

## 第四章 河床質補充調查

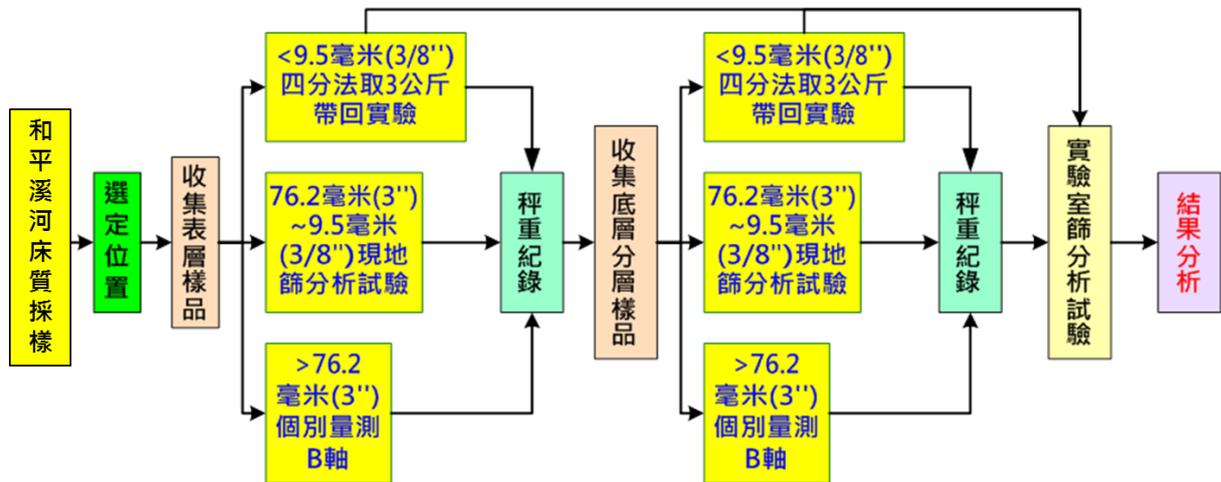
### 4.1 採樣方法與點位說明

針對本計畫河床質補充調查工作，工作方法依循「河床質調查作業參考手冊(草案)(2007)」進行。一般河床質採樣方法可分表面法採樣、體積法採樣等兩大類，兩者方法各有其特性與限制條件，方法說明與優缺點比較如表 4-1 所示。本次採樣調查為求取得在深度頗面較完整之粒徑分佈狀況，本計畫將採用體積法(採樣作業流程如圖 4-1 所示)進行河床質採樣，以每一採樣坑 1 公尺立方為原則，於規劃採樣點進行現地挖掘、秤重與試體實驗室分析。挖掘土方分為表層與底層兩部分試體，其中針對樣本中大顆粒(3"以上顆粒)先以現地量測軸長並秤重後記錄；而後將剩餘土方已現地之篩網(3/8"~3")進行篩分析並逐層秤重紀錄，最後將小於 3/8"之土砂以 4 分法取樣，回實驗室進行細顆粒土砂之粒徑分析。

表 4-1 體積法、網格法優缺點比較表

	體積法	網格法
採樣方式	在預先決定的位置挖掘一固定體積量的樣品。	在預先決定好的區域取得某一預設數量的樣品，採集樣品的對象為底床之表層材料。表面採樣方法可分為三大類：分別為 1.網格式卵石採樣方法(pebble counts)；2.方型網格採樣方法(grid sampling)；3.面積採樣方法(areal sampling)。
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.可獲得材料較完整之粒徑分佈狀況。</li> <li>2.為獲得材料垂直向資訊的唯一調查方式。</li> <li>3.試驗程序不易受到人為因素影響。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.試驗效率及經濟性均為河床質調查方法中最佳。</li> <li>2.調查涵蓋範圍大，可有效掌握河床質之變異性。</li> <li>3.可於淺水中涉水調查。</li> </ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.需花費大量時間、金錢及人力進行調查。</li> <li>2.調查通查僅限於小面積，面積擴大後工作量遽增。</li> <li>3.無法於水中進行調查。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.對於 8 毫米以下之細粒料無法進行採樣。</li> <li>2.僅能獲得表面河床質之資訊。</li> <li>3.有可能受到施做人員之個人習慣影響，借用採樣繩、網框等工具可加以改善。</li> <li>4.表面有細沙層或植生存在時，影響試驗結果。</li> </ol>

(資料來源：「河床質調查作業參考手冊(草案)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，2007)



(資料來源：「河床質調查作業參考手冊(草案)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，2007。本計畫繪製)

圖 4-1 體積法採樣與試驗流程圖

採樣團隊於 106 年 6 月 29 日至和平溪與楓溪進行斷面採樣，其為求與前期 101 年調查成果相對照，本計畫之調查選定與前期調查相同之點位，包括於和平溪主流斷面 1、7、13、19 與 24 斷面及楓溪 1、4 與 6。由於和平溪斷面 7 左岸受到交通條件限制，採樣人員無法抵達，故擇定斷面 7 右岸作為調查點位，採樣位置與河道斷面相對位置詳參考圖 4-2。



圖 4-2 河床質調查點位分布圖

## 4.2 現地採樣紀錄

計畫團隊於 106 年 6 月 29 日至計畫區域進行現地採樣並製作採樣紀錄，依據前述採樣與分析方法，各斷面河床質粒徑調查成果如表 4-2 所示。

各斷面採樣點之現地環境、採樣作業照片及河床質分布成果如表 4-3

表 4-3~表 4-10 所示。

表 4-2 和平河流域 106 年河床質粒徑調查

河段	斷面編號	106 年採樣成果							
		代表粒徑(mm)						平均粒徑 Dm	最大粒徑 Dmax
		d20	d40	d50	d65	d75	d90	(mm)	(mm)
和平溪	1	0.28	0.44	0.52	0.65	0.75	1.93	1.35	80
	7	0.29	0.91	9.81	14.75	18.05	43.62	11.08	150
	13	0.44	2.71	12.19	17.70	23.23	90.38	20.15	230
	19	1.12	11.44	15.22	21.91	47.99	121.25	26.83	220
	24	9.61	19.23	24.81	77.02	83.98	184.0	57.37	280
楓溪	1	0.82	1.98	2.99	5.39	8.47	19.6	7.58	120
	4	1.96	5.27	8.53	15.34	20.80	88.95	19.06	250
	6	0.99	4.21	7.84	14.82	20.28	103.98	19.93	260

