

平成29年度

河川研究セミナー講演録

—河川の点検評価の取り組みと現状—



公益財団法人

河川財団

平成29年度

河川研究セミナー—講演録
—河川の点検評価の取り組みと現状—

公益財団法人 河川財団
河川総合研究所

はじめに

河川財団では、河川の新たな調査研究課題のシーズ調査や啓発を目的として、国土交通省国土技術政策総合研究所や国立研究開発法人土木研究所等より講師をお招きして「河川研究セミナー」を開催しています。6年目となる平成29年度は、「河川の点検評価の取り組みと現状」をテーマに取り上げ、3回のセミナーを開催しました。

平成25年の河川法一部改正以降、河川管理施設の維持管理の実施が義務化され、施設の健全性等およびその対応方針については国民へ公表することが求められています。河川維持管理は、堤防や樋門・樋管、水門等の河川管理施設を対象に、適切な時期に適切な方法により点検を行うことが重要です。これらに関して、平成29年3月より「堤防等河川管理施設等の点検結果評価要領」が発出されるなど、河川の点検評価に対し、様々な研究や対策が行われているところです。

本セミナーでは、「河川の点検要領と河川維持管理データベースシステム」、「河川コンクリート構造の劣化診断と補修」、「災害調査を踏まえた維持管理」について、河川維持管理や堤防等河川管理施設の点検評価に関する最近の動向について講演いただきました。

本講演録は、講師のご了解を得て講演内容を取りまとめたものです。河川維持管理の業務や最前線の研究に携わる立場から、河川の維持管理についての現状と課題や評価方法等について幅広く触れられており、河川管理の実務の最新の動向が分かる内容となっておりますので、実務に携わる皆様に参考としていただければ幸いです。

平成30年3月

公益財団法人 河川財団

河川総合研究所

contents

第1回 河川の点検要領と河川維持管理データベースシステム

八木裕人 (公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 副所長)

鈴木克尚 (公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 上席研究員)

.....3

第2回 河川コンクリート構造物の劣化診断と補修

古賀裕久 氏 (国立研究開発法人 土木研究所 先端材料資源研究センター 上席研究員)

.....31

第3回 治水システムを構成する河道・堤防の維持管理の要点

諏訪義雄 氏 (国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 室長)

福島雅紀 氏 (国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 主任研究官)

.....55

平成29年度

第1回 河川研究セミナー

河川の点検要領と河川維持管理データベースシステム

八木裕人（公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 副所長）

鈴木克尚（公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 上席研究員）

開催日：平成29年7月31日（月）

場 所：AP 秋葉原

河川の点検要領と 河川維持管理データベースシステム

公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 副所長 **八木 裕人**
公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 上席研究員 **鈴木 克尚**

八木 河川財団の八木でございます。よろしくお願
いします。それでは「河川の点検要領と河川維持管
理データベースシステム」という題で報告をさせて
いただきます。

(スライド1) 発表の内容ですが、私から河川の
点検要領と点検結果に基づいた評価の公表等、河川
財団で対応しています維持管理関係のうち、特に点
検に関わる内容について報告させていただきます。
その後、鈴木から、河川維持管理データベースシ
ステムであるRMDIS（リマディス）について説明さ
せていただきます。

(スライド2) まず、点検評価結果公表に至る経

緯と背景ということで、主立ったことを書いており
ます。かなり前から維持管理は大事だということ
で、本省と整備局が動いているわけですが、なか
なか具体的な動きがなかったというところがござい
ます。ただし、平成23年5月、「河川砂防技術基準
維持管理編」が策定されたことが大きな節目の1つ
かなと思っております。集中豪雨の頻発や巨大な台
風の襲来等による浸水被害の多発、今後の施設更新
数の増加を背景に、適切な維持管理の必要性が明確
になりました。それにあわせて河川維持管理計画も
作成されることとなり、おおむね5年間で維持管理
をどうしていこうか、ということ河川ごとに策定
されていまして、それが公表されています。それか
ら、あわせて平成24年度には「堤防等河川管理施設
及び河道の点検要領について」が出されました。

特に大きな転機になったのが、平成24年12月に起
きた笹子トンネルの落盤事故でございます。これが
大きな転機になったと思います。国、地方公共団
体、高速道路会社などのインフラ管理者を中心に、
戦略的なメンテナンスの取組みが推進され、道路だ
けではなく、河川管理施設等についても対応してい

● スライド1

＜内容＞

1. 河川の点検要領
 - (1) 点検評価結果公表に至る経緯と背景
 - (2) 点検業務の円滑な実施に向けて
 - (3) 維持管理における取組み
 - (4) 堤防植生管理の構築
 - (5) 点検結果評価要領の概要
 - (6) 点検結果評価要領改定のポイント
 - (7) 点検評価結果の実態
2. 河川維持管理データベースシステム

● スライド2

1. 点検評価結果公表に至る経緯と背景①

H19.4 ◆「効果的・効率的な河川の維持管理の推進について」

H23.5 ◆「河川砂防技術基準維持管理編」の策定
集中豪雨の頻発や巨大な台風の襲来等による浸水被害の多発、今
後の施設更新数の増加を背景に適切な維持管理の必要性
⇒河川維持管理計画の作成(概ね5年間)

H24.5 ◆「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領について」
河川砂防技術基準維持管理編に基づき、効果的・効果的な管理の
ため評価、変状の発見・観察方法等について標準的な内容を提示

H24.12 ◆笹子トンネルの落盤事故
国・地方公共団体、高速道路会社などのインフラ管理者を中心に、
戦略的なメンテナンスの取組みが推進
⇒インフラの老朽化が社会問題化
(本格的に維持管理の時代へ)



くことになりました。インフラの老朽化が社会問題になったため、維持管理を具体的にしっかりとやっていくという機運が高まったと感じております。

(スライド3) 平成25年度に入りまして、河川法の一部が改正された結果、堤防等の河川管理施設の維持管理が明確化されました。あわせて、社会資本整備審議会から「今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について」が答申されまして、施設の健全性及びその対応方針の国民への公表と国民の理解と協力推進ということで、社会資本の健全性について公表を推進することになりました。その後、平成27年、28年に河道の点検要領や点検結果評価要領が立て続けに出されたということで、点検をしっかりとやっていくということになりました。堤防等河川管理施設の点検評価結果公表については平成28年、29年度に評価をして整理していますので、もう間もなく公表されると本省から聞いているところでございます。そのため、維持管理をしっかりとしていこうと動かなければいけない状況で、実際に現場の方はどうだということでございます。

(スライド4) ここに参加している方は皆さんわかるとは思います、点検業務の円滑な実施に向けて現場の事務所、特に出張所は現場の職員が少なくなっている状況で、点検・評価しなければいけません。現場の業務を請け負っていると非常に無理があることがわかります。そうするとどうなるか。当然アウトソーシングによる体制の確保が必要となります。これは維持管理業務や河川管理施設監理検討業



務の中で各整備局の各河川事務所で2、3件ほど発注されているところで、今後増えていくのではないかと考えております。その中で何をやるかということで、点検業務を適切に実施するには点検業務に対する必要な技術の習得と慣れが必要だろうということで、河川財団としては維持管理業務を請け負いまして一生懸命やっているところでございます。

維持管理業務では点検をして、河川管理施設、特に堤防等で損傷を受けている箇所が、すぐに直さないといけないのか、もう少し継続的に点検や監視をしていこう、というようなところなのかを評価しないといけません。これにつきましては、適切な評価ができる経験と知識の積み重ねが必要になりますが、役所の人は2年くらいで変わってしまいますから、その現場に慣れた頃には変わるので、点検を評価するのが難しいということがあります。そのため、我々が業務委託の中で対応していくことが非常に重要なことかと思っております。

● スライド3

1.点検評価結果公表に至る経緯と背景②

H25.12 ◆河川法一部改正

- 二 河川管理施設等の点検は、河川管理施設等の構造等を勘案して、適切な時期に目標その他適切な方法により行うこと。
- 三 前号の点検は、ダム、堤防その他の国土交通省令で定める河川管理施設等については、一年に一回以上の適切な頻度で行うこと。

⇒堤防等河川管理施設の維持管理を明確化

◆「今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について」

施設の健全性等およびその対応方針の国民への公表と国民の理解と協力推進

⇒社会資本の健全性について公表が推進

H28.3 ◆「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案)」

◆「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」

H29.3 ◆「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」

⇒(案)が取れ、本格運用開始

H29. ◆堤防等河川管理施設の点検評価結果公表

● スライド4

2.点検業務の円滑な実施に向けて

- ① 現場の職員が少なくなっている状況。
⇒ アウトソーシングによる体制の確保。
- ② 点検業務を適切に実施するには。
⇒ 点検業務に対する必要な技術の習得。
- ③ 点検結果を適正に評価するには。
⇒ 適切な評価ができる経験と知識の積重ね。

また、どのようにすればより良い点検や評価ができるかということで、後で説明がありますが、要領の見直しやRMDISを改善して現場で使いやすいものにして、適切に点検や評価をしていけるように、河川財団ではいろいろと業務を請け負っているところがございます。

(スライド5) それでは、河川管理施設の根幹をなす堤防の点検について説明をさせていただきたいと思っております。今回のテーマの堤防点検は基本的には年2回、出水期前と台風期に行います。普段は河川巡視を行うことで日々管理していますが、そういう中で何か異常があれば、それを評価して補修工事にもっていきます。

このような堤防に関わる工事では、新しく堤防を造り、嵩上げ、腹付けを行います。そうしたとき、基本的にはシバを張って3年間、養生工事を行って、その後除草工事に入っていきます。この堤防養生工事、シバを張って養生工事をやっている期間は、ある程度シバを保持できます。養生工事後、除草工事を毎年やっているのですが、この質が落ちていくといいますか、回数が少ないことによってシバの維持が非常に難しいわけです。

この状況を踏まえると、例えば普段の河川巡視、それから年2回やろうとしている堤防点検が非常にやりづらい状況となりますので、河川財団としては巡視や点検等の対応をきちんとやっていくということとあわせて、例えば堤防養生工事、堤防除草工事についても研究を行っています。養生工事につ

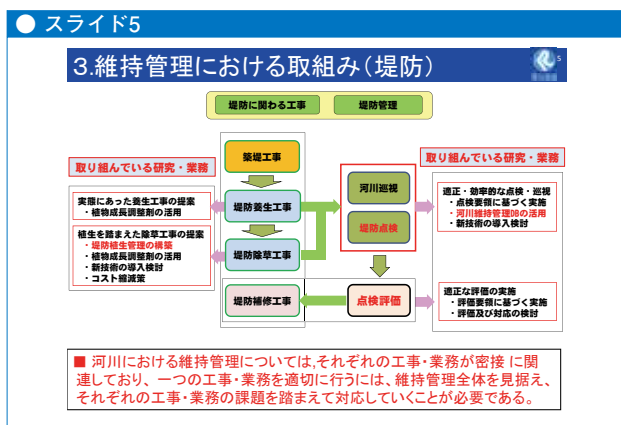


いては特に抜根が中心になるのですが、抜根する人たちが少なくなっている状況を踏まえて、植物成長調整剤を活用した養生工事ができないか検討を進めています。除草工事につきましては、後で説明させていただきますが、堤防植生管理の構築、養生とあわせた形で植物成長調整剤の活用、植生管理を含めた中で効率化を図るために、新技術導入の検討をしています。ただ、予算には上限がありますので、コスト削減策もあわせて考えながらいろいろと進めているところでございます。

まとめとして書いていますが、河川における維持管理につきましては、それぞれの工事・業務が密接に関連しておりまして、1つの工事、業務を適切に行うには、維持管理全体を見据え、それぞれの工事・業務の課題を踏まえて対応していくことが必要であると考えています。

戻りまして点検の方ですが、点検要領に基づく実施は維持管理業務を受けまして、各事務所のフォローをしております。それから、河川維持管理データベース（RMDIS）の活用についても、いろいろと検討しており、これらにくわえて新技術の導入を検討しています。要領等の見直し等を含めまして、評価要領に基づく実施、評価及び対応の検討をきちんとやるには、やはりこれらの工事もきちんと対応していかなければいけないということで、業務と工事についてしっかり検討して進めています。

(スライド6) 次に、先ほどちょっと説明させていただきました、河川財団が特に力を入れている点



検や巡視に大きく影響します、堤防植生管理の構築の状況を説明させていただきます。

まず、堤防植生管理に関わる社会的背景についてです。従来、昭和の時代からずっと堤防を造ったときにはシバを張り、地域によって差はありますが、年2、3回の除草工事に加え、農薬や野焼きでシバを維持してきました。しかし、ゴルフ場問題等がありまして、平成2年3月、農薬は使用禁止という事務連絡が河川局から出され、農薬については使えない状況になりました。その後、除草の回数を増やしたり、また野焼きをしたりしてシバを維持してきましたが、平成4年度に廃掃法（廃棄物の処理および清掃に関する法律）が改正されて野焼きが禁止されてしまいました。それでも3回～5回ぐらい除草をすれば、何とかシバを維持できる状況でしたが、致命的だったのが、平成22年度の維持管理費の地方負担の廃止でした。これまでの維持費は国費が50%、地方が50%負担でした。単純に言うと、100円のうち50円が地方の負担額で、地方負担金が廃止になったということは、国費50円だけでやるということです。

つまり、極端なことを言えば、事業費が半分になったということです。結果的には大体全国どこの河川も同じだと思いますが、除草の回数が2回になるなど、平成22年度ごろから堤防の植生が非常に乱れてきたという状況があります。

（スライド7）これは実績や経験でわかりますが、シバについては年2回の除草で維持していくの

はとても無理だという問題が生じます。堤防の植生についてはシバが一番いいにもかかわらず、他の草や外来種に遷移していくと、シバが維持できなくなり、堤防機能が弱体化していきます。それでも堤防に適した植物が繁茂してくればいいのですが、外来種といわれる外来植物ばかりが繁茂してしまいます。そうすると、年2回の除草工事で出水期前に刈っても、次の台風期に除草するまでの間に草丈が一気に伸びてしまいまして、巡視しても堤防がどうなっているかわからないという状況になります。

外来植物の侵入ということで、カラシナは地域の人たちからすると見た目が黄色で非常に良いのですが、大根の根っこみたいなものができて大きくなり、最後はしぼんでしまいますので、枯れると堤防の表面がでこぼこになってしまいます。酷い状況になってしまうため、堤防に対しては非常に悪い状況になります。カラシナに対してはあまり住民の人たちからは苦情が出ませんが、他の外来植物の繁茂は非常に苦情が出てきます。先ほども述べましたが、限られた費用で堤防の植生を含む維持管理をしているのが非常に難しいところでして、これをどうするかは非常に大きなテーマだと思っています。

（スライド8）繰り返しになりますが、植生の機能の1つは堤体の耐侵食性の確保があります。この画像は通常よくガリというものですが、雨が降ったときに水が1つのところに集まって、こういう割れ目みたいなものができてしまう。裸地になって表面が柔らかいと、ガリがよく発生してしまいます。こ

● スライド6

4.堤防植生管理の構築①

《堤防植生管理に関わる社会的背景》

堤防植生管理方法は、農薬の使用禁止、野焼きの禁止、除草2回（集草1回）への移行等、社会的動向に伴い変化し、除草回数は減少した。

社会的動向に伴う堤防植生管理の変化


年代	堤防植生管理方法	社会的動向
～H2	除草2～3回+農薬（+野焼き）	H2.3農薬の使用禁止 (河川局 事務連絡)
H3～H4	除草3～5回（+野焼き）	H4.7野焼きの禁止 (廃掃法の改正)
H5～H21	除草3～5回	
H22～	除草2回（集草1回）	維持管理費の地方負担の廃止

● スライド7

4.堤防植生管理の構築②

《堤防植生の課題》

- シバは年2回除草の管理方法では、他の草種に遷移。
 - 堤防機能の弱体化。
- 外来植物の侵入・繁茂の影響による問題。
 - 出水期間中の河川巡視等への支障。
 - 貴重な在来植物の減少 など。
- 景観や環境悪化などに対する沿川住民からの苦情。
- 限られた費用による堤防植生を含む河川維持管理の実施。



これは洪水の越水だけではなく、雨でもこういう状況は発生してしまいます。ですから耐侵食性の高い植生で覆うことが求められるのです。

また、点検のときは除草をその前にしていますから何とかできると思いますが、こういう外来種の草丈が非常に伸びてしまった後だと、通常の巡視ができなくなるという状況もあるので、やはりある程度の草丈を維持して、低く抑えて維持できる植生で堤防を覆うことが求められるのではないかと思います。環境機能ということでは、外来種の他に日本特有のチガヤ等が出てきている河川もけっこうあります。そういうところではチガヤの環境の中に、従来では見られなかった重要な植物や昆虫等が、生息環境としてできてしまう、痛し痒しみたいなところもございます。

(スライド9) なぜシバがいいかという、河川財団では関東の業務で植生タイプとっておりますが、それをいろいろと調べているところがございます。まずシバは根毛率といって表面に根を張ります

ので、侵食等に対して非常に強く、草丈が低いので、堤防に異常があったときに発見しやすい。チガヤは根毛量としてはシバには劣りますが、草丈もそれほど伸びないので、ある程度除草で刈ってれば、耐侵食機能は、シバには少し劣りますが、まだいいのではないかと考えています。通常の管理ではもうシバを維持していくのは難しいので、最低限の耐侵食機能を持っているチガヤは保っていきたいところです。外来牧草タイプはとにかく草丈が伸びるのが速く、根毛量もシバとかチガヤに比べて低く、侵食に対しても弱いだろうということで、維持管理上、堤防植生は基本的にはシバとし、チガヤでもある程度維持していこうと考えているところがございます。

(スライド10) 堤防管理を踏まえたうえで、植生タイプを目視によって把握して区分しますと、先ほど説明した状況の中で、シバタイプ、チガヤタイプ、外来牧草タイプとタイプ分けをしています。シバタイプは、堤防植生に対して最も適しているということで維持していきたいと考えています。チガヤタイプは、シバで無理ならば草丈を適切に管理して維持していきたい。外来牧草は、除草工事だけで無くするのは非常に難しいので、点検業務には支障のないように、年2回の除草工事に対応しまして、最終的にはシバとかチガヤに植生転換が必要だと考えています。タイプを区分するとき、ここら辺はこれからモニタリングをしてもう少し検討していかなければいけないのですが、例えば100平米の中にシバ

● スライド8

4.堤防植生管理の構築③

《堤防植生の機能》

①治水機能

■堤体の耐侵食性の確保

堤体を流水や雨水等による侵食から保護するため、耐侵食性の高い植生で覆うことが求められる。

■堤体の状態を把握しやすい

草丈の維持

河川巡視等では、堤体の変状を発見しやすい草丈を維持できる植生で覆うことが求められる。




②環境機能

■良好な自然環境の維持・保全

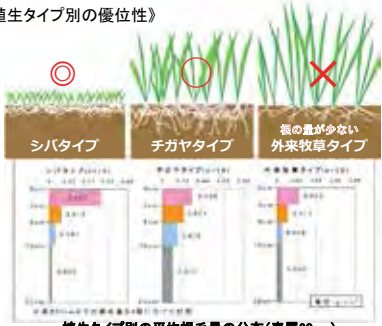
チガヤ等の草地環境、重要な植物・昆虫等の生育・生息環境を維持・保全できる植生で覆うことが求められる。



● スライド9

4.堤防植生管理の構築④

《堤防植生タイプ別の優位性》



植生タイプ別の平均根毛量の分布(表層20cm)

● スライド10

4.堤防植生管理の構築⑤

《堤防タイプ区分》

管理区域内の堤防の基本特性としての「堤防植生タイプ」を目視によって把握し、**堤防管理を踏まえ堤防植生タイプに区分することで、堤防植生管理に資することを目的とする。**

堤防植生タイプ区分に応じた管理のあり方	
堤防植生タイプ区分	堤防植生管理のあり方
① シバタイプ (優占率3割以上) (在来多年草)	① 堤防植生として維持する植生
② チガヤタイプ(優占率3割以上) (中型在来多年草)	② 草丈など適切な管理により維持する植生
③ 外来牧草タイプ	③ 原則、シバやチガヤに植生転換が必要な植生(植生転換までは点検対応の管理を実施する)

がどれくらいの割合であるかで設定をしています。3割以上というのはなんらかの形で除草を行えば、シバ以外の草などを無くし、何年かかるかは難しいところですが、シバ堤にできるだろうというぎりぎりの数字です。これは場所や地域によって違うかもしれませんが、3割をタイプ分けの目安としています。チガヤについても同じ考え方で設定しています。

(スライド11) それから植生タイプですが、先ほどからシバやチガヤなどを外来種とっていますが、関東の河川を見ると大体このような形で整理ができます。横軸は1月から12月ですが、最初検討をし始めたときはこちらだけを注目していました。これは多年草でして、縦軸が草丈です。セイバンモロコシやセイトカアワダチソウは非常に草丈が高くなって、除草工事が年2回になってくるとだんだんシバなどが侵されていきます。チガヤは草丈としては低い多年草です。ところが先ほどのセイヨウカラシナは一年草といたしまして、2月、3月くらいから大きくなり始めまして、最初の出水期前の除草工事を行うときは、セイバンモロコシとかセイトカアワダチソウを除草するのではなくて、成長の早いセイヨウカラシナやネズミホソムギなどの一年草を刈ることになります。

また、図で植物が実をつける時期を○で示していますが、植物は実をつけるときに一番体力を使うらしいので、種が地面に落ちる前に刈ってしまえばいいのですが、実際は実をつけて落ちた後で刈っていきます。そうすると来年また落ちた種から芽が出てき

てしまう。集草で腐った植物などすべてを除いてしまいますので、多年草も一年草も出てくるとい、現状の除草時期は、こういう堤防に悪影響を及ぼす一年草や多年草に対して除草しているようなことがわかってきました。

できれば出水期前の除草の前に、その河川ではどのような植生になっているか調べて、タイプや区分を把握し、その状況にあわせた形で除草するというのが非常にいいのかなと考えています。こうして、堤防に悪影響を及ぼすセイヨウカラシナやセイバンモロコシの種がつく前に刈ってしまえば、次の年にはだんだん衰退していくというような形で、ある程度気の長くなる話ですが、やっていきたいと考えております。堤防に対して次どのような植生になるかわかりませんが、在来種が生えてくる可能性もありますので、うまくモニタリングをして、その年度その年度で調査をして対応していかざるを得ないのかなというのが、今の状況でございます。

(スライド12) これからは点検要領の概要について説明させていただきますが、まず、点検の手順が大事です。評価の手順と書いてありますが、点検をどのようにやっていくか要領を整理したのがこの図です。当然、除草工事をした後に点検をします。変状があれば、それをきちんと評価するという事です。

変状ごとの評価ということで、後で出てきますが、最初に職員や業務委託も含めまして堤防点検を行ったときに、実際の現場で損傷や変状を発見した

● スライド11

4.堤防植生管理の構築⑥

《堤防植生タイプの調査》

- ・堤防植生の生育状況の判別は、堤防除草前に実施。
- ・植物は季節により優占種や種構成が変化するため、年2回(春季:4~5月、秋季:8~9月)実施。
- ・カラシナ・アブラナ類が問題 → 3~4月に追加調査。

堤防植生タイプの調査時期

● スライド12

5.点検結果評価要領の概要①

《主な内容》

堤防等河川管理施設の目視点検の結果を基に機能低下の状態を評価し、施設の状態に応じた対策を判断するための考え方を提示。

《評価の手順》

《対策》

- 健全な状態
- 点検計画に基づき継続監視
- 軽微な変状は補修を実施
- 進行状況、損傷規模、経済性等を勘案し計画的に対策を実施(5年以内の対策が目安)
- 総合評価を待たずに速やかに対策を実施

場合には、一次評価という形で評価をします。これは次に説明しますが、スモールa、b、c、dとあり、点検者が機能低下の状況、進行性を評価することでございます。実際、事務所もなかなか現場の職員が少ないなかで、管理課長の皆さんが調整をして点検をやります。ただし今の要領ですと、一次評価した人の名前を入れることになっていて、これを皆さん嫌がります。責任問題という言い方はおかしいですが、aは「異状なし」で何もませんが、自分でb、cとか評価をして個別の表に入れなければいけないという状況ですので、ここを嫌がります。そういうなかで我々が管理業務を請けていると、bとかcですとフォローをして、判断をするのはそんなに難しくないわけです。しかし、記入者として名前を入れるのを、非常に嫌がる場所がございます。

それから、一次評価の次に二次評価というのがあります。これは横断的連絡調整会議という事務所全体でやる会議で、一次評価を受けて事務所として評価をする会議です。責任を個人ではなく、きちんと組織として事務所でするのが、二次評価でございます。最終的には個別に評価をしますが、堤防はある程度の一連区間、または構造物のところは施設ごとに評価します。こういうスモールa、b、c、dの評価を踏まえまして、ラージA、B、C、Dという総合的な評価をします。これを公表するということで本省が動いているところですが、まだ最終的には公表されていません。

細かい説明は後でしますが、aというのは健全な状態。bは要監視段階で、引き続き調べていきましょう。cは難しく、予防保全段階ということで、これ以上何かあると危ないけれども、今のところは経過観察して放っておいてもいいかなという、ここが評価するときに非常に難しいところがございます。dというのは、すぐに直す必要がある措置段階という評価になります。

(スライド13) 細かくいうとこの表です。河川はいろいろな外力にさらされても、河川管理施設の機能を停止できないので、戦略的維持管理として、河川管理施設の長寿命化や維持管理コストの縮減を図るために、「予防保全」の推進が位置付けられています。河川管理施設の受ける外力は、低頻度の大規模な外力を主な対象としているため、進行する可能性のある変状等は、継続的に「監視」を続けていく必要があるということです。

先ほども少し述べましたが、aは「異状なし」、これは放っておいてもいいところでございます。変状としては、aは「異状なし」ですからなしです。b「要監視段階」、c「予防保全段階」、d「措置段階」については程度がありますが、変状があるということです。機能の支障では、dは河川管理施設そのものに損傷とか、機能に支障を来しているという状態ですから、すぐ直しなさいというところですよ。

点検や評価をするときに一番難しいのは、bとcの区別です。後でRMDISの説明で例示として写真を見ながら説明しますが、このところをどうするか。写真だけ見てもなかなか判断は難しいのかなというところがあります。それから予防保全は、例えば変状は確認できているけれども、機能に支障はないというところで、bとかcにしてしまうのですが、点検は平常時にしていますから、そういうときに変状を確認できて問題はありません。問題なのは出水期です。出水期になったときに本当にその変状が大丈夫かということで、この評価が非常に難しいと考えているところがございます。

● スライド13

5. 点検結果評価要領の概要②

《変状箇所毎の評価と記録》

- 河川は、不定期な外力にさらされても河川管理施設は機能を停止できない。
- 戦略的維持管理として、河川管理施設の長寿命化や維持管理コストの縮減を図るために「**予防保全**」の推進が位置付けられている。
- 河川管理施設が受ける外力は、低頻度の大規模な外力を主な対象としているため、進行する可能性のある変状等は、継続的に「**監視**」を続けておく必要がある。

↓ 評価区分をa~dの4つとした。

表 変状箇所毎の評価目安

区分	状態	変状確認	機能支障
a	異状なし	堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていない(軽微な変状を含む)	なし
b	要監視段階	堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが、進行する可能性のある変状が確認され、経過を監視する必要がある状態(軽微な補修を必要とする変状を含む)	あり
c	予防保全段階	堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが、進行が早い予防保全の措置から、緊急な補修を必要とする変状が確認される状態	あり
d	措置段階	堤防等河川管理施設の機能に支障が生じており、補修又は置換等の措置が必要な状態	あり

※ 詳細点検(調査を含む)によって機能に支障が生じていると判断され、対策が必要な場合も含む

(スライド14) ここからは点検結果評価要領の概要ということで、RMDISでデータベースを蓄積するとはどういうことかということです。様式は細かいのですが、基本的には通常堤防点検で使うのは様式2でして、箇所ごとの変状をきちんと個票としてまとめます。あとは写真を二次評価や総合評価に役立てる。こういうところを箇所ごとに拾い出せば、表はちょっと見えなくて申しわけないですけども、一連の箇所ごとにbとかcがいくつが出てきます。そうすると総合評価として、A、B、Cなどが出せます。

(スライド15) 実際業務としていいか悪いかというのは難しいのですが、全国的な平成27年、平成28年の試行結果がこちらです。d評価は最初2%、全国でやっていますから、かなりの量があったというところがございます。ところが基本的にdというのはすぐ直してしまいますから、その後の評価としては基本的にはaとか、まだ直したばかりだから少し様子を見ていこうというbに落ちるわけがございます。

● スライド14

5.点検結果評価要領の概要③

《点検結果評価記録様式》
維持管理計画立案に必要な点検結果評価は、効率的にデータ管理が行えるように下記様式で記録し、データベース化して蓄積する。

- ◆堤防(土堤及び護岸、鋼矢板護岸、特殊堤・高潮堤防)
- ◆樋門・樋管の点検結果評価記録様式
- ◆水門の点検結果評価記録様式
- ◆堰の点検結果評価記録様式

※様式1は、公表を想定

● スライド15

6.点検結果評価要領改定のポイント①

課題① 評価項目が設定されていない変状が多数登録

前年の試行運用結果との比較(堤防)

評価区分	H27試行結果	H28試行結果
変状割合		
b	約 72%	約 87%
c	約 26%	約 13%
d	約 2%	約 0.1%
合計	100%	100%

- b評価の割合が増加、c評価・d評価の割合は減少傾向
 - c評価の変状発生件数は横ばい、d評価は減少
⇒ 重大な変状は対策(d評価)または対策検討中(c評価)。
 - b評価の変状発生件数は2倍程度に増加
⇒ 軽微な変状がより多く発見されるようになった。
うち約3割は項目が設定されていない
特殊堤・高潮堤防等であった。

このようになっていましたが、だんだん何とか、責任とか評価の仕方と言うと、cとかdをつけるのは難しいとか、特にdのところについてはすぐ直さないといけないなど、いろいろな制約が出てきますので非常に少なくなりました。それからbでもう少し様子を見ていこう、というところが増えています。様式での記録をやり始めたからこういう状況になったということもありますが、業務を請け負っているとb評価の割合が増加し、c、dの評価の割合が減少している傾向があることがわかります。重大な変状はd評価または対策検討中のc評価ですが、b評価が2倍に増えたということがございます。

また、これはRMDISの点検の様式にも影響するのですが、当初設定されていなかった特殊堤とか高潮堤防の変状も、約3割あったということがございます。

(スライド16) 点検結果は先ほども述べましたが、評価要領の改定をずっとやっています。RMDISとあわせてやるのですが、特殊堤や高潮堤防の登録内容については、ある程度変状を確認する数が全体の約3割を占めているので、直したというようなところです。それをどこに入れるかということで、特殊堤防、高潮堤防の評価項目が必要であると、いろいろ見直しを行ったところです。

(スライド17) これは具体的な項目一覧です。結果的には護岸の区分に本体などを入れました。変状の評価項目についても、本体の破損とか接合部の変

● スライド16

6.点検結果評価要領改定のポイント②

《特殊堤・高潮堤防の登録内容》

- 特殊堤・高潮堤防が土堤や護岸の評価結果に混在 (特殊堤・高潮堤防の変状確認数は全体の約3割を占める)
- 上位の変状は、昨年度同様に土堤や護岸に集中 (護岸の破損、土堤(侵食、亀裂、陥没や不陸))

⇓

既往の土堤・護岸・鋼矢板護岸の評価項目だけでは、特殊堤及び高潮堤防の点検結果の評価に適用できない。

⇒ 特殊堤防・高潮堤防の評価項目が必要である

形、高潮堤防とか特殊堤につきましては、ほとんどコンクリート製なため、本体の破損とか接合部の変形とか亀裂、開きが多いということで見直したところがございます。

(スライド18) これは様式1という総括表ですが、そういうのもあわせて個票を作って、それをRMDISで入れていきますと、基本的にはこういう形で一連区間を設定して、その中にbとかc、個票の該当するところが出てきて、評価されるというような形に連動しています。

(スライド19) 実際に点検をやっていると、様式への記入ミス、未記入というのが多く、なかなか難しいのですが、慣れていないということもあります。そういう状況が多いところでも、未記入、変状規模の計測単位が統一されておらずデータベースとしての分析が困難、様式の改変が見られデータベースとしての分析が困難、いろいろまだ難しいところや直していかなければいけないところがたくさんあります。そういうなかで、まだ点検業務につい

ても全てRMDISを活用できてはいませんが、RMDISを活用することで、全て解消されていくのかなということで、RMDISについても改良等を図っているところがございます。

(スライド20) 点検評価結果の実態ということで、ここからは河川管理業務を中心として河川財団として請けている中で、いろいろ整理したものを説明させていただきたいと思います。

先ほども述べましたが、まだ試行の段階ですが平成25年度から「河川管理施設監理検討業務」というのが出されています。大体、各整備局2つか3つぐらいの河川で実施しているところがございます。具体的な業務の中身は発注する事務所によって多少異なりますが、堤防点検の実施です。これは職員も行くのですが、そのときに補助するという業務になります。河川状況の把握、点検結果の評価は、なかなかbとかcを初めての人たちは付けづらいということで、そういうところをフォローしています。あとはdランクがあれば、対策案の提案や河川カルテの更

