

## 報告1 テーマ②

# 河川堤防と液状化

独立行政法人土木研究所  
地質地盤研究グループ土質・振動チーム  
佐々木哲也



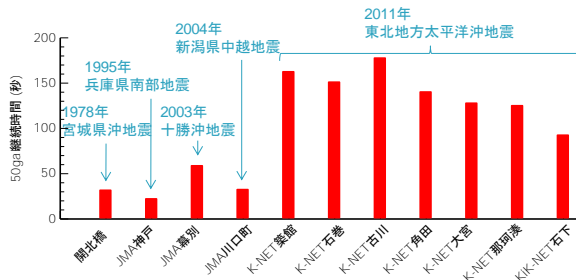
## 地震動・津波による河川堤防等の被害の概要

- ▶ 東北地整管内で被害を受けた河川(水系):  
馬淵川, 北上川, 阿武隈川, 名取川, 鳴瀬川
- ▶ 関東地整管内で被害を受けた河川(水系):  
利根川, 荒川, 霞ヶ浦, 久慈川, 那珂川ほか
- ▶ 被災個所の総数(4月22日17:00時点, 直轄のみ)は表のとおり.
- ▶ 津波による堤防の決壊・流出が8箇所(北上川, 旧北上川, 名取川, 阿武隈川)
- ▶ 地震動による堤防の被害は, 東北地整管内のみならず関東地整管内においても甚大. 広域にわたって被害が生じた.

	東北地整管内	関東地整管内	計
緊急災	29	24	53
一般災	256	188	444
その他	910	702	1,612
計	1,195	914	2,109

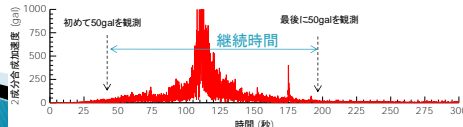
# 地震動の特徴

- ▶ 今回の地震による地震動は、既往の地震動に比べて継続時間が長いのが特徴。
- ▶ 液状化の発生に対しては、地震動の繰返し回数が強く影響を及ぼす。これが堤防の被害に影響した可能性が考えられる。今後の検討が必要。



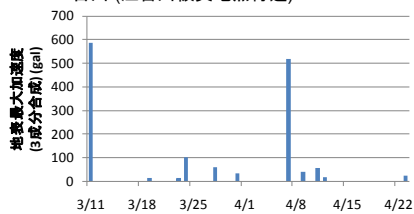
なお、ここでは、継続時間を下図のように定義。具体的には、

- 1) 水平2成分の観測波形をベクトル合成。
- 2) 初めて50galを観測した時刻から最後に50galを観測した時刻までの間の時間を継続時間とする。

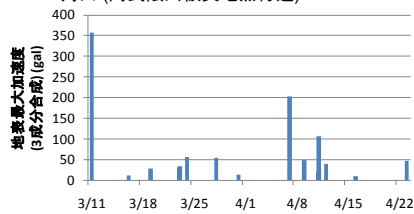


# 余震とその影響

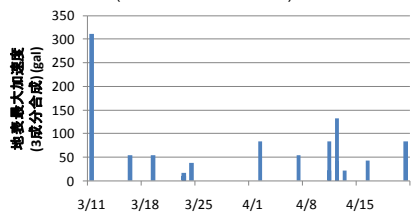
K-NET古川 (江合川被災地点付近)



K-NET角田 (阿武隈川被災地点付近)



K-NET佐原 (利根川被災地点付近)



