

7. 河川施設の被害状況

7. 1 河川堤防に関する被害の全体概要

平成15年9月26日に発生した十勝沖地震により河川堤防に被害が生じた。河川堤防の被害は、十勝川本川の河口から38kmの区間及びその近傍の支派川で発生しており、被害を受けた大半は直轄河川の堤防であった。本報では、今回の地震で被害を受けた堤防のうち、十勝川水系の河川堤防の比較的被害が大きかったものを中心として述べる。

今回の地震により堤防が大きく被災した河川を表7.1に示す。また、主な被害地点を図7.1に示す。被害地点においては、堤防の天端や法面の縦断クラックや天端の沈下、のり面の滑り崩壊、横断クラック、護岸の崩壊等が発生した。一方、水門や樋門等の河川管理施設については、堤体に変状が生じた地点で、胸壁や翼壁と門柱に若干の開きが生じたことや、管理橋の支承が損傷したことなど、いずれも軽微な被害にとどまった。

表 7.1 主な河川堤防の被害状況（帯広開発建設部の資料²⁾に加筆修正）

河川名	被災延長 (m)	被害状況
十勝川	20,189	堤防天端縦断亀裂、横断亀裂、堤防沈下、のり面滑り崩壊、護岸沈下等
利別川	1,530	堤防天端縦断亀裂、護岸沈下
牛首別川	1,909	堤防天端縦断亀裂、堤防沈下
礼文内川	250	のり面滑り崩壊
久保川	1,000	堤防天端縦断亀裂
下頃辺川	2,385	堤防天端縦断亀裂、堤防沈下、のり面滑り崩壊
礼作別川	1,285	堤防天端縦断亀裂、堤防沈下
浦幌十勝川	925	堤防天端縦断亀裂、堤防沈下、のり面滑り崩壊

十勝川は、平成5年1月の釧路沖地震でも大きな被害を受けたが、当時行われた堤防開削を含む詳細な被害原因調査により、地盤や堤体の液状化が主な被害原因であることが報告されている¹⁾。今回の地震で被災した堤防の堤内外法尻や背後地には、液状化の発生を示す噴砂痕が見られることも少なからずあり、今回の堤防被害の主な原因も地盤や堤体の液状化であることが推察される。

十勝川堤防には、平成5年の地震災害復旧に合わせて地盤改良等が施されたところもある。そのような個所においてはほとんど被害が生じていない等、地盤改良による耐震性の向上が明確に見られた。一方、原形復旧のみを行った箇所や、堤体の安定性向上のためにのり面を緩傾斜化した堤防には再度被害を生じたものもあった。

