

河川技術の研究開発 リクワイヤメントの明確化

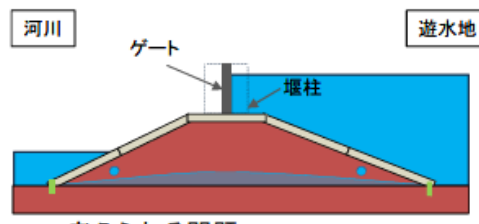
国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究室長 瀬崎 智之

研究開発のリクワイヤメント明確化の意義

(多少不確かであったとしても、象徴的なものであったとしても)
行政からわかりやすい研究開発ニーズが示され、求める機能などのリクワイヤメントが明確に示されれば、技術開発のモチベーションは高まる

(例えば)

- 「ねばり強い河川堤防構造」の開発
例) 想定外力: 越流水深30cmが3時間継続
- 「自然環境の定量目標を満たすための河道設計」
例) 河道内の風景別の占有率や面積(礫河原〇ha)
ワンドの数
- 「遊水地への越流開始水位を上げて、かつ最大越流量を増加させるための、維持管理が比較的容易なゲート」の開発



国の研究機関にまず期待される役割: 環境づくり(協調領域)

越水にして「粘り強い河川堤防」の技術提案で求める性能

①既存の堤防の性能を毀損しないこと

【堤防に求められる基本的な機能】

- ・ 常時の健全性
- ・ 耐侵食性能及び耐浸透性能
- ・ 耐震性能、
- ・ 波浪等に対する安全性

【設計に反映すべき事項】

- ・ 不同沈下に対する修復の容易性
- ・ 堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ
- ・ 嵩上げ及び拡幅等の機能増強の容易性
- ・ 損傷した場合の復旧の容易性 等

【設計にあたって考慮すべき事項】

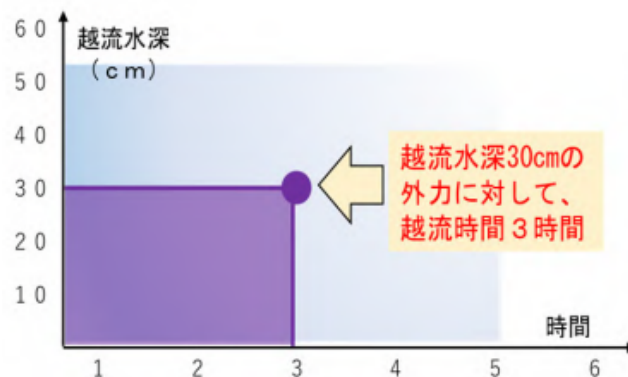
- ・ 環境及び景観との調和
- ・ 構造物の耐久性
- ・ 施工性 ・ 経済性
- ・ 維持管理の容易性
- ・ 事業実施による地域への影響 等

従来の堤防に関する技術基準の検討、
河川管理施設等構造令の大臣特任に
関する検討等をベースに検討

②越水に対する性能を有すること

【技術提案で求める性能】

- ・ 粘り強い河川堤防は、越水しても決壊しない堤防ではなく、避難のための時間を確保するなど、被害をできるだけ軽減するため、越水した場合でも決壊しにくく、堤防が決壊するまでの時間を少しでも長くするなどの減災効果の発揮を目的。
- ・ 技術開発上の評価の目安として「越流水深30cmの外力に対して、越流時間3時間」の間は越水した場合でも決壊までの時間を少しでも長くする粘り強い性能を維持する構造（評価の目安）



※出典：河川堤防の強化に関する技術検討会 令和5年3月1日 より一部改変

過去の越水実験や国総研・土研提案の粘り強い構造の技術開発を参考に、越水に対して粘り強い河川堤防構造の民間公募に際して、検討

越水に対する粘り強さに関する性能のリクワイアメント設定

- 越水に対する性能については、理論上の整理だけでなく、大規模実験等による検証も要求。
- 実験で1度成功した状態と、現場で安心して使用できる状態との間には乖離があることから、信頼性向上のための検討についても要求。
- 通常は、現場でのトライ＆エラーで改善していくが、生起確率の低い越水現象を対象とした技術の信頼性の評価方法が課題。

