

平成28年熊本地震での対応

令和8年8月18日
九州地方整備局 河川部

平成28年熊本地震での対応(報告書概要)

緑川・白川堤防調査委員会 報告書

本編

平成 29 年 3 月

緑川・白川堤防調査委員会

国土交通省九州地方整備局

緑川・白川堤防調査委員会

報告書概要版

緑川・白川堤防調査委員会
国土交通省九州地方整備局

1. 平成28年熊本地震と直轄河川管理施設の被害の概要

- 熊本地震では、平成28年4月14日に前震、同年4月16日に本震と、**短期間に最大震度7の地震が2回発生**した。
- 熊本地震により、本震後、**緑川・白川水系**の国管理区間では**堤防の変状が171箇所**で確認された。
- 地震後の対応として、最低限の堤防機能を確保するための緊急復旧工事や応急対応を実施し、平成28年5月9日に完了させるとともに、基準水位及び河川巡視頻度の強化等などのソフト対策を実施した。

3. 地震による堤防変状の特徴

- 比較的大きな変状として、**緑川水系で大きな沈下・長い縦断クラック・はらみ出し**などが11箇所、**白川水系で大きな沈下・護岸・パラペットに大きなクラック**などが3箇所確認された。
- 堤防変状の調査・分析を行ったところ、変状が比較的大きかった箇所においては、白川・緑川水系ともに、堤体か基礎地盤かの違いはあるが、地下水位以下の飽和した砂質土を有していることを確認した。
- 変状調査や開削調査結果より**液状化が起因である現象を確認**したことから、液状化が発生したものと推測された。

4. 堤防変状の要因と本復旧工法

- 堤防の変状が比較的大きかった箇所は、**緑川では堤体下部、白川では基礎地盤の液状化判定**を行ったところ、**液状化が生じる結果**となったことから、**堤防変状の主要因は両河川ともに液状化によるものであった**。
- 堤防の本復旧として、**緑川水系の変状が比較的大きく、はらみ出しが確認された堤防においては、推定される堤体内のゆるみを除去するための堤体の切返しを行い、地震前の状態に回復させる**。**白川水系の変状が比較的大きく護岸・パラペットの復旧が困難となった三面張特殊堤においては、将来熊本地震と同規模の地震発生時においても、護岸の修復を伴わない沈下・変状に留めることを目標とした液状化対策を行うこととした**。
- 抜け上がりがあるいは周辺堤防の変状の大きい樋門・樋管11施設を対象に空洞化調査を実施した結果、空洞が発生している施設や遮水機能が失われている施設のあることを確認し、空洞部充填を行うこととした。

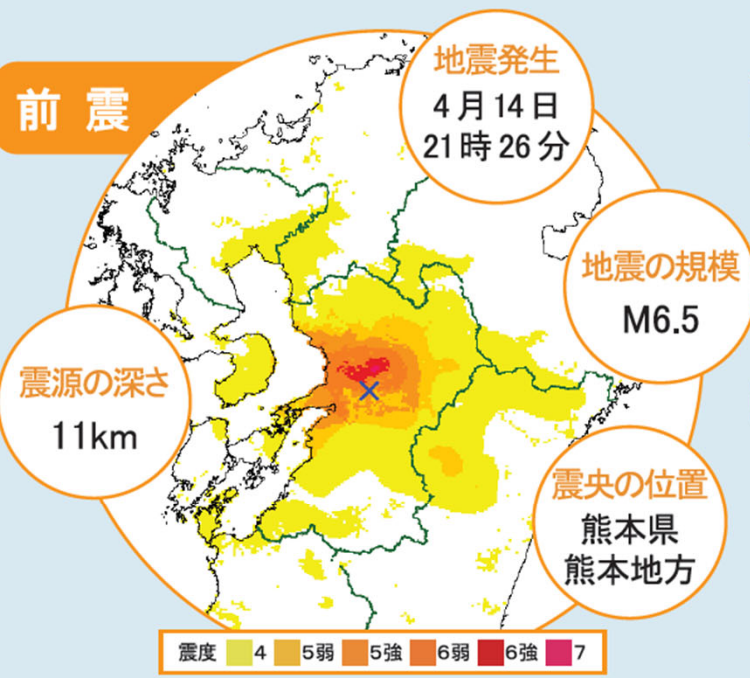


平成28年熊本地震での対応(地震概要)

- ✓ 平成28年4月14日に、熊本県益城町で最大震度7を観測する地震(前震)が発生
- ✓ 平成28年4月16日には、熊本県西原村、益城町で最大震度7を観測する地震(本震)が発生
- ✓ マグにチュード3.5以上を観測した地震は、340回を観測し過去最多であった(当時)

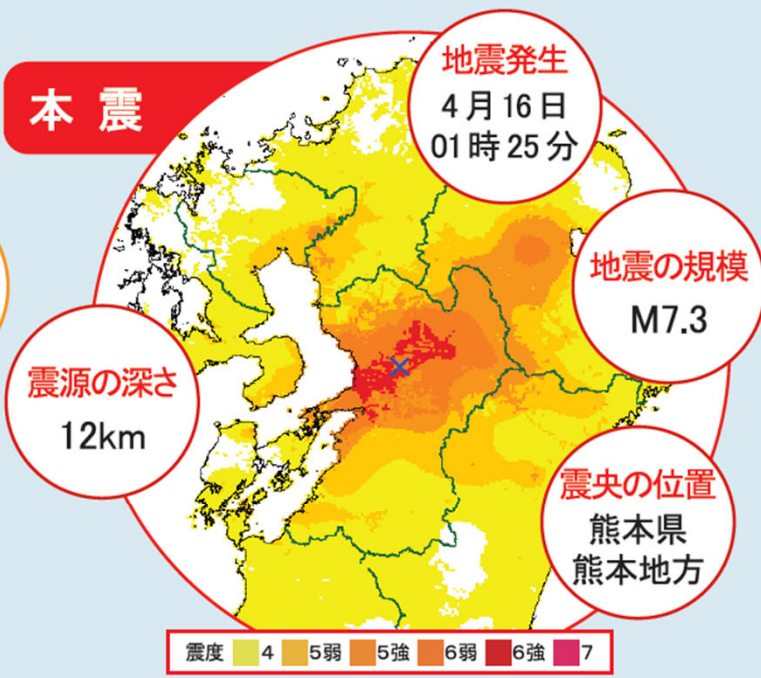
前震と本震

- 平成28年4月14日21時26分、熊本県益城町で最大震度7を観測する地震(前震)が発生しました。
- 平成28年4月16日1時25分には、熊本県西原村、益城町で最大震度7を観測する地震(本震)が発生しました。



震度7 益城町

震度6弱 玉名市、西原村、宇城市、熊本市

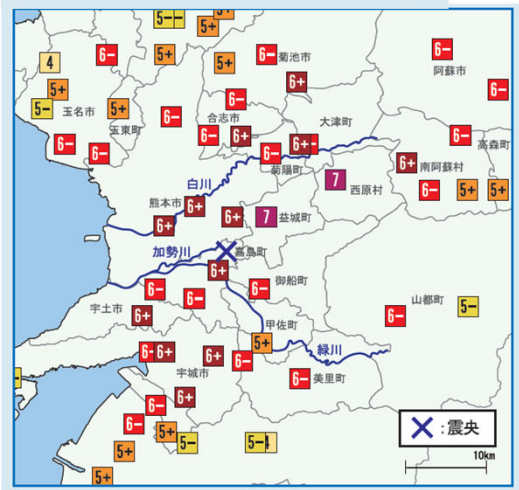


震度7 西原村、益城町

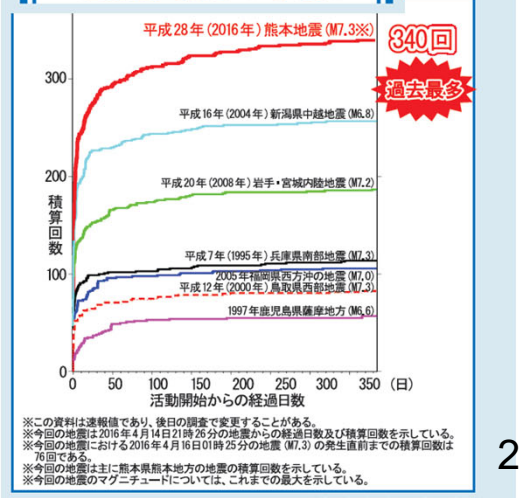
震度6強 南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市

出典：気象庁推計震度分布図に加筆

本震の震央と震度



地震回数の状況



平成28年熊本地震での対応(復旧STEP1)

- ✓ 平成28年熊本地震の発生後、3つのステップで対応を実施。
- ✓ ステップ1として、堤防等の緊急点検を実施し、171箇所の変状を確認。
- ✓ 比較的変状が小さな160箇所では応急対策を実施。(白川の⑫・⑬・⑭はステップ3による本復旧を実施。)

STEP 1 地震発生直後

①堤防等の緊急点検の実施
緑川水系・白川水系の国管理区間で171箇所の変状を確認 (P3～4参照)

