

交通大學土木工程學系 專題研究期末簡報

岩床沖刷啟動機制之探討

學號：0011288

姓名：傅冠禎

指導教授：楊錦釗

研究緣由與目的

西部麓山帶為台灣主要發展的區域，為因應區域發展對水資源的需求，多於河道興建攔河堰，然而當攔河堰等相關水工設施設置後，造成河道坡度改變，對河川泥砂之輸運產生阻礙，上游的礫石無法穿越攔河堰至下游形成護甲層使得下游岩盤出露，並導致堰體上游泥砂淤積；且攔河堰上下游產生高差，使得水力能量坡降增大，岩盤又直接暴露於水流的衝擊下，往往加速河川沖刷的行為進而形成沖刷坑（如圖一、圖二所示，集集攔河堰下游岩盤裸露）。而大部份的攔河堰並沒有施作深基礎，在沖刷坑持續發展的情況下，因河道深槽逐漸下刷，導致水力能量坡降逐漸增大，在河道尚未達到平衡前，沖刷情況將隨時間而加劇，容易造成堰體基礎的掏空，進而使堰體不穩定甚至造成水工結構物之威脅。

因此我們可以發現岩床沖刷機制將成為防災與堰體穩定之重要課題，而欲分析岩床沖刷之趨勢，首先應當了解岩床的"起動機制"，然而岩床啟動機制又與岩床強度關係甚大，因此本專題擬藉由人造岩石試體之製作，探討不同試體材料、重量配比之組合與試體強度之關係。

人造岩石試體的製作

- A. 依序配比各材料及水之重量，將石膏、滑石粉、水泥等粉狀材料攪拌均勻，再將攪拌均勻的粉狀混合物倒入已配比完成水中，緊接著利用電動攪拌器將試體(漿狀)充分攪拌均勻。
- B. 將試體(漿狀)倒入模具中，為避免風乾拆模後試體因空氣汽泡導致表面出現孔隙，因此本研究事先將模具分為兩半，並將試體(漿狀)於模具內表面均勻塗抹約0.5cm~1.0cm厚度，接著利用橡皮筋網綁模具使之合而為一，最後再將試體(漿狀)充分填滿於試體模具中，。
- C. 依照上述步驟，分別調整各材料之重量配比，完成三個不同重量配比之試體，分別為試體A、試體B和試體C(如表一與表二所示)，而同一重量配比之試體又分別製作三個相同試體，分別為編號1、編號2及編號3。



