

# 土木機械設備の長寿命化対策に関する研究

木下 豪<sup>1</sup>・堺 実<sup>2</sup>・阿曾 貢貴<sup>3</sup>・稲垣 孝<sup>4</sup>・柴澤 一嘉<sup>5</sup>・林 利行<sup>6</sup>  
・加藤 義紀<sup>7</sup>・津村 信昌<sup>8</sup>・山本 博久<sup>9</sup>・原尻 克己<sup>10</sup>・藤野 健一<sup>11</sup>

<sup>1</sup>総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室（〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3）

<sup>2</sup>北海道開発局 事業振興部 機械課（〒060-8511 北海道札幌市北区北8条西2）

<sup>3</sup>東北地方整備局 企画部 施工企画課（〒980-8602 宮城県仙台市青葉区二日町9-15）

<sup>4</sup>関東地方整備局 企画部 施工企画課（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

<sup>5</sup>北陸地方整備局 企画部 施工企画課（〒950-8801 新潟県新潟市中央区美咲町1-1-1）

<sup>6</sup>中部地方整備局 企画部 施工企画課（〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2-5-1）

<sup>7</sup>近畿地方整備局 企画部 施工企画課（〒540-8586 大阪府大阪市中央区大手前1-5-44）

<sup>8</sup>中国地方整備局 企画部 施工企画課（〒730-8530 広島県広島市中区上八丁堀6-30）

<sup>9</sup>四国地方整備局 企画部 施工企画課（〒760-8554 香川県高松市カボート3-33）

<sup>10</sup>九州地方整備局 企画部 施工企画課（〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7）

<sup>11</sup>独立行政法人土木研究所 先端技術チーム（〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6）

河川用ゲート設備や道路排水設備等の土木機械設備は、近年増加傾向にある災害発生時に確実な機能発揮が求められる。しかし、これらの社会資本の多くは高度経済成長期に集中整備され、老朽化が進んでおり、適確な定期点検や計画的な予防保全、さらにはデータに基づく状態監視型予防保全導入等による長寿命化対策の推進が喫緊の課題となっている。

本報告では、土木機械設備における予防保全管理を中心とした長寿命化対策、機能改善等も考慮した更新等の取組状況と諸課題を整理したうえで、今後のあり方についてとりまとめる。

キーワード 機械設備、老朽化、維持管理、予防保全、長寿命化

## 1. 土木機械設備の現況

### (1)土木機械設備の概要

我が国では、昭和30年代後半からの高度経済成長期に集中的に整備された社会資本が今後急速に老朽化することが見込まれ、厳しい財政制約の中、今後も不足する社会基盤の整備を着実に進めるとともに、既存の社会基盤を効率的に活用し適切かつ確実に維持管理・更新を進めることにより、国民の貴重な財産である社会資本を次世代に確実に引き継ぐことが喫緊の課題となっている。

これらの社会資本のなかには、施設の設置目的から、土木構造物に機械設備が付帯するものがあり、機械設備部分が稼動するという特徴を持っている。通常、設置目的を果たすためには機械設備の機能維持が必須となる。

本報告では、治水事業、道路事業等における水門・堰等の河川用ゲート設備、揚排水用の河川ポンプ設備、河

川浄化設備、ダム管理設備、遠方監視操作制御設備、トンネル換気設備、トンネル非常用施設、消融雪設備、道路排水設備、共同溝付帯設備、車両重量計設備、道路用昇降設備等の総称を「土木機械設備」と定義する。代表的な土木機械設備について、図-1に外観写真事例を示す。



図-1 土木機械設備の例

また、表-1に国土交通省各地方整備局及び北海道開発局で管理している施設数等を示す。

**(2)土木機械設備の老朽化状況と重要性**

土木機械設備の中でも、河川用ゲート・ポンプ設備等の河川管理施設は数が多くかつほとんどが災害対応を主目的とするため、特に機能維持に関する重要性が高い。直轄管理の河川管理施設の年度別設置状況を図-2に示す。

経過年数が設置後40年を経過している施設は、現時点でも全体の約4割を占めているが、全体の半数を占める1970～80年代に設置された施設が今後順次設置後40年を超過していくことから、その割合は10年後には6割、20年後には8割に達する。

土木機械設備は定期的な整備や機器更新、順次の増設等が可能のため、設置年数が古い＝老朽化・劣化が著しいとは一概には言えないが、設備の一括更新事例はまだ少数であり、設備全体としての老朽化は、一般的に年々進行するため、今後はこれらの河川管理施設の維持修繕・更新の比重が大きくなることを得ないと考えられる。

表-1 国土交通省が管理している施設の状況 (平成24年3月末現在)

設備の種類	施設数	主設備の設置数等	備考
河川ポンプ設備	468ヶ所	主ポンプ 1,313台	
河川用ゲート設備	8,512ヶ所	門数 11,721門	河川事業分で水門・堰・樋門等
ダム用ゲート設備	92ヶ所	門数 857門	施設数はダム数である。
トンネル換気設備	208ヶ所	ファン数 1,254台	
消融雪設備	643ヶ所		
道路排水設備	782ヶ所	ポンプ数 1,265台	

※国土交通省総合政策局公共事業企画調整課調べ

河川管理施設におけるゲートの扉体面積やポンプの排水量に代表される設備規模は、河川管理施設の設置目的や設置条件等により決定されており、また、これら設備の機器構成や形式は、設備規模が同じでも環境条件や使用条件あるいは設置した時々の技術の進歩や製作事業者の違い等の影響を受けて多種多様とならざるを得ず、効果的・効率的な維持管理を行う上での課題となっている。

河川ポンプ設備の規模別、形式別設置数を図-3に示す。

河川ポンプ設備についてはその多くが1970年代以降に設置されたものであるため、現時点で設置後30年を経過したものは全体の2割5分存在する。このうち6割をディーゼルエンジンを原動機とする排水量1～5m<sup>3</sup>/sの設備が占めている。また、今後は排水量1m<sup>3</sup>/s以下の電動機ポンプの修繕や更新の増加が見込まれる。このように、既存ストックの特徴を分析した上で、長寿命化を含めた維持管理手法の検討についても、設備規模や形式毎に戦略的に進めていく必要がある。

