

雨量計校驗特殊案例探討(1)

國內常見雨量計校驗器差分析探討

謝黎惠 簡振和 陳明仁

國立臺灣大學水工試驗所水文儀器
(雨量計)校正實驗室



1. 傾斗式雨量計相對器差

1.1 運作原理及器差原因

1.2 相對器差與分辨力、雨強的關係

1.3 實驗室校正經驗分享

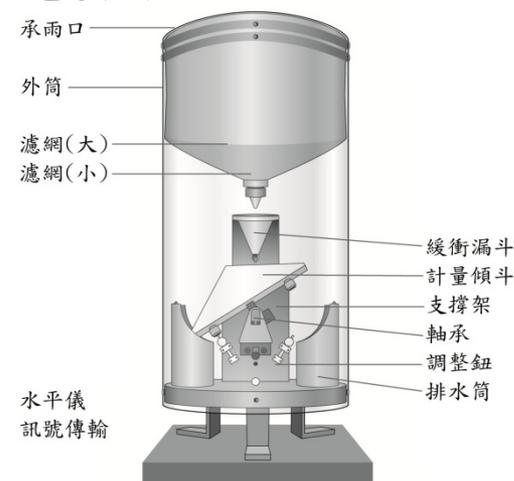
2. 雨量計之選用與校正報告判讀

2.1 雨量計器差

2.2 外觀及耐久性

2.3 穩定性

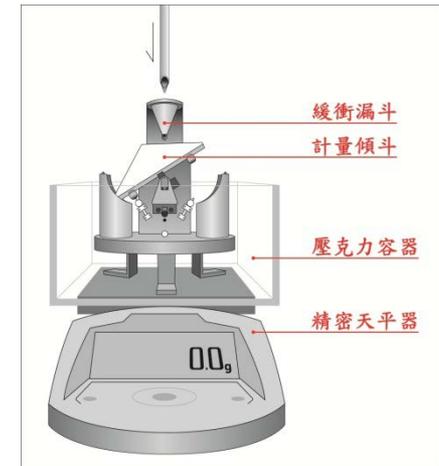
3. 結語



1.1 傾斗式雨量計的器差及原因

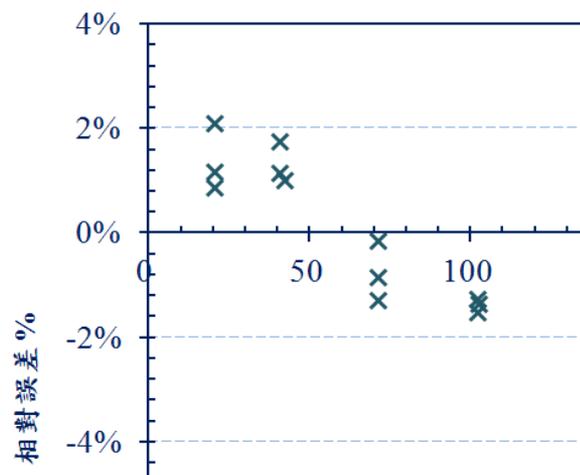
- 承雨面積：314cm² (直徑20cm)
- 分辨力1.0mm→每傾斗標稱容量31.4mL
分辨力0.5mm→每傾斗標稱容量15.7mL

傾斗翻傾時持續注入、而未被計量之雨水
是主要誤差原因

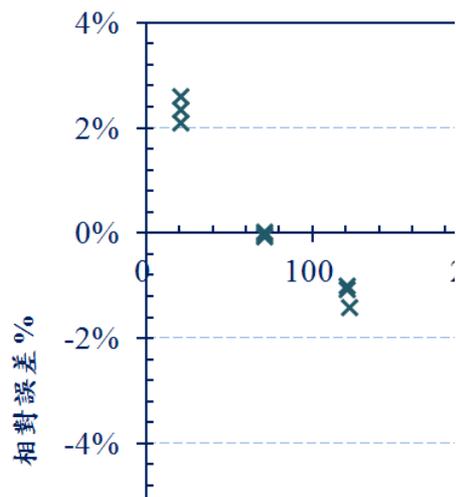


模擬雨強 (mm/h)	分辨力1.0mm 每一傾斗量	分辨力1.0mm 與標稱值之器差	分辨力0.5mm 每一傾斗量	分辨力0.5mm 與標稱值之器差
20	30.58	2.62%	15.46	1.55%
70	31.30	0.31%	15.79	-0.58%
200	32.17	-2.46%	16.26	-3.58%
300	32.74	-4.25%	16.78	-6.87%

