

混凝土環境衝擊評估

許智威、葉啟輝

E-mail: 359023@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究使用生命週期軟體SimaPro7.1作為分析工具，採用Eco-Indicator 95與Eco-Indicator 99分析方法針對以混凝土作為評估對象將環境衝擊具體化，了解混凝土在生產過程各階段所帶來之負面影響。以Eco-Indicator 95分析傳統混凝土之生產過程，以水泥生產階段環境衝擊（ 9.45×10^{-2} Pt）影響最大；而高爐混凝土及爐石飛灰混凝土為砂石運輸階段之環境衝擊（ 5.84×10^{-2} Pt）影響最大。以Eco-Indicator 99進行三種混凝土之損害評估，傳統混凝土在人體健康、生態系統品質及資源三項衝擊影響皆大於另兩種混凝土。高爐混凝土在生態系統品質之衝擊為（ 5.88×10^{-2} PDF*m2yr），略高於爐石飛灰混凝土，其餘項目產生之衝擊皆為最低。整體而言傳統混凝土使用較多的水泥，故造成環境衝擊影響最大，另兩種混凝土採用波索蘭材料替代50%的水泥用量，減少環境衝擊點數約44%。

關鍵詞：生命週期評估、環境衝擊、混凝土、SimaPro

目錄

目錄	中文摘要	iii	
	英文摘要	iv	
	誌謝	v	
	目錄	vi	
	圖目錄	viii	
	表目錄	x	
第一章	緒論	1	
1.1	研究背景	1	
1.2	研究目的	2	
1.3	研究內容與流程	3	
第二章	文獻回顧	2.1	
2.1	混凝土概述	5	
2.1.1	高爐爐石	8	
2.1.2	飛灰	10	
2.2	預拌混凝土	12	
2.3	生命週期評估發展回顧	16	
2.4	生命週期評估介紹	19	
2.4.1	生命週期評估（LCA）定義	19	
2.4.2	生命週期架構	20	
2.5	生命週期評估軟體概述	27	
2.5.1	SimaPro軟體特色與架構	29	
2.5.2	Eco-indicator 95	32	
2.5.3	Eco-indicator 99	34	
2.6	國內外相關生命週期評估研究	36	
第三章	研究方法	3.1	
3.1	混凝土衝擊評估流程	39	
3.2	目的與範疇界定	41	
3.3	盤查分析	42	
3.4	生命週期評估模式	43	
第四章	結果與討論	4.1	
4.1	各階段之盤查數據	49	
4.2	混凝土廠Eco-indicator 95衝擊評估	54	
4.3	混凝土廠Eco-indicator 99衝擊評估	70	
4.4	不同材料混凝土環境衝擊比較	92	
4.4.1	不同材料混凝土之比較-以Eco 95分析	92	
4.4.2	不同材料混凝土之比較-以Eco-99分析	96	
4.4.3	不同強度混凝土之比較	101	
第五章	結論與建議	5.1	
5.1	結論	105	
5.2	建議	106	
	參考文獻	108	
	圖目錄	圖1-1	
	研究流程	4	
	圖2-1	混凝土組成示意圖	6
	圖2-2	爐石產業上、中、下游關聯性	9
	圖2-3	營建體系上中下游結構關係圖	12
	圖2-4	預拌混凝土生產及品質管制流程圖	15
	圖2-5	ISO 14040原則與架構	20
	圖2-6	ISO-14041之目的和範圍界定流程	21
	圖2-7	盤查分析簡要示意圖	22
	圖2-8	生命週期衝擊評估之架構	25
	圖2-9	SimaPro軟體使用介面	30
	圖3-1	預拌混凝土廠生產流程	39
	圖3-2	評估階段之作業內容	40