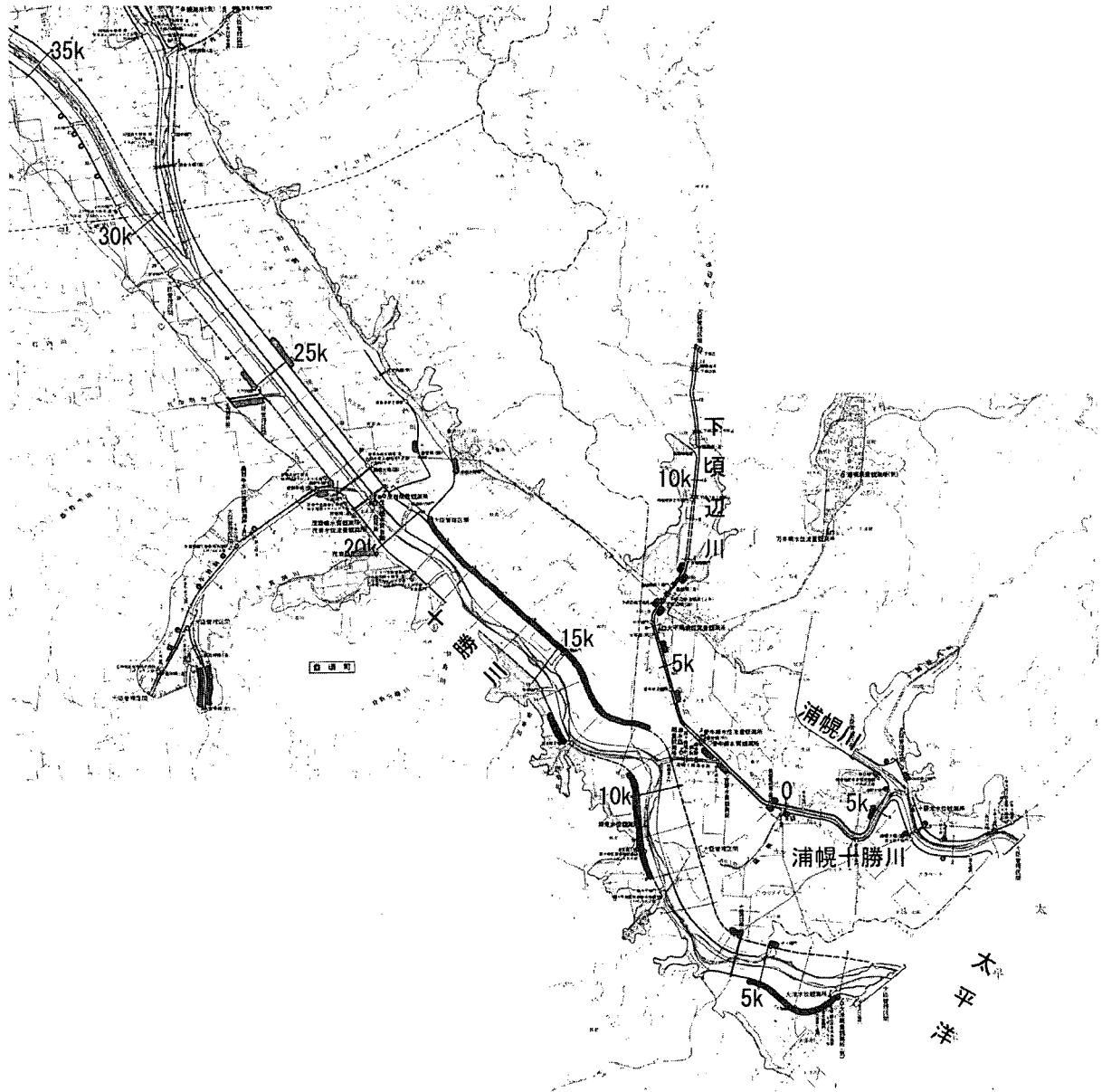


図 7.1 河川堤防の主な被害地点

7. 2 調査の概要

7. 2. 1 第1回調査

- 調査日
9月27日、28日
- 調査箇所
一級河川十勝川
一級河川十勝川水系下頃辺川
一級河川十勝川水系浦幌十勝川
一級河川十勝川水系下頃辺川
- 調査方法
踏査

7. 2. 2 第2回調査

- 調査日
10月3日、28日
- 調査箇所
一級河川十勝川
一級河川十勝川水系下頃辺川
一級河川十勝川水系浦幌十勝川
一級河川十勝川水系牛首別川
一級河川十勝川水系礼作別川
一級河川釧路川
- 調査方法
踏査

7. 3 調査結果と考察

7. 3. 1 十勝川

(1) 十勝川 右岸 3.1～3.6km

この地点の堤防は、今回の地震により最も激しく被災しており、堤内側のり面が大きく崩壊した。

この堤防は昭和37年に旧堤が築堤され、その後平成10年までに堤外側に拡幅・嵩上げされたものであり、旧堤の天端は町道となっている。旧堤部を中心に法面が崩壊し、町道が原形を留めないほど大きく被災した（写真7.1、7.2）。腹付け盛土の材料は細粒分の比較的少ない砂質土であり、亀裂開口部には盛土材料が液状化した痕跡が見られ、盛土底部の地下水位以下の部分が液状化したものと考えられる（写真7.3）。

また堤外側については、のり先から高水敷にかけて多数の噴砂痕があり（写真7.4）、基礎地盤が液状化したものと考えられる。天端は縦断方向の部分的な箇所では軽微なクラックと0～10cm程度の沈下が生じ、堤外側のり面は僅かにはらみ出して



写真 7.1 十勝川右岸 3.5k 付近
(帯広開発建設部提供)



写真 7.2 堤内側法面の崩壊
(十勝川右岸 3.5k 付近)



写真 7.3 旧堤盛土の亀裂内の噴砂
(十勝川右岸 3.5k 付近)



写真 7.4 堤外側法尻の噴砂—法尻から
天端を望む(十勝川右岸 3.5k 付近)

