

115 年度氣候變遷創意實作競賽

決賽作品說明書

隊伍編號+名稱	A09 蜻蜓消失了
作品中文名稱	D.F.S蜻蜓庇護所
作品英文名稱	D.F.S Dragonfly Sanctuary

參賽學校：國立臺北教育大學

指導老師：李鐸朮

團隊成員：陳彥均 / 沈好縈

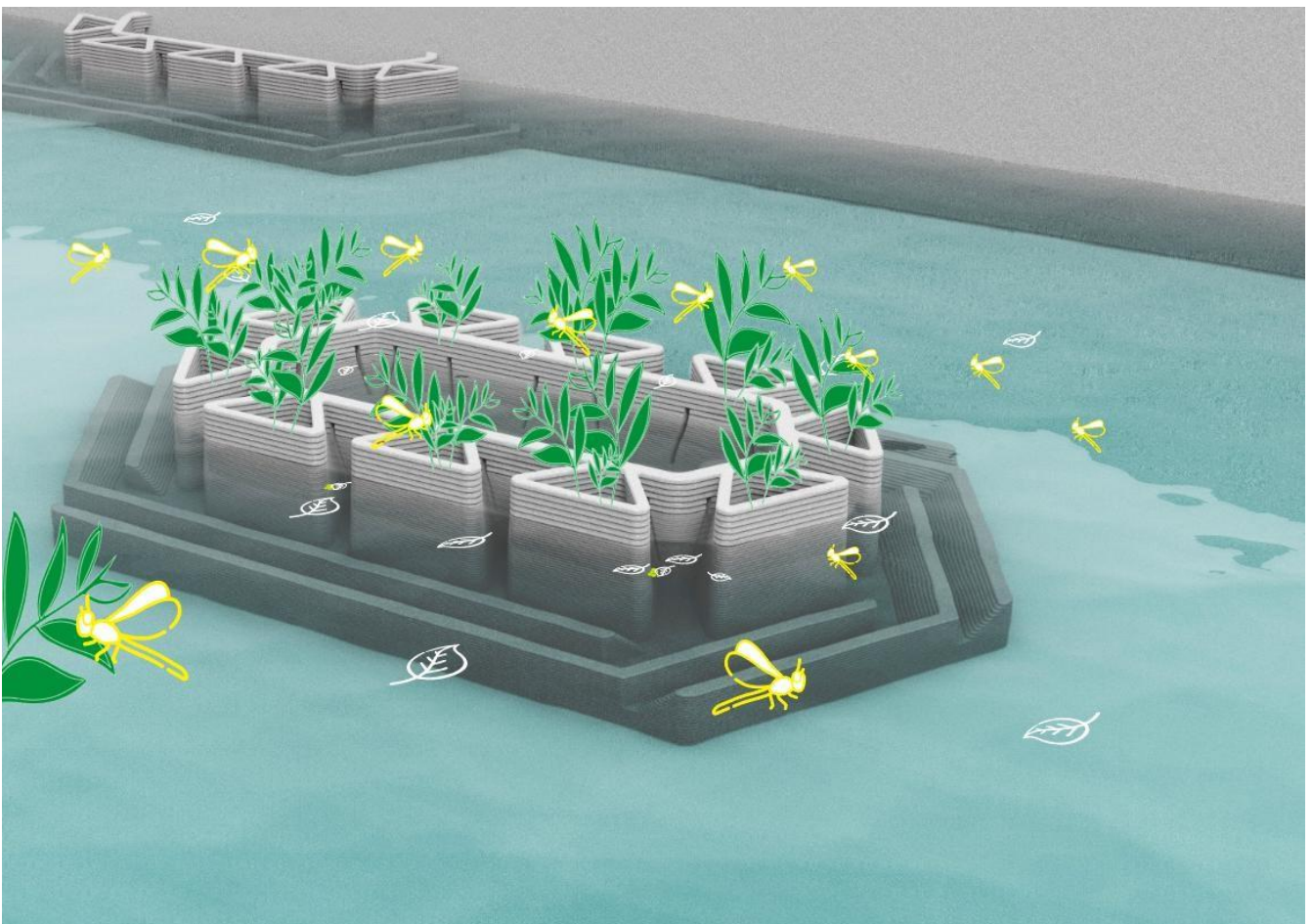
一、 作品摘要

1. 中文摘要

D.F.S蜻蜓庇護所設於水泥護岸中，外層可減緩水流、攔截落葉供蜻蜓產卵；內層種植水生植物，提供稚蟲成長及蜻蜓產卵。內外層細縫可阻擋大魚進入保護稚蟲並維持水流動

2. 英文摘要

D.F.S Dragonfly Sanctuary is installed within concrete riverbanks. Its outer layer slows water flow and traps fallen leaves for dragonfly egg-laying, while the inner layer supports aquatic plants to provide a habitat for larvae growth and oviposition. Narrow gaps between the layers prevent large fish from entering, protecting larvae while maintaining water circulation.





二、 議題描述

1. 問題發現-因人為干擾與棲地破壞而逐漸消失


	<p>因氣候變遷導致極端降雨事件日益頻繁，為了提升防洪能力，人們開始積極整治河道。台灣的水利工程常以水泥護岸與河道拓寬作為主要手段，雖能有效控制洪水，卻也造成河川生態棲地遭到破壞，形成「河川三面光，生態死光光」的現象。</p>
	<p>蜻蜓因人為而消逝：水泥護岸導致河岸兩側沒樹，水底鋪水泥，水流沒有緩衝，讓蜻蜓產卵和休息的枯枝落葉都被沖走了，就算少數的蜻蜓順利產卵，蜻蜓的卵和幼蟲也會被水流沖走。</p>
	<p>實際案例：蜻蜓(脊紋鼓蟴、瘦面細蟴)消失了：2013年時，政府以防洪之名將新北市的溼地拓寬，並且在周邊水圳築起堤防，五溝水的景色與生態加速消失，導致蜻蜓(脊紋鼓蟴、瘦面細蟴)消失。</p>

