

1はじめに

温排水の拡散表面積を縮小する放流方式として、99孔管式放流(Multiport Diffusers)が注目されている。

本研究は、99種考案されている99孔管の中で、強制流下での温度伝達率が比較的良好である¹⁾とされている

Staged Diffusers について、その流況及び温度分布について実験的に検討したものである。

2.検討条件

検討した温排水諸元及び地形条件を表-1に示す。

実験は、Froude の相似則に従い、縮尺 $1/100$ の無歪模型を用いた。

放流管は、図-1に示す7本の枝管より構成されるもので、柱管の間隔を

3種類変化したものを検討した。表-2にその諸元を示す。

表-1. 温排水諸元及び地形条件

放流量	Q	25 m ³ /sec
放流水と周辺水の温度差	ΔT_0	8.8~10℃
水深	H	10 m
海底勾配	i	0

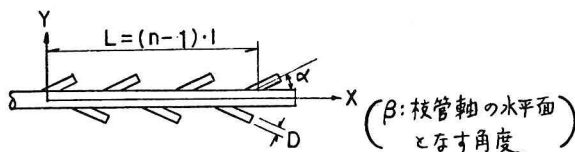


図-1. Staged Diffusers平面図

表-2. Staged Diffusers 諸元

TYPE	D	n	l	L	α	β
1	1.0 m	7本	32 m	192 m	25°	0°
2	〃	〃	8	48	〃	〃
3	〃	〃	4	24	〃	〃

3.実験装置及び方法

水槽は、長さ10^m、幅5^m、高さ0.5^mの底面が水平な平面水槽を用いた。

実験は、水槽内が一様静止密度場(水槽の上層と下層で0.1~0.2℃の温度差は許容した)であることを確認した後、実際の放流を想定し $T=\Delta T_0=8.8\sim10.0$ ℃の温水を放流した。流量はフローターメーターにより測定した。表面温度は、60本のサーミスターにより、1秒/本の間隔で10分間スキャンした。また流況は、水槽全面に多数の小紙片を浮かべ、シャッタースピード1~5秒/枚カメラにより撮影し観測した。

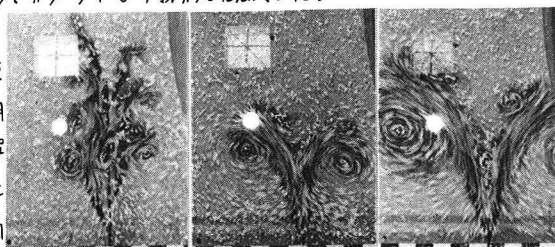
4.実験結果及び考察

(1)流況: TYPE 1では柱管間隔が大きいので、各枝管から放流された小噴流の相互干渉が弱く、放流初期では各小噴流とも別々の平面渦²⁾を保持している。(写真(a))その後、後方の小噴流の先端が前方の小噴流に連行され、各小噴流の相互干渉が始まり、主管の上面に主流が発生し、内側の平面渦が前方に流下してゆく。外側の平面渦は、連行現象に助長され発達し、その中心は流下し、それに従い、大噴流が発達した。(写真(b))

TYPE 2、3では、枝管間隔が小さいため、小噴流の相互干渉が大きくなり、左右1つずつの中噴流が発生する。それらの中噴流では、連行に寄与する外側の平面渦が内側のそれに比べ、大きく発達し、その中心軸は大きく曲げられる。(写真(c)(d))発達した平面渦の中

心は、前方に流下し、それに従い単一管の噴流²⁾と見られたものと似通った大噴流が発達した。(写真(d)(f))

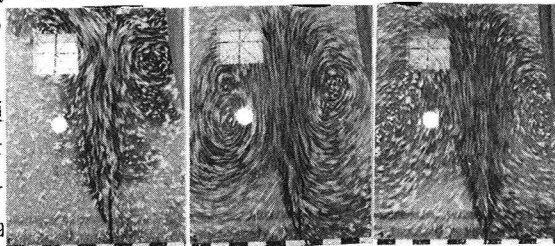
(2)温度分布: TYPE 1, 2, 3と放流量は同一ではあるが、枝管の間隔が異なるため、流況に違いが見られた。



(a) TYPE 1

(c) TYPE 2

(e) TYPE 3



(b) TYPE 1

(d) TYPE 2

(f) TYPE 3

また表面温度比 $\Delta T / \Delta T_0 = (T - T_0) / (T_0 - T_{\infty})$ の値が小さい。よって疑似的な準定常状態³⁾と判別するのが難しく、ここでは温度分布の時系列変化を図-2に示した。