	圖3-3	研究範疇界定	41
	圖3-4	Eco-indicator 95 評估架構	44
	圖3-5	Eco-indicator 99 評估架構	45
	圖4-1	傳統混凝土Eco-95分析	55
	圖4-2	高爐混凝土Eco-95分析	59
	圖4-3	爐石飛灰混凝土Eco-95分析	65
	圖4-4	傳統混凝土Eco-99分析	71
	圖4-5	傳統混凝土損害評估分析	75
	圖4-6	高爐混凝土Eco-99分析	77
	圖4-7	高爐混凝土損害評估分析	83
	圖4-8	爐石飛灰混凝土Eco-99分析	85
	圖4-9	爐石飛灰混凝土損害評估分析	91
	圖4-10	不同材料混凝土Eco-95分析	93
	圖4-11	不同材料混凝土Eco-99分析	97
	圖4-12	不同材料混凝土損害評估分析	100
	圖4-13	不同強度傳統混凝土Eco-95分析	103
	表目錄	表2-1	
	飛灰的一般用途	11	
	表2-2	生命週期評估之應用方向	18
	表2-3	生命週期之定義	19
	表2-4	生命週期評估軟體特性	28
	表2-5	Eco-indicator 95環境衝擊類別	33
	表2-6	Eco-indicator 99環境衝擊類別	35
	表2-7	生命週期相關研究整理	37
	表3-1	Eco-indicator 95權重因子	44
	表3-2	Eco-indicator 99衝擊因子轉換損害評估之乘積因子	47
	表3-3	Eco-indicator 99常態化因子	48
	表3-4	Eco-indicator 99評價加權因子	48
	表4-1	傳統混凝土1m ³ 之配比	49
	表4-2	高爐混凝土1m ³ 之配比	50
	表4-3	爐石飛灰混凝土1m ³ 之配比	50
	表4-4	每噸水泥生產盤查數據	51
	表4-5	砂石生產盤查數據	51
	表4-6	爐石及飛灰生產盤查數據	52
	表4-7	各階段運輸盤查	53
	表4-8	傳統混凝土環境衝擊數據	56
	表4-9	傳統混凝土環境衝擊數值特徵化	57
	表4-10	高爐混凝土環境衝擊數據	60
	表4-11	高爐混凝土環境衝擊數值特徵化	62
	表4-12	爐石飛灰混凝土環境衝擊數據	66
	表4-13	爐石飛灰混凝土環境衝擊數值特徵化	68
	表4-14	傳統混凝土Eco-99環境衝擊數據	72
	表4-15	傳統混凝土Eco-99環境衝擊指數特徵化結果	73
	表4-16	傳統混凝土損害評估結果	75
	表4-17	高爐混凝土Eco-99環境衝擊數據	78
	表4-18	高爐混凝土Eco-99環境衝擊指數特徵化結果	80
	表4-19	高爐混凝土損害評估結果	83
	表4-20	爐石飛灰混凝土Eco-99環境衝擊數據	86
	表4-21	爐石飛灰混凝土Eco-99環境衝擊指數特徵化結果	88
	表4-22	爐石飛灰混凝土損害評估結果	91
	表4-23	不同材料混凝土Eco-95環境衝擊數據	94
	表4-24	不同材料混凝土Eco-95環境衝擊指數特徵化	95
	表4-25	不同材料混凝土之總環境衝擊Eco-95結果	96
	表4-26	不同材料混凝土Eco-99環境衝擊數據	98
	表4-27	不同材料混凝土Eco-99環境衝擊指數特徵化	99
	表4-28	不同材料混凝土損害評估結果	101
	表4-29	不同材料混凝土之總環境衝擊Eco-99結果	101
	表4-30	3000 psi傳統混凝土1m ³ 之配比	102
	表4-31	不同強度傳統混凝土Eco-95 環境衝擊數據	104

