

河川の増水・出水による 河川橋梁基礎の洗掘リスク評価および 健全度評価手法の展開

研究代表者：渡邊健治（東京大学大学院）

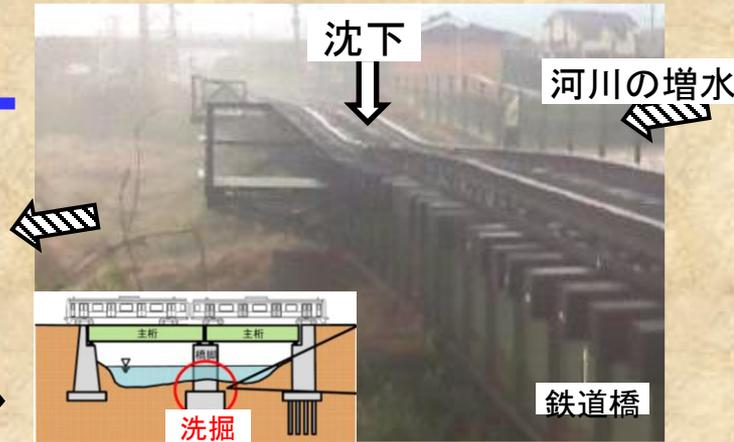
共同研究者：川尻峻三（北見工業大学）

（実施期間：2021～2022年）

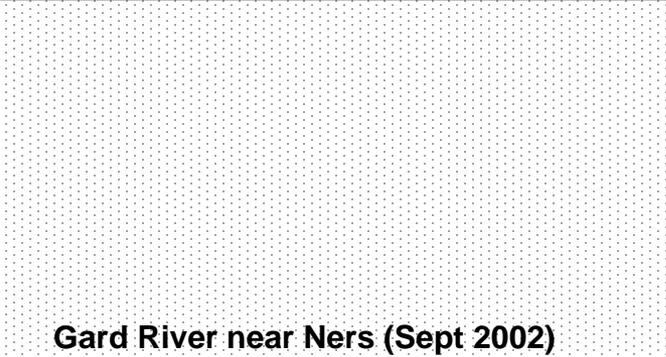
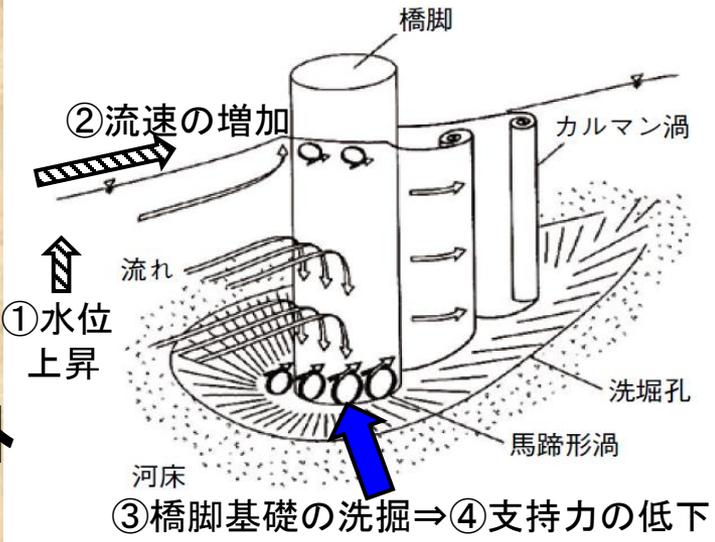
背景、技術課題の整理

- 近年の豪雨災害により、海外において河川橋りょうの洗掘被害が増加している
- 日本では古くから生じている被害パターン
⇒ 洗掘リスク評価手法、健全度診断法等が発展している
- 気候変動に伴い、今後河川橋りょうの被災事例は増える予想される。
- 日本の災害経験に基づく各種手法を海外展開できる可能性がある。

経験的手法



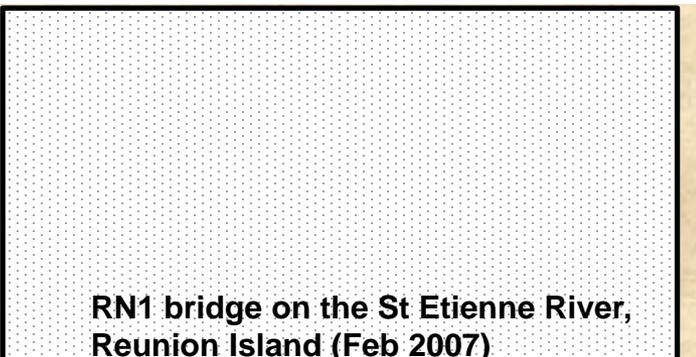
<日本での洗掘被災事例、2012年九州北部豪雨>



Gard River near Ners (Sept 2002)



