

保津川に現存する石積み構造物「水寄せ」の安定性に関する検討

関西大学大学院	学生員	○浅野 貴弘	不動テトラ	非会員	太田 和宏
関西大学大学院	学生員	川中 龍児	関西大学環境都市工学部	正会員	石垣 泰輔
関西大学環境都市工学部	正会員	島田 広昭			

1. はじめに

保津川は淀川水系の三大支川の一つである桂川（流路延長：114km，流域面積：1152km²）の一部で，亀岡市の保津橋から保津峡を貫流して京都市西部嵐山の渡月橋までの区間の河道について古くから使われる呼び名である（図 1）¹⁾．現在，保津川は保津川下りの区間として有名であるが，保津川において通船が行われるようになったのは角倉了以が 1606 年に保津川航路開削工事を行ってからである．角倉了以は川幅が広く，水深が浅いところに，石を集め川幅を狭めて水深を深くするための「水寄せ」と呼ばれる石積み構造物を設置しており，現在でも保津川の川の瀬に多くの水寄せが現存している．本報告では，保津川に現存する石積み構造物「水寄せ」に関する調査を行ったので，その結果をここに報告する．



図 1. 保津川全体図



写真 1. 朝日ヶ瀬の水寄せ（上流側）



写真 2. 朝日ヶ瀬の水寄せ（下流側）

2. 保津川に現存する水寄せ

保津川の川の瀬と呼ばれている場所には多数の水寄せが現存している．しかし，多くの水寄せはモルタルや矢板で補強されており，約 400 年前に角倉了以が設置した当時の形を残しているとはいえない．唯一，朝日ヶ瀬と呼ばれる瀬に現存する水寄せ（写真 1, 2）は，度々補修はされているが，モルタル等を用いた補強がされておらず，約 400 年間その形を残しているといわれている．朝日ヶ瀬の水寄せは右岸から突き出したものと，その下流側に河道内に存在する水寄せの二連構造となっており，上流側の水寄せで刎ねられた流れを，下流側の水寄せでさらに対岸側に刎ねるように設置されている．なお，二つの水寄せ間は約 30m 離れており，流れが間を抜けるような配置がなされている．図 2 に過去に行った現地調査¹⁾で計測した朝日ヶ瀬の上下流側水寄せの位置関係と縦断形状を示す．

3. 調査概要と調査結果

本調査では，朝日ヶ瀬とその下流約 4.5km の大瀬に存在する二つの水寄せに関して調査を行った．大瀬に関しては保津川の下流側の嵐山から徒歩で行くことが可能であるが，朝日ヶ瀬に関しては，徒歩で行くことが困難であるため，ラフティングボートを用いた．いずれの水寄せも下流端に既存の大岩が用いられており，その大岩の上流側に石が積まれた構造である．本調査では朝日ヶ瀬の上下流側ならびに大瀬の水寄せの大岩を除く石をそれぞれ 30 個抽出し，その

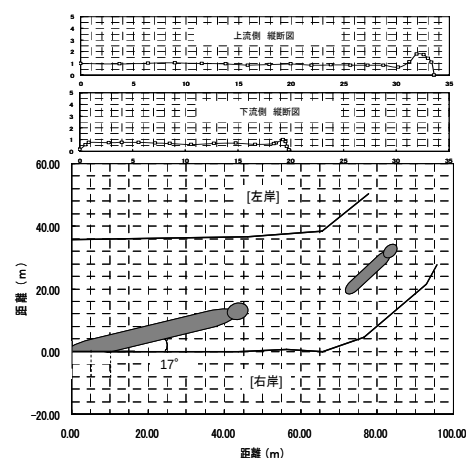


図 2. 朝日ヶ瀬の水寄せの位置関係と縦断形状

キーワード：保津川，角倉了以，伝統的河川工法，水寄せ

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, TEL/FAX (06)6368-0857

短径と長径を計測し、水寄せが崩壊する流速を算定することである。なお、水寄せが崩壊する流速の算定には国土技術研究センターによる護岸の力学設計法²⁾に従った。なお、本報告では、法覆工の力学的安定性の照査に用いられる流体力による掃流を対象とした一体性が強い部材からなる法覆工モデルを用いて水寄せを構成する石が流出する流速を算定した。式(1)に安定照査式を示す。

$$d_m \geq V_0^2 / [\{6.0 + 5.75 \log_{10}(H_d / k_s)\}^2 \cdot \tau_{*sd} \cdot s \cdot g] \quad (1)$$

