

議程表

時 間	議 程	主持人
09:00-09:15	報到/受付	
09:15-09:30	致詞/開会挨拶 國立臺北科技大學水環境研究中心主任 林鎮洋 教授	林鎮洋 教授 (國立臺北科技大學 水環境研究中心主任)
09:30-11:00	MSL 污水淨化原理與案例 MSL による污水淨化機構と適用事例 主講人：増永二之 教授 (日本島根大学)	陳起鳳 副教授 (中國文化大學 土地資源學系)
11:00-11:20	茶敘/休憩	
11:20-11:50	臺灣 MSL 發展之現況與展望 台湾における MSL 発展の現状と見通し 主講人：何嘉浚 副教授 (國立臺北科技大學)	康世芳 教授 (淡江大學水資源及 環境工程學系)
11:50-12:10	綜合討論/綜合討議	
12:10-13:30	午餐/昼飯	
13:30-15:30	日本 MSL 設施設計、施工、檢查及維護管理之案例 日本における MSL 施設の設計と施工、施設の点検と 維持管理の事例紹介 主講人：増岡久雄 所長 (カナツ技建工業)	施武陽 助理教授 (中原大學環境工程 學系)
15:30-15:50	茶敘/休憩	
15:50-17:00	Q&A 及綜合討論/質疑応答及び綜合討議	葉俊宏 處長 林鎮洋 教授 何嘉浚 副教授 陳起鳳 副教授 施武陽 助理教授

目錄

MSL 污水淨化原理與案例	6
臺灣 MSL 發展之現況與展望	30
日本 MSL 設施設計、施工、檢查及維護管理之案例	51

開幕主持人暨致詞人

林鎮洋 教授

現任

國立臺北科技大學土木系特聘教授

國立臺北科技大學水環境研究中心主任

國立臺北科技大學低碳綠能與生態社區中心主任

國立台灣大學環境工程學研究所兼任教授



學歷

德國 Kassel 大學土木學院環境水利博士

國立台灣大學環境工程所碩士

國立台灣大學土木工程系學士

經歷

國立臺北科技大學土木系講師、副教授、教授

國立臺北科技大學研發總中心主任

國立臺北科技大學總務長

德國 Kassel 大學水及環就研究所訪問研究

國立台灣大學環境工程研究所兼任副教授

德國 HPC 顧問公司環境工程 工程師

益鼎工程公司環境工程 副工程師

專長領域

生態工法

集水區管理(非點源)

地下水/水資源工程 環境規劃與管理

場次一主持人

陳起鳳 教授

現任

中國文化大學 土地資源學系 副教授

學歷

國立台灣大學環境工程研究所博士

國立成功大學環境工程學研究所碩士

國立成功大學環境工程系學士



經歷

中國文化大學土地資源系助理教授

台北科技大學土木系兼任助理教授

臺灣大學全球變遷研究中心博士後研究員

專長領域

環境工程

環境規劃與管理

集水區管理

不確定性分析

場次一主講人

增永二之 教授

現任

日本島根大學生命與環境科學系教授



學歷

日本鳥取大學生物與環境科學博士

日本島根大學農業科學碩士

日本島根大學農業科學學士

經歷

日本島根大學生命與環境科學系客座教授

日本島根大學生命與環境科學系副教授

日本島根大學生命與環境科學系教授

專長領域

土壤淨化污水處理技術

植物土壤淨化污水處理技術

世界水稻土壤優化管理系統之執行與調查（日本、印尼、肯亞、衣索比亞、奈及利亞與阿富汗等國家）

土壤科學

植物營養學

MSL 汚水浄化原理與案例

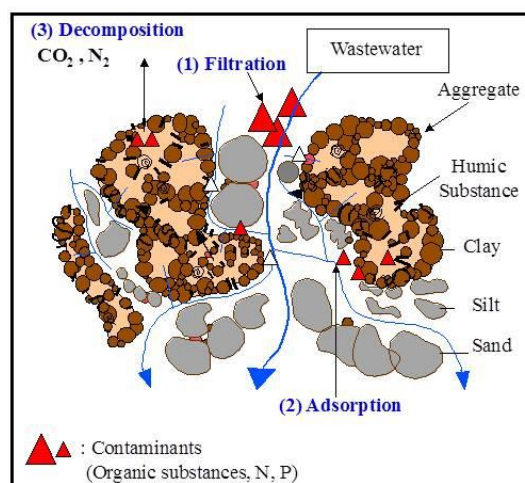


MSLによる汚水浄化機構と適用事例 Mechanisms of wastewater treatment by MSL and its applications

Tsugiyuki Masunaga, Kuniaki Sato,
Faculty of Life & Environmental Science, Shimane Univ., Matsue, 690-8504, Japan



Soil's Purifying Function of Wastewater



Composition of Soil

- minerals (clay, silt, sand, gravel)
- organic matters (humus, organic residues)
- organisms

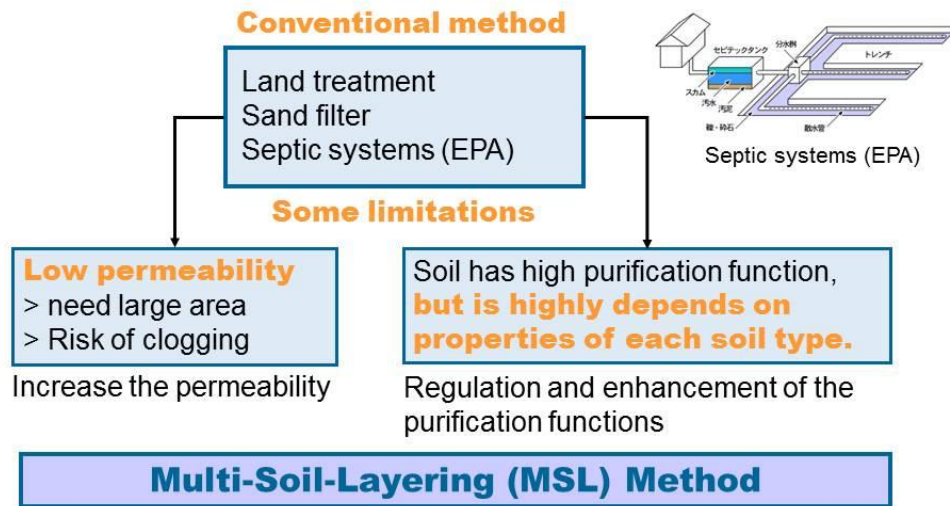
High specific surface area
High variation of :

- size of particles
- physical and chemical properties (hydrophilic/phobic, ion exchange capacity, aerobic/anaerobic, etc)
- species of microorganisms

(1) Filtration
(2) Adsorption (NH_4 , P, O.M.)
(3) Decomposition

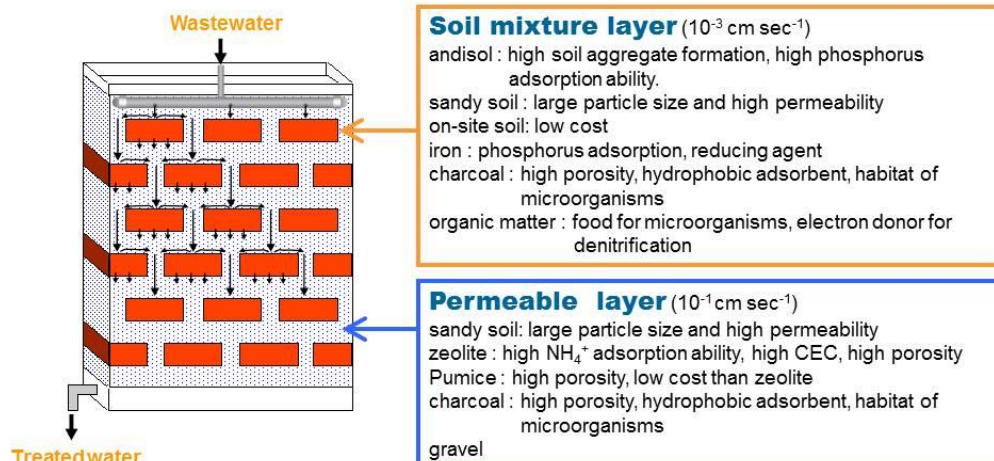
Background

The use of soil for water treatment has a long history in the world.

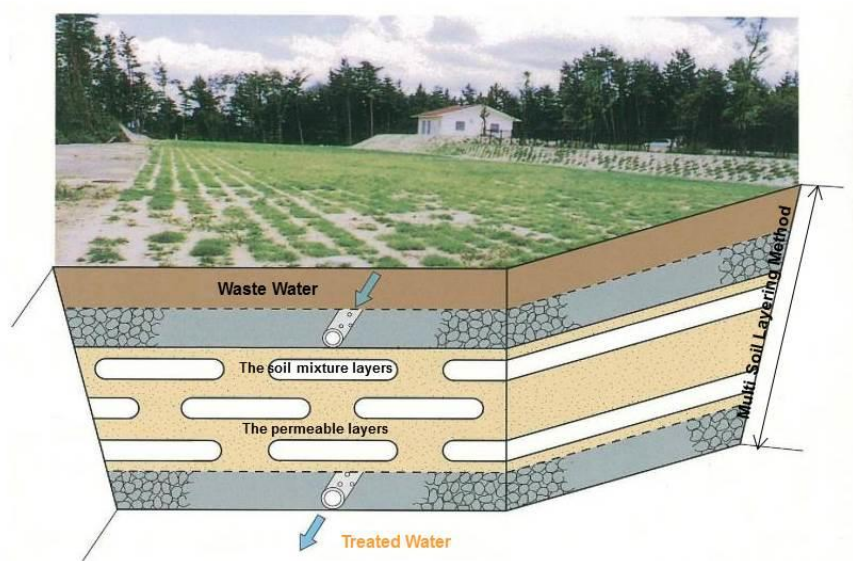


Multi-Soil-Layering (MSL) Method

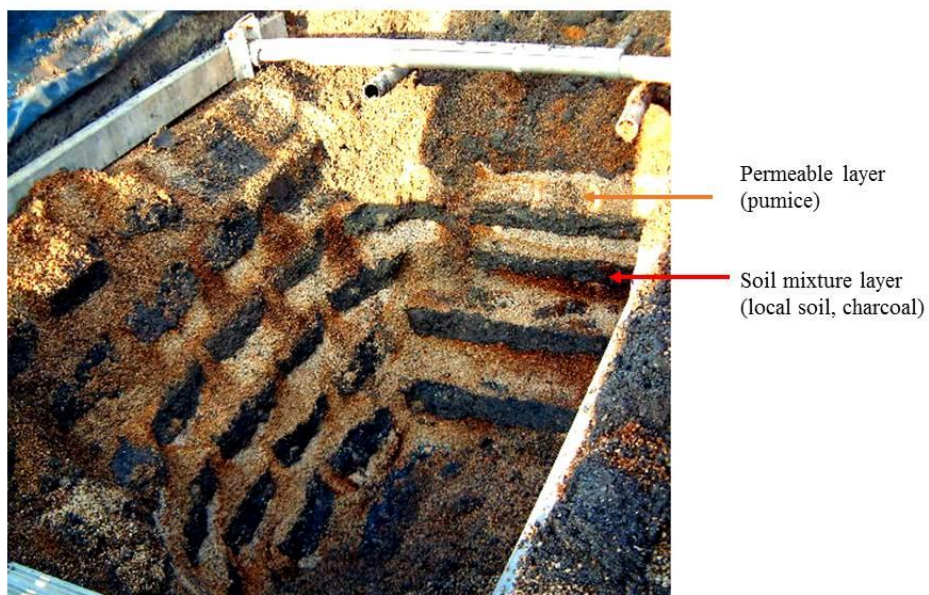
The MSL method consists of soil units arranged in a brick-like pattern surrounded by layers of zeolite or alternating particles of homogeneous sizes that allow a high hydraulic loading rate.



Conceptual diagram of MSL Method



Cross section of a MSL system used for a field experiment of river water treatment.

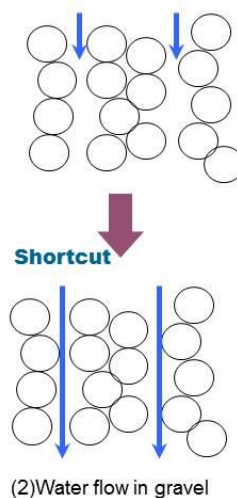
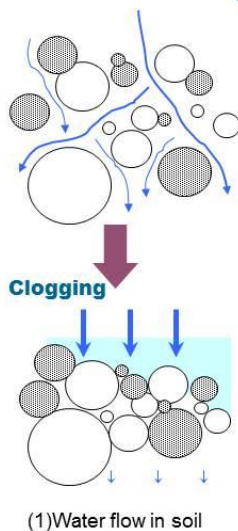


Characteristics of the MSL method

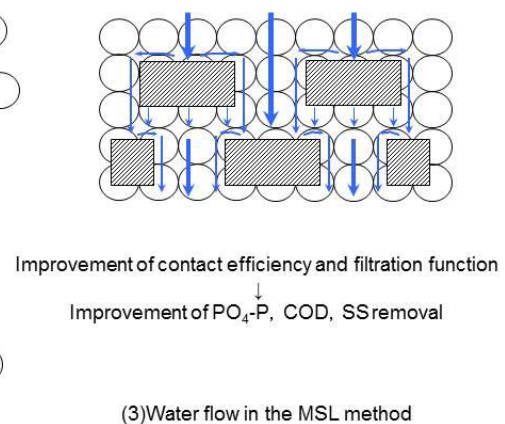
1. High purification ability
2. High removal efficiency of N and P
3. Stable high treatment performance against fluctuation of raw water
4. Low maintenance
5. Reuse of treated water and soil
6. MSL system can be composed from locally available resources
7. Harmony with the landscape

Prevention mechanisms of clogging and shortcut in MSL method

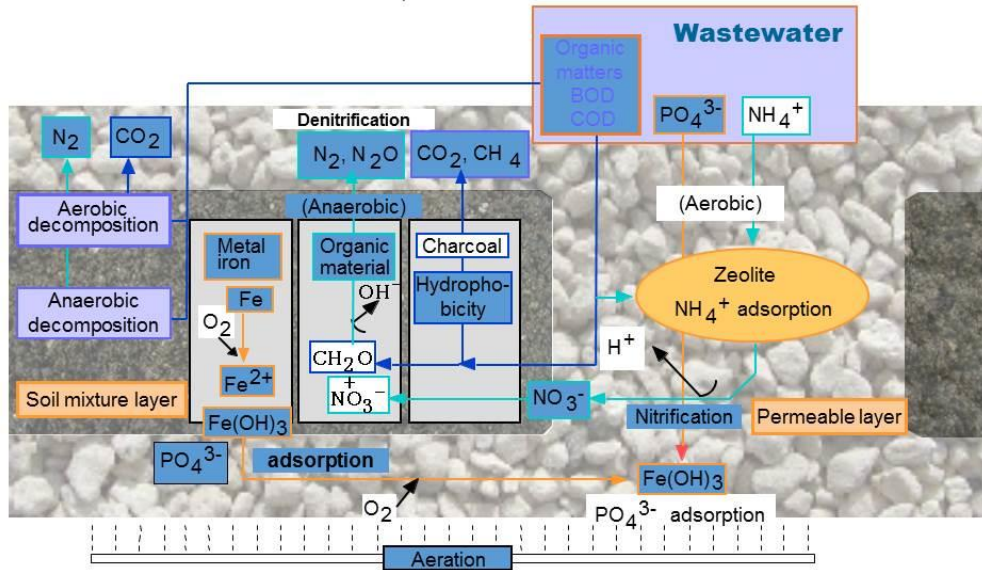
Lack of uniformity **Highly level of uniformity**



Prevention effect by MSL method



Treatment processes of MSL Method



Performance of the MSL Method

○Loading rate

BOD、T-N、T-P removal
BOD removal only

The standard is $100\text{L m}^{-2}\text{ day}^{-1}$.
It can be increased up to $4000\text{L m}^{-2}\text{ day}^{-1}$

Experimental results (in Shimane University)

type of water (loading rate)		BOD	T-P	T-N	
I	river, lake, treated water from wastewater treatment plant	raw water (mg/l)	25	2.7	12
		treated water (mg/l)	5	1.7	4
	(200-5000 L M ⁻³ day ⁻¹)	removal rate(%)	77	44	52
II	domestic and toilet wastewater	raw water (mg/l)	190	6.5	58
		treated water (mg/l)	16	1.7	30
	(200-2000 L M ⁻³ day ⁻¹)	removal rate(%)	91	75	48
III	livestock wastewater high polluted water	raw water (mg/l)	1400	40	240
		treated water (mg/l)	47	5.4	92
	(30-300 L M ⁻³ day ⁻¹)	removal rate(%)	96	88	61

Improvement of treatment efficiency with modification of soil mixture block

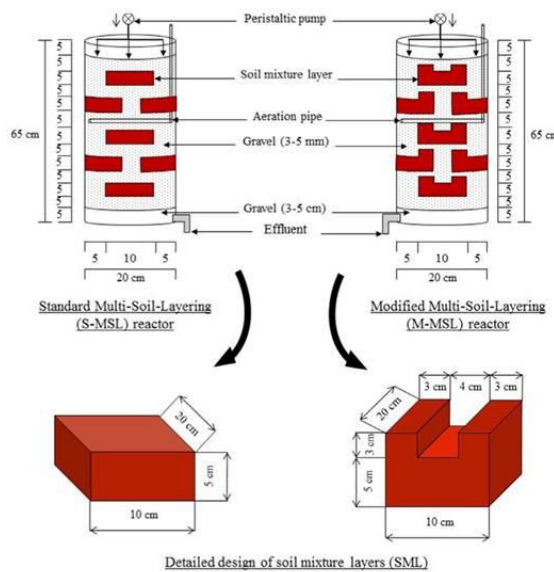


Fig. 3. Schematic design and detailed composition of standard and modified MSL reactors.

