

II-542

感潮河川域の再浮上した河床汚泥の酸素利用速度係数について

東京都土木技術研究所 正会員 ○和泉 清
早稲田大学理工学部 正会員 遠藤郁夫
群馬工業高等専門学校 正会員 大森 忠

1. 緒 言

東京の江東内部河川や中小河川感潮域は、下水道が普及しているが、合流式であるため、降水時に汚濁物質が流入し堆積する。こうした感潮河川域は、地形的にみて平坦な低平地であるがために、平常時における流れは遅く、洪水におけるフラッシュ効果もあり期待できない水域である。このような状況にある感潮河川域の浄化対策は、現在のところポンプやグラブによる浚渫によって河床汚泥を除去することが唯一の方法となっているのが現状である。そこで、ここでは、感潮河川の浄化方法の一つとして矩形型エアリフトを設置し、流れの遅い感潮河川域の河床汚泥を巻き上げ、一定時間エアレーションを行ない下流側にSSを移送することによって河川の浄化を図ろうとするものである。したがって、引き潮時にこの装置を稼働させ河床汚泥を巻き上げエアレーションを行いながら、流れの早い河川の上層流に乗せ下流方向に定常的に処理水を移動させ、河床汚泥の除去を行なうとするものである。特に、現在行なわれている浚渫工事と組み合わせ、補助的方法として、感潮河川の浄化対策を試みた。本研究は、こうした浄化対策に必要な基礎的諸問題のうち、今回は特に、仙台堀川松永橋付近の河床汚泥について、再浮上した場合の酸素消費量について、検討を加えたものである。

表-1 仙台堀川河床汚泥

採取地点	含水率 (%)	乾 燥 重 量 と し て					
		強熱減量 (%)	有機炭素 (%)	全窒素 (%)	全リン (%)	硫化物 (%)	C : N
仙台堀川							
松永橋 ※	71.7	9.7	3.27	0.083	1.25	0.004	39.4
海辺橋	71.5	9.7	3.37	0.307	1.20	0.022	11.0
逆井橋	72.4	10.0	3.65	0.376	0.21	0.574	9.7

※ 昭和59～60年浚渫工事

2. 実験方法

仙台堀川松永橋付近の河床汚泥をエグマンバージ法を用いて採泥を行なった。採泥付近の水深は約2.5mであった。また、採泥深は表面から約10cmを標準とした。エアレーションは容積7ℓのエアレーションタンクを用いた。水温は実験期間は20℃とした。

3. 実験結果と考察

(1) 河床汚泥の性質河床における汚泥の性質は、河川の水利特性および汚濁源によって種々異なるものと考えられる。表-1は東京都内部河川の一つである仙台堀川の河床汚泥の性質である。仙台堀川河床汚泥の含水率、強熱減量および有機性炭素等はそれぞれ、72%、10%、3.3～3.7%とほぼ一定であることが認められた。しかしながら、全窒素および硫化物は、松永橋付近で0.083%および0.004%と非常に小さい値であることが認められた。これは、昭和59～60年において、河床浚渫工事が行なわれたためと考えられた。また、C : N比においても松永橋が39.4と大きく、海辺、逆井橋付近が、10～11の範囲であることを勘案すると、河床浚渫工事の影響と考えることができた。

(2) 酸素利用速度係数

都市内部河川、特に感潮河川において、引き潮時に、曝気装置を稼働させ、河床汚泥を巻き上げ排水機場よりポンプ揚水して流れの早い河川の上層流に乗せ、下流方向に流下させた場合、

下水側において巻き上げられた汚泥がDOを消費して水質汚濁の原因となることが考えられる。そこで再浮上した河床汚泥の酸素消費量について検討するため、各SS濃度について、エアレーション30分間行ない、直ちに酸素利用速度係数を求めた。酸素利用速度係数は図-1に示してあるように、初期に大きいことが認められた。この時間、はSS濃度によって異なるが、SS200～400mg/ℓでは測定開始後3時間、SS800～5,000mg/ℓでは1.0時間、SS5,000～10,000mg/ℓでは0.5時間であった。すなわち、初期酸

