

野溪治理工程對環境衝擊項目之評估

林信輝⁽¹⁾ 黃俊仁⁽²⁾ 陳意昌⁽³⁾

摘要

台灣地區已實施之野溪治理工程相當多，以往較強調加強工程構造物的結構安全性，較少考量生態因素。近年來，由於國人對生活之環境品質要求提高，且重視生物生存及其發展空間，故施設工程構造物時，採用減少環境衝擊之相關工法或生態保育措施，已是必然的趨勢。爰此，本研究利用專家問卷之方法，以「野溪工程構造物於施作過程及完工後對於周遭環境及生態性之可能影響」為主旨，分析要項分為物理及化學衝擊、生態衝擊與景觀衝擊等三大評估項目，工程構造物則就護岸工程、固床工及透過性防砂壩等分別探討之，以得知各類工程於施工中及施工後需注意的面向。分析結果顯示，「護岸工程」需注意之項目有 15 項因子，衝擊時間點均為施工中；「固床工」需注意之項目有 14 項因子，衝擊時間點多在施工中，僅 4 項因子衝擊時間在施工後；「透過性防砂壩」則 17 項因子在施工中均需注意，施工後則有 3 項因子需注意。透過評估野溪治理工程施工中、後需注意之衝擊項目，期能供未來整體治理規劃之參考。

(**關鍵詞**：野溪治理工程，專家問卷，環境衝擊因子，生態環境)

Evaluating The Environmental Impact Factors by Creek Engineering

Shin-Hwei Lin⁽¹⁾ *Chun-Jen Huang*⁽²⁾ *Yi-Chang Chen*⁽³⁾

1. Professor, Department of Soil and Water Conservation National Chung- Hsing University, Taiwan, R.O.C.
2. Ph.D. Candidate, Graduate Institute of Soil and Water Conservation National Chung- Hsing University, Taiwan, R.O.C.
3. Engineer, Land Adjustment Engineering Bureau Ministry of the Interior (Corresponding author)

Abstract

There are numerous creek engineering and ecological care projects in Taiwan. Due to the requests of people for enhancing the environmental quality, and the biological survival space, to reduce the negative effects of man-made construction on the surroundings is an inevitable trend. Therefore, using the questionnaires to find out how the creek engineering would affect the landscape ecological transition, and also evaluate the impact projects are the purposes of this research. Regarding the main motive of the expert questionnaires is "What are the possible effects of the creek engineering impact projects on the surroundings and the ecological system". Three major projects,

-
- (1)國立中興大學水土保持學系教授
 - (2)國立中興大學水土保持學系博士候選人
 - (3)內政部土地重劃局正工程司(通訊作者)

physical and chemical, ecological, and landscape, and 17 detailed factors would be set as the evaluation items. There are also three aspects to explore by retaining walls, groundfills and permeability check dam of the expert questionnaires. According to the results, there are fifteen factors should be considered and the impact timing is during construction of the retaining walls engineering. The aspects of the groundfills point out, fourteen factors need to be noticed, the impact time is also during construction, and four factors timing are after construction. At last, the permeable check dam, we need to notice all the seventeen factors. The impact timing is mostly after construction, and only three factors could affect the timing after construction.

(Key Words: creek engineering, expert questionnaires, environmental impact factors, ecological environment)

一、前言

台灣地區由於地質地形之先天條件及氣候水文富饒變化，再加上天然災害與人為開發之因素，遂使集水區經營遭逢各類土砂災害等問題。近年來，隨著人口壓力加大以及林業景氣式微，生態旅遊及配合景觀遊憩已成為集水區主要利用方式(林與張，2005)。因此，為達國土保安及集水區多元化應用，研析集水區相關治理問題乃當務所需。

以往野溪治理之設計與施工較偏重工程構造物之結構安全性，此對河溪土石危害之防災減災已達到良好功效，但卻造成生態環境造成相當大的衝擊，如生態廊道連續性破壞，阻隔河溪水、陸域動植物之交流演替，河溪生物之棲息繁衍與遷移無法完成完整之生命週期循環，形成近親繁殖、物種劣化及種量減少等問題。近年來因政府推動生態工程之政策方向，更強調集水區內生態之重要性。

目前關於河溪之研究，主要可概分為五類：1.評估河相及水理特性等，以瞭解工程於設計規劃階段時所應考量因子(如：陳樹群，2002；Rosgen，1996等)，2.利用生態指標評估河川棲地環境(如：李明儒，2004；經濟部水利署水利規劃環境試驗所，2006等)，3.研

發各種類治災防災之工法(如：水土保持局、林務局等)，4.針對不同資材所建構之河溪工程其所能發揮之生態工程效益研究(林信輝等，2006)，5.河溪週邊景觀之研究(林信輝等，2006)。根據上述可得知，國內對於河溪工程之規劃、設置及評估已有相當之發展，然而關於施設工程構造物對河溪生態環境等影響之相關研究仍較少。

因此本研究採用專家問卷之方式，以瞭解野溪治理工程對於景觀生態環境之影響，期能藉由研究成果作為野溪工程結合景觀生態之研究先驅，並供未來現地整體治理規劃之參考依據。

二、研究方法

(一)評估架構之研擬

本研究透過專家問卷方式，以評估「野溪治理工程構造物於施作過程及完工後對於周遭環境及生態性之可能影響」。為瞭解影響程度及其產生影響之時間點，經參據相關文獻、法規及野溪相關之研究，並瞭解相關環境影響特性後，歸納、整理出包括物理及化學衝擊、生態衝擊與景觀衝擊等三大評估項目進行探討。再運用腦力激盪法及與實際參與過野溪治理工程之規劃設計及現地施工之專家學者進行討論，並考量治理工程施工

中、後對於環境、生態、景觀、人類活動等可能影響的項目範圍，研擬出三大評估項目之細部分項，包括河床底質、水質、水域陸域棲地廊道、河岸緩衝林帶、景觀美質、休閒遊憩活動、交通運輸等共計 17 項。茲詳列選用之衝擊因子評估項目如表 1，並以各項因子設計專家問卷供填。

