

## 改良型伏越しの堆積等に関する検討について

## 1. はじめに

社会実験による性能等の評価を必要とする未普及解消技術の一つである「改良型伏越しの連続的採用」に関して、自治体を実施する社会実験データを補完するために、連続式改良型伏越しの堆積状況調査、改良型伏越し堆積物フラッシュ実験及び流体解析シミュレーションを実施したので紹介する。

## 2. 連続式改良型伏越しの堆積状況調査堆積物実態調査

## 2. 1 調査概要

愛知県半田市の乙川地区において、連続的に改良型伏越しを設置した場合の、伏越し内の堆積状況について調査を実施した。乙川地区の概要を表-1に示す。

表-1 調査箇所の概要

	乙川地区	
土地用途	住宅地	
供用開始	平成 20 年 3 月 31 日	
排除方式	分流汚水	
清掃実績	なし（供用後約 1 年経過）	
	上流側伏越し（図-1）	下流側伏越し（図-2）
接続家屋	25軒接続（接続率約 23%）	29軒接続（接続率約 27%）
施工方法	簡易推進	弧状推進
管渠種別	VUφ150 （上下流接続管φ150）	PEφ150 （上下流接続管φ150）
伏越し延長	L=11.0m	L=29.4m
上下流落差	H=0.155m	H=0.155m
伏越し上流 ー伏越し最深部	H=0.849m	H=1.355m（設計値）
ベント角度	45°	—
伏越し間距離	59.6m	

