

千代田実験水路における長期計画
(概要版)

長期計画の骨子(案)

○今後の河川に係る技術開発について

「安全で安心できる国土づくり」、「美しい国土づくり」における基本的な考え方に対し、

- ・現場における個々の技術的な課題を解決するための技術開発
- ・河川工学に係る体系的・重点的な技術開発

に資する実験研究を行う。

○実験研究テーマについて

(1) 千代田実験水路の特徴

- ①実物大であるため、スケールモデルのように影響を受けない
- ②最大可能給水量 $150\text{m}^3/\text{s}$ 以上で、精度の高い流量制御が可能
- ③充実した観測機器により、現象の把握が可能
- ④実験水路の改変等、実験条件の変更が可能

(2) 実験研究テーマ

平成21年度から概ね10年を目処に、以下の実験研究を行う。

- I 堤防・保護工の機能評価技術の向上
- II 治水と環境を考慮した樹木管理手法の確立
- III 流域の土砂管理の精度向上
- IV 河道設計技術の向上
- V 洪水擾乱後の生態系変化の把握(新水路)
- VI 水防技術・意識の向上

なお、実験研究の実施にあたっては、以下の観点により技術課題の効果的・効率的な解決に寄与するものとする。

- a) 千代田実験水路の特徴を活かす。
- b) 実験室レベルでの課題解決が困難な実験研究を推進すると共に、千代田実験水路での成果を積極的にフィードバックする。

○研究成果の扱いについて

得られた成果を現場における課題解決に活用するとともに、学会・フォーラム等で広範かつ積極的に発信することで、

- ・河川行政への還元
- ・河川工学の技術的な発展

に貢献する。

マネージメントシステム(Plan,Do,See)の活用や、運営体制の透明性保持により、研究の質を効果的に高める。

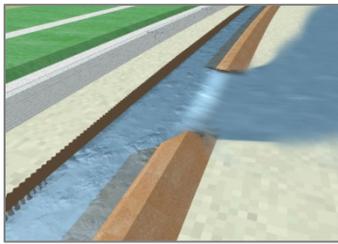
長期メインテーマ	サブテーマ
実験研究テーマⅠ： 堤防・保護工の機能評価 技術の向上	1.越水破堤に対するハード・ソフト対策技術の向上
	2.保護工の適切な設計方法・評価方法の提案
実験研究テーマⅡ： 治水と環境を考慮した樹木 管理手法の確立	3.河道内樹木の治水への影響量の評価技術の向上
	4.流木管理技術・対処技術の向上
実験研究テーマⅢ： 流域の土砂管理の精度向上	5.河床材料の粒度構成変化機構の解明
	6.出水時の河床波による洗掘深と抵抗則推定技術の向上
実験研究テーマⅣ： 河道設計技術の向上	7. 観測技術の向上
	8.複断面を有する河道設計技術の向上
	9.冬期結氷する河川の水理特性と治水施設の設計方法の確立
実験研究テーマⅤ： 洪水擾乱後の生態系変化 の把握(新水路)	10.洪水攪乱が生態系に与える影響量の把握
実験研究テーマⅥ： 水防技術・意識の向上	11.水防活動の場の提供
	12.住民への河川講座の開催
	13.行政機関職員の技術力向上

※平成19年度、平成20年度は、実験水路の機能確認、観測機器の精度検証を目的とした予備実験を実施する。

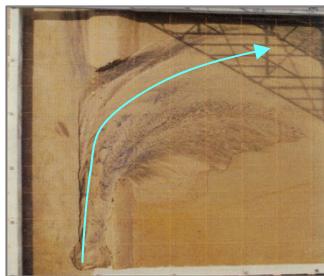
① 研究テーマ I 堤防・保護工の機能評価技術の向上

1. 越水破堤に対するハード・ソフト対策技術の向上

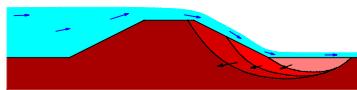
行政上の課題	A)地球温暖化に伴う超過洪水により越水破堤のリスク増大が懸念される。 B)治水安全度向上のため、効率的・効果的な堤防安全度評価技術の向上が必要である。 C)災害時の被害を最小化する減災を図る技術の向上が必要である。
技術的課題	越水破堤は、2次元水路実大実験による堤防強化方法検討が主で、3次元破堤拡大状況(開口部の広がり方、速度、開口幅、流量との相関等)を検証する実験がなされていない。
行政への還元	①堤防の安全度評価技術の向上 ②破堤後における堤防緊急復旧等の危機管理対策技術の向上 ③ハザードマップ精度の向上