資料來源：本團隊調查成果

表 4-3 採樣紀錄表(1/8)

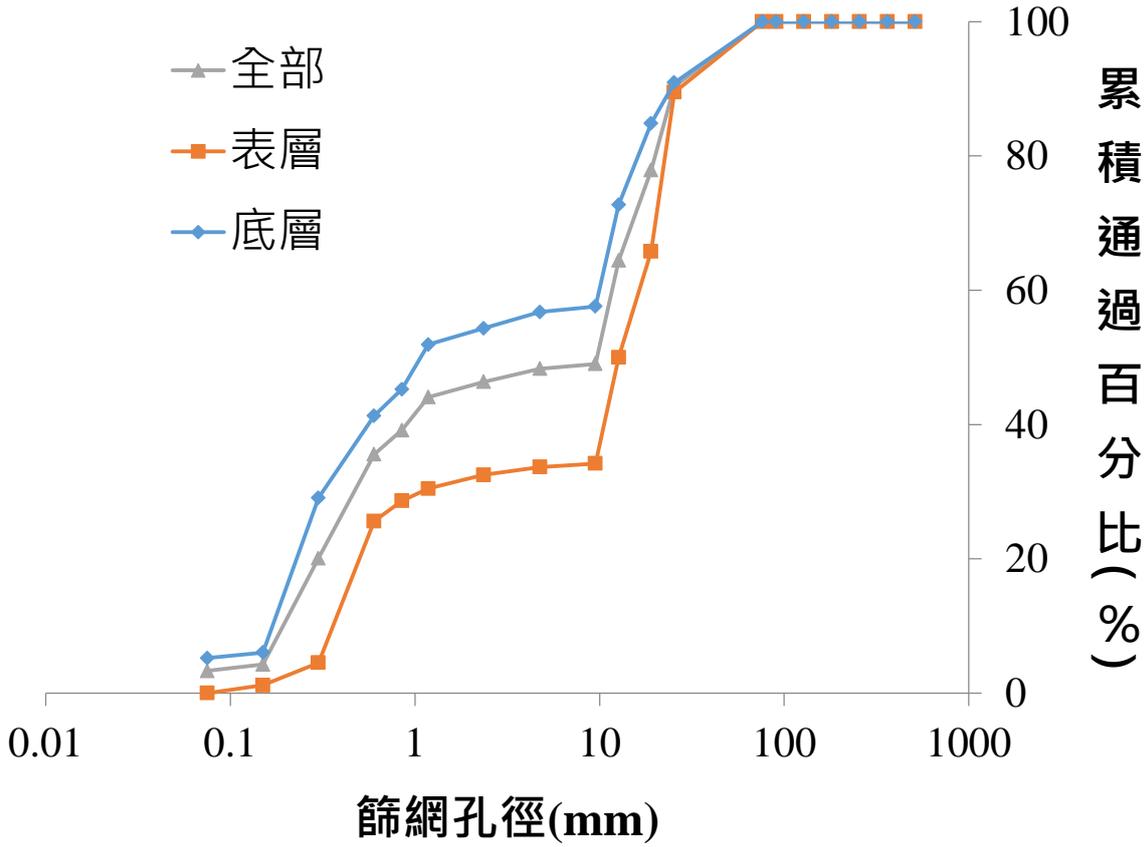
斷面名稱：和平溪斷面 1		斷面描述	
橫座標	縱座標	斷面一位於河口處，右岸為和平堤防，現場左右岸灘地有植生草叢生。	
121°46'13.10"東	24°18'39.17"北		
調查種類	體積法採樣		
調查日期	106/06/29	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中
施作處			
			
 <p>Legend:          ▲ 全部          ■ 表層          ◆ 底層</p> <p>Y-axis: 累積通過百分比 (%)          X-axis: 篩網孔徑(mm)</p>			

表 4-4 採樣紀錄表(2/8)

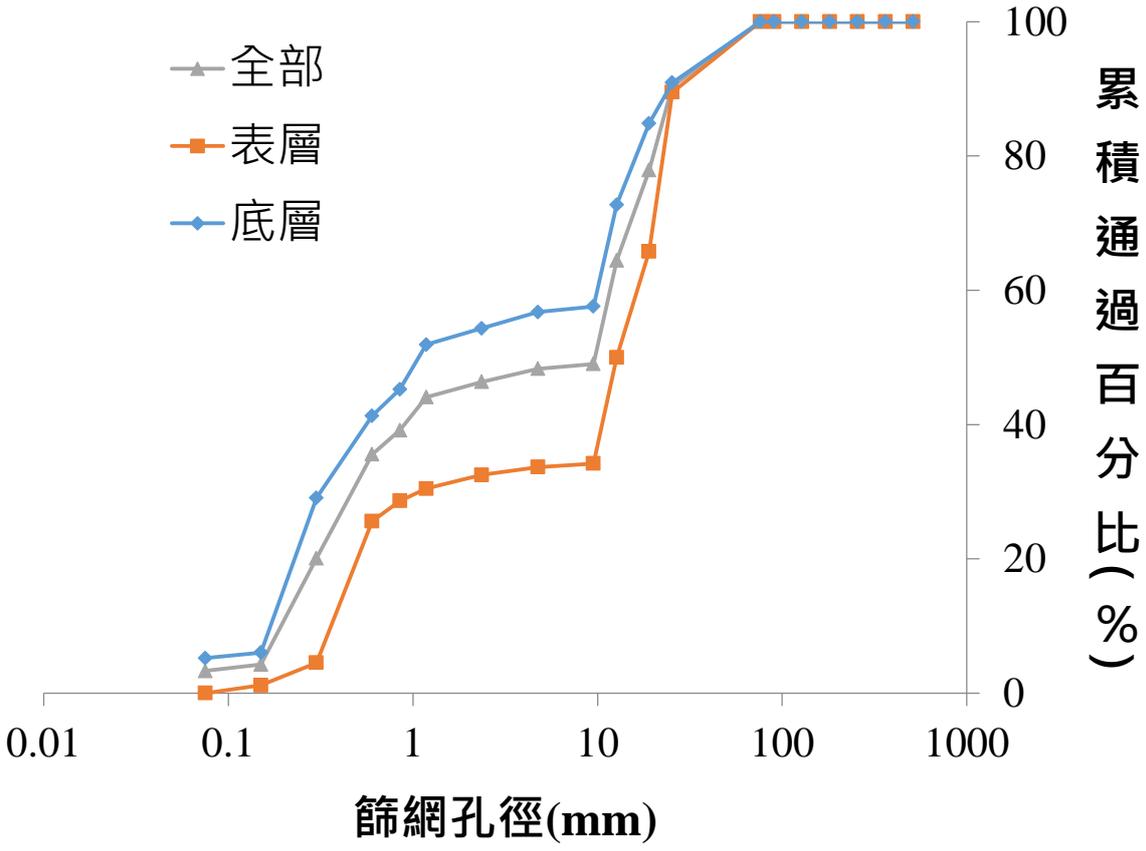
斷面名稱：和平溪断面 7		断面描述																																																													
横座標	縱座標	断面七位於大濁水橋與鐵路橋間，右岸為和平堤防，主流靠近右岸，右岸灘地岸邊有些許植生。																																																													
121°45'4.12"東	24°18'59.97"北																																																														
調查種類	體積法採樣																																																														
調查日期	106/06/28	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中																																																												
施作處																																																															
																																																															
