# 5. 河川管理施設

#### 5.1 概要

平成28年4月14日から発生した一連の地震を受け、国管理河川における河川管理施設の調査を国土交通省九州地方整備局が実施した結果、白川水系で44箇所、緑川水系で127箇所、菊池川水系で1箇所の合計172箇所で、堤体の沈下や天端のクラックなどの変状が確認された(平成28年5月2日時点)<sup>1)</sup>。

表-5.1及び表-5.2は、それぞれ白川水系及び緑川水系において、主に堤防で確認された変状について、確認された位置および状況を示す。図-5.1は、それらの位置を地図上に示す。表-5.3は、変状が確認された樋門・樋管について、確認された位置、施設名、構造(断面寸法、門扉の数、管路の延長、遮水矢板・基礎杭の有無)及び状況を示す。図-5.2は、それらの位置を地図上に示す<sup>2)</sup>。

白川水系及び緑川水系において、堤体のクラックが122箇所、堤体の沈下が19箇所、護 岸等の変状が21箇所、パラペット等の特殊堤の変状が8箇所で確認された(堤防の沈下は 緑川水系のみ、特殊堤の変状は白川水系のみで確認)。そのうち、緑川水系における堤防 の変状の規模が比較的大きく、表-5.2の着色された11箇所については緊急的な復旧工事が 実施された。また、樋門・樋管においては、変状が確認された36箇所のうち30箇所で堤防 天端クラックが確認され、5cm以上の段差(抜け上がり)が9箇所で確認された。噴砂につ いては、緑川左岸4.205kの上莎樋管の1箇所でのみ確認された。また、加勢川左岸8.3kの 上仲間2号樋管他3箇所(緑川2箇所、御船川1箇所)では門柱にクラックが発生した。

以下、5.2節では堤防、5.3節では樋門・樋管、5.4節では特殊堤、5.5節では河道に関する調査結果、5.6節では水門等で観測された強震記録について報告する。

表-5.1 白川水系において確認された河川管理施設(樋門・樋管を除く)の変状<sup>2)から作成</sup>

NI.	水系	क्ष्म ।।।		地点	変状状況
No.	水糸	河川	左右岸	距離表	状態
1	白川	白川	右岸	0k020	堤防本体以外の変状(パラペット)
2	白川	白川	左岸	0k300~0/800	堤防天端の横断クラック 堤防本体以外の変状(護岸沈下)
3	白川	白川	左岸	1k000~2k000	堤防本体以外の変状(張りブロック)
4	白川	白川	左岸	2k140	堤防本体以外の変状(管理用通路路肩)
5	白川	白川	左岸	3k200	堤防本体以外の変状(張りブロック)
6	白川	白川	左岸	4k500	堤防天端のクラック
7	白川	白川	左岸	5k300	堤防天端の段差
8	白川	白川	左岸	7k200	堤防天端のクラック 張りブロック沈下
9	白川	白川	左岸	7k300	堤防本体以外の変状(護岸)
10	白川	白川	左岸	8k400~8k800	堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(パラペット)
11	白川	白川	左岸	8k700	高水敷のクラック
12	白川	白川	左岸	8k800~9k800	堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(パラペット)
13	白川	白川	左岸	10k550~10k650	堤防天端のクラック
14	白川	白川	左岸	11k000	堤防本体以外の変状(高水敷)
15	白川	白川	左岸	11k200	堤防本体以外の変状(パラペット)
16	白川	白川	左岸	11k500~12k200	堤防本体以外の変状(パラペット)
17	白川	白川	左岸	12k800	堤防天端の縦断クラック
18	白川	白川	左岸	13k000	堤防本体以外の変状(護岸・階段工)
19	白川	白川	左岸	13k200	堤防本体以外の変状(護岸)
20	白川	白川	左岸	14k300	堤防天端のクラック
21	白川	白川	左岸	14k400	堤防本体以外の変状(高水敷)
22	白川	白川	左岸	14k800~15k800	堤防天端の横断クラック 堤防本体以外の変状(護岸・パラペット)

			地点 地点		変状状況
No.	水系	河川	左右岸	距離表	状態
23	白川	白川	左岸	16k600~17k300	堤防本体以外の変状(パラペット)
24	白川	白川	右岸	0k050~0k330	堤防本体(特殊堤)
25	白川	白川	右岸	0k400	堤防本体以外の変状(護岸)
26	白川	白川	右岸	0k900~1k100	堤防天端の横断クラック 堤防本体以外の変状(護岸)
27	白川	白川	右岸	2k600~2k700	堤防天端の横断クラック
28	白川	白川	右岸	3k000	堤防天端の縦断クラック
29	白川	白川	右岸	3k000~3k200	堤防天端の横断クラック
30	白川	白川	右岸	5k300	堤防本体以外の変状(天端ずれ)
31	白川	白川	右岸	7k130~7k200	堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(張りブロック)
32	白川	白川	右岸	7k400	堤防天端のクラック
33	白川	白川	右岸	8k600~8k900	堤防本体以外の変状(パラペット)
34	白川	白川	右岸	8k600	堤防本体以外の変状(高水敷)
35	白川	白川	右岸	8k700	堤防本体以外の変状(護岸)
36	白川	白川	右岸	9k200~10k000	堤防天端の縦断クラック
37	白川	白川	右岸	10k800	堤防本体以外の変状(天端ずれ)
38	白川	白	右岸	11k400~13k000	堤防本体以外の変状(パラペット)
39	白川	白川	右岸	12k600	堤体のすべり崩壊
40	白川	白川	右岸	14k250	堤防天端のクラック
41	白川	白川	右岸	14k400~14k700	堤防本体以外の変状(パラペット)
42	白川	白川	右岸	15k200~17k400	堤防天端のクラック パラペット舗装のクラック
43	白川	白川	右岸	16k400	堤防天端の横断クラック
44	白川	白川	右岸	17k200	堤防本体以外の変状(護岸)

表-5.2 緑川水系において確認された河川管理施設(樋門・樋管を除く)の変状<sup>2)から作成</sup>

No.	水系	河川		地点	変状状況
1	緑川	緑川	左右岸	距離表 0k~0k200	状態
					堤防の沈下(段差)
2	緑川	緑川	左岸	0k750	堤体沈下
3	緑川	緑川	左岸	2k600~2k800	堤防天端の縦断クラック
4	緑川	緑川	左岸	3k800~4k300	堤防天端のクラック
5	緑川	緑川	左岸	4k800	堤防天端のクラック
6	緑川	緑川	左岸	5k400~6k000	堤防天端のクラック
7	緑川	緑川	左岸	6k200~6k405	堤体の沈下(段差)
8	緑川	緑川	左岸	8k000~8k250	堤防天端のクラック
9	緑川	緑川	左岸	8k250~8k610	堤体の沈下(段差)
10	緑川	緑川	左岸	8k600~8k810	堤体の沈下(段差)
11	緑川	緑川	左岸	9k000~9k200	堤防天端の縦断クラック
12	緑川	緑川	左岸	9k300~9k420	堤体の沈下(段差)
13	緑川	緑川	左岸	9k900~10k000	堤体の陥没
14	緑川	緑川	左岸	10k200~10k320	堤防天端の縦断クラック 堤防本体以外の変状(護岸落下)
15	緑川	緑川	左岸	10k250	坂路下地割れ
16	緑川	緑川	左岸	10k250	堤防天端の縦断クラック
17	緑川	緑川	左岸	10k500	堤防天端のクラック
18	緑川	緑川	左岸	10k550~10k650	堤防天端の沈下
19	緑川	緑川	左岸	10k600	堤防天端の縦断クラック
20	緑川	緑川	左岸	10k800~11k000	堤防天端の横断クラック
21	緑川	緑川	左岸	11k050~11k700	堤防天端のクラック・沈下
22	緑川	緑川	左岸	12k233~12k300	堤防天端の縦断クラック
23	緑川	緑川	左岸	12k340~13k000	堤防天端の縦断クラック
24	緑川	緑川	左岸	13k000~13k920	堤防天端のクラック
25	緑川	緑川	左岸	15k000~15k950	堤防天端の縦断クラック
26	緑川	緑川	左岸	16k250~17k175	堤防天端の縦断クラック
27	緑川	緑川	左岸	17k400~17k600	堤防天端の縦断クラック
28	緑川	緑川	左岸	17k860~18k110	堤防天端の縦断クラック
29	緑川	緑川	左岸	18k130~18k156	堤防天端の縦断クラック
30	緑川	緑川	左岸	18k403~18k645	堤防天端の縦断クラック
31	緑川	緑川	左岸	18k960~20k140	堤防天端のクラック
32	緑川	緑川	左岸	20k340~20k740	堤防天端の縦断クラック
33	緑川	緑川	左岸	20k652~20k765	堤体のすべり崩壊
34	緑川	緑川	左岸	21k440~21k950	堤防天端の縦断クラック
35	緑川	緑川	左岸	22k000	堤体の沈下(段差)
36	緑川	緑川	右岸	22k000~22k400	堤防天端の縦断クラック
37	緑川	緑川	右岸	3k800~3k850	堤防天端のクラック
38	緑川	緑川	右岸	5k250	堤防天端の沈下
39	緑川	緑川	右岸	6k600	堤防天端の横断クラック 堤防天端のクラック
40	緑川	緑川	右岸	7k500~7k800	堤防太端のグラック 堤防本体以外の変状(護岸)
41	緑川	緑川	右岸	8k400~8k710	堤防天端の縦断クラック
42	緑川	緑川	右岸	8k775~9k012	堤防天端の横断クラック
43	緑川	緑川	右岸	9k100~9k250	堤防天端の縦断クラック
44	緑川	緑川	右岸	9k400	堤防天端の横断クラック
45	緑川	緑川	右岸	9k600~9k700	堤防天端のクラック
46	緑川	緑川	右岸	9k800~10k200	堤防天端のクラック
47	緑川	緑川	右岸	10k250~10k330 10k400~10k500	堤防天端の横断クラック 堤防天端の縦断クラック
48	緑川	緑川	右岸	10k400~10k500	堤防天端の縦断クラック
50	緑川	緑川	右岸	10k800	堤防天端のクラック
51	緑川	緑川	右岸	11k000~11k270	堤防天端のクラック
52	緑川	緑川	右岸	11k400	堤防天端の縦断クラック
53	緑川	緑川	右岸	11k600	堤防天端の横断クラック
54	緑川	緑川	右岸	11k600~11k650	堤体の沈下(段差)
55	緑川	緑川	右岸	11k920~12k360	堤防天端のクラック
56	緑川	緑川	右岸	12k400	堤防天端の横断クラック
57	緑川	緑川	右岸	12k600	堤防天端の横断クラック
58	緑川	緑川	右岸	13k000~13k550	堤防天端の横断クラック
59	緑川	緑川	右岸	13k600~14k100	堤防天端の横断クラック
60	緑川	緑川	右岸	15k600~15k800	堤防天端のクラック 法肩の沈下
61	緑川	緑川	右岸	18k200~18k400	堤防天端のクラック
62	緑川	緑川	右岸	18k600	堤防天端の横断クラック
63	緑川	緑川	右岸	19k200~19k400	堤防天端の縦断クラック
64	緑川	緑川	右岸	19k800~20k400	堤防天端の横断クラック
65 66	緑川	緑川	右岸	21k600~22k600	堤防天端の横断クラック
	緑川	緑川	右岸	23k000	堤防天端の縦断クラック
67	緑川	緑川	右岸	27k100~29k000	堤防天端のクラック

