

第2回検討会における委員からの指摘事項

第2回 酒津地区堤防強化・笠井堰改築事業検討会 令和6年10月7日（月） 議事要旨より抜粋

番号	分類	第2回検討会における 指摘事項	第2回検討会以降の 対応状況
①	堤防 浸透対策 P3～6	第2回検討会資料に示されていない各対策案でのすべりの円弧を示してほしい。無対策の場合がFs=0.88と低い理由は、堤防法面の浅い位置での円弧すべり解析だからではないか。深い位置の円弧でも確認すべき。	既往の検討で最も危険となる解析結果はFs=0.88であった。 また、追加で実施した地質調査結果を反映し、Fs=1.52が最も危険となる解析結果を示す。
②	堤防 浸透対策 P3～6	局所動水勾配は重要なファクターである。第2回検討会資料では最大値のみを示しているが、平面的な分布により判断する必要があるため、動水勾配のコンター図を示してほしい。	一連区間で大きな堤防形状の変化がないため、3次元解析までは実施していないが、代表する横断図にて、局所動水勾配の分布図を作成し安全性を確認した図を示す。
③	堤防 耐震対策 P7	地震時の沈下対策の必要はあるか。酒津地区は旧河道跡に堤防が整備されているため、地震時に液状化のおそれがある。	堤防の耐震性能に対する評価結果を示す。 (許可工作物である酒津取水樋門の耐震性能は評価していない。)
④	その他 情報共有 P8	柳井原排水樋管が小田川合流点付替え時に撤去されている。その際に、杭とか管自体のコンクリートを撤去するのに非常に苦労したはず。そのときの情報を事務所で持っていないか。	小田川合流点付替え施工時の柳井原排水樋管の撤去状況を示す。
⑤	その他 情報共有 P9	溺堤について、農業用水の取水施設でこのような施設を設置している事例はあるか。	農業用取水施設における溺堤(土砂吐き)の事例を示す。
⑥	その他 資料修正 P10	堤防の対策方針にドレーンの図を追加したほうがよい。	ドレーンの図を追加し、堤防一般部の対策方針として修正したページを示す。

第2回 酒津地区堤防強化・笠井堰改築事業検討会 令和6年10月7日（月） 議事要旨より抜粋

番号	分類	第2回検討会における 指摘事項
i	流水の詳細な解析	将来的な笠井堰改築を想定した手戻りのない整備をする場合、今回提示される案における局所的な流れの解析が必要ではないか。
ii	将来的な対象流量における解析	8,300m ³ /sの流量だけでなく、12,000m ³ /sの流量でも流れをチェックすべき。
iii	重要文化財に矢板を敷設する場合の検討	重要文化財は半永久的に残していくことになるので、遮水矢板の寿命も踏まえて対策を考えてもらいたい。
iv	溺堤の撤去有無における検討	重要文化財の撤去には必然性の説明が必要であるため、利用上の安全性と維持管理の効率化の観点だけであれば、溺堤を撤去しない選択肢も考えられる。
v	文化財の報告書のための調査と記録	笠井堰左岸側の石組み護岸の扱いは今後検討してほしい。現状を記録したものを文化財の報告書として残してほしい。酒津取水樋門は、日本の鉄筋コンクリートの構造物としては最古級のものである。函体の中を調査して腐食があれば、補強などの措置を考えてもらいたい。
vi	酒津取水樋門の健全度調査と対策	堤防の決壊で倉敷市に被害が及ばないような対策を採用することが重要。そのうえで文化財を残す方向で考えるのがよい。撤去する場合は別の場所に移設保存することも考えられる。樋門自体の健全度を調査し、健全度不足の場合は補強するなどの対策が必要である。