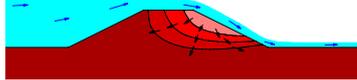
越水破堤実験イメージ図



縮尺模型実験の破堤後状況
(土研資料：樹林帯による破堤後の減災効果に関する検討より)



越水堤防破壊イメージ図
法尻から破壊進行



越水堤防破壊イメージ図
天端法肩から破壊進行



研究事例3) 合理的な堤防強化技術の検証
土木研究所二次元破堤実験状況
(土木研究所パンフレットより)



研究事例4) ハザードマップ作成に必要な流出量の算出
ハザードマップの例
(新釧路川洪水ハザードマップ)

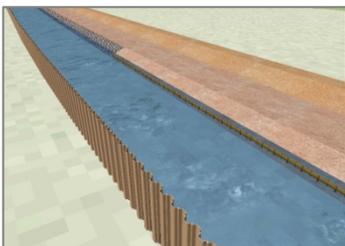
- 研究事例1) 越水破堤拡大メカニズムの解明
- 研究事例2) 氾濫流解析に必要な知見の提供

- 研究事例5) 破堤に至る条件の整理
- 研究事例6) 堤防の不連続性に対する影響の把握
- 研究事例7) 破堤後の堤防復旧に必要な知見の提供

2. 保護工の適切な設計方法・評価方法の提案

行政上の課題	水衝部の保護対策、水際部の自然環境の保全・再生や多自然川づくりを推進する必要がある。
技術的課題	木杭、石、かご等を用いた多自然工法を含む保護工の耐流速強度は、被災事例や施工実績からの経験で想定されており、不明な点が多い。
行政への還元	木杭、石、かご等を用いた多自然工法を含む保護工の耐流速の評価及び設計技術の向上

研究事例1) 木杭、石、かご等を用いた多自然工法を含む保護工による河岸保護機能の検討



実験水路側に設置したイメージ図



保護工の被害事例
(美しい山河を守る災害復旧基本方針より)



自然共生センター新境川へ設置した保護工の事例



杭柵工



自然石張工

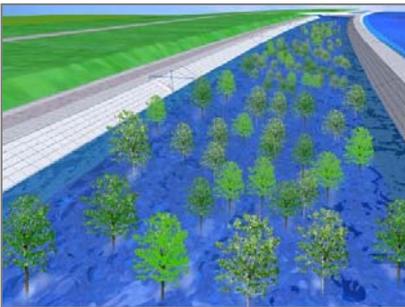
耐流速試験を実施した多自然工法の例

② 研究テーマⅡ 治水と環境を考慮した樹木管理手法の確立

3.河道内樹木の治水への影響量の評価技術の向上

行政上の課題	河川環境の適切な保全、景観、治水機能の低下等を総合的に勘案して、河道内樹木を適切に管理する必要がある。このため、河道内樹木の影響量を明確に示す必要がある。
技術的課題	現研究のスケールモデルでは、枝葉を有する樹木の抵抗係数、樹木内の土砂堆積機構、河畔林の流木捕捉機能等、不明な点が多い。
行政への還元	①河道内樹木管理技術の向上 ②河道内樹木を考慮した河川計画策定への貢献