	1			地点	変状状況
No.	水系	河川	左右岸	距離表	状態
68	緑川	加勢川	左岸	2k200~2k400	堤防天端の横断クラック
69	緑川	加勢川	左岸	3k800(新町橋)	堤防天端の横断クラック
70	緑川	加勢川	左岸	3k828(大渡樋管)	堤防本体以外の変状(側溝)
71	緑川	加勢川	左岸	4k400~5k000	堤防天端の横断クラック 堤防本体以外の変状(護岸)
72	緑川	加勢川	左岸	5k400~5k600	堤防天端のクラック
73	緑川	加勢川	左岸	5k700(新川橋)	堤防天端の横断クラック
74	緑川	加勢川	左岸	5k755	堤防天端の横断クラック
75	緑川	加勢川	左岸	5k787	堤防天端の横断クラック
76	緑川	加勢川	左岸	5k800~6k000	堤防天端のクラック
					堤防天端のクラック
77	緑川	加勢川	左岸	6k200~6k400	堤体の沈下(隙間)
78	緑川	加勢川	左岸	6k400	堤防天端の縦断クラック
79	緑川	加勢川	左岸	6k800~7k000	堤防本体以外の変状(護岸)
80	緑川	加勢川	左岸	7k400	堤体の沈下(隙間)
81	緑川	加勢川	左岸	7k400~7k600	堤防天端の横断クラック
82	緑川	加勢川	左岸	7k600~7k800	堤防天端の横断クラック
83	緑川	加勢川	左岸	7k800~8k000	堤防天端のクラック
84	緑川	加勢川	左岸	8k100~8k600	堤防天端のクラック
85	緑川	加勢川	左岸	8k800~9k600	堤防天端の横断クラック
86	緑川	加勢川	左岸	9k500	堤防天端の横断クラック
87	緑川	加勢川	左岸	9k800	堤体の沈下(隙間)
88	緑川	加勢川	左岸	10k150~10k400	堤防天端の横断クラック
89	緑川	加勢川	左岸	10k533~10k800	堤防天端の横断クラック
					堤防天端の縦断クラック
90	緑川	加勢川	左岸	10k800	堤防天端の横断クラック
91	緑川	加勢川	左岸	10k900	堤防天端の縦断クラック
92	緑川	加勢川	左岸	11k000~11k200	堤体の沈下(段差)
93	緑川	加勢川	左岸	11k200~11k400	堤防天端の縦断クラック
94	緑川	加勢川	左岸	11k500	堤体の沈下(段差)
95	緑川	加勢川	右岸	0k450~0k860	堤防天端の横断クラック
96	緑川	加勢川	右岸	1k800	堤防天端の横断クラック
97	緑川	加勢川	右岸	2k500	堤防天端の縦断クラック
98	緑川	加勢川	右岸	4k000~5k800	堤防天端のクラック
99	緑川	加勢川	右岸	5k600	堤防天端の縦断クラック
100	緑川	加勢川	右岸	6k000~9k775	堤防天端のクラック
101	緑川	加勢川	右岸	9k775~9k885	堤防天端のクラック
102	緑川	加勢川	右岸	10k150~11k600	堤防天端のクラック
103	緑川	浜戸川	左岸	1k450	堤防天端のクラック
104	緑川	浜戸川	左岸	4k000~4k200	堤防天端のクラック
105	緑川	浜戸川	右岸	2k200~2k800	堤防天端のクラック
106	緑川	浜戸川	右岸	2k800	堤防天端のクラック
107	緑川	浜戸川	右岸	3k000~3k200	堤防天端の横断クラック
108	緑川	浜戸川	右岸	3k700	橋台背面付近に開き
109	緑川	浜戸川	右岸	3k600~4k000	堤防天端の横断クラック
110	緑川	浜戸川	右岸	4k800~5k200	堤防天端の横断クラック
111	緑川	御船川	左岸	0k000~0k650	堤防天端のクラック
112	緑川	御船川御船川	左岸	2k000 2k100~2k800	堤体の沈下(段差) 堤防天端の横断クラック
112	1035.711	<b>中中月日 ハ</b>	4.开		
113		御紗川	左岸		提防天端の揺断クラック
114	緑川	御船川御船川	左岸	2k900 3k000~4k150	堤防天端の横断クラック 堤防天端のクラック
114 115	緑川	御船川	左岸	3k000~4k150	堤防天端のクラック
114 115 116	緑川緑川		左岸 左岸		
114 115	緑川	御船川御船川	左岸	3k000~4k150 5k200	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック
114 115 116 117	緑川緑川緑川緑川	御船川御船川	左岸 左岸 左岸	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(護岸)
114 115 116 117 118 119	緑川 緑川 緑川 緑川	御船川御船川御船川御船川御船川	左岸左岸右岸右岸	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の緩断クラック 堤防天端ののクラック
114 115 116 117 118 119	線川 線川 線川 線川 線川 線川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左左右右右右右	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450 0k600~2k000	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防天端の縦断クラック 堤防法体以外の変状(護岸)
114 115 116 117 118 119	緑川 緑川 緑川 緑川	御船川御船川御船川御船川御船川	左岸左岸右岸右岸	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の緩断クラック 堤防天端ののクラック
114 115 116 117 118 119	線川 線川 線川 線川 線川 線川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左左右右右右右	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450 0k600~2k000	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防木体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防法面のクラック 堤防木体以外の変状(護岸) 堤防天端のクラック
114 115 116 117 118 119 120	線川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450 0k600~2k000 2k000~3k000	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防木体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防法面のクラック 堤防法面のクラック 堤防体体以外の変状(護岸) 堤防本体以外の変状(護岸)
114 115 116 117 118 119 120 121	線川 線川 線川 線川 線川 線川 線川 線川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左左右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右	3k000~4k150 5k200 5k400~5k420 0k200 0k320~0k450 0k600~2k000 2k000~3k000 3k000	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防本体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防天端のが大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が大側が
114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125	線川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左左右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右	3k000 ~4k150 5k200 5k400 ~5k420 0k200 0k320 ~0k450 0k600 ~2k000 2k000 ~3k000 3k000 3k800 ~4k200 3k800 ~4k200	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防木体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防法端ののラック 堤防大場のを状(護岸) 堤防大場のクラック 堤防木場のクラック 堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防大路のちゃり
114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124	線川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川 緑川	御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川 御船川	左左右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右右	3k000 ~4k150 5k200 5k400 ~5k420 0k200 0k320 ~0k450 0k600 ~2k000 2k000 ~3k000 3k000 3k800 ~4k200 3k800	堤防天端のクラック 堤防天端のクラック 堤防木体以外の変状(護岸) 堤体の沈下(段差) 堤防天端の縦断クラック 堤防法画のクラック 堤防法画のクラック 堤防木は以外の変状(護岸) 堤防末端のクラック 堤防末端のクラック 堤防天端のクラック 堤防天端のクラック

※色塗り部は緊急復旧工事箇所を示す。

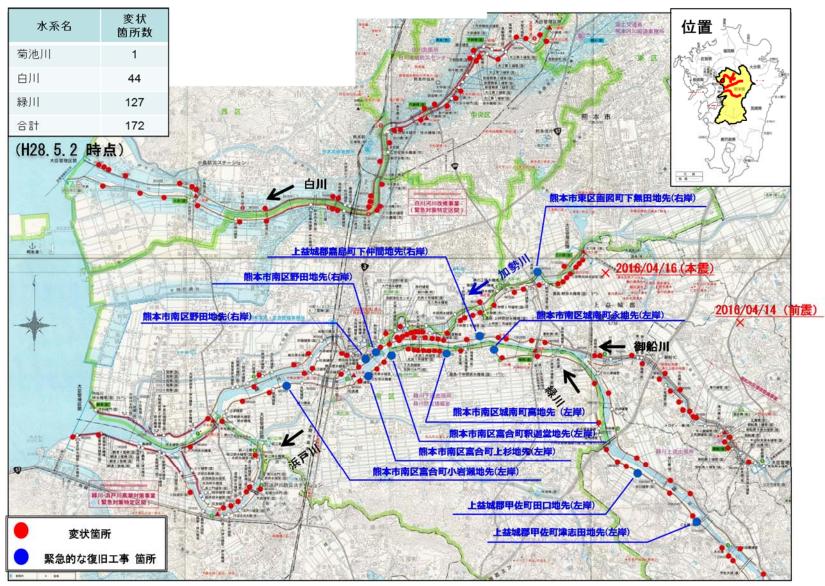


図-5.1 確認された変状の位置図1)に加筆

表-5.3 変状の確認された樋門・樋管<sup>2)から作成</sup>

											変状状況	
河川名	河	]川位置	施設名	断面 (B * H,m)	連数	延長 (m)	遮水矢板 の有無	基礎	段差 (5cm以上の 抜け上がり)	堤防天端 クラック	噴砂	その他の主な変状
白川	左岸	4k475	井樋山用水樋管	2.20*1.70	3	29.3	水平× 鉛直〇	杭	0	0	なし	胸壁部段差
白川	左岸	8k400+145	平田排水樋管	3.00*3.00	1	15	水平× 鉛直〇	杭	0	0	なし	-
白川	左岸	10k610	本山排水樋管(排水機場)	φ 2.00	1	24.35	水平× 鉛直〇	杭	なし	0	なし	パラペットクラック
白川	左岸	14k290	大江第2樋管	φ0.90	1	6.95	水平× 鉛直×	杭	なし	なし	なし	翼壁クラック
白川	左岸	14k870	大江第3樋管	1.10*0.90	1	6.5	水平× 鉛直×	1	なし	0	なし	-
白川	左岸	15k090	大江第4樋管	φ 0.50	1				なし	0	なし	-
白川	左岸	17k100	渡鹿樋管	1.00*1.25	1				なし	0	なし	-
白川	右岸	7k405	下水処理場樋管	φ1.00	1	96.8	水平× 鉛直〇	杭	0	0	なし	-
白川	右岸	7k625	中部浄化センター放流樋管	2.00*2.00	1				なし	0	なし	-
白川	右岸	16k200	宇留毛樋管						なし	0	なし	パラペットクラック 堤内地のクラック
緑川	左岸	0k000-230	住吉排水樋管	1.75*1.50 ( \$\phi\$ 1.5)	1	28.35	水平× 鉛直〇	杭	0	0	なし	目地開き
緑川	左岸	0k200-15	直築樋管	3.00*3.00 2.50*2.25	2 2				なし	0	なし	-
緑川	左岸	4k085	莎﨑排水樋管(排水機場)	2.00*2.00	1	50.35	水平× 鉛直×	杭	0	0	なし	-
緑川	左岸	4k205	上莎樋管	1.80*1.80	1	18.4	水平× 鉛直×	-	なし	なし	(堤内側) 〇	-
緑川	左岸	8k470	上杉樋管	1.70*1.70	4			杭	なし	0	なし	門柱クラック 翼壁クラック
緑川	左岸	8k620	赤見排水樋管	2.50*2.00	2			杭	0	なし	なし	門柱クラック
緑川	右岸	0k800	内田川排水機場吐出樋管	2.75*2.75	1			杭	なし	なし	なし	連接ブロックの段差
加勢川	左岸	2k395	杉島排水樋管	1.75*1.75	1	28.5	水平〇 鉛直〇	杭	なし	0	なし	-
加勢川	左岸	3k800+20	大渡樋管	1.25*1.00	1	22	水平× 鉛直〇	杭	なし	0	なし	-
加勢川	左岸	5k675+1.5	犬渕1号樋管	1.50*1.50	1	14.1	水平〇 鉛直〇	杭	なし	0	なし	-
加勢川	左岸	5k849	犬渕2号樋管	1.50*1.50	1	17.5	水平× 鉛直×	杭	なし	0	なし	-
加勢川	左岸	8k000	上仲間1号樋管	2.75*2.75	1				なし	0	なし	-
加勢川	左岸	8k300	上仲間2号樋管	1.00*1.00	1	62.205	水平〇 鉛直×	-	なし	なし	なし	門柱クラック
加勢川	左岸	9k500	古川排水樋管	2.50*2.25	2	14.6	水平× 鉛直×	杭	0	0	なし	法面のはらみ 翼壁移動
加勢川	左岸	10k165	鯰排水樋管	2.50*2.25	2	15.45	水平× 鉛直〇	杭	なし	0	なし	法面のはらみ 翼壁移動
加勢川	左岸	10k800	三郎無田排水樋管	4.40*2.70	3	23	水平× 鉛直〇	杭	0	0	なし	法面のはらみ 翼壁移動
加勢川	右岸	0k360	六間堰用水樋管	3.00*2.75	1			杭	なし	なし	なし	表法護岸に段差
加勢川	右岸	1k770	出九郎樋管	1.5*1.75	1	24.9	水平〇 鉛直〇	杭	なし	0	なし	-
御船川	左岸	2k575	小坂樋管	1.75*1.50	1				0	0	なし	翼壁移動
御船川	右岸	0k625	川田用水樋管	2.00*2.00	1				なし	0	なし	-
御船川	右岸	1k678	八竜樋管	1.00*2.27	2			杭	なし	0	なし	門柱クラック
御船川	右岸	5k150	御船第四排水樋管	1.60*1.60	1				なし	0	なし	操作台と堤防の開き
浜戸川	左岸	4k150	馬の瀬樋管	1.50*1.25	1				なし	0	なし	-
浜戸川	右岸	3k100	渡場排水樋管	1.75*1.50	1				なし	0	なし	-
浜戸川	右岸	3k940	源三郎排水樋管	1.75*2.00	1				なし	0	なし	-
浜戸川	右岸	4k780	太郎丸排水樋管	2.075*1.90	1				なし	0	なし	-

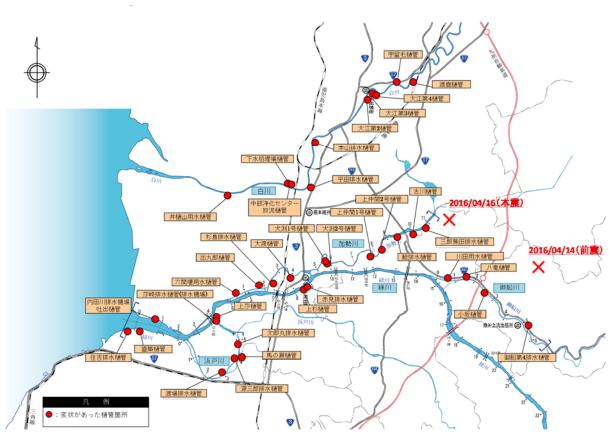


図-5.2 変状の確認された樋門・樋管の位置図<sup>2)に加筆</sup>

## 5.2 堤防

本節には、国土技術政策総合研究所および土木研究所が実施した現地踏査および資料調査の結果とともに、九州地方整備局熊本河川国道事務所に提供いただいた測量およびボーリング調査の結果<sup>3)</sup>を示している。

#### 5.2.1 緑川水系緑川

#### (1) 緑川左岸6k200~6k405 (熊本県熊本市南区富合町小岩瀬)

図-5.3に当地区の平面図を示す。写真-5.1に示すように当地区では約150mにわたって天端に段差を伴う縦断亀裂(幅30~50cm程度)が発生した。また、天端両のり肩にも写真-5.2に示すような縦断亀裂が生じるとともに、両のり尻付近にはらみ出しが発生した。緊急復旧工事着工前の測量より、天端は表のり肩において90cm程度の沈下が確認されている。

なお、図-5.4の治水地形分類図によると、当地区は氾濫平野に分類されている。また、図-5.5、図-5.6の想定地質断面図より堤体は砂質土を主体としている。基礎地盤は川裏側から天端にかけて上位に砂分をやや多めに含む粘性土層(Acs層)が1~2m堆積し、その下位に粘性土層(Ac層)が堆積する。Acs層は細粒分が多く、塑性指数*IP*も大きい。

当地区の堤防の本復旧にあたっては、堤体の全面切返し、Bs層下部およびAcs層の地盤 改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



図-5.3 被災区間の平面図(九州地方整備局提供資料)3)