參考文獻

參考文獻 1.中崗科技, 2008, 生命週期評估與SimaPro軟體應用。 2.中聯資源, 2012, 爐石介紹, <http://www.chc.com.tw/product17.html> 3.王志源, 2004, 市售行動電話生命週期評估之個案研究, 國立屏東科技大學環境工程與科學研究所, 碩士論文。 4.王景玟, 2005, 綜合生命週期評估及生態效益之分析研究-以鋼鐵廠製品為例, 國立成功大學環境工程學研究所, 碩士論文。 5.申永順、顧洋, 1994, 生命週期分析在綠色產品設計之應用, 第四屆工業減廢技術與策略研討會論文集。 6.申永順, 1999, 產品市場訴求的第三個面向-環保化設計、綠色產品之施行與推動, 工業污染防治月刊, 第188-209頁。 7.石文進, 2010, 營建廢棄物回收骨材之環境指標研究, 大葉大學環境工程研究所, 碩士論文。 8.江玄政, 2003, 生命週期評估技術應用之介紹, 環保資訊月刊第57期, <http://www.fengtay.org.tw/paper.asp?page=2003&num=121&num2=36>。 9.吳炯達, 2006, 工業區廢水處理程序之生命週期評估研究, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 10.吳翊民, 2000, 生命週期評估技術在台灣產業界應用實例之探討-以混凝土製品為例, 中華大學工業工程與管理研究所, 碩士論文。 11.李育明, 2011, 國內推動生命週期評估應用之回顧與展望。
http://www.ftis.org.tw/cpe/download/she/Issue15/column15_2.htm 12.李湘駒, 2003, 國內預拌混凝土產業關鍵成功因素之研究, 國立中正大學企業管理研究所, 碩士論文。 13.沈永年、王和源、林仁益、郭文田, 2002, 混凝土技術, 全華科技圖書股份有限公司。 14.林平全, 1991, 飛灰混凝土, 科技圖書股份有限公司。 15.林炳炎, 1993, 飛灰、矽灰、高爐爐石用在混凝土中。 16.國產實業集團, 2011, <http://www.gdc.com.tw/modules/tinyd0/index.php?id=7#04> 17.張智維, 2000, 環境衝擊最佳化之紙漿配比研究, 中華大學工業工程與管理研究所, 碩士論文。 18.梁州輔, 2004, 瀝青混凝土生產程序之生命週期評估研究, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 19.許郁珮, 2005, 傳統塑膠袋與可分解塑膠袋之生命週期評估研究, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 20.許哲維, 2011, 焚化爐底渣回收骨材之環境衝擊比較研究, 大葉大學環境工程系, 碩士論文。 21.陳式毅, 2001, 混凝土品管與驗證, 財團法人台灣營建研究院。 22.陳奉君, 2004, 供應鏈理論應用於預拌混凝土廠產銷成本之研究, 國立雲林科技大學營建工程系研究所, 碩士論文。 23.陳屏甫, 2005, 國道預力混凝土橋與鋼橋生命週期成本評估個案之研究, 國立中央大學營建管理研究所, 碩士論文。 24.陳朝和, 1996, 正確使用飛灰以提昇混凝土品質, 財團法人臺灣營建研究中心。 25.黃兆龍, 1993, 混凝土品質保證-檢驗與制度, 詹氏書局。 26.黃兆龍, 1999, 混凝土性質與行為, 詹氏書局。 27.黃香軀, 2004, 生命週期評估技術應用於第三類環境宣告產品驗證之研究, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 28.黃然, 2011, 永續混凝土材料之實驗開發與應用研究, 內政部建築研究所委託研究報告。 29.黃靖方, 2010, 不同產製情境下之生質酒精生命週期評估研究, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 30.黃瓊儀, 2005, 人造纖維產品之生命週期評估研究, 國立成功大學環境工程學系研究所, 碩士論文。 31.楊致行, 1998, CNS/ISO 14040 環境管理-生命週期評估-原則與架構, 工業技術研究院化工所。 32.廖盛銘, 2003, 生命週期評估技術應用於建築物之環境衝擊程度分析比較研究, 立德管理學院資源與環境管理研究所, 碩士論文。 33.劉瑋, 2002, 以生命週期觀點評估不同發電方式對環境之影響, 大葉大學環境工程系研究所, 碩士論文。 34.謝欣倩, 2011, 電動手工工具機的生命週期評估。 <http://setsg.ev.ncu.edu.tw/news%20letter/epnews5-2-2.html> 35.羅文正, 2001, 生命週期評估技術於產業之應用---以6V4Ah 鉛酸電池為例, 朝陽科技大學環境工程與管理研究所, 碩士論文。 36.Bolin C. A., Smith S. T., 2011, Life cycle assessment of pentachlorophenol-treated wooden utility poles with comparisons to steel and concrete utility poles, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2475-2486. 37.Chen C., Habert G., Bouzidi Y., Jullien A., Ventura A., 2009, LCA allocation procedure used as an incitative method for waste recycling: An application to mineral additions in concrete, *Conservation and Recycling*, 54, 1231-1240. 38.Gerilla G.P., Teknomo K., Hokao K., 2007, An environmental assessment of wood and steel reinforced concrete housing construction, *Building and Environment*, 42, 2778-2784. 39.Goedkoop M., Demmers M., Collignon M., 1996, *The Eco-indicator 95 Manual for Designers*. 40.Goedkoop M., Oele M., Schryver A.D., Vieira M., 2008, *Simapro 7 database manual-method library*. 41.Habert G., Roussel N., 2009, Study of two concrete mix-design strategies to reach carbon mitigation objectives, *Cement and Concrete Composites*, 31, 397-402. 42.Huntzinger D. N., Eatmon T. D., 2009, A life-cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies, *Journal of Cleaner Production*, 17, 668-675. 43.Khan F., Hawboldt K., Iqbal M., 2005, Life cycle analysis of wind-fuel cell integrated system, *Renewable Energy*, 30, 157-177. 44.Lopes E., Dias A., Arroja L., Capela I., Pereira F., 2000, Application of life cycle assessment to the Portuguese pulp and paper industry, *Cleaner Production*, 11, 51-59. 45.Marinkovi? S., Radonjanin V., Male?ev M., Ignjatovi? I., 2010, Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete, *Waste Management*, 30, 2255-2264. 46.SETAC, 1993, *A Conceptual Framework for Life-Cycle Impact Assessment*, Workshop Report, 22-23. 47.Sjunnesson J., 2005, *Life Cycle Assessment of Concrete*, Department of Technology and Society. 48.Zufia J., Arana L., 2007, Life cycle assessment to eco-design food products: industrial cooked dish case study, *Cleaner Production*, 1915-1921.