



礫間接觸酸化法에 對하여

About the Gravel Contact Oxidation Method

金 治 弘*
Kim, Chi Hong

1. 序 言

水質問題로 巷間에서는 여러가지 걱정이 많다. 將次 人間の 生存과 直接 關係가 있는 물問題는 慎重히 檢討되고 水質汚染防止에 最善을 다 하여야 할 때라고 여겨진다.

約 10 年前부터 日本에서도 水質汚染에 對한 規制가 樹立되어 水質基準이 確立되었으며 우리 나라도 大概 日本의 水質基準과 거의 같은 基準을 마련하고 있다. 그런데 大部分의 水源은 河川水가 차지 하고 있으므로 河川淨化對策을 살피고 다음에 日本에서 河川淨化法으로 많이 活用되고 있는 礫間接觸酸化法에 對하여 紹介코저 한다. 筆者는 直接 日本의 多摩川의 支川인 野川에 設置된 礫間接觸酸化法에 의한 淨化施設을 보았으므로 이에 對하여 說明하기로 한다.

2. 河川의 自律作用

河川은 自然狀態에서 流水를 淨化하는 自淨作用의 機能을 갖고 있다. 여기서 自淨作用이라는 것은 汚濁物質의 ① 稀釋, ② 沈澱·吸着 ③ 濾過 ④ 生物의 導入 및 酸化分解 ⑤ 掃流效果에 의한 體系外로의 搬出의 5 가지 原理로 大別된다. 이 原理를 河川의 構造에 따라 說明하면 다음과 같다.

가) 여울에서의 曝氣: 空氣中の 酸素가 많이 水中에 녹아들어간다. 이리하여 河床에 棲息하

는 細菌, 물벌레등의 生物活動이 왕성해 진다. 이러한 것이 生物酸化에 의해 汚濁物質이 分解된다.

나) 여울의 礫間: 즉 砂礫과 砂礫의 間隙에 沈澱 및 礫表面에서의 生物에 의한 汚濁物質의 吸着 酸化가 이루어진다.

다) 여울의 河床: 汚濁物質이 濾過된다.

라) 凹部에서의 流速變化: 流速이 늦어지므로 汚濁物質이 沈澱하고 分解된다.

마) 비(雨)등에 의한 流量增加: 汚濁物質의 稀釋 및 汚泥가 下流로 밀려 내려가 바다 등으로 系外로 搬出된다.

이와 같이 河川內淨化對策은 人爲的으로 이들의 原理의 一部, 또는 全體를 應用해서 淨化效果를 높이는 方法이다. 河川中에는 直接施設을 設置하는 河道(流水部)利用과 河川敷地(非流水部)利用의 2 가지型이 있다. 河道利用은 濃도가 낮은 多量의 물을, 河川敷地利用은 濃도가 높은 少量의 물을 淨化하는데 適合한 것이다.

3. 河道利用

1) 薄層流

流水量에 比하여 河床面積을 크게 하므로서 沈澱의 效果, DO(溶存酸素量)의 增大, 生物에 의한 酸化·分解의 增大를 期한다. 薄層流는 얇을 수록 效果가 크고 긴 距離가 必要하다.

2) 曝氣(airation)

河川內에 曝氣裝置를 設置하고 DO(溶存酸素

* 土木(水資源)技術士, 成均館大學校教授

量)를 增大시키므로써 酸化分解를 促進시킨다. DO 飽和量이 40%以上인 경우는 效果가 적다.

3) 보(weir)

보를 만들어 놓으므로써 上流部는 流速이 低下하여 沈澱分離가 일어난다. 또 보로부터 물이 落下할 때에 曝氣가 일어나 DO가 供給되어 酸化分解가 促進된다.

沈澱汚泥가 自己分解하여 減量, 貯溜되어 洪水時의 掃流效果를 期待할 수 있다.

4) 掃流效果의 活用

댐, 보를 設置해서 流量이든가 流速을 바꿈으로서 沈澱 淨遊物質을 바다로 빨리 운반한다.

