

表 2-1 地質參數統計特性整理表

資料來源：蘇歆婷(2007)

地質參數	上下限	各階動差		機率密度 函數	文獻出處	
摩擦角 (度)	-	平均值	16.5-37.5	常態分佈	Cheung and Tang (2005)、Shou and Chen (2005)、Refice and Capolongo (2002)、Harr (1977)	
		標準差	1.6-7.5			
	30-47	平均值	35	對數常態 分佈		
		變異係數	0.1-0.5			
凝聚力 (kpa)	-	平均值	2.5-350	常態分佈	Cheung and Tang (2005)、Shou and Chen (2005)、Refice and Capolongo (2002)	
		標準差	1.6-83.3			
	0-100	平均值	50	對數常態 分佈		
		變異係數	0.1-0.5			
	37.9-82.7	平均值	54.7	skew-beta distribution (中央部分 近似 normal distribution)		Harr (1977)
		標準差	10.2			
		偏態係數	3.6			
		峰態係數	21.7			
土壤飽和單位 重(kN/m ³)	-	平均值	13.5-26	-	Yarahmadi Bafghi and Verdel (2005)、Sivakumar Babu and Mukesh(2003)、Refice and Capolongo (2002)	
		標準差	0.98-1.47			
水力傳導係數 (m/s)	10 ⁻¹¹ ~10 ⁻²	ln(K _{sat}) 標準差	0.447-2.6	對數常態 分佈	Fetter(1994)、Gelhar(1993)、Hoeksema et al.(1985)	

備註1：各項數值依土壤種類不同而有所差異

備註2：變異係數(coefficient of variation)為標準差與平均值之比值

表 2-2 地質參數變異係數比較表

資料來源：蘇歆婷(2007)

地質參數 文獻出處	γ_{sat}	ψ	c
Lumb(1974)	5-10%	5-15%	20-50%
Mulder and Vanasch(1988)		36%	22%
Harr(1987)	3%	7%for gravel	40%
		12%for sand	
Chen et al.(2007)	0.31-3%	9.8-23.7%	20-89.9%
Harr(1977)	1-3%	5-20%	10-80%
Husein Malkawi(2000)	1-4%	5-20%	10-40%
Sivakumar Babu and Mukesh(2003)		10-50%	10-50%



表 2-3 地質參數統計資料歸納

地質參數 統計特性	摩擦角 (°)	凝聚力 ($k \cdot N/m^2$)	土壤飽和單位 重($k \cdot N/m^3$)	飽和水力傳導 係數(m/sec)
期望值	16.5~37.5	2.5~350	13.5~26	$10^{-5} \sim 10^{-11}$
標準差	1.6~7.5	1.6~83.3	0.98~1.47	*0.447~2.6
機率密度函數	常態分佈	常態分佈	常態分佈	對數常態分佈
相關性	相關性很小，可加以忽略，因此假設地質參數間彼此相互獨立			

備註 1：*表示為對數飽和水力傳導係數

表 3-1 不同地質水平相關尺度資料彙整表

資料來源：修改自 Gelhar (1993)

資料來源	地質	水平相關尺度 (horizontal correlation scale)(m)
Aboufirasssi and Marino(1984)	alluvial-basin aquifer	4000
Binsariti(1980)	alluvial-basin aquifer	800
Byers and Stephens(1983)	fluvial sand	>3
Delhomme(1979)	limestone aquifer	6300
Devary and Doctor(1982)	alluvial aquifer	820
Gelhar et al.(1983)	fluvial soil	7.6
Goggin et al.(1988)	eolian sandstone outcrop	8
Hess(1989)	glacial outwash sand	5
Hoeksema and Kitanidis(1985)	sandstone aquifer	45000
Hufschmied(1986)	sand and gravel aquifer	20
Loague and Gander(1990)	prairie soil	8
Luxmoore et al.(1981)	weathered shale subsoil	<2
Rehfeldt et al.(1989)	fluvial sand and gravel aquifer	13
Russo(1984)	gravelly loamy sand soil	500
Russo and Bressler(1981)	Homra red mediterranean soil	14~39
Sisson and Wierenga(1981)	alluvial silty-clay loam soil	0.1
Smith(1978) ; Smith(1981)	glacial outwash sand and gravel outcrop	5
Sudick(1986)	glacial lacustrine sand aquifer	3
Viera et al.(1981)	alluvial soil (Yolo)	15
Aquitane	sandstone aquifer	17000
Durance	alluvial aquifer	150
Kairouan	alluvial aquifer	1800
Normandy	limestone aquifer	3500
Nord	chalk	7500

表 3-2 測試案例不確定性地質參數之變異係數表

地質參數 變異程度	摩擦角 ϕ	凝聚力 C	土壤飽和單 位重 γ_{sat}	飽和水力傳 導係數 K_{sat}	對數飽和水 力傳導係數 $\ln K_{sat}$
高度	0.240	0.900	0.030	1.310	-0.070
中高度	0.203	0.725	0.023	0.947	-0.057
中度	0.165	0.550	0.017	0.658	-0.043
中低度	0.128	0.375	0.010	0.417	-0.029
低度	0.090	0.200	0.003	0.202	-0.015

表 3-3 格網點(2,4)安全係數期望值比較

期望值(2, 4)					
第 1 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	1.052	1.011	-3.847	1.040	-1.129
中高度	1.034	1.011	-2.149	1.025	-0.876
中度	1.020	1.011	-0.865	1.015	-0.517
中低度	1.015	1.011	-0.339	1.012	-0.318
低度	1.013	1.011	-0.159	1.011	-0.159
第 45 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	1.035	0.994	-3.972	1.023	-1.211
中高度	1.017	0.994	-2.208	1.007	-0.913
中度	1.003	0.994	-0.870	0.998	-0.516
中低度	0.998	0.994	-0.327	0.994	-0.305
低度	0.996	0.994	-0.156	0.994	-0.156

表 3-4 格網點(2,4)安全係數標準差比較

標準差(2,4)					
第 1 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.413	0.454	9.870	0.409	-0.931
中高度	0.348	0.368	5.785	0.345	-0.784
中度	0.276	0.282	2.228	0.274	-0.403
中低度	0.196	0.196	0.040	0.196	-0.246
低度	0.110	0.111	0.811	0.111	0.811
第 45 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.412	0.454	10.340	0.410	-0.480
中高度	0.347	0.368	6.024	0.345	-0.561
中度	0.275	0.281	2.309	0.274	-0.331
中低度	0.195	0.196	0.191	0.195	-0.098
低度	0.110	0.111	0.775	0.111	0.775

表 3-5 安全係數相關係數之比較

座標(1,1)與(1,2)之相關係數					
第 1 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.932	0.935	0.294	0.935	0.285
中高度	0.931	0.935	0.494	0.935	0.491
中度	0.933	0.935	0.266	0.935	0.265
中低度	0.936	0.935	-0.060	0.935	-0.060
低度	0.935	0.935	0.0306	0.935	0.031
座標(1,1)與(3,4)之相關係數					
第 45 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.767	0.783	2.090	0.783	2.014
中高度	0.781	0.784	0.374	0.783	0.334
中度	0.777	0.784	0.867	0.784	0.852
中低度	0.780	0.783	0.469	0.783	0.468
低度	0.782	0.782	0.022	0.782	0.022

表 3-6 區域可靠度比較

12 點之區域可靠度					
第 1 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.309	0.250	-19.025	0.279	-9.684
中高度	0.305	0.253	-17.140	0.270	-11.274
中度	0.304	0.256	-15.648	0.261	-14.099
中低度	0.316	0.263	-16.901	0.263	-16.766
低度	0.330	0.284	-13.836	0.284	-13.836
第 45 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.296	0.238	-19.661	0.260	-12.127
中高度	0.286	0.237	-17.008	0.249	-12.808
中度	0.283	0.236	-16.510	0.240	-15.101
中低度	0.283	0.234	-17.252	0.234	-17.138
低度	0.280	0.229	-18.428	0.229	-18.428

表 3-7 區域崩塌機率比較

12 點之區域崩塌機率					
第 1 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.691	0.750	8.515	0.721	4.335
中高度	0.695	0.747	7.515	0.730	4.943
中度	0.696	0.744	6.821	0.739	6.147
中低度	0.684	0.737	7.815	0.737	7.753
低度	0.670	0.716	6.815	0.716	6.815
第 45 個小時	MCS	U-FOVE	相對誤差	M-FOVE	相對誤差
高度	0.704	0.762	8.275	0.740	5.104
中高度	0.714	0.763	6.813	0.751	5.130
中度	0.717	0.764	6.517	0.760	5.960
中低度	0.717	0.766	6.809	0.766	6.765
低度	0.720	0.771	7.180	0.771	7.180

表 4-1 石門水庫集水區主要地層地質參數表

資料來源：陳本康 (2005)

地質參數 母岩	摩擦角 (度)	凝聚力 (kN/m ²)	土壤飽和單 位重(kN/m ³)
石底層	30.40	31.00	22.30
大寮層	31.80	17.00	20.30
木山層	34.10	12.00	19.40
南港層	33.20	23.00	19.10
乾溝層	33.20	15.00	19.00

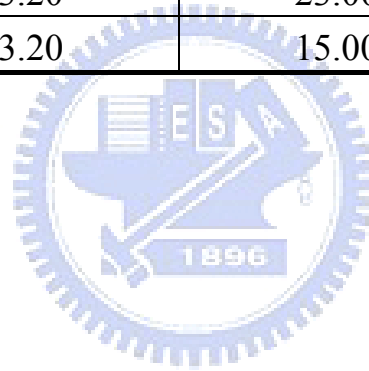


表 4-2 不同案例變異係數表

地質參數 測試案例	摩擦角	凝聚力	土壤飽和單 位重	飽和水力傳導 係數
案例一 (中高變異程度)	0.203	0.725	0.023	0.947
案例二 (中低變異程度)	0.128	0.375	0.010	0.417

表 4-3 案例一總降雨量 200mm 時砂崙仔之可靠度

時間 格網點	剛開始降雨			第 48 個小時			第 144 個小時		
	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度
1	1.463	0.405	0.873	1.455	0.404	0.870	1.378	0.392	0.833
2	1.761	0.471	0.947	1.755	0.470	0.946	1.676	0.457	0.930
3	2.612	0.677	0.991	2.607	0.676	0.991	2.514	0.660	0.989
4	2.182	0.571	0.981	2.177	0.571	0.980	2.091	0.556	0.975
5	4.028	1.031	0.998	4.024	1.030	0.998	3.903	1.009	0.998
區域可靠度	P ₀ =0.870			P ₀ =0.866			P ₀ =0.829		

表 4-4 案例二總降雨量 200mm 時砂崙仔之可靠度

時間 格網點	剛開始降雨			第 48 個小時			第 144 個小時		
	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度
1	1.463	0.232	0.977	1.455	0.231	0.976	1.378	0.222	0.956
2	1.761	0.273	0.997	1.755	0.272	0.997	1.676	0.263	0.995
3	2.612	0.398	0.999	2.607	0.398	0.999	2.514	0.386	0.999
4	2.182	0.335	0.999	2.177	0.334	0.999	2.091	0.323	0.999
5	4.028	0.611	0.999	4.024	0.610	0.999	3.903	0.595	0.999
區域可靠度	P ₀ =0.977			P ₀ =0.976			P ₀ =0.956		

表 4-5 案例一總降雨量 200mm 時下文光之可靠度

時間 格網點	剛開始降雨			第 48 個小時			第 144 個小時		
	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度
1	1.330	0.448	0.769	1.316	0.447	0.760	1.250	0.440	0.715
2	1.959	0.567	0.955	1.952	0.566	0.954	1.879	0.556	0.943
3	1.643	0.701	0.820	1.631	0.701	0.810	1.573	0.698	0.794
4	1.678	0.693	0.836	1.667	0.693	0.832	1.609	0.689	0.812
5	1.333	0.448	0.771	1.320	0.447	0.763	1.253	0.440	0.718
6	1.280	0.451	0.733	1.265	0.450	0.722	1.197	0.444	0.673
7	1.288	0.450	0.739	1.273	0.449	0.728	1.207	0.443	0.679
8	2.147	0.612	0.970	2.141	0.611	0.969	2.064	0.601	0.962
9	2.047	0.588	0.963	2.041	0.587	0.962	1.966	0.577	0.953
10	1.282	0.450	0.734	1.267	0.450	0.723	1.200	0.444	0.674
11	1.637	0.704	0.817	1.624	0.704	0.812	1.566	0.701	0.791
12	1.356	0.449	0.786	1.344	0.448	0.779	1.278	0.441	0.736
13	1.361	0.449	0.789	1.349	0.449	0.781	1.282	0.441	0.739
14	1.328	0.448	0.768	1.315	0.447	0.759	1.248	0.440	0.714
15	1.408	0.454	0.815	1.396	0.453	0.809	1.330	0.445	0.771
16	1.570	0.481	0.882	1.561	0.480	0.879	1.493	0.471	0.852
17	1.849	0.541	0.942	1.841	0.540	0.940	1.770	0.530	0.927
18	1.891	0.551	0.947	1.884	0.550	0.946	1.812	0.540	0.934
區域 可靠度	P ₀ =0.165			P ₀ =0.159			P ₀ =0.132		
	P ₁ =0.170			P ₁ =0.165			P ₁ =0.138		
	P ₂ =0.177			P ₂ =0.172			P ₂ =0.145		
	P ₃ =0.185			P ₃ =0.180			P ₃ =0.152		
	P ₄ =0.213			P ₄ =0.209			P ₄ =0.181		
	P ₅ =0.221			P ₅ =0.219			P ₅ =0.194		
	P ₆ =0.232			P ₆ =0.230			P ₆ =0.211		

表 4-6 案例二總降雨量 200mm 時下文光之可靠度

時間 格網點	剛開始降雨			第 48 個小時			第 144 個小時		
	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度	期望值	標準差	單點可 靠度
1	1.330	0.242	0.913	1.316	0.241	0.905	1.250	0.236	0.855
2	1.959	0.317	0.999	1.952	0.316	0.999	1.879	0.309	0.998
3	1.643	0.368	0.960	1.631	0.368	0.957	1.573	0.365	0.942
4	1.678	0.365	0.968	1.667	0.365	0.966	1.609	0.362	0.954
5	1.333	0.242	0.915	1.320	0.244	0.907	1.253	0.240	0.858
6	1.280	0.242	0.877	1.265	0.241	0.864	1.197	0.237	0.800
7	1.288	0.242	0.883	1.273	0.241	0.872	1.207	0.236	0.809
8	2.147	0.344	0.999	2.141	0.343	0.999	2.064	0.335	0.999
9	2.047	0.329	0.999	2.041	0.329	0.999	1.966	0.321	0.999
10	1.282	0.242	0.878	1.267	0.241	0.866	1.200	0.236	0.802
11	1.637	0.369	0.958	1.624	0.369	0.954	1.566	0.367	0.939
12	1.356	0.243	0.928	1.344	0.243	0.922	1.278	0.237	0.879
13	1.361	0.244	0.931	1.349	0.243	0.924	1.282	0.237	0.883
14	1.328	0.242	0.912	1.315	0.241	0.904	1.248	0.236	0.854
15	1.408	0.247	0.950	1.396	0.247	0.946	1.330	0.241	0.915
16	1.570	0.265	0.984	1.560	0.264	0.983	1.493	0.258	0.972
17	1.849	0.301	0.998	1.841	0.301	0.997	1.770	0.294	0.996
18	1.891	0.307	0.998	1.884	0.307	0.998	1.812	0.299	0.997
區域 可靠度	P ₀ =0.267			P ₀ =0.256			P ₀ =0.200		
	P ₁ =0.274			P ₁ =0.264			P ₁ =0.209		
	P ₂ =0.277			P ₂ =0.267			P ₂ =0.212		
	P ₃ =0.283			P ₃ =0.274			P ₃ =0.220		
	P ₄ =0.286			P ₄ =0.277			P ₄ =0.223		
	P ₅ =0.288			P ₅ =0.280			P ₅ =0.227		
	P ₆ =0.291			P ₆ =0.283			P ₆ =0.233		

表 4-7 本研究選用三項二階段治理工程相關資料

編號	子集水區	名稱	縣市	施工年度	內容
7	巴陵	卡拉溪下游左岸第二區崩塌地處理工程	桃園縣	2009、2010	(1)截排水溝 :210 公尺 (2)坡面處理 :1.0 公頃 (3)護岸 70 公尺
16	巴陵	卡拉溪上游第二區崩塌處理工程	桃園縣	2010、2011	(1)截排水溝 :210 公尺 (2)坡面處理 :1.1 公頃
42	田埔	玉峰村二鄰土石災害復育工程	新竹縣	2009、2010	(1)混凝土護岸 450*2m (2)防砂設施 1 座 (3)固床工 20 座 (4)版橋 1 座

表 4-8 治理工程位置與地層資料

編號	工址座標	區域內格網點座標	坡度	格網點編號	地層
7	(290450.1,2731810.6)	(290417.5,2731732.0)	34.551	1	大寮層
		(290417.5,2731812.0)	20.795	2	大寮層
		(290417.5,2731892.0)	10.133	3	大寮層
		(290497.5,2731732.0)	35.232	4	大寮層
		(290497.5,2731812.0)	30.170	5	大寮層
		(290497.5,2731892.0)	14.372	6	大寮層
16	(292020.1,2732640.6)	(291937.5,2732612.0)	31.703	1	乾溝層
		(291937.5,2732692.0)	33.549	2	大寮層
		(292017.5,2732612.0)	9.3127	3	乾溝層
		(292017.5,2732692.0)	13.619	4	乾溝層
		(292097.5,2732612.0)	32.759	5	乾溝層
		(292097.5,2732692.0)	34.606	6	乾溝層
42	(278662.9,2727906.5)	(278577.5,2727892.0)	16.450	1	南港層
		(278657.5,2727812.0)	20.061	2	南港層
		(278657.5,2727892.0)	12.040	3	南港層
		(278657.5,2727972.0)	16.455	4	南港層
		(278737.5,2727892.0)	16.423	5	南港層
		(278737.5,2727972.0)	17.630	6	南港層

