

淀川堤防強化検討委員会

報告書

平成16年3月

国土交通省 近畿地方整備局

淀川河川事務所

まえがき

河川堤防の構造は、長い歴史の中で被災の状況等に応じて経験的に定められたものであり、最近のように必ずしも破壊過程を解析的に検討したうえで耐力と外力を比較して設計されてきたものではありません。

一方、治水対策の進捗に伴い、氾濫源における人口や資産の集積は著しく、堤防の安全性がますます重要となっています。

淀川の堤防においても、洪水氾濫でできた沖積平野に発達した大都市を背後に控えているため、一度、破堤による被害が発生した場合は、非常に深刻な被害が発生する恐れがあります。

このような背景から、淀川水系流域委員会からの提言「あらたな河川整備をめざして（H15.1）」を踏まえつつ、淀川水系河川整備計画基礎原案（H15.9）では、破堤による被害の回避・軽減を目標として、そのための施策を最優先で取り組むとし、具体的には、情報伝達、避難体制の整備及び街づくりなどの地域整備等のソフト対策とあわせて、既存の堤防強化対策として高規格堤防と堤防補強を実施することとしています。

本検討は、このうち堤防補強に関して行ったものであり、破堤による壊滅的な被害を防ぐための治水施策の検討が必要ではありますが、堤防補強を全川的に実施するためには多額の費用と時間を要することから、緊急的に補強すべき区間を設定し、詳細な調査を実施し対策の必要な箇所を抽出したうえで、まずは脆弱で安全性が低い堤防に対して、現地に即した緊急的な補強対策を優先的に実施することとし、対策工法の技術的な評価について、河川工学及び土質工学の学識経験者からなる「淀川堤防強化検討委員会」を設置（H15.4）し、指導・助言を戴きながら検討を行ったものです。

ご教示を戴きました委員の各先生方に深く感謝の意を表します。

平成16年 3月

国土交通省 近畿地方整備局

淀川河川事務所長 吉田 延雄

目 次

まえがき

1. 委員会の目的	1
2. 堤防補強工法の検討	4
2.1 木津川	4
2.1.1 検討を行った断面の概要と安全度照査結果	4
2.1.2 堤防補強工法の検討	7
2.2 桂 川	10
2.2.1 検討を行った断面の概要と安全度照査結果	10
2.3 宇治川	13
2.3.1 検討を行った断面の概要と安全度照査結果	13
2.3.2 堤防補強工法の検討	16
2.4 淀川本川	19
2.3.1 検討を行った断面の概要と安全度照査結果	19
2.3.2 堤防補強工法の検討	22
2.5 猪名川	25
2.5.1 検討を行った断面の概要と安全度照査結果	25
2.5.2 堤防補強工法の検討	28
3. 環境および維持管理	31
3.1 環境面への影響検討	31
3.2 モニタリング	31

あとがき

1. 委員会の目的

(1) 目的

河川堤防は、非常に延長の長い土構造物であり、長い歴史のなかで災害の都度、堤防の嵩上げや拡幅などの改修・強化が行われてきた。そのため、堤防を構成する土砂は様々で、施工方法も時代によって異なっている。また、河川堤防はある形状を満足すれば良いという、形状を規定した設計が長い間行われてきたため、防災構造物としての安全性は必ずしも十分とはいえない。

一方で、堤防背後の平坦地（氾濫原）では、急速に都市化が進み、人口・資産が集積することにより、破堤時の被害ポテンシャルは増大し続けている。

このような背景のもと、洪水時の破堤による被害の回避・軽減を目標とした施策の一環として、河川堤防には破堤による壊滅的な被害を防ぐことが求められており、浸透・侵食に対して簡単に破堤しない堤防強化に関する技術的検討を行うことを目的として「淀川堤防強化検討委員会」を設立した。

(2) 検討方法

上記の目的を達成するため、堤防強化の方法として考えられる種々の工法について、技術手法の検討・安全性の評価・環境等への影響及び維持管理方法などの技術的課題について、学識経験者による助言・指導及び総合的な判断を得ながら検討を進めた。

(3) 委員の構成

委員および事務局は以下のとおりである。

委 員

氏名	所 属 等	備 考
今本 博健	水工技術研究会（京都大学名誉教授）	
宇野 尚雄	広島工業大学教授（岐阜大学名誉教授）	
岡 二三生	京都大学大学院教授	
宮本 博司	国土交通省淀川河川事務所所長	第4回まで
吉田 延雄	同上	第5回から
芦田 和男	(財)河川環境管理財団 河川環境総合研究所所長	
中島 秀雄	(財)河川環境管理財団 河川環境総合研究所研究嘱託	委員長
山本 晃一	(財)河川環境管理財団 河川環境総合研究所研究総括	

事務局：国土交通省淀川河川事務所

(財)河川環境管理財団 大阪研究所

(4) 検討の経緯

本委員会では、表 1-1 に示す議事内容で計 6 回の審議を行った。第 3 回までは、河川堤防における設計法の変遷や各河川の現況把握等の議事を中心に進めた。第 4 回以降は、河川管理者が提示した検討断面について、現況堤防の安全度評価と補強工法に対する技術的検討を行うとともに、堤防補強に伴う環境面や維持管理（モニタリング）手法について検討を行っている。

表 1-1 委員会の議事内容

回数	開催日	議事内容
1	H15. 4. 30	1. 1. 設立 1. 2. 河川堤防設計指針の改正点について 1. 3. 今後の検討方針に関する協議
2	H15. 6. 19	2. 1. 緊急補強区間の抽出 2. 2. 可能な堤防強化工法について（事例紹介）
3	H15. 8. 4	3. 1. 現地視察と意見交換
4	H15. 9. 29	4. 1. 緊急詳細点検区間の設定について 4. 2. 木津川堤防における補強工法について 4. 3. 桂川堤防における補強工法について
5	H16. 1. 14	5. 1. 宇治川堤防における補強工法について 5. 2. 淀川本川堤防における補強工法について 5. 3. 環境・維持管理・モニタリングなどに関する検討
6	H16. 3. 3	6. 1. 猪名川堤防における補強工法について 6. 2. 委員会協議結果のとりまとめ報告 6. 3. 今後の課題に対する方向性の検討

現況堤防や補強工法の検討に際しての安全度照査は、堤防設計の技術指針である「河川堤防設計指針（平成 14 年 7 月 国土交通省河川局治水課）」とその手引き書である「河川堤防の構造検討の手引き（平成 14 年 7 月 （財）国土技術研究センター）」にしたがって実施した。

破堤事例の多くは、水位が堤防高を上回り生じた越水によるものであることも事実であるが、堤防は洪水が氾濫区域に溢水することを防止する施設であるとの考えから、上記の指針や手引きでは、堤防に求められる安全に係わる機能を、①耐浸透機能、②耐侵食機能、③耐震機能（耐震機能は必要に応じて*考慮）としている。

本委員会では、耐浸透性および耐侵食性に対して検討を行ったものである。

なお、本委員会で想定した、浸透および侵食による堤防破壊の模式図を図 1-1～1-3 に示した。

耐震性：堤防に対する耐震性は、常時の河川水位より堤内地の地盤高が低い区間のように二次災害の恐れがある区間を対象に別途検討している。

<堤防の浸透による破壊>

堤防の浸透による破壊現象は、洪水時における降雨や河川水の堤体内への浸透に起因するすべり破壊と基礎地盤のパイピング破壊があり、それぞれに対して安全度照査を行っている。

図 1-1 には堤体の浸透によるすべり破壊の模式図を示した。すべり破壊は、降雨や河川水の浸透により飽和度が上昇し強度が低下した堤防で生じる裏のりの崩壊やすべり破壊と、洪水末期の河川水位急低下時において堤体内の残留水により表のりが崩壊する現象である。

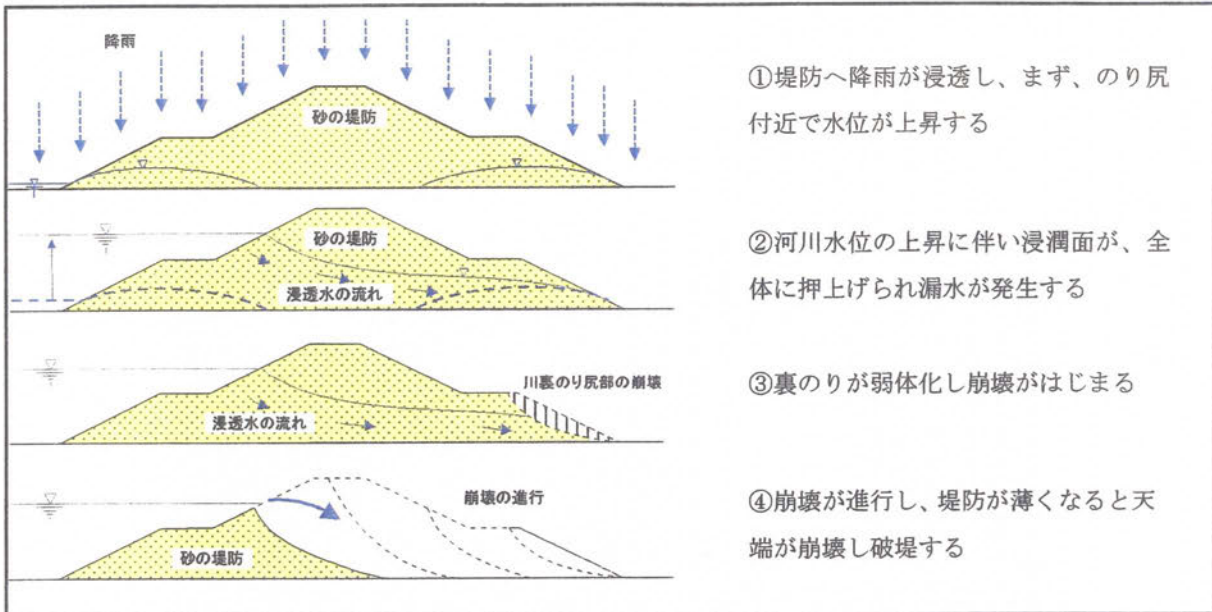


図 1-1 堤体の浸透によるすべり破壊の模式図（裏のりの例）

図 1-2 は、パイピング破壊による堤防破壊の模式図である。パイピング破壊では、主に裏のり尻付近の動水勾配や浸透水の流速が大きくなると土の組織構造が破壊され、それが拡大・進行する現象で、空洞が拡大すれば堤防が陥没する危険が生じる。