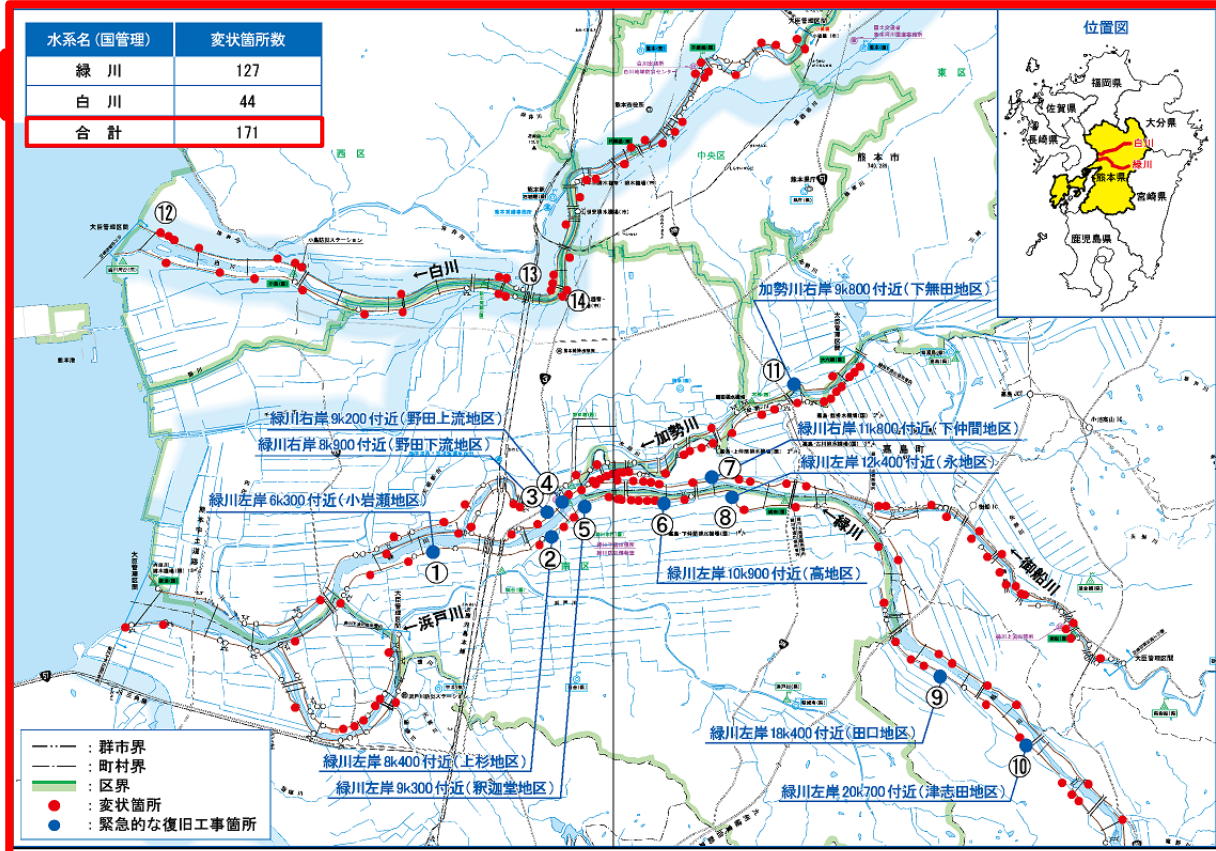
②応急対策の実施
堤防等の変状が比較的小さな箇所については応急対策を実施 (P5参照)



点検状況



応急対策完了



STEP 2 平成28年梅雨期前

①堤防の変状が比較的大きな11箇所について緊急復旧工事を実施
平成28年5月9日に全箇所を完了 (P5～7参照)

②早期警戒体制の構築
水防警報等の基準水位の引き下げ、河川巡視体制の強化を実施 (P8参照)

③緑川ダムの暫定運用
緑川ダムで多くの洪水を貯留するための暫定運用を実施 (P9参照)



堤防の変状



緊急復旧状況

STEP 3 平成29年梅雨期前

本格的な復旧工事の実施 (P10～13参照)

STEP 1
被災直後
緑川水系
白川水系

STEP 2
緊急的な復旧工事
～5月上旬

STEP 3
本格的な復旧イメージ
～平成29年梅雨期前

緑川・白川堤防調査委員会での検討

平成28年5月上旬までに堤防を元の形に復旧完了 (発災後約3週間)

平成29年梅雨期前までに復旧工事を完了



平成28年熊本地震での対応（復旧STEP2）

- ✓ ステップ2で、堤体の変状が比較的大きな緑川の11箇所については、24時間体制で緊急的な復旧工事を実施。
- ✓ 緊急的な復旧工事では、堤防のクラックを除去したうえで新たに築堤を実施し、川表は護岸ブロック等、堤防天端は舗装、川裏はブルーシートにより被覆を行い、雨水浸透の防止を図った。

STEP 1 地震発生直後

①堤防等の緊急点検の実施
緑川水系・白川水系の国管理区間で171箇所の変状を確認（P3～4参照）

②応急対策の実施
堤防等の変状が比較的小さな箇所については応急対策を実施（P5参照）



点検状況 応急対策完了

STEP 2 平成28年梅雨期前

①堤体の変状が比較的大きな11箇所について緊急復旧工事を実施
平成28年5月9日に全箇所を完了（P5～7参照）

②早期警戒体制の構築
水防警戒等の基準水位の引き下げ、河川巡視体制の強化を実施（P8参照）

③緑川ダムの暫定運用
緑川ダムで多くの洪水を貯留するための暫定運用を実施（P9参照）



堤防の変状 緊急復旧状況

STEP 3 平成29年梅雨期前

本格的な復旧工事の実施（P10～13参照）

STEP 1 被災直後
緑川水系
白川水系
平成28年4月

STEP 2 緊急的な復旧工事
～5月上旬
クラック部分を除去後、新たに築堤
舗装
ブルーシート
応急対策実施

STEP 3 本格的な復旧イメージ
～平成29年梅雨期前
堤防等の変状原因の究明・本格的な復旧工法の選定
緑川・白川堤防調査委員会での検討
全体を除去後、新たに築堤
ドレーン工
地盤改良
砂質土
粘性土
元の高さまでコンクリート打ち出し
液状化対策（地盤改良）
砂質土
粘性土
本格的な復旧イメージ

平成28年5月上旬までに堤防を元の形に復旧完了（発災後約3週間）
平成29年梅雨期前までに復旧工事を完了

STEP 2 ① 緊急的な復旧工事の実施状況

- 堤体の変状が比較的大きい国管理の緑川水系緑川・加勢川の11箇所については、24時間体制で緊急的な復旧工事を実施し、平成28年5月9日（月）までに11箇所全て工事が完了しました。
- 緊急的な復旧工事では、堤防のクラック（ひび割れ）部分を除去したうえでの新たな築堤を行いました。加えて、川表は護岸ブロック等、堤防天端は舗装、川裏はブルーシートにより被覆を行い、雨水浸透の防止を図りました。
- なお、緊急的な復旧工事は出水に対して最低限の堤防機能を確保するために実施しました。

	堤体の変状	緊急復旧状況
緑川左岸 6k300 (小岩瀬地区)	4月16日（土）着手	4月30日（土）完了 川表 堤防天端 舗装 護岸 緑川
緑川左岸 8k400 (上杉地区)	4月16日（土）着手	5月1日（日）完了 川裏 ブルーシート 堤防天端 舗装 緑川
緑川右岸 8k900 (野田下流地区)	4月16日（土）着手	4月30日（土）完了 ブルーシート 堤防天端 舗装 緑川 川裏

平成28年熊本地震での対応(復旧STEP3)

- ✓ 本格的な復旧を目指し、堤防調査委員会を計4回開催。
- ✓ 変状状況に応じた本復旧工法を検討し、復旧工事を平成29年梅雨期前までに完了。

STEP 1 地震発生直後

①堤防等の緊急点検の実施
緑川水系・白川水系の国管理区間で171箇所の変状を確認 (P3~4参照)

②応急対策の実施
堤防等の変状が比較的小さな箇所については応急対策を実施 (P5参照)



点検状況 応急対策完了

STEP 2 平成28年梅雨期前

①堤体の変状が比較的大きな11箇所について緊急復旧工事を実施
平成28年5月9日に全箇所を完了 (P5~7参照)

②早期警戒体制の構築
水防警戒等の基準水位の引き下げ、河川巡視体制の強化を実施 (P8参照)

③緑川ダムの暫定運用
緑川ダムで多くの洪水を貯留するための暫定運用を実施 (P9参照)

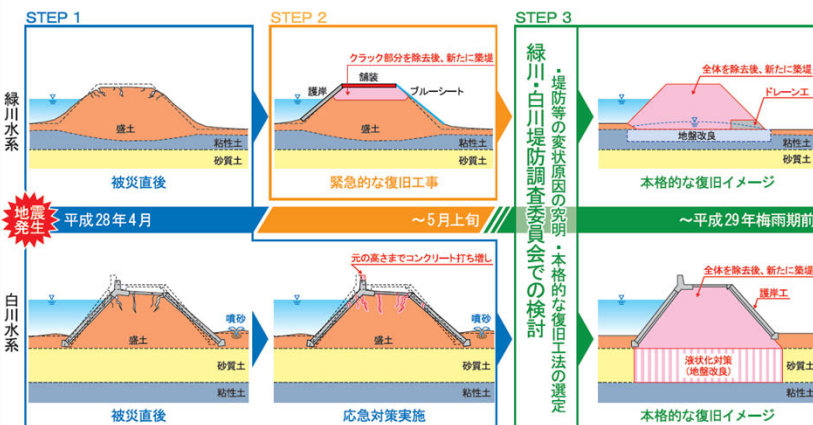


堤防の変状 緊急復旧状況

STEP 3 平成29年梅雨期前

本格的な復旧工事の実施 (P10~13参照)