 <p>Legend:          ▲ 全部          ■ 表層          ◆ 底層</p> <p>Y-axis: 累積通過百分比 (%)          X-axis: 篩網孔徑(mm)</p> <table border="1"> <caption>Estimated data from the grain size distribution graph</caption> <thead> <tr> <th>篩網孔徑 (mm)</th> <th>全部 (%)</th> <th>表層 (%)</th> <th>底層 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>5</td><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>8</td><td>5</td><td>10</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>25</td><td>10</td><td>35</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>40</td><td>30</td><td>50</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>48</td><td>35</td><td>55</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>50</td><td>38</td><td>58</td></tr> <tr><td>5.0</td><td>52</td><td>40</td><td>60</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>55</td><td>42</td><td>62</td></tr> <tr><td>20.0</td><td>75</td><td>55</td><td>80</td></tr> <tr><td>40.0</td><td>85</td><td>70</td><td>90</td></tr> <tr><td>75.0</td><td>95</td><td>95</td><td>95</td></tr> <tr><td>150.0</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>300.0</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>600.0</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>				篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)	0.075	5	2	8	0.15	8	5	10	0.3	25	10	35	0.6	40	30	50	1.2	48	35	55	2.5	50	38	58	5.0	52	40	60	10.0	55	42	62	20.0	75	55	80	40.0	85	70	90	75.0	95	95	95	150.0	100	100	100	300.0	100	100	100	600.0	100	100	100
篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)																																																												
0.075	5	2	8																																																												
0.15	8	5	10																																																												
0.3	25	10	35																																																												
0.6	40	30	50																																																												
1.2	48	35	55																																																												
2.5	50	38	58																																																												
5.0	52	40	60																																																												
10.0	55	42	62																																																												
20.0	75	55	80																																																												
40.0	85	70	90																																																												
75.0	95	95	95																																																												
150.0	100	100	100																																																												
300.0	100	100	100																																																												
600.0	100	100	100																																																												

表 4-5 採樣紀錄表(3/8)

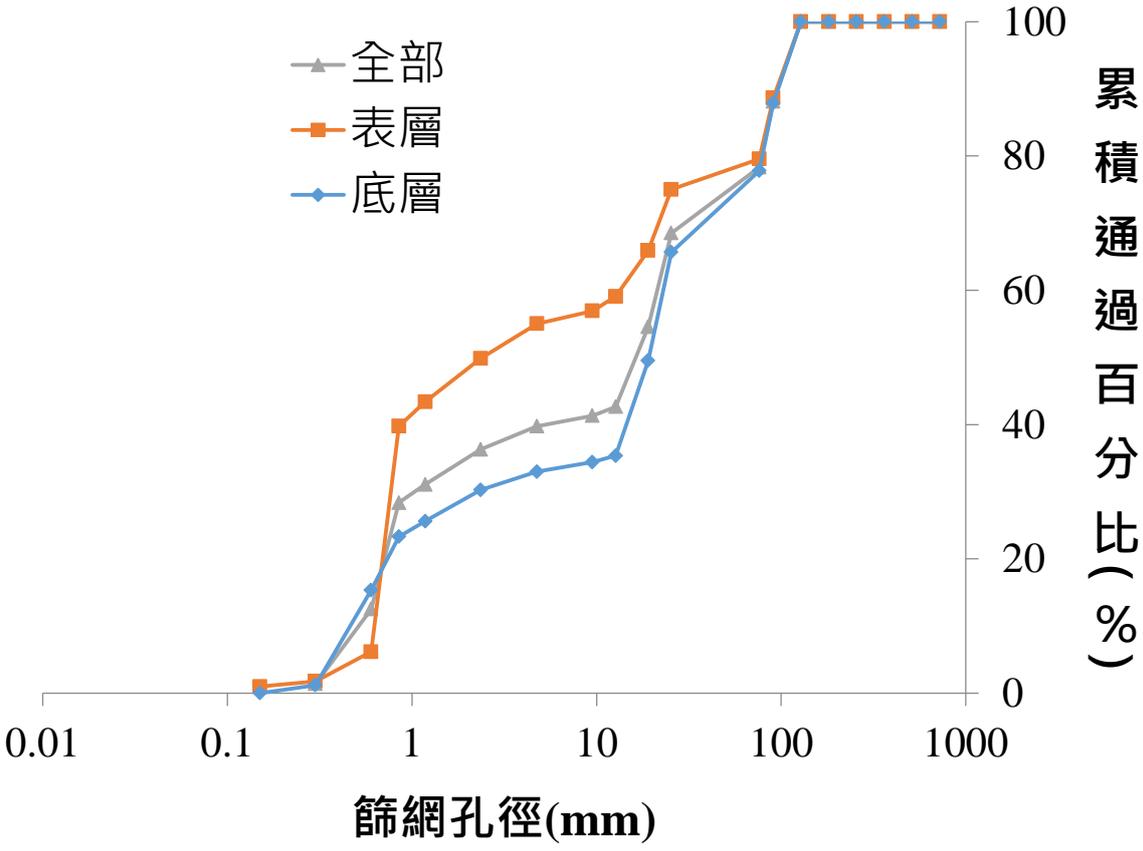
斷面名稱：和平溪斷面 13		斷面描述																																																																	
橫座標	縱座標	和平溪斷面十三靠近大濁水橋，主流靠近左岸，右岸為大片灘地，於左岸進行採樣。																																																																	
1121°44'1.85"東	24°19'28.55"北																																																																		
調查種類	體積法採樣																																																																		
調查日期	106/06/30	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中																																																																
施作處																																																																			
																																																																			
