

兼六園曲水流れに見られる工夫

金沢大学工学部 正 員 ○辻本 哲郎
金沢大学大学院 学生員 岡田 敏治

金沢大学大学院 学生員 北村 忠紀
金沢大学工学部 高野 卓弥
金沢大学工学部 西村 秀樹

1. まえがき

金沢兼六園は犀川上流から引いてきた辰巳用水の水を巡らせた名園で知られるが、庭園内の流れに必要な水の清浄さや動きを確保するためいろいろな工夫がなされているようである。図1の左端兼六園小立野口から辰巳用水が（末地区から管渠で）園内に引き込まれ沈砂後、曲水部が設けられている。花見橋・千歳橋地点（菊桜付近）では玉砂利を敷いて清浄でさらさらした流れを演出し、その間の区間では兩岸にかきつばた群落を配し比較的ゆったりした流れとなっている。この下流でも幅・勾配・路床状態、植生に変化をもたせて霞ヶ池に至っている。

1991年9月上旬、石川県兼六園管理事務所の許可を得てこうした流路の縦横断測量・流速測定などを実施した。本報告ではこの結果より、水の濁りの沈静がこれらにどう影響されているかを考察した。

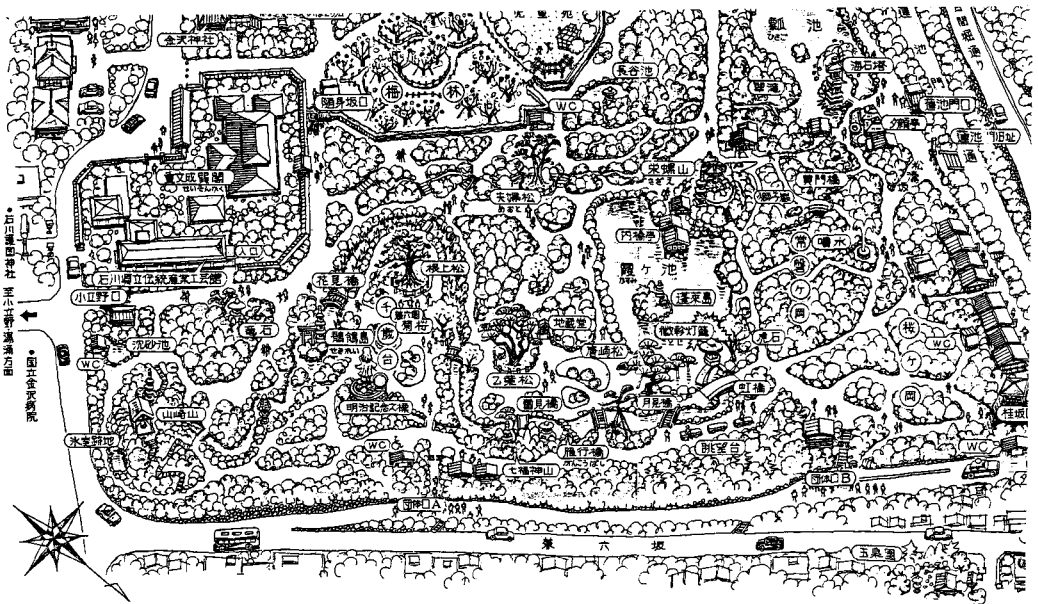


図1 兼六園概略図（兼六園パンフレットから）

2. 流路の縦断測量と流速測定

流路の中央線に沿って測線（2.8m間隔）を設定しレベルにより路床高さ及び水面高さを測量した。土砂が堆積している場合は堆積層の表面と底面の両方を測定した。その結果が図2に一次的に示される。玉砂利の敷いてある区間は急勾配であったり逆に上り勾配で空間的加速流としさらさらした流

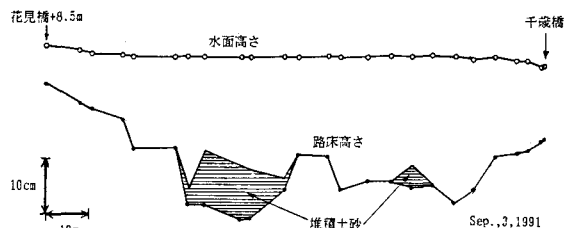


図2 兼六園曲水部縦断面図

れを産み出している。一方その間の区間は勾配が緩く濁り（浮遊土砂）の堆積区間となっている。この区間は両側がかきつばた群落（約55株/m²）となっている。

流速の測定はかきつばた群落が岸沿いにある区間の代表的断面（幅約5m, うち非植生部幅1-1.5m, 水深10-15cm程度, 図3参照）で、横断方向流速分布に着目して行なった（これは植生・非植生域の間での乱流混合に着目