STEP 1 被災直後 **STEP 2** 緊急的な復旧工事 **STEP 3** 本格的な復旧イメージ



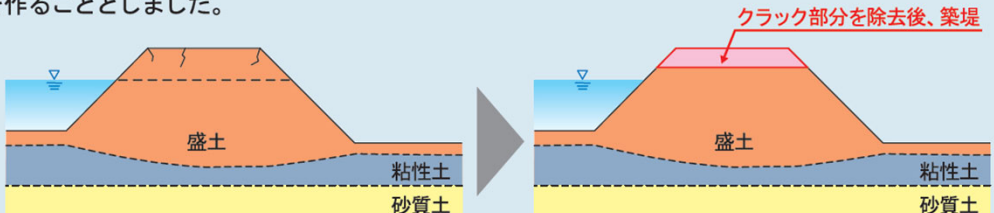
緑川水系 被災直後 緊急的な復旧工事 本格的な復旧イメージ

白川水系 被災直後 応急対策実施 本格的な復旧イメージ

平成28年5月上旬までに堤防を元の形に復旧完了 (被災後約3週間) 平成29年梅雨期前までに復旧工事を完了

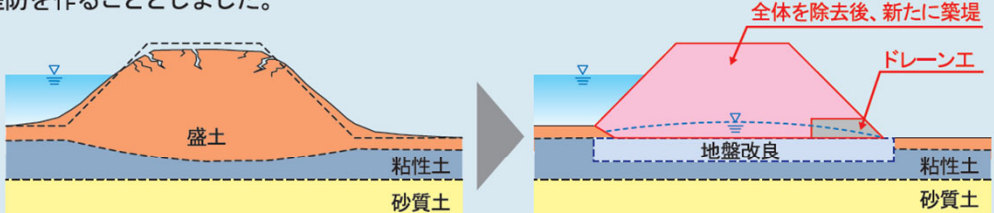
本復旧工法の基本方針

● 軽微なクラック（ひび割れ）が確認されている堤防では、クラックの部分を除去し、新たに堤防を作ることとしました。



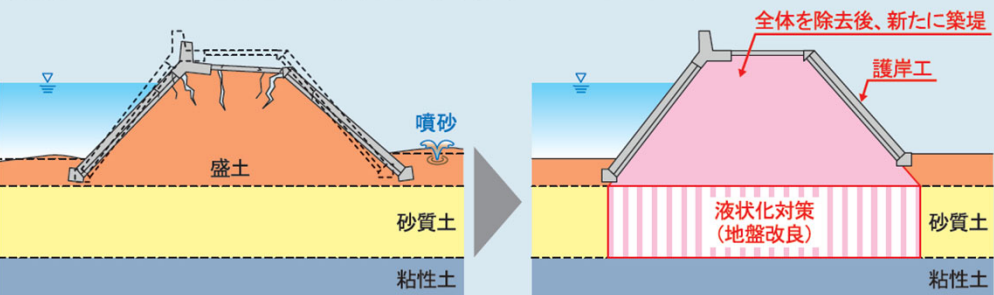
クラック部分を除去後、築堤

● 緑川水系で大きな変状が確認されている堤防では、堤体全体のゆるみを除去した上で、新たに堤防を作ることとしました。



全体を除去後、新たに築堤

● 白川水系で大きな変状が確認されている堤防では、堤体全体のゆるみを除去した上で、新たに堤防を作るとともに、基礎地盤の液状化対策を行うものとした。



全体を除去後、新たに築堤

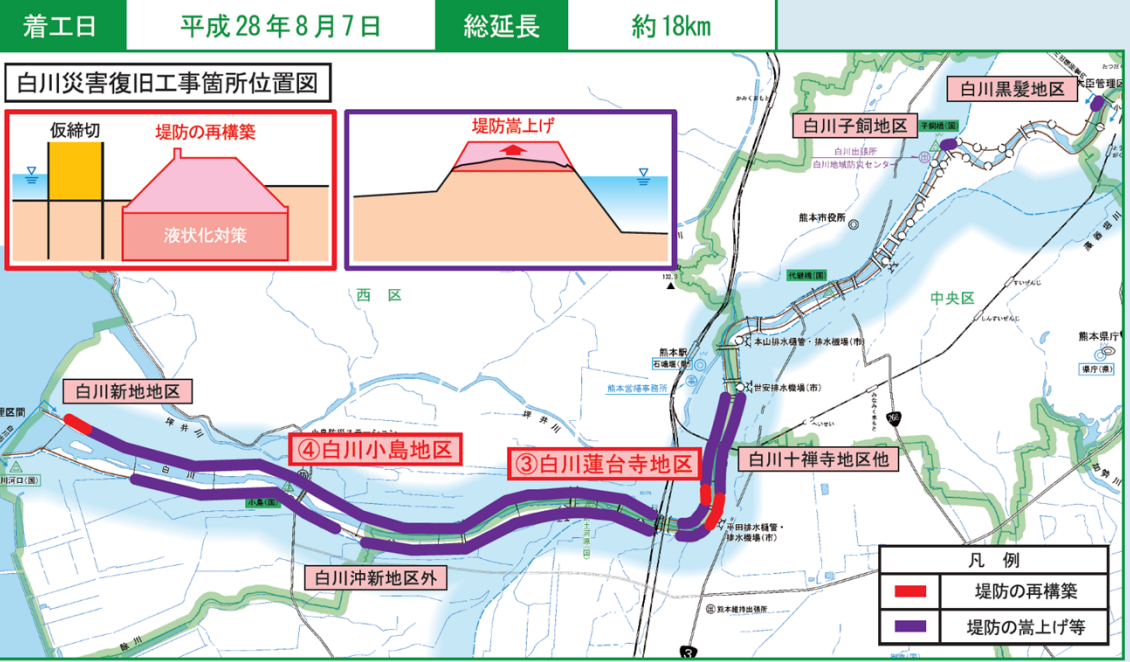
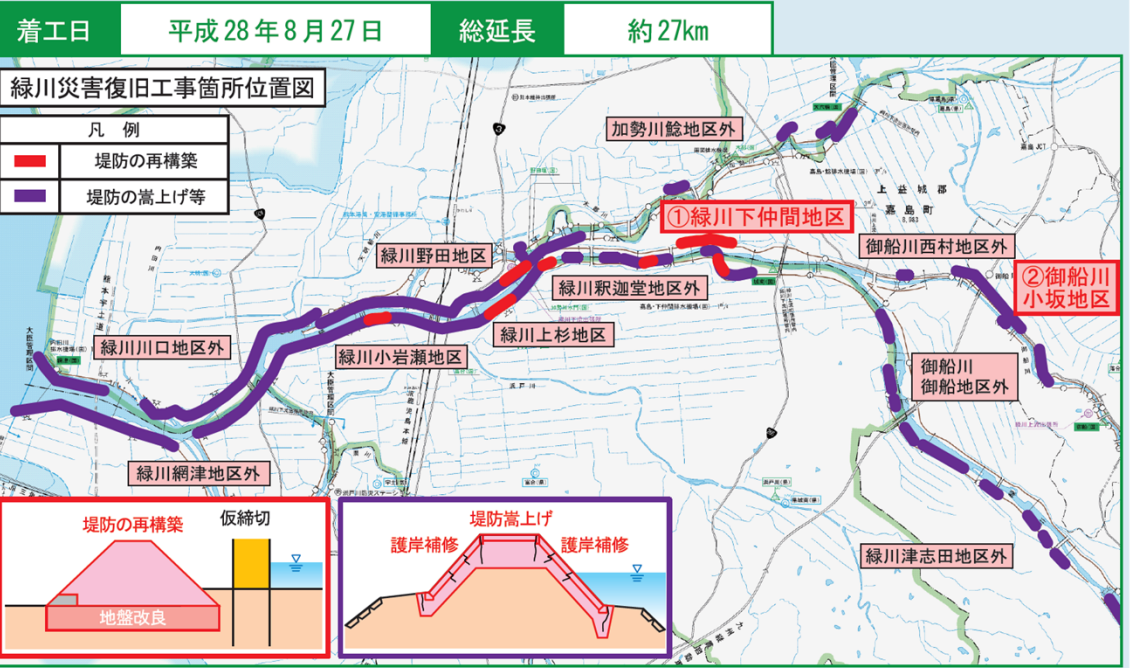
液状化対策 (地盤改良)

護岸工

なお、緑川水系で実施した緊急的な復旧工事は最低限の堤防機能の確保を目的としたものであったため、引続き本格的な復旧工事を実施し、堤防機能を地震前の状態で回復させることとしました。

白川水系で大きな変状が生じている場合の本格的な復旧工法イメージ

平成28年熊本地震での対応(復旧の代表断面・写真)



① 緑川下仲間地区の
本格復旧状況

変状が生じた堤防の撤去、
地盤改良、堤防の再構築
を実施しました。

①既堤防開削の状況
元々の堤防(撤去中) 切回し道路 仮締切り堤防
H29.2 撮影

②堤防下の地盤改良の状況
元々の堤防下(地盤改良実施中) 切回し道路 仮締切り堤防
H29.2 撮影

③築堤盛土の施工状況
堤防の再構築
H29.4 撮影

④完成後
H29.5 撮影

② 御船川小坂地区の
本格復旧状況

堤体の変状箇所を部分的
に掘削し、堤防の嵩上げ
盛土を実施しました。

①法枠取り壊しの施工状況
H28.11 撮影

②堤防切り返しの施工状況
H28.12 撮影

③堤防嵩上げの施工状況
H29.1 撮影

④完成後
H29.6 撮影

③ 白川蓮台寺地区の
本格復旧状況

変状が生じた堤防の撤去、
液状化対策、堤防の再構
築を実施しました。

①堤防開削前の状況
元々の堤防 仮締切り堤防
H28.9 撮影

②堤防下の地盤改良の状況
元々の堤防下(地盤改良実施中) 仮締切り堤防
H29.2 撮影

③築堤盛土の施工状況
堤防の再構築
H29.3 撮影

④完成後
H29.5 撮影

④ 白川小島地区の
本格復旧状況

天端のアスファルトを撤
去し、堤防の嵩上げ盛土
を実施しました。

①堤防嵩上げ前の状況
H28.9 撮影

②堤防天端のアスファルト除去状況
H29.1 撮影

③堤防嵩上げの施工状況
H29.2 撮影

④完成後
H29.5 撮影

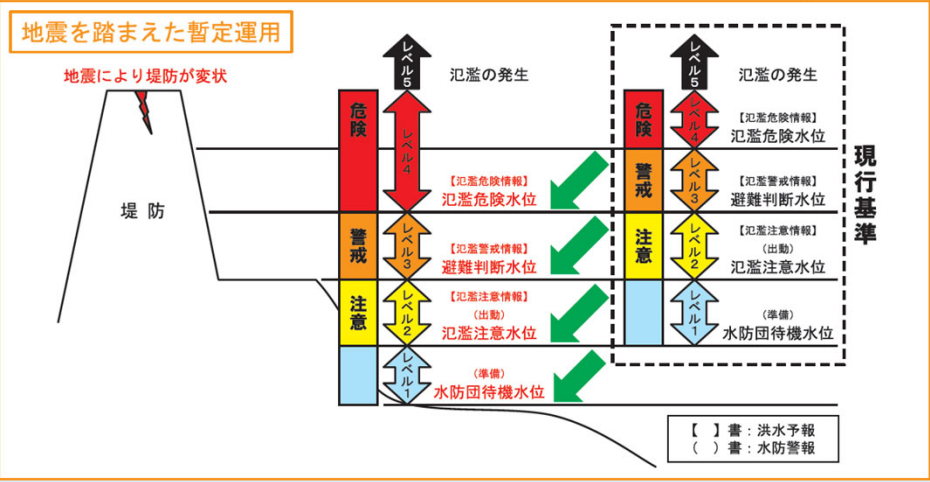
平成28年熊本地震での対応（復旧の代表断面・写真）

- ✓ 白川では上流部での山腹崩壊等により、河川に大量の土砂が流入・堆積したことに加え、流木も発生したため、堆積土砂や流木の撤去を行った。
- ✓ 洪水予報及び水防警報の基準水位の引き下げや河川巡視体制の強化など、早期警戒体制の構築を実施した。

○ 白川水系：堆積土砂、流木への対応



水防警報及び洪水予報の基準水位の暫定的な運用



河川巡視体制の強化

項 目	これまで	当面の運用	備 考
洪水時巡視の出動基準	氾濫注意水位に達した時	水防団待機水位に達した時	出水時、早い段階から実施
一定規模以上の降雨時	-	大雨警報発令時 一定量の降雨がある場合	降雨による影響を考慮
平常時巡視の巡回頻度	週2回	隔日	高頻度で巡視を実施



