

マンホールでのエネルギー損失を考慮した雨水管路網の計算

九州共立大学工学部 学生員○戸渡 康文
九州共立大学工学部 正会員 荒尾 慎司
九州共立大学工学部 正会員 栗谷 陽一
九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

近年、都市部における浸水が大きな問題となっている。都市部における浸水の主な原因は、豪雨によるものが多いが計画降雨量以下でも浸水することがある。それは、道路の舗装率の上昇や市街化等による雨水の地下浸透率の低下、雨水管路網の放流先である河川・海・湖沼等の水位の影響により雨水の自然流下ができないことがあるためである。近年、種々の雨水管路網の数値計算手法が開発され浸水区域や浸水深等の浸水予測をしているが、2方向及び3方向接合マンホールでのエネルギー損失を適正に評価し、マンホール水位に与える影響を詳細に検討している例はほとんど見られない。そこで、本研究では、2方向及び3方向接合マンホールを考慮した雨水管路網の仮想モデルを作成し、マンホールのエネルギー損失が雨水管路網の計算水位に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 仮想モデルの作成と計算条件

等流満管で流下可能な雨水管路網の仮想モデルと設計条件を図-1と表-1に示す。計算条件として管内流速を2種類(表-1)設定し、計算時に境界条件として与える雨水管路網の最下流端水位を最下流管径と同じ1.2m(管頂)とした。

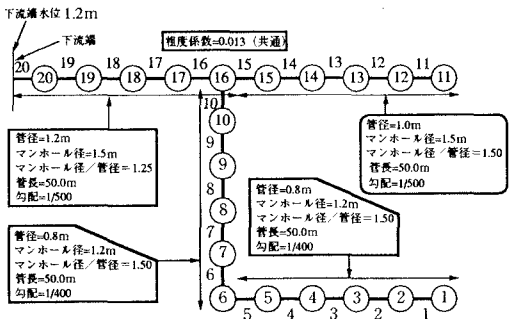


図-1 雨水管路網の仮想モデル

表-1 管内流速の設計条件と計算条件

管路No	設計条件 流速 (m/s)	計算条件1 流速 (m/s)	計算条件2 流速 (m/s)
1~10	1.32	1.53	1.71
11~15	1.37	1.62	1.78
16~20	1.54	1.80	2.00

3. マンホールのエネルギー損失係数

マンホールでのエネルギー損失係数Kは(1)式により算定されている。また、2方向及び3方向接合マンホールでのエネルギー損失係数Kは下記の①~③に述べる値を用いた。

$$K = \Delta E / (V_d^2 / 2g) \quad (1)$$

ここに、 ΔE はマンホールでのエネルギー損失水頭、 V_d はマンホール直下流管での断面平均流速、 g は重力加速度である。

- ① 2方向接合マンホールにおいて直管流れの損失係数は、九州共立大学での昨年度の実験結果による。
- ② 2方向接合マンホールにおいて90°曲げ接合の損失係数は、従来の研究成果をもとに損失係数とマンホール径比(マンホール径/下流管径)との関係を整理し(図-2)、これを参考にした。
- ③ 3方向接合マンホールでの損失係数は、Sangsterが提案した実験

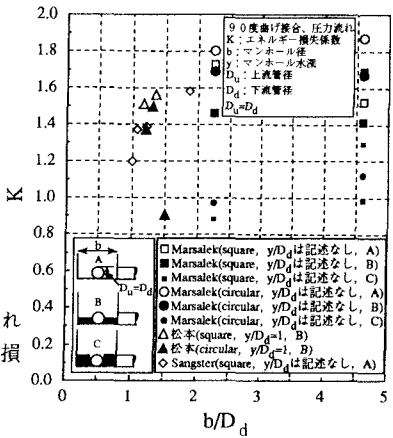


図-2 従来の研究成果

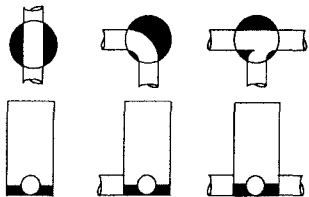


図-3 マンホール底面形状

式を用いた。ただし、この式は管底接合の時にしか利用できない。

仮想モデルで想定した2方向及び3方向接合マンホール底面のbenching形状をそれぞれ図-3に示す。以上より、マンホール水位の計算に使用した損失係数の値を表-2に示す。ただし、Sangsterの実験式ではマンホール底面にインパルトが考慮されていないため、3方向接合マンホールで採用した損失係数はやや大きい値（10%から20%程度大きいと推定）となっている。また、管路が圧力流れて、しかもマンホール水位が管頂付近にあるときには、水面変動や水表面に発生する渦の影響で損失係数は大きくなることが指摘されているが、十分に検討されておらず、本計算では考慮していない。

