

II-129

斜面上に表層放流される鉛直二次元密度噴流の挙動

東京電機大学理工学部大学院

学生員

樺沢健一郎

東京電機大学理工学部

正会員

有田 正光

東京電機大学理工学部

正会員

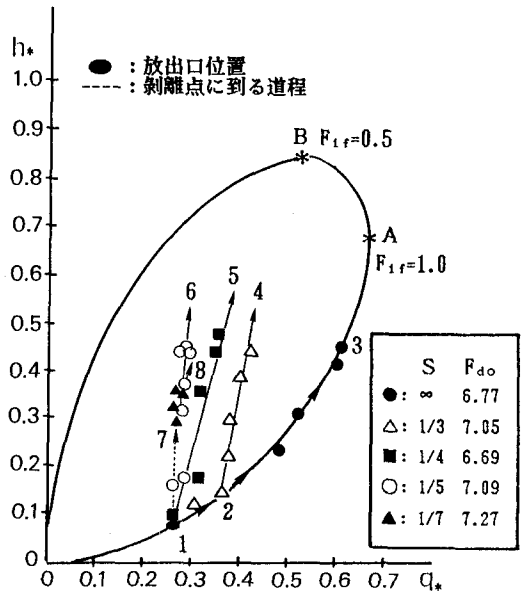
廣沢 佑晴

1. はじめに 本研究は前報⁽¹⁾に引き続き斜面上に表層放流される鉛直二次元噴流の挙動を実験的に取り扱ったものである。本年度の研究により、斜面と密度噴流との干渉をより詳細に明らかにしたのでその一部を報告する。

2. 実験結果 使用した実験装置は前報⁽¹⁾のものと同様である。本章においては実験結果より得られた斜面と密度噴流との干渉に関する知見について記述する。

(2-1) h_1-q_1 図と実験データとの比較

密度噴流の問題において流量: q は $q_m = h_o F_{do}^{4/3} (1 + 1/2 \cdot F_{do}^{-2})$ で、水深: h は $Q_m = h_o F_{do}^{2/3} (1 + 1/2 \cdot F_{do}^{-2})$ で無次元化することが適当である⁽²⁾。ここで、 F_{do} =放出密度フルード数、 h_o =放出口高さ、である、このことより本報では上層流量: q_1 、上層水深: h_1 をそれぞれ $q_r = q_1/q_m$ 、 $h_r = h_1/Q_m$ と無次元化し議論する事とする。図1は $F_{do} \sim 7$ とし、斜面勾配: S を $S = \infty, 1/3, 1/4, 1/5, 1/7$ と変化させた場合の h_r-q_r 図を示すものである。図中の曲線は理論曲線であり、また、O-A曲線は全域自由密度噴流領域を示している。同図より $S = \infty$ の場合、噴流始点: 1より全域自由密度噴流として流動し、理論曲線と良く一致している事が分かる(1→2→3→A)。この結果は著者等の実験装置および要領の妥当性を示している。 $S = 1/3$ の場合は噴流始点: 1より自由密度噴流として流動した後に斜面の効果強く受ける領域に入り若干の混合を伴いながら上層厚が急激に大きくなる事が認められる(1→2→4)。 $S = 1/4$ の場合は自由噴流領域は存在せず、放出後直ちに斜面の効果を受ける領域となり、若干の混合を伴いながら上層厚が急激に大きくなっている(1→5)。さらに $S = 1/5$ の場合は放出後直ちに斜面勾配の影響を受けることは $S = 1/4$ の場合と同様であるが流動にともなう混合が若干小さいことが分かる(1→6)。 $S = 1/7$ の場合は今回の実験ケースの中で最も斜面勾配の影響が強い場合である。同図に示すように斜面に沿って流動する過程が長く(1→7: 波線)、斜面から剝離後ほとんど混合は生じない(7→8)。

図1 h_r-q_r 図 ($F_{do} \sim 7.0$)

(2-2) 密度界面形状分類

前節に斜面勾配が密度噴流の上下層混合及び上層厚に極めて大きな影響を与える事を示した。本節においては、斜面勾配が密度界面形状に与える効果について議論する。実験の結果より密度界面形状は図2に示す様に次の4種の形態に分類できる。(a) 放出口近くの連行現象の強い部分の密度界面の形状が上に凸となり、その下流側に大規模な密度界面波が間欠的に発生する。(b) 放出口近傍の密度界面が下に凸の形状を示し、下層に薄い極めて強い連行域が存在する。(c) 密度噴流は斜面に沿って流動した後、斜面

