「平成19年新潟県中越沖地震」による河川堤防の被災調査結果

(第二報)

平成19年9月14 日

財団法人 国土技術研究センター

第二報の構成

- 1. 「第二報」の位置づけについて
- 2. 地震の概要
 - (1) 概況
 - (2) 河川関係施設被災状況
- 3. 調査結果の概要
 - (1) 調査箇所
 - (2) 調査箇所周辺の地震動
 - (3) 調査箇所周辺の地形及び土質構成
- 4. 調査結果から得られた知見
 - (1) 河川堤防の被災要因
 - (2) 平成16年新潟県中越地震の被災との比較
 - 1) 地震動継続時間
 - 2) 堤防の湿潤状態
 - 3) 地盤対策実施箇所の状況
 - (3) その他過去の被災との関連
- 5. 調査結果から得られた今後の検討必要事項
- 6. おわりに
- 7. 参考文献等

参考資料

- 参考資料1. 平成19年新潟県中越沖地震の関する資料
- 参考資料2. 河川管理者への現地調査所見の送付について

1.「第二報」の位置づけについて

財団法人 国土技術研究センター(JICE)では、「平成 19年(2007年)新潟県中越沖 地震」(M6.8)(以下、「平成 19年中越沖地震」という。)による河川、道路、住宅等の被害 状況を把握し、早急且つ効果的な災害復旧の支援や今後の社会資本整備のあり方などに活 かすべき知見を得るため、7月18日から災害緊急調査を実施しました。その結果は速報と して7月20日からホームページに掲載しているところです。

「速報(第一報)」は、現地調査結果を緊急に報告することが主目的でした。

「本資料(第二報)」は、現地調査結果及び各種公表資料、国土交通省信濃川河川事務所、 新潟県から提供いただいた資料を基に、3年前に発生した「平成16年(2004年)新潟県 中越地震(以下、「平成16年中越地震」という。)での堤防被災形態との比較も含め、被災 要因を確認するとともに、現在の堤防耐震性能照査手法の留意事項等について提案したも のです。

なお、現地では引続き土質調査等の各種の調査が行われていますが、事実関係の整理と これに基づく考察を中間的に取りまとめ、ホームページを通じて早期に公表することは、 災害復旧に携わっておられる現場関係者及び関連する研究調査を実施する機関や研究者へ の支援情報として参考になるものと考え掲載したものです。

2. 地震の概要

(1)概況

平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分に発生した平成 19 年中越沖地震は、上中越沖の深さ約 17km を震源とするマグニチュード(M) 6.8 の地震であり、死者 11 名、負傷者 1,989 名 の人的被害が発生した。また、この地震は柏崎市を中心に住宅の倒壊、斜面の崩壊、道路 の陥没、堤防の沈下等を惹起し、電力、ガス、水道、電話等のライフライン及び道路、鉄 道等の公共交通の不通も重なり、災害発生 1 ヶ月後の現在でも市民生活、生産活動に多大 な影響がでている。

震源と最大加速度分布図を図-1に示す。



図-1 震源と最大加速度分布図(K-NETより)

人的被害表を表-1に示す。

表-1 人的被害表

(平成 19 年 8 月 22 日	16:00 現任	国土父逋省 HP	「より消防」「調べ)
,,,,,,,			

		人的	被害		1	主家被害	1	火災		
都道府県名	死者	行方 不明	負修 重傷	島者 軽傷	全壊	半壊	一 部 破損	建物	危険物	その 他
	人	人	Y	人	棟	棟	棟	件	件	件
新潟県	11		176	1783	994	3258	34435	1		2
富山県				1						
長野県			6	23			319			
늚	11	0	<u>182</u>	<u>1807</u>	<u>994</u>	<u>3258</u>	<u>34754</u>	1	0	2

(2)河川関係施設被災状況

国土交通省HPによると、河川関係施設の被害は、河川堤防と利水ダムであった。 ①河川堤防

河川堤防の被災状況は、国管理河川が25箇所、都道府県管理河川が195箇所であった。河川堤防の被災状況を表-2に示す。

表-2. 河川堤防の被災状況一覧表

(平成19年8月27日現在、国土交通省HPより作成)

管理	水系	河川	被災数 (箇所)
国管理河川	信濃川	大河津分水路	10
		信濃川	8
		信濃川下流	5
		千曲川	1
	関川	関川	1
	計		25
都道府県河川	信濃川		45
	島崎川		2
	郷本川		2
	鯖石川		118
	尾町川		2
	大津川		1
	二位殿川		2
	鵜川		8
	石地川		2
	谷根川		1
	柿崎川		11
	関川		1
	計		195