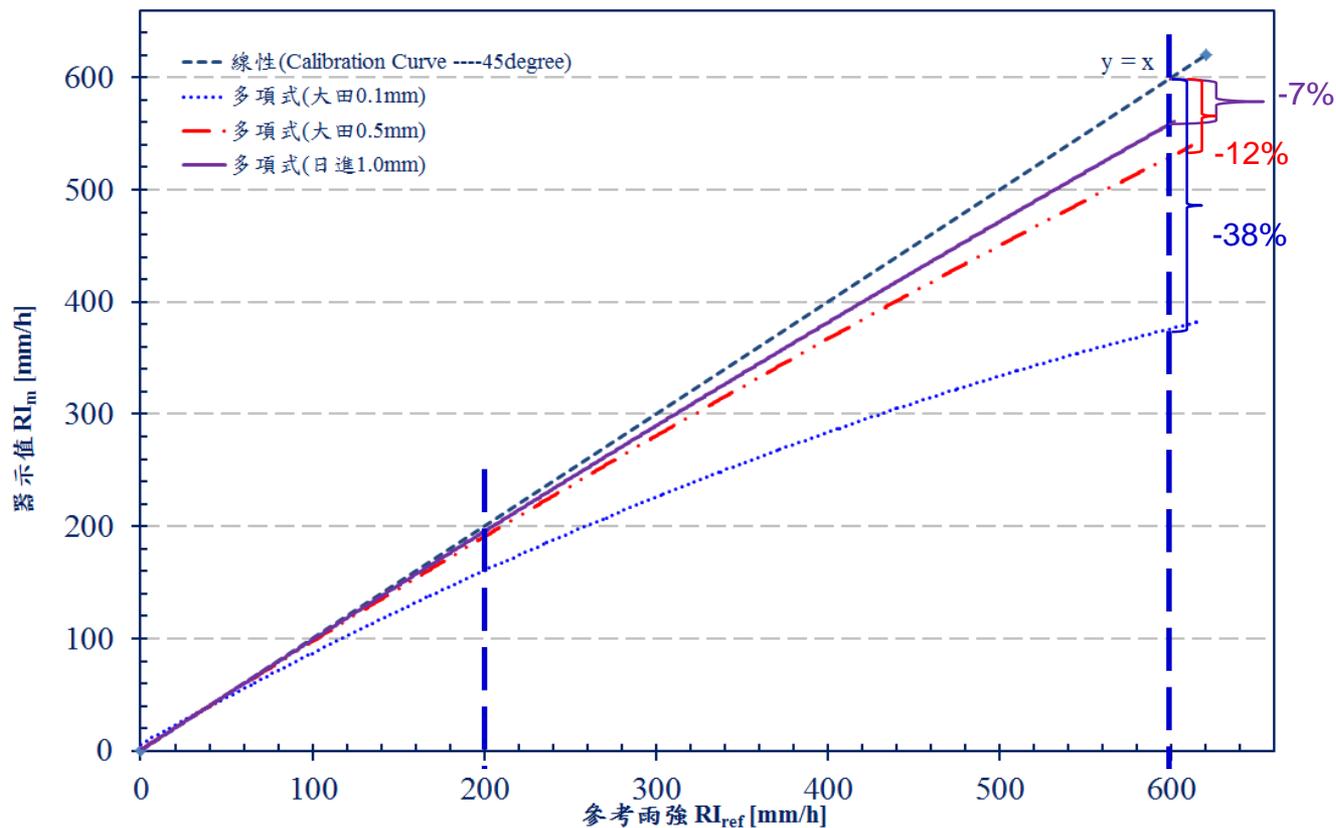
1.2 分辨力0.5mm在各模擬雨強下之相對器差



1.2 分辨力1.0mm在各模擬雨強下之相對器差



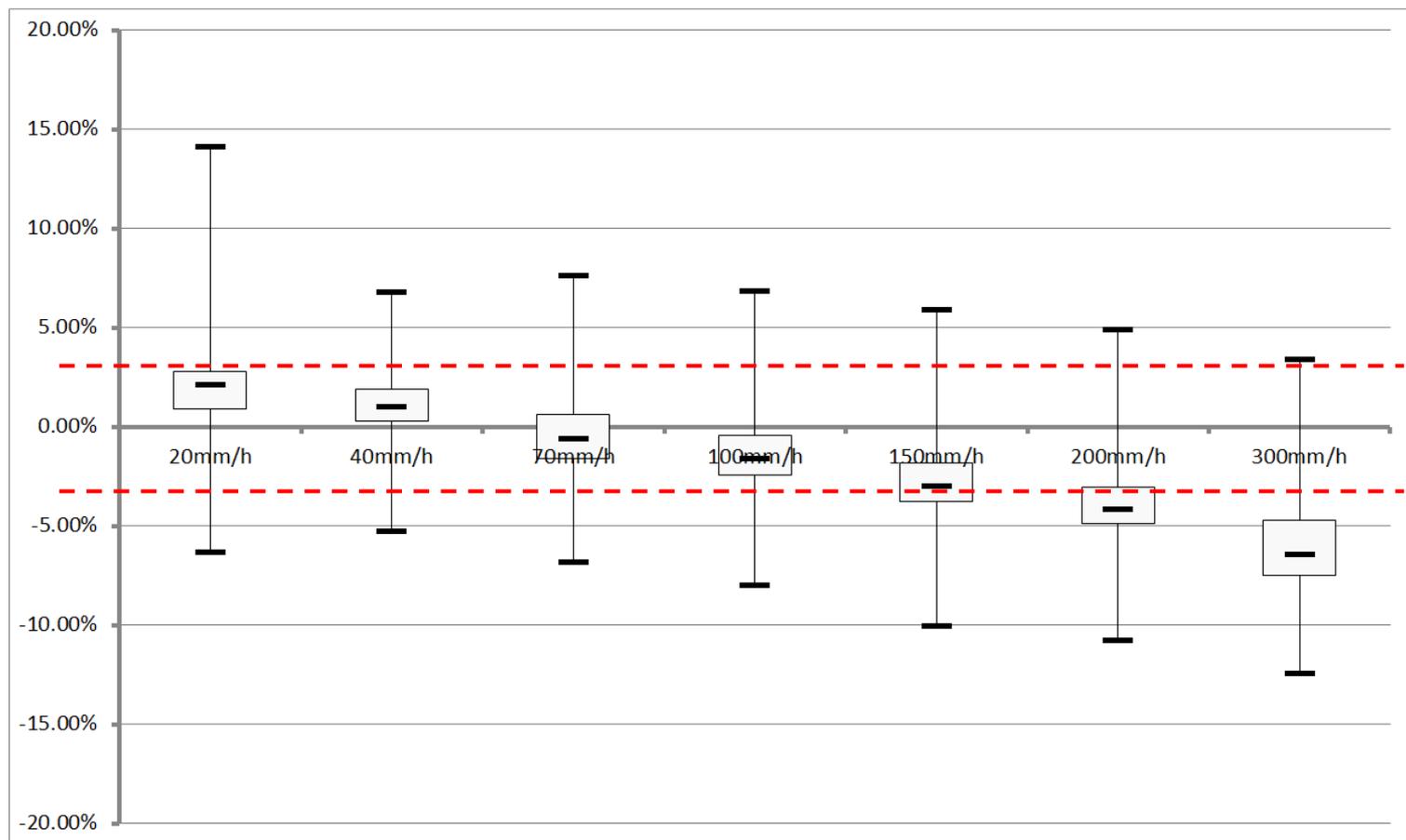
1.2 不同雨強下、不同分辨力雨量計的量測表現



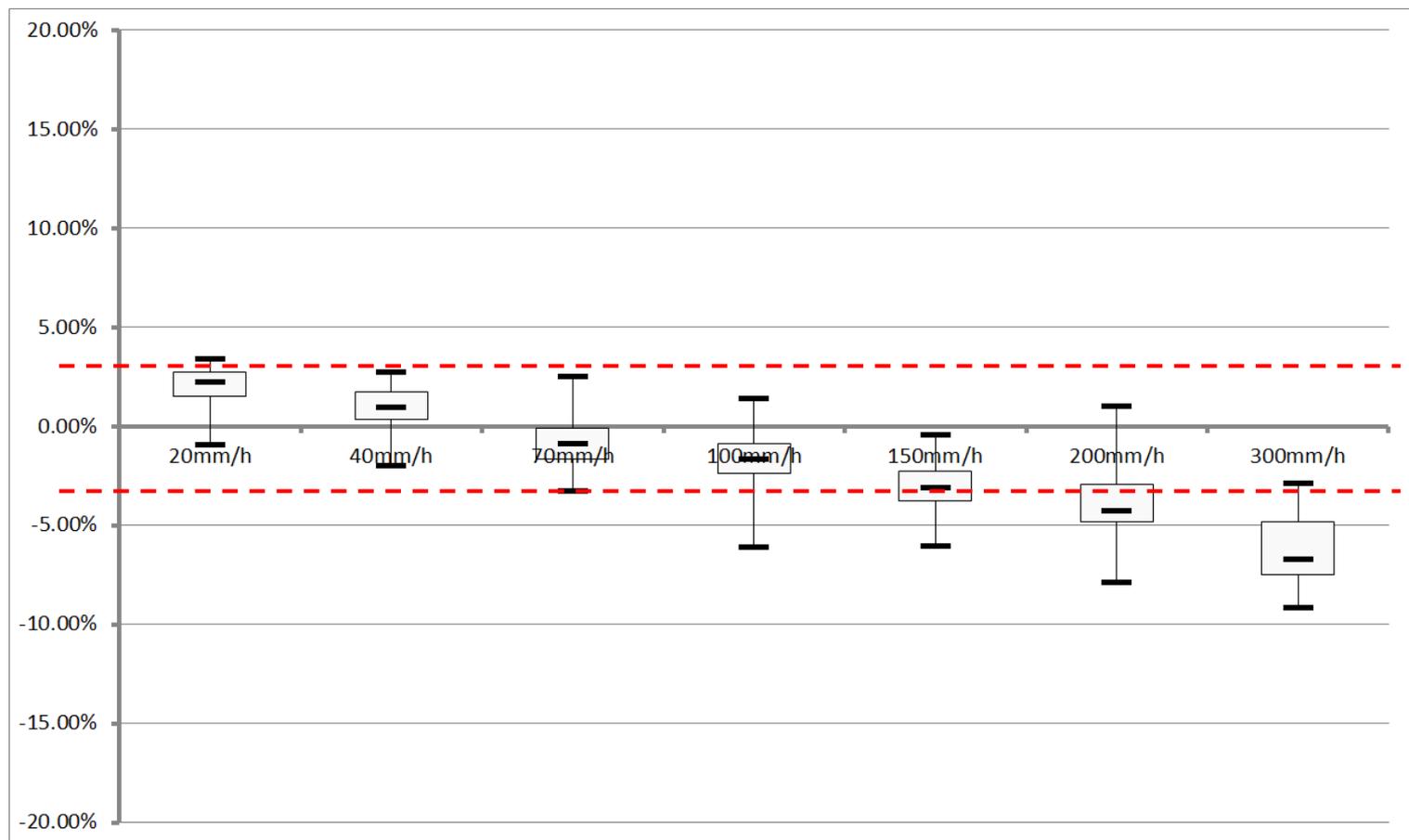
1.3 312件受校雨量計基本資料

廠牌 \ 分辨力	0.1mm		0.2mm		0.5mm		1.0mm		總計
	新品	舊品	新品	舊品	新品	舊品	新品	舊品	
GreenSpan						2			2
Hydro-Serv.					5	1		10	16
NESA			4						4
Pronamic							1		1
RIMCO						6			6
Texas			5	1					6
大田OTA	1				3	1		1	6
小松Komatsu							1	6	7
小笠原								1	1
日達					6		1		7
台禹					2		22		24
竹田					14	14	96	101	225
松田								7	7
總計	1	0	9	1	30	24	121	126	312

