

第5回 千曲川堤防調査委員会

議 事 次 第

日時：令和2年12月16日（水） 10：30 ～ 12：00

会場：（新潟会場）美咲合同庁舎1号館6階 北陸地方整備局 河川情報管理室
（長野会場）千曲川河川事務所 会議室

＜TV会議にて実施＞

1. 開 会

2. 挨 拶

3. 委員紹介

4. 議 事

（1）千曲川堤防強化区間の設定

（2）堤防強化区間の堤防断面検討

（3）今後の千曲川堤防調査委員会の進め方

5. 閉 会

「千曲川堤防調査委員会」

名 簿

委員長 大塚 悟 長岡技術科学大学大学院 教授
(地盤工学：コアメンバー)

委員 宮島 昌克 金沢大学理工研究域 教授
(地盤工学：コアメンバー)

委員 安田 浩保 新潟大学災害・復興科学研究所 准教授
(河川工学：コアメンバー)

委員 吉谷 純一 信州大学工学部水環境・土木工学科 教授
(河川工学：リバーカウンセラー)

委員 豊田 政史 信州大学工学部水環境・土木工学科 准教授
(水工学：リバーカウンセラー)

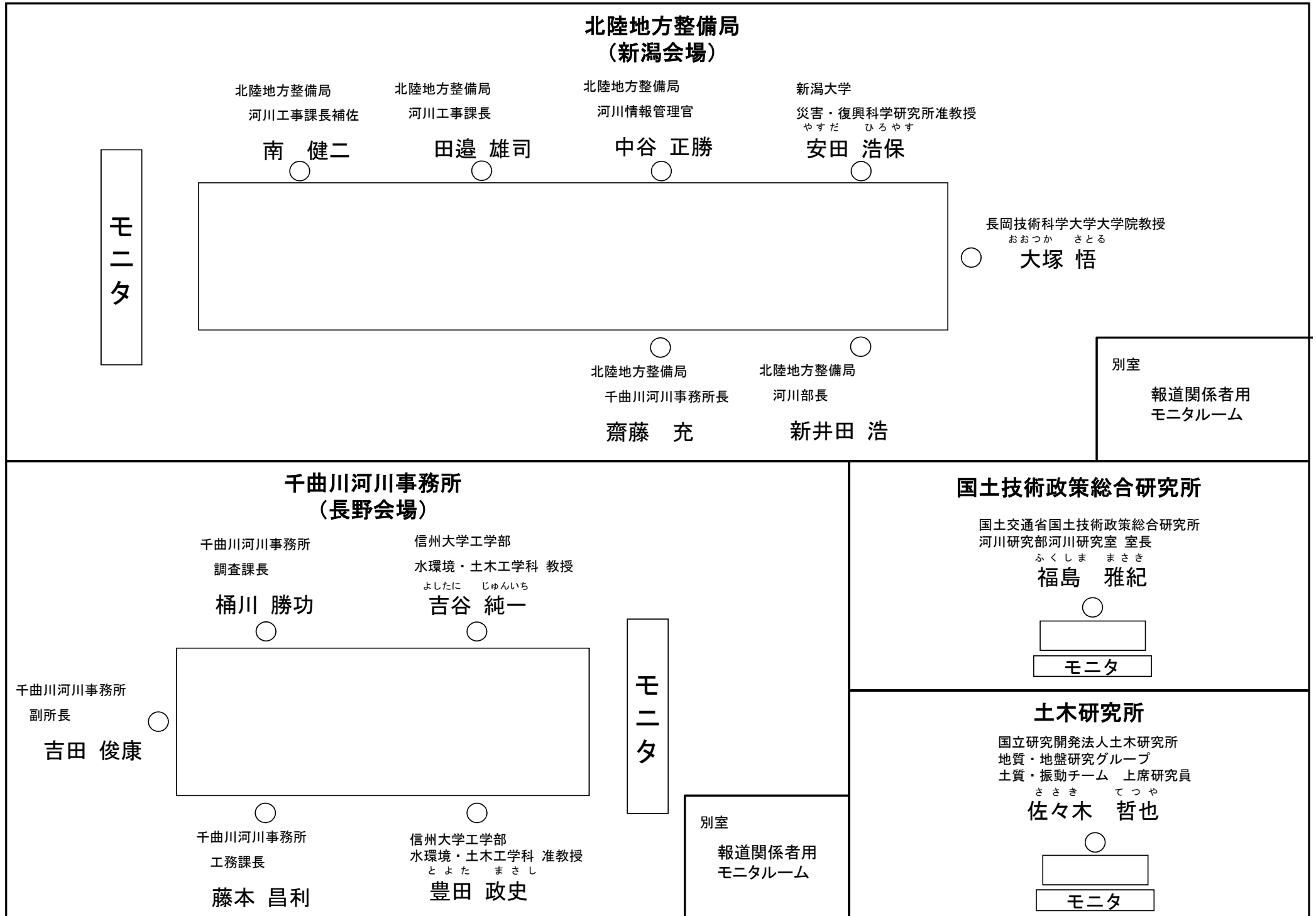
委員 福島 雅紀 国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部 河川研究室 室長
(コアメンバー)

委員 佐々木 哲也 国立研究開発法人
土木研究所 地質・地盤研究グループ
土質・振動チーム 上席研究員
(コアメンバー)

(敬称略)

第5回 千曲川堤防調査委員会 配席図

(敬称略)



（１）千曲川堤防強化区間の設定

信濃川水系千曲川直轄管理区間の主な被災状況(1/2)