②ダム

ダムの被災状況は、直轄ダム、機構ダム、補助ダムでは被災はなく、柏崎市管理の川内(こうち)ダム(アースダム)では、天端(長さ120m)に最大長さ10mのクラック(ひび)発生した。ダムの被災状況を表-3に示す。

表-3. ダムの被災状況一覧表

(平成19年8月27日現在、国土交通省HPより作成)

管理	対象数	被災数 (箇所)
直轄ダム	6	0
機構ダム	2	0
補助ダム	34	0
利水ダム	68	1
	計	1

3. 調査結果の概要

(1)調査箇所

平成19年7月18~19日に実施した信濃川、鯖石川の河川管理施設の調査箇所を図-2、 図-3に示す。河川管理施設の被災は、鯖石川及び信濃川の大河津付近の堤防に集中して おり、現地調査では8箇所の堤防被災状況を調査した。

被災形態は鯖石川下流での沈下タイプを除くと、天端又はのり面の縦断亀裂であった(信 濃川町軽井は沈下と亀裂)。また、8箇所のうち被災堤防近傍で噴砂が確認されているのは 5箇所である。

調査箇所の被災形態と噴砂跡一覧表を表-4に示す。

地図名	No.		位置		地先	被災形態	噴砂跡
信濃川	1	大河津分水路	右岸	2.5k	燕市野中才	亀裂	
	2	大河津分水路	右岸	2.0-2.4k	燕市野中才	亀裂	
	3	大河津分水路	左岸	2.1k	長岡市寺泊新長	亀裂	0
	4	信濃川	左岸	-1.0k	燕市五千石	周辺噴砂	0
	5	信濃川	左岸	0.0k	長岡市寺泊町軽井	沈下、亀裂	0
	6	信濃川	左岸	1.0k	長岡市寺泊岩方	亀裂	0
鯖石川	1	鯖石川	左岸	2.5k	柏崎市橋場町	沈下	0
	2	鯖石川	左岸	9.5k	柏崎市中道	亀裂	

表-4 被災形態と噴砂跡一覧表



基図:国土交通省北陸地方整備局 信濃川河川事務所「信濃川管内図(1)」(平成16年4月1日現在)による。 図一2 調査箇所図(信濃川)



基図:国土地理院「1:25,000地形図」(平成19年7月1日)による。

図-3 調査箇所図(鯖石川)

(2)調査箇所周辺の地震動

1) 地震動

地震観測所の位置図を図-4、地表面の最大加速度分布図を図-5、調査箇所近傍の柏 崎、寺泊、長岡の3箇所の最大加速度一覧表を表-5に示す。

最大加速度は、柏崎では 667 gal(NS)、寺泊では 359gal(EW)、長岡では 243gal(EW) を観測している。



(出典:(独)防災科学技術研究所 K-NET)

138

図-5 最大加速度分布図

139

140 141

MC C

142

毎 測 よタ	緯度	経度		最大加速度(gal))	計測震度	
	北緯	東経	N-S	E-W	U-D	参考值	
柏崎	37.372	138.558	667	514	369	6.3	
寺泊	37.642	138.768	227	359	55	4.7	
長岡	37.442	138.843	203	243	164	5.0	

表-5. 最大加速度一覧表

出典:(独)防災科学技術研究所 K-NET

2) 地震波形

柏崎、寺泊、長岡で観測された地震波形(NS方向、EW方向)を図-6に示す。 鯖石川に近い柏崎、信濃川大河津に近い寺泊での観測地震波形をみると(K-NET)、 地震動継続時間は、柏崎で約15秒、寺泊で約20秒となり、極めて短時間であった。





3) 地震動継続時間

一定規模以上の地震動継続時間として、地表面加速度 50gal 以上の継続時間は、柏崎で 10 秒、寺泊で 15 秒、長岡で 18 秒である。図一6の地震波形より一定規模以上の地 震動継続時間(±50gal 又は±100gal を越え、これ以下となるまでの時間)を算出した ものを表-6に示す。

発生年度	2007							
	言語からの		継続時間	引X(sec)				
項目	_{長原からの} 距離(km)	±50٤	gal 超	超 ±100g				
		NS	EW	NS	EW			
柏崎	15	10.10	10.04	8.72	8.57			
寺泊	22	14.79	11.77	7.28	5.94			
長岡	22	14.24	17.71	10.94	12.73			

表-6 地震動の継続時間一覧表

出典: K-NET のデータを基に作成

(3)調査箇所周辺の地形及び土質構成

1) 基礎地盤の微地形

信濃川では、治水地形分類図を基に、被災箇所をプロットし、図-7に示した。

鯖石川では、縮尺 1/2.5 万の地形図(平成 19 年 7 月発行)と縮尺 1/2.5 万の旧版図(明 治 45 年 12 月発行)の鯖石川周辺を重ね合わせた基図に被災箇所をプロットし、図―8 に 示した。

