

令和元年台風19号洪水 による堤防決壊調査報告書

あらかわ

しんえがわ

一級河川荒川水系新江川

令和2年3月27日



埼玉県河川砂防課

資料目次

- 新江川の破堤地点における堤防調査

1. 流域、気象、整備状況

- 1-1. 流域概要
- 1-2. 気象状況
- 1-3. (1) 降雨状況(平面分布)
- 1-3. (2) 降雨状況(時間分布)
- 1-4. 水位状況
- 1-5. 堤防整備状況
- 1-6. 流域概要のまとめ

2. 堤防決壊状況

- 2-1. (1) 決壊状況(堤防状況及び浸水範囲)
- 2-1. (2) 決壊状況(地形の特徴)
- 2-1. (3) 決壊状況(痕跡水位)
- 2-1. (4) 決壊状況(他流域からの影響)
- 2-2. 越水・堤防決壊に伴う影響

3. 堤防決壊要因の分析

- 3-1. 堤防決壊要因分析の検証方針
- 3-2. (1) 越水に対する分析(現地調査)
- 3-2. (2) 越水に対する分析(水位計)
- 3-3. (1) 浸透に対する分析(噴砂等、漏水の有無)
- 3-3. (2) 浸透に対する分析(基礎地盤の土質)
- 3-3. (3) 浸透に対する分析(堤体の土質:上流)
- 3-3. (4) 浸透に対する分析(堤体の土質:下流)
- 3-3. (5) 浸透に対する分析(安全性照査手法)
- 3-3. (6) 浸透に対する分析(照査条件:下流)
- 3-3. (7) 浸透に対する分析(照査結果:下流)
- 3-3. (8) 浸透に対する分析(照査条件:上流)
- 3-3. (9) 浸透に対する分析(照査結果:上流)
- 3-4. (1) 侵食に対する分析(現地調査)
- 3-4. (2) 侵食に対する分析(流速)

4. 堤防決壊要因の総合評価

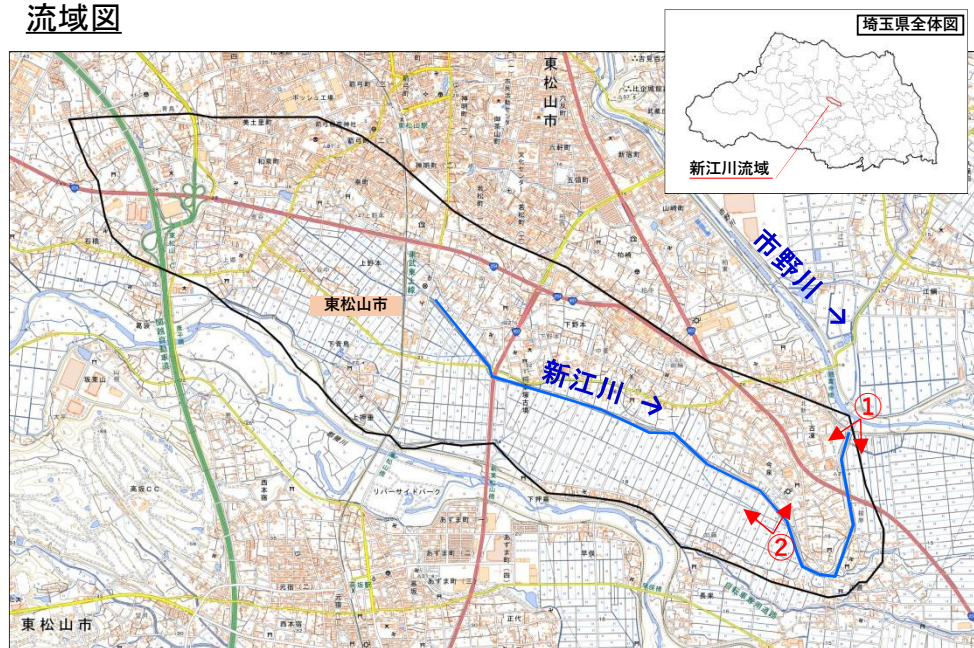
5. 堤防決壊のプロセス

1-1. 流域概要

- ◆河川名：荒川水系一級河川新江川
- ◆市町村名：東松山市
- ◆流域面積：10.9km²
- ◆県管理区間河川延長：4.4km
- ◆河床勾配：1/500～1/2,000程度

※平成18年2月荒川中流右岸ブロック河川整備計画より

流域図



□: 流域界

河川沿いの状況



関係市町村の人口および土地利用について

	東松山市
人口（人） (H27国勢調査より)	91,437
主な土地利用 (H30埼玉統計年鑑)	土地総面積：65.35km ² 山林：1割程度 宅地：2割程度

流域の概要

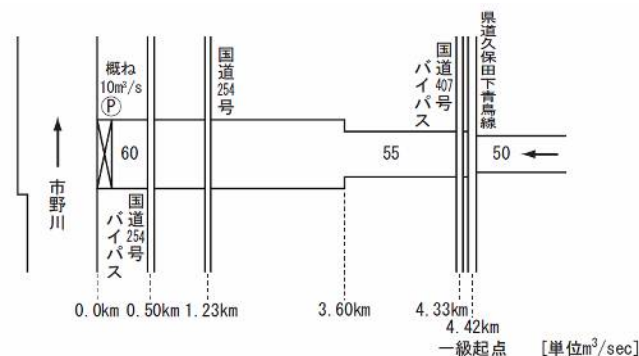
- ◆ 上流域は丘陵地帯となっており、水田の中を流れる直線区間の多い農業用水路的な景観である。中流域から下流域の左岸側は、斜面に沿った住宅地であり、対する右岸側は水田地帯となっている。

治水計画

- ◆ 昭和57年9月の洪水の際に、浸水被害が生じたが、その後河道改修が進められ、現在は完了している。
- ◆ 新江川の流域は、内水被害が生じやすいため、市野川との合流点に逆流防止のための樋門の整備が進められ、内水排除のための排水機場を設置予定である。

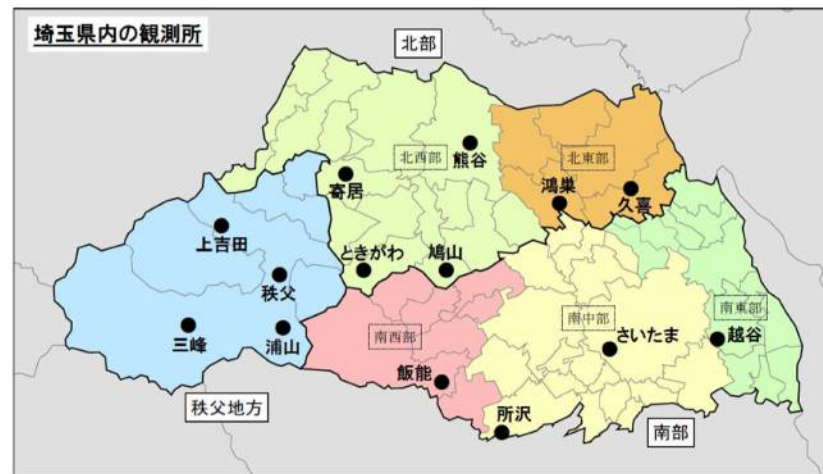
※平成18年2月荒川中流右岸ブロック河川整備計画より

流量配分図

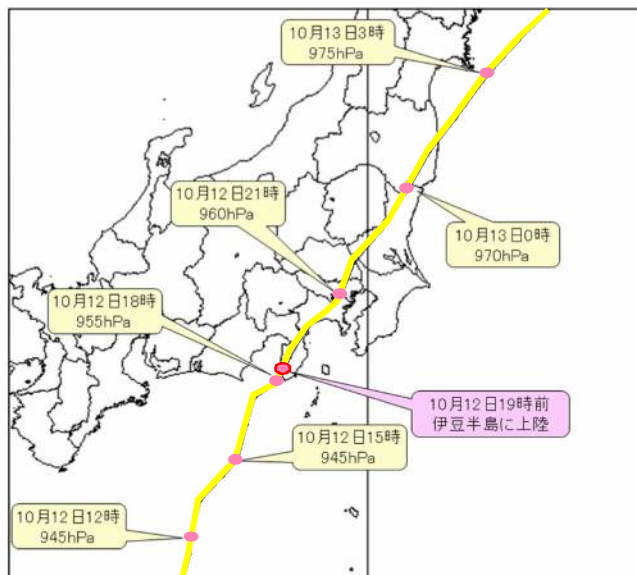


1-2. 気象状況

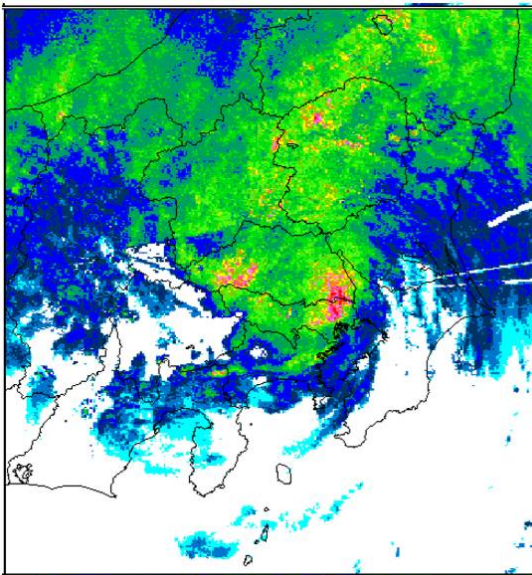
- ◆ <台風> 10月6日に南鳥島近海で発生した台風第19号は、マリアナ諸島を発達しながら西へ進み、7日には大型で猛烈な台風となった。その後、県内では10月12日から13日にかけて大雨や強風となった。
- ◆ <大雨> 10月10日19時から12日24時までの総降水量は、秩父市浦山で687.0ミリ、ときがわで604.5ミリ、秩父市三峰で593.5ミリと記録的な大雨となった。この期間の最大1時間降水量は、寄居で62.0ミリ（12日16時22分まで）、秩父市浦山で59.0ミリ（12日15時01分まで）、所沢で51.0ミリ（12日20時58分）など非常に激しい雨となった所があった。



台風経路図



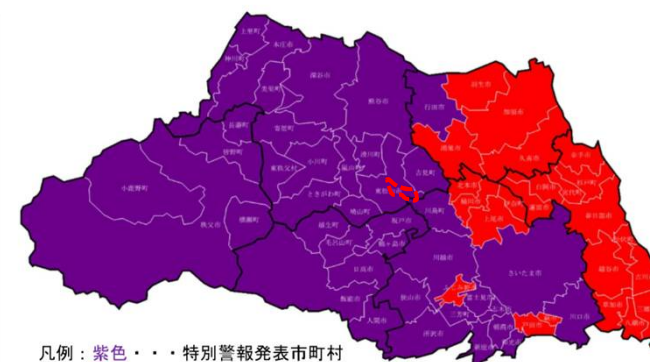
気象レーダー（上陸時）



10月12日21時

大雨特別警報の発表時間・解除時間

市町村	特別警報発表時刻	特別警報解除時刻
東松山市	12日 17時10分	12日 22時45分



凡例：紫色・・・特別警報発表市町村
赤色・・・警報発表市町村

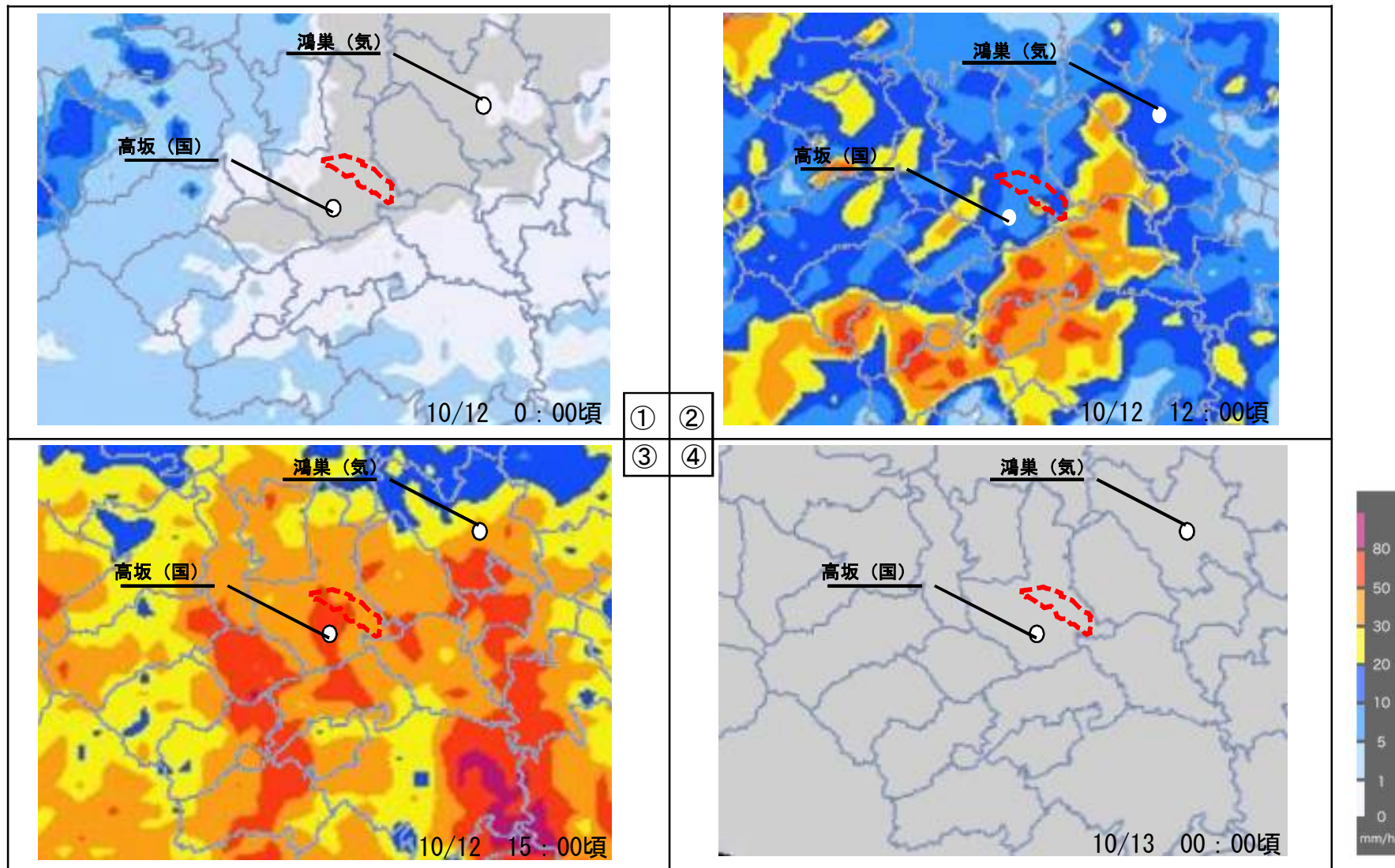
---: 新江川流域界

特別警報・・・台風や集中豪雨により数十年に一度の降雨量となる大雨が予想される場合に発表される。大雨特別警報が発表された場合、重大な土砂災害や浸水害が発生するおそれが高く大きい状況が予想される。

