

V字型形状の雨どいにおける排水時の砂の流動解析

山本 圭一朗*¹ 大内 崇史*¹ 松橋 洋子*²

Analysis about Sand-Water Flow in V-shaped Eaves Gutter Drainage

Keiichiro Yamamoto, Takafumi Ouchi and Yoko Matsuhashi

エスピー工業（株）は断面がV字型の形状を有する住宅用雨どいを製品化している。雨どいの詰まりの要因に落ち葉、土砂やゴミなどの堆積があり、雨どいの断面形状によって排水時の流動も異なることが予想された。そこで本研究では、砂を対象とした雨どい排水時の挙動を数値解析するとともに、実験によって流動状況を撮影した。断面がV字型と市販角型雨どいの流量5 L/minにおける解析結果から、V字型雨どいは角型雨どいよりも雨どいを流れる水の流速が大きく、砂を模擬した粒子の全てが雨どいから排出された。また、砂の流動状況を撮影した実験においても、V字型雨どいの方が角型雨どいよりも砂が排出されやすかった。

1 はじめに

住宅用雨どいの断面は、半円型や角型形状が一般的であるが、エスピー工業（株）では石灰石を主原料とするLIMEX（ライメックス）¹⁾を使用するV字型形状の雨どい（図1）を製品化している。



図1 エスピー工業（株）の雨どい

雨どいの詰まりの要因に、落ち葉、土砂やゴミなどの堆積があり、雨どいの断面形状によって排水時の流動が異なることも予想される。そこで、本研究では砂を対象とし、雨どいの排水時における流動について数値解析と実験による流動状況を調べた結果について報告する。

2 研究、実験方法

2-1 解析方法

解析対象はV字型と市販の底面80 mmの角型雨どいと し、排水時の砂の挙動を模擬した解析を行った。図2

に示すように、長さ1,500 mmの雨どいの入口に長さ100 mmの流入流路を設けて入口から水を5 L/min流し、水の挙動を界面捕獲法（Volume of Fluid法）による非定常自由表面流れ解析により予測した。雨どいに勾配は設けず、解析領域内の初期状態は空気のみとした。砂は離散要素法（Discrete Element Method）を用いた解析を行うこととし、形状を球、密度を2,000 kg/m³、粒径を細砂と中砂の粒径区分である0.25 mm²⁾とした。粒子の生成位置は雨どい出口より上流995 mmから1,005 mmの区間とし、図3に示す破線の領域内にV字型雨どいでは2,530個、角型雨どいでは2,496個の粒子をランダムな配置で計算開始時に生成させた。時間刻みは0.01秒一定とし、計算は流入開始より60秒までとした。

解析ソフトウェアにはscFLOW V2024.2（ソフトウェアアクレイドル社）を使用し、解析領域はポリヘドラル要素により分割した。メッシュサイズは雨どい底面より1/3の領域を3 mm、それ以外の領域を6 mmとし、境界層は厚みの変化率1.1の8層とした。

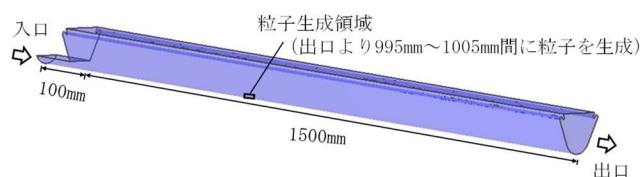
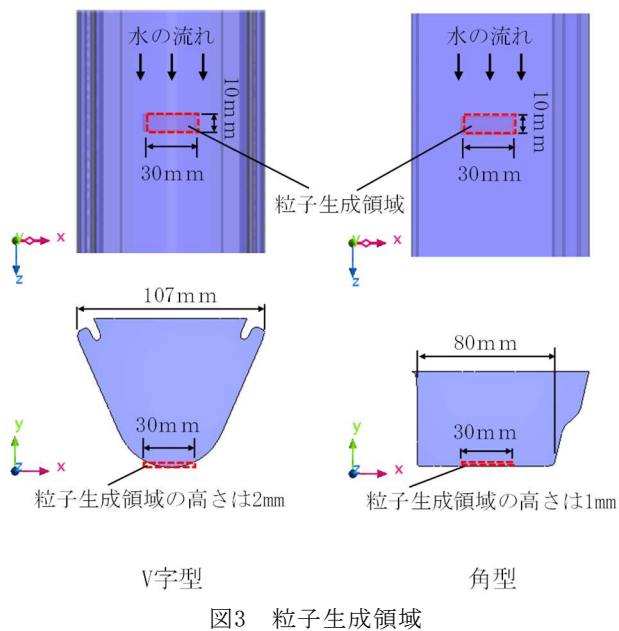


図2 雨どいの解析形状

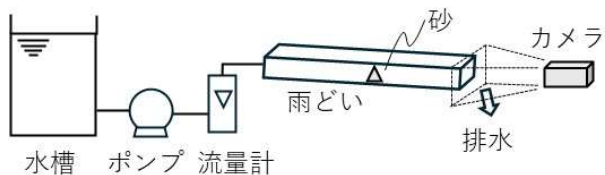
*1 機械電子研究所

*2 エスピー工業（株）



2-2 実験方法

雨どいの排水時における砂の挙動を観察するために、図4に示す実験を行った。長さ3 mのV字型と角型の雨どいを流れ方向に1°の下り勾配を付けて設置し、砂5 gを雨どいの出口側より1 m上流の中央部に置き、水5 L/minを流した時の砂の挙動をカメラで撮影した。砂は機械電子研究所内の敷地より採取し、目開き2 mmのふるいを通過したものを用いた。