平常時の河川巡視

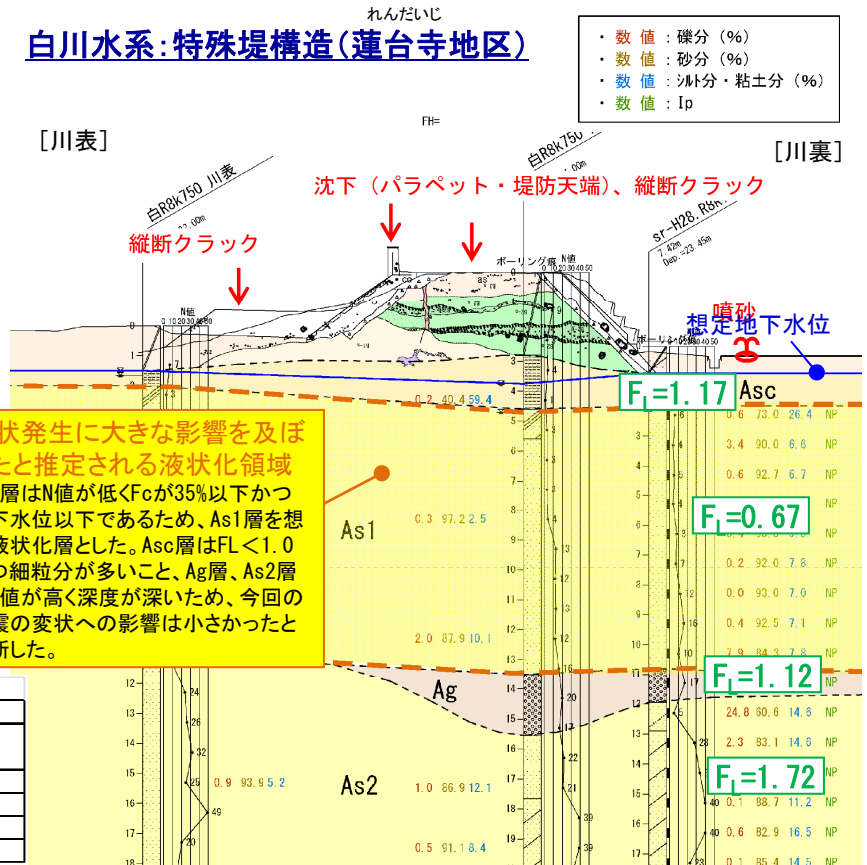
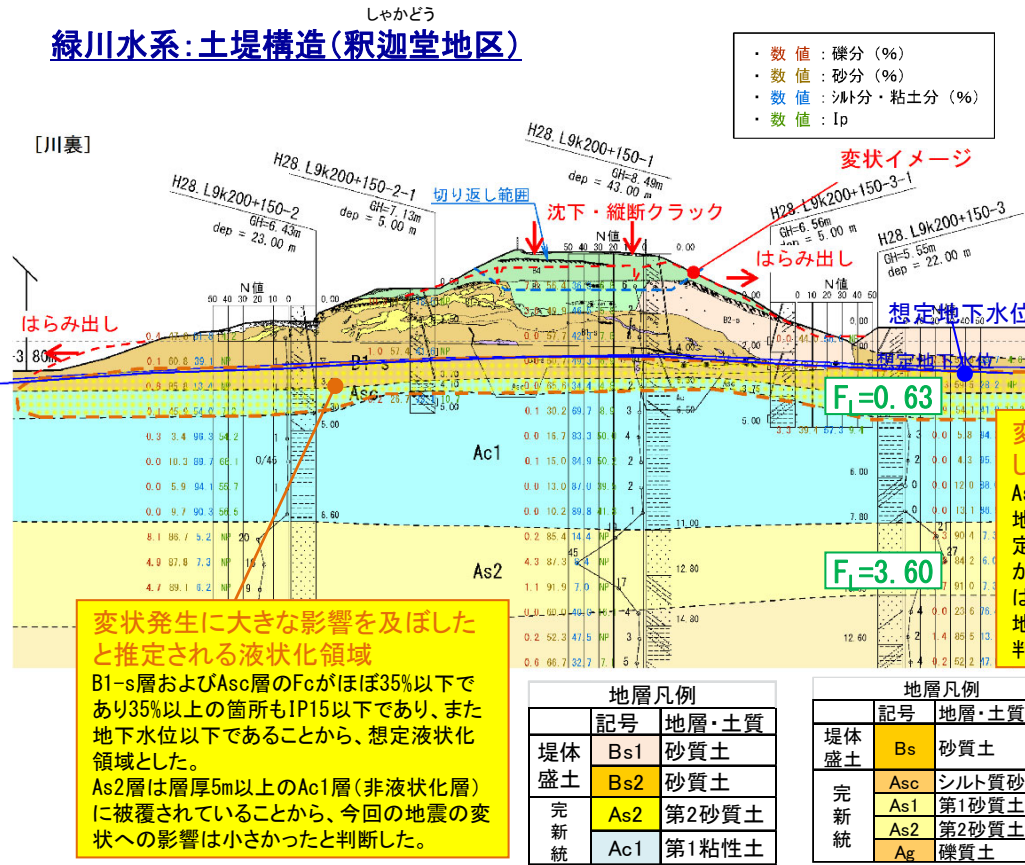


出水時の河川巡視

< 堤防変状の主要因 と 本復旧工法 >

堤防変状の主要因の推定(全体)

- ✓ 熊本地震による堤防の変状が比較的大きかった箇所について、各種調査結果に加え、堤体や基礎地盤の液状化判定などを実施し、変状が生じたメカニズムの推定を行った。
- ✓ 緑川水系では、堤体下部の飽和した砂質土層が存在し、そのFcがほぼ35%以下であり、FLが1.0以下であることから、**堤防変状の主要因は、堤体下部の液状化によるもの**と考えられる。
- ✓ 白川水系では、浅部基礎地盤の飽和した砂質土層の Fcがほぼ35%以下であり、FLが1.0以下であることから、**堤防変状の主要因は、浅部基礎地盤の液状化によるもの**と考えられる。

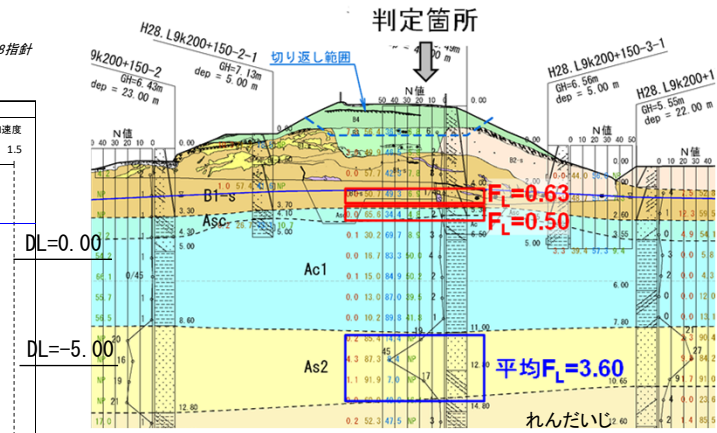


本震後(応急復旧工事後)の横断面図・開削スケッチ・地質断面図に、本震後の変状イメージを重ねた

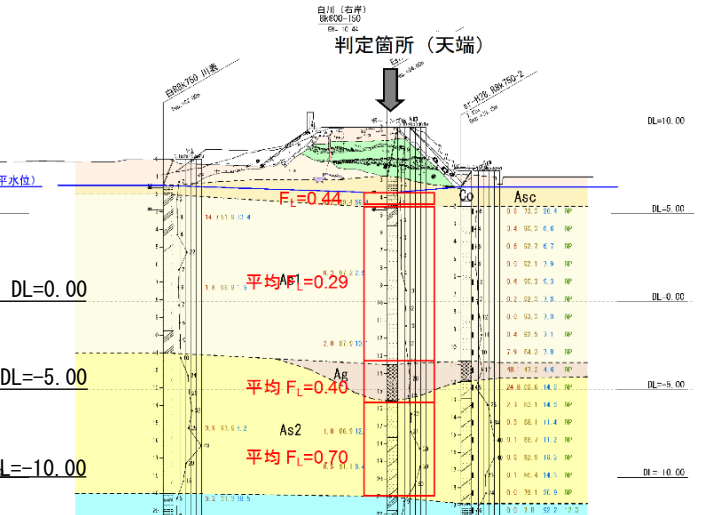
堤防変状の主要因の推定（ F_L 値の評価）

✓ 堤防の変状が大きかった箇所において液状化判定を行った結果、**緑川水系では堤体下部の飽和域、白川水系では浅部基礎地盤において液状化に対する抵抗率 F_L は1.0以下となり、液状化が発生する判定となった。**

液状化判定の例（緑川 釈迦堂地区）



液状化判定の例（白川 蓮台寺地区）



変状に影響を及ぼしたと推測される地層の F_L 値

水系名	河川名	地区名	堤防の変状に寄与した地層の平均 F_L 値	
			地層名	平均 F_L 値
緑川水系	緑川	田口	As	0.26
	緑川	津志田	-	-
	加勢川	下無田	Asc1	0.34
	緑川	野田下流	Bs	0.46
	緑川	上杉	As1	0.47
	緑川	釈迦堂	B1-s	0.63
			Asc	0.50
	緑川	高	Bsc	0.56
	緑川	小岩瀬	Bs	0.52
	緑川	永	Bsc	0.48
	緑川	野田上流	Bsc	0.44
	緑川	下仲間	Bs	0.93
白川水系	白川	新地	As1	1.00
	白川	蓮台寺	As1	0.29
	白川	十禅寺	As1	0.29

孔口標高			T.P.+8.49m		地盤種別		皿種地盤		準拠基準: H28指針			
堤内地盤高			T.P.+3.80m		地域区分		B2					
地下水位			T.P.+4.49m		観測加速度		426gal(加勢川水門)					
深度 (m)	地層名	N値	D ₅₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	F _C (%)	粒度組成グラフ	I _p	N _i	R _L	R _L *	観測値	
											F _L	
												● I1 ● I2-1 ● I2-2 ● 観測加速度
												0 0.5 1 1.5
1.30	B1-s	6	0.149	0.008	36.3		6.8	10.77	-----	-----	-----	
2.30	B1-s	2	0.089	0.003	46.5		5.8	2.99	-----	-----	-----	
3.30	B1-s	3	0.111	0.002	42.3		7.8	3.84	-----	-----	-----	
4.23	B1-s	1	0.077	0.002	49.3		6.9	1.14	0.197	0.212	0.63	
5.30	Asc1	2	0.130	0.006	34.4		4.8	2.13	0.180	0.195	0.50	
6.30	Ac1	3	0.021	-----	69.7		8.9	3.09	0.343	-----	1.18	
7.30	Ac1	4	0.011	-----	83.3		50.0	3.99	-----	-----	-----	
8.30	Ac1	2	0.014	-----	84.9		50.2	1.94	-----	-----	-----	
9.30	Ac1	2	0.008	-----	87.0		39.5	1.88	-----	-----	-----	
10.30	Ac1	1	0.010	-----	89.8		41.8	0.91	-----	-----	-----	
11.30	As2	19	0.272	0.024	14.4		NP	16.64	0.302	-----	0.81	
12.30	As2	45	0.390	0.108	8.4		NP	37.80	2.922	-----	9.40	
13.30	As2	17	0.331	0.147	7.0		NP	13.73	0.251	-----	0.60	

