

1. Piano Key Weirとは？

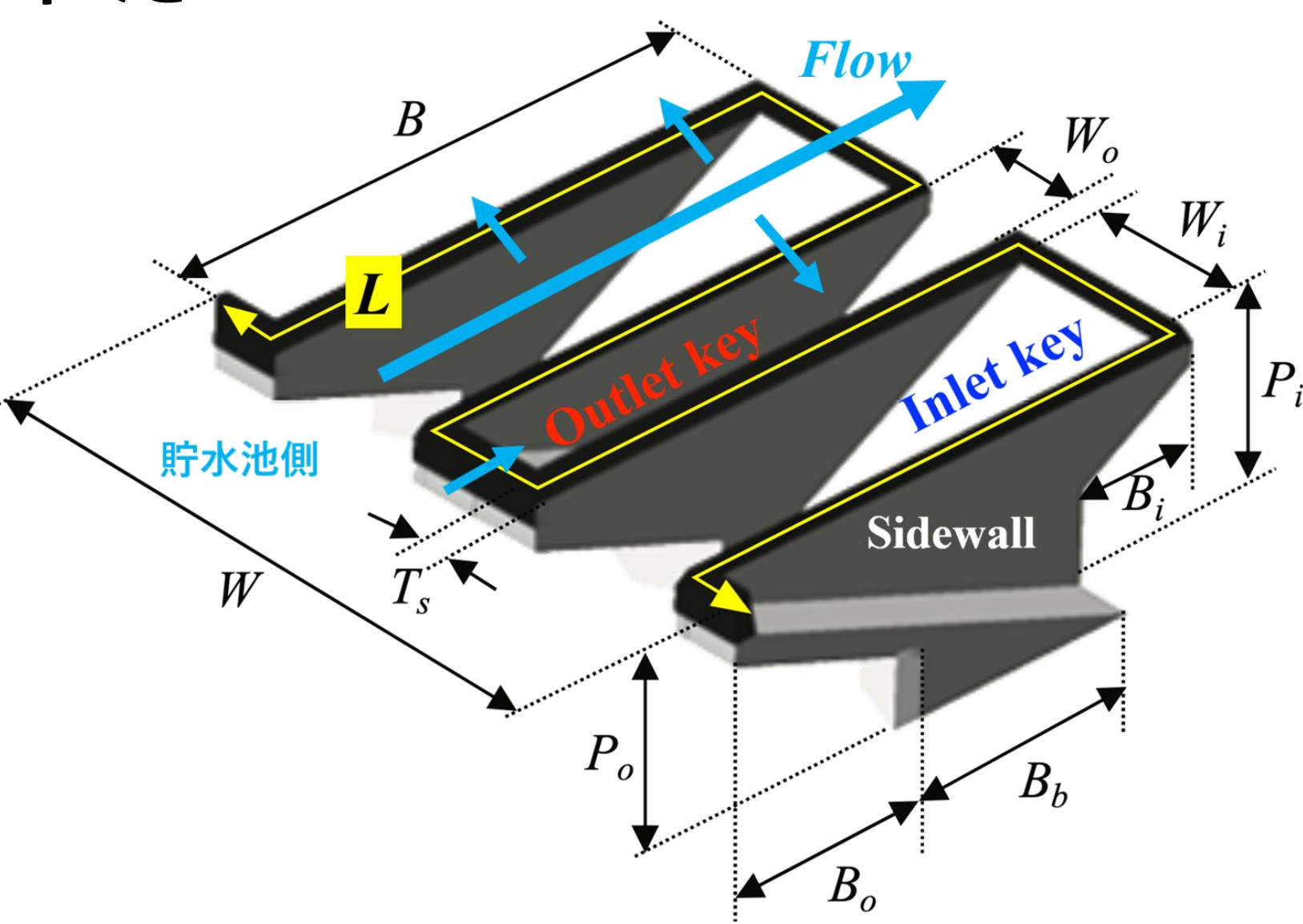
- 増大する洪水外力に対する放流能力の増強策として、2011年に**ピアノキー型越流堰（Piano Key Weirs、以下PKW）**がフランスで開発された
- フランス、ベトナム等で38建設例（2025.10時点）
- 河道堰への適用事例もあり
- 日本にはラビリンス型(LW) は有り⇔PKWは無し