● スライド17

6.点検結果評価要領改定のポイント③

対策① 堤防及び護岸の評価に「特殊堤・高潮堤」を追加

変更後の評価項目一覧

評価項目	種別	種別下の項目	実態
特殊堤	特殊堤	特殊堤	特殊堤
	特殊堤	特殊堤	特殊堤
高潮堤防	高潮堤防	高潮堤防	高潮堤防
	高潮堤防	高潮堤防	高潮堤防

- 特殊堤の護岸部と本体部はコンクリート製が多く、変状はひび割れや剥離等、共通であることが多い。
⇒ 護岸部の評価に特殊堤・高潮堤防の評価項目を盛り込む
- 高潮堤防の被覆工においても、護岸の変状と共通であることが多い。
⇒ 被覆工の評価は、従来の護岸の評価項目を準用する

図 護岸・特殊堤本体の評価項目

部位	発生する変状(評価項目)
護岸・特殊堤	①護岸・被覆工の破損
特殊堤	②護岸・被覆工の破損
特殊堤	③護岸・被覆工の破損
特殊堤	④護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑤護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑥護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑦護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑧護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑨護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑩護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑪護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑫護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑬護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑭護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑮護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑯護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑰護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑱護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑲護岸・被覆工の破損
特殊堤	⑳護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉑護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉒護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉓護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉔護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉕護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉖護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉗護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉘護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉙護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉚護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉛護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉜護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉝護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉞護岸・被覆工の破損
特殊堤	㉟護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊱護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊲護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊳護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊴護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊵護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊶護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊷護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊸護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊹護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊺護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊻護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊼護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊽護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊾護岸・被覆工の破損
特殊堤	㊿護岸・被覆工の破損

● スライド19

6.点検結果評価要領改定のポイント⑤

課題② 様式の記入ミスや未記入の多発

【堤防】

- 様式への記入ミス、転記ミスが多い
- 【河川構造物(樋門・樋管、水門、堰)】
- 記入欄の未記入が見られる
- 変状規模の計測単位が統一されておらず、データベースとしての分析が困難
- 様式の改変が見られ、データベースとしての分析が困難
⇒RMDISを活用(システム化)することで解消可能

これまでの課題を踏まえ、さらにRMDIS活用することにより、入力ミスを減らし作業性を向上させる。

● スライド18

6.点検結果評価要領改定のポイント④

対策② 堤防の点検結果評価記録様式(様式1)の変更

表 堤防(土堤及び護岸、崩壊護岸、特殊堤・高潮堤防)の点検結果評価記録様式 様式1

項目	内容
変状番号の表記変更	①、②、③⇒[1]、[2]、[3]
特殊堤・高潮堤防追加に伴う様式1の列追加	
左右岸別の様式を統合	
河川管理情報の追加	

● スライド20

7.点検評価結果の実態①(河川監理業務を中心として)

《河川管理施設監理検討業務の概要》

現場の河川維持管理水準の維持・向上のため、平成25年度より、「河川管理施設監理検討業務」が試行されている。(各地整、2、3河川程度)

「事務所内連絡調整会議」

- 堤防点検結果の評価および変状箇所の補修の優先度・補修方法等について議論し、方向性を確定させる。(※発見された変状への対応を個人ではなく組織として行う)

「河川管理施設監理検討業務」

- 堤防点検の実施
- 河川状況の把握
- 点検結果の評価
- 修繕等対策案の提案
- 河川カルテの更新案作成

【業務内容】

- 管理経験に基づく専門的知見により、点検を補助。
- 点検にて発見した変状等が進行する可能性を河川管理に与える影響について評価を実施。

「河川状況把握等関連業務」

- 堤防の点検
- 点検結果
- 修繕等対策案
- 河川管理

河川管理施設監理検討業務の体系イメージ

新などもやっております。

これは一次評価ですから、最終的には事務所内連絡調整会議で二次評価をします。その二次評価の資料を作るというのも、この監理業務の中に入っていて、最終的には事務所の会議にかけまして、ここの評価をどうするかというのが主な業務になっているところがございます。

(スライド21) これは繰り返しになりますが、監理業務の中でどのようにして点検をやっていくかというところです。

まず堤防点検実施計画書というのを作りますが、これは出水期前にやろうとすると、慣れていないとけっこう大変です。契約はいくら早くても4月の終わりごろで、出水期前点検というのは連休明けごろにありますから、この実施計画書を作るというのはけっこう忙しくなります。点検の日時、対象等は事務所で設定してくれますが、ここら辺を受けてどうするかが問題です。先ほども述べましたが、人が変わりますので、事前説明会をやらないと、なかなか点検がうまくいかないということがあります。タブレットで前回の点検結果をきちんと入れておかないと、それがどうなっているか、点検においては非常に重要なところで、データの更新というところがございます。堤防点検につきましては、そういう形で出水期前と台風期でやり、そして一次評価をする。これは現場へ行って、a、b、c、dで評価をするわけです。それにRMDISのタブレットで点検結果とか写真も加えるということになっています。

二次評価というのは、事務所としての評価ですので、写真等のデータで誰が見てもここはbだ、cだという変状記録はいいのですが、なかなか判断に難しいところがあります。そのような場合は、一次評価の見直しの資料を作りまして、会議にかけて最終的な判断をします。事務所全体の総意がとれ、内容についてもきちんと整合が取れている記録であることを踏まえ、データベースの更新がされるという順番になっております。

(スライド22) 次に実施体制についてです。青い服を着ているのが、国交省の職員の人たちです。グレーの服を着ているのが維持工事とかわれわれフォローする人たちになっております。大体1チーム5人ぐらいが平均じゃないかと思います。

川表、川裏、それから天端とかを見て点検していくのですが、なかなか難しいのは、RMDISを導入しようとするとなんかRMDISを持つかというので、大体、天端を歩く人が持って写真などをタブレットに入力するのですが、これは一番時間がかかります。班長さんや他の人たちは、どこか悪いところがないかなと、自分の見なければいけないところをどんどん探しに行ってしまう。どこかで見つかると、記録する人はそこへ行って状況の入力、それから写真を撮ったりする。一方では、自分のところを見ないといけな。そうすると記録する人が一番大変なので、点検のあり方も少し見直して、記録する人を中心にどう考えていくとか、タブレットの数を増やすとかいろいろあると思うのですが、そういうの

● スライド21

7.点検評価結果の実態②(河川監理業務を中心として)

《河川管理施設点検の流れ》

事前準備

- 堤防点検実施計画書
- 事前説明会
- 点検の日時、対象等を決定
- タブレットへの前回点検データ移行

【堤防点検】出水期前・台風期

- 点検**
 - 自検等による点検を行う。必要に応じて、長さ1m、幅0.1m、深さ10cmを計測する。
 - 前回点検に対する変状記録場所は、確実に点検する。
- 一次評価**
 - 点検結果に基づき、点検者が機能下の状態や進行性を「abcd」にて評価する。
- RMDIS入力**
 - 点検結果（点検）、評価結果、点検場所の写真、状況等を記録する。（RMDISデータへ入力）

二次評価

- 堤防点検結果（一次評価、写真や記録内容）や、既往資料等を踏まえ、二次評価の見直しを行う。
- 二次評価（案）をもとに、点検結果の評価を決定する。（連絡調整会議により、事務所全体の総意が取れた評価となる。）
- データベースの更新
 - 変更した評価結果は、データベースで更新する。

● スライド22

7.点検評価結果の実態③(河川監理業務を中心として)

《点検実施体制》

役割	人員	分担
班長	技術系職員1名	現地調査指揮及び全体の統轄
現地補佐	職員1~2名	調査資料用意、現地調査のとりまとめ
補助員	出張所職員1~2名	現地調査、写真撮影の補助
(補助員)	維持業者2名	現地調査・点検に対する助言
(補助員)	(受託者1ないし2名)	点検結果の記録・写真撮影等の補助

を工夫しないと、なかなかスムーズにいかないのかなというところがございます。

点検実施体制の役割ですが、班長さんは出張所長とか、事務所の課長、専門官だと思います。あとは事務所の人とか、現在、出張所は多くて2人くらいですから、なかなか厳しい状況です。われわれコンサルは補助員という形で写真を撮ったりして対応しているところがございます。点検業務はけっこう暑い日に長い間動いてやることになると思いますので、この実施体制を円滑に進めるのに、もう少し工夫が必要かなと思っております。

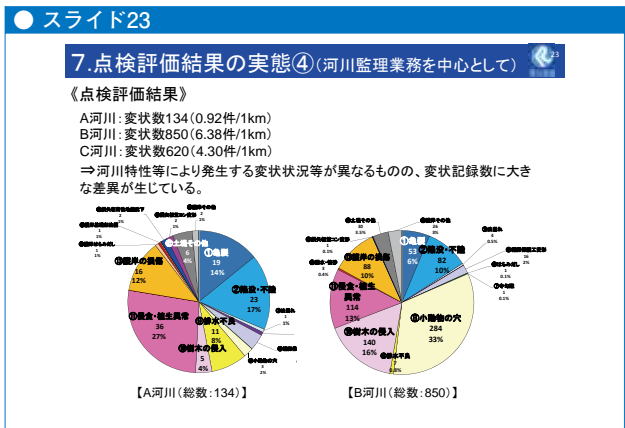
(スライド23) ここからはどれがいいかというわけではありませんが、河川財団で請けている業務の中で、各河川、これは事務所ごとですが、bとcの合計です。例えばA河川というところは全部で134か所。1km当たりどれくらいの変状箇所があるかというところ、1か所、B河川は1kmあたり6か所、C河川は4か所です。これはA河川がさぼっているといっているわけではなく、これくらいばらつきが出るということがございます。ですから変状箇所を拾うときに、どのように拾うかというのは、体制を組んで点検をする人たちの意識でだいぶ違ってくると思います。

これは変状箇所を整理した図で、B河川というのは850か所あって、⑧の「小動物の穴」がすごく多い。A河川につきましては、ほとんど「小動物の穴」はなくて、侵食とか植生の異状が多い。それぞれ河川に特徴があります。この数字は、どちらが正

しいかというのは、なかなかいえないのですが、ある程度見る目を平準化していかなければいけないのかなというところはあります。

(スライド24) ここからは、写真を見てbとかcという評価をしたものなので、見ていただければと思います。A河川のところで天端の亀裂です。C河川もA河川と似たようなところで、こういうのはcというところなんです。ただ、アスファルトは堤防の形態からすると、大体、縦断的にこういう亀裂が入るのは仕方ないことなので、私からするとbくらいでもいいのではないかなと思うところもあり、なかなかbとcの評価が難しいところでもあります。数字である程度の整理はしていますが、何でもかんでもcでいいのかと、そういうのを私がいうと怒られますけれども、cという扱いになっております。

(スライド25) 次に陥没ということで、A河川は50cm近く隣と比べると陥没していますが、b評価。B河川は目視できる陥没が発生していますけれども、c評価。後で連絡調整会議についてやります



● スライド24

7.点検評価結果の実態⑤(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果の実例》

A河川: ①亀裂 c評価

C河川: ①亀裂 c評価

- ・構造物の機能に支障は生じていないが、進行性があり予防保全の観点から、対策を実施することが望ましい状態。
- ・堤防天端の縦断的な亀裂。堤防の機能に支障は生じていないが、深さが5cm以上15cm未満で、舗装厚以上あり、空洞化の懸念もあることから、放置しておくで堤体の機能低下に至る状態。

● スライド25

7.点検評価結果の実態⑥(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》

A河川: ②陥没 b評価

B河川: ②陥没 c評価

- ・目視できる陥没が発生しているが、堤防の機能に支障は生じていない状態。
- ・目視できる陥没が発生しており、堤防の弱体化につながる恐れがあるため、予防保全の観点から対策を実施することが望ましい状態。

が、連絡調整会議ではある程度、写真と状況で評価しなければいけないので、かなり難しい。写真の撮り方にもよりますが、bとcの評価は難しいところがあるということです。

(スライド26) 排水不良ということで、A河川はb評価。法尻のところですが、この辺に水が溜まり、排水不良ということでb評価です。C河川も排水不良ですが、なかなかこういうものを単純に通り過ぎずに、b評価をつけるというのは難しいのかなと。点検する時期にもよると思いますけれども、こういうものもあります。

(スライド27) 樹木の侵入も非常に難しいです。A河川の堤体、ここは護岸が張ってありますが、そこから樹木が出ているということでc評価。C河川のここは川表ですが、法尻に大きな木が生えているのでc評価。堤体じゃないけれども、法尻付近の平場になったところですね。このようなものは、河川管理施設に非常に影響があるのですが、それをどういう評価にするのかは非常に難しいところがあります。

(スライド28) これは侵食です。A河川はこんなに荒れていて、これはcでいいのかというところです。C河川の踏み荒らしも大体すぐに原因がわかります。奥にグラウンドがありますから、一番近いところを通って行こうと人が歩くので、大体こういう裸地になってしまう。歩いていますから、すごく固いです。踏み荒らしという形で、b評価というところです。ガリなどは基本的には出ないと思います。

(スライド29) それから護岸です。A河川は破損しているため、c評価。B河川は先ほどの特殊堤とか高潮堤でよく見られるものですが、隙間が開いているので、c評価です。ある程度、数字を入れて出しておくということが、点検評価するときに大事かなと思います。

(スライド30) このはらみ出しはb評価。A河川は護岸がないところ、木が生えていて駄目だと思われていますが、C河川もどこかはらんでいるようです。写真ではなかなか難しいのですが、b評価です。

(スライド31) 最後に、河川財団でいろいろ業務

● スライド26

7.点検評価結果の実態⑦(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》

A河川: ⑦排水不良 b評価

- 排水不良が確認できるが、堤防の機能に支障は生じていない状態。降雨後に数日も湿潤状態が続くようであれば詳細点検を要するため、継続監視が必要。

C河川: ⑦排水不良 b評価

- 川裏法尻部で排水不良が生じており、湿潤状態となっている。常時排水不良が生じており継続監視が必要な状態。

● スライド28

7.点検評価結果の実態⑨(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》

A河川: ⑨侵食 c評価

- 堤防の機能に支障は生じていないが、新堤であり、進行性が懸念される状態。

C河川: ⑨植生異常(踏み荒らし) b評価

- 堤防の機能に支障は生じていないが、深さが15cm以上25cm未満であり、今後雨による侵食(ガリ)や法崩れへと悪化することが懸念される状態。

● スライド27

7.点検評価結果の実態⑧(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》

A河川: ⑧樹木の侵入 c評価

- 丈の低い樹木(草刈機等で容易に伐採可能なもの)を確認でき、予防保全の観点から樹木伐採を実施するのが望ましい状態。

C河川: ⑧樹木の侵入 c評価

- 堤防の表法面に樹木が侵入しており、洪水時の河積阻害や倒木による堤体損傷を引き起こす可能性があるため、予防保全の観点から樹木伐採を実施するのが望ましい状態。

● スライド29

7.点検評価結果の実態⑩(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》

A河川: ⑩護岸の破損 c評価

- 段差(概ね石材・ブロック厚の1/2以上)が生じており、予防保全の観点から対策が望ましい状態。

B河川: ⑩護岸の破損 c評価

- 堤防護岸の法枠ブロック破損(長さ0.25m、幅0.3m、深さ0.1m)しており、堤防の機能には支障は生じていないが、今後破損状況が進行し、土が露出すると吸出しによる空洞化の恐れがあるため、予防保全の観点から対策が望ましい状態。

を請け負っている中でまとめてございます。

点検評価の課題ということで、1つは点検の現場でb、c評価を入力していない。誰が見ても変状があるのに、入れていないということです。なぜ入れないのか理由は難しいですが、後で確認しに行くと、当然bとかc評価の箇所です。理由としては初めから評価しないスタンス、面倒臭いというか、点検のときに体制を組みますが、全員が技術屋さんではありません。事務屋さんも入っていたりするので、あまり評価に対する興味がない人もいます。それから、判断が難しいから評価しない。記入しないといけないので、そういうところが影響していると思いますが、個別の評価はできるだけ現場で実施しないと、対処が難しい。後で総合評価とか二次評価をしますが、やはり写真を見ただけではなかなか評価は難しいです。現場でbとかcの評価を、きちんとやらないといけないというところではあります。

また、いいにくいことですが、「監理業務」を発注している事務所は、委託者に依存する傾向が非常

に強くあります。RMDISもそうですが、発注者から、慣れていないので入力をやってくださいと依頼されることがよくある。このような場合、職員が現場からRMDISを出張所に持ち帰ってまた内容を確認することになる。なぜRMDISを導入したか、全く効率的になっていない、というところがございます。それから、事務所の評価会（横断的連絡調整会議）での議論を経て評価を確定しますが、実施されていない事務所もあります。


（スライド12）戻りまして手順のところですが、点検は除草工事が終わった後ですから、たいてい5月の連休明けです。早くてもそれぐらいでないと点検できない。変状箇所を確認して評価することは、ここまでは一次評価ですから一連でできるのですが、そこら辺をきちんとやってくれば問題ありません。後で評価を入れようとすると非常に難しく、監理業務の中で確認してください、ということになってしまいます。それをきちんと整理し、それから会議に向けてbとかcがいいかという、ある程度の説明資料を作らないといけませんので、評価に時間を取ってしまいますと、それがいつできるのかわかりません。次の台風期点検というのは大体9月頃に点検をしますから、それまでに全て処理しないとイケませんが、出水期前および出水期は非常に忙しいため遅れます。

それから、この二次評価を管理課の方が事務所全体の調整会議として開かないといけないので、これが資料作りも含めて遅れます。そうすると、最終的

● スライド30

7.点検評価結果の実態⑪(河川監理業務を中心として)

《点検評価結果》



・はらみ出しが発生しているが、堤防の機能に支障は生じていない状態。

・川表護岸の法面(法尻に近い)が若干はらんでいる。(延長15m程度) 他変状は確認できず、経年的にも変化がないため、継続監視の状態。

● スライド31

7.点検評価結果の実態⑫(河川監理業務を中心として)

《点検評価の課題》

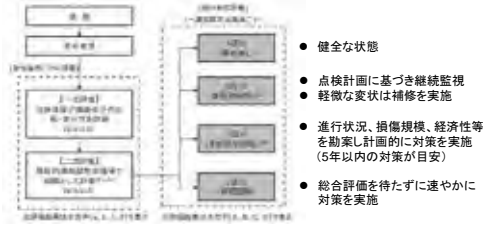
- ・点検の現場でb、c評価を入力していない場合がある。
- ・初めから評価しないスタンスの者、判断が難しいから評価しない者が混在している。
- ⇒個別の評価は、出来るだけ現場で近いところで実施しないと対処が難しい。
- ・特に「監理業務」を発注している事務所は、委託者に依存する傾向がある。
- ・上記の場合、現場から出張所に持ち帰って、初期入力することとなる(一次評価)。
- ・事務所の評価会(連絡調整会議)での議論を経て評価を確定(二次評価)するが、実施されていない事務所もある。

● スライド12

5.点検結果評価要領の概要①

《主な内容》
堤防等河川管理施設の目視点検の結果を基に機能低下の状態を評価し、施設の状態に応じた対策を判断するための考え方を提示。

《評価の手順》



《対策》

- 健全な状態
- 点検計画に基づき継続監視
- 軽微な変状は補修を実施
- 進行状況、損傷規模、経済性等を勘案し計画的に対策を実施(5年以内の対策を目標)
- 総合評価を待たずに速やかに対策を実施

な総合的評価という整理まで遅れてくるということです。けっこういろいろやることもあり、そういった理由で遅れます。業務としては、ひとつひとつの中身を対応していくところがありますが、全体的なスケジュール管理を進めていくことも大事だと思っております。

(スライド31) ここには課題しか書いてありませんが、何年か監理業務を請け負っていますので、課題や事務所の特性を踏まえて進んでいる事務所、うまくいっている事務所、まだきちんと説明しないと全然やれないような事務所もあります。今後の点検などを踏まえて、個別に担当者に対応して、点検、評価を進めていくことが大事だと思っているところです。

それでは、次から具体的にRMDISについて説明させていただきます。

鈴木 皆さん、こんにちは。河川総合研究所に所属しております鈴木といいます。

(スライド32) 私からは、河川維持管理データベースシステムということで報告させていただきたいと思います。河川維持管理データベースですが、今日ご来場の皆様に関しては、コンサルの方が半分、あるいは都県の方で、恐らく初見に近いだろうということでパワーポイントを組んでおります。国交省の方も何人かお見えになっておりまして、国交省の方々は何度か聞いた説明ということになるかとは思いますが、私の思うところも少しばかり加え

ておりますので、やや国交省の方には退屈かと思いますが、お付き合いいただければと思います。申し遅れましたが、私は河川維持管理データベースシステムの構築に数年来携わっておりまして、そういった意味で今日のこの報告の対象者となったかと思えます。見てのとおり若輩者でお聞き苦しいところが若干あるかと思いますが、重ねてご容赦いただければと思います。

次にまず今回の内容ですが、八木から説明のありました点検評価に対して、データベースシステムとして支援していくという観点から、私から幾つか報告させていただきたいと思えます。

そういう意味では、河川維持管理データベースの概要ということで初見の方に聞いていただく形になるので、何度か聞いたようなお話になるかと思えますが、これも申しわけありません。河川維持管理データベースの活用ということで、ここでは先ほどの八木の話を受けたなかで、特に点検評価に関するところを中心にどう活用していくか、といったところをご紹介していきたいと思えます。そうはいっても後ほど出てくるのですが、河川維持管理データベースにつきましては、点検業務のなかではまだまだ活用が進んでいないという実態が見受けられます。そういったなかで、河川維持管理データベース活用の課題ということで、ここは特に私が感じていることを述べさせていただきたいと思えます。この課題を踏まえたうえで、今後、河川維持管理データベースの活用の展望ということで、最後まとめていきたい。このような流れで話を進めていきたいと思えます。

(スライド33) まず、河川維持管理データベースの概要ということで、いくつかまとめております。先ほど八木からも、RMDISという名称で呼ばれておりますが、RMDISはパワーポイントの上段に青抜きで書いておりますRiver Management Data Intelligent Systemの略称ということで、頭文字をとって「リマデイス」と呼んでおります。RMDISという名前ですが、この綴りだけを見ると間違っ読む人がけっこういまして、「ラムデイス」と言う

● スライド32

＜内容＞

2. 河川維持管理データベースシステム

(8) 河川維持管理DBの概要

(9) 河川維持管理DBの活用

(10) 河川維持管理DBの活用の課題

(11) 点検評価と河川維持管理DB活用の展望

人もいましたし、「リミダス」と言っている人もいる中で、正確には「リマディス」ということで、半ばどうでもいい話なんですけど、読み方を覚えていただきたいと。今思うと、RMDISとつけたときに、RとMの間にIを入れるべきだったのかなと個人的には思っております。

さて、RMDISの目的ということで3点ほど挙げています。右に書いております、PDCAサイクル、これを支援していくシステムということですが、平たく書いてしまうと、業務の効率化を進めていくためのシステムだということで、そのなかで②と③が似たようなことを書いていますが、知見の効率的な集積、知見を集積したものに対して、今後の政策企画立案、こういうものに資するために、情報収集の効率化と適切な管理を行っていく。こういった意味で世間一般に言われている、データベースシステムの役割を河川維持管理に担っていく。こういう目的のなかで、RMDISは構築しているというものです。

パワーポイントの下の部分ですが、特に維持管理とRMDISの関係ということでいくつかまとめております。皆さんご承知のとおり、「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」が一昨年以來出されているというなかで、この評価結果を統一様式としました。先ほどの八木の説明にもあったかと思いますが、統一様式とし、さらには国民に公表するというなかで、このシステムを使うことによって、より効率化されるという関係性があると思います。3点目に記載しておりますのは蓄積したデータを分析評価

し、適切なサイクル型維持管理を実践していくということで、これについてはまた最後に述べさせていただきますが、データの蓄積が進んだ暁には、分析評価が充実してくるというものでございます。

(スライド34) 次に、RMDISの開発の経緯ということで、先ほど申し上げましたように、平成25年度からRMDISの運用が始まっております。右側を見ていただきたいのですが、平成25年度に、皆さんご存じないかと思いますが、実は「河川維持管理データベースガイドライン」というものが本省から一部発出されておまして、これに基づいてシステムを構築していったという経緯がございます。

RMDISは全国統一のデータベースシステムということで、当然全国で使っていくなかで、現場の皆様からいろいろな要望を受けています。そういったものを使い勝手の更新、あるいは操作性の改良に、平成26年度、平成27年度はあてていたという経緯がございます。そのなかで先ほどから申し上げておりますとおり、「堤防等河川管理システムの点検結果評価要領」が出てきました。これに対応していくために、平成28年度に点検評価要領に基づくデータベースに改良されたということです。今現在は、「RMDISバージョン2.2」というもので運用しております。ただ私の聞いている限りですと、基本的には整備局単位で運用していくものでございまして、バージョンが上がるたびに関東でシステムを設計、構築しているのですが、全国配布した中で、いくつかの整備局においてはバージョンアップが遅れてい

● スライド33

8.河川維持管理DBの概要①

現場の実態を踏まえ、現場に内在する課題を解消し、維持管理の効率化・高度化を図るためには、管理行為を支援する仕組みが必要。河川維持管理DB構築へ

RMDIS(リマディス) = River Management Data Intelligent Systemの略称
河川維持管理業務を支援するデータベースシステムの
全国統一版をRMDIS(リマディス)と呼ぶ。

◆RMDISの目的

- ① 河川維持管理の現場における業務を着実に、かつ効率的に行うための業務支援。
- ② PDCAサイクルによるスパイラルアップの支援、また、業務の高度化に資する知見の効率的な集積。
- ③ 河川維持管理に関する政策の企画立案に資する基礎的な情報収集の効率化と適切な管理。

(維持管理とRMDISの関係)

- 「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」に基づく維持管理
- 評価結果を統一様式として整理し、国民へ公表する支援
- 蓄積したデータを分析評価し、適切なサイクル型維持管理を実践

● スライド34

8.河川維持管理DBの概要②

《RMDIS開発の経緯》

RMDISは関東地方整備局の河川維持管理支援システムをベースに構築され、H26.4から全国版としてRMDIS ver.1.0の試行が開始された。H29.2にはRMDIS ver.2.2を配布し、現在運用中である。

年度	システム名 (全国版 試行運用開始)	主な取組内容
H25年度	H25.12～ RMDIS ver1.0β 試行運用	河川維持管理DBガイドライン(H24.4)の基づいてシステムの構築
H26年度	H26.4～ RMDIS ver1.0 試行	維持管理行為(河川カルテ、合機管理) ・ 日常業務支援(行政相談・事件事故 等)
	H27.2～ RMDIS ver2.0 試行	整備局DBの新規整備 ・ 巡視・点検記録の新規登録機能(WEB) ・ 過去データ参照機能の強化(タブレット)
H27年度	H27.12～ RMDIS ver2.1 試行	試行運用で等がった課題・要望への対応 (主に操作性や使い勝手の改良)(タブレット・WEB)
H28年度	H29.2～ RMDIS ver2.2 運用中	「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」への対応 ・ 一括登録様式の追加(WEB)

るといふ話も聞いているところです。

(スライド35) 次のパワーポイントですが、RMDISシステムがどういった構成になっているのかをお示ししております。5つ書いているのですが、皆様にはここで2つ頭に入れていただければと思います。

まず、タブレット。パワーポイントにおいては③「河川点検巡視支援システム」ということで今私の手元にあります、このようなタブレットで、現場の点検に限っていうと、点検記録していくというのが1つのシステムとしてございます。このタブレットですが、7インチです。他に10インチタイプがありまして、そのどちらかを選ぶという形になっております。このタブレットで現場の変状を確認し、記録する。

今現在タブレットについては通信できませんので、オフラインという形になります。なんらかの形でアップロードあるいはダウンロードしなければいけないということで、②のところを見ていただきたいのですが、「ダウンロード・アップロードツール」というものがありまして、これをもとにサーバーにデータを登録していくという流れになっていきます。ちなみにこのサーバーですが、先ほど申し上げましたとおり、整備局ごとの運用になっておりますので、九州地方整備局を除いた全国7整備局に比べて北海道開発局があるなかで、計8つのサーバーが今動いているという状況です。

①のところですが、このデータベース、サーバー



に蓄積されたデータを、職員PC、WEBシステムを介して、各種データを閲覧する、あるいは検索するというシステムになっております。繰り返しになりますが、大きくはタブレットとWEBシステムの2つによって、RMDISは構成されているとご認識いただければと思います。このパワーポイント上では、④「維持管理支援システム」が示されておりますが、これについては、今現在は点検以外に使われていないシステムですので、この辺をどうしていくのかといったところも課題の1つかなと認識しております。

(スライド36) 次にRMDISのメリットということで、だいぶ主観が入ってしまうところではあるのですが、いくつかまとめております。これについては左側の「現場作業」と「室内作業」で、フェーズごとに従来はこのようであったものが、RMDISを使うことによって、こうなるということをご記載しております。まず「現場作業」で、巡

● スライド35

8.河川維持管理DBの概要③

《RMDISシステム構成》

RMDISは、5つのサブシステムで構成

- ① 職員PC Webシステム
 国地方整備局のイントラネットを介して本局のデータベースの閲覧・編集を行うシステム。
 インターネットブラウザを介して以下のアドレスに接続して利用する。
<http://20.160.14.114/>
- ② 職員PCダウンロード・アップロードツール
 タブレットと本局のデータベースを同期するためのツール。PCにタブレットを介して接続し、データをダウンロード/アップロードを実施する。
 ※タブレットはオフラインのため、現場では本局のデータベースに接続できない。
- ③ (タブレット)河川点検巡視支援システム
 現場において、点検または巡視で発見された異常現象に対する維持管理対策を登録・閲覧するためのタブレットアプリケーション。
- ④ (タブレット)維持管理対策支援システム
 現場において、点検または巡視で登録された異常現象に対する維持管理対策を登録・閲覧するためのタブレットアプリケーション。
- ⑤ [巡回職員PC]タブレットデータ確認・編集ツール
 タブレットを使って現場で入力した記録、点検の記録をExcel形式の表として出力・確認・編集するツール。定常記録の場合は記録目録として出力する。編集した結果はタブレットに書き戻すことができる。

● スライド36

8.河川維持管理DBの概要④

《RMDISのメリット》

- 巡視・点検結果の評価、様式整理、公表の効率化

	【従来】	【RMDIS】
現場作業 (巡視・点検)	写真撮影・野帳記入	RMDISタブレットへ直接入力 <ul style="list-style-type: none"> ● 対象区間の地図、過去記録等の持参資料が減少(タブレットで確認)
室内作業 (記録・整理)	写真の取込み 野帳の整理	WEBシステムへアップロード <ul style="list-style-type: none"> ● 巡視日報等の毎日生じる報告業務も容易に整理・出力可能 ● 現場で入力したデータを評価要領様式として自動出力可能
分析評価 公表	Excelによる評価の集計 公表様式への整理	評価の自動集計 自動出力 <ul style="list-style-type: none"> ● 現状は、自動集計が可能。分析手法が確立できれば、大量の蓄積データを効率的に分析可能

RMDISタブレット、WEBシステムを使用した効率的な評価の整理、記録蓄積、分析によるサイクル型維持管理の実現

視・点検については従来から写真撮影、あるいは野帳に記入をしていましたが、このRMDISを使うことによってタブレットへ直接入力ができる。このメリットとしては青字で書いてあります、対象区間の地図、過去記録等の持参資料が減少するというので、タブレットで確認できるというものです。対象区間の地図、過去記録等ということで、ここでは絵をお見せしていませんが、後ほど実際の画面のスライドが出てきますので、そちらで説明します。

次に「室内作業」というところです。これについても従来ですと写真の取り込み、野帳の整理といった手作業が生じていたところが、まさにこの点が、システム化されるメリットということになります。WEBシステムにアップロードすることで、例えば巡視であれば、巡視日報等で毎日生じる報告業務を容易に整理出力が可能になります。特に巡視では、巡視日報を作ることが業務上規定されていて、従来であれば手作業だったところが、RMDISのシステムによって、ちょっと言い方は大げさになりますが、ボタン1つでできてしまうようになります。青の2ポチ目は点検ということになりますが、現場で入力したデータを評価要領様式として自動出力可能ということで、これも後ほど説明いたします。

さらに「分析評価・公表」という流れのなかで、ここはまだ道半ばというところですが、昨年までは、Excel様式が直轄あるいは都県の担当の方に配布されていたかと思います。それについてCSV入力、あるいは手入力ということでb、c、数、写真等を添付していたのが、今後、このRMDISを使うことによって評価の自動集計、あるいは様式の自動出力ができるようになるということです。この点が業務の効率化に大幅に寄与するところではなかろうかと、個人的には思っているところです。

(スライド37) 以上まで概要ということで述べさせていただいたなかで、ではRMDISを点検に使うメリットはどのようなところがあるのかを、順次述

べていきたいと思います。概要でも若干述べましたので、やや繰り返しになるところもありますが、順次述べていきたいと思います。

まずスライドで挙げておりますのは、変状等の情報として位置、内容、写真といったものが確実に記録できるというメリットでございます。先ほど画面をスライド表示するといったのがまさにここでして、左側のタブレット画面、これは7インチの画面ですが、国土地理院の地図が出てきます。そこに対して変状を記録したものが、アイコン表示されるようになります。ここでは点検に絞ったことではないので、堤防点検以外の、例えば巡視の結果ということで、アイコンが表示されます。この変状対象の樹木については自然環境ということで、アイコンの種別によって実際の変状の種別が表示される場所が、大きなメリットになると思っています。堤防の周囲が青い外枠になっていますが、その日なんらかの形で記録を上書きすると赤くなるということで、どこを記録したのかも一目でわかるというメリットがあるかと思えます。

