

山坡地產業道路開闢之環境風險評估

計畫編號: NSC87-2621-P-002-046

執行期限: 86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主 持 人： 林建元 國立台灣大學建築與城鄉研究所教授

一、前言

台灣地區歷次颱風災害之損失顯示，山坡地產業道路為潛在的肇禍者。在都市蔓延及政府促進偏遠地區土地利用的雙重力量推動下，山坡地產業道路之開闢原具有政府改善地方發展環境與便利產業運輸之美意，另外也有縮短城鄉差距、提昇偏遠居民公共設施服務近便性等社會公平意義。然而，由於高估工程效益且低估社會及風險成本，而蒙受不當開發所帶來的巨大成本。傳統的道路開闢評估方法中，經常以成本效益評估方法評估道路開闢帶來的經濟效益與工程建設成本。風險成本的處理方法受到限制，以至於對可能的成本支出過於低估。為了確實反映山坡地產業道路開闢的成本，並且減少不必要的資源浪費與損失，有必要重新檢討道路開闢的成本效益評估方法。

天然災害的發生機率及損失幅度雖然難以預測，但是運用風險評估及風險管理的方法，可以將災害損失發生的可能機率及損失幅度等加以估計。由一連串重大災害的損失教訓中，更顯出土地開發行為的成本效益評估加入環境成本及風險成本的必要性。

另外，產業道路的開闢行為，將帶動地區環境的開發與經濟活動，擴大受害對象之規模，使得產業道路開闢的風險更為複雜。因此，如何在傳統交通運輸系統的成本效益評估方法中，將道路開闢之社會成本納入產業道路開闢的環境風險評估架構，並估計可能產生的環境風險及其乘數效果，即為本研究擬探討的重要課題。

二、環境風險分析

1.環境風險分析的功用

對於環境風險分析，多以作為決策輔助系統為主要目的。為使決策者能瞭解不同環境風險之特性，具體的方法就是透過量化的方式表現出環境風險的特性[Mckenzie, 1994]。最常用的方法除實質性環境風險評估外，就是經濟層面的成本\效益分析[Whyte & Burton, 1980, pp.87-88; Crouch & Wilson, 1982, pp.91-92]，其中包含環境風險的實質及非實質分析。所包含的分析方法，除環境影響評估的實質性分析外，不外乎追求個體最大效用之滿足與社會福利之最大化。一般對於具不確定性之決策分析角度，多是從效用函數與預期效用（收益）著手[MacCrimmon & Wehrung, 1988]。建

立效用函數或預期效用函數，目的在於對決定效益之最大化或成本最小化，這些決策選擇向度會隨決策主對風險的態度而定。

成本/ 效益分析與環境風險評估工作，即為公共建設決策資訊的主要來源。

2 產業道路開闢的環境風險分析

過去環境風險分析的研究，多以具有直接性的影響活動為主，如環境污染分析、土地開發分析、工業災害分析等。產業道路除了開闢行為本身對環境的破壞之外，對於其所引發的各種土地開發利用行為的累積效果，亦為環境敏感地區災害的主因。其成因有二：

- (1)土地開發計畫審查制度採個案審查制，缺乏總量管制的觀念。
- (2)傳統道路開闢之影響評估方法偏向正面效果的分析，缺乏其間可能產生土地開發強度與開發行為之風險分析。

第一項因素係屬土地開發管理制度與計畫管制之研究項目，過去在土地使用控制(landuse control)研究中，曾有相當程度的分析[林建元，1993]；而第二項因素則為過去交通建設計畫與環境風險中未見討論的項目，卻也是計畫基本分析與長期防災之重要作業內容之一。

三、山坡地產業道路的環境風險模式

山坡地產業道路開闢的風險因果模式，導因於道路建設工程除了工程開發直接影響外，也牽涉道路開闢所帶來活動增加的間接影響，其內容如下：

1.山坡地產業道路開闢的直接影響

道路開發工程面臨自然條件的不確定性因素（地震、風災、洪水、氣候、地形、地質等），使得道路工程的維修成本提高。另外，因道路開闢隱含的生態破壞危機、環境污染、交通的安全性、居住的安全性等影響，皆必須納入風險評估中考慮。

2.山坡地產業道路開闢的間接影響

由於道路開闢工程引發後續開發活動（含沿線農林耕作與建築開發），造成道路沿線土地使用變化、破壞山坡地環境的平衡（地形、地表擾動、伐木、地表逕流增加）、土地利用超出環境的容受力等，將提高風險發生的頻率並造成傷亡幅度增加，都增加道路開闢必須負擔的環境風險成本。

