

越水破堤実験計画(案)

1. 越水破堤実験に向けた実験検討会の今後の流れ
2. 実験準備項目及びスケジュール
3. 越水破堤予備実験
4. 越水破堤実験(本実験)における計測方法と計測位置

平成19年12月25日

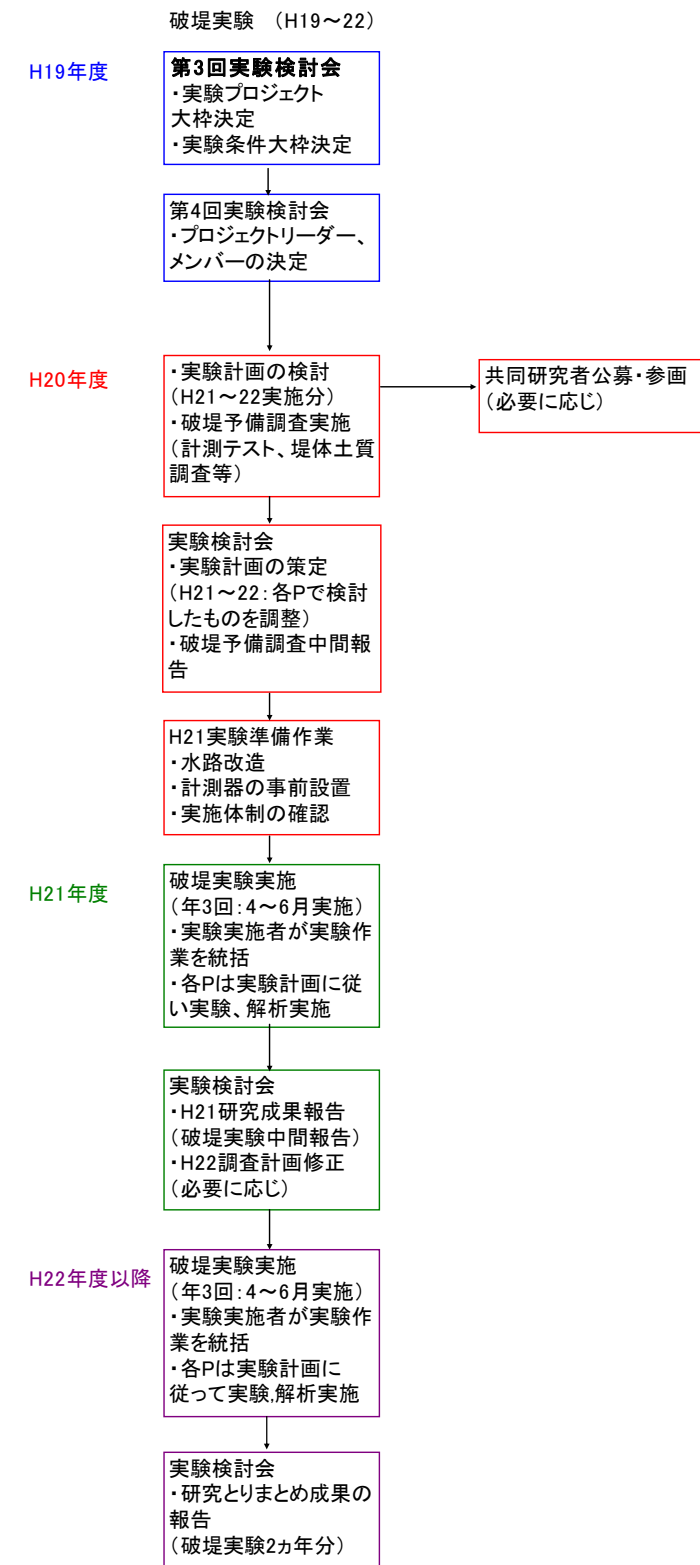
(独) 土木研究所 寒地土木研究所

1. 越水破堤実験に向けた実験検討会の今後の流れ

(1) 実験検討会における今後の実施項目の概要

年度	実施項目	実施細目	実施の主たる内容
平成19年度	越水破堤実験計画の大枠策定	破堤実験の方針決定	実験条件(実験流量、堤体土質、形状、飽和度等)の大枠を設定 破堤実験の各プロジェクト大枠を決定 破堤実験実施にあたり新たに必要な計測機器や設置方法
	実験準備	実験水路改造方針の決定	水路幅(矢板で10mに縮小)、堤体形状等、改造計画の大枠を設定
		予備実験での検証準備	H20年度に実施が必要となる予備実験項目を決定(計測手法の確認等) 予備調査の実施(堤体土質:間隙水圧計設置、土質ボーリング)
	プロジェクトチームの決定		各プロジェクトのリーダー及びメンバーを決定(行)
平成20年度	越水破堤実験計画の策定	越水破堤実験実施計画書の作成	各プロジェクトで実験の詳細計画を策定(年→実験実施者が各プロジェクトの計測項目をまとめて測定準備(発注等))
		共同研究者公募・選定	必要に応じ、実験実施者が公募(H20年度の早いうちに) (公募の要・不要及び公募対象とするテーマは、各プロジェクトで選定)
	破堤に関する予備実験	測定手法、計測機器の検証	予備実験時に測定手法や計測機器の設置、動作、データ収集を確認
		堤体予備調査	堤体土質調査
実験準備(H21実施分)		予備実験終了後に着手 ・水路幅縮小(矢板) ・背割堤改造(ブロック撤去、計測機器設置等)	
平成21年度	実験実施計画書に沿って実験実施	破堤実験(1年目:4~6月で3回)	
