

愛媛大学工学部 正 員 渡辺 政広

飛 島 建 設 (株) 正 員 恩地 研輔

日本上下水道設計(株) 正 員○寺町 仁志

1. はじめに

都市域の下水道管渠網内では、豪雨時、開水路流れから圧力流れへの遷移に伴って空気塊が封入され、流出の増大と共にこの封入空気が圧縮されて、遂には、マンホール蓋が飛散するという流出現象がしばしば発生している^{1), 2)}。

本報告は、こうしたマンホール蓋の飛散を伴う豪雨時の雨水流出を精度高くシミュレートしえる水理解析モデルを開発しようとする研究の一環で、ここでは、下水道管渠模型を作成して空気塊が封入される流れを再現し、こうした流出の諸特性について定性的に検討した結果を述べる。

2. 下水管渠模型（ボックス・カルバート）

(a) 模型の概要： 図-1に示すような、全長およそ10m、縦×横＝10cm×12.5cmのボックス・カルバート型の模型水路を作成した。本水路は、透明アクリル製で、途中、10カ所にジョイントがある。水路上流端には、流入流量を調節するためのポンプと、流量を計測するための三角セキが設置してある。また、水路下流端には、流出流量を調節するためのゲートと、出口水位を調節するための貯水タンクが設置されている。

水路の中流部よりやや下流の①～⑥の3地点には、空気圧および（空気圧＋水深）＝（全圧）を測定するための圧力センサーが、それぞれ、頂部および底部に設置されている。

(b) 摩擦損失特性： 本模型水路の摩擦損失係数 f とレイノルズ数 R_e' との関係を、開水路流れと圧力流れの場合についてそれぞれ調べた（図-2、圧力流れの場合）。なお、ここでのレイノルズ数 R_e' は、次式のよう

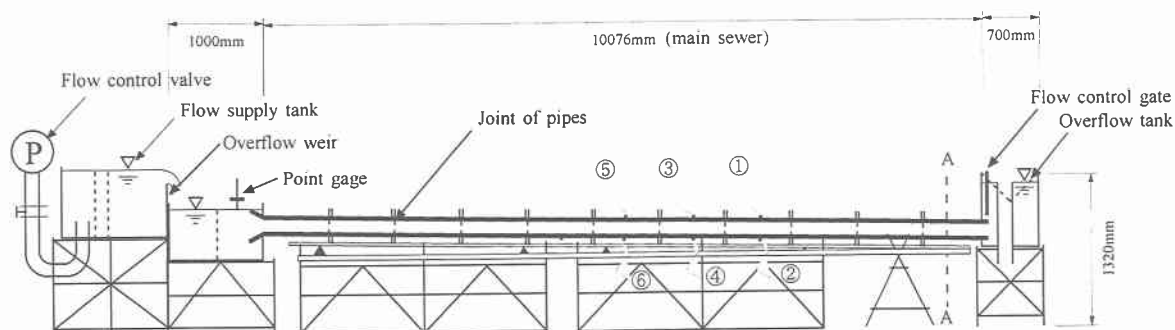
$$R_e' = VR / \nu \quad (1) \quad \text{ここに、} V: \text{断面平均流速、} R: \text{径深、} \nu: \text{動粘性係数。}$$

図-2より、本水路の圧力流れは、滑面乱流と言ってよいであろうことが分かる。なお、開水路流れの場合についても、同様の結果が得られている。

3. 流出実験結果

開水路等流の初期状態から、上流端流入流量を急増させ、上流から下流へと圧力流れへの遷移が伝播して行っている状態で、下流端のゲートを急激に全閉し、空気塊を封入する圧力流れを発生させた（図-3）。

センサー①で測られた空気圧のハイドログラフ（図-4）を見ると、封入された直後（(a)～(b)）、空気圧は



① : Pressure gauge number

⒫ : Pump

図-1 下水道管渠模型（ボックス・カルバート）

瞬間的に上昇して高い値（水頭によると 70 cm 程度）を示している。また、その後も、下流端ゲートが全開されるまで ((c) ~ (d)), 水頭にして 30 cm 程度の圧縮を受け続けている。

参考文献

1) 安川 浩・川口士郎・山岡 勉：豪雨時のマンホール蓋飛散現象に関する基礎的研究，第 24 回水理講演会論文集，pp. 465-474, 1980 年。 2) 渡辺政広・栗原 崇・時尾嘉弘・藤田和博：下水道管渠網における空気封入を伴う豪雨時の雨水流出に関する検討 (2)，第 46 回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集，pp. 182-183, 平成 6 年。

