

# 改良型伏越しの損失水頭に関する検討

中日本建設コンサルタント（株） 水工技術本部 ○福田 信夫  
半田市水道部 下水道課 加藤 勇人  
(財)下水道新技術推進機構 研究1部 田中 祐大

## 1. はじめに

平成19年度に国土交通省より未普及地域の早期解消を目的として創設された「下水道未普及解消クイックプロジェクト社会実験制度」は、平成20年度末までに11の地方公共団体において事業採択がなされた。「改良型伏越しの連続的採用」は、このクイックプロジェクトにおいて2都市が採用している新たな整備手法であり、改良型伏越し（バンドサイフォン）を近距離に2基設置し、支障となる埋設物等を下越しする技術である。（図-1、図-2参照）。

改良型伏越しについては、コスト削減効果が高いことから未普及解消技術として普及しつつあるが、この施設を連続的に配置した場合の水理現象については不明確な部分が多い。特に管きょ設計（流量計算）に必要な損失水頭については調査事例が少ない。本稿では、「下水道施設計画・設計指針と解説」<sup>1)</sup>（以下、指針と解説）に記載されている一般的な伏越しの損失水頭の算出方法で適用可能か、また伏越しを連続的に使用することにより上流側の伏越しにおいて背水の影響を受けないかを、実施設を用いた実験により検討した結果を報告する。

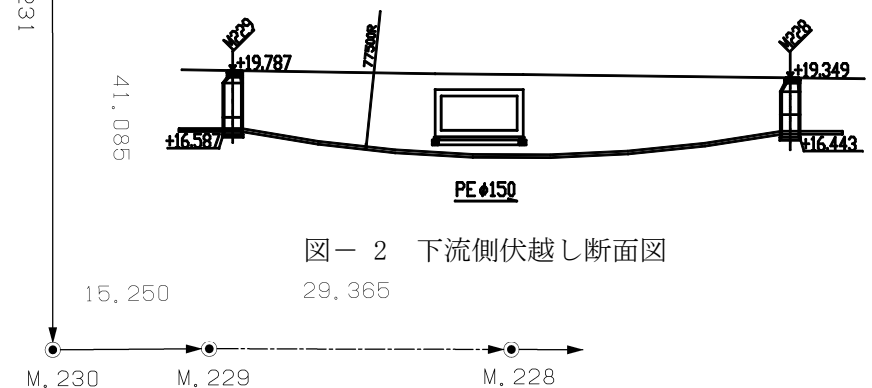
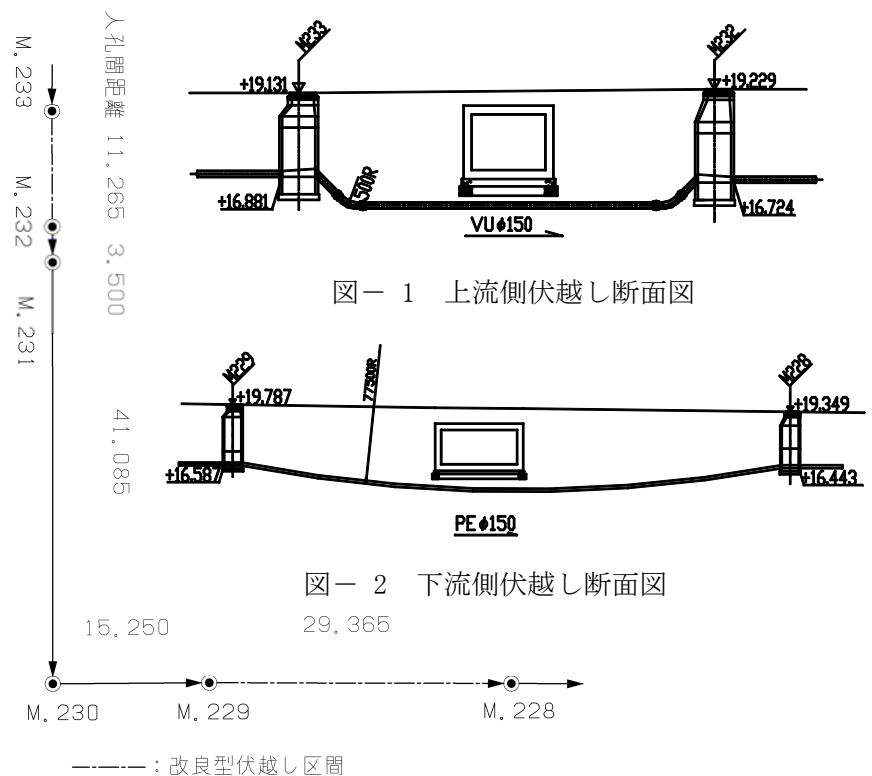
## 2. 実験方法