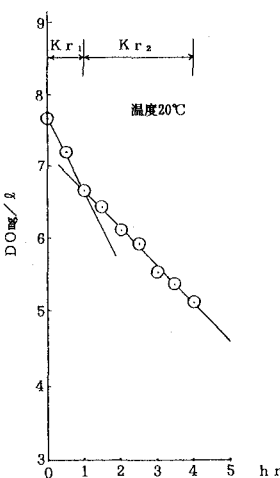


図-1 SS800mg/ℓの場合の溶解酸素の変化

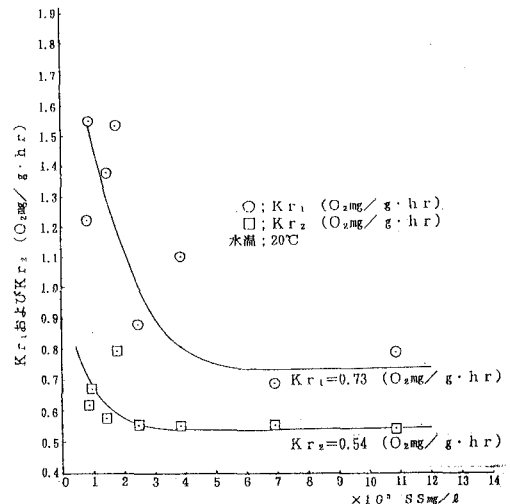


図-2 SS濃度とKr₁およびKr₂との関係

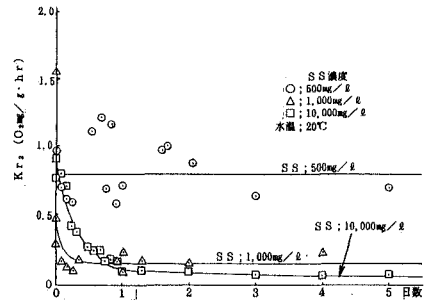
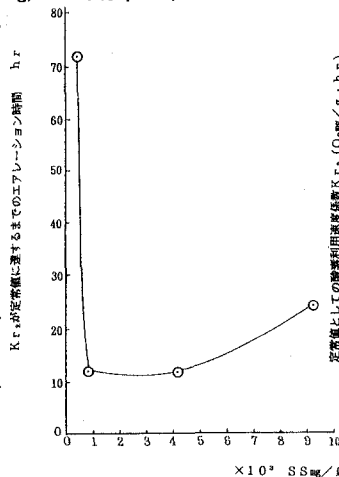
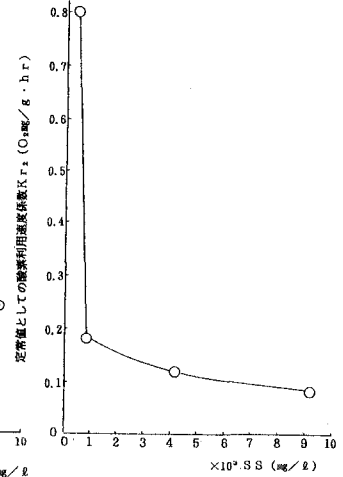
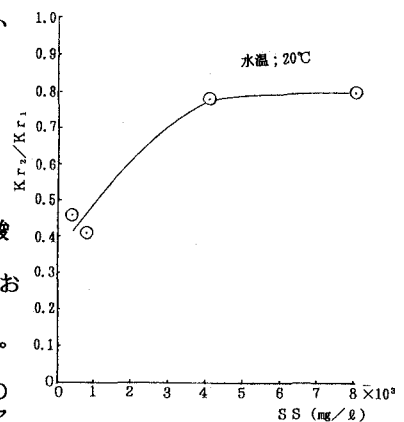
素利用速度係数 K_{r1} ($0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$) の発現する時間は、 $SS\ 800\sim 10,000\text{mg/l}$ の範囲では $0.5\sim 1.0$ 時間であった。 SS 濃度と K_{r1} および K_{r2} との関係を図-2に示した。この図に示されているように、 K_{r1} は $SS\ 1,000\sim 5,000\text{mg/l}$ の範囲で急激に減少して、 $1.5\sim 0.73\ 0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$ となった。それ以上の SS 濃度では定常値 $0.73\ 0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$ を示した。 K_{r2} は $SS\ 1,000\text{mg/l}$ 付近では $0.73\ 0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$ 、 $SS\ 3,000\text{mg/l}$ では $0.54\ 0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$ と減少した。それ以上の SS 濃度では定常値 $0.54\ 0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr}$ となった。また、その比、すなわち K_{r2}/K_{r1} は、 $SS\ 1,000\text{mg/l}$ 付近では 0.5 、 $SS\ 3,000\text{mg/l}$ 付近では 0.6 、 $SS\ 5,000\text{mg/l}$ 以上では、 K_{r1} および K_{r2} とも定常値を示す範囲で、 $K_{r2}/K_{r1}=0.74$ であった。

