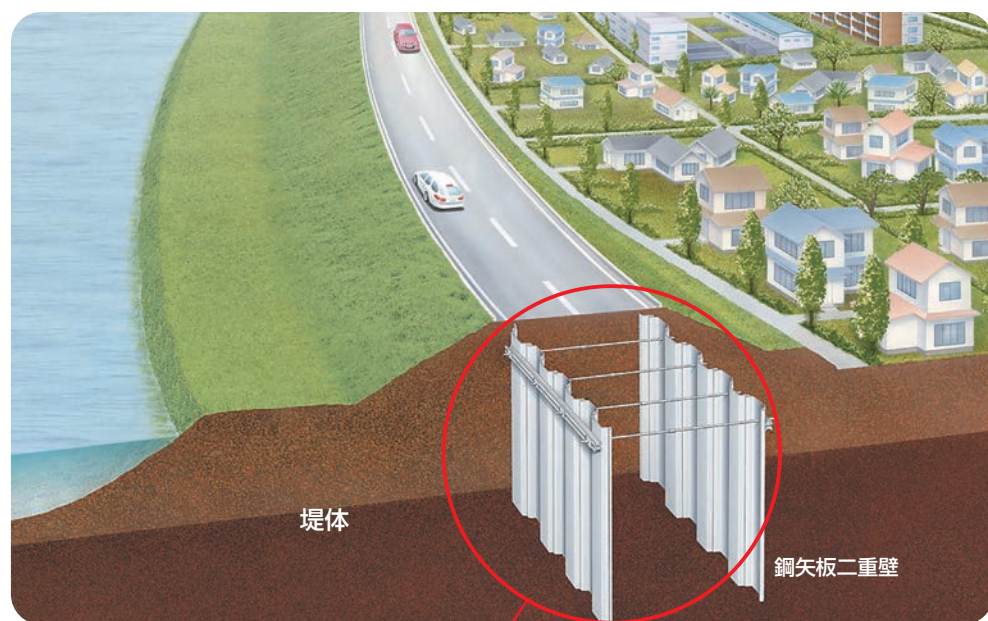
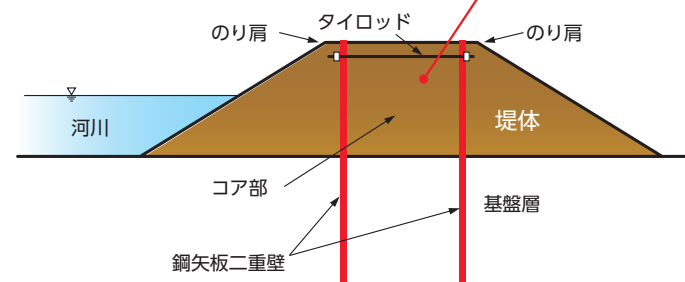


図1 鋼矢板二重壁による一部自立型の粘り強い河川堤防の構造イメージ



図版提供：一般社団法人 鋼管機・鋼矢板技術協会



堤体内部に鋼矢板の壁構造をつくることでコア部を形成。そのコア部が自立状態を保持することによって、洪水時や地震時に堤防の高さを確保し、決壊を防ぎます。

しており、その効果の不確実性を制御していくことが重要であると考えています。そのためには2つの課題があります。1つは河川の水が堤防内や基礎地盤に浸透することで、堤防がどのように不安定化するかを把握することです。もう1つは堤防を不安定化させないように、堤防をどのように補強するかです。特

に後者については、ある程度確実な方法で補強することがキーポイントになります。いろいろな対策が考えられますが、私たちの研究グループでは堤防内に鋼材を入れて壁を構築して堤防を崩れないようにする鋼矢板二重壁による一部自立型の粘り強い河川堤防(図1)の技術研究開発に挑んでいます」

鋼矢板を用いた技術研究開発に挑む

高橋教授は現在、京都大学の藤澤和謙教授と日本製鉄とともに研究グループをつくり、「一部自立型構造を有する河川堤防の増水・越水・引水時性能評価に関する技術研究開発」に取り組んでいます。この研究テーマは、国土交通省が公募した2021年度の河川砂防技術研究開発のうち、河川技術・流域管理分野「越水に対する河川堤防の強化構造の検討に資する評価技術の開発」として採択されたものです。鋼矢板二重壁で補強される河川堤防の性能評価に重要となる、洗掘深さに関する数値解析技術の構築を京都大学が担当し、実験効果の実証から性能照査※手法の構築に資するデータ収集を東京工業大学と日本製鉄が行っています。

洗掘とは激しい河川の流れや波などにより、堤防表面の土が削り取られる状態のことで、削られた箇所が広がると堤防の決壊につながります。これまで

堤防の一番高い部分をアスファルトで舗装したり、斜面下側の角にコンクリートブロックを設置したりするなど、堤防表面の耐侵食性向上が図られてきました。堤防の一部に土ではない材料が用いられているものの、土堤であることは堅持されてきました。今回の共同研究では、堤防内に鋼矢板二重壁の自立構造をつくって強化するというこれまでになかった形式で、減災効果を狙っています。