2. 設計背景-蜻蜓的重要性

	<p>蜻蜓在農業中具自然害蟲防治的重要作用：蜻蜓以蠅類、小型飛蟲等為食，能有效控制害蟲族群，減少對農作物的危害。</p>
	<p>果實蠅每年造成台幣170億元農損：雌蠅將卵產入果實內，幼蟲孵化後即在果實內鑽食，造成果實腐敗，可危害百種以上的寄主植物，危害率約 10 ~ 30%，嚴重影響臺灣果樹產業的發展。</p>

3. 農業害蟲對氣候變遷的影響-造成大量碳排

背景資訊	<p>果蠅 (如東方果實蠅、瓜實蠅) 是台灣果園重大害蟲，會危害芒果、番石榴、柚子、柑橘、蓮霧、番茄、木瓜等。</p> <ul style="list-style-type: none"> · 果農為防治果蠅，常使用： · 誘殺劑 (蛋白誘餌 + 殺蟲劑) · 農藥噴灑 (如加保扶、賽洛寧等) · 果袋套袋 · 誘蟲瓶、誘蟲紙 · 果園定期噴藥 (無人機或人工) · 落果清理、物理防治 (費工)
估算	<p>台灣果園面積與受害程度</p> <p>台灣果樹種植面積 (依農業統計年報) 約 20 萬公頃。</p> <p>假設其中有 40% 面積 (約 8 萬公頃) 需進行果蠅防治 (以芒果、番石榴等為主) 。</p> <p>每公頃果園每年平均噴藥/投誘餌次數：8 次。</p> <p>每次使用農藥或誘殺劑產生碳排：依研究與LCA (生命週期評估)，每公頃每次 ≈ 15–30 kg CO₂e (包括製藥、包裝、運輸、噴灑能源) 。</p> <p>保守估算平均值：每次 ≈ 20 kg CO₂e/公頃</p> <p>總排碳量 = 果園防治面積 × 年防治次數 × 每次碳排 =</p> <p>80,000公頃 × 8次 × 20kgCO₂e = 12,800,000kgCO₂e</p> <p>= **12,800噸CO₂e</p>

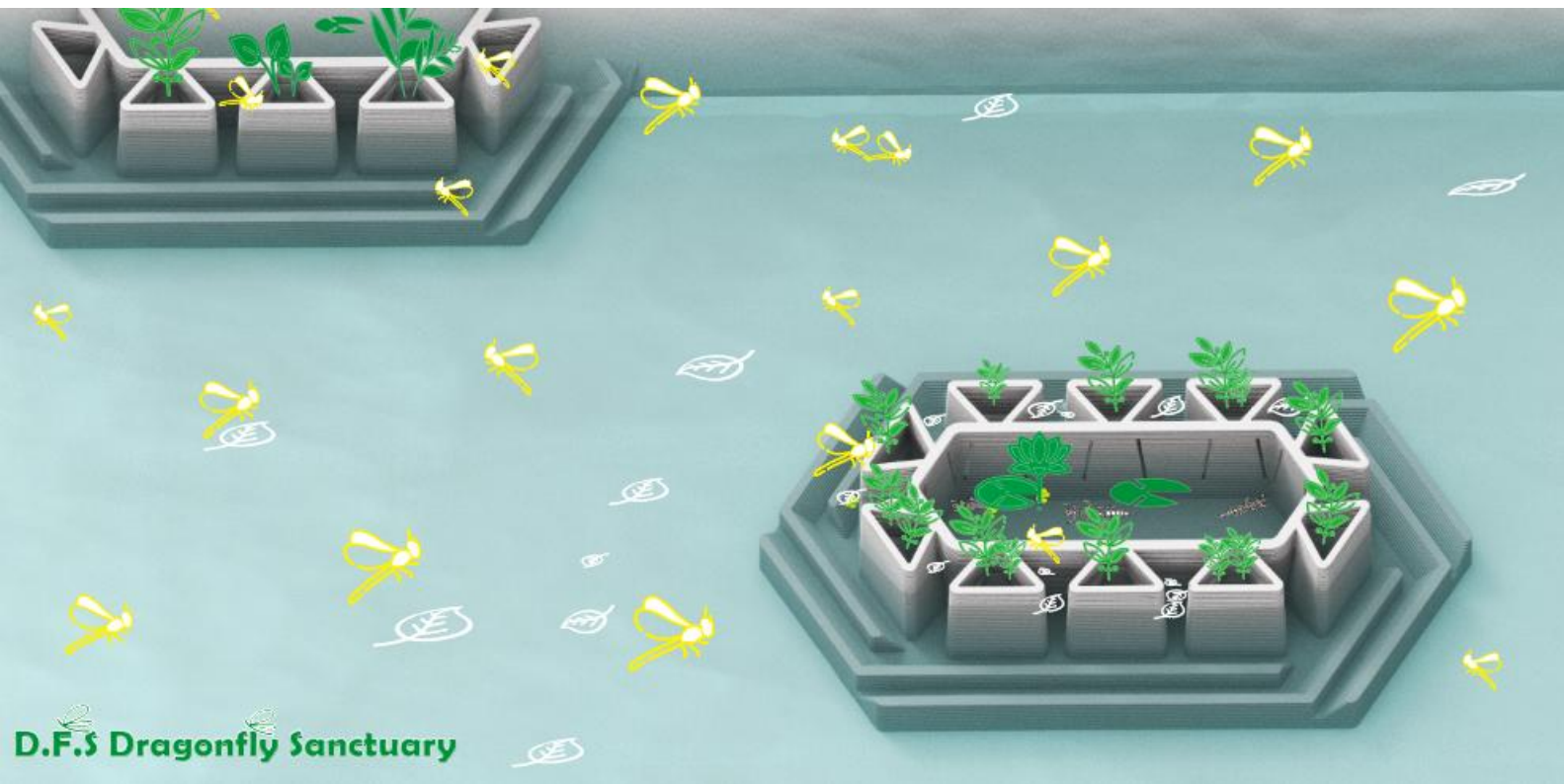
<p>參 考 對 比</p>	<p>· 12,800 噸 CO₂e 相當於：</p> <p>· 一輛汽車行駛 近 4,000 年</p> <p>約需 106 萬棵樹 吸收一年才能抵消</p>	
<p>結 論</p>		<p>台灣果園為了防治果蠅，每年約產生 12,800 噸二氧化碳當量 (CO₂e) 的碳排放，主要來自農藥製造與噴灑作業。若能透過生物防治、物理防治或精準農業技術降低藥劑使用頻率，將有助減碳。</p>