被災箇所の微地形は、旧河道、氾濫平野がそれぞれ3箇所と多くなっており、旧湿地と 自然堤防と氾濫平野の境界部がそれぞれ1箇所となっている。なお、鯖石川の被災した2 箇所は旧河道であったことを確認した。

河川名	No.		位置		地先	微地形
信濃川	1	大河津分水路	右岸	2.5k	燕市野中才	氾濫平野
	2	大河津分水路	右岸	2.0-2.4k	燕市野中才	氾濫平野
	3	大河津分水路	左岸	2.1k	長岡市寺泊新長	旧河道
	4	信濃川	左岸	-1.0k	燕市五千石	旧湿地
	5	信濃川	左岸	0.0k	長岡市寺泊町軽井	自然堤防と 氾濫平野の境界
	6	信濃川	左岸	1.0k	長岡市寺泊岩方	氾濫平野
鯖石川	1	鯖石川	左岸	2.5k	柏崎市橋場町	旧河道
	2	鯖石川	左岸	9.5k	柏崎市中道	旧河道

表-7 被災箇所の微地形一覧表



被害箇所の微地形



基図:治水地形分類図(国土地理院)に管内図(信濃川河川事務所)のキロ程を追加したもの 図ー7 微地形及び表層土質図(信濃川)



基図:地形図(縮尺 1/2.5 万:平成 19.7 国土地理院発行)に旧版図(縮尺 1/2.5 万:明治 45.12 国土地理院発行) 鯖石 川を重ね合わせたもの



2) 基礎地盤表層の土質構成

基礎地盤表層は、堤体盛土下端から深さ5mまでの土質とその層厚について整理した。 信濃川は、左・右岸の地質推定縦断図(出典:信濃川河川事務所)を用いた。鯖石川は 地震後に実施した左岸2.5k付近(橋場地区)の地質推定縦断図(出典:新潟県)を用いた。

被災箇所の表層土質一覧表を表-8に示す。また、信濃川右岸、左岸の地質想定縦断図 を図-9、図-10、鯖石川左岸(橋場地区)の地質想定縦断図を図-11に示す。

河川名	No.	位置		地先 表層土質 (盛土下端から)		質 5mまで)	噴砂跡あり	
信濃川	1	大河津分水路	右岸	2.5k	燕市野中才	粘性土(Ac1)	5m	
	2	大河津分水路	右岸	2.0-2.4k	燕市野中才	粘性土(Ac1) 砂質土(As1) 粘性土(Ac1)	2m 2m 1m	
	3	大河津分水路	左岸	2.1k	長岡市寺泊新長	粘性土(Ac1) 礫岩・砂岩(Ps2)	2m 3m	0
	4	信濃川	左岸	-1.0k	燕市五千石	粘性土(Ac1) 砂礫(Ag1)	4m 1m	0
	5	信濃川	左岸	0.0k	長岡市寺泊町軽井	粘性土(Ac1) 砂質土(As1)	1m 4m	0
	6	信濃川	左岸	1.0k	長岡市寺泊岩方	砂質土(As1)	5m	0
鯖石川	1	鯖石川	左岸	2.5k	柏崎市橋場町	砂質土(As1) 粘性土(Ac1) 砂質土(As1)	3m 1m 1m	0
	2	鯖石川	左岸	9.5k	柏崎市中道	不明		

表-8 被災箇所の表層土質一覧表

信濃川、大河津分水路は、堤体盛土下の表層部 1~5m 程度の厚さで粘性土(Ac1 層)、その下層に砂質土(As1 層)が堆積している。噴砂が確認されている信濃川左岸の No.4、5、6 は、表層の粘性土の層厚が上下流に比べて薄くなっている区間である。

一方、鯖石川左岸 2.5k 付近は、表層の粘性土層がなく、直接緩い砂層である。







図-10 信濃川左岸想定地質縦断図

出典:信濃川河川事務所



図-11 鯖石川左岸(橋場地区)想定地質縦断図

出典:新潟県、橋場地区土質調査結果

4. 調査結果から得られた知見

(1) 河川堤防被災箇所における主な被災メカニズム

平成19年中越沖地震による信濃川、鯖石川の河川堤防の被災は、基礎地盤表層部の砂層 の液状化が主要因と考えられる。

- ・ 調査実施箇所のほとんどで噴砂が確認されている(8箇所の内、5箇所が噴砂)。
- ・ 被災箇所の基礎地盤表層の微地形は、堆積年代が比較的新しい旧河道、氾濫平野である (8箇所の内、6箇所が該当)。
- 被災規模が大きかった信濃川町軽井地区周辺の基礎地盤は、表層に粘性土層が薄く存在 するものの、その下部には緩い砂層が存在している。一方、鯖石川左岸 2.5k 付近は、 表層の粘性土層がなく、直接緩い砂層である。