ここに、 d_m ：石の平均粒径、 H_d ：設計水深、 k_s ：相当粗度（本研究では $k_s = d_m$ とした）、 τ_{*sd} ：傾斜補正を行ったシーシルズの限界掃流力（本研究では $\tau_{*sd} = 0.05$ を用いた） s ：河床材料の水中比重である。式(1)を用いて水寄せを構成する石が流出する流速を算出する式を求めると式(2)のようになる。

$$V_0 = \sqrt{d_m \cdot [\{6.0 + 5.75 \log_{10}(H_d / k_s)\}^2 \cdot \tau_{*sd} \cdot s \cdot g]} \quad (2)$$

図3に計測した石の粒径分布を示す。図3には朝日ヶ瀬の上下流側ならびの大瀬の水寄せを構成する石の粒径分布を併記した。なお、水寄せを構成する石の粒径の算出に関しては、石を球と仮定し、 $d = (a+b)/2$ を用いた。ここに a ：石の短径、 b ：石の長径を示す。朝日ヶ瀬の上下流側の水寄せ、大瀬の水寄せを構成する石の平均粒径 d_m はそれぞれ、 $d_m = 55.0, 41.6, 41.4(\text{cm})$ となり、それぞれの水寄せを構成する石の中央粒径 d_{50} の値とほぼ一致した。図より、朝日ヶ瀬の上流側の水寄せを構成する石の粒径分布が他の水寄せを構成する石よりも大きな値を示していることがわかる。また、朝日ヶ瀬の下流側水寄せを構成する石の粒径分布と大瀬の水寄せを構成する石の粒径分布が近似していることがわかる。このことより、朝日ヶ瀬の下流側水寄せと大瀬の水寄せは同粒径程度の石が積み並べて造られたものであることがわかる。

図4に水寄せを構成する石が流出する流速を示す。図4には朝日ヶ瀬の上下流側ならびの大瀬の水寄せを構成する石が流出する流速を併記した。図より、水寄せを構成する石が50%流出する流速は朝日ヶ瀬の上下流側ならびに大瀬の水寄せに関してそれぞれ、 $V_0 = 8.4, 7.3, 7.3(\text{m/s})$ となった。しかし、この値の実現性を検討するには今後、河床勾配等の現地調査が必要であるが、このような流れが生起する可能性は低いといえる。したがってこのような高速流に耐える構造を有することが、長年形状を保ってきた要因であるといえる。

4. おわりに

今後さらに現地調査および、実験を行い詳細な検討を進めていく予定である。

なお、本研究の一部は、「平成19年度私立大学等経常費補助金特別補助大学院の基盤整備・拠点重点化支援研究科特別経費-研究科分」において、研究課題「都市における水災害被害の軽減法と水辺空間の環境保全法に関する研究」として研究費を受けたものの成果として公表するものである。

参考文献 1) 石垣泰輔, 馬場康之, 川中龍児, 桑岡健太郎：角倉了以の保津川航路開削時に設置された「水寄せ」に関する調査, 土木史研究講演集, Vol.26, 2006.

2) 国土技術研究センター：護岸の力学設計法 (財) 国土技術研究センター編, 山海堂, 1999.

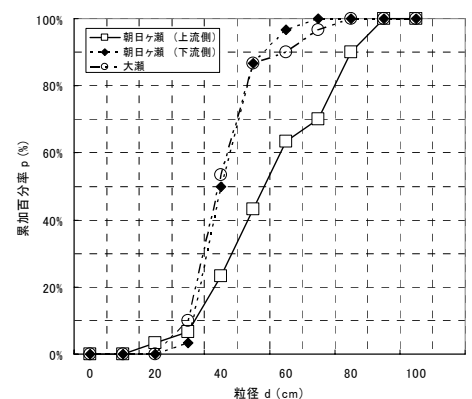


図3. 水寄せを構成する石の粒径分布

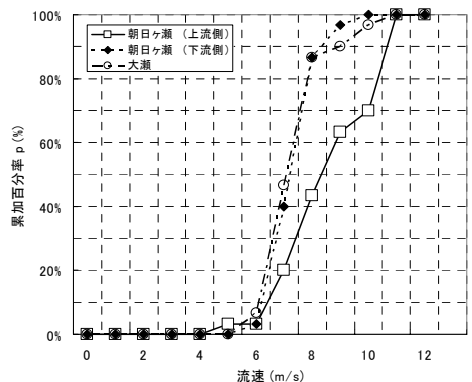


図4. 石が流出する流速