資料-2

第1回 阿賀野川上流部河道計画検討会

説明資料

令和 3年 3月24日 北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

第1回 阿賀野川上流部河道計画検討会説明資料 目 次

1.	施設の概要	 1
1.1	施設位置	 2
1.2	地形•地質概要	 4
1.3	渡場床固の構造	 13
1.4	周辺施設設置状況	 16
1.5	現況流下能力	 19
2	施設の設置日的と効果	 21
<u>2</u> .1	渡場床固の設置目的	 22
2.2	渡場床固の効果	 24
3.	検討の方向性	 31
3.1	渡場床固改築計画策定に向けた検討方針	 32
3.2	改築の方向性	 33
3.3	検討に用いる解析モデル	 34
3.4	水理模型実験概要	 38
3.5	断面確保策	 41
3.6	代表ケースの抽出	 43
4.	今後の検討	 45

1. 施設の概要

1.1施設位置

- 渡場床固は阿賀野川29.35kに位置し、昭和32年に設置された施設であり、低水路を横断する床固工である
- 設置位置の川幅は750mであり、右岸側は堤防護岸、左岸側は約400mにわたり高水敷が広がり、低水路は右岸に寄っている



1.1施設位置(渡場床固現況写真)



1.2 地形·地質概要 周辺地質

- 渡場床固が位置する渡場地区周辺は、概ね扇頂部に位置し、上流約3kmからは山付部を挟み、直轄上流端の馬下地区では盆地状の地形となっている
- 当該地区周辺は過去幾度となく氾濫・蛇行を繰り返しており、河道の変遷の著しい区域であった



1.2 地形·地質概要 河床縦断形経年変化(平均河床高)

- 平成元年までは全川で河床低下が進行。平成元年以降は砂利採取規制区間が拡大し、河床低下の進行が沈静化
- 河道特性は渡場床固を境にSg2-1、Sg1に変化、縦断勾配の変化点となっている
- 床固直下では洗掘が進行。H23洪水前にブロックを投入により以降は河床高が上昇し、近年は安定傾向



1.2 地形·地質概要 河床縦断形経年変化(最深河床高)

- 床固直下部の最深河床高は、床固天端高に対し最大18m程度洗掘が進行。H23洪水前にブロックを投入して以降近年は安定傾向にあるが、床固天端高に対し10m程度の洗掘状況にある
- 阿賀野川直轄管理区間中流では、渡場床固設置以降で、灰塚地区(10k~11k付近)、横越地区(13k~14k付近)、中新田地 区(18k付近)で水衝部対策を実施、概成しており、近年は安定傾向にある



6

1.2 地形·地質概要 横断形経年変化

■ 阿賀野川の堤防は第一期改修により築造され、堤防間川幅は床固付近から変化し、下流では900m、上流では750mである
 ■ 床固下流・上流とも、流路(低水路)は概ね安定しており、澪筋は安定している





7

1.2 地形・地質概要 上流ダム敷高と堆砂状況

- 渡場上流域には、大小合わせて32のダムが位置している。近傍に位置するダムとしては、阿賀野川本川における只見川合流 後の6ダムが位置し、その完成年度は、昭和3年(1928) ~昭和38年(1963) である
- ダム完成後約60年から90年以上経過しており、貯水池内には土砂が堆積し、ほぼ満砂状態となっている



1.2 地形・地質概要 河床縦断形経年変化(河床高変化と河床材料変化の関係整理)

- 阿賀野川の河床材料は採取場所によりS45,S46程度の幅を持つと考えられる
- 近年、23k(早出川合流点)より上流では、H23の粗石粗礫と置き換わる形でH29の中礫の割合が高くなっている。粗石粗礫 の供給量が減少している可能性がある
- 23kより下流の河床材料は主に中砂より細かい材料で構成されており、粒度分布は安定している



1.2 地形・地質概要 河床縦断形経年変化(河床高変化と砂利採取との関係整理)

■ 高度成長期(~S48年)には年間900千m³程度の砂利採取が実施されており、同時に河床低下量も進行したが、近年はほとんど砂利採取が実施されておらず、河床高変化も安定している



1.2 地形·地質概要 河床縦断地形(床固直下)

- 床固を越流する流れは、平常時にあっては床固本体全幅にわたり流れるが、施設中央部が最も低いため、中央部に流れの偏り がある
- 出水時にあっては、右岸側に流れの集中域が生じ、この結果、現在は直下右岸側に深掘が発達している



