

平成24年九州北部豪雨での彦山川の護岸・河岸の被災プロセス

九州工業大学工学部 学生会員 ○阿部 琢哉 九州工業大学大学院 正会員 重枝 未玲
九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 学生会員 平松 裕樹

1. はじめに

平成24年7月に九州北部を襲った豪雨は、北部九州各地で甚大な被害をもたらした。本研究で対象とする彦山川では、同災害時に護岸崩落や河岸の洗掘等の被害が生じている。九州北部豪雨は過去に体験したことのないような豪雨であり、この豪雨による被災状況を分析することで、今後の河道管理にとって示唆に富んだ知見を得られると考えられる。本研究は、以上の背景を踏まえ、河道の経年変化、数値解析結果に基づき、彦山川での護岸や河岸の被災プロセスについて検討したものである。

2. 被災状況の概要

彦山川は遠賀川の支川であり、その全長は36kmである。図-1は、平成24年7月3日および7月13~14日の出水によって、遠賀川流域で生じた河川管理施設の被災箇所の概要を示したものである。図-1中の、
、
、
は彦山川で護岸が被災した箇所、
は河岸が侵食された箇所である。7月3日の豪雨では
と
が、7月13~14日の豪雨では他の区間が被災した。なお、7月13~14日の豪雨では、日の出橋、川島、伊田、春日橋、秋松橋水位観測所の計5観測所で氾濫危険水位を超え、日の出橋、勘六橋、大隈、中島、赤池、添田、春日橋水位観測所の計7観測所で観測史上最大の水位を記録している。

3. 解析の概要

数値解析には、「分布型流出・平面2次元洪水追跡モデル」¹⁾を用いた。同モデルは、降雨を与条件として、河川への流出流量を算定し、この流量と下流端の水位を境界条件として、本支川の洪水追跡を一体的に行うモデルである。分布型流出解析モデルは、斜面流と河道流の洪水追跡をkinematic wave法で行うモデルであり、平面2次元洪水追跡モデルは、複数の河川での洪水追跡をDynamic wave法で行うモデルである。降雨には実測降雨量を、下流端の境界条件には、中島観測所の実測水位を与えた。なお、本モデルが、痕跡水位、水位ハイドログラフ、添田観測所を除くピーク流量を十分な精度で再現できることが確認されている。

り、平面2次元洪水追跡モデルは、複数の河川での洪水追跡をDynamic wave法で行うモデルである。降雨には実測降雨量を、下流端の境界条件には、中島観測所の実測水位を与えた。なお、本モデルが、痕跡水位、水位ハイドログラフ、添田観測所を除くピーク流量を十分な精度で再現できることが確認されている。

4. 結果と考察

図-2は、被災が生じた彦山川の距離標24kmより上流側について、各年度の平均河床および最深河床の差、低水路幅、最深河床位置の経年変化を示したものである。各諸量は、定期横断測量結果から求めた。これらから、(1)被災箇所での河道の経年変化は図-2中の表に示す通りであり、(2)被災箇所の多くは堤防側へ低水路位置が移動し最深河床位置は変動しており、(3)その低水路線形から、いずれの被災箇所も水衝部に位置することなどがわかる。

図-3は、数値解析結果に基づき求めた最大流速、流速の時間積分値²⁾、最大摩擦速度、摩擦速度の時間積分値²⁾のコンター図を示したものである。これらから、(1)被災箇所
～
及び
のいずれも、その周辺の流速は大きく水衝部であること、(2)その最大流速、摩擦速度は、7月3日の被災箇所
ではそれぞれ3.5m/s程度、0.35m/s程度、7月13~14日の被災箇所
～
及び
ではそれぞれ5.0m/s程度、0.50m/s程度であること、(3)被災区間の流速や摩擦速度の時間積分値は、被災が生じていない区間に比べ大きく、流速や摩擦速度の大きい状況が長時間続いたこと、などが確認できる。このように、護岸崩落等の被災箇所では、最大流速と摩擦速度が大きく、かつ大きな流速と



