

河川の被害

北海道開発土木研究所 正会員 西本 聡

1. はじめに

2003年十勝沖地震により、国が管理している河川では、図-1に示すように十勝川、釧路川、標津川、網走川、石狩川の5水系14河川で被害が発生した。河川堤防の被害は、堤防天端の縦断方向の亀裂、沈下、のり面のすべりなどである。堤防のり面の基盤周辺に噴砂跡が確認された箇所もあった。本報告では、北海道開発土木研究所が行った地震直後の初動調査、土木学会現地合同調査、および北海道開発局の調査資料をもとに被害が集中した十勝川水系の河川堤防の被害について述べる。

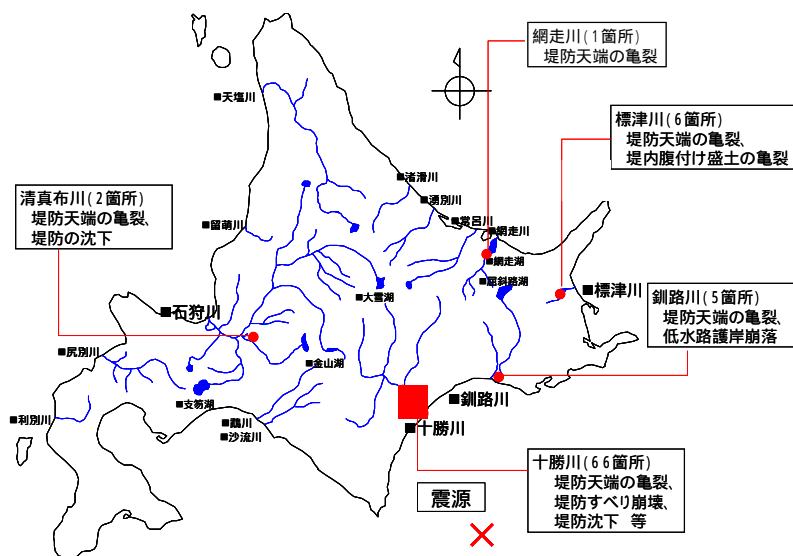


図-1 直轄河川の被災箇所図

2. 十勝川河川堤防の被災事例

2-1 十勝川右岸大津築堤 豊頃町大津

調査地点は、十勝川河口から2.9~3.6km上流部である。堤内側のり面に腹付けされた管理用道路が崩壊した(写真-1、2)。地震後のボーリング調査では、地表面から砂質土が2m程度の厚さで分布し、その下位には粘性土と砂質土の互層が分布している。基盤の砂質土およびその下層の粘性土のN値はいずれも5程度である。変状後の堤体内の水位はかなり高く、堤体中央部で地表面から約4m程度あがっている。地震前の地下水位は不明であるが、崩壊跡の亀裂に噴砂跡が確認されたこと、管理用道路の粒度組成は堤体本体と比較して細粒分が少ないこと、堤体本体には大きな変状はみられないことから、この区間の崩壊は、管理用道路の地下水位以下にある盛土の液状化に起因している可能性が高いと考えられる。



写真-1 十勝川右岸大津築堤 (提供:北海道開発局)
崩壊した堤内側の管理用道路



写真-2 十勝川右岸大津築堤 (提供:北海道開発局)

キーワード 河川堤防、泥炭、砂質土、液状化

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1-3 (独)北海道開発土木研究所土質基礎研究室 TEL011-841-1709 FAX011841-7333

2 - 2 十勝川左岸ウツナイ築堤 浦幌町ウツナイ

調査地点は、十勝川河口から約 4.8km 上流部である。ここでは写真 - 3 に示すように堤防天端に横断方向の亀裂・段差が発生した。1968 年に樋門を設置しウツナイ川の河道を切り替えた箇所であり、亀裂の方向と旧河道の方向が一致している（写真 - 4）。また、堤内側のり面には馬蹄形状にすべりが発生した。崩土によって堤内排水がふさがれたが、周辺地盤の隆起はなかった。

地震後のボーリング調査によると、旧河道は砂質土と礫質土で埋め戻されている。地震後の地下水位はほぼ基盤面近くにある。調査時点では確認できなかったが、堤内側のり面周辺に噴砂跡が確認されたとの報告があり、旧河道跡を埋め戻した砂質土の液状化が変状に関わっていると考えられる。



