

十勝川千代田実験水路 実験研究長期計画

平成 20 年 4 月

北海道開発局

はじめに

十勝川千代田新水路は、昭和 56 年 8 月洪水における被害を契機に、治水安全度を向上させることを目的とし、平成 4 年に事業着手、平成 7 年着工、平成 19 年 4 月より運用を開始した。新水路上流部に位置する分流堰は、高さ 3.9m・幅 45m と日本最大級の規模を誇る起伏式ゲートを 4 門を有している。十勝川千代田実験水路（以下、「千代田実験水路」という。）は、当該ゲートの 1 門を非洪水時に活用し、疑似洪水を発生させることができる日本最大規模の実験施設である。

1. 十勝川千代田実験水路実験研究長期計画（以下、「長期計画」という。）で定める内容について

これまで、千代田実験水路における研究テーマや観測機器等に関しては、十勝川千代田実験水路整備検討委員会（平成 11 年から 3 回にわたり開催）及び十勝川千代田実験水路運営準備委員会（平成 16 年から 5 回にわたり開催）で議論されてきたところである。

本長期計画では、安全で安心できる国土づくりや美しい国づくりに資する成果を得ることを目的とし、これまでの議論を踏まえ、千代田実験水路で実施すべき実験研究テーマや当面のスケジュール、期待される役割等を取りまとめるものである。

なお、長期計画に基づいて策定される実験研究については、社会情勢を勘案し、かつ、その実施状況のフォローアップを適宜行い、必要に応じてその内容、スケジュール等を見直し、柔軟な対応を図るものとする。

2. 今後の河川に係る技術開発について

今後の河川整備のあり方については、社会整備審議会河川分科会答申「新しい時代における安全で美しい国土づくりのための治水政策のあり方について（平成 15 年）」において、「安全で安心できる国土づくり」、「美しい国土づくり」が基本的な考え方として示されている。千代田実験水路における実験についても、この考え方にに基づき計画的・効率的に河川整備を推進していくに目的で、現場における個々の技術的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実施するものである。

3. 千代田実験水路における実験研究テーマについて

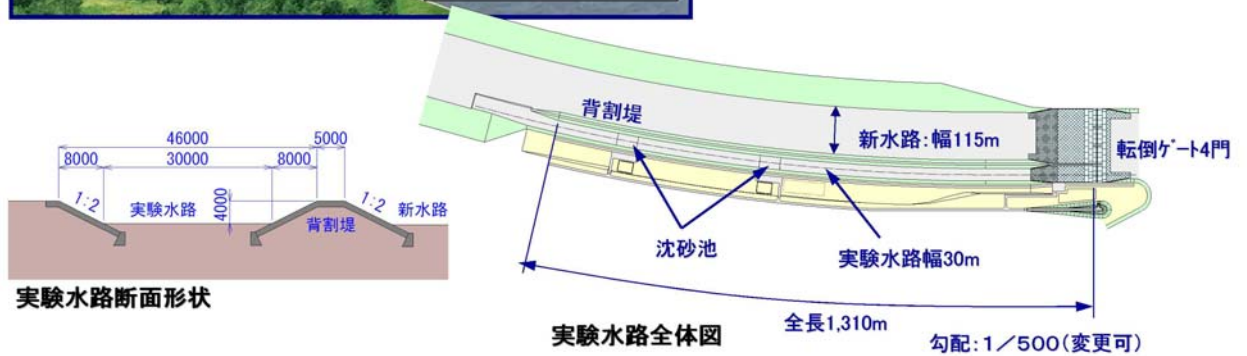
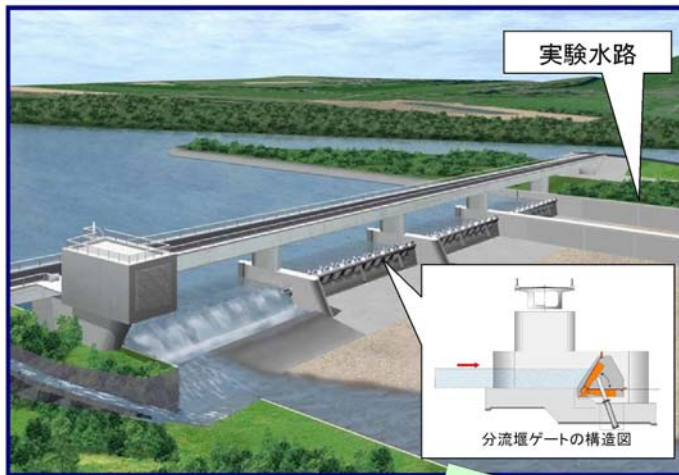
(1) 千代田実験水路の特徴

