

電弧爐煉鋼爐渣（石）再生粒料 道路工程實例應用分享



世合工程技術顧問股份有限公司
S.H.Engineering Co.LTD

電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範

01



鋼爐渣品質控管

公共工程施工綱要規範(1)

第02742章 V11.0 瀝青混凝土鋪面

再生粒料使用鋼爐渣時，應符合**CNS 15310**之品質要求

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

項目	品質檢驗項目	試驗方法	規範標準
細粒料	級配	CNS 486 粗細粒料篩析法 CNS 491 粒料內小於試驗篩75 μ m CNS 386 材料含量試驗法(水洗法)	CNS15309 細粒料級配規定
	浸水膨脹比	CNS 15311 粒料受水合作用之潛在膨脹試驗法	7天膨脹量 \leq 0.5%
	健度	CNS 1167 使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗法	<15.0%(硫酸鈉法)

電弧爐煉鋼爐渣再利用相關法令規範

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

公共工程施工綱要規範(2)

第02742章 V11.0 瀝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
	瀝青填充率 (VFA, %)	65~75

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

3

工業區道路氧化渣瀝青混凝土監造過程

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

氧化渣瀝青混凝土粒料供料計畫書之建立

項目	內容
一、氧化渣來源及製程 (產源事業)	1. 氧化渣原料來源及製程 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. 氧化渣再利用生產製程流程 4. 有毒重金屬、pH值及戴奧辛檢測 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

4

工業區道路氧化矽瀝青混凝土監造過程

01



鋼爐渣品質控管

氧化矽粒料品質管制(再利用機構)

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

✓ 再利用程序產出物相關檢測

膨脹量
有毒重金屬、pH值及戴奧辛
輻射量

檢測結果符合規定

膨脹量檢測

試樣編號	1	2	3
測距儀之最初讀數(mm)	21.53	28.24	23.41
測距儀之最終讀數(mm)	21.55	28.28	23.45
試體之初始高度(mm)	116.43	116.43	116.43
膨脹百分比(%)	0.02	0.03	0.03
平均膨脹百分比(%)		0.03	

輻射量檢測

試樣編號	核種活度(貝克/公斤)			備註
	⁴⁰ K	²³² Th系	²³⁸ U系	
電弧爐煉鋼氧化矽(細粒料)	<100	<10	<13	<0.10 符合綠建材評定原則

戴奧辛檢測

是否 檢 測	檢驗項目	檢驗值	檢驗方法	單位	備註
+	戴奧辛總含量	0.002	NIEA M801.13B	ng/g TCDFs	
+	2,3,7,8-四氯戴奧辛	0.0005	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000256
+	1,2,3,7,8-五氯戴奧辛	0.0018	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000172
+	2,3,4,7,8-五氯戴奧辛	0.0013	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000177
+	1,2,3,4,7,8-六氯戴奧辛	0.0018	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000174
+	1,2,3,6,7,8-六氯戴奧辛	0.0011	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000164
+	2,3,4,6,7,8-六氯戴奧辛	0.0014	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000166
+	1,2,3,7,8,9-六氯戴奧辛	0.0004	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000130
+	1,2,3,4,6,7,8-七氯戴奧辛	0.0008	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000113
+	1,2,3,4,7,8,9-七氯戴奧辛	0.0009	NIEA M801.13B	ng/g	MinDL=0.000127

pH值/TCLP檢測

是否 檢 測	檢驗項目	檢驗值	檢驗方法	單位	備註
+	戴奧辛濃度指數	11.18	NIEA K208.04C	—	20ml/100g于25°C
+	萃出液中六價鉻	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.0009
+	萃出液中鉛	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.000077
+	萃出液中鎘	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.013
+	萃出液中鉍	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.013
+	萃出液中鈷	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.015
+	萃出液中鎳	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.014
+	萃出液中錳	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.014
+	萃出液中鉻	ND	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.015
+	萃出液中銅	1.15	NIEA K201.15C NIEA K208.12C	mg/L	MDL=0.015

5

工業區道路氧化矽瀝青混凝土監造過程

01



鋼爐渣品質控管

氧化矽粒料品質

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認證之實驗室檢測及依「CNS 485 粒料取樣法」採樣



項目	檢測方法	檢測值
級配	CNS 486 及CNS 491	符合CNS15309 級配稱號1 ✓
塑性指數	CNS 5088	NP ✓
健度	CNS 1167 硫酸鈉法	<10% ✓
膨脹量	CNS 15311	0.02% ✓