治水·利水計劃과 一體로 行할 必要가 있다.

5) 稀釋水の 導入

깨끗한 물을 導入해서 汚濁水의 濃度를 低減한다.

水源의 確保가 地域特性에 左右된다.

6) 集水埋渠의 設置

集水管의 設置에 依해 管과 河床 사이에서 砂層濾過를 하여 淨化水를 다시 한번 河川으로 되돌린다.

7) 接觸材의 設置

礫이든가 플라스틱의 接觸材를 河川에 넣어 吸着 沈澱效果를 높인다. 淨化效果는 적으나 設置가 簡便하다.

4. 河川敷地利用

8) 礫間接觸酸化 및 曝氣附礫間接觸酸化

河川의 물을 礫層에 導入하여 礫 및 礫에 附着된 生物膜으로 吸着 沈澱 酸化效果를 높인다. 더욱이 曝氣裝置를 設置하여 曝氣시키는 것이 曝氣附礫間接觸酸化이다. 물處理와 汚泥處理를 同時에 할 수 있다.

9) 浸透

河川敷地에 水路든가 못(池), 埋設管을 設置

하여 河川敷地의 土砂, 砂礫을 濾過材로 하여 濾過를 行한다.

大端이 良質의 물이 얻어지나 淨化量이 적다.

10) 表面浸透

水路든가 못(池)을 파지 않고, 直接 地表面에 河川水를 散布하든가 흐르게 한다. 地表面에서의 浸透에 의한 濾過作用 植物에 의한 吸收로 淨化가 이루어진다.

11) 酸化池

河川水를 못에 導入해서 沈澱分離 및 프랑크톤이 發生하는 DO를 利用하여 生物酸化를 行한다.

이것은 大腸菌도 除去할 수 있으나 10日~30日 滯留가 必要하다.

12) 伏流水

汚濁된 表流水와 깨끗한 伏流水를 置換하여 稀釋하므로써 원하는 水質을 確保한다.

良質의 물이 얻어지나 펌프·얹(pump up)이 必要하다.

以上 河川으로부터 12가지의 淨化法을 알게 되었는데 以下 日本多摩川에 採擇한 礫間接觸酸化法에 對하여 記述하기로 한다.

5. 多摩川特性에 맞는 淨化法

河川의 自淨作用을 살린 淨化方式中 河道流水部利用方法은 多摩川이 急流이고, 河床變動이 甚한 河川이기 때문에 不適合하다. 또한 河川敷地(非流水部)利用方法中 酸化池, 表面浸透, 浸透는 廣大한 面積이 必要하므로 適用할 수 있는 地域이 限定되어 있다. 또한 伏流水의 펌프·얹은 淨化效果가 河床의 狀況, 地下水의 流向등에 完全히 支配되므로 不確實한 상태에서는 適用이 不可能하다.

그런 것들에 反하여 礫間接觸酸化法은 洪水에도 견디어 낸다는 河川敷地利用方法에 共通된 特性을 갖고 있을 뿐만아니라 그다지 廣大한 用地를 必要로 하지 않기 때문에 여러 個所에 適應

이 가능하다. 더욱이 多摩川の 河川敷地에는 자갈이 많다는 特性도 活用할 수 있다. 이러한 事實에서 現時點의 [多摩川에 가장 適合한 河川內 淨化法으로서 礫間接觸酸化法이 採擇된 것이다.

1) 礫間接觸酸化法

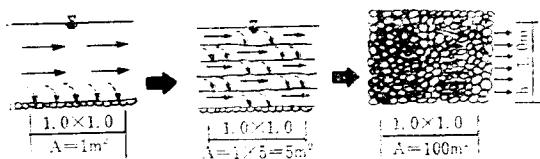
河床面에서의 沈澱·吸着이든가 礫을 둘러싼 微生物의 附着 및 酸化作用은 汚濁物質除去에 큰 作用을 하고 있다. 이 能力을 높이기 위해 河床面의 넓이를 增加시키는 方法을 礫間接觸酸化法이라고 말한다.

