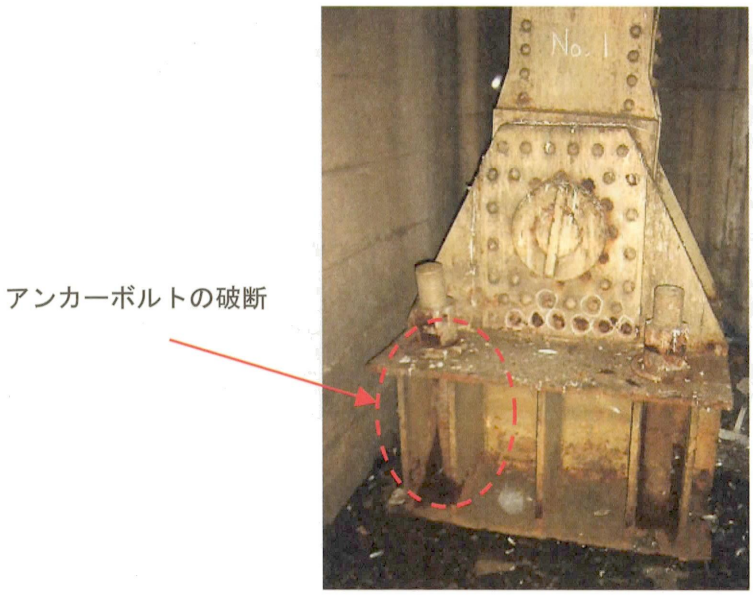
定期点検で発見された支承部の損傷に対して，損傷度を判定した事例を以下に示す．この判定事例は，**表7.6**を用いてＡおよびＢランク損傷と判定された事例である．

写真7.8は，Ａランク損傷（要緊急対応）の事例である．(a)は支承部ソールプレート付近から発生した疲労き裂であり，放置すると桁が落下する危険性のある損傷である．(b)は支承の下沓の割れであり，この損傷は路面上に段差が生じて発見された事例である．(c)は斜張橋主塔部の負反力対応のペンデル支承であり，アンカーボルトが破断していた例である．これらは，いずれも緊急対応の必要な損傷であり，実際に仮受けを設置する等の緊急補修を実施している．ただし，このような事例は極めて少なく，第３章で示しているように，支承表面のさび・腐食による損傷が多く見られる．

写真7.9は，Ｂランク損傷（補修を要する損傷）の代表的な事例であり，これらの損傷は点検報告された後，ほとんどについては１年以内に補修が行われている．

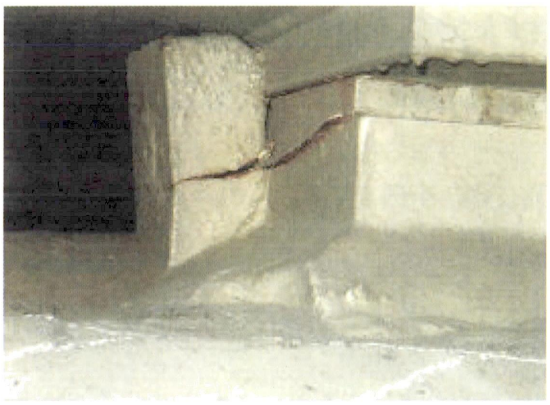
(a) ソールプレート付近からの疲労き裂

(b) 支承（下沓）の破断による損傷



(c) ペンデル支承アンカーボルトの破断

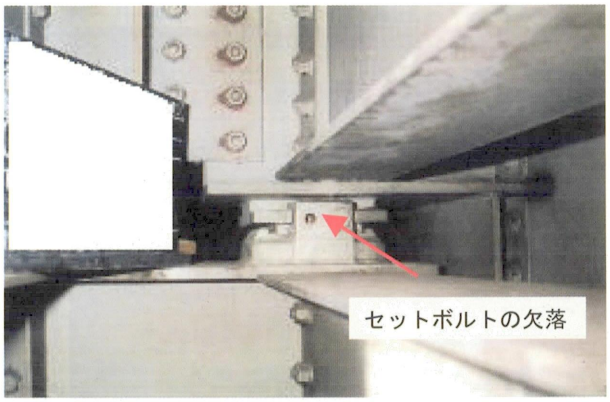
写真 7.8　支承のＡランク損傷の事例



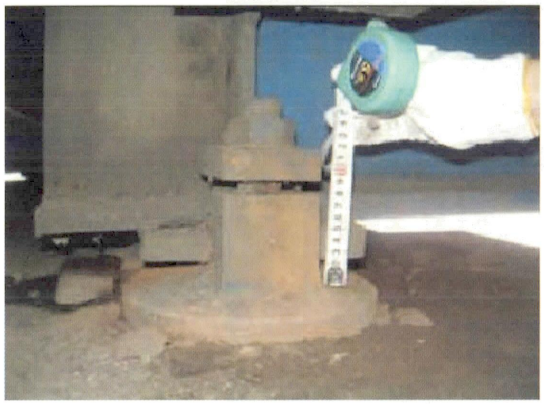
(a) サイドブロックの割れ

(b) さび・腐食

(c) 変形，ずれ



(d) セットボルトの欠落



(e) アンカーボルトの浮き

(f) 支承周辺の土砂の堆積

写真 7.9 支承のBランク損傷の事例

7.2.7　記録

(1) 一般

点検・調査結果は，緊急性を要する場合を除いて定期的もしくは作業終了後に管理者に報告されている．点検現場においては，一般に，デジタルカメラと簡単なメモにより現場および損傷状況を記録し，これらの記録を内業で点検報告書として作成し，管理者に提出する．点検報告書は，電子化されている場合が多く，これらは履歴として利用できるようにしておくのが望ましい．

構造物を維持管理する各管理者は，維持管理に必要な情報を記録し，その情報を蓄積・活用することが重要である．維持管理記録は，①構造物の諸元等の施設属性情報が記録されている構造物データベース（以下「DB」と示す），②点検履歴と結果（損傷状況と判定結果）が記録されている点検DB，③点検結果により実施された対策記録の補修DBにより構成されていることが多い．

これら３種類のDBは，それぞれが補完しながら適切な維持管理に活用されるため，常に正確で最新の情報に追加・更新され，維持管理DBとして一元化管理し継続的に蓄積・記録されていなければならない（図7.5参照）．

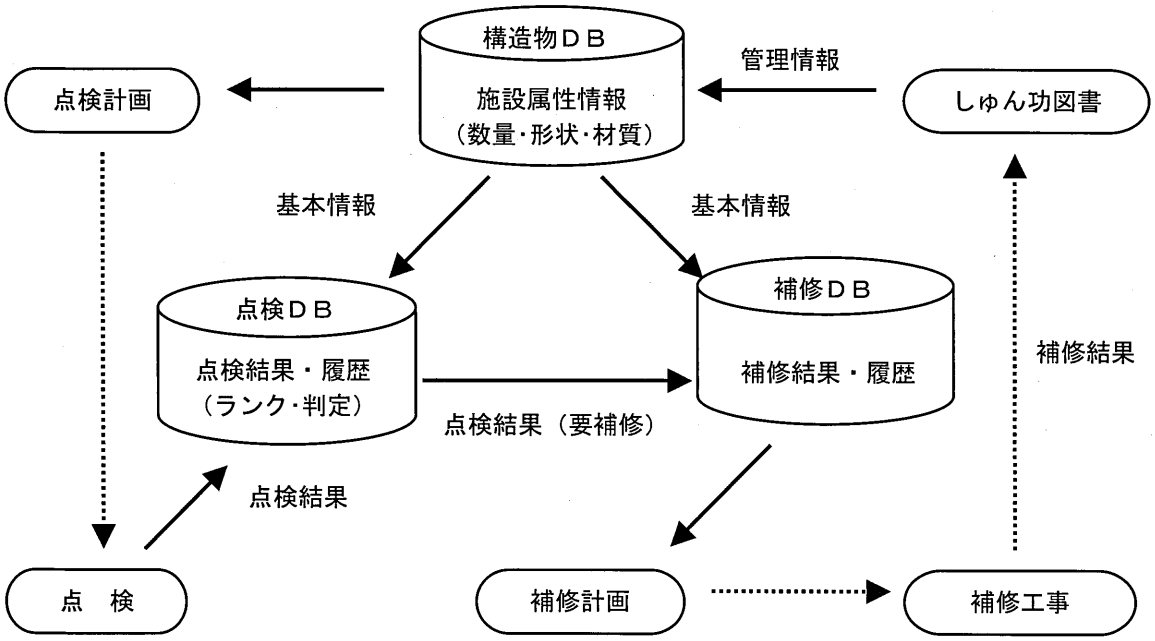


図 7.5　維持管理業務と維持管理データベースとの相互関係

構造物DBは，一般にしゅん功図書の要約版ともいえるものである．このDBを基に日常管理や発見された損傷の分析などに必要とされる重要な情報が蓄積されている．

点検DBと補修DBは，効率的および良質な維持管理を行うために重要である．例えば，点検において発見された損傷が新たなものか，過去に発見されていた損傷か否かは，過去の点検履歴を確認することによって判断が可能になり，構造物の健全度評価に大いに寄与する．また，点検時に事前情報としてこれらの情報を知って現場に臨むことにより，点検の効率化にも大きく寄与し，補修・補強等の対策を講じる際の重要な情報にもなる．さらに各種対策が施された場合も，対策の有効性が確認でき，データ分析によりアセットマネジメントに必要な劣化予測等にも大いに寄与する非常に重要で有効な情報である．

維持管理DBは，前述したように適切な維持管理に不可欠な情報であるため，当然ながら必ず保存され使用しやすいものでなければならない．当該構造物が廃止，または撤去されて実際の維持管理に必要となくなった場合においても，他の類似構造物の維持管理に役立つため，引き続き保存しておくことが望ましい．構造物の維持管理は長期に渡るため，各管理事業者では組織の変更や担当者の交代および点検請負者の変更を想定しておく必要がある．また，維持管理DBには正確さが求められることから，入力ミス等が生じにくい操作性のよい記録方法を採用し，大量の情報に対して容易に，見やすく使用できるものでなければならない．

現在，維持管理DBとしては，紙ベースの台帳形式のものと電子データ形式のものが使用されている．しかし，多種多様の構造物を一括管理でき大量の情報を管理するには，紙ベースの台帳形式は保管場所の確保や検索に不向きであり，常に使用しやすく管理しやすい電子データ形式で記録・保存することが望ましい．また，しゅん功図書は一般に紙ベースで保管されているが，これらも保管場所の確保や検索に有利な電子データとして保存されることが望ましい．最近の設計図書は電子化されて納品される場合が多く，これまでの紙ベースのしゅん功図書と二種類のデータとして保存される場合が多くなってきているため，過去のしゅん功図書をすべて電子化して一元化を図ることがよい．

データベースは，専用サーバーやハードディスク等に保存することになるが，情報流出の防止対策とともに，データ消滅の防止対策として必ずバックアップしておくことが必要である．

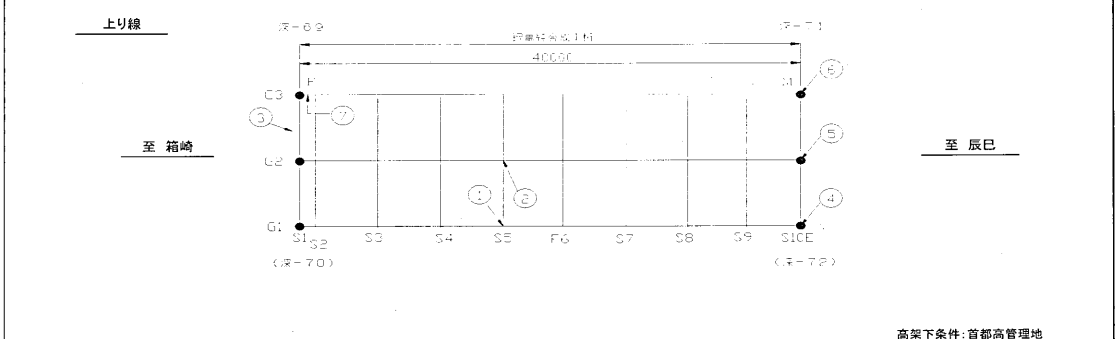
(2) 点検報告書

点検報告書は，現場点検終了後に管理者に提出され，一般に構造物の健全度評価および対策案策定時の重要な資料として用いられる．報告書の内容は点検の種類によって異なるが，おおむね損傷図と損傷状況写真および損傷状況一覧表（判定結果）から構成されている．首都高速道路（株）の定期点検の報告書を例に，**図7.6～図7.8**に損傷図，損傷状況写真および損傷状況一覧表を示す．

損傷概要報告書　　平成　年　月　日報告

構造種別	鋼桁・桁落下防止装置・ボルト関係・床版端部・伸縮継手下面・沓・その他						
点検名	構造物点検(平成19年度定期点検)	点検種別	鋼桁・沓点検	路線名	9号深川線	点検箇所	深－0069 ～ 深－0071
点検請負者		現場点検作業責任者		点検員		点検日(天気)	6/18(晴) 6/19(晴)