写真-5.1 天端の縦断亀裂 (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



写真-5.2 川表のり肩の縦断亀裂 (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



凡例						
大分類	中分類	小分類	小分類 細分類			
山地						
段台		段丘面				
丘地		浅い谷				
	山麓堆積地	池形				
低	氾濫平野					
地	扇状地,	微高地(自	然堤防)			
ᄪ	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)			
			旧河道(不明瞭)			
変人		干拓地		== :		
地工		盛土地·埋	立地			
形改		連続盛土		—		
地で		現河道·水	面			
形が		地盤高線	主曲線	_		
等の			補助曲線			

図-5.4 被災区間周辺の治水地形分類図4)に加筆

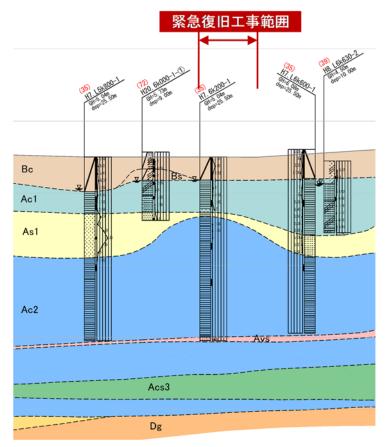


図-5.5 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

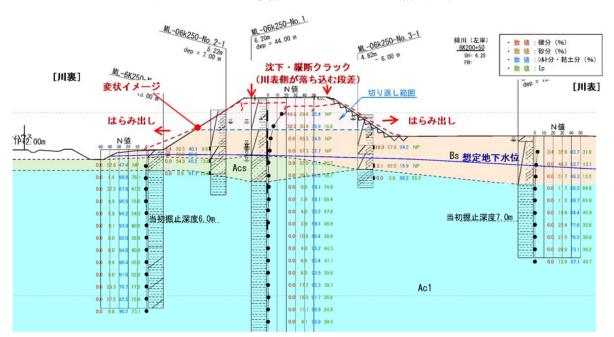


図-5.6 想定地質横断図(6k250、九州地方整備局提供)3)

## (2) 緑川左岸8k250~8k610 (熊本県熊本市南区富合町上杉)

本区間は、延長約400mにわたって沈下、縦断亀裂、はらみ出しが発生した。図-5.7の平面図に示すように、被災区間の中でも場所によって被害状況は異なり、8k400付近(写真-5.3)、および8k400+150付近(写真-5.4)に比較的大きな変形が生じていた。8k400付近裏の

り尻のドレーン工設置個所においては、写真-5.5に示すようにドレーン工の下部の地盤が盛り上がり、目測で2m程度水平に変位していた。それに伴い、8k400+25付近のドレーン工設置区間の端部の民家では、写真-5.6に示すように水道管が座屈し、地表に露出していた。8k400+150付近おいては、天端部が沈下して、裏のり肩に亀裂が入り、坂路と1m程度の段差が生じていた。

8k200+125付近については、**写真-5.7**に示すように裏のり尻に設置されていた擁壁が前傾しており、はらみ出しが確認された。

8k600から約60m上流の地点においては、**写真-5.8、写真-5.9**に示すように、川表のり 尻に亀裂、川裏のり尻には噴砂が生じており、この地点より上流側の天端は川表側に傾斜 して沈下していた。

図-5.8に示す治水地形分類図4)によれば、被災区間は旧河道ないしは氾濫平野に該当し、その前後が自然堤防に挟まれていることが分かる。

大きな変形が生じた8k400地点の想定地質横断図(図-5.9)を見ると、堤体直下に比較的緩い砂質土層が存在し、裏のり尻付近で層厚が厚くなっていることが分かる。

当地区の堤防の本復旧にあたっては、堤体の全面切返し、Bs層下部およびAs1層の地盤改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



図-5.7 被災区間の平面図(九州地方整備局提供)3)



**写真-5.3** 天端の状況 (8K400 付近) (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



**写真-5.4** 天端の状況(8k400+150付近) (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



写真-5.5 裏のり尻の状況 (8k400 付近を下流側から望む)



写真-5.6 裏のり尻の状況 (8k400+25付近の堤内地を天端から望む)



写真-5.7 裏のり尻の状況 (8k200+125付近を下流から望む)



写真-5.8 表のり尻の亀裂 (8k600から60m程度上流の区間)



写真-5.9 裏のり尻の噴砂痕 (8k600から60m程度上流の区間)



凡 例								
大分類	中分類	小分類	細分類	記号				
山地								
段台		段丘面						
丘地		浅い谷						
	山麓堆積地	形						
低	氾濫平野	2濫平野						
地	扇状地,	微高地(自	然堤防)					
15	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)					
			旧河道(不明瞭)					
変人		干拓地		= = :				
地工		盛土地·埋	立地					
形改		連続盛土		_				
地で		現河道・水	面					
形が出		地盤高線	主曲線					
等の			補助曲線					

※河川管理施設等は除く

図-5.8 被災区間周辺の治水地形分類図4)に加筆

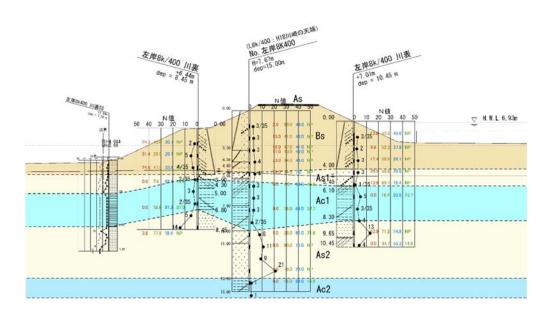


図-5.9 想定地質横断図(8k400、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>

# (3) 緑川右岸8k775~9k012 (熊本県熊本市南区野田)

図-5.10に当地区の平面図を示す。写真-5.10に示すように当地区では約200mにわたって 天端に20cm~30cmの段差を伴う縦断亀裂(幅30~50cm程度、深さ1.5m程度)が発生した。 また、写真-5.11に示すような裏のり尻付近のはらみ出しや写真-5.12に示すような噴砂痕、 堤内地では写真-5.13に示すようなマンホールの浮き上がりも発生した。緊急復旧工事着 工前の測量により天端は裏のり肩において70cm程度の沈下が確認されている。

なお、図-5.11の治水地形分類図によれば、当地区は氾濫平野に分類されている。また、図-5.12、図-5.13の想定地質断面図より堤体は砂質土を主体としているが、細粒分含有率 FC=13~75%とばらつきが大きい。基礎地盤は堤内地から天端にかけて上位に粘性土層 (Ac1層) が3~5m堆積し、その下位に砂質土層 (As1) が堆積している。

当地区の堤防の本復旧にあたっては、川裏側の堤体の部分切返し、Bs層下部の地盤改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



図-5.10 被災区間の平面図(8k400、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



写真-5.10 天端の縦断亀裂



写真-5.11 川裏側のはらみ出し (堤体土が近接する民家に接触している)



写真-5.12 噴砂痕



写真-5.13 マンホールの浮き上がり



図-5.11 被災区間周辺の治水地形分類図4)に加筆

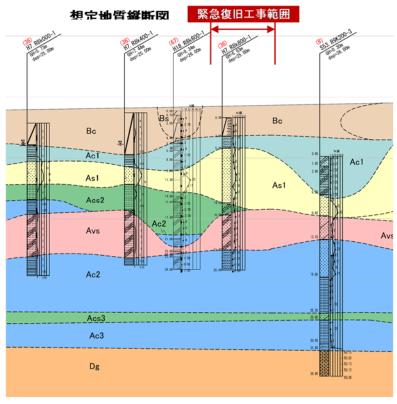


図-5.12 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

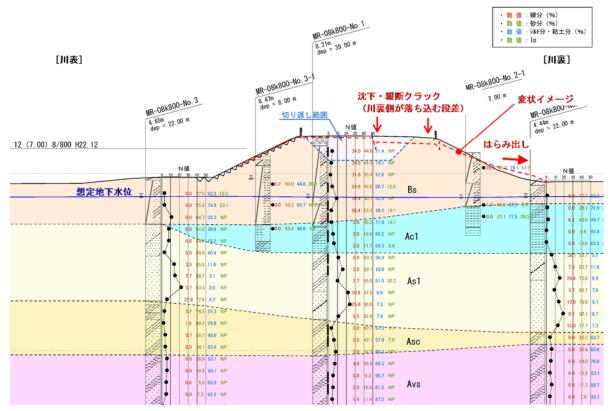


図-5.13 想定地質横断図(8k800、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>

#### (4) 緑川右岸9k100~9k250 (熊本県熊本市南区野田)

図-5.14に当地区の平面図を示す。写真-5.14に示すように当地区では約250mにわたって 天端に段差を伴う縦断亀裂(幅30cm程度、段差20cm程度)が発生した。また、水門より上 流の高水敷に写真-5.15に示すような噴砂の痕跡がみられた。緊急復旧工事着工前の測量 より天端は表のり肩において40cm程度の沈下が確認されている。

なお、図-5.15の治水地形分類図によると、当地区は氾濫平野に分類されている。また、図-5.16、図-5.17の想定地層断面図より、堤体は細粒分を多く含む砂質土から構成されている。基礎地盤は上位に粘性土層(Ac1層)が1~3m堆積し、その下位に砂質土層(As1層)が堆積する。堤体土は、細粒分が多いものの塑性指数IPが小さい個所が多い。

当地区の堤防の本復旧では、川表側の堤体の部分切返しがなされている。



図-5.14 被災区間の平面図(九州地方整備局提供)3)



写真-5.14 天端の縦断亀裂 (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



写真-5.15 川表の噴砂痕 (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



凡例							
大分類	中分類	小分類	細分類	記号			
山地		Č.	*				
段台		段丘面					
丘地		浅い谷					
	山麓堆積均	也形					
低	氾濫平野	2/					
地	扇状地,	微高地(自					
	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)				
			旧河道(不明瞭)				
変 人		干拓地		= = :			
地工		盛土地·埋	立地				
形改		連続盛土		<u> </u>			
地で		現河道•水	面				
形曲		地盤高線	主曲線				
等の			補助曲線				
※河川智	・ 管理施設等(	ま除く	1				

図-5.15 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆

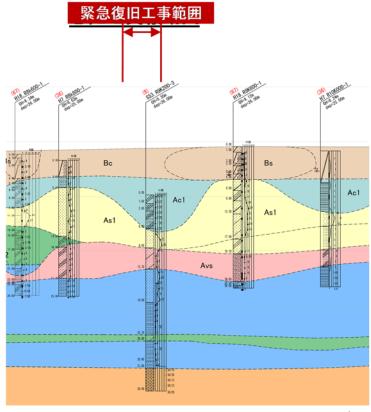


図-5.16 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

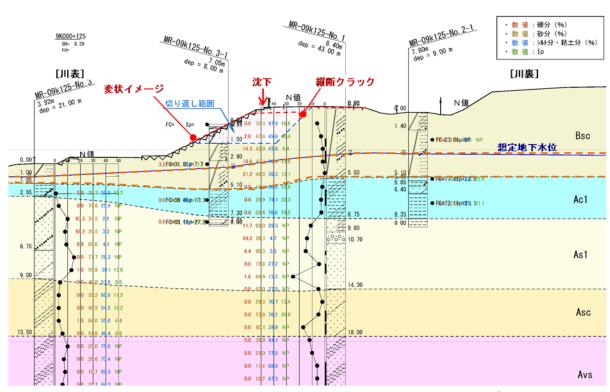


図-5.17 想定地質橫断図(9k125、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>

## (5) 緑川左岸9k300~9k420 (熊本県熊本市富合町釈迦堂)

本区間では、天端に70cm程度の沈下が生じた。写真-5.16に示すように、表のり肩に幅の広い縦断亀裂が生じるとともに、裏のり肩に縦断亀裂が生じ、天端が川裏側に向かって傾斜していた。裏のり尻では、土検棒が簡単に突き刺さる隙間(写真-5.17)が確認されており、堤体土がアスファルトに覆いかぶさるように変形したものと考えられる。また、写真-5.18に示すように、裏のり尻付近の舗装に変状が生じており、裏のり尻にはらみ出しが生じていることが分かる。写真-5.19に示すように、被災区間の下流側端部付近の高水敷には、規模の大きな噴砂が生じていた。被災状況の平面図を図-5.18に示す。

図-5.19に示す治水地形分類図によると、本区間は自然堤防の縁端部に位置している。地震後の地盤調査結果に基づく推定地質横断図を図-5.20に示す。沖積粘性土層(Ac1)の上位に分布するBs2層はN値1前後、細粒分含有率FC=13~41%程度であり、その下部1~2m程度が地下水位以深に位置している。

本区間の堤防の本復旧にあたっては、堤体の全面切返し、Bs2層下部の地盤改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



写真-5.16 天端の縦断亀裂



写真-5.17 裏のり尻に見られた隙間



写真-5.18 裏のり尻の舗装の変状



写真-5.19 高水敷の噴砂痕



図-5.18 平面図(9k125、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>

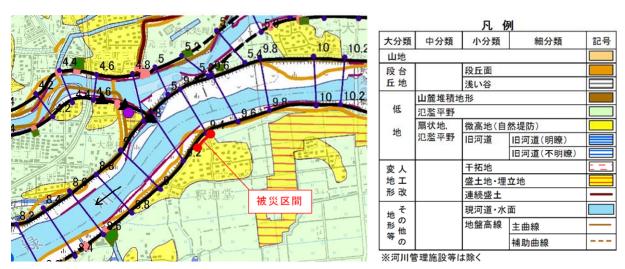


図-5.19 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆

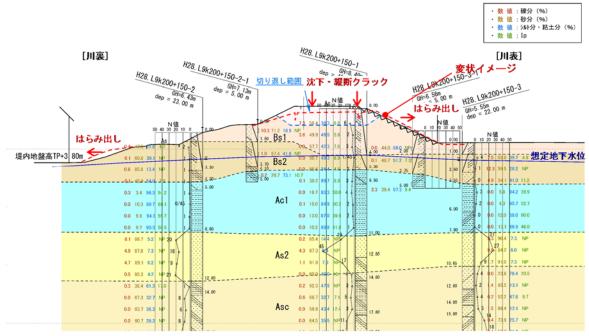


図-5.20 推定地質横断図 (9k200+150、九州地方整備局提供) 3)

