

# 四万十川高潮区間における波浪・津波等 に対する特殊堤防の整備について

中村河川国道事務所 工務第一課 河川工務係員 新居 鈴菜  
 中村河川国道事務所 建設専門官 畑本 浩之  
 中村河川国道事務所 工務第一課 河川工務係長 山崎 久美子

初崎箇所は、四万十川右岸最下流部（高潮区間）に位置し、無堤部対策（流下能力不足）として堤防整備が早急に必要区間となっている。しかし、当該箇所には、文化的景観を有するタブノキ群落が存在するほか、県道、初崎港及び高知県指定の航路などの機能維持が必要である。また、洪水・高潮・津波等に対する強度も要求された。そこで、四万十川の築堤では初となる特殊堤防として整備することとした初崎堤防の構造等について報告する。

キーワード 治水、堤防構造、景観

## 1. はじめに

四万十川初崎堤防は、右岸 0k/400～1k/000 に位置し、無堤部対策（流下能力不足）として堤防整備が早急に必要区間となっている。また、周辺は山に囲まれた中に初崎港、県道、民家、小港、タブノキ群落など（図-1）が集中している。ここで、設計に際して、治水機能を向上させるため、洪水・高潮・津波等を考慮した構造及び文化的景観を有するタブノキ群落、県道 343 号、初崎港及び高知県指定の航路などの周辺環境・景観にも配慮した特殊堤防の整備について報告する。



図-1

## 2. 計画時の現状

### (1) 周辺の現状

初崎箇所は、上下流山付の閉鎖型区間の無堤部で有り、計画高水流量 16,400m<sup>3</sup>/s に対し、12,650m<sup>3</sup>/s と著しく低い。また、平成 17 年 9 月台風 14 号では、高潮により浸水面積 4.4ha の浸水被害が発生しており、早急な無堤部対策が必要である。更に東南海・南海地震で発生すると想定されている津波（TP+約 7m）により、背後地家屋は浸水する。

背後地には地域住民の唯一の生活道（県道 343 号）が通っており、浸水によって道路が不通となれば、初崎、名鹿、布、立石地区が孤立する。

### (2) 重要文化的景観

四万十川（河口～13.5km）は、文化財保護法に基づく重要文化的景観に選定されている。また、初崎箇所の文化的景観を有しているタブノキ群落（図-2）については、四万十市より保全するように要請されている。特にタブノキの巨木は第一に保全すべきと学識者などから助言を受けている。



#### タブノキの諸元

樹種：タブノキ（クスノキ科）  
 生育地：高知県四万十市初崎地区  
 樹高：10m  
 幹周：5.6m（高知県第三位）  
 樹齢：推定 200 年



図-2

(3) 他事業との関係

初崎箇所には、堤防計画箇所沿いに県道 343 号、初崎港、小港等の公共施設があり、その機能を維持した計画が必要とされている。また、川側には高知県指定の下田港航路があり、航路への配慮も必要とされている。

3. 堤防設計

(1) 特殊堤選定（法線計画）のポイント

法線計画は、次の①～⑥（図-3）により選定した

- ①小集落のため、移転家屋を最小限にする。
- ②集落を孤立させないように県道機能を保持する。
- ③初崎港の機能を維持し、航路にも影響させない。
- ④タブノキ群落を極力保全する。
- ⑤小港機能を維持する。
- ⑥四万十川文化的景観へ配慮し、川出しは極力控える。