孔口標高		T.P.+9.92m		地盤種別		皿種地盤	
堤内地盤高		T.P.+7.10m		地域区分		B2	
地下水位		T.P.+6.17m		観測加速度		678gal(熊本市春日)	

深度 (m)	地層名	N値	D ₅₀ (mm)	F _C (%)	粒度組成グラフ (細砂、シルト、粘土)	I _p	N _i	R _L	R _L *	F _i	
										観測値	観測加速度
										0	1.5
										● L1	● L2-1
										● L2-2	● 観測加速度
1.30	Bs	9					16.16				
2.30	Bs	3					4.49				
3.30	Asc	4	0.064	59.4			5.20				
4.30	Asc	1	0.064	59.4			1.19	0.227		0.44	
5.30	As1	3	0.291	2.5			3.37	0.151		0.22	
6.30	As1	3	0.291	2.5			3.19	0.148		0.21	
7.30	As1	3	0.291	2.5			3.04	0.146		0.19	
8.30	As1	4	0.291	2.5			3.86	0.157		0.21	
9.30	As1	13	0.312	10.1			11.99	0.238		0.37	
10.30	As1	12	0.312	10.1			10.60	0.226		0.34	
11.30	As1	13	0.312	10.1			11.01	0.229		0.35	
12.30	As1	12	0.312	10.1			9.76	0.219		0.32	
13.30	As1	16	0.312	10.1			12.53	0.242		0.37	
14.30	Ag	20		4.6			15.02	0.262		0.42	
15.30	Ag	17		4.6			12.27	0.239		0.37	
16.30	As2	22	0.217	12.1			15.35	0.276		0.46	
17.30	As2	21	0.217	12.1			14.17	0.265		0.44	
18.30	As2	39	0.234	8.4			25.49	0.546		1.18	
19.30	As2	39	0.234	8.4			24.71	0.405		0.88	
20.30	As2	30	0.234	8.4			18.44	0.292		0.52	

準拠基準: H28指針

▽ 平水位

DL=

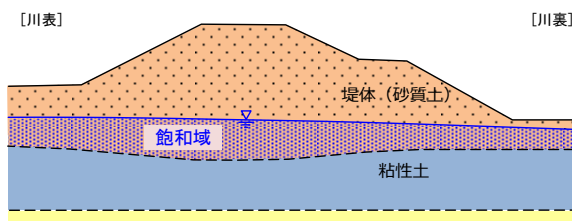
DL=

堤防の変形過程

- ✓ 堤防の変状が比較的大きかった箇所について、調査結果や液状化判定などから、地震による堤防の変形は以下の過程で発生したと考えられる。

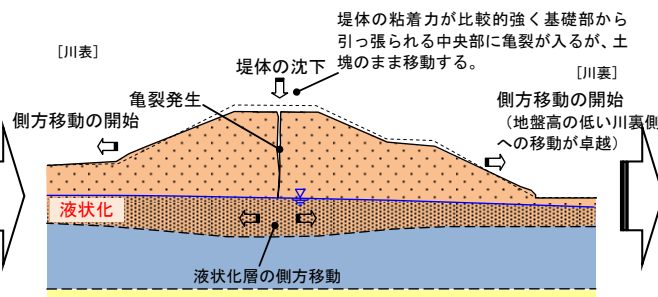
緑川水系(土堤構造)

①地震発生前



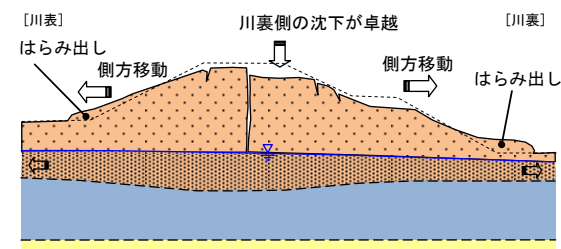
地下水位は河川水位等と連動しており、**堤体下部の地下水位以下の領域に飽和域が形成されている。**

②飽和域の液状化発生に伴う亀裂発生



堤体下部の地下水位以下の領域が地震動により間隙水圧が上昇し強度が低下(液状化発生)すると、**堤体は自重により沈下**するとともに、中央部から、川表・川裏側に分かれて法尻方向に側方移動し始め、天端中央付近に亀裂が発生する。

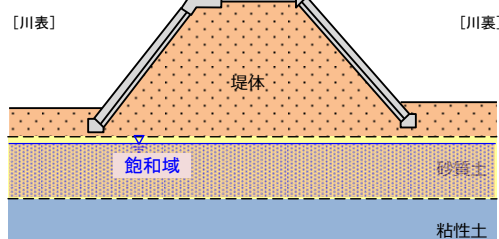
③堤体変形・亀裂・はらみ出しの拡大



液状化の程度が大きいと変形はさらに拡大し、法面部の側方移動増加と法尻部のはらみ出しが発生する。また側方移動に伴う副次的な亀裂が複数発生する。

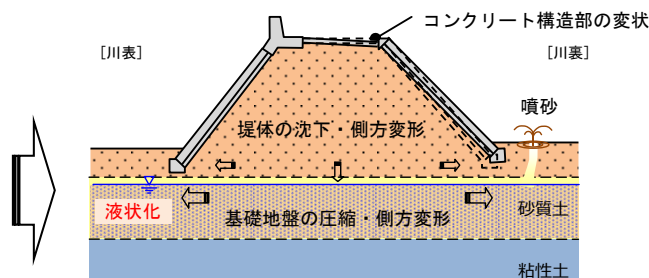
白川水系(特殊堤構造)

①地震発生前



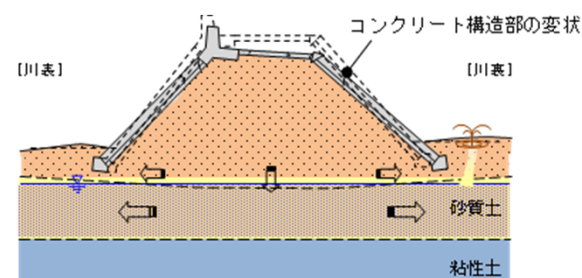
地下水位は河川水位等と連動しており、**基礎地盤砂層が飽和状態**となっている。

②地震発生～液状化発生



地震動により飽和砂質土の間隙水圧が上昇し、その剛性・強度が徐々に低下することで、**堤体自重により基礎地盤が鉛直方向に圧縮、水平方向に流動するように変形する。**それに伴う堤体も変形し、それに追従するコンクリート構造部に変状が見られる。

③堤体変形・コンクリート構造部の変状拡大



液状化の程度が大きい場合、基礎地盤及び堤体がさらに変形し、パラペットや天端コンクリート、護岸に大きな変状が生じる。

復旧に関する基本方針（緑川水系）

- ✓ 緑川水系の土堤において、堤防にはらみ出しが生じた箇所では、堤防天端の沈下量は多くが50cm以上であった※。
- ✓ はらみ出しが生じた堤防では堤体内にゆるみが存在していると考えられる。従って、法尻部にはらみ出しが生じた箇所において、堤防機能を地震前の状態に回復させるために、堤体を切り返すことで直接ゆるみを除去することとした。
- ✓ 上記以外の変状箇所については、クラック部分の切返し、補修等を行うこととした。

はらみ出しの有無と天端沈下量の関係（箇所数）

最大沈下量	はらみ出し		計
	有	無	
0cm		1	1
0cm～10cm		23	23
10cm～20cm		23	23
20cm～30cm		24	24
30cm～40cm	1	17	18
40cm～50cm		9	9
50cm～60cm		1	1
60cm～70cm			
70cm～80cm	2	1	3
80cm～90cm	1		1
90cm～100cm			
100cm～110cm			
110cm～120cm			
120cm～130cm			
130cm～140cm	1		1
140cm～150cm	1		1
150cm～	1		1
	7	99	106

沈下50cm未満の変状箇所のうち1箇所において
はらみ出しが生じていた。

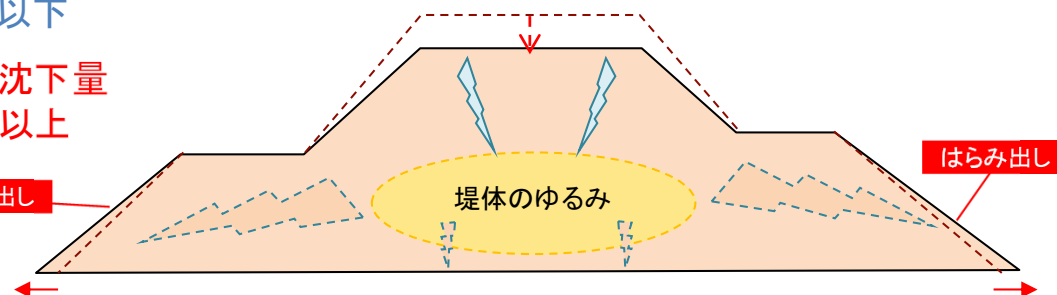
最大沈下量
50cm以下

最大沈下量
50cm以上

はらみ出し

沈下50cm以上の変状箇所のうち2箇所にお
いてはらみ出しが生じていなかった。

※災害復旧事業申請時には、堤防（土堤）の沈下量が概ね50cmを目安として対策区間と対策工法の選定を行ったが、工事実施にあたっては、はらみ出しの有無の確認や開削調査等の詳細調査を実施した上で決定した。



