

第8回 球磨川下流域環境デザイン検討委員会

遙拝堰下流の瀬の再生に向けた河床デザインの検討について

平成27年3月10日

八代河川国道事務所

河床デザインへの思い

球磨川下流域の自然再生の一環として、瀬・淵が連続する多様な流れを再生し、かつてのようにアユ等の魚類が豊富な環境とすべく、河床デザインの検討を行った。

対策実施の予定地となったのは、現在、遙拝堰のある地点である。ここは古来より八代地域の水利用上の要所で、文献によると中世には既に杭瀬が打たれていたと言う。また、球磨川のアユの生息環境として重要な地点でもある。

天正16年（1588）、肥後の国に入国した藩主加藤清正は、この杭瀬を石堰に改め「遙拝堰」と名付けた。水の勢いを下流に向かっていなす形式の斜め堰は、漢字の「八」の字に似ていたため、八の字堰とも呼ばれた。土木の神様と讃えられたその手腕によって、清正は、球磨川の急流を制御して地域の農業生産力を底上げし、度重なる一揆や洪水で荒廃していた農地や民心の立て直しを実現したのである。

八の字堰の「八」は、八代の「八」でもある。

球磨川の瀬・淵を再生するにあたり、この「八」の形態を採用することで、多様な河川環境と共に、かつてそこに在った風景と地域の歴史を蘇らせ、新たな八代の財産とする、これは「良好な環境再生」と「歴史的土木遺産の再現」を融合させる試みである。

球磨川下流域環境デザイン検討委員会

河床デザインコンセプト

【瀬の再生の基本方針】

1. 加藤清正由来の旧遙拝堰（八の字堰）の形状を基本とする。
⇒八の字堰の構造について、古文書、研究書等を元に、考え方、構造、施工方法、材料等について抽出し、できるだけ旧遙拝堰（八の字堰）の形状の復元に努める。
2. アユの生息環境に配慮する。
⇒河床整備するにあたって、アユの生息に必要な環境条件を整理するとともに、エサ場環境の拡大、継続的な産卵場を確保する。
3. アユ以外の生物にも配慮する。
⇒アユ以外で球磨川の指標種と位置付けられる、ウナギに対しては多孔質な構造、ヨシノボリ属に対しては礫河床、モクズガニに対しては餌環境と回遊性の向上等を確保する。
4. 現代の自然景観に調和させるようなデザインとする。
⇒球磨川の現在の自然景観の調和すべく、出来る限り球磨川の自然素材を活用する。
5. 空間利用が促進されるようなデザインとする。
⇒水辺空間の利用といった観点から、左右岸からの近づきやすさを向上させる。
旧遙拝堰（八の字堰）の形状と復元した経緯を含め、歴史・文化の学習の場として次世代に引き継ぐための啓発を実施する。
6. 近代の河川技術（水理的な根拠）より詳細な構造を模索する。
⇒上記1～5の基本方針を考慮するとともに、洪水時に流出しにくい構造とする。
また、福留脩文氏が取り組んで来られた「水制工及び分散型落差工」等の理論を活用する。

