

京都大学工学部 正 員 中川博次
 京都大学工学部 正 員 福津家久
 京都大学工学部 学生員○井上 憲

1. はじめに 流れの境界には自然的、人工的な要因による様々な形態の凹凸が存在する。なかでも開水路トレンチ流れは剥離せん断層に伴う逆流域や剥離渦等が生成され水理学的に重要である。また、河川工学的にみても、トレンチは流送土砂の制御の目的で設置されるほか、近年では生態系の保全の目的で利用される。そこで、本研究ではファイバーレーザ流速計(FLDA)を駆使することにより、開水路トレンチ流れの乱流構造について実験的に考察するものである。

2. 実験方法および水理条件 長さ10m, 幅40cm, 高さ50cmの水路に図-1に示すようなトレンチ形状を鉄板と角材によって作製し、トレンチ深さ H および水深 h を6.6cm, 流量 $Q=2.5(l/s)$ の下でトレンチ長さ L とを $L/H=0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 7.0$ となるように変化させることによって実験を行なった。FLDAによる点計測はトレンチ端部より上流部2断面, トレンチ内部は5-9断面, トレンチ下流側端部より3断面について行なった, またトレンチ底面および凹部界面において測点数を多く取ることにした。

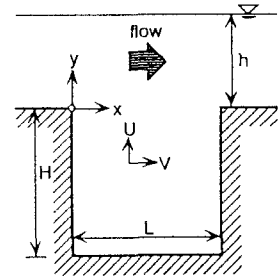


Fig. 1 Coordinate system

図-1 座標系

3. 実験結果および考察 図-2に平均流速 U , 乱れ強度 u', v' およびレイノルズ応力 $-\overline{uv}$ の鉛直方向分布を $L/H=3.0, 5.0$ のケースについて示した。これらの値はトレンチ端部における断面の最大流速 $U_{max(1)}$ によって無次元化されている。平均