(損傷概要図)



高架下条件：首都高管理地

No.	橋脚番号	方向	形式	部位	位置	損傷概要	判定	写真	月日	No.	橋脚番号	方向	形式	部位	位置	損傷概要	判定	写真	月日
1	深-0069	上	-	I桁-対傾構	G1-S5-2①	垂直補剛材 溶接部 クラック A1-W-3-4-0	B	1	6/19										
2	深-0069	上	-	I桁-対傾構	G2-S5-1②	垂直補剛材 溶接部 クラック A1-W-2-13-0	B	2	6/19										
3	深-0069	上	エースB50	伸縮継手	3-イJ	異常音(タタキ音)	B	3	6/18										
4	深-0069	上	支承板支承	支承	(N+)-1-F	全体 腐食 d=2	B	4	6/19										
5	深-0069	上	支承板支承	支承	(N+)-2-F	全体 腐食 d=2	B	5	6/19										
6	深-0069	上	支承板支承	支承	(N+)-3-F	全体 腐食 d=2	B	6	6/19										
7	深-0069	上	-	I桁	G3-イ-2	下フランジ上面 腐食 d=2	B	7	6/18										

図 7.6　損傷図（鋼桁の事例）

構造物点検写真報告書

構造種別		点検種別	鋼桁・省点検	路線名	高速○○線

構造物	伸縮継手		構造物	支承
写真番号	3		写真番号	6
図番号			図番号	
構造物番号	深-0069～深-0071		構造物番号	深-0069～深-0071
方向	上　本線		方向	上　本線
車線			車線	
位置	3-イJEXP-34		位置	(N+)-3F
判定	B		判定	B
部位	I桁-対傾構		部位	全体
高架下条件	首都高管理地		高架下条件	首都高管理地
変状	クラック		変状	腐食
数量・寸法			数量・寸法	d=2
クラック情報			クラック情報	

構造物	支承		構造物	鋼桁・鋼床版
写真番号	4		写真番号	7
図番号			図番号	
構造物番号	深-0069～深-0071		構造物番号	深-0069～深-0071
方向	上　本線		方向	上　本線
車線			車線	
位置	(N+)-1F		位置	G3-イ-2上面
判定	B		判定	B
部位	全体		部位	I桁　下フランジ
高架下条件	首都高管理地		高架下条件	首都高管理地
変状	腐食		変状	腐食
数量・寸法	d=2		数量・寸法	d=2
クラック情報			クラック情報	

構造物	支承		構造物	
写真番号	5		写真番号	
図番号			図番号	
構造物番号	深-0069～深-0071		構造物番号	
方向	上　本線		方向	
車線			車線	
位置	(N+)-2F		位置	
判定	B		判定	
部位	全体		部位	
高架下条件	首都高管理地		高架下条件	
変状	腐食		変状	
数量・寸法	d=2		数量・寸法	
クラック情報			クラック情報	

図 7.7　損傷状況写真（鋼桁の事例）

点　検　結　果　総　括　表

担当部署	○○ ○○
主任監督員	担当者
	○○ ○○

点検名	構造物点検(平成○年度定期点検)	路線名	高速○○線	点検箇所	深－００６９ ～ 深－００７１
点検種別	鋼桁・省点検	対象構造物	鋼単純合成Ｉ桁	担当ｸﾞﾙｰﾌﾟ	

登録番号	方向	本線ランプ区分	車線	構造物	始点番号	終点番号	位置1	位置2	位置3	部位1	部位2	部位3	損傷概要1	損傷概要2	損傷概要3	数量・寸法	今回判定	前回二次判定	二次判定	点検年月日	点検回数	初回発見年月日	高架下条件	写真No.	写真No.2	応急 対応方針	実施予定日	実施日	工事種別	請負者	担当	備考
1	上	本線		鋼桁・鋼床版	深-0069	深-0071	G1-S5-2	①	側面	I桁-対傾構	垂直補剛材	溶接部	クラック				B			H19.6.19			首都高管理地	1	1							
2	上	本線		鋼桁・鋼床版	深-0069	深-0071	G2-S5-1	②	側面	I桁-対傾構	垂直補剛材	溶接部	クラック				B			H19.6.19			首都高管理地	2	2							
3	上	本線		伸縮継手	深-0069	深-0071	3-イJ			下面			タタキ省				B			H19.6.19			首都高管理地	3	3							
4	上	本線		支承	深-0069	深-0071	EXP-34			全体	支承板支承		腐食			d=2	B	B		H19.6.19		H14.3.9	首都高管理地	4	4							
5	上	本線		支承	深-0069	深-0071	(N+)-1	F		全体	支承板支承		腐食			d=2	B	B		H19.6.19		H14.3.9	首都高管理地	5	5							
6	上	本線		支承	深-0069	深-0071	(N+)-2	F		全体	支承板支承		腐食			d=2	B	B		H19.6.19		H14.3.9	首都高管理地	6	6							
7	上	本線		鋼桁・鋼床版	深-0069	深-0071	(N+)-3	F		全体	支承板支承		腐食			d=2	B			H19.6.19			首都高管理地	7	7							
							G3-イ-2	上面		I桁	下フランジ		腐食			d=2	B			H19.6.19			首都高管理地									

図 7.8　損傷一覧表（鋼桁の事例）

損傷図は，模式化された対象構造物の平面図をベースに，発見された損傷個所の部位や位置等が記載されている．損傷図の目的は，損傷個所の再調査や補修･補強等を実施する場合の位置を的確に示すことにある．一般に，橋梁単位もしくはスパン単位で示されている．

損傷状況の写真は，損傷図で示された各損傷状況を示すものであり，写真には損傷個所と状況が明確に判るものを添付する必要がある．最近の点検報告書は，デジタルカメラで撮影された写真が多く，報告書の作成も以前に比較すると非常に容易である．支承部の場合は，損傷個所の部分拡大写真と周辺が写っている広めの写真の２種類が添付されていることが望ましい．

損傷状況一覧表は，損傷図に示された損傷個所ごとに，損傷の種類や程度（判定結果）を示したものである．

(3) 維持管理データベース

維持管理データベースは，前述したように①構造物DB，②点検DBおよび③補修DBから構成される．以下に個々のデータベースに記録されるべき項目について示す．

構造物DBは，維持管理の基本であり，橋梁等では一般に橋梁台帳として紙ベースの資料として保存･管理されている場合が多い．以下に標準的な記録の項目を示す．

① 住所（設置位置）
② 構造諸元（構造形式，構造寸法など）
③ 環境条件
④ 管理番号
⑤ しゅん工年月日
⑥ 建設年月日
⑦ 設計業者，施工業者
⑧ 適用基準
⑨ しゅん工図書索引番号（設計図面，設計計算書）
⑩ その他

点検DBは，初期点検，日常点検および定期点検などの各種点検結果の総括情報が記録されたものである．点検作業終了後に管理者に提出される点検報告書と異なり，台帳の作成および管理は管理者主体で行われるものである．また，点検DBは，常に最新の情報に更新されている必要がある．人間の健康診断カルテと同様に何か構造物に異常が発見された場合などは，過去の点検結果や補修記録の履歴を知ることが，的確かつ迅速な対応に結びつく重要な情報となるためである．**表7.7**に点検DBにおける標準的な記録項目を示す．

表 7.7　点検データベースにおける標準的な記録項目

担　当	維持管理担当者，点検実施者
点検の種類	初期点検，日常点検，定期点検，臨時点検，詳細点検
時　期	点検実施日
位　置	点検対象構造物の詳細な位置（所在地）
点検内容	接近目視点検，遠方目視点検，非破壊試験の有無
損傷図	対象構造物の概略図，点検範囲，損傷発生箇所
損傷状況写真	個々の損傷写真，損傷の種類，スケッチ
評価・判定結果	個々の損傷評価・判定結果
その他	点検履歴（過去の実施日），過去の補修の有無，緊急補修の有無

補修DBは，構造物DBや点検DBと一体化もしくはリンクされていることが望ましい．この情報も常に最新情報に更新しておく必要がある．また，点検履歴台帳に記録されている個々の損傷データに対応した補修履歴が必要であり，これにより構造物の健全度の評価に大きく寄与する．以下に標準的な記録項目を示す．

① 補修位置（住所，管理番号）
② 環境条件
③ 環境条件管理番号
④ しゅん工年月日
⑤ 建設年月日
⑥ 設計業者，施工業者
⑦ 適用基準
⑧ しゅん工図書索引番号（設計図面，設計計算書）
⑨ 増改築の履歴
⑩ その他

電子化されたデータベースの事例として，次の2例を紹介する，**図7.9**は，構造物DBの中にしゅん工図書を電子データとして保存することで，既存資料の散逸や劣化を防止している自治体での事例である．電子化されたしゅん工図書は，画面上での拡大や印刷出力も可能であり，日常の利便性が格段に向上している．また．**図7.10**は，点検DBとして点検報告書の内容を取り込んだ首都高速道路（株）における事例である．

いずれも，橋梁単位（スパン単位）で管理されており，その情報は支承に限らず桁や床版，橋脚等の橋梁を構成する部位に関する情報がすべて網羅されている．実際に使用する場合は，電子化されている利点を利用して欲しい情報のみ検索して取り出して利用する場合が多い．

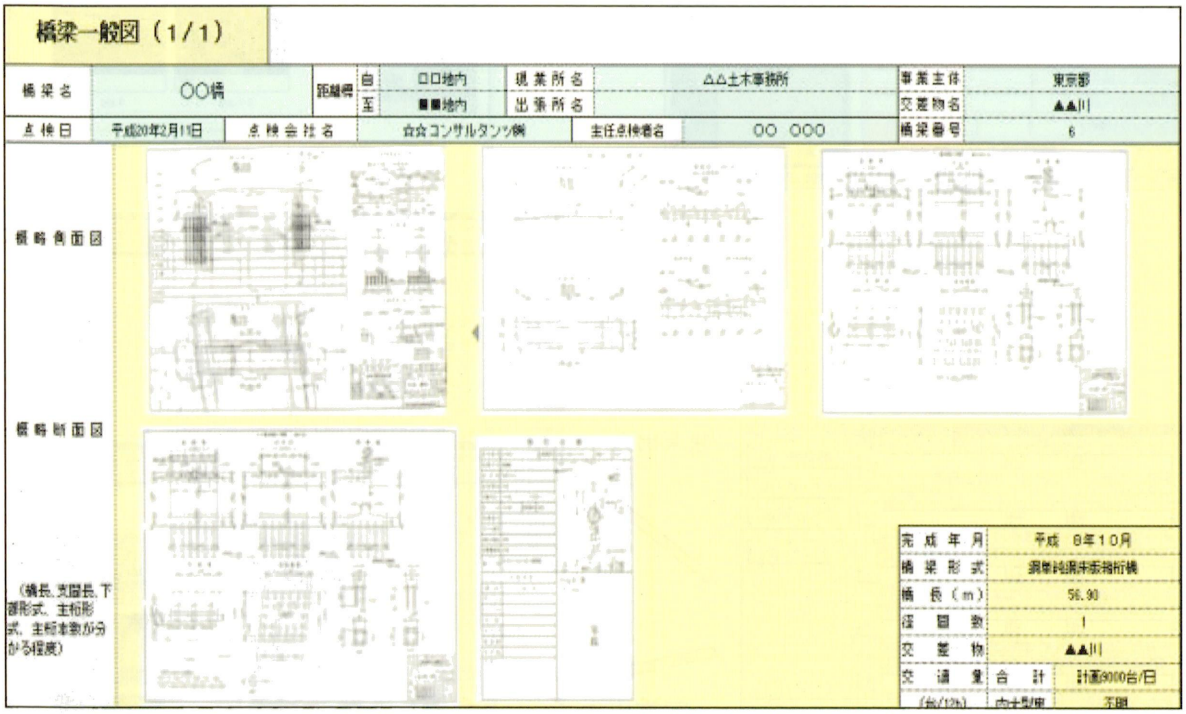
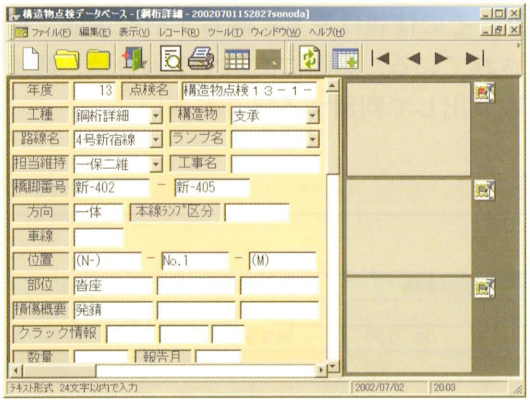