表 4-9 案例一總降雨量 200mm 時可靠度隨時間之變化

治理工程			7			16			42		
			期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度
剛開始降雨時	格網點編號	1	1.300	0.448	0.749	1.356	0.434	0.794	2.574	0.825	0.972
		2	1.826	0.536	0.939	1.324	0.448	0.766	2.193	0.724	0.950
		3	3.453	0.944	0.995	3.744	1.008	0.997	3.380	1.049	0.988
		4	1.290	0.449	0.741	2.638	0.724	0.988	2.574	0.825	0.972
		5	1.396	0.452	0.809	1.332	0.433	0.778	2.578	0.826	0.972
		6	2.508	0.702	0.984	1.297	0.432	0.754	2.431	0.786	0.966
	平均可靠度		0.869			0.846			0.970		
	最小可靠度		0.741			0.754			0.950		
	區域可靠度		P0=0.669			P0=0.439			P0=0.932		
			P1=0.769			P1=0.555			P1=0.959		
P2=0.857			P2=0.726			P2=0.971					
第 48 個小時	格網點編號	1	1.216	0.440	0.688	1.261	0.423	0.732	2.466	0.811	0.965
		2	1.738	0.523	0.921	1.240	0.439	0.708	2.093	0.713	0.937
		3	3.320	0.923	0.994	3.582	0.979	0.996	3.249	1.032	0.985
		4	1.205	0.441	0.679	2.513	0.702	0.984	2.465	0.811	0.965
		5	1.313	0.443	0.760	1.237	0.421	0.713	2.470	0.812	0.965
		6	2.402	0.685	0.980	1.201	0.422	0.683	2.326	0.774	0.957
	平均可靠度		0.836			0.802			0.962		
	最小可靠度		0.678			0.683			0.937		
	區域可靠度		P0=0.600			P0=0.381			P0=0.917		
			P1=0.709			P1=0.510			P1=0.948		
P2=0.814			P2=0.686			P2=0.963					
第 144 個小時	格網點編號	1	1.215	0.440	0.687	1.261	0.423	0.731	2.461	0.811	0.964
		2	1.736	0.523	0.920	1.239	0.439	0.707	2.089	0.712	0.937
		3	3.315	0.922	0.994	3.579	0.978	0.995	3.242	1.031	0.985
		4	1.203	0.441	0.678	2.511	0.702	0.984	2.460	0.811	0.964
		5	1.312	0.443	0.759	1.236	0.421	0.712	2.465	0.812	0.964
		6	2.399	0.685	0.979	1.200	0.421	0.683	2.322	0.773	0.956
	平均可靠度		0.836			0.802			0.962		
	最小可靠度		0.678			0.683			0.937		
	區域可靠度		P0=0.599			P0=0.380			P0=0.916		
			P1=0.709			P1=0.510			P1=0.948		
P2=0.813			P2=0.686			P2=0.962					

表 4-10 案例二總降雨量 200mm 時可靠度隨時間之變化

治理工程			7			16			42		
			期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度
剛開始降雨時	格網點編號	1	1.300	0.241	0.893	1.356	0.238	0.933	2.574	0.451	0.999
		2	1.826	0.298	0.997	1.324	0.242	0.910	2.193	0.394	0.999
		3	3.453	0.538	0.999	3.744	0.580	0.999	3.380	0.578	0.999
		4	1.290	0.241	0.885	2.638	0.414	0.999	2.574	0.451	0.999
		5	1.396	0.246	0.946	1.332	0.236	0.920	2.578	0.452	0.999
		6	2.508	0.396	0.999	1.297	0.235	0.897	2.431	0.429	0.999
	平均可靠度		0.954			0.943			0.999		
	最小可靠度		0.885			0.897			0.999		
	區域可靠度		P0=0.851			P0=0.667			P0=0.998		
			P1=0.912			P1=0.730			P1=0.999		
P2=0.962			P2=0.836			P2=0.999					
第 48 個小時	格網點編號	1	1.215	0.235	0.821	1.261	0.229	0.873	2.466	0.441	0.999
		2	1.736	0.289	0.995	1.240	0.235	0.846	2.093	0.385	0.998
		3	3.315	0.522	0.999	3.582	0.560	0.999	3.249	0.565	0.999
		4	1.204	0.235	0.808	2.513	0.399	0.999	2.465	0.441	0.999
		5	1.312	0.239	0.905	1.237	0.228	0.851	2.470	0.442	0.999
		6	2.400	0.384	0.999	1.201	0.227	0.812	2.326	0.420	0.999
	平均可靠度		0.920			0.939			0.999		
	最小可靠度		0.807			0.888			0.998		
	區域可靠度		P0=0.760			P0=0.567			P0=0.997		
			P1=0.846			P1=0.657			P1=0.999		
P2=0.927			P2=0.830			P2=0.999					
第 144 個小時	格網點編號	1	1.216	0.235	0.820	1.261	0.229	0.872	2.461	0.441	0.999
		2	1.738	0.289	0.995	1.239	0.235	0.846	2.089	0.385	0.998
		3	3.320	0.522	0.999	3.579	0.560	0.999	3.242	0.565	0.999
		4	1.205	0.235	0.807	2.511	0.398	0.999	2.460	0.441	0.999
		5	1.313	0.239	0.904	1.236	0.228	0.850	2.465	0.442	0.999
		6	2.402	0.384	0.999	1.200	0.227	0.812	2.322	0.420	0.999
	平均可靠度		0.921			0.897			0.999		
	最小可靠度		0.807			0.812			0.998		
	區域可靠度		P0=0.758			P0=0.566			P0=0.997		
			P1=0.845			P1=0.657			P1=0.999		
P2=0.926			P2=0.830			P2=0.999					

表 4-11 案例一不同總降雨量下第 144 個小時各工程區域之可靠度

治理工程			7			16			42		
			期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度	期望值	標準差	可靠度
降雨量 200 mm	格網點編號	1	1.215	0.440	0.687	1.261	0.423	0.731	2.461	0.811	0.964
		2	1.736	0.523	0.920	1.239	0.439	0.707	2.089	0.712	0.937
		3	3.315	0.922	0.994	3.579	0.978	0.995	3.242	1.031	0.985
		4	1.203	0.441	0.678	2.511	0.702	0.984	2.460	0.811	0.964
		5	1.312	0.443	0.759	1.236	0.421	0.712	2.465	0.812	0.964
		6	2.399	0.685	0.979	1.200	0.421	0.683	2.322	0.773	0.956
	平均可靠度	0.836			0.802			0.962			
最小可靠度	0.678			0.683			0.937				
區域可靠度	0.599			0.380			0.928				
降雨量 800 mm	格網點編號	1	1.033	0.425	0.531	1.036	0.400	0.536	2.130	0.778	0.927
		2	1.476	0.492	0.833	1.048	0.422	0.544	1.800	0.686	0.878
		3	2.902	0.859	0.987	3.083	0.897	0.990	2.832	0.982	0.969
		4	1.025	0.427	0.523	2.130	0.643	0.961	2.130	0.778	0.927
		5	1.111	0.424	0.603	1.017	0.400	0.517	2.134	0.779	0.927
		6	2.072	0.638	0.953	0.991	0.403	0.491	2.006	0.742	0.912
	平均可靠度	0.739			0.673			0.923			
最小可靠度	0.523			0.491			0.878				
區域可靠度	0.430			0.238			0.844				
降雨量 1200 mm	格網點編號	1	1.031	0.425	0.529	1.034	0.400	0.534	2.106	0.776	0.923
		2	1.464	0.491	0.828	1.047	0.422	0.544	1.784	0.684	0.874
		3	2.829	0.855	0.984	2.945	0.878	0.986	2.788	0.984	0.966
		4	1.023	0.427	0.521	2.056	0.633	0.952	2.106	0.776	0.923
		5	1.107	0.423	0.600	1.016	0.400	0.516	2.110	0.777	0.923
		6	2.035	0.637	0.948	0.990	0.402	0.490	1.985	0.741	0.908
	平均可靠度	0.735			0.670			0.919			
最小可靠度	0.521			0.490			0.874				
區域可靠度	0.428			0.235			0.839				

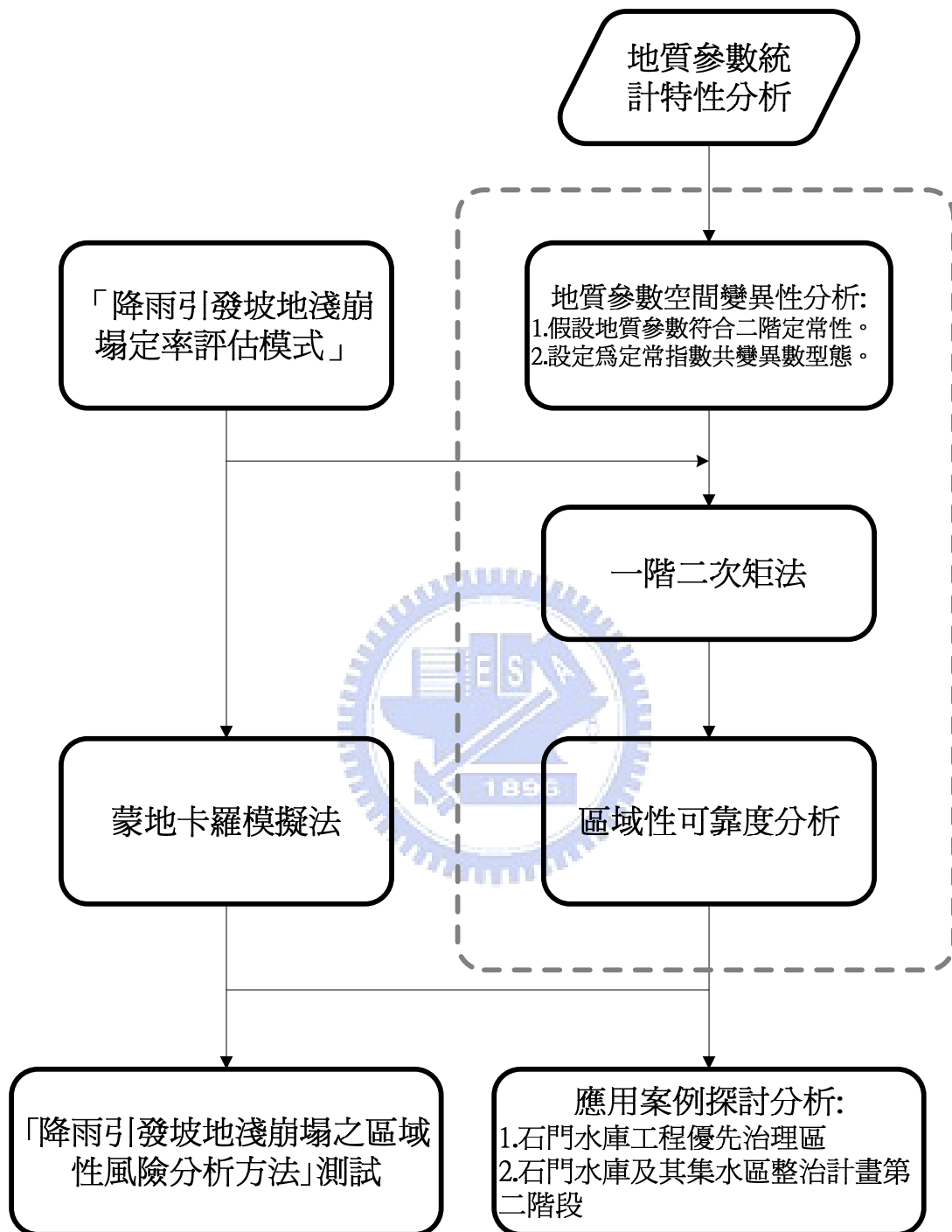


圖 1-1 研究步驟流程圖

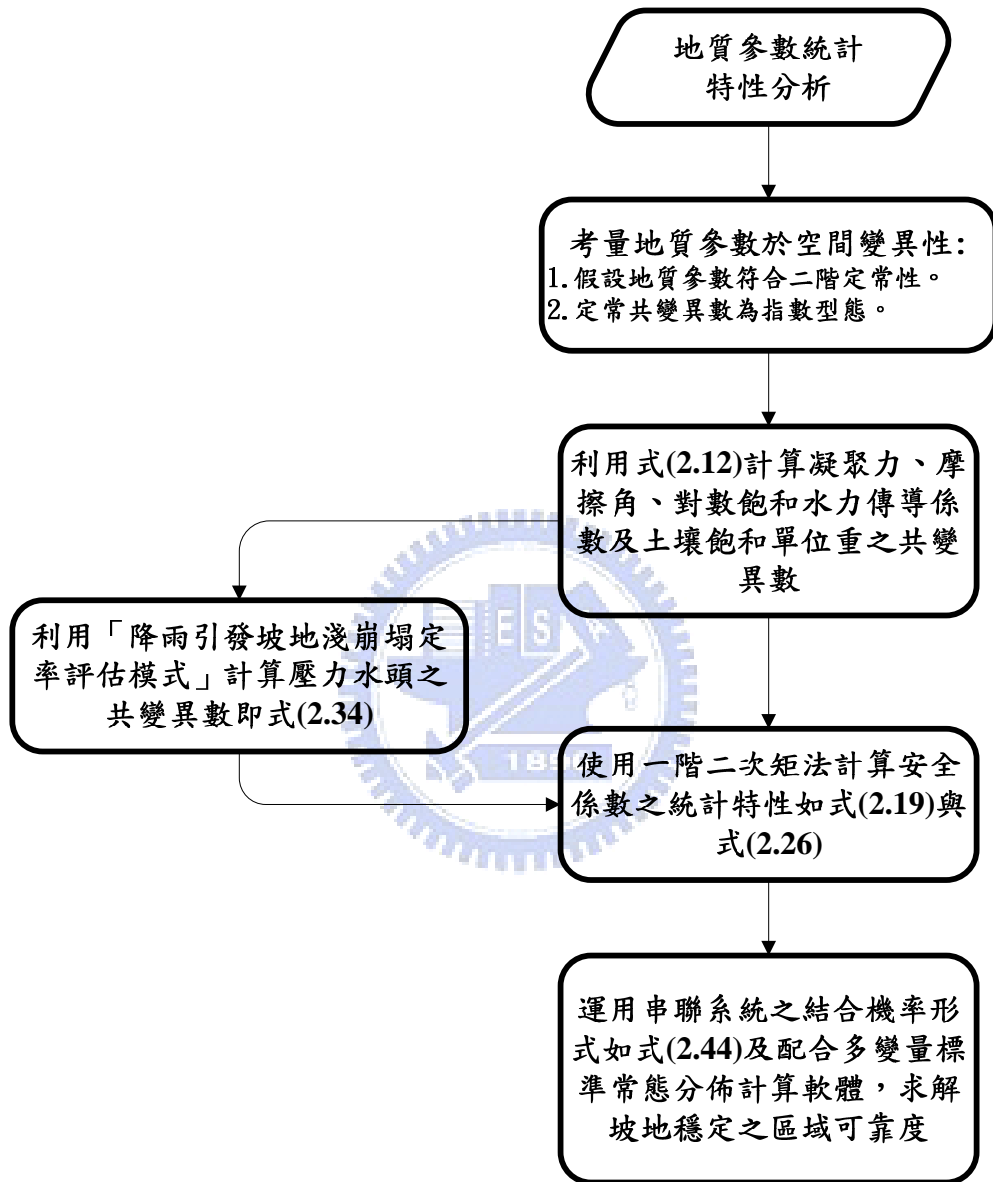
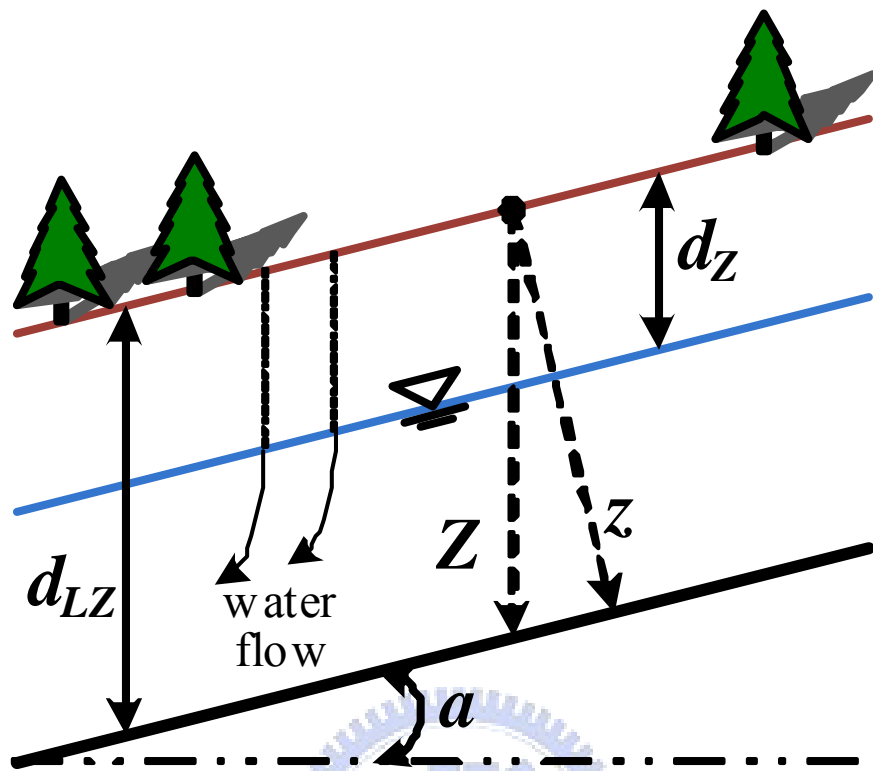


圖 2-1 研究方法建構流程



圖片來源：修改自 Tsai and Yang (2006)

