



台鈔資源股份有限公司

電弧爐煉鋼產業耕耘 循環經濟的行動

---電弧爐煉鋼還原渣（石）再利用---

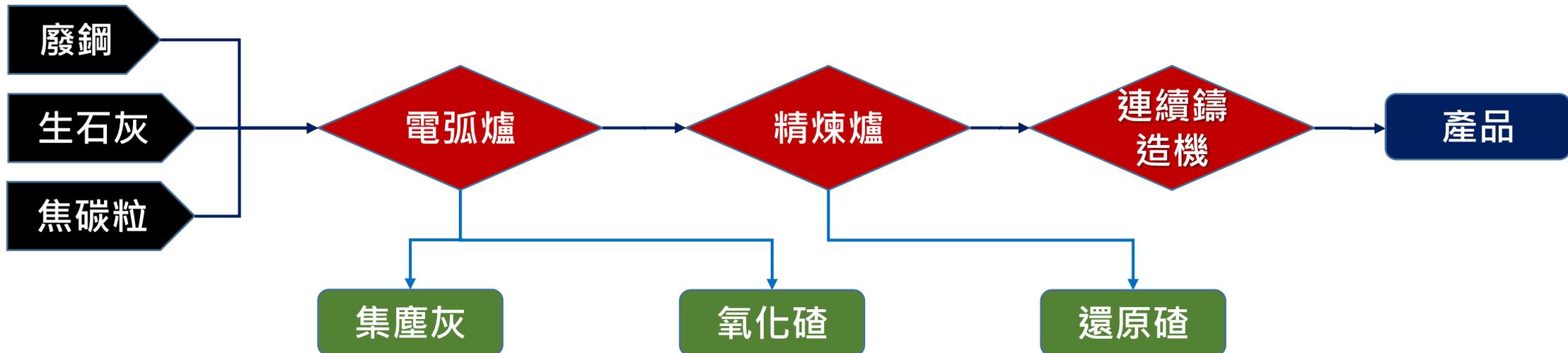
"Waste is material
without an identity."