「雨降って地固まる」ということわざがあります。しかし地盤は時間とともに良い方向に変化するばかりではありません。人工物である盛土の堤防はメンテナンスや更新が欠かせません。現代の良いと思われる技術や知見を積極的に取り入れてアップデートし、改善サイクルを回すことが必要です。

河川堤防の補強に鋼材を使うメリットは、他の材料に比べて不確実性が低いことがあげられます。これまでも鋼材は海岸堤防やため池堤防、道路擁壁などさまざまな地盤構造物の補強に用いられ、材料としての信頼感を得てきました。鋼材は薄くて、強さや硬さといった強靱さが担保されている魅力的な材料だと思っています」(高橋教授)

鋼矢板は他の材料に比べて、高い靱性を有する代表的な部材です。想定以上の越水が生じて、根入れさえ確保されていれば抵抗力が急激に低下することはありません。まさに粘り強い河川堤防という思想にマッチした材料なのです。

※ 性能照査：構造物に要求性能を設定して、その満足度を確認する行為



洪水被害を防ぐ鉄のテクノロジー

近年、毎年のように日本各地で、これまで経験したことのないような豪雨により、深刻な水害が発生しています。こうしたなか、洪水被害を防ぎ軽減させるための河川堤防、ため池堤体、地下調節池の整備や工場の浸水対策において、鉄のテクノロジーが果たす役割について紹介します。



東京工業大学
環境・社会理工学院
土木・環境工学系 教授
高橋 章浩氏

河川堤防を強化する鋼矢板二重壁

減災効果の不確実性を制御する

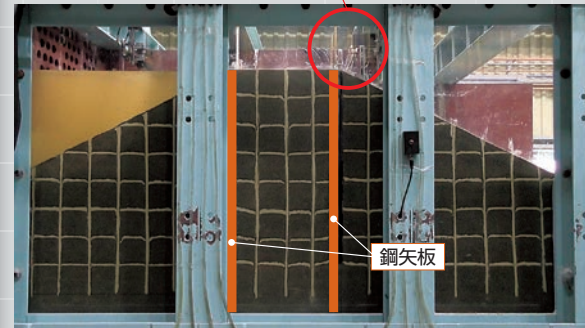
河川堤防は、古くから流域に暮らす人々の生命と財産を守るため、それまでの災害経験を踏まえて、堤防のかさ上げや強化などが長い年月にわたり繰り返されてきました。しかし近年、時間雨量50ミリを超える短時間強雨の発生件数が増え、水害の頻発・激甚化が懸念されています。例えば2019年10月11～15日に生じた台風19号(令和元年東日本台風)では、全国142カ所で河川堤防の決壊が発生し、水害被害金額が1兆8800億円(国土交通省調べ)にも及びました。その主な原因は、河川を流れる水が堤防を越えてあふれ出る、越水によるものでした。地盤に関わる防災・減災をキーワードに、河川堤防を強化する研究に取り組み東京工業大学の高橋章浩教授は、次のように提言しています。

「河川法に基づいて制定された河川管理施設等構造令では、堤防は盛土によって築造することになっています。これは『土堤原則』と呼ばれています。修復の容易さから堤防を土堤とすることに合理性はあるのですが、記録的な豪雨が頻発するなか、年輪のように土を積み重ねて堤防を大きくするだけでは、堤防の決壊を防ぐことはできません。堤防には、ある程度の越水は許容するものの、決壊するまでの時間を少しでも長くすることで減災効果を発揮することが求められ