3 結果

3-1 解析結果

V字型と角型雨どいの流入開始時と60秒後における粒子の排出状況を図5、図6に示す。粒子の位置を確認しやすくするため、粒径は50倍拡大して描画している。V字型雨どいでは、60秒後には全ての粒子が雨どいより排出されたのに対し、角型雨どいでは、404個の粒子が雨どいに残存する結果となった。

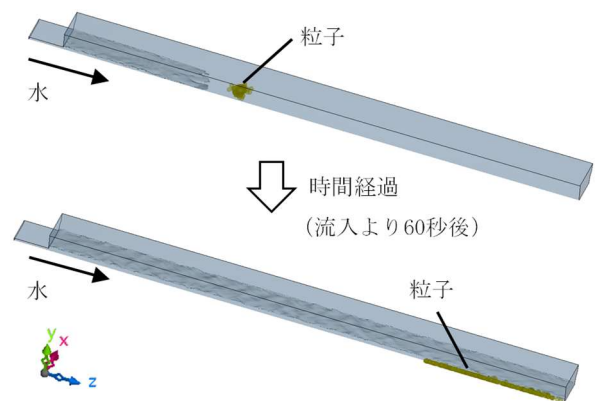
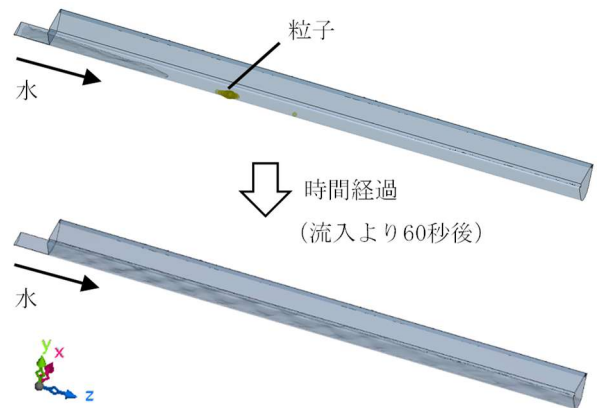
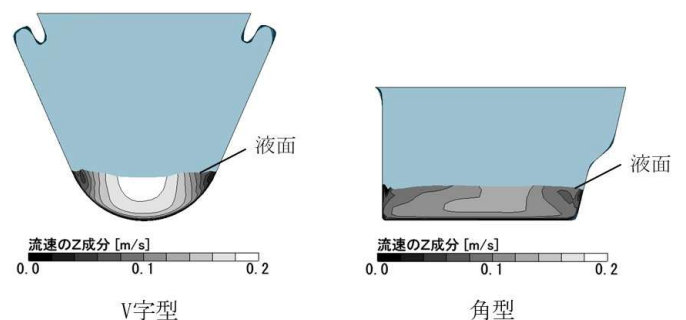


図7に、粒子生成領域の断面における水の出口方向の流速分布を示す。V字型雨どいは、中央部がくぼんだ形状であることから、角型雨どいより水の流速が大きく、流速の影響により全ての粒子が雨どいより排出されたものと考えられる。



3-2 実験結果

V字型と角型の雨どいにおける実験開始前の砂の状況を図8に、実験開始より60秒後の砂の状況を図9に示す。角型雨どいでは砂が雨どいに残っているが、V字型雨どいでは目視による雨どいへの砂の残存を確認できなかったことから、解析と同様にV字型雨どいの方が砂が排出されやすいという結果となった。



図8 実験開始前の砂の状況

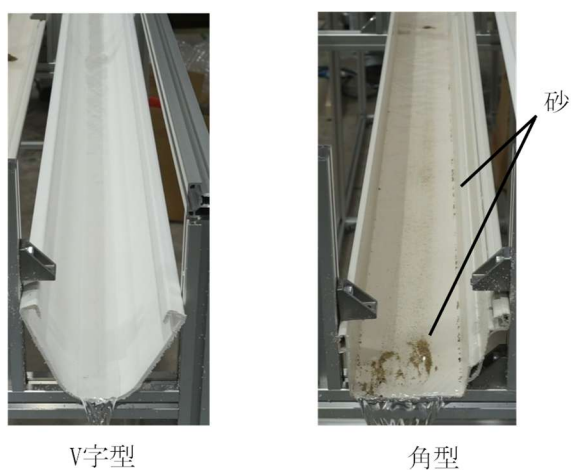


図9 実験開始60秒後の砂の状況

4 まとめ

雨どいの排水時における砂の挙動を数値解析するとともに、実験による流動状況の撮影を行った。V字型と角型の雨どいにおける流量5 L/minにおける解析結果から、V字型雨どいは角型雨どいよりも雨どいを流れる水の流速が大きいために、砂を模擬した粒子が排出されやすいと考えられた。また、流動状況を撮影し

た実験においても、V字型雨どいの方が、角型雨どいと比較して砂が排出されやすいという結果となった。

5 参考文献

- 1) (株)TBM : LIMEX とは ? <https://tb-m.com/study/limex/> (参照2026-04-28)
- 2) JGS 0051 「地盤材料の工学的分類方法」