

用水路・側溝での水難事故発生の危険性に関する研究 Study on Drowning Accident Risk at Irrigation Channel and Side Ditch

○戸田圭一・岡本隆明・岡宗佑・當麻泰史

○Keiichi TODA, Takaaki OKAMOTO, Sosuke OKA, Yasufumi TOUMA

At the time of the torrential rain, drowning accident frequently occurs in narrow irrigation channel. Therefore, it is very important to study the hydraulic force on the human body in narrow channel. In this study, the flume experiment was conducted using a small-scale model of the human body (1/4 scale). We measured the drag force exerted on the human body in narrow channel. The experiment data showed that the drag force exerted on the human body in the narrow channel is 2-4 times larger than that in the wide channel. This implies that when a child falls into a narrow channel, the backwater rises and the water pressure is exerted on the body.

1. はじめに

近年、局地的豪雨が増加傾向にあり、河川だけでなく側溝や用水路において水難、死亡事故が頻発している。用水路での水難事故の危険性が指摘されているが、なぜ水深が浅くても水難事故が起きるか、幅の狭い用水路では体が水の流れをせき止めることでどのようにリスクが高まるかは明らかにされていない。そこで本研究では幅の狭い水路と人体模型を用いて実験的研究を行い、様々な姿勢の人体にかかる抗力を計測することで水難事故の危険性について調べる。

2. 実験装置

図-1 に抗力計測実験装置図を示す。実験に用いた水路は全長 10m, 幅 40cm, 高さ 50cm の可変勾配型水路であり、等流状態になるように水路勾配を変化させている。 x, y および z は、それぞれ流下方向、鉛直方向および横断方向である。 H は全水深、 k は人体模型の高さである。鉛直方向の原点 ($y=0$) は水路底面とした。図のように人体模型を上から支柱によって吊り下げ、底面から 2mm 程度浮かした状態で固定した。

流体力の計測にはフォースゲージ(日本電産シンポ製 FGP-2)を用いた。抗力計測実験では図-1 に示す通り水平方向に設置したフォースゲージに支持棒を介して人体模型を取り付けており、模型が水流から受ける抗力 D は金属棒を中継してフォースゲージで計測される。

人体模型(プラスチック製 1/4 スケール)の関節部分は可動で、氾濫水による転倒を想定して立位

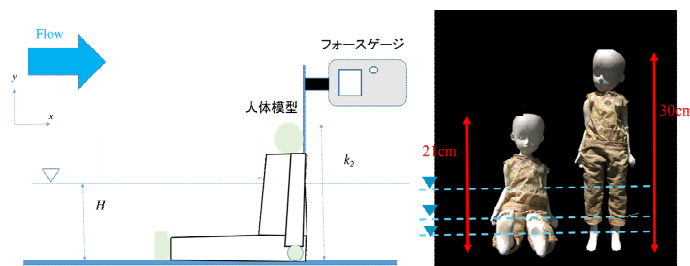


図-1 人体にかかる抗力計測装置

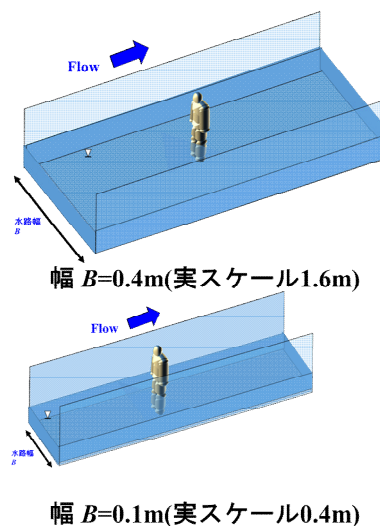


図-2 幅の狭い側溝・用水路流れ

と座位状態に変化させることが可能である。立位時の模型高さは $k=30\text{cm}$ (実スケール 120cm, 8 歳児を想定), 座位時の模型高さ $k=21\text{cm}$ (実スケール 84cm) である¹⁾。

図-2 に示すように幅の狭い用水路や側溝を想

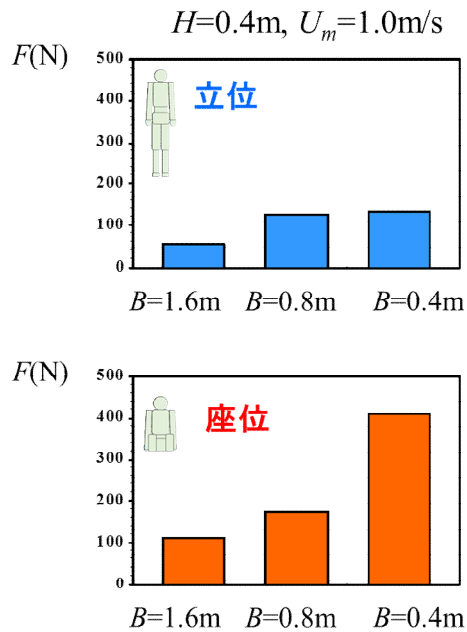


図-3 幅の狭い側溝・用水路での人体抗力の増加(立位, 座位状態)