次に右側です。これはタブレットの記録をWEBシステムにアップロードした場合、点検評価要領の様式とは違うのですが、個別に河川カルテ等にごういった形でデータ登録がされるということです。今回は点検ということで、河川カルテについてはあまり触れるところはないのですが、今現在のバージョン2.2については、タブレットで記録した情報について、“重要情報”とチェックする欄があり、そのの

● スライド37

9.河川維持管理DBの活用①
《RMDISの堤防点検におけるメリット》
● 変状等の情報として、位置・内容・写真が確実に記録できる。



タブレット画面:
アイコンで変状箇所を記録

Web画面:
各種情報、写真を記録

重要情報にチェックすると、自動的に河川カルテに登録されるようなシステムに更新されております。

(スライド38) 次に点検におけるメリットということで、前回の点検結果の参照が容易ということを挙げております。特にその内訳としては、2つほどまたさらに挙げております。①の「場所の特定が比較的容易」は、先ほどお見せしましたように、地図上に点検記録が表示されているといったなかで、比較的、前回の記録の位置を容易に探し出せるということです。②の「前回記録との比較が容易」は、画面の右側にお示ししておりますが、前回の記録がデフォルトとして設定されておりますので、進行程度、これは数値データを拾っていればということですが、前回記録との比較によって進行程度を確認できるということも、点検に当たっての大きなメリットだと思っております。

(スライド39) 次のメリットです。これも先ほど申し上げましたとおり、点検結果評価要領に規定されております様式が、自動生成されるというもので

● スライド38


9.河川維持管理DBの活用②

《RMDISの堤防点検におけるメリット》

- 前回点検結果の参照が容易

①場所の特定が容易。
⇒地図上に点検記録が表示されている。

②前回記録との比較が容易。
⇒前回記録がデフォルト設定されており進行程度を確認できる。



● スライド39

9.河川維持管理DBの活用③

《RMDISの堤防点検におけるメリット》

- 「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」に規定されている様式(様式①、様式②、様式③)が自動生成される。
⇒様式作成の作業が大幅に削減され、業務の効率化に寄与。

様式①

区間	変状	箇所	箇所数	備考
1	崩壊	1	1	
2	崩壊	1	1	
3	崩壊	1	1	
4	崩壊	1	1	
5	崩壊	1	1	
6	崩壊	1	1	
7	崩壊	1	1	
8	崩壊	1	1	
9	崩壊	1	1	
10	崩壊	1	1	
11	崩壊	1	1	
12	崩壊	1	1	
13	崩壊	1	1	
14	崩壊	1	1	
15	崩壊	1	1	
16	崩壊	1	1	
17	崩壊	1	1	
18	崩壊	1	1	
19	崩壊	1	1	
20	崩壊	1	1	
21	崩壊	1	1	
22	崩壊	1	1	
23	崩壊	1	1	
24	崩壊	1	1	
25	崩壊	1	1	
26	崩壊	1	1	
27	崩壊	1	1	
28	崩壊	1	1	
29	崩壊	1	1	
30	崩壊	1	1	
31	崩壊	1	1	
32	崩壊	1	1	
33	崩壊	1	1	
34	崩壊	1	1	
35	崩壊	1	1	
36	崩壊	1	1	
37	崩壊	1	1	
38	崩壊	1	1	
39	崩壊	1	1	
40	崩壊	1	1	
41	崩壊	1	1	
42	崩壊	1	1	
43	崩壊	1	1	
44	崩壊	1	1	
45	崩壊	1	1	
46	崩壊	1	1	
47	崩壊	1	1	
48	崩壊	1	1	
49	崩壊	1	1	
50	崩壊	1	1	

● 様式①: 区間ごとの変状ランクごとに箇所数が自動生成される。

す。八木の説明のなかでもありましたが、様式1の総括表ということで、今、RMDISの画面をお見せしているところですが、総合評価をしたなかで、区間設定をあらかじめ登録しておけば、データが自動的に集計されます。左側が区間設定したところでして、b、c、d、変状の種別1~23まで現在ありますが、それぞれ自動集計されますので、ここも従来の手作業が大幅に軽減されることだと認識しております。そういう意味で、去年直轄の方々は恐らく4回ほど本省から提出を求められて、その度にここをチェックして精査するという作業があったかと思いますが、その大部分が省力化されるのではないかと期待されているところです。

(スライド40) 次に示しておりますのが様式②、③ということで、ここもほぼ自動的に生成されます。タブレットに情報を入れていきますと、様式に記載すべき情報が、自動的にExcelとして生成されます。代表地点の地図、それから1枚目の写真ということで、様式②についてもこのような地図、あるいは写真が自動的に添付される。さらには2枚以上写真を撮っていた場合、追加様式ということで、様式③についても自動的に生成されます。


(スライド41) ここからは、実際に画面をご覧になったことのない方も多数おられると思いますので、参考ということで画面表示をしております。これがタブレットの画面です。先ほどの継続記録というところで、このタブレットを起動した場合、赤の矢印で示したところがデフォルト設定で出てきま

● スライド40

9.河川維持管理DBの活用④

《RMDISの堤防点検におけるメリット》

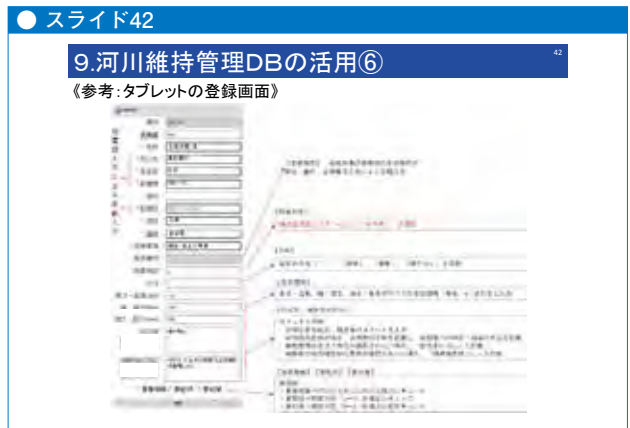
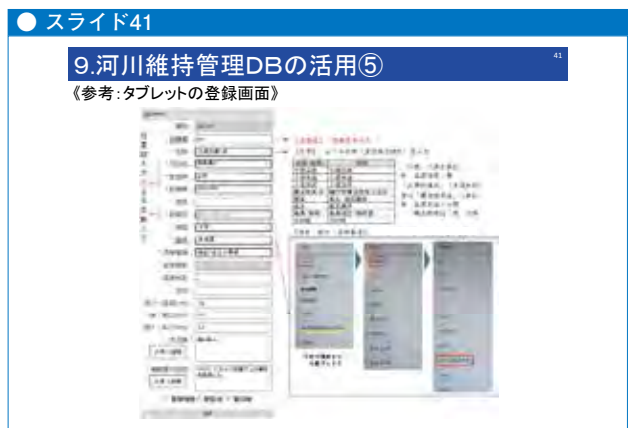
様式②、様式③



- 様式②: 位置図、代表写真が自動的に様式化される
- 様式③: その他写真は様式③に個別に張付けられる。

す。これも基本的には、従来のデフォルト設定ですが、新規に入力する場合は、自動的にGPS等が機能しますのでこの部分は自動的に入力される。新規に入れる場合は、プルダウン設定になっておりまして、土堤なのか護岸なのかを選んでいく。さらには箇所ということで表法、天端などそれぞれ該当するものを入れていく。点検事項もプルダウン方式で選べるようになっておりますので、これについては、現在は点検評価要領の種別になっております。

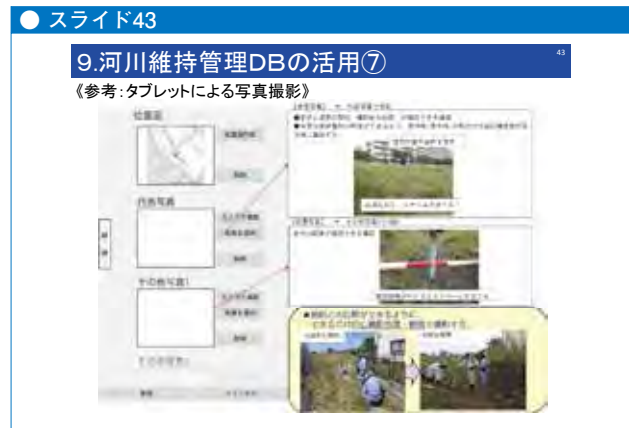
(スライド42) 次に変状種別について、ここは自動設定されていますので、程度判定を入れていただく。先ほどの話のなかにもありましたが、これはなるべくその場で入れてしまった方が良い事柄ということと、あとは定量的に測定できるものについては長さ、延長、幅、開き、深さ、高さを入れていくことによって、前回からの進行程度が確認できるということです。続いて状況等、さらには補修等の対応についてコメント入力ということになりますが、ここについては、現地でタブレットで文字を入力する



というのは、非常に難しいと個人的にも思っておりますので、なんらかの形でこれもプルダウン設定できるようになった方がいいのかなと個人的には思っています。下の部分の重要情報、要監視、要対策は基本的には河川カルテに入れる、または入れないを選ぶところで、3ついろいろ書いてありますが、話がややこしくなりますので、基本的には重要情報にチェックを入れると、河川カルテに自動登録されるところご認識いただければと思います。

(スライド43) 次に、各種変状の情報を入れた後に写真撮影ということで、7インチの場合、横にスライドすると写真撮影の画面になります。まず、位置図、これは平面図が自動的に登録されるようになっております。代表写真、その他写真ということで、これについては、RMDISだから推奨するわけではなくて、他の点検のやり方でもそうだと思いますが、代表写真はできるだけ全景、全体の写真を撮っていただく。ここが重要だと思います。全景は変状箇所の特定ができるよう、堤内地の状況や付近の構造物が映るように撮影する。こういったことをしないと、いくらGPSで確認できるとはいえ、本当に前回と同じ位置なのかということが、現場ではわかりづらい。

先ほども出ましたが、1 kmの中にどれだけ変状があるかにもよりますが、中には変状がせまい箇所に集中的に記録される場合もあるということで、特にこういった写真による判別が、最後は重要になってくるのかなと思います。さらに、この代表写真以



外にも変状の内訳としてこういったものか特定できるという意味で、できればスケールを当てた状態で変状規模が確実に記録できていることが、非常に重要になってくると思っております。当たり前ですが、前回の位置と比較できる同じアングルで撮り続けるということが、非常に重要になってくると思っております。

(スライド44) 次に、活用に当たっての課題ということでここに示しておりますのは、今現在のRMDISの活用状況です。これは整備局ごとに記録数をグラフ化しております。青色が巡視の記録、黄色オレンジ系が点検の記録ということにしております。図に書けば良かったのですが、巡視の記録が左側のような単位になっております。点検の記録については右側ということで、これだけを見ると数が全然違うということになっております。基本的に巡視での記録数は、点検での記録数に比べると元々種別が多い、あるいは物理的に物が多いということもありますが、これはあくまでも1つの傾向ということになるかと思えます。

今現在では巡視での記録数、巡視での活用頻度がかなり多いということに対して、点検での活用頻度はまだまだ進んでいないのかなと認識しております。特に、A整備局は見てのとおり非常に活用されていますが、一方でE整備局、H整備局は点検に限ってはほとんど使われていないという現状がございます。こういった状況はなぜか、分析ではなく半ば想像ということになりますが、巡視での使用頻度

が高いということについては、恐らく巡視業務上、RMDISでの記録が規定されている。

一方、点検では先ほどの監理業務等がありましたが、RMDISを用いることが規定されていないということで、そういった開きがあるのかなと個人的には思っております。それと、やはり巡視ではメリットとして、巡視日報が自動生成されることが現場の方に非常にありがたがられているのに対して、点検は以前についてはそれほどメリットがありませんでした。今回のバージョン2.2になった段階で、様式が自動生成されるようになりましたので、このことが広く皆様に認識されれば、使用頻度が上がってくるのではないかと思っております。

(スライド45) 次に活用に当たっての課題というところで、これは使った方は皆様、薄々思っているだろうことで、特に私もここは強く感じているところです。まずシステム、操作性の改良ということで、今後こういったところが改良されれば、もう少し使っていただける頻度が高まっていくのではないかと思っているところです。

タブレットですので、点検はどういった場面で使うか。当然、日中屋外が大半ということになってきます。タブレットはスマートフォンも含めて、使用していただいているなかで、屋外ではどうしても画面が見えないという状況がございます。ですから実際の運用では、記録の時には木陰に戻る、あるいは車の陰に隠れて少しでも反射しないように見やすくする、といったようなことが現場では行われています。

● スライド44

10.河川維持管理DBの活用の課題①

《RMDISの活用状況》

- 巡視での使用頻度は高い。
⇒巡視業務では、業務上RMDISによる記録が規定されている場合が多い。
- 点検での使用頻度は低い。
⇒点検業務では、業務上RMDISによる記録が規定されていない場合が多い。

2017年6月時点の総記録数

整備局	巡視 (左側)	点検 (右側)
A	~280,000	~50,000
B	~100,000	~15,000
C	~280,000	~40,000
D	~100,000	~15,000
E	~100,000	~15,000
F	~100,000	~15,000
G	~100,000	~15,000
H	~100,000	~15,000

● スライド45

10.河川維持管理DBの活用②

《RMDISの活用にあたっての課題》

- システム(操作性)の改良
⇒日中晴天時は、タブレット画面がほとんど見えない。
(タブレットそのものの課題→タブレットの進化・進歩に期待)
- ⇒GPSの精度等に起因した場の特定精度が低い。
(上記に関連して反応速度が遅い。)
- ⇒入力スピード向上に寄与するシステム改良。
- ⇒継続記録箇所へのナビゲーション機能の付加。

タブレットの画面が日中屋外でもよく見えるようになるといいのですが、これについては、ここにも書いてありますとおり、システムをいくら改良しても画面が見えるようになるわけではないので、タブレットそのものの課題、タブレットそのものに内在している課題ということで、タブレットの進化・進歩に期待せざるを得ないのかなと思っております。現在ベンダー企業とも一部共同してこのようなシステム構築をしまして、ベンダー企業の方々に確認したところ、バックライトというものを上げると、少しでも見やすくなるということでした。しかし、バックライトを強力にすると当然電池の消耗が早くなるということで、その辺が痛し痒しのところで、これはタブレットの進化・進歩に期待するしかないと思っています。

次に書いてありますのがGPSの精度ということで、地図上で位置の特定がタブレットではできるのですが、その精度が場所によって著しく異なるということで、場所によっては非常に特定精度が低いところがあるということが、大きな難点かなと思っております。これに関連して、反応速度が非常に遅いことがあるということで、この辺はシステムの工夫、あるいは今後のオンライン化で解消できる事柄なのかもしれません。

3点目も似たようなことですが、入力スピード向上に寄与するシステム改良ということで、反応が遅いところもありますので、この辺はプログラム等の改良によって、何とかできるのではないかと考えております。

4点目に記載しております事柄は、継続記録箇所ということで、先ほど大きなメリットとして、過去記録を参照して点検ができるとありましたが、国土地理院の地図に、アイコンとして過去記録が表示されています。実はそこにたどり着く、あるいはそこを特定することが、便利は便利ですが、なかなか難しいので、ナビゲーション機能のようなものを付加すればいいのかなと思ってます。車のナビゲーションのように、「目的地まであと100mです」、

「右に行ってください」、「左に行ってください」、こういった機能が搭載できれば、ますます便利になるのかなと個人的には思っております。

(スライド46) 今までの課題については、特にシステム改良に関する事柄ということで述べてきましたが、ここでは運用面の改善ということで、先ほど八木からも説明がありました運用面を改善することによって、使用頻度の問題は解決できる可能性があるということで、いくつかまとめております。

まずはRMDISを用いることを前提とした堤防点検実施体制等の構築ということで、RMDISを用いることが果して100%いいことかどうかはともかくとしまして、仮に用いていくことを良しとした場合に、入力時間を考慮した1日の工程計画ということで、入力者の負担を軽減させる人員配置等の工夫があるのかなということですので。それに当たっては複数台のタブレットの使用による効率化ということで、1台で回していると、どうしても時間等がかかりますので、2台、3台を使っていくことが効率化に繋がるのではないかと考えております。ただし、そうした場合、より多くのタブレットが必要になってきますが、現状では使用可能機種が限られているということで、今日お見せしておりますのはパナソニックで、富士通も含めて4機種しか使用できません。使用可能機種を増やしていく必要があると思っています。

また、タブレットの耐用年数が短いということで、タブレットをどう運用していくかということも

● スライド46

10.河川維持管理DBの活用③

《RMDISの活用にあたっての課題》

- 運用面の改善

⇒RMDISを用いることを前提とした堤防点検実施体制等の構築。

- ①入力時間を考慮した1日の工程計画。
- ②複数台のタブレット使用による効率化。

⇒より多くのタブレットが必要となる。

現状では使用可能機種が限られている(富士通、パナソニックの4機種)

⇒タブレットの耐用年数が短い。

- 使用者の熟練度の向上

⇒点検での作業効率向上のため、使用者の熟練度向上が不可欠。

ありますが、3年に1度、調達し続けるというわけにもいきませんので、タブレットをどうしていくかも大きな課題になるのかなと思っております。先ほど、E整備局の点検の記録数が非常に少ないというところをお見せしましたが、E整備局でなぜ点検で使われないかを聞いてみましたら、実は巡視業務にタブレットを全部回している関係で、点検にはタブレットを回すことができないと。出張所には1台しかないということで、そもそも始まったときに調達数が少なかったというところがありますが、現在タブレットが少ないという理由で、点検には回せないという課題もあるそうです。タブレットの台数を増やしていけばいいのですが、先ほどの耐用年数等の問題で、いつ買うのかも課題になっているという状況です。

最後、使用者の熟練度の向上ということで、これは私が言うのはおこがましいことですが、作業の効率向上のためには、どうしても熟練度を上げていく必要があります。この辺については、国交省の説明会等で、十分対応していますが、2年、3年で担当者が変わっていくというなかで、初見の人にいかに速やかに熟練度を上げていただくのかといったことも、大きな課題なのかなと感じております。

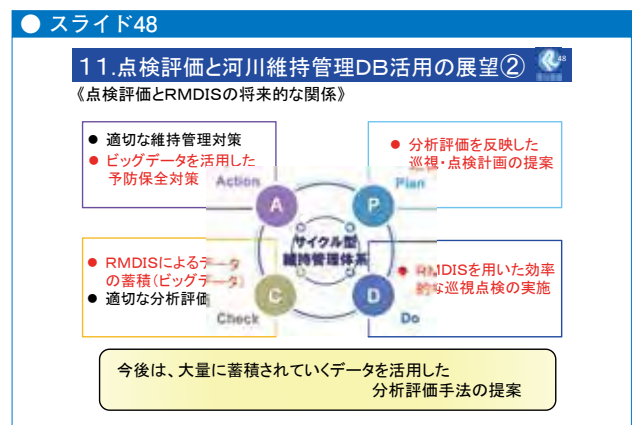
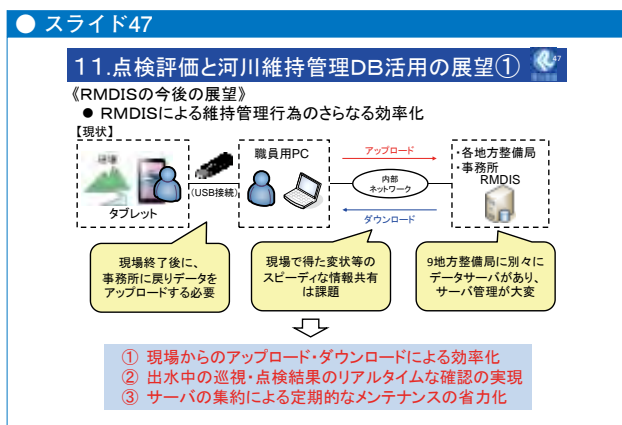
(スライド47) ここからが最後のセクションになります。河川維持管理データベース活用の展望ということでいくつかまとめております。

現状のデータの流れということで、図を起こしています。左側から現場でデータを取ってくる。次

に、USB接続はともかくとしまして、職員のPCを介してサーバーにアップロードする必要があるということが、今現在の流れになっております。さらにアップロードしたデータを、またPCを介してタブレットにダウンロードしていく。こういった流れの中で、ここで課題をいくつか挙げておりますが、現場終了後に事務所に戻ってデータをアップロードする必要があるということと、現場で得た変状等のスピーディな情報共有ということが、課題として挙げられます。さらに、先ほどサーバーは8整備局に1個ずつと北海道開発局にあると申しましたが、それぞれのサーバーの管理、定期保守等をしていく必要があるのも、その労力、費用がかかっているということが課題としてあります。

そのなかで、どうしていくのかについては、3つ書いてあります。現場からのアップロード、ダウンロードによる効率化に対しては、このシステムが今はオフラインになっていますが、通信可能なオンラインのシステムにしていくことによって、これらが解消される。そういったなかでは出水中の巡視・点検結果のリアルタイムな確認の実現、サーバーについてはクラウド化していくことで一元管理していけば、サーバーの集約による定期的なメンテナンスの省力化になりますので、オンラインにしつつクラウドを導入していく。こういったことが大きな流れで、今後の展望ということで挙げられております。

(スライド48) さらに最初目的のところでも申し上げました、PDCAサイクルの支援ツールということ





で、今後どのようなことが期待できるかというところ
です。今回の私の報告の中では、特に、Doの部分、RMDISを用いた効率的な巡視・点検の実施については、課題が少なからずありますが、実現しつつあるというなかで、今後はデータが蓄積される。いわゆるビッグデータをどう取り扱っていくか。せっかく蓄積したデータですので、このビッグデータをどう活用していくのかというところが、大きな課題だと認識しております。

(スライド49) 大量に蓄積されていくデータを活用した分析評価手法を考えていくというなかで、その1つとしては、先ほど八木の説明にもありましたとおり、b、c、こういったものの判別が非常に難しいというなかで、例えばビッグデータの活用としては、この絵に示しておりますようなやり方が考えられるのではないか、ということで整理しております。評価結果、定量的に変状規模をとってれば、例えば長さ、延長、幅、開き、こういったものが1

個ずつデータになる。そして変状規模、それがbなのかcなのか。さらには例えばですが、河川特性、堤防諸元が近いところでデータを集約化する。オンライン化、さらにはクラウド化されると、全国のデータもセキュリティの問題はありますが活用可能になってきますので、図のようなグラフ化をすることによって、b、cがどの位置にあるのかが見える化されます。特に経験が少ない点検者の方でも、1つの判断目安として、これはいい、悪いはありますが、こういった数字のときにはbとなる、cとなるということで、点検評価の補助ツールに使えるのではないかと考えているところでございます。そういったなかで、cの部分に対する今後の展望も今のところは考えられているところです。さらにはアクション、ビッグデータを活用した予防保全対策、さらにはそもそもの巡視・点検計画にもフィードバックできるように、このシステムを今後改良していきたいということで、今現在では考えているところです。

私からは以上で発表を終わります。

<質疑応答>

質問者 1 発表ありがとうございました。今後の管理の方向としまして、RMDISによる報告というのも1つですが、タブレットとかハードツールも必要となりますので、今後の方向性としてスマートフォンのアプリみたいなことの方角性もありますし、また、点検も面倒臭いというのであれば、草刈りしているところのi-Constructionみたいに、草刈機の位置情報を計測するようなツールを入れて、大規模沈下ぐらいしかわからないとは思いますが、それでも堤防の変状はわかると思います。

もう1つの方向として、最初の管理の契機となった笹子トンネルの天井板崩落、結果としてあの形状はすべて廃止になりました。廃止になった理由としては、排ガス規制が進んでそんなに換気しなくてもいいということと、あとはジェットファンを直列配置して、それだけでも換気ができるという考え方とか、基準自体が変わったというのがあります。

● スライド49

11.点検評価と河川維持管理DB活用の展望③

《蓄積データの活用イメージ》

- 評価結果(変状規模・評価)をグラフ化。
- b評価、c評価の目安値が「見える化」される。

⇒経験が少ない点検評価者への補助ツールとして活用。

同じことを堤防に適用するのであれば、ある程度断面の大きいところは草刈だけで、あまりチェックしなくてもいいという考え方もありますが、今後の方向性としてはどちらの方向が一番可能性はありますでしょうか。

八木 河川財団として答えられる範囲は限られていると思いますが、やはり堤防もいろいろな堤防があります。補助河川から直轄、直轄も利根川上流とか江戸川で7H堤防とか、最近やっているかどうかわかりませんがスーパー堤防もあるので、そういうところの管理は多少違いがあってもいいかなというところがあります。適正にやるなかで差をつけて、コストの話をするとな怒られますが、そういうところで効率化を図っていくという考えはあってもいいと考えております。

質問者2 八木さんのお話で、舗装のクラックについてはあまり関心がなさそうというか、重視されていないような雰囲気がありました。東日本大震災で東名の牧ノ原とか、常磐道の水戸で崩壊しました。大規模な崩壊です。それは、クラックの部分から水が入ったのではないかといわれております。そこで質問ですが、地震後の点検結果と日常の点検結果の関連づけみたいなのは、されておられるのでしょうか。

八木 通常の巡視とかはたいてい天端を走って目視でやりますが、そういうなかでは見ていると思います。地震とか出水後についても、そういう点検はします。特にこういう評価をして危険な箇所については見るということになりますから、それは平常時も地震後もやる。

それから申しわけなかったのですが、開くというのは2つあります。地震とか洪水で開く場合もあるのですが、造ったときにすぐ開くんですね。堤防の形で広がるような形になるので、どうしても天端とか弱いところが開くので、それはそのまま放っておいているところと、処理するところとあるので、ちょっと言い方が悪かったと思いますが、そういうときは丁寧に対応していかないといけないと思って

います。

質問者3 堤防点検とか管理業務の管理技術者をやらせていただいています。いくつか来週、横断的連絡調整会議があるので教えていただきたいのですが、まず許可工、例えば横断工作物の許可工で抜けがあったり陥没があったりして、ある程度詳細点検、詳細調査を行わないとわからない場合は、要指導という形になるかと思いますが、そういった場合もRMDIS上、河川巡視の方に記載して要指導とすべきなのか、あるいは堤防点検の方に入れるべきなのかどうか、その辺をまず1点教えていただきたい。

あと総合的な評価の部分で、例えばスライド24のところ、亀裂のc評価。スライド25の掘込区間等でc評価をつけてありますが、今の評価要領においては、①亀裂～⑦寺勾配、堤体に及ぼす項目に関しては、確かc評価はなくてbあるいはdという形で評価を下さいという形になっていると思います。今回の目安としては、c評価を記載しているのかなと思ったのですが、現状でc評価をつけた場合に、総合評価はラージCになってしまうということがあるので、例えば1つの変状で一連区間で大した変状でないのに、ラージCに引張られてしまうというのがあります。進行性が見られない例えばガリ侵食があった場合に、そういったものはb評価にすべきなのかどうか。その辺ちょっと助言をいただきたいというところがあります。

それからWEBシステムの方は、ある程度自動化も今年度されて、なかなかいい取り組みで、効率的にコストダウンも図れるかなと思いますが、この辺はまだバグとかも発生しているとお聞きしています。一括登録様式とかもいろいろ作られているということで、ぜひ進めていただきたいということと、オンライン化はいつ頃やるのか、その辺も教えていただきたいと思っております。

八木 まず許可工作物の扱いについて、基本的に許可工作物は、堤防点検とは別に履行検査をやって対応しておりますので、基本はそちらで許可工作物の管理者に指示をするとか、適正に対応していくもの

と思っております。

それから、スモールcをつけて総合評価でラージCになるところですが、これは非常に難しい問題だと思います。一連区間のとり方をどうするかというところにも関わってきます。また、スモールcの影響でラージCになるのは、全体という言い方はおかしいですが、そういう範囲を見て、そもそもスモールcでいいのかどうかという議論もあります。その段階で、二次評価として手順を踏んで適正に評価して、それからcとやりますと、きちんと監視していないといけません。こういうことを言うと怒られますが、総合的な判断で対応していかざるを得ない

のかなと思います。いろいろなケースがあると思うのですが、一連区間とか、そのなかでどういう状況のcなのかとか、1か所あるからすべてCというのは私は違うのかなと感じているところもあります。

鈴木 一括登録様式のバグについては、我々も認識しております。これについては、早急に補修しようと予定しております。続いてご質問のあったオンライン化がいつなのかということについては、私の立場から申し上げるわけにはいきませんが、かなり近い日に達成するとお答えします。

(了)

平成29年度

第2回 河川研究セミナー

河川コンクリート構造物の劣化診断と補修

古賀裕久 氏（国立研究開発法人 土木研究所
先端材料資源研究センター 上席研究員）

開催日：平成 29 年 8 月 28 日（月）

場 所：AP 秋葉原

河川コンクリート構造物の劣化診断と補修

国立研究開発法人 土木研究所 先端材料資源研究センター上席研究員 古賀 裕久 氏

古賀 古賀でございます。今日はよろしくお願ひします。最初に簡単に自己紹介いたします。私は土木研究所の先端材料資源研究センターというところにおりまして、コンクリート、あるいはコンクリート構造物を主に研究しております。ここに来られている方は河川構造物がご専門、河川がご専門という方が多いのではないかと思います。私自身は河川とか、あるいは道路とかを跨って、主に材料屋としてコンクリート、あるいはコンクリート構造物についてご紹介したいと思います。なお、河川の面から見ると、私が言っていることはおかしいのではないかとと思われることもあるかもしれませんが、それについてはご指摘いただければと思います。

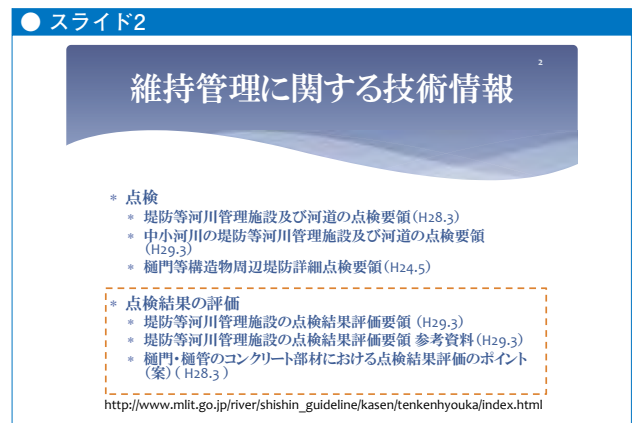
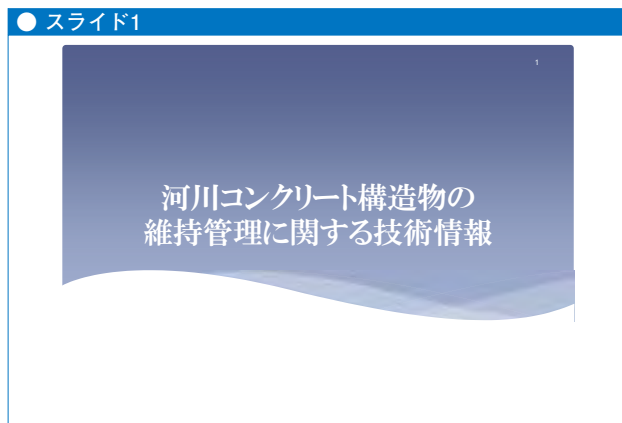
(スライド1) 今日私からご紹介させていただこうと思っている内容は、最初に「河川コンクリート構造物の維持管理に関する技術情報」ということで、前回のセミナーでご紹介があったかもしれませんが、国土交通省から出ている要領等について簡単にご紹介したいと思います。

私は河川コンクリート構造物の点検やその評価に関する国土交通省の検討に協力するなかで、いろい



ろと実際の河川構造物の点検結果を見せていただいて、それを基に点検や評価のポイントを検討しております。その結果を、樋門・樋管のひび割れの見方みたいな資料として、われわれ土木研究所の方で提案させていただいたので、それをご紹介させていただきます。また、補修に関することや気になる点検の結果も、少しお話程度でご紹介させていただければと思います。

(スライド2) 最初におさらいになりますが、維持管理に関する技術情報につきましては、皆様ご承知かと思いますが、国土交通省のホームページに点



検の手法や点検結果の評価方法等についてご紹介されているところですが、特に今日の話に関わってくるのは、こちらの「点検結果の評価」ということで、評価要領とか参考資料、「樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント」についてご紹介できればと思っております。

(スライド3) 点検結果評価の要領ですが、こちらは平成27年、28年と、今は29年と、毎年、点検結果の蓄積等に従って少しずつ充実させているところですが、あとは対象のコンクリート構造物が、最初は、数が多いということもありまして、樋門・樋管を念頭に置き検討されましたが、その範囲も少しずつ広がってございます。

(スライド4) それで、今日の趣旨である点検結果をどう見るかという点ですが、点検結果の評価要領に評価の手順が載っております。ご承知のとおり基本的には目視で行った結果を元に評価します。それを一次評価として、実際に点検された人がa、b、c、dと評価し、その後二次評価として横断的連

絡調整会議等で評価する形になってございます。

(スライド5) この点検評価要領が整備されてきて、一番わかりやすくなったのが変状の分類です。樋門・樋管の点検結果で見つかる変状にも、ここにありますように本体そのものではなくその周りの堤防にクラックが生じているとか、あるいは空洞化がありそうだというのもありますし、本体のコンクリート構造物にひび割れが発生しているとか、鉄筋に腐食が生じているというような、さまざまな観点があるかと思えます。

それぞれ違った問題といたしますか、注意点がありますので、分けて考えるのが大事かなと思っております。今日私がお話をできるものについて赤で色をつけております、函体そのもののひび割れ、あるいは門柱等のコンクリート構造物部分のひび割れ等について、ご紹介させていただければと思えます。