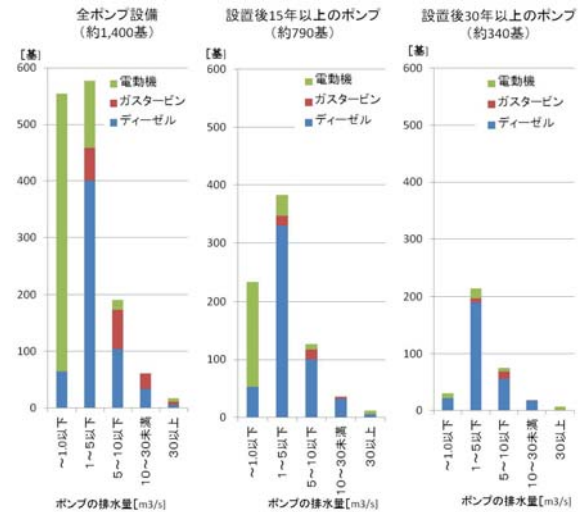


図-3 河川ポンプ設備の規模別、形式別設置数<sup>1)</sup>

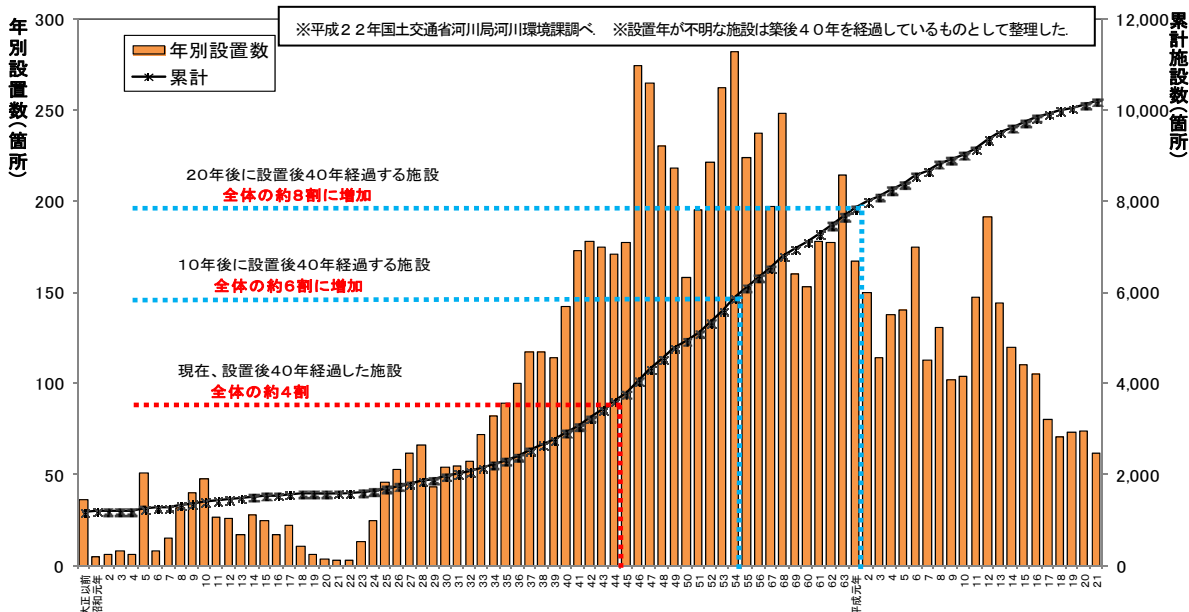


図-2 国土交通省の河川管理施設の年度別設置状況<sup>1)</sup>

一方、図4に示す集中豪雨の発生状況等の分析によれば、最近10年（H10-19）と30年前（S53-62）を比較すると、時間50mmの豪雨は約1.5倍、時間100mmの豪雨は約2.5倍に増加しているなど、集中豪雨の発生が増加傾向にあり、災害リスクが上昇している。それ故、災害対応土木機械設備の機能維持を如何に確保し続けるかが、今後ますます重要となってきた。

この問題をより具体的に認識するために、3大都市圏のひとつを抱え、かつ設備経過年数平均の高い中部地方整備局における河川管理施設の状態を図5、図6に示す。

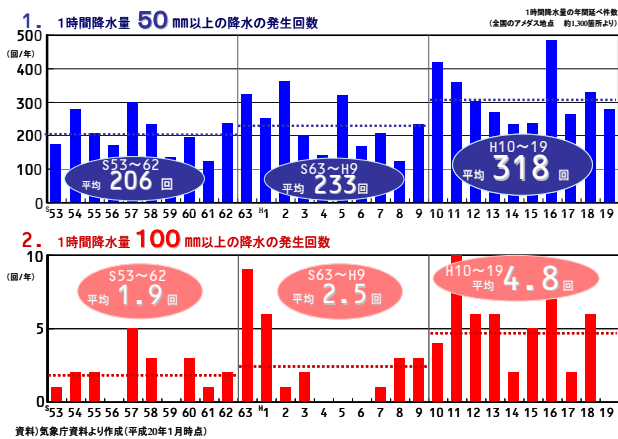


図4 集中豪雨の発生増加傾向



図5 中部地方整備局の排水機場の配置

中部地方整備局管内において、東海地方はわが国最大のゼロメートル地帯であり、その地形特性から、過去、伊勢湾台風をはじめ、安八豪雨、東海豪雨など甚大な災害経験を有している。これらの災害を契機とした治水対策として、ゼロメートル地帯を中心に排水機場等の河川管理施設が多数設置されているが、設置後30～40年以上が経過し、施設そのものの老朽化が進行している状況にある。

一方で、名古屋を中心とした東海地方では農地が減少し宅地化が進むなど、河川管理施設が守るべき後背地状況も変化してきており、異常多雨が増える傾向を示すなか、一度災害が発生してしまうと、甚大な被害が発生する状況となっている。今後、限られた予算の中で適切な維持管理を行っていくことが喫緊の課題である。

また、中部圏以外でも、例えば九州地方整備局の六角川流域の排水機場群 16 機場のうち、昭和時代から設置されている 8 機場の年間稼働時間合計は図7に示すようにここ 20 年増加傾向にあるなど、地域毎の詳細な傾向分析を行う必要はあると思われるが、総じて、土木機械設備の老朽化が進行する一方であるのに対し、確実な機能確保の重要性がますます高くなってきている。

