



日本翻譯文獻導讀：

# 改良現有河川橫向構造物設置 凹槽魚道之檢討與實踐

報告者：坡地管理組 許政堯

113年6月18日



# 目錄

- 壹、前言
- 貳、凹槽魚道施作環境與問題探討
- 參、凹槽魚道所需安全性與效益評估
- 肆、凹槽魚道設置實務狀況
- 伍、成果展示與對比
- 陸、推廣教育實施
- 柒、結語





# 壹、前言

## 一、河溪內橫向構造物衍生出的生態問題：

- 橫向構造物雖然能夠有效阻隔土砂，減緩沖蝕，卻**易使河川生態系受到阻隔**。
- 水域縱向連結性被破壞，**洄游性魚類**習性受到影響，如：香魚、鮭魚科。
- 部分生物生活史改變，致使**上游棲地品質下降**，甚至造成種族數目減少。
- **設置魚道**為當務之急。



圖片來源:土木研究所自然共生研究センター



圖片來源:臺灣魚類資料庫(香魚)




圖片來源:維基百科(櫻鱒)



# 壹、前言

## 二、魚道普及設施的迫切性與困境：

- ☞ 大河川魚道工程推動已取得一定成效，中小型之河溪與農業水路仍多無魚道。
- ☞ 部分橫向構造物功能已失效 → 阻礙。
- ☞ 改善、拆除橫向構造物或設置魚道皆須一定成本，且水面落差越大，成本越高 → 
- ☞ 若要於中小型河溪施作簡易魚道，需做以下考量：

1. 低成本。 
2. 減少維護管理所需之時間、人力、金錢。 
3. 防止簡易魚道被洪水沖走。 



!!! 目前尚無在中小型河溪有成功案例 !!!



