

# 呑川における護岸ツタ類の河川流下への影響検討

## INFLUENCE OF IVY ON DISCHARGE CAPACITY OF NOMI RIVER

杉原大介<sup>1</sup>・高崎忠勝<sup>2</sup>・藤崎哲朗<sup>3</sup>

Daisuke SUGIHARA, Tadakatsu TAKASAKI, Tetsuro FUJISAKI

<sup>1</sup>正会員 東京都土木技術支援・人材育成センター（〒136-0075 東京都江東区新砂一丁目9-15）<sup>2</sup>正会員 博士(工学) 東京都土木技術支援・人材育成センター（〒136-0075 東京都江東区新砂一丁目9-15）<sup>3</sup>東京都土木技術支援・人材育成センター（〒136-0075 東京都江東区新砂一丁目9-15）

Recently there has been growing demand for river projects of Tokyo metropolitan government not only to enhance the flood disaster prevention but also to improve the landscape and the riverfront which harmonize with urban and nature. Rich green scenery is achieved through development of super-levee where there is enough space in the hinterland such as Sumida River. However, most of rivers in 23 wards are already excavated because the hinterland is overcrowded with houses. So, it is very difficult to achieve the green environment. On the other hand, Nomi River which is targeted in this report has an excellent scenery space. There both revetments are covered by the ivy despite hinterland is overcrowded. This method is expected to improve the landscape of a similar river in an urban area. But actually, the roughness coefficient of the surface that is covered by ivies is generally larger than that of concrete alone. So this study aims to analyze and discuss about the influence of ivy on the discharge capacity of Nomi River during flooding.

**Key Words :** *Non-uniform flow computation, Ivy shore, Discharge observation , roughness coefficient*

### 1. はじめに

東京都の河川事業では、水害に対する備えを充実させるとともに、都市景観、親水性、生態系の保全・再生などに配慮し、都市や自然と調和した水辺空間を創出することが求められている。隅田川など河川背後地に余裕がある場所では、スーパー堤防等により整備することで、緑豊かな景観を創出している。しかし、23区内の多くの中小河川は、河川背後地が住宅で密集していることから掘り込み形式で整備され、環境に配慮した整備が難しい状況にある。一方、本報告の調査対象とした呑川には、両岸がツタで被覆される場所があり、良好な景観を構築している。今後、掘り込み式河道の景観を向上させる方法として、ツタ類により護岸を被覆していくことが期待できる。しかし、一般的にツタ類は、コンクリートよりも粗度が大きく、治水上の安全性が保持できるかが懸念される。洪水時のツタ類による河川流下への影響は、水理実験により検証が行われた事例<sup>1)</sup>はあるが、現地での

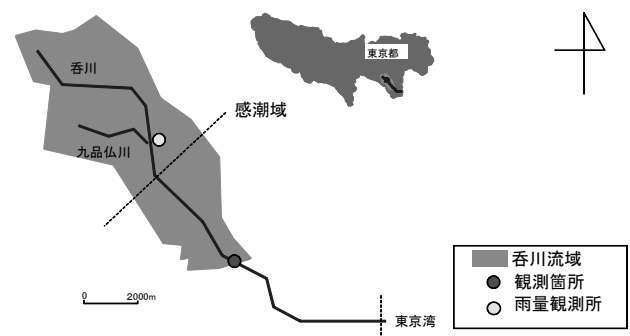


図-1 対象流域

観測が行われた例はほとんどない。そこで、洪水時にツタ類が河川流下に及ぼす影響について把握するために、現地で流量観測を行い、その結果について報告する。

## 2. 観測場所及び観測方法

### (1) 調査場所の概要

#### a) 呑川流域

調査の対象とした呑川は、東京の南東部に位置し、世田谷区用賀地先を源と発し、途中で支川九品仏川を合わせ東京湾に注ぐ、流域面積17.5km<sup>2</sup>、延長14.4kmの二級河川である。（図-1参照）

潮の影響を受ける区域は、河口から約10km付近までである。河道の大部分は、コンクリートによる掘り込み形式で整備されているが、一部の箇所では、護岸がツタ類（キツタ、ウコギ科キツタ属）で被覆されている。本調査は、護岸がツタ類で被覆されている大田区池上地区（河口から約5km付近）で実施した。

