

堤防の浸潤状態監視技術について

(一社) リバーテクノ研究会

【目次】

1. 堤防の浸潤監視技術の検討概要
2. 重点区間（代表断面）の絞り込み技術
3. 堤防の浸潤監視フィールド試験
4. 堤体内水位・浸潤状態、川裏のり尻付近の被圧水監視技術
5. フィールド試験のまとめと今後について
6. リリーフウェル工法の開発と水位観測への適用
7. <巻末参考資料>

堤防監視の現状・課題

- 河川堤防の点検・維持管理は、形状や表面状況の目視点検が基本
現状では、堤防内部の状態の把握は未実施
- 降雨や河川水の浸透に伴うすべり破壊やパイピング破壊の現象は、堤防内部で
浸潤状態や間隙水圧等が常に変化して進行
- 堤防の安定状態の監視をするために、出水時にこれらの状況を観測することが
課題

課題を解決するための「堤防の浸潤監視技術」

- 重点区間の絞り込み技術
- 堤体内水位・浸潤状態の監視技術
- 川裏のり尻付近の被圧水監視技術

堤防の浸潤監視技術のフィールド試験

維持管理技術の高度化に向け、出水時における堤防の浸潤状態を監視するためのモニタリング技術の実用化に向けて、各種技術の適用性を実現場で検証

【絞り込み結果】

【重点区間の絞り込み条件】

以下のような条件に着目して絞り込みを行い、総合的に判断して選定する

- ① 堤内地の地盤標高が相対的に低い箇所
- ② 過去に止水矢板打設等の漏水対策が実施されていない箇所
- ③ のり面の変状やのり尻付近の湿潤化がみられる箇所
- ④ 相対的に比抵抗が大きく透水性が高いと推定される区間
- ⑤ S波速度が小さく密度が低いと推定される区間

【現地踏査・物理探査結果】

【現地踏査】

- ① 堤内地が周辺より低く、畑となっている
- ② この区間のみ表法面に小段なし（遮水矢板未施工）

【牽引式電気探査】⇒次頁で概要を説明

- ④ 周辺と比べて基礎地盤の比抵抗が高く、高透水性の可能性が高い
- ④ 周辺と比べて堤体の比抵抗が高い

【表面波探査】

- ⑤ 測定測線450～600m付近は同様の堤体構造
- ⑤ 法尻付近表層（粘性土）、土の締め具合は緩い

【平面図】

- ① 治水地形分類の氾濫平野が堤内地側で行き止り型に分布
- ② 災害復旧工事等で川表止水矢板が設置されていない区間

【1.4kmの一連区間から重点区間と代表断面を選定】

【代表断面】 3.5k-110m

【重点区間】

代表断面下流40m(3.5k-150m)

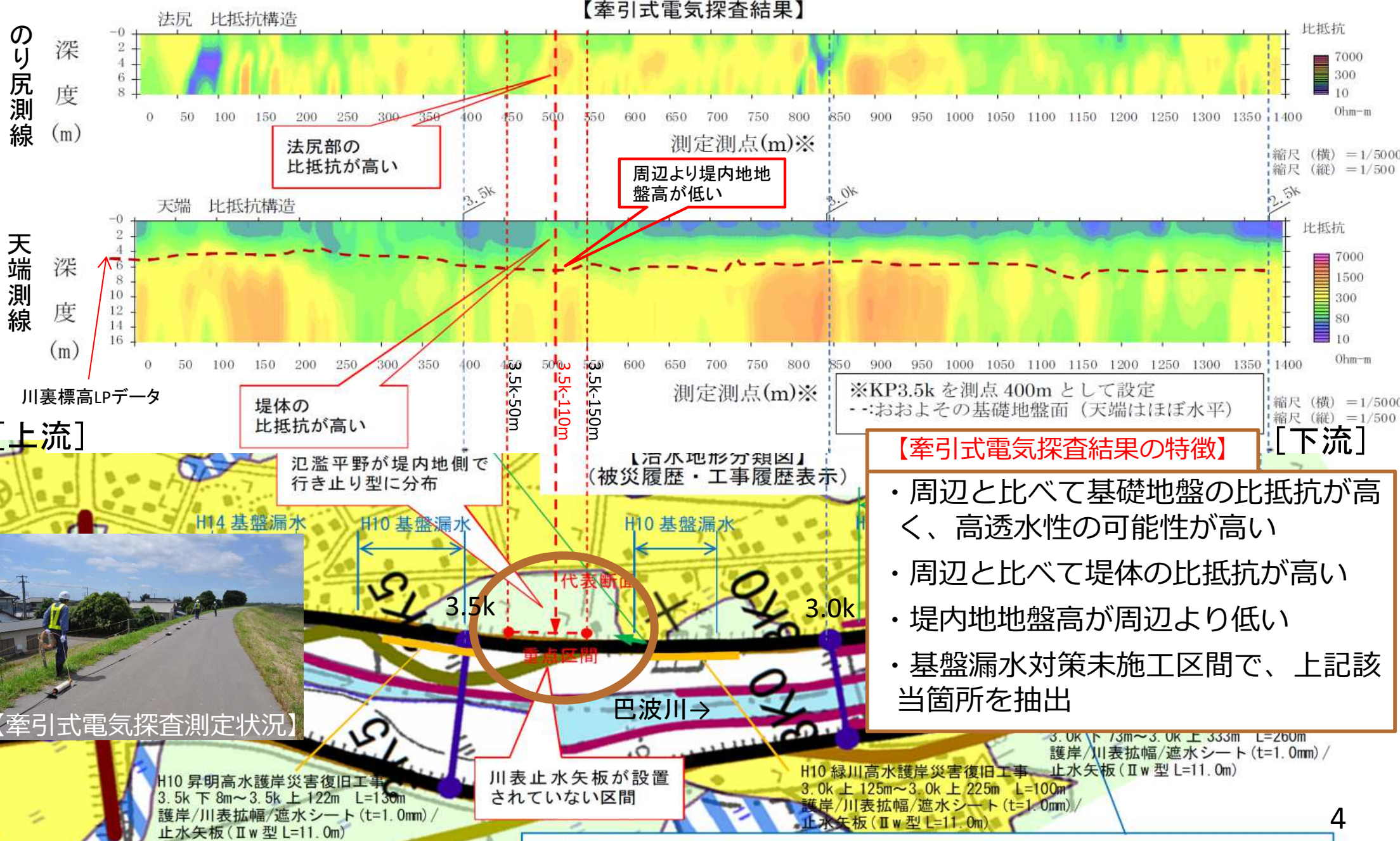
代表断面上流60m(3.5k-50m)

