

那賀川床上浸水対策特別緊急事業における 支川加茂谷川の合流位置の検討について

北原 右京¹・三國 宣仁¹・山崎 久美子¹

¹四国地方整備局 那賀川河川事務所 工務課 (〒774-0011 徳島県阿南市領家町室ノ内390)

徳島県を流れる那賀川の17km付近に位置する加茂地区は無堤で治水安全度が著しく低く、2004年～2019年においては2年に1回以上の頻度で浸水被害が発生した。2014年8月台風11号では過去最大の浸水被害を受け、那賀川床上浸水対策特別事業(加茂地区)が採択され、那賀川本川及び支川加茂谷川の堤防整備を緊急的かつ集中的に実施することになった。一方、当地区が位置する那賀川本川はS字湾曲河道を有しているために水位上昇が懸念され、支川加茂谷川の治水上最適な合流位置について検討する必要性が生じた。そこで、合流部上下流区間の流況などを調査・分析し、屈曲による水位上昇の影響などについて評価指標の設定を行い、最適な合流位置を決定した。

キーワード 支川処理, バック堤, 支川合流位置, 湾曲河道

1. はじめに

徳島県南部を流れる那賀川17km付近に位置する加茂地区(図-1)は、支川加茂谷川を有する扇状地であり、無堤区間であることから度重なる浸水被害を受けてきた。特に、戦後最大流量を記録した2014年8月台風11号(以下、台風11号)による洪水では、最大浸水深が5m程度まで達し(図-2)、加茂谷中学校や郵便局などを含む床上浸水152戸、床下浸水37戸と過去最大の被害を記録した。

この浸水被害を契機として「那賀川床上浸水対策特別緊急事業(加茂地区)」が採択され、那賀川本川の堤防整備と支川加茂谷川付替えを実施することとなった。しかし、支川加茂谷川合流付近の那賀川本川の縦断形状はS字湾曲を有し(図-3)、特に加茂地区下流端は堤防整備により屈曲形状となることから、それによる水位上昇の影響も考慮した合流部計画が必要となった。本稿では、那賀川本川と支川加茂谷川との治水上最適な合流位置に関する検討内容について報告する。

2. 事業概要と現地状況

(1) 事業概要

【事業名】 那賀川床上浸水対策特別緊急事業
(加茂地区)



図-1 加茂地区位置図



図-2 加茂地区浸水状況(2014年8月10日)



図-3 事業箇所周辺の河道状況

【事業期間】 2015年度～2022年度

【事業内容】 堤防・護岸 那賀川 約800m
加茂谷川 約1,000m
樋門 4基

【整備方式】

台風11号と同規模の洪水において、外水氾濫による家屋の床上浸水を防止することを目的として、経済性に優れ家屋移転が少ない「那賀川本川築堤+加茂谷川バック堤整備」(図-4)を採用した。

(2) 現地の状況

上述したように那賀川本川と支川加茂谷川の合流部付近では、図-3に示すように那賀川本川がS字湾曲し、交互砂州による土砂堆積がみられるなど、複雑な流況となっている。

本川の堤防整備および支川加茂谷川の付替え計画においては、過去の洪水時の流況や整備後の流況など現地状況を調査・分析した上で、水位上昇や土砂堆積などの影響を考慮した適切な合流位置の設定が重要となる。

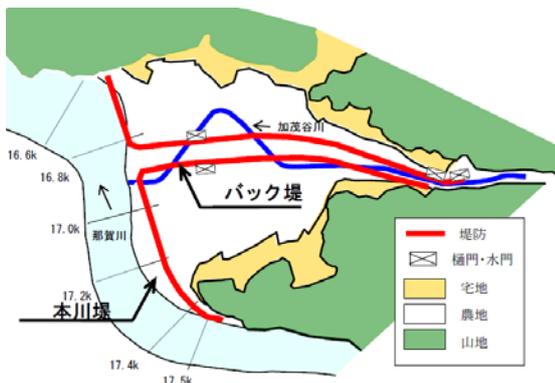


図-4 本川築堤+加茂谷川バック堤整備案

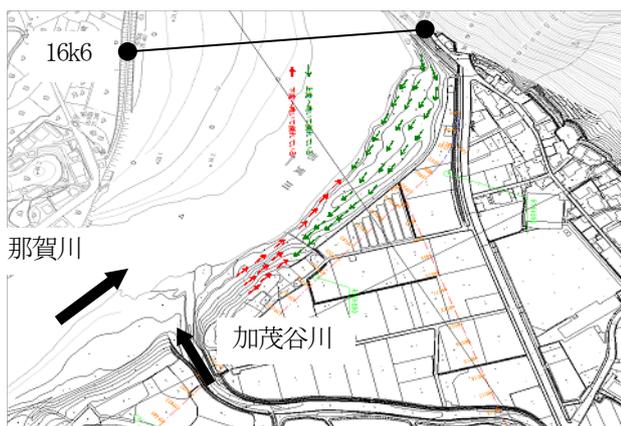


図-5 現地調査に基づく流向 (2011洪水)