千代田実験水路は、水路上流の起伏式ゲートにより、 $150\text{m}^3/\text{s}$ 超を上限として流量をコントロールすることができる国内初となる実物大の河川実験水路であり、

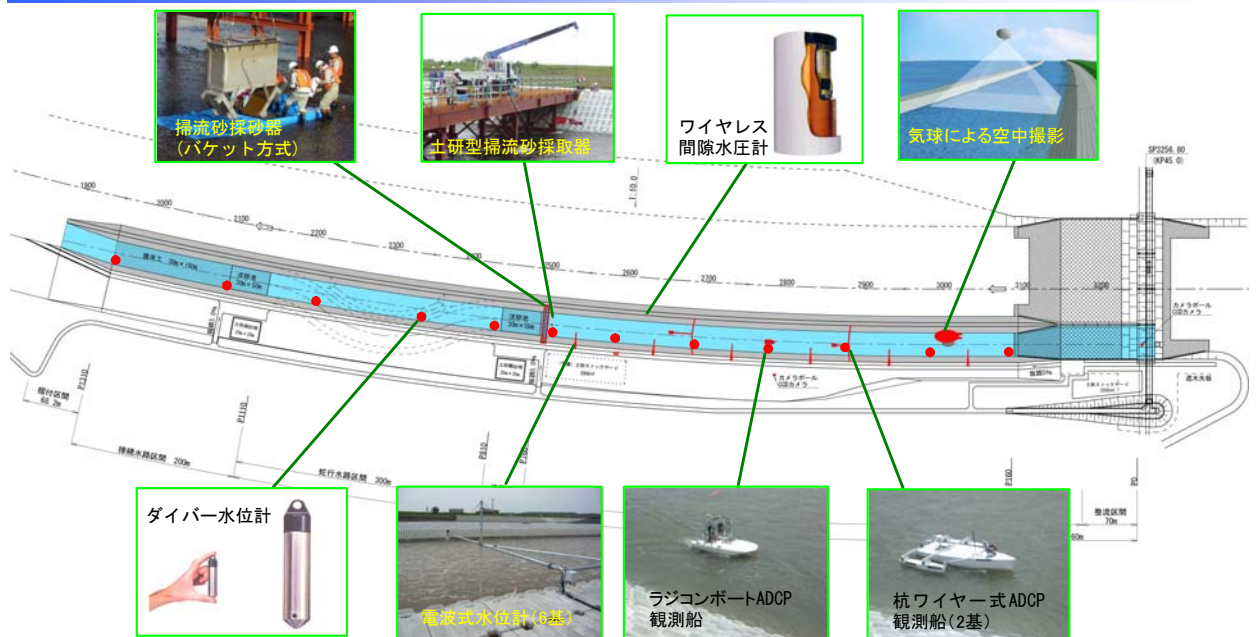
- 1) 実物大であり、スケールモデルのように粒径等の影響を受けない
- 2) 精度の高い流量制御が可能
- 3) 充実した観測機器により、現象の把握が可能
- 4) 実験水路の改変により実験条件を変更することが可能