- 千曲川本川において越水・溢水が発生し、左岸57.5k付近で堤防が決壊。
- 各所で川裏法崩れが発生。

凡例：被災区分

- ✕：決壊
- ✕：堤防欠損
- ：堤防漏水
- ▲：川裏法崩
- ▼：護岸欠損
- ：根固工流失
- ...：越水・溢水

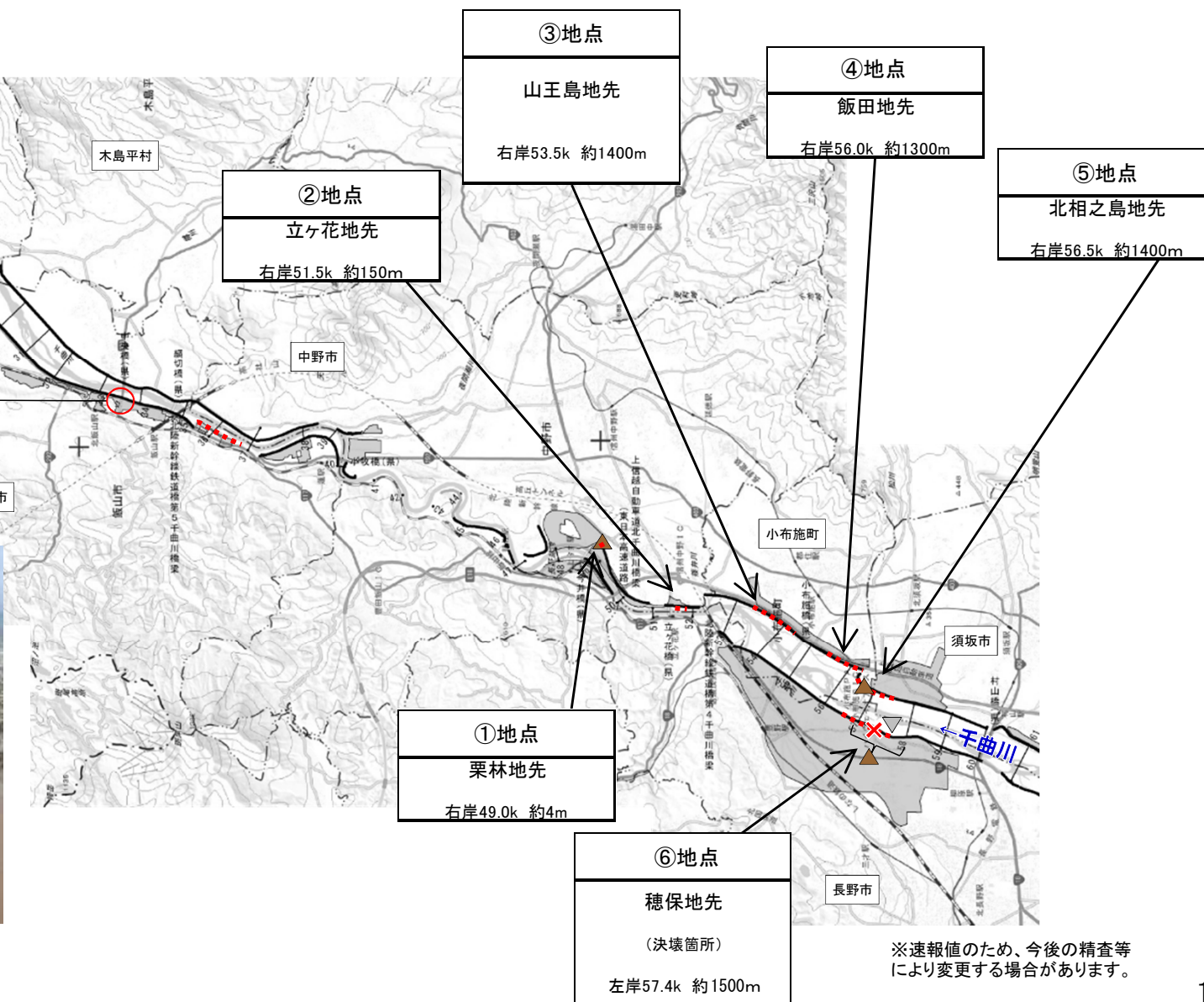
■は浸水エリアを示す



飯山市(中央橋左岸)の浸水状況

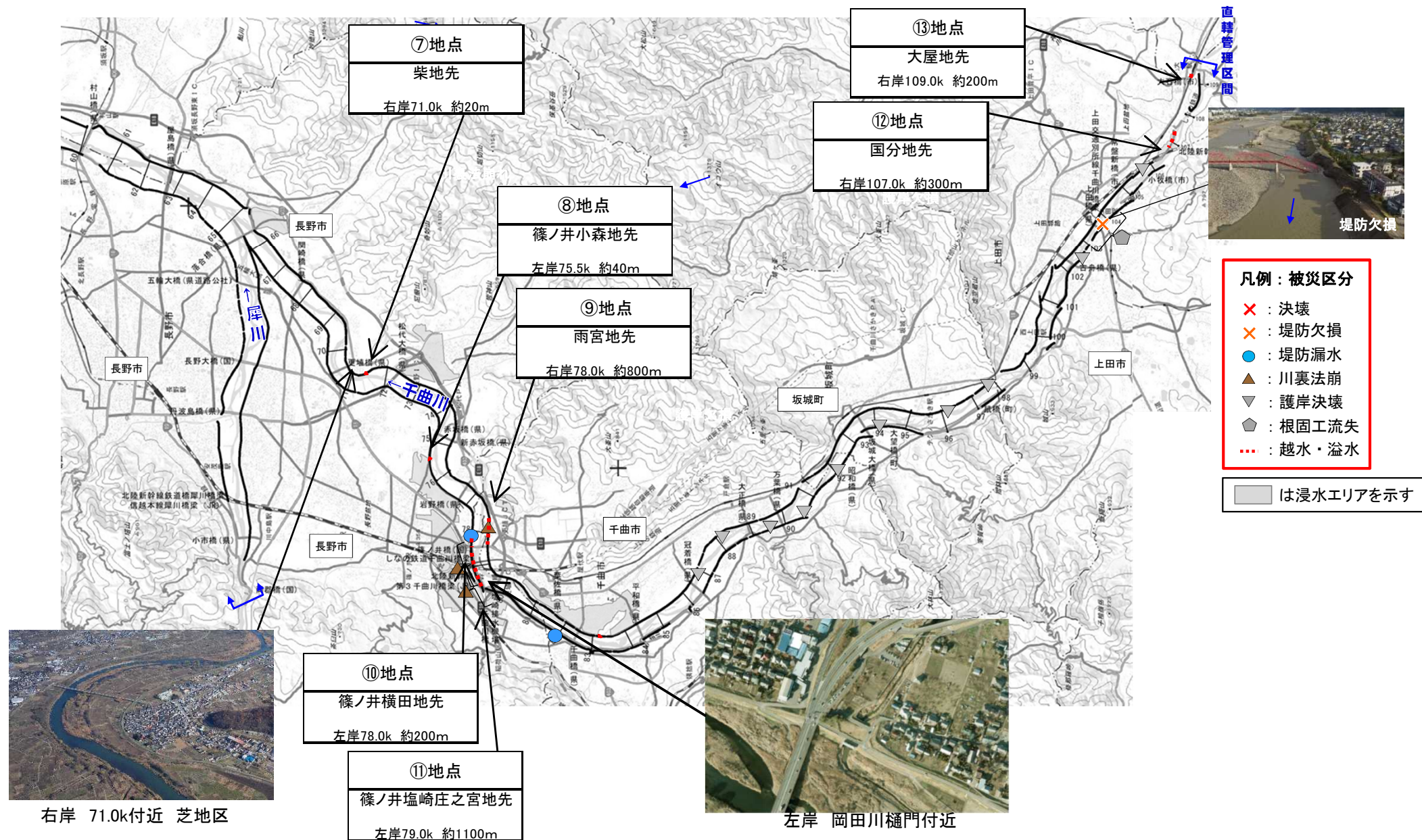


⑥地点 堤防決壊左岸 57.5k付近
長野市の浸水状況



信濃川水系千曲川直轄管理区間の主な被災状況(2/2)

- 千曲川本川上流区間の左岸78.25k付近と82.0k付近では漏水が発生。
- また、87.0kから上流では、主に護岸決壊等の施設被害が発生。



- 堤防決壊地点付近に設置されている危機管理型水位計の記録では、10月13日0:30頃から堤防天端に達し、2時間程度で最高水位に達している。その後、水位観測は不能となった。
- 越流水深は0.8m程度である。