の計100m

2.重点区間（代表断面）の絞り込み技術

堤防の浸潤監視技術
(一社) リバーテクノ研究会

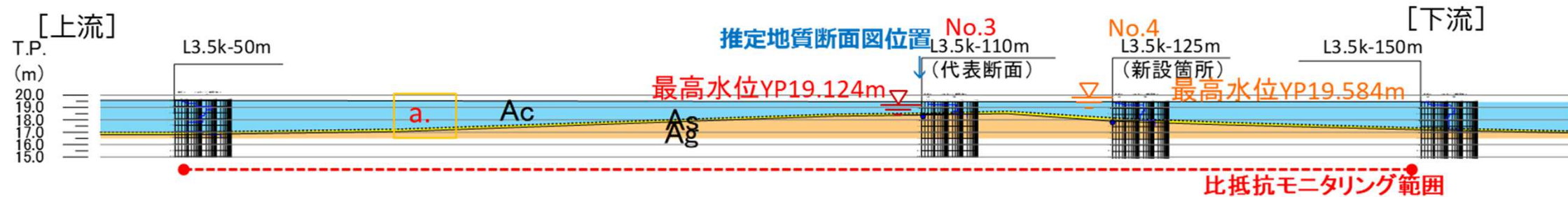
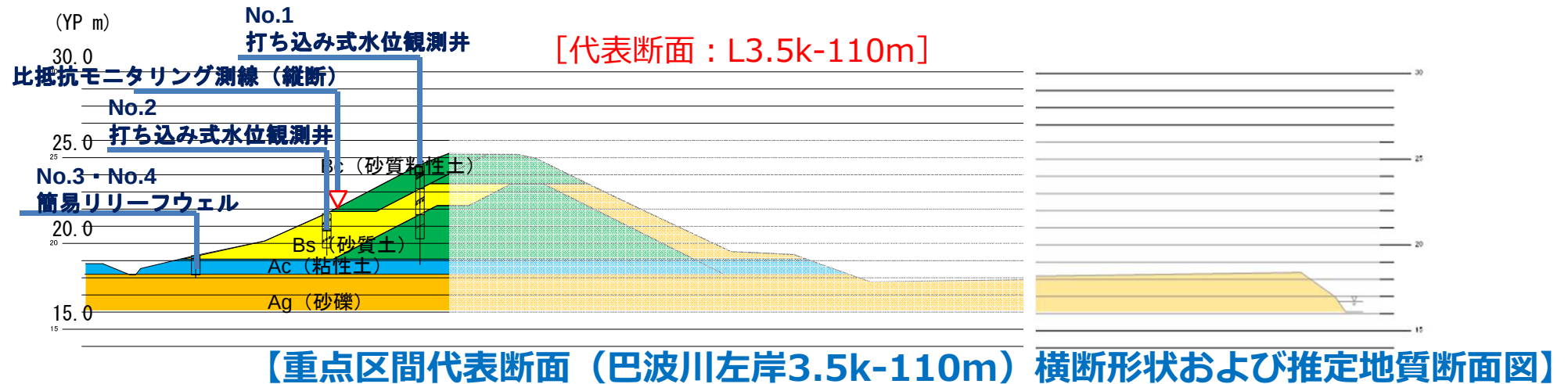
【絞り込みのための調査の一例（牽引式電気探査結果）】



3. 堤防の浸潤監視フィールド試験

堤防の浸潤監視技術
(一社) リバーテクノ研究会

【重点区間の縦横断土質構成】

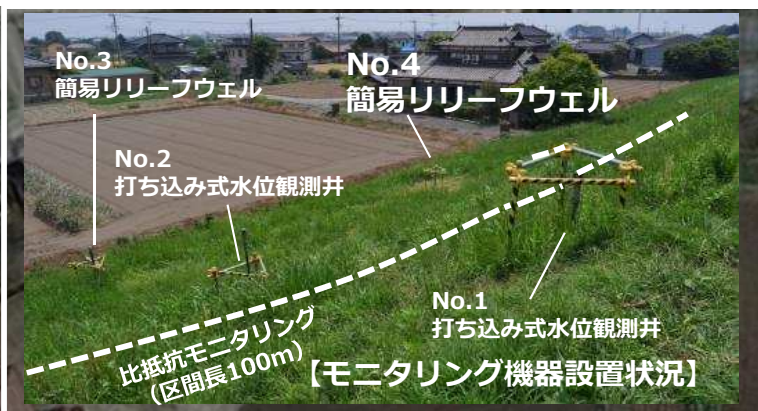


- ・重点区間の堤体土質は砂質粘性土～砂質土が主体
- ・堤内側基礎地盤は粘性土に被覆された砂～砂礫層が分布し、N0.3付近の被覆土が薄い
- ・このため降雨・河川水の堤体への浸透のし易さと、基礎地盤のパイピングに繋がる被圧水位が観測対象となる