鳴瀬川右岸30k付近の裏のり尻 (4/15時点). 周辺住民によれば、地震直後には崩土が小屋に達していなかったとのこと。

- ▶ 大きな余震が多いことが今回の地震の特徴。
- ▶ 余震により堤防の被害が拡大した箇所あり (鳴瀬川右岸30k付近)。

# 代表的な被災箇所

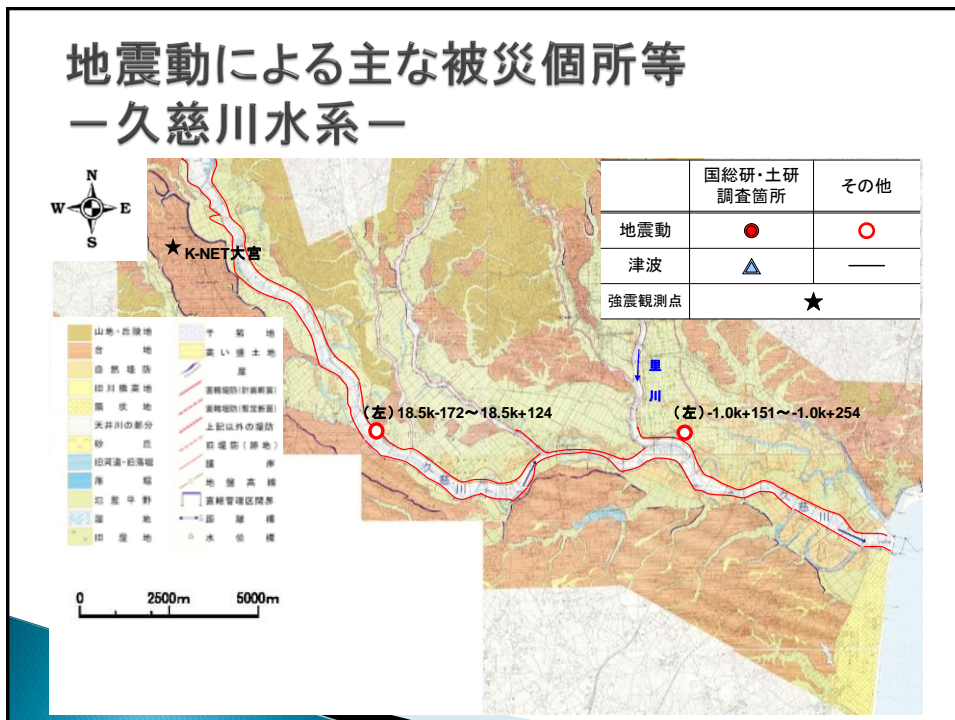
## 地震動による主な被災箇所等 —北上川・鳴瀬川水系—



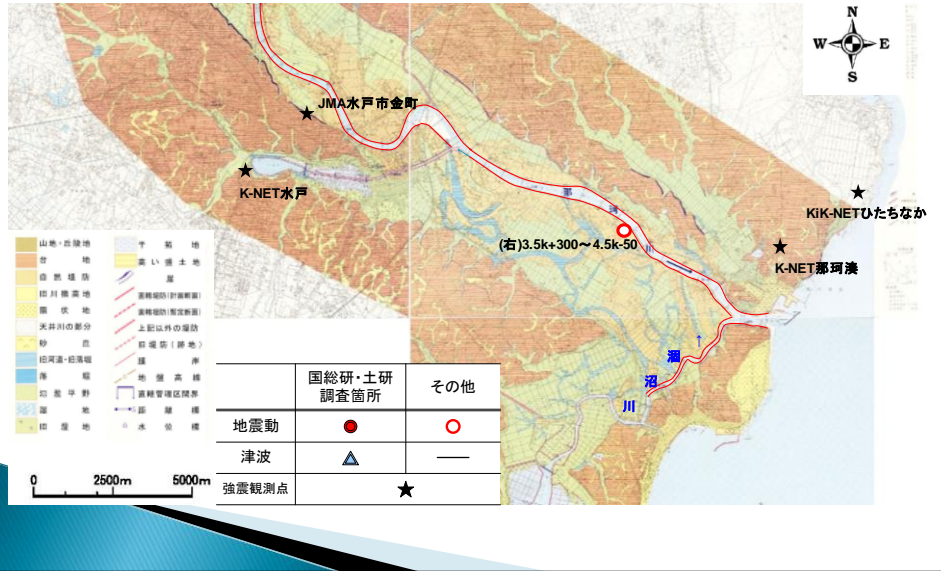
## 地震動による主な被災箇所等 —阿武隈川下流・名取川水系—



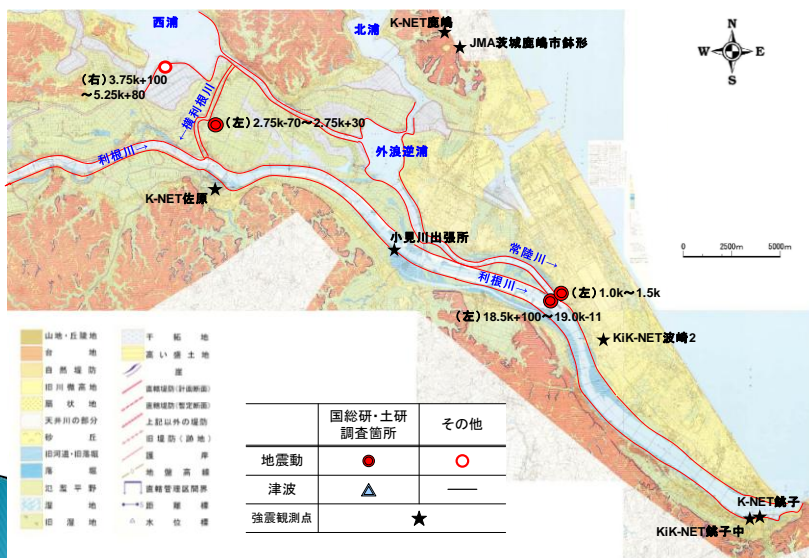
## 地震動による主な被災箇所等 —久慈川水系—



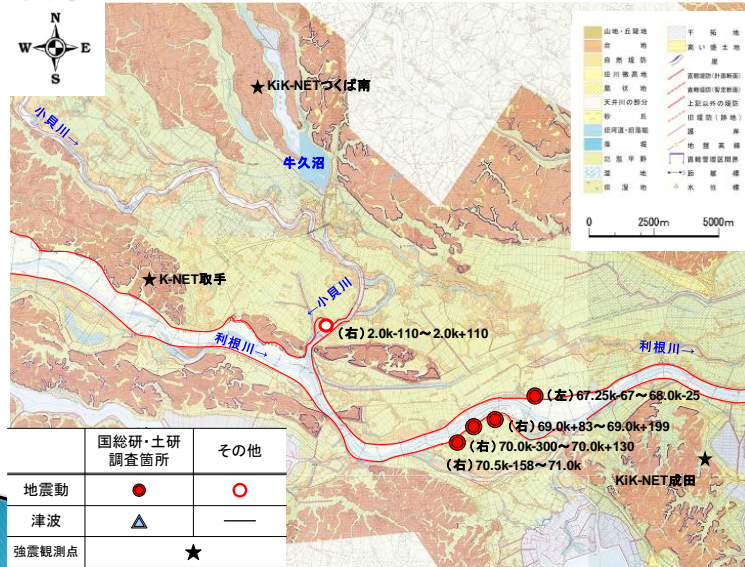
# 地震動による主な被災箇所等 —那珂川水系—



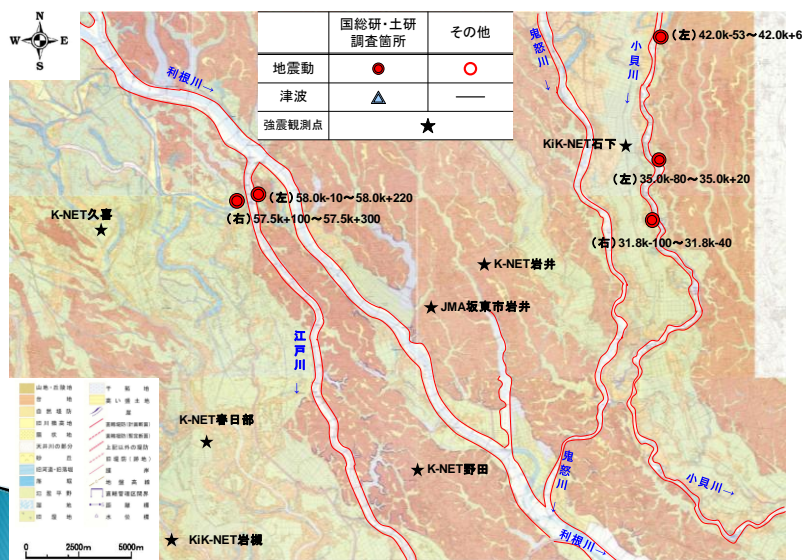
# 地震動による主な被災箇所等 —利根川下流・霞ヶ浦—



# 地震動による主な被災箇所等 —利根川下流・小貝川—



# 地震動による主な被災箇所等 —江戸川・利根川・鬼怒川・小貝川—



## 代表的な個所の被災状況

阿武隈川下流右岸22.4k+174~22.6k+59(宮城県角田市坂津田)



天端の状況(22.6kp付近より上流側を望む, 3/18)



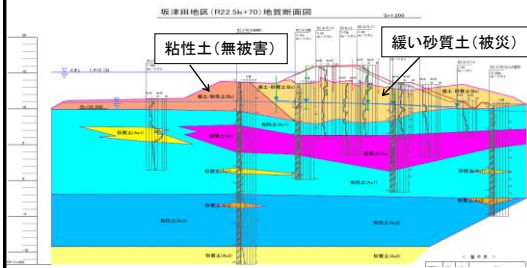
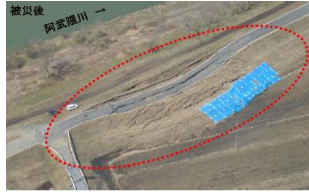
天端の状況(22.5kp付近より下流側を望む, 3/18)



裏のり尻付近(3/18)

- ▶ 堤防天端が最大で2m沈下.
- ▶ 川裏側の耕作地へ向けて堤体が変形. 崩土が川裏側の耕作地を覆う.
- ▶ 川裏側の耕作地では, 崩土先端部付近にて噴砂痕を確認.

