

報告書(案) 補足資料



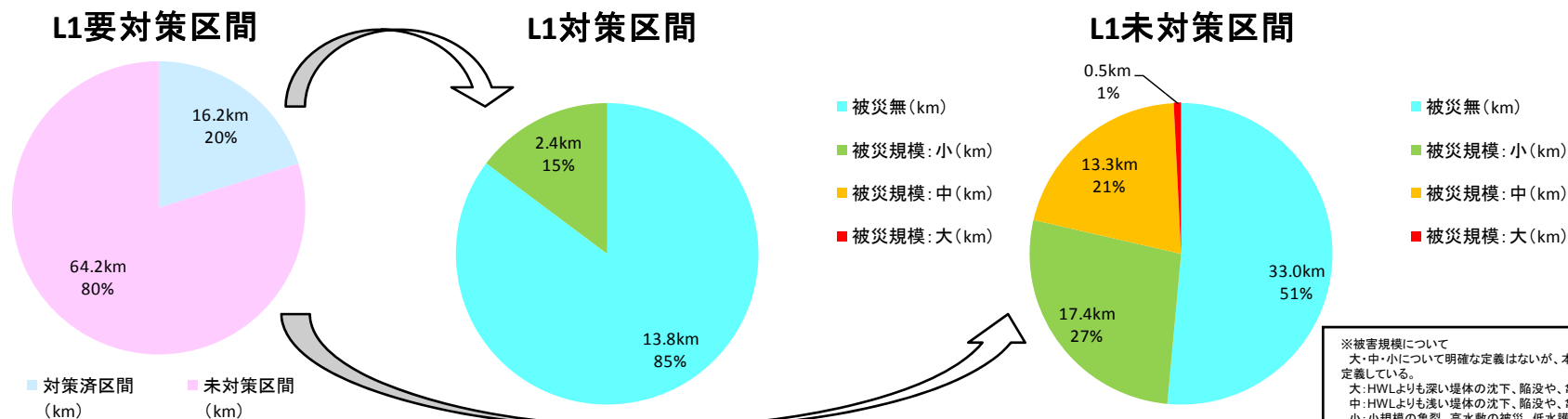
1. レベル1耐震対策箇所における耐震効果(L1未対策区間の被災状況)
2. レベル1耐震対策箇所における耐震効果(対策事例)
3. ドレーン工施工箇所における被災状況の評価
4. ドレーン工による耐震効果の確認(既往実験例)
5. 止水矢板施工箇所における耐震効果発現事例
6. 止水矢板による耐震効果の試算
7. 河川堤防の耐震対策の優先度の考え方について(素案)

1. レベル1耐震対策箇所における耐震効果（L1未対策区間の被災状況）

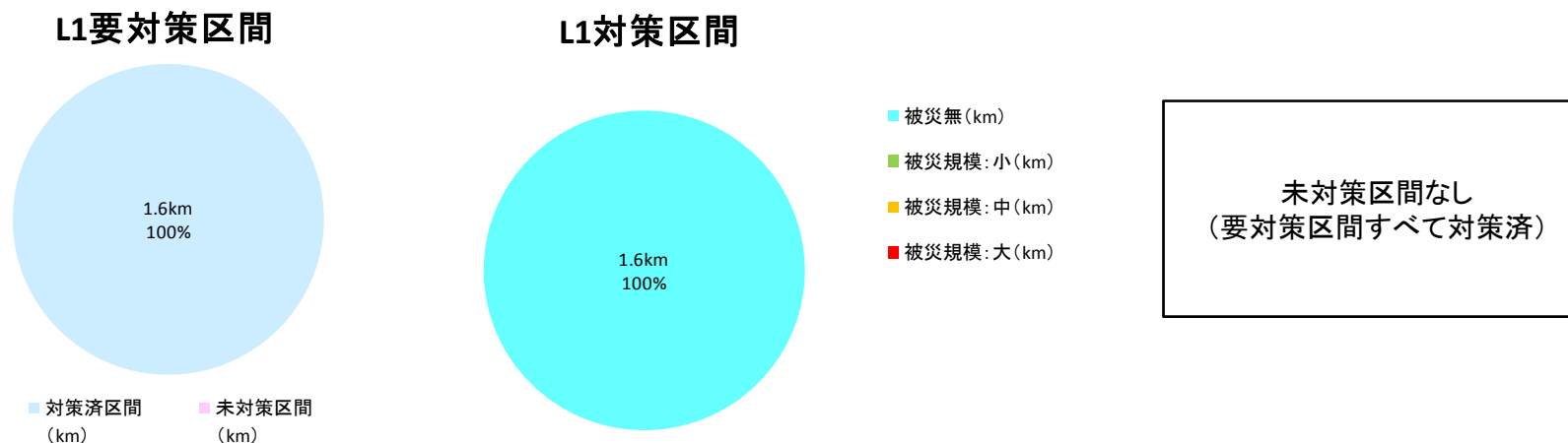
資料—2

- ・レベル1耐震対策が必要とされる区間(L1要対策区間)において、対策済と未対策の割合および、それぞれの区間における被災規模について以下に整理した。
- ・東北地方では、L1要対策区間のすべてが対策済。L1対策区間において被災が無かったことを確認できる。
- ・関東地方では、L1対策区間において中規模以上の被災はなし。未対策区間では、中規模以上の被災が約20%占めていることを確認できる。