排水機場稼働実績【六角川水系8排水機場合計】

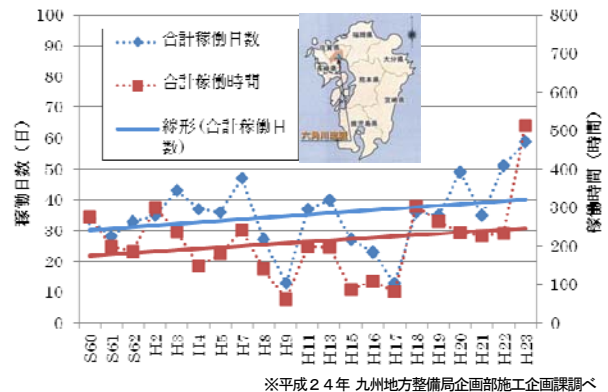


図7 九州地方整備局六角川流域の排水機場稼働実績例

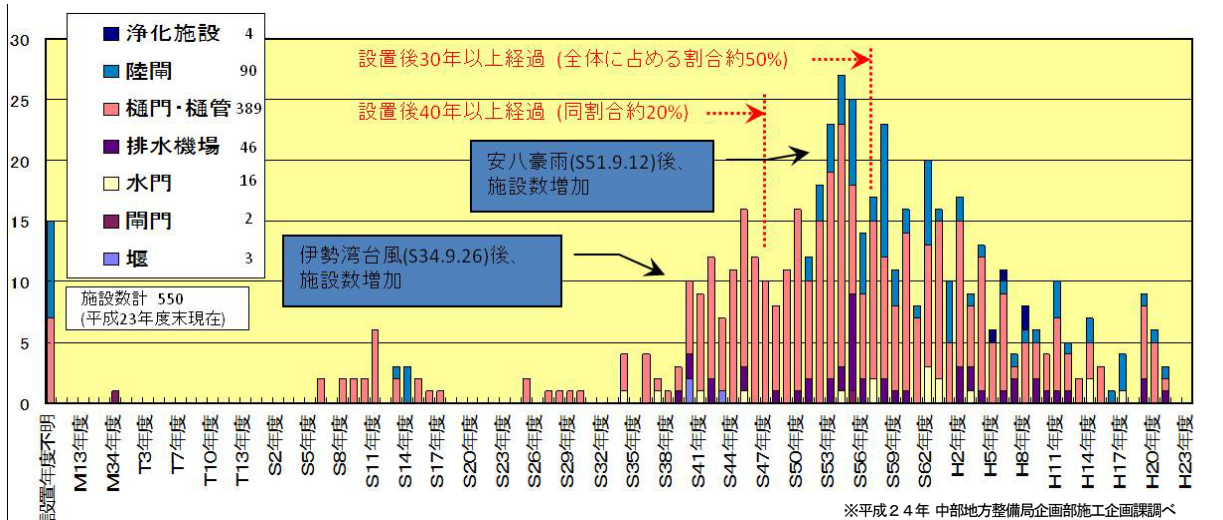


図6 中部地方整備局の河川管理施設の年度別設置状況



### (3)土木機械設備に関連する社会的要請等

ここで、土木機械設備に関連する内外の社会的要請と取組についても整理する。

例えば、行政刷新会議「提言型政策仕分け」（平成23年11月）においては、中長期的な公共事業のあり方について、公共投資の全体像について一層の説明責任を果たすべき、既存ストックの維持管理・更新については、民間資金の一層の活用を図るとともに、重点化や長寿命化を図りつつ、見通しを立てた計画的な更新を行うべき等の提言がなされている。また、参議院決算委員会決議「社会資本の長寿命化・老朽化対策等の促進について」（平成23年12月）では、「政府は国直轄の社会資本についてはもとより、地方公共団体等が管轄する社会資本についても資金、技術、人材等の支援を行うなどして、長寿命化・老朽化対策を早急かつ効率的に行い、社会資本の維持管理・更新費の縮減に努めるべき」とされ、「社会資本の維持管理及び更新に関する行政評価・監視」（平成24年2月）でも、港湾、空港、上・下水道及び河川管理施設について、法定台帳等の整備の徹底、施設の定期点検・補修等の確実な実施及び地方公共団体に対する必要な支援等の実施、長寿命化計画策定等によるライフサイクルコストの縮減等が勧告されている。

これらに対し、「社会資本整備重点計画」（平成24年8月）の重点目標のひとつに「社会資本の適確な維持管理・更新」が、また「日本再生戦略」（平成24年7月）では「持続可能で活力ある国土・地域の形成」を実現する「国土・地域活力戦略」の主な施策に社会資本の戦略的な新設・維持管理のため、実態把握や維持管理・更新費推計、長寿命化計画作成の推進等が掲げられている。

さらに国土交通省技術基本計画で、土木機械設備の維持管理に関する技術研究開発を進めることとしている。また、河川管理施設関連で、平成23年6月に「河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン」（以下「マスタープラン」という。）として、中長期の展望を踏まえ、河川構造物を構成する土木構造物部分、機械設備、電気通信設備それぞれが取り組むべき事項がとりまとめられた。

マスタープランのなかでは、「長寿命化」とは、一般的な施設の延命化の意味に加え、点検・整備の効率化・高度化、コスト削減施策、新たな設計の考え方等も含めた総称と定義されている。本報告もこの定義に従うこととする。また、マスタープランの構成のとおり、本来、施設の長寿命化は、土木構造物部分や電気通信設備の各取組も組み合わさることで、より効果的なものとなるが、本報告では、土木機械設備の部分として切り出せる部分に限定し、取り扱うこととする。

ここで、保全の分類を図-8に示す。今般、長寿命化対策として事後保全主体から予防保全へ維持管理方針の切替が検討されている土木構造物に対し、土木機械設備は、直轄管理設備を中心として、従前より時間計画型の予防保全を主体とした維持管理がなされていた。

一方で、災害時に稼動する待機系の非常用設備が多いにもかかわらず、設備毎の劣化特性に配慮した判断や、保全優先度に関する規定等が整っていなかった。

それらの状況を改善し、設備の目的や機能によりメリハリを持たせ、信頼性を確保しつつ効率のかつ効果的な維持管理を実現するため、平成20年3月に「河川用ゲート・ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)」（以下「マニュアル(案)」という。）がまとめられた。本マニュアル(案)の概要を図-9、図-10に示す。

従来の点検・整備・更新	マニュアル(案)に基づく点検・整備・更新
<b>【点検・保全方法】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●月点検では目視点検が中心</li> <li>●機器故障による設備機能への影響評価や、劣化特性に関する配慮が未整理</li> <li>●時間計画保全が主流</li> </ul>	<b>【点検・保全方法】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●月点検では管理運転点検を重視し点検を合理化</li> <li>●劣化特性を踏まえ傾向管理・状態監視技術を活用</li> <li>●機器特性を考慮し、時間計画保全・状態監視保全・通常事後保全を適切に使い分け</li> <li>●維持管理情報をデータベース化し、一元的に管理</li> </ul>
<b>【取替・更新年数】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●機器毎の明確な取替・更新年数の規定値が少ない</li> </ul>	<b>【取替・更新年数】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●実績データに基づく取替・更新標準年数を設定</li> </ul>
<b>【保全対策実施の考え方】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●経験による判断により管理</li> <li>●優先度に関わる規定が少ない</li> <li>●経過年数重視</li> </ul>	<b>【保全対策実施の考え方】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●施設の保全方針の考え方を示した長寿命化計画を策定</li> <li>●設備区分、社会への影響度、設置条件、機器の健全度等の評価項目を設定し、総合評価することで、保全方針実施の優先度を論理的・合理的に決定</li> </ul>