阿武隈川下流右岸22.4k+174~22.6k+59(宮城県角田市坂津田)



- ・粘性土でできた旧堤に変状なし。
- ・被災原因は、密度の低い砂質土からなる堤体の一部の液状化と推定

地質横断面図 (東北地整提供)

阿武隈川下流左岸28.6k+368~29.0k+94(宮城県角田市野田)



天端の状況<sup>5)</sup>



裏のりの縦断亀裂<sup>4)</sup>



裏小段の沈下、傾斜 (4/14)



裏のり尻部の擁壁の倒壊<sup>5)</sup>



裏のり尻の噴砂<sup>5)</sup>

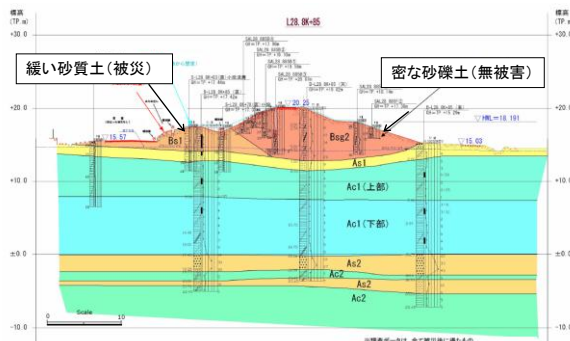
- ▶ のり肩(川裏側)に縦断亀裂. 幅10~20cm, 深さ4m.
- ▶ 裏のりの縦断亀裂, 裏小段の沈下・傾斜, 裏のり尻のはらみ出し, 土留め擁壁の倒壊が生じた.
- ▶ 川裏側坂路に20~30cm程度の沈下.
- ▶ 裏のり尻部に噴砂痕あり.

5) 仙台河川国道事務所 防災情報(第25報)

6) 仙台河川国道事務所 提供資料



阿武隈川下流左岸28.6k+368~29.0k+94(宮城県角田市野田)

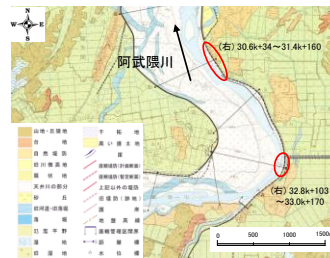


地質横断面図(東北地整提供)

- ・川裏側の法面がはらみ出し
- ・締まった砂礫の表側法面に  
変状なし。
- ⇒被災原因は、密度の低い砂質土からなる堤体の一部および基盤砂質土の液状化と推定。

阿武隈川下流右岸30.6k+34~31.4k+160  
(角田市枝野地区)

- ▶ 約800mにわたって天端が陥没。沈下量は最大で2m程度。
- ▶ 川裏側の耕作地を崩壊した堤体土が覆う。
- ▶ 堤体の亀裂内、川裏側崩土先端に噴砂痕あり。



位置図(治水地形分類図「角田」「丸森」)



天端の状況



川裏側の耕作地を覆う崩土

## 阿武隈川下流右岸30.6k+34~31.4k+160 (角田市枝野地区)

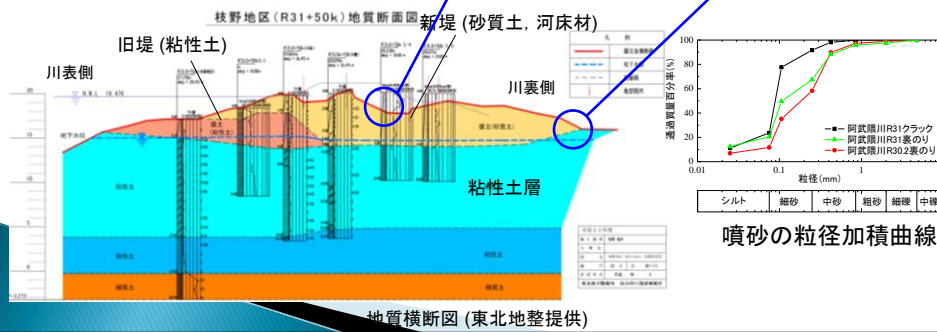
- ▶ 堤体の亀裂内, 川裏側の崩土先端に噴砂痕あり.
- ▶ 川裏側の新堤は細粒分を含まない砂質土(河床材). 旧堤, 基礎地盤は粘性土.  
⇒新堤部分の堤体土の液状化が主要因と考えられる.



堤体の亀裂内の噴砂



崩土先端部の噴砂



## 阿武隈川下流右岸32.8k+103~33.0k+170(宮城県丸森町小斉)



天端の状況 (32.8kp付近から上流側を望む, 3/18)



天端の状況 (33.0kp付近から下流側を望む, 3/18)



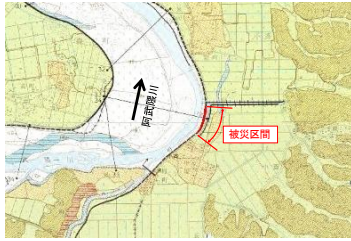
崩土が川裏側の水路を閉塞 (3/18)



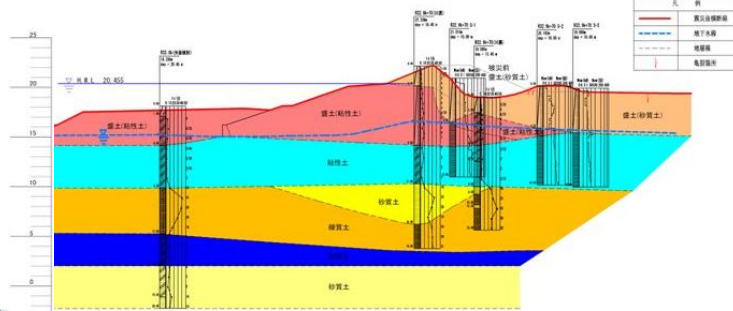
崩壊・未崩壊個所の境界でのセンターラインのずれ (3/18)