1.2 地形・地質概要 河床縦断形経年変化(最深河床高と地質の関係整理)

- 渡場床固付近の地質は、玉石混り砂礫、砂礫を主体とし、シルト質砂礫よりなっている
- 床固下流の深堀部(最深河床)の地質は、砂礫層(沖積層)でN>50となっている。最深河床高付近での地質の変化はないため、 地質が主要因となる急激な変化は少ないと予想する



1.3 渡場床固の構造

設置時の構造は、本体長200m、左岸側河岸擦りつけ部とあわせ、幅5mで鋼矢板(矢板長3~4m)を上下流に設置し、厚さ1.5 mをプレパックドコンクリートとする本体部と、下流側に十字ブロックなどの護床ブロックによる構造構成としている。また、 本体の一部区間をT.P.+11.8mで切り欠いている

設置時の渡場床固平面図



1.3 渡場床固の構造

■ 渡場床固はS32完成以後、度重なる補修を繰り返しており、S51~S52には本体の一部が倒壊・流出し、深掘れ対策として異形 ブロック(8t~16t)を約3,400個投入する大補修を行い、近年では平成15年に両岸被災に伴う災害復旧工事を、平成17年に も床固の上下流に異形ブロックを設置する等、補修を繰り返している

渡場床固補修工事一覧							渡場床固補修工事履歴平面図
名称又は種類	工種	完成年	構造又は能力	番号		摘要	
渡場護岸	護岸	S25	320m	2-1	右岸	27.0km+15m~27.4km-5m	
	水制	S25	10基	4-1	右岸	27. 0km+15m~ 27. 4km-5m	
	護岸	\$32	407m	2-4	左岸	29. 2km+114m~29. 4km+28m 29. 4km+67m~29. 6km+189m	
護岸根固水制(災)	護岸	\$32		2-5	左岸	29. 0km+118m	第1月25年(1807年)(1807年)) " 一部日本語学家教授(1807年)) " 一部日本語学家教授(1807年)) "
	根固め	S32		3-1	左岸	29. 0km+118m	
	水制	S32	1基	4-2	左岸	29. 0km+118m	114 M A A A A A A A A A A A A A A A A A A
笹堀護岸	護岸	S33	35m	2-6	左岸	29. 2km+39m~ 29. 2km+65m	
笹堀護岸	護岸	S33	85m	2-7	左岸	29. 0km+62m~29. 2km+39m	7 . 20
渡場水制	水制	S33	3基	3-3	右岸	29. 2km+55m~29. 2km+155m	
世堀護岸災害復旧	護岸	\$34	30m	2-8	左 岸	29. 2km+39m~ 29. 2km+65m	
世紀小利火舌復旧	小利	534 \$26	奉 6甘	4-4	左戸	29.0km+192m	BRITHE COLOR
<u>彼</u> 物小司	不同	\$37	150.4m	2-11	た岸	29.4Km+34m~29.0Km+28m 20.2km+65m+20.4km+2m	
	根間め	\$37	根固、十字ブロック	3-3	左岸	29.2km+65m~29.4km+3m	105mm
渡場水制災害復旧	水制	S41	2基	4-6	右岸	29.0km+225m~29.0km+275m	· 资源推进 · 资源 推进 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
笹堀床固(災)	護岸	S44	護岸 33m、床固 289個	2-16	左岸	29.4km-80m	A CONTRACT OF A
	根固め	S44	床固 289個、護岸 33m	3-7	左岸	29.4km-80m	
渡場護岸	護岸	S45	78m、根固工 330個	2-17	右岸	29.4km-105m~29.4km-27m	
	根固め	S45	根固工 330個	3-8	右岸	29.4km-105m~29.4km-27m	5 m D () () () () () () () () () (
笹堀床固護岸災害復旧	護岸	S46	210m・2,832mi、土工 2,250、法覆工 210m 床固工 1式	° 2–18	左岸	29.6km-125m~29.6km+85m	
	根固め	S46	床固工 1式・1171個	3-10	左岸	29.6km-125m~29.6km+85m	
渡場根固補修	根固め	S50	コーケンブロック 942個	3-11	右岸	29. 6km+5m	
渡場床固災害復旧合併	根固め	S51	護床工(三柱プロック/8t 416個)、本体工(三〕 プロック16t 180個)	3-12			平成6年(1803023) - 100m - 114-114 - 114-114-114-114-114-114-114
