モニタリングは難しい・・・
－支流河川における排水対策の検証モニタリング－

株式会社中部綜合コンサルタント　土木設計部　井村貴良

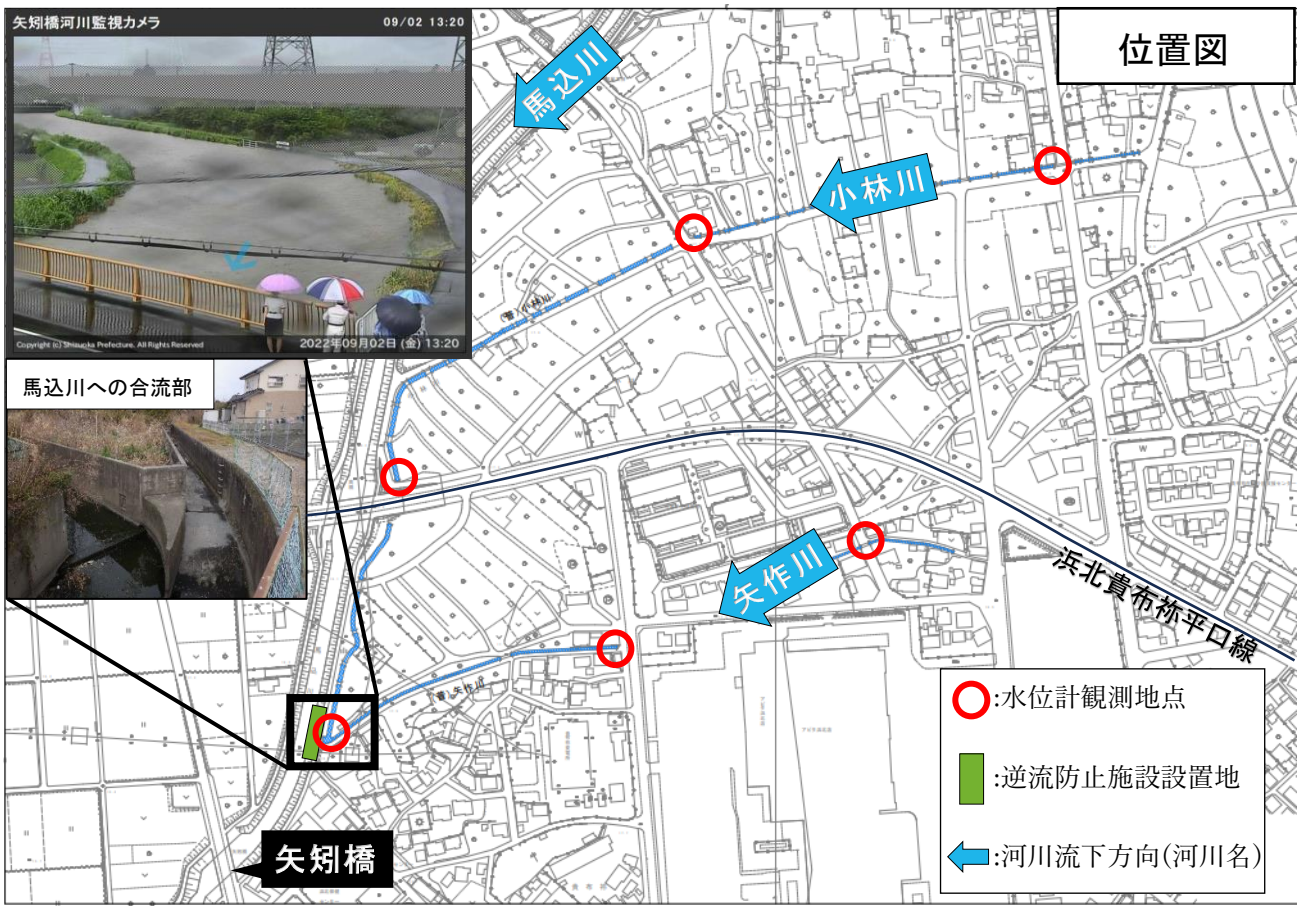
1.　はじめに

浜松市浜北区小林地先に位置する普通河川小林川(以下：小林川とする)は、二級河川馬込川(以下：馬込川とする)に流入し、大型ショッピングモール周辺市街地と畑が混在する地域 68 ha を流域としている。