- ▶ 堤防天端から裏のりが川裏側にすべり落ちるように変形.
- ▶ 川裏側では崩土が水路を閉塞.
- ▶ 川裏側の兼用道路ではセンターラインに1mの横ずれを確認.
- ▶ 川表側ののり面にはほとんど変状なし

阿武隈川下流右岸32.8k+103~33.0k+170(宮城県丸森町小斉)



- ✓ 基礎地盤は主として粘性土
  - ✓ 堤防は粘性土による旧堤(川表側)、砂質土による新堤から構成
  - ✓ 堤体が基礎地盤にめり込むように沈下
  - ✓ 変状は砂質土の新堤に集中
- ⇒堤体の液状化が主要因であると考えられる



地質横断面図(東北地整提供)

鳴瀬川左岸11.3k+30~11.5k+100(美里町砂山)



天端の沈下, 陥没 (3/13)



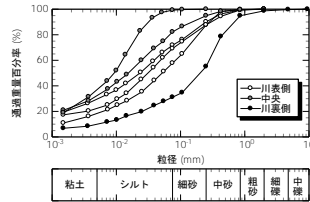
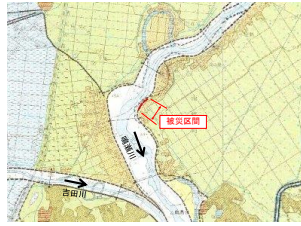
裏のり尻の噴砂 (3/13)



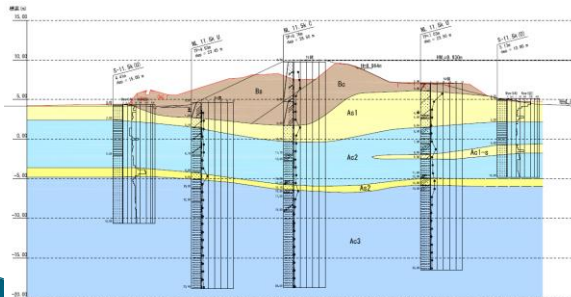
川裏側の基礎地盤の隆起と噴砂 (3/13)

- ▶ 堤防天端が沈下, 陥没. 沈下量は2m程度.
- ▶ 天端が川表側に傾斜.
- ▶ 川裏側ののり尻, のり先に噴砂痕.
- ▶ 川表側の基礎地盤が隆起.

## 鳴瀬川左岸11.3k+30~11.5k+100(美里町砂山)



As1層の粒径加積曲線  
(東北地方整備局提供データに基づき作図)



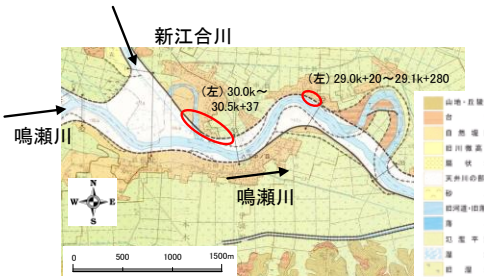
地質横断面図 (東北地整提供)

- ▶ 粘性土からなる旧堤に、砂質土による腹付けした部分が崩壊
  - ▶ 基礎地盤は5~7mの粘性土層の上に、厚さ2~4mの砂質土層が堆積
  - ▶ As1層の川裏側では細粒含有率が30%程度であり、相対的に液状化が生じやすい土質
- ⇒ 堤体下部の液状化が主要因と考えられるが、基礎地盤表層のAs1層の液状化による影響も疑われる。

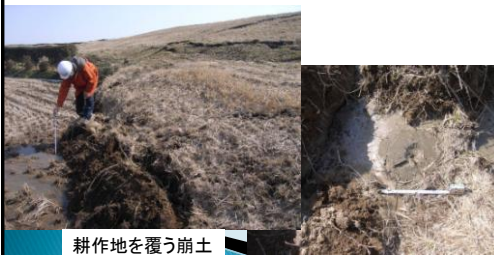
## 鳴瀬川左岸29.0k+20~29.1k+280, 30.0k~30.5k+37 (宮城県大崎市下中ノ目)



堤防天端~川裏側のり面の状況



位置図 (治水地形分類図「古川」「小牛田」)

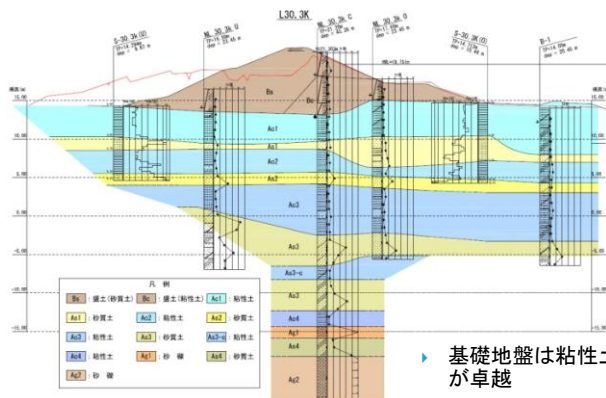


耕作地を覆う崩土

亀裂内部の噴砂痕

- ▶ 堤体が川裏側に向かって大きく崩壊。
- ▶ 堤体内部の亀裂の中に噴砂痕あり。
- ▶ 基礎地盤に変形の痕跡が見られない一方で、崩土が耕作地を覆う。

鳴瀬川左岸29.0k+20~29.1k+280, 30.0k~30.5k+37  
(宮城県大崎市下中ノ目)



地質横断面図(東北地整提供)

- ▶ 基礎地盤は粘性土と砂質土の互層で、粘性土が卓越
  - ▶ 堤体は粘性土からなる旧堤と、砂質土で腹付・嵩上げた新堤部分からなり、変状は新堤部分に集中
  - ▶ 堤体が基礎地盤にめり込むように沈下しており、堤体内に地下水位が存在
- ⇒堤体の液状化が主要因であると考えられる。

鳴瀬川右岸29.7k+120~30.1k (宮城県大崎市)



堤防天端~川裏側のり面の状況 (4/15)



崩土に埋もれた石積み擁壁 (4/15)



民地に達した崩土 (4/15)

- ▶ 川裏側に向かって堤防が崩壊。
- ▶ 川裏側では崩土が民地内の小屋を押しつぶしている。
- ▶ 裏のり尻部のブロック積み擁壁が前面側に倒壊。
- ▶ 周辺住民によれば、本震直後は道路天端が波打っていたが余震により徐々に平坦になってきた。本震直後は川裏側の崩土が民地に達していなかったなど、余震により変形が進行している様子。

吉田川左岸14.6k+70～14.8k+20(宮城県大崎市鹿島台)



天端の状況 (3/17)



川表側護岸ブロックの前傾 (3/17)



川表側のり尻部の噴砂痕 (3/13)

- ▶ 堤防天端に縦断亀裂および傾斜が発生.
- ▶ 表のりの護岸天端が前傾.
- ▶ 護岸のり尻部にはらみ出しが発生.
- ▶ 表のり尻部に噴砂痕あり.