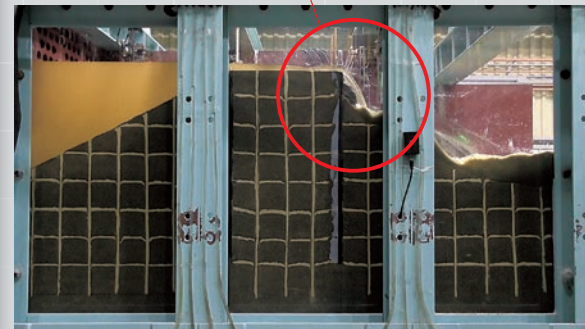
堤体の挙動

ジオラボの実験模型で、越水・洗掘時における堤防の挙動を調べています。

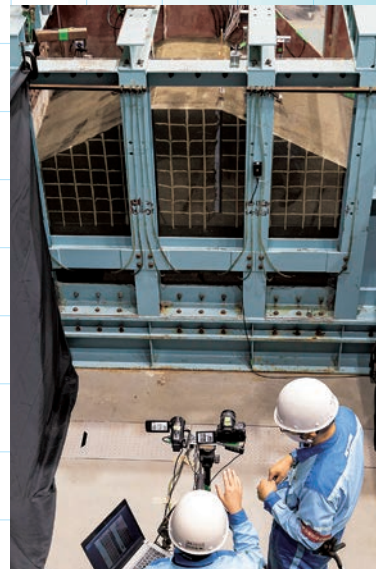
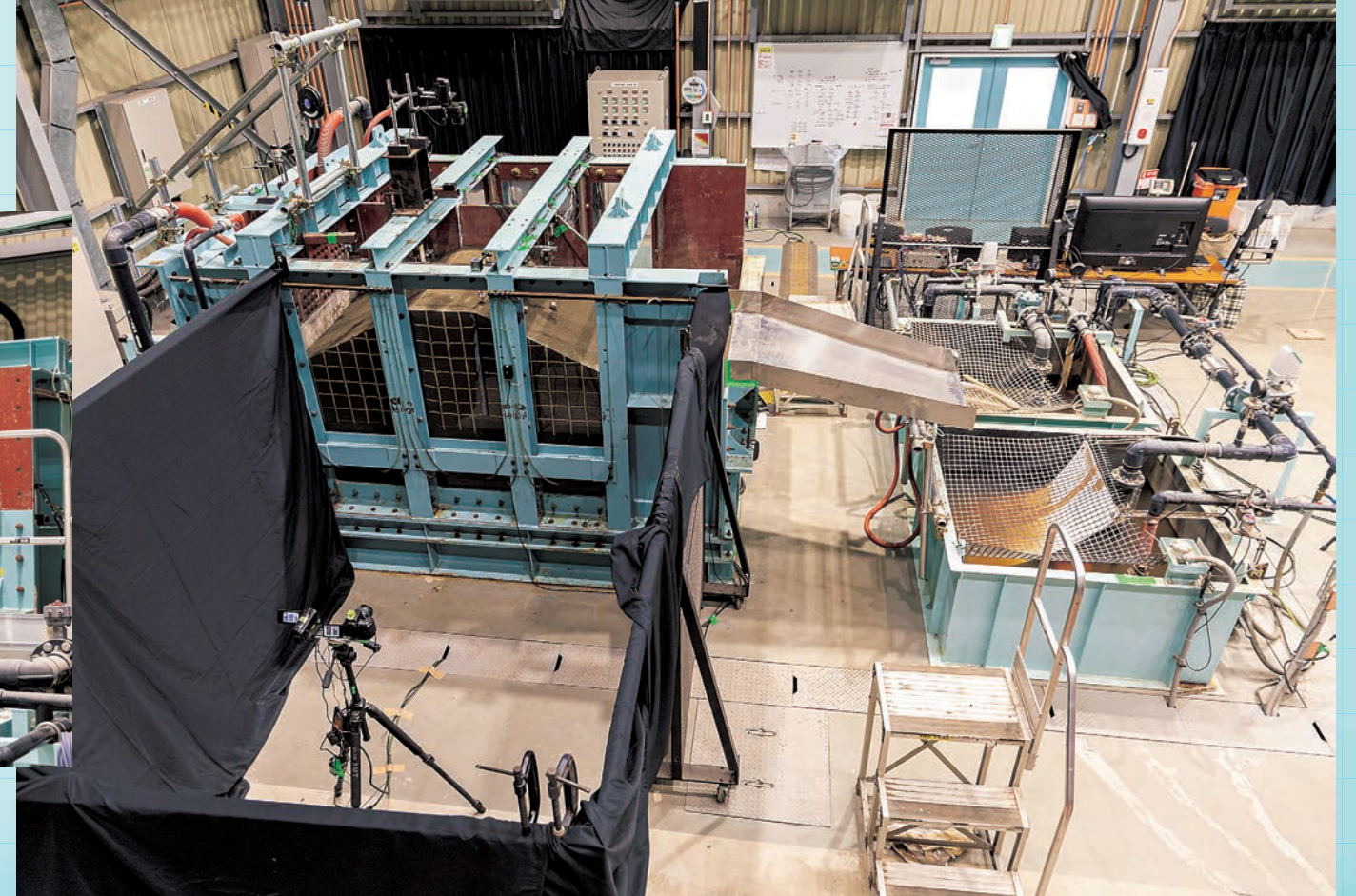
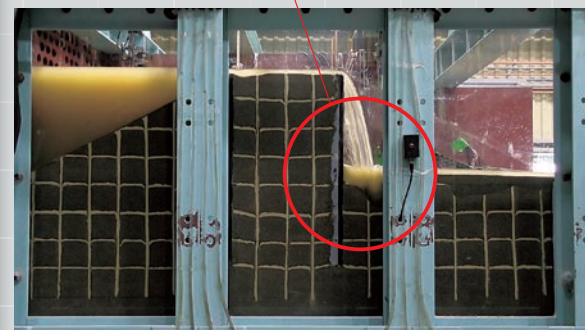
越水直前



のり部消失時



洗掘定常化時



RE CENTER GEO LAB

ジオラボのジオは geotechnical (地盤工学) に由来し、地盤内での鋼管杭や鋼矢板の挙動や施工について研究しています。

激甚災害から国土を守ることに技術的な貢献をしていきたい



日本製鉄(株)
技術開発本部 鉄鋼研究所
鋼構造研究第一室
持田 祐輔 主任研究員

今回の産学連携による共同研究によって、理想的な条件で、ある程度安定性が保たれる知見を示せるようになりました。しかし、実際の堤防へ施工したとき、実験時に想定していた理想的な条件とは異なる課題が出てくるだろうと思います。それを解決していかなければなりません。