Wilson Bridge, Tours (Apr. 1978)



RN1 bridge on the St Etienne River, Reunion Island (Feb 2007)

なぜフランスへの技術展開を目指すのか？

日仏の共通点

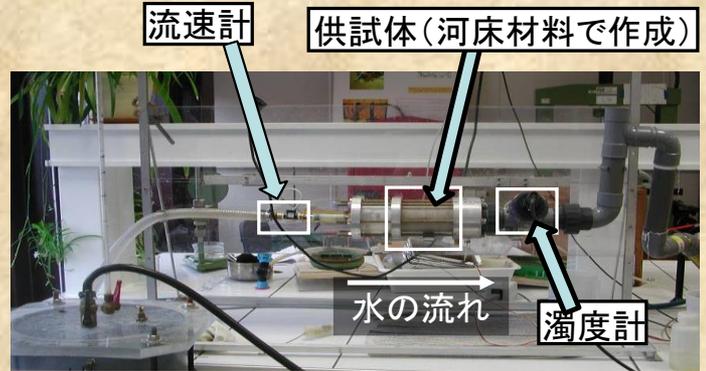
- 古くから鉄道・道路網が普及・発展し、当時の旧式橋りょうが今も数多く供用されている。
- 豪雨災害・増水被害が増加している

今年7月の欧州豪雨災害

日仏の相違点

- 日本: 水害に関する経験や事例分析が豊富、経験工学的
- フランス: 洗掘メカニズムに関する力学的な基礎研究を重視

相互補完的な関係



フランスGustave-Eiffel大学における基礎研究の事例 (Hole Erosion Testによる土の侵食抵抗力の評価)

期待される日本のインフラマネジメント技術の国際展開

- ① 日本の災害経験や事例分析に基づく洗掘リスク評価手法の展開
- ② 日本の鉄道分野で広く普及している「橋脚の卓越振動数計測による健全度評価手法」の展開

①日本の洗掘リスク評価手法(洗掘採点表、鉄道標準)

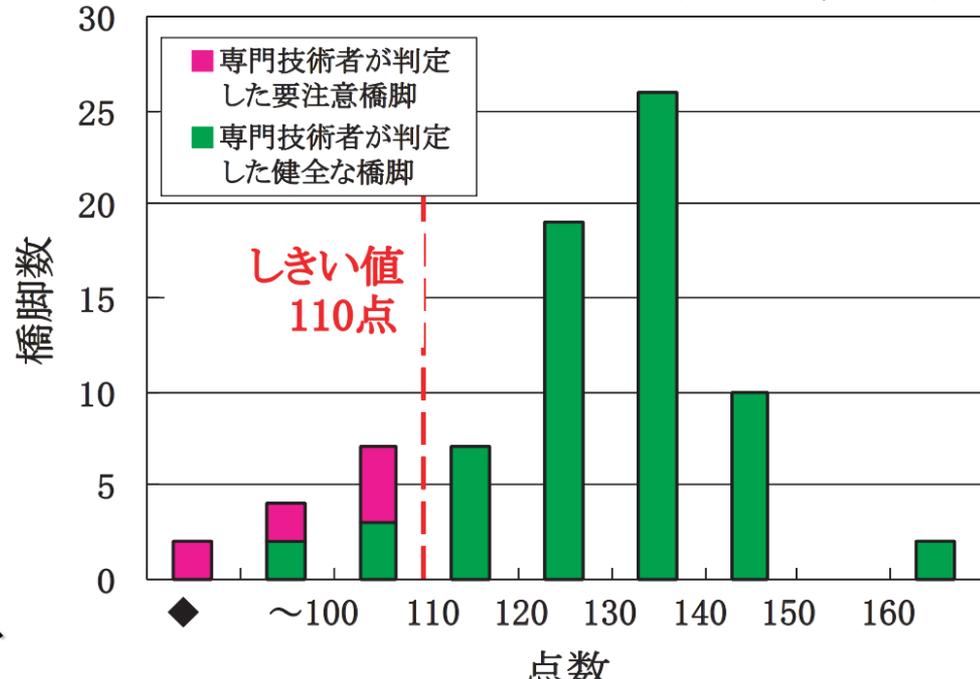
評価項目	区分	点数		
河川の環境条件	地形	平野	10	
		谷底平野	10	
		扇状地	0	
		山間地	5	
	河川幅の狭窄	無	15	
		有	0	
	河床材料	砂	10	
		礫	0	
		露岩・巨礫	10	
	河床全体の低下	有	0	
無		10		
河川の湾曲に対する橋脚の位置	直線および曲線内側	15		
	曲線外側	0		
河川敷に対する橋脚の位置	流水中	5		
	陸地(護岸なし)	10		
	陸地(護岸なし、流路隣接)	0		
	陸地(整備護岸)	25		
	陸地(整備護岸、流路隣接)	15		
橋りょう(橋脚)の構造条件	下流方落差	なし	20	
		高さ	~1m	5
			1m~2m	0
			2m~	◆
	形式	コンクリート	-	
		ブロック	-	
		シートパイル等	-	
	変状	変状有り	◆	
	施工範囲	河川幅の一部のみ	◆	
	根入比	直接・杭	根入比1.5を満点、0を0点とする傾斜配点	50
ケーソン		根入比3.5を満点、1.0を0点とする傾斜配点		
根入れ長の変化	1.5m以上の増減がある	◆		
基礎の岩着	岩着と思われる	15		
	岩着	30		
基礎構造形式	直接基礎・木杭	-		
	杭基礎	-		
	ケーソン	-		