警報・・・雨による重大な土砂災害や浸水害が発生するおそれがあると予想したときに発表される。

1-3. (1) 降雨状況(平面分布)

◆ 令和元年10月12日0:00頃、埼玉県西側で20mm以下の雨が降りはじめ、同日12:00ころには50mm程度の強い雨となり、東側へと雨雲が移動した。さらに、勢力を維持したまま15:00頃には埼玉県全域に雨を降らせた。

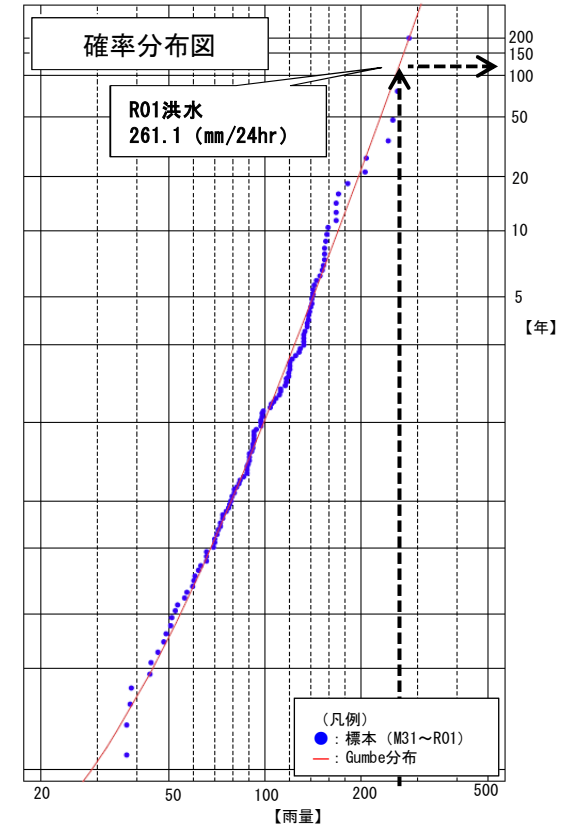
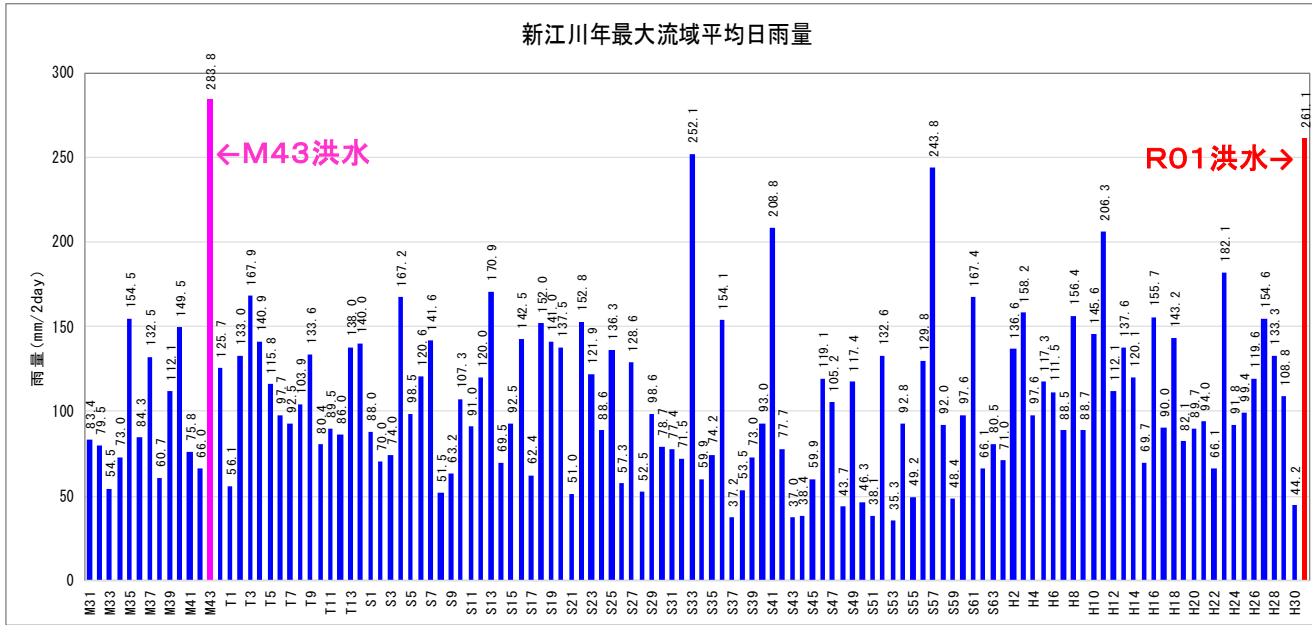


---: 新江川流域界

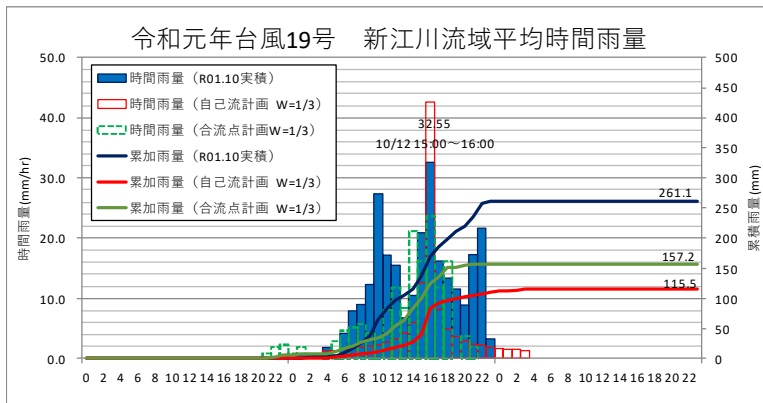
出典: biowether 雨雲レーダー

1-3. (2) 降雨状況(時間分布)

- ◆ 新江川流域では、日雨量が明治43年の次に大きい雨量を観測。
- ◆ 今次出水と計画降雨量を比較した際、24時間雨量で整備計画を上回った。
- ◆ 今次出水の日雨量の確率規模は1/100~1/150年確率相当と推算。



※流域平均雨量は、ティーン法によって算定。R01洪水では、近傍に位置する「高坂観測所（国）」「鴻巣観測所（気）」
※新江川（10.93km）を含む市野川流域（53.52km）の流域平均雨量を参考に整理を行った。



※自己流計画降雨：中央集中波形W=1/3（熊谷）
※合流点計画降雨：S61.8降雨波形W=1/3引縮め（熊谷）

計画降雨量との比較

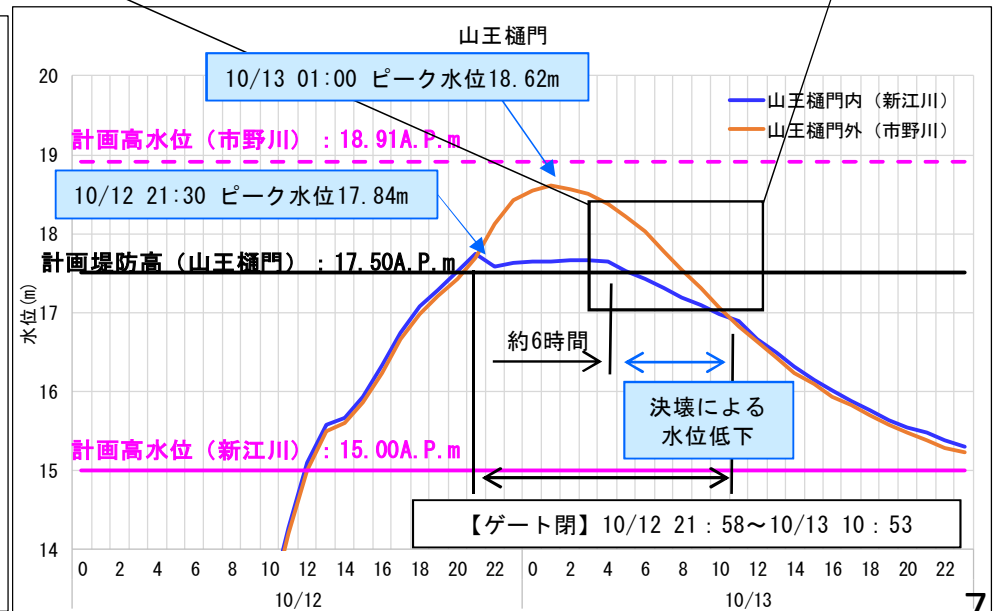
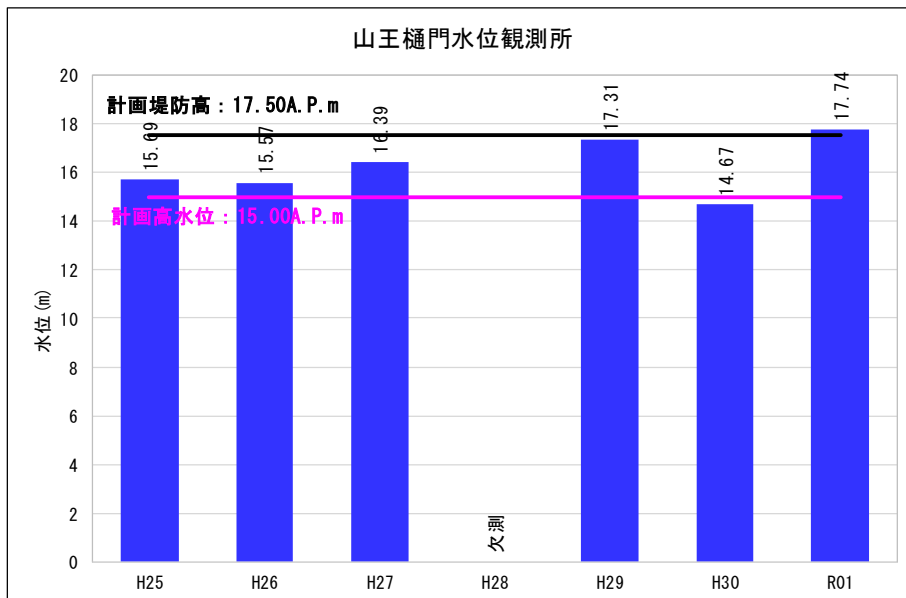
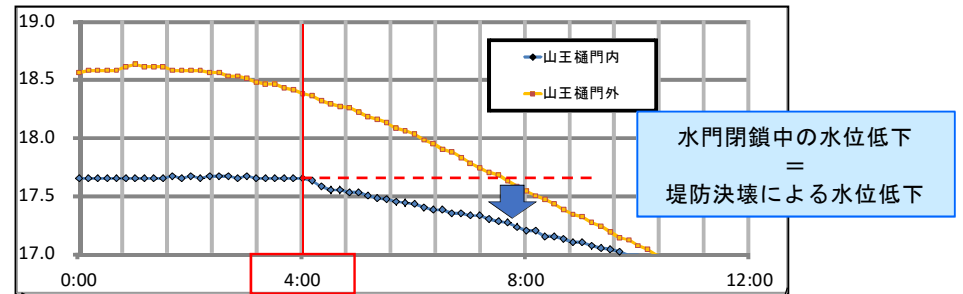
	自己流計画 (W=1/3)	合流点計画 (W=1/3)	台風19号
24時間雨量 (mm/24hr)	115.5	155.3	298.3 ※計画を超過

1-4. 水位状況

- ◆ 新江川と市野川の合流点に設置されている山王樋門の水位観測データから、山王樋門内（新江川）は12日21：30に最大水位17.84A.P.mを、山王樋門外（市野川）は13日01：00に最大水位18.62A.P.mを観測している。
- ◆ また、山王樋門の内外水位差から10/12 21：58にゲートを閉鎖していたが、約6時間後に水位低下が生じた。破堤によるものと考えられる。



- 【山王樋門操作要領】
 (平常時の操作)
 ・外水位（市野川）15.0m未満であるときは、ゲートは全開
 (洪水時の操作)
 ・市野川から新江川への逆流が始まるまでは、ゲートを全開
 ・市野川から新江川への逆流が始まったときは、ゲートを全閉

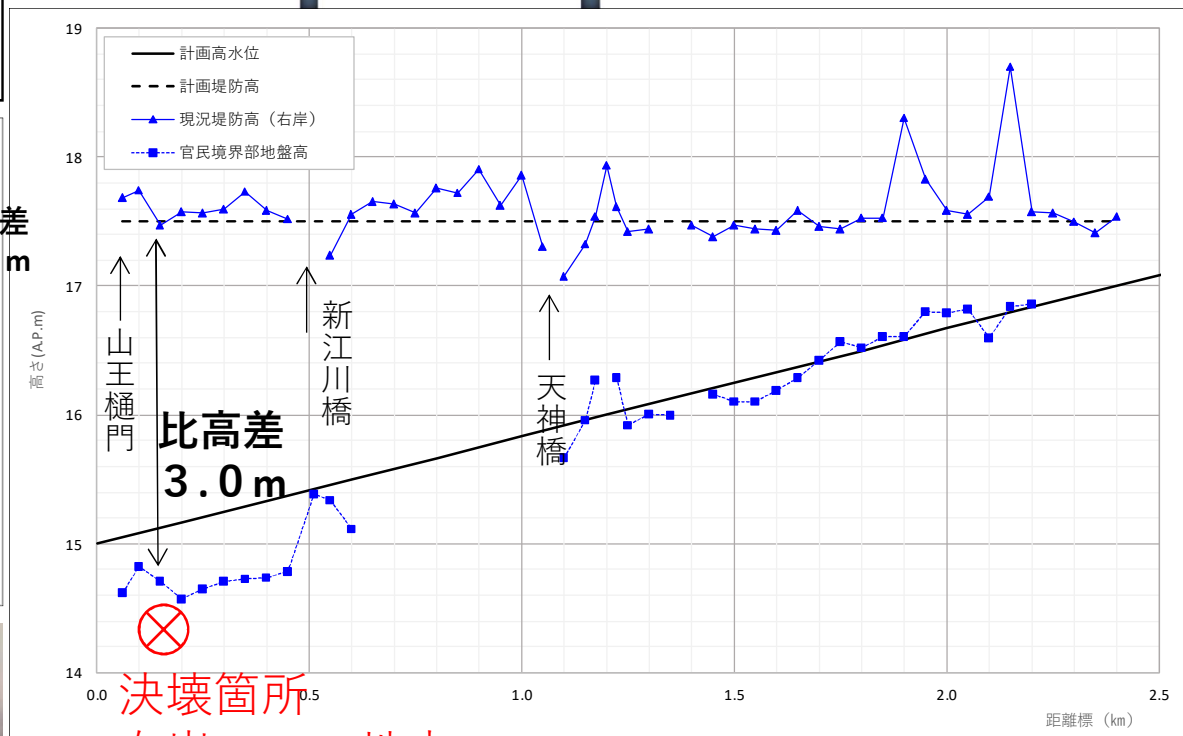
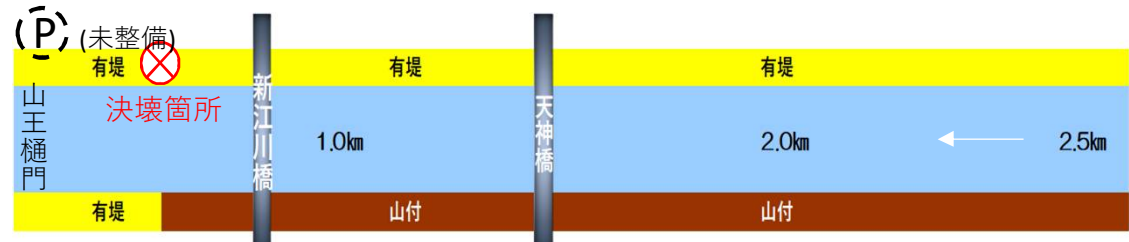
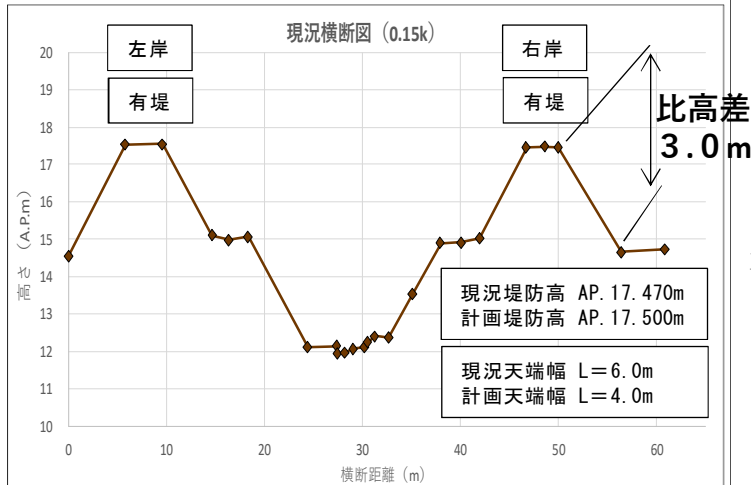


