

中小多自然河川の河幅、水深に関する研究 STUDY ON RIVER WIDTH AND DEPTH OF NATURE-ORIENTED MIDDLE AND SMALL-SCALE RIVERS

坂口 達哉

1. はじめに

我が国の河川では、洪水流を安全に流下させるとともに、自然性を考慮した川づくりが目標とされている。しかし、多自然川づくりでは、主に用地の制約から河幅を拡げることは難しく、河床幅を確保することを基本としている¹⁾。多くの中小河川において、多自然川づくりは、平水時の環境改善に重点が置かれ、洪水時の安全性を考慮した川づくりまでには成り得ていない。写真-1は中小河川の代表例で河幅が狭く、河岸を護岸で固めている。多自然川づくりでは安全な河幅を確保することは容易ではないが、今後の河川改修を考えていく上では、治水と環境の両面から河幅について議論していくことが重要である。



写真-1 中小河川の河道断面

福岡²⁾は、計画で対象とする洪水流量までを考慮した、自然性の高い河道の設計法を確立することが重要な技術課題であるとして、沖積地河川における河道の安定な断面形状について考察した。そこでは、河幅や断面形は、流域の特徴を規定する河道形成流量、河道勾配、河床材料（粒度分布）によって決定されると考え、自然河道の無次元河幅、無次元水深は流域の特徴を表す無次元流量に規定されることを明らかにした。また、それらの関係が今後の多自然川づくりにおいて、治水と環境の調和した河道断面形状を決める際の重要な指標になることを示した。

そこで、本研究では、福岡の式を用い、異なる計画の安全度を有する中小多自然河川の断面特性について検討を行い、中小多自然河川の有する課題を明らかにすることを目的とする。

2. 現地調査概要

検討に用いたデータは、国土交通省河川局河川環境課、財団法人リバーフロント整備センターが収集した中小河川の調査結果をもとにしている。調査結果には、検討に必要な河床材料データがなかったことから、関東地方の地方自治体が管理する代表的な中小河川で河床材料調査を行った。対象河川は、計画の安全度が 1/2.5 ~ 1/50 の 10 河川 13 地点で、ほぼ計画断面が完成している河川である。河床材料調査はふるい分け試験を主としたが、河床材料が大きい河川では線格子法を用いた。表-1 に調査地点と河川の計画諸元を示す。ここに、 Q : 計画高水流量、 B : 計画河幅、 h : 計画水深、 d_r : 代表粒径、 I : 計画河床勾配である。河床材料の代表粒径 d_r には 60% 粒径 d_{60} を用いた。