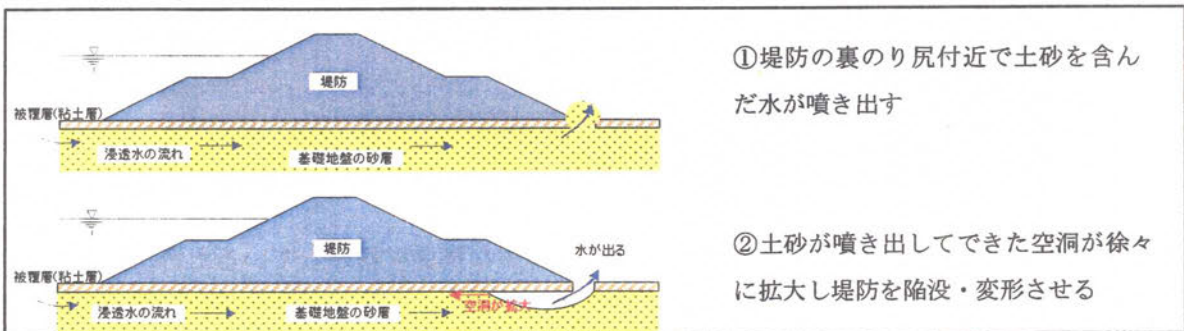


図 1-2 浸透によるパイピング破壊の模式図

<堤防の侵食による破壊>

次に、侵食による堤防の破壊は、図 1-3 に示すように、堤防の表のり面やのり尻付近に流水が直接作用して堤防を構成する土砂を流失させて破壊に至るものと、河川水の流路からの側方侵食により破壊に至るものとに分けられ、それぞれに対して照査を行う。照査では、前者に対しては河川の流速（代表流速）で、後者は洪水時に侵食される高水敷幅により行った。

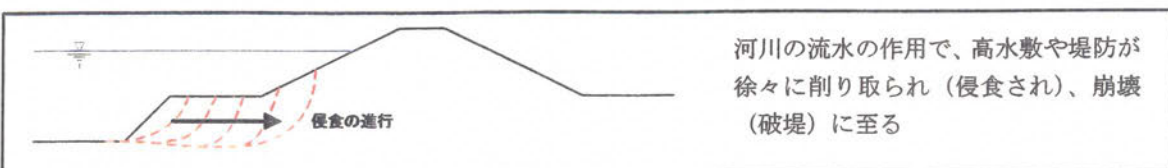


図 1-3 侵食による堤防破壊の模式図

2. 堤防補強工法の検討

堤防補強工法の検討は、検討の対象とした各河川（木津川、桂川、宇治川、淀川本川、および猪名川）から、浸透・侵食に対して破堤の危険がある、堤防高が高く堤防に人家が隣接する、破堤した場合の被害額が大きいといった観点から一断面を選定し、実施したものである。

なお、桂川に関しては、最初に選定した箇所が検討結果により安全度が高いことが分かったため、さらに一断面の検討を加えた。

2.1 木津川

2.1.1 検討を行った断面の概要と現堤防の安全度照査結果

(1) 検討断面の概要



木津川右岸 5.0k 付近の状況

木津川の堤防は、近くの河川敷から採取した土砂を主な築堤材料としているため、必ずしも堤防の材料として適したものが使用されているわけではなく、施工年次も昭和初期から昭和30年代であり、堤防の品質にかかわる締固め基準等の整備が不十分な中で施工されている。そのため、堤防としては脆弱であり、過去には堤防や地盤からの漏水やのり崩れといった被災履歴も多い。また、堤防全川に対して行った概略点検*の結果によっても、堤防延長 55.3kmのうち 54.2km が浸透や侵食に対して安全度が低い区間である。

*概略点検：概略点検では「浸透」に対しては、堤防や基礎地盤の土質特性、河川水位の高さ、被災履歴の有無などの指標を用いて、堤防の相対的な安全度を検討した。「侵食」に対しては、洪水時の河川の流速が 2m/秒より速く堤防を保護する護岸が無い場合や、高水敷の幅が 1 回の洪水で侵食される可能性のある幅より狭い場合を安全度が低い区間とした。なお、点検に用いた河川水位の高さや河川水の流速は、既往最大洪水である昭和 28 年 9 月台風 13 号の際に観測された降水量と同等の雨が降った場合に想定される水位と流速である。

このように木津川の堤防は全川的に安全度の低い堤防であり、中でも右岸 5.0k 付近は、現堤防高が 7m と高く、堤防沿いには人家が隣接し、背後地には市街地が控えているため、洪水時に破堤した場合の被害も大きい区間である。よって、木津川では右岸 5.0k を代表地点として検討を行った。

図 2-1 には、ボーリング調査で明らかとなった木津川右岸 5.0k の土層構成を示した横断図を示した。図示のように、堤防は砂からなり、かつ、堤防下の地盤（基礎地盤）には薄い砂層を挟んで透水性の小さい粘性土が分布している。そのため、堤防に浸透した河川水や降雨が堤防内に溜まり堤防内の水位が上昇するため、漏水やのり崩れを生じやすい断面となっている。

(2) 現堤防の安全度照査

木津川堤防を構成する砂は、ボーリング調査の結果、全体に透水性が高く、透水係数のバラツキも大きいことが分かった。河川堤防では、局部的にでも透水性の高い箇所があれば、そこを水が浸透し堤防内の水位を上げ、安全性を著しく低下させる恐れがある。よって、浸透に対する安全度照査では、透水係数の設定に際して、このような材料の不均一さを考慮して、堤防の透水性を検討断面のみで評価せず、周辺の堤防も含めて危険側の設定とならないよう配慮した。

このようにして実施した浸透に対する安全度照査の結果は表 2-1 に示すとおりで、川裏のり面のすべり破壊に対して照査基準値を満足しない結果となった。

侵食に対する安全度照査の結果は表 2-2 に示すとおりで、高水敷部の流速が 2m/秒以下であり、高水敷幅も河岸高の 3 倍以上あることから、問題ないといえる。

表 2-1 現堤防の浸透に対する安全度照査結果

照 査 項 目		照査基準値	照査の結果	判 定
すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	1.45	○
	川裏のり面	1.5 以上	0.97	×
パイピング破壊に対する安全性（局所動水勾配）		0.5 未満	0.22	○

表 2-2 現堤防の侵食に対する安全度照査結果

照査項目	照査基準値	照査の結果	判 定
堤体侵食	高水敷部の流速が 2m/秒程度以下	高水敷部の流速：2.0m/秒	○
河岸侵食	高水敷幅 b が河岸高 H の 3 倍以上	高水敷幅 b =30.5m、河岸高 H=3.6m より b が H の 3 倍以上	○

(3) 現堤防の安全度について

木津川右岸 5.0k 付近の堤防は、昭和 40 年 9 月の出水（台風 24 号）で堤体漏水が発生していること、川裏のり面のすべり破壊に対する安全度が照査基準値を満足していないことから、浸透に対して安全度の低い堤防であるといえる。

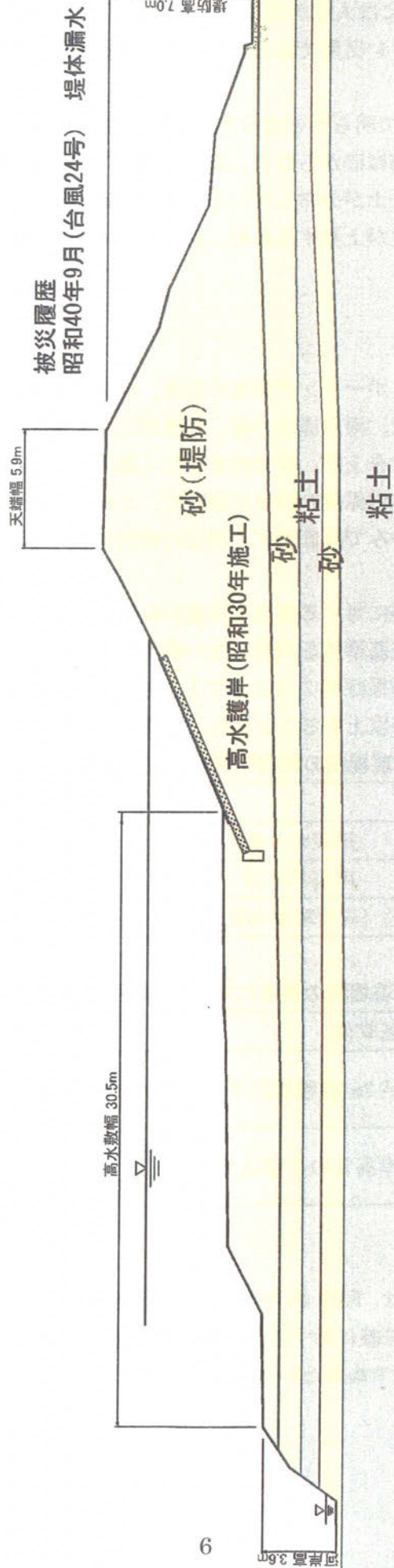


図2-1 木津川右岸5.0kの横断面図

2.1.2 堤防補強工法の検討

(1) 堤防補強の考え方

浸透に対する堤防補強工法としては、まずは既設堤防や基礎地盤とのなじみが良く、環境面や維持管理の面でも有利となる断面拡大工法の適用を検討し、断面拡大工法のみで照査基準値を満足しない場合には別途適用可能な工法を組合せて検討する。断面拡大工法では、堤防断面の拡大と、それに伴うのり面の緩傾斜化によってのり面の安定性が向上する。また、川表では難透水性材料を盛土材として用いることで、堤体に水を入りにくい構造となる。なお、木津川右岸 5.0k において断面拡大工法を適用する場合、川表側は高水敷があるため特に問題ないが、川裏は人家が隣接するため用地上の制約がある。よって、断面拡大工法は川表側のみの適用とした。

次に、断面拡大工法のみで照査基準値を満足しない場合には、川裏のり面の補強として堤防敷地内で適用が可能なドレーン工法を組合せる。ドレーン工法では、堤防内の浸透水を排水し、水位を下げることで、すべり破壊が懸念される川裏のり面（のり尻部）の安全性が向上する。