関東地方整備局管内



東北地方整備局管内



1. レベル1耐震対策箇所における耐震効果（L1未対策区間の被災状況）

資料—2

レベル1未耐震対策箇所と今次の地震における被災箇所との関係

※レベル1未対策箇所：レベル1点検にて「要対策」と判定された箇所のうち、未対策となっている箇所。 ※東北地方整備局管内において、レベル1耐震対策はすべて実施済。

レベル1未対策箇所			2011東北地方太平洋沖地震における堤防被災箇所				
河川名	左右岸	距離標	未対策延長 (km)	距離標	被災内容	被災規模	被災延長 (km)
利根川下流	左	21.70 ~ 22.30	0.60		該当なし		
		23.20 ~ 23.70	0.50		該当なし		
		23.80 ~ 24.20	0.40		該当なし		
		24.80 ~ 26.00	1.20	25k~25k+60	天端舗装段差、L=60m	小	1.20
		26.00 ~ 26.70	0.70	26k~26k+60	天端舗装段差、L=60m W=10cm	小	0.70
		26.80 ~ 27.80	1.00	27+25k~27k+39	堤防表崩壊L=14m W=6~8cm	小	1.00
		28.20 ~ 29.30	1.10	28~28.25k	堤防天端が川裏側へは下向き=250m H=10cm	中	1.10
		29.70 ~ 30.70	0.50		該当なし		
		30.30 ~ 31.70	1.40	30.5k~30.5+20 30~30.65k	天端サイクリングロード電装L=20m H=0.3m 川裏法面崩壊断面方向に崩壊L=600m H=0.3m	小 中	1.40
		32.70 ~ 33.80	0.43		該当なし		
	34.70 ~ 35.30	0.60		該当なし			
	右	14.80 ~ 15.20	0.40	14.85~14.867k 14.9~14.97k 15+100k~15k+110	堤防陥没 L=17m V=1.1m D=0.2m 堤防天端電装 L=70m V=0.9m D=0.3m 堤防天端電装L=10m	小 小 中	0.40
		15.30 ~ 15.50	0.20		該当なし		
		15.50 ~ 15.90	0.40		該当なし		
		16.10 ~ 17.20	1.10	16.0k~16.5k 16.5k+250~16.5k+270	堤防天端、川表、川裏法面に電装L=500m 堤防段差L=20m H=0.1m	中 小	1.10
		17.80 ~ 18.30	0.50	16.5k~16.5k	堤防天端舗装電装、川裏側水防物L=2000m	中	0.50
		18+250~18k+270	0.20	15+250~15k+270	堤防天端舗装電装L=20m W=0.2m	小	0.20
		27.5~100k~27.80k	0.20	27.5~100k~27.80k	川表法面電装、堤防天端下向き並列道路L=300m	中	0.20
		28.5k~28.55k	0.05	28.5k~28.55k	堤防川表の寸法および天端電装L=45m、W=0.8m、H=0.1m	小	0.05
		32.30 ~ 34.40	2.10		該当なし		
1.70 ~ 2.30		0.60		該当なし			
利根川下流 (小貝川)	左	4.70 ~ 5.90	1.20	5.75k~7.4~5.75k+129	天端クラックL=50m	中	1.20
	右	2.20 ~ 2.80	0.60		該当なし		
江戸川	左	5.10 ~ 5.80	0.70	5.7k	堤防天端崩壊L=100m W=0.5m、D=0.1m	小	0.70
	右	1.25 ~ 2.55	0.90		該当なし		
小貝川	左	10.30 ~ 12.60	2.30		該当なし		
		21.30 ~ 23.20	1.90		該当なし		
		11.60 ~ 12.00	0.40		該当なし		
		27.20 ~ 27.80	0.60		該当なし		
		27.80 ~ 28.80	1.00	28.8k	舗装クラック L=3.8m W=1cm	小	1.00
	右	29.20 ~ 29.80	0.60	29.4k~50	天端側半横断方向にクラック L=18.6m W=0.3m	小	0.40
		30.00 ~ 30.40	0.40		該当なし		
		30.80 ~ 31.40	0.60	30.8k+10 30.5k	堤防縦断方向 クラック 天端舗装縦断方向にクラック L=80m W=0.6m D=10cm	小 小	0.60
		31.40 ~ 31.60	0.20		該当なし		
		9.80 ~ 10.00	0.20		該当なし		
霧ヶ浦 (北利根川)	左	10.00 ~ 10.10	0.10		該当なし		
		11.60 ~ 11.90	0.30		該当なし		
		27.00 ~ 27.40	0.40		該当なし		
		28.20 ~ 28.30	0.10		該当なし		
		28.60 ~ 29.10	0.50		該当なし		
		29.95 ~ 30.35	0.40		該当なし		
		31.20 ~ 32.00	0.80	31.4k~30 31.8k~100~31.8k+40	川表の堤防崩壊 L=17.0k+25~30k+25 堤防電装 L=60m	中 中	0.80
		0.50 ~ 1.00	0.50	0.58k~0.6k	法覆工、ブロック張、積石張等の破損	小	0.50
霧ヶ浦 (北浦)	左	2.50 ~ 3.50	0.24		該当なし		
		8.00 ~ 8.50	0.50		該当なし		
		18.50 ~ 19.50	1.00	19.42k	川表法面ブロック崩壊 L=50m W=60cm	小	1.00
		20.00 ~ 20.50	0.50	20.15~22.25k	天端、小段の变形、破損、ブロック張、積石張等の破損	小	0.50
		1.00 ~ 1.50	0.50		該当なし		
	右	4.00 ~ 4.50	0.50		該当なし		
		12.50 ~ 13.00	0.50		該当なし		
		18.00 ~ 18.50	0.50	18.49~18.47k	川裏法面電装 L=20m W=20cm D=50cm	小	
		23.00 ~ 23.50	0.50		該当なし		
		27.50 ~ 28.00	0.50	26.0~26.5k 27.82~28.25k	川裏法面 崩壊 6カ所 川表法面ブロック破損 L=430m H=50cm W=250cm	小 小	0.50
霧ヶ浦 (外波逆瀬川)	左	33.0 ~ 34.00	0.50	33.0~36.0k 33.0~36.0k	堤防天端 クラック 6カ所 川裏法面 沈下 D=10cm	小 小	0.50
		2.50 ~ 3.00 3.00 ~ 3.50	0.50 0.50		該当なし 該当なし		
霧ヶ浦 (郷川)	右	5.50 ~ 6.63	1.13	5.5k~5.85k 6.0k	天端電装 破損 天端電装 落ブロック 電装	小 小	1.13
		0.50 ~ 1.00	0.50	0.5k~1.3k	堤防電装 L=450m	大	0.50
1.00 ~ 2.00	1.00		該当なし				
4.00 ~ 5.00	1.00	4.1k~4.25k	天端の变形、破損	中	1.00		

レベル1未対策箇所			2011東北地方太平洋沖地震における堤防被災箇所				
河川名	左右岸	距離標	未対策延長 (km)	距離標	被災内容	被災規模	被災延長 (km)
霧ヶ浦 (西浦)	左	3.55 ~ 4.25	0.25	4.25k	堤防天端 陥没 D=30cm	小	0.2
		8.00 ~ 8.50	0.50	8.0k~10.0k	堤防沈下・亀裂 L=2,000m	中	0.5
				8.0k~10.0k	堤防天端 陥没 D=1m、L=100m	小	
		8.5k	堤防陥没 L=100m	小			
		10.00 ~ 10.50	0.50	10.4k~10.6k	堤防沈下による護岸石張の浮き上がり	中	0.5
		12.00 ~ 12.50	0.50		該当なし		
		18.35 ~ 19.38	0.77		該当なし		
		19.63 ~ 19.88	0.25	19.75k	堤防天端 陥没 D=20cm、L=10m	小	0.2
		20.63 ~ 21.13	0.50	20.25~25.75k	亀裂クラック 3カ所	小	0.5
		24.50 ~ 25.00	0.50				
	26.50 ~ 27.00	0.50		該当なし			
	28.50 ~ 30.00	1.50	28.75k	堤防天端 陥没 L=5m	小	1.5	
	31.50 ~ 32.00	0.50		該当なし			
	33.50 ~ 34.00	0.50		該当なし			
	中	0.00 ~ 0.63	0.19	0.5~0.7k	堤防天端法面亀裂	小	0.1
		26.38 ~ 27.88	0.45	25.9~34.0k	堤防天端 亀裂 6カ所	小	0.4
		29.00 ~ 29.50	0.50			中	0.5
		33.00 ~ 33.50	0.50			中	0.5
		36.50 ~ 37.00	0.50				
		0.00 ~ 0.50	0.50	0k~0.01k	天端変形 破損	小	0.5
1.00 ~ 1.50		0.50	1.23k~1.28k	天端変形、破損 法面変形、破損	小	0.5	
7.00 ~ 7.40		0.40		該当なし			
7.40 ~ 8.00		0.60	7.6k~8.0k	堤防沈下(浸伏化) L=400m	中	0.6	
10.00 ~ 10.50		0.50	8.5~10.3k	堤防天端 亀裂 連続的	中	0.5	
右	20.50 ~ 21.50	1.00		該当なし			
	34.00 ~ 34.50	0.50		該当なし			
	36.00 ~ 36.50	0.50		該当なし			
	43.50 ~ 44.50	1.00	44.2k~44.25k	天端変形 破損 第一法面変形 破損	小	1.0	
	2.00 ~ 2.50	0.50		該当なし			
	6.00 ~ 7.00	1.00	6.76~7.0k	管理用道路 陥没クラック	小	1.0	
	9.50 ~ 10.00	0.50		該当なし			
	霧ヶ浦 (常陸川)	左	1.50 ~ 2.00	0.50	1.87k~1.91k	ブロック張り、積石張等の破損 L=40m	小
3.00 ~ 3.50			0.50	2.9K~5.39k	堤防陥没 L=2,500m	中	0.5
4.00 ~ 5.50			1.50		高木堤岸崩壊 L=180m	中	1.5
右		7.00 ~ 9.00	2.00		該当なし		
		10.00 ~ 12.50	2.50		該当なし		
		合計		64.22			