1-5. 堤防整備状況

- ◆ 決壊箇所周辺は、有堤区間である。
- ◆ 河川整備計画で位置づけのある最下流部の排水機場はまだ未整備である。
- ◆ 現況堤防高は、概ね計画堤防高程度であるが、一部区間において堤防の沈下等により平坦性が確保されていない。
- ◆ 右岸0.15km地点では、現況堤防高と現況堤内地盤高の比高差が3.0mである。

【現況堤防の整備状況】

改修状況：河道改修済み（排水機場は未整備）
 整備年次：昭和54～56年
 天端舗装：砂利舗装（兩岸）
 護岸整備：かごマット（低水路）、張芝（本堤）
 法尻補強：なし



右岸0.15km地点

1-6. 流域概要のまとめ

大項目	小項目	内容
流域概要	河川名	一級河川荒川水系新江川
	関係市町村名	東松山市
	流域面積	10.9km ²
	県管理区間河川延長	4.4km
気象状況	台風	台風第19号は10月12日19時前伊豆半島に上陸。 関東地方を通過し、10月13日未明に東北地方の東海上に抜けた。
	大雨	台風本体の発達した雨雲や台風周辺の湿った空気の影響で、東松山市では大雨特別警報が発令された。
降雨状況	流域内の平面分布	10/12 12:00頃には30mm程度の強い雨となった。
	流域内の時間分布 (流域平均1日雨量)	明治43年の次に大きい雨量を観測し計画降雨を上回った。
水位状況	水位観測所	山王樋門内外水位は、ともに堤防高を上回る水位を記録
堤防整備状況	縦断諸元 (現況堤防高・HWL)	現況堤防高は、概ね計画堤防高程度であるが、一部区間において堤防の沈下等により平坦性が確保されていない。河川整備計画で位置付けられている排水機場は未整備。
	有堤or無堤or山付	決壊箇所は有堤区間。
	築堤整備年次	昭和54年～昭和56年
	天端舗装の有無	砂利舗装
	護岸整備	張芝護岸、かごマット(低水路)

2-1. (1) 決壊状況(堤防状況及び浸水範囲)

- ◆ 右岸0.15kmでは堤防決壊が生じ、堤防欠損は約480mにおいて生じた。
- ◆ 最下流部0.0km～友田橋1.3kmの越水及び堤防決壊に伴う浸水範囲は約220haとなった。
- ◆ 外水被害が発生する前に、内水による被害があったかは不明。

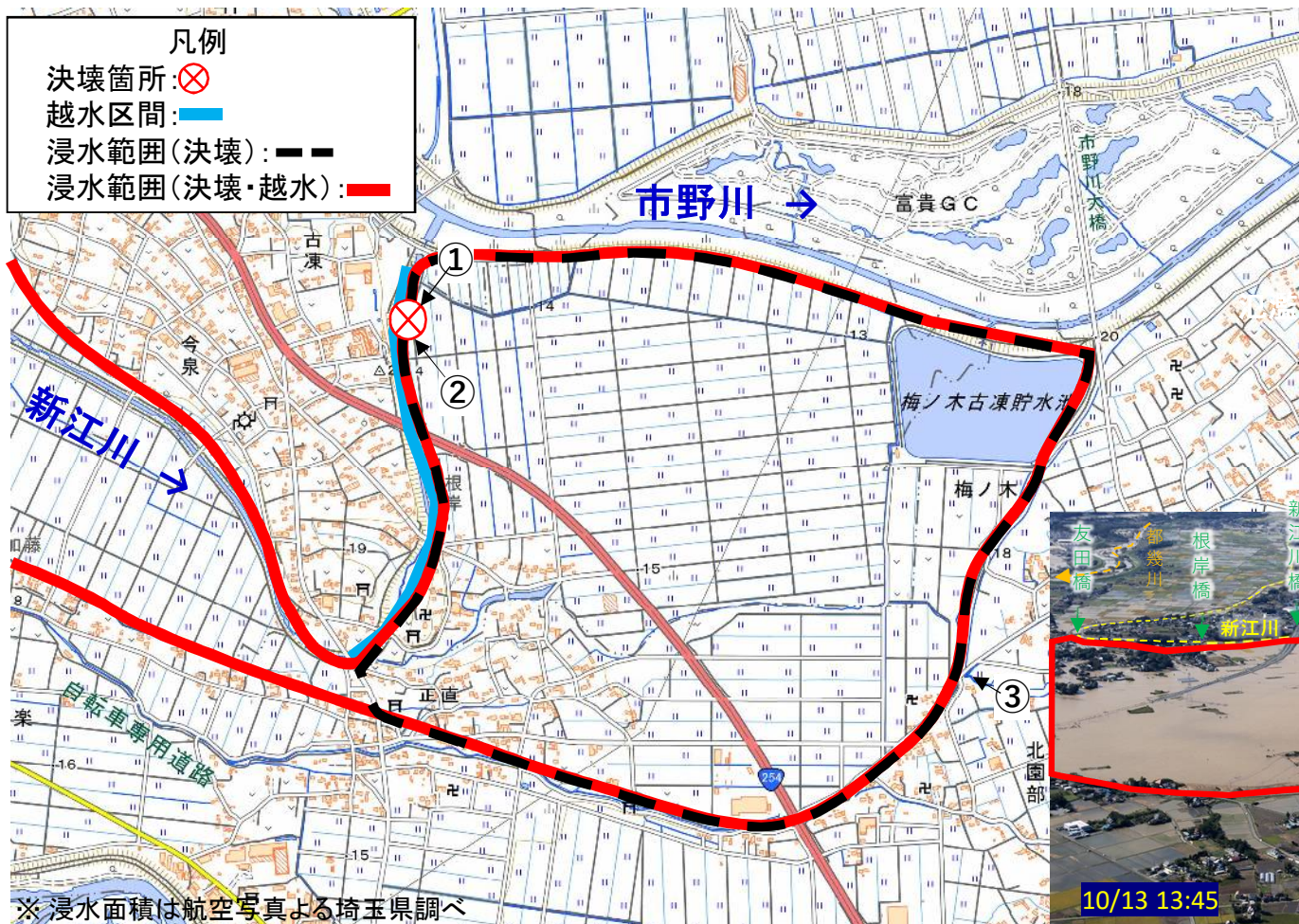
【堤防決壊情報】

決壊地点：新江川0.15km地点（東松山市古凍地内）

決壊幅：約9.2m

決壊時間：10/13 4:00ごろ

浸水面積：約220ha



2-1. (2) 決壊状況(地形の特徴)

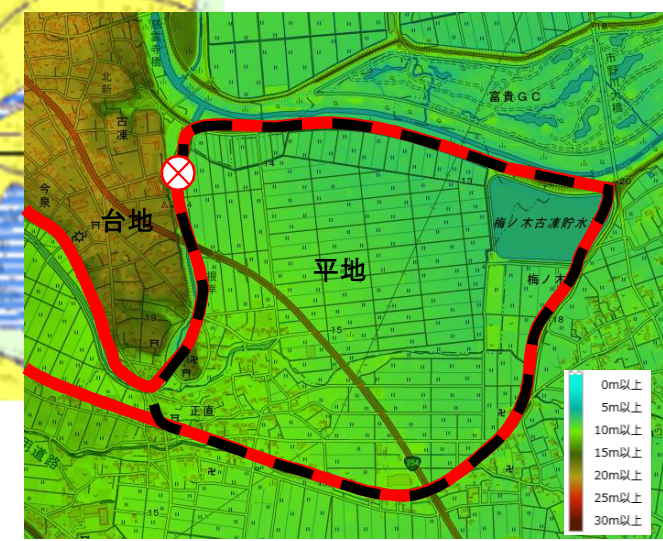
- ◆ 決壊箇所の治水地形分類は氾濫平野に属している。対岸は台地(崖)に属す。
- ◆ 浸水範囲内には、旧河道が複数通っている。

凡例

大分類	中分類	小分類	細分類	記号	
山地	台地・段丘	段丘面		■	
		崖(段丘崖)		■	
		深い谷		■	
低地	山麓堆積地形	扇状地		■	
		氾濫平野		■	
	扇状地	後背湿地		■	
		微高地(自然堤防)		■	
氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)		■	
	旧河道	旧河道(不明瞭)		■	
砂州・砂丘		扇状地		■	
		干拓地		■	
		盛り地・埋立地		■	
		切土地		■	
人工造成地形		運送橋土		■	
		天井川の区間		■	
その他の地形等	旧河道・水溜	旧河道		■	
		旧水路	旧河道(1.50m以上) 旧水路(1.50m以下)	■	
	地盤高線	主高線		■	
		補助高線		■	
		旧堤防	旧堤防(1.50m以上) 旧堤防(1.50m以下)	■	
		旧堤防	旧堤防(1.50m以上) 旧堤防(1.50m以下)	■	
	河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	完成堤防		■
			暫定堤防		■
	護岸	河川工作物	水位観測所		▲
			流量観測所		□
河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	水質観測所		○	
		雨量観測所		○	
河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	堤門・堤安		■	
		水門・開門		■	
河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	橋脚・水橋		■	
		事務所		●	
河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	出張所		●	
		出張所		●	
河川管理施設(許可工作物(5番付))	堤防	距離線		●	
		測線		●	

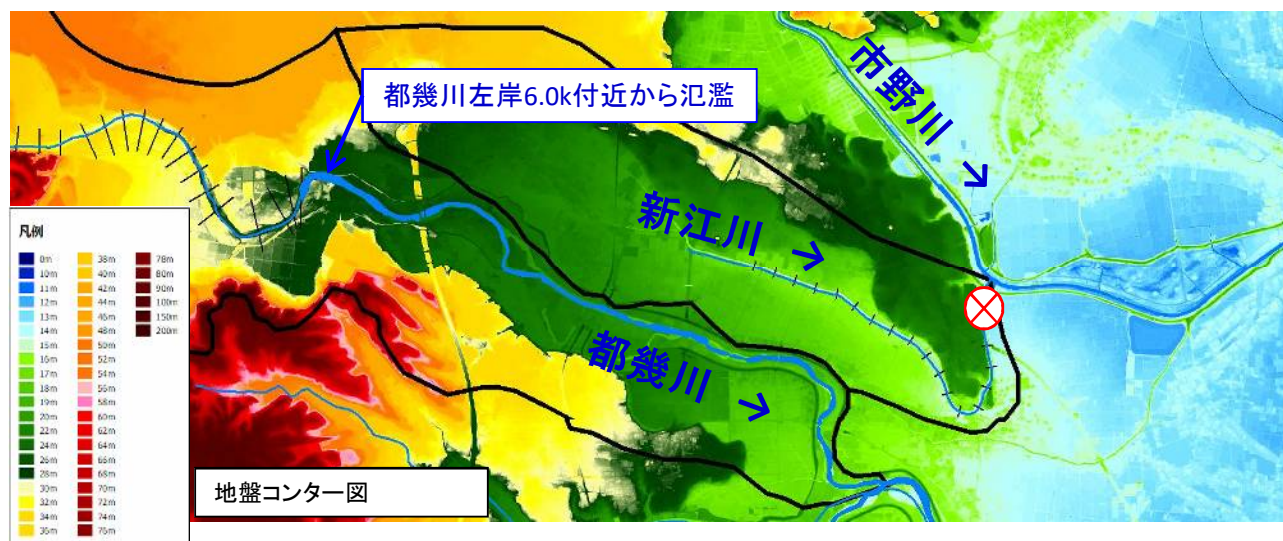
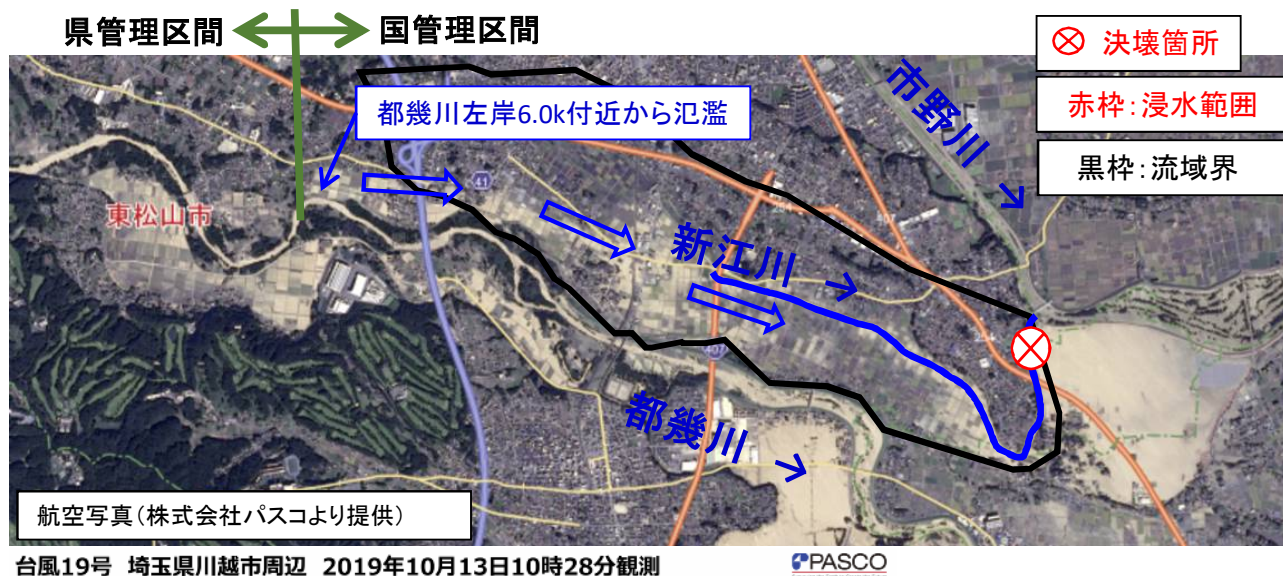


