

以受油污染土壤製成環保磚之技術研究

莊峻涓¹、姚元之¹、黃彥禎¹、鍾宇婕¹、郭益銘^{2*}

¹ 中華醫事科技大學環境與安全衛生工程系學生

² 中華醫事科技大學環境與安全衛生工程系教授

摘要

台灣自 1987 年開放設置民營加油站(全國加油站及地下儲槽系統土壤及地下水污染潛勢調查, 2021), 直至 2021 年 8 月 25 號全台灣計有 2,487 間加油站(加油站經營實體統計表, 2021), 截至此時多數加油站因經營困難等因素導致退場也不算少數, 而加油站易造成土壤受到油品污染(吳志清, 2013), 因而需要整治, 而土壤整治及整地之費用甚高。而土壤污染整治大多數採以現場整治為多, 若為高污染場址則以焚化處理, 再利用案例可說是微乎其微。本研究係以仁德治洪池周遭土壤混拌無鉛汽油擬作油污染場址之土壤, 於實驗室中進行高溫燒結程序(古晏菁, 1994)處理海洋復育環保礁之燒製, 並模擬海水環境進行浸泡試驗。研究結果顯示, 油品污染土壤內之汽油在高溫燒結過程中揮發, 在浸入海水後未發現海洋油污染之疑慮, 平均抗壓強度及吸水率也達到 CNS 382 標準(三種磚), 未來將持續監測浸泡後之數據, 確保無二次污染, 達到環保整治的目的。

關鍵詞：油品污染、生態環保磚、高溫燒結

*通訊作者：郭益銘 E-mail: kuoyiming@gmail.com

中華醫事科技大學環境與安全衛生工程系教授

Study of oil-polluted soil into ecological bricks

Jun- YU Zhuang¹, Yuan-Zhi Yao¹, Huang Yan Zhen¹, Zhong Yu Jie¹, Yi-Ming Kuo^{2*}

¹Student, Chung Hwa University of Medical Technology Department of Safety, Health and Environmental Engineering

²Processor, Chung Hwa University of Medical Technology Department of Safety, Health and Environmental Engineering

ABSTRACT

Since 1987, gas stations had been set up in Taiwan. Until 2021, there are 2,487 gas stations in Taiwan. At present, some gas stations were shut down due to the operation difficulties and other factors, and caused oil pollutions of soil. The treatments of soil are conducted in-situ and often cost a lot. The soil in the highly-polluted sites are often treated with incineration which is not possible for reclamation. In this study, the oil-polluted soil was treated using sintering and transformed into ecological restoration bricks. The bricks were tested by being immersed in seawater to evaluate the feasibility of transforming oil-polluted soil into ecological restoration bricks. The results show that gasoline in the oil pollution of soil is decomposed during the high-temperature sintering process, and there is no doubt about marine oil pollution after being immersed in seawater. The compressive strength and water absorption rate also met the standard of CNS 382 (grade 3). The ecological restoration bricks will not cause secondary pollution and be friendly to the environment.

Keywords: Oil pollution, ecological bricks, High-temperature sintering procedure

壹、前言

根據行政院環保署土壤及地下水污染整治網所述，民國 76 年訂定「加油站設置管理規則」(全國加油站及地下儲槽系統土壤及地下水污染潛勢調查，2021)後，加油站隨著汽、機車的普及快速增加，故加油站事業單位之地下儲油槽若發生油品滲漏導致土壤污染，容易對周遭環境產生危害，土壤污染整治大多數採以現場整治為多，若為高污染場址則以焚化處理，但土壤整治費用之高許多業者果直接任其荒廢。為增加整治土壤方法，本研究係以循環技術將受油品污染土壤轉製成海洋復育環保磚探討其可行性。

