

江の川基盤漏水対策による地下水影響検討

浜田河川国道事務所 特別会員 ○山田 隆成、斉藤 展弘

1. はじめに

江の川は広島県阿佐山(標高1,218m)に発し、広島県北部の三次市で馬洗川、西城川および神野瀬川が三方より合流し、狭窄部となって島根県に入り、出羽川、八戸川などが合わさる。江津市で日本海に注ぐ幹線流路延長194km、流域面積3,900km²の中国地方最大の一級河川である。本検討地である島根県邑智郡川本町因原地区は、江の川河口31k000の江の川左岸に位置する(図-1、図-2)。

令和3年8月豪雨では、川本水位観測所で氾濫危険水位(8.60m)を超え、令和3年8月14日17時30分に最高水位11.19mを記録した。これにより、堤内地で噴砂痕が複数確認され、災害復旧への対応が急務となっている。同時に当該地には重要水源である漁協井戸が存在し、利水影響への配慮が必要である。



図-1 江の川流域および検討地位置図



図-2 噴砂箇所と災害復旧区間

こうした地域特性をふまえ、周辺利水施設の位置や利用状況、地形・地質の把握を行い、遮水矢板の施工による堤防安全性の確認と周辺の利水環境に与える影響について定量的に予測・評価した事例を紹介するものである。

2. 基本条件の整理

(1) 微地形判読

地形と地質の関連に着目し、治水地形分類図および航空写真判読により、地下水流動を規制する地形要素として山地(基盤岩)、段丘(洪積層)、旧河道を区分し、微地形区分図を作成した(図-3)。検討範囲では、旧河道の発達が3方向(①江の川起源、②天王寺川・仏谷川起原、③濁川起原)確認された。