Latrach et al. 2018. Ecological Engineering.117, 140-152

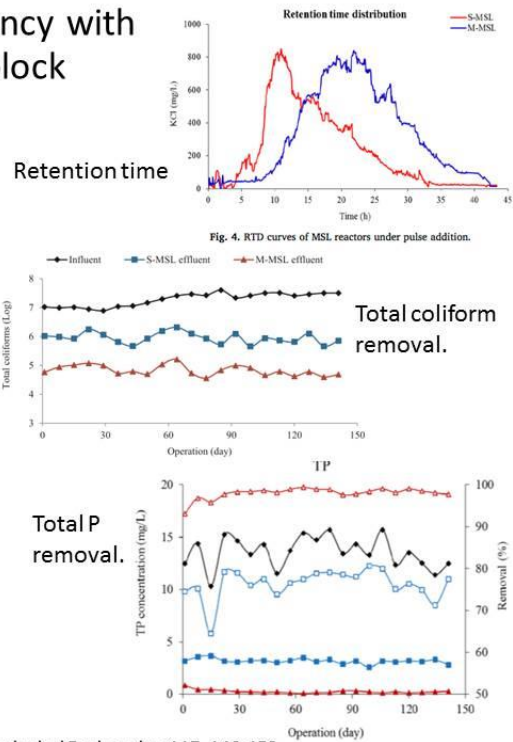


Fig. 4. RTD curves of MSL reactors under pulse addition.

Removal of bacterial indicators by MSL system

It is not very efficient to remove microbes by MSL system. Therefore, it is better combine with other method to remove or sterilize microbes.

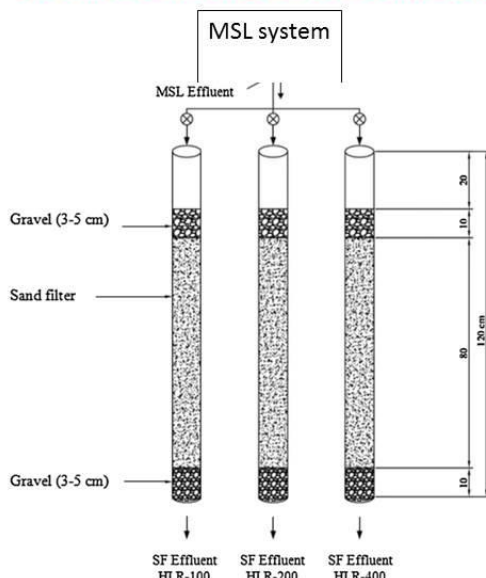


Fig. 1. Schematic diagram of the experiment setup.

Microbial indicators performances of MSL pilot (mean $\pm$ standard deviation).

Parameters	Influent	Effluent
Total coliforms (Log_{10} CFU/100 mL)	6.82 ± 0.09	5.49 ± 0.03
Fecal coliforms (Log_{10} CFU/100 mL)	6.71 ± 0.08	5.53 ± 0.05
Fecal streptococci (Log_{10} CFU/100 mL)	5.40 ± 0.10	4.38 ± 0.04
Helminthes eggs (eggs/L)	244	2

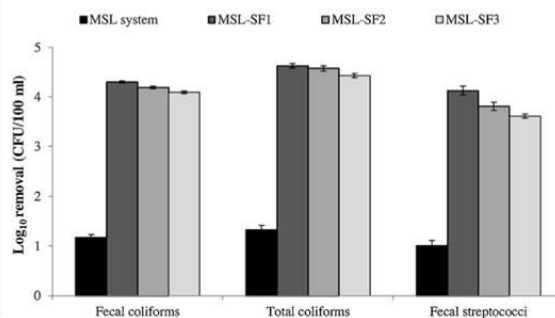


Fig. 2. Average removal efficiencies of bacterial indicators MSL and MSL-SFs (Log units).

Latrach et al. 2016. Ecological Engineering. 91, 294-301

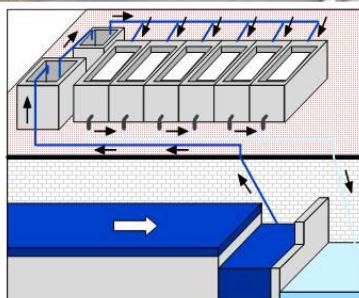
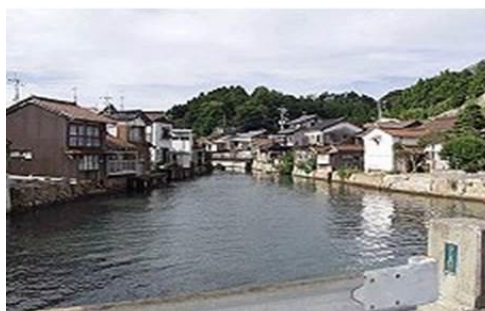
Application cases

Name of institution	Installed area (Prefecture)	Volume of wastewater (m ³ /day)	Loading rate (L/m ² /day)	Specification of MSL method
▼25~100L/m²/day Type				
[Parks]				
1. A Park	Shimane	2.5	25	100m ²
2. B Park	Shimane	6.5	100	65m ²
3. C Park	Shimane	176	100	1636m ² (20.8m×4.6m×2)
4. D Park	Shimane	10.2	100	110m ² (7m×16m)
5. E Park	Shimane	3.25	50	65m ² (6.95m×9.45m)
6. F Park public lavatory	Shimane	4	80	51m ²
7. G Park	Shimane	2.5	100	25m ² (5m×5m)
8. H Park	Shimane	15		
9. I Park	Shimane			
10. J Park	Shimane	4.25	50	85m ² (7.2m×11.9m)
11. K Park public lavatory	Shimane	2.5	100	25m ² (2.1m×12.6m)
12. L Park public lavatory	Shimane	4.5	30	168m ² (8.3m×20.3m)
13. M Park public lavatory	Shimane	1.5	100	15m ² (3m×5m)
14. N Park public lavatory	Shimane	4.0	100	40m ²
15. O Park	Shimane	0.5	100	5m ²
16. P Park	Shimane	16	100	170m ²
17. Q Park public lavatory	Shimane	2.5	100	25m ²
18. R Park	Shimane	50	100	505.4m ² (10.7m×16.4m×3)
19. S Park	Yamaguchi	2.1	100	21m ² (3.5m×6.75m)
[Simple Sewage Works institutions]				
1. A Awa	Shimane	16.2	100	162m ² (10m×16.2m)
2. B Awa	Shimane	12.42	100	125m ² (11.2m×11.2m)
3. C Awa	Shimane	11.07	100	116.2m ² (7.8m×14.9m)
4. D Awa	Shimane	21.6	100	181.4m ² (10.8×16.8)
5. E Awa	Shimane	9.45	100	94.7m ² (14.8m×7.1~5.7m)

Name of institution	Installed area (Prefecture)	Volume of wastewater (m ³ /day)	Loading rate (L/m ² /day)	Specification of MSL method
[Others]				
1. A Hydroponics	Hiroshima	2	50	40m ² (8m×5m)
2. B Hydroponics	Osaka	2	50	40m ² (8m×5m)
3. C Residence	Shimane	1	100	10m ² ×2 (4m×2.5m×2)
4. D Protection-of-nature center	Okayama	20.8	100	230m ² (11.5m×20m)
5. E protection-of-nature center	Okayama	1.25		
6. F Office	Osaka	2	30	6.5m ² ×2 (2m×3.5m×2)
7. G Ski area	Shimane	40	100	400m ² (16.2m×26.5m)
8. H Hydroponics	Shimane	0.5	50	10m ² ×2 (3.2m×3.2m×2)
▼1,000~4,000L/m²/day Type				
[River Water Treatment]				
1. A River	Fukuoka	7000	4000	1750m ² (20m×15m×6)
2. B River	Enma	50	4000	15m ² (2m×2.5m×3)
3. C Agricultural drainage canal	Tokushima	200	2000	100m ² (3.2m×6m×4)
[Parks]				
1. A Park	Shimane	4.0	1000	4m ² (2m×2m)
2. B Park	Shimane	24	1500	16.2m ² (2.8m×5.8m)
▼Ecology Toilet				
20 sets in Japan		1.2~5.4		

Application case

River



Application case

Park



Application case

Park



Application case

Domestic wastewater



Application case

Small scale community



Application case

Small scale community



Application case

cottage



Application case

camping site

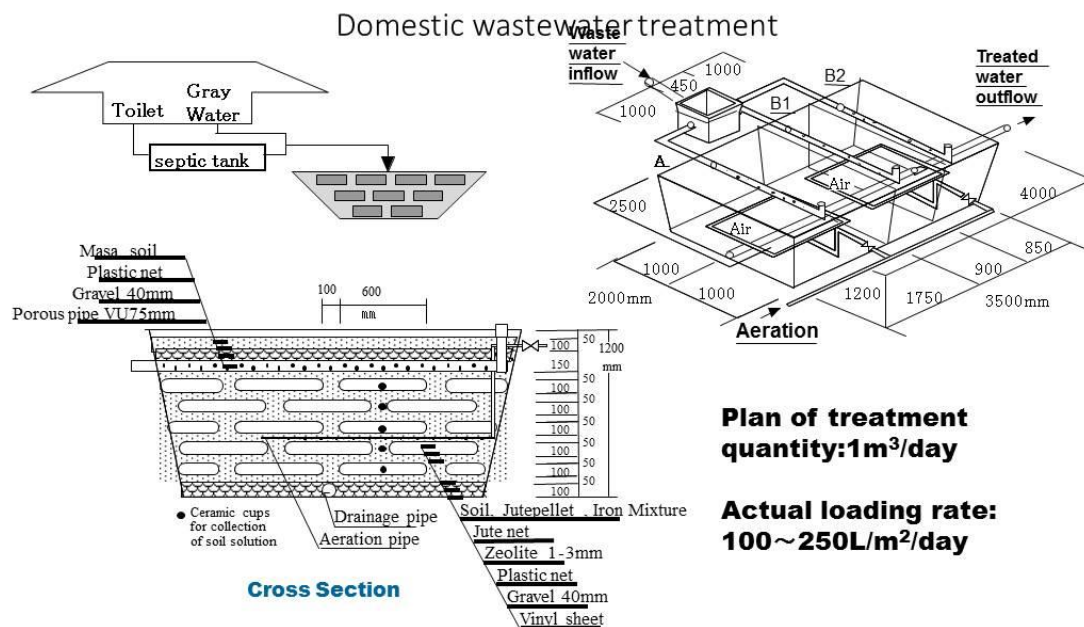


General summary of treatment results

Results of practical use

type of water (loading rate)		BOD	T-P	T-N
[park] a public latrine (100 L M ⁻³ day ⁻¹)	raw water (mg/l)	5.4	4.46	39.4
	treated water (mg/l)	0.7	0.04	15.5
	removal rate(%)	81.7	99.1	60.7
[estate, office] a cooperative society office in Osaka (30 L M ⁻³ day ⁻¹)	raw water (mg/l)	44.1	4.72	45.8
	treated water (mg/l)	8.5	1.35	13.2
	removal rate(%)	80.7	71.4	71.2
[house] advanced treatment of domestic wastewater (100 L M ⁻³ day ⁻¹)	raw water (mg/l)	53.2	7.82	64.8
	treated water (mg/l)	4.8	0.81	5.1
	removal rate(%)	90.9	89.6	92.1
[river] direct river treatment system in Kumazoe River (4000 L M ⁻³ day ⁻¹)	raw water (mg/l)	15.7	-	-
	treated water (mg/l)	1.6	-	-
	removal rate(%)	90	-	-

Application case: Domestic wastewater treatment



Construction



Mixed soil filled into jute bags



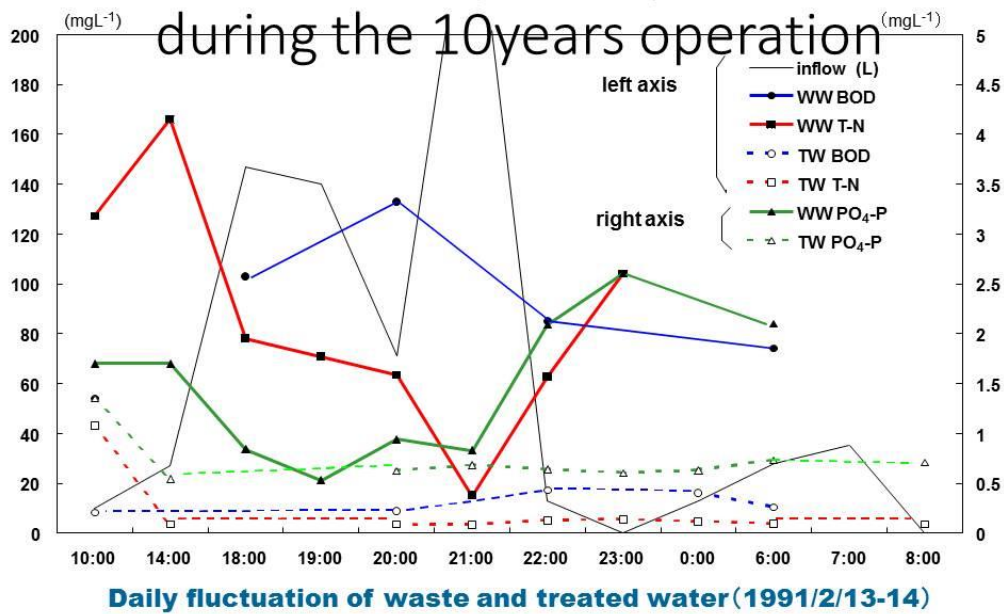
Aeration pipe



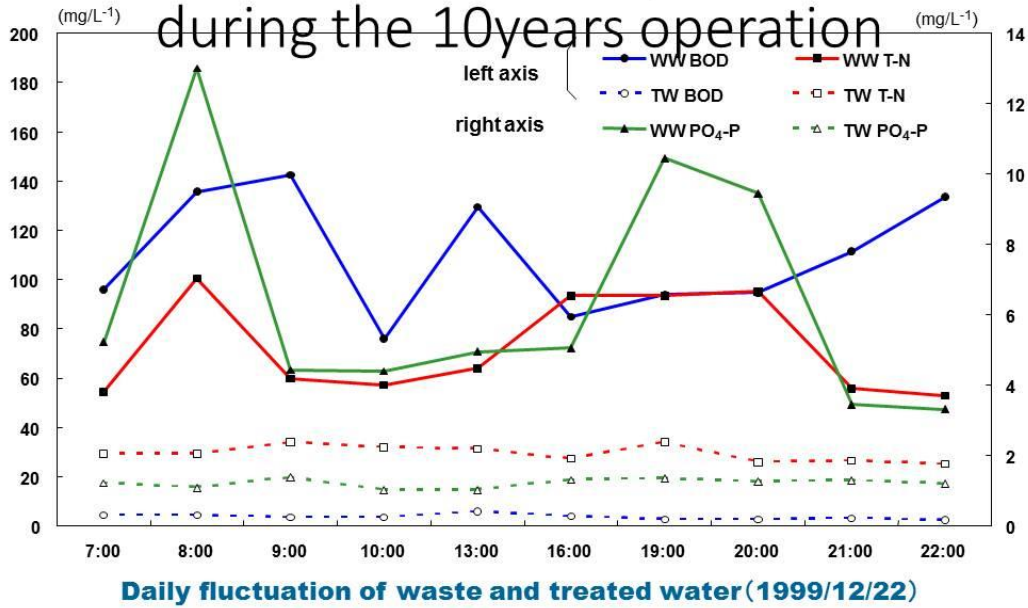
Appearance



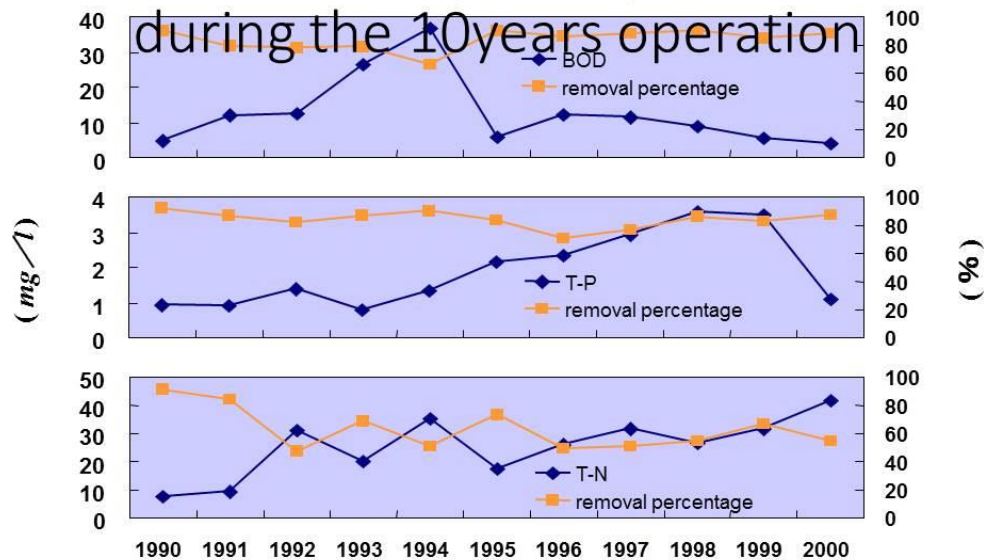
Evaluation of system performance during the 10 years operation



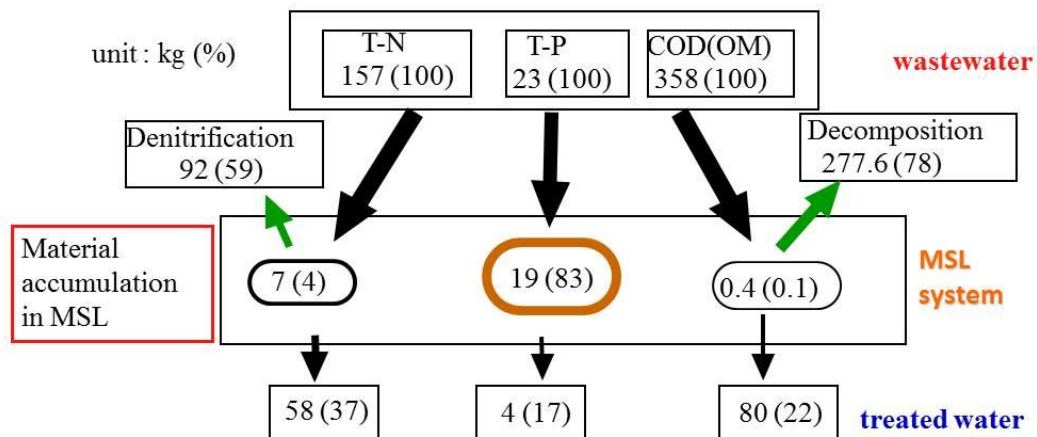
Evaluation of system performance during the 10 years operation



