

第2章 復旧・復興事業の考え方及び課題

東日本大震災による巨大津波により、甚大な被害を被った沿岸部の復旧・復興を進めるにあたって、海岸堤防・河川堤防の復旧は最優先に取り組むべき事項の一つであった。

海岸堤防・河川堤防の高さ設定や、東日本大震災における海岸堤防・河川堤防の被災メカニズム及び被災メカニズムを踏まえた構造設定等について以下に示す。

2.1 津波防御の考え方

これまでの津波対策では、過去に繰り返し発生し、近い将来同様の地震が発生する可能性が高く、切迫性が高いと考えられる津波を想定してきたが、今回の大震災の津波はこの想定を大きく上回り、甚大な被害を発生させた。発生頻度が低く規模の大きい津波に対してまで背後を構造物のみで守りきることは困難であり、今回の津波によって水位低減、津波到達時間の遅延、海岸線の維持等で一定の効果が見られたものの、構造物の防災機能にのみ依存することの限界が改めて認識された。

震災以降、中央防災会議、復興構想会議等において様々な議論がなされ、「災害に上限なし」という認識のもと、最大クラスの津波が発生した場合においても「人命が第一」として、ハード・ソフト施策を総動員する「多重防御」を津波防災・減災対策の基本とすることとされ、この考え方は、「東日本大震災からの復興の基本方針」にも位置付けられた。

また、中央防災会議が平成23年9月に公表した最終報告では、今後の津波対策を構築するにあたっては、津波の規模や発生頻度に応じて、基本的に下記に挙げる2つのレベルの津波を想定するとしている。

表 2-1 2つのレベルの津波

	津波防護レベル(L1)	津波減災レベル(L2)
想定	数十年から百数十年に一度の頻度で発生すると考えられる津波	津波防護レベルをはるかに上回り、構造物対策の適用限界を超過する津波
防護目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人命保護 ・ 日常生活機能維持 ・ 財産保護 ・ 経済活動の継続 ・ 発災直後に必要な沿岸部機能の維持 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人命保護 ・ 経済的損失の軽減 ・ 二次災害の防止 ・ 早期復旧
対象津波	明治三陸(1896 明治29年) チリ津波(1960 昭和35年)等	貞観津波(869) 今次津波(2011 平成23年)等

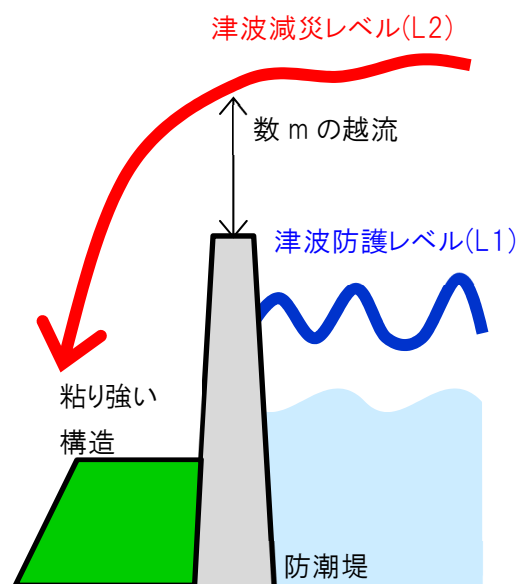


図 2-1 2つのレベルの津波のイメージ

2.2 津波による海岸堤防・河川堤防の被災メカニズム

巨大津波により、海岸堤防・河川堤防は大きな被害を被った。

被災のメカニズムは以下に示す2つに分類され、被災メカニズム1では、津波の到達（押し波）により堤防背後が洗掘され、さらに裏のり、天端が倒壊、その後の引き波によりさらに侵食されることで、表のりが倒壊するというものであった。被災メカニズム2では押し波により天端が流出し、さらに裏のりが倒壊、その後の引き波によりさらに侵食されることで、表のりが倒壊するというものであった。

