

第4章 まとめ

本検討によって得られた点をまとめると以下の通りである。

4.1 これまでの研究成果より

●現地被災事例

- ・昭和33年の狩野川台風での被災は、桁下余裕高及び径間が小さく、流木や転石が多いことが主な原因である。
- ・近年（S63～H7）の橋梁被災事例に調査結果→径間20m以下のもの約8割占める。それらの河川は急勾配（1/400）で、橋桁まで水位が上昇し溢水を伴う。
- ・H2九州地方豪雨による被災は、国道57号の橋への流木集積が主な原因。
- ・比重の重い流木（針葉樹で1.0）の方が、橋脚前面の下降流の影響を受け河床に押しつけられるため、「流木ダルマ」が形成され易くなると考えられる。流木ダルマが形成されると実質的なスパンが狭くなるため、流木が集積しやすくなる。
- ・溪流における調査によると、流木は山腹崩壊、溪岸の崩壊及び侵食に伴うものが多く、流木の最大値（5%）は、長さ16～19m、径20～25cm、平均値は、長さ7～9m、径は20～25cmである（流木長は立木長の約1/3である）。また流木の最大発生本数は $5,000 \times \text{流域面積} (\text{km}^2)$ でほぼ示される。

●実験での検討

- ・流木の橋梁への集積は、時間的に線形的ではない（流木がドラスティックに集積開始及び流下する）。
- ・流木諸元と橋梁諸元（または流木止めスクリーンの諸元）の関係によって、流木集積の程度が決まる。支配的な項目は、流木長と径間長の比、桁下余裕高の有無、水深・流速・流木流下条件（単独or集団）である。

●懸案となる課題

過去の調査研究によって、橋梁の径間等を決める際には流木の量、長さ、径等を考慮することが最も重要であり、設計に際しての定量的な手法も一部提案された。しかし、現地河道で個別に応用するには、種々の河道特性の条件下でも適用できるような広範囲な検討がさらに必要で、流木条件（長さ、太さ、比重、流木本数等）や橋梁条件（径間、桁下余裕高等）、さらに水理条件（流速、水深等）等の組み合わせによる種々の条件下での大縮尺の水理模型実験が重要と考えられる。

4.2 流木集積の影響事例分析により

現地の事例調査や分析によって、流木の影響による橋梁被災の概要を把握した。特に径間長が被災規模を左右する重要な要素であることを確認した。しかし、これらの調査や分析だけでは、流木集積の量や流木集積に伴った水位のせきあげ、さらに流木の流下量等、橋梁や河道の工学的な諸元を設計するためのデータとしては不十分と考えられる。そのために、模型実験等によって洪水時の流木の挙動、流木集積のメカニズムについてさらに詳細に調べる必要性があると考えられた。

4.3 実験の検討結果より

●流木の集積率について

- ・流木本数と集積率にはほぼ正の相関があり、流木長径間長比 γ が大きいほど集積率の変化が大きいことがわかる。つまり、 γ が大きい場合ほど流出する流木量を精度よく見積もることが重要である。
- ・流木本数が少ない場合は桁下余裕高による集積率に差はあまりないが、流木本数が多い場合は桁下余裕高が小さいほど集積率が高くなる傾向が見られる。このことは、桁下余裕高が小さい橋梁を有する河川ほど流木の流出量を見積もることの重要性を示唆するものである。
- ・可撓性流木が流下した場合に流木量が増加しても集積率があまり増加しない理由は、流木集積量が増加しても流水の抵抗を少なくするように流速の増大に対応して可撓性流木が撓み、橋梁上流の流況（水位せきあげ、流速）があまり大きく変化しないことが考えられる。実現象としてはこの棒状流木と可撓性流木の間にありと考えられるが、可撓性流木が卓越するほど集積率の増加が小さい傾向にあると言える。
- ・水路勾配が大きいほど流木長径間長比 γ が集積率に支配的に働く。つまり、河道下流部よりもセグメント1の河道上流部のほうが、径間を少し広げることによって、流木の集積率を効率的に低下させることが可能であると言える。
- ・上流部下流部どちらで集積率が高くなるかは河床勾配と水深のどちらが支配的であるかによって左右される。一般に上流部と下流部の違いは水深より河床勾配の方が支配的だとすると、上流部の狭窄部等を除けば河床勾配の緩い河道下流部の方が集積率は高くなると考えられる。
- ・橋脚のみによる水位せきあげは、係数Cを1.0とすればドビソン式で表現してあまり問題なく、橋脚周辺の局所洗掘を許せば橋脚のみによる水位せきあげを半分程度に低下させることが可能である。
- ・本検討によって提案された流木集積による水位せきあげの推定式は、種々の模型及び水理量の条件下における実験だけでなく現地事例（急流部の2事例）との比較においても適合性の高いことを確認した。今後さらに高い適用性を得るには、特に現地の緩流部における事例を収集することが必要である。
- ・流木の流下位置は、流木の長さや流木密度にあまり係わらず一定の傾向を示し、その流下位置は主流部と深い対応関係にある。このことは、流木集積を考慮した橋梁の径間設計において、必ずしも全径間を同一にする必要性のないことを示唆している。例えば、出水規模によって主流位置が大きく変化しない状況であれば、その主流位置の径間部のみを広くして他の径間は狭くできることになり、合理的な設計に結びつくと考えられる。