三、 設計構想

1. 設計理念

D.F.S 蜻蜓庇護所提供蜻蜓在被人為破壞棲地後的庇護站和復育站。D.F.S 蜻蜓庇護所可設立在水泥護岸中，其設計可減緩水流且可攔截河流中的落葉和種植植物以供蜻蜓產卵、產卵、庇護。蜻蜓於落葉聚集區產卵，卵孵化後幼蟲會順著水流進入幼蟲生長區進行生長，且幼蟲生長區中也可種植水生植物，讓蜻蜓直接將卵產於此。進入幼蟲生長區的縫隙較為細小，可有效防止大型的魚類進入，去捕食蜻蜓和其幼蟲，增加蜻蜓的生存率，約能將幼蟲的存活率提高至50%，預估每個 D.F.S 每年可育成約 300 隻蜻蜓成蟲。這些蜻蜓會在自然中捕食果蠅，減少果園中未清除害蟲所需的碳排。

D.F.S 採用3D列印混凝土技術製作，並應用碳封存機制，讓二氧化碳在硬化過程中與混凝土反應並轉化為穩定固體，每個D.F.S可封存約 18.8 公克的 CO₂。



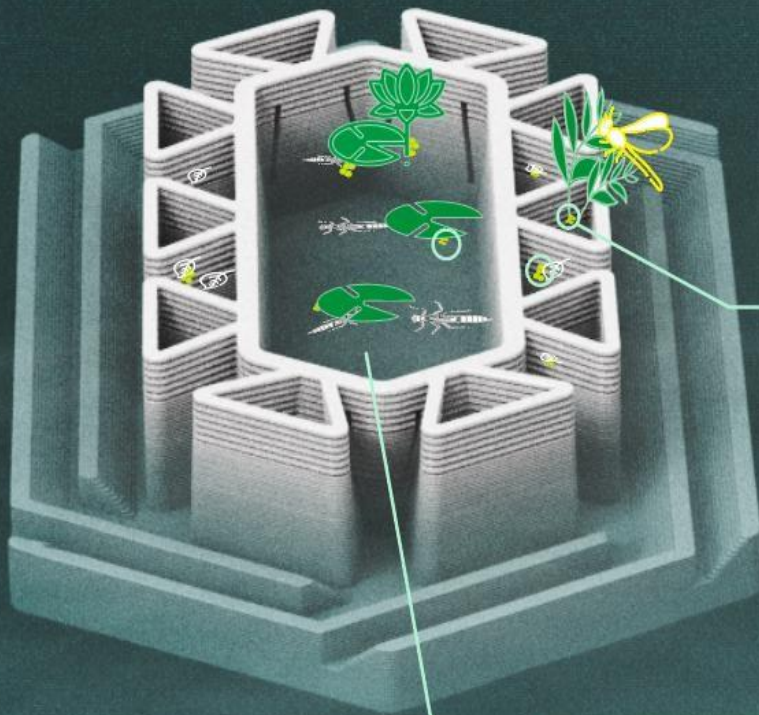
2. 復育步驟

<p>(1) 蜻蜓產卵:不同的蜻蜓會依其習性在不同的地方產卵</p>	<p>(2) 蜻蜓的卵孵化後，幼蟲會順著水流進入幼蟲生長區</p>	<p>(3) 幼蟲在幼蟲生長區生長 (4) 幼蟲孵化成成蟲</p>