(2) 平成 16 年新潟県中越地震の被災との比較

今回の地震規模は平成 16 年中越地震と同規模(M6.8) であるにもかかわらず、堤防被 災は平成 16 年中越地震でのそれと比較して軽微であった。基礎地盤及び堤防構造は平成 16 年中越地震と同様であることから、「地震動の特性」と「地震動作用時の堤防の状態」に着 目し、若干の考察を行いとりまとめた。

1) 地震動継続時間

平成 19 年中越沖地震は、堤防に作用した地震動の最大加速度は 200gal 以上と大きか ったと想定されるが、地震動の継続時間が短かったことから、液状化による強度低下が 著しく進行しなかったため、大規模な堤防変形に至らなかったと想定される。

- ・鯖石川に近い柏崎、信濃川大河津分水に近い寺泊地点での平成19年中越沖地震の地表 面加速度50gal以上の継続時間は、約10秒、約15秒であった。(表-9)
- ・平成 19年中越沖地震と平成 16年中越地震での震源からの距離(H19:22km、H16: 17km)に著しく差異のない長岡地点で見ると、平成 19年中越沖地震では最大加速度が 243gal、50gal 以上の地震動継続時間が 18秒であった。また、平成 16年中越地震では 最大加速度が 468gal、50gal 以上の地震動継続時間も 23秒であった。(表-9、図-12)



図-12 地震波形(H19-H16) 長岡

発生年度		成 19 年				平	成 16 年			
震源からの 項目 距離(km)	雪酒からの		継続時	間※(sec)		雪酒からの	継続時間※(sec)			
	±50	gal 超	±100)gal 超	辰塚からの	±50gal 超		±100gal 超		
		NS	EW	NS	EW	正日田(KIII)	NS	EW	NS	EW
寺泊	22	14.79	11.77	7.28	5.94	40	7.57	7.15	_	
長岡	22	14.24	17.71	10.94	12.73	17	18.37	23.30	11.67	12.99
柏崎	15	10.10	10.04	8.72	8.57	29	22.05	21.24	_	11.64

表-9 地震動継続時間一覧表(H19-H16)

出典: K-NET のデータを基に作成

なお、表中の「-」は地表面加速度の観測値が±100galを超えていないことを示している。

2) 堤体の湿潤状態

地震発生時の堤防の湿潤状態は、直前の降雨量及び河川水位を基に想定した。今回の 地震時は直前の降雨量および河川水位とも平成16年中越地震に比べて小さかったため、 図-13に示すように堤体内での浸潤線は形成されていなかったと想定される。従って、 液状化は地下水位以下で発生するため、堤体での液状化も無かったものと考えられる。



図-13 地震発生時の想定される堤防内浸潤線図

3) 地盤対策工実施箇所の状況

今回の地震により大規模な縦断亀裂が発生した町軽井地区から約2.5km上流の信濃川右 岸に位置する中条地区では、以下の事項が確認又は推定された。平成16年中越地震の被災・ 地盤対策実施箇所を含んだ調査位置図を図-14に示す。

- ・中条地区は、平成16年中越地震により堤防の沈下、亀裂等の被災が生じた箇所である。
 被災後には災害復旧事業により地盤改良を施し、新規築堤を行った。今回の地震により
 中条地区では高水敷きに亀裂が生じると伴に、噴砂も多く確認されたが、堤防の変形は
 見られなかった。
- ・中条地区に作用した地震動の定量的比較・分析は行っていないが、地震対策工が施され ていなければ、当該地区の堤防も被災した可能性も十分あると推定される。



基図:国土交通省北陸地方整備局 信濃川河川事務所「信濃川管内図(1)」(平成 16 年4月1日現在)による。

図-14 調査箇所位置図(信濃川)

①信濃川右岸 2.5k 中条地区





 写真-1 平成16年中越地震時の被災状況 図-15 中条地区における復旧工法 (地震発生から復旧まで 国土交通省信濃川河川事務所パンフレットより)
 延長1,500mにわたり天端に多数の縦断亀裂が発生し、そのうち180mほどの区間で深さ20~80cmの亀裂や最大
 65cmの沈下が生じた。また、川表の護岸でははらみだしが生じ、開口部では噴砂が見られた。堤体は全断面を切返し、
 基礎地盤の液状化層はサンドコンパクション (SCP)を施工している。



写真-2 平成19年中越沖地震時の状況(右)、信濃川河岸で確認された亀裂(左:川側 か堤防側に向かって撮影)