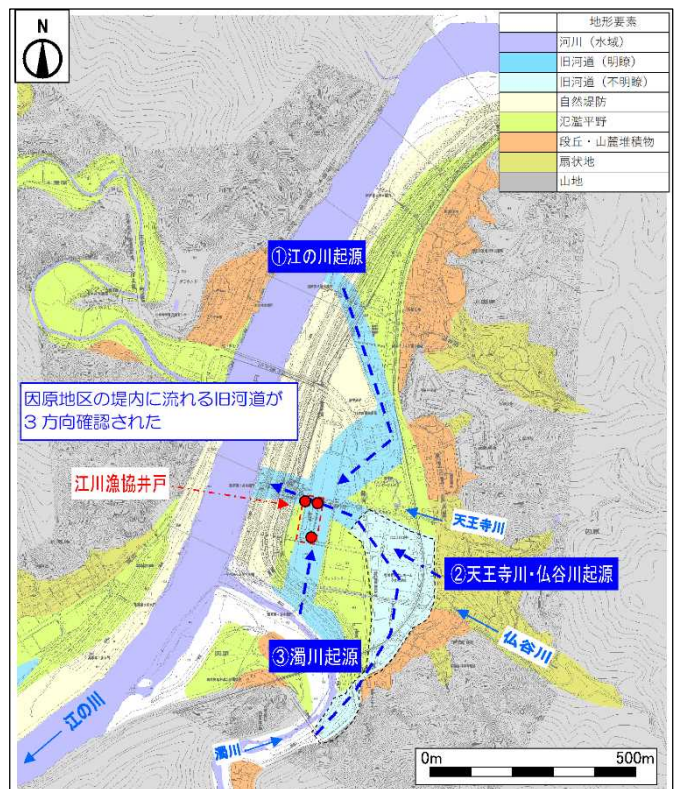


図-3 微地形区分図

(2) 地下水利用実態

災害復旧工事(矢板打設)による周辺水利用への影響を把握するため、工事開始前に井戸調査(台帳作成)を実施した。調査対象は川本町役場を通じて井戸

キーワード 河川堤防, 地下水利用, 遮水矢板, 三次元地下水解析, 地下水流動

連絡先 〒697-0034 島根県浜田市相生町3973 浜田河川国道事務所 河川管理課 TEL0855-22-2480

利用が確認された表-1の7箇所である。漁協井戸に加え、農業井戸や店舗で利用されている業務用井戸(雑用)が確認された。

表-1 井戸調査結果一覧

| 通し番号 | 地点番号 | 井戸仕様 | | 用途 | 上水道の普及状況 | | | | 備考 |
|------|--------|-------|-------|----|----------|---|---|---|--------------|
| | | 深度(m) | ポンプ設置 | | 有 | 有 | 有 | 有 | |
| 1 | 因原-1-1 | 32.5 | 21.5 | ○ | | | | | 養魚(漁協井戸No.1) |
| 2 | 因原-1-2 | 32.5 | 21.5 | ○ | | | | | 養魚(漁協井戸No.2) |
| 3 | 因原-1-3 | 32.5 | 21.5 | ○ | | | | | 養魚(漁協井戸No.3) |
| 4 | 因原-1-4 | 16.5 | 不明 | ○ | | | | | 養魚(漁協井戸No.4) |
| 5 | 因原-2 | 17.5 | 不明 | ○ | | ○ | | | 池水、散水、トイレ |
| 6 | 因原-3 | 20 | 不明 | | ○ | | | | 水田 |
| 7 | 因原-4 | 不明 | 不明 | ○ | | ○ | | | 散水、トイレ |

(3) 帯水層構造

当該地区の基盤岩は花崗岩類からなる難透水性岩盤であり、不陸に富む。特に江の川および漁協井戸周辺において基盤の谷部(落ち込み)が顕著となる。基盤岩の上位には洪積層(Lg)、沖積層の砂質粘性土(Ucs)、礫質砂質土(Usg)、盛土(B)が堆積する。沖積層の砂質粘性土(Ucs)および粘性土(Us)は因原地区の低地に広く分布する。不陸は少なく、ほぼ水平に分布する。

(4) 地下水流動の考察

因原地区の地下水流動を把握するため、河川水位および地下水水位の一斉観測を令和4年5月18日(低

水位~濁水位相当)および令和4年7月25日(豊水位~平水位相当)に実施した。

1) 平常時の河川水位と地下水位の関係性

漁協井戸の地下水位に比べ、河川水位(江の川、濁川)の方が高いことが明らかとなった。

- ・江の川(河川水位) > 漁協井戸(地下水位)の関係
- ・濁川(河川水位) > 漁協井戸(地下水位)の関係

水位一斉観測結果をもとに、地下水位コンター図を作成した(図-4)。当該地区では、①山地・段丘から涵養される地下水流動、②濁川から堤内地に向かう地下水流動(旧河道の発達方向と概ね調和的)、③江の川から堤内地に向かう地下水流動(漁協井戸の揚水に伴い、局所的な引込みであると想定)の3方向の流動が考えられる。

2) 洪水時の河川水位と地下水位の関係性

洪水時の河川水位および地下水位観測結果を図-5に示す。気象庁「川本」観測所では、令和4年7月19日6時に時間雨量33.5mmが記録され、河川のピーク水位は約11時間後の同日17時であった。地下水位は河川水位よりも3~5時間程度の遅れでピーク水位を記録し、地下水位の方が遅い傾向となった。