在問卷設計中，選擇最常應用之護岸工程、固床工及透過性防砂壩等三類工項，進行對於環境衝擊因子之影響項目與等級評估，透過統計分析方式，計算各項衝擊因子之排序，供作治理工程對於各衝擊因子相關性之探討。

(二)問卷分析方法

本研究選取護岸工程、固床工及透過性防砂壩等三類工項，分別設計置於問卷內供填寫，而問卷評估尺度設計方面，採用 Likert 尺度法給予評定分數，等級採用五級制，分別為毫無影響—1 分、稍微影響—2 分、普通—3 分、嚴重—4 分、非常嚴重—5 分。俟初步整理各界專家所填寫評定之間卷結果後，再運用統計軟體 SPSS 12，透過描述性統計分析，進行影響因子排序，以得知各類工程於施工中及施工後，需特別注意的面向。然後，針對各評估項目(變項)以單因子變異數分析(One Way-ANOVA)進行討論，然後再以雪菲爾檢定(Scheffe's Test)探求未達顯著性因子之影響程度排序。茲將分析資料主要應用的統計技術，簡要說明如下：

1.描述性統計

本研究所採用之描述性統計包括：平均值(Mean)、標準差(Standard deviation)等方法，以簡化資料的複雜性，並利用此描述性統計來說明各項因子之重要排序。

2.單因子變異數分析(One-Way ANOVA)

單因子變異數分析的目的在比較二個或二個以上群組之平均數，以決定所觀察到的差異是否為偶發性的，亦即推算在各組母體中的均數是否相等。如果變異數同質性檢定的結果 $P > 0.05$ ，則母體有相同變異數之假設無法被拒絕。若變異數不等，但在所組群之樣本大小相似，則不需太擔心此假設之檢定。若樣本大小非常不同，且變異數亦不等，可考慮轉換 data 或利用無母數檢定之卡-華氏單因子變異數分析(Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance)來作檢測。

表 1. 專家問卷評估項目與因子
Table 1. The environmental impact projects and factors of expert questionnaires

主旨	評估項目	細部分項因子 17 項
野溪治理工程構造物對周遭生態、環境之影響	物理及化學衝擊	河床底質
		沖蝕及沉積
		基地安全
		水文平衡
		水質
		空氣品質
		噪音
	生態衝擊	廢棄物
		生物多樣性
		陸域棲地廊道(橫斷面)
		水域棲地廊道(縱斷面)
		水域生物多樣性
		瀕臨絕種及受保護族群
	景觀衝擊	河岸緩衝林帶
		景觀美質
		休閒、遊憩活動
		交通運輸

單因子變異數分析的 F 檢定雖知三組(或以上)群間之均值差異，但卻無法知道三組中任二組之均值差異，在此情況下，研究者可利用雪菲爾檢定(Scheffe's Test)加以檢測，其

可以比較均值配對及複雜的均值組合。

三、結果與討論

本研究之專家問卷共發出 60 份，分別為產業界、公部門及學術界各 20 人，專家之背景含括水土保持、水利及景觀生態方面之從業人員及專業人士。回收之問卷包括產業界 13 份、公部門 12 份及學術界 15 份，共計有 40 位專家指導與協助。問卷調查時程由 2007 年 3 月至 4 月底，回收率為 67%。

(一)施作護岸工程之衝擊影響

1.描述性統計

以平均數大於 3 為基準，「施工中」對衝擊因子有較高影響之排序為：陸域棲地廊道(3.83)、瀕臨絕種及受保護族群(3.78)、生物多樣性(3.73)、景觀美質(3.73)、休閒遊憩活動(3.73)、水質(3.68)、水域生物多樣性(3.41)、交通運輸(3.54)、廢棄物(3.41)、水域棲地廊道(3.41)、河床底質(3.39)、河岸緩衝林帶(3.39)、基地安全(3.24)、沖蝕與沉積(3.24)、噪音(3.22)，共計 15 項。至於衝擊時間點在「施工後」之平均數皆不大於 3，因此不列入排序(如表 2)。

2.單因子變異數分析(One-Way ANOVA)

以單因子變異數分析產、官、學界對於施作「護岸」差異性結果分析，由表 3 顯示，各分項皆無達到顯著之差異。故可說明，產、官、學界之專家對於施作「護岸」對週遭環境及生態性之影響衝擊，看法差異不大。

(二)施作固床工之衝擊影響

1.描述性統計

就衝擊點在「施工中」而言，取平均數

大於 3，其對衝擊因子較有影響之排序為：水域棲地廊道(3.88)、生物多樣性(3.76)、水質(3.76)、水域生物多樣性(3.73)、河床底質(3.71)、瀕臨絕種及受保護族群(3.66)、沖蝕與沉積(3.54)、景觀美質(3.49)、噪音(3.32)、休閒遊憩活動(3.24)、陸域棲地廊道(3.22)、廢棄物(3.15)、空氣品質(3.05)、基地安全(3.02)，共計 14 項。至於「施工後」，排序為：水域生物多樣性(3.20)、瀕臨絕種及受保護族群(3.07)、河床底質(3.05)、沖蝕與沉積(3.00)，共計 4 項。對固床工來說，衝擊時間點多為施工中。水域生物多樣性、瀕臨絕種及受保護族群、河床底質及沖蝕與沉積，此四項因子於施工中、後皆有列入衝擊影響排序內，顯見較為重要(如表 4)。

2.單因子變異數分析(One-Way ANOVA)

以單因子變異數分析產、官、學界對於施作「護岸」差異性結果分析，由表 4 顯示，各分項皆無達到顯著之差異。故可說明，產、官、學界之專家對於施作「固床工」對週遭環境及生態性之衝擊影響，看法相近(表 5)。