3.山坡地道路工程風險模式

為便於瞭解山坡地產業道路的環境風險因果模式，前述探討影響風險產生的影響因子，可藉由風險理論的架構，依風險的本質分析將風險分為三個部分：1.能增加或產生風險頻率的「危險因素」、2.造成損失直接或外在的原因「危險事故」，以及 3.最終的結果「損失」三個方面。理論上，產業道路最終風險的評估模式可藉由地區的自然環境因素與單一事件不同地區的風險結果，進行回歸分析，以獲得風險值與影響條件的關係，如下式

$$Y = F(C, E, L) + F(A)$$

$$Y = b_0 + b_1 x_1^m + b_2 x_2^k + b_3 x_3^p + \dots + b_n x_n^h$$

式中：

Y：山坡地道路工程風險

C：氣候危險因素變數

E：地質危險因素變數

L：道路設計變數

A：土地使用面積

四、產業道路環境風險成本之評估方法

以賀伯颱風發生之資料，進行道路工程災害之風險影響因子參數估計及檢驗，並且配合土地開發統計資料進行道路工程災害與周圍土地活動之關係估算。

1.道路工程建設直接風險

選取「公路災害損失」作為風險係數(Y)，地區環境危險因子(X)為：地區平均風速(X1)、瞬間最大陣風(X2)、單日最大降雨量(X3)、四日累積降雨(X4、颱風期間降雨)、產業道路損壞件數/地區公路長度(X5)、地區公路長度(X6)、地區公路密度等(X7)。以逐步回歸方式建立道路工程之環境風險模式，選擇了單日最大降雨量及地區公路長度作為估計變數：

$$Y_d = 2139.42 X_3 + 97.41 X_6 \quad F \text{ 值} = 3.378$$

Prob > F=0.1

調整後的 R-square 為：0.233296

X3: 單日最大降雨量

X6: 地區公路長度

變數之顯著性檢定：

X3：P=0.064823 Prob > F=0.1

X6: P=0.6203 不顯著。

考慮因樣本過小的因素，且其係數值對風險影響小，道路開闢長度與風險成正相關為合理推測，故建議將此項變數加以保留。

2.道路工程間接影響

針對地區人口密度(X8)、特定農業區面積(X9)、一般農業區面積(X10)、山坡地保育區面積(X11)、農牧用地面積(X12)等變數進行逐步回歸分析，得到道路工程損失風險與地區土地活動特性之關係為：

$$Y_{id} = -29.8629 X_{10} + 16.64639 X_{12}$$

F 值=1.696187 Prob > F=0.3

調整後的 R-square 為：0.0753

X10: 一般農業區面積

X12: 農牧用地面積

變數之顯著性檢定：

X10：P=0.0004907 Prob > F=0.001

X12: P=0.109648 不顯著。

3.總和環境風險評估模式校估

經逐步回歸及校估之後綜合環境風險估計模式如下：

$$Y = 2299.053 X_3 + 1.588748 X_{12} \quad \text{式中：}$$

X3: 單日最大降雨量

X12: 農牧用地面積

F 值=3.295057 Prob > F=0.1

調整後的 R-square 為：0.22689

變數之顯著性檢定：

X3：P=0.030621 Prob > F=0.1

X12: P=0.70222 不顯著。

迴歸分析結果顯示一定地區之當日最大降雨量對地區之道路工程風險影響最為顯著，但是，農牧用地面積的大小對地區道路工程仍會產生些微影響。

五、結論

由本研究之環境風險模式建立過程，有幾項重要的結論，可供環境風險評估及道路工程建設過程參考：

- 1.台灣地區由於氣候環境的特性，颱風侵襲常產生大災害，風險模式中雨量參數比重相當高。暴雨因素引發的各項災害（如洪水、土石流、地滑等），也佔環境災害中重要的比例。
- 2.由賀伯颱風的災害損失調查記錄發現，山坡地、海岸等環境敏感地區的災害損失佔大部份，顯示颱風之侵襲雖然屬於天然災害之一種，但是由於人為的不當開發，擴大災害的頻率及損失規模。
- 3.模式結果發現，發生災害地區的土地使用面積類別，以農牧業的面積多寡與道路工程損失災害呈現些微正相關。

在評估方法上，針對山坡地產業道路開闢的風險評估架構，則需包含較以往更廣的評估方法。

- 1.除了加強交通工程外，應加強防災

工程建設與土地使用管制工作。藉由環境評價法調查所願意支付的防災工程成本、實施開發管制的經濟損失與願意承受的風險等。

- 2.應加強環境風險資料庫的建立，蒐集各類風險事故損失之頻率、損失之幅度等，並加以比較各項防災或風險降低措施的成果資料，以作為風險衡量的基礎及決策的依據。
- 3.結合基地環境評價方法(如CVM)，重新建構環境風險估計模式。

關鍵詞：環境風險、道路開闢、災害防治、風險管理。

計畫主持人簡介

林 建 元



- n 國立台灣大學建築與城鄉研究所教授
- n 美國華盛頓大學博士
- n 專長：都市計劃、交通工程、工業區開發管理、土地開發控制