

昭和電工(株) 正 員 鋤田 義浩
 大阪大学工学部 正 員 室田 明
 福井大学工学部 正 員 福原 輝幸
 鹿島建設(株) 正 員 内田 典男

1. まえがき : 横越流堰は、洪水調節のみならず、広く、都市下水道の越流機能などとして用いられてきた。越流量の評価に関する研究は古くから行われ、数多くの公式が提案されてはいるが、その水理学的特性についての詳細な報告は少なく、今だ、明らかにされていない点が多い。ここに、横越流を伴う流れの水理学的特性について若干ではあるが、新たな知見が得られたので報告する。

表-1 実験条件

2. 実験条件 : 実験は長さ20m、幅20cmの矩形断面水路で行った。横越流堰は、水路下流端から9.75m地点の左岸にその上流端が位置するように設置した。主な実験条件を表-1に示す。本報告では、堰長 $L = 120\text{cm}$ 、堰高 $W = 8\text{cm}$ について詳述する。また路床勾配は1/1500である。

CASE	Q_u (cm^3/s)	Q_l (cm^3/s)	Q_s (cm^3/s)	Q_s/Q_u
1	5570	2120	3450	0.619
2	6440	2840	3600	0.519
3	3850	1410	2440	0.639
4	4300	1500	2800	0.651
5	5170	1660	3510	0.679

3. 流速分布の特性 : 堰上流端を $x=0$ として、 $x=0, 20, 40, 80, 100, 120\text{cm}$ の6ヶ所について流速の断面内計測を行った、その3次元特性を以下に要約する。なお、実験ケースはCASE2である。

3-1 断面内等流速線の流下方向変化 : 図-1(a)~(f)に流下方向流速の各位置における断面内等流速線図を示す。越流堰は図中左端に位置する。流速はその位置における断面平均流速で無次元化してある。同図より、 $x/L=0$ では2次元矩形断面水路と同様な左右対称分布となっており、越流の影響はほとんどないと推察される。ところが流下するに伴い最大流速位置の変化でわかるように、流速分布そのものが堰の方に向かって近づいて行き、分布形としては堰側にひずんだ形となる。さらに流下に従い楕円形をした等流速線図の長軸は堰頂に向かって引き上げられ断面内分布形は第2象限と第4象限に引きのばされるようになる。これより流れはらせん流的な3次元性状を有していると推察される。また、分水比 Q_s/Q_u (Q_s :越流量 Q_u :流入流量) が大きい場合、図-2に示すように堰対岸および堰側路床近くに主流部流速に比べて相当低い流速をもつ低流速領域が出現する。この低流速領域は下流に向うにつれて徐々に大きくなり、 $x/L=1.0$ で最大となる。

3-2 水平断面内等流速線の流下方向変化 : 図-3(a)~(g)に各水深位置における水平断面内等流速線図を示す。流下に伴い、流速の峰が堰側に向って移動するという現象が各水深位置において見られる。まず、水路床近くの領域に関しては、堰上流側でほぼ左右対称であった分布形が流下に伴い2つの峰をもつような分布形となる。

2つの峰にかこまれた谷の部分も流下と共に堰側へ向う、この谷線は、越流する流れと下流側水路に向う流れを分離するような境界を示すと考えられる。ところが、水面近傍においては、上述した流速分布の谷線は不明確と

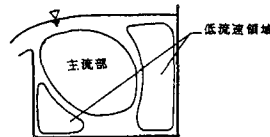


図-2 断面内流速の特性

なり流れは水路床に近い領域に比べて越流の影響を受けやすくなる。

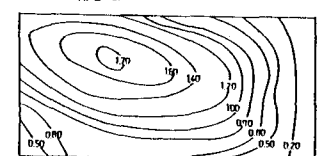
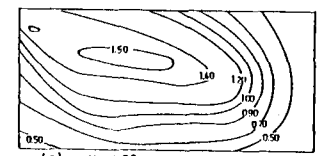
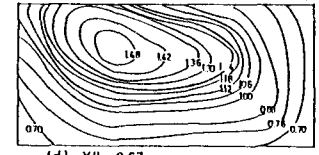
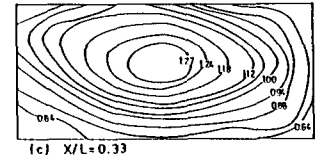
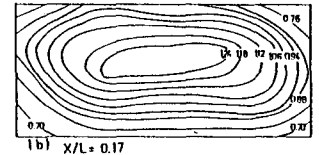
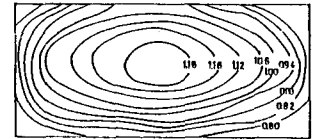