法尻部のはらみ出しと堤体のゆるみ発生イメージ

復旧に関する基本方針（白川水系）

- ✓ 白川水系の特殊堤において、護岸やパラペット、天端コンクリート等に比較的大きな変状が生じた箇所では、堤防天端の沈下量は20cm以上であった※。
- ✓ 護岸等に比較的大きな変状が発生した箇所では短期間での復旧が困難であった。従って、護岸等に比較的大きな変状が発生した箇所において、堤防の切返し、護岸の復旧と併せて、将来熊本地震と同規模の地震発生時においても、護岸の修復を伴わない程度の沈下・変状に留めることを目標とした液状化対策を行うこととした。
- ✓ 上記以外の変状箇所については、護岸の補修等を行うこととした。

護岸やパラペット、天端コンクリート等に比較的大きな変状が生じた箇所



パラペット基部まで至るクラック（右岸 8k600 付近）



護岸に生じたクラック（左岸 8k400 付近）

護岸やパラペット、天端コンクリート等に軽微な変状が生じた箇所



パラペット天端のクラック（右岸 9k500 付近）



護岸に生じたクラック（右岸 9k400 付近）

※災害復旧事業申請にあたっては、堤防（三面張特殊堤）の沈下量が20cmを目安として対策区間と対策工法の選定を行ったが、工事実施にあたっては、パラペットや護岸の変状の規模により決定した。

最大沈下量	パラペット・護岸のクラック規模	
	大	小
0cm		3
0cm～10cm		4
10cm～20cm		2
20cm～30cm		
30cm～40cm	2	
40cm～50cm		
50cm～60cm		
60cm～70cm	1	
70cm～80cm		
80cm～90cm		
90cm～100cm		
100cm～		
	3	9

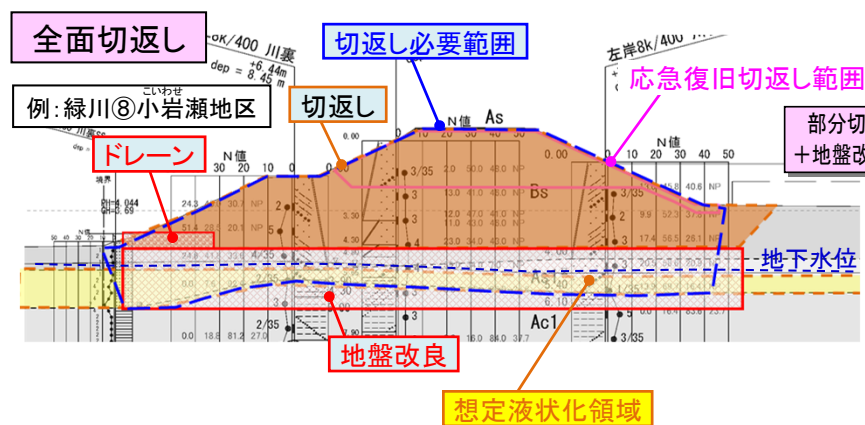
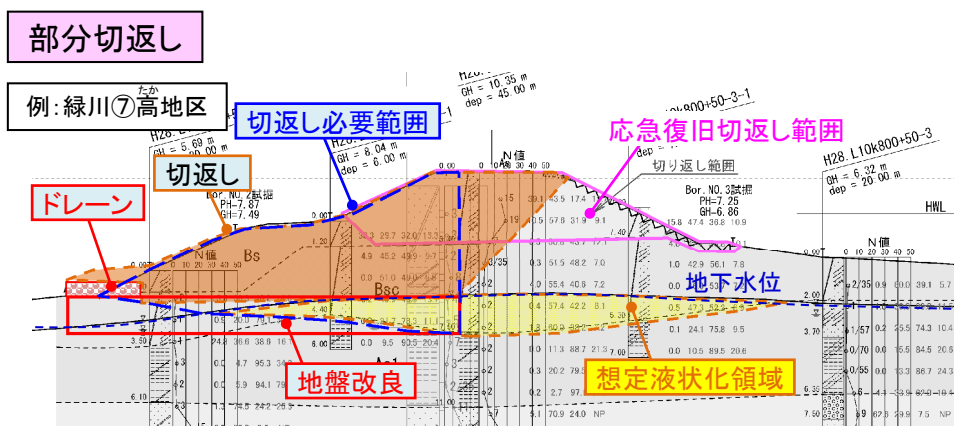
最大沈下量 20cm 以下

最大沈下量 20cm 以上

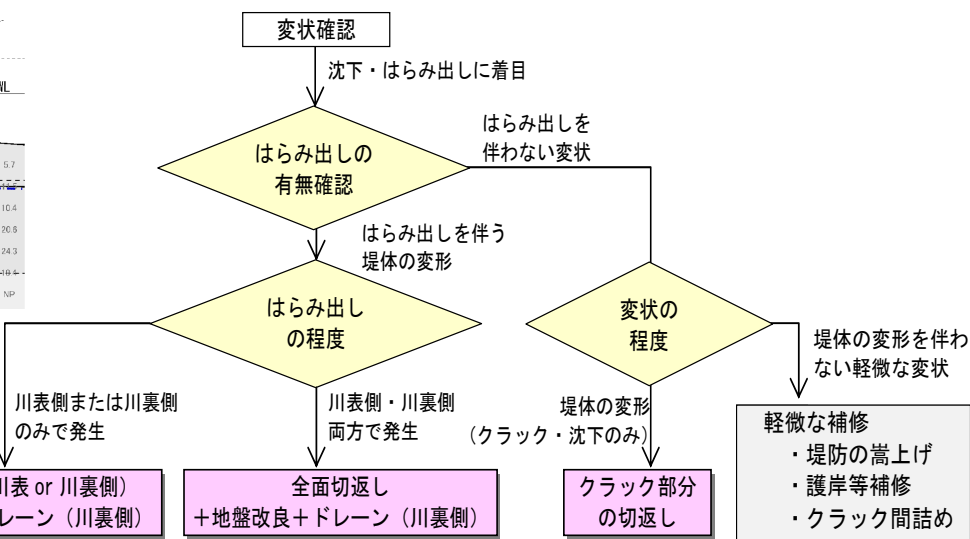
熊本地震による天端沈下量が20cm以上の箇所では、パラペットや護岸に大きな変状が発生していた。

本復旧工法選定の考え方と留意事項（緑川）

- ✓ 緑川水系の本復旧対象箇所は土堤のため、はらみ出しの有無を判断基準とし、復旧工法を選定した。
- ✓ 堤体の中でゆるみが存在する部分を除去するために、堤体の切返し範囲を全切返しか部分切返しとした。
- ✓ 地下水位以下の切返しとなる場合は地盤改良を行うこととし、併せて、堤体の耐浸透性能低下を防ぐため法尻部にドレーンの設置を行った。

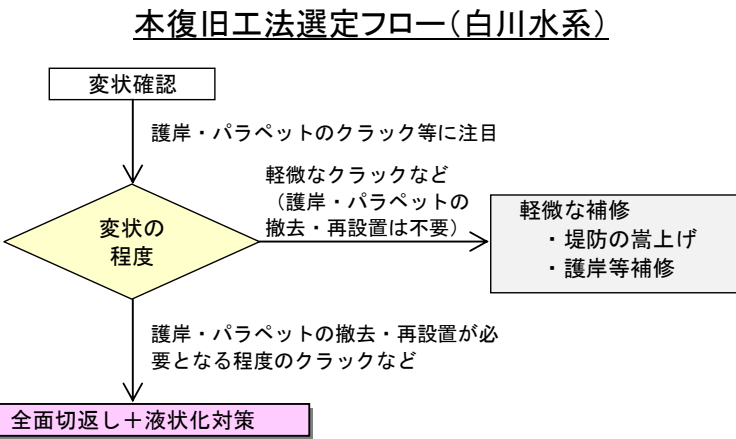


本復旧工法選定フロー（緑川水系）



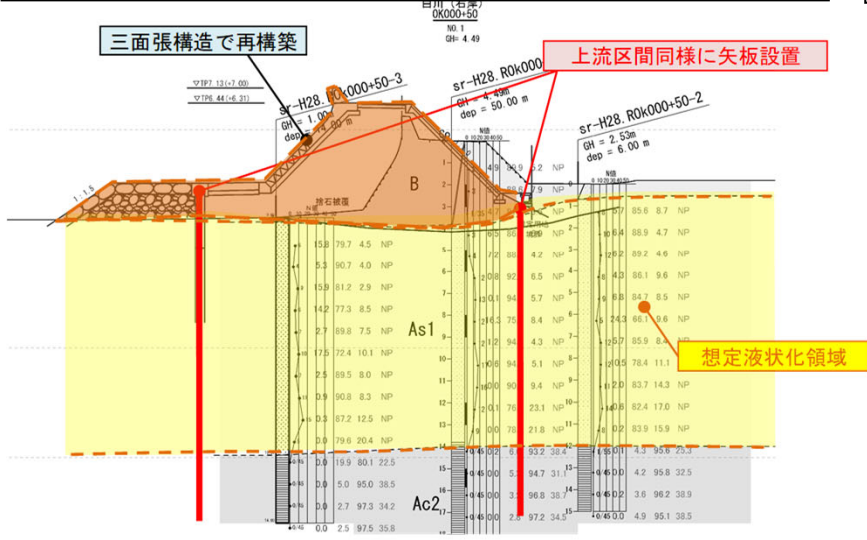
本復旧工法選定の考え方と留意事項（白川）

- ✓ 白川水系の復旧対象箇所は特殊堤のため、護岸・パラペットに発生するクラックの規模を判断基準とし、復旧工法を選定した。
- ✓ 熊本地震と同規模の地震発生時においても護岸の大規模な修復を伴わない程度の沈下・変状に留めるため、基礎地盤の液状化対策を実施した上で、切返し、および特殊堤・護岸の復旧を行うこととした。



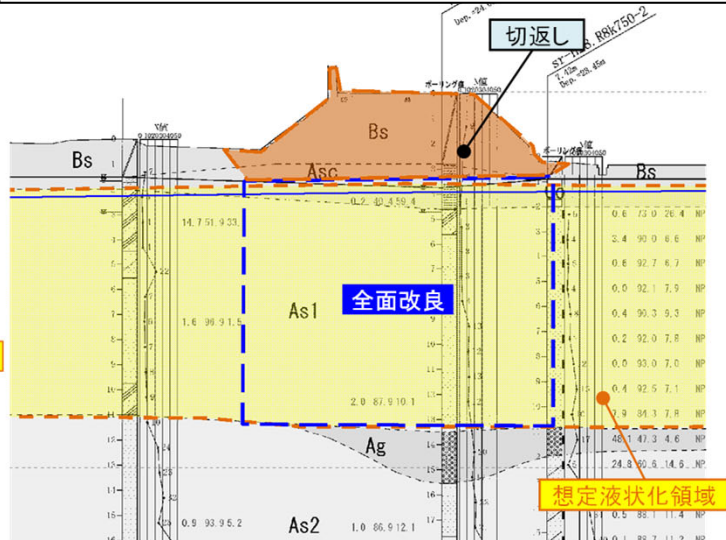
白川①新地地区

護岸の修復を伴わない沈下・変状に留める効果を発揮した、直上流区間にある既往のL1耐震対策の鋼矢板工法を採用することとした。



白川②蓮台寺地区

近傍で効果を発揮した参考となる既往のL1耐震対策がないことから、液状化層を全て改良する対策を実施することとした。



本復旧工法選定の考え方と留意事項（まとめ）

国土交通省九州地方整備局

✓ 緑川水系及び白川水系において実施する本復旧工法を示す。なお、全14箇所の内、緑川1箇所(田口地区)と加勢川1箇所(下無田地区)については、緊急復旧工事(応急復旧)で地震前の堤防機能を確保できているため、12箇所において本復旧を行った。