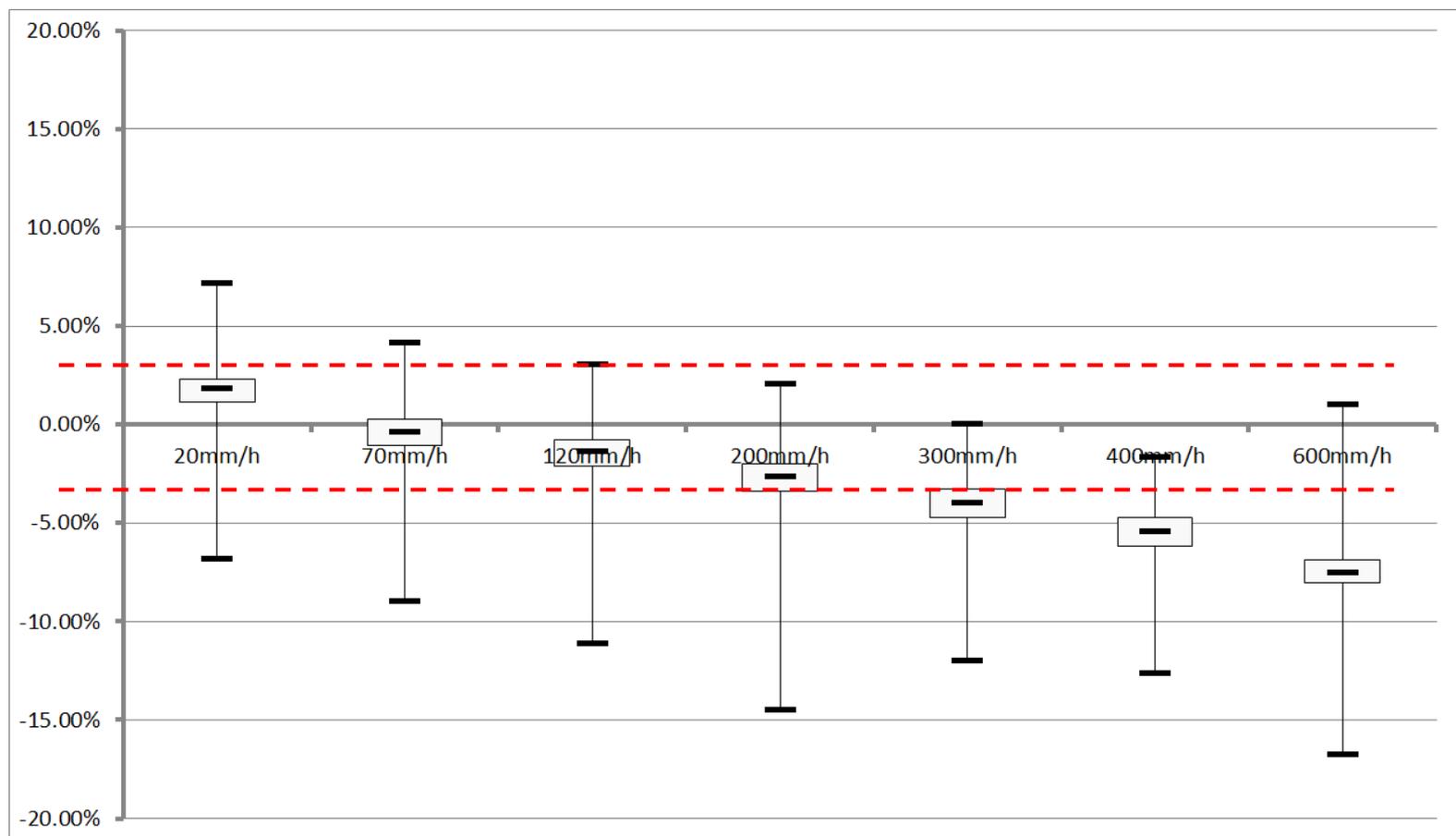
1.3 分辨力0.5mm 54件樣本相對器差盒狀圖



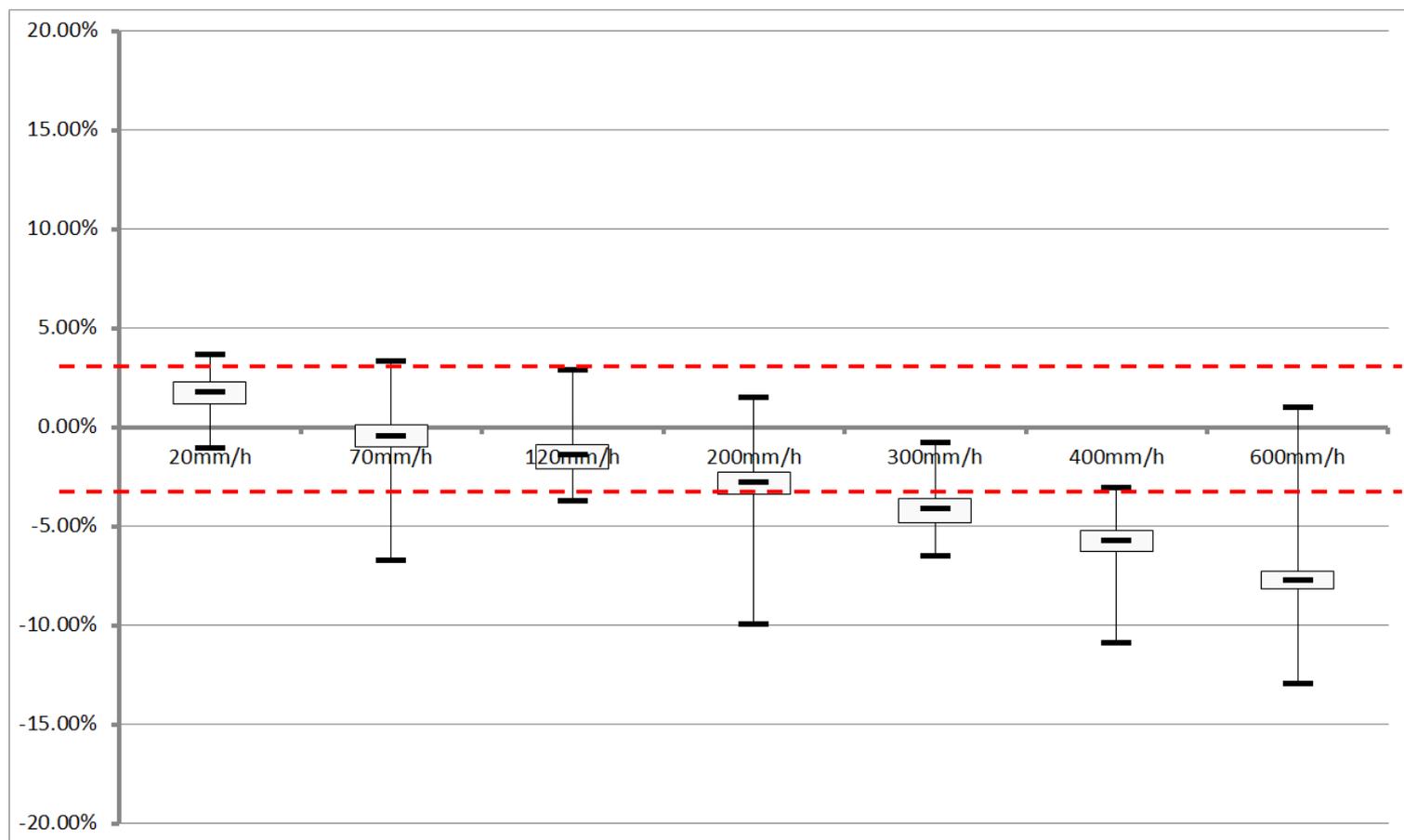
1.3 新品分辨力0.5mm 30件樣本相對器差盒狀圖



1.3 分辨力1.0mm 247件樣本相對器差盒狀圖



1.3 新品分辨力1.0mm 120件樣本相對器差盒狀圖





2.雨量計之選用與檢校報告判讀

- 雨量計器差符合氣象局公差
- 計量穩定性
- 耐久性：材質

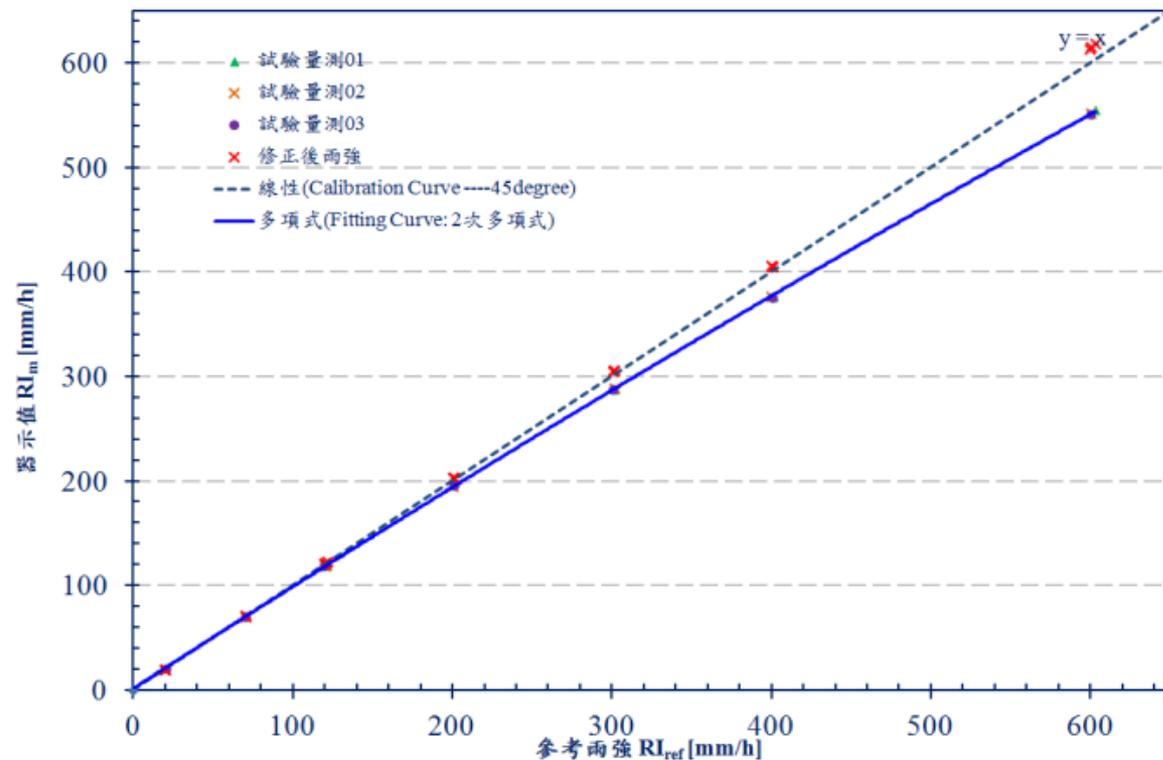
2.1 受校雨量計校正前檢查結果

檢查項目	正常	異常	異常說明或其他註記
外觀檢視	V		承雨口是否變形？
動作檢查	V		<p>1.穩定性檢測選用模擬雨強：603 mm/h</p> <p>2.穩定性檢測以上述模擬雨強至少續續1分鐘或讓傾斗翻傾50次以上，檢視傾斗翻傾動作是否正常？</p> <p>3.記錄超出5%離群值數量百分比：0% ； 最大之離群值：6.391 （參考值：6.494 ）。</p> <p>1.訊號正確傳輸？ 2.左右傾斗量一致？</p>

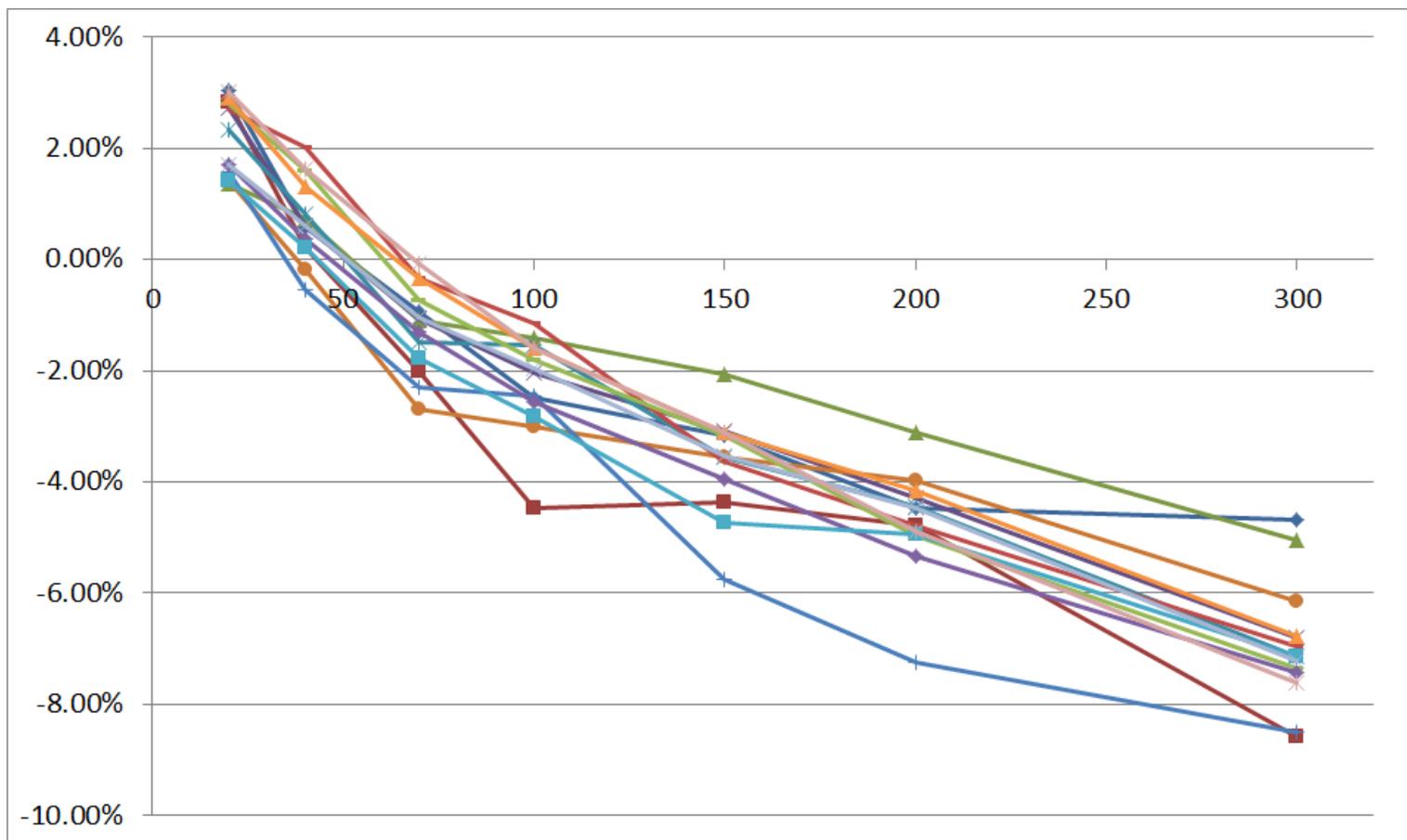
項目	承雨器集雨面積				相對器差 (%)	擴充不確定度 (%)
	標稱值 (參考標準)		承雨器內徑量測值			
構件	D_{ref} :	200 (mm)	\bar{D}_m :	199.74 (mm)	-0.26	0.99
	A_{ref} :	31400 (mm ²)	A_m :	31318 (mm ²)		