		第1回:4月	計測後堤防仮復旧、河床整地
		第2回:5月	計測後堤防仮復旧、河床整地
	第3回:6月	計測後、堤防仮復旧(仮護岸)	
		実験データの整理	
実験準備(H22実施分)		破堤箇所の復旧 H22実験用の堤体改造(必要に応じ堤体材料入れ替え、形状変更等)	
破堤実験計画の見直し(必要に応じ)			
破堤実験中間とりまとめ			
平成22年度	実験実施計画書に沿って実験実施	破堤実験(2年目:4~6月で3回)	
		第4回:4月	計測後堤防仮復旧、河床整地
		第5回:5月	計測後堤防仮復旧、河床整地
		第6回:6月	計測後、堤防復旧
		実験データの整理	
	背割堤完全復旧		背割堤高さ4mへ復旧
破堤実験とりまとめ			

(2) 実験検討会の今後の流れ (フロー)



※各年度末には、AD委員会による研究評価を受けるものとする (実験計画策定及び予備調査を含む)

2. 実験準備項目及びスケジュール

(1) 必要な準備項目

現段階で、越水破堤実験に必要な準備工項目とスケジュールを示す。

越水破堤実験準備項目	詳細
越水破堤実験内容の検討	実験ケースの設定 実験計画の策定 模型実験による流況検証 実験費用の算出 予備実験計画の策定 予備調査計画の策定
間隙水圧計の設置	間隙水圧計設置
堤体予備調査	土粒子密度試験 含有量試験 粒度試験 液性限界・組成限界試験 湿潤密度試験 透水試験 3軸圧縮試験 材料試験 堤体内湿潤線
実験水路改築設計	構造検討 図面作成 概算工事費算出
越水破堤予備実験	映像撮影 観測機器検証 濁水モニタリング
実験水路の改築	鋼矢板の設置 越水破堤部の改造 既存ブロックの撤去 越水破堤部の築堤 破堤部以外の養生 水位堰上げ装置の製作
実験準備	観測機器の設置 撮影架台の設置 周辺地形詳細測定
越水実験	実験準備 破堤実験、計測 破堤形状測定 測定器回収
堤防復旧	破堤復旧 破堤区間外養生 河床整地