四、 創作特點與創意說明

1. 蜻蜓生長說明: 蜻蜓於落葉聚集區產卵，卵孵化後幼蟲會順著水流進入幼蟲生長區進行生長，詳細內容如下圖

Dragonfly Growth Description



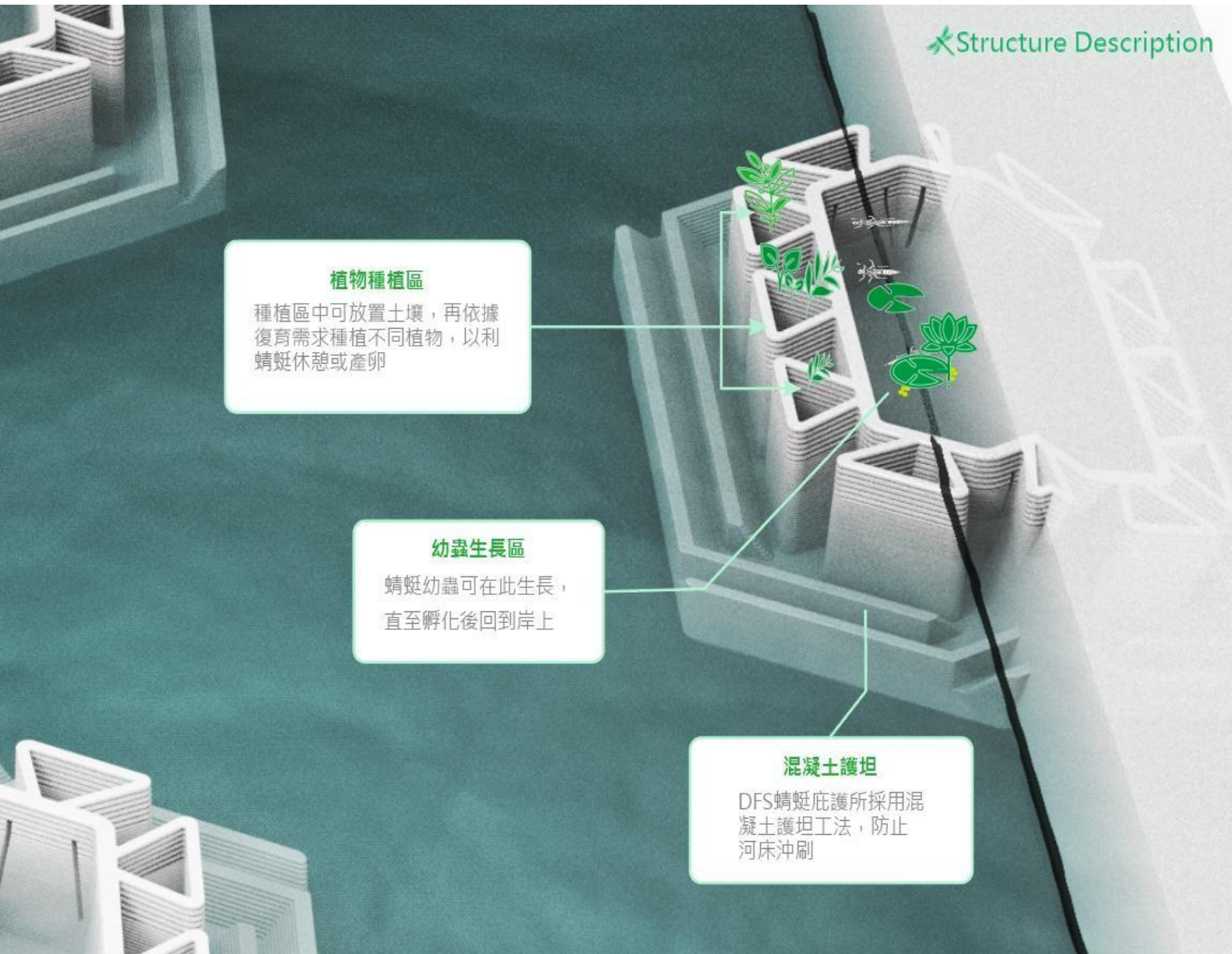
蜻蜓的卵

蜻蜓會將卵產於水域附著物上、岸邊的土中或直接將卵產於水中

水蘆生長區

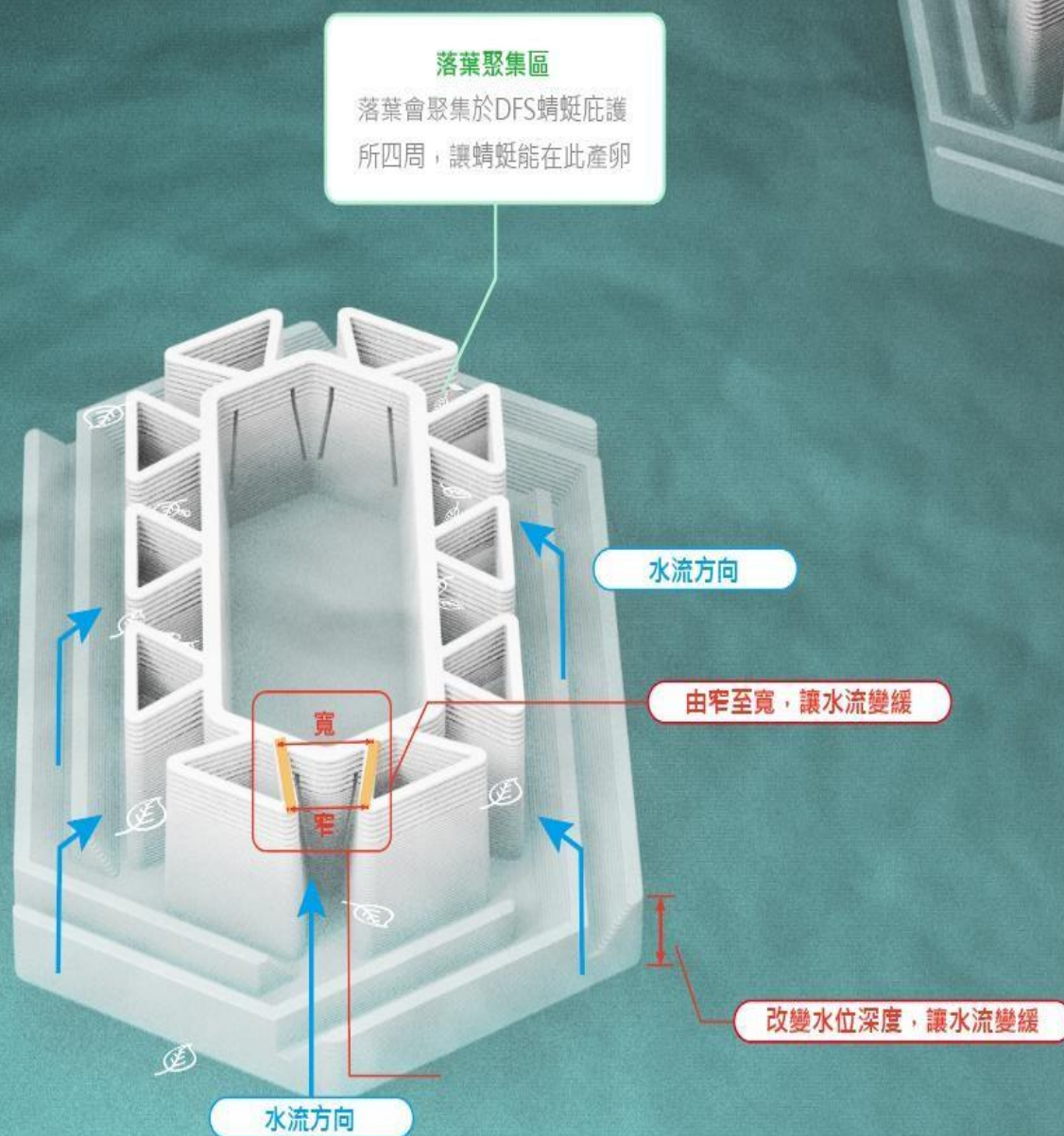
蜻蜓卵孵化後水蘆會順著水流進入水蘆生長區

2. 結構說明: D.F.S蜻蜓庇護所包含了幼蟲生長區、植物種植區等，方便蜻蜓於此休憩和產卵，詳細介紹如下圖

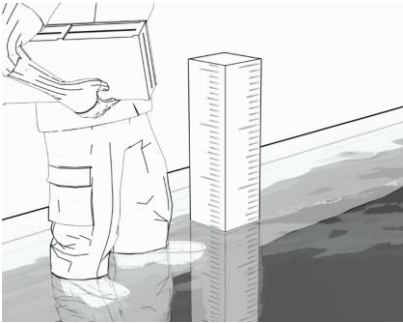
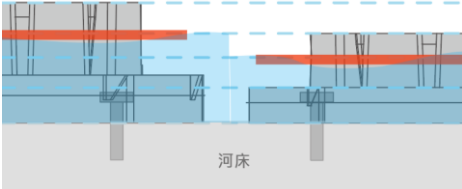