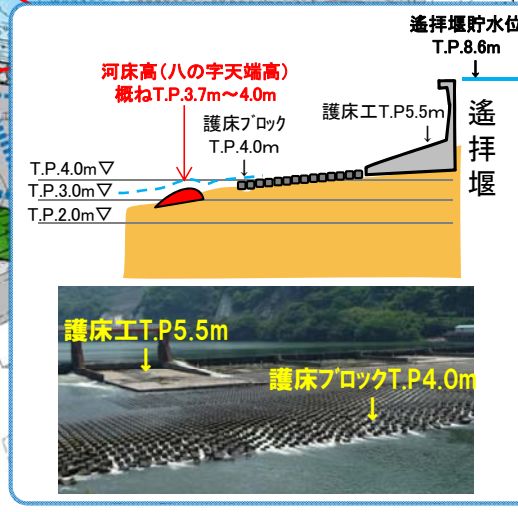
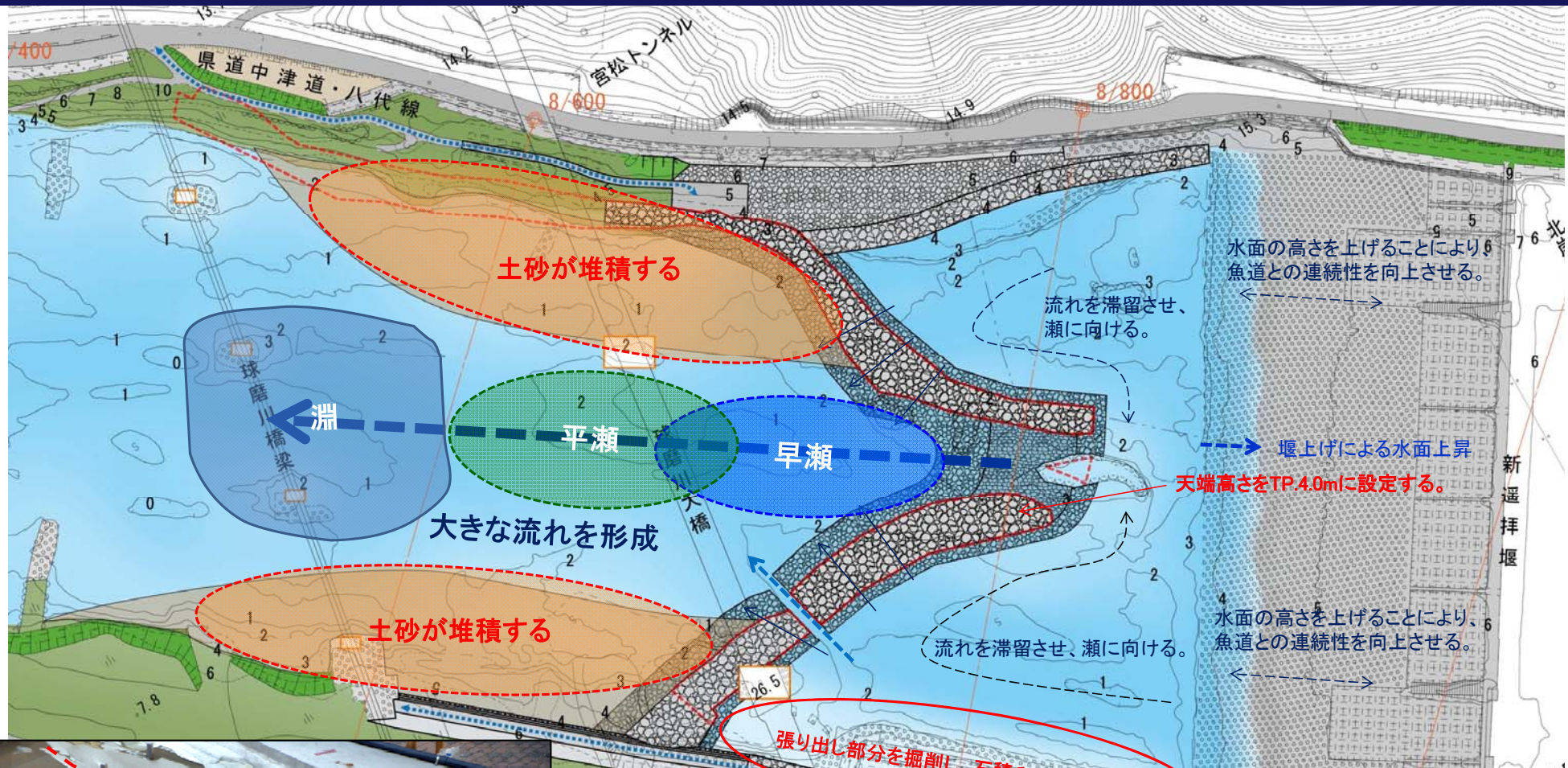
河床デザインコンセプト