定し, 塩ビボックスを用いて水路幅を $B=10, 20, 40\text{cm}$ (実スケールで $40, 80, 160\text{cm}$)に変化させた。氾濫流水深は $H=2.5, 5.0, 7.5, 10.0\text{cm}$ (実スケールで $10, 20, 30, 40\text{cm}$), 断面平均流速 U_m は $U_m=50, 75, 100\text{cm/s}$ (実スケールで $1.0, 1.5, 2.0\text{m/s}$)と系統的に変化させて様々な条件下で実験を行った。

3. 実験結果

図-3 に水路幅の広いケースと狭いケースの人体模型にかかる抗力値 $F(\text{N})$ の変化を示す。抗力値は実スケール換算している。水路幅が狭いケース ($B=10\text{cm}$, 実スケール 40cm) では広いケース ($B=40\text{cm}$, 実スケール 160cm) の抗力値の 2~4 倍となっており, 注目される。これは狭い水路では水流によって押し流される危険性が増すことを示している。水路幅 20cm (実スケール 80cm) でも広いケース ($B=40\text{cm}$, 実スケール 160cm) に比べて抗力値は増加している。水路幅の影響は座位ケースほど顕著にみられた。

図-4 に水路幅 10cm (実スケール 40cm)での人体による水深上昇の様子を示す。図-5 に水路幅 10cm (実スケール 40cm)の人体模型周りの水深の流下方向分布を示す。

幅の狭い用水路や側溝に転落すると, 人体が水の流れをせき止めることで瞬く間に水位が上昇し, 浅い水深でも外力が急に大きくなることがわかつ

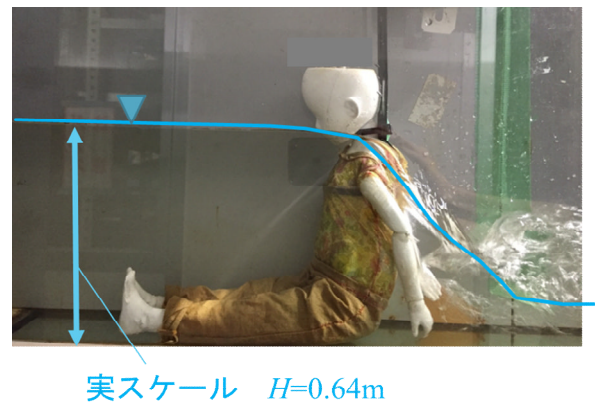


図-4 幅の狭い側溝・用水路(B =実スケール 0.4m)での人体による水深の堰上げ($H=0.4\text{m}$, $U_m=1.0\text{m/s}$)

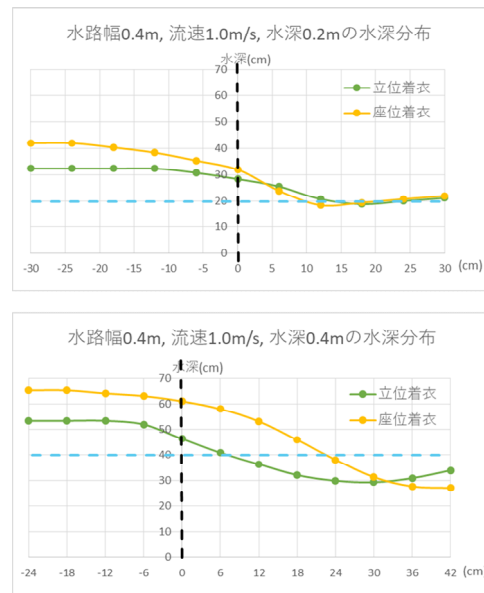


図-5 幅の狭い側溝・用水路での人体周辺の水深流下方向分布

た。座位ケースでの水深が大きくなっているが, これは座位状態では投影面積が大きくなるためである。

流体力と摩擦力のつり合いから水難事故の危険流速を評価し, 身長 120cm の子どもが転倒すると水深 20cm では流速 40cm/s , 水深 15cm では流速 60cm/s 程度であっても水流によって押し流される危険性があることがわかった。

参考文献

- 1) 北村 光司・西田佳史 (2017): 河川の流水による子どもの流され状況の再現実験とライフジャケット着用の必要性に関する研究, 日本子ども安全学会 第四回大会