図 7.9　しゅん工図書のデータ化事例

メニュー画面

No.	項目名	No.	項目名	No.	項目名
1	年度	21	損傷概要2	41	応急対応工事種別
2	点検名	22	損傷概要3	42	応急対応請負者
3	工種	23	数量寸法	43	応急対応担当
4	構造物	24	クラック情報1	44	応急対応備考
5	路線名	25	クラック情報2	45	追跡管理番号
6	ランプ名	26	クラック情報3	46	初回発見年月日
7	工事名	27	標識柱形式	47	応急対応後ランク
8	担当維持	28	標識柱管理番号	48	恒久対応方針
9	始脚番号	29	今回判定	49	恒久対応実施予定日
10	終脚番号	30	前回判定	50	恒久対応実施日
11	方向	31	二次判定	51	恒久対応工事種別
12	本線ランプ	32	報告月	52	恒久対応請負者
13	車線	33	点検年月日	53	恒久対応担当
14	位置1	34	点検回数	54	恒久対応備考
15	位置2	35	高架下条件	55	点検業者
16	位置3	36	写真番号		
17	部位1	37	図番号		
18	部位2	38	応急対応方針		
19	部位3	39	応急対応実施予定日		
20	損傷概要1	40	応急対応実施日		

データベース入力



写真入力

データベース検出

帳票出力

写真出力

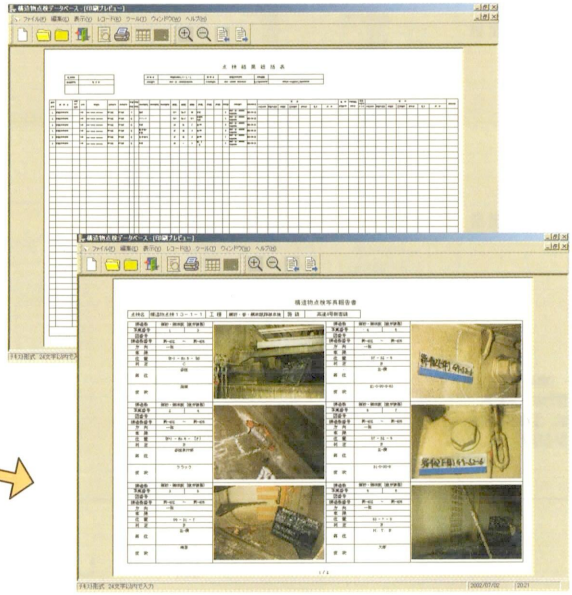


図 7.10　首都高速道路（株）における点検データベースの例

7.3　日常管理計画

7.3.1　一般

日常管理は，維持管理のなかで求められる，橋梁の長寿命化と予防保全を実践する重要な活動のひとつとして位置付けられる．日常管理の一環で行われる日常点検（パトロール）は，走行時に感じる体感（音や振動など），あるいは車外での遠望目視によって，走行車両や第三者に被害を与える恐れのある異常を発見することを主目的としている．しかし，日常点検では，点検員が橋桁下まで降りて支承部を点検することはごく稀である．したがって，日常点検で発見できる支承部の損傷は，このような制約のある条件下で得られた点検結果であることに留意しなければならない．

一方，日常管理の一貫として行われている清掃業務等は，通行車両や道路環境の保全に重点が置かれているため，橋梁の損傷に関しては効果的な情報を得ることはできない．このようななか，一部の道路管理機関では，損傷をいち早く発見するための情報収集の方法や，橋梁の各機能を適正な状態を保つための清掃などを，日常管理の中に位置付け，運用を始めている．

日常管理では，日々の橋梁の状態変化を察知することを第一の目的とし，もし変化を察知し，その変化が走行車両や第三者に対する安全性を脅かすものであれば，その変化に対する処置を速やかに施す．また，状態の変化を経過観察することで，恒久的対策を実施するまでの間の，安全性を確保する．これら，一連の日常管理は，日常管理計画によって明確にしておくとともに，点検・調査や補修・補強工事などへ円滑に継続させることが，今後の維持管理を行う上で重要な課題となる．このような一連の日常管理が行われることによって，予防保全が効率的かつ的確に実施でき，橋梁の長寿命化が図れる（図7.11参照）．

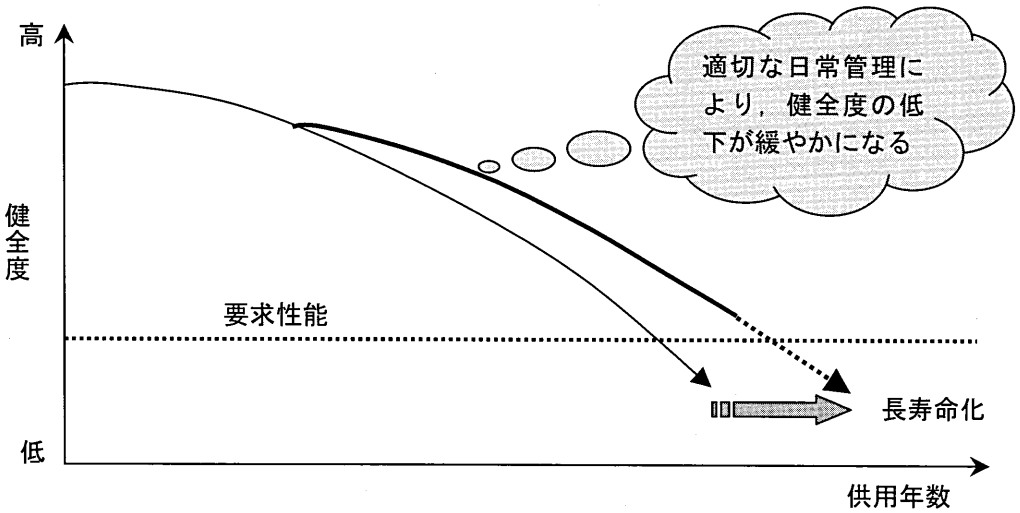


図7.11　日常管理による効果イメージ

7.3.2　日常管理

日常管理には，前節で述べた日常点検や路面清掃のほかに，各段階に応じて次の方法がある．

(1) 情報収集

橋梁の状態の変化や，異常を早期に発見するためには，地元住民などによるパトロールや，道路利用者から寄せられる情報が有効である．例えば，地域のボランティアや退職者などにより組

織されたNPOなどを活用したパトロールの取り組みが行われている．また，2004年12月からは，国土交通省道路局が「道路緊急ダイヤル」等のシステム（図7.12参照）を導入して，利用者からの情報収集に取り組んでいる．これら情報収集の新たな取り組みを活用・発展することで，損傷発見の迅速化が図れ，有効な応急処置の実施にも役立つものと期待される．

図7.12　「道路緊急ダイヤル」のポスター

(2) 応急処置

日常点検や利用者からの情報により，第三者に被害が及ぶと思われる損傷が発見され，恒久的な対策を実施するには，かなりの時間がかかると予想される場合には，発生した損傷に応じた応急処置が施される．応急処置は，その損傷の発生部位，種類，程度，範囲等により，適切な工法を採用しなければならないが，通常は，このような緊急の場合には検討を行う時間的な余裕はないことから，あらかじめ対策置方法などについて定めておくことが望ましい．

例えば，部材の破断やき裂，床版陥没などの緊急性の高い損傷が発見された場合には，通行者等への安全確保を第一に，緊急的な応急処置として仮受けなどが実施される．**写真7.10**に示す事例は，ソールプレート溶接部に発生した疲労き裂が，鈑桁橋の主桁に進展したため，応急処置としてストップホール設置とサンドルによる仮受けが実施されたケースである．この事例のように，応急処置は一時的な機能回復を目指し，利用者へのサービス低下を生じさせない方法を採用することも大事ではあるが，場合によっては通行規制や通行止めを含めた運用面での対応も必要である．

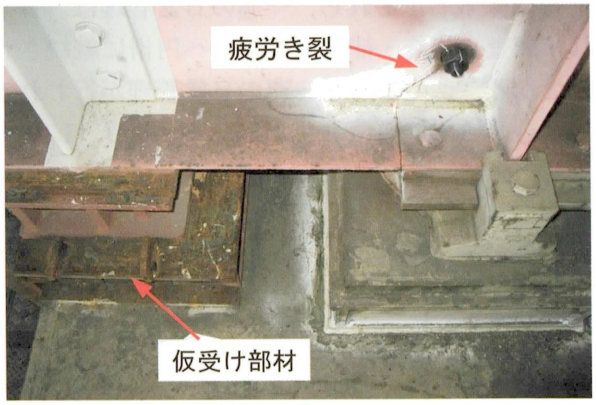


写真7.10　応急処置の例

(3) 経過観察

応急処置を施した後，恒久的な対策を実施するまでの期間は，発生した損傷の部位，種類，程度等によりまちまちであるが，短い場合で数日，長い場合で数ヶ月に及ぶこともあるので，長期間応急処置の状態を継続する場合には，状態の急変等を察知するために経過観察が必要となる．経過観察の方法には，日常点検の頻度を上げる，観察員を常時配置する，あるいは計測機器を用いた観測等によりモニタリングを行うなどであるが，損傷の部位，種類，程度や観察の期間および応急処置の方法等から適切な方法を選択することが重要である．

経過観察を行う場合に重要なことは，あらかじめ，危険な状態であることを示す許容限界値を設定し，この限界値を超えた場合の処置について，どのような手順で通行規制等の処置を実施するかを明確にしておくことである．例えば，下部構造の洗堀が進んでいる橋梁に，沈下計を設置して経過観察を実施する場合は，危険領域を示す沈下量の許容値を事前に決定し，この許容値を

超えた場合の連絡体制や処置実施手順などを事前に管理計画書等により定めておくことが重要となる．

(4) 清掃

我々が，毎日実施している歯磨きや入浴などは，健康な状態を維持するために行う定期的なケアといえるが，橋梁においてもその健全性を維持するために定期的なケアが必要であり，もっとも効果的な方法が清掃である．

特に，橋梁の支承部は，上部構造と下部構造の接合部に位置することから，伸縮装置からの漏水による滞水（**写真 7.11** 参照）や，路面や橋台背面からの土砂流入（**写真 7.12** 参照）の影響を受けやすく，これが支承部の健全度低下に大きく影響していることが分かっている．

建設時あるいは補修・補強工事の際の建設残材がそのまま残されていたり，鳥の巣やフンなどが堆積したりしている事例のほかに，最近ではゴミの不法投棄の事例（**写真 7.13** 参照）も報告されるようになっている．

このような状態を放置しておけば，支承部や桁端部の腐食環境の悪化や，支承部の機能不全が助長され，損傷の拡大が加速されることとなる．したがって，数年に1回程度，定期的に支承部に堆積した土砂などを取り除く清掃を実施し，健全度低下の要因となりうる環境を改善するとともに，状態変化の早期把握や損傷・劣化の早期発見が可能となる環境を維持することが大切である．

しかしながら，ここで留意しなければならないことは，堆積した土砂を除去するという対処療法だけではなく，なぜ堆積したのかその原因を突き止めて，例えば，伸縮装置の破損や排水型による雨水の流入による土砂堆積であれば，伸縮装置の補修や，排水型を非排水型へ改良するなどの原因除去対策をとることである．

清掃の方法としては，高圧水噴射装置を搭載した車両により土砂等を吹き飛ばす方法が合理的ではあるが，市街地等においては土砂の飛散や高圧水の処理などの影響について十分な対策が必要である．

市街地や交差物件の制約などがある場合には，人力による方法の採用も検討しなけれ

写真 7.11　支承部の滞水

写真 7.12　支承部の土砂堆積

写真 7.13　支承部へのゴミの投棄

ばならないが，撤去した土砂等の廃棄物の処理方法についても事前の検討が必要となる．

鋼部材の塗膜劣化や腐食が確認された場合は，確認された時点で，タッチアップ等を施すことも効果がある．次の塗替え塗装までに，かなりの期間時間を要する場合などには，この応急処置が塗膜の劣化速度を低下させるのに効果的である．清掃やタッチアップなどの維持管理作業を，日常点検などと併せて実施することができれば，支承部に限らず，橋梁全体の機能低下を抑制することが可能となり，結果的にLCC低減にも効果がある．

写真 7.14(a)～(c)は，桁端部の塗替えを目的とした補修工事の際に，一緒に行われた橋台部の清掃状況である．清掃作業によって，支承部の腐食環境が改善されている．

(5) 日常管理計画

一連の日常管理の作業を，迅速かつ適時に実施するためには，事前に一連の作業に関する手順を示す，日常管理計画書を作成することが必要となる．日常管理計画書に記載する事項は，おおむね次のとおりである．

① 各作業の実施頻度
② 実施時期
③ 実施方法
④ 実施担当者
⑤ 使用する資機材
⑥ 他作業との関連と調整方法
⑦ 各作業の記録方法
⑧ 安全管理体制
⑨ 各作業間における連絡体制，等

日常管理計画は，維持管理計画の一部と位置付けて，他の維持管理事業と連携して，各作業を効率的・効果的に実施することで，その効果を最大限発揮するものでなければならない．

