

河川の現在の復旧状況

国土交通省水管理・国土保全局治水課

1. はじめに

東日本大震災では東北地方の阿武隈川，鳴瀬川，北上川，関東地方の利根川，那珂川，久慈川の各水系を中心に河川堤防等で広範囲にわたり大規模な被災が発生した。

本稿では，この地震により被災した河川堤防等について，現在までの復旧状況について報告する。

2. 被災状況

東北地方，関東地方の直轄河川管理区間の河川堤防等において，地震動の継続時間の長さや，余震による繰り返し回数の多さに起因して，液状化



写真—2 江戸川被災状況
(埼玉県幸手市西関宿地先)

による堤防のすべりや沈下などが発生した他，東北地方の北上川，阿武隈川等の河口部において，津波の遡上，越水による被災が広範囲で生じており，東北地方1,195カ所，関東地方920カ所の計2,115カ所で被災を確認した（写真—1，2，表—1）。



写真—1 江合川被災状況
(宮城県大崎市古川湊尻地先)

表—1 各河川の被災・緊急復旧実施箇所数

地方整備局名	水系名	被災箇所数	緊急災害実施箇所数
東北	阿武隈川	137	6
	名取川	35	0
	鳴瀬川	364	9
	北上川	646	14
	馬淵川	13	0
	合計	1,195	29
関東	荒川	22	0
	利根川	659	20
	那珂川	129	2
	久慈川	110	2
	合計	920	24
合 計		2,115	53

特に大規模に沈下・崩壊し、機能を著しく失っている堤防（東北地方整備局管内29カ所、関東地方整備局管内24カ所）については、融雪出水等の比較的規模の小さい出水においても決壊等甚大な被害が発生する恐れがあることから、直轄河川緊急復旧事業を実施し、東北地方整備局管内では2011年7月11日までに、関東地方整備局管内では同4月22日までに全箇所の緊急復旧を完了させている。

(1) 堤防被災の特徴

被災した堤防の沈下量は3mを超える箇所もあったが、このような大規模な沈下、法崩れ、亀裂等の原因は液状化であった。液状化による堤防被災のメカニズムとしては基礎地盤の液状化に加え、堤体の液状化によるものもあった。

① 基礎地盤の液状化

基礎地盤の液状化による堤防の被災が発生するプロセスは、基礎地盤のゆるい飽和砂質土層が地震動により液状化し、その剛性・強度が低下することで、堤防の自重により水平方向の伸張を伴って鉛直方向に圧縮し、これに伴い堤体も水平方向の伸張変形を伴い沈下し、すべりや天端の亀裂・陥没等の変状が生じるものである。

② 堤体の液状化

堤体の液状化による堤防の被災が発生するプロセスは、軟弱粘性土層上に築堤した場合、堤体下部の軟弱地盤層の上面が圧密沈下により凹状となり、堤体下部にゆるみが生じる。その凹部の堤体材料が砂質土の場合には降雨等の浸透水が滞留し、飽和した堤体領域が形成され、この領域が地震動によって液状化することにより、堤体のすべりや天端の亀裂・陥没等の変状が生じるものと推定されているところである。



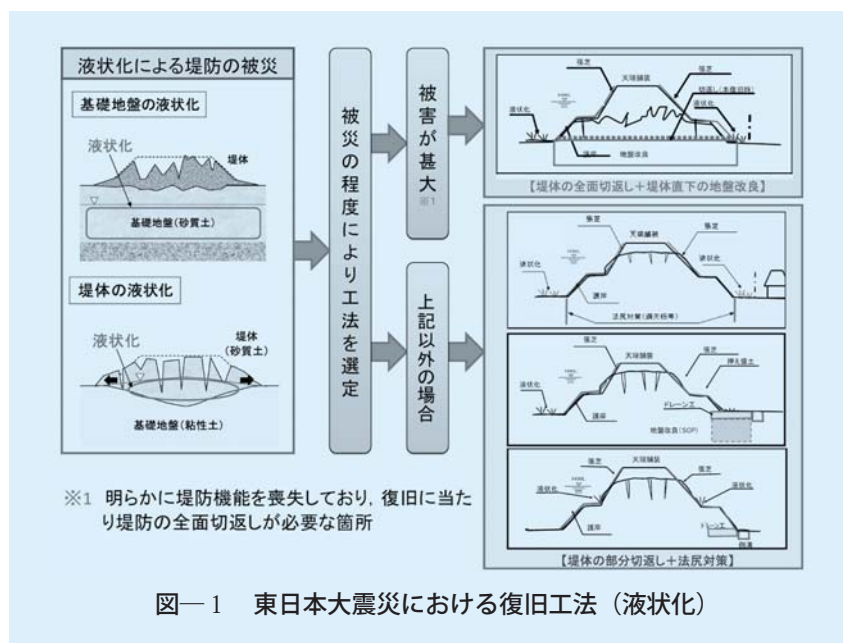
写真—3 利根川下流被災状況
(千葉県栄町三和地先)