旧北上川右岸20.0k～20.0k+70(宮城県石巻市)



堤防天端の状況 (3/16)

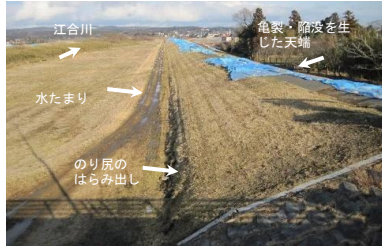


(a) 川表側のり尻部 (b) 川裏側のり尻部 (c) 川裏側の耕作地

のり尻付近で確認した噴砂痕 (3/16)

- ▶ 大きな亀裂を生じることなく天端が局部的に沈下.
- ▶ 沈下量は約1m.
- ▶ 被災区間の両のり尻の耕作地にて噴砂痕を確認.
- ▶ 基礎地盤の液状化が主たる被災要因と推定

江合川右岸14.0k+43～14.6k+43  
(宮城県涌谷町桜町, 上谷地橋付近)



天端および表のりの状況 (3/16)



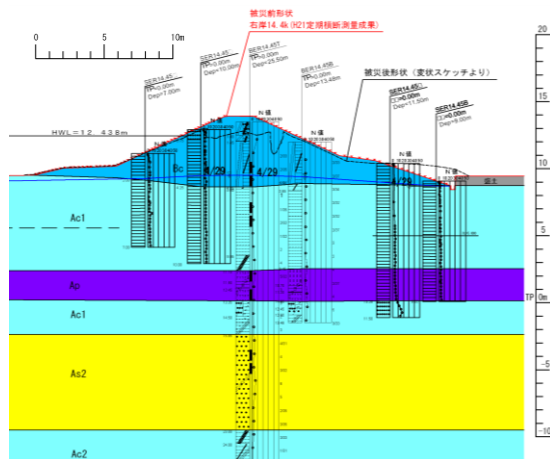
川裏側のり戻の状況 (3/16)



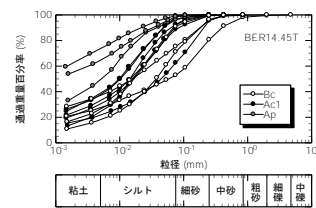
川表側のり戻のはらみだし (3/16)

- ▶ 延長600m程度にわたって天端の縦断亀裂および陥没発生.
- ▶ 堤防天端に1m以上の沈下が発生.
- ▶ のり戻部で堤体がはらみ出していた. 崩土の一部は隣接する民家に達した.
- ▶ 堤体材料は細粒分を多く含有.
- ▶ 基礎地盤の表面は粘性土で覆われ, のり戻付近に噴砂痕は見られず.
- ▶ 表のり戻付近には水たまりを多数確認.

江合川右岸14.0k+43～14.6k+43  
(宮城県涌谷町桜町, 上谷地橋付近)



地質横断面図 (東北地整提供)



堤体土(Bc)および基礎地盤(Ac1, Ap)の粒径加積曲線(江合川右岸14.4k、東北地方整備局提供資料に基づいて作図)

- 基礎地盤は粘性土, 堤体土はシルトが主体
- 細粒分含有率 $FCI$ は堤体、基礎地盤ともに50%を超える
- 被災状況から、主たる変状は堤体に生じたものと考えられるが、堤体材料や基礎地盤の土質等について、今後、詳細な検討が必要

江合川左岸14.0k+50~14.6k+100(宮城県涌谷町上谷地)



天端の状況(上谷地橋から上流側を望む, 3/16)



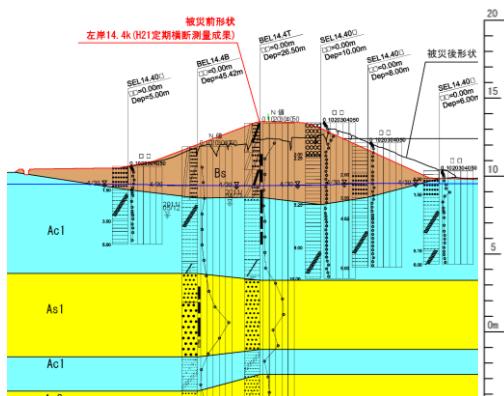
天端の状況(上谷地橋から下流側を望む, 3/16)



川裏側のり尻付近(3/16)

- ▶ 天端に陥没、傾斜、縦断亀裂を生じた。
- ▶ 本区間を含め、上谷地橋の上流側300m程度、下流側1,200m程度にわたって被災。
- ▶ 上谷地橋の橋台取付部で1m以上の段差。
- ▶ 川表・川裏側のり尻付近、川裏側のり面、川裏側の民地に噴砂痕あり。
- ▶ 一部区間ではのり尻部に水平変位が生じた。

江合川左岸14.0k+50~14.6k+100(宮城県涌谷町上谷地)



- ▶ 基礎地盤は粘性土で、堤体が砂質土により構成
- ▶ 基礎地盤の圧密沈下により堤体が基礎地盤にめり込むように沈下しており、堤体内に地下水位が観測される
- ▶ 堤体下部の飽和砂質土に液状化が生じたことが主たる被災要因と推定される。



江合川右岸26.6k+120～26.8k+120(宮城県大崎市福沼)



天端(市道兼用堤防)の状況(3/17)<sup>2)</sup>



天端(市道兼用堤防)の状況(拡大)(3/17)<sup>2)</sup>

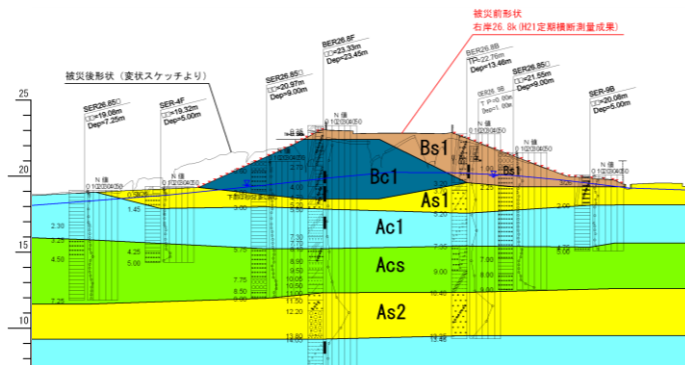


表のり尻部の状況(3/17)<sup>2)</sup>

- ▶ 堤防天端が大きな縦断亀裂とともに沈下.
- ▶ 天端の沈下量は160cm以上.
- ▶ 表のり尻部が崩壊.