渡場床固根固災害復旧	根固め	S54	33m、土工1,413、255個	3-16	左岸	29. 2km+99. 3m~ 29. 4km- 100. 6m	振場床園応急対策工事 (12回 法は13回 法は13回 滞進場店の10001) (12日 法は13回 法は13回 (1800301)
渡場根固災害復旧	根固め	S57	32m、土工 148	3-17	右岸	29. 2km+40m~ 29. 2km+72m	
渡場床固災害復旧	根固め	S62	床固 1式、異形プロック(16t)製作据付310個	3-18	左岸 右岸	29. 2km+140m 29. 4km	平成15年(1803/029) 渡場床固右岸災害復旧工事 一般期間 一般者出回
渡場床固災害復旧	根固め	S63	床固 1式、異形プロック(4t)	3-19			「「大和市長」「「「「「「「「「「」」」」」「「「「」」」」「「「「」」」」」「「「」」」」
渡場床固応急対策	根固め	H5	37.6m、床固復旧20m	3-20	左岸		平成17年(1803033) 探索目前 年(1809304)
渡場根固(災)	根固め	H6	根固工 101m、中空三角5t 540個	3-21	左岸	29.2km+100m~29.4km	產場床固下流洗掘対策工事 废損災害関連工事 (=150m 段)幣[[1]]
渡場根回(災)をの2	根回の	Hb	根回上 140m、シェーク51 486個	3-22	石厈	29.4km~29.4km+140m	提屆的ブロック610個 液場以降
波场床回心忌刈束 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	根因め	HS	3連設TF、412回、店19350回 鎌島工180m キエーオ	3-23	大岸		明和10年(18030)287
波場水田取り設中心心内來	報告	H11	252m、法覆工1式、羽口工1式、根固工1式(異形	0 24 ≶ 2_20	七片	0001	· 渡場床面応急対策工事 长回 五 / 渡場加加 / 2003の16,33m + (1802018)(/
<i>这物设件火</i> 古该口	超片相因め	H11	ブロック・4t) 635個 相因工252m 卑形ブロック4t 635個	3-26	石岸	290km+110m~298km+134	平成15年(1803の30)
渡場床固魚道新設	根固め	H12	床止め・床間め1式、角道工1式、角道50m	3-27	右岸	292km+50m~294km+10m	
渡場根固応急対策	根固め	H12	床固め1式、根固ブロック製作180個	3-28	左岸	Local Contraction	
渡場床固右岸災害復旧	根固め	H15	河川土エー式、護岸エー式、根固めブロック39 個	6 3-29	右岸	29. 2km+80m~ 29. 2km+150m	
渡場床固左岸災害復旧	根固め	H15	 河川土エー式、護岸エー式、根固めブロック製 作8t 355個	3-30	左岸	29.2km+110m~29.2km+150m	" " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
渡場災害復旧その2工事	護岸	H17	、 大型プロック張 68ml、根固めプロック (8t)280個 (16t)65個 河川土工 1,200m3	2-21	右岸	29. 2km~29. 2km+170m	
	根固め	H17	大型プロック張 68m゚、根固めプロック (8t)280個 (16t)65個 河川十工 1,200m3	3-32	右岸	29. 2km~ 29. 2km+170m	(170401,昭和3年(180404)照和33年(180207) (1802011)(13073)
	盛土	H17	大型プロック張 68m [*] 、根固めプロック (8t)280個 (16t)65個 河川ナエ 1,200m ³	7-1	右岸	29. 2km~ 29. 2km+ 170m	22
渡場災害復旧工事	根固め	H17	床固め1式、根固ブロック製作666個	3-31	左岸	29.2km+110m~29.2km+150m	日和2年(19072055) ~ " 昭和34年(1)
渡場災害関連工事	根固め	H17	根固ブロック1,008個	3-33	右岸	29. 2km+60m~29. 2km+110m	23011(17402) 「「「「「」」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」
渡場床固下流河床洗掘対策	根固め	H22	根固ブロック610個				『岸雅園水則(災) "
渡場床固災害復旧工事	根固め	H24	河川土工,護岸基礎工10m、法覆護岸工42m2,護 床・根固工1式	15	左岸	29. 2k+67m~29. 2k+102m	
渡場床固魚道補修	根固め	H26	3連ブロック投入、魚道5m		右岸	29.4k	" I I I I I I I I I I I I I I I I I I I
							14