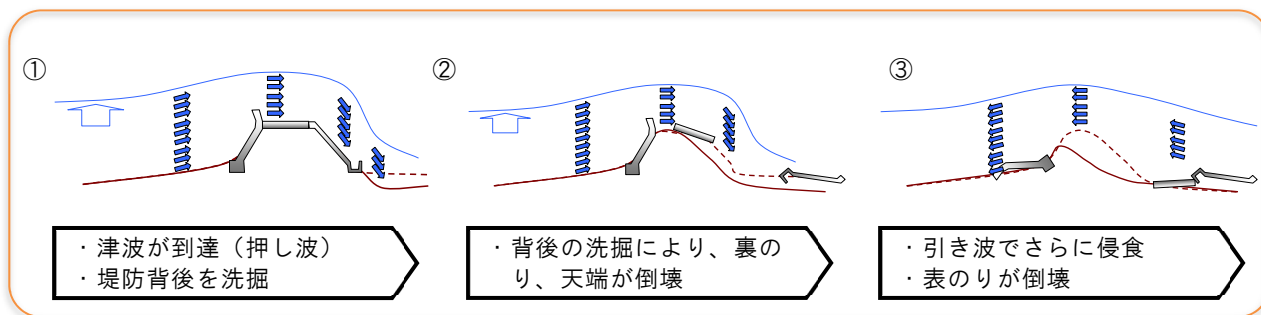


図 2-2 海岸保全施設の被災メカニズム 1（背後の洗掘）

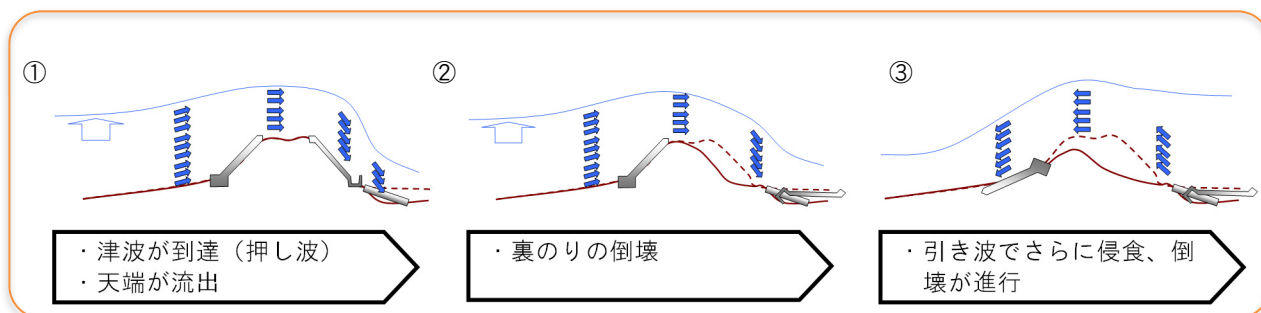


図 2-3 海岸保全施設の被災メカニズム 2（天端の流出）

2.3 被災メカニズムを踏まえた高さ設定や構造上の工夫

被災時の被災要因等を踏まえ、復旧・復興にあたっての河川堤防・海岸堤防の高さや構造に関して各種の対応や工夫を行った。対応や工夫のポイントを以下に示す。

（1）堤防高さの設定

海岸堤防

痕跡高や歴史記録・文献等の調査で判明した過去の津波の実績と、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを用いて、一定頻度「数十年から百数十年に一度程度」（L1 対応）で発生する津波（L1 津波）の高さで設定するものと、高潮対策に必要な高さを比較し、いずれか高い方を海岸堤防の計画堤防高とする。

設計津波は、地域海岸ごとに設定することを基本とする。地域海岸は、沿岸域を「湾の形状や山付け等の自然条件」等から勘案して、一連のまとまりのある海岸線に分割。【宮城県は 22 地域海岸（ユニット）に分割】

余裕高は、地震発生による地盤沈下や堤防の沈下、津波シミュレーションの計算誤差、計算上反映できない微地形による津波増幅等を考慮して 1m とし、「設計津波の水位」に加える。

高潮対策に必要な堤防高との比較として、計画高潮位に 30 年に 1 回程度発生が見込まれる波浪の打上高を加えた堤防高と津波計画堤防高を比較し、高い方を堤防高とする。