【水理模型実験における決定事項】

河床整正の方法を確認するため、熊本高等専門学校八代キャンパスで水理模型実験を行い、その結果を「第7回 球磨川下流域環境デザイン検討委員会」に図り、最終的な八の字の河床デザインコンセプトを下表のように整理した。

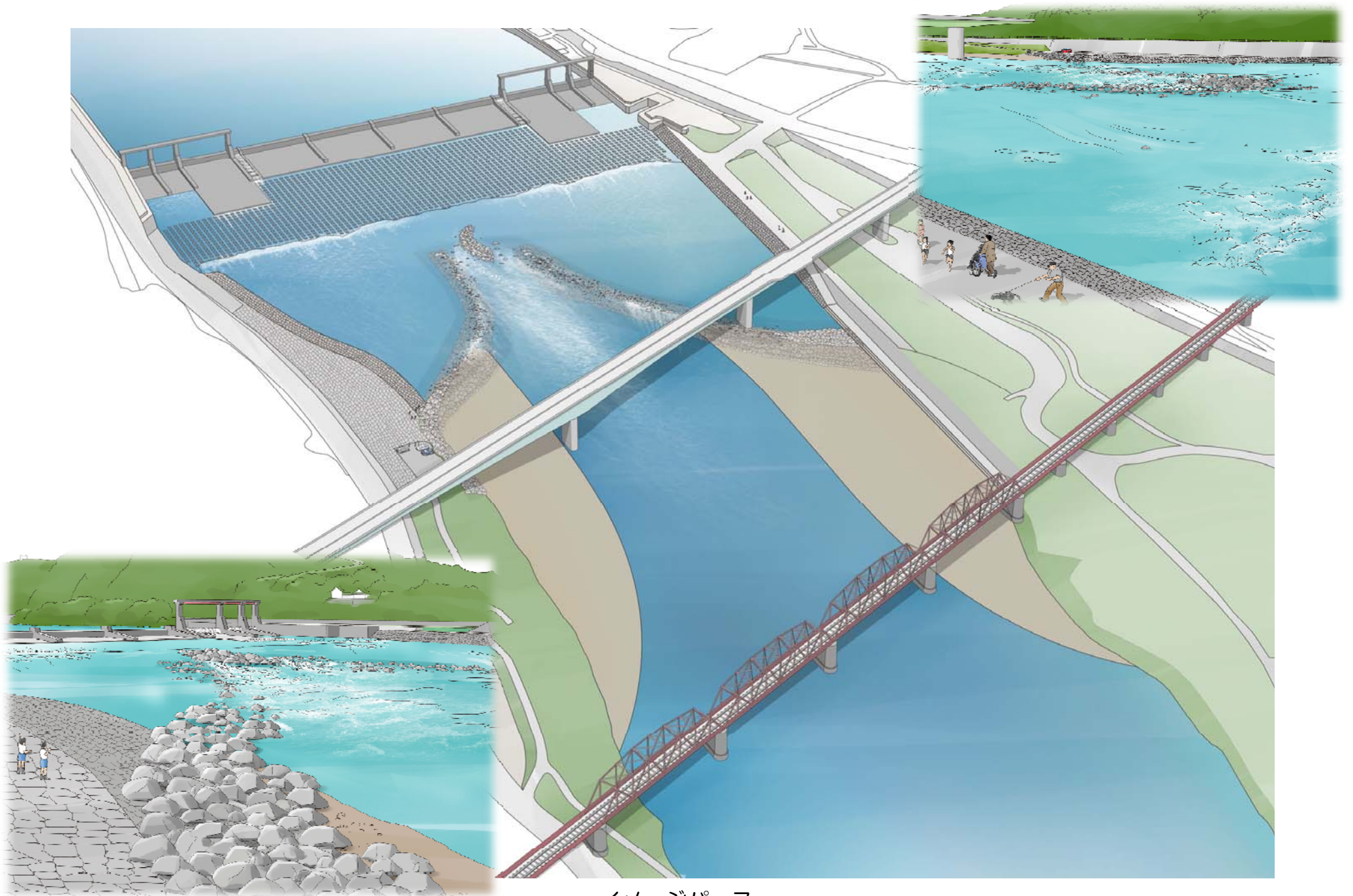
No.	項 目	検証結果（■は決定項目）
1	八の字の河床整正の 標 高	■<u>TP4.0mを基準に設計するものとする。</u> TP4.0mの場合、瀬の面積は目標に達し、かつ、中央部と越流部の流れの変化が多様な流れとなる。上流側の水位が上昇することから、遙拝堰の魚道との連続性の向上が期待できる。また、平水位のTP3.7mより30cm高いことから八の字の形状がはっきりと視認できる。 TP3.7mの場合、瀬の面積は目標に達するが、中央部と越流部の流れの変化が小さい。また、八の字上流側の水位上昇はするものの遙拝堰魚道との連続性の向上が小さい。
2	八の字の河床整正の 位 置	■<u>原案位置で八の字を形成することとする。</u> 原案の位置の場合、瀬の面積は目標に達し、かつ、中央部と越流部の流れの変化が多様な流れとなる。また、上流側の水位が上昇することから、遙拝堰の魚道との連続性の向上が期待できる。 30m下流に移動した場合、遙拝堰からの流れが一度滞留し流速が低下するため、瀬の面積は目標に達せず、八の字上流側の水位上昇は、若干の上昇にとどまった。