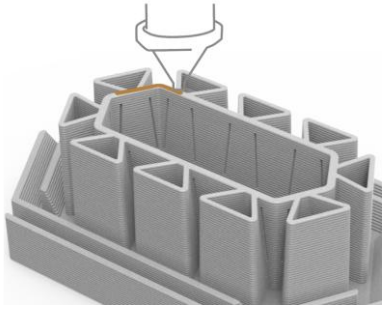
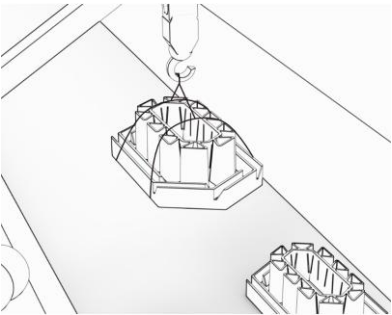
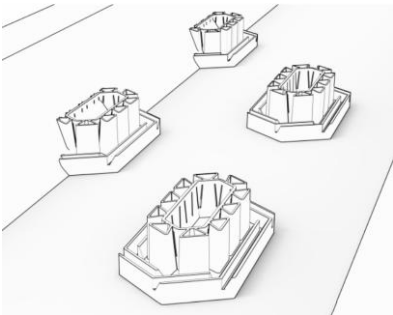



3. 水流說明: D.F.S蜻蜓庇護所的設計可減緩水流，且能聚集漂浮的落葉，利於蜻蜓產卵和生長，詳細說明如下圖

✦ Flow Description

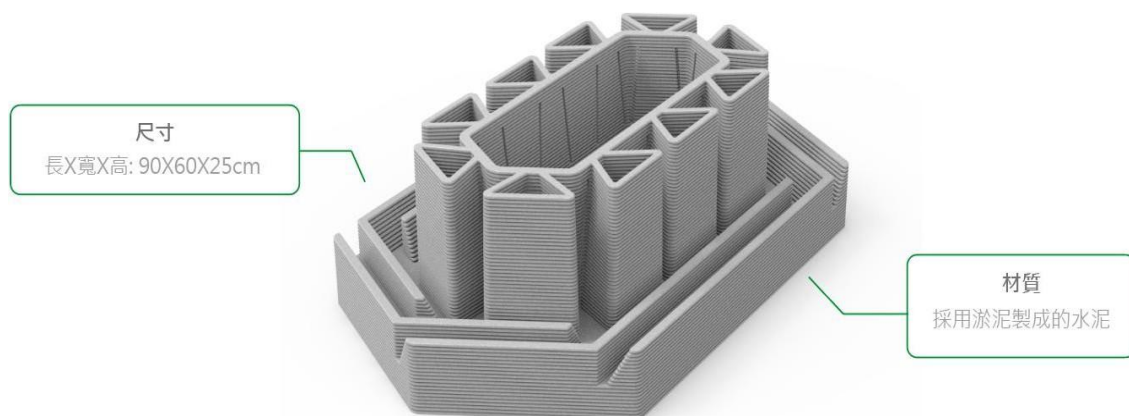


4. 施工流程

		
Step1 評估現場環境:測量水位高度、水流速度和河寬	Step2 依據環境更改設計:依據河床平均水位高低調整3D檔案	Step3 水泥3D列印:依據環境調整材質(水泥、淤泥、蚵殼粉)的比例
		