例를 들어 河幅 1m에서 그 流下距離를 1m로 하는 경우 그 河床面은 1m²이나 이것을 5층으로 한다면 河床面은 5m²가 되고 單純하게 計算하면 淨化能力은 5배가 된다. 그런데 直徑 5cm의 礫 1m³는 約 100m²의 表面積을 갖고 있다. 따라서 이 表面이 汚濁物質의 沈澱·吸着이든가 生物의 介을 河床과 마찬가지로 行하면 淨化能力은 飛躍적으로 增大하므로 大端히 效率 좋은 淨化시스템인 것이다.

또 이 方法은 最終적으로 堆積된 汚泥를 無機化하고 減量시켜 貯溜시키는 能力이 좋아 淨化뿐만 아니라 汚泥處理의 機能도 갖고 있다.

淨化能力擴大의 概念圖

普通의 河川 淨化能力擴大하자면 礫間接觸酸化法



汚濁物質은 河床面에서 自淨作用에 의해水中으로부터 除去된다.

같은 距離를 흘러도 그 사이에 接하는 河床面積이 넓으면 淨化가 進行된다.

礫사이를 물이 흐르므로써 接하는 面積이 增大하고 淨化가 促進된다

圖-1

2) 淨化의 構機

가) 汚濁物質의 除去

i) 接觸沈澱

礫과 礫사이에는 大小의 礫間이 連續하고 있

다. 이 空間을 물이 通過하면 水中의 浮遊物質이 礫에 接觸하고 沈澱이 促進된다. 礫間의 空間은 大端히 적기때문에 沈澱距離가 짧고 自然 河川에 比하여 沈澱이 잘 일어나기가 쉽다.

ii) 吸着

水中의 浮遊物과 礫은 微弱하지만 相反的인 電氣의 性質을 갖고 있다. 이 때문에 礫에 水中의 浮遊物이 吸着된다. 또 礫表面에 發生한 生物膜의 粘性에 의해 浮遊物質이 吸着된다.

iii) 生物酸化

礫表面의 生物膜이 沈澱·吸着만으로는 除去할 수 없는 溶解物質을 體內로 끌어들이어 汚濁物質의 固液分離를 行한다. 最終적으로는 물과 炭酸가스의 狀態로까지 分解된다.

나) 汚泥의 分解

沈澱·吸着·生物酸化에 의해 물과 分離한 汚泥는 礫사이를 通하여 下流로 移動하고 最終적으로는 最下層으로부터 堆積해 나간다. 그러는 동안에 汚泥에 含有된 有機成分은 約 $\frac{1}{4}$ 로 줄고 無害한 실트(泥土)가 된다. 同時에 體積은 壓密에 의해 1/10~1/15까지 준다.

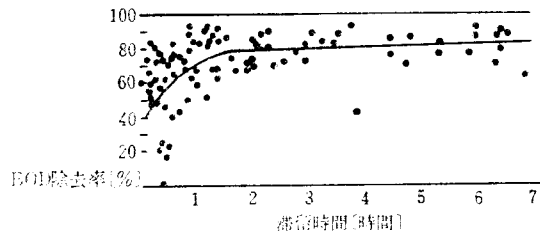


圖-2 滯留時間에 따른 BOD 除去率

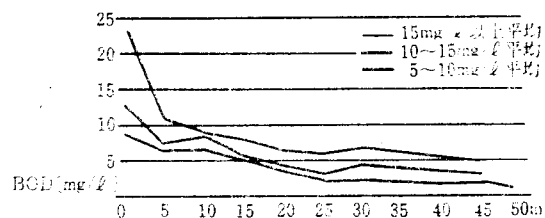


圖-3 流下方向의 水質變化

3) 施設概要

가) 野川(노가와) 淨化施設의 3가지 特徵

野川淨化施設은 多摩川の 廣大한 河川, 敷地 豊富한 자갈, 流域住民으로부터 要望이 강한 親水

性を 고려한 소프트·테크놀로지의 結晶體이다.