3	八の字中央の船通し部 （開口部）の標高差	■<u>船通し部は30～50cm程度の水深とする。</u> 舟通しの深さが0.5m、0.3mともに瀬の面積に大きな差はなく、水位上昇、流速の変化も確認できなかった。 そのため、自然石を使った施工では多少の凸凹が生じることから、標高差0.3～0.5mと幅を持たせて施工することとする。
4	八の字の河床整正の 構 造	■<u>加藤清正公由来の石積み構造を参考に、石組みについては福留脩文氏の近代河川工法を取り入れる。</u> ■<u>使用する材料については、可能な限り球磨川由来の巨石を使用する。また、石材の十分な確保が難しいことから、現地発生材を活用して、球磨川アユストーンや連結した石組み等を製作し活用する。</u> ■<u>速い流れが生じる箇所等には、強度を高める必要があるため、連結した構造とする。</u>
5	周辺の整備	■<u>遙拝堰直下の左岸の護岸形状は、張り出し部を撤去し、利用・景観を考慮した護岸等の整備を行う。</u> ■<u>遙拝堰直下の左岸の高水水制工の設置については、施工後の状況をモニタリングし、設置の有無を検討する。</u> 左岸側の護岸の線形については、張り出し部を撤去することで流れはスムーズになり、高速道路橋脚周辺の局所的な洗掘は軽減された。逆に左岸沿いに水が走りやすくなることから、河岸が洗掘される傾向にある。 水制工については、模型実験では、洗掘を緩和する効果が確認できなかった。