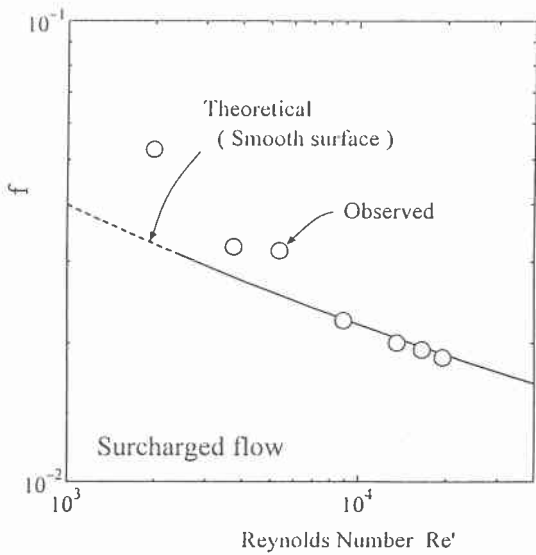


図-2 摩擦損失特性（圧力流れ）

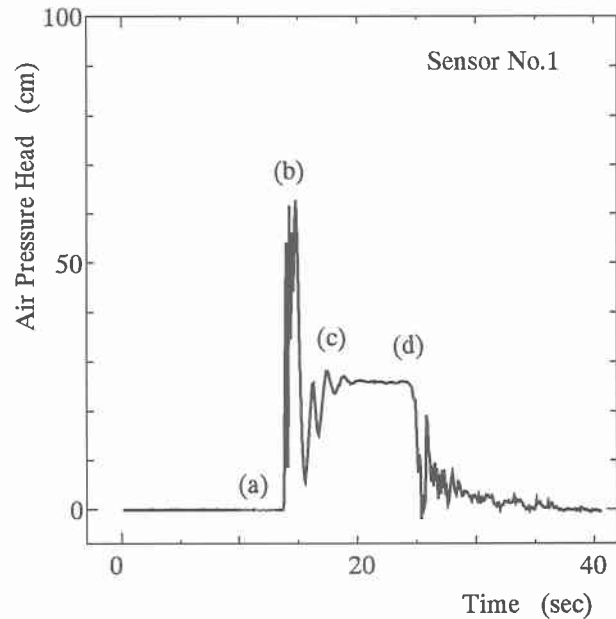


図-4 空気圧のハイドログラフ

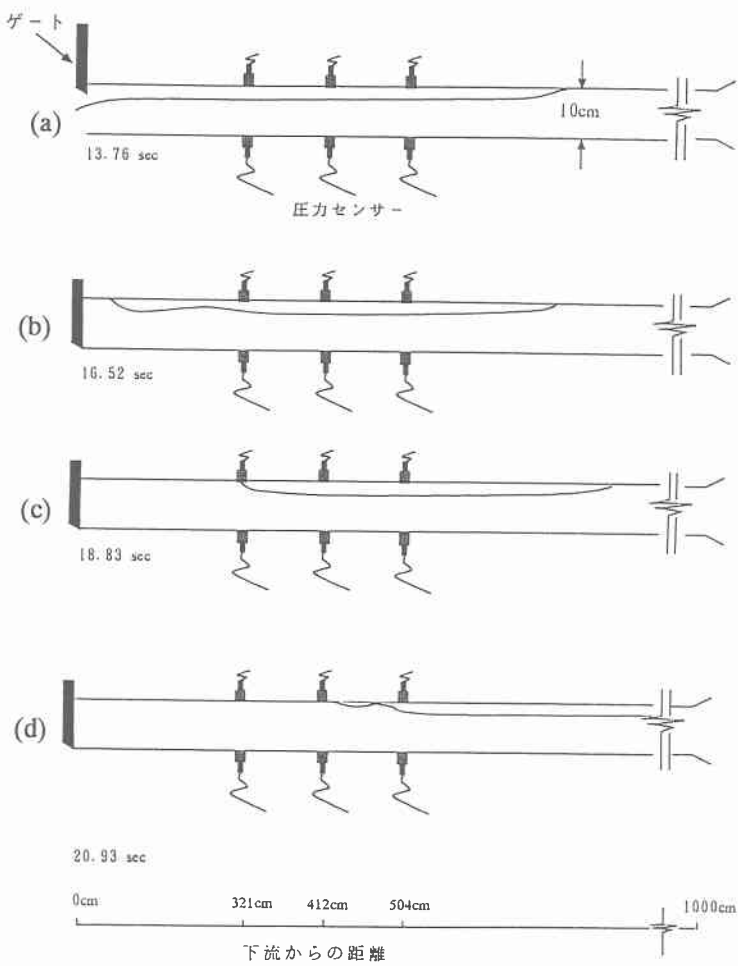


図-3 流れの経時変化

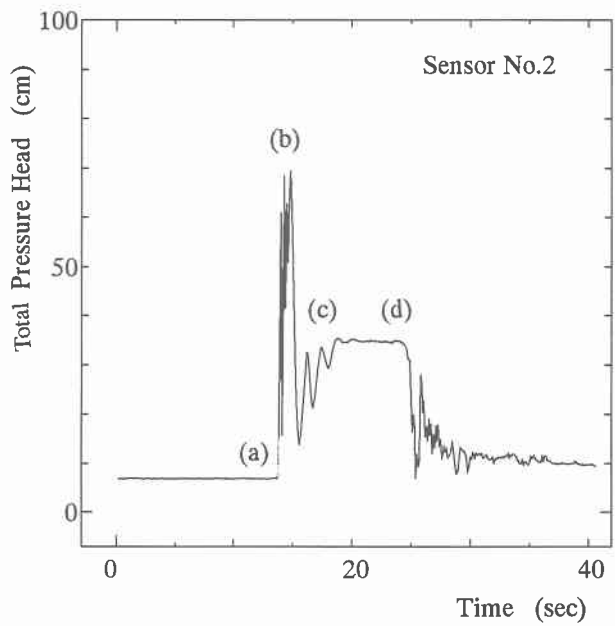


図-5（空気圧+水深）のハイドログラフ