表-1 データ諸元

3. 無次元計画流量と無次元河幅、無次元水深の関係

図-1 は、表-1 に示す河川の無次元計画流量と無次元河幅、無次元水深の関係を示す。図中に示す線は、式(1)、(2)に示す福岡の無次元河幅、水深の式である。

$$\frac{B}{d_r} = 4.25 \left(\frac{Q}{\sqrt{g} d_r^5} \right)^{0.40} \quad (1)$$

$$\frac{h}{d_r} = 0.13 \left(\frac{Q}{\sqrt{g} d_r^5} \right)^{0.38} \quad (2)$$

| 河川名/地点 | 都道府県 | Q(m ³ /s) | B(m) | h(m) | d _r (m) | I | 計画の安全度 | 流域面積 (km ²) |
|----------|------|----------------------|-------|------|--------------------|-------|--------|-------------------------|
| 谷地川6.0k | 東京都 | 100 | 15.4 | 2.2 | 0.035 | 1/150 | 1/3 | 18.2 |
| いたち川0.5k | 神奈川県 | 90 | 17.8 | 2.4 | 0.012 | 1/800 | 1/2.5 | 13.9 |
| 和泉川0.7k | 神奈川県 | 60 | 14.6 | 1.6 | 0.053 | 1/300 | 1/10 | 11.5 |
| 和泉川4.5k | 神奈川県 | 60 | 11.1 | 1.6 | 0.020 | 1/300 | 1/10 | 11.5 |
| 和泉川6.2k | 神奈川県 | 50 | 12.9 | 1.6 | 0.018 | 1/300 | 1/10 | 11.5 |
| 都幾川4.0k | 埼玉県 | 1100 | 136.0 | 3.9 | 0.086 | 1/500 | 1/50 | 153.5 |
| 越辺川6.6k | 埼玉県 | 340 | 42.7 | 2.5 | 0.330 | 1/250 | 1/5 | 65.2 |
| 小畔川11.5k | 埼玉県 | 80 | 21.0 | 1.9 | 0.059 | 1/160 | 1/3 | 37.8 |
| 不老川3.2k | 埼玉県 | 80 | 11.6 | 1.9 | 0.053 | 1/160 | 1/3 | 56.6 |
| 五行川10.0k | 栃木県 | 290 | 43.3 | 2.5 | 0.075 | 1/460 | 1/30 | 279.0 |
| 永野川10.5k | 栃木県 | 350 | 41.5 | 2.3 | 0.075 | 1/160 | 1/30 | 172.0 |
| 粕川12.8k | 群馬県 | 535 | 45.9 | 2.7 | 0.118 | 1/150 | 1/30 | 93.3 |
| 粕川10.8k | 群馬県 | 635 | 44.8 | 2.9 | 0.117 | 1/150 | 1/30 | 93.3 |

計画の安全度 1/50 の埼玉県の都幾川を除き、中小河川の無次元河幅は自然河川に対して導かれた福岡の河幅の式より下にプロットされ、逆に無次元水深が上に

プロットされることがわかる。計画高水流量は、河幅が狭く、大きな水深、流速で流す必要があることを示している。これは中小河川の断面形は河道形成流量で出来たのではなく、地域の事情で決めている面が大きいためである。河幅が広げられず、河床を掘らざるを得ない中小河川の実態を物語っていると考えられる。

計画の安全度に着目すると、図-1の点線枠内で示すように、1/2.5~1/10の河川が福岡の式からのずれが大きいことがわかる。河岸に護岸をすることによって、計画断面で計画流量が流れるように設計がされているが、流速が大きくなり、河床の洗堀等を考慮しなければならない。また、1/2.5~1/10の計画の安全度は、決して大きくなく、この計画規模を超える洪水は容易に起こり得ることを考えておかなければならない。長鎖線枠内で示すように、計画の安全度が1/30の河川においては福岡の式にかなり近付き、河幅拡幅等少しの改修が相当の安全性向上につながるということが図-1より理解できる。実線枠内に示す計画の安全度が1/50の都幾川では、福岡の式と概ね一致し、図-2に示すように舟底形河道に近いほぼ望ましい断面形を有している。対象とした中小河川の計画の安全度を流域面積の視点から示したのが図-3である。計画の安全度が1/2.5~1/10の河川は流域面積が小さく、そのため、計画高水流量は小さく河幅が狭い。福岡の式からのずれが大きく、集中豪雨時には危険性が高まることに注意しなければならない。一方、計画の安全度1/30の河川は流域面積が(100~300km²)と範囲が広く、河幅は福岡の式から求まる値に近い。流域面積に相当差があるにもかかわらず、同じ計画の安全度として設定されているのは、流域のもつ重要度の差であろう。1/50の計画の安全度をもつ都幾川下流区間(4km)は、本川である荒川の影響を受けるため、本川に匹敵する計画の安全度を持っている。

4. まとめ

本研究では、関東地方の中小多自然河川における無次元計画流量と無次元河幅、無次元水深の関係について福岡の式をもとに比較検討した。計画の安全度1/2.5~1/10の河川は河幅が狭く、集中豪雨に伴う氾濫に注意が必要である。計画の安全度1/30、1/50の河川は、計画高水流量、河床勾配、河床材料にほぼ見合う断面形に成りつつあるが、計画の安全度1/30の河川の河幅は必ずしも十分ではなく、流速が大きくなる等河床変動、河床維持の視点から検討が必要になる。

