

# 流木捕捉工の設計に関する実態調査

砂防鋼構造物研究会 ○國領ひろし 大隅 久  
 (一財)砂防・地すべり技術センター 嶋 丈示 吉田圭佐  
 京都大学大学院農学研究科 水山高久

## 1. 緒言

流木捕捉工は、流木対策施設の一つであり、土石流区間では透過型砂防堰堤をはじめ、部分透過型砂防堰堤や副堰堤への設置、掃流区間では流木止め工（本堤）や副堰堤への設置などが挙げられる。これらの施設は、土石流区間では土石流の流下とともに流出する流木を、掃流区間では洪水とともに流出する流木の捕捉を目的として設置され、これまで流木災害の防止に大きく貢献してきた（写真-1）。一方、近年、渋谷らの研究<sup>1)</sup>によると、掃流区間に設置する流木捕捉工について、流木長と部材間隔の関係により捕捉性能に差異が生じることが報告されており、これは、今後の流木捕捉工の部材間隔設定に影響を及ぼすことが考えられる。



写真-1 流木捕捉工による流木捕捉事例

そこで、ここでは掃流区間に設置する流木捕捉工を対象に、これまでの設計（部材間隔）に関する実態調査を実施し、現行指針<sup>2)</sup>や既往研究成果<sup>1)</sup>と比較することにより、設計時の部材間隔の設定手法について考察したものである。

## 2. 現行指針<sup>2)</sup>による部材間隔

指針<sup>2)</sup>では、掃流区間に設置する流木捕捉工の部材純間隔  $W$  は、流下してくる最大流木長  $L_{max}$  の  $1/2$  倍以下とし、かつ、最大転石径  $d_{max}$  の  $2$  倍以上とされている。

$$d_{max} \times 2 \leq W \leq L_{max} \times 1/2 \quad (1)$$

なお、この部材純間隔  $W$  は、柱部材の間隔であり、横材等は設置しなくてもよいこととされている。

## 3. これまでの研究成果<sup>1)</sup>

渋谷らの研究<sup>1)</sup>によると、流木は、少なくとも  $2$  本以上の柱部材に跨って捕捉され、また、流木長が混在する場合は、流木長が一定の場合と比べ、流木捕捉率が低下することが報告されている。この場合、部材間隔比  $W/L_{max}$  を  $1/5$  程度とすることにより、流木長が一定の場合の  $W/L_{max}=1/2$  と同等の捕捉率になることが確認されている（図-1）。

## 4. 設計実態調査

### 4.1 設計時における部材間隔比について

表-1 および図-2 に、 $250$  件の流木捕捉工設計事例について、部材間隔比を調査した結果を示す。なお、本調査では、掃流区間に設置される流木捕捉工に加え、土石流区間であっても副堰堤に設置するなど掃流状態として設計する流木捕捉工も対象とした。これらより、部材間隔比  $W/L_{max}$  の最大値は  $1/2.0$ 、平均値では  $1/4.0$  となっており、指針<sup>2)</sup> で定められている部材間隔比の上限値である  $W/L_{max}=1/2$  よりも狭い間隔で部材配置している事例が多いことがわかる。

### 4.2 最大流木長と部材純間隔の関係

図-3 に、最大流木長と部材純間隔の関係を示す。これより、最大流木長  $L_{max}$  の大小に関わらず、部材純間隔  $W$  は、概ね  $1.0 \sim 4.0$  m の範囲に分布していることがわかる。特に、部材純間隔を  $2.0 \sim 3.0$  m で設定している事例が多く、これは、設計事例全体の約  $70\%$  を占めている。一方、最大流木長は、概ね  $5 \sim 25$  m の範囲であり、その長さには幅があることから、部材純間隔の設定においては、最大流木長のほか、水通し幅（設置幅）や最大転石径などの要因も影響していると考えられる。

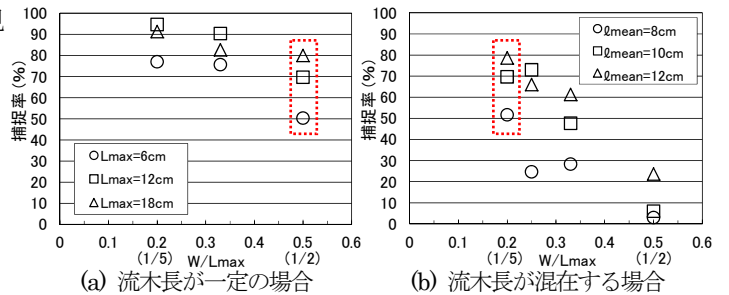


図-1 流木捕捉率～ $W/L_{max}$ 関係<sup>1)</sup> ( $L_{max}=18$ cm)