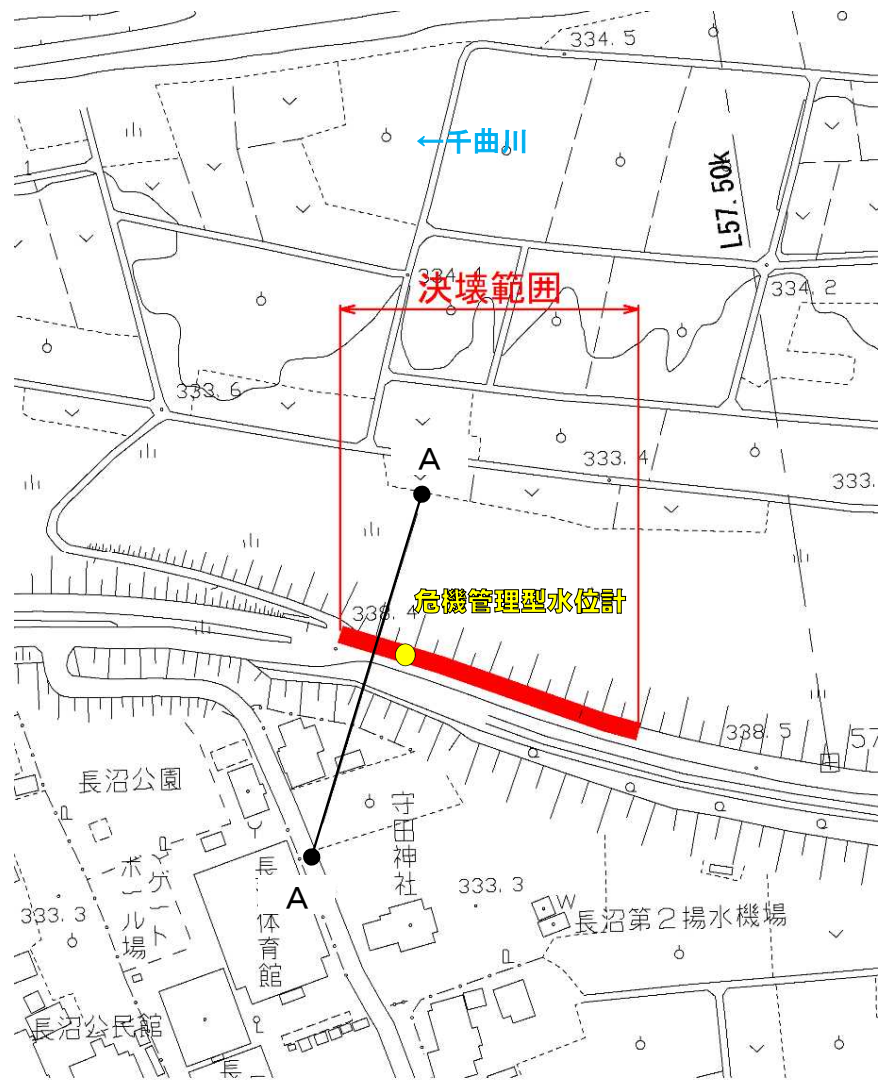


図-1 決壊範囲平面図

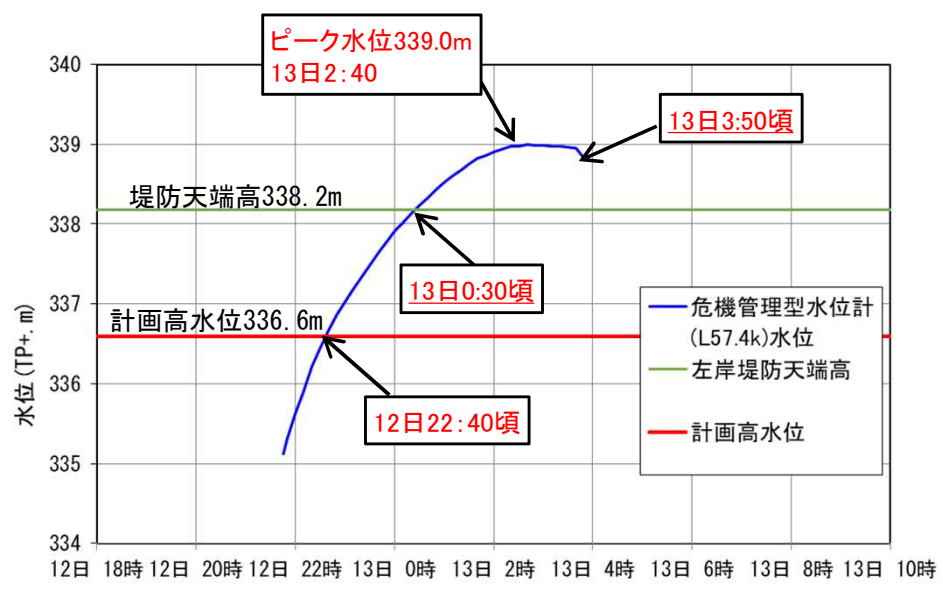


図-2 千曲川左岸57.4k危機管理型水位計

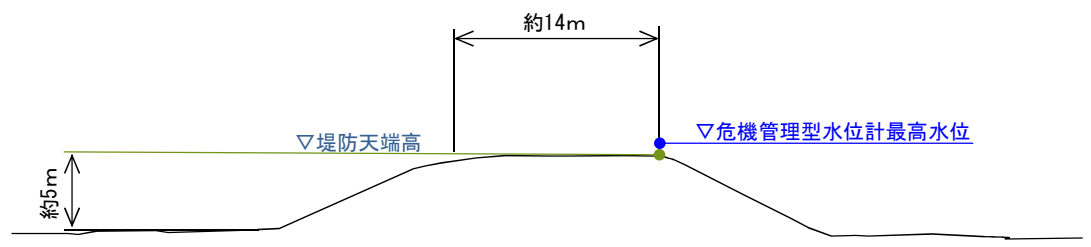


図-3 決壊箇所の越水状況(A-A断面) H25 測量

(2) 痕跡水位の状況

地点上流の桜づつみに植樹されている桜の幹で洪水痕跡を計測した結果を示す。
平面図の①57.5k 地点で約 0.5m、②地点及び③地点で約 0.3m であった。

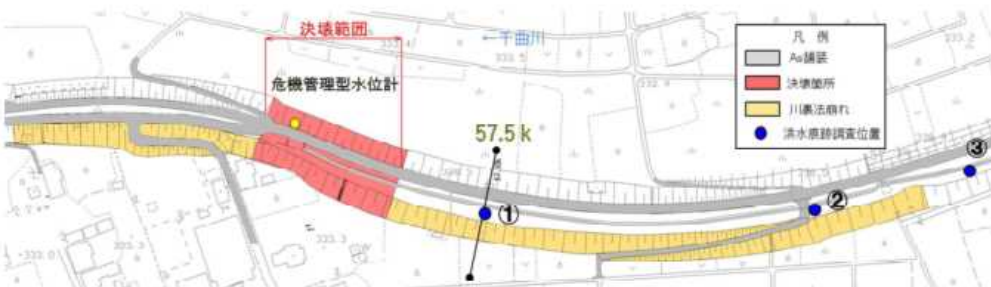


図 4.2.36 平面図



図 4.2.37 ①左岸 57.5k 地点 洪水痕跡



図 4.2.38 ②地点 洪水痕跡

図 4.2.39 ③地点 洪水痕跡

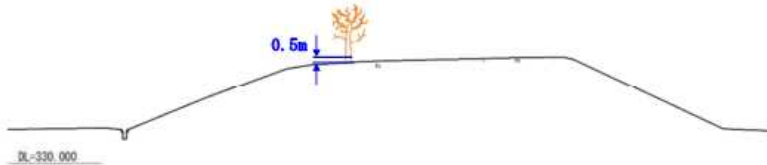


図 4.2.40 ①左岸 57.5k 地点洪水痕跡

(3) 落堀、洗掘の状況

1) 仮堤防設置直後の状況

決壊地点川裏側に落堀が形成された。
堤防決壊後に実施した測量から、川裏法尻部で 2.3m の洗掘が発生したと推定される。

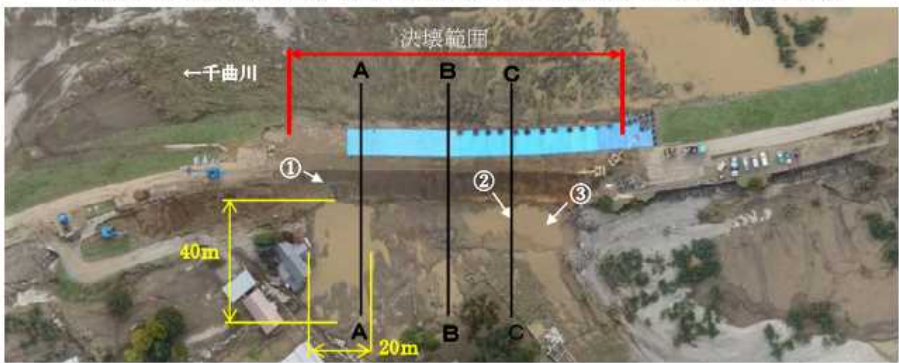


図 4.2.41 測量時空撮・仮堤防完成時 (2019(令和元).10.18 撮影)