(三)透過性防砂壩之衝擊影響

1.描述性統計

衝擊點在「施工中」之衝擊因子排序為：水域棲地廊道(3.83)、景觀美質(3.78)、生物多樣性(3.76)、水質(3.66)、水域生物多樣性(3.63)、瀕臨絕種及受保護族群(3.63)、河床底質(3.63)、沖蝕與沉積(3.61)、休閒遊憩活動(3.54)、陸域棲地廊道(3.51)、噪音(3.41)、廢棄物(3.32)、空氣品質(3.24)、基地安全(3.20)、河岸緩衝林帶(3.15)、交通運輸(3.12)、水域棲地廊道(3.00)，共 17 項全數納入。至於「施

工後」則為：河床底質(3.17)、瀕臨絕種及受保護族群(3.15)、沖蝕與沉積(3.10)，3項列入排序。對透過性防砂壩而言，衝擊時間點亦多為施工中，僅河床底質、瀕臨絕種及受保護族群、沖蝕與沉積此3項因子於施工中、後均列入排序內(詳如表6)。

2.單因子變異數分析(One-Way ANOVA)

以單因子變異數分析產、官、學界對於施作「護岸」差異性結果分析，由表6可得知，各界之專家對於施作「透過性防砂壩」對週遭環境及生態性之影響衝擊，除「空氣品質(施工中)」產生歧見，對於其他因子之看法差異不大(表8)。

以下針對空氣品質(施工後)以雪菲爾檢定(如表7)發現，產業界與學術界專家之看法差異較大，故再以均值(Mean)比較三者的排序得知「產業界(3.64)»「官界(3.42)»「學術界(2.73)」，此結果亦可解釋為產業界較為重視此項因子。

(四)三種類型野溪工程之衝擊影響排序分析

本階段整合各界專家之評分，並以描述性統計就各問項之統計結果說明，於施作三種類型之野溪工程(護岸、固床工、透過性防砂壩)時，各項衝擊因子之影響時間點(施工中、施工後)，及針對各衝擊類型找出影響最多衝擊因子之工程類型；其次為以單因子變異數分析(One Way-ANOVA)檢視各衝擊因子之顯著程度，並依統計規則(顯著性 <0.05 可稱此因子為顯著)找出專家看法較為分歧之項目(即顯著性 <0.05)，再以雪菲爾檢定(Scheffe's Test)進一步探討。以得知在同一衝擊因子下，三類野溪工程對因子之影響程度排序。

1.描述性統計

就表9之結果，首先討論「物理及化學衝擊項目」，並以均值(Mean)分別檢視8項衝擊因子之「施工中」與「施工後」選項。於「施工中」之選項，「透過性防砂壩」為最高分共計四項，包括沖蝕及沉積、水文平衡、空氣品質及噪音；而「施工後」選項，「透過性防砂壩」為最高分更高達八項。由此得知，多數專家認為透過性防砂壩於施作中即完工後對於物理及化學之衝擊程度最高(整理如下表10)。

於「生態衝擊項目」方面，共有6項衝擊因子包括：1.生物多樣性 2.陸域棲地廊道(橫斷面) 3.水域棲地廊道(縱斷面) 4.水域生物多樣性 5.瀕臨絕種及受保護族群 6.河岸緩衝林帶。各因子之「施工中」選項經分析後顯示，施作「護岸」為多數專家認為較易造成衝擊之工程類型。此衝擊類型所影響之因子包括陸域棲地廊道(橫斷面)、瀕臨絕種及受保護族群、河岸緩衝林帶；較不會造成衝擊之工程則為施作「透過性攔砂壩」。而「施工後」選項之分析結果為，「護岸」主要影響之因子為陸域棲地廊道(橫斷面)及河岸緩衝林帶；「固床工」為水域棲地廊道(縱斷面)及水域生物多樣性，而「透過性防砂壩」則是影響生物多樣性及瀕臨絕種及受保護族群此兩項因子。(整理如表11)

「景觀衝擊」共為3項因子，包括：1.景觀美質 2.休閒遊憩活動 3.交通運輸。各因子之「施工中」選項經分析後顯示，施作「護岸」為多數專家認為較易造成衝擊之工程類型。此衝擊類型所影響之因子為休閒遊憩活動及交通運輸、「透過性防砂壩」則是對景觀美質造成影響。(如表12)

表 2. 護岸工程對環境衝擊時間點之統計排序表

Table 2. The statistics sequencing of environmental impact timing by permeability check dam

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	3.39	0.86	11	0.22	生態衝擊	生物多樣性	施工中	3.73	1.00	3	0.48
		施工後	2.27	1.10	26	0.33			施工後	2.66	1.06	19	0.56
	沖蝕及沉積	施工中	3.24	0.89	13	0.15		陸域棲地廊道(橫斷面)	施工中	3.83	1.16	1	0.56
		施工後	2.29	1.15	25	0.22		施工後	2.85	1.09	17	0.59	
	基地安全	施工中	3.24	0.94	13	0.29		水域棲地廊道(縱斷面)	施工中	3.41	1.09	9	0.20
		施工後	2.20	1.21	27	0.08		施工後	2.39	1.02	24	0.74	
	水文平衡	施工中	2.63	1.07	20	0.79		水域生物多樣性	施工中	3.66	1.09	7	0.26
		施工後	2.07	0.96	30	0.82			施工後	2.63	1.11	20	0.77
	水質	施工中	3.68	1.01	6	0.16		瀕臨絕種及受保護族群	施工中	3.78	1.19	2	0.36
		施工後	1.93	0.98	31	0.38			施工後	2.88	1.21	16	0.33
	空氣品質	施工中	2.85	1.04	17	0.60		河岸緩衝林帶	施工中	3.39	1.05	11	0.37
		施工後	1.41	0.84	33	0.52			施工後	2.51	1.29	22	0.17
	噪音	施工中	3.22	0.94	15	0.80		景觀美質	施工中	3.73	0.92	3	0.40
		施工後	1.29	0.64	34	0.55			施工後	2.44	1.25	23	0.56
廢棄物	施工中	3.41	1.00	9	0.72	休閒遊憩活動	施工中	3.73	1.07	3	0.31		
	施工後	1.83	1.02	32	0.56		施工後	2.10	1.09	29	0.43		
*表示因子具有顯著性							景觀衝擊	交通運輸	施工中	3.54	0.98	8	0.58
									施工後	2.15	1.15	28	0.67

