

河道種植糙率推估資料庫之建置與應用

許盈松^[1] 許裕雄^[2] 林信輝^[3] 林傳茂^[4]

摘 要 河川或管道中水流流動，受到水深、濕周邊界形狀、邊界粗糙度及渠坡等因素之影響。河道中若有高低莖植物之存在，當上游流量漸增、水位逐漸漫升時，依不同水深及植物所受阻力相對關係，水流所受阻力將逐漸增加。但對於河道植生所增阻力之糙率推估，為河道水理或洪水演算前所必先得知，其並不易直接以理論或經驗公式直接推估，往往需要先多方評估水理與植生條件，並進行多次試算、迭代，方能正確推估出河道植生後之糙率係數。本文整理分析前人所完成之河道糙率相關研究成果、經驗公式，以建立河道植生糙率推估試算流程，並建置河道植生糙率推估資料庫，將大幅簡化過去對河道植生糙率推估時之繁複流程，提高糙率推估之正確性，並可提供未來河道植生相關研究或水利生態、綠美化工程規劃工作之參考。

關鍵詞：河道植生、糙率、洪水演算、資料庫。

Database Setup and Its Application for Roughness Estimation of Planting in the Floodplain

Yin-Sung Hsu^[1] Yu-Hsiung Hsu^[2] Hsin-Hwei Lin^[3] Chuan-Mao Lin^[4]

ABSTRACT Flows in streams or channels are affected by many factors including water depth, the shape of the adjacent perimeter, boundary roughness, and longitudinal bed gradient. In cases where plants of diverse heights exist in the channel, resistance to flow due to vegetation can increase as the incoming discharge increases and/or the stage rises. Such increases may follow a prescribed stage-vegetal resistance relationship. Estimation of this stage-vegetal resistance relationship is needed ahead of river hydraulics and/or flood routing; however, at present such a relationship has not been derived theoretically or obtained empirically. A reasonable vegetal-resistance value is only obtained after careful evaluation of hydraulic and vegetation conditions and from repeated trial-and-error computations.

This project reviews and analyzes the results and empirical formulas of previous roughness studies to establish the procedures of roughness estimation of floodplain vegetation as well as constructing a database for roughness estimation. The efforts are aim to considerably reduce the amount of repetition and complexity of considerably in the earlier process of roughness estimation so as to improve the

[1] 逢甲大學水利工程學系助理教授

Assistant Professor, Department of Resources Engineering, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan, R.O.C.

[2] 逢甲大學營建及防災研究中心研究工程師(通訊作者)

Research Engineer, Construction and Disaster Prevention Research Center, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan, R.O.C.(Corresponding Author)

E-mail: yuhsiung@mail2000.com.tw

[3] 國立中興大學水土保持工程學系教授

Associate Professor, Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsin University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

[4] 水利署水利行政組科長

The 4th Section Chief, Water Administration Division, Water Resources Agency, MOEA, Taiwan, R.O.C.

accuracy of this process. The results can then serve as reference for future research and regulatory planning in floodplain vegetation management, hydro-ecology, and green-engineering.

Key Words: planting in floodplains, roughness, flood routing, database.

一、前言

台灣地區河川分屬坡陡深槽或平緩蜿蜒之河川，豐、枯水期流量變化大，在枯水期低流量時形成低水深槽或辮狀流路，在豐水期時常因颱風暴雨河水高漲及當時地文環境的變化（如種植植物等河川使用行為及施設水工構造物等），致深槽流路改變及分歧，易造成水流直接衝破堤（護）岸而釀成災害情形。但如在河川地合理規劃配置適當高低莖植物種植區域，以發揮護堤治水功效、減少束水冲刷效應，促使深水槽流路穩定，除可確保河防及橋樑安全外，亦可增加河川地之有效利用，改善農民之生活。惟河道植栽高低莖植物後，除河道阻力糙率增高外，亦可能局部阻塞流路或改變流向。故如何正確推估河道植生後之阻力糙率，將可以提供洪水演算所需參數，精確評估河道因植生影響所抬高水位，並有助於兼顧河防安全、河川空間生態綠美化及現有農民權益等多重目標考量。

二、文獻回顧

本文蒐集整理分析既有文獻之研究成果，用以歸納整理河道植生糙率推估方式與流程，相關文獻內容包括阻力係數及植生阻力之相關研究，茲分述如下：

1. 河道阻力係數

水流在河川或管道中，流動時受到阻力影響，而最早對阻力係數方面之研究，首推 Antonie Chezy 在 1769 年提出之 Chezy 公式(Chow 1973)。在 1845 年 Darcy-Weisbach 提出能量損失公式與流體阻力公式，水流阻力係數以 Darcy-Weisbach 係數 f 來表示。目前最被廣泛使用的，就是由愛爾蘭工程師 Robert Manning 在 1889 年所提出的曼寧公式(Manning's equation)：

$$V = \frac{K_n}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (1)$$

式中， V ：平均流速； n ：曼寧糙率係數(Manning's roughness coefficient)；及 K_n ：單位換算因數(公制單位：1.0；英制單位：1.486)。在水力學的名詞上，糙率係數是一個特徵化參數，雖然曼寧公式被廣為使

用，但在曼寧公式中的曼寧糙率係數 n 並非為常數，而是會隨著水深及流速而有少許改變。基於曼寧公式是最被廣泛使用的表示式，因此本研究主要擇定以曼寧糙率係數代表阻力係數，進行探討河道內之種植對於水流阻力之影響。

2. 植生阻力

(1) 喬木植栽間距之探討

Petryk(1969)利用前人及自己的水槽實驗資料分析後指出，若將圓柱雷諾數(cylinder Reynolds number)定義為 $Re_d = U_0 d / \nu$ (其中， U_0 為未受幹擾的平均流速， d 為圓柱直徑， ν 為流體運動黏滯係數)，則當 $8 \times 10^3 \leq Re_d \leq 2 \times 10^5$ 時，單一圓柱對水流所造成的阻力 F_d ($F_d = \frac{1}{2} \rho U_0^2 C_d A$ ；其中， ρ 為流體密度， A 為圓柱浸沒水中的部分沿流向的投影面積)，其阻力係數 C_d 一般約 1.2，在 $Re_d \geq 2 \times 10^5$ 時， C_d 反而減小。Li and Shen (1973)在不考慮樹枝及樹葉的條件下，利用明渠水流中直立圓柱的平行及交錯排列來模擬木本植物於明渠流中平行於水流方向及交錯的種植方式，分析不同種植排列及種植間距所造成的水流阻力係數變化。

(2) 灌木植栽間距與密度之探討

Rouse(1965)整理許多學者之試驗數據，發現植栽密度 Γ 與 E/k 值關係如圖 1 所示，其中 E 為等值粗糙高度， k 為突起物高度。Koloseus and Davidian (1966)進一步引入修正係數 m ，在植栽密度小於 0.08 時， Γ 與 E/k 有一固定關係式如下：

$$E = 100mk\Gamma \quad (2)$$

$$\Gamma = \sum \alpha_i / A_P L \quad (3)$$

式中， α_i 係灌木在水平方向投影之面積， A_P 為種植區域面積， L 為河段長度， k 為灌木高度。為維持水流之平滑且對水位壅高較少，採用 $E/k=2$ ，當圖 2 之 $m=0.9$ (方形條)時，植栽密度應低於 0.022 為宜。

(3) 植栽改變阻力係數之探討

Koloseus and Davidian (1966)提出寬廣