

流動解析による加圧浮上装置の改良 浮上速度の高速化検討

Improvement of Pressure Floating Equipment by Flow Analysis Application of Higher Floating Linear Velocity in Pressure Floating Equipment



山本 平*
Taira Yamamoto



阿野真隆*
Masataka Ano

我々は、設備のコンパクト化、コストダウンの目的のため、円型加圧浮上装置の処理性能向上を検討した。今回は流動解析により、円型加圧浮上装置の浮上速度の高速化が可能で、センターウェル、集水管形状を見出した。そして、その結果を実機採用し、成果が得られた。

We considered the processing performance gain of circle type floatation equipment for miniaturization of equipment, and the purpose of a cost cut. This time, we used flow analysis and found out centerwel and collector form which can accelerate the surfacing speed of circle type floatation equipment. And we applied the result to the system and were able to get the result.

Key Words :

流 動 解 析
円型加圧浮上装置
センターウェル
集 水 管

Flow analysis
Circle type floatation equipment
Centerwel
Collector

【セールスポイント】

- ① 円型加圧浮上装置の浮上速度高速化により、設備のコンパクト化ができる。
- ② 設備のコンパクト化により、コストダウンができる。

ま え が き

従来の円型加圧浮上装置処理流量を増加するための検討結果を報告する。

円型加圧浮上装置の処理流量を表す因子として浮上速度（円型加圧浮上装置への時間当たり供給水量を円型加圧浮上装置面積で除したもの）があり、従来の浮上速度は

$$(\text{供給水量 } \text{m}^3/\text{h}) / (\text{浮上面積 } \text{m}^2) = 7 - 10 \text{ m/h}$$

である。これを

$$(\text{供給水量 } \text{m}^3/\text{h}) / (\text{浮上面積 } \text{m}^2) = \text{約}15 \text{ m/h}$$