#### b) 河道状況

調査箇所の河道は、図-2のとおり低水路と高水敷からなる。高水敷から天端までは、約6mあり、コンクリート護岸となっている。調査箇所では、コンクリート護岸の両岸がツタ類で被覆されている。低水路は、幅が約5m、深さが約1.5mあり、平常時は潮の影響により水位が変動する。平常時に最も水位が上昇するのは、大潮の満潮時で、2.0m(A.P.)と高水敷より約0.8m上部まで達する。

### (2) 調査概要

#### a) 調査区間の設定

図-3は、調査箇所の平面図である。上流の霊山橋から養源寺橋までの延長は約300m、霊山橋から妙見橋までの約120m区間は、ツタ類が全くないコンクリート護岸となっている。一方、下流側の妙見橋から養源寺橋までの約180m区間は、両岸又は片岸がツタ類で被覆されている。このため、本調査では、ツタ類の有る区間とツタ類の無い区間の流況を把握することを目的に、水位計を約40m間隔で6箇所設置した。

#### b) 調査機器

図-4は、調査箇所における量水標、水位計、ケーブル、水位データ回収BOXの設置場所について示したものである。現地の護岸法面は、測量結果から1:0.19～1:0.24の勾配があることが分かったため2分勾配の量水標を設置した。天端の両岸は、交通量が多く、管理用通路等のスペースがないため、小スペースで設置が可能な観測機器を検討した。水位計は、単3アルカリ電池2本で稼働が可能なCITS社のロガー一体型の半導体圧力式水位計KPSI550を採用した。平常時の水位についても水位の観測が可能になるように、高水敷より約1.0m下の位置に水位計センサーを固定した。呑川では、洪水のピーク継続時間が数分から数十分と短いため、水位の計測間隔は、1分とした。

#### c) 流量観測

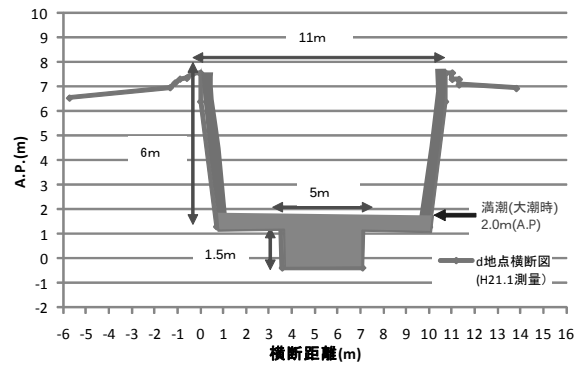


図-2 調査断面図(d地点)

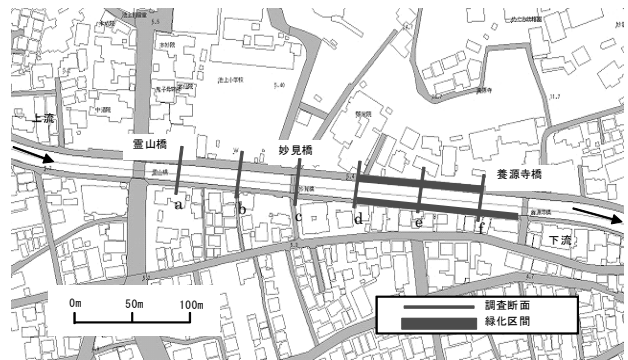


図-3 調査平面図



図-4 調査施設設置位置図

粗度係数を求める時に必要となる水位、流量等の水理量を把握するために、霊山橋と妙見橋において、表-1の実施日に洪水時に流量観測を実施した。流速の測定は、3測線による浮子測法で行った。

## 3. 観測結果

### (1) 雨天時流量観測結果

雨天時の観測は、第1回（2009年1月30日～31日）と第2回（2009年10月7日～8日）に実施した。呑川流域の雨量観測所工大橋（目黒区緑が丘）の総雨量、時間最大雨量、d地点における最大観測水位及び最大流量を表-1に、水位と流量の関係を図-5に示す。流量が約20m<sup>3</sup>/s以下の時に水位は、0.5～2.6m(A.P.)の範囲内にあり、流量が約20m<sup>3</sup>/s以上の時に水位は、ツタ類の下端である2.0m(A.P.)以上となる結果であった。