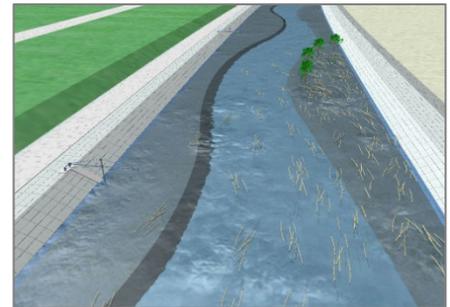
実験水路内の樹木抵抗実験イメージ図



ゴミ付着抵抗実験イメージ図



流木捕捉実験イメージ図



研究事例1) 河道内樹木群を有する流れの基礎方程式の確立
研究事例2) 樹木内の土砂堆積機構の解明

研究事例3) 樹木のゴミ付着による抵抗係数の評価方法の検討

研究事例4) 河畔林の流木捕捉機能の検証

4.流木管理技術・対処技術の向上

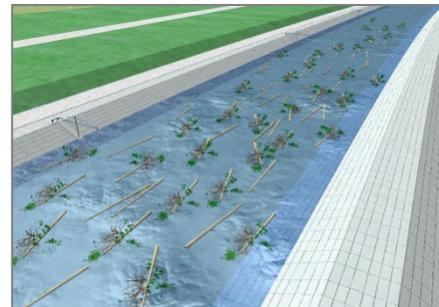
行政上の課題	洪水時に大量の流木が発生し、橋脚部の閉塞、構造物の破損、水位の上昇に伴う氾濫被害の助長等が懸念され、その対策が必要となっている。
技術的課題	スケールモデルの研究では、枝や根を有する流木の流れや橋脚への閉塞メカニズムについての研究が行われておらず、かつ、現実の流下現象を再現することが困難である。
行政への還元	①橋脚等の河川構造物に係る設計指針の提案 ②河畔林の流木化抑制技術の開発

橋脚による流木閉塞実験イメージ図



研究事例1) 橋脚による流木閉塞メカニズムの解明

流木流下実験イメージ図



研究事例2) 流木を伴う流下形態の研究



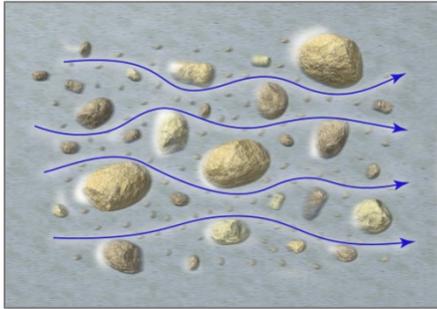
橋脚への流木閉塞被害例
(平成16年 水害レポート2004河川局HPより)

③ 研究テーマⅢ 流域の土砂管理の精度向上

5.河床材料の粒度構成変化機構の解明

行政上の課題	ダム下流では、排砂や流量の平滑化に伴う河床のアーマ化により、細粒砂の流入出に伴う生態系の変化が懸念される。
技術的課題	スケールモデルでは、粒径差の大きい混合粒径河床における細粒砂等の精度の高い土砂動態が再現できない。
行政への還元	ダム下流生態系を考慮したダム運用手法の提案

大粒径礫間の細砂流下イメージ図



河床面のアーマ化の例

- 研究事例1) 混合粒径河床における土砂動態の解明
- 研究事例2) 移動床水理学の基礎方程式の解明

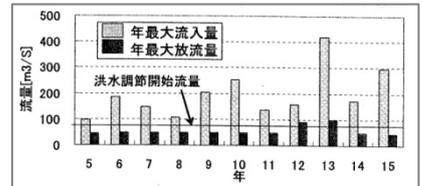


図-4 金山ダムにおける年最大流入量と放流量

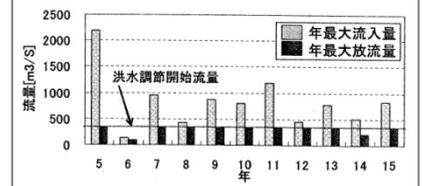


図-5 下笠ダムにおける年最大流入量と放流量

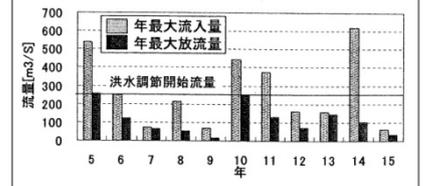


図-6 七ヶ宿ダムにおける年最大流入量と放流量

- ※ダム下流の流量減少や河床攪乱頻度の減少による河床材料の変化例
- ・シルト等の微細な土砂の堆積
 - ・大型糸状藻類の繁茂
 - ・魚類(アユ等)や底性動物の産卵場・生息域への影響
 - ・景観の悪化
 - ・河原への植生侵入・固化・樹林化