(a) 清掃前

(b) 清掃中

(c) 清掃後

写真 7.14　支承部の清掃

7.4　支承部のマネジメント

7.4.1　橋梁に求められるメインテナンス・マネジメント

最近，社会資本の効率的な維持管理を目的とするメインテナンス・マネジメント手法として，アセットマネジメントと呼ばれる管理手法が注目を浴び，我が国においても，橋梁を中心に，各管理機関で導入に向けた試みが実施されている．

従来のアセットマネジメントの考え方は，預金，株式，債券などの個人資産をリスク，収益性などを勘案して運用することにより，その資産価値を最大化するための活動を指していたが，最近では，この考え方を社会資本に適用する動きが国際的に進められている．その後，このアセットマネジメントの考え方を，橋梁等の管理・運用に当てはめたものが，パブリック・アセットマネジメントであり，本章で扱うマネジメントの概念もこれに当たる．

パブリック・アセットマネジメントは，ストックされた社会資本を資産とみなし，その資産を運用することで，その資産価値を最大限発揮することを目的としている．しかしながら，現在，我が国で導入検討されているパブリック・アセットマネジメントは，厳しい社会経済情勢を受けて，社会資本の維持管理を効率的・効果的に行うことを目的とした手法としての位置付けが大きく，資産運用よりは資産管理に近いといえる．

土木学会から発行された「アセットマネジメント導入への挑戦」では，アセットマネジメントの定義は，「国民の共有財産である社会資本を，国民の利益向上のために，長期的視点に立って効率的，効果的に管理・運営する体系化された実践活動．工学，経済学，経営学などの分野における知見を総合的に用いながら，継続して（ねばりづよく）行うものである」とされている．

アセットマネジメントの方法については，「アセットマネジメント導入への挑戦」にいくつかのタイプが示されているが，我が国においてはLCC型アセットマネジメントと呼ばれる，LCCの最小化を目指したタイプについて主に検討がなされ，一部の自治体では，既に運用が始まっている．

この方法では，点検で収集したデータを工学的判断により判定・評価し，その結果を事前に設定された橋梁，もしくは各部材の劣化予測に当てはめて，橋梁や部材に求められる寿命範囲を超える，100～200年間といったある期間についてのLCCを，その劣化に対する対策工法を基に算定する．

次に，LCCが最小となるシナリオと呼ばれる維持管理方法を求め，さらに求められた各橋梁の最小化したLCCを合算し，管理対象の橋梁群全体のLCCを求めるとともに，将来必要となる維持管理コストのピーク年次を明らかにする．このピーク時コストを，予防保全などにより前倒ししたり，あるいはまた長寿命化などにより後送りしたりするなどして，維持管理コストを平準化することに，主眼が置かれている（図7.13参照）．

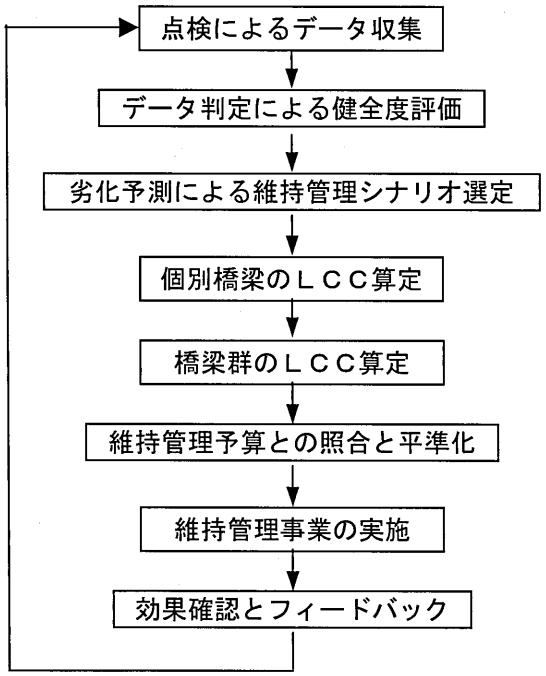


図7.13　LCC型アセットマネジメントの手順

しかし，マネジメントを行うために必要な，基本的な点検データなどの蓄積がないため，劣化予測や耐久性評価等が不明確であり，今後システムを継承する人材の育成などにも，多くの課題が山積みしているのも事実である．

7.4.2 支承部のメインテナンス・マネジメント

(1) 一般

支承部のメインテナンス・マネジメントを計画・運用することは，橋梁の健全度を維持する上で効果的ではあるが，必ずしも適切であるとはいえない．それは，橋梁は多くの部位・部材により構成され，それぞれが保有する機能や性能を十分発揮して初めて構造体として性能が保持されるからであり，支承部だけが機能や性能を発揮できても，他の部位・部材が十分な性能を発揮できなければ，橋梁としては健全であるとはいえない．

本節で，あえて支承部のメインテナンス・マネジメントを取り上げたのは，橋梁全体構造のなかで，支承部が保有する機能や性能が重要であることが既に知られているからである．また，橋梁の健全度を脅かす損傷の多くが，支承部の損傷であることから，支承部の健全性を適切に維持することが橋梁全体の健全度を高め，さらには長寿命化に貢献することが明らかなためである．

本節では，長寿命化と予防保全に向けた，実践的な橋梁メインテナンス・マネジメントを構築するのに必要な，支承部のメインテナンス・マネジメントについて記述する．

(2) 支承の寿命

支承に求められる多くの機能や過酷な設置環境などから，設計上の寿命が100年とされている橋梁に対して，支承の耐用年数は道路橋示方書・同解説や道路橋支承便覧においても明確に示されておらず，支承はその設置環境の悪さから，橋梁の主構造と同等の耐久性を確保することが難しいとされている．したがって，支承部の構造や支承の選定に当たっては，初期費用のほか，補修や取替え等の容易さ，維持管理費についても考慮してLCCを最小化することを求めている．

これに対し，昨今のLCC重視の流れから，支承の取替え時期を示すため，具体的な耐用年数を示している場合も見受けられるが，これも適切な維持管理がなされなかった，過去の事例に基づいて推定された数値でしかない．今後は，適切な維持管理を施して，支承が本来持つ高い耐久性能を維持することで，真のLCC最小化を目指すことが重要となる．

例えば，鋼製支承で採用事例の多い支承板支承では，じん埃や水分が，すべり板・中間プレート・ゴムプレートを構成する要部に進入するのを防ぐため配置されたゴムのシールリングの劣化や，鋼製部材の腐食などにより耐久性が決定されるが，これらの劣化は適切な維持管理によってかなりの部分を未然に防ぐことが可能である．また，ゴム支承においても，既にゴム材料の高い耐久性が報告されており，ゴム支承の耐久性を左右すると考えられる上・下沓や，サイドブロックなどの鋼製部材の腐食が予防できれば，その耐用年数は飛躍的に向上する．

以上のように，支承が本来持つ高い耐久性能を発揮させ，支承の耐用年数を延ばすことが重要と考えるが，今後の長寿命化の流れの中で，さらに延びることが予想される橋梁の寿命において，支承の複数回の更新や，対策工事工の実施に対する準備も見落としてはならない．本章では，「7.5 支承部の改善策」で，取替えやすい支承構造や支承部の構造案を提案しているので，適切な支承部への維持管理の実施とともに，これらの事前対策を実施することによって，橋梁そのものの長寿命化を目指すことが重要となる．

(3) 支承の健全度判定・評価

支承の維持管理を計画的に行うためには，「7.2 点検・調査」で示した目視点検などにより，支承の損傷度を判定する必要がある．一般に，損傷度の判定には，各管理機関が定めた損傷グレ

ードを指標として，判定（順位付け）する．

損傷のグレードは，国土交通省の５段階（ａ～ｅ）や，首都高速道路(株)の４段階（Ａ～Ｄ）など，定性的な目視観察でも順位付けが可能なように分けて設定されており，判定された損傷グレードは，さらに損傷の拡がりや程度などにより，各部材ごとの対策方法を示す「対策区分」に再判定される．対策区分は，国土交通省では７段階（Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｅ1，Ｅ2，Ｍ，Ｓ），首都高速道路(株)では４段階（「要緊急対応」，「要対応」，「対応不要」，「異常なし」）に分けられている．

(4) 維持管理シナリオの選定

LCC を算出するに当たり，維持管理の長期的な方針を，いくつかの行動案に分けることが効果的であるといわれており，これを維持管理シナリオと呼ぶ．支承に対する維持管理シナリオは，本書では，次に示す３つのシナリオを想定しているが，維持管理の条件等により，さらに細分化したり組み合わせたりするなどして，より実情に合ったシナリオとすることが必要である．

a) 予防対策型シナリオ

このシナリオを採用する支承は，支承の補修や更新に多大なコストが必要な，大規模橋梁や特殊構造を有する橋梁の支承である．これらの橋梁では，長期間にわたって健全度を維持することが必要とされる．このシナリオの特徴は，損傷潜伏期や，場合によっては健全期にも予防的な対策を実施することである．また，早期にこまめな対策を行うことによって健全度を維持することで，大掛かりな対策工事を回避できるシナリオであり，LCC の低減にも有効である．

本シナリオを採用する支承には，機能分離型支承であるペンデル支承やウインド支承，また，支承の機能の一部を分担するダンパーやストッパーなど，比較的大規模な橋梁に採用されている支承が相当する．

b) 定期更新型シナリオ

要求性能限界に到達する直前の，機能劣化期に支承を更新するシナリオで，劣化進行の度合いが著しく有効な対策がないか，あるいは更新した方が，LCC を低減できる場合に採用する．本シナリオを採用する支承は，鋼製支承であれば，支承板支承，ピポット支承（球面支承），ピン支承（円柱面支承），線支承（線接触支承）および点接触支承などが相当する．また，ゴム支承では，鋼部材の経年劣化により耐久性が左右されるため，鋼部材を有する可動型・固定型ゴム支承，地震時水平力分散型ゴム支承，免震支承（鉛プラグ入り・高減衰）など，中規模から大規模な橋梁に採用されている支承にこのシナリオの適用が考えられる．

c) 事後更新型シナリオ

すでに健全度が低下しているものの，劣化進行をある程度許容して，損傷加速期に対策を実施するシナリオで，従来型の維持管理がこれに相当する．帯状ゴム支承のように，限定された機能を有する支承は，有効な点検管理・補修が困難であるとともに，支承の機能不全による橋梁へのダメージが小さいと考えられることから，事後更新型シナリオの採用が望ましい．

このタイプの支承のほかにも，現在では，その機能上の問題から採用が見送られている水平移動機能と回転機能を兼ねる一本ローラー支承や，点検管理や補修が困難なコンクリートヒンジなどについても，損傷を受けた場合の機能回復に有効な手立てがないことなどから，事後更新型シナリオを採用することが望ましい．

(5) 劣化進行予測

支承部の損傷グレードは，用いられる点検要領に定める区分により判定されるが，腐食や機能不全，台座コンクリート・沓座モルタルの損傷および土砂堆積などの予測可能な損傷については，これらの損傷によって，支承の劣化進行予測を行うことが必要となる．この劣化進行予測には，時間の経過による健全度の低下レベルを５段階程度に区分した，劣化進行過程（**図 7.14 参照**）

を用いる．この劣化進行過程は，点検によって判定された損傷グレードと相関があり，劣化予測を補足している．ここでは，首都高速道路（株）の損傷ランクとの相関を示した．

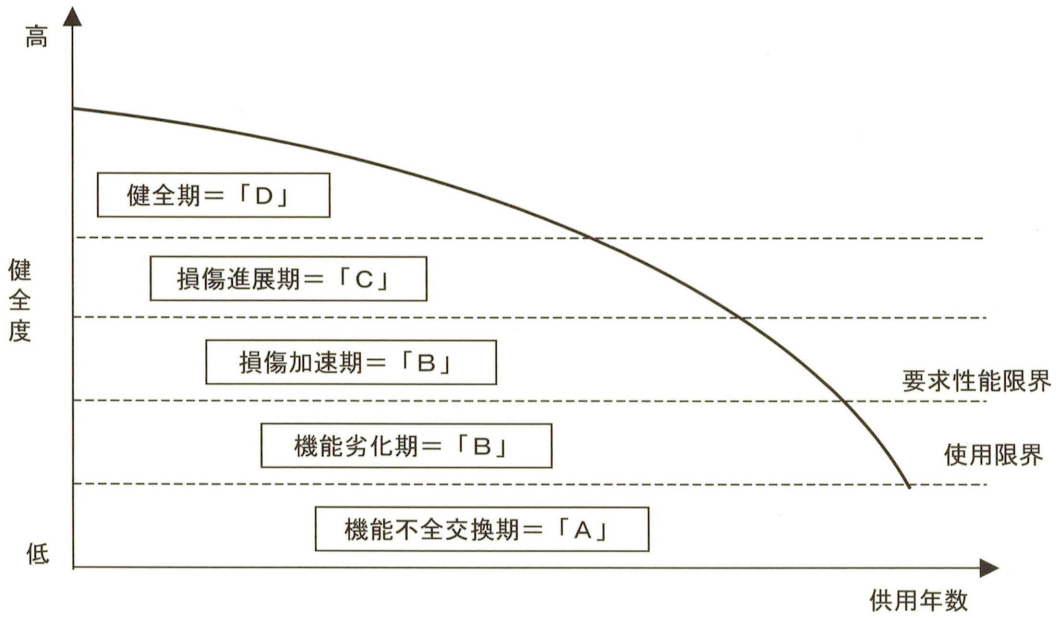


図 7.14　劣化進行過程と首都高速道路㈱の損傷ランクとの関係

a）健全期

橋梁建設直後から，供用後おおよそ 10～15 年程度経過した期間に相当する相当し，首都高速道路（株）の要領に示される損傷グレードDランクに相当する．この健全期での状態は，外観上損傷は確認できないが，軽微な損傷または損傷の徴候が確認できる程度であり，まだ，十分に支承機能は保たれている（**写真 7.15** 参照）．ここで特に注意が必要なのは，外力や経年による損傷や劣化を受ける前の構造物の状態が，必ずしも健全であるとは限らないことである．