(3) その他過去の被災との関連

1) 過去の地震での噴砂箇所分布

昭和 39 年(1964 年)新潟地震(以下、「昭和 39 年新潟地震」という)で液状化の確認された箇所と、平成 16 年中越地震で液状化の確認された箇所、今回地震の被災調査箇所を 図-16に示す。(赤矢印は今回噴砂跡が確認された箇所である。)

これによると、信濃川については、今回の被災箇所で平成16年中越地震の際にも噴砂し ていた可能性があることが確認できる一方で、大河津分水路被災箇所では過去の2度の地 震でも噴砂が確認されていないことが分かる。



 図-16 今回の地震による被災箇所と1964新潟地震、2006 中越地震による 液状化分布図の比較(出典: H.Oshiki・Y.Sasaki、2006⁴⁾に加筆)

また、本川左岸 0km の町軽井付近では、昭和 39 年新潟地震の際に堤体に大規模な亀裂 がはいっていることが別の資料で確認されている。(土木研究所報告第 125 号 新潟地震調 査報告 昭和 40 年 6 月による)



写真-3 昭和 39 年新潟地震における町軽井地先の堤防被災

5. 調査結果から得られた今後の検討必要事項

JICEの現地調査結果では今回の地震による河川構造物の被災は河川堤防のみでした。 河川堤防の被災の主要因は、堤防の基礎地盤表層にある砂層の液状化によるものと考えら れますが、地震動の継続時間が長く、地震作用時の堤防が湿潤化(事前の降雨等により堤 防の浸潤線が高くなる)していた場合には、平成16年中越地震と同様な堤防被災になって いたことも想定されます。

現在、河川堤防の耐震性能照査は「河川堤防の耐震性能照査指針・同解説(平成19年 3月、河川局)」に拠って行われていますが、以下では、上記指針においてさらに留意すべ き事項、追加すべき事項等について提案したものです。

(1) 現在の耐震性能照査手法の再検証について

1) 計算上付与する条件の設定について

- ・今回の結果から、初期条件である堤防の湿潤状態の与え方や、外力である強震の継続時間の与え方により、堤防の挙動は大きく異なるであろうことが推定される。
- ・H17.3 に耐震性能照査指針が出されたばかりであるが、決して上記の点については十分 考慮されているとは言えず、手法論そのものの見直しではなく、行政判断も含め、与える べき条件をどのように設定するかについては、改めて検討する価値があると考えられる。

2) 沈下量と照査水位との相対的関係のみで評価する考え方について

- ・現在の照査手法においては、被災後も堤防が連続体であるとの仮定に基づいた地震時変 形解析により推定された沈下後の堤防高さと別途計算する照査水位との比較により、対策の要否を判定するという考え方を採っている。
- しかしながら、沈下後の堤防高さが照査水位を上回っていたとしても、実際には大小の クラックにより堤体内や基礎地盤は既に連続体として捉えられない状態になっている可 能性があり、それらの乱れの程度は堤体の沈下量が大きければ、大きいと考えられる。そ の場合、部分的に応急復旧が迅速になされたとしても、被災前の状態よりはリスクが高く なっている可能性が高い。
- ・従って、照査水位との比較に基づく相対的な評価と合わせて、沈下量そのものに注目して、堤体や地盤の乱れ状態も考慮した絶対的な評価の必要性についても、改めて検証が行われるべきと考えられる。

(2) 現地調査手法のノウハウの共有化について

緊急時の施設点検、現地調査が迅速且つ効果的に実施されるためには、現地調査手法に ついて、技術の発展等も反映しながら、改めて必要事項を共通認識として持っておく取り 組みが必要である。特に、下記に示すような既往資料等を組織全体で共有化しておくこと が重要である。

- ・ ハンディ GPS の活用
- ・ 簡易突き棒(樋門等構造物周辺堤防の点検時に作成したもの)の活用
- ・ 基礎情報の活用(旧地形図、治水地形分類図、基礎地盤土質構成縦断図、既往被災等)
- ・ 堤防点検関連資料の活用(浸透に対する概略点検結果及び詳細点検結果、耐震点検結果、 河川堤防情報図(モニタリング情報図、河川カルテ等)
- 河川構造物台帳、等

6. おわりに

本資料が災害復旧を実施する現場関係者及び関連する研究調査を実施する機関や研究者 の方々に少しでもお役に立つことを希望するとともに、現地調査に便宜を図っていただき、 貴重な資料を貸与していただいた国土交通省信濃川河川事務所及び新潟県の関係者に深甚 より謝意を表する次第です。