水位上昇後、地下水位の低下速度は河川水位に比べて遅く、7月20日21時(河川のピーク水位から約

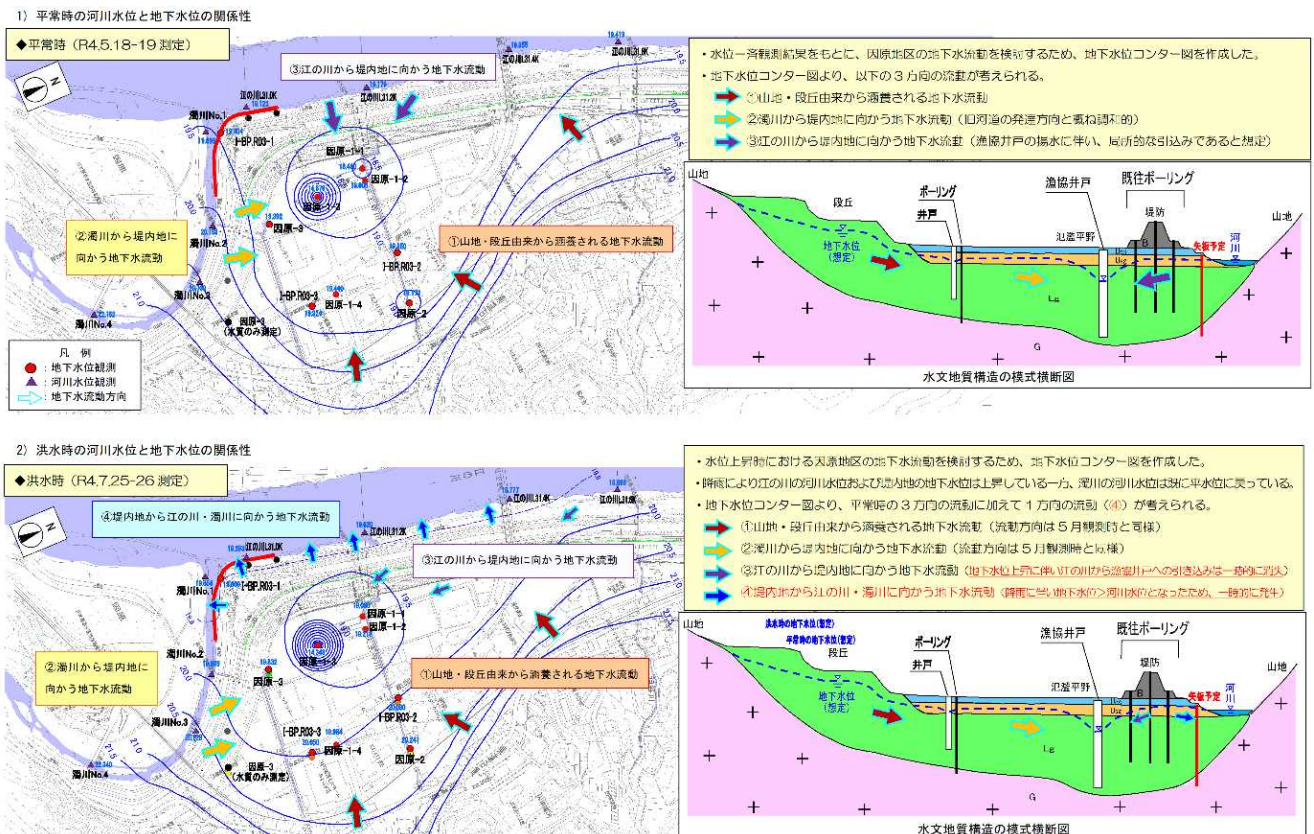


図-4 地下水コンター図と地下水流動の模式断面図

28 時間後)以降は、地下水位>河川水位の関係となった。

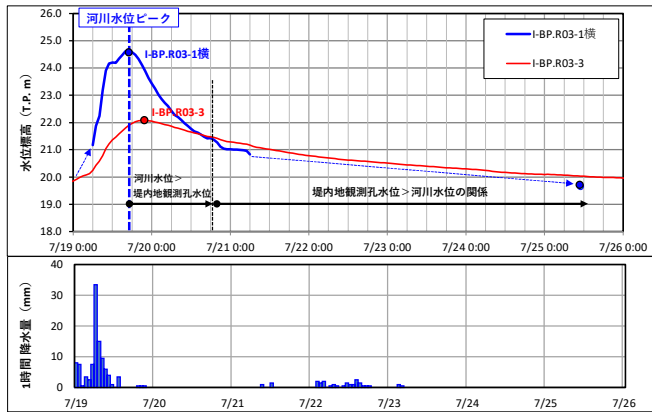


図-5 洪水時 (R4.7) の河川・地下水位変動

3. 堤防安全性の確認

矢板による堤防安全性を確認するため、2次元浸透流解析を実施した。解析断面は31k000+40とし、外力条件はR3.8降雨と江の川計画降雨とした(図-6)。

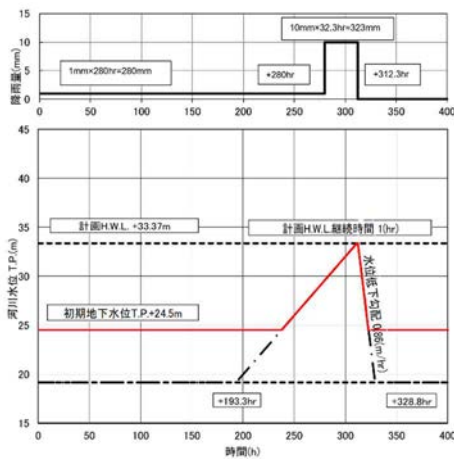


図-6 検討外力 (計画降雨)