等の特徴を有している。

実験水路の諸元



主な観測機器



(2) 実験研究テーマ

十勝川千代田実験水路運営準備委員会における議論では、安全で安心できる国土づくりや美しい国づくりに資する成果を得るために、解決すべき技術課題として、

- 1) 総合的な土砂管理に関する技術
- 2) 洪水を安全に流下させるための技術
- 3) 健全な生態系を保全するための技術
- 4) 技術基準の性能規定化及びコスト縮減のための技術

を挙げている。

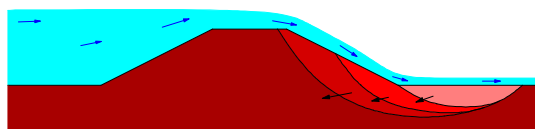
これまでの議論を踏まえ、千代田実験水路の特徴を活かして実験室レベルでの課題解決が困難な実験研究を推進すると共に、千代田実験水路での成果を積極的にフィードバックすることで、前述の技術課題の効果的かつ効率的な解決に寄与すべく、平成21年度から概ね10年間を目処とし、以下の実験研究を実施するものとする。なお、千代田実験水路の形状は、直線河道・単断面を初期条件とし、実験研究内容に応じて所要の改変を加えるものとする。

実験研究テーマ I : 堤防・保護工の機能評価技術の向上

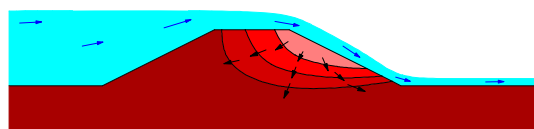
1. 越水破堤に対するハード・ソフト対策技術の向上

近年の局所的集中豪雨、地球温暖化に伴う超過洪水による越水破堤リスクの増大、公共事業費削減に伴う効果的な堤防安全度向上の必要性等により、これまで（独）土木研究所等が中心となり、実堤防（旧堤防）や大型模型実験の2次元浸透・越水破堤実験が行われてきた。しかし、破堤実績の7～8割を占める越水破堤について、3次元的な破堤拡大状況（開口部の広がり方、速度、開口幅、流量等との相関等）が検証されていない状況にある。

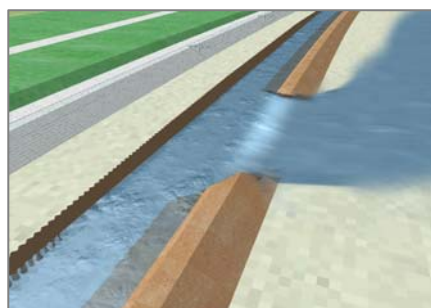
このため、越水破堤拡大メカニズムの解明や氾濫流解析等を行うことで、堤防の安全度評価技術、破堤後における堤防緊急復旧等の危機管理対策技術、ハザードマップ精度の向上に資するものである。



越水堤防破壊イメージ
①法尻から破壊進行



越水堤防破壊イメージ
②天端法肩から破壊進



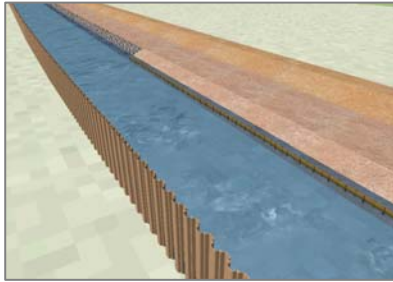
縮尺模型実験の破堤後状況
(土研資料: 樹林帯による破堤後の減災効果に関する検討より)

越水破堤実験イメージ図

2. 保護工の適切な設計方法・評価方法の提案

水衝部の保護対策、水際部における自然環境の保全・再生や多自然川づくりを推進する必要がある一方で、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。

このため、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等を行うことで、保護工の耐流速評価及び設計技術の向上等に資するものである。