# 貳、凹槽魚道施作環境與問題探討

## 一、選定施做場址及工程基本資料

### 選定場域

- 位置：龍口溪谷堰堤(宮城縣仙台市)
- 流域面積：2.5km<sup>2</sup>。
- 河道坡度：1/35。
- 平均河面寬：2.0m。

### 堰堤尺寸

- 總長、寬、高：6、10、2.5m。
- 固床工長、高：1.0、1.5m。
- 護坦長、高、厚度：5、1.5、0.5m。



対象地位位置図

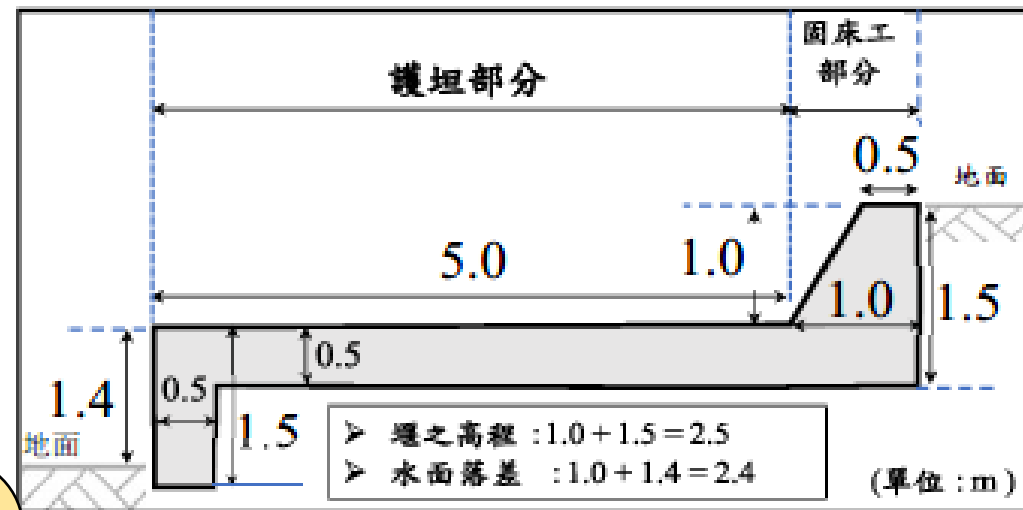


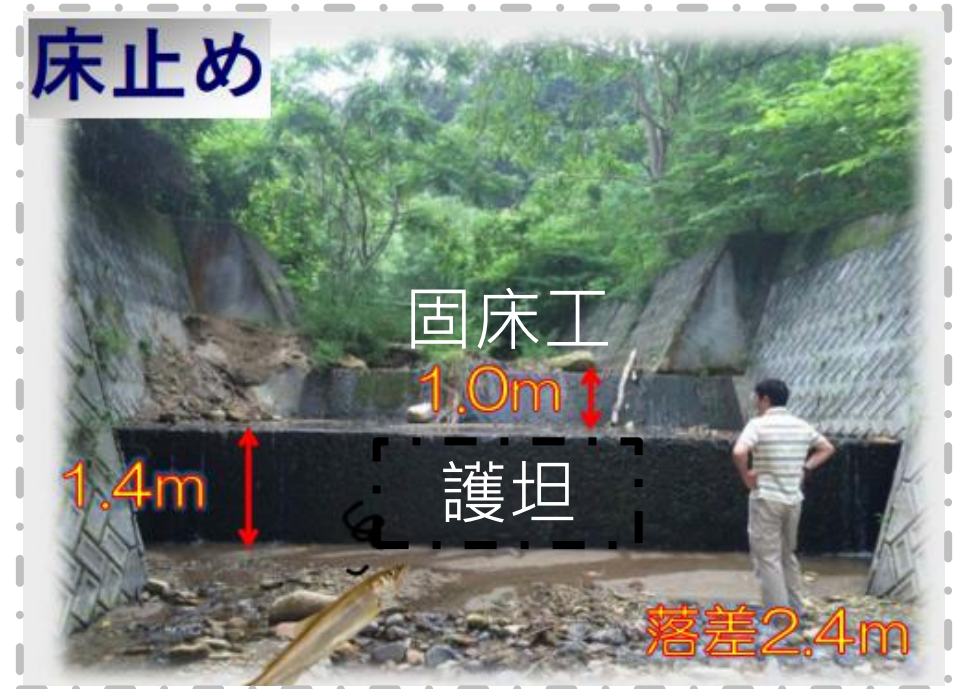
圖-3 堰堤縱斷面圖 (地面高程為施工前的狀況)

# 貳、凹槽魚道施作環境與問題探討

## 一、選定施做場址及工程基本資料

### 工程基本資料

- 發想：平成31年(2019)3月。
- ↳ 由當地團體、學會等提出**水域連續性**之議題，進而啟發魚道整備之構想。
- 計畫設計：令和元年(2019)4-10月。
- 施工階段：令和元年(2019)11月。
- 維護管理：令和元年(2019)11月-現今。
- 推廣教育：令和元年-2年(2019-2020)。
- 補修對策：令和3年(2021)。
- 施工費用：挖掘工程10萬日圓。  
石籠設置15萬日圓。





# 貳、凹槽魚道施作環境與問題探討

## 二、施做問題之探討-工法選擇

- 為了能讓目的魚種**能夠穩定上溯且降低維護管理成本**，因此團隊研擬出**2種挖掘方案**，施作內容與優缺點如下表：

方案	堰堤挖洞	施作凹槽(疏槽)
共通點	<ul style="list-style-type: none"> <li>使橫向構造物盡量<b>保持其應有之形狀</b>，並確保上游護岸之安定性。</li> </ul>	
方案內容	於堰堤中挖洞孔，類似隧道的型式，使生物能夠直接通過。	於堰堤上游固床工處挖掘倒梯形之開口並於護坦上端施作凹槽，
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>利用水流之輔助，始魚、蝦、蟹類能夠直接穿過構造物。</li> <li>工程較簡易，對於構造物之安定性影響較<b>低</b>。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>凹槽能夠<b>排除多餘水量</b>，水深也較安定，降低上游淤砂。</li> <li><b>減緩水面落差</b>，維持下游處護岸之穩定。</li> </ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>洞口易被漂流木或垃圾阻塞，喪失其功能。</li> <li>水流集中，流速變大，水中生物<b>上溯難度反而提高</b>。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>須妥善設計構造物挖掘深度，否則可能造成構造物本體損壞。</li> <li>因牽涉上下游土砂與生態變動，<b>需花費一定時間</b>方可見其成效。</li> </ol>





