

優質鋼爐渣粒料的生產與應用

演講人：林登峰 特聘教授
義守大學 土木工程學系



Part 1 鋼爐渣基本性質

Part 2 鋼爐渣基底層級配料

Part 3 鋼爐渣瀝青混凝土

Part 4 試驗道路鋪設與成效

3

Part 1

銅爐碴基本性質

4 鋼爐碴安定化

本研究採用安定化之還原碴及氧化碴等鋼爐碴。還原碴安定程序之蒸氣壓力為 21kgf/cm^2 ，持續3~8小時，其性質符合CNS15311膨脹性要求。

高壓蒸釜 鋼爐碴安定化



5 鋼爐渣製程說明



- 還原渣經過3道破碎、3道磁選、2次篩分，將粒徑破碎至5mm以下採輸送帶送至蒸壓釜，進行安定化。
- 還原渣安定化之條件為以**壓力21Kgf/cm²(溫度約215°C)**之高壓蒸氣，持壓時間3hr~8hr。
- 安定化完成後待品檢合格(浸水膨脹率試驗或熱壓膨脹試驗)，方可進行還原渣再利用。

6 鋼爐渣出入廠品質管制

品質管制

入廠原料 檢測	項次	檢驗項目	檢驗頻率
	1	成分分析	單日每批次
	2	f-CaO	單日每批次
	3	f-MgO	單日每批次
	4	輻射量	每車次



XRF光譜儀
(成份分析)



ICP感應耦合電漿原子
發射光譜儀
(f-CaO、f-MgO含量分析)

出廠產品 檢測	項次	檢驗項目	檢驗頻率
	1	浸水膨脹率試驗	每日
	2	熱壓膨脹試驗	每日
	3	新拌混凝土試驗	每日
	4	水溶性氯離子含量	每日
	5	混凝土抗壓強度	每週



恒溫水槽
(量測體積變化)



高壓蒸鍋
(熱壓膨脹試驗)

7 試驗材料外觀情況-天然粒料



73 74 75/33m 76 77 78 79
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 24



天然石六分料



73 74 75/33m 76 77 78 79
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 24



天然石三分料



73 74 75/33m 76 77 78 79
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 24



天然石二分料



73 74 75/33m 76 77 78 79
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



天然石碎石砂



6 67 68 69 70/33m 71 72
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 21 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 21



石粉填縫料

8 試驗材料外觀情況-氧化碴



9 試驗材料外觀情況-還原渣



10 試驗材料基本性質

	天然石 六分料	氧化碴 六分料	天然石 三分料	氧化碴 三分料	天然石 二分料	天然石 碎石砂	氧化碴 碎石砂	還原碴 碎石砂	石粉 填縫料	還原碴 填縫料
視比重	2.68	3.29	2.68	3.07	2.69	2.59	3.60	2.90	2.76	2.79
吸水率(%)	1.13	7.71	1.71	9.82	1.44	1.77	2.82	-	-	-
磨損率(%)	23.69	33.3	-	20.12	-	-	20.12	-	-	-
健度(%)	-	0.43	-	0.51	-	-	0.83	-	-	-
含砂當量(%)	-	-	-	-	-	90.04	85.71	61.08	-	-
破碎率(%)	71	99.04	65	99.8	-	-	-	-	-	-
扁長率(%)	6.38	0.84	5.82	0.71	-	-	-	-	-	-
pH值	8.05	11.72	8.07	11.80	7.95	7.91	12.24	9.36	7.92	11.45

11 試驗材料基本性質-瀝青混凝土之材料

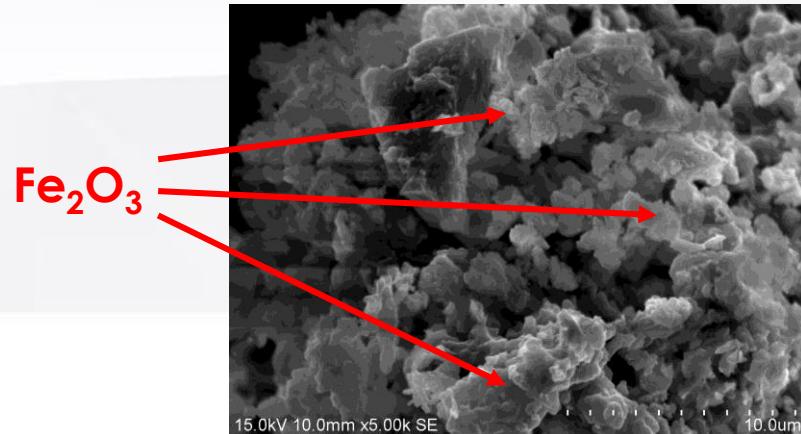
替代型 (inch)	標準型 (mm)	天然石 六分料	天然石 三分料	天然石 二分料	氧化碴 碎石砂	石粉 填縫料	還原碴 填縫料
1"	25	100	100	100	100	100	100
3/4"	19	67	100	100	100	100	100
1/2"	12.5	3	56	100	100	100	100
3/8"	9.5	1	24	99	100	100	100
#4	4.75	0	1	31	100	100	100
#8	2.36	0	0	4	100	100	100
#16	1.18	0	0	1	59	100	100
#30	0.6	0	0	1	31	100	100
#50	0.3	0	0	1	16	99	98
#100	0.15	0	0	1	7	79	90
#200	0.075	0	0	1	3	49	66
底盤	0	0	0	0	0	0	0

12 試驗材料基本性質-級配料之材料

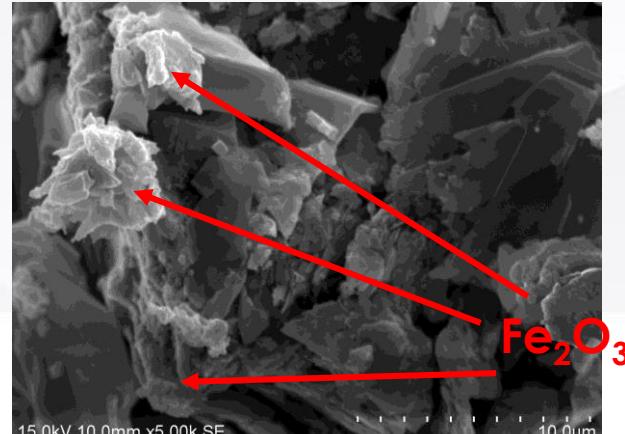
替代型 (inch)	標準型 (mm)	氧化碴 六分料	氧化碴 三分料	天然石 碎石砂	還原碴 碎石砂
2"	50	100	100	100	100
1 1/2"	37.5	100	100	100	100
1"	25	100	100	100	100
3/4"	19	91	100	100	100
3/8"	9.5	24	89	100	100
#4	4.75	12	10	89	100
#10	2	8	1	74	88
#30	0.6	5	1	61	51
#40	0.425	4	1	57	41
#200	0.075	2	0	31	3
底盤	0	0	0	0	0

13 SEM試驗

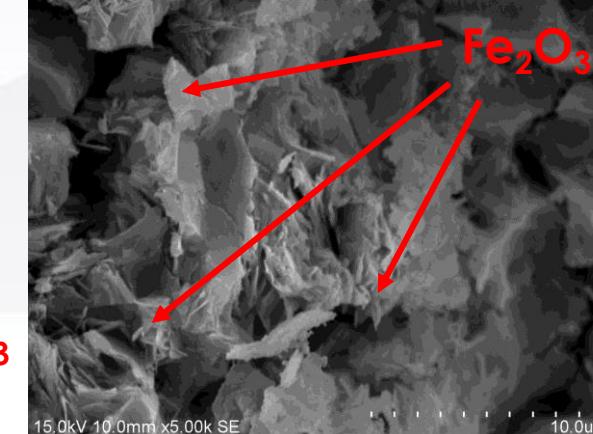
氧化渣六分料



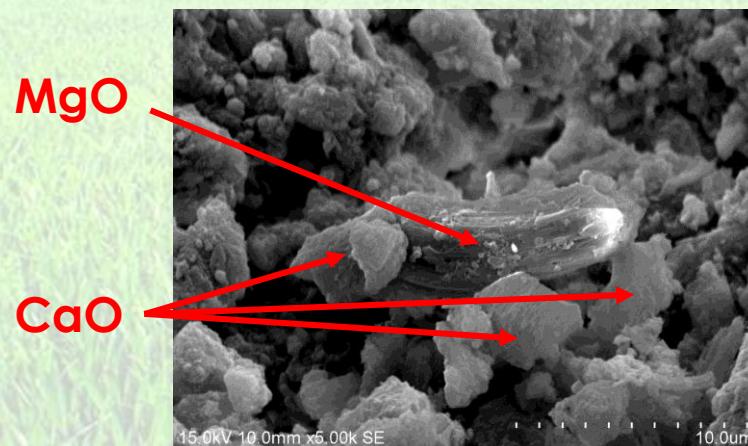
氧化渣三分料



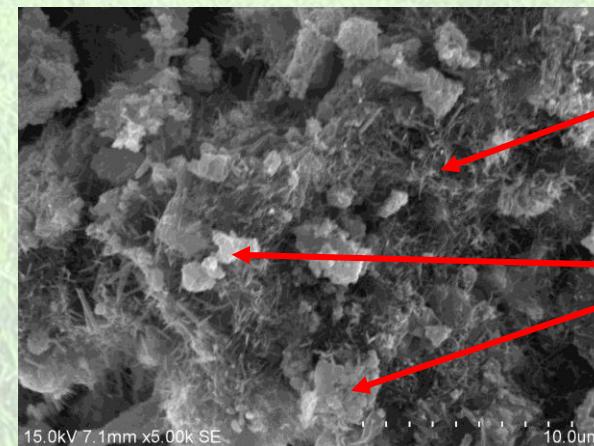
氧化渣碎石砂



還原渣碎石砂



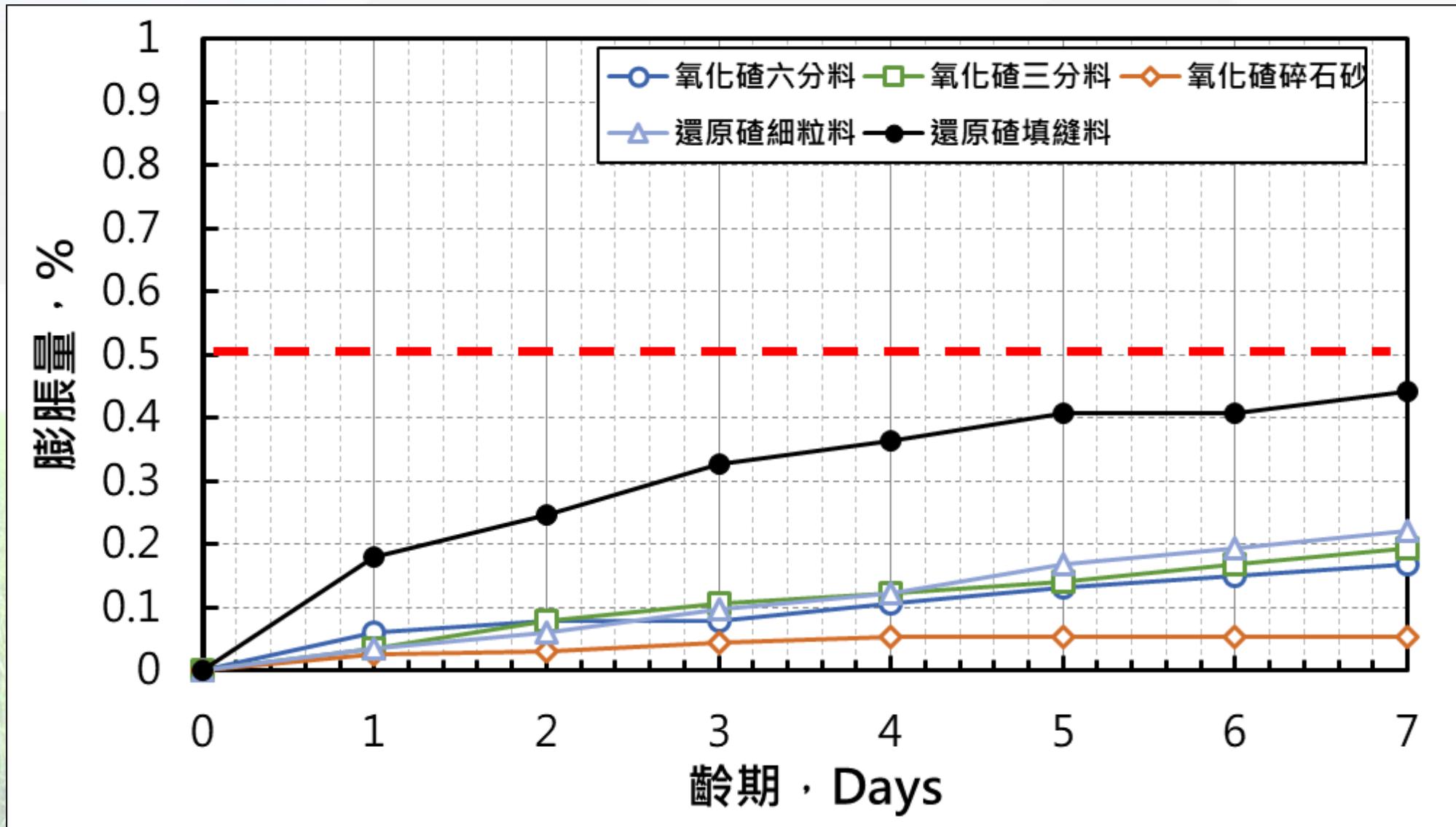
還原渣填縫料



14 EDS試驗

	C	O	Mg	Na	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Zn	Zr	Pt
氧化碴 六分料	7.95	33.91	-	1.87	1.38	3.65	1.05	1.45	1.08	13.23	-	30.19	碳 鋼 氧 化 碴	4.24	-
氧化碴 三分料	3.86	32.03	-	0.87	1.59	4.28	0.91	4.39	-	7.22	0.86	39.79		4.19	-
氧化碴 碎石砂	2.96	-	-	-	2.29	5.41	1.2	3.61	-	16.31	-	33.37	3.31	-	-
還原碴 碎石砂	4.33	51.22	9.36	-	3.61	4.34	0.9	-	-	20.44	-	-	-	-	5.79
還原碴 填縫料	7.03	43.39	3.51	-	1.47	6.37	-	-	-	32.8	-	-	-	5.43	-

15 試驗材料膨脹試驗



Part 2

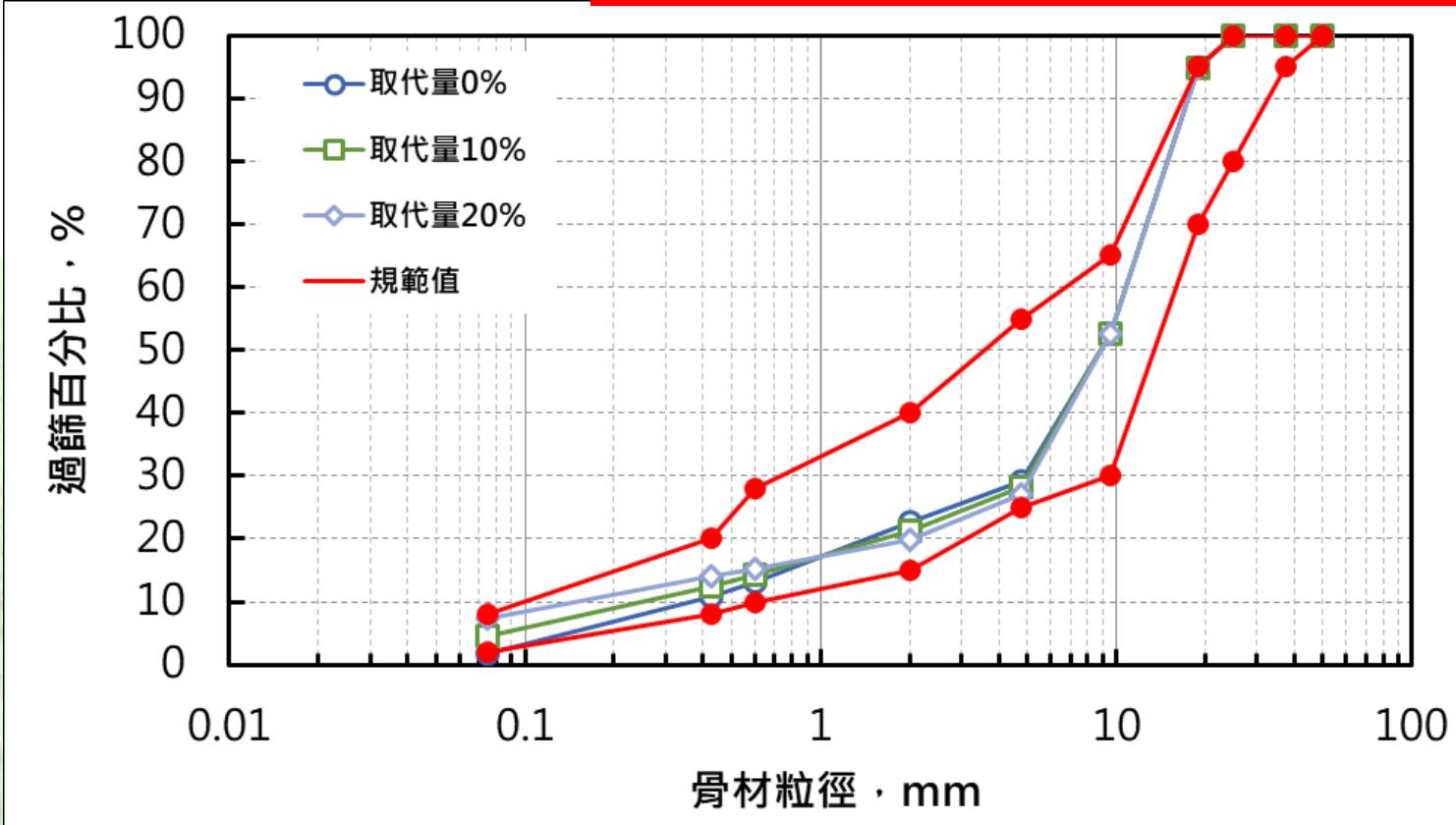
銅爐碴基底層級配料



17 級配料配比設計

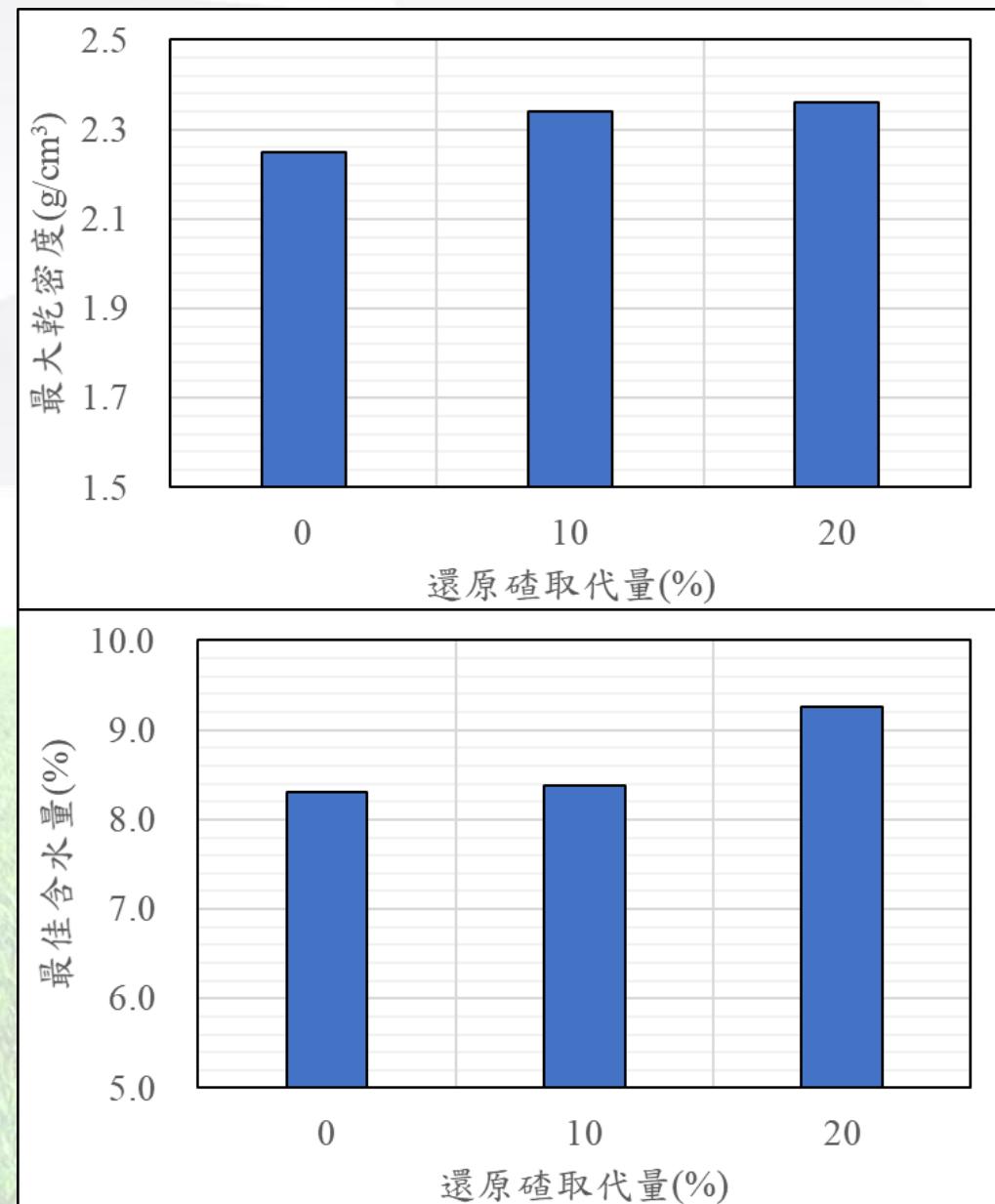
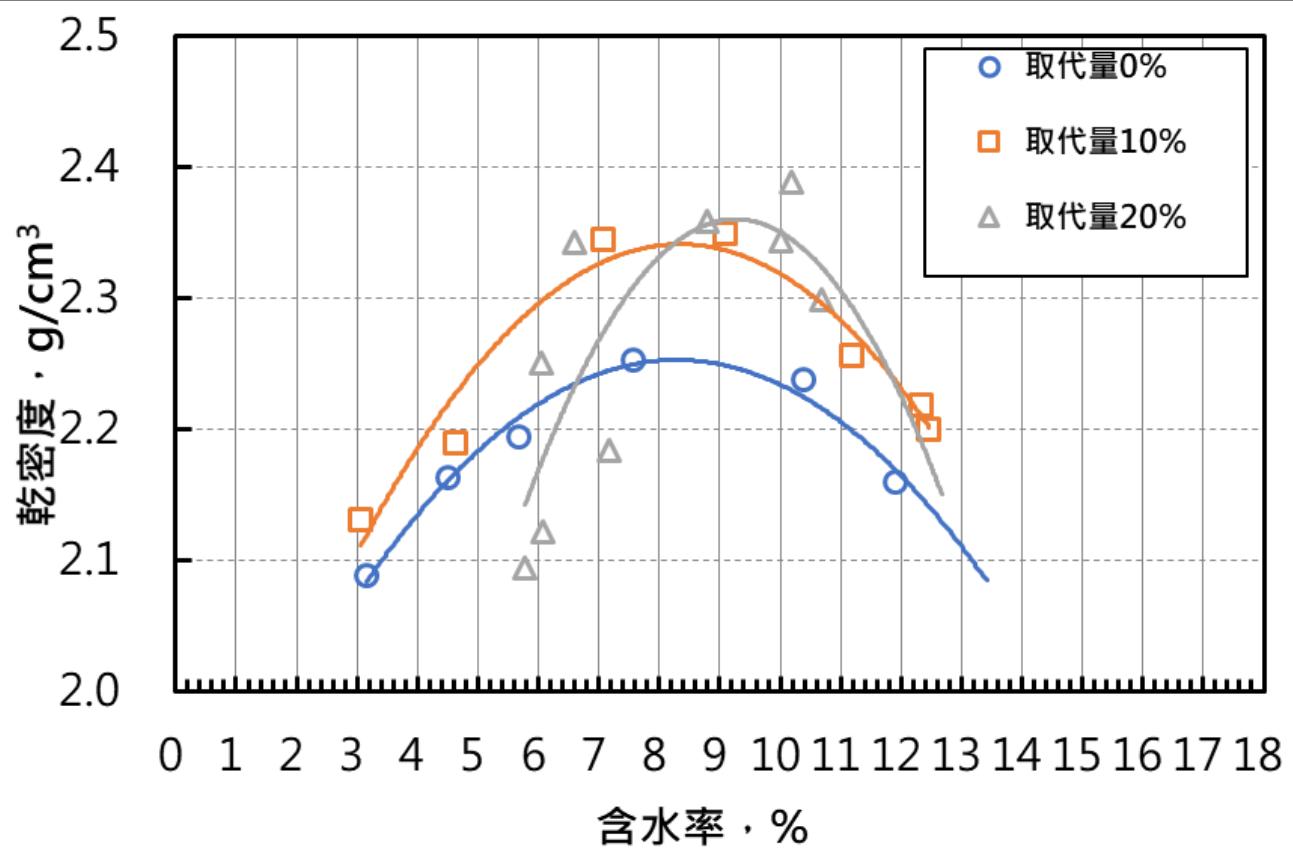
	氧化渣六分料	氧化渣三分料	還原渣碎石砂	天然石碎石砂
取代量0%	60%	20%	0%	20%
取代量10%	60%	20%	10%	10%
取代量20%	60%	20%	20%	0%

	取代量 0%	取代量 10%	取代量 20%
2"	50	100	100
1 1/2"	37.5	100	100
1"	25	100	100
3/4"	19	95	95
3/8"	9.5	52	52
#4	4.75	29	28
#10	2	23	21
#30	0.6	13	14
#40	0.425	11	12
#200	0.075	2	4



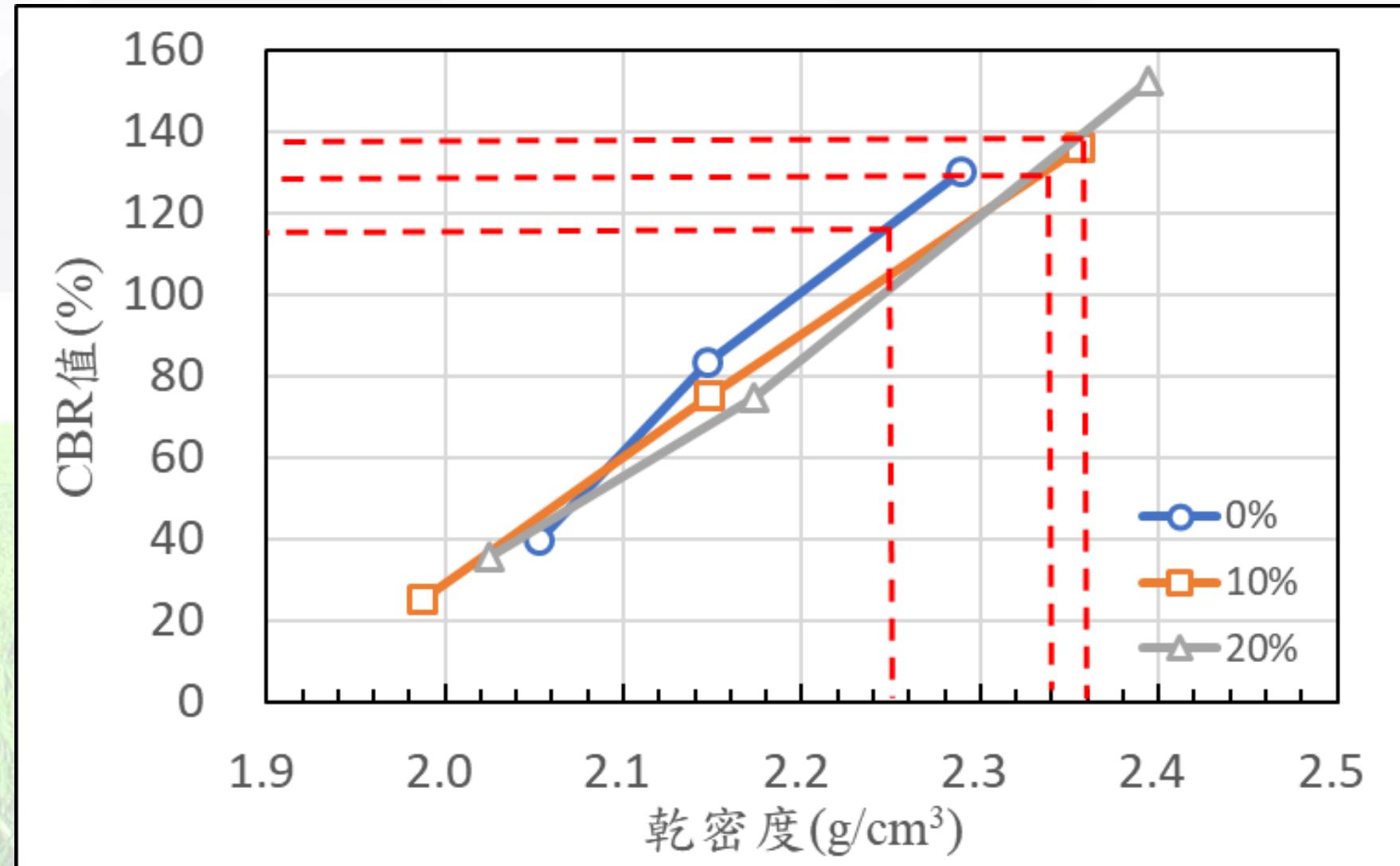
18 夯實試驗

	取代量0%	取代量10%	取代量20%
最佳含水量(%)	8.30	8.38	9.26
最大乾密度(g/cm^3)	2.25	2.34	2.36

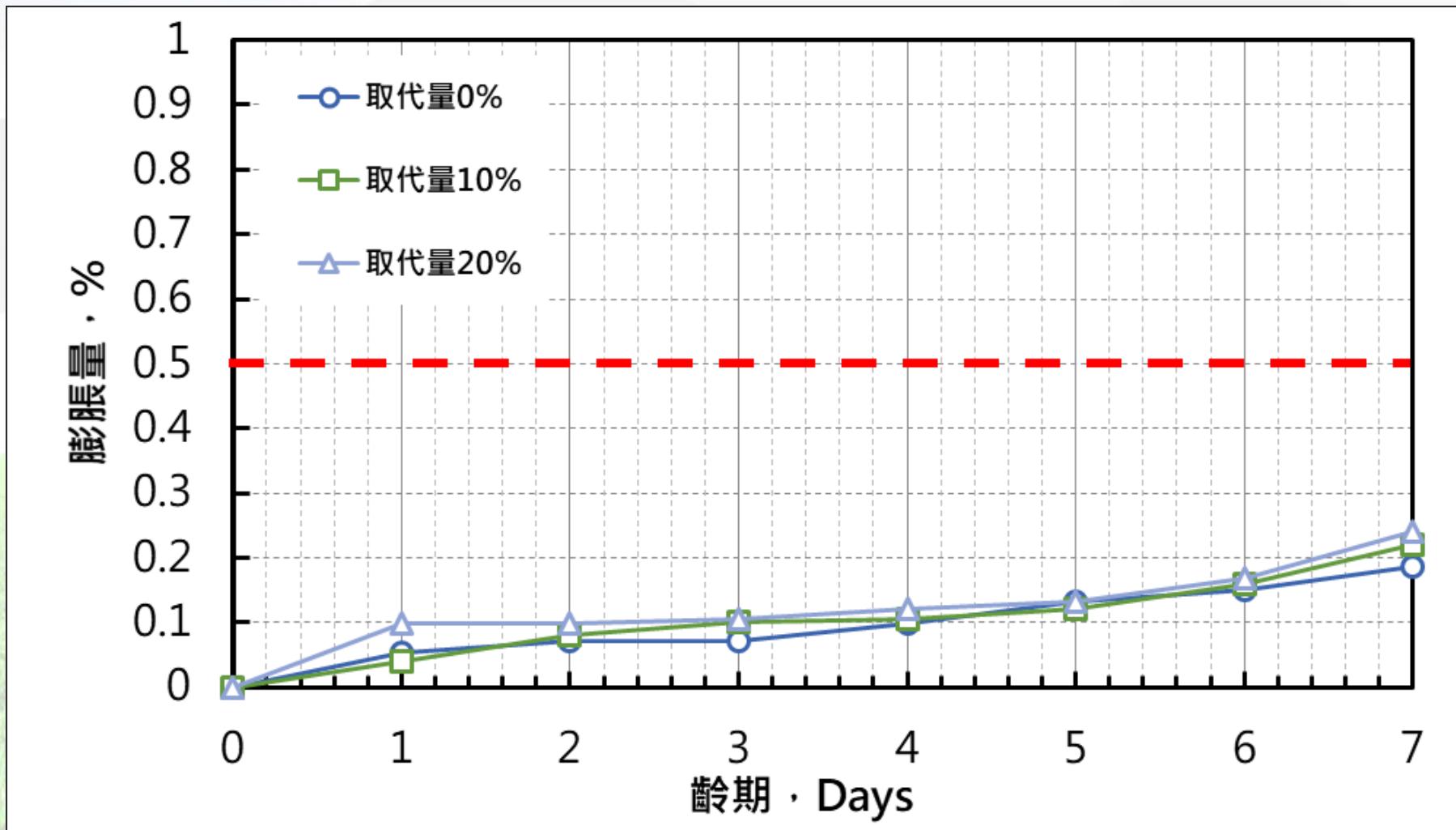


19 加州承載比試驗(CBR)

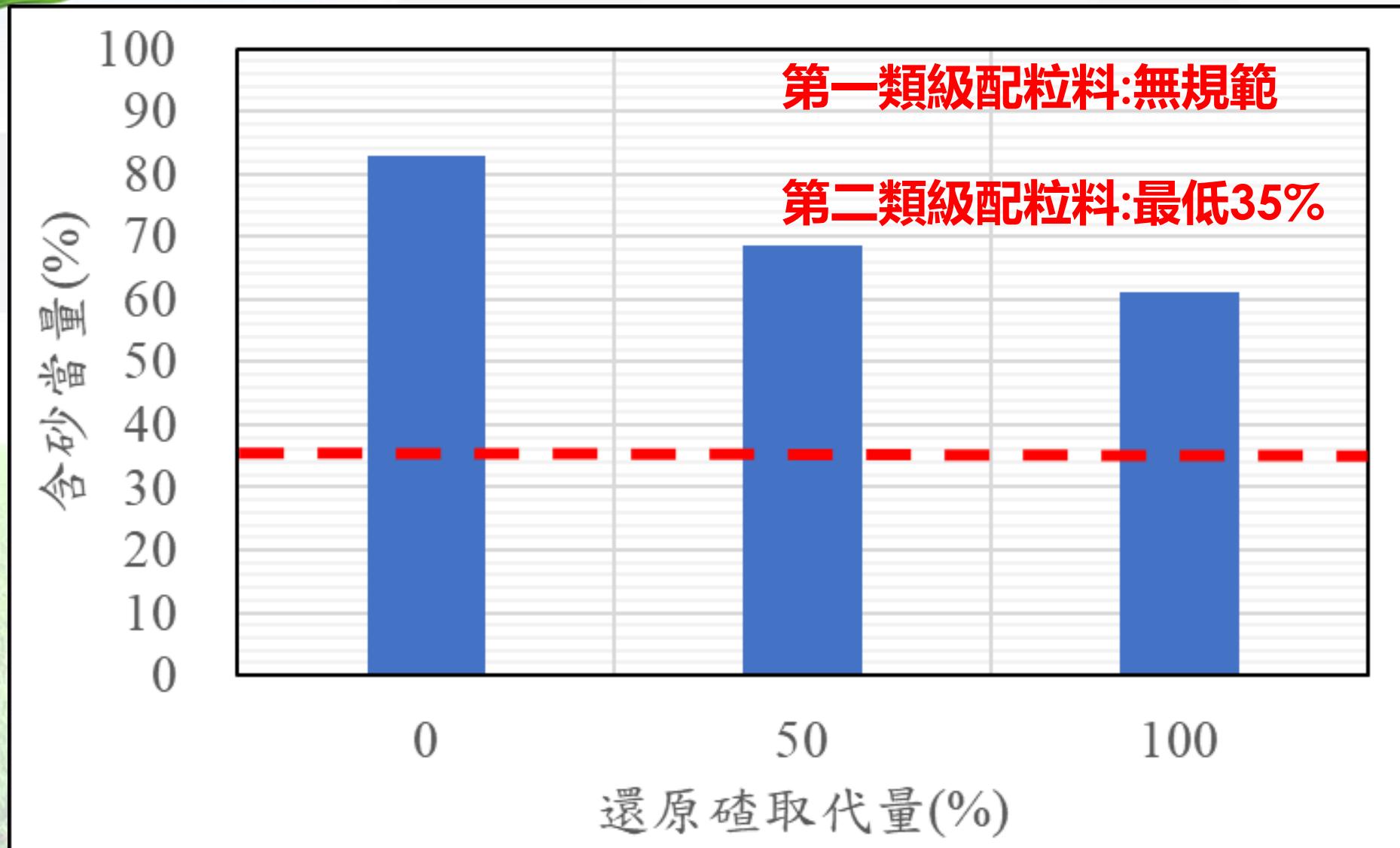
	CBR值
取代量 0%	114
取代量 10%	129
取代量 20%	138