(スライド6) 判定の目安としては、このように表が載っております。ごく簡単に、変状がなければ「異常なし」。クラック、浮き、剥離、さび汁等が

● スライド3

堤防等河川管理施設の点検結果評価要領

- * 河川管理施設の点検結果評価要領(案)(H27.3)
- * 対象コンクリート構造物:樋門・樋管
- * 堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案)(H28.3)
- * 対象コンクリート構造物:樋門・樋管, 水門, 堰
- * 写真等の参考資料が充実

● スライド5

変状の分類(樋門・樋管)

- [1] 周辺堤防のクラック、緩み、取付護岸のクラック
- [2] 函体底板下等の空洞化
- [3] 函体等の破損
- [4] 継手の変形、破断
- [5] 門柱等の変形、破損
- [6] 函体内の土砂堆積
- [7] 函体の過大な沈下

※赤色はコン部材

● スライド4

評価の手順

目視点検の結果から、変状箇所毎に評価

- a: 異常なし
- b: 要監視段階
- c: 予防保全段階
- d: 措置段階

● スライド6

樋門・樋管の点検結果評価区分の判定目安

評価区分	[3] 函体等の破損	[5] 門柱等の変形、破損
a: 異常なし	● 変状無し	(左記)
b: 要監視段階	● クラック、浮き、剥離、さび汁等	(左記)
c: 予防保全段階	● 耐久性に影響を与える恐れのあるクラック ● 断面の欠損 ● 鉄筋の腐食	(左記に加え、門柱の傾き)
d: 措置段階	● 構造耐力に影響する断面欠損	(左記に加え、ゲートの開閉不全)

あれば、「要監視段階」。それがさらに耐久性に影響を与える恐れがあるクラック、コンクリートの断面欠損、あるいは鉄筋の腐食であれば「予防保全段階」。最後に構造耐力に影響するような断面欠損があれば「措置段階」と、非常に大雑把なくくりになっているかと思えます。門柱等につきましては、それらに加えて、結局はゲートの開閉ができるかというところが重要なところがございますので、もう少し説明が書き加わっているような状況でございます。

(スライド7) これだけだとあまりにも判定が難しいだろうということで、参考資料のほうには具体的な写真の例が載っております。3つほど載っておりますが、「b: 要監視段階」でクラックがあるが軽微で進行性がなく、今まで点検していてほとんど変化のないようなものであれば、そんなに深刻ではないということが考えられます。

次に「c: 予防保全段階」ですが、この例では腐食した鉄筋が複数あるというような状態でございます。こうなってくると「b: 要監視段階」とは違って、何かしら問題の原因があって、今後も進行していくような恐れがあるというものであります。

さらに「d: 措置段階」。これは実は検討の段階でも写真で示すのは非常に難しいという話がありました。要は壊れているというようなもので、そういうものはほとんどなく、具体例として示すのは難しいということです。これについては正直それらしく見えるものの写真を、例として載せているような状



態でございます。

(スライド8) ちなみに、最初に評価要領が改定された時には、「c: 予防保全段階」の写真として左上のような写真が掲載されておりました。これも確かに鉄筋が腐食しているといえ腐食していますが、これを見て皆さんはどう思われるでしょうか。このような写真はよく点検結果についていたりすると思いますが、あまりにも部分を拡大し過ぎていて、腐食した鉄筋が1本だけなのか、たくさんあるのかというのが、この写真だけではわかりません。

一方、それに対して右下に載っている写真ですと、腐食した鉄筋が複数個所あるんだというのが一目でわかります。そうすると、何かしら異常があって、今は鉄筋が見えていないところも、もう少ししたら見えてくるかもしれないとか、そういう趣旨を考えて事例写真の変更をしたものです。

ちなみに、この左上の写真のような、鉄筋が1本腐食していたら「c: 予防保全段階」かということ

● スライド7

変状事例(参考資料から)

b: 要監視段階
クラックがあるが、点検結果から進行性のない状況

c: 予防保全段階
腐食した鉄筋が複数露出(何らかの劣化要因が疑われる)

d: 措置段階
断面欠損の事例

● スライド8

変更前(H27.3)

c: 予防保全段階の事例としていたが、単独の腐食のように見え不明確

c: 予防保全段階
鉄筋の露出が複数見える(何らかの劣化要因の存在、今後の進行が疑われる)
※右下のような記録が求められる

変更後(H28.3)

ですが、これは個人的には違ふだろうと思います。というのも、この写真の事例は、見るからにコンクリートの表面付近に鉄筋が見えているということで、原因としてありがちなのはコンクリート構造物を造っている間に、鉄筋を加工して配置する人が、型枠の中に鉄筋を落としてしまう場合があるんですね。鉄筋が組まれた後だと拾うのがけっこう大変なので、そのまま放置しているのはよくはないのですが、現実的には時々そういうことが見られます。これも、もしかするとそういう事例かもしれません。そうすると、別に構造上必要な鉄筋ではないものが、たまたまコンクリートの表面にあるためにさびているというようなことも考えられます。

もしそうだとすると、これはやはり「c: 予防保全段階」には当たらないだろうということもあります。鉄筋が腐食しているか、腐食していないかという意味では、これは腐食していますが、写真を差し替えさせていただいたところです。

(スライド9) このように考え出すと、いろいろと判定基準は難しく、詳細に、具体的に記述することは難しいです。点検者が適切に評価し、さらには横断的連絡調整会議等で確認するということが重要になってくるかと思えます。実は評価要領の議論が最初に本省で始まった時には、例えばコンクリートのひび割れ幅などで評価ができないものか、というように何度も聞かれました。ただし、やはり一律に評価すると、先ほどの鉄筋もそうですが、さびているか、さびていないかだけだと、その影響の深刻

さに誤解が生じるということもあって、止めたほうがいいですよと答えております。

ただ、それだけに目視での点検というのは、点検される方の技術力が求められ、判断が難しいというところもあります。今日は、実際の点検結果を見ながら情報提供できればと思っているところでございます。

(スライド10) あとは判定についてですが、樋門・樋管の設計で昔は剛構造、杭基礎だったのが近年は柔構造ということで、杭で突っ張るような構造だと、函体の下の空洞が気になるとか、あるいは昔の構造物だと少しでも沈下するとひび割れがどうしても入るのですが、今は柔構造になっていますのでなかなか入りにくいか、構造によってもいろいろと性質が違うので、その点についても勘案して見ていく必要がある。このあたりについては、まだ十分には知見が確立されていません。今はまさに点検評価要領が整備されてきて、今後データを基に検討されていくことが必要と考えております。

● スライド9

判定の留意点(変状箇所ごと)

- * 細かな判定基準は示されていない
- * 点検者が適切に一次評価、横断的連絡調整会議等で二次評価することが求められる
- * ひび割れ幅等による一律な評価は、必ずしも適切ではない
 - 学協会等の基準は、暗黙のうちに橋梁、建築物等が想定されていることが多い
 - 河川コンクリート構造物の判定の蓄積が不十分
- * 目視主体の点検では、判定が困難な場合も
 - 必要に応じて詳細な調査を実施

● スライド10

判定の留意点(樋門の構造)

- * 沈下に対する設計
 - 剛構造(直接基礎)
 - 剛構造(杭基礎)
 - 柔構造(平成11年通達以降)

● スライド11

判定の留意点(総合)

- * 判定については点検、診断の経験を通じて改善されると良い
 - 事例の蓄積が有効
 - 変状の原因等も考慮して判定することが望ましい
- * 河川コンクリート構造物特有の難しさ
 - 河川コンクリート構造物(樋門・樋管等)は、機械設備、土構造物(堤防)と一体になって機能
 - 幅広い知識とバランス感覚が求められる

(スライド11) ここは先ほど述べたとおりですが、河川構造物特有の難しさがあるかなと考えております。

(スライド12) 一部デザインの違うスライドがありますが、その内容はコンクリート工学的な内容になっています。少ししつこいようですが、なぜひび割れ幅等で単純に評価できないかというのが、今日の私の話のポイントでもございます。

「ひび割れ」と簡単に言いますが、様々な原因がございます。例えばこのポンチ絵にありますように、トラックが乗ったら梁の下面のほうにひび割れが出ましたみたいなものもありますし、先ほどの写真にもありましたように、鉄筋の腐食に伴って前のコンクリートがひび割れているものもあります。それ以外にも後でご紹介しますが、コンクリート特有の劣化でひび割れが生じている場合もあります。さらに、実際の現場ではたぶん造った時点、もしくは建設後、ごく短いうちに生じたであろうひび割れもたくさんございます。

私がよくお話をするのは、コンクリートのひび割れというのは病気の原因ではなく病気の症状です、ということです。つまり、人間でいうと、熱を測った時に38℃でしたというのがいわゆる「ひび割れ幅」だと思います。そう考えると、38℃の熱が出る原因が風邪の時もあれば、インフルエンザの時もあるでしょうし、あるいはもっと何か深刻な病気が原因で体温が上がっている場合もありますよね。

よく、「点検結果からすぐに判断できないの？」

と言われて、「それはちょっと」と申し上げるのですが、本当は原因を考えてみる必要があると思います。皆さんも病院に行って、38℃の熱が出ているので、では手術しましょうとか、そういう短絡的な判断をされるとたぶん嫌だと思います。コンクリート構造物についても、少しそういう目で見ただければなと思っています。

(スライド13) ただし、一部の場合にはひび割れ幅で判定できる場所もあるかと思っています。例えば、ひび割れそのものが次の劣化の原因になる。あまりにも大きくひび割れが入って、そこから中の鉄筋を腐食させる水や空気が入って、それを止めることが重要だというような場合には、そういう考え方もあるでしょう。実際にそういう判断で、現場的にはひび割れが起きるとなんらかの補修をするということもやっておられると思いますし、それは間違いではないと思います。

また、ひび割れではありませんが、樋門・樋管の場合は継手のところには、具体的に定量的な評価が書いてあります。それは継手の部分に止水板が入っていて、継手は例えば何cm開いたら止水板はこうなっているだろうということが簡易的に評価できますので、そういうものについての閾値は示せるかと思っています。ただ、そうではないコンクリート構造物のひび割れについて、画一的な評価というのは気をつけたほうが良いというようなことについて、ご紹介したいと思っています。

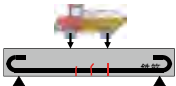
(スライド14) ここからは少しこういう点検要領

● スライド12

この背景のスライドは、コンクリート工学的な内容になります。

なぜひび割れ幅等を示していないか

- ひび割れ(クラック)の原因
 - 荷重作用によるもの
 - 材料の劣化に起因するもの
 - 鋼材の腐食
 - コンクリート特有の劣化
 - 建設時に生じていたもの
- コンクリートのひび割れは、病因ではなく病状
 - ひび割れの大小は、人間に例えると体温
 - ひび割れの原因によって対応が異なる



12

● スライド13

なぜひび割れ幅等を示していないか

- ひび割れのそのものが次の病因になる場合は、ひび割れ幅等が評価の参考になる
 - 例えば、ひび割れ幅が大きくなると、構造物中の鋼材の腐食リスクが増すと考えられる。
 - ただし、ひび割れ幅だけでなく、環境の影響が大。現状では、河川構造物について一律な評価は難しい。
- 継手については、止水板の開きで評価
 - 止水板の開きから、機能への影響を推測可能。

13

をまとめるに当たって参考にした、いくつかの調査結果をご紹介します。

(スライド15) 紹介する事例は主に2つございまして、1つ目は「コンクリート構造物の健全度実態調査」というものです。これは河川構造物に限らずいろいろなコンクリート構造物全般を対象にしたものです。これをまずご紹介して、全体的な把握の参考にさせていただきたいと思います。

2つ目が「大規模な補修も視野に入れている河川構造物の調査」、国土交通省のほうで、今後、大規模な補修が必要になりそうな構造物はどのぐらいありますか、という調査をかけたことがございまして、その結果を少しご紹介したいと思います。

(スライド16) 早速、調査例1でございまして。こちらは1999年に実施された調査です。建設省が年代や構造物の種類、地域などがばらばらになるように構造物を選んで、それで目視調査を行った結果でございまして。その中の一部として河川構造物も対象に目視点検を行っております。その結果は、健全度を

5段階で評価しています。「I」～「V」までありまして、「I」が何ともないもので、「V」は明らかに補修が必要だろうというものです。ひび割れの図や写真、あるいは構造物に関する一般的なデータ等からざっくりと評価を判定しております。

(スライド17) これがその結果でございまして。なぜこのようにまとめたかといいますと、この当時、例えば昔のコンクリート構造物は良かった、高度成長期になって、コンクリート構造物の建設が雑になってきているのではないかというご指摘があつて、ではどうですか、ということでもまず年代別にまとめたものです。これを見ていただくと、水色に変状なしで、赤は補修が必要なのですが、大体、経年に従って少しずつ悪くなっていくというのが、大きな感覚として見られるというのが1つわかることだと思います。

あともう1つは、大部分の構造物は変状がないか、あるいは変状があつたとしても、耐久性への影響という意味では明確ではないというようなもの、

● スライド14

河川コンクリート構造物の変状の事例

※事例紹介の判定等は、河川管理施設の点検結果評価とは必ずしも整合していません。

● スライド16

調査例1:コンクリート構造物健全度実態調査

- * 1999年実施
- * 年代、構造物種類、地域がランダムな2099件(トンネル除くと1843件)
- * 橋梁上部構造、橋梁下部構造、擁壁、カルバート類、河川構造物、トンネル
- * 主に目視による調査

健全度を5段階に分類

I:変状無し
II:ひび割れなどがある(耐久性への影響は不明)
III:追跡調査が必要
IV:詳細調査が必要
V:補修必要

変状の原因を推定
ひび割れ図
写真
構造物の周辺環境等から、
※劣化メカニズムによっては特定困難

● スライド15

紹介する事例

調査例1:コンクリート構造物健全度実態調査

- * コンクリート構造物全般を対象とした調査
- * 劣化しているもの/していないものの全貌把握

調査例2:大規模な補修も視野に入れている河川構造物の調査

- * 河川コンクリート構造物を対象にした調査
- * 点検評価要領(案)の作成の際に参考とした資料

● スライド17

コンクリート構造物健全度実態調査 健全度評価結果

健全度	件数
I	1386件
II	389件
III	77件
IV	18件
V	3件

古い構造物ほど劣化が進行
継続的な点検が必要なもの(劣化度III以上)は、約5%

ここでいうと「Ⅱ」までが多いということがわかったところであります。

(スライド18) これは左側が先ほどと同じコンクリート構造物全体で見た図で、河川構造物だけ抽出したのが右のグラフでございます。傾向は大きくは変わりませんが、あえて言いますと、軽微な変状は少し多めです。一方で、深刻な変状というのはそんなにはありませんでした。

(スライド19) 次に、どういう原因で変状が起きているかについて整理した図を示します。代表的なものは「コンクリート低品質」や「配筋不良」と書いてあります。特にコンクリートが低品質かもしれないというのは、なかなか写真だけでは判断できないところではありますが、少し施工等が雑だったのかなというところがひび割れの状況等から推測されるものです。配筋不良というのは、先ほど事例写真がありました、明らかに鉄筋が表面に出ているようなもので、これも施工に問題があったと、うかがわれるものがございます。それ以外には「ASR」と

略していますが、「アルカリ骨材反応」とか、「塩害」、「凍害」といったコンクリート構造物特有の、やや深刻な劣化があるものもあります。

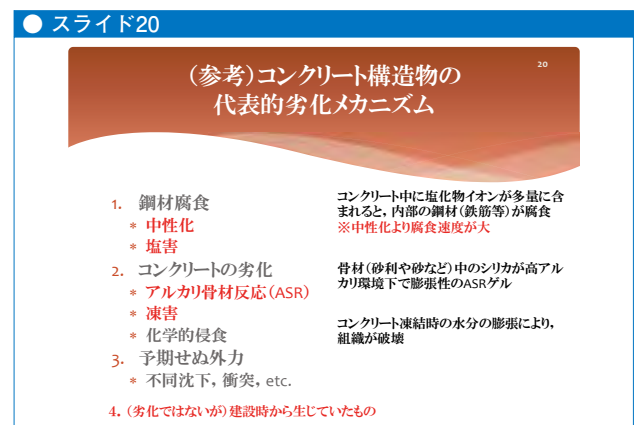
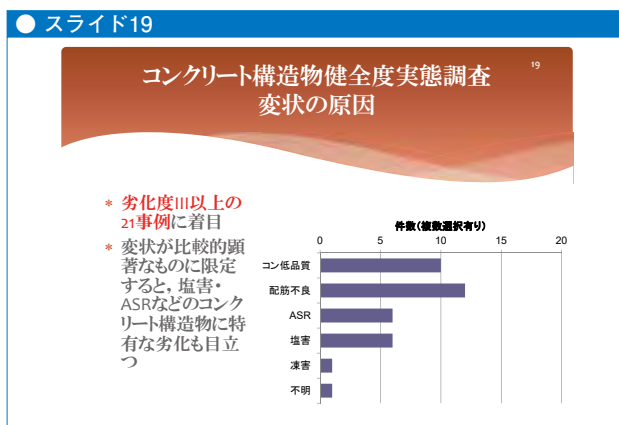
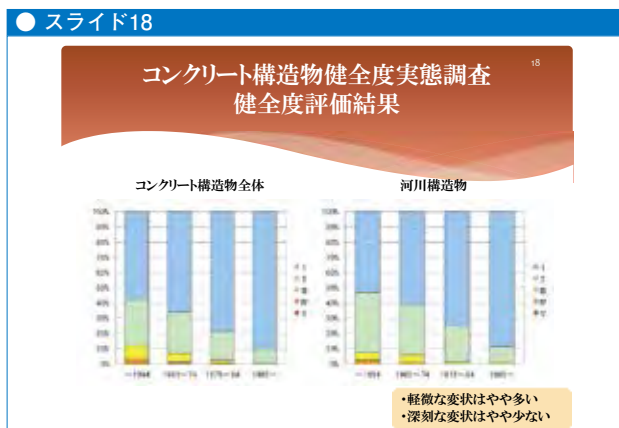
(スライド20) ここで簡単にコンクリート構造物の代表的な劣化メカニズムをご紹介しますと思いますが、大体3つぐらいに分類できると考えています。1つは、コンクリート構造物の中にある鉄筋がさびることです。さびる原因としては、中性化と塩害がありますが、特に塩害の方は深刻な劣化を引き起こしております。

もう1つが、コンクリートそのものの劣化です。これはどんな場合でも起こるわけではありませんが、アルカリ骨材反応ですとか、凍害で劣化が生じているものもございます。

あとは、予期せぬ外力と書いてありますが、特に河川構造物の場合には沈下の影響を受けていたりとか、あるいは通常の道路構造物の場合には何かがぶつかってきたりとか、そういうものもありました。地震によってひび割れが生じるということもあるかと思えます。

それから忘れてはいけないのは、劣化ではありませんが、造った時から生じていたと思われる変状がけっこうな割合で存在します。

(スライド21) 少し専門的な内容になりますが、ごく簡単にメカニズムをご紹介しますと、「中性化」というものがございます。コンクリートは、通常造った時には強いアルカリ性を示しています。そのため、そのコンクリートの中の鉄筋は腐食しない



のですが、大気中にあるコンクリート構造物ですと、少しずつ空気中の二酸化炭素と反応しますので、だんだんと表面から中性になっていきます。中性になっていくと、中の鉄筋がさび始める状態になります。この右上の写真は調査の際にコンクリートにフェノールフタレイン溶液を噴霧した状況です。上部の灰色のほうがコンクリートのもともとの表面側です。色がついている領域がアルカリ性を有しているところ。色がついていない表面側の数cmの範囲が供用中にだんだんと中性化してきたところで、これが鉄筋の近くまでくるとさびることになります。

(スライド22) ただ中性化は通常はそんなに早くは起きません。これも先ほどの調査結果の一部になりますが、中性化の速度係数というものを「mm/√年」の単位で表示しています。中性化は、理論上は時間の平方根に比例して進むといわれています。だから例えば、1年経って中性化した範囲が、2年で2倍にはなりません。4年で大体2倍ぐらいにな

るといわれておられて、そういう理論で分類したのですが、これを見ていただくと大体の構造物は、結果が2～4 mm/√年以下になっています。これは100年経っても3 cmぐらしか中性化しないというような状態なので、きちんとした位置に鉄筋が入っていればあまり問題になりにくいです。


(スライド23) 一方で、深刻な腐食を引き起こしているのは「塩害」です。これは橋の写真ですが、海岸付近にあるコンクリート構造物の中にどんどん塩が入っていきまると、中性化しなくてもさびていきます。塩害のほうが中性化よりさびる速度が圧倒的に速くなってしまっていて、特にコンクリート橋で架けかえにまでなるような深刻な劣化を引き起こした劣化の原因は、塩害の割合が多くなっています。一方、中性化で鉄筋が腐食してコンクリートが剥落してくるといのは問題ですが、腐食量としてはあまり大きくないのが実際のところ。です。

(スライド24) 測定例の見方としましては、このグラフの「0」のところはコンクリートの表面に


● スライド21

鋼材の腐食/中性化

- 劣化のメカニズム
 - コンクリートは強アルカリ性であるが、空気中の二酸化炭素などとの反応により中性化する。中性化すると、鉄筋表面の不動態被膜が破壊され、腐食するようになる
- 特徴
 - かぶりが確保されていない場合に顕在化
- 新設時の対策
 - かぶりの確保
 - 密実なコンクリート



フェノールフタレイン法による測定例




21

● スライド23

鋼材の腐食/塩害

- 劣化のメカニズム
 - 鉄筋の周囲に一定以上の塩化物イオンがあると、鉄筋表面の不動態被膜が破壊され、容易に腐食するようになる
 - 外部から飛来する塩分によるものと、コンクリート内部に建設当初から含まれていた塩分によるものがある
- 特徴
 - 腐食速度が速い
 - 効果的な補修が困難
 - 主鉄筋・PC鋼材の腐食は、耐荷性能に直結

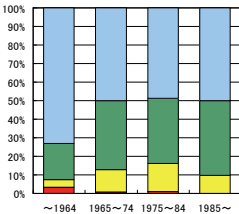


23

● スライド22

鋼材の腐食/中性化

- 湿潤環境では、中性化していない事例も多い
 - 相対湿度50～70%程度(乾燥環境)が最も中性化速度大
 - 水中ではほとんど中性化しない(CO₂供給阻害のため)
 - 調査位置の選定には注意



下部工、擁壁、カルバート、河川構造物 152件の調査結果

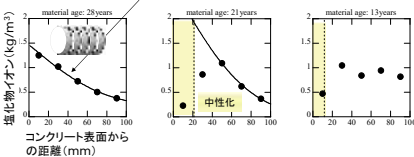
中性化速度係数 mm/√年

22

● スライド24

鋼材の腐食/塩害

- 塩害の調査
 - 硬化コンクリートに含まれる塩化物イオンの試験 (JIS A 1154)
- 測定例
 - Fickの拡散方程式に基づく分布の推定値



塩化物イオン(kg/m³)

コンクリート表面からの距離(mm)

24

なっていて、ここから右向きにコンクリートの内部になっています。表面から塩が入っていると、このように表面付近の塩化物濃度が高くて、だんだんと中に少しずつ入っていきっているというのがご覧いただけるかと思います。ある程度以上に塩が入ってくると、さびるということになります。一方で調査してみると、右側のグラフのようにほとんどすべての場所で同じぐらいの塩が入っているという場合もあります。

(スライド25) 1986年以前はコンクリート受入の時に塩化物イオンの試験をしていませんでした。例えば海から持って来た砂などを十分に洗わずに使ってしまったりすると、このようにどこを取っても塩が入っているというような事例が実は存在します。特に海砂を使っていたような地域では、もともと塩がたくさん入っている構造物が一定の割合で存在するというございます。

(スライド26) ここまでコンクリートの中の鉄筋がさびる話でしたが、コンクリートそのものがや

れる劣化機構として、代表的なものの1つは「アルカリ骨材反応」、あるいは「ASR」といわれるものがございます。よく見かけるのは右下の写真のような状態です。コンクリートに網目状あるいは、亀甲状といわれるランダムなひび割れが生じています。これはコンクリート中の石が、先ほどアルカリ性だと鉄筋がさびなくていいという話をしましたが、アルカリ性が高いとコンクリート構造物に使っている石が反応してしまって、膨張してひび割れを生じさせる場合がございます。左側の写真はその反応をしている石の写真ですが、赤い矢印のところを見ていただきますと、白いアルカリシリカゲルというものができています。その膨張により、石が割れているようなところをご覧いただけるかと思います。

(スライド27) もう1つ、コンクリート構造物の代表的な劣化メカニズムとしては、「凍害」というものがございます。コンクリートは凍るとコンクリート中に入っている水分の体積が大きくなって膨らみます。その時にコンクリートの組織を破壊してしまうという劣化で、凍ったり溶けたりを繰り返していくと、だんだんとぼろぼろになっていきます。よく見られるのが写真のようなもので、水がかかってきて、しかもそれが流れていくような常に水分が供給されているところ、あるいは角になっているところは両側から冷やされたりしますので、そのような箇所典型的に劣化が見られます。

(スライド28) 以上のように、河川構造物の結果を見ていくと、橋梁等に比べ、実は健全性はそんな

● スライド25

鋼材の腐食/塩害

- 初期塩分に対する対策
 - 1986年 コンクリート中の塩化物総量規制について(建設省通達)
 - フレッシュコンクリートの塩分量の確認(1987年~)

初期塩分 0.6kg/m³以上

1.2kg/m³以上では腐食のおそれも

1986年

近畿 各4件
中国 各4件
九州 各3件
沖縄 各2件
四国 各2件
北海道 各1件
関東 各1件

全調査箇所の1割超

現在のJISレミコンは原則として0.3kg/m³以下

25

● スライド26

コンクリートの劣化/アルカリ骨材反応

- 劣化のメカニズム
 - 骨材中のシリカがアルカリ環境下で反応し、アルカリシリカゲルを生成、水を吸収して膨張し、ひび割れを生じる
- 特徴
 - 不規則な網状のひび割れ(膨張性)
 - 白色の析出物(アルカリシリカゲルを含む)

26

● スライド27

コンクリートの劣化/凍害

- 劣化のメカニズム
 - コンクリート中の水分が凍結する際の膨張圧で、コンクリートや骨材が破壊される
- 特徴
 - 角かけ・水みちの損傷
 - 凍結と融解が繰り返される場所
- 新設時の対策
 - 混和剤によるエントレインドエア(微細な空気泡)
 - フレッシュ時の空気量測定
 - 適切な品質の骨材
 - 吸水率
 - 安定性試験

27

に問題にはなっていないかなというところがございます。

(スライド29) ただし、いくつか劣化している例があったのでその写真をご覧に入れますと、左上の写真は水門の一部の橋になっているようなところで、鉄筋が露出していたりして少し気になるため、劣化で「Ⅳ」とさせていただいているものです。一方、右上の写真のように鉄筋がさびていたとしても、局所的なものについてあまり劣化度は大きくしていません。ここでは「Ⅲ」にしています。

先ほどご紹介したアルカリ骨材反応ですが、中段の左側の写真のように河川構造物でも一部このようなものが起こってまして、これは樋門の柱のところにかなり顕著なひび割れが生じているような事例です。他にも右側の写真のようにアルカリ骨材反応が局所的に生じている場合がございます。なぜこのように局所的に生じているかと言うと、アルカリ骨材反応は水だけでなく温度等の影響も受けやすいということがございます。特に樋門・樋管ですと出入

口付近とか、あるいは門柱部分とか、そういう日射の影響を受けやすいところに特に生じているかなと思います。他にも鉄筋が露出しているようなものなどがあります。

(スライド30) 河川構造物の場合は他と比較すると、それほど深刻な被害は今のところ生じていませんでしたが、鉄筋の配置については不適切と疑われるものがけっこうございました。

(スライド29) 戻りますが、左下の写真も鉄筋がさびています。しかも海岸線近くの構造物なので塩害が気になるため、劣化度を「Ⅳ」にしております。写真なのであまり詳しくは見えませんが、写真を見る限りは、鉄筋からコンクリートの表面までの距離を十分に確保できていません。この、いわゆるかぶりを十分に確保できていないと、すぐに鉄筋近くにまで塩が移動します。

(スライド31) 次にご紹介するのは、今後、更新や大規模補修が必要になることも考えられるだろうと管理者が考えた、河川コンクリート構造物の情報

● スライド28

コンクリート構造物健全度実態調査 健全度評価結果

28

- * 河川構造物の評価結果
- * 劣化度
 - III以上は4% (IVが3件, IIIが11件)
 - 橋梁に比べると健全(橋梁は部材の劣化が安全性や**第三者影響度**などに影響を与えやすい)
- * 判定理由(複数選択)
 - 配筋不良:10
 - ASR:3
 - コン低品質:3
 - 不明:1

● スライド30

調査例1:まとめ

30

- * 種々の構造物を調査した結果では、河川構造物のコンクリート部材としての劣化は、比較的穏やか。
- * 竣工時から鉄筋の配置が適切でないと考えられる事例が多かった。
- * 変状の範囲が広いものや、構造物の機能に影響しそうな変状には注意が必要。

● スライド29

調査例2:劣化事例

29


劣化度Ⅳ 竣工後69年		劣化度Ⅲ 竣工後27年 ※局所的?	
劣化度Ⅳ 竣工後37年		劣化度Ⅲ 竣工後31年 ※端部のみ (ASRは温度や水の供給の影響有り)	
劣化度Ⅳ 竣工後35年 ※海岸線から100m以内		劣化度Ⅲ 竣工後21年 ※端部のみ (ASRは温度の影響有り)	

● スライド31

調査例2:管理者が大規模な補修も視野に入れている河川構造物のデータ

31

- * 書類による調査
 - 今後、更新や大規模補修が必要となることも考えられるようなコンクリート構造物のデータ(管理者の判断による, 2013年)
 - 構造物の緒元(位置, 設置年, 概略図等)
 - 写真(全景, 劣化箇所)
- * 合計178件
 - 樋門が8割以上
 - 残りは、排水機場, 水門, 堰, 開門
 - 北海道が約7割



樋門:堤防の中にコンクリート構造物の水路

を収集した結果です。合計178件ありますが、そのうちの8割ぐらいが樋門です。この件数のうちの7割が北海道のものでしたが、このあたりは管理されている方によって判断の水準に、特に要領等を作る前ですから、けっこうばらつきがありました。そういう意味では少し偏りのあるデータではありますがご紹介したいと思います。

(スライド32) 先ほどの例と同じように、まず5段階で分類して評価してございます。それで、「I」が変状はないですということで、「V」がこれは明らかに補修をしなければいけないというものです。これはあくまでも土木研究所のほうで、こんな感じかな、ということで分類させていただきました。これを見ていただくと、大規模な補修が必要な疑いがあるとして挙がってきている構造物ですが、実はわれわれから見ると、そんなに深刻ではないのではという事例がほとんどでした。判断する人によってブレがあるといえますか、考え方の違いがあるということがこの時にわかったものです。

● スライド32

劣化度判定

32

* 5段階に分類 ※1999年調査との比較を意識

V	1件	補修・補強を行う必要がある。耐力や使用性の低下が明白。
IV	6件	補修するかどうか検討する必要がある。劣化が進行することが十分予想される。
III	34件	追跡調査を行う。将来的には劣化が進行することも予想される。
II	90件	条件によっては劣化が進行することも予想される。
I	47件	劣化の兆候が認められない。

● スライド33

劣化の原因(推定)

33

* 得られたデータの範囲で劣化原因を推定した。
* 劣化度III以上の事例中6割弱が北海道

(スライド33) その中で比較的劣化度が高いと見なされるものを分類しますと図のようになりますが、「塩害」、「凍害」、「アルカリ骨材反応」等々によって劣化が生じている事例が多かったです。特に北海道のデータが多かったので、「凍害」の割合が多くなっています。これは地域によってだいぶ違うとは思いますが。

(スライド34) 比較的劣化している事例の写真で、左の管理橋は顕著なひび割れが入っています。実はこの川の左手はすぐ海になっておりまして、地域的にも冬にはどんどん飛来塩分がくるような地域でございます。こういう地域はいわゆる「塩害地域」と言われておりまして、橋なども随分架けかえになっているようなものも多くあります。こちらは、ここに荷重を受け持つ鋼材がコンクリートの中に入っています。それがさびてしまってひびが入っているような状況で、これは明らかに危険という耐荷性に影響がある状況でございます。

一方、右の水門も、かなり鉄筋がさびているような状況が見受けられますが、海に面しているところで塩が入ってきているので、このまま放置していくとどんどん鉄筋がさびてしまい良くないと判断したものでございます。

(スライド35) 「凍害」は、特に部材が薄い部分は凍結融解の回数が多い分、厚いところに比べて格段に劣化しやすくなりますので、門柱等でしかも薄く造られている部材で生じています。右上の写真の事例では、凍結融解の繰り返しを受けて断面が減っ

● スライド34

事例: 塩害

34

* 飛来塩分によるもの二件

劣化度V(堰, 竣工後42年)
劣化度IV(水門, 竣工後46年)

ているところをご覧いただけるかと思います。左下の写真は比較的まだきれいに見えますが、実は1回補修した後にまだ大して時間が経っていないにも関わらず、ひび割れが見えるので、少し劣化度を大きめにつけているところです。

右下の写真の事例は構造物の中のごくわずかな部分で、右中央の構造物の別な部分になりますが、この管理橋がかかっている場所だけ凍害で削れています。別にこの部分が削られたからといって、構造物全体としての安全性には影響がないのですが、ちょうど鋼製の管理橋がのっかっているところの真下が削れてきていますので、気をつけないと人が乗っているときに管理橋が落ちてしまうとか、そういうことも気をつけてほしいということで劣化度を高めにしております。

(スライド36) 「不同沈下」の事例では、継手部に目違いが生じているような事例がいくつか見られております。この事例では、この部分からかなり漏水もあるということで、特に深刻と考えたところで

す。

(スライド37) よく見られるのが鉄筋がさびている事例です。写真を見ていただくと、連続的にほぼすべての鉄筋が露出しています。これは、先ほどから何度も申し上げてまいりますが、鉄筋を守るために通常は鉄筋からコンクリートの表面までは一定のかぶりを取らなければいけませんが、特に昔に造られた構造物だと、きちんとかぶりが取られていない場合があります。

今後考えていくときには、このさびている場所がどのくらい深刻な場所なのかということも考えながら検討していかなければなりません。橋梁だと、こういうところからコンクリートが剥落すると、車に当たるとか、通行人に当たるといったようなことがあってすぐに問題になります。河川構造物の場合には、そういう意味では楽なところがありますが、よく考えなければいけないと思います。

(スライド38) 翼壁の部分などで土に押されて全体が傾いているような事例も見受けられています。

● スライド35

事例：凍害

35

- * 小規模でも気になる事例
- * 機械設備への影響
- * 管理橋の安全性
- * 補修箇所の再劣化

劣化度IV(竣工後42年)

劣化度III(竣工後41年)(補修後9年)

劣化度III(竣工後52年)

● スライド37

事例：配筋不良

37

- * かぶり不足が影響していると見られる。
- * 応力的には？

隅角部付近の曲げモーメント図
(柔構造種門設計の手引きより)

劣化度III(竣工後39年)

● スライド36

事例：不同沈下

36

- * 継手部に目違いが生じている事例

劣化度IV(竣工後56年)

● スライド38

事例：土圧

38

- * 翼壁や袖壁部分で背面からの土砂に押されているように見える事例

劣化度III(竣工後45年, 川裏側)

写真中央は鉄筋が入っていないかもしれません。かなり大きな割れが生じているようなものもございました。

(スライド39) 函体の中にひび割れが入っているような事例です。これは後からご紹介するので簡単にしたいと思いますが、おそらく造った時からこのように打継ぎがちゃんとできていない、上下のコンクリートの打込みに時間が空いてしまって、ひび割れのようになっている事例がありました。

(スライド40) 以上のようなことをいろいろやってきましたが、なかなか不同沈下による変状の評価はこの時点では難しいなと思ってやっていました。

(スライド41) こういった点検結果を受けて、最初に少しご紹介しましたが、「樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果の評価のポイント」をまとめて、代表的な変状の説明を作りましたので、少しその内容をご紹介させていただきたいと思っています。

(スライド42) 作った趣旨としては、よくありがちなひび割れというものがありますので、そういったものをお知らせすること、また、ありがちではないひび割れが出た時には、気にしていただけるとういかなと思っています。

(スライド43) ひび割れを分類をしたものがこちらの図でございます。①～⑧まで、こういうところにひび割れがあるというのを、特に樋門・樋管という観点でまとめたものです。

(スライド44) 点検をすると真っ先に目に付くのが、特に古い樋門・樋管などではこのひび割れ①になるかと思います。これを「輪切り状ひび割れ」と私は呼んでいますが、函体があったときにその函体を輪切りにするように入っているようなひび割れがよく見られます。特徴は輪切り状というのにくわえて、大体、等間隔に入っていることで、おそらく温度変化とか、あるいはコンクリートを造った後の乾燥収縮による縮み、それをこの樋門・樋管が全体的に突っ張ってしまって、縮まないようにしたために

● スライド39

事例:その他

- * 打継ぎ箇所からの漏水
- * 漏水箇所の一部で軽微な鉄筋腐食?



