

II-178

小段を有する複断面河道の壁面せん断力に関する研究

早稲田大学理工学部 正会員 関根 正人
大豊建設 正会員 金子 淳
建設省 正会員 安原 達

1. はじめに

ある程度の規模の河川堤防を計画・施工する場合には、堤防の裏面の安定と施工の便のために小段とよばれる面を設置することが義務づけられてきた。しかし、設置基準に物理的根拠がないとの指摘もある。一方、近年、過度に人工的な護岸をするのではなく、たとえば芝などの植生で堤体を被い、あわせて法面の緩傾斜化を進めることで、住民に親しみやすい水辺環境を創造することが望まれている。このような背景に鑑み、本論では、堤防から小段を廃し、さらに法面を緩傾斜化した場合に、堤体に作用する壁面せん断力がどのように変化するかを検討し、今後の基礎資料とするものである。

2. 解析の概要

本論では、できるだけ簡易な解析により壁面せん断力を予測することを目的とし、式(1)に示す浅水流方程式に基づく解析を行う。ここでは、平衡状態に達している断面における流れを解析の対象とし、流路曲率および断面形状に起因して生じる二次流の影響を無視する。

$$0 = g i_o - \frac{\tau}{\rho \cos \omega} + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t \frac{\partial h u}{\partial y} \right) \quad (1)$$

$$Q = \int_{-B}^B h u \, dy \quad (2)$$

ここに、 Q は流量、 ω 河道法面の横断方向傾斜角、 i_o は河道の縦断方向勾配、 v_t は乱流拡散係数である。壁面におけるせん断力 τ は、抵抗係数 C_f との関係で $\tau = \rho C_f u^2$ で表され、抵抗係数をたとえば0.01程度とすれば、式(1)を水深平均の主流速 u について解くことで、壁面せん断力も同時に算出されることになる。

本論では、堤防法面の緩傾斜化と、従来より施工されてきた小段を廃した場合の堤体に作用する壁面せん断力の比較を行う。なお、河道幾何形状における対象性を考慮し、ここでは河道の半断面について検討する。

なお、本論で示した解析方法は、複断面河道にとどまらず、任意の河道横断面形状上に対して適用可能であり、これを直線河道の拡幅過程の解析にも適用し、成果を挙げている。

3. 壁面せん断力

Fig.1では、堤防法面の緩傾斜化に伴い生じる壁面せん断力分布に及ぼす影響について検討した。堤防の法面と高水敷とが接する位置付近でせん断力が小さくなるが、全般的に堤防法面上では、法面の緩傾斜化に伴い壁面せん断力は低下することがわかる。一方、低水路側では、逆に流速が増大し、せん断力が大きくなる。流速特性としては、河積・径深ともに減少し、断面内平均流速が増大することがわかった。一つの指標としてManningの粗度係数 n を算出すると、Fig.1の3ケースの場合には、値が0.0334, 0.0329, 0.0324とわずかながら低下しおり、緩傾斜化に伴い、流れの抵抗が減少することを意味している。なお、堤防の緩傾斜化に伴い、水位が上昇するという問題が生じるが、Fig.1の例の場合には、5cmおよび10cm程度に過ぎない。

Fig.2では、実スケールの河道を対象にして、小段の水理学的な影響を検討したものである。Fig.2より次のことがわかる。(1)高水敷上および低水路上に関する限り、堤防法面の緩傾斜化ならびに小段の有無が壁面せん断力へ与える影響は軽微である。(2)堤防法面上では、法面の緩傾斜化に伴い、壁面せん断力が低下する。(3)緩傾斜化に伴い水位が上昇することになるが、本ケースの場合では数cm程度の差に過ぎない。(4)Manningの粗度係数 n を算出すると、この場合には0.042となり、3ケースともにほとんど差は見られない。(5)小段がある場合には、その部分に比較的大きな壁面せん断力が作用しているが、この点を除けば小段の影響は軽微であり、緩傾斜化に伴って、堤体に作用する壁面せん断力は低下し、Fig.1の結果と一致する。従って、小段を廃しても河道各部に治水上問題となる影響は現れず、法面を緩傾斜化することにより、かえって堤体を浸食から守る結果となることがわかる。

4. おわりに

本論では、従来より河川堤防の表法面に設けられてきた小段の水理学的意義を調べるとともに、これを廃し、緩傾斜の堤体とした場合に、壁面に作用するせん断力がどのように変化するかを検討した。本解析はかなり簡易化された