4. マンホール水位の比較

マンホールでのエネルギー損失を考慮した場合と考慮しない場合について、主流方向（仮想モデルでのNo.11~20）と横流入方向（仮想モデルでのNo.1~10とNo.16~20）の管路網での計算水位の比較をそれぞれ図-4、図-5に示す。主流方向の管路網では、エネルギー損失を考慮した場合は考慮しない場合よりも最上流端マンホールNo.11で、計算条件1の時（表-1）、0.33m（水深で13%）、計算条件2の時（表-1）、0.4m（水深で14%）水位が上昇する。3方向接合マンホールによる水位上昇の影響は、計算条件1では0.15m、計算条件2では0.19mである。

横流入方向の管路網では、エネルギー損失を考慮した場合は考慮しない場合よりも最上流端マンホールNo.1で、計算条件1の時、0.6m（水深で17%）、計算条件2の時、0.74m（水深で18%）水位が上昇する。3方向接合マンホールによる水位上昇の影響は、計算条件1では、0.15m、計算条件2では、0.19mである。90°曲がりによる水位上昇の影響は、計算条件1では0.18m、計算条件2では0.22mである。

また、主流方向、横流入方向いずれにおいても、計算条件1でエネルギー損失を考慮した場合と計算条件2でエネルギー損失を考慮しない場合の計算水位はほぼ同じになっており、マンホールでのエネルギー損失が与える影響は10%程度の流速の違いと同じことになる。

5. おわりに

簡単な雨水管路網の仮想モデルを用いて、2方向及び3方向接合マンホールでのエネルギー損失が雨水管路網の計算水位に与える影響を明らかにした。

〈参考文献〉

Sangster, W.M., et al: Pressure Changes at Open Junctions in Conduit, Trans. Am. Soc. Civ. Eng. Vol.126, Part1, pp.364-396, 1961.

表-2 エネルギー損失係数Kの算定

	エネルギー損失係数 K
2方向接合マンホール (直管, 九共大の実験結果)	0.14~0.15
2方向接合マンホール (90°曲がり, 従来の研究成果)	1.50
3方向接合マンホール (Sangsterの実験式適用)	主流管1.08, 横流入管0.90

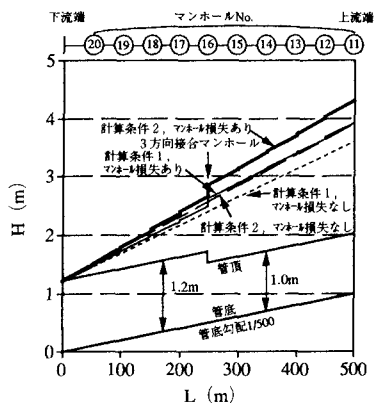


図-4 主流方向での計算水位の比較

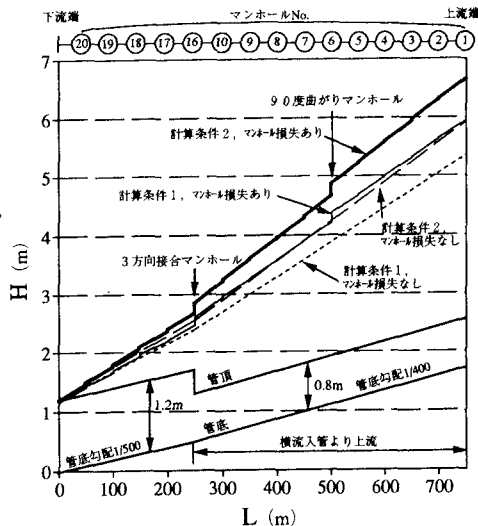


図-5 横流入方向での計算水位の比較