

鉛直管を用いた土砂投入に伴う水塊流動の段差部での挙動について

東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 ○金澤 剛
大阪市立大学大学院 正会員 重松 孝昌

1. 目的

東京湾などに存在する浚渫窪地を埋め戻す際には、窪地内部に堆積していた浮泥等が土砂の投入によって生じる流れにより周辺に拡散することが懸念されている¹⁾。そこで著者らは、鉛直管を用いた土砂投入を対象とした基礎的な水理模型実験を実施して、土砂投入によって誘起される周辺水塊の流動特性について検討した²⁾。本研究では、前回の検討を進展させ、窪地の崖を想定した壁がある場合を対象に、土砂投入に伴い発生した流動の壁周辺での挙動を把握することを目的とした。

2. 水理模型実験

実験は前報²⁾と同様、東洋建設(株)鳴尾研究所の長水路(長さ 40m, 幅 1m, 深さ 1.6m)内に水平床と仮設壁により長さ 10m, 幅 0.15m の幅の狭い水路を作り、その中央に鉛直管を含む土砂投入装置を設けて実施した(図-1)。窪地の崖に見立てた段差は、鉛直管から 1.5m 離れた地点に設置した。この段差はアクリル製で底面とのなす角度が 60° と 90° の 2 種類、高さも 2 種類とした。実験諸元を表-1 に示す。また、段差を設けない場合も実験を行い、その場合は水深が 32.5cm(原型 13m)のケースも加えた。土砂投入の諸元および投入材料は、前報²⁾と同様である。なお、鉛直管模型は現象の 3 次元性を排除するために水路幅方向に等しい矩形断面(5cm×15cm)とし、投入土砂量も水路幅が管径の 3 倍であることを考慮した。

投入材料である NSF カオリンは、所定量を底板が開閉する投入容器に入れ、瞬間的に鉛直管内に投入した。計測はカオリン投入後に底層に発生する流速と濁水塊の厚さを電磁流速計とスケールによって計測した。

3. 実験結果

この鉛直管に投入された NSF カオリンは、水路底面に到達した後、薄層の白濁水塊となって水路の左右に分かれて底面に沿って移動した。この白濁水塊は窪地の崖に見立てた段差に達すると、ある場合は段差を乗り越え、または段差を乗り越えられずに反射して戻っていった。白濁水塊が段差を乗り越えたケースの水平流速の計測結果の一例を図-2 に示す。実験条件は図中に示す通りで、流速測定位置は鉛直管からの水平距離 x が 62.5cm と 125.0cm は底面上 2.0cm, また x が 150.0cm(段差位置)と 155.0cm(段差上)は段差の天端上 1.0cm の点である。縦軸は鉛直管から離れる方向を正とする水平方向流速 u , 横軸は投入容器を開放した瞬間からの経

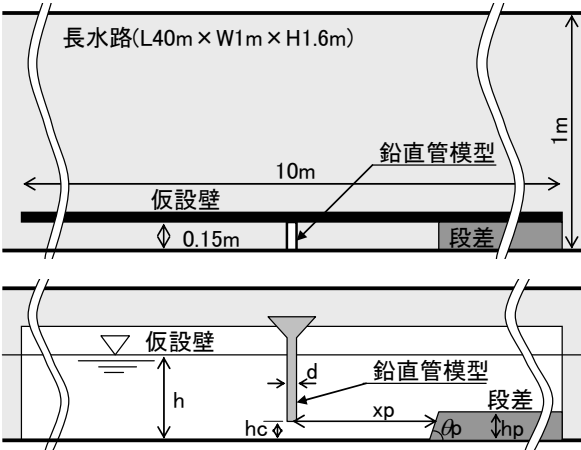


図-1 実験概要図

表-1 実験諸元

項目	原型	模型
鉛直管内径d(m)	2.0	0.05
水底面と鉛直管下端のクリアランスhc(m)	2.0	0.05
	3.0	0.075
	5.0	0.125
水深h(m)	18.0	0.45
投入量V(m ³)	(グラブ容量) 10.0	0.000156×3 =0.000468
段差の位置xp(m)	60.0	1.5
段差の高さhp(m)	2.0	0.05
	6.0	0.15
段差の勾配θp(°)	60.0	60.0
	90.0	90.0

キーワード 鉛直管, 土砂投入, 窪地, 底層水

連絡先 〒663-8142 西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 TEL0798-43-5902

過時間である。図-2 は、土砂投入に伴って発生した白濁水塊が徐々に流速を低下させながら、鉛直管から広がっていく様子を示している。そして土砂投入後 80 秒程度で白濁水塊は段差($x=150\text{cm}$)に達し、更に 10 数秒後には段差天端上の $x=155\text{cm}$ にも到達して、白濁水塊が段差を乗り越えたことがわかる。