実験準備から越水破堤実験全体の概略スケジュール（案）を以下に示す。

越水破堤実験準備

平成19年9月～20年3月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

平成20年4月～20年9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査(堤体内水位計測継続)						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

平成20年10月～21年3月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査(堤体内水位計測継続)						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

平成21年4月～21年9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査(堤体内水位計測継続)						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

平成21年10月～22年3月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査(堤体内水位計測継続)						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

平成22年4月～22年9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
越水破堤実験内容の検討						
堤体予備調査機器の設置						
堤体予備調査(堤体内水位計測継続)						
実験水路改築設計						
越水破堤予備実験						
実験水路の改築						
実験準備(観測機器設置含)						
越水実験(撮影、計測含む)						
堤防復旧						

(2) 調査項目

破堤実験で必要と想定される実験準備及び計測手法について以下に示す。

計測内容	計測項目	手法	測定内容	既存技術での対応可否
破堤実験準備	背割堤及び実験使用材料の土質試験	土質試験、剪断強度試験、透水試験、室内締め固め及びコーン試験	使用する堤体材料の土質特性を把握する	可
	背割堤基礎の地質調査	ボーリング調査	背割堤の基礎地盤特性を把握する	可
	堤防の湿潤状況 (融雪期含む)	堤体内湿度	堤体の湿潤状況を把握する	可
	堤体内水位	間隙水圧計	実験時、出水時の堤体内水位の挙動を調査する。	可
堤防破壊現象	破壊面拡大 (水面上)	高所作業車及び気球からのビデオ連続撮影	破壊拡大過程 (時系列で把握)、縦断的に破壊箇所が拡大するので破壊区間全体を撮影	可、撮影手法や詳細な予備試験が必要
	破壊面拡大 (水中)	トレーサー埋め込み+連続撮影 (水面上)	トレーサー (プラスチック板等) を土砂と埋め込み、連続撮影で侵食面の位置を押さえることを想定	新たに手法を検討、予備実験で確認が必要
		センサー等を用いた破壊面、落ち堀れ部の計測	センサー等を利用し、堤体の破壊面拡大及び落堀れ部の拡大過程を把握する	新たに手法を検討、予備実験で確認が必要
	堤体破壊面の測定	既存機器 (測深器、ビタオ3D解析、トータルステーション等)	既存手法を比較し、最適な方法を選択する	可、予備実験で最適手法を選定
	破堤部流速	高所作業車及び気球からのビデオ連続撮影	画像解析 (PIV) で表面流速流向解析	可、画像解析手法確認のため、本実験前に予備試験が必要
		流速計による測定	堤防越流部、法面、堤内側の流速を測定 (電磁流速計等)	可
	給水量	転倒ゲートのH-Q	実験結果よりH-Q式算出済み	可
越流量	転倒堰からの給水量-下流への流出量	下流流量は、模型実験による下流堰上げ部のH-Q式と流量観測の併用	模型実験をH19年度実施予定	
氾濫現象 (新水路側)	氾濫域拡大	高所作業車及び気球からのビデオ連続撮影	氾濫域拡大過程	可、対象範囲が広いことから高所作業車は複数台必要、本実験前に予備試験が必要
	氾濫流速	高所作業車及び気球からのビデオ連続撮影	画像解析 (PIV) で表面流速流向解析 氾濫水の先端 (フロント) 進行速度の把握	〃
	氾濫流水深	水位標を連続撮影及び直接水位測定	水面形の把握+通水前・後に氾濫域地形測量	水面把握は既存手法で可 (水位標、超音波水位計、ダイバー水位計等)、本実験前に予備試験が必要
水質モニタリング	実験に伴う濁水の流下・拡散	河川水の濁度観測 (横断的な拡散把握のため、横断方向にも複数点で観測) 必要に応じ、流量・流速観測	大量の土砂が十勝川に流入することが想定される実験中において、濁水が十勝川をどのように流下するのか把握し、濁水の影響範囲や流下速度を明らかにする。 ※特にシルト等の細砂は十分なモニタリング体制が必要	H19年度と同様、実験中に十勝川で詳細な濁水調査を実施する