劣化度III (竣工後41年, 排水機場)

● スライド41

樋門・樋管に見られるひび割れ

樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント(案)

● スライド40

調査例2:まとめ

- * 河川構造物(主に樋門)の変状事例を収集し、評価を試みた。
- * 塩害, 凍害, ASRなど他の構造物とも共通の劣化メカニズムが認められたが、**不同沈下による継手部の変状など, 河川構造物に特有の変状や評価の課題もあった。**

● スライド42

樋門・樋管に見られるひび割れ

- * 既往の点検・調査結果を基に整理
- * コンクリート部材の致命傷につながりかねないひび割れを発見することを意図
- * 事例の多少と重要性は別

生じたひび割れと推定しています。

このようにできるひび割れは、施工が原因で生じているひび割れなので、造ってから5年ぐらいの間にひび割れが入っていたり、ひび割れ幅が広がったりしますが、その後はほとんど変化はないと思います。細かく言うと、季節によって夏と冬で少しずつこの函体の寸法が変わるかもしれません。基本的には竣工後に大きく進展する要因がないものですので、中の鉄筋がさびなければ問題は起こりにくいと思います。

(スライド45) そういったことをまとめて図のようなフローチャートを作ってみました。顕著なひび割れではなく、かつ樋門・樋管を造ってもう何十年も経っていて、前回とひび割れ幅の変化もないというタイプのものであれば、耐久性への影響はないのです。ないのですが、鉄筋がさびると問題ですので、海沿いにある場合には注意したほうがいいと思います。ただし、あまり深刻には考えなくてもいいような、よくありがちなひび割れかと思えます。

(スライド46) もう1つよくあるのが、先ほどから何回も出ていますが、鉄筋がさびているパターンです。それもこのように連続的に鉄筋の位置にひび割れが出ている。これは鉄筋のさびによってひび割れが生じたのではないかな、と考えることができると思います。

(スライド47) ここで重要なのは、鉄筋がさびている理由を少し考えたほうがいいということで、このようなフローチャートを提案させていただいています。簡単に言うと、鉄筋のさびの原因に塩が関与しているかどうかです。特に海沿いの場合だと、塩が関与しているかもしれないですが、そうすると腐食の速さが全然違いますので、それについては注意したほうがいいと思います。一方で、局所的にかぶりが薄い場合があって、中性化で腐食している場合は、腐食速度は小さいと推定されます。

(スライド48) 例えば、これはあくまでも実験室での結果ですが、大体10倍とか20倍ぐらい塩が入っているときのほうが腐食速度が速くなっています。

● スライド43

ひび割れの類型化

- ① 函軸直角方向輪切り状ひび割れ
- ② 鉄筋に沿ったひび割れ、コンクリートの剥離
- ③ 函軸方向のひび割れ(頂版中央付近)
- ④ 函軸直角方向・壁面斜め方向のひび割れ
- ⑤ 側壁函軸方向ひび割れ(コールドジョイント)
- ⑥ 頂版の不規則なひび割れ
- ⑦ 側壁函軸方向水面付近の変状(ひび割れ、剥離)
- ⑧ 呑口・吐口部の網目状ひび割れ

● スライド45

ひび割れ①

```

    graph TD
      A[①のひび割れを確認  
(温度変化・乾燥収縮等が原因と想定される)] --> B{ひび割れが顕著か}
      B -- No --> Aa[a:異常なし]
      B -- Yes --> C{ひび割れの進行性があるか}
      C -- No --> Aa
      C -- Yes --> D{鉄筋の腐食が顕著か}
      D -- No --> Ab[b:要監視段階]
      D -- Yes --> Ac[c:予防保全段階]
  
```

※最もよく見られるひび割れ(特に古い樋門・樋管)
※漏水箇所から見られる析出物は、さび汁とは限らない

● スライド44

ひび割れ①

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 側壁や頂版 函軸直角方向に輪切り状 概ね等間隔(ひび割れ間が数m以上程度)
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> 温度変化または、乾燥収縮によって函体の寸法変化が生じたことが考えられる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 内部の鉄筋が腐食するまでは性能への影響は大きくない。 長期的(約5年後～)には収束が予想される。

● スライド46

ひび割れ②

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 側壁や頂版(隅部付近に多い) 概ね等間隔(ひび割れ間が数10cm程度) 鉄筋のかぶりが小さい
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の腐食 鉄筋の配置が不適切でかぶりが小
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の腐食程度や範囲に留意が必要。 鉄筋の配置が不適切な場合、その範囲 腐食の理由(中性化、塩害)を明確にすることが必要

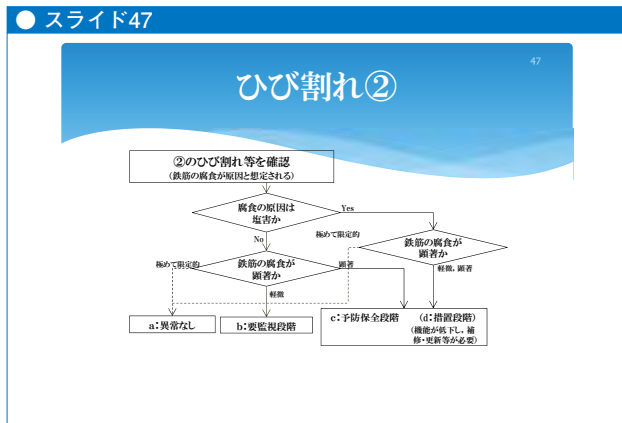
(スライド49) もう1つ言えるのが、塩が原因で中の鉄筋がさびている場合は、補修が非常に難しい。これは河川構造物だけじゃなくて、道路系の構造物でも問題になっていますが、塩害は再劣化のリスクが高いということが知られています。

補修は、塩が入っているところのコンクリートを除去して修復すればいい、というのが一番オーソドックスなやり方だと思います。ただし、なかなかこれを完全に行うというのが実際には難しいです。コンクリートの外から塩が入ってくるとすると、やはり一番入っているところが目に見えてさびます。ここがさびていると、ここに塩が入っているということで、この部分を除去して補修しましょうということになります。それで補修すると、実はこの状態で未補修の部分がさびる要素がなかったかといわれると、そうではありません。塩は入っていますが、同じ塩が入っている中でも、一番塩がたくさん入っているところが選択的にさびる傾向があります。

そのため、外観上あらわれる変状はこういうところに顕著なひび割れ等が生じていますが、だからと言ってそれ以外の場所について、塩が全く入っていないものではありません。補修した後に今度は別のところがさびたりということが、よくありがちなところ。これを防ぐためには、きちんといろいろな場所を調べたうえで補修範囲を決める必要があるかと思いますが、いずれにしても補修は非常に難しいので、塩がくるようなところで鉄筋のさびが進行していると、早目に手を打ったほうがいいと思います。



(スライド50) さて、大体のひび割れは①と②ですが、それ以外にもいくつか例を示しております。③はこういうひび割れはあまりないと思いますが、函体の天井のところ、頂版のところにひび割れが入っていると、ひょっとしたら荷重の影響等でひび割れが生じているということも考えられるので気をつけましょう、ということが書いてございます。ただ、少し考えてほしいのは、ここにひび割れが入ったからといってすべて荷重の影響というわけではな



● スライド48

鋼材の腐食/塩害

- 塩害は中性化より腐食速度が大

コンクリート中の相対湿度	中性化	塩害
<50	0.01	0.1
50-60	0.01	0.2
60-70	0.02	2.0
70-80	0.05	10.0
80-90	1.0	20.0
90-98	10.0	50.0
>98	0.1	<10.0

48

● スライド49

塩害は補修が難しい

- 補修後の再劣化のリスク大
 - 塩分を除去するのが難しい
- 局所的な著しい腐食
 - 鉄筋の残存強度は、断面積にほぼ比例
 - 広く浅く腐食するよりも局所的に深く腐食する方が問題

49

くて、それ以外の材料的な要因でこの位置にひびが入っている場合もあるので、気をつける必要があると思います。

(スライド51) あとは④もありがちなひび割れで、①に少し似ていますが、同じように函体を輪切り状にするひび割れになります。そのなかでも一部斜め方向にひびが入っているような事例です。点検要領にもありますが、沈下等の影響でひびが入っている例で、この場合には函体が沈下する、それでひびが入っているというのも大事ですが、樋門・樋管の場合には沈下に伴って堤防の一部に空洞等が生じていないか、というのも重要なチェックポイントになります。

(スライド52) ここで①と④の比較ということで、ひび割れ図の例を載せています。着目していただきたいのはひび割れの間隔です。

①のひび割れは、ひび割れとひび割れの間隔が広いです。例えば上の図のような長い物体が縮もうとしたときに、どこにひびが入るでしょうか。函体全

体が縮もうとするのに抵抗すると、真ん中にひびが入ります。その次にさらに縮もうとすると、1回ひびが入ったところはもう力が開放されていますので、ひび割れとひび割れの間にまたひびが入ります。上のひび割れ図は、こういう感じに入っているというのがご覧いただけると思います。おおむね均等に入っていますし、ひびとひびの間隔がある程度は広がっています。ある程度細かく切れてくると、もうそれ以上は縮んでも力としては大きくないので、ひび割れは生じません。

一方、下の図は斜めというのも1つのポイントですが、ひび割れの間隔が狭いということがご覧いただけると思います。下の図は、たわんでひびが生じているので、いわゆる曲げひびが生じていることとなります。このような点が、ポイントとしてあることを少し紹介しています。

(スライド53) 不同沈下の影響等は河川技術者ではないので正確にはわかっていませんが、堤防の機能という意味では別の検討が必要かと思ひます。コ

● スライド50

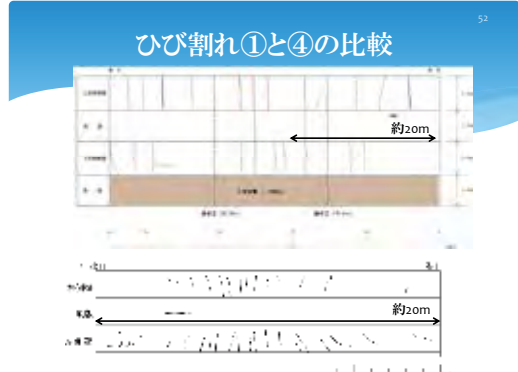
ひび割れ③

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 頂版 函軸方向 版の中央付近
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> 土圧などの荷重の影響(曲げひび割れ) 竣工時から認められる場合、自重、施工時の荷重等 乾燥収縮等
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 荷重によるものと判断するためには、設計計算等を確認する必要がある。 ただちに耐荷力不足を意味するものではないが、ひび割れの進展や荷重の変化に留意するとよい。



● スライド52

ひび割れ①と④の比較



● スライド51

ひび割れ④

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 主に側壁 函軸直角方向に輪切り状 一部斜め方向のひび割れ 概ね等間隔(ひび割れ間が4m以下程度) 貫通しやすい
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> 不同沈下が考えられる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 函体周囲の空洞化などにも留意するのがよい。 不同沈下によるひび割れは、背面まで貫通していると考えられる。






設置1967年

● スライド53

ひび割れ④

```

    graph TD
      A[④のひび割れを確認  
(不同沈下が原因と想定される)] --> B{不同沈下の影響  
が疑われるか}
      B -- No --> C[※個別に検討]
      B -- Yes --> D{ひび割れに進行  
性があるか}
      D -- No --> E[※①のひび割れに対する  
判定を参考に  
する  
(①とは異なるため  
ことに留意)]
      D -- Yes --> F{ひび割れが  
顕著か}
      F -- No --> G[b:要監視段階]
      F -- Yes --> H[c:予防保全段階  
(d:措置段階)  
(機能が低下し、補  
修・更新等の必要)]
  
```

ンクリート構造物のひび割れという面ですと、これはもうひび割れから劣化物質が入るかかどうかというところですから、そういう観点で検討すればいいと思います。ひび割れが入っているからといって、函体がすぐに壊れるかというところでは多くはそういうものではないので、そういう観点でやればいいかなと思います。

(スライド54) 左の写真、先ほど似たような写真もございましたが、函体の側面に時々このようなものが見つかります。これは、おそらくこの函体を造っていた時に生じた打ち継ぎ不良箇所です。

なぜこのように思ったかという、これが力によって入るひび割れだったらこんなに斜めになるはずがありません。また、先ほど曲げひび割れで見ていただいたように、1本だけ入るというのではなく、何本か入っているはずで、このように1本だけひびが入っていて、しかも形がきれいでない。おそらく、造った時からコンクリートが一体になっていなかったということです。施工不良のようなものがあってその部分から少しコンクリートが弱点になっているところで、背面の水が表面に出て来て、炭酸カルシウムとかが出てきたりしているという場合かと思えます。

ちなみに、こういう場所によく茶色っぽいものが出ています。右の写真の端は何となく鉄筋のさびのようには見えますが、いろいろお話を伺っていくと、こういう箇所、さびではない場合があるということ、聞いています。よくありがちな

は、背面の土がこの欠陥に沿って出てきて、その土が茶色っぽいので鉄筋のさびと疑われることもけっこうあるようです。ですから、スライム状に出ているものは、本当に鉄筋のさびかどうか、少し考えてみたほうがいいかなと思っています。

(スライド55) あとは、これは③でも少しご紹介しましたが、細かいひび割れがコンクリートの表面に出ているような場合があります。この理由は、正直わかりませんが、と言うと少し無責任なようですが、よくわからない細かいひび割れをそんなに気にする必要はないと思います。

1つのメカニズムとして、乾燥収縮があります。このように頂版があったときに、頂版の中の方は水を含んでいますが、ごく表面だけ乾燥してきますと表面のコンクリートだけが縮もうとします。ところが内部は縮まないで、表面だけ細かいひびが入ることになります。これを証明するのは困難です。このような入り方ですと、ごく表面が乾いて割れているだけですから、ひび割れの深さはごく浅いものになっているはずで、ひび割れの幅も小さいです。そういうところも見ていただいて、このようなものであれば、そんなには深刻ではないかなと思います。

(スライド56) あとは、これはもうひび割れといえないものですが、ちょうど水が来るあたりのところに写真のようなひび割れといいますか、モルタルが取れたようなところがあって、これを「ひび割れ」と報告されているような事例もありました。これは流れる水の影響で、少し摩耗しているような

● スライド54

ひび割れ⑤

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 側壁 函軸方向 貫通しやすい
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> 施工時に生じたコールドジョイント(不適切な打ち継ぎ)
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 漏水が顕著な場合は、函体周囲の空洞化に注意するのがよい。 茶色の析出物はさび汁とは限らない



設置1971年

● スライド55

ひび割れ⑥

ひび割れの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 主に函体内部の頂版 函軸方向のひび割れ 不規則な網目状のひび割れ ひび割れ幅が比較的小さい(0.3mm以下程度)
想定される原因	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの表層の乾燥収縮 荷重の影響も考えられる(③参照) 軽微なひび割れの原因特定は、困難
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 内部の鉄筋が腐食するまでは性能への影響は大きくない。



設置2001年

のかなと思いました。

(スライド57)最後にアルカリシリカ反応が生じているもの。少しご紹介しましたが、温度の影響等が大きいので、出る場合は日射の影響を受ける門柱などに出ていることが多いと思います。函体で出ている事例は多くはありませんが、全くないことはなくて一部亀甲状というか、網目状に割れているような事例もございました。周りに被害が出ていないかとか、あるいは函体の中でも直射日光の影響が少しある入口付近にないかとか、そういう観点で見ただけるといいのかなと思います。

(スライド58)ちなみに、ひび割れの原因推定につきましては、日本コンクリート工学会の「コンクリートのひび割れ調査補修・補強指針」が参考になります。いつひび割れが発生したか、規則性があるか、ないか。あるいはコンクリート構造物全体の動き、縮んでいるか、膨らんでいるか、沈下しているか、あとは使っているコンクリートの種類など、参考にするという着目点が記載してあります。さらに

関心のある方は、こういう資料も見ていただければいいと思います。

(スライド59)今の段階では、ひび割れが見つかった後に補修をどうするかということにつきましては、この場合はこうだ、ということを中心に申し上げるのは非常に難しいところかなと思っています。

(スライド60)数としては進行性が低いものの事例がけっこう多いです。そういうものと進行性がやや高い場合とは、よく見分けをつけてやっていくのが大事です。進行性が高いというのは、何度かご紹介していますが、塩害とか、アルカリシリカ反応、あるいは凍害による劣化が生じている場合があります。あるいは沈下が継続しているものについては注意が必要です。そういうものについて、こうすれば絶対にいいというのは、なかなか画一的に示すのは難しいところであります。

(スライド61)進行性が低い場合はひび割れ注入や、充填されているのが一般的だと思います。進行性が低い場合は、場合によってはやらなくてもいい、

● スライド56

ひび割れ⑦

ひび割れの特徴	側面(水面付近) 函軸方向
想定される原因	流水によるすり減り等がひび割れのように見える場合もある。
留意点	




設置1974年

● スライド58

ひび割れ原因推定の着目点

- ひび割れの発生時期
 - 数時間~1日, 数日, 数10日以上
- 規則性・形態
 - 規則性有り/無し, 網状/表層/貫通
- コンクリートの変形要因
 - 収縮性, 膨脹性, 沈下・曲げ・せん断
- 配(調)合
 - 富配合(セメント多い), 貧配合(セメント少ない)
- 打ち込み時の気象
 - 高温, 低温, 低湿

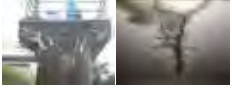
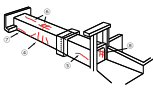


「コンクリートのひび割れ調査補修・補強指針」(日本コンクリート工学会)を参考にした。

● スライド57

ひび割れ⑧

ひび割れの特徴	呑口, 吐口付近 不規則な網目状のひび割れ, または単独のひび割れ 門柱や操作台等にも同様のひび割れ
想定される原因	アルカリシリカ反応(ASR)や乾燥収縮等 呑口, 吐口付近は, 函体内部よりも日射等の影響を受けやすいのでひび割れが顕在化しやすい。
留意点	ASRによるひび割れの場合, 水の供給を絶つのが難しいことから, 補修で劣化を抑えることは困難。



● スライド59

補修について

というところであります。

(スライド62) 少しだけ私自身が気になっているところについてご紹介いたします。まず、ひび割れの補修の方法として大きく「注入」と「充填」があります。何が違うかという、注入というのは左の図のように主に幅が狭いひび割れ等に対して、例えばゴム風船のような器具で補修材を入れていく方法です。ひび割れ充填というのは、右の図のようにひび割れ幅が広く注入しきれないということで、ひび割れの形を整えたうえでゴムのような柔らかい補修材料を埋めてやる方法です。

河川構造物の場合は、ひび割れを通じて析出物がある場合も多いと思います。そうすると、ひび割れに注入するのが難しいので充填という判断がされることがあります。このとき、充填だけだと表面は確かに充填できますが、中の部分をそのままにしておくと、別の面から水が回ることを十分に防げないかもしれないという点は、気にした方がいいと思います。特に背面から来る水については、充填だけでは

対策できないので、注意が必要です。

(スライド63) 次に進行性が高い場合、一般論としては塩害の場合には塩化物イオンの影響を受けている場所とか、凍害の場合には凍結融解で失われた場所を補修するというのが一般的だと思います。ちなみに、凍害の場合は私ども土木研究所のなかの寒地土木研究所というところで、「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書」を出してしまして、樋門・樋管等のことも書かれていますので、参考にさせていただければ幸いです。

塩害の場合は先ほども申し上げましたが、取ったつもりでもまだ残っているということが問題になることがあります。凍害の場合も、表面が取れている、明らかに無くなっているところはそこを補修しますが、それ以外の場所も、取れていなくても凍害の影響を受けて脆くなっている場所がございます。そういう箇所が、再劣化の起点になるということをおわれわれの仲間はよく言っていますので、まずは劣化範囲をよく確認して除去するのが大事です。

● スライド60

進行性の評価が重要

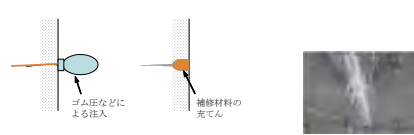
- * 進行性が比較的低い
 - * 建設時から(その原因が)生じていたもの
 - * 中性化による腐食
 - * 不同沈下の影響があった→取まった
- * 進行性が比較的高い
 - * 劣化要因がある(塩害, ASR, 凍害)
 - * 不同沈下や荷重の影響が継続

点検結果の蓄積が役に立つ

● スライド62

ひび割れ充填の課題

- * ひび割れ幅が大きい、表面に析出物があるなどの場合、機械的にひび割れ充填が用いられる場合がある
- * 表面以外から水が供給される場合、影響に注意



● スライド61

進行性が低い場合

- * ひび割れ注入、ひび割れ充填
- * 断面修復
- * ひび割れ箇所の鉄筋の腐食、漏水等を防ぐ目的
- * 優先度は要検討



● スライド63

進行性が高い場合

- * 劣化原因を除去して補修するのが一般的
- * 塩化物イオンを含むコンクリートの除去
- * 凍害の影響を受けたコンクリートの除去
- * 「凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書(案)」, 寒地土木研究所寒地材料チーム, 平成29年5月改訂版に参考事例有り



(スライド64) あとは気になる補修と書いてありますが、こういうよくある補修、コンクリートの表面から劣化物質が来ていることを想定した補修について、本当にそのとおりになっているか、よく考えてみる必要があると思います。

ひょっとしたらこの周りの地下水に塩分が入っている場合もあるかと思っています。われわれが目で見えるのは函体内側の鉄筋のさびなので、内側から補修すればいいだろうと思ってしまいますが、ひょっとして背面から塩が入っている場合、表面だけ補修しても根本的な解決にはならないと思います。

あるいは、途中でご紹介しましたが、古い構造物で、除塩が不十分な海砂を使って造られた構造物の場合には、造った時から塩がけっこう入っている場合というのがありまして、図では表面から塩が入っているイメージですが、こういう仮定が成り立ちません。何となく塩害だから断面修復だという感じで修復している場合もいくつか見られる気がするので、そのあたりは気をつけられるといいかなと思います。

(スライド65) それから人間が入れないような小規模なものの場合には、管更正工みたいなものが適用されている場合もあります。

(スライド66) 以上になりますが、少しでも参考になるところがあれば良かったと思います。私なりに点検結果をいろいろと拝見して、「樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント」という資料を作りましたので、その内容を主にご紹介しました。点検でひび割れがあるとか、ないというのはもちろんありますが、その原因を少し考えていくことが必要と思っている次第です。

(スライド67) 最後に参考資料という形でつけておりますが、こういった資料はすべてホームページから無料でダウンロードできるようになっておりますので、是非ご覧いただければと思います。

以上です。ご清聴どうもありがとうございました。

● スライド64

気になる補修

- * (橋梁等の経験から) 塩害は再劣化の事例が多い
- * 初期から塩分が含まれていたと考えられる場合
- * 地下水に塩分が含まれていることが想定される場合

初期から混入?
背面土砂側からの供給?

● スライド66

まとめ

- * 点検結果の評価の際には、変状の原因を考慮するのがよい。
- * 樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント(案)(H28.3)
- * 適切な点検結果の記録、評価が重要
- * 塩害、凍害など進行性の高い劣化事例は少ないが、補修する場合は注意が必要

● スライド65

その他

- * 断面が小さい場合
- * 管更正工
- * 不同沈下、空洞化が疑われる場合
- * ボーリンググラウト工

● スライド67

参考資料

- * 樋門・樋管のコンクリート部材における点検結果評価のポイント(案)
 - * http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/tenkenhyouka/index.html
- * コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)
 - * 土木研究所資料4343号
 - * 以下よりダウンロード
 - * <https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/tech-info.html>
- * 凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書(案)
 - * 寒地土木研究所耐寒材料チーム
 - * http://zairyu.ceri.go.jp/ceri_zairyu/topics5/togaimanualdr.html

<質疑応答>

質問者1 目視主体の点検ではなかなか判定が難しいというところもあるなかで、目視主体の点検でもわかるようなところを教えてくださいましたが、目視主体の点検ではなかなか判定が難しかったところのご経験、あるいは実際に現場に行かれて見られた点、そういうのがもしあれば教えてくださいたいと思います。

古賀 今日何度か出ましたが、特に塩化物の影響を受けて腐食しているような場合は、さびているので補修だ、と補修に行く前に、詳細調査としてコンクリートのコアを採取して塩分量をきちんと把握しておくことは非常に大事なと思いますね。あとは、鉄筋の位置、あるいはかぶり等については、非破壊検査等で把握する方法がありますので、そういうことも適宜、鉄筋の腐食の場合には取り入れて、調査したうえで補修範囲を決めるのがいいと思います。

質問者1 どうもありがとうございます。私からもう1点だけ。進行性の評価が重要というのがスライド60にあったと思います。そこで進行性が比較的高いというものが重要だということですが、なかなか見るのが難しいという話がありました。このあたりでまだしゃべり残した点があれば、教えてくださいたいと思います。

古賀 今日ご紹介しましたが、塩害とか、ASR、凍害という事例は、そんなに数はないと思います。もしそういう事例があったら特別に検討されるのがいいかなと思います。あとは、私が拝見する中では、これは管理者の方次第だと思いますが、そんなに深刻な症状ではないというように自分には思える症状でも、かなり念入りに補修されているようなところもあります。よくありがちなひび割れ等で、程度もあまり大きくなく、進行のおそれが少ないところについては、すぐに補修する必要はないのかなと思います。せっかく点検を定期的に行っているのでも、それを活かしてメリハリをつけてやっていただくのがいいと思います。また、すぐに補修と考える



よりも、少し原因を考えていくのがいいと思っています。

質問者2 今日は貴重なお話をありがとうございます。スライド56のひび割れ⑦ですが、流水によるすり減り等ではないかというコメントがありました。私もコンクリートそのものは詳しくはないんですが、この写真を見る限り何か函体がジャンカになっているようにも見えます。これがどうのこうのということではなくて、例えばこういう函体のところに一部ジャンカのような、完全な不連続面ができていた場合、そういう事例があったかどうかということをお伺いしたいです。

それと、スライド64の気になる補修のところですが、コンクリート体の表か裏か、どちらかが塩分の浸透があるのではないかということでしたが、例えば函体の一部でも完全に貫通したテストピースを取って、どちらから侵入しているか調べた事例があるのかどうか、そういうことがおわかりになればご教示いただきたいと思っています。

古賀 先ほどご指摘のひび割れ⑦の写真、ここだけコンクリートが最初からあまりよく詰まっていなかったということも十分に考えられると思います。そういう事例もあります。私も写真だけで現地に行っていないので断定はできませんが、今言われたように、もともと入っていないということも考えられます。ただ、点検等ではこういうものについてもひび割れです、と報告されている場合が多いので、少し注意喚起といえますか、そういう意味も含めてご紹介しています。

それで、もう1つの「気になる補修」の場合にちゃんと調べているかというご質問ですが、正直、調べられていないと思います。調べられていないと思いますので、こういう機会にお話をさせていただいています。どこから塩が入ってくるかということはよく考えておいたほうがいいと思います。測ってみたときにこのようなグラフ（スライド24）になっていて、明らかに自分がある表面側から塩が入っているということが確認できていれば、塩が入っている範囲をはつり取って補修してしまうというのがいいと思います。しかし、コアを抜いて詳細調査をした結果、どこを測っても大体同じぐらいの塩分量が出てきますという場合には、違う原因だなど考えたほうがいいと思います。是非そういう観点で、鉄筋が著しく腐食している場合には、ちゃんと調査をしてから補修していただくといいかなと思います。

質問者3 今日はありがとうございます。塩害の話ですが、塩害というと通常は海岸沿いの話が中心かなと思いますが、今、雪国だと凍結融解剤をけっこ

う撒いています。凍結融解剤によって塩害が進んでいるという事例はけっこうあるのでしょうか。それとも凍結融解剤ぐらいであれば、あまり影響がないと考えていいのか、その辺の知見があれば教えてください。

古賀 正直判断が難しいと思います。道路が近くにあって、しかもなんらかの理由でそこに凍結防止剤を大量に散布しているような場所であると、それは少し注意が必要だなと思います。道路構造物ではご指摘のように、排水が流れ込んで直接かかる橋脚とかそういうところはけっこう凍結防止剤による塩害が問題になっていると思いますが、河川の構造物の場合には、たぶん、直接塩を撒くということはないので、まだそれほど問題になっていないかなとは思いますが、ただ、どうでしょうか。ちょうど上に道路が通っていて、しかもなんらかの理由で大量に塩を撒くような道路だったりすると、注意が必要かなと。確かにおっしゃる通りだと思います。

(了)

平成29年度

第3回 河川研究セミナー

治水システムを構成する河道・堤防の維持管理の要点

諏訪義雄 氏（国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 室長）

福島雅紀 氏（国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 主任研究官）

開催日：平成29年9月25日（月）

場 所：AP 秋葉原

治水システムを構成する 河道・堤防の維持管理の要点

国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 室長

諏訪 義雄氏

国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 主任研究官

福島 雅紀氏

福島 国総研 河川研究室の福島と申します。申しわけありませんが、諏訪が前の会議が押していて遅れて来ますので、基本的に私が話を進めさせていただきたいと思います。最後の質疑応答は諏訪と私で対応させていただきますので、どうぞよろしくお願いいたします。

では、「治水システムを構成する河道・堤防の維持管理の要点」ということでお話しさせていただきます。ちなみに、タイトルとしては立派なタイトルをつけ過ぎたなと思っております。「治水システム」と言わせていただくのは、河道・堤防、その他の構造物の相互作用を少し考えてみましたというところで、このようなタイトルをつけさせていただいております。また、「維持管理の要点」ということですが、まだまだ要点になっていないところもございますが、その要点になるようなヒントを、少しでも皆様に得ていただけるような一助となればよいなと思って、本日の資料をご用意させていただいております。

