

(Ⅱ－４) 噴流拡散における表面張力の影響について

○建設省土木研究所	正員 桑原幹郎
建設省土木研究所	正員 高須修二
建設省土木研究所	正員 新屋敷隆
建設省宮ヶ瀬ダム工事事務所	正員 箱石憲昭

1. はじめに

近年重力式コンクリートダムに設置される小容量の利水放流設備等の放流設備においては、専用の減勢工を設けずに洪水吐きの減勢工を兼用する場合が多い。

これらの放流設備の設計においては、水理模型実験が非常に有効であり、通常の水理模型実験は重力の影響が支配的であるため、フルードの相似律に従って実施されている。しかし、水面変動特性や空気連行をとまう水理現象のように表面張力の影響が大きいと考えられる場合、実際の現象と異なることが指摘されている。そこでここでは、水脈が減勢池に突入する際の表面張力および模型縮尺が流況変化に及ぼす影響について調査を行った。

2. 実験概要

実験概要図を図-1に示し、実験ケースを表-1に示す。

表-1 実験ケース一覧

模型	実験水	$h1/d0$
A	水道水	41.7
		33.3
		25.0
		16.7
B	水道水	50.0
	0.5%1-ブタノール濃度水溶液	41.7
	5.0%1-ブタノール濃度水溶液	33.3

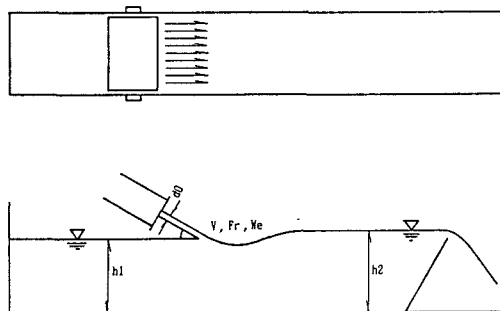


図-1 実験概要図

表-1における模型-Bとは、模型-Aと幾何学的に相似な縮尺1/2で製作したものである。

実験は、フルード数及び水脈突入角度を変化させることにより流況変化点を求めた。

表面張力を変化させる添加剤としては、泡が立ちにくいアルコール系の界面活性剤であり、かつ、水溶液にした場合にうすい体積濃度で表面張力が小さくなる、1-ブタノールを選定し、それを表面張力が水道水の85%程度となる0.5%体積濃度水溶液、50%となる5%体積濃度水溶液として実験水とした。

3. 流況区分

低角度で放流される放流水脈の減勢池内の流況は、次の3つに大別される。

1) A型(露出射流)

下流水深が小さい場合、水脈落下点に露出射流が生じる流況である。この場合、水脈突入点の上流側には水クッションが形成されるが、底面の衝突流速は大きく、動水圧が集中することとなる。

2) B型(潜り跳水)

B型はA型に対して下流水深が大きくなった場合の流況であり、水クッションが下流側からも作用することにより露出射流が消失し、落下点下流の流況が潜流となる。突入点から水路底面に衝突するまでの区間の噴

流拡散によりA型に比べて最大動水圧は減少する。

3) C型(表面波状射流)

C型は低角度放流水脈特有の流況であり、A型及びB型が噴流拡散を行うのに対して、水脈が減勢池内に突入することなく水面上を走る流況である。C型においては水脈が水面上を波状に流下するため、減勢区間が長くなる。

4. 検討結果

適切な減勢工規模を決定するに当たっては、B型からC型への流況変化点を把握することが重要であると考えられるので、今回の検討においては、B型からC型への流況変化点の調査に重点をおいた。

図-2に模型AにおけるB型からC型に流況変化する際のフルード数と突入角度の関係を示す。

突入フルード数と突入角度の関係はほぼ直線的な関係であり、突入角度が小さいほど大きいフルード数で流況変化が見られる。

図-3に模型BにおけるB型からC型に流況変化する際のフルード数と突入角度の関係を示す。

模型Aにおいては、その関係は直線的であったのに対して、模型Bでは図中の記号に黒塗りした点においてその傾向が失われている。図-4は各流況変化点における突入角度とウェーバー数の関係を示したものである。図-4において黒塗りの点が図-3中で直線的な傾向を失った点であり、これを見ると全ての点がウェーバー数が30以下であることが分かる。

また、模型Bにおいて水道水及び表面張力を10%低下させた試験水でフルード数が小さい場合に直線的な傾向が失われているのに対して、表面張力を50%低下させた場合には模型Aの関係に近づいている。

以上のことより、表面張力の影響により、流況変化の傾向が違ってくのはウェーバー数が30以下の場合であると考えられる。(こ

こでウェーバー数とは、 $We = \sqrt{\frac{V^2 d_0}{T/\rho}}$ で表せられる無次元量である)

5. おわりに

今回の検討では、縮尺の異なる2つの模型により、空中から減勢工に突入する放流水脈の減勢池内での流況変化の傾向を調査し、縮尺の違いにより、流況変化の傾向や領域が異なる結果を得た。また、表面張力を変化させた場合、傾向は近づくものの領域は異なっており、これは表面張力以外に粘性力の影響があるためと考えられる。今後更にこの粘性力の効果についても検討するとともに表面張力が減勢工長に与える影響についても検討する必要がある。

6. 参考文献

- 1) 角 哲也, 宮本孝行, 太田達雄: 自由落下式減勢工の水理設計 - 低角度 放流水脈の場合 -, 土木技術資料33-6(1991), P28~35

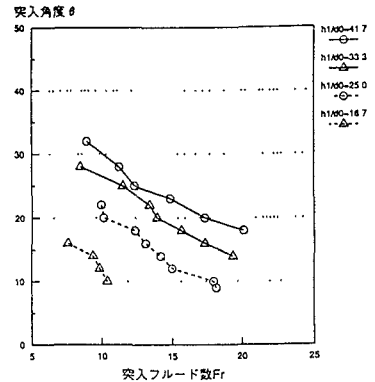


図-2 模型Aにおける突入角度と突入フルード数の関係

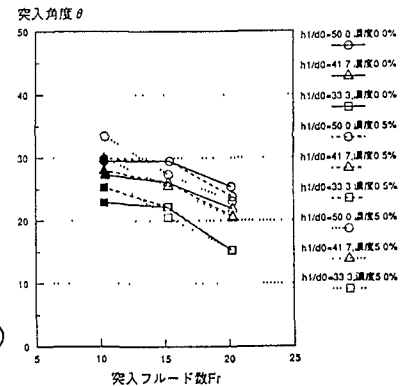


図-3 模型Bにおける突入角度と突入フルード数の関係

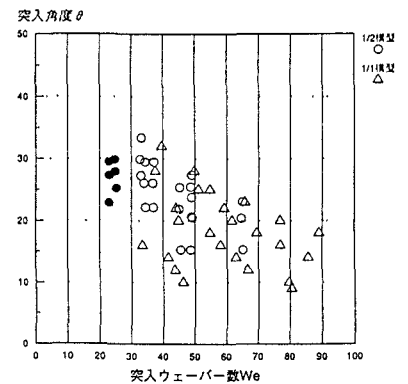


図-4 模型Bにおける突入角度と突入ウェーバー数の関係