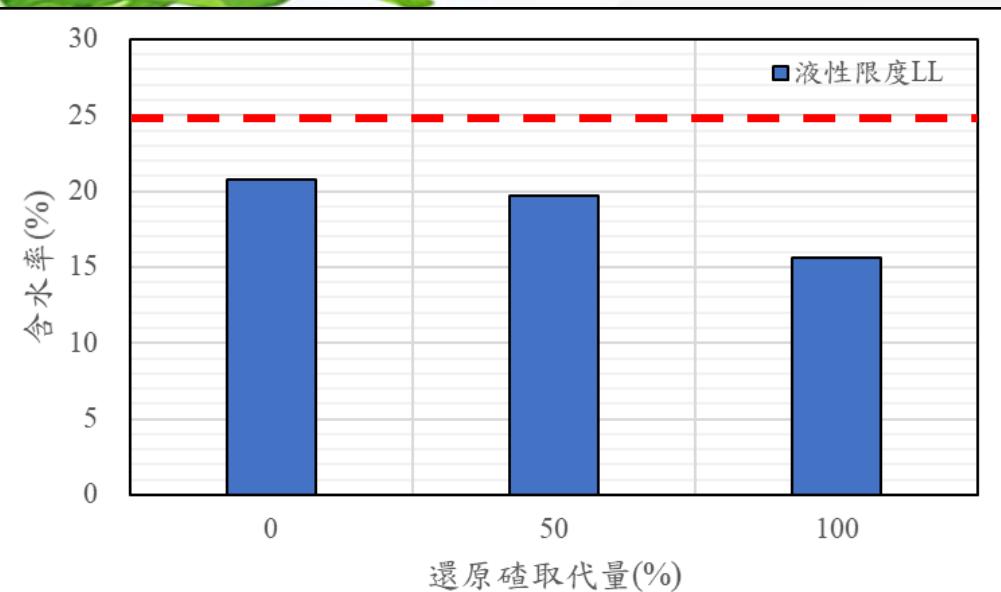
20 膨脹試驗



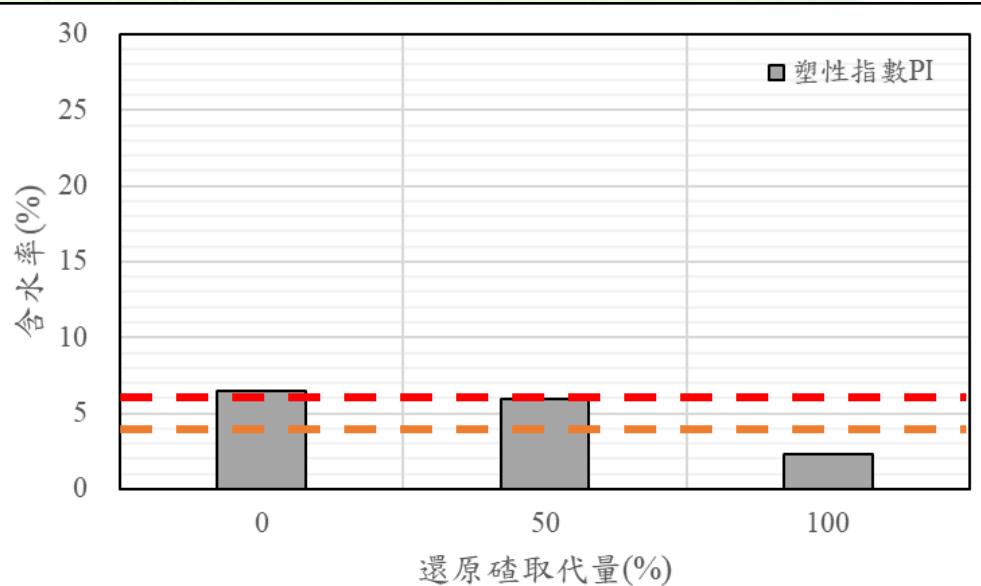
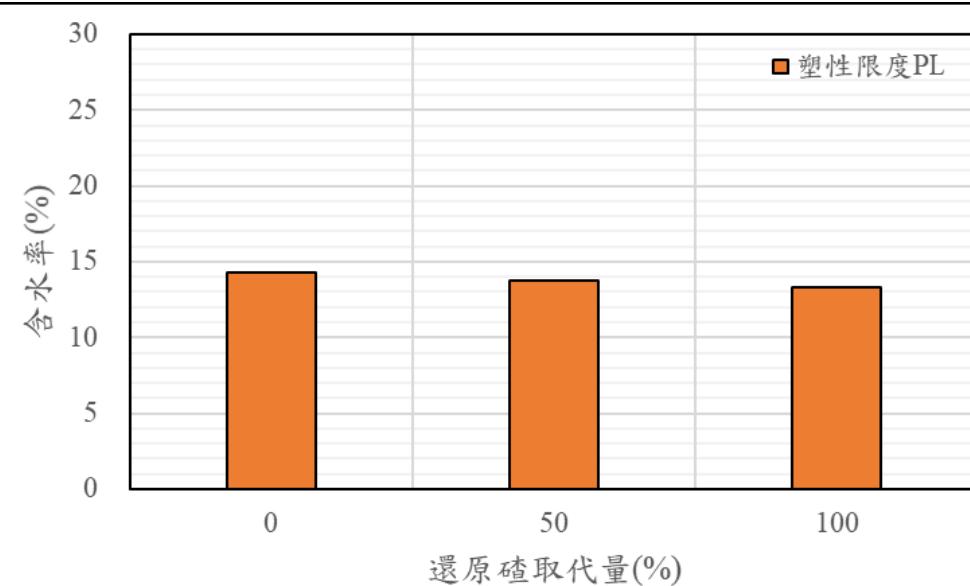
21 含砂當量試驗(細粒料)



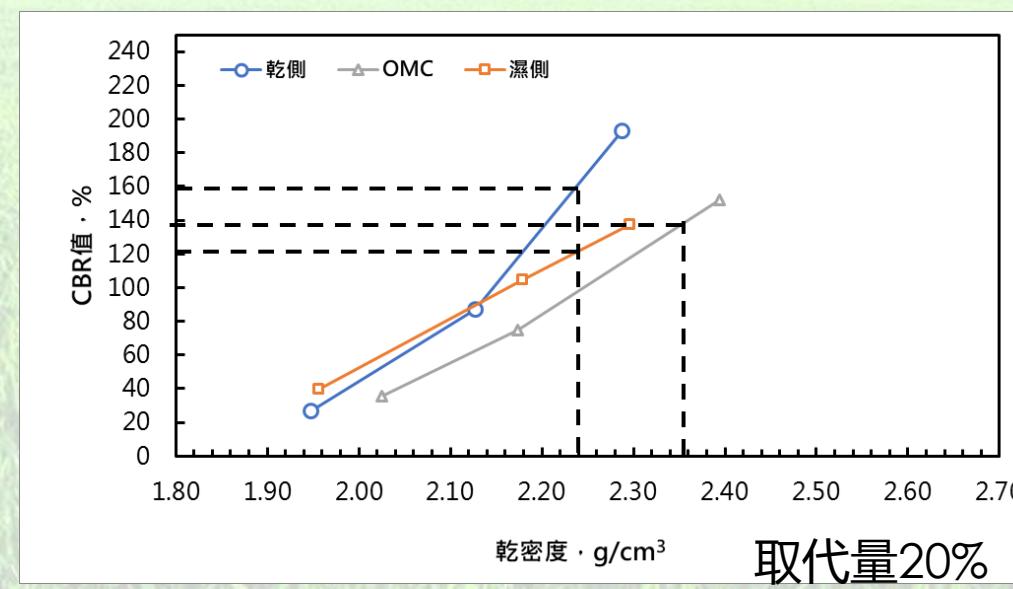
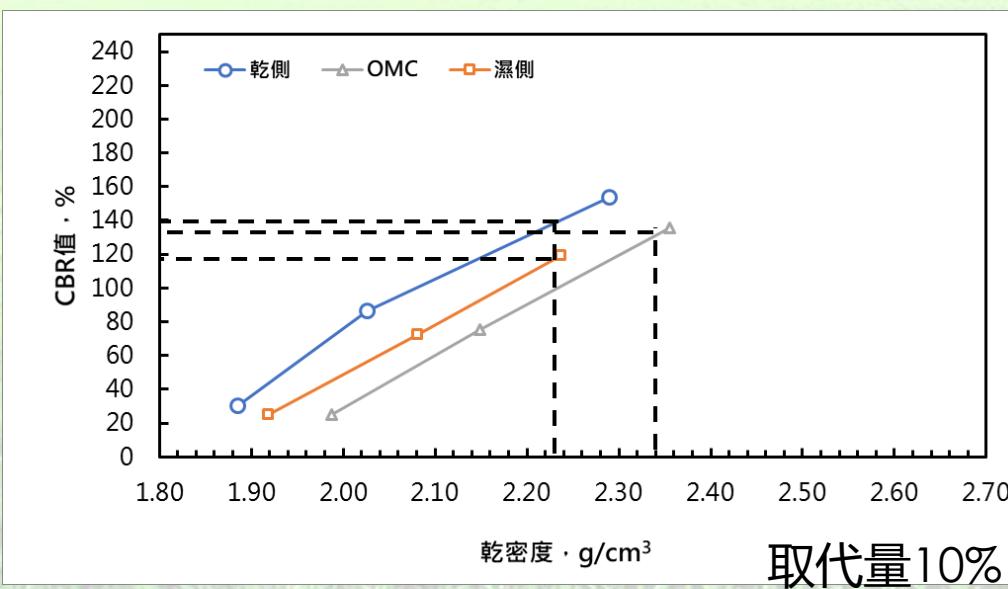
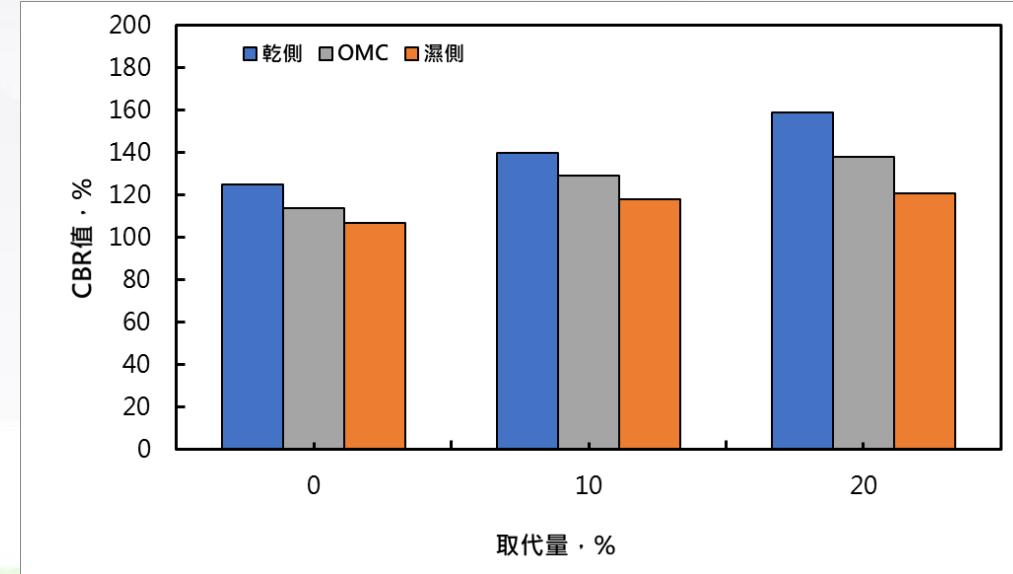
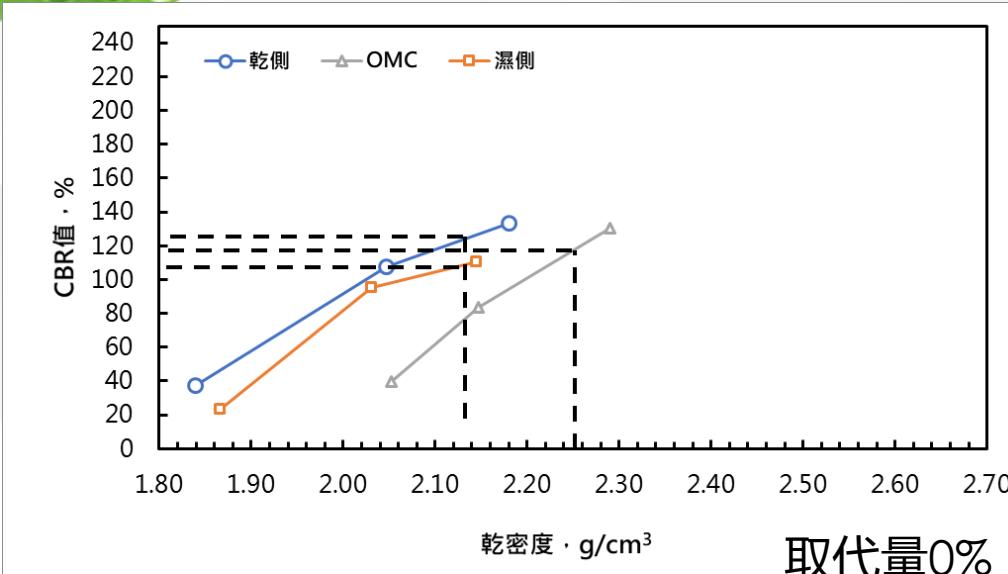
22 阿太堡試驗(細粒料)



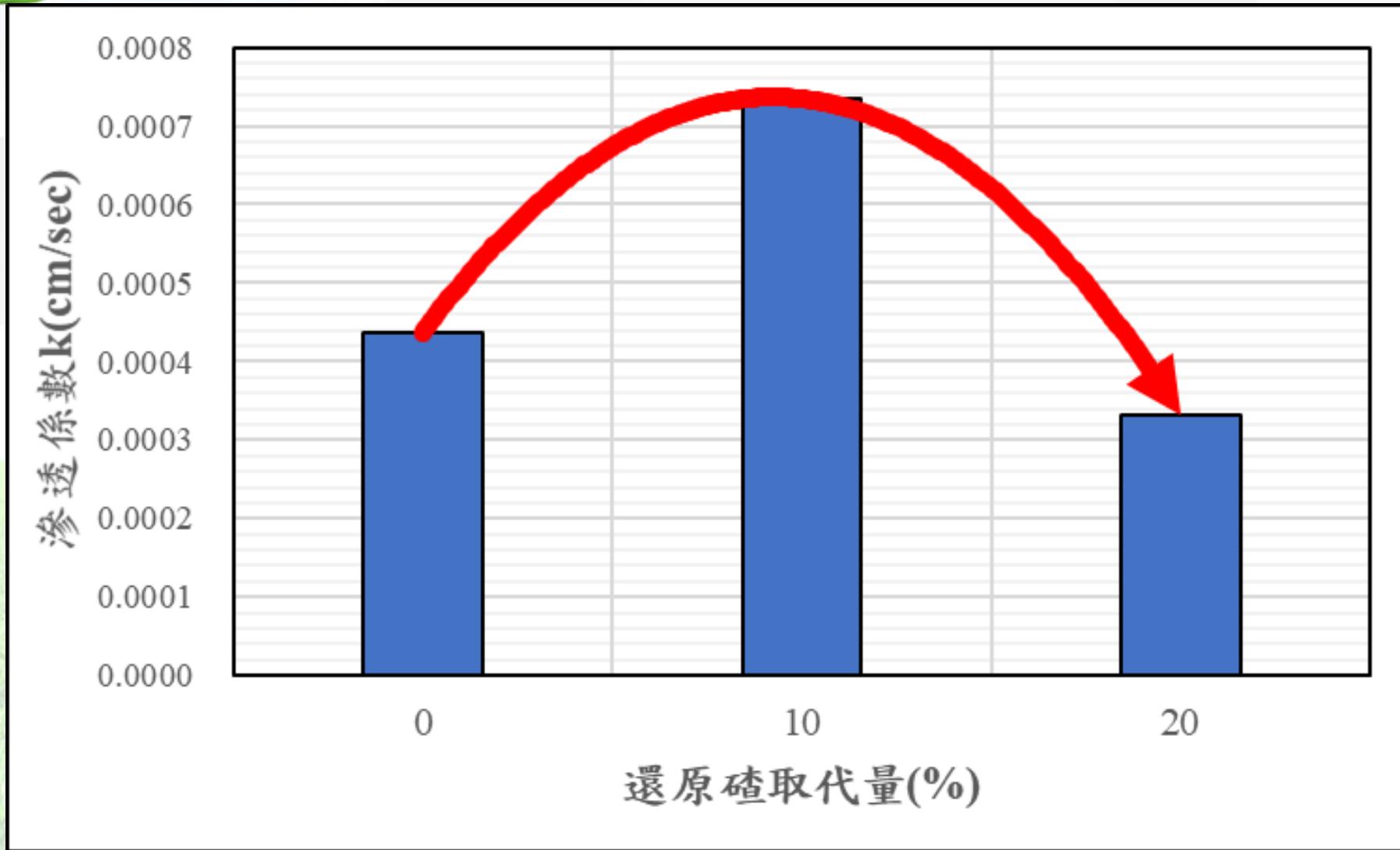
	液性限度 LL(%)	塑性指數 PI(%)
第一類 級配粒料	最大25	最大6
第二類 級配粒料	最大25	最大4



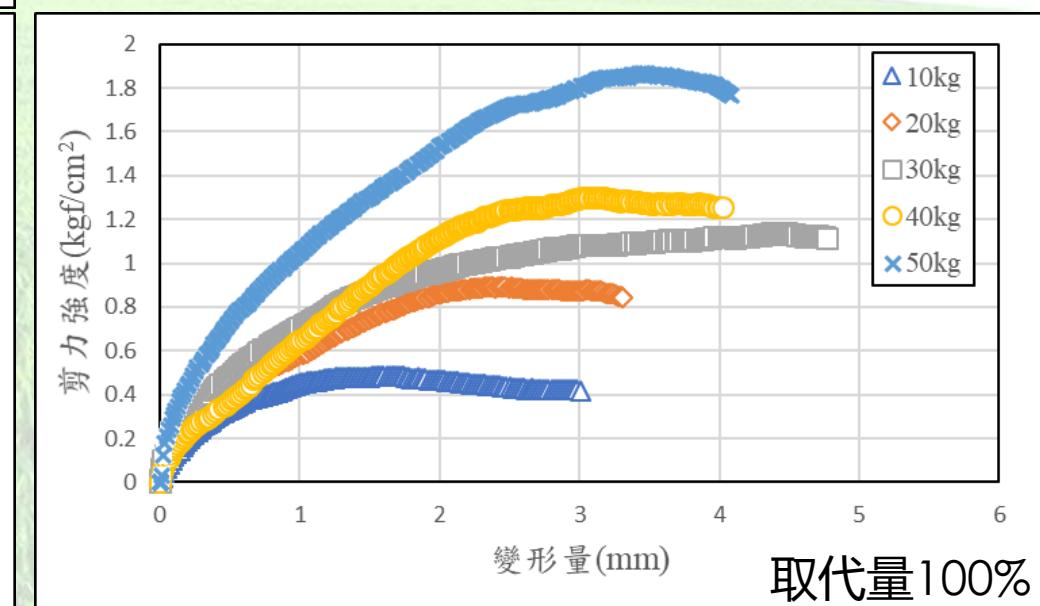
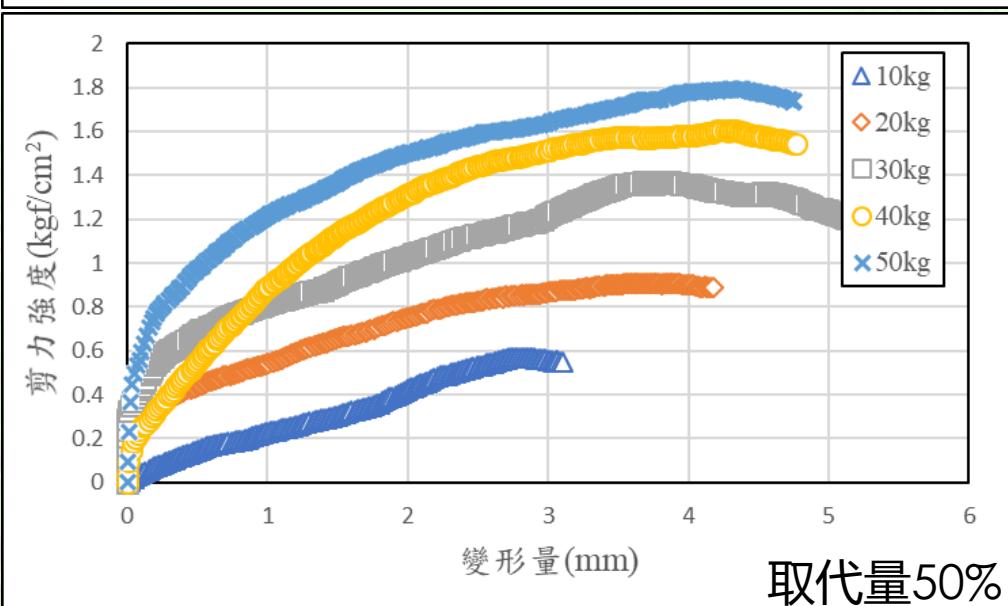
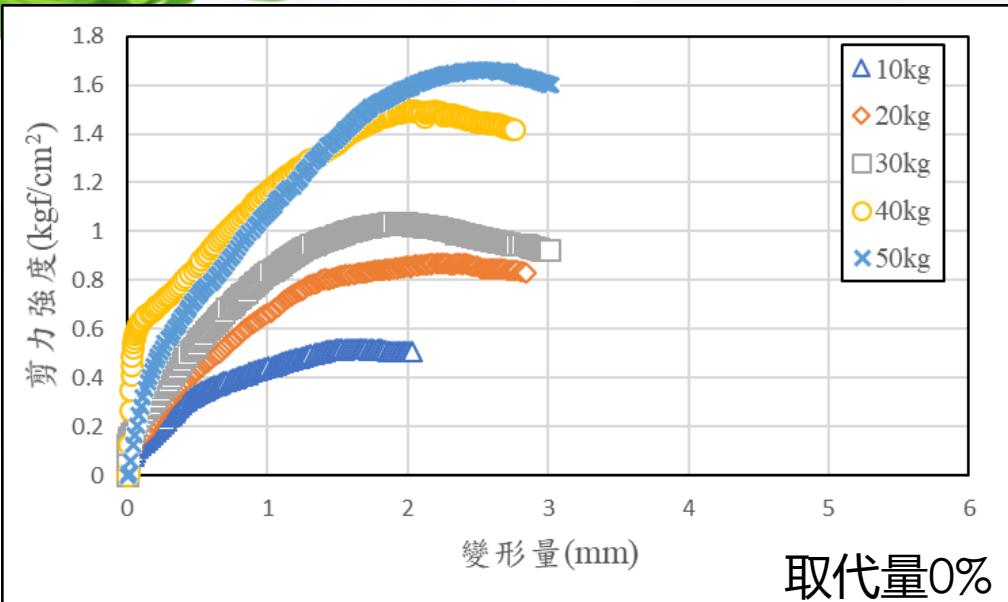
23 CBR試驗-乾溼側



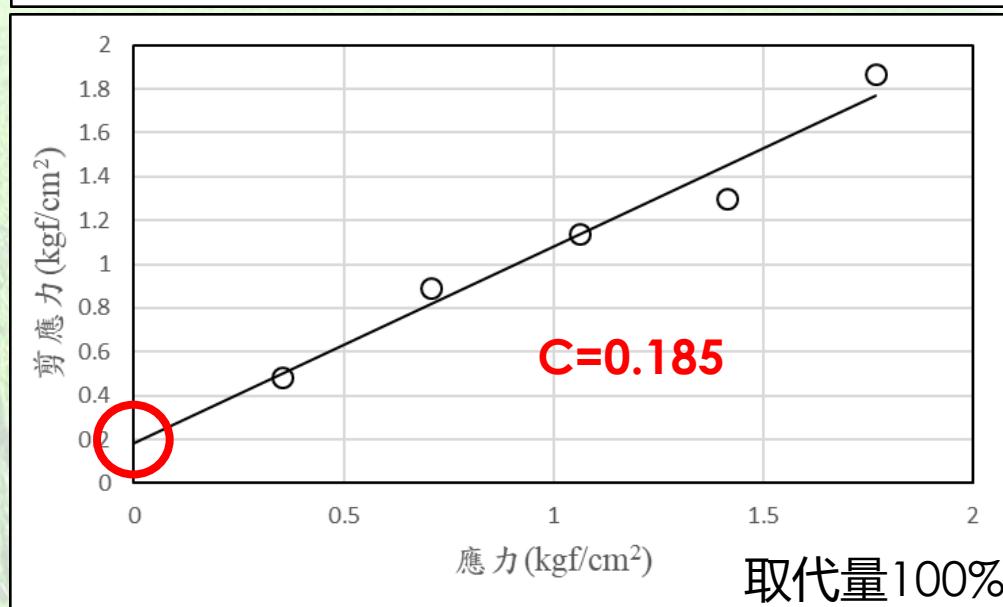
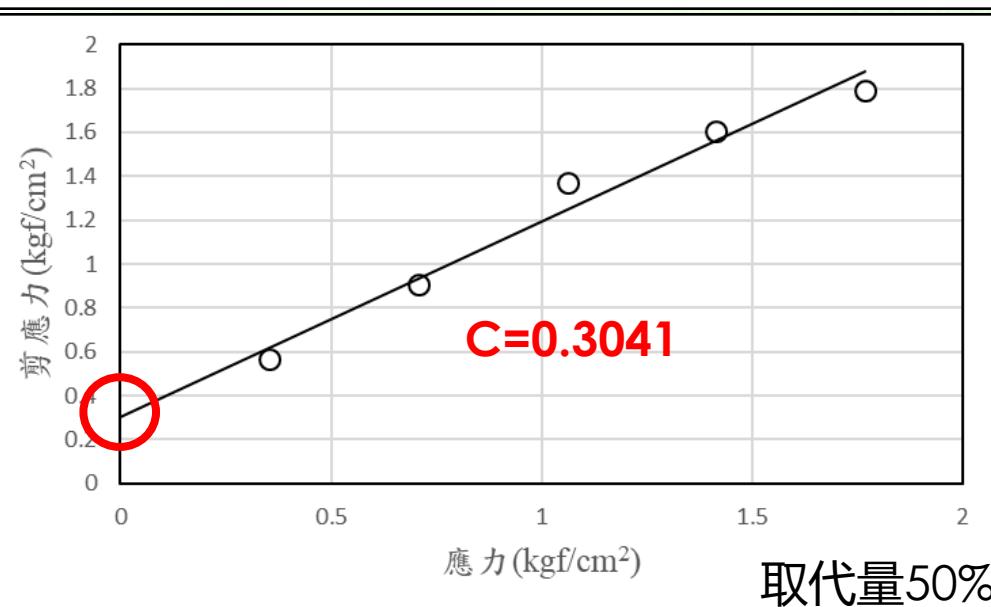
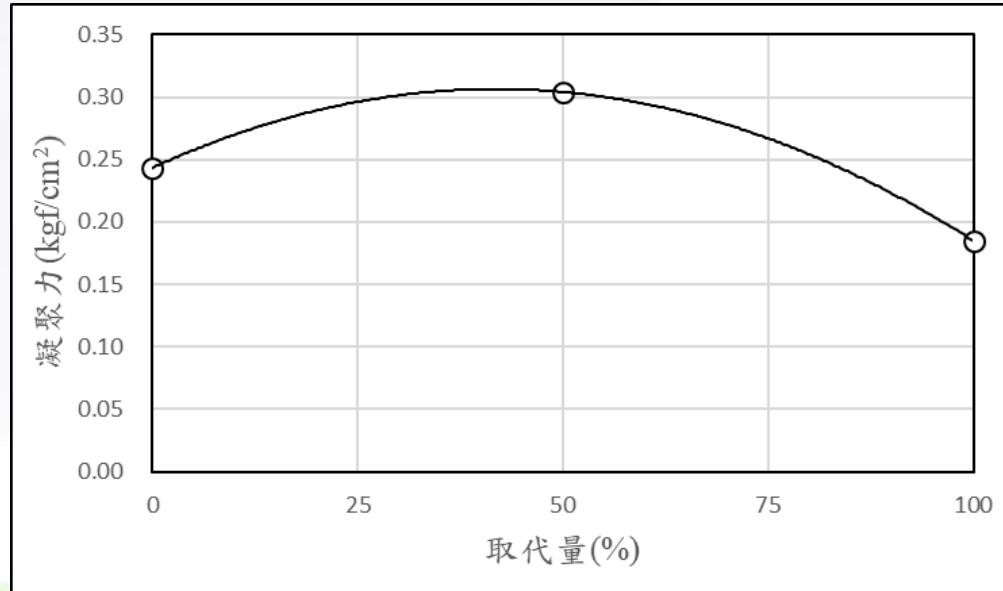
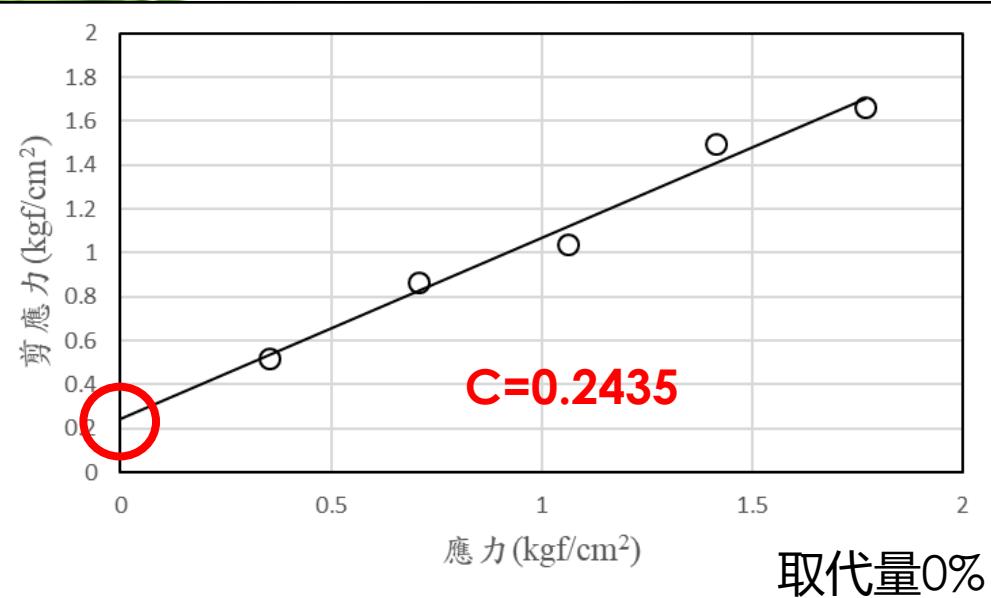
24 滲透試驗-透水係數



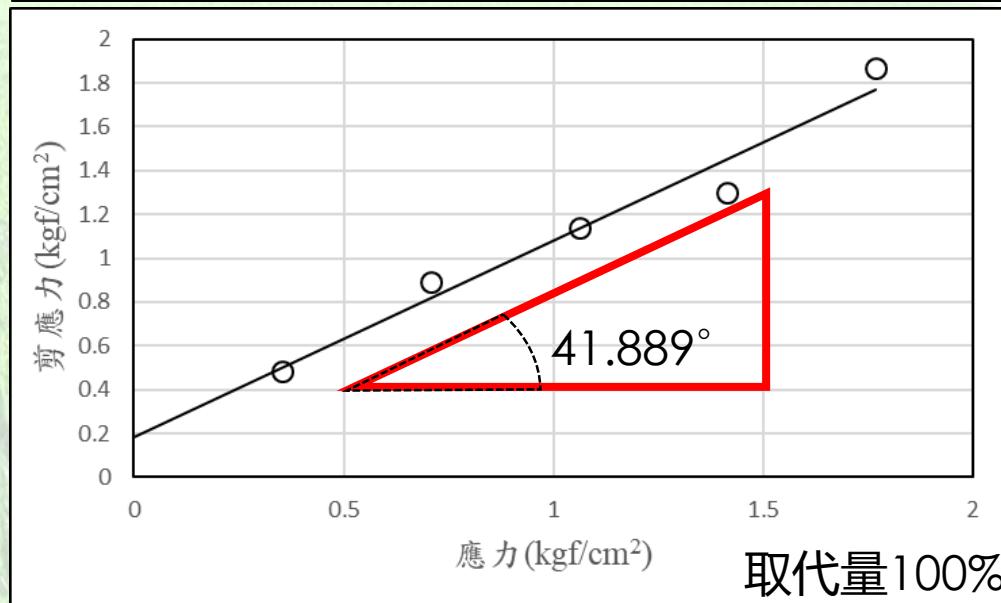
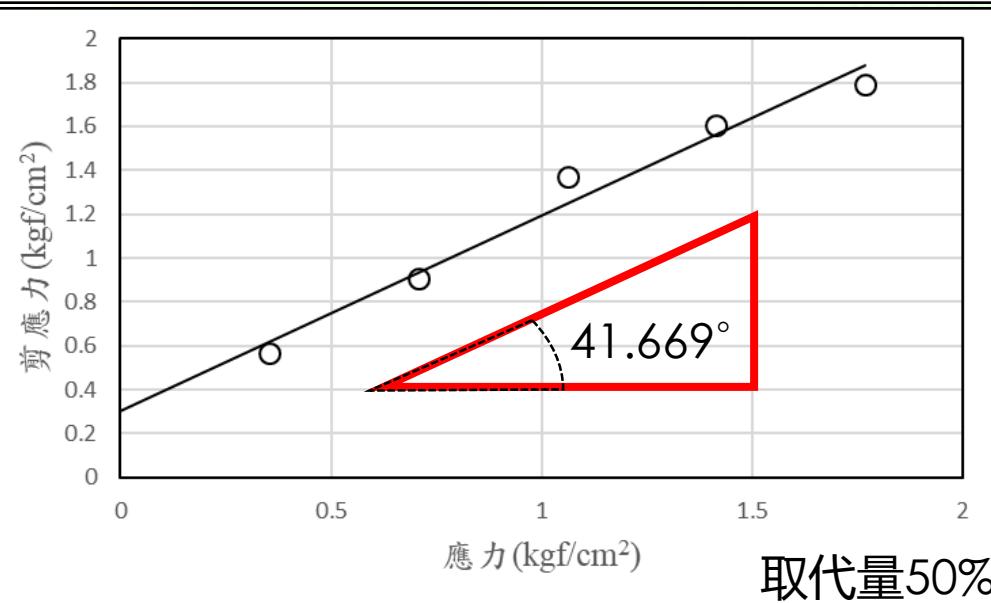
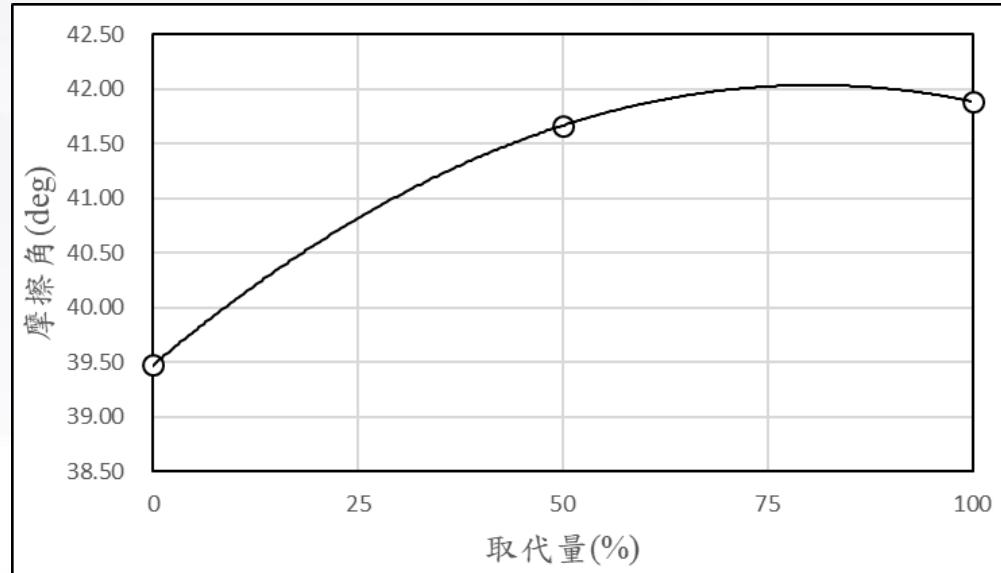
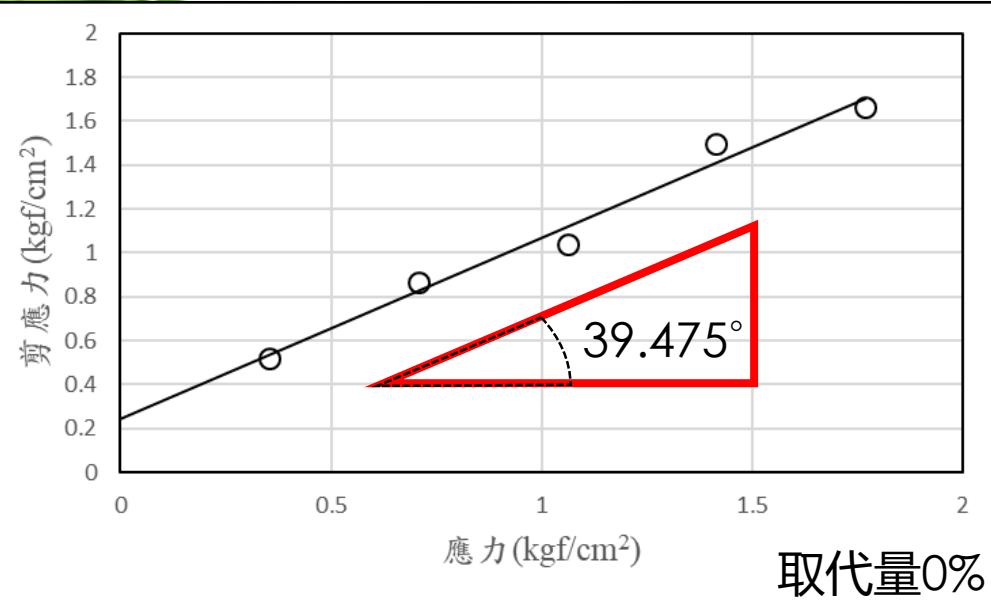
25 直接剪力試驗(細粒料)



26 直接剪力試驗-凝聚力(細粒料)



27 直接剪力試驗-摩擦角(細粒料)



Part 3

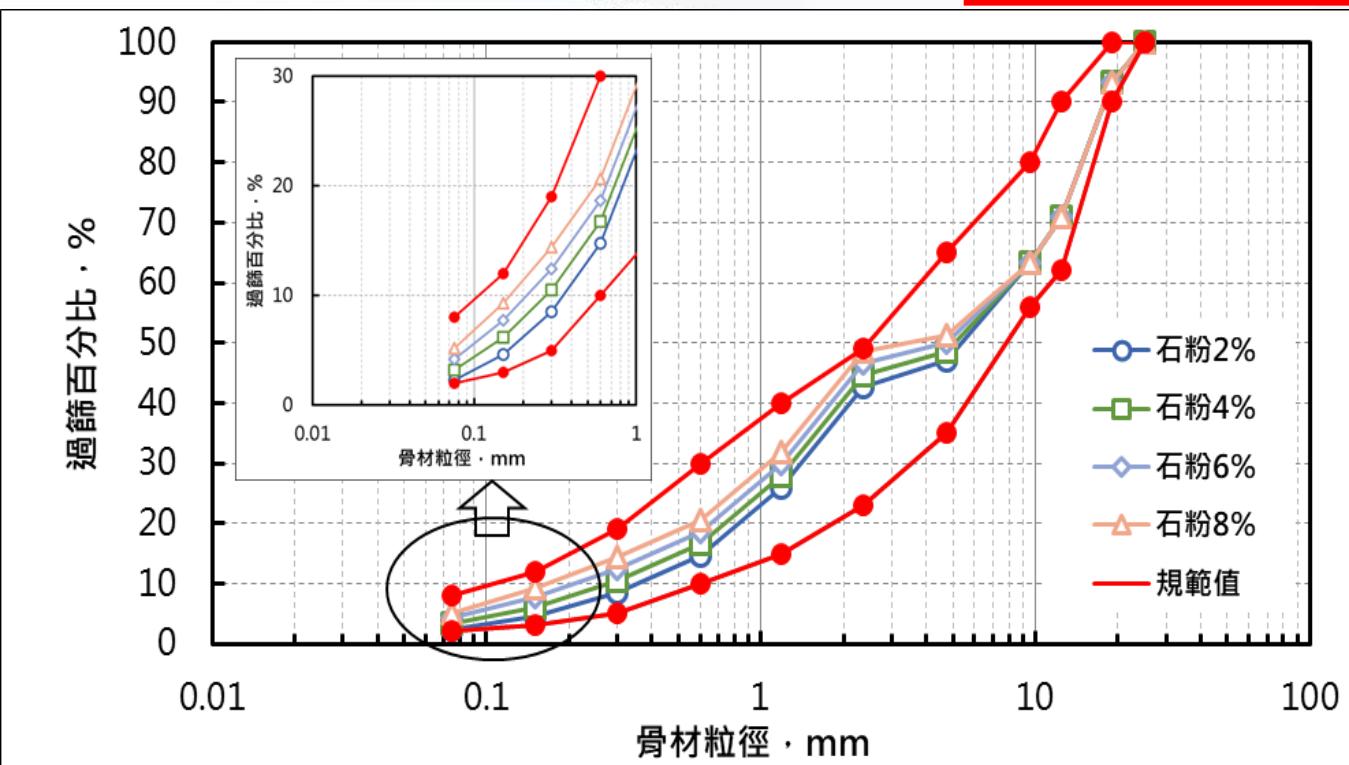
銅爐碴瀝青混凝土



29 AC配比設計-石粉

	天然石六分料	天然石三分料	天然石二分料	氧化碴碎石砂	石粉填縫料
還原碴2%	20%	22%	16%	40%	2%
還原碴4%	20%	22%	14%	40%	4%
還原碴6%	20%	22%	12%	40%	6%
還原碴8%	20%	22%	10%	40%	8%