3. 流況の把握

(1) 堤防整備前の周辺流況の把握

一般に、支川の合流位置は本川のできるだけ下流とした方が、本川水位が低く背水の影響が軽減され、内水排除にとっても有利であるとされている。しかし、当該箇所は加茂地区下流端が屈曲部となることから、屈曲による水位上昇の影響により必ずしも下流水位が低いとは限らない。

まずは、2011年洪水時のデータをもとに、本川河道の流況把握を行った。

図-5は、2011年洪水後に調査した樹木の倒木状況を示すデータである。本川右岸の矢印が、河岸で倒木した樹木の方向を示している。屈曲部直上流では樹木が上流向きに倒木している。一方、2011年当時の加茂谷川合流点に近い箇所では倒木の方向が下流向きとなっている。

図-6には、左右岸痕跡水位を示す。屈曲部が16k6となるが、屈曲の抵抗により右岸側で水位が大きく上昇し、上流に向かって若干逆勾配となっていることが分かる。

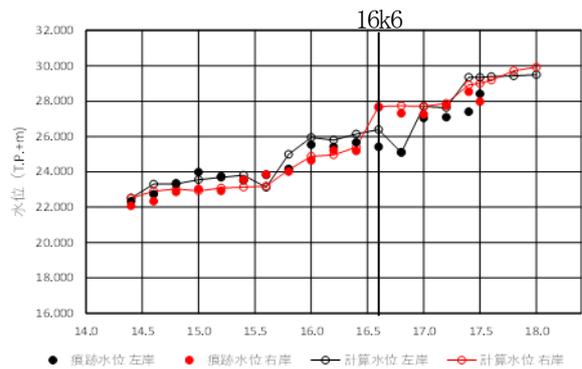


図-6 数値解析による再現解析 (2011洪水)

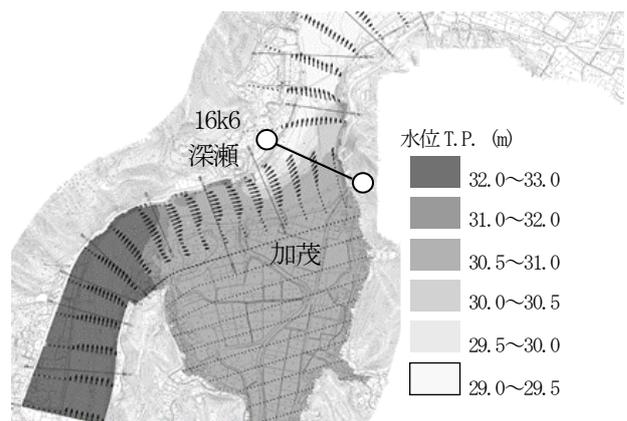


図-7 数値解析による流況再現解析 (2011洪水)

倒木状況および水面形の状況から、屈曲部右岸側で逆流が生じていたことが推定できる。堤防整備により、このような水位上昇および逆流がさらに大きくなることが予想され、本堤防整備において一つの懸案となる。

さらに、検討区間の詳細な流況を把握するために、2011年洪水を対象に平面2次元不定流解析を実施した。図-6に示すように、湾曲部と無堤地区（加茂・深瀬）を有する状況での左右岸痕跡水位を再現できるように解析を行い、図-7に示す平面流況を得た。得られた平面流況では、16k6右岸の岩壁に流速ベクトルが垂直に衝突していることが分かり、この流況が大きな水位上昇を生む要因となっていることが分かる。

(2) 堤防整備後の流況把握

堤防整備により、検討区間の水位・流速ベクトルがどのように変化するかを把握するため、堤防整備後の地形を対象に平面2次元不定流解析を実施した。流量は、既往最大洪水である2014年台風11号洪水の最大流量で解析を行った。図-8には解析により得られた左右岸水面形を、図-9には平面流況を示す。本川河道の堤防整備により加茂地区下流端には屈曲部が形成され、解析結果では屈曲の抵抗による大きな水位上昇と右岸側での逆流が生じている。この結果からも、屈曲による水位上昇および逆流域を意識した合流部計画が必要であることが分かる。