【 基本計画堤防高 】

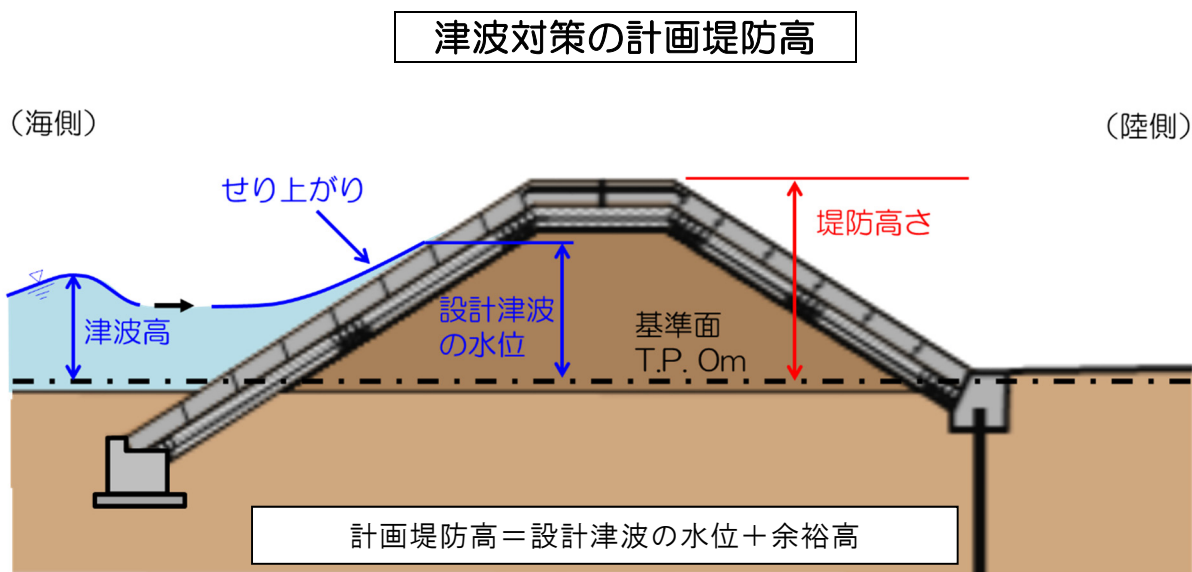


図 2-4 津波対策の計画堤防高

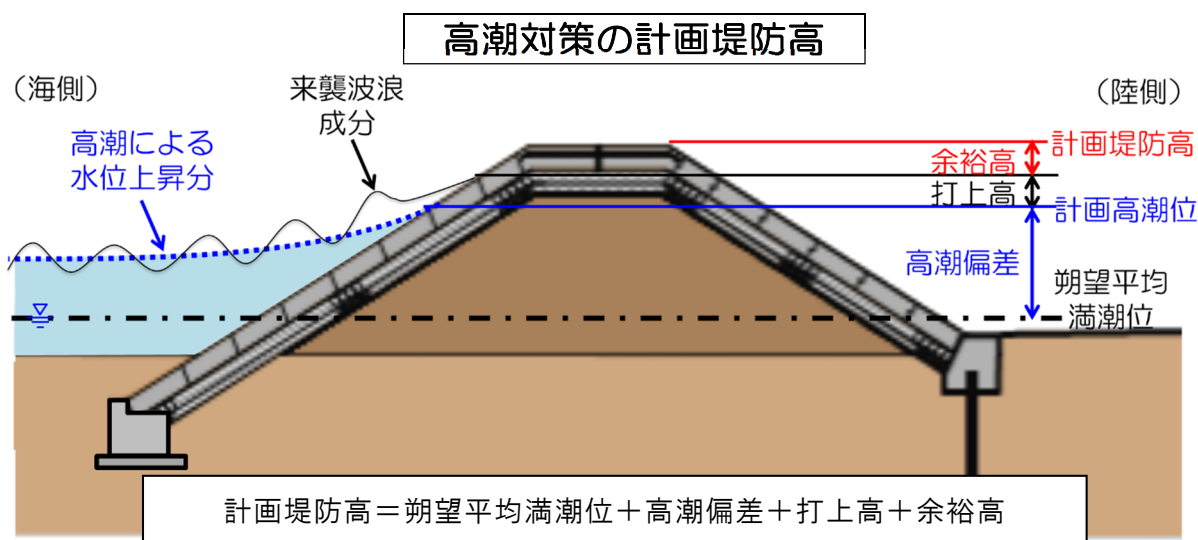
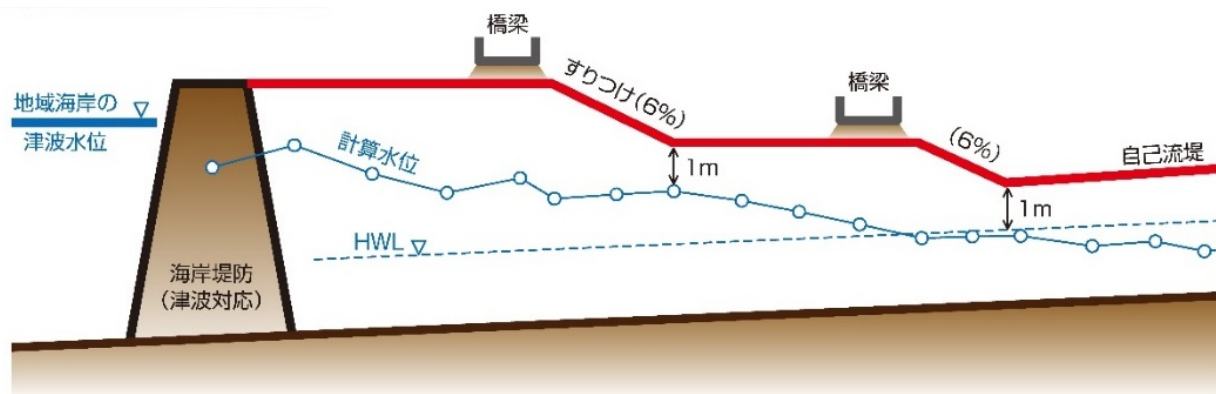


