

複数の谷筋を有し山地に近接する河川堤防の浸透対策（その1）

堤防 地下水調査 浸透破壊

日本工営 正会員 ○大堀文彦 野村竜矢
 日本工営 国際会員 李圭太
 日本工営 正会員 岩本演崇
 名城大学 国際会員 小高猛司
 元国交省四国地整 岡林福好 高橋弘

1. はじめに

四国南西部に位置する U 川右岸 6k/0+100 付近から 6k8+200 付近（T 川地区と呼ぶ。）において、令和 3 年台風 14 号で噴砂を伴うパイピング（盤ぶくれ）が発生した（図 1 参照）。この地区では平成 28 年台風 16 号においても同様な被災が起こり、パイピング発生箇所を対象に鋼矢板を用いた浸透対策工が整備された。令和 3 年台風 14 号では、この浸透対策工施工区間の堤内地においてパイピングの発生が確認されなかったことから、この対策工は想定した効果を発揮したと認識しており、残区間においても同様な浸透対策工を計画した。ただし、T 川地区における浸透対策工整備にあたっては、①背後山地からの地下水流入によるダムアップ（耕作地の盤ぶくれ、湿潤化）、②対策工設置後の既存農業ポンプの井戸枯れが想定されたことから、浸透対策工の整備前から整備後において周辺地下水位を観測し、鋼矢板による地下流況への影響を把握した。本論文(その 2)ではこの観測結果と考察により解析的検討を行い浸透対策工の照査を実施した。

2. 地形・地質、浸透対策工の概要

この T 川地区は、図 1、図 2 に示すように上流より T 川が U 川右支川として合流しており、下流部は旧河道を有する山裾部となっている。堤内地は農耕地となり約 200m で山裾となるように、背後に複数の谷部を有する山地が近くに位置している。この地形的特徴から当該地区における地下水はこれら山からも涵養されていると推定される。平成 28 年度、令和 3 年度の被災区間を含む U 川右岸の想定地質縦断面図と対策概要を図 3 に示す。被災区間は、表層に高透水性地盤である沖積砂礫層（Ag 層）が約