Evaluation of system performance during the 10 years operation



Change of BOD,T-P,T-N concentration and removal percentage of treated water

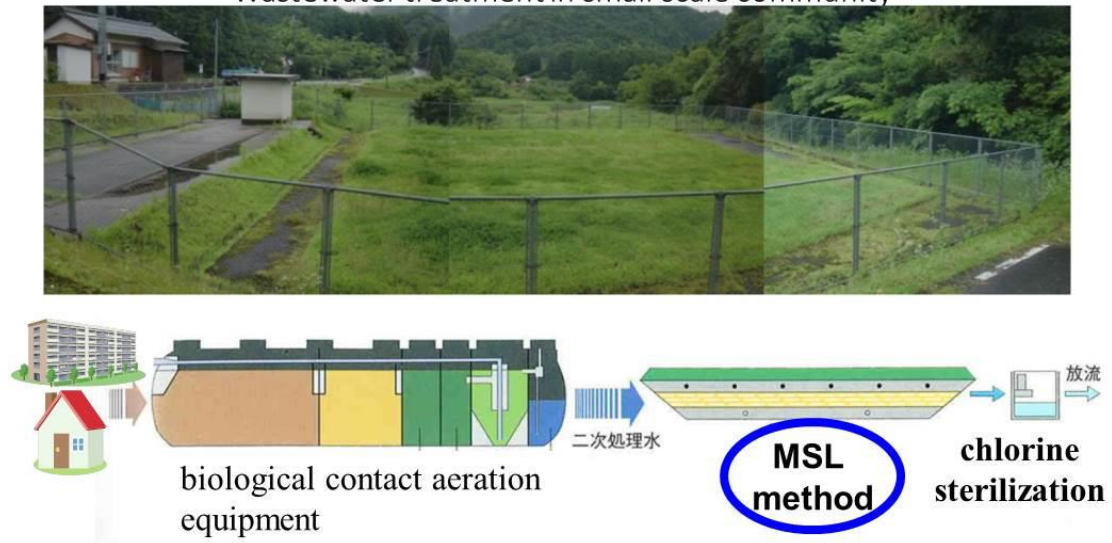


Mass balances of contaminants for 10 years treatment

P adsorption capacity depends on the amount of adsorbents and P concentration in wastewater.

Application case:
Wastewater Treatment in
Small scale community

Wastewater treatment in small scale community



Process of wastewater treatment in small scale community

Outline of the facilities in small scale community

	Duration of operation (year)	Population connected to MSL	water consumption in each community (m ³ /day)	Area of MSL (m ²)	Loading rate in MSL (m ³ /m ² /day)
MSL1	17	30	5.8	181	0.032
MSL2	20	35	9.0	162	0.055
MSL3	19	24	5.7	125	0.046



Operation period of MSL

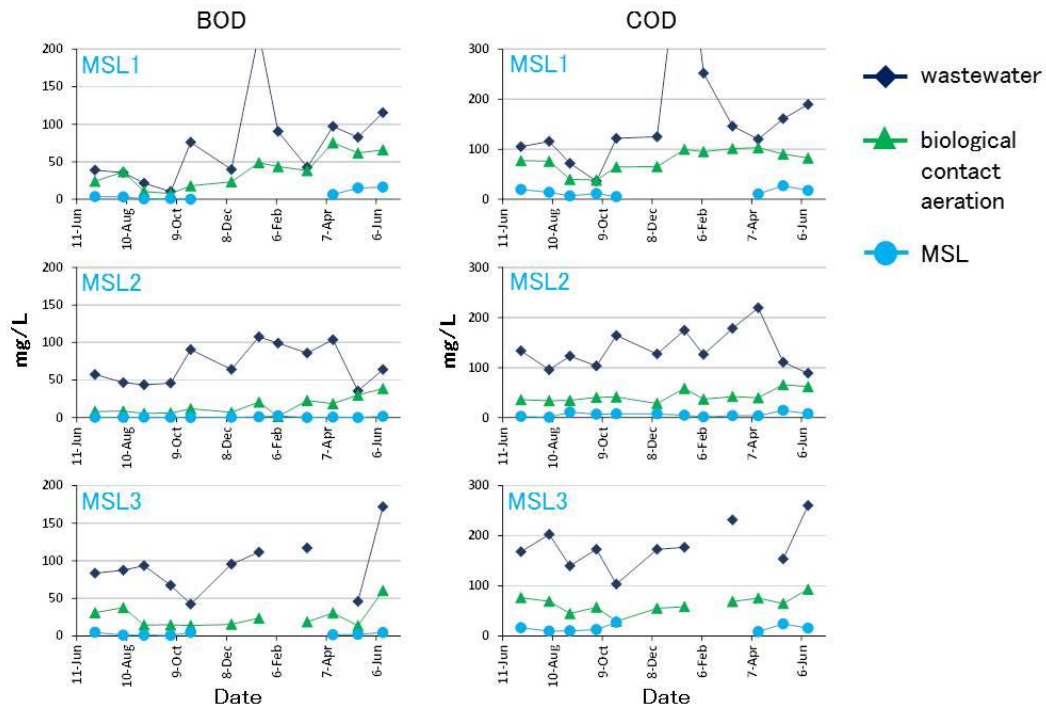
MSL 1 and 3:

May – October (during rice farming)

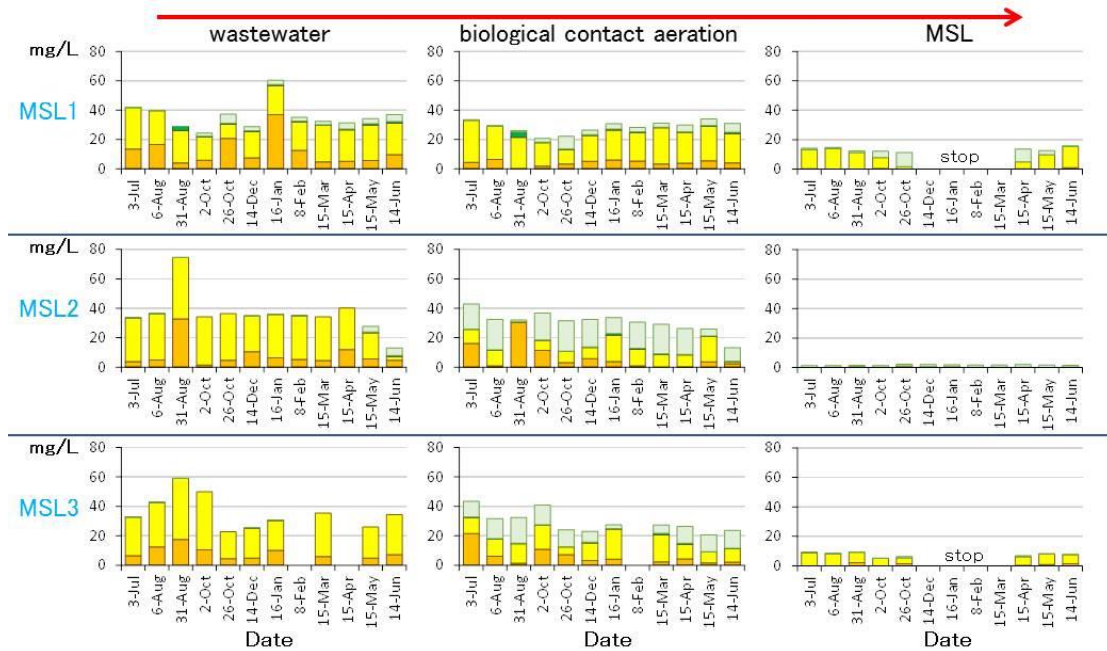
MSL 2:

All year around



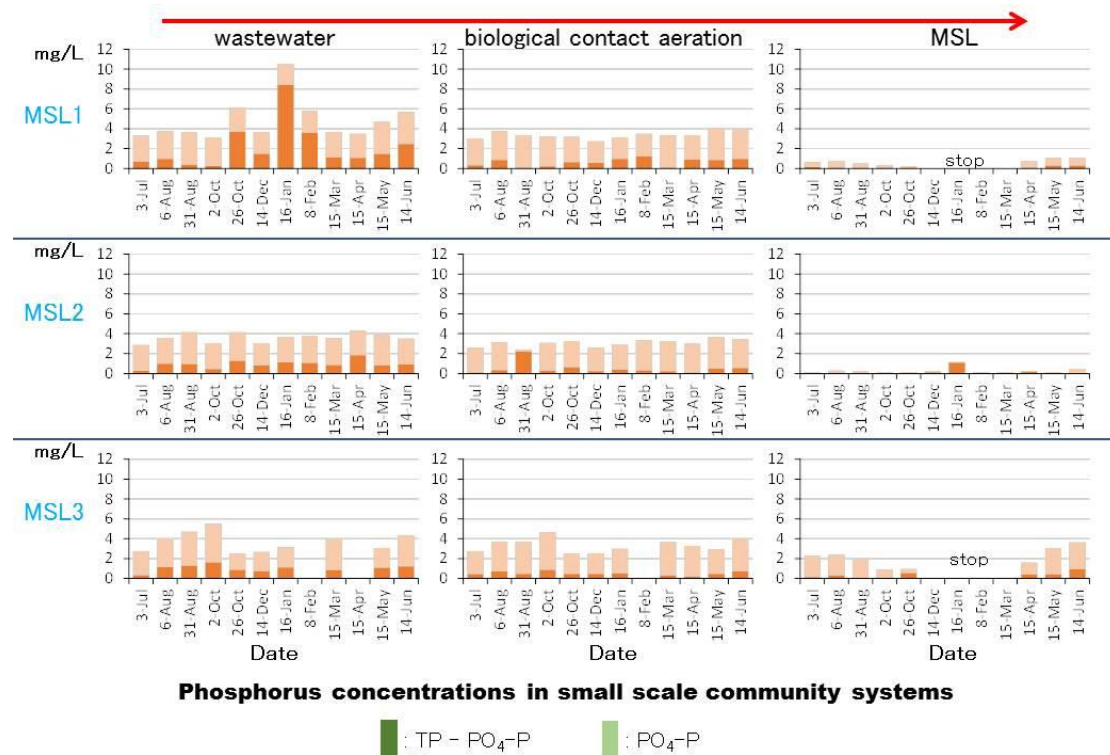


BOD and COD concentrations in small scale community systems



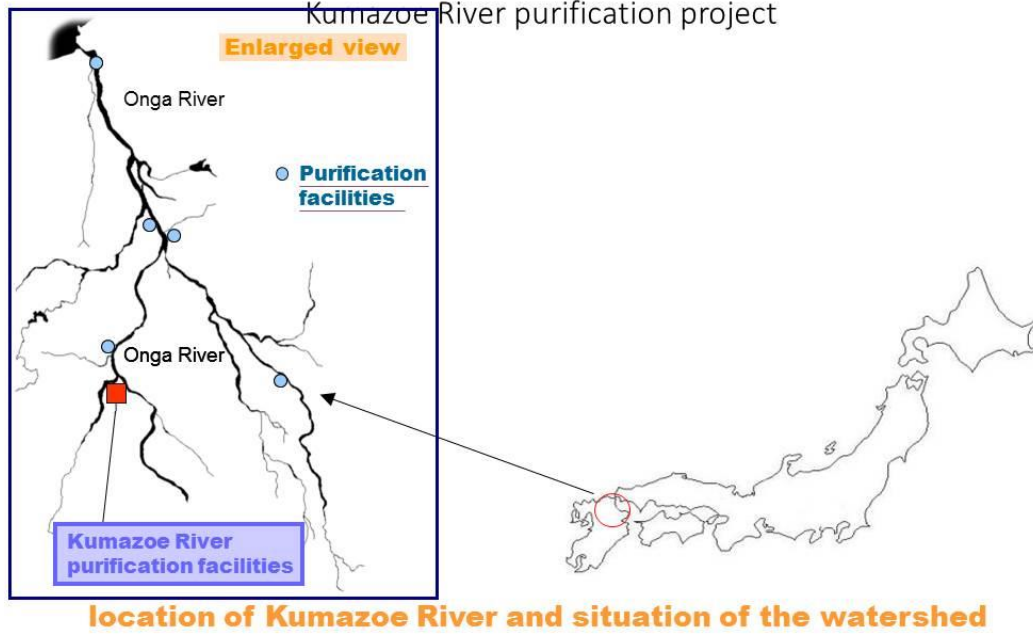
Nitrogen concentrations in small scale community systems

: TN - inorganic N
 : $\text{NH}_4\text{-N}$
 : $\text{NO}_2\text{-N}$
 : $\text{NO}_3\text{-N}$



Application case:
Treatment of Polluted River Water
by the MSL Method

Kumazoe River purification project



Kumazoe River basin

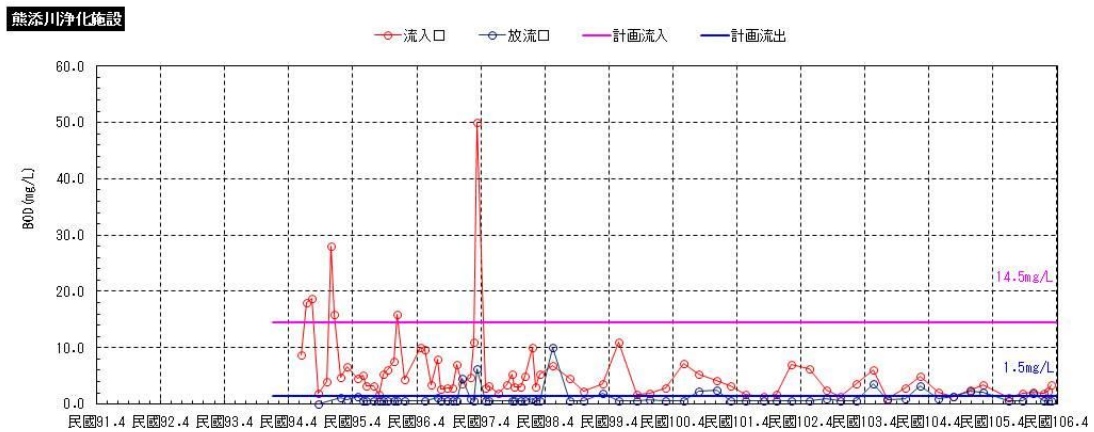


The general situation of Kumazoe River



The catchment area	2.5km ² (the urban area: about 80%)
Length of river channel	1.2km
River flow	average of winter: 7000m ³ day ⁻¹ average of summer: 28000 m ³ day ⁻¹
Quality of the river water	average BOD concentration of winter 55mg L ⁻¹ average BOD concentration of summer 9 mg L ⁻¹

BOD removal (2005-2017)



Application of MSL in abroad (Morocco) 1



Morocco, a village 35km from Marrakesh.
The drainage from the village is causing the pollution of water source of Marrakesh.



Application of MSL in abroad (Morocco) 2

Water consumption is less than 50L/person/day.
Pollutants are very high comparing with domestic wastewater in humid region.





Thank you for your attention.