⊗ 決壊箇所
赤枠: 浸水範囲



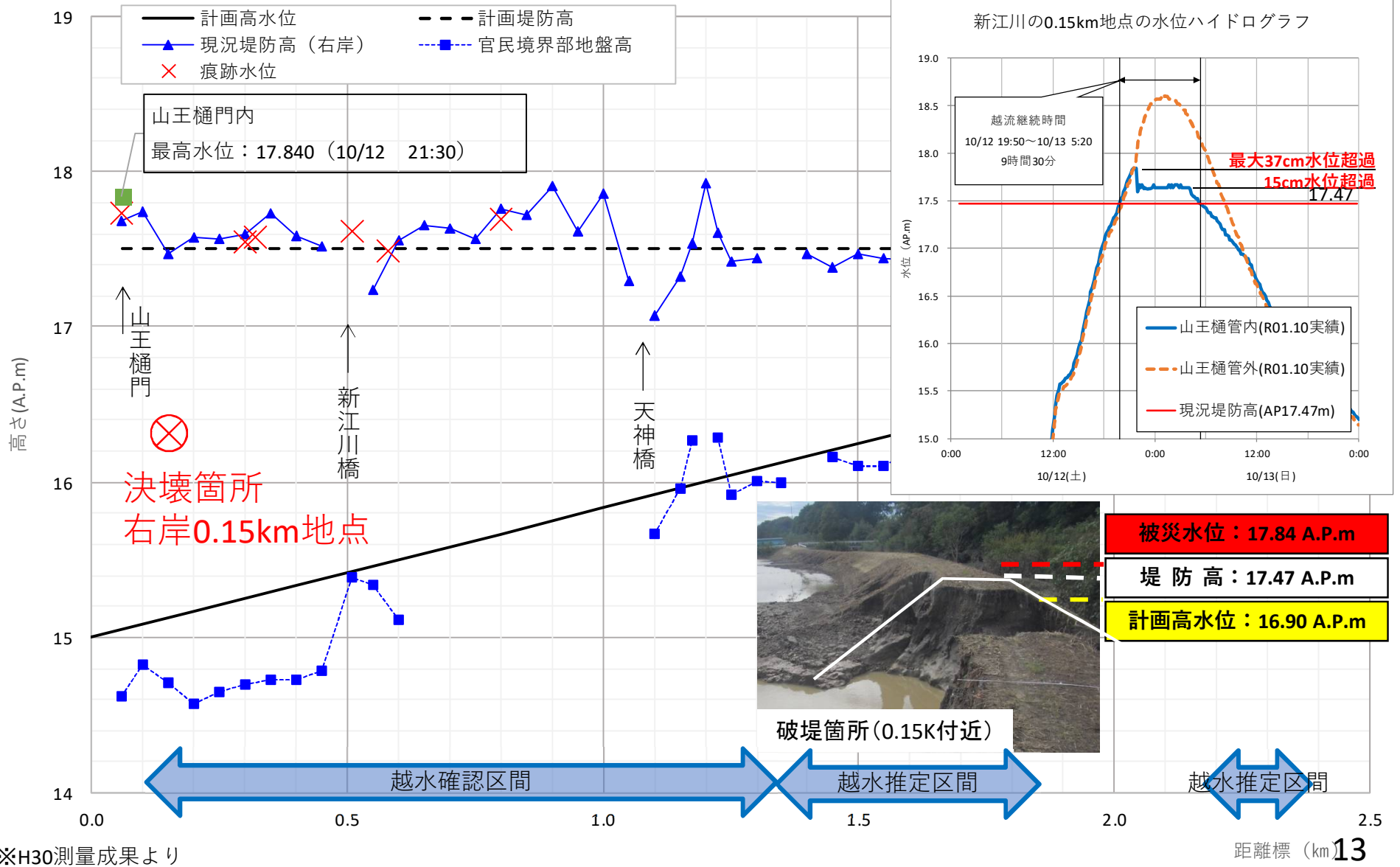
2-1. (3) 決壊状況(他流域からの影響)

- ◆ 10月12日19:40に荒川上流河川事務所と熊谷气象台が都幾川左岸6.0km付近において氾濫していると共同発表している。
- ◆ 都幾川左岸6.0km付近で氾濫すると、地形コンター図から氾濫水が新江川流域へ到達する可能性がある。
- ◆ 航空写真を確認しても、都幾川左岸6.0km付近から東側に氾濫水と思われる泥水が新江川流域へ到達している。



2-1. (4) 決壊状況(痕跡水位)

- ◆ 藁くずの付着により洪水痕跡の確認を行った。
- ◆ 決壊箇所右岸0.15K付近では、山王樋門内の水位計より、越水直後の越流水深は一時的に37cmとなっており、その後の約6時間は15cm程度の水位が継続したものと推測される。



2-2. 越水・堤防決壊に伴う影響

- ◆ 床上浸水5戸・床下浸水13戸が発生した。
- ◆ 国道254号は道路冠水の影響により、10/13 7:40~10/14 5:50の約22時間の通行止めを行った
- ◆ 越水・堤防決壊により約220haが浸水し、その被害額はおよそ14億円（治水経済調査マニュアルによる算出）であった。



- 【防災行政無線による避難情報】※東松山市ホームページより
- 10/12 13:00 市内全域に警戒レベル3「避難準備・高齢者等避難開始」発令
 - 10/12 13:30 市野川の付近にお住まいの方に警戒レベル4「避難勧告」発令
 - 10/12 17:55 市野川の付近にお住まいの方に警戒レベル4「避難指示(緊急)」発令
 - 10/13 09:45 警戒レベル4「避難指示(緊急)」解除

3-1. 堤防決壊要因分析の検証方針

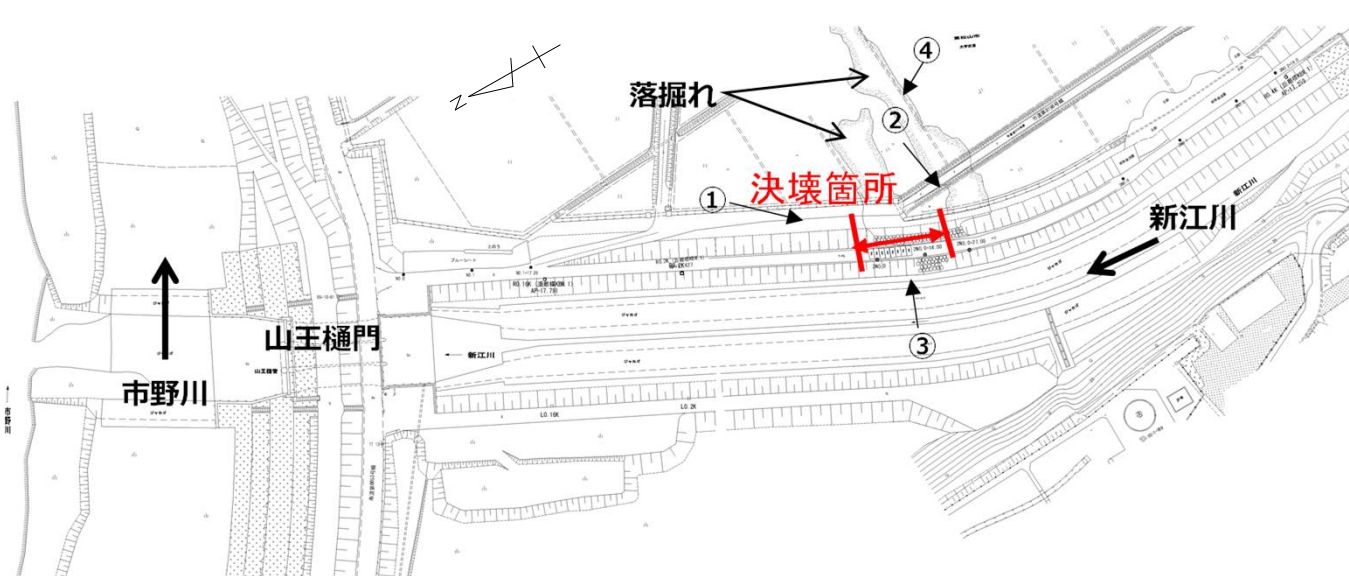
- ◆ 堤防決壊の要因としては「越水」「浸透」「侵食」に大別される（河川堤防の構造検討の手引き等）。
- ◆ それぞれの項目について、検証・分析の方針を以下の通り定める。

被災要因の分析方針

検証項目	被災要因の検証方針	
越水による堤防決壊	現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現況堤防高と痕跡水位を比較し、堤防高が低い箇所からの越水の可能性の有無を検証する。 ・ 裏法尻に深掘れが発生していないかを確認する。
	解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法尻部流速を推定し、流速が2m/s以下となっていたかを検証する。
浸透による堤防決壊	現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被災後に現地調査を実施し、法尻部で噴砂や漏水が発生していないかを確認する。
	解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ ボーリング結果や台風19号の実績ハイドロを用いて浸透に対する安全性照査を実施し、最低限必要な安全率を有しているかを検証する。
侵食による堤防決壊	現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 決壊箇所の上下流における川表側の法面や高水敷の侵食の痕跡の有無を確認する。
	解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法面付近の流速が2m/s以下となっていたかを検証する。

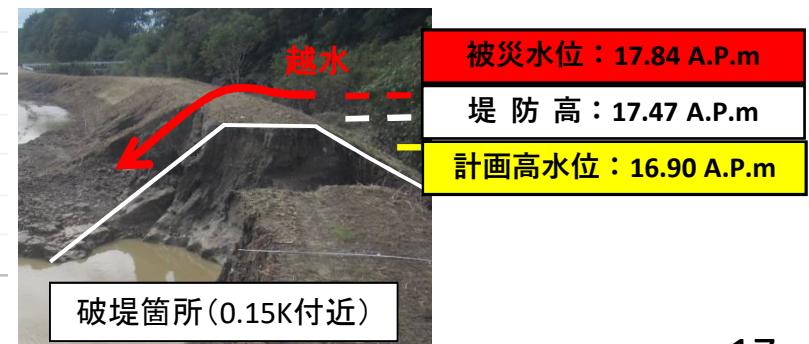
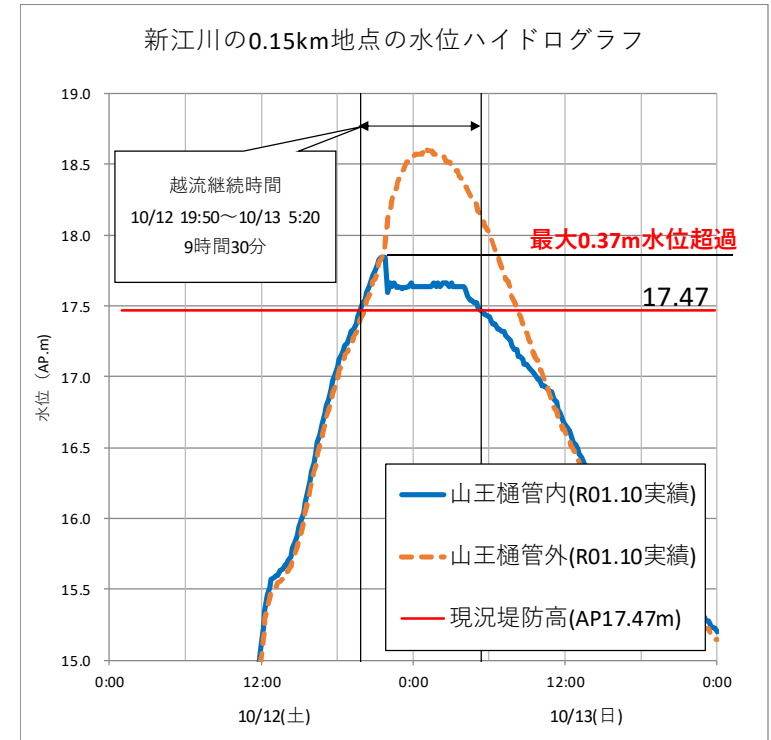
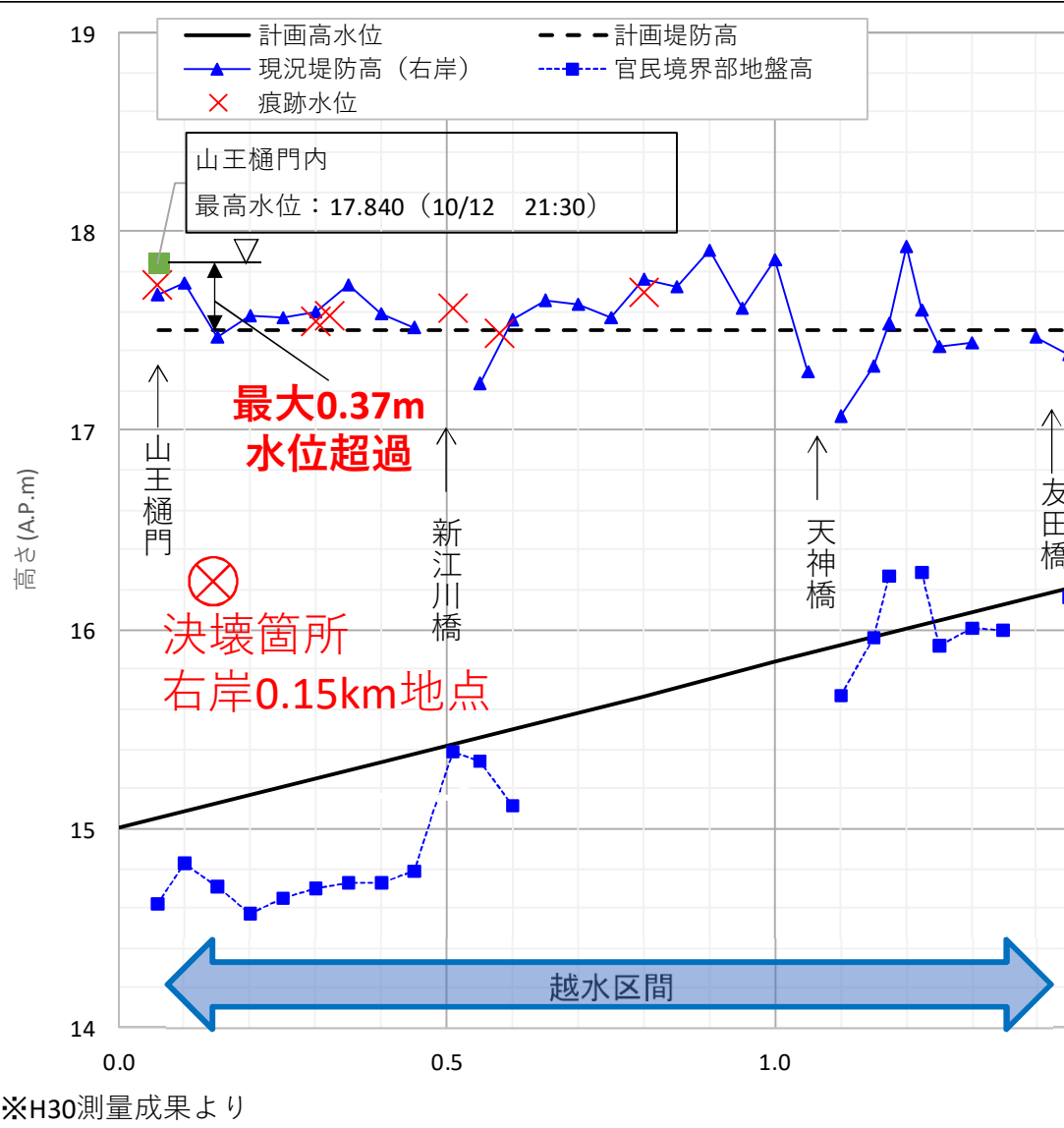
3-2. (1) 越水に対する分析(現地調査)

