

A photograph of a concrete bridge spanning a river. In the foreground, there is a large pile of driftwood and debris. The background is a dense forest on a hillside.

橋脚底部の洗掘に及ぼす フーチングの影響に関する基礎的実験

渡邊康玄 北見工業大学 社会環境系
北川晶登 りんかい日産建設株式会社
白井秀和 北見工業大学 社会環境系

写真:道路構造物ジャーナルネット

研究の背景・目的

橋梁の被害は物流や市民生活に多大な影響を及ぼし、復旧に長い時間を要する
被害を未然に防ぐためには、**橋脚やフーチングの根入れ深さが極めて重要**



実際の河川において橋脚周辺の洗堀機構は、**濁水**によって観測できず、
減水期には埋め戻しが起きるため**明らかにはなっていない**

根入れ深さの決定

橋脚周辺の局所洗堀の研究；多数

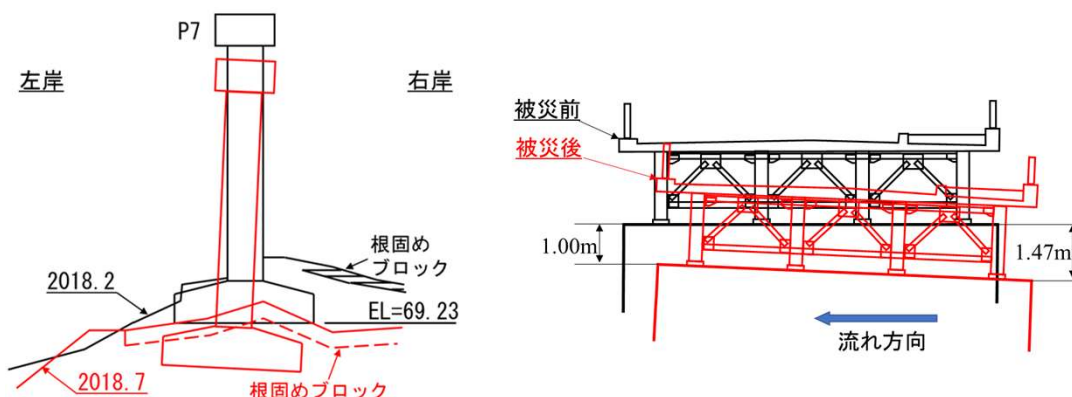
沈下対策

橋脚底面の局所洗堀の研究



写真 道路橋梁物シヤールネット

2016年8月北海道豪雨 高原大橋



いわね大橋の橋脚の沈下状況



2018年7月湧別川洪水 いわね大橋

実験水路と水理量

2018年7月4日15：00頃（ピーク;12:00頃）



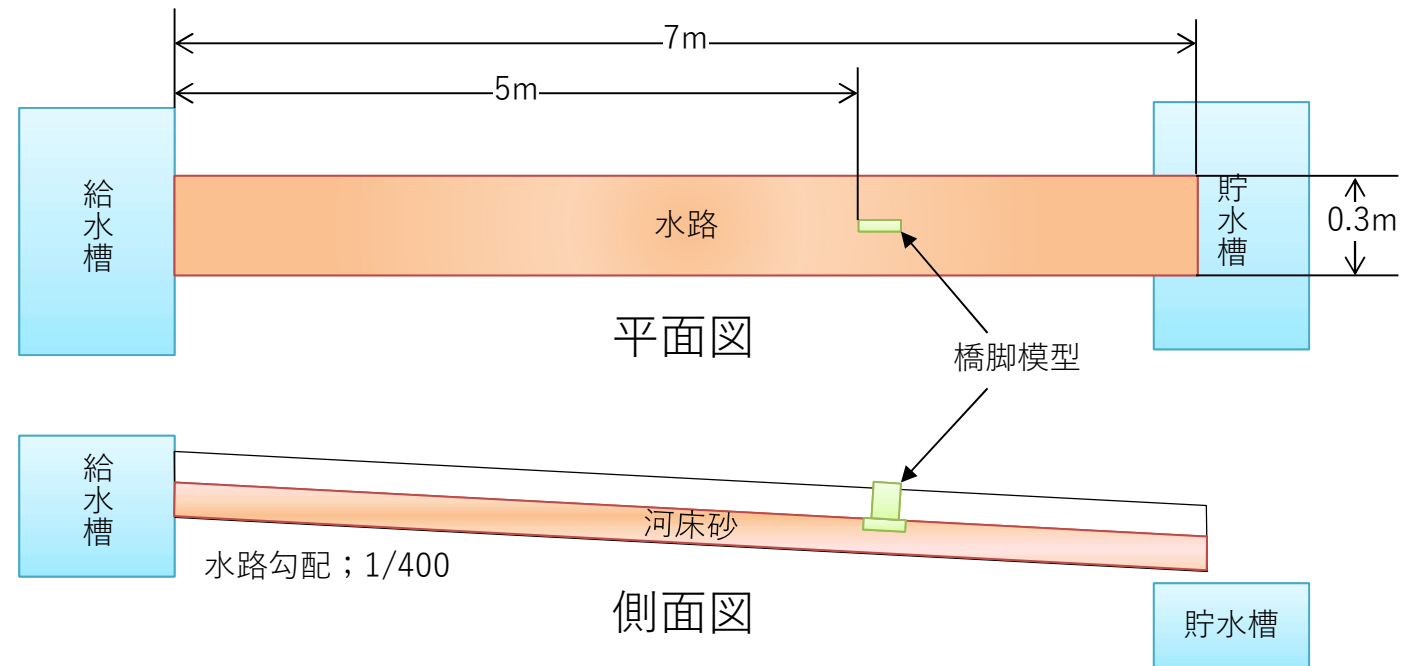
2018年7月湧別川洪水 いわね大橋



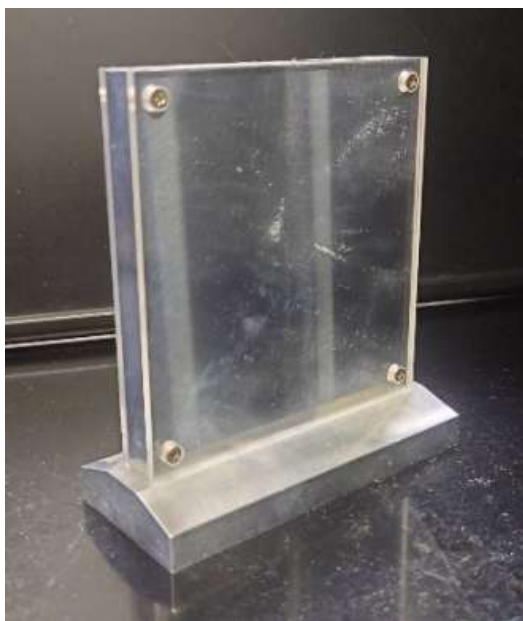
流量	等流水深	等流流速
7700cm ³ /s	5.0cm	51.3cm/s
河床勾配	粗度係数	河床材料
1/400	0.013m ^{-1/3} s	1.0mm
フルード数	無次元掃流力	限界掃流力
0.73	0.076	0.034