出典) ■L1耐震対策の整備進捗状況:2011.3末時点の情報(治水課、関東地整課)より

■2011東北地方太平洋沖地震の被災状況:2011.7.11時点の情報(治水課調べ)より

L1未対策箇所と重複するものについてのみ抽出・整理(特殊堤、水門等の被災によるものは除く)

レベル1未対策箇所のうち被災のあった箇所

※上記凡例は、僅かでも重複している場合は被災があったと判別。被災延長は、その場合の未対策延長をそのまま採用している。

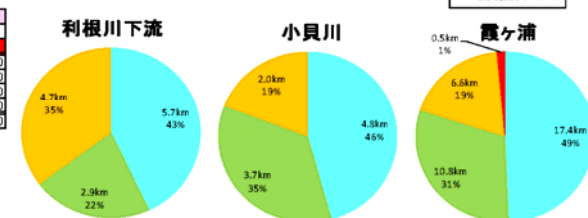
※被害規模について
大・中・小については明確な定義はないが、本資料では次のとおり定義している。
大：HWLよりも深い堤体の沈下、陥没や、亀裂の被害
中：HWLよりも浅い堤体の沈下、陥没や、亀裂の被害
小：小規模の亀裂、高水敷の被災、低水堤岸の法面崩壊等含む

水系名	点検延長 (km)	未対策延長 (km)	対策済延長 (km)	未対策延長 (km)
利根川	32.24	5.01	5.01	0.00
利根川下流	371.90	60.69	16.17	64.52
小貝川	2.80	0.40	0.00	0.40
霧ヶ浦	3.00	0.70	0.00	0.70
合計	409.94	66.60	21.18	65.62



河川名	未対策延長 (km)	被災規模	被災延長 (km)
利根川下流	13.33	小	5.73
小貝川	10.50	小	4.80
霧ヶ浦	35.29	小	17.42
江戸川	5.10	小	5.10
合計	64.22	小	33.05

※利根川下流(小貝川)は、上記の「小貝川」に含めた。
※被災規模を複数含む未対策箇所については、被災規模の大きいほうに含めた。



各河川における被災規模の内訳

2. レベル1耐震対策箇所における耐震効果（対策事例）

【再掲】

資料—2

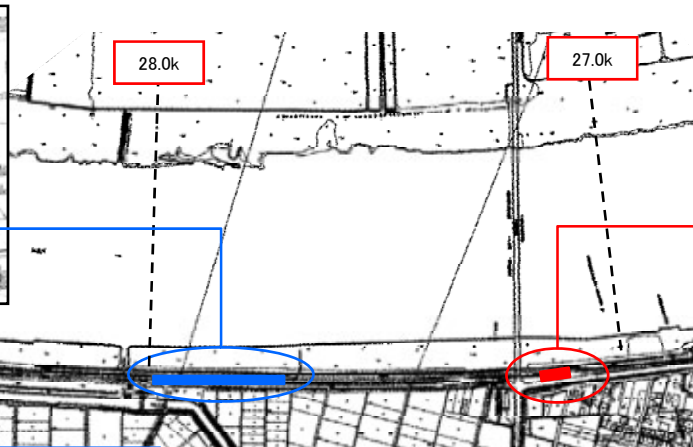
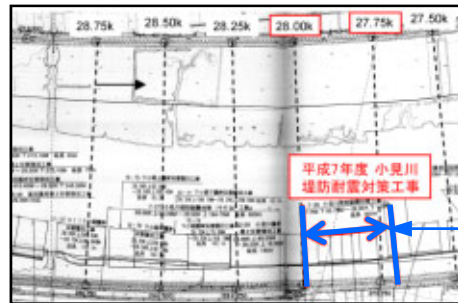
L1耐震対策(グラベルドレーン)を施工した箇所の事例(利根川右岸 27.0k~28.0k 付近)

・利根川右岸27.0k+80m~27.0k+150mの被災形態は、堤防が天端から表のりに向け3m陥没。(右) 一方、直上流の27.75k~51m~28.0k-1mは、耐震対策(レベル1)としてグラベルドレーン(直径500mm、深さ8.5m、1mピッチ)がのり尻付近に施工されており、今回地震による大規模な被災は発生していない。(左)。