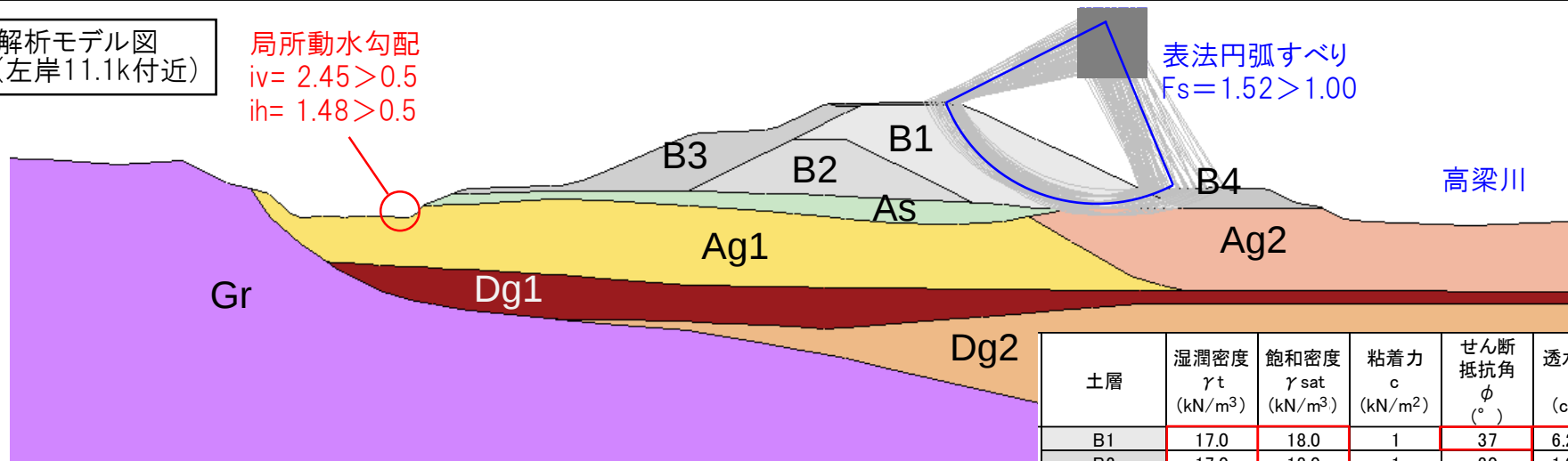
①②浸透に対する堤防の安全性評価結果

- 浸透に対する堤防の安全性を評価するにあたり、酒津地区堤防の代表断面(左岸11.1k付近)において、土質調査結果により作成した地質横断と堤内地形を考慮した解析モデル図により、浸透に対する安全性の照査(円弧すべり解析・浸透流解析)を実施。
- 照査の結果、局所動水勾配の照査項目で、照査基準値に対し安全性が不足となり、対策が必要と判断された。

解析モデル図
(左岸11.1k付近)

局所動水勾配
 $iv = 2.45 > 0.5$
 $ih = 1.48 > 0.5$

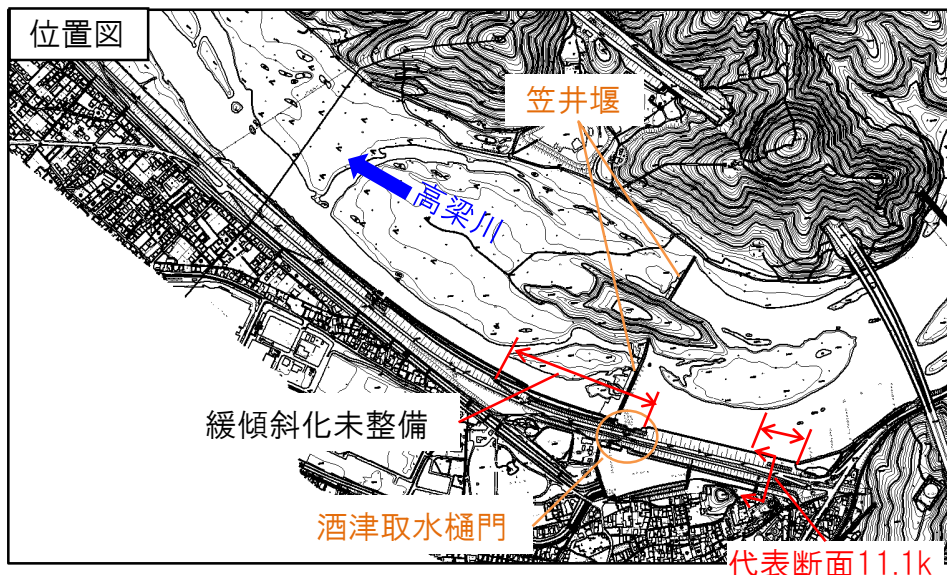
表法円弧すべり
 $Fs = 1.52 > 1.00$



土層	湿潤密度 γ_t (kN/m^3)	飽和密度 γ_{sat} (kN/m^3)	粘着力 c (kN/m^2)	せん断抵抗角 ϕ ($^\circ$)	透水係数 ks (cm/s)
B1	17.0	18.0	1	37	6.20E-04
B2	17.0	18.0	1	30	1.00E-05
B3	17.0	18.0	1	33	3.60E-05
B4	20.0	21.0	1	40	1.00E-02
As	19.0	20.0	0	33	4.00E-02
Ag1	20.0	21.0	0	35	3.90E-03
Ag2	20.0	21.0	0	35	4.30E-02
Dg1	20.0	21.0	0	40	1.00E-01
Dg2	20.0	21.0	0	40	5.00E-02
Gr	20	20	0	40	1.00E-05

赤枠：詳細土質試験結果を基に変更した値

位置図



解析結果

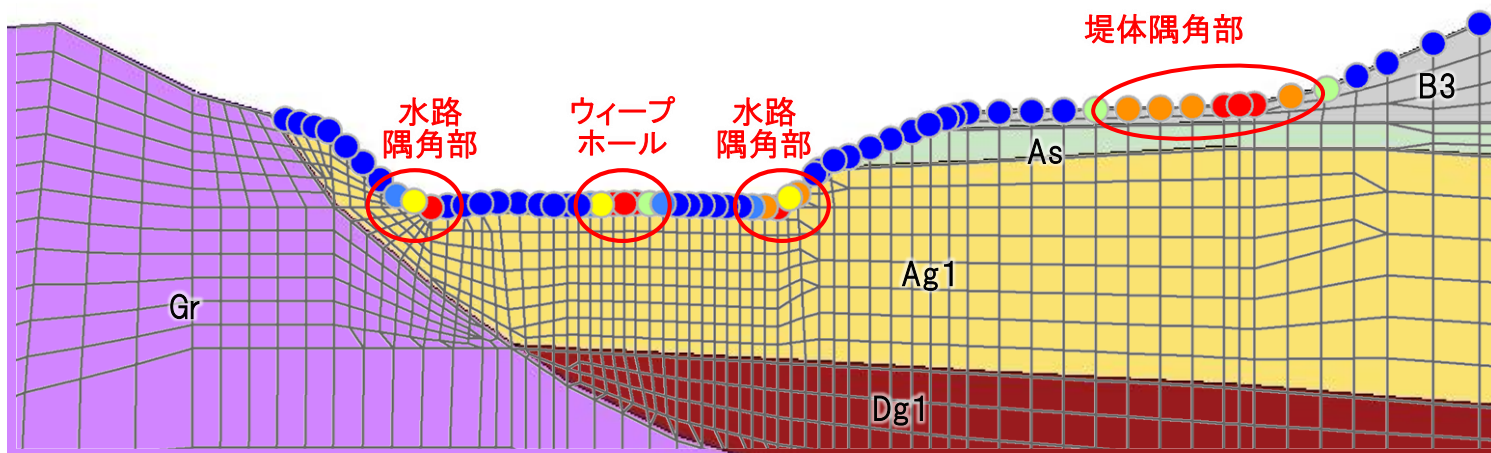
照査項目	円弧すべり		局所動水勾配
	表法	裏法	
照査基準値	1.0以上	1.46以上	0.5以下
■ 表法円弧すべり $Fs > 1.0$ ■ 裏法円弧すべり $Fs > 1.46$ ■ 局所動水勾配 $iv, ih < 0.5$	$Fs = 1.52$	$Fs = 1.91$	$iv = 2.45$ $ih = 1.48$