表-1 設計事例(本堤 15 件, 副堰堤 235 件: 計 250 件)

|     | 部材純間隔<br>$W$ (m) | 最大流木長<br>$L_{max}$ (m) | 部材間隔比<br>$W/L_{max}$ |        |
|-----|------------------|------------------------|----------------------|--------|
|     |                  |                        | 最大値                  | 最小値    |
| 最大値 | 4.40             | 30.0                   | 0.50                 | 1/2.0  |
| 最小値 | 0.80             | 3.9                    | 0.05                 | 1/20.0 |
| 平均値 | 2.44             | 11.8                   | 0.25                 | 1/4.0  |

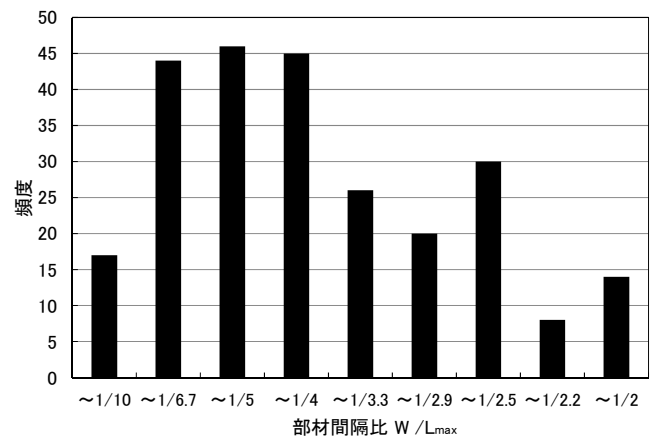


図-2 部材間隔比の頻度

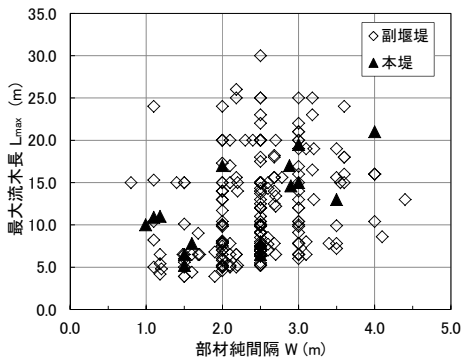


図-3 最大流木長～部材純間隔の関係

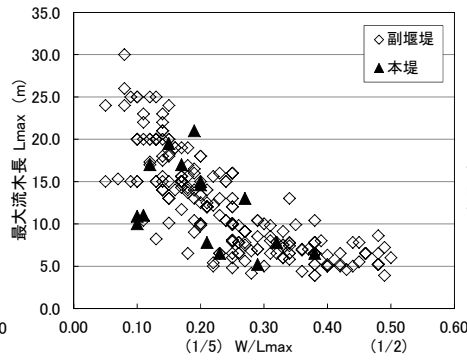


図-4 最大流木長～部材間隔比の関係

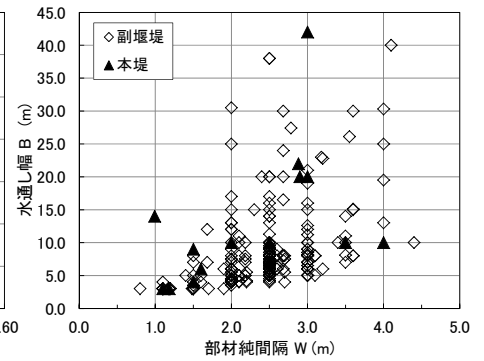


図-5 水通し幅～部材純間隔の関係

### 4.3 最大流木長と部材間隔比の関係

図-4に、最大流木長と部材間隔比の関係を示す。これより、最大流木長  $L_{max}$  が長くなるにつれ、部材間隔比  $W/L_{max}$  が小さくなる傾向にあることがわかる。これは、最大流木長が長くなっても部材純間隔を一定 ( $W=2.0\sim 3.0\text{m}$  程度) としている事例が多いためと考えられる。

### 4.4 水通し幅と部材純間隔の関係

図-5に、水通し幅と部材純間隔の関係を示す。これより、水通し幅  $B$  が広くなると部材純間隔  $W$  も広くなる傾向が見受けられる。さらに、最大流木長と水通し幅の関係(図-6)をみると、最大流木長  $L_{max}$  が水通し幅  $B$  よりも長い事例が多く、特に、水通し幅が10m以下となると、その傾向が顕著である。なお、水通し幅10m以下の場合において、部材純間隔を3m以下としている事例が多いのは、部材純間隔を最大流木長の1/2倍以下に設定しながらも、水通し幅の範囲内で柱部材を2本以上配置しているためと考えられる。