2)北上川下流河川事務所 地震災害情報(第19報)

江合川右岸26.6k+120～26.8k+120(宮城県大崎市福沼)



地質横断面図(東北地整提供)

- As1層のうち川表側付近で液状化が生じたことが主たる被災要因であると推測
- ただし、堤体は基礎地盤の圧密沈下によりめり込んでおり堤体内に水位が観測されること、崩土が周辺地盤を覆っていること、周辺地盤に水平変位や隆起等の変状が見られないことから、堤体自体の液状化の被害に影響した可能性もある。

江合川左岸27.4k+60～27.8k(宮城県大崎市瀧尻, 江合橋付近)



天端～表のり尻の状況 (3/12)



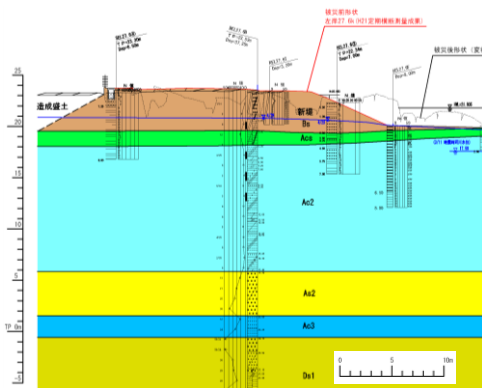
のり肩まで達した大量の噴砂 (3/12)



川裏側の民家付近の地盤変状 (3/17)

- ▶ 堤防天端が大きな縦断亀裂により寸断。兼用道路であり、車両数台を巻き込む。
- ▶ 堤体のり尻部に大きなはらみ出し。その方向は橋の上流側が川裏側、下流側が川表側。川表側では崩土が基礎地盤を覆った。
- ▶ 橋の下流側では、のり肩まで大量の噴砂が到達。
- ▶ 川裏側の民家には、液状化に起因すると考えられる地盤変状あり。

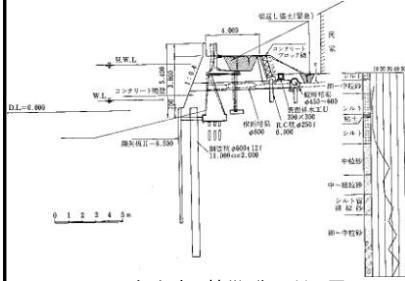
江合川左岸27.4k+60～27.8k(宮城県大崎市瀧尻, 江合橋付近)



護岸下部からの水のしみ出し  
(緊急復旧後 4/7)

- ▶ 基礎地盤は粘性土あるいは互層、
- ▶ 堤体は砂質土で地下水位が堤体内に確認
- ▶ 本区間の堤内地は造成盛土であるが、護岸ブロックの下部から水のしみ出しが見られる
- ▶ 堤体下部の飽和域に液状化が生じた可能性
- ▶ ただし、高水敷に噴砂が見られたことから、川表側の基礎地盤の液状化も影響した可能性

名取川右岸0.0k-17~0.2k+80,  
0.2k+80~0.6k+29 (閑上特殊堤)



1978年当時の被災・復旧断面図  
(0.0k-17~0.2k+80)



津波による堤内地盤の侵食  
(閑上水門の直下流, 3/18)



パラベットの背後の沈下 (3/18)



パラベットの目地ズレ (3/18)

- ▶ 1978年宮城県沖地震により、擁壁継手部の開き、擁壁の亀裂・傾斜、パラベットの背後の沈下・段差が生じた。復旧時に擁壁を前面側に増築。
- ▶ 今回の地震では、パラベットの背後の沈下、継手部に最大10cm程度のずれが見られた。
- ▶ ただし、背後地は津波被害が甚大。津波により堤内地盤は著しく侵食。

里川左岸-1.0k+151~-1.0k+254(茨城県常陸太田市)



天端の状況 ※)



天端の状況 ※)



- ▶ 天端が波打つように沈下・陥没(最大1.6m程度)
- ▶ 被災区間は氾濫平野に分類されているが、背後に旧堤が存在することから、被災区間が旧河道である可能性もある

※関東地方整備局からの提供資料

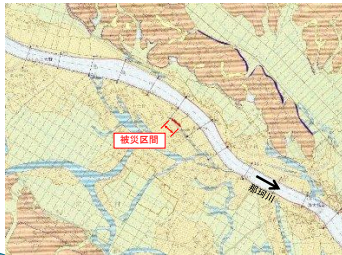
那珂川右岸3.5k+300~4.5k-50(茨城県水戸市)



天端の状況 ※)



天端の状況 ※)



- ▶ 天端に縦断亀裂
- ▶ 縦断亀裂底部、堤防周辺に噴砂痕
- ▶ 本区間は自然堤防ないしは旧河道に位置する

※関東地方整備局からの提供資料

利根川右岸70.5k-158~71.0k(千葉県印旛郡栄町三和)



裏のり尻の隆起 ※)



天端の沈下 (3/18)



- ▶ 延長600m以上にわたって、川裏のり尻に縦断亀裂・段差を確認。
- ▶ 堤防延長方向に天端の凹凸を確認。
- ▶ 川裏側ののり尻の隆起、階段部の破損、堤脚水路の変状。
- ▶ 川裏側小段の舗装に堤防延長に圧縮を受けたような盛り上がりを確認。
- ▶ 将監川と長門川に囲まれた氾濫平野の中に形成された自然堤防に位置する

※関東地方整備局からの提供資料

霞ヶ浦 横利根川左岸2.75k-70~2.75k+30 (千葉県香取市)



天端の状況※)



護岸の状況※)



天端の状況※)

- ▶ 天端に縦断亀裂を生じるとともに、堤体が沈下により一部水没した。
- ▶ 護岸に変状を生じた。

※関東地方整備局からの提供資料

小貝川左岸42.0k-53~42.0k+6 ①(茨城県つくば市安食)



