

## (Ⅱ - 27) 複断面河道における河床低下前後の洪水特性変化の数値実験

宇都宮大学 学生員 津田 健治

宇都宮大学 正 員 池田 裕一

宇都宮大学 正 員 須賀 堯三

### 1. はじめに

ダムの建設、河川改修による土砂流出の減少や砂利採取等が要因となって河床低下が進む。本研究はその河床低下が複断面河道における洪水特性に及ぼす影響を伝播速度に着目し、解析的に検討するものである。

### 2. 解析方法

まず、図-1のような左右非対称な複断面水路についての流量評価式を考えることにする。複断面水路の場合は低水路と高水敷の間の相互作用による見かけの付加抵抗が生じることが知られており、これまでにも多くの検討例が見られる<sup>1)</sup>。今回は土研の方法<sup>2)</sup>すなわち、

$$\begin{cases} \tau_{bc} S_c + h(\tau_{a1} + \tau_{a2}) = \rho g A_c i \\ \tau_{bk} S_k - h \tau_{ak} = \rho g A_k i \\ \tau_{ak} = \rho f_a (u_c - u_k)^2 \end{cases} \quad (k=1, 2) \quad (1)$$

なるつり合い式から考えていくことにする。ここで、添字Cは低水路、1, 2は高水敷の諸量を示す。 $\tau_b$ 、 $S$ 、 $A$ 、 $u$ はそれぞれ壁面剪断力、潤辺、断面積、流速を示す。 $\tau_a$ は低水路と高水敷の分割面上の剪断力である。 $f_a$ はその大きさを示す係数で、とりあえず、0.04とおく<sup>2)</sup>。この連立方程式(1)を直接解いてもよいが、式形が複雑になり、以後の計算が見通しの悪いものになってしまう。そこで、 $\tau_a=0$ 、すなわち単純分割法による解を基本解とし、摂動展開法を用いて1次の近似解を求めると、

$$Q = A_c u_c^* + A_1 u_1^* + A_2 u_2^* - \frac{1}{2} f_a \frac{u_c^{*3} h}{g i} \left\{ \left( 1 - \frac{u_1^*}{u_c^*} \right)^3 + \left( 1 - \frac{u_2^*}{u_c^*} \right)^3 \right\} \quad (2)$$

が得られる。ただし、上添字\*は単純分割法で求められる値である。上式は低水路と高水敷の分割面での剪断力を考慮すると、実際の全流量は単純な断面分割法で求めるものよりも小さくなるという非常に重要な特徴を極めてシンプルに表わしている。またその近似度は、河原・玉井の評価法<sup>1)</sup>と比較してもほぼ十分なものと言える(図-2)。

次に、洪水特性については非定常解析を精密に行うのもよいが、今回はとりあえず、Kinematic Waveの伝播速度

$$\omega = \frac{1}{B} \frac{dQ}{dh} \quad (B \text{ は水面位置での水面幅}) \quad (3)$$

に着目して、検討することにする。

### 3. 解析条件

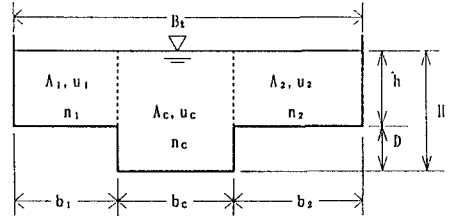


図-1. 複断面模式図と記号の定義

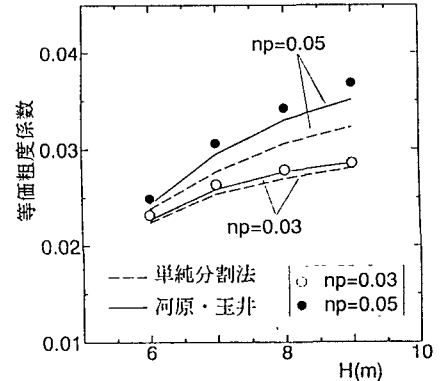


図-2. 他の評価法との比較

表-1. 解析対象データ

|          |        |
|----------|--------|
| 低水路幅     | 220m   |
| 高水敷幅（左岸） | 60m    |
| 高水敷幅（右岸） | 80m    |
| 勾配       | 1/2100 |
| 低水路粗度    | 0.03   |
| 高水敷粗度    | 0.05   |