越水に対する性能に関して
公募時に求めた内容

○構造検討の考え方

○変状連鎖図

○大規模実験等による検証結果

○**信頼性向上**のための検討



現場でも、通常は機能を発揮する



現場で生じる施工や維持管理等の段階で生じる各種の不確実性等
通常は現場でのトライ＆エラーで改善

実験では、通常は機能を発揮する

実験で、機能を発揮したことがある

理屈上、機能を発揮する

信頼性を向上させる開発手法を検討するための水理模型実験

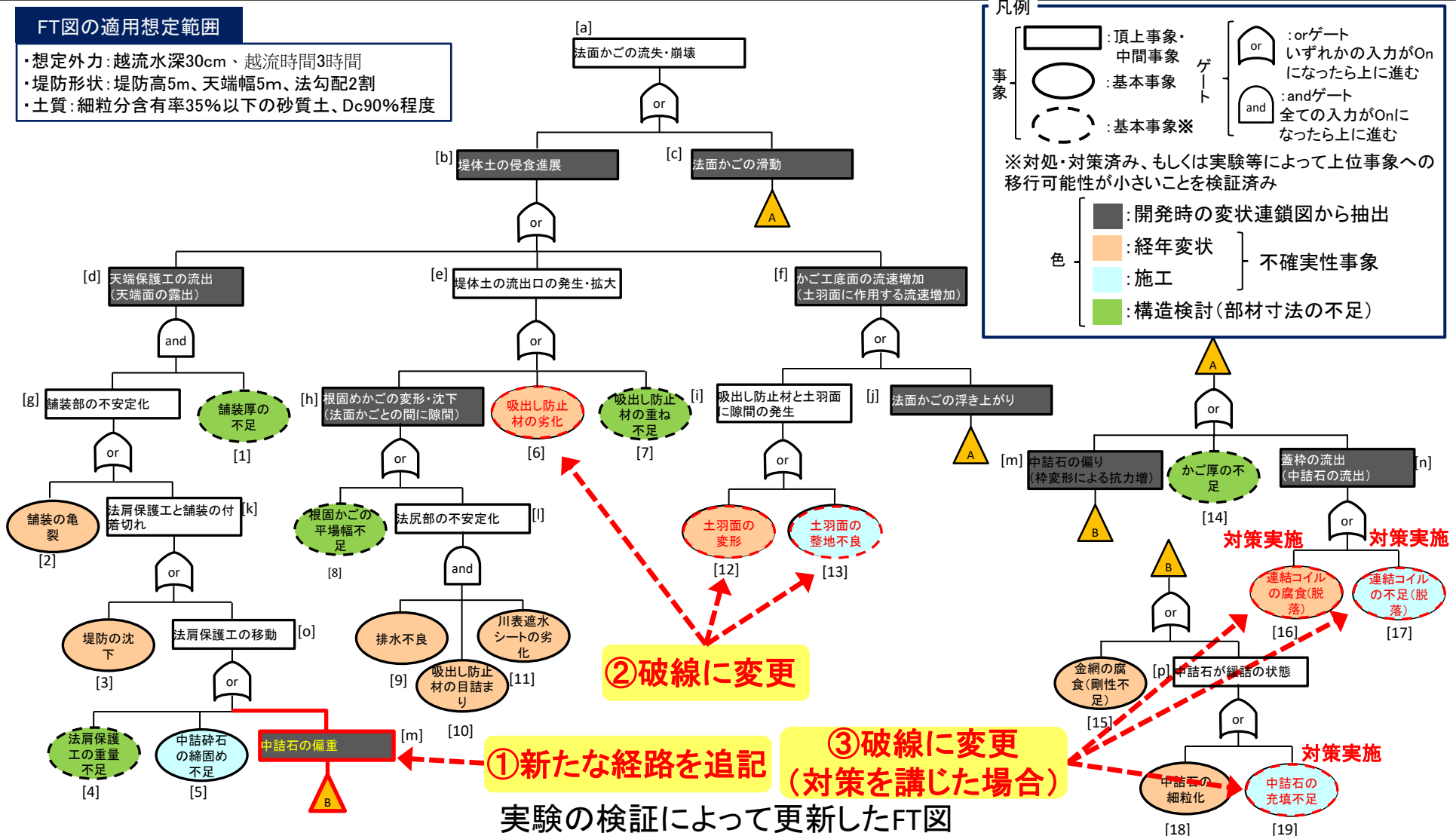
○開発を加速させる手法を検討するため、一定の越水性能が示された技術等を対象に、各開発者の技術協力を得て、施工や維持管理段階で想定される損傷等を与えた条件下での越水実験を実施。