図 2-5 高潮対策の計画堤防高

河川堤防

- ・ 河川堤防は「宮城県 河川・海岸施設等設計マニュアル（案） 【津波・高潮対策編】」（平成 26 年 11 月、宮城県土木部）を作成し、河川堤防の復旧方針を定めた。
- ・ 河口付近の高さは、海岸堤防と同じ高さとなる。
- ・ 河口から第一の山付部もしくは橋梁（道路盛土）部まで、水平に設定する。
- ・ 河川津波遡上シミュレーションの計算水位に「1m」を加えた水位を包含するように、上流に向かって階段状に堤防高を下げていく。
- ・ 異なる堤防高のすりつけ勾配は 6% を標準とする。



堤防方式の場合の河川堤防高 (イメージ)

図 2- 6 堤防方式の河川堤防高 (イメージ)

(2) 粘り強い海岸堤防構造の採用

L2 津波対応として、堤防が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くし、避難時間を確保するために、粘り強い海岸堤防構造を採用した。

粘り強い構造のポイント

- ・ 表のり被覆工と同程度に天端被覆工、裏のり被覆工の構造を強化する。
- ・ 越流水の落下点である裏のり尻に幅広く洗掘防止工を設ける等の強化を行う。
- ・ 背後の落差を小さくするため、天端幅を広くし背後への擦り付け勾配を緩勾配化する。
- ・ 天端工と背後との高低差を小さくする。
- ・ 天端被覆工を、表のり被覆工および裏のり被覆工と接合させる。

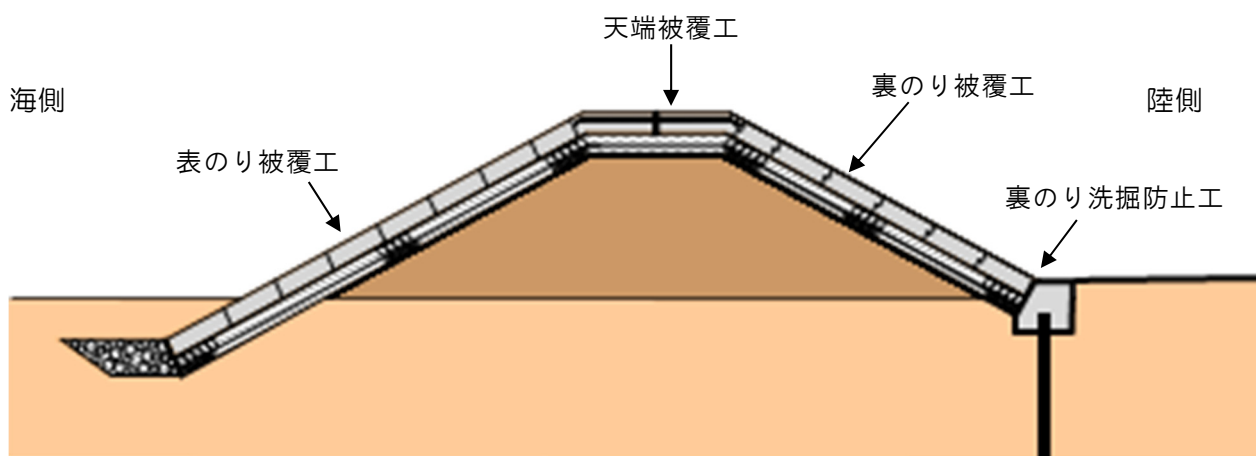


図 2- 7 粘り強い海岸堤防構造 (イメージ)