1.3 渡場床固の構造

■ 渡場床固は度重なる被災・補修により、鋼矢板・ブロック層積・ブロック乱積・魚道で構成され複雑な構造となっている。また、床固直下の深掘部には、多量のブロックが投入されている



1.4 周辺施設設置状況(床固上流 横断工作物·堤防横断工作物)

- 横断工作物としては直轄区間上流端に阿賀野川頭首工があり、農業用取水などに利用され、阿賀野川の左右岸の耕地、約11,600haを潤 している。その他の横断工作物として、床固上流では馬下橋に限られる
- 樋門・樋管は、河川管理施設として3基、許可工作物として1基が設置されている
- 揚水施設として従前は笠堀揚水機場、宮川揚水場が設置されていたが、現在使用されていない





取水口は阿賀野川管理区間より上流





小松大沢川樋門







1.4 周辺施設設置状況(護岸設置状況)

- 藤戸川合流点上流では、根固ブロックを乱積し河岸侵食を防止する区間が多く、さらに左岸側山付区間ではコンクリート擁壁により保護して いる。支川合流は藤戸川に限られ、今後支川合流点処理を計画している
- 藤戸川合流点下流右岸側は、山付区間であり、魚岩層が露岩している箇所もある。左岸側有堤区間は天然河岸であり、河岸保護をなして いない
- 床固下流では、過去の水衝部を中心に低水護岸が整備されている。高水護岸は、S21被災した小浮地区(阿賀野川右岸)において、整備 されている



1.4 周辺施設設置状況(護岸根入状況)

- 渡場床固上流区間での護岸根入高は、平均河床高程度の設置高となっている。床固があることにより床固上流区間の河床の安定がはかられている
- 渡場床固下流区間は、砂利採取による河床低下が顕著であったことから、最深河床高より高い区間が多い



1.5 現況流下能力

- 流下能力のネック箇所である阿賀野市下里地区では、河道掘削を実施し、令和4年度までに弱小堤部暫定改築を完了予定であり、渡場床固より下流で整備計画目標流量を流下する上での器が確保される
- 渡場床固地点で河積阻害となっており、整備計画目標流量に対し河積が確保されておらず、また、上流築堤は下流への負荷を 軽減のため、HWL堤での整備に留まっており、早急な改築により流下能力を確保する必要がある



1.5 現況流下能力

■ 渡場床固は敷高が高いため、河積を阻害しており流下能力上のボトルネックとなっており、整備計画目標流量において上流区間に対し HWLを超過。直近では、令和元年10月出水にてHWLまであと55cmに迫る状況であった

■ 氾濫域は右岸阿賀野市街地を含め広範囲に広がり、被害は甚大



2. 施設の設置目的と効果

2.1 渡場床固の設置目的(設置経緯)

- ◆ 阿賀野川では大正4年から昭和8年に第一期改修を実施し、築堤の他、満願寺・沢海間の捷水路の通水に伴う付近の河床低下を抑制する ために、沢海地区に床固工を設置(沢海第一床固 昭和3年~昭和4年)
- ◆ 昭和8年以降新潟県に管理が移管されたが、その後荒廃が進んだため、昭和22年より第二期改修に着手
- ◆ 昭和24年度策定阿賀野川改修総体計画において、常水路の固定、河床低下の抑制等を目的に5箇所の床固め工を計画。そのうち、河床低下が顕著となった沢海地区(沢海第二床固 昭和24年~昭和28年)の後に渡場地区に設置されたのが、渡場床固(昭和29年~昭和32年)である(第二期改修)
 - ※なお、昭和40年第2次治水五カ年計画時には、河床の安定がみられたので、残り3基の床留計画を取りやめ



2.1 渡場床固の設置目的(設置位置の選定)

【上流河床安定】

旧安田橋、揚水機場水位保持のため、河床安定を図ることが可能な位置であること

【河道常水路化】

昭和21年融雪出水にて小浮地区(阿賀野川右岸)にて堤防が約1,100m欠壊が発生。第一期施工にて捷水路などにより流路の短縮 を図り、河道安定を図ることが可能な位置であること

⇒流路短縮を図った上流端であり、S21被災箇所より上流で且つ揚水施設より下流の現位置を設定



2.2 渡場床固の効果(常水路化)