近年の気候変動や異常気象により、小林川流域では、道路冠水被害や住宅等の浸水被害に見舞われている。記憶に新しいところとして、令和 4 年 7 月豪雨、同年 9 月の台風 15 号において、静岡県サイポスレーダーの矢矧橋に設置された定点カメラによって撮影された馬込川と小林川合流部の水位が堤防を超える寸前の様子が全国ニュースで放送された。馬込川は下流から改修を行っているものの、小林川流域においては改修が進んでおらず、近年の異常気象による豪雨で危険水位を超える状況となっている。

このような状況を引き起こす要因として、馬込川の水位上昇により、小林川は排水不可能となり、さらに本川である馬込川と支川である小林川の水位が逆転することで馬込川から小林川に逆流し、小林川流域で越水が発生することによる被害が拡大しているものと考えられる。この対策として令和 3 年度に小林川の流入口に逆流防止装置(フラップゲート)を設置した。

今回の事例は、逆流防止装置の設置後における被害状況の確認として簡易水位計を設置し、逆流防止装置の効果を検証した結果について紹介する。

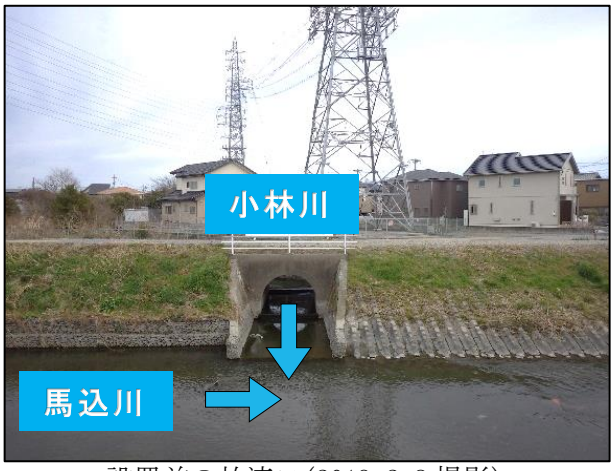


2.　被害防止対策

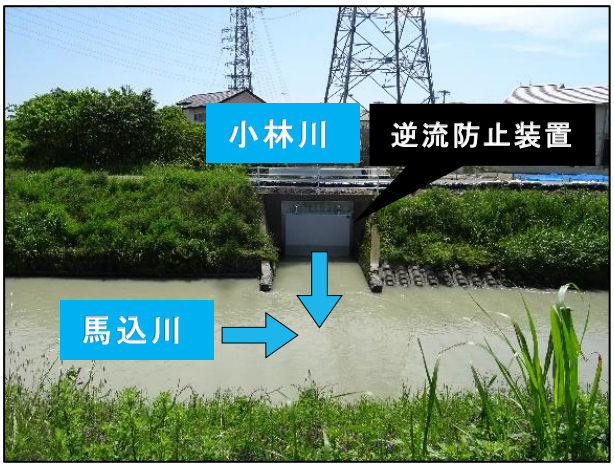
小林川流域の対策として、静岡県及び浜松市において馬込川の改修といった長期的な対策の前に、短期的な暫定策(短期対策)、中期的な抜本策(中期対策)を考案しており、短期的な暫定策については既に実施されている。

2.1　短期対策（その 1）－逆流防止施設（フラップゲート）の設置

短期的な対策として、令和 3 年（2021 年）に馬込川から小林川への逆流を防止するための逆流防止施設（フラップゲート）を、小林川の河川管理者である浜松市により馬込川への放流口に設置された。



設置前の放流口（2019. 2. 8 撮影）



設置後の放流口（2023. 5. 16 撮影）

2.2　短期対策（その 2）－水路や道路側溝の浚渫

排水路や道路側溝の堆積物による流水阻害を解消するため、浚渫・清掃を実施し既存施設の排水能力を最大限発揮させる。

2.3　短期対策（その 3）－馬込川の堤防整備

洪水時の河川水位を下げる対策が大原則であるが、氾濫リスクが高くその対策が当面の間、解消困難な区間において、計画的な治水対策に加え、被害をできるだけ軽減することを目的とした、越水時の対策を行った。