図 4.2.42 落堀、洗掘削の状況 (2019(令和元).10.18 7:20 頃撮影)

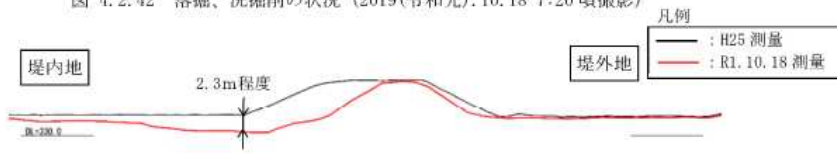


図 4.2.43 横断重ね図 (A-A断面)



図 4.2.44 横断重ね図 (B-B断面)

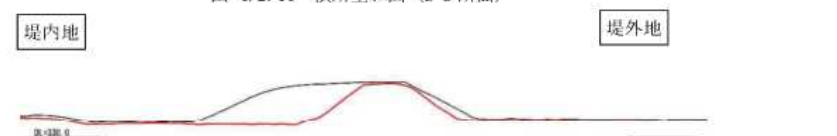


図 4.2.45 横断重ね図 (C-C断面)

表. 千曲川越水箇所 の 地形的特徴と越水時の水理特性

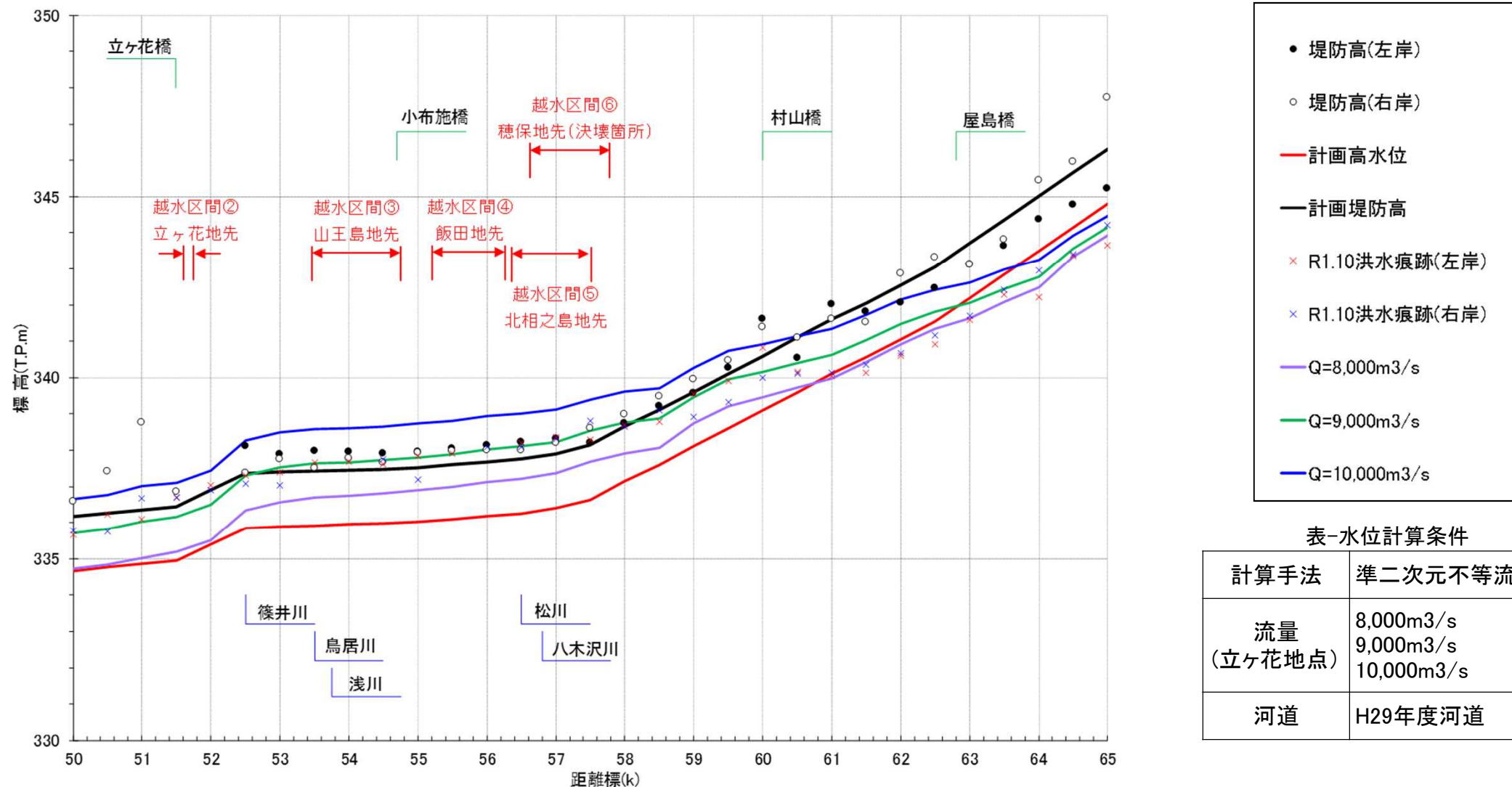
番号※1	地点	距離	越流区間	堤防の比高	裏法勾配	越流水深	(参考: 単位 m) 現況堤防高-計画堤防高	想定される越水原因
①	栗林地先	右岸 49.0k	約4m	約6.0m	1 : 2.0	—	0.51	
②	立ヶ花地先	右岸 51.5k	約150m	約0.6m	1 : 3.5	—	—※2	
③	山王島地先	右岸 53.5k	約1,400m	約2.1m	1 : 13.5	—	0.09	立ヶ花狭窄部のせき上げ
④	飯田地先	右岸 56.0k	約1,300m	約2.1m	1 : 2.1	—	0.31	立ヶ花狭窄部のせき上げ
⑤	北相之島地先	右岸 56.5k	約1,400m	約5.4m	1 : 2.5	—	0.23	立ヶ花狭窄部のせき上げ
⑥	穂保地先 (決壊箇所)	左岸 57.4k	約1,500m	約5.5m	1 : 2.0	(実測) 0.8m	0.05	立ヶ花狭窄部のせき上げ
⑦	柴地先	右岸 71.0k	約20m	約3.8m	1 : 1.3	—	0.08	暫定堤防
⑧	篠ノ井小森地先	左岸 75.5k	約40m	約4.2m	1 : 2.0	—	0.05	
⑨	雨宮地先	右岸 78.0k	約800m	約3.0m	1 : 2.1	—	0.07	
⑩	篠ノ井横田地先	左岸 78.0k	約200m	約3.4m	1 : 2.1	—	0.42	
⑪	篠ノ井塩崎庄之宮地先	左岸 79.0k	約1,100m	約3.2m	1 : 2.0	—	0.14	
⑫	国分地先	右岸 107.0k	約300m	約1.6m	1 : 2.0	—	-0.42	暫定堤防
⑬	大屋地先	右岸 109.0k	約200m	約2.6m	1 : 2.0	—	0.13	暫定堤防

※1 番号はP.1～2 信濃川水系千曲川直轄管理区間の主な被災状況 と同じ地点を示す。

※2 山付部

堤防強化区間の設定について

- 準二次元不等流解析により、現況河道(出水前の河道)を用いて解析を実施した。
- 対象流量は、立ヶ花地点での今次出水流量(氾濫戻し)9,000m³/sにおける前後1,000m³/sの水位変化を確認した。
- 9,000m³/sとした場合は58.0k付近、10,000m³/sとした場合でも村山橋付近で水位が計画堤防高以下になることを確認した。