写真—4 阿武隈川下流被災状況
(宮城県角田市枝野)

3. 復旧状況

直轄河川管理区間の堤防等で被災した利根川水系等9水系2,115カ所については、2013年3月ま



図—1 東日本大震災における復旧工法（液状化）

でに2カ所^{*1}を除き被災前と同程度の安全水準までを確保する本復旧を完了している。

今回の河川堤防の被災はこれまでの地震による被災と比較しても、大規模な被災が広範囲にわたっていたこともあり、東北地方整備局において「北上川等堤防復旧技術検討会」、関東地方整備局において「関東地方河川堤防復旧技術等検討会」をそれぞれ設置し、河川堤防の被災の原因・メカニズムの解明、被災箇所の復旧工法の考え方等について助言・指導をいただきながら検討・対策を進めてきた。

(1) 東北地方整備局管内河川の復旧の考え方

本復旧に当たっては、被災の程度に応じて堤体の一部あるいは全面切返し^{*2}を行うとともに、液状化対策を行っており、『建設省土木研究所：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル(案)、平成9年10月』に準拠し、液状化対策工の工法選定を行っている。

液状化対策工の工法選定に当たっては、施工スペースの条件による選定、各対策工の特徴に基づく選定を行い、各対策工の概略設計による工事費等に基づく経済比較も実施した上で工法決定を行っている。

その結果、液状化層が堤体下部の浅いところにある箇所については、堤防の基礎部分となる土層を浅層混合処理工法（セメント等固化改良）により改良を実施している（写真—5～9）。

また、基礎地盤の液状化層が深くまで及ぶ場合には、施工実績が多く、深層混合処理工法に比べ

経済性に優れている等の理由から締め固め工法（SCP工法）により液状化層の密度を増加させる改良を実施している（写真—10, 11）。



写真—6 鋼矢板二重締切施工による堤防切返し状況



写真—7 浅層地盤改良（セメント改良）実施状況



写真—8 地盤改良後の再盛土状況



写真—9 完成状況



写真—5 鳴瀬川被災状況
（宮城県大崎市下中ノ目地区）

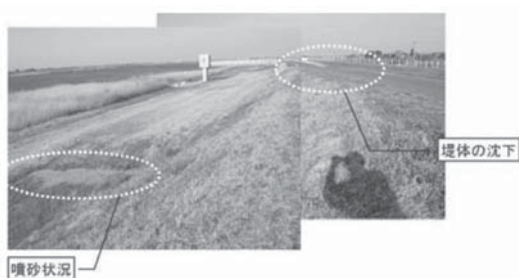
(2) 関東地方整備局管内河川の復旧の考え方
被災要因が基礎地盤の液状化である箇所について



写真一10 吉田川被災状況
(宮城県大崎市鹿島台大迫上志田地先)



写真一11 深層改良（サンドコンパクションパイル工法）実施状況



写真一12 千葉県東方沖地震時の既設対策工効果状況
(利根川右岸 千葉県神崎町今地先)



写真一13 利根川下流被災状況
(千葉県栄町三和地先)