※平成 21 年 1 月末現在

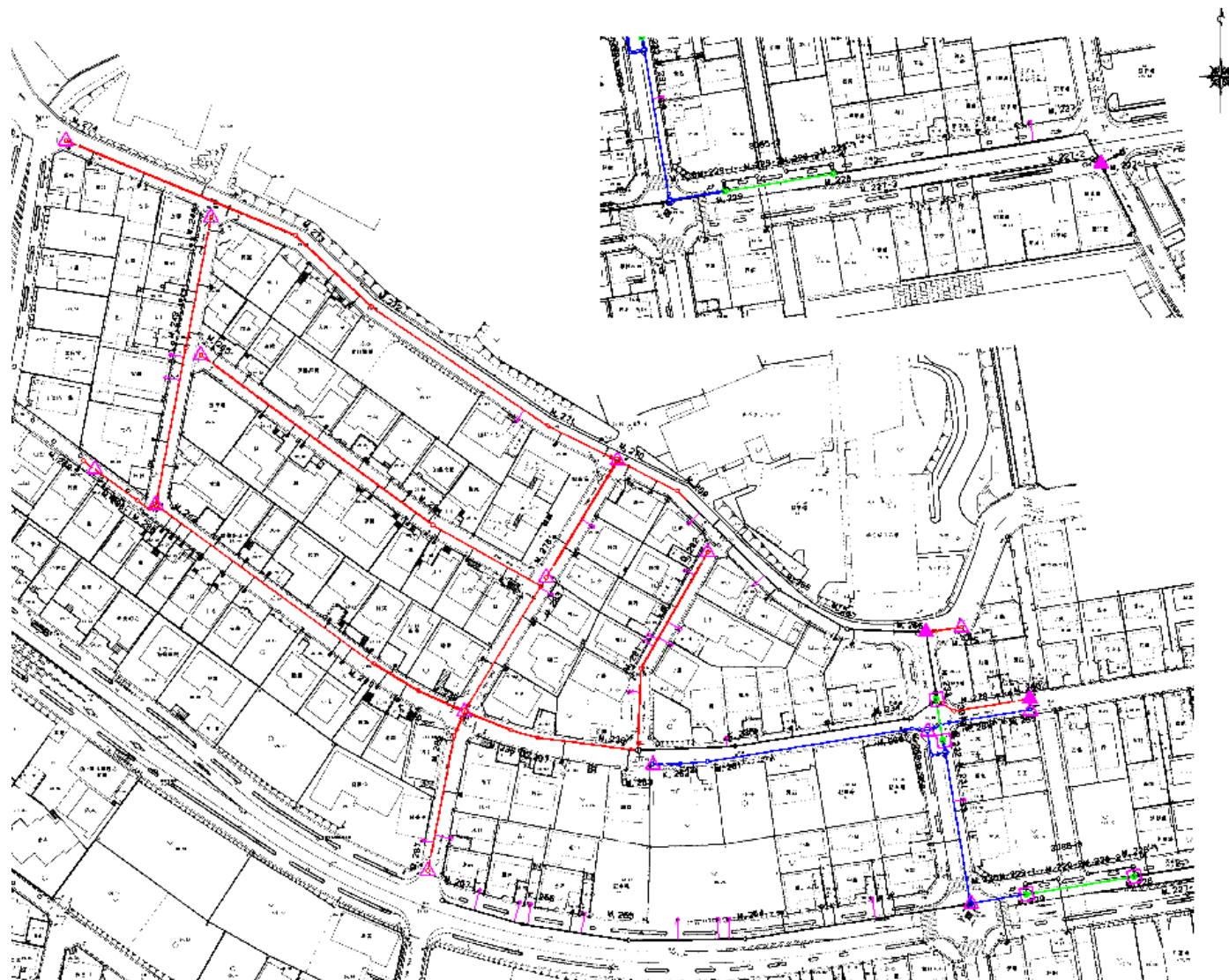
※調査日は、平成 21 年 2 月 18～19 日

## 1. 2 調査方法

本調査は、次の手順で実施した。

- ① 伏越し上下流の止水
- ↓
- ② 高圧洗浄しながら堆積物・汚水をバキューム車で吸引
- ↓
- ③ TVカメラにて堆積物がないことを確認
- ↓
- ④ バキューム車内の堆積物か余分な水分を除去  
（0.4mmのふるいで濾過）
- ↓
- ⑤ 堆積物を全量（もしくは一部）採取
- ↓
- ⑥ 堆積物の室内試験  
（粒度分布、n-ヘキサン抽出物、強熱減量等）





凡 例	
記号	内容
①	0号マンホール 円形 内径 700
②	1号マンホール 円形 内径 900
○	2号マンホール 円形 内径 1200
⊙	3号マンホール 円形 内径 1500
□	矩形マンホール
▭	複円マンホール 長径 900 短径 600
⊖	側管マンホール
⊕	窠 管
→ (green)	改良型伏越し路線
→ (red)	F-1路線
→ (blue)	H-2路線
→ (black)	汚水幹・敷設管 供用中
→ (pink)	汚水幹・敷設管 供用後

調査系	
調査内容	改良型伏越しの建設的採用
調査区画	3079, 3085-3, H-1, H-2
調査項目	生活圏界への影響
調査内容	伏越し高度が上流区域の臭気、騒音及び排水量に及ぼす影響

参考図：乙川地区平面図

## 2.3 調査結果

### (1) 堆積状況

採取した堆積物量を元に、堆積物による管渠閉塞率を算出した結果、表-2に示す通り、上流側が約15%、下流側が約10%であった。

表-2 堆積状況

	上流側伏越し	下流側伏越し
伏越容積	0.21 m <sup>3</sup> (0.16 m <sup>3</sup> ) ※	0.52 m <sup>3</sup>
堆積物容積 (湿潤重量)	23.6 L (40.2 kg)	53.0 L (58.6 kg)
閉塞率	14.8 % ※	10.2 %

※伏越し直線部にのみ堆積すると仮定し、直線部の容積・閉塞率とする。

平成20年3月に実施した同市阿原地区（改良型伏越し1箇所、未清掃期間1年）及び平地地区（改良型伏越し1箇所、未清掃期間3年）の調査では、閉塞率が約30%であり、それと比較すると今回（未清掃期間1年）の閉塞率は小さい値となった。

これは、平成20年10月に実施した社会実験（流下能力の検証）において、伏越し下流部に設けた堰を撤去した際、大きな流量（満管流量以上）が伏越し内を流れ、堆積物の多くが下流に掃流したため（堆積途上）と考えられる。また、供用開始後1年経過していないことも要因と考えられる。

上流側伏越しと下流側伏越しを比較すると、下流側伏越しの閉塞率が小さかった。

### (2) 堆積物の性状

採取した堆積物については、研究所に持ち帰り室内試験を実施した。試験項目及び試験結果を表-3に示す。

表-3 堆積物の性状

	上流側伏越し	下流側伏越し
堆積物の色	褐色	褐色
主な成分	生ゴミ、油脂塊、土砂	生ゴミ、油脂塊、土砂
土砂の粒径	図-2 参照	図-2 参照
最大粒径	6 cm	8.3 cm

表-4 性状毎の混入割合

		下流伏越し	上流伏越し
浮遊分	容量	50.1 L	22.9 L
	湿重量	55.3 kg(94%)	37.5 kg(93%)
砂分	容量	2.92 L	0.68 L
	湿重量	3.3 kg(6%)	2.7 kg(7%)
計	容量	53.0 L	23.6 L
	湿重量	58.6 kg(100%)	40.2 kg(100%)