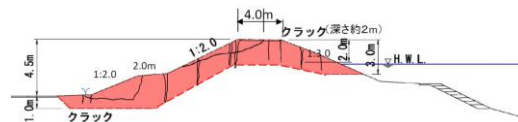
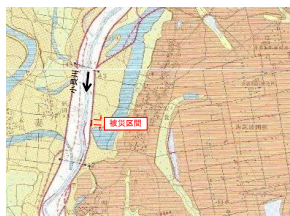
川裏側のり面の亀裂 ※)



堤防天端の川裏側のり肩部の段差 ※)



川裏側のり尻部のはらみだし (3/18)



- ▶ 堤防天端川裏側に深さ約1.0mの縦断亀裂が発生し、のり肩部に最大0.7m程度の段差。
- ▶ 川裏側の取付道路に沿って、亀裂が発生。また、川裏側のり尻部では、堤体土のはらみだしを確認。
- ▶ 川表側には遮水矢板が設置されている。

※関東地方整備局からの提供資料

小貝川左岸42.0k-53~42.0k+6 ②(茨城県つくば市安食)



下流側の樋門管理橋の落座 (3/18)



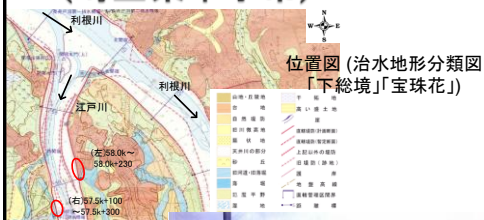
翼壁天端部の沈下 (3/18)



かんがい用水路の浮き上がり (3/18)

- ▶ 被災箇所直下流には吉沼用水樋管(土地改良区管理)があり、樋管直上の盛土部および川表側翼壁周辺に沈下が発生。また、管理橋が堤防側橋台より落座。
- ▶ 外観上からは、樋門およびゲートの損傷は見受けられず。
- ▶ 川裏側の取付水路は浮き上がり発生。その周辺で噴砂跡が見受けられた。

江戸川右岸57.5k+100~57.5k+300 (埼玉県幸手市)



位置図(治水地形分類図「下総境」宝珠花)



川裏側のり尻部の状況(関東地整提供)



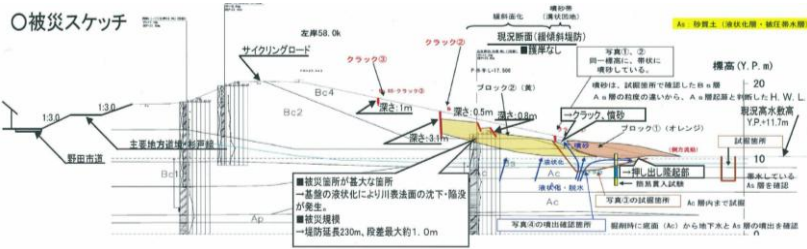
裏のり尻部の崩壊(関東地整提供)



裏のり尻の噴砂痕(関東地整提供)

- ▶ 裏小段の道路に段差を伴う縦断亀裂。
- ▶ 裏のり尻部の大変形。噴砂痕あり。
- ▶ 旧河道に位置し、基礎地盤の液状化が**主要因**であると考えられる。

## 江戸川左岸58.0k-10~58.0k+220(千葉県野田市)

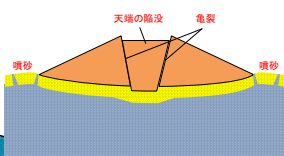
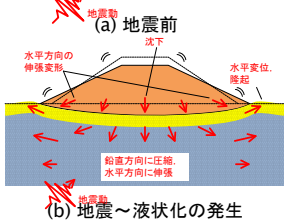
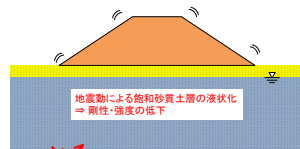


川表側のり面の陥没(地震発生直後)

- ▶ 数年前に一枚のり化(腹付け)した箇所被災。
- ▶ 川表の緩勾配のり面で、堤防縦断方向の亀裂・沈下発生。なお亀裂面において噴砂を確認。

※関東地方整備局からの提供資料

## 基礎地盤の液状化による被災メカニズム

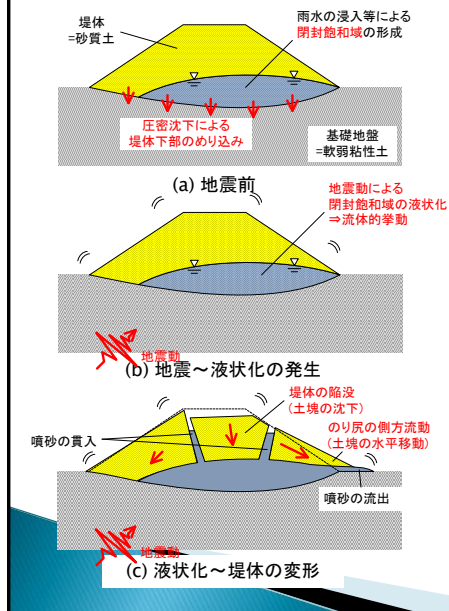


(c) 液状化～堤体の変形

- 基礎地盤に緩い飽和砂質土層
- 地震により基礎地盤が液状化、剛性・強度の低下
- 堤体の陥没、周辺地盤・のり尻の隆起・水平変位

過去の地震においても、同様の被災形態が確認されている。

## 堤体の液状化による被災メカニズム



(a) 地震前から圧密沈下により堤体が基礎地盤にめり込む  
⇒ 雨水等が浸入しても水が抜けにくく、堤体下部に飽和域を形成

(b) 地震により堤体下部の飽和領域が液状化。

(c) 堤体の陥没、のり戻の側方流動

過去の地震においても、同様の被災形態が確認されている。いずれも基礎地盤が軟弱(粘性土、泥炭)である点が共通。

- ・吉田川 (1978年宮城県沖地震)
- ・釧路川、十勝川 (1993年釧路沖地震)
- ・牛首別川、礼作別川 (2003十勝沖地震)
- ・鳴瀬川 (2003年宮城県北部の地震) ほか

## 浸透・耐震対策された堤防の状況



①鳴瀬川右岸0.0k付近 (中下振動観測所付近)



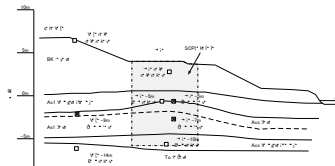
天端の状況 (4/15)



裏小段の状況 (4/15)



川裏のり尻部の状況 (4/15)



- ▶ 平成8年度に、耐震対策として裏小段にサンドコンパクションパイル (改良幅5.8m, 改良率10.29%) を打設。
- ▶ 津波による堤内地の浸水、堤内地盤の侵食は見られたものの、地震動による堤防の沈下・変形の痕跡は見られず。