(3) 堤体予備調査について

越水破堤想定箇所 (長さ 240m) 内の 3 箇所 (約 70m ピッチ) で堤体予備調査 (土質調査と間隙水圧計による堤体内水位調査) を行う。

予備調査地点は H21 年からの破堤実験に影響が少ないように、破堤想定箇所の上流 10m 地点とする。

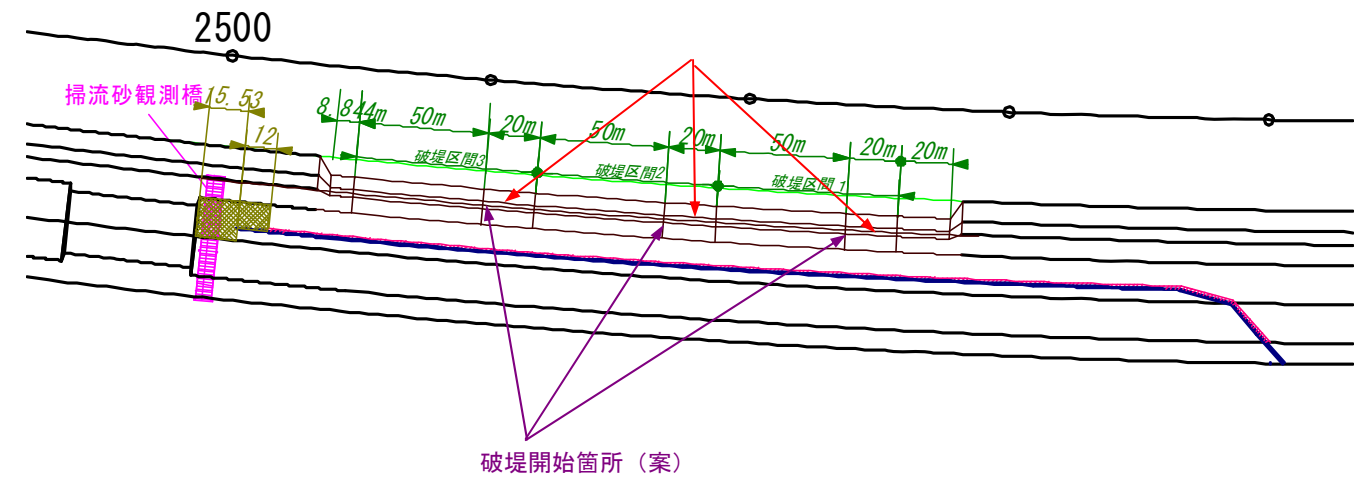


図-3.1 越水破堤実験計測位置図

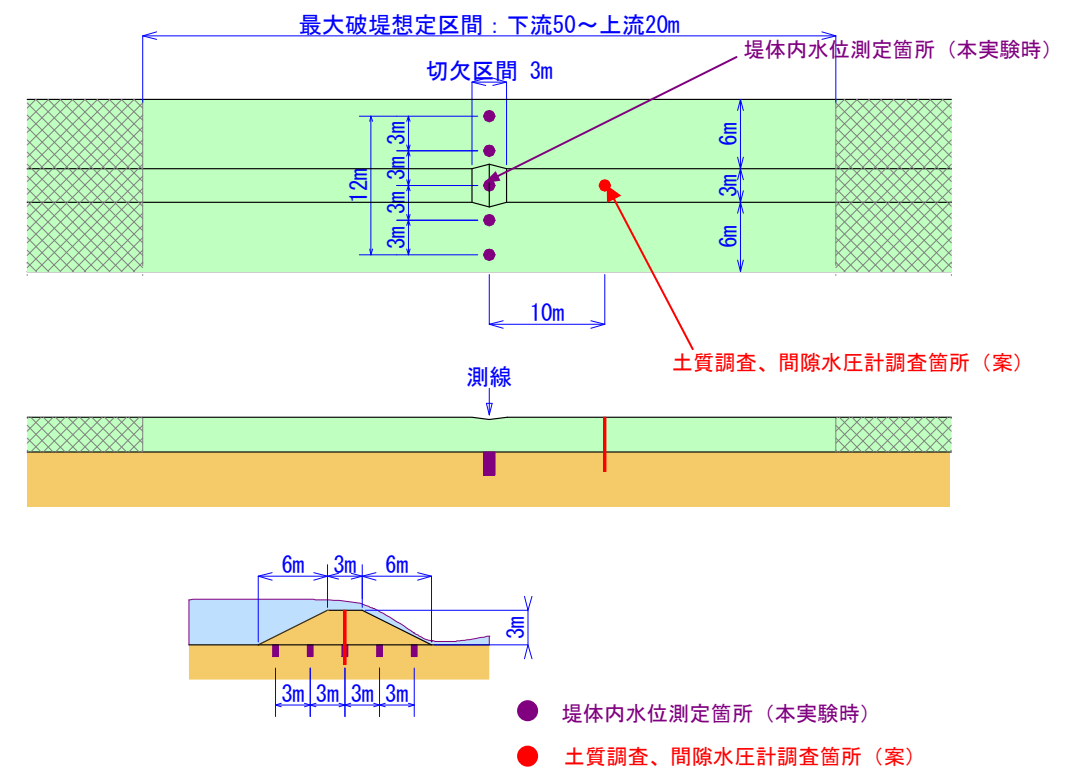


図-2.1 破堤部計測位置詳細図

3. 越水破堤予備実験 (H20 年度実施)

(1) 越水破堤予備実験の目的

越水破堤実験を実施にあたっては、実験水路を底幅 10m まで縮小し、実物大堤防を 1 回の実験で最大 60m 近くまで破壊させる計画である。この実験は、大規模な工事、機器による観測とそれに伴う多くの費用と時間を必要とする。また、実大規模での破堤実験は日本で初めての試みであるため、観測方法等不明な点が多い。また破堤に伴う濁水の影響も懸念される。そのため事前に観測手法の検証や、実験が十勝川の水质に及ぼす影響等、状況を確認し対策を講じる必要がある。

そこで平成 21 年度～22 年度実施予定の越水破堤実験を実施する前の平成 20 年度に、越水破堤予備実験を実施して、観測方法等検証することにする。

(2) 越水予備実験内容

予備実験方法は、図-1 に示す第 1 沈砂池上流約 223m 付近（定点水位計 4 の下流地点）に、高さ 2m、天端幅 2m、法勾配 1:2.0 の仮堤防（土堤）を築造して、以下の検証を行う。