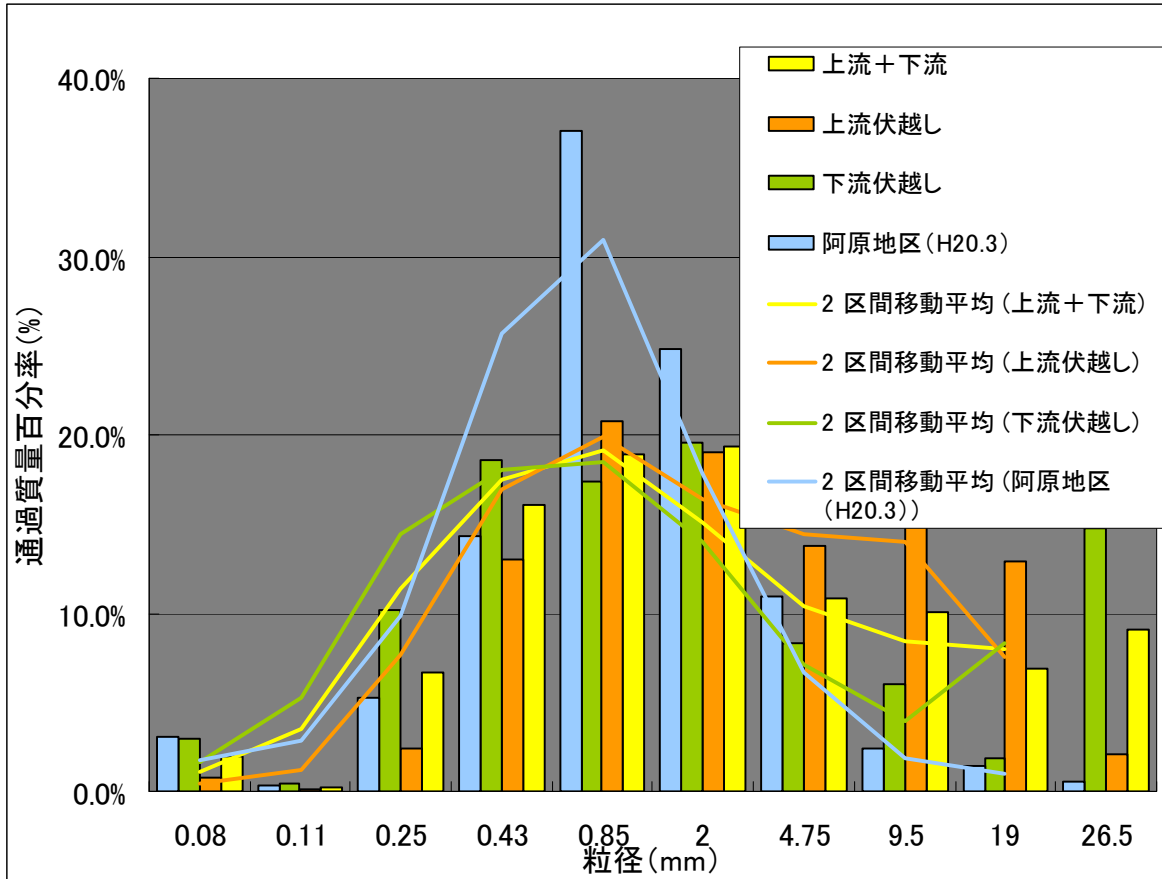


図-3 堆積物の粒径分布

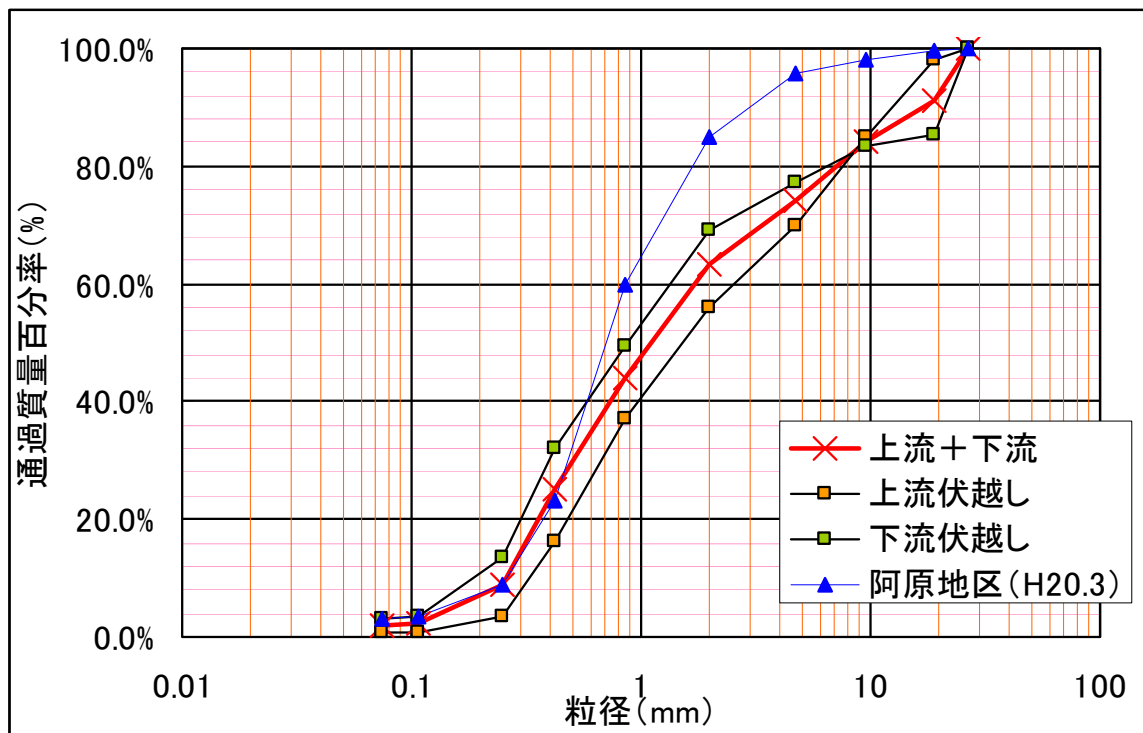


図-4 堆積物の粒径加積曲線

堆積物を分析した結果、浮遊分（生ゴミ及び油脂）が堆積物全体の約9割を占めていた。

昨年度実施した阿原地区・平地地区では、油脂類が全体の3割程度であり、これと比較すると多いが、堆積状況で示した同様の理由が考えられる。

土砂の粒径分布について、上流側伏越しと下流側伏越しでは、下流側に比べ上流側の伏越しの方が堆積物の土砂粒径が大きい傾向にある。

2つの伏越し間には、接続家屋が4件と少ないことから、下流側伏越し内に存在する堆積物の多くが上流側伏越しを通過したものであると仮定することができる。この場合、2mm程度の砂分は上流側伏越しにおいて掃流されていると考えられる。

## 2.4 まとめ

得られた実験結果を以下にまとめる。

- ・連続伏越しにおいて、上流側で約15%、下流側で約10%の閉塞が確認されたが、堆積途上であると考えられた。
- ・堆積物は、土砂と生ゴミ・油脂で構成され、体積比は1：9であった。
- ・昨年度の他地区における調査結果（閉塞率）と相違が見られたが、事前に実施した社会実験による影響が考えられた。
- ・堆積物の最大粒径は8cmの礫（コンクリート塊）であった。
- ・上下流の伏越しで、閉塞率や土砂の粒径分布に違いが見受けられた。下流側伏越し内の堆積物＝上流側伏越し通過可能 と仮定すれば、2mm程度の砂は掃流できていると考えられる。

### 3. フラッシュによる改良型伏越しの清掃効果について

#### 3. 1 調査の概要

平成 20 年度に実施した愛知県半田市阿原地区・平地地区における堆積物調査で、単発の改良型伏越しにおける堆積量と堆積物性状を把握した。その結果、未清掃期間が1年で、閉塞率が30%に達しており、定期的な清掃の必要性が示唆された。