3. 堤防の浸潤監視フィールド試験

堤防の浸潤監視技術
(一社) リバーテクノ研究会

【堤体内の水位および浸潤状態の監視／川裏のり尻付近の被圧水監視機器配置】



L3.5k-10m

[上流]

▽L3.5k

3.5k-50m

水位観測井No.3
(リリーフウェル)

水位観測井No.2
水位観測井No.1

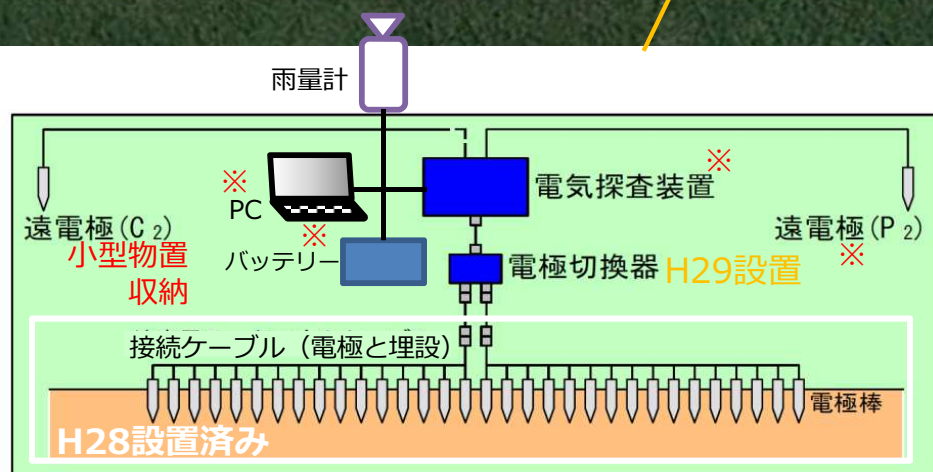
代表断面
3.5k-110m

水位観測井No.4
(リリーフウェル、通信型水位計)

比抵抗電極
100m

3.5k-150m

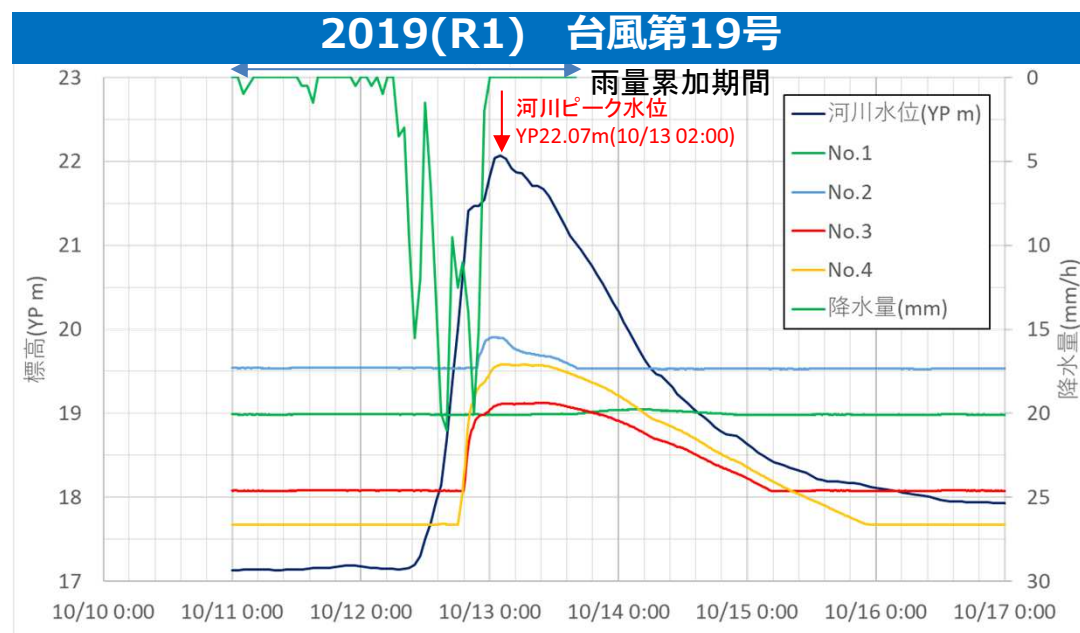
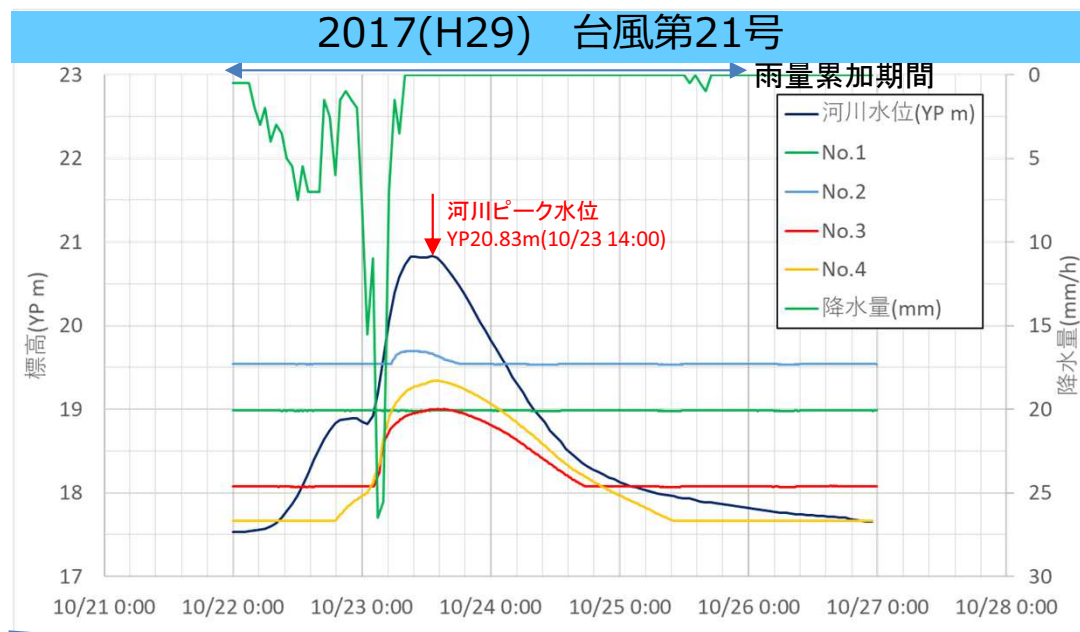
[下流]