名称	①Coブロック ＋吸出防止材	②カゴ枠法面工 ＋吸出防止材	③透気防水シート	④透気防水シート ＋布製型枠工法
施工の様子 (覆土なしの場合)				
構造の概要	裏法面に吸出防止材を敷設し、コンクリートブロックで押さえた構造	裏法面及び堤脚部に、吸い出し防止材と溶接金網によるかご工を敷設した構造	裏法面に防水性と透気性を有するシートを敷設した構造	透気防水シート上に樹脂製型枠（流動性モルタルを圧入）を敷設した構造。
実験で想定した現場発生事象等	- 覆土なしで使用した場合で長期の雨でブロックの間に侵食溝が発生した場合。 - 不同沈下が生じてブロック敷設面が変形した場合。 - 施工時に吸い出し防止材が破損した場合。	- カゴ内の割石の充填が緩い場合。 - カゴの蓋を止めるコイルが損傷した場合。 - 不同沈下が生じてかご下に隙間が生じた場合 - 施工時に吸い出し防止材が破損した場合。	- 覆土が流失過程で部分的に残った場合 - 堤防法線が曲がっている区間等でシートの余りを折りたたんだ場合 - 堤内地が湛水している場合	- 敷地が狭くて、布製型枠の法尻平坦部を短くした場合 - 堤内地が湛水している場合 - 不同沈下が生じて布製型枠下に隙間が生じた場合

不確実性を考慮したF-T図の作成例(カゴ構造)

○現場での施工や維持管理段階で生じる不確実性事象を組み込んだFT図を作成し、そのルートを潰したプロセスを示すことで、信頼性向上プロセスを評価しやすい手法を考案し、公募要領にも一部を反映。

- FT図の適用想定範囲**
- ・想定外力: 越流水深30cm、越流時間3時間
 - ・堤防形状: 堤防高5m、天端幅5m、法勾配2割
 - ・土質: 細粒分含有率35%以下の砂質土、Dc90%程度



超過洪水時にもリスクバランスが適正になる河道と堤防の計画・設計

○超過洪水時にもリスクバランスが適正になる河道と堤防の計画・設計等の手法を検討するには、求めるリスクバランスや対策事業について整理が出来ている必要がある。

○評価手法としては、解析手法の他、各種の不確実性の考慮方法が課題。

求めるリスクバランスとは？

- (例)
- a. 計画目標流量(または計画ハイドロ)をHWL以下で流す
 - b. 重要箇所が非重要箇所より先に決壊しない(しにくい)
 - c. 現時点の流下能力バランスを維持
 - d. 超過洪水を含めて、整備過程でも各氾濫ブロックの安全度が下がらない
 - e. 年間の死者数(または資産被害額)の平均値(被害額×生起確率)最小化
 - f. 超過洪水を含めて、地域に再生不可能なレベルの被害回避
 - g. 浸水被害に合う確率を一定レベル以下にする。
 - h. 流量を増やしていった際に、越水が上下流でほぼ同時生起(部分的に堤防が低い箇所の水防対応は前提)

事業で実施できる対策は？

- (例)
- 【縦断的なリスクバランスを変化させうるもの】
- イ. 基本方針メニュー内での手順入替え
 - ロ. 超過洪水時のリスク低減を主目的とした維持事業(掘削、樹木伐採等)
 - ハ. 上下流で異なる計画規模設定
 - ト. 超過洪水の水深増を河幅/水深で制御
 - チ. 流量等危険度に応じた余裕高細分
- 【越水した場合の減災に寄与しうるもの】
- リ. 決壊時の氾濫流量を抑制する観点からの堤防表法尻部高水敷高管理
 - ヌ. ねば強堤等の堤防強化
 - ヘ. 現河川区域以外での二線堤整備(・浸水被害軽減地区指定)
 - ル. 流域の公的セクターに流域対策を促すための超過洪水氾濫を想定した情報提供

不確実性を考慮した評価手法は？

- (例)
- 1. 降雨の想定(流域、規模、波形)
 - 2. 河道・堤防の状態変化(堤防圧密沈下、河床変動、植生や河道内粗度変化)の想定
 - 3. 堤防決壊条件の想定(スライドダウ評価、越流、全水頭と堤防高の高低関係、 t^* 、 t_b^* 等総合指標、ウォータークッションの影響、堤防強化した区間の決壊条件)
 - 4. 決壊口の形状(幅、基礎高)
 - 5. 内外水の複合浸水
 - 6. 堤防の決壊が連続する場合のシナリオ
 - 7. 最適な解析手法