### (1) 対象施設

実験を行った実施設の概要を図-1～図-3に示す。改良型伏越しは雨水のボックスの下越しで採用されている。上流側伏越しから下流側伏越しまでの距離は約60mである。なお、計画汚水量は上流側伏越しが0.001190(m<sup>3</sup>/s)、下流側伏越しが0.001894(m<sup>3</sup>/s)である。

### (2) 実験方法

上流側の伏越しにおいて背水の影響を受けないかどうかは、図-4に示す改良型伏越しが単体の状態と図-5に示す連続の状態において水位を計測し、その結果得られる損失水頭(WL1-WL2)を比較することにより判断する(WL1～WL4は図-4、5中に示す)。単体の状態と連続にした状態の損失水頭に差が見られなければ、上流側への影響はないと判断する。



対象施設において改良型伏越し区間の上下流側管きょの落差（管底差）は管径分（150mm）設けられてい

る。実験前に伏越し管上流側の状況を観察したところ、水面が伏越し管の斜部分にあり、水面高を測定することは困難な状況であった。そこで、実験においては水面高の計測を可能とするために、伏越し管上流側の水面が管頂以上になるよう伏越し区間の下流側マンホールに堰を設けた。また、上下流伏越しのそれぞれの計画汚水量相当の流量等、数条件の流量における水位を計測するために、伏越し上流区域のM275 から給水車により給水を行った。なお、流量の調整は、給水車のバルブ開度を変えて行ったため、給水車のタンク内水位変動により流量変動が生じた。