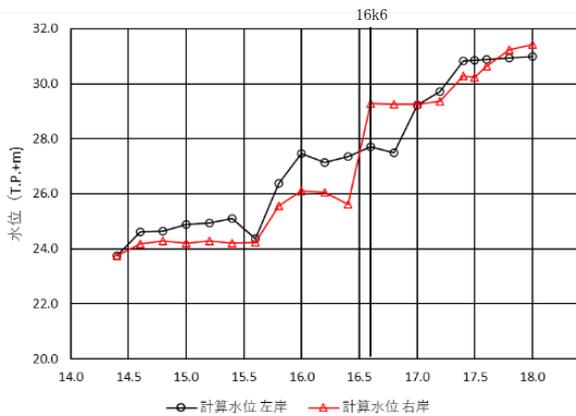


図-8 堤防整備後の水位解析結果(2014洪水)

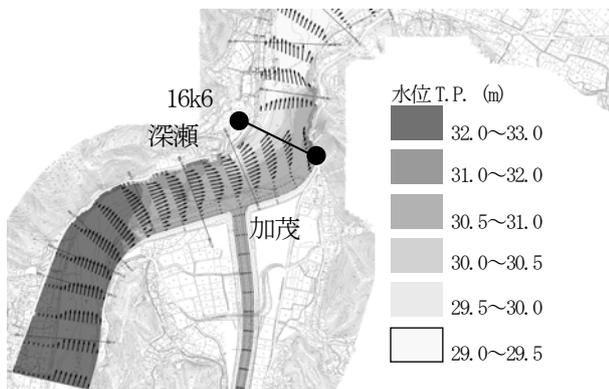


図-9 堤防整備後の流況解析結果(2014洪水)

4. 支川合流位置を決定するための評価指標の設定

(1) 評価指標

現状把握の結果をふまえ、支川合流位置を設定するためには評価するための指標が必要であると考え、洪水時の支川水位に与える影響、許可工作物設置基準（樋門と水門の設置基準）を参考に、本川水位が低いこと、水衝部を避けること、河床変動が小さいことの3つの指標を選定した。

a) 本川水位が低いこと（水位）

合流点の本川水位が低いほど、支川への背水影響が少なく、支川の洪水流下がスムーズとなり、内水の影響も軽減できる。

b) 水衝部を避けること（流向）

洪水時の流れの向きが、河道中心から、河岸側へ向かう方向（支川を逆流する方向）の場合、支川の洪水流下の阻害となることから、水衝部を避けることが重要となる。具体的には、流況解析で得られるベクトルが支川合流部へ向いていないことで評価を行った。

c) 河床変動が小さいこと（掃流力）

河床変動が大きいと深掘れや土砂堆積が生じる。深掘れが生じると、合流点周辺の堤防等の安全性低下が懸念され、逆に堆積が生じると洪水流下が阻害される。従って、合流位置は河床変動ができるだけ小さい箇所が望ましい。今回の検討においては、河床に作用する掃流力が大きく変化しない箇所を選定することとした。

(2) 合流点の評価位置

合流点評価を行う範囲は、図-10に示す評価ラインの範囲とした。合流点にすでに土砂が堆積していると支川の洪水流下が阻害される可能性が高いため、測点始端（測点1）は砂州下流端に設定した。また、測点終端は、合流点位置として湾曲部を避けたいと考えたことから（水位上昇の直接的な影響と逆流区間を避けるため）、測定終端（測点67）を右岸堤防が湾曲する始端に設定した。測点1と測点67をつないだ直線において5m間隔で評価測点を設定した。

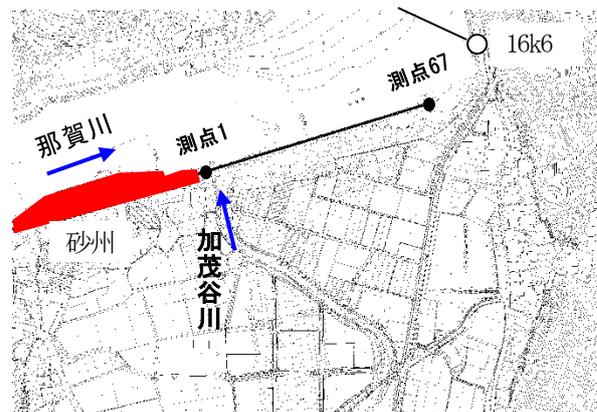


図-10 評価ライン

5. 各評価指標の評価結果

図-11に、図-9に提示した解析結果から評価ライン上の各指標に関係する水位・流向・掃流力について抜き出した数値をそれぞれ提示する。横軸の数値は評価ラインの測点番号を示す。

(1) 本川水位の影響評価

評価ライン上の水位分布（図-11 (a)）をみると、下流（測点67）から上流に向けてTP29.4m程度の水位となる。この水位縦断の中で、TP29.4mより低い水位の箇所があり本指標の評価としては、測点2～8および測点14～28に合流点を設定することが優位であることがわかった。

