

インフラの再生

高度経済成長期に整備された道路、橋梁、港湾、ダムといった私たちの生活を支えるさまざまな社会基盤が、半世紀のときを経て大規模な更新、改修の時期を迎えた。老朽化、環境の変化といった時代の要請に対応すべくインフラの再生が加速している。より信頼性の高いインフラを構築するために求められているものは何なのか。再生のただ中にあるダム再開発事業の現場、かつてない大規模更新に挑む首都高速道路を取材した。

昭和42年に撮影された、首都高速道路3号線、谷町ジャンクション（現：谷町インターチェンジ）付近。周辺の高層ビルははまだ建設に至っていないが道路の構造は現在と変わらない。首都高はこの当時から帝都の大動脈として機能し続けてきた。（提供：東京都）

老朽化が進む暮

らしの礎を再生する

メンテナンス元年

平成二十四年十二月二日、山梨県大月市を走る中央自動車道で衝撃的な事故が発生した。笹子トンネル天井板落下事故だ。トンネル内の天井が突然一三〇kgにわたって崩落、高速道路事故では最悪となる死者九名を数える惨事となった。主原因とされたのはコンクリートとボルトの接合部の経年劣化だった。

この事故を踏まえ翌二十五年一月、国土交通大臣を長とする「社会資本の老朽化対策会議」が設置され、「社会資本メンテナンス元年」の旗印のもと老朽化対策の総合的かつ横断的な抜本的取組みが始まった。

笹子トンネル天井板落下事故



5×1.2m、1,200kgほどの天井コンクリート板がV字型に崩落した。その数およそ270枚、138mにおよぶ崩落箇所3台の車が巻き込まれた。笹子トンネルの開通は昭和52年。NEXCO中日本は事故の主原因として施設の老朽化をあげている。写真は、事故から1カ月がたち、天井板の撤去作業が行われている笹子トンネル。(提供：毎日新聞社)

インフラの長寿命化に挑む

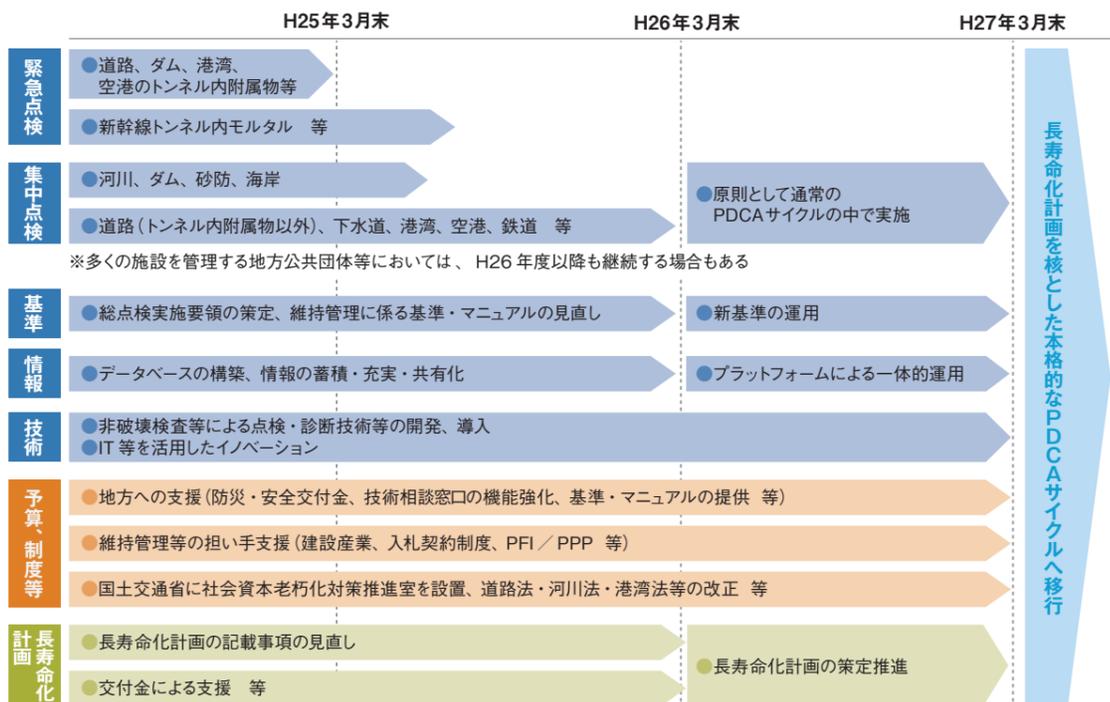
対策会議において国は、社会資本の維持管理・更新に関して、当面講ずべき措置を工程表として取りまとめた。これに基づいてインフラの総点検を実施し、必要な修繕を速やかに行うとともに、来年度以降、維持管理、更新に関わる本格的な取組みにシフトしていく。