表-2 に実験ケースごとに白濁水塊の段差上への到達状況を示す。表中、○は白濁水塊が段差上に達したことを、△は段差上に達したがその規模が小さいことを、●は段差上に到達しなかったことを表している。また、数字は $x=125\text{cm}$ で計測した白濁水塊の厚さ ft を段差の高さ hp で除した値である。表-2 によれば、段差手前の白濁水塊厚 ft が段差の高さ hp と同程度以上であれば、白濁水塊は段差上に十分達し、 ft が hp の 50%程度であると、白濁水塊は辛うじて段差上に達することがわかる。また、 ft が hp の 20%だと白濁水塊は段差を乗り越えることが出来ていない。限られたデータ数ではあるが、このように段差手前の白濁水塊厚からその白濁水塊が段差を越えるか否かの判別が出来ると考えられた。

図-3 は段差を設けず一様床で実施した実験結果も含めて、鉛直管からの水平距離 x とその位置での白濁水塊厚 ft の関係を示したもので、水底面と鉛直管下端のクリアランス hc 別に得られた線形の近似直線も記した。それぞれの近似式の相関係数 R は 0.93 程度と高い。図-3 より、 ft はトレミー管から離れるに従いその厚さを減じ、また、 hc が小さいほど ft も小さいことがわかる。いま、段差の手前の白濁水塊厚 ft が段差の高さ hp の 50%以下であれば段差を越えないと仮定できるものとすれば、この図-3 より土砂投入による白濁水塊が段差を越えない土砂の投入位置を推定することが出来る。例えば、段差の高さを $hp=4\text{cm}$ とすれば、段差を越えない白濁水塊厚は $ft=2\text{cm}$ であるので、 $hc=7.5\text{cm}$ の場合は近似直線から x は 290cm となる。すなわち、この土砂投入条件では、土砂投入位置が段差から 290cm 以上離れていれば、白濁水塊はこの段差を越えないと推定される。

4. まとめ

鉛直管を用いた土砂投入を想定して基礎的な水理模型実験を実施し、土砂投入に誘起される周辺水塊の流動の窪地の壁に見立てた段差周辺での挙動について検討した。その結果、窪地内で鉛直管を用いて土砂投入する場合、窪地深さに応じた施工条件を求めることの可能性が示された。

参考文献

- 1) 内藤了二・中村由行・今村均・佐藤昌宏：浚渫跡地の修復に関する施工上の影響と研究開発課題の抽出，海洋開発論文集，第 22 巻，pp. 649-654，2006.
- 2) 金澤 剛・重松孝昌：鉛直管を用いた土砂投入に伴う水塊流動について，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，II-085，2009.

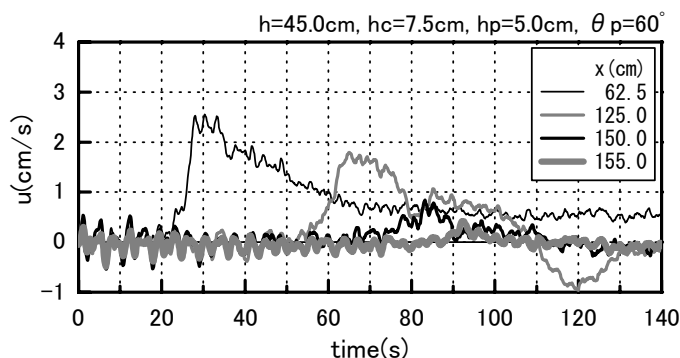


図-2 水平流速の時系列図

表-2 段差上への白濁水塊の到達状況と白濁水塊厚段差高比

段差諸元		水底面と鉛直管下端のクリアランス $hc(\text{cm})$		
$hp(\text{cm})$	θ_p	5.0	7.5	12.5
5.0	60°	△(0.60)	○(1.10)	○(1.60)
15.0	60°	—	—	△(0.47)
15.0	90°	●(0.20)	—	△(0.53)

○:到達, △:到達(規模小), ●:未到達, —:未実施

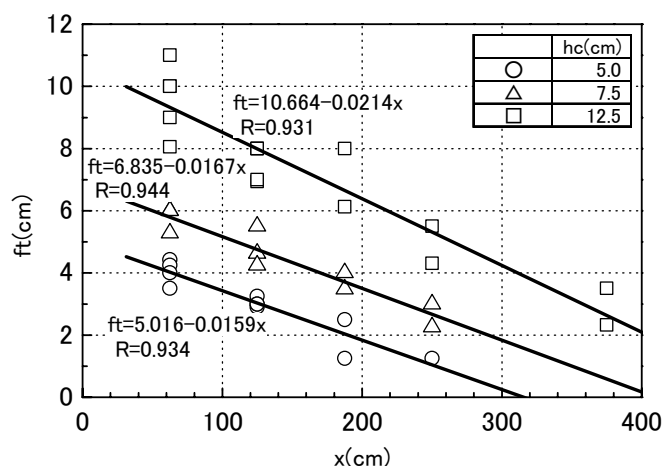


図-3 白濁水塊厚と鉛直管からの距離の関係