河床デザインコンセプト



河床整正デザイン：平面図

河床デザインコンセプト



イメージパース

河床デザインコンセプト

水理模型の諸元

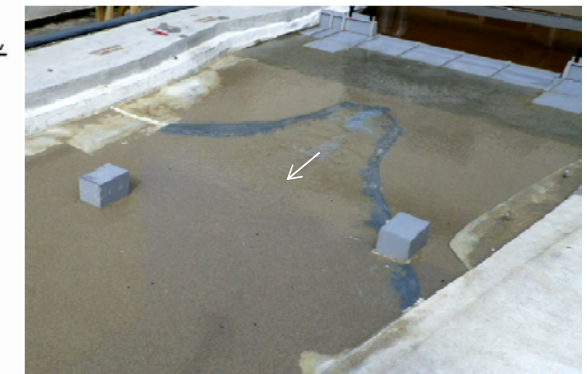
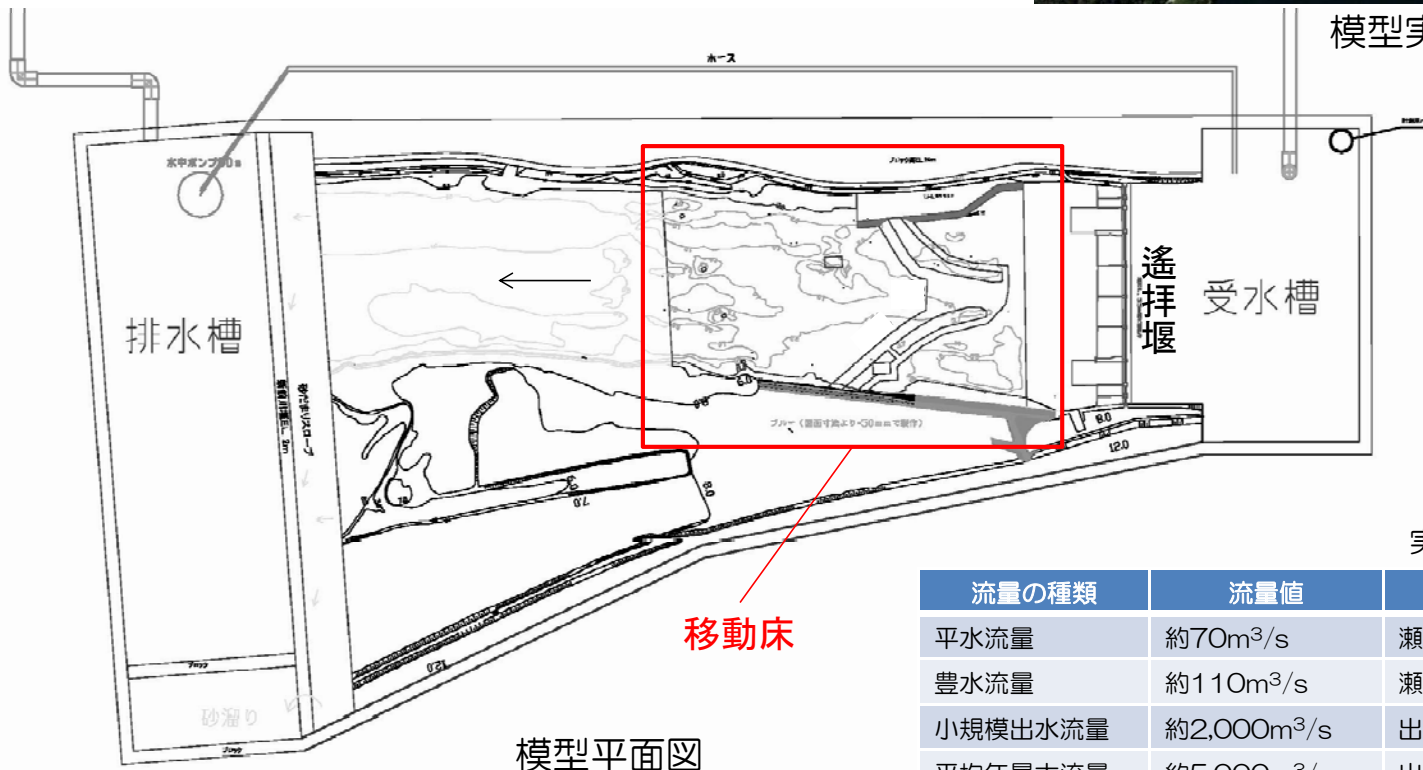
水理実験模型は、実現象の再現性をから1/100スケールで制作した。