#### (6) 緑川左岸10k800~11k000 (熊本県熊本市南区城南町高)

本区間では、両のり肩に縦断亀裂が生じ、のり肩に対して天端が陥没するような形態の変形が生じていた(写真-5.20)。裏のり尻では、堤体土が上方から覆いかぶさるように変形している個所や、被覆コンクリートが損傷している個所が認められ、はらみ出しが生じていることが分かる(写真-5.21、写真-5.22)。周辺に噴砂等の液状化の痕跡は見られなかった。被災状況の平面図を図-5.21に示す。

図-5.22に示す治水地形分類図によると、本区間は氾濫平野に区分されている。地震後の地盤調査結果に基づく推定地質横断図を図-5.23に示す。地層構成は前述の緑川左岸9k300~9k420と類似しており、沖積粘性土層(Ac1)の上位にはN値1~2、細粒分含有率FC=40%程度のBsc層があり、その下部1~2m程度が地下水位以深に位置している。

本区間の堤防の本復旧にあたっては、川裏側の堤体の部分切返し、Bsc層下部の地盤改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



写真-5.20 天端の状況



写真-5.21 裏のり尻の状況



写真-5.22 裏のり尻の状況



図-5.21 平面図 (九州地方整備局提供資料)3)

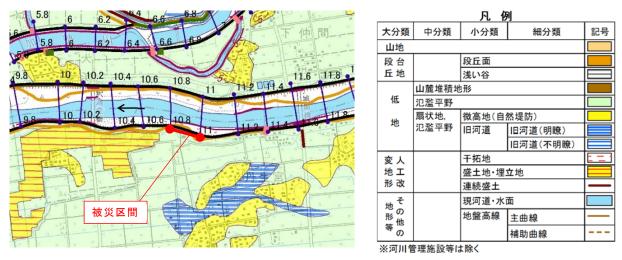


図-5.22 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆

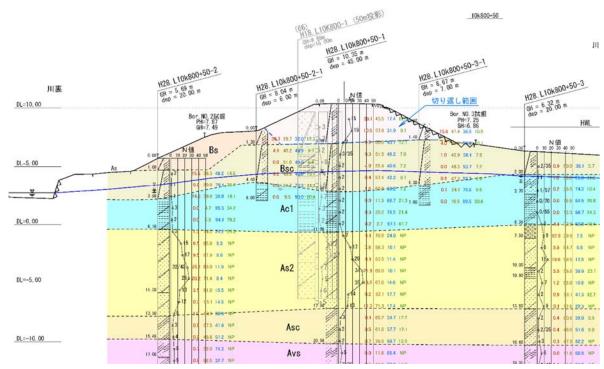


図-5.23 推定地質横断図(10k800+50、九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>

#### (7) 緑川右岸11k920~12k360 (熊本県嘉島町下仲間)

図-5.24に当地区の平面図を示す。当地区での被災区間は約500mにわたるが、下流側と上流側で堤防の被災形態が異なっていた。

下流側では、写真-5.23に示すように天端がセンターラインから表のり肩の間で陥没し、 横断方向の段差は最大で20cm程度であった。表のり尻付近には写真-5.24に示すような隆 起が生じていた。

中流部~上流部では、写真-5.25に示すように天端がセンターラインから裏のり肩の間で陥没し、横断方向の段差は最大で1m程度、亀裂深さは2m程度であった。また裏のり肩付近にも大きく開口した縦断亀裂が生じていた。写真-5.26に示すように裏のり尻付近に急勾配化した個所が見られ、土検棒を用いると、明らかなゆるみが確認された。このことは、堤体土など比較的浅部の剛性低下が被災要因であること、急勾配化した個所が崩土の末端部であることを示唆していると考えられる。写真-5.27の堤脚水路は、一見して変位が生じたようには見えなかったが、一部の個所で盛土側から大きな力を受けたことを示唆する痕跡が見られた。

図-5.25の治水地形分類図によると、当地区は氾濫平野に分類されている。図-5.26、図-5.27の想定地質断面図より、堤体の土質は全体的に礫と粘性土を多く含む砂質土であり、特に両のり尻の外側は細粒分を多く含むことが分かる。基礎地盤は上位に粘性土層(Ac1層)が3~7m堆積し、その下位に砂質土層(As2層)が堆積している。

当地区の堤防の本復旧にあたっては、堤体の全面切返し、Bs層下部の地盤改良、裏のり 尻へのドレーン工の設置がなされている。

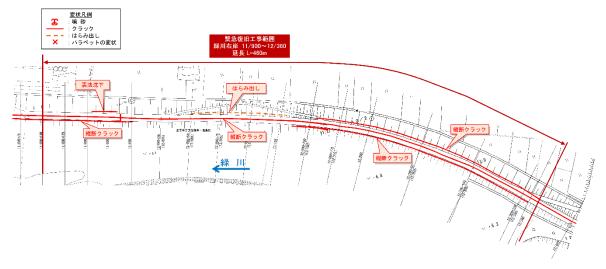


図-5.24 被災区間の平面図(九州地方整備局提供)3)



写真-5.23 下流部の天端表側のり肩の沈下



写真-5.24 表のり尻付近の隆起 (盛土側の表土が河道側の表土の下に もぐりこむように変形している)



写真-5.25 中上流部の天端裏側の陥没



写真-5.26 裏のり尻付近の急勾配



写真-5.27 堤脚水路の変形



図-5.25 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆

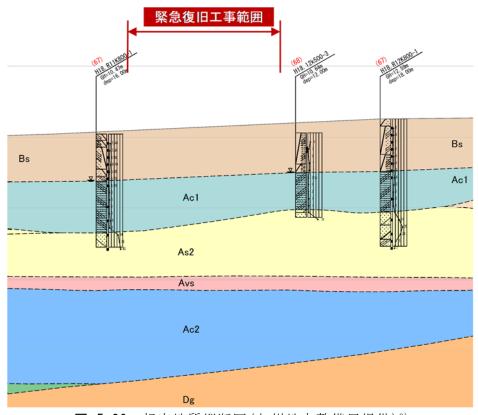


図-5.26 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

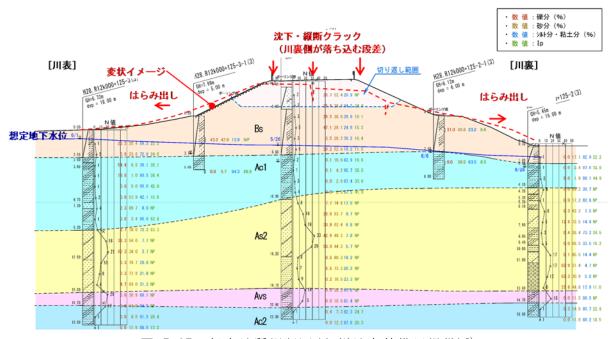


図-5.27 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

#### (8) 緑川左岸 12k233~12k303 (熊本県熊本市南区城南町永)

本区間は、図-5.28の平面図に示す約50mの区間にわたって、写真-5.28に示すように両のり肩付近の舗装境界に縦断亀裂が生じ、のり肩に対して天端の舗装部分に10~20cm程度の陥没が生じていた。

裏のり尻では**写真-5.29**に示すように、堤体土がのり尻の地盤に覆いかぶさる方向に変形し、のり尻の歩道が傾斜している個所が見られた。また、**写真-5.30**に示すように被災区間上流側の川裏側の耕作地に、噴砂痕が認められた。

図-5.29に示す被災区間周辺の治水地形分類図<sup>4)</sup>によると、本区間の上流側は旧河道、下流側は自然堤防に分類されている。

本区間の堤防の本復旧にあたっては、川裏側の堤体の部分切返し、地盤改良、裏のり尻へのドレーン工の設置がなされている。



図-5.28 被災区間の平面図(九州地方整備局提供)3)



写真-5.28 天端の状況



写真-5.29 裏のり尻の状況



写真-5.30 耕作地の噴砂痕



凡例							
大分類	中分類	小分類	細分類	記号			
山地			•				
段台		段丘面					
丘地		浅い谷					
	山麓堆積地	池形					
低	氾濫平野						
地	扇状地,	微高地(自	然堤防)				
76	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)				
			旧河道(不明瞭)				
変 人		干拓地		==:			
地工		盛土地·埋	立地				
形改		連続盛土		<del></del>			
地の		現河道・水	面				
形他		地盤高線	主曲線				
形他			補助曲線				
※河川を	・ 理施設等に	<b>†除く</b>	•				

図-5.29 被災区間周辺の治水地形分類図 4) に加筆

## (9) 緑川左岸18k403~18k645 (熊本県甲佐町田口)

本区間は4月14日の前震により被災した区間であり、4月15日(本震の前)に現地調査を 実施した。

図-5.30および写真-5.31に示すとおり、天端、表のり肩、裏のり肩に縦断亀裂が発生した。亀裂深さは深い個所で2.8mであり、開口幅は20~30cmに達していた。現地での目視によると、天端の沈下やのり面のはらみ出し等の堤防の変形は特に見られなかった。また、被災区間の周辺では、噴砂等の液状化の痕跡は見られなかった。

図-5.31に示す治水地形分類図によると、本区間は氾濫平野に区分されている。地震後の地盤調査結果に基づく推定地質横断図を図-5.32に示す。基礎地盤は主として洪積砂礫層(Dg)から構成されている。Dg層の上位に層厚1m程度の沖積砂質土層(As)が確認されているものの、概ね地下水位より浅部に位置していることが分かる。

本区間の堤防では、応急復旧として堤体上部の部分切返しがなされている。

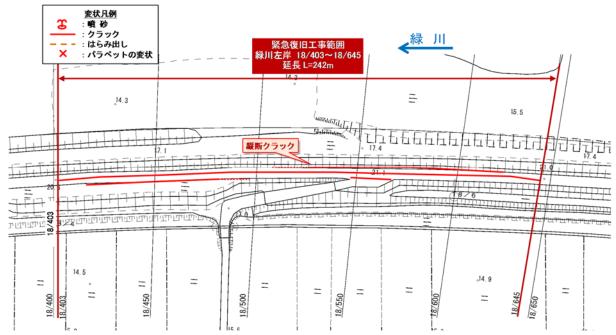


図-5.30 被災区間の平面図 (九州地方整備局提供資料)3)



写真-5.31 天端の亀裂発生状況

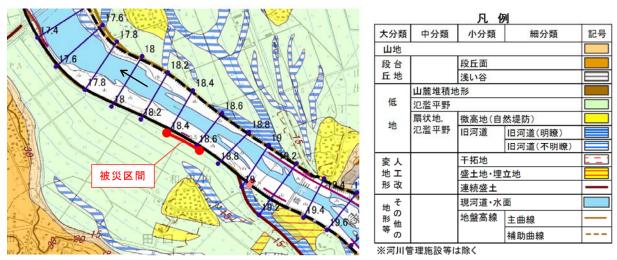


図-5.31 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆

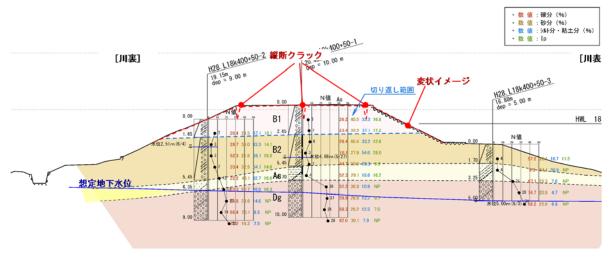


図-5.32 推定地質横断図 (18k400+50、九州地方整備局提供) 3)

## (10) 緑川左岸20k652~20k765 (熊本県上益城郡甲佐町津志田)

本区間は4月14日の前震により被災した区間であり、4月15日の本震の前に現地調査を実施した。

本区間は図-5.33の平面図に示すように裏のり尻に水路が並走し、裏のりが石積み擁壁構造となっている区間であり、延長約110mにわたって、写真-5.32、写真-5.33に示すように擁壁の中腹から上部が滑り落ちるような形態で裏のり肩が崩壊し、堤防天端の中央から川裏側にかけて傾斜が生じていた。なお、橋梁の取付け部で天端高が上がるのに伴い、擁壁高が高くなっている個所で特に大きく崩壊しており、擁壁の中腹部には木が繁茂していた様子である。

また、**写真-5.34**に示すように水路脇の堤内地側の地盤に亀裂が発生しており、擁壁の変状に関係している可能性も考えられる。

図-5.34に示す治水地形分類図<sup>4)</sup>によれば、被災区間は旧河道に位置することが分かる。 地層構成については、図-5.35に示すように、堤体下部に粘性土が介在する砂質土の盛土 となっており、堤体直下は沖積砂質土が薄く分布し、その下部は洪積礫層となっている。

本区間の堤防の本復旧にあたっては、裏のりの緩勾配化、水路の堤内側への移設がなされている。

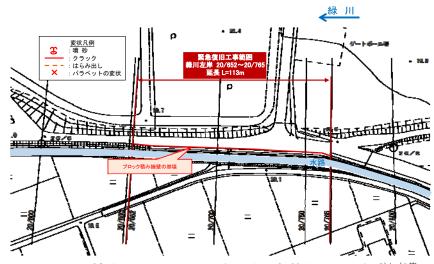


図-5.33 被災区間の平面図(九州地方整備局提供)3)に加筆



写真-5.32 川裏の状況



写真-5.33 天端の状況

(九州地方整備局提供)3)



写真-5.34 堤内地側の水路脇地盤の亀裂



凡例							
大分類	中分類	小分類	細分類	記号			
山地							
段台		段丘面					
丘地		浅い谷					
	山麓堆積地	形					
低	氾濫平野						
地	扇状地,	微高地(自					
26	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)				
			旧河道(不明瞭)				
変 人		干拓地		= = .			
地工		盛土地·埋	立地				
形改		連続盛土					
地で		現河道・水面					
形が		地盤高線	主曲線				
等の			補助曲線				