 <p>圖表顯示了篩網孔徑 (mm) 與累積通過百分比 (%) 的關係。圖中包含三條數據線：全部 (灰色三角形)、表層 (橘色正方形) 和底層 (藍色菱形)。X軸為篩網孔徑 (mm)，Y軸為累積通過百分比 (%)。</p> <table border="1"> <caption>篩網孔徑 (mm) 與 累積通過百分比 (%) 數據表</caption> <thead> <tr> <th>篩網孔徑 (mm)</th> <th>全部 (%)</th> <th>表層 (%)</th> <th>底層 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>1.18</td><td>30</td><td>45</td><td>25</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>35</td><td>55</td><td>30</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>40</td><td>60</td><td>35</td></tr> <tr><td>9.5</td><td>45</td><td>65</td><td>40</td></tr> <tr><td>18</td><td>55</td><td>70</td><td>50</td></tr> <tr><td>35</td><td>70</td><td>80</td><td>70</td></tr> <tr><td>75</td><td>85</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>150</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>300</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>600</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>1200</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>				篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)	0.075	0	0	0	0.15	0	0	0	0.3	0	0	0	0.6	10	10	10	1.18	30	45	25	2.5	35	55	30	4.75	40	60	35	9.5	45	65	40	18	55	70	50	35	70	80	70	75	85	85	85	150	100	100	100	300	100	100	100	600	100	100	100	1200	100	100	100
篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)																																																																
0.075	0	0	0																																																																
0.15	0	0	0																																																																
0.3	0	0	0																																																																
0.6	10	10	10																																																																
1.18	30	45	25																																																																
2.5	35	55	30																																																																
4.75	40	60	35																																																																
9.5	45	65	40																																																																
18	55	70	50																																																																
35	70	80	70																																																																
75	85	85	85																																																																
150	100	100	100																																																																
300	100	100	100																																																																
600	100	100	100																																																																
1200	100	100	100																																																																

表 4-6 採樣紀錄表(4/8)

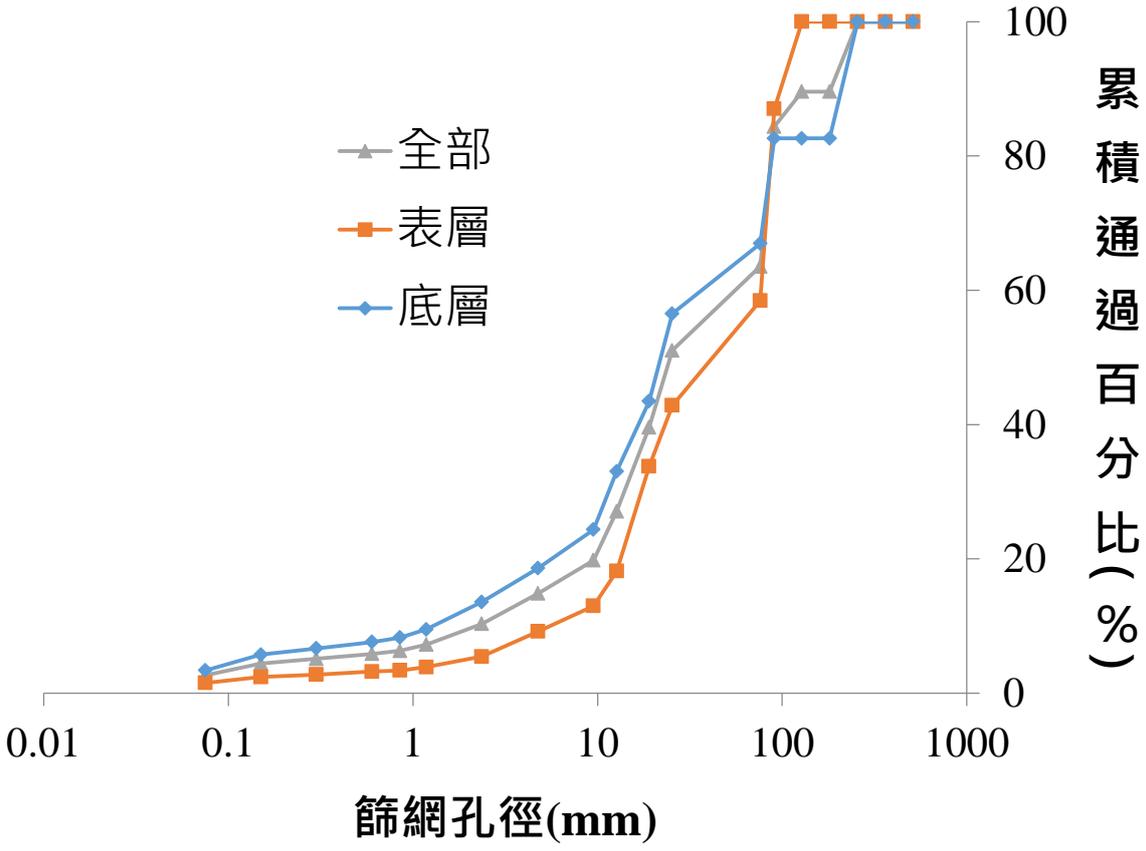
斷面名稱：和平溪斷面 19		斷面描述																																																													
橫座標	縱座標	主流靠近右岸，左岸為灘地，且左岸灘地廣闊可在灘地進行採樣。																																																													
121°42'41.19"東	24°19'38.54"北																																																														
調查種類	體積法採樣																																																														
調查日期	106/06/30	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中																																																												
施作處																																																															
																																																															