評価項目	区分	点数		
防護条件	なし	なし	0	
		不明	0	
	かご	変状有	変状有	0
			変状無	5
		変状不明	変状不明	0
			変状無	20
	ブロック	変状	変状中・一部流出・乱積み	5
			変状大・流出	◆
		連結	変状不明	0
			連結	5
はかま	根入れ	河床>はかま上面	20	
		はかま下面<河床<はかま上面	10	
	変状	河床<はかま下面	◆	
		変状有り	◆	
張コンクリート	敷設範囲	変状不明	0	
		周辺全面	40	
	シートパイル	2D以上(D:橋脚躯体幅)	20	
		2D未満(D:橋脚躯体幅)	0	
根入れ	河床>基礎底面	20		
	河床<基礎底面	◆		
	変状	変状有り	◆	
		変状不明	0	

特記事項
河川の
河川
隣接

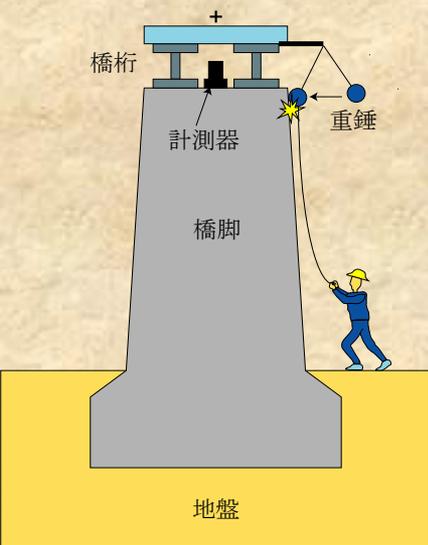
※各項目の該当する点数を合計し橋脚と判断する
 ※◆印はその項目に該当する橋脚
 ※張コンクリートは橋脚周りに
 ※一印は、直接評価に加えない