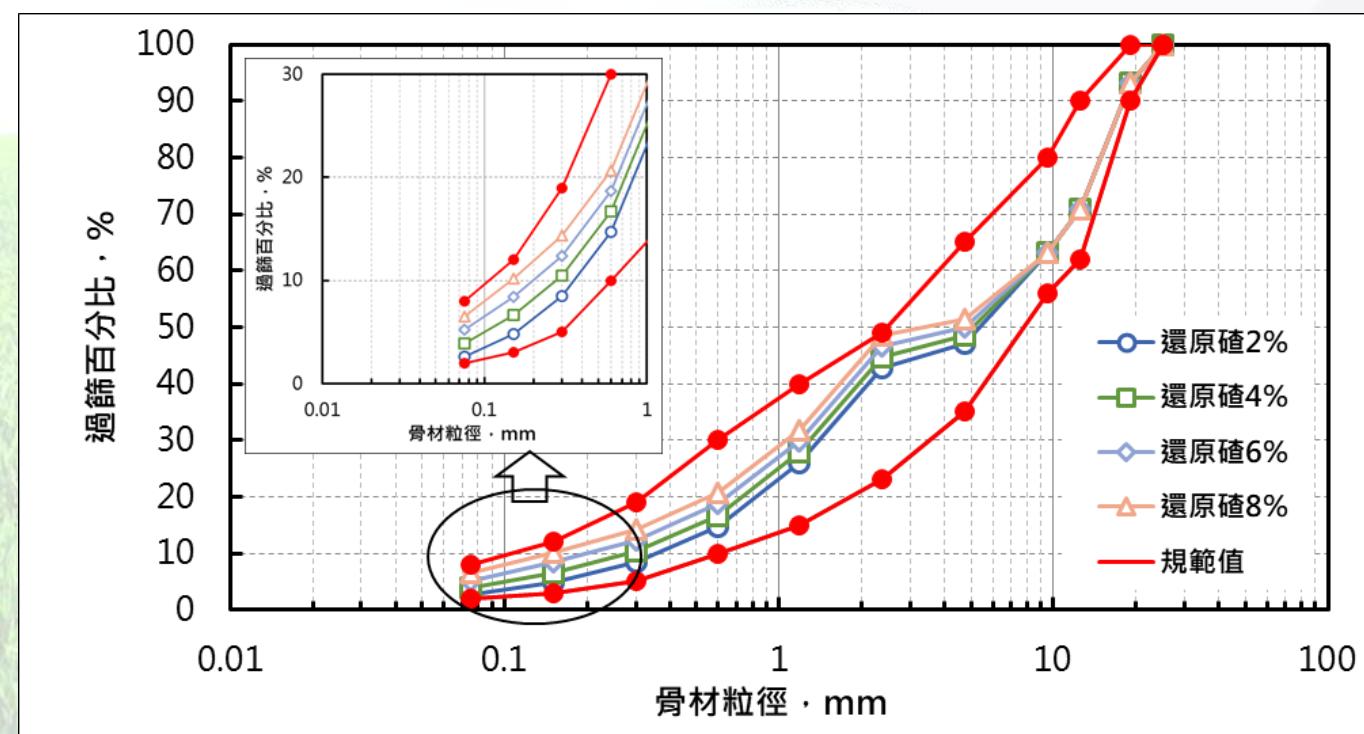
	石粉 2%	石粉 4%	石粉 6%	石粉 8%
1"	25	100.0	100.0	100.0
3/4"	19	93.3	93.3	93.3
1/2"	12.5	70.9	70.9	70.9
3/8"	9.5	63.2	63.2	63.3
#4	4.75	47.2	48.5	49.9
#8	2.36	42.7	44.7	46.6
#16	1.18	25.9	27.9	29.9
#30	0.6	14.7	16.7	18.7
#50	0.3	8.5	10.5	12.5
#100	0.15	4.6	6.2	7.7
#200	0.075	2.3	3.2	4.2



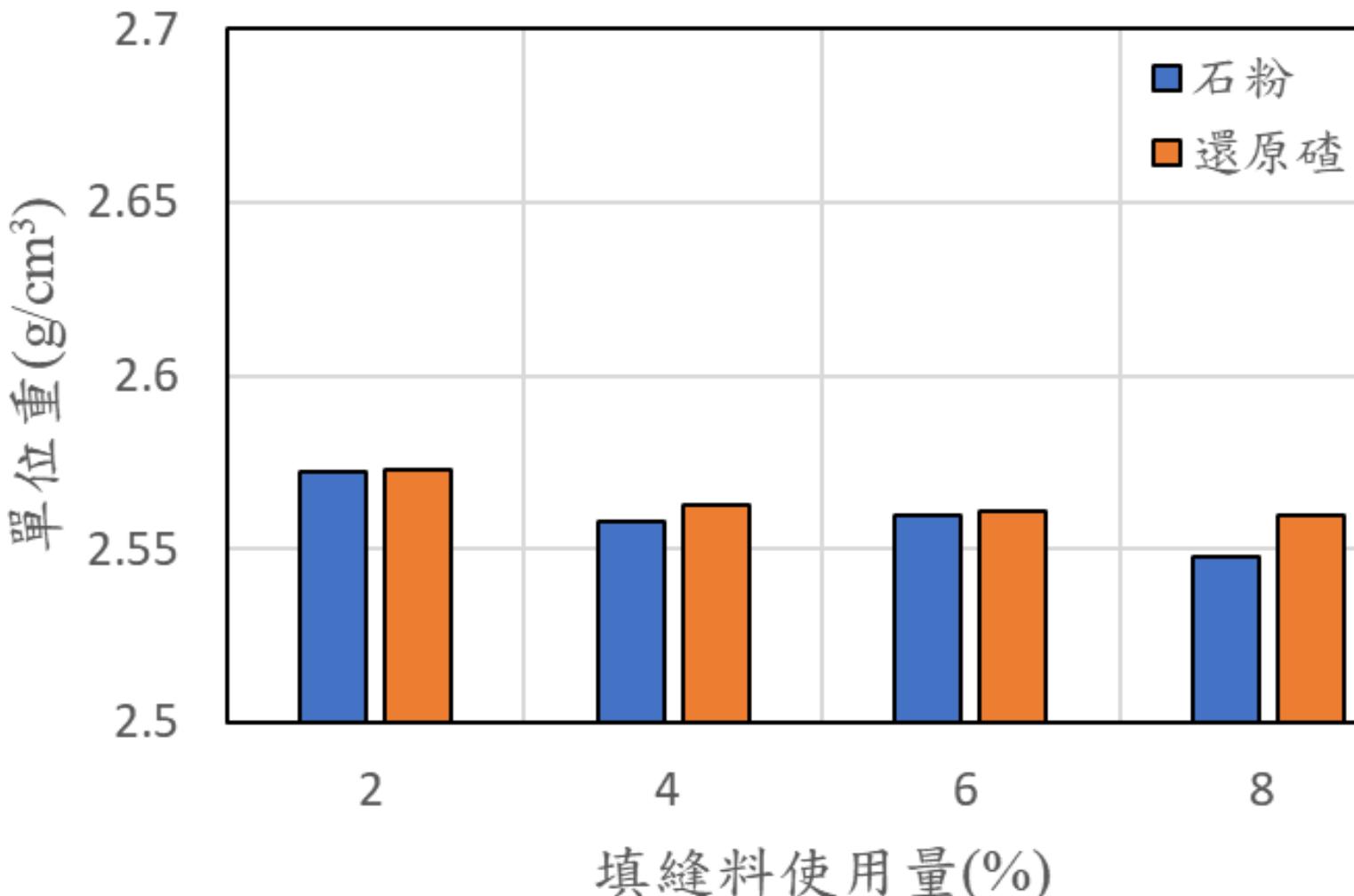
30 AC配比設計-還原碴

	天然石六分料	天然石三分料	天然石二分料	氧化碴碎石砂	還原碴填縫料
還原碴2%	20%	22%	16%	40%	2%
還原碴4%	20%	22%	14%	40%	4%
還原碴6%	20%	22%	12%	40%	6%
還原碴8%	20%	22%	10%	40%	8%

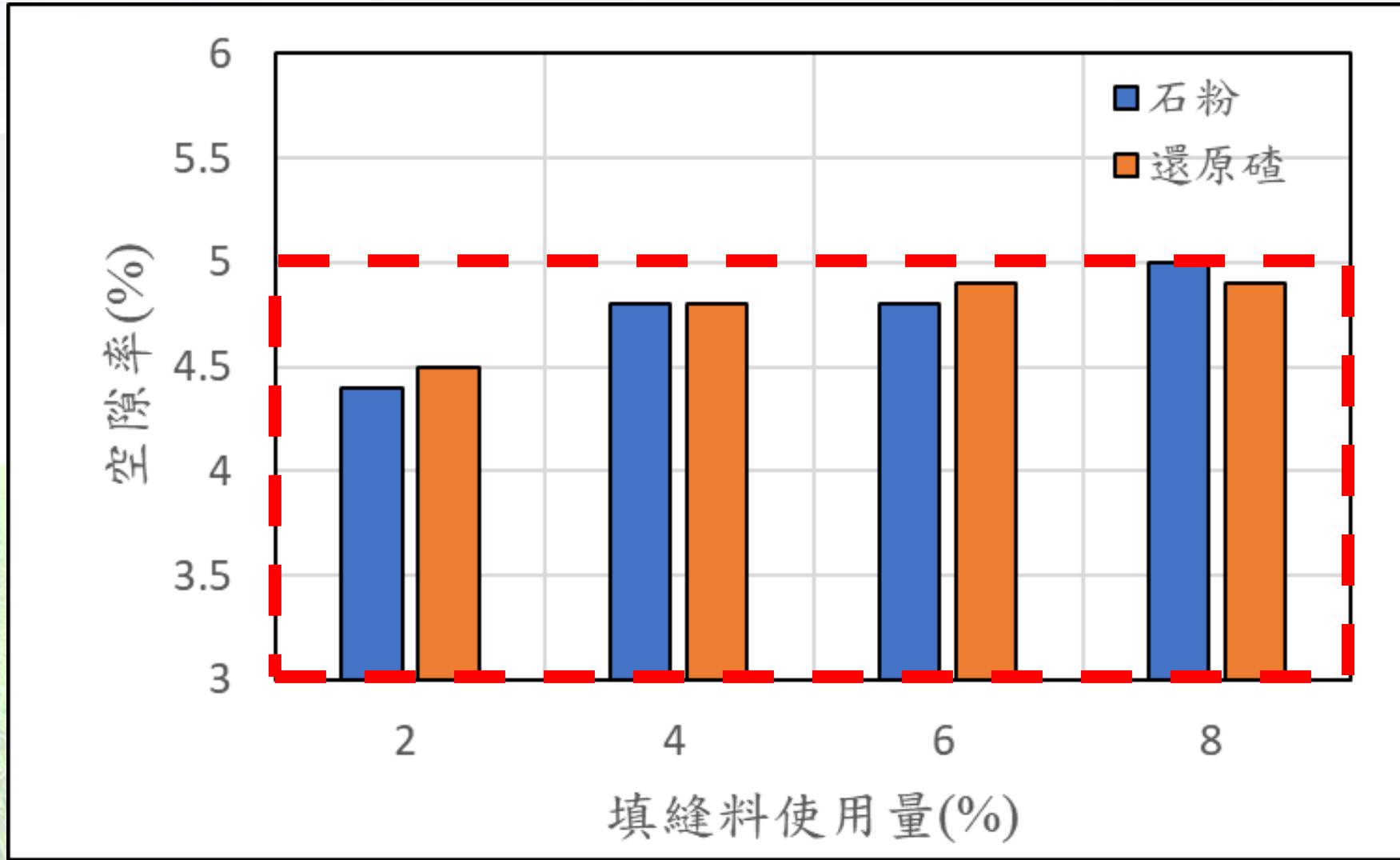
	還原碴 2%	還原碴 4%	還原碴 6%	還原碴 8%
1"	25	100.0	100.0	100.0
3/4"	19	93.3	93.3	93.3
1/2"	12.5	70.9	70.9	70.9
3/8"	9.5	63.2	63.2	63.3
#4	4.75	47.2	48.5	49.9
#8	2.36	42.7	44.7	46.6
#16	1.18	25.9	27.9	29.9
#30	0.6	14.7	16.7	18.7
#50	0.3	8.5	10.4	12.4
#100	0.15	4.8	6.6	8.4
#200	0.075	2.6	3.9	5.2



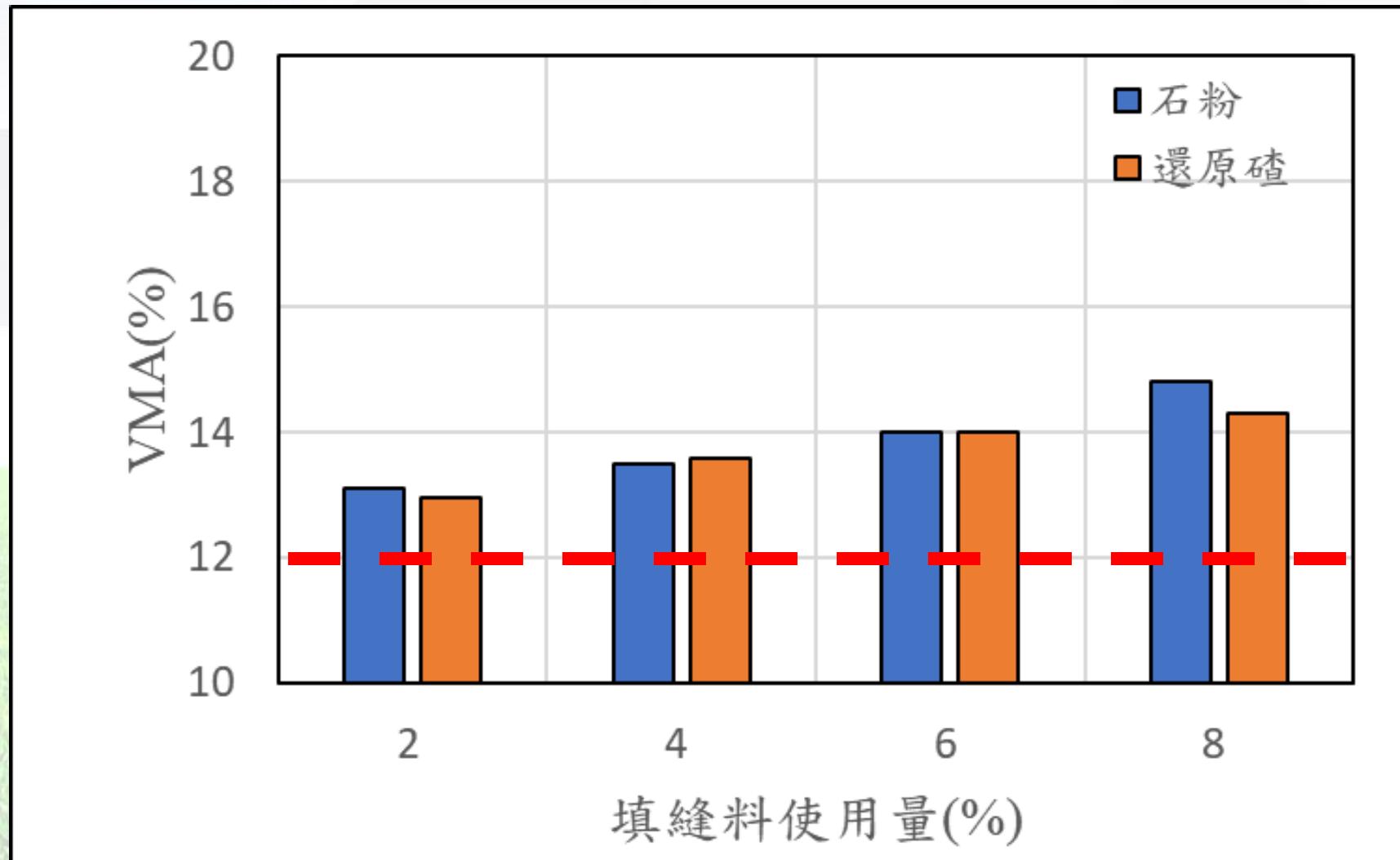
31 馬歇爾試驗-單位重



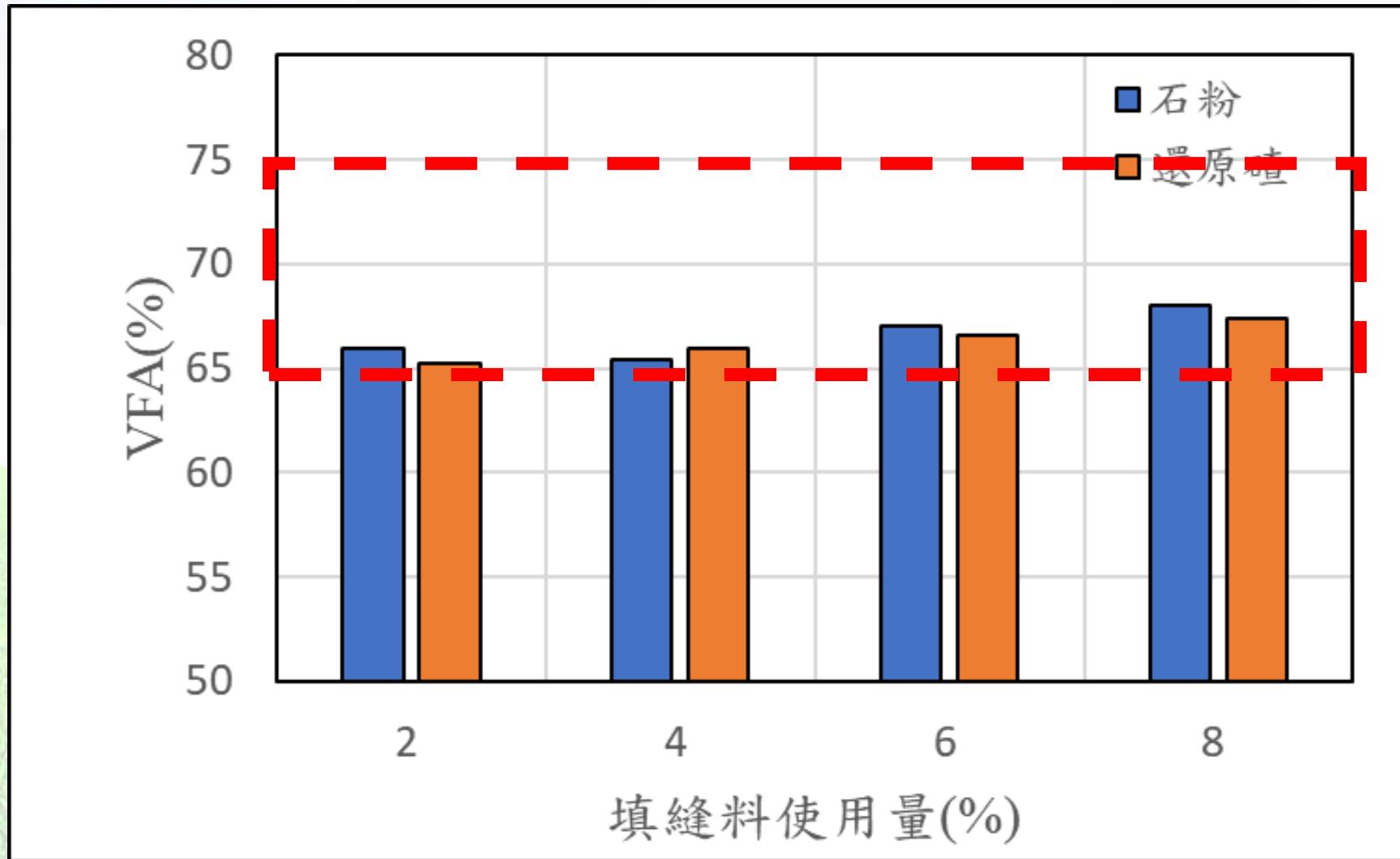
32 馬歇爾試驗-空隙率



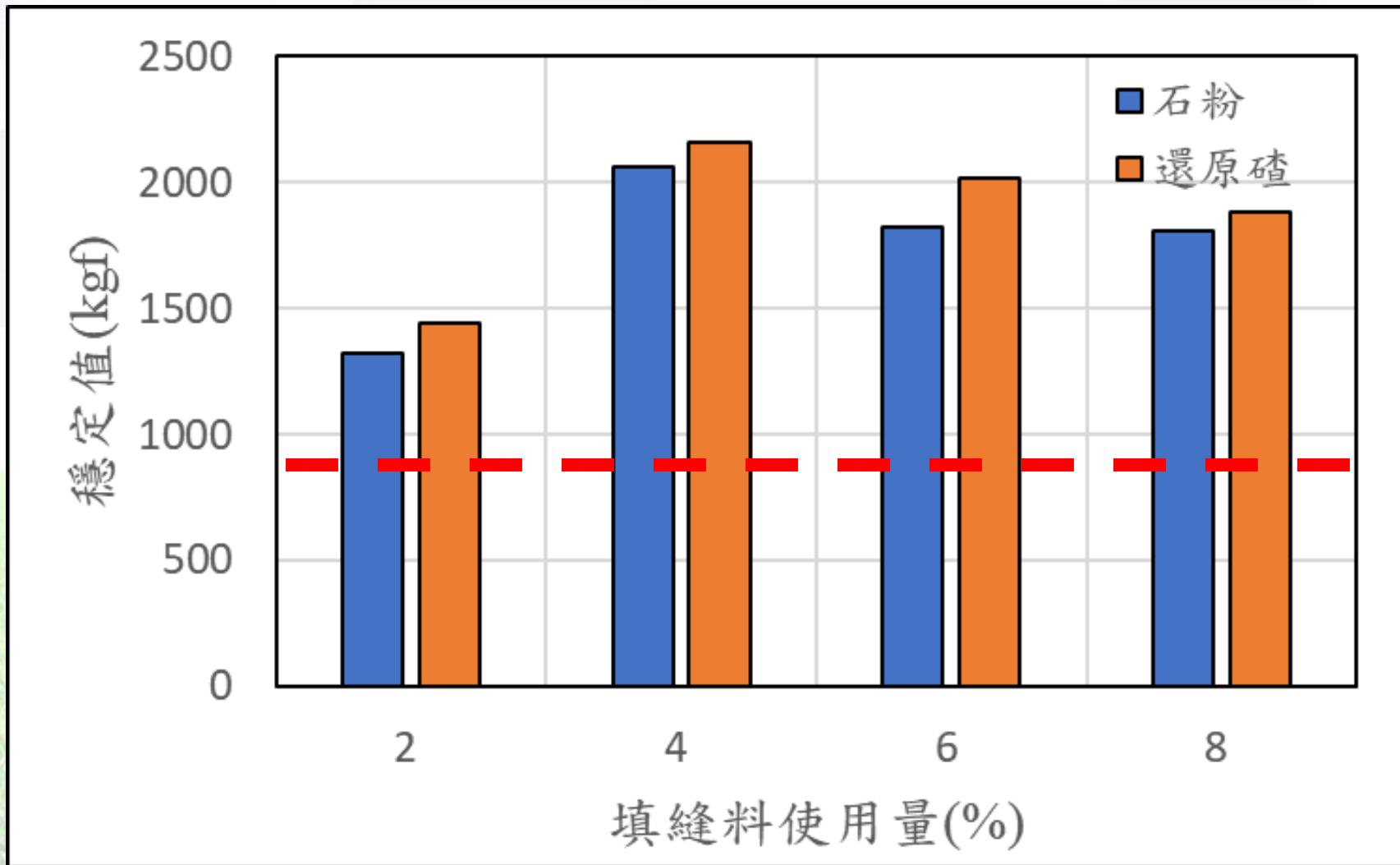
33 馬歇爾試驗-VMA



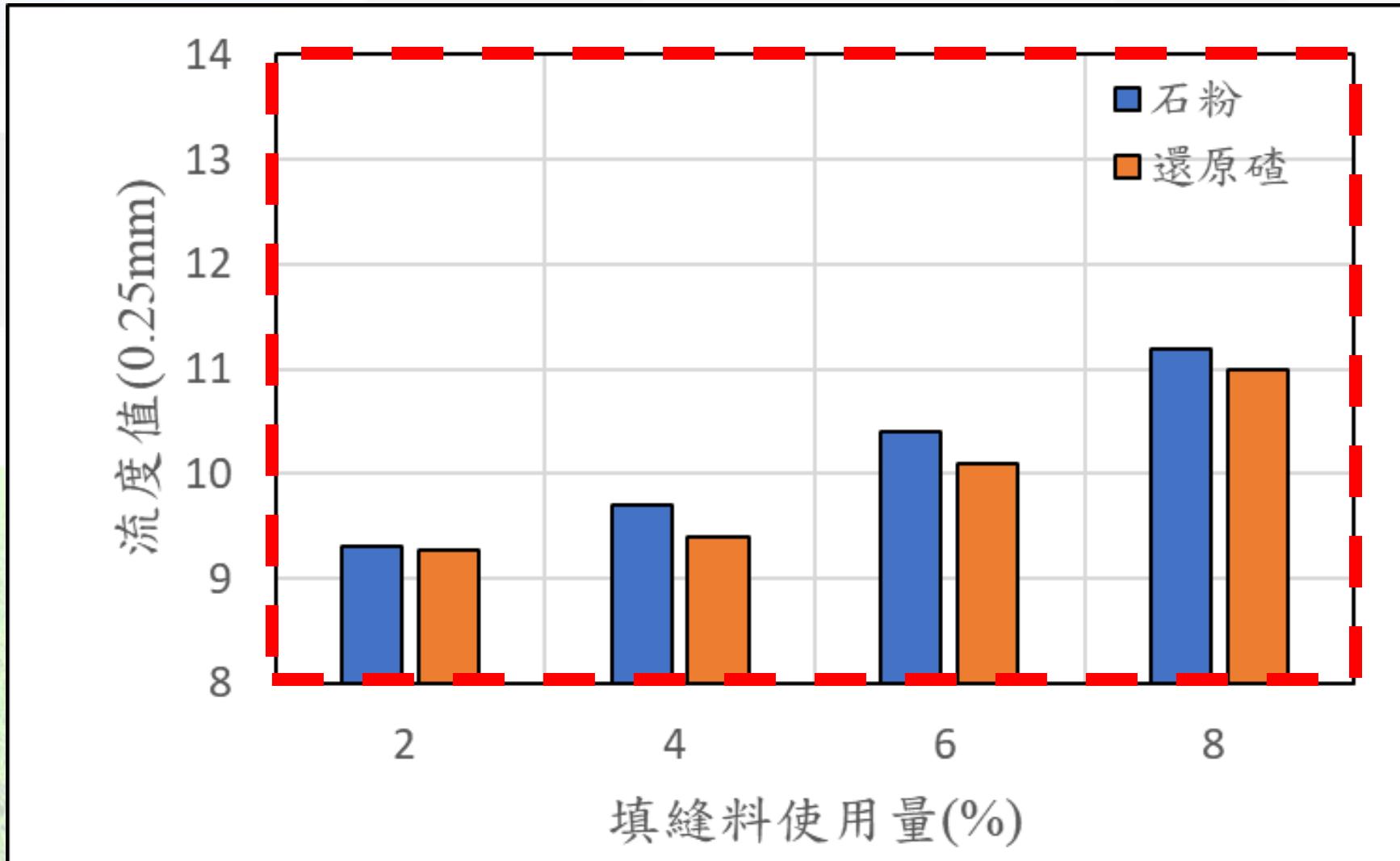
34 馬歇爾試驗-VFA



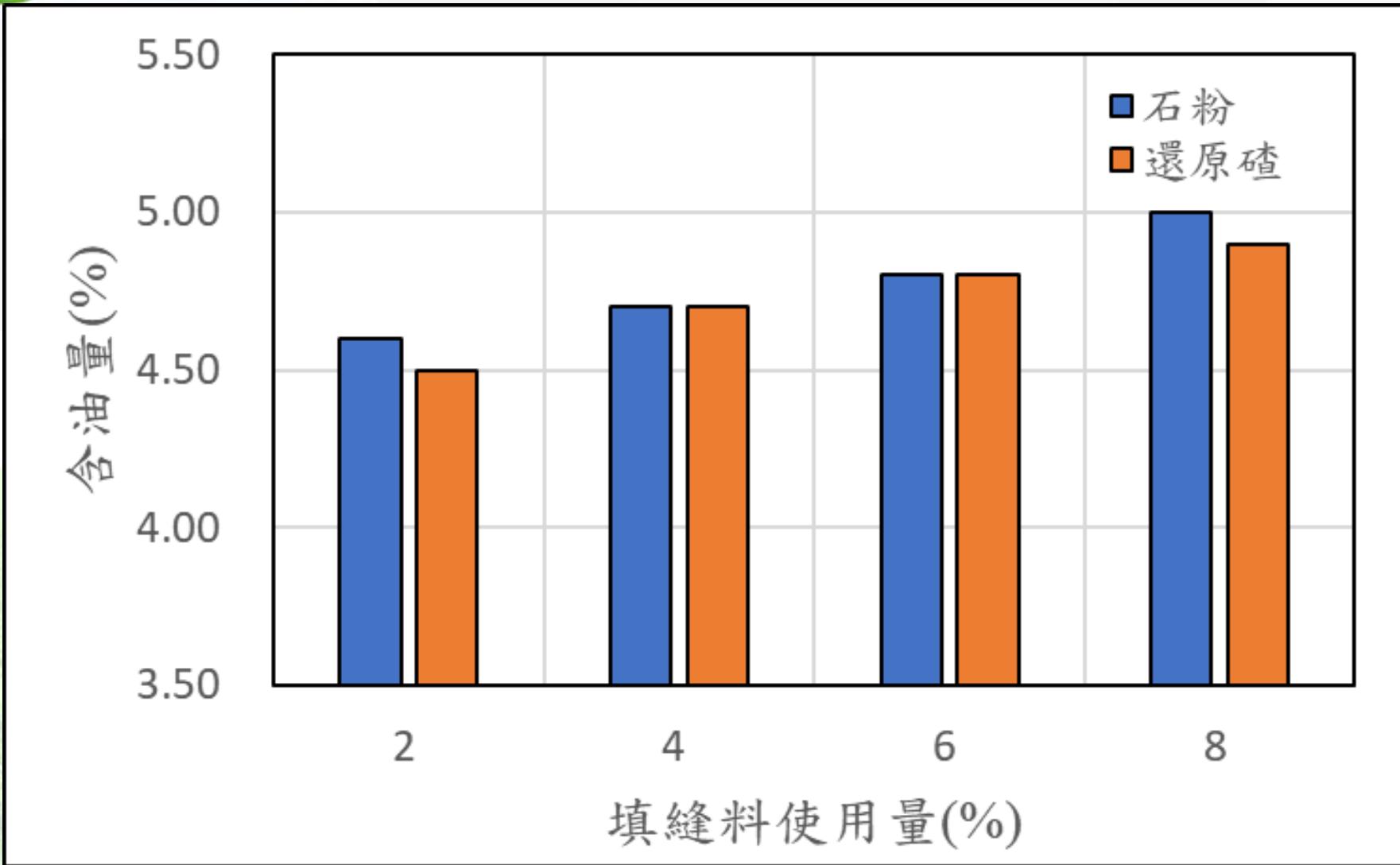
35 馬歇爾試驗-穩定值



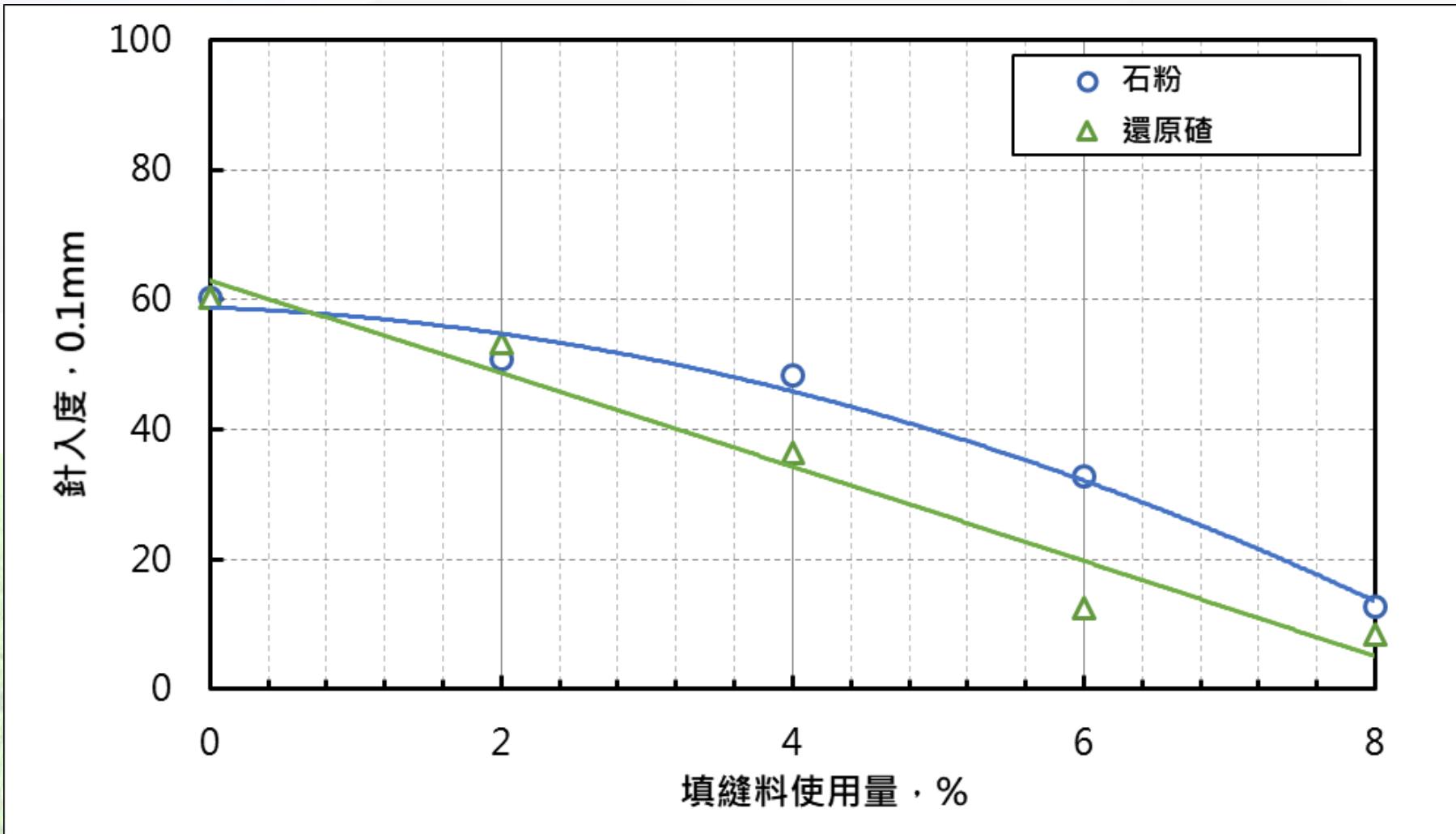
36 馬歇爾試驗-流度值



37 馬歇爾試驗-最佳含油量



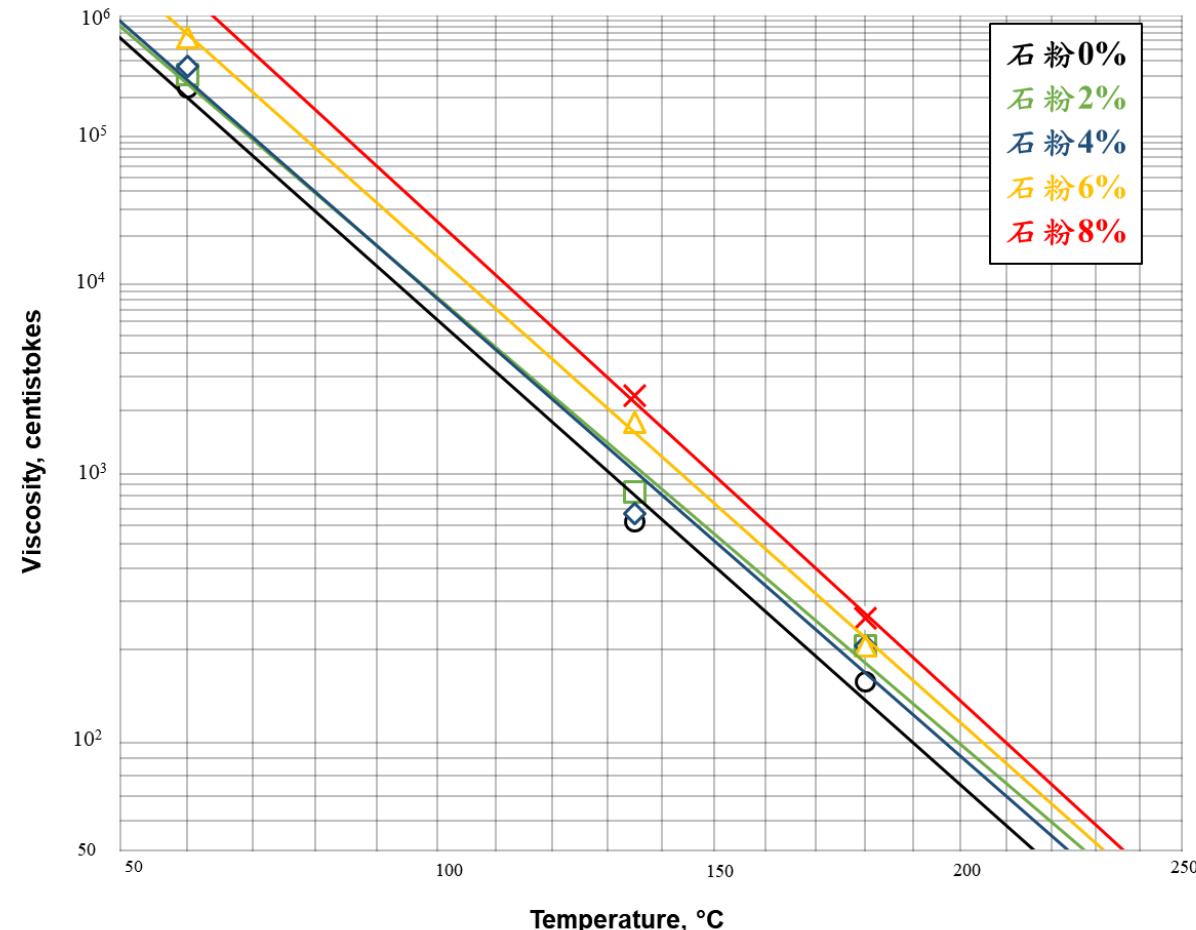
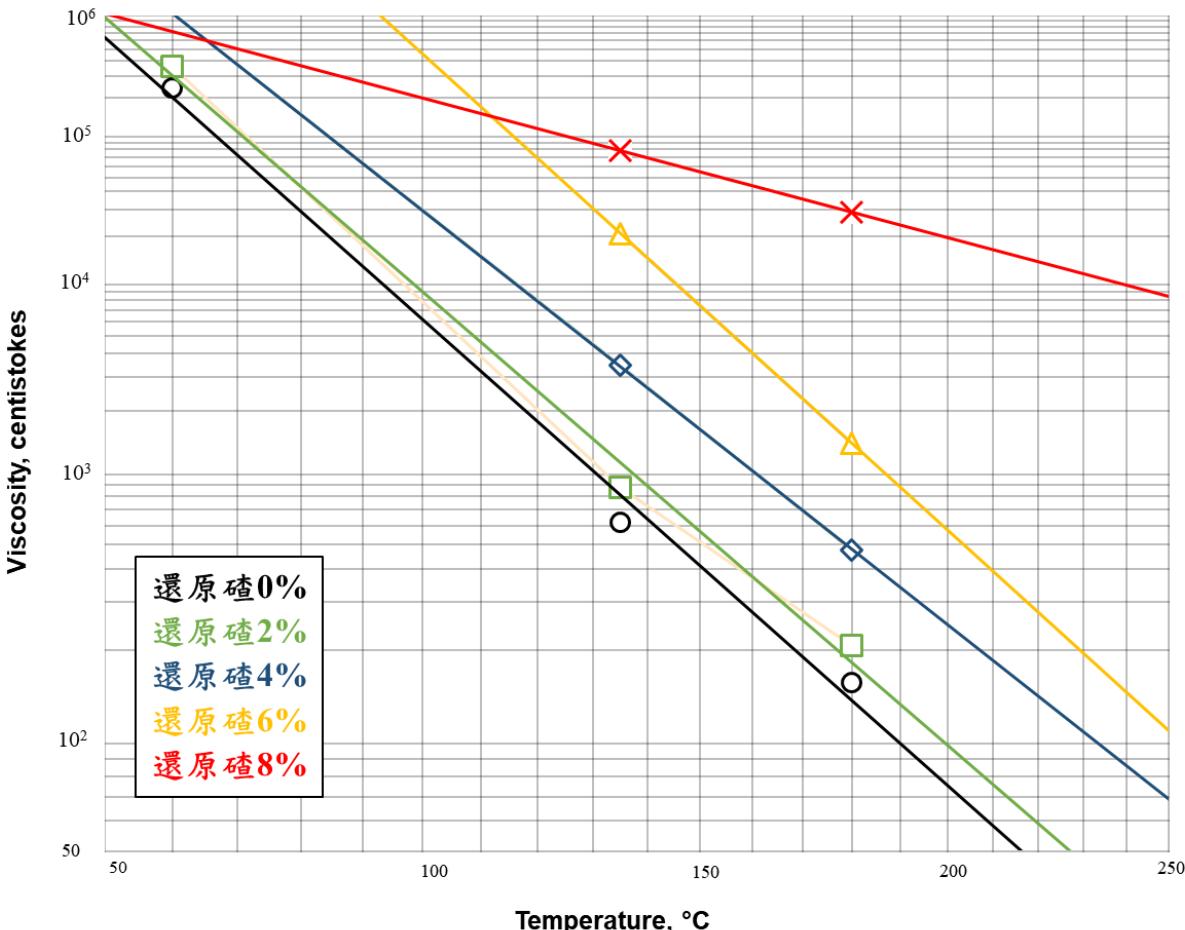
38 澆青黏結料-針入度試驗