これは既存の社会基盤施設をライフサイクルの延長を目的として改修、修繕するだけでなく、更新も含め、将来にわたってその機能を発揮し続けることを目指す計画だ。時代のニーズに対応した維持管理・更新が求められている。

社会資本の維持管理・更新にあたっては、体制、制度、予算等の様々な課題があるが、特に、維持管理の効率化のための技術が必須となってくる。国は、老朽化対策を進めるうえで必要な技術面について、

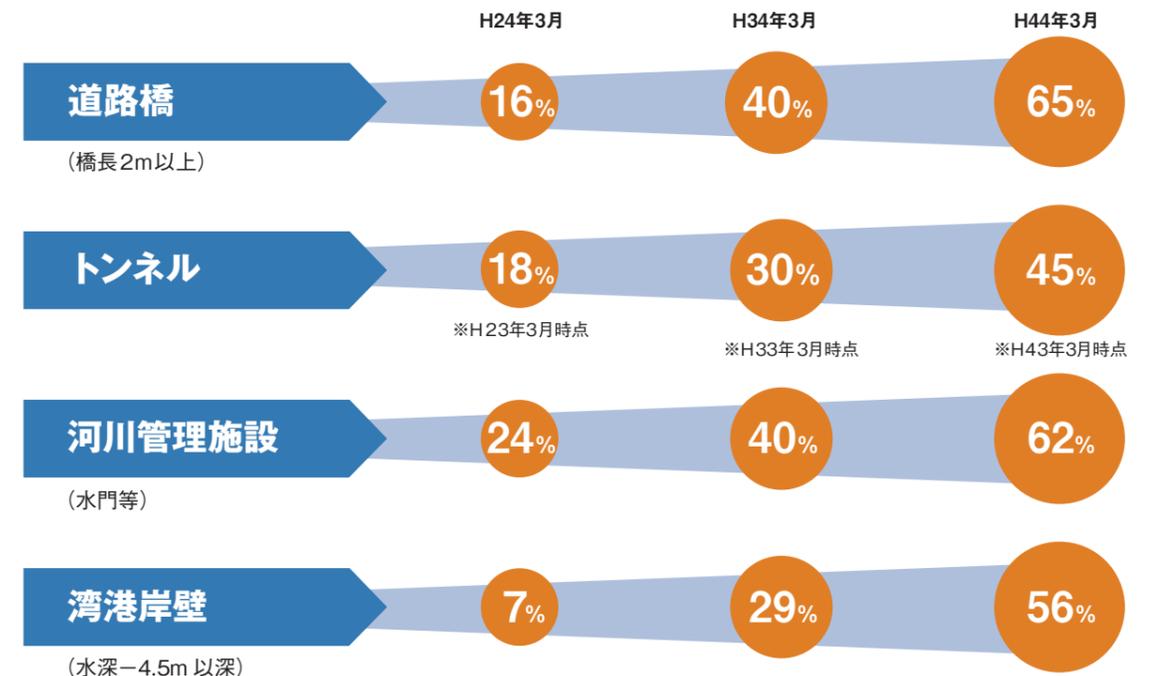
- ①点検・診断技術の開発・導入
 - ②モニタリングシステムの開発
 - ③維持管理情報プラットフォームの構築
- の三つの柱を立てて、取組みを進めている。これらの技術開発に加え、長寿命化やライフサイクルコスト低減の調査研究などを推進し、戦略的な長寿命化に挑むとしている。
- 暮らしの礎であるインフラの再構築、再生が実質的な国策事業として始まっている。