なお流量は、伏越し区間下流側に設置した四角堰で測定し、水面高は超音波式水位計を使用して連続計測した。

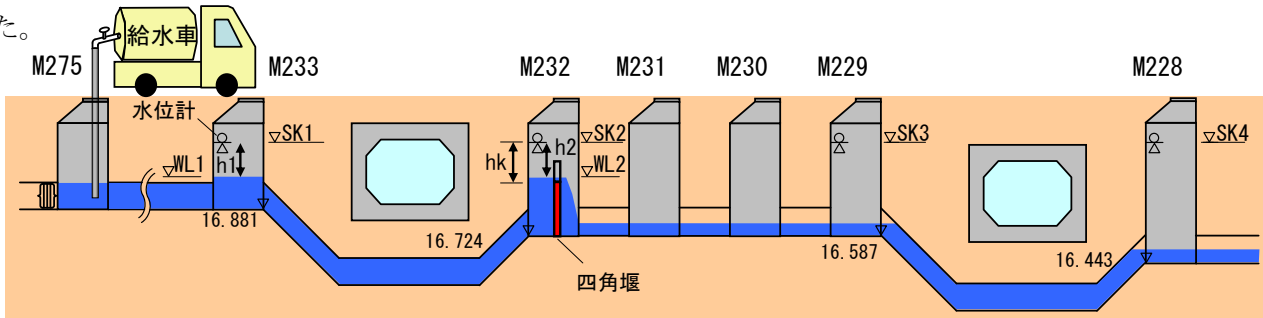


図-4 実験概要（上流側の伏越しが単体の状態）

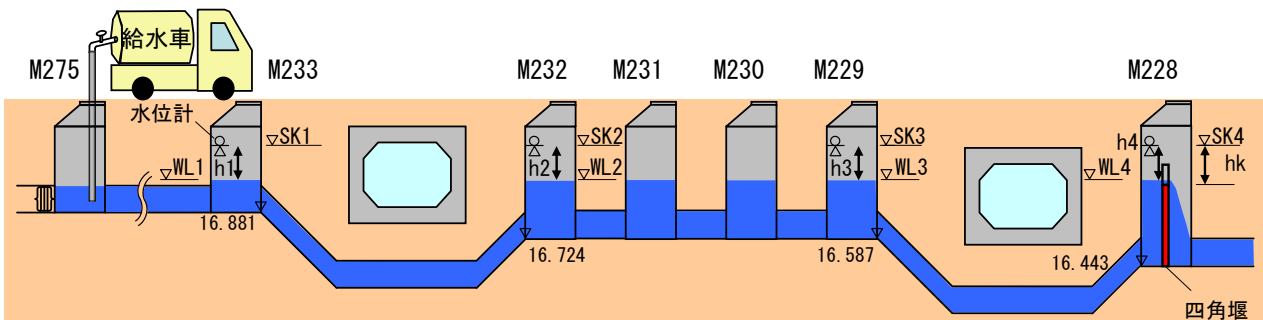


図-5 実験概要（上下流の伏越しが連続している状態）

### 3. 実験結果

#### (1) 損失水頭の比較

##### 1) 実験結果による損失水頭

実験結果による損失水頭は、伏越し上下流部のマンホールで計測した水面高の差により算出する。

- ・ 上流側伏越しの損失水頭 =  $WL1 - WL2$  (m)
- ・ 下流側伏越しの損失水頭 =  $WL3 - WL4$  (m)

##### 2) 計算による損失水頭

計算による損失水頭の算出は、指針と解説の伏越し構造の損失水頭の計算式を使用する。

$$H = i \cdot L + \beta \cdot V^2 / 2g + \alpha$$

ここに、H：伏越しの損失水頭(m)

i：伏越し管きよ内の流速に対する動水勾配（分数又は小数）

L：伏越し管きよの長さ(m)

V：伏越し管きよ内の流速(m/s)