本研究以台南仁德滯洪池附近之土壤混拌無鉛汽油(行政院環境保護署環境檢驗所，”土壤採樣方法”，2019)，模擬受油品污染土壤之情形；根據金屬總量分析(行政院環境保護署環境檢驗所，”土壤中重金屬檢測方法－微波輔助王水消化法”，2019)顯示，本研究混拌之油品污染土壤與製磚原料(黏土)的性質並無太大差別，因此用混拌之油品污染土壤混拌黏土，以 4 種不同配比以 900°C 持溫 1 小時進行環保磚燒製，成型後之海洋復育環保磚進行模擬海水浸泡試驗，實驗過程中分別浸泡天數為 7 天、14 天、21 天、28 天，於過程中持續監測水質之 pH 及溶氧量，並計算吸水率、測試抗壓強度。

研究結果顯示，海水在放入海洋復育環保磚後 pH 以非常緩慢的速度隨著天數增加而增加，溶氧量於 21 天前都是非常穩定的，21 天以後的溶氧量偶有降低的情形，吸水率及抗壓強度在通過模擬海水試驗後，依可符合國家標準(CNS382)三種磚之標準；添加受油品污染土壤轉製成的海洋復育環保磚，不僅增添整治土壤污染場址方案，同時達到環保意識的執行。

貳、實驗方法與設備

一、實驗設備

(一)微波消化器：美國 CEM 公司之微波消化儀器，MARS-6。

(二)高溫熔融爐：型號為 CMF-30H，操作電壓 220 V，使用電流 20 A，最大溫度 1,500 °C。

(三)火焰式原子吸收光譜儀：廠牌為 Agilent Technologies Taiwan Ltd 型號 50 AA(Atomic Absorption Spectrometer)

(四)溶氧儀：美國 YSI 公司之溶解氧測定儀，Pro20

(五)實驗室水質分析儀：美國 HACH 公司之實驗室氯離子檢測組，HQ440D。

二、實驗方法與流程

本實驗將以油污染土壤與製磚黏土原料混拌燒製成海洋復育環保磚，配比如表 1

所示為測試其可行性首先進行原物料之金屬總量分析，探討其金屬流佈狀況。並置於裝有約 100 倍重量比之海水中，本研究是以上述條件做為模擬海中浸泡情形，並於浸泡期間持續偵測其 pH、溶氧量、導電度，之後針對浸泡物進行毒性特性溶出試驗、強度測試及金屬總量分析，進行海洋復育環保礁磚可行性探討。

表1 研究之海洋復育環保礁磚配比

編號	受油污染土壤(g)	黏土(g)	配比(%)
A-1	10	190	5
A-2	20	185	10
A-3	30	180	15
A-4	40	175	20

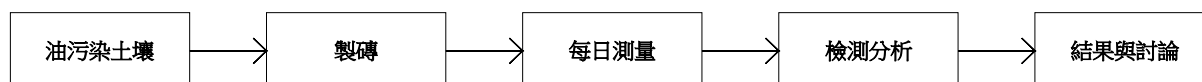


圖 1 研究流程圖

參、結果與討論

一、進料物質金屬總量分析

進料物質分析如表 2 所示，受油污染土壤及黏土主要的金屬含量最高的為 Fe，其次為 Al、K、Ca、Mg 等金屬元素，其餘金屬元素含量皆是微量。

表 2 進料物質金屬總量分析

元素 \ 原物料	受油污染土壤	黏土
	Average (mg/kg)	Average (mg/kg)
Fe	17,100	38,200
Ca	5,090	4,360
Al	15,400	35,500
K	3,250	11,900
Mg	3,160	1,570
Cd	2.10	2.90
Cr	12.0	64.5
Pb	111	47.0

ND：低於偵測極限

二、海洋復育環保礁金屬總量分析

如表 3 所示不同配比下的海洋復育環保礁所含的金屬元素以 Fe、Ca、Al、K 含量最高，除了 Mg 元素於高溫燒結的過程中減少，其餘元素皆為微量，而 Mg 為海洋中溶解度第三高的金屬元素，僅次於 Na、Cl，高溫燒結的過程中減少了 Mg 的含量等於減少了入水後 Mg 溶出。