(スライド1) 会場を見渡しますと、私よりも長く河川管理に携わってこられた方が多いように感じ



られ、そうした方はご存じのことと思いますが、河道の成り立ち、また、その成り立ちを踏まえて変化の特徴について、1番で話をさせていただきます。2番は、そのような河道の上に基本的には堤防というのが造られている。河道が造った地面の上でできているということで、しかも私たちは災害を受ける度にその堤防を逐次強化してきましたので、そのような堤防の特徴についてお話をさせていただきます。3番では、私たちが河川を管理するうえで、河道とか堤防に求められる機能、その機能を維持するために実施する点検について話をさせていただきます。4番として、維持管理の要点のヒントとなる事例を紹介し、最後は終わりに、ということでまとめさせていただきます。

(スライド2) まず、「河道の成り立ちと変化の特徴」ということでお話をさせていただきます。この図もよくご存じの方がいらっしゃると思います。濃尾平野を木曾川に沿って鉛直方向に切って地層の断面を見えるようにした図面です。木曾川が形成してきた平野の地層を確認することができます。これは、ボーリング調査によって、地層構造を調べ、炭素14法を使っ

● スライド1

本日の話題

1. 河道の成り立ちと変化の特徴
2. 逐次強化を重ねてきた堤防の特徴
3. 河道・堤防に求められる機能と点検・評価
〔堤防に求められる機能／堤防の点検・評価／河道に求められる機能／河道の点検・評価／河道・堤防・構造物の相互作用〕
4. 被災事例から得られる知見
〔災害調査のスキーム／知見の蓄積／砂州の発達に伴う側方侵食／沖積層の流失した河道における護岸の施工／生産土砂量の多い河川の河道計画／堤防表層すべりとその対策／パイピング発達とその対策〕
5. おわりに

て地層が形成された年代を調べた結果です。堆積学の専門家が調べた結果ですが、大体1000年ごとぐらいに、1000年前、2000年前、3000年前と堆積の構造が見える図面です。縄文海進後の、木曾川水系が濃尾平野を作ってきた状況を確認することができます。

これを見ると、やはり河川が作ったところは砂礫がありますが、もっと沖合に溜まるものとしては砂です。さらに沖合にはシルトや粘土があり、河川の基盤というのは礫があったり砂があったり、非常に複雑な構造があるということをここでは述べさせていただきます。複雑な構造がありますので、例えば同じような流れの掃流力を受けても、簡単に河床が掘れるところもあれば、掘れにくいところもあります。そのような違いが河川の変化を特徴づけているということです。

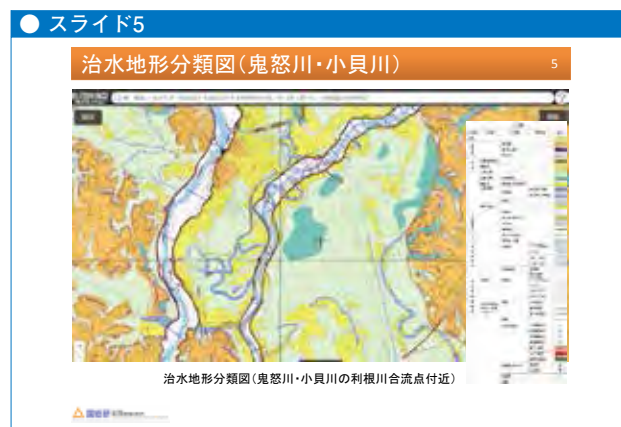
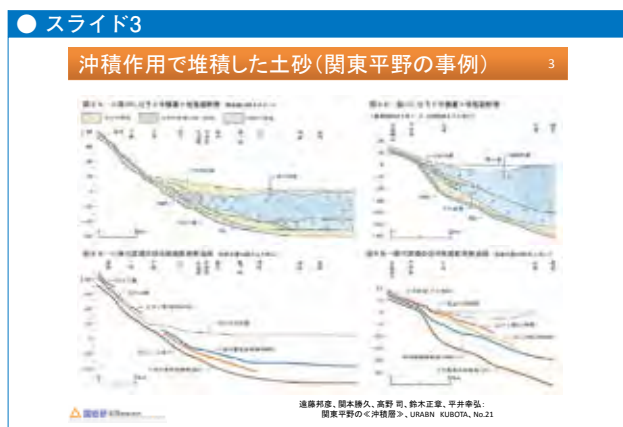
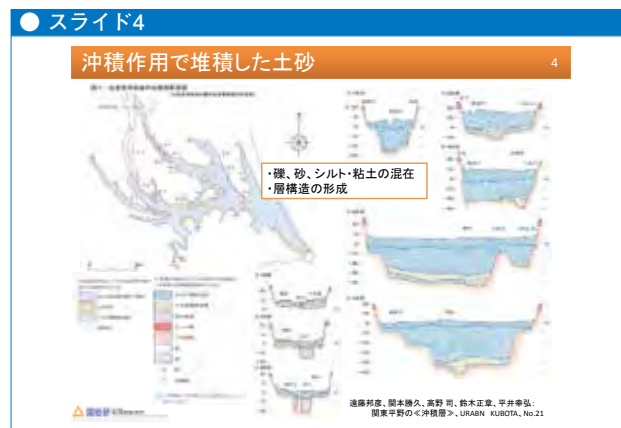
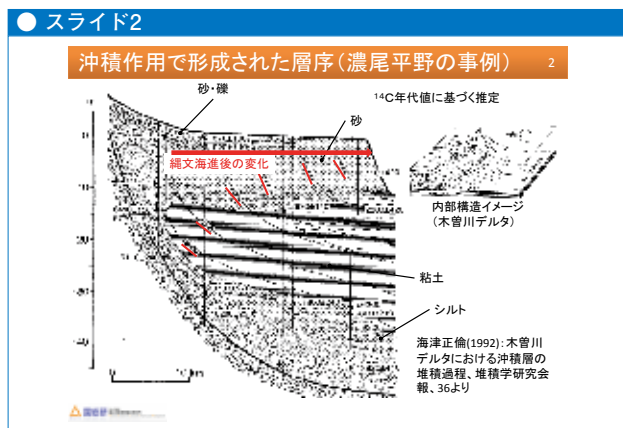
(スライド3、4) これは関東平野の地層構造の事例です。横断面を見ると、砂層と礫層がまばらにあります。地層の高さも場所によって異なることがわかります。礫、砂、シルト・粘土が混在して層構

造を形成しています。

(スライド5) 同じように利根川合流点付近ですが、鬼怒川、小貝川の治水地形分類図です。これだと旧河道が見やすいですが、こういうところでは砂が堆積し、それに沿って砂で形成される微地形が見えます。この黄色い部分です。このようなところは、堤防を造った場合でも元の地形があるので漏水が起きやすくなります。

(スライド6) もう少し細かく見ると、高水敷にも堆積構造を確認することができます。これは私が五ヶ瀬川水系北川で調査をした結果です。激特事業でこの高水敷を掘削する時に、ここに示す測線に沿って地質構造を調べました。

(スライド7) その結果がこちらでして、黒は細粒分がたくさんある細粒砂層です。白くするにしたがって粒径が大きくなり、白は礫層です。このように縦断方向に見ると、細粒分が高く積もっているところや、低く積もっているところが見えてきます。また、横断方向だと先ほどの治水地形分類図で見た



ように、水際には砂が溜まっていて、自然堤防のようなものが見えましたが、まさに川の中にも水際には砂がたくさん積もっていて、その裏側には泥が溜まる、そんな構造が各断面で見えてくる絵です。

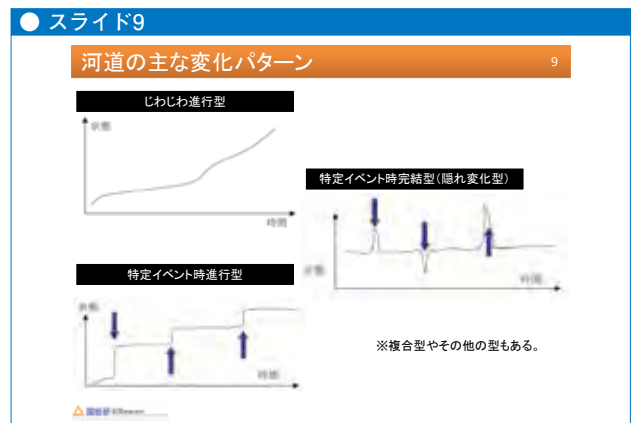
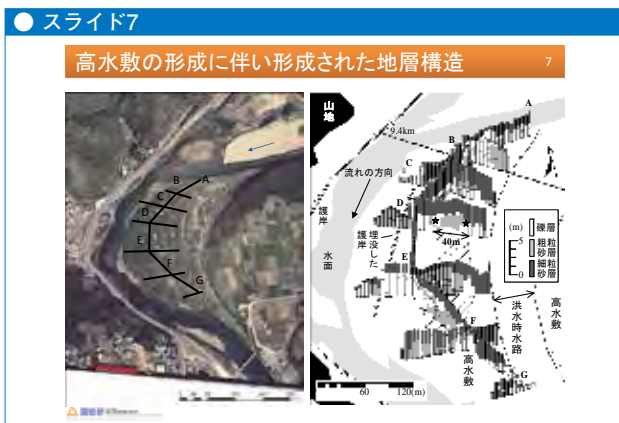
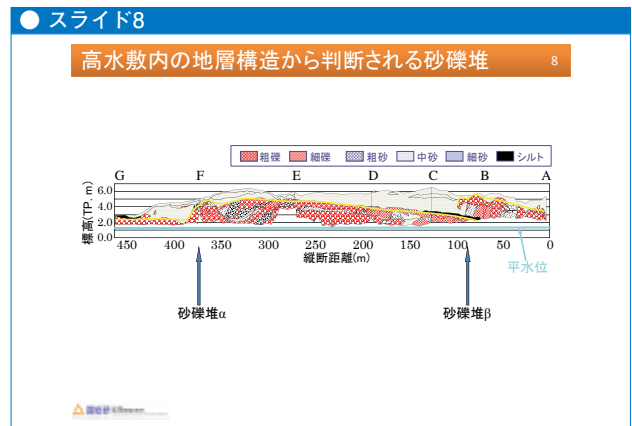
(スライド8) これは、先ほどのA~Gの測線に沿って縦断方向に地層構造を見た絵になります。前のスライドの図と色が違いますが、赤が礫で、黒がシルトで、それ以外は砂です。これを見ると非常に端的に見えるのが赤い砂礫堆です。それともう一つ、上からさらに乗り上げてくる砂礫堆が見えます。これは、1回ここで砂礫堆が止まって、その下流側には砂が溜まり、また砂礫堆が上流から乗り上げて砂が溜まってという、そんな砂礫堆が進行した状況を推測できます。

(スライド7) ちなみに、先ほどのこの横断方向、ここでも実は炭素14法で、どのくらいの速さで横断方向に砂の堆積が進んできたのかを調べました。その結果、大体40m堆積するのに100年程度かかったことがわかっています。こういったオーダー

で土砂が溜まる場所もあるということですね。

(スライド9) このような河道の変化ですが、「河川砂防技術基準」の調査編にも書かせていただいているところですが、パターン分類をしておくと、川を見るときに参考になるのではないかと思います。変化パターンを3つに分けています。

左上の図の、時間とともに徐々に状態が変化するような、河床高が下がったり、上ったり、徐々に変化していくようなものは「じわじわ型」です。左下の図の「特定イベント時進行型」、これは出水をイメージしてもらいたいと思います。青い矢印の部分が出水で、出水のたびに状態が変化していくようなものが「特定イベント時進行型」です。もしくは、右の図のような「特定イベント時完結型」で、出水の時だけ変化するけど、また出水後に戻ってきてしまって、その変化がわからないような状態のものがあるということです。それで、その複合型や、その他の型もあるのではないかと思います。今は具体的にはイメージできていないのですが、複合型



はありそうだと、イメージできると思います。今日は「河道の変化」ということで、こういう事例を紹介したいと思います。

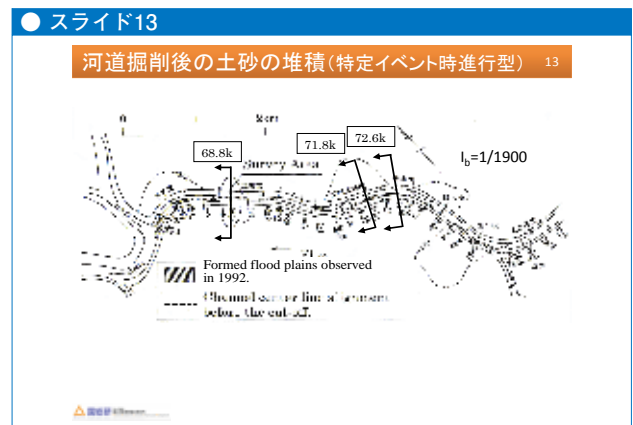
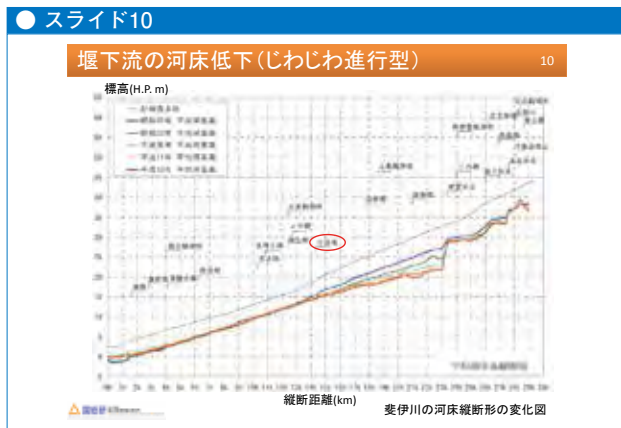
(スライド10) まず、「じわじわ進行型」の例ですが、これは斐伊川の河床縦断形の変化図です。青い線の昭和41年ごろから徐々に河床が下がってきているというようなイメージ図です。斐伊川は当時、鉄穴（かんな）流しで土砂が大量に出てきた河川で、出雲平野を作った川ですが、鉄穴（かんな）流しをやらなくなり、その土砂の供給が建設されたダムによって止まり、下流河川の伊萱床止でも止まり、この床止の下流で土砂が不足し、徐々に河床が低下してきているという変化です。このようなじわじわ低下する河床の変化に対して、私たちはこの川をどう管理するのかを考えていかなければいけないということです。斐伊川の分派堰もここにありますので、この管理もそのようなことを考えながらやっている状況でございます。

(スライド11) これは、雄物川の護床ブロックの

間からの砂の抜け出しに関する事例です。写真で見ると徐々に抜け出しているというのがわかりますが、どこの時点で対策をしたらいいのかというのが、人によって違うと思います。維持管理の話に繋がると、変状の進行性や施設の機能低下への影響度を評価する必要があります。

(スライド12) 樹林化もまた「じわじわ進行型」なのかなと思っています。じわじわといっても、樹林化というのは、ワッと広がってその後じわじわと増えていくという感じかもしれません。これは多摩川の事例です。河川生態学術研究で取り上げられていた永田地区というところですが、1974年当時は河川全体に礫河原が広がっていました。その後、400m程度の川幅のうちの300m程度がハリエンジュに覆われ、河原に依存するカララノギクが激減しましたので、その保全について議論しました。対策として、高水敷掘削と上流の取水堰に堆積した土砂を還元する工事を実施し、河原の拡大を図りました。

(スライド13) これは「特定イベント時進行型」



の事例で、川内川における河道掘削後の土砂の堆積過程についてご紹介します。ちょうど鶴田ダムの上流の菱刈地区で、もともと旧川はこのように蛇行していたのですが、その部分をショートカットして川を作った箇所の黒く塗った部分に、高水敷を再形成した事例です。

(スライド14) これは横断形の変化です。ちょっと見にくいですが、黒い線から少し薄い線に出水のたびに堆積してきているのがわかります。また、ここで特徴的なのは、断面ごとに堆積の仕方が違うというところかと思えます。水際が高くなって、その裏側には少し窪地ができるタイプと、全体的に高くなるタイプがあるというような違いです。また、堆積の初期には水際が高くなっていて、その後、平らになっていくという違いもありますが、これは土砂が低水路から供給されたものか、もしくは上流からワッと来たものかという違いがあると思っています。堆積の仕方に違いがあるということです。

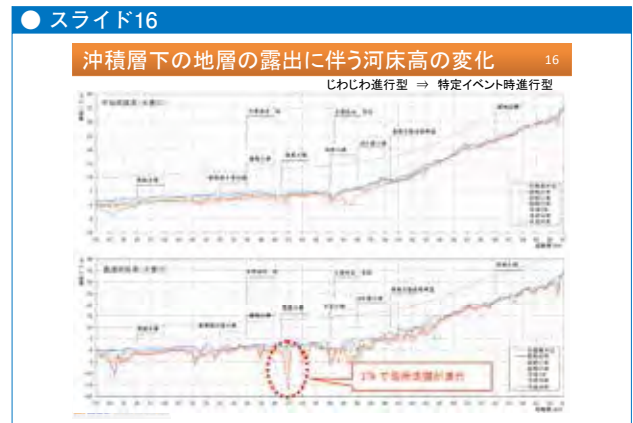
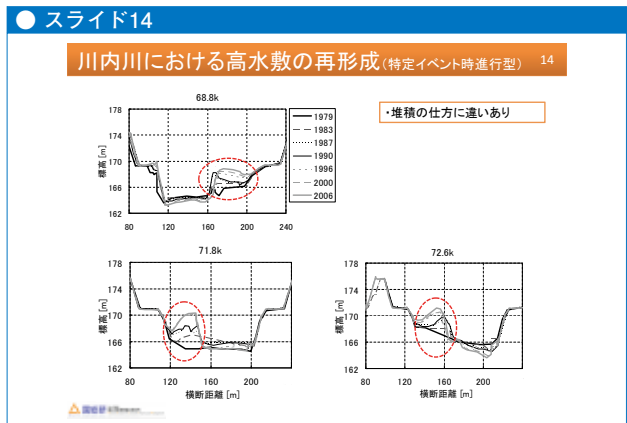
(スライド15) 「特定イベント時進行型」のもう1つの例です。先ほどの事例も結局は植生がどれだけ生えたかということも関係していますが、やはり植生が生えるとその中の流速が遅くなりますので、上流から来た土砂をトラップしやすくなる、捕捉しやすくなるということです。

右の図のようなイメージ図を見られた方もいるかと思いますが、これは実際に千曲川で高水敷を掘って川幅を広げた後の話です。広げたところに2~3mの高さのオオブタクサが広範囲で生えてきたので

すが、平成18年ごろにオオブタクサが倒れるぐらいの出水がありました。これは倒れた直後の状況です。その時、もともとここにリング式の河床高センサーを埋めておいて、可搬型GPSで場所を記録し、洪水後にGPSの誘導によってセンサー設置箇所を掘ったのですが、30cmくらい砂で埋まっていました。1回の出水で平水時からの比高が1mぐらいのところですが、砂がこのように堆積しました。一番下の写真は、堤外民地である農地の裏で、写真のようにシルト・粘土が溜まった状況です。これはよく見られる事例かと思えます。

(スライド16) 次に、これは「じわじわ進行型」から「特定イベント時進行型」になった事例かと思っていますが、いろいろな判断があるところかもしれません。

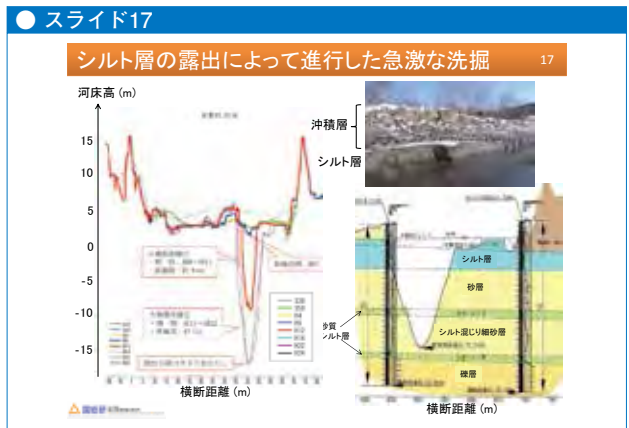
これは、木曽川の縦断図です。上の図が平均河床高で、下の図が最深河床高になっています。青色から赤色系になるにしたがって新しい、そんな図面になっています。下の図の赤色の急激な掘れ具合を



見ていただきたいのですが、37km地点で局所洗堀が進行しています。セグメント的には、この41kmとか42kmのところちょうど礫から砂になっているところ。やはりダム建設や他の河川構造物の建設、あとは砂利採取の影響もあるかと思いますが、土砂の供給が断たれますと、礫区間というのはあまり動きが早くないのでそこまで急激な低下はないのですが、砂区間というのは砂の動きも早いということで、河床低下が徐々に進んでいったという事例です。

(スライド17) それで、先ほど地層構造があるというお話をさせていただきましたが、この地層は砂礫層が非常に薄かった。これが地層横断図で、先ほどの急激に下がったという場所がこちらです。大体10mとか一気に下がっています。ここで砂礫層は2mくらいしかなくて、その層が削られて、その下にあるシルト層が出てきた。シルト層の下も砂層だったり、シルト混じりの砂層だったりということで、もともとあった砂礫、礫と砂のセグメントのちょうど変化点くらいだったので、まだまだ礫も含まれているような砂礫の区間だと思います。こういう砂礫がなくなったことで、シルトや砂層は移動しやすく一気に掘れたという変化です。

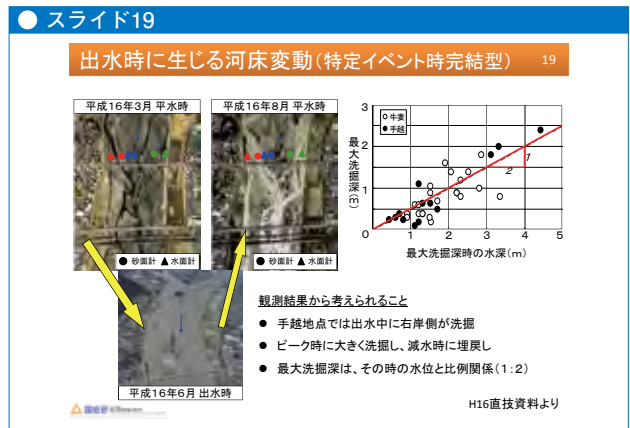
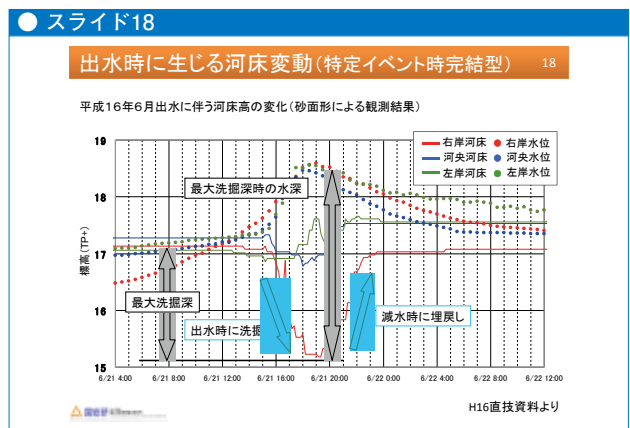
右上の写真が実際に掘れた場所でのシルト層の露出状況です。本来はこのような材料が何とかそこに留まっていられるようなところでしたが、このシルト層が出て来てしまったものですから、一気に掘れたという事例です。じわじわと下がってきたけれ



ど、この特定イベントで急激にドサッと掘れたという事例です。

(スライド18) これは「特定イベント時完結型」の事例です。出水前後で変化が少ないので、見つけにくい事例です。これは平成16年に直轄技術研究会というのをやっていて、安部川だったと思いますが、水位計とともに砂面高計を川の左岸・右岸、中央に入れて調査をしたというものです。右岸側の河床高が出水中に2m掘れて、また2m堆積したという事例です。水位としては17m~19mまで行かないぐらいの、2mも上がらないぐらいの変化ですが、安部川でこのような変化がありました。

(スライド19) 平面的にはこのようなところで測っておりまして、手越の地点の上流ぐらいかと思っています。右岸、中央、左岸で測っていますが、ちょうど平面的には湾曲部の外岸になっていて、外岸側が出水時に掘れて、また埋め戻るといことがわかりました。構造物の基礎を考えると、2m分を考えておかないと壊れてしまうということで、維



持管理を考えると、このような変化を見逃せないということで「特定イベント時完結型」の事例として紹介させていただきました。

以上、本日の話題1つ目の「河道の成り立ちと変化の特徴」の話をさせていただきました。

(スライド20) 続いて、2つ目の話題に移りたいと思います。堤防の話ですが、いくつか特徴があるかと思しますので、まずは特徴をお話させていただきます。

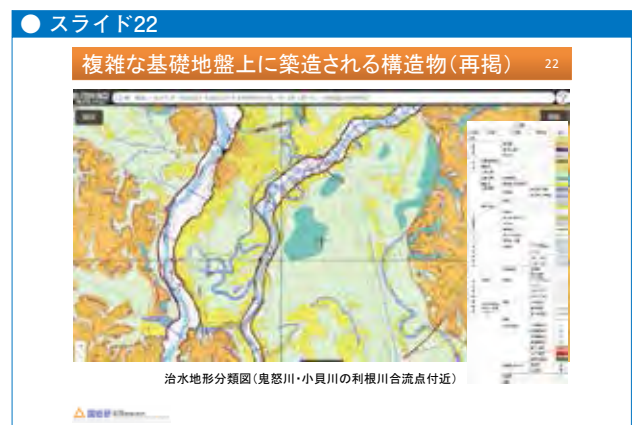
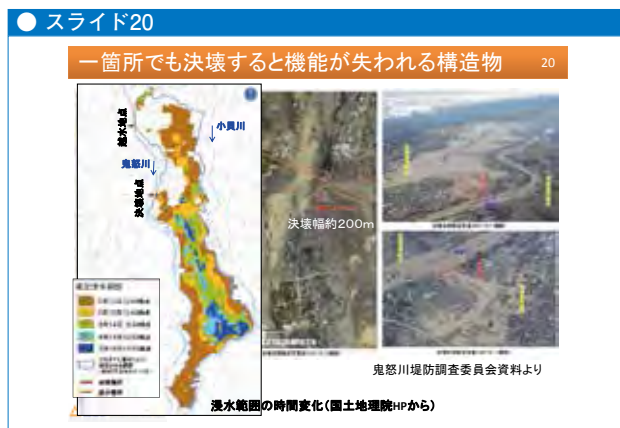
堤防というのは1カ所でも決壊すると機能が失われる構造物ということで、もう皆さんよくご承知のことと思いますが、鬼怒川堤防調査委員会の資料から抜粋させていただきました。200mくらいの決壊幅で常総市全域が水に浸かったという事例です。これは国土地理院さんが出されている浸水範囲の時間変化ですが、鬼怒川と小貝川に挟まれた区域がほぼ全域湛水した事例だったかと思えます。これが200m、1カ所だけではなく、何箇所も越水した場所もありますが、このような浸水範囲になったというこ



とです。ですので、堤防というのは1カ所でも決壊すると、機能が失われる構造物だという特徴があるかと思えます。

(スライド21) また、これは平成24年の矢部川の事例です。右岸側の決壊幅が40mで、その結果として、少し見にくいですが赤い×印で決壊して、水色の範囲が冠水しています。内水の影響もあるので、それを分けているかどうか、ここでは確認していません。また、上流の沖端川でも2カ所が決壊していてその影響もあるので、全部がこの決壊のせいだとは言えませんが、やはり堤防は1カ所が決壊するとかなりの範囲が浸水する、そんな構造物だということです。

(スライド22) また、先ほどの治水地形分類図と同じものですが、結局、堤防というのは川が作ってきた複雑な基礎地盤上に築造されているので、他の建物のように基礎地盤を改良して造るということは通常行いません。基本的には旧河道があった場所、



湿地があった場所等に造られていく、そんなものだと思います。

(スライド23) ですので、こうした基礎地盤上に築造されるということで、1つ目は矢部川の事例ですが、その下にある地層というのがまちまちだということです。2つ目は東日本大震災の時に被災した鳴瀬川の堤防ですが、地下水面があって、砂層があって、堤体が液状化する「閉封飽和域」という話もありましたが、かなり堤防自体がドカッと沈下した事例です。3つ目は兵庫県南部地震での話ですが、やはり下層の地質も非常に影響しているということです。少し見にくいですが、裏側にすべっているような事例です。

(スライド24) 一方で、堤防の特徴としては土堤を原則としています。構造令第90条にあります。工事費用の面、材料取得の面、劣化しにくいという面、これもご承知のとおりかと思いますが、修復が容易だといった点、また基礎地盤と馴染みやすいと言った点、嵩上げにより強化しやすいということ、

さらに、復旧が容易ということで、土堤を原則としているんだということです。

(スライド25) それで、タイトルにもある「逐次強化を重ねてきた盛土構造物」だということで、これはよく使われる図面かと思いますが、利根川で見ても、渡良瀬川で見ても、過去の築堤履歴を確認することができます。このような形で大きな出水を受けるときに、私たちは堤防の拡大を行ってきたということです。

(スライド26) 一方で、年代によって堤防の造り方を変えていますので、ある時期に造られた堤防というのは機関車で運んできて、人力で砂を撒いて積んでいった場合もありますし、もう少し機械化された時代もありますし、さらに機械化が進んでという時代もあろうかと思えます。それで、締固めもしっかり管理されている事例もあろうかと思えます。

堤防というのは、時代、時代でその時の造り方がありますので、築堤履歴を縦断方向にも見てやる、もしくは横断方向の断面内で、造った時の締固め度

● スライド23

こうした基礎地盤上に築造される堤防 23

● スライド25

逐次強化を重ねてきた盛土構造物 25

利根川堤防の計画横断の復遷

渡良瀬川堤防の開削断面

● スライド24

土堤を原則とする構造物(構造令第19条) 24

- 工事費用が比較的低廉であること
- 材料取得が容易であること
- 構造物としての劣化現象が生じにくいこと
- 不同沈下に対して修復が容易であること
- 基礎地盤と一体としてなじむこと
- 嵩上げ、拡幅等が容易であること
- 地震時において被災した場合の復旧が容易であり、所要工期が短いこと

● スライド26

時代によって異なる締固め方法 26

● 築堤材料や施工方法は、その時代の技術力や経済力を反映して様々である。

20世紀初頭の築堤の様子(利根川)

1940年代の築堤の様子(渡良瀬川)

現在の施工方法(堤防拡幅時の段切りとタイヤローラ締固め)

合いというのが見えてきます。それを管理にも生かせるということで、この築堤履歴を見るのは大事だという話をさせていただくために、このような図面を紹介させていただきました。

(スライド27) この図は同じような材料で造っているはずですが、かなりばらつきがあることが示されていて、よくある図なので簡単に飛ばしてしましますが、透水係数にも非常にばらつきがあるという図になっています。

それでは、本日の話題3番に移りたいと思います。「河道・堤防に求められる機能と点検・評価」ということで、中身的にはまず堤防、次に河道の順番に話を進めさせていただきたいと思います。まずは堤防に求められる機能というのは何だろう、その機能を確保するためにどんなことを点検しているのだろう、という話をさせていただいた後に、河道の話です。河道に求められる機能、あとは河道の点検・評価は何をやっているのかということです。そして河道・堤防・構造物の相互作用ということで、治水システムという意味では、それぞれの相互作用を考えていかないとだめだ、という話を少しさせていただきたいなと思います。

(スライド28) まずは堤防に求められる機能ですが、大きく耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能があるということです。これに対していくつかの調査手法があって、耐浸透では、すべり破壊に対して大丈夫か、パイピング破壊に対して大丈夫か、が調査手法だと思っています。耐侵食については、直接侵食

破壊されるのかどうか、または側方侵食、滲筋が動くことで堤防まで侵食が及ばないか、そんな調査が行われるのが耐侵食機能だと思っています。耐震については、私は詳しくはないですが、沈下したときに堤防の変形解析をして沈下がある高さ以上確保されるか、ということの評価するのが耐震の機能だと、こんな3つの機能が求められているということです。

(スライド29) それに対して、点検というのがどういう役割をしているのかを、ここで紹介させていただきます。これは私があらためて考えたものではなくて、「河川設計指針」という本省治水課の事務連絡に出っていますが、形状規定というのは長年の経験を踏まえたものであって、堤防整備の方法としては簡便できわめて効率的だということです。

ただ、一方で、計画高水位以下の洪水でも漏水等の被災が発生してきた事実を考えると、やはり構造物としての安全性が十分とは言えないと思います。こういう構造物の計画的な補強の必要性や、対策実

● スライド27

多岐にわたる材料特性 27

- 河川堤防の開削調査結果に基づき、堤体の土質分類別にその性状(土質定数)の範囲を調べた(国土交通省)。
- 築堤材料は土取り場所によってバラツキがあり、締固め技術も異なることから物性も多岐にわたっている。

土質区分	含水比 w (%)	液性限界 L _L (%)	塑性指数 I _p (%)	孔隙率 e (%)	飽和度 S _r (%)	透水係数 k _v (cm/s)
シルト質粘土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質粘質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸
シルト質砂質土	20~40	15~30	1~15	0.6~0.8	0.8~1.0	10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁸

● スライド28

堤防に求められる機能 28

堤防に求められる機能に応じて照査手法を設定

耐浸透機能	耐侵食機能	耐震機能
<ul style="list-style-type: none"> ●すべり破壊 ●パイピング破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ●直接侵食破壊(表のり面、のり尻表面) ●側方侵食破壊(高水敷の侵食・洗堀) 	<ul style="list-style-type: none"> ●二次災害の防止(堤防変形による河川水の流出) <河川構造物の耐震性能照査指針による>

河川堤防設計指針(H14年、治水課)より

● スライド29

堤防の機能を確保する上での点検の役割 29

- 形状規定は、**長年の経験を踏まえたもの**であり、堤防整備の方法としては**簡便で極めて効率的**であった。
- しかし、計画高水位以下の洪水でも漏水等の被災が発生してきた事実を考えると、**構造物としての安全性が十分とは言えない**。
- このような構造物の**計画的な補強の必要性や優先度、対策工を検討**するためには、従来の形状に加えて、外力と耐力の比較による**工学的手法に基づく性能照査**をする必要がある。

↓

- ただし、洪水等による堤防の不安定化のメカニズムは十分には解明されておらず、**複雑な基礎地盤等の不確実性等を内在していることから、点検によって堤防の変状の有無を確認**する必要がある。
- 洪水中の堤防の変形を発見し、その進行を抑制する役割を果たす水防活動とともに、車の両輪として堤防の安全性を向上させる。

施箇所の優先度、具体的な対策を検討するために、従来の形状にくわえて外力と耐力の比較による工学的手法に基づく照査が必要であり、上述した照査を実施しています。一方で、最初の1、2番で述べましたように、堤防の不安定化のメカニズムはまだまだ十分に解明されていません。その理由としては、やはり複雑な基礎地盤等の不確実性というのが内在しているからで、その点を補うのが点検だと考えているところです。

また、よく車の両輪と言われます水防活動ですが、実際に堤防の変形を発見して、その進行の抑制の役割を果たすという水防活動とともに、車の両輪として堤防の安全性を向上させる、点検というのはそういう役割を担っています。

(スライド30) 具体的な土堤の点検事項という、本省のホームページに掲載されている「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」というのがあります。その中で土堤であれば法面、小段、天端、裏法、法尻部、堤脚水路ということで、各部分にここを見てくださいという、主な点検事項が記載されています。このようなものを点検することになっていきますが、最近ではこれらの評価を何とかしようということで、評価要領もあわせて出されています。

(スライド31) 同じホームページに「点検結果評価要領」というのがあって、この評価要領の判定の目安が掲載されています。画面では見にくいのでお手元の資料を見ていただければと思います。

判断基準としてa・b・c・dとありますが、aは変

状なしです。bは、変状はあるけれど機能に支障が生じていない。cがないものもあったりしますが、dになると堤防の機能に支障が生じている。実は支障について「生じている」と「生じていない」というのは、判断がなかなか難しいのではないかと思います。例えば、沈下であればハイウォーターより下がっているかどうか非常にわかりやすいかもしれませんが、どのぐらい法崩れしたら本当に堤防の機能に支障が生じているかというところは難しいので、定性的に表現されているのではないかと思います。

定量的に表現されている部分としては、亀裂がハイウォーターまで入っているとか、あとは陥没や不陸がハイウォーター以下まで入っているとか、この2つぐらいです。「ハイウォーター」を1つの基準にして変状がどこまで進んでいるのかということを見るところは、少し具体的に書いてありますが、それ以外はまだまだどのような亀裂が危ないのかということとはわかっていないので、こんな表現に留まっているのかなと思います。

それで、下に書いていますが、どの程度の変状が生じた場合に機能劣化と判断するか、今後はいろいろ詰めていく必要があるのではないかなと感じています。ただ一方で、先ほど機能のなかで耐浸透と耐侵食と耐震は書きましたが、越水に対して少しでも粘り強くするという観点からは、このような変状を見逃さずに点検をして、大きなものは補修していくという作業が、非常に有効な手立てなのではないかなと思います。

● スライド30

土堤の点検事項	
箇所	点検事項
法面・小段	<ul style="list-style-type: none"> 法面・小段の亀裂、陥没、ほらみだし、法崩れ、奇勾配化、侵食等はないか。あるいは、出水期前より進行していないか。 雑草のはがれ等、堤防植生、表土の状態に異状はないか。あるいは、出水期前より進行していないか。 雨水排水上の問題となっているような、小段の逆勾配箇所や局所的に低い箇所がないか。 法面・小段に不陸はないか。 モグラ等の小動物の穴が集中することによって、堤体内に空洞を生じていないか。 樹木の侵入、拡大は生じていないか。 坂路・階段取り付け部の路面排水の集中に伴う洗掘、侵食はないか。
天端	<ul style="list-style-type: none"> 堤防天端及び法面に亀裂、陥没、不陸、沈下等の変状はないか。あるいは、出水期前より進行していないか。 天端肩部が侵食されているところはないか。あるいは、出水期前より進行していないか。
裏法・法尻部	<ul style="list-style-type: none"> 堤脚付近の排水不目に伴う浸潤状態はないか。 しほり水でいつも浸潤状態のところはないか。 法尻部付近の漏水、噴砂はないか。 堤脚保護工の劣形はないか。あるいは、出水期前より進行していないか。 局部的に湿性を好む植生種が群生していないか。 ドレーン工の目詰まり、あるいは漏水の排水が生じていないか。
堤脚水路	<ul style="list-style-type: none"> 堤脚水路の目詰まり、あるいは漏水、噴砂はないか。 堤脚水路の閉塞はないか。

堤防等河川管理施設及び河道の点検要領より

● スライド31

土堤の点検評価結果区分の判定目安

堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案)より

変状	機能に支障が生じていない	機能に支障が生じている
変状があるが、機能に支障は生じていない		
変状があるが、機能に支障が生じている		
変状がなく、機能に支障が生じていない		
変状がなく、機能に支障が生じている		

● どの程度の変状が生じた場合に、機能劣化と判断するか。

河川研究室では堤防の越流実験をやってきましたが、モグラ穴のように少し空隙があると、そこを起点にして裏法の侵食が広がってしまいますので、モグラ穴でも見つけてしっかり直していくというのが大事なポイントだと思います。12の変状はそれぞれ大事なポイントということで挙げられているのではないかと考えています。

(スライド32) 次は河道に求められる機能ということで、少し大きめに河川と書いていますが、河道だけでは少し狭いかなと思って、河川としています。このような機能が河川には求められているのではないかなと思います。

特に、所定の流量を計画高水位以下で流すということで、流下能力の話がポイントです。また、出水時に侵食等の土砂移動に係わる河川管理施設等の安全性を確保する機能、護岸の基礎の安定性とか、堤防の浸透に対する安全性とか、侵食に対する安全性が2番目としてあります。また、3番目の維持管理の話というのは、再堆積しにくい河道形状があるだろうということで、3番目に挙げさせていただいております。4、5、6番は見て頂いたとおり、このような話もあろうということで、今日のお話の中心は1、2、3番になろうかと思います。

(スライド33) 河道の点検事項と評価については、点検要領に実はこのようなことが書いてあります。流下能力の観点、河床低下の観点、河岸侵食の観点、今日は河口閉塞については取り挙げないですが、河口閉塞の観点です。



流下能力では、やはり土砂の堆積とか樹木の話が中心です。それと、河床低下では構造物の基礎の不安定化を生じさせないということで、その結果として構造物の変状が見られないかということもあわせて点検対象としているのが、この点検事項のなかにある話かなと思っております。河岸侵食については、自然河岸の崩落・侵食ですね。または堤防防護ラインという1回の出水で掘れる側方侵食量というのがありますが、そのラインを割り込んでいないかという見方。または、樹木群が成長することで偏流が生じて堤防に被害を及ぼすような事例もありますが、そのような見方があります。

実は堤防と同じで、どの程度の土砂堆積があったら対策を実施すべきか、どの程度の構造物の変状が見られたときに対策を実施すべきか、予算も関係しますが、この辺の目安があまり示されていないと思います。偏流もそうですね。樹木群がどこまで成長したら偏流が起きると判断するのか。やはり、いざ

● スライド32

河道(河川)に求められる機能 32

1. 所定の流量(整備目標、整備計画流量等)を計画高水位以下で流下させる機能
2. 出水時に生じる侵食等の土砂移動に係わる河川管理施設の安全性を確保する機能(護岸等の基礎の安定性、堤防の浸透に対する安全性など)
3. 維持管理の容易さを確保する機能(トータルコストの最小化、再堆積しにくい河道形状など)
4. 動植物の生息・生育、繁殖環境を確保する機能
5. 河川景観を形成する機能
6. 河川利用に関する機能(利水、高水敷利用など)

● スライド33

河道の点検事項と評価 33

箇所	点検事項
流下能力	<ul style="list-style-type: none"> 河運流下断面を阻害するような河床上昇等土砂堆積は生じていないか。 低水路幅幅を行った区間で、再堆積による川幅縮小が見られないか。 洪水流下の阻害となるような樹木群が繁殖していないか。 洪水等による河積阻害はないか。
河床低下	<ul style="list-style-type: none"> 河床低下あるいは局所洗掘の兆候として構造物の変状(沈下等)が見られないか。
河岸侵食	<ul style="list-style-type: none"> 自然河岸に崩落・侵食が生じているか。河岸法線は堤防防護ライン・低水路河岸管理ラインを越えて堤防側に近づいていないか。 樹木群繁殖による偏流(水衝・洗掘)が見られないか。
河口閉塞	<ul style="list-style-type: none"> 河川管理上の支障となる河口閉塞、河口砂州高の上昇が見られないか。

堤防等河川管理施設及び河道の点検要領より

- どの程度の土砂堆積、樹木群繁殖、河積阻害が生じた場合に対策を実施すべきか。
- どの程度の構造物の変状が見られた時に対策を実施すべきか。
- どの程度の河岸侵食、偏流が見られた時に対策を実施すべきか。
- どの程度の河口閉塞、河口砂州高の上昇が見られた時に対策を実施すべきか。

堤防が削られるとか、いざ河岸が削られるというときに対策をしているのが実態になっていると思いますので、こうした点を河川ごとに見方として作っていくことが大事なと思っています。

(スライド34) それで、国総研が九州地方整備局さんと一緒になって考えているものですが、特に河道の管理をするときに類型化をしたらいいということで、図のようなA~Dの管理の類型化をやっています。横軸は判断基準としての閾値を設定できるか、縦軸は河道の変化予測ができるかです。「できる」、「できない」でまとめていますが、両方できれば、どうやって川が変化していくのかがわかって、ある状態になったら対策をする、というところまで管理ができています。

(スライド35) 先ほどから変化の話ばかりでしたが、実は閾値の設定の仕方もいくつかありますので、ここで紹介させていただきます。

閾値に基づき1-0で判断する、ある状態を超えたら何らかの対策をするという場合があります。た

だ、ここで設定してしまうと、対策をしなければいけない場所がかなり増えてしまうような場合には、その中でも特に大事な区間を中心に対策をしていこうという、許容値の幅を2つ持たせようという考え方です。まさに堤防の対策の優先区間に似ているかもしれませんが。堤防は約14,000kmありますが、その中の3割程度が詳細点検でアウトになっている。その中でさらに重点的に整備していこうと思ったら、さらに優先的にするのはどこだという、そのようなイメージだと思います。

その一方で、どこもかしこも許容値以下で安全度は満たしていますが、1カ所だけ飛び抜けて悪いところがあるというところは、対策をしたほうがいいのかというアイデアもあろうかと思ひまして、閾値の設定の方法として3つのアイデアを書いております。

(スライド36) 次に、具体的な管理のイメージということで、A型管理、B型管理、C型管理、D型管理と4つ書かせていただいております。横軸に時間

● スライド34

管理の類型化

判断基準としての閾値の設定

	考えるべき現象が分かっている。絞り込まれている。AND対策実施の判断基準が明確である。	考えるべき現象が分かっている。絞り込まれていない。OR対策実施の判断基準が明確でない。
定量的・工学的予測手法あり	A1: 状態のトレンド把握が起点 A2: 定められた予測・評価の実施が起点	B: (↑絞られていない状況) 状態把握と予測・評価の組み合わせが中心
定量的・工学的予測手法なし OR 不十分	C: (↑定性的であることが多い) 問題の予兆の把握が起点	D: (↑あてもない状況) 実態に丁寧に触れた上での「気づき」が起点

* 複数の類型にまたがることもあり得る。
* ある類型からある類型に移移することもあり得る。分かりやすい可視化された手順と言う意味で、最終的に左上の類型(A1, A2)に移移することが1つの目標となる。

● スライド36

具体的な管理のイメージ(A型管理)

● スライド35

閾値の設定方法

閾値に基づき1-0で判断

問題事象が生じ得る可能性の空間分布から判断

閾値に幅を持たせて判断

● スライド37

具体的な管理のイメージ(B型管理)

のイメージを取っていて、縦軸が河道の状態です。現況があって改修をして機能向上するというなかで、徐々に悪くなっていく状態、例えば河積を確保して徐々に堆積していく状態があらうかと思いません。そして、あるときにこの判断基準を切ったらまた対策をする、そんなことができるような川であれば、A型管理ができるというイメージです。

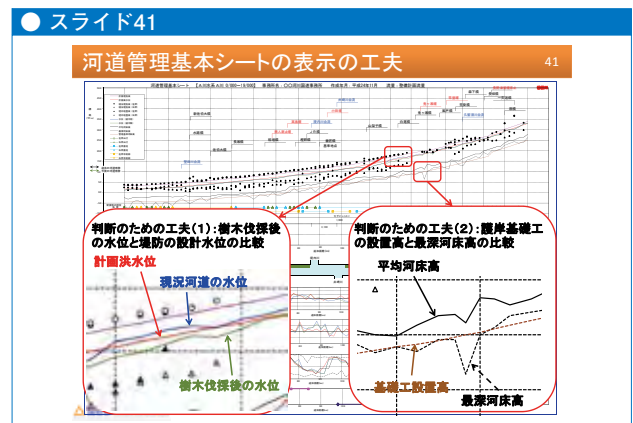
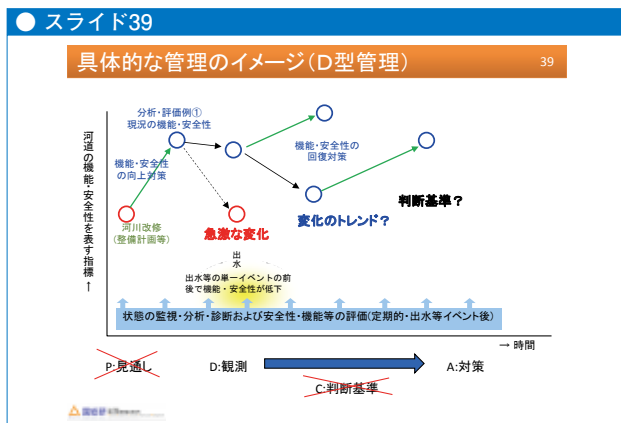
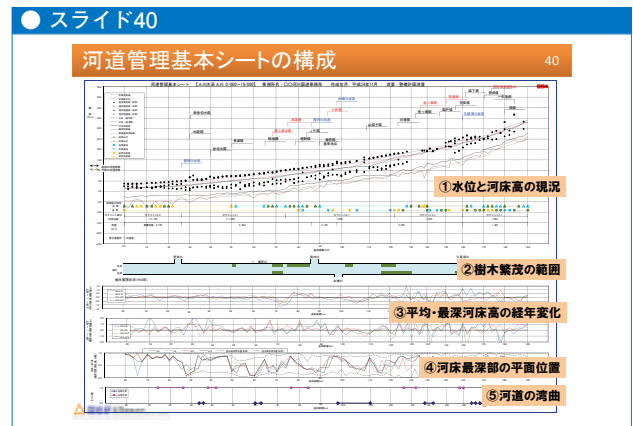
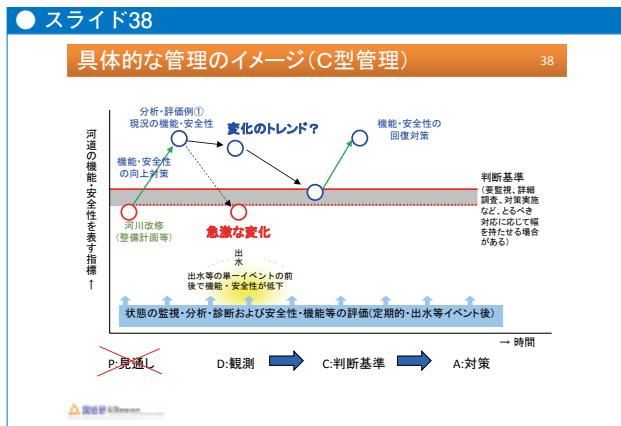
(スライド37、38) 一方でこの管理の基準がないと、どこで対策をしたらいいかがわかりませんので、管理が非常に難しくなります。また、この急激な変化、先ほどじわじわで急激な河床低下があったというのは、まさにそういうことかなと思います。変化の予測ができないというのも、判断基準があってもいつ対策をしたらいいのかわからない事例だと思います。

(スライド39) D型というのは、予測もできないし判断基準もないということで、その変化をどう捉えるか、判断基準をどうするか、そこが考えどころとなります。このD型からA型に河川の管理をしや

すくしていく作業が、私たちが河川を理解することとなります。それで、後ほどお話をさせていただく被災事例が、河川の変化の仕方とか判断基準を探るうえで非常に参考になると思っております。

(スライド40) この「河道管理基本シート」というのは、D型管理からA型管理に移行していくときに、河川の見方としてこのような整理をしておく管理がしやすくなるというものです。これも国総研と九州地方整備局さんで一緒に作ってきたシートです。1段目が水位と河床高の縦断面図です。2段目が樹木繁茂の範囲を書いております。3段目は平均河床高、最深河床高の経年変化です。4段目は河床高の最深部の平面位置ということで、澇筋位置の変化です。5段目は湾曲の状況です。

(スライド41) シート作成にあたって、以下の工夫をしています。赤線が計画高水位で、現況河道の水位と樹木伐採後の水位を計算します。そうすると、樹木の影響がある区間を確認できます。樹木が生えてきて、どのぐらいの速度で水位が上がってき



ているのかを見ていけば、1年後には10cm上がった、2年後には20cm上がったということが見えてきて、3年後が危ないとか4年後が危ないという、その延長線上でいつ危険になるのかを推測することができます。また、2つ目の工夫として、護岸の基礎工の設置高と最深河床高の高さを比べ、掘れているところを確認し、護岸の基礎について崩壊の危険性の高い箇所を特定できます。こうしたことを把握するための点検手法だと思っています。

(スライド42) これは、先ほどの話を少しイメージ化した判断フローなので、飛ばします。

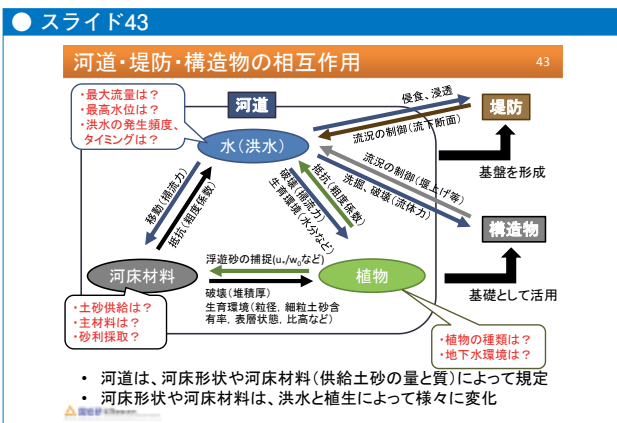
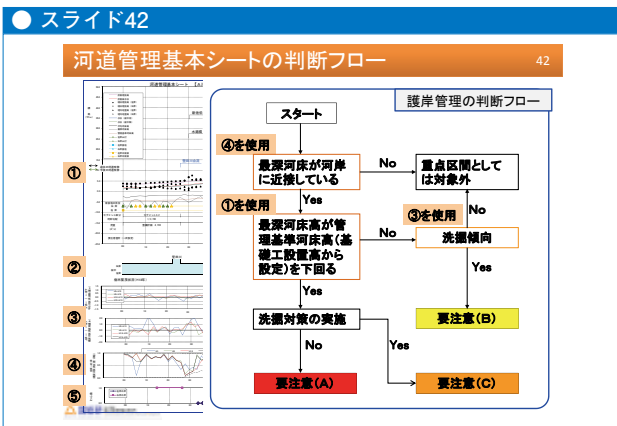
(スライド43) 続いて話題が少しだけ変わります。河道・堤防個々に話をしてきましたが、やはりそれらは相互に影響し合っているということを、ここではポンチ絵にしております。

河道の話はいろいろなところでまとめられている話ですので、あらためてお話しはしませんが、水と河床材料と植物の相互作用があって河道の形が決まっています。このような相互に絡み合うシステムを見

るときに、最大流量がどのくらい出たか、最高水位はどうだったかにくわえて、洪水の発生頻度はどうだったのか、タイミングはどうだったのかと考える必要があります。

私たちは過去の事例を参考にしてよく礫河原再生をしますが、再生をして平均年最大流量で樹木が流失するとか、植物が流失するということが高水敷を切った場合でも、5年間とか、もしかしたら10年間くらいまったく大きな出水が来なければ、そこには樹木が繁茂して土砂も堆積していくという状況があるかと思しますので、実は予測できない発生頻度とかタイミングが、その後の予測に非常に重要な要素になってくるという話です。そのため、過去の事例を踏まえたとしても、やはり日々こんなことが起きたらどうしようか、ということを考えておかないといけないというのが、先ほどのPDCAのなかに入ってくる1つの事例だと思っています。

また、河床材料ですが、土砂供給はどうか、大きな出水が起こって山腹崩壊があればかなり上流から土砂が来ることもありますし、後からの事例で出てきますが、九州北部豪雨では主材料として砂が出てきました。砂が出てくるような状態だと、急勾配な河川では下流まで砂は運ばれますので、そういう影響も考えないといけない。あとは、過去に行った砂利採取の影響なども関係してくるということで、単純なシステムではないということを、ふきだしの赤字は表現しております。植物もどのような種類かで、まったく生長する速度が違ったりしますの



で、そのようなことを考えてやらなければいけないということで、図のようなイメージを書いております。

(スライド44) 次に、いくつか相互に作用する事例を挙げさせていただいております。これは先ほどオオブタクサが繁茂して倒れた千曲川の事例です。

川は下から上流流れていて、左が出水前で、右が出水後です。少し見にくいですが、黄色の部分が2mぐらい掘削した場所です。掘削した直後、オオブタクサだけが生えているちょうどそのタイミングで、過去最大に近いぐらいの出水がありました。拡幅して掃流力が落ちて、土砂が低水路の中央に堆積しました。中央に砂州ができることで洪水流が左岸のほうに寄って、左岸側のオオブタクサが繁茂しているところが削れました。砂州の形成によって河岸が侵食されたということで、この事例では河岸ですが、狭い川であればここに堤防があったという状況だと思います。

ある区間だけを拡幅する場合、土砂が堆積することを考えると、その影響で偏流が生じ、その脇の堤防を削る可能性があるのです。こうした事象にも留意して川の拡幅を考えなければいけない事例だと思います。

(スライド45) また、これは別の事例で、九州の遠賀川の事例です。頭首工が被災した時に、一緒に堤防まで削ってしまっている事例です。

これは出水時の状況ですが、かなり古い頭首工であり、水叩き工下の土砂の吸出しもあったようで、

頭首工が壊れた時に右岸側のほうが早めに壊れて、そこを水が走って堤防がえぐれています。全部欠けなかったのが良かったのですが、構造物周りというのは、それが壊れることで別の構造物まで影響するという事例です。

堰の点検というのは、実は堰自体の維持管理ではなくて、川の氾濫を防ぐという意味、堤防への影響を防ぐという意味でも非常に大事なポイントだと思って見る必要がある、という事例だと思っています。

(スライド46) 点検要領の堰とか床止め工の点検事項では、下流の河床洗掘の状況ということで、構造物の下流において異常洗掘がないかどうかを確認するのが非常に大事なポイントと思って、ここに挙げさせていただいております。

(スライド47) 続いて、本日の話題4番「被災事例から得られる知見」についてです。ここまでは主に前振りみたいなものでしたが、いくつか被災事例を見ると、点検の参考になる事例もあるのではない

● スライド45

堰の被災に伴う周辺堤防の侵食 45

● スライド46

堰(可動堰・固定堰)・床止め工等の点検事項 46

箇所・内容	点検事項
構造物本体の損傷状況	<ul style="list-style-type: none"> 構造物本体の損傷状況を確認する。 河川及び周辺への影響の有無を確認する。
構造物周辺の堤防の異常等の状況	<ul style="list-style-type: none"> 構造物の周辺の堤防の状況を確認し、河川及び周辺への影響の有無を確認する。
取付護岸(根固め含む)の維持状況	<ul style="list-style-type: none"> 構造物周辺の護岸にクラックの発生等の異常がないか確認する。 根固めに流出や陥没等の異常がないか確認する。
高水敷保護工の維持状況	<ul style="list-style-type: none"> 高水敷保護工に損傷がないか確認する。
下流の河床洗掘の状況	<ul style="list-style-type: none"> 構造物本体の下流において異常洗掘がないか確認する。
可動堰におけるゲートの開閉状況	<ul style="list-style-type: none"> 可動堰については、ゲートの開閉に異常がないか、確認動作を行う(ゲートの開閉に異常を来すような錆や劣化を確認した場合は点検結果欄にその概要を記載する)。
構造物周辺の管理状況	<ul style="list-style-type: none"> 構造物本体の機能に影響する(可動堰についてはゲートの開閉に支障となる)、流木・堆積土砂、ゴミの投棄等がないか確認する。

堤防等河川管理施設及び河道の点検要領より

● スライド47

災害調査のスキーム 47

- ① 災害時専門家派遣制度
 - 被災原因の究明と被災原因を踏まえて対策に関するアドバイスの実施
- ② 多自然川づくりアドバイザー制度
 - 災害復旧などで大規模な河川改修を実施する場合の多自然川づくりの観点からのアドバイスの実施

制度の流れ

```

    graph TD
      A[地方整備局  
都道府県  
市町村] -- 1. 派遣要請 --> B[国土交通  
本省]
      B -- 2. 人選依頼 --> C[国土技術政策総合研究所  
土木研究所  
大学]
      C -- 3. 人選結果報告 --> B
      B -- 4. 人選結果報告 --> A
      A -- 5. 派遣 --> D[現場調査の実施]
      D -- 6. 現地調査の実施 --> E[対策の検討]
      E -- 7. 対策の検討 --> A
      C -- 8. 知見の蓄積 --> F[知見の蓄積]
      F --> C
    
```

かということで、まずは私たち国総研、土木研究所でやらせていただいております「災害調査のスキーム」について紹介し、その後で6つの事例を紹介させていただきますと思います。最初の4つは主に河道の話です。その後に、堤防の話をもつて終わりにさせていただきますと思います。

まず、災害調査のスキームというと2つありまして、1つは「災害時専門家派遣制度」というもので、本省の治水課と連携してやらせていただいております。復旧の方針を固めるうえで、被災原因の究明と被災原因を踏まえてアドバイスをさせていただく制度です。もう1つは「多自然川づくりアドバイザー制度」というものです。災害復旧なので大規模に河川改修をするとなると、多自然川づくりの観点からもいろいろ検討すべきことがあります。そのような視点から、災害直後ではなく、少し時間が空いてから、河道の法線形や、断面形、横断形など、川づくりがある程度決まってきた段階で、それが多自然川づくりの観点ではどうかという、2段階でやらせていただいております。制度の流れは下の図のような感じです。

(スライド48) このような知見を蓄積し、活用して、次の技術基準等に活用していくことが大事ではないかと考えています。国総研では「河川構造物管理研究タスクフォース」を立ち上げて、これまで90件程度の災害調査を実施しており、黄色の部分で調査で得られた知見を蓄積しているイメージ図です。

災害を引き起こした事例を分析して、被災のメカ

ニズムを把握して保存しています。そして保存したものを、危険事象の予測や危険度評価手法に活用していくことも大事でしょうし、これは技術基準に関係するかもしれませんが、新たな被災事例を見て技術基準を変えていくとか、手引き・マニュアルを変えていくとか、そのようなことにも活用していけたらと考えております。また同じように、災害復旧や応急対応、復旧復興の方針についてもサポートしていきたいと考えています。それらを蓄積し、過去の事例から積み上げることが大事だという、イメージです。

(スライド49) 具体的な事例として6つ紹介させていただきますと思います。

1つ目が砂州の移動にともなう堤防の被災ということで、音更川の事例です。去年も北海道で災害があって堤防が侵食されていますが、その中でも過去の被災事例が参考になって工夫をされた事例です。2つ目は、洪積砂利層の露出した川の施工上の工夫の話です。3つ目は現在進行形の事例です。九州北部豪雨の赤谷川でも議論になっている、土砂がたくさん出てくる中での川の作り方を考えた事例です。4番目は多自然川づくりにも通じる場所があります。湾曲部での河道掘削事例で、これも九州北部豪雨で平成24年に掘削していますが、そのときの事例が非常に参考になりますので紹介いたします。維持管理を容易にする工夫ということで、湾曲部なら埋め戻す形がある程度決まってくるので、それをうまく活用すると、維持管理が容易になるのではとい

● スライド48

知見の蓄積・活用・進化 48

- 河川構造物管理研究TFでは、2008年以降、東北地方太平洋沖地震・津波(2011)、九州北部豪雨(2012)、紀伊半島豪雨(2013)、熊本地震(2016)などを含めて、90件程度の災害調査を実施した。
- 調査やその後の分析で得られた知見を蓄積し、各局面で活用していくことが重要である。また、技術そのものを進化させていく。

● スライド49

本日紹介する事例 49

- ① 砂州の移動に伴う堤防の被災(音更川)
→河道の巡視・点検にあたっての工夫
- ② 局所洗掘に伴う洪積砂利層等の露出(天竜川上流)
→埋め戻し方法や埋め戻し材料の工夫
- ③ 山腹崩壊等によって土砂供給が過剰に生じた河川の河道設計(花月川、那智川、平石川等)→遊砂地
- ④ 湾曲部での河道掘削事例(花月川)
→維持管理を容易にする工夫
- ⑤ 堤防法面の表層すべりとその対策(筑後川等)
→表層の締固め方法(事務連絡あり)
- ⑥ パイピングの発達による堤防の決壊事例(矢部川)
→弱点箇所絞り込み(研究中)

う話です。5番目が堤防の法面の表層滑りについて、築堤直後にすぐに滑るという事例が頻発したものですから、その対策についての話です。最終的には表層の締固めを少し工夫しようと、本省が事務連絡を出すことに繋がった事例です。6番目はまだ研究途上の話ですが、矢部川の決壊を通じて、パイピングに対して弱点箇所を絞り込んでいくことが大事だということで、国総研や関係する大学の先生方と研究を進めている事例です。

(スライド50)では、1つ目の滲筋の変化にもなつて生じた堤防の被災事例についてです。平成28年の北海道東北豪雨で、音更川の左岸で河岸侵食が発生しています。左上の写真は下から上に流れていて、かなり高水敷幅がありました。そこがえぐられて侵食した事例です。北海道には、こうした自然河道に近い滲筋の変化が激しい河川がまだまだ残っています。

(スライド51)この写真も音更川ですが、平成23年にも同じような被害がありました。先ほどの場所とは違いますが、かなり樹林化が進んでいて白い矢印のように川が蛇行していました。堤防の近くには低水護岸が整備されていましたが、出水にもなつて水衝部が動いてしまいました。下の写真がまったく同じ場所の出水中の写真です。㊸の砂州が削られたことで、その下流の水衝部が下流側に移動して、低水護岸がないところで堤防に当たって堤防が欠けた事例です。

北海道開発局さんはこの事例を踏まえて点検をど

うするかを考えて、ある工夫をされました。この区間はセグメントは1だったと思いますが、堤防の防護に必要な高水敷幅として、例えば30m必要なところに「30」という道路標識と同じような、反射板のついた標識を立てました。これは夜間でも懐中電灯等で確認できるものです。これを巡視や点検の時に確認できるような体制をとられたということです。また、巡視時に発見しやすいように、「30」という看板があるところに、目印(例えば、リボンのついた棒)を堤防法肩に設置し、巡視をやりやすくしました。巡視の時に早期に侵食箇所を発見できるという意味では、川がいつ動くかわからないなかで、監視の工夫をされた事例だと思って紹介させていただきました。

一方で、先ほど紹介させていただいた「河道管理基本シート」でも滲筋の変化を確認することができます。次の出水で低水護岸のないところに水衝部が移動することを予測できれば、事前に対策を打ったり、重点的な監視区間にしたりすることができると考えています。まずは「河道管理基本シート」を用いて、こうした変化を捉えることができるのかを確認する、そこから始めてほしいと北海道開発局さんには話をさせていただきました。

以上、巡視や点検をやりやすくした事例について紹介いたしました。

(スライド52)次に天竜川の事例で、洪積砂利層が出ているところの施工上の工夫の事例です。施工の工夫をすると、後々の維持管理が楽になると考えていただければと思います。

● スライド50

滲筋の変化に伴って生じた堤防の被災 50

- 音更川左岸21.2kpで河岸侵食が発生した。
- 決壊前の流路は堤防に対して十分な距離(約120m)があったが、出水により蛇行部が堤防まで到達した。

決壊前の状況
音更川 H28撮影

決壊後の状況
音更川

決壊箇所の状況(拡大)
8/31 17時頃

● スライド51

過去の災害を踏まえた対応 51

- 出水によって砂州が移動し、蛇行幅も大きくなり、堤防を侵食した。
- 河岸侵食の進行の早期発見および発見後の速やかな対応を可能とするための監視体制の強化を図った。