対策前後の計算結果を表-2、表-3に示す。対策後の照査結果は、R3.8降雨、計画降雨のいずれの場合も所要の安全率を満足する結果となり、浸透に対して鋼矢板による対策工が有効であることを確認した。

表-2 対策前の再現計算結果まとめ

| 地点 | 条件 | G/W | すべり面の安全率 (裏のり) | すべり面の安全率 (裏のり) | 局所動水勾配 (鉛直) |
|-----------|--------|-------------|----------------|----------------|-------------|
| | | 基準値 G/W>1.0 | 基準値 Fs>1.45 | 基準値 Fs>1.0 | 基準値 iv<0.5 |
| 31k000+40 | R3.8降雨 | 0.897 | 1.729 | 1.431 | 0.022 |

表-3 対策後の再現計算結果まとめ

| 地点 | 条件 | G/W | すべり面の安全率 (裏のり) | すべり面の安全率 (裏のり) | 局所動水勾配 (鉛直) |
|-----------|--------|-------------|----------------|----------------|-------------|
| | | 基準値 G/W>1.0 | 基準値 Fs>1.45 | 基準値 Fs>1.0 | 基準値 iv<0.5 |
| 31k000+40 | R3.8降雨 | 1.798 | 1.724 | 1.430 | 0.021 |
| | 計画降雨 | 1.610 | 1.707 | 1.421 | 0.022 |

4. 周辺の利水影響予測

基盤岩の不陸による複雑な帯水層構造での井戸取水による鉛直方向の地下水流動の発生、および、遮水矢板の終端部付近の迂回浸透を解析するため3次元モデルを採用し、有限要素法による地下水浸透流解析を実施した。

(1) 解析条件

地下水解析モデル範囲は、災害復旧工事による地下水影響を十分に抱合し、かつ、水理境界となる江の川、濁川の位置、山地・段丘の明瞭な地形境界を考慮して設定した。3Dメッシュ図および境界条件鳥瞰図を図-7に示す。平面分割は堤内地5~10mメッシュ、鉛直分割は24層、岩盤部は基礎岩盤の不陸を包括する範囲としてT.P.-100mまでをモデル化対象とした。要素数は約150万メッシュである。

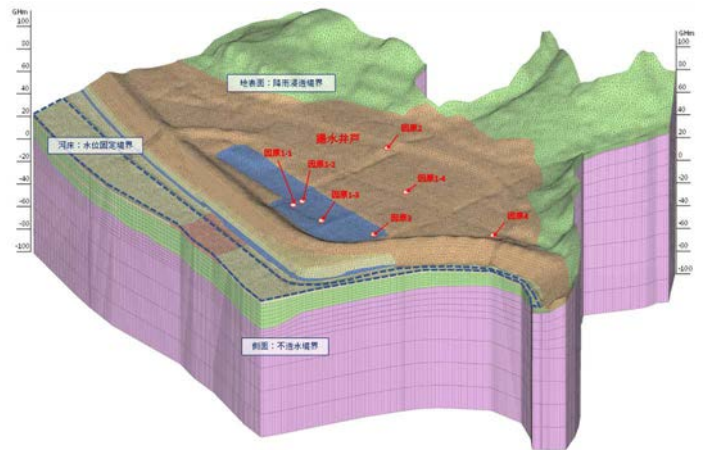


図-7 3Dモデル図 (メッシュ図, 境界条件)

(2) 現況再現解析

透水係数、降雨浸透率、漁協井戸の揚水量をパラメータとして、R4.5.18~R4.5.19(低水位~濁水位に相当)の一斉観測結果について現況再現計算を実施した。なお、洪積層(Lg)は深部ほど高透水の傾向があったため、3種類(Lg0, Lg1, Lg2)に区分して全体的な地下水面分布および井戸揚水量の再現を試行した。

