

河道計画断面の外力評価と安定性について

中央大学理工学部 学生会員 ○浅野 文典
 中央大学研究開発機構 フェロー会員 福岡 捷二
 国土交通省河川局 正会員 尾澤 卓思

1. 序論

河川計画では、各河川の重要度によって計画規模を決定し、計画規模に応じた雨量から流出計算を行い、基本高水流量を算出している。基本高水流量から洪水調節施設の治水容量を考慮し計画高水流量を決定している。計画横断面は、計画高水位以下で計画高水流量を流せるように設定されており、段階的な改修工事を経て計画横断面形をつくることにしている¹⁾。しかし、堤防や護岸等の河川構造物の浸食や破壊などの問題を検討する場合、洪水外力を流量だけで評価することは十分とは言えない。特に、急流河川では、流速が大きくなり河道に大きな力が作用する。そのため、横断面形状、河床勾配、河床材料などの河道特性を考慮して洪水外力を評価する必要がある。また、計画横断面形状が計画高水流量に対して、河道特性、特に河道の安定に見合った形状となっているかについての検討は不十分である。今後の気候変化の影響により降雨量が増加し、洪水外力も増大する²⁾と言われている中で、洪水外力をどのような指標を用いて評価するかということは今後の河川計画を考える上で重要である。本研究では、資料の整っている一級河川における基準点での計画高水流量、計画高水位、計画横断面形状を用いて算出した運動量フラックスを計画洪水外力として評価し、河床勾配との関係について検討する。また、計画洪水が計画断面を流下するときの水面幅、水深と流量、河床勾配、河床材料の関係について検討を行う。

2. 計画洪水外力と河床勾配の関係

洪水外力を比較する指標として運動量フラックスを用いて検討を行う。運動量フラックスは式(1)で表され、流れがもつ力を代表する量である。

$$M = \rho QV \quad (1)$$

ここに、式中の記号 M: 運動量フラックス, ρ : 水の密度, Q: 計画高水流量, V: 計画断面の平均流速である。図-1 に運動量フラックスと河床勾配 i の関係を示す。急流河川では緩流河川に比べ運動量が大きくなっている。特に

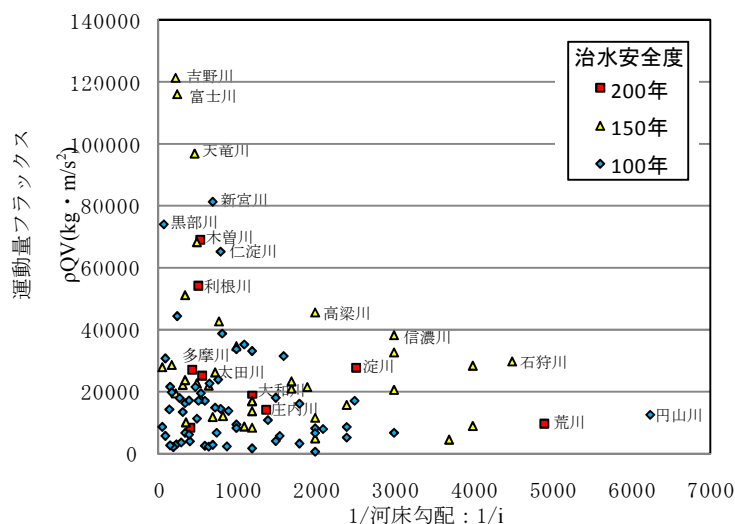


図-1 運動量フラックスと河床勾配

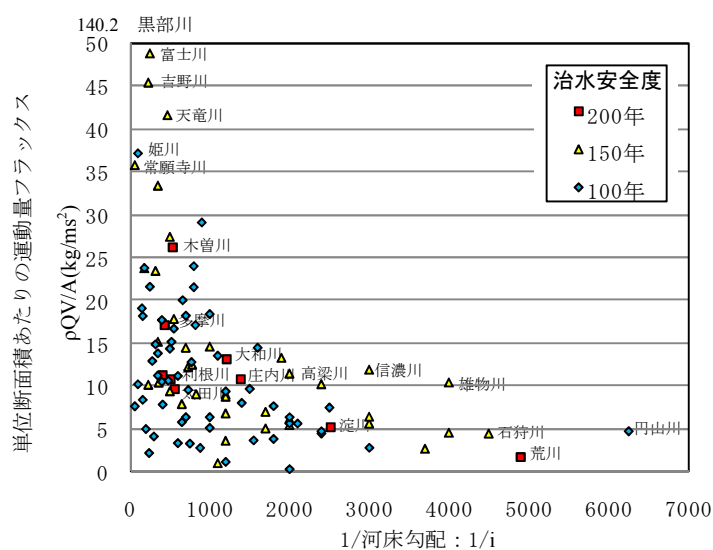


図-2 単位断面積あたりの運動量フラックスと河床勾配

キーワード 河川計画, 計画洪水, 基準点, 急流河川, 運動量フラックス, 河床材料, 安定河道

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1611

洪水調節施設を持たない富士川、計画高水流量が大きい新宮川や吉野川、天竜川などの急流河川では大きな運動量フラックスを示していることが分かる。

次に、各河川の単位断面あたりの運動量フラックスについて検討した。単位断面あたりの運動量フラックスは計画横断面での計画高水位を用いた河積で全運動量フラックスを除すことにより求めた。図-2 に単位断面あたりの運動量フラックスと河床勾配の関係を示す。図-2 から他の河川に比べ黒部川、常願寺川、姫川などでは単位断面あたりの運動量フラックスが大きくなることが分かる。