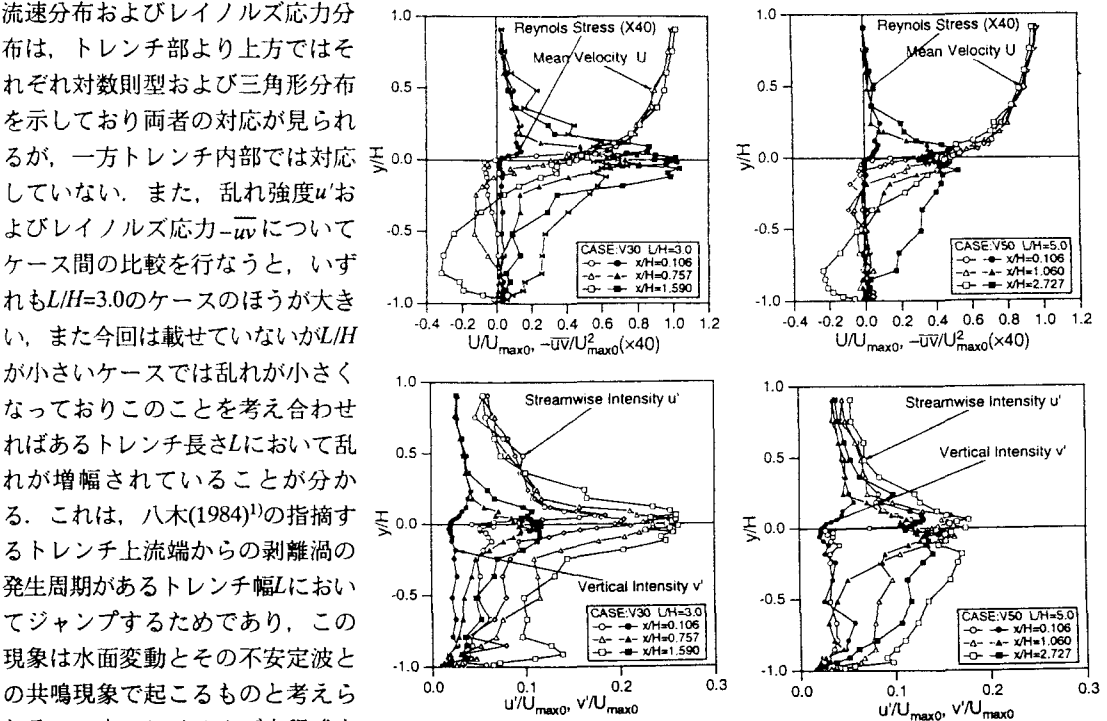


図-2 平均流速 U , レイノルズ応力 $-\overline{uv}$ および乱れ強度 u', v' の鉛直方向分布

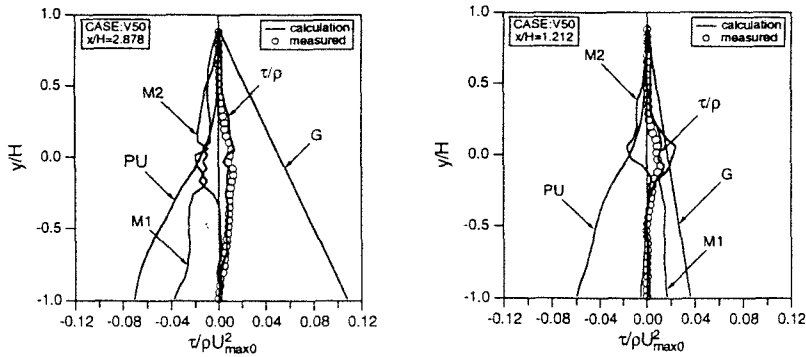


図-3 せん断応力 τ の内部構造

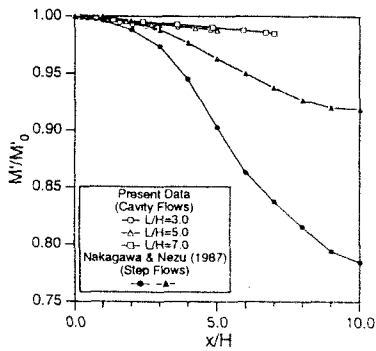


図-4 運動量保存関係

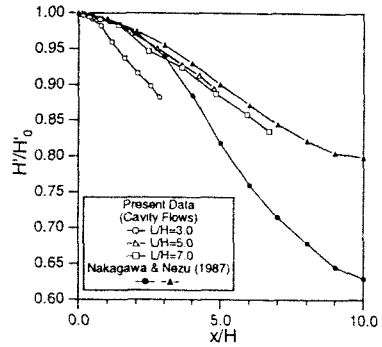


図-5 平均エネルギー保存関係

に関する次式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{\tau}{\rho} &= gI_e(h-y) - \int_y^h \frac{\partial U^2}{\partial x} dy - [UV]_y^h - \int_y^h \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\Delta P}{\rho} + \overline{u^2} \right) dy \\ &= G + M_1 + M_2 + PU \end{aligned} \quad (1)$$

ここに G は重力項、 M_1 、 M_2 は運動量項、 PU は動圧力および乱れの寄与を表す項である。これらの項のせん断応力への寄与率を図-3に示す。流下方向に重力項が大きく変動し、それに伴って運動量項の正負が逆転しており局所的に加速流あるいは減速流が生じていることが分かる。(1)式をガウスの定理を用いて体積積分することによって得られる運動量および平均エネルギーの保存関係をそれぞれ図-4および図-5に示す。中川・瀬津(1987)²⁾の開水路断落ち流れのデータも併せ示した。運動量の減少は中川・瀬津のデータよりかなり少なくなっており衝突端の影響が現われている。平均エネルギーについては同様の変化を示しているが $L/H=3.0$ のケースでは減少が大きくなっており乱れの発生に費やされたものと推測される。

4. おわりに 本研究は、トレンチ幅 L を系統的に変化させ、その乱流特性、せん断応力特性について実験的に考察し、下流側にステップが存在しない段落ち流れの乱流特性との比較も行った。あるトレンチ幅 L において乱れが空間的に増幅される傾向が観察され、また運動量の変化にも段落ち流れの変化とは大きく異なることが確認された。

参考文献

- 1) 八木俊策:京都大学学位論文, 1984.
- 2) Nakagawa, H. and Nezu, I.: J. Hydr. Res., vol.25, 1987, no.1, pp.67-88, 1987.