【比抵抗観測模式図】

巴波川⇒

【河川水位と観測水位の2017年/2019年の比較】



水位	2017(H29).10 台風第21号	2019(R1).10 台風第19号	備考
巴波川最高水位	HWL-1.48m	+1.24m → HWL-0.24m	L4.0k中里観測所 計画高水位Y.P. 22.31m
No.3孔最高水位	GL-0.30m	+0.12m → GL-0.18m	L3.5k-110mのり尻 孔口標高Y.P. 19.3m
No.4孔最高水位	GL-0.06m	+0.25m → GL+0.18m	L3.5k-125mのり尻 孔口標高Y.P. 19.4m
累加降水量	180mm	+16mm → 196mm	3.5k現地雨量計

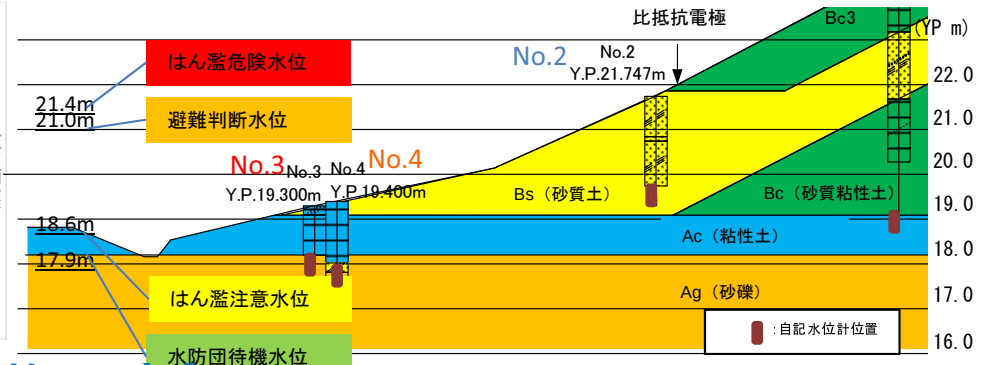
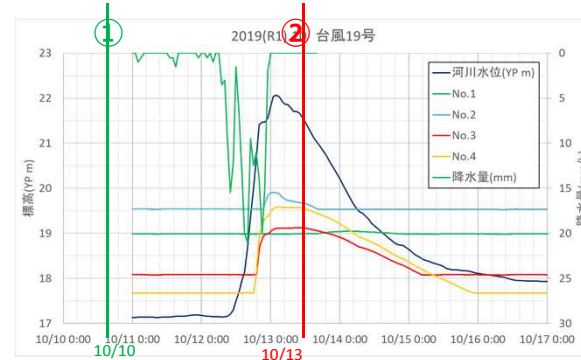
- ・堤体内の水位(No.2)は降雨に追隨して変動
- ・地盤の水位(No.3,4)は河川水位に追隨した変動