※照査基準値に対し安全性が不足するものを赤字で表示

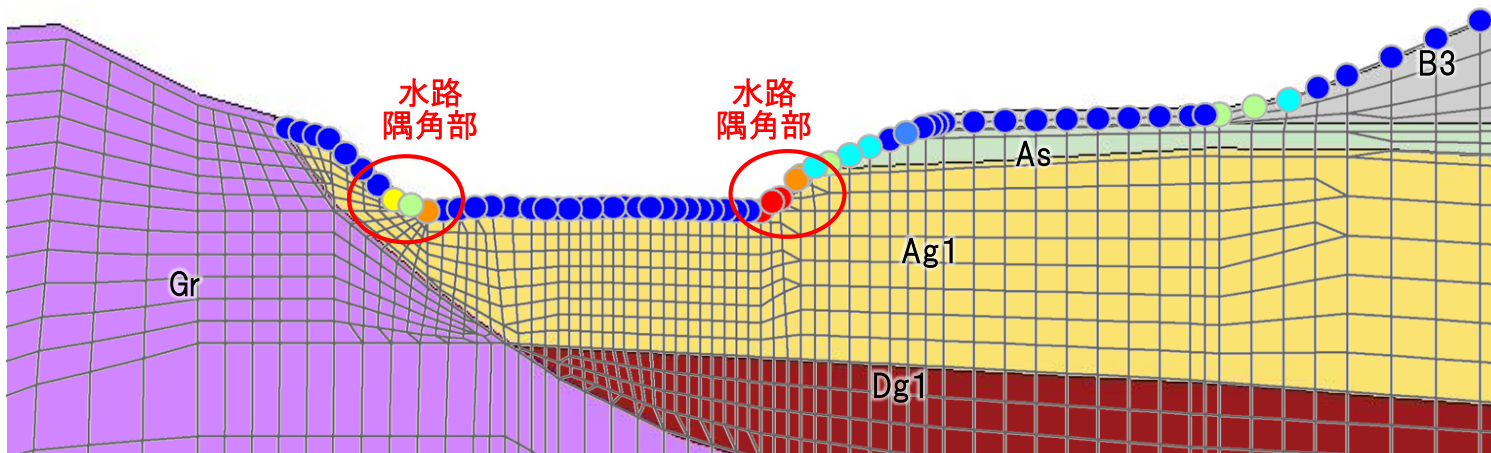
①②浸透に対する堤防の安全性評価結果(局所動水勾配)

- 局所動水勾配の面的な分布について、鉛直方向/水平方向に分けて整理した。
- 鉛直方向は堤体隅角部や水路のウィープホール及び隅角部で安全性が低く、水平方向(ih)は水路隅角部で安全性が低い。

鉛直方向の局所動水勾配(iv)



水平方向の局所動水勾配(ih)



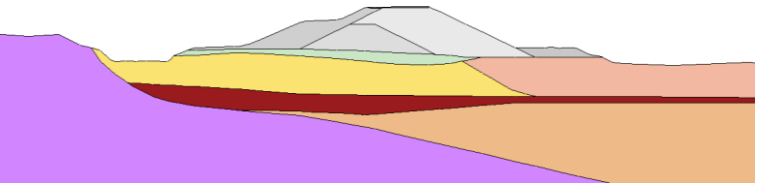
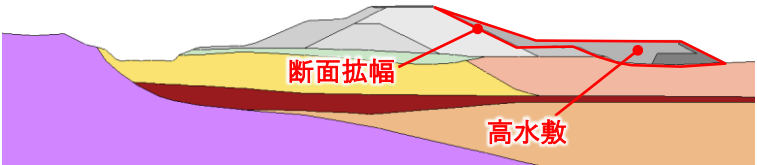
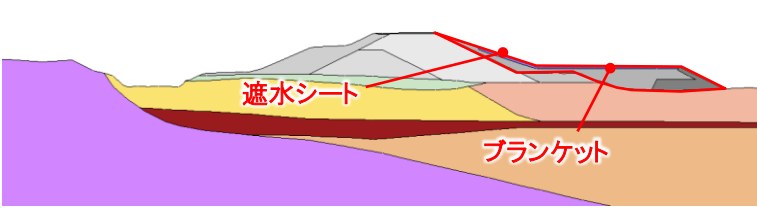
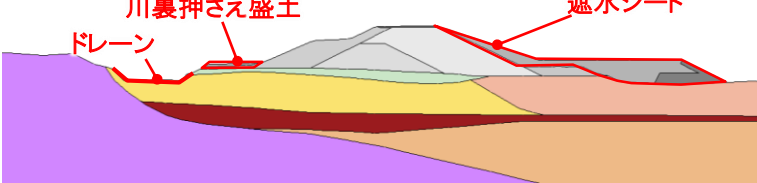
凡例
局所動水勾配



