

## 一、前言

集集攔河堰位於南投縣集集鎮濁水溪中游之林尾隘口，詳見圖一。本堰於民國80年7月發包施工，民國90年6月竣工，主要設施為攔河堰堰體長度359m、含溢洪道閘門18座、排砂道閘門4座、南北岸進水口及閘門機電設備等。攔河堰溢洪道及排砂道剖面詳見圖二及圖三。

本堰完工至今已近十年，營運期間均尚可符合各標的供水需求，惟建堰期間適逢88年921地震及90年桃芝颱風侵襲，因河川溯源沖刷效應及初鄉斷層帶破碎岩盤局部沖刷等因素，致堰下游深槽河段護甲層漸流失，軟岩岩盤逐漸出露。本報告擬藉由歷年河道變遷調查、河床質分佈變化、河道流況、流路特性及初鄉斷層調查等，探討河道沖刷機制、減緩下游河道沖蝕措施成果。

## 二、地質及水文資料概述

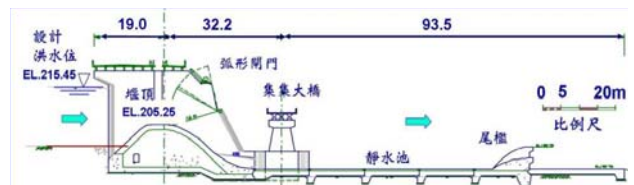
### 2.1 堰址地質

堰址原河床覆蓋層厚約8至12m之卵礫石，現況出露岩層主要為卓蘭層及全新世沖積層。堰基之卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩互層構成。砂岩呈淡灰至青灰色，細粒結構，局部含雲母碎片，層厚數十公分至約五公尺。砂岩種類包括有混濁砂岩、亞混濁砂岩及少數石英砂岩等，一般岩質堅硬，但中等膠結，其次則吸水性較強，表層易受風化，風化後呈深淺不一之黃褐色，其岩質受風化後變得疏鬆破碎。頁岩和泥岩呈青灰色或暗灰色，層厚20至25公分，質地軟弱，遇水易崩解，抗張及抗蝕性較低。堰址地質平面圖及剖面圖如圖四及圖五所示。

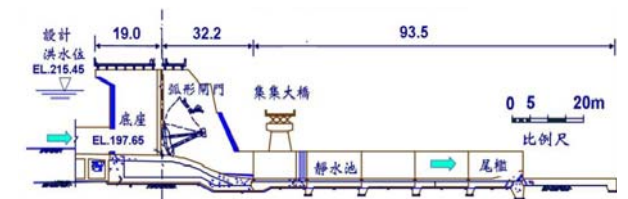
根據壩址地區的開挖地質資料，攔河堰基盤岩層依其岩性及工程特性，主要分為厚層砂岩(mss)、層狀砂岩(ss)、砂頁岩互層(ss/sh)及頁岩(sh)等。其中，又以層狀砂岩及砂頁岩互層為最普遍。砂頁岩互層中，砂岩及頁岩之比例以1:1為最多，其次再為2:1、3:1等。在調查範圍內，層狀砂岩常有尖滅的現象。