と高速化することを目標とした。

浮上速度の高速化により、円型加圧浮上装置の

コンパクト化とコストダウンが期待できる。

円型加圧浮上装置の高速化が可能な設備形状を数値シミュレーションによる流動解析を用い、検討した。

1. 円型加圧浮上装置の見直し点

1) 従来の円型加圧浮上装置

従来の円型加圧浮上装置の概要を図1に示す。

一般に円型加圧浮上装置の供給水は、除去対象となる固形物（スカム）を含む廃水と、加圧し空気を溶解させた循環水との混合水である。

混合は円型加圧浮上装置流入配管内で行われ、このときに、循環水中に溶解していた空気は微細な気

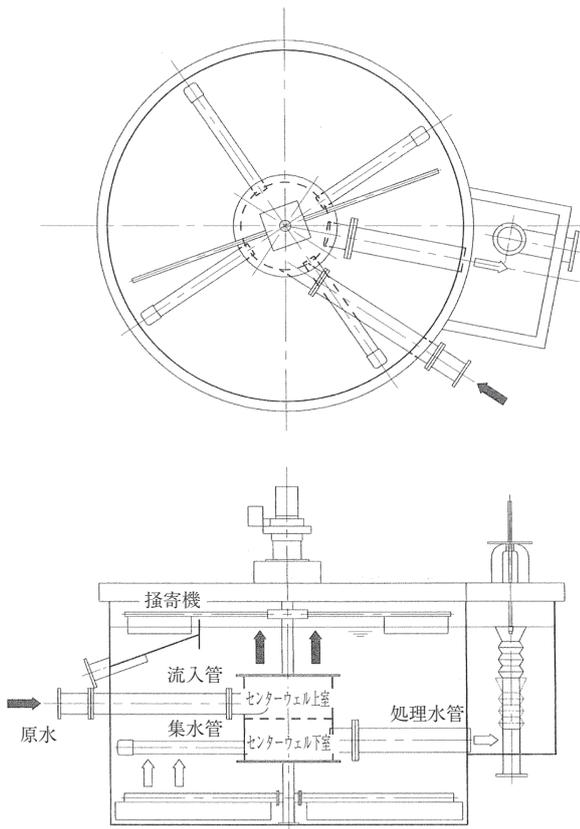


図1 従来の加圧浮上装置

泡として析出し排水中のスカムに付着する。空気が付着したスカムは見掛けの密度が小さくなり速やかに浮上することで、固液分離を行うことができる。

供給水は最初にセンターウエル上室に供給され、上部の排出孔より円型加圧浮上装置中央部に放出され、放射状に槽外周へ流れる。空気が付着したスカムは槽水面に浮上し、汚泥掻取装置にて掻寄せられ槽外に排出される。スカムを除去した処理水はセンターウエル下室から槽外周に放射状に伸びた集水管に入りセンターウエル下室に集められ処理水管を通じ槽外に流出する。

2) 円型加圧浮上装置高速化のための改良点

円型加圧浮上装置の高速化のためには槽内の乱流を抑えることが必要である。そのため従来より集水均等性の良い集水管および偏流を起こし難いセンターウエルを検討した。

2. 集水管形状の検討

1) ダブルD型集水管

検討の結果、図2に示すダブルD型集水管を見出した。この集水管は集水が主に槽外周部で行われるため集水均等性の向上が予想された。

2) ダブルD型集水管と従来型の比較

ダブルD型集水管と従来型の比較のため、集水

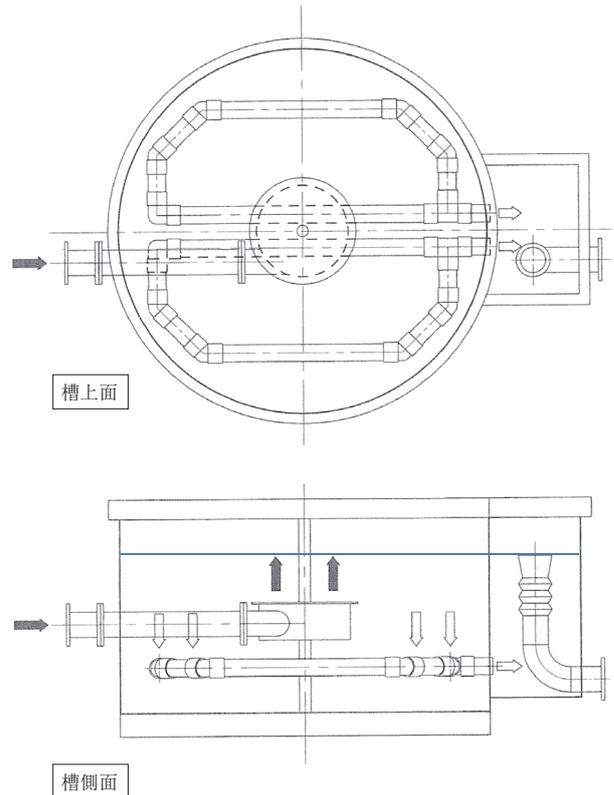
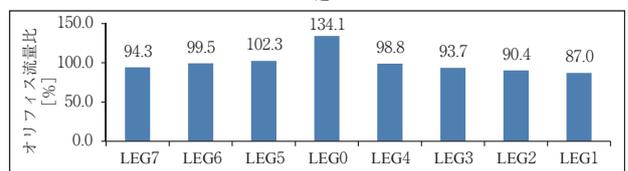
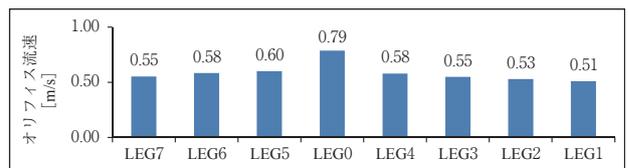
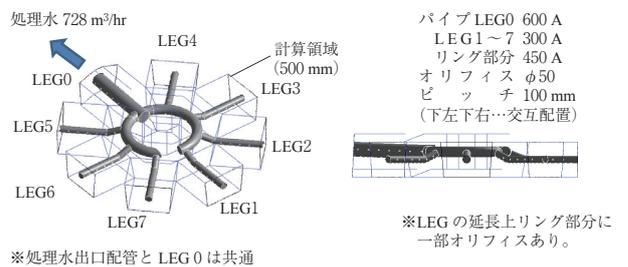