# 貳、凹槽魚道施作環境與問題探討

## 二、施做問題之探討-公私協力

- 為本堰堤之**管理機關**。
- 提供相關工程施工許可。
- 簽署自然河川推動備忘錄，全面支援本工程案。

仙台市建設局

市民團體

- 舉辦環教活動，讓民眾與學童能夠實地走訪，了解該工程之目的與功能。
- 構造物後續環境與維護之管理。

本次魚道  
設置分工

- 提供技術面與設施維護管理面之支援。
- 擔任中間橋樑的角色，負責聯繫各個機關團體，討論合作事項。

土木研究所

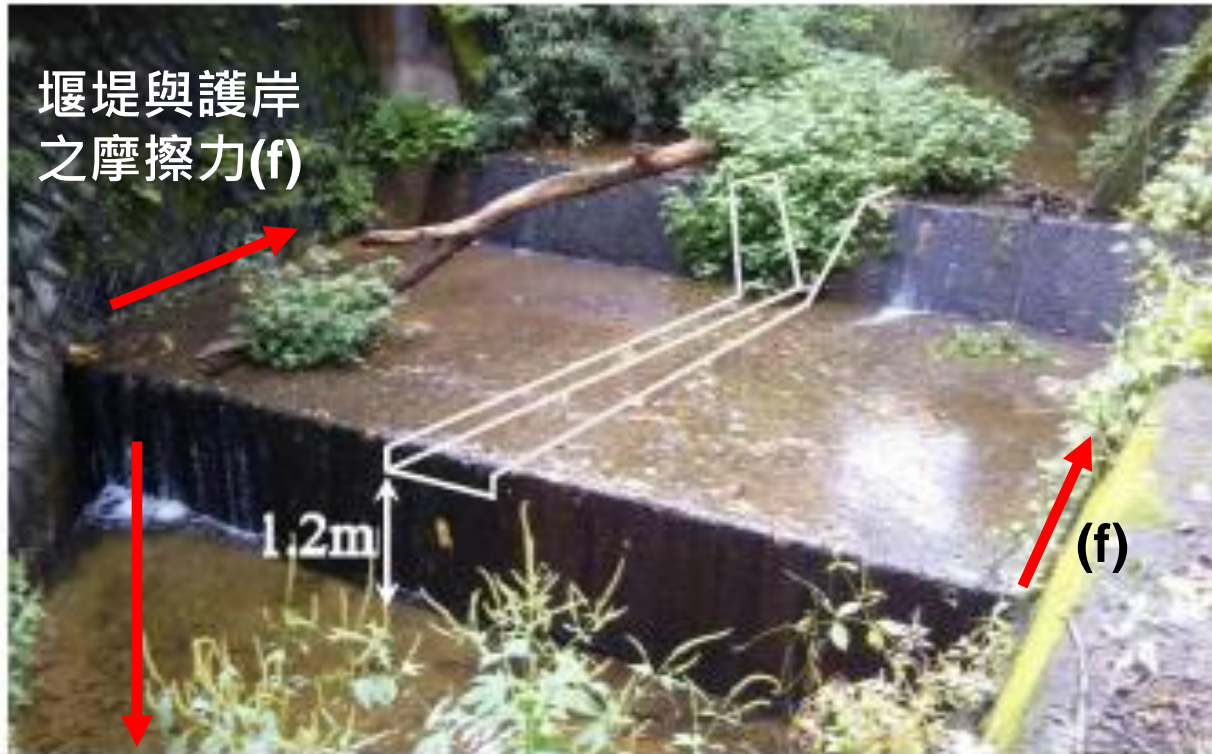
宮城教育大學

- 進行當地生物調查，提供水生物種之相關資料，俾利後續魚道設計對象選擇與尺寸架構方向。



# 參、凹槽魚道所需安全性與效益評估

## 一、對於構造物本體之安全性評估



堰堤自重(W) 圖-5 凹槽魚道設置示意圖

(白線：挖掘線)