g：重力の加速度（=9.8m/s<sup>2</sup>）

α：30～50(mm)→平均値（40mm）とする

β：1.5

##### 3) 損失水頭の比較

伏越しが単体あるいは連続の状態における損失水頭の測定結果及び計算結果を図-6 及び図-7 に示

す。上流側、下流側とも実験による損失水頭が計算による値以下となっている。

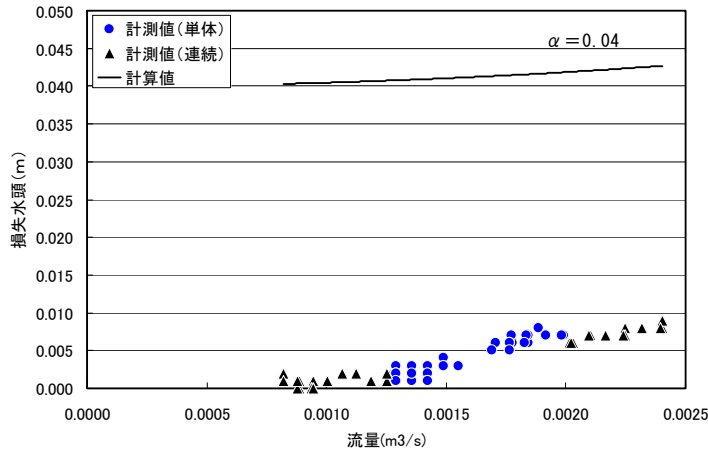


図-6 損失水頭の比較（上流側伏越し）

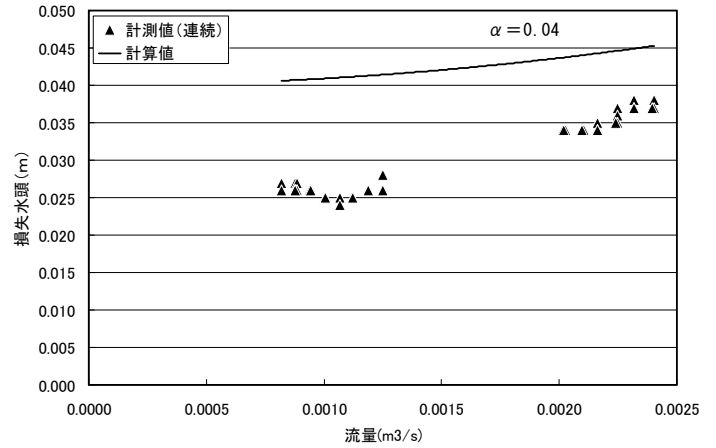


図-7 損失水頭の比較（下流側伏越し）

実験による損失水頭を比較すると、下流側が大きな値を示している。伏越し管内のTVカメラ調査結果及び堆積物実態調査結果より、下流側の伏越しの方が上流側より多くの堆積物があることが確認できた。下流側伏越しでは、この堆積物により通水断面が縮小され流速が大きくなったため、損失水頭が上流側に比べ大きくなったと推定される。

## (2) 上流側伏越しへの影響

上流側伏越しの実験による損失水頭の計測結果に近似する式を算出した結果を図-8に示す。

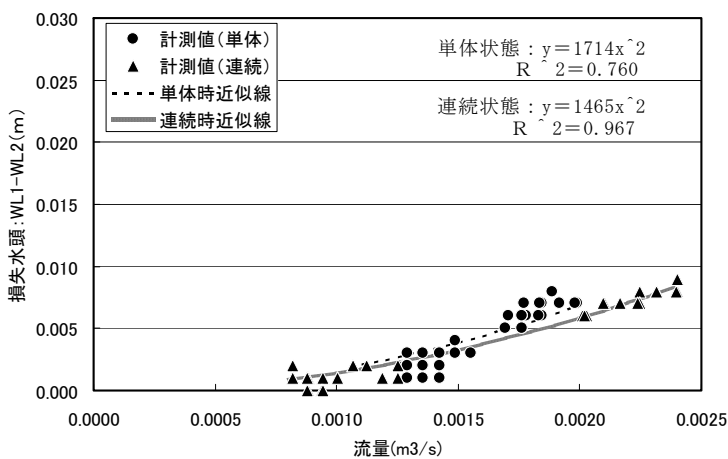


図-8 損失水頭の比較（上流側伏越し）

単体状態は計測データにバラツキがあり、連続状態に比べ損失水頭が大きくなる傾向になったが、上流側伏越しの計画汚水量 ( $Q=0.001190\text{m}^3/\text{sec}$ ) が流入した際の単体及び連続状態での損失水頭を近似式より算出すると以下のように同一値となった。

- 単体状態の損失水頭  
 $= 1714 \times 0.001190^2 = 0.002 \text{ (m)}$
- 連続状態の損失水頭  
 $= 1465 \times 0.001190^2 = 0.002 \text{ (m)}$

## 4. まとめと今後の課題

本実験により、上下流の伏越しの中間部の距離が60mの状態で改良型伏越しを連続して採用した場合でも、上流側の伏越しは下流側の伏越しによる背水の影響を受けていないことが確認できた。

また、改良型伏越しにおける損失水頭を指針と解説の式により算出する場合、 $\alpha$ を40(mm)とすれば設計上問題はないと考えられた。

なお、本実験は実施で得られた損失水頭測定値であることから、今後は、異なる構造条件による実測データの蓄積及び解析を行う必要があると考えられる。

【参考文献】 1) 下水道施設計画設計・指針と解説 前編-2001年版- (社)日本下水道協会 p.237

問い合わせ先：中日本建設コンサルタント(株) 水工技術本部 福田 信夫

TEL 052-232-6059 E-mail n\_fukuta@nakanihon.co.jp