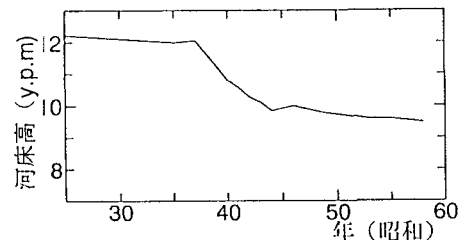


図-3. 河床高の低下

具体的な解析対象としては、鬼怒川の水海道付近10kmの区間を参考にした(表-1)<sup>3)</sup>。ただし、高水敷高さDに関しては、図-3に示すように、S25～S58の30年余りの期間に3mの河床低下が生じており、それに伴いDは4mから7mへと変化している。この変化が洪水特性に与える影響について、式(2)、(3)を用いて検討することにした。

4. 解析結果及び考察

図-4、5は、 $Q$ 、 $\omega$ と $H$ の関係を高水敷高さがそれぞれ、4mと7mの二つのケースについて示したものである。これを見ると、水深が高水敷を越えた直後に、流量は式(2)からも分かるように、高水敷からの剪断力の影響によって一時的な減少を見せている。伝播速度は両ケースとも約4割の著しい変化を見せており、これは式(3)から分かるように、高水敷からの剪断力の影響よりも、むしろ、高水敷に乗り上げる際に水面幅が $b_0$ から $B_1$ へと急に変化することが大きな要因となっている。このことから、流れが高水敷に乗り上げるか否かは洪水の伝播特性に多大な影響を及ぼすことが分かる。

図-6は、一定流量におけるDとHの関係を示したものである。これを見ると、同じ流量が流れる場合、河床低下によって水深はさほど変化していない。しかし、それゆえに高水敷へ乗り上げることが無くなってきていることが分かる。実際、D=4mの場合には比較的小規模な出水でも乗り上げているのに対し、D=7mではかなりの出水でなければ乗り上げなくなっている。このことは伝播速度に多大なる影響を及ぼすものと言える。

図-7は、一定流量におけるDと $\omega$ の関係を示したものである。さきに述べたように、小～中規模の出水において、河床低下の影響が顕著に現れており、その差は大きいところでは、3割にも達している。また、大規模な出水となり全ての場合で高水敷に乗り上げるようなものに対しては、 $\omega$ がほとんど変化しないということもひとつの特徴であろう。

もちろん、Kinematic Waveの伝播速度のみで洪水特性のすべてを把握できる訳ではない。今後は、非定常流の解析も合わせて、河床低下の影響を総合的に検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) 河原能久・玉井信行：複断面直線河道における流れの抵抗則に関する考察，土木学会論文集 第411号/Ⅱ-12，pp. 27-36，1989.
- 2) 建設省土木研究所河川研究室(1983)：利根川・江戸川の河道粗度係数について，土木研究資料，第1943号.
- 3) 建設省：鬼怒川の河床変動及び河道通減の現状と今後の課題，1985.

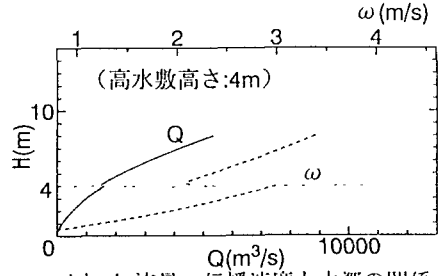


図-4. 流量、伝播速度と水深の関係

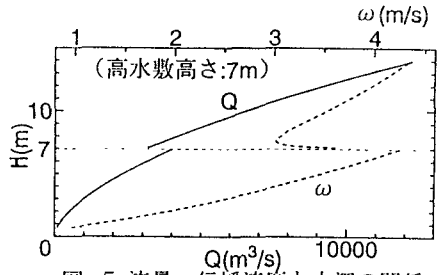


図-5. 流量、伝播速度と水深の関係

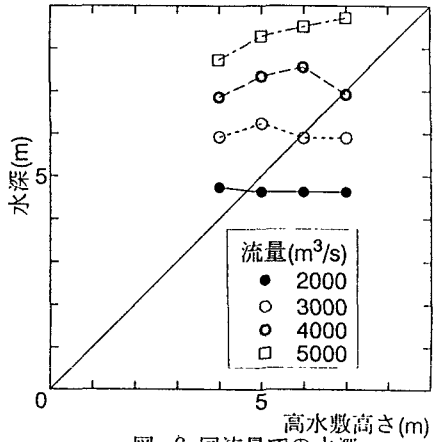


図-6. 同流量での水深

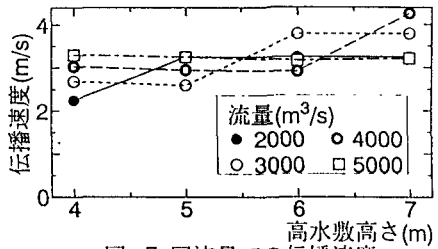


図-7. 同流量での伝播速度