図-1 流域及び被災箇所の概要

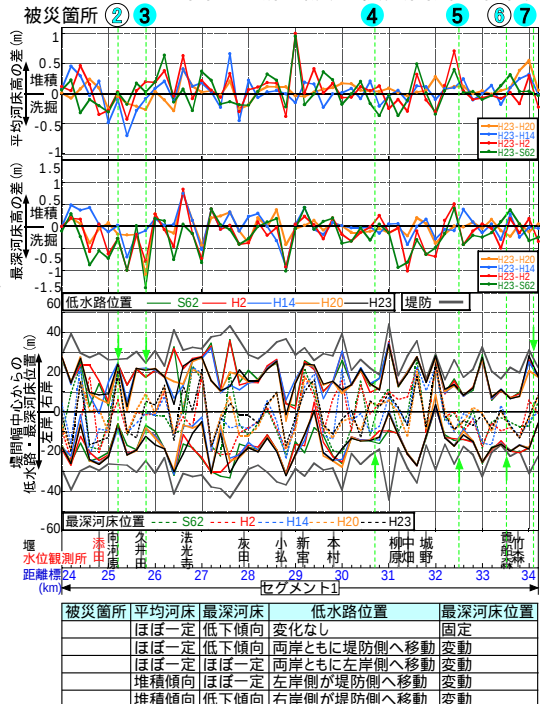


図-2 平均・最深河床の差、低水路・最深河床位置の経年変化

摩擦速度が長時間作用していたと推察される。

図-4は、河道の経年変化の結果に基づき求めた安定河道の無次元掃流力 τ_{*s} と各距離表での最大無次元掃流力 τ_{*} の解析結果との比較を行ったものである。なお、安定河道の無次元掃流力 τ_{*s} の算定には、式(1)を用いた³⁾。算定に必要な流量は、低水路満杯流量および平均年最大流量を用いた。低水路満杯流量については不等流解析より得られた水位流量曲線より求めた。これより、(1)被災箇所～及び周辺での最大無次元掃流力 τ_{*} は、いずれも安定河道の無次元掃流力 τ_{*s} を超えていること、(2)特に7月3日の豪雨では被災区間の周辺でのみ、最大無次元掃流力 τ_{*} が、安定河道の無次元掃流力 τ_{*s} を超えていること、などが確認できる。

以上から、各被災箇所の被災プロセスは次のようであったと推察される。被災箇所では、(1)護岸崩落箇所の最深河床位置は固定化しており、最深河床は低下傾向にあった。(2)この区間では3m/s、0.3m/sを超える大きな流速と摩擦速度が長時間発生した。(3)無次元掃流力は安定河道の無次元掃流力の1.1倍程度であった。このため、護岸と周辺の河床は大きな外力を長時間受けた。これに加え、(4)護岸が水衝部であり、直交5m以上の5分勾配で、かつ老朽化していたため、その形状を維持できず崩落した。被災箇所では、(1)護岸崩落箇所の最深河床位置は変動しており、河床は低下傾向にあった。(2)この区間では5m/s、0.5m/s程度の大きな流速と摩擦速度が長時間発生した。(3)無次元掃流力は安定河道の無次元掃流力の1.5倍程度であった。このため、護岸および河床が大きな外力を長時間受けた。これに加え、(4)護岸が水衝部であり、直交5m以上の5分勾配で、かつ老朽化していたため、その形状を維持できず崩落した。

5. おわりに

本研究では、平成24年九州豪雨災害時の彦山川について、河道の経年変化、現地調査および数値解析に基づき、護岸・河岸の被災状況の把握と被災プロセスを検討した。その結果、(1)本災害で被災した護岸や河岸の被災プロセス、(2)被災箇所は、(A)水衝部であったこと、(B)最大流速と摩擦速度が大きく、かつその状態が長時間であったこと、(C)安定河道の無次元掃流力より掃流力が上回っていることが共通していたこと、などがわかった。以上を踏まえると、最大流速と摩擦速度およびその時間積分値が高く、無次元掃流力が安定河道のものより大きな区間は、護岸の被災や河岸侵食が生じる危険性があり治水上注意を要する区間であると考えられる。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金若手研究B(課題番号：25820225)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献：1)重枝ら：土木学会論文集B1(水工学)，Vol.68，No.4，pp.I_1429-I_1434，2012.，2)安田ら：河川技術論文集，第18巻，pp.245-250，2012.，3)秋山ら：土木学会論文集B1(水工学)Vol.70，No.4，I_1051-I_1056，2014.