社会資本の維持管理・更新に関し当面講ずべき措置 工程表



平成25年に策定された工程表。この工程表に基づき、まずはインフラの総点検が実施された。今後、本格的なPDCAサイクルへと移行していく。(出典：国土交通省資料)

建設後50年以上経過する社会資本の割合



注) 建設年度が不明な施設については、割合の算出にあたり除いている。

高度経済成長期以降に整備されたインフラは、今後20年間で完成から50年以上になる施設の割合が急速に高まる。道路橋や河川施設などの半数以上が半世紀の供用に耐えてきたことになる。(出典：国土交通省資料)

鶴田ダムは、発電と治水を目的として昭和41年に完成した九州最大規模の多目的ダム。再開発事業ではこの巨大ダムに5条の削孔を施す。

鶴田ダムの再開発

国内最大規模のダム再生事業

あの洪水を忘れない

平成十八年七月に鹿児島県薩摩地方を襲った豪雨は、この地域においてかつてない記録的な規模になった。梅雨前線の活発化にともなう大雨は、川内川流域の各地でその降雨量が一〇〇mmを超え、浸水面積は二、七七七ha、二、三四七戸が浸水する甚大な被害をもたらした。約五万人に避難勧告が発令されたこの洪水は、市民の記憶に今でも大きな教訓として残っているという。

これを踏まえ、国は直ちに対策を立案する。国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所の足立辰夫所長にその経緯を聞いた。「被害の原因として降雨量が鶴田ダムの洪水調整能力を超えていたことがあげられました。そこで計画されたのが洪水調整容量の増設と効率的な放流を可能とする機能整備を主眼とした鶴田ダム再開発事業です」。同年十一月には計画が策定され翌十九年度に事業を着手した。

「異例とも言える早期着工の背景



国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所長 足立辰夫

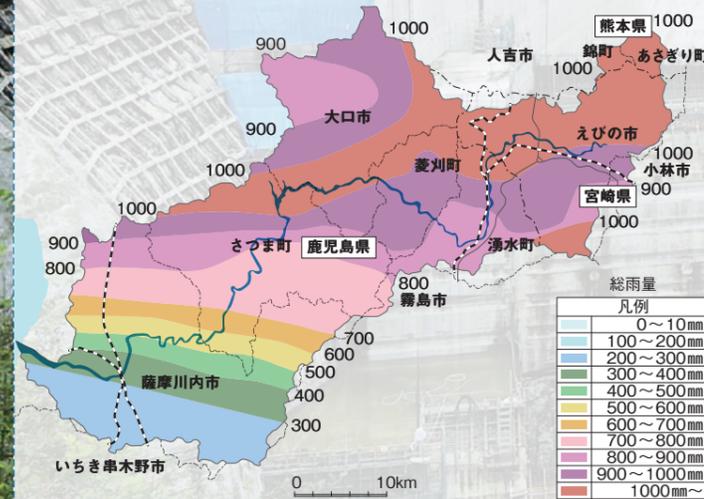
には、再びこのような洪水災害を経験したくないという市民の強い思いがありました。平成二十八年の機能発揮、平成三十年の完工を目指し工事を進めています」。

鶴田ダムの改修は、施設の老朽化を踏まえたものではない。竣工から半世紀を経てなお十分に機能するインフラだが、その再開発事業はより高次の安全確保を目指す国内最大規模のダム改修プロジェクトになった。

再開発事業は大きく二段階に分けられる。第一段階として放流管新設を主とする本体の施設改修工事、この放流管からの水路を構築する増設減勢工が第二段階、第三段階は現放流管の水路を再整備する既設減勢工の改造工事だ。着手から七年を経た今年七月までに第二段階の施工が進捗している。