ここでは、清掃コストの縮減を図るために、汚水のフラッシュによる清掃方法を提案し、清掃の効果を検証したので報告する。表-5に阿原地区の改良型伏越しの概要を示す。

表-5 調査箇所の概要

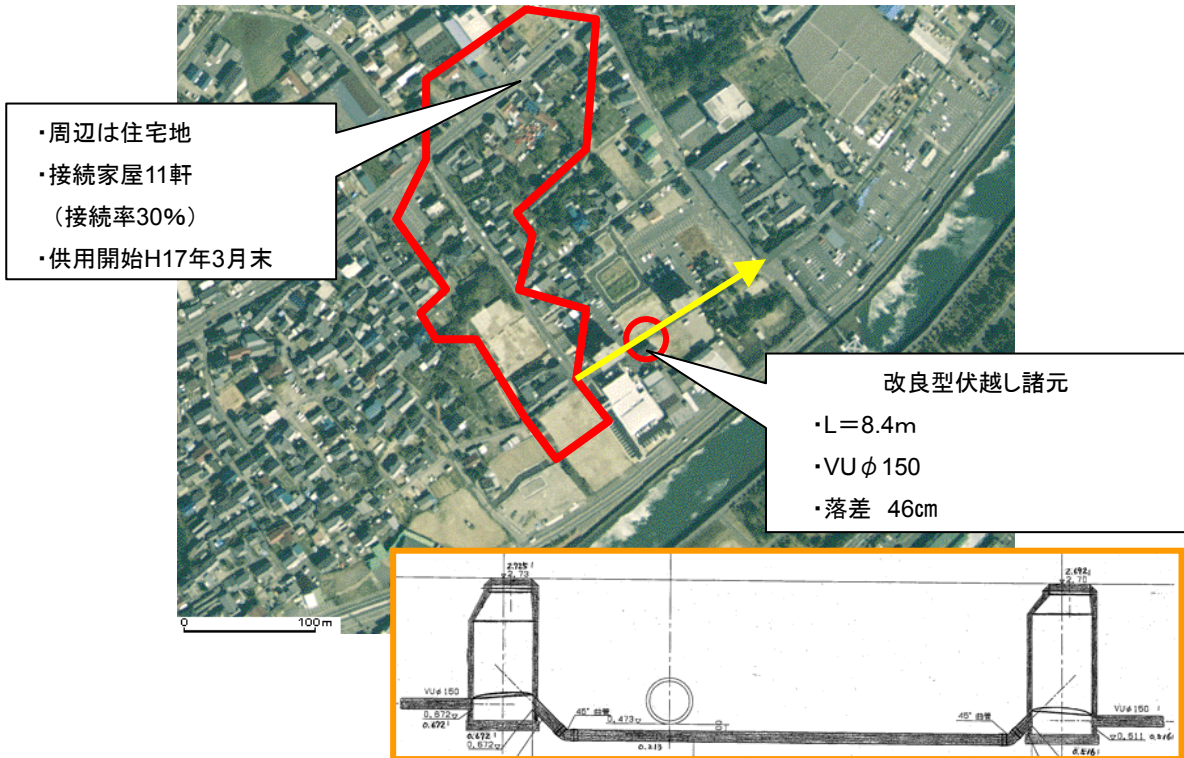
	阿原地区
土地用途	住宅地
接続家屋	1 軒接続 (30%)
供用開始	平成 17 年 3 月 31 日
清掃実績	平成 20 年 2 月 1 日 (1 年経過)
管渠種別	VU φ 150 (分流汚水)
伏越延長	L=8.4 m
伏越落差	H=0.46m
ベント角度	45°

※調査日は平成 21 年 2 月 19 日。

#### 3. 2 調査方法

本調査は、次の手順で実施した。

- ① 伏越し上流部を止水プラグで止水 (1 / 2 水深程度)  
↓
- ② 湛水 (1 / 2 水深程度) 後、プラグ撤去  
↓
- ③ 流量が定常状態に戻ったら、伏越し上流部を止水プラグで止水  
↓
- ④ バキューム車で、伏越し内の堆積物を吸引  
↓
- ⑤ TV カメラにて伏越し内をチェック (堆積物がないことを確認)  
↓
- ① バキューム内の堆積物の量と性状を確認



図－5 阿原地区の周辺状況

### 3. 3 調査結果

#### (1)フラッシュ後の堆積量

フラッシュ後、伏越し内に残った堆積物について、堆積量を調査した。

表－6 フラッシュ後の堆積量

	フラッシュ後の堆積量	フラッシュ前の堆積量 (平成20年度調査結果を代用)
伏越容積	0. 1 2 m <sup>3</sup>	
堆積物容積	1 5. 1 L ※湿润ベース ( 2 5. 0 kg)	3 5. 6 L ※乾燥ベース ( 2 5. 2 kg)
閉塞率	1 2. 6 %	3 0. 0 %

フラッシュ前後では、フラッシュ前よりフラッシュ後の容積が半分以下に減少している。一方、重量はほぼ変化がない。

これは、後述するが、フラッシュ後の堆積物のほとんどが土砂であるのに対し、フラッシュ前は比重の軽い油脂類が多く含まれているためである。

また、フラッシュ後の水位低下時に、伏越し上流の管渠内堆積物が伏越し部に流入し滞留した可能性も考えられる。



(2)フラッシュ後の堆積物性状

フラッシュ後、伏越し内に残った堆積物について、堆積性状を調査した。

表-7 堆積物の性状

	フラッシュ後の堆積物	フラッシュ前の堆積物 (平成20年度調査結果を代用)
堆積物の色	褐色	褐色
主な成分	土砂	油脂塊と土砂
成分割合	全て土砂	1 : 2
土砂の粒径	図-5 参照	図-5 参照

