

流木の流下特性から見たトンネル河川断面の余裕率

建設省土木研究所 正会員 武富一秀
建設省土木研究所 正会員 末次忠司
香 川 大 学 正会員 河原能久
建設省土木研究所 正会員 岡部 勉

1. はじめに

トンネル河川は、「地上開水路河川以外のトンネル構造河川のうち、トンネル内の水位が吐口水位よりも高く、自由水面を有する開水路流として設計するもの」をいう。今後トンネル構造河川の必要性は、流域の都市化に伴う土地利用や山間地の地形の制約等から高まると考えられる。しかし、現在のトンネル河川の断面設計基準¹⁾「トンネル断面は、原則として配分される計画高水流量の130%流量以上を設計流量とし、また、設計流量の流下に必要な断面積の15%を下回らない値を標準として空断面積を設ける必要がある。」で設計した場合、計画流量が流下した場合でも直径の約6割程度の水位にしかない。このため、設計断面を確保するのに苦慮しているケースも多く、本研究では、合理性な設計基準を確立するために水理模型実験を実施した。

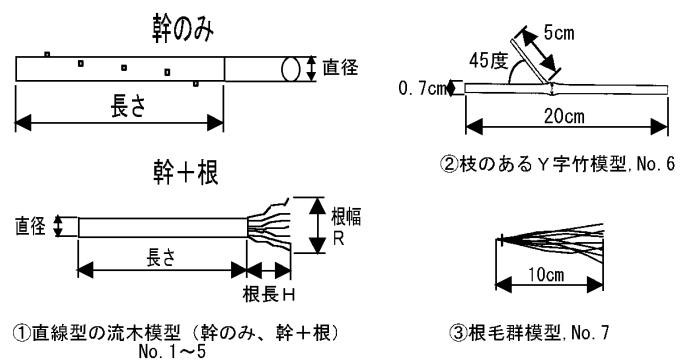


図-1 流木模型

2. 実験内容

2.1 実験条件

本実験では、長さ10m、縮尺1/30の亚克力製トンネル河川模型を用いて特に流木の流下実験を行った。事例では、トンネル断面形状として馬蹄形が多いことから、標準馬蹄形断面を採用した。流木模型の形状については、過去の洪水後の流木調査より決定し、流木模型の種類をNo.1～7の7種類とした。実験に用いた流木模型を図-1、寸法を表-1に示す。実験条件を表-2に示す。

表-1 流木模型の寸法と投入本数

No.	直径	長さ	1投入当たりの本数	形状	根本数	根広幅R	根長H	色
1	約1.7cm	40cm	2	幹のみ	-	-	-	赤
2	約1.3cm	30cm	2	幹のみ	-	-	-	黄緑
3	約1.3cm	30cm	1	幹+根	7	4.5cm	4.5cm	黄
4	約0.8cm	20cm	3	幹のみ	-	-	-	黒
5	約0.8cm	20cm	2	幹+根	7	3cm	3cm	緑
6	約0.7cm	20cm	2	幹+根	-	-	-	無
7	-	10cm	10	根毛群	-	-	-	-

表-2 実験ケース

ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
余裕率(%)	15%	0.3Q+15%	15%	0.3Q+15%	15%	15%	0.3Q+15%	15%	0.3Q+15%	5%	10%	15%
勾配	1/200	1/200	1/300	1/300	1/300	1/300	1/300	1/1000	1/1000	1/1000	1/1000	1/1000
流量(m ³ /s)	43.3	43.3	50.0	50.0	100.0	199.2	181.7	200.0	200.0	108.0	104.4	100.0

注) 余裕率とは、断面割増率(0.3Q)と空面積率を合わせた値である。また、流量は、現地値である。

キーワード：トンネル河川，余裕率，トンネル閉塞，流木

連絡先：〒305-0804 つくば市大字旭1番地，Tel. 0298-64-2211, ext.4237, Fax.0298-64-1168

2.2 実験内容

本実験では、指定した余裕率を確保できる流量を流下させ、定常状態において実験を行った。実験方法は、各実験ケース(表-2)において流木模型を12本と根毛群模型10本の計22本を2秒毎に20回流下させ、トンネル本管内の流況、閉塞状況を観測した。