■ 局所動水勾配
照査基準値
iv, ih < 0.5

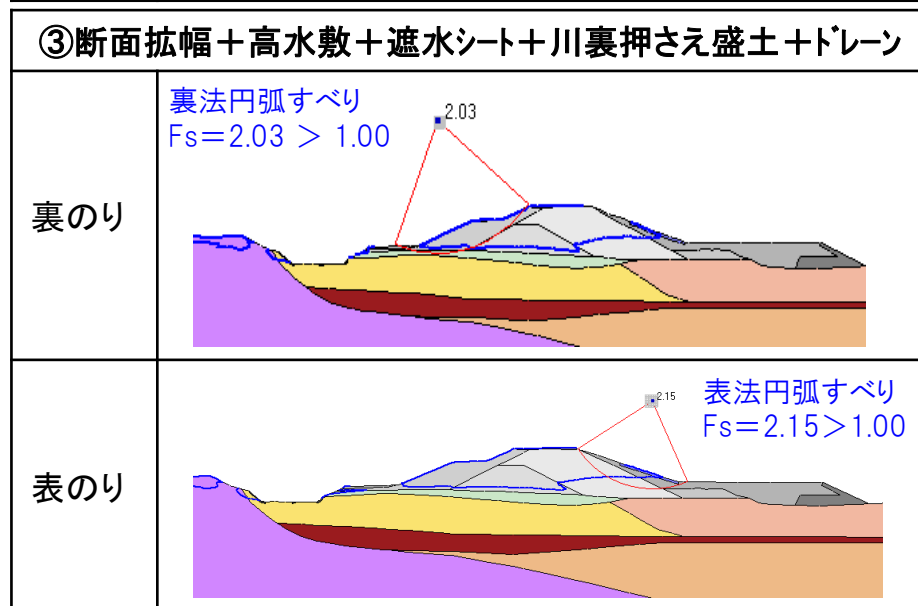
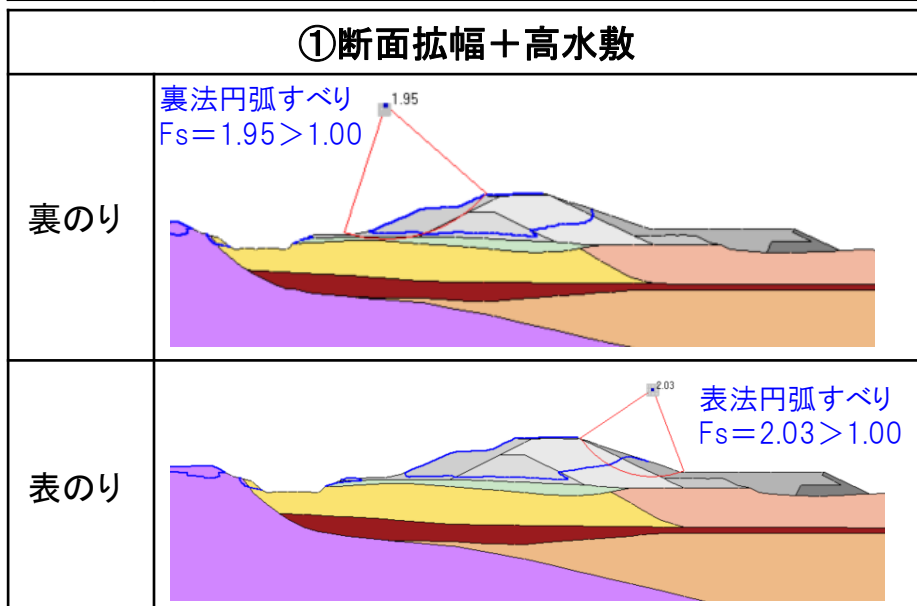
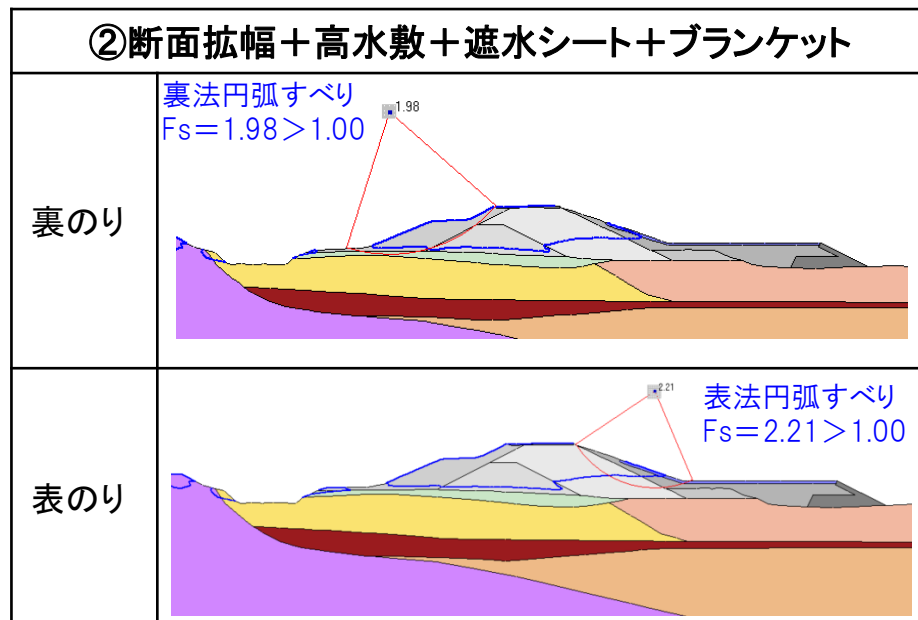
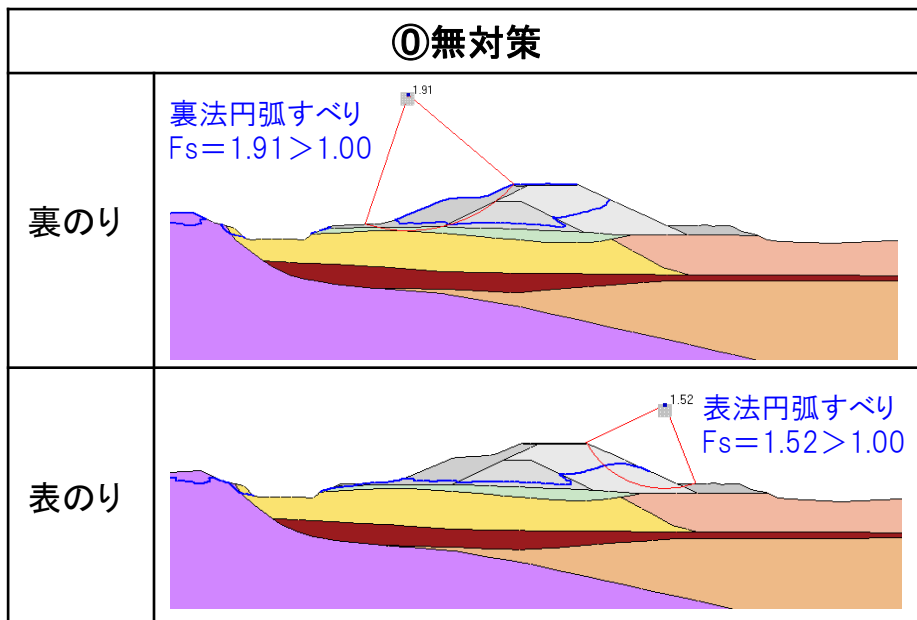
①②浸透に対する堤防の強化対策案検討