新技術の実装に向けて行う検討の例

- ◆ 導入時に発生する便益とコストの見通し
- ◆ 使用方法のルール化、適用範囲・適用条件の検討
- ◆ 品質評価・技術認証方法検討
- ◆ 実務でのワークフロー検討
 - 現行の法令、基準、予算制度、合意形成プロセスとの不整合から生じる課題の解決
 - 従前実施している技術からの転換方法
 - 従前技術の機能、従前の形状規定等の見なし規定の機能等を明らかにし、新技術や新しい考え方の代替範囲を確認。
- ◆ 実装に課題が残るものについては、研究リクワイヤメントを抽出

実装化検討のうち、技術的な専門性の強いものを国総研は担当

建設コンサルタント技術者との実装検討について

建設コンサルタントと連携した現状・課題把握

- ・建設コンサルタンツ協会河川計画専門委員会を通して募集し、直轄河川の計画や設計業務の経験のある12社26名のベテラン技術者、土研共生C、国総研河川研で構成する「河道計画・河道設計に係る数値解析技術の高度化と有効活用」の好循環形成研究会」を発足(R6.10)。
- ・業務発注を受けて実施されている、または必要になりつつある典型的な高次数値解析(2D、Q3D、3D等)21種類を対象に
 - a.モデル構築、b.検証計算、c.予測計算、d.計算結果の評価、の標準的な手法と留意点を整理。