7. 参考文献等

- 河川構造物地震対策技術検討委員会、河川構造物地震対策技術検討委員会報告書、
 平成8年3月
- 2) (社) 地盤工学会、土質試験の方法と解説、平成16年10月
- 3)中山修・鈴木善友、宮城県北部地震による堤防の被災メカニズム、JICE REPORT 第7号、2005
- 4) H.Oshiki, Y.Sasaki, 「Damage of The Shinano river dike due to The Niigata-ken Chuetsu Earthquake」, 2nd Japan-Taiwan Joint Workshop on Geotechnical Hazards from Large Earthquakes and Heavy Rainfall. May 2006, Nagaoka Japan, Fig5
- 5) 若松加寿江、日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991年12月
- 6) 信濃川堤防の地震被災に関する検討業務委託 報告書、財団法人 国土技術研究センター、平成 17 年 3 月

第二報編集メンバー

- ●佐々木 康 : J I C E 顧問、広島大学名誉教授
 - 大西 亘 :調査第一部 部長
 - 折敷 秀雄 :調查第一部 研究主幹
- ●今井 武雄 :調査第一部 研究主幹
- 中山 修 :調查第一部 次長
- 平野 一彦 :調査第一部 上席主任研究員
- ●佐古 俊介 :調査第一部 上席主任研究員
 - 星加 泰央 :調查第一部 上席主任研究員
 - 水頭 顕治 :調查第一部 主任研究員

●印は、現地調査実施者

参考資料

参考資料1. 平成 19 年新潟県中越沖地震に関する資料 参考資料2. 河川管理者への現地調査所見の送付について

参考資料1

参考資料1. 平成19年新潟県中越沖地震に関する資料

1. 平成 19年中越沖地震と平成 16年中越地震の比較

- (1) 地震動
 - 1) 最大加速度



図-1 最大加速度マップ 2007-2004の比較(出典:(独)防災科学技術研究所)

観測点名	観測点名 緯度北緯	経度東経	対象地震	最	最大加速度(gal)			
	神及北神花及木				E - W	U – D	参考値	
抗応	4 崎 37 37 9	120 550	2007.7月	667	514	369	6.3	
10 四	37.372	130.000	2004.10月	98	144	76	4.9	
小エ公	27 206	120 70	2007.7月	391	455	116	5.5	
小十谷	小十谷 37.300	138.79	2004.10月	1147	1308	820	6.7	
土 沾	寺泊 37.642	37 6 4 2	129 769	2007.7月	227	359	55	4.7
寸口		138.708	2004.10月	103	86	37	4.1	
ㅗㅁ麻	27 1 2 0	7.128 138.747	2007.7月	212	276	63	5.0	
	37.120		2004.10月	1716	850	564	6.2	
EX	27 4 4 2	120 0/2	2007.7月	203	243	164	5.0	
大三	37.442	130.043	2004.10月	468	369	331	5.5	
小山	27 222	120 062	2007.7月	130	129	66	4.2	
小田 37.233	130.902	2004.10月	521	407	312	5.5		
= 冬	27.641	128 056	2007.7月	109	94	47	4.8	
二余 37.6	37.041	138.956	2004.10月	118	96	76	4.8	

表-1 最大加速度一覧表

出典 : (独)防災科学技術研究所 K-NET



<u>2) 地震波形の比較(2007 年、2004 年)</u>



図-2 地震波形 (2007-2004) (寺泊、長岡、柏崎)

(2)堤防の湿潤状況

1)降水量





2)河川水位



(3) 平成 16 年新潟県中越地震時の被災箇所における平成 19 年新潟県中越沖地震の状況

信濃川において平成 19 年中越沖地震で被災した箇所近傍で、平成 16 年中越地震で被災 して地盤対策を実施した本与板地区、長呂地区を追記した位置図は本編図-15 調査箇 所位置図(信濃川)に示す。

1) 信濃川左岸 4.5k 本与板地区

平成16年中越地震時に本与板地区では最大で112cmの沈下が生じた。また比較的広範囲 で液状化の跡が確認された。

その後、復旧において、堤体を撤去し、基礎地盤の改良を実施しており、今回の平成 19 年中越沖地震では、堤体には変状が確認されなかった。





写真-1 平成16年中越地震時の被災状況(左)、平成19年中越沖地震時の状況(右) (左写真:地震発生から復旧まで 国土交通省信濃川河川事務所パンフレットより)



図-5 与板地先における復旧工法 (地震発生から復旧まで 国土交通省信濃川河川事務所パンフレットより)

2) 信濃川右岸 6.5k 長呂地区

平成16年中越地震時に長呂地区では最大で111cmの沈下が生じた。また比較的広範囲で 液状化の跡が確認された。

その後、復旧において、堤体を撤去し、基礎地盤の改良を実施しており、今回の平成 19 年中越沖地震では、堤体には変状が確認されなかった。



写真-2 平成16年中越地震時の被災状況(左)、平成19年中越沖地震時の状況(右) (左写真:地震発生から復旧まで 国土交通省信濃川河川事務所パンフレットより)