- 浸透に対する堤防の強化対策として、現時点の①無対策の断面形状に対して、対策工法の組み合わせ検討を行った。
- ①では、断面拡幅＋高水敷を組み合わせるが、局所動水勾配の安全性不足は解消されない。
- ②では、①に対して遮水シート、ブランケットを組合せたが、局所動水勾配の安全性不足は解消されない。
- ③では、①に対して遮水シート、川裏押さえ盛土、ドレーンを組合せ、動水勾配の緩和、土砂流出の抑制を図ることにより、局所動水勾配の安全性不足を解消。

対策工法	横断モデル図 ※赤線は対策箇所を示す。	円弧すべり		局所 動水勾配
		川表	川裏	
		1.0以上	1.46以上	0.5以下
①無対策		Fs= 1.52	Fs= 1.91	iv= 2.45 ih= 1.48
①断面拡幅＋高水敷		Fs= 2.03	Fs= 1.95	iv=2.35 ih=1.45
②断面拡幅＋高水敷 ＋遮水シート＋ブランケット		Fs= 2.21	Fs= 1.98	iv=2.21 ih=1.40
③断面拡幅＋高水敷 ＋遮水シート ＋川裏押さえ盛土 ＋ドレーン		Fs= 2.15	Fs= 2.03	iv=0.08 ih=0.24