ての液状化対策工の検討に当たっては、今回の地震で被災を受けなかった既往対策工の検証を行いながら工法の選定を行っている。

昭和62年12月17日に発生した千葉県東方沖地震の復旧工事で施工された鋼矢板による対策工や過去の改修事業において漏水矢板を設置した箇所は大きな変状が見られず、被災軽減の効果が確認されていることから、矢板工が有効な対策になり得ると判断した（写真一12）。

また、関東地方整備局管内の被災状況は堤防断



写真一14 法尻対策（鋼矢板等）施工状況



写真一15 久慈川被災状況
(茨城県那珂市本米崎地先)



写真一16 法尻対策（ドレーン工）施工状況

面を壊滅的に失った箇所は少なく、応急復旧において堤防を切り返して復旧を完了していることなども踏まえ、大規模な堤防開削を伴わない矢板工法による復旧を基本的な考え方としている。

なお、液状化層が厚く鋼矢板では対応不可または経済的に劣る箇所については、地盤改良を採用している（写真—13, 14）。

また、被災要因が堤体の液状化であった箇所の対策については、ドレーン工を基本構造とした。ドレーン工は、施工性を考慮してカゴマットを採用し、設計については、堤防内の地下水位の状況を十分に確認し、地下水低下が可能な規模（ドレ

ーン幅）を設定している（写真—15, 16）。

今回施工した対策工については、今後発生する地震時には、モニタリングを実施するなどして効果について検証していく予定としている。

4. 宮城沿岸域河口部堤防の復旧

(1) 河川堤防高の考え方

宮城県沿岸の海岸堤防の高さについては、学識者、海岸を所管する省庁と岩手・宮城・福島県の関係者による「海岸における津波対策検討委員会」で検討が行われている。

河口部の河川堤防の高さについては、委員会の検討内容を踏まえ設計津波の水位を決定し、津波対策に必要な堤防高と高潮対策に必要な堤防高を比較し高い方を計画堤防高として、海岸堤防高の整合を図りながら区間ごとに設定している（図—2, 3）。

(2) 復旧構造について

津波の越波による被災を受けた区間内にあつて津波痕跡水位を包括する区間は復旧堤防高を上回る区間（海岸堤防復旧区間）は海岸堤防と同様の被覆構造としている（図—4）。

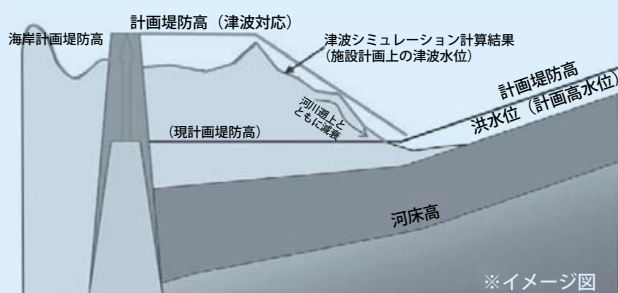
計画堤防高復旧区間における上記以外の区間については、海岸堤防復旧区間と同様に一枚法断面での復旧とし、河川護岸として法面保護することとしている（図—5）。

(3) 今後の復旧について

早期復興と安全・安心なまちづくりに貢献することを祈念し、1月19日には「阿武隈川河口部堤防復旧事業着工式」、1月27日には「旧北上川河口部堤防護岸復興着工式」を執り行う等、宮城沿岸域

津波で堤防の高さが設定される場合の考え方

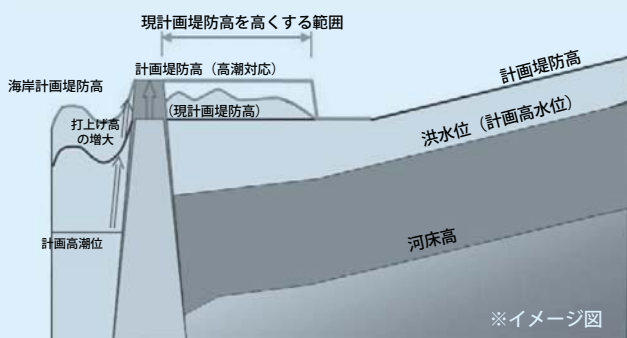
- ・数十年から百数十年の頻度で発生している津波を対象とし、海岸堤防計画における津波と同じ「施設設計上の津波」とする
- ・河川における「施設設計上の津波水位」は、津波シミュレーションより決まる水位をもとにして設定
- ・河川堤防の高さは、「施設設計上の津波水位」を包絡するようにして設定