図-6 長呂地先における復旧工法 (地震発生から復旧まで 国土交通省信濃川河川事務所パンフレットより)

2. 柏崎市・鯖石川周辺の空中写真の活用

平成19年中越沖地震後の柏崎市鯖石川周辺の空中写真を活用して、噴砂跡、家屋の被災 箇所を読み取り、被災の特徴や傾向を把握する試みを行った。

空中写真は、平成19年中越沖地震発生から3日後の平成19年7月19日撮影の柏崎市鯖 石川周辺(縮尺1/1万)を撮影したものを購入して、噴砂箇所や家屋被災箇所を読み取っ た。

ただし、入手した空中写真は(デジタルデータ、1270dpi)であり、拡大して読み取り作 業を実施したが、噴砂跡や家屋被災箇所は、現地調査とは必ずしも合致しないものもある。

●噴砂

噴砂の調査箇所は、河川堤防の被災箇所周辺の堤内地を対象とした。

噴砂の判断は、空中写真を拡大して、噴砂形状(円形)、田畑やアスファルト等との色調 の違い等より噴砂跡と確認できるものを記した。

また、道路に砂が広がっている部分は、噴砂跡が確定できないため、その読み取れる範 囲の包括する部分を噴砂部とした。

●家屋被災箇所

屋根にブルーシートを被せてある家屋を家屋被災箇所とした。このとき、元々、青色の 屋根の家屋については、写真で判断できる限り除外した。また、家屋が倒壊等して、ブル ーシートを被せていない家屋については含まれていない。

空中写真から見た平成19年中越沖地震後の鯖石川(開運橋付近)の噴砂箇所及び家屋被 災箇所を写真-3、空中写真から見た鯖石川の家屋被災箇所を写真-4に示す。

旧河道については、本編 図-8 微地形図(鯖石川)より開運橋を基準にトレースしたものを重ね合わせているが、厳密なものではない。

写真-4より、家屋被災箇所と旧河道との明瞭な関連は見出せなかった。これは、旧河 道部の土地利用は田畑が多く、地震での被災は見られないことにもよる。

しかし、開運橋付近での噴砂箇所を詳しく見ると、旧河道及びその周辺で噴砂跡が多く 見られる。



写真-3. 空中写真から見た中越沖地震後の鯖石川(開運橋付近)の噴砂箇所及び家屋被災箇所

38



出典:日本地図センター 空中写真より作成

写真-4. 空中写真から見た鯖石川の家屋被災箇所

参考資料2

参考資料2. 河川管理者への現地調査所見の送付について

(財)国土技術研究センターでは、平成 19 年 7 月 16 日に発生した「平成 19 年(2007 年) 新潟県中越沖地震」による信濃川(町軽井地先、岩方地先)及び鯖石川(橋場町地区)の 河川堤防の被災状況を把握するため、同 18 日及び 19 日に現地調査を実施し、調査の所見 を国土交通省信濃川河川事務所及び新潟県へ報告致しました。

(1)平成19年新潟県中越沖地震による信濃川被災箇所に関する現地調査所見 について(国土交通省信濃川河川事務所へ報告)

1)結果の概要と推定される原因

① 「町軽井地先」 左岸 0.1km 付近~0.5km 付近

現地調査の結果「岩方第一揚水機場樋管」付近から上流約400mにわたり表法尻に噴砂 現象が発生していました。また坂路や裏小段に亀裂や噴砂が生じ、揚水機場樋管について は護岸損傷と高水敷水路部の損傷が発生しておりました。付近の地質柱状図を見ますと堤 防の基盤面の川側の表層近くに厚さ5m程度の緩い砂層がありますので、今回の地震によ りこの砂層に液状化現象が発生したものと考えられます。

② 「岩方地先」 左岸 1.1km 付近~1.4km 付近

現地調査の結果、坂路を中心に約 300m 程度の区間について、裏小段の亀裂や堤防表の り面に亀裂が発生しており、このうち表のり面の亀裂は2本あり高水敷まで連なっていま した。この高水敷の亀裂には噴砂現象も見られています。付近の地質柱状図を見ますと堤 防基盤の表層近くに約 6m 程度の緩い砂層がありますので、今回の地震でこの砂層に液状 化現象が発生したものと考えられます。

2) その他の留意事項

①復旧工法の検討に当たって

平成16年中越地震と今回の平成19年中越沖地震とを比較すると、地震外力については、 最大加速度については今回地震の方が上回る一方で、継続時間については前回地震の方が 上回るものでした(近傍の「寺泊」の地震観測地点のデータ比較による)。このことによ り、液状化が比較的浅い部分でとどまったとも考えられます。