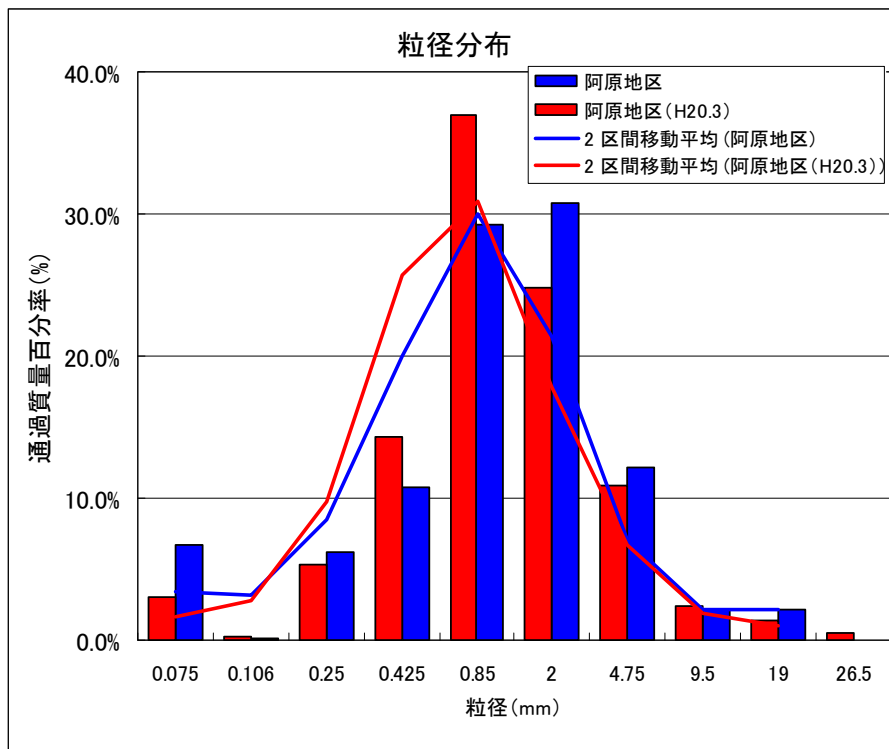
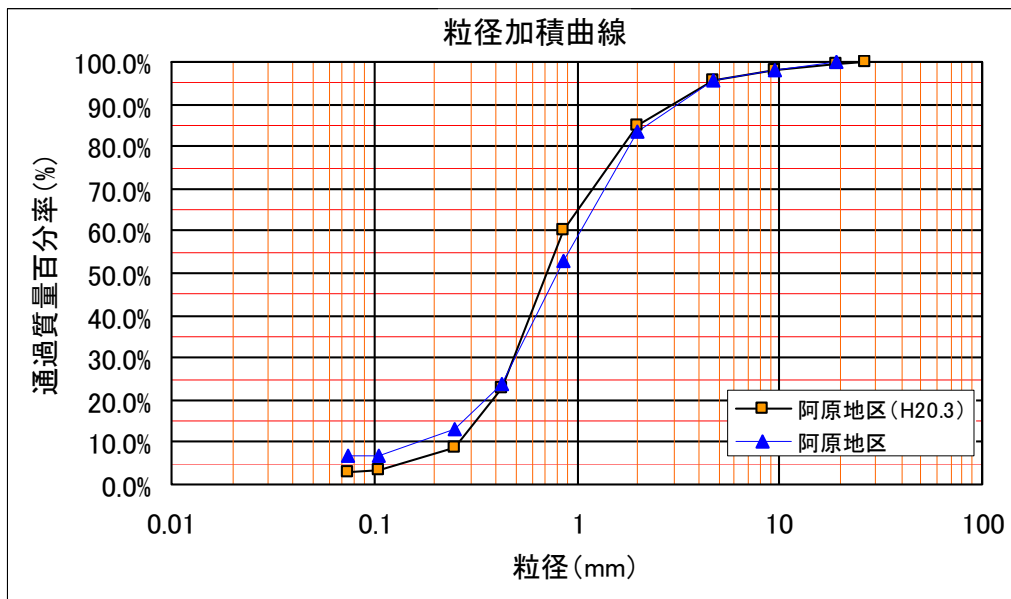


図-6 堆積物の粒径分布



#### 図-6 堆積物の粒径加積曲線

実験の結果、フラッシュ前には多く存在した油脂類が、フラッシュ後には土砂のみが伏越し内に残留していた。

残留土砂分の粒径分布を分析したところ、フラッシュ前の粒径分布とほぼ一致した。

前述したように、フラッシュ後の残留土砂については、フラッシュで掃流できなかったか、もしくは伏越し上流部の管渠内堆積物と入れ替わったと考えられる。

#### 3. 4 考察

得られた実験結果を以下にまとめる。

- ・フラッシュにより、比重の軽い物質（生ゴミや油脂など）は下流へ掃流される。
- ・砂分などの比重の重い物質は、そのまま留まるか、もしくは上流管きよに存在する堆積物と置き換わる。
- ・閉塞率は、比重の軽い物質が減った分は改善されるが、大きな効果は得られない。