- 透過自身重量與兩側護岸之摩擦力，在洪水來臨時，堰堤得以維持其穩定性。

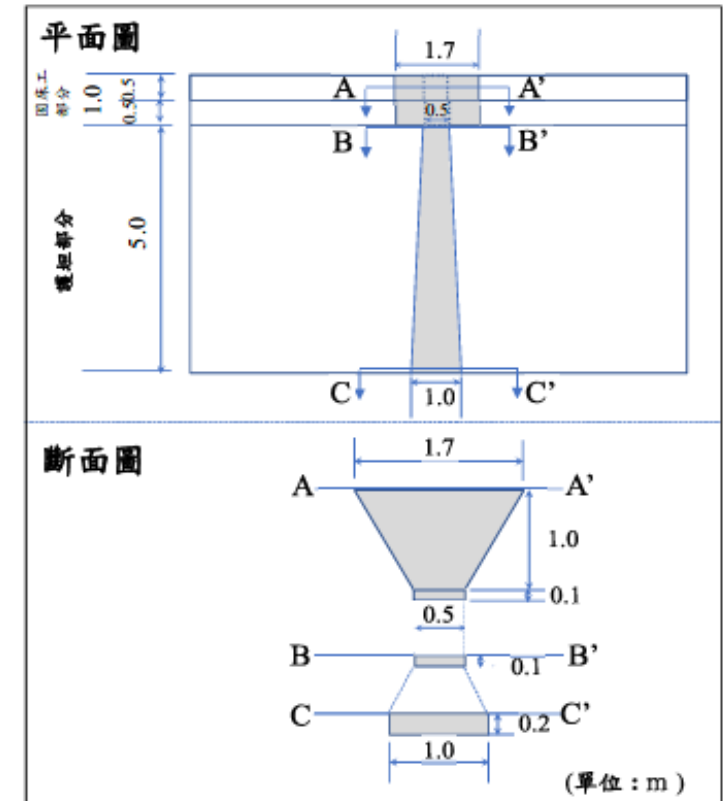


圖-4 凹槽魚道 平面圖(上圖)與斷面圖(下圖)

(灰色部分：混凝土挖掘之範圍與形狀)

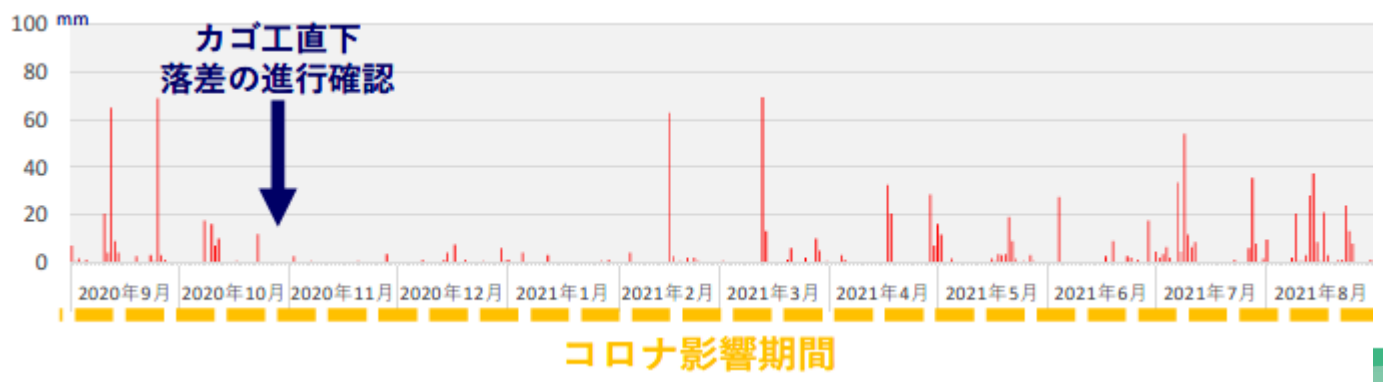
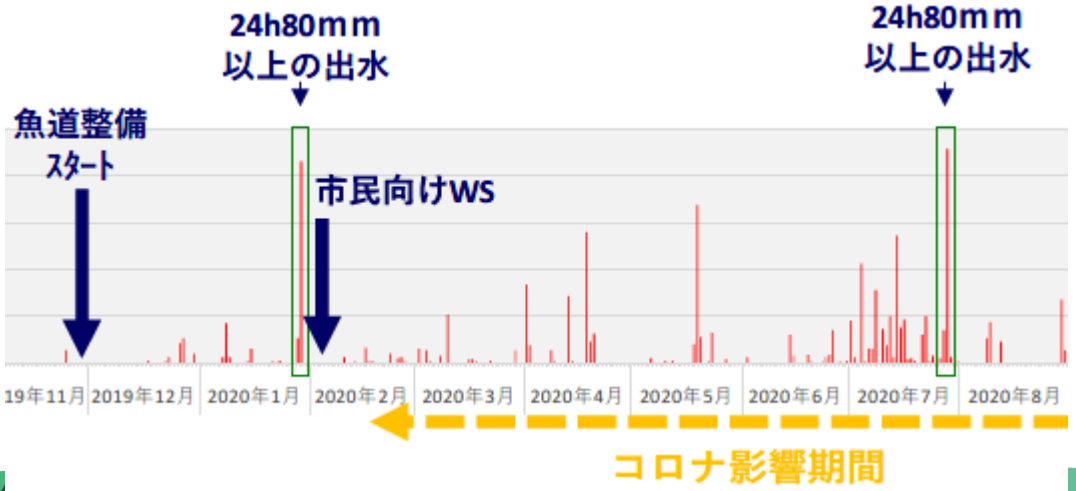
- 以在洪水時構造物不會發生問題為設計原則。
- 可適度降低構造物承受之靜水壓與土壓力。
- 為防止護坦受損，故護坦部分只進行深度0.1~0.2m的水路挖掘。