2. 單因子變異數分析(One-Way ANOVA)

由表 13 之結果顯示，達顯著性之因子於「物理及化學衝擊」類型方面為「河床底質」及「沖蝕與沉積」，其影響點皆為「施工後」；「生態衝擊」類型方面則為「水域棲地廊道」，影響點為「施工後」；「景觀衝擊」類型則為「交通運輸」，影響點是「施工中」。此處是以專家之綜合分數進行評估，而因子達顯著性，代表專家認為施作不同類型的野溪工程，對於同一項衝擊因子有不同之影響程度。故藉由雪菲爾檢定，進一步探求各項未達顯著性之因子，以得知於同一衝擊因子下各項工程對於該因子之影響(如表 13)

3. 雪菲爾檢定(Sheffield testing)

(1) 河床底質(施工後)：由表 14 可知，護岸相對於固床工及透過性防砂壩有顯著性，再比較三者間之均值(Mean)：固床工

(3.71) > 透過性防砂壩(3.63) > 護岸(3.39)。故可解釋為對於河床底質(施工中)而言，多數專家認為施作固床工之影響最大其次依序為透過性防砂壩和護岸。

(2) 沖蝕與沉積(施工後)：由表 14 可知，護岸相對於固床工及透過性防砂壩有顯著性，再比較三者間之均值(Mean)：透過性防砂壩(3.10) > 固床工(3.00) > 護岸(2.29)。故可解釋為對於沖蝕與沉積(施工後)而言，多數專家認為施作透過性防砂壩之影響最大其次依序為固床工和護岸。

(3) 水域棲地廊道(施工後)：由表 14 可知，護岸和固床工有顯著性，再比較三者間之均值(Mean)：固床工(3.20) > 透過性防砂壩(3.00) > 護岸(2.39)。故可解釋為對於水域棲地廊道(施工後)而言，多數專家認為施作固床工之影響最大其次依序為透過性防砂壩和護岸。

表 3. 各界專家對環境衝擊因子評估之統計量表(護岸工程)

Table 3. The statistics of environmental impact factors by experts (retaining walls engineering)

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	專家	平均數	標準差	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	專家	平均數	標準差	
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	產	3.29	0.61	生態衝擊	生物多樣性	施工中	產	4.00	0.55	
			官	3.75	0.97				官	3.58	1.38	
			學	3.20	0.94				學	3.60	0.99	
		施工後	產	1.93	0.73			施工後	產	2.64	0.93	
			官	2.33	1.44				官	2.42	1.16	
			學	2.53	1.06				學	2.87	1.13	
	沖蝕及沉積	施工中	產	3.00	0.78		陸域棲地廊道 (橫斷面)	施工中	產	4.07	0.83	
			官	3.08	1.00				官	3.83	1.47	
			學	3.60	0.83				學	3.60	1.18	
		施工後	產	1.93	0.83			施工後	產	2.64	0.93	
			官	2.25	1.29				官	2.83	1.34	
			學	2.67	1.23				學	3.07	1.03	
	基地安全	施工中	產	3.00	0.68		水域棲地廊道 (縱斷面)	施工中	產	3.43	0.85	
			官	3.58	1.08				官	3.83	1.11	
			學	3.20	1.01				學	3.07	1.22	
		施工後	產	1.64	0.93			施工後	產	2.21	0.58	
			官	2.67	1.37				官	2.50	1.09	
			學	2.33	1.18				學	2.47	1.30	
	水文平衡	施工中	產	2.79	1.05		水域生物多樣性	施工中	產	4.00	0.78	
			官	2.50	1.17				官	3.67	1.15	
			學	2.60	1.06				學	3.33	1.23	
		施工後	產	2.00	1.11			施工後	產	2.57	0.76	
			官	2.00	0.85				官	2.50	1.31	
			學	2.20	0.94				學	2.80	1.26	
物理及化學衝擊	水質	施工中	產	3.71	0.99	生態衝擊	瀕臨絕種及受保護族群	施工中	產	4.14	0.95	
			官	4.08	0.90				官	3.50	1.45	
			學	3.33	1.05				學	3.67	1.18	
		施工後	產	1.71	0.61			施工後	產	2.86	0.86	
			官	2.25	1.29				官	2.50	1.31	
			學	1.87	0.99				學	3.20	1.37	
	空氣品質	施工中	產	2.86	0.77		河岸緩衝林帶	施工中	產	3.21	0.80	
			官	3.08	1.31				官	3.75	1.14	
			學	2.67	1.05				學	3.27	1.16	
		施工後	產	1.21	0.43			施工後	產	2.00	0.78	
			官	1.58	1.24				官	2.67	1.37	
			學	1.47	0.74				學	2.87	1.51	
	噪音	施工中	產	3.36	0.74		景觀衝擊	景觀美質	施工中	產	3.50	0.65
			官	3.17	1.11					官	4.00	0.95
			學	3.13	0.99					學	3.73	1.10
		施工後	產	1.14	0.36				施工後	產	2.14	1.10
			官	1.33	0.78					官	2.58	1.51
			學	1.40	0.74					學	2.60	1.18
	廢棄物	施工中	產	3.57	0.94			休閒遊憩活動	施工中	產	4.07	0.83
			官	3.42	0.90					官	3.67	1.15
			學	3.27	1.16					學	3.47	1.19
		施工後	產	1.64	0.74				施工後	產	1.79	0.89
			官	2.08	1.38					官	2.25	1.36
			學	1.80	0.94					學	2.27	1.03
說明：本表格將護岸簡稱為護、固床工簡稱為固、透過性防砂壩簡稱為透。						交通運輸		施工中	產	3.71	0.83	
									官	3.58	1.24	
									學	3.33	0.90	
								施工後	產	1.93	0.92	
									官	2.33	1.44	
									學	2.20	1.15	