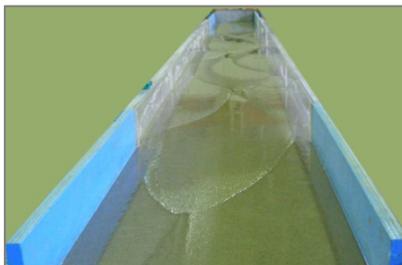
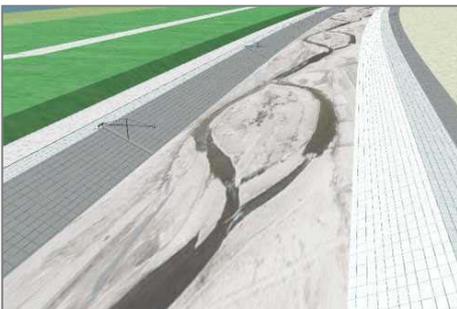
- 研究事例3) 礫間の細粒成分の流出・堆積機構の解明
- 研究事例4) 浮き石、沈み石の形成機構の解明

ダムの年最大流入量と放流量の平滑化が顕著な例
(大沼克弘:ダムによる流量変化の特性分析より)

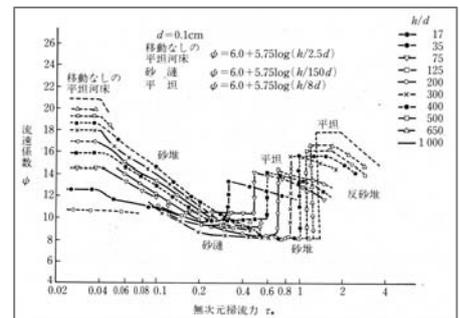
6.出水時の河床波による洗掘深と抵抗則推定技術の向上

行政上の課題	基礎工は、経験的に最大洗掘深1mとして設計している例が多いが、基礎工の流失等の被災事例がみられ、設計技術の向上が必要である。
技術的課題	これまで研究してきたスケールモデル等では、混合粒径や、平均粒径1mmより大きい河床波の形態を再現が難しい。
行政への還元	①護岸基礎工等の設計技術の向上 ②河床波を考慮した河道設計技術の向上

河床波実験イメージ図



模型実験による河床波発生実験例
(寒地土木研究所提供)



無次元掃流力 τ^* と流速係数 ψ の関係
 $d=0.1\text{cm}$
→ 最大 $d=0.1\text{cm}$ に限られる
(河川砂防技術基準(案)調査編より)

- 研究事例1) 実河川の中小規模河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則の解明
- 研究事例2) 河床波の形成消滅過程における水位と粗度の相関の検証

④ 研究テーマⅣ 河道設計技術の向上

7. 観測技術の向上

実験水路でのADCP観測イメージ図



杭ワイヤー式ADCP観測船とRC-ADCP観測船風景

行政上の課題

河川管理や河道計画を立案する上で、出水中の精度の高い流量、流速、河床高の観測技術の向上が求められている。

技術的課題

- a) 河床変動が顕著な河川では、出水中の流量・流速・河床高(洗掘深)等の観測精度が低く、また安全で簡易な観測手法が確立されていない。
- b) 河川全体の土砂動態が不明瞭である。

行政への還元

出水時における河道内水理量、河床変動量等の観測技術の向上

- 研究事例1) 流量・流砂量・河床高に関する既存測定装置の検証
- 研究事例2) 先進的な観測機器・手法の開発



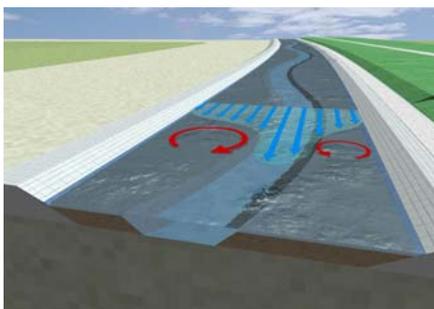
土研型掃流砂採取器試験風景



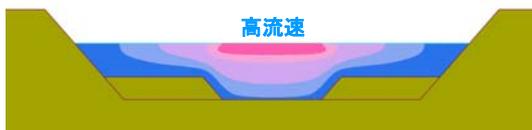
バケット式掃流砂観測装置、土砂採取風景

8. 複断面を有する河道設計技術の向上

複断面水路実験のイメージ図



複断面流れの模式図



複断面流れの等流速分布予想図

行政上の課題

- A) 日本の河川は、自然にまたは人工的に低水路と高水敷で構成される複断面形態となっている例が多く、複断面を有する河道設計技術の向上が求められている。
- B) 高水敷河岸の管理手法は、経験則や災害復旧時による対応が主であり、不明な部分が多い。

