

神戸大学工学部 正 員 神田 徹  
 神戸大学工学部 正 員 梅田 真三郎  
 神戸大学大学院 学生員 小笠原 俊明

### 1. まえがき

薄層流においてある水理条件のもとでは転波列が発生することが古くから知られており、数多くの研究がなされている。しかしながらそれらの研究は転波列の発生条件および十分発達して定常状態にある転波列の水理特性を対象としたものであり、薄層流から擾乱が発生し変形して転波列が形成されるプロセスはまだ十分に検討されていない。本研究はこの過程を対象として、転波列形成のメカニズムを実験的に明らかにすることを目的とする。

### 2. 転波列の形成

実験水路は長さ2 m、幅94 mmの傾斜水路で、アクリル樹脂製の滑面平板である。薄層流において微少擾乱の発生から定常な転波列が形成される過程は図-1に示すごとくである。図のようにこの形成過程は6つの領域に分けることができる。すなわち領域Ⅰ（水路上流端より層流境界層が発達し水面に到達するまでの区間）、領域Ⅱ（水面に微少なゆらぎが見える区間）、領域Ⅲ（擾乱すなわち短い波長をもつ周期性の波の区間）、領域Ⅳ（擾乱がくずれ、不規則な波面となる領域でⅢからⅤへの遷移の区間と考えられる）、領域Ⅴ（転波列状の明確な峰線が現われるが、個々の波の特性は同一でなく、峰線の追いつき現象が起る区間）、領域Ⅵ（定常な転波列が流下する区間）の6つの領域である。本実験では特に、領域Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵを対象とした。

### 3. 領域Ⅰにおける流速分布

水路上流端から10 cm間隔に11点、水深方向に0.2 mm間隔で熱線流速計により流速を測定した。図-2はその流速分布の一例である。測定水深は計算値よりも0.5~0.3 mmほど大きくなるが、計算

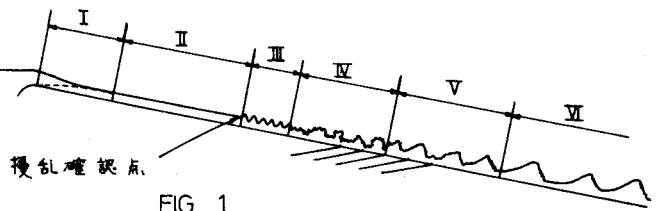


FIG. 1

による境界層の厚さと水深方向の流速分布の変化とが対応していることから、本実験の水路では層流境界層が正常に発達しているとみなせる。ここに計算値はkarmenの境界層積分方程式にPohlhausenの近似式を仮定して得られたものである。

### 4. 擾乱確認点の位置

図-1に示す擾乱確認点の水路上流端からの距離 $X$ を $R_x (=Ux/\nu)$ と無次元化し、 $Re (=U\delta/\nu)$ に対してプロットしたものが図-3である。実験値はMayerの実験値とほぼ平行になる。また $R_x$ は3.の計算によって、Ⅰの区間の