また、一般的に普及させるためには、設計技術の整備が必要となります。あくまで設計法は公的機関が整備をしますが、設計できるだけの知見をそろえたいと思います。それに加えて堤防を安全に長期間供用するためには維持管理(メンテナンス)技術を高めていく必要もあります。

鋼矢板二重壁は地震対策と越水対策の両方の機能を兼ね備えた複合的な対策技術も可能と考えており、実現に向け挑戦したいですね。激甚災害から国土を守ることに、少しでも技術的な貢献ができればと思っています。

河川堤防を科学する ジオラボ

共同研究の実験の一部は、日本製鉄 RE センター(千葉県富津市)のジオラボで行われています。河川の増水により発生する越水や浸透現象を中型土槽内で再現し、鋼矢板二重壁で強化された堤防の挙動と補強効果を評価しています。

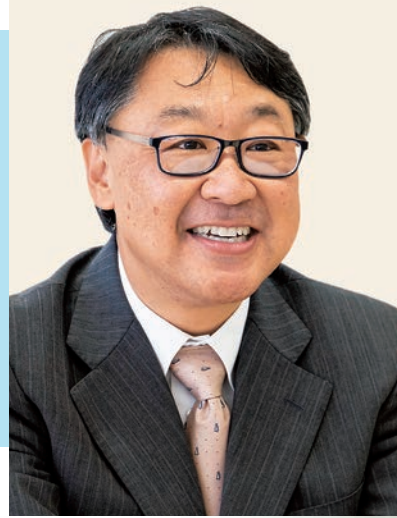
中型土槽は幅2・6×高さ1・7×奥行1・0メートルで、15分の1サイズの堤体が築造されています。実験の一例として越流水深30センチ(※)の越水を3時間程度継続したところ、堤高6メートル(※)に対して鋼矢板の根入れ7・5メートル(※)としたケースで、鋼矢板二重壁は安定した性能を発揮し、堤防高さを維持できることが確認されました。

「ジオラボでの実験結果も活用し、実用化に向けた不安要素を減らしていくことが、新技術を公共事業に採用いただくためには重要であると考えています。今回共同で実施させていただいているような工学研究では、人々の役に立つことが大事だと思っています。引き続き土と水のダイナミズムから地盤災害のメカニズムを解明し、河川堤防の強化に貢献する研究開発を推進していきます」(高橋教授)

粘り強い河川堤防の実現に向けて、鉄のテクノロジーが新たな地平を切り拓こうとしています。

※ 実スケール換算値

農業の営みを守り、 山津波^{※1}を防ぐ ため池堤体の補強



高知大学
教育研究部自然科学系理工学部門 教授
防災推進センター副センター長

原 忠氏

三山池(高知県長岡郡本山町) 高知県内に点在する220カ所(2022年7月末時点)の防災重点農業用ため池^{※2}の1つ。高知大学と日本製鉄が共同開発した鋼矢板二重式工法によるため池堤体の補強技術^{※3}が採用されました。

東日本大震災をきっかけに 鋼矢板の強靱性に着目

農林水産省によると、ため池とは「降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池」とされています。全国には約15万カ所のため池があり、東日本大震災や西日本豪雨などで、ため池の決壊による人的被害などが多く発生したことにより、農林水産省は全国の約5万カ所のため池を防災重点農業用ため池に指定して、防災工事を推進しています。高知県でも、南海トラフ地震対策として、ため池の耐震補強に取り組んでいます。地盤工学が専門の高知大学・原忠教授は、ため池の耐震補強の重要性について次のように語ります。

「高知県の海岸部は、太平洋と山間部に挟まれた場所に集落が立地しています。そういった場所では、大地震の際には、海からの津波と、山間部のため池(谷池)が決壊することによる山津波に挟まれ被害が拡大する可能性があります。そのため、津波対策として海岸堤防を整備するとともに、山間部のため池の耐震補強を行う必要があります」

原教授は、新たなため池堤体の補強技術の研究開発に着手した際、キーテフノロジーとして着目し取り入れたのが、鋼矢板二重式構造の持つ強靱性でした。

「堤防に点在する水門・樋管などの工事においては、工事中の仮設設備として鋼矢板壁を二列並べ双方の頭部をタイ材^{※4}で牽引する構造(鋼矢板二重式仮締切工法)が用いられます。東日本大震災直後に行った現地調査の被害状況を見て気づいたことがあります。それはこういった鋼矢板を使った仮設構造物への被害が非常に少ないことでした。本構造に震災における液状化や津波を耐え抜く強靱性があるのであれば、堤防の補強にも使えるのではないかと考えたのです」(原教授)

このようなアイデアを基に、原教授は2016年までに日本製鉄らと鋼矢板二重式工法^{※5}を共同開発。本工法は高知県の海岸堤防補強工事で採用されたことをきっかけに、現在では南海トラフ沿岸域の海岸堤防で多数採用されるに至っています。

「この鋼矢板二重式工法をため池堤体の耐震補強にも応用できると考えました」(原教授)