図-9 従来型保全とマニュアル(案)に基づく効率化の比較

## 2. 土木機械設備の長寿命化に関する取組

### (1)長寿命化対策の概要

この項では、長寿命化の定義と現行の長寿命化施策全体の概要について説明する。



図-8 保全の分類<sup>2)</sup>

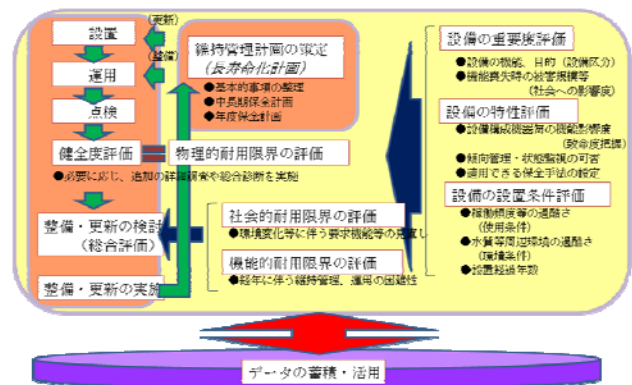


図-10 マニュアル(案)による維持管理のイメージ

マニュアル(案)では、設備の評価項目によって設備毎の特性を踏まえた維持管理計画を立てるとともに、管理運転点検によるシステム機能確認を重視した定期点検合理化や、点検データ等の蓄積・活用に基づく状態把握や総合評価を行うPDCAサイクル型の維持管理の実現を目指すこととしている。現在、管理運転点検を中心とした定期点検への切替や装置類の状態把握のための傾向管理等が直轄管理の現場で展開されているところであるが、平成23年5月に通知された河川砂防技術基準維持管理編河川編において、マニュアル(案)等に基づく維持管理を基本とする旨が改めて定められた。また、平成23年4月にはダム用ゲート設備等に関する同マニュアル(案)も、とりまとめられた。

今後は、点検データ等の蓄積と解析を進め、傾向管理における状態判定用のしきい値（管理基準値/限界値）等の設定や、総合評価の試行等を進めていくこととなる。

## (2)データに基づく維持管理

厳しい財政状況下にあつて、土木機械設備の適切な維持管理を合理的かつ計画的に推進するためには、点検・整備等から得られるデータの利活用が欠かせないものとなる。以下、関連する取組事例を報告する。

### 1)維持管理費の将来推計

老朽化対策における計画性を考える上で、維持管理費の将来推計が重要項目の一つとして挙げられる。各設備毎の中長期保全計画を立てて積み上げるのが究極であるが、全ての管理施設毎の中長期保全計画を策定するには、管理施設数にもよるが、ある程度多くの時間を要する。

そこで、維持管理費の概算を推計する手法の一つとして、図-11に示すような既存の整備・更新データを活用してモデル化することが考えられる。土木機械設備の更新（部分も含む）の推計に当たって、施設数とその設置年度（経過年数）を規模別に整理し、規模別に装置別の

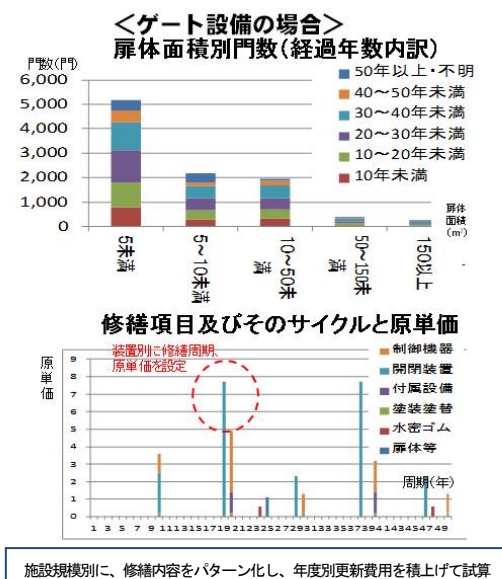


図-11 土木機械設備の将来推計イメージ

修繕・更新サイクルと修繕・更新費原単価を実績により設定、各施設毎に設置経過年数に応じた修繕・更新費を積み上げ、全体施設分を合計し、年度別維持修繕費を算出するという手法である。概算推計の精度向上のポイントは、修繕・更新サイクルと必要費用の設定であり、それらに関するデータの蓄積と解析が重要となる。

### 2)長寿命化計画の策定

計画的な維持管理実現に向けては、いわゆる「長寿命化計画」の策定率が指標として用いられている。マニュアル(案)では「機械設備維持管理計画」がそれに該当し、①維持管理や長寿命化に対する方針となる基本的事項、②将来における機器オーバーホールや更新等の時期の目安を示した中長期保全計画、③年月点検の実施月等の年間サイクルを示した年度保全計画の3つの要素から構成されるものを基本として、各地方整備局において、現在、計画策定に取り組んでいるところである。

今後、各地方整備局で計画策定件数が積み上がっていく中で、地域特性や地域間バランス、データに基づく健全度評価や総合評価による優先度設定などの配慮事項に関する課題について検討が進むこととなる。

### 3)機械設備維持管理システム

各種データに基づき施設毎の機械設備維持管理計画の策定と定期的なリバイスにより、計画的な維持管理を実施していくためには、設備運転データ、故障履歴及び点検データ等の蓄積と、傾向管理や健全度評価・総合評価の高度化について、業務を効率的に行うための機械設備維持管理システムが必要となる。

機械設備維持管理システムには、土木機械設備に係る一連のプロセスにおける各種の取組を含む広義の概念と、ツールとしてのデータベース構築や主要装置の傾向管理項目、管理基準値、管理限界値設定とその運用等を意味する狭義の概念があり、現在、データベース機能を中核とした機械設備維持管理システムを構築しているところである。図-12にシステム概要を示す。