※河川管理施設等は除く

図-5.34 被災区間周辺の治水地形分類図4)に加筆

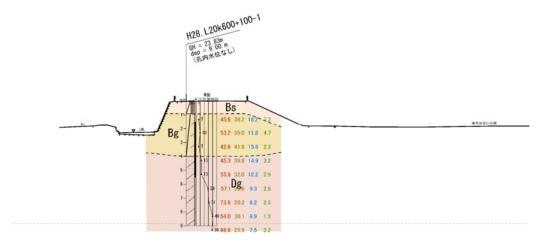


図-5.35 想定地質横断図 (20k600+100、九州地方整備局提供) 3)

## 5.2.2 緑川水系加勢川

#### (1) 加勢川右岸9k775~9k855 (熊本県熊本市東区画図町下無田)

本区間は4月14日の前震により被災した区間であり、4月15日(本震の前)に現地調査を 実施した。被災区間は、図-5.36に示す新旧の航空写真から分かるように、蛇行部を埋め 立てた個所とほぼ一致している。

天端道路のセンターラインに、20cm程度の段差を伴う縦断亀裂が生じた(写真-5.35)。 その他、表のり肩、表のり面、天端道路の側帯(堤内側)等にも縦断亀裂が見られた。また、被災区間の両端部には横断亀裂が生じていた。被災状況の平面図を図-5.37に示す。

被災区間における天端の舗装には補修痕が見られ、本区間では地震前から変状を生じていたものと考えられる。こうした被災状況から、縦断方向の局所的な地盤状況の変化が被害に関与したものと考えられる。被災区間の周辺では噴砂等の液状化の痕跡は見られなかった。

地震後の地盤調査結果に基づく推定地質横断図を図-5.38に示す。表のり先付近には軟弱な沖積粘性土層Ac1が厚く堆積しているのに対し、天端下では細粒分含有率FC=20~50%程度のシルト質砂層Asc1が厚く堆積しており、堤防横断方向に地層構成が大きく変化していることが分かる。

本区間の堤防では、応急復旧として堤体の切返しがなされている。

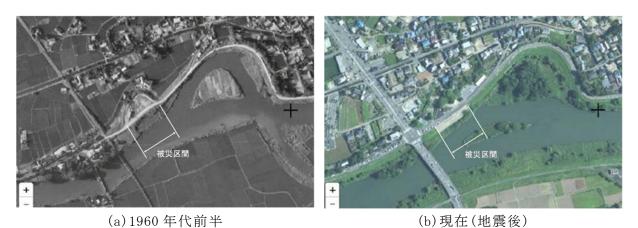


図-5.36 被災区間周辺の航空写真4)に加筆



写真-5.35 天端の状況

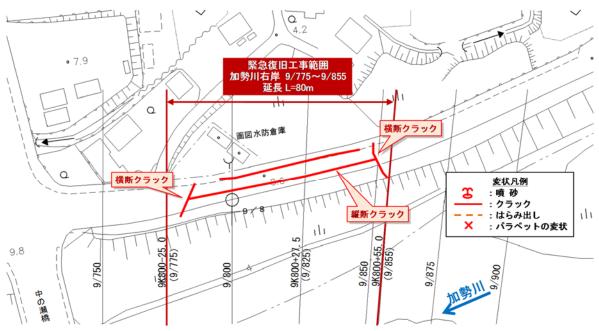


図-5.37 被災個所周辺の平面図(九州地方整備局提供)3)

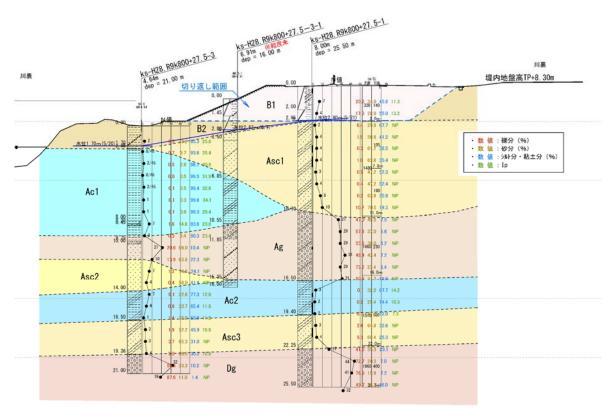


図-5.38 推定地質横断図 (9k800+27.5、九州地方整備局提供) 3)

#### 5.2.3 緑川水系御船川

# (1) 御船川右岸3k800付近 (熊本県上益城郡御船町)

本区間は4月14日の前震により被災した区間であり、4月15日(本震の前)に現地調査を 実施した。

堤防の天端~裏のり肩にわたって縦断亀裂および軽微な沈下が生じた。天端は川裏側に向かってわずかに傾斜していた(写真-5.36)。裏のりでは、のり面のはらみ出しおよび著しい急勾配化が認められ、堤体土が変形している状況が確認された(写真-5.37)。

図-5.39に示す治水地形分類図によると、本区間は旧河道に区分されている。



凡例							
大分類	中分類	小分類	細分類	記号			
山地							
段台		段丘面					
丘地		浅い谷					
	山麓堆積地	池形					
低	氾濫平野						
地	扇状地,	微高地(自					
16	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)				
			旧河道(不明瞭)				
変 人		干拓地		- 1			
地工		盛土地·埋	立地				
形改		連続盛土		<u> </u>			
地そ		現河道·水	面				
地形に		地盤高線	主曲線				
等の			補助曲線				

※河川管理施設等は除く

図-5.39 被災区間周辺の治水地形分類図 4)に加筆



写真-5.36 天端~裏のり肩の状況



写真-5.37 裏のり尻の状況

## 5.3 樋門·樋管

## 5.3.1 函渠の抜け上がり

## (1) 平田排水樋管(白川左岸8.6kp付近)

本施設周辺堤防では、図-5.40の平面図に示すように、天端に複数の横断亀裂が生じ(写真-5.38)、写真-5.39に示すように樋管脇のパラペットには段差が生じていた。また、写真-5.40、写真-5.41に示すように川裏側の函渠直上の地表には段差が20~40cm程度の亀裂が生じており、函渠の抜け上がりが生じていたもの考えられる。

周辺の堤内地の道路、駐車場等に黒褐色の噴砂痕が多数確認された(写真-5.42)。この土は、阿蘇山に由来する火山灰質土であり、現地では通称「ヨナ」と呼ばれている。

図-5.41に示す被災個所周辺の治水地形分類図<sup>4)</sup>によれば本施設の地形区分は周辺と同じ自然堤防である。また、樋管付近の地層構成は、図-5.42の想定地質縦断図に示すように比較的緩い砂質土層が厚く分布する地層となっている。

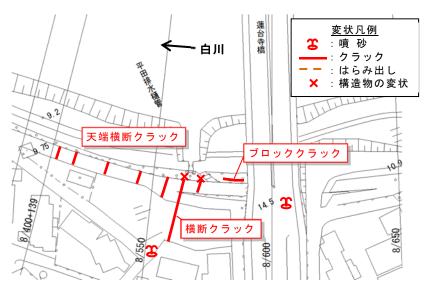


図-5.40 被災個所の平面図(九州地方整備局提供)<sup>3)に加筆</sup>



写真-5.38 天端の横断亀裂



写真-5.39 パラペットの段差



写真-5.40 函渠直上の亀裂



写真-5.41 函渠直上の亀裂



写真-5.42 背後地の噴砂痕



凡例							
大分類	中分類	小分類	細分類	記号			
山地							
段台		段丘面					
丘地		浅い谷					
	山麓堆積地	1形					
低	氾濫平野						
地	扇状地,	然堤防)					
TE	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)				
			旧河道(不明瞭)				
変 人		干拓地		= = :			
地工		盛土地·埋	立地				
形改		連続盛土		_			
地で		現河道·水i	面				
形曲		地盤高線	主曲線				
等の			補助曲線				

※河川管理施設等は除く

図-5.41 被災個所周辺の治水地形分類図4)に加筆

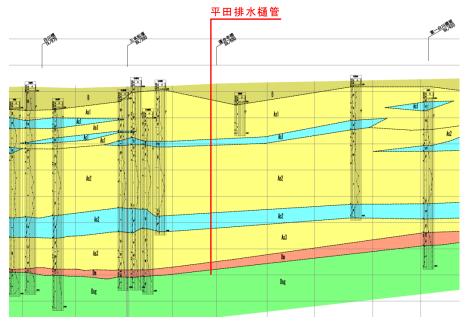


図-5.42 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)3)

## (2) 住吉排水樋管 (緑川左岸0.0kp付近)

本施設では、**図-5.43**の概略被災状況図に示すように樋管上部の地表面に変状が生じていた。

堤防天端については、写真-5.43、写真-5.44に示すように舗装の継ぎ目に段差および開きが生じていた。写真-5.45に示すように段差が生じていた個所には既往の抜け上がり修復の跡があり、階段工の天端部で段差を測定したところ、新旧あわせて30cm程度の段差が生じていた。また、パラペットの継ぎ目についても写真-5.46に示すとおり段差および開きが生じており、止水板の破断が確認された。

川表側については、**写真-5.47**に示すとおり樋管上部ののり覆コンクリートと周辺護岸との継ぎ目に段差および開きが見られ、小段の被覆コンクリートには**写真-5.48**のように 亀裂が生じていた。

川裏側については、**写真-5**. **49**に示すように階段工と護岸工の継ぎ目に段差および開きが生じていた。また、小段は、**写真-5**. **50**に示すように既往の抜け上がり修復跡にさらに 亀裂が入り、継ぎ目の開きが生じていた。

図-5.44に示す治水地形分類図<sup>4)</sup> によれば干拓地に分類されている。地層構成は図-5.45 の想定地質縦断図に示すように堤体直下の3m程度は粘性土層が存在し、その下部に比較的緩い砂質土層が6m程度堆積している。

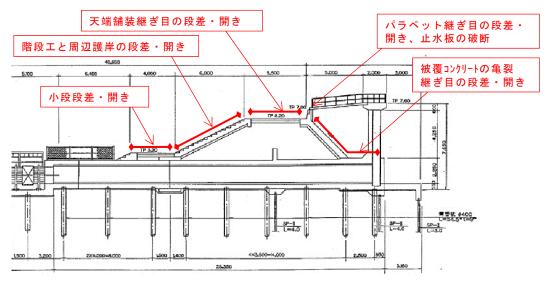


図-5.43 概略被災状況図 (九州地方整備局提供)



写真-5.43 堤防天端の状況 (九州地方整備局提供) ³)



写真-5.44 天端舗装継ぎ目の状況 (九州地方整備局提供)<sup>3)</sup>



写真-5.45 天端の段差



**写真-5.46** パラペット継ぎ目の状況



写真-5.47 表のり面護岸継ぎ目の状況



写真-5.48 川表の状況



写真-5.49 裏のりの状況



写真-5.50 裏のり小段の状況



凡例								
大分類	中分類	小分類	細分類	記号				
山地								
段台		段丘面						
丘地		浅い谷						
	山麓堆積地							
低	氾濫平野							
地	扇状地,	微高地(自						
	氾濫平野	旧河道	旧河道(明瞭)					
			旧河道(不明瞭)					
変 人		干拓地	= = ;					
地工形改		盛土地·埋立地						
		連続盛土	_					
地形等の他の		現河道·水						
		地盤高線	主曲線					
			補助曲線					

※河川管理施設等は除く

図-5.44 被災個所周辺の治水地形分類図4)に加筆

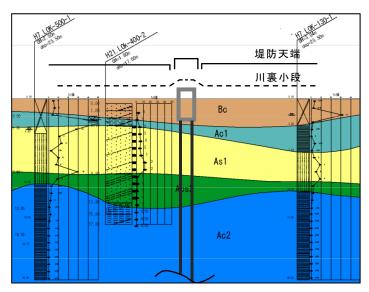


図-5.45 想定地質縦断図(九州地方整備局提供)

# (3) 三郎無田排水樋管 (加勢川右岸11kp付近)

三郎無田排水樋管の位置で、**写真-5**. **51**に示すような天端に横断亀裂が生じていた。段差は最大で40cm程度であった。函渠周辺で抜け上がりが生じたものとみられる。ただし、地震前からの補修の痕跡も見られた。



写真-5.51 堤防天端の横断亀裂

# 5.3.2 コンクリート部材

コンクリート部材では、熊本地震によるものと推察されるひび割れが複数の樋管で確認 された。比較的激しいひび割れが確認された二つの樋管の被害状況を以下に示す。

#### (1) 赤見排水樋管 (緑川水系緑川左岸8.6k+20m)

門柱の遠景を写真-5.52 (a)に示す。ひび割れは両側の門柱で発生していた。どちらの門柱においても、写真-5.52(b)に示すように、川表側から見ると、顕著なひび割れは門柱基部の中央付近で部材軸方向に進展していた。一方、写真-5.52(c)に示すように、別角度(写真-5.52(b)の右方向)から見ると、ひび割れは柱中央を貫通するものではなく、川表側のかぶりコンクリートが部材から剥離しているようにも見受けられた。

ひび割れの形態および、両側の門柱ともに写真の箇所以外にはひび割れが認められなかったことから、門柱に作用した地震力の影響によるせん断ひび割れとは考えにくい。

一方で、樋管の周囲では抜け上がりが確認された。このことから、樋管および門柱と翼壁で地盤の変形の影響を受けた変位の方向や量が異なっており、接合部にひび割れが生じたものと推察された。



(a) 門柱の遠景



(b) 門柱のひび割れの発生状況



(c)門柱のひび割れの発生状況 ((b)の右方向より撮影)