◆ 昭和21年4月融雪出水により延長約1,100mにわたり右岸川堤防が欠壊。二期改修の契機の一つとなり、常水路化を目的として床固を設置。 設置以降の澪筋は概ね固定化され、早出川合流点以降まで堤防に近接する水衝部の発達はない



2.2 渡場床固の効果(常水路化)

◆ 水衝部箇所では、高水敷幅が堤防を安全に保護するために必要となる幅(30m)を不足している。

◆ 渡場床固付近(23.4k)では、右岸の高水敷幅が不足している。



2.2 渡場床固の効果(常水路化・上流河床安定)

◆床固下流の流路は複列状から単列状に変化、流路が固定化

◆床固上流の河床は安定し、且つ、流れも平滑化し、水衝部が形成されにくい河道に変化



2.2 渡場床固の効果(流路安定 試算)

- 床固が流路安定に果たす役割を把握するため平面二次元河床変動モデルを構築し、施設有無による影響を確認する
- 解析モデルは、R1.10出水痕跡水位・流況を再現したモデルを用い、以下の3流況により床固の必要性を把握
 整備計画目標流量;11,200m3/s、安田橋が流出した洪水;S33年 8,930m3/s、小浮地先被災;S21 3,220m3/s

<u><計算条件></u>

<検証計算結果(R1.10洪水 Qp=9,153m3/s)>



2.2 渡場床固の効果(流路安定 試算)



2.2 渡場床固の効果(流路安定 試算)





3. 検討の方向性

3.1 渡場床固改築計画策定に向けた検討方針

<施設改築上の課題>

- 阿賀野川上流部はかつて氾濫・蛇行を繰り返し河道の変遷が 激しい河状を呈する地形条件にあり、現在も河道平面線形・ 縦断地形とも複雑。渡場床固設置以前には融雪出水による 堤防欠損が生じるなど複雑な流れ場にある
- 本体落差に伴う流水エネルギーにより、昭和51年融雪出水による本体一部倒壊をはじめ、被災・補修を繰り返してきており且つ施設直下には深掘が進行している

<課題への対応>

<u>河道計画</u>

<u>複雑な流れ場を正しく把握した上で施設機能を明確にし、施設</u> 諸元を含めた河道計画を定める …「阿賀野川上流部河道計画検討会」

現況施設流況を適切に評価・把握し、同様な水理特性・河床変動特性を実装した施設とすべく、高次数値解析、三次元水理模型実験を用いて学識者、有識者から意見・助言を受けつつ、施設機能の明確化を含めた河道計画・施設諸元を決定する。

施設設計·施工計画

流水エネルギーを正しく把握し、河道と施設への適正な分担を 含めた維持可能な施設構造を定める ・・・「阿賀野川渡場床固改築検討会」

流水エネルギーによる河道、施設への影響を適切に評価・把握し、 施工性・経済性を踏まえ最適なエネルギー分担により維持可能 な河道、施設を高次数値解析、水理模型実験を用いて学識者、 有識者から意見・助言を受けつつ、施設構造を決定する。あわせ て、施工時流況による悪影響を把握し、適切な施工計画を定める。

阿賀野川上流部河道計画検討会	阿賀野川渡場床固改築検討会						
・現況河道特性評価 ・渡場床固の機能把握 ・目指すべき整備の方向性(目標)設定 ・断面確保策(設定河道) ・渡場床固の位置け明確化	 ・落差高、詳細位置、減勢方法検討 ・構造形式・施工時流況確認 ・構造・施工計画決定(魚道含む) 						