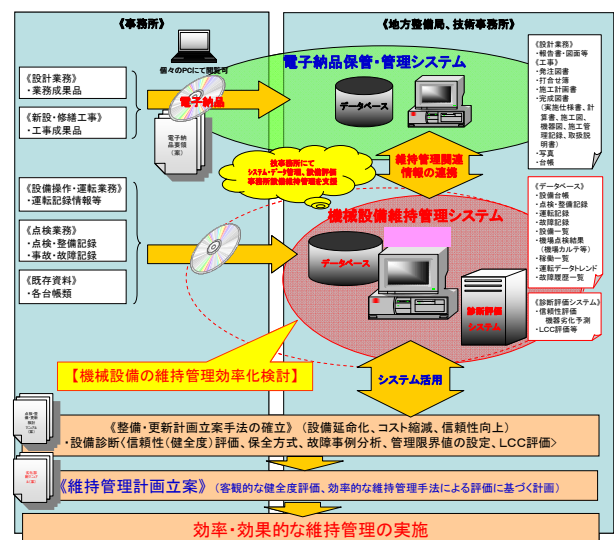


図-12 機械設備維持管理システム概要



平成23年度にはクライアントサーバ型システムが概成し、施設台帳類の電子データ化や点検データ等の蓄積を順次進めている段階である。

今後は、このシステムを活用し、社会的影響度、設置条件、点検結果、機器故障時の致命度等の要素による設備（機器）の健全度評価による維持管理を実施していくこととなるが、並行して、より使いやすく効率的なシステムとなるよう運用ルールの整備やプログラム改修を進めることも課題である。

#### 4)故障データの蓄積・活用

機器故障のデータの蓄積と活用の一事例として、FMEA/FTAの事例を図-13に示す。このような解析は機器故障時の致命度判断等による点検合理化、危機管理行動計画策定、システム評価等、今後積極的に活用する必要があるが、定期的なリバイスチェックや解析要素の追加等のルール作りが未整備であり、課題となっている。

また、本省に報告される重大な故障案件は、各地方整備局に水平展開されるとともに、当該地方整備局で原因究明等が進められるが、過去の故障事案も踏まえて系統立てた解析や基準類改訂の要否判断等、PDCA型の取組強化が必要になってきている。

#### 5)傾向管理による評価手法

機器類の交換を一定期間の経過をベースに実施する時間計画保全から、点検で把握される設備毎の劣化状況（状態）を考慮した上で交換等を行う状態監視保全へ展開し、維持管理のさらなる効率化を進めるために、今後重要性が増すものとして、傾向管理に関する測定と解析、劣化診断技術の向上のための試行が挙げられる。図-14に河川ポンプ設備の定期点検時の計測事例を示す。

傾向管理とは、定期点検より得られた計測データを時系列的に整理し、その変化を読み取ることにより将来整備すべき機器等の選定及び故障時期の推定に役立てるためのデータ管理で、劣化状態を評価する手法として、民間の工場等で進歩してきた手法である。

民間工場のような常用設備と、国土交通省で管理している稼働頻度は低いが必要な時には確実に稼働しなければならない非常用設備との性格の違いを踏まえて、関東

地方整備局では、平成20年度より傾向管理手法の適用の可否等を検討している。河川ポンプ設備では水中ポンプの軸受が損傷した故障事例の軸受振動の振幅測定値を解析するなど、いくつかの施設のデータ収集・解析において機器の不具合との関係で特徴的な傾向を見いだすことができた。このようなデータ収集・解析を経て、各設備毎に劣化傾向を把握できる計測項目を見出し、その判定基準等を設定し、傾向管理の評価をするために、図-15に示すような傾向管理評価シートを関東技術事務所で作成し、対応可能な一部の施設管理事務所にフィードバックをしている。この傾向管理評価シートは、適切なデータ収集・解析ができるように施設単位で傾向管理（計測要領、管理値設定、健全度評価要領）の手順などを体系的にまとめたものである。

今後は、更にデータ収集・解析に努めるとともに、傾向管理基準値の設定マニュアル(案)の作成や測定点・測定方法の統一化に向けた現状調査、ポンプ分解整備時の傾向管理項目(案)を作成し効率的な維持管理の推進を図るとともに、このような地方整備局での取組を踏まえ、傾向管理に関するガイドラインの全国版の整備等も進める必要がある。

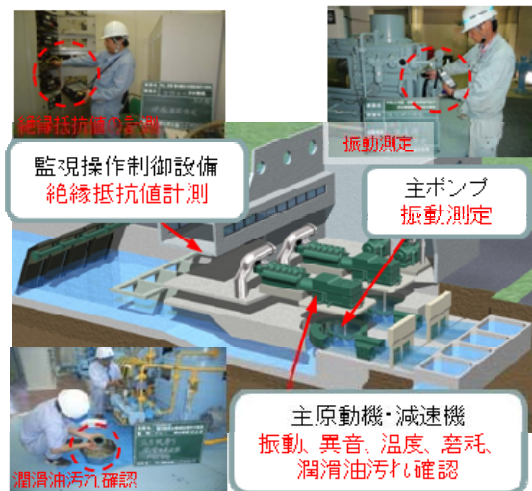


図-14 河川ポンプ設備における点検時計測データ収集事例

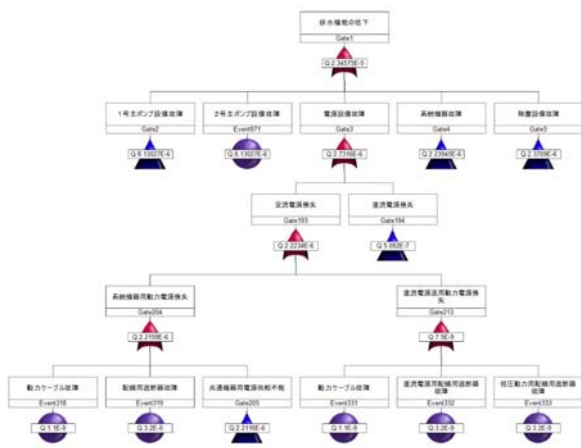


図-13 ポンプ設備におけるFTAの事例<sup>9)</sup>

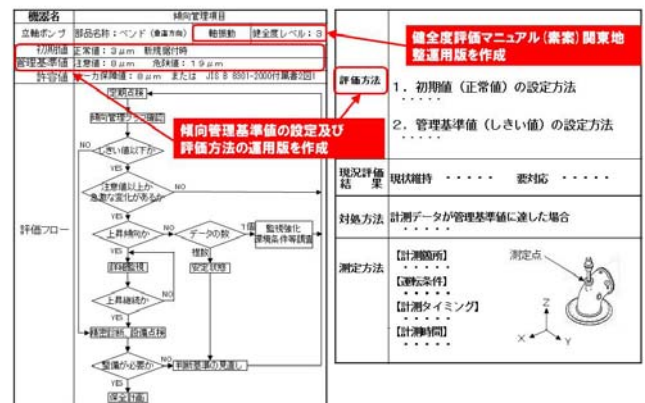


図-15 関東地方整備局の傾向管理シート(案)