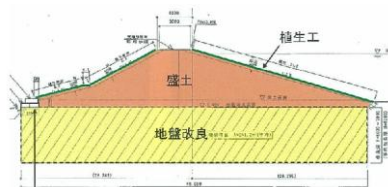
②鳴瀬川左岸12.1k付近～12.5k付近 (砂山地先)



川裏第1小段の状況  
(下流側: 12.3k付近から, 4/15)



川裏第1小段の状況  
(上流側: 12.3k付近から, 4/15)



2003年宮城県北部の地震における  
本復旧断面図

- ▶ 2003年7月宮城県北部の地震により被災し、本復旧時に堤体改良、基礎地盤の浅層改良が施された箇所。
- ▶ 今回の地震による変状は特に認められない。
- ▶ 前後区間においても大きな変状は見られず。

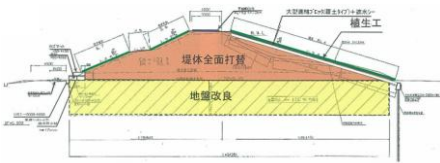
### ③鳴瀬川左岸12.7k付近～13.5k付近(二郷地先)



川裏第1小段の状況  
(下流側:13.3k付近から, 4/15)



川裏第1小段の状況  
(上流側:13.3k付近から, 4/15)



2003年宮城県北部の地震における  
本復旧断面図

- ▶ 2003年7月宮城県北部の地震により被災し、本復旧時に堤体改良, 基礎地盤の浅層改良が施された箇所.
- ▶ 今回の地震による変状は特に認められない.
- ▶ 前後区間においても大きな変状は見られず.

### ④鳴瀬川右岸12.9k+61～13.1k+9.8 (木間塚下流地区:対策箇所)



堤防の全景 (3/17)



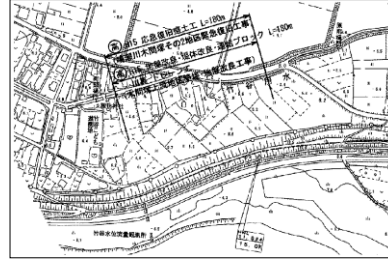
H15当時の標準復旧断面の銘版 (3/17)

- ▶ 2003年7月宮城県北部の地震により被災し、本復旧時に堤体改良, 表のりの遮水矢板および大型連節ブロック, 裏のり尻のドレーン工が施された箇所.
- ▶ 今回の地震による変状は特に認められない.
- ▶ 前後区間においても大きな変状は見られず.

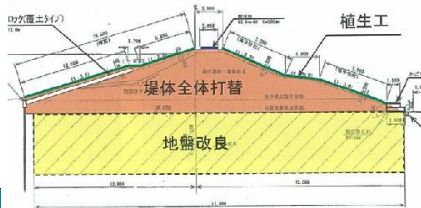
⑤鳴瀬川右岸14.7k+90～14.9k+70  
(木間塚上流地区:対策箇所)



川表～天端～川裏の状況 (4/15)



H15.7「宮城県北部地震」での本復旧箇所位置図



2003年宮城県北部の地震における  
本復旧断面図

- ▶ 2003年7月宮城県北部の地震により被災し、本復旧時に堤体改良、基礎地盤の浅層改良が施された箇所。
- ▶ 今回の地震による変状は特に認められない。

⑤鳴瀬川右岸14.7k+90～14.9k+70  
(木間塚上流地区:対策箇所より上流側)



上流側端部で見られた横断クラック (4/15)



裏小段の亀裂 (4/15)



表のり尻部の噴砂 (4/15)

川表側の護岸のはらみ出し (4/15)

- ▶ 上流側の無対策区間においても、天端の沈下、裏のりの縦断亀裂、護岸のはらみ出しが生じた。
- ▶ 表のり尻部に噴砂痕あり。護岸の表面にも砂が少量堆積。
- ▶ 対策区間と無対策区間の端部で横断亀裂が発生。

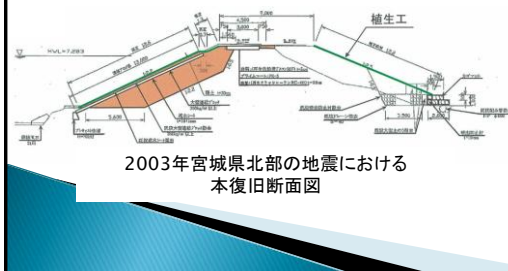
⑥鞍坪川右岸0.4k付近～0.6k付近  
(宮城県東松島市)



天端の縦断亀裂および段差 (4/15)



裏のりの状況 (4/15)



- ▶ 2003年7月宮城県北部の地震により被災し、本復旧にあたり裏のり尻にドレーン(高さ50cm × 2段)が設置された箇所。
- ▶ 天端に縦断亀裂および段差(30cm程度)が生じた。
- ▶ 裏のりには特に変状が認められない。堤体の上部で変形が生じたものと考えられる。

⑥鞍坪川右岸0.4k付近～0.6k付近  
(宮城県東松島市)



天端の傾斜 (4/15)



表のりのはらみ出し。上下の写真のAは同じ点 (4/15)

- ▶ 下流側の無対策区間では、天端の傾斜(1/10程度)、表のりのはらみ出しが生じた。
- ▶ 堤体の上部で変形が生じていた様子。

## まとめ

- ▶ 東北・関東地方整備局管内において、地震動により広域にわたって堤防が甚大な被害を受けた。
- ▶ 地震動の継続時間が長いことが被害の一因となった可能性あり。また、大きな余震が被災を拡大させた可能性あり。
- ▶ 東北地方整備局管内では、阿武隈川、鳴瀬川、江合川等の河川堤防において、地震動による甚大な被害が生じた。これらの堤防の主たる被災要因として堤体下部の液状化によると考えられるものが多数見られた。
- ▶ 関東地方整備局管内では、久慈川、那珂川、利根川、霞ヶ浦、小貝川、江戸川等の河川堤防において、地震動による甚大な被害が生じた。大規模な堤防被害が生じた箇所は、旧河道およびその近傍に位置するものが多く見られた。
- ▶ 大規模な堤防被害に着目すると、被災要因としては堤体下部の液状化および基礎地盤の液状化が考えられた。ただし、これらの複合的な要因によるものも考えられ、さらなる調査・検討が必要である。
- ▶ 浸透・耐震対策された河川堤防では、被害が抑制ないしは防止され、対策効果が発揮されたことが確認された事例が見られた。今後の復旧あるいは耐震対策を行うにあたって、引き続き検証を行う必要がある。