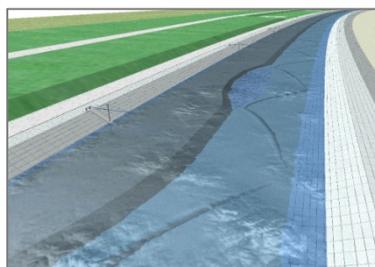
技術的課題

- a) スケールモデルや数値計算モデルにおいて、複断面流れにおける平面渦の形成や土砂移動等が検証されているが、水深やレイノルズ数が小さいために、粘性や表面張力の影響により精度の高い検証実験ができない。
- b) セグメント1の砂礫河岸のモデル化の研究は進んでいるが、粘性土や植生繁茂がある高水敷の侵食はスケールモデルでは再現できず、精度の高いモデル化ができていない。

行政への還元

適切な河岸の設計・維持管理技術の向上

- 研究事例1) 複断面流れにおける基礎方程式の確立
- 研究事例2) 粘性土・植生繁茂のある高水敷の侵食メカニズムの解明



実験水路での河岸侵食実験イメージ図



高水敷侵食の様子、札内川
(H14十勝川水系河相変化調査業務より)

④ 研究テーマⅣ 河道設計技術の向上

9. 冬期結氷する河川の水理特性と治水施設の設計方法の確立

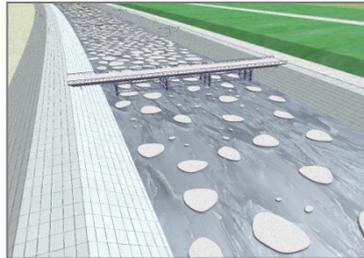
行政上の課題	結氷もしくはアイスジャム状態の水理量、河川施設への影響、閉塞による水位上昇量など、解明されていない現象が多い。
技術的課題	スケールモデルでは、結氷・アイスジャム河川の流れの再現が困難である。
行政への還元	①結氷・アイスジャム河川における冬期維持流量設定等の低水管理技術の向上 ②結氷・アイスジャム河川における河川構造物の設計技術の向上

実験水路でのアイスジャム実験イメージ図



研究事例1) アイスジャム河川の流れ、水位流量曲線(H-Q式)の解析

橋脚へのアイスジャム閉塞実験イメージ図



研究事例2) アイスジャム・蓮葉氷が橋脚・護岸等の施設に与える影響把握
研究事例3) アイスジャムによる河道閉塞が水位上昇に与える影響の解析



← アイスジャム河川の例

⑤ テーマⅤ 洪水擾乱後の生態系変化の把握(新水路)

10. 洪水擾乱が生態系に与える影響量の把握

行政上の課題	A) 河川が本来有する多様な生物の生息、生育、繁殖の場(ハビタット)を保全・再生する必要がある。 B) 生物の生息、生育、繁殖環境を確保する観点から、ダム等の弾力的運用等により河川が本来有するダイナミズムを再生させる必要がある。 C) 河原の再生と維持管理技術の向上が求められている。
技術的課題	a) 河道樹林化の前兆である礫床への植生が侵入するきっかけ(トリガー)及び、それに寄与する物質の解明は、自然河川では把握が困難である。 b) 実河川の洪水調査では、正確な流量、時系列的な河床変動状況を観測することが困難である。
行政への還元	①ダムの弾力的運用手法の提案 ②ワンドの維持管理技術の向上 ③礫河原の維持管理技術の向上