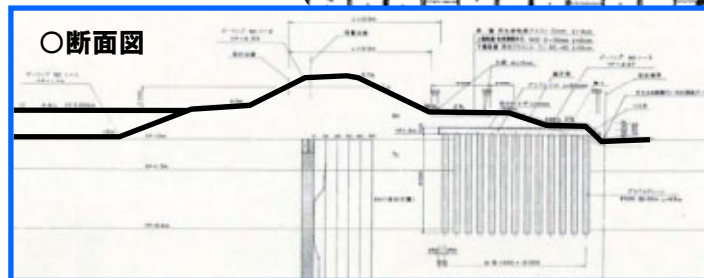
①無被災(L1耐震対策)箇所:利根川右岸27.75k~51m~28.0k-1m

②大規模被災箇所:利根川右岸27.0k+80m~27.0k+150m

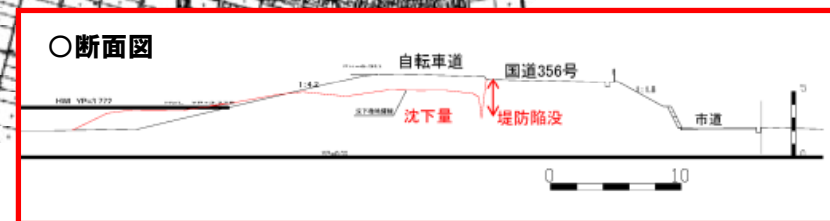
○平面図



○断面図



○断面図



○状況写真



被災なし

○状況写真

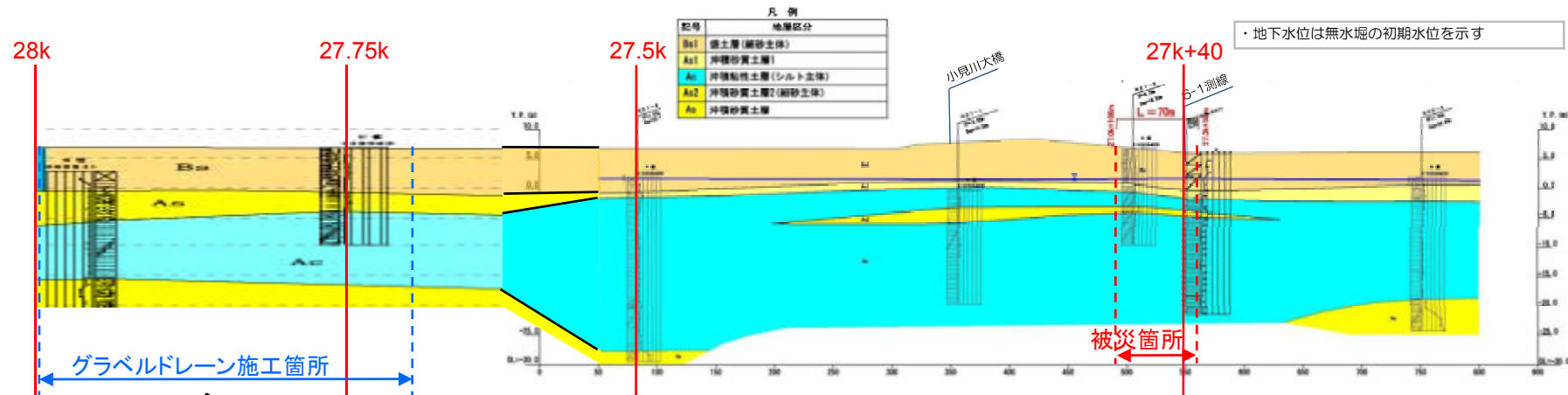


2. レベル1耐震対策箇所における耐震効果（対策事例）

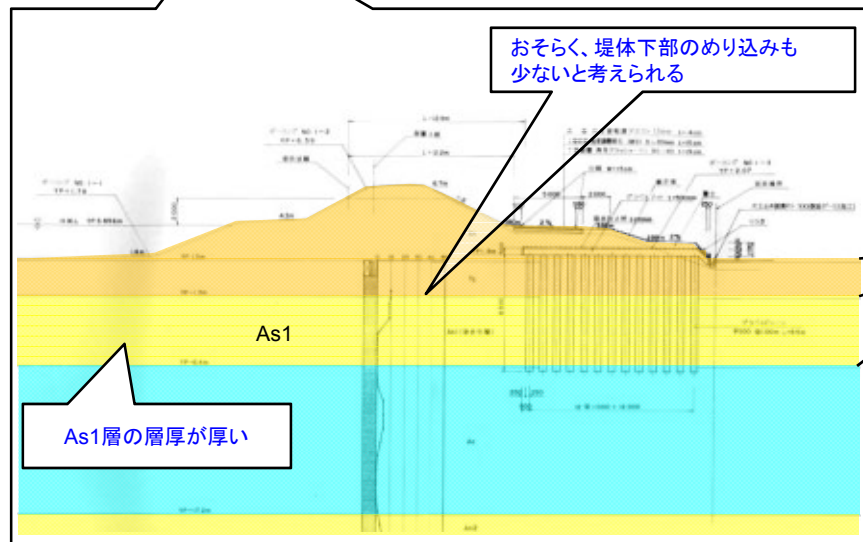
【新規追加】

資料—2

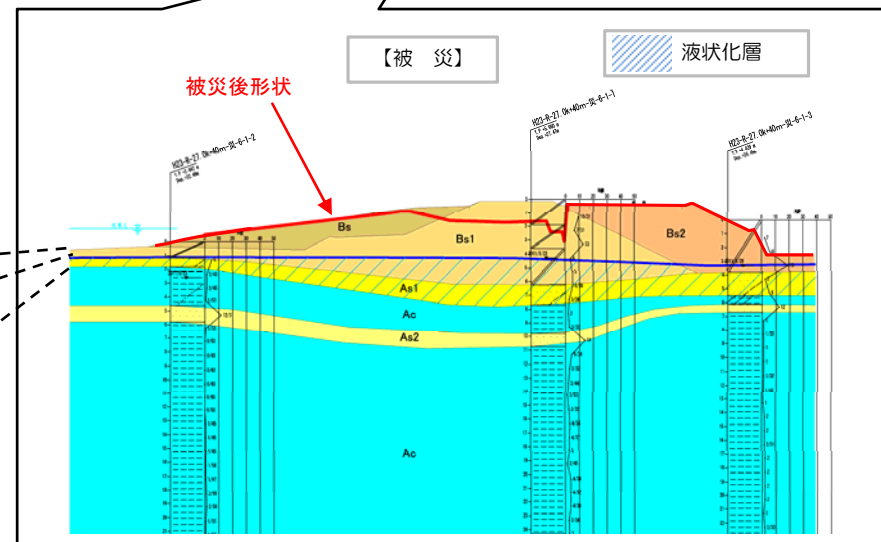
- ・27k付近の被災断面に対し、27.75k～28k付近のグラベルドレーンが施されている断面では、堤体直下の液状化層（As1層等）の層厚が厚いことが確認されている。
- ・27.75k～28k付近のグラベルドレーンが施工されていなければ、この区間は基礎地盤の液状化による堤防被災が生じたと推定される。