3. 実験結果

- ・勾配が緩く余裕率0.3Q+15%の条件では、トンネル本管内の流速が遅いためトンネル壁面との表面張力により滞留する流木が増えるが、これは、流木の特性による影響であり、流木の流下には、影響が少ない。

- ・図-2より、トンネル勾配が1/300と急になると高さ約1.7cmの水面波が発生する。水面波が発生すると水位が上昇した状態になり部分的ではあるがトンネル模型の実際の余裕率が10%以下に小さくなるため、流木滞留率は増加する。

- ・流木滞留率と余裕率の関係を図-3に示す。図-3より余裕率が10%以下となると流木滞留率は増加し、余裕率が15%を上回ると流木滞留率が減少する。

4. 結論

4.1 結論

文献1)の設計基準によるとトンネル河川の余裕率は、計画流量の0.3Q+15%とされているが、実験結果より最大15%まで減少させることが可能である。また、合理性及び経済性の面から余裕率の縮小を考えると、図-4の工事費減少率より、余裕率15%にすると工事費は、0.3Q+15%の場合と比べると約33%減少させることができる。

4.2 前提条件

ただし、本実験で得られた結果から、トンネル断面の余裕率を小さくできる条件は、限られたものとなる。以下に可能な条件を上げる。

- ・将来、流域開発等により、大きな計画流量増加が見込まれない場合。
- ・呑口部に沈砂池等の施設があり、流域特性から著しい土砂堆積がない場合。
- ・急勾配により、著しい水面波が発生しない場合。

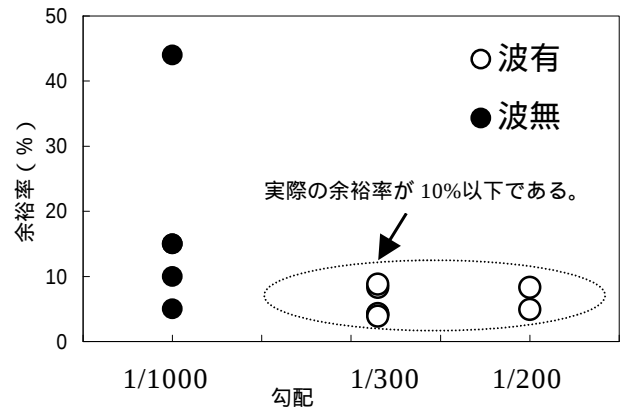


図-2 余裕率と勾配

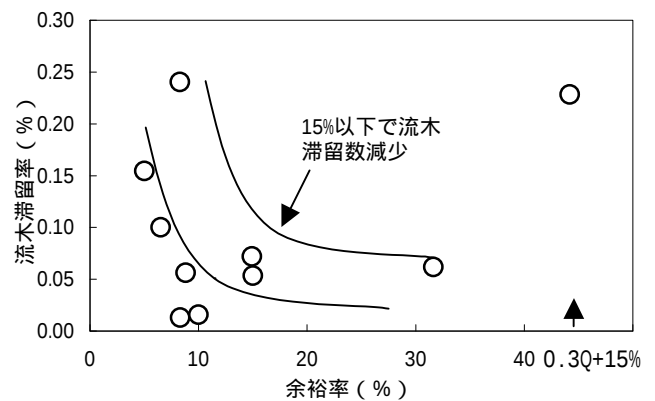


図-3 流木滞留率と余裕率

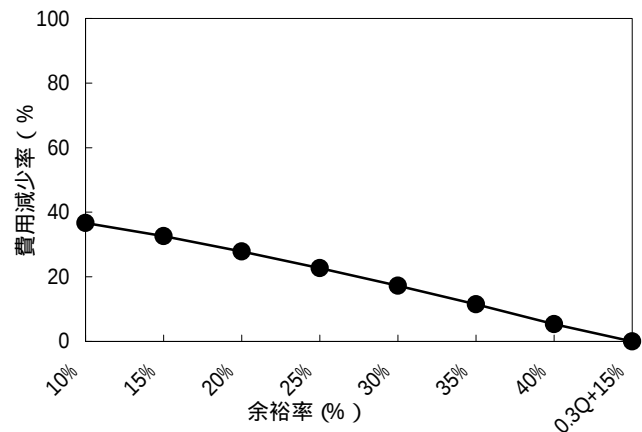


図-4 余裕率と費用減少率