## 6)新たな状態監視技術の研究開発

時間計画型予防保全から状態監視型予防保全への展開、劣化診断の合理化（簡易診断→詳細診断の流れ構築）の一手法として、現在、(独)土木研究所が取り組んでいる状態監視保全技術の研究開発事例を図-16に示す。

マニュアル(案)では、傾向管理も状態監視保全の一つと位置づけられ、前項に示したとおり、各地方整備局で実施を進めているが、これは、状態監視保全技術の「簡易診断」に相当する部分であり、設備の異常箇所と劣化程度を特定する「精密診断」に相当する部分は、高い信頼性が求められる非常用設備については、対象設備数が限られるため、民間も含め技術が確立していない。

よって、河川ポンプ設備の維持管理に適した状態監視保全（劣化予測）技術を確立し、不測の重大故障を回避し、無駄のない予防保全の実現を図る必要がある。

(独)土木研究所の研究は、民間工場等の常用設備を対象として普及しつつある振動解析・潤滑油分析技術を参考に、河川ポンプ設備における精密診断技術の開発と確立を図るものである。

ポンプ設備等の回転機械では、主軸等の微妙な変位や、羽根車の摩耗、継手のずれや軸受、歯車の状態によって様々な振動が発生する。振動を利用した精密診断では、振動波形、振幅に加え周波数分布を解析することで、劣化傾向を診断し、さらに劣化部位を特定可能である。<sup>4)</sup>

また、原動機のライフサイクルコストに大きな影響を与えている分解整備（いわゆるオーバーホール）等を行わずに原動機内部の状態を適切に把握する方法として、潤滑油分析による状態監視技術であるフェログラフィ・SOAPが産業用機械（減速機・軸受・原動機等）の状態監視保全において注目されている。潤滑油中の摩耗粉の形状、色、大きさの観察により設備状態の診断をするフェログラフィと、潤滑油中に溶解した摩耗粉元素を発光分光分析により特定するSOAPを併用することで劣化箇所・



図-16 状態監視技術の研究開発

劣化程度の推定を行うものである。

関連事項で、積雪寒冷地における河川用機械設備維持管理手法として、北海道開発局管内の樋門閉開装置の潤滑油分析の研究を寒地土木研究所が行なっている。<sup>5)</sup>

その他、図-17、図-18に示すとおり、従来、ポンプ内部の状態確認を実施する際には、ポンプ本体の分解による確認を実施していたが、内視鏡や超音波腐食診断技術の使用により、メンテナンスの省力化及びコスト削減を図る等の試みが中国地方整備局等で行われている。

今後の課題として、診断実績の蓄積、現場への本格的導入に向けた施策整備、経過年数・劣化状況等に見合った専門点検診断技術の開発導入検討を進める必要がある。

## (3)維持管理に必要な品質確保

### 1)更新時の留意事項

これから既設の土木機械設備群が本格的に機器更新期に入るが、機器等の更新に当たっては、構造の簡素化、信頼性向上、耐久性向上、メンテナンス性向上、コスト削減等の観点で踏まえた更新の実施が重要である。

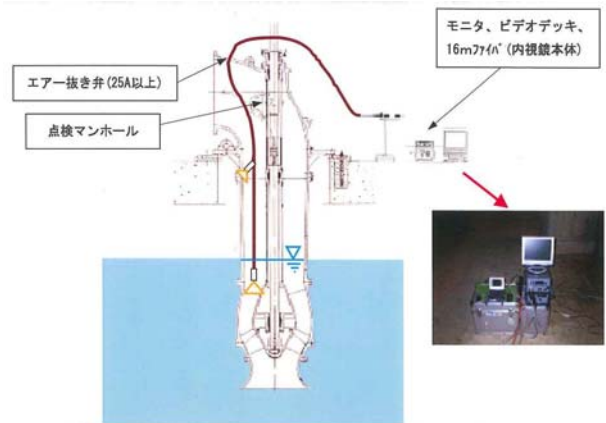


図-17 内視鏡によるポンプ内部の点検

### 診断装置



- 主な仕様
- 探触子：1～2MHz (5MHz)
  - デジタル探傷器
  - WINDOWS XP搭載 タブレットPC
  - 腐食診断専用ソフト
  - 小型軽量、バッテリー駆動
  - 検出限界：FC材 (SS材)  
肉厚 10～50mm  
肉厚分解能 0.1mm

### ポンプケーシングへの実機適用事例

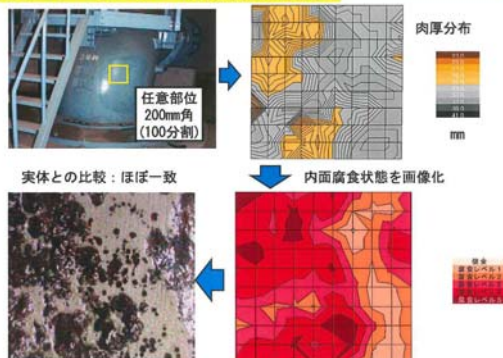


図-18 超音波によるポンプケーシングの腐食診断



国土交通省では、従前よりコスト構造改革・改善やNETISによる新技術普及のなかで様々に取り組みられているところであり、土木機械設備での事例の一部を図-19に示す。今後、近畿地方整備局を中心に平成22年に試行的に取りまとめた資料等を元に長寿命化計画検討時のメニューリストとして充実化を図る必要がある。

## 2) 調達の品質確保

長寿命化対策を確実に実行するにあたっては、調達に関する品質確保も重要となってくる。

特に修繕工事や点検整備業務の調達の場合、不調不落対策も重要である。河川構造物の代表であるゲート設備やポンプ設備の施工業者は元々少ないことに加え、事業撤退や営業譲渡によりさらに少なくなっているのが現状であり、増加する設備に対して減少する施工業者（技術者）という実態から、企業が入札に参加しない「不調」や、入札しても発注者と金額が折り合わない「不落」が発生しており、かつ、応札者が1社しかない「1社応札」が多くなってきている。設備の管理上、最も問題となるのは点検業務の不調不落である。この場合、専門業者による点検が実施出来なくなり、設備の状況を確認することが困難となる。

また、修繕・更新の場合、施設の状況把握が困難であり、現地設備を分解等した時に想定外の劣化が判明し、後工程に影響が出る場合がある等、受注者にとってのリスクが高いため、新設工事に比べ、敬遠されがちである。