(4) 交通運輸(施工中)：由表 14 可知，護岸和固床工及透過性防砂壩有顯著性，再比較三者間之均值(Mean)：護岸(3.54) > 透過性防砂壩(3.12) > 固床工(2.83)。故可解釋為對於交通運輸(施工中)而言，多數專家認為施作護岸之影響最大，其次依序為透過性防砂壩和固床工。

四、結論

1. 由分析結果可知，護岸工程之主要衝擊時間點僅在「施工中」，較需注意之因子包括：陸域棲地廊道、瀕臨絕種及受保護族群等共 15 項。
2. 固床工於「施工中」較需注意之因子包括：水域棲地廊道、生物多樣性等共 14 項；其中，水域生物多樣性、瀕臨絕種及受保護族群、河床底質、沖蝕與沉積等 4 項亦為「施工後」較需注意之因子。

3. 透過性防砂壩於「施工中」較需注意之因子為本文所選之全部 17 項因子；在「施工後」較需注意之因子則有河床底質、瀕臨絕種及受保護族群、沖蝕與沉積等 3 項。
4. 護岸、固床工與透過性防砂壩三類，以單因子變異數分析產、官、學界之看法差異性分析結果，僅透過性防砂壩之「空氣品質(施工中)」一項產生歧見(達顯著)，其餘皆無顯著差異。
5. 本問卷僅針對施作野溪治理工程時所應考量之各衝擊因子進行討論，並無分析各衝擊變化類型及納入因子間權重關係，社會經濟等因素亦未納入考量。然各項治理工程，常受限於各項因素而無法對全面性對環境做整體考量，故建議可修正本研究問卷之架構，進行權重分析，以求更進一步地符合現地規劃設計之需求。

表 4. 固床工對環境衝擊時間點之統計排序表
Table 4. The statistics sequencing of environmental impact timing by groundills

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	3.71	1.01	5	0.22	生態衝擊	生物多樣性	施工中	3.76	0.97	2	0.48
		施工後	3.05	1.28	15	0.33			施工後	2.76	1.20	23	0.56
	沖蝕及沉積	施工中	3.54	0.90	7	0.15		陸域棲地廊道(橫斷面)	施工中	3.22	0.99	11	0.56
		施工後	3.00	1.26	18	0.22			施工後	2.39	1.07	25	0.59
	基地安全	施工中	3.02	1.04	17	0.29		水域棲地廊道(縱斷面)	施工中	3.88	1.00	1	0.20
		施工後	2.07	1.17	29	0.08			施工後	3.20	1.21	12	0.74
	水文平衡	施工中	2.85	1.04	20	0.79		水域生物多樣性	施工中	3.73	0.92	4	0.26
		施工後	2.15	1.09	28	0.82			施工後	2.98	1.13	19	0.77
	水質	施工中	3.76	0.99	2	0.16		瀕臨絕種及受保護族群	施工中	3.66	1.11	6	0.36
		施工後	1.93	0.96	30	0.38			施工後	3.07	1.31	14	0.33
	空氣品質	施工中	3.05	1.02	15	0.60		河岸緩衝林帶	施工中	2.85	1.04	20	0.37
		施工後	1.39	0.74	34	0.52			施工後	2.17	1.18	27	0.17
	噪音	施工中	3.32	0.99	9	0.80		景觀美質	施工中	3.49	1.03	8	0.40
		施工後	1.41	0.74	33	0.55			施工後	2.51	1.14	24	0.56
廢棄物	施工中	3.15	0.99	13	0.72	休閒遊憩活動	施工中	3.24	0.99	10	0.31		
	施工後	1.71	0.98	32	0.56		施工後	2.20	1.12	26	0.43		
*表示因子具有顯著性							景觀衝擊	交通運輸	施工中	2.83	1.05	22	0.58
									施工後	1.80	1.10	31	0.67

表 5. 各界專家對環境衝擊因子評估之統計量表(固床工)

Table 5. The statistics of environmental impact factors by experts (groundsills)

