

大阪工業大学大学院 学生員 知原 光弘 大阪工業大学工学部 正会員 綾 史郎
大阪府立水生生物センター 非会員 平松 和也

1.はじめに 河川河床下の浸透流は横断方向だけでなく、縦断方向にも存在し、それらは大阪府下の安威川の車作大橋の一部や竜仙峡で存在することが推定されているが、河床下の地下構造が分からないため現時点では明確ではない。また、河床下の浸透流については知見に乏しいため、本報では著者らの従来からの現地観測結果および河床の縦断地形形状と浸透流の発生について行った室内実験と数値実験について報告する。

2.従来の観測結果 平松は大阪府下の安威川上流部において河川水温の計測を行うことにより水温差の生じる水域（例えば夏期であれば、表流水より温度の低いスポットが存在する）を見出し、河床下に湧水が存在するとした。さらにこの湧水には、1) 夏期には河川表流水より2~3 低く、秋期以降は河川水とほとんど水位が変わらないもの（伏流水由来）と、2) 年間を通じて水位変化が小さく、夏期には河川水より6~7 低く、冬期には逆に表流水より暖くなるもの（地下水由来）の2種が存在することを示した。2) 地下水由来とされるものは主流に流入する支川や沢の近辺に存在し、1) の伏流水由来と思われるものは河川の上流部の瀬の部分に存在した。筆者らも安威川上流部において河川の横断測量、等水位面の測定や中州の地下水水位を計測するとともに水温測定を行った。これらの結果とトレーサテストや河川水位測定結果より河床下の浸透流の存在を明らかにするとともに、地形や水面形より浸透流の流向、流程を推定した。すなわち、河川水中に中州等が存在し、横断方向に水位差が存在する場合にはその水位差により横断方向の浸透流が生じていることを推定した。また、縦断方向には淵に早瀬が続くような河川地形で湧水が生じている例が多いことを明らかにした¹⁾。

3.水理実験

3.1 実験概要 大阪工業大学工学部の水工実験室に設置された幅 200mm の可変勾配水路の内に幅外径 80mm(内径 67mm)、高さ 217mm、長さ 1000mm(部材厚さ 6mm)の亚克力板で作った溝の内部に直径 12.5mm のガラスビーズを並べた浸透層を設置して行った。実験の基本ケースとして、浸透層はガラスビーズを横断方向に4~5個、水深方向には10段(約 11.1cm)重ねて平坦な河床(RUN-1)とした。凹凸のある形状としては、縦断方向にガラスビーズの積み重ね段数を変えて浸透層の形状(河床の縦断形状)(厚さ 8.0~14.1cm)を6通りに変えた。実験条件を表1、流況の一例を写真1に示す。可視化の方法としてはローダミンB水溶液を入れた注射器からガラスビーズ内の浸透部や流れ部の側壁近傍に水溶液を注入し、その拡散状況を観察するとともにビデオ撮影した。

3.2 実験結果 各条件における可視化実験結果を基に得られた浸透流の流向を図-2に示す。

3.2.1 RUN-1(平坦河床) 表面流と浸透層内の流れは共に流向を変えることなく、下流に向かって一方方向に流れた。

表-1 実験条件

実験	水面勾配	路床形状 (mℓ/s)
RUN-1	1/92	平坦河床
RUN-2	1/130	凸部を有する場合
RUN-3	1/430	凹部を有する場合
RUN-4	1/475	凹部が連続する場合
RUN-5	1/114	淵から瀬へ
RUN-6	1/80	瀬から淵へ

路床勾配 = 1/100 流量 248~275 mℓ/s

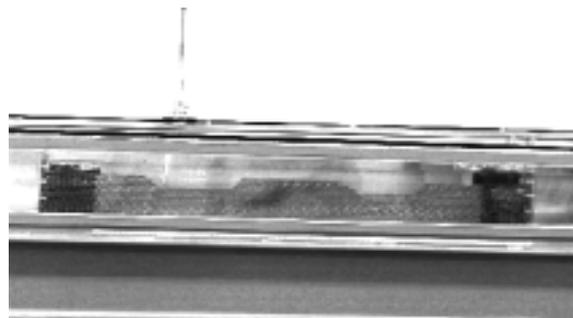


写真-1 流況の一例 (RUN-4)

キーワード：河川生物環境、浸透水、水温、アジメドジョウ

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部年デザイン工学科 aya@civil.oit.ac.jp