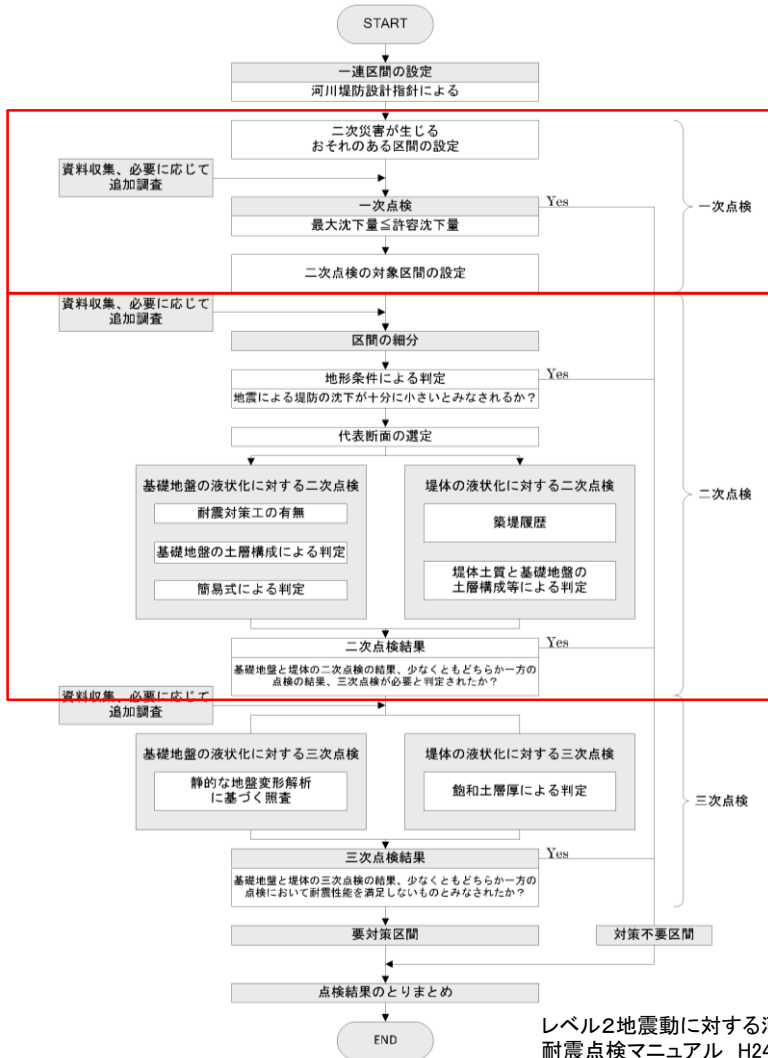
①②浸透に対する堤防の強化対策案検討

■ 円弧すべり解析により最も危険となる結果を、対策案毎に表裏法面で示す。いずれも照査基準値に対し安全性が不足とはならない。

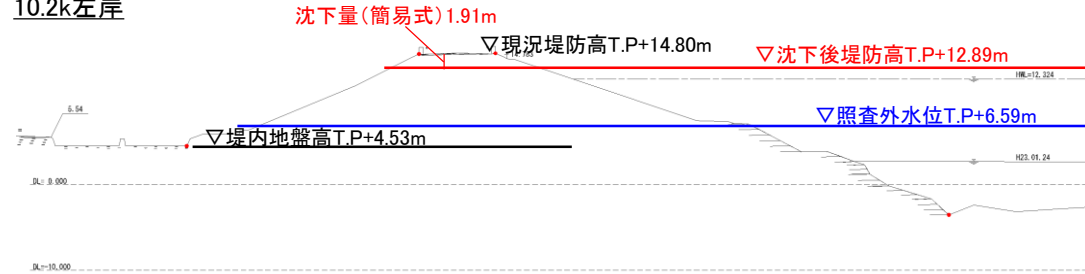


③酒津地区の耐震対策に対する既往検討

- 堤防耐震点検の標準的な手順フロー図と「高梁川堤防耐震点検業務 平成24年2月」における高梁川堤防の点検結果を示す。
- 酒津地区の堤防は一次点検では9.4k～10.5kの間で堤内地盤高、最大沈下後(0.75H)の堤防高が照査外水位(14日間に発生する確率が1/10の水位)を下回り、2次点検の対象に選定されている。10.5kより上流は照査外水位よりも堤内地盤高が高いため対象外。
- 9.4k～10.5kの区間は簡易式による液状化時の沈下量を考慮した2次点検の結果、照査外水位を上回り「対策不要」と判断している。



10.2k左岸



- 一次点検: 堤内地盤高T.P4.53 < 照査外水位T.P+6.59 → NG
- 二次点検: 沈下後堤防高T.P12.89 > 照査外水位T.P+6.59 → OK

高梁川堤防耐震点検業務 H24.2の記載より作成

■簡易式による液状化時の沈下量(二次点検)

$$\text{式 5-1} \quad S = 1.41 \cdot H \cdot H_L^{1.56} \cdot 10^{-7.54 \cdot R_L} + 0.0655 \cdot H_L^{0.930} \leq S_{max}$$

ここに、

S : 堤防天端の沈下量 (m)

H : 堤防高さ (m)

H_L : 表層の液状化層厚(代表断面において、複数のボーリングデータがある場合には堤内地、天端直下、堤外地の表層の液状化層厚の平均値)(m)

(「表層の液状化層」とは、液状化層が複数あり、第1液状化層と第2液状化層の間に5m程度の非液状化層がある場合に第1液状化層を「表層の液状化層」と定義する)

R_L : 表層の液状化層の繰返し三軸強度比(算定された R_L の平均値)

S_{max} : 既往の地震による堤防天端の最大沈下量(m)