## 4. シミュレーション

### 4. 1 シミュレーション概要

改良型伏越しについては、採用する現場毎に、管径をはじめ伏越し延長、落差、連続する伏越し間の距離などの構造が異なるうえ、流量やその変動についても大きく異なる。このため、社会実験を行う伏越しのパターンのみを性能評価したところで、その評価を適用できる範囲は非常に限られたものになってしまう。

そこで、国土技術政策総合研究所においては、技術革新の目覚ましいコンピューターを用いた数値流体解析（CFD：Computational Fluid Dynamics）を用いて、様々な構造パターン及び流量パターンについて、短期間に費用をかけずに解析することで、社会実験の結果を補足することを考えている。

現在、CFDの再現性を確認するために、試行的に解析を実施しているところである

### 4. 2 結果

#### (1) 土砂堆積状況シミュレーション

昨年度、伏越し内に単粒子（2 mmの砂）を30秒程度流下させた際の計算を実施した。

今年度は、モデル都市の伏越しにおける、土砂の堆積状況を計算した。土砂の粒径等は、昨年度に同都市で実施した堆積物調査で得られた粒度分布を与えた。

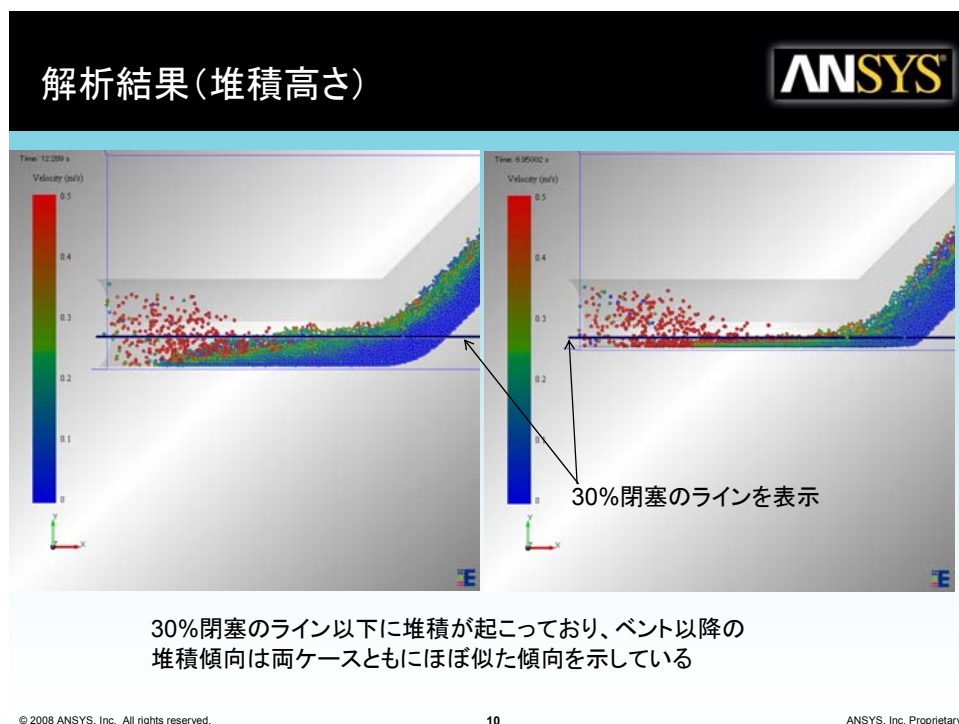


図-7 土砂堆積シミュレーション

計算では、堆積の初期過程（閉塞率0からスタート）と終期過程（閉塞率20%からスタート）を想定した。その結果、堆積物実態調査で得られた閉塞率30%以上には堆積しない傾向が見られた。

これは、閉塞にともない流下断面が縮小し、流速が増加したためであり、計算結果は実際の現象をよく再現していると考えられる。

## (2) 流速伝播シミュレーション

改良型伏越しは、主に小口径管きょに用いられるが、小口径管きょは幹線と異なり、流量が間欠的に流れることから、伏越し内に堆積を生じさせないためには、フラッシュ効果を期待する必要がある。

しかし、伏越しはその構造上、流速の伝播が下流まで伝わりにくい（ピークカットされる）ため、特に連続式改良型伏越しでは下流側の伏越し部において十分な流速が得られない可能性がある。