図-6は、第2回（2009年10月7日～8日）の観測における雨量、東京湾晴海の潮位、d地点の水位、霊山橋と妙見橋の流量である。

水位及び流量のピークは干潮から満潮時に出現し、流量は103.4m<sup>3</sup>/s、水位は4.38m(A.P.)を記録した。観測中に、ツタ類の下端である2.0m(A.P.)以上まで水位が上昇したのは約3時間で、その間に7回の観測を実施した。降雨の影響を受けていない直近の満潮時水位は、約2.0m(A.P.)であったことから、降雨の影響により約2.4mの水位上昇を確認した。

表-1 雨天時流量観測実施日

| 回数  | 観測実施日         | 総雨量<br>(mm) | 時間最大雨量<br>(mm/hour) | 最大観測水位<br>(A.P.+m) | 最大観測流量<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-----|---------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
| 第1回 | 平成21年1月30～31日 | 88          | 16                  | 2.53               | 24.1                          |
| 第2回 | 平成21年10月7～8日  | 162         | 46                  | 4.38               | 103.4                         |

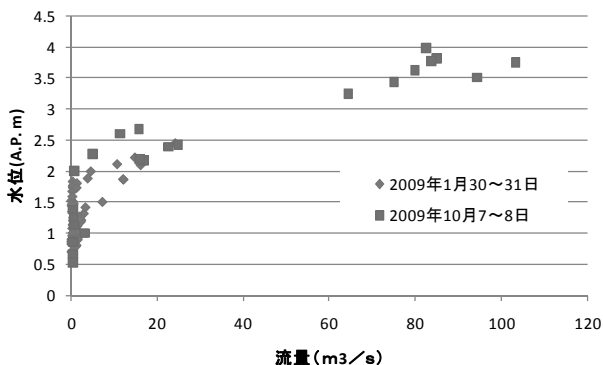


図-5 流量と水位の関係

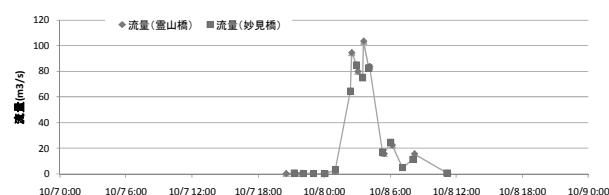
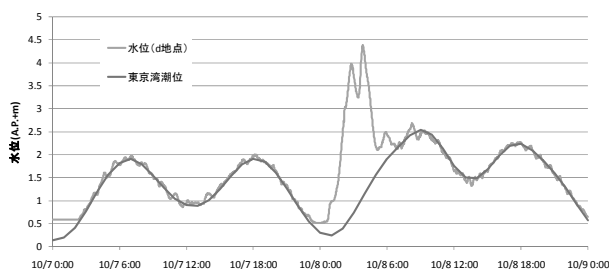
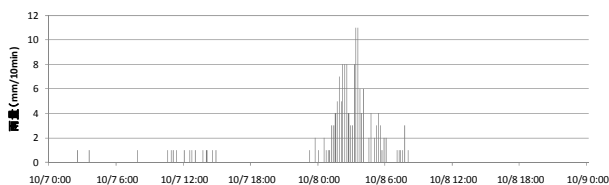


図-6 雨量、水位、潮位、流量（2009年10月7～8日）

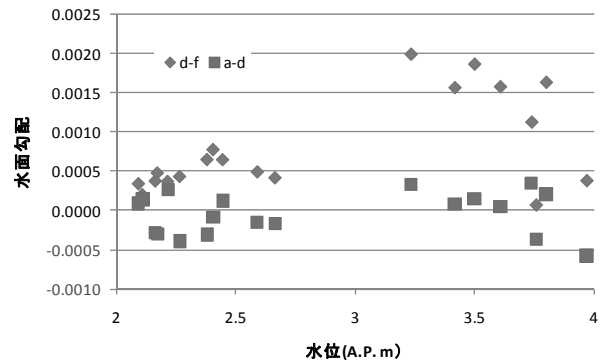


図-7 水位(2.0m A.P.以上)と水面勾配

表-2 水面勾配と河床勾配

|     | 距離(m) | 河床勾配              | 水面勾配                                        |
|-----|-------|-------------------|---------------------------------------------|
| a-d | 135.4 | 0.0013<br>(1/530) | -0.0006<br>(-1/1,739) ～ 0.0004<br>(1/2,893) |
| d-f | 95.9  | 0.0019<br>(1/743) | 0.0001<br>(1/13,489) ～ 0.0020<br>(1/503)    |

