

サーチャージ状態へ遷移する 下水管路流の水理的挙動

長崎大学工学部 学生員○畑原秀昭

長崎大学大学院 学生員 石川 大

長崎大学工学部 正 員 中村武弘

長崎大学工学部 正 員 野口正人

1. まえがき

近年、生活水準の向上に伴い社会環境が整備されてきた。なかでも下水道システムの整備は、都市域を中心に急激に普及してきた事業の1つである。下水道システム、私たちの生活を衛生的かつ快適なものへと導く施設であり、大雨が降って災害が生じた場合でも決して、それに荷担する様なものであってはならない。しかし、大雨が生じた場合の下水道システムの流出現象を取り上げて考えてみると、下水道本管内の流れは、支管下水道からの流入によって変化し、下水道システム全体に流れ込む計画流量よりも少ない時でさえ、マンホール部から出水が起こるという現象がときどき発生している。このような下水道システムからの氾濫は、私たちの生活に悪影響を及ぼすだけでなく、安全性も脅かす恐れがある。そこで、この論文では、下水道流れと氾濫流との相互作用についての実験を行い、大雨時の下水道管内の水理的挙動について論ずる。

2. 実験装置及び方法

図-1は、実験装置の概略図である。実験装置はアクリル樹脂製で、両端に2つの貯水槽(以下タンク)を持ち、その間のパイプは2つのマンホールによって、3つの部分に分けられている。パイプは、長さ900cmをもち、断面は縦20cm、奥行き10cmの長方形、タンクは縦50cm、横100cm、奥行き20cmの直方体、マンホール部分は縦10cm、横10cm、奥行き10cmの正方形断面である。

水深は、上流端からほぼ80cm間隔と、マンホール中心部からその両端5cmの所に取り付けられた計20箇所のマンメーターによって計測される。圧力と流速は、圧力ゲージとプロペラ流速計によってそれぞれ計