- ◆ 現地調査より、決壊箇所近傍で植生の倒伏による越水を確認した。
- ◆ 決壊箇所の川裏法尻部での落掘り及び決壊箇所前後において川裏法尻部の洗掘が確認された。



3-2. (1)越水に対する分析(水位計)

- ◆ 山王樋門内の水位計は10/12 21:30に最高水位17.84A.P.mを観測し、レベル湛水と仮定すると堤防決壊地点0.15kmでは堤防高17.47A.P.mを最大0.37m超過した。
- ◆ 水位計データにより、堤防決壊地点0.15kmで越水が継続した時間は10/12 19:50~10/13 5:20の9時間30分と考えられる。
- ◆ 越水直後の越流水深は一時的に37cmとなっており、その後の約6時間は15cm程度の水位が継続したものと推測される。



3-2. (2)越水に対する分析(法尻流速-1)

- ◆ 決壊箇所右岸0.15Kで、法尻部の流速を試算すると越水後6時間程度継続した水深0.15mの場合で2.5~7.7m/s程度であったものと推測される。
- ◆ 越流水の法尻流速が2m/sを超えていることから、川裏法面や法尻部が越流水によって削られた可能性がある。

- ・越流水深 0.15m (水位ハイドロより)
- ・法面：高さ2.85≒3m 幅6.1m 勾配1:2.1

流速の推定式

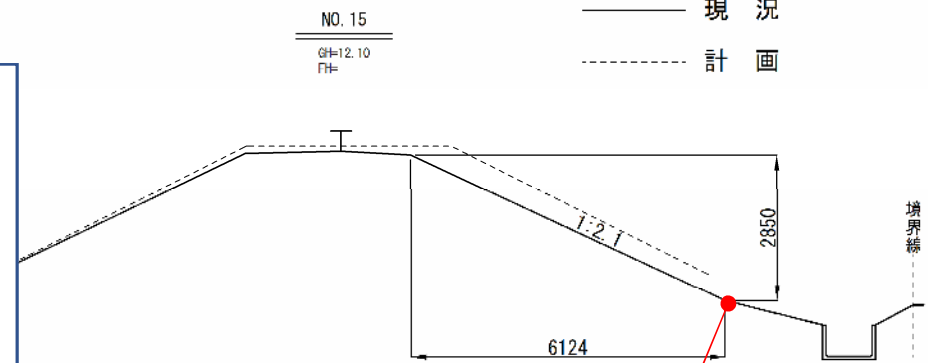
$$h_c = \frac{1}{3(h_t + W)^2} h_c^3 + \frac{2}{3} h_t \quad q = \sqrt{gh_c^3}$$

$$h_{f等流} = \left[\frac{n^2 g}{s_i \theta} \right]^{3/10} h_c^{9/10} \quad v_{f等流} = \frac{q}{h_f}$$

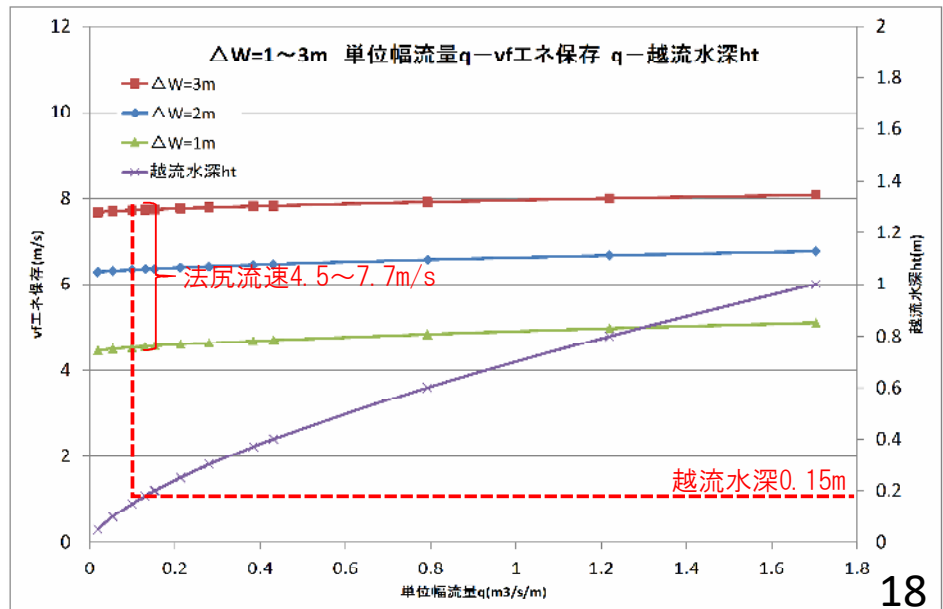
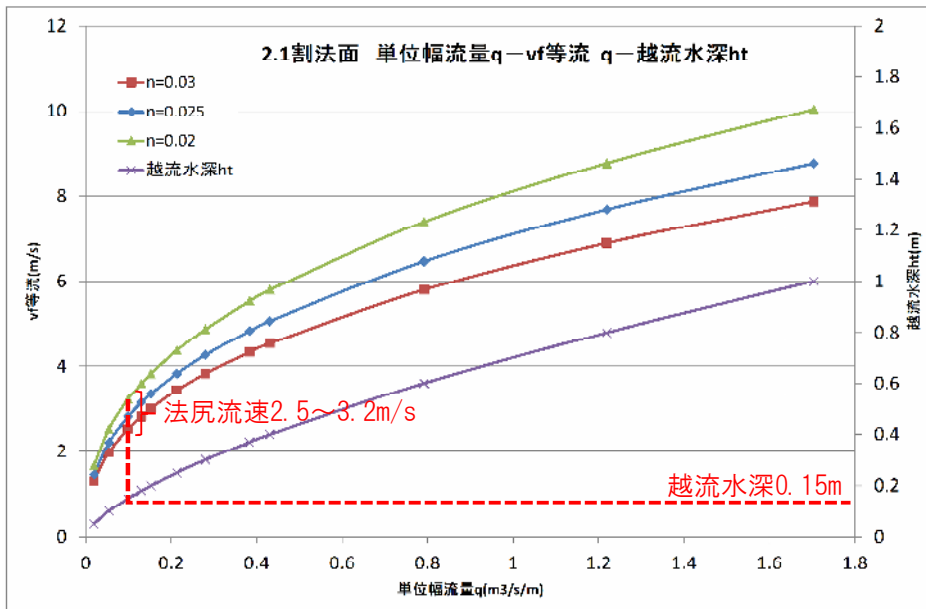
$$h_{fエネ保存} = \frac{3}{2} h_c + W - \frac{q^2}{2gh_f^2} \quad v_{fエネ保存} = \frac{q}{h_f}$$

出典：加藤ら (2014), 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集B2 (海岸工学), vol70, NO.1, 31-49

決壊地点断面図 (決壊前測量)



等流流速 : $v_{等流} = 2.5 \sim 3.2 \text{ m/s}$
 エネルギー保存 : $v_{エネ保存} = 4.5 \sim 7.7 \text{ m/s}$



3-2. (2)越水に対する分析(法尻流速-2)

- ◆ 決壊箇所右岸0.15Kで、法尻部の流速を試算すると、越水直後に記録した最大水深0.37mの場合で4.3~7.8m/s程度であったものと推測される。
- ◆ 越流水の法尻流速が2m/sを超えていることから、川裏法面や法尻部が越流水によって削られた可能性がある。

- ・ 越流水深 0.37m (水位ハイドロより最大値)
- ・ 法面：高さ2.85≒3m 幅6.1m 勾配1:2.1

流速の推定式

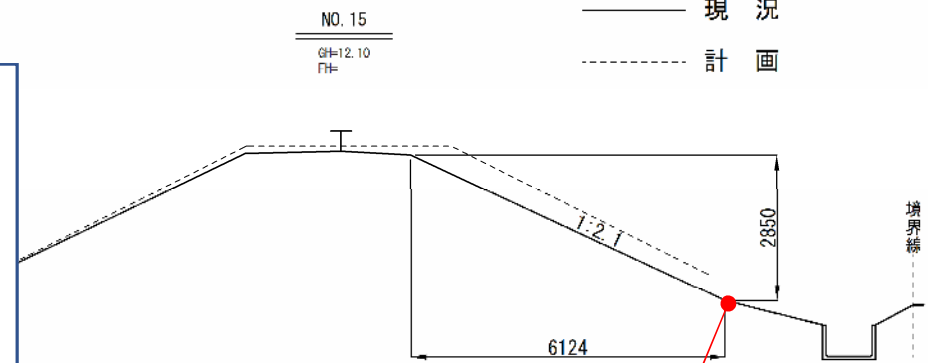
$$h_c = \frac{1}{3(h_t+W)^2} h_c^3 + \frac{2}{3} h_t \quad q = \sqrt{gh_c^3}$$

$$h_{f等流} = \left[\frac{n^2 g}{s_i \theta} \right]^{3/10} h_c^{9/10} \quad v_{f等流} = \frac{q}{h_f}$$

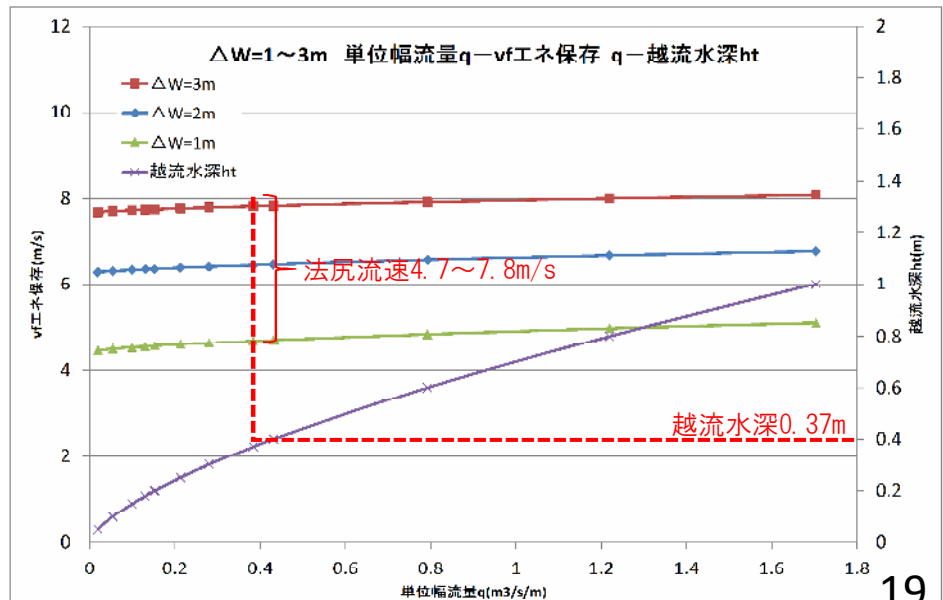
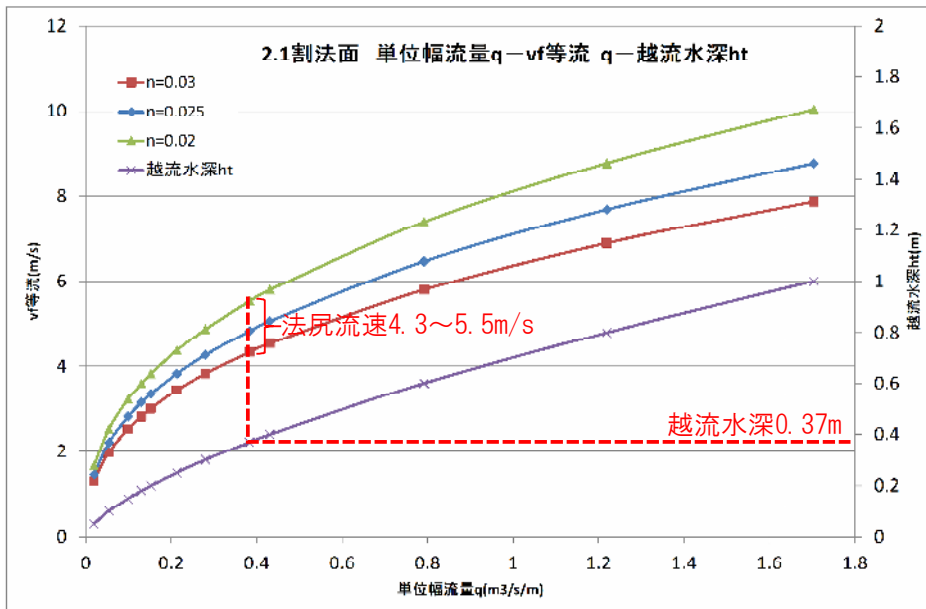
$$h_{fエネ保存} = \frac{3}{2} h_c + W - \frac{q^2}{2gh_f^2} \quad v_{fエネ保存} = \frac{q}{h_f}$$

出典：加藤ら(2014), 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集B2(海岸工学), vol70, NO.1, 31-49

決壊地点断面図(決壊前測量)



等流流速 : $v_{等流} = 4.3 \sim 5.5 \text{ m/s}$
 エネルギー保存 : $v_{エネ保存} = 4.7 \sim 7.8 \text{ m/s}$