i) 資源節約型設計

礫間接觸酸化法에 必要한 21,400m³의 礫은 모두 多摩川河床의 것을 쓰고 있다. 또 礫層은 表面 굴착 斷面을 利用하고 있기 때문에 콘크리트 등의 資材가 不必要했다.

ii) 에너지節約型設計

野川로부터의 取水位와 處理水放流先인 多摩川의 水位差를 利用하고 人工的인 動力을 全然 쓰지 않고 물이 流下하도록 設計하였다.

iii) 維持管理가 없는 設計

通常 淨化施設의 維持管理에는 汚泥處理와 泥土處理가 必要하나 汚泥處理에 關해서는 礫槽內에서 水質淨화와 同時에 이루어지고 泥土處理는 5年 間堆積容量을 두었기 때문에 그 期間 維持管理가 不必要하다.

野川流末 및 多摩川本流의 水質淨化效果는 圖-4와 같다.

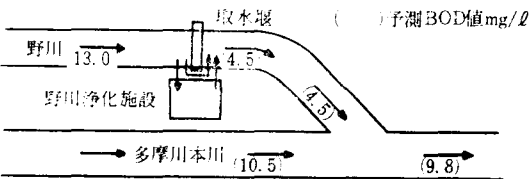


圖-4

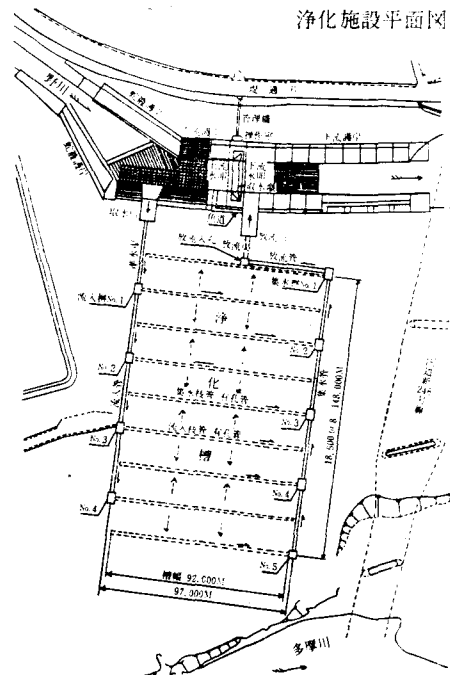
計劃諸元

項目	計劃諸元	備考
計劃水量	對象河川流量	1.15m ³ /sec 野川低水流量
	淨化流量	1.00m ³ /sec
	魚道流量	0.15m ³ /sec
計劃水質	流入	BOD 13mg/l SS 16mg/l 野川低水流量時水質
	放流	BOD 3.25mg/l 野川低水流量時水質
		SS 2.4mg/l 魚道流量과 合하여 BOD4.5 SS4.2
淨化方式	礫間接觸酸化方式 地下構造式	
目標除去率	BOD	75%
	SS	85%
泥溜容量	5年分 5年의 泥堆積容量 豫想	
	所要滯留時間 1.25hr 所要流下距離 17.5m	
取水方法	고무引布製起伏堰에 의한 自然流下方式 魚道施設의 設置	
堰倒伏(運轉休止)河川流量	野川低水流量의 2倍流量以上 水位設定에 의한 堰倒伏	