千曲川堤防強化対象区間



（２） 堤防強化区間の堤防断面検討

今後の堤防強化対策にあたっての留意事項(案)

5.1.2 堤防決壊地点における対策の基本方針(案)

(1) 堤防決壊の原因

- ① 千曲川流域の東域で300mmを超える大雨となり、堤防決壊地点近隣の立ヶ花観測所で計画高水位を超過し、観測史上第1位の水位を記録した。
- ② 堤防決壊地点(左岸57.5k付近)に設置されたCCTVカメラにより、10月13日 0:55頃越流が始まったことを職員が確認した。
- ③ 堤防決壊地点の上下流で、越流による堤防の欠損が発生していた。
- ④ 越流水による川裏法尻部の洗掘が進行し、堤体の欠損が進行していくなかで、川表からの水圧に耐えることができず、決壊に至ったと推定した。

(2) 堤防決壊地点における対策の基本方針(案)

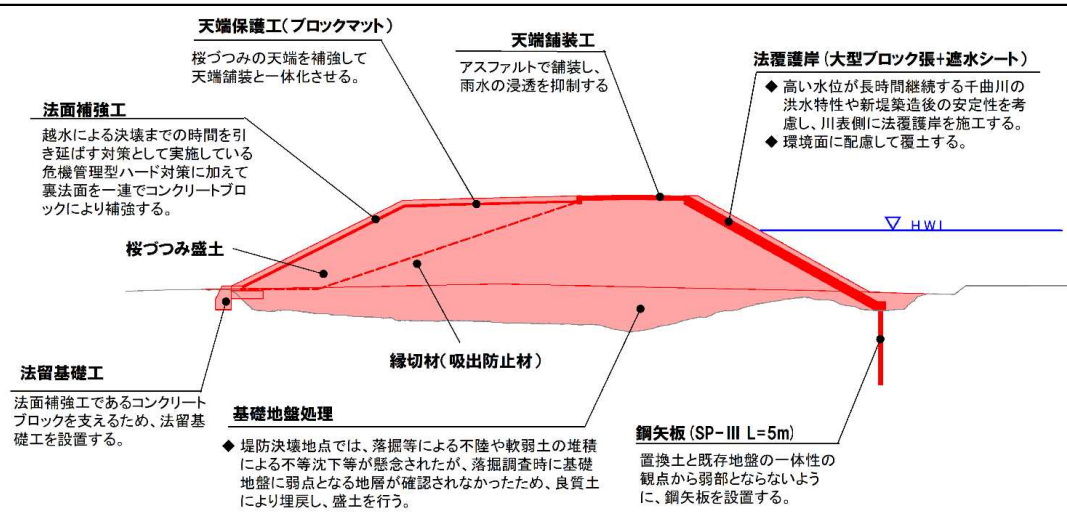
- 堤防決壊地点(左岸57.5k付近)における対策の基本方針は以下のとおりである。
- ① 治水計画上、河川堤防は対象とする洪水をHWL以下で安全に流下させる計画となっている。
 - ② 今次出水による越水対策については、河道掘削による流下能力向上等の水位低下を基本とする。
 - ③ 越水に対しては、堤防構造の工夫として決壊までの時間を引き延ばすための対策を実施する。
 - ④ 災害復旧事業による堤防復旧に加え、今後の河川整備や背後地の復興計画等との整合を図りつつ、対策を進めていく。

(3) 堤防決壊地点における対策方法(案)

- 堤防決壊地点(左岸57.5k付近)における対策方法は以下のとおりとする。
- ① 堤防の復旧断面は、被災前と同様に計画断面で復旧を行う。
 - ② 堤防決壊箇所に設置されていた桜づつみについても本復旧において復旧を行う。
 - ③ 越水による決壊までの時間を引き延ばす対策として、「令和元年台風第19号の被災を踏まえた河川堤防に関する技術検討会」での議論を踏まえ、コンクリートブロックによる表面被覆型の堤防強化を実施する。
 - ④ 新堤施工後、直ちに鋼矢板仮締切堤防を撤去する必要があることから、安定性を考慮して川表側に法覆護岸を施工する。
 - ⑤ 堤防決壊地点では、落掘等による不陸や軟弱土の堆積による不等沈下等が懸念されたが、落掘調査時に基礎地盤に弱点となる地層が確認されなかったため、良質土により埋戻し、盛土を行う。
 - ⑥ 堤防決壊地点では堤防基礎地盤が厚い粘性土層であることを確認しており、基盤漏水が発生する可能性は小さいと考えられる。なお、堤防の復旧工事の施工にあたって、基礎地盤の処理として、置換土を実施した範囲については、その置換土と既存地盤の一体性の観点から弱点とならないよう、基礎地盤への根入れを考慮した深さ(長さ5m)まで鋼矢板を実施する。

<千曲川堤防調査委員会報告書p.128・129(抜粋)>

【横断模式図】



※天端舗装工は、道路等の関係者と調整しながら決定する。
施工にあたっては、環境面に配慮し覆土等も検討する。

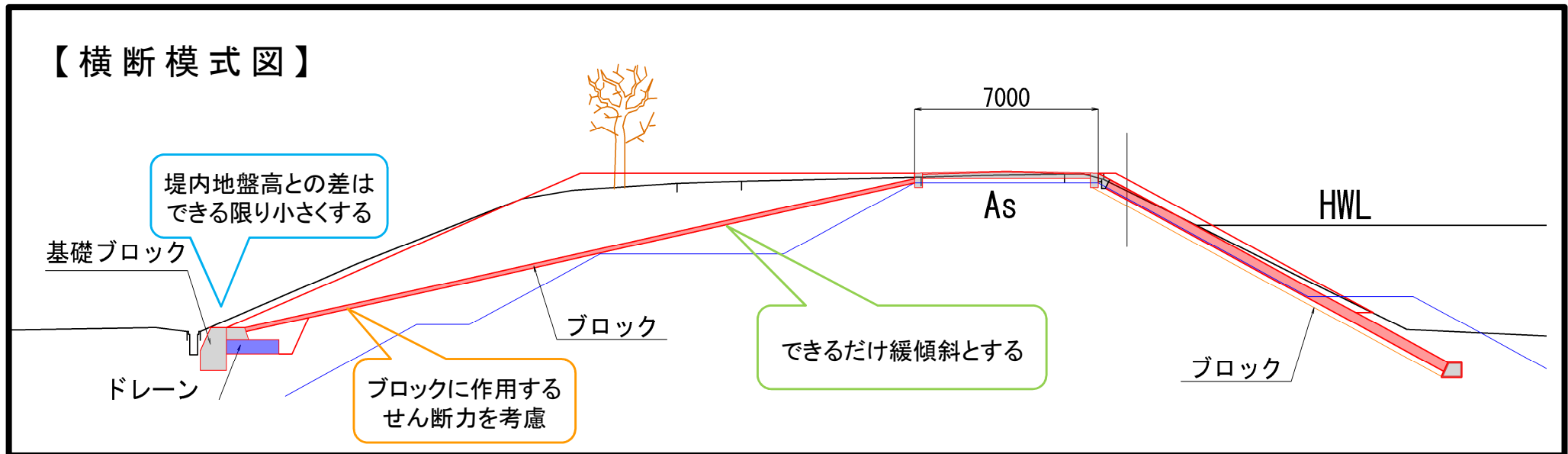
「今後の堤防強化対策にあたっての留意事項(案)」の対応策(1/2)