使用した実験水路



橋脚模型

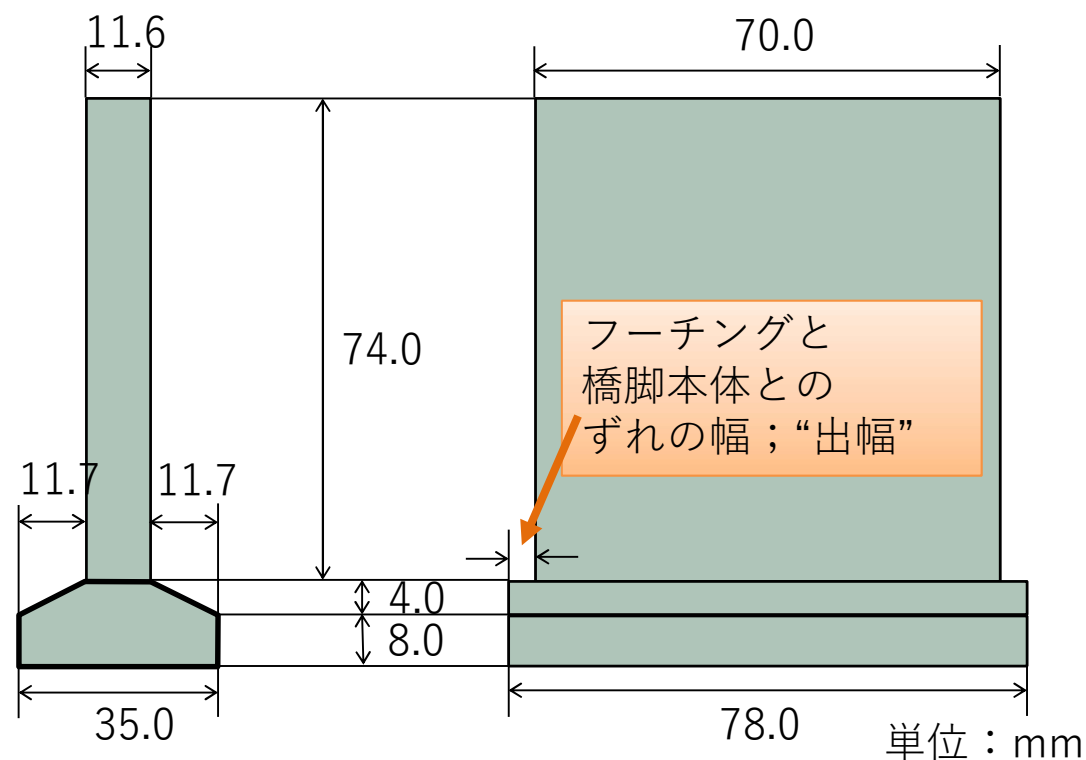


使用した橋脚模型

一般的な鉄筋コンクリートの比重；約2.5



アルミ板;比重約2.7
アクリル板; 比重約1.2



模型縮尺；1/120

橋脚幅のみ1/60 ← 現象を明確にするため

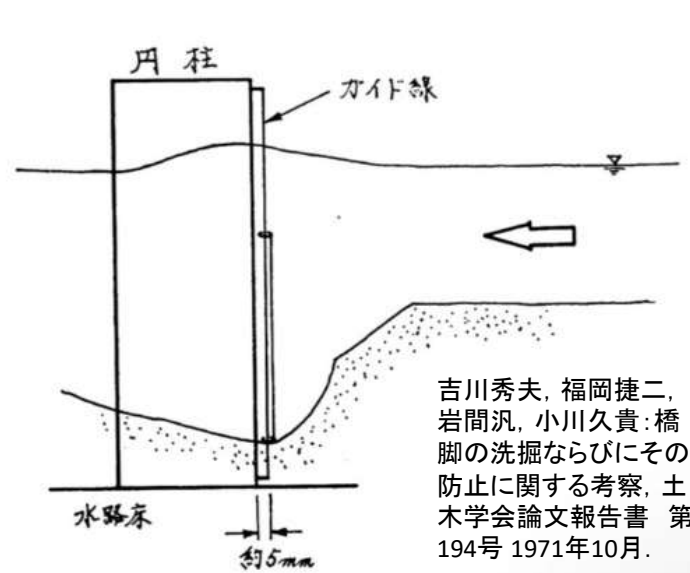
出幅を3ケース設定；0 mm, 2 mm, 4 mm
※4 mmがいわね大橋に相当

