

# 蜿蜒複式渠流水理特性之研究

指導老師：張進益 老師

學生：柯采奴、張朝揚

## ✓ 研究動機

北港溪以南多蜿蜒河流，水流經蜿蜒複式渠槽時，主深槽及洪水平原之水深與流量皆不同，交界處之流場變化大，以致對河槽穩定、河岸治理、河道生態環境之維繫等具有重要之影響。過去已有多人研究河流之水理特性，卻沒有人做統整，資料分散，需整理統合以方便工程人員參考、使用。

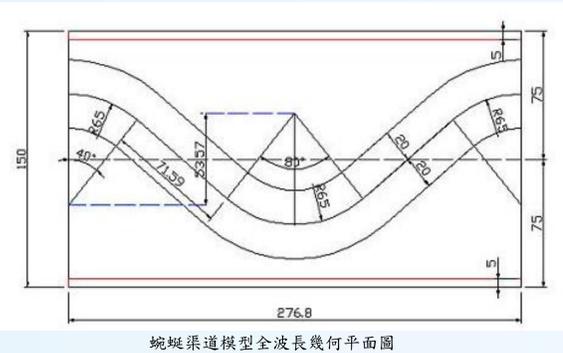
## ✓ 研究目的

探討蜿蜒複式斷面渠流在光滑與粗糙洪水平原流量、流速與水深等水流特性沿程與水深方向之變化。

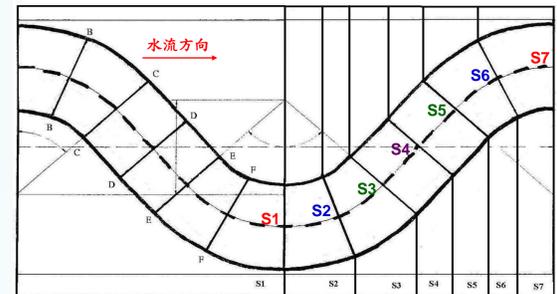
## ✓ 試驗設備

試驗於國立嘉義大學土木與水資源工程學系水工與材料試驗場內之可調坡度試驗水槽中進行，試驗設備由地下蓄水池、抽水機、迴水管路、靜水箱、矩形收縮堰、試驗水槽、尾水閘門及尾水路所組成。試驗時水流從地下蓄水池經由抽水機抽出，藉由迴水管路將水輸送至靜水箱穩定水流，再經矩形收縮堰流入試驗水槽中，經尾水路流至地下蓄水池形成循環系統。

試驗位置選於距水槽入口15.5m第四個波長處，於該處選取半波長為試驗區域，在該半波長內取七個橫斷面S1~S7。S1~S3斷面為上游彎道，S3~S5斷面為連接槽，S5~S7斷面為下游彎道。



曲率半徑	65.0 (cm)
波長	276.8 (cm)
蜿蜒長	324.70 (cm)
連接槽長	71.59 (cm)
蜿蜒帶寬	116.43 (cm)
蜿蜒帶外寬	23.57 (cm)
蜿蜒度	1.173



試驗所量測S1~S7之7個斷面

## ✓ 結果與討論

### 流量

#### (1) 通水斷面積之沿程變化

水位上升水流通水斷面積亦隨之增加，因此同一斷面下之通水斷面積隨著相對水深的增加而增加。

主深槽通水斷面積隨著相對水深的增加而增加，且變化不大。

R2洪水平原上阻力大使通水斷面積減少，因此R1通水斷面積比R2大。

#### (2) 流量沿程變化

左岸洪水平原之斷面平均流速由S1向S7遞減；通水斷面積亦由S1向S7遞減，可知左岸洪水平原流量亦應由S1向S7遞減。

知右岸洪水平原之斷面平均流速由S1向S7遞增；通水斷面積亦由S1向S7遞增，亦由此可知右岸洪水平原流量由S1向S7遞增。

#### (3) 斷面平均水深沿程變化

對R1與R2兩種流況，當水位與流量固定時，平均水深不因槽寬漸縮而影響，變化不大。

在同一斷面下之平均水深，隨相對水深的增加而增加。

#### (4) 單位寬度流量沿程變化

低相對水深時，單位寬度流量隨著槽寬漸縮及斷面流量減少，至下游段時幾乎不見。當高相對水深時，斷面流量大，所以單位寬度流量大。

在同一斷面下，單位寬度流量隨著相對水深的增加而增加，此因流量增加的結果。

右岸洪水平原單位寬度流量由斷面S1向S7逐漸增加，在低相對水深時，單位寬度流量在上游段時幾乎不見，而後隨流量增加及槽寬漸增而增加。高相對水深之單位寬度流量沿程變化，隨槽寬漸增及流量加大而增加。