圖 2-2 降雨引發入滲之示意圖

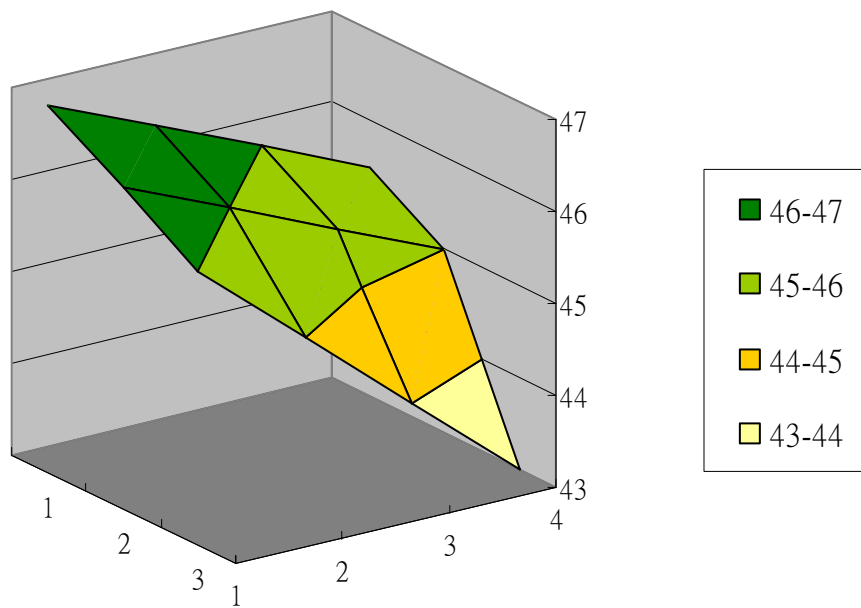


圖 3-1 土體斜面示意圖

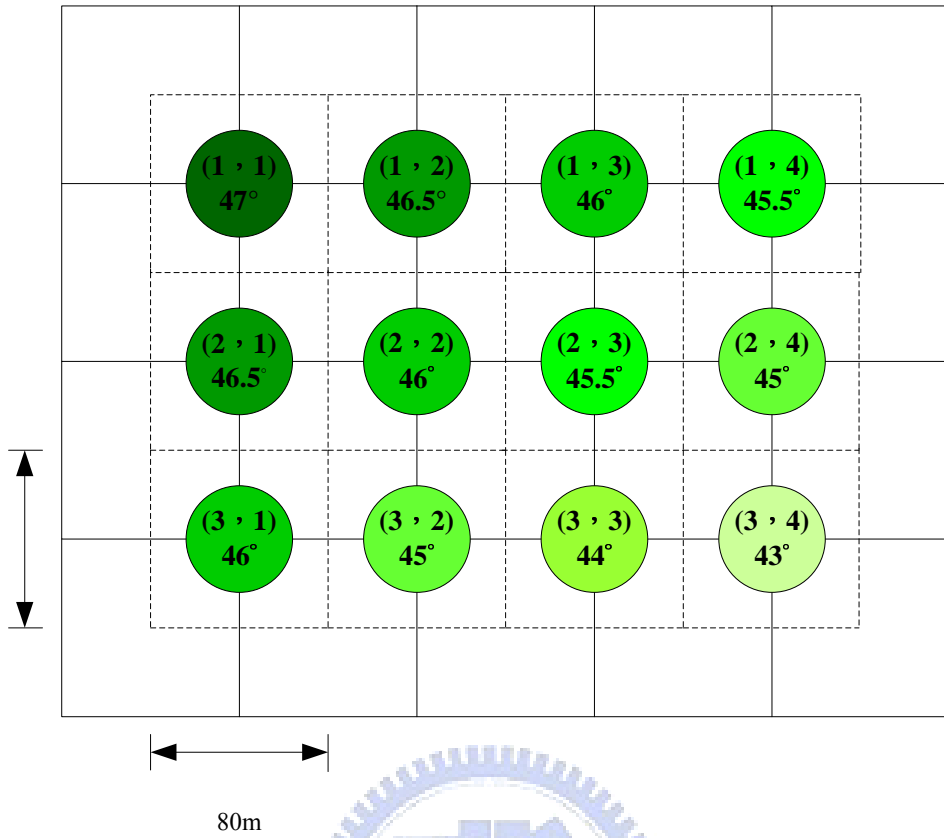
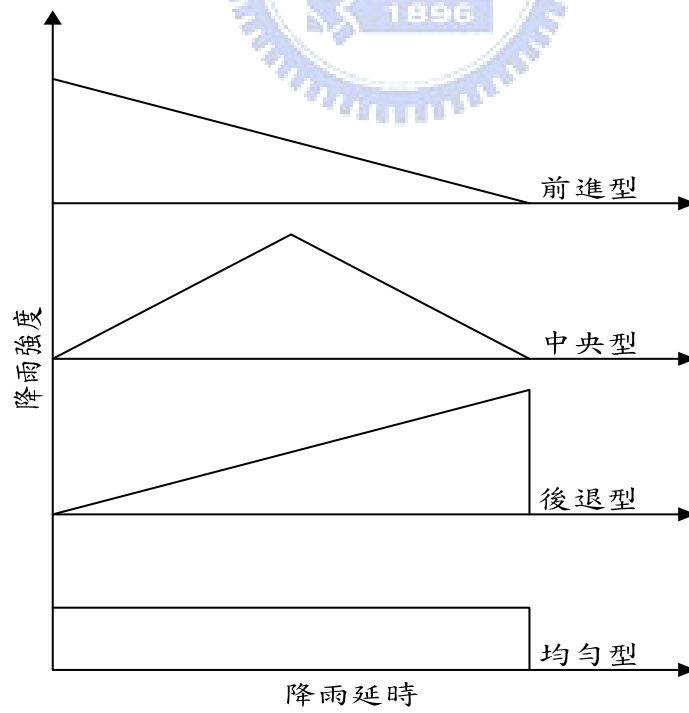


圖 3-2 測試案例平面圖



圖片來源：陳弘恩 (2005)

圖 3-3 概念化降雨雨型示意圖

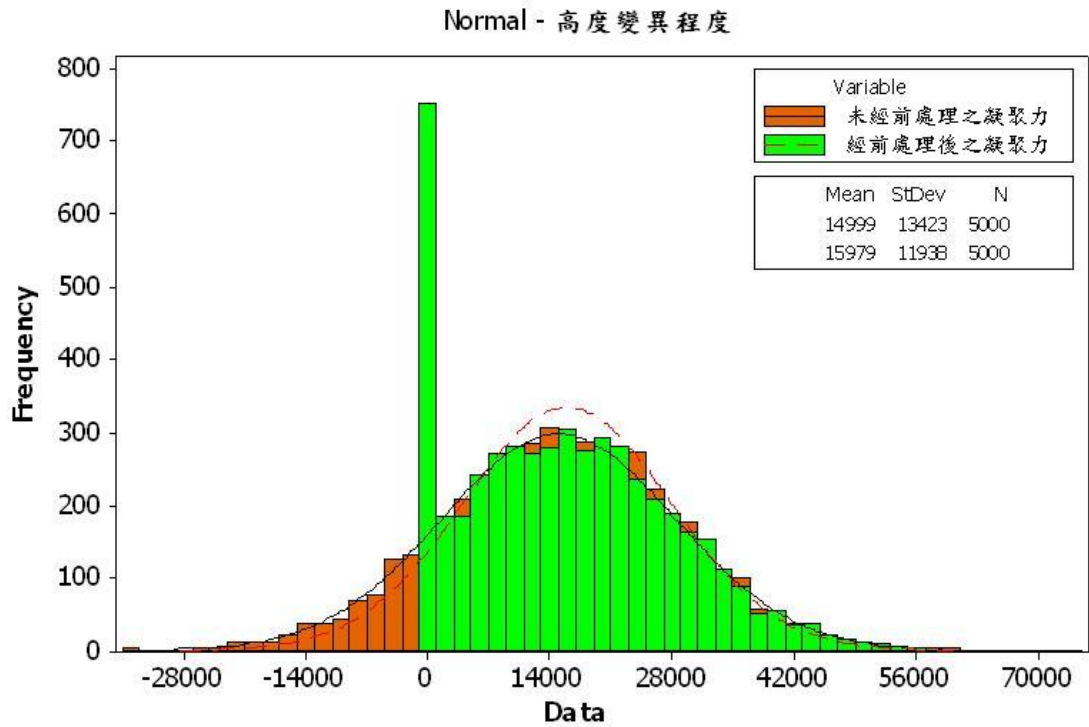


圖 3-4 高度變異程度時凝聚力取樣值組體圖

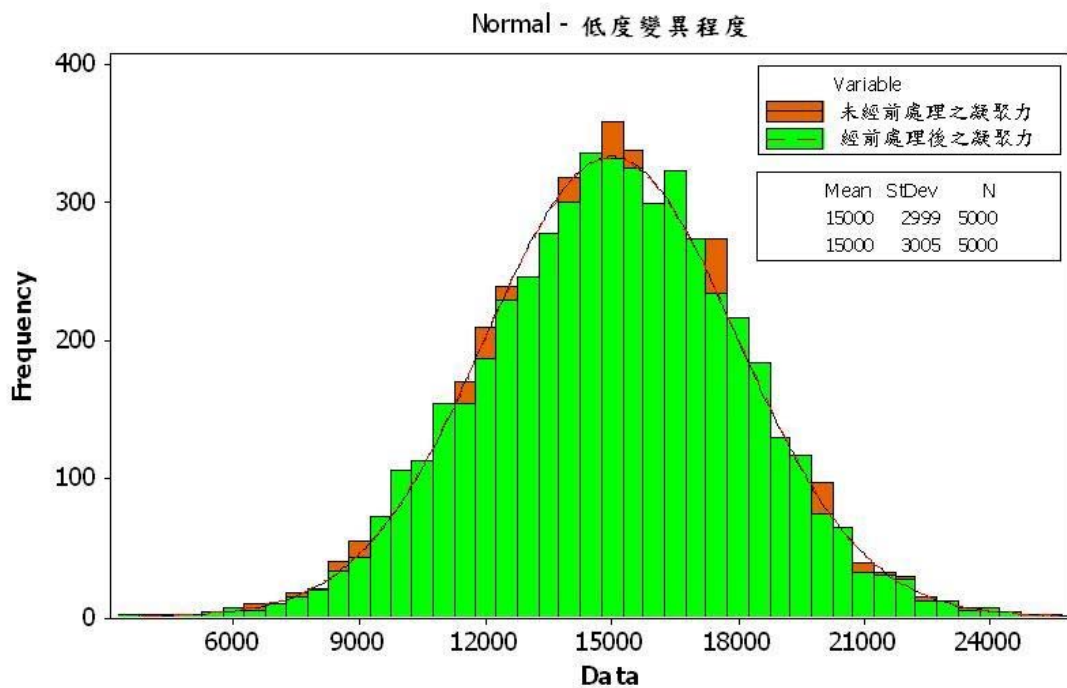


圖 3-5 低度變異程度時凝聚力取樣值組體圖

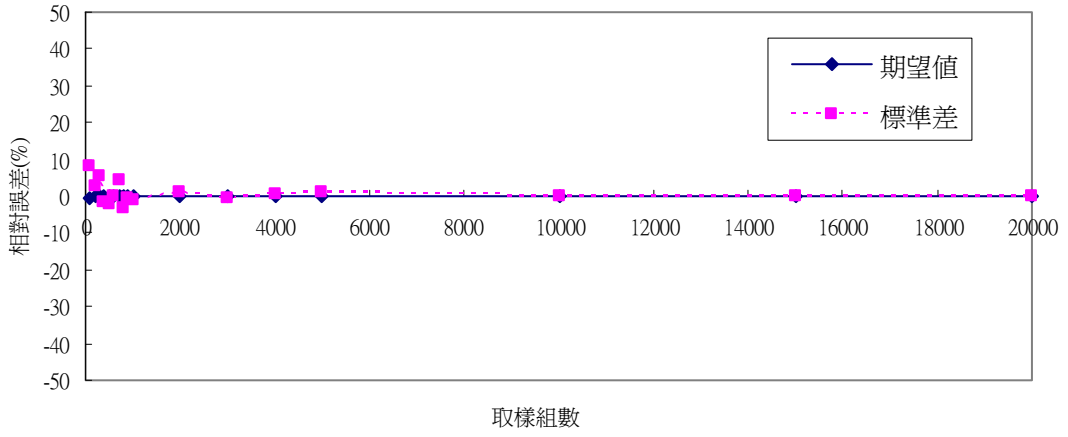


圖 3-6 參數取樣組數測試(凝聚力)

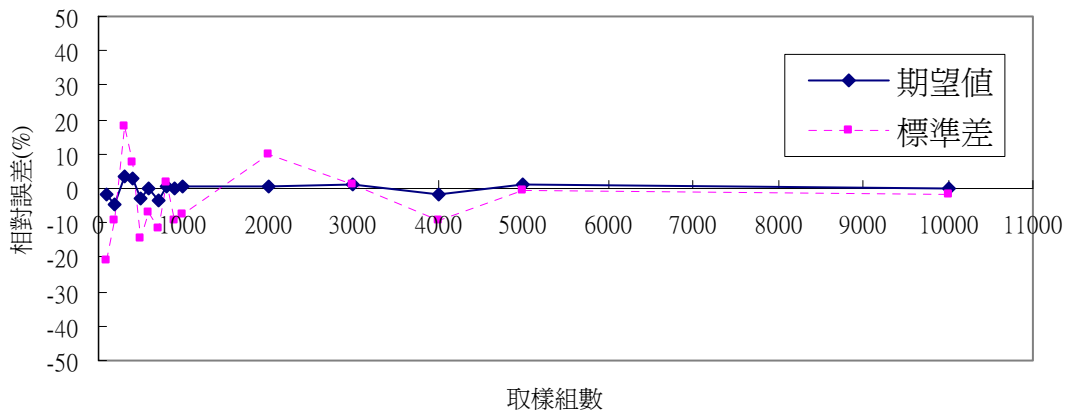


圖 3-7 參數取樣組數測試(飽和水力傳導係數)

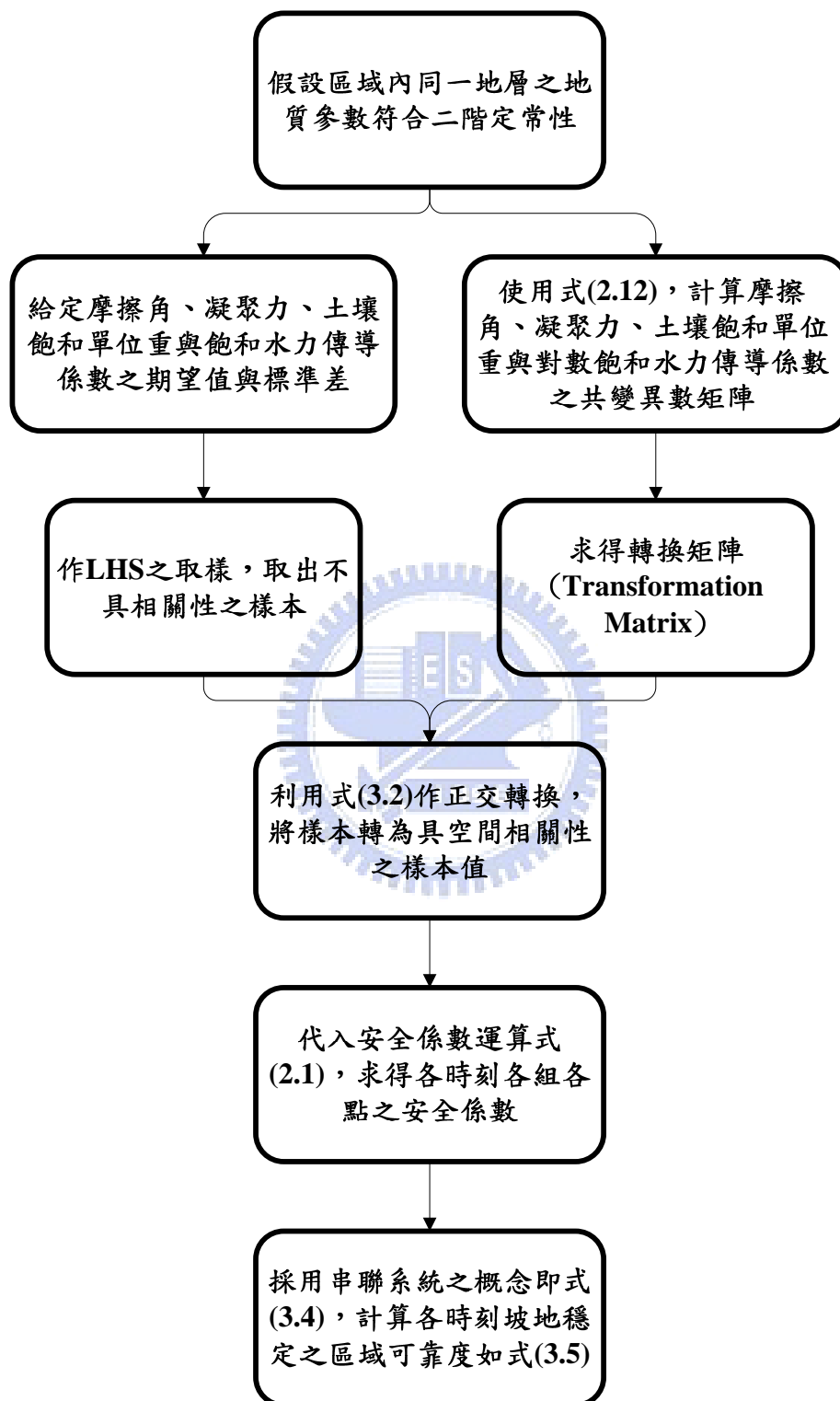


圖 3-8 蒙地卡羅模擬流程圖

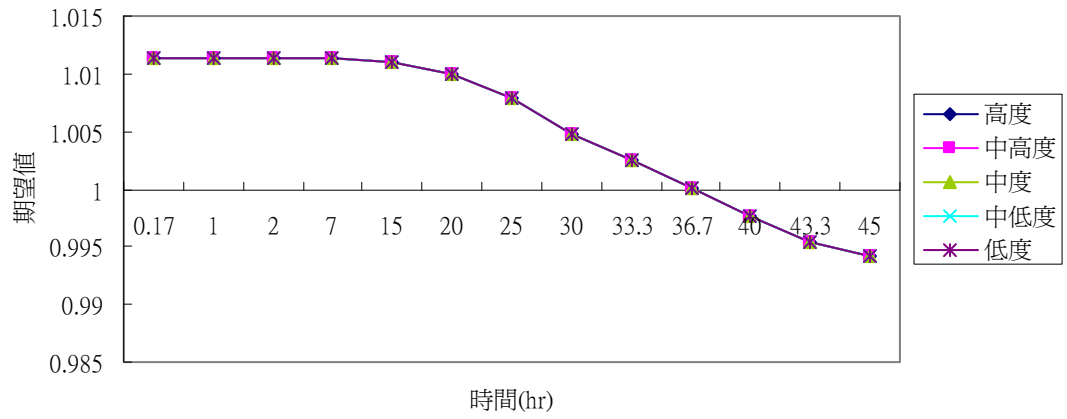


圖 3-9 格網點(2,4)不同案例安全係數期望值變化圖(U-FOVE)