洗掘深の計測手法

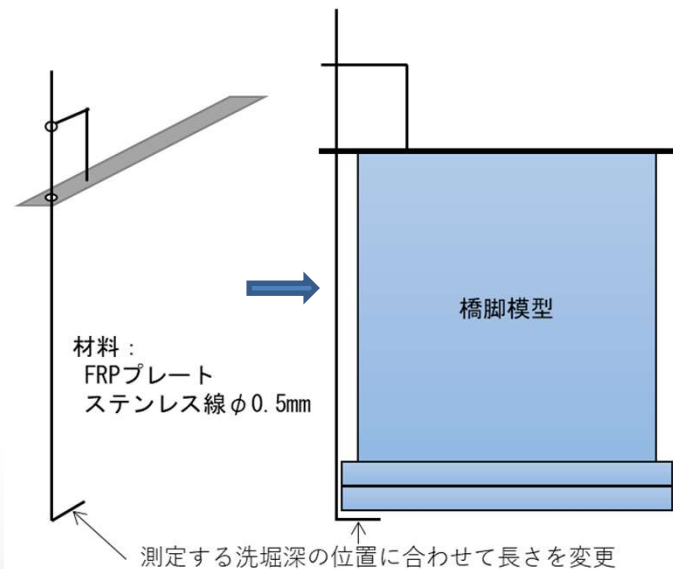


橋脚下部の洗掘が発生するため、下部の洗掘深の計測が必要

フーチング下部が洗掘されている状況（西田・渡邊，2024）



吉川ら⁵⁾が用いた洗掘深測定器



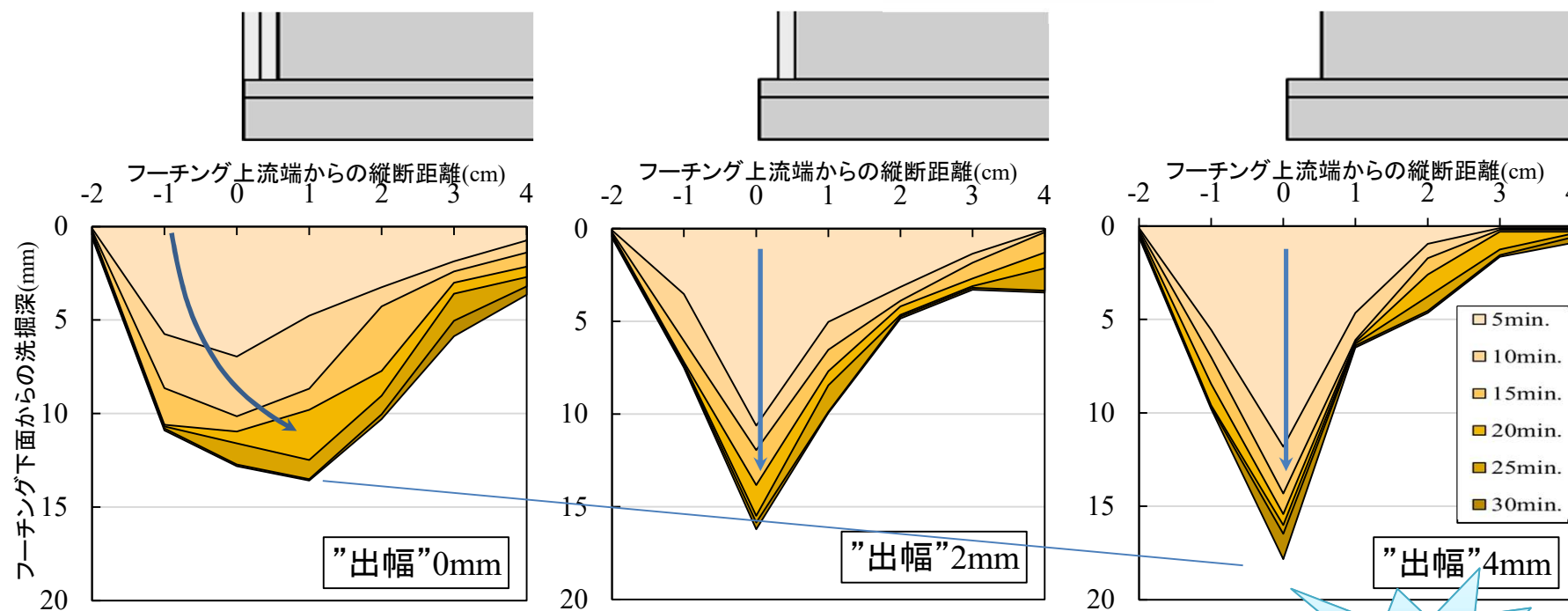
今回の実験で使用した洗掘深測定器

左図の計測器を用い、フーチングの上流端から、上下流に-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4cmの位置で計測