実験水路側に設置したイメージ図



保護工の被災事例
美しい山河を守る災害復旧基本方針より



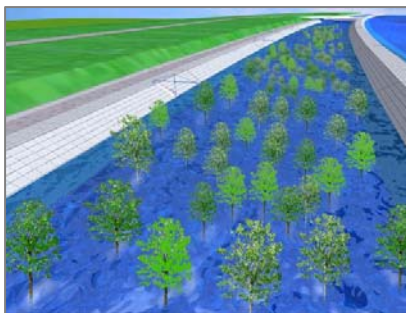
自然共生センター新境川へ設置した保護工の事例

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

河道内の樹林化は、河道内で豊かな自然環境を造り出す一方、河道の流下能力を低下させる。河道内樹木の管理に当たっては、河道内樹木の影響量を明確にし、河道内樹木を適切に管理する必要がある。これまで、スケールモデルによる実験や、現地洪水痕跡水位でのモデル検証が行われてきたが、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。

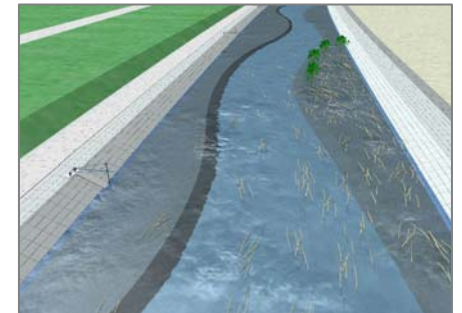
このため、河道内樹木群を有する流れ、河道内樹木群の流体抵抗係数及び境界混合係数に関する研究等を行うことで、河道内樹木管理技術の向上や河道内樹木を考慮した河川計画策定等に資するものである。



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



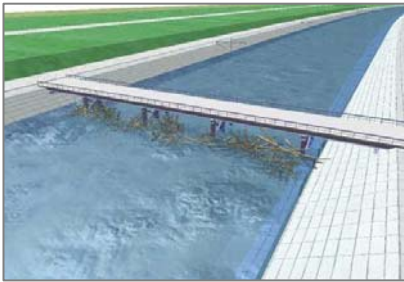
樹木による流木捕捉実験イメージ図

4. 流木管理技術・対処技術の向上

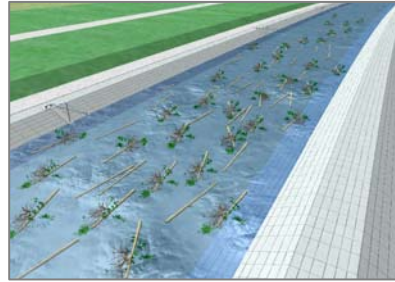
河道内樹林の流出や溪流斜面の崩壊により、洪水時に大量の流木が発生し、橋脚部での閉塞、これに伴う水位上昇による氾濫被害の助長、構造物の破損等が懸念され、その対策が必要となっている。

これまでに行われてきたスケールモデルの実験では、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、実際の流下現象を再現することが困難である。

このため、流木の流下形態や橋脚による流木閉塞メカニズムに関する研究等を行い、橋脚等の河川構造物に係る設計指針や河畔林の流木化抑制技術の開発等に資するものである。



橋脚による流木閉塞実験イメージ図



流木流下実験イメージ図



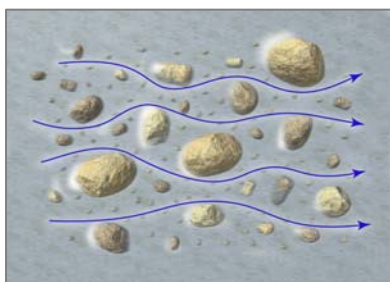
橋脚への流木閉塞被害例
(平成16年 水害レポート2004 河川局HPより)