 <p>Legend:          ▲ 全部          ■ 表層          ◆ 底層</p> <p>Y-axis: 累積通過百分比 (%)          X-axis: 篩網孔徑(mm)</p> <table border="1"> <caption>Estimated data from the grain size distribution graph</caption> <thead> <tr> <th>篩網孔徑 (mm)</th> <th>全部 (%)</th> <th>表層 (%)</th> <th>底層 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>5</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>10</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>20</td><td>35</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>40</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr> <tr><td>75</td><td>65</td><td>65</td><td>65</td></tr> <tr><td>150</td><td>85</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>300</td><td>95</td><td>95</td><td>95</td></tr> <tr><td>600</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>				篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)	0.075	5	5	5	0.15	6	6	6	0.3	7	7	7	0.6	8	8	8	1.2	10	10	10	2.5	15	15	15	5	20	20	20	10	25	25	25	20	35	35	35	40	50	50	50	75	65	65	65	150	85	85	85	300	95	95	95	600	100	100	100
篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)																																																												
0.075	5	5	5																																																												
0.15	6	6	6																																																												
0.3	7	7	7																																																												
0.6	8	8	8																																																												
1.2	10	10	10																																																												
2.5	15	15	15																																																												
5	20	20	20																																																												
10	25	25	25																																																												
20	35	35	35																																																												
40	50	50	50																																																												
75	65	65	65																																																												
150	85	85	85																																																												
300	95	95	95																																																												
600	100	100	100																																																												

表 4-7 採樣紀錄表(5/8)

斷面名稱：和平溪斷面 24		斷面描述	
橫座標	縱座標	主流靠近右岸，左岸為灘地，且左岸灘地廣闊可在灘地進行採樣。	
121°41'47.85"東	24°20'5.08"北		
調查種類	體積法採樣		
調查日期	106/06/29	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中
施作處			

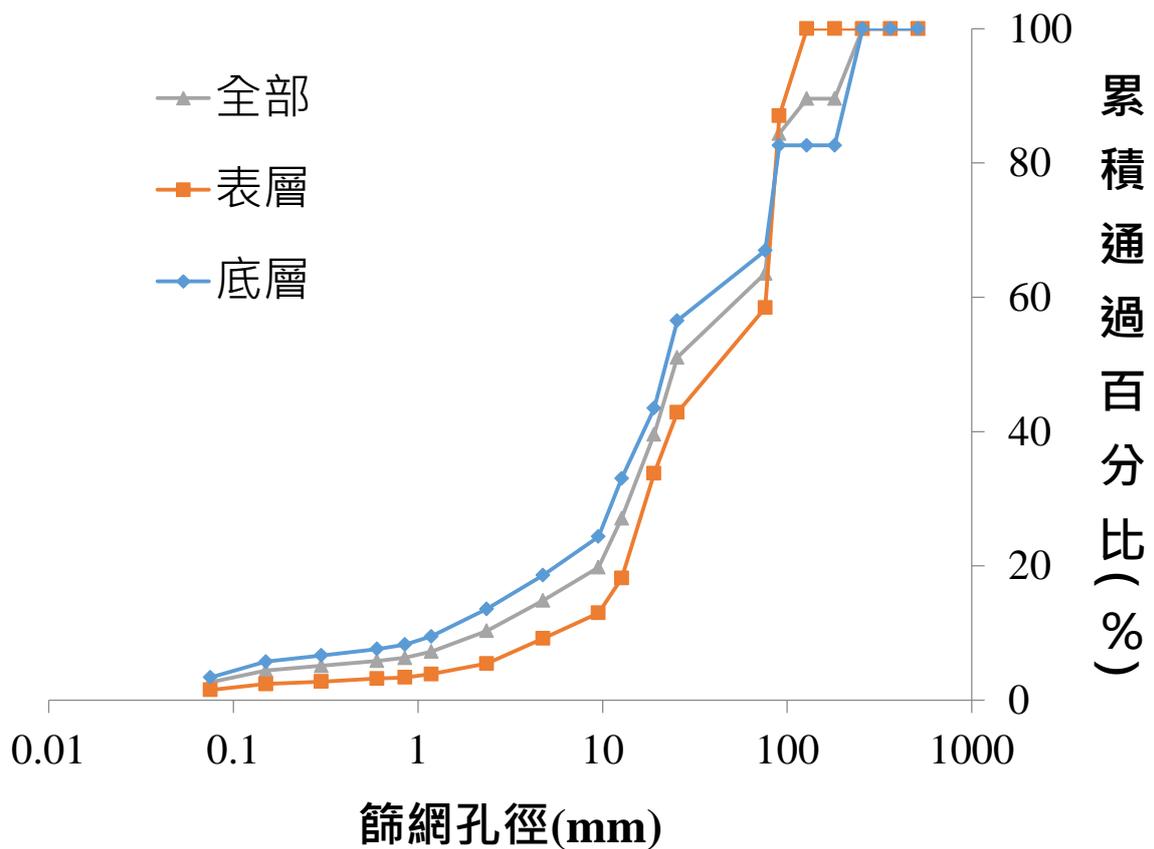


表 4-8 採樣紀錄表(6/8)

断面名稱：楓溪断面 1		断面描述	
横座標	縱座標	楓溪断面一接近與和平溪匯流口處，有一砂石採取道路經過。	
121°44'59.69"東	24°19'28.02"北		
調查種類	體積法採樣		
調查日期	106/06/28	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中