3. 無次元計画川幅・水深と無次元計画高水流量の関係

流量、河床勾配、河床材料から河道の横断面形状は概ね決まると考えられる。安定川幅について池田ら³⁾は砂礫河川について、塚本ら⁴⁾は石礫河川について検討している。ここでは、一級河川の基準点における計画高水流量、計画横断面形状、河床勾配、河床材料を用い、計画河道の安定性の基礎的検討を行う。図-3 に無次元流量と無次元水面幅の関係を示す。横軸の無次元流量は計画高水流量を代表粒径 d_{60} と河床勾配を用いて無次元化し、縦軸の無次元水面幅は計画高水位での水面幅を代表粒径 d_{60} で無次元化した。無次元水面幅の 2 乗は無次元流量に比例することがわかる。図中に、常願寺川における現地実験⁴⁾より得られた無次元川幅もプロットしている。次に、図-4 に無次元流量と無次元水深の関係を示す。無次元水深は、横断面形状を矩形に近似し、河積を水面幅で除すことで得られる断面平均水深を代表粒径 d_{60} で無次元化した。図-3 と同様に図-4 においても常願寺川における現地実験から得られた無次元水深をプロットしている。無次元水深の 3 乗は無次元流量に比例することがわかる。

4. 結論

本研究では一級河川における基準点での計画高水流量、計画高水位、計画横断面を用いて各河川の計画洪水による運動量フラックスと河床勾配の関係、水面幅、水深と流量、河床勾配、河床材料の関係について検討を行った。以下に本研究で得られた主な結論を述べる。

- (1) 洪水外力を運動量フラックスで表すことにより、洪水外力から見た全国河川の関係を示した。また、急流河川の外力指標は「器」の大きさを対象とする計画高水流量だけでは不十分であることを示した。
- (2) 計画横断形状と計画高水流量、河床材料の間には無次元流量が無次元水面幅の 2 乗に比例すること、無次元水深は 3 乗に比例することを示した。

参考文献 1)福岡捷二：洪水流の水利と河道の設計法，森北出版，2005。 2)社会資本整備審議会：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策について，国土交通省，2008。 3)池田駿介，Gary PARKER，千代田将明，木村善孝：直線礫床河川の動的安定横断形状とそのスケール，土木学会論文集，第 375 号，pp117-126，1986。 4)塚本洋祐，福岡捷二，須賀正志，澤原和哉，長田健吾：蛇行石礫河川の粒度分布特性と安定河道形状，河川技術論文集，第 14 巻，pp.7-12，2008

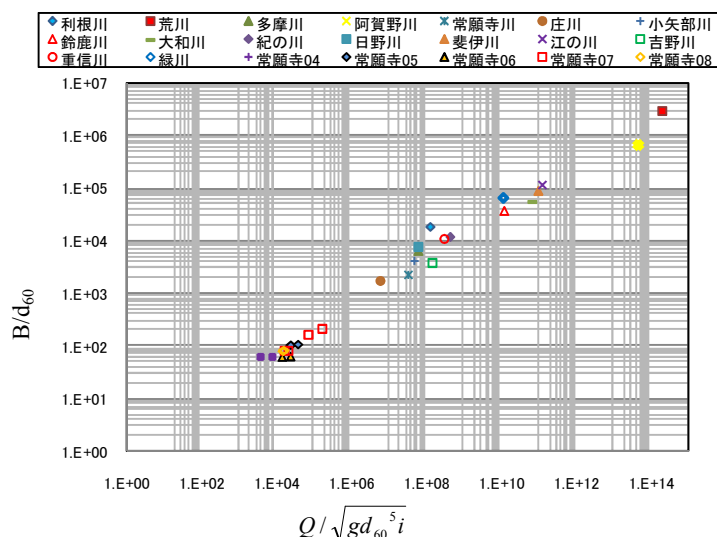


図-3 無次元流量と無次元水面幅

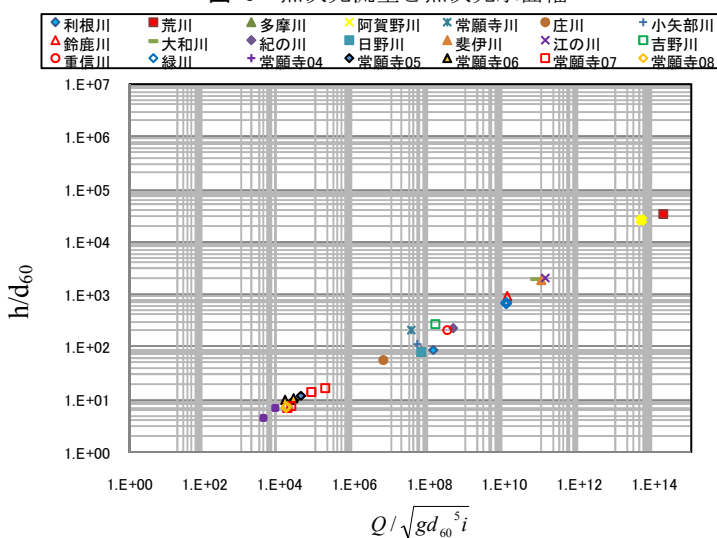


図-4 無次元流量と無次元水深