番号	本復旧箇所 ※本復旧を実施しない箇所は緊急復旧工事の範囲()で示す							液状化の 懸念箇所		応急対応 (参考)			本復旧方針		
	水系	河川名	左右岸	起点	終点	延長 (m)	地区名	堤体	基礎 地盤	工法	切返し 深さ	堤防高	本復旧 対象	本復旧の考え方	本復旧工法
①	緑川	緑川	左岸	(18k403)	18k645	(232)	たぐち 田口	△	×	切返し	3m	6m		変形がほとんどなく、クラックは応急復旧時に除去済のため、応急復旧で完了	応急復旧による対応で完了
②	緑川	緑川	左岸	20k652	20k765	113	つしだ 津志田	×	×	法面処理	—	—	○	地震動の影響により倒れにくい形状とする。	法面緩勾配 +水路再構築
③	緑川	加勢川	右岸	(9k775)	(9k855)	(80)	しもむた 下無田	×	○	切返し	2m	3m		応急復旧時に変状部分をほぼ除去済のため、応急復旧で完了	応急復旧による対応で完了
④	緑川	緑川	右岸	8k411	9k805	1353	のだ 野田下流	○	△	切返し	2m	4m	○	・川裏側のみ液状化によりはらみ出すような変形 →川裏側切返し	川裏切返し +地盤改良+ドレーン
⑤	緑川	緑川	左岸	8k200	8k732	449	かみすぎ 上杉	○	△	切返し	3m	5m	○	・堤体下部全体が変形する傾向 →全切返し	全切返し +地盤改良+ドレーン
⑥	緑川	緑川	左岸	9k300	9k420	120	しゃかどう 釈迦堂	○	△	切返し	4m	5m	○	・堤体下部全体が変形する傾向 →全切返し	全切返し +地盤改良+ドレーン
⑦	緑川	緑川	左岸	10k800	11k150	350	たか 高	○	△	切返し	4m	5m	○	川裏側方向のみはらみ出す傾向 →川裏切返し	川裏切返し +地盤改良+ドレーン
⑧	緑川	緑川	左岸	6k200	6k405	159	こいわせ 小岩瀬	○	×	切返し	4m	5m	○	・堤体下部全体が変形する傾向 →全切返し	全切返し +地盤改良+ドレーン
⑨	緑川	緑川	左岸	12k233	13k000	872	なが 永	○	△	切返し	4m	5m	○	川裏側方向のみはらみ出す傾向 →川裏切返し	川裏切返し +地盤改良+ドレーン
⑩	緑川	緑川	右岸	8k411	9k805	1353	のだ 野田上流	○	△	切返し	4m	4m	○	応急復旧時に除去できなかった変状部分を除去する	部分切返し
⑪	緑川	緑川	右岸	11k692	12k511	1094	しもなかも 下仲間	○	△	切返し	3m	6m	○	・堤体下部全体が変形する傾向 →全切返し	全切返し +地盤改良+ドレーン
白①	白川	白川	右岸	0k000	0k200+55	255	しんち 新地	×	○				○	耐震効果が確認された直上流の耐震対策部の踏襲	全切返し +川表矢板+川裏矢板
白②	白川	白川	右岸	8k600+80	8k800+113	244	れんだいじ 蓮台寺	×	○				○	液状化層除去による沈下抑止	全切返し +全面地盤改良
白③	白川	白川	左岸	8k400+170	8k600+148	231	じゅうぜんじ 十禅寺	×	○				○	〃	全切返し +全面地盤改良

○: 今回の変状を引き起こしたと推測される液状化領域
△: 今回の変状に影響は少なかったが液状化懸念層が存在する。

本復旧工法選定の考え方（まとめ）

変状が比較的大きかった堤防の変状発生要因と本復旧工法

①緑川水系

- 堤防の変状が比較的大きかった11箇所のうち8箇所では、堤体下部の砂質土層が飽和域を形成していた。飽和域の液状化判定の結果は、液状化が生じるとされる $FL < 1.0$ であることから、**堤防変状の主要因は、堤体下部の液状化によるもの**と考えられる。
- はらみ出しが生じた堤防には堤体内にゆるみが存在しているため、**堤体を切り返すことで直接的にゆるみを除去することとした。**
- 地下水位以下の土層を切り返す必要がある場合は**地盤改良を併用し、かつ地盤改良上面にドレーン工を敷設することとした。**

②白川水系

- 堤防の変状が比較的大きかった3箇所では、浅部基礎地盤の砂質土層が飽和状態になっていた。飽和域の液状化判定の結果は、液状化が生じるとされる $FL < 1.0$ であることから、**堤防変状の主要因は、浅部基礎地盤の液状化によるもの**と考えられる。
- 堤防天端の沈下、護岸やパラペット、天端コンクリート等に大きな変状が生じた三面張特殊堤に対して、**堤防の切返し、護岸の復旧と合わせて、将来熊本地震と同規模の地震発生時においても、護岸の修復を伴わない沈下・変状に留めることを目標に液状化対策（新地地区：矢板工法、蓮台寺・十禅寺地区：地盤改良工法）を行うこととした。**

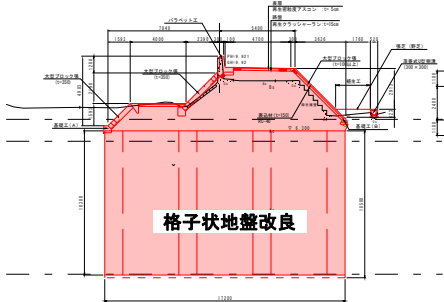
＜耐震対策の効果について＞

令和8年熊本地震

白川水系における耐震対策について(連台寺地区)