いる。

堤内側、堤外側共にのり面は約 5 割勾配とゆるく、堤体が慣性力の作用だけで変状をきたしたとは考え難い。天端から堤外側のり面の軽微な被害は、基礎地盤あるいは堤体底部の液状化が主たる原因であるものと考えられる。また、堤内側の旧堤部分の被害は、盛土底部の地下水位以下の部分が液状化したことがその主たる原因であるものと考えられる。

(2) 十勝川 左岸 4.8k

(a)ウツナイ樋門からその下流約 40m に渡って天端縦断クラック、法面クラックおよび段差が生じた。堤内側のり尻部の水路に噴砂が見られ、水路が堤体の側方変位によって押し潰された。

(b)ウツナイ樋門の下流約 70m 付近で、堤体を斜め 30 度で横断するクラック及び段差が生じ、天端が 1m 以上陥没し、堤外側の裏面が大きくはらみ出した。この地点でも、のり面は 5 割勾配であった (写真 7.5)。

(a)は基礎地盤あるいは堤体の液状化により、堤体が堤外側に向かって変形し被災したものと考えられる。また、(b)の地点は旧河道の直上にあたり、基礎地盤の変状に

より堤体が被災したものと考えられる（写真 7.6）。



写真 7.5 天端の縦断および横断亀裂
（十勝川左岸 4.8k 付近、帯広開発建設部提供）

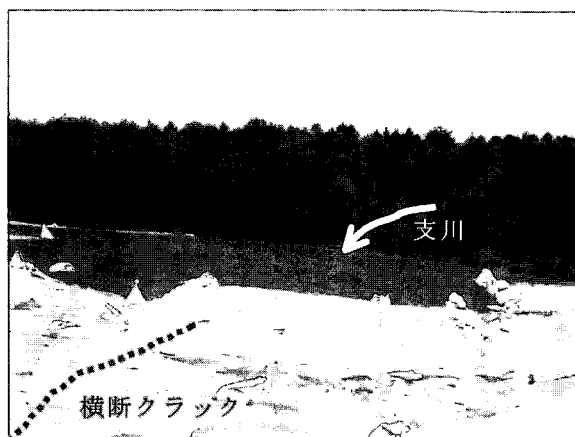


写真 7.6 旧河道上の堤防被害
（十勝川左岸 4.8k 付近）

(3) 十勝川右岸 13.5k

堤内側の天端肩にクラックが生じ、堤内側のり面（5割勾配）がはらみ出した。法先部外側の道路には多数のクラックが見られたが（写真 7.7）、それらは今回の地震によるものではない。基礎地盤が極めて軟弱で、盛土荷重による圧密沈下とそれによる引き込み沈下により道路路肩にクラックが生じたものと考えられる。今回の地震では、このように軟弱で安定性の低い地盤において堤防に変状が生じたものと考えられる。

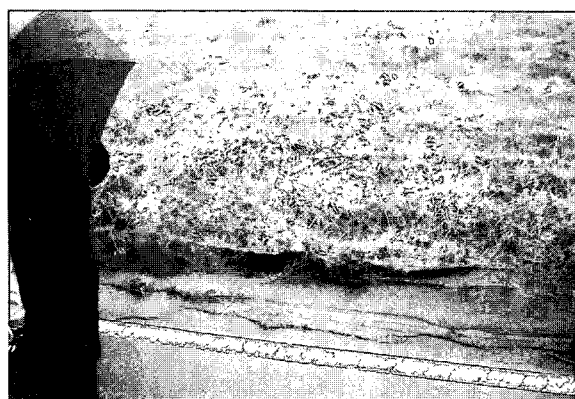


写真 7.7 堤防法尻部のクラック
（十勝川右岸 13.5k 付近）

(4) 十勝川左岸 19.2k

この堤防は、昭和 30 年に築堤された 2 割勾配の旧堤に順次腹付け拡幅した 5 割勾配の丘陵堤（平成 10 年完成）である。堤内側の腹付けした部分の頂部にクラックが生じ（写真 7.8）、のり面がはらみ出したが堤外側には変状は見られなかった。平成 5 年釧路沖地震でも同程度の被害を受けたが、このときは堤内側が 2 割勾配であった。