各地点3回計測を実施し、その平均値を洗掘深とした

橋脚底部の洗掘状況

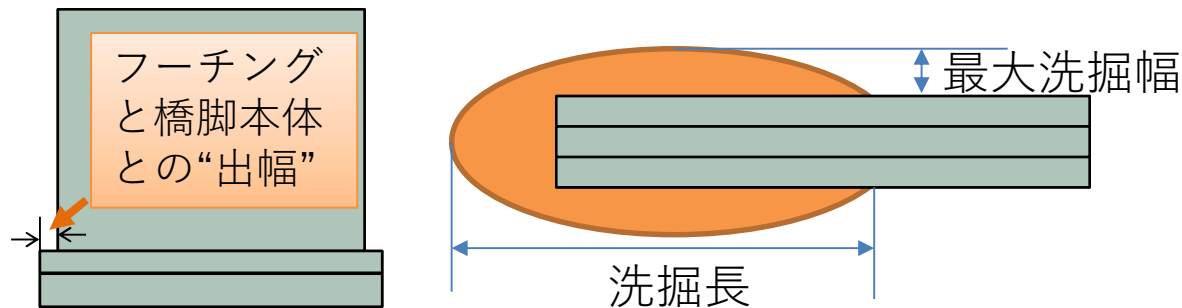
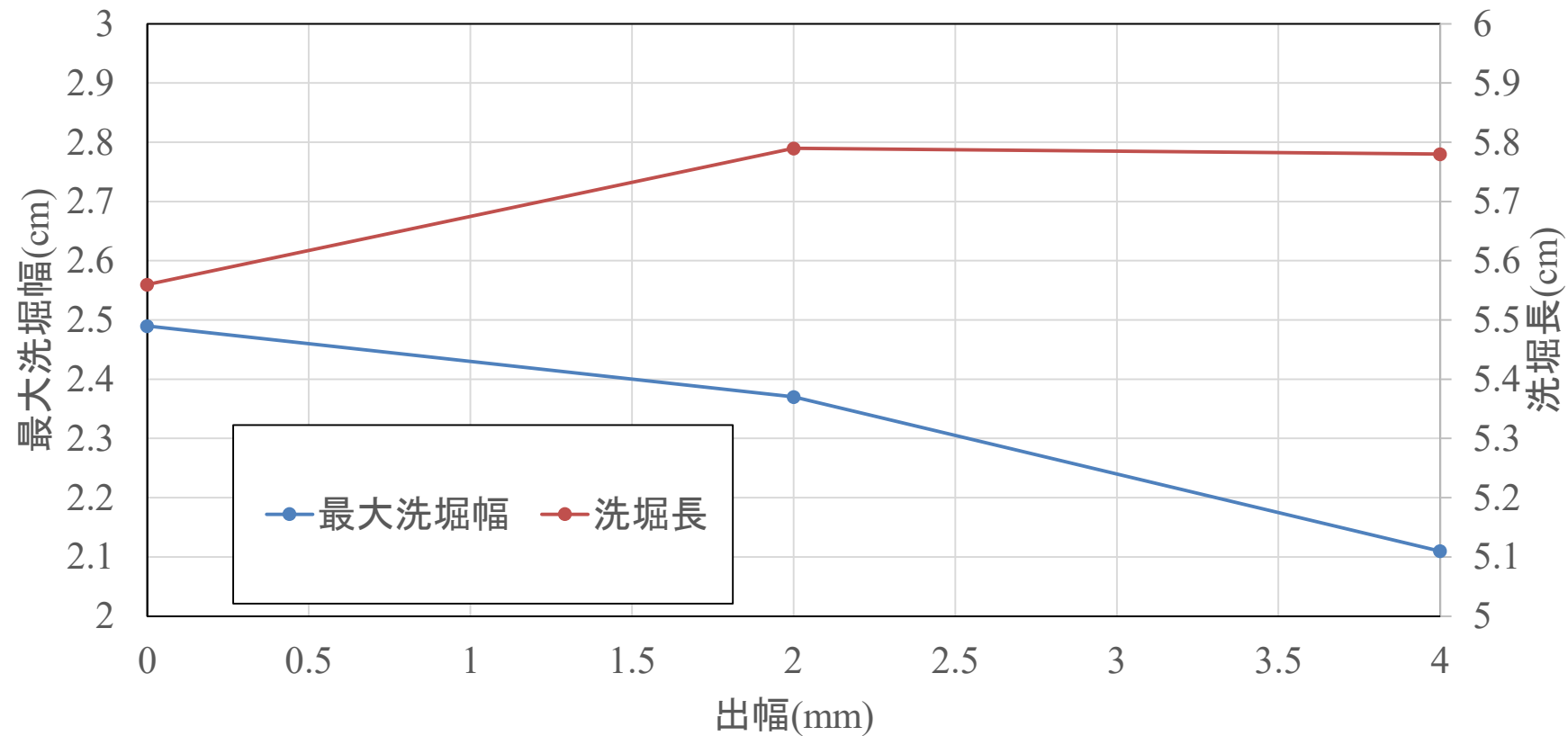
出幅	0mm	2mm	4mm
最大洗掘深	小		大
最大洗掘位置	下流へ移動	フーチング前面	フーチング前面
前面洗掘深	小		大
フーチング下部洗掘深	大		小