(3) 河口部における堤防方式の採用

今回の津波では県内 17 の河川防潮水門の全てが閉扉したものの、16 水門で激しく被災し、操作不能に陥ったことから、再開門に時間を要し、湛水排除の支障となった。このことから、社会的影響、経済性、水門の維持管理及び操作の確実性、まちづくりの観点を含めた総合的な検討を行った上で、本県では、単に原形復旧にとらわれず、水門方式ではなく「堤防方式」を基本とした河川津波対策を行なっていく方針とした。

水門方式

水門を河口部に築造し、海岸堤防と水門とで津波を防御する方式

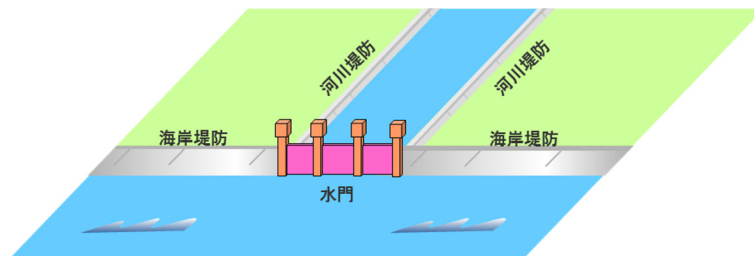


図 2-8 水門方式のイメージ

堤防方式

河川堤防を河口部からの背水影響区間に築造し、河川を遡上する津波を防御する方式

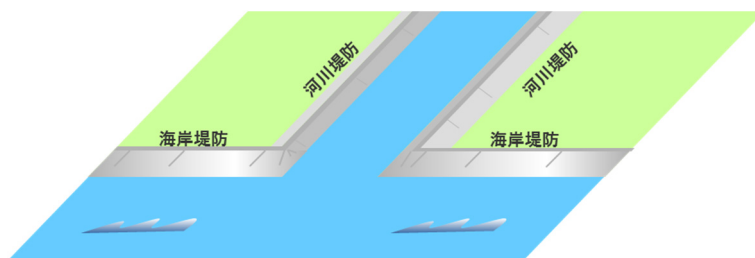


図 2-9 堤防方式のイメージ

※津波の河道遡上シミュレーションに基づいて、背水影響区間の範囲や河川堤防の高さを設定。(津波で決定される場合)

(4) 河川断面の考え方

河川堤防は、既設護岸が被災又は無い場合には、二割堤で計画し、既設護岸が健全な場合には、既設護岸の背後から二割堤で計画する。二割堤で計画する場合断面の決定方法は、「現況河床を尊重した河床計画を設定」、「HWL（計画高水位）は、現況のHWLの高さと同等」、「現況流量と同等の流量を確保」、以上の条件を踏まえて、河川計画を策定する方針とした。

i 既設護岸が被災又は無い場合

- ・「東北地方太平洋沖地震の災害復旧に係る技術基準」（平成 24 年 9 月）や「宮城県 河川・海岸施設等設計マニュアル（案）【津波・高潮対策編】」（平成 26 年 11 月）に定めるとおり、傾斜堤を標準とし、法勾配は堤防高に応じて下表のとおりとする。

表 2-2 堤防高と表のり勾配

堤防高（盛土高）	法面勾配
$H < 5$	1 : 2.0
$5 \leq H \leq 8$	1 : 2.5
$8 \leq H$	1 : 3.0

- ii 既設護岸が健全な場合
 - ・既設護岸の背後から傾斜堤により計画する。
- iii 断面の決定方法
 - ・計画流下断面は、被災前の断面積を尊重し計画した。
 - ・計画HWLは、被災前の自己流HWLを水位上限とし計画した。
 - ・計画断面は、上記の条件を踏まえ不等流計算により設定した。