初期点検で発見された損傷が，施工不良や材料特性による初期損傷である場合には，その損傷が劣化速度を速めたり，他の部材の損傷を誘発したりするなどの場合がある．軽微に見える損傷であっても，その発生部位，発生時期，損傷の種類，範囲，程度および予想される原因等によっては，急激に損傷が進行する場合がある．

したがって，損傷が確認された場合には，損傷の発生時期，部位，種類，範囲，程度および予想される原因や損傷確認日時等を記録し，今後の維持管理に反映するとともに，その後の点検における重点点検部位として，継続して監視する必要がある．

この時期に，事前に定められた手順により，今後のLCC最小化を目的とした定期的な点検を開始することが必要となるが，定期点検の結果，外観上損傷が認められなくても損傷が潜在していることを忘れてはならない．腐食損傷を例

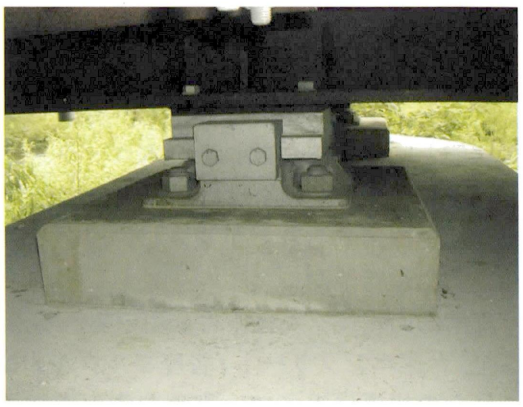


写真 7.15　健全期

にとれば，外観上は塗膜に劣化が見られない状態であるが，伸縮装置や排水装置等からの漏水や建設廃材の放置，土砂堆積などによって桁端部が激しい腐食環境になっている場合などは，その後の維持管理に注意が必要である．

b）損傷進展期

損傷の発生が明らかに確認でき，放置すれば支承に要求される機能が確保できなくなる状態で，首都高速道路（株）の損傷判定基準に示すCランクに相当する（**写真7.16**参照）．

例えば，鋼部材の端部に塗膜劣化が発生した状態は，今後，かなり早い速度で塗膜劣化が進行することが懸念される．そのまま放置した場合には，腐食によって鋼材の板厚が減少したり，ボルトが損傷したりする．この期間に，塗膜劣化部に対して適切な素地調整を行い，補修塗装することによって機能回復を行えば，LCCの低減が可能となる．

写真7.16　損傷進展期

c）損傷加速期

損傷が部位に広範囲に発生するか，または，部位の機能を脅かすような深刻な損傷が認められる状態で，既に構造物の健全度が一部損なわれている状態である．このまま対策を取らずに放置すれば，いずれ早い時期に，要求性能限界に達し，機能劣化期となる（**写真7.17**参照）．首都高速道路（株）の要領に示すBランクに相当する．

この時期においても，できるだけ早期に補修を行えば，機能回復の可能性が残っている．しかし，LCC低減には時期を逸している．

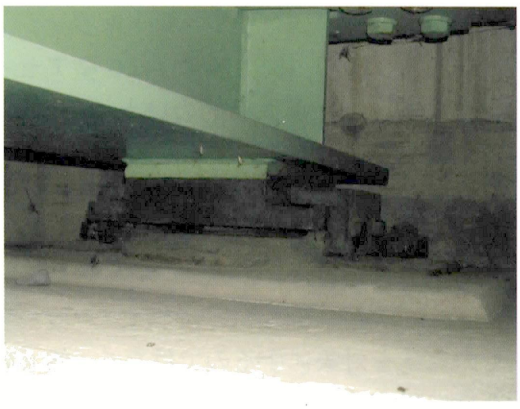


写真7.17　損傷加速期

d）機能劣化期

損傷の発生した部位の機能が失われ，構造物の健全度が損なわれ，要求性能限界を既に超えた状態である．このまま対策を取らずに放置し続けると，遅からず安全な利用が保障できない使用限界を超えた状態に到達することから，緊急に補修等の対策が必要となる（**写真7.18**参照）．首都高速道路（株）の要領の損傷判定基準に示すBランクに相当する．

この状態に至ると，ある一部の機能回復は可能であるが，完全な回復には部位の交換が必要である．例えば，腐食が進行して鋼材に著しい腐食損傷が認められる場合のように，当て板等の補修や，部材の交換が必要となる時期である．

写真7.18　機能劣化期

e) 機能不全交換期

損傷の発生した部位の機能が失われているだけではなく，構造物としての安全性に問題が生じている状態の時期で，使用限界を超えた状態である（**写真 7.19** 参照）．この状態に陥れば，機能回復には部位の交換が必要となる．

このような図を用いて，判定された損傷グレードが，どの程度の時間をかけて，どのように進行していくのかを予測することが，メインテナンス・マネジメントには求められている．

例えば，異常のない「健全期」の支承に対しては，今後発生が予想される損傷に対して効果的な，予防保全的な対策工法を採用し，また，損傷が進行している「損傷－加速期」の支承に対しては，有効な対策を実施して長寿命化を図るなどして，適切な実施時期と対策工法の選定を行うことが必要である．

写真 7.19　機能不全交換期

(6) ライフサイクルコストの算定

支承部のメインテナンス・マネジメントの手順を，**図 7.15** に示す．LCC 型アセットマネジメント導入目的のひとつが，LCC の最小化であるため，支承部のマネジメントにおいては，対象となる支承に対し，適切な対策工法を適切な時期に設定することが重要となる．

LCC を算定するにあたっては，一度に多くの支承を対象にするのではなく，個々の支承に対する，コスト算定の精度向上に努めるべきである．つまり，精度の高い個々のコストの積み上げが，実現可能なメインテナンス・マネジメント構築につながることを忘れてはならない．

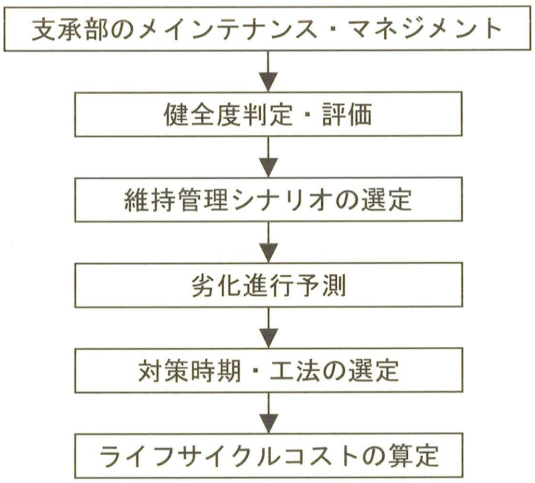


図 7.15　メインテナンス・マネジメントの手順

(7) 支承以外の支持機能のメインテナンス・マネジメント

通行車両の荷重を直接受ける伸縮装置については，有効な補修対策がなく更新のみが有効な対策となることから，事後更新型シナリオにしたがって維持管理を行うのが望ましい．なお，フェースプレートや，セットボルト等の破損による通行車両への影響が数多く報告されていることから，これらの損傷時期を推定することの困難さを考慮すると，できるだけ余裕も持った更新時期の設定が望ましい．

また，落橋防止システムが，地震時に，その機能を十分発揮するためには日常の維持管理が重要であることから，事後対策型または事後更新型シナリオの採用が適当であると考えられる．落橋防止システムは，その設置目的から，地震によって受けるダメージが致命的となることが予想されることから，地震による損傷を受けた場合に交換するというシナリオになる．

支持機能を適正にマネジメントすることができれば，支持機能の LCC 最小化や長寿命化を達成するだけでなく，支持機能に起因する橋梁本体の損傷が低減され，橋梁全体の健全度が向上する．

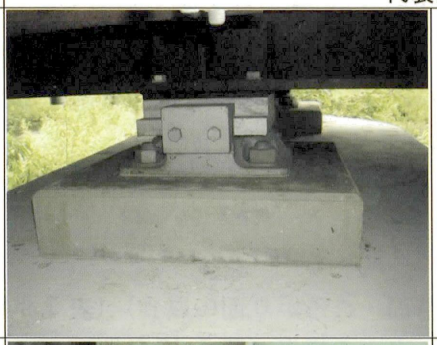
7.4.3　維持管理標準

「7.2 点検・調査」によって発見された劣化の進行が，予測可能場合には，損傷の状態を把握した上で使用性・安全性に照らし合わせて，その健全度を判定する必要がある．健全度の判定は，外観上の損傷状態が，**図 7.14** に示す健全期から機能不全交換期に至る，どのグレードに相当するのかを判定し，それぞれのグレードに応じた維持管理を実施することが，その後の，橋梁の健全度を保持または向上させるために重要となる．

ここでは，支承部に発生する，次に示す予測可能な損傷について，外観上のグレードに応じた標準的な維持管理方法を示す．

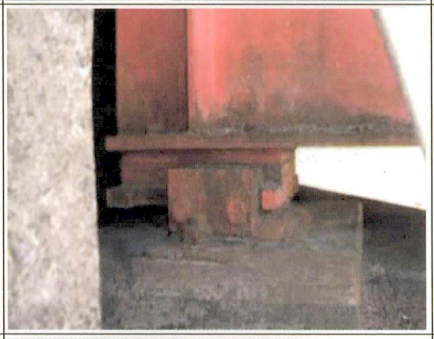
① 腐食（**表 7.8** 参照）
② 移動・回転機能不全（すべり面・ころがり面の腐食）（**表 7.9** 参照）
③ 台座コンクリート・沓座モルタルの損傷（**表 7.10** 参照）

表 7.8　維持管理標準（支承部の腐食）

劣化曲線と外観上のグレード			代表的な状況	
高 ↑ 健全度 ↓ 低	健全期	初期欠陥		■塗膜劣化が見られないが，劣化があっても，白亜化や退色など，直接的には防食性能に影響のない劣化現象 ■外観上，塗膜劣化やめっきの溶出による赤さびが見られなくても，塗装作業時や架設時に起因する，顕在的な初期欠陥の可能性があるので注意が必要
	損傷進展期	劣化曲線		■部材の端部（こば面，コーナー部）などに，局部的な塗膜はく離や腐食が見られる状態． ■塗膜劣化や腐食の進行が，供用年数に比較して早いと考えられる場合には，漏水や土砂堆積などによる，腐食環境の悪化が影響している場合が多い
	損傷加速期	要求性能限界		■支承の大部分に塗膜劣化や腐食が見られ，支承機能（支持機能・水平移動・回転機能等）の一部にも不具合が生じている状態 ■腐食によって，支承機能の低下がさらに進む可能性がある
	機能劣化期	使用限界		■支承部全体に腐食が進行している状態で，支承機能の不具合が生じている状態
	機能不全交換期			■フェースプレートやセットボルト等の腐食が著しく，一部には欠損も見られる．支承の機能が全く失われている状態