苦田ダム（重力式ダム）¹⁾



千五沢ダム（フィルダム）²⁾



PKWの基本構造

- 越流頂長を長くして小さな越流水深で多くの放流量を得る、LWの**構造改良版**

2. 水理施設設計におけるPKW導入の利点

- **設計水位を上げずに放流能力UP**
 - ⇒ ダム高低減、用地買収範囲の縮小→コスト縮減
 - ⇒ ゲートレス化による人手不足対応
 - ⇒ 遊水地越流堤幅の短縮、効果的なピークカット
- **LWに比べ構造規模を縮小**
 - ⇒ 既設ダム（標準越流頂）の天端への増設が容易に
 - ⇒ 地震への対応は今後要検討



Malarce Dam（フランス）³⁾

3. PKWの国内導入に向けた橋脚影響の検討

- 国内ダムでは管理用のダム天端橋梁の設置が一般的
- 海外設置例は少なく、inlet/outlet 各keyに設置例あり

【研究目的】
橋脚配置がPKWの水理特性に与える影響の解明

- 【実験方法】
- 縮尺1/12 PKW(3ユニット)を対象とした水理模型実験
 - 橋脚有無・配置を変えた4ケースを実施
 - 流量係数 $C_d (=Q/WH^{1.5})$ ・流況・各種水理量の計測