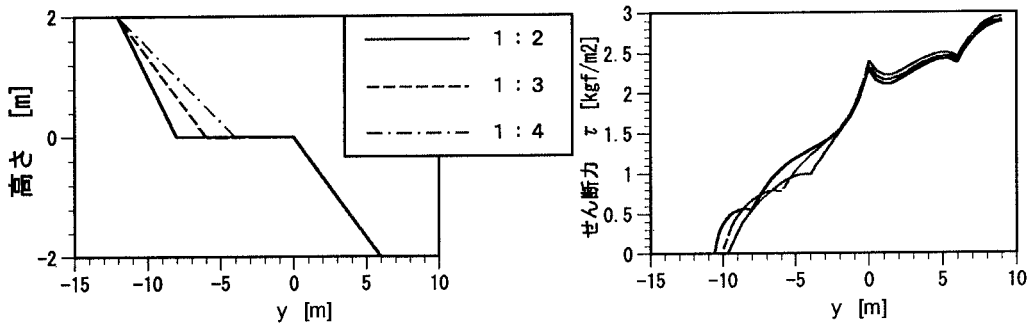


Fig.1 堤防法面の緩傾斜化に伴う壁面せん断力分布の変化 ($Q=100(m^3/sec)$, $i_0=1/1000$):

水位は順に 1.31, 1.36 および 1.43 m

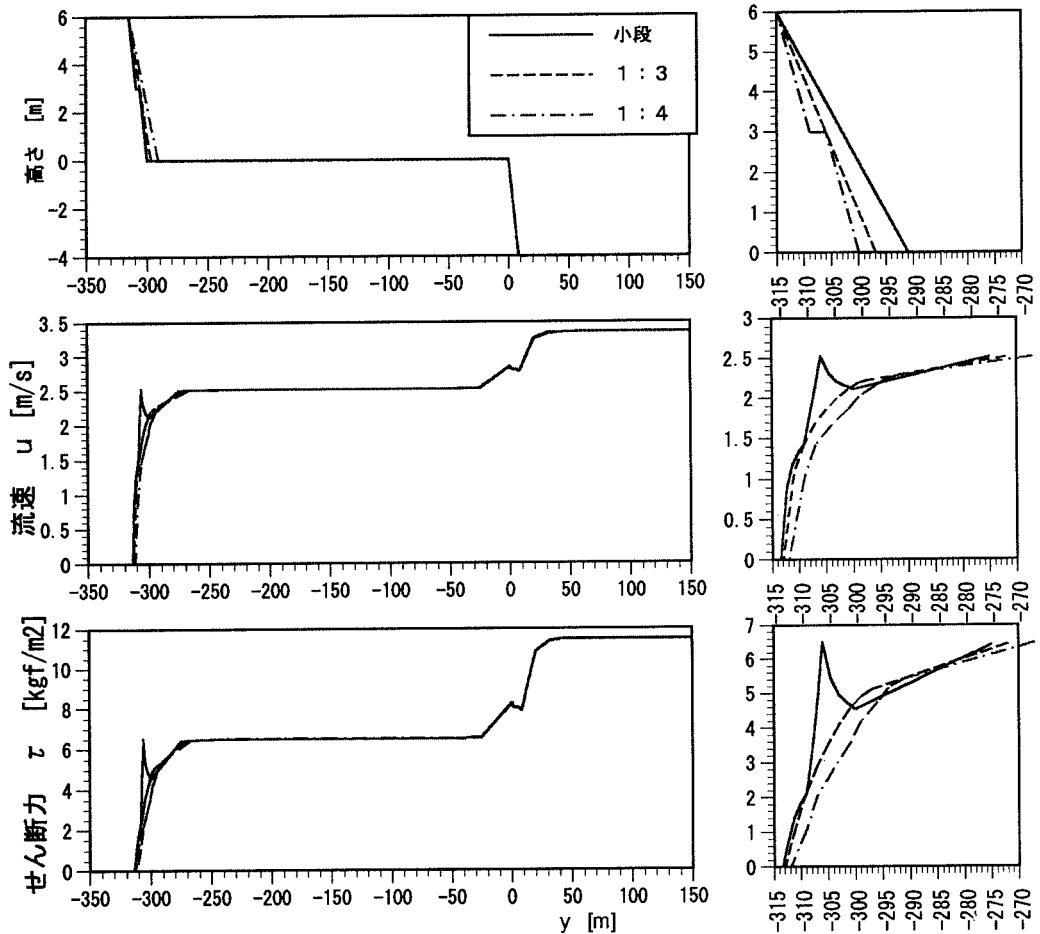


Fig. 2 堤防法面の緩傾斜化ならびに小段の影響評価 ($Q=17000(m^3/sec)$, $i_0=1/800$):

水位は順に 5.20, 5.21 および 5.23 m; 右側はそれぞれの拡大図

ものであるため、今後は、本方法の妥当性について検証していく予定である。

謝辞:本研究の遂行に当たり、河川環境管理財団総合研究所所長吉川秀夫先生には示唆に富んだご意見とご指導を賜った。ここに記して深甚の謝意を表します。また、本研究は河川環境管理財団の調査研究助成金を受けた。

参考文献: 1) 安原・関根:直線河道の拡幅過程に関する研究、第48回年次学術講演会概要集、502-503,1993。