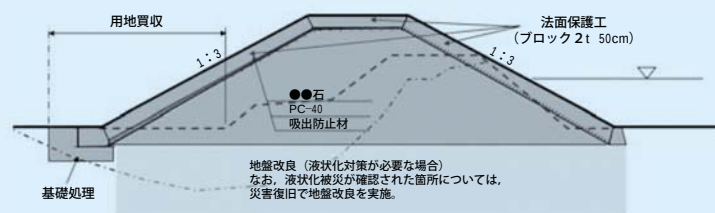
図—2 津波で堤防の高さが設定される場合の考え方

高潮で堤防の高さが設定される場合の考え方

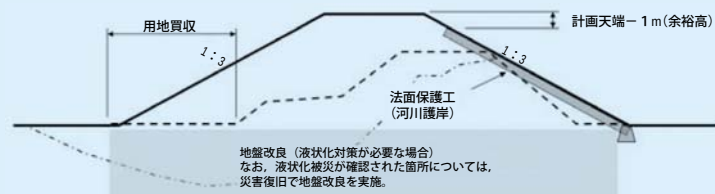
- ・現行の海岸堤防計画（高潮計画）と同じ外力を対象とし、今後の地震に伴う海底地形の変化を反映
- ・高潮で設定される河川堤防高は、計画高潮位に波の打上げ高を加えた高さをもとにして設定
- ・河口地点は海岸堤防高と同じ高さとし、地形地物により区切られる区間を考慮して現在の計画堤防高を高くすることを基本に設定



図—3 高潮で堤防の高さが設定される場合の考え方



図一 4 海岸堤防復旧区間の復旧構造



図一 5 河川堤防復旧区間の復旧構造

河口部堤防の復旧については本格的にスタートしたところである（写真一17、18）。

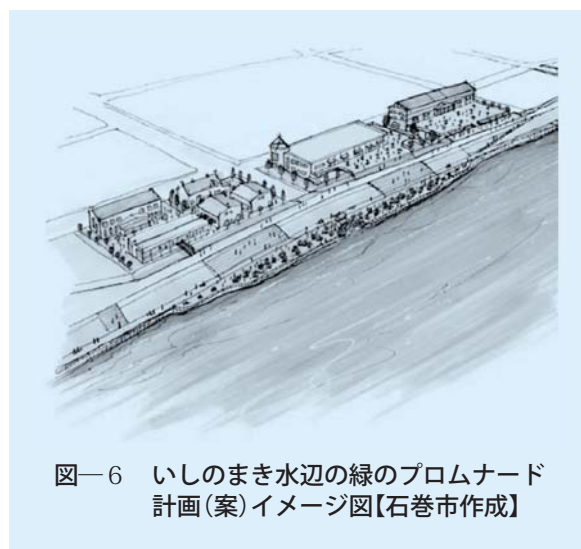
旧北上川の堤防整備で水辺へのアクセス確保や空間整備を進めるなど、地域の復興基本計画と連携・調整を図りながら、整備を進めていくこととしている。



写真一17 阿武隈川下流河口部の計画堤防高のイメージ



写真一18 阿武隈川河口部堤防復旧事業着工式



図一 6 いしのまき水辺の緑のプロムナード計画(案)イメージ図【石巻市作成】

＊1 北上川河口部右岸の長面地区：地盤沈下により広範囲に農地が水没しており、地域の復旧・復興方針について地域や関係機関との合意形成を図る必要がある箇所

北上川河口部左岸の月浜地区：現況堤防が地元の災害復旧工事のための道路（兼用）として活用されていることや被災地区で集団移転の検討もなされていることから、本復旧に当たり道路協議や地域との合意形成が必要な地区

＊2 切返し：地震により被災した堤防の亀裂や滑り等の被害が及んだ範囲までの堤防を一度掘削し、再度転圧しながら盛土して被災前の堤防断面に復旧する工法