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	專家	平均數	標準差	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	專家	平均數	標準差
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	產	3.29	0.61	生態衝擊	生物多樣性	施工中	產	4.00	0.55
			官	3.75	0.97				官	3.58	1.38
			學	3.20	0.94				學	3.60	0.99
		施工後	產	1.93	0.73			產	2.64	0.93	
			官	2.33	1.44			官	2.42	1.16	
			學	2.53	1.06			學	2.87	1.13	
	沖蝕及沉積	施工中	產	3.00	0.78		陸域棲地廊道 (橫斷面)	施工中	產	4.07	0.83
			官	3.08	1.00				官	3.83	1.47
			學	3.60	0.83				學	3.60	1.18
		施工後	產	1.93	0.83			產	2.64	0.93	
			官	2.25	1.29			官	2.83	1.34	
			學	2.67	1.23			學	3.07	1.03	
	基地安全	施工中	產	3.00	0.68		水域棲地廊道 (縱斷面)	施工中	產	3.43	0.85
			官	3.58	1.08				官	3.83	1.11
			學	3.20	1.01				學	3.07	1.22
		施工後	產	1.64	0.93			產	2.21	0.58	
			官	2.67	1.37			官	2.50	1.09	
			學	2.33	1.18			學	2.47	1.30	
	水文平衡	施工中	產	2.79	1.05		水域生物多樣性	施工中	產	4.00	0.78
			官	2.50	1.17				官	3.67	1.15
			學	2.60	1.06				學	3.33	1.23
		施工後	產	2.00	1.11			產	2.57	0.76	
			官	2.00	0.85			官	2.50	1.31	
			學	2.20	0.94			學	2.80	1.26	
	水質	施工中	產	3.71	0.99		瀕臨絕種及受 保護族群	施工中	產	4.14	0.95
			官	4.08	0.90				官	3.50	1.45
			學	3.33	1.05				學	3.67	1.18
		施工後	產	1.71	0.61			產	2.86	0.86	
			官	2.25	1.29			官	2.50	1.31	
			學	1.87	0.99			學	3.20	1.37	
	空氣品質	施工中	產	2.86	0.77		河岸緩衝林帶	施工中	產	3.21	0.80
			官	3.08	1.31				官	3.75	1.14
			學	2.67	1.05				學	3.27	1.16
		施工後	產	1.21	0.43			產	2.00	0.78	
			官	1.58	1.24			官	2.67	1.37	
			學	1.47	0.74			學	2.87	1.51	
噪音	施工中	產	3.36	0.74	景觀美質	施工中	產	3.50	0.65		
		官	3.17	1.11			官	4.00	0.95		
		學	3.13	0.99			學	3.73	1.10		
	施工後	產	1.14	0.36		產	2.14	1.10			
		官	1.33	0.78		官	2.58	1.51			
		學	1.40	0.74		學	2.60	1.18			
廢棄物	施工中	產	3.57	0.94	休閒遊憩活動	施工中	產	4.07	0.83		
		官	3.42	0.90			官	3.67	1.15		
		學	3.27	1.16			學	3.47	1.19		
	施工後	產	1.64	0.74		產	1.79	0.89			
		官	2.08	1.38		官	2.25	1.36			
		學	1.80	0.94		學	2.27	1.03			
說明：本表格將護岸簡稱為護、固床工簡稱為固、透過性防砂壩簡稱為透。						交通運輸	施工中	產	3.71	0.83	
								官	3.58	1.24	
								學	3.33	0.90	
							施工後	產	1.93	0.92	
								官	2.33	1.44	
								學	2.20	1.15	

表 6. 透過性防砂壩對環境衝擊時間點之統計排序表

Table 6. The statistics sequencing of environmental impact timing by permeability check dam

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	平均數	標準差	排序	顯著性
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	3.63	0.89	5	0.74	生態衝擊	生物多樣性	施工中	3.76	0.89	3	0.27
		施工後	3.17	1.14	15	0.92			施工後	2.88	1.14	24	0.95
	沖蝕及沉積	施工中	3.61	0.92	8	0.84		陸域棲地廊道 (橫斷面)	施工中	3.51	1.03	10	0.09
		施工後	3.10	1.20	19	0.57			施工後	2.59	1.07	25	0.26
	基地安全	施工中	3.20	1.10	14	0.63		水域棲地廊道 (縱斷面)	施工中	3.83	0.86	1	0.43
		施工後	2.27	1.10	28	0.31			施工後	3.00	1.14	20	0.95
	水文平衡	施工中	2.98	0.99	21	0.55		水域生物多樣性	施工中	3.63	0.97	5	0.12
		施工後	2.46	1.12	27	0.88			施工後	2.95	1.07	22	0.77
	水質	施工中	3.66	0.96	4	0.42		瀕臨絕種及受保護族群	施工中	3.63	1.16	5	0.11
		施工後	2.05	1.00	31	0.65			施工後	3.15	1.26	16	0.77
	空氣品質	施工中	3.24	0.99	13	0.03*		河岸緩衝林帶	施工中	3.15	0.99	16	0.21
		施工後	1.54	0.84	33	0.92			施工後	2.17	1.07	29	0.32
	噪音	施工中	3.41	0.92	11	0.18		景觀美質	施工中	3.78	0.99	2	0.78
		施工後	1.54	0.81	33	0.42			施工後	2.90	1.18	23	0.73
	廢棄物	施工中	3.32	0.93	12	0.18		休閒遊憩活動	施工中	3.54	1.05	9	0.52
		施工後	1.85	0.82	32	0.92			施工後	2.59	1.22	25	0.39
*表示因子具有顯著性							交通運輸	施工中	3.12	1.03	18	0.26	
								施工後	2.17	1.16	29	0.33	

表 7. 各界專家對於空氣品質因子之雪菲爾多重比較檢定表

Table 7. The Sheffield testing of air quality by experts

依變數	野溪工程		顯著性
空氣品質 (施工中)	產業界	官界	0.83
		學術界	0.04*
	官界	產業界	0.83
		學術界	0.18
	學術界	產業界	0.04*
	官界	0.18	

*表示因子具有顯著性

表 8. 各界專家對環境衝擊因子評估之統計量表(透過性防砂壩)

Table 8. The statistics of environmental impact factors by experts (permeability check dam)