不調不落を回避するために、技術者専任期間の明確化や要件緩和、現場条件明示の徹底、発注ロットの適正化、複数年契約の活用等、様々な対策に取り組んでおり、図-20に示すとおり、近年は不調不落が減少傾向にある。

また、より良い調達のために積算基準や技術基準類の改訂等も順次進めており、例えば平成22年4月には、「機械工事塗装要領(案)・同解説」等が改訂されている。

その他、北陸地方整備局の「より良い施工体制の確保を求めて（機械設備工事編）」や四国地方整備局の「土木機械設備工事設計変更ガイドライン(案)」のように地方整備局独自のガイドライン類もある。

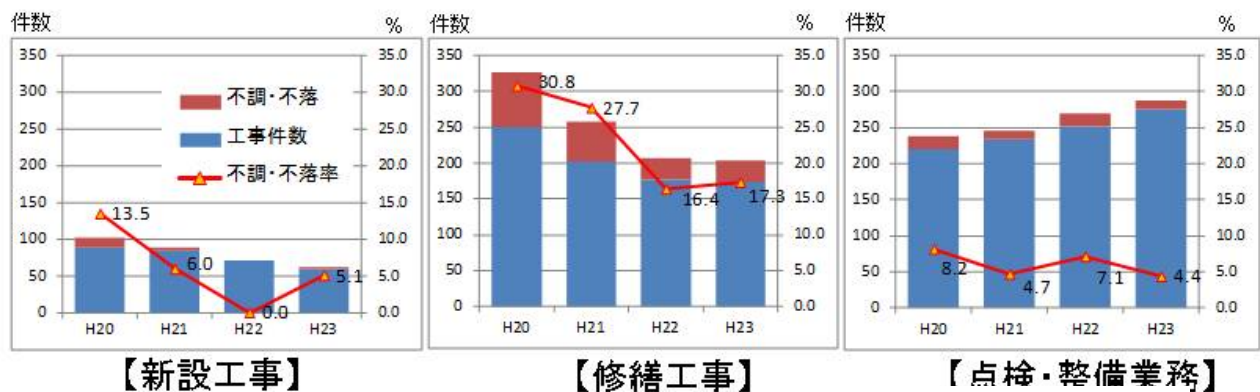
一方で、点検の高度化が進む中、現行では点検・整備業務の成績評価がなかったり、業務従事技術者の技術資格制度や技術講習会等が整っていない等、点検・整備の品質確保上の課題や、さらに、新設・更新工事では当初性能評価だけに留まっており、一定期間後の性能や維持管理コスト状況等の事後評価システムが未構築である等、より良い調達につなげるため今後取り組むべき課題がある。

## 3) 技術全般の品質確保

土木機械設備に関連する技術の継承と確実な危機管理体制を備え、技術者の高齢化や減少が進む中で持続可能な維持管理システムを確立し、技術全般の品質確保を図るためには、技術の継承や人材や体制の確保について産官学が連携し、必要な施策や技術開発等の積極的な推進に努める必要がある。



図-19 省力・省コストに資する調達事例



※平成24年国土交通省総合政策局公共事業企画調整課調べ

図-20 国土交通省の河川管理施設に関する機械設備工事・点検整備業務の不調・不落状況



機械設備維持管理体制の全体像を図-21に示す。実際の取組として、例えば関東地方整備局では、関東技術事務所が技術全般の中心的役割を担い、点検・整備データ収集・解析、傾向管理手法の提案、健全度評価・劣化予測を行う等、施設管理事務所の技術的支援を実施する予定である。

その他、例えば九州地方整備局では、民間設備系の維持管理手法を参考に機械設備点検の見える化の一環として、専門技術者の点検に加え、図-22に示すとおり、機械担当職員による微欠陥箇所摘出の点検結果を現地設備にエフ付けをする等、各地方整備局で土木機械設備の維持管理技術に関するワーキング等が行われている。

また、施設の機能喪失によって社会経済活動に重要な影響を与えることが想定される堰や水門等を対象に、設備故障等が発生した際の施設操作や応急復旧方針等の危機管理行動計画策定も各地方整備局で進められている。

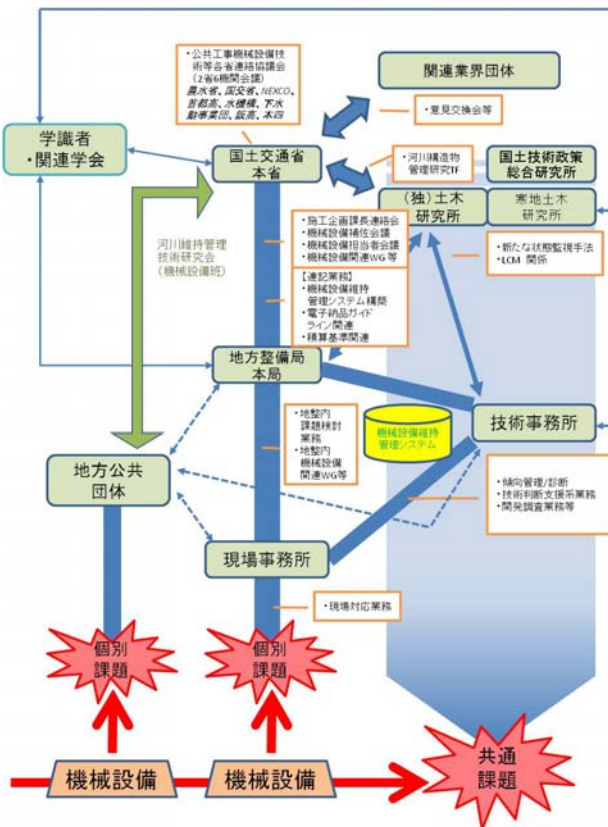


図-21 機械設備維持管理体制



図-22 ポンプ設備の原動機へのエフ付け事例

老朽化に伴う故障による機能喪失リスク増大に対する危機管理対応の事前検討等の備えは、長寿命化のセーフティネットとして重要であるとともに、施設計画を超える災害に対する危機管理対応にも資することとなる。

#### (4)大規模災害時の設備のあり方と長寿命化について (東日本大震災の経験から)

今後、長寿命化計画等に影響を及ぼすものに大規模災害対策が挙げられる。新たな技術的課題の留意事項として、改めて東日本大震災での東北地方整備局の河川用ゲート設備の被災事例を振り返る。