L1耐震対策標準断面



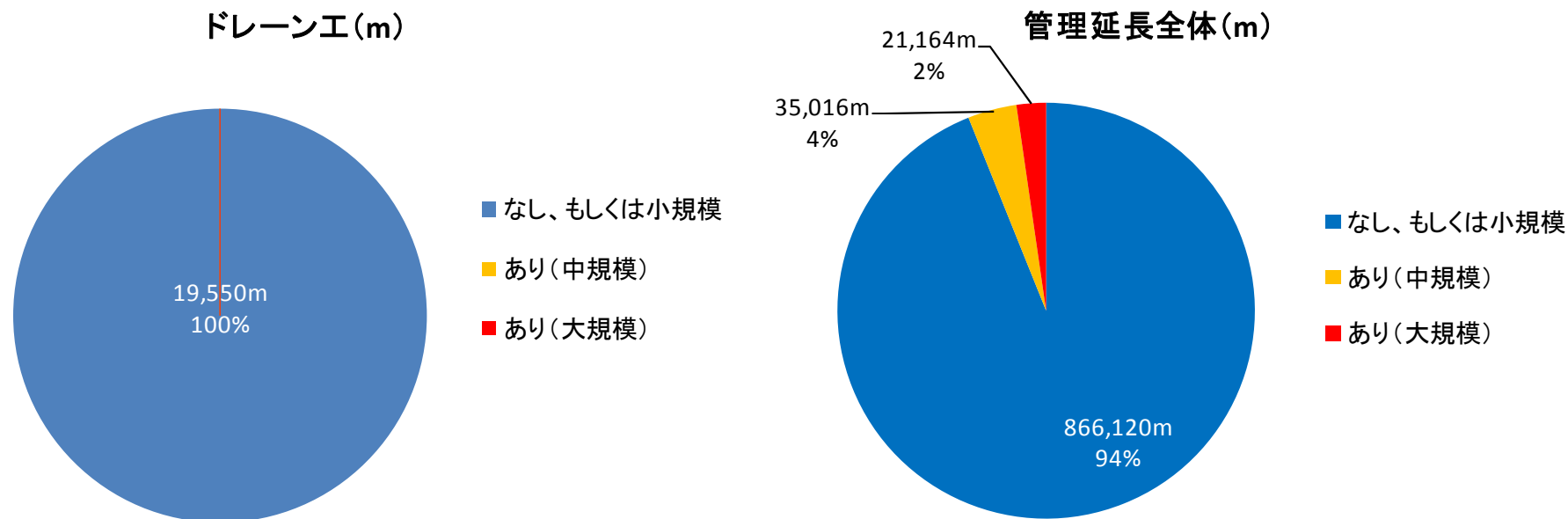
被災断面



3. ドレーン工施工箇所における被災状況の評価 【再掲】

資料—2

- ・関東地整管内河川(利根川下流、江戸川、小貝川、那珂川、久慈川、霞ヶ浦における整理)に関し、ドレーン工施工箇所における、無被災、大規模被災、及び中規模被災の延長について整理を行った。
- ・ドレーン工では、大規模、中規模被災は認められず、今回の地震に対しては沈下軽減効果があったと考えられる。



※ 管理延長は、「河川便覧(2006)」における各河川の堤防延長を引用

- ・平成7年以降施工された浸透対策工対象。
- ・被災ありの定義は以下の通り。
 - 大規模被災: HWLよりも深い堤体の沈下、陥没や、亀裂の被災
 - 中規模被災: HWLよりも浅い堤体の沈下、陥没や、亀裂の被災
 - 小規模被災:
小規模の亀裂、高水敷の被災、低水護岸の法崩れ等含む

ドレーン工による耐震効果(既往の遠心実験より)

・遠心実験によると、ドレーン対策を行うことにより沈下量が低減し、耐震性が向上することが確認されている。

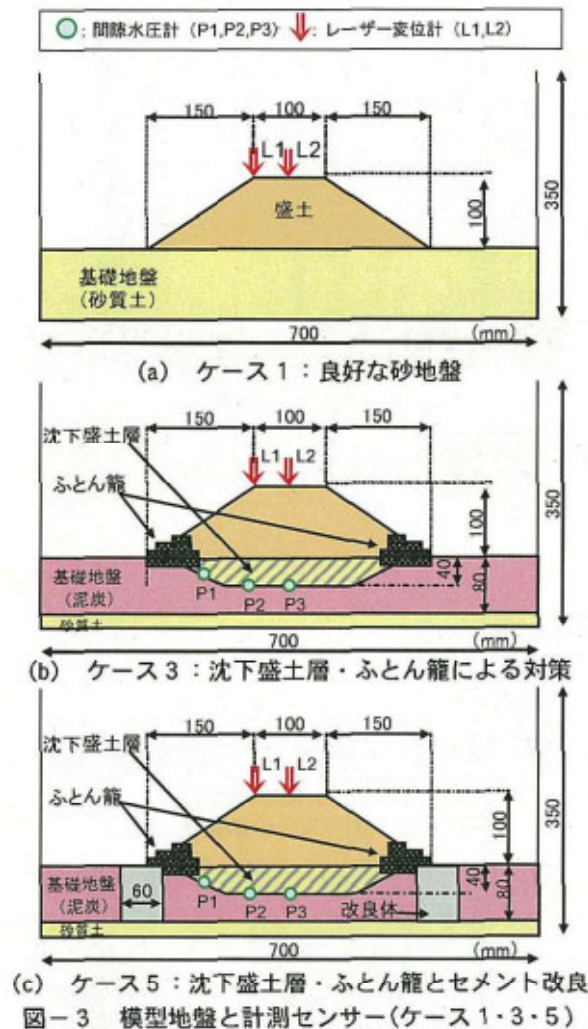


表-1 想定した実験ケース

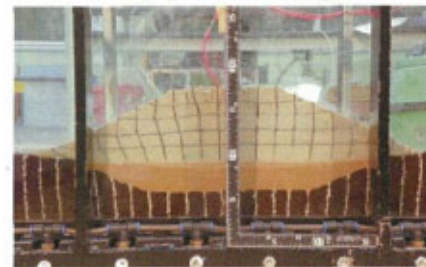
ケース	想定した条件
1	良好な基礎地盤(砂地盤)上に盛土
2	沈下盛土層あり・無対策
3	沈下盛土層あり・ふとん籠による対策
4	沈下盛土層あり・ふとん籠とセメント改良(B/D=0.25)
5	沈下盛土層あり・ふとん籠とセメント改良(B/D=0.75)

(B:セメント改良幅、D:セメント改良深)

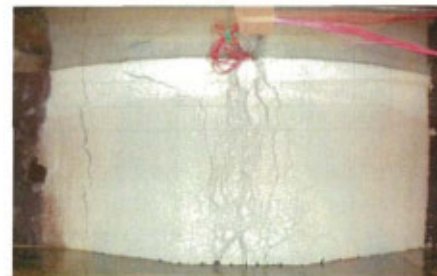
表-2 実験条件

盛土の締固め度	盛土高	天端幅	沈下盛土層厚	加速度
85%	5m	5m	2m	500gal

(ただし、ケース1は良好な基礎地盤のため、沈下盛土層は無し)



(a) 側面からの状況



(b) 盛土天端の状況

写真-3 ケース2の加振後の状況

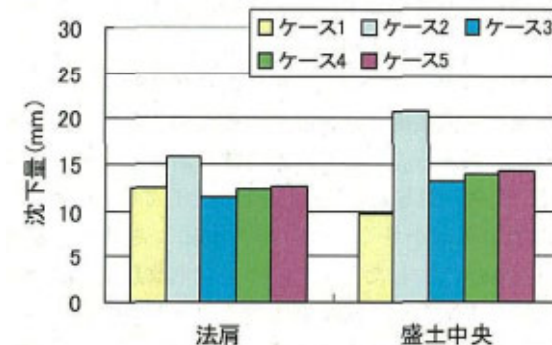
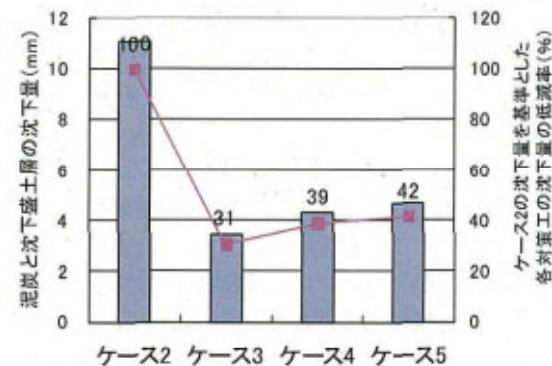