39 澆青黏結料-黏滯度試驗

	還原碴0%	還原碴2%	還原碴4%	還原碴6%	還原碴8%
60°C	231000	346000	1010000	-	-
135°C	600	850	3350	20000	76000
180°C	150	200	460	1350	28000

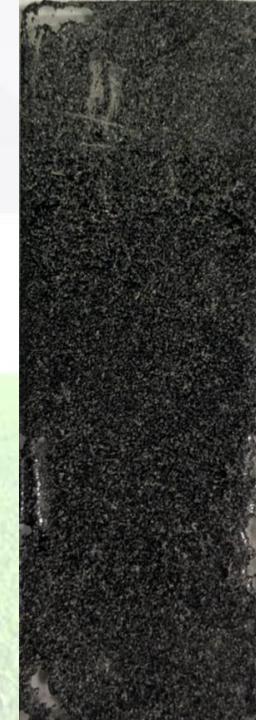
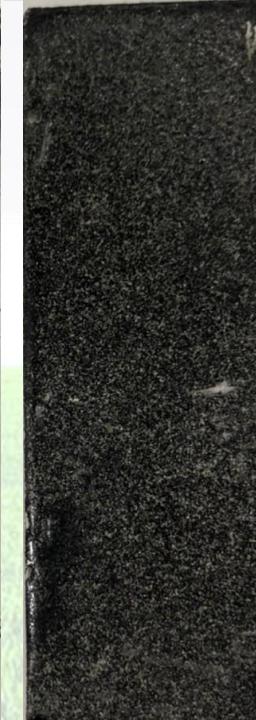
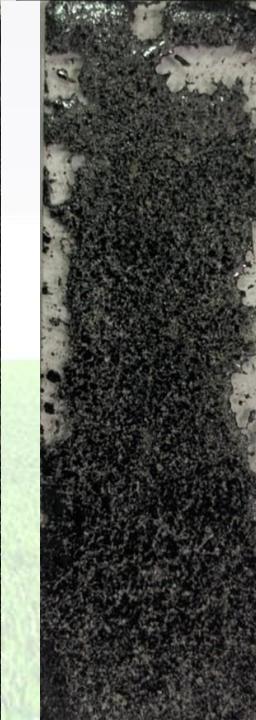
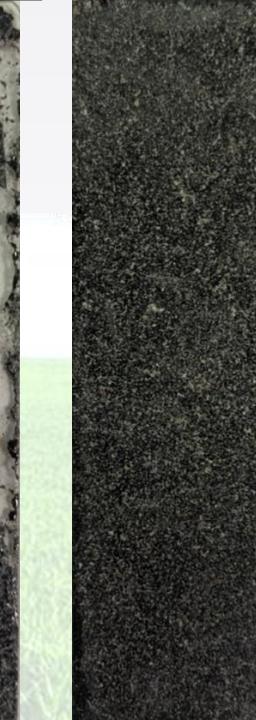
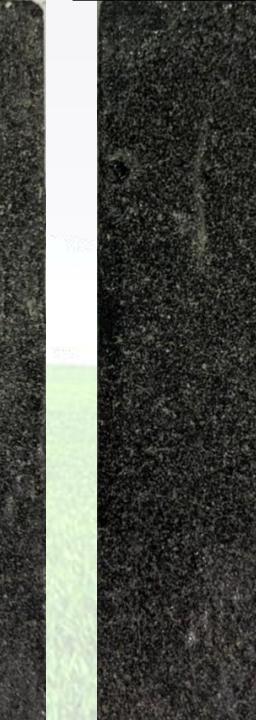
	石粉0%	石粉2%	石粉4%	石粉6%	石粉8%
60°C	231000	297000	352000	610000	1500000
135°C	600	800	650	1700	2300
180°C	150	200	200	200	250



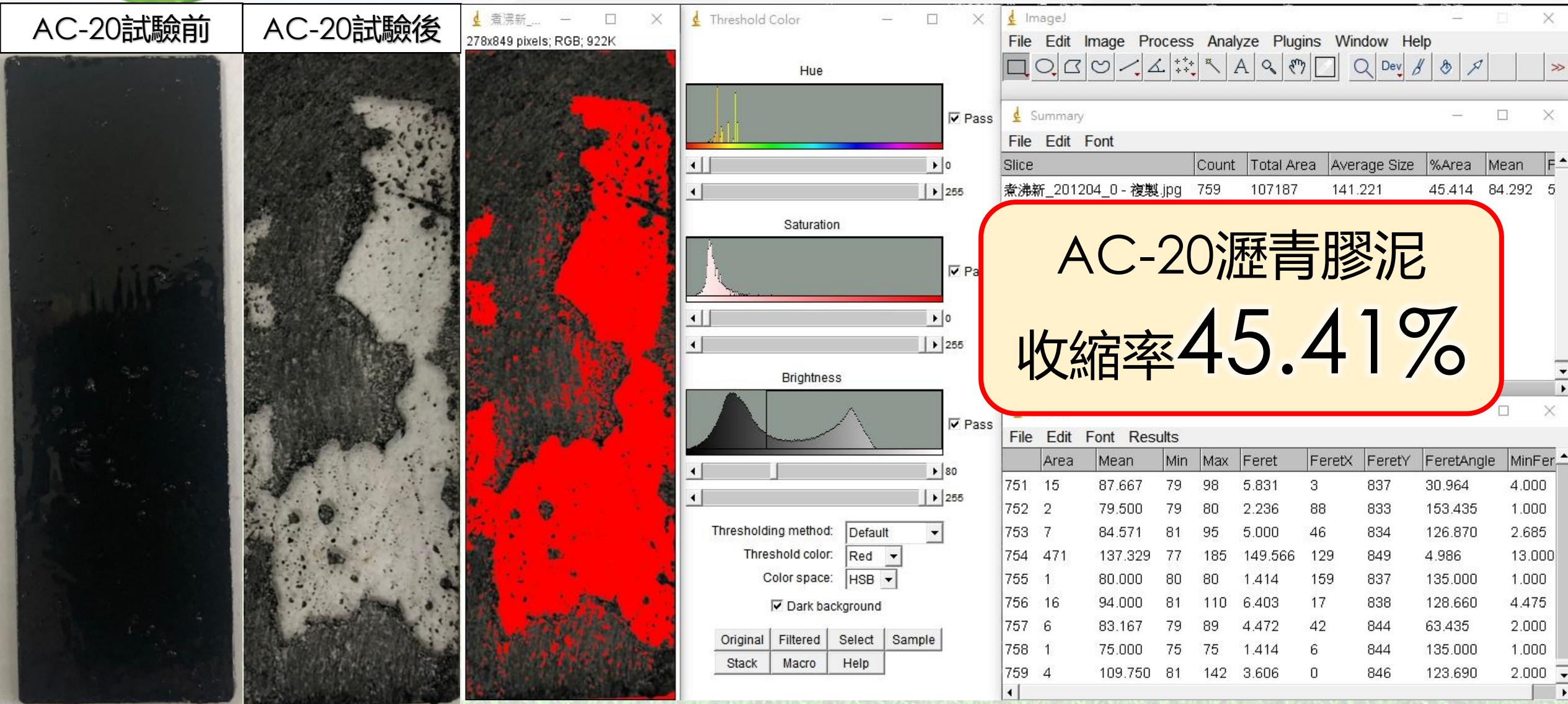
40 澆青黏結料-浸水剝脫試驗(前)

AC-20	石粉-2%	石粉-4%	石粉-6%	石粉-8%	還原碴-2%	還原碴-4%	還原碴6%	還原碴8%
								

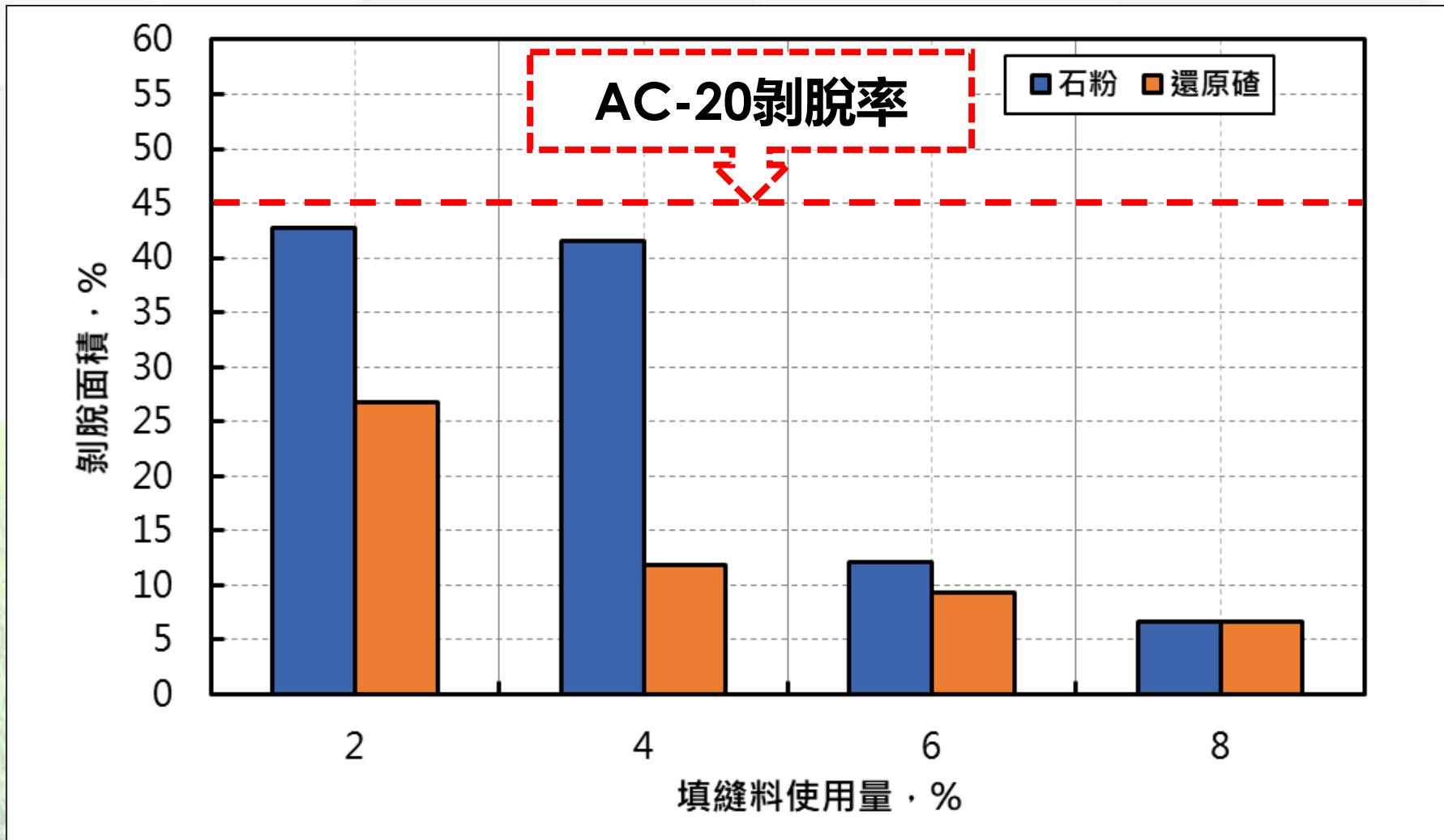
41 澆青黏結料-浸水剝脫試驗(後)

AC-20	石粉-2%	石粉-4%	石粉-6%	石粉-8%	還原碴-2%	還原碴-4%	還原碴6%	還原碴8%
								

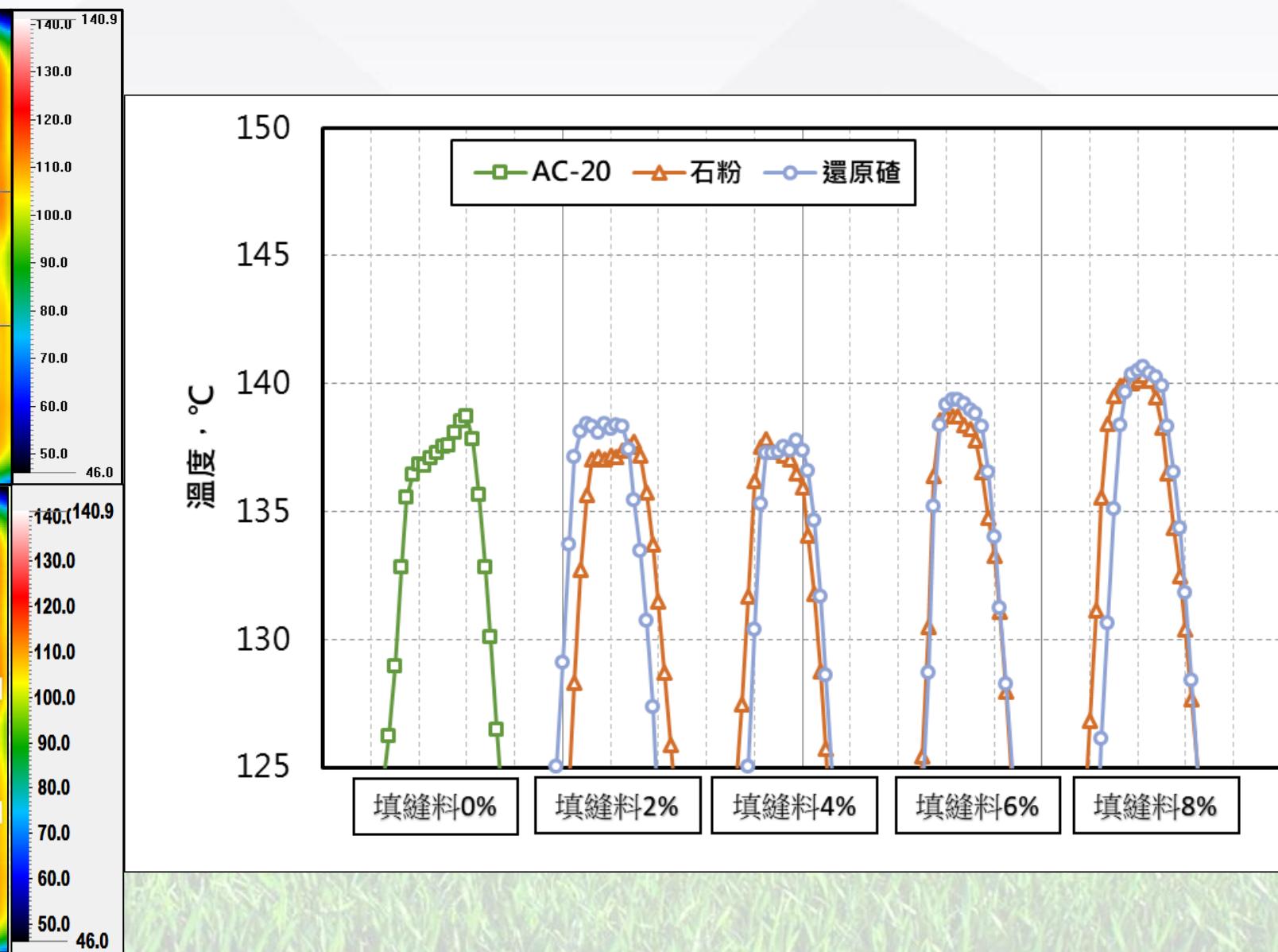
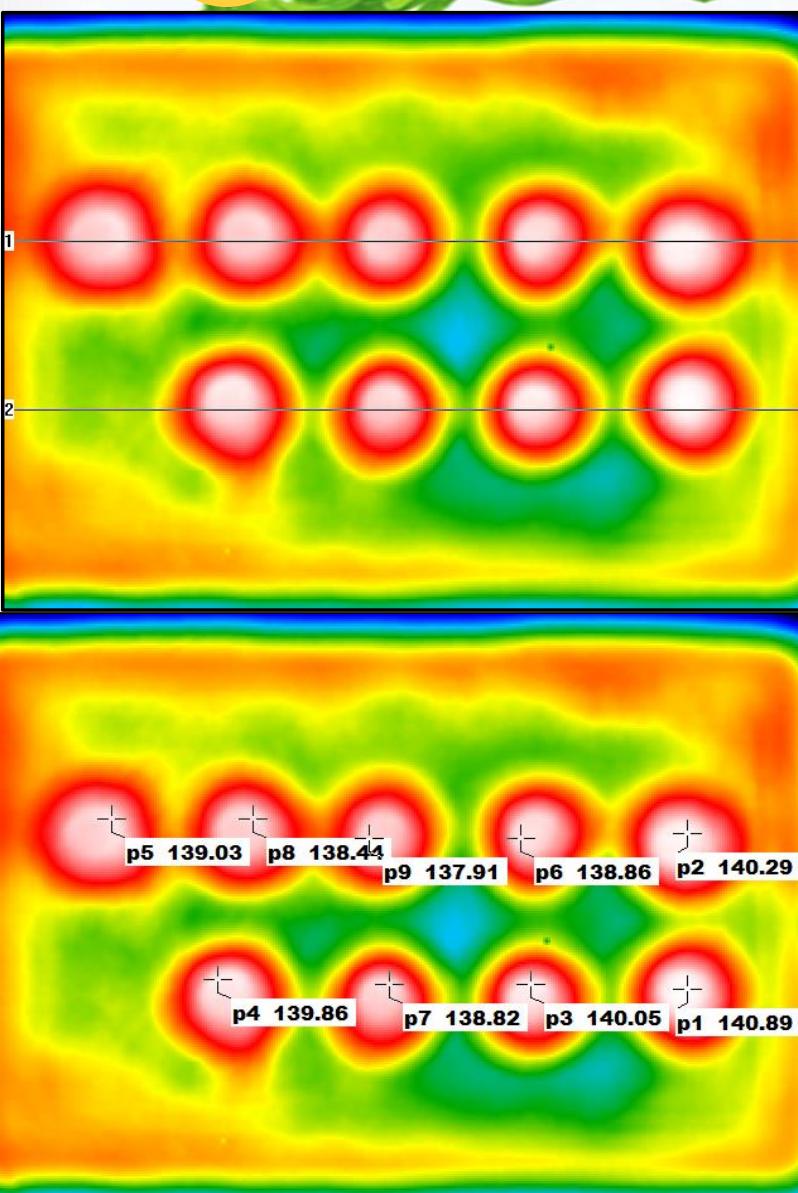
42 澆青黏結料-剝脫面積計算