第二場次主持人

康世芳 教授

現任

淡江大學水資源及環境工程學系教授

學歷

日本國立東北大學土木工程研究所工學博士

國立成功大學環境工程研究所工學碩士

國立成功大學環境工程學系工學學士

經歷

台北市台北翡翠水庫管理局局長

淡江大學水資源及環境工程學系副教授、教授

財團法人工業技術研究院化學工業研究所工程師

美國德拉瓦(Delware)大學土木及環境工程學系短期訪問學者

專長領域

化學混凝、過濾

Fenton 相關高級氧化程序於水與廢水處理

染整工業水處理(用水、廢水、回收再利用)

淨化場污泥、染整工業污泥之減量與資源化

水回收再利用



場次二主講人

何嘉浚 教授

現任

國立臺北科技大學 土木工程系 副教授

學歷

法國科諾博勒第一大學(又名約瑟夫 傅立葉大學) 水利與環境博士

國立臺灣大學 土木工程博士

國立臺灣大學 土木工程系碩士

國立臺灣工業技術學院 營建工程系學士

經歷

國立台北科技大學 土木工程系 助理教授

國立臺灣大學 博士後研究人員

法國科諾博勒第一大學 研究人員

吉興工程顧問公司 設計工程師

專長領域

環境與生態工程

邊坡穩定工程

坡地與河岸沖蝕行為、環境規劃與管理



台灣 MSL 發展之現況與展望

WERC 水環境研究中心

呈層覆合土壤(Multi-soil-layer, MSL)水質淨化技術講習會

台灣MSL發展之現況與展望

台湾にけるMSL発展の現状と見通し

何嘉浚 教授

國立臺北科技大學水環境研究中心

2018年06月06日

WERC 水環境研究中心

簡報大綱

系統簡介

去污機制

呈層複合土壤
水質淨化系統
(MSL)

國內應用

案例探討

2

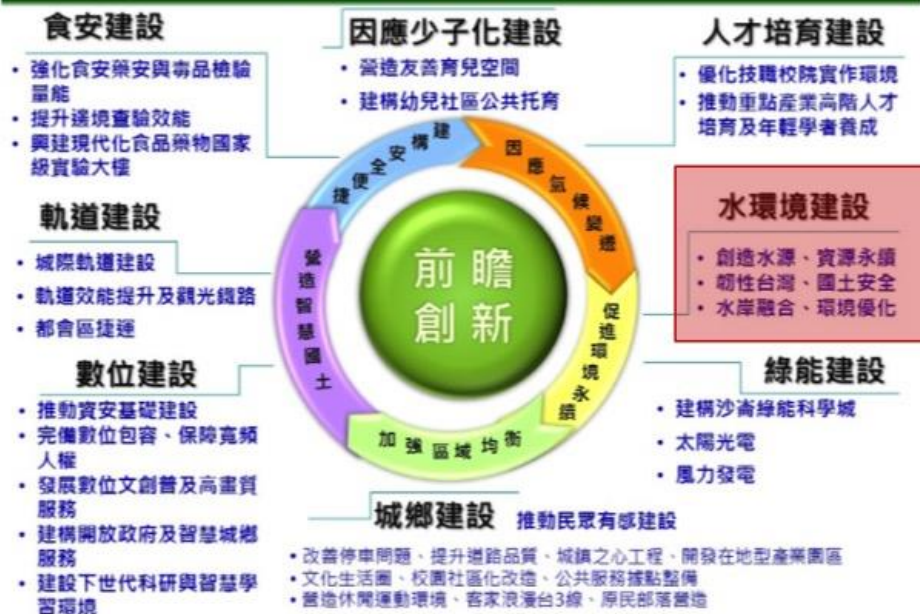


— MSL台灣應用緣起—

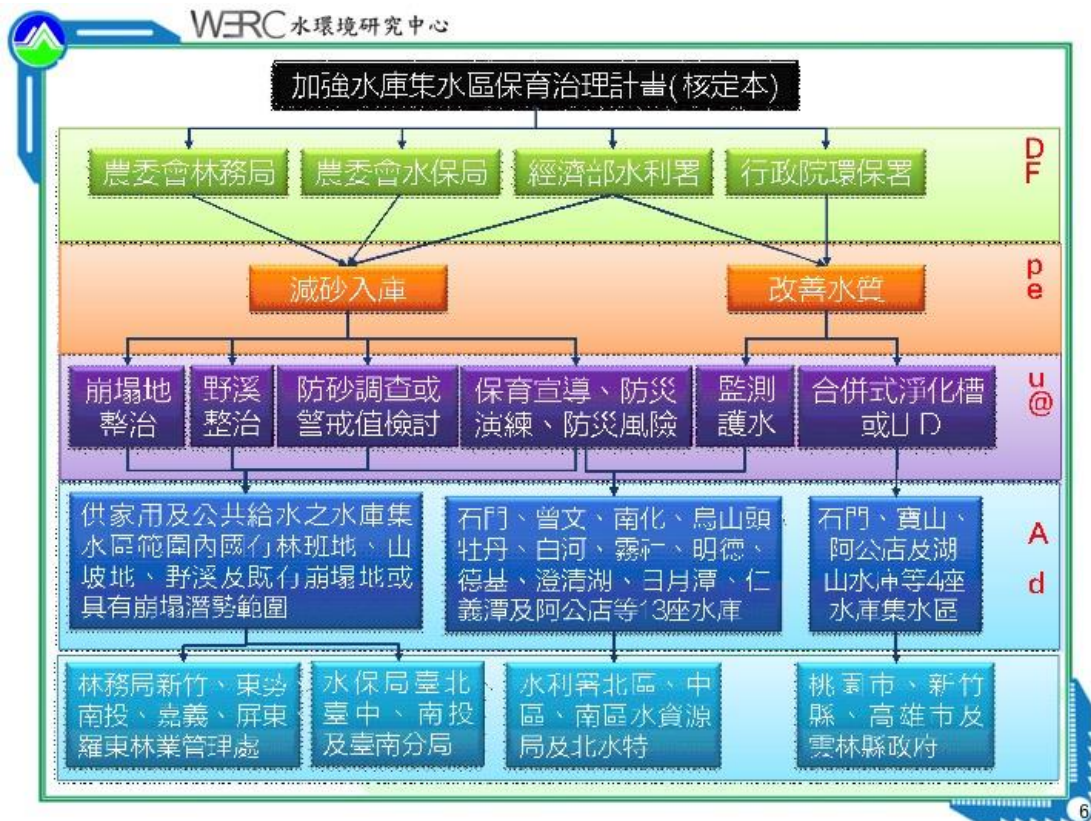
3



前瞻基礎建設計畫



4



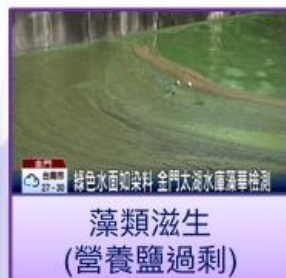
臺灣水庫水質面臨的挑戰

相關管理單位多



7

臺灣水庫水質問題現況



點源污染

- 生活污水
- 工業廢水
- 觀光污水
- 畜產養殖

非點源污染

- 農業施肥
- 觀光遊憩
- 畜牧放養
- 聚落逕流

土砂貢獻

- 超限利用
- 山崩地滑
- 表土沖蝕

8



臺灣水庫水質改善策略



9



臺灣水庫水質改善策略

點源污染削減策略 — 集中型生活污水處理廠



集中型城鎮

- 住宅密集度高
- 住戶數量多
- 污染貢獻大



興建污水處理廠 +
衛生下水道

- 操作中之系統：翡翠水庫（坪林）、石門水庫、曾文水庫、明德水庫
- 興建中之系統：新山水庫、阿公店水庫、澄清湖水庫等
- 規劃中之系統：仁義潭水庫、白河水庫等

10



臺灣水庫水質改善策略

點源污染削減策略 — 分散型現地處理系統



分散型聚落



美國：約有25%人口(6千萬人)使用現地處理系統(2012)

- 住宅分散人口少
- 用地取得不易
- 地形地勢干擾



澳洲：超過100萬座現地處理系統操作中，供20%人口使用
(2011)



興建現地處理系統



日本：約有29%人口(3.7千萬人)使用現地處理系統(2006)

11



現地處理設施台灣應用之考量原則

- **具有良好的總磷削減成效**：目前台灣水庫水質優養化之主要控制因子為總磷，故應達到一定之總磷削減目標。
- **用地取得簡單**：集水區土地取得不易且受限於地形，故處理設施所須之土地不宜過大。
- **低維護少管理**：因水庫集水區較為偏遠，故設置之處理設施應儘量減少人為操作並無須經常維護管理。
- **本土化材料應用**：設施興建及後續之維護管理所需的材料應儘可能本土化，以培植本土產業投入。



合併式淨化槽+電解除磷



呈層複合土壤水質淨化系統

12



— MSL台灣應用的發展—

13



呈層複合土壤(MSL)系統簡介—優點

- 系統採用**金屬離子螯合磷**，對水中溶解性磷有極佳的去除成效。
- 透水層具**高滲透性**，可降低系統阻塞風險。
- 多孔管可控制系統內**通氣**情形，調配污染物的去污反應程序。
- 佔地小且營運費用低，適合**土地取得不易**之地區使用。
- 利用混合土塊中的有機質及水中有機質提供反應能量，**幾乎不須維護**。
- 無有害添加物，處理水可供**二度使用**，MSL系統材料可**回收利用**。

14



台日雙方合作協議(2016)

創ります! 感動・笑顔・人・未来

代表取締役社長 金津 任紀

総合建設業・総合水処理事業 ISO9001・14001 認証取得

カナツ技建工業株式会社

本社 / 〒690-8550 松江市春日町636番地
TEL (0852) 25-5555 (F) FAX (0852) 27-1207
営業所 / 広島・鳥取
URL <http://www.kanatsu.co.jp/>



人とともに 地域とともに
国立大学法人
島根大学

SHIMANE University



15



呈層複合土壤(MSL)適用對象

NTS 種類	畜牧汚水	農業汚水	工業汚水	民生汚水	河川汚水
草溝 Grassed swales	✓	✓			✓
草帯/緩衝帯 Grassed buffer zones	✓	✓			
人工湿地 Constructed Wetlands			✓	✓	
透水性舗面 Pervious pavements				✓	
湿/乾滞留池 Detention basins (wet, dry)	✓	✓	✓	✓	✓
MSL multi-soil-layering system	✓	✓		✓	✓

16



呈層複合土壤(MSL)污染去除能力

資料來源:Lawrence *et al.*, 1996

NTS種類	污染去除率(%)				
	Solids	P	N	BOD	Metal
草溝 Grassed swales	20-40	20-40	20-40	20-40	0-20
草帶/緩衝帶 Grassed buffer zones	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
人工濕地 Constructed Wetlands	60-80	40-80	20-60	20-60	60-80
濕/乾滯留池 Detention basins (wet, dry)	80-100	40-60	20-40	40-60	60-80
MSL multi-soil-layering system	-	82-99	54-89	73-95	-

17



呈層複合土壤(MSL)經濟效益

貨幣:新台幣元

NTS種類	建造成本	營運維護成本	土地需求	資料來源
人工濕地 constructed wetlands	360-550元/m ²	0.22-0.76元/CMD	10m ² /CMD	大漢溪人工濕地數據 (京華顧問, 2010)
接觸礫間 contact oxidation system by gravel	28,800-59,000元/m ²	1.2-1.5元/CMD	0.23-0.37m ² / CMD	美商傑明(2011)
	53,333元/m ²	21.4元/CMD	-	日本Kanatsu公司(2011)
改良型接觸礫間 advanced contact oxidation system by gravel	100,000元/m ²	23.6元/CMD	-	日本Kanatsu公司(2011)
MSL multi-soil-layering system	47,800元/m ²	7.5元/CMD	0.15-0.25m ² / CMD	日本Kanatsu公司(2011)
	22,500元/m ²	0.24元/CMD	-	泰國Kasetsart Univ. (2000)
化糞池與土壤吸附系統 septic tank and soil absorption system, SAS	-	0.30元/CMD	-	泰國Kasetsart Univ. (2000)
污水處理廠	17,000-50,000元/m ²	2.11-5.13元/CMD	1.1-1.8m ² / CMD	京華顧問, 2010

18



MSL實驗模式規劃設計(2013)

查核項目	明德水庫三號橋	阿公店水庫尖山一 人工濕地	板新集水區二坪溪 幹線	金沙水庫金沙溪入 流口
基本資料蒐集	✓	✓	✓	✓
水質取樣檢測	✓	✓	✓	✓
現地勘查與選點	✓	✓	✓	✓
國外顧問會勘	-	✓	✓	✓
場址設置所需面積	✓	✓	-	✓
土地所有權調查	✓	✓	✓	✓
水庫主管機關協商	✓	✓	-	✓
交付細部設計	-	-	-	✓
備註	除導電度之外，水質符合MSL的處理要求，但水量過低，目前暫無設置的急迫性			
	場址可利用面積較小，主管機關意向不明，且水質調查資料較欠缺			
	綜合評估為最佳之MSL水質淨化試驗模場候選場址			

19



MSL實驗模式規劃設計(2013)

歷年水質概況-金沙溪、光前溪

- 總磷、化學需氧量皆有偏高的現象。

- 推測金沙水庫之總磷貢獻量以金沙溪入流為主。

	金沙(斗門)溪上游	金沙(斗門)溪下游	光前溪上游	光前溪下游
日期	101.03.08	101.03.08	101.03.08	101.03.08
懸浮固體量mg/L	4.4	20.0	7.4	20.2
生化需氧量mg/L	N/A	4.2	2.4	3.2
化學需氧量mg/L	19.8	28.4	16.6	38.7
氨氮mg/L	0.11	0.05	0.12	0.04
總磷μg/L	42	94	80	135
pH	7.3	7.5	7.3	7.7
水溫℃	15.0	15.1	15.3	15.1
溶氧mg/l	8.8	8.4	7.7	7.2
流量CMM	-	1.08	-	-

20



MSL實驗模式規劃設計(2013)

場址評析

- 金沙溪入流口入流量較為穩定，且水體中之藻華現象較不嚴重。
- 金沙溪入流至金沙水庫之入流口設置MSL水質淨化系統可行性較高。
- 現勘金沙及榮湖水庫週遭四處場址後，經環保署、金門自來水廠及日本專家三方的認可之後，建議選定金沙溪入流口進行水質調查及細部規劃設計。



21



MSL實驗模式規劃設計(2013)

設置場址

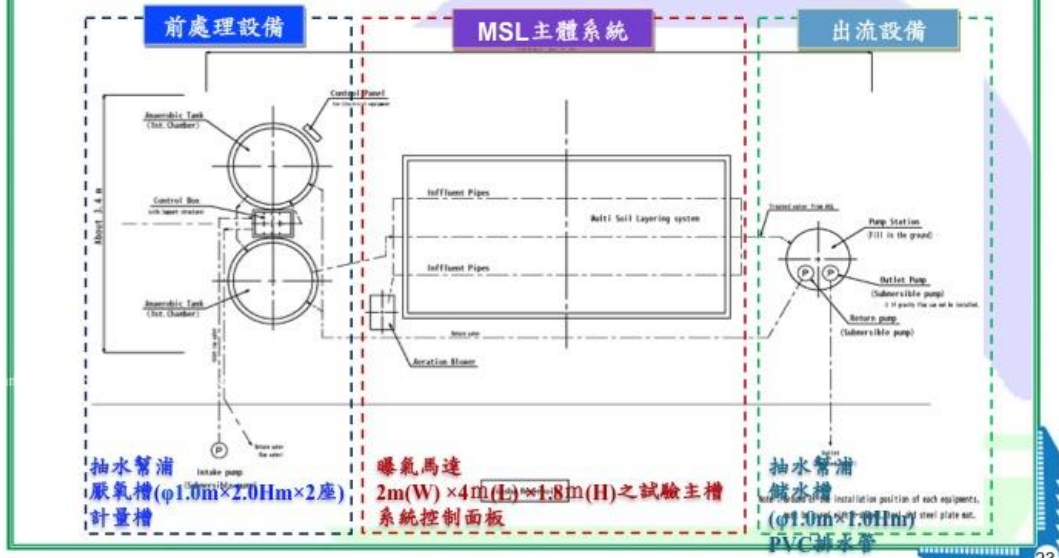


22



MSL實驗模式規劃設計(2013)

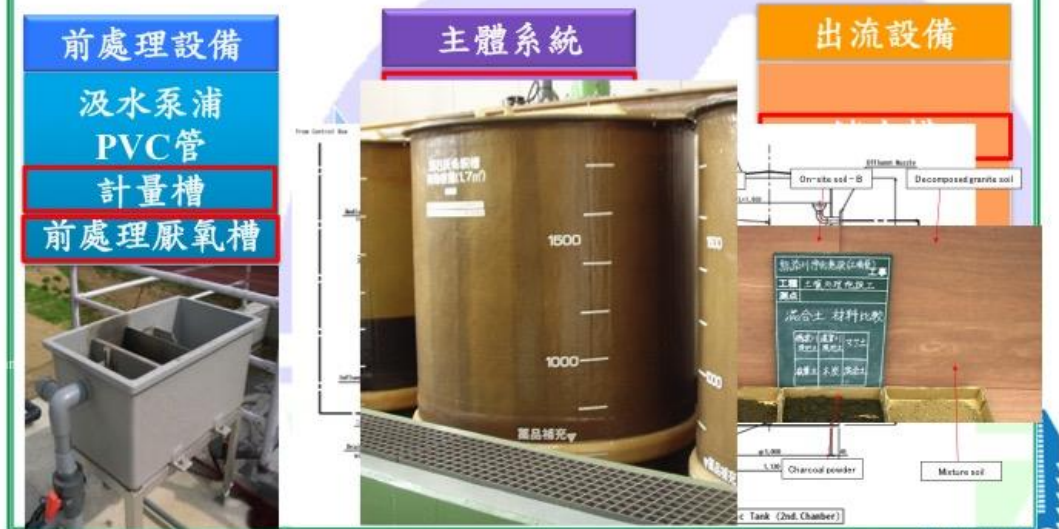
系統配置



23



MSL實驗模式規劃設計(2013)



24

MSL主體系統內部配置



- 雙層入流管(GL.+1.7, GL.+1.5)
- 單層通氣管(GL.+1.3)
- 八層滲透層(厚度10cm)
- 七層混合土塊層(厚度10cm)
- 底部蒐集透水層(厚度20cm)

處理流程





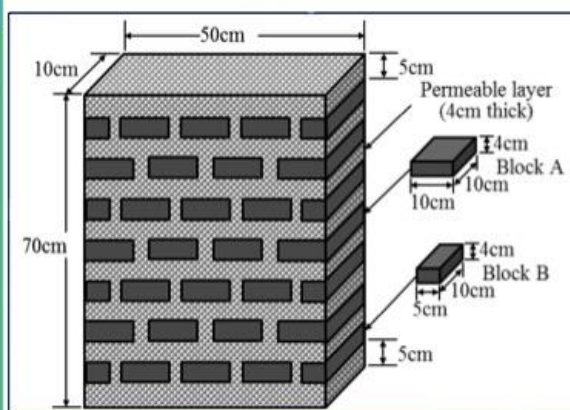
MSL本土化材料試驗(2013-2015)



27



MSL本土化材料試驗(2013-2015)



混合土塊磚(SMB)



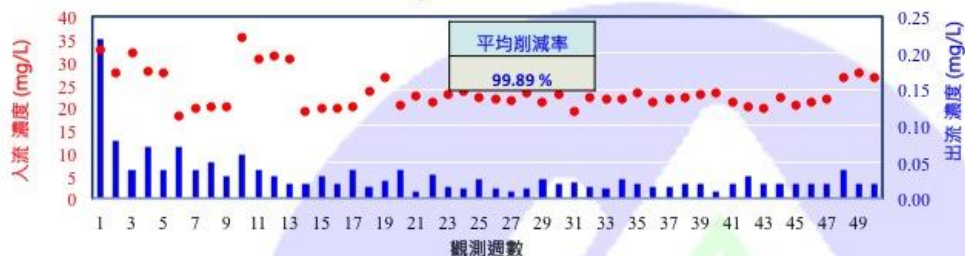
沸石(PL)



28

MSL本土化材料試驗(2013-2015)