「今後の堤防強化対策にあたっての留意事項(案)」 <千曲川堤防調査委員会報告書p.130(抜粋)>

- 堤防定規断面と桜づつみとの縁切りについては、桜づつみが侵食された後に、シートによる法面被覆として効果を発揮することが期待される。法肩から抜け落ちないように、天端ブロック下に巻き込むようにするとよい。一方、法面を被覆したブロックが越水時に剥がれ落ちる可能性を考慮して、天端保護工とは接続しない方がよい。
- ブロック下に吸出防止材を敷設した場合でも、吸出防止材下からの土羽の侵食が懸念される。透水性の低い吸出防止材を利用するなど、土羽の侵食を生じにくくする工夫が求められる。
- 越水時に表土が流出すると、法面を被覆するブロックにせん断力が作用する。せん断力の作用によって連節されたブロックが座屈する可能性があるため、座屈しにくい構造とするように留意する必要がある。また、維持管理を考えると、法面形状が変形することも想定され、ブロック間の段差やブロックの傾斜が生じた場合には、せん断力の急激な増加も想定されるため、ブロックで被覆する堤防裏法面についてはできる限り緩やかにした方がよい。
- 法面部を被覆するブロックに作用するせん断力も考慮した上で、ブロックの滑動を支えるのに十分な安定性を法留基礎工が有していることを確認しておくことが必要である。
- 越水時における法尻部周辺地盤の洗掘を抑制するため、法留基礎工の天端と堤内地盤高の差をできる限り小さくすることが必要である。
- ブロックを敷設する前に、桜づつみについては十分な締め固めを行う必要がある。
- 堤防強化を実施する区間については、対象とする外力設定を含めて、洪水流解析(不定流計算等)を行い、妥当性の確認も必要である。

「今後の堤防強化対策にあたっての留意事項(案)」の対応策(2/2)

●堤防強化の基本構造

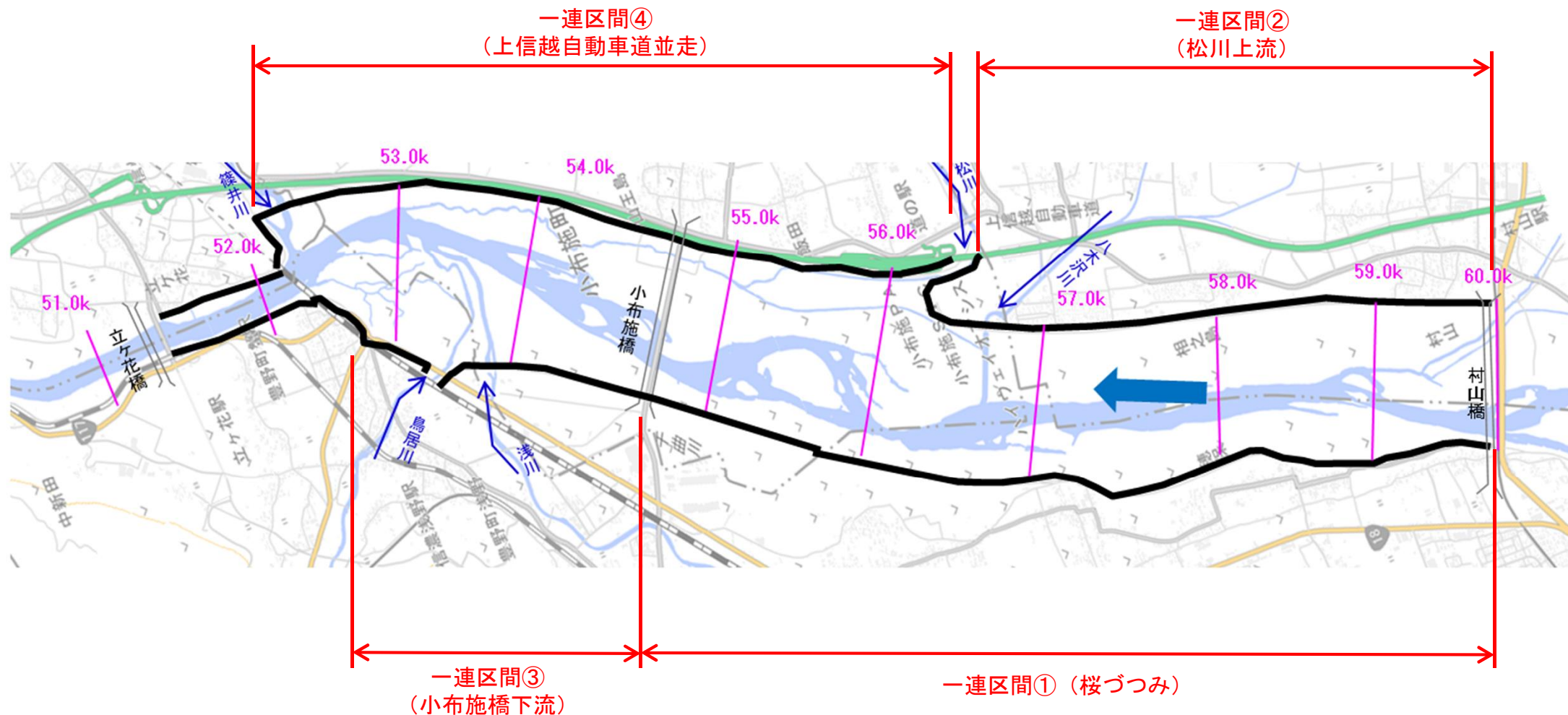


●個別箇所での堤防構造

- 堤防構造は、粘り強い河川堤防とする。(粘り強い河川堤防と耐える堤防は別物である。)
- 堤防構造は、実測の越流水深や洪水流解析(不定流計算等)により、外力を想定する。
- 堤防裏法部の坂路等の堤防断面が変化する箇所(隅角部)は、越流に対して弱部になりやすいことから、堤防強化にあたっては、留意が必要である。
- 詳細は、設計段階で反映する。

堤防強化区間の一連区間割と堤防断面検討

- R1. 10洪水時の越水状況、堤防の断面形状等から、一連区間を4区間に分類。
- 4区間の代表的な堤防断面をもとに、堤防強化の基本構造(断面形状)を検討。



※上図の表記において、支川名に誤りがあり、R3.4.6に篠ノ井川から篠井川に訂正しました。

一連区間①(桜づつみ)の堤防断面検討

- 桜づつみ等を整備するために拡幅され、計画堤防断面以上確保されている。
- 堤防強化断面は、川裏法勾配を極力緩やかな勾配とし、法留基礎工の天端と堤内地盤高の差をできる限り小さくする。

	概要図	概要
現況		・堤防は天端を桜づつみとして利用するために拡幅していることから、堤防断面が計画以上確保されている。 58.0k付近 桜づつみ整備
堤防強化断面(案)		・川裏を緩勾配(一枚法面)でブロックを設置し、現況の断面を踏襲した覆土を行い桜づつみを整備する。 ・桜づつみの取り扱いは、桜の移植、桜づつみの一時撤去、ブロック設置後、桜づつみを復旧する工程が想定されるが、工事着手前までに、地元住民等の意見等を伺いながら、工法を検討する。

一連区間②(松川上流)の堤防断面検討

- 堤防強化断面は、川裏を緩勾配一枚法面でブロックを設置する。
- 小段道路は、ブロックの外側に腹付け盛土を施工する。

	概要図	概要
現況		・川裏小段有の計画断面で整備されている。 58.5k 現況堤防
堤防強化断面 (案)		・川裏を緩勾配一枚法面でブロックを設置する。 ・設置したブロックの外側に小段道路用の腹付け盛土を施工する。 ・腹付け盛土の天端高は現況川裏小段高程度とし、現状の利用状況は改変しないようにする。