# 參、凹槽魚道所需安全性與效益評估

## 二、凹槽魚道施作之效果

- 降低構造物上游處之淤砂量及坡度，增加淤砂容量。
- 退水時，也能夠帶走部分土砂，增加水流流下能力，且露出之河床提供當地生物棲地多樣性。
- 凹槽水路可以使水流集中，於水量少時提供上溯一定之水深。
- 凹槽兩岸形成緩流空間，於汛期時成為生物上溯之場所。





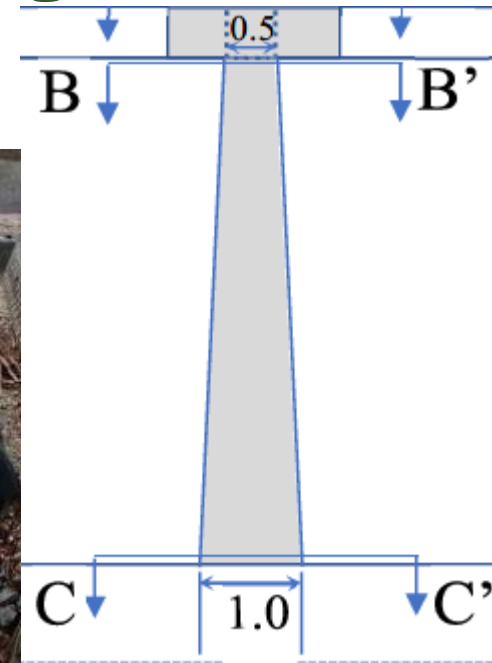
# 肆、凹槽魚道設置實務狀況

## 一、魚道效能提升之設計

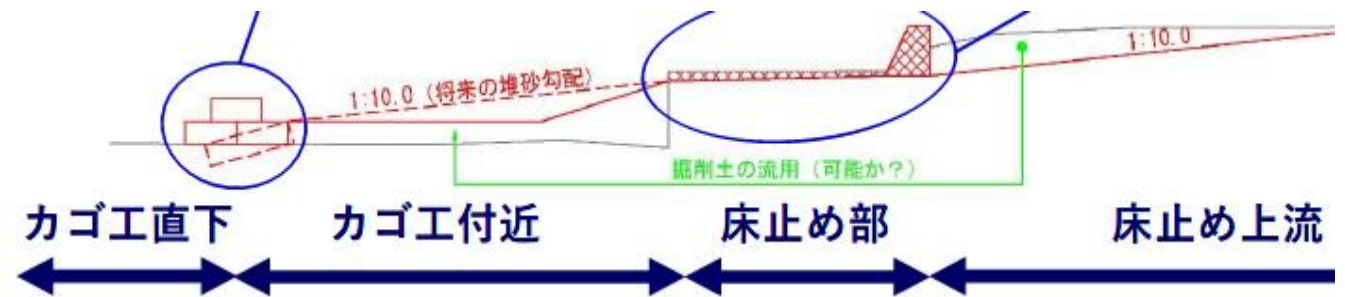
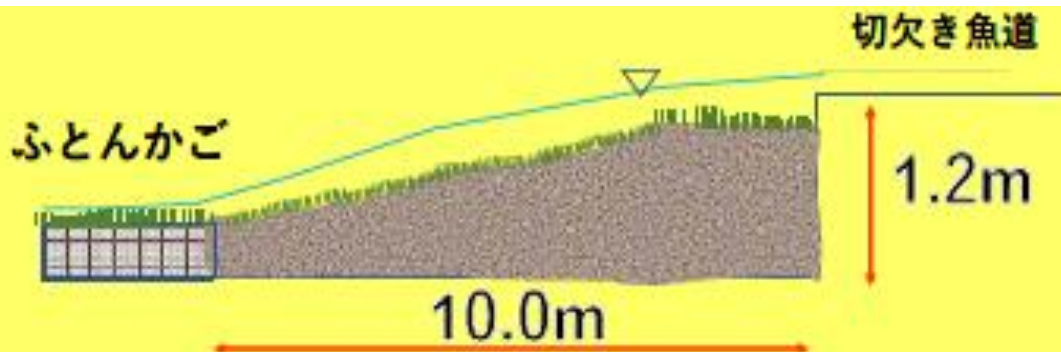
- 自魚道上游到下游，坡度為1/50，寬度逐漸變寬，使斷面變大，流速減緩，讓水生生物能夠更容易進入魚道水路中。
- 為彌補挖掘深度不足的問題(與水面落差仍有1.2m)，因此於構造物下游處增設箱形石籠(約8-12個)。
- 石籠採用吸出防止材，可使水流正常通過，並使土砂淤積於上游側或石籠內，降低水面落差。
- 堆積約一個月後，淤積高度約為1.0m，坡度約為1/10，水面落差為0.2m。