フーチング下面に潜り込む流れは、出幅が0mmの場合が最も強く、出幅が大きくなるにしたがって小さくなる？

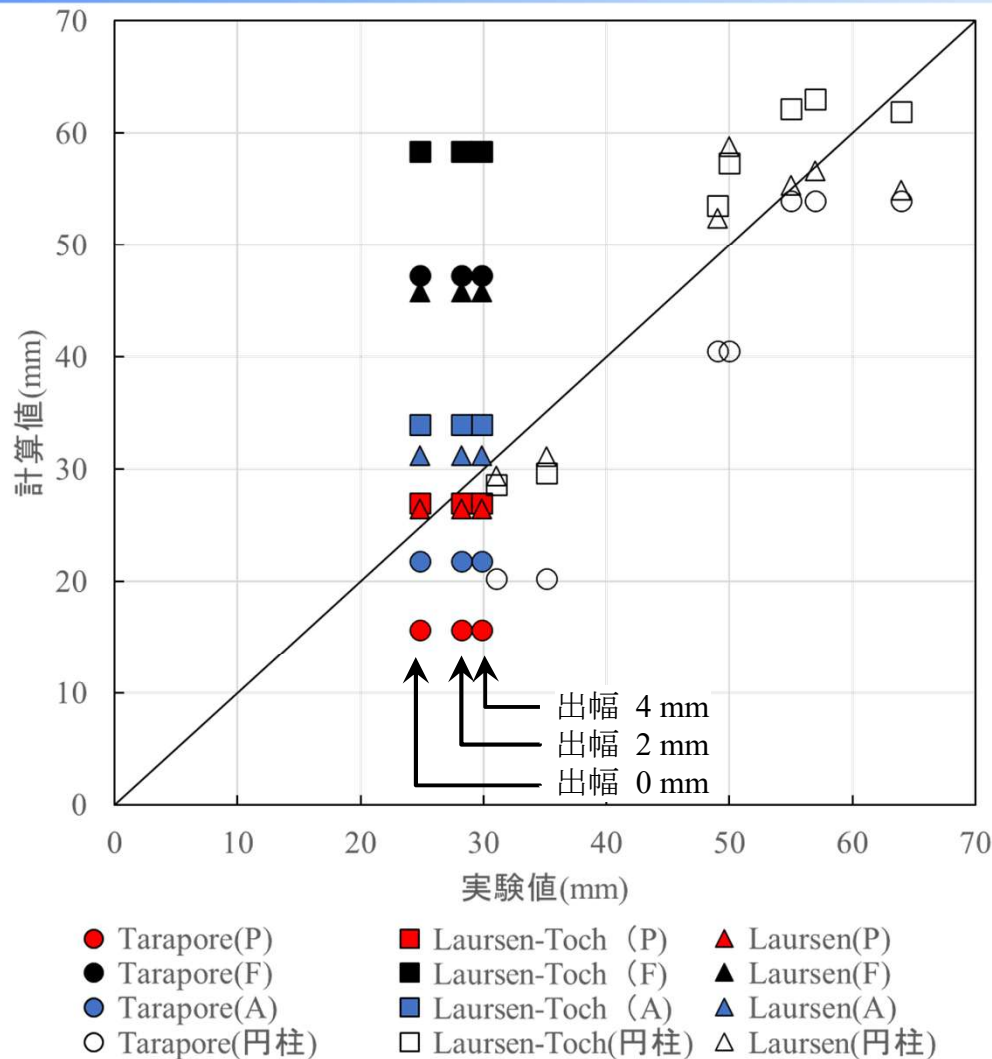
要確認

出幅による最大洗掘幅と洗掘長の違い



出幅が長くなると、
最大洗掘幅は頭打ち
になるが、洗掘長は
短くなる傾向を確認

洗掘深推定式との比較



Laursen(動的平衡)

