

大口径配管用土砂密度計の開発

(株)大林組 正会員 ○宮入 斎 中根 亘
(株)大林組 福田智之 蔵元 一成

1. はじめに

当社は、矢作ダム管理所（中部地方整備局）とサイフォンによる移動式排砂工法について、2012年12月～2013年1月にかけて、矢作ダム貯水池内にて共同で実証実験を行った。実験は、国内に例のないφ600の大口径排砂管（L=47m）を使って実施した。

サイフォン式排砂工法は、動力を用いないことを特徴としているため、ポンプ浚渫に比べて排砂管内の土砂濃度を低い範囲（3%～6%）で施工する必要がある。管内の土砂濃度が上昇すると、管内堆砂が進行するため、吸引部を引き上げるなどの対応による効率低下がおきる。そこで、吸引効率の向上を図るためには、土砂濃度を正確に把握し、管内堆砂を防止するようオペレーティングする必要がある。

密度を測定する技術としてガンマ線密度計が広く普及しているが、実験では、その機能上（ガンマ線照射範囲は20cm程度）の制約から、大口径配管内の密度を精度良く把握できなかった。

本報文では、大口径配管内の密度を精度よく測定できる新密度計の開発について報告する。

2. 新密度計の概要

今回、開発した新密度計の概略図を図1に、実験を図2に示す。

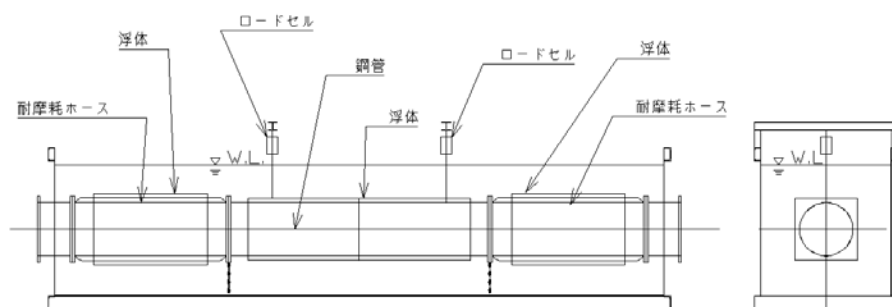


図1 新密度計概略図

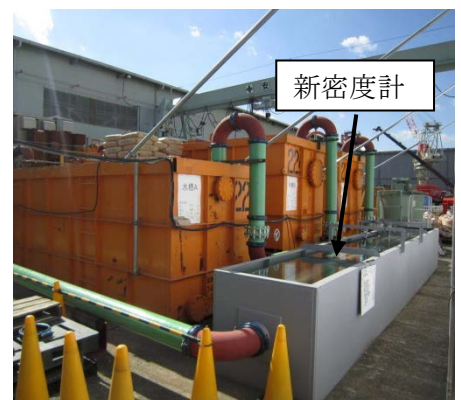


図2 新密度計実験装置

原理は、水槽中に沈めた配管に水を満水にした状態をゼロとし、比重の分からない泥水を配管内に流した場合の重量増加分を泥水の乾土量としてロードセルで測定し、密度に換算するものである。

配管内に水を満水に貯めた状態では、浮体と鋼管・ホースの重量が釣り合う為、ロードセルに作用する荷重は、ゼロとなる（実際には、ゼロになる様に、浮体に入れる空気を調整する）。この設定状態で、配管内に泥水を流し、泥水中の乾土量分の重量をロードセルで測定し、下記の式で密度が算出できる。

以下に新密度計での密度算出式を示す。

$$\rho_n = \frac{P}{W \times 1000} + 1$$

ρ_n : 密度[ton/m³]
 P : ロードセル合計荷重[kg]
 W : ロードセル負担範囲（体積）[m³]←ゲイン設定で求め

新密度計の形状によってロードセルが負担する範囲（配管内の体積）が変わる為、運用する前に密度がわかる泥水で測定し、範囲 W を求める必要がある（ゲイン設定）。 ρ

3. 実証実験

本実験では、新密度計と従来型密度計のガンマ線密度計を比較するため、ガンマ線密度計が正確に計測できる最大の径であるφ200mmでsmallモデルを作成し、その精度を検証した。

キーワード 密度計, 大口径配管, サイフォン

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL 03-5769-1321

3.1 実験設備

測定対象とする鋼管を、水槽に水を張った中に沈める。配管の両端は、可撓性を有するホース（今回はサクシオンホース）を介して、水槽端部に接続する。鋼管の両端部を上部から吊上げ、その吊点にロードセルを配置する。鋼管とホースには、それぞれの単体重量に釣り合う浮力が得られる浮体を装備する。22m³ 水槽 A、B、C の 3 槽を設置し新密度計に接続した。各水槽にサンドポンプを設置し、バルブの切り替えにより密度計に送る泥水を選択できるようにした。粘土分、砂分が沈殿しない様に各水槽に水中ミキサーを複数設置した。時系列のデータをデータロガーに入力し、新密度計ロードセル、ガンマ線密度計、の値を記録した。

