# 鉛直管を用いた土砂投入に伴う水塊流動について

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

海上工事の代表的な工種のひとつに土砂投入がある.この土砂投入に関しては、その落下形態や誘起流動、 堆積形状などについて数多くの既往の研究があり、投入土砂の拡散予測も可能<sup>1)</sup>である.ところで、土砂が投 入される海底の状況に着目すると、近年の沿岸環境の悪化に伴い、浮泥の集積や、無酸素・硫化物水塊等が存 在していることも考えられる.この場合、土砂投入によってそれらが周辺海域へ拡散することが懸念されるが、 こうした土砂投入に伴う周辺水塊の流動に関する知見は少ないようである.そこで、本研究では、鉛直管を用 いた土砂投入を対象に、基礎的な水理模型実験を実施し、土砂投入に誘起する周辺水塊の流動を把握すること を目的とした.

## 2. 水理模型実験

実験は、東洋建設(株)鳴尾研究所にある長水路(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).土砂投入の諸元は、収集した現地施工事例 から、容積 10m<sup>3</sup>のバックホウで粘性土を直径が 2m の単管タイプの鉛直管に投入することを想定し、フ ルードの相似則に従うものとして縮尺 1/40 でモデル 化した(表-1).なお、鉛直管は通常、円筒形である が、ここでは現象の 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.

投入材料は、シリンダー法によるフロー値が180mm であった浚渫粘性土の投入事例を参考に、フロー値 が同一となるよう含水比を調整したNSFカオリンを 使用した.NSFカオリンは、底板が開閉する投入容 器に所定量を入れ、瞬間的に底板を開放することで 鉛直管内に投入した.計測はカオリン投入後に鉛直 管周辺に発生する流速を電磁流速計によって、特に 水平方向流速に着目して鉛直管からの水平距離と底 面からの高さを変えて、同一条件で2回計測した.



図-1 実験模型設置状況図

項目	原型	模型				
鉛直管内径d(m)	2.0	0.05				
海底面と鉛直管下端の クリアランスhc(m)	1.0	0.025				
	2.0	0.05				
	3.0	0.075				
	5.0	0.125				
- と 変 い ( )	13.0	0.325				
<b>小沐n</b> (m)	18.0	0.45				
 投入量V(m <sup>3</sup> )	(グラブ容量)	0.000156 × 3				
·	10.0	=0.000468				

表-1 実験諸元

#### 3. 実験結果

各実験条件において、この単管タイプの鉛直管にNSFカオリンを投入したところ、既往の研究<sup>2)</sup>と同様に、 カオリン塊は管内を上下に脈動しながら落下した.その後、カオリンが鉛直管から放出され着底すると、底面 に沿って薄く白濁した流動が水路の左右に広がるのが観察された.土砂投入に伴って発生した鉛直管周辺の流 速の計測例として、図-2に水深45.0cm,海底面と鉛直管下端のクリアランスhcが2.5cmのケースで、鉛直管

キーワード	鉛直管,土	_砂投入,	誘起流速,	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

からの水平距離 X が 32.5cm, 底面より 1.0cm 上方で 計測した水平方向と鉛直方向の流速の時系列図を示 す.水平方向流速uは鉛直管から離れる方向が正,鉛 直方向流速 v は上向き正で、横軸は投入容器を開放 した瞬間からの経過時間である. 図中の投入直後に 見られる流速の振動は、管内の脈動に伴うものであ り、その後に生じている水平方向の最大流速は、底 面に沿って進む白濁した流動の先端が達したのとほ ぼ同時に発生していた.この水平方向の流速の最大 値について、2回の計測値の平均をとり、X=32.5cm と X=125cm の2 点における鉛直分布を示したものが 図-3 である. 図中, マークの違いが鉛直管下のクリ アランス hc の違いを, 色の違いは水深 h の違いを表 す.これによれば、水平方向の流速の最大値は、水深 や鉛直管下のクリアランスの違いによらず,底面か ら 4cm 程度の比較的狭い範囲で発生し、それよりも 高い位置では流速が低下している.また,鉛直管下 のクリアランスが大きいほど、あるいは水深が深い と水平方向の流速の最大値は大きくなる傾向が見て 取れる. しかしながら, その値は 5cm/s 程度以下で あり,これは現地換算すると 30cm/s 程度であって, それほど早い流速ではない. この鉛直方向に複数点 計測した水平方向流速の最大値のうち,最も大きな ものを抽出してその位置 X における水平方向の最大 流速とし、その空間分布を示したものが図-4である. 図中, 横軸は鉛直管下のクリアランスで除した鉛直 管からの相対水平距離,縦軸は水平方向の最大流速 を密度 Froude 数の形で表したものである. ここに, ρ、およびρwはカオリンおよび水の密度である. 図 -4に示すように、水平方向の最大流速は鉛直管の近 傍で大きく,鉛直管から離れるに従って急速に低下 した. 相対水平距離 X/hc が 50 の地点において計測



図-4 水平方向最大流速の空間分布

した最大流速は,現地換算値で 5cm/s 程度であった.これより,有意な流速の到達範囲は,鉛直管下のクリア ランス hc の 50 倍程度の水平距離と推察された.

# 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,土砂投入に誘起する周辺水塊の流動を 計測した.その結果,鉛直管から落下した土砂は濁りを伴った底層を這う流動を発生させ,その水平方向の到 達距離は鉛直管下のクリアランスの 50 倍程度であった.

## 参考文献

1)国土交通省港湾局:港湾工事における濁りの影響予測の手引き, pp.36-49, 2004.

2) 五明美智男:二重式鉛直管を用いた土砂投入時における管内水循環機構について、海岸工学論文集,第
 47 巻, pp.981-985, 2000.