## (2) ツタ類の有無による水面勾配

図-7は、2.0m(A.P.)以上水位が上昇した時のd地点の水位とツタ類の有る区間(d地点からf地点)及びツタ類の無い区間(a地点からd地点)の水面勾配について比較したものである。また、その結果と河床勾配を比較したのが表-2である。

ツタ類の有る区間(d地点からf地点)の水面勾配は、1/13,489～1/503、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)の水面勾配は、-1/1,739～1/2,893であり、ツタ類の有る区間(d地点からf地点)は、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)よりも水面勾配が大きい傾向であった。また、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)の水面勾配は、19回の観測のうち9回が逆勾配であった。これは、現地が感潮域であり水面が常に波状に変動していることが原因と考えられるが、今後観測回数を増やすことで検証したい。

## (3) 不等流計算による粗度係数の算定

粗度係数の算定には、種々の方法が比較及び検討されている<sup>2)</sup>。呑川と位置が近く、同じ感潮河川である目黒川では、等流、不等流、不定流計算により粗度係数を算出し、不等流計算の標準偏差が最も小さい結果であった<sup>3)</sup>。このことから式(1)の不等流計算式により粗度係数を求めた。

$$n^2 = \frac{2 \left\{ \left[ H_u + \frac{1}{2g} \left( \frac{Q_u}{A_u} \right)^2 \right] - \left[ H_L + \frac{1}{2g} \left( \frac{Q_L}{A_L} \right)^2 \right] \right\}}{\left( \frac{Q_L^2}{A_L^2 \cdot R_L^{4/3}} + \frac{Q_U^2}{A_U^2 \cdot R_U^{4/3}} \right) \cdot \Delta x} \quad (1)$$

$H$  : 水位(m),  $Q$  : 流量(m<sup>3</sup>/s),  $R$  : 径深(m),  $A$  : 断面積(m<sup>2</sup>),  $x$  : 距離(m),  $U$  : 上流水理量,  $L$  : 下流水理量,  $n$  : マニングの粗度係数

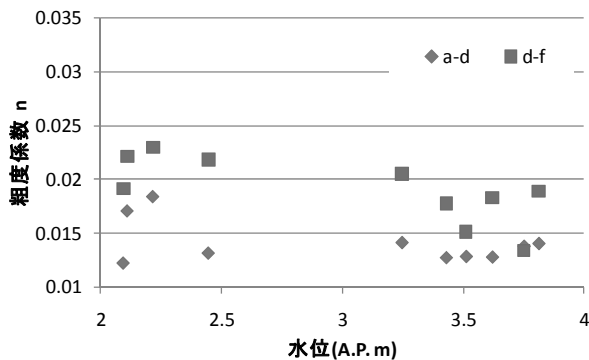


図-8 水位(d地点)と粗度係数の関係

表-3 粗度係数の範囲

|     | 平均      | 標準偏差    | 粗度係数 n |          |
|-----|---------|---------|--------|----------|
| a-d | 0.01412 | 0.00191 | 0.0122 | ～ 0.0184 |
| d-f | 0.01901 | 0.00291 | 0.0134 | ～ 0.0230 |
| 参考  | 計画粗度    |         | 0.0225 |          |

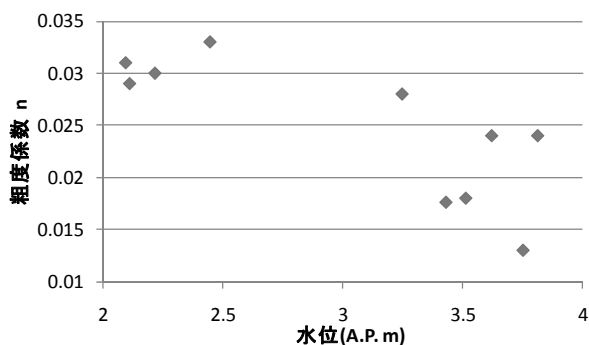


図-9 水位(d地点)とツタ類の粗度係数

表-4 ツタ類の粗度係数の範囲

|          | 平均             | 標準偏差    | 粗度係数 n |          |
|----------|----------------|---------|--------|----------|
| ツタ類      | 0.02476        | 0.00632 | 0.0130 | ～ 0.0330 |
| 参考(砂防基準) | コンクリートの人工水路    |         | 0.0140 | ～ 0.0200 |
|          | 平野の小水路、雑草なし    |         | 0.0250 | ～ 0.0330 |
|          | 平野の小水路、雑草、灌木あり |         | 0.0300 | ～ 0.0390 |