複雑な流れ場に対し、高次数値解析、水理模型実験 の両輪で検討を行う





32

■ 施設の必要性 施設撤去による偏流発生、水衝部の形成・移動に対するリスクの除去

■ 施設の機能

流れの平滑化・流向是正機能による洪水流れに対する河道の安全性確保

■ 落差の必要性・必要落差高 施設の機能を発揮した上での最小限の落差高設定

■ 軸位置

施工確実性を確認の上、現況位置により従前の洪水流れを踏襲

■ 施設構造

施工確実性・維持可能な施設構造を確認の上、緩傾斜型を基本に検討

■ 施工計画

非出水期施工を原則とし、施工時流況による悪影響を廃した施工方法

3.3 検討に用いる解析モデル

- 床固機能を適正に評価する上では、床固と床固直下の深掘れ部が有する水理機能(床固自体が有するエネルギー分担、深掘れ 部のエネルギー消散機構)を明確化することが重要となる
 → 平西二次元報告はの批組ルで洪水済の三次元性の評価が可能なCPV(2注、一般広西済速報告注)により、洪水時の渡堤店用用
 - ⇒平面二次元解析法の枠組みで洪水流の三次元性の評価が可能なGBVC法(一般底面流速解析法)により、洪水時の渡場床固周 辺の洪水流況を把握する
- 上記水理量による土砂移動特性を把握し、維持管理可能な河道を検討するため、平面二次元河床変動解析モデルを用いる
- ◆渡場床固周辺で考慮すべき水理・土砂現象

 - ✓ <u>床固によるエネルギーの分担状況</u>
 →床固と床固直下の深掘れ部が有する水理機能の評価
- ◆GBVC法+平面二次元河床変動解析の概要





3.3 検討に用いる解析モデル(水理解析)

- GBVC法+平面二次元河床変動解析モデルを用いて平成23年7月洪水を対象に検証計算を実施。
- 水理解析はGBVC法により実施し、洪水時の動画より作成した主流位置と、GBVC法による水表面流速、流線より実績の洪水流況を概ね再現しているこ とを確認。

◆検証条件

項目	検討条件		検							
解析手法	GBVC法+平面二次元河床変動解析モデル									
対象区間	阿賀野川23.2k~35.88k区間(34~35.88kは県区間)		26 25							
対象洪水	H23実績洪水波形(ピーク流量9,948m ³ /s)		24 23							
	初期河道:H23.7洪水前河道(H21定期測量ベース)	28 27 26 25 24 23 24 21 20 4 21 20 4 15 15 14 13 11 10 9	22 21							
川道ナータ	検証河道:H23.7洪水後河道(H23定期測量ベース)	5(T.P.r	20 19							
下流端水位	H-Q式より流量を水位換算(23.2k地点)									
	低水路:検証計算による逆算粗度係数		15							
	23.2~29.35k:0.035(床固下流区間)		13							
粗度係数	29.35~34.0k:0.038(床固上流区間)		11 10							
	高水敷:地被状況に応じて設定		9 2							
	グラウンド:0.025、水田・畑地:0.030、 構造物:0.020									
樹木群	検証計算による樹木群透過係数 k=45.2									

証計算結果(計算水位と痕跡水位の比較)



◆検証結果(洪水流況)

実績の洪水流況(洪水時の動画より作成)

検証計算結果(水表面流速)



3.3 検討に用いる解析モデル(水理解析)

写真:平成23年9月出水ピーク時付近流況



3.3 検討に用いる解析モデル(河床変動解析)

河床変動解析解析は平面二次元河床変動モデルにより実施し、洪水前後の河床変動状況より、渡場床固付近の実績の河床変動状況を概ね再現していることを確認

◆検証条件



3.4 水理模型実験概要(実験目的)

河道湾曲や落差によるエネルギー分布が複雑な流れ場にあって、数値解析により把握しがたい水理量を水理模型により把握し、 適宜数値解析にフィードバックしつつ、最終的な河道形状による流況を確認することで、確実な河道計画を定めるため実施する。

◆実験を行う上での視点

床固なし

右岸際で高流速 (4m/s~7m/s)が発生 小浮地区

①検証が困難な河道特性の把握(床固がない河道)
 ②数値解析の裏付け、数値解析で表現困難な現象の把握、反映
 ③床固の最適な施設諸元の設定、最終流況の把握

<検証が困難な河道特性の把握⇒床固の必要性>

局所的流速8m/s高流速域を形成

埋防廠で高流速が発生

- 床固設置以後の河道変遷や数値解析の結果より、従来流路変動が激しい渡場床固周辺の河道において、床固は流れの平滑化や流路の安定化に寄与していると想定される
- 対象区間は、床固の落差や河道湾曲により複雑な流れ場が形成されると 考えられることから、実験により3次元的な流れ場の傾向を把握し、床固 の必要性を明確にする