3-3. (1) 浸透に対する分析（噴砂跡、漏水の有無）

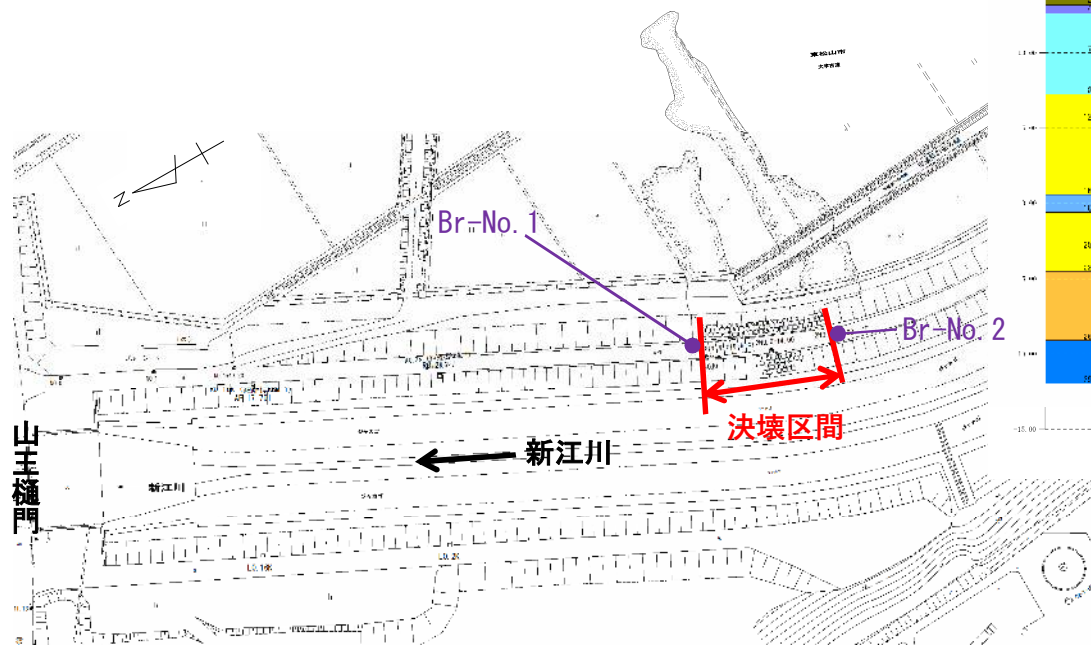
- ◆ 裏のり尻に決壊に伴う落掘れが形成されている。（①）
- ◆ 決壊口付近では、水が引いた後であっても噴砂や漏水は確認されていない。（②、③）



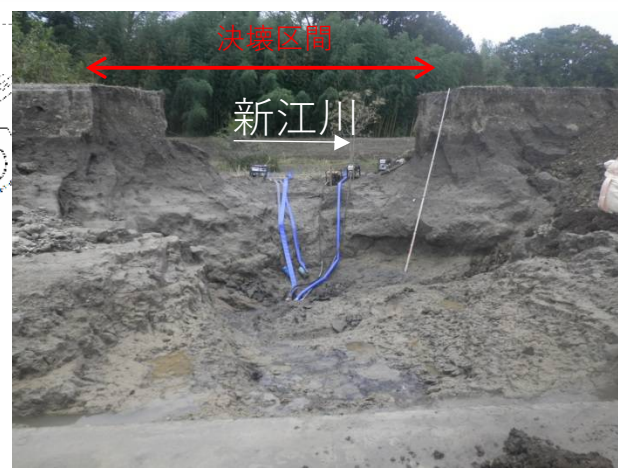
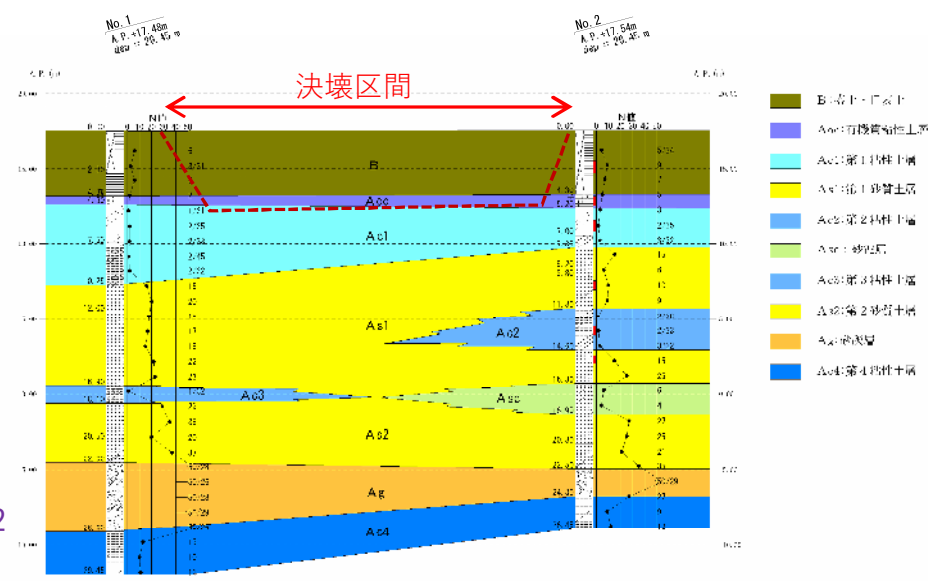
3-3. (2) 浸透に対する分析（基礎地盤の土質）

- ◆ 浸透流解析を実施するにあたり、堤防決壊前後において、ボーリング試験を実施した。
- ◆ 土質調査結果より、基礎地盤（浅層）は主として粘性土であり、浸透性が低い地盤であることを確認した。

決壊区間平面図（調査位置図）

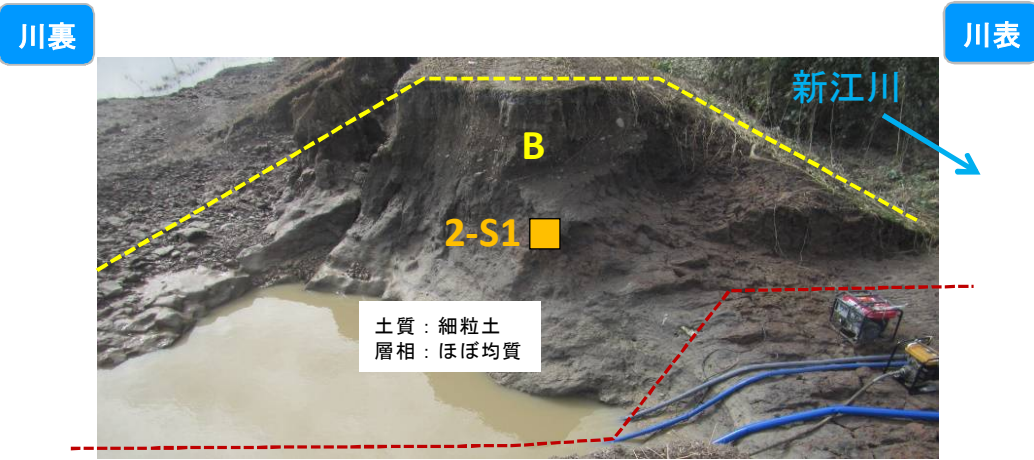


推定地層縦断図

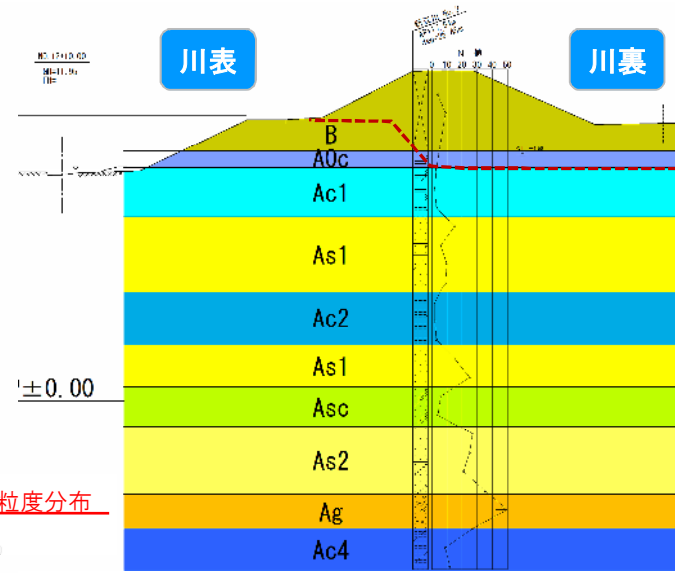
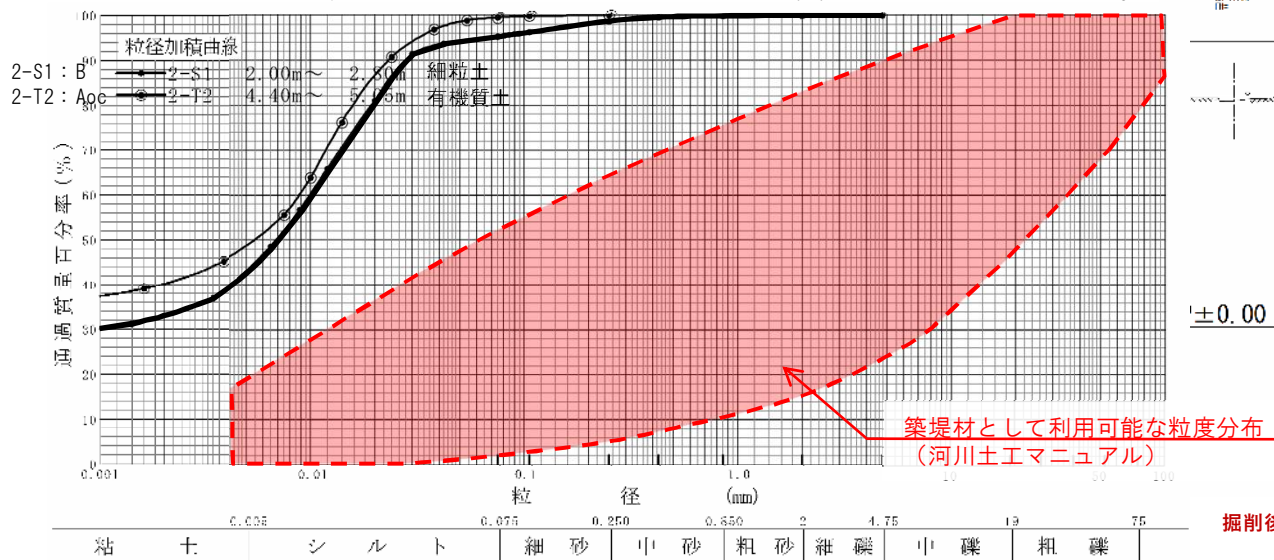


3-3. (3) 浸透に対する分析(堤体の土質:上流)

- ◆ 堤体は細粒土(粘性土~シルト)で構成されているため、粒径が非常に細かく、浸透性は低い。
- ◆ 粗粒分を含まない堤防は、圧密沈下や乾燥収縮が生じやすい傾向がある。
- ◆ 決壊地点の上下流の堤防は、切り立って自立していることから、ある程度の粘着力を有している粘性系材料で構築されているものと推測される。



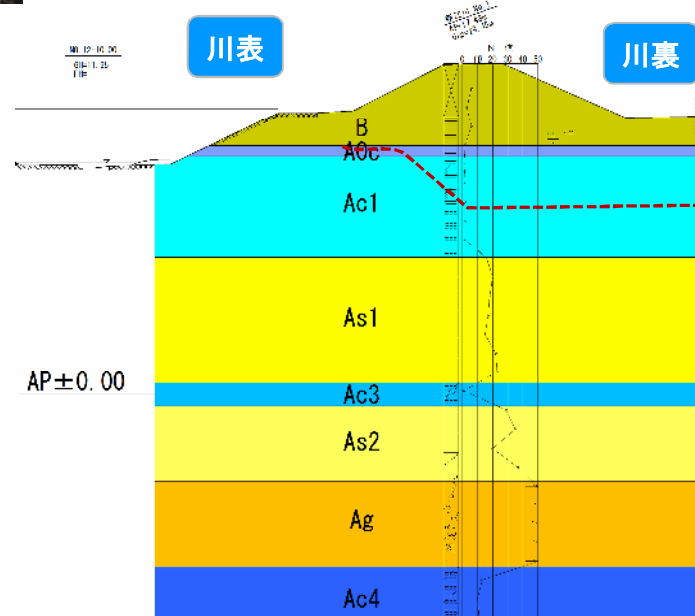
堤体は、破堤地点上流端の粒度試験結果から「細粒土(日本統一分類:F)」で構成されていることから、浸透に対して弱点とはならない土質であることを確認した。



掘削後地盤高は、被災後断面写真より想定

3-3. (4) 浸透に対する分析(堤体の土質:下流)

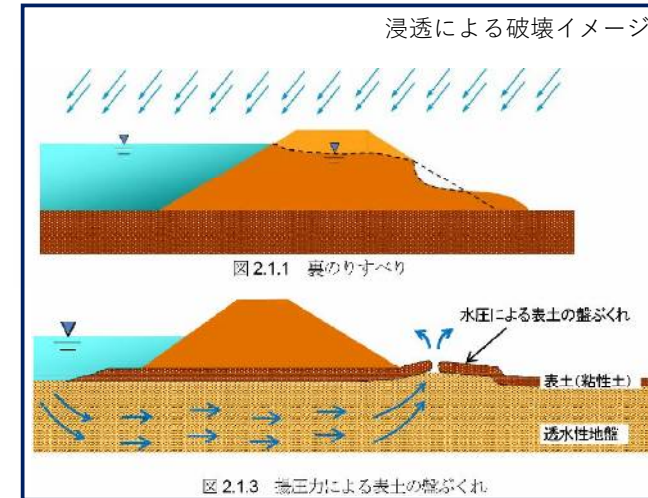
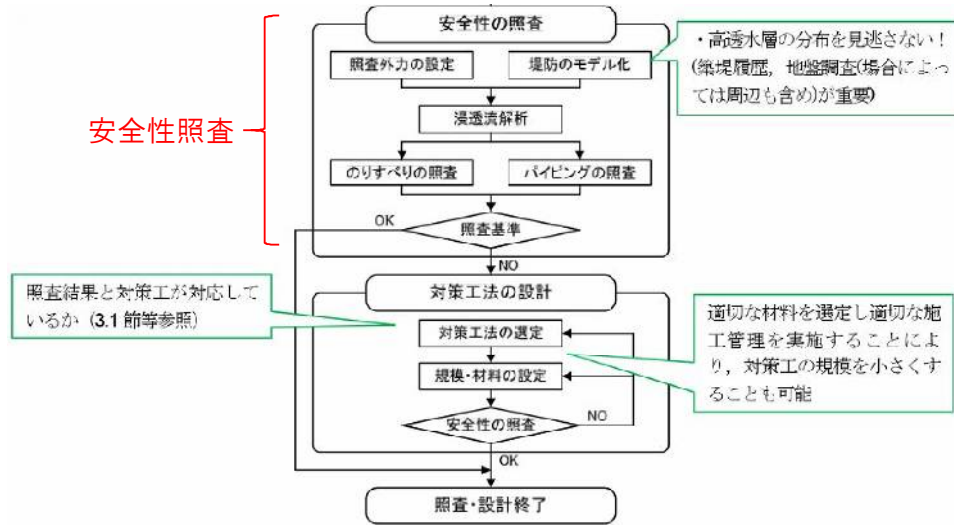
- ◆ 下流側は粒度試験を実施していないものの、層相は上流部とほぼ同様で、細粒度(粘性土~シルト)で構成されていると思われる。
- ◆ 決壊地点の上下流の堤防は、切り立って自立していることから、ある程度の粘着力を有している粘性系材料で構築されているものと推測される。



掘削後地盤高は、被災後断面写真より想定

3-3. (5) 浸透に対する分析(安全性照査手法)