実験ケースとPKW構造諸元



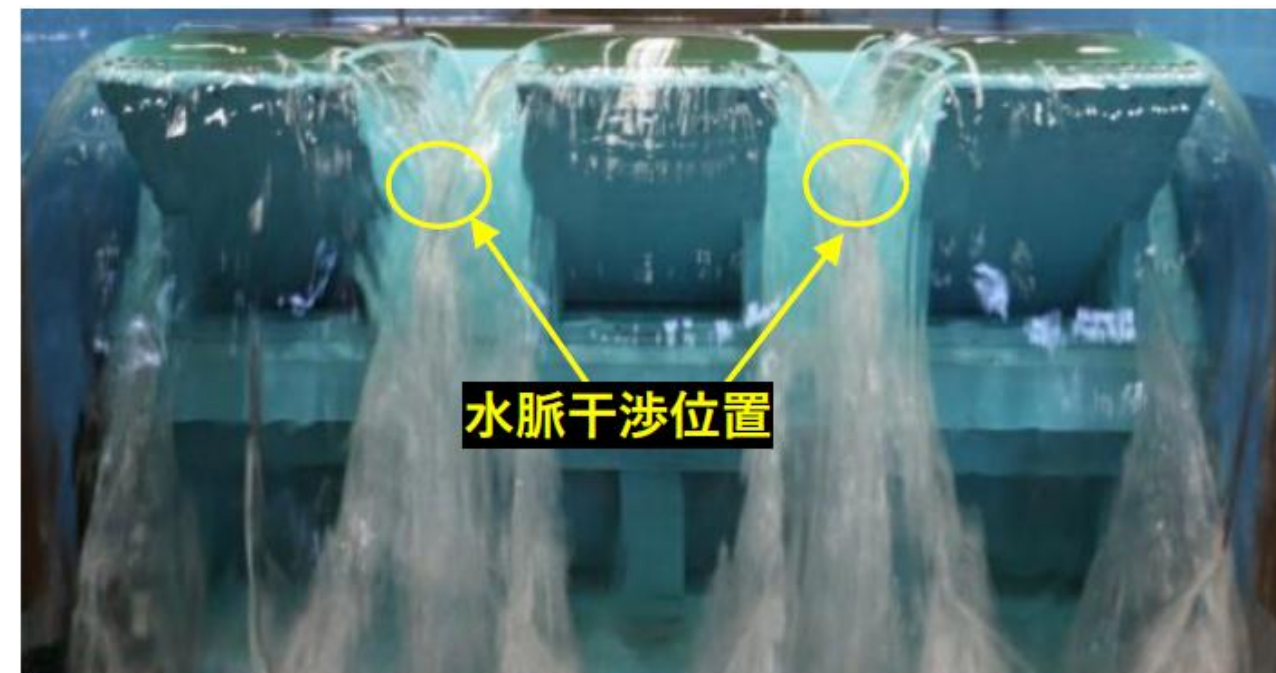
Van Phong Dam（ベトナム）³⁾



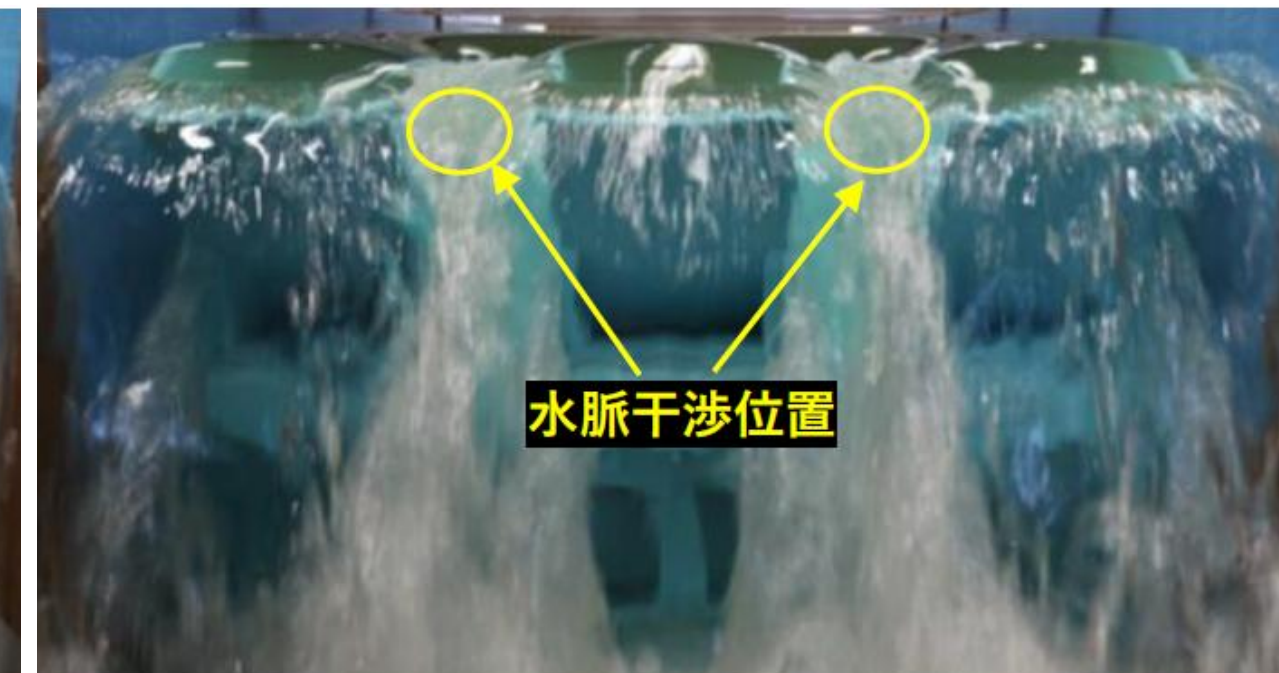
Dak Mi 4B Dam（ベトナム）³⁾

◆ 橋脚無し基本ケース（CaseNP）