再度災害防止の観点からは、液状化現象の程度には最大加速度もさることながら継続時 間も大きな要因であること、また、軟弱な砂質層が液状化すると、軟弱層の上層は被災前 よりもさらに支持力が低下する現象を呈するとした研究事例もあること等を考慮した上 で、復旧工法における液状化対策工法について本格的に検討を行う必要があると考えま す。

②中長期的な取り組みについて

当該信濃川の堤防は治水上重要な施設でありますが、今回大きな被災を受けなかった区 間も同様の地盤構成上にある堤防であり、①にも述べた観点から、液状化による大きな被 災を受ける潜在的可能性のある区間が多いのではないか、との懸念を払拭できません。本 震災を契機に、改めて精査を行った上で、地震時の液状化により被災する可能性のある箇 所を抽出し、適切な対策等を検討した上で、優先順位をつけた計画的な対策について検討 する必要があると考えます。

なお、そのような検討については、現在の耐震性能照査手法の改善につながるという観 点からも大変有効なものであると考えています。 (2) 平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震で被災した鯖石川堤防(橋場町地区)の 現地調査所見について(新潟県へ報告)



(位置) 柏崎市 橋場町地区 鯖石川左岸 2.5km

図-1.地形図(平成19年)と迅速図(明治45年)の重ね合わせ図

被災概要) 被災延長 約80m ① 堤防天端 最大沈下量1.2m 写真-1 ② 横断亀裂 旧川締め切り部(河道跡) 写真-1 ③ 堤防裏側民家、道路等に亀裂多数あり 写真-2 ④ 同上液状化による噴砂跡多数あり 写真-3



写真-1. 被災状況写真(段差)(鯖石川左岸 2.5k 付近)





写真一2. 被災状況写真(堤防裏側民家、亀裂)(鯖石川左岸2.5k付近)



写真-3. 被災状況写真(噴砂)(鯖石川左岸 2.5k 付近)



写真3

【所見】

1) 地形・地盤状況について

明治 45 年作成の迅速図と現在の河道を重ね合わせた図―1より、当該被災区間は、蛇行 河道を直線化し、旧川を締め切って築堤した区間であると推定されます。

基礎地盤の状況は、当該地点のデータが手元にないため詳細は不明ですが、当該被災区間から約 100m 下流にある開運橋地点の資料から推定すると、20m 程度の厚さで N 値 10以下の軟弱層が堆積していることが考えられます。



写真-4. 鯖石川の出水(H17.6)

2) 全体的なコメント

① 基礎地盤の液状化と横断亀裂

当該被災堤防は、軟弱層がかなり厚く堆積した旧河道跡に築堤されていると推定され、 この基礎地盤が液状化したことが主たる被災要因になったと考えられます。

また、堤防には多くの亀裂が発生していますが、特に横断亀裂は深く基礎地盤まで達 している可能性を疑ってみる必要があると考えられます。

② 再度災害の可能性

軟弱な砂質層が液状化すると、軟弱層の上層は被災前よりも、さらに支持力が低下す る現象を呈するとした研究事例もあります。従って、仮に基礎地盤対策を行うことなく 亀裂が発生している箇所の開削のみにより原形復旧した場合、復旧後に今回と同程度の 地震外力が作用すれば再び同様な災害を被ることが想定されます。他河川においてもこ れに類似した地震による再度災害事例があります。

③ 基礎地盤対策

当該被災堤防は、重要な区間に位置していること、被災の主要因が基礎地盤の液状化 と推定されること、横断亀裂が基礎地盤まで達している可能性を疑うべきであること、 再度災害の可能性があること等を考え併せれば、今後、十分な調査と適切な技術検討に より基礎地盤への対策の必要性の有無についての結論を得た上で、復旧工法を決定する ことが必要であると思われます。

④ 復旧工法の検討方針

当該被災堤防の復旧工法の検討に当たっては、

- ・ 当面の洪水期における緊急・暫定的な措置
- ・ 本復旧における対策

という2つの面から行うことが適切であると思われます。

特に後者においては、前述の事項を踏まえて、実施すべき調査、基礎地盤対策必要 性の有無の判断、その上での安全性・経済性を満足する工法の妥当性等の項目につい て検討することが望ましく、その際には耐震工学、土質工学などの学識経験者・専門 家等の知見を集約することが必要であると考えています。

なお、貴管内諸河川の既設堤防には、基礎地盤などが当該被災堤防と類似した条件 下にあると考えられるものも多いことから、今回の被災を契機に、上記のような本格 的な検討を実施することによって得られる工学的知見は、今後の貴管内諸河川におけ る良質な堤防の整備を通じた耐震対策の高度化に資する面でも有意義であると考えら れます。