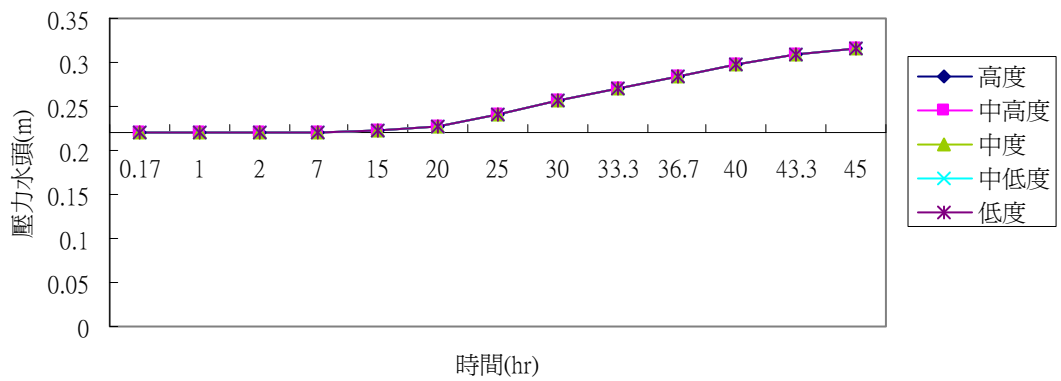


圖 3-10 格網點(2,4)不同案例壓力水頭期望值變化圖(U-FOVE)

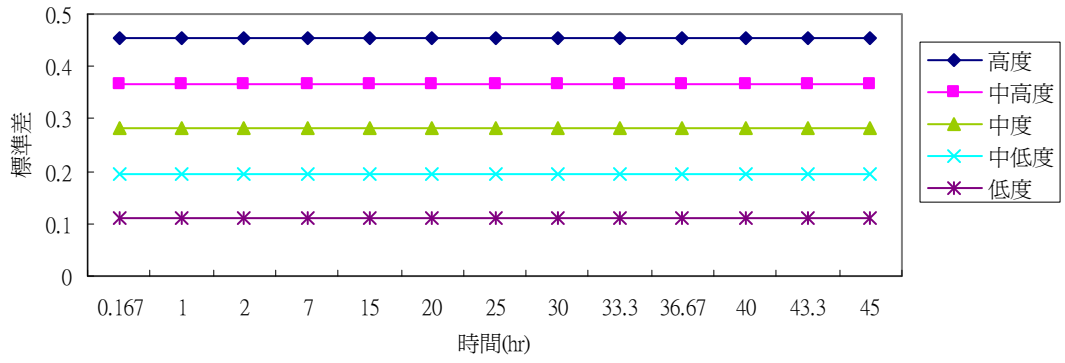


圖 3-11 格網點(2,4)不同案例安全係數標準差變化圖(U-FOVE)

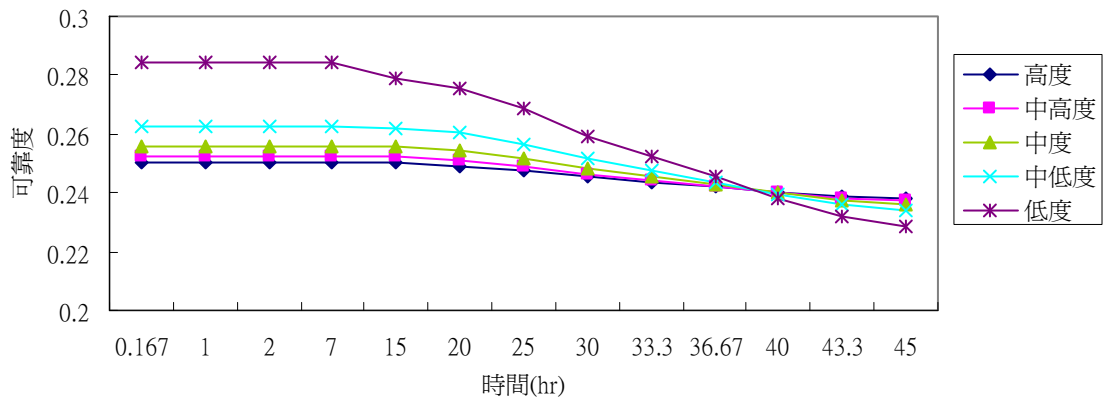
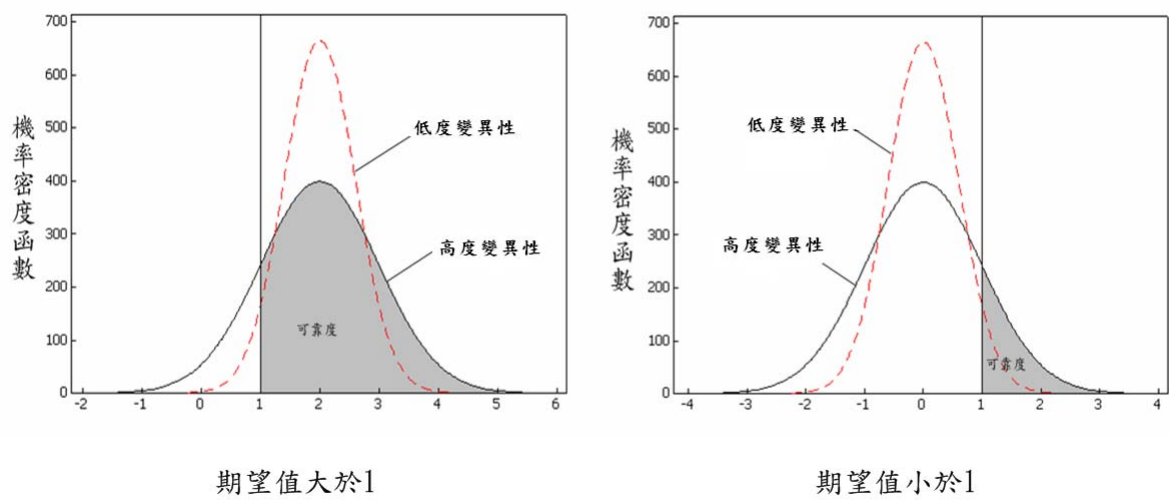


圖 3-12 不同案例區域可靠度變化圖(U-FOVE)



圖片來源：蘇歆婷 (2007)

圖 3-13 安全係數期望值與標準差對可靠度影響示意圖

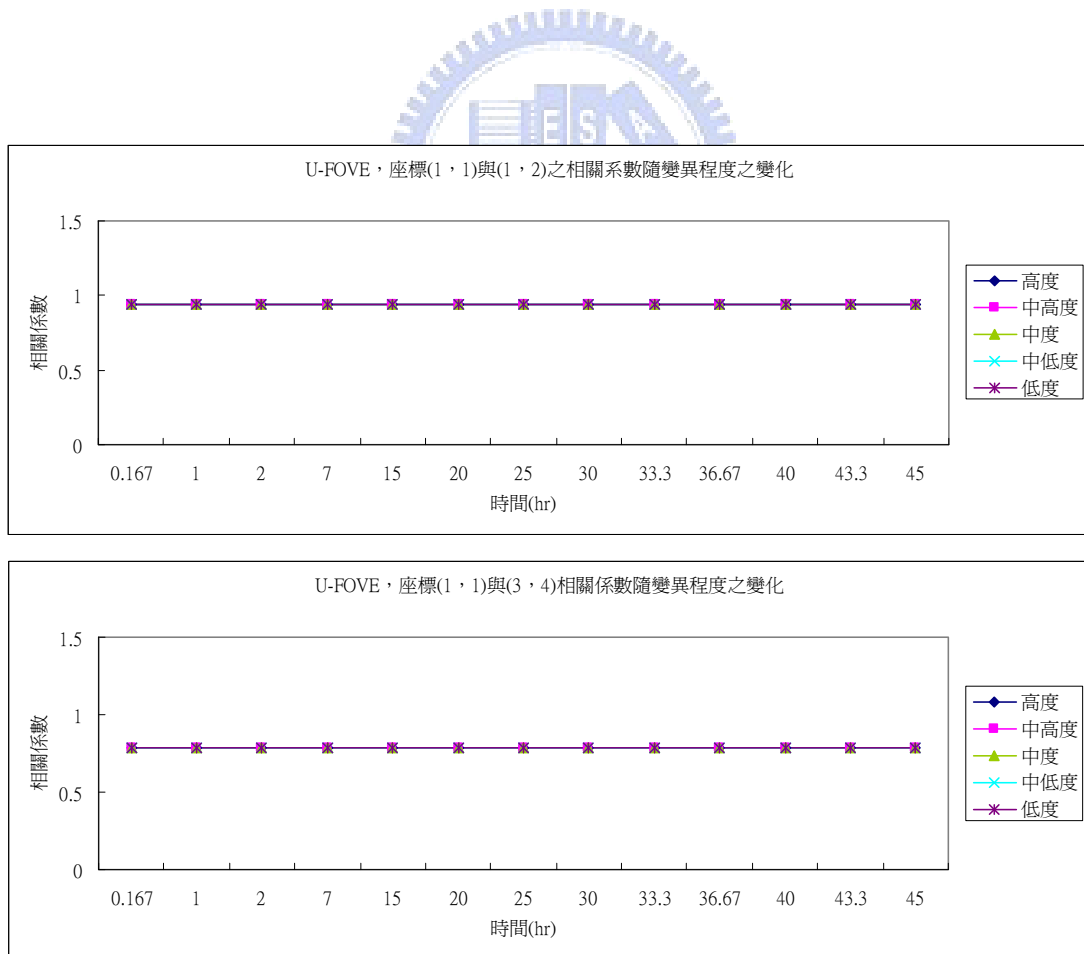


圖 3-14 不同案例相關係數變化圖

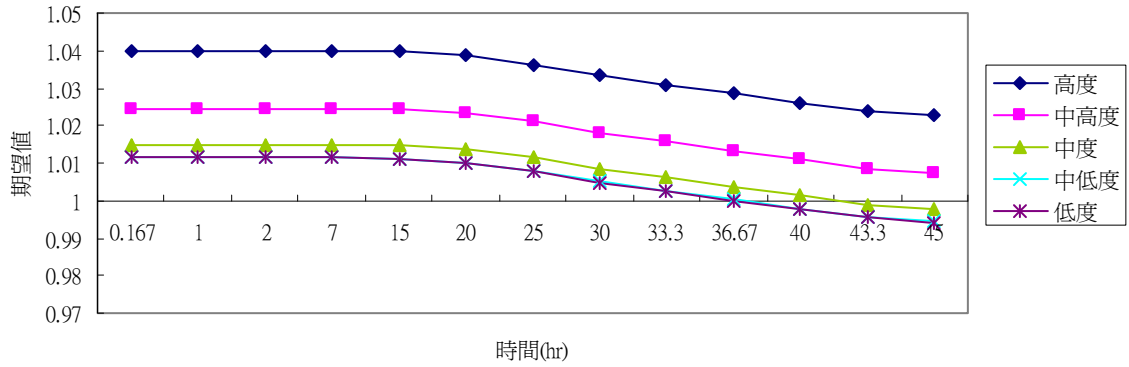


圖 3-15 格網點(2,4)不同案例安全係數期望值變化圖(M-FOVE)

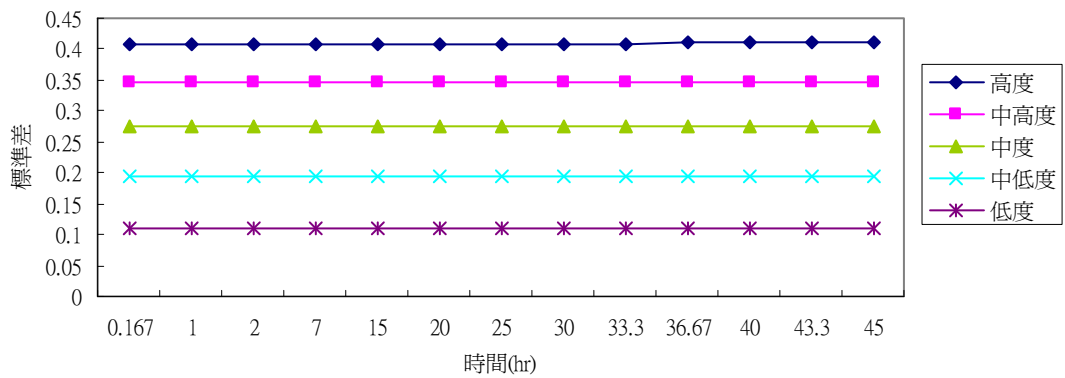


圖 3-16 格網點(2,4)不同案例安全係數標準差變化圖(M-FOVE)

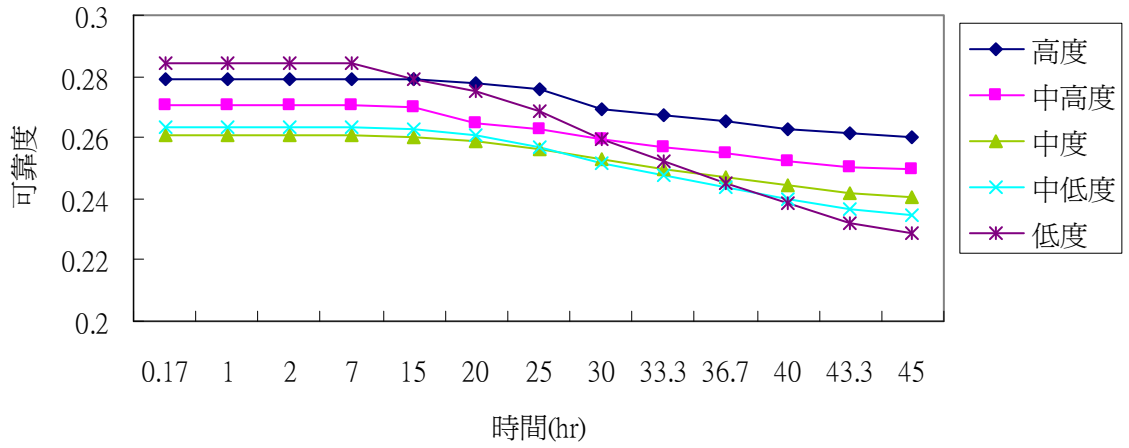
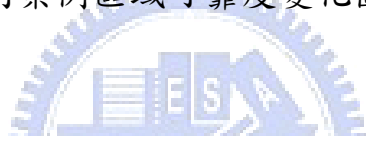


圖 3-17 不同案例區域可靠度變化圖(M-FOVE)