(2) 検討モデルと土質定数

検討を行ったモデル断面と土の特性値（土質定数）を図 2-2、表 2-3 に示した。

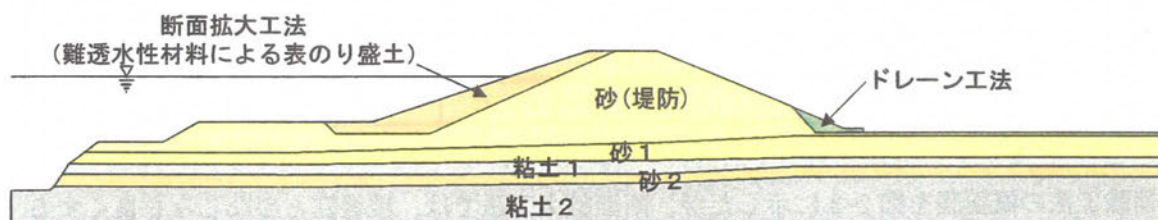


図 2-2 検討モデル断面

表 2-3 土の特性値（土質定数）

地層名	単位体積重量 $\gamma t(\text{kN}/\text{m}^3)$	透水係数 $k(\text{cm}/\text{秒})$	粘着力 $c(\text{kN}/\text{m}^2)$	内部摩擦角 $\phi(\text{度})$	土の強度を求めた 三軸試験の条件
砂(堤防)	20	5×10^{-2}	0	33	CU
砂1	19	1×10^{-2}	12	34	CU
粘土1	19	1×10^{-6}	30	0	UU
砂2	18	1×10^{-2}	30	41	CU
粘土2	17	1×10^{-6}	32	0	UU
断面拡大工法の腹付け盛土	20	1×10^{-4}	1	30	—
ドレーン	20	1×10^{-1}	1	40	—

*土の特性値は、堤防や基礎地盤の土質構成、築堤履歴による施工区分などが同一とみなせる一連区間を設定し、その一連区間の試験結果から設定した。単位体積重量、粘着力および内部摩擦角の試験結果にはバラツキがあるため、試験結果を土質の特性に応じて十分に評価した上で採用値とした。透水係数も試験結果にバラツキがあるが、堤防や地盤は水が通りやすい方が危険な状態となるため、周辺堤防も含めて危険側の採用値とならないようデータを評価した上で採用値とした。

(3) 検討結果

補強工法の検討では、断面拡大工法とドレーン工法について、表 2-4 に示す組合せで施工した場合について安全度を照査した。また、断面拡大工法では盛土材を変えたケース、のり勾配を変えたケースについても検討を行った。

検討結果は表 2-4 に示すとおりであり、断面拡大工法およびドレーン工法単独では照査基準値を満足しない。また、断面拡大工法とドレーン工法の組合せでは、使用する盛土材を現況堤防と同等の盛土材（以降、通常盛土材とよぶ）とした場合には、ドレーン工法を組合せても照査基準値を満足しないため、透水性の小さい盛土材（以降、難透水性盛土材とよぶ）を使用した場合についても検討を行った。その結果、照査基準値を満足する「断面拡大工法（難透水性盛土材：3割*）+ドレーン工法」を木津川右岸 5.0k における補強工法とした。

表 2-4 補強工法の検討結果

検討を行った補強工法の種類と組合せ	すべり破壊に対する安全性		局所 動水勾配	判定
	川表のり面	川裏のり面		
断面拡大工法：難透水性盛土材(3割)単独	1.52	1.29	0.16	×
断面拡大工法：難透水性盛土材(5割)単独	2.28	1.45	0.08	×
ドレーン工法単独	1.44	1.46	0.18	×
断面拡大工法：通常盛土材(3割)+ドレーン工法	1.85	1.47	0.08	×
断面拡大工法：通常盛土材(5割)+ドレーン工法	2.67	1.49	0.08	×
断面拡大工法：難透水性盛土材(3割)+ドレーン工法	1.61	1.67	0.09	○
照査基準値	1.0以上	1.5以上	0.5未満	—

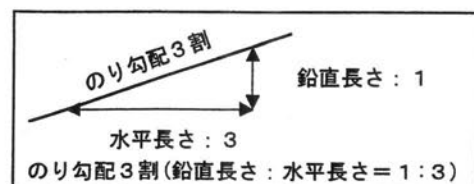
補強工法の概要図を図 2-3 に示したが、断面拡大工法では、現堤防とのなじみを良くするため段切りを行った上で、川表のり面に盛土することとした。なお、断面拡大工法の採用により、現堤防に比べてのり面が緩傾斜化されるため、親水性や河川との連続性の確保など環境面での効果も期待される。一方、河川水の流れる断面が減少するが、これについては高水敷の切下げなどにより対応する方針とするが、詳細な方法は別途検討を行う。また、現在表のり面に設置されている護岸については、施工が昭和 30 年と古く、クラック等の変状がみられるため、本検討断面においては撤去することとした。

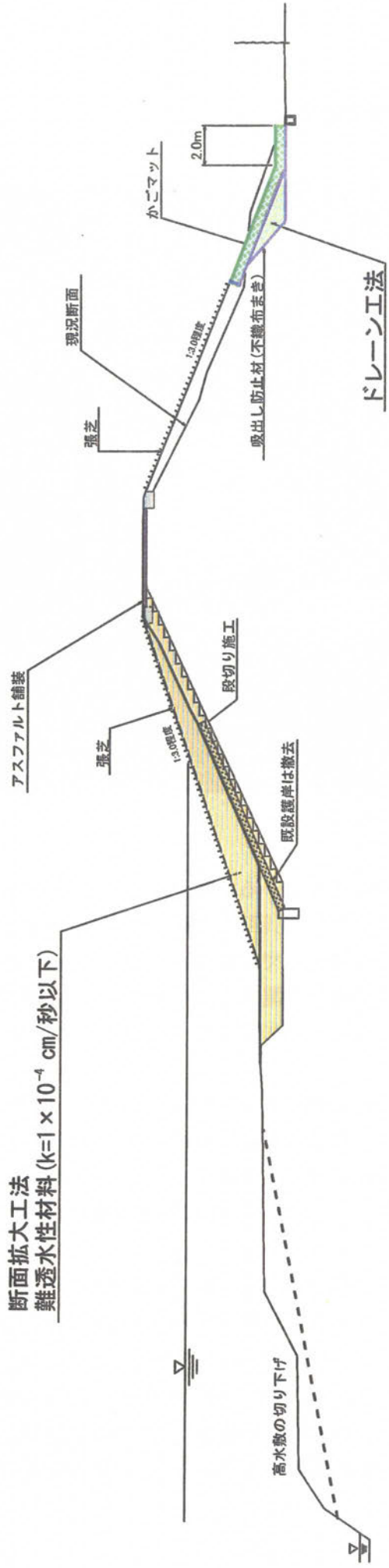
ドレーンは、経済性を考慮するとなるべく小さい方が良いが、締固め等の施工性が確保できる程度の大きさとした。また、ドレーンの施工に合わせて、川裏のり面は一枚のりとし、ドレーンからの排水は、堤防沿いの水路へ排水させることとした。

のり面には全面に芝を張り、河川水や降雨による侵食の防止を図る（張芝の河川水による侵食防止効果の目安は流速 2m/秒程度以下とされている）。

天端は、アスファルト舗装することで、より降雨が浸透しにくくなるようにした。

3 割：のり面の傾斜の程度（勾配）を表すもので、右図のように鉛直長さを 1 として水平長さが 3 の場合を 3 割、5 の場合を 5 割と呼ぶ。それぞれ、1:3、1:5 と表すこともある。





工法・施工法の概要

断面拡大工法
 ・難透水性の材料を盛土することで、河川水や降雨が浸透しにくい構造とする。
 ・のり勾配を緩くして滑り破壊に対する安全性を増加させる。
 ・段切り施工により現堤防盛土と新しい堤防盛土のなじみを良くし、境界面が弱点とならないようにする。

ドレーン工法
 ・川裏のり尻を透水性の大きい材料で置き換え、浸透した水を速やかに排水する。
 ・のり尻部をせん断強さの大きいドレーン材(砕石など)で置き換えるため安定性が向上する。
 ・ドレーンは、なるべく小さくするが、施工性は確保できる大きさとした。

張芝
 ・のり面は、河川水や降雨による侵食を防止するため全面に張り芝を行う。
アスファルト舗装
 ・堤防への降雨浸透を低減するため、天端をアスファルト舗装する。
既設護岸の撤去
 ・既設護岸は、昭和30年施工のため老朽化し変状もみられるため、ここでは撤去する。

図2-3 木津川右岸5.0kの堤防補強工法の概要図

2.2 桂川

2.2.1 検討を行った断面の概要と現堤防の安全度照査結果

(1) 検討断面の概要



桂川右岸 5.2k 付近の状況

桂川の堤防は、河川敷から採取した土砂を築堤材料としているため、必ずしも堤防の材料として適したものが使用されているわけではなく、施工年次も昭和初期から昭和30年代であり、堤防の品質にかかわる締固め基準等の整備が不十分な中で施工されている。そのため堤防としては脆弱であると想定され、過去には堤防や地盤から漏水、のり崩れといった被災履歴もある。また、概略点検(P.4 参照)の結果によっても、堤防延長 26.0km のうち 22.8km が浸透や侵食に対して安全度が低い区間である。

このように桂川の堤防は、全川の安全度の低い堤防であり、中でも右岸 6.2k 付近は、現況堤防高が約 6m と高く、堤防沿いには人家が隣接し、背後地には市街地が控え洪水時に破堤した場合の被害が大きいことから、右岸 6.2k を代表断面として検討を行った。その結果、右岸 6.2k は現況断面で安全度が高いという結果が得られたため、右岸 6.2k と同様な条件下にある右岸 5.2k についても検討を行った。

図 2-4 にはボーリング調査で明らかとなった桂川右岸 5.2k、6.2k の土層構成を示した横断図を示した。図示のように、堤防は砂（粘土・シルトなどの細粒な土の含有量が多い砂）からなり、堤防下の地盤（基礎地盤）は、砂礫を主体に砂や薄い粘性土が分布している。これらの断面は、堤防自体が粘土やシルト等の細粒な土を多く含み比較的水を通しにくいいため、洪水時にも降雨や河川水が堤防内には浸透しにくく、流水による侵食にも比較的強いが、基礎地盤の砂礫層は透水性が高いため、この砂礫層からの基盤漏水を生じやすい断面となっている。

被災履歴なし

天端幅8.0m

高水護岸：H2年施工

高水敷幅112.8m

右岸5.2k

砂(堤防)

粘土

砂礫

砂礫

堤防幅5.6m

河床幅3.9m

被災履歴

昭和34年8月(前線、台風7号)地盤・堤体漏水

天端幅3.7m

高水護岸：S36年施工

高水敷幅81.3m

右岸6.2k

砂(堤防)