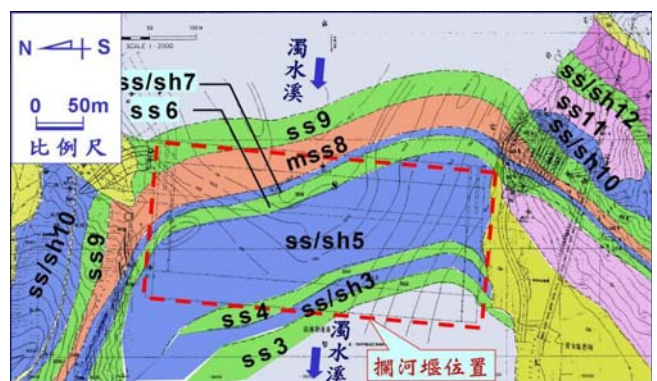
圖一 集集攔河堰位置圖



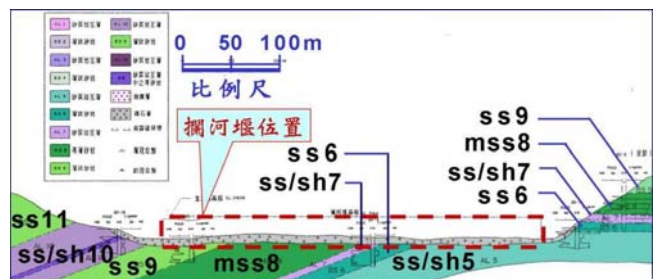
圖二 集集攔河堰溢洪道剖面圖



圖三 集集攔河堰排砂道剖面圖



圖四 集集攔河堰堰址地質平面圖



圖五 集集攔河堰堰址地質剖面圖

另外，在基礎底版約第10分塊至第14分塊間，層縫及夾破碎岩塊的剪裂帶相當發達，層縫的寬度多在1公分以下，亦有2-3公分者。不論是層縫或剪裂帶，其位態均與地層位態相近，顯示可能係由層間滑移作用產生。

## 2.2 鑽探及試驗

堰址區域於民國80年設計階段、95年經濟部水利署第四河川局（以下簡稱四河局）、97年經濟部水利署水利規劃試驗所（以下簡稱水規所）及98年經濟部水利署中區水資源局（以下簡稱中水局）均曾進行鑽探及試驗，歷年鑽探位置詳見圖六，各階段鑽探及試驗成果概述如下。

### 1. 民國80年設計階段鑽探及試驗

#### (1)單壓強度試驗結果

厚層砂岩為 37.8Mpa，層狀砂岩為 25.5Mpa，砂頁岩互層（以砂岩為主）19.5 Mpa，砂頁岩互層（以頁岩為主）13.4 Mpa。

#### (2)彈性模數試驗結果

砂岩楊氏模數介於1,818~5,600Mpa，剪力模數6,493~20,143 Mpa，柏松比0.38~0.42。頁岩楊氏模數介於208~12,135Mpa，剪力模數794~5,006 Mpa，柏松比0.2~0.30。

#### (3)張力強度試驗結果

厚層砂岩為 1.09Mpa，層狀砂岩為 1.09Mpa，砂頁岩互層（以砂岩為主）0.93 Mpa，砂頁岩互層（以頁岩為主）1.75 Mpa。

### 2. 民國95年四河局鑽探及試驗

#### (1)一般物理試驗

五孔之單位重  $\gamma_t$  介於2.2~2.48t/m<sup>3</sup>，含水量  $\omega_n$  介於2.3~2.52%，Gs介於2.67~2.69。

#### (2)消散耐久試驗結果

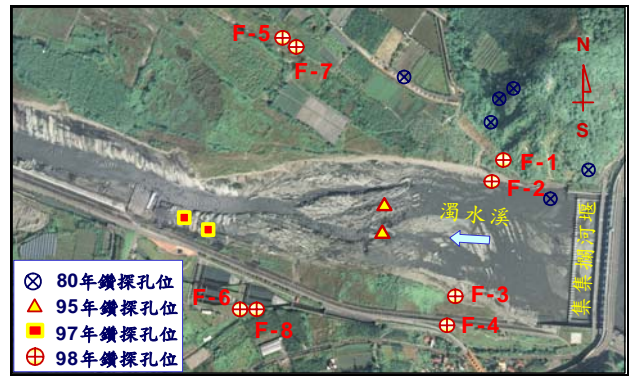
二孔Id(1)分別為42.1、70.0、38.3、66.3、50.1%，Id(2)分別為25.2、51.9、18.7、44.9、21.7%，依據Gamble（1971）等級分類屬於低耐久性至非常低低耐久性之軟岩。

### 3. 民國97年水規所鑽探及試驗

#### (1)一般物理試驗

二孔之單位重  $\gamma_t$  介於2.25~2.27t/m<sup>3</sup>，含水量  $\omega_n$  介於8.8~8.9%，Gs均為2.66~2.69，孔隙比e介於0.27~0.29。