Histogram of 1,1, 1,2, 2,4, 3,4
Normal

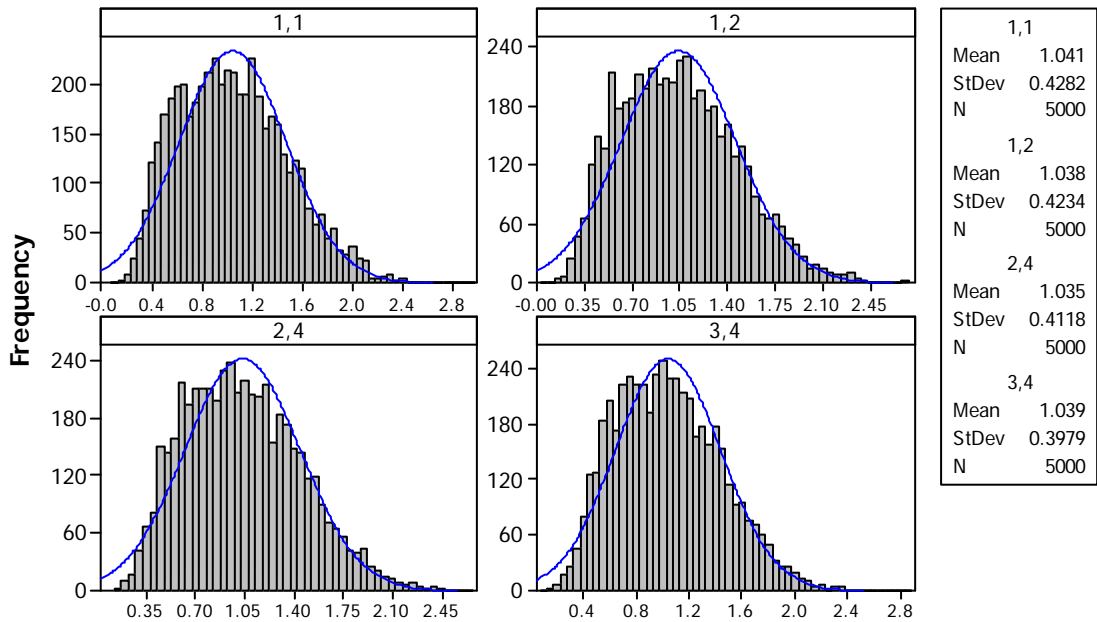


圖 3-18 高度變異程度各格網點安全係數組體圖

Histogram of 1,1, 1,2, 2,4, 3,4

Normal

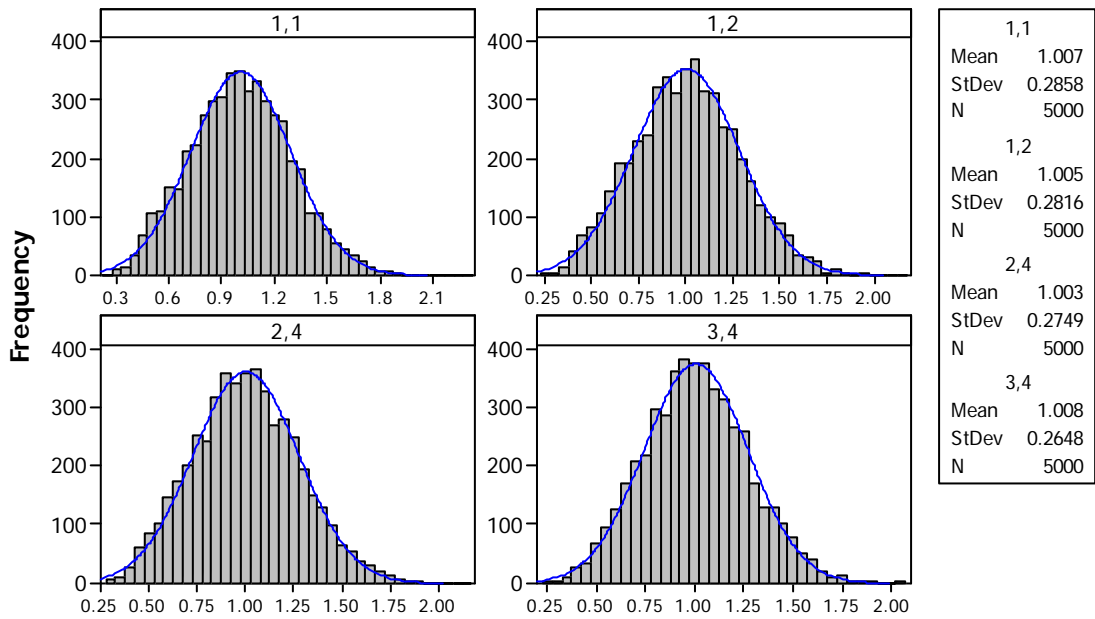


圖 3-19 中度變異程度各格網點安全係數組體圖

Histogram of 1,1, 1,2, 2,4, 3,4

Normal

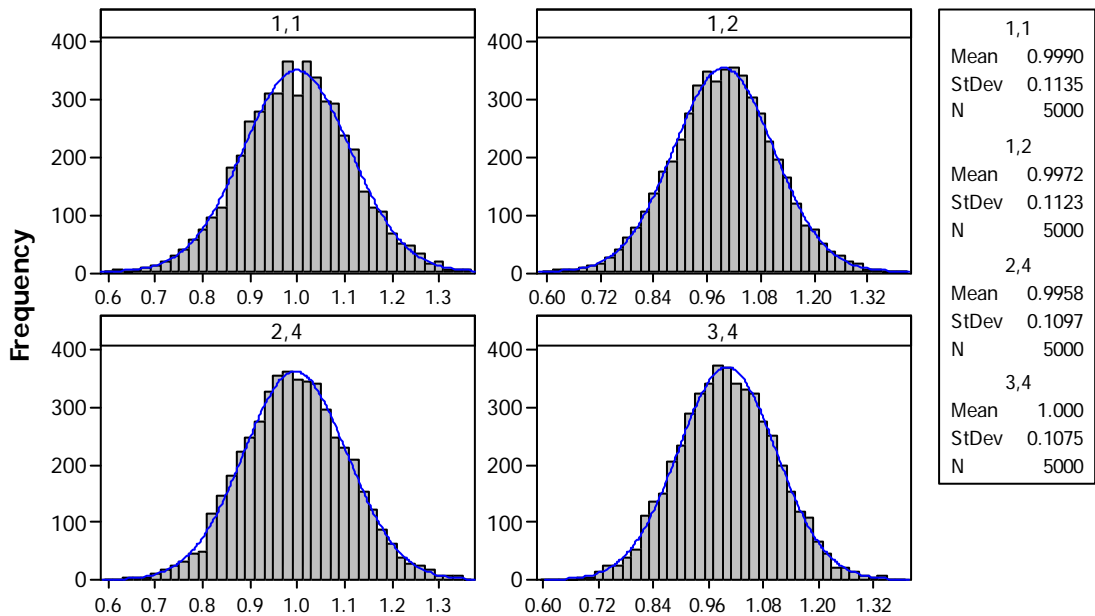


圖 3-20 低度變異程度各格網點安全係數組體圖

Beta Q-Q plot

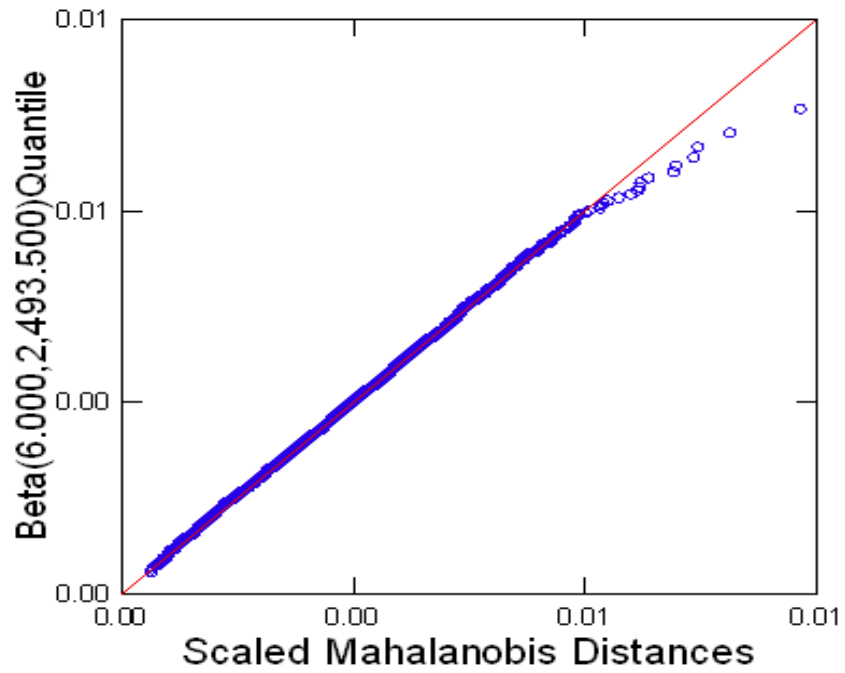


圖 3-21 中度變異程度案例多變量常態分佈趨勢檢測

Beta Q-Q plot

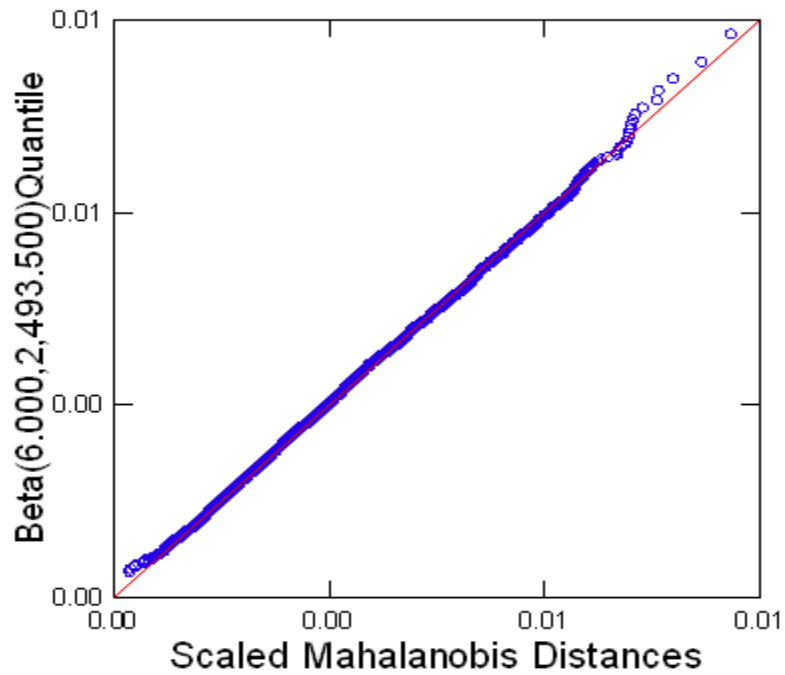


圖 3-22 低度變異程度案例多變量常態分佈趨勢檢測

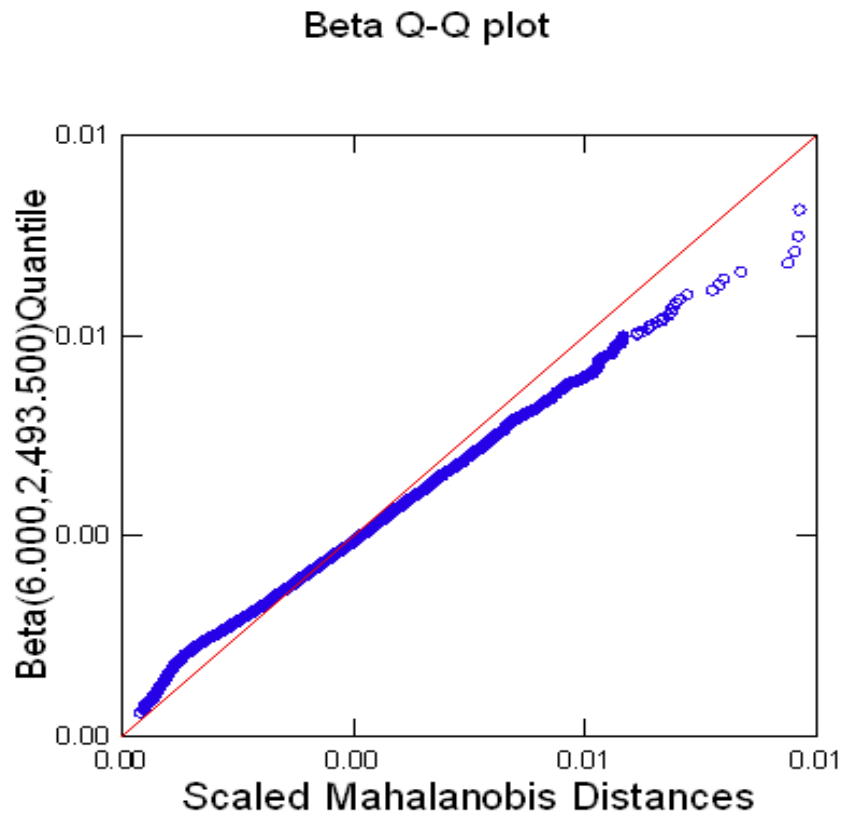


圖 3-23 高度變異程度凝聚力取樣經前處理之多變量常態分佈趨勢檢測

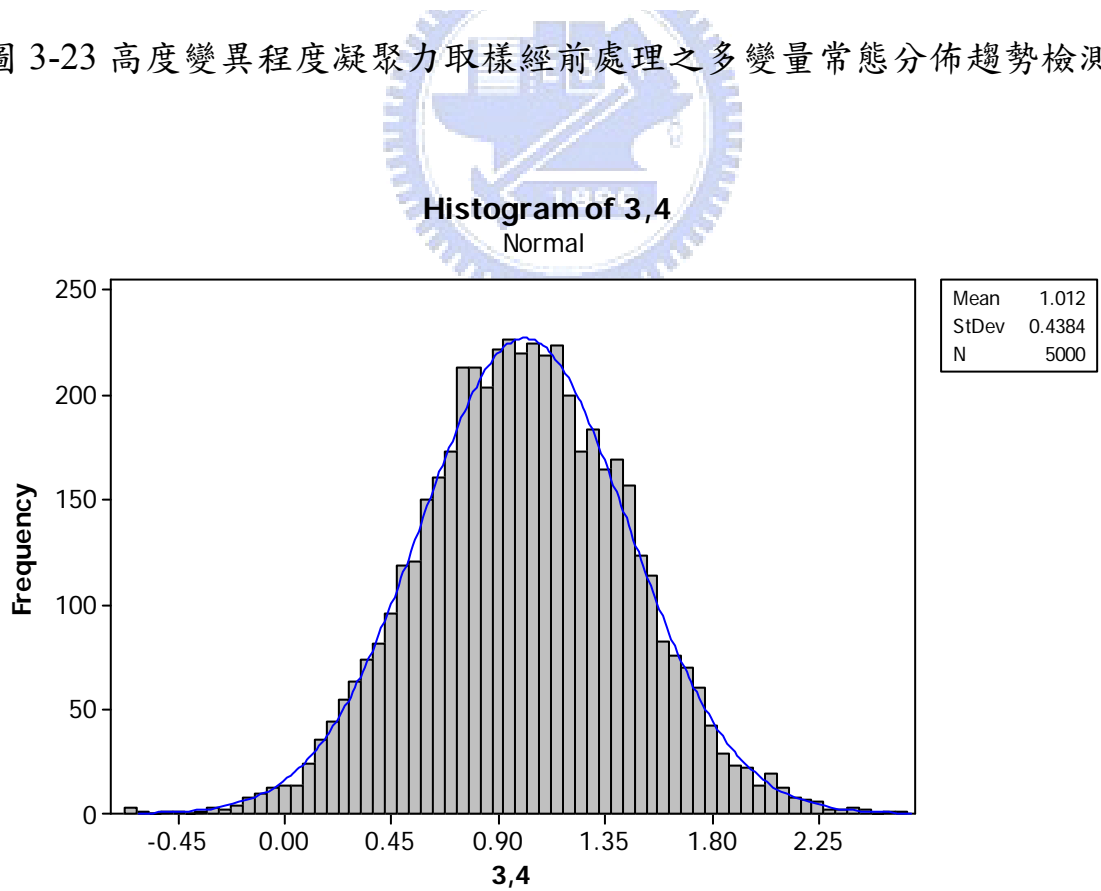