2.1 雨量計器差校正結果

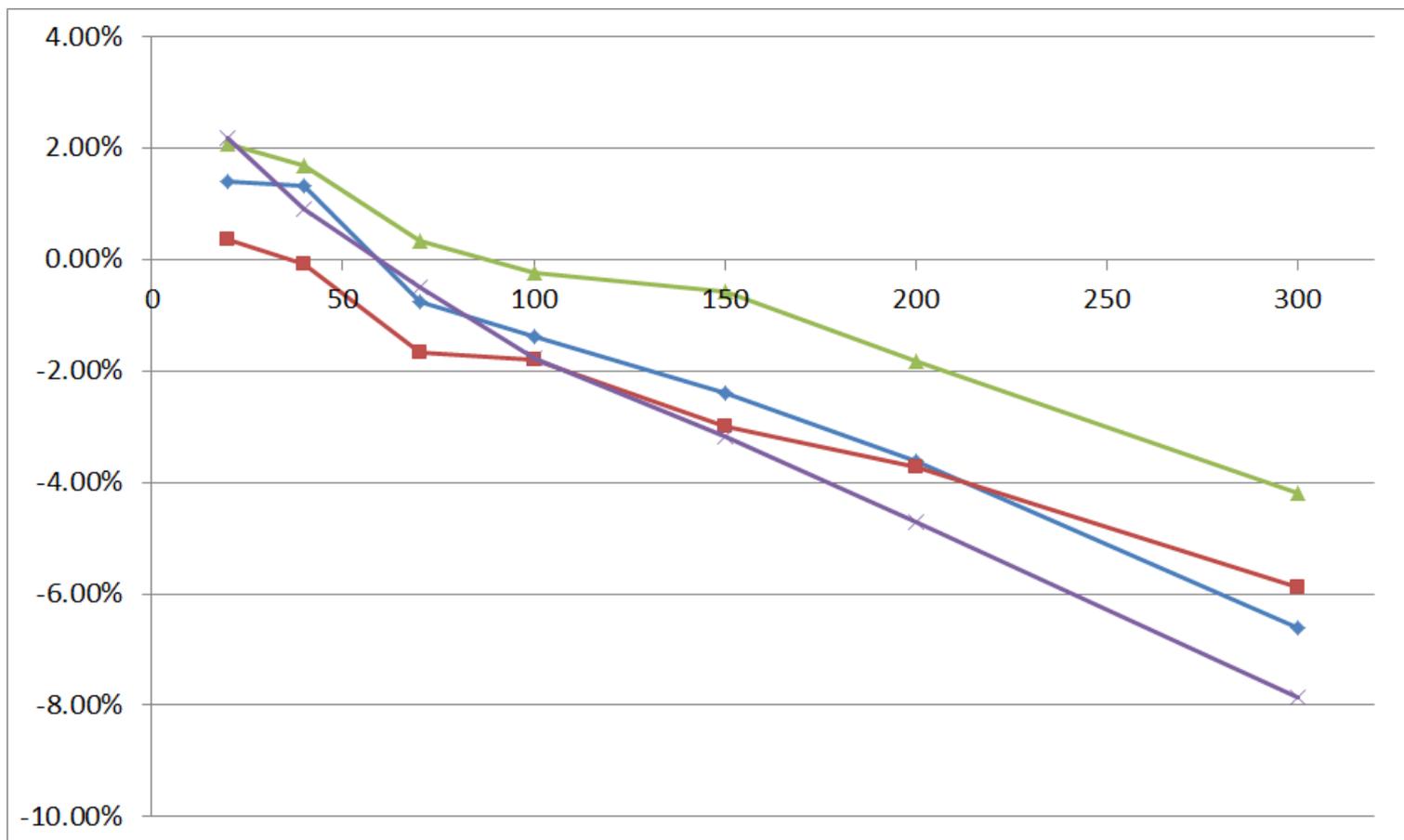
組別	參考雨強 RI_{ref} (mm/h)	雨量器示值 RI_m (mm/h)	原始相對器 差 RE (%)	修正雨強 RI_{adj} (mm/h)	修正後相對 器差 RE_{adj} (%)	擴充不確 定度 (%)
1	19.92	20.39				
2	70.30	70.29				
3	120.43	119.05				
4	200.72	195.28				
5	301.25	288.03				
6	400.49	375.96				
7	600.94	552.18				



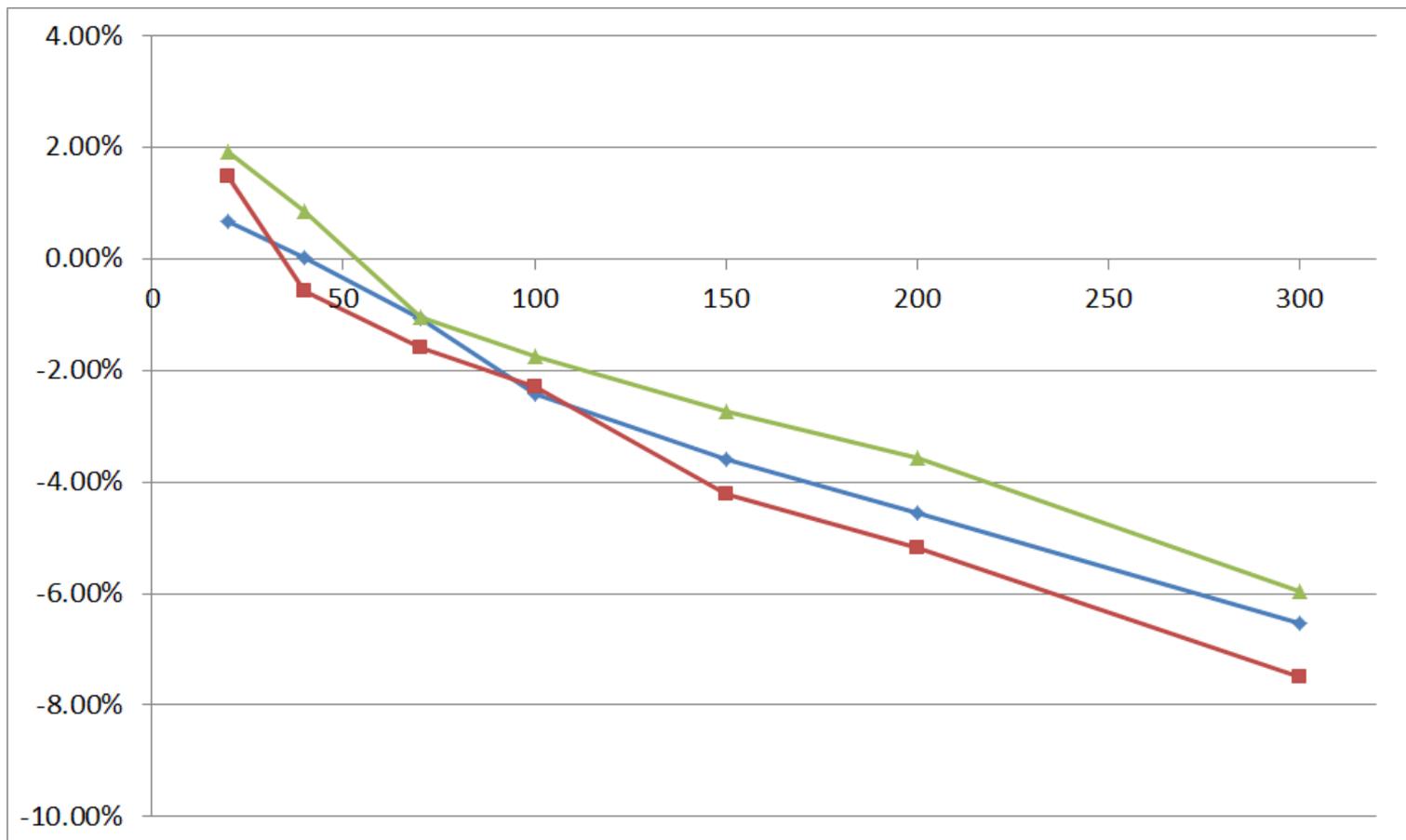
2.1 竹田0.5mm新品(14件)



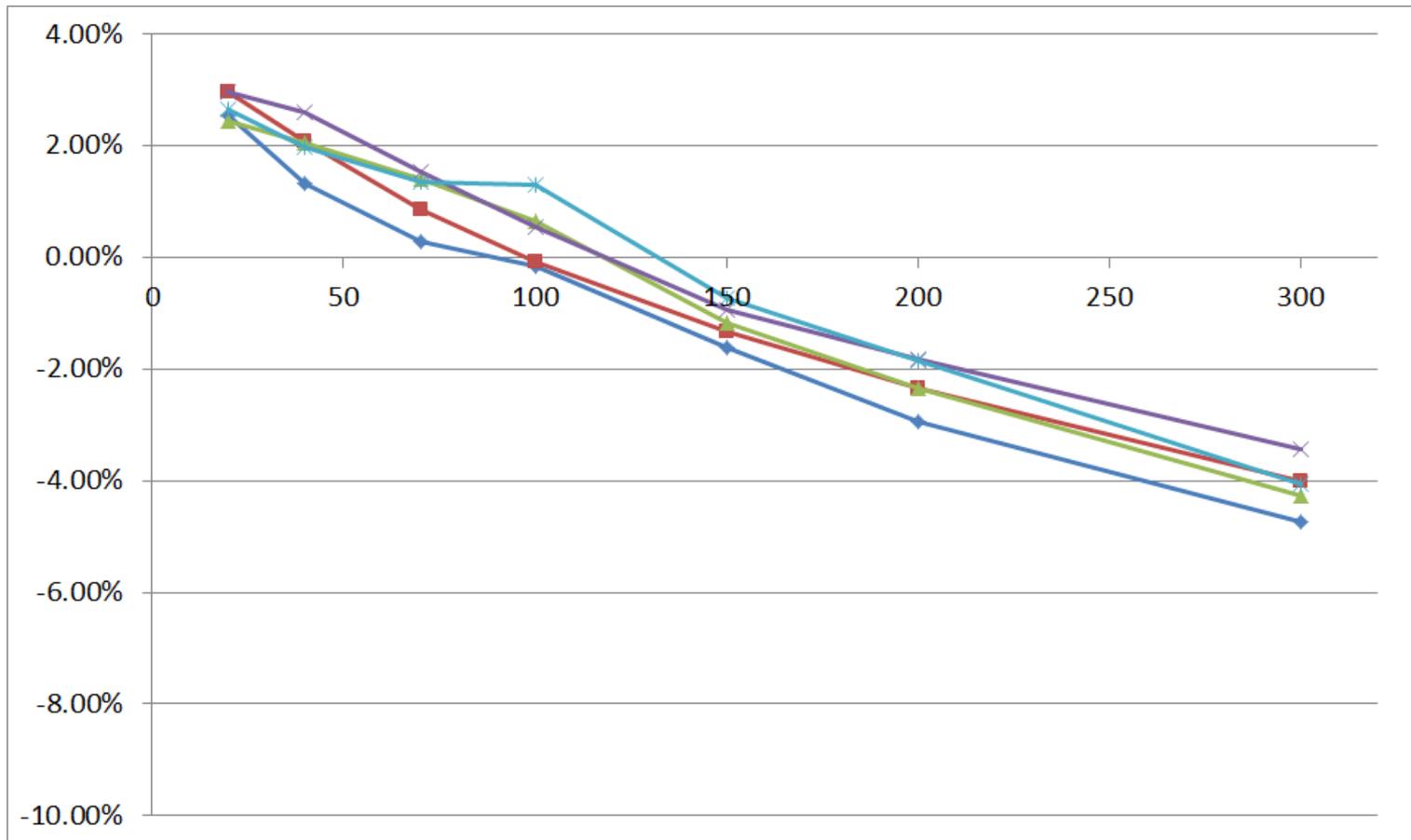
2.1 日進0.5mm新品(4件)