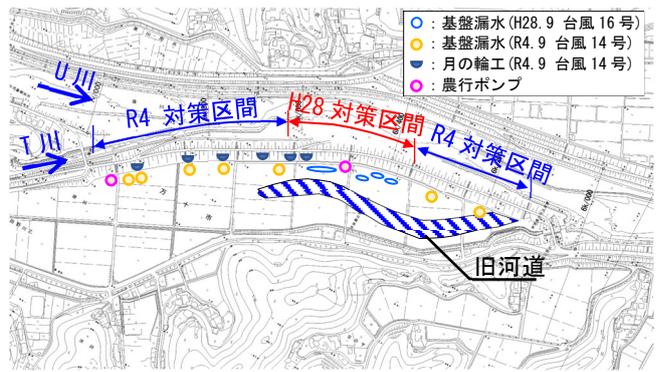


図 1 過去の被災状況と浸透対策工の実施状況

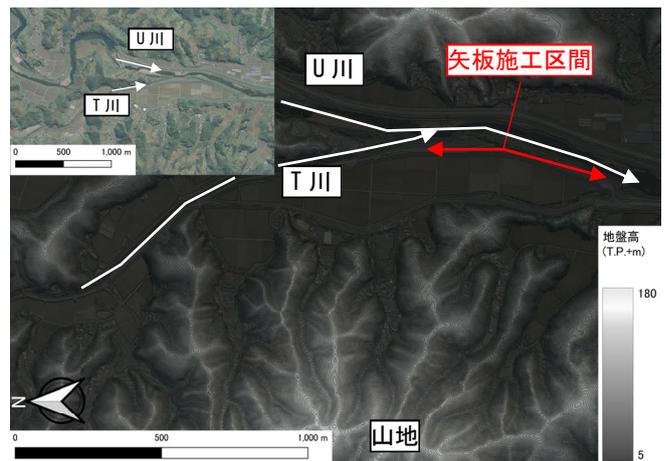


図 2 T 川地区周辺の標高図

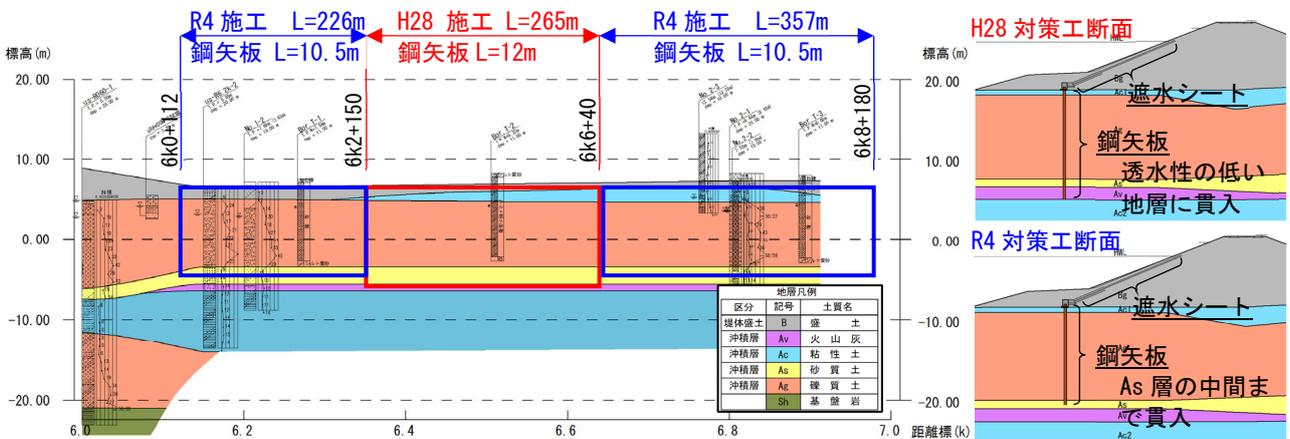


図 3 T 川地区周辺の土層縦断面図と対策工概要

Seepage measures for river levee with multiple valley channels and proximity to mountains (Part 1)

F.Ohori, T.Nomura, K.Lee, H.Iwamoto(Nippon Koei)
 T.Kodaka(Meijo Univ.)
 F.Okabayashi, H.Takahashi(MLIT.-SRDB.)

10m, 沖積砂質土層 (As 層) が 2m 程度堆積し, その下に難透水性で薄層と想定される火山灰層 (Av 層), さらにその下層は難透水性の沖積粘性土層 (Ac 層) が水平に厚く堆積している。平成 28 年度に 6k2+150~6k6+40 の区間に施工された浸透対策工は「川表遮水工」が採用され, 遮水矢板の下端を Av 層に約 2m 貫入し, 川側からの浸透を遮水した。令和 3 年台風 14 号では, 平成 28 年度に施工された浸透対策工施工区間の堤内側でパイピングが確認されなかったため, 令和 3 年度にパイピングが発生した平成 28 年度施工区間の下流 (6k0+112~6k2+150) 及び上流 (6k6+40~6k8+180) においても, 同様の対策工が採用された。ただし, 前述した堤内側地下水位への懸念事項を踏まえ, 堤内外の地下水流動を遮水しないように, 遮水矢板下端を Av 層上面より 1m 程度高い位置とし, 通水性を確保した浸透抑制対策工を整備した。

3. 地下水調査

令和 4 年 6 月施工の浸透抑制対策工による地下水位への影響を確認するために, 図 4 に示すような堤内側の 7 箇所まで令和 3 年 12 月より 10 分間隔の自動計測をロガー内蔵の圧力式水位計を用いて水位観測を実施した。浸透抑制対策工施工前から施工完了後において観測された横断①の水位観測結果を図 5 に示す。本稿ではこれら地下水観測結果と近傍 U 川水位観測所記録を用い, 次に示す 3 期間における地下水状況を整理分析した。

1) 浸透抑制対策工整備前の地下水状況

遮水矢板施工前の地下水位観測結果より推定した平水時地下水位分布の一例を図 6 に示す。堤内地の地下水流は上流から下流へ向かう流れであることが推測される。

2) 浸透抑制対策工整備時の地下水状況

浸透抑制対策工施工中の令和 4 年 6 月~9 月の地下水は, 平水時は堤防法尻地点の地下水上昇は確認されず, 堤防法尻地点の地下水位は田面高以下であった。洪水時は, 河川水位が上昇すると地下水位も上昇しており, 川側から堤内側への地下水流が確認された。