対策として、「粘り強い河川堤防」を軸に堤防天端をアスファルト舗装することで、越水による堤防決壊のリスクを低減させる対策を河川管理者の静岡県が実施している。

整備前の河川堤防（2019. 2. 8）

整備後の河川堤防（2023. 5. 16）

2.4　中期対策－河川施設等の整備

浜松市が管理する河川（準用河川・普通河川・都市下水路等）の種類別に定められた計画規模に基づく整備方針に則って小林川流域の排水施設を整備することで、排水能力の向上を目指す。

また、浜松市域流域治水対策推進協議会により今後の対応について、「馬込川水系馬込川上流・中流水災害対策プラン（令和 4 年 5 月）」が策定され、「氾濫をできるだけ防ぐための対策」、「被害対象を減少させるための対策」、「被害の軽減・早期復旧・復興のための対策」の 3 つが具体的な施策として設定された。この施策は令和 4 年度～令和 13 年度の 10 年間で実施する取り組み内容を整理している。

3.　モニタリング

3.1　目的

馬込川への放流口に設置した逆流防止施設(フラップゲート)の効果を検証するため、小林川流域の河川施設(小林川及び矢作川)に水位計を設置し、モニタリングを行った。

3.2　水位計

水位計は、観測箇所に塩ビ管を取り付け、塩ビ管内にロガーを入れた簡易的なものを使用した。水位計は、小林川と小林川に流入する普通河川矢作川のブロック積護岸に設置させた。

今回使用する水位計ロガーは絶対圧センサーを使用しており、データ回収後、専用ソフトを使って水位データに変換する。この用途での絶対圧には大気圧と水頭圧が含まれ、大気圧変動(天候変化)による誤差は0.6　m程度生じる可能性があるため、大気圧を測定するロガーは、水位を測定する対象と同じ箇所の水面上空中に設置し、測定結果を専用ソフトに入力する。

水位計ロガー

水位計の設置状況

3.3　観測方法

観測は毎月ロガーに記録された観測データを回収し、6ヶ月間の観測結果を基に効果を検証する。

・観測期間　・・・　6月～11月までの6ヶ月間　　・観測回数　・・・　6回(1回/ヶ月)
・雨量情報　・・・　気象庁ＨＰより取得(浜松測候所)　　・観測間隔　・・・　3分/回
・観測箇所　・・・　6箇所(小林川3箇所、矢作川3箇所)

また水位計による観測に加え、水位計周辺の浸水等の状況を視認できるように定点カメラを設置した。

業務では水位計設置箇所を協議し、施工業者による水位計及び定点カメラの設置により業務が本格的に開始され、雨を待つこととなった。

定点カメラ撮影状況

定点カメラ設置状況

＜H29.6.21 撮影＞

市道
浜北貴布祢
平口線の
道路冠水
(縁石が
水没)

大型
ショッピング
モール付近の
冠水

小林川
下流部の
周辺道の
冠水状況

馬込川放流口
付近の小林川
水位
(水路を 10cm
程度越水して
いる)

＜R4.5.27 撮影＞

馬込川の
状況

馬込川放流口
付近の小林川
水位
(水路天端付
近まで上昇)

＜R4.9.2 撮影＞

市道
浜北貴布祢
平口線の
道路冠水

市道
浜北貴布祢
平口線の
道路冠水が
発生
(縁石の天端
が見えない-
水深 30cm)

4. 観測結果

逆流防止施設(フラップゲート)は令和 2 年に設置された。設置前の平成 29 年(2017)と設置後の令和 4 年 5 月 27 日、令和 4 年 9 月 2 日、令和 4 年 9 月 23 日の観測水位と冠水状況を比較する。

また、冠水状況は定点カメラにより、基本的には上記と同じ日時の比較をするべきだが、令和 4 年 9 月 23 日の台風 15 号は、被害発生時刻が夜間(20 時～25 時)であり、夜間の定点カメラによる冠水状況の視覚的な確認が困難なため、検証から除外した。

4.1 水位状況

＜観測河川における水位＞：観測地点は、合流部（P3-3.2 右側写真）

観測日	雨量(mm/時間)	総雨量(mm)	観測水位(m)	備考
H29.6.21(2017)	44	140	画像より 2.50	逆流防止施設 設置前
R4.5.27(2022)	48	100	2.20	〃 設置後
R4.9.2(2022)	118	191	2.39	〃 設置後
R4.9.23(2022)	66	311	2.49	〃 設置後