【比抵抗モニタリング（電極設置型、浸潤状態の把握）の結果（2019年）】

① 2019/10/10 18:58~19:08
出水前基準データ

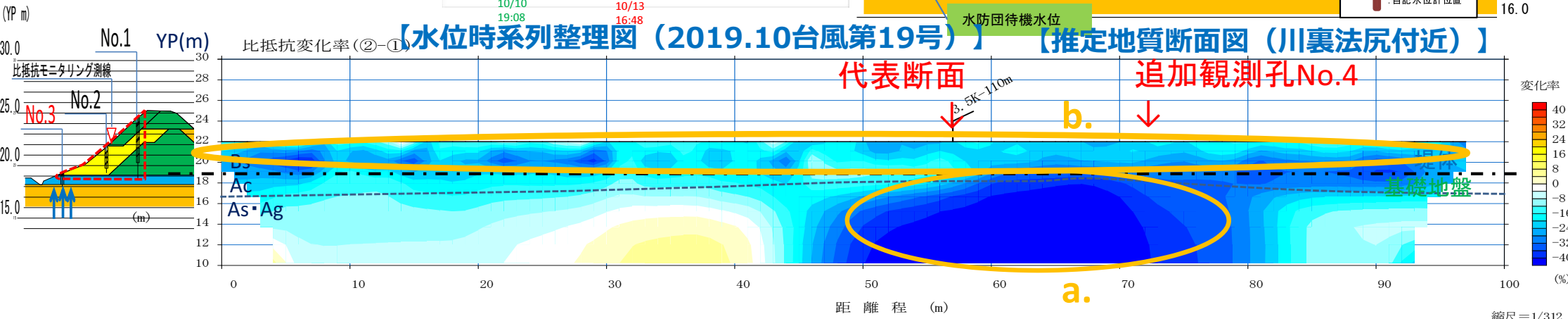
② 2019/10/13 16:39~16:48

⇒①を基準にして、①からの比抵抗値の変化率(差分)で表示



【水位時系列整理図（2019.10台風第19号）】

【推定地質断面図（川裏法尻付近）】



【堤防縦断方向の比抵抗連続モニタリング結果例（出水前を基準とした比抵抗値の変化率）】

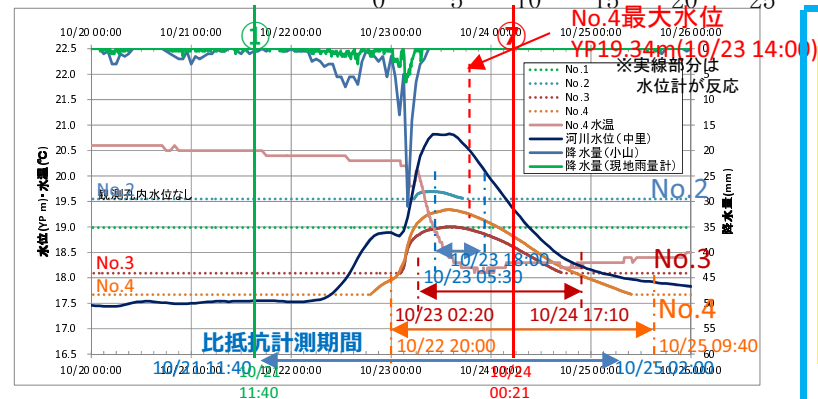
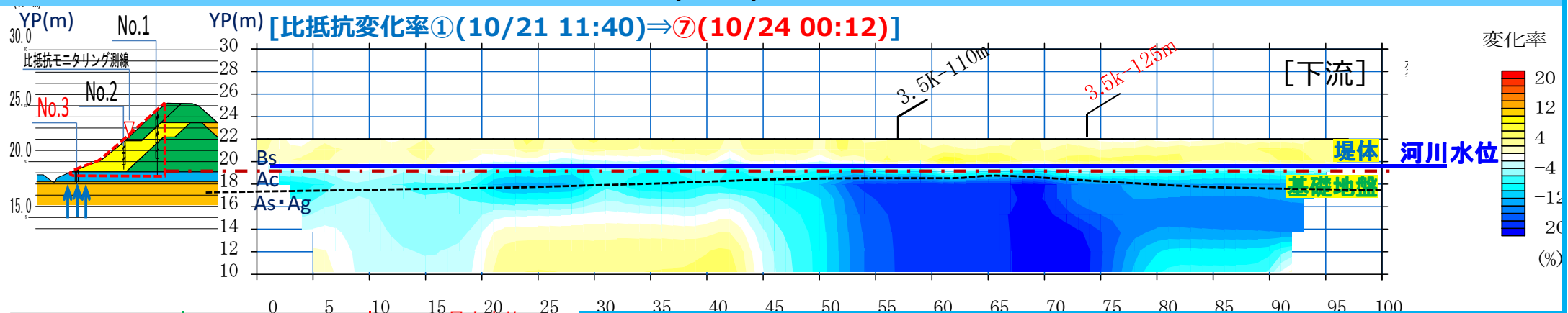
- a. 代表断面下流～追加観測孔付近の基礎地盤に、浸透水による比抵抗減少領域が形成
- b. 観測区間全体で、降雨による堤防内の水分量上昇が見られる
- * 比抵抗連続観測により、時系列的に堤防縦断方向の変化が可視化され、水位観測データとの対比で降雨・出水による浸潤状態の変化状況が把握できた

4.堤体内水位・浸潤状態、川裏のり尻付近の被圧水監視技術

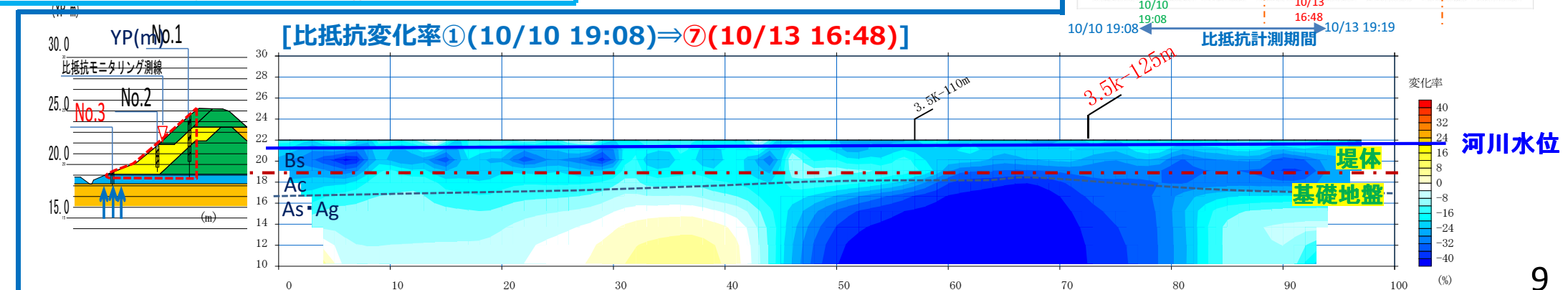
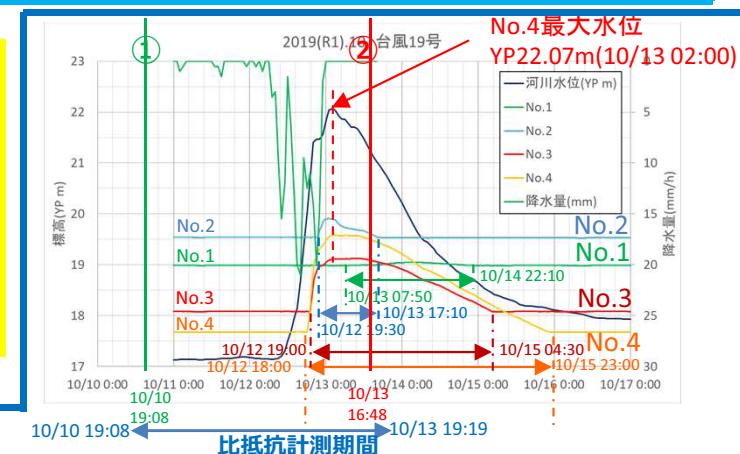
堤防の浸潤監視技術
(一社) リバーテクノ研究会