3) 浸透抑制対策工整備後の地下水状況

浸透抑制対策工が完成した令和 4 年 10 月以降の地下水状況は, 田面高以下であるものの従前に比べ地下水位の上昇が確認された。浸透抑制対策工整備前後の同期間の地下水位を比較した結果を表 1 に示す。同表は令和 3 年 12 月 21 日~令和 4 年 1 月 25 日と, 令和 4 年 12 月 21 日~令和 5 年 1 月 25 日の観測水位の中央値を示しており, いずれの地点も対策工整備前よりも地下水位が上昇したことが確認された。下流側 2 箇所横断①および横断②の川側箇所では水位上昇量は 16~19cm 程度となり, 対策工によりダムアップが生じたことが推測される。

4. まとめ

複数の谷筋を有し背後に山地を抱える河川堤防において, 浸透対策工による地下水位への影響を現地観測により確認した。その結果, 浸透抑制対策工の整備により堤内側の地下水位は従前から 16~19cm 程度上昇することが確認されたものの, 地下水位が地表面への浸出は確認されなかった。これは, 透水層を完全に遮断しなかったこと, 上流から下流への地下水流があったためである。あわせて, 農業用ポンプの井戸枯れは確認されなかったことから山側から川への涵養が十分であったと判断できる。浸透抑制対策工による地下水位上昇は令和 5 年 3 月時点で平衡状態であるが, まだ出水時の浸透抑制効果が確認されていないことから, 水位観測を継続している。本論文(その 2)では地下水位観測で確認された浸透抑制対策工によるダムアップ現象等を反映した飽和-不飽和非常定浸透流解析モデルを用いて, 計画高水を対象とした浸透抑制対策効果を照査する。

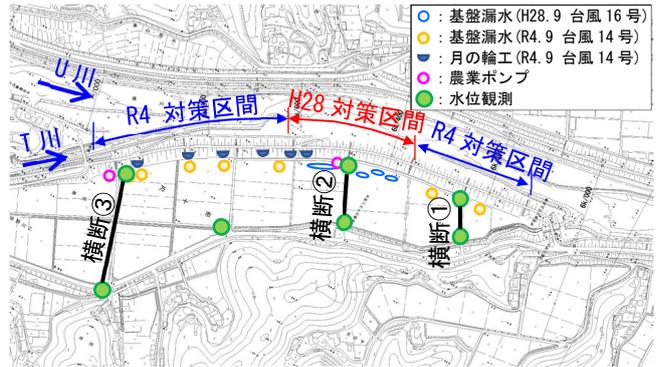


図 4 水位観測位置図

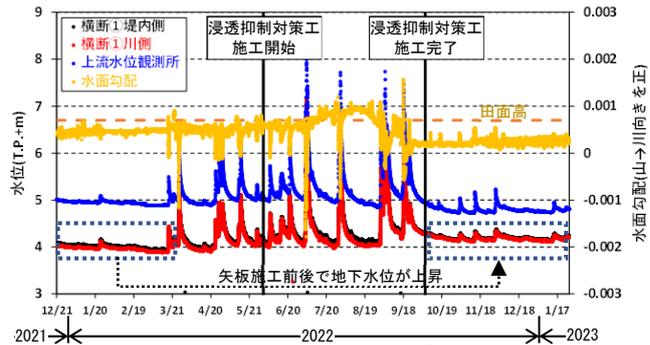


図 5 観測地下水位 (横断①)

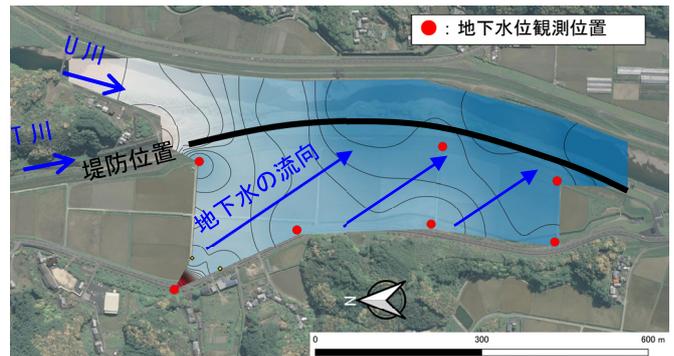


図 6 浸透抑制対策工の施工前の平常時地下水位分布一例

表 1 浸透抑制対策工施工前後の地下水位の比較

観測期間	水位 T.P.+m		
	横断① 川側	横断② 川側	横断③ 川側
R3.12.21~R4.1.25 (対策前)	3.993	4.105	4.341
R4.12.21~R5.1.25 (対策後)	4.160	4.292	4.358
差分 (施工後-施工前)	0.167	0.187	0.017