再開発の契機となった「平成18年7月豪雨」

●平成18年7月18日17:00~7月23日13:00の総雨量



平成18年7月、活発化した梅雨前線が19日から23日にかけて薩摩地方北部を中心に記録的な大雨を降らせた。川内川流域では25観測所中20カ所で過去最高の降雨量を記録。わずか5日間で年間総雨量の約40%に達した。鶴田ダムは下流の浸水被害を最小限に抑えるため洪水調整を実施したが、総流入量が洪水調整容量を大幅に上回ったことから、流入量と同量を放流する「計画規模を超える洪水時の操作」に移せざるを得なかった。(出典：川内川河川事務所)

法面掘削

増設放流管と増設減勢工をつくるために地山を掘削します。

増設放流管

洪水を調節するための管を新たに3本増やします。



大鶴湖

増設減勢工

洪水を調節するために増やした管から流れる水の通り道をつくります。

既設減勢工改造

現在ある放流管から流される水の通り道を改良します。

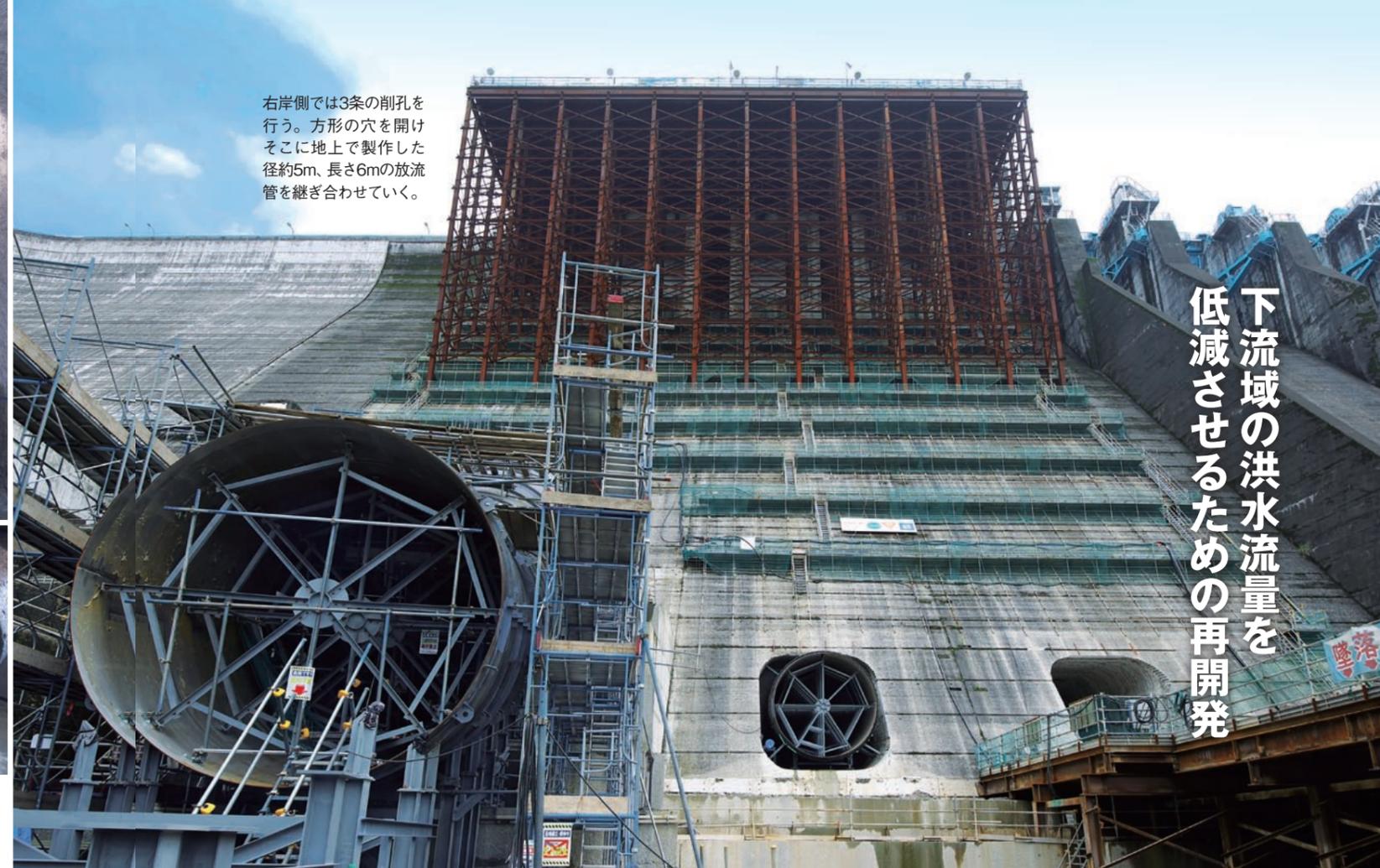
付替発電管

発電のための管を2本付け替えます。

鶴田ダム再開発は堤体の削孔だけでなく、関連する増設減勢工工事やゲートの製作据付けなどを並行する総合的な事業として展開されている。(提供：鹿島建設(株))



削孔は精度を高めるため自由断面掘削機により粗掘削と仕上げ掘削の2段階で行う。50年前のコンクリートは強靱だ。先端のカッタービットを何度も交換しながら掘り進めていく。



右岸側では3条の削孔を行う。方形の穴を開けそこに地上で製作した径約5m、長さ6mの放流管を継ぎ合わせていく。

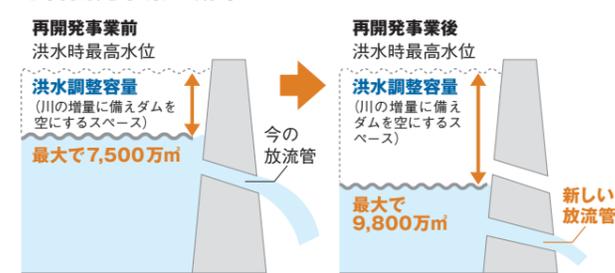