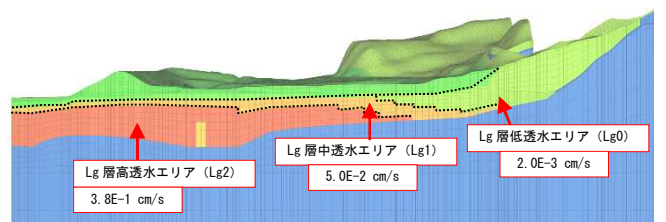


図-8 Lg層の深度別による透水係数設定図

検証地点の解析水位と観測水位の相関性が高く、モデルの信頼性は十分に確保されていることを確認した(図-9)。

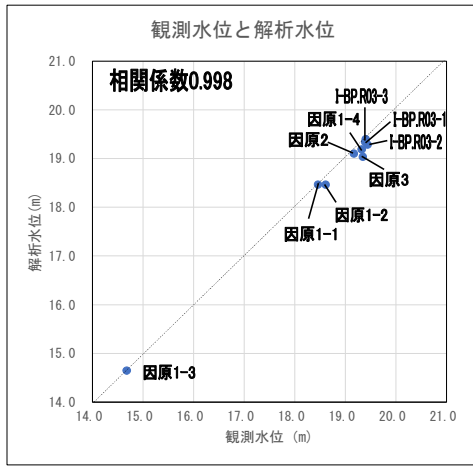


図-9 現況再現解析結果

(3) 予測解析結果

矢板打設による漁協井戸の水位低下量は、▲0.04m未満となった。なお、本地下水解析は低水位～平水位（令和4年5月の一斉観測水位）の状況をもとに解析を実施していることから、平常時の水利用状況における利水影響を検討したものである。

なお、漁協井戸の水深余力は10m以上あるため、災害復旧工事による漁協井戸の利水障害の懸念は低いと予測される。

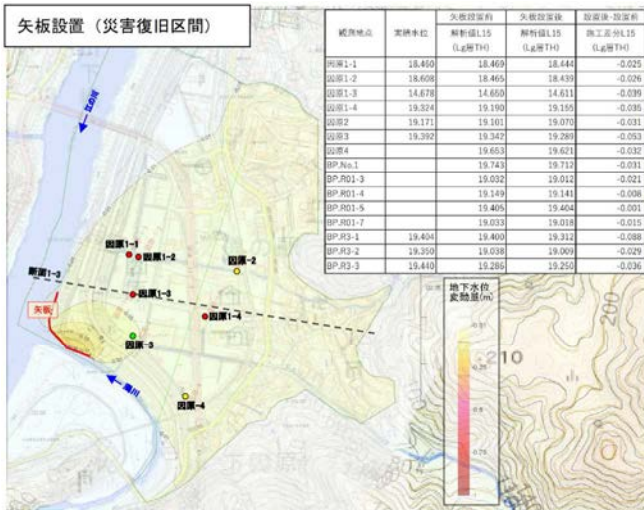


図-10 地下水予測解析結果

4. 施工時モニタリング

災害復旧工事（矢板打設）による漁協井戸への利水影響の懸念は低いと判断されるものの、地下水モニタリングを実施して施工影響を把握する方針である。

令和4年10月から災害復旧工事が開始され、基礎掘削、矢板打設が実施されている。現状において地下水位の急激な低下は認められず、井戸の利水障害は生じていないと評価される。引き続き、モニタリングを実施して、施工進捗と地下水位変動について注視する計画である。



写真-1 矢板打設状況

5. まとめ

島根県邑智郡川本町因原地区で発生した水害（R3.8洪水）について、周辺利水施設の位置や利用状況、地形・地質の把握を行い、遮水矢板の施工による堤防安全性の確認と周辺の利水環境に与える影響について浸透流解析を行い、施工影響を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- ・遮水矢板対策後の堤防安全性の照査結果は、R3.8降雨、計画降雨のいずれの場合も所要の安全率を満足する結果となり、浸透に対して矢板による対策工が有効であることを確認した。
- ・重要水源である漁協井戸周辺の地下水位低下量は0.04m未満であり、利水障害の懸念は低いと予測される結果を得た。
- ・令和4年10月から災害復旧工事が開始され、基礎掘削、矢板打設が実施されている。現状において地下水位の急激な低下は認められず、井戸の利水障害は生じていない。
- ・矢板打設工事完了後から1年間を目安に地下水モニタリングを継続する予定である。

参考文献

- 1) 国土地理院：治水地形分類図 初版(1/25,000), 1978
- 2) 国土地理院：治水地形分類図 更新版(1/25,000), 2015.12
- 3) 国土地理院：空中写真 (1/20,000), 1964.10