模型では、球磨川河道8/000~9/000の範囲を再現し、模型での水流や瀬の状況（乱流状態）が分かるよう、水深3cm以上を確保しうる模型縮尺として設定した。

また、模型は移動床模型として、河床状況の変化が発現するよう設計した。



模型実験対象範囲



水理実験模型

実験流量

流量の種類	流量値	確認するポイント
平水流量	約70m ³ /s	瀬・淵等の多様な流れが創出されるかを確認
豊水流量	約110m ³ /s	瀬・淵等の多様な流れが創出されるかを確認
小規模出水流量	約2,000m ³ /s	出水時の流況及び河床変動の状況を確認
平均年最大流量	約5,000m ³ /s	出水時の流況及び河床変動の状況を確認

※小規模出水は、毎年発生している規模の出水、平均年最大流量は近10カ年の平均値

河床デザインコンセプト

■ 模型縮尺と縮率：1/100

基本量	模型縮尺	種別	単 位	水理量		備 考
				原型値	模型値	
長 さ	1/100=1/100	河道延長	m	1,000	10	8/000～9/000
水 深	1/100=1/100	河道水深	m	8.1	0.08	計画高水位
		越流水深		3.7	0.04	平水位
流 速	$1/100^{1/2}=1/10$	想定流速	m/s	1.0	0.1	平水時計算値
流 量	$1/100^{5/2}=1/100,000$	河道流量	m ³ /s L/s	5,075	50.8	年平均最大流量
				112.06	1.1	豊水流量
				68.52	0.7	平水流量
粗度係数	$1/100^{1/6}=1/2.15$	計画粗度	s/m ^{1/3}	0.034	0.016	
時 間	1/100=1/10	時間縮尺	Min	100min	10min	

■ 河床材料

現地の河床材料は、過年度の調査結果から50～100mm程度のレキが多くを占めることから、移動床で用いる砂の粒径を1mmとした。



護床ブロック付近で見られる河床材料（1～10cm）

		9月	11月
長径 (mm)	250-	0%	0%
	200-250	0%	5%
	150-200	13%	11%
	100-150	42%	0%
	50-100	45%	53%
	50-250total	100%	68%
50mm未満		0%	32%
最大(mm)		196	218
最小(mm)		58	29
平均(mm)		106.3	83.7

H24年度調査 アユの成長期（9月・上）及び産卵期（11月・下）における河床状況（8/400付近）

実験ケース

ケース1-1 : 八の字の敷高をT.P3.7m及びT.P4.0mで実験を実施
【平水、豊水流量】

ケース1-2 : 八の字の位置を原案及び30m下流に配置し実験を実施
【平水、豊水流量】



各ケースの実験結果から、最適案を決定

ケース2-1 : 小規模出水流量 2,000m³/s
(2011年9月20日出水の再現)

ケース2-2 : 平均年最大流量 5,000m³/s
(2012年7月12日出水の再現)