3.2 実験方法

実験 1：均一流体での密度を測定した。比重 1.05 と比重 1.10 の泥水を循環させ新密度計で測定した。実験 1 の真値は水槽内泥水を回収し計量した値とした。

実験 2：配管内で密度差、流速差が発生した場合の測定値への影響を調べるために、不均一流体（砂入り）の密度を測定した。限界沈殿流速（3.25m/s、流量 6.5m³/min）を基準として、低流量 4.0m³/min（透明配管を設置し管内を観察して底面で砂が摺動する流速に設定）と高流量 7.5m³/min の 2 通り実験を行った。実験 2 の真値は水槽間を移動した泥水の重量と体積をリアルタイムで測定し、求めた値とした。

3.3 実験結果

(1) 実験 1 の結果

実験結果を図 3、4 に示す。数値が非常に安定しており、泥水濃度 1.05、1.10、ともに比重誤差 ±0.01 の範囲で測定できた。

(2) 実験 2 の結果

実験結果を図 5、6 に示す。真値に対して偏差を持っているが、ガンマ線密度計と比較して遜色ないものとなった。

4. まとめ

新密度計の small モデルを作成し、その精度を検証した。均一流体、不均一流体に対しての実験を行い、ガンマ線密度計と同等の性能を発揮することを確認した。その測定原理から、機能的に大口径（実機サイズ）でも同等の性能が確保できると考えられるため、実施工における大口径配管内の密度をリアルタイムで精度よく測定できる密度計として使用可能と考える。

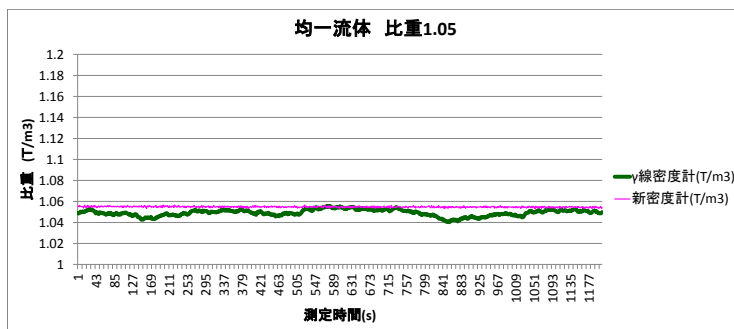


図 3 均一流体比重 1.05

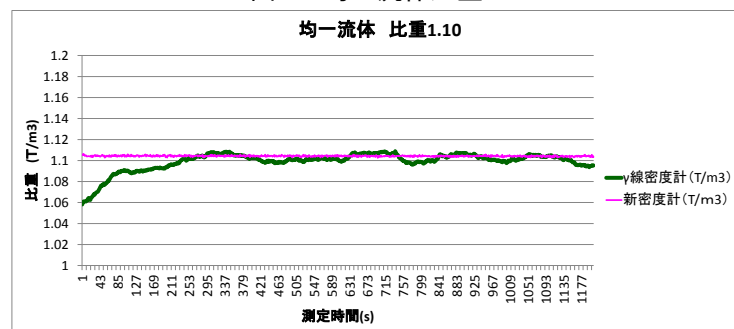


図 4 均一流体比重 1.10

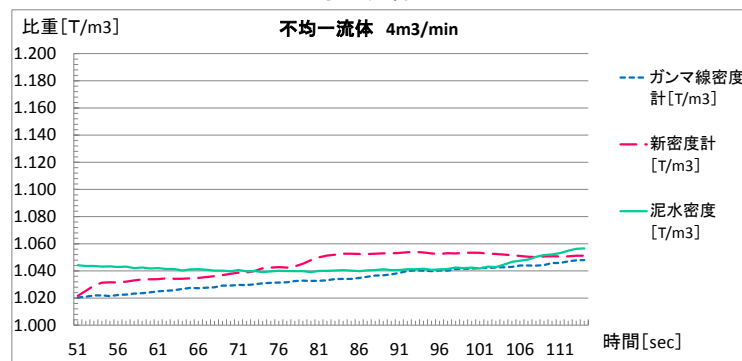


図 5 不均一流体 4m³/min

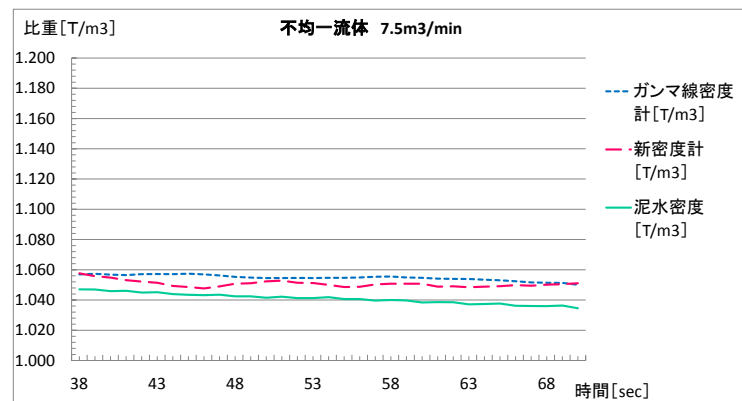


図 6 不均一流体 7.5m³/min