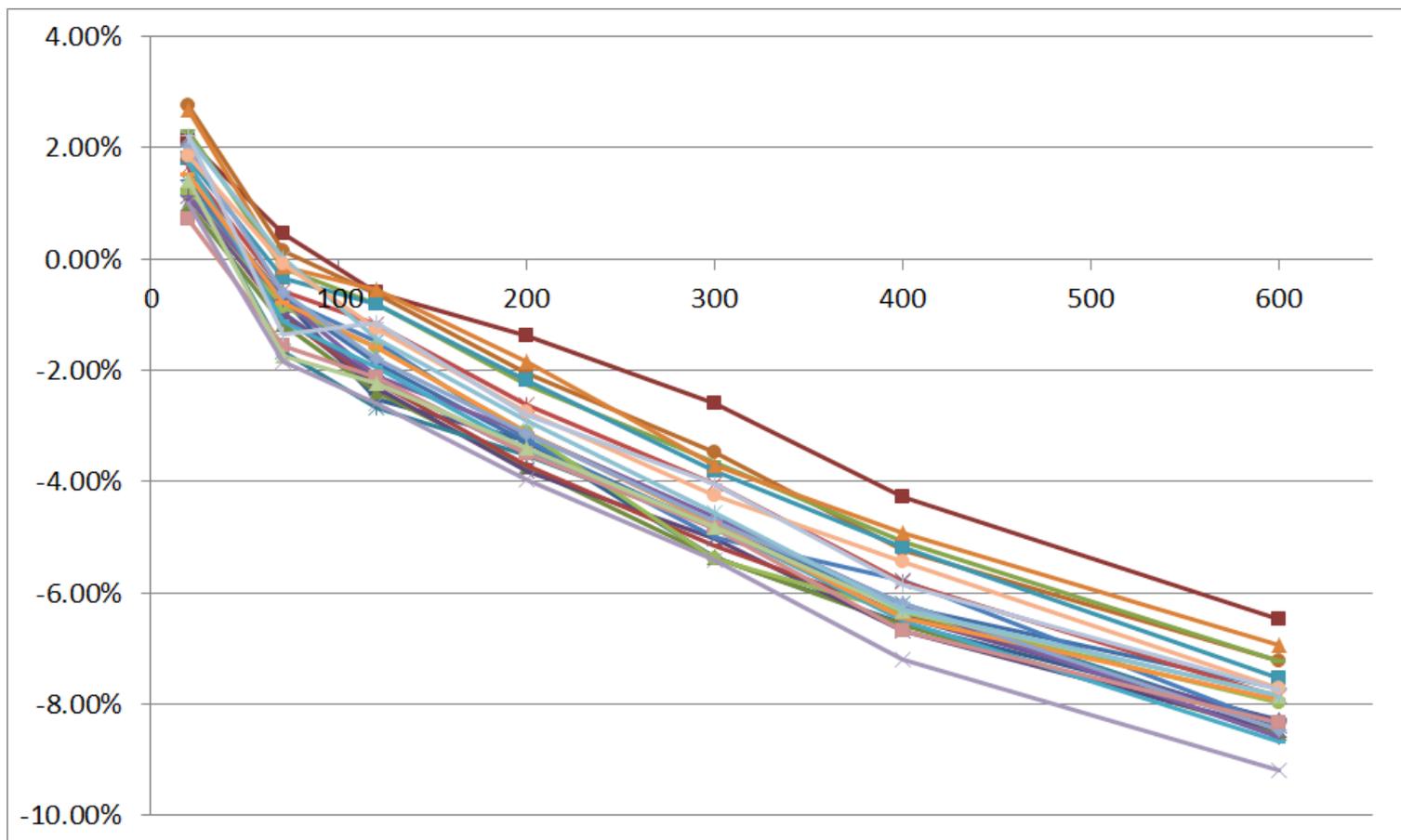
2.1 大田0.5mm新品(3件)



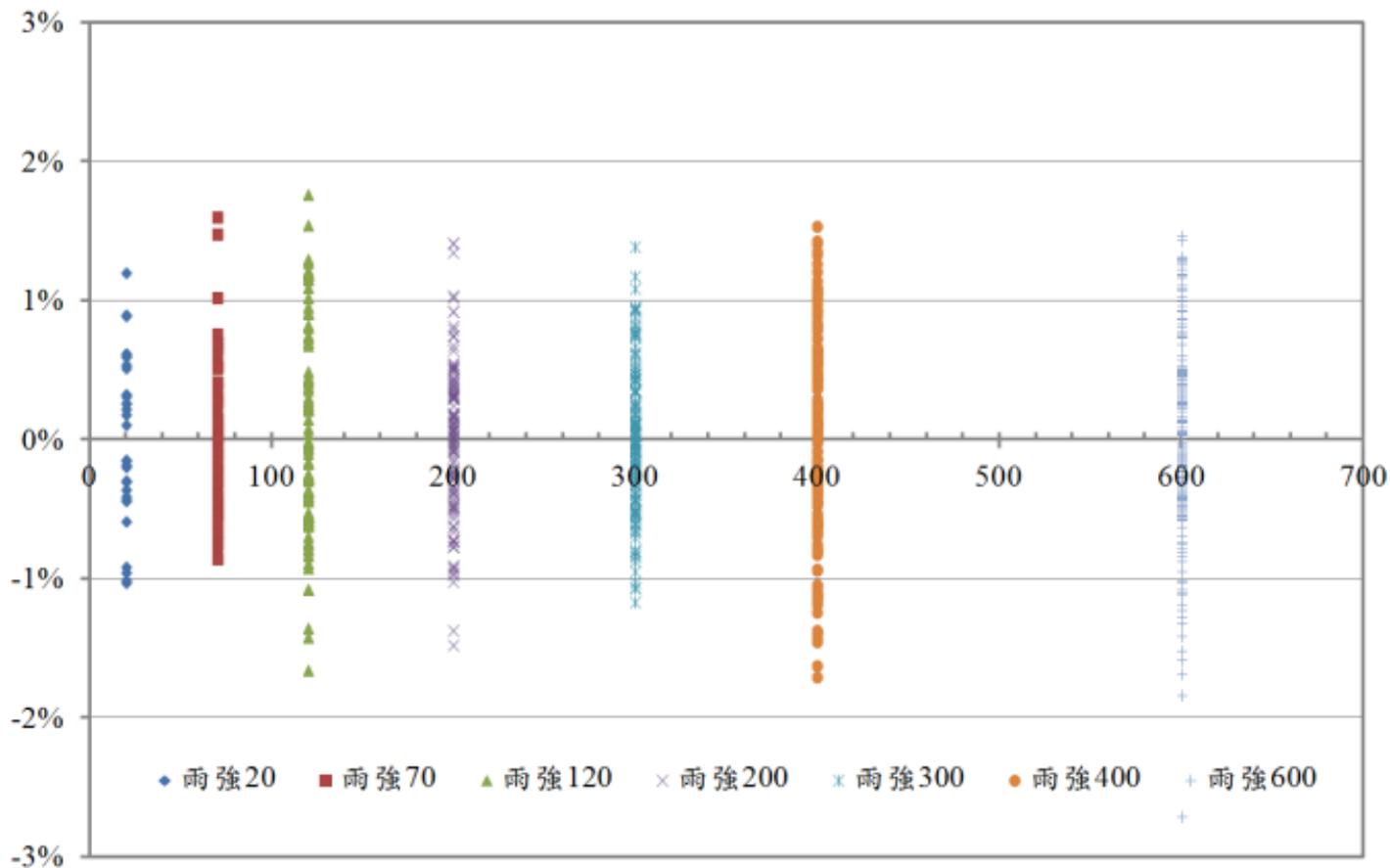
2.1 H.S 0.5mm新品(5件)