Thomas Rau

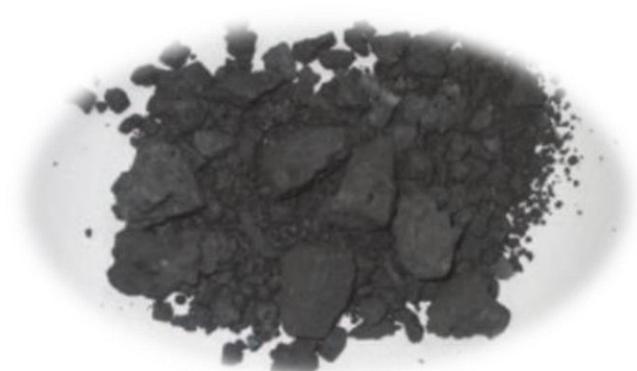


電弧爐煉鋼是以廢鋼鐵為原料，經過熔煉讓廢鋼鐵再生，賦予新的價值。

電弧爐煉鋼-氧化渣與還原渣



 台灣鋼聯股份有限公司



氧化渣

 台鋼資源股份有限公司



還原渣

台灣電弧爐煉鋼還原渣再利用的過去與現在

道路膨脹事件



- 過去再利用廠由於安定化設備不完備，以氧化碓、還原碓與其他符合再利用用途之廢棄物，混合後採稀釋法使用於工程中，照成道路膨脹事件發生

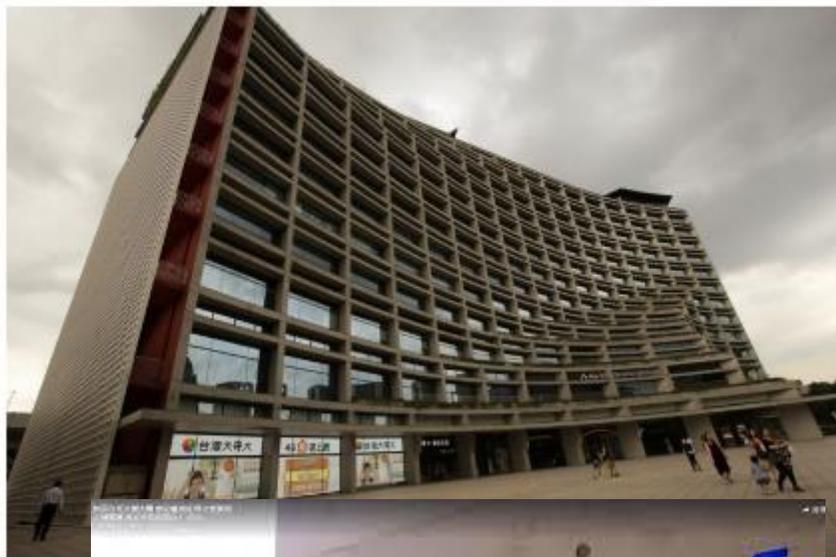


痘痘屋事件

認了誤用廢爐渣 台北文創大樓：僅用於外牆，日本專家補強已安全無虞

storm.mg/article/64463

2016年3月6日



- 氧化矽與還原矽不能使用於結構物中
- 發生此一事件可能導因於業者誤用或砂石來源遭受污染





經濟部事業廢棄物再利用管理辦法 108.5.20行政院最新公告

<p>編號九、電弧爐煉鋼爐渣(石)</p>	<p>一、事業廢棄物來源：基本金屬製造業在電弧爐煉鋼製程所產生之氧化渣(石)或還原渣(石)。但氧化渣(石)與還原渣(石)無法分離或依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。</p> <p>二、再利用用途：<u>水泥生料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料、管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料原料、管溝回填用控制性低強度回填材料原料、鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料、紐澤西護欄原料，或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料、非構造物用預拌混凝土原料、水泥製品用粒料原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、</u></p>
-----------------------	--

9、再利用用途之產品屬管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料者，應符合下列規定：

(1)再利用產品使用對象僅限所屬同一法人所設置之控制性低強度回填材料廠。但電弧爐煉鋼爐渣(石)以高壓蒸氣處理設備安定化，並符合本款第三目之五規定者，其再利用產品使用對象不受所屬同一法人之限制。

民國 105 年 爐渣事件爆發

- 民國 105 年 06 月 20 日
- 民國 107 年 07 月 30 日
- 民國 108 年 05 月 20 日
- 民國 109 年 07 月 15 日

最新



- ✓ 浸水膨脹率 < 0.5%
- ✓ 熱壓膨脹試驗合格

目前台灣還原渣再利用

- ✓ 鋼鐵廠回爐再利用
- ✓ 水泥生料
- ✓ 常壓蒸氣安定化產製CLSM
- ✓ 高壓蒸氣安定化



台鋼資源股份有限公司

台鋼資源股份有限公司

成立於民國105年7月，位於彰化縣之彰濱工業區線西區，主要安定化處理電弧爐煉鋼所產生之【**還原渣**】，為**全世界首創採用 21kgf/cm^2 蒸氣壓力之安定化工廠**，穩定後之爐渣不再膨脹



3座高壓蒸釜

還原渣安定化



2套混凝土拌合設備

混凝土成品



地址:彰化縣伸港鄉彰濱工業區彰濱西五路18號

原物料及成品之儲存與輸送均採密閉式廊道設計

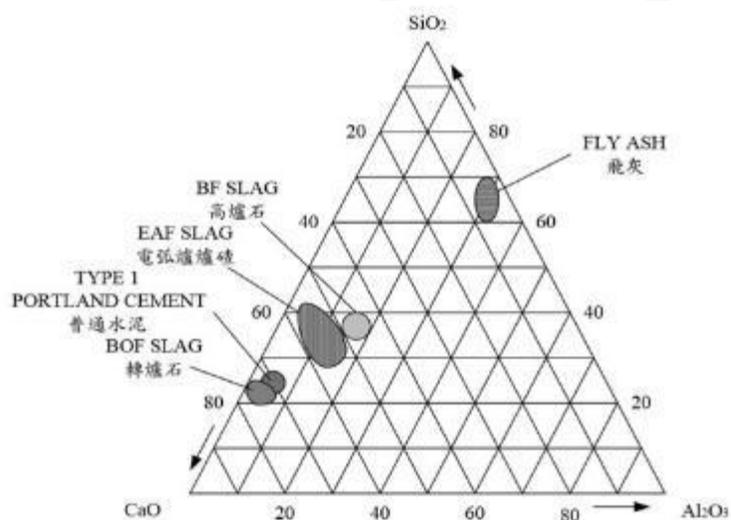
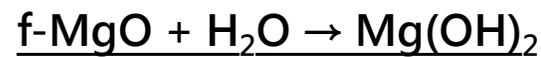
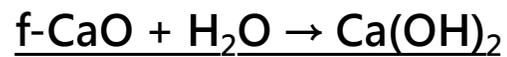