NH₃-N 入出流濃度變化



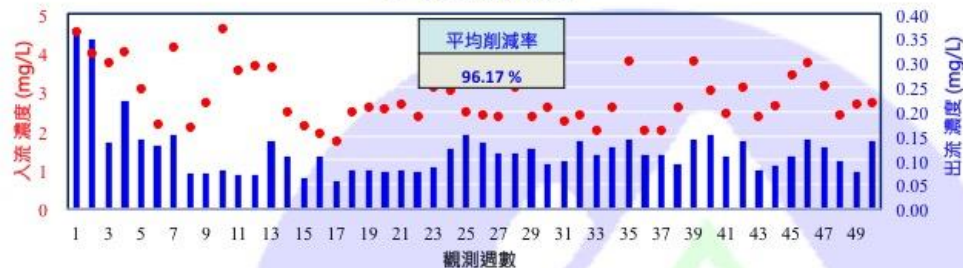
COD 入出流濃度變化



29

MSL本土化材料試驗(2013-2015)

TP 入出流濃度變化



PO₄³⁻ 入出流濃度變化



30



MSL過濾層替代材料試驗(2015-2017)

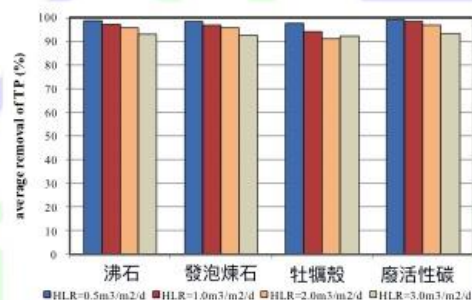
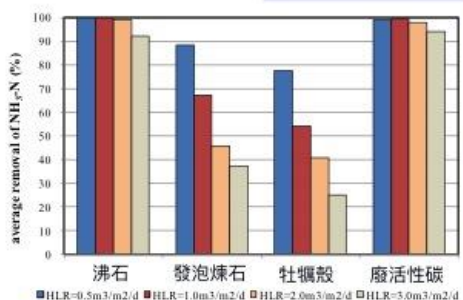
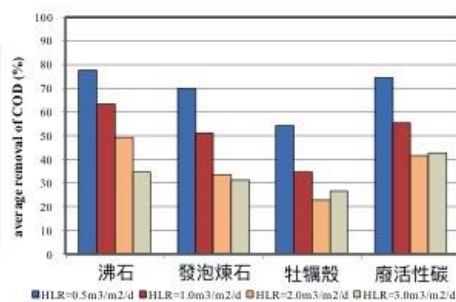
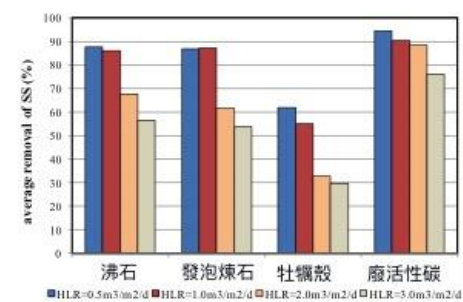


	沸石	發泡煉石	牡蠣殼	廢活性碳
粒徑(mm)	3~5	5~8	5~12	1~3
滲透係數(cm/sec)	1.60×10^{-2}	2.28×10^{-2}	2.63×10^{-2}	2.42×10^{-2}

31



MSL過濾層替代材料試驗(2015-2017)



32



MSL應用案例操作(2018-



簡報人：計畫主持人 陳孟威 資深經理

中華民國 106 年 12 月 25 日



Stantec 美華基團 美商保明工程顧問(股)台灣分公司

33

水質淨化處理流程



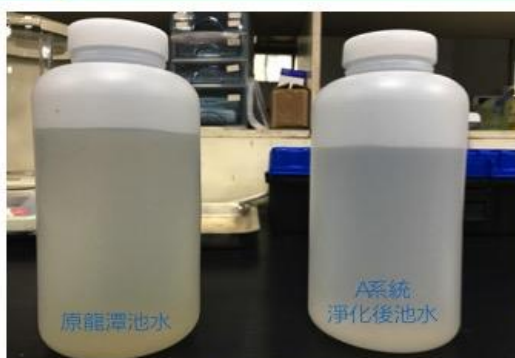
主要設施 | 前處理單元、礫間淨化單元、呈層土壤單元、放流水單元

處理流程 | 截流水：礫間+呈層土壤 大池引流：呈層土壤 水質惡化：全套串連

銜接介面 | 晴天截流工程、大池引流工程、水環境營造工程

重點考量 | 具備**除磷機制**，並可配合不同水質**彈性變更流程**

34



		SS(mg/L)	COD(mg/L)	TP(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)
原池水濃度		40	20	0.226	0.44
系統	HLR(L/m ² /d)	淨化後濃度(括弧內數字為去除百分比)			
A	1,000	12 (70.0%)	4 (80.0%)	0.067 (70.4%)	0.02 (95.5%)
	2,000	13 (67.5%)	8 (60.0%)	0.107 (52.7%)	0.09 (79.5%)
B	1,000	10 (75.0%)	0 (99.9%)	0.044 (80.5%)	0.01 (97.7%)
	2,000	12 (70.0%)	8 (60.0%)	0.075 (66.8%)	0.02 (95.5%)

35



		SS(mg/L)	COD(mg/L)	TP(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)
原池水濃度		47	120	0.73	1.89
曝氣量		淨化後濃度(括弧內數字為去除百分比)			
無曝氣		11 (76.6%)	32 (73.3%)	0.11 (84.9%)	0.11 (94.2%)
有曝氣	1 L/min	10 (78.7%)	16 (86.7%)	0.05 (93.2%)	0.02 (98.9%)
	2 L/min	12 (74.5%)	24 (80.0%)	0.08 (89.0%)	0.03 (98.4%)

36



■ The End ■

謝謝聆聽
敬請指教

WERC

Water Environment Research Center
國立台北科技大學水環境研究中心

場次三主持人

施武陽 教授

現任

中原大學環境工程學系 助理教授

學歷

日本 東京大學 環境海洋 博士

經歷

工業技術研究院 機械與系統研究所 研究員

南台科技大學 機械系 助理教授

工業技術研究院 資訊與通訊研究所 資深工程師

中原大學 生物環境工程學系 助理教授

中原大學 環境工程學系 助理教授

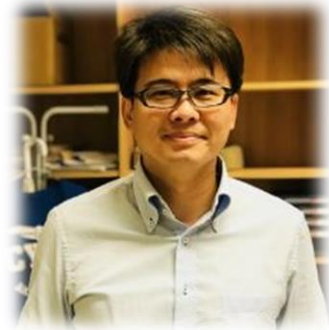
專長領域

儲能系統設計

天然氣水合物研究

電動車系統整合

混合式儲能系統開發



場次三主講者

増岡久雄 所長

現任

カナツ技建工業（株） 広島営業所所長



學歷

広島縣立広島工業高等學校建築科

經歷

賀茂工務店勤務 設計與施工（木造建築）

小松工務店勤務 設計與施工（SRC、RC）

工程經驗

浄化槽

MSL

原田浄化中心施工

參與吉野川河川浄化施設

向浄化中心施工

県民の浜高度處理浄化設施施工

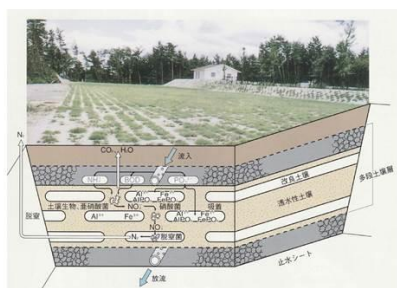
參與船佐中央浄化中心

參與本郷浄化中心

參與琴庄浄化中心

多段土壤層(MSL)

カナツ技建工業株式会社



1.多段土壤層施工実績

- ・実績表
- ・多段土壌層発展経緯
- ・日本の水質規制について

2.多段土壌層計画・設計時の注意事項

3.実施設計の注意事項

・ 施工実績

				多段土壌層 実績表			1/2
	施 設 名 称	処理対象 人員 (人)	汚 水 量 m ³ /日	施 主	工 期	多 段 土 壌 層 仕 様	備 考
	【公園関係】						
1	万葉公園	50	2.5	島根県	H61.1~61.2	100m ²	
2	石見海浜公園Bゾーン		159	島根県	H1.11~2.2	340m ² ×2系列(10×34×2系列)	
3	古曾志の丘古墳公園	125	6.5	住宅供給公社	H2.7~2.9	65m ²	
4	三瓶フィールドミュージアム	1,000	176	島根県	H2.10~4.3	1,836m ² (20.6×44.6×2系列)	
5	益田市ふれあい広場	176	10.2	益田市	H3.9~4.1	110m ² (7×16)	
6	石見海浜公園Fゾーン	65	3.25	島根県	H3.11~4.2	65m ² (6.95×9.45)	
7	白島崎公衆トイレ	80	4	島根県	H3.12~4.3	51m ²	処理水再利用
8	吉浦野営場	50	2.5	島根県	H4.12~5.5	25m ² (5×5)	
9	唐鐘漁港バスハウス	100	15	島根県	H5.1~5.3		
10	特石海岸トイレシャワー棟			島根県	H5.5~5.7		

11	ふれあいパーク	85	4.25	観光開発公社	H5.8~6.3	85m ² (7.2×11.9)	
12	裏広見峡公衆トイレ	50	2.5	島根県	H5.11~6.3	26m ² (2.1×12.6)	
13	地蔵崎園地公衆トイレ	90	4.5	島根県	H6.7~6.10	168m ² (8.3×20.3)	処理水再利用
14	湯抱公衆トイレ	30	1.5	島根県	H6.11~7.3	15m ² (3×5)	観光開発公社
15	国賀浜園地公衆トイレ		4	島根県	H7.11~8.2	40m ²	
16	石見海浜公園Dゾーン1期		100	島根県	H7.11~8.2	175m ²	
17	東出雲・錦浜ふれあい農園		0.5	東出雲町	H7.11~8.2	5m ²	
18	山光メモリアルパーク		16	創価学会	H7.11~8.7	170m ²	
19	竜頭が滝水洗便所	50	2.5	廿合町	H8.2~3	25m ²	
20	石見海浜公園Dゾーン2期	250	50	島根県	H9.11~10.3	526.4m ² (10.7×16.4×3莖)	
21	むつみ村飛石川キャンプ場	17	2.1	山口県	H11.7~9	23m ² (3.5×6.75)	阿東土木 (山口)
22	三瓶小豆原埋没林公園	80	4	島根県	H14.10~15.5	4m ² (2.0×2.0)	
23	多古鼻公園	231	24	島根町	H15.8~16.2	16.2m ² (2.8×5.8)	
24	蒲刈町 民の浜		80	広島県蒲刈町	H17.2~17.3	20m ² (2.5×4×2槽)	(広島県)

	施 設 名 称	処理対象 人員 (人)	汚 水 量 m ³ /日	施 主	工 期	多 段 土 壌 層 仕 様	備 考
	【 河 川 浄 化 】						2/2
1	熊添川浄化施設		7000	国土交通省	H14.11~17.3	1750m ² (20×15×6系列)	(福岡県飯塚市)
2	脇川河川浄化施設		24	大連河川国道事務所	H15.7~15.8	18m ² (2.0×3.0×3系列)	(愛媛県)
3	吉野川南部幹線水站浄化施設		200	中国四国農政局	H16.2~16.3	102.4m ² (3.2×8.0×4系列)	(徳島県)
	【 簡 易 排 水 】						
1	寸次地区	60	16.2	伯太町	H4.10~5.3	162m ² (10×16.2)	
2	仲村地区	46	12.42	伯太町	H5.9~6.3	125m ² (11.2×11.2)	
3	与一畑地区	41	11.07	伯太町	H6.11~7.3	116.2m ² (7.8×14.9)	
4	粕原地区	80	21.6	伯太町	H7.10~8.3	181.4m ² (10.8×16.8)	
5	守合地区	35	9.45	伯太町	H9.6~H9.11	94.7m ² (14.8×7.1~5.7)	

	【 そ の 他 】						
1	武広氏水耕溶液 (広島)		2	T a m 研究所	S63.6~6	40m ² (8×5)	
2	泉佐野水耕溶液 (大阪)		2	日新化成	S63.10~12	40m ² (8×5)	
3	江角邸	4	1	自社	H2.6~7	10m ² ×2系列 (4×2.5)	
4	自然保護センター (岡山)	104	20.8	共和リビング	H2.10~12	230m ² (11.5×20)	
5	タンチョウヅル公園(岡山)		1.25	共和リビング	H3.7~8		
6	大阪東部生協 (大阪)		2	日新工営	H3.10~4.1	6.5m ² ×2系列(2×3.5×2系)	
7	旭天狗ストン		40	天狗石グート	H6.	400m ² (16.2×26.5)	
8	たんたんファーム水耕栽培施設		0.5	たんたんファーム組合	H14.10~11	10m ² ×2系列(3.2×3.2×2系)	
	*山東町夫馬地区高度処理施設	400	108				
	(農業集落排水施設xx型)		内44	山東町	H9.10~10.3	660m ²	(滋賀県)

設置例



日本の水質基準

水質汚濁防止法—一般地域

- ・湖沼水質保全特別措置法
- ・瀬戸内海環境特別措置法
- ・その他地域

上乗せ基準(厳格基準)

	水質汚濁防止法	上乗せ基準地域(50m3/日以上)
BOD	120	20(30)
COD	120	20(30)
SS	150	30(30)
T-N	—	10(20)
T-P	—	1.5(4)
nh	30	5



- 上乗せ基準地域－閉鎖性水域
- 50m³以下-見なし特定施設
小規模施設の処理

小規模施設

小規模下水処理施設・公園トイレ他

窒素、リンの除去を目的

0.1－1.0m³/m²/日

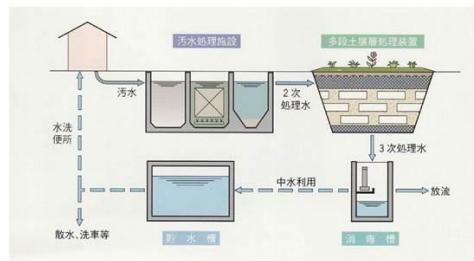


BOD、リン除去を目的



4m³/m²/日

高速多段土壌層



1. 多段土壌層計画時の注意事項(留意事項)

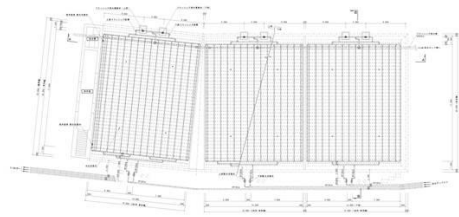
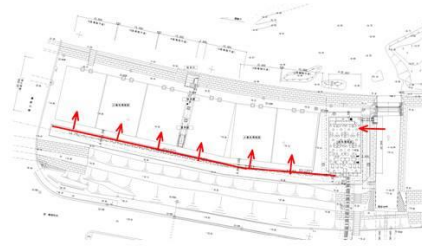
- 1) 現状水質(汚濁状況)の把握
- 2) 放流水質の決定
放流基準の遵守
- 3) 処理量の決定
- 4) 施設設置場所の検討
 - ・施工性の検討
隣接道路(工事車両)、電源(電線)、その他
 - ・流入・放流経路の検討
 - ・維持管理上の問題
- 5) 処理施設の計画
 - ・各水槽ー施設容量計算による
 - ・施設外周(3方向に大型車両通路の確保)
- 6) 特殊土壌作成スペースの確保(場外可)
- 6) その他



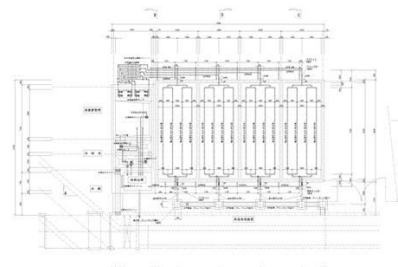
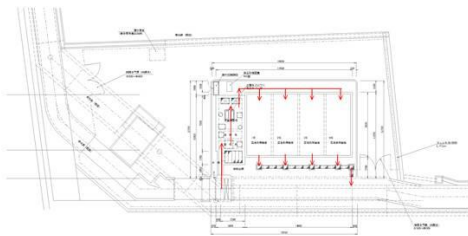
2. 多段土壌施設設計の注意事項

- 1) 事前準備
 - ・ボーリング調査(地耐力確認5t/m²以上)
地耐力確認(5t/m²以上ー多段層)
不動沈下防止
地下水位確認
施設内への不明水流入防止
- 2) 配置計画
 - ・流入→放流までの無理の無い流れ
 - ・施設3方向に大型車両通路の確保(大型重機設置)
 - ・メンテナンスを考慮した配置

熊添え川浄化施設



吉野川北部幹線浄化施設



3) 施設実施設計

※特殊土壌用土(土壌ブロック)の選定

- ## ・配合比の決定

使用土壌の分析



配合比の決定

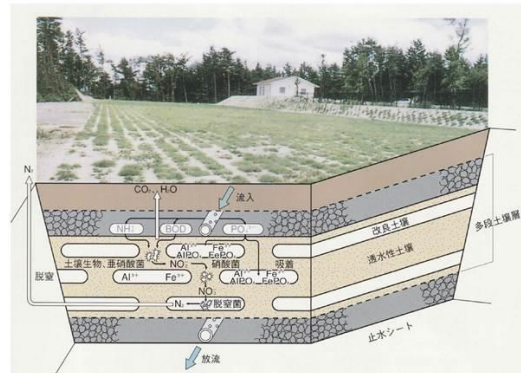
(添加物量の決定)

- ## ・土壌段数の決定

流入水、計画処理水

の検討

※増永教授と打合せ後決定



※SS(無機)対策

散水管周辺通水槽の閉塞→施設機能不全

1.流入水(原水)のSSの削減

沈殿槽設置によるSS除去

- ・水面積
- ・滞留時間
- ・沈殿槽内での藻類の除去(発生抑制)