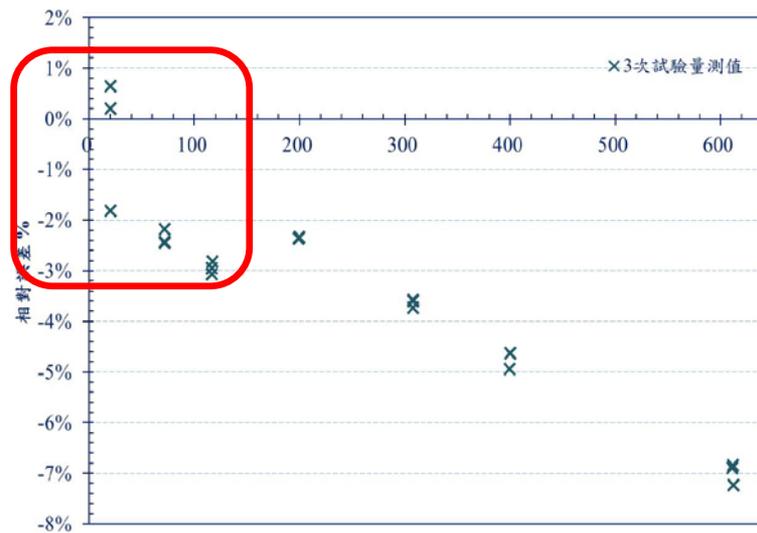
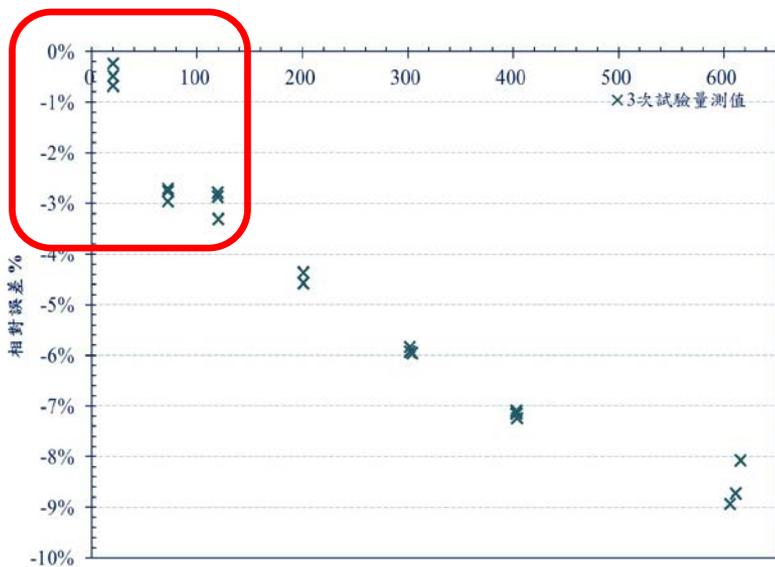
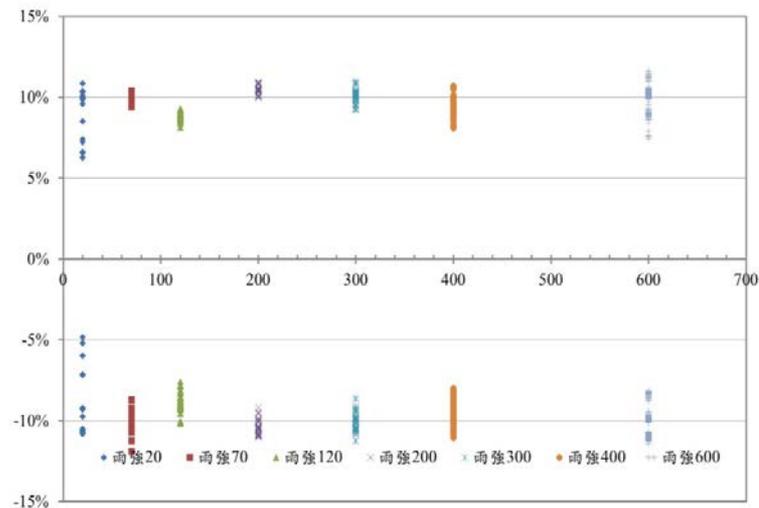
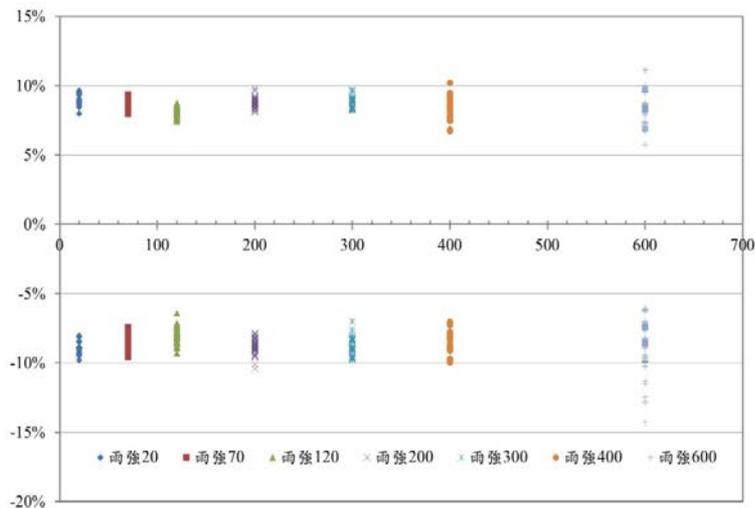
2.1 竹田1.0mm新品(25件)-2016



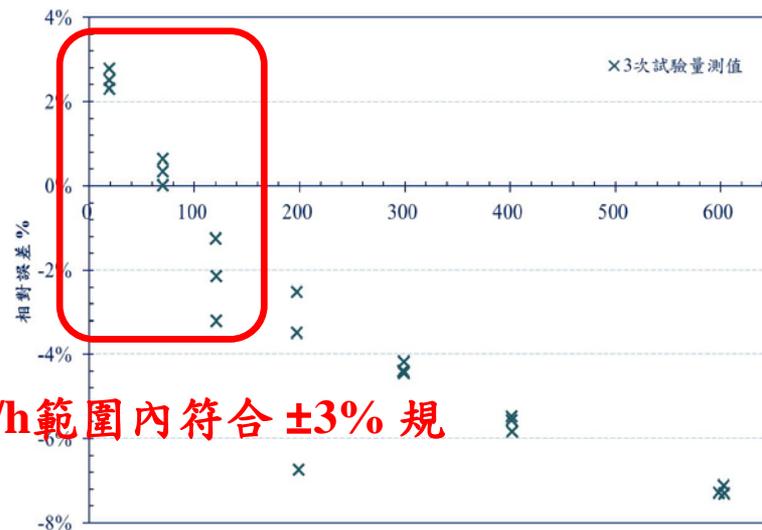
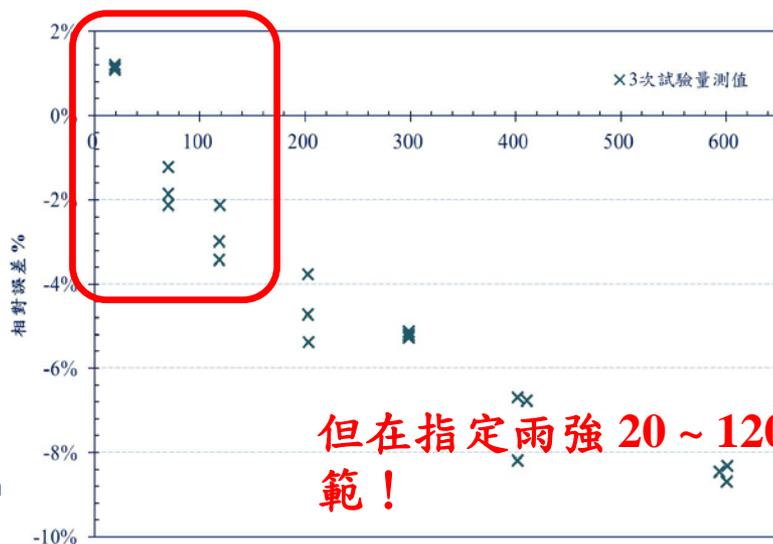
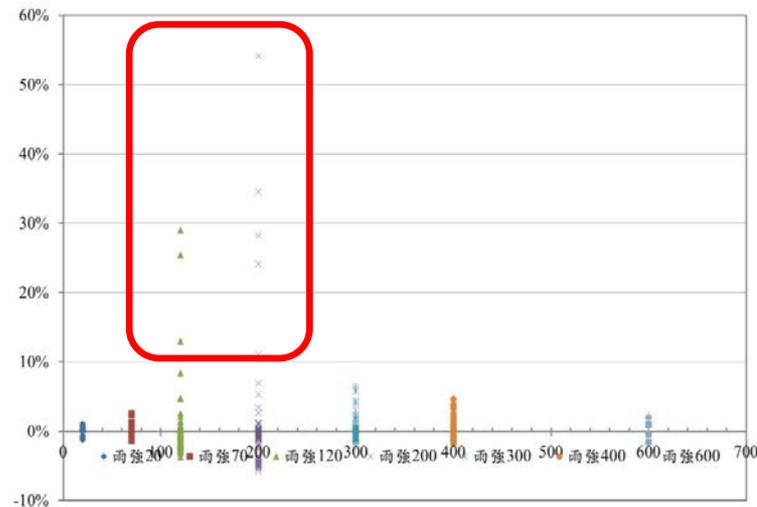
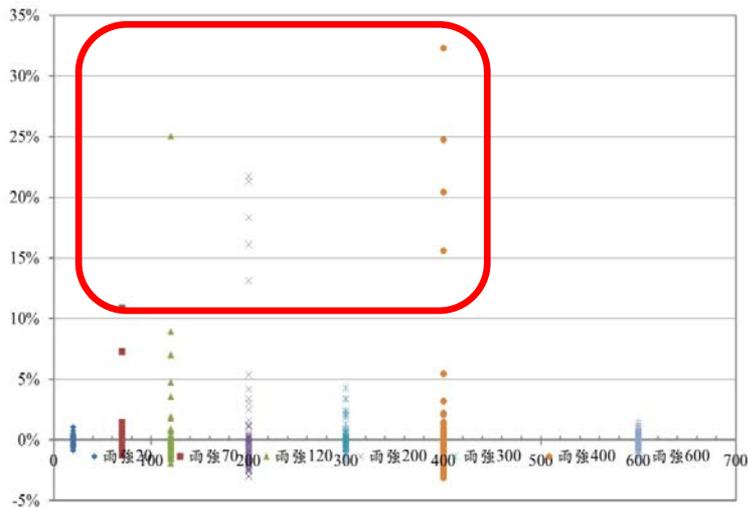
2.2 穩定性：受校雨量計左右傾斗翻傾離散分析



左右傾斗翻傾時間不均



■ 軸承問題



但在指定雨強 20 ~ 120 mm/h 範圍內符合 $\pm 3\%$ 規範！

2.3 耐久性：雨量計材質



2.3 耐久性：雨量計材質



3. 結語

藉由分享實驗室2年來檢校3百餘部雨量計的經驗，希望雨量計使用者可以有更充分的資訊採購符合自身目的之雨量計，同時理解傾斗式雨量計觀測的限制、維護保養及定期校正的重要性。

- 建議使用者採購時需釐清自身觀測目的，選用適當分辨力的雨量計。目標觀測雨強小於100mm/h，建議使用分辨0.5mm雨量計；目標觀測雨強大於70mm/h，建議採用分辨1.0mm雨量計。
- 雨量計應定期安排送校正實驗室進行校正，以維持其能提供正確的降雨觀測。
- 建議雨量計所有權人應完整檢示校正報告，了解所採購之雨量計品質。