Step4 施工:透過吊車進行安裝	Step5 完工	Step6 復育:在種植區中加入培養土和植物即可開始復育

五、 作品材料說明

1. 材質&尺寸



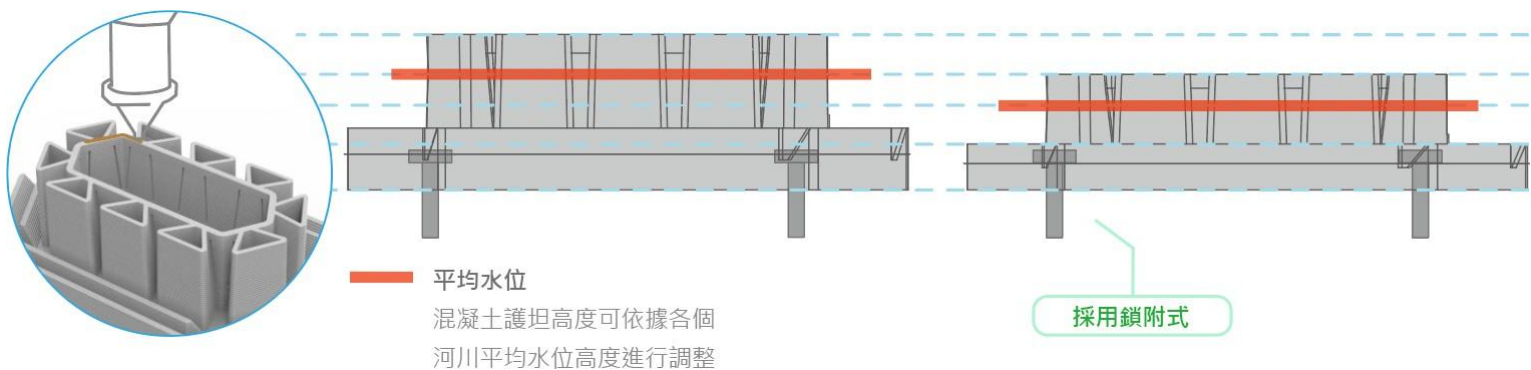
2. 材料實驗

採用不同比例的淤泥與水泥混合進行配比測試，觀察其在強度、可塑性、乾燥時間等方面的變化，藉此探索淤泥在水泥製程中的可行性與最佳應用比例。



3. 3D列印混凝土封存碳

混凝土3D列印技術具備可調整列印高度的彈性，並結合創新的碳封存技術，在製造過程中注入蒸氣與二氧化碳，使其與混凝土中的成分產生化學反應，形成固態碳化物，實現永久性碳封存。其中，蒸氣的引入不僅促進反應，還能進一步提升混凝土的吸碳能力