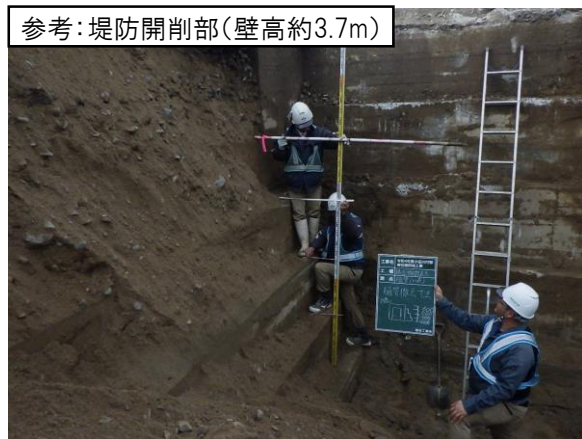
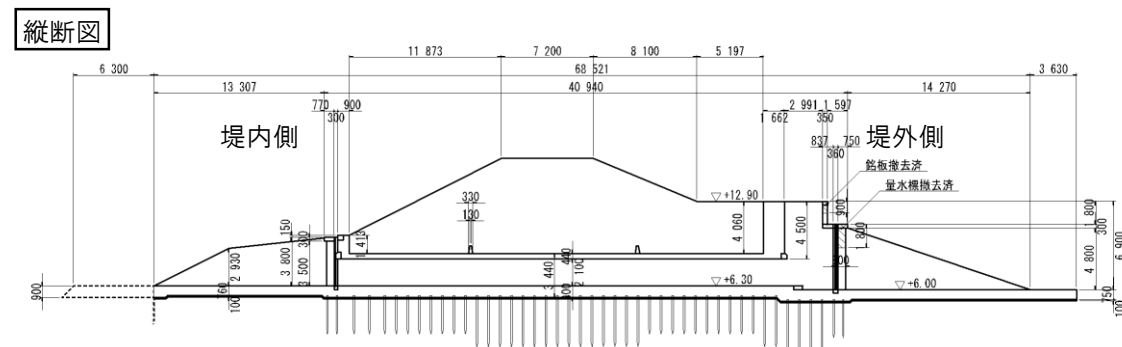
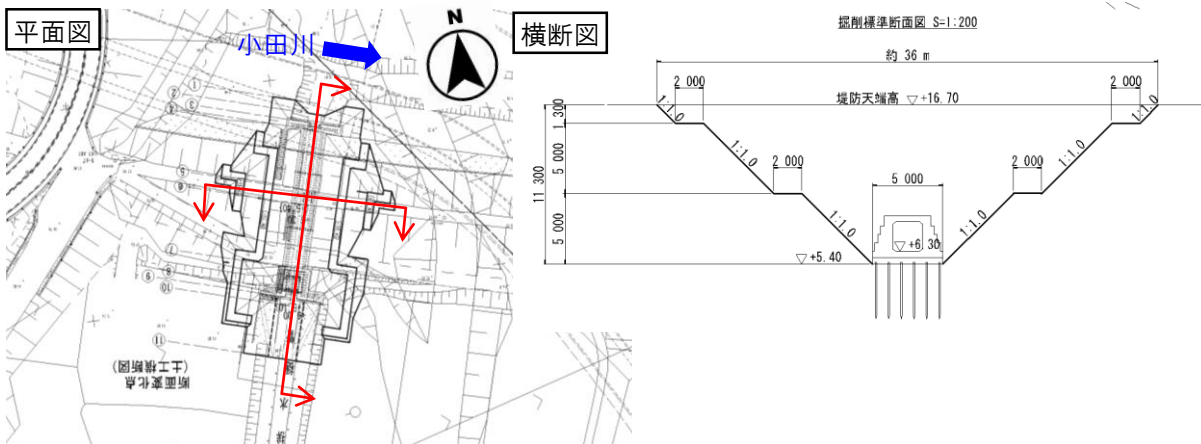
※ R_L はN値からの推定値としている。

レベル2地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル H24.2より引用

レベル2地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル H24.2より引用

図 堤防の耐震点検に関する標準的な手順

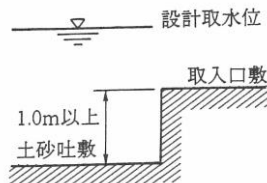
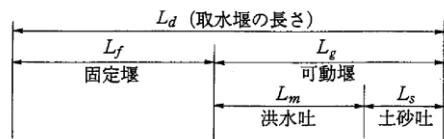
④柳井原排水樋管撤去時の記録



⑤ 溺堤(土砂吐)の事例について

- 「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「頭首工」H20.3 農林水産省監修」によれば、頭首工の取水において、用水路内への土砂の流入を防ぐ主な施設として、①土砂吐、②取入口について記載されている。以下に農林基準「頭首工」の土砂吐、取入口に関する記載を示す。「土砂吐」は全国の頭首工において一般的に採用される施設である。
- 河川管理施設等構造令施行前の古い堰、用水施設における土砂吐、土砂溜めの事例として、石狩川頭首工の図面を以下に示す。石狩川頭首工(固定堰、一部可動)では、取水樋門前面に土砂吐、排砂門が設置され、現笠井堰と同様の施設構成となっている。