施作處

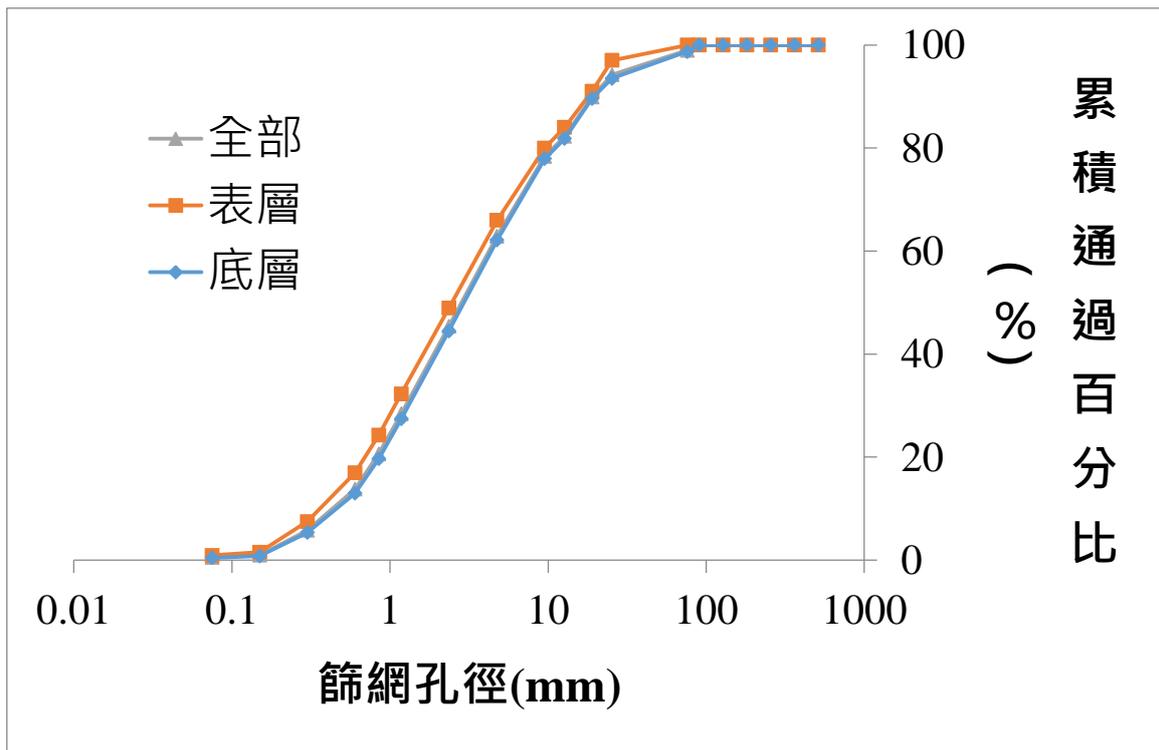


表 4-9 採樣紀錄表(7/8)

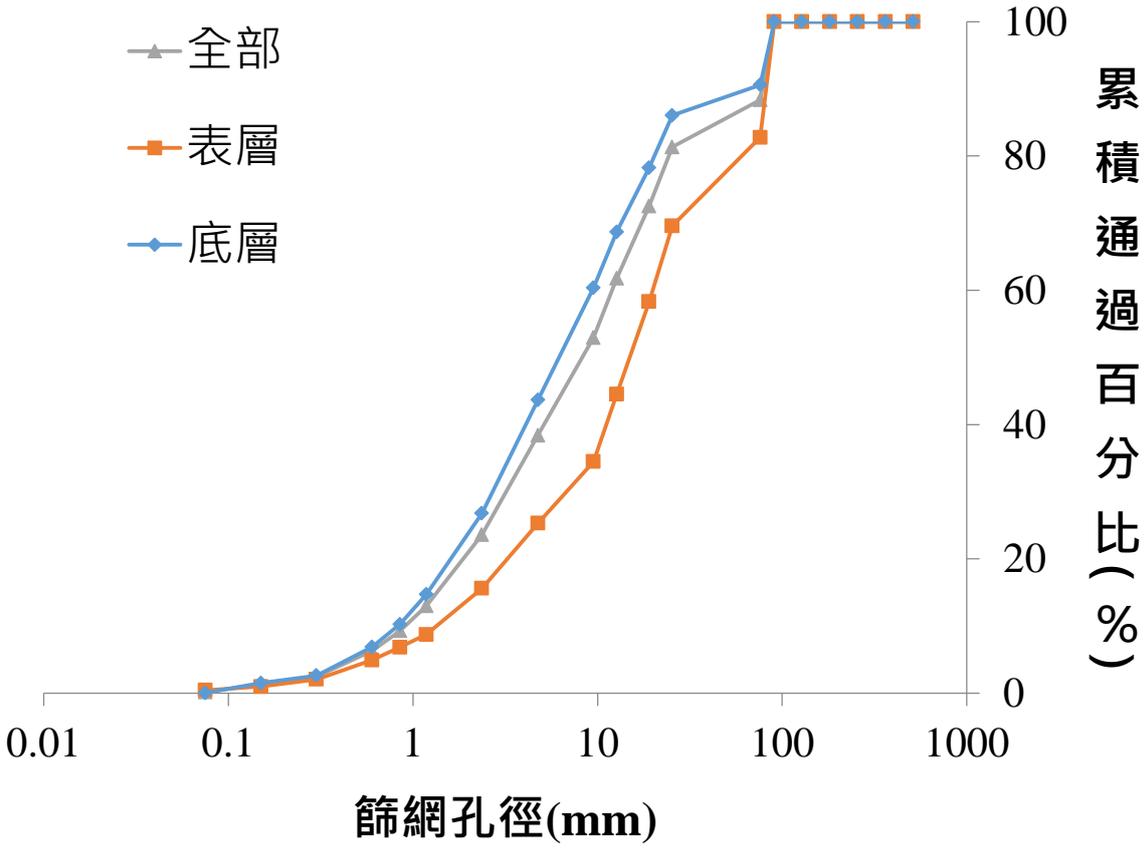
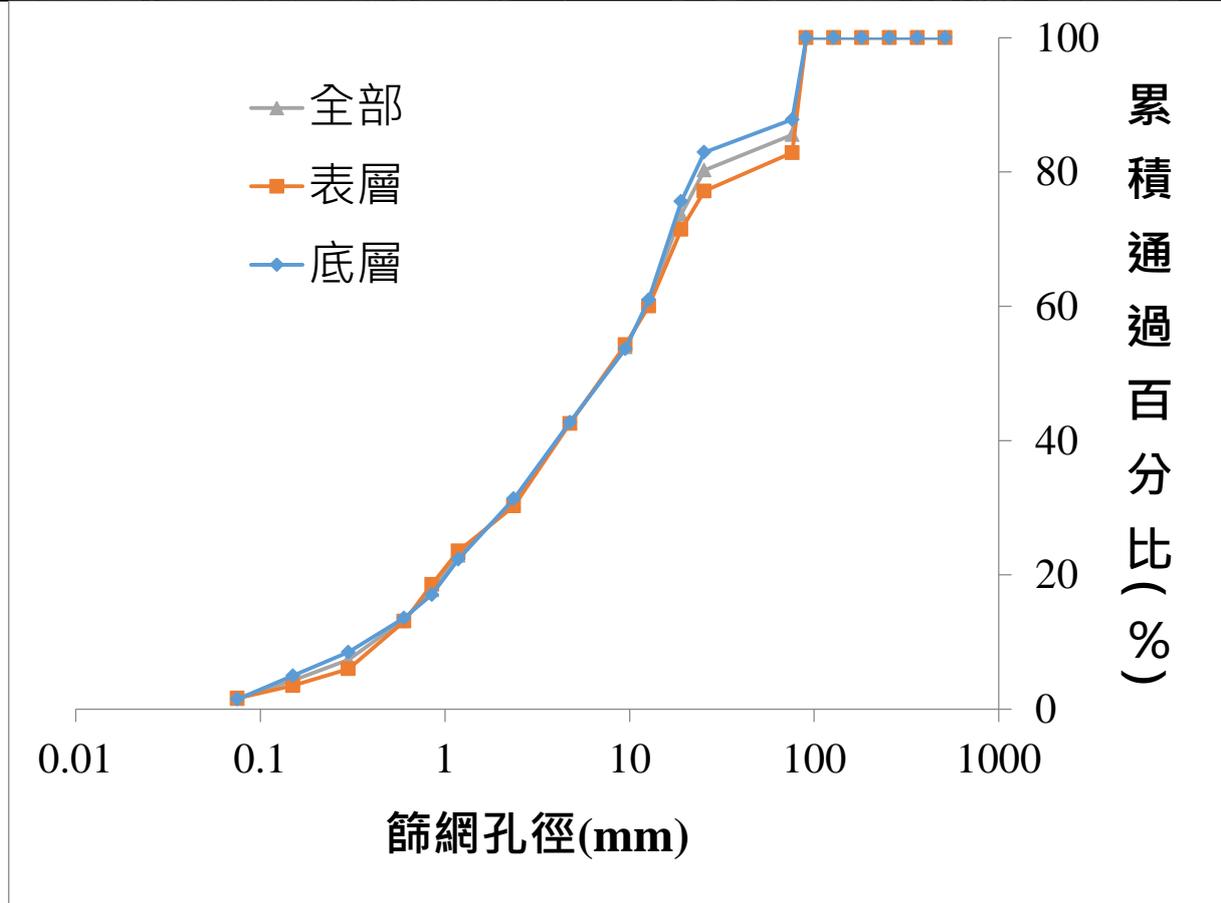
断面名稱：楓溪断面 4		断面描述																																																													
横座標	縱座標	楓溪至断面 4 以下為伏流水，多雜草礫石。																																																													
121°44'53.29"東	24°20'11.38"北																																																														
調查種類	體積法採樣																																																														
調查日期	106/06/28	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中																																																												
施作處																																																															
																																																															