國立台灣大學 水工試驗所 水文量測技術研發暨服務中心

水文觀測儀器(雨量計)校正實驗室

Hydrological Instruments Calibration Laboratory

[實驗室簡介](#) [校驗服務](#) [客戶登入](#) [最新消息](#) [FAQ](#) [聯絡資訊](#) [網站導覽](#)



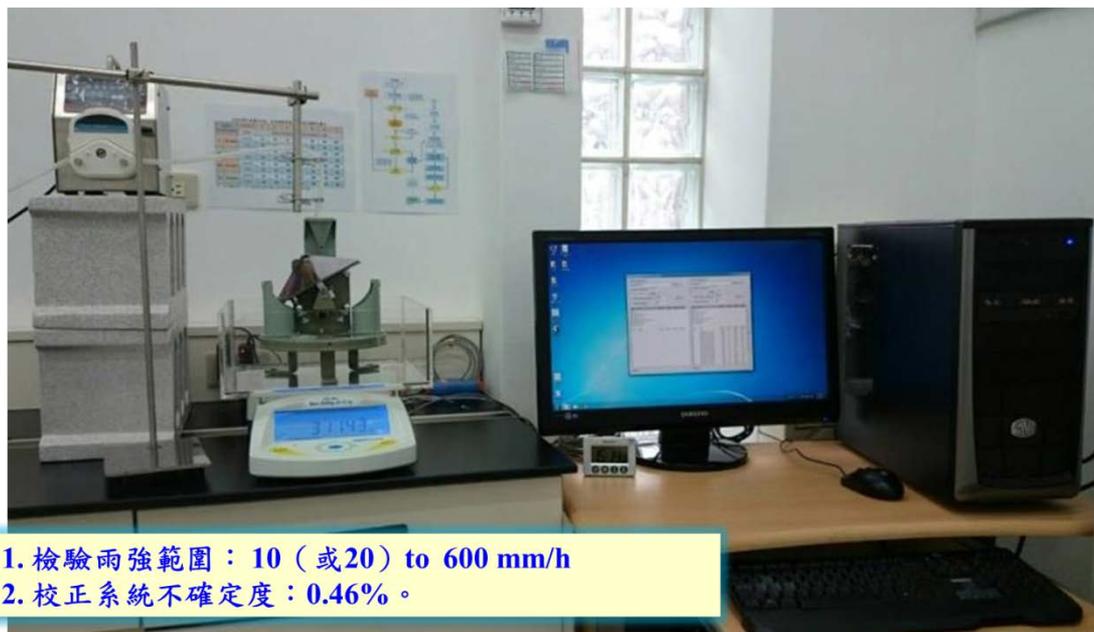
© 2015 國立臺灣大學 水工試驗所 水文觀測儀器校正實驗室
電話：(02)3366-2644·傳真：(02)3366-5866·E-Mail：gracehsieh@ntu.edu.tw
地址：台北市大安區10673舟山路158號 臺大水工所

[連絡我們](#)



1

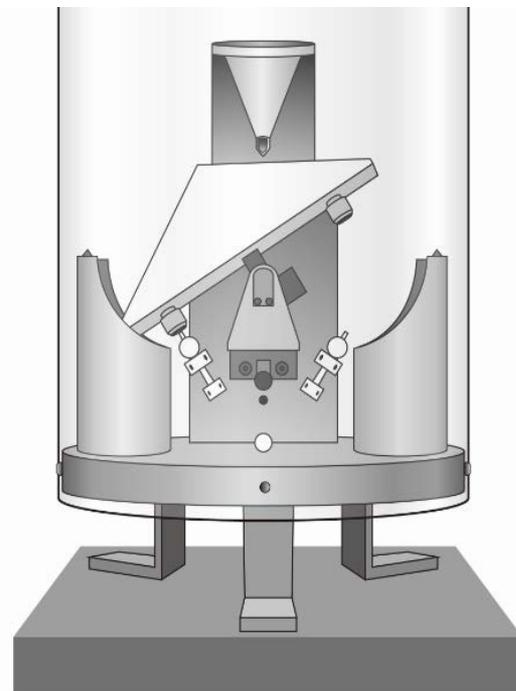
台大水工所水文儀器（雨量計）校正實驗室 (TAF認證編號：2859)



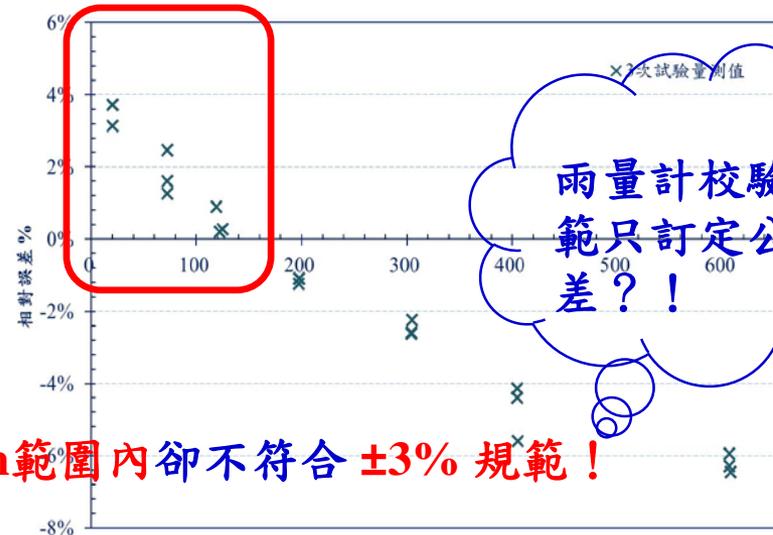
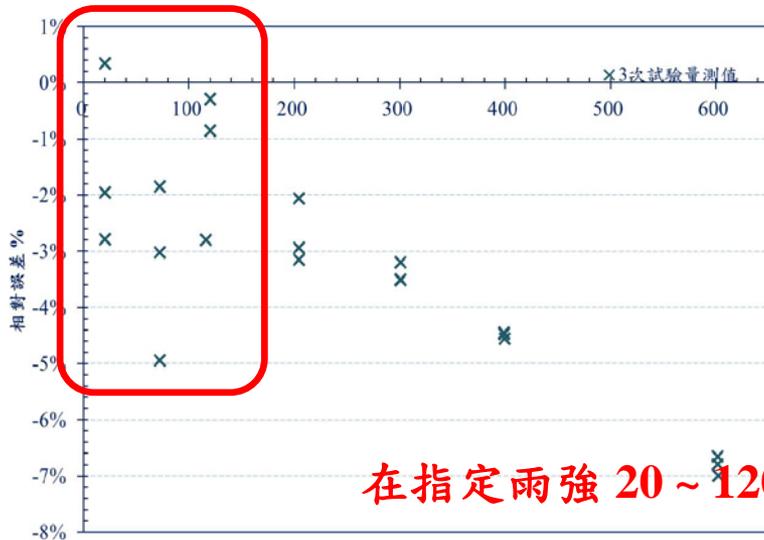
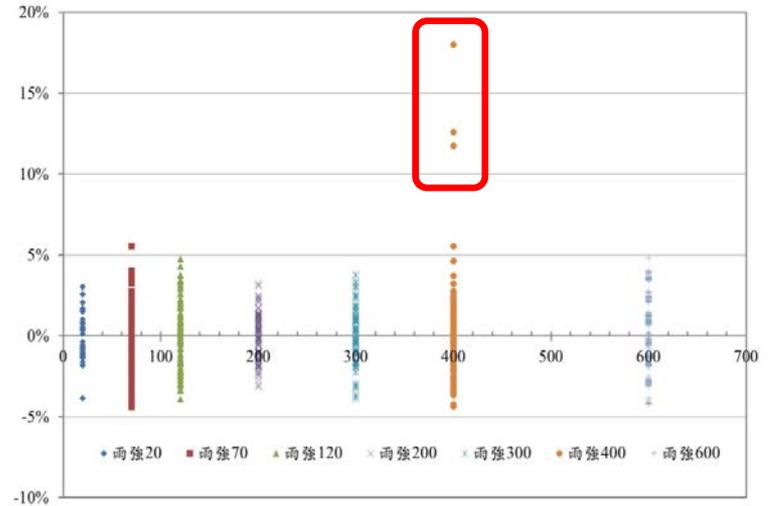
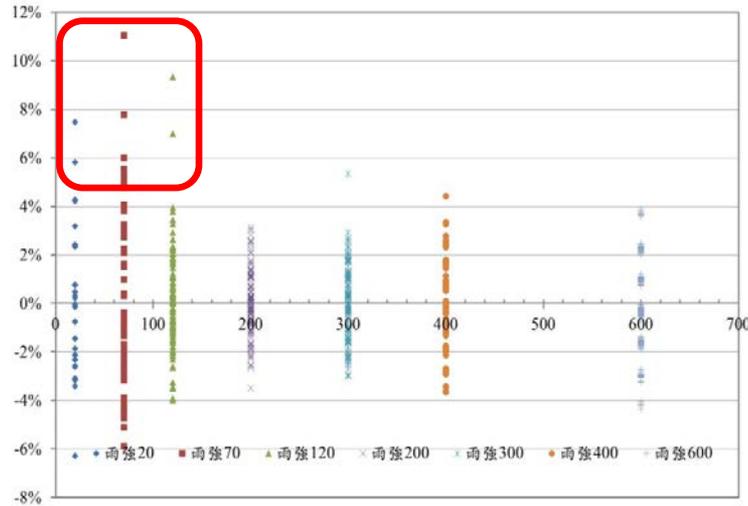
1. 檢驗雨強範圍：10（或20）to 600 mm/h
2. 校正系統不確定度：0.46%。

校正過程中發現影響計量機制的狀況

- 左右傾斗翻傾時間不均
- 軸承問題：摩擦（軸承變形、寶石破裂）
- 磁簧問題：無訊號、一翻傾二個Pulse
- 髒污：承雨口、傾斗
- 結構問題：重錘鬆脫、墊石脫落、...



