

都市下水道管渠システムの マンホールとはんらん域のランピング

愛媛大学工学部 正会員 渡辺 政広
愛媛大学大学院 学生会員 恩地 研輔

1. はじめに

都市域の下水道管渠システムにおける圧力流れにおいて、マンホールは流れの伝播特性を規定する重要な流出要素であり、これまで、マンホールの貯留作用（圧力解放効果）を利用したマンホールのランピング手法を提案し、その適用性について検討を進めてきた。本報告では、マンホールのランピングに対応して必要となってくる浸水はんらん域のランピング手法について検討した結果を述べる。

2. マンホールのランピング手法¹⁾

実在する下水道管渠システム（図1(a)）のマンホールを取付管（直径は15 cm）の集合体と考え（一つのマンホールの水面積は数10～数100本の取付管の水面積に相当する）、以下のようにマンホールのランピングを行う。

① 実在する下水道管渠システム（図1(a)）の全てのマンホールを仮想の取付管として下流の管渠に付替えた下水道管渠システム（図1(b)）における圧力流れの流出特性は、既往の研究によれば、図1(a)の実在する下水道管渠システムのそれと全く等価（同等）である。② すなわち、図1(b)の下水道管渠システムのL区間ごとの仮想取付管を束ねてL区間ごとの上流端にマンホールとしてランピングして得られる図1(a)の下水道管渠システムの圧力流れの流出特性は、図1(b)のそれと全く等価（同等）であると言える。③ この事実を拡張すると、図1(b)の下水道管渠システムのmL（ $m=2, 3, 4, \dots$ ）区間ごとの仮想取付管を束ねてmL区間ごとの上流端にマンホールとしてランピングして得られる図1(c)あるいは(d)の下水道管渠システムの圧力流れの流出特性は、図1(a)のそれと全く等価（同等）であることが期待される。④ これまでの検討の結果、 $m=6$ 程度の場合でも、ランピングして得られる下水道管渠システム（図1(c)、(d)）の圧力流れの流出特性は図1(a)のそれと等価（同等）であると見なして良いことが確かめられている。

3. 浸水はんらん域のランピング²⁾

マンホールより溢水した流出水は、図2に示すように、マンホールを囲む面積 F_c のはんらん域に水平貯留されると単純化して取り扱う。

浸水はんらん域のランピングは、以下のように行う。

① まず、上述のランピング手法に従って、たとえば、図4に示すように、実在する17組のマンホールと下水道管渠からなる下水道管渠シ

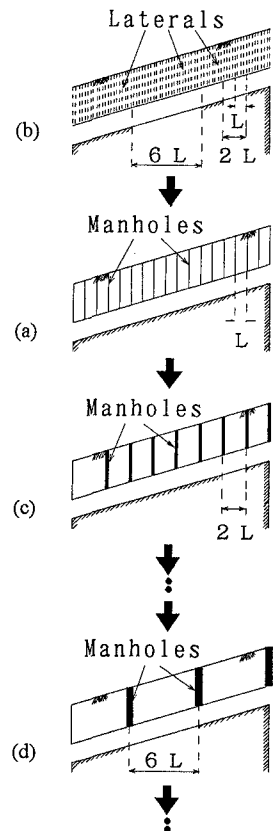


図1 マンホールのランピング

システム（STRG）を、4組のマノホールと下水道管渠からなる下水道管渠システム（SB-13）へとランピングする。

② 次に、図2および図4に示すように、浸水はんらん域のランピングを行う。

③ ランピングしたマノホールの地表面高さは、ランピング前のはんらん域のマノホールの地表面高さを、ランピング前のはんらん域面積を重みとして、加重平均して得られる高さとする。