下流域の洪水流量を低減させるための再開発

ダムの堤体に五本の穴を開ける

再開発事業の要となるのは第一段階、洪水調整容量を増やすために既存の放流管よりも低い位置に新たな放流管を設置する工事だ。ダムという水瓶の底に近いところに穴を開け、水を抜く量を増やそうとする発想だ。最低水位を一五以上低くすることで、容量は現在の最大七、五〇〇万立方メートルから九、八〇〇万立方メートル・一・三倍に増加する。これにより、平成十八年と同規模の洪水が発生しても、下流への流量を制御、低減させることが可能になる。

削孔は全部で五カ所、右岸側にダム湖の水を抜く放流管三条、左岸側に発電に供する水を流す発電管二条を新たに施工する。「これまで同様の目的で実施されたダムの改修は、ダムを迂回する分水路などを構築する方法がとられてきましたが、鶴田ダムは堤幅が広く、穴を空けるスペースが確保できたためこの方法が採られました」と足立所長は説明する。

●再開発事業の効果



現在よりも低い位置に新たな放流管を設け、ダム湖の最低水位を下げることで洪水調整容量を増やす。ダム下流域の洪水流量を低減させ治水機能を大きく向上させる。

仮締切で貫通部の施工スペースを確保

インフラの再生には「供用しながら施工する」という前提が必須

になる。改修事業とはいえず社会基盤の機能を止めるわけにはいかない。鶴田ダムも発電、治水機能を維持、運用しながら施工している。堤体の削孔は下流側から掘進するが、反対側の上流面に仮締切設備を設置し、貫通時に施工部分に湖水が流入することを防止してダムの機能を維持する。縦割りにしたコップで貫通箇所をフタをしてドライな状態を保つ要領だ。