- ⇒ Hdにおいて 標準越流頂に比べ **約2倍の流量係数**
- ⇒ H/Hdの増加に伴い **流出部の水脈干渉が増加し** 流量係数は低下する



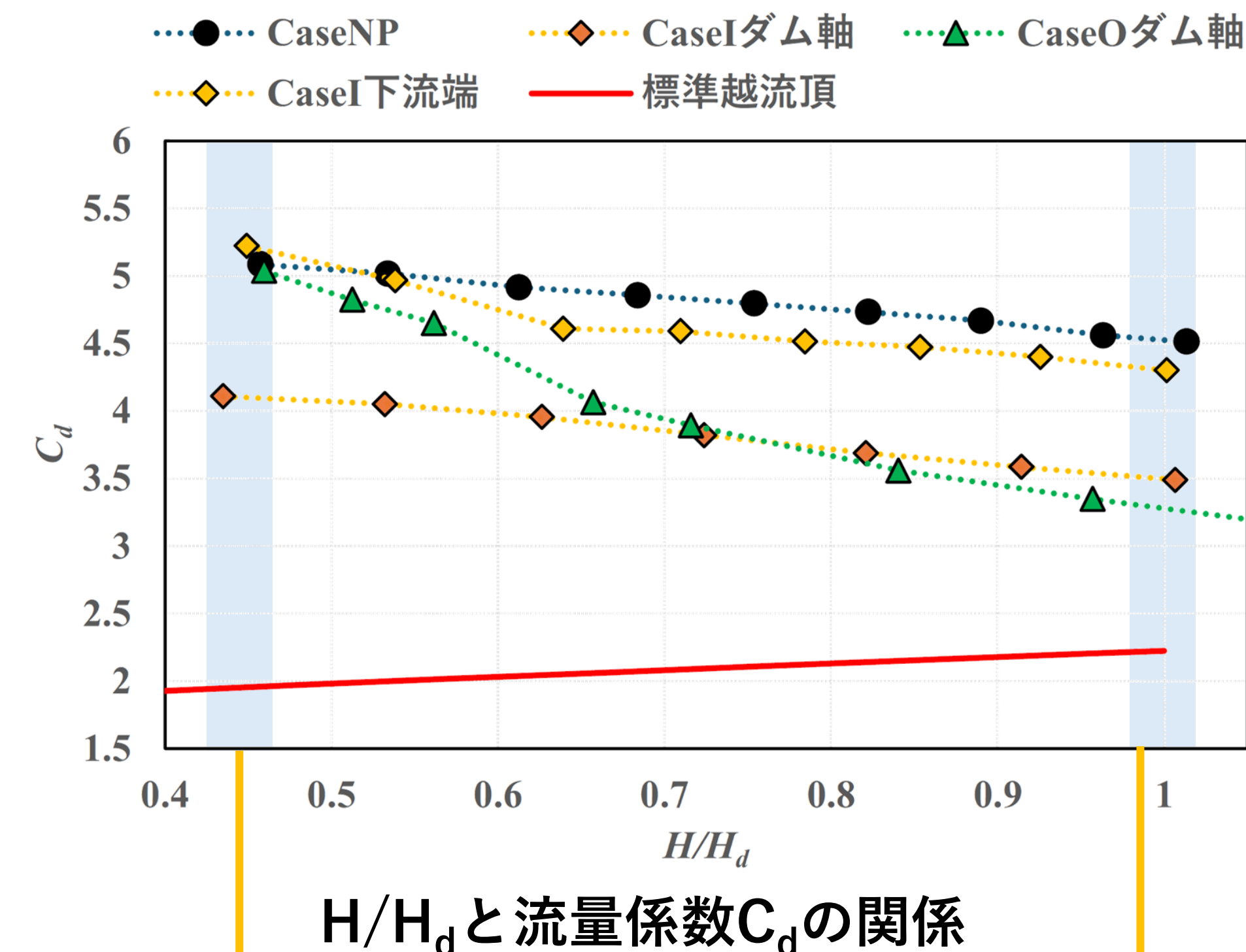
Case NP のPKW下流側流況（左：H/Hd≒0.4、右：H/Hd≒1.0）