圖一、人造岩石試體。

表一、人造岩石試體之重量配比(一)。

試體編號	石膏	水	滑石粉
A	1	0.8	0.4

表二、人造岩石試體之重量配比(二)。

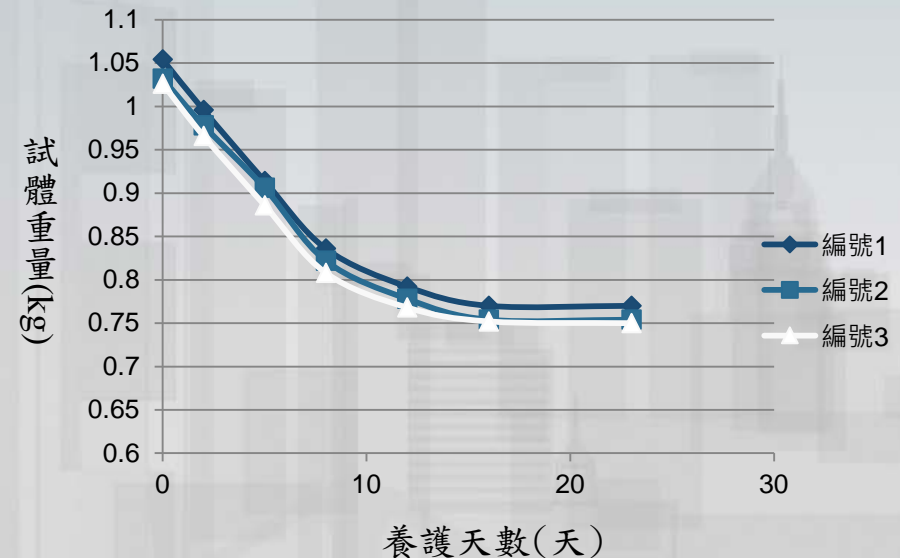
試體編號	石膏	水	水泥
B	1	0.8	0.4
C	1	0.9	0.45

人造岩石試體的養護

依據Hobbs(1996)研究指出，石膏試體的力學性質(單壓強度)與其含水量有密切的關係，因此在決定試體的養護天數時，主要以人造岩石試體的重量穩定與否，作為判斷的基準(重量趨於穩定及表示含水量趨於一定值)，因此本試驗在試體拆模後例行性量測試體重量，藉以了解試體養護進度。

表三、試體A隨養護天數之重量變化。

養護天數	編號1		編號2		編號3	
	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差
0	1.054	-	1.032	-	1.026	-
2	0.996	-0.058	0.978	-0.054	0.966	-0.060
5	0.914	-0.082	0.906	-0.072	0.886	-0.080
8	0.836	-0.078	0.822	-0.084	0.808	-0.078
12	0.792	-0.044	0.778	-0.044	0.768	-0.040
16	0.77	-0.022	0.754	-0.024	0.752	-0.016
23	0.77	0	0.754	0	0.75	-0.002