不等流計算は、順勾配の観測結果を対象とした。図-8は、2.0m(A.P.)以上水位が上昇した時のd地点の水位と不等流計算により算定したツタ類の有る区間(d地点からf地点)及びツタ類の無い区間(a地点からd地点)の粗度係数について比較したものである。また、その結果の一覧を表-3に示す。ツタ類の有る区間(d地点からf地点)は、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)よりも粗度係数が大きい傾向であった。計算結果は、概ね現地の計画粗度0.0225以下であった。

#### (4) ツタ類の粗度係数の推定

ツタ類の粗度係数を式(2)の合成粗度の式<sup>4)</sup>により推定した。計算は、ツタ類の有る区間(d地点からf地点)の同定値を合成粗度、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)の同定値をコンクリートの粗度とした。

$$N = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (n_i^{3/2} \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \right)^{2/3} \quad (2)$$

$N$ : 合成粗度係数,  $n_i$ : 各部位の粗度係数,  
 $S_i$ : 各部位の潤辺

図-9は、d地点の水位と推定したツタ類の粗度係数について比較したものである。また、その結果の一覧を表-4に示す。ツタ類の粗度係数は、0.0130～0.0330の範囲で建設省河川砂防技術基準(案)におけるコンクリート人工水路の粗度、平野の小水路、雑草なし又は、雑草、灌木ありの粗度に相当する結果となった。

#### 4. おわりに

本報告で得られた成果についてまとめると以下のとおりである。

- ① 2.0m(A.P.)以上の水位のうち、ツタ類の有る区間(d地点からf地点)は、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)よりも水面勾配が大きい傾向であった。
- ② 不等流計算により粗度係数を求めたところ、ツタ類の無い区間(a地点からd地点)の粗度係数は、0.0122～0.0184、ツタ類の有る区間(d地点からf地点)の粗度係数は、0.0134～0.0230であった。概ね現地の計画粗度0.0225以下であった。
- ③ 合成粗度の式により推定したツタ類の粗度は、0.0130～0.0330の範囲であった。
- ④ 本調査では、ツタ類の全長約5mに対して約2.4mまでの観測をもとに結果の整理を行った。今後はより大きい規模の出水を観測し、ツタ類の流下への影響を検証する。

#### 参考文献

- 1) 東京都土木技術研究所事業概要平成10年度版, pp. 12-13, 1998.
- 2) 福岡捷二, 藤田光一, 野口均: 種々の粗度係数逆算法の比較と適用条件, 第31回水理講演会論文集, pp. 323-328, 1987.
- 3) 土屋十朗: 急変河道における横越流とその近傍での粗度係数, 東京都土木技術研究所年報, pp. 155-166, 1987
- 4) 国土交通省: 美しい山河を守る災害復旧基本方針(ガイドライン), 参考資料 I pp. 参考 I-2, 2006.
- 5) 福岡捷二, 島谷幸宏, 田村弘敏, 泊耕一, 中山雅文, 高瀬智, 井内拓馬: 水流による高水敷上のヨシ原の倒伏・変形と粗度係数に関する現地実験, 河川技術論文集, pp. 49-54, 2003.
- 6) 須賀堯三: 河川の粗度に関する雑考, 土木技術資料 7-6 pp. 21-30, 1968.
- 7) 増田信也, 高崎忠勝: 神田川流域における粗度係数の実態, 東京都土木技術研究所年報, pp. 171-186, 2003.
- 8) 柳澤満, 和泉清: 都内中小河川における粗度係数の実態(その1), 東京都土木技術研究所年報, pp. 79-85, 1987
- 9) 日本河川協会編: 建設省河川砂防技術基準(案)同解説, 調査編, 山海堂, p. 107-144, 1997.

(2010. 4. 8受付)