

河川堤防の浸透対策工法についての一考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社 河川部 正会員 佐々木博明
河川部 正会員 増山 博之
河川部 正会員 新村 卓也
河川部 正会員 上村 雄介

1. はじめに

地球温暖化や超過洪水など治水施設をめぐる外力は厳しさを増しているが、その治水施設の根幹である堤防の安全性には一層の精度が求められる時代となっている。

本論は合理的な強化対策工法の実施を目指すことを目的に、既設堤防の強度特性と土層構成に着目した強化対策検討を行ったものであり、耐浸透強化工法についての課題について提示し、一考察を行ったものである。

2. 堤防強化対策工の概要

表－1 に代表的な浸透対策工法の原理と効果について示す。^{*1)} これより強化対策は、堤体に浸透水を入れない川表対策と堤体内の浸透水を速やかに排水する川裏対策に分けられ、単独あるいは併用工法で浸透に対して所要の安全性を確保するものである。

なお、浸透に対する安全性は、その照査項目である堤体の表・裏すべりとパイピング（盤ぶくれ）両者について照査基準を満足する必要がある。

3. 検討内容

本検討においては当該河川の流下能力、官民境界等の制約から既設堤防の堤敷幅を大きく変化させない条件下で対策工の検討を行った。

3.1 川裏すべり対策工

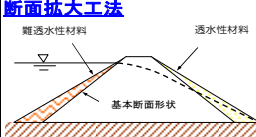
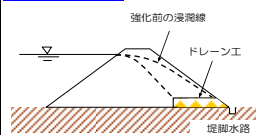
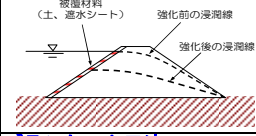
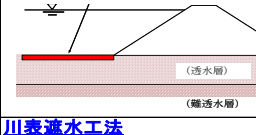
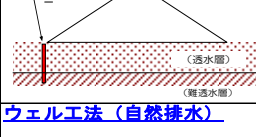
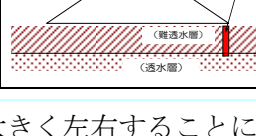
裏すべりに対する照査基準値は、計画高水位 HWL での照査であり、破堤に直結する可能性が高いことから、表すべり $F_s \geq 1.0$ に対して、2 割増しの $F_s \geq 1.2$ （新堤を想定）を基準に、築堤履歴と基礎地盤の複雑さを加味した最大 $F_s \geq 1.6$ 程度まで目標値を上げている。そのため、裏すべり対策としては堤体裏のり部のせん断強度の増加と、堤体内浸潤線の上昇を抑制する排水効果の両面が期待できる「ドレーン工法」が有効であり、施工実績も多い。本検討においてもドレーン対策工を選定し実施した。

一方、ドレーン対策工の規模は、既設堤防の強度定数値に大きく左右することになる。本検討ケースにおいても、既設堤防のすべり安全率 F_s と目標となる照査基準値との差が大きいために、対策規模が大きくなっている。

3.2 基礎地盤のパイピング(盤ぶくれ)対策工

透水性地盤で堤内地に難透水層の被覆土層が 2～3m 程度と薄く堆積する地層構成では、洪水時に川裏のり尻近傍の浸透圧が上昇し、いわゆる「盤ぶくれ」が発生する。

表 - 1 強化対策工法の原理と効果

耐浸透強化工法		強化の原理・効果
堤体を対象とした強化工法	断面拡大工法 	・堤防断面を拡大することにより浸透路長の延長を図り、平均動水勾配を減じて堤体の安全性を増加させる ・のり勾配を緩くすることによりすべり破壊に対する安全性を増加させる ・川裏のり尻近傍の基礎地盤のパイピングを防止する押さえ盛土としての機能も兼ねる
	ドレーン工法 	・堤体の川裏のり尻を透水性の大きい材料で置き換え、堤体に浸透した水を速やかに排水する ・堤体内浸潤面の上昇を抑制し、堤体のせん断抵抗力の低下抑制する ・のり尻部をせん断強度の大きいドレーン材料で置き換えるため安定性が増加する
	表のり面被覆工法 	・表のり面を難透水性材料（土質材料あるいは人工材料）で被覆することにより、高水時の河川水の表のりからの浸透を抑制する
基礎地盤を対象とした強化工法	ブランケット工法 	・高水敷を難透水性材料（主として土質材料）で被覆することにより、浸透路長を延伸させ、裏のり尻近傍の浸透圧を低減する
	川表遮水工法 	・川表のり面に止水矢板等により遮水壁を設置することにより、基礎地盤への浸透水量を低減する
	ウェル工法（自然排水） 	・基礎地盤からの浸透水を裏のり尻に設置した減圧井戸等で排水することにより、裏のり尻近傍の浸透圧を低減する

キーワード：河川堤防，浸透，安全性照査，強化対策工法

連絡先 〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1 パシフィックコンサルタンツ株式会社 河川部 TEL03-3344-1305