ケース3-1 : 左岸側護岸の形状確認【平均年最大流量】

ケース3-2 : 水制の効果確認【平均年最大流量】



熊本高等専門学校八代キャンパス 模型実験現場

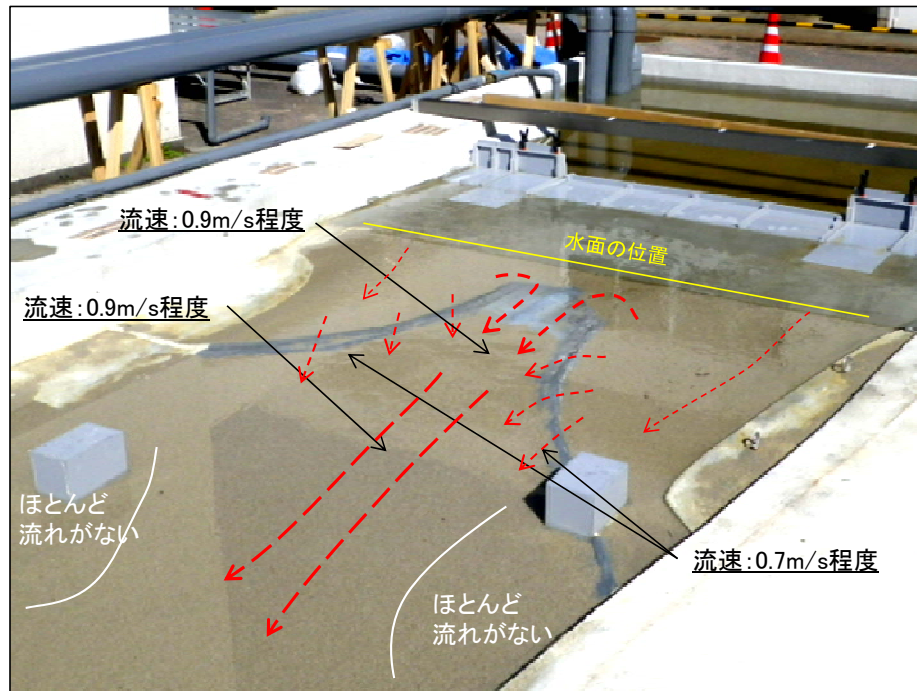


水理実験模型

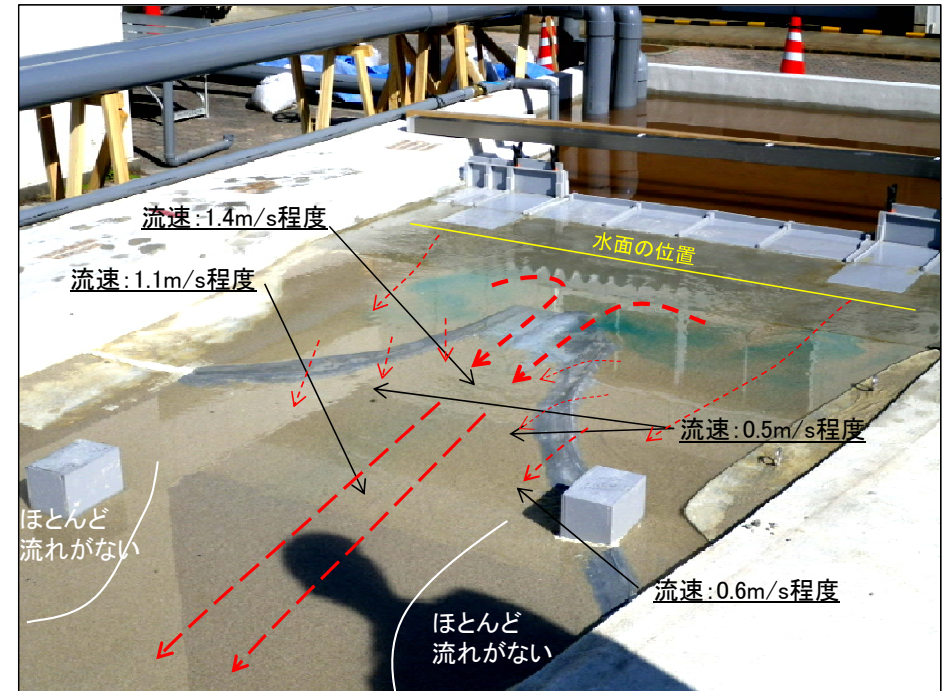
実験ケース 1-1

【模型実験における河床整正高TP3.7mとTP4.0mの比較①】

- 河床整正高TP3.7mの場合、八の字全体から越流する流れとなるのに対して、河床整正高TP4.0mの場合は八の字全体からの越流はあるが、八の字中央の開口部からの流れが強くなる傾向にあった。
- 越流速度については、TP3.7mは0.7m/s程度、TP4.0mは0.5m/s程度であり、瀬の条件としての流速0.5m/s以上を満足している。
- 流心の流速は、TP3.7mで0.9m/sに対し、TP4.0mは1.4m/s程度であり、約1.5倍の流速となった。
- 八の字の上流の水面の位置は、堰上げ効果により、TP3.7m、TP4.0mそれぞれ水面上昇が生じている。



河床整正標高 T.P.3.7m (平水流量時)



河床整正標高 T.P.4.0m (平水流量時)