写真 - 3 十勝川左岸ウツナイ築堤（提供：北海道開発局）
横断方向に発生した亀裂・段差



写真 - 4 十勝川左岸ウツナイ築堤（提供：北海道開発局）
旧河道にそって亀裂が発生した様子が見える

2 - 3 牛首別川右岸 豊頃町

調査地点では、堤内側のり面が沈下し、側方にはらみだしていた（写真 - 5）。崩土の亀裂から土砂が噴出していった。周辺堤内地の排水は滞水しており地下水位は高いと推定された。この断面でのボーリング調査によると、図 - 2 に示すように厚さ 5m 程度の泥炭が地表面に分布しており、堤体中央部では 2m 程度に圧密されている。素地の泥炭のコーン指数は $q_c = 500\text{kN/m}^2$ 程度で、堤体下では $q_c = 1500 \sim 200\text{kN/m}^2$ である。堤体下の泥炭の強度増加は、 N 値からも推測され、素地のほぼゼロから 4 ないし 5 に変化している。泥炭層の下位には厚さ約 2m の粘性土が分布し、その下位には砂質土が分布している。地震後の堤体部分の地下水位は、堤体中央部では基盤泥炭層から 3m 程度あがっている。噴砂と堤体土および泥炭層下位の砂質土の粒度組成は明らかでないが、この区間の変状は、1993 年釧路沖地震での堤防崩壊に至る機構として指摘されたように^{1) 2)}、基盤泥炭の圧密沈下により地下水位以下に

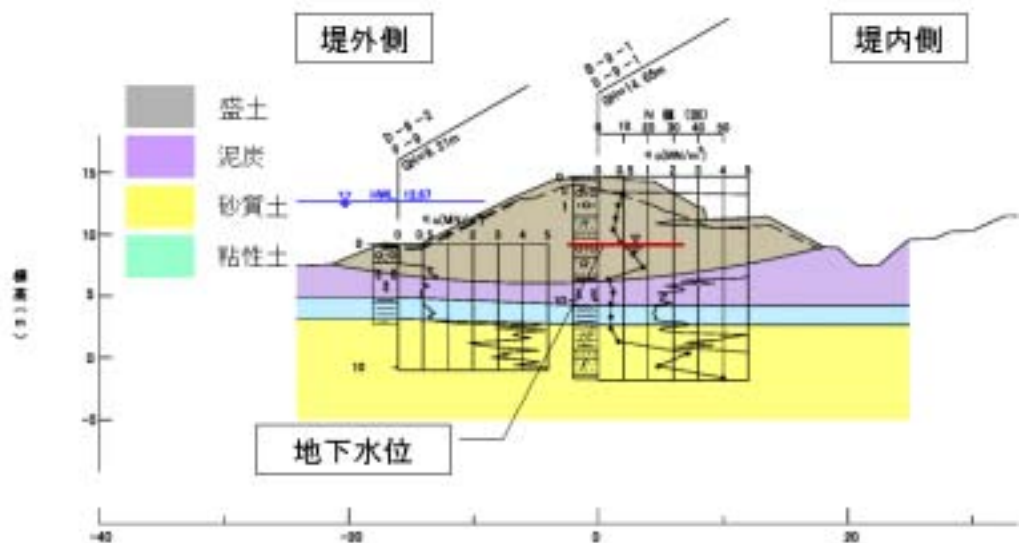


図 - 2 牛首別川右岸築堤における被災断面

下位には厚さ約 2m の粘性土が分布し、その下位には砂質土が分布している。地震後の堤体部分の地下水位は、堤体中央部では基盤泥炭層から 3m 程度あがっている。噴砂と堤体土および泥炭層下位の砂質土の粒度組成は明らかでないが、この区間の変状は、1993 年釧路沖地震での堤防崩壊に至る機構として指摘されたように^{1) 2)}、基盤泥炭の圧密沈下により地下水位以下に

没した堤体盛土の液状化が関わっている可能性が高い。

2 - 4 十勝川右岸統内築堤 幕別町統内

調査地点は、1993年釧路沖地震により堤体盛土が1,500mにわたり崩壊し、災害復旧工事を実施した箇所である³⁾。1993年釧路沖地震の被災断面を図-3に示す。釧路沖地震による変状の機構として、基盤泥炭層の圧密沈下により泥炭層へめり込み地下水位以下に没した堤体盛土が液状化して崩壊に至った可能性が指摘された¹⁾²⁾。統内築堤の被災区間の中でもとりわけ変状の著しく、堤防としての機能を維持できない状態となった650mの区間は全面切り返しを必要とした。再盛土は急速施工を行うために、地盤の安定性を確保する基盤処理工法としてサンドコンパクションパイル工法が実施された(図-4)。あわせて堤体内の地下水位を低下させるためにドレーン工も実施された。部分切り返しが行われた箇所では、今回の地震により堤防天端に幅10~20cm、深さ約70cmの亀裂が縦断方向に延長120mにわたり発生したが、サンドコンパクションパイルおよびドレーン工が実施された650mの区間については、軽微な被害に収まっており(写真-6)、耐震性の向上効果がみられる。このことは、耐震対策の重要性を示している。