避免揚塵逸散

安定化原理說明

電弧爐還原渣再利用上之最大疑慮在於本身體積之高膨脹率，原因為還原渣含有大量未反應完之生石灰，這些未反應完之氧化鈣會以游離氧化鈣(Free-CaO)之形式存在，而游離氧化鈣之特點為活性大，易與水及二氧化碳反應消解成氫氧化鈣及碳酸鈣。在游離氧化鈣轉換成氫氧化鈣之過程中，爐渣之體積會膨脹，而當游離氧化鈣完全反應消解或是含量低時，電弧爐爐渣才會趨於穩定。

台鋼資源還原渣安定化技術，其原理為在高溫高壓之狀態下使f-CaO及f-MgO與水產生反應（壓力21kgf/cm²，溫度215°C之飽和蒸汽），使還原渣內所含的f-CaO或f-MgO反應消解，以達還原渣安定化之功效，其反應式如下：



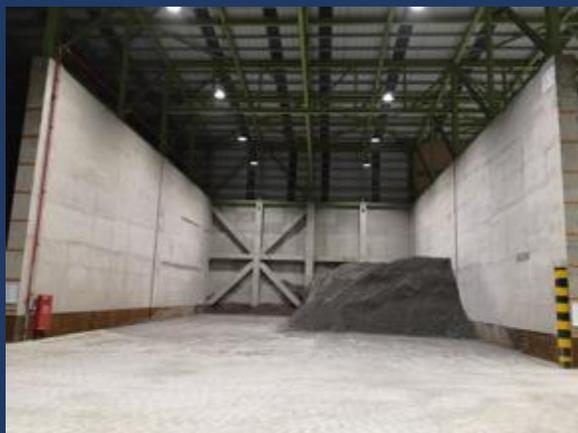
左圖為煉鋼爐渣之三相平衡關係圖，其主要化學成份與高爐石（水淬高爐石粉即為混凝土用之爐石粉）接近，為一無害之無機性材料。



製程說明【從產源到產品，品質嚴格管控，確保工程品質】



- 還原渣經過3道破碎、3道磁選、2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以上。**
- 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。



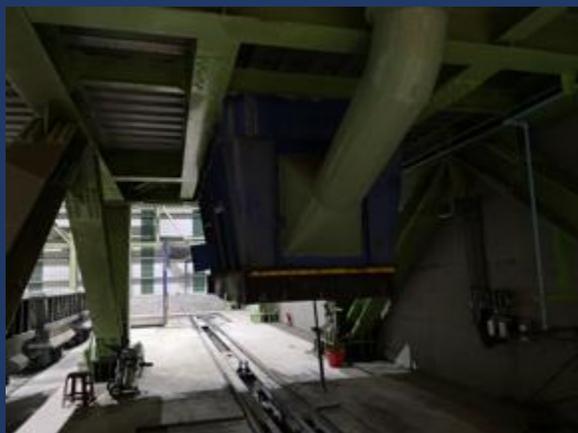
還原渣原料入庫



還原渣原料入料



3道磁選、3道破碎



台車加載



台車擺渡



台車編組



蒸壓釜



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

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	



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)



恆溫水槽
(量測體積變化)



高壓蒸鍋
(熱壓膨脹試驗)