難航。台座の構築に手間取り、工期に支障が出てしまったという。さらに、水中で行われる台座構築作業には、「飽和潜水」が採用されていた。ダイバーは約一カ月間、作業水深と同気圧の居住空間での生活を余儀なくされる。負担、危険度は小さくない。そこで、国土交通省、(一財)ダム技術センター、施工者である鹿島建設(株)、日立造船(株)の四者が検討を重ね、「浮体式仮締切」という新工法を開発、採用する。当初、鹿島建設が考案していたこの工法は、四者で構成する開発検討会で精緻な検証が繰り返される。運用時と同一の水圧条件下で試験的に設置を行った結果、漏水もなく従来工法と同等の性能が確認され、採用に至った。

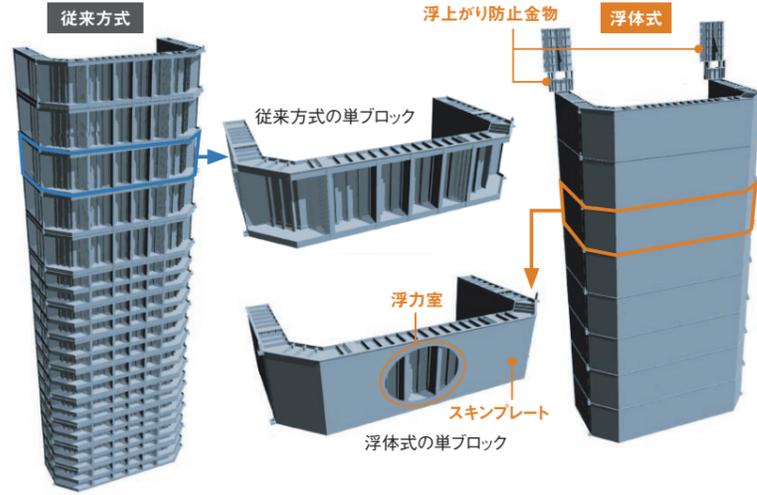
湖上に浮かせて造る浮体式仮締切

「浮体式仮締切」工法は、三号放流管で採用された。

工場製作したコの字型の扉体を現場に搬入、クレーン台船で吊り込み、積み重ねる。上下のブロッ

しかし、想定外の課題が浮上した。湖底の現況が図面と異なっているなどの事態が発生し、作業が

●従来方式と浮体式の比較



浮体式のブロックは、本体を鋼板で被覆し、内部に気密室を設けて扉体を浮体化する。左側が台座式、右側が浮体式の締切堤。現場の状況に応じて解体せずに転用することも可能だ。(提供：鹿島建設(株))



堤体と密着させるために浮体式締切堤に設置される止水ゴム。防波堤などの海洋構造物に用いられる「土木」の技術が導入された。



ダム堤頂から下流側を望む。地域の安全を守る工事が進められている。

密室に注水して沈めるか、何度もシミュレーションして現場に臨みました。工程に対する危機感を感じました。二人の「長」は「絶対に成功させる」と強力なタッグを組む。「当初は陸上で一体製作した仮締切を曳航で設置する考えでしたが、施工性、安全性を考慮して日立造船から湖上組立方式の提案がありました」と滝口所長は話す。宮本所長も「仮締切と堤体を密着させるために巻き立てた水密ゴム形状は、海洋土木の技術。我々メタル屋にはないゼネコンの工法は非常に参考になりました」と語る。異なる分野の発想、技術が現場でコラボレートして、新た

な工法が確立された。背景には新工法の採用を決断した九州地方整備局、ダム技術センターの支援体制があったと二人は声を揃える。川内川河川事務所足立所長は「両社の優れた開発力は十分に信頼に値するものでした。何よりも早期に再開発事業の成果を機能發揮するというこの現場の使命があります。新工法が工事の進捗を加速させたことは間違いありません」と応えた。

地域との連携でさらなる防災強化

その「成果」について足立所長はこう言葉をつなぐ。「再開発事業で担保できるのは平成十八年と

同規模の豪雨に対する防災です。それ以上の大雨に遭遇したときに命と財産を守るのは地域の『互助』、個人の『自助』。文部科学省、教育委員会と連携し全流域の小学校での水防災教育計画も全国に先駆けて始めています」。