ここでは、数値流体解析（CFD）を用いて、流速伝播に関する計算を試行的に行った。

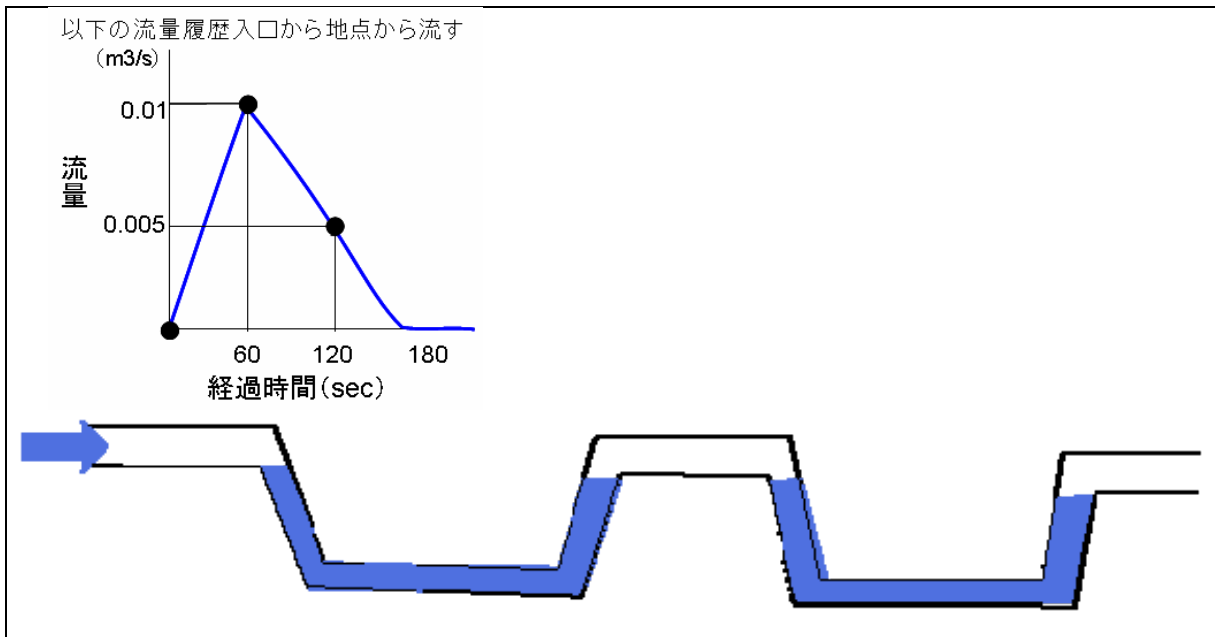


図-8 流速伝播シミュレーション概要

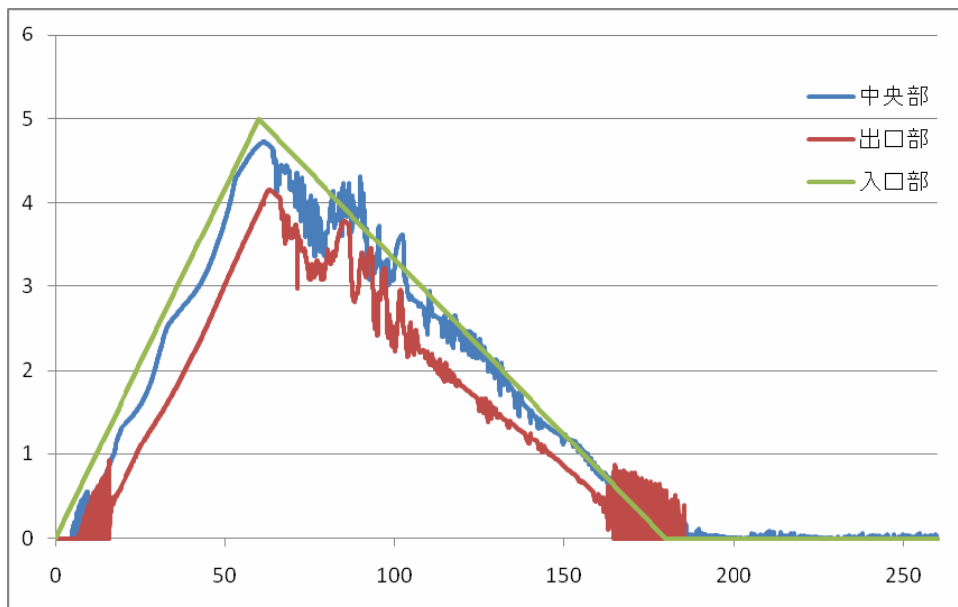


図-9 流速伝播シミュレーション結果

計算の結果、入口における流量増加は中央部、出口部の順番に伝播する傾向が再現された他、速度上昇・減衰傾向が明らかになった。

しかしながら、計算初期の空気の連行について、実態とあわない部分があったことから、今

後の計算条件の設定に関し課題が残った。