自設試驗室，確實掌握品質



鋼鐵廠還原渣成分分析

各廠家還原渣成分分析數據平均表

廠家名稱	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO(%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	CaO(%)	總計(%)
鋼廠A	4.54	6.10	16.99	8.80	49.39	85.82
鋼廠B	11.69	10.99	10.24	21.43	38.58	92.92
鋼廠C	2.45	13.03	4.80	19.12	31.14	70.53
鋼廠D	4.97	10.38	7.69	22.23	28.40	73.67
鋼廠E	8.63	14.69	5.66	20.79	39.39	89.15
鋼廠F	1.18	11.34	5.30	21.35	57.71	96.87
鋼廠G	9.52	17.03	5.75	18.21	41.07	91.57
鋼廠H	4.88	9.56	4.29	22.66	46.97	88.36
鋼廠I	0.68	6.86	3.04	24.87	53.42	88.87
鋼廠J	3.85	11.66	5.15	22.72	47.91	91.29
鋼廠K	2.51	6.53	3.60	25.76	55.17	93.59
鋼廠L	8.48	13.98	6.18	20.91	38.38	87.92
鋼廠M	2.52	7.62	11.02	19.04	49.95	90.14

掌握原料成份、穩定安定化製程



品質硬實力

國內首創爐渣實驗中心 確保高品質

浸水膨脹率試驗

試驗項目	引用規範	試驗合格標準
浸水膨脹率試驗	CNS 15311粒料受水合作用之潛在膨脹試驗法	膨脹率<0.5%



恆溫水槽
(量測體積變化)

樣品	原樣膨脹率(%)	安定化3h膨脹率(%)	安定化6h膨脹率(%)
鋼鐵廠A	0.53	0.11	0.02
鋼鐵廠B	2.26	0.54	0.2
鋼鐵廠C	0.33	0.27	0.1
鋼鐵廠D	1.53	1.32	0.26
鋼鐵廠E	0.91	0.33	0.17
鋼鐵廠F	1.17	0.2	0.08



品質硬實力

國內首創爐渣實驗中心 確保高品質

熱壓膨脹試驗

試驗項目	引用規範	試驗合格標準
熱壓膨脹試驗	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法 附件熱壓膨脹試驗法	試體外觀無爆裂、局部爆孔、崩解及破裂情形

※依據再利用管理辦法使用於非構造物混凝土，必須通過此項檢驗



壓力21Kgf/cm²
持壓6小時



客戶	FH191129#1-1AB	安定化條件	6hr-21kg	加水	YES
熱壓膨脹試驗條件		6hr-21kg			
水泥砂漿磚					
配比					
水泥	細骨材	水	飛灰	減水劑(40%)	
1	2.75	0.485	0%	5%	
配方重(g)					
130	358	63			
熱壓膨脹試驗前樣			熱壓膨脹試驗後樣		
FH191129-11A			FH191129-11A		
FH191129-11B			FH191129-11B		

台鋼試驗室
檢測報告

編號九、四、(一)、9.管溝回填用控制性低強度材料原料:(經濟部事業廢棄物再利用管理辦法 108.5.20公告)

(1)若電弧爐煉鋼渣(石)以高壓蒸氣處理設備安定化後，再利用產品使用對象不受同一法人限制。

台鋼資源還原碴在工程上之應用

- ✓ 控制性低強度回填材料 (CLSM)
- ✓ 非構造物混凝土
- ✓ 鋪面工程基底層級配料 (道路、停車場、人行道、貨櫃場)



控制性低強度回填材料 (CLSM)

還原碴CLSM配比(kg/m³)

編號	取代比例	強塑劑	速凝劑	水泥	飛灰	還原碴	水	細粒料
C1F1S0A6SP5	0%	5%	6%	136.2	136.2	0	294.7	1567.1
C1F1S33A6SP5	33%			139.1	139.1	528.0	300.9	1072
C1F1S66A6SP5	66%			142.1	142.1	1078.7	307.3	555.7
C1F1S100A6SP5	100%			145.3	145.3	1671.3	314.3	0

備註：代號及符號說明C1-F1-S33-A6-SP5: C1:水泥與飛灰漿值濃度為1:1; F1:水泥與飛灰漿值濃度為1:1; S0:取代比例為0%; A6:速凝劑為總膠結材料6%的重量比; SP5:強塑劑為總膠結材料5%的重量比。

Group3還原碴CLSM變混凝土性質

編號	工作性		單位重	凝結時間	
	管流度 (cm)	坍流度(cm)	新拌單位重 (kg/m ³)	初凝時間(hr)	落沉時間(hr)
C1F1S0A6SP5	20	54	1961	8.3	-
C1F1S33A6SP5	28	79	1764	5.4	7.8
C1F1S66A6SP5	22	60	1686	4.7	6.2
C1F1S100A6SP5	17	42	1639	5.3	7.6