1) 浸透に対する安全性照査の手順



[河川堤防の浸透に対する照査・設計のポイント H25. 6土木研究所]を編集

2) 浸透に対する安全性照査の照査基準

項目	照査箇所	照査基準
すべり破壊	裏のり	$F_s \geq 1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2$ F_s ; すべり破壊に対する安全率 α_1 ; 築堤履歴の複雑さに対する割増係数 築堤履歴が複雑な場合 (3回以上の築堤) $\alpha_1 = 1.2$ 築堤履歴が単純な場合 (2回以下の築堤) $\alpha_1 = 1.1$ 新設堤防の場合 $\alpha_1 = 1.0$ α_2 ; 基礎地盤の複雑さに対する割増係数 被災履歴あるいは要注意地形※がある場合 $\alpha_2 = 1.1$ 被災履歴あるいは要注意地形※がない場合 $\alpha_2 = 1.0$ ※要注意地形; 旧河道、落掘跡などの堤防の不安定化につながる治水地形
	表のり	$F_s \geq 1.0$ F_s ; すべり破壊に対する安全率
浸透破壊	被覆粘性土なし	$i < 0.5$ i ; 裏のり尻近傍の基礎地盤の局所動水勾配の最大値
	被覆粘性土あり (今回該当)	$G/W > 1.0$ G ; 被覆土層の重量 W ; 被覆土層基底面に作用する揚圧力

今回の川裏すべり照査基準
 $F_s = 1.2 \times 1.1 \times 1.0 = 1.32$

3-3. (6) 浸透に対する分析(照査条件: 下流)

■以下の条件を用いて飽和-不飽和浸透流解析(非定常)を実施し、浸透破壊の可能性を検証する。

- 検討モデル: 決壊箇所直近の測量断面に、被災後実施の土質調査結果を踏まえて土層構成および土質定数を設定した。
- 浸透・不飽和特性: 土質調査結果を踏まえた層区分を反映し、各層に透水係数、比貯留係数と不飽和特性を設定した。
- 検討外力: 今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定した(降雨量は流域の平均雨量、水位は山王樋門の内水位(実績)を使用)。

地盤の土質定数(今回試験値)

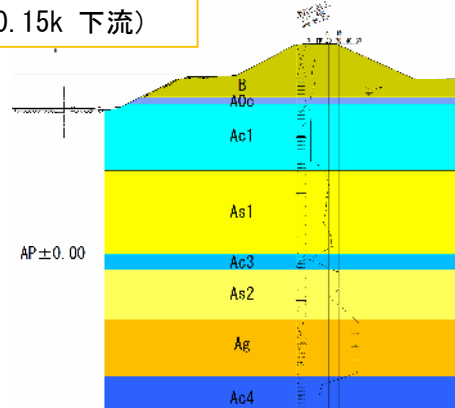
【新江川R0.15k下流】

土質	湿潤密度 (kN/m ³)	透水係数 (cm/s)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)	備考
B	17.1	1.0E-05	5.0	14.7	
Aoc	12.8	1.0E-05	10.0	0	
Ac1	14.7	1.0E-05	17.0	0	
As1	16.7	5.0E-03	0.0	29.2	
Ac3	17.4	1.0E-05	5.0	0	
As2	17.4	1.0E-03	0.0	44.4	
Ag	21.0	1.0E-03	0.0	35	
Ac4	18.5	1.0E-05	66.0	0	

【透水係数】

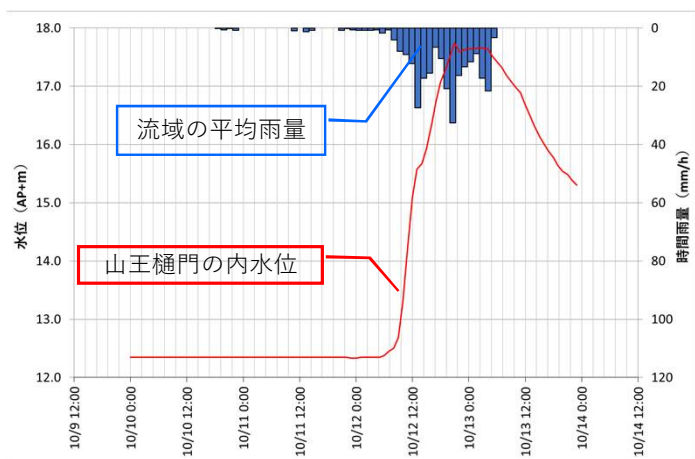
- 砂質土: 今次出水後の試験値
- 粘性土: シルトの一般値

検討断面(決壊箇所 新江川R0.15k 下流)

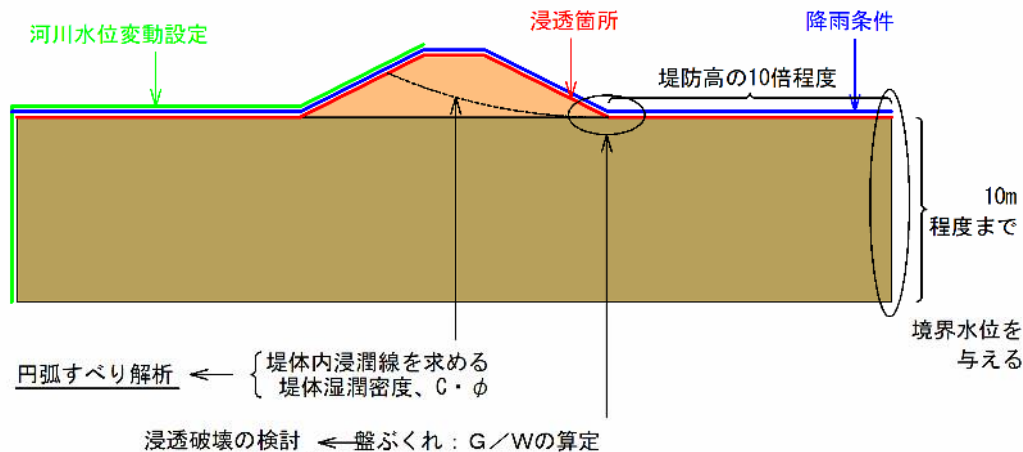


決壊箇所の堤体及び基礎地盤は粘性土主体であり、浸透破壊(盤ぶくれ)が起きやすい地質構成にはなっていない

外力条件(台風第19号の実績)



検討断面(境界条件の設定)



出典: 河川堤防の構造検討の手引きを図化

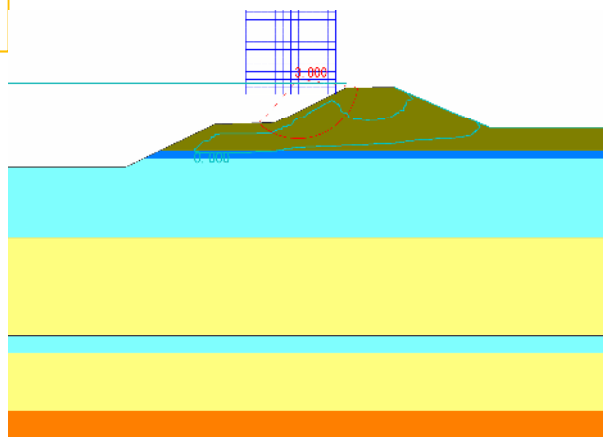
3-3. (7) 浸透に対する分析(照査結果:下流)

- 裏法尻の土質が粘性土となっていることから、浸透破壊のうちパイピング破壊の照査は対象外となる。
- 浸透解析に対する照査の結果、決壊した堤防はすべり(表のり・裏のり)、浸透破壊(盤ぶくれ)ともに基準値を満たしている。
⇒ 浸透に対する安全性を有していることを確認できた。

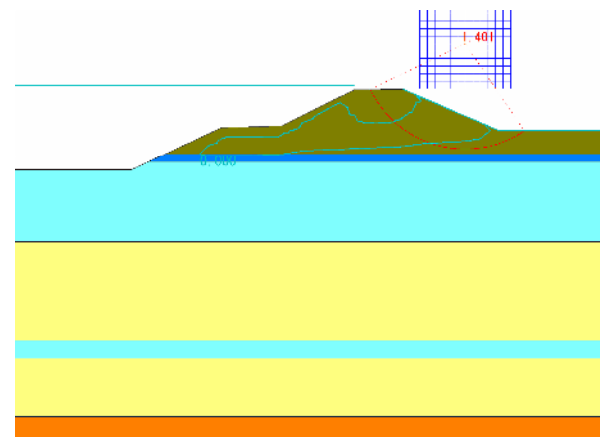
【新江川R0.15k下流】

時刻	表のり		裏のり		パイピング破壊		盤ぶくれ	
	基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果
洪水ピーク時 10/12 21:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 3.000$	$F_s \geq 1.32$	$F_s = 1.401$	$i < 0.5$	—	$G/W > 1.0$	$G/W = 1.29$
洪水終了時 10/13 23:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 1.531$	$F_s \geq 1.32$	$F_s = 1.484$		—		$G/W = 1.53$

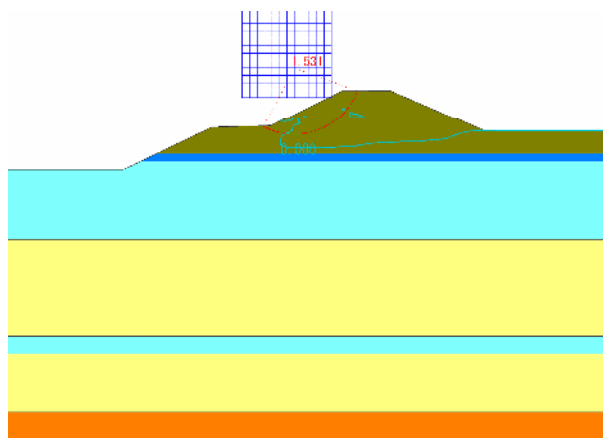
照査結果



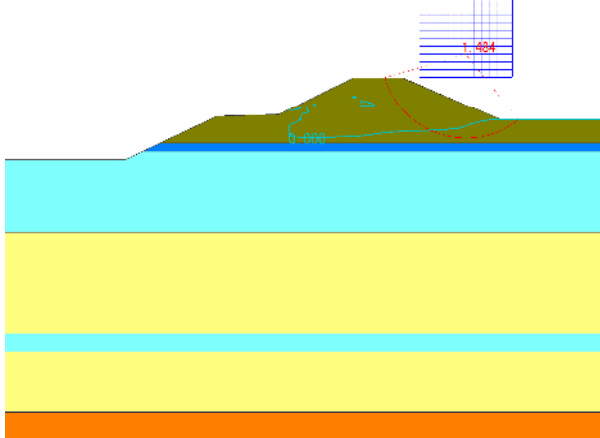
川表側のり面すべり (洪水ピーク…最高水位時) 10/12 21:00



川裏側のり面すべり (洪水ピーク…最高水位時) 10/12 21:00



川表側のり面すべり (洪水終了時…水位低下時) 10/13 23:00



川裏側のり面すべり (洪水終了時…水位低下時) 10/13 23:00

3-3. (8) 浸透に対する分析(照査条件: 上流)

■以下の条件を用いて飽和-不飽和浸透流解析(非定常)を実施し、浸透破壊の可能性を検証する。

- 検討モデル: 決壊箇所直近の測量断面に、被災後実施の土質調査結果を踏まえて土層構成および土質定数を設定した。
- 浸透・不飽和特性: 土質調査結果を踏まえた層区分を反映し、各層に透水係数、比貯留係数と不飽和特性を設定した。
- 検討外力: 今次出水の降雨、水位ハイドロにより設定した(降雨量は流域の平均雨量、水位は山王樋門の内水位(実績)を使用)。

地盤の土質定数(今回試験値)

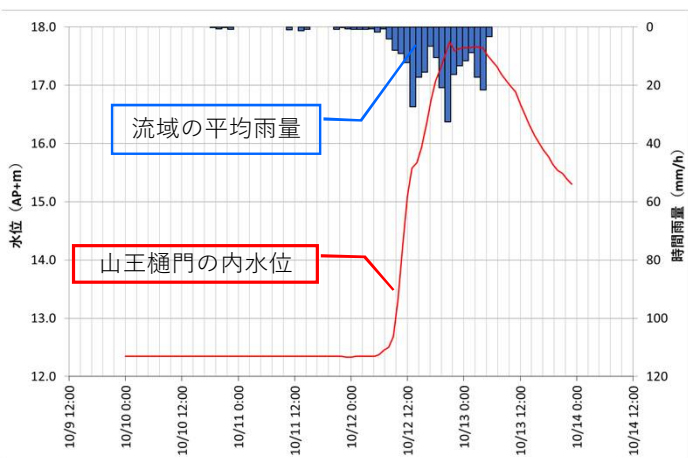
【新江川R0.15k上流】

土質	湿潤密度 (kN/m ³)	透水係数 (cm/s)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)	備考
B	17.1	1.0E-05	5.0	14.7	
Aoc	12.8	1.0E-05	10.0	0	
Ac1	14.7	1.0E-05	17.0	0	
As1	16.7	5.0E-03	0.0	29.2	
Ac2	17.4	1.0E-05	18	0	
As1	17.4	5.0E-03	0.0	44.4	
Asc	17.0	1.0E-05	15	0	
As2	17.4	1.0E-03	0.0	44.4	
Ag	21.0	1.0E-03	0.0	35	
Ac4	18.5	1.0E-05	66.0	0	

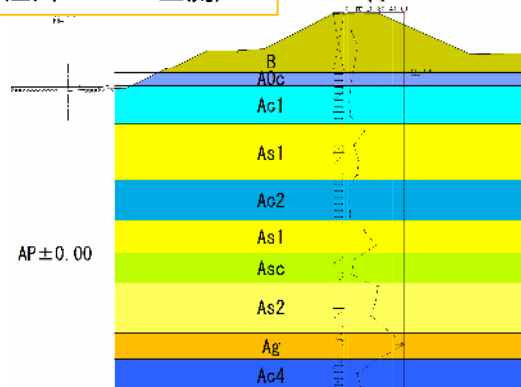
【透水係数】

砂質土: 今次出水後の試験値
粘性土: シルトの一般値

外力条件(台風第19号の実績)

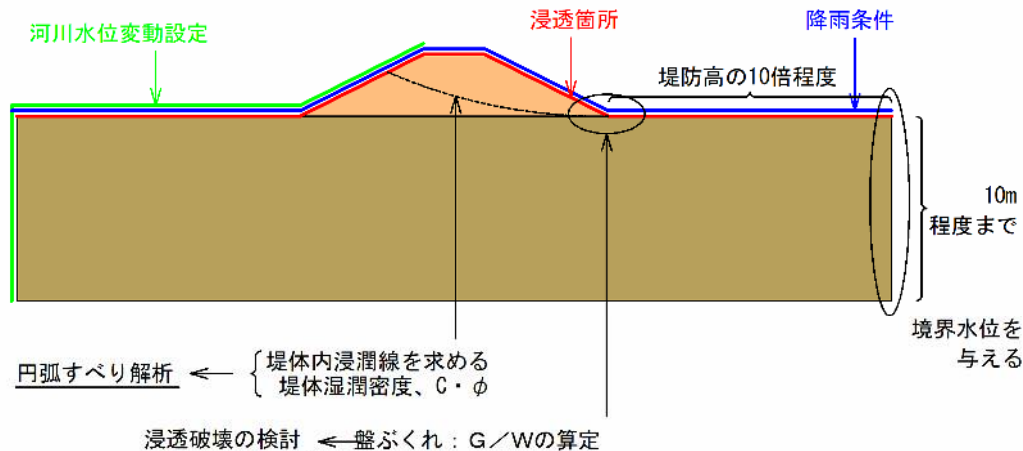


検討断面(決壊箇所 新江川R0.15k 上流)