砂

砂礫

粘土

堤防幅4.4m

河床幅4.4m

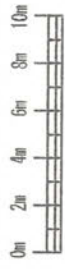


図2-4 桂川右岸5.2k、6.2kの横断面図

(2) 現堤防の安全度照査

浸透に対する安全度照査結果を表 2-5 に示した。検討を行った桂川右岸 5.2k、6.2k の堤防は、粘土・シルトなどの細粒な土の含有量が多く、透水性が比較的小さいため、堤防内へ降雨や河川水が浸透しにくいこともあり、浸透に対しては安全度の高い堤防であることが分かった。なお、安全度照査では、試験結果で得られた堤防の透水係数の 10 倍程度の値を用いた場合についても検討したが、結果的には照査基準値を満足しており、局部的に大きな透水性の部分があっても、安全度は高いと判断できる。

侵食に対する安全度照査の結果は表 2-6 に示すとおりで、高水敷部の流速が 2m/秒以下であり、高水敷幅も河岸高の 3 倍以上あることから、問題ないといえる。

表 2-5 現堤防の浸透に対する安全度照査結果

評価項目		照査基準値	照査の結果	判定	
右岸 5.2k	すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	1.66	○
		川裏のり面	1.3 以上	2.54	○
	パイピングに対する安全率(盤ぶくれ)	1.0 以上	1.05	○	
右岸 6.2k	すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	3.48	○
		川裏のり面	1.5 以上	3.60	○
	パイピングに対する安全率(盤ぶくれ)	1.0 以上	1.14	○	

表 2-6 現堤防の侵食に対する安全度照査結果

照査項目	照査基準値	照査の結果	判定
堤体侵食	高水敷部の流速が 2m/秒程度以下	右岸 5.2k の高水敷部の流速：2.0m/秒 右岸 6.2k の高水敷部の流速：1.7m/秒	○
河岸侵食	高水敷幅 b が河岸高 H の 3 倍以上	右岸 5.2k：高水敷幅 $b=112.8\text{m}$ 、河岸高 $H=3.9\text{m}$ より b は H の 3 倍以上 右岸 6.2k：高水敷幅 $b=81.3\text{m}$ 、河岸高 $H=4.49\text{m}$ より b は H の 3 倍以上	○

(3) 現堤防の安全度について

桂川右岸 6.2k 付近の堤防は、昭和 34 年 8 月の出水（前線および台風 7 号）で堤体漏水、基盤漏水が発生しているが、堤防が粘土・シルトといった細粒な土を多く含む砂で構成されており、堤体内の水位が上昇しにくく、すべり破壊に対しても粘着力を有し、強いことから、照査基準値を満足しており安全度が高い堤防であるといえる。

右岸 5.2k 付近の堤防についても、右岸 6.2k と同様に、安全度の高い堤防であるといえる。

2.3 宇治川

2.3.1 検討を行った断面の概要と現堤防の安全度照査結果

(1) 検討断面の概要



宇治川右岸 45.2k 付近の状況

宇治川の堤防は、豊臣秀吉による太閤堤・文祿堤の築造（1594年）から始まり、明治後半から昭和40年代半ばにかけて、河川敷から採取した土砂を築堤材料として施工されているため、必ずしも堤防の材料として適したものが使用されているわけではなく、施工年次も古く堤防の品質にかかわる締固め基準等の整備が不十分な中で施工されている。そのため堤防としては非常に脆弱であり、過去には左岸42.6km付近での破堤をはじめとして、堤防や地盤からの漏水、洗掘・侵食といった被災履歴も多い。また、概略点検(P.4参照)の結果によれば、堤防延長26.3kmのうち22.5kmが浸透や侵食に対して安全度が低い区間である。

宇治川では、検討断面を右岸45.2kとしたが、この断面は、堤防が高く堤防沿いには人家が隣接し、洪水時に破堤した場合の被害が大きい区間の中から、安全度の低い断面として選定したものである。

ボーリング調査で明らかとなった宇治川右岸45.2kの土層構成を図2-5の横断面図に示した。図示のように、堤防は砂からなり、堤防下の地盤（基礎地盤）は、薄い粘土層を挟んで砂・砂礫が分布している。そのため、浸透した河川水や降雨が堤防内に溜まりやすく、漏水やのり崩れを生じやすい断面となっている。

被災履歴
昭和47年7月(梅雨前線、台風6号) 堤体漏水

天端幅 3.0m

堤体漏水

砂(堤防)

堤防護岸(昭和40年~42年施工)

高水敷幅 14.7m

河床底

2.2m

粘土

砂礫

砂



図2-5 宇治川右岸45.2kの横断面図

(2) 現堤防の安全度照査

宇治川右岸 45.2k の堤防は、透水性の高い砂により築堤されている上に、堤防の大きさも計画上必要とされる断面形状に比べ小さく、川裏のり面まで浸透水が到達しやすい条件にある。そこで、浸透に対する現堤防の安全度照査を、「洪水時*1」及び「後期放流時*2」に対して行った結果、表 2-7、表 2-8 に示すように、洪水時・後期放流時ともに川裏のり面のすべり破壊及びパイピング破壊に対する照査基準値を満足しておらず、安全度が低いことが分かった。

侵食に対する安全度照査の結果は表 2-9 に示すとおりで、高水敷部の流速が 2m/秒以下であり、高水敷幅も河岸高の 3 倍以上あることから、問題ないといえる。

表 2-7 現堤防の浸透に対する安全度照査結果（洪水時）

照 査 項 目		照査基準値	照査の結果	判 定
すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	1.52	○
	川裏のり面	1.5 以上	1.18	×
パイピング破壊に対する安全性（局所動水勾配）		0.5 未満	0.65	×

表 2-8 現堤防の浸透に対する安全度照査結果（後期放流時）

照 査 項 目		照査基準値	照査の結果	判 定
すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	1.48	○
	川裏のり面	1.5 以上	1.22	×
パイピング破壊に対する安全性（局所動水勾配）		0.5 未満	0.56	×

表 2-9 現堤防の侵食に対する安全度照査結果

照査項目	照査基準値	照査の結果	判 定
堤体侵食	高水敷部の流速が 2m/秒程度以下	高水敷部の流速：洪水時 1.4m/秒 後期放流時の流速：1.2m/秒	○
河岸侵食	高水敷幅 b が河岸高 H の 3 倍以上	高水敷幅 $b=14.7\text{m}$ 、河岸高 $H=2.2\text{m}$ より b は H の 3 倍以上	○

(3) 現堤防の安全度について

宇治川右岸 45.2k 付近の堤防は、昭和 47 年 7 月の出水（梅雨前線、台風 6 号）では堤体漏水が発生していること、川裏のり面のすべり破壊およびパイピング破壊に対する安全度が「洪水時」、「後期放流時」とも照査基準値を満足していないことから、浸透に対して安全度の低い堤防であるといえる。

*1「洪水時」：通常の洪水時。降雨により河川水位が増水した状態の時。

*2「後期放流時」：琵琶湖では、洪水時の淀川・宇治川の水位が高い間は、瀬田川洗堰において流出量を調節し淀川・宇治川の水位低下を待って放流を始める。これを後期放流と呼ぶが、後期放流を行っている間の高い水位が比較的長い期間（平成 7 年実績では約 10 日）続く状態の時。

2.3.2 堤防補強工法の検討

(1) 堤防補強の考え方

宇治川右岸 45.2k 付近の堤防は、断面の大きさが定規断面（河川の整備計画上、必要とされる断面の大きさ）より小さい。したがって、まずは堤防の大きさを定規断面程度まで拡大させることを考える。このとき、宇治川右岸 45.2k 付近は川幅が狭いため、河川水の流れる断面を減少させる川表側での断面拡大は避け、川裏側へ盛土を行い、断面を拡大する。断面拡大工法により、川裏のり面が緩傾斜化されるので、のり面の安定性が向上し、堤防幅が広がることで動水勾配が小さくなり、パイピング破壊に対しても安全度が向上する。

なお、補強工法の検討は、現況堤防では「後期放流時」に比べて「洪水時」の安全度が低いため、まずは「洪水時」において照査基準値を満足する補強工法を検討し、その工法により「後期放流時」の安全度を照査した。

(2) 検討モデルと土質定数

検討を行ったモデル断面と土の特性値（土質定数）を図 2-6、表 2-10 に示した。

図 2-7 検討モデル断面

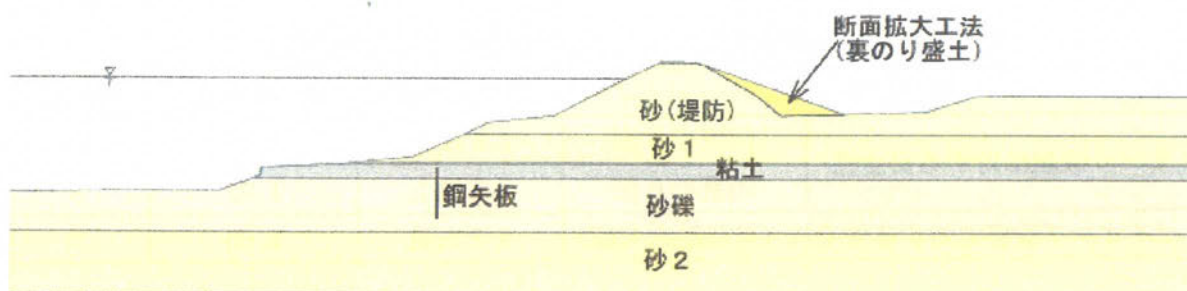


表 2-10 土の特性値（土質定数）

地層名	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	透水係数 k (cm/秒)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	土の強度を求めた 三軸試験の条件
砂(堤防)	19	4×10^{-2}	0	37	CD
砂1	20	8×10^{-2}	0	39	CD
粘土	18	4×10^{-4}	50	0	UU
砂礫	20	2×10^{-2}	0	43	CD
砂2	19	2×10^{-2}	0	35	—
断面拡大工法の腹付け盛土	20	4×10^{-2}	1	30	—
鋼矢板	—	1×10^{-6}	—	—	—

*土の特性値の設定は、木津川の方法に準じている。

(3) 検討結果

補強工法として、断面拡大工法（裏のり盛土）を採用した場合の浸透に対する安全性照査の結果を表 2-11 に示した。表に示すように、現堤防の川裏のり面を定規断面相当の堤防幅まで拡幅した場合ののり勾配である 2.9 割*（現堤防は約 1.7 割*）（P.8 参照）とすることで、「洪水時」における各照査基準を満足することができた。また、同補強工法によって「後期放流時」においても各照査基準値を満足することができた。