 <p>Legend:          ▲ 全部          ■ 表層          ◆ 底層</p> <p>Y-axis: 累積通過百分比 (%)          X-axis: 篩網孔徑(mm)</p> <table border="1"> <caption>Estimated data from the grain size distribution graph</caption> <thead> <tr> <th>篩網孔徑 (mm)</th> <th>全部 (%)</th> <th>表層 (%)</th> <th>底層 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>15</td><td>10</td><td>15</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>30</td><td>20</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>45</td><td>30</td><td>45</td></tr> <tr><td>10</td><td>60</td><td>40</td><td>60</td></tr> <tr><td>20</td><td>75</td><td>55</td><td>75</td></tr> <tr><td>40</td><td>85</td><td>70</td><td>85</td></tr> <tr><td>75</td><td>95</td><td>85</td><td>95</td></tr> <tr><td>150</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>300</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>600</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>				篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)	0.075	0	0	0	0.15	0	0	0	0.3	0	0	0	0.6	5	5	5	1.2	15	10	15	2.5	30	20	30	5	45	30	45	10	60	40	60	20	75	55	75	40	85	70	85	75	95	85	95	150	100	100	100	300	100	100	100	600	100	100	100
篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)																																																												
0.075	0	0	0																																																												
0.15	0	0	0																																																												
0.3	0	0	0																																																												
0.6	5	5	5																																																												
1.2	15	10	15																																																												
2.5	30	20	30																																																												
5	45	30	45																																																												
10	60	40	60																																																												
20	75	55	75																																																												
40	85	70	85																																																												
75	95	85	95																																																												
150	100	100	100																																																												
300	100	100	100																																																												
600	100	100	100																																																												

表 4-10 採樣紀錄表(8/8)

断面名稱：楓溪断面 6		断面描述																																																					
横座標	縱座標	右岸為礫石護岸，與道路約有三米高的落差，左岸與山壁連接。																																																					
121°44'4.60"東	24°20'36.01"北																																																						
調查種類	體積法採樣																																																						
調查日期	106/06/28	調查單位：水利發展中心	調查人員：陳彥中																																																				
施作處																																																							
																																																							
 <p>Legend: 全部 (Total), 表層 (Surface), 底層 (Bottom)</p> <p>Y-axis: 累積通過百分比 (%) (Cumulative Percentage Passing)</p> <p>X-axis: 篩網孔徑(mm) (Sieve Size)</p> <table border="1"> <caption>Estimated data from the grain size distribution graph</caption> <thead> <tr> <th>篩網孔徑 (mm)</th> <th>全部 (%)</th> <th>表層 (%)</th> <th>底層 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.075</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>35</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>45</td><td>45</td><td>45</td></tr> <tr><td>5</td><td>55</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>10</td><td>65</td><td>65</td><td>65</td></tr> <tr><td>20</td><td>75</td><td>75</td><td>75</td></tr> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>75</td><td>95</td><td>95</td><td>95</td></tr> <tr><td>150</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>				篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)	0.075	5	5	5	0.15	10	10	10	0.3	15	15	15	0.6	25	25	25	1.2	35	35	35	2.5	45	45	45	5	55	55	55	10	65	65	65	20	75	75	75	40	85	85	85	75	95	95	95	150	100	100	100
篩網孔徑 (mm)	全部 (%)	表層 (%)	底層 (%)																																																				
0.075	5	5	5																																																				
0.15	10	10	10																																																				
0.3	15	15	15																																																				
0.6	25	25	25																																																				
1.2	35	35	35																																																				
2.5	45	45	45																																																				
5	55	55	55																																																				
10	65	65	65																																																				
20	75	75	75																																																				
40	85	85	85																																																				
75	95	95	95																																																				
150	100	100	100																																																				