43 澆青黏結料-浸水剝脫面積

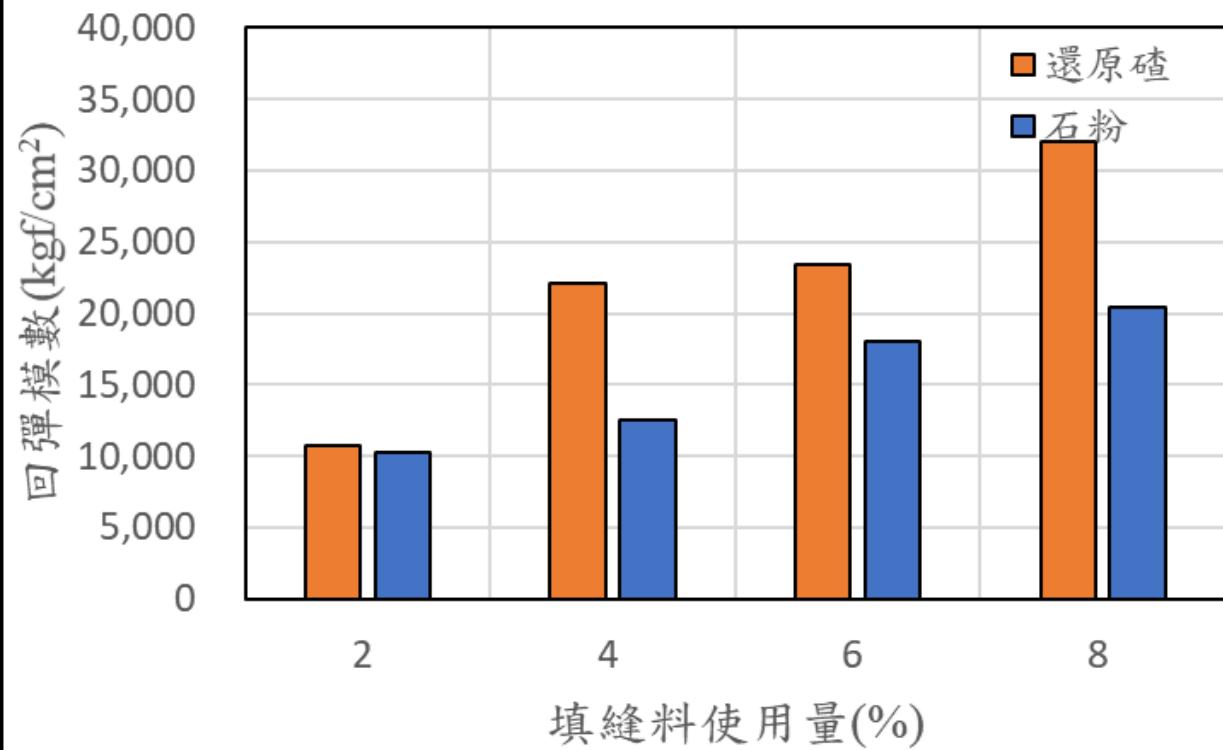


44 澆青黏結料-溫度剖面分析

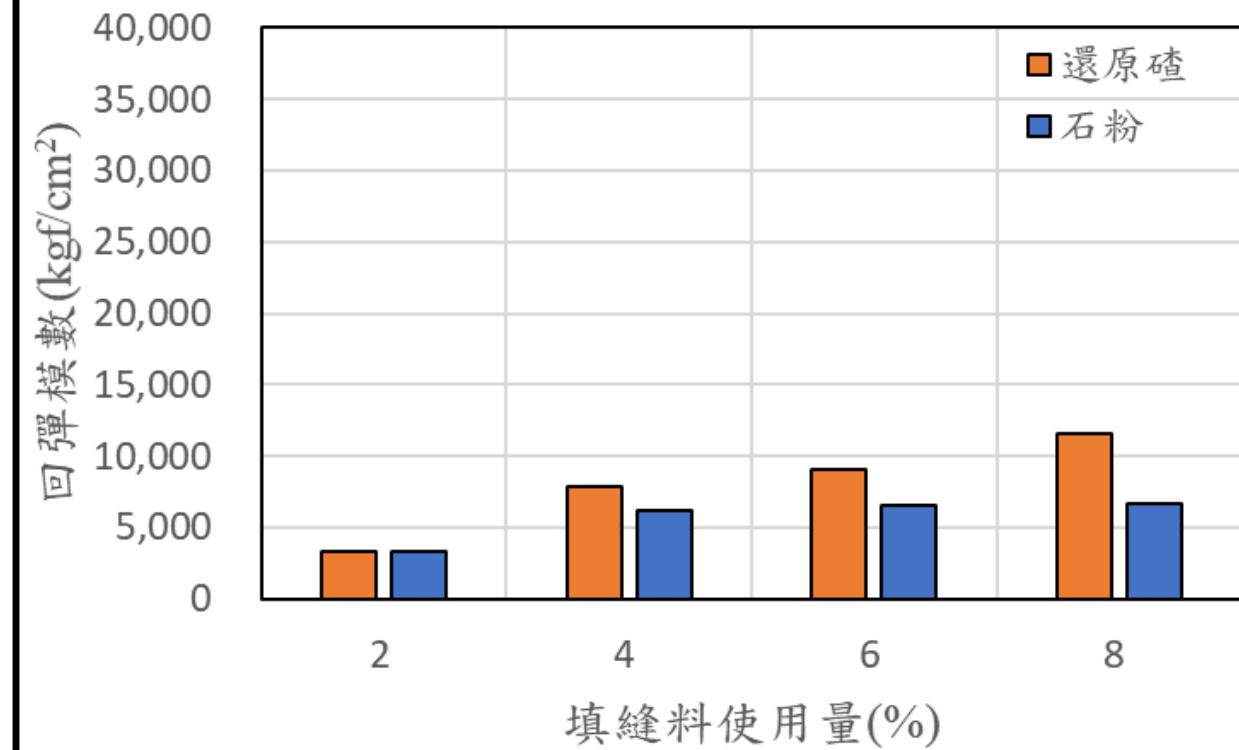


45 回彈模數試驗

環境溫度: 25°C

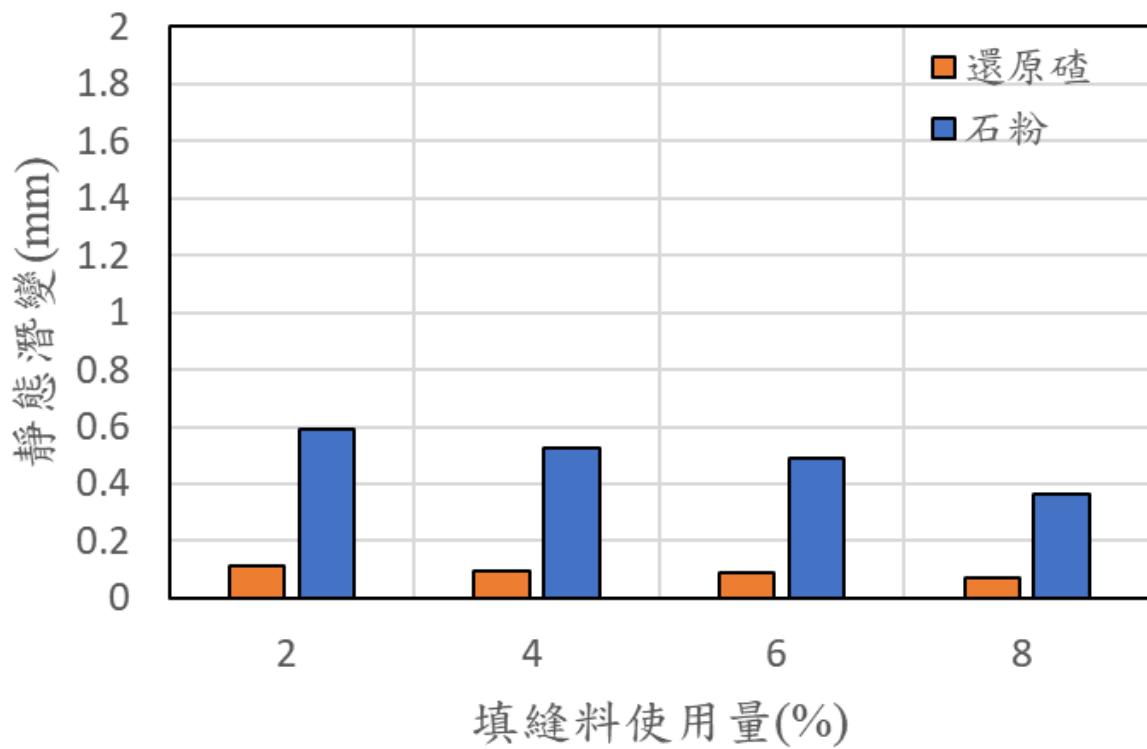


環境溫度: 40°C

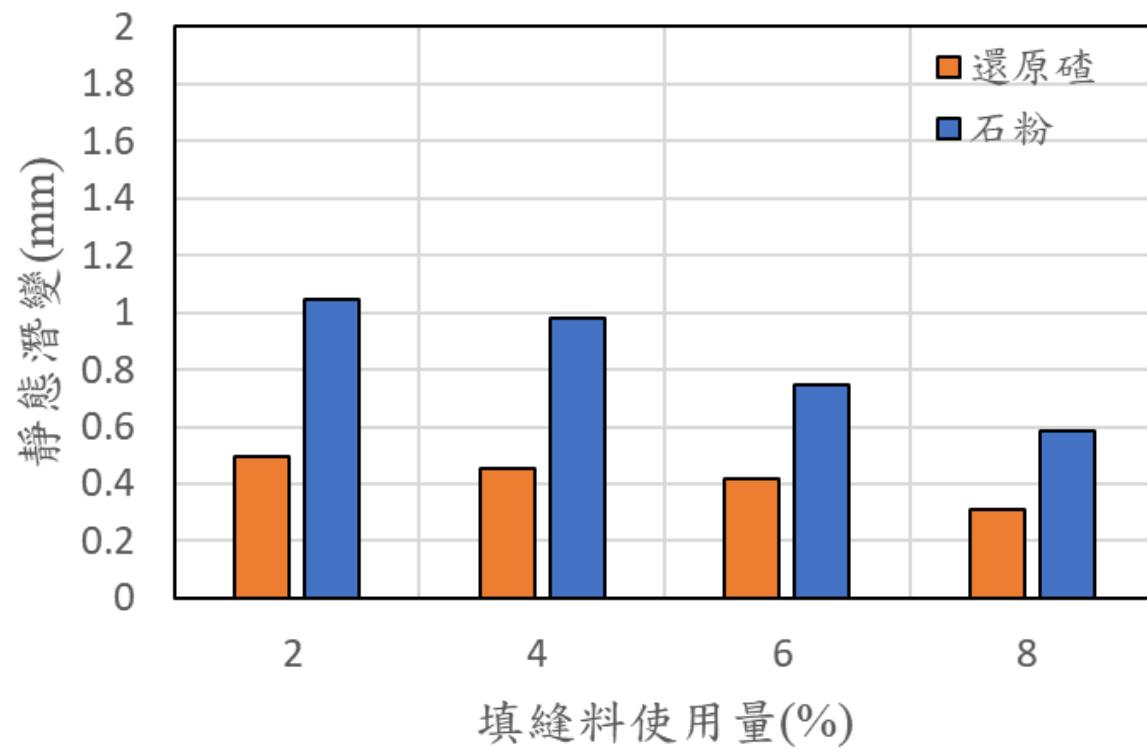


46 靜態潛變試驗

環境溫度: 25°C

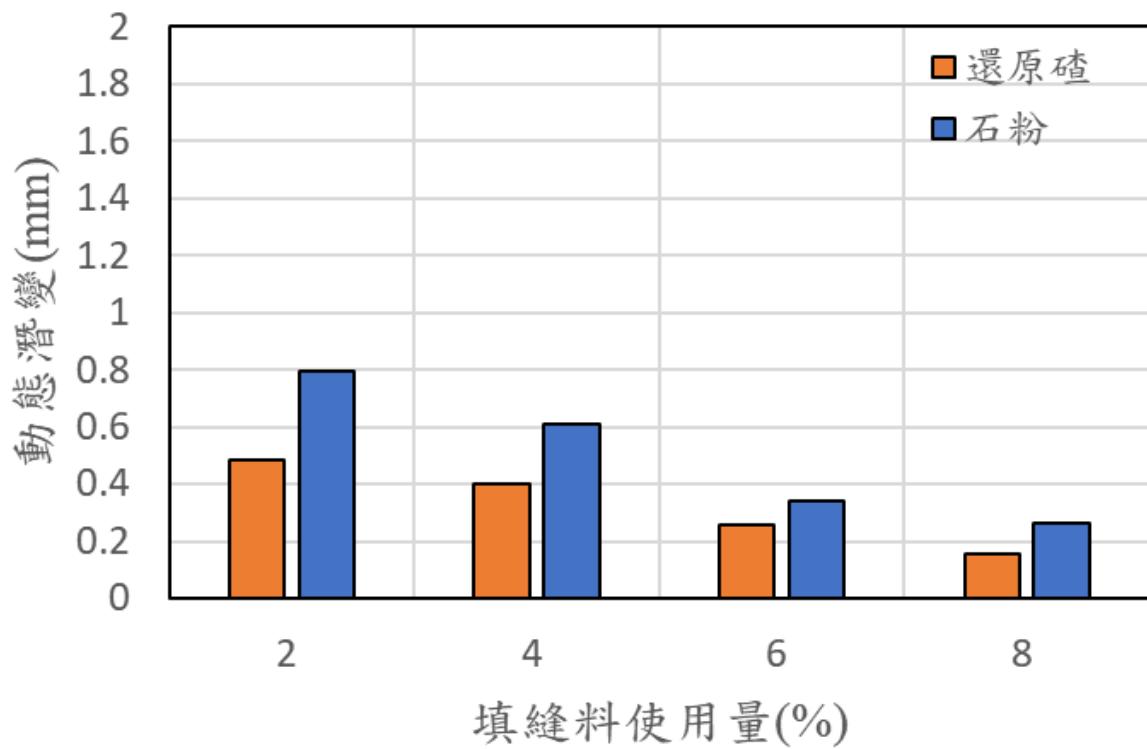


環境溫度: 40°C

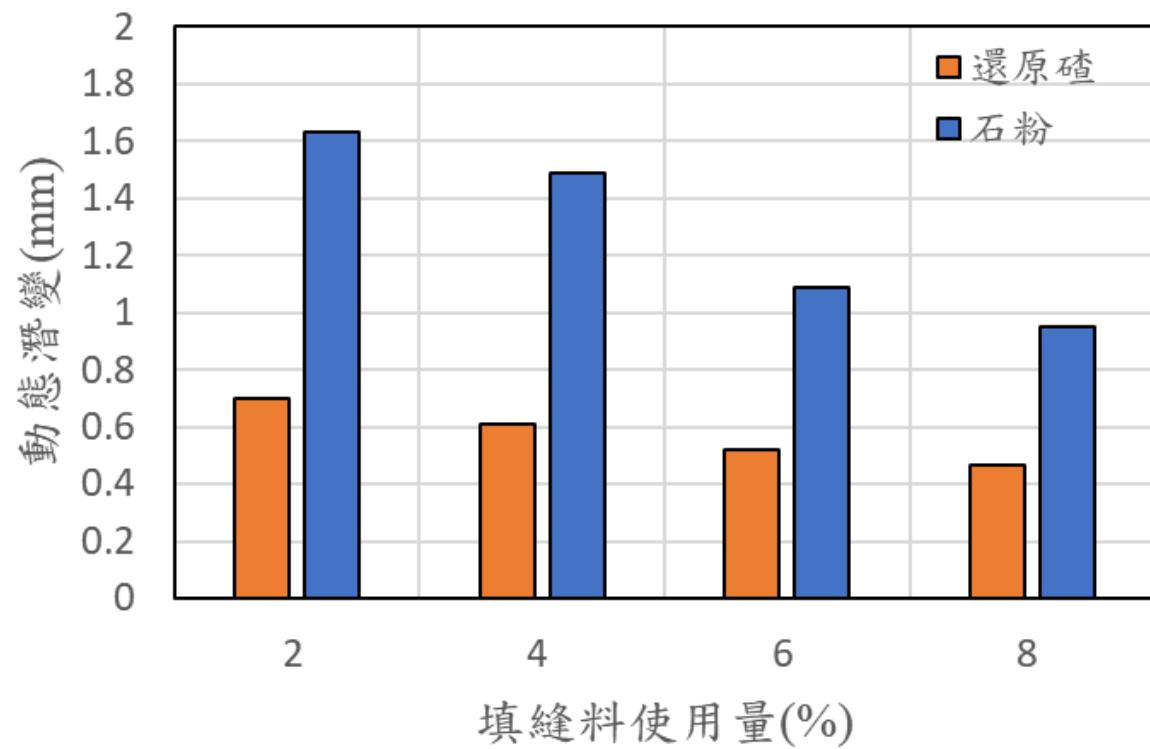


47 動態潛變試驗

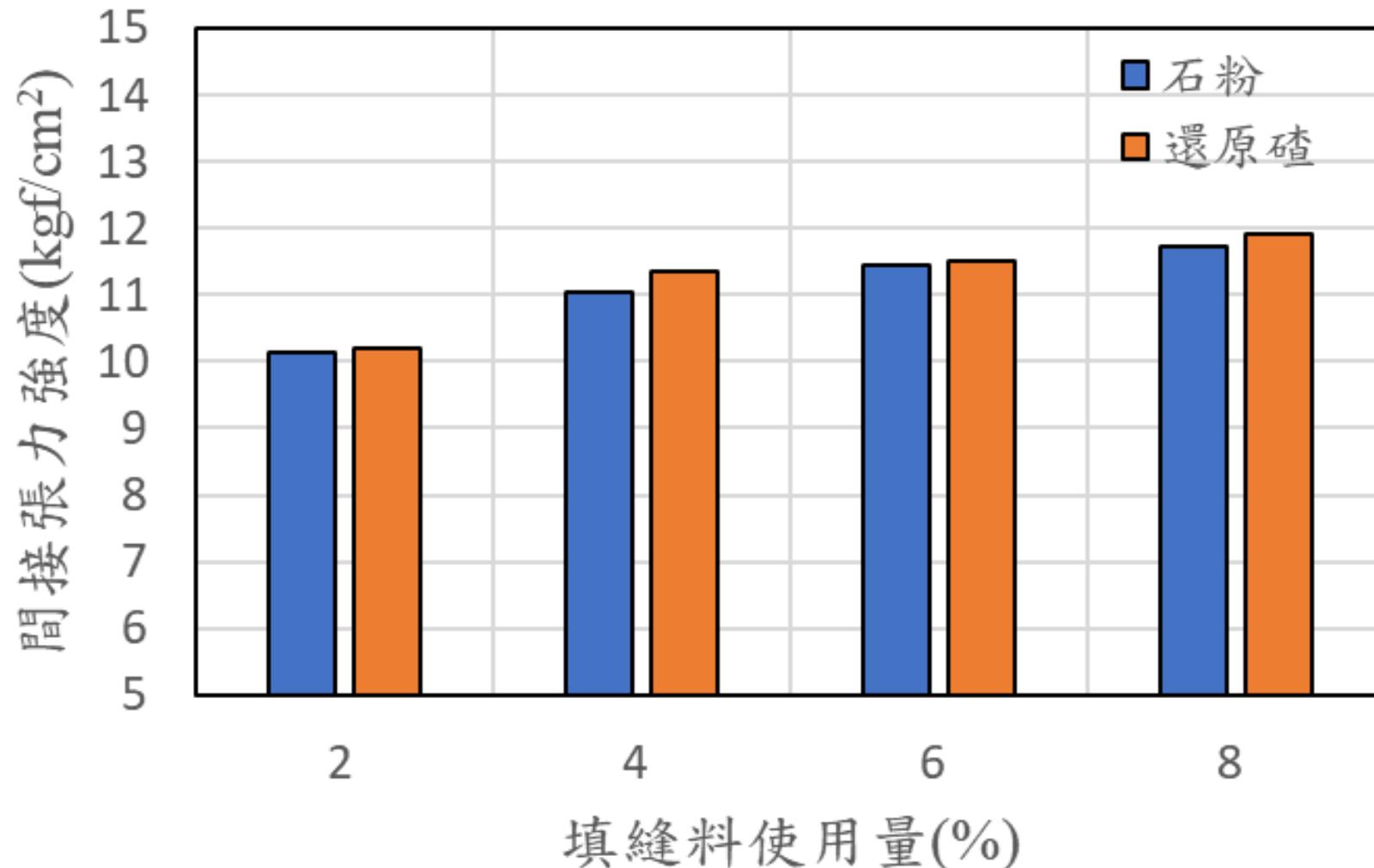
環境溫度: 25°C



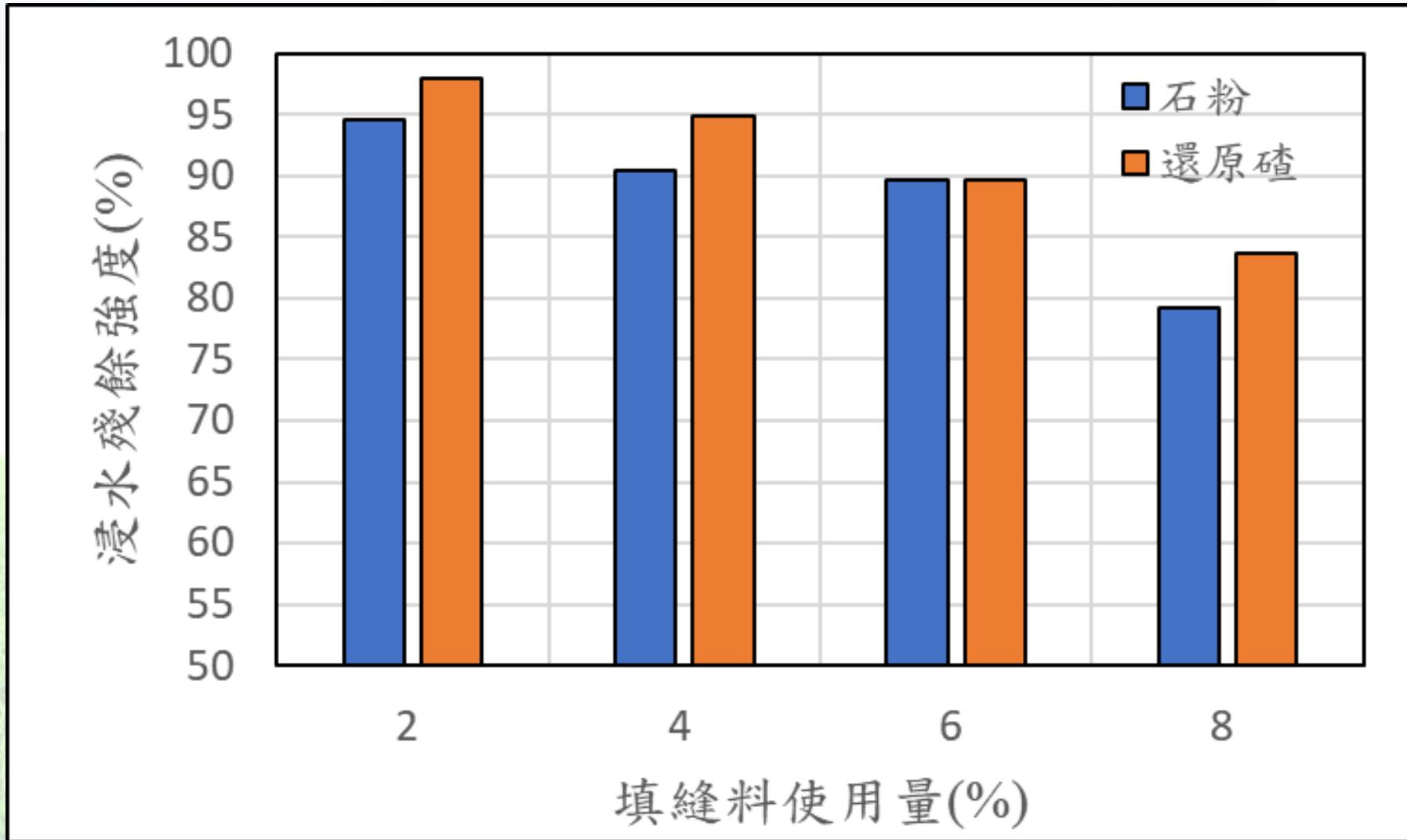
環境溫度: 40°C



48 間接張力強度試驗



49 浸水殘餘強度試驗



50 洛杉磣試驗-石粉

試驗前



100
轉



300
轉



500
轉



試驗後



51 洛杉磣試驗-還原渣

試驗前



100
轉



300
轉

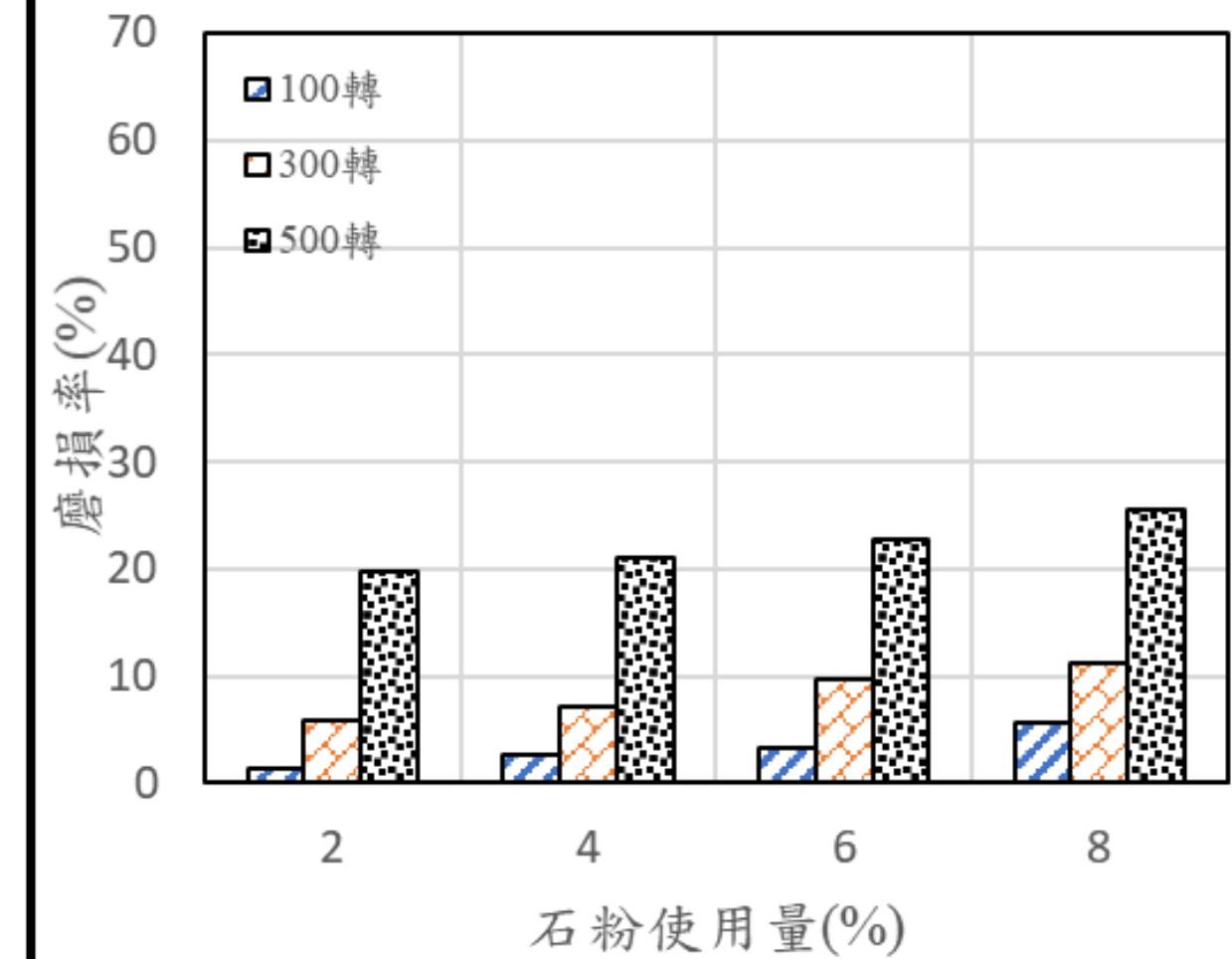
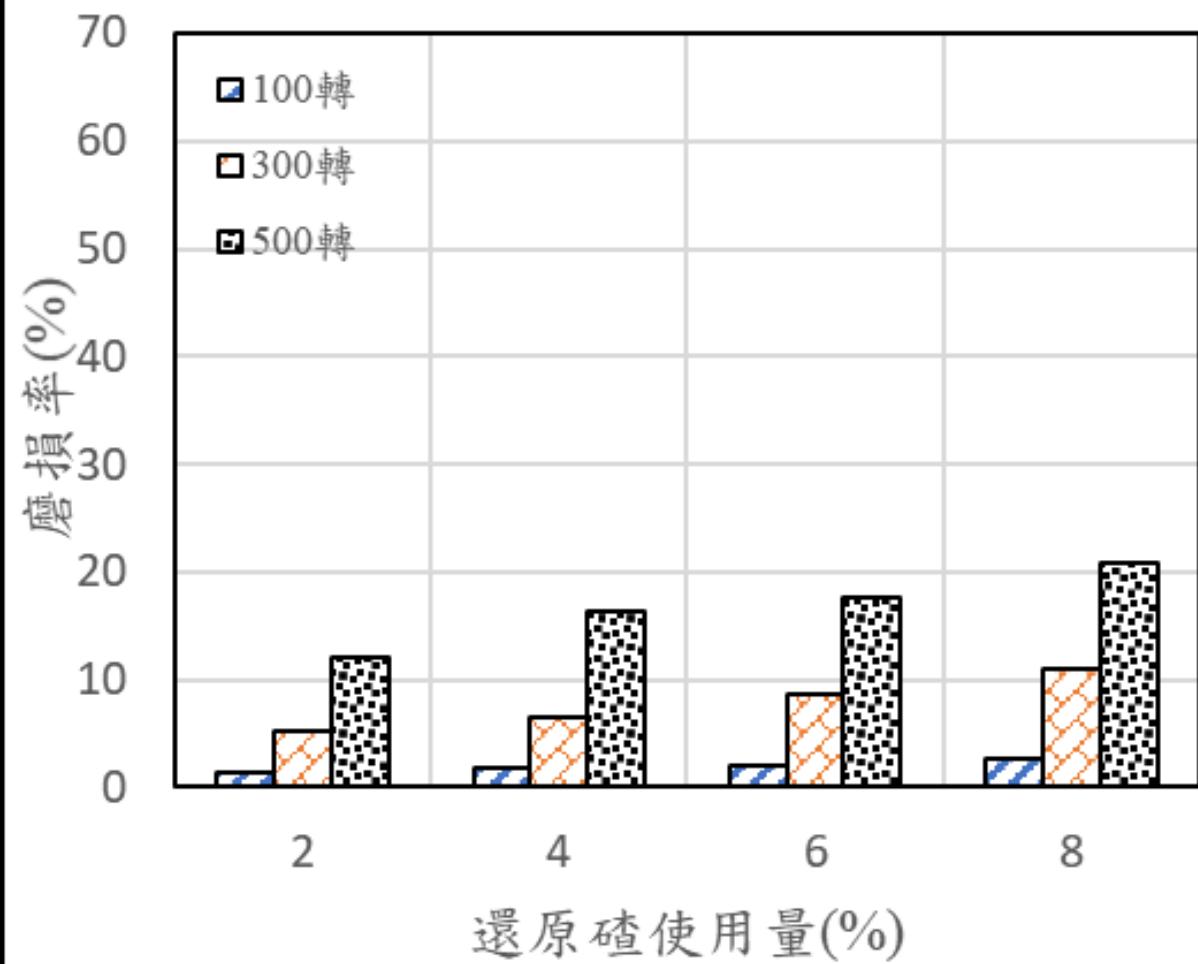


500
轉

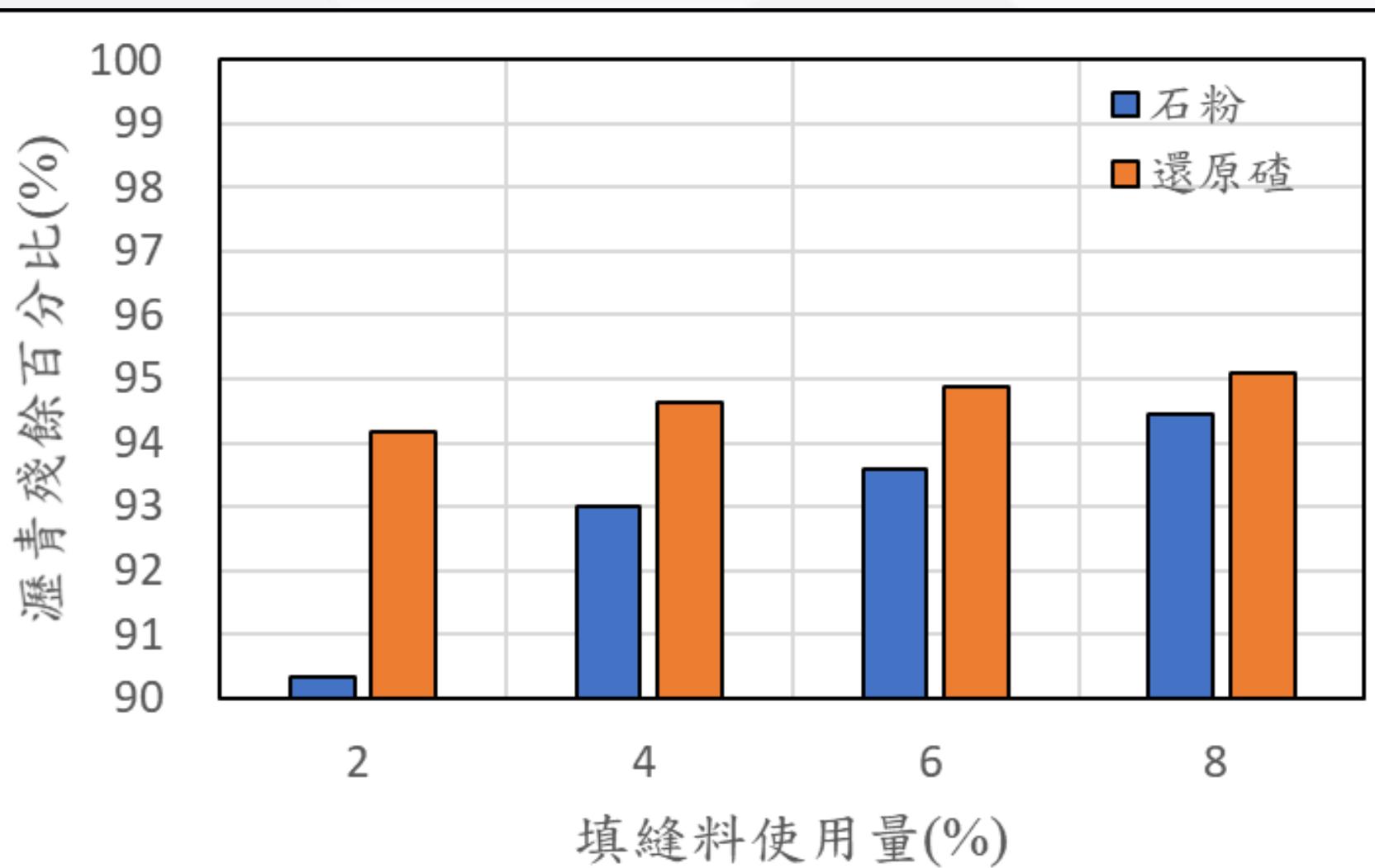
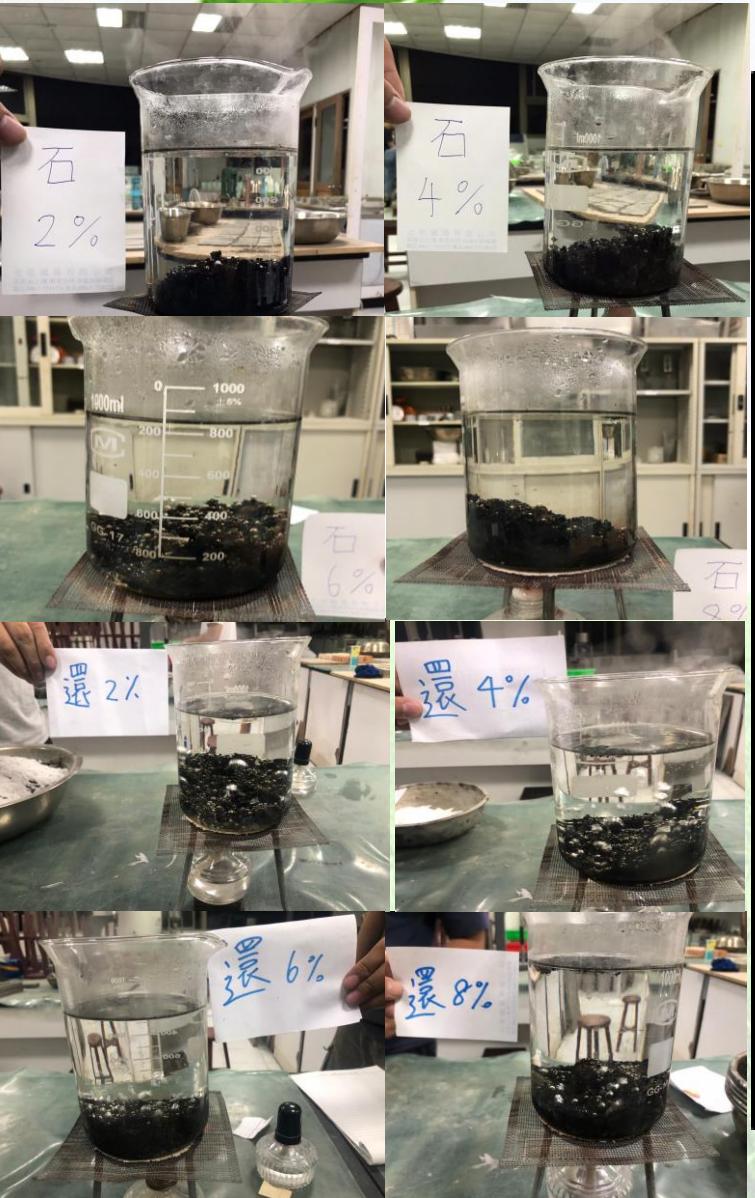
試驗後



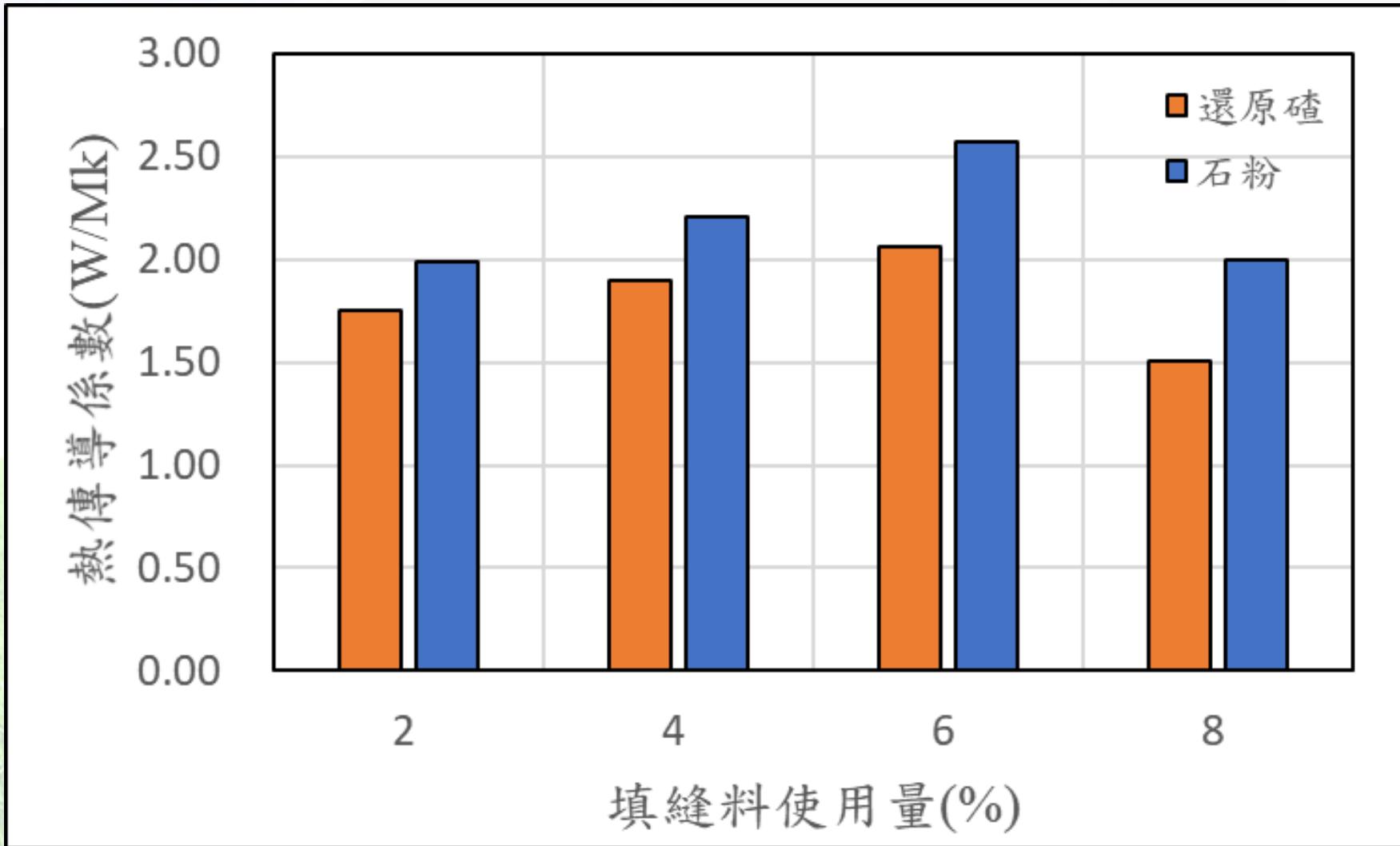
52 洛杉磣試驗



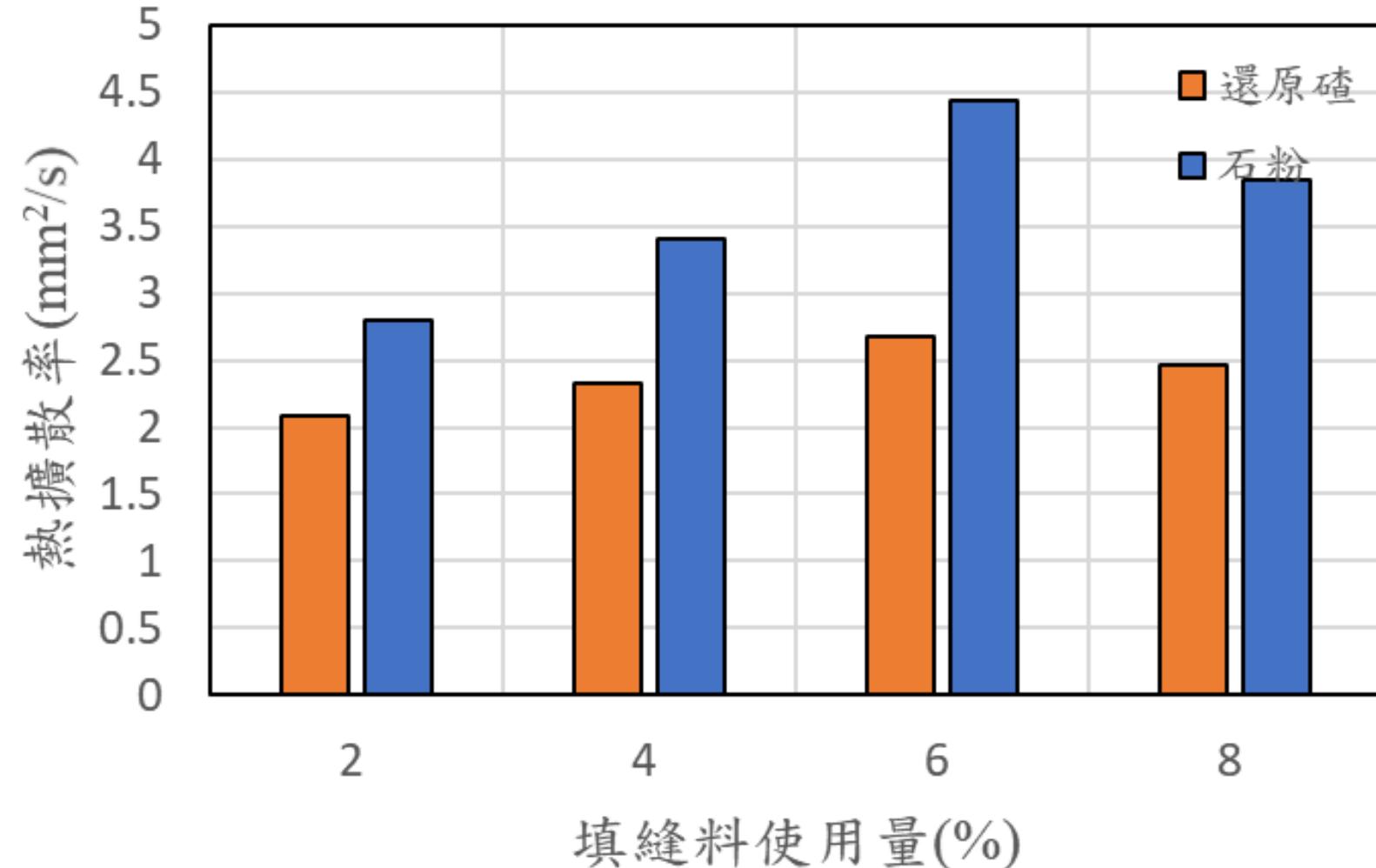
53 煮沸試驗



54 热導試驗-热傳導係數



55 热導試驗-热擴散率



Part 4

試驗道路鋪築與成效

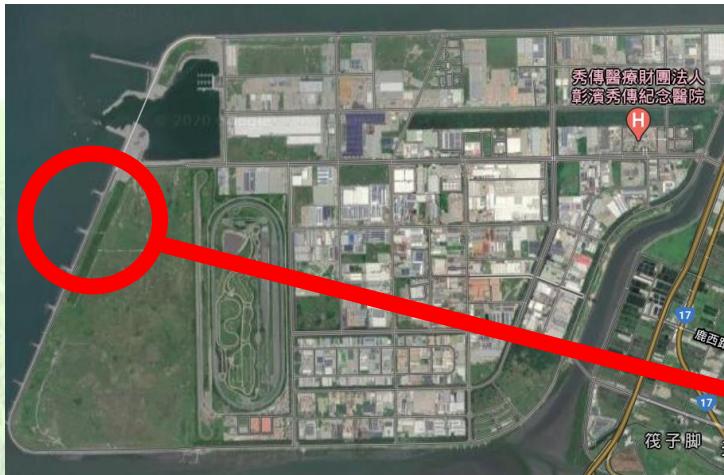


57 試驗道路基本資料

施工日期：民國109年12月5日~民國109年12月17日

鋪設長度：OK+400

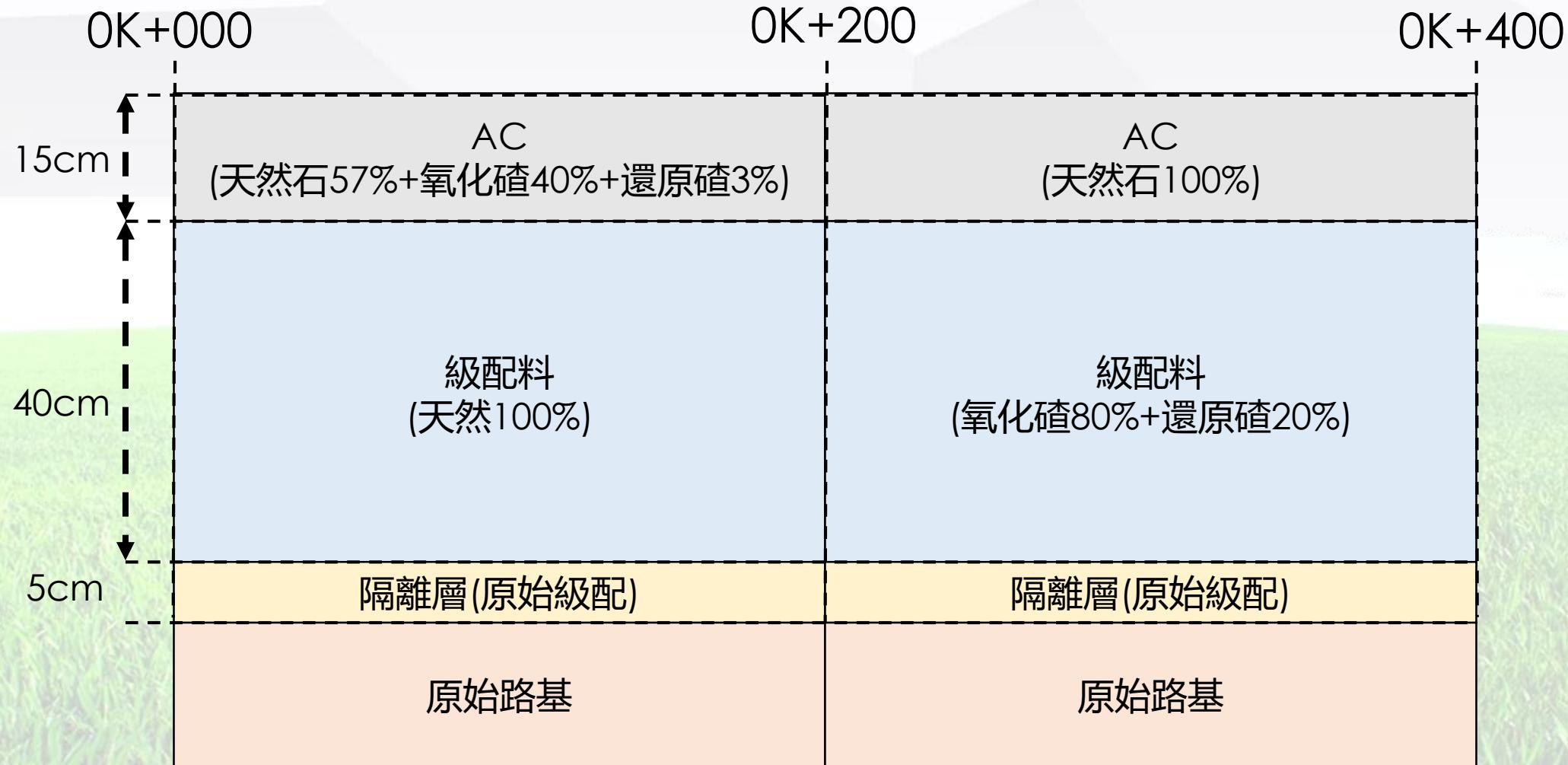
施工位置：



58 試驗道路基本資料

鋪設材料與厚度設計:

瀝青膠泥為**AC-20**



59 試驗道路施工前



60 原始基底層開挖



61 路基整平、滾壓、灑水



62 隔離層施工(原始級配料)