現地調査対象;77橋脚

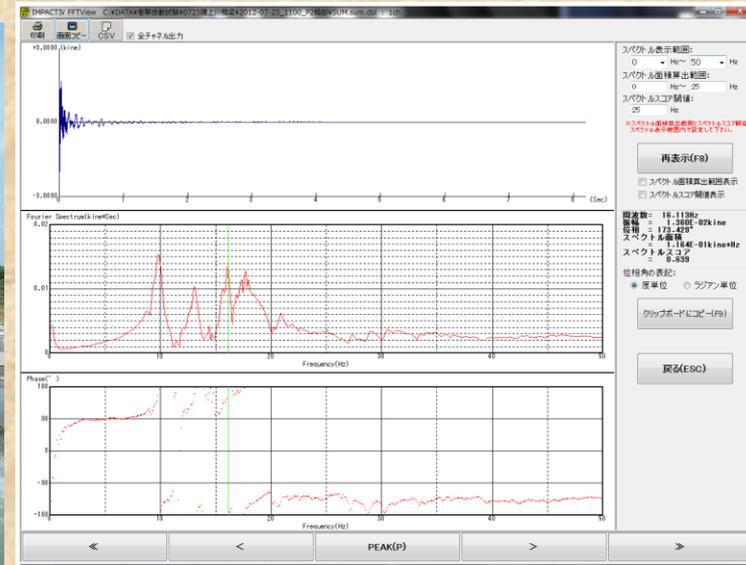


「河川の環境条件」、「橋りょうの構造条件」、「防護条件」に応じて点数付け
 過去の被災、無被災事例に基づいて「しきい値」を設定する

②橋脚の卓越振動数計測による健全度評価手法



衝撃振動試験の事例



- 橋脚の固有振動数から健全度を評価(近年は各種センサー類の開発が進んでいる)
- 初期値(or標準値)から固有振動数が3割低下した時、危険と判定

異なる河川条件・構造物条件

- ①、②いずれも経験的手法。
⇒日本では適用できるが、海外において単純適用はできない
- 実験、計測を通じ、国際展開可能な評価手法に発展させ、フランスでの適用を目指す

具体的な検討事項

①洗掘リスク評価手法の確立、日仏の相互比較

日仏の過去の洗掘被害事例を再整理し、

- (1)最大洗掘深さに影響を及ぼす要因(作用)、
 - (2)洗掘による構造物の不安定化に及ぼす要因(抵抗力)、
- の2つに分けて、リスク評価手法を発展させる。

日本⇔海外で異なる河川条件・構造物条件を考慮

②橋脚の卓越振動数計測による健全度評価手法

・経験的手法から定量的な評価手法へ発展

「洗掘の程度と橋脚の卓越振動数の関係」

「河床勾配、河床材料の粒径の影響」

} 詳細検討を行う

・フランスの実河川橋梁における洗掘調査、モニタリングを実施

進捗状況

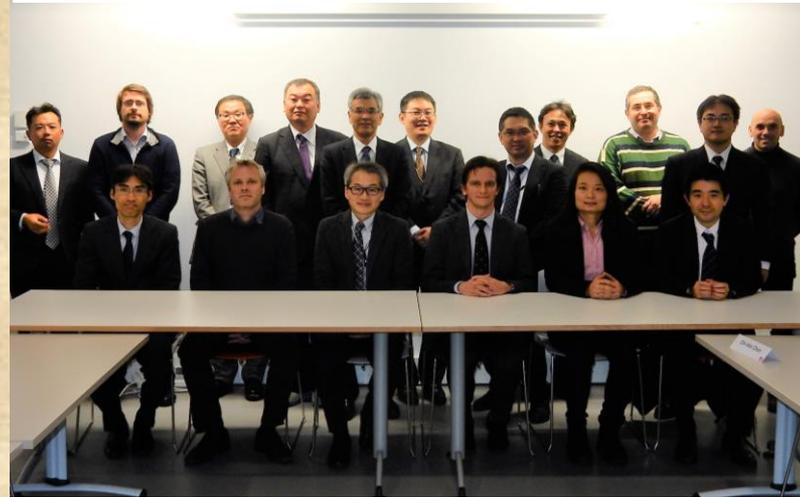
準備段階(2018~2019年度)

日仏共同現場調査



日本の橋梁を視察(静岡、大阪)を視察

洗掘に関するワークショップ@フランス



本研究助成採択後(2021年度~)



オンライン会議による
技術課題・実施事項の整理



進捗状況(日仏のリスク評価法の比較)

日本の考え方(鉄道標準、抜粋)

	要因	要素
河川的环境条件	地形	平野, 谷底地形, 扇状地, 山間地
	河川幅の狭窄の有無	
	河床材料	砂, 礫, 露岩, 巨礫
	全体河床の低下の有無	
橋りょう(橋脚)の構造条件	河川の湾曲に対する橋脚の位置	直接および曲線内側 曲線外側
	河川敷に対する橋脚の位置	流水中, 陸地
	下流落差	高さ, 変状有無, 施工範囲
	根入れ比	
	岩着の有無	
防護条件	なし, 不明	
	かご	変状の有無
	ブロック, ハカマ, シートパイル	根入れ位置 変状の有無