よって、宇治川右岸 45.2k においては「断面拡大工法（裏のり盛土：のり勾配 2.9 割）」を補強工法とした。

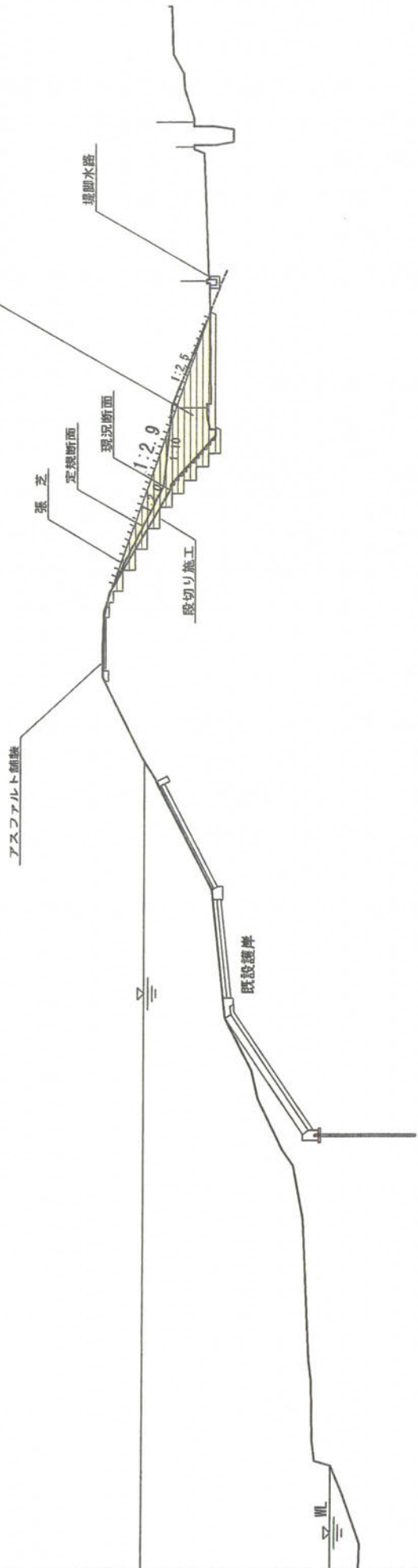
表 2-11 補強工法の検討結果

外力条件	補強工法	すべり破壊に対する安全性		局所動水勾配	判定
		川表のり面	川裏のり面		
洪水時	断面拡大工法(2.9割)	1.50	1.81	0.40	○
後期放流時	断面拡大工法(2.9割)	1.47	1.83	0.34	○
照査基準値		1.0以上	1.5以上	0.5未満	—

補強工法の概要図を図 2-7 に示したが、断面拡大工法では、現堤防とのなじみを良くするため段切りを行った上で、川裏のり面へ盛土することとした。使用する盛土材は、既設堤防と同等もしくは透水性の大きい材料を用いることとするが、透水性の大きな材料を用いた場合、河川水や降雨が堤体へ浸透しやすくなり堤防を弱体化させる恐れがあるため、排水性の向上を図る（堤脚水路の設置）など施工上、十分に配慮する。

のり面には全面に芝を張り、降雨による侵食の防止を図るとともに、天端にはアスファルト舗装を行い、より降雨が浸透しにくくなるようにした。

断面拡大工法 $K=4 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$
 (既設堤体と同等あるいは透水性の大きい材料を用いる)



工法・施工法の概要

断面拡大工法

- ・ 既設堤体と同等の透水性の大きい材料を川裏のり面に盛土し、動水勾配の低減、すべり破壊に対する安全性を増すことができる。すべり配座を十分に配座する。
- ・ 降雨等の堤体への浸透による堤防の弱体化に対しては、排水性の向上を図る（堤脚水路の設置）など施工上十分に配慮する。
- ・ 股切り施工により環堤防盛土と新しい堤防盛土のなじみを良くし、境界面が弱点とならないようにする。

張芝

- ・ のり面は、降雨による侵食を防止するため全面に張り芝を行う。

アスファルト舗装

- ・ 堤防への降雨浸透を低減するため、天端をアスファルト舗装する。



図2-7 宇治川右岸45.2kの堤防補強工法の概要図

2.4 淀川本川

2.4.1 検討を行った断面の概要と現堤防の安全度照査結果

(1) 検討断面の概要



(上流側)

(下流側)

淀川本川左岸 14.4k 付近の状況

淀川本川の堤防は、明治30年から実施された淀川改良工事（放水路掘削）により現在の流路となり、以降、災害等を契機に逐次、嵩上げ等の改修が行われ現在の形状に至っている。

築堤に使われた材料は、当初は放水路の掘削土が使用され、以降も高水敷等の河道掘削土が使用されており、必ずしも堤防の材料として適したものが使用されているわけではなく、施工年次も堤体の大半が昭和30年頃にかけて築堤されたものであり、堤防の品質にかかわる締固め基準等の整備が不十分な中で施工されている。そのため、堤防としては脆弱であり、過去には堤防や地盤からの漏水やのり崩れといった被災履歴も多く、明治から大正にかけては数度の破堤も経験している。また、概略点検(P.4参照)の結果によっても、堤防延長69.5kmのうち41.3kmの区間で浸透や侵食に対して安全度が低い区間である。

このように、淀川本川の堤防は、安全度の低い堤防であること、背後に大阪市をはじめとする大都市を控えていることから、高規格堤防（スーパー堤防）の整備が進められているが、まちづくり等との調整が必要なため未整備の区間も多く、本検討は、その中から堤防強化区間を代表する左岸14.4k地点（想定被害額10兆円以上）において浸透に対する検討を行ったものである。

ボーリング調査で明らかとなった淀川本川左岸14.4kの土質断面図を図2-8に示した。図示のように、堤防は砂からなり、堤防下の地盤（基礎地盤）は、上から層厚8m程度の砂層、7m程度の粘土層が分布しており、淀川本川沿いの標準的な地層構成となっている。

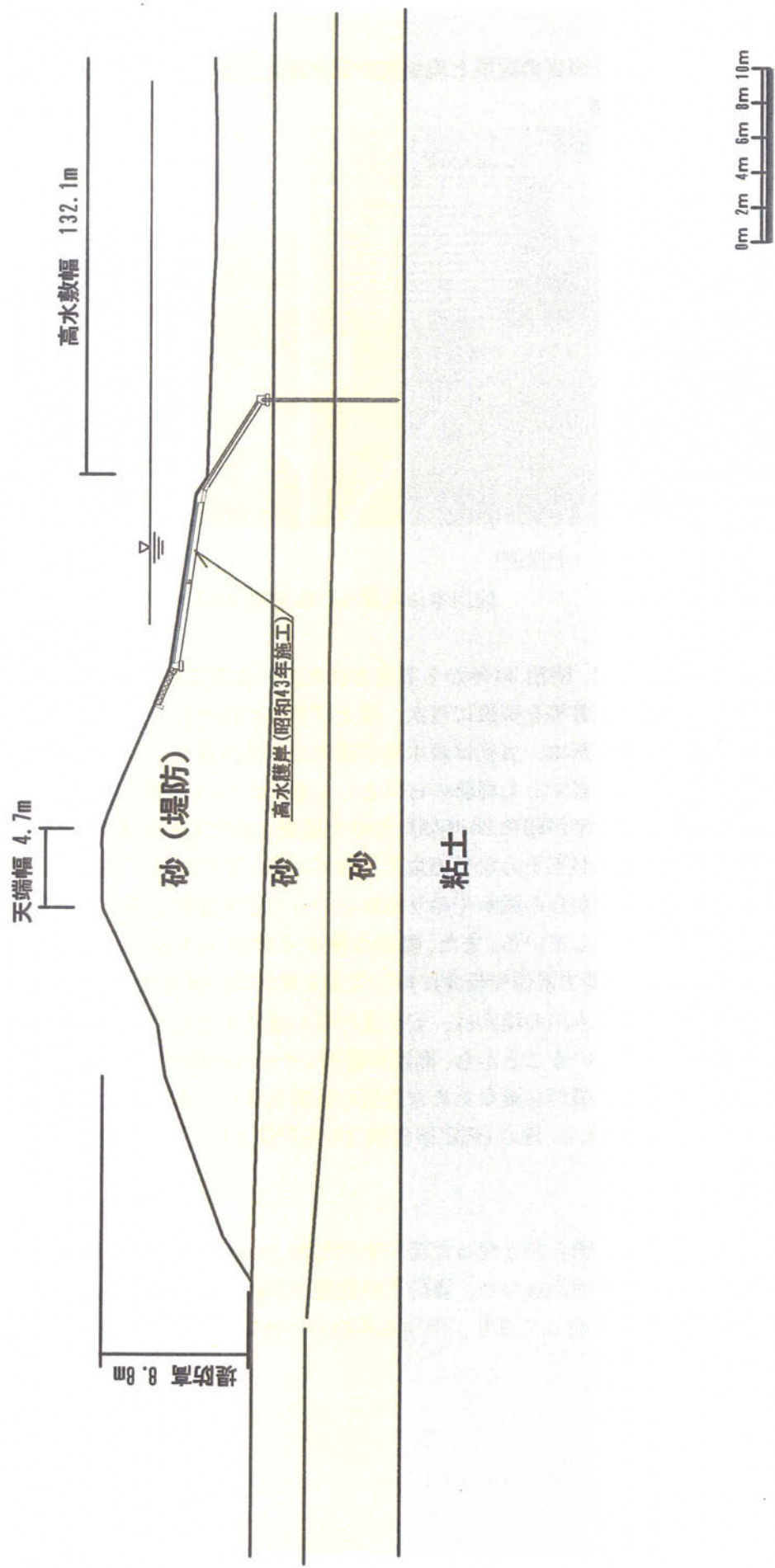


図2-8 淀川本川左岸14.4kの横断面図

(2) 現堤防の安全度照査

浸透に対する安全度照査の結果は表 2-12 に示すとおりで、のり面のすべり破壊に対しては問題ないが、パイピング破壊に対して照査基準値を上回る結果となった。

侵食に対する安全度照査の結果は表 2-13 に示すとおりで、高水敷部の流速が 2m/秒以下であり、高水敷幅も河岸高の 3 倍以上あることから、問題ないといえる。

表 2-12 現堤防の浸透に対する安全度照査結果

照 査 項 目		照査基準値	照査の結果	判 定
すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	2.44	○
	川裏のり面	1.5 以上	1.86	○
パイピング破壊に対する安全性 (局所動水勾配)		0.5 未満	0.58	×