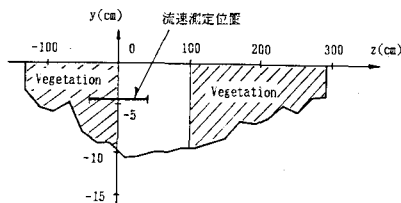


図3 横断面図 (VE4地点)

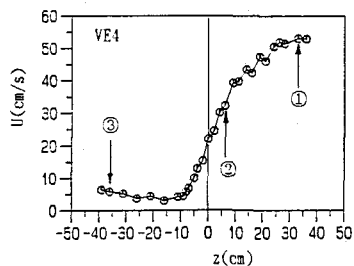


図4 主流速度の横断分布

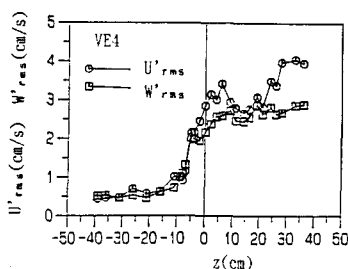


図5 乱れ強度の横断分布

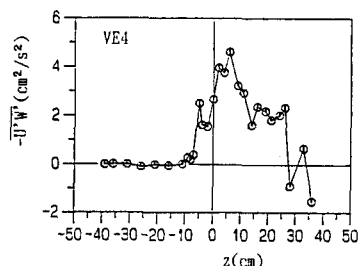


図6 レイノルズ応力の横断分布

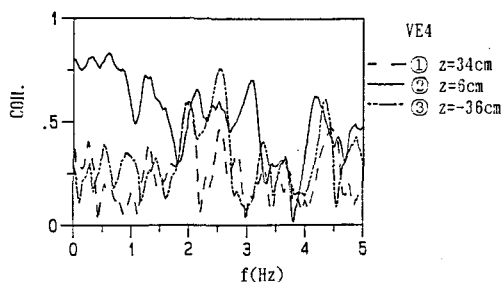


図7 主流・横断方向流速変動のコヒーレンス

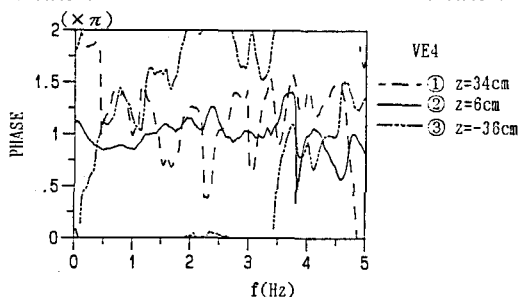


図8 主流・横断方向流速変動のフェイズ

したことによる)。こうした目的からI型プローブ（直径8mm, 長さ3cmの円筒形）をもつ小型電磁流速計（主流及び横断方向流速成分が同時計測される, 20Hzで1024個サンプリング）を用いた。流速の測定高さは流路の横断河床形状も考慮して半水深程度に設定し（図3参照）便宜的にこれを水深平均速度と見做すことにした。測定結果より得られた（時間平均された）主流速度 U , 乱れ強度（ U'_{rms} , W'_{rms} ）, 横断方向レイノルズ応力（ $-U'W'$ ）の横断方向分布を図4～6に示す。また図7, 8は図4中に示す3点での主流・横断方向流速変動のクロススペクトルから（FFT法）コヒーレンス, フェイズを調べたもので植生・非植生境界で低周波変動の相関が高く逆位相を呈している。この結果はかきつばた群落内外での活発な運動量混合を示しており, 浮遊物質の混合も同様に生じることが示唆される。すなわち（上流から供給される）高濃度の非植生域流れと低濃度の植生域流れの混合は浮遊物質の非植生域から植生域への横断方向輸送フラックスを産み出し, 植生域を両岸に伴う区間で主流域の濃度が流下方向に低減することを意味している。

3. あとがき

以上の結果, かきつばたを両側に植えたこの緩勾配区間は上流からの浮遊物質の沈砂を促進するが, (i) 非平衡状態浮遊砂濃度分布を形成してなお高濃度状態に保たれる（濁ったままである）が, (ii) 植生帯の存在により濁度物質は横断方向に排除され（植生群落域に沈殿する）, 緩勾配区間も主流域は比較的清浄に保たれる。こうした状況は名物の玉砂利洗いの際に容易に観察されるが定量的なデータはまだ得られていない。濁度軽減効果としての(i), (ii)の役割は解析モデルで評価することが可能である。