【比抵抗モニタリング（電極設置型、浸潤状態の把握）の結果（2017年/2019年の比較）】

2017(H29) 台風第21号



- 2度の出水時の観測で、基礎地盤の透水性が高い範囲が再現性良く把握でき、代表断面の絞り込みも適切であったと考えられる



2019(R1) 台風第19号

1. 重点監視箇所として選定した箇所の妥当性（重点箇所の絞り込み技術）
 - 比抵抗モニタリングおよび水位観測結果から、重点監視区間は、周辺より透水性が高い基礎地盤と推定され、重点監視箇所の設定手法は妥当であったと考えられる
2. 比抵抗モニタリングの有効性（重点箇所の絞り込み技術・堤体内水位・浸潤状態、川裏のり尻付近の被圧水の監視技術）
 - 探査技術は、重点区間の絞り込みに活用でき、浸潤状態の変化過程を視覚的に捉えて出水時の監視対象とすべき現象の理解にも有効である
3. 監視手法の適用性（堤体内水位・浸潤状態、川裏のり尻付近の被圧水の監視技術）
 - フィールド試験箇所とは異なる地盤構成や堤体土質構成における浸潤状態の監視に適用範囲を拡げ、それぞれに対して適切な浸潤監視技術を確認していくことが必要である

基盤漏水・パイピング対策の現状・課題

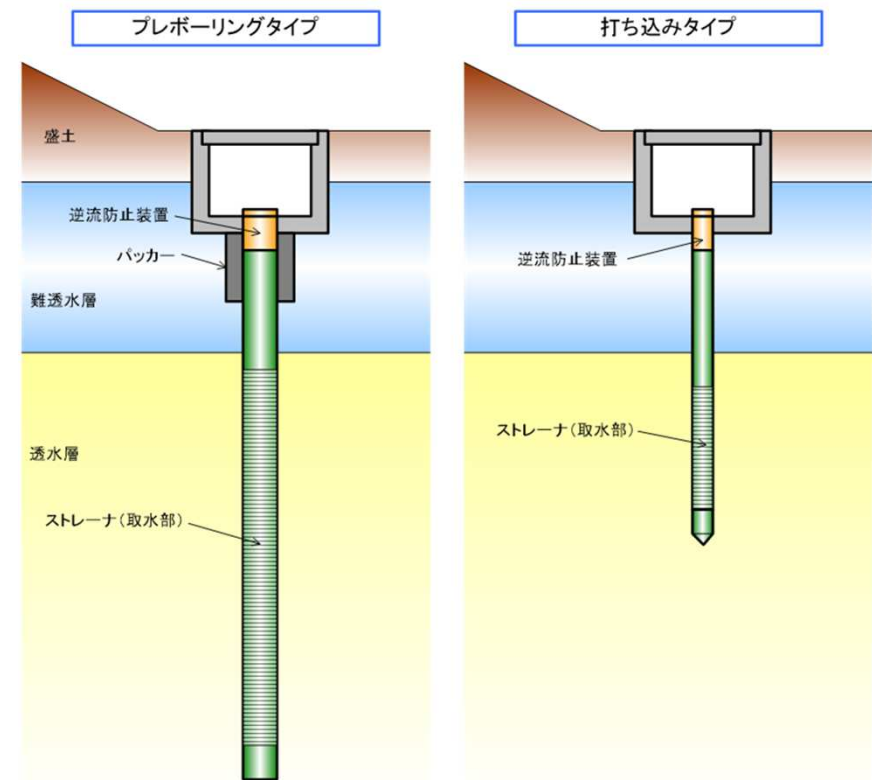
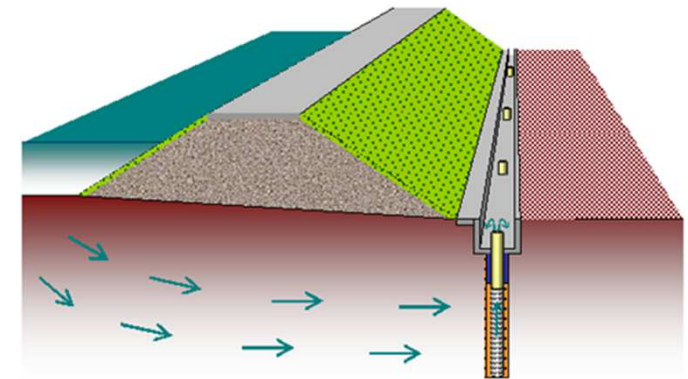
- 一般には川表側に止水矢板を打設する漏水対策工法が採用されている
- 川裏側の堤防拡幅や押さえ盛土を行う対策も取られるが、用地に制約され易い
- 簡易で安価な代替工法としてリリーフウェル工法について検討を実施