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	變項	平均數	標準差	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	變項	平均數	標準差
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	產	3.79	0.89	生態衝擊	生物多樣性	施工中	產	4.07	0.62
			官	3.58	0.79				官	3.58	0.90
			學	3.53	0.99				學	3.60	1.06
		施工後	產	3.07	1.27			施工後	產	2.93	1.21
			官	3.25	1.29				官	2.92	1.24
			學	3.20	0.94				學	2.80	1.08
	沖蝕及沉積	施工中	產	3.71	0.99		陸域棲地廊道 (橫斷面)	施工中	產	3.86	0.53
			官	3.50	0.90				官	3.67	1.30
			學	3.60	0.91				學	3.07	1.03
		施工後	產	3.07	1.38			施工後	產	2.50	0.85
			官	2.83	1.19				官	3.00	1.13
			學	3.33	1.05				學	2.33	1.18
	基地安全	施工中	產	3.43	0.76		水域棲地廊道 (縱斷面)	施工中	產	4.07	0.62
			官	3.08	1.31				官	3.75	0.87
			學	3.07	1.22				學	3.67	1.05
		施工後	產	1.93	1.00			施工後	產	3.07	1.27
			官	2.58	1.31				官	3.00	1.35
			學	2.33	0.98				學	2.93	0.88
	水文平衡	施工中	產	3.21	0.89		水域生物多樣性	施工中	產	4.00	0.55
			官	2.83	0.94				官	3.67	1.15
			學	2.87	1.13				學	3.27	1.03
		施工後	產	2.36	1.39			施工後	產	2.79	1.05
			官	2.58	1.00				官	3.08	1.08
			學	2.47	0.99				學	3.00	1.13
	水質	施工中	產	3.93	0.47		瀕臨絕種及受保護族群	施工中	產	4.14	0.66
			官	3.58	1.16				官	3.50	1.31
			學	3.47	1.13				學	3.27	1.28
		施工後	產	2.21	0.80			施工後	產	3.00	1.11
			官	2.08	1.24				官	3.08	1.38
			學	1.87	0.99				學	3.33	1.35
	空氣品質	施工中	產	3.64	0.63		河岸緩衝林帶	施工中	產	3.43	0.65
			官	3.42	1.16				官	3.25	1.06
			學	2.73	0.96				學	2.80	1.15
		施工後	產	1.57	0.94			施工後	產	1.86	0.86
			官	1.58	1.00				官	2.50	1.17
			學	1.47	0.64				學	2.20	1.15
噪音	施工中	產	3.64	0.63	景觀美質	施工中	產	3.93	0.73		
		官	3.58	1.08			官	3.67	1.15		
		學	3.07	0.96			學	3.73	1.10		
	施工後	產	1.57	0.85		施工後	產	2.71	1.14		
		官	1.75	1.06			官	2.92	1.38		
		學	1.33	0.49			學	3.07	1.10		
廢棄物	施工中	產	3.64	0.63	休閒遊憩活動	施工中	產	3.79	0.70		
		官	3.33	0.98			官	3.50	1.31		
		學	3.00	1.07			學	3.33	1.11		
	施工後	產	1.79	0.80		施工後	產	2.43	1.16		
		官	1.92	0.90			官	3.00	1.41		
		學	1.87	0.83			學	2.40	1.12		
說明：本表格將護岸簡稱為護、固床工簡稱為固、透過性防砂壩簡稱為透。						交通運輸	施工中	產	3.43	0.76	
								官	3.17	1.19	
							施工後	產	2.80	1.08	
								官	2.07	1.00	
								學	2.58	1.38	
								官	1.93	1.10	

表 9. 三種野溪工程對各衝擊因子之影響程度-描述性統計量表

Table 9. The influence degree of the factor - the describing statistics amount form to each assaulting of three kinds of creek managing projects

衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	變項	平均數	標準差	衝擊項目	衝擊因子	衝擊點	變項	平均數	標準差
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	護	3.39	0.86	生態衝擊	生物多樣性	施工中	護	3.73	1.00
			固	3.71	1.01				固	3.76	0.97
			透	3.63	0.89				透	3.76	0.89
		施工後	護	2.27	1.10			護	2.66	1.06	
			固	3.05	1.28			固	2.76	1.20	
			透	3.17	1.14			透	2.88	1.14	
	沖蝕及沉積	施工中	護	3.24	0.89		陸域棲地廊道 (橫斷面)	施工中	護	3.83	1.16
			固	3.54	0.90				固	3.22	0.99
			透	3.61	0.92				透	3.51	1.03
		施工後	護	2.29	1.15			施工後	護	2.85	1.09
			固	3.00	1.26				固	2.39	1.07
			透	3.10	1.20				透	2.59	1.07
	基地安全	施工中	護	3.24	0.94		水域棲地廊道 (縱斷面)	施工中	護	3.41	1.09
			固	3.02	1.04				固	3.88	1.00
			透	3.20	1.10				透	3.83	0.86
		施工後	護	2.20	1.21			施工後	護	2.39	1.02
			固	2.07	1.17				固	3.20	1.21
			透	2.27	1.10				透	3.00	1.14
	水文平衡	施工中	護	2.63	1.07		水域生物多樣性	施工中	護	3.66	1.09
			固	2.85	1.04				固	3.73	0.92
			透	2.98	0.99				透	3.63	0.97
		施工後	護	2.07	0.96			施工後	護	2.63	1.11
			固	2.15	1.09				固	2.98	1.13
			透	2.46	1.12				透	2.95	1.07
	水質	施工中	護	3.68	1.01		瀕臨絕種及受保護族群	施工中	護	3.78	1.19
			固	3.76	0.99				固	3.66	1.11
			透	3.66	0.96				透	3.63	1.16
		施工後	護	1.93	0.98			施工後	護	2.88	1.21
			固	1.93	0.96				固	3.07	1.31
			透	2.05	1.00				透	3.15	1.26
	空氣品質	施工中	護	2.85	1.04		河岸緩衝林帶	施工中	護	3.39	1.05
			固	3.05	1.02				固	2.85	1.04
			透	3.24	0.99				透	3.15	0.99
		施工後	護	1.41	0.84			施工後	護	2.51	1.29
			固	1.39	0.74				固	2.17	1.18
			透	1.54	0.84				透	2.17	1.07
	噪音	施工中	護	3.22	0.94		景觀美質	施工中	護	3.73	0.92
			固	3.32	0.99				固	3.49	1.03
			透	3.41	0.92				透	3.78	0.99
		施工後	護	1.29	0.64			施工後	護	2.44	1.25
			固	1.41	0.74				固	2.51	1.14
			透	1.54	0.81				透	2.90	1.18
	廢棄物	施工中	護	3.41	1.00		休閒遊憩活動	施工中	護	3.73	1.07
			固	3.15	0.99				固	3.24	0.99
			透	3.32	0.93				透	3.54	1.05
		施工後	護	1.83	1.02			施工後	護	2.10	1.09
			固	1.71	0.98				固	2.20	1.12
			透	1.85	0.82				透	2.59	1.22
說明：本表格將護岸簡稱為護、固床工簡稱為固、透過性防砂壩簡稱為透。		施工中	護	3.54	0.98	交通運輸	施工中	護	3.54	0.98	
			固	2.83	1.05			固	2.83	1.05	
			透	3.12	1.03			透	3.12	1.03	
		施工後	護	2.15	1.15		施工後	護	2.15	1.15	
			固	1.80	1.10			固	1.80	1.10	
			透	2.17	1.16			透	2.17	1.16	