図-1 断面内等流速線図

特に、分水比が大きい場合には越流によって全体的に引きずられるようになる。さらに、堰下流端に近づく流れは再び、水路中央に向かって移動することが知れる。

4. 運動量補正係数 ; 運動量補正係数 β の流下方向変化を図-4に示す。同図より β は、流下方向に増加する傾向を示す。本実験においては $Q_s/Q_u > 0.5$ であるが、図中の記号▲で示す結果は $Q_s/Q_u = 0.36$ と本実験より小さい。これより流下に伴う β の増加の程度は分水比によって異なり、 Q_s/Q_u が小さいほど流速分布のひずみも小さく、 β の変化も小さいと考えられる。 β が堰下流端で最大値をとることは、図-2に示したように流下に伴い流速分布が非対称となることからわかる。

5. 比エネルギー ; DeMarchiは堰区間において比エネルギーが一定であると仮定し理論的に流量公式を導いたが、今回の実験で比エネルギー E の流下方向変化を調べてみた。その結果が図-5である。 E は流下方向に増加するという結果が得られた。これは岩佐らの報告²⁾とも一致する。以上よりDeMarchiの用いた比エネルギー一定の仮定は適切ではなく、これが計算による水面形と実験値との不適合につながっているものと考えられる。

6. 越流角 ; 堰を越える流れは、写真-1に示すように、堰に対して鋭角に横切って流出する。また、同一地点においても水深方向に変化し、水表面で大きく、堰頂に向うほど小さくなる。越流角を図-6のように定義し水表面での越流角を θ_s 、堰頂部付近でのそれを θ_b とする。図-7にその流下方向変化の例を示す。同図において、局所流的様相を示す堰上下端での値は除いてある。 θ_s に関しては流下方向変化は少なく、ほぼ一定値をとるようである。また、 θ_b は θ_s に比べて減少の割合は大きいことが知れる。

筆者等の一人は、従来の一次元水面形方程式における精度の低下は、越流する流れの特性を考慮していない点にあることを指摘した。今後さらに越流の特性を調べ精度の高い水面形方程式を提案したい。

<参考文献>

- 1) 鋤田義浩：横越流堰の越流量に関する実験的研究，大阪大学修士論文，1984
- 2) 岩佐義朗：流量配分工の水理機能設計に関する基礎理論とその一般特性，遊水池に関する文献集，建土研，1981
- 3) De Marchi : Saggi di teoria del funzionamento degli stramazzi laterali, L'Energia Elettrica, Milano, Vol.11, No.11 pp. 849 - 860, 1934

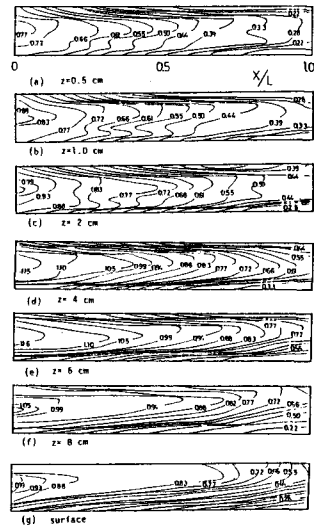


図-3 水平断面内等流速線図

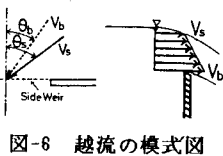


図-6 越流の模式図



写真-1 越流状況

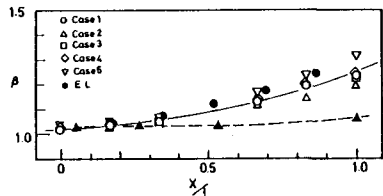


図-4 運動量補正係数の流下方向変化

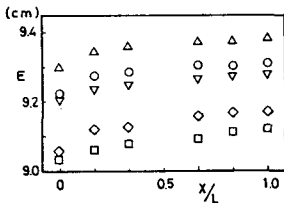


図-5 比エネルギーの流下方向変化

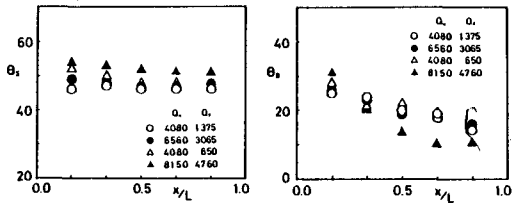


図-7 越流角の流下方向変化