本検討ケースでは、盤ぶくれ対策として川裏のり尻近傍の浸透圧（被圧）を抑制することを目的に、川表対策としての遮水矢板と表のり面被覆の併用工法を採用した。

遮水矢板は難透水層まで貫入し、浸透水を遮断しない限り（場合によっては遮断したとしても）、川裏のり尻近傍の揚圧力を安全な圧力まで抑制できないケースがある。本検討ケースでも川表対策に加えて、川裏対策の併用工法を実施した。

3. 結果および考察

3.1 川裏すべり対策

図-1 にせん断強度を期待したドレーン対策の検討結果より、堤高 H （川裏の比高）とドレーン幅 B との関係を示す。

これより、幅 $B=10\sim12.5\text{m}$ のドレーン規模（▲印）が必要となるケースのように、既設堤防の強度定数がドレーンの規模と開削規模の増大に直結することが認められる。図-2 のようなケースでは、既設堤防の天端近傍まで大きく開削することになり、埋戻し土の強度の評価が今後の課題である。

一方、図-3 に示すように、埋戻し材を現行基準で締固めた強度を期待した検討ケースでは、期待しない図-2 に比べ、ドレーン幅は $1/2$ に短縮している。しかし、粘性土主体の堤体では締固めの問題があり、既設堤防と同程度以上の強度が期待できない可能性がある。

掘削幅を短縮する対策としては、図-4 に示すように、既設堤体をせん断強度の高いドレーン材料に置換える必要がある。ドレーン構造物の内的および外的安定性（ドレーン外側の堤体を切るすべりに対する安全性）を確保すると L 型ドレーン構造となり、現時点では最善案であると考えられる。本ケースでは高さが 2m 程度必要となり、施工後には長期的な安定性の面からのモニタリングが必要と考えられる。

3.2 盤ぶくれ対策

川裏対策としては、海外事例では裏のり尻の浸透圧を低減するウェル工法を採用している。

本検討においては、図-5 に示すように粘性土被覆土層を透水性材料に置き換え、排水ドレーンによって浸透圧を低減している。解析的検討では、照査基準値を下回っていることを確認しているが、置換材周辺に発生する限界流速の問題、施工時の周辺土の乱れ等、安全性に対する検証が必要である。

4. おわりに

盤ぶくれ対策は川裏対策が有効であると考えられるが、今回は解析的検討の領域であり、粘性土被覆土層の一部を透水性材料で置換する方法は不確定要素が多く、恒久対策としての効果の確実性を実物大スケール規模での模型実験で検証が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 「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

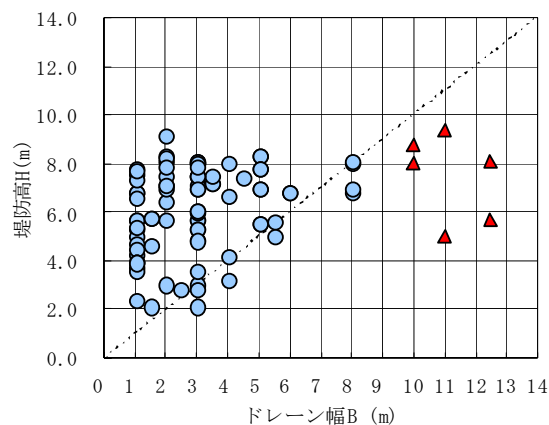


図-1 堤高 H ～ ドレーン幅 B の関係

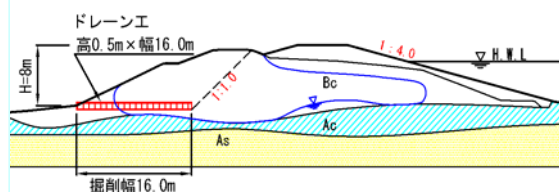


図-2 ドレーン対策の検討ケース

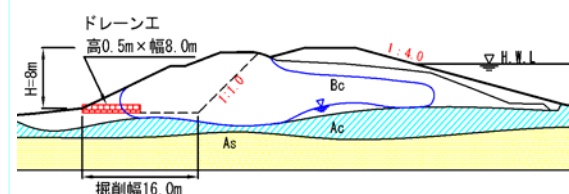


図-3 埋戻し後の強度を期待した検討ケース

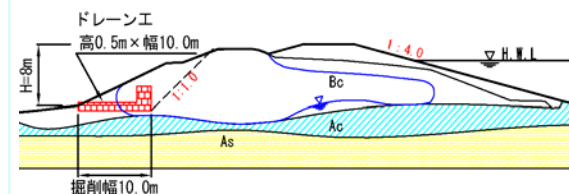


図-4 L型ドレーンの検討ケース

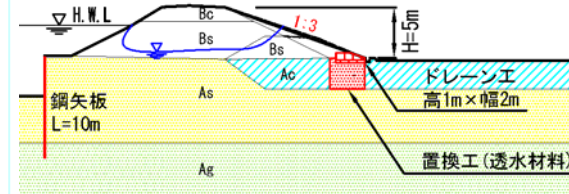


図-5 盤ぶくれ対策の検討ケース