#### (2)消散耐久試驗結果



圖六 集集攔河堰歷年鑽探孔位

第一孔Id(1)為0.4，Id(2)~Id(5)無法測出，第二孔Id(1)至Id(5)分別為87.6、80.1、72.1、56.2、51.9%，依據Gamble（1971）等級分類屬於中等耐久性至非常低低耐久性之軟岩。

### 4. 民國98年中水局鑽探及試驗

#### (1)一般物理試驗

一般物理性質採6孔進行試驗，濕密度在2.44~2.59 t/m<sup>3</sup>之間，含水量在2.06~6.38之間，Gs在2.70~2.72之間，孔隙比e值在0.074~0.186之間，各孔物理性質均頗為相近。

#### (2)岩心單壓強度試驗結果

岩心單壓強度試驗計採6孔進行試驗，岩心單壓強度除F-1略微稍高在13.5 Mpa，其餘F-2~F-8均在0.6~9.1 Mpa之間，各孔岩質單壓強度均甚弱。

#### (3)消散耐久試驗結果

岩心消散耐久試驗計採6孔進行試驗，Id(1)在60.0~98.4%之間，Id(2)在27.4~86.9%之間，依Gamble（1971）等級分類屬非常低耐久性至中高等耐久性。

## 2.3 水文資料

集集攔河堰原設計採200年重現期之洪水量18,914 cms設計，各重現期洪水量如表一。集集站河段歷年最大洪峰量詳見表二，最大洪峰發生在民國98年莫拉克颱風期間，約為12,582 cms。

表一 集集攔河堰原設計各重現期距洪水

重現期 (年)	2	50	100	200
洪水量 (cms)	3,567	14,729	16,860	18,914

表二 集集站最大洪峰流量紀錄

颱風(暴雨)名稱	洪峰流量(cms)	發生時間	颱風(暴雨)名稱	洪峰流量(cms)	發生時間
諾瑞斯	3,110	69/08/28	納莉	1,580	90/09/17
裘恩	2,730	70/06/21	雷馬遜	513	91/07/04
安迪	4,730	71/07/29	杜鵑	2,269	92/09
-	4,260	72/06/04	敏督利	7,126	93/07/04
-	1,820	73/05/29	艾利	5,157	93/08/25
尼爾森	2,810	74/08/23	南瑪都	1,113	93/12/04
艾貝	2,980	75/09/20	海棠	3,894	94/07/20
琳恩	2,760	76/10/25	馬莎	4,236	94/08/05
-	2,750	77/08/14	泰利	4,172	94/09/01
莎拉	6,190	78/09/12	龍王	2,029	94/10/02
黛特	4,320	79/09/08	0609 暴雨	5,143	95/06/09
艾美	2,240	80/07/19	碧利斯	3,349	95/07
寶莉	2,010	81/08/31	聖帕	7,721	96/08/18
-	850	82/06/08	韋帕	3,920	96/09/19
道格	6,840	83/08/08	柯羅莎	7,337	96/10/07
荻安娜	1,150	84/04/12	卡玫基	10,856	97/07/18
賀伯	8,350	85/07/31	鳳凰	4,931	97/07/28
溫妮	460	86/08/18	辛樂克	9,045	97/07
0607 暴雨	1,460	87/06/08	強蜜	7,043	97/09
碧利斯	4,660	89/08/23	莫拉克	12,582	98/08
桃芝	11,100	90/07/30			