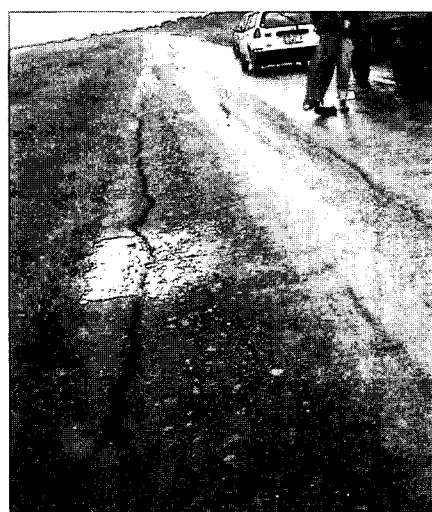


写真 7.8 堤防天端の縦断亀裂
（十勝川左岸 19.2k 付近）

7. 3. 2 浦幌十勝川

(1) 浦幌十勝川 左岸 2.2k

十勝太東8線樋門杭基礎周りの約100m区間において堤体に天端クラックと天端沈下(20~50cm)が生じた。樋門の門柱にはクラック等はないが、堤体の沈下・変形により門柱が堤外側に向かって僅かに傾斜していた。内外側法先部に噴砂跡が見られ、地盤の液状化が堤体及び樋門に生じた変状の主な原因と考えられる。この樋門(平成10年完成)が柔構造樋門であるかどうか明らかでないが、堤防天端では10~20cm程度の抜け上がりが見られた(写真7.9、7.10)。

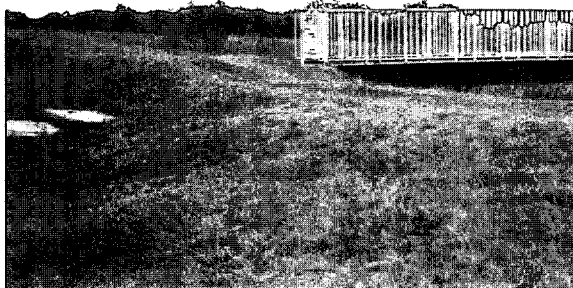


写真 7.9 樋管の抜け上がりと天端の不陸
(十勝太東五線樋門)

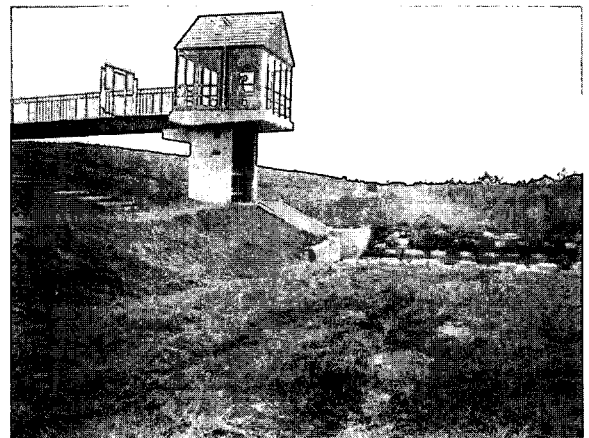


写真 7.10 法尻の噴砂と傾斜した門柱
(十勝太東五線樋門)

(2) 浦幌十勝川 左岸 3.1k

この周辺では5割勾配の丘陵堤だが、浦幌大橋の取付け部において2割勾配となっている。この取付け部において天端が約20~60cm沈下し、2割勾配の小段から上の法面が大きくはらみ出した。この滑りは地盤面が低い堤内側のみに生じた。堤体は砂質土であった。小段から下の法面及び周辺の地盤には変状は認められなかった。

7. 3. 3 下頃辺川

(1) 下頃辺川 左岸 2.8k

愛牛橋の取付け部周辺において堤内側の天端肩にクラックと段差(約50cm)が生じ、法面がはらみ出した。堤外側には変状無し。液状化の痕跡等はなく、法先から外側の地盤に変状は認められない。愛牛橋に続く道路盛土は大きく被災した(写真7.11)。堤体