圖 3-24 高度變異程度凝聚力取樣未經前處理之單點安全係數組體圖

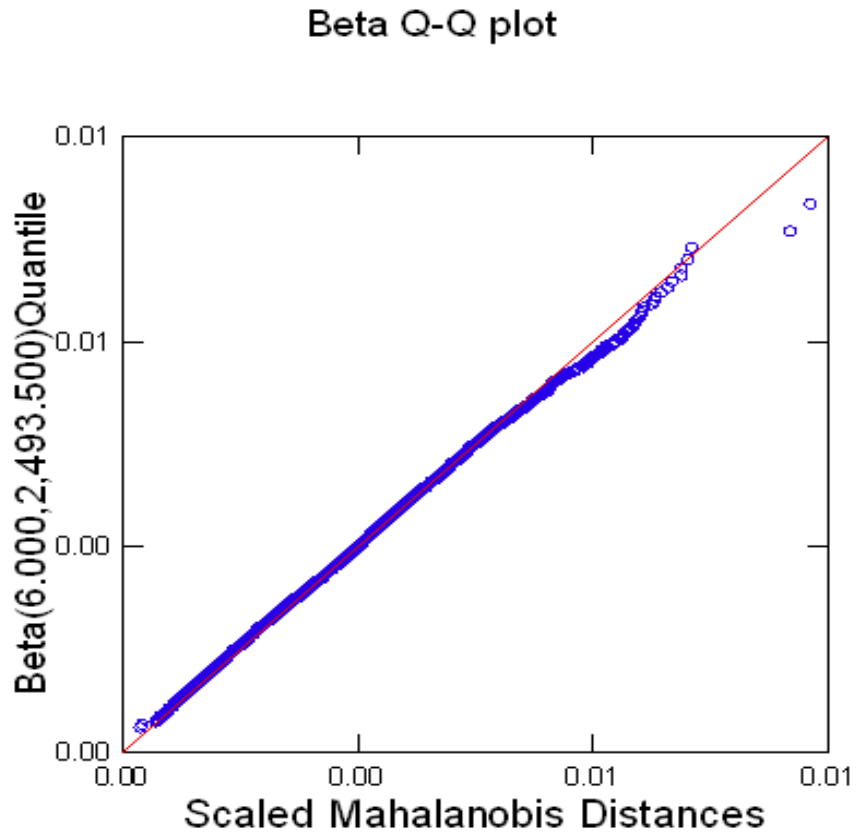


圖 3-25 高度變異程度凝聚力取樣未經前處理之多變量常態分佈趨勢檢測

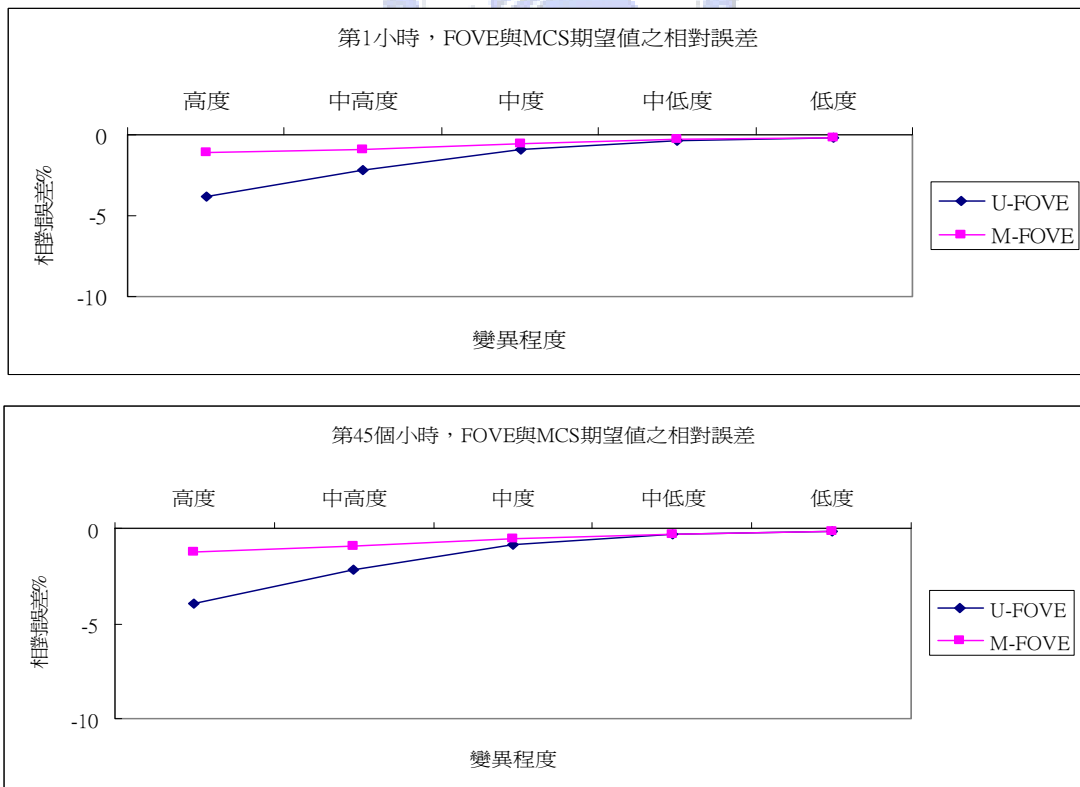


圖 3-26 不同案例安全係數期望值與 MCS 之相對誤差

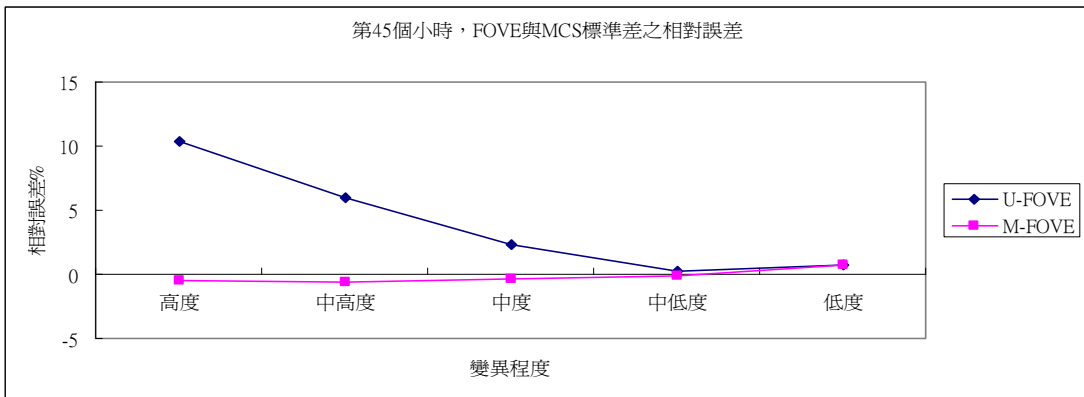
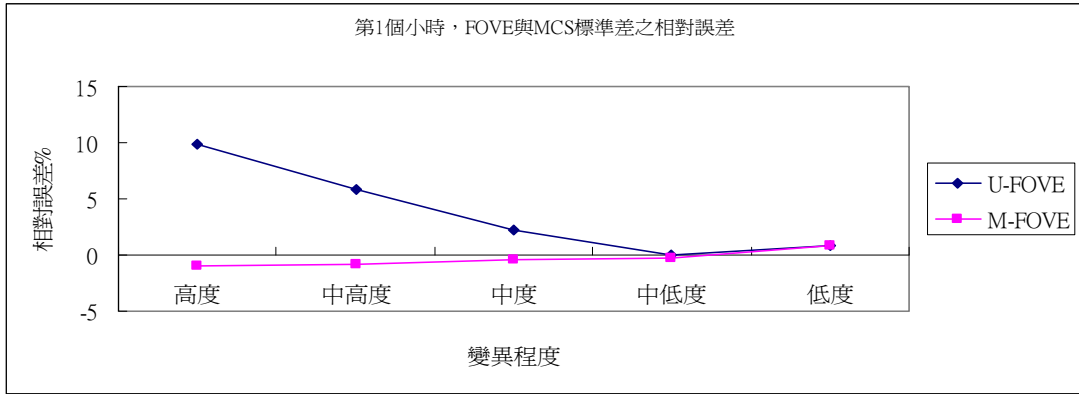


圖 3-27 不同案例安全係數標準差與 MCS 之相對誤差

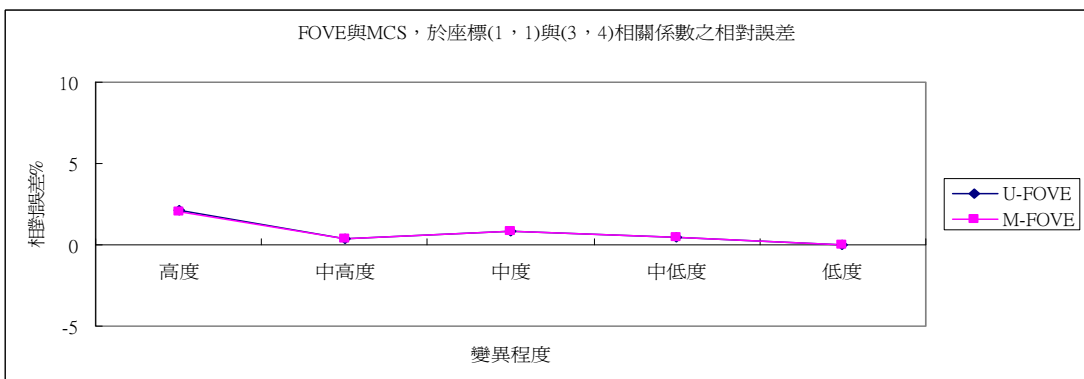
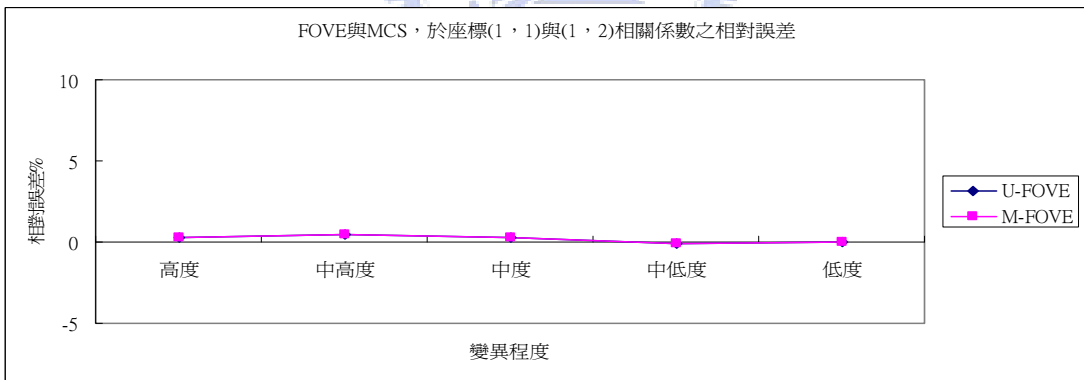


圖 3-28 不同案例安全係數相關係數與 MCS 之相對誤差

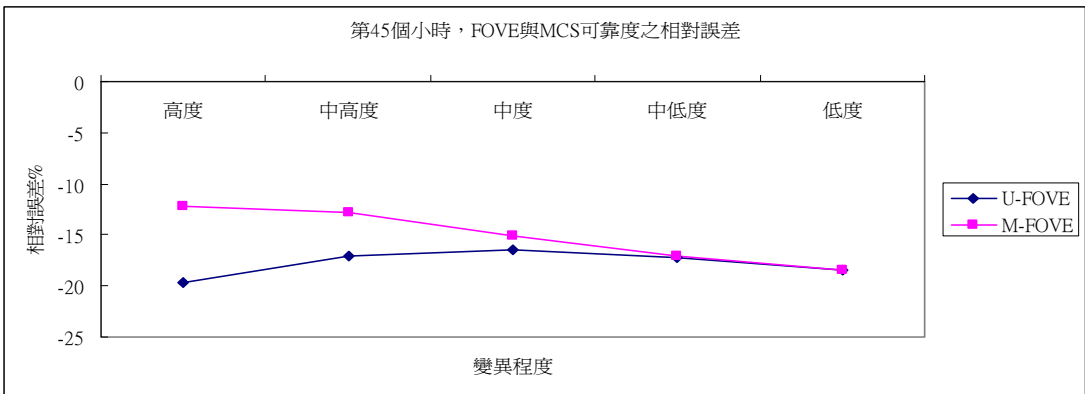
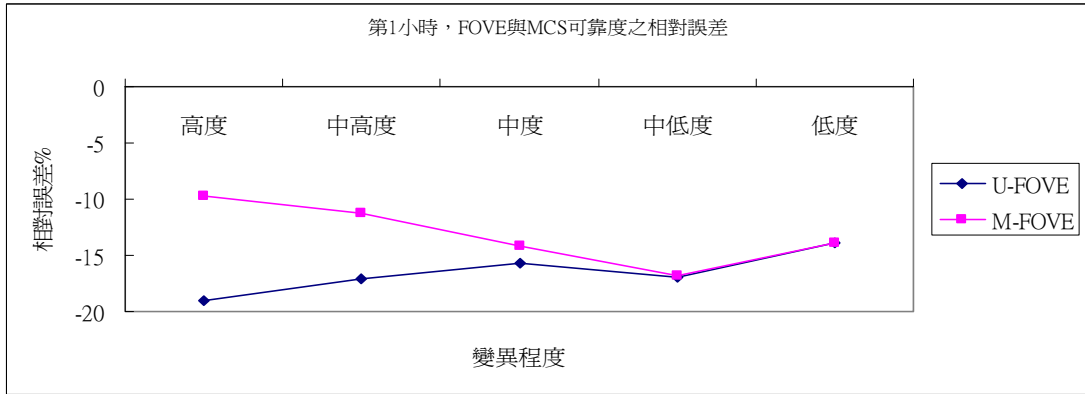


圖 3-29 不同案例區域可靠度與 MCS 之相對誤差

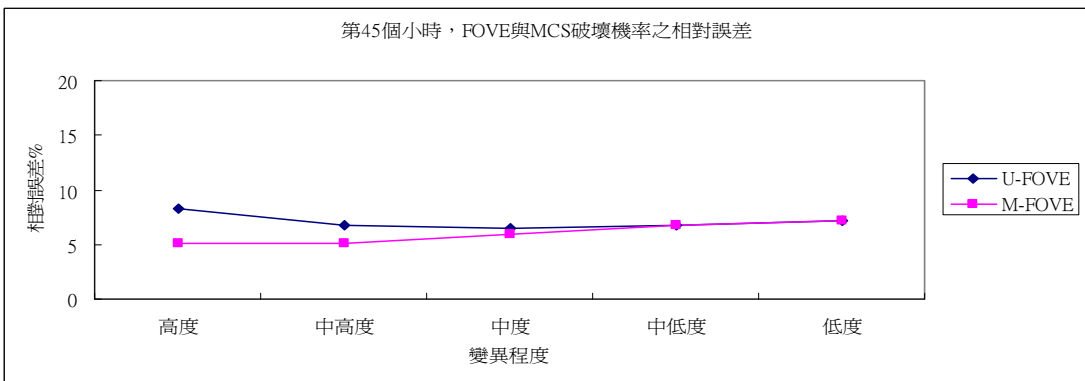
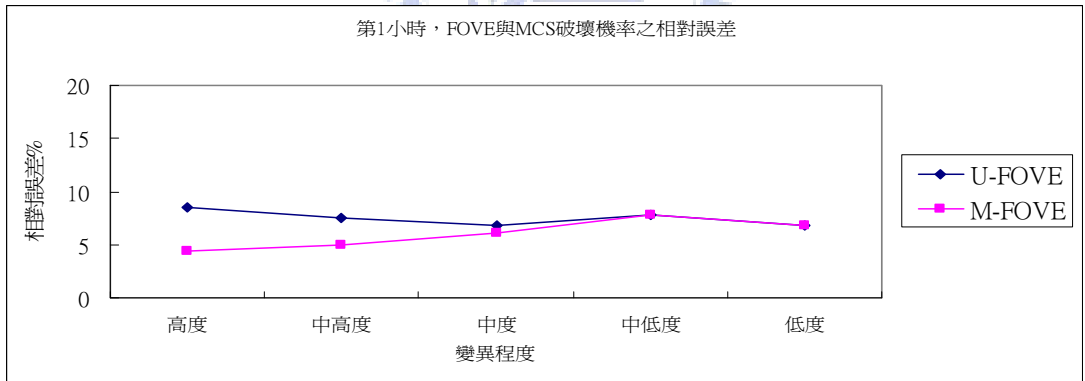