謝辞：本研究を進めるに当たり、国土交通省河川局河川環境課、財団法人リバーフロント整備センターから貴重な資料を提供していただいた。また、現地調査を行うに当たっては、東京都、横浜市、埼玉県、栃木県、群馬県からのご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1)中小河川に関する河道計画の技術基準について、国土交通省河川局、2008。2)福岡捷二：招待論文、温暖化に対する河川の適応技術のあり方—治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて、土木学会論文集F, Vol. 66, No.4, pp. 471-489, 2010。

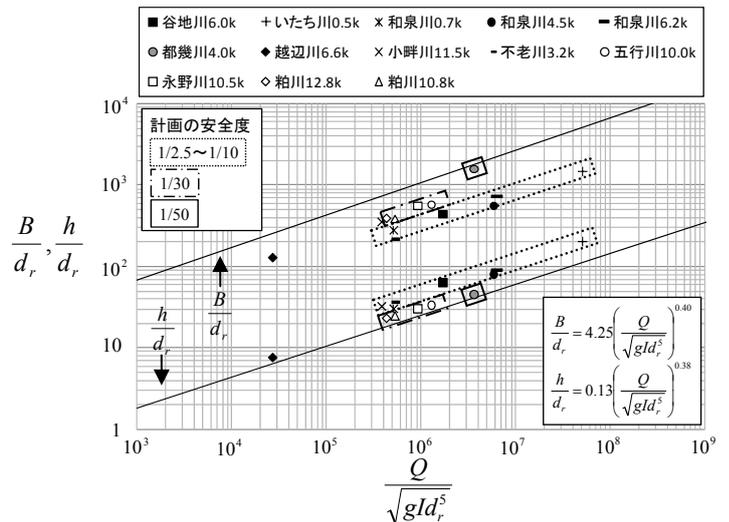


図-1 無次元計画流量と無次元河幅、無次元水深の関係

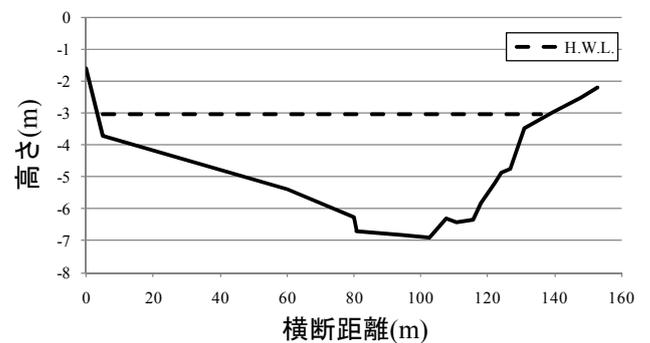


図-2 都幾川 4.0k 地点横断面図

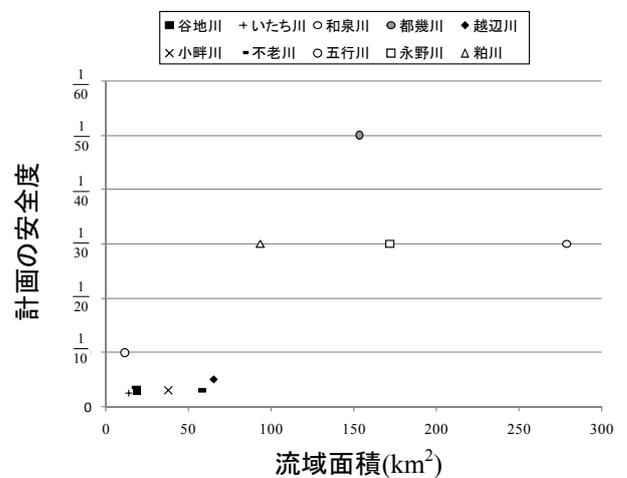


図-3 流域面積と計画の安全度の関係