一連区間③(小布施橋下流)の堤防断面検討

■川裏は、緩勾配一枚法面とする。

	概要図	概要
現況		・川裏小段有の計画断面で整備されている。 54.0k 現況堤防
堤防強化断面(案)		・川裏法尻部に設定されたブロックを撤去し、川裏を緩勾配一枚法面とする。

一連区間④(上信越自動車道並走)の堤防断面検討

■計画堤防断面以上確保されているが、上信越自動車道下を横断するため、アンダーパスの設置箇所は堤防天端と接続するための坂路が整備されている。坂路や堤防断面が変化する隅角部等は越流に対し、弱部になりやすいため、強化対策を実施する。

	概要図	概要
現況 (アンダーパス区間)		・上信越自動車道下を横断するためにアンダーパスが設置されている箇所は計画断面で整備されている。 ・このため、川裏の比高差が高くなっている。   坂路 53.0k アンダーパス設置箇所
堤防強化断面 (案)		・川裏を緩勾配一枚法でブロックを設置し、現況の断面を踏襲した覆土等を整備することを基本とするが、坂路との取り付けなど堤防断面が変化する弱点になりやすい地形については、別途詳細に検討し施工する。

一連区間④(上信越自動車道並走)の堤防断面検討

■桜並木周辺をブロックマットによる被覆構造とする。詳細は今後検討。

	概要図	概要
現況		・堤防は天端を桜つつみとして利用するために拡幅していることから、堤防断面が計画以上確保されている。 - さらに、川裏に堤防と同程度の高さの上信越自動車盛土が整備されている。  53.5k 桜つつみ整備
堤防強化断面(案)		・川裏側は、緩やかで上信越自動車道と並走することや地元の意向を踏まえ、桜並木周辺をブロックマットによる被覆構造とする。(詳細は今後検討)

- [illegible]

- ・堤防強化区間の堤防は越水を想定していることから、天端道路も河川管理施設(兼用工作物)に含め高さ管理等を行う方向で道路管理者と協議する。
- ・変状の早期発見・修復等丁寧な維持管理を行うものとし、特に堤防高については、河川管理施設等構造令に従い、計画堤防高以上になるよう管理することを基本としつつ、上下流、左右岸が同等となるよう努めるものとする。

堤防強化区間の堤防高等について

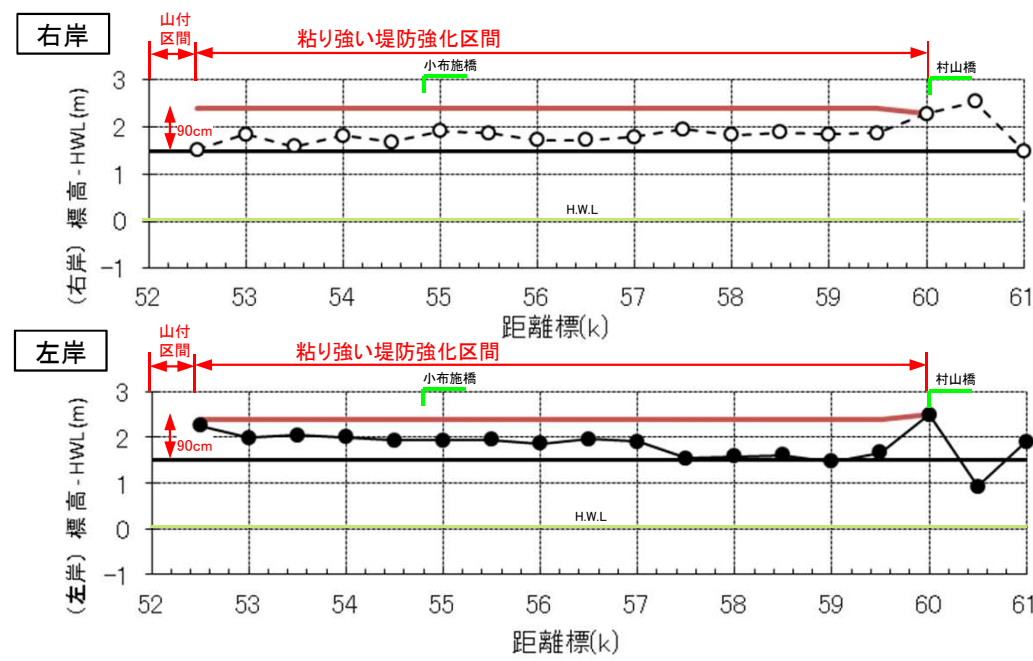
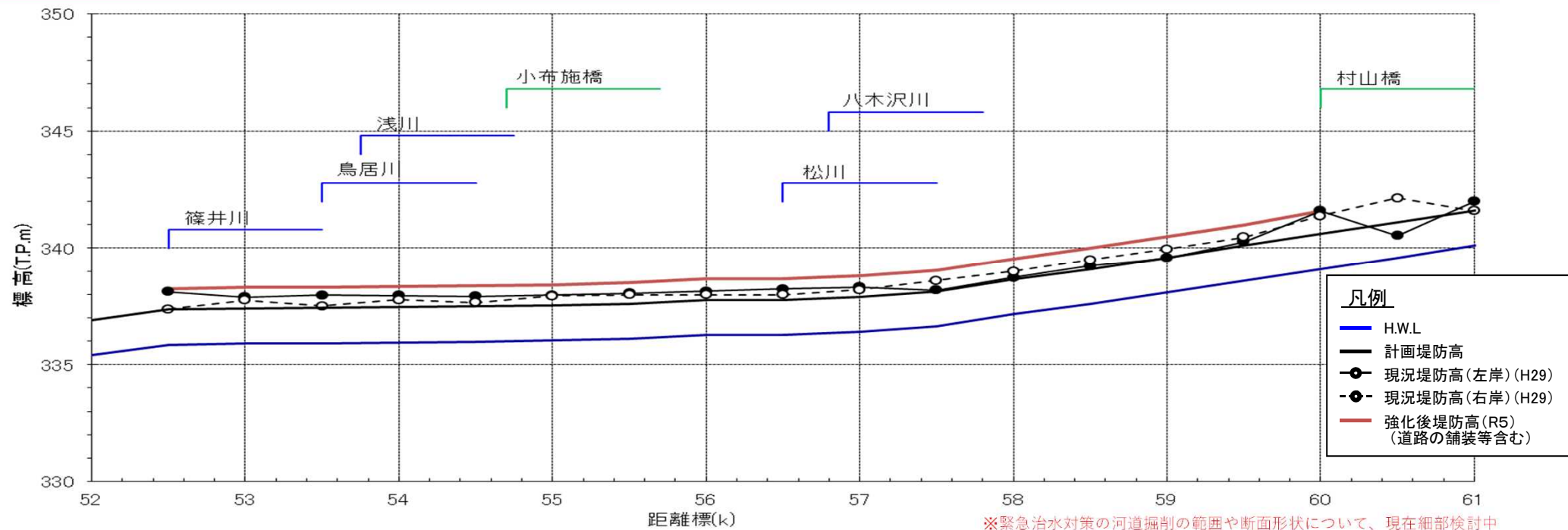


表 - 現況堤防高と強化後堤防高の比較

地点	現況堤防高		強化後堤防高		差分	
	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
52.000						
52.500	338.110	337.370	338.250	338.250	0.140	0.880
53.000	337.890	337.750	338.300	338.300	0.410	0.550
53.500	337.970	337.510	338.320	338.320	0.350	0.810
54.000	337.950	337.770	338.350	338.350	0.400	0.580
54.500	337.920	337.660	338.380	338.380	0.460	0.720
55.000	337.960	337.940	338.420	338.420	0.460	0.480
55.500	338.050	337.980	338.500	338.500	0.450	0.520
56.000	338.070	337.990	338.660	338.660	0.590	0.670
56.500	338.230	337.990	338.660	338.660	0.430	0.670
57.000	338.310	338.200	338.800	338.800	0.490	0.600
57.500	338.190	338.600	339.040	339.040	0.850	0.440
58.000	338.730	338.990	339.550	339.550	0.820	0.560
58.500	339.220	339.490	340.000	340.000	0.780	0.510
59.000	339.570	339.950	340.500	340.500	0.930	0.550
59.500	340.270	340.470	341.000	341.000	0.730	0.530
60.000	341.600	341.380	341.600	341.380	0.000	0.000