図3上図に示すような実流域で見られるプリズマティックな下水道管渠システム（STRG, $D=0.5\text{m}$, $L=45\text{m}$, $T_G=1.92\sim 2.26\text{m}$, $S_0=0.0054$, $L_T=765\text{m}$ ）と、図3下図に示すようなこれをランピングした下水道管渠システム（SB-）を対象に、SWMM³⁾を用いて流出シミュレーションを行い、両シミュレーション結果を対比して、上述したランピング手法の適用性（有用性）を数値実験的に検討した。一例として、17組の下水道管渠とマノホールからなる下水道管渠システム（STRG）と17組の内の13組をランピングして得られる下水道管渠システム（SB-13）を対象に、上流端境界条件として sine 型の流入流量ハイドロ（ベース流量 $=0.23\text{m}^3/\text{s}$, ピーク流量 $=0.451\text{m}^3/\text{s}$, 周期 $=1800\text{s}$ ）、下流端境界条件として sine 型的水位ハイドロ（ベース水位 $=0.89\text{m}$, ピーク水位 $=2.91\text{m}$, 周期 $=2700\text{s}$, 内ピークの継続時間は 900s ）を与えて流出シミュレーションを行った結果を図4および図5に示す。

これらより、本ランピング手法によれば、かなりの程度のランピングを図った下水道管渠システムを用いても、十分に実用し得るシミュレーション結果が得られるであろうことが分かった。

参考文献：1) 渡辺・栗原・右近・恩地：都市下水道管渠システムの浸水はんらん解析におけるマノホールの水理学的役割とそのランピング手法，水工学論文集，第40巻，pp. 661～668，1996年。2) 同上：下水道管渠網の浸水はんらん解析とマノホール・はんらん域の取扱い，水工学論文集，第41巻，pp. 623～629，1997年。3) Roesner, L. A. et al. : Storm Water Management Model; Ver. 4; Part B; EXTRAN addendum, U. S. EPA/600/3-88/001a, 1988.

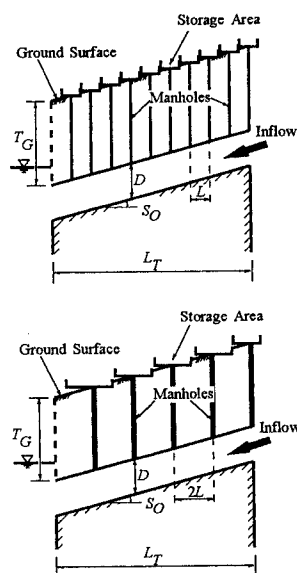


図3 下水道管渠システム

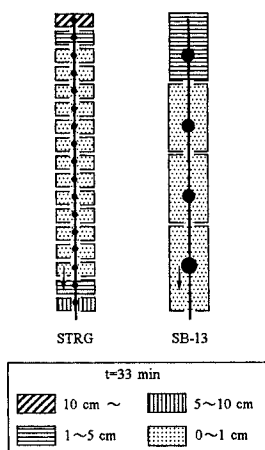


図4 浸水はんらん域
（最大規模のとき）

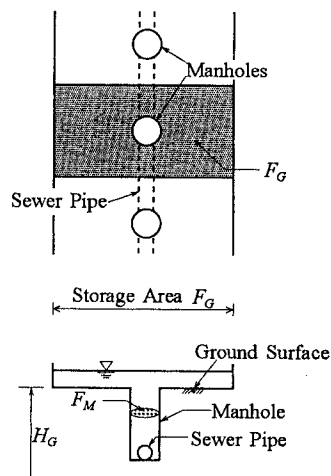


図2 浸水はんらん域の取扱い

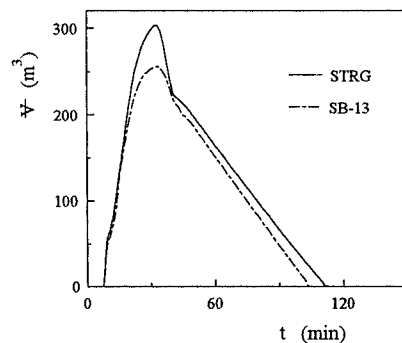


図5 地表面はんらんボリューム
のハイドログラフ