

## 9.6 集流時間

### 9.6.1 概述

1. 定義：集流時間之定義為水流由集水區內水力學上之最遠點，流至集水區出口所需時間。定義中所言之水力學上之最遠點，係因為考慮逕流過程之坡度與糙度等水力參數所造成之影響；因此幾何座標之最遠點，未必即為基於水力學考量上之最遠點。

### 2. 集流時間之基本計算公式

說明：集流時間之基本計算公式可表示為

$$T_c = \frac{L}{V}$$

式中  $T_c$  為集流時間(sec)； $L$  為長度(m)； $V$  為逕流速度(m/s)。對於地表覆蓋或坡度變異較大之地區，應分段以計算個別的集流時間值，以得到該地區的總集流時間值，即

$$T_c = \sum_{j=1}^N (T_c)_j = \sum_{j=1}^N \frac{L_j}{V_j}$$

式中  $(T_c)_j$  為第  $j$  段的集流時間(sec)； $L_j$  為第  $j$  段的長度(m)； $V_j$  為第  $j$  段的逕流速度(m/s)； $N$  為分段數。有關於逕流速度  $V$  的估計方式，可分為漫地流、管流與渠流三種。

### 9.6.2 漫地流速度

1. 定義：漫地流是指水流由集水區邊界流至排水管或河道之過程，在大集水區中，漫地流運行時間所佔的比例相對地較小；而在小集水區中，逕流運行則主要為漫地流。

## 2. 漫地流速度估算 (設計暴雨之重現期小於 100 年)

說明：對於設計暴雨重現期小於 100 年之情形，漫地流速度可以下式計算

$$V = kS_o^{1/2}$$

式中  $V$  為漫地流速度( $m/s$ )； $k$  為漫地流速度常數(如表 9-6-1 所列)； $S_o$  為漫地流平均坡度( $m/m$ )。

## 3. 漫地流速度估算 (設計暴雨之重現期大於或等於 100 年)

說明：對於設計暴雨重現期大於或等於 100 年之高強度降雨情形，可考慮利用曼寧公式計算，而將其中之水力半徑  $R$  以降雨強度  $i$  乘以集流時間  $T_c$  代入計算，即

$$V = \frac{L_o}{T_c} = \frac{1}{n_o} R^{2/3} S_o^{1/2} = \frac{1}{n_o} (iT_c)^{2/3} S_o^{1/2}$$

將上式重新整理，並考慮單位轉換可得集流時間之計算式為

$$T_c = \frac{419.3}{i^{0.4}} \left( \frac{n_o L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0.6}$$

式中  $T_c$  為集流時間( $sec$ )； $L_o$  為漫地流長度( $m$ )； $n_o$  為漫地流糙度係數(如表 9-6-2 所列)； $i$  為降雨強度( $mm/hr$ )。此處之降雨強度  $i$  是指降雨延時等於  $T_c$  所對應之降雨強度；各地區之降雨強度-延時-頻率關係，可參考 9.1.3 節。上式中因含有降雨強度因子，故需先假設  $i$  值，而後經反覆試算，直至降雨強度-延時-頻率曲線上所得之  $i$  值與假設值相等為止。

### 9.6.3 管流速度與渠流速度

#### 1. 管流速度估算

說明：管流速度可利用曼寧公式計算，即

$$V = \frac{1}{n_p} R^{2/3} S^{1/2}$$

式中  $V$  為管流速度(m/s)； $R$  為排水管的水力半徑(m)； $S$  為排水管的坡度(m/m)，若考慮滿管流情況，則坡度應採用上、下游控制斷面水位差所形成之水力坡降； $n_p$  為排水管的糙度係數，一般塑膠管為 0.009，混凝土管或鋼管為 0.013。

## 2. 渠流速度估算

說明：渠流速度可利用曼寧公式計算，即

$$V = \frac{1}{n_c} R^{2/3} S_c^{1/2}$$

式中  $V$  為渠流速度(m/s)； $R$  為河道的水力半徑(m)； $S_c$  為河道坡度(m/m)； $n_c$  為河道的糙度係數(如表 9-6-3 所列)。

表 9-6-1 漫地流速度常數  $k$  (SCS, 1986)

地表覆蓋		$k$ (m/s)
森林	— 茂密矮樹叢	0.21
	— 稀疏矮樹叢	0.43
	— 大量枯枝落葉	0.76
草叢	— 百慕達草	0.30
	— 茂密草叢	0.46
	— 矮短草叢	0.64
放牧地		0.40
農耕地	— 有殘株	0.37
	— 無殘株	0.67
農作地	— 休耕地	1.37
	— 等高耕	1.40
	— 直行耕作地	2.77
道路鋪面		6.22

表 9-6-2 漫地流糙度係數  $n_o$  (HEC, 1985, 1990)

地表覆蓋	漫地流糙度係數
混凝土/瀝青 (水深大於 0.5 公分)	0.05~0.10
混凝土/瀝青 (水深小於 0.5 公分)	0.10~0.15
耕作地 (無殘株、有殘株)	0.10~0.40
短草地	0.20~0.30
草地	0.30~0.40
密集植生 (草地、灌木、森林)	0.40~0.80

表 9-6-3 渠流糙度係數  $n_c$  (Chow, 1959)

渠道情況	最小值	正常值	最大值
混凝土渠道	0.011	0.013	0.015
磚造渠道	0.012	0.015	0.018
順直土渠	0.018	0.022	0.025
蜿蜒土渠	0.023	0.025	0.030
順直天然河道	0.025	0.030	0.033
多石塊及野草之順直天然河道	0.030	0.035	0.040
有深潭、淺灘且多石塊及野草之蜿蜒天然河道	0.035	0.045	0.050
有深潭、淺灘且多石塊及野草之蜿蜒天然河道 (低水位期)	0.040	0.048	0.055
有深潭且野草叢生之蜿蜒天然河道	0.050	0.070	0.080
有深潭且雜木叢生之蜿蜒天然河道	0.075	0.100	0.150