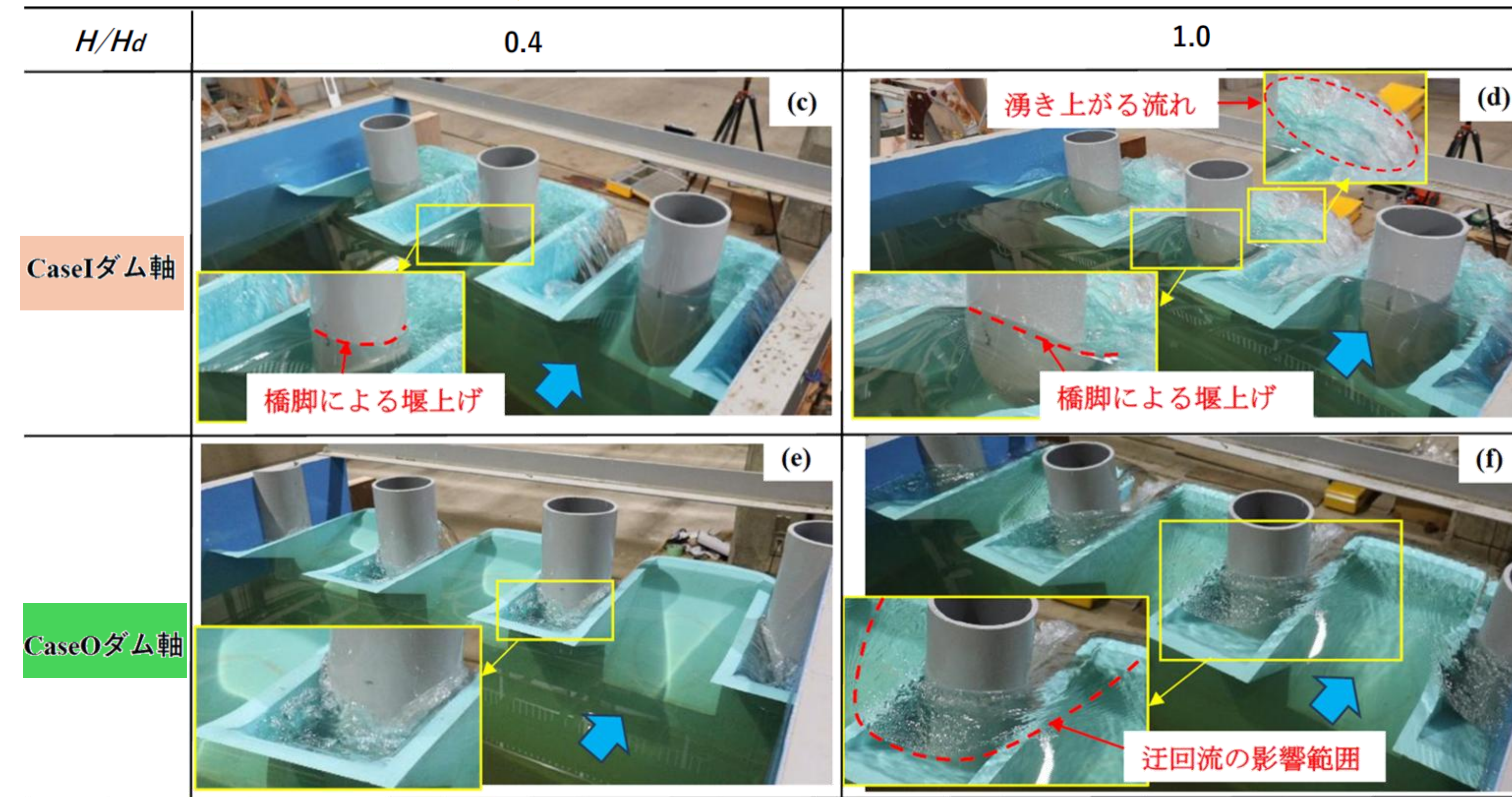
◆ PKW key内への橋脚設置ケース

- ⇒ 橋脚無しに比べ **Cdは20～30%程度低下**
- ⇒ **CaseI**はH増に伴い Cdは漸減
 - ▶ H増に伴い **橋脚上流部の堰上げが影響大となり、有効な越流断面が減少する**
 - ▶ 橋脚下流側に噴流→湧き上がる不安定な流れが発生

- ⇒ **CaseO**はH増に伴い Cdは急激な低下
 - ▶ H増に伴い 流出部が潜り越流状態に変化
 - ▶ 堰上げに伴う**迂回流が流入部へ広がり、有効な越流断面が大きく減少する**



実験中の流況



Cdの低下メカニズムの推定図（H/Hd=1.0）

◆ CaseI下流端

橋脚影響が小さく、流量係数の低下率は最小となる
◎河道堰へ適用する場合は、同配置が可能となること
が期待される

5. まとめ

- ✓ H/Hd=0.75付近でCaseIダム軸とCaseOダム軸のCdが逆転したが、この閾値はPKWの構造諸元と橋脚諸元（例えば、橋脚径D/Wiなど）に応じて異なることが推定される。
- ✓ 今後実務設計においては、上記メカニズムに留意して、**設計水頭に応じたPKW最適諸元と一般的な橋脚2m幅の組み合わせでの最適配置**を目指す必要がある。

