

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄.....	III
表 目 錄.....	VI
圖 目 錄.....	VII
符號索引.....	IX

第一章 前言.....	1
1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的與內容.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 生物薄膜反應器.....	6
2.1.1 歷史沿革.....	6
2.1.2 操作型式.....	7
2.1.3 優點.....	9
2.2 薄膜單元.....	12
2.2.1 薄膜孔徑及材質.....	12
2.2.2 薄膜模組型式.....	13
2.2.3 截流式與掃流式過濾.....	15
2.2.4 薄膜積垢.....	16
2.2.5 薄膜積垢解決方法.....	19
2.2.6 薄膜阻抗分析.....	20
2.3 生物薄膜反應器之積垢因子.....	22
2.3.1 薄膜性質.....	23

2.3.2	污泥特性	24
2.3.2.1	污泥濃度	24
2.3.2.2	溶解性物質	24
2.3.2.3	顆粒粒徑分佈	25
2.3.2.4	胞外聚合物	26
2.3.3	操作條件	28
2.3.3.1	掃流速度與曝氣強度	28
2.3.3.2	水力停留時間與有機負荷率	28
2.3.3.3	污泥停留時間	29
2.4	臨界通量與次臨界通量	30
第三章	實驗材料、設備與方法	34
3.1	實驗材料	35
3.1.1	進流水樣	35
3.1.2	實驗薄膜	36
3.2	實驗設備	37
3.2.1	沉浸式生物薄膜反應器	37
3.2.2	截流式過濾系統	39
3.3	實驗方法	40
3.3.1	臨界通量之量測	40
3.3.2	污泥馴養	41
3.3.3	胞外聚合物分析	43
3.3.4	親疏水性分析	46
3.3.5	比攝氧率分析	47
3.3.6	SEM & EDS分析	48
3.3.7	FTIR分析	49

3.3.8	薄膜阻抗分析	50
3.3.9	不同污泥成份之阻抗分析	51
第四章	結果與討論	53
4.1	沉浸式生物薄膜反應器之操作特性研究	53
4.1.1	臨界通量之量測	53
4.1.2	污泥濃度變化	55
4.1.3	污泥膠羽大小變化	56
4.1.4	胞外聚合物變化	58
4.1.5	污泥膠羽親疏水性變化	63
4.1.6	菌體活性變化	64
4.1.7	有機物去除效率	65
4.1.8	氨氮去除效率	66
4.1.9	次臨界通量操作下之薄膜積垢現象	67
4.1.9.1	薄膜表面元素分析	70
4.1.9.2	薄膜表面官能基分析	72
4.2	截流式過濾系統之薄膜阻抗分析	73
4.2.1	薄膜表面結構及親疏水性	73
4.2.2	薄膜孔徑	77
4.2.4	水流剪力	78
4.2.5	污泥成份	80
第五章	結論與建議	82
5.1	結論	82
5.2	建議	83
	參考文獻	84

表 目 錄

表 2-1	全球商業化MBR之整理	7
表 2-2	不同MBR系統之薄膜阻抗分析	21
表 2-3	各種臨界通量定義及其量測方法比較.....	32
表 3-1	濃縮合成水樣之組成及濃度	35
表 3-2	實驗薄膜之基本特性	36
表 3-3	污泥馴養之操作條件	42
表 3-4	實驗分析項目及方法	42
表 4-1	乾淨薄膜表面之元素種類及含量	70
表 4-2	積垢薄膜表面之元素種類及含量	71
表 4-3	不同材質薄膜之親疏水性比較	76
表 4-4	不同材質薄膜之過濾阻抗分析	76
表 4-5	不同孔徑薄膜之過濾阻抗分析	77
表 4-6	不同水流剪力對KUBOTA薄膜之過濾阻抗分析	79
表 4-7	水流剪力對不同孔徑MCE薄膜之過濾阻抗分析	79
表 4-8	不同污泥成份對薄膜積垢之貢獻	80

圖 目 錄

圖 2-1	MBR取代傳統二級處理程序設施之示意圖.....	5
圖 2-2	MBR之操作型式.....	8
圖 2-3	沉浸式與側流式MBR之研究數量變化.....	8
圖 2-4	薄膜模組型式.....	14
圖 2-5	薄膜過濾型式.....	16
圖 2-6	薄膜阻塞機制.....	17
圖 2-7	薄膜通量與TMP之關係.....	18
圖 2-8	薄膜積垢因子.....	22
圖 2-9	顆粒質量傳輸示意圖.....	31
圖 3-1	研究架構.....	34
圖 3-2	MBR之示意圖.....	37
圖 3-3	MBR系統之實際操作情況.....	38
圖 3-4	截流式過濾系統之示意圖.....	39
圖 3-5	逐步通量增加法.....	40
圖 3-6	EPS之萃取流程.....	43
圖 3-7	Phenol-sulfuric acid method.....	44
圖 3-8	Bradford method.....	45
圖 3-9	親疏水性之接觸角比較.....	46
圖 4-1	臨界通量量測.....	53
圖 4-2	薄膜積垢速率與滲透率隨操作通量之變化.....	54
圖 4-3	MLSS、MLVSS/MLSS及SVI之變化.....	55
圖 4-4	污泥膠羽大小之分佈.....	56
圖 4-5	污泥膠羽大小之變化.....	57
圖 4-6	污泥脫水性之變化.....	59

圖 4-7	污泥膠羽之形態	59
圖 4-8	EPS組成之變化	60
圖 4-9	EPS中蛋白質與多醣類濃度之變化	61
圖 4-10	溶解性、萃取性及總EPS濃度之變化	62
圖 4-11	污泥膠羽親疏水性與EPS組成之變化	63
圖 4-12	菌體活性與SMP濃度之變化	64
圖 4-13	MBR之有機物進流、出流濃度與去除率	65
圖 4-14	MBR之氮氮進流、出流濃度與去除率	66
圖 4-15	MBR系統之TMP變化	68
圖 4-16	KUBOTA薄膜之表面結構	69
圖 4-17	乾淨薄膜表面之元素分析圖譜	70
圖 4-18	積垢薄膜表面之元素分析圖譜	71
圖 4-19	乾淨及積垢薄膜表面之FTIR分析圖譜	72
圖 4-20	不同材質薄膜之表面結構	74
圖 4-21	不同材質薄膜之接觸角分析	75
圖 4-22	不同污泥成份之過濾阻抗變化	81

符號索引 (Nomenclature)

EPS	extracellular polymeric substances	胞外聚合物
J	flux ($L/m^2 h$)	薄膜通量
J_c	critical flux ($L/m^2 h$)	臨界通量
TMP	transmembrane pressure (kPa)	透膜壓力
K	permeability ($m^3/m^2 s Pa$)	薄膜滲透率
dTMP/dt	fouling rate (kPa/h)	薄膜積垢速率
R_t	total filtration resistance (m^{-1})	過濾總組抗
R_m	membrane resistance (m^{-1})	薄膜阻抗
R_f	fouling resistance (m^{-1})	孔洞阻塞阻抗
R_c	cake layer resistance (m^{-1})	濾餅阻抗
R_{AS}	activated sludge resistance (m^{-1})	活性污泥總阻抗
R_{ss}	suspended solids resistance (m^{-1})	懸浮固體物阻抗
R_{col}	colloids resistance (m^{-1})	膠體物質阻抗
R_{sol}	solutes resistance (m^{-1})	溶解性物質阻抗
μ	viscosity (Pa s)	過濾液黏度