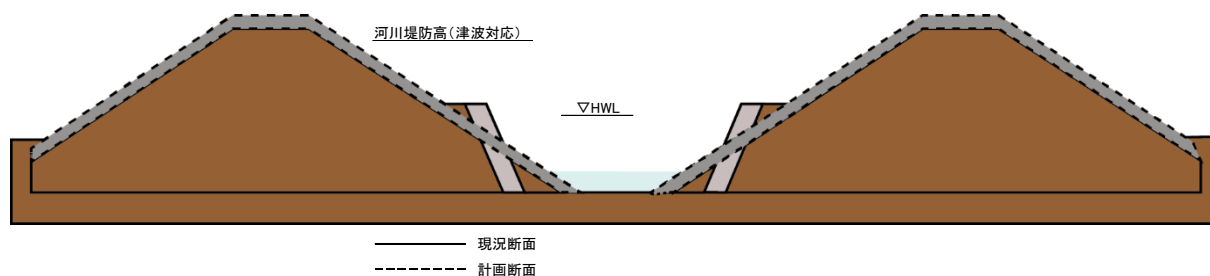


図 2-10 既設護岸が被災又は無い場合の横断面図

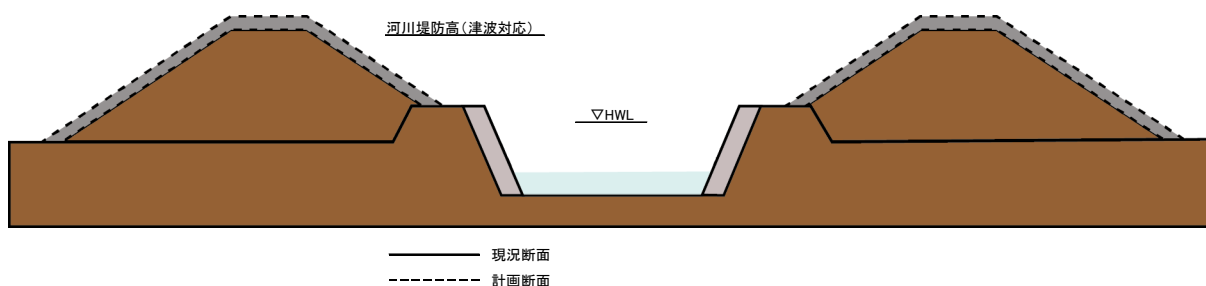


図 2-11 既設護岸が健全な場合の横断面図

【備考】

河川断面の検討において、当初河床幅を確保し計画していたが、現況が5分護岸の場合、現況流下能力に対して計画流下能力が上回ることから、このような河川断面の考え方となった。

河川堤防の高さについては、河口部の海岸堤防高さをレベルバックした堤防高と自己流の堤防高が交差する箇所までレベルバックした。

(5) 堤防位置の考え方

災害復旧事業は、原形復旧を原則としているが、東北地方太平洋沖地震を教訓とし、海岸保全施設の災害復旧計画等は、新たな設定方法により求めた設計津波の水位「数十年から百数十年に一度の頻度で発生している津波」と高潮の高さを比較して、高い方の高さを対象にして計画していることから、堤防の高さについては、従来の堤防高より高くなったとしても、原形復旧とみなして災害復旧事業は計画されている。