表 2-13 現堤防の侵食に対する安全度照査結果

照査項目	照査基準値	照査の結果	判 定
堤体侵食	高水敷部の流速が 2m/秒程度以下	高水敷部の流速：1.9m/秒	○
河岸侵食	高水敷幅 b が河岸高 H の 3 倍以上	高水敷幅 $b=132.1\text{m}$ 、河岸高 $H=9.4\text{m}$ より b は H の 3 倍以上	○

(3) 現堤防の安全度について

淀川本川左岸 14.4k 付近の堤防は、川裏のり面のすべり破壊に対しては安全度が照査基準値を満足するが、パイピング破壊に対しては照査基準値を満足していないため、浸透に対して安全度の低い堤防であるといえる。

2.4.2 堤防補強工法の検討

(1) 堤防補強の考え方

現堤防は川裏のり尻部のパイピング（局所動水勾配）に対して照査基準値を満足していない。淀川本川左岸 14.4k 付近におけるパイピング破壊は地盤の透水性が良いため、河川水や浸透水のもつ水圧が堤防の裏のり尻で高い値を維持するために生じている。

そこで、淀川本川左岸 14.4k 付近の堤防に対する補強工法は川裏のり面の動水勾配の低減が行える工法とする必要がある。

淀川本川では全川にわたり高規格堤防（スーパー堤防）の整備を進めており、その一環として川表のり面に緩い傾斜の盛土を行う緩傾斜堤防化（5割:P.8参照）が進められている（断面拡大工法）。そこで、本工法が浸透対策として効果が期待できるかどうかについて、まず検討を行った。さらに、腹付け盛土の盛土材料について、通常の盛土材料に細粒な土砂を加えるなどして透水性が小さくなるように調整を行った盛土材（難透水性盛土）を用いることにより、堤体への降雨や河川水を浸透しにくくしたケースについても検討を行った。

なお、川裏での対策は、将来的に高規格堤防の整備を行うことから、採用しないことを基本とした。

高規格堤防の整備では、浸透・侵食の他、耐震性等も求められるが、これについては、別途「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル 平成 12 年 3 月（財）リバーフロント整備センター」にしたがって検討を進めている。

(2) 検討モデルと土質定数

検討を行ったモデル断面と土の特性値（土質定数）を図 2-9、表 2-14 に示した。沖積層の砂については、淀川本川は堤防が大きく幅も広いいため、堤防の重さが地盤強度に与える影響等を考え、堤体部、堤内部、堤外部に分けて検討した。

沖積粘土層については、深度による強度の違いを考慮するため、上部、下部に分けて考えた。

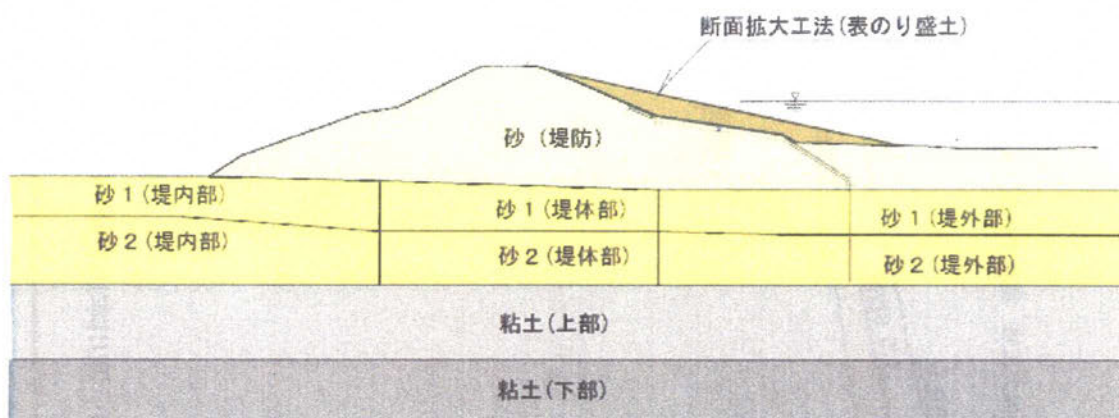


図 2-9 検討モデル断面概要

表 2-14 土の特性値（土質定数）

地層名		単位体積重量 γ (kN/m ³)	透水係数 (cm/sec)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)	三軸試験条件
盛土	砂	18	1.5×10^{-3}	0	35	CD
沖積層	砂1 堤内部	19	2.9×10^{-3}	0	38	CD
	砂1 堤体部	19	2.9×10^{-3}	0	38	CD
	砂1 堤外部	19	2.9×10^{-3}	0	38	CD
	砂2 堤内部	19	3.8×10^{-3}	0	37	CD
	砂2 堤体部	19	3.8×10^{-3}	0	37	CD
	砂2 堤外部	19	3.8×10^{-3}	0	42	CD
	粘土 上部	17	1.0×10^{-4}	62	0	UU
	粘土 下部	17	1.0×10^{-4}	83	0	UU
断面拡大工法の腹付け盛土(通常盛土材)		19	1.0×10^{-3}	0	30	
断面拡大工法の腹付け盛土(難透水性盛土材)		19	1.0×10^{-4}	0	30	

*土の特性値は、左岸 14.4k の試験値を評価し採用した。

(3) 検討結果

検討結果は表 2-15 に示すとおりで、難透水性盛土材を用いた断面拡大工法（表のり盛土タイプ）により、浸透破壊に対する安全性を確保することができる。補強工法の概要図を図 2-10 に示す。

表 2-15 補強工法の検討結果

補強工法	すべり破壊に対する安全性		局所 動水勾配	判定
	川表のり面	川裏のり面		
断面拡大工法：通常盛土材 緩傾斜堤防断面(5割)	2.68	1.87	0.57	×
断面拡大工法：難透水性盛土材 緩傾斜堤防断面(5割)	2.88	2.06	0.49	○
照査基準値	1.0以上	1.5以上	0.5未満	—

断面拡大工法 難透水材料 ($k = 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 以下)

遮水工

1:5.0程度

計画高水位

(既設護岸)

工法・施工法の概要

断面拡大工法

- ・難透水性の材料を腰付けすることで、河川水や降雨が浸透しにくい構造となる。
 - ・のり勾配を緩くして(縦横斜堤防化:5割勾配)滑り破壊に対する安全性を増加させる。
- ※沖積砂質土層が、液状化対策対象層となっていることから、耐震対策をあわせて実施します。
このとき耐震対策の施工上、さらに現堤防とのなじみの上から既設護岸の撤去を行います。

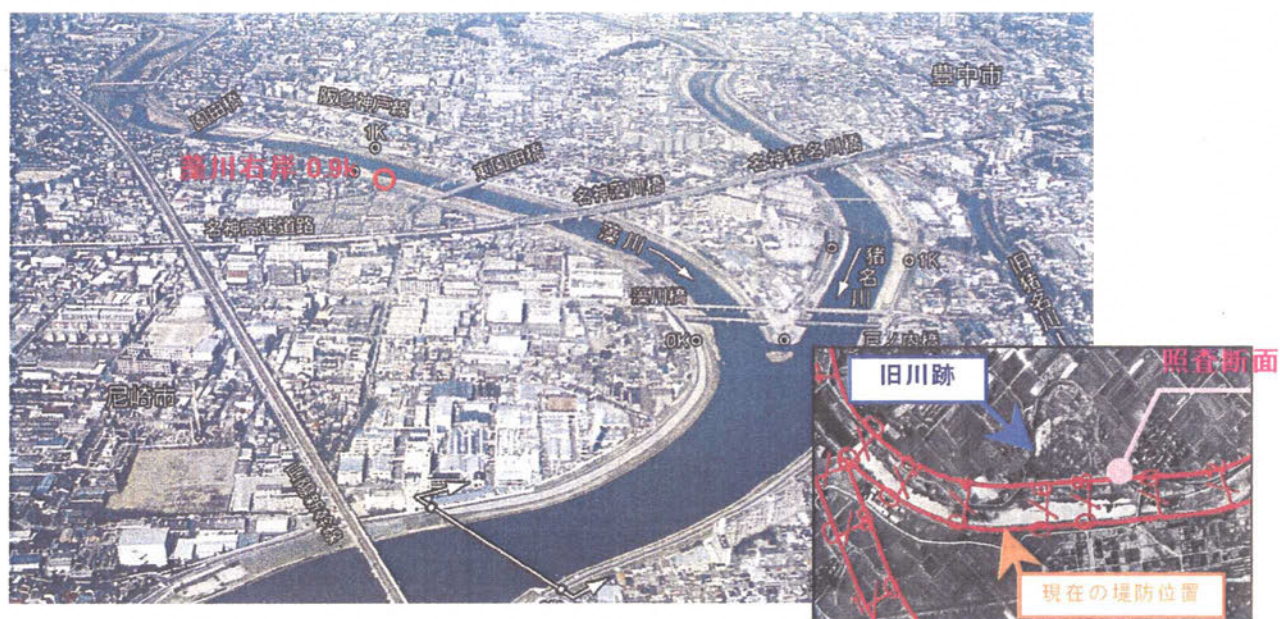
0m 2m 4m 6m 8m 10m

図2-10 淀川本川左岸14.4kの堤防補強工法の概要図

2.5 猪名川

2.5.1 検討を行った断面の概要と現堤防の安全度照査結果

(1) 検討断面の概要



藻川 0.9k 付近の状況

・昭和23年 航空写真
(現堤防との重ね合わせ)

猪名川・藻川の堤防は近くの河川敷から採取した土砂を主な築堤材料としているため、必ずしも堤防の材料として適したものが使用されているわけではなく、施工年次も昭和初期から昭和40年代であり、堤防の品質にかかわる締固め基準等の整備が不十分な中で施工されている。そのため堤防としては脆弱であると想定され、過去には堤防から漏水、のり崩れといった被災履歴もある。また、概略点検(P.4 参照)の結果によっても、多くの箇所では浸透や侵食に対して安全度が低い区間がある。その中でも藻川右岸 0.9k 付近は現況堤防高が比較的高く、堤防沿いには人家が隣接し、背後地には市街地が控え、洪水時に破堤した場合の被害が大きい上に、複雑な土質構成をもつ旧川跡の区間である。よって、藻川右岸 0.9k を代表断面として検討を行った。