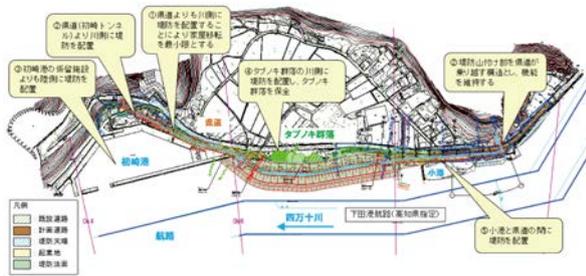
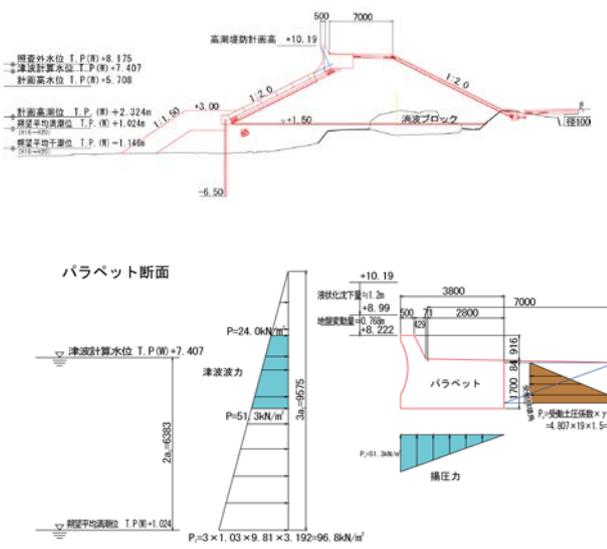


図-3

(2) 特殊堤（土堤構造）

堤敷幅が確保できる区間については、土堤構造（図-4）とし、計画高水流量にあった高潮堤防構造にて計画、波返しについては、津波波力に対して安定する構造とした。また、表護岸基礎には、吸出防止用の矢板を設けた。



・安定性評価

滑動の照査

$$F = \frac{0.6 \times 39.863 + 102.748}{101.707} = 1.245 \geq 1.20 \quad \text{O.K.}$$

転倒の照査

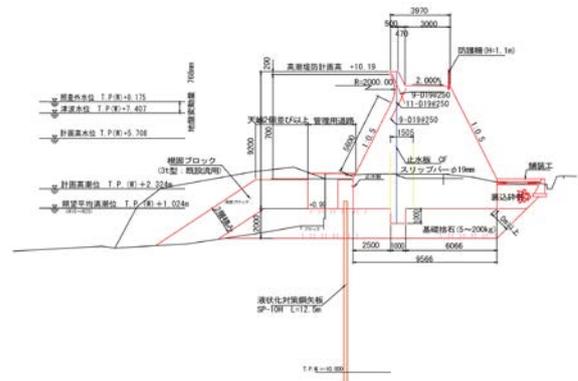
$$x = \frac{146.845 - 120.730}{39.863} = 0.655$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{3.8}{2} - 0.655 = 1.245 \leq B/3 = 1.267 \quad \text{O.K.}$$

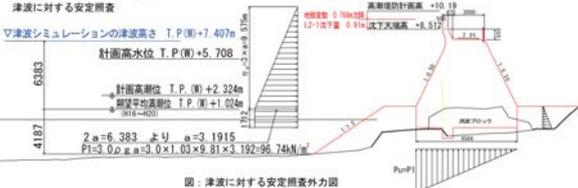
図-4

(3) 特殊堤（自立構造）

高潮・波浪、L1地震動、常時土圧、津波波力、L2地震動に対して安定する構造（図-5）とした。また、津波に対する安定性を確保するため、底面中央前寄りに突起を設けた。



特殊堤（自立）の構造



図：津波に対する安定照査外力図

項目	結果	判定基準	判定
滑動	$F_s=1.389$	$F_s \geq 1.2$	OK
転倒	$F_s=1.278$	$F_s \geq 1.2$	OK
支持力	$F_s=1.176$	$F_s \geq 1.0$	O.K.

(2) 計画高水位に対する安定照査

項目	結果	許容安全率	判定
滑動	抵抗力 $\geq$ 起動力のため滑動しない		
転倒	$e=0.280$	$e \leq 1.594$	OK
支持力	$F_s=3.998$	$F_s \geq 1.3$	O.K.

(3) 波浪に対する安定照査

項目	結果	許容安全率	判定
滑動	抵抗力 $\geq$ 起動力のため滑動しない		
転倒	$e=0.242$	$e \leq 1.594$	OK
支持力	$F_s=3.407$	$F_s \geq 1.3$	O.K.