維持管理(全般検査)の補助的手段として使うことが多い

フランスの考え方

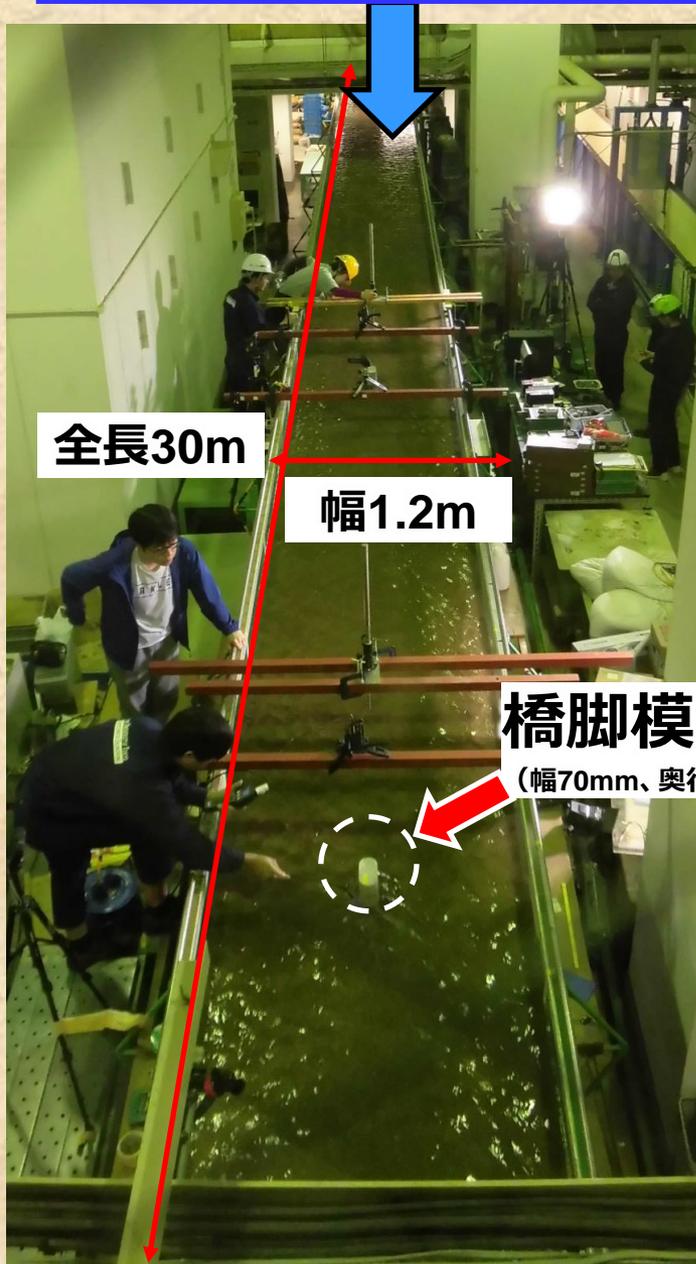
	要因	要素
Hazard	河川条件	緩流, 急流, 溪流
	河床材料	岩着, 礫, 砂, 粘性土質
	河川幅の狭窄率	15%未満, 15~40%, 40%以上
	河積を阻害する基礎の幅	2m未満, 2~4m, 4m以上
	橋脚の形状	円形, 長方形, その他
	河床の変化	高水敷なし 高さ1m以上の高水敷
Vulnerability	建設年代	1976以降, 1951~1975, 1950以前
	基礎形式	直接基礎, 杭基礎, その他
	維持管理・監視履歴	最近の検査結果
	橋脚の構成材料	コンクリート, 石積み, 鋼
	橋脚の断面形状(上流側)	鋭角, 円形, 矩形
	橋りょうの構造形式	コンクリートカルバート トラス橋