圖 3-30 不同案例區域崩塌機率與 MCS 之相對誤差

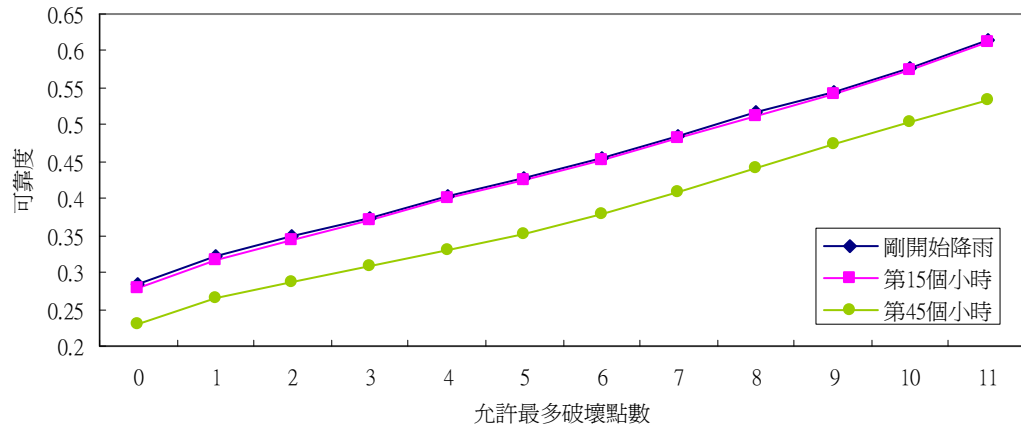


圖 3-31 允許最多破壞點數之可靠度隨時間變化情形

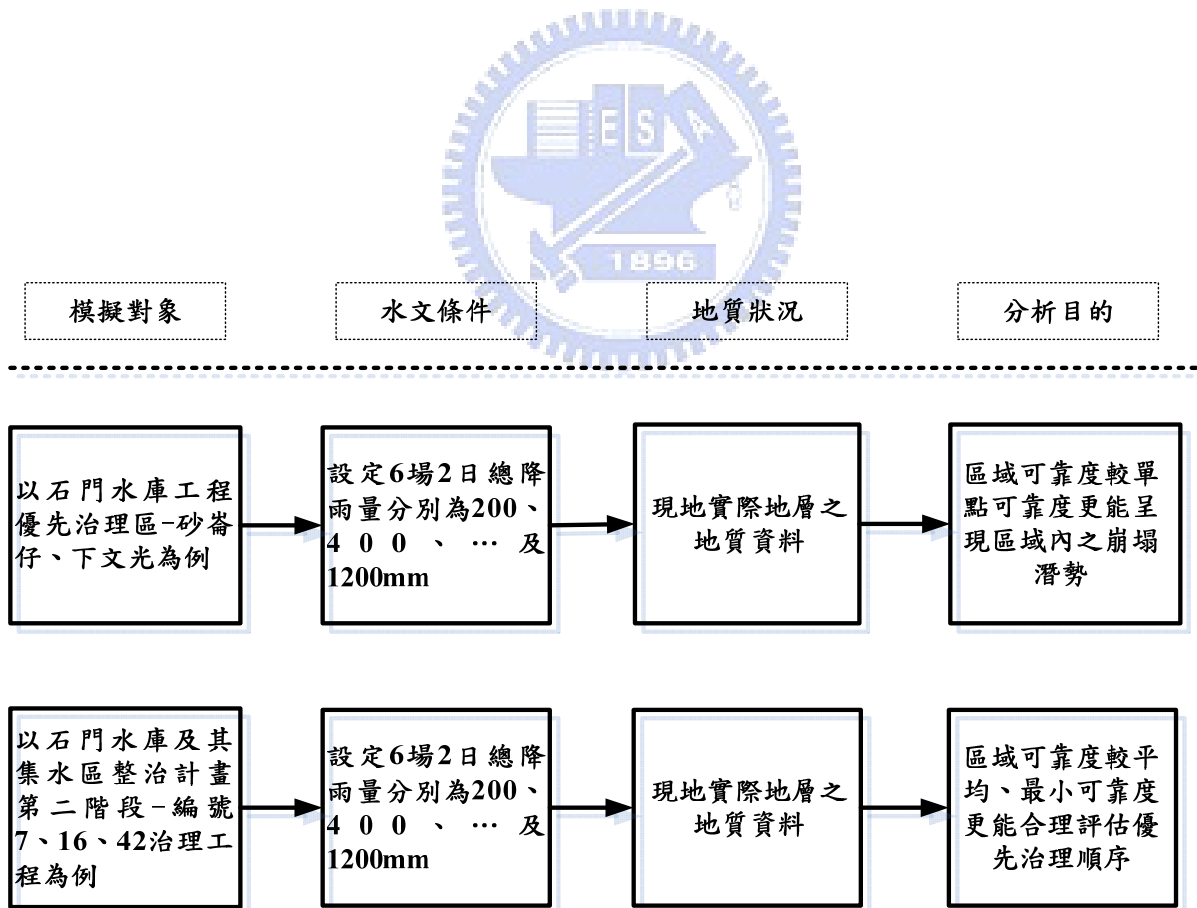


圖 4-1 探討案例概念圖

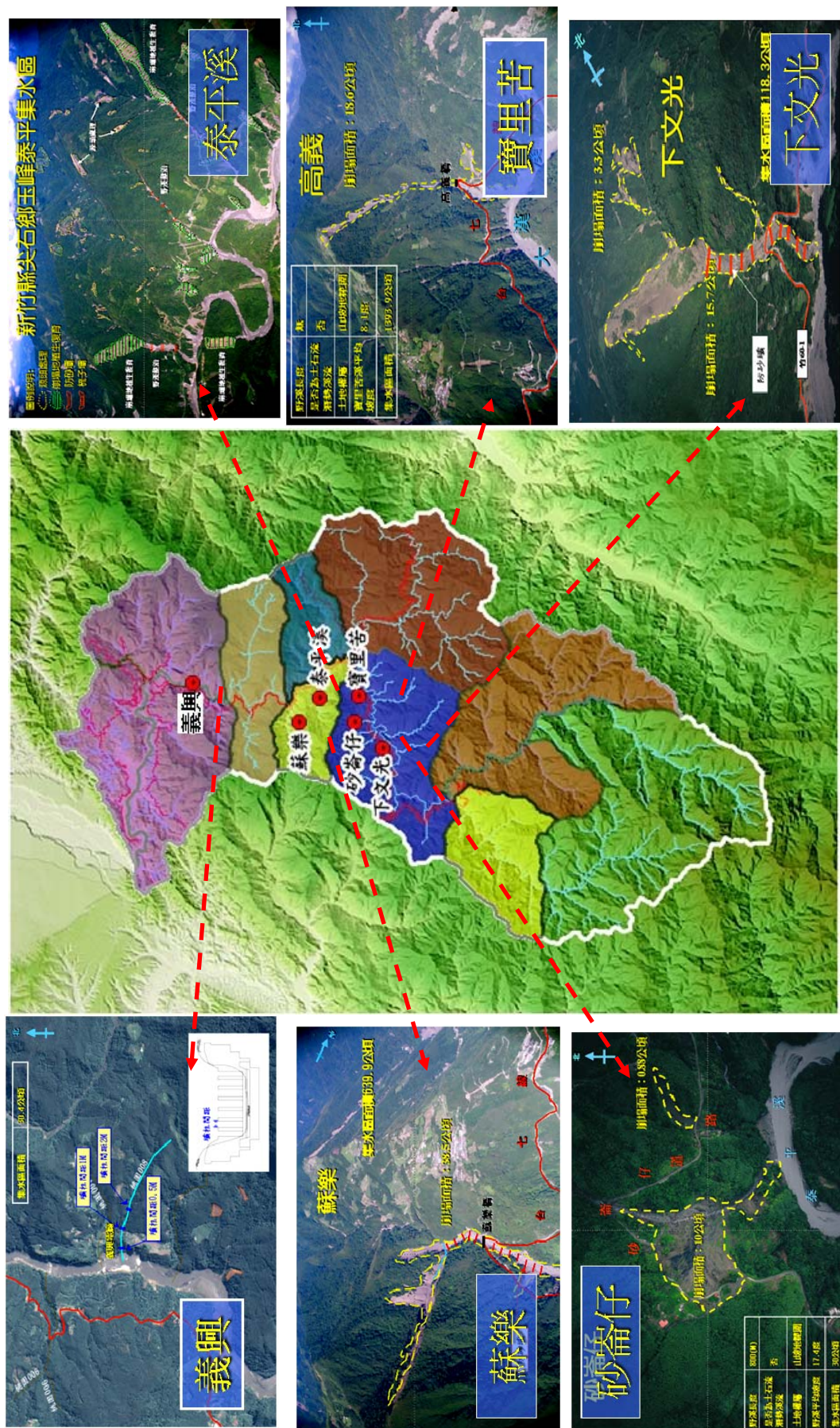


圖4.2 石門水庫集水區六大優先治理區分佈概況圖

資料來源：水土保持局

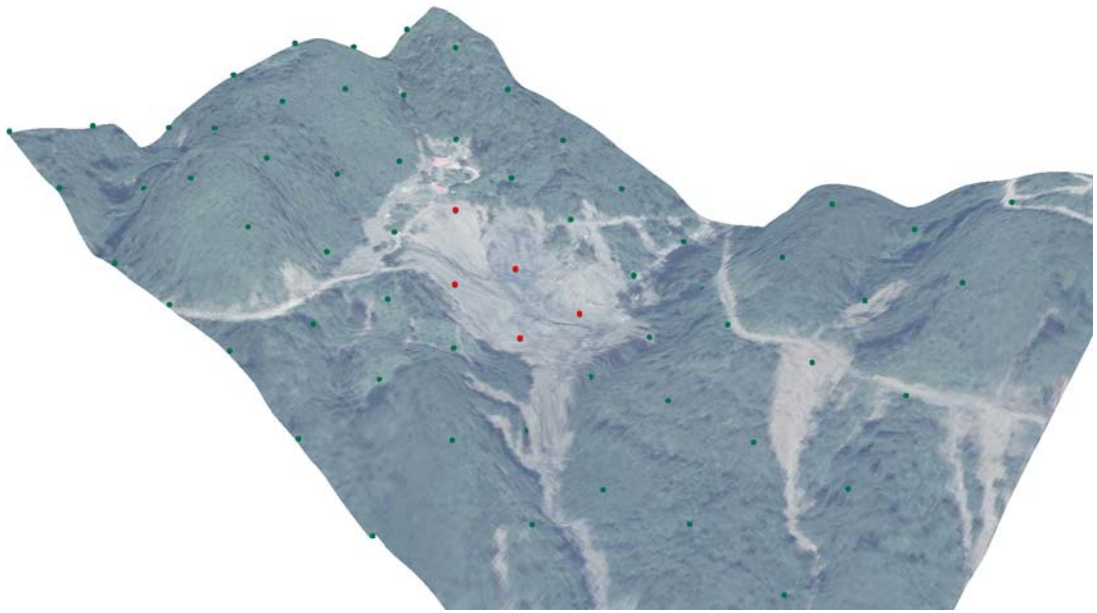


圖 4-3 砂崙仔立體圖

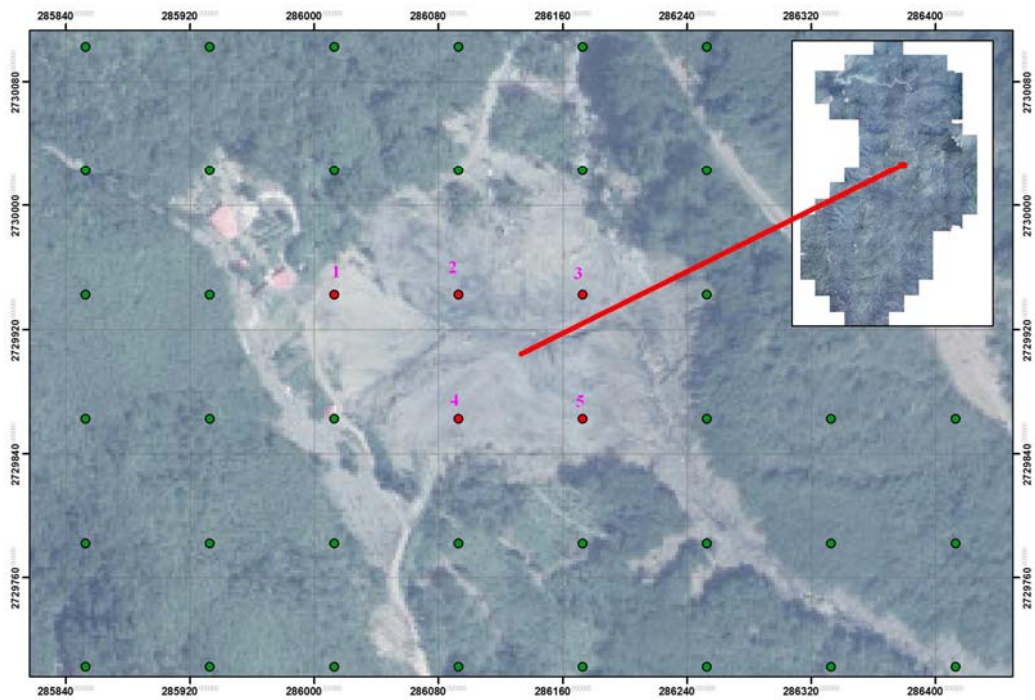


圖 4-4 砂崙仔平面圖

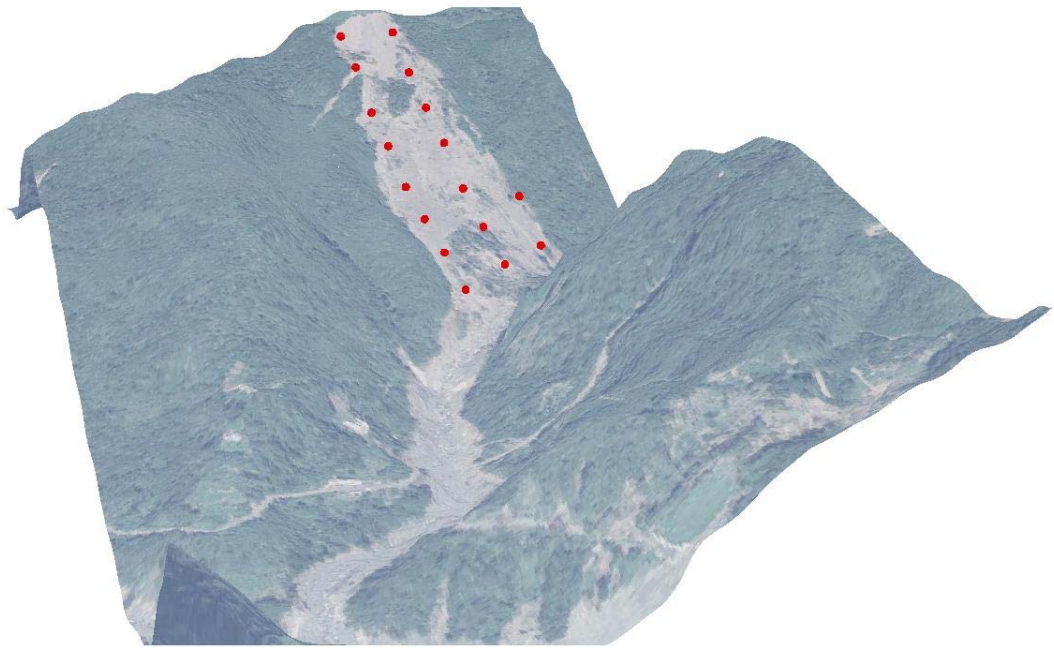


圖 4-5 下文光立體圖

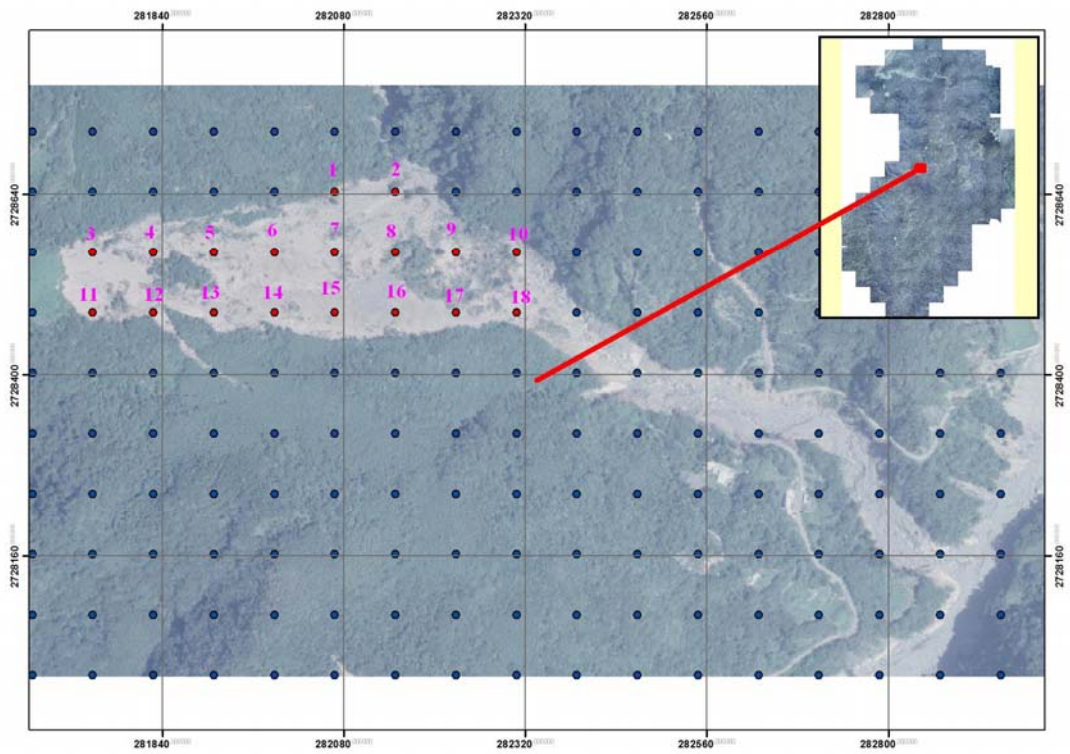


圖 4-6 下文光平面圖

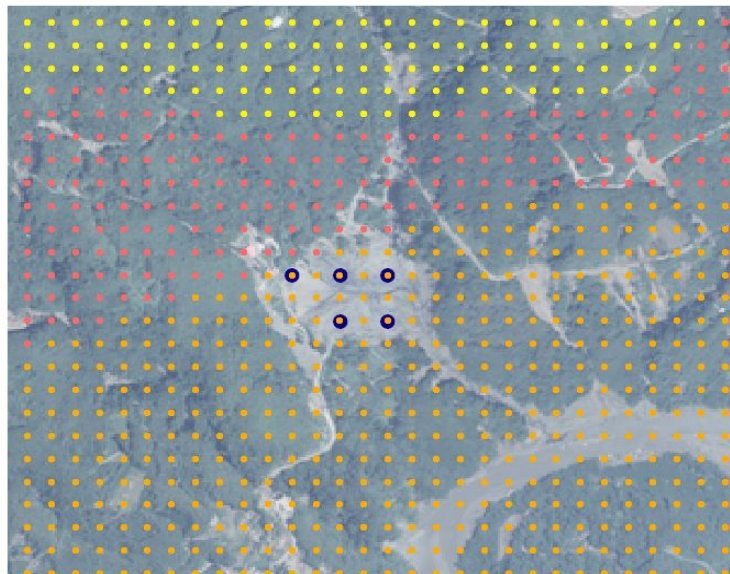


圖 4-7 砂崙仔地層分佈

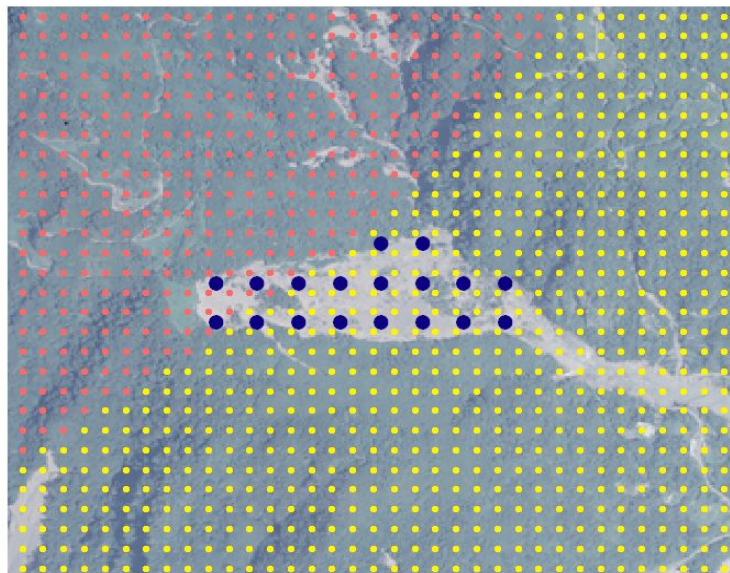