「リバーテクノウェル工法」の研究開発

- 簡便に設置できるウェルの材料と施工、性能維持方法を検討
- リリーフウェルの設計方法を検討
- 水位観測井としてウェルを利用し、目詰まり等フィルター性能変化を5年以上継続試験中
- 被圧が高まった場合に水位観測井を釜段工で囲み、水防に利用することも検討

堤防の浸潤監視フィールド試験でも活用

法尻の水位観測孔NO.3,4を打ち込み式簡易リリーフウェル方式で設置



リバーテクノウェルによる水位観測井施工状況 (打ち込みタイプ $\phi 50\text{mm}$)



打ち込み式ウェル ($\phi 50\text{mm}$ 、 $L=2\text{m}$)

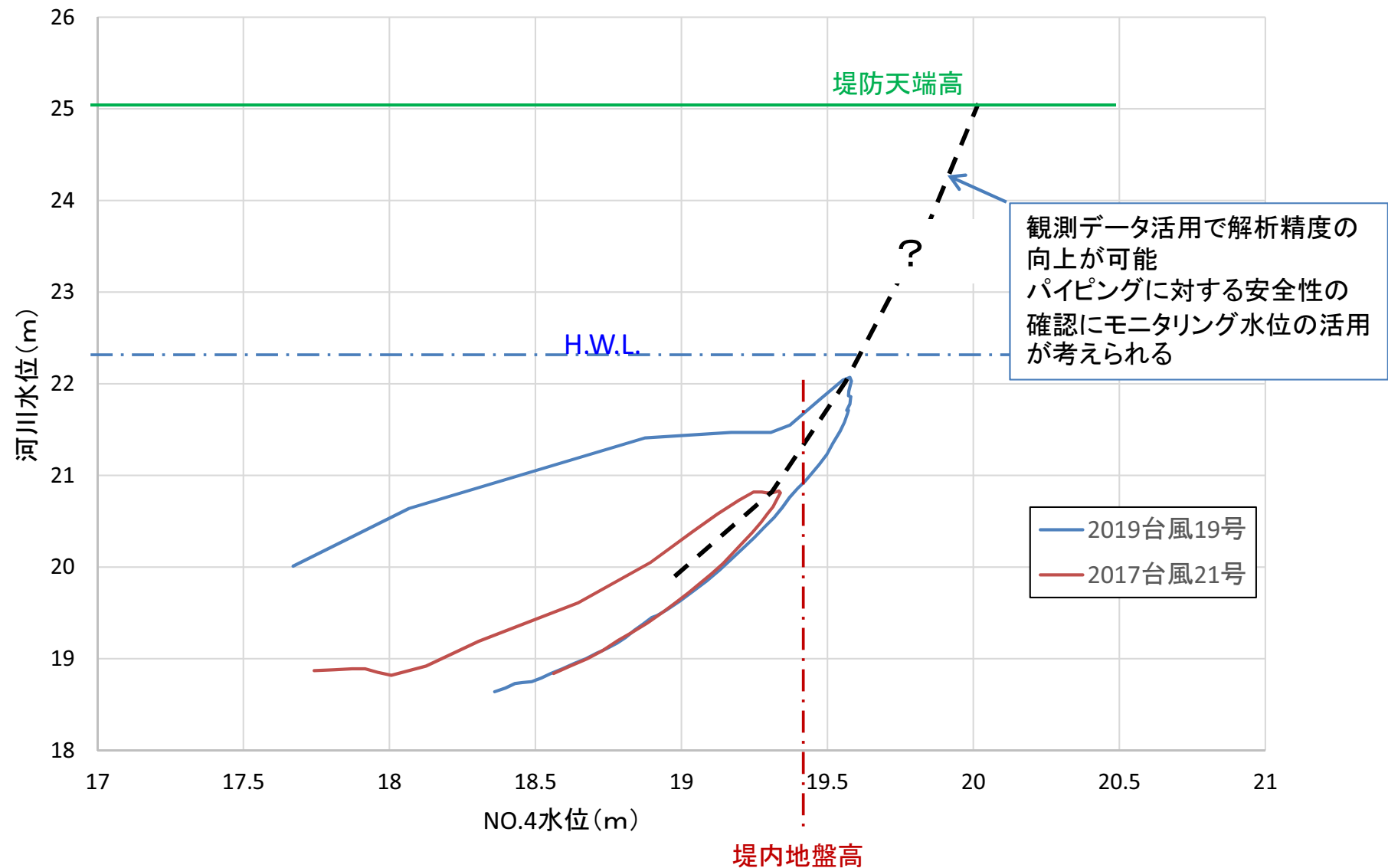
外側はストレーナー付きプラスチックパイプ
内側に目詰まり防止用フィルター材を配することで、経年後の交換も可能な構造としている



打ち込み状況 ($\phi 50\text{mm}$)