産官学の連携で 新工法を開発

ため池の堤体は、河川や海岸の堤防と同じように見えますが、構造や成り立ちの歴史に違いがあるといえます。

「堤防の用途として、水を堰き止めることは、河川堤防や海岸堤防と同様ですが、ため池ならではの課題がありました。まず、

ため池は常に貯水しているため、堤体の貯水側が常に水に接していることがあげられます。さらに、ため池の約70%は江戸時代以前に築造されたもの、もしくは築造年代が不明なもので、改修の設計や施工に必要な地盤や構造などの記録が残っていない場合も多くあります」(原教授)

ため池の従来の耐震補強技術としては、押さえ盛土工法、前刈金工法、遮水シート工法などが存在します。ため池は平野部の皿池と山間部の谷池に区分されますが、とりわけ谷池ではその狭隘な施工条件から耐震補強工事の実施が難しいといわれています。

「従来の工法で谷池の耐震補強工事を行うためには、盛土に使用する良質な粘土の確保が難しかったり、施工現場までの敷材の運搬や仮設などが高コストになったり、施工期間が長引くなどの課題がありました。また、工事のためにため池の水を抜く必要があり、周辺の営農の継続に影響が出る場合もありました」(原教授)

鋼矢板二重式工法は材料の入手や運搬の課題を解決できるだけでなく、ため池の水を抜くことなく、耐震補強工事を行うことができます。原教授は2016年に高知県内を中心とするさまざまなため池堤体の地盤物性や力学特性、被災ため池のフィールド調査を開始し、2019年から本工法が採用された高知県のため池で現場モニタリングを行ってきました。新しい工法の採用が迅速に進んだのは、産官学連携が重要だったと原教授は強調します。



三山池での施工風景

「研究者のアイデアや知識を形にするためには、企業のノウハウが不可欠です。ため池の鋼矢板二重式工法では、通常よりも深い位置まで鋼矢板を打ち込む必要があります。これを実現するには施工会社の現場のノウハウが必要でした。また、現場モニタリングを実施するためには実際に施工するため池が必要になります。これは高知県の協力なくしては実現できません。今回は産官学がしっかり連携することで、新しい工法を実現することができたと思っています。高知県のいじつそう(進取)の気風も後押ししてくれたと感じています」

原教授は今後の抱負を次のように語ります。

「ため池の鋼矢板二重式工法には、鋼矢板の剛性による耐震補強効果に加えて、鋼矢板で面的に締め切ることによる止水効果も期待されています。本工法が採用されたため池で長期のモニタリングを実施し、現場で得た観測データに基づく鋼矢板の適用効果の検証に取り組んでいます。鋼矢板二重式工法によるため池堤体の補強技術を通じて、ため池の被災リスクの低減を図り、地域の防災・減災、国土強靱化に貢献していきたいと考えています」

設計マニュアルづくりを進め、鋼矢板二重式工法の普及を目指します

私は原教授の指導の下、共同研究者として、また社会人博士としても本研究に取り組みました。

従来工法では山間部の狭隘地に位置する、ため池耐震補強工事の対応が大変難しかったのですが、従来からさまざまな現場で適用されるコンパクトな施工システム^{※6}を導入した鋼矢板二重式工法は、その課題を解消しました。従来工法よりも短い工期で工事が完了し、ため池も供用しながらの工事が可能で、農家をはじめとするため池の利用者への負担も最小限に抑えることができます。

ため池は非常に数が多く、堤体の高さや地盤の強度、貯水量などの条件が多岐にわたりますが、鋼矢板の剛性や粘り強さ、止水性を最大限に活用することにより、山間部の狭隘地をはじめ、さまざまな条件下におけるため池堤体の補強が可能となります。

今後、全国で加速していくため池の防災・減災に資する鋼矢板二重式工法を適用するための設計マニュアルづくりを進め、ため池補強工事の推進に寄与する工法として普及を目指します。



日本製鉄(株) 技術開発本部
鉄鋼研究所 鋼構造研究第一室
研究第三課
榎山 嵩 主任研究員

※4 タイ材：2列の鋼矢板壁の頭部同士を連結する部材。

※5 参考文献 「二重鋼矢板・鋼管杭堤防補強工法の耐震・耐津波設計の手引き(初版)」国立大学法人高知大学、株式会社技研製作所、新日鉄住金株式会社(2016年6月)