実験実施時期は、予備実験 4 流量終了後の 7～8 月に実施予定である。流量は低下するが、横断的に築堤するため、小流量でも破堤実験が可能であると考ええる。

- ・各種観測センサーの設置方法・計測方法・計測精度の検証
- ・新規計測技術の開発、方法、計測精度の検証
- ・濁水の影響の調査、濁水捕捉方法の検討

(3) 越水破堤予備実験検討項目

以下に示す実験を実施予定である。但し、上空からの撮影は、費用や必要性等を詳細に検討し、内容は補正する予定である。

項目	方法	実施内容	実施場所
動画撮影	画像撮影	高所作業車からのビデオ撮影を行う(可能であれば気球等からの空中撮影も実施)。	千代田実験水路 (予備実験通水時&越水予備実験)
PIV解析	画像撮影・解析	動画撮影から解析し、ADCP観測結果と比較検証する。	千代田実験水路 (予備実験通水時&越水予備実験時)
洗掘箇所の河床形状	観測手法開発(トレーサー)	堤防内にトレーサーを埋め込み、侵食進行の把握が可能か試験を行うことを想定している。	千代田実験水路(越水予備実験)
	観測手法開発(センサ)	堤防内に水温センサ、加速度センサを埋設し、侵食進行の把握が可能か試験を行うことを想定している。	
	既存機器(測深器、ビデオ 3D解析、トータルステーション等)	各機器の観測結果を比較しながら精度を確認し、採用機器を検討する。	
堤体内水位	ワイヤレス間隙水圧計	ワイヤレス間隙水圧計を埋め込んで、水準面を表現できる設置位置、設置数、設置間隔、計測間隔等を検証する。	千代田実験水路(越水予備実験堤体内)
氾濫流計測	氾濫流流速	ポイントごとに電磁or電波流速計を設置し、上空からのビデオ撮影による浮子流下速度(PTV解析)と比較する。	千代田実験水路 (予備実験通水時&越水予備実験時)
	氾濫流水深	簡易水位標を設置してビデオ撮影による水面位置測定結果とゲイバー水位計等の計測器による水位結果を比較検証する。	
濁水モニタリング	濁度計測	濁度計による計測を実施し、濁水の影響量を把握する。(下流橋梁地点)	実験水路内～河口まで約40km

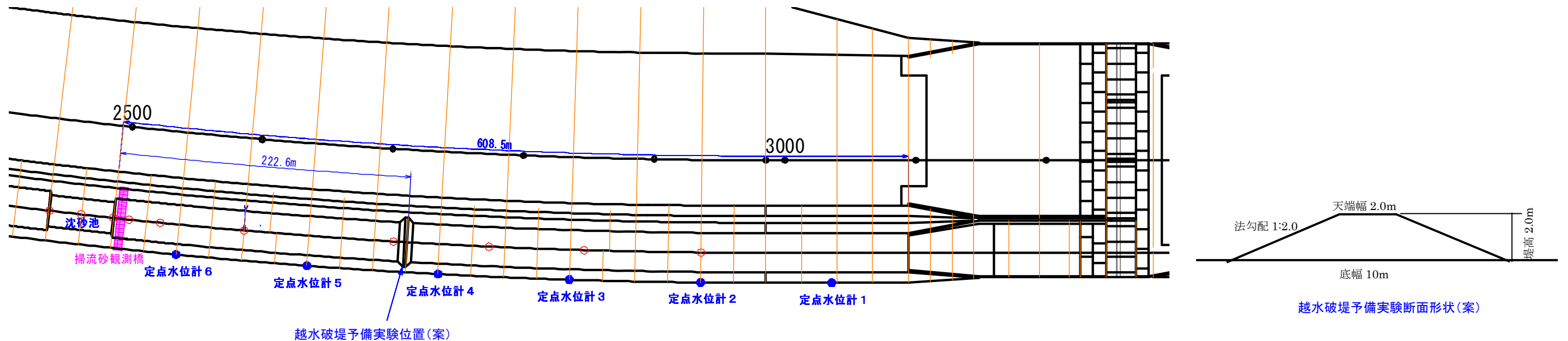


図-2.2 越水破堤予備実験形状図

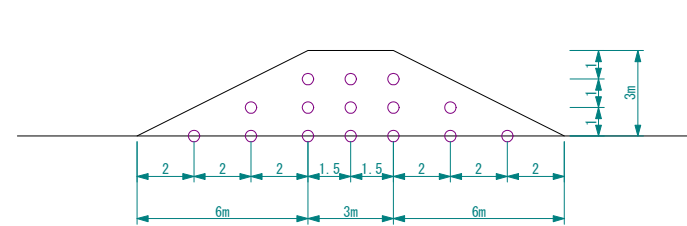
4. 越水破堤実験（本実験：H21～H22 実施予定）における計測方法及び計測位置

(1) 計測項目

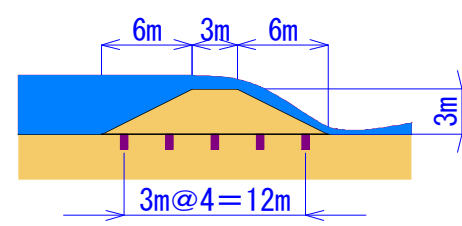
越水破堤実験時に想定している計測項目を以下に示す。但し、観測内容は H20 年度越水破堤予備実験を実施して決定する。