63 深度量測

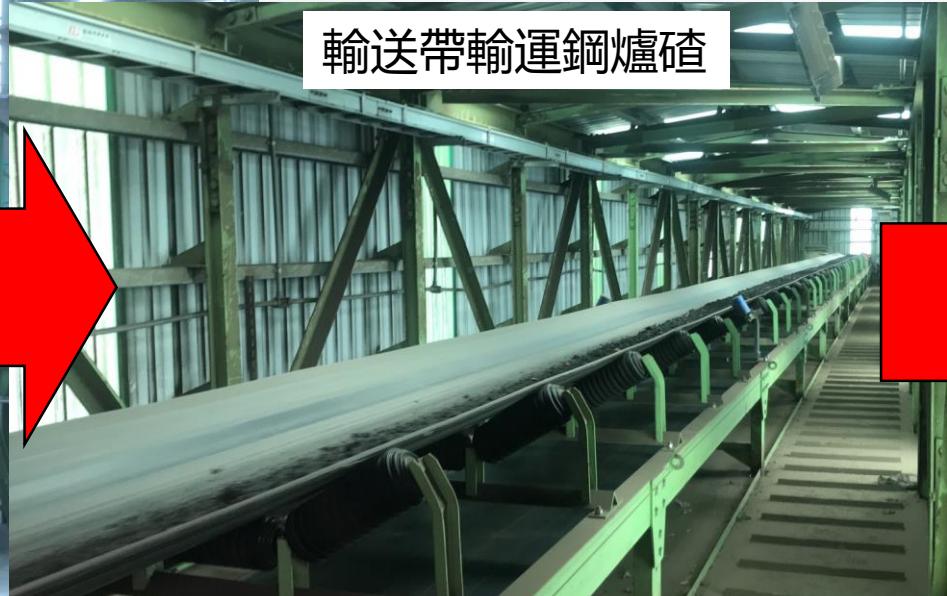


64 含還原渣級配料拌合設備

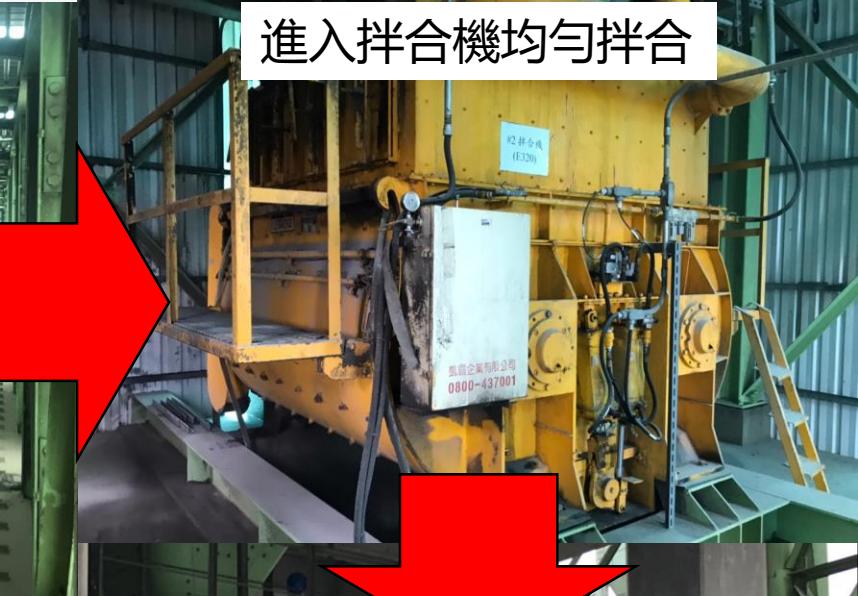
鋼爐渣送料



輸送帶輸運鋼爐渣



進入拌合機均勻拌合



含還原渣級配料



含還原渣級配料洩至運輸車



拌合完成後洩料



65 含還原渣級配料 均勻性



66 基底層級配料施工

天然級配料



67 基底層滾壓後表面情況

天然級配料



含還原渣級配料



68 基底層DCP試驗

天然級配料強度檢測



含還原碴級配料強度檢測



69

天然級配與含還原碴級配分界點



70

基底層完成照

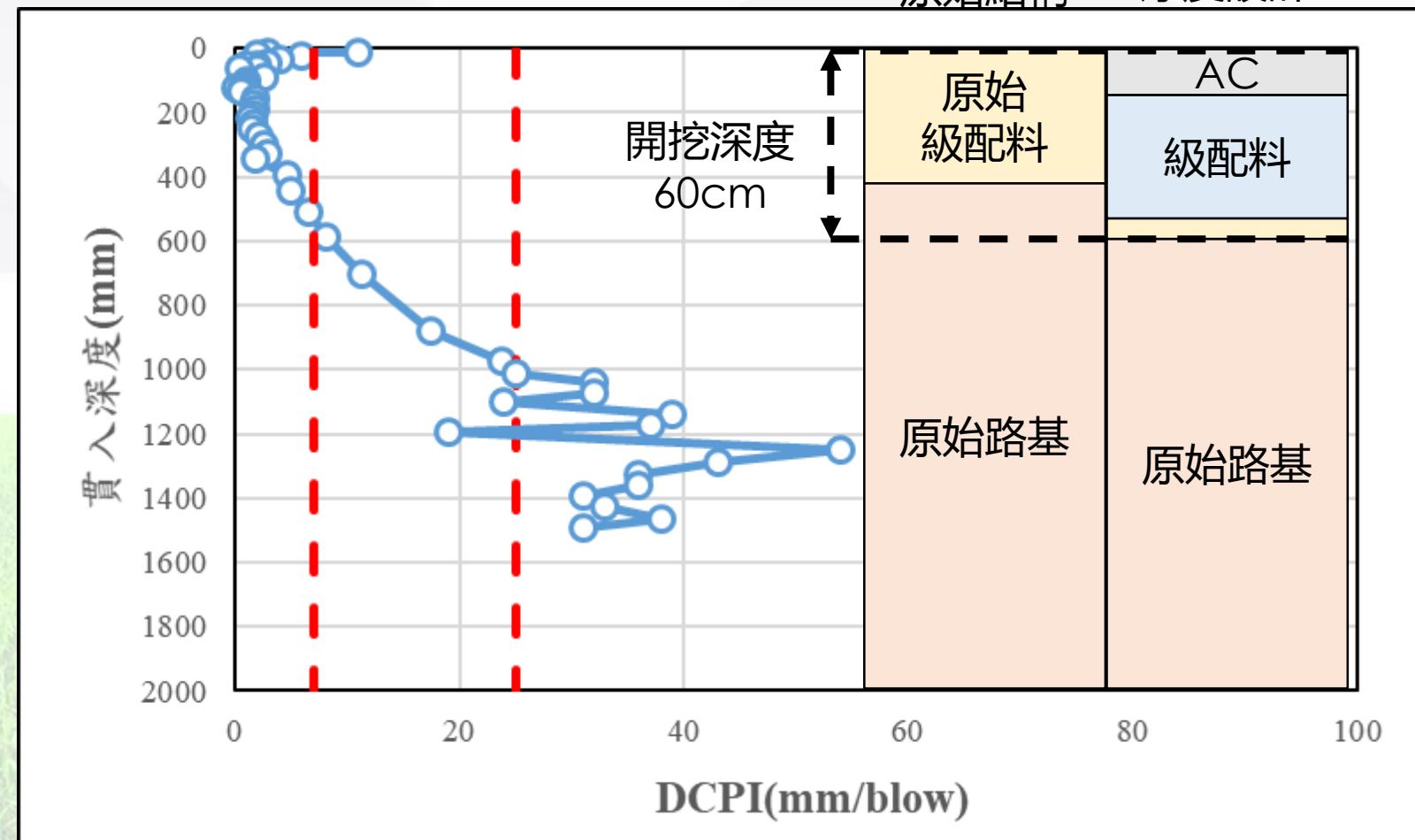
天然級配料完工照



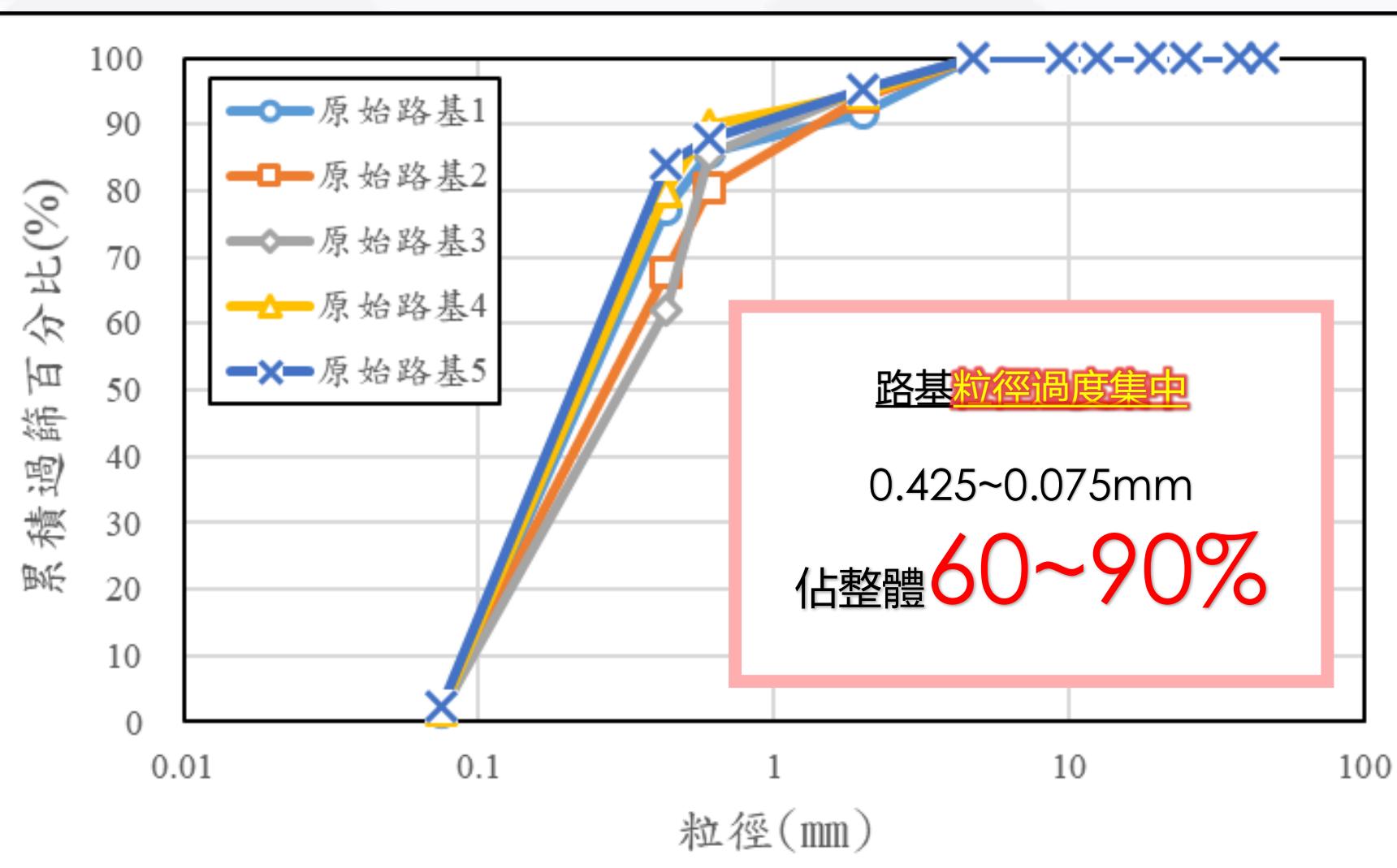
含還原碴級配料完工照



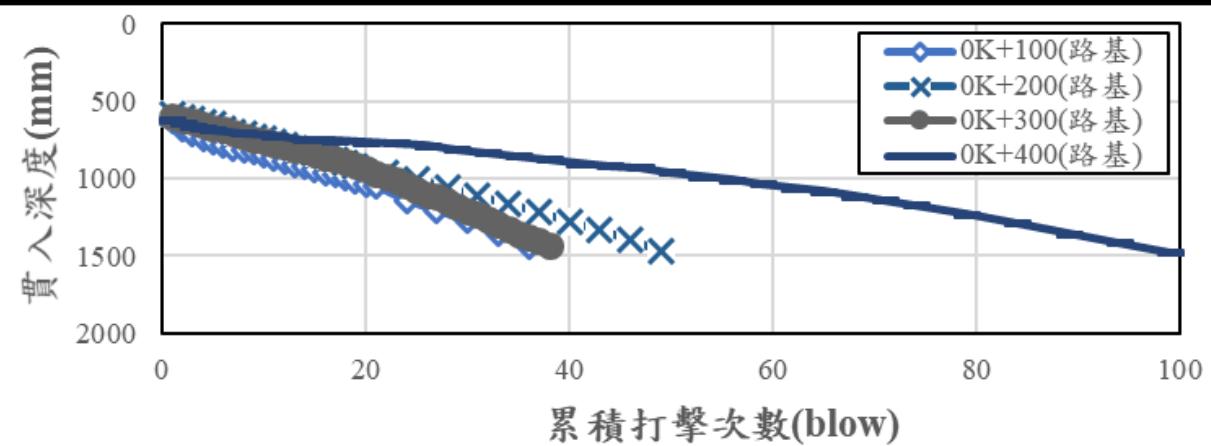
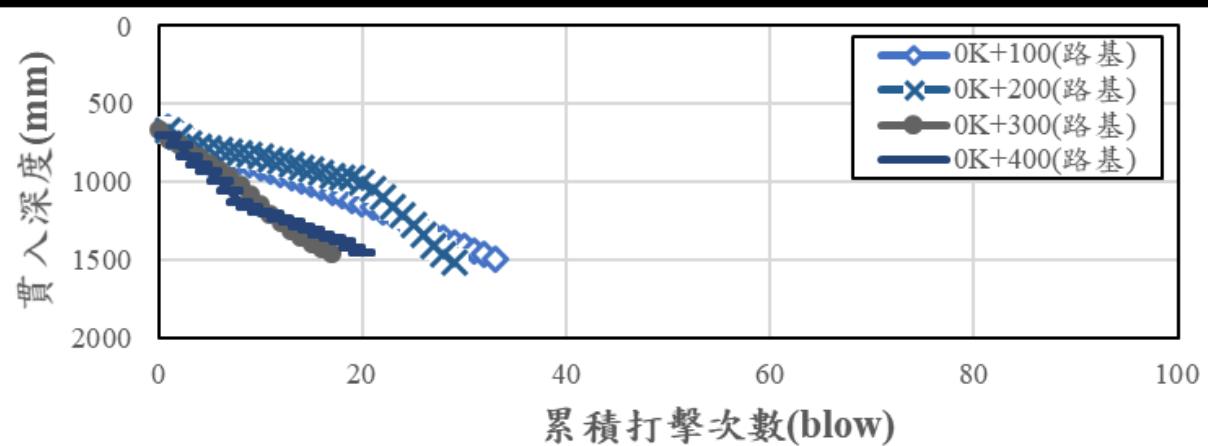
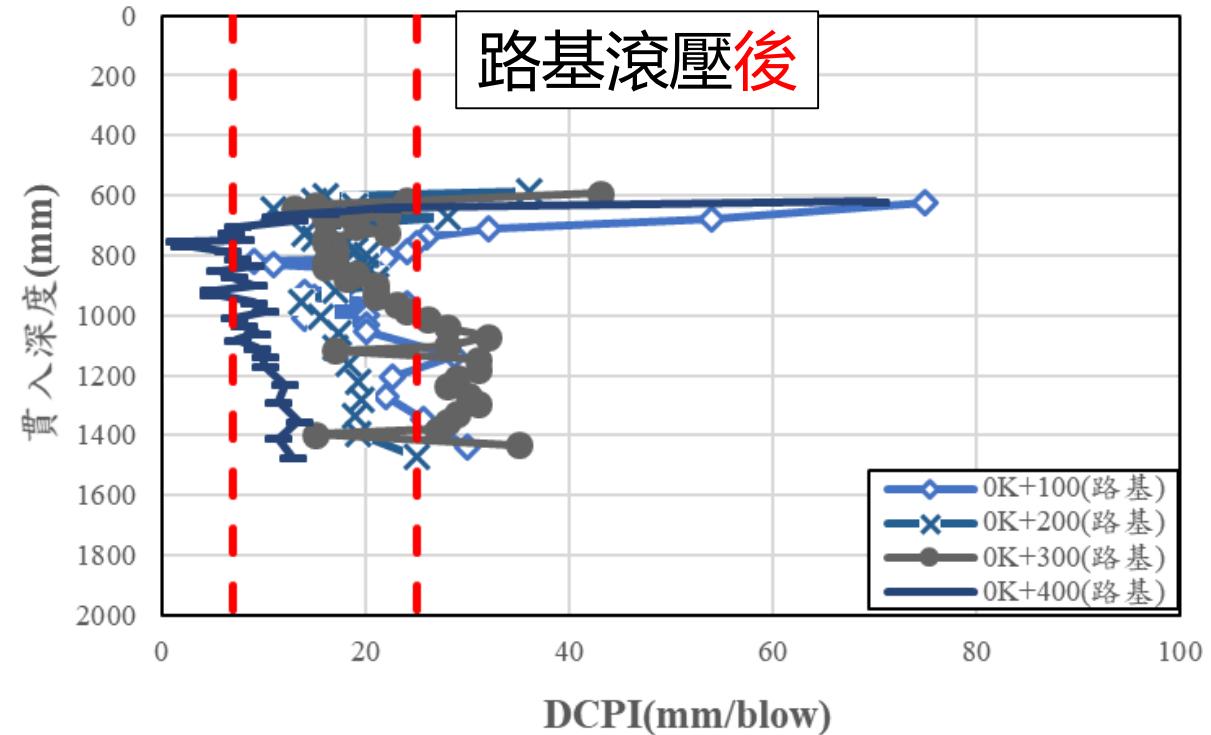
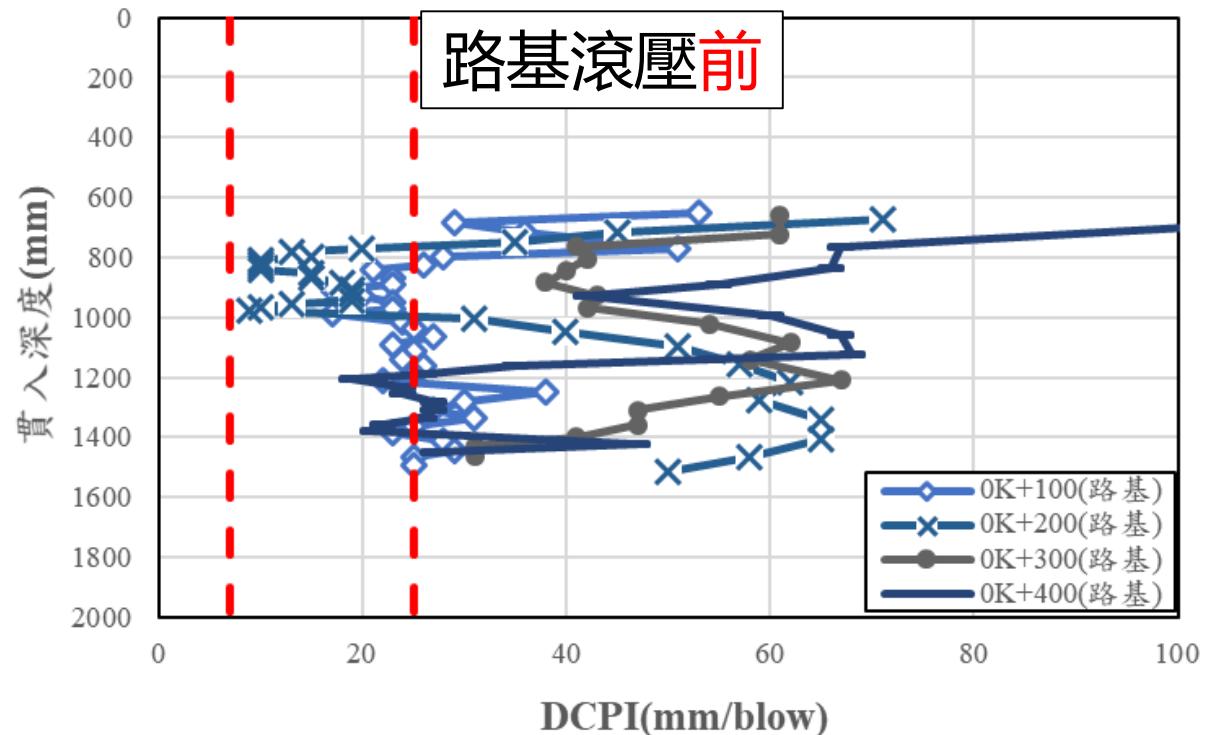
71 原始結構強度檢測



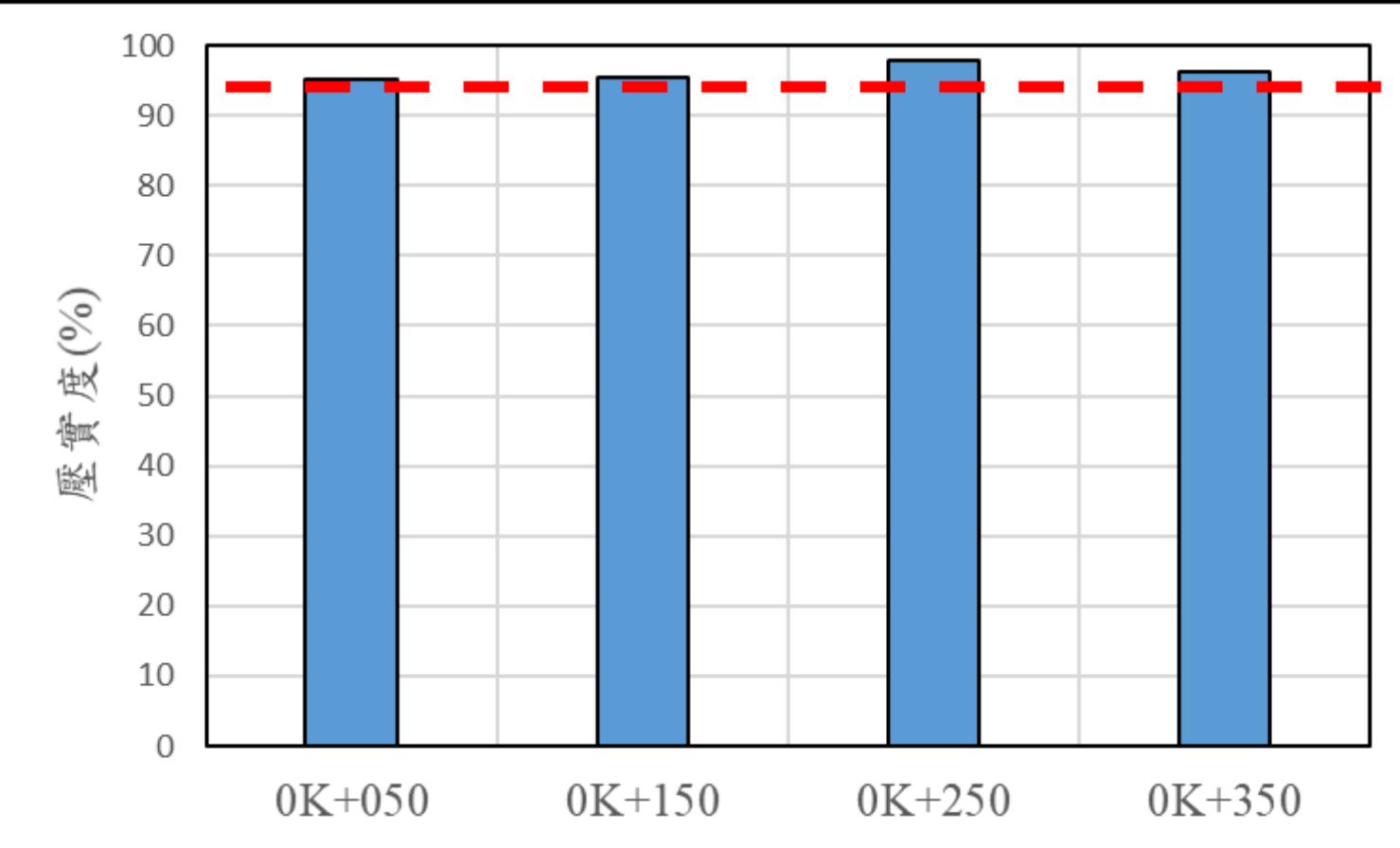
72 原始路基材料



73 路基強度檢測

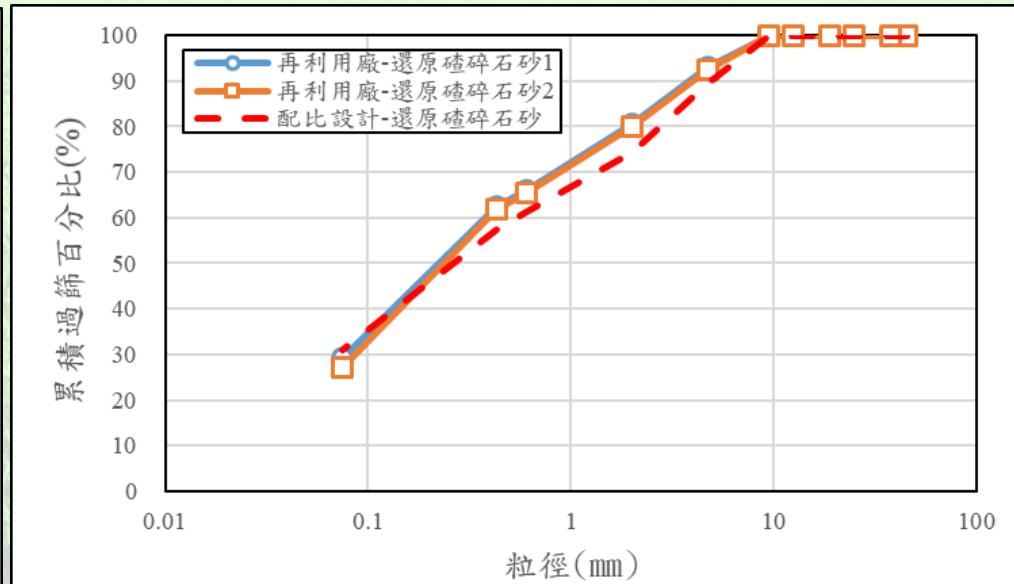
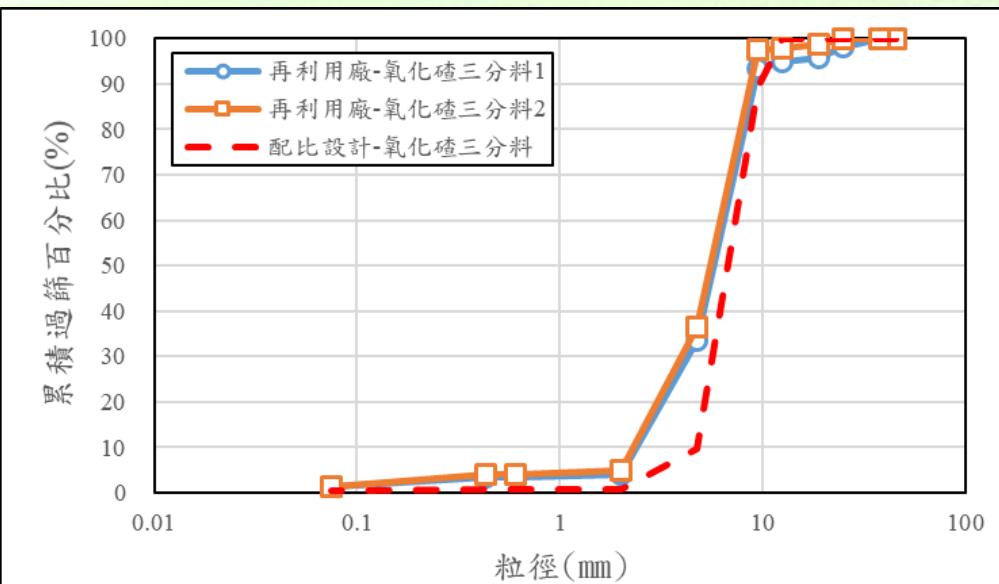
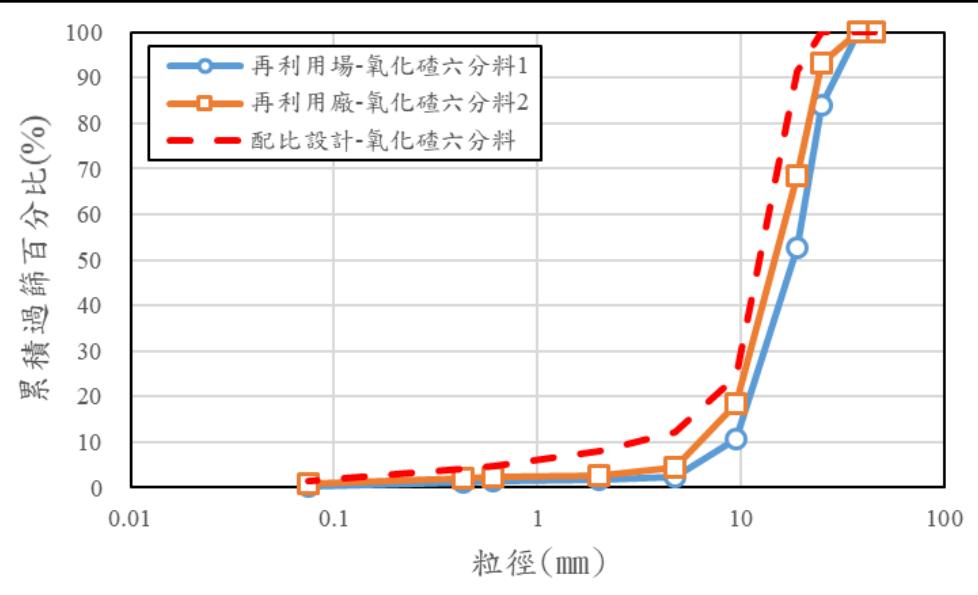


74 隔離層壓實度檢測



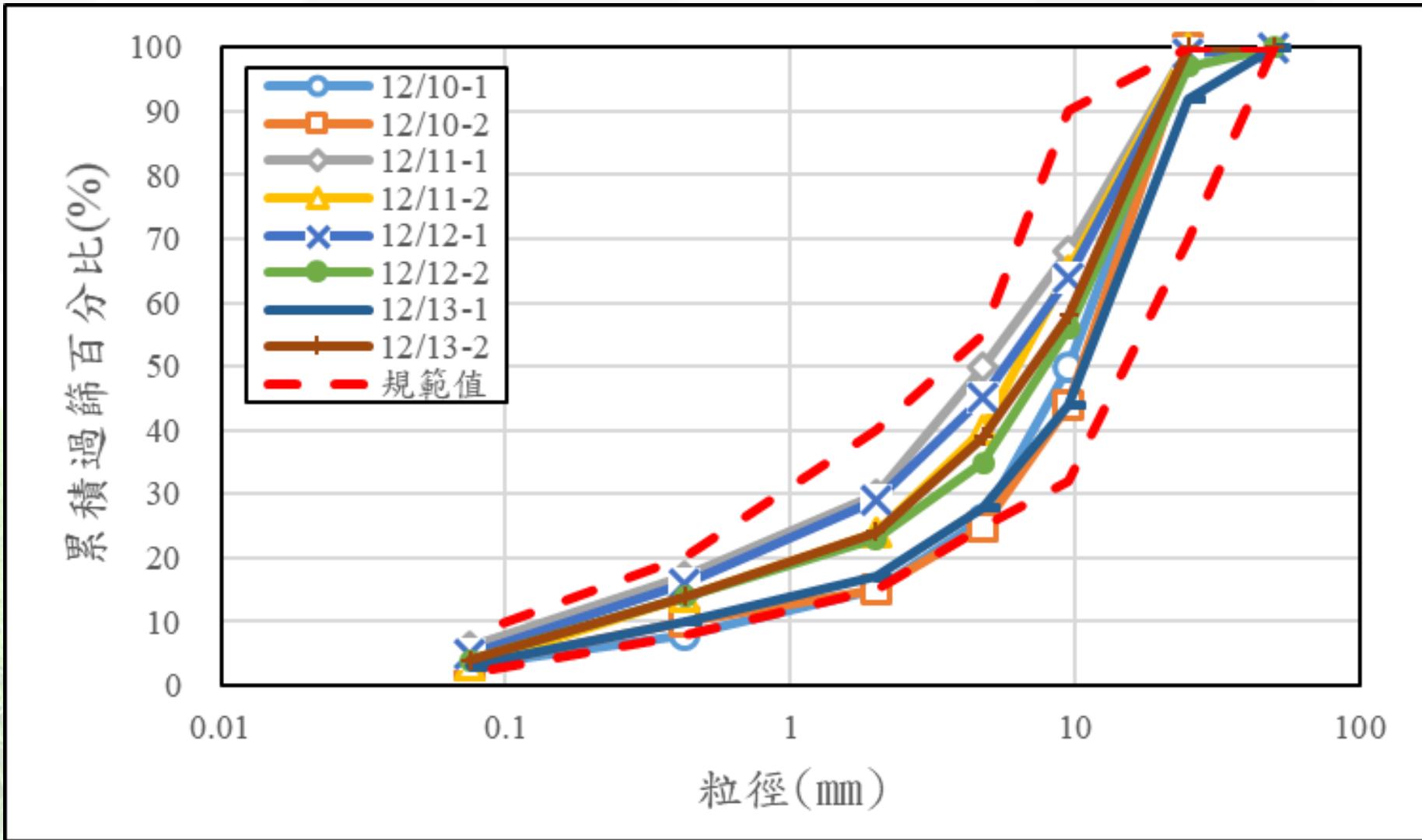
75

再利用廠粒料取樣篩分析

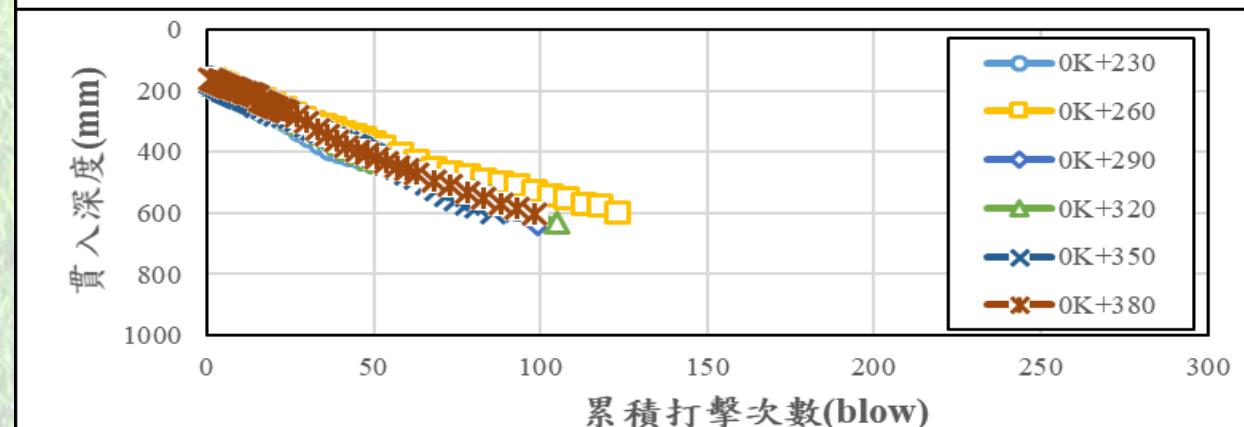
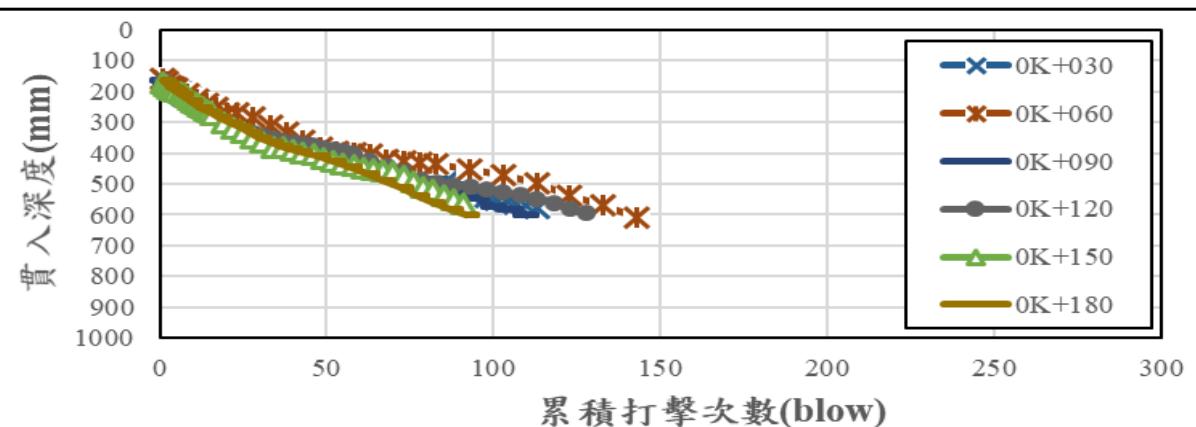
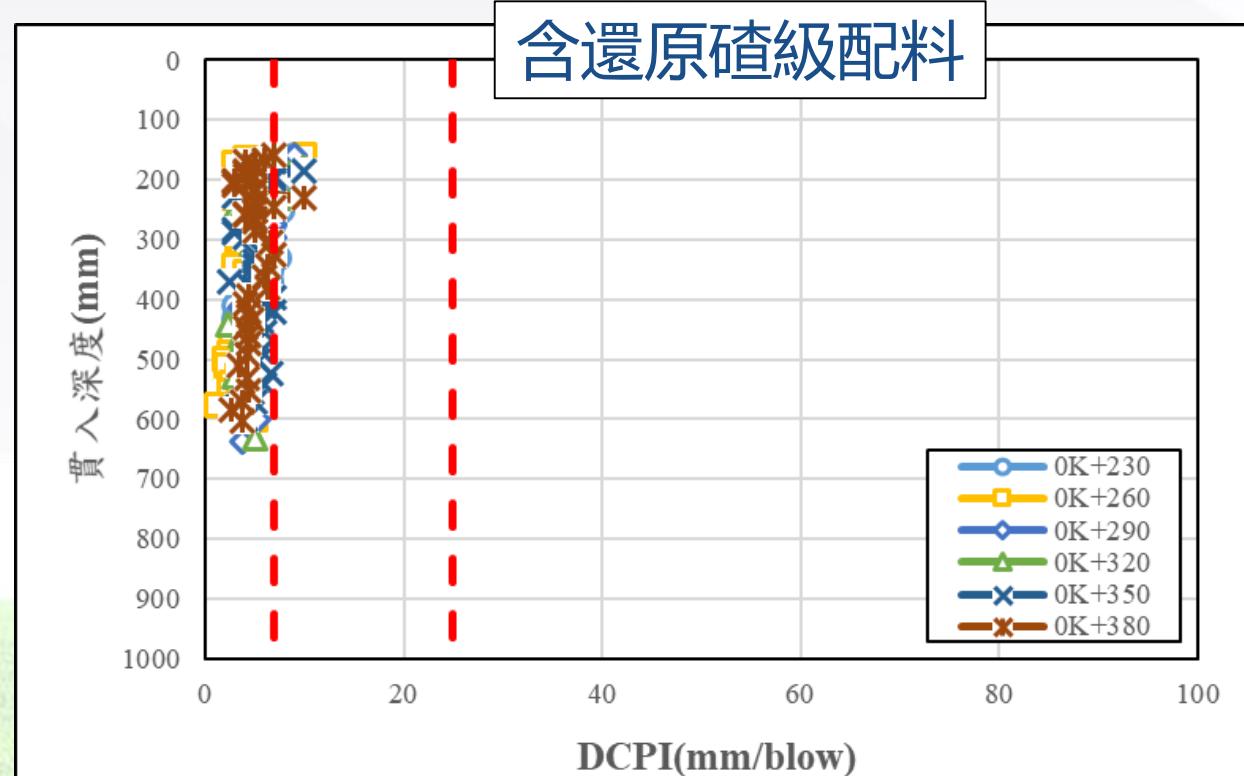
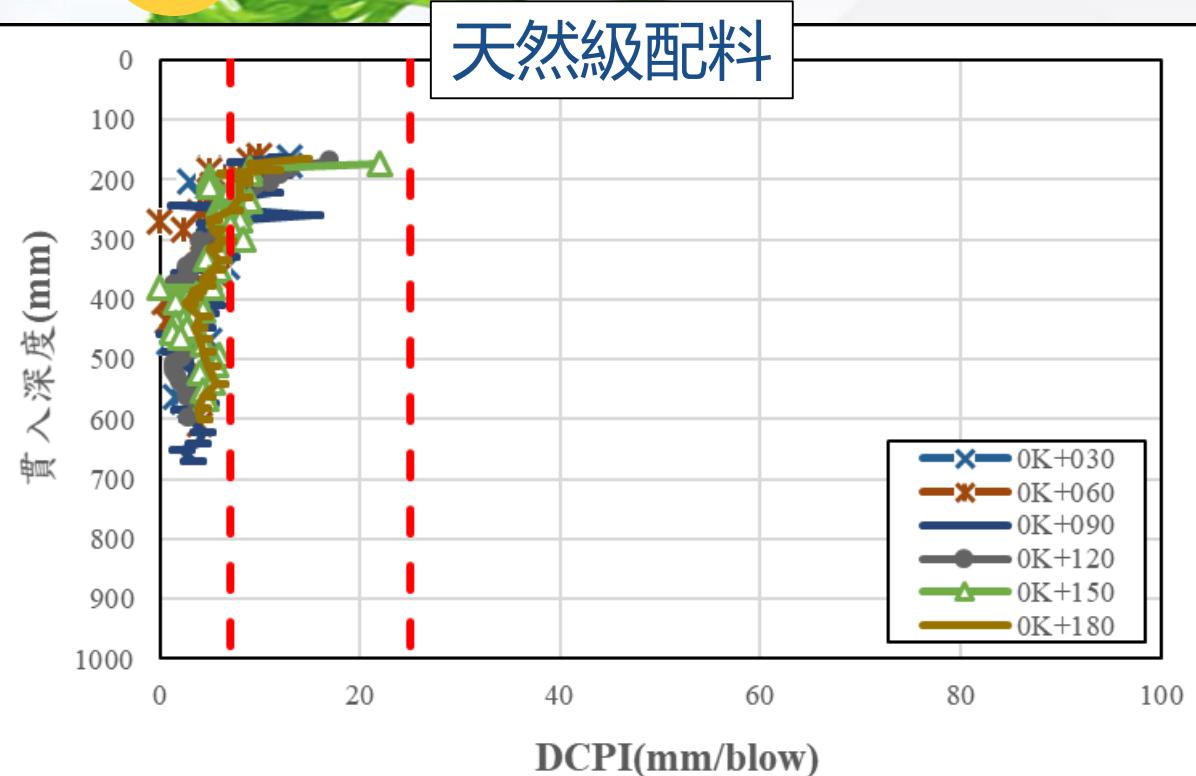