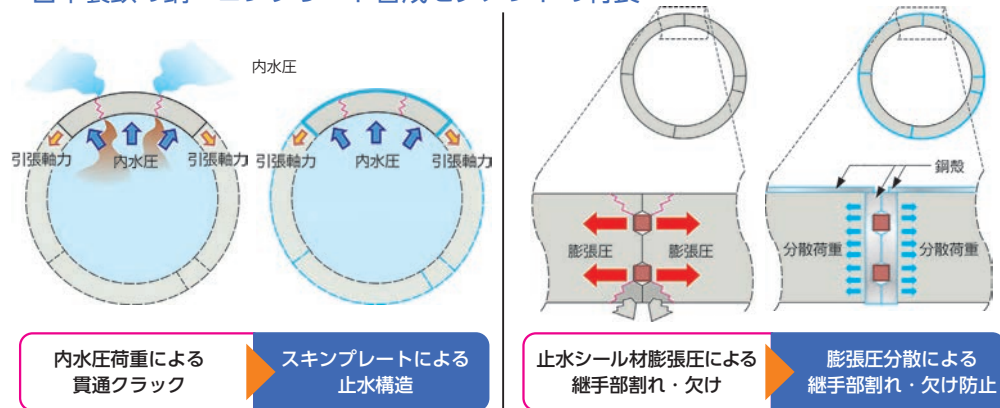
※6 参考文献 「圧入工法設計・施工指針—2020年版」国際圧入学会

※1 山津波：山腹から多量の土砂が土石流となって流れ出す大規模な山崩れ。

※2 防災重点農業用ため池：農業用ため池のうち、決壊による被害その他の災害により、その周辺の区域(家屋や公共施設など)に被害を及ぼす恐れがあり、政令で定める要件(貯水量や立地など)に該当するものとして、各都道府県知事が指定したため池。

※3 参考文献 「鋼材によるため池堤体補強工法 設計の手引き(初版)」国立大学法人高知大学、日本製鉄株式会社、株式会社イト日本技術開発(2021年8月)

日本製鉄の鋼-コンクリート合成セグメントの特長

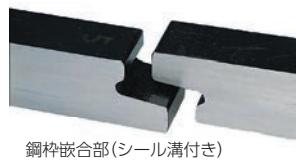


大口径トンネルを主なターゲットとした「NMセグメント®」と、中小口径トンネルを主なターゲットとし、より汎用性の高い鋼殻とコンクリートを一体化したコンクリート中詰合成セグメント「HCCP®セグメント」があり、どちらも地下調節池などに採用されています。

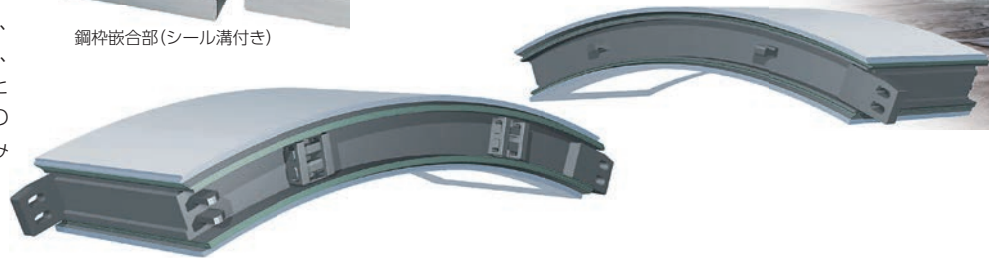
地下調節池に流入する雨水の圧力(内水圧)によって、コンクリートはひび割れてしまうことがあり、クラックや剥離などの弱点箇所から漏水し、トンネルの耐久性に悪影響を及ぼします。合成セグメントは鋼殻で覆われているため、トンネル本体からの漏水がなく、高い止水性を長期的に発揮します(左図)。また、鋼殻は水膨張した止水シール材の荷重分散機能も果たすため、中詰めコンクリートにダメージが及ぶこともありません(右図)。

嵌合方式合成セグメントの構造

NMセグメント®は、独自のかみ合い構造を特長とする嵌合方式合成セグメントです。このかみ合い構造は優れた耐震性を発揮し、さらにかみ合い構造に止水ゴムを封入することで、きわめて高い止水性能を発揮します。また、ボルトレス継手の採用により作業の安全性と高速施工を実現し、トンネル径13メートルの施工現場においても、1リング約40分で組み上げることができます。



鋼棒嵌合部(シール満付き)



長耐久性という付加価値を追求していきます

地下空間は調節池や分水路だけでなく、鉄道や道路共同溝、下水管など、さまざまな用途で使われています。そのため、これから新たにトンネル構造物を敷設する地下空間は、深さ40メートルを超える大深度になっていきます。大深度になると外水圧が高まり、より高い止水性能が求められます。引き続き品質が大きなテーマになります。トンネル構造物は簡単に作り直すことができません。50年、100年の供用が求められるなか、ライフサイクルコスト全体の適正化は大きな課題だと思います。長耐久性という付加価値を追求していくことが、日本製鉄のチャレンジすべきテーマだと考えています。メーカーとして技術に向き合って、これからも国土強靱化に貢献していきます。



日本製鉄(株) 厚板・建材事業部
土木建材技術室 土木技術第三課

中島 正整 上席主幹

使用条件に最適な構造を提案します

NMセグメント®はこれまで外径10メートルを超える大口径トンネルをメインに数多く採用されてきました。東京都の地下調節池のほかに、大阪府の豊屋川北部地下河川・古川調節池(1996～97年施工)にも採用されており、25年経過した現在でも漏水やコンクリートの欠損などがなく、トンネルの健全性を保っています。さらに外径5メートル程度の中口径トンネルにおいても、NMセグメント®の特長であるかみ合い構造を活かした新しい嵌合方式合成セグメントNMW®を開発し、2021年に商品化しました。NMW®は地下調節池による豪雨対策だけでなく、雨水貯留管などの比較的規模の小さな浸水対策にも適用可能です。これらも日本各地で使っていた高強度で高品質な合成セグメントを提供し、使用条件に最適な構造を提案していきます。