出水前の状況(平成22年8月)

出水中の状況(平成22年9月7日12時)

反射板の付いた標識
→夜間でも懐中電灯で確認可能

標識を埋没し、やすいように天端には標識の位置を杭で表示
監視体制の強化のための工夫

先ほど縄文海進以降に土砂が堆積してという話をしましたが、洪積砂利層はそれ以前の地層です。沖積層の前の洪積層で1万年以上前の砂層ですから、上に土砂が乗って結構硬く固まっています。写真は床掘りした後のものです。一見すると固結していて侵食されないように見えますが、バックホウで簡単に削ることができます。しかも出水時には急激に侵食されてしまうことがあるので、露出させると扱いが難しいです。また、河床材料よりも動きにくいので、基礎工を施工した際に床掘りして除去した箇所が急流で侵食され、そこに偏流が生じて、流れが集中してしまう特徴があります。ですから、天竜川の現場では洪積砂利層を露出させないか、露出した場合には除去することが望ましいといわれています。この洪積砂利層の扱いを、施工上、工夫されたのがこの事例です。

(スライド53) 具体的には2つの工夫をされています。下の図が通常の設定方法で、基礎工を入れようとすると、整備計画の河床面より1mか1.5m深く

掘って、根固め工だとかを置いて基礎工を入れると思います。通常の設定方法では河道の中心部分は掘りませんが、ここでは偏流の発生を考慮して中央部分の洪積砂利層を深く掘る対応をされて、偏流が生じにくくしています。これが、1つ目の工夫です。

(スライド54) 2つ目の工夫は、先ほど床掘りした部分に、貧配合のコンクリートを埋め戻してしまうというものです。また、洪積砂利層は場所によって本当に固いところもあれば柔らかいところもあって、古ければ古いほど固いものですから、ある程度は削れないと判断されたところであれば、基礎工の代わりに洪積砂利層を使ってしまおうという場所もありました。岩盤が出ている部分に岩着させたようなものです。河床面を掘って弱くするのであれば、あえて掘らずに、その後の維持管理を容易にしたという事例です。このような施工上の工夫も大事だと思っています。

(スライド55) 3つ目の事例です。これは7月の九州北部豪雨で土砂災害があった赤谷川の航空写真

● スライド52

局所洗掘によって露出した洪積砂利層(天竜川) 52

- 露出すると扱いが難しい。一見固結しており、侵食されないように見えるが、バックホウなどで簡単に削ることができ、出水時には急激に侵食されることもある。
- 河床材料よりも動きにくく、基礎工を施工した時に除去した箇所が急激に侵食され、偏流が生じることもある。
- 現場では、「露出させないか、露出した場合には除去することが望ましい。」とされている。

準大の礫が固結した砂利層 洪積砂利層に見られる互層構造(洗掘のされ方が一律でない)

● スライド54

洪積砂利層を考慮した基礎工施工の工夫 54

洪積砂利層の掘削範囲は偏流などによる洗掘、流れの呼び込みを考慮してモルタル、貧配合コンクリートで充填する。

基礎の規模を小さくし、基礎工の設置高を洪積砂利層として、洪積砂利層の掘削を極力低減する。基礎工との隙間は、モルタル、貧配合コンクリートで充填する。

現況河床高 計画断面 基礎高

● スライド53

洪積砂利層を露出させない施工上の工夫 53

河岸沿いに流れが集中した場合でも河床材料が露出しにくくするように埋め戻しには最大粒径を用いる。

偏流の発生を考慮して洪積砂利層は整備計画断面より深く掘削する。

通常の設定方法

基礎工、根固め工を設置するため洪積砂利層を掘削。基礎工や根固め工を設置しない箇所では深く掘削しない。

● スライド55

山腹崩壊による河道内への土砂堆積 55

平成23年7月九州北部豪雨による土砂災害の概要<速報版>Vol.6(国土交通省水管理・国土保全局砂防部)より

です。かなり土砂が溜まって、その土砂の堆積をどうするのか、今、議論がされているところです。

(スライド56) この筑後川流域では、平24年にも九州北部豪雨がありました。この写真は、筑後川に合流する花月川の上流で、7月に天然ダムができた場所の直下ぐらいのところです。

平成24年の時には天然ダムはできなくて、上流では山腹崩壊がありました。水がバーッと流れてきて、その下流で越水が生じました。地蔵元橋付近に土砂が溜まり、土砂が溜まることで水が周りに溢れました。土砂が溜まったことで越水して、堤防が切れていますが、内岸側を流れる形で下流にまた戻っています。

これに対して工夫をされています。上流はすぐに山地地域で勾配が急になっていて、山腹崩壊があれば土砂が絶対に流れ込んでしまいますので、土砂が溜まってしまふのならば、ここに土砂溜まりを造ろうと工夫されました。土砂溜まりを造らずに流してしまう手もありますが、流してしまうと土砂が下流で悪さをするかもしれないので、土砂溜まりを「遊砂地」といいますが、遊砂地を造ろうと計画されました。

(スライド57) それがこの図面です。流れの向きは右から左です。川が切れた場所の下流で大体65mぐらい堤防を引いて、全体に土砂が溜まる場所を設けました。高水敷よりも少し高さを低くして、出水時には土砂がこちらに乗るようにしたのがここでの仕掛けです。そうすることによって、上流で山腹崩

壊があっても、土砂がここに溜まって下流に行く量を減らし、下流で氾濫する可能性を低くすることが、この遊砂地機能を有する河道計画です。

(スライド58) 実はこのときに河床変動計算をして、どのくらい土砂が溜まるのかが計算されていました。当時の計算では1,200m³くらい溜まると計画されていたようです。ですから、1,200m³分くらいは下流に流れないと計画されましたが、7月に出水があって、多くの土砂が溜まりました。水の流れは上から下で、中央部分に土砂が溜まっています。平成24年の出水で激特事業として堤防の整備をしていますので、流量も前回（平成24年）より多かったです。何とか堤防満杯で流すことができました。

一方で、土砂は計画以上に溜まりました。このときに溜まった量は、粗々計算されたもので後々に変更があるかもしれませんが、25,000m³だといわれています。当初の計画では1,200m³の土砂堆積が想定されましたが、その約20倍の25,000m³が溜まっています。



実は今回、河床材料が前回よりも細かくなったといわれています。今回は山腹が崩れて、細かい粒径の土砂が多く流れてきた結果なのではないかと考えていますが、今後確認しなければならない事項です。当初の河床変動計算は出水後の河床材料を使って計算したものですから、粒径が少し大きくて、遊砂地に堆積する量を過少に評価したものと考えます。今回は材料が細かくなったため、このように多くの土砂が堆積したのではないかと推測していますが、詳しいことは計算していないのでわかりませんが、遊砂地の設置が非常に効いているのがわかる結果だと思えます。

今後このような遊砂地を検討する場合、河床材料を主体として考えるのではなく、上流から供給される土砂の粒径の幅を、どう設定するのが重要であることを示唆する事例だと思えます。当然、土砂堆積量は維持管理と絡んでくるので、どのくらい堆積したら維持掘削をするのかについて考えるうえで参考になると思ひ、この話をさせていただきました。

(スライド59) これは最近こんな事例が多いという参考でつけております。紀伊半島を流れる那智川でも土砂が堆積し、氾濫しました。

(スライド60) これは東北地方の北上川の支川で、多自然アドバイザーとして派遣された雫石川の事例です。出水にともなう側方侵食によって右岸側の河岸が掘れました。実はこのときにも上流から土砂が出てきて、この河岸が掘れた下流区間に土砂が溜まり、河積が減少したことで越水しました。そこ

で、この侵食された箇所を遊砂地にしようと、川幅が広がった部分を掘削して遊砂地として活用しています。多自然川づくりでは、広がった箇所をそのままにしましょう、という話がありますが、山地部で土砂が出てくるのが想定されるのであれば、土砂溜めとしても使えるという事例かと思ひます。

(スライド61) 4つ目の事例です。湾曲部における掘削事例ということで、場所は花月川です。先ほどの土砂がたくさん溜まったというのが8km辺りでしたが、大体その4kmほど下流の湾曲部です。これは今年の水後の写真ですが、平成24年の激特事業でこの湾曲部も掘削しています。掘削しましたが、見てわかるように土砂が溜まりました。右上の川の中の写真を見てもわかるとおり、土砂が高く溜まっています。

(スライド62) これは横断図です。激特事業前は黒い線で、激特河道は赤い線ですが、平成24年の出水で青い点線のように土砂が溜まっています。その溜まった場所を平らに切りました。その後、また同



じように土砂が溜まっています。このような湾曲部の内岸で溜まることがそもそも想定されるのであれば、溜まる部分を考慮した形で切ることを考えた方が良いのかなと思います。考慮した形で切って、ハイウォーター以下で流せる河積を確保したうえで、そもそも土砂が溜まるような形にしておけば、毎回同じようなところを掘削しなくても済むという事例だと思っております。

やはり標準断面で議論すると、激特事業のように掘削しましょう、となってしまうがちですが、河道の法線形まで考えて切ることが大事だと思います。維持管理をしやすくする工夫として紹介いたしました。

(スライド63) 5つ目と6つ目の事例は堤防の事例です。短期的豪雨による法崩れの発生ということで、平成27年の夏に起きた事例です。筑後川右岸の延長50m区間で法滑りが発生しました。最大時間雨量は75mmと大きいですが、降雨の継続時間は短く、河川水位が高水敷までも上昇しませんでした。しかしながら、雨はたくさん降ったので高水敷にも

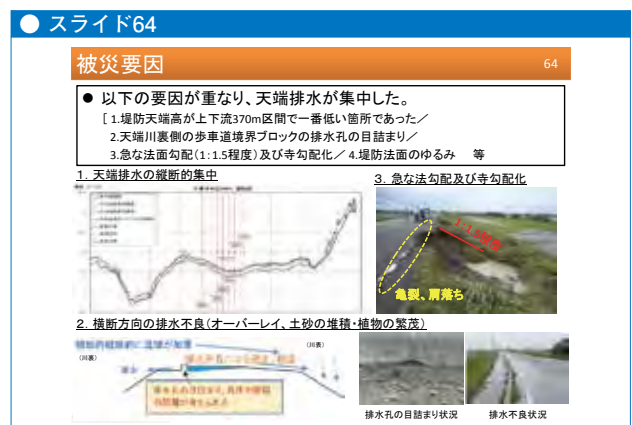
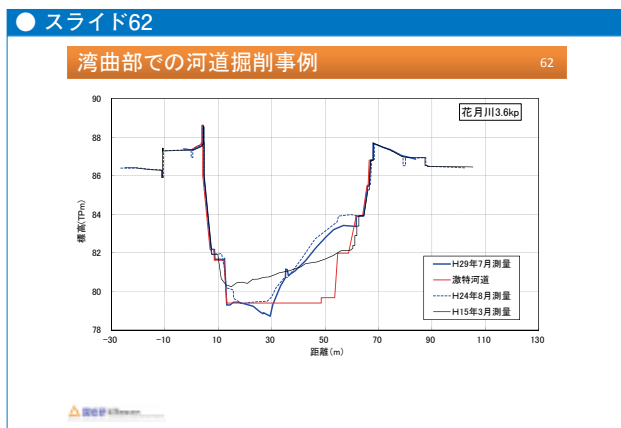
水溜りができたことがわかります。

(スライド64) この原因について調べたところ、堤防天端の道路の管理が影響したことがわかりました。

まず1つ目は、天端の形です。最近ではMMSを使用して堤防天端の形を管理しようという話があります。図のグラフは該当の区間についてMMSを使用して測った堤防高で、かなり上下していることがわかります。グラフ中央部分の400m区間が低く、その区間の一部で法崩れが起きました。

2つ目は横断形状です。堤防天端の横断形は通常拌み勾配ですが、歩車道の分離ブロックが裏法の肩のところにありました。この区間は兼用道路ということもあり、道路管理者の方が舗装を補修される際にオーバーレイを行い、歩車道分離ブロックには排水用の穴があったのですが、舗装材料や土砂によって埋まったり詰まったりしていました。歩車道分離ブロックが水を止め、天端に多量の水が溜まっていたようです。また400m区間の水が、この歩車道分離ブロックで沿って集水され、ブロックの高さ15cmか20cmの水深となっており、表法にこぼれたようで、一番低いところで多量にこぼれて、この法滑りを引き起こしました。これは、筑後川堤防検討委員会で検討された結果となります。

なお、古い堤防であり、寺勾配化が進行し、急な法勾配(1.5割程度)であったことも原因といわれていますが、基本的には1つ目と2つ目が大きな要因だったと考えています。右下の写真は少し雨が



降ったときの状態ですが、こんな状態であったということです。被災時に近くのCCTVカメラがとらえた映像によると、車が立ち往生する程度の水嵩だったと聞いています。ですから、堤防天端の管理はMMSでやっていこうという話もありますが、不陸の管理が非常に大事だと思っています。特に、雨天時の巡視や点検が非常に重要です。

(スライド65) 雨天時巡視の写真を集めてみると、このような写真がありました。雨水が集中する箇所や排水される箇所を、雨天時巡視で確認することができます。また、路肩の水溜りとか、雨水が集中的に法面に流れている箇所、このような場所はこれからさらに雨の量が増えれば、ここに大きな水の量が流れてきて、先ほどのような法崩れの事例にもつながりますので、点検時、もしくは巡視時に注意しなければならないポイントだと考えています。

(スライド64) スライド64のところは、崩れた後に出水がなかったから良かったのですが、表法が崩れた後に水位が上がれば、当然、洪水流で削られて破堤ということも考えられますので、非常に大事なポイントかなと思います。「大したことはない」では済まされない事例だと思います。

(スライド66) 最近、比較的短時間で局所的な豪雨を受けて、竣工間もない堤防で法崩れが発生する事例が報告されています。写真のようなできたての堤防です。大体3月ぐらいに施工が終わって、梅雨期に大きな雨が降ると、法勾配の急なところで法面が滑るという事例です。



これは、表層だけが滑る事例であり、法面の締固め不足が原因だとわかってきました。先ほどの筑後川の事例では、すべり面が発生して生じる法崩れでしたが、これは表層のみが滑っています。こうした事例に対して、「河川堤防等の盛土法面にかかる施工・品質管理の留意点」という事務連絡が、治水課から出されています。法面の表層の締固めにあたっては、以前は基本的に斜めに叩くのみでしたが、水平面を出してしっかりと叩くように施工するといった対策が取られています。あとは先ほどの筑後川でも問題となった雨水排水の対策ですが、道路にあるような縦断方向の排水溝を設置するなど、対策を取ることになっています。もしくは、堤防の芝の活着を助けるような新素材を使って、法面の表層を補強することも行っています。

こうした対策は、法滑りといった被災事例から生まれた施工上の工夫だと思っていますし、今後、降水量の増加が見込まれるなか、維持管理にあたって

● スライド65

雨天時巡視による排水不良の確認 65

- 雨水が集中する箇所・排水不良箇所を雨天時巡視で確認する。
- 路肩の水たまり、雨水が集中的に法面に流れている箇所に着目することが巡視のポイント。

● スライド66

施工・品質管理の留意点 66

- 短時間に局所的な豪雨を受け、竣工後間もない堤防法面において法崩れが多く発生している。
- 法勾配が3割未満であり、土羽土・覆土が堤体土と異なる材料を用いる場合には、法面整形における施工方法として、土砂を垂直に押さえるように施工することとされている(「河川堤防等の盛土法面にかかる施工・品質管理の留意点について(通知)」、事務連絡、平成26年1月8日)。

重要な事例と思いましたが紹介いたしました。

(スライド67) これが最後の事例になります。矢部川での堤防決壊については、先ほど全体のなかでお話しましたが、パイピングの発達にともなって堤防が決壊した事例です。

(スライド68) 基礎地盤の構造は複雑だという話をしましたが、矢部川のパイピングの発達の原因は図のとおりです。左が川側、右が堤内地側です。図の黄色い部分に砂層が入り、川側の圧力が堤内地側に伝播してパイピングが起こることで、砂が抜け出した結果、堤防が陥没したということです。矢部川堤防調査委員会ではそう結論づけられています。

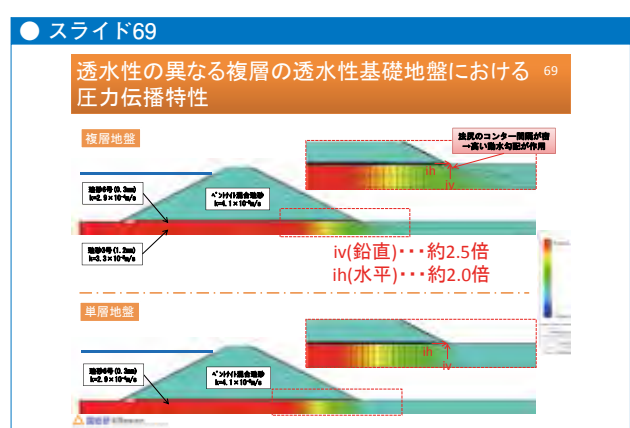
その後、このパイピングが起きやすい砂層地盤とはどのようなものなのか、国総研といくつかの大学の先生方と一緒に検討した結果、どうやら複層地盤の場合に起きやすいのではないかとされています。どのような場合かという、上層が少し細かい材料で、下層が少し粗い材料の場合です。黄色い部分は1層に見えますが、その砂の層の中で、実は少し

違いがあるのではないかと考えています。

(スライド69) これは計算事例であり、堤体は水を通さないような非常に透水係数の低い材料としています。基礎地盤は、上の図が複層地盤で、上層に粒径0.3mmの砂で透水係数が $2.9 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 、下層に粒径1.2mmの砂で透水係数が $3.3 \times 10^{-3} \text{m/s}$ の2層を置いた場合です。下の図は単層地盤の場合です。圧力の伝搬状況を計算すると、単層地盤の場合は一様に伝搬していきますが、複層地盤の場合は下層から先に圧力が伝搬して、上の細かい材料を押し上げるように圧力が働きます。そして、ちょうど法尻のところ局所動水勾配が多くなることわかってきました。

実際に実験をすると、複層地盤の場合の方が砂は動きやすく、パイピングが形成されやすい結果となりました。単層地盤の場合は全体的に流速が遅くなってしまいますから、境目がどのくらいか検討中ですが、最終的には砂が動かない状態になります。複層構造がパイピングを見つける1つのポイントになるかと思えます。

(スライド70) 少しだけ実験の映像を紹介させていただきたいと思えます。まずは複層におけるパイピングの発達状況です。青い色砂を入れて、砂が徐々に抜け出す動きを見やすくしています。小礫の層から圧力が伝搬して上に砂が噴き上げられると、有効応力を失ったかのように砂が簡単に動き始める、という状況がわかったかと思えます。実際は20倍速で再生しています。



(スライド71) これが時間を追って進行していくと、さらにパイピングが発達して進んでいきます。そして、一気に左の塊が動き出して、上の堤体が落ちてきます。下からの圧力の影響で、砂の部分の有効応力が小さくなっていることが原因だと考えています。同様のことが矢部川で起こったのではないかと考えています。矢部川の調査時は1層と数えられていますますが、もしかしたら、下の層と上の層に違いがあったのではないかと考えています。

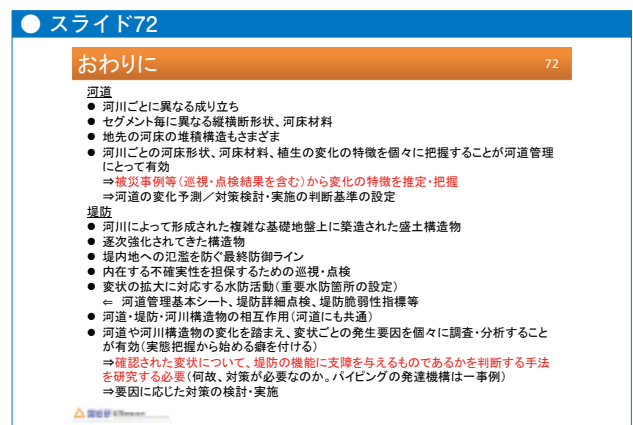
(スライド72) 最後に「おわりに」ということでまとめさせていただきます。

河道の話では、河道の成り立ち、そしてセグメントごとに異なる縦横断形状、河床材料があるという話をさせていただきました。また、地先単位でも河床の堆積構造は見られることを紹介しました。河川ごとの河床の形状や河床材料、植生の変化、このような変化の特徴を個々に把握することが、河道管理にとって有効であると考えています。特に、被災事例等から学ぶことが非常に多くあると思っています

す。そして、変化の特徴を推定・把握することで、河道の変化の予測、対策、判断基準の設定に役立っていくことが、1つの要点であると思っています。

堤防の話では、背景で述べたように、堤防とは複雑な基礎地盤に築造された盛土構造物で、逐次、強化されてきた構造物であり、堤内地への氾濫を防ぐ最終防御ラインでもあります。また、内在する不確実性を担保するための巡視・点検や、変状の拡大に対応する水防活動があります。水防活動については説明しませんでした。河道管理基本シートを使用して重要水防箇所を設定していくとか、詳細点検にくわえて、福岡先生が提案されている堤防脆弱性指標という指標も、重要水防活動を設定する1つの参考になるのではないかと考えています。

また、堤防だけではなく河道にも共通する話ですが、河道・堤防・河川構造物の相互作用を考えるのも大事だという話をさせていただきました。堤防管理の要点としてうまくまとめられているかどうかはわかりませんが、河道とか構造物の相互作用も含めて、変化を踏まえ、変状ごとの発生要因を個々に調査・分析することが有効であると思っています。そのためにも、まずは実態把握からしっかり始めましょうということです。確認された変状については、堤防の機能に支障を与えるものかどうかを判断する指標を、これについてはまだ研究していく必要がありますが、亀裂が入ったから何か対策をとるときに、なぜ対策が必要なのか、本当は対策が必要ないという場合もあるかもしれません。パイピング



についても、放っておいてもいいパイピングがもしかしたらあるかもしれません。先ほどの噴砂の事例も、放っておいてもいい噴砂の事例があるかもしれません。複層構造のパイピングの事例というのは、発達機構がわかったから危ないといえるのであって、そういう機構を地道に検討していく必要があるのではないかと、ということが最後の堤防管理の要点だと思っています。要因に応じた対策を検討・実施していくことが大事であるということを、最後のまとめとさせていただければと思います。

以上となります。どうもありがとうございました。

<質疑応答>

質問者 1 いろいろ勉強になりました。ありがとうございました。洗堀対策として、関東だと根固めブロックを入れるのが一般的な方法ですが、そのやり方の1つとして、間詰石を入れるところと、間詰石を入れないところがあります。どちらがいいのかというのが、どこにも書いてないので経験則でしかありません。実際のところ、入れたほうがいいのか、入れないほうがいいのか、入れなくてもいいところが多いのか、その辺をできたら教えていただきたいと思っています。

福島 ご質問ありがとうございます。間詰石を入れたほうがいいのか、入れないほうがいいのか、一概にはいえないと思います。私は各地方整備局さんから間詰石に関する情報を収集して分析したことがあるわけではないので、そこは現場で担当されている方がよくご存じだと思います。

間詰石を入れなかった場合には、その下の材料が抜け出してしまいます。黒部川の愛本堰堤における護床工の被災事例がありましたが、間詰石が入っていれば、そこまでは洗堀されなかったのではないかと思います。愛本堰堤の事例は、ブロック1個の高さが2mで3m×4mくらいの大きさが60tです。ブロックの間は50cmくらい空いていて、河床材料が30cmくらいの粒径になります。そのため、その30cmの材料よりももう少し大きなものを間詰石に

置いておけば、もしかしたら急激に吸い出されることはなく、下流のところでも安定を保てたのではないかと思います。ですから、間詰石というのは非常に有効な手の1つではないかと思いますが、抜ける場所か、抜けない場所かというのを少し丁寧に見ていただいて、その川の過去の変化の特徴をご存知の方に、判断していただくのが良いのではないかと思います。

質問者 1 ありがとうございます。続けて、最後のほうにパイピングがありましたが、あれは、もしそこにフィルターをつけたストローのようなものを差し込んで、圧を逃がすことができれば防げるのか、と個人的に疑問に思っています。それで防げるなら、そのようなものを差したほうがいいかなと思いつつ、従来工法で思い出すのは五徳縫いというものです。亀裂が入ったら土嚢を置いて、その上に竹を差して縫ってしまう工法です。縫うこと自体は別に何も意味がないと思っていますが、土嚢を置いて竹を差せば、下の水が抜けます。昔からの、ひょっとしたら圧抜き工法ではなかったのかなと思っていますが、実際のところパイピングが起きそうなところに圧を抜くような管を入れたら、防げるものでしょうか。

福島 これは私の考えでしか言えませんが、最近、「基盤排水工法の手引き」というのを土木研究所が出されていて、土木研究所のホームページに出ています。例えば、重信川みたいなところで圧を抜いております。堤防だけ粘土質でできていて、堤防の下は礫材料であるという場所であれば、水だけを抜くために少し穴を開けておくというのがあると思います。しかし、複層構造がある場所で圧力を抜こうと思ったら、圧力を抜くと同時に上の砂まで動きやすくなって、一緒に出てくるのではないかと思います。ですから、どんな材料が基盤にあるかもあわせて考えていかないといけないのかなと思っています。

質問者 1 ありがとうございます。最後に、これは紹介的な話になりますが、私は以前捨て石工法というのをやったことがあります。洗堀が起きていて、

何かしたいけどお金がない、そんなに長さもない、局所的だということで、地元にいわれて従来工法で調べたら、捨て石も局所洗掘対策になるということで実施しました。その後、平成23年の被災で生き残ったり、流出したりといろいろあります。つい最近は平成27年までやっていたようです。中川でトータル10カ所実施しまして、うち4カ所はまだ捨て石工のままです。4カ所は被災して根固めブロックを置いたり、上に置いたり、前後に置いたりしています。1カ所は完全に流出して、もう1カ所は何も関係なく別の工事で埋まってしまったところがあります。そういう場所もありますので、捨て石工が今後、応急的、暫定的な工法として有効かなと思いつつも、誰にも評価していただけないので、できたら何かの都合でも構いませんので、ぜひ眺めてみてくださいという希望であります。

福島 わかりました。情報提供いただければと思います。

質問者2 管理の類型化のなかで、閾値を設定して、それに基づいて今後は対策箇所を絞っていくようなことを研究とか、取り組まれているということをおっしゃられていたと思います。限られた予算のなかで遠いところや急所的なところをやりたいというときに、やはりある程度の基準があれば取り組みやすいのではないのでしょうか。今の研究というか、取り組んでいる状況とか、今後どのぐらいの目途でそのようなものが設定できそうなのか、わかりましたら教えていただければと思います。

福島 (スライド40) 何と言っているのか。やはり両方あると思います。ですから、その川にかかる予算との絡みだと思います。一概にどうだという答えを私は持ち合わせていないですが、1つは、今行われている維持管理のなかで、例えば定期横断なら定期横断を取っているよりも、急に定期横断の実施回数を増やすということはできませんので、その時々で得られた定期横断測量結果から、実際にどのぐらいの閾値が出てしまっているのかを見ながら、そのときにかける予算のなかでどう判断していくかとい

うことしか今はいえません。すみません。その後の目途というのは、私はあまり明確にお答えできないと思います。諏訪室長から何かありますか。

諏訪室長 結論からいうと、いつできるというのはまだ見えていません。ものによると思いますが、質問者2さんはどのような閾値をお考えでしょうか。

質問者2 2つぐらい前に、河川堤防における変状と評価のなかでは、ある程度は要対策とか、予防保全とか、ここにお金をかけていくというところまでできていて、閾値があるかどうかははっきりしませんが、ある程度は何か堤防の評価基準のようなものができています。それに基づいて、今度は河道のほうはどうなのでしょう。今はこのような研究をされているというご説明があったので、侵食とか、沈下とか、いろいろありますが、どのような状況なのかと思っております。

諏訪室長 河川研究室では今、堤防に労力の5割ぐらいをつぎ込んでいまして、次に河道計画に着手しなければいけないなと思っている時期であります。侵食に関しては、過去に山本晃一さんが書いている本もあるので、いくつかアイデアはあるのではないかなと思っています。ただ、それをオーソライズするのは、いろいろなところに相談してからでないかなと思っています。

質問者2 河川でいろいろ試行錯誤しながら、このようなものを続けていく必要があるということがわかりました。ありがとうございます。

質問者3 ご講演をありがとうございました。直接の講演内容に対する質問ではないのですが、本日の内容は設計対象規模の外力を対象として、いかに管理するかということがポイントになっているかと思います。氾濫の面では、想定規模を対象として議論がなされるような状況になっていますが、河道とか堤防についてはどんなお考えをお持ちなのか、聞かせていただければと思います。

福島 まったくの私見ですが、今日少し紹介させていただいた遊砂地のようなものは、まさに計画規模を超えるようなときに起こる現象なので、やはり山

が崩れるというのはかなり雨が降らないと起きない現象ですから、それは「計画規模を超える」と言ってもいいのかもしれませんが。基本方針の状態まで行くにはまだまだ先なので、計画を超えた状態というのは結構起こりえます。ただ、遊砂地は1つの手段かなと思っています。

あわせて、流木もやはり土砂が出てくると出てくるので、今日は紹介しませんでした。いろいろな場所で流木捕捉工というのが造られているので、流木を捕捉するような仕組み、九州であれば、白川の上流に黒川がありますが、あちらで流木捕捉工がありますし、平成7年の関川の災害でも、関川の上流でかなり土砂や流木が出たという話があるので、県の区間に流木捕捉工を入れています。これから計画規模を超えるというときには、土砂と流木に対する対策をしていく必要があるだろうと、まず1点思っています。

あともう1点は、都道府県の川づくりについてです。都道府県では、河川の管理延長の割にはお金がないなかで頑張ってきているので、逆に言えば、本当はもっと計画規模を上げたいけれど上げられないなかでやっている。そうすると、整備水準を超えた洪水が来ててもいいように、霞堤のようなものをけっこう残している川があります。溢れたときに被害を出しにくい溢れさせ方をさせるという、計画や整備水準を超えたところでは、そういう川づくりができるといいのではないかなと思っています。その事例もいくつか持っていますが、なかなか不平等が生じてしまうので、そこをどう解消していくのかということが、今後はいろいろ議論していかなければいけないのではないかなと思っています。

諏訪室長 ご質問の確認をすると、超過洪水対策については、堤防と河道計画それぞれでどのような見通しかということでしょうか。

堤防については、今は精力的に委託研究も含めてやっているのですが、その手法を外力の大きいものにも延長するということが、浸透についてはできるかもしれないかなと思います。それから河道計画について



は、先ほども申し上げましたとおり、これから頑張るぞという状態です。1つの視点は福島がいったように、土砂とか流木とかがたくさん出てくるというのが1つの切り口かなと思います。すでにやっていることとして、リスクの見方とか、そういうことはもう出ていて、気候変動に対するトータルな見方のようなものもあるので、それをどのように現場の具体事例でやっていくのかと、今はそういう段階にあるかなと思っています。

<閉会>

司会 それでは最後になりましたが、当財団の理事長であります関より、閉会のご挨拶とさせていただきます。

関 河川財団の関でございます。本日は本当にお忙しいなか、多くの皆様に集まっていただき議論をさせていただきました。ありがとうございます。本年度のキーワードは「点検」です。本年度は計3回の講演ということで、第1回は私ども河川財団の八木と鈴木から点検に関してお話をさせていただきました。2回目が土木技術研究所の古賀さんにコンクリート系の構造物についてお話をいただきました。そして、本日は国土技術政策総合研究所の諏訪室長と福島主任研究官に、リアリティがあり、わかり易いお話をさせていただきました。本当にありがとうございました。

この河川研究セミナーは平成26年から始めまして、最初は「総合土砂管理」という難しいテーマか

ら始まって、最近は「維持管理」や「点検」をテーマに進めてきました。私どもの問題意識として、研究とか技術開発が進んでいますが、防災、減災に関しては意外とその成果が社会実装できていない。先ほどもありましたが、個別の議論、一般化の話は、もっと社会実装していかなければいけない。そういう意味で最先端の研究をされている、あるいは技術開発をされている皆さんのノウハウをできるだけ広く共有させていただいて、社会実装の場面、機会を増やせればという思いがベースにあって、講演をお願いしたところでございます。

見えなかったものが見えるようになる、あるいは予測の精度がすごく上がっていく、というような時代であります。皆さんがたぶん思っておられる以上に進んでいます。今日もお話をいただいた治水地形分類図は木曾川水系「濃尾平野治水地形分類図」ということで、実は伊勢湾台風の前年に発表されました。伊勢湾台風の後、中心部の新聞の一面トップには「地図は危険を知っていた」ということで掲載されています。さらに研究は進んでいて、進めておられる成果を今日はお話をさせていただき、防災、減



災、河川管理等に生かしていく必要があると受け止めております。

私どもは河川財団として、世の中の防災、減災が進むように少しでもお手伝いをできればということで、また来年に向けてもいろいろご相談をして企画を練ってまいりたいと思います。今日は諏訪室長、福島主任研究官、どうもありがとうございました。お礼を申し上げまして、また来年に向けて私どもは企画を練ってまいりたいと思います。本当に今日はありがとうございました。

(了)



〒103-0001
東京都中央区日本橋小伝馬町11-9
TEL : 03-5847-8304 FAX : 03-5847-8309