新水路に植生が侵入してきた状況のイメージ図



研究事例1) 洪水擾乱(流量、通水頻度、通水時間)が生物・ハビタット・河床・ワンド等へ与える影響の把握

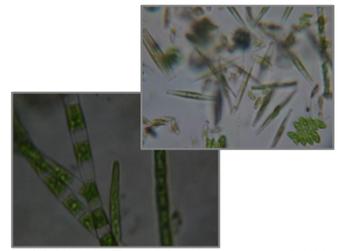
研究事例2) 礫床への植生侵入メカニズムの解明
研究事例3) 河原を維持する洪水擾乱影響調査
研究事例4) 付着藻類の付着及び流出機構の解明



礫河原の再生、荒川



砂州先端部に植生が侵入してきた状況



付着藻類の例(東京工業大学池田研究室HPより)

⑥ テーマⅥ 水防技術・意識の向上

11.水防活動の場の提供

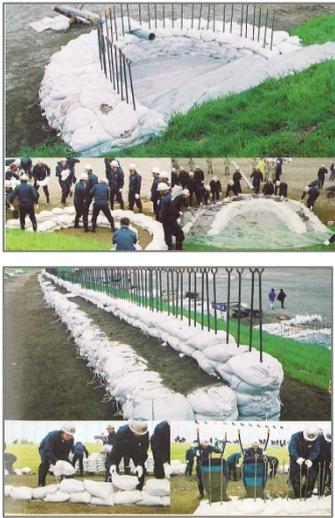
行政上の課題

A) 洪水発生頻度の減少に伴う水防活動経験の減少や水防団員の高齢化により、適切な水防活動の実施に支障をきたすことが懸念されている。
B) 水防活動に用いる安価で耐久力のある水防資材が求められている。

行政への還元

- ① 水防・水難救助訓練による水防技術の向上
- ② 水防工法の機能検証
- ③ 水防資材開発への貢献

- 研究事例1) 水防訓練
- 研究事例2) 水難救助訓練
- 研究事例3) 水防工法や伝統工法の機能検証
- 研究事例4) 水防資材開発への貢献



水防訓練の様子
(十勝川水防写真集より)



水難救助訓練の様子
(旭川水防写真集より)

12.住民への河川講座の開催

行政上の課題

防災ボランティア等として地域で活動する人材の育成、社会教育活動や地域コミュニティ等と連携した住民の水害・土砂災害に対する意識の啓発が必要である。

行政への還元

住民の防災意識向上

- 研究事例1) 住民への防災教育・洪水体験の場の提供
- 研究事例2) 一般住民への河川防災知識の還元、啓蒙



水防訓練への住民参加の例



レスキュー指導の例

⑥ テーマⅥ 水防技術・意識の向上

13.行政機関職員の技術力向上

行政上の課題

A)アウトソーシングが、技術職員の技術力低下が懸念されている。
B)若手技術職員の現場に接する機会が減少している。

行政への還元

職員の技術力の維持・向上

研究事例1) 行政職員の実験研究や水防・水難訓練への参画
研究事例2) 研修会の実施(ex水工学に関する夏期研修会)



職員への技術研修会の例



職員の河川技術現場講習会の例



H19年度予備実験風景

千代田実験水路サブテーマの実験優先度

長期メインテーマ	サブテーマ	優先度
実験研究テーマⅠ： 堤防・保護工の機能評価技術の向上	1.越水破堤に対するハード・ソフト対策技術の向上	○
	2.保護工の適切な設計方法・評価方法の提案	
実験研究テーマⅡ： 治水と環境を考慮した樹木管理手法の確立	3.河道内樹木の治水への影響量の評価技術の向上	
	4.流木管理技術・対処技術の向上	
実験研究テーマⅢ： 流域の土砂管理の精度向上	5.河床材料の粒度構成変化機構の解明	
	6.出水時の河床波による洗掘深と抵抗則推定技術の向上	
実験研究テーマⅣ： 河道設計技術の向上	7. 観測技術の向上	随時実施
	8.複断面を有する河道設計技術の向上	
	9.冬期結氷する河川の水理特性と治水施設の設計方法の確立	冬期に実施
実験研究テーマⅤ： 洪水擾乱後の生態系変化の把握(新水路)	10.洪水攪乱が生態系に与える影響量の把握	新水路で実施
実験研究テーマⅥ： 水防技術・意識の向上	11.水防活動の場の提供	随時実施
	12.住民への河川講座の開催	随時実施
	13.行政機関職員の技術力向上	随時実施