圖 4-8 下文光地層分佈

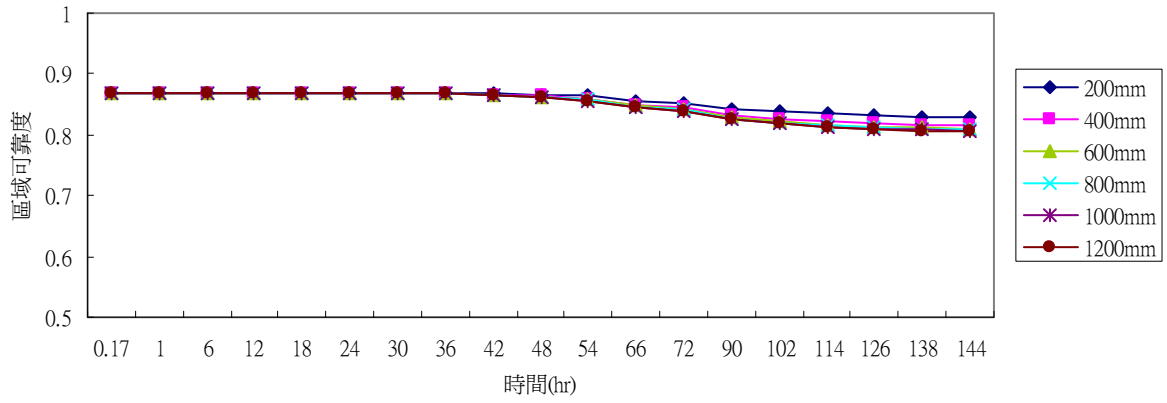


圖 4-9 砂崙仔地區(案例一)可靠度隨降雨量之變化

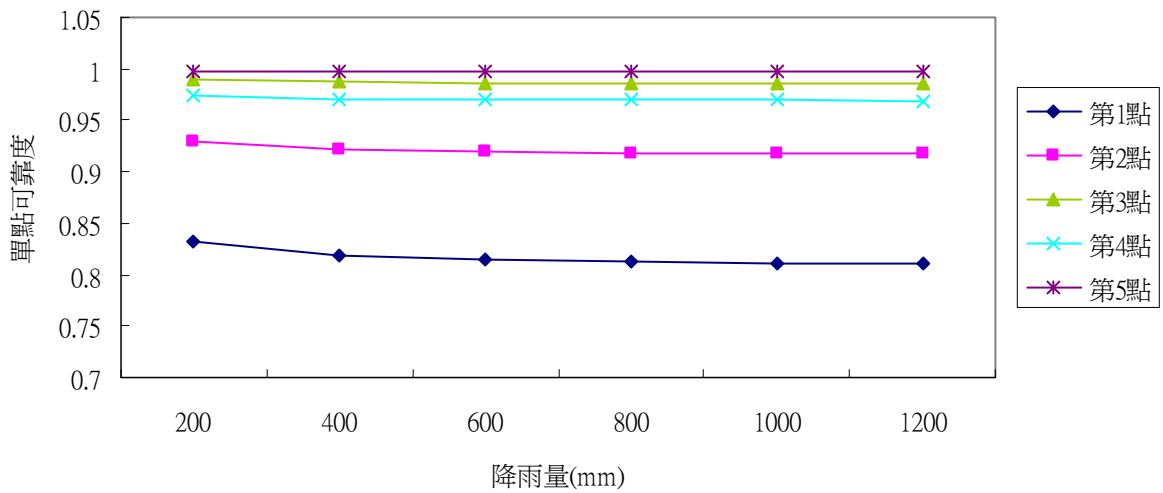


圖 4-10 砂崙仔地區，案例一之單點可靠度隨降雨量變化情況

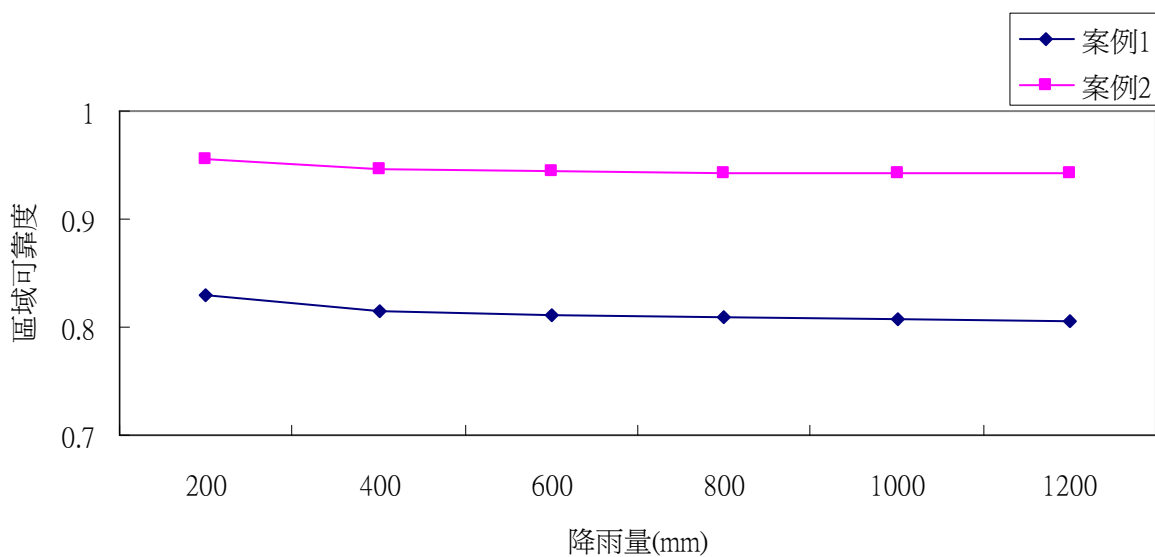


圖 4-11 砂崙仔地區，兩案例之可靠度隨降雨量變化情況

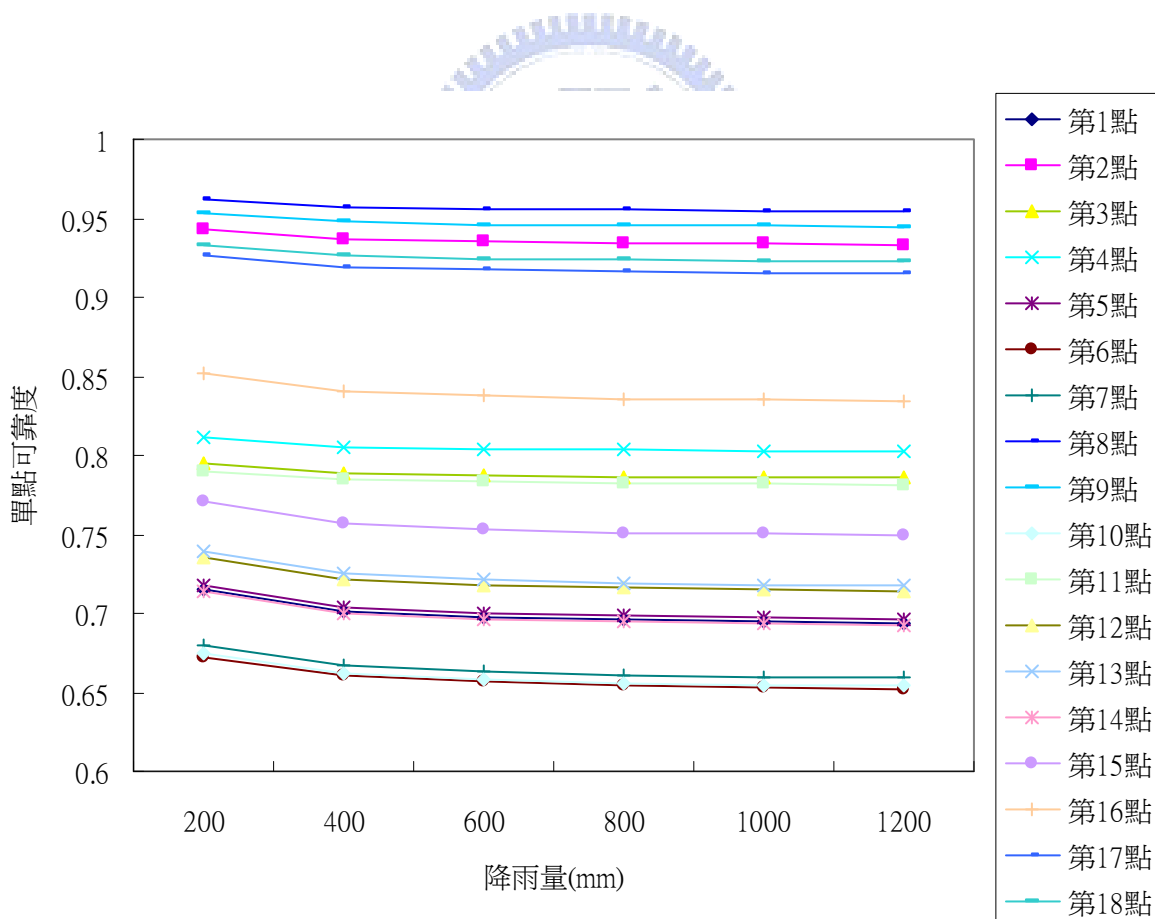


圖 4-12 下文光地區單點可靠度隨降雨量之變化

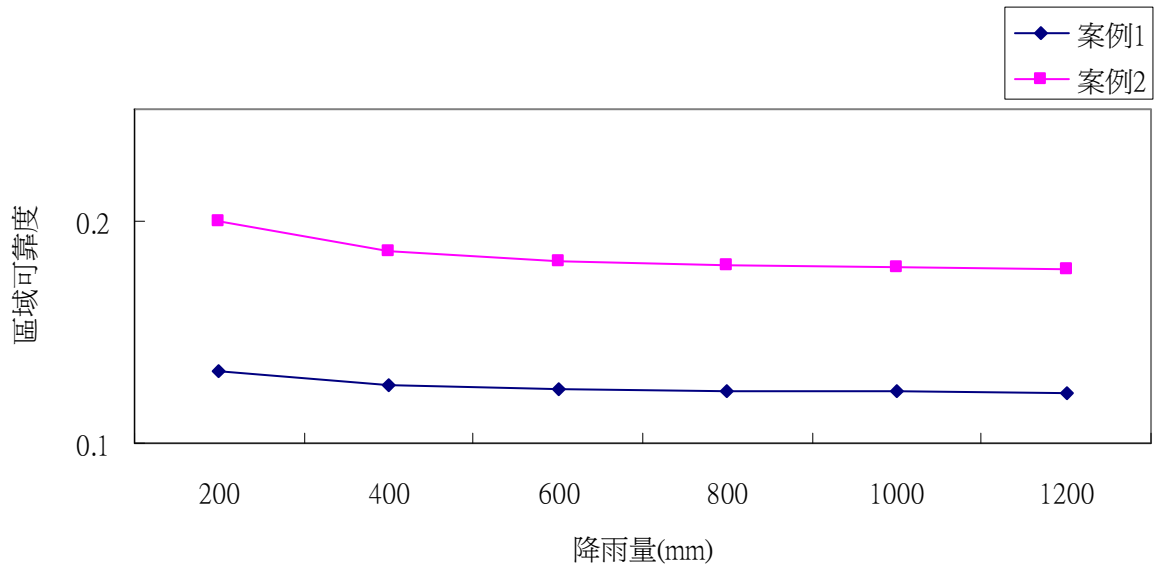


圖 4-13 下文光地區，可靠度隨降雨量之變化

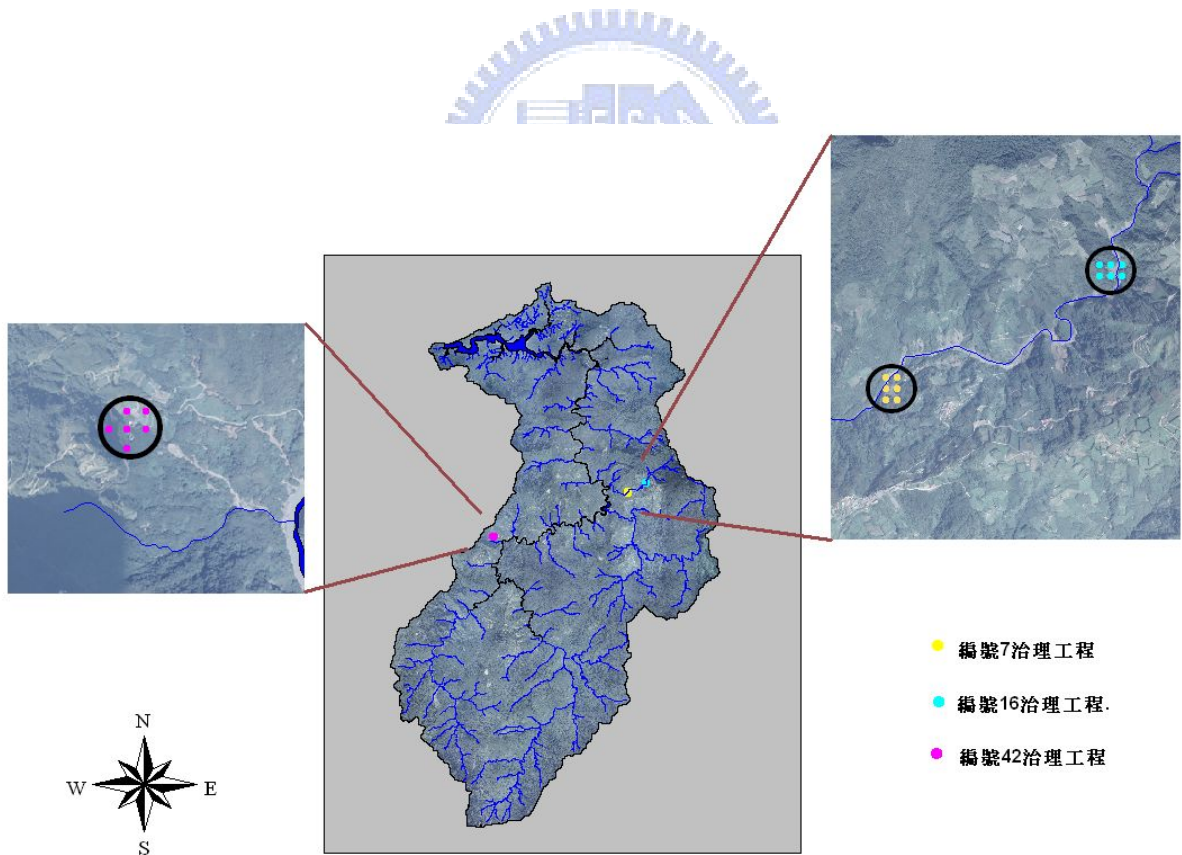


圖 4-14 三項治理工程現地位置

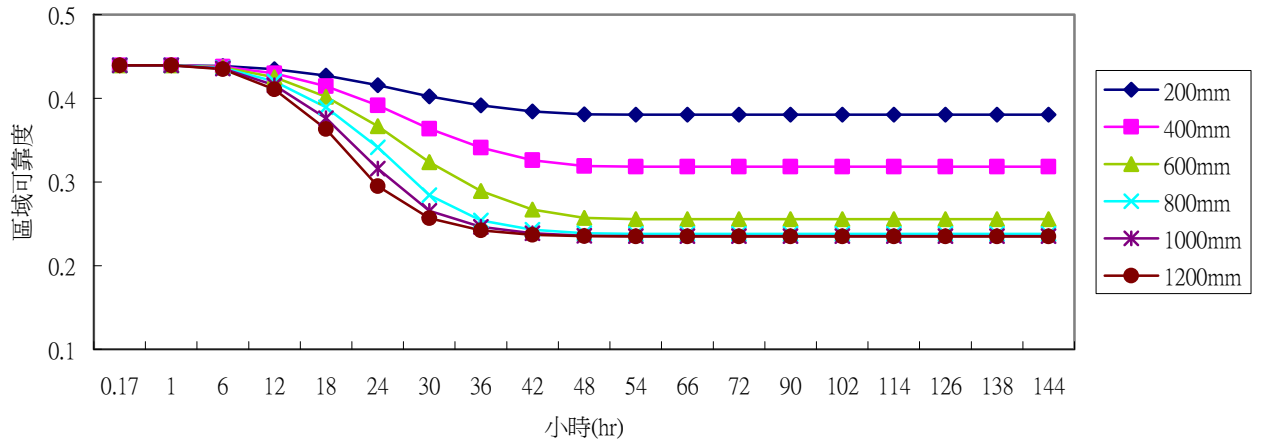


圖 4-15 編號 16 治理工程其可靠度隨降雨量之變化

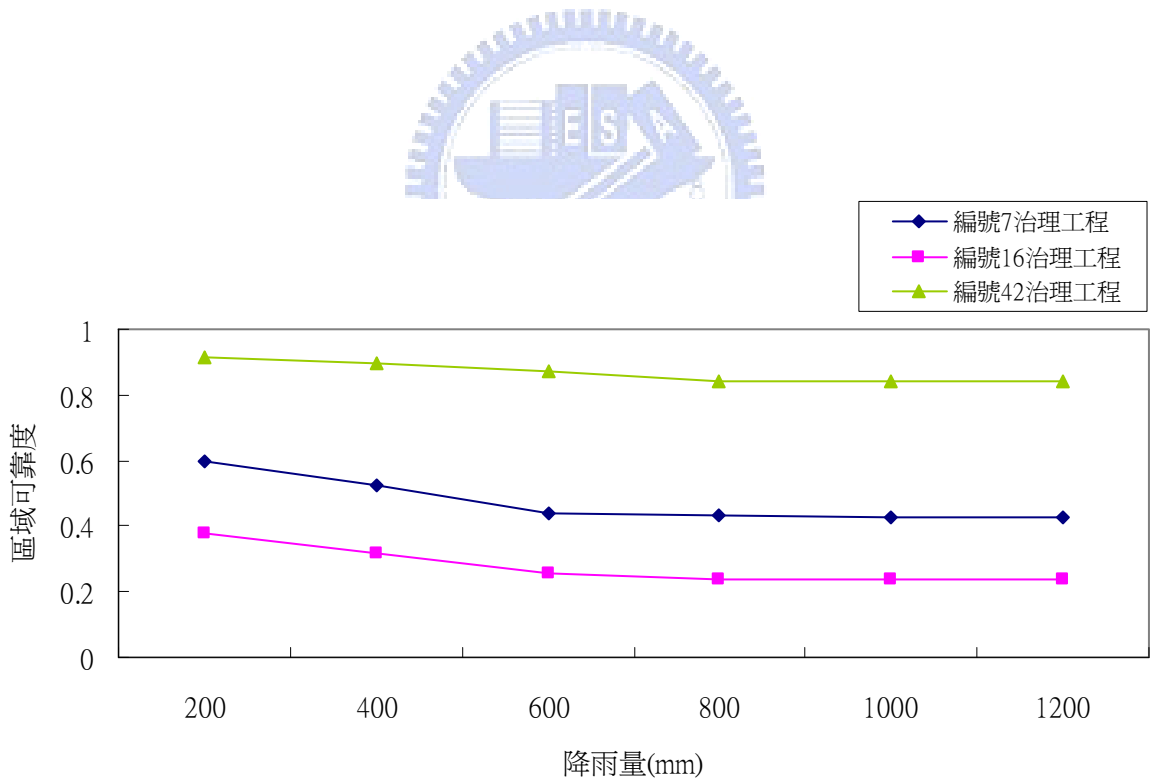


圖 4-16 三項治理工程區域可靠度隨不同降雨之變化(案例一)