6. リリーフウェル工法の開発と水位観測への適用

- ・リリーフウェル方式の観測孔は被圧地下水の観測に配慮した構造で設置
- ・フィールド試験での2度の出水時の河川水位と法尻No4観測水位との相関を下図に示す
- ・地盤の透水係数等の物性値を観測データと整合させることで、安全性評価精度の向上が可能



<7. 巻末参考資料>

その他の地盤WGを主体とする活動事例紹介

【HP掲載準備中の技術資料】

7.1 リバーテクノウェル(簡易型リリーフウェル)設計・施工
に関する技術資料

7.2 ジオセルを用いた堤脚安定工法

【現在作成中の技術資料】

7.3 過去の河川災害に関する技術資料

7.4 堤防を対象とした調査技術に関する技術資料

7.1 リバーテクノウェル(簡易型リリーフウェル)設計・施工に関する技術資料

初稿：平成26年7月
第2稿：平成29年10月
第3稿：令和元年8月

リバーテクノウェル（簡易型リリーフウェル）
設計・施工に関する技術資料（案）

令和元年8月

一般社団法人 リバーテクノ研究会（RIRT）

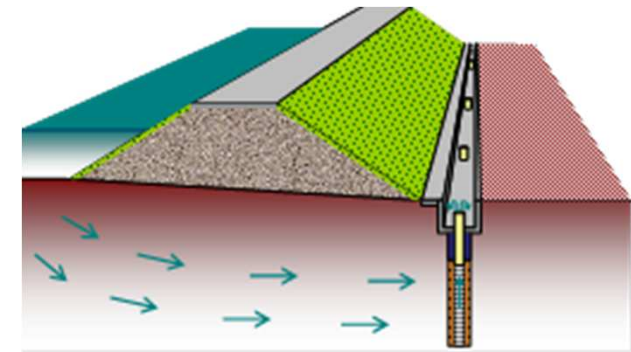
目次

- 1.河川堤防におけるリリーフウェル工法の適用について
- 2.リリーフウェル工法の既往適用事例
- 3.リバーテクノウェル（簡易型リリーフウェル）工法の概要
- 4.リバーテクノウェルの適用における基本的な考え方
- 5.恒久的対策工法としての設計
- 6.維持管理およびモニタリング
- 7.設計・施工上の留意点

【巻末資料】

- 資料-1：施工実績
- 資料-2：水防への適用
- 資料-3：対策効果試算
- 資料-4：概算工事費

川裏法尻付近に設置
堤防縦断方向には離散配置



- 堤内基盤排水対策
- 水防工法として適用

7.2 ジオセルを用いた堤脚安定工法

ジオセルを用いた堤脚安定工法

～中小河川における粘り強い堤防構築のための効率的補強対策～

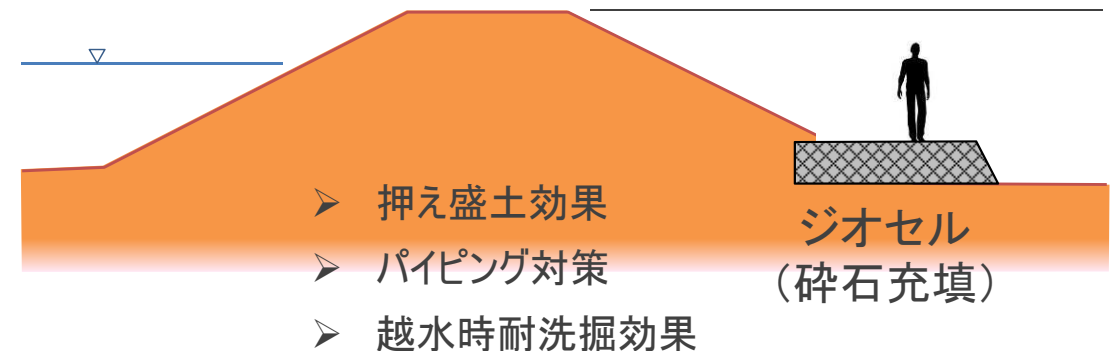


一般社団法人 リバーテクノ研究会
地盤WG 堤脚安定工小WG

目 次

1. はじめに
2. ジオセル工法の特徴
3. モデル堤防を対象とした効果の検証
4. ジオセルの施工手順
5. その他の効果
6. 工事費
7. 製品
8. まとめ

裏のり尻部にジオセル
による構造体を設置



●河川災害に関する技術資料の作成

- 過去の河川災害に関する資料（顕著な堤防被害が発生した事例）を収集・整理して、各災害の特徴や原因、得られた知見や教訓などをとりまとめるとともに、河川災害の種類、発生しやすい場所、代表的な事例、防災上の留意点、防災技術等について解説。
- 防災技術については、当研究会で開発した技術も紹介。
- 河川防災技術者向けの技術資料として作成するが、防災教育の取組みに向けた副読本的な資料への発展も考える。

<活動項目>

1. 資料収集・整理
2. 編集方針の検討
3. 事例集（個票）の作成
4. 技術資料の原稿執筆
5. 初稿の全体編集

7.4 堤防を対象とした調査技術に関する技術資料

●堤体を対象とした調査

→ボーリング(標準貫入試験・サンプリング含む)及び、
スウェーデン式サウンディングが利用されることが多い。

→これらの成果を**補完**することが出来る

【既存技術の整理、利用提案】 を目指す！

<活動項目>

1. 河川堤防及び類似土構造物の安全性に関する
指針・基準類の現状整理
2. 安全性の検討に必要な情報の整理
3. 収集・整理情報の分類（普及技術、開発中技術）
4. 収集・整理情報の利用提案（組合せ、利用時の注意点等）
5. 検討成果のとりまとめ、執筆