蓮台寺地区工事状況横断面図



H28被災状況写真



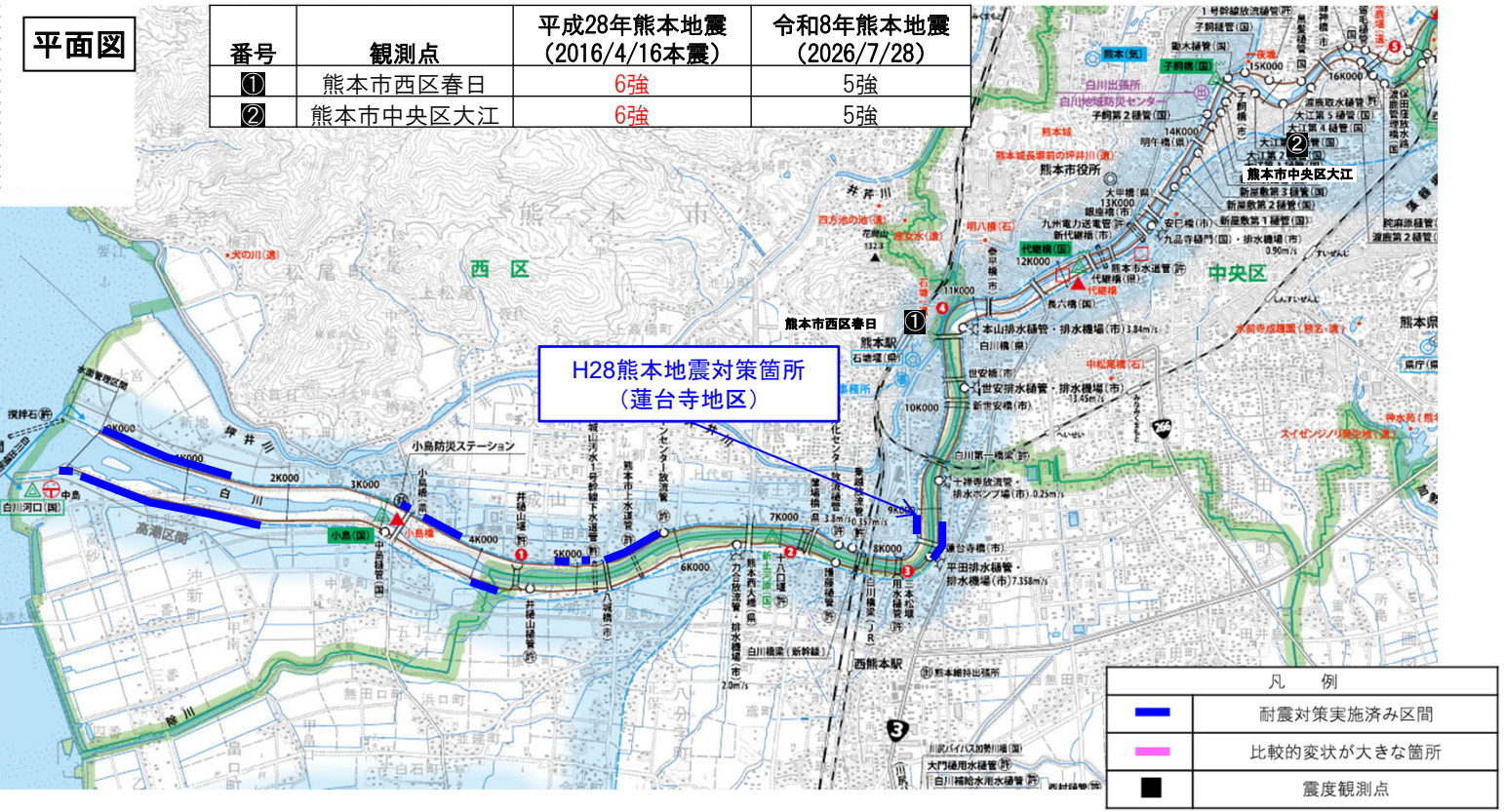
H28工事状況写真



H28復旧完了写真

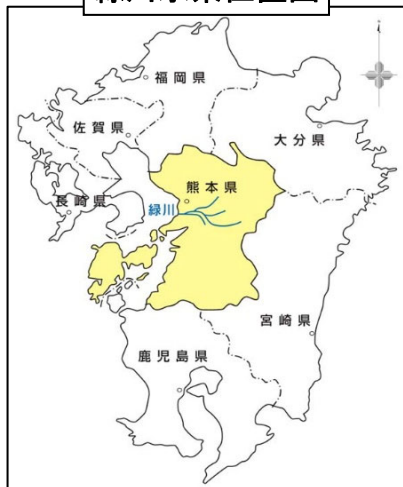


今回 変状なし

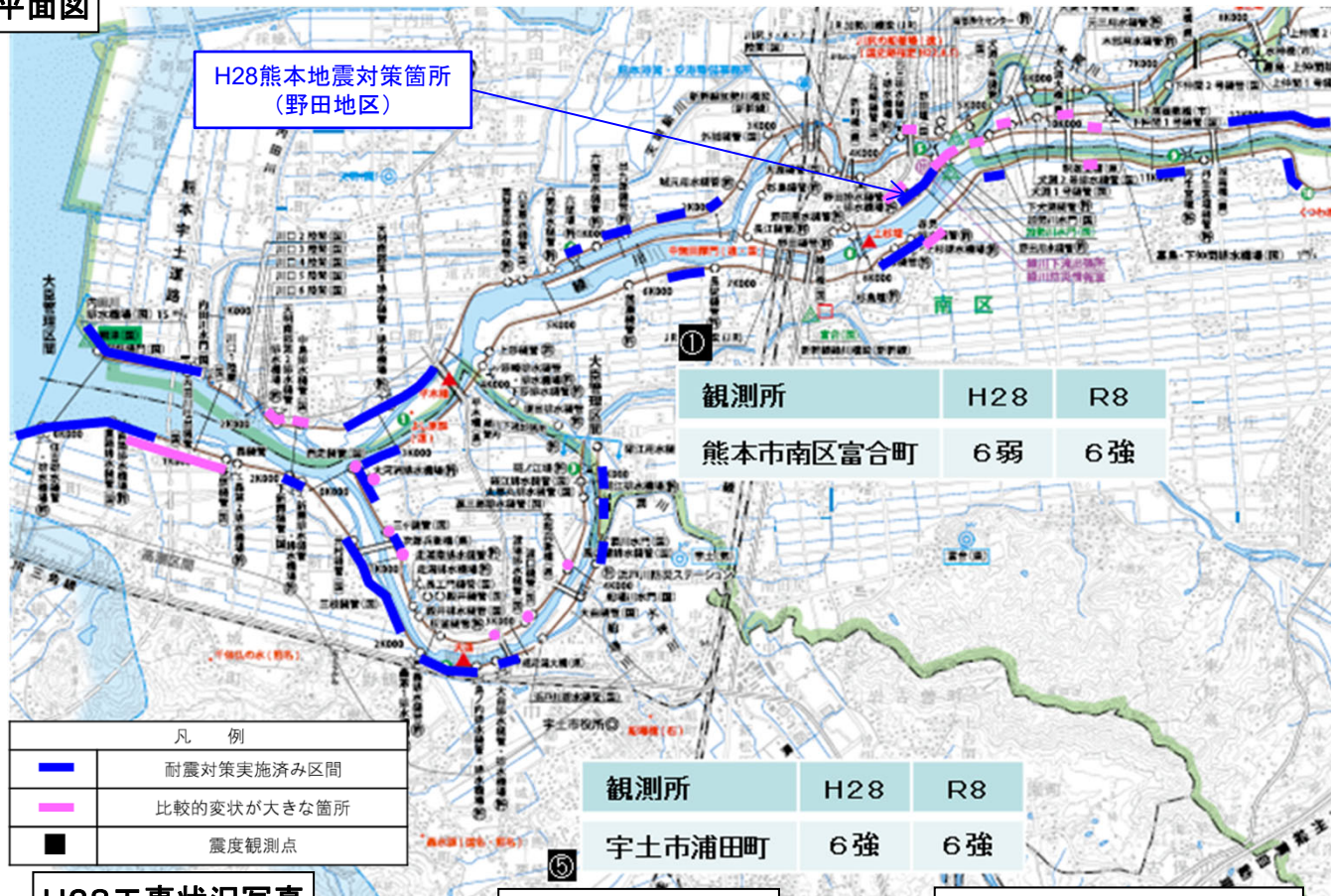


緑川水系における耐震対策について

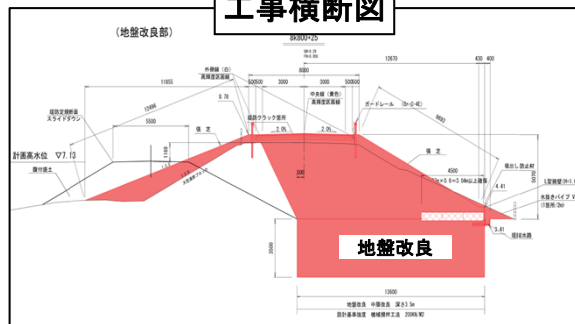
緑川水系位置図



平面図



工事横断面図



H28被災状況写真



H28工事状況写真



H28復旧完了写真

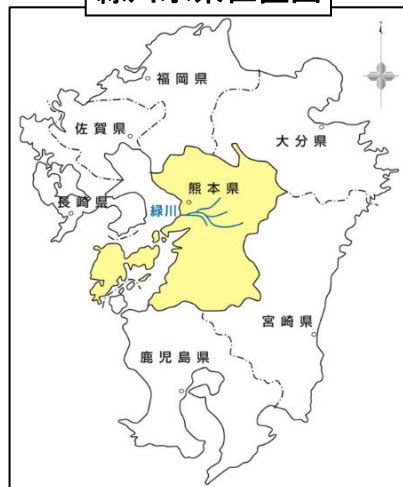


今回 舗装／クラック発生

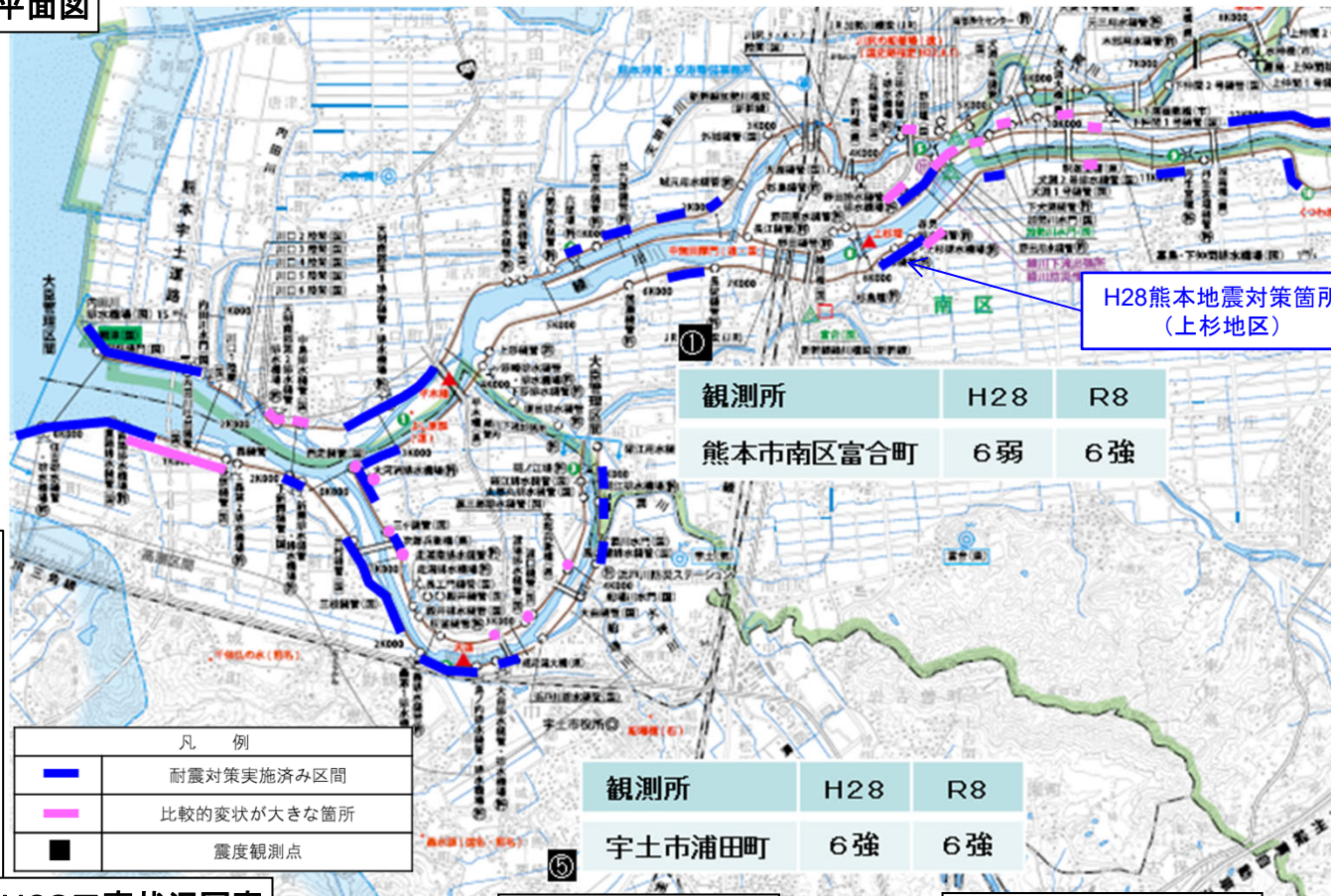


緑川水系における耐震対策について

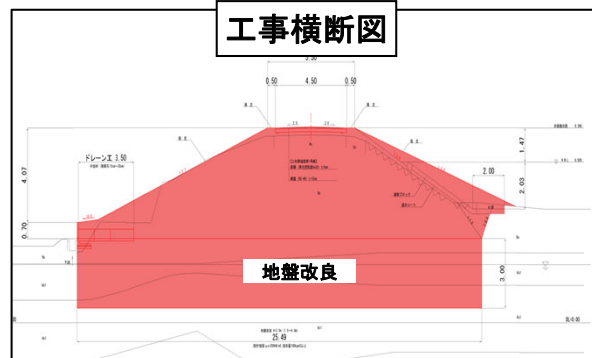
緑川水系位置図



平面図



工事横断面図



H28被災状況写真



H28工事状況写真



H28復旧完了写真



今回 舗装／変状なし



令和8年熊本地震後状況