

東洋大学大学院	学生会員	原 康晃
東洋大学工学部	フェロー	荻原 国宏
〃	学生会員	田辺 圭
〃	〃	大竹 洋史

1. はじめに

ダムの堤体下流に階段状に設置されるフーチングを利用して、導流壁により越流水を減勢工に導く堤趾導流洪水吐きは、地形上の制約が小さいため多く採用されている。この導流水路の設計では、堤趾部に設置される導流壁の高さの決定が重要であるが、現在は個々に水理模型実験を実施し決定している状況である。堤趾導流水路内では流れの中に空気混入が生じる複雑な流れとなっている。この空気混入現象については機構が複雑であること、測定方法が難しいことなどから十分な検討がなされておらず、その補正方法についても経験的な範囲にとどまっているのが現状である。そこで本研究では、縮尺の異なる数個の模型について実験を行い、空気混入現象について考察した。

2. 実験方法

実験は縮尺を変更した4ケースで行った。各ケースは幾何学的に相似であり、その比率は1:2:3:4となっている。堤頂は自由越流形式のものと、スルースゲートを設けたものについて行った(図-1)。越流幅 B は各ケースで35cm、70cm、105cm、140cm、落差 Z は25cm、50cm、75cm、100cmとなっている。堤趾部(図-2)は透明アクリル板を使用しダム軸に平行に設置した。堤趾部幅は越流幅に等しく、堤体下流勾配は1:0.75である。堤体を流下してきた水脈が堤趾部に流れ込み、横方向へ流れるようになっている。

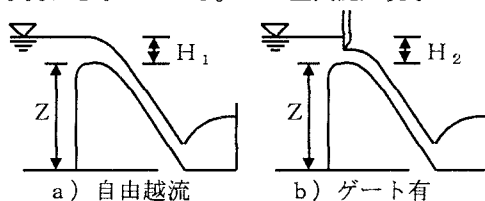


図-1 模型断面図

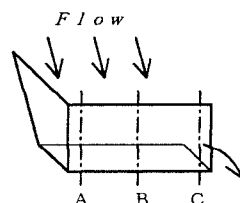


図-2 堤趾導流部

実験は越流水深 H_1 、貯水槽水深 H_2 を表-1のように各ケースにつき4パターンに変化させ、堤趾部内の空気混入率を断面ごとに測定した。測定断面は図-2に示した、A、B、Cの3断面とした。空気混入率の測定には透過光量の時間変化を利用したボイド率計を使用した。

3. 結果及び考察

図-3は堤頂が自由越流形式のときの、case4、断面A、 $H_1/Z=0.060$ における空気混入率分布のコンター図である。右下部がダムの堤体、左端が導流壁を示している。図の右上方からダム堤体を流下してきた越流水が、空気を巻き込みつつ堤趾導流部の水脈に潜り込み、導流壁によって跳ね上がり、渦を巻いた流れとなっているのがわかる。他のケースにおいても同様の形状となっている。

表-1 実験ケース

	case1	case2	case3	case4
H_1	0.50	1.00	1.50	2.00
	1.00	2.00	3.00	4.00
	1.30	2.60	3.90	5.20
	1.50	3.00	4.50	6.00
H_2	1.00	2.00	3.00	4.00
	2.00	4.00	6.00	8.00
	3.00	6.00	9.00	12.00
	4.00	8.00	12.00	16.00

単位 (cm)

キーワード : 空気連行、堤趾導流水路、空気濃度

〒350-0815 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL 0492 (39) 1301 内線 (5598)

図-4は各測定断面内における平均空気混入率を自由越流型の断面Aについて示したものである。最も縮尺の小さい case1 では空気の混入があまり見られない。他のケースについては、ほぼ同様の変化を見せている。これより空気の混入には、流速、流量に制限があると考えられる。さらに平均空気混入率と流入時のフルード数、レイノルズ数との関係について表したものが、図-5, 6である。フルード数の減少に伴い平均空気混入率が増加している。また、レイノルズ数の増加にしたがって、空気混入率が指数関数的な増加を示している。これらより、ダム形状および流量に依存する値である流入時の流速、水深がパラメータとして影響していると考えられる。図-6において規則性の見られない範囲の流れは層流であり、流入する水脈の状態が重要であることが伺える。