床固あり

右岸際(1m/s~2m/s)より

低水路中央(3m/s~4m/s) のほうが流れが速い

<数値解析の裏付け、数値解析で表現困難な現象の把握、反映⇒水理的な課題>

水理的な課題	実験により確認・検討すべき事項
水理解析によると床固の流路安定化に寄与し ていることを、床固近傍の流れの再現精度を 高めて評価する必要がある	・床固のない移動床での流れ(偏流の発生 や、河床上昇・低下の有無)
下流河道の目標流況を確保するための床固お よび減勢施設の形式、形状を設定する必要が ある	・床固近傍の局所流 ・下流河道の深掘れ部 ・床固本体の構造安定性



数値解析で特に表現困難な水理現象⇒

エネルギー分担





<床固の最適な施設諸元の設定、最終流況の把握>

堤防付近で流れが

生じている

- 床固型式(落差の有無)により、落下流の発生状況が変化し、下流河道に おける流速分布(エネルギー分布)に影響を及ぼすと考えられる
- 床固形状と周辺の局所的な流れを実験により再現しエネルギー分布を把握する
- 落差が必要となった場合、その必要落差高(目的が発揮される高さ)については数値解析では設定しがたいと想定されるため、二次元水路により子細な検討を行う
- 設定した床固型式について、下流河道のエネルギー分担を低減するために、適切な減勢工諸元について検討する
- 得られた最適解について、数値解析、水路模型両面で確認

堤防付近で流れが

生じていない

3.4 水理模型実験概要(模型概要)

- 三次元模型(固定床、移動床);模型縮尺1/100とし、移動床および固定床の使い分けが可能な構造とする
- 二次元模型(固定床、移動床);模型縮尺1/20程度とし、床固周辺を抽出し、床固および河道形状を変更して減勢機能の把 握・検討が可能な模型とする

◆三次元模型



条件	必要模型縮尺
床固越流水深が水の粘性の影響を	→越流水深6mとすると、縮尺:1/200以上
受けない3cm以上	ハイドロ流実験を想定して越流水深3mから適
	用すると、縮尺1/100以上
移動床において、河床材が掃流し、	→平均流径d50=50mmとすると、縮尺1/350以上
砂蓮が発生しない	
→模型河床材流径0.2mm以上	

河道模型の二重底構造

【模型概要】国総研河川屋外実験場に製作。河道模型は、二重底構造とし、移動床と固定床実験の両方を効率的に実施できる構造とする。



◆二次元模型

[7	模型範囲】	・計画越流水深、護床エ下端 ・床固諸元が確定後、再現範	の想定水深。 囲の再検討る	より設定する。 を行う。	【模型構造】現	況施設では床固下流の深掘	れを再現し、改築後は深掘れを埋戻した形状とする。
	タイプ	模型上流端		模型下流端]	代表断面の深掘れ	
	直壁型	本体工から計画越流水深×10倍程度		護床エ下流端から想定水深×10倍程度		を再現し、現況施設	
	緩傾斜型					の減勢機能を把握	
[1	奠型縮尺】	・越流水位、護床エ下流の予	·測洗堀深は	こよる必要模型縮尺から1/20とする	改築後	ᅋᇣᆂᄺᆕᇉᆂᇣᇫᇆ	
	条件			必要模型縮尺		洋 1121年11日本部に同生の減	
1	最大越流水位~護床工下流想定最大洗堀深 →最大越流水位TP.2		水位TP.20m、最大洗堀深高TP.2.0mと想定		も、気が加速と回転の感		
	高か水路壁間	高1.2m以下	● 稲尺:1/	15以下(※女主を見込んで1/20と設定)	J		

3.4 水理模型実験概要(実験計画)

上流河道計画・床固工諸元設定に至るまでの実験を、次のとおり計画する。なお、実験結果は適宜数値解析にも反映させる。 ・三次元模型(固定床、移動床);床固の必要性(効果)、現況水理特性把握、落差の必要性、最適河道形状 ・二次元模型(固定床、移動床);現況施設エネルギー分担、落差高の詳細検討、床固および減勢工形状の最適形状検討