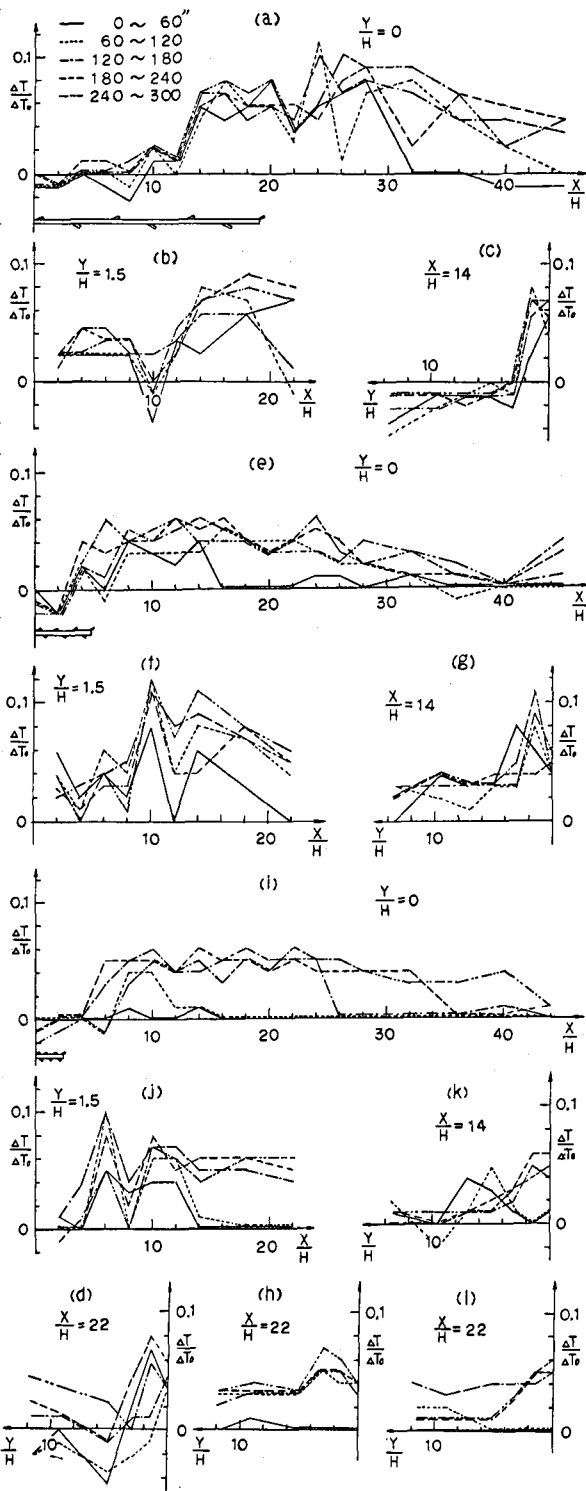
TYPE 1では(a)図より $0 \sim 60^\circ$ では $X/H = 28$ まで昇温する。(c)図より $Y/H = 2 \sim 3$ が噴流の外縁部であることが明確に示されている。(d)図より $Y/H = 5$ で温度比が凹となる。この地帯の流況(写真(b))を見ると、ほぼ平面渦の中心部にあたり、平面渦により冷水域が保存されていると考えられる。また 120° 以後は平面渦の外側に中噴流の昇温域が、大噴流の主流に再連行されるべく廻り込み昇温したと考えられる。TYPE 2では(e)(f)(g)図より $0 \sim 60^\circ$ では $X/H = 14$ までしか昇温しない。また(h)図より 60° 以後では、 $Y/H = 13$ までほぼ一様に昇温している。流況(写真(c))を見ると、初期に発生した左側の中噴流の経路にあたり昇温していると考えられる。写真(d)より大噴流の平面渦の中心は $X/H = 8$ に発生しているが、(e)(f)図より大噴流の平面渦が大きく発達するまでには、左右の中噴流の先端が再連行され、平面渦の中心の外側まで一様に昇温されている。TYPE 3では、(i)図より $Y/H = 0$ 上では $0 \sim 60^\circ$ までほとんど昇温されない。(k)図より $Y/H = 7$ 上に明確なピークが示される。その後そのピークは $Y/H = 0$ に近づいてゆく。このピークは左右の中噴流の昇温域を捕えていると考えられる。それ以後、その中噴流の外側の平面渦が発達し、主流が発生した噴流となり、 $X/H = 0$ にピークが発生すると考えられる。

以上各TYPEで流れのスケールすなわち噴流から大噴流への移行のスケールが異なり、それぞれ特徴を持った昇温現象が示された。また大局的に見ると、どのTYPEでも $(\Delta T / \Delta T_0)_{\max} \approx 0.11$ であり放流管が長くなるに従い、そのピークが下流に移行することが見られた。今後上記の流れのスケールを考慮し、より効果的な放流方式を開発して行きたいと考えている。

1) C.W. Almquist, K.D. Stolzenbach "Staged Diffusers in Shallow Water." MIT Report No. 213 1976

2) 石野・花村 "温排水水中水平放流に関する実験的研査" 第26回海議論文集1979.

3) 林・首藤・後藤 "水表面放出温噴流の基礎的実験" 第23回水議論文集1979



TYPE 1: (a)~(d), TYPE 2: (e)~(h), TYPE 3: (i)~(l)

図-2 温度分布