### 4.3 各期河床質調查成果比較

除本次(106年)補充調查，和平溪另於民國 80、101 進行兩次河床質採樣。該三次河床質調查各斷面之平均粒徑與 D90 粒徑比較如圖 4-3 與圖 4-4 所示。其中 80 年採樣結果顯示鐵路橋下游斷面平均粒徑最大，該結果與一般認知河川越往下游河床質越細之趨勢不同，研判該現象可能肇因於早期之疏濬工作。另根據 101 年採樣結果，河床質經水流自然篩選後，大濁水橋以下之河床質已呈現越往下游越細之自然趨勢，惟累距 6,000 公尺以上之斷面 19 與 24 處之河床質仍較下游斷面為細，至本期(106年)調查，整體趨勢顯示自斷面 24 至河口處平均粒徑越往下游越小，與前期採樣結果相比，斷面 24 之平均粒徑與 D90 粒徑皆已較 101 年為大，顯示上游大顆粒之粒徑有持續下移趨勢；斷面 24 以下各斷面，與前期調查斷面間之粒徑分布較為紛亂之結果相較下，河床質細化，該結果應與和平溪下游河道寬廣平緩以及近年並無大型疏濬工程，河床質已漸漸回歸自然分布趨勢有關。

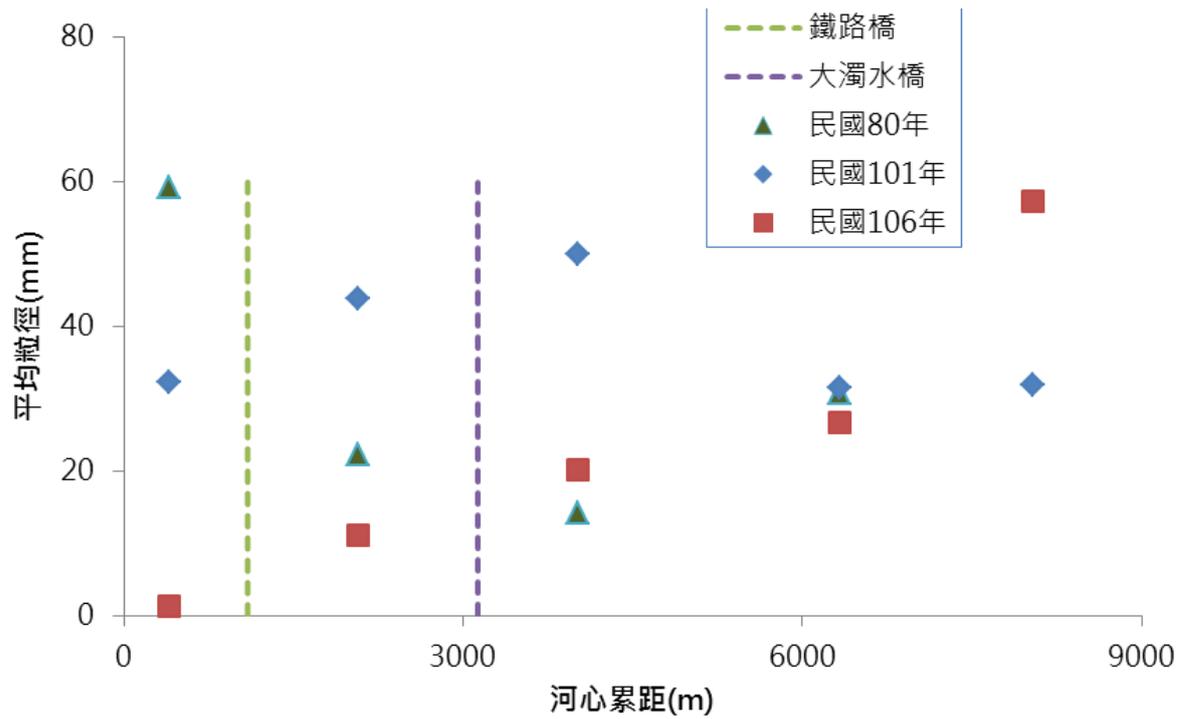


圖 4-3 和平溪歷年河床質平均粒徑比較圖

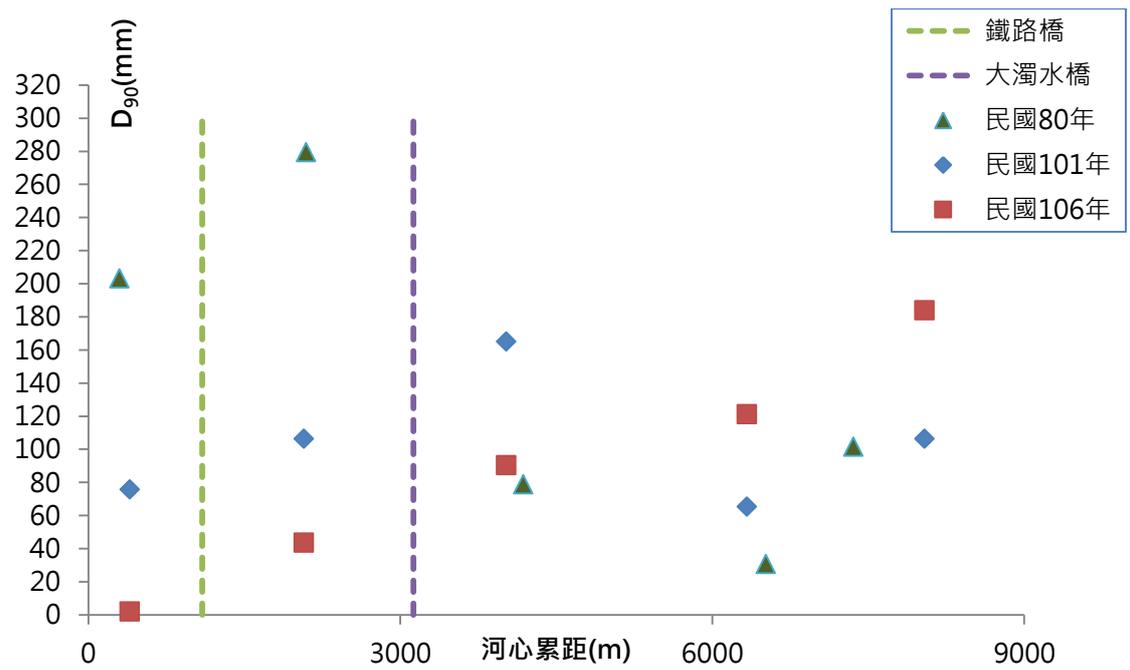


圖 4-4 和平溪歷年河床質 D90 粒徑比較圖