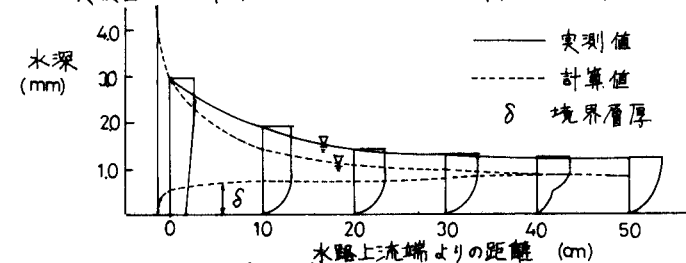


FIG. 2

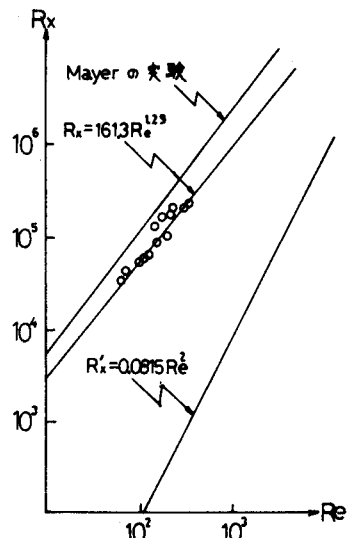


FIG. 3

長さを $\lambda$ として求めた関係である。

#### 5. 領域Ⅳ, Ⅴ, Ⅵにおける波形

領域Ⅲにおける比較的高周波数の擾乱はⅣを経て、Ⅴで比較的低周波数の波へと変形していく。この移行の過程を検討するために、上流端から80cmの地点より20cmおきに6点で水面変動を観測し、その波形記録から correlogram 及び power spectrum を求めた。point 1~6 のうちで point 1 および 2 は領域Ⅳに、point 3~5 はⅤに位置し、point 6 はⅥに近い領域にある。まず spectrum は図-4のごとくである。point 2 に示されるように、領域Ⅳでは高周波数の波と低周波数の波が混在していると考えられる。また40Hz付近にエネルギーの集中が見られるが、これは領域Ⅲにおける擾乱が残っているものと考えられる。これが point 6 になると高周波数域のエネルギーが減少し、4~5 Hzの低周波数の波に集中することが認められる。この卓越周波数の波が転波列に対応する。次に point 2, 3, 6 の correlogram は図-5のごとくである。上に述べた spectrum での傾向がより明瞭に現れている。

point 2 に示されるように領域Ⅳの波はノイズ性の擾乱と低周波数の波を含むと考えられる。次に point 4 になると2個の卓越周波数が認められるが、point 6 では唯一つの周波数が卓越するようになる。これらの correlogram からⅢ→Ⅳ→Ⅴ→Ⅵの過程においては、低周波数の微小な水面変動の上ののっている周期的な高周波数の波がくずれながら低周波数の波に吸収されていくのであろう。その結果、高周波数の波のエネルギーが低周波数の水面変動のエネルギーに移行し、水面変動が大きくなり、転波列が形成されると考えられる。

#### 6. おわりに

領域ⅡおよびⅢの領域についての検討は講演時に述べる。おわりに本研究において適切な御指導をいただいた神戸大学工学部鹿源亮教授に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 神田・小笠原「滑面平板上の薄層流の挙動について」51年度関西支部年講。
- 2) P. G. Mayer "Roll wave and slug flow in inclined open channel" ASCE, HY 7, 1959.

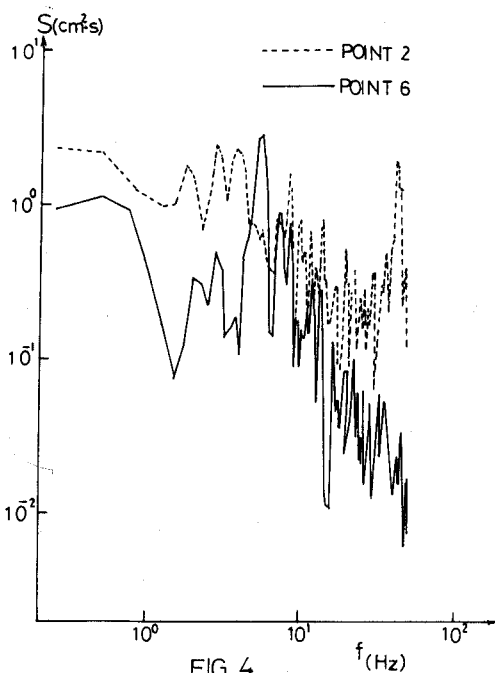


FIG. 4

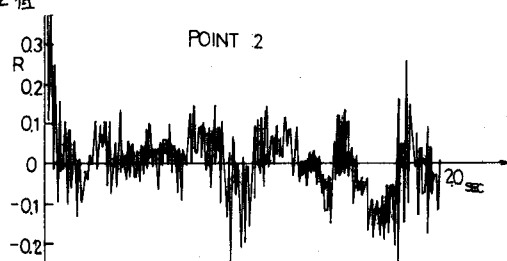


FIG. 5-1

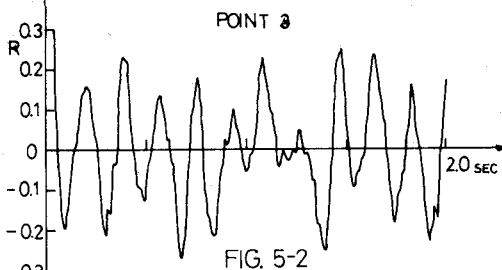


FIG. 5-2

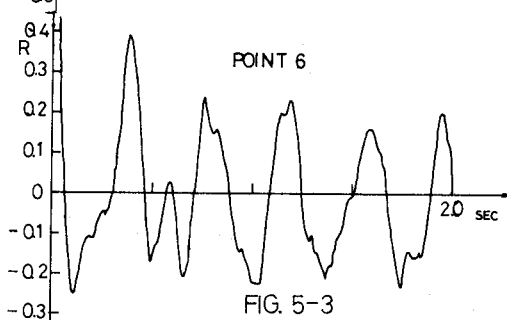


FIG. 5-3