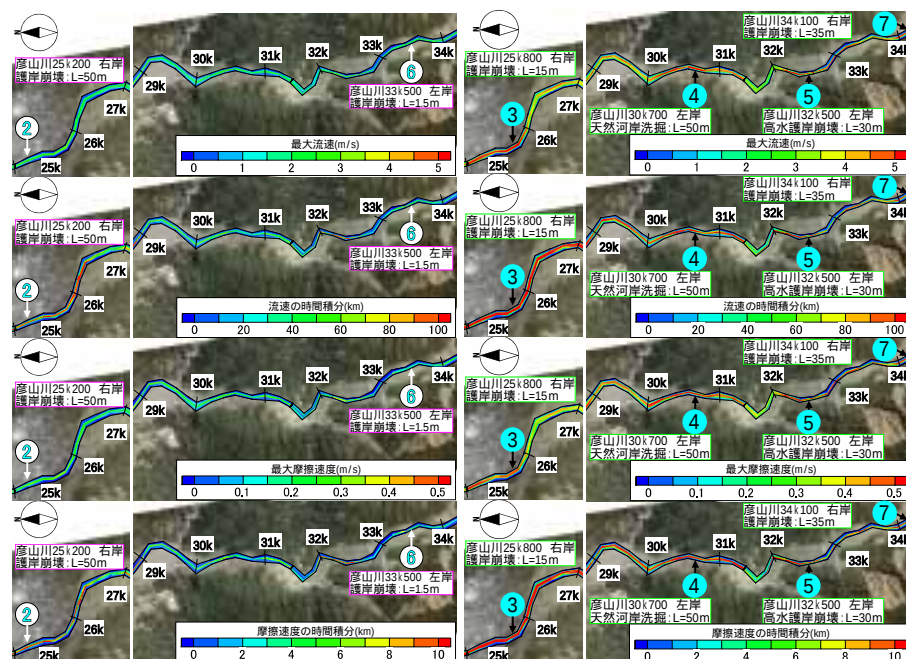


図-3 最大流速，流速の時間積分値，最大摩擦速度，摩擦速度の時間積分値のコンター(左：7月3日豪雨，右：7月13～14日豪雨)

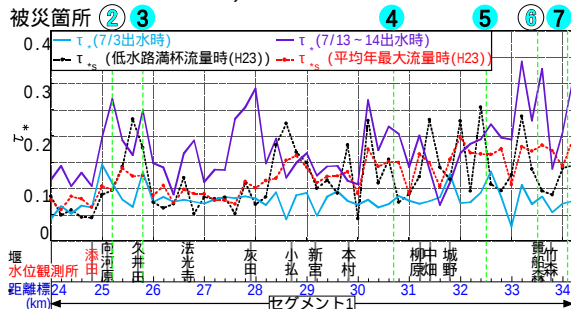


図-4 τ_{*s} と τ_{*} の比較

$$\tau_{*s} = \alpha^{1/2} (s/I)^{-1} \left(\varphi^{-1} Q / \sqrt{g d_R^5} \right)^{1/3}$$

$$\alpha = (h/d_R) (B/d_R)^{-2/3}$$

$$\varphi = \left(Q / \sqrt{g d_R^5} \right) / \left\{ (h/d_R) (B/d_R)^{3/2} \right\}$$

φ =流速係数， s =比重， I =河床勾配， Q =流量， g =重力加速度， d_R =60%粒径， h =水深， B =低水路幅