決壊箇所の堤体及び基礎地盤は粘性土主体であり、浸透破壊(盤ぶくれ)が起きやすい地質構成にはなっていない

検討断面(境界条件の設定)



出典: 河川堤防の構造検討の手引きを図化

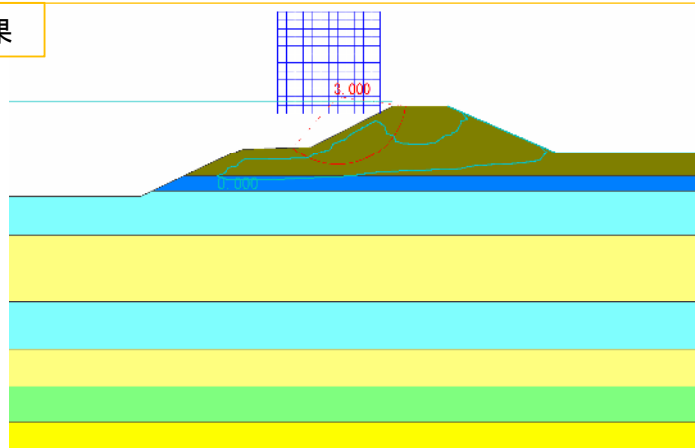
3-3. (9) 浸透に対する分析(照査結果: 上流)

- 裏法尻の土質が粘性土となっていることから、浸透破壊のうちパイピング破壊の照査は対象外となる。
- 浸透解析に対する照査の結果、決壊した堤防はすべり(表のり・裏のり)、浸透破壊(盤ぶくれ)ともに基準値を満たしている。
⇒ 浸透に対する安全性を有していることを確認できた。

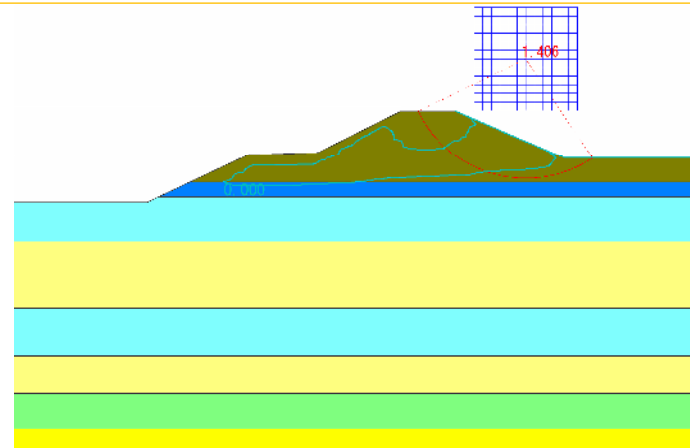
【新江川R0.15k上流】

時刻	表のり		裏のり		パイピング破壊		盤ぶくれ	
	基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果	基準値	解析結果
洪水ピーク時 10/12 21:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 3.000$	$F_s \geq 1.32$	$F_s = 1.406$	$i < 0.5$	—	$G/W > 1.0$	$G/W = 1.18$
洪水終了時 10/13 23:00	$F_s \geq 1.00$	$F_s = 1.552$	$F_s \geq 1.32$	$F_s = 1.482$		—		$G/W = 1.52$

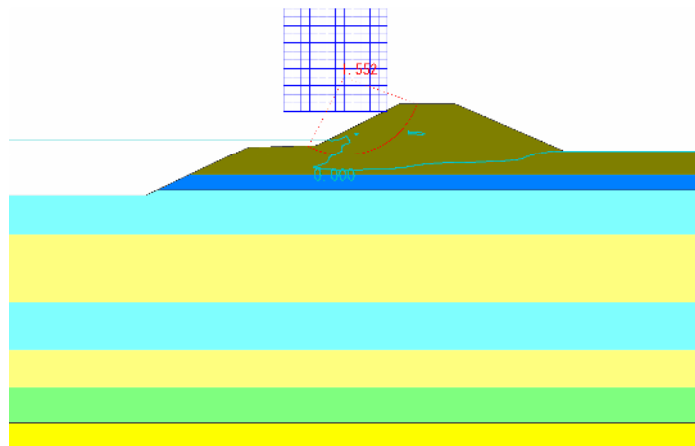
照査結果



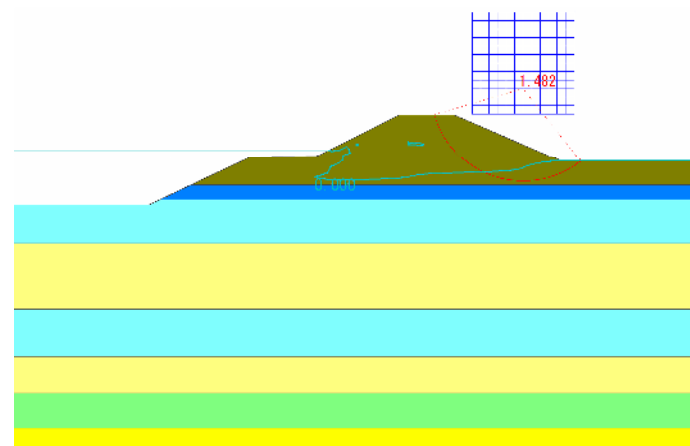
川表側のり面すべり(洪水ピーク…最高水位時) 10/12 21:00



川裏側のり面すべり(洪水ピーク…最高水位時) 10/12 21:00



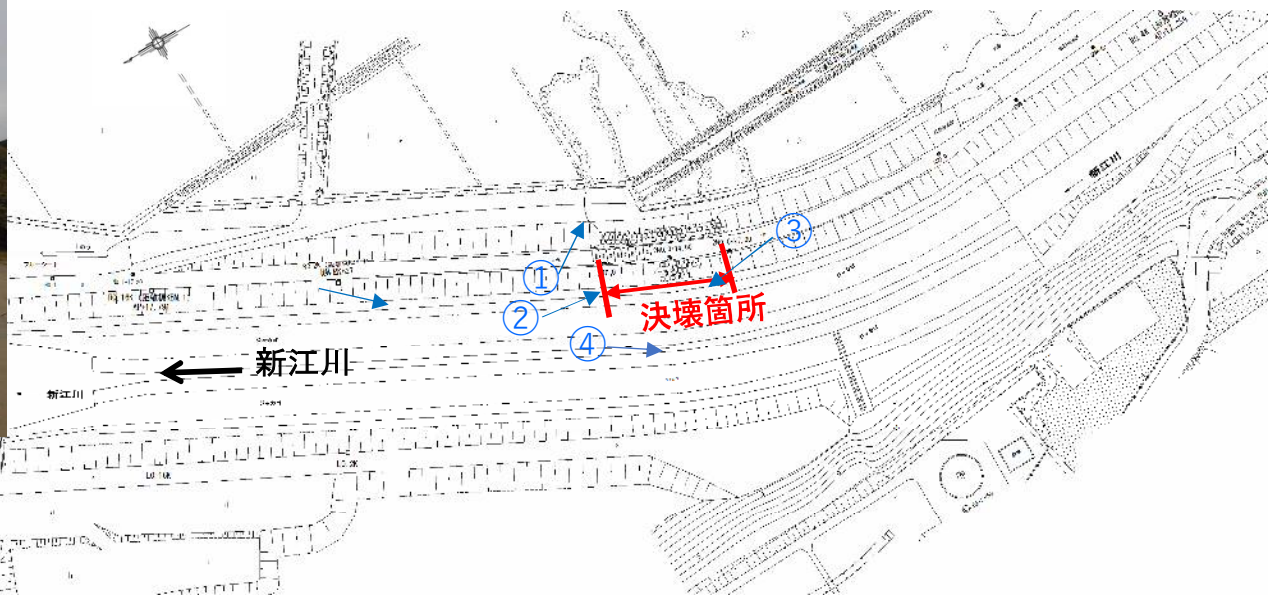
川表側のり面すべり(洪水終了時…水位低下時) 10/13 23:00



川裏側のり面すべり(洪水終了時…水位低下時) 10/13 23:00

3-4. (1) 侵食に対する分析(現地調査)

- ◆ 決壊区間およびその上下流において、川表法面の侵食は確認できない。
- ◆ 決壊箇所の低水路部の護岸(かごマット)の破損等は確認できない。



3-4. (2) 侵食に対する分析(流速)

- ◆ 等流計算を実施し、「護岸の力学設計法」にしたがい、侵食の恐れのある流速を上回るかどうかを確認する。
- ◆ その結果、侵食に至る流速 (2m/s) に達していないため、侵食が決壊の原因となった可能性は低いものとする。

1) 侵食に対する安全性照査の手法

等流計算において、法尻近傍の流速が2.0m/sを上回っていれば、侵食の可能性のあるものと判定する。

2) 侵食に対する照査結果

(2) 堤防防護の必要性の区分

堤防の防護の必要性は出水による侵食発生の可能性を基にして区分する。

堤防防護の必要性の区分

区分1：出水による侵食の恐れのある堤防。

区分2：出水による侵食の可能性がほとんどないと判断される堤防。

1) 区分1の堤防

流水の作用によって、堤防部分に侵食が生じる恐れのある箇所を区分1とする。通常は堤防が植生に覆われた状態に対応した流速値で評価する。

その値は、既往の被災事例や研究成果などを参考に定めるものとするが、一般には安全側をみて、堤防法尻部の鉛直平均流速が2.0m/s程度よりも大きくなる箇所を目安とする。

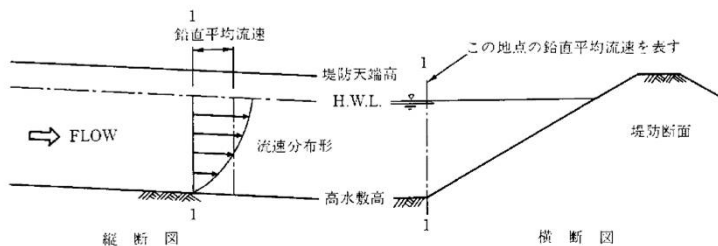
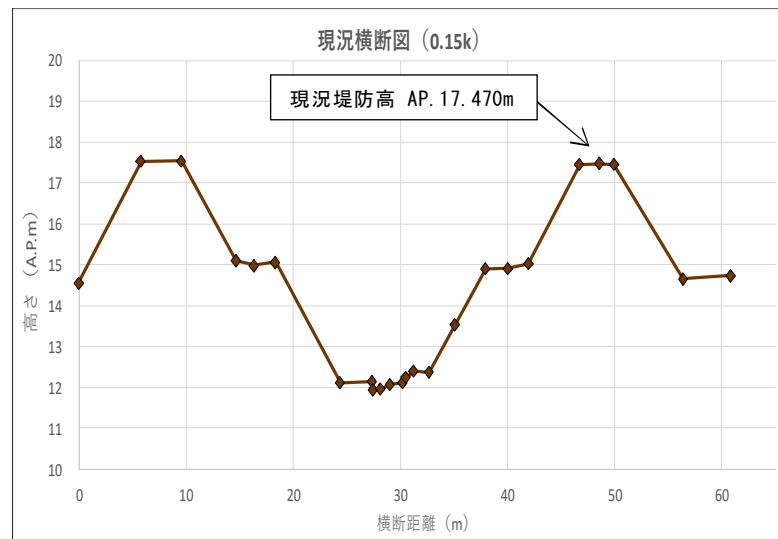
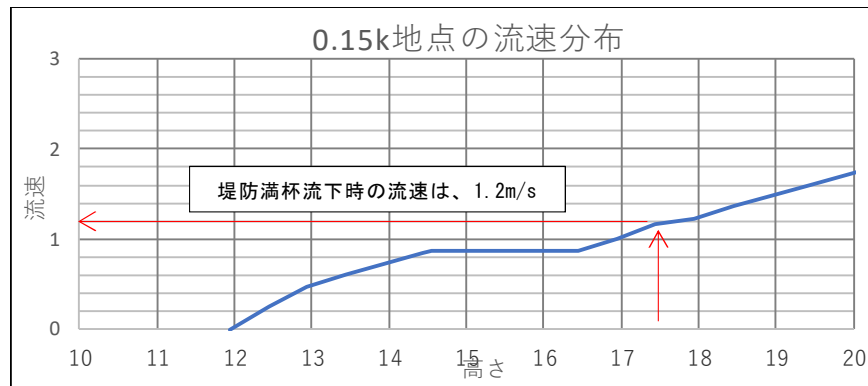


図2-6 堤防法尻位置の鉛直平均流速

2) 区分2の堤防

1)に該当しない区間を区分2とする。

出典：護岸の力学設計法



⇒法尻近傍の流速は2m/s以下の1.2m/sであるため、侵食が決壊原因である可能性は低い。

4. 堤防決壊要因の総合評価

	分析結果	影響の程度
越水	<ul style="list-style-type: none"> ● 新江川の水位より、合流先の市野川の水の方が高く、逆流防止用の山王樋門のゲートが閉鎖したことによって、新江川の排水先がなくなり、新江川の水位が上昇した。 ● 植生の倒伏による洪水痕跡及び水位計のデータより、被災水位が現況堤防高を超えていたことを確認した ● 堤防決壊箇所の川裏法尻には落掘れがあり、法尻部の洗掘があったことを確認した。 ● 越流水の法尻流速が2m/sを超えており、川裏法面や法尻部が削られた可能性がある。 ● これらより越水が決壊の要因になったと推定される。 	○
浸透	<ul style="list-style-type: none"> ● 堤防決壊箇所および上下流の近傍も含めて噴砂や漏水が確認されていない。 ● 堤体は粘性土やシルト、基礎地盤は厚い粘性土が分布しており、浸透性は低い。 ● 浸透流解析の結果、すべり（表のり・裏のり）、浸透破壊（盤ぶくれ）ともに基準値を満足していることから、堤防は浸透に対する安全性が確保できている。 ● これらより、浸透が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。 	×
侵食	<ul style="list-style-type: none"> ● 決壊区間の上下流とも川表法面の侵食の痕跡は確認できない。 ● 決壊箇所の低水路部の護岸（かごマット）の破損等は確認できない。 ● 高水護岸は整備されていないが、等流による流速算定結果は2m/s未満であり侵食の恐れは低い。 ● これらより、侵食が決壊の要因になった可能性は低いと推定される。 	×

上記を分析の結果、新江川0.15k右岸の堤防決壊の主要因は、越水によるものと推定できる。

5. 堤防決壊のプロセス

◆ 新江川右岸0.15kの堤防決壊のプロセスは以下の通りであると推定される。

段階	プロセス	概要図
Step 1 激しい降雨 河川水の上昇	・多量の降雨により河川水位が上昇する。	
Step 2 越水の開始	・さらに河川水位が上昇するとともに、越水が発生したと推定される。	
Step 3 堤防断面の減少	・時間の経過とともに、越流水の作用により川裏法尻の洗掘や天端の侵食が進行し、堤防断面が徐々に減少する。	
Step 4 決壊	・さらに川裏法尻部の洗掘が進み、又はその途中で川表側からの水圧に耐えきれず堤防が決壊したと推定される。	