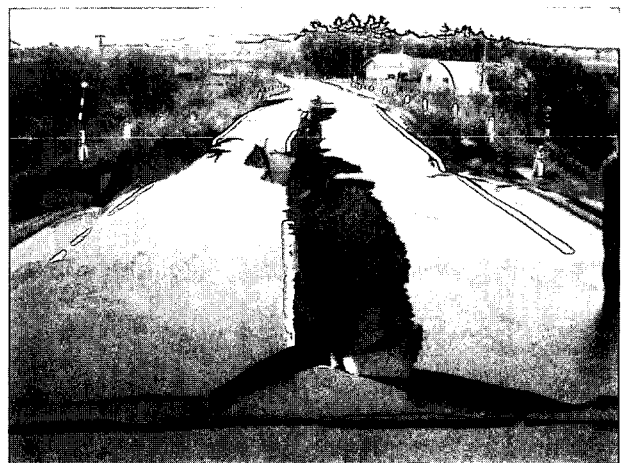


写真 7.11 下頃辺川左岸 2.8k 付近の堤防に
続く道路盛土の被災

の周辺地盤に変状がないことから、堤体自体に何らかの問題があった可能性がある。

7. 3. 4 平成5年釧路沖地震後の対策復旧の効果

(1) サンドコンパクションパイル工法による対策

平成5年の釧路沖地震において、十勝川右岸 31.7k~33.3k の堤防（統内築堤）が約 1.5km にわたって被害を受けた。このうち 32.4k~33.0k の約 600m の区間では、軟弱な基礎地盤の圧密によって地盤にめり込んだ堤体底部の液状化により、天端の沈下と堤体全体に大規模なクラックが生じた。復旧にあたっては、全面的な切り返しと共に、図 7.2 に示すように基礎地盤が SCP 工法により改良された。さらにその後、十勝川の一連区間の丘陵堤防化に伴い、のり面勾配が 1:5 とされた。

今回の地震では、地盤改良域に隣接する区間の堤防において、比較的軽微ではあるが変状が見られた。すなわち 32.4k では天端に最大で幅 3cm 程度のクラックが発生し、天端法肩が 10~20cm 程度沈下し、33.1k（新川樋門の周辺堤防）では堤防天端に軽微な縦断クラックが発生すると共に 10cm 程度の沈下が生じた（写真 7.13）。堤外側のり面にはらみ出しが見られ、堤外側法尻部および高水敷に多くの噴砂痕が見られた。これに対し、SCP 地盤改良区間では堤防に一切の変状は認められず（写真 7.12）、液状化の痕跡もなかった。SCP 地盤改良の主たる目的は、全面切り返し時の滑りに対する安定性向上であったが、耐震性の向上についても効果があったものと考えられる。

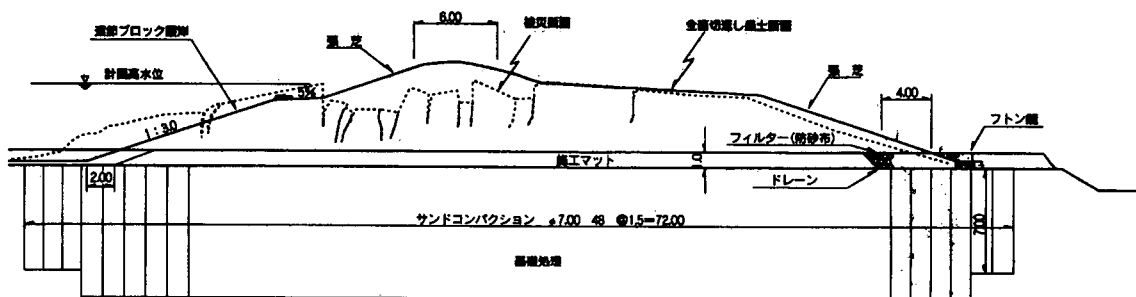


図 7.2 SCP 工法による復旧断面



写真 7.12 被害を受けなかった SCP 地盤改良区間



写真 7.13 天端が沈下しのり面がはらみ出した新川樋門付近の堤防

平成5年の釧路沖地震において、下頃辺川左岸 7.6k~7.7k の約 100m にわたり堤防が被災した。被害は堤内天端肩付近から堤内のり面にかけて大きな陥没および堤体全体の大規模なクラックと堤内のり尻の隆起であった。このときの被害原因も堤体底部の液状化であるとされている¹⁾。復旧にあたっては、被害の大きかった 60m の区間において全面的な切り返しと共に、堤体の急速施工における地盤の滑り安定性の確保のための基礎地盤処理がおこなわれ、ここでは施工ヤードの制約などからパイルネット工法が選定された。図 7.3 にパイルネット工法による復旧断面を示す。