箱籠設施後圖



魚道俯視圖





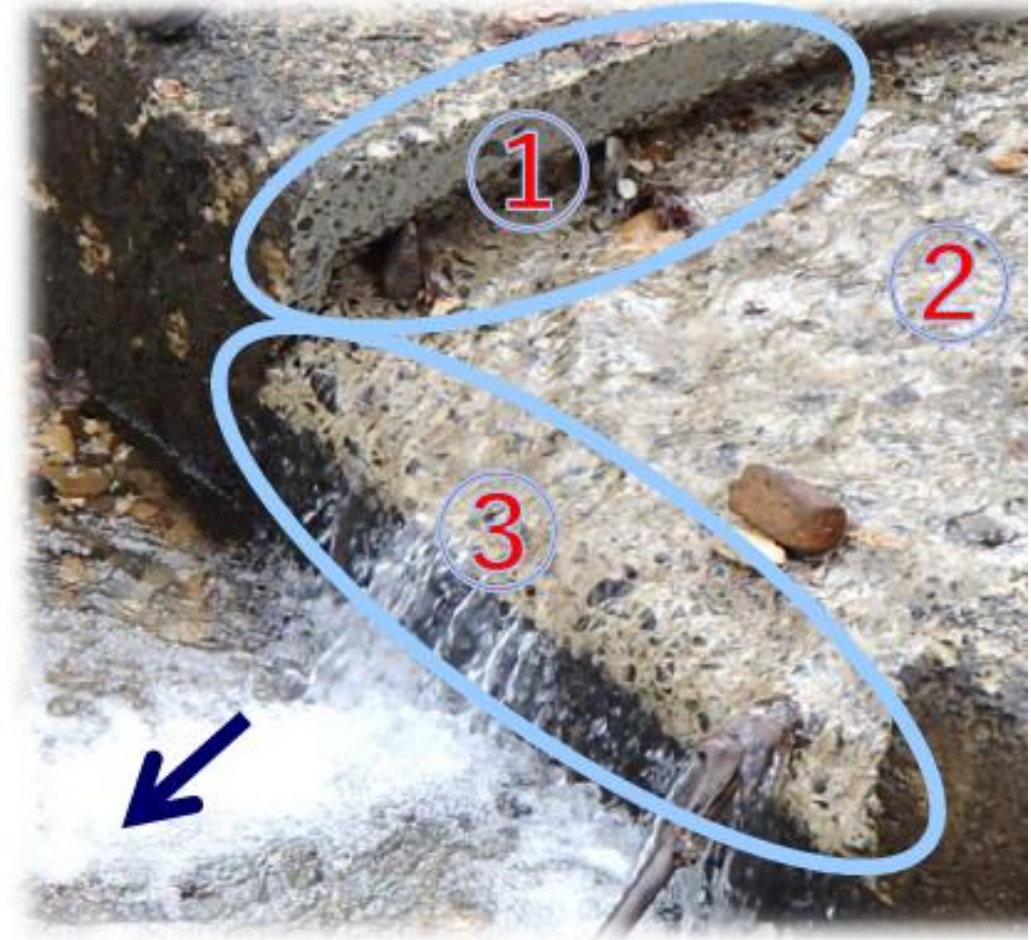
# 肆、凹槽魚道設置實務狀況

## 二、水生生物上溯便利性提升之輔助設計

除了前面說明利用降低水面落差的方式，團隊也從魚道上改良，使生物更容易進入水路中，主要三點如下：

- ① 水路側壁處向外延伸 → 隱蔽性、降低流速。
- ② 提高床面**粗糙度** → 底棲魚類上溯。
- ③ 魚道尾端做成**曲面設計** → 防止**水脈分離**。

※另每0.5m有**鋪設粗石**，提供不同流速空間，除了可以增加生物的棲息空間外，也提高底棲魚類上溯之機會；同時可**現地取材**，修復成本**低**。



# 伍、成果展示與對比

## 一、魚道施作前後之變化

- 水面高差：  
整備前上下游水面高差頗大；整備後有**逐漸減小**之趨勢。
- 護岸與堰堤：  
整備前後皆無明顯之損壞，顯示施工技術與後續維護效果佳。
- 魚道水流：  
整備前護坦無施作魚道，水流流動性差，甚至有時呈現**靜止狀態**；整備後水域銜接逐漸順暢，且水流較為**集中**。

魚道整備前



1 か月後



2 年後



1 年5 か月後



# 伍、成果展示與對比

## 二、構造物上游土砂堆積變化

- 整體呈現：

整備前上游之土砂堆積嚴重，植生大量覆蓋  
整備後土砂淤積大幅減少，且淤積坡度較緩  
兩岸植生復育情況佳。

- 護岸：

整備前後皆無明顯之損壞，且護岸上自然植生生長情形佳。

- 河道水流：

整備前流路受降水與構造物影響，有時可能中斷；  
整備後河道逐漸成形，有加寬與和兩岸銜接更加順暢之趨勢。



# 伍、成果展示與對比

## 三、構造物下游土砂堆積變化

- 整體呈現：

整備前下游處植生繁茂，但受上游構造物影響，水流**流動性低**，且堆積現象不明顯；整備後石籠後方漸漸有土砂堆積，並形成**具有一定坡度之河道**。

- 護岸：

整備前後皆無明顯之損壞、掏刷，且護岸上自然植生生長情形佳。

- 河道水流：

整備前受構造物影響，流動性差，甚至呈中斷或停滯的狀態；整備後因河床堆積與流路成形，**縱向連結性恢復**，也可清楚見到**土砂運移**之變化。

カゴ工付近

魚道整備前



1 か月後



2 年後



1 年5 か月後



植生繁茂  
(約2年後)

# 伍、成果展示與對比

## 三、構造物下游土砂堆積變化

- 因整備後水流集中、流速增加：
  - 侵蝕、掏刷現象發生、加劇。
  - 地盤線下降，再次**產生水流的高度差**。
  - 相關補救措施。
- 補修對策實施：
  - 修正水流通過石籠處之坡度。
  - 利用**延伸坡長**的方式達到緩降的效果。
  - 施作**三層消能設施**以降低水流能量。
  - 層與層之間的水域，可作為生物棲息與上溯休息之區域。