図-23、図-24にゲートの開閉機能喪失の原因となった軽構造部の戸当り損傷事例、開度計の損傷事例を示す。

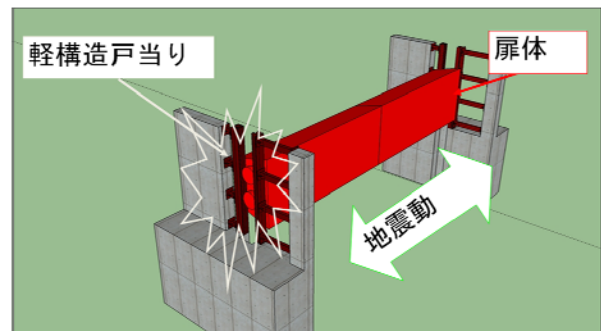


図-23 河川用ゲートの軽構造部戸当り損傷事例

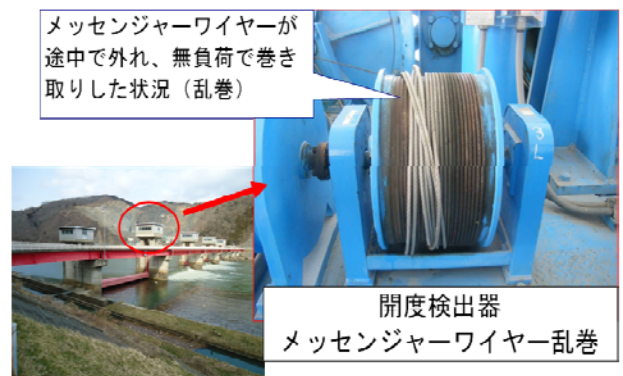


図-24 河川用ゲートの開度計損傷事例

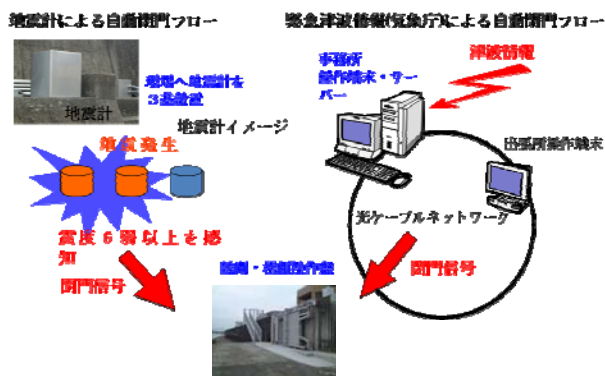


図-25 津波対策のためのゲート自動化整備事例

地震による被災事例としては、①軽構造戸当りの損傷（堰・水門）、②開度測定用メッセージワイヤの損傷（堰）、③アンカーボルトのゆるみ・切損、④地盤沈下が挙げられる。また、津波による被災事例としては、①過大な応力による油圧シリンダの損傷（マイタゲート）、②機器の水没（油圧ユニット、機側操作盤、予備発電機、遠隔制御盤）、③通信経路の切断（光ケーブル）、④機器の流失、⑤操作員の危険等が挙げられる。

これらに対する技術的課題が「東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について」（平成23年9月）<sup>9)</sup>で整理されている。

今後、L2地震動でも機能不具合が出ないように、例えば、過大な外力を受けた時は重要部の損傷を回避するため、修復が容易な部分が損傷する構造としつつ、可能な限り機能維持が図れるよう剛性バランスをよく設計したり、開度計形式を変更したりする必要があるほか、津波に対しても施設の耐水性強化や応急復旧性の向上等の検討を進める必要がある。

また、津波においてゲート操作する場合、操作員の安全確保から遠隔又は自動操作が必要となるため、検討が必要である。図-25に中部地方整備局での津波対策用の自動化システムの整備事例を示す。

これらの新たな社会的要請に基づく機能追加の展開は、設備の更新サイクルに影響を与えるとともに、必然的に維持管理コスト増大の要因となるため、合理的なシステムの導入や点検に関する要領等の整備が必要となる。

### 3. まとめ

本報告では、土木機械設備に関する長寿命化対策の現行の取組と今後の課題について整理した。河川管理施設に対する取組が先行しているが、他事業の土木機械設備への応用展開も基本的に可能である。

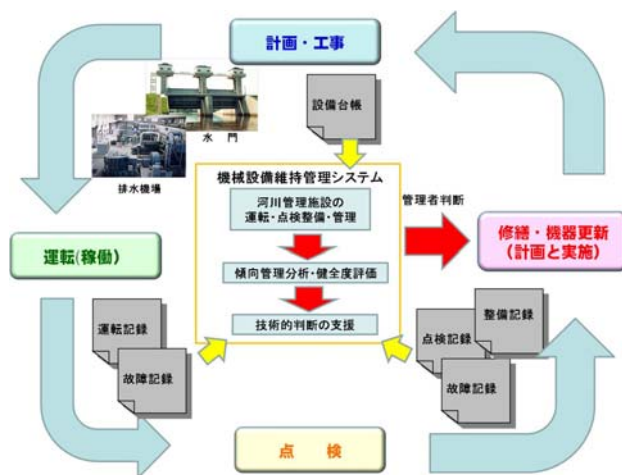


図-26 土木機械設備のライフサイクルイメージ

平成23年秋からは、河川管理施設の機械設備の維持管理について地方公共団体と検討する場が設けられている等、地方整備局だけでなく、地方公共団体との情報交換や技術支援も進めることとなる。

図-26に土木機械設備のライフサイクルの簡易イメージを示すが、今後も引き続き、調査・計画、調達（設計、積算、発注、施工、監督・検査）、運用、維持管理、更新等、土木機械設備に係る一連のサイクルの中で、各プロセス内あるいはプロセス間でPDCAサイクル上の課題を抽出し、長寿命化に資する施策展開を図って参りたい。

### 参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室・総合政策局建設施工企画課・河川局河川環境課河川保全企画室公共事業調整課：河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン～持続可能な維持管理システムの確保に向けて～、平成23年6月23日
- 2) JIS Z 8115 信頼性用語
- 3) 藤野健一、田中義光、山元弘、林輝、河北憲治：河川ポンプ設備の信頼性と経済性を考慮したマネジメント手法に関する研究、土木研究所報告 No.217、平成23年2月
- 4) 藤野健一、田中義光、上野仁士：河川ポンプ設備の状態監視技術に関する調査、平成23年度国土交通省国土技術研究会、平成23年10月
- 5) 田中隆夫、片野浩司、山口和哉、永長哲也、五十嵐匡：樋門開閉装置のトライボロジーを活用した設備診断の可能性について、寒地土木研究所月報 No.711、平成24年8月
- 6) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた河口堰・水門等技術検討委員会：東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について、平成23年9月30日