### 4.5 部材純間隔と最大転石径の関係

図-7に、部材純間隔と最大転石径の関係を示す。これより、部材純間隔  $W$  は、最大転石径  $d_{max}$  の2倍よりも広いケースが大半であり、部材純間隔が最大転石径によって決定されるケースはほとんどないことがわかる。なお、今回調査した事例では、最大転石径  $d_{max}$  の2倍の値は、全て最大流木長  $L_{max}$  の1/2倍以下となっており、式(1)に示すとおり、部材純間隔を設定する際の下限值となっている。

## 5. 考察および提案

本設計実態調査より、現行設計では、指針②の上限値よりも狭い部材間隔を設定している事例が多いものの、全ての事例で指針②による式(1)を満足しており、また、これまで捕捉事例も確認されていることから、現行設計での部材間隔設定手法は問題ないと考えられる。ここで、水通し内に柱部材を2本以上配置している理由としては、既往実験では柱部材同士で捕捉効果の検証を実施していること、また、柱部材1本配置とした場合、「壁部と柱部材」の捕捉機構となり、壁部(不透過部)近傍では湛水しやすく流木が堰堤まで到達しない可能性があることに加え、水通し端部付近では流水の乱れが生じやすいこと、また、柱部材1本では「捕捉のきっかり」が発生しづらく、流木が捕捉されにくくなること、などが考えられる。一方、最大流木長と最大転石径に大きな差がある場合などにおいては、指針②で示されている部材純間隔の上限値「最大流木長の1/2倍以下」だけの条件では、部材間隔の設定幅が大きくなる(例えば、 $L_{max}=20.0\text{m}$ 、 $d_{max}=0.5\text{m}$ の場合、部材純間隔は $1.0\text{m}\leq W\leq 10.0\text{m}$ となる)ため、流木捕捉に対してより効果的な部材配置の良否判断が困難なケースが生じることや、さらに、最大流木長が極端に長い場合や最大流木長が水通し幅より長い場合などでは、部材間隔が広くなり、十分な捕捉効果が得られないことが懸念される。

そこで、部材間隔の設定にあたっては、指針②による式(1)の条件に加え、既往研究成果①や設計実態を踏まえた以下の点などについても考慮することにより、効果的な部材配置と設計の便宜、簡素化を図ることができると考える。

- (1) 柱部材は2本以上設置し、部材間隔が広くなる場合などでの部材間隔は2～3mを目安とする(上限値4mなど)。
- (2) 流木は、折損しながら流下する<sup>3)</sup>ことも考えられるため、部材間隔比は $W/L_{max}=1/5$ 程度を目安とする。
- (3) 部材間隔は、鋼管径等に左右されない柱部材中心間隔で設定する。

なお、本実態調査は流木捕捉工の設計に関する調査であり、今後、さらに現地での流木捕捉事例等のデータを収集し、捕捉実態も踏まえた最も効果的な部材間隔等を検証する必要があると考える。

#### 参考文献

- 1) 渋谷一, 香月智, 大隅久, 石川信隆, 水山高久: 流木捕捉工の捕捉性能に関する実験的研究, 砂防学会誌, Vol63, No.3, pp.34-41, 2010.9
- 2) 国土交通省砂防部, 国土交通省国土技術政策総合研究所: 土石流・流木対策設計技術指針及び同解説, 2007.11
- 3) 大隅久, 國領ひろし, 渋谷一, 香月智, 水山高久: 広島県庄原地区の流木調査と立木調査に関する一考察, 平成24年度砂防学会研究発表会概要集, 2012.5

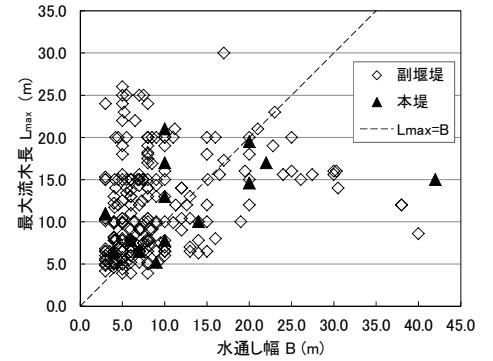


図-6 最大流木長～水通し幅の関係

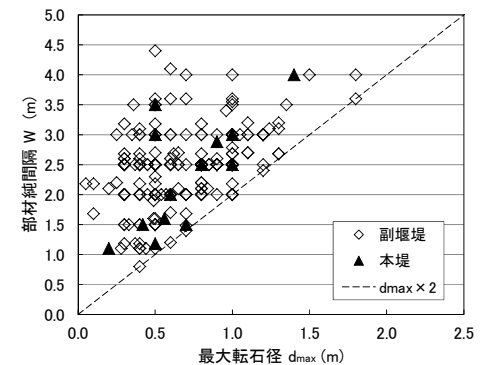


図-7 部材純間隔～最大転石径の関係