六、 產品可行性驗證

1. 1:1局部水蠶生長實驗



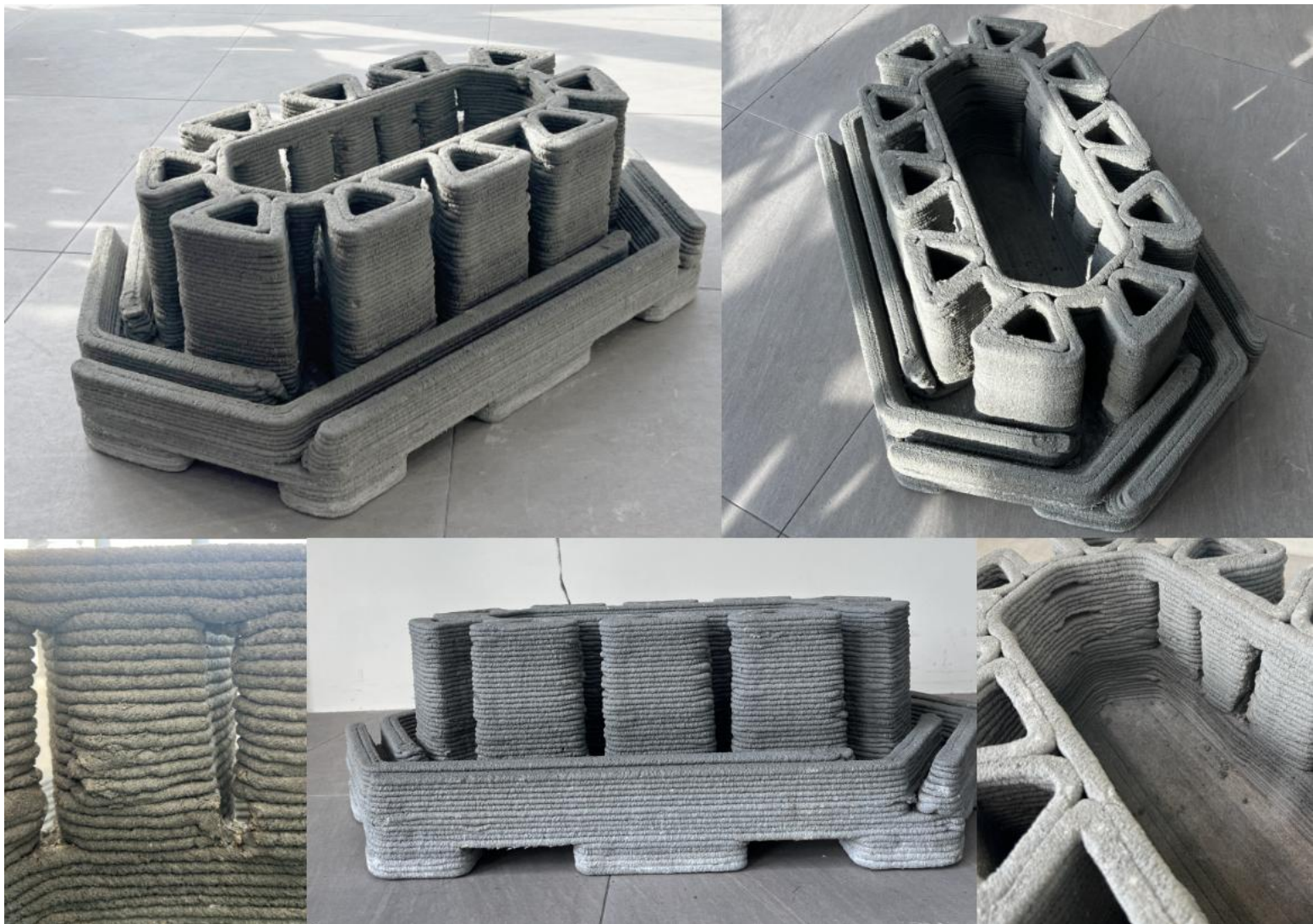
2. 1:1局部水流實驗: 落葉會順著水流於落葉聚集區聚集，可供蜻蜓產卵使用



3. 樣品製作: 1:1局部3D列印-結構與材料測試驗證



4. 樣品製作: 1:1水泥3D列印



七、 作品應用範圍及發展潛能

1. 預估依靠培育蜻蜓一年可減少多少碳排

1) 單個D.F.S可增加多少蜻蜓量

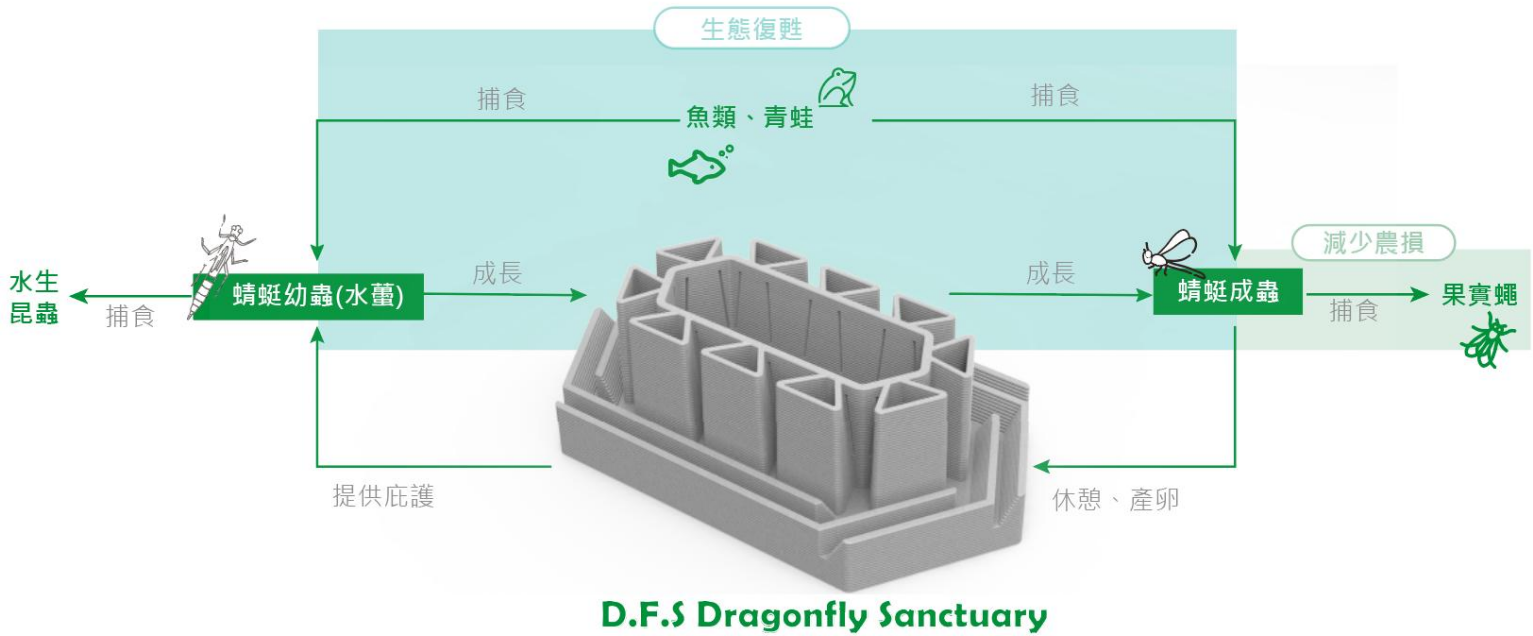
假設	<ul style="list-style-type: none"> · 產卵次數: 一年有三隻蜻蜓在一個D.F.S產卵(三次) · 產卵數量: 多數常見蜻蜓一次約產下 200 ~ 300 顆卵 (取中間 值250顆) · 孵化率: 多數卵能順利孵化, 約 80% · 成蟲羽化率: 自然環境中, 因天敵與競爭影響, 僅約 1% ~ 5% 的幼蟲能羽化為成蟲, 而D.F.S可保護蜻蜓幼蟲, 預估羽化率提升至50%
推估	<p>Step1.</p> <p>年產卵總數: $250(\text{顆}) \times 3(\text{次/年}) = 750 \text{ 顆卵 / 年}$</p> <p>Step2.</p>

<p>孵化數量</p> <p>孵化率 80%</p> <p>孵化出幼蟲：$750 \times 0.8 = 600$ 隻幼蟲 / 年</p> <p>Step3.</p> <p>蟲羽化數 (有 D.F.S 保護)</p> <p>羽化率提升至 50%</p> <p>成蟲數：$600 \times 0.5 = 300$ 隻成蟲 / 年</p> <p>預估單個D.F.S一年可增加300隻成蟲</p>

2) 預估一年內D.F.S可因復育蜻蜓減少果實蠅數量而減少的碳排

<p>預 估</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 每隻蜻蜓每日可能捕食多少果實蠅 <p>文獻顯示，蜻蜓一天可捕食 30~100 隻小型飛蟲 (包括蚊子與果實蠅)，假設其中 20% 是果實蠅，取中值計算：</p> <p>每隻蜻蜓每天吃果實蠅約：</p> <p>$65 \times 0.2 = 13$ 隻果實蠅 / 天</p> <ul style="list-style-type: none"> · 每個 D.F.S 每年可育成 300 隻成蟲
<p>計 算</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 年總捕食果實蠅數： <p>$300 \times 13 \times 45 = 175,500$ 隻果實蠅 / 年</p> <ul style="list-style-type: none"> · 滅除果實蠅的碳排來源 (對比值) <p>若不靠自然控制 (如蜻蜓)，人類通常使用化學誘捕器、電擊燈或噴劑消滅果實蠅。</p> <p>參考文獻與產品數據，每消滅 1 萬隻果實蠅約需 1 公升化學噴劑，其製造與使用碳排約 2.3 公斤 CO_2。</p> <p>每隻果實蠅滅除碳排：</p> <p>$2.3 \div 10,000 = 0.00023$ kg CO_2</p> <p>計算總碳排減少量：</p> <p>$175,500 \times 0.00023 = 40.365$ kg CO_2</p>
<p>結 論</p>	<p>單個 D.F.S 每年透過蜻蜓捕食果實蠅，可減少約 40 公斤 CO_2 排放，有助於減輕人工防治所帶來的環境負擔。</p>