※ 現況堤防高及び強化後堤防高には道路の舗装等を含む高さ
※ 細部測量や詳細設計の結果、強化後堤防高は変更となる場合がある

堤防強化区間の堤防高等の管理について

- 堤防強化区間の堤防はブロック等で堤体表面が被覆されていることから、堤防本体は直接監視できない課題があり、従来の河川巡視や河川定期縦横断測量に加え、被覆ブロックの変形や堤防本体の変位を監視する計測管を設置する。
- これらの計測計画の検討にあたっては、新技術を導入するなど、より効率的な計測に留意する。
- また、これらの計測結果等を踏まえ、今後、より具体的な維持管理体制を構築していく。

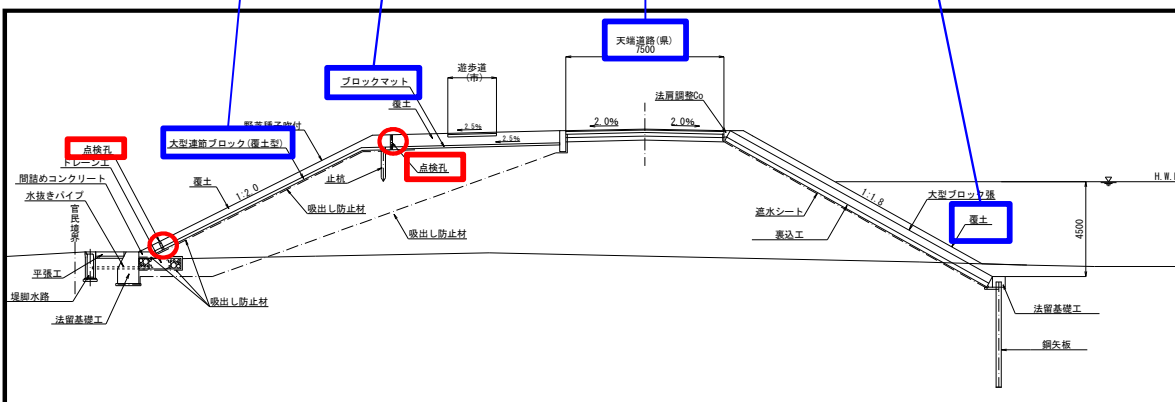


(写真) 施工状況

【堤防強化区間における堤防の変位計測及び検討方針(案)】

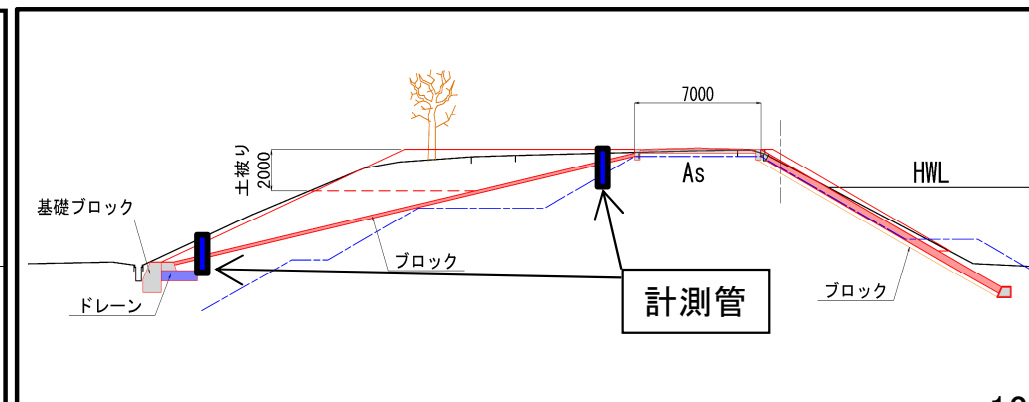
- ① 被覆ブロック背面の堤防と被覆ブロック表面の変位を測定する計測管を設置。地表に出た計測管上端を測量し変位を把握。また、RTK(Real Time Kinematic GPS)などを新技術を活用した計測の効率化を検討。
(当面、年間に3回程度測定)
- ② 堤防天端など地表面の変位については、通常の堤防巡視・点検のほか、当面、毎年横断測量等を実施。また、LPやMMS(Mobil Mapping System)などの新技術により、広範囲を効率的に測量することも検討。

<施工済み箇所標準断面図> (左岸57.5k付近の例)



<決壊区間を含む140mの範囲で施工>

<強化区間断面(案)>



<今後の施工範囲>

（３） 今後の千曲川堤防調査委員会の進め方

今後の千曲川堤防調査委員会の進め方

R1
12月

第3回委員会

(12月 4日)

堤防決壊(長野市穂保地先)、堤防欠損(上田市諏訪形地先)の被災メカニズム、被災要因の推定。

⇒ 穂保地先の決壊の主要因は越水とされた。

R2
7月

第4回委員会

(7月 7日)

今後の堤防強化区間の設計・施工にあたり、「今後の堤防強化対策にあたっての留意点(案)」を報告書に明示。

8月

「千曲川堤防調査委員会報告書」公表

(8月)

北陸地方整備局及び、千曲川河川事務所のホームページに掲載。

12月

第5回委員会

(12月16日)

○千曲川堤防強化区間の設定

○堤防強化区間の堤防断面検討(粘り強い河川堤防の基本構造検討)

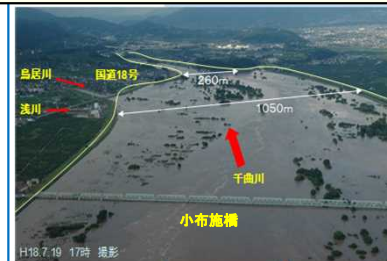
今後の進め方

- R2. 12～ 順次、工事発注手続き開始
- R3. 1～ 工事着手(既発注工事増工を含む。)
- 構造の詳細は今後検討
 - 堤防断面基本構造をもとに、詳細設計(留意点の具体的な反映・現場特性を踏まえた検討)は、国総研・土研と個別協議しながら決定していく。

上下流や本川支川の信濃川流域全体を見据え、

- 立ヶ花狭窄部上流の緊急的な堤防強化（粘り強い河川堤防構造）
- 下流から計画的に行う堤防整備や河道掘削（大河津分水路改修、立ヶ花狭窄部掘削）
- 上流で洪水を貯留するダム（大町ダム等再編）や遊水地の整備

といった河川におけるハード対策をフル動員し、各管理者が連携・調整しながら、段階的かつ緊急的に対策を講じる。



立ヶ花狭窄部掘削



堤防強化(粘り強い河川堤防)



大町ダム等再編事業



- 【第一段階(復旧)】 災害復旧を令和3年度までに完了(国(権限代行含む)は令和3年出水期まで、県は令和3年度)。並びに大河津分水路などの下流域の整備に応じた河道掘削(立ヶ花狭窄部など)を順次実施
- 【第二段階(復興)】 改良復旧である堤防強化(粘り強い河川堤防構造など)や遊水地、大町ダム等再編事業(容量再編)を完了
- 【第三段階(復興)】 遊水地、河道掘削(立ヶ花狭窄部など)を令和9年度完了