(2) 水衝部に関する評価

図-11 (b) 中に示す評価ライン上の流向分布を示す。上向きの流向が本川河道中心へ向かう流れを示し、下向きが堤防側へ向かう流れを示す。下流に位置する測点52-63は、流向が堤防側に向かっていることから、堤防整備後も渦を巻く流れが生じることが分かる。逆流が想定される当区間は、支川から本川への流下に支障が出る恐れがあることから、合流点位置からは除外する。

(3) 河床変動に関する評価

本検討では無次元掃流力（掃流力を土粒子の粒径・密度で無次元化）の増減により河床変動の有無について評価する。一般に、無次元掃流力が徐々に大きくなる区間では洗掘が生じやすく、逆に無次元掃流力が徐々に小さくなる区間では堆積が生じると考えられる。評価ライン上の無次元掃流力分布（図-11 (c)）をみると、測点25～49では無次元掃流力が徐々に減少することから土砂が堆積する傾向にあることがわかる。また、測点49より下流では無次元掃流力が0に等しいことから河床での流れが無く土砂が堆積しやすい。合流部で土砂堆積が生じると、支川の流下に影響することから、この区間は合流点位置として好ましくない。また、測点8～13付近では無次元掃流力が徐々に増加する傾向にあり、河床の深掘れにより堤防等の安全性が低下することが懸念されるため、この区間も合流点として好ましくない。測点0～8では短い区間で無次元掃流力が上昇低下をしていることから、河床が安定していないことがわかる。従って、河床変動の評価の観点から考えて測点14～24が優位であるということが分かる。

(4) 支川合流最適位置の設定

前述の3つの評価指標から、合流点として優位である区間を整理すると、14～24となる。本計画では最終的に測点15～23に合流点位置を設定した。

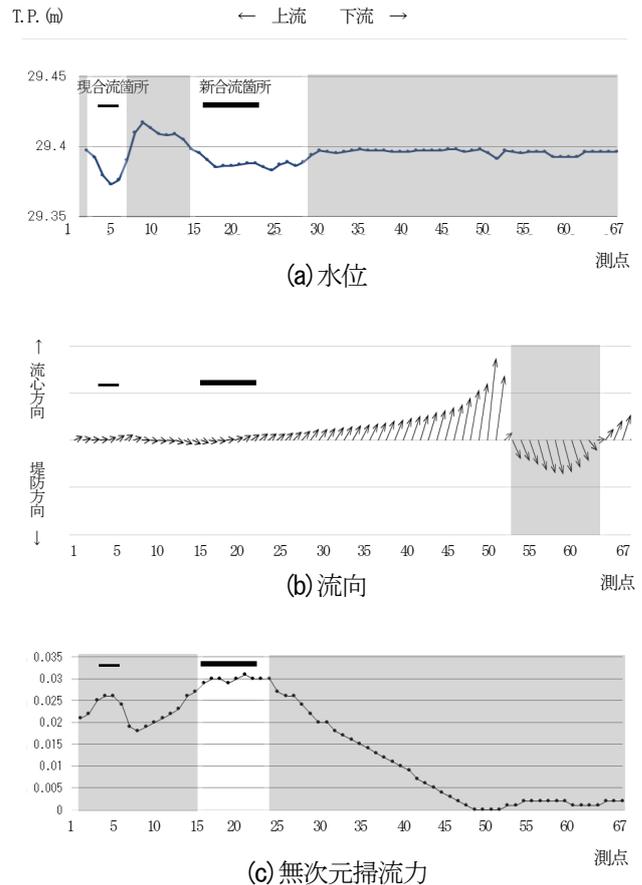


図-11 新設合流点の設定に関わる3つのデータ

6. おわりに

河川管理施設等構造令や工作物設置許可基準等には、水門・樋門の設置位置についての条件は明記されているが、支川合流位置の選定条件は明確にされていない。そのような中、本川がS字湾曲し、複雑な流況を呈している支川加茂谷川の付替にあたり、最適な合流位置を選定するために①本川水位が低いこと②水衝部を避けること③河床変動が小さいことの3つの指標を設定し、水理解析により定量的な評価を行った。その結果、設定した3つの評価指標をクリアする治水上最適な合流位置を選定することができ、加茂地区の治水安全度を高められたと考える。

本検討から、特に複雑な流況を呈する箇所では支川の付替えを行う場合には、安易に既存合流部で合流位置を決定するのではなく、重要な指標を設定し、調査・解析等のデータから評価した上で、合流点を決定することが重要であることがわかった。本提案が、今後の支川合流位置の検討の際に参考になれば幸いである。

謝辞：本調査の実施に当たり、多くのご助言をいただいた阿南工業高等専門学校 創造技術工学科建設コース 准教授の長田健吾氏に深謝の意を表す。