■ 軸承問題

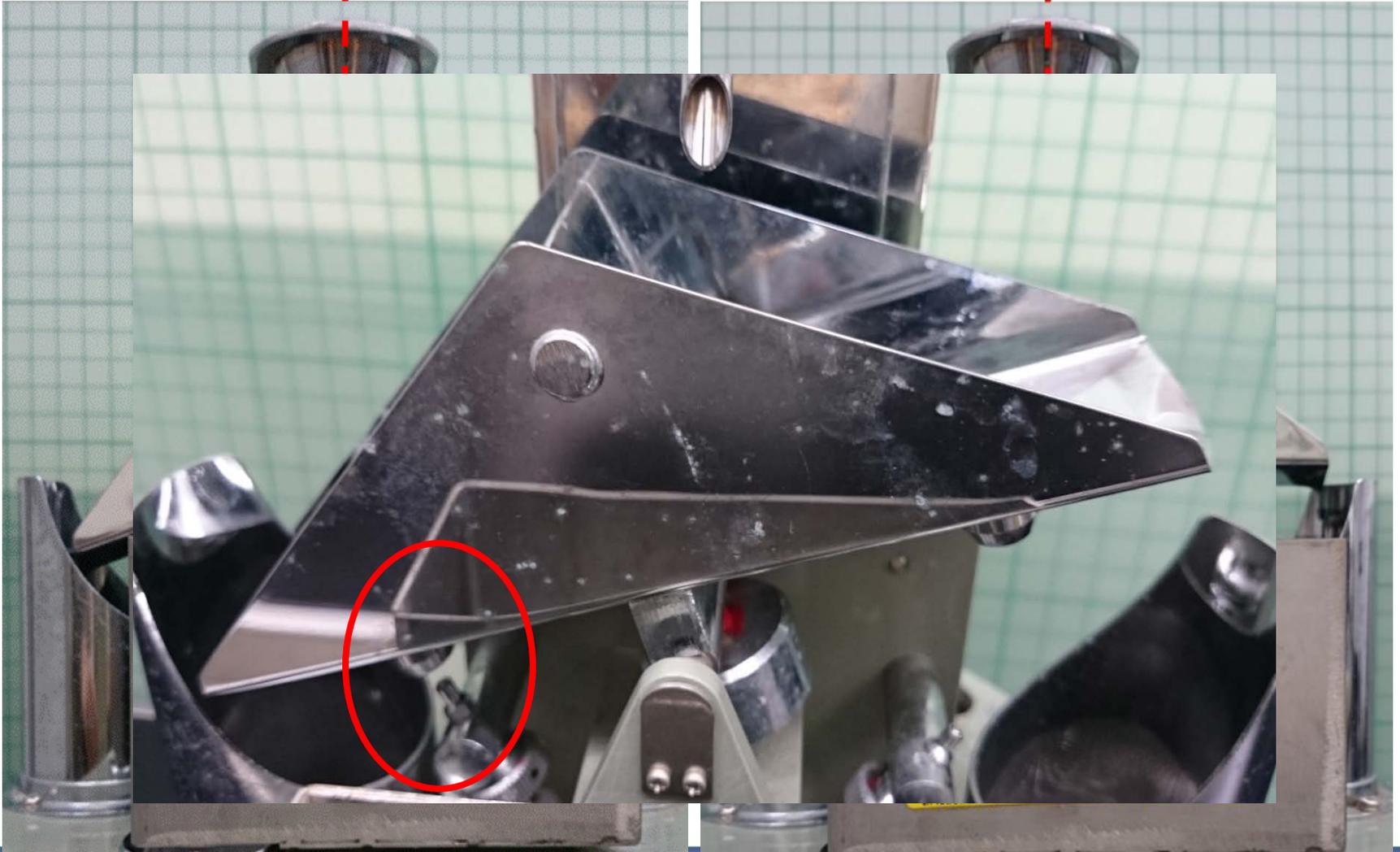


雨量計校驗規
範只訂定公
差?!

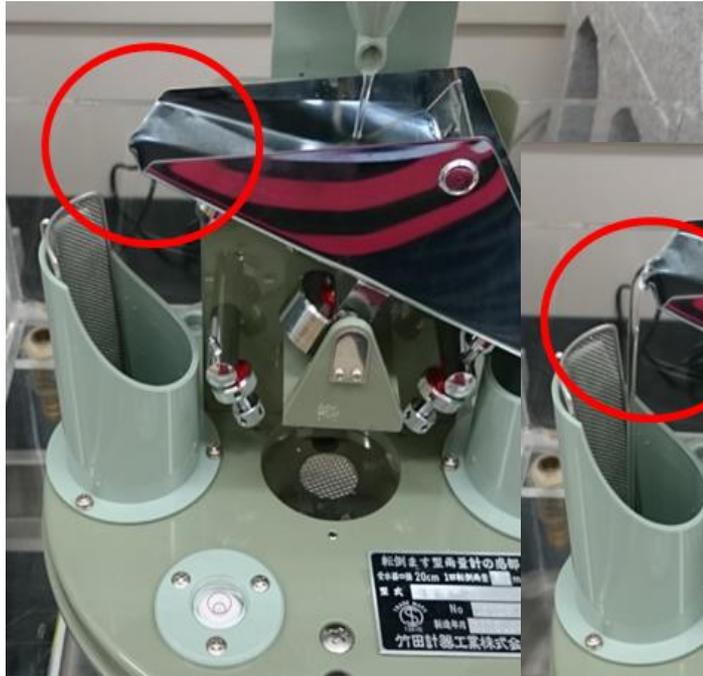
在指定雨強 20 ~ 120 mm/h 範圍內卻不符合 $\pm 3\%$ 規範!



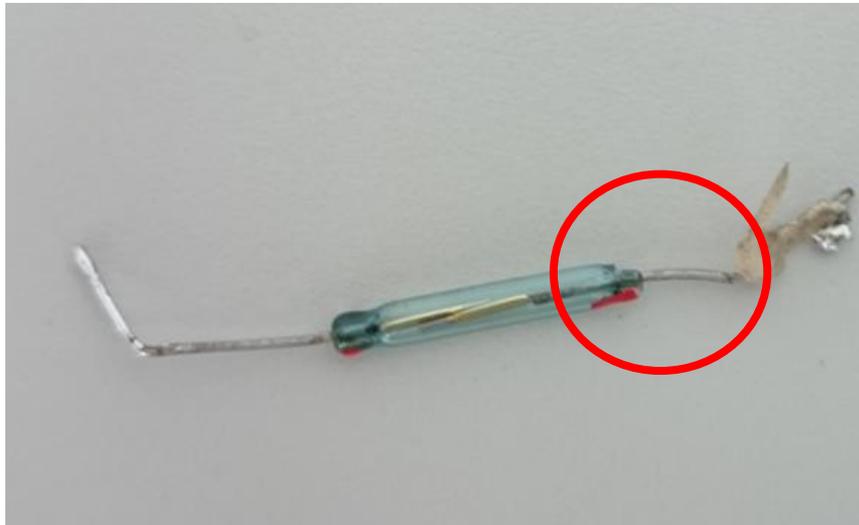
■ 軸承問題



■ 軸承問題—摩擦引發傾斗多承裝甚或溢流



■磁簧問題：破損（真空失效）、一傾斗2 Pulse



Channel : 2
 Raingauge unit (mm) : 1.0
 Air tempture (°C) : 26.0
 Humidity (%) : 42
 Atmospheric pressure (hPa) : 1005.2
 Water tempture (°C) : 26.0
 Pump RPM : 600mm/h

Count	Time	Interval	Volume	Weight	Addition
0	2015/08/25 09:27:26:583	0.000	0.0	0.0	0.0
1	2015/08/25 09:27:39:562	12.979	31.4	3376.8	3376.8
2	2015/08/25 09:27:39:818	0.256	62.8	3376.8	0.0
3	2015/08/25 09:27:46:282	6.464	94.2	3412.3	35.5
4	2015/08/25 09:27:52:580	6.298	125.6	3443.7	31.4
5	2015/08/25 09:27:52:751	0.171	157.0	3445.7	2.0
6	2015/08/25 09:27:59:060	6.309	188.4	3478.9	33.2
7	2015/08/25 09:28:05:454	6.394	219.8	3512.3	33.4
8	2015/08/25 09:28:05:709	0.255	251.2	3512.3	0.0
9	2015/08/25 09:28:12:094	6.385	282.6	3546.1	33.8
10	2015/08/25 09:28:18:475	6.381	314.0	3579.6	33.5
11	2015/08/25 09:28:18:649	0.174	345.4	3580.9	1.3
12	2015/08/25 09:28:25:130	6.481	376.8	3615.2	34.3
13	2015/08/25 09:28:31:509	6.379	408.2	3648.7	33.5
14	2015/08/25 09:28:31:764	0.255	439.6	3648.7	0.0
15	2015/08/25 09:28:38:158	6.394	471.0	3682.1	33.4
16	2015/08/25 09:28:44:627	6.469	502.4	3715.5	33.4
17	2015/08/25 09:28:44:801	0.174	533.8	3717.6	2.1
18	2015/08/25 09:28:51:103	6.302	565.2	3751.1	33.5
19	2015/08/25 09:28:57:245	6.142	596.6	3782.6	31.5
20	2015/08/25 09:29:03:884	6.639	628.0	3818.0	35.4
21	2015/08/25 09:29:10:452	6.568	659.4	3851.5	33.5
22	2015/08/25 09:29:10:627	0.175	690.8	3851.5	0.0
23	2015/08/25 09:29:16:771	6.144	722.2	3885.2	33.7
24	2015/08/25 09:29:23:078	6.307	753.6	3918.6	33.4
25	2015/08/25 09:29:29:636	6.558	785.0	3952.0	33.4
26	2015/08/25 09:29:36:207	6.571	816.4	3985.6	33.6
27	2015/08/25 09:29:36:381	0.174	847.8	3987.6	2.0
28	2015/08/25 09:29:42:766	6.385	879.2	4021.2	33.6
29	2015/08/25 09:29:49:153	6.387	910.6	4054.6	33.4
30	2015/08/25 09:29:55:821	6.668	942.0	4088.1	33.5

■ 髒污測試



模擬雨強 (mm/hr)	量測 傾斗數	時間 (SEC)	器示值雨強 (mm/h)	總秤重(g)	重量換算 體積(ml)	平均傾斗 體積(ml)	參考值雨強 (mm/h)	雨強相對 器差(%)	模擬狀況	實際操作
120	30	945.306	114.25	952.8	955.9	31.9	115.93	-1.45%	無污垢	無迴紋針
120	30	956.639	112.90	963.9	967.0	32.2	115.89	-2.58%	底部輕微污垢	各1小迴紋針在傾斗內下方水平擺放
120	30	973.971	110.89	980.8	983.9	32.8	115.82	-4.26%	底部嚴重污垢	各2小迴紋針在傾斗內下方水平擺放
120	30	1000.995	107.89	1008.0	1011.2	33.7	115.82	-6.85%	傾斗口形污垢	1小+1大迴紋針在傾斗內

■ 結構問題



■ 結構問題：標籤貼紙、重錘鬆脫影響重心