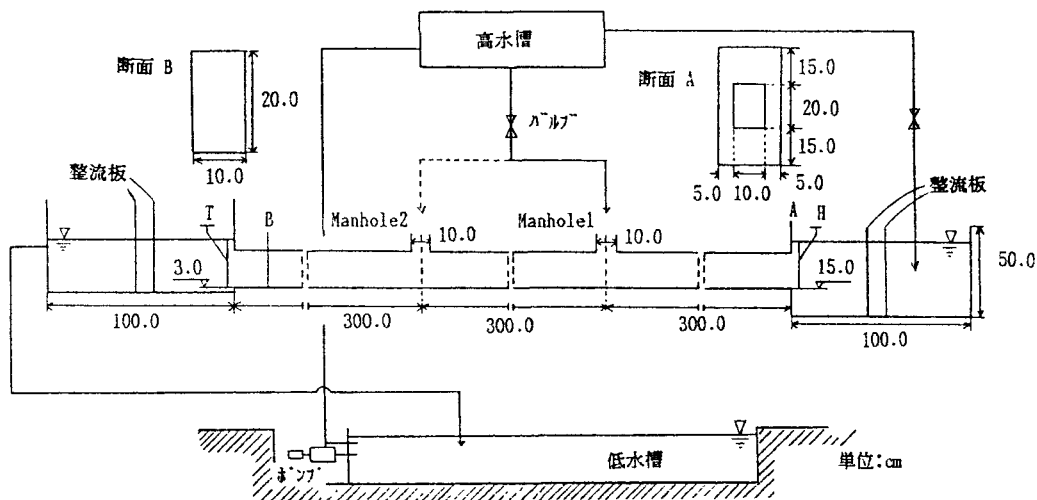


図-1

測される。

今回の実験でパイプ内の流れは、両端タンクの堰と、氾濫流とみなしたマンホール部からの流入によって制御される。

3. 実験結果及び考察

図-2のグラフは、長方形水路での開水路流れと滴管流れの遷移状況の結果を示している。縦軸は水路断面の高さDで無次元化されたピエゾ水頭(h/D)、横軸は動水勾配(I)である。また、ピエゾ水頭の h は、パイプ中流のマノメーターの値であり、動水勾配の I はタンクからパイプ内に流入・流出するときに、形状損失が生じるので、タンク出入口から80cm離れたタンクに最も近いマノメーターの値を使用した。実験結果は、3種類の流量について表されており、曲線はマンニングの式： $Q=AR^{2/3}I^{1/2}/n$ （粗度係数 n は、実験結果から $n=0.0025$ と決定した。）を用いて得られたものである。この公式では、無次元のピエゾ水頭の値が1のとき、すなわち開水路流れから滴管流れ・滴管流れから開水路流れへと遷移するとき、径深 R が突然変化するの、曲線に不連続な部分が発生する。それに対し実験結果では、その様な突然の変化は起こらず、徐々に変化している。

写真は、開水路流れと、滴管流れの変化部分を示している。中央にあるのがマンホールであり、その右端から右側（上流側）は滴管流れ、そこより左側は開水路流れの状態が写っている。この変化部分がハッキリと現れる場所は、写真のように流れがいったん自由表面になれるマンホール部を境に起こる。また、上下タンクを制御して、パイプ内の流れを開水路流れから滴管流れへ遷移させる場合は、パイプ中央付近から遷移しはじめマンホール部へ達する。逆に、滴管流れから開水路流れへ遷移させる場合は、マンホール付近から遷移しはじめパイプ中央付近が一番遅く遷移する。

一般的に、下水道システムは、多くの支管が接続されていて、これら支管からの流入状態は流量がそれぞれ異なり、時間的な遅れもあるので、洪水時の下水道管内流れの状態は大変複雑になる。実験は現在進行中であり、その他の結果については講演時に発表する。

参考文献

- 1) T.Nakamura, Y.Iwasa and M.Noguchi [1990] : Simulation analysis of urban storm runoff, Proc. of 5th International Conference on Urban Storm Drainage, Vol.1, pp.239-244.
- 2) R.H.French [1986] : Open-channel hydraulics, McGraw-Hill.

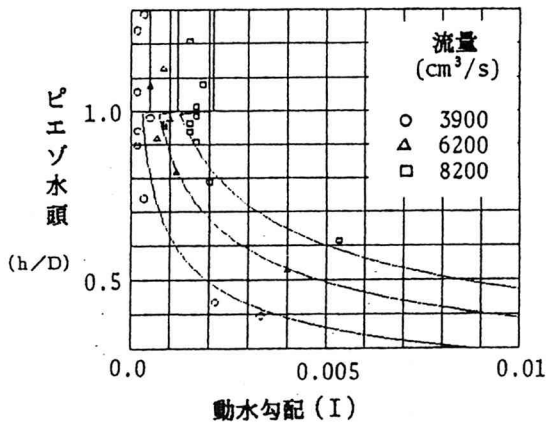
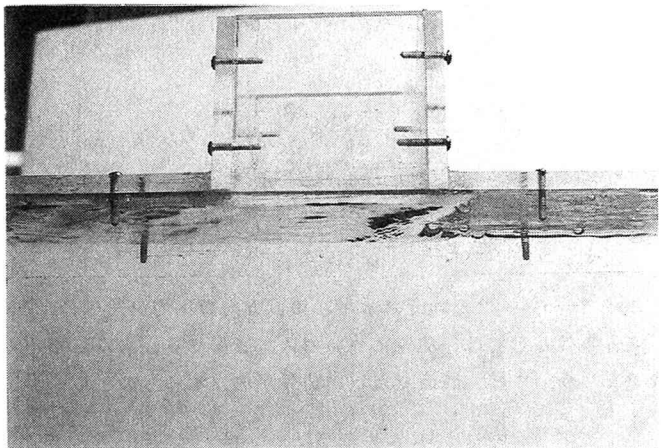


図-2



写真