表 10. 影響物理及化學項目之衝擊因子

Table 10. The impact factors of physical and chemical project by creek engineering

衝擊項目	物理及化學衝擊							
衝擊點	施工中							
衝擊因子	河床底質	沖蝕及沉積	基地安全	水文平衡	水質	空氣品質	噪音	廢棄物
主要衝擊工程	固床工	透過性防砂壩	護岸	透過性防砂壩	固床工	透過性防砂壩	透過性防砂壩	護岸
衝擊點	施工後							
衝擊因子	河床底質	沖蝕及沉積	基地安全	水文平衡	水質	空氣品質	噪音	廢棄物
主要衝擊工程	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩

表 11. 影響生態項目之衝擊因子

Table 11. The impact factors of ecological project by creek engineering

衝擊項目	生態衝擊					
衝擊點	施工中					
衝擊因子	生物多樣性	陸域棲地廊道	水域棲地廊道	河岸緩衝林帶	水域生物多樣性	瀕臨絕種及受保護族群
主要衝擊工程	固床工 透過性防砂壩	護岸	固床工	護岸	固床工	護岸
衝擊點	施工後					
衝擊因子	生物多樣性	陸域棲地廊道	水域棲地廊道	河岸緩衝林帶	水域生物多樣性	瀕臨絕種及受保護族群
主要衝擊工程	透過性防砂壩	護岸	透過性防砂壩	護岸	固床工	透過性防砂壩

表 12. 影響景觀項目之衝擊因子

Table 12. The impact factors of landscape project by creek engineering

衝擊項目	景觀衝擊					
衝擊點	施工中			施工後		
衝擊因子	景觀美質	休閒遊憩活動	交通運輸	景觀美質	休閒遊憩活動	交通運輸
主要衝擊工程	透過性防砂壩	護岸	護岸	透過性防砂壩	透過性防砂壩	透過性防砂壩

表 13. 單因子變異數分析結果表

Table 13. The One-Way ANOVA results by the impact factors and impact timing

衝擊類型	衝擊因子	衝擊點	顯著性
物理及化學衝擊	河床底質	施工中	0.27
		施工後	0.00*
	沖蝕及沉積	施工中	0.16
		施工後	0.01*
	基地安全	施工中	0.60
		施工後	0.74
	水文平衡	施工中	0.32
		施工後	0.21
	水質	施工中	0.90
		施工後	0.81
	空氣品質	施工中	0.23
		施工後	0.68
	噪音	施工中	0.65
		施工後	0.33
廢棄物	施工中	0.45	
	施工後	0.76	
生態衝擊	生物多樣性	施工中	0.99
		施工後	0.68
	陸域棲地廊道(橫斷面)	施工中	0.04*
		施工後	0.15
	水域棲地廊道(縱斷面)	施工中	0.07
		施工後	0.00*
	水域生物多樣性	施工中	0.90
		施工後	0.30
瀕臨絕種及受保護族群	施工中	0.83	
	施工後	0.61	
河岸緩衝林帶	施工中	0.06	
	施工後	0.32	
景觀衝擊	景觀美質	施工中	0.35
		施工後	0.17
	休閒遊憩活動	施工中	0.11
		施工後	0.13
	交通運輸	施工中	0.01
		施工後	0.27

*表示因子具有顯著性

表 14. 雪菲爾檢定表

Table 14. The Sheffield testing results

依變數	野溪工程		顯著性
河床底質 (施工後)	護岸	固床工	0.01*
		透過性防砂壩	0.00*
	固床工	護岸	0.01*
		透過性防砂壩	0.90
	透過性防砂壩	護岸	0.00*
		固床工	0.90
沖蝕與沉積(施工後)	護岸	固床工	0.03*
		透過性防砂壩	0.01*
	固床工	護岸	0.03*
		防砂壩	0.94
	透過性防砂壩	護岸	0.01*
		固床工	0.94
水域棲地廊道 (施工後)	護岸	固床工	0.01*
		透過性防砂壩	0.05
	固床工	護岸	0.01*
		透過性防砂壩	0.74
	透過性防砂壩	護岸	0.05
		固床工	0.74
交通運輸 (施工中)	護岸	固床工	0.01*
		透過性防砂壩	0.19
	固床工	護岸	0.01*
		透過性防砂壩	0.43
	透過性防砂壩	護岸	0.19
		固床工	0.43

參考文獻

1. 林信輝、張俊彥著 (2005) 「景觀生態與植生工程規劃設計」, 明文書局。
2. 林信輝、洪昭雄、黃俊仁、陳意昌 (2006) 「生態工程應用結構物之綜合評估研究」, 造園景觀學報 12(3):1-20。
3. 林信輝、劉儀如、黃秋萍 (2006) 「生態工法應用護岸與植栽類型景觀偏好之研究」, 水土保持學報 38(1):31-54。
4. 李明儒 (2004) 「頭汴坑溪環境生態評估指數之研究」, 國立中興大學水土保持學系博士論文。
5. 陳樹群、彭思顯 (2002) 「台灣河川型態五層分類法研究」, 中華水土保持學報 33(3): 175-190。
6. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2006) 「臺灣地區河川棲地評估技術之研究 (2/2)一期末報告」。
7. Rosgen, D., 1996, Applied River Morphology, Wildland, Hydrology, Colorado

96 年 10 月 15 日 收稿

96 年 11 月 13 日 修改

96 年 11 月 20 日 接受