### 三、歷年河道變遷

集集攔河堰工程於民國80年動工，民國86年堰體基座合攏。而建堰後對河道產生阻水效應，下游河道始有變遷趨勢，茲概述如下：

#### 3.1 流路變遷

##### 3.1.1 主要流路變遷

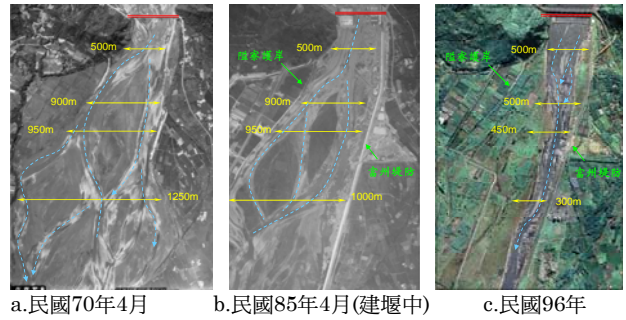
集集攔河堰下游約2公里河段（圖七），民國70年未設堰前，濁水溪流經集集隘口後河域突闊，流路呈瓣狀分流，河寬500m至1,250m不等。之後隨農業發展，人民用地需求日增及河防安全考量，陸續施設隘寮護岸、富州堤防(83年完工)等構造物，致河域略有縮減，但流路瓣狀分流特性依舊。

民國80~90年間，攔河堰下游至断面110間之河道因長年沖蝕下切形成較為固定之流路（圖七），其寬度約在300~500m，常時水域分佈範圍約較早期減少約55%~76%。

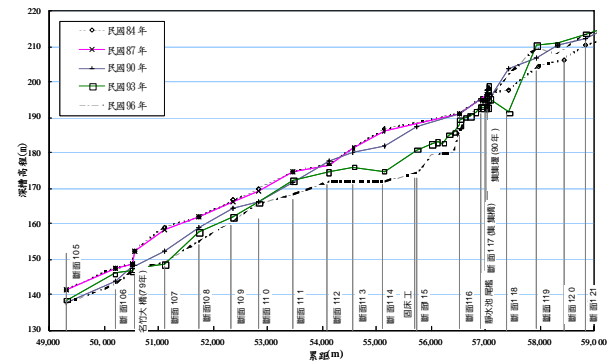
民國90年迄今，堰下游左側河道已漸成深槽，右岸高灘亦漸成形。右側舊河道流路平時幾無水流，且水流漫淹至高灘地之情況亦漸減，原下游右岸隘寮護岸以南之沙洲，現已形成約100公頃植生覆蓋良好之廣大灘地。

#### 3.1.2 河道縱、橫斷面變化

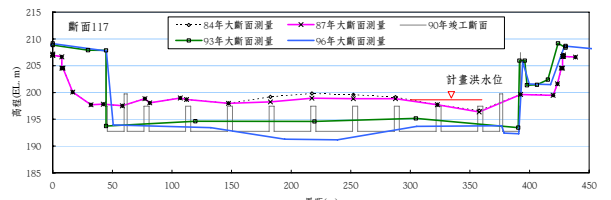
民國84~96年攔河堰下游河道(断面117以下)呈現沖刷趨勢，主深槽亦逐年下降，平均沖刷深度約為4.5~14.5m左右，其中屬断面114最大沖刷深度約15.5m為最大（詳圖八、圖九）。



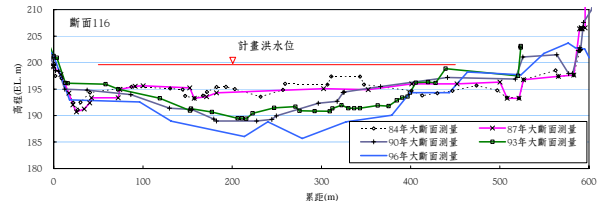
圖七 歷年下游河道流路



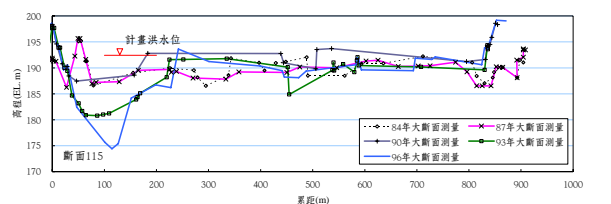
圖八 集鹿大橋至名竹大橋間歷年河道縱剖面圖



a.断面117 (集集堰堰址断面)



b.断面116 (集集堰下游約498m)



c.断面115 (集集堰下游約1,229m)

圖九 堰下游河段歷年橫斷面高程變化