76

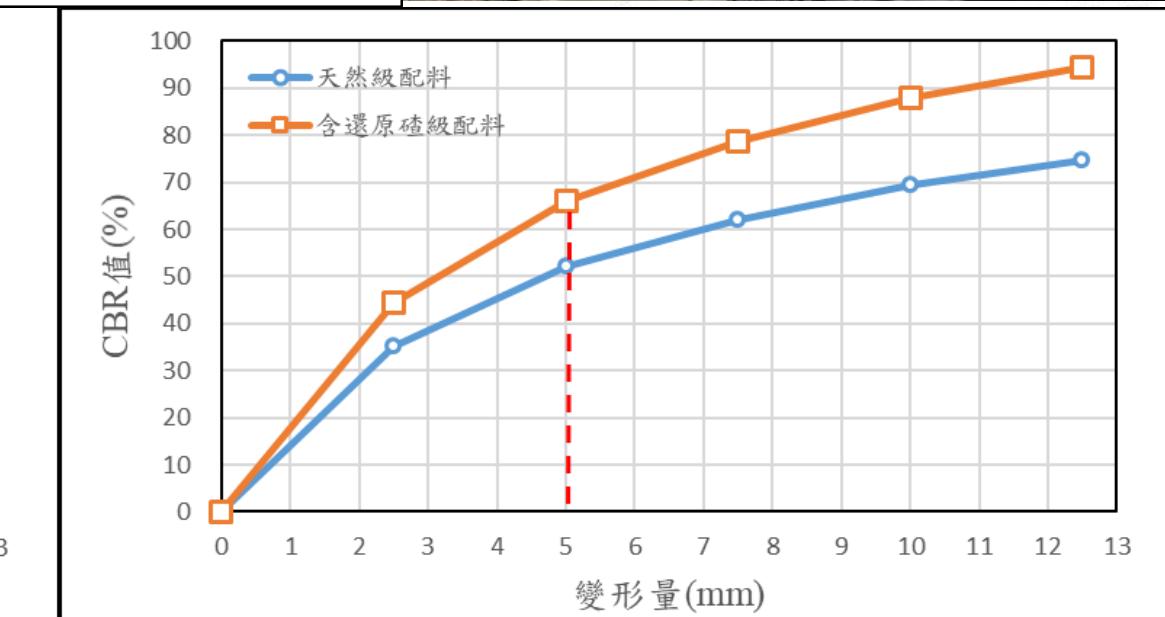
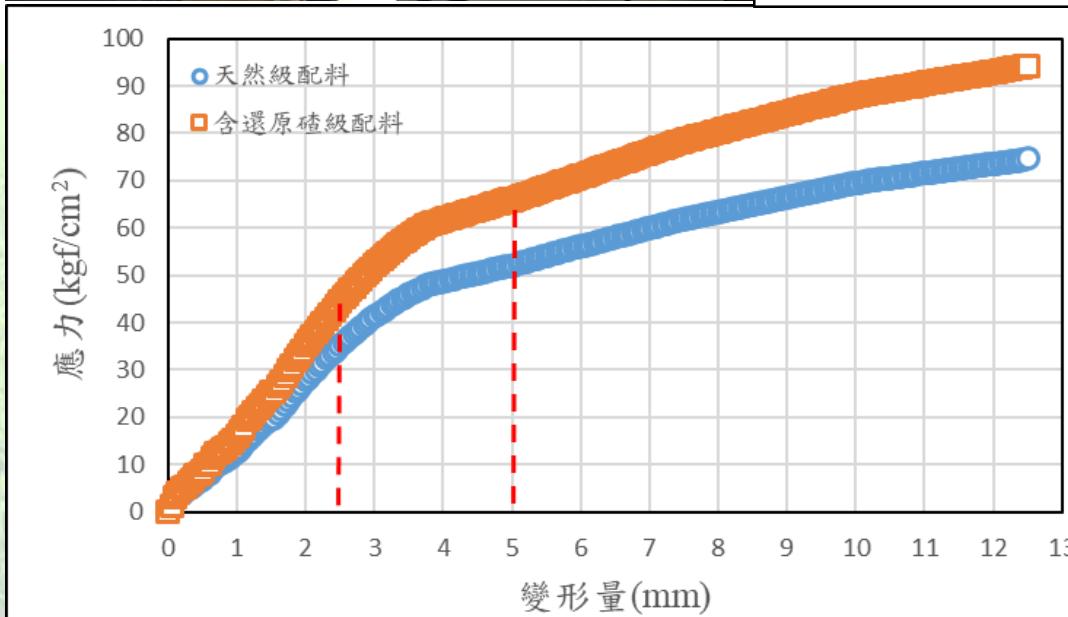
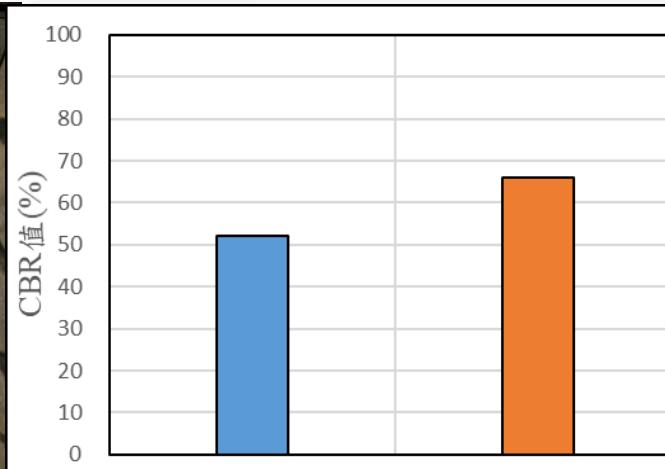
試驗道路-含還原碴級配料篩分析



77 試驗道路-基底層結構強度品管



78 現地CBR試驗



79

透層噴灑

天然級配料透層噴灑



含還原碴級配料透層噴灑



透層用量量測



透層油量用量檢測



黏油用量檢測

黏層油量量測



黏層噴灑



黏層用量檢測



81

鋼砧瀝青混凝土鋪築

運輸車覆蓋帆布



鋪築作業



鬆方量測



終壓



複壓



初壓

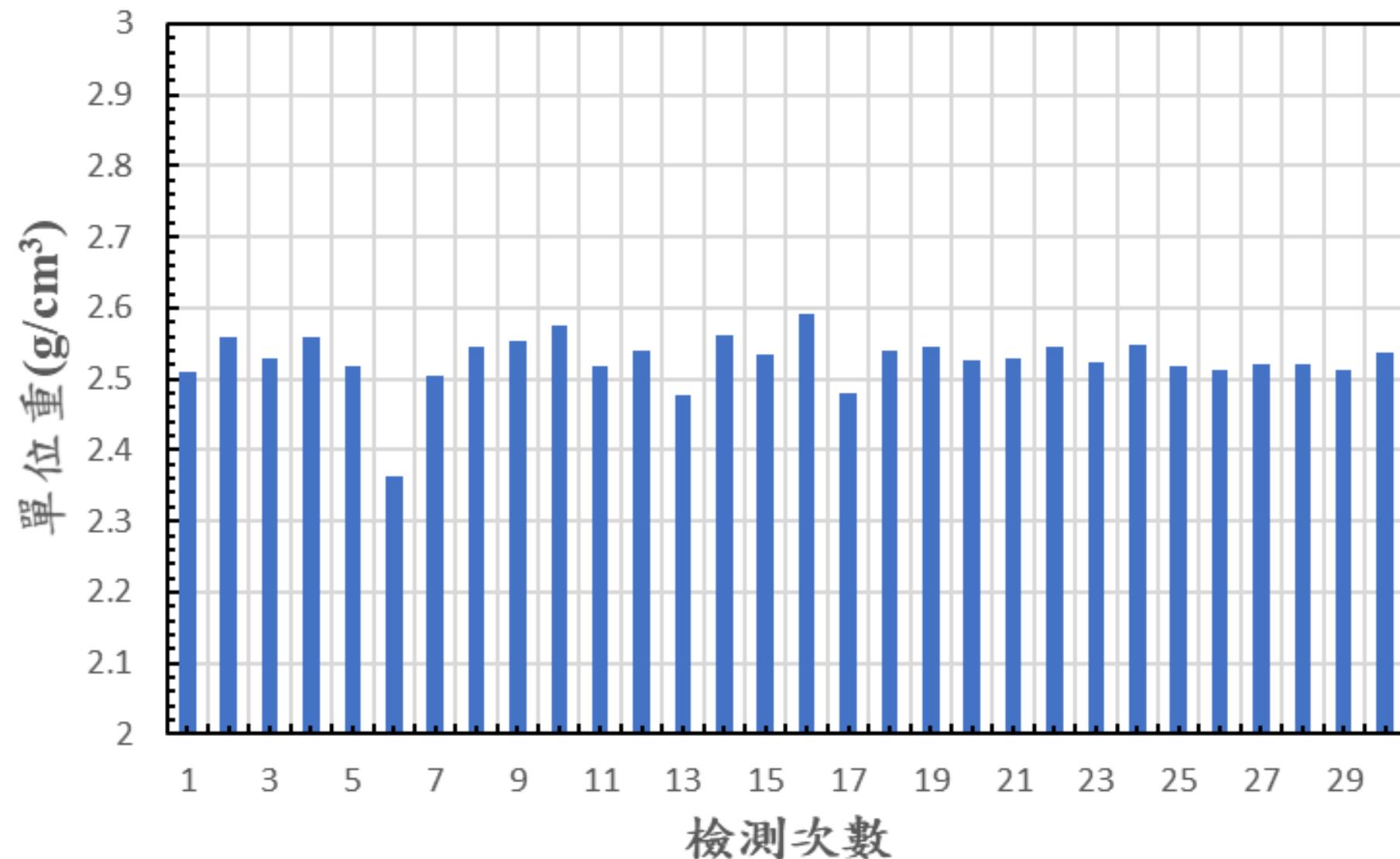


82

試驗道路-試驗道路完工照

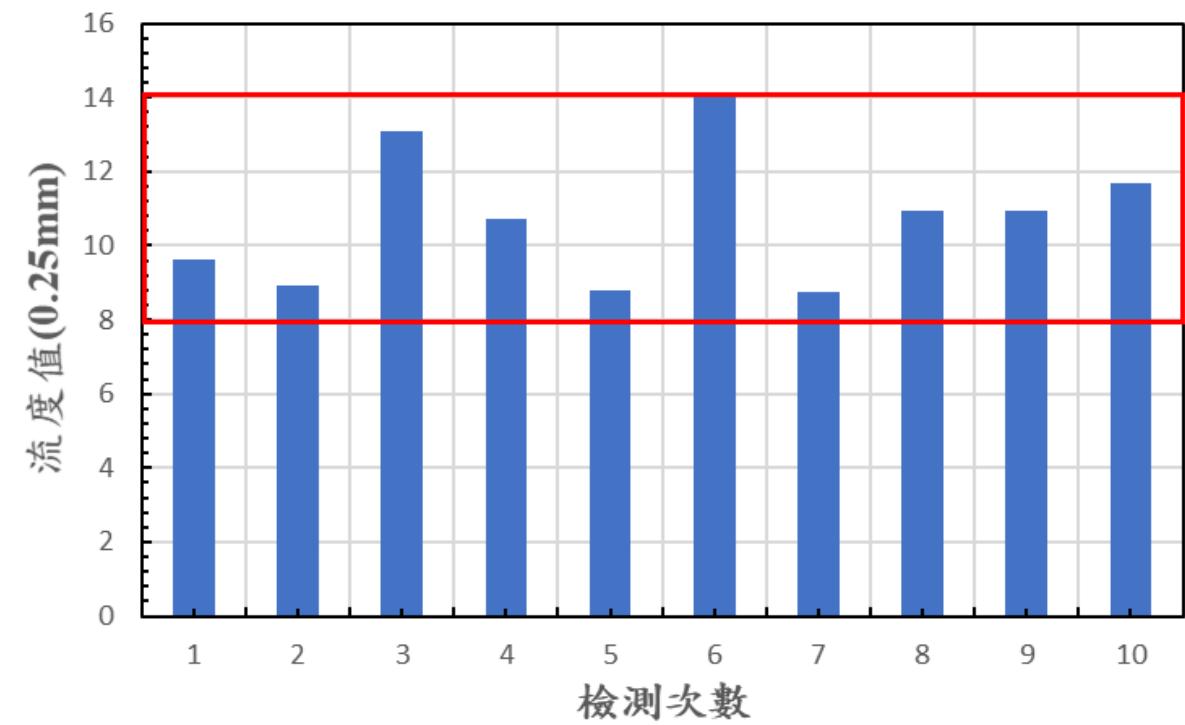
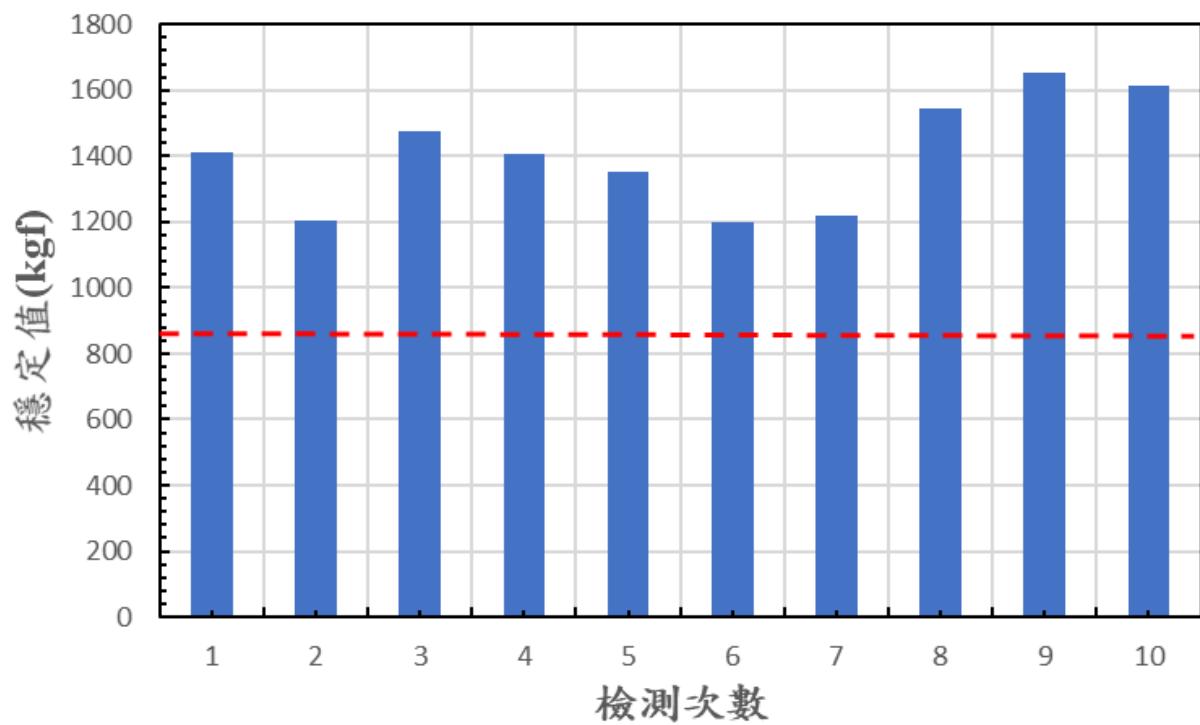


鋼砧瀝青混凝土-單位重



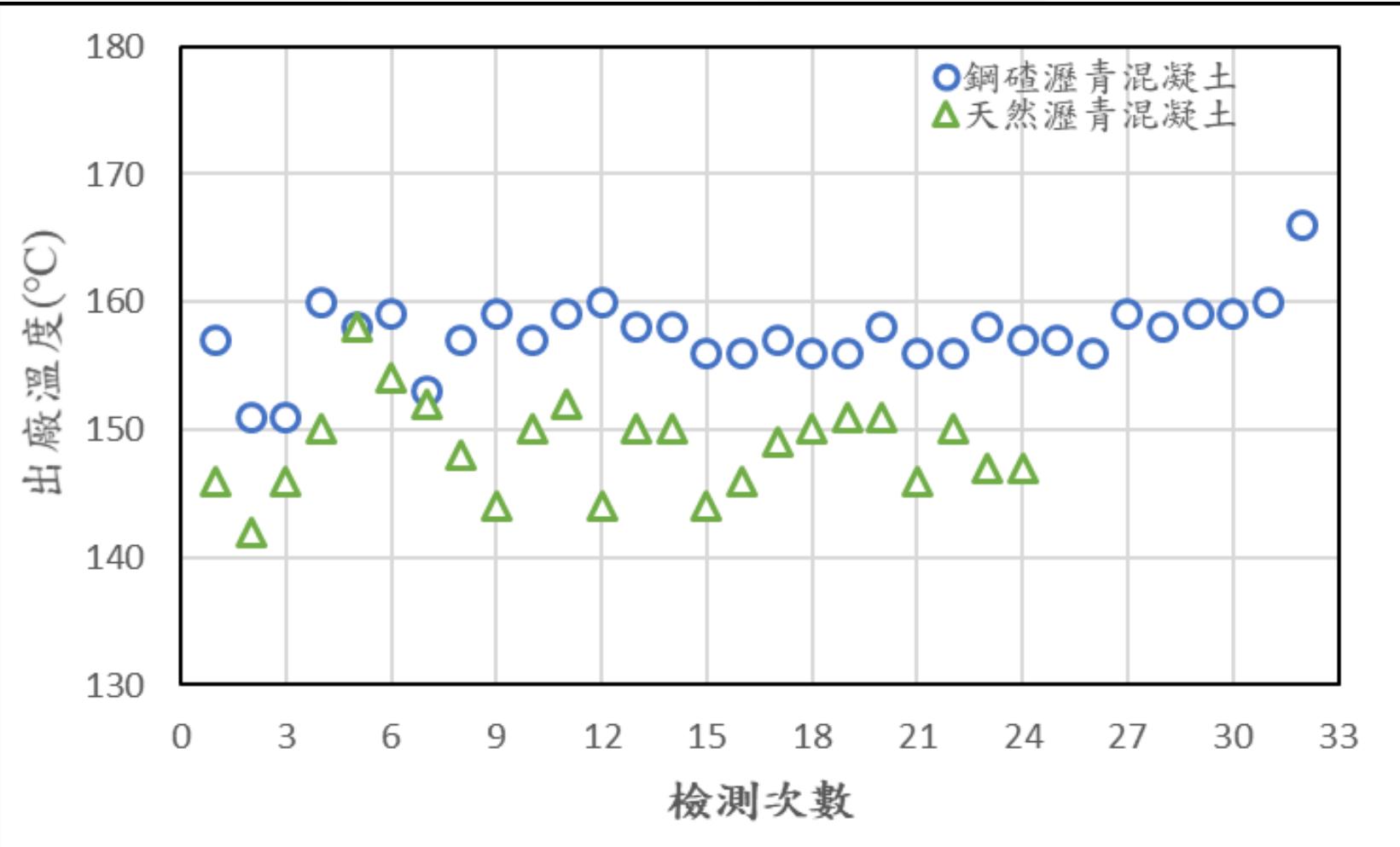
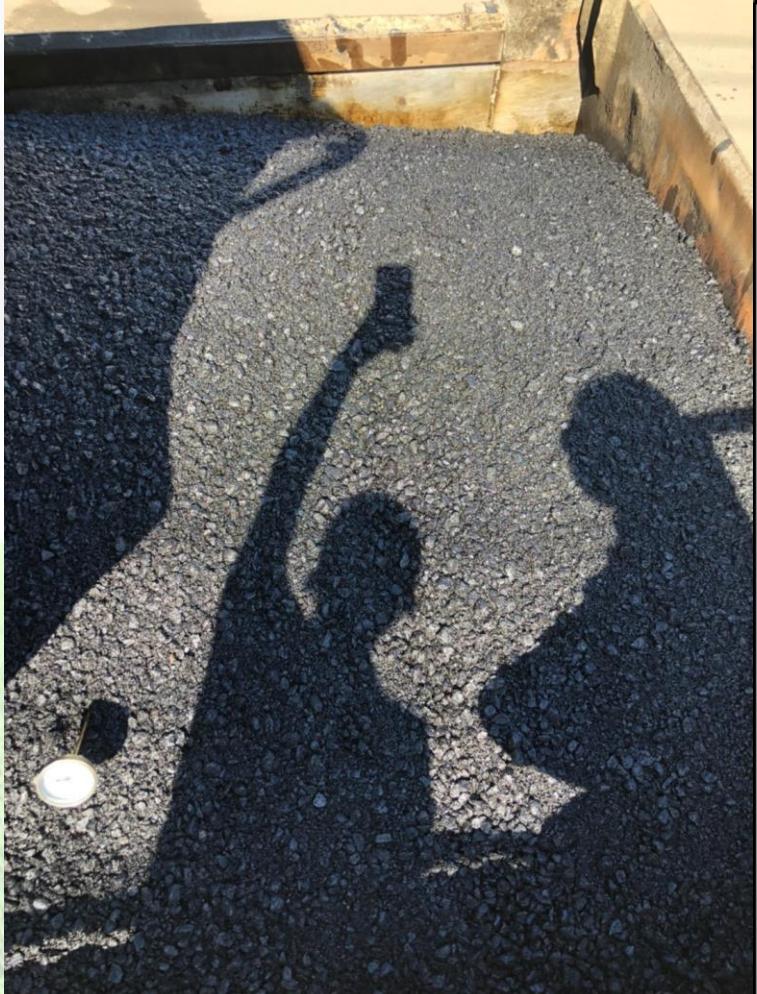
84

鋼砧瀝青混凝土-穩定值、流度值

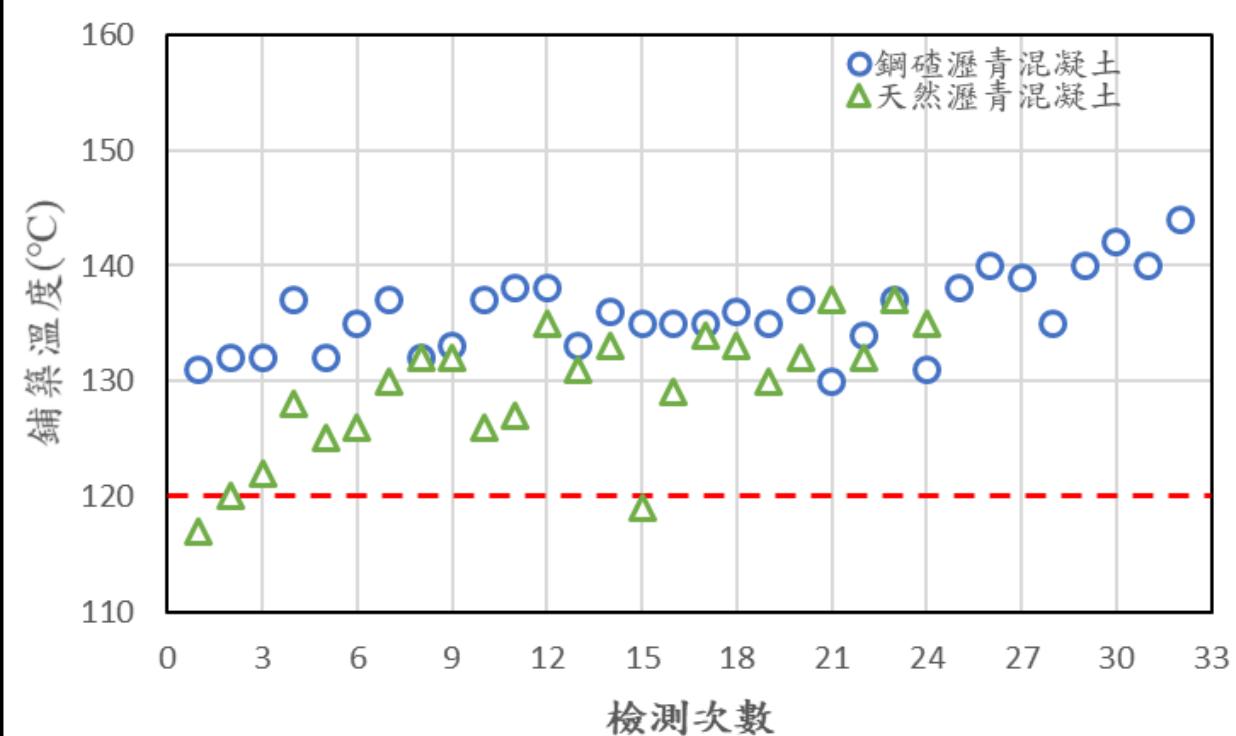
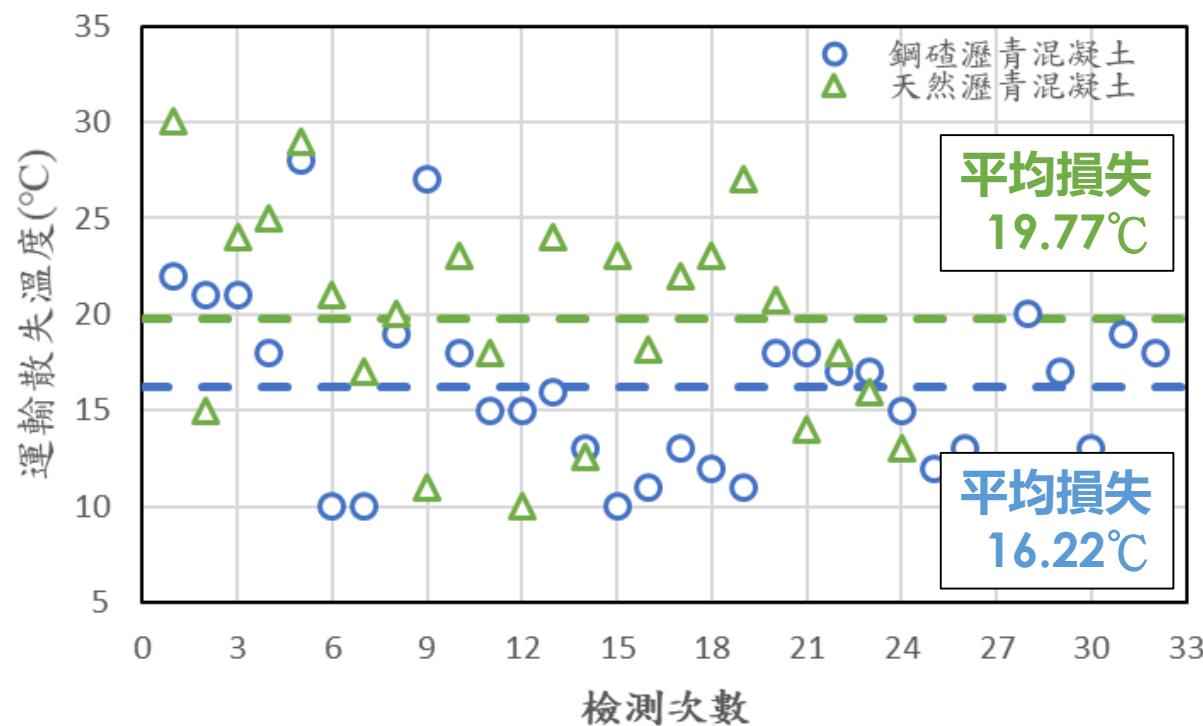


85

出廠溫度量測

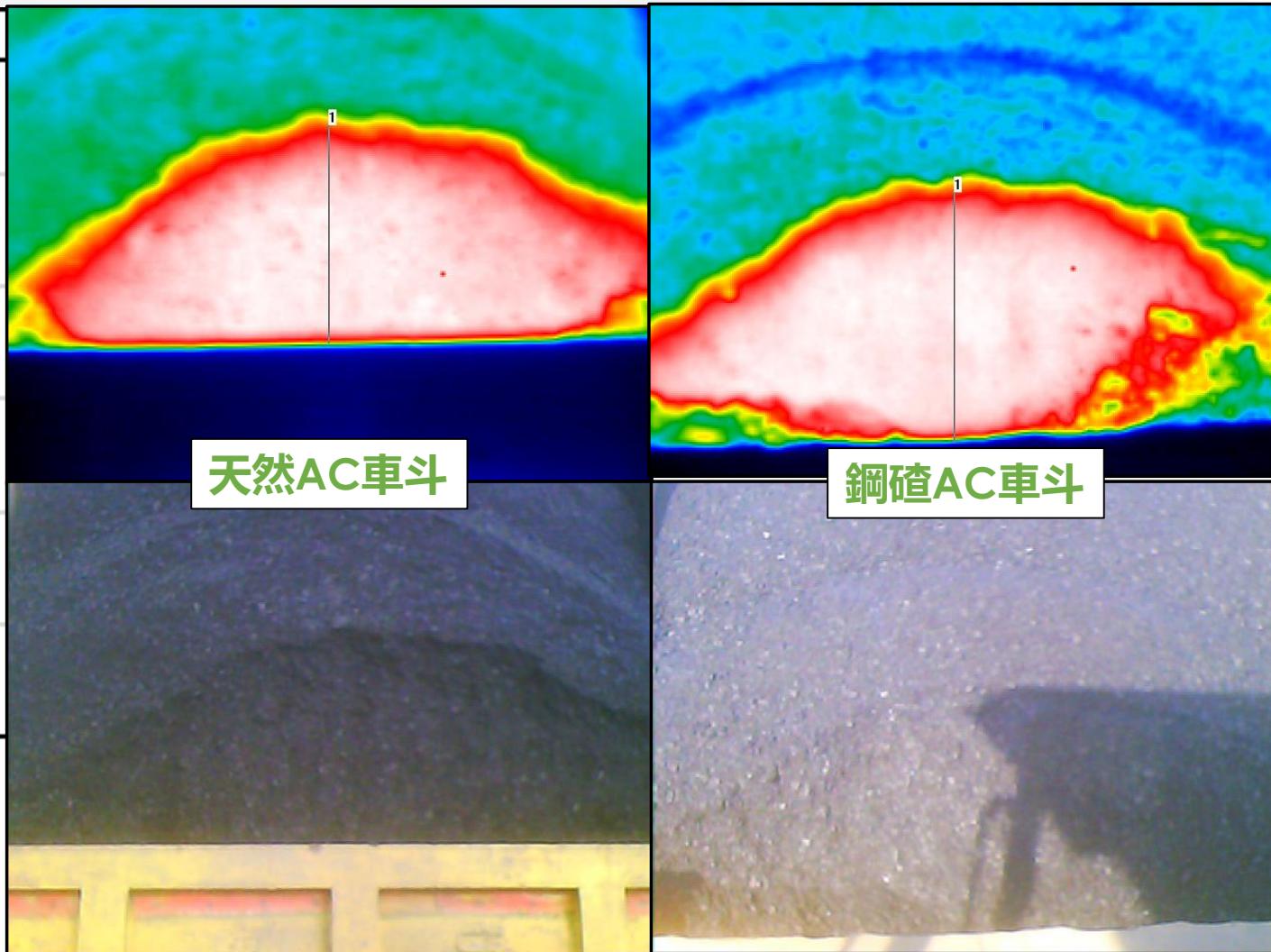
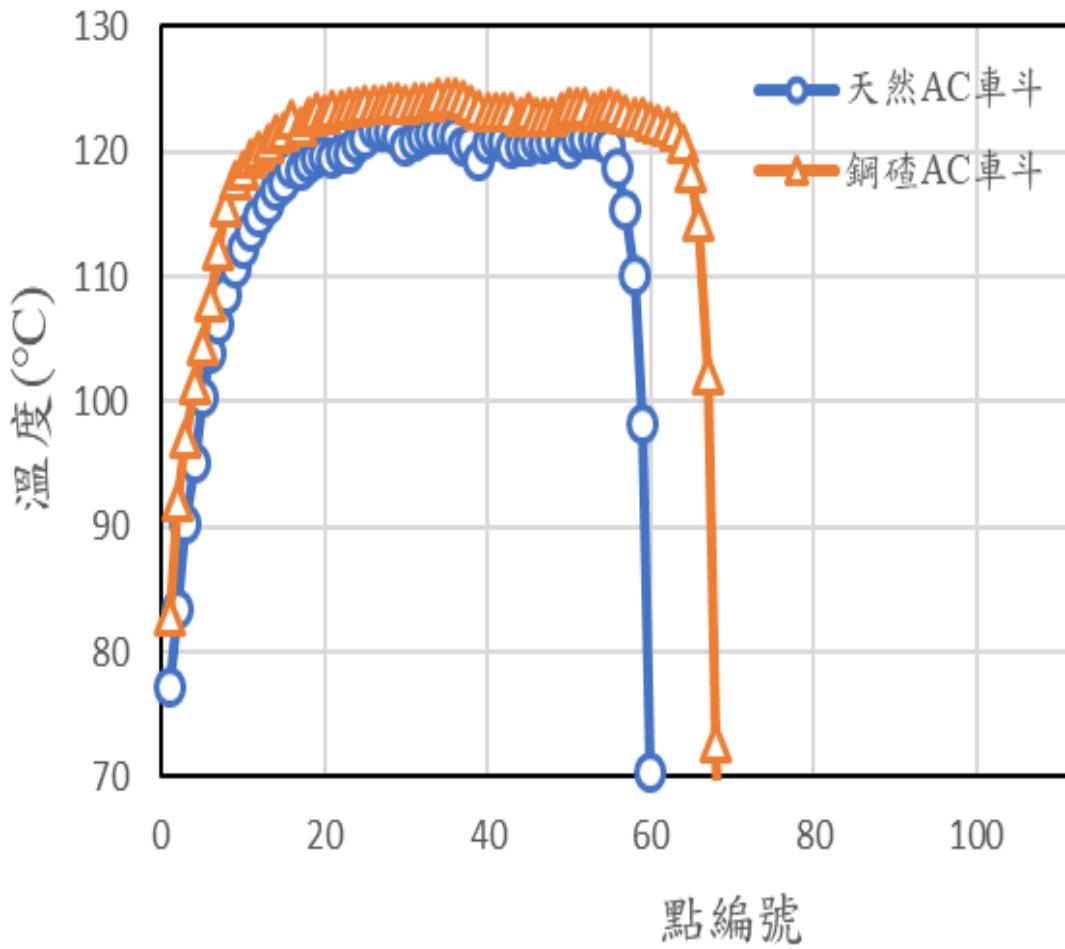


現場溫度量測

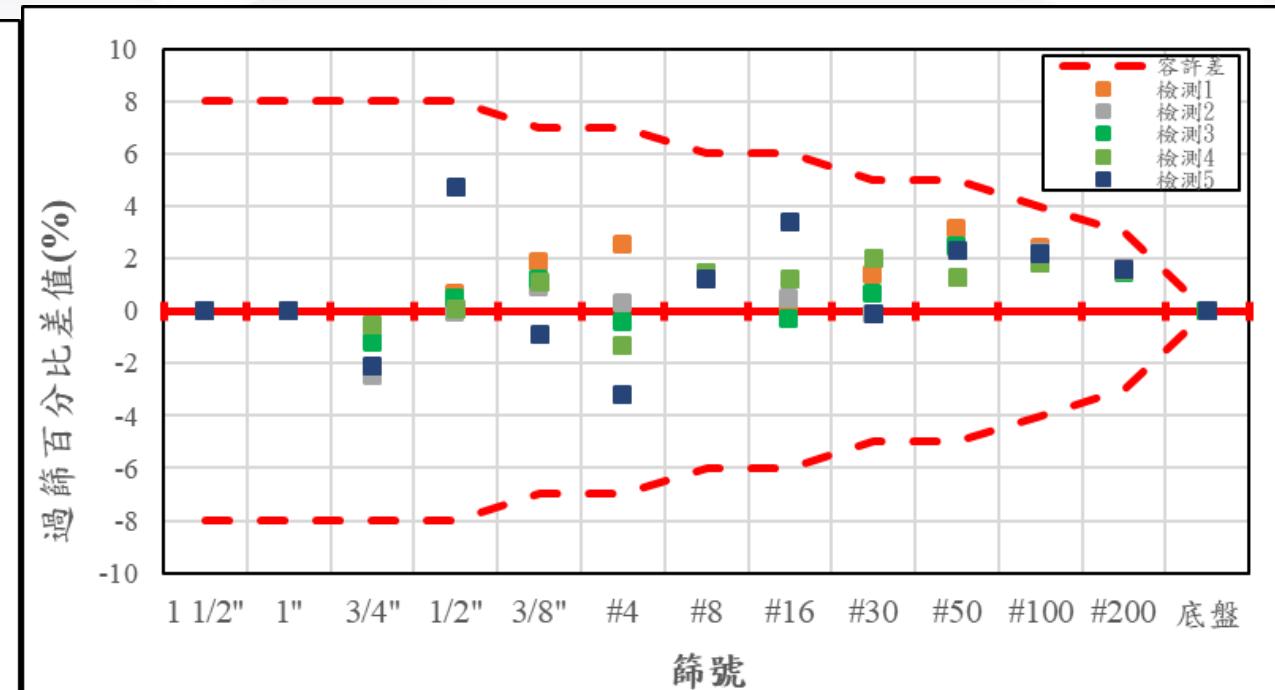
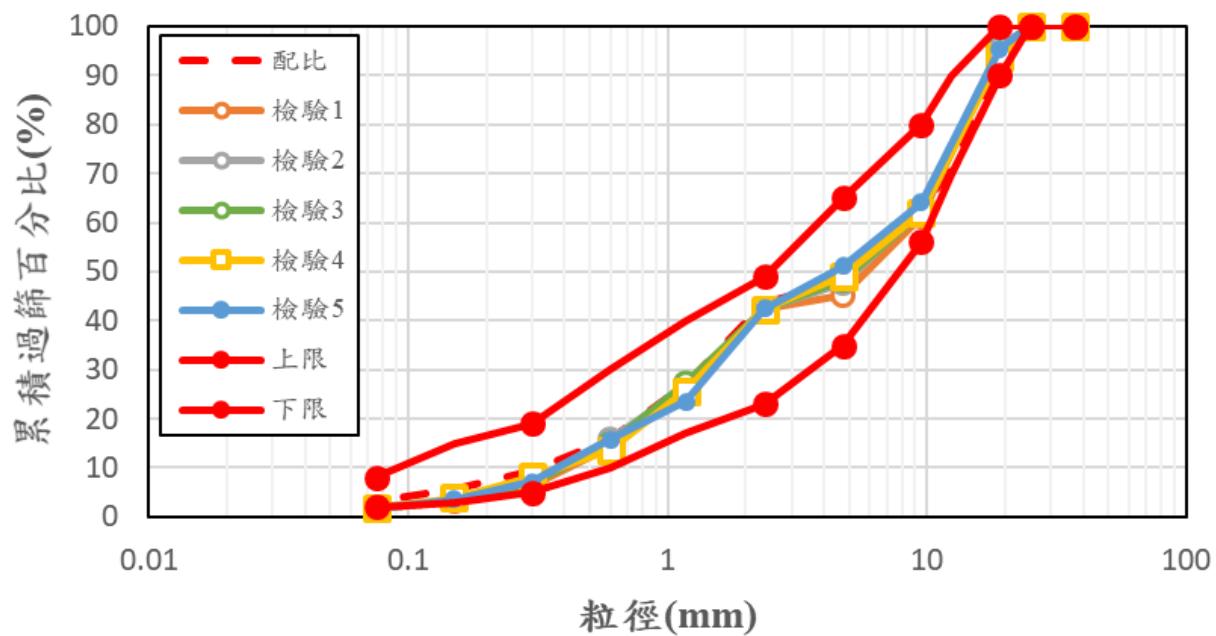