$$\frac{D}{h_0} = 5.5 \frac{Z_s}{h_0} \left[\left(\frac{Z_s}{11.5h_0} + 1 \right)^{1.7} - 1 \right]$$

Tarapore ($h_0/D > 1.15$)

$$\frac{Z_s}{D} = 1.35$$

Laursen-Toch(方形)

$$\frac{Z_s}{D} = 1.5 \left(\frac{h_0}{D} \right)^{0.3}$$

- Taraporeの式は洗掘深が比較的浅い場合、過小評価傾向にある
- D をフーチング幅とすると推定値は過大となり、橋脚幅あるいは平均的な幅とする必要がある？

既存の洗掘深推定式

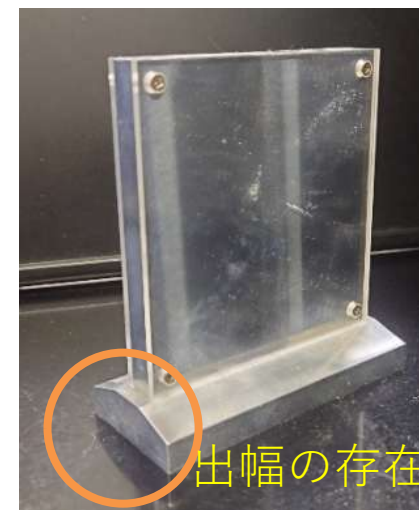
フーチングの存在を前提としていない ➡ 橋脚幅の値，出幅の効果の取り込みが必要
”出幅”の影響が組み込まれていない

まとめ

橋脚模型；フーチングを再現

橋脚設置；底面の洗掘を考慮

底面の洗掘が加わることによって流れ構造が変化



これまで実施されてきている橋脚周辺の局所洗掘に関する実験とは、洗掘現象も異なる可能性を示唆

橋脚本体上流端とフーチングの上流端とのずれの幅である“出幅”橋脚底面の洗掘現象に与える影響が大きい

流れの計測・流れの構造の理解が不可欠

- 1) 猪股広典, 小関博司, 新保友啓: 洪水時に橋脚洗掘被害を受けた近年の被災事例に関する調査報告, 河川技術論文集, 第29巻, pp.115-120, 2023年6月.
- 2) 松田朋也, 渡邊康玄: 2018年7月湧別川出水におけるいわね大橋の被災要因の検討, 土木学会論文集B1 (水工学), Vol. 76, No. 2, I_607-I_612, 2020年10月.
- 3) 山本康太: 一般道道遠軽芭露線いわね大橋の災害復旧事業について, 第65回 (2021年度) 北海道開発技術研究発表会論文集, pp.494-497, 2022年2月.
- 4) 西田諒, 渡邊康玄: フーチングを有した橋脚周辺の洗掘に関する水理模型実験, 令和5年度土木学会北海道支部論文報告集, 80, B-30, 2024年2月.
- 5) 吉川秀夫, 福岡捷二, 岩間汎, 小川久貴: 橋脚の洗掘ならびにその防止に関する考察, 土木学会論文報告書 第194号 1971年10月.
- 6) 稲垣颯桙, 渡邊康玄: 局所洗掘による橋脚沈下の基礎的水理実験, 令和3年度土木学会北海道支部論文報告集, 78, B-24, 2022年1月.
- 7) 水理公式集 [平成11年版], 丸善(株), pp.219-220, 土木学会.
- 8) 中川博次, 鈴木幸一: 橋脚による局所洗掘の予測に関する研究, 京都大学防災研究所年報17巻B, pp.725-751, 1974年4月.