自然災害において想定外の事象が発生することを我々は知っている。インフラの再生は、最新の技術によって地域の「安全」に最大限貢献する。しかし、「安心」を確かなものにするのはこうした教育プログラムの開発、ハザードマップや避難計画の整備などの取り組みだ。ハードとソフトの両輪が地域の防災を揺るぎないものとしていく。



大幅効率化を実現「浮体式仮締切工法」

締切堤の組立ては2艘の台船を用いて湖上で施工する。クレーン台船(写真右)で扉体を吊り上げて積み重ね、上下をボルトで固定した後、ブロックを水面まで沈降。一体化した締切堤を組立台船(写真左)で堤体の設置ポイントまで曳航し据え付ける。(提供：鹿島建設(株))

現場が一体となって開発した新技術

扉体ブロックの製作・据付は日立造船が担当した。「船舶のバラストの考え方がベースにある技術」と明かす。

「台座の構築では想定外の問題が次々と発生し、工期は遅れ気味でした。何が何でも間に合わせよう」と提案したのは浮体式仮締切です」と振り返るのは施工を担う鹿島・西松JVの滝口紀夫所長(鹿島建設)だ。開発検討会において詳細な検証を行ったとはいえ、過去に事例のない、全く新しい技術だった。この浮体式が成功しなかったらえらいことになる、というのが本音だったと明かす。

です」と説明するのは同社の宮本修所長だ。全八ブロックのうちバラスト機構を有する下段の五、八ブロックには、それぞれ一五区画に仕切られた気密室が設けられている。気密室の上部に空気を、下部には水を出し入れするバルブが設置されており、これを開閉することで水上での安定を保持する。ダム湖に浮く約四五ト(総重量約四〇〇ト)の鋼製ブロック、その制御の難しさを宮本所長はこう語る。「船とは違ってバランスの悪いコの字形なので、重心を保つのがとても難しい。微妙な注水で扉体がお辞儀してしまうんです。どのタイミングで、それぞれの気



鹿島・西松JV鶴田ダム施設改修工事事務所の鹿島建設株式会社滝口紀夫所長(右)と、日立造船株式会社宮本修所長。二人三脚で過去に事例のない新工法を成功に導く。

首都高速道路の大規模更新計画

初となる首都高の大規模更新事業

首都高速道路1号羽田線の東品川栈橋・鮫洲埋立部は、昭和39年の東京オリンピック開催を控え、海上部に整備された。構造物の損傷が進行しており、大規模更新（架け替え）が必要となっている。（提供：首都高速道路（株））

老朽化が進む首都高速道路

首都高速道路は、昭和三十七年の京橋〜芝浦間の四・五キロの開通以来、供用延長は約三〇〇キロに及び、半世紀以上にわたって首都圏の経済、暮らしを支え続けてきた。この物流動脈の更新計画が本格的に動き出そうとしている。

今年六月、首都高速道路（株）は、幹線道路部会において更新計画を説明した。道路の老朽化に対応した更新計画は、本年度に着手、最

長で平成四十年間まで、一四年間に渡る巨大プロジェクトになる。同社建設事業部の高橋三雅構造設計室長にお話を伺った。「更新計画は橋梁の架け替え、床版の取替えなどの『大規模更新』と、構造物

全体の大規模な補修の『大規模修繕』に大別されます。計画の総延長は六三キロに達し、事業費総額も約六、三〇〇億円にもなる当社として初となる大規模な更新計画です」。

計画の主な狙いは、長期にわたる耐久性の確保、維持管理性の確

保、交通への影響軽減、そして工期の短縮とコスト削減だ。「高速道路は二四時間生きています。首都高の機能を止めることなく、安全を確保しながら更新をしていくことが最重要課題になります」。