項目	方法	実施内容	観測場所
流量	第4ゲートH-Q	第4ゲート越流水深とゲート開度より算出	
氾濫量	上流流量－水路下流端の流量	水路縮小区間下流端で水位と杭ワイヤ-ADCP船による流観を行う。 (また、破堤前の予備実験で、実験水路終端部でゲート流量よりH-Q式を作成も実施)	実験水路縮小区間下流端
撮影	動画・写真撮影	高所作業車からのビデオ・写真撮影	実験水路左岸・新水路右岸から
		三脚によるビデオ・写真撮影	新水路足場、矢板足場、背割堤上下流から4箇所
		気球からの空中平面撮影	破堤部上空から
	PIV解析	動画撮影から解析し、ADCP観測、電波式流速計観測結果と比較検証する。	破堤部上空から
堤防破壊進行中の洗掘状況	レーザーによる洗掘観測	堤防内にレーザーを埋め込み、侵食進行の把握を行う。	堤体内部：5mピッチ
	センサーによる洗掘観測	堤防内に水温センサ、加速度センサを埋設し、侵食進行を把握する。	堤体内部：10mピッチ
実験終了後の堤防洗掘状況	トータルステーション	堤防破壊面をトータルステーションで測定し、3D化する。	堤体破壊面
	写真画像3D解析	堤防破壊面をステレオ写真撮影し、3D化する。	堤体破壊面
堤体内水位	ワイヤレス間隙水圧計	ワイヤレス間隙水圧計により、堤体内の横断的湿潤線を観測する。	堤体破壊代表断面 1断面/1破壊区間
水路内流速	杭ワイヤ式ADCP観測船	破堤想定箇所上流部水路内で杭ワイヤ式ADCP観測船による河床高、水深、流速を測定する。 流速は、PIV解析結果と比較する。	破堤想定箇所上流実験水路内
水路内水位	ダイバー水位計	実験水路矢板にダイバー水位計を設置して、実験水路内の水面形を縦断的に観測する。	30mピッチ、10箇所
氾濫域流速	電波式流速計	氾濫域代表地点にH鋼を打ち込み、電波流速計を設置し、上空からのビデオ撮影による浮子流下速度（PTV解析）と比較する。	氾濫域3箇所 堤体下流面3箇所
氾濫域水位	ダイバー水位計 簡易水位標	氾濫域代表地点にH鋼を打ち込み、簡易水位標を設置してビデオ撮影による水面位置測定とダイバー水位計等の計測器による水位測定を行う。	氾濫域3箇所
濁水モニタリング	濁度計測	濁度計による計測を実施し、濁水の影響量を把握する。（下流橋梁地点）	実験水路内～河口まで代表地点5箇所程度