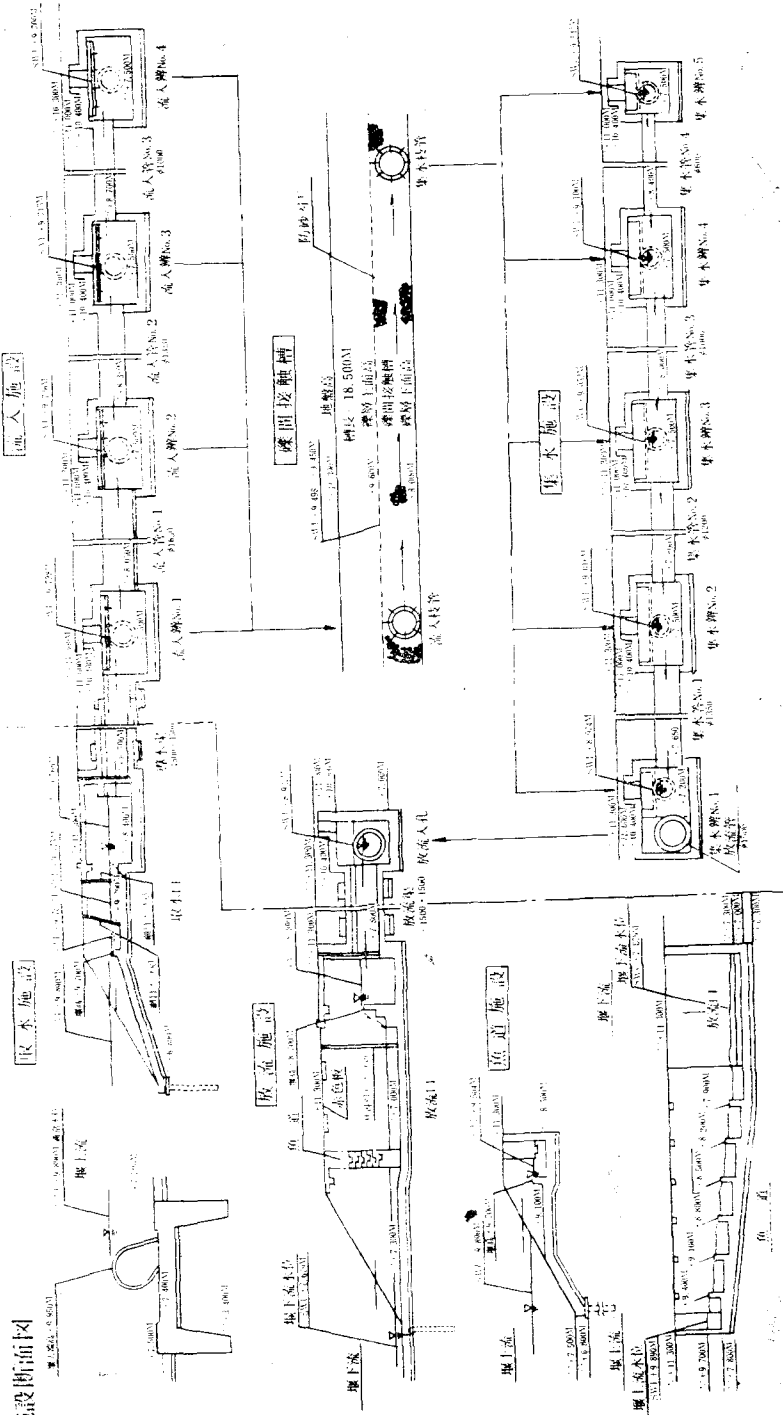
以下 施設概要에 關해 記述하고 圖示하면 다음과 같다.

施設諸元

淨化槽	
有效水深	1.5m(礫層厚=1.6m)
槽幅	W=92m
全槽形狀	92m×18.5m×8槽 (92m×148m)
礫形狀	20mm-120mm
空隙率	約 35%
礫容量	21,400m ³
取水堰(고무引布製起伏堰)	
堰高	H=2.45m 堰基礎高 AP+7,500m 堰天端高 AP+9,950m
堰形狀	
材質	合成 고무 3프라이(厚 12.5mm)
作動시스템	水位感知에 의한 自動收縮(에어식)
附屬施設	水位計(連續水位觀測) 警報裝置(放流時警報)



浄化施設断面図



取水取正面図

取水取断面図