今回の地震では、パイルネット工法の施工区間に隣接する、基礎処理を行っていない区間 (7.4~7.6k および 7.7k~7.8k) で法肩クラックと天端沈下 (0~30cm 程度) が生じ、2 割勾配の法面がはらみ出した (写真 7.15)。これに対し、基礎地盤をパイルネットにより基礎処理した区間では隣接する区間の被害とは対照的に変状はない (写真 7.14)。パイルネット工法の主たる目的は全面切り返し時の滑り破壊に対する安定性向上であったが、耐震性の向上についても効果があったものと考えられる。なお、同様の工法により堤防が施工された清真布川では、サンドマットの液状化に起因すると思われる堤防の被害が生じた。

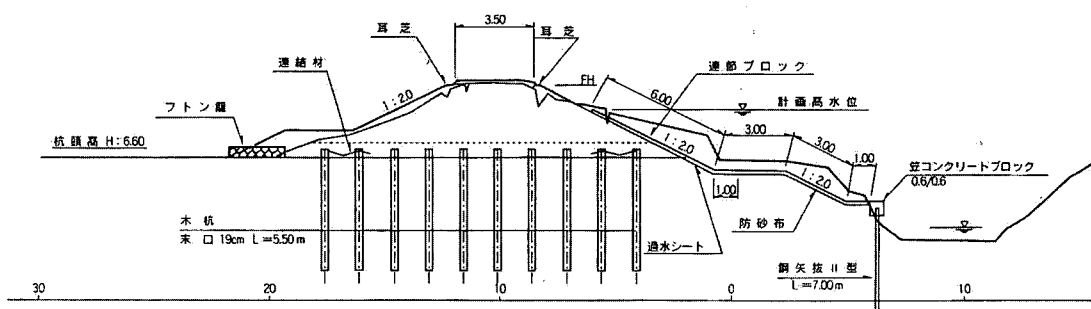


図 7.3 パイルネット工法による復旧断面 (下頃辺川左岸 7k620)¹⁾

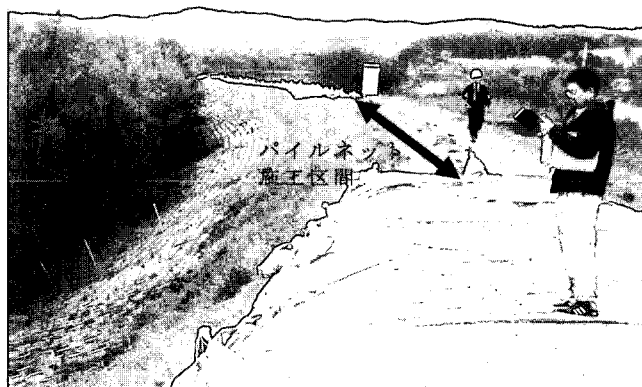


写真 7.14 パイルネット施工区間と隣接区間の状況
写真 7.15 隣接区間での天端の被害状況

1. 4 まとめ

今回の地震で大きな被害を受けた十勝川水系の河川堤防は、高含水比で極めて軟

7. 4 まとめ

今回の地震で大きな被害を受けた十勝川水系の河川堤防は、高含水比で極めて軟弱な泥炭層が地表面付近に存在し、かつ地下水位が高いという特徴的な地盤上に設けられている。このような地盤上に築堤された堤防は、盛土荷重による圧密で堤体底面がお椀型に沈下し、そこに地下水や雨水が滞留するため地震時に不安定化しやすい。また、軟弱層により地震動が増幅されたことも被害の一因として考えられる。1993年釧路沖地震で被災した堤防は、このような北海道特有の地盤条件をある程度考慮した復旧及びその後の堤防強化が行われてきたが、今回の地震ではそれらの効果が必ずしも現れなかった箇所もある。今回の地震による被害メカニズムの解明に加え、今後は北海道特有の地盤条件に適した堤防強化法について研究及び技術開発を進める必要があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 北海道開発局帯広開発建設部：平成5年(1993)釧路沖地震 十勝築堤災害復旧記録誌、1994年
- 2) 北海道開発局帯広開発建設部：平成15年十勝沖地震による帯広開発建設部管内被災概要、<http://www.ob.hkd.mlit.go.jp/hp/kisyahappyou/jisin.html>