しかし、堤防法線については、従来どおりの考え方を踏襲し、既存の堤防法線を尊重して計画した。

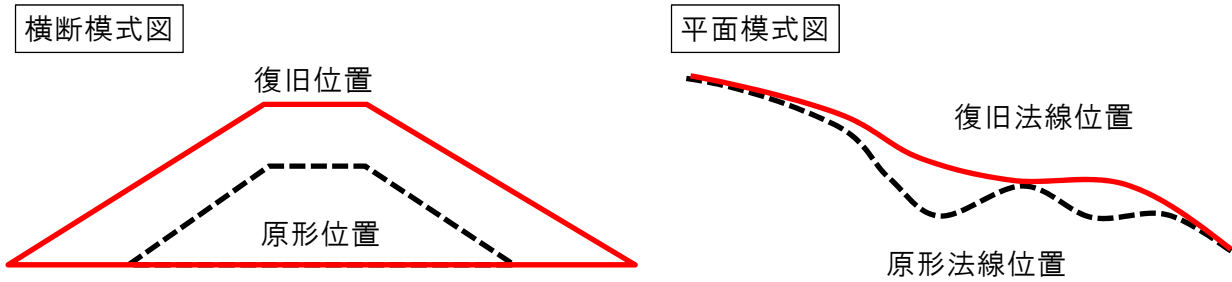
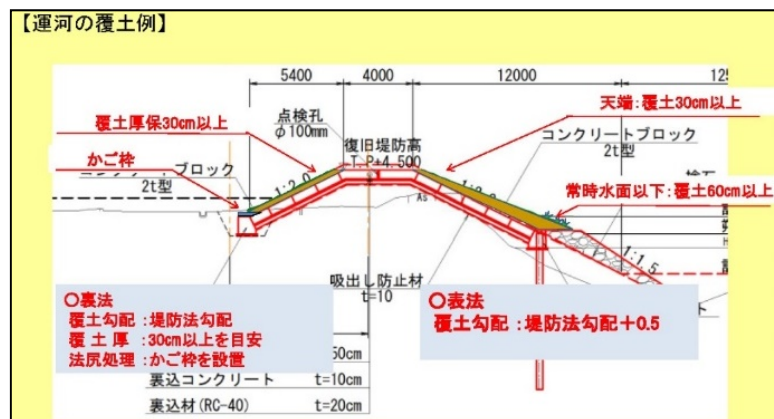
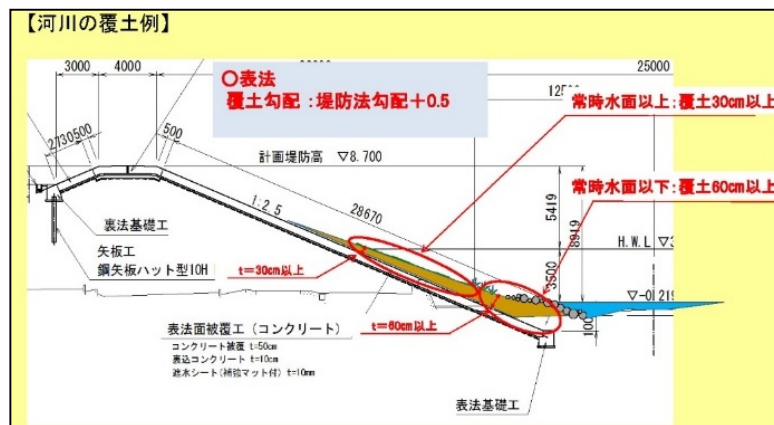


図 2-12 横断模式図・平面模式図

(6) 覆土の考え方

堤防の覆土については、将来的な維持管理の簡便性を考慮して当初、覆土は行わない方針であったが、学識者や地元要望等で景観や環境への配慮から堤防緑化の議論が高まっていること、また、平成 26 年 3 月に「美しい山河を守る災害復旧基本方針」が改定され、河川災害復旧箇所は原則として覆土を行うこととされていることから、河川・海岸の L1 堤防については覆土を行うこととし、平成 26 年 9 月 11 日に「L1 堤防の覆土について（通知）」、平成 28 年 5 月 30 日に「L1 堤防覆土の施工管理基準について（通知）」を示し、必要に応じて覆土を行っている箇所もある。



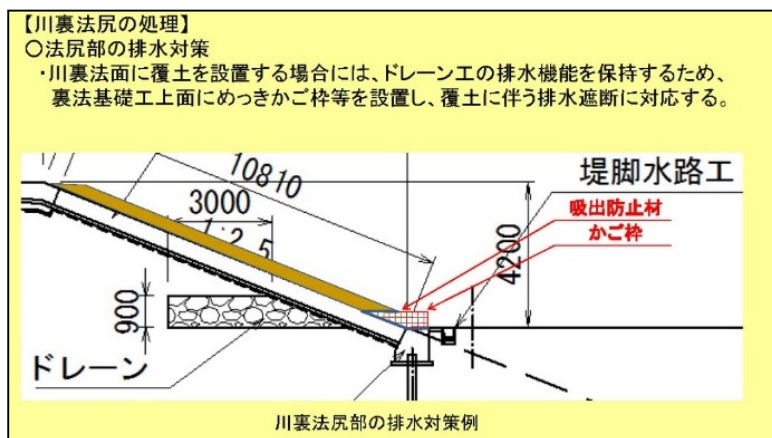


図 2-13 覆土の考え方

(7) 復旧工事の実施にあたっての課題

震災直後は津波などの直接的な影響により自然環境に大きな変化が生じたが、時間と共に自然環境は本来の姿を取り戻し、特に砂浜海岸エコトーンや藻場・アマモ場などの沿岸域の環境は、震災後の数年間で自然環境が回復しつつあった。そのため、海岸堤防、河川堤防の復旧工事にあたっては、回復しつつある自然環境への配慮を行いつつ工事を進める必要性が生じた。