最大洗掘深さに影響を及ぼす要因

洗掘された場合の構造物の不安定化に及ぼす要因

→ 明確に分けて考えている

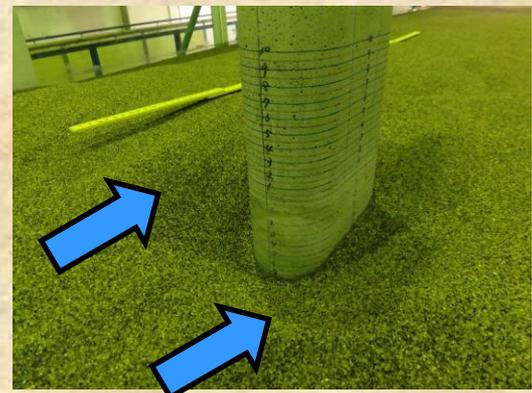
進捗状況(大型開水路を用いた洗掘模型実験@東大)



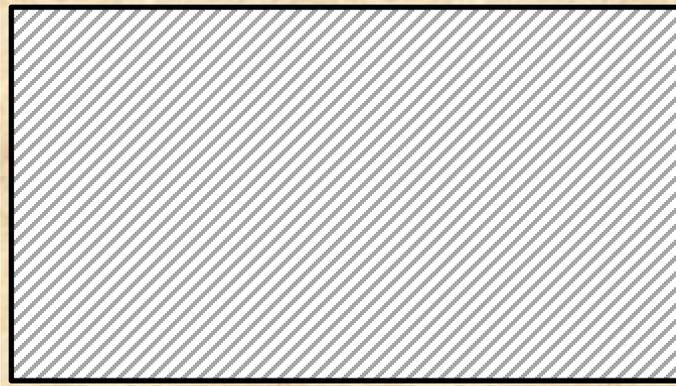
全長30m

幅1.2m

橋脚模型
(幅70mm、奥行140mm)