6

工業區道路氧化矽瀝青混凝土監造過程

01



鋼爐矽品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

氧化矽瀝青混凝土配合設計

配合設計原則與方法同於一般瀝青混凝土

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

粒料種類	2cm 碎石	1cm 碎石	0.5cm 碎石	砂	氧化矽	填縫料
用量(%)	20	18	15	14	30	3

試驗項目	規範值	配合設計結果	
		全興工業區	彰濱工業區
建議瀝青含量(%)	—	5.0	4.9
空隙率(%)	3~5	4.0	4.0
單位重(kg/m ³)	—	2539	2534
穩定值(kgf)	≥ 817	1514	1403
流度質(0.25mm)	8~14	13	13
粒料間空隙率VMA(%)	≥ 12	15.9	13.3
飽和度VFA(%)	65~75	74	71
滯留強度指數(%)	≥ 75	89.1	89.9
建議拌合溫度範圍(°C)	—	154~160	
建議夯壓溫度範圍(°C)	—	143~148	

7

工業區道路氧化矽瀝青混凝土監造過程

01



鋼爐矽品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

試拌作業



8

工業區道路氧化碇瀝青混凝土監造過程

現場鋪築作業

01



鋼爐碇品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測



施工前路況

路面刨除作業

路面鋪築作業

路面壓實作業

完工現況

施工方式

全興工業區

興工路：150 m，刨10 cm鋪10 cm

工西二路：703 m，刨5 cm鋪5 cm

彰濱工業區

彰濱路：850 m，刨5 cm鋪5 cm



施工期間掌控氧化碇瀝青混凝土之鋪築溫度，其介於
145~155°C 較佳



9

工業區道路氧化碇瀝青混凝土執行成果

工程成效監測方法

01



鋼爐碇品質控管

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)



成效
監測

抗滑試驗



工地密度
試驗



鑽心取樣

10

工業區道路氧化碇瀝青混凝土執行成果

工程成效結果

01



鋼爐碇品質控管

02



廠內拌合試驗

03

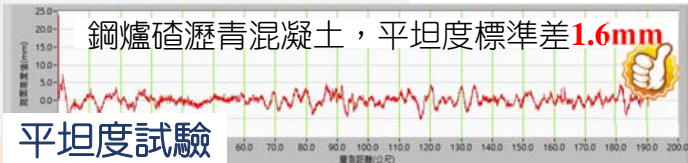
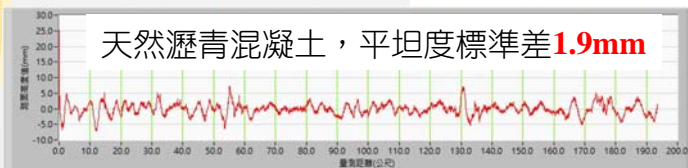


現場試鋪工程

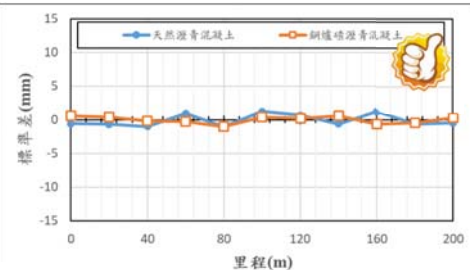
04



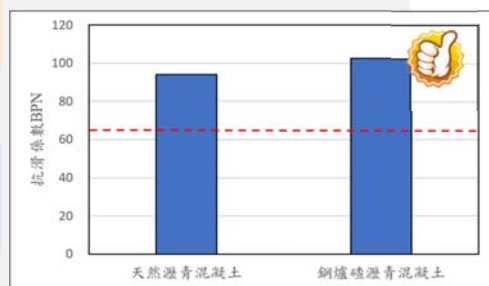
成效與環境監測



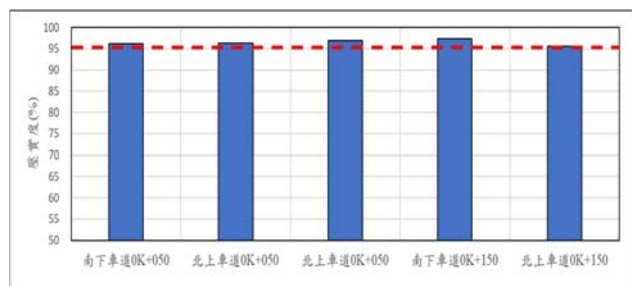
平坦度試驗



車轍試驗



抗滑試驗



壓實度試驗

11

工業區道路氧化碇瀝青混凝土執行成果

歷年工程成效追蹤

歷年鋪築成效及地下水監測結果

01



鋼爐碇品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

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



資料照片由綠基會提供

12

工業區道路氧化碓瀝青混凝土執行成果

歷年鋪築成效及地下水監測結果

01



鋼爐碓品質控管

02



廠內拌合試驗

03



現場試鋪工程

04



成效與環境監測

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）



資料照片由
綠基會提供



結語



歷年推動電弧爐氧化碓道路**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碓**再生粒料納入使用**，以達敢用、會用、一定用之目的。

13

簡報完畢
敬請指教