写真 - 5 牛首別川右岸築堤

堤内側のり面の崩壊 崩土の亀裂から土砂が噴出していた

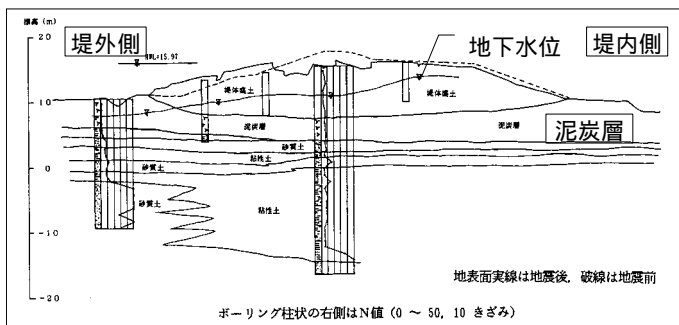


図 - 3 1993年釧路沖地震による十勝川右岸統内築堤 KP32.70 における被災断面



写真 - 6 十勝川右岸統内築堤

釧路沖地震の災害復旧でサンドコンパクションパイルとドレーン工が実施された箇所は軽微な被害に収まっている

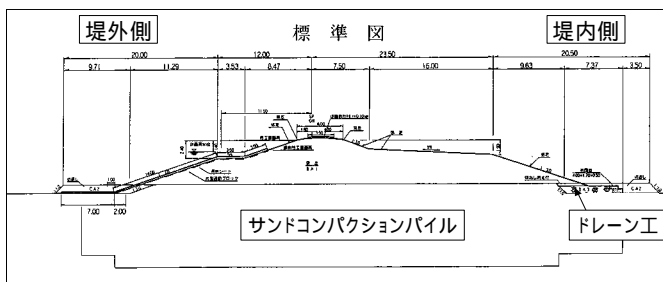


図 - 4 1993年釧路沖地震による統内築堤の災害復旧工法 (全面切り返し部)

3 . 1993年釧路沖地震との比較

被害の程度は単純に比較できないが、今回の十勝川水系の被害状況は、被災域・被災延長で1993年釧路沖地震を上回っている(表-1)。釧路沖地震で被害があった大部分の箇所でも再度被害が発生した。また、釧路沖地震で被害がなかった箇所でも被害が発生している。この理由として、釧路沖地震と比べて今回の地震は、震源が浅く地震動が大きい、地震動の継続時間が長いことが挙げられる。また、釧路沖地震の発生

は、1月の厳寒期であり、地表面が凍結していたため、のり面の変状が抑制された可能性も考えられる。詳細に関しては今後の調査を待たなければならない。

4. まとめ

2003年十勝沖地震による十勝川およびその支流河川での堤防の被害は、泥炭性軟弱地盤上や旧河道締め切り部におけるものが多い。現時点(12月末)の情報から、河川堤防の変状の原因として、大きく以下の2点に要約できる。

砂質地盤において、基礎地盤が液状化したことによるもの

泥炭地盤において、その圧密沈下に伴い地下水位以下に没した堤体土の液状化に起因するもの
特に、については、1993年釧路沖地震の際にも、その現象が指摘されていたが、今回の地震において、あらためて注目される。この現象は、通常の沖積粘土と比較して圧縮性が極めて高い泥炭特有の性質に起因したものであり、泥炭地盤が地震動を増幅させたことや、もともとせん断力が小さいことなどが複雑に作用して大きな変状に至っているものと思われる。泥炭地盤上に築造されている河川堤防は相当の延長になると推測されることから、北海道における河川堤防の耐震性向上について、今後の検討が必要と考える。一連の堤防で変状が発生した箇所、発生しなかった箇所があることは、堤体盛土の地下水位、基盤の地質、たとえば泥炭の厚さ、泥炭層の下位の砂層の有無あるいはその厚さ、築堤履歴などの違いに起因していると考えられ、今後の詳細な検討が必要である。

最後に、本報告のとりまとめに際して、多大なご協力をいただいた国土交通省北海道開発局の関係各位にここに謝意を表します。

5. 参考文献

- 1) 北海道開発土木研究所：1993年釧路沖地震被害調査報告、開発土木研究所報告第100号、1993年9月
- 2) 土木学会：1993年釧路沖地震震害調査報告、1994年12月
- 3) 北海道開発局帯広開発建設部：平成5年(1993)釧路沖地震十勝川築堤災害復旧記録誌「大地が震え堤防がなくなった日」、1994年12月

表 - 1 釧路沖地震と十勝沖地震の比較

		1993年釧路沖	2003年十勝沖
マグニチュード		7.8	8.0
震源		N 42° 55 E 144° 21	N 41° 47 E 144° 05
深さ(km)		101	42
大津水位観測所(*1)	位置	N 42° 41 E 143° 38	
	震央距離(km)	63	106
	最大加速度(gal)	縦断方向 314 横断方向 468	NS 439 EW 528
堤防の被害(m)(*2)	十勝川	7,105	16,989
	利別川	183	1,530
	牛首別川	1,496	1,909
	礼文内川	-	250
	久保川	-	1,000
	下頃辺川	100	2,385
	浦幌十勝川	-	925
	礼作別川	-	1,285
	浦幌川	284	-
	計	9,168	26,273

(1*) 1993年釧路沖地震の観測点は大津築堤素地地盤で、最大加速度の方向は堤防縦断方向と横断方向である。

(2*) 2003年十勝沖地震の被害延長は確定値ではなく今後変わる可能性がある。