2.分配槽でのSS除去

- ・ポンプ設置場所
- ・槽内堆積SSの定期搬出
- ・槽内での藻類の除去(発生抑制)
- ・汚濁計によるSS検知

※有機SS対策

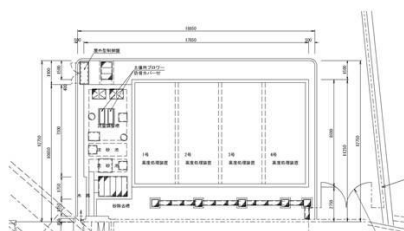
散水管周辺通水槽の閉塞→施設機能不全

1. 運転方法の検討

- ・サイクル運転の実施

例1.2.3.一運転 4ー休止(1ヶ月)

休止中に有機SSの分解



- ・通水管フラッシング

通水管内部の水垢等の除去

※表層植物根対策

- ・植物根による通水管閉塞

表層ー通水層間の植物根

対策案策定後

1. 各種水槽容量の検討
 - ・分配槽(ポンプ槽)
2. 各種機器(ポンプ、ブロワ、他)の容量計算
 - ・処理水量、必要空気量(有機SS分解)
3. 施設運転法案の検討
 - ・メンテナンスを考慮
 - ・発注者と運転方法について協議

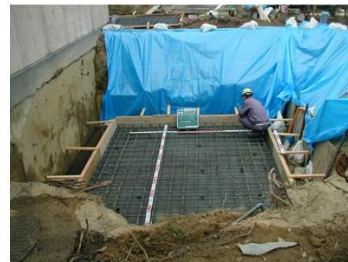
土壌ブロックを使用しない施工例
 広島県呉市蒲刈町「県民の浜」
 污水处理施設高度処理装置



基礎配筋
 処理槽



基礎配筋
 ポンプ槽



PCユニット搬入
搬入計画
大型クレーン設置計画



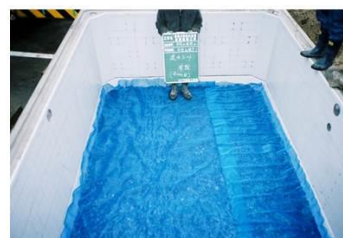
PCユニット組立



集水層
レベル出し



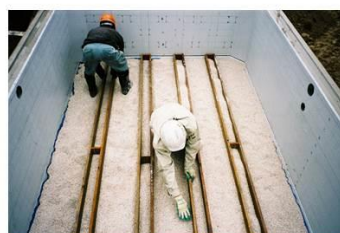
透水シート



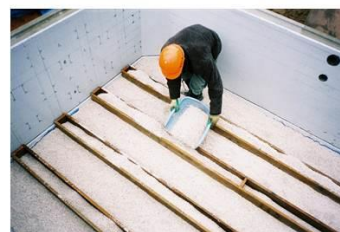
通水層(ゼオライト)
最下段



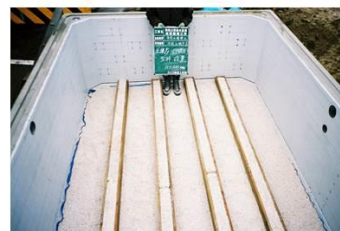
通水層
型枠設置



通水層
ゼオライト敷設



通水層



ジュート布敷設



ジュート布敷設



特殊土壌層充填



特殊土壌層充填
敷き均し



ジュート布折り返し



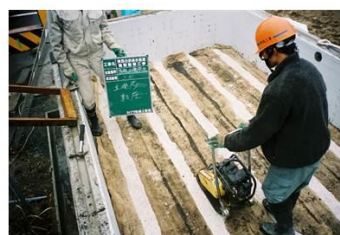
通水層型枠取外し



通水層
ゼオライト補充



特殊土壌層
転圧



特殊土壤層
転圧



特殊土壤層



通水層



点検口設置



散気管



散気管上部特殊土壌



通水管



通水層(最上層)



土壤被覆



芝張



4) 施設施工時の注意事項

1. 設計図書に準じて施工

(契約書、特記仕様書、仕様書、図面、他)

2. 管理基準値の厳守

施工例 福岡県熊添え川河川浄化施設

土壌ブロック製作

土壌ブロック製作場 全景



バケット容量の事前確認

土壌配合はバックホウ バケット容量により算出することが
主なため、水張り試験によってその容量確認を事前に行う。
バケット1杯を 0.4m^3 とし、 0.05m^3 毎に計量可能とする



土壌混合

マサ土を母材として、これに現地土、木炭、腐葉土を加え、
法面バケットを付けたバックホウで満遍なく混合する。
1回の混合量は約 11.3m^3 (0.4m^3 /バケット約28杯分)とする
混合時、現地土壌に含まれる不用品(石、植物根、石炭塊等)
を大まかに除去する。



充填場の清掃

前回充填時の残土を、レーキを使用して除去する。



土壌ブロック枠の設置

充填場に、土壌ブロック枠を並べる。

土壌ブロック枠と鋼製支持枠の間と土壌ブロック枠2列毎に127mm高の板を挟み込む。



土壌充填

バックホウを用いて混合土壌を充填する。

目視できる不用物(石、植物根、石炭塊等)を除去する。

バックホウ旋回範囲内での作業となるため、

オペレーター・作業員共に十分な安全注意が必要となる。



均し

レーキを使って敷き均す。

127mm板高さに合わせて土壌量を調整する。

均等に均すことで硬度のばらつきを抑えられるため重要な作業となっている。



転圧

プレートで、土壌ブロック枠高さまで締め固める
(1回転圧 基準)。



転圧状態の確認

土壌硬度計により最適に転圧されたことを確認後、
板を抜き取り、土壌ブロックを抜き取れる状態にする。



土壌ブロック整形

パレット積み時、1段ごとに余分な土壌を鍬取り、
製品を整形する。



製品出荷

現地の施工に合わせ、フォークリフトで10tトラック
(平ボディ)に積み込み、運搬する。



多段土壌層施工

集水層(単粒碎石層)

底板清掃



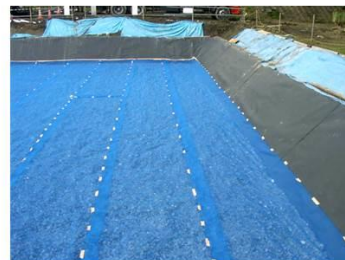
碎石投入

バックホーにて投入し、層内では
ミニバックホーにて敷き均す。
最終的な高さ調整は人力にて行う。



透水シート敷設

単粒碎石の上に透水シートを敷設する。
透水シートはPEネット2mm網目を使用。



通水層(軽石層)

軽石入荷・荷降し

軽石は1m³袋に搬入

軽石粒径: 3~5mm



軽石投入・敷き均し

軽石を層内へ投入する。所定の高さより5mm

程度高めに敷き均していく。

高さはレーザーレベルにて確認



軽石敷き均し完了

ブロック敷設完了後にブロック基準高により、

軽石敷均し高とする。

基準高: ±10mm



処理土壌層(土壌ブロック)

土壌ブロック搬入

土壌ブロック重量: 18.5~23.5kg
(1個/台)



土壌ブロック布設(墨出し)

土壌ブロックは交互積層が重要である
為、予め仕切り壁に墨出ししておく



土壌ブロック布設

壁に出した墨により基準ブロックを据えていく。
通り芯に水系を張り、それに合わせて基準ブロックを
据付ける。高さはレーザーレベルにて確認する。

基準高 : $\pm 10\text{mm}$

設置間隔: $\pm 10\text{mm}$ (横断方向)

設置間隔: $\pm 5\text{mm}$ (縦断方向)



土壌ブロック布設・軽石敷均し

軽石はブロック布設時に所定の高さに仕上げていく



土壌ブロック布設

基準ブロックより左右に分かれて据え付けていく。
横断方向間隔10cmは10cmの定規を作成し
当て板として使用する。

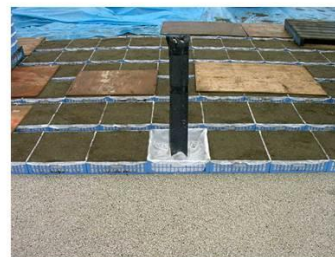


ブロック据付全景



現地施工土壌ブロック(点検孔部)

各層点検孔 (VPφ100)



土壌ブロック敷設完了



配管(散気管・散水管)

散気管施工状況

管の中に軽石が入らないようにキャップ止めをする。



散気管配管完了

散気管孔位置は散気管直上ブロックの真ん中にくるようにする。



散水管

散水配管

配管については散気管と同様。



フラッシング排水電動弁部

フラッシング排水電動弁配管との接合部分。



散水管配管完了

【管理項目】

基準高 : $\pm 10\text{mm}$

設置間隔: $\pm 40\text{mm}$



最上部通水層

軽石層布設



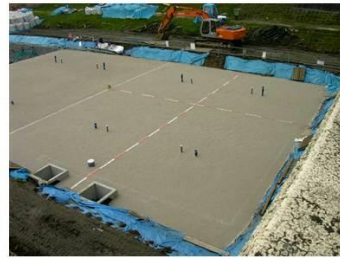
土壌層排気管設置

土壌層の中の空気を排気

1系列に4本の排気管を設置。



軽石層完成



最上部通水層完了



覆土層（現地土による埋戻）

吸出防止マット敷設

最上部通水層の上に吸出防止マットを
施設する



埋戻

現地土により埋戻しを行う。
ダンプは埋戻部分へ入らないようにする。



埋戻

ミニBHIにて敷き均していく。

最上部通水層に沈下が無いか確認しながら行う。

処理層全体の比重を1.0以上



敷き均し後、1tローラーにて締め固める。



通気孔

覆土を一度締め固めた後、通気孔部分の
床掘りを行う。



粗砂投入



維持管理

※発注者がどんな管理を希望されているか？

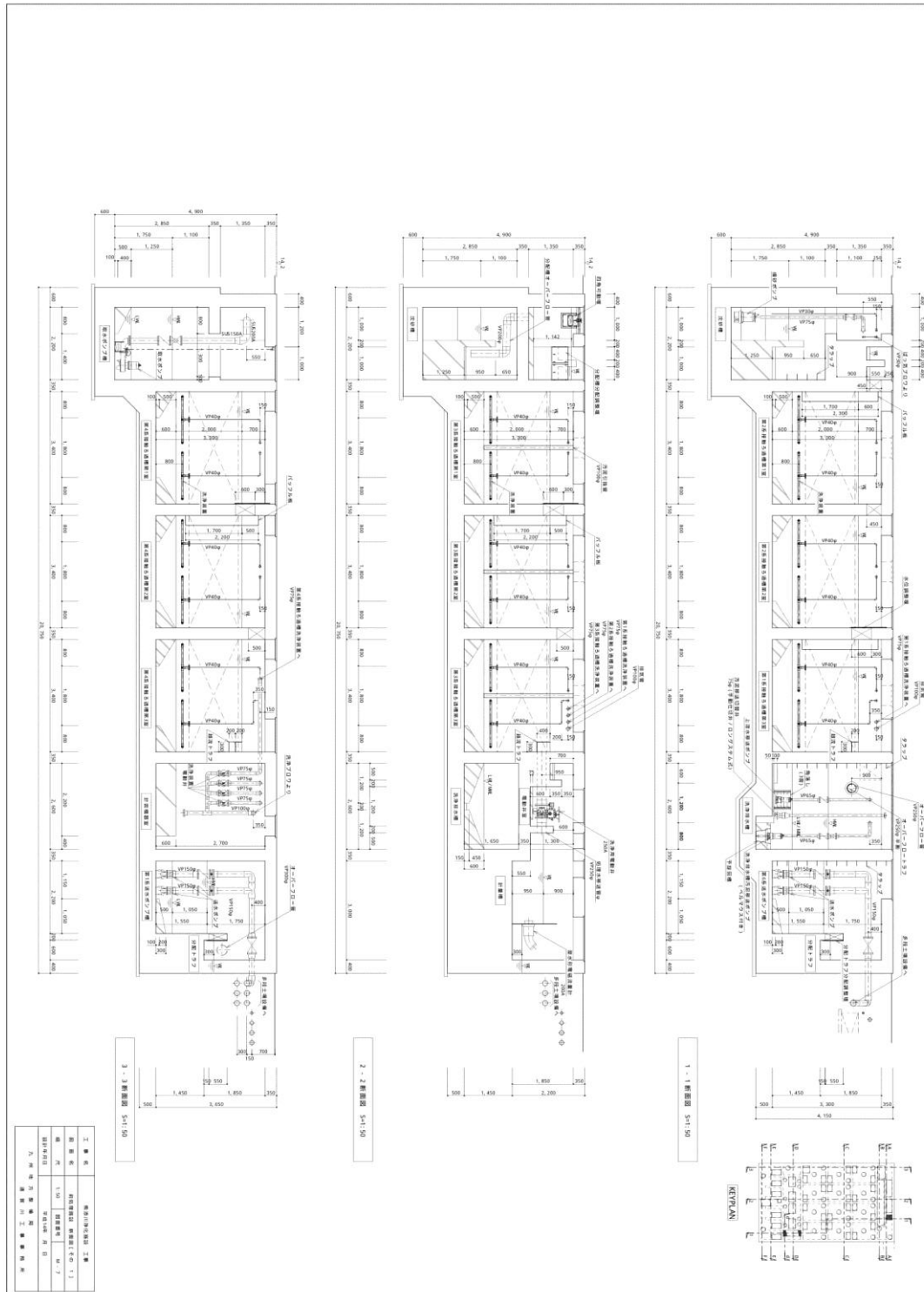
目的

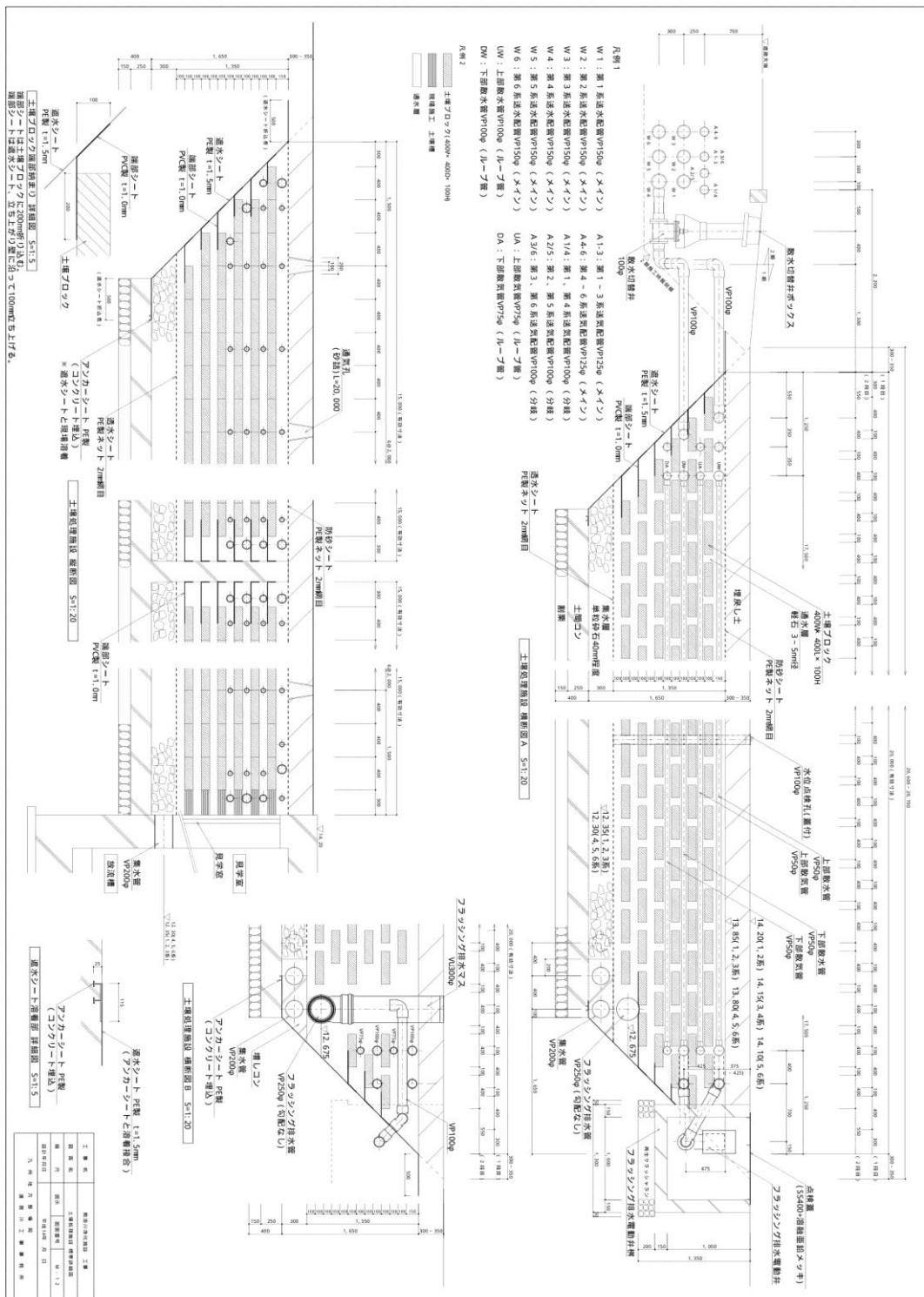
- ・適切な運転(機器)の維持
- ・トラブル未然防止
- ・最適運転方法の確立
- 低コスト運転の確立
- ・その他