現在計画されている大規模更新区間は、「1号羽田線」の東品川栈橋・鮫洲埋立部と高速大師橋、「3号渋谷線」の池尻〜三軒茶屋、そして、「都心環状線」の竹橋〜江戸橋と銀座〜新富町だ。そのうち、「2号羽田線」の東品川栈橋・鮫洲埋立部は、東京港の海面近くを走

り、海水、海風にさらされ、桁や床版のコンクリートの剥離、鉄筋の露出など、劣化が激しい区間のひとつだ。「関係機関と調整を図り、沿道に暮らす皆さんのご理解をいただきながら、都市計画変更の手続きを進めているところで



首都高速道路株式会社
建設事業部
構造設計室長
高橋三雅

●首都高の大規模更新計画



大規模更新区分は3路線約8km。構造物全体の補修を目的とする大規模修繕も3号渋谷線、4号新宿線など約55kmにわたる。(提供：首都高速道路(株))



夜間も通行が絶えない首都高速道路。東京の物流を支える大動脈を止めることなくいかに更新、修繕を完遂するかが大きな課題となる。

問だ。経過年数が五十年を超え、全線の一日の交通量が約一〇〇万台、大型車の断面交通量は都内一般道の約五倍にもなる首都高の経年劣化はもはや日常の維持管理だけでカバーできない局面を迎えている。「道路は四〇年、五〇年でその役割を終えるというものではありません。将来にわたって安全確実に供用し続ける。それが更新事業の究極の目的です」。

連携と協力が推進力となるインフラの再生

首都高速道路の整備、更新にあ

は、法的な整備も必要だ。今年五月に「道路法等の一部を改正する法律」が成立し、更新財源を確保するため、更新費の償還として一五年を上限とする料金徴収年限の延長も認められた。首都高の更新事業はスタートラインに立っている。

現在と未来を見据えた高速道路の再生



モノレールと並走する1号羽田線。海面との空間が狭く、激しい腐食環境等により構造物の損傷が進行している。鮫洲付近の埋立部では路面の陥没といった損傷も発生した。(下段写真提供：首都高速道路(株))

維持管理だけでなく、カバーできない首都高の現状

一 号羽田線東品川橋・鮫洲埋立部は昭和三十九年の東京オリピック開催を控え、用地買収を必要としない海上部に整備された。今回大規模更新の対象として都市計画変更の素案で示された区間は、東京都品川区東品川地区の京浜運河内を走る約一・九キロ。耐久性、維持管理性の確保のため、現在よりも海面から離れた位置を走る高架構造になる。現在の道路構造基準に基づき、幅員も現状の一七メートルから一八・二メートルに広げる。車を通しながら道路全体を架け替える必要があるため、工事期間中は迂回路を設置し、交通に及ぼす影響をできるだけ軽減する。迂回路に交通を切り替えながら工事を進め、平成三十八年までの完工を目指す。一般人が運河上を走る高速道路の桁や床版などを目にするのはまずない。高橋室長は鉄筋がむき出しになり、コンクリートが剥がれた損傷箇所の写真を示しながら語る。「当社は道路を管理す

る者として、道路の安全・安心を確保するため、日々のメンテナンスに最大限努力しています。しかしながら、それだけではどうしても安全確保が困難な現状があります。その状況を精査した上で絞り込まれたのが更新計画の対象区

海面から離れた高架構造に架け替えることで、将来にわたる長期耐久性、維持管理性を確保する。(提供：首都高速道路(株))



「関係者の意思統一があつて初めて実施できる事業です。さらに、当社は都市内での道路建設の技術・経験を有していますが、過去に例の無い更新工事に対しては、民間企業の技術力と知見の活用も当然のことながら重要なファクターになってくることでしょう」と、高橋室長は建設業界に期待を寄せながらこう続ける。「そして何よ

高度経済成長を背景に急速に進められたインフラの整備。それから半世紀余りを経た現在、社会基盤は「再生の時代」に入った。行政、事業者、建設業界がその時代に挑む。より豊かで安全安心なインフラの機能を維持していくために、これを享受する生活者を含め社会全体の意識の再生も問われている。