日本製鉄(株) 厚板・建材事業部
土木建材技術室 土木技術第三課

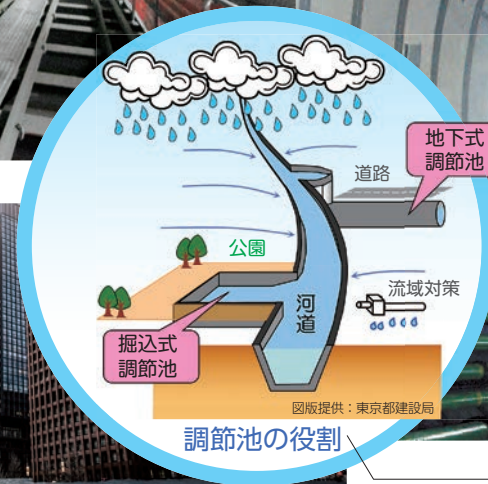
佐田 崇 主幹

都市を浸水から守る 地下調節池

取材協力：東京都建設局河川部



古川地下調節池



調節池の役割

洪水時に河川の水位が上昇すると、護岸に設けられた越流堰から洪水が池内に流入し、下流の河道流量を軽減する役割を果たしています。

神田川・環状七号線地下調節池第二期事業

東京都内では2007年度完成の神田川・環状七号線地下調節池第二期事業(中野区・杉並区)をはじめ、2017年度完成の古川地下調節池(港区・渋谷区)、事業中の谷沢川分水路(世田谷区)で、日本製鉄の鋼-コンクリート合成セグメントが使われています。

治水対策に欠かせない 調節池と分水路の整備

東京都内には4水系92の一級河川と、15の二級河川が、合計約857キロにわたって流れています。人口や資産が集積する首都・東京を水害から守るため、調節池と分水路は、治水対策の要の1つとなっています。

調節池とは、下流部の氾濫を防ぐために洪水の一部を貯留する施設です。東京都で現在稼働している調節池は12河川27カ所で、総容量は合計約264万立方メートル(2021年度に達します)。掘込式、地下箱式、地下トンネル式の3方式があり、主に地上部を掘削して造成する掘込式は、他の形式に比べ広い用地が必要となるため、都市化の進んだエリアでは公園や道路など、公共用地の地下を活用した地下箱式や地下トンネル式が用いられています。

一方、分水路とは河川を途中で分岐させることによって溢水を防ぐ人工水路のことで、東京では幹線道路などの地下を利用して整備が進められています。現在、東京都が管理する分水路は5河川8カ所で、総延長は約12キロに及びます。いずれも暗渠方式で地下を流れています。

日本各地に甚大な被害をもたらした2019年10月の台風19号(令和元年東日本台風)では、都内でもまた区部で総雨量約300ミリ、多摩地域では約600ミリという記録的な豪雨となりました。このとき、都内の浸水被害の軽減に大きな

役割を果たしたのが、調節池と分水路でした。これまでに整備された調節池が効果を発揮し、神田川・環状七号線地下調節池でも総容量の9割に当たる約49万立方メートルを貯留。これにより下流部で最大約1・5メートルの水位低下効果があったと推測されています。

鋼-コンクリート 合成セグメントの適用

東京都では、従来まで1時間当たり50ミリの降雨を洪水対策の目標整備水準としていました。しかし近年増加する集中豪雨などに備えて、年超過確率20分の1の降雨に対応できるよう目標整備水準を引き上げて対策を強化しています。

そして新たな調節池や分水路の整備にも着手。2025年度までに環状七号線地下広域調節池をはじめ現在整備中の7調節池と1分水路を稼働させ、都内全域の調節池容量を約360万立方メートルに拡大する予定です。地下トンネル式調節池の建設では、嵌合方式合成セグメントをはじめとする鋼-コンクリート合成セグメントが使われ、浸水被害のさらなる軽減に貢献しています。

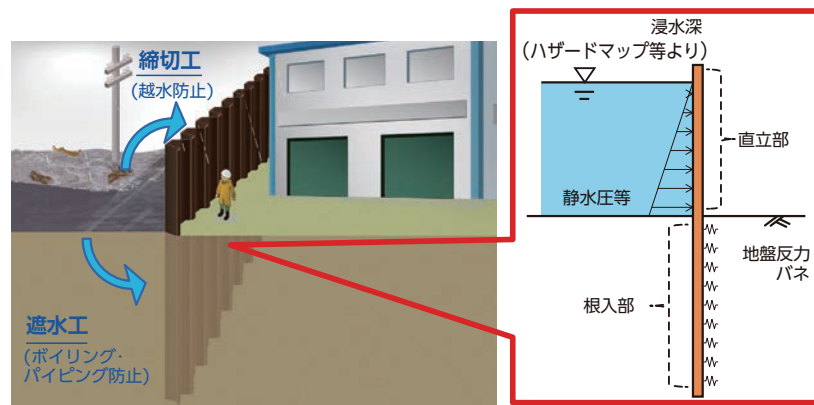
調節池や分水路などの地下構造物は、耐久性や止水性を高めることで長寿命化することが求められています。東京都では、治水対策と環境対策を両立させながら効率的な整備を今後も進めていく計画であり、鉄のテクノロジーへの期待はますます高まっていくことでしょう。