図-6 各ケースの沈下量

図-7 基礎地盤(泥炭)と沈下盛土層の沈下量
ケース2を基準(100)としたときの対策工の低減率

無対策に対して、対策(ケース3~5)した堤体は沈下率が30~40%程度まで低減している。なお、各対策工間で沈下抑制効果の顕著な違いは認められない。

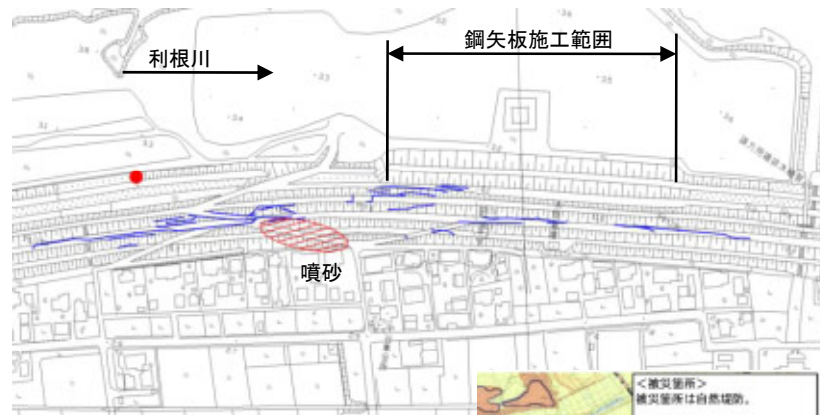
5. 止水矢板施工箇所における耐震効果発現事例

資料—2

- ・関東地方整備局管内の止水矢板施工箇所において、今次の地震による被災を受けた場所に関する被災程度を個々に確認した。
- ・止水矢板施工箇所で被災を受けている箇所では、止水矢板が施工されている法面側において大きな変状が少なく(亀裂等の軽微な被災は確認されている)、施工箇所と反対側の、矢板の無い法面では沈下などの大きな変状が生じている。

【事例1】利根川右岸70k付近(中谷地区)

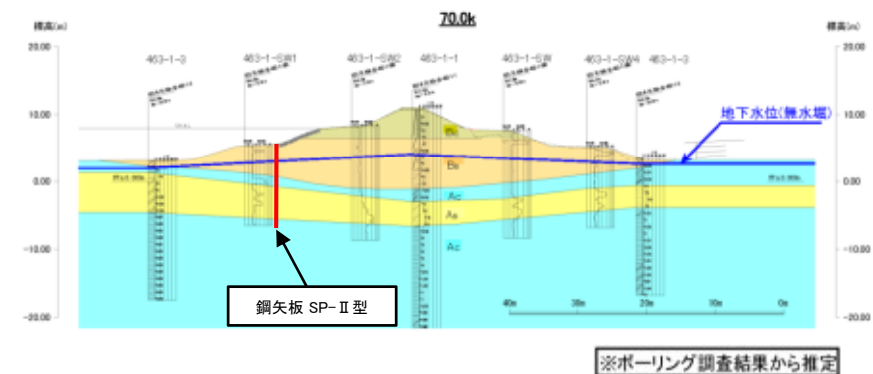
○平面図



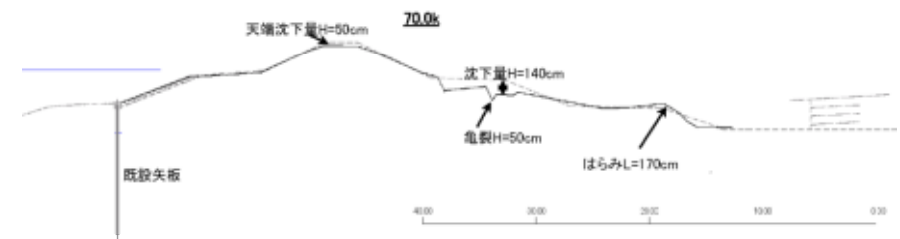
○被災状況



○被災箇所の横断構造(70k)



○被災断面(スケッチ)

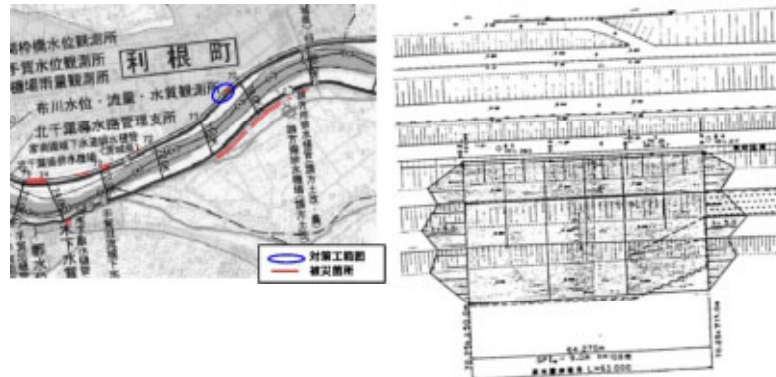


5. 止水矢板施工箇所における耐震効果発現事例

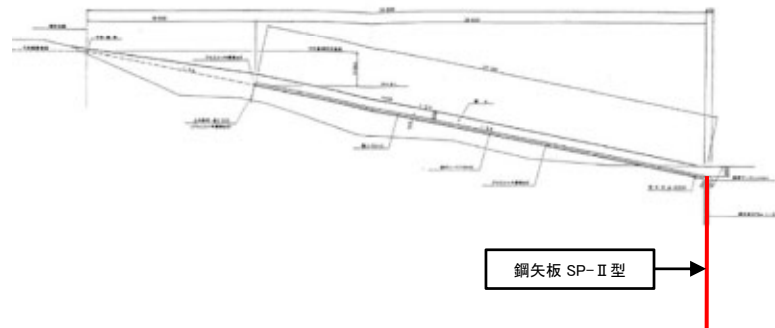
資料—2

【事例2】利根川左岸70k付近(布川地区)

○平面図



○横断面図(計画)



○被災状況



中段小段道路



川裏

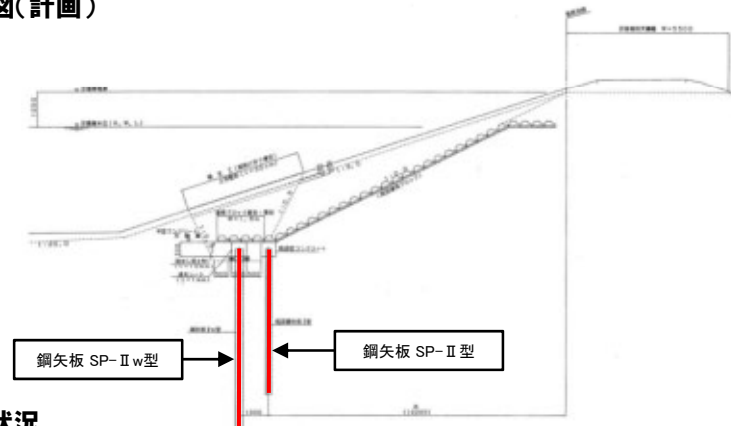
川裏小段や法面で陥没等の被災があったが、川表では被災がなかった。

【事例3】小貝川右岸50k付近(中郷地区)