写真-5.52 赤見排水桶管の門柱の被害状況

## (2) 八竜用水樋管 (緑川水系御船川右岸1.6k+76m)

構造物の全景を写真-5.53(a)に示す。ひび割れは門柱3基のすべてに発生していた。ひび割れの程度は中央の門柱で最も激しく、写真-5.53(b)に示すように、一部ではかぶりコンクリートの剥落も発生していた。かぶりコンクリートに激しい損傷が生じていたが、内部の鋼材の露出やコンクリート部材の残留変位は目視では確認されなかった。写真-5.53(c)に示すように、ひび割れは曲げを受けやすい基部付近で柱軸直角方向のものが顕著であることから、門柱に作用した地震力の影響によるひび割れと推察された。



(a) 構造物全景



(b) 門柱のひび割れの発生状況



(c)門柱のひび割れの発生状況 (写真bの裏側)

写真-5.53 八竜用水樋管の門柱の被害状況

#### 5.4 特殊堤

平成28年(2016年)熊本地震により被災した特殊堤について、平成28年5月11日に被災 状況を調査した。以下では、調査地点ごとに被害の概要を報告する。

#### 5.4.1 調査結果

#### (1) 白川河口右岸

自川河口右岸において、コンクリート擁壁式特殊堤の目地にずれ(写真-5.54)が生じるとともに、パラペット部のクラックや剥離、また堤体を横断するクラックが散見された。また、ごく一部の区間におけるパラペット天端において軽微な沈下が確認された。パラペット背後において、平場が沈下(写真-5.55)するとともに、周辺地盤の沈下が確認された。川裏法尻付近においては、基礎地盤に縦断クラック(写真-5.56)が確認されるとともに、背後地に大規模な噴砂痕(写真-5.57)が見られた。その砂は黒褐色であり、阿蘇山に由来する火山灰質土の通称「ヨナ」であると思われる。



写真-5.54 特殊堤の目地のズレ



写真-5.55 平場の沈下状況



写真-5.56 堤内地の縦断クラック



写真-5.57 背後地の噴砂状況

目地の開きが多数確認されたが(写真-5.58(a))、目地で分割された個々の部材とし て安定するように設計されているため、構造物の安定性の観点からは問題ないと考えられ る。ただし、雨水の進入に伴う堤体の浸潤化や潮汐・波浪・洪水流による土砂の吸出しが 懸念されるとともに、特に河口部は潮位変動によって、繰り返し土砂の吸出しを受ける可 能性があることから注意が必要である。

地震発生から約3週間後の調査であったことから、未補修の目地や補修途中の目地(裏 法側のみ補修済み)の箇所が確認された(写真-5.58(b))。目地が開いた状態で長時間潮 位変動を受けた箇所では、土砂の吸出しを受けている可能性がある。

目地の周辺で生じたパラペット部のクラックや剥離は、目地の左右で隣接する部材が 地震時に衝突したことで生じたものと想定される(写真-5.58(c))。パラペットと堤防天 端の境界付近でのクラックや剥離は、パラペットと堤防天端のコンクリートが地震時に衝 突したことで生じたものと想定される(写真-5.58(d))。



(a) まだ修復されていない目地の開き



(b) 天端から表法面を見て確認された目地 の開き (堤内地側は修復済み)



るクラック

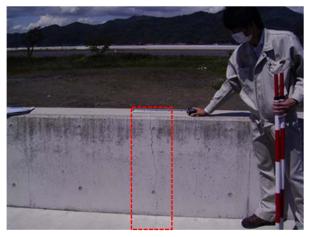


(c) 目地の左右が衝突して生じたと見られ (d) 余震で再度破損したパラペットと天端 の境界

写真-5.58 白川河口右岸における被災状況

#### (2) 白川河口左岸

特殊堤に目立った沈下等は確認されず、大きな変状は見られないが、パラペットの目地と目地の中間付近にクラックを確認した(写真-5.59(a)及び写真-5.59(b))。パラペット天端・裏法・表法と堤体を一周するように連続したクラックが発生している箇所もあったが、施工後のコンクリートの乾燥収縮等により生じたクラックであると推定され、今回の地震時に発生したものではないと考えられた。なお、今回の地震後の対応で修復されたクラックもあった。





(a) パラペットで確認されたクラック

(b) 修復されたクラック

写真-5.59 白川河口左岸における被災状況

#### (3) 蓮台寺橋(白川8.6k右岸)

コンクリート擁壁式特殊堤の天端に70~80cm程度の沈下が生じていた(写真-5.60(a))。川表側の坂路に目地開きが生じ(写真-5.60(b))、高水敷に堤防縦断方向の開口亀裂が生じていた。高水敷~擁壁付近の地盤に河道側への変位が生じたものと考えられた。また、被災区間背後地の民家の庭に黒褐色の噴砂が生じていた(写真-5.60(c))。

蓮台寺橋の下流側に取り付けられているパラペットの隅角部において、比較的規模の大きな亀裂を確認した(写真-5.60(d))。方向の異なる2つの壁面の接合部であり、2つの壁面が異なる方向に変位することで亀裂が生じたものと推定された。モルタルによる地震後の補修痕があったが、その後の余震で再度亀裂が開いたものと考えられた。

天端の沈下が生じている区間では、目地の開きやパラペットのずれが見られ、堤防の 沈下に伴い目地が開いたものと推定される。一部の目地の開きについては既に地震前から 生じており、過去に補修されていたと見られたものもあった(**写真-5.61**(a))。

パラペットの目地の開き及び破損箇所については、出水時の漏水の原因となる。漏水量が多くなると天端や裏法、法尻の破損や法尻の侵食を生じさせる恐れがあるので、モルタルや樹脂系の材料を用いて確実に埋める必要がある。余震によって再度破損するような箇所では、樹脂系の材料等を用いることが望ましい(写真-5.61 (b)~(d))。

パラペット天端の沈下に伴い、目地で分割された個々の部材に段差が生じていたが、

個々の部材で安定するように設計されていることから、そのほとんどは特殊堤として構造上の問題はないと考えられた。天端が大きく沈下した箇所では、堤体に空洞が生じている可能性がある。雨水や洪水流の浸透により、こうした空洞が拡大すると堤防の構造物として安定性が低下する恐れがある。なお、堤防の沈下に伴い、天端に雨水がたまりやすくなっている箇所があり、利用上も水はね等の問題がある(写真-5.62)。



(a) 天端の沈下状況



(b)川表側坂路に生じたクラック



(c) 堤防背後地で確認された噴砂



(d) 隅角部で確認されたクラック

写真-5.60 蓮台寺橋上流右岸の被災状



(a)繰り返し修復されたと推定される目地



(b) 発泡スチロール系材料による間詰め



(c)コーキング材を詰めた目地



(d)ゴムによる目地の間詰め

写真-5.61 特殊堤の目地の被災状況とその補修状況



写真-5.62 雨水のたまった天端

### (4) 白川 8.6k 左岸

平田排水樋管函渠の抜け上がりによって、天端では横断方向に亀裂が生じていた(写真-5.63(a))。地表に生じていた段差は20~40cm程度であり、堤防天端にも舗装面に亀裂が生じていた。周辺の堤内地の道路、駐車場等に黒褐色の噴砂が多数確認された(写真-5.63(b))。この土は、阿蘇山に由来する火山灰質土の通称「ヨナ」であると思われる。

平田排水樋管の抜け上りに伴い、パラペットに5cm程度の段差(写真-5.63(c))が生じているとともに目地の開きやクラックが多数発生していた。



(a) 樋管の抜け上りに伴うパラペット天端 の段差



(b) 周辺の堤内地で確認された噴砂



(c)パラペットに生じた段差

写真-5.63 白川8.6k左岸における被災状況

## 5.5 河道における土砂堆積

図-5.46は、白川水系における主な水位観測所の位置を示す。これらの水位観測所における水位データを確認したところ、最上流の妙見橋水位観測所を除く、立野、陣内、子飼橋、代継橋の水位観測所において、平水時水位が地震後に20~50cm程度上昇した。当初、地震による水位計の傾斜、もしくは鉛直方向のズレがその要因として考えられたが、5基の水位計が同様な傾向を示していることから、白川上流部で多発した斜面崩壊により、大量の土砂が河道に流入し、河床上昇を引き起こした結果であろうと推定した。本節では、その原因を検討した結果について報告する。

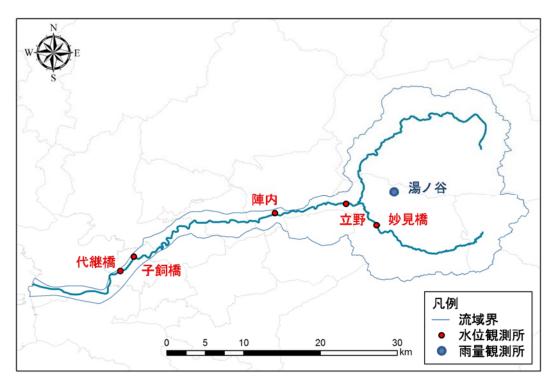


図-5.46 白川水系における主な水位観測所及び湯ノ谷雨量観測所の位置図

### 5.5.1 地震直後の水位変化

図-5.47~図-5.51は、妙見橋、立野、陣内、子飼橋、代継橋のそれぞれの水位観測所において地震前後に記録された水位データである。いずれの水位計も前震時にはほとんど変化していない。妙見橋の水位は、本震以降徐々に上昇し16日22時頃には20cm程度上昇した。一方、立野の水位は、本震以降一旦低下し(16日4時には50cm程度低下)、その後80cm程度上昇した。陣内では、本震以降欠測し、回復したのが17日1時からと推定される。ここで、16日18時から17日0時はほぼ一定値を示しており(異常値と記載)、欠測状態が続いていたと考えられる。また、陣内の下流側に位置する子飼橋及び代継橋では、それぞれ16日11時及び12時まで一旦低下し、それぞれ13時及び14時には上昇した。こうした水位計の変化から、立野から妙見橋の間で小規模な河道閉塞が発生し、それが崩壊したことで段波状の流れ(鉄砲水)が発生し、その影響で河道に土砂(後述するように主に細砂)が堆積したと推定された。

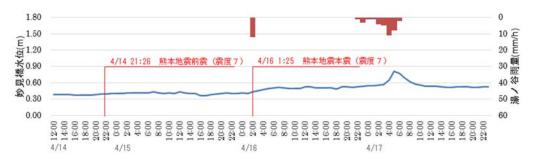


図-5.47 妙見橋水位観測所における水位の時間変化

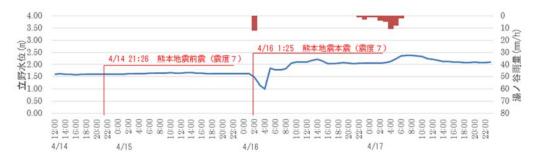


図-5.48 立野水位観測所における水位の時間変化

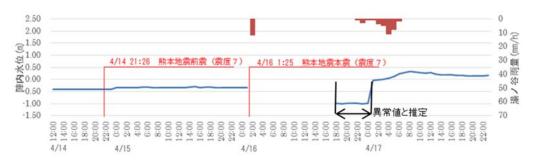


図-5.49 陣内水位観測所における水位の時間変化



図-5.50 子飼橋水位観測所における水位の時間変化



図-5.51 代継橋水位観測所における水位の時間変化

図-5.52~図-5.54は、それぞれ、4月16日11時30分頃、同日11時10分頃及び11時20分頃、同日13時00分前後頃に国土地理院によって撮影された航空写真から、上段の地理院地図に示した①②の範囲を切り出した写真である。図-5.52を見ると、妙見橋水位観測所の直下で大きな山腹崩壊箇所を確認できる。また、妙見橋水位観測所の上流では大きな山腹崩壊箇所が確認されておらず、河川水も濁っていない。図-5.53に示す黒川合流点付近においては、阿蘇大橋の落橋を始め、合流点直下でも河岸や山腹の崩壊箇所を確認できる。図-5.54に示す子飼橋水位観測所には、濁水が到達しておらず、渡鹿堰上流に濁水の前縁線(フロント)らしき河川水の色の違いを確認することができる。参考までに図-5.54の航空写真①のコントラストを強調したものを図-5.55に示す。このような修正を加えることで、濁水の前縁線が見やすくなる。図-5.50に示す子飼橋の水位が11時30分から14時頃に掛けて上昇していることも濁水の伝播時刻とほぼ整合している。

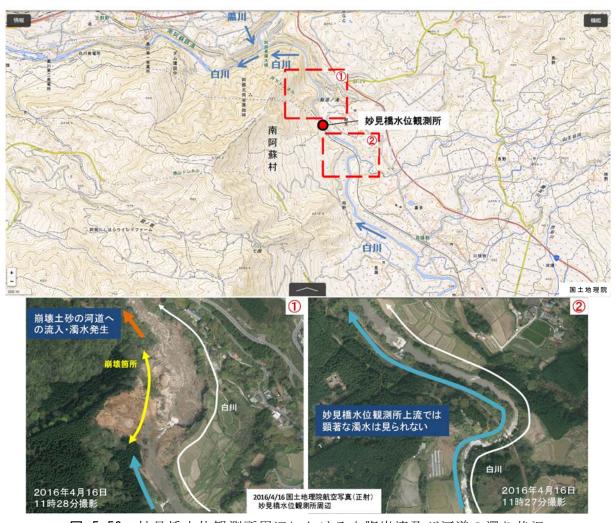


図-5.52 妙見橋水位観測所周辺における山腹崩壊及び河道の濁り状況



図-5.53 黒川合流点付近における山腹崩壊及び河道の濁り状況



図-5.54 渡鹿堰上流における河道の濁り状況



図-5.55 渡鹿堰上流における河道の濁り状況 (図-5.54①のコントラスト調整後)

#### 5.5.2 土砂の堆積状況に関する現地調査

河道内への土砂の堆積状況を確認するため、平成28年4月26日に陣内水位観測所及び代継橋水位観測所において現地調査を実施した。なお、16日以降2回の小規模出水があり、代継橋では最大で2m程度の水位上昇が確認されている。