図 2-11 にはボーリング調査で明らかとなった藻川右岸 0.9k の土層構成を示した横断面図を示した。図示のように堤防は砂(粘土・シルトなどの細粒な土の含有量が多い砂)からなり、堤体内には粘性土がコア状に分布している。また、基礎地盤には、透水性の高い砂(砂礫)層が粘性土の上部に分布しているため、一度入った降雨が堤防内に溜まりやすく、基礎地盤の砂(砂礫)層は透水性が高いため、この層からの基盤漏水を生じやすい断面となっている。

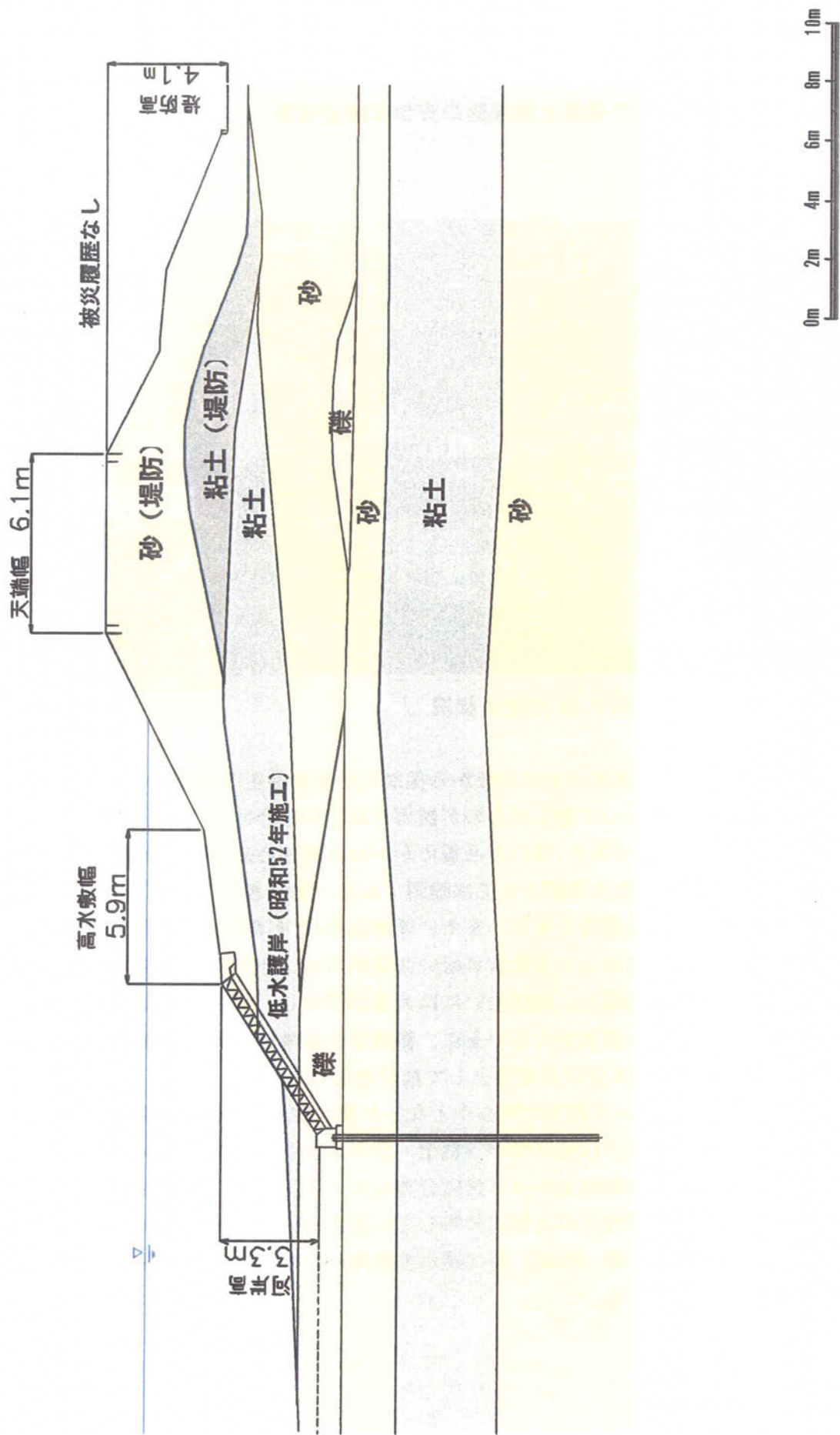


図2-11 藻川右岸0.9k付近の横断面図

(2) 現堤防の安全度照査

猪名川堤防を構成する堤体土は、ボーリング調査の結果、全体に透水係数のバラツキが大きいことが分かった。河川堤防では、局部的に透水性の高い箇所があれば、そこを水が浸透し堤防内の水位を上げ、安全性を著しく低下させる恐れがある。よって、浸透に対する安全度照査では、透水係数の設定に際して、このような材料の不均一さを考慮して、堤防の透水性を検討断面のみで評価せず、周辺の堤防も含めて危険側の設定とならないよう配慮した。

このようにして実施した浸透に対する安全度照査の結果は表 2-15 に示すとおりで、パイピング破壊に対して照査基準値を満足しない結果となった。

侵食に対する安全度照査の結果は表 2-16 に示したが、高水敷部の流速が 2m/秒を上回っており、照査基準を満足しない結果となった。

表 2-15 現堤防の浸透に対する安全度照査結果

照査項目		照査基準値	照査の結果	判定
すべり破壊に対する安全性	川表のり面	1.0 以上	2.8	○
	川裏のり面	1.5 以上	3.9	○
パイピング破壊に対する安全性 (局所動水勾配)		0.5 未満	0.77	×

表 2-16 現堤防の侵食に対する安全度照査結果

照査項目	照査基準値	照査の結果	判定
堤体侵食	高水敷部の流速が 2m/秒程度以下	高水敷部の流速：2.7m/秒	×
河岸侵食	高水敷幅 b が河岸高 H の 5 倍以上	高水敷幅 $b=5.85\text{m}$ 、河岸高 $h=3.32\text{m}$ より、 b が H の 5 倍以下となるが、低水護岸工が設置されており、深掘れ等に対する安全度は確保されている。	○

(3) 現堤防の安全度について

藻川右岸 0.9k 付近の堤防は、パイピング破壊及び堤体侵食に対する安全度が照査基準値を満足していないことから、浸透・侵食に対して安全度の低い堤防であるといえる。

2.5.2 堤防補強工法の検討

(1) 堤防補強の考え方

○浸透に対する補強工法

浸透に対する堤防補強工法として、まずは既設堤防や基礎地盤とのなじみが良く、環境面や維持管理の面でも有利となる断面拡大工法の適用を検討する。しかし、藻川右岸0.9k付近は川幅が狭いため、河川水の流れる断面を減少させる川表側での断面拡大は避け、川裏側へ盛土を腹付けした断面について検討する。これにより、川裏のり面が緩傾斜化され、のり面の安定性が向上するとともに、堤防幅が広がることで動水勾配が小さくなり、パイピング破壊に対しても安全度が向上する。

次に、当該区間は、堤防天端が兼用道路として利用されており、川裏は人家が隣接し用地上の制約があることから、適用可能な浸透対策として、遮水シートによる表のり面被覆工法及びドレーン工法についても検討する。表のり面被覆工法は河川水の表のり面から堤体内への浸入を抑制し、ドレーン工法は堤防内の浸透水の排水により水位を下げることで、パイピング破壊に対して安全度が向上する。

○侵食に対する補強工法

洪水時における河川水を安全に流下させるため、高水護岸が施工済みである上下流との一連の整備として護岸工を施工する。これにより、堤体侵食に対する安全度が向上する。

(2) 検討モデルと土質定数

検討を行ったモデル断面と土の特性値（土質定数）を図2-12、表2-17に示した。

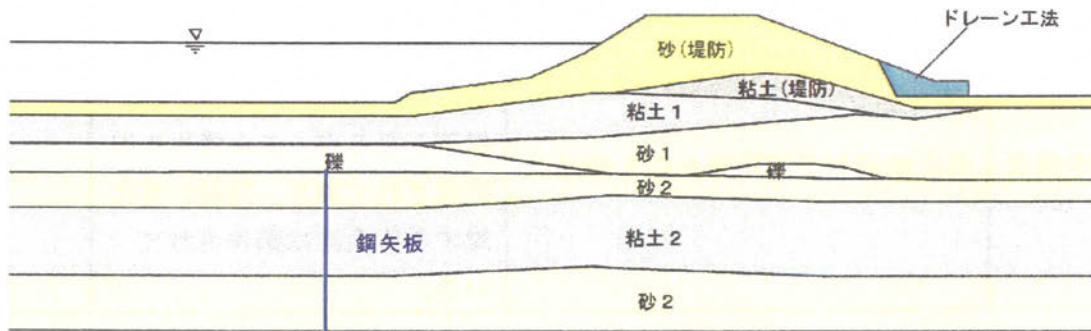


図2-12 検討モデル断面

表2-17 土の特性値（土質定数）

地層名	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	透水係数 k (cm/秒)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	土の強度を求めた 三軸試験の条件
砂（堤防）	19.0	8.0×10^{-4}	19	23	CU、CUB
粘土（堤防）	19.0	3.1×10^{-5}	53	0	UU
粘土1	19.0	1.0×10^{-5}	54	0	UU
砂1	20.0	9.7×10^{-2}	0	33	CUB
砂礫	21.0	4.4×10^{-2}	0	35	CUB
砂2	19.5	5.6×10^{-4}	0	30	推定
粘土2	17.0	1.0×10^{-5}	40	0	UU
ドレーン	20.0	1.0×10^{-1}	1	40	-

*土の特性値の設定は、木津川の方法に準じている。

(3) 検討結果

補強工法の検討では、断面拡大工法（裏のり盛土）、表のり面被覆（遮水シート）工法とドレーン工法について、それぞれ施工した場合について安全性を照査した。

検討結果は表 2-18 に示すとおりであり、断面拡大工法（裏のり盛土）は用地買収を伴うため、時間及び費用が多大となる。また、表のり面被覆（遮水シート）工法は河川水の堤体内への浸入を防ぐが、降雨および基盤漏水の影響により安全性を確保できない。