Group 3還原碴CLSM抗壓強度(kgf/cm²)

編號	齡期12小時	齡期1天	齡期14天	齡期28天
C1F1S0A6SP5	3.54	8.47	71.44	82.34
C1F1S33A6SP5	3.46	7.41	80.14	82.61
C1F1S66A6SP5	4.79	7.97	61.78	74.81
C1F1S100A6SP5	3.94	6.91	58.79	68.95



■ (還原碴 + 旋轉窯碴) CLSM

- ✓ 還原碴CLSM可符合一般型CLSM之新拌性能需求
- ✓ 還原碴CLSM可符合一般工程需求

非台鋼產品實績，僅作為說明產品用途示意使用。



控制性低強度回填材料 (CLSM) 熱壓膨脹結果

	配比一	配比二	配比三
熱壓前			
熱壓後			
線膨脹	0.04%	0.03%	-0.02%

台鋼爐渣體積穩定性高，無膨脹疑慮



非構造物混凝土

■ (還原碴 + 旋轉窯碴) 非構造物混凝土

PC配比表(kg/m³)

編號	w/b	Sand	Coarse	Fly ash	Cement	Water	SP
AK-I	0.42	909.8	922.8	102.4	384.8	221.5	5.8
AK-II	0.51	873.3	1087.2	52.1	356.8	220.5	4.9
AC-I	0.47	1041.9	699.7	117.3	341.7	230.6	5.5
AC-II	0.53	1100.9	746.5	65.7	342.2	225.5	4.9

備註：AC-I及AK-I分別表示使用酸性旋轉窯碴(AC)及鹼性旋轉窯碴(AK)；-I及-II分別表示使用Group1及Group2還原碴做為細粒料

還原碴PC混凝土試體抗壓強度(單位：kgf/cm²)

Group1 還原碴					
試體代號	養護齡期(天)	3	7	14	28
天然砂石對照組		112.1	199.0	242.3	265.8
AC-I(50%還原碴+50%天然河砂)		128.4	165.2 2	190.9	211.5
AK-I(50%還原碴+50%天然河砂)		141.0	228.6	263.6	285.1
Group2 還原碴					
試體代號	養護齡期(天)	3	7	14	28
AC-II(50%還原碴+50%天然河砂)		127.6	168.9	190.2	223.0
AK-II(50%還原碴+50%天然河砂)		141.4	233.8	285.6	311.8



非台鋼產品實績，僅作為說明產品用途示意使用。



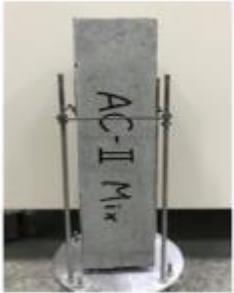
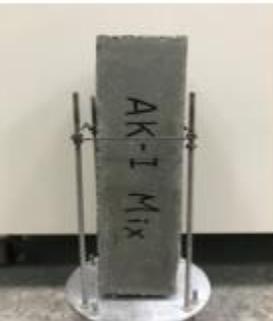
品質硬實力

產學合作 符合工程標準

外觀均無爆裂、局部爆孔、崩解及破裂，強度可達3000psi以上

非構造物混凝土

【參照】台科大 黃兆龍 教授 鋼渣應用於混凝土研究成果報告

熱壓試驗前	熱壓試驗後	膨脹率 (%)			
		0.05			0.08
		0.09			1.07
					0.01
					0.02

非構造物混凝土產品體積穩定性與天然粒料混凝土差異不大，均可符合熱壓膨脹試驗要求



品質硬實力

產學合作 符合工程標準

道路級配粒料基底層【參照】中央大學 林志棟 教授 應用於鋪面工程基底層評估研究成果報告

- 試驗結果顯示，添加還原渣之摻配均通過 CNS 15305 與工程會規範要求，**皆適用於一般道路基底層**
- 比重與吸水率方面，由於還原渣為煉鋼廠之副產物，會使得比重的上升，各家鋼鐵廠還原渣之比重在2.5~3.1之間，試驗結果均符合文獻所述
- 水合作用之潛在膨脹試驗法方面，目前還原渣膨脹量皆符合規範要求，**顯示台鋼資源之安定化程序能得以驗證**。【註1】