2021年8月11～14日の記録的な豪雨

高さ2メートルの遮水壁が大町工場内への浸水を阻止するとともに、再発防止策によって油流出を発生させませんでした。

日本製鉄の浸水対策用鋼製遮水壁による対策イメージ



直立部では洪水時の浸水を、根入部では地盤内の浸透水を遮断します。想定浸水深に応じてハット形鋼矢板、コンビジャイロ工法、ジャイロプレス工法から、近接施工や狭陰地施工ではゼロクリアランス工法と設計・施工条件に応じた工法を選定できます。

ハット形鋼矢板



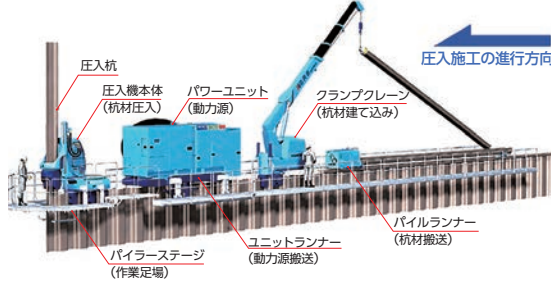
コンビジャイロ工法



圧入工法



GRBシステム施工



佐賀鉄工所は被災者向けの説明会を開くとともに、各世帯を訪問して補償内容に理解を求める一方、大町工場の復旧を目指しました。日本の自動車産業にとって、部品供給工場が災害によって甚大な被害を受け、部品が自動車メーカーに供給されなくなるサプライチェーンの寸断が起きますと、生産台数減少の大きな要因となり、経済活動の停滞につながります。(一社)日本自動車工業会はサプライチェーン全体でボルト生産を被災前の状況に戻せるよう、大町工場を支援しました。その結果、被災3週間後に一部操業再開、10月には工場全体が復旧を果たしました。

総延長400メートルにわたり高さ2メートルの遮水壁を設置

佐賀鉄工所は再発防止策として、大町工場に総延長400メートルにわたり、高さ2メートルの遮水壁を設置しました。この遮水壁のうち、延長250メートルは日本製鉄製の鋼製遮水壁が採用されました。ハット形鋼矢板を地盤へ打ち込むことで、直立部では河川氾濫時における内部への浸水を防ぐとともに、根入部

で地盤内の浸透水を同時に遮断できます。また、ハット形鋼矢板を圧入施工することで急速施工による工期短縮や近隣に配慮した低騒音・低振動の施工ができることも採用理由でした。大町工場では遮水壁の設置のほか、西側の河川に水位センサーを設置してリアル監視システムを構築、工場内5カ所に排水能力がある施設を整備、油槽を高さ80センチの鉄板で囲み浸水を防止するなどの対策を2020年5月までにすべて完了。ソフト面では水害に

特化した防災マニュアルを策定し、佐賀県や大町町、警察、消防などと合同で防災訓練を実施しています。2021年8月には、2019年8月をさらに上回る記録的な豪雨に見舞われましたが、大町工場では教訓を活かした再発防止対策が功を奏し、浸水を阻止するとともに油流出を発生させませんでした。浸水対策用鋼製遮水壁という鉄のテクノロジーが、工場を守り、地域を守り、日本の産業を守っています。



教訓を活かす 鋼製遮水壁による浸水対策

取材協力：(株)佐賀鉄工所大町工場

(株)佐賀鉄工所大町工場(佐賀県杵島郡) 総延長400メートルにわたり浸水対策用の遮水壁が設置されました。



浸水対策用鋼製遮水壁の施工中(左)と施工後(右)



記録的な集中豪雨で 浸水による油流出が発生

2019年8月27～28日、九州北部を集中豪雨が襲いました。なかでも佐賀県では1時間で100ミリを超える記録的な大雨が降り、佐賀県の中央に位置する大町町一帯では、多くの住宅や畑が浸水するとともに、大手ボルトメーカーである(株)佐賀鉄工所の大町工場から油が流出しました。

油流出の原因は、大町工場内の熱処理炉の焼入れ油槽に水が流入したためでした。焼入れとは熱した鋼を急冷させて、強度を増すために行われる熱処理のことで、ボルトづくりに欠かせない工程です。24時間稼働の工場では、浸水を防ぐために土嚢を積み、油流出に備えてオイルフェンスを設置したのち、28日午前4時30分には熱処理の全工程を停止していました。しかし午前5時ごろには建物への浸水が始まり、従業員は必死に浸水を防ぐ作業に当たりましたが、瞬間に大量の雨水が油槽に侵入。油の相当量は建物内にとどまったものの、一部は工場外に流出しました。

油の防除・回収作業は佐賀鉄工所の従業員やOB、災害派遣された自衛隊、国土交通省、佐賀県、地元消防団、大町町の関係者、得意先・仕入れ先各社、またボランティアの方々など、のべ2000人以上の人々によって懸命に行われました。その結果、9月以降に六角川で油分は確認されず、六角川が流れ込む有明海でも油分は検出されませんでした。