図2 ダブルD集水管のイメージ図



(上) 流速分布 (下) 平均流速を100とした場合の比率分布

図3 従来型集水管解析結果

管流入流速を流動解析で計算した。

図3に従来型のモデルの、図4にダブルD型集水管の計算結果を示す。

計算条件は、径8700mmの円型加圧浮上装置で

浮上速度7.5 m/h の条件とした。

従来型では0.51 m/s - 0.79 m/s の計算結果となり、平均値0.59 m/h を100 % とすると87 - 134 % の範囲で変動していた。ダブル D 型集水管では0.73 m/s - 0.75 m/s の計算結果が得られ、0.74 m/h を100 % とすると98.1 - 100.9 % の範囲の変動でとどまっていた。

したがって、ダブル D 型集水管は従来型と比べて集水均等性が良い結果を得られた。

このダブル D 型集水管にて浮上速度15 m/h で通水した状況を流動解析で確認する。

3) 浮上速度15 m/h での流動解析結果

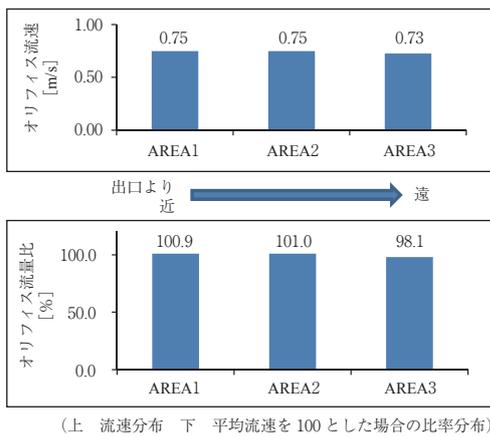
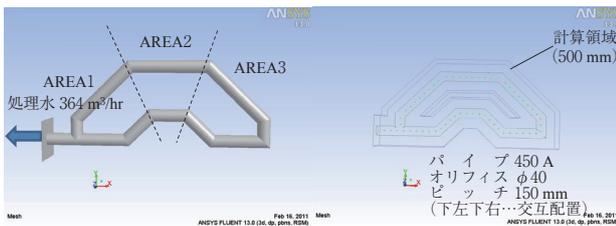


図4 デブル D 型の集水管解析結果

ダブル D 型集水管を使用し、浮上速度15 m/h で運転した場合の円型加圧浮上装置内流動状態を計算する。ここでは過去の納入実績の多い径3 800 mm の円型加圧浮上装置を計算条件とし、結果を図5 に示す。

図5 では浮上速度7.5 m/h と15 m/h でのダブル D 型集水管の流速を同じ表に示し、均等性を比較した。

① 集水管オリフィスの均等性

集水管オリフィスの均等性を確認する。

浮上速度7.5 m/h では0.24 - 0.29 m/s、平均値約0.25 m/s を100 % とすると88 - 108 % の範囲で変動しており、浮上速度15 m/h では0.49 - 0.58 m/s、平均値0.54 m/s を100 % とすると同様に88 - 108 % の範囲で変動しており、両者の均等性は同等であった。

② 円型加圧浮上装置側板下降流れ

センターウェルを出た供給水は槽水面を外周方向に流れ、側壁に当たり、底部への下降流となる。(図6 流動解析断面図参照。)

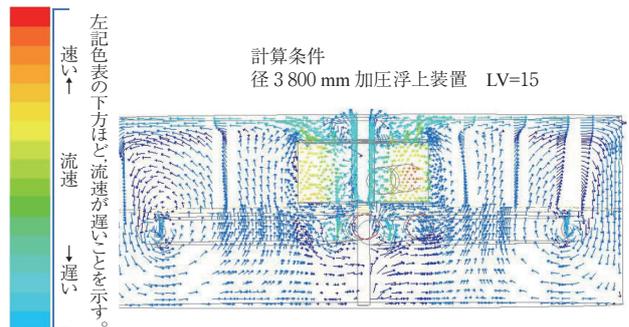


図6 流動解析断面図