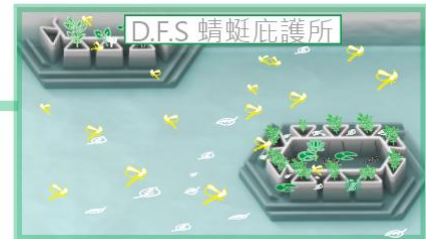
2. 生態循環



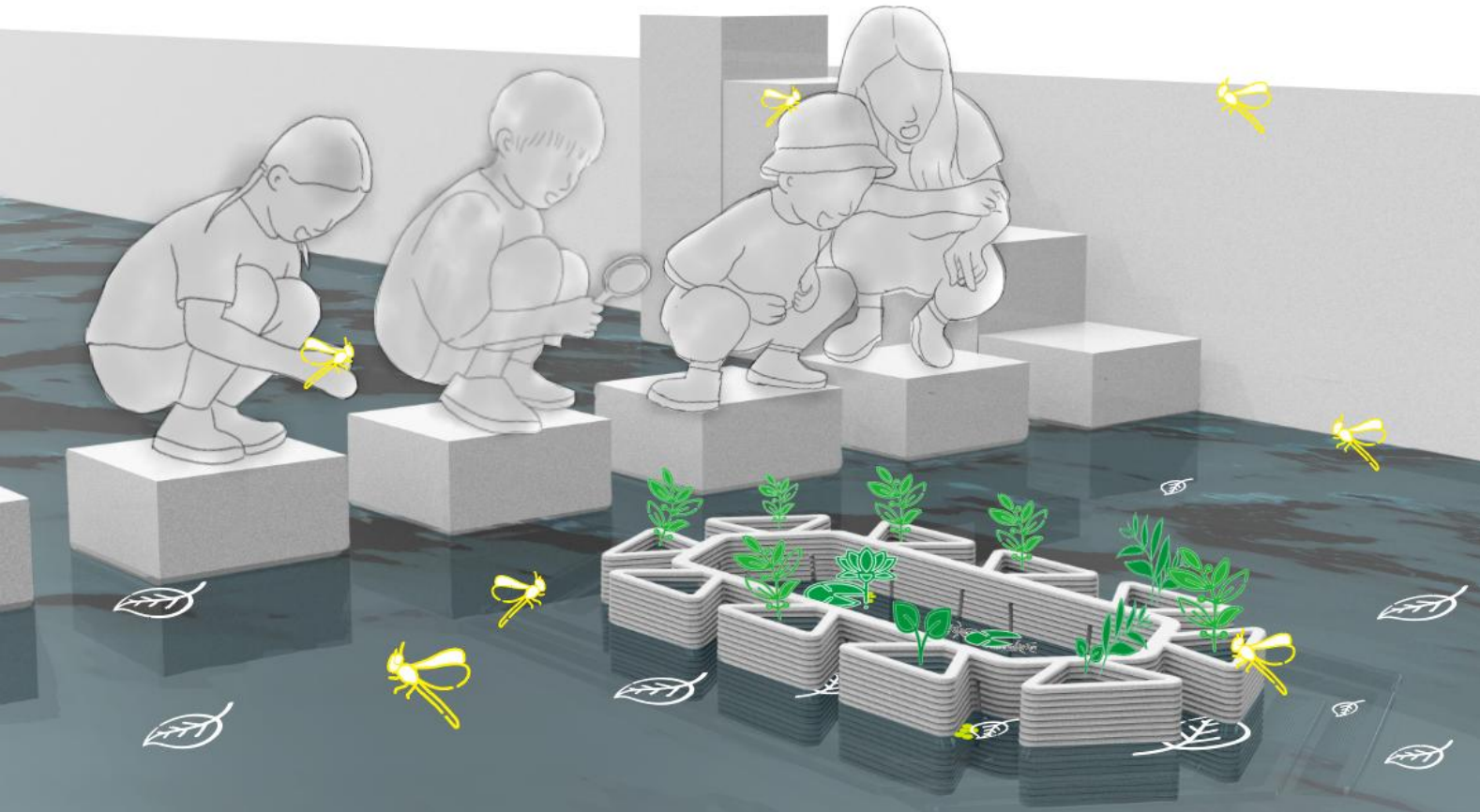
3. 競品比較



施工方式	費用	施工時長
在現有被破壞的河道中加裝	較低	短 (一個月內)
重新整治現有河道	千萬到上億不等	長 (數月至年不等)



4. **生態教育:** D.F.S 作為生態復育站，不僅能促進蜻蜓棲地的重建，也可作為生態教學的定點，提供環境教育與實地觀察的場域



5. SDGS

	<p>SDG 15 保育陸域生態</p> <ul style="list-style-type: none"> · 復育蜻蜓:提供安全穩定的棲息環境，讓蜻蜓能順利產卵與生長。 · 改善河川生態:攔截河流中的枯枝落葉，形成微型棲地，提供水生與半水生生物生存空間，創造更豐富的河岸生態 · D.F.S以淤泥為主要材料製成，具環保特性，有效利用廢棄資源，減少對環境的負擔。
	<p>SDG 2 終結飢餓</p> <ul style="list-style-type: none"> · 減少農業害蟲：蜻蜓能有效捕食害蟲，有助於農業發展。

八、工作分配

陳彥均

國立臺北教育大學
藝術與造形設計學系
產品設計、結構設計

沈妤縈

國立臺北教育大學
藝術與造形設計學系
市場規劃、資料收集

九、參考資料

1. 黃勝泉 東方果實蠅的生物防治
https://www.mdare.gov.tw/files/mdares/web_structure/6044/A01_1.pdf
2. 聯合報 用水泥「控」出的河岸摧毀生物的家
<https://sdgs.udn.com/sdgs/story/12209/3205522>
3. 我們的島 蜻蜓啟示錄 | 從屏東內文溪野溪整治看黃尾弓蜓的棲地危機
<https://ourisland.pts.org.tw/content/9632>
4. 蜻蜓的生態研究 <http://grc.hhups.tp.edu.tw/eco/?p=2584>
5. 農業部 台灣果樹產業結構調整現況
<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=4268>
6. 新加坡革命性「3D列印混凝土」成功捕捉封存碳，有望重塑建築業脫碳未來 <https://www.recessary.com/zh-tw/news/singapore-innovation-concrete-carbon-storage>
7. 麻省理工學院開發出二氧化碳固定於混凝土之技術
<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=52144>
8. carbon cure <https://www.carboncure.com/apac/>