※H29.6.21 の水位について、市道浜北貴布祢平口線の道路冠水状況写真から推定

※水位観測地点の水路天端までの高さは 2.40m

以上より、逆流防止施設(フラップゲート)設置前を超える雨量の場合においても、水位は設置前を超えていないことから設置後、水位の上昇が抑制されていることが判る。

4.2 冠水状況

＜市道浜北平口線における道路の冠水＞：観測地点は、合流部（P3-3.2 右側写真）

観測日	雨量(mm/時間)	総雨量(mm)	冠水位(cm)	備考
H29.6.21(2017)	44	140	30	逆流防止施設 設置前
R4.5.27(2022)	48	100	15	〃 設置後
R4.9.2(2022)	118	191	30	〃 設置後

以上より、冠水位は R4.9.2 と H29.6.21 で同程度の道路冠水が発生したが、R4.9.2 は H29.6.21 に対し時間雨量が 2.7 倍、総雨量は 1.4 倍であった。時間雨量、総雨量ともに設置前より増加しているのに対し、冠水位は同程度で抑えられており道路冠水は以前より改善されていると考えられる。

5. モニタリングの課題

1) 赤外線カメラを使用していたが、灯りの無い場所における夜間撮影の場合、ある程度の灯りが無いと冠水位を視覚的に判断することが困難であった。

2) 降雨のない時の水位は、水位計以下のため、水位は 0 mとなる。この時、ロガーの水位変換に気圧補正を用いているため、流量が少ない時に水位の微妙な変動が生じてしまった。

＜R4 年度台風 15 号の映像(夜)＞

＜降雨のない時の水位計＞

3) 観測地点において水路越水時の水位は観測できるが、実際の被害発生場所は水路以外の道路や住宅で発生しているため、水位計が設置できない場所の詳細情報を得ることが困難であった。

4) 雨量情報は、気象庁のＨＰより取得できるが(観測地：中区高丘)、今回の観測地点と異なるため(調査地：浜北区)、雨量と水位の関係に誤差が生じてしまった。

6. 対策

今回報告した事例を踏まえ、「モニタリング」検証の課題に対する対策方法の案を記載する。

1) ベースとなる気圧を測るタイミングとして気圧が変化する曇りや雨天時は避け、水位が低い状況と同じ晴天時の気圧をベースとすることで、気圧による変動の誤差を抑えることが可能であると考えられる。

2) 定点カメラは可能な限り、常時明るい街灯等の照明がある場所を選定する。また、照明が無い場所では高性能の赤外線カメラを用いる。

3) 今回の業務では、小林川の状況を調査する目的であったため、水位計を小林川に設置していたが、冠水被害が発生している道路等に設置することでピンポイントの情報を得られる。また、設置する位置を調査前に選定する方法として、浜松市ではＨＰから「浸水実績図」を閲覧することができる。過去の被害情報(浸水区域、浸水深)を得ることで、目的に合致する精度の高い観測地点の選定が可能である。

4) 雨量情報は、静岡県が管理するサイポスレーダー(観測地：浜北)を利用することで、より正確なデータを得ることができる。

7. まとめ

今回の業務では、逆流防止装置(フラップゲート)設置前の水位は、水位計による観測がされていないため写真を基に判断している。設置前の不正確な水位に対し、観測期間の正確な水位を比較しており、精度を高めるためには、前もって冠水箇所の水位計や定点カメラの設置が有効である。

定点カメラの設置は盗難も考えられ、設置場所の選定に注意した。令和 4 年 9 月 2 日の豪雨ではテレビ報道もあり一定の満足感はあったものの、夜間に発生した台風 15 号は見事に暗闇映像となり、残念な結果となった。

予算をかければ観測精度はいくらでも向上するが、小規模河川における観測では限界がある。

業務を通して課題と改善点が明確となり、今回の事例を活かし今後のモニタリングでは、その河川に合った的確な観測を行っていきたいと考える。

8. 謝辞

本稿の発表にあたり、データの公表等に関してご理解を承りました、浜松市土木部東・浜北土木整備事務所の皆さまに対し、深く謝意を表します。