配置圖與平面圖

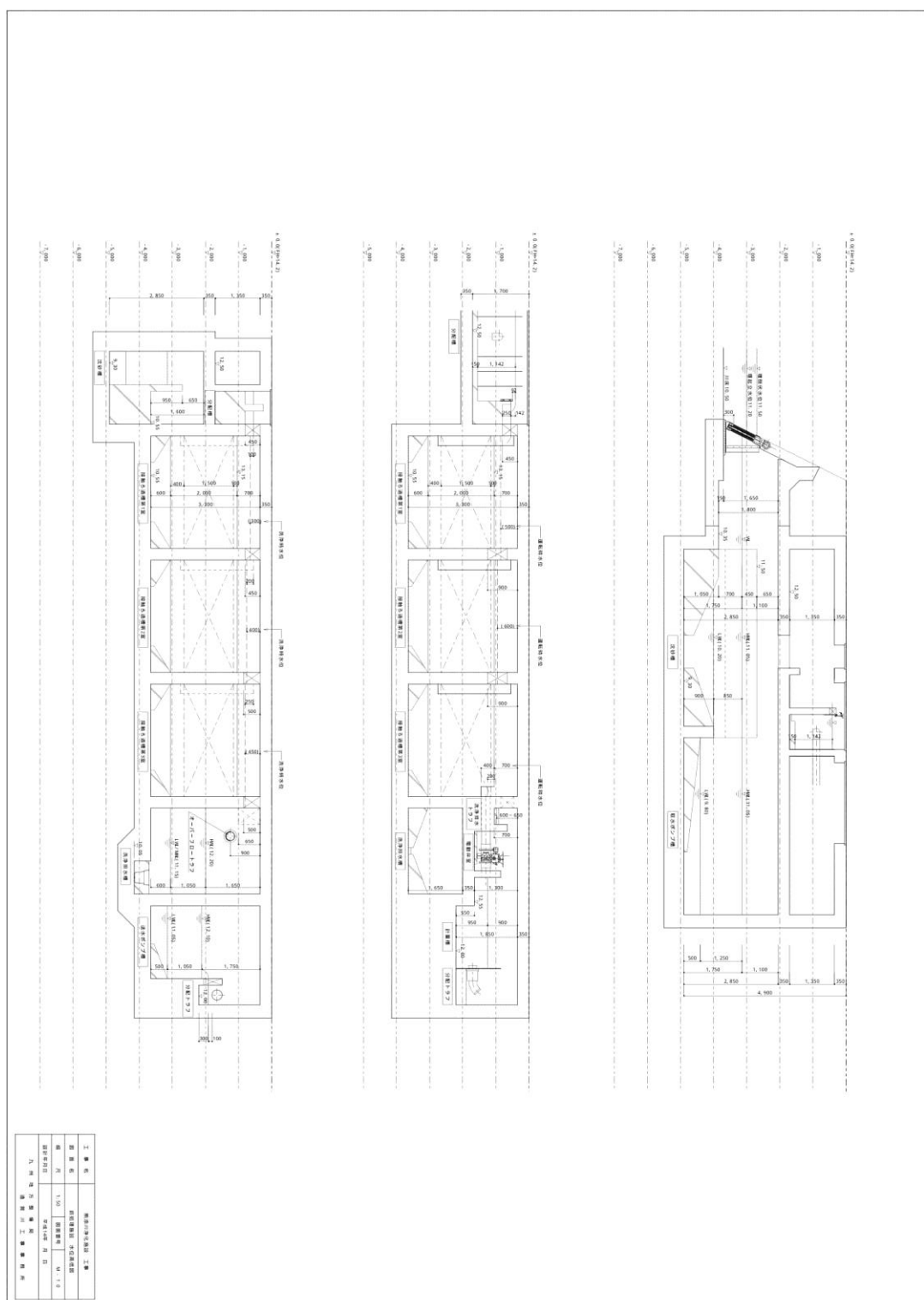


81

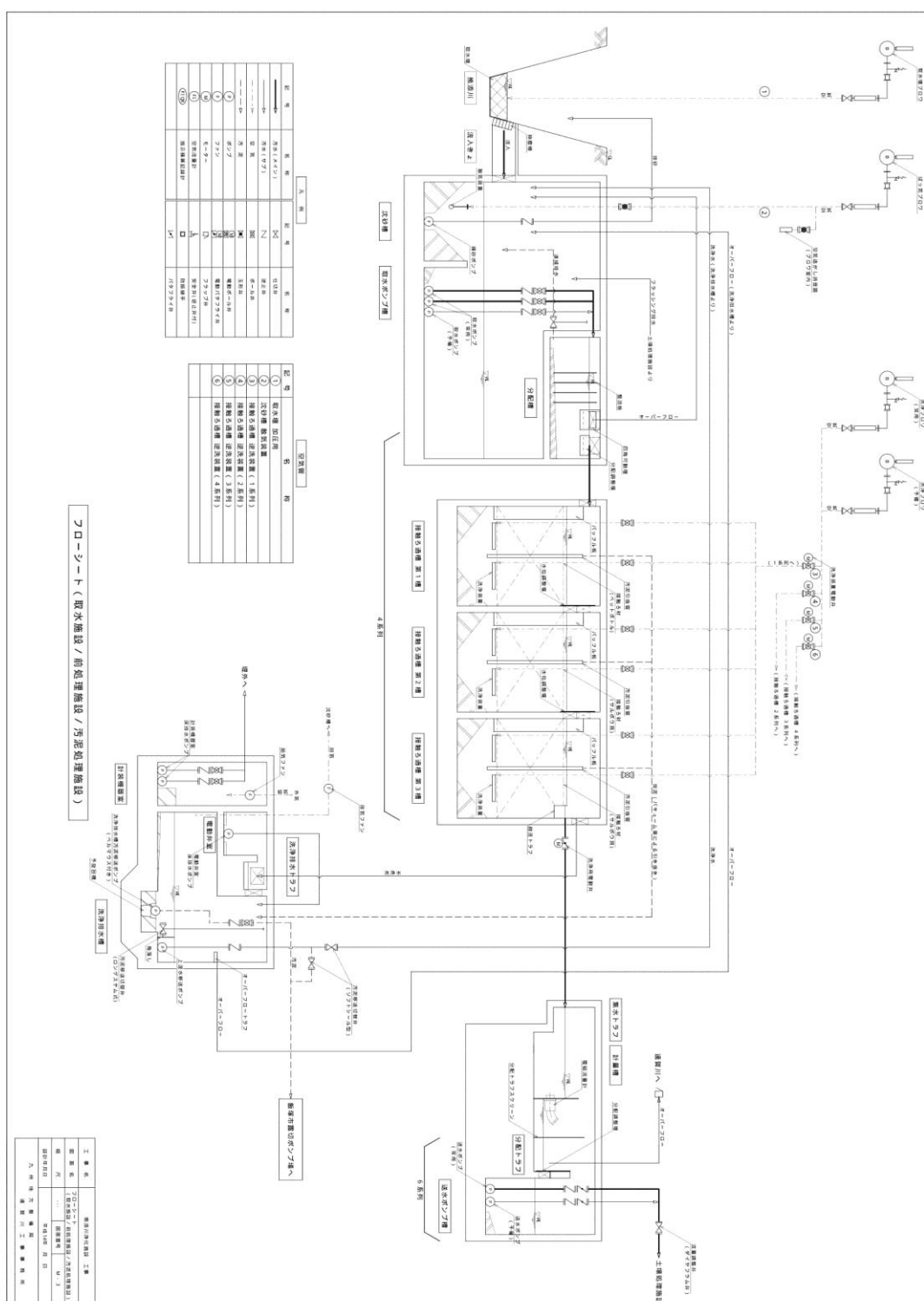




水位關係圖

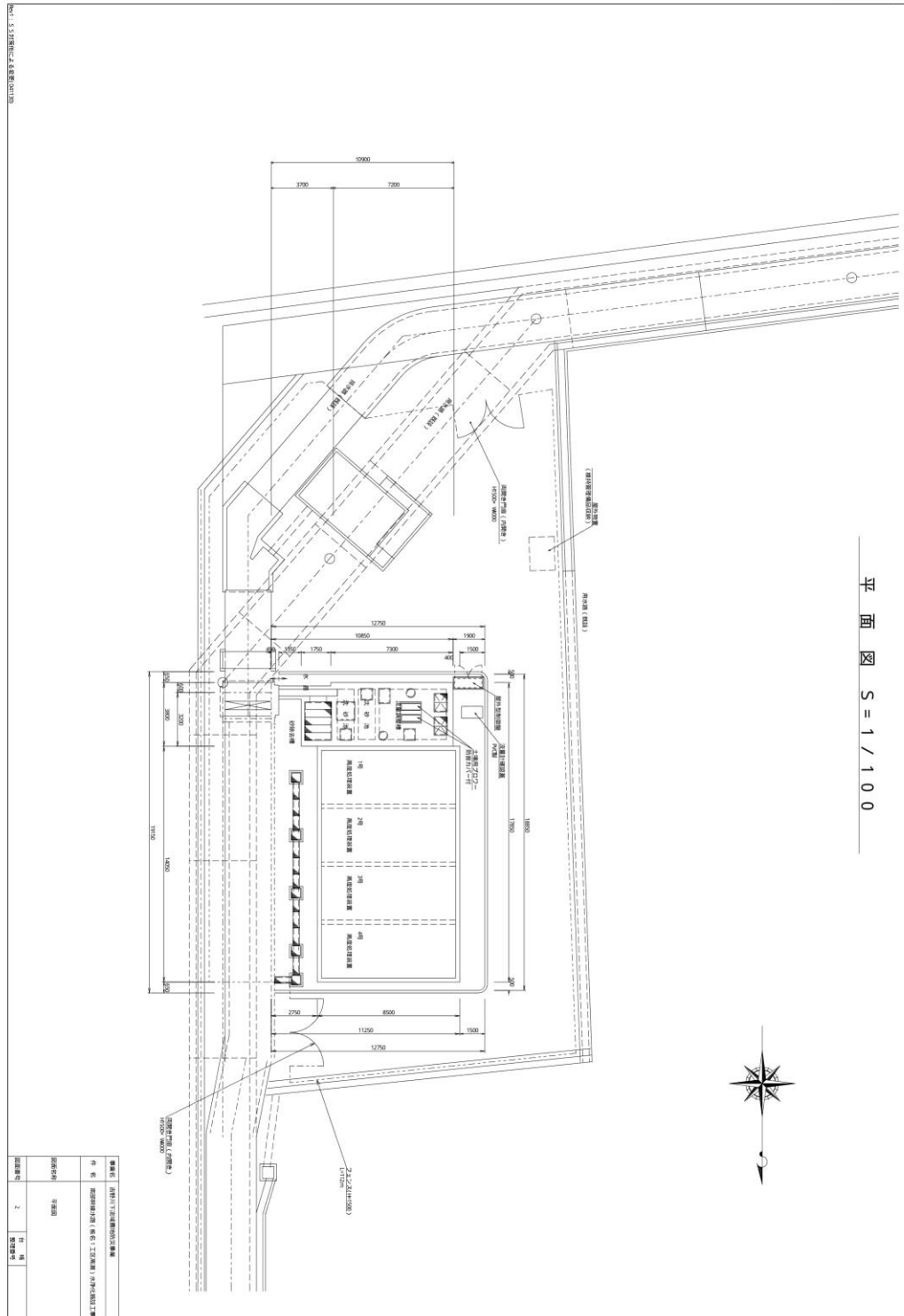


流程圖

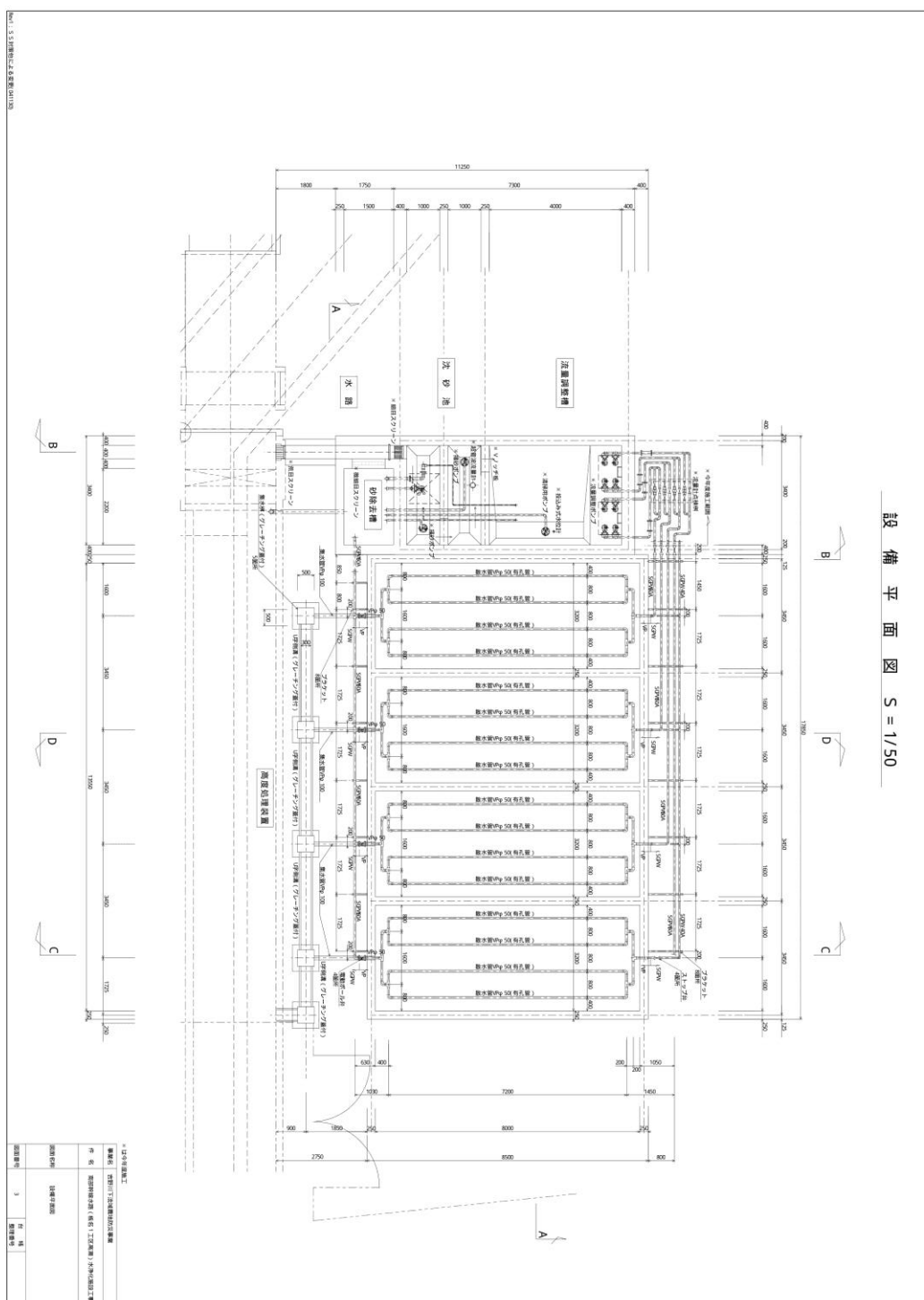


吉野川參考圖面

配置圖



平面圖

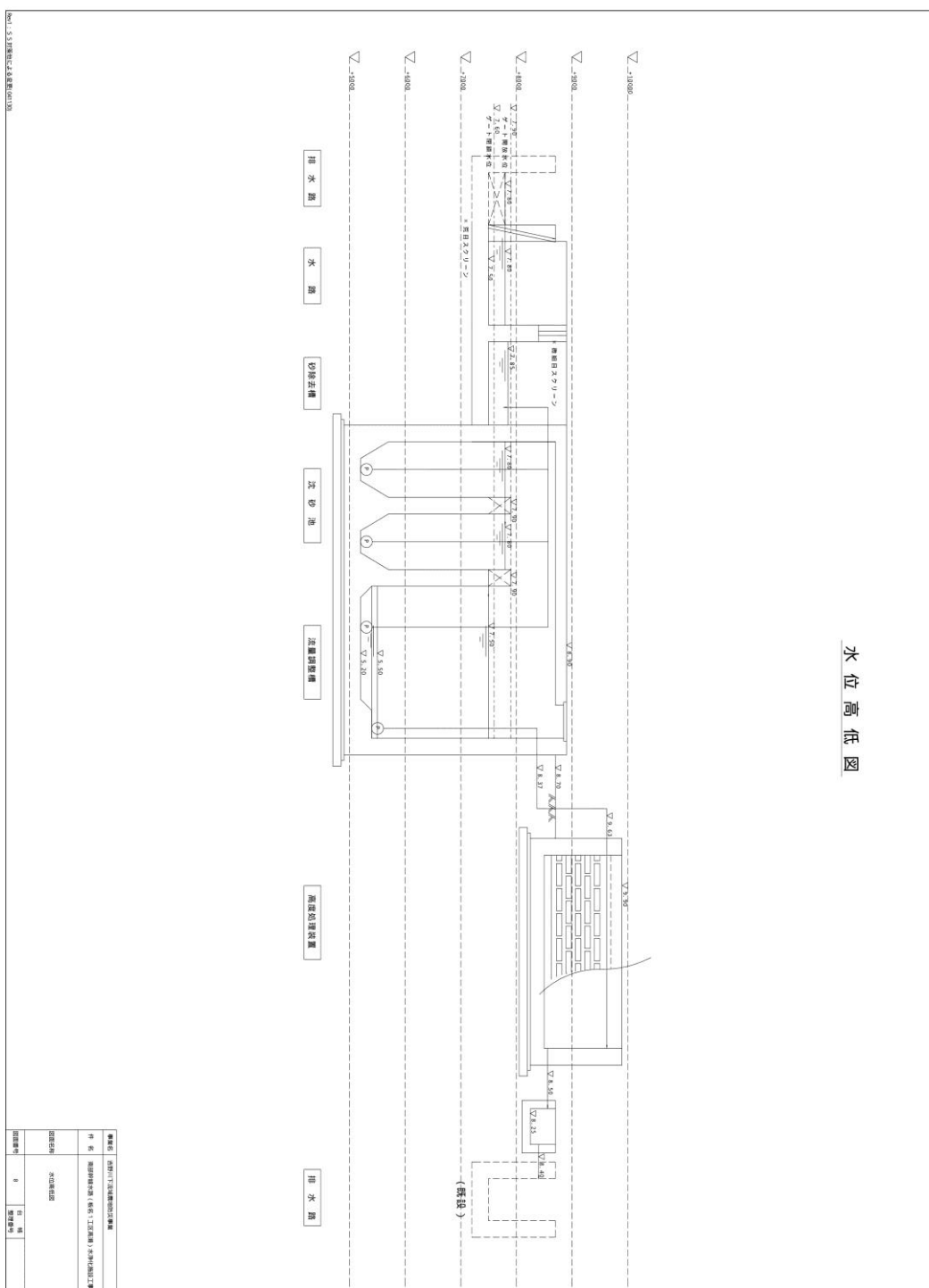


87



水位關係圖

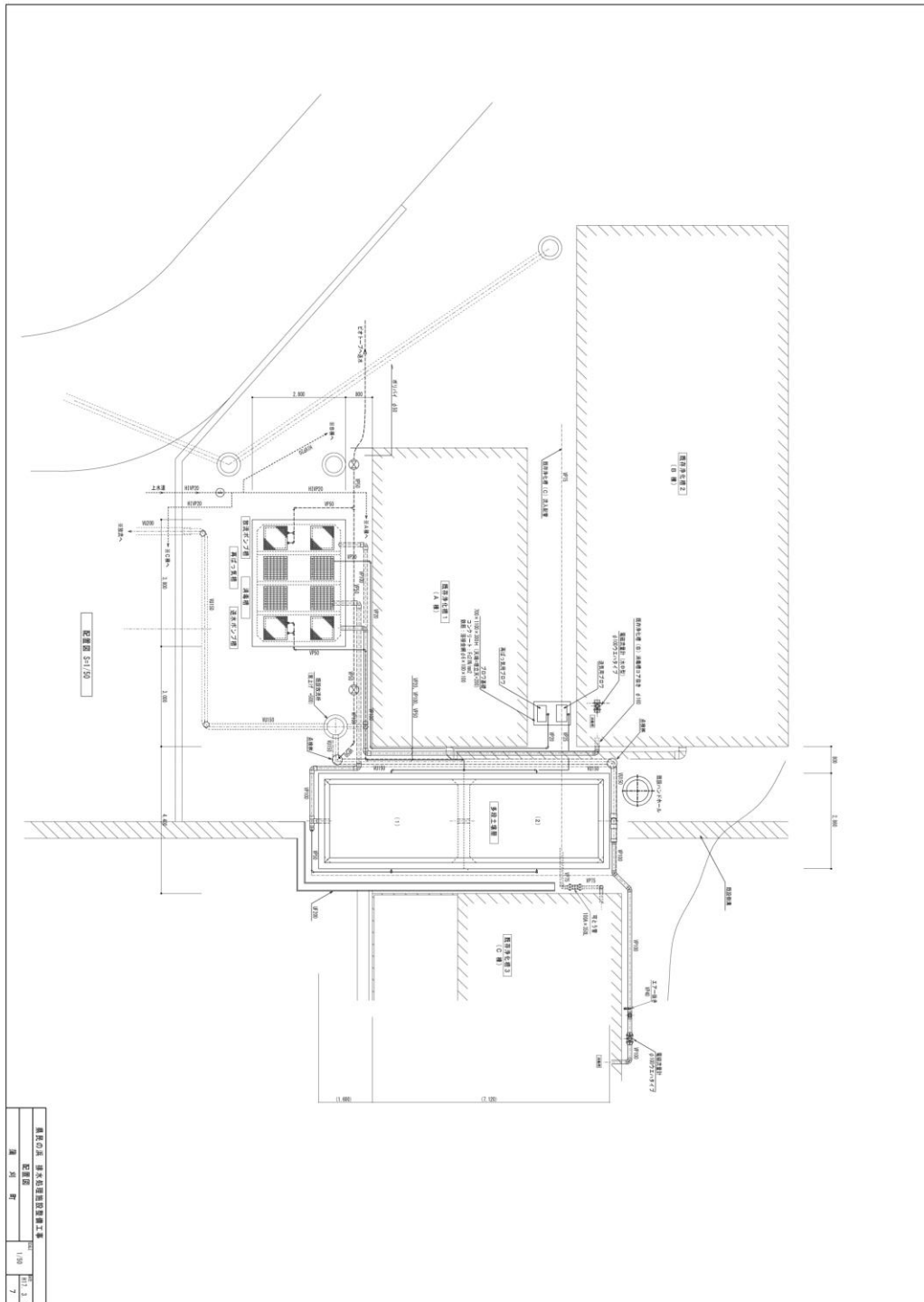
图例 水位高低



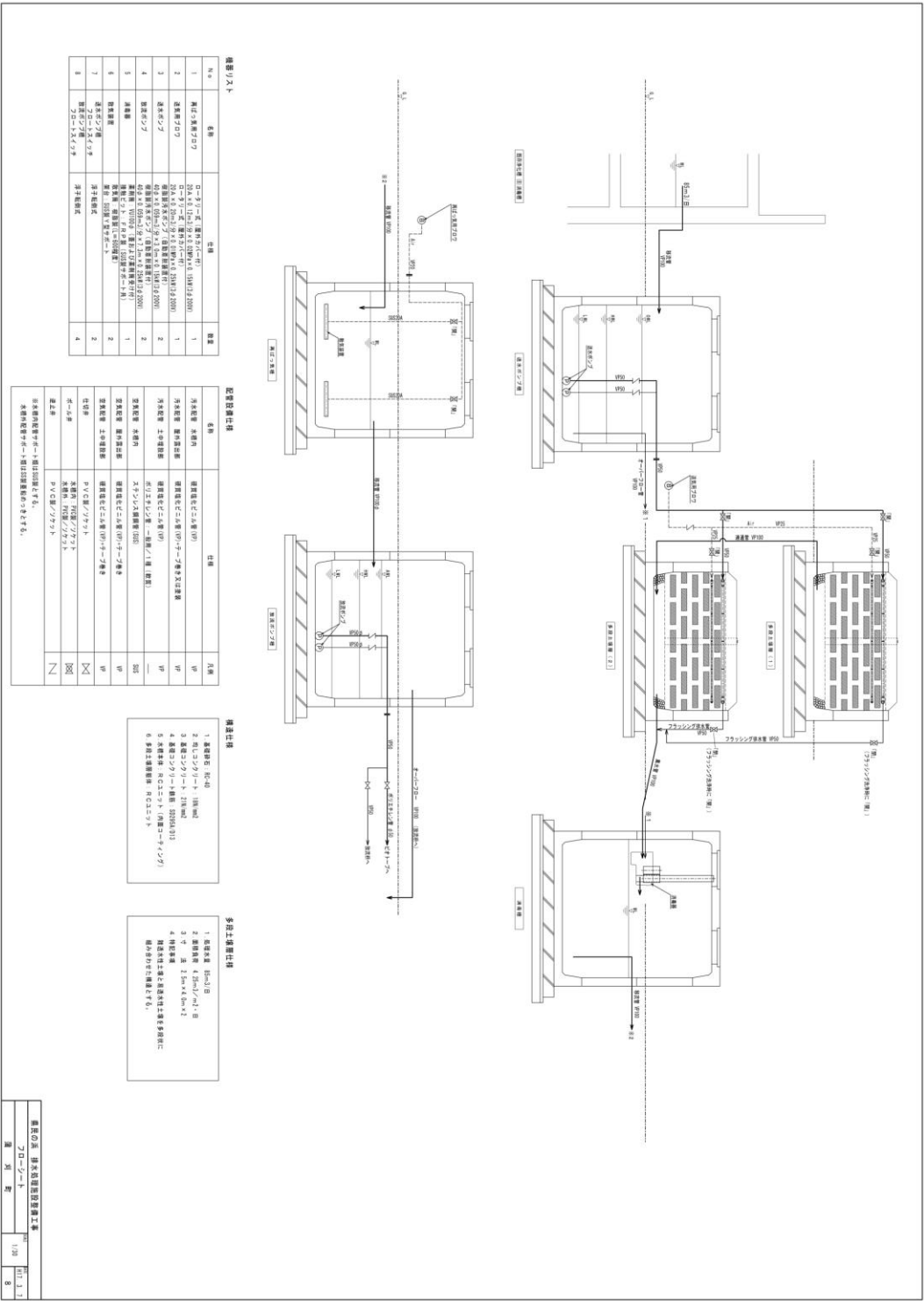
89



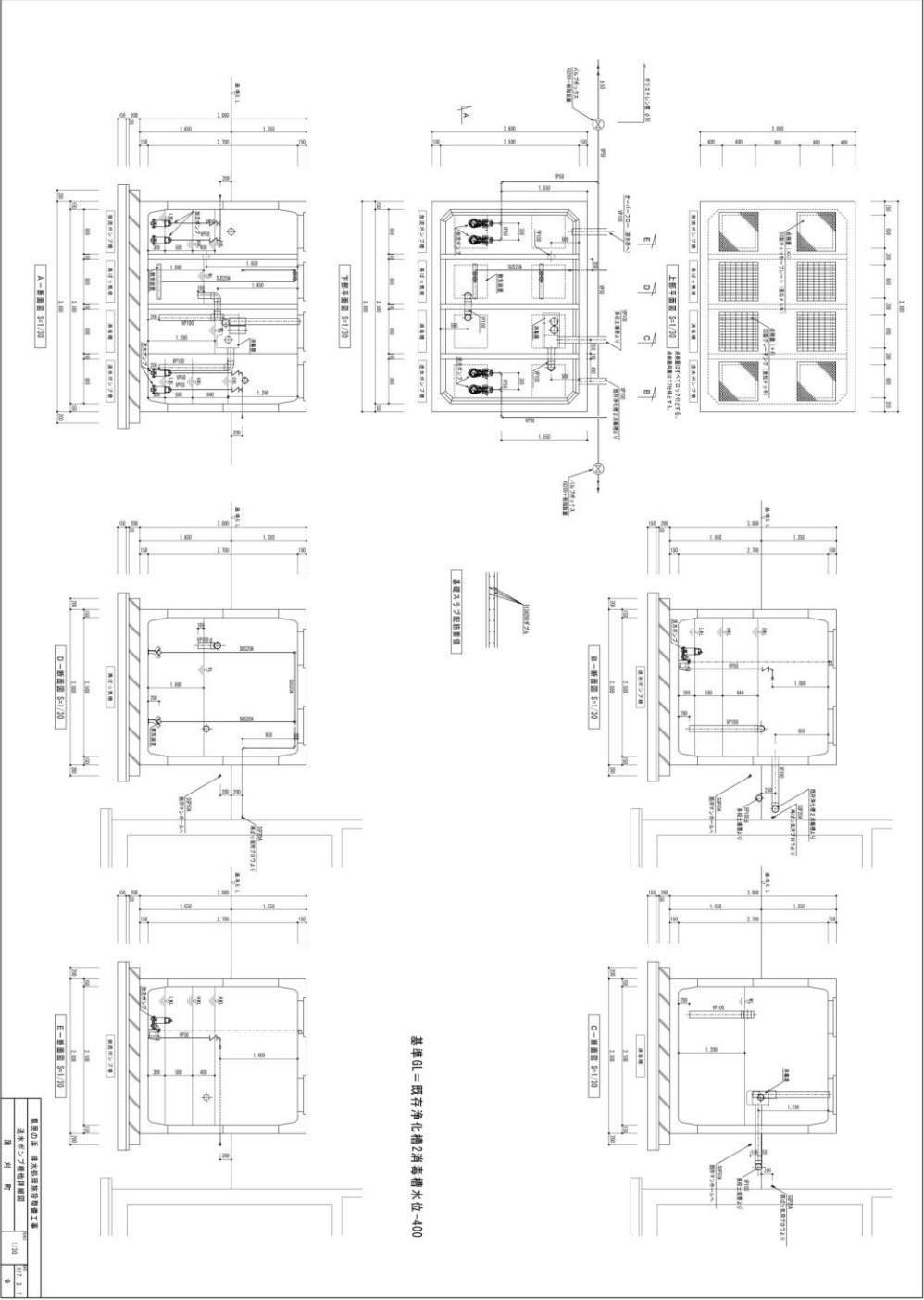
配置圖與平面圖



流程图



抽水井



工 事 説 明 資 料

工 事 概 要

工 事 名： 熊添川浄化施設（土壌層）工事

河川水系： 遠賀川

工事場所： 福岡県飯塚市大字菰田地先

工 期： 自 平成 14 年 10 月 日
至 平成 15 年 3 月 20 日

発 注 者： 国土交通省 九州地方整備局 遠賀川工事事務所

（工事内容）

本工事は、遠賀川左岸 33K 付近高水敷に熊添川浄化施設（土壌層）を築造するものである。

工事内容は、6 系列（1 系列は約 15m×20m×深さ 1.65m）に区切られた中に土壌層を築造

するもので、今回工事ではそのうち 5 系列を完成させる。1 系列は集水層（単粒碎石層）、

通水層（軽石層）、土壌ブロック（土壌層）から成り、通水層、土壌層はそれぞれ 6 層を積層し、

横断方向に互層構造とする。

また、上層 3 層には散気管、散水管が交互に配置されており通常上部の散気管、散水管を使用する。

底版清掃状況
(水洗い)



集水層施工
(単粒碎石 40mm～60mm)



エコフレーム設置
(集水管管口部)



透水シート布設完了
(PEネット2mm目使用)



軽石荷降し
(軽石粒径3～5mm)



通水層(軽石)投入・敷均し
(この時点では粗均しとする。)



軽石敷均し完了

(工事写真を撮影できるよう
足跡等を出来るだけ残さない。)



土壌ブロック荷降し

36個／パレット

360個／車