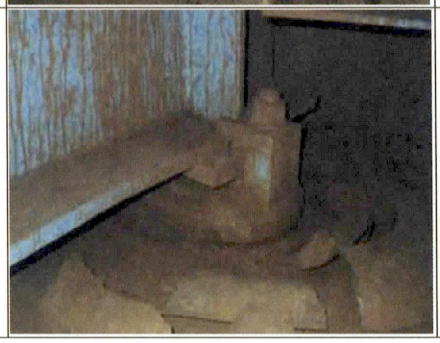
使用・安全性能	判定基準	維持管理方法
■使用・安全性能ともに，十分に確保されている状態	■塗膜劣化や腐食が認められない ■支承部に漏水や，土砂等の堆積が見られない	■供用後できるだけ早い時期に初回点検を実施して，初期欠陥の有無を確認するとともに，管理カルテを作成する ■定められた維持管理計画により，定期点検を実施し，前回点検以降の状態変化を確認し，記録する ■漏水や，土砂等が堆積しないように注意する
■使用・安全性能ともに確保されている状態	■塗膜劣化が局部的に見られ，点さびが認められる ■鋼材に腐食は見られない	■定期的な維持管理作業により，タッチアップ塗装や，土砂等の取り除き，鳥の巣やフンなどの除去を行とともに，漏水対策や土砂堆積および鳥の侵入対策を施す ■前回の点検以降，急激な状態変化が認められた場合には，原因を突き止め除去する．また，適切な素地調整による部分的な補修塗装を行う ■全面的な塗装塗替えなど，腐食対策の検討を開始する
■安全性能は確保されているが，使用性能の低下が認められる状態	■防食性能の低下が認められ，塗膜は，支承の一部に残る程度である ■局部的であるが，支承本体やボルト等に，腐食が認められる	■日常の維持管理作業では，性能回復は困難なため，ブラストによる塗装塗替えや，溶射による支承防錆を行うなど，全面的な腐食対策を検討する ■状態の変化が急激である場合などには，点検の頻度を増す ■機能不全が認められる場合は，更新を含む対策の検討を行い，事業予算の確保を目指す
■使用性能のみならず，安全性能にも低下が認められる状態	■塗膜劣化が著しく進行し，塗膜がほとんど認められない ■支承本体やボルト等に，腐食による，鋼材の断面欠損が認められる	■安全性能の低下が認められるため，点検頻度を増す ■支承の更新を含む，恒久的な対策の検討を始める
■支持・移動機能が損なわれており，使用性能および安全性能ともに満足しない．使用限界状態を超えた状態	■既に防食性能は失われている ■腐食により，支承および主部材の断面欠損が広範囲に認められる	■安全対策として，桁の仮受け工などの応急処置を行う．点検頻度を増し，通行規制等も検討しておく ■腐食原因を除去した上で，支承の更新や支承周辺の腐食対策を行う．橋梁の鋼部材に断面欠損が生じている場合には補強を行う

表 7.9　維持管理標準（支承の移動・回転機能不全）

劣化曲線と外観上のグレード			代表的な状況	
高 ↑ 健全度 ↓ 低	健全期	初期欠陥		■機能不全が認められない状態 ■機能不全が外観上認められていなくても，初期欠陥が内包されている可能性があることに留意する ■外観上機能の有効性を見分けるには，移動の形跡や車両通行時の支承挙動に注意する
	損傷進展期	劣化曲線		■すべり面などに砂などの異物が入り込んだり，雨水の浸入による腐食が認められたりする状態 ■機能不全の状態を外観で判定するのは困難であるため，支承本体の損傷状況から推定する
	損傷加速期	要求性能限界		■かろうじて移動や回転機能は確認されるものの，一部に機能不良が予想される ■腐食の進行と併せて，他の損傷の発生も認められようになる
	機能劣化期	使用限界		■支承機能の不全が確認できる状態
	機能不全交換期			■支承としての機能はなく，主桁の沈下や傾斜等が予想される

使用・安全性能	判定基準	維持管理方法
■使用・安全性能ともに十分に確保されている状態	■支承の機能不全が認められない，または機能不全の要因が認められない	■供用後できるだけ早い時期に，初回点検を実施して初期欠陥の有無を確認するとともに，管理カルテを作成する ■定められた維持管理計画により，定期点検を実施し，前回点検からの状態変化を確認し記録する ■機能劣化が生じないように，漏水や土砂等の堆積，あるいはその可能性がある場合は，原因を取り除く
■使用・安全性能ともに確保されている状態	■支承の機能不全は認められないが，機能不全の要因となる腐食や土砂堆積などが認められる	■腐食箇所へのタッチアップ塗装や，支承部の腐食の原因となる，堆積土砂や鳥の巣・鳥フンなどの除去を行う ■定期点検により，前回の点検以降，急激な状態の変化が認められた場合には，その原因を突き止め，原因を除去するなどの対策を実施する ■補修塗装や，グリースアップ等の実施時期や方法などの検討を開始する
■安全性能は確保されているが，使用性能の低下が認められる状態	■支承の移動・回転機能が明確に確認できず，腐食や部材損傷が認められる	■日常の維持管理作業では機能回復は難しいため，部材交換などの対策が必要となり，予算の確保や計画の作成を開始する ■状態の変化が急激である場合などには，日常点検や定期点検の頻度を増す ■機能不全が認められる場合には，グリースアップを行うとともに，支承の更新を含む検討が必要となる．
■使用性能のみならず，安全性能にも低下が認められる状態	■移動・回転の形跡が明確に確認できず，部材の一部に欠損や脱落等が生じている	■支持機能が失われており，早急に部材取替えや腐食対策を行う ■点検の頻度を増す ■支承の更新を含む，恒久的な対策の検討を始める
■支承としての支持・移動機能が損なわれており，使用性能および安全性能ともに満足しない，使用限界状態を超えた状態	■支承機能が全く失われており，主桁に沈下や傾斜またはき裂などの損傷が見られる，またはそれらの発生が危惧される	■安全対策として，桁の仮受け工などの応急処置を行う．点検頻度を増し，必要によっては通行規制等も検討しておく ■支承の更新とともに，支承部に発生している損傷や劣化に対しても，恒久的対策を施す ■支承部以外の損傷についても，詳細な点検が必要となる

表 7.10　維持管理標準（台座コンクリート・沓座モルタルの損傷）

劣化曲線と外観上のグレード			代表的な状況	
高 ↑ 健全度 ↓ 低	健全期	初期欠陥		■損傷が外観上認められない ■損傷が外観上認められていなくても，初期欠陥が内包されている可能性があることに留意する ■沓座の損傷原因の多くが，施工上の不具合に起因していることから，建設後比較的早期に損傷が発生することもあるので注意が必要である
	損傷進展期	劣化曲線		■雨水の浸入によって，微細なクラックが認められる程度の状況 ■建設時の支承設置高さの調整に，ライナープレート等による仮受けを行った場合には，支承が下部構造に伝達すべき鉛直力が沓座に均等に分布しないため，外力による振動などにより，クラックの発生が早まることがある．
	損傷加速期	要求性能限界		■沓座の広範囲にクラックが認められ，下部構造への荷重伝達にも影響があると思われる ■クラックの進行と併せて，支承の沈下や移動の発生も危惧される
	機能劣化期	使用限界		■沓座の広範囲にわたってクラックが認められ，下部構造への荷重伝達が行われていない ■支承が沈下したり，移動したりしている可能性が強い
	機能不全交換期			■沓座が一部または全体が崩壊し，支承に沈下や移動が生じている ■かろうじて荷重の伝達は行われているが，支承の沈下による路面段差や，移動による主桁の変状など，あるいは生じる可能性が高い

使用・安全性能	判定基準	維持管理方法
■使用・安全性能ともに十分に確保されている状態	■クラックまたは欠損等が認められない	■供用後できるだけ早い時期に，初回点検を実施して初期欠陥の有無の確認を行うとともに，管理カルテを作成する ■定められた維持管理計画により，定期点検を実施し，前回点検以降の状態変化を確認し記録する
■使用・安全性能ともにまだ確保されている状態	■クラックの幅が 0.2mm 以下で，かつ欠損等がない状態	■支承部の清掃など，定期的な維持管理作業により，常に，沓座部の状況確認が容易にできるよう維持する ■定期点検により，前回の点検以降，急激な状態の変化が認められた場合には，その原因を突き止めるための調査を行う ■調査結果によっては，必要な対策の検討を行う
■安全性能は確保されているが，使用性能の低下が認められる状態	■クラック幅が 0.2mm を超えているか，あるいは一部に欠損等が生じているため，放置すれば沓座内の鉄筋の腐食が進行し，沓座全体の劣化が予想される	■コンクリート片やモルタル片が落下し，第三者に被害を及ぼさないように取り除く ■状態の変化が急激である場合などには，日常点検や定期点検の頻度を増す ■支持機能の不具合が認められない場合には，断面補修など補修対策を行う．機能不全が認められる場合には，打替えを含む恒久的対策の検討が必要となる
■使用性能のみならず，安全性能にも低下が認められる状態	■台座コンクリート，あるいは沓座モルタルの一部に欠損等が生じており，このまま放置すると，支承の沈下や傾斜による路面段差の発生が危惧される	■支持機能が失われる可能性があるため，打換えなどの恒久的対策を検討する ■点検の頻度を増す
■沓座としての支持機能が損なわれており，使用性能および安全性能が満足しない使用限界状態を超えた状態	■沓座の一部あるいは全体が崩壊している	■安全対策として，桁の仮受け工などの応急処置を行う．点検頻度を増し，必要によっては通行規制等も検討しておく ■打替え等の恒久的対策の実施を行うとともに，支承部以外の損傷についても詳細な点検が必要となる

7.5 支承部の改善策

支承部は，上部構造からの荷重を下部構造に伝達する荷重伝達機能，温度変化による桁の変位吸収機能，地震時の耐震機能などの構造力学的な機能のほか，耐久性や施工，維持管理および補修・補強の容易さに配慮されたものでなければならない．支承部は滞水や土砂等が堆積しやすいにも関わらず，維持管理がしにくい箇所である．このため，一般には橋梁の主構造と同等の耐久性を確保することは困難であり，供用期間中に補修や部材の更新等が想定されている．

橋梁は，設計上の目標期間として耐用年数を 100 年と設定されている．この供用期間内には，支承を取替える可能性があることを想定した構造計画をしておく必要があり，支承部の構造や支承の選定に当たっては，初期費用のほか，補修・補強や取替え等の容易さや，これらに要する維持管理費用も考慮しなければならない．しかし，支承部は，適切な維持管理が行われれば耐用年数は著しく改善され，早い段階であればあるほど少ない費用で大きな延命効果が得られる．適切に維持管理された橋梁であれば，建設後 50 年以上を経過した現在も，健全に機能している支承が多くあることを忘れてはならない．

7.5.1 一般

損傷の生じた構造物の補修・補強において重要なことは，損傷が発現する損傷メカニズムがある．原因の究明なしには，適切な補修・補強を実施することはできない．例えば，塗膜劣化が進行している支承を補修する例について，点検から補修に至る手順を説明する．

① 点検により塗膜劣化を発見する．
② 調査を行った結果，塗膜劣化の状況は広範囲にわたって進行していたが，支承機能に不具合は生じていないことが確認された．
③ 塗膜劣化の原因は，伸縮装置からの漏水であることを確認した．
④ 補修対策として，伸縮装置の漏水対策を行い，漏水の停止を確認した後，塗替え塗装を実施する．

ここで注意すべきことは，塗装を塗替えるだけでは補修した意味をなさないことである．伸縮装置からの漏水という，支承の塗膜劣化の根本的な原因を取り除いたあとで補修塗装を行うことが重要である．すなわち，点検から変状を発見し，その変状から損傷の有無を確認するとともに原因を究明し，その原因を取り除いてから補修することが重要である．

また，支承部は，上部構造からの反力を下部構造に伝達する，構造的に重要な部位でありながら，狭あいで，漏水や土砂等の堆積など，環境が厳しい箇所であることを踏まえ，支承部を健全な状態に維持していくための留意点を次に述べる．

7.5.2 支承部へのアクセス

支承部を維持管理する場合，検査路のような，維持管理のためのアクセス方法が確保されていないことが，作業の妨げとなっている場合が多い．支承部へのアクセスが確保されていれば，清掃や維持管理などの作業が，安全でかつ迅速に行うことができ，維持管理の省力化と効率化を図ることができる．したがって，検査路が設置されていない既設橋については，検査路の追加を検討する．また，新設橋については，検査路の設置を標準化することが望ましい．支承部周辺の検査路は，緊急点検時には．道路上からアプローチできることが望ましく，道路上からアプローチできない場合でも，はしごなどから乗り移ることを想定して，高欄に開平扉などを設置しておくことが望ましい．

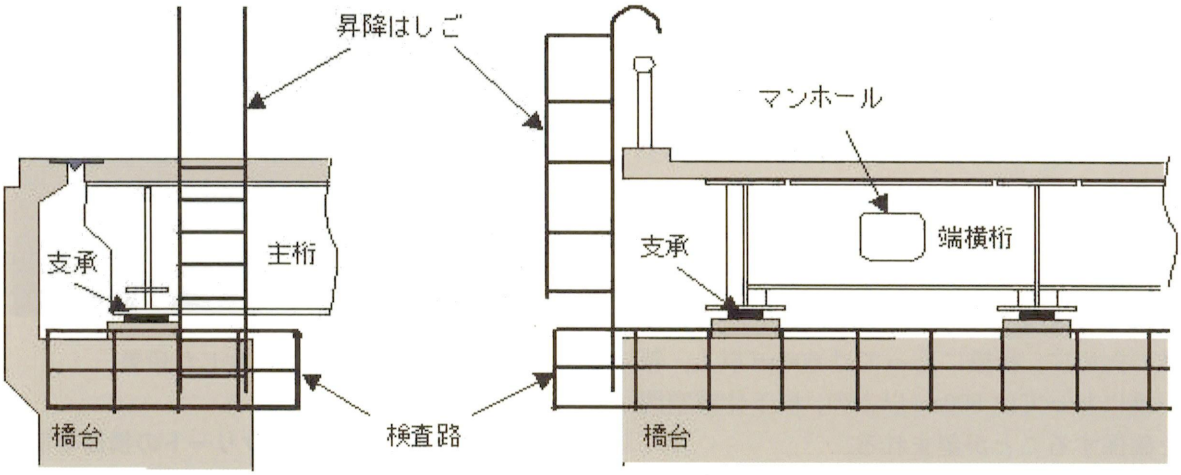
検査路を通行する作業員は，安全帯や安全チョッキ，必要に応じて救命胴衣などを着用していることが多く，点検や補修作業中は，点検員や作業員同士のすれ違い，資機材や廃材等の落下の危険性等があることから，検査路やマンホールなどは十分な幅や大きさを確保する必要がある．また，最近多く行われている耐震補強工事としての下部構造の縁端拡幅では，縁端拡幅によって検査路の幅等が狭められ，通行さえも困難になっている場合が多く見られるようになった．道路管理者や設計技術者には，点検など維持管理に配慮した対応が望まれる．