【註1】依據108.5.20行政院最新公報

※編號九、電弧爐煉鋼爐渣(石)

四、運作管理

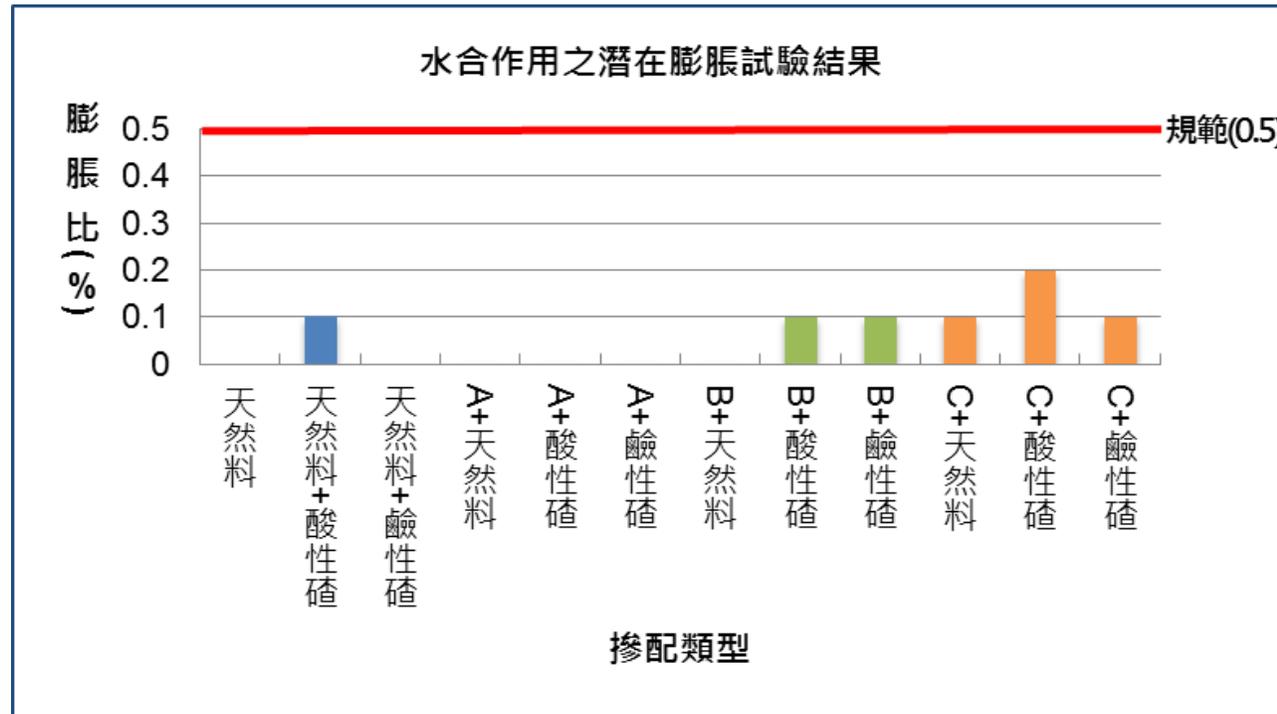
(一)再利用機構應符合下列規定

3.依CNS15311粒料受水合作用之潛在膨脹試驗法，7天膨脹量小於0.5%



摻配試驗成果-水合作用之潛在膨脹試驗

各摻配之膨脹比皆不到 0.3 %，符合CNS 與工程會規範要求之膨脹比低於 0.5 %





台鋼資源產品銷售對象

營造廠

- 鋪面工程基底層級配料
- CLSM
- 非構造物混凝土

CLSM廠與預拌廠

- CLSM粒料
- 非構造物混凝土粒料

水泥製品業

- 水泥製品粒料

Think green



資源循環需要您的參與，
台鋼資源與您一同攜手並進，
共同營造美好生活環境。
感謝您到台鋼資源參觀！

蔡文博

Tel : 04-7910502#110

Mobil : 0928782255

E-mail : tonytsai@tsrtw.com.tw