「頭首工」の土砂吐、取入口に関する記載

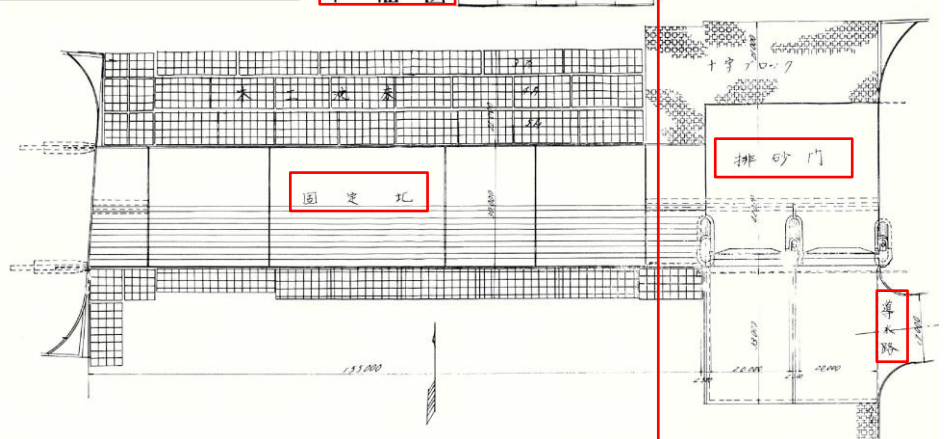


(b) 取水堰を設ける場合

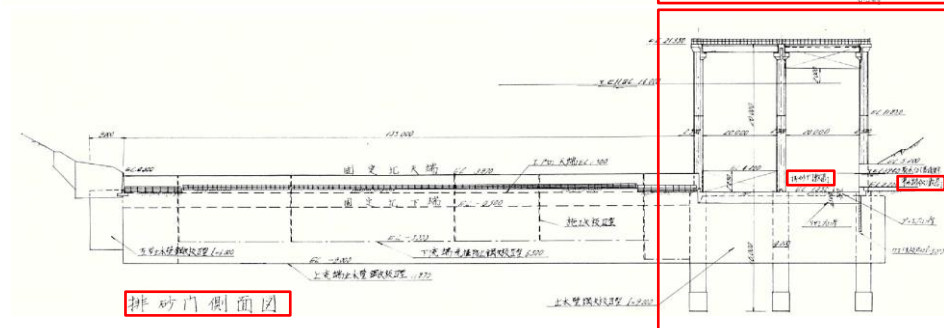
一般に、取水堰を設ける場合の取入口敷高は、土砂吐敷より 1.0m 以上あげて土砂の流入を防ぐ。また、河床から取入口敷までの高さは、最大洪水深の 1/6 以上とすることも一つの目安である。これは洪水時に河床に形成される堆砂高の限界値を考慮したものである。また、取入口敷高は土砂吐導流壁高と同じか、若しくはこれ以上の標高にすることが望ましい。しかし、土砂吐の幅が取入口の幅より大きい場合には、このことはあまり問題にはならない。

石狩川頭首工(S38年竣工)

平面図

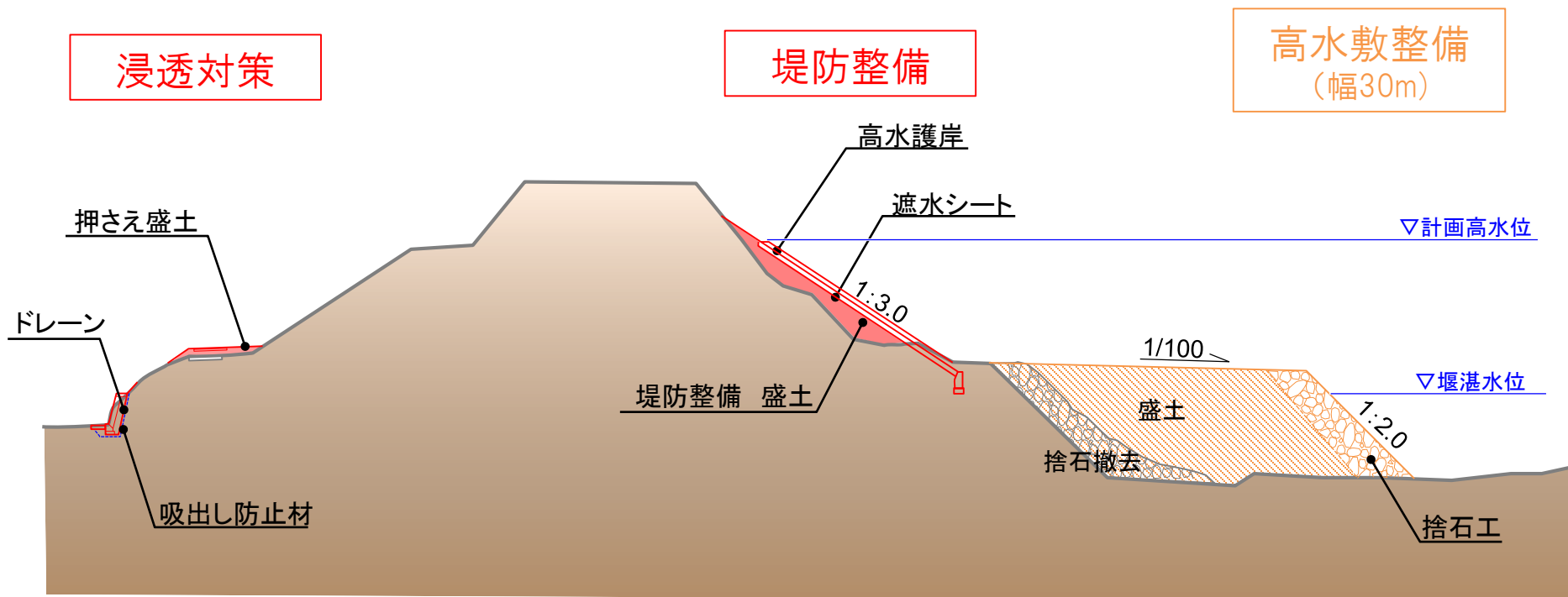


排砂門側面図



⑥堤防一般部の対策方針

- 浸透や侵食の対策として、酒津地区一連の区間において、堤防整備や高水敷整備を実施する。



■ 浸透対策
堤防整備

- (川表) ・ 堤防整備
・ 遮水シート
(川裏) ・ 押さえ盛土
・ ドレーン (空石積み護岸+吸出し防止材)

■ 侵食対策

- ・ 高水敷整備 (幅30m)