(4)レベル1地震に対する安定照査

項目	結果	判定基準	判定
滑動	$F_s=2.780$	$F_s \geq 1.2$	OK
転倒	$e=0.643$	$e \leq 3.189$	OK
支持力	$q=203\text{kN/m}^2$	$q \leq 600\text{kN/m}^2$	O.K

(5)透水矢板の検討

レインの式による浸透径路長を照査

項目	結果	判定基準	判定
クリーブ比	$C=6.13$	$C \geq 6.0$	OK

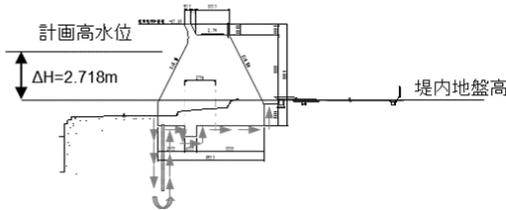


図-5

4. 耐震性能照査

「河川構造物の耐震性能照査指針」に準拠し、静的解析 (ALID) により土堤部の耐震性能照査を行った結果、「地震後の天端高」>照査外水位 (図-6) となり、耐震性能を満足した。自立部の耐震性能照査は、 $\Delta U$ 法により安定性照査を行った結果 (図-7)、特殊堤直下は、液状化しないが、周辺地盤は液状化するため、鋼矢板を用いた液状化対策をとることとした。

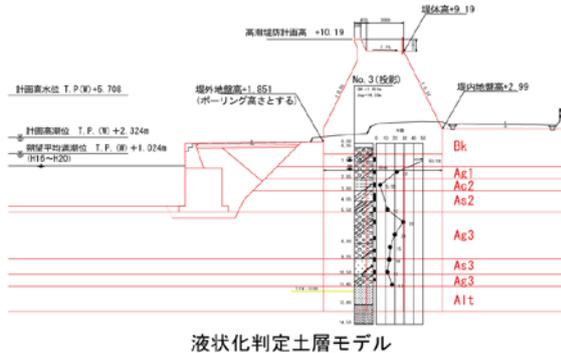
土堤部の耐震性能照査

F 結果 (L2-1)

	L2-1	L2-2
天端高 (T. P. W+m)	10.19	10.19
ALID沈下量 (m)	-0.25	-0.30
ALID水平変位量 (m)	-0.12	-0.29
沈下後の天端高 (T. P. W+m)	9.94	9.89
目地の開き位置 (T. P. W+m)	9.98	9.94
照査外水位 (T. P. W+m)	津波	高潮
	8.175	5.354
判定	OK	OK

図-6

特殊堤の耐震性能照査



液状化判定土層モデル

ru	T. P.+1.85	T. P.+1.9	T. P.+1.9	T. P.+2.99
Bk	0.00	0.000	0.00	0.000
Ag1				
Ag2	0.01	0.005	0.00	0.005
As2	0.45	0.240	0.03	0.115
Ag3	0.03	0.015	0.00	0.010
As3	1.00	0.575	0.15	0.480
Ag3	0.42	0.240	0.06	0.165

※法面部は一次補間による

FL (土層毎平均値)

地層記号	堤外	堤中央	堤内
Bk	641.605	701.021	701.807
Ag1		760.436	731.122
Ag2	1.857	2.250	2.642
As2	1.121	1.383	1.644
Ag3	1.654	2.004	2.353
As3	0.963	1.134	1.306
Ag3	1.130	1.321	1.513

周辺地盤は液状化する (FL ≤ 1.0)

特殊堤直下の地盤は液状化しない (FL > 1.0)

液状化判定結果

図-7

5. 景観設計

(1) 景観に関する関連計画

四方十川下流域に関する景観関連計画は、大きく次の①~④があり、これに基づいて設計を進めた。

- ① 重要文化的景観 (国の重要文化的景観として選定されている)
- ② 渡川水系河川整備計画 (重要文化的景観との整合性を充分考慮)
- ③ 四方十川の環境デザイン (四方十川景観計画で目標とする四方十川の姿として「セピア色した川の原風景」)
- ④ 高知県四方十川の保全及び流域の振興に関する基本条例 (「在来種の苗木の植栽」、「天然木は、原則として保全」)

(2) 周辺施設の状況

初崎箇所周辺の河川管理施設である、津蔵淵水門、実崎樋門は、四方十川流域の歴史や文化に配慮するとともに、周辺と調和した良好な景観が形成されている。また、地域資材を生かした石材や周辺の水辺環境に配慮した化粧型枠で整備され、自然環境と調和した水辺空間が形成されている。(図-8)