#### (1) 陣内水位観測所

外観を確認すると、観測所施設自体の損傷はなく、調査時点の水位をリアルタイム水位情報で確認したところ0.19mであった。また、観測所地点の水位標によると0.15m程度であり、両者に大きな違いはなかった。

河川水は茶色く濁り、水面下の河床の状態は全く確認できない(写真-5.64(a))。砂州上や水際において、細粒土砂(粒径0.5mm程度)の堆積を確認した(厚さ20cm程度)(写真-5.64(b))。これは、地震直後の段波状の流れやその後の小規模出水で堆積したものと推定された。



(a) 陣内水位観測所地点の河道の状況



(b) 細粒土砂によって埋もれた植物

写真-5.64 陣内水位観測所付近の土砂堆積状況

#### (2) 代継橋水位観測所

河岸水際に設置された遊歩道上に細粒土砂が堆積していた。特に、水裏部となった階段上には厚さ30~50cm程度の土砂が堆積していた(写真-5.65(a))。細粒土砂の粒径は陣内水位流量観測所で確認された土砂よりも細かく、0.1mm程度であった(次節参照)。こうした細粒土砂は、陣内と同様に、小規模出水等で堆積したものと推定された。なお、調査目直前の4月21日に出水があったことから、洪水痕跡水位を明確に確認することができ、遊歩道が1.7m程度冠水していたことを確認した(写真-5.65(b))。





(a) 遊歩道脇の階段上の土砂の堆積状況

(b) 遊歩道上で確認された洪水痕跡

写真-5.65 代継橋水位観測所付近の土砂堆積状況

#### 5.5.3 堆積土砂等の粒度分析

現地調査時に堆積土砂、噴砂及び河床材料を採取し、その粒度分析を行った(表-5.4)。採取した地点及び粒径加積曲線を図-5.56~図-5.62に示す。なお、別の目的で現地に入った際にも河床材料を採取しており、これらの材料についても分析した結果を合わせて示した。その結果、地震直後や小規模出水時に河岸や河床に堆積した土砂の粒径D60は、0.08~0.56mm程度の細砂であることが確認された。

表-5.4 堆積土砂及び河床材料採取箇所

調査地点	左右岸	距離標 (km)	採取日	D60 (mm)	備考	
右岸堤内地	右岸	0.6	4月26日	0.29	噴砂口脇にて採取	
左岸高水敷	左岸	9.3	4月26日	0.19	噴砂口にて採取	
			4月26日	0.56	水位観測所第2見通線 H 鋼右岸側にて採	
代継橋下流	河心	12.2	5月24日	13.0	取 (河床材料)	
代継橋下流	右岸	12.2	5月12日	0.08	階段工水際にて採取. 約 55%がシルト・粘土	
			5月24日	0.14	約 30%がシルト・粘土	
小磧橋下流	左岸	17.3	5月12日	シルト・ 粘土	湾曲部内岸側砂州上水際にて採取. 65%以上がシルト・粘土	
唐 中 北 <b>台</b> 知 記	右岸	36.05	4月26日	0.21	水際にて採取	
陣内水位観測所 			5月12日	0.25		
下井手取水堰上流	右岸		5月12日	0.41	湾曲部外岸側水際にて採取	



図-5.56 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線(0.6kp右岸堤内地)

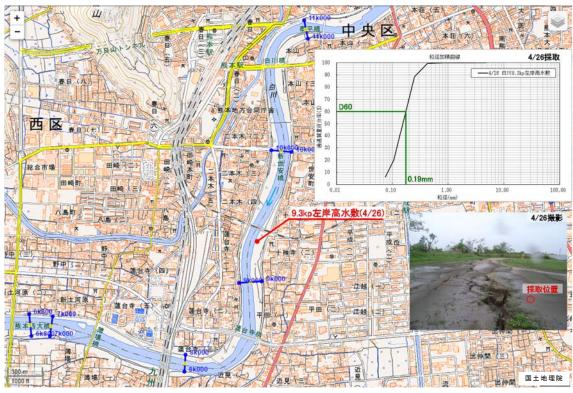


図-5.57 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線(9.3kp左岸高水敷)

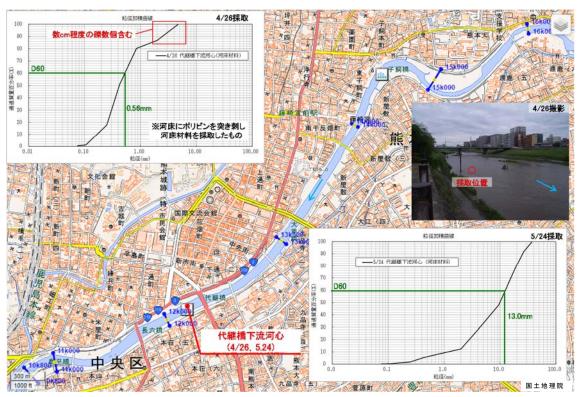


図-5.58 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線 (12.2kp代継橋下流河心)



図-5.59 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線(12.2kp代継橋下流右岸)

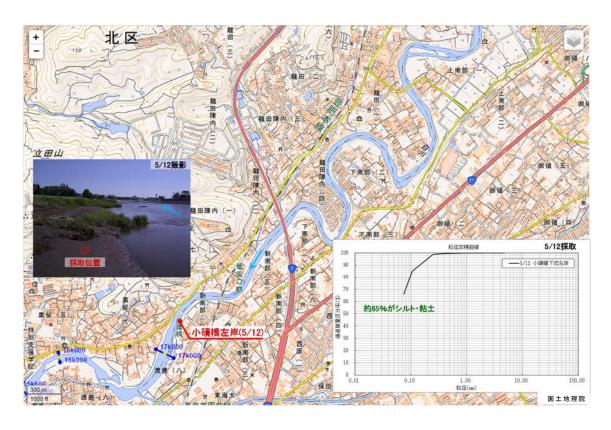


図-5.60 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線 (17.3kp小磧橋下流左岸)

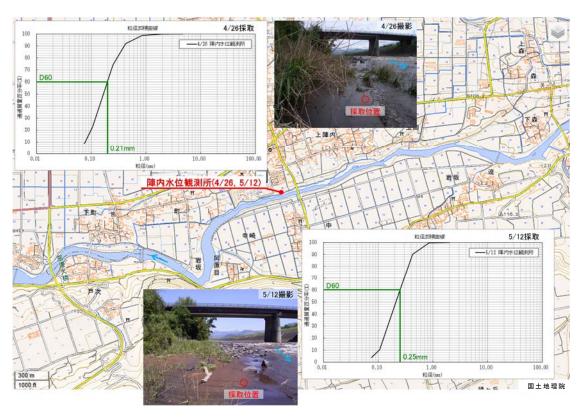


図-5.61 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線 (36.05kp陣内水位観測所)



図-5.62 堆積土砂の採取地点と粒径加積曲線(下井手取水堰上流)

#### 5.5.4 堆積土砂、及び流木への対応

熊本河川国道事務所及び熊本県では、河川巡視(1回/2日)と監視カメラ(20台)により、堆積土砂に加え流木の監視を行い、適宜撤去を実施してきている(「白川水系における河川管理体制の強化・有明海等の流木等撤去の取り組みについて(第6報)」、平成28年11月30日、九州地方整備局・熊本県土木部)<sup>5)</sup>。図-5.63に示すように、国管理区間では堆積土砂約7万m3、流木約6千m3がこれまでに撤去された(平成28年11月25日時点)。また、県管理区間では堆積土砂約2万m3、流木2千m3が撤去された(平成28年11月25時点。図-5.64参照)。5.5.2に示した土砂の堆積状況に関する調査結果、及び5.5.3に示した堆積土砂の粒度分析結果については、地震後の土砂の堆積状況の確認、土砂堆積区間推定にあたっての河床変動計算における粒径設定などに活用された。

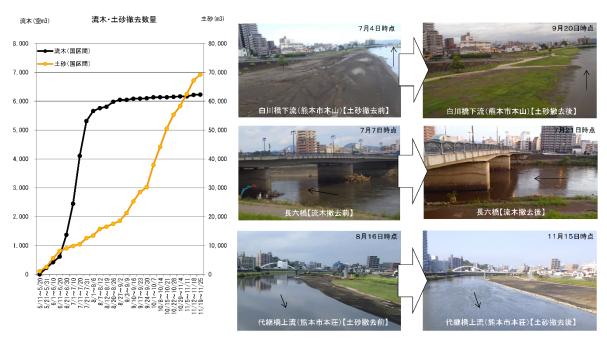


図-5.63 国管理区間における土砂及び流木の撤去数量の変化及び撤去状況



図-5.64 県管理区間における土砂及び流木の撤去状況

#### 5.6 強震記録

### (1) 加勢川水門 (緑川右岸9k330)

緑川右岸9k330 (加勢川左岸4.8k付近) に位置する加勢川水門では、2014年9月に地震計が設置され、2016年熊本地震の前震および本震の記録が得られている。

加勢川水門は昭和10年に設置され、2門の引き上げ式ゲートを有する暗渠状の施設であったが、平成3年にゲートを緑川側に前出しする形で門柱・堰柱部が増築され、現在は門柱部、堰柱部ともにラーメン構造となっている。

構造物本体および周辺地盤には、地表(堰柱背面地盤の地表、01a)、基盤(01aの地中部 G. L. -40m、02a)、堰柱端部(端堰柱の天端、03a)、堰柱中央部(中央堰柱の天端、04a)、門柱中央部(中央門柱の天端、05a)、堤防天端(堤内地盤の地表、06a)の6点に地震計が設置されている。地震計の設置位置を写真-5.66、写真-5.67に示す。

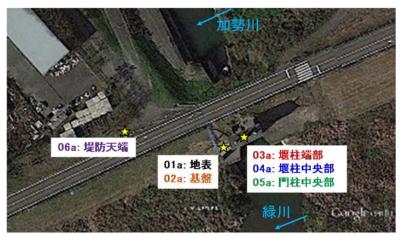


写真-5.66 地震計の設置位置 (その1) 6)に加筆



写真-5.67 地震計の設置位置 (その2)

なお、加勢川水門の構造物本体は、今回の地震による損傷や変状は確認されていない。 ただし、5.2.1(4)に示すように、本施設周辺の堤防は本震によって被害を生じている。加 勢川水門のごく近傍では液状化の痕跡が見られないものの、加勢川水門から下流側の堤内 に位置する緑川下流出張所の敷地内やその周辺では、液状化の痕跡が多数認められている。 その例を写真-5.68~写真-5.72に示す。このように、本施設のごく近傍を除き、その周辺 では広範囲にわたり液状化が生じている。

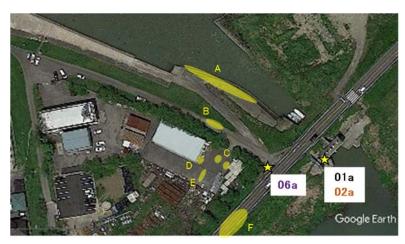


写真-5.68 加勢川水門の周辺における液状化の痕跡 (ハッチング部) 6)に加筆



写真-5.69 地点A



写真-5.70 地点B



写真-5.71 地点C



写真-5.72 地点F

まず、構造物本体の応答に着目し、前震記録、本震記録をそれぞれ**図-5.65、図-5.66**に示す。

端堰柱背面地盤(01a)では、前震において最大加速度PGA = 269ga1、最大速度PGV = 47cm/s、SI = 61cm/s、本震において最大加速度PGA = 426ga1、最大速度PGV = 71cm/s、SI = 89cm/sが記録された。なお、PGA、PGVはいずれも水平2成分合成の最大値であり、SIは水平2成分から強軸成分を抽出して求めたものである。

前震、本震のいずれにおいても、端堰柱背面地盤(01a)、端堰柱天端(03a)、中央堰柱天端(04a)の水平加速度の波形形状がほぼ一致している。このことは、堰柱とその背後地盤の挙動が一体的であり、地震動の入力損失がほとんど生じていないことを意味する。また、端堰柱と中央堰柱の挙動が一体的であったのは、これらがラーメン構造であることによるものとみられる。

これらに対して、門柱天端(05a)の応答加速度は、堰柱および背面地盤の時刻歴に短周期成分を加えたような波形形状を有している。これは、固有周期の短い操作台~門柱部の自由振動を捉えたものとみられる。そこで、堰柱背面地盤~門柱天端における水平動の伝達関数を算出した結果を図-5.67に示す。振幅比のピーク、位相差の状況から、水流直角方向は4~5Hz程度、水流方向は6~7Hz程度に1次固有振動数を有するものと見られる。また、前震と本震による固有振動特性の差異は特に見られない。