実験研究テーマⅢ：流域の土砂管理の精度向上

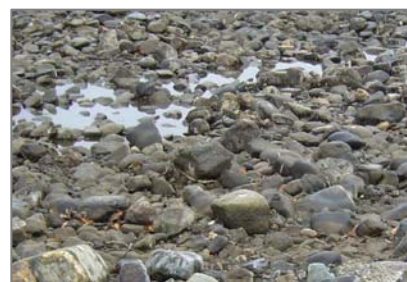
5. 河床材料の粒度構成変化機構の解明

土砂移動の活発な河川においては、流域全体での土砂管理を実施していくことが必要である。近年ダム下流の流量が平滑化することにより、上流からの供給土砂量が減少し、河床がアーマ化を起し、細粒砂の流失に伴う生態系の変化が懸念されている。他方、ダムからの排砂による下流の細粒化の懸念もある。これまでのスケールモデルの実験では、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ができておらず、また魚類の生息環境に大きな影響を及ぼす、浮き石、沈み石の形成機構も解明されていない状況にある。

このため、混合粒径河床における土砂動態の解明を行い、ダム下流生態系を考慮したダム運用手法の提案等を行うものである。



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

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

基礎工は、経験的に最大洗掘深 -1 m として設計・施工されているが、河床における土砂動態は不明な点が多く、基礎工流失等の被災事例もみられ、設計技術の向上が必要である。これまでのスケールモデルの実験では、混合粒径や平均粒径 1 mm 以上の河床波の形態を再現できていない。

このため、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を行い、護岸の基礎工の設計や河床波を考慮した河道設計技術の向上等に資するものである。



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

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

河川では浮子による流量観測（高水流観）、河床高の変化による流砂量の推定が行われているが、河床における土砂動態に不明な点が多いこともあり、河床変動が顕著な河川における出水中の流量・流速・河床高（洗掘深）等の観測精度が低く、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。

このため、流量・流砂量・河床高に関する既存測定装置の検証、先進的な観測機器・手法の開発等を行い、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等に資するものである。



杭ワイヤー式 ADCP 観測船



バケット式掃流砂採砂器



土研型掃流砂採取器

8. 複断面を有する河道設計技術の向上

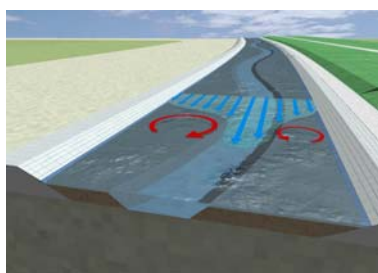
我が国の河川は、自然にまたは人工的に低水路と高水敷で構成される複断面形態となっている例が多く、複断面を有する河道設計技術の向上が求められている。

また、高水敷の管理手法は、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。

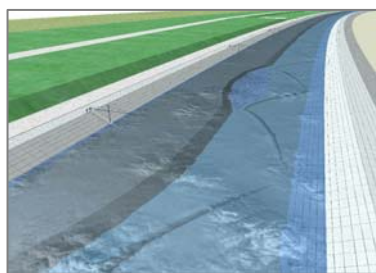
これらの課題を解決するために、スケールモデルによる実験や数値計算モデルを用いて、複断面の流れにおける平面渦の形成や土砂移動等の研究が行われているが、模型の水深やレイノルズ数が小さいために粘性や表面張力に影響され、精度の高い検証実験ができない。

また、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。

実物大モデルによる複断面流れの検証実験を実施することにより、複断面流れにおける基礎方程式の確立等を行うとともに粘性土・植生繁茂のある自然河岸の侵食メカニズムの解明等を行い、高水敷河岸の適切な設計・維持管理技術の向上に資するものである。