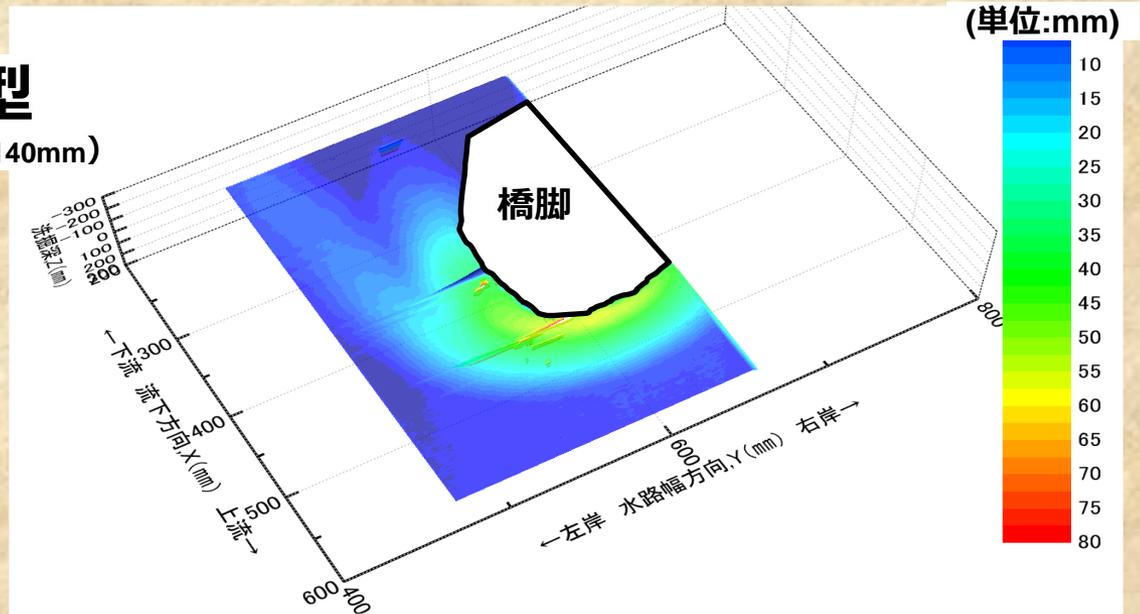


<橋脚周辺の洗掘の様子>



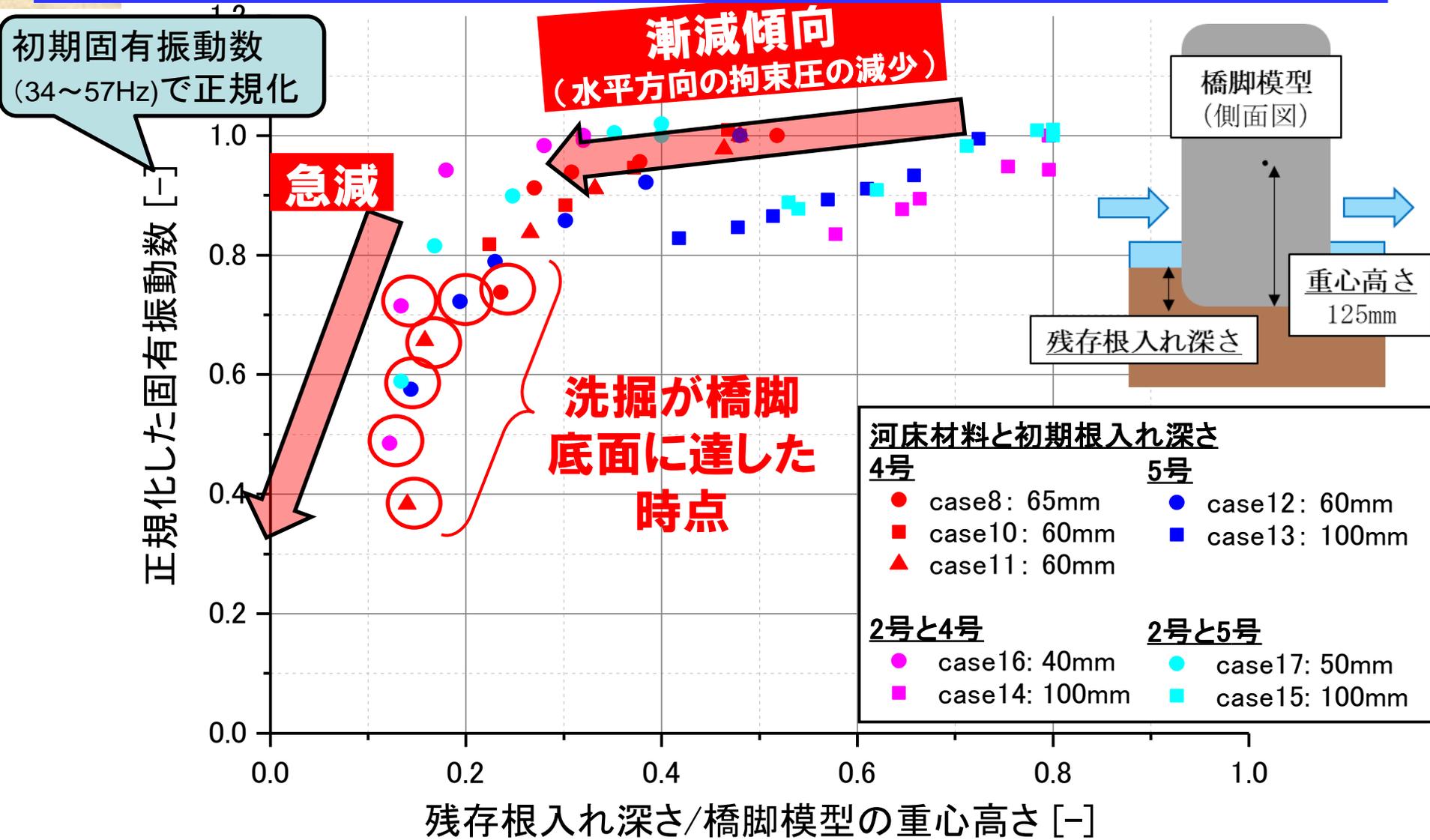
<日仏共同実験>

※本研究助成採択前、
⇒日仏の問題意識はほぼ共有済



ラインレーザーによる河床形状の3次元計測

進捗状況(水理模型実験@東大)



固有振動数の低下率に及ぼす河床材料・相対密度の影響は少ないが、河床材料により洗掘・侵食の進行速度は大きく異なる

今後の予定

● コロナによる海外渡航制限下

- ・日仏それぞれで独立に実験、現地調査を実施
- ・オンライン会議による情報共有

● コロナによる海外渡航制限解除後

・本格的な国際展開活動の開始

- ・ 日仏の「河道特性」、「構造物条件」の比較
- ・ さまざまな河道特性下における洗掘発生の有無・程度を評価

日仏双方における
現地調査＋基礎
的な実験

海外の河道特性、構造物条件でも適用可能な洗掘
リスク評価手法、健全度評価手法の確立を目指す