○平面図



○横断面図(計画)



○被災状況



全景 川裏小段沈下
右岸50.5k : 堤防沈下、クラック



全景 川裏小段沈下 深さh=40cm
右岸50.6k-95m~50.6k-68m:堤防亀裂

川裏小段で沈下や亀裂等の被災があったが、川表では被災がなかった。

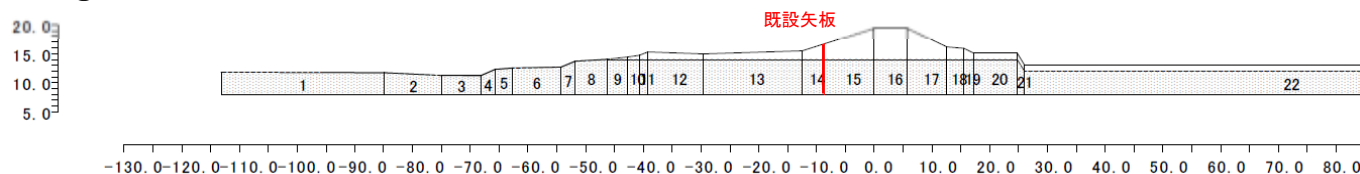
6. 止水矢板による耐震効果の試算

資料—2

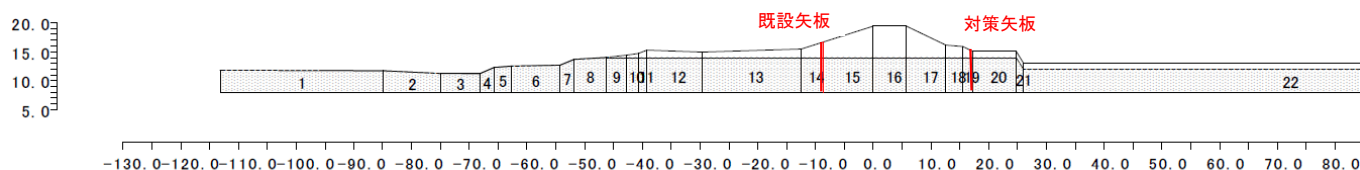
- ・小貝川・上蛇地区の止水矢板施工箇所を例に、止水矢板による対策の耐震効果について試算を行った。
- ・検討は、①既設矢板(川表のみに止水矢板(鋼矢板Ⅱw型)を設置)、②既設矢板+対策矢板(①+川裏に新規に耐震矢板(鋼矢板Ⅳ型)を設置)、③矢板なし、の3ケースとした。
- ・検討には、[流体力学に基づく永久変形解析法\(SOLIFLUK\)](#)を用いた。SOLIFLUKの外力にあたる「[液状化継続時間\(T_{ul}\)](#)」については、K-NET(つくば)における東北地方太平洋沖地震の観測記録をもとに[34秒と設定した](#)。
- ・解析の結果、ケース③→①に変更した場合、**沈下量が約70%になり、鋼矢板による沈下軽減効果が見られる。**
(ケース③→②に変更した場合、沈下量が約12%となり、更なる沈下軽減効果が見込まれる。)

○検討断面の土質構成、モデル

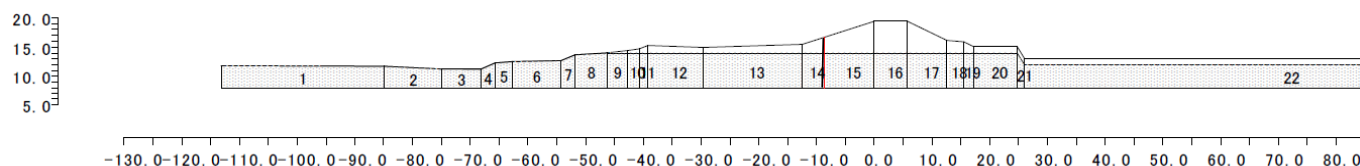
ケース①



ケース②



ケース③



No.	非液状化層		液状化層	
	γ_s (tf/m ³)	E_s (tf/m ²)	γ_s (tf/m ³)	E_s (tf/m ²)
1	2.000	210.000	1.800	0.000
2	2.000	210.000	1.800	0.000
3	2.000	210.000	1.800	0.000
4	2.000	210.000	1.800	0.000
5	2.000	210.000	1.800	0.000
6	2.000	210.000	1.800	0.000
7	2.000	210.000	1.800	0.000
8	2.000	210.000	1.800	0.000
9	2.000	210.000	1.800	0.000
10	1.692	210.000	1.800	0.000
11	1.704	210.000	1.800	0.000
12	1.701	210.000	1.800	0.000
13	1.696	0.000	1.800	0.000
14	1.703	0.000	1.800	0.000
15	1.701	21.000	1.800	0.000
16	1.699	21.000	1.800	0.000
17	1.699	0.000	1.800	0.000
18	1.701	0.000	1.800	0.000
19	1.699	0.000	1.800	0.000
20	1.705	210.000	1.800	0.000
21	1.705	210.000	1.800	0.000
22	1.705	210.000	1.800	0.000

○検討結果(変位量の比較)

解析ケース	天端沈下量 (m)	側方変位量(m)			
		川表のり尻部	天端(表のり肩)	天端(裏のり肩)	川裏のり尻部
①地震により被災を受けた断面(既設矢板あり)	0.23	-0.30	0.20	0.55	0.61
②対策後(既設矢板+対策矢板)	0.04	-0.27	-0.01	0.04	0.05
③既設漏水矢板が無かった場合の断面	0.33	-1.62	-0.96	-0.47	0.05