800kg／パレット



土壌ブロック基準高さ

・位置墨（基準墨）

軽石により下のブロックが隠れる
為、予め壁へ墨出しをしておく



土壌ブロック布設開始

基準墨に水系を張り、
それに合わせてブロック
を布設していく。
軽石はブロック布設時に
所定の高さに均す。



土壌ブロック布設状況

基準墨により設置した
ブロックに 10cm 幅の板を
あて、隣のブロック据付ける。



土壌ブロック布設状況

ブロック布設高さは、
レーザーレベルにより確かめる。
ブロックは±1cm 内で設置



端部シート設置（PVC 製 $t=1\text{mm}$ ）

処理層内の端部の処理水が
土壌ブロックと接触する為に
設けている。



土壌ブロック布設完了



配管完了

（写真は散気管）



通水層（軽石投入・敷均し）
配管完了後、所定高さに
軽石を敷き均す。



最上部通水層敷均し完了



土壌層排気管設置
VPφ75 有孔管
孔径 12mm
PE ネット巻付



吸出防止マット敷設完了
マット SS-10



埋戻状況
現地土により覆土。
敷均し機械 ミニ BH
締固め機械 1t ロラー



通気孔施工状況
通気孔には粗砂使用

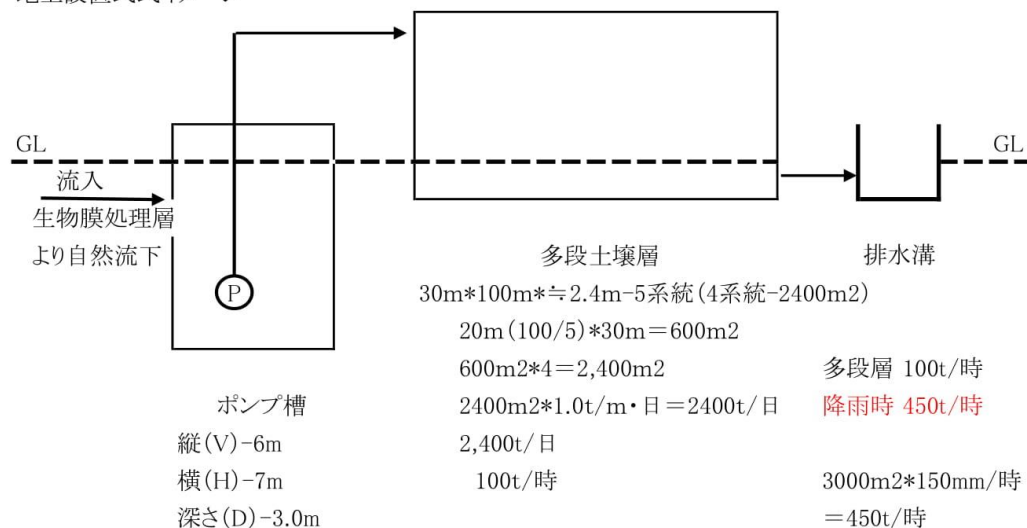


監査路見学窓

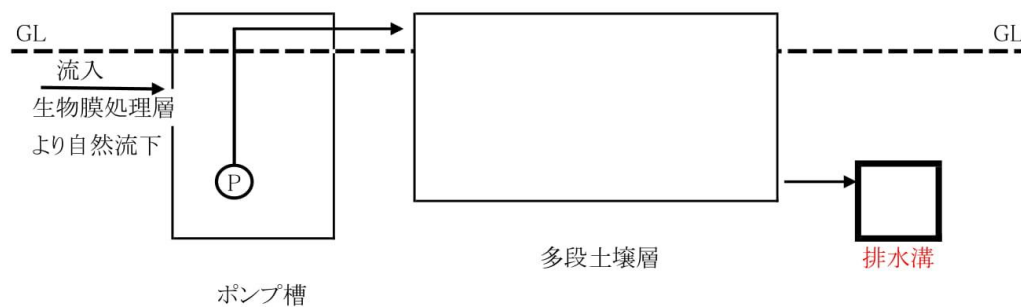
龍湖-多段処理層設置に伴う検討

1.基本条件

地上設置式イメージ



地下埋設式イメージ



多段土壌層地上設置式-地下埋設式比較

工種	内容	地上式	判定	地下埋設式	判定	備考
仮設工事	土留め工	不要	◎	必要	×	500m
土工事	掘削	少量	◎	大量	×	
	運搬	少量	◎	大量	×	
	処分	少量	◎	大量	×	
	埋め戻し	少量	◎	大量	×	
躯体工事	施工性(難易度)	普通	○	普通	○	
多段土壌層	施工性(難易度)	普通	○	普通	○	
	品質確保	普通	○	普通	○	
	機械設備工	普通	◎	普通	○	施工性が劣る
	メンテナンス性	普通	○	普通	○	
ポンプ槽	施工性(難易度)	普通	○	普通	○	同一条件
	多段層送水ポンプ	ポンプ揚程-6m	△	ポンプ揚程-3m	◎	
外部排水工事	施工性(難易度)	簡単	◎	GL-2.4m工事	×	揚水ポンプ必要

※比較表を検討の結果、地上設置式が施工性、品質確保、経済性共に優れている。