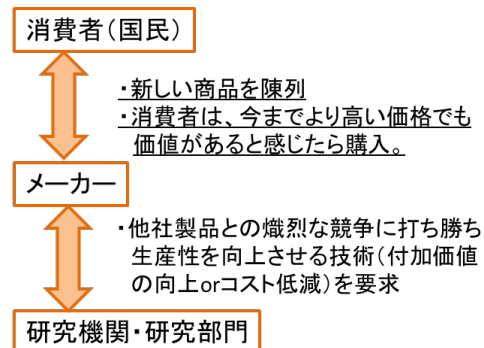


全体会議の様子

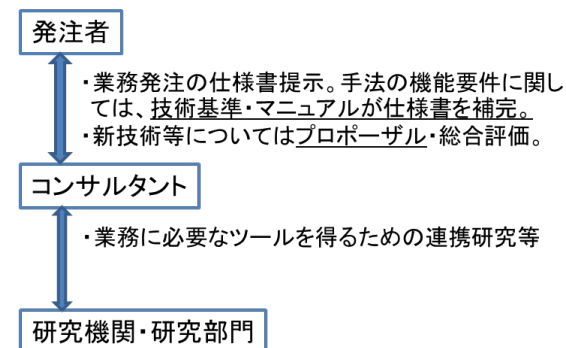


専門部会の様子

一般的な工業製品の場合

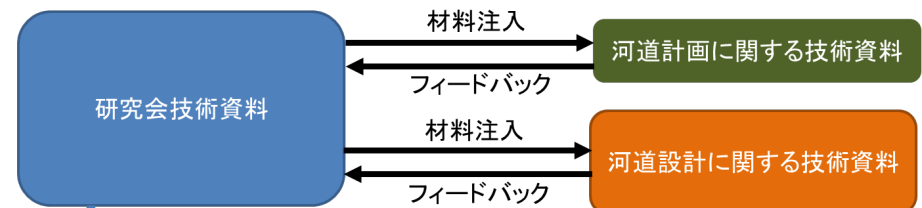


本件(河道設計ツール)の場合



数値解析技術に関しては、ユーザーである建設コンサルタント技術者が実装検討の鍵を握る

ツール単位でのとりまとめ



【役割イメージ】

- ・河砂基準調査編の詳細
- ・水理公式集の数値解析詳細版

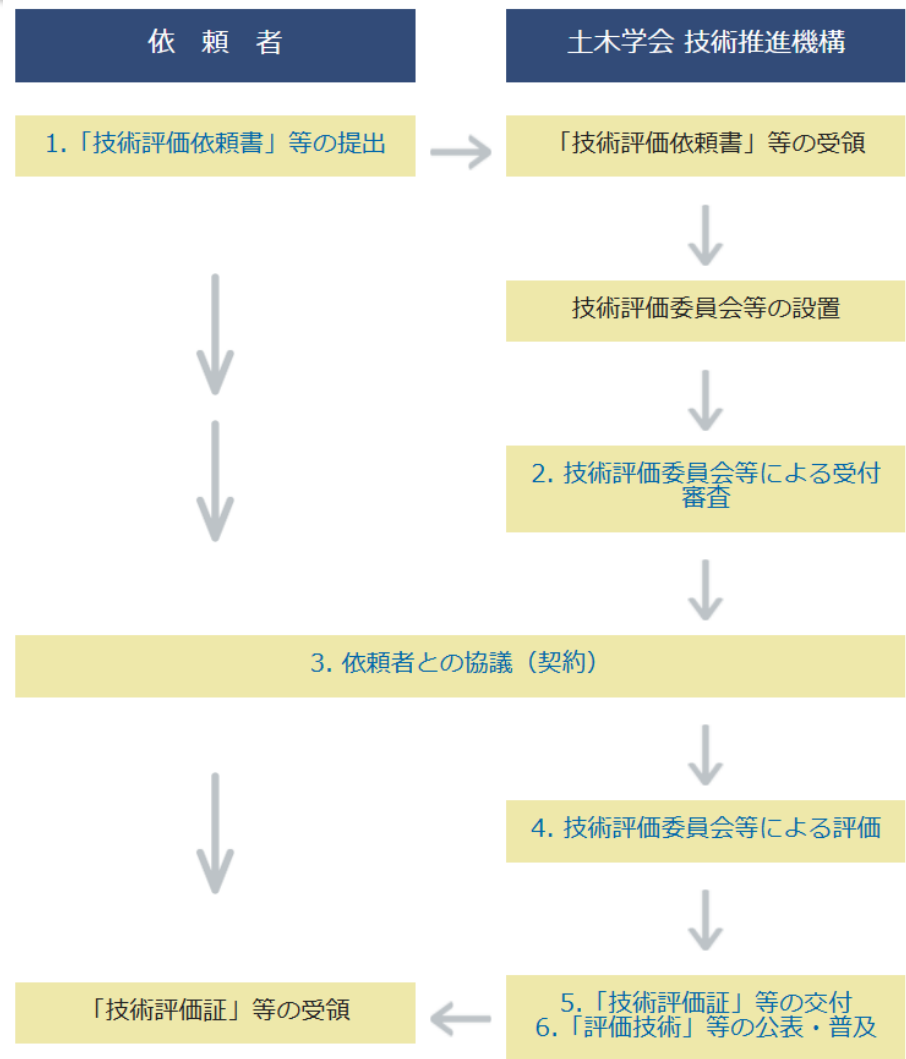
- 実務視点からの解析技術の評価
- 解析研究へのリクワイヤメント
- 技術基準へのリクワイヤメント
- 観測技術へのリクワイヤメント

検討単位でのとりまとめ

【役割イメージ】

- ・河砂基準計画編、設計編の詳細
- ・河道計画検討の手引き更新版
- ・数値解析だけでなく、調査やデータ整理を含めた手法の整理

技術認証制度の例(土木学会コンクリート委員会)



技術評価の流れ

評価委員会
コンクリート委員会数値解析認証小委員会の委員から、専門知識と経験を有する学識経験者または専門技術者が選出される。

学識経験者や実務経験者等で組織した技術評価委員会が、国内外で研究開発された技術の実務への適用性、研究段階にある技術の実用可能性、および専門家の少ない発注機関等に代わって工事の品質向上に係る技術提案を評価する制度。

- ▶ 日本の土木工学における有数の学識経験者や実務経験者がその評価にあたる
- ▶ 国内において既往の基準のない新しい分野・技術に関する技術資料(設計施工指針等)の監修を行う
- ▶ 国内建設市場のみならず海外市場も視野

対象分野と評価期間

区分	対象分野	期間の目安
1	材料、工法等の新技术	6ヶ月～1年
2	コンピュータソフトウェア	4～6ヶ月
3	研究段階にある技術の実用可能性	4～6ヶ月
4	工事の計画・発注段階での提案技術	依頼者と協議
5	土木学会コンクリート標準示方書[設計編]の規定に基づく数値解析	1ヶ月程度

「評価技術」等の公表・普及

審査を通じて得られた広く数値解析技術の発展に寄与する技術的知見は、必要に応じて今後のコンクリート標準示方書[設計編]の改訂の際に参考

- 科学技術が細分化、高度化した現下で、水害多発時代に対応して河川技術を進展させるためには、産学官の多様な主体が参画することが不可欠と考えます。
- 産学官の多様な主体によって研究が進められるためには、良質な命題が示されるとともに、技術開発ニーズやリクワイヤメントが明確化されることが重要。
- 国総研河川研究室は、特に技術的に専門性の高い内容について、リクワイヤメントの明確化を含む、実装検討を推進。
- 実装検討自体にも、産学官の多様な主体が参画されていくと、技術の進展が加速すると思われます。