



吹付けコンクリートの粒子速度

A study on velocity of shotcrete particles

東京大学生産技術研究所

魚本研究室

はじめに

本研究は、吹付けノズルから衝突面までのコンクリート速度に注目し、吹付け速度を計測する目的で高速度ビデオカメラを用いてノズル先端から噴出するコンクリート粒子を撮影した。それらの画像を解析することにより、吹付けコンクリートの粒子速度および乱流強度を計測できることが確認できた。

実験概要

吹付けコンクリートの撮影は、図1に示すようなシステムを用いて実施した。吹付けシステムはトンネル施工時に用いる一般的なシステムを使用した。画像の記録は、高速度ビデオカメラ(シャッタースピード：1/6000秒、1秒あたり500枚記録)を用いて晴天の日に行った。

吹付けコンクリートの速度解析は、東京大学生研2部小林研究室の御協力を得て実施し、濃度相関法をベースとした粒子追跡法を用いて行った。一般に粒子追跡法は次の2つのステップ処理で構成される。

- ① 可視化画像から粒子を検出する走査を実施する。
- ② 検出された粒子を図2に示すとおり、連続する時刻T0、T1間で追跡し移動距離、方向から粒子速度を計測する。

これらの操作を可視化画像の全領域で実施し、検出されたすべての粒子すべての時刻間に対して行い吹付けコンクリートの速度分布を求めた。また、コンクリート粒子の流れの乱れをはかる指標として、乱流強度を算出した。

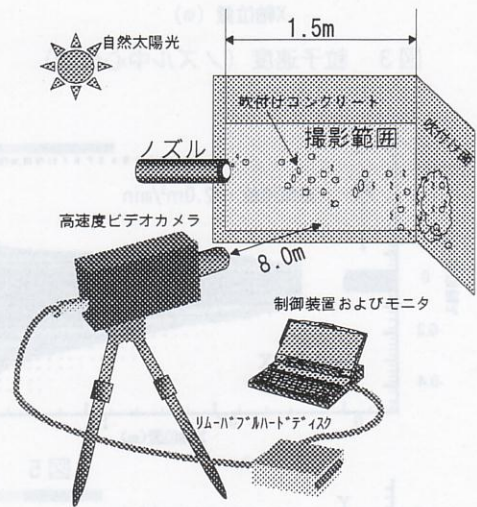


図1 撮影システム図

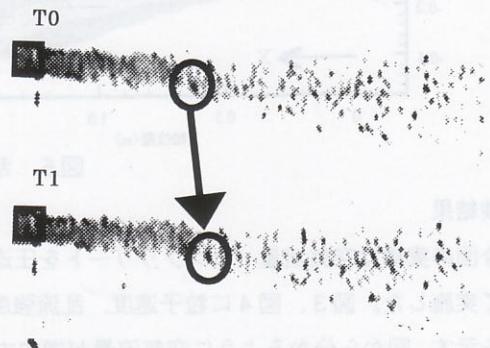


図2 連続するT0、T1時刻の可視化画像

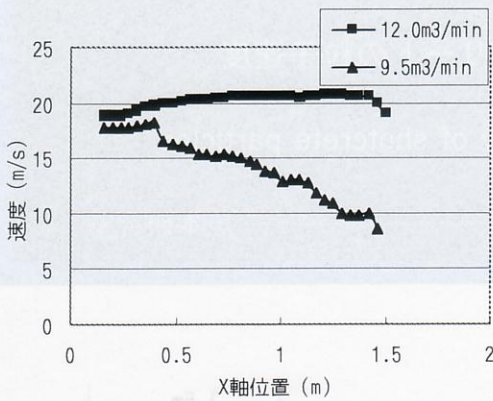


図3 粒子速度 (ノズル中心位置)

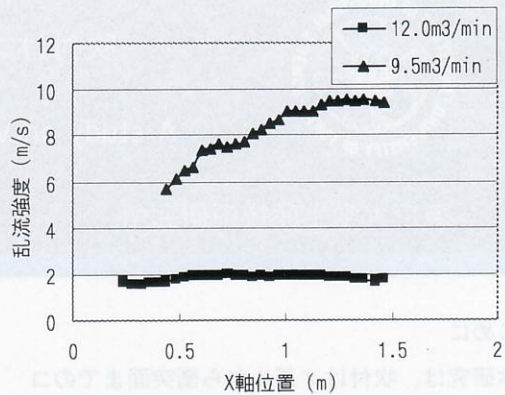


図4 乱流強度 (ノズル中心位置)

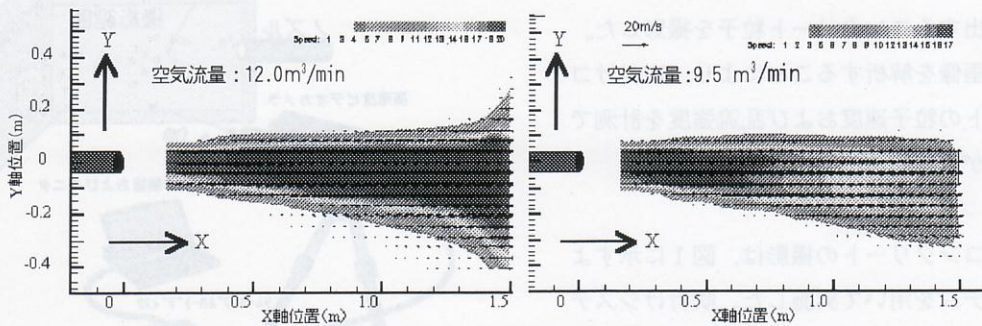


図5 粒子速度分布図

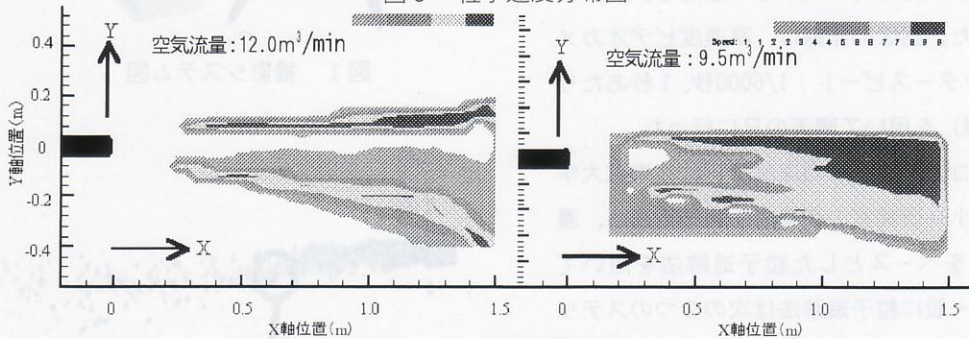


図6 乱流強度分布図

実験結果

今回の実験は空気流量 (コンクリートを圧送する空気量) 2水準 (9.5m³/min、12.0m³/min) について実施した。図3、図4に粒子速度、乱流強度を示し、図5、図6に粒子速度分布図、乱流強度分布図を示す。図から分かるように空気流量が増加すると粒子速度は速くなり、乱流強度も低い値を示した。しかし、空気流量が減少すると粒子速度は著しく低下し、乱流強度も高い値を示した。

このように高速ビデオカメラを用いることにより、吹付けコンクリートの速度を計測することが可能になった。

(石関嘉一、西村次男、魚本健人)