87

瀝青混凝土車斗熱影像



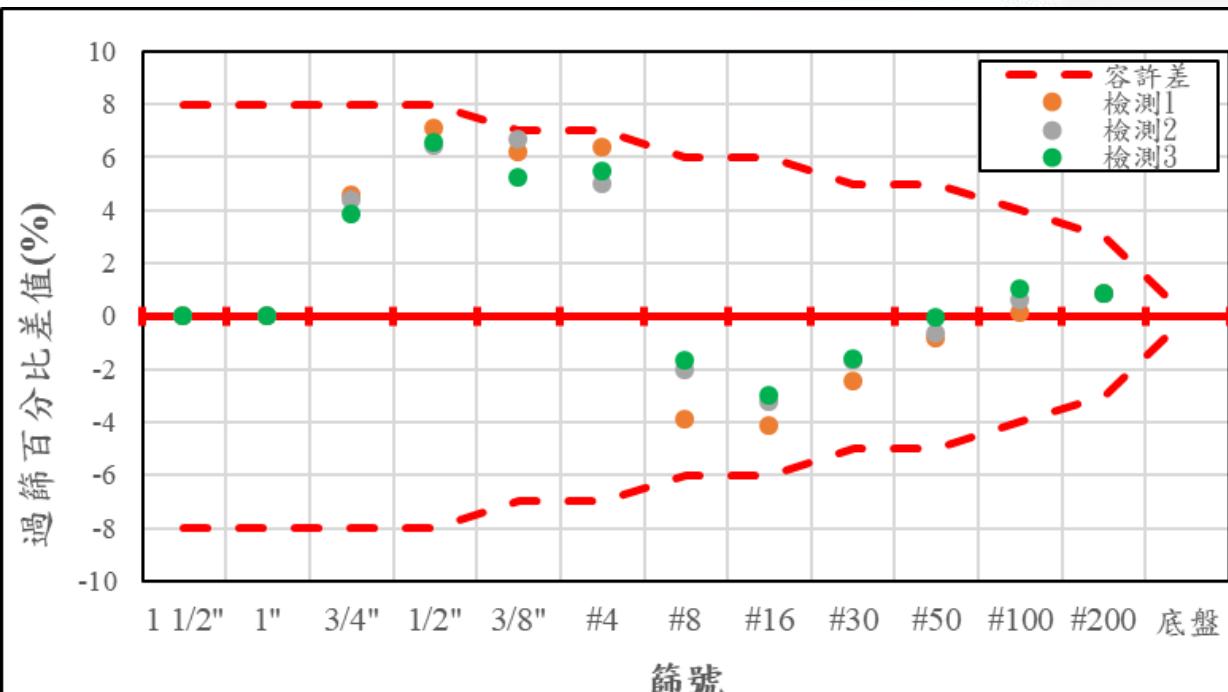
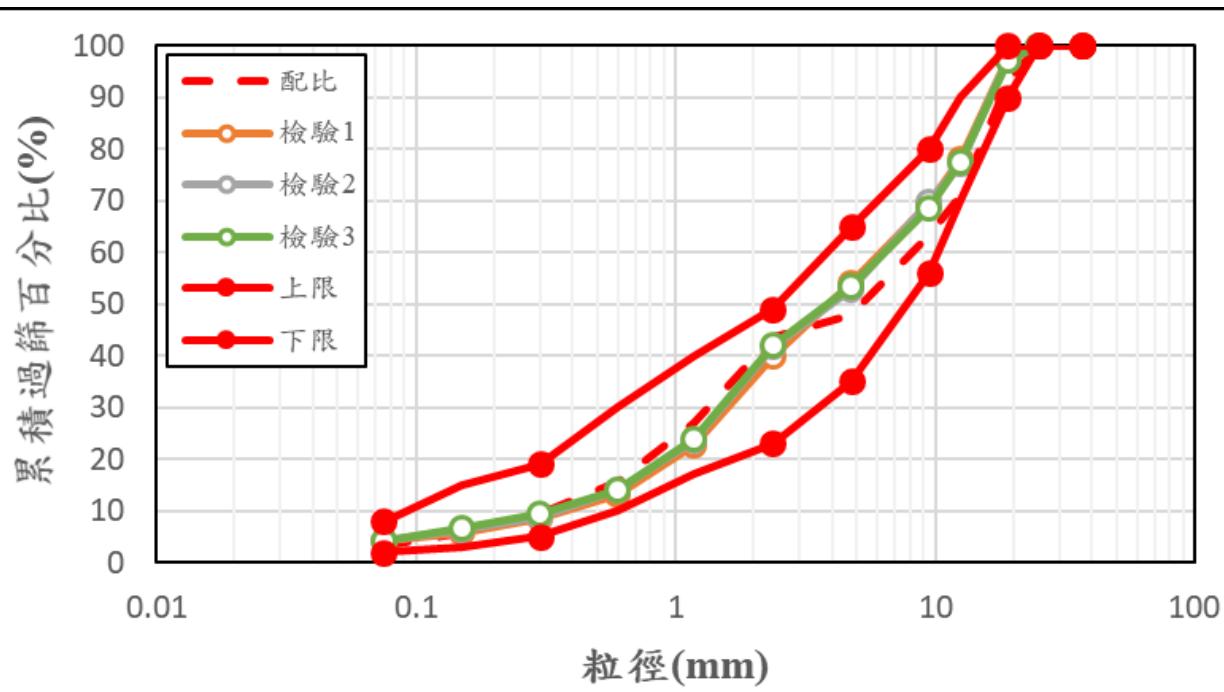
鋼砧瀝青混凝土-熱斗篩分析



89

鋼渣瀝青混凝土-洗油篩分析、含油量

	檢測1	檢測2	檢測3	標準值
含油量	4.33%	4.08%	4.12%	$4.5\% \pm 0.5$





一. 鋼爐碴基本性質

1. 鋼爐碴經蒸氣壓力安定化後，還原碴膨脹量為0.20~0.45%，而氧化碴浸水膨脹量約為0.15~0.19%，兩者皆符合膨脹量<0.5%之規範。
2. 氧化碴之物理性質適合使用於鋪面工程材料，而氧化碴與還原碴pH值亦低於12.5，符合規範之要求。

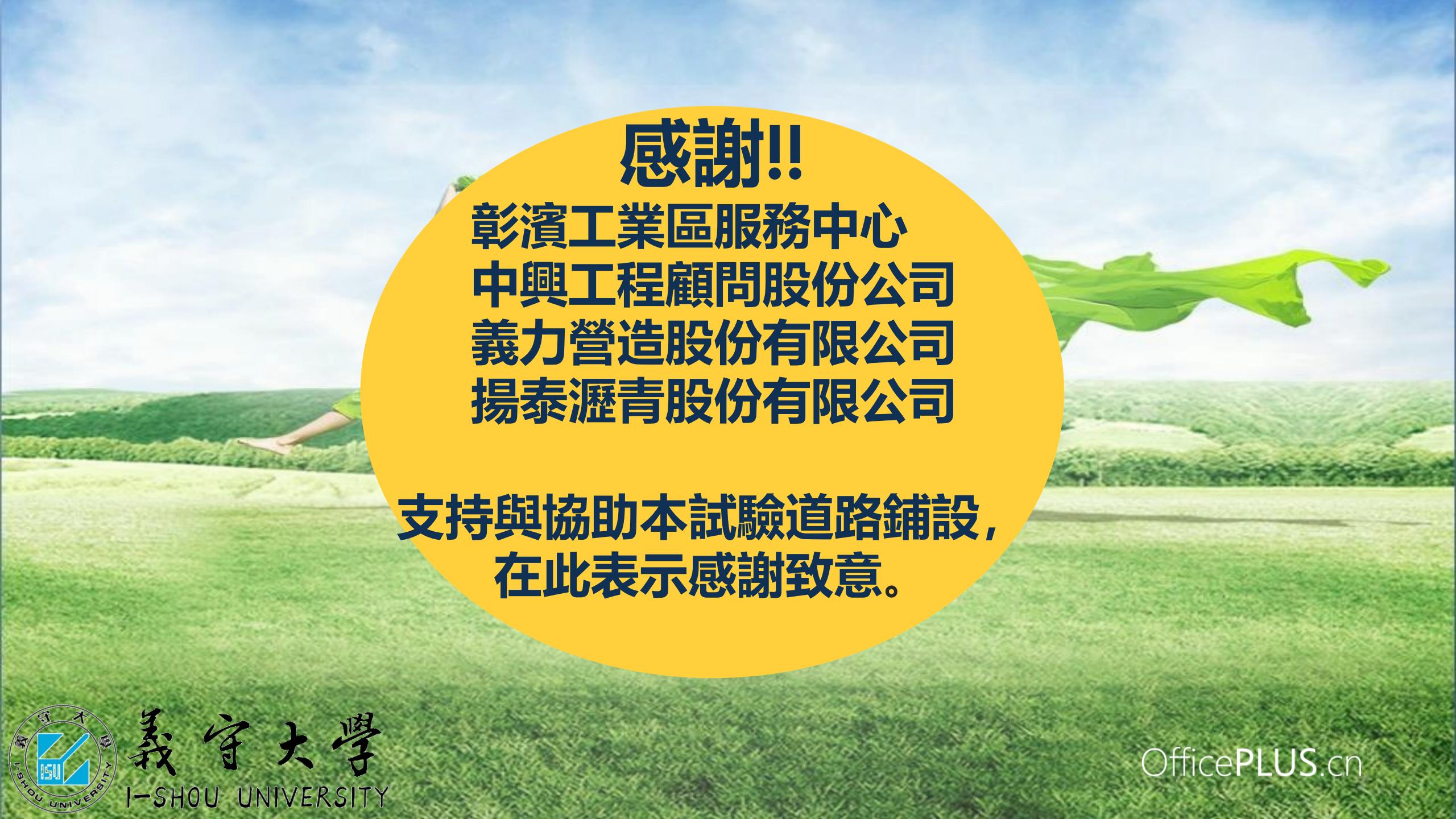


二. 還原碴應用於級配料

1. 當氧化碴與還原碴應用於道路基底層皆會使其CBR值提升，優化基底層抗承載能力。
2. 含氧化碴與還原碴之級配料浸水膨脹量亦符合規範值。
3. 還原碴應用於級配料，其使用量可達20%。
4. 氧化碴與還原碴應用於道路基底層級配料是否有膨脹問題，此需要至少持續觀察試驗道路2年以上，才可研判。

三.還原碴應用於瀝青混凝土

1. 由馬歇爾試驗得知，還原碴可作為瀝青混凝土填縫料。
2. 還原碴應用於瀝青混凝土可提升其抗剝脫性與回彈模數，對耐久性有所助益。
3. 從瀝青混凝土廠拌結果來看，生產過程中之操作方式與石粉相同，並無特殊性。
4. 由氧化碴應用於瀝青混凝土經驗研判，氧化碴與還原碴混合應用於瀝青混凝土無膨脹問題，可為良好鋪面工程材料。



感謝!!

彰濱工業區服務中心
中興工程顧問股份公司
義力營造股份有限公司
揚泰瀝青股份有限公司

支持與協助本試驗道路鋪設，
在此表示感謝致意。



工業區電弧爐煉鋼爐渣(石) 道路試辦工程推動成效

109年12月25日





簡報大綱



緣起



認識電弧爐煉鋼爐渣(石)



電弧爐煉鋼爐渣
再利用相關法令規範



工業區道路試辦工程
執行流程及成果

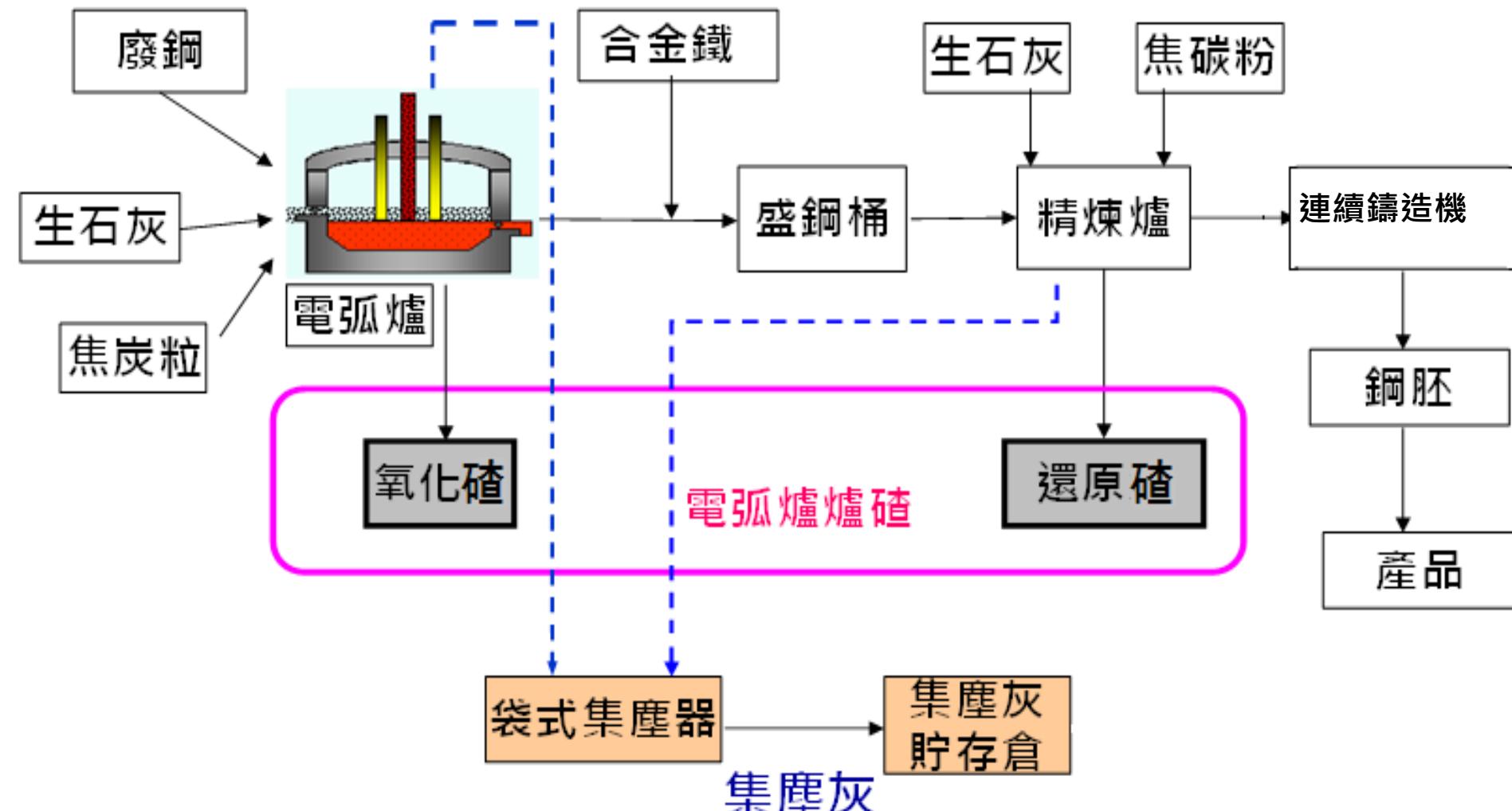


- 鑑於工程單位對電弧爐煉鋼爐渣（石）再利用產品品質缺乏信心而不願採用，致其應用管道受阻，為暢通鋼爐渣再利用產品通路，建立使用者信心，工業局自105年開始推動氧化碴道路試辦工程，已試辦8條路段，其工程成效良好。

- 鋼鐵業者於108年完成設置還原碴安定化專廠，為推動還原碴再利用產品之應用，本年度持續於彰濱工業區鹿港區西三區水防道路辦理鋼爐渣「道路基底層鋪設」及「瀝青混凝土鋪面」試辦工程，以驗證鋼爐渣粒料替代天然粒料應用於道路工程之可行性，拓展鋼爐渣再利用產品用於公共工程之管道。

認識電弧爐煉銅爐渣(石)(1/3)

鋼爐渣來源



認識電弧爐煉鋼爐渣(石)(2/3)

鋼爐渣物理特性

氧化渣



還原渣



外觀	呈現黑色，以塊狀顆粒為主，次為粗顆粒，其 粒型凹凸有菱角且表面粗糙多孔 ，孔隙結構複雜。	顆粒較氧化渣小，多呈 白色粉末狀 。
比重	比重介於2.5~3.7之間，平均值為3.1，相較於一般天然砂石料高。	比重介於2.76~2.92之間，平均值為2.84。

認識電弧爐煉鋼爐渣(石)(3/3)

鋼爐渣化學組成

碳鋼廠鋼爐渣主要化學成分：

氧化鐵、氧化鈣、二氧化矽、三氧化鋁及氧化鎂

成分	氧化渣(%)	還原渣(%)
氧化鈣(CaO)	23.39~39.72	48.45~48.69
二氧化矽(SiO ₂)	13.81~34.6	22.41~28.98
三氧化二鋁(Al ₂ O ₃)	2.69~11.27	14.11~17.60
氧化鐵(Fe ₂ O ₃)	0.38~38.19	1.53~1.13
氧化鎂(MgO)	1.89~12.40	6.23~9.82
氧化錳(MnO)	1.29~4.06	0.22~0.30

資料來源：台灣鋼鐵工業同業公會，電弧爐煉鋼氧化渣瀝青混凝土鋪面試行使用手冊；
經濟部，電弧爐煉鋼還原渣資源化應用技術手冊

電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範(1/5)

經濟部事業廢棄物再利用管理辦法



【業者自主管理】

- 煉鋼廠：鋼爐渣特性管理
- 再利用機構：再利用物料特性管理+產品品質管理



【第三方驗證】

- 公信力第三方TAF認證
- 廢棄物安定性
- 產品品質檢驗



【政府管制】

- 不定期抽驗
- 產品流向勾稽與追蹤
- 徹底查核+追蹤改善
- 嚴懲不法

電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範(2/5)

經濟部事業廢棄物再利用管理辦法

品質管理

源頭控管確保鋼爐渣性質安定，產品均應符合CNS及施工綱要規範
相關檢測均委託第三公正單位，以確保品質。

電弧爐煉鋼廠

- 氧化碴、還原碴、集塵灰分開貯存
- 檢測戴奧辛、有毒重金屬、pH值
- 安定化執行者，檢測膨脹量



提報採樣通知、檢測結果於再
利用運作及產品流向管理系統

再利用機構

- 安定化執行者，檢測膨脹量
- 檢測戴奧辛、有毒重金屬、pH值
- 產品符合相對應之CNS及施工綱要規範
- 出貨單標註使用鋼爐渣



電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範(3/5)

電弧爐煉鋼爐渣再利用產品品質國家標準或規範

再利用產品項目	內容
瀝青混凝土粒料	<ul style="list-style-type: none">• CNS15310 瀝青鋪面混合料用鋼爐渣粒料• 公共工程施工綱要規範第02702章氧化渣瀝青混凝土鋪面
鋪面工程級配粒料	<ul style="list-style-type: none">• CNS15305 級配粒料基層、底層及面層用材料• 公共工程施工綱要規範第02722章級配粒料基層• 公共工程施工綱要規範第02726章級配粒料底層



電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範(4/5)

電弧爐煉鋼爐渣再利用產品品質國家標準或規範

CNS 15310

檢測項目		檢測方法	規範		
瀝青混凝土粒料	細粒料	級配 塑性指數 健度	CNS 486及CNS 491 CNS 5088 CNS 1167	CNS15309細粒料級配規定 $\leq 4\%$ $<15.0\% \text{ (硫酸鈉法)}$ $<20.0\% \text{ (硫酸鎂法)}$	
	品質	粗粒料	級配 粒料中軋碎顆粒	CNS 486及CNS 491 CNS 15312	CNS15314之尺度 停留在4.75mm試驗篩具有至少1個破碎面，且質量百分比 $\geq 40\%$
		粗粒料	磨損率	CNS 490或CNS 3408	面層使用 $<40\%$ 、底層使用 $<50\%$
		粗粒料	健度	CNS 1167	$<12.0\% \text{ (硫酸鈉法)}$ $<18.0\% \text{ (硫酸鎂法)}$
	膨脹量		CNS 15311		$<0.5\%$

CNS 15305

檢測項目		檢測方法	規範	
級配粒料	品質	級配 液性限度 塑性指數 磨損率	CNS 486 CNS 5088 CNS 5088 CNS 490	CNS15305 級配規定任一型號 $<25\%$ $<6\%$ $<50\%$
	膨脹量		CNS 15311	$<0.5\%$

電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範(5/5)

電弧爐煉鋼爐渣再利用產品品質國家標準或規範

第02742章V11.0 潘青混凝土鋪面配合設計項目

馬歇爾配合設計規範值	打擊次數	75
	穩定值 (kgf)	≥ 817
	流度 (0.25mm)	8~14
	孔隙率 (%)	3~5
	粒料間空隙率 (VMA , %)	≥ 12
	潘青填充率 (VFA , %)	65~75

潘青混凝土混合料之潘青含量，以不超過經夯壓試驗所得最大單位重時之潘青含量值範圍之[$\pm 10\%$][]為宜。

工業區道路試辦工程執行流程及成果(1/15)

試辦工程執行流程



鋼爐渣品質
控管

- ✓ 電弧爐煉鋼廠
- ✓ 再利用機構

廠內拌合
試驗

- ✓ 監造單位
- ✓ 瀝青混凝土廠

現場試鋪
工程

- ✓ 監造單位
- ✓ 施工廠商

成效與環境
監測

- ✓ 成效監測
 - 計畫執行單位
- ✓ 環境監測
 - 鋼鐵公會

工業區道路試辦工程執行流程及成果(2/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

煉鋼廠

(鋼爐渣來源事業)

再利用
機構

施工單位

檢測鋼爐渣有
毒重金屬、pH
值及戴奧辛

建立**鋼爐渣再
利用產品供料
計畫書**提供予
施工單位

依公共工程施
工綱要規範
辦理



工業區道路試辦工程執行流程及成果(3/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

電弧爐煉鋼爐渣供料計畫書建立

項目	內容
一、鋼爐渣來源及製程 (產源事業)	1.鋼爐渣原料來源及製程 2.有毒重金屬、pH值及戴奧辛檢測
二、品質管制措施 (再利用機構)	1.品管作業程序 2.允收管制及退運程序 3.鋼爐渣再利用生產製程流程 4.有毒重金屬及戴奧辛檢測 5.膨脹量檢測 6.輻射量檢測 7.瀝青混凝土粒料/鋪面工程基底層產品品質檢測
三、相關佐證資料	1.工廠登記 2.營業登記 3.再利用登記檢核證明文件 4.相關檢測報告

工業區道路試辦工程執行流程及成果(4/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

有害特性檢測(碳鋼廠)-TCLP、pH值及戴奧辛

項目	檢驗方法	檢測值	管制標準	偵測極限
總汞 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<0.2	0.000077
總砷 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<5.0	0.033
總銅 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<15.0	0.035
總鉻 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<5.0	0.033
總鎘 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<1.0	0.034
總鉛 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R314.12C	ND	<5.0	0.034
六價鉻 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R309.12C	ND	<2.5	0.069
總銀 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R306.13C	1.15	<100	-
總硒 mg/L	NIEA R201.14C NIEA R300.10C	ND	<1.0	0.0035
戴奧辛 ng I-TEQ/g	NIEA 801.13B	≤ 0.1	≤ 0.1	-
pH	NIEA R208.04C	11.18	2~12.5	-

皆遠低於
管制標準



工業區道路試辦工程執行流程及成果(5/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

鋼爐渣粒料品質管制(再利用機構)

再利用程序產出物相關檢測

✓ 膨脹量

✓ 有毒重金屬及戴奧辛

✓ 輻射量

檢測結果均符合規定

膨脹量檢測

檢驗項目	檢驗方法	檢驗結果	管制標準	檢測單位
粒料受水合作用之潛在膨脹試驗法	CNS 15311	0.03	0.5%	SGS 高雄實驗室

輻射量檢測

檢測項目	檢測結果	管制標準	檢測方法
輻射劑量	≤ 1	≤ 1	建築材料用事業廢棄物之放射性含量限制要點

TCLP/戴奧辛檢測

認可	檢驗項目	檢驗值	單位	檢驗方法	標準值	備註
#	事業廢棄物毒性特性溶出程序	*	*	NIEA R201.1SC 溶出程序	—	
#	萃出液中總汞(Hg)	ND	mg/L	NIEA R201.1SC NIEA R314.12C	0.2	MDL=0.00022
#	萃出液中總鎘(Cd)	ND	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	1.0	MDL=0.0008
#	萃出液中總硒(Se)	0.013	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	1.0	<0.030
#	萃出液中六價鉻(Cr^{+6})	ND	mg/L	NIEA R201.1SC NIEA R309.12C	2.5	MDL=0.008
#	萃出液中總鉛(Pb)	0.005	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	5.0	<0.015
#	萃出液中總鉻(Cr)	0.002	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	5.0	<0.002
#	萃出液中總砷(As)	ND	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	5.0	MDL=0.0089
#	萃出液中總銅(Cu)	0.002	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	15.0	<0.002
#	萃出液中總鉀(Ba)	1.10	mg/L	NIEA R306.13C NIEA R201.1SC NIEA M104.02C	100	
#	含2,3,7,8-氯化戴奧辛及呋喃同源物等17種化合物之總毒性當量濃度	<0.001	ng-TEQ/g	NIEA M801.13B	1.0	

再生粒料環境用途溶出程序
(NIEA R222.10C)

用途

環境標準

道路級配粒料底層及基層

第二級標準

瀝青混凝土

第一級、第二級標準



工業區道路試辦工程執行流程及成果(6/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

委由**TAF認證**之實驗室檢測採樣檢測



鋼爐渣粒料品質管制(再利用機構)

鋼爐渣瀝青混凝土粒料

檢測項目		檢測方法	檢測結果
細 粒 料	級配	CNS 486及CNS 491	符合CNS15309 表1規定
	塑性指數	CNS 5088	NP
	健度	CNS 1167	2.4%(硫酸鈉法)

鋼爐渣級配粒料

檢測項目		檢測方法	檢測結果
級配	液性限度	CNS 486及CNS 491	符合CNS15305 第一型A級配
	塑性指數		—
膨脹量	磨損率	CNS 5088	NP
	氧化渣 還原渣		40%
膨脹量	CNS 15311	<0.5%	<0.5%

註：「—」表無檢測值；「NP」表無塑性

工業區道路試辦工程執行流程及成果(7/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

瀝青混凝土配合設計

依循美國瀝青學會 AIMS-2 「Mix Design Methods for Asphalt Concrete」之馬歇爾方法。

粒料種類	天然六分石	天然三分石	天然二分石	氧化渣細粒料	還原渣細粉
使用比例	20%	22%	15%	40%	3%

試驗項目	規範值	實驗室設計配比	拌合試驗結果
建議瀝青含量(%)	—	4.5	4.1
空隙率(%)	3~5	3.9	4.2
單位重(kg/m ³)	—	2.59	2.61
穩定值(kgf)	≥ 817	1,426	1,205
流度值(0.25mm)	8~14	9.4	8.5
粒料間空隙率VMA(%)	≥ 12	12.5	12.0
飽和度VFA(%)	65~75	68.4	65.1
建議拌合溫度範圍(°C)	—	170~178	160~165
建議夯壓溫度範圍(°C)	—	159~164	147~151

工業區道路試辦工程執行流程及成果(8/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

基底層級配粒料級配設計

粒料種類	氧化渣六分石	氧化渣三分石	還原渣碎砂石
使用比例	60%	20%	20%

篩 號	粒 徑 (mm)	累 積 過 篩 百 分 率 (%)	
		工 作 拌 合 公 式	規範值
2"	50	100.0	100 ~ 100
1 1/2"	37.5	100.0	-
1"	25	100.0	-
3/4"	19	94.8	-
3/8"	9.5	52.5	65 - 30
#4	4.75	27.1	55 ~ 25
#10	2	19.9	40 ~ 15
#30	0.6	15.3	-
#40	0.425	14.1	20 ~ 8
#200	0.075	7.2	8 ~ 2

符合CNS 15305 第一型A級配

工業區道路試辦工程執行流程及成果(9/15)

01



鋼爐碴品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

✓ 鋼爐碴瀝青混凝土試拌作業

鋼爐碴瀝青混
凝土粒料



粒料烘乾
(水分控制)

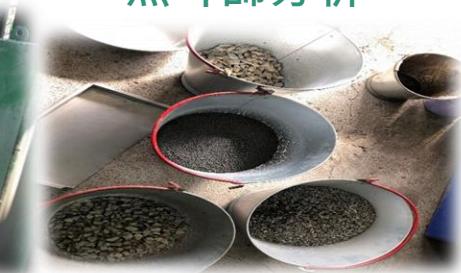


乾拌合取料



廠內拌合試驗

熱斗篩分析



加入
瀝青油料拌合



拌合試驗
(溫度檢測)



拌合試驗
(取料)



馬歇爾試驗

✓ 鋼爐碴級配粒料級配試驗

粗、細粒料
均勻混合



篩分析



工業區道路試辦工程執行流程及成果(10/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

鋼爐渣試鋪路段及鋪築方式

彰濱工業區水防道路

道路基底層
200m

瀝青混凝土面層
200m

天然瀝青混凝土面層

鋼爐渣瀝青混凝土面層

鋼爐渣級配粒料基底層

天然級配粒料基底層

天然級配粒料隔離層

15
cm

40
cm

5
cm

工業區道路試辦工程執行流程及成果(11/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

鋼爐渣道路現場鋪築流程

施工前路況



基底層開挖作業



隔離層鋪設作業



基底層壓實作業



鋼爐渣道路基底層鋪築作業

路面刨除作業
(倘無涉及基改)



路面鋪築作業



鋼爐渣瀝青混凝土鋪築作業

路面壓實作業



完工現況



工業區道路試辦工程執行流程及成果(12/15)

工程成效監測方法

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

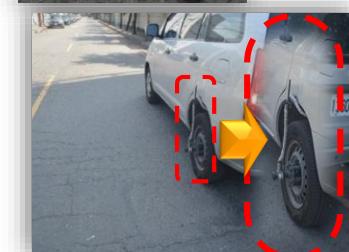
監測項目	監測方法
平坦度	高低平坦儀量測道路縱向平坦度標準差或依據ASTM E 1926-98進行國際糙度指標(IRI)量測。
抗滑	採英式擺錘試驗，求取鋪面之BPN值。
車轍調查	利用三米直規量測道路橫向車轍深度。
壓實度	利用工地密度試驗檢測。(基底層)
	利用鑽心試體進行瀝青混凝土壓實度檢測。(瀝青混凝土)



車轍調查



平坦度檢測
(高低平坦儀)



平坦度檢測
(IRI測量)



抗滑試驗



工地密度
試驗



鑽心取樣



工業區道路試辦工程執行流程及成果(13/15)

工程成效結果

01



鋼爐碴品質控管

02



廠內拌合試驗

03

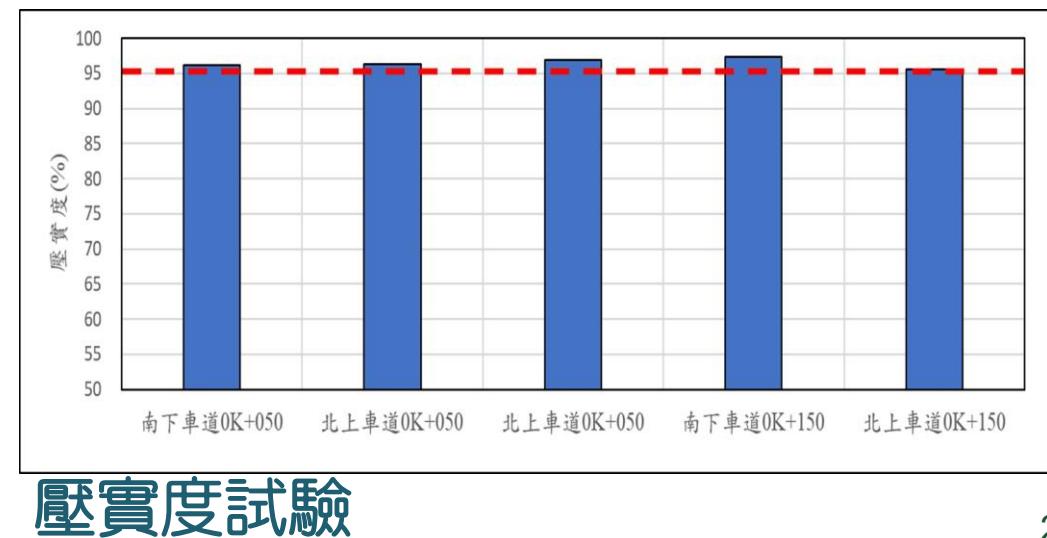
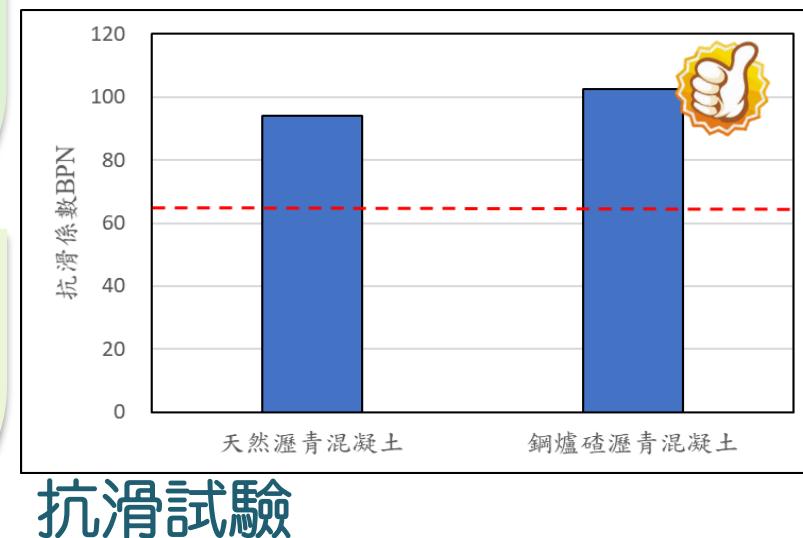
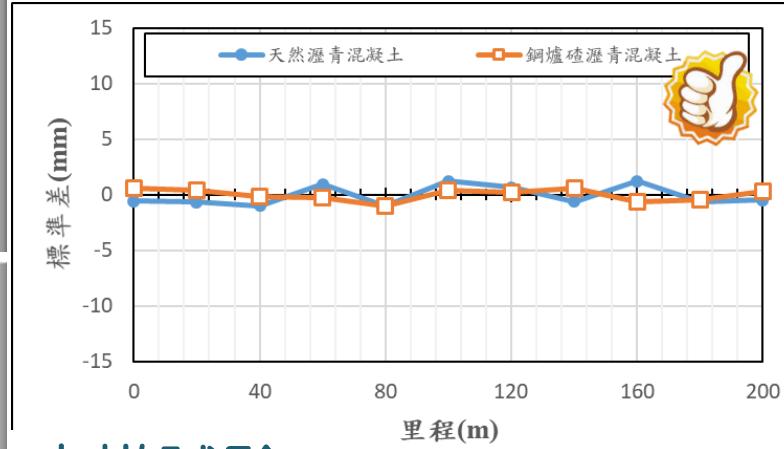
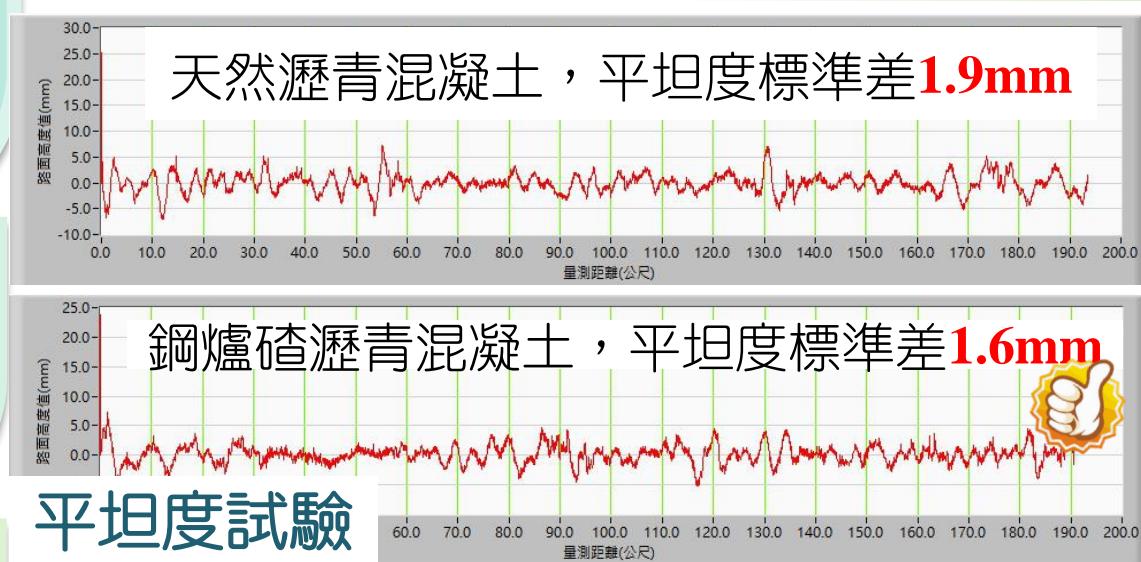


現場試鋪工程

04



成效與環境監測



工業區道路試辦工程執行流程及成果(14/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

歷年鋪築成效及地下水監測結果

歷年工程成效追蹤

檢測項目 結果及規範	平坦度(mm)	抗滑(BPN)	車轍(mm)
109年追蹤結果	2.2~3.1	56.1~91.6	0~9
規範值(使用後)	<3.4	>45	輕級<12.5

➤ 105年桃68-1線道



➤ 106年全興工業區-興工路、工西二路



➤ 106年彰濱工業區-彰濱路



➤ 107年臨海工業區
-中林路



➤ 107年林園工業區
-工業三路



➤ 108年中壢工業區
-自強六路



➤ 108年彰濱工業區
-彰濱路與慶安路口



工業區道路試辦工程執行流程及成果(15/15)

01



鋼爐渣品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

歷年鋪築成效及地下水監測結果

地下水監測

試鋪道路地下水監測將持續**5年**，施工前辦理背景值監測，前兩年每季辦理一次，結果若符合規定，第三年起採每半年監測一次

監測結果皆**遠低於**
地下水污染監測標準
(第二類)



結語



歷年推動電弧爐氧化渣道路試辦工程，其工程成效良好，
可延長道路使用年限。



未來道路工程設計階段將電弧爐渣再生粒料納入使用，以
達敢用、會用、一定用之目的。

簡報完畢
敬請指教



【性別平等宣導】



珍視員工價值

性別平等 幸福升等

讓職場員工平等發揮實力、自我實現，各種性別的受雇者均受益。

◆女性夜間工作安全措施（交通或住宿）

◆提供員工兼顧工作與家庭之彈性工作時間與地點、休假制度

◆協助均衡家庭和工作之措施，如托兒設施、哺乳室、育兒津貼規定等。

◆積極僱用因結婚、懷孕、分娩、育兒或照顧家庭而離職之二度就業者

◆積極拔擢女性擔任主管、積極僱用身心障礙及原住民

◆鼓勵企業僱用中高齡勞工，避免及早退休

◆鼓勵男性做家事

員工協助方案(EPA)

讓員工在工作與家庭間取得平衡，提升員工生產力，組織整體受益，員工與企業「雙贏」。

工作面

- ◆增進員工對工作之適應、職位轉換、職涯發展、退休規劃及危機處理之輔導
- ◆留住優秀的員工、減少員工後顧之憂

生活面

- ◆提供員工有關財務、法律、稅務、繼承、交通事故、醫療糾紛等之資訊與知識
- ◆避免員工因法律糾紛帶來的心理與生活干擾

健康面

- ◆提供員工情緒管理訓練、適當的身心健康方案、心理諮詢服務
- ◆穩定員工工作情緒、紓解工作壓力、減少離職率、曬職率

性別主流化

1.根據聯合國經濟暨社會理事會(ECOSOC)定義，「性別主流化」強調於各領域政治、經濟與社會層面政策與方案中，融入性別觀點降低不平等現象。

2.終極目標是達成性別的實質平等，即性別平權。

性別平權

- 消除社會中對婦女及性別一切形式的歧視
- 使社會大眾檢視生活週遭的性別不平等情況
- 促進女性參與決策，落實任一性別不少於三分之一，縮小性平差距。
- 建立尊重多元性別的態度及平等相處的互動

家庭暴力零容忍

- 被害人可撥打110或113保護專線
- 依需要就近向當地社政、警政、醫療衛生單位求助
- 可透過家暴庇護安置方案，接受緊急庇護或中長期安置服務。

性騷擾防治

- 防治性騷擾之政策宣示
- 舉辦性騷擾防治教育訓練
- 建立內部性騷擾申訴系統

性別平等相關政策與法規

國外

※消除對婦女一切形式歧視公約(CEDAW)

國內

※消除對婦女一切形式歧視公約施行法

※性別平等政策綱領

※性別教育平等法

※性別工作平等法

※性騷擾防治法

關懷e起來

家暴案件線上通報

113線上諮詢

<https://ecare.mohw.gov.tw>

什麼是「性騷擾」

違反他人意願而向他實施與性或性別有關之行為，若造成對方的嫌惡，不當影響他的正常生活進行的，都算是「性騷擾」。