表 3 海洋復育環保礁金屬總量分析

編號 元素	A-1	A-2	A-3	A-4
Average (mg/kg)				
Fe	36,100	36,700	36,600	38,000
Ca	5,480	4,850	4,600	4,550
Al	30,200	30,000	32,500	36,700
K	12,300	11,800	12,000	12,700
Mg	950	695	760	900
Cd	3.10	3.10	2.80	2.75
Cr	73.0	77.0	73.0	75.0
Pb	245	63.0	66.0	60.0

ND：低於偵測極限

三、海水金屬濃度分析

海水金屬濃度分析是為了分析海洋復育環保礁在入水後是否會因鹼性的海水而溶出金屬元素造成二次污染，表 4 顯示未放入海洋復育環保礁前的海水主要金屬元素為 Mg、K，其餘元素皆是微量。

表 4 海水金屬濃度分析

元素	Cu	Ca	Al	K	Mg	Cd	Cr	Pb
樣品	Average (mg/kg)							
海水	0.05	4.35	0.45	215	625	0.01	0.05	0.20

ND：低於偵測極限

四、海洋復育環保礁浸泡後之抗壓強度

本研究以不同配比進行了海水模擬試驗，分別有 4 個階段之浸泡時長為：7 天、14 天、21 天、28 天，其表 1、表 2 為各配比吸水率及抗壓強度分析，對照表 7 CNS382 普通磚規範，結果顯示海水模擬試驗後的吸水率及抗壓強度絕大部分都是能夠符合國家標準

(CNS382)三種磚之標準。

表 5 海洋復育環保礁浸泡後之抗壓強度

編號	吸水率	抗壓強度	吸水率	抗壓強度
	(%)	(kgf/cm ²)	(%)	(kgf/cm ²)
	(7 天)	(7 天)	(14 天)	(14 天)
A-1	11.0	330	14.5	240
A-2	11.5	220	15.0	185
A-3	11.5	350	15.0	230
A-4	12.5	280	11.5	310

表 6 海洋復育環保礁浸泡後之抗壓強度

編號	吸水率	抗壓強度	吸水率	抗壓強度
	(%)	(kgf/cm ²)	(%)	(kgf/cm ²)
	(21 天)	(21 天)	(28 天)	(28 天)
A-1	15.5	150	12.0	325
A-2	15.0	115	12.0	410
A-3	12.0	200	12.0	270
A-4	14.0	330	12.0	355

表 7 CNS382 普通磚規範

規範	一種磚	二種磚	三種磚
吸水率(%)	<10.0	<13.0	<15.0
抗壓強度(kgf/cm ²)	<300	<200	<150

肆、結論

數據顯示海洋復育環保礁受油污染土壤比比例愈高，經海水模擬試驗後的抗壓強度就愈高，但腐蝕後吸水率數值不穩定，結果而言，後續實驗若能降低吸水率，海洋復育環保礁可達到在海水模擬試驗後，維持有國家標準(CNS382)三種磚之標準。以上述之初步成果期盼未來可作為未來實廠化之依據，並以此達到污染土壤資源化與再利用之目標。

參考資料

行政院環境保護署環境檢驗所(2019)。“土壤採樣方法”，(NIEA S102.63B)。

行政院環境保護署環境檢驗所(2019)。“土壤中重金屬檢測方法－微波輔助王水消化法”，(NIEA S301.61B)。

行政院經濟部能源局 (2021)，加油站經營實體統計表。

行政院環境保護署土壤及地下水污染整治網 (2021)。全國加油站及地下儲槽系統土壤及地下水污染潛勢調查。

吳志清 (2013)。加油站柴油洩漏與抽取模擬，碩士論文，國立交通大學，土木工程系所。

古晏菁 (1994)。利用熱脫附整治人工合成的油污染土壤研究，碩士論文，國立中山大學，環境工程研究所。