整備後11か月: **河床低下進行**



整備後2年: **補修対策実施**





# 陸、推廣教育實施

## 一、針對不同族群舉辦之活動

國小學童

• 形式：戶外教學

以現地走訪的方式，傳達**環境保育**及**河川自然營造**等理念，啟發學子愛護、重視河川之想法與主張。

大學學生

• 形式：通識課程

以實境引導的方式，由各單位之講者於工程現場**講述其立場與處理方式**，利於了解整體施作過程。

推廣教育

• 形式：讀書會

廠商

由政府與廠商共同舉辦現地分享座談，**討論施工過程各項細部環節**，與現今魚道施作時的通病。

• 形式：工作坊

當地居民

先進行室內課，再前往現地進行石頭堆砌簡易工程，同時邀請當地電視台拍攝採訪，使更多居民能夠了解此事。**(延續型作業)**



# 陸、推廣教育實施

## 二、活動圖片

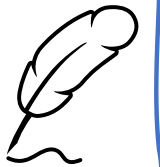




# 柒、結語

## 一、工程總結與展望

- 本次凹槽魚道施作後歷經約2年的成效頗佳，且於構造物下游處鋪設石籠可以促進**土砂淤積**、**降低水面落差**，創造出更佳的生物上溯環境。
- 在改善構造物主體的同時，上下游之**土砂堆積**、**河道成形**以及**植生復育**三者相互也有著潛移默化的影響。
- 床面**粗糙度**可以適度進行改良以提升其機能。
- 本魚道適用於**中小型河川**或是**農業水路**，因此橫向構造物規模皆不大，若能夠確保施工後構造物之**安全性**以及**取得管理單位之許可**，施工經費可以獲得大幅度的縮減。(自行施作之可能性)
- 本次工程為**前瞻試點工程**，期許全國各地能夠持續推廣凹槽魚道。





# 柒、結語

## 二、個人建議

- 日本因應當前環境保育趨勢，利用既有中小型橫向構造物，且僅花費較少之工程費用與挖填方(多為自然堆積)，即達成河川自然復育與生態工法之目的，可做為案例供臺灣後續工程施作之參考。
- 臺灣目前大多數魚道仍以附加形式於既有構造物周圍，若同樣於中小型河道中施作，建議可參考本篇做法，能更加瞭解該魚道之設計用途與後續維護方向，並供政府是否採用自行施工之依據。
- 施作時需以現地坡度大小、兩側護岸(邊坡)穩定性以及水流是否斷流為參考，並參照當地水中生物之習性判斷工程需求之必要性。
- 臺灣目前與該魚道性質較為相近之構造物為東勢林場四角林野溪上游處複式階梯護坦。
- 若效仿日本公私協力之分工模式，期許能激發出因地制宜之設計構想。



# 柒、結語

## 二、個人建議

- 場域：東勢林場四角林野溪
- 名稱：複式階梯護坦
- 說明：

透過每階低落差及蓄水功能構造，削減水流沖刷能量，其中每階蓄水處兼具水域**動物活動**以及**迴游空間**，可改善生物縱向連結阻隔。

### 構造物名稱

### 凹槽魚道

### 複式階梯護坦

#### 功能

排除多餘土砂，集中水流供生物上溯。

削減水流能量、提供生物活動與迴游空間。

#### 適用高差

小

大

#### 缺點

- 受欲施作之構造物尺寸大小而定，較缺乏彈性。
- 需施作**消能設施**。

- 階梯邊緣處為**直角設計**，部分小型及底棲生物上溯較困難。





# 參考資料

- 改良現有河川橫向構造物設置凹槽魚道之檢討與實踐  
河川技術論文集，第26卷，2020年6月
- 竜の口溪谷における多自然川づくり(魚道整備等)の取組み～低コスト 切欠き魚道の開発と人的ネットワーク作り～  
令和3年度多自然川づくり全国会議
- 東勢林場遊樂區官網

## 圖片來源：

- 改良現有河川橫向構造物設置凹槽魚道之檢討與實踐  
河川技術論文集，第26卷，2020年6月
- 竜の口溪谷における多自然川づくり(魚道整備等)の取組み～低コスト 切欠き魚道の開発と人的ネットワーク作り～  
令和3年度多自然川づくり全国会議
- 土木研究所自然共生研究センター
- 自行拍攝
- 臺灣魚類資料庫

報告完畢  
敬請指教



農業部農村發展及水土保持署  
與您一起打拼