写真 7.20 に示した桁端部の構造は，点検のためのスペースが確保されており，マンホールの大きさも十分確保されており，開閉扉がじん埃などの堆積によって開閉が困難となる引き戸方式ではなく蝶つがい方式となっており，さらにはタラップが設置されているなど，維持管理に配慮されている．このような構造は，維持管理作業の向上だけでなく，通気性も確保されることから，橋梁本体や支承部の腐食対策にもなっている．**図 7.16** に維持管理しやすい検査路の例を示す．

最近，建設コスト縮減のために様々な橋梁形式・構造が開発され，施工されているが，点検施設が不十分な橋梁が多くなっているのも事実である．特に，波形鋼板ウェブ橋は，山間部や谷間部に架設されているために橋梁下からのアプローチが難しく，また，コスト縮減と景観重視のために，桁外面には点検施設が設置されていない．そのため，点検は，路面上に配置した橋梁点検車から伸ばした，ブームに取り付けられた点検かご内からの点検になるため，十分な点検が行われるかどうかについては疑問が残る．また，地震発生時の緊急点検では，橋梁点検車の手配や路面上への配置なども困難なことが予想され，維持管理上の問題となり得る．

このように，建設コスト縮減のために，維持管理に配慮されていない場合には，LCC で評価すると決してコスト縮減にはならない．

写真 7.20　桁端部の構造



(a) 橋軸方向　　(b) 橋軸直角方向

図 7.16　維持管理に適した検査路の例（桁端部）

7.5.3　作業空間

支承部の狭あい構造を改善し，作業空間とアクセス方法を確保した構造にすることは，維持管理の効率化・省力化に大きく影響する．また，新設時においても施工性が向上することによって，施工不良を防ぐことにもなる．

例えば，施工不良の事例として比較的多く見られる台座コンクリートのひび割れは（**写真 7.21** 参照），建設時に，支承下部の無収縮モルタルが十分に充填されていなかったことが原因となっていることが多い．これは，モルタル充填作業を行うに十分な作業空間が確保されていなかったことの影響が大きい．損傷が進行すると，伸縮装置部に段差が発生し，走行車両の安全・快適な走行を妨げるだけでなく，騒音や振動の発生原因にもなる．これらの損傷を未然に防止するためにも，支承部には十分な作業空間を確保することが望ましい．

日常管理作業においても，十分な作業空間があると，定期的な清掃作業を容易にし，作業の品質も向上させることができる．また，支承部を含む桁端部の通気性が向上することから，腐食環境の改善になり，耐久性を向上させることができる．

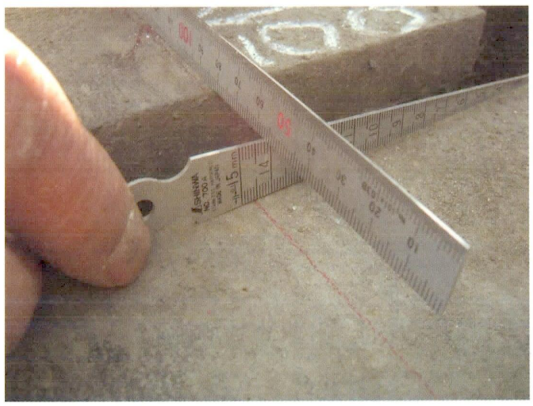
桁端部と橋台パラペットの間が，数十ミリの空間しか確保されていないために，桁端部に直接進入できない橋梁が多く存在している．このようなことのないように，桁端部と橋台パラペットの間は，人ひとりが通ることができる幅（おおよそ 750mm 程度）を確保することが必要である．

劣化が進行した支承の取替え工事に当たっては，桁のジャッキアップ，コンクリートのはつりおよびアンカーボルト孔の削孔作業のために，桁橋にあっては 600mm 以上，箱桁橋にあっては 800mm 以上の，桁下作業空間を確保することが望まれる．

図 7.17 に，通気性がよく，点検や維持管理作業に配慮した支承部の構造案を示す．

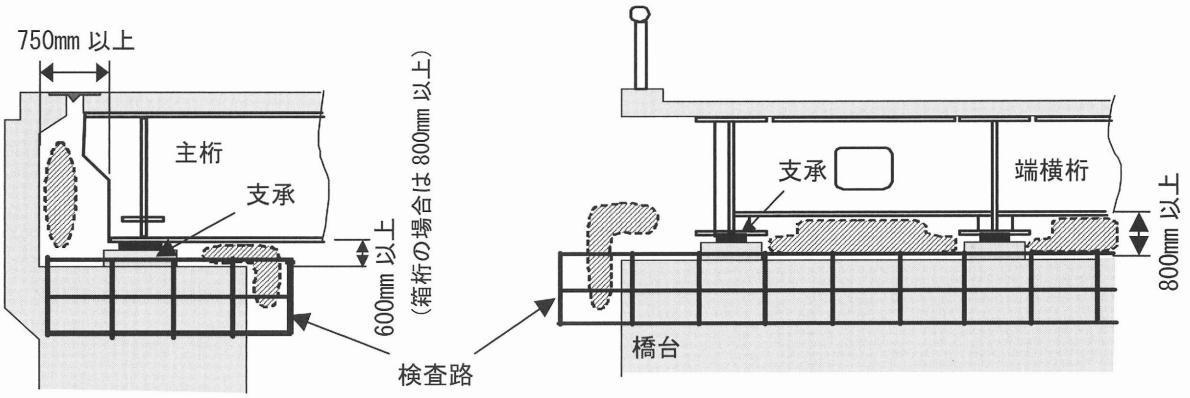
(a) 台座コンクリートの損傷により陥没した支承

(b) 段差が生じた伸縮装置



(c) 伸縮装置に生じた段差

写真 7.21　沓座コンクリートの損傷事例



(a) 橋軸方向　　(b) 橋軸直角方向

図 7.17　作業空間を確保した支承部の構造（案）

7.5.4　取替えやすい支承構造

図 7.18 に標準的な支承取替えの手順を示す．

従来の支承構造を取替える場合，せん断キーの噛み合いを外すため，支承本体を下へ落とす沓座コンクリートはつり工と，新たなアンカーボルト設置工が，取替え作業の大きな負担となっていた．そこで，沓座コンクリートはつり工と，アンカーボルト設置工を省くことができる，取替えやすい支承構造案を図 7.19 および図 7.20 に示す．いずれの構造案も，調整プレートを取り外すことによって，せん断キーの噛み合いを外し，容易に支承が取替えられる構造としている．

ゴム支承の場合は，ゴム沓下端と中間プレートの間にせん断キーを設け，ジャッキアップして支承を交換する構造案（図 7.20(a)）と，(a)に調整プレートを追加し，ソールプレートとゴム沓，ゴム沓と中間プレートとの間にそれぞれせん断キーを設け，調整プレートを外すことによって支承を交換できる構造案（図 7.20 (b)）を提案する．従来の支承構造で，せん断キーの噛み合せを外す方法として，従来から行われてきた，下部構造側をはつり，支承本体を下に落とす方法のほかに，

① ソールプレートの溶接部を切って，支承本体ごと一緒に横へ引き出す．
② 支承設置後，せん断キーを外部から外せる構造にする．
③ せん断キーを設けない．

などが考えられているが，いずれの方法も実用とするには解決しなければならない

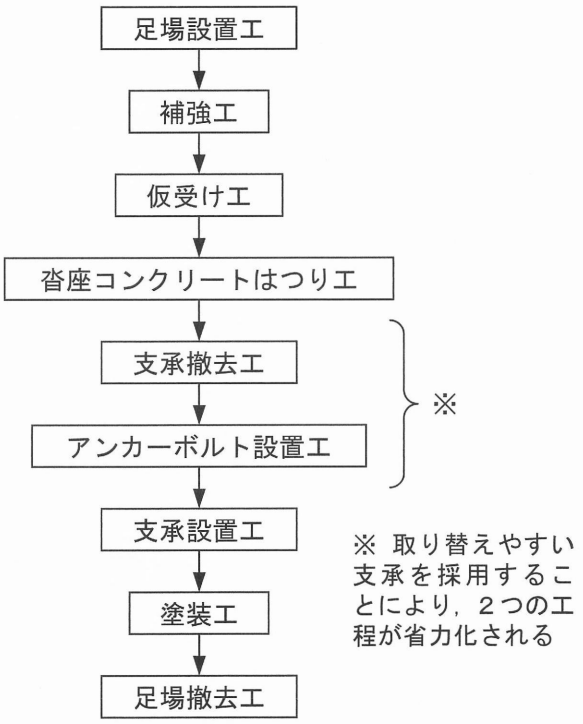
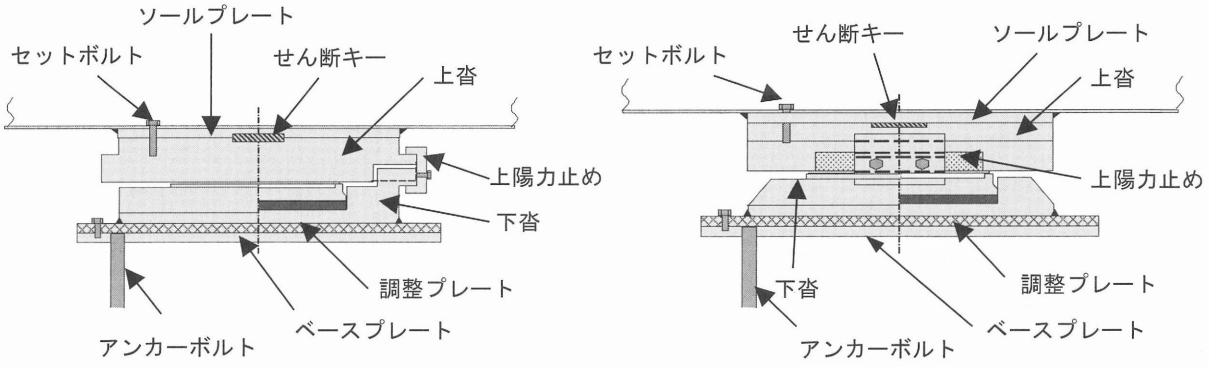


図 7.18　支承取替えの施工手順

課題がある．今後は，例えば，ソールプレートをボルトで固定するなどの方法などについても検討を行い，取替えやすい支承構造が提案されることを期待したい．

また，従来の支承構造に用いられてきたねじ込みタイプのアンカーボルトは，ナットがないため，外部からアンカーボルトの位置が確認できず，設置位置も支承本体の直下になるため，コンクリートのはつり量が多くなっていた．上記に示した，取替えやすい支承構造では，支承本体の下にベースプレートを設置し，両者を溶接あるいはボルトで取り付けることにより，取替えの際のアンカーボルトのはつり出しを不要とすることができる．