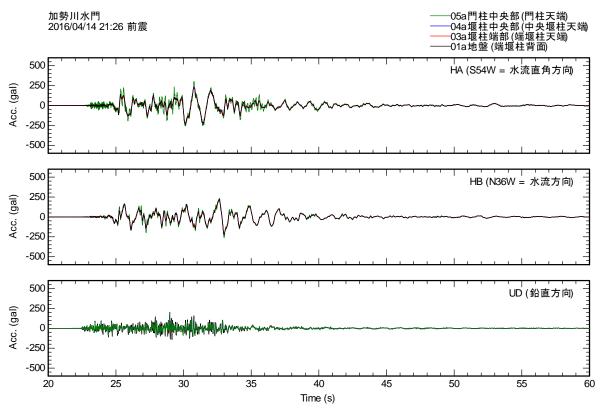


図-5.65 端堰柱背面地盤(01a)、端堰柱天端(03a)、中央堰柱天端(04a)、門 柱天端(05a)における前震記録

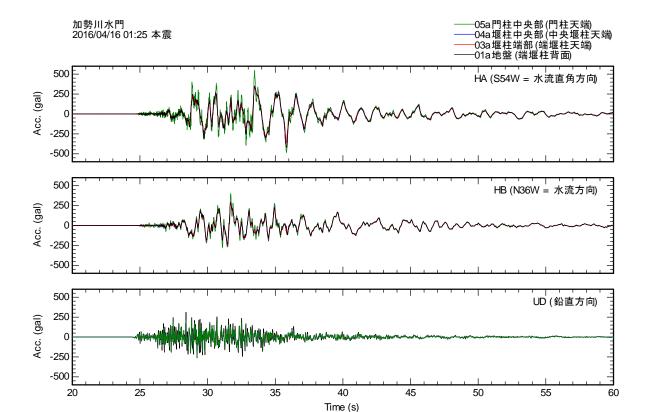
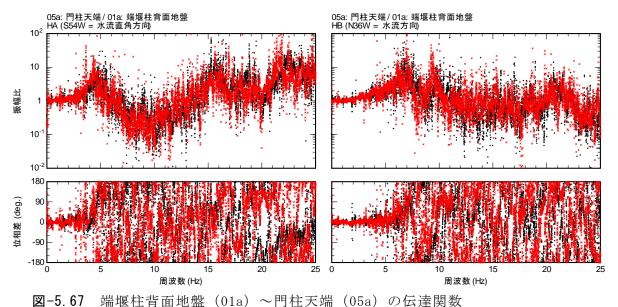


図-5.66 端堰柱背面地盤 (01a) 、端堰柱天端 (03a) 、中央堰柱天端 (04a) 、門柱天端 (05a) における本震記録



(黒:前震、赤:本震)

次に、周辺地盤の応答に着目し、前震記録、本震記録をそれぞれ**図-5**.68、**図-5**.69に示す。

図-5.68に示す前震記録の水平動に着目すると、基盤(02a)に対して端堰柱背面地盤(01a)および堤防天端(06a)の応答加速度が増幅していること、端堰柱背面地盤(01a)および堤防天端(06a)の波形形状がほぼ一致していることが分かる。これは、基盤から

入射された地震動に対して、両地点(01a、06a)における表層地盤の応答特性がほぼ一致していることを意味する。

これに対して、図-5.69に示す本震記録の水平動に着目すると、基盤(02a)に対して端堰柱背面地盤(01a)および堤防天端(06a)の応答加速度が増幅していること、端堰柱背面地盤(01a)および堤防天端(06a)の波形形状が33s付近まではほぼ一致していることに加え、33s付近以降では端堰柱背面地盤(01a)に対して堤防天端(06a)の波形に位相遅れが生じている状況が確認される。これは、基盤から入射された地震動に対して、33s付近から堤防天端(06a)側の地盤において波動伝播速度の低下、すなわち剛性低下が生じたことを示唆している。これは、加勢川水門のごく近傍と周辺地盤における液状化発生状況とよく対応している。

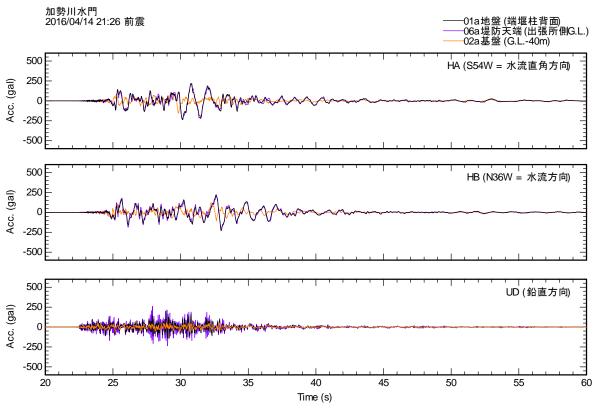


図-5.68 端堰柱背面地盤(01a)、堤防天端(06a)、基盤(02a)における前震記録

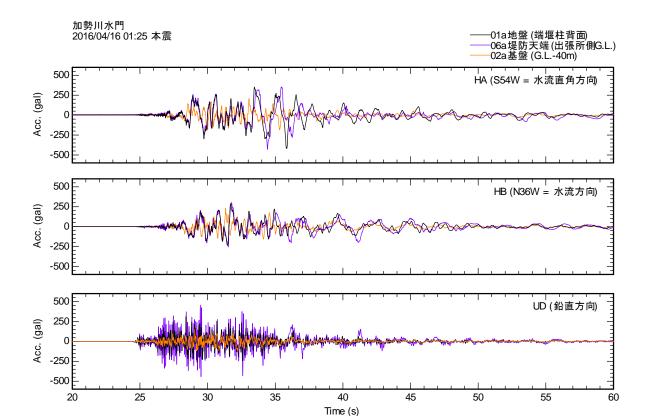


図-5.69 端堰柱背面地盤 (01a) 、堤防天端 (06a) 、基盤 (02a) における本震記録

#### (2) 白川(小島)観測所(白川右岸3k付近)

白川右岸3.0k付近に位置する白川(小島)観測所では、2016年熊本地震の前震および本 震の記録が得られている。

本観測所には、堤防天端と裏のり尻部の地中に地震計および間隙水圧計が設置されている。堤防の概略横断図およびセンサー配置を図-5.70に示す。平成9年に本観測所が設置された後、堤防天端に盛土の拡幅、建物(小島河川防災センター)の建設がなされたため、裏のり尻部の地震計および間隙水圧計は防災センターの建物の直下に位置している。なお、SBa:間隙水圧計 (GL-13.8m)の設置深度における初期有効上載圧は、建物荷重の影響を除くと213kN/m2 と概算される。建物荷重の影響を除いたのは、現地踏査により地震前から生じていたと見られる基礎の抜け上がりが確認されており、建物が杭基礎により支持されている可能性が高いと考えられるためである。図-5.70に示すもののほか、地中G.L.-8.5mに間隙水圧計 (SAa)、現在の裏のり尻付近に地震計 (02a)が設置されているが、今回の地震の際に正常に動作しなかったとみられることから、以降ではこれらによる記録について特に触れない。

本震前の4月15日に撮影された航空写真を図-5.71に示す。同図の〇印は噴砂や地割れなど、液状化の痕跡が認められた個所である。その範囲は、図-5.72に示す観測所周辺の治水地形分類図における三日月状の埋立地とよく一致している。ただし、本観測所周辺の堤防には、本震後においても特に変状が認められなかった。

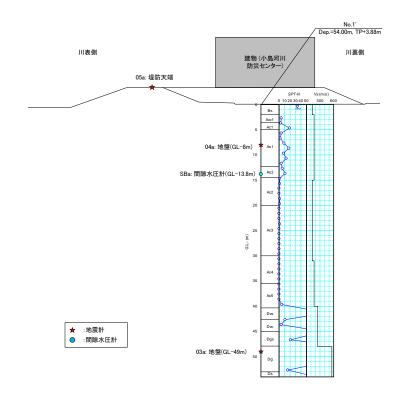


図-5.70 堤防横断図およびセンサー配置



図-5.71 4月15日に撮影された航空写真<sup>6)に加筆</sup>



図-5.72 観測所周辺の治水地形分類図4)に加筆

本観測所で得られた前震記録を**図-5.73**に示す。なお、堤防天端(05a)の地震計は収録時に他のセンサーとの同期がとられていないため、他の地震計によるデータと長周期成分の位相特性が概ね一致するように計測開始時刻を補正した波形を示している。

まず、前震記録に着目すると、堤防天端 (05a) では最大加速度PGA = 233gal、最大速度PGV =  $48 \, \mathrm{cm/s}$ 、SI =  $51 \, \mathrm{cm/s}$ が観測されている。これを念頭に置くと、G.L.- $13.8 \, \mathrm{m}$ における間隙水圧計設置深度では、前述の初期有効上載圧を考慮すると、過剰間隙水圧比が最大で0.4程度であったことが分かる。また、主要動からコーダ部へと移行する $25 \, \mathrm{砂}$ 付近より、水圧の消散が始まっている様子が分かる。

次に、本震記録に着目すると、堤防天端 (05a) では最大加速度PGA = 256gal、最大速度PGV = 56 cm/s、SI = 55 cm/sが記録されており、前震と同程度の強さであった。これに対し、G.L. -13.8 mにおける過剰間隙水圧比は最大で0.5 程度であった。また、主要動からコーダ部に移行する25秒付近より、水圧の消散が始まっている様子が分かる。

以上のとおり、観測所周辺の液状化発生状況とは対照的に、間隙水圧計が設置されているG.L.-13.8mでは前震、本震のいずれにおいても液状化が発生していないこと、主要動の後に直ちに過剰間隙水圧の消散が始まっていることが特徴的である。

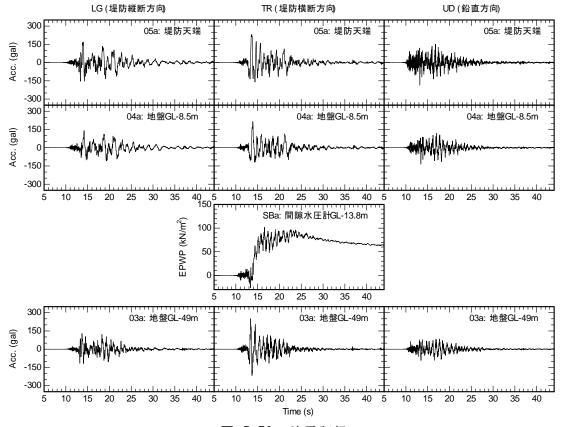


図-5.73 前震記録

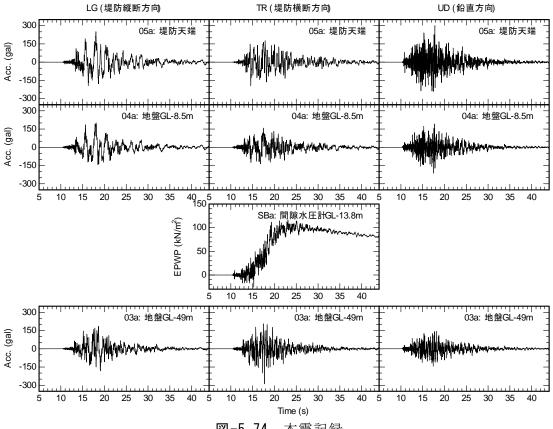


図-5.74 本震記録

#### 5.7 まとめ

河川管理施設で確認された変状や復旧状況は以下の通りである。

堤防については、主として緑川および加勢川の堤防(土堤)に地震被害が生じた。特に被害が顕著な区間においては、堤体下部や基礎地盤上部等、比較的浅部に緩い飽和砂質土が存在する箇所が多く見受けられたこと、噴砂等の液状化の痕跡が認められる箇所もあることから、液状化が主たる被災要因であったと見られる箇所が多い。この特徴は、堤防に関する既往の地震被害事例と同様である。なお、被害の程度が顕著な区間においては、地盤改良やドレーン工等を併用した復旧がなされている。

樋門・樋管については、白川、緑川、加勢川では、樋門・樋管が横断する堤防において、段差を伴う堤防の横断亀裂やパラペットの段差、目地ずれ等の変状が見受けられた。 その中には、著しい液状化の痕跡が認められた箇所も存在した。樋門・樋管のコンクリート部材では、門柱にひび割れが生じた事例が確認された。

特殊堤については、白川においてコンクリート擁壁式特殊堤の目地の開きが多数確認され、前震・本震と連続した地振動により、目地がさらに開く事例が確認された。これに対し、変形に追随した応急復旧として、主に樹脂系の材料を用いた処置がなされた。

「熊本地震の復旧・復興」<sup>7)</sup>によると、平成28年4月熊本地震により変状した白川、緑川の堤防等について、現在全ての箇所で災害復旧工事を実施している。変状が生じた堤防の撤去、地盤改良、堤防の再構築、及び堤防が沈下した箇所において、堤防の嵩上げ等を実施している。平成28年12月末時点で工事全体の進捗率は約30%であり、平成29年の本格的な梅雨期(出水期)までに完成の予定としている。

なお、強震記録については、緑川および白川では、地盤の液状化発生状況や、水門の動的応答を捉えた貴重な地震記録が得られた。各種構造物の耐震性評価手法の合理化など、今後の研究を進めていく上で重要な情報を与えている可能性があるため、さらなる分析を進めていく必要がある。

また、白川では、山腹崩壊により河道内に大量の土砂や樹木が流入し、その後の出水で下流河川に堆積した。こうした土砂等を早期にかつ確実に撤去するためには、堆積箇所や堆積量を精度良く把握する必要がある。今後は、土砂等の発生量把握及び流出予測手法の開発、ならびに土砂及び流木量の増大による河川への影響予測と対策技術の開発について検討していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省九州地方整備局:平成28年5月18日報道発表資料 緑川・白川等の復旧状況について【第3報】、pp.4、2016 (http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kisyahappyou/h28/data\_file/1463547818.pdf)
- 2) 国土交通省九州地方整備局:第1回緑川·白川堤防調査委員会資料、pp.1~15、2016 (http://www.qsr.mlit.go.jp/n-topics/h28/160512/data/siryo3.pdf)
- 3) 国土交通省九州地方整備局:緑川・白川堤防の復旧に関する資料,第3回緑川・白川堤防調査委員会,資料2,2016.11.
- 4) 国土交通省国土地理院:地理院地図, http://maps.gsi.go.jp
- 5) 国土交通省九州地方整備局、熊本県土木部:白川水系における河川管理体制の強化・ 有明海等の流木等撤去の取り組みについて(第6報)、2016.11.30 (http://www.qsr. mlit.go.jp/n-kisyahappyou/h28/data\_file/1480467585.pdf)
- 6) Google Earth, http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/index.html
- 7) 熊本地震の復旧・復興:平成29年1月九州地方整備局による活動状況に関する資料、pp.16~19、2017 (http://www.qsr.mlit.go.jp/bousai\_joho/tecforce/pdf/katsudou 2901.pdf)