複断面水路実験のイメージ図



実験水路での河岸侵食実験イメージ図

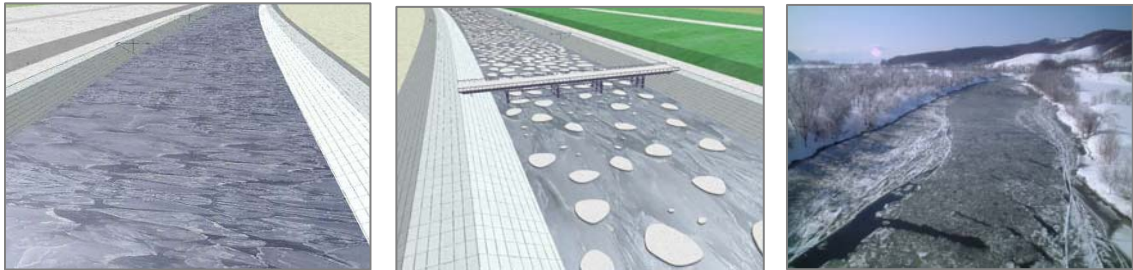


自然河岸侵食の様子、札内川

9. 冬期結氷する河川の水利特性と治水施設の設計方法の確立

寒冷地河川では、冬期間に結氷・アイスジャムが発生することがある。このような結氷・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等について、解明されていない現象が多い。これらに関して、日本では研究例が少なく、また、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。

アイスジャム河川の流れ、水位流量曲線（H-Q 式）の解析やアイスジャム・蓮葉氷が橋脚・護岸等の施設へ与える影響の把握、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等を行い、結氷河川における冬期維持流量設定等の低水管理技術や結氷河川における河川構造物に係る設計技術の向上等に資するものである。



実験水路でのアイスジャム実験イメージ図 橋脚へのアイスジャム閉塞実験イメージ図 アイスジャム河川の例

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. 洪水擾乱が生態系に与える影響量の把握

河川は貴重で多様なハビタット（生息場）が形成されている場所であり、生物の生息、生育、繁殖環境を確保する観点から、ダム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箇所や河原の再生と維持管理技術の向上が求められている箇所がある。

これまで、洪水擾乱、植生侵入、樹林化について研究・調査が盛んに行われてきたが、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循環メカニズムの解明がなされていない。

千代田新水路では、初期状態から観測が可能である特徴を生かし、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を把握し、礫床への植生侵入メカニズムの解明等を行うことで、ダムの弾力的運用手法への提案及びワンドや礫河原の維持管理技術の向上等に資するものである。



礫河原の再生(荒川)

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

洪水被害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等により、適切な水防活動の実施に支障を来すことが懸念されていることから、出水中における水防訓練・水難救助訓練の場の確保や効率的な水防工法の確立が求められているほか、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。また、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ー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。

このため、千代田新水路や千代田実験水路を水防・水難救助訓練の場として提供することにより防災教育・洪水体験等による住民の防災意識向上を図り、水防工法・伝統工法の機能検証を行い、水防資材の開発に資するものである。



水防訓練の様子、十勝川水防訓練写真集より

レスキュー指導例

13. 行政機関職員の技術力向上

行政職員への実験研究及び水防・水難訓練等への参画を通じて、行政職員の河川技術力の維持・向上等に資するものである。



行政職員への技術研修会の例

行政職員の河川技術現場講習会の例

H19千代田実験水路予備実験の様子

(3) サブテーマ毎の優先度

研究テーマの緊急性等を総合的に勘案し、別紙に示すように、各サブテーマに対応した優先度を設定する。なお、当面実施、随時実施以外のサブテーマにおいても、実施時期や箇所を調整し、他テーマと同時に実験する等、実験水路の有効活用に努めるものとする。

(4) 実験研究成果の扱いについて

千代田実験水路における実験研究成果は、現場における個々の技術的課題の解決に寄与するのみならず、今後、河川工学に係る実験研究を進めていく上での基礎的な知見として、広く河川工学の質的な向上に貢献でき得るものである。そのため、得られた成果は、河川行政に還元すると共に、学会・フォーラム等をはじめ、対外的に広範かつ積極的に発信し、河川工学の技術的な発展に貢献できるよう努めるものとする。また、実験研究の実施期間においては、計画策定(plan)、実施(do)、評価(see)のマネジメントサイクルを有効に活かし、かつ、運営体制の透明性を保持しつつ、研究成果の質を効果的に高めていくものとする。

各実験研究サブテーマの優先度

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利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	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