◆実験内容

模型	題目	河道	河床	床固	内容	評価指標	
三次元	<mark>三次元</mark> ①予備実験		固定床	あり	・実績水位を再現できるように粗度調整を行い、模型の再現性を確保	:水位 :流況	
	①床固の必要性の検討	現況	移動床	なし	床固無の状態で移動床実験を実施し、床固による下流水衝部への影響を確認して、床固の必 要性を評価(数値解析による必要性を補完)	・流速 - 水位 ・流況(水衝部) ・河岸侵食状況	
	②現況再現 現況			あり	 ・水位・流速等の水理特性の把握 ・現況河道のように深掘れがある場合の減勢効果の確認 ・流量が悪化する流量条件の把握 →数値解析のチューニングに活用 →改築に当たって基準流況の設定 →二次元水路減勢効果実験に活用 	 ・流速 ・水位 ・流況(跳水、水衝部) ・エネルギー縦断 	
③代表ケースによる落差工が 確認		計画	固定床	(落差工) (帯工)	・床固形状を模型で再現し、型式の違いによる流れの平滑化(偏流)を把握 →帯工型式又は落差工型式の決定		
	④現位置上流案基準流況再現	計画	固定床	あり (最適案)	 ・③で決定した型式に対する現位置上流案軸方向検討 →①基準流況の再現の可能性確認・・上流案可否 		
	⑤最適諸元流況確認		計画 固定床 あ		・基準流況との比較、確認 →諸元確定		
二次元	⑥現況施設の減勢効果把握 現況 固定床 あり ・現況施設(深掘れあり時)の減勢機能を把握し、改築後の目標流況を認		・現況施設(深掘れあり時)の減勢機能を把握し、改築後の目標流況を設定	・エネルギー縦断			
	⑦最適施設諸元·減勢工形式検討 計		固定床	あり	・目標流況を得られる最低落差高の検討	 エネルギー縦断:現況施 設と同程度 	
			移動床		・▶ 流沖追の目標流況に応じ、エネルキー分担が適止となる減勢万法を検討 		

3.5 断面確保策

- 計画高水流量(13,000m³/s)が流下可能な河道として、渡場床固の天端高(H)と天端幅(W)を4ケース設定
- 深さ方向(河床面の掘削)、横方向(低水路の拡幅)を実施して流下能力を確保することとし、拡幅を実施する際の掘削高は 平水位相当として、掘削後の低水路法線は床固位置を基準に上下流とすりつくよう設定

	ケース	床固天端幅	床固天端高	備考
1	■:現況天端幅を 維持した場合	200m	T.P.9.5m	現況天端幅(200m)で計画高水流量(13,000m³/s)が流 下可能な床固天端高を設定
2	■:現況の平均河 床勾配を維持した 場合	235m	T.P.11.0m	床固上流区間の現況河床勾配を維持して、計画高水流 量 (13,000m³/s)がHWL以下で流下可能な床固天端高、 床固天端幅を設定
3	■:計画天端高を 設定した場合	260m	T.P.11.8m	計画天端高(T.P.11.8m)で計画高水流量(13,000m ³ /s)が 流下可能な床固天端幅を設定
4	■:現況天端高を 維持した場合	275m	T.P.12.285m	現況天端高(T.P.12.285m)で計画高水流量(13,000m³/s) が流下可能な床固天端幅を設定



13



3.5 断面確保策

ケース	床固天端幅	床固天端高	備考		ケース	床固天端幅	床固天端高	備考
1 現況天端幅を維 持した場合	200m	T.P.9.5m	現況天端幅(200m)で計画高水流量 (13,000m³/s)が流下可能な床固天端高を設 定	3	計画天端高を設 定した場合	260m	T.P.11.8m	計画天端高(T.P.11.8m)で計画高水流量 (13,000m ³ /s)が流下可能な床固天端幅を設 定
現況の平均河床 2 勾配を維持した 場合	235m	T.P.11.0m	床固上流区間の現況河床勾配を維持して、 計画高水流量(13,000m³/s)がHWL以下で流 下可能な床固天端高、床固天端幅を設定	4	現況天端高を維 持した場合	275m	T.P.12.285m	現況天端高(T.P.12.285m)で計画高水流量 (13,000m³/s)が流下可能な床固天端幅を設 定



3.6 代表ケースの抽出

床固の落差の必要性を確認するため、現況の渡場床固天端幅200mに対し、整備計画目標流量がHWL以下で流下可能な河道(落差 工案)と計画高水流量がHWL以下で流下可能な河道(帯工案)を代表ケースとして、落差の必要性を確認する。



3.6 代表ケースの抽出

落差工案と帯工案の2案に対し、それぞれ床固下流深掘部を残す案と埋戻す案についても解析など行い、エネルギー分担を把握し、減勢方 法の検討に用いるものとする





4. 今後の検討