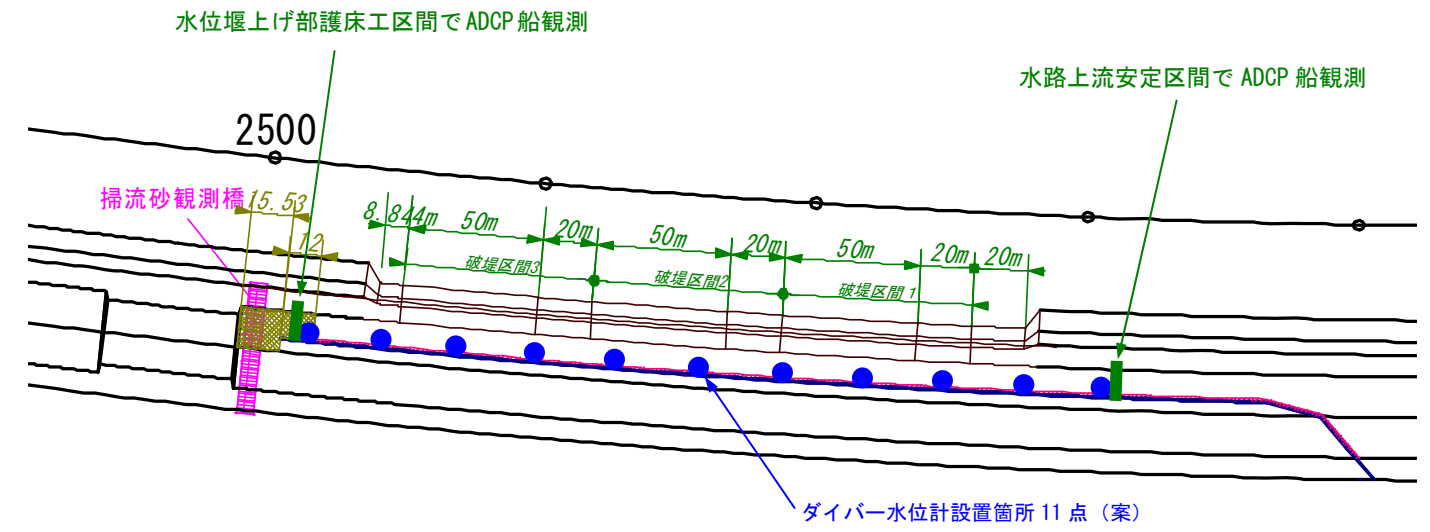
(2) 計測箇所（案）



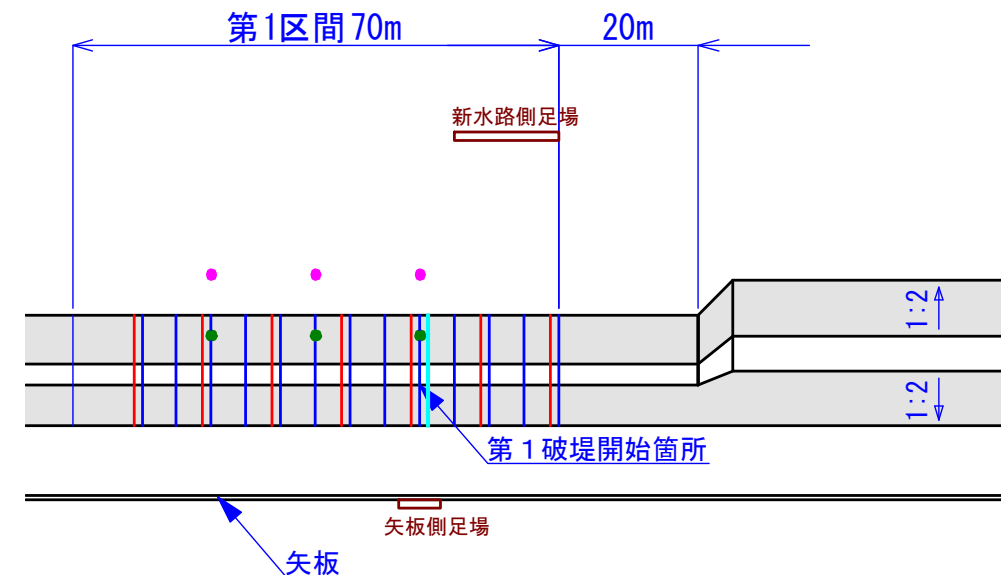
レーザー、センサー設置位置
1断面あたり15点



ワイヤレス間隙水圧計設置位置
1断面あたり5点



杭ワイヤ式ADCP観測船、ダイバー水位計設置位置



- 氾濫域、水位・流速測定位置
- 電波式流速計計測位置（法面）
- 堤体内レーザー埋め込み位置
- 加速度センサー埋め込み位置
- ワイヤレス間隙水圧計埋め込み位置

第1区間測定箇所の例（案）