(3) エアレーション時間と酸素利用速度係数 K_{r2}
エアレーション時間と酸素利用速度係数 K_{r2} との関係を図-3に示した。 $SS\ 500\text{mg/l}$ では、エアレーション時間と K_{r2} との関係は極めて不安定で、広範囲に分布して、ほとんどエアレーション時間の影響は認められず $K_{r2}=0.8\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ と考えることができた $SS\ 1,000\text{mg/l}$ では、エアレーション12時間まで急激に減少している。

それ以上のエアレーション時間では、 $K_{r2}=0.16\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ と一定な値となった。また、 $SS\ 10,000\text{mg/l}$ では、エアレーション24時間まで急激に減少して、それ以上のエアレーション時間では $K_{r2}=0.08\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ と一定値になった。このように、 K_{r2} が急激に減少して定常値となるエアレーション時間は SS 濃度によって異なることが認められた。図-4は各 SS 濃度において、 K_{r2} が定常状態になるまでに要したエアレーション時間である。この図から認められるように、 $SS\ 1,000\sim 4,000\text{mg/l}$ の範囲では、 K_{r2} が定常値に達するまでのエアレーション時間は12時間であった。また、図-5は SS 濃度と定常値としての K_{r2} との関係である。 $SS\ 1,000\text{mg/l}$ 以上では、 K_{r2} は徐々に減少していることが認められた。 $SS\ 1,000\sim 10,000\text{mg/l}$ の範囲では、 K_{r2} は $0.18\sim 0.08\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ あった。 $K_{r2}=0.10\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ の得られる SS 濃度は $6,000\text{mg/l}$ 程度と考えることができた。図-6はエアレーション24時間後における SS 濃度と K_{r2}/K_{r1} との関係である。 $SS\ 4,000\text{mg/l}$ 以上では、 K_{r2}/K_{r1} は 0.8 であることが認められた。しかも K_{r1} の発現時間は各 SS 濃度とも最初の1時間程度であった。

4. 総括および結論
仙台堀川松永橋付近の河床汚泥について再浮上した場合の初期酸素利用速度係数 K_{r1} 、および酸素利用係数 K_{r2} を明らかにした。また、再浮上した汚泥をエアレーションすることによって、 K_{r1} および K_{r2} を著しく減少させることができた。酸素利用速度係数 K_{r2} の定常値は、 $SS\ 200\sim 1,000\text{mg/l}$ の範囲で急激に減少した。 $SS\ 1,000\text{mg/l}$ 以上では、徐々に減少して、 $SS\ 1,000\sim 10,000\text{mg/l}$ の範囲では、 $0.18\sim 0.08\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ となった。これらの定常値はエアレーション時間12~24時間で得られた。しかも、エアレーションを行なわない場合の酸素利用速度係数 K_{r2} に比較して $1/3\sim 1/7$ であった。

以上総括すると、河床汚泥のエアレーションは $SS\ 6,000\text{mg/l}$ 以上で、24時間エアレーションを行なえば、酸素利用速度係数 K_{r2} は $0.1\ (0_2\text{mg/g}\cdot\text{hr})$ 以下、 K_{r2}/K_{r1} は 0.8 となることが認められた。このような状態で、 $SS\ 1,000\sim 2,000\text{mg/l}$ 程度の河川水を排水機場よりポンプ揚水した場合、松永橋付近の河床汚泥の粒度分析および沈降分析などを勘案すると、放流先における DO 消費量は 1mg/l 以下であると考えることができた。

図-3 エアレーション時間と K_{r2} との関係図-4 SS 濃度と K_{r2} が定常値に達するまでのエアレーション時間図-5 SS 濃度と定常値としての K_{r2} との関係図-6 エアレーション24時間後における SS 濃度と K_{r2}/K_{r1} との関係