

流入出構造に影響された沈砂池の流れ場の性質

Characteristics of a sedimentation tank flow affected by inlet and outlet structure

○米須恵理子*・仲村渠将**・吉永安俊**・酒井一人**

○Eriko KOMESU*, Tamotsu NAKANDAKARI**, Anshun YOSHINAGA**, Kazuhito SAKAI**

1. はじめに

沖縄地方の農地では赤土等流出防止対策が実施されており、とくに沈砂池は畑地帯の最下流部に設置される最終的な対策として重要な施設である。沈砂池の流れ場に関する設計条件は乱れのない様な流速分布をした押し流れであるが、降雨強度に応じた流量の変化および流入出構造や水制に起因した非様な流速分布の発生によりその設計条件は完全には満たされないと考えられる。沈砂池に貯留された土砂や栄養成分を資源として再利用することを考慮すると、実降雨や実構造に影響された沈砂池の流れ場の性質を把握することは沈砂池の物質貯留機能を評価するうえで重要である。本研究では流入出構造に影響された沈砂池の流れ場の性質を調べた。

2. 方法

水平にした実験用開水路(幅 40cm, 深さ 40cm, 長さ 8m)を流入境界と流出境界で仕切った長さ 6m の区間(以降、供試区間)を構造を単純にした沈砂池とみなして水理実験に用いた。流入境界と流出境界には多孔整流板または全幅堰を用いた。現場条件を想定した流入流れには多孔整流板の穴を部分的にめくらし得られる自由落下流れを採用した。水路中心軸を含む鉛直平面内に配置した計測点で流速を計測した。流速の計測点数は水路中心軸方向に 14 点かつ水深方向に 3 点の合計 42 点である。供試区間の上・中・下流部で水位を計測した。静水時の水深は 30cm であり、その静水面を水位の基準高とした。理想的な流れ場と比較することで、流入出構造に影響された流れ場の性質を明確にする。

3. 結果および考察

(1)理想条件の場合(定常流量： $Q=1.7\text{L/s}$ 、一様流入、一様流出)

流速は、大きさが 1.0cm/s から 1.9cm/s の範囲に分布し、向きが水路中心軸方向に卓越した。流入境界から 10cm 下流地点を除いて様な流速分布となり、ほぼ理想的な押し流れが形成された。上流、中流および下流の水位はそれぞれ 15.0mm, 14.9mm および 14.8mm であり、供試区間の水面勾配は微小であった。6m の供試区間全体が粒子の沈殿除去に有効な押し流れ区間になると考えられ、その場合、表面負荷率は 0.07cm/s である。

(2)現場条件 1 の場合(定常流量： $Q=1.7\text{L/s}$ 、自由落下流入、一様流出)

流速の大きさは 0.5cm/s から 11.3cm/s の範囲に分布した。流入境界から約 100cm 下流地点までの範囲には、現場条件を想定した流入境界の自由落下流れによって大きな流速が現れ、鉛直縦断面内を循環する流れ場が形成された。これは落差工直下に形成される流れ場に類似した(石野・井筒; 内田ら, 2005)。一方、流入境界から 400cm 地点より下流側の範囲には、上記(1)の理想条件の場合と類似した押し流れが形成された。

流速分布の結果から、粒子の沈殿除去に有効な押し流れ区間は循環流が形成されている上流部分を除いた、流入境界から 150cm 地点付近から下流境界(600cm 下流地点)までの

* 琉球大学大学院農学研究科 Graduate school of Agriculture, University of the Ryukyus

** 琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

キーワード：赤土等流出防止対策, 沈砂池, 流れ場

範囲となり，理想条件の場合と比較して約 75%に減少した．この場合には，表面負荷率は 0.09cm/s である．

(3)現場条件 2 の場合(定常流量：Q=1.7L/s，自由落下流入，非一樣流出)

図 1 に流速分布の結果を示す．図中，数値は流速の大きさ，矢印は流速の向きの概略を示している．流速の大きさは 0.4cm/s から 9.6cm/s の範囲に分布した．流入境界から約 100cm 下流地点までの範囲は，上記(2)の現場条件 1 の場合とほぼ類似した流れ場であった．流出境界の堰近傍では従来の知見のとおり上向きの流速が生じた．図 1 に示した流速分布の結果から，粒子の沈殿除去に有効な押し出し流れ区間は上流の循環流部分と堰近傍を除いた流入境界から 150cm 地点付近から下流境界付近(570cm 下流地点)までの範囲となり，理想条件の場合と比較して約 70%に減少した．この場合には，表面負荷率は 0.10cm/s である．

x(cm) \ z(cm)														
	10	20	40	60	80	100	200	400	(有効区間)		540	560	580	590
25	6.8 ←	7.7 ←	9.6 ←	7.4 ←	2.5 ←	1.3 →	1.2 →	1.2 →	1.3 →	1.3 →	1.3 →	1.5 →	1.8 →	2.6 →
15	5.1 ↙	4.3 ↙	2.2 ↙	3.0 →	4.2 ↗	1.1 ↗	0.4 →	1.2 →	1.3 →	1.3 →	1.4 →	1.4 →	1.5 →	1.5 →
8	5.4 ↘	3.8 ↘	7.0 →	8.3 →	5.1 →	1.1 ←	0.5 →	1.1 →	1.4 →	1.3 →	1.3 →	1.4 →	1.2 →	0.6 →

図 1：流速分布(単位：cm/s，x：流入境界から下流側への距離，z：水路床から鉛直上向きへの距離)

Fig 1: Velocity distribution (unit: cm/s)

(4)粒子の除去効果に関する考察

表面負荷率の大小関係から粒子の理論的な除去効果は，大きい順に理想条件，現場条件 1，現場条件 2 となる．流入境界の構造が現場の実構造に似るにつれて除去効果は低下することを示している．実際の流入出構造による非一樣な流速分布の形成が，粒子の沈殿除去に有効な押し出し流れの部分の範囲を縮小させるためといえる．

4. まとめ

沈砂池の流入出構造がその流れ場に与える影響を水理実験によって調べた．流入境界の自由落下流れは大きな流速の循環流を形成させた．また，下流境界の堰近傍には上向きの大きな流速が生じた．現場の実構造を想定した流入境界は流速を変化させて粒子の沈殿除去に有効な押し出し流れの範囲を縮小させるといえる．そのため沈砂池の除去効果は低下すると推測される．流入境界の自由落下流れと下流境界の堰は実際に主流の構造であり，したがって，実際の沈砂池においては押し出し流れをできるだけ確保するような流入出構造を取り入れることが重要といえる．今後の課題は，分散係数またはペクレ数を用いた流れ場の混合状態の定量的評価と土粒子を実際に流して除去効果を調べることである．

5. 参考文献

- (1)石野捷治・井筒勝彦：中小落差工の水理現象に関する実験的研究(1)—完全落下の場合—，農業土木試験場報告第 5 号．
- (2)内田龍彦・福岡捷二・木下真理子(2005)：落差工下流の河床洗掘孔を考慮し設置された粗朶沈床の効果検討，河川技術論文集第 11 巻．