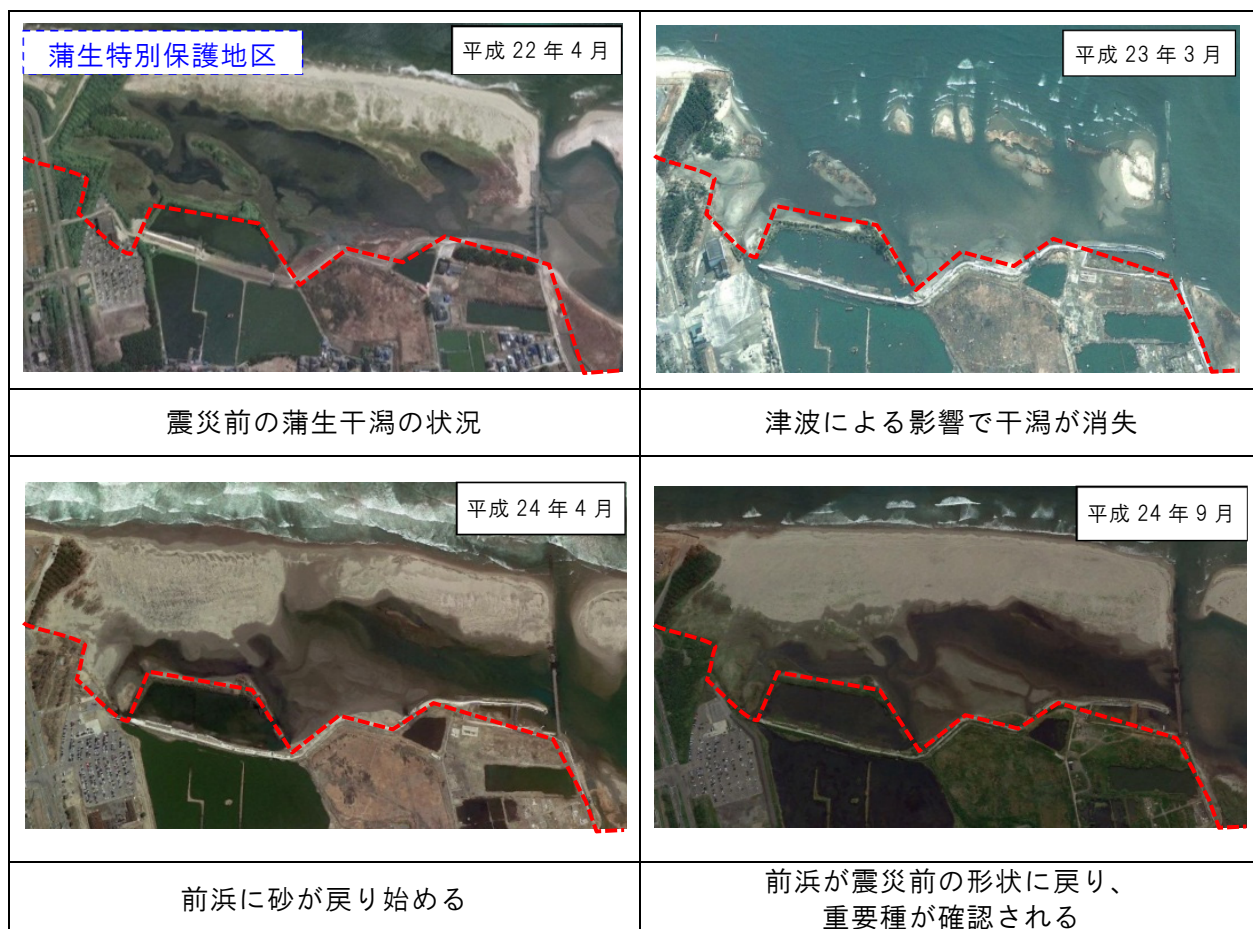


写真 2-1 七北田川蒲生干潟の変遷