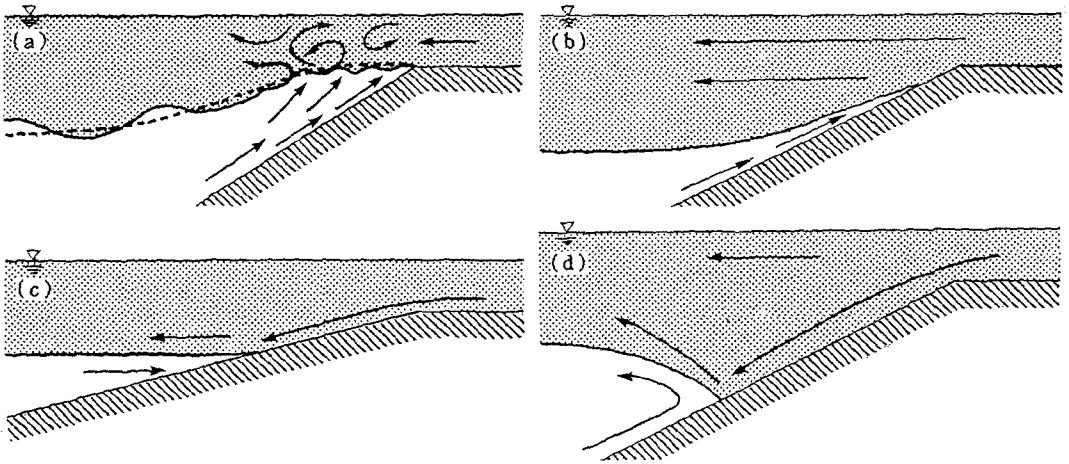


図2 流動形態分類

より剥離し一定上層厚となって流動する。(d) 密度噴流は斜面に沿って流動した後、斜面より剥離するとともに上層厚が小さくなり最終上層厚に至る。

以上の4種の流動形態は(a)→(b)→(c)→(d)の順に密度噴流の斜面から受ける影響が強くなっている事を意味する。また、実際にどの流動形態が出現するかは F_{d0} と S の関係で定まることがとなるが、この点についての議論の詳細は紙面の都合により省略した。

(2-3) 密度噴流の最終流動条件

図3は $S = \infty$ における $h_f - q_f$ 図の理論曲線中に最終流動状態における h_f , q_f の実験結果をプロットしたものである。図中の数値は放出密度フルード数： F_{d0} の値を示している。同図より最終上層密度フルード数： F_{1f} は F_{d0} と S によらず $0.5 < F_{1f} < 1.0$ の範囲にプロットされている。また、平均的には $F_{1f} \sim 0.8$ となっている事が分かる。この事は前節に示した様に S 及び F_{d0} によって流動形態が大きく変化するものである事を念頭におけば極めて興味ある結果と言える。

3. 総括 本報の結果を以下に要約する。

①表層放出密度噴流の流動形態及び混合は斜面勾配の効果を強く受ける。②最終流動状態での最終上層密度フルード数は S および F_{d0} の効果を受けずほぼ0.8となる。

参考文献：(1)樺沢健一郎・有田正光・廣沢祐輔，第46回年講概要集，pp. 696～pp. 697，II，1991 (2)有田正光・Gerhard H. Jirka・玉井信行，土木学会論文集，第375号，pp. 61～pp. 67，1986

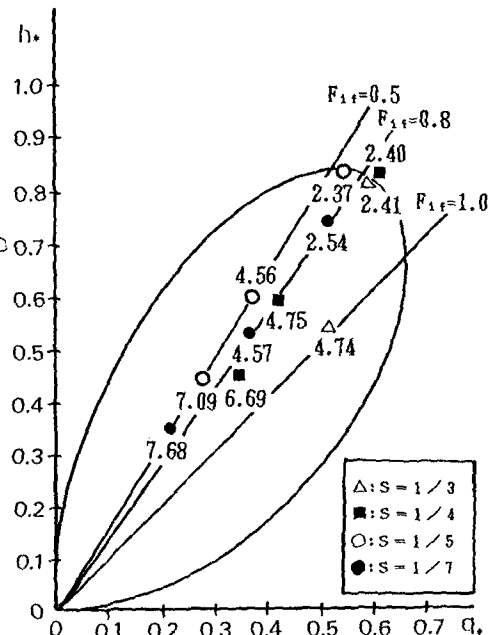


図3 最終上層厚に対する斜面勾配の効果
(図中の数値は F_{d0} を示す)