(a) 橋軸直角方向断面図　　(b) 橋軸方向断面図

図 7.19　取替えやすい鋼製支承の構造（鋼桁用）

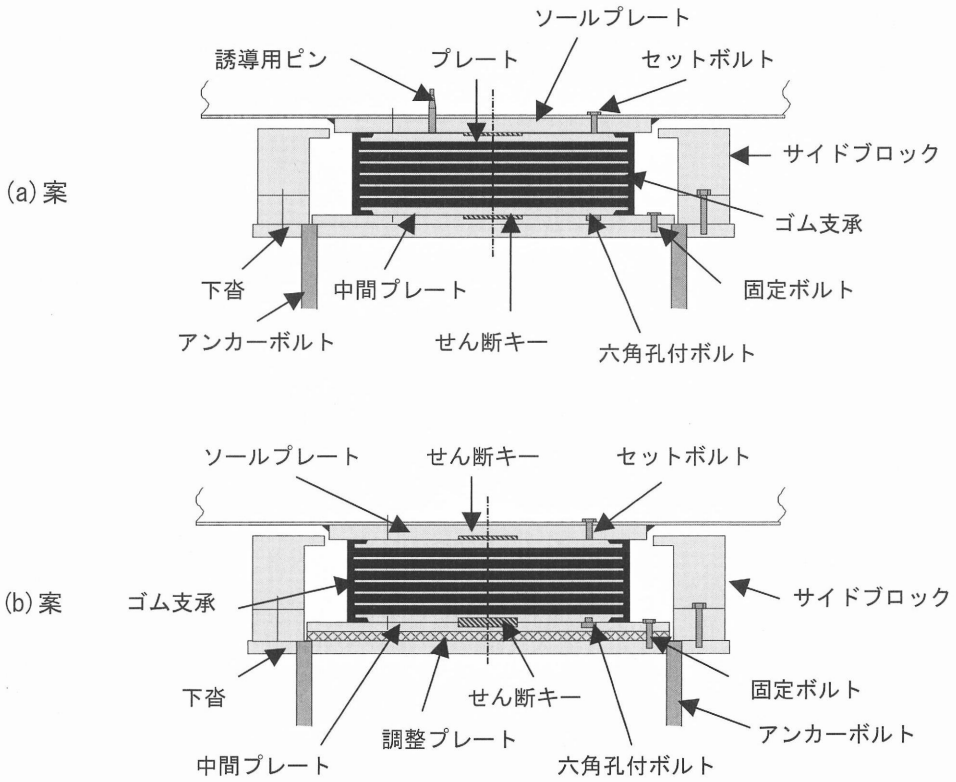
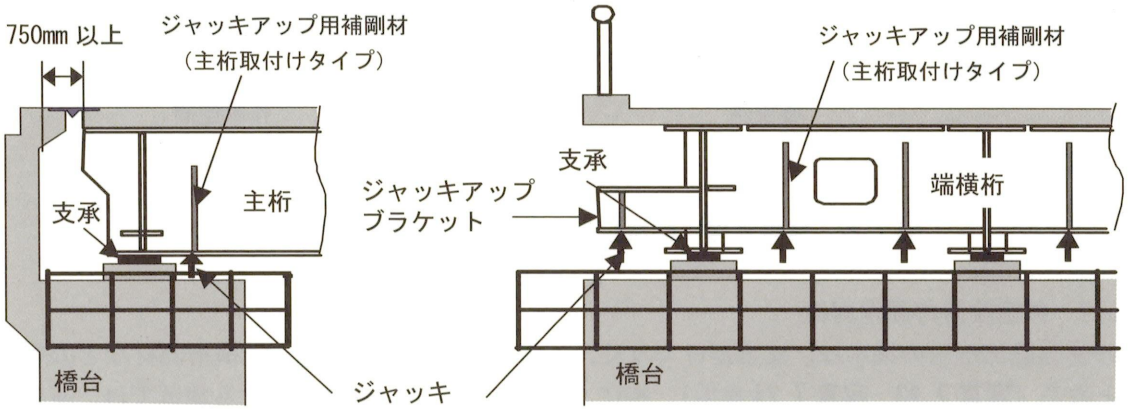


図 7.20　取替えやすいゴム支承の構造（鋼桁用）

7.5.5　桁のジャッキアップ

鋼製支承ローラー部のグリースアップや，支承取替えなどでは，桁のジャッキアップが必要となる場合が多い．既設橋をジャッキアップする場合は，橋台や橋脚上にジャッキを設置して，主桁や端横桁を利用して行うことが望ましいが，橋台や橋脚上に設置スペースがない場合や，端横桁の強度や主桁との連結ボルトの耐力が不足する場合には，仮受けベントを建てるなど大がかりな工事が必要となる．したがって，新設橋では，あらかじめ支点上横桁などの部材に，ジャッキアップ用として構造や強度に配慮した補剛材を設置することが望ましい．**図 7.21** に，新設橋に配置するジャッキアップ用補剛材の案を示す．なお，補修や補強工事の際に取り付けた，ジャッキアップアップ用のソールプレートや補剛材は残置させ，ジャッキアップの目的やジャッキを設置した位置などを橋梁台帳等に記録しておくとよい．



(a) 橋軸方向　　(b) 橋軸直角方向

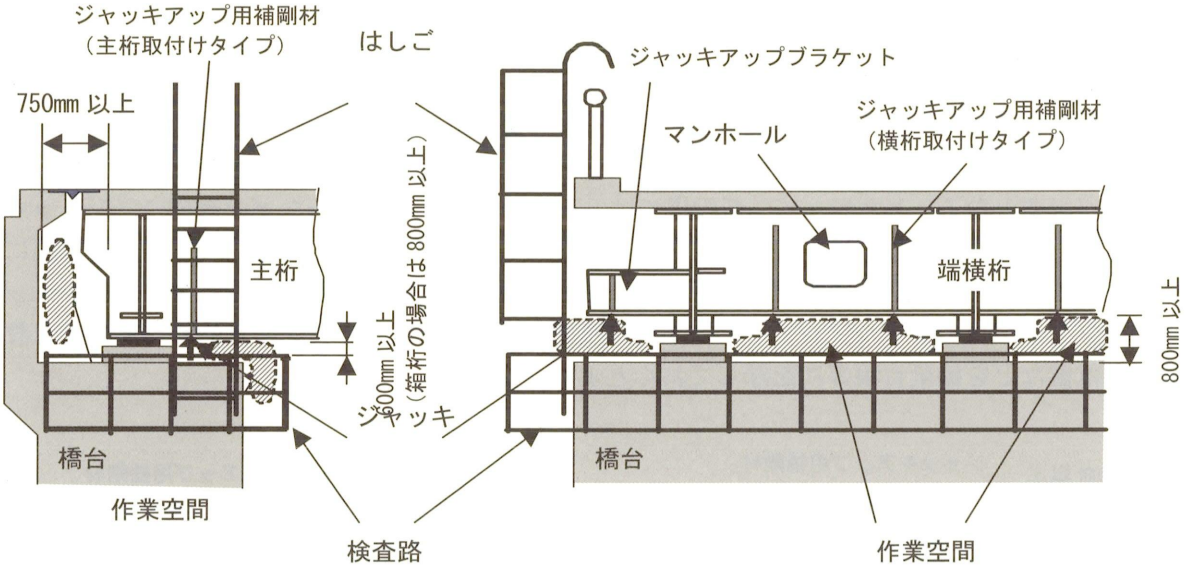
図 7.21　ジャッキアップ用補剛材の設置（新設橋）

7.5.6　維持管理しやすい支承部の構造

橋台・橋脚天端周辺は，検査路だけではなく，落橋防止システムや他の添架物などが輻輳し，点検や補修のため作業空間が確保できない場合が多い．これし，新設橋の設計時において，維持管理に対する配慮不足が原因である．また，既設橋の耐震補強工事などでも，維持管理に配慮されない設計が多くみられる．

写真 7.22 は，落橋防止のために設置された部材によって，支承部が取り囲まれてしまった例である．このようになると，点検や補修工事などを行うスペースなどが確保されないだけでなく，通気性も悪く，土砂等が堆積しやすくなる．耐震補強システムの設計では，維持管理に十分配慮する必要がある．維持管理がしやすい支承部の構造を**図 7.22** に示す．

写真 7.22　支承部の作業環境が低下した例



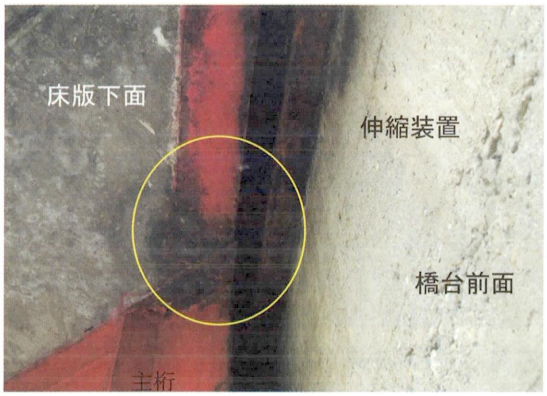
(a) 橋軸方向　　(b) 橋軸直角方向

図 7.22　維持管理に配慮した支承部周辺の維持管理設備（案）

7.5.7　伸縮装置の漏水対策

伸縮装置部からの漏水は，支承だけでなく，主桁支点部や端対傾構，端横桁部材などの腐食原因となる（**写真 7.23**，**写真 7.24** 参照）．特に，路面に凍結防止剤を散布する地区では，凍結防止剤を含んだ雨水等が鋼部材だけでなく，コンクリート部材にも悪影響を及ぼすことから，伸縮装置部からの漏水を防ぐことは支承部の耐久性を保持するためにも重要である．

漏水の原因は，伸縮装置自体の構造や損傷，あるいは伸縮装置周辺部のコンクリートの施工不良などが主なものとなっている．比較的多く報告されている損傷には，排水型伸縮装置では排水樋の破損や土砂の堆積の堆積による漏水，非排水型伸縮装置ではバックアップ材の破損による止水ゴムの欠落などである．支承部だけでなく橋梁端部の耐久性にとっても伸縮装置は非排水型が望ましく，排水型の伸縮装置は使用すべきではない．



伸縮装置からの漏水によって，主桁フランジに腐食が生じている

写真 7.23　伸縮装置からの漏水

沓座周辺は土砂やじん埃が堆積し，伸縮装置部からの漏水によって，常時湿潤状態となっていることが多い

写真 7.24　沓座周辺

伸縮装置の補修や取替え工事の際に使用されるブレーカーによって，床版コンクリートにマイクロクラックを発生させたり，床版鉄筋の振動を介してコンクリートに損傷を与えたりして，これが原因となって水みちができ漏水の原因となることがある．**写真 7.25** は，コンクリートブレーカによってはつりとった伸縮装置設置箇所のコンクリートであるが，コンクリートに水平方向にクラックが発生している．また，**写真 7.26** は，伸縮装置部の設置位置から 1.5m程度離れた箇所における床版コンクリートのコアサンプルであるが，層状にクラックが入っていたためコンクリートコアが層状になっている．

このように，ブレーカーによって既設のコンクリートをハツリ取ることは，コンクリートだけではなく鉄筋も損傷させることがあるため，ウォータージェット工法を用いることが望ましい．しかし，ウォータージェット工法は，騒音や振動も少ない工法であるが，水処理が必要となることから，事前に十分な検討が必要となる．

写真 7.25　層状にクラックが入ったコンクリート床版

写真 7.26　層状にはく離したコンクリートコア

伸縮装置は，衝撃を伴う輪荷重が直接載荷されることから，主構造と同等の耐久性を確保することは困難である．したがって，補修や部材の更新等を前提とし，補修や取替えなど維持管理の容易さに配慮された伸縮装置を選定することが重要となる．**写真 7.27** に，伸縮装置からの漏水によって，支点部が腐食していく進行過程を示す．

(a) 健全期

(b) 損傷発展期

(c) 損傷加速期

(d) 機能劣化期

写真 7.27 主桁支点部の腐食進行過程

7.5.8 維持管理の背景と問題点

支承に要求される性能は，構造力学的機能のほか，耐久性や施工性，維持管理および補修の容易さに配慮されたものでなければならないことは先に述べた．しかし，今まで採用されてきた支承および支承部構造は，他の構造部材と同様，イニシャルコストのみが考慮され，維持管理や補修・補強工事および更新の容易やコストに着目した，いわゆるライフサイクルコストを考慮して計画・設計されている事例はきわめて少ない．

その結果，維持管理作業は狭い作業空間と劣悪な環境下で行われることになり，作業効率の低下や品質低下，さらには作業の安全性にも影響が出てくる．また，維持管理を事業面からみた場合，昨今の低価格入札などと相まって，経営環境の悪化の一因ともなっている．このような状況が続くと，今後，維持管理事業に従事する労働人口の減少や，維持管理業務から撤退せざるを得ない事業者も出てくるものと予想される．

これらの問題を解決するために，アセットマネジメントなどの新しい手法や技術を取り入れた動きが見られるようになったが，維持管理を健全なシステム事業として確立していくことが，構造物を安全に維持していく上で必要となる．

参考文献（第７章）

首都高速道路公団保全施設部：構造物等点検要領，平成 16 年 4 月
国土交通省道路局 HP：http://www.cgr.mlit.go.jp/kisha/2005nov/051128_01.htm
国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所 HP：http://www.cbr.mlit.go.jp/mie/
社団法人土木学会：アセットマネジメント導入への挑戦，平成17年11月
青森県県土整備部道路課：青森県橋梁アセットマネジメントアクションプラン～平成18年度から平成22年度～，平成18年3月
社団法人日本橋梁建設協会：鋼橋のライフサイクルコスト－新しい命題への第一歩－2001年改訂版，平成13年10月
社団法人日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，丸善，平成 14 年 3 月

参考資料

参考資料１　ＢＰ・Ｂ支承（可動）の設計例

参考資料２　可動・固定型ゴム支承（タイプＢ）の設計例

参考資料３　支承取替え事例および支承挙動事例の収集文献リスト