図-7はゲートのある case4、断面A、 $H_2/Z=0.16$ での各ケースごとの平均空気混入率である。流入流速がゲートを設けたものの方が大きく、より多量の空気を巻き込むと考えられたが、図-4に比べ全体的に低い値となっている。これは流入時に乱流境界層が十分発達していない場合と、乱流境界層が水面に達し、空気混入が生じた場合との相違と考えられる。ゲートのある流れでの空気混入率とフルード数、レイノルズ数の関係は自由越流のものよりも傾向がはっきりと現れない。これも上記の理由によると思われる。

4. おわりに

堤趾導流部内での空気混入率はダムの形状、流量によって変化する流入時の流速、水深が影響していると推察される。しかし、はっきりとした支配要因は実験条件などの制約もあるため、さらに検討を進めていく必要がある。今後は乱流境界層やレイノルズ応力などについても考察を行い、空気混入の機構についての考察を深めていく考えである。

参考文献 1) 原・荻原：第52回年次学術講演会講演概要集第2部、pp.236-237、1997.9

2) IAN.R.WOOD : AIR ENTRAINMENT IN FREE-SURFACE FLOWS、IAHR、1991

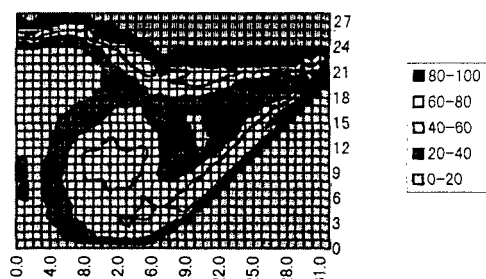


図-3 空気混入率分布図 (case4、 $H_1/Z=0.060$ 、断面A)

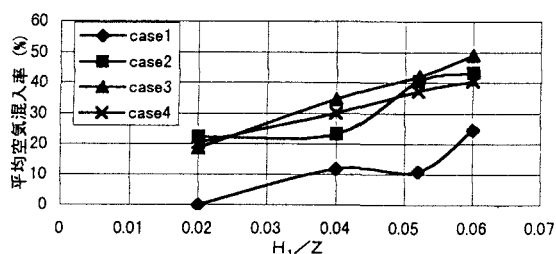


図-4 H_1/Z -平均空気混入率 (断面A)

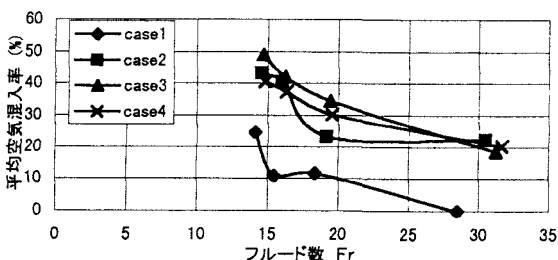


図-5 Fr -平均空気混入率 (断面A)

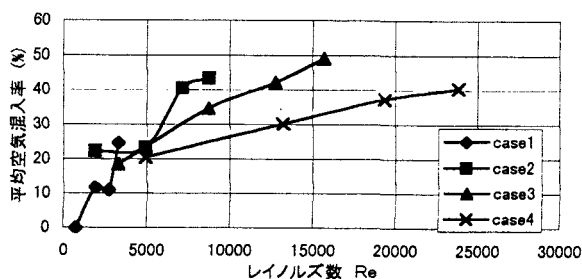


図-6 Re -平均空気混入率 (断面A)

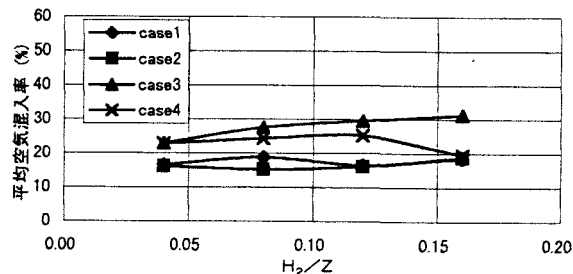


図-7 H_2/Z -平均空気混入率 (断面A)