よって、各照査項目とも照査基準値を満足し、施工性及び経済性の面からも優位である「ドレーン工法＋護岸工」を藻川右岸 0.9k における補強工法とした。

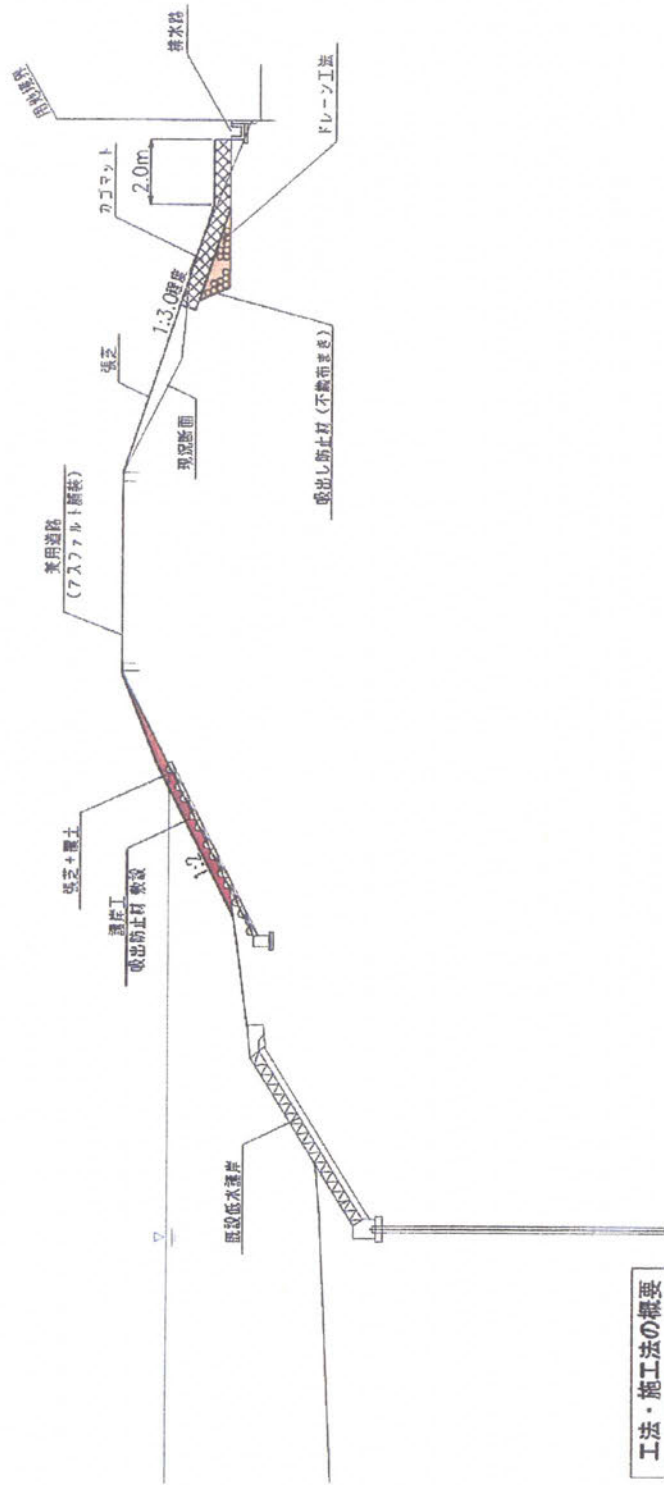
表 2-18 補強工法の検討結果

検討を行った補強工法の種類と 組み合わせ	すべり破壊に対する安全性		局所動水勾配	判定	
	川表のり面	川裏のり面		安全性	施工性 経済性
裏のり断面拡大工法〔4割〕＋護岸工	2.8	1.6	0.40	○	×
表のり面被覆（遮水シート）工法＋護岸工	3.2	3.9	0.76	×	—
ドレーン工法＋護岸工	2.8	4.0	0.17	○	○
照査基準値	1.0 以上	1.5 以上	0.5 未満	—	

補強工法の概要図を図 2-13 に示したが、ドレーンは、経済性を考慮するとなるべく小さい方が良いが、締固め等の施工性が確保できる程度の大きさとした。また、ドレーンからの排水は堤防沿いの水路へ排水させることとした。

護岸工は河川水に対する安全性を確保するとともに、維持管理、環境・利用面、経済性に配慮して覆土式護岸工法とした。

のり面には全面に芝を張り、河川水や降雨による侵食の防止を図ることとした。



工法・施工法の概要

ドレーン工法

- ・川裏のり尻を透水性の大きい材料で置き換え、浸透した水を速やかに排水する。
- ・のり尻部をせん断強さの大きいドレーン材（砕石など）で置き換えるため、安定性が向上する。
- ・ドレーンはなるべく小さくするが、施工性は確保できる大きさとした。

張芝

- ・のり面は、河川水や降雨による侵食を防止するため全面に張り芝を行う。

図 2-13 藻川右岸0.9kの堤防補強工法の概要図

3. 環境およびモニタリング

3.1 環境面への影響検討

堤防補強の検討対象区間において工事を行った際に、環境面（生物の生息・生育環境、景観）に対しどのような影響を及ぼすか、あるいは、改善に寄与する事項があるかどうかについて検討した。

本委員会で検討を行った堤防補強工法は、断面拡大工法とドレーン工法および高水護岸工である。これらの工法を生物の生息・生育環境、景観との関係で見れば、前者に対しては、現況の堤防をほとんど改変しないため、影響は少ないといえる。一方、景観については、現堤防の断面拡大とそれとともなう緩傾斜化の際には、合わせてのり面を緑化し、護岸等の設置が必要な場合にもコンクリートは覆土等を行い緑化することで、景観や色彩の連続性が確保される。

このように、本検討断面における堤防補強工法の施工と環境の関係でいえば、生物の生息・生育環境を積極的に改善するものではないが、景観の面では環境にも多少寄与するものと考えられる。

3.2 モニタリング

モニタリングは、今後施工される堤防補強工法の効果と効果の持続性（機能低下）について検証することを目的として実施する。

モニタリングでは、堤体内と基礎地盤を対象に浸透メカニズムの把握のための水位計を用いたモニタリングと、洪水時あるいは洪水後において、堤防変状の有無やドレーンからの排水状況、漏水の有無等を観察する目視によるモニタリングを実施する。

「水位計を用いたモニタリングの計画例」

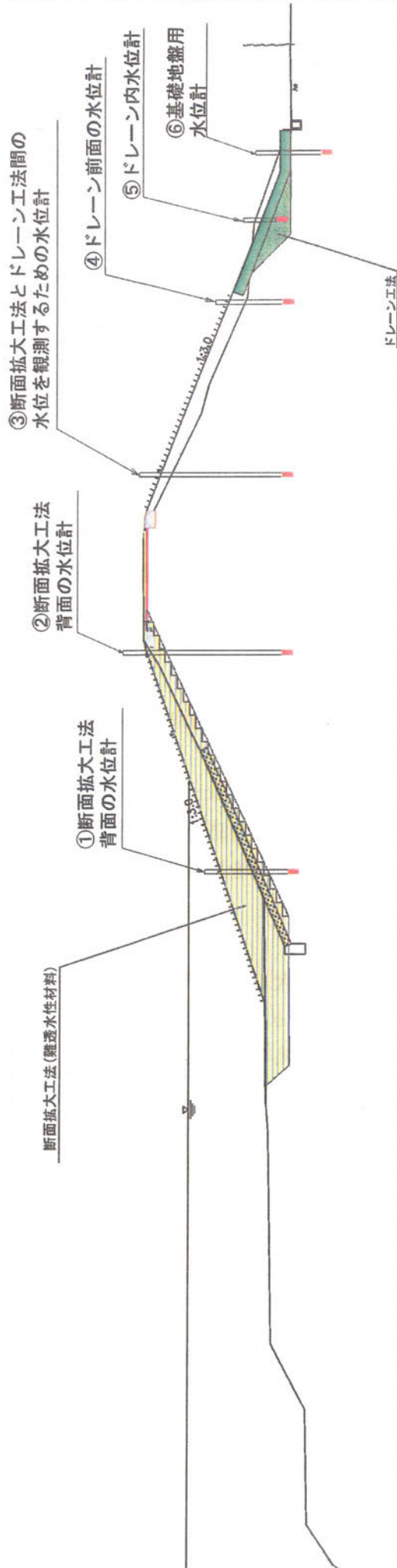
堤防補強工法として難透水性材料による断面拡大工法とドレーン工法を採用する場合、それぞれの工法に対して期待する効果がある。モニタリングでは、その効果が発揮されているか、また、効果が継続しているかについて検証を行うものである。

断面拡大工法では、河川水や降雨の地表部からの堤体への浸透防止、基礎地盤からの浸透に対しても浸透路長の確保といった効果があり、腹付けを行った盛土の背面で水位低下の効果が期待される。この水位低下の程度を観測するために、腹付け盛土の背面へ水位計を設置し、堤体内の水位が低下していることを確認する。

ドレーン工法に対しては、ドレーンから効果的に排水が行われた場合、ドレーン前面で堤防内の水位は低下し、内部の水位も低い状態にあるので、ドレーンに対しては前面および内部に水位計を設け、水位の低下状況を確認する。

モニタリングでは、堤体内で得られた水位がどういう外的条件のもとで現れたかを確認する必要があるため、上記水位観測の他、基礎地盤内の水位、河川水位と降水量についても観測を行う。

以上の観点から計画したモニタリングの計画例を図3-1に示した。



水位計の配置

断面拡大工法では、腹付け盛土背面の水位低下の状況を確認するために①②の水位計を設置する。

ドレーン工法では、ドレーンの前面と内部の水位低下の状況を確認するために、④⑤の水位計を配置する。

その他、水位計①②と④⑤間の水位を連続的に把握できるように水位計③を配置する。また、基礎地盤の水位を測定するため水位計⑥を設置する。

図3-1 水位計を用いたモニタリングの計画例

あしがき

堤防補強の実施について

現在、緊急に堤防補強を実施する必要のある箇所を決定するために、詳細調査を実施している堤防延長は以下のとおりです。

淀川	約39 km
桂川	約 6 km
木津川下流	約13 km
猪名川	約 5 km
宇治川	約27 km

詳細調査の結果から補強の必要な箇所について、本検討による堤防補強工法を踏まえ、現地に即した堤防補強を早急に実施してまいります。併せて、堤防の安全性及び信頼性を維持し高めていくために「モニタリング」を実施し、得られた結果を定期的集積・分析するとともに、必要に応じ分析結果を評価し堤防の管理技術の向上を図ってまいります。

国土交通省 近畿地方整備局

淀川河川事務所