#### (5) 溢岸流時主深槽滿岸水深下方流量變化

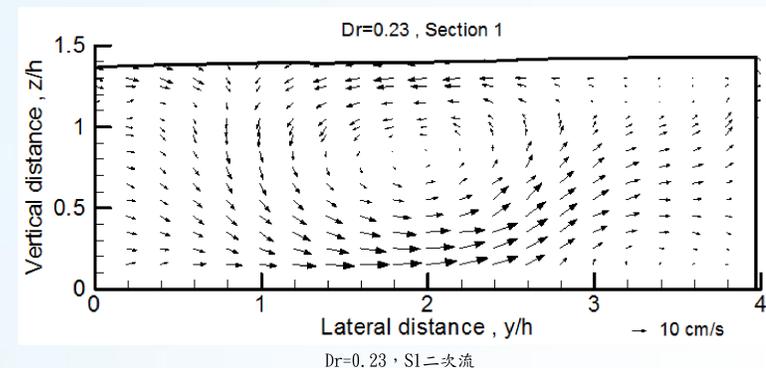
除了R1於Dr=0.47時，滿岸流量大於主深槽滿岸水深下方流量外，其餘均小於主深槽滿岸水深下方流量。

由此可推知於滿岸流時，主深槽之邊界剪應力較溢岸流時大。顯示主深槽斷面形狀係由滿岸流控制，而非溢岸流來控制，因此在低水治理時，對主深槽之整治設計可以滿岸流量(Bankfull discharge)為設計流量。

### 流速

#### 主深槽之二次流

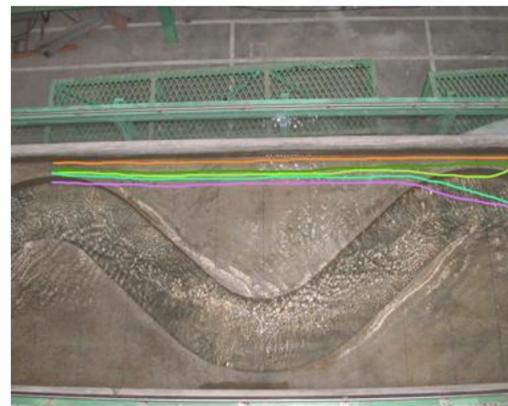
Dr=0.23，S1斷面之二次流，顯示二次流方向與離心力產生之二次流方向相反，發展於斷面中央，滿岸水深下方，其範圍佔據整個斷面約二分之一，此乃因上游彎道離心力二次流殘餘至此處，及水流自右岸洪水平原捲入主深槽中，所產生之逆時鐘二次流。



### 可視化分析

於蜿蜒帶外之區域，接近左岸洪水平原邊壁處，水流平行於洪水平原邊壁流動。

於蜿蜒帶內之區域，接近主深槽與洪水平原交界處，其水流路徑切入主深槽位置受橫向紊流強度影響，有三種水流路徑之結果。於主深槽內接近主深槽與洪水平原交界處，受脫離流影響水流自主深槽脫離至左岸洪水平原上；受捲入流影響水流從洪水平原捲入主深槽中。



Dr=0.23，左洪水平原及主深槽表面水流路徑

## ✓ 結論

- (1) 彎道頂點處之二次流方向，與單槽之二次流方向相反。  
(2) 於連接槽處因捲入流之作用，使主深槽滿岸水深下方處產生二次流，該二次流方向與上游彎道頂點處之二次流方向相反。  
(3) Dr=0.23、0.33、0.41、0.47之二次流結構相似，彎道頂點處之二次流位置隨著水深增加，其中心位置有向主深槽右側邊壁偏移之趨勢。
- (1) 當水深較淺時，蜿蜒帶外，水流平行洪水平原邊壁流動；蜿蜒帶內，自洪水平原流入主深槽之水流，沿主深槽內之主流區流動；主深槽內，水流沿主流區流動。  
(2) 當水深增加時，蜿蜒帶外，水流平行洪水平原邊壁流動，蜿蜒帶內，水流路徑切入主深槽位置受橫向紊流強度影響，有三種水流路徑：主深槽內接近主深槽與洪水平原交界處，受脫離流影響水流自主深槽脫離至左岸洪水平原上；受捲入流影響水流從洪水平原捲入主深槽中。主深槽內，水流沿著主深槽之主流區往下游流動。
- (1) 左岸洪水平原上側流量最大值在S3至S4斷面區間，右岸洪水平原在S4至S5斷面區間，而最小值均落在S6至S7斷面區間。  
(2) 側流量愈大對洪水平原與主深槽交界面之剪應力作用亦愈大，其破壞愈大，反之則愈小。光滑洪水平原渠底側流量大於粗糙洪水平原渠底側流量。
- 高相對水深時，水流路徑有拉直趨勢；低相對水深時，水流路徑沿主深槽流動。
- (1) 左岸洪水平原流量越往下游越小，此因蜿蜒複式渠道左岸洪水平原水流流往主深槽；右岸洪水平原則反之，此因主深槽水流流向蜿蜒複式渠道右岸洪水平原。  
(2) 主深槽之流量沿程變化隨相對水深增加而增加；而光滑渠底的流量沿程變化比粗糙渠底變化大，所以在於設計橋墩、堤防時，應以光滑渠底流量最大值为設計依據。
- 規劃低水治理工程時，設計流量可以滿岸流量為依據，此因滿岸流量比溢岸流主深槽滿岸水深下方流量大。