図-8

### (3) 意見整理

学識者、地元、四万十市などの意見等を整理した結果、次のとおり配慮することとした。

- ①タブノキの巨木は初崎地区のシンボルであり、重要文化的景観を残しているため、保全が望まれる。また、部分的に消失するタブノキ群落のうち、移植可能なものについては、移植・保全が望まれる。
- ②特殊堤防については、外壁の過度な化粧型枠より、四万十川らしさを持つ、堤防景観が望まれる。

### (4) 基本方針

四万十川らしさを持つ、景観設計を創出するため、(図-9) のとおりの基本方針を設定し景観設計を行った。

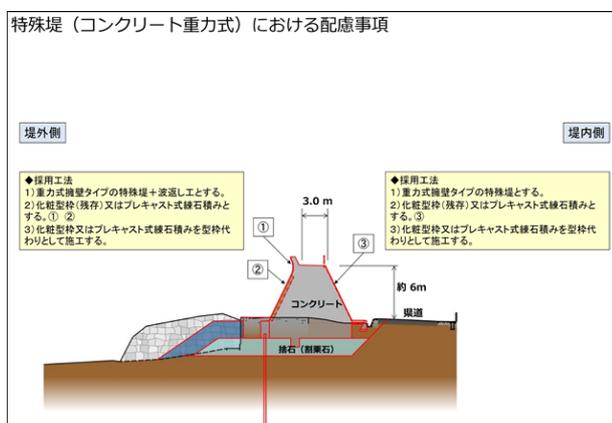
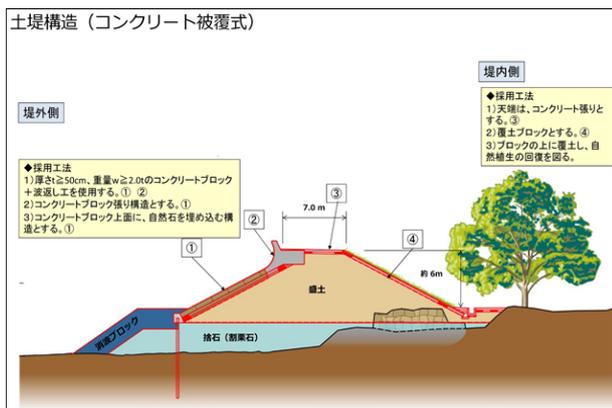


図-9

## 5. まとめ

四万十川高潮堤防の整備にあたっては、洪水、高潮、波浪、地震・津波等の外力に加え、四万十川文化的景観、風土など、様々な要素があり、これらに対する対応について以下に整理する。

- ・初崎地区は狭小なエリアの小集落のため、特殊堤防の採用により集落の分断を避ける計画とした。
- ・重要文化的景観に指定されているタブノキの巨木と周辺樹林帯は、堤防計画上やむを得ず消失する部分を除き、最大限保全する堤防法線とした。
- ・洪水、高潮、地震・津波に対して、安定した構造として特殊堤 (自立) 構造区間を採用することにより、少ないスペースで県道、漁港の機能を生かしつつ安定性を満足する計画とした。
- ・四万十川への堤防前出しを極力控えたことで航路及び文化的景観に配慮した。
- ・四万十川の豊かな汽水域面積を極力減少させない計画とした。

## 6. おわりに

最後の清流四万十川として全国から注目されている反面、当整備箇所 (初崎堤防) では、過去に台風による洪水・高潮被害が発生している。更に東南海・南海を震源とする地震・津波の発生も想定されている。平成29年度より堤防整備に着手し、令和5年度の完了を目指している。現在、関係機関・地元などと合意形成を図りつつ順次、整備を進めており、完了後には、洪水・波浪・高潮・津波等の被害が軽減され、住民の安全・安心した生活が期待されている。

謝辞：本整備の計画に当たり、多くのご助言を頂いた方々に深謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 重要文化的景観 (平成21年2月)：文化庁
- 2) 四万十川の景観デザイン (四万十川景観計画) (平成27年10月改訂)：四万十市
- 3) 高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例 (平成27年6月改正)