3.2.2 RUN-2(凸部を有する場合) 凸部の上流側において表面流は、浸透層内に流入する流れと凸部を越流する流れの2種類の流れが見られ、浸透流は凸部の下を流下した後、凸部下流で浸透層から表面流に湧出し、表面流と合流する流れが見られた。

3.2.3 RUN-3(凹部を有する場合) 上流側浸透層を流下して流れは凹部の上流側の傾斜面で表流水へ湧出し、また、凹部の下流側傾斜面からは表面流から浸透層へ浸入し、しばらく浸透層内を流下した後、表流水へ湧出する流れが見られた。

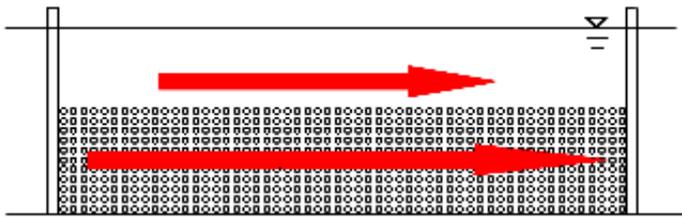


図 - 2 (1) 平坦



図 - 3 (1) 平坦

RUN - 1

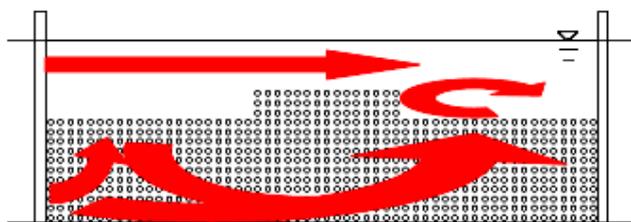


図 - 2 (2) 凸部

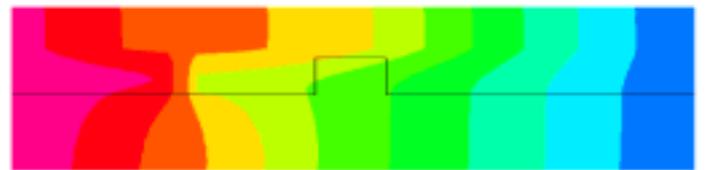


図 - 3 (2) 凸部

RUN - 2

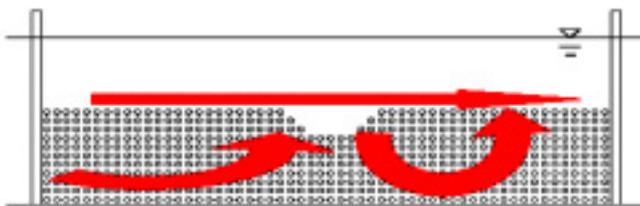


図 - 2 (3) 凹部



図 - 3 (3) 凹部

RUN - 3

図-2 可視化実験で得られた流れ

図-3 数値実験で得られたポテンシャルの分布

4. 数値実験

4.1 数値実験モデル 数値モデルとしては、鉛直 2 次元で長方形の被圧浸透層を仮定し、Darcy 則が適用できるものとし、透水係数として $K=2\text{cm/s}$ と $K=2000\text{cm/s}$ の 2 種を用いて、その分布形状を変えることにより水理実験の河床（浸透層上層）の凹凸を模擬できるとする。連続式を用いるとラプラスの式が得られ、SOR 法を用いて差分式を解き、ポテンシャルの分布を求めた。結果を図 3-(1)～(3)に示した。

4.2 考察 水理実験（図-2）と数値実験（図-3）を比較すると、RUN-3 を除けば、水理実験とほぼ同じような浸透流が発生すると思われるポテンシャル分布が得られた。図 - 2(3)、図 - 3(3)より、RUN-3(凹部を有する場合)は水理実験で凹部から表面流に湧出しているのが見られるが、数値実験ではこの現象は見られなかった。このことより数値実験と水理実験の差異を今後も検討する必要があると考えられる。

5. 結論 河床下に存在する浸透流が湧出する場所として、淵に続く早瀬で、縦断方向の河床形状によるものの存在が水理実験で確認され、数値実験においても凸部を有する場所での発生が見られた。今後、さらに複雑な形状の水理実験の結果を数値実験により検討していく必要がある。

謝辞：本研究に当たり大阪工大水圏環境研究室の卒研生諸氏の協力を得た。謝意を表す。