圖二、試體A隨養護天數之重量變化圖。

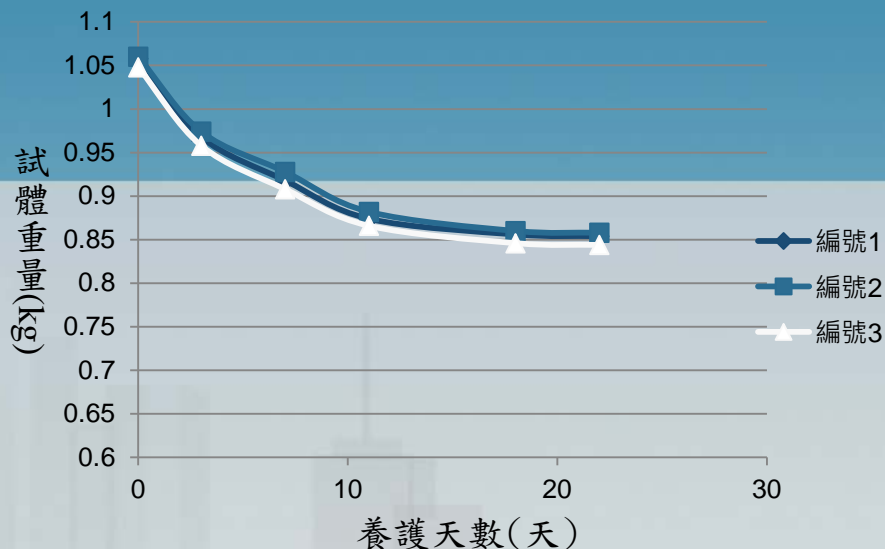
人造岩石試體的養護

表四、試體B隨養護天數之重量變化。

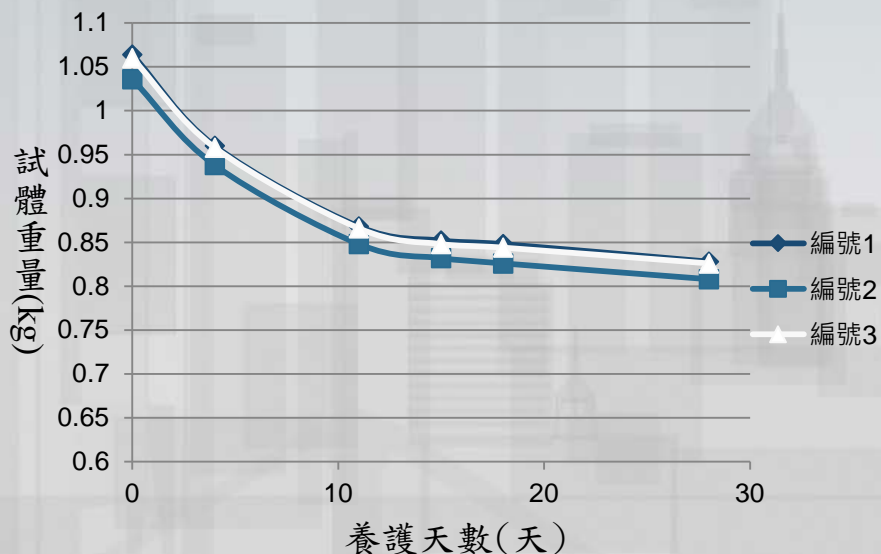
養護天數	編號1		編號2		編號3	
	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差
0	1.058	-	1.06	-	1.048	-
3	0.968	-0.090	0.974	-0.086	0.958	-0.090
7	0.918	-0.050	0.928	-0.046	0.908	-0.050
11	0.874	-0.044	0.882	-0.046	0.866	-0.042
18	0.856	-0.018	0.86	-0.022	0.846	-0.020
22	0.854	-0.002	0.858	-0.002	0.844	-0.002

表五、試體C隨養護天數之重量變化。

養護天數	編號1		編號2		編號3	
	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差	重量(kg)	與前一量測時刻重量差
0	1.064	-	1.036	-	1.06	-
4	0.96	-0.104	0.938	-0.098	0.958	-0.102
11	0.868	-0.092	0.848	-0.090	0.866	-0.092
15	0.852	-0.016	0.832	-0.016	0.848	-0.018
18	0.848	-0.004	0.826	-0.006	0.844	-0.004
28	0.828	-0.020	0.808	-0.018	0.826	-0.018



圖三、試體B隨養護天數之重量變化圖。



圖四、試體C隨養護天數之重量變化圖。

單軸壓縮試驗

單軸壓縮試驗結果如表六所示。藉由對照各人造岩石試體之重量配比(如表一、表二所示)，試體A的主要副材料為滑石粉，其抗壓強度為25 (kgf/cm²)，而經由比對前人對軟弱岩石單壓強度範圍的定義(如圖五所示)，人造岩石試體A的強度大約落在非常軟弱岩石(very low strength)之區段，若比照常見岩石的抗壓強度(如表七所示)，可以發現試體A的強度較接近於凝灰岩、黏土頁岩等；而若使用水泥將滑石粉所取代，由試驗結果可知，其試體抗壓強度可大幅提升至130~150(kgf/cm²)，若比對前人對軟弱岩石單壓強度範圍的定義，人造岩石B與C位於軟弱岩石(low strength)區段，其抗壓強度則較接近片岩、砂岩等。由試驗結果可知，藉由改變不同研究材料種類組合與調整試體重量配比，可改變試體抗壓強度。

表六、各試體之單軸抗壓強度。

試體編號	試體平均尺寸(cm)		最大荷重(kgf)	抗壓面積(cm ²)	抗壓強度		
	直徑	高度			kgf/cm ²	psi	MPa
A	7.208	14.1	1012	40.8	25	360	2.4
B	7.099	13.9	5170	39.6	131	1860	12.8
C	7.092	14.0	5807	39.5	147	2090	14.4

表七、常見岩石抗壓強度。

火成岩	抗壓強度(kgf/cm ²)	變質岩	抗壓強度(kgf/cm ²)	沉積岩	抗壓強度(kgf/cm ²)
花崗岩	977~2441	片麻岩	492~1955	砂岩	195~1660
閃長岩	1758~2932	片岩質	844	泥質砂岩	556
輝綠岩	1955~3418	石英岩	1465~2930	頁岩	98~977
玄武岩	1463~2932	大理岩	503~2442	黏土頁岩	13~73
安山岩	1315~1343	板岩	852~2442	粉砂岩	290~513
凝灰岩	37	片岩	81~1195	石灰岩	293~2440



圖五、前人對軟弱岩石單壓強度範圍的定義。