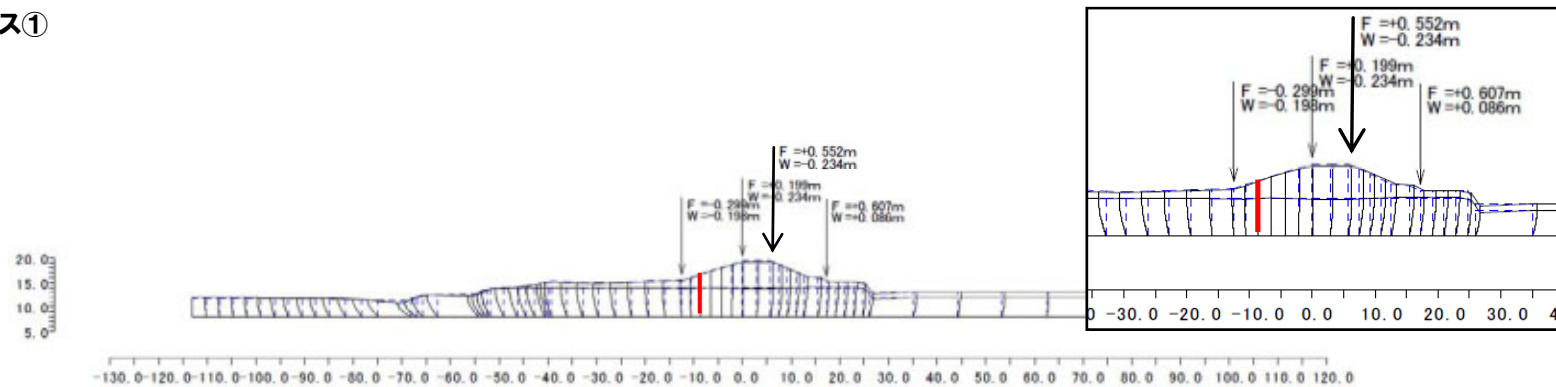
※側方変位量 +:川裏方向, -:川表方向

6. 止水矢板による耐震効果の試算

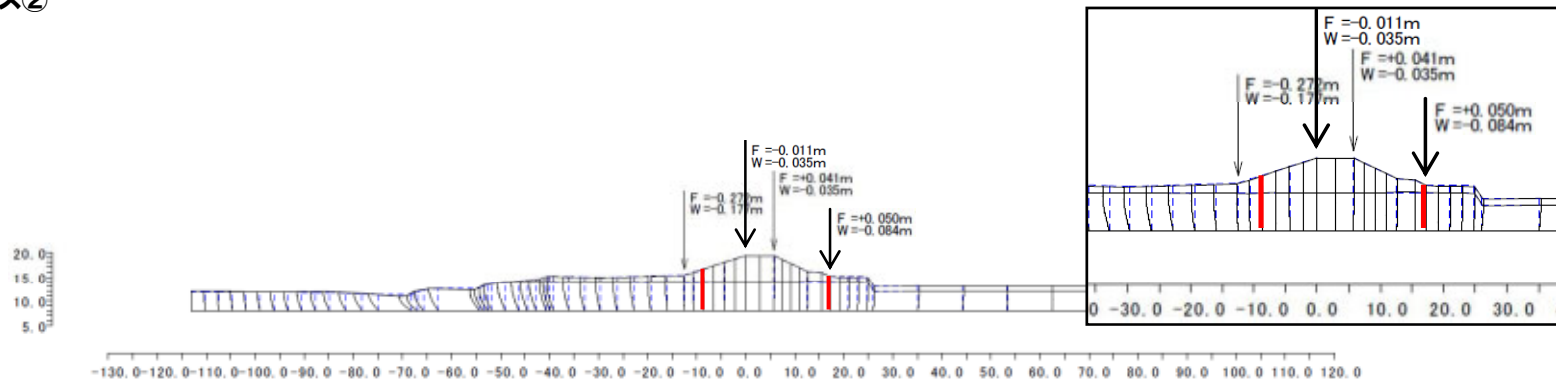
資料—2

○解析結果(変形図)

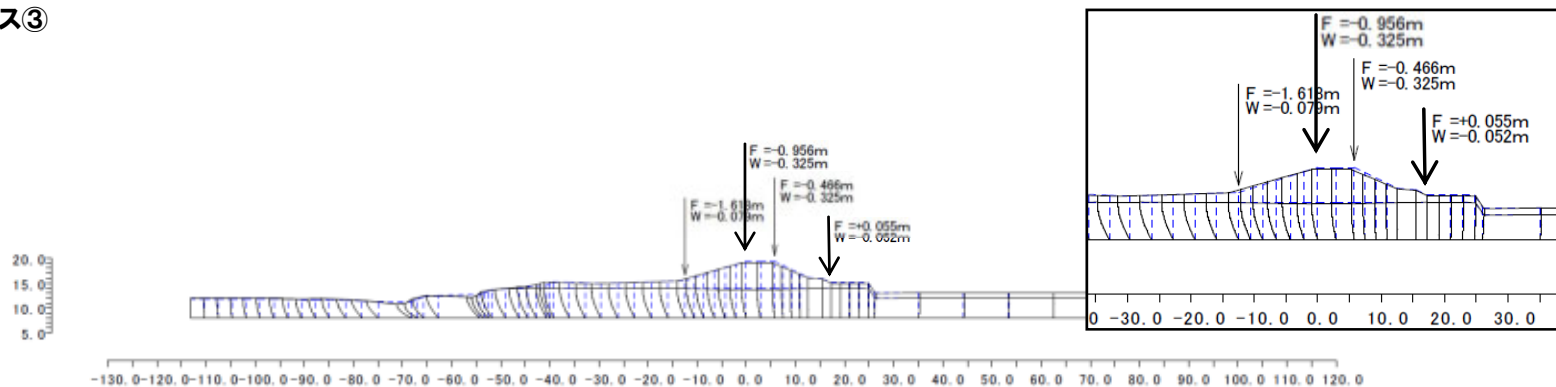
ケース①



ケース②



ケース③



- ・耐震性能照査は、現時点で対象となっている全区間について速やかに実施。
- ・耐震性能照査の結果、耐震性能が不足している区間については、耐震対策（ハード対策）の実施が必要。
- ・そのため、対策に当たっては、優先順位を明確にし、効果的・効率的に実施することが必要であり、以下の要素を考慮して決定する。

①被害の社会的影響度

地震により堤防が沈下・変形した後に、洪水、高潮、津波等による水位上昇によって浸水被害が発生する場合の被害の大きさ。

・人口

人口が集中している地域は、人口に加え資産も集中しており、浸水した場合の被害（人的被害、経済的被害）が大きくなる。

・地形条件

ゼロメートル地帯は浸水しやすく、また、排水が困難であり、浸水が長時間に及ぶ。ゼロメートル地帯の他、地形上排水が困難な地域も考慮する。

②設計対象とする外力の生起条件

・確率

今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率（地震調査研究推進本部）。

※耐震性能照査の段階（外力設定の段階）では、外力の発生確率を見込んでいない（洪水の場合、外力に計画規模が見込まれている）。

③変形計算の確実性の補正

照査の際の変形計算の不確実性の補正（照査では沈下変形が発生すると推定される箇所であっても、実際の地震において沈下変形が生じない場合も多い）。

・被災実績

実績による検証結果。

7. 河川堤防の耐震対策の優先度の考え方について（素案）

資料—2

・河川堤防の耐震対策の優先度設定（素案）について以下に示す。

①被害の大きさによる区分

背後地人口によって以下のとおり区分。

a: 100,000人以上

b: 10,000人以上

c: 1,000人以上

d: 1,000人未満

※ゼロメートル地帯、地形上排水が困難で湛水が発生しやすい地域は、1ランクアップ。

②設計対象とする外力の生起確率による区分

今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率によって以下のとおり区分。

a: 100～26%

b: 26～6%

c: 6～3%

d: 3%未満

		①被害の大きさ			
		a	b	c	d
②生起確率	a	AA	AA	A	B
	b	AA	A	B	C
	c	A	B	C	D
	d	B	C	D	D

+

③堤防の変形の想定の不確実性の補正

過去に地震による被災を受けた箇所のうち被災時以降、堤防の位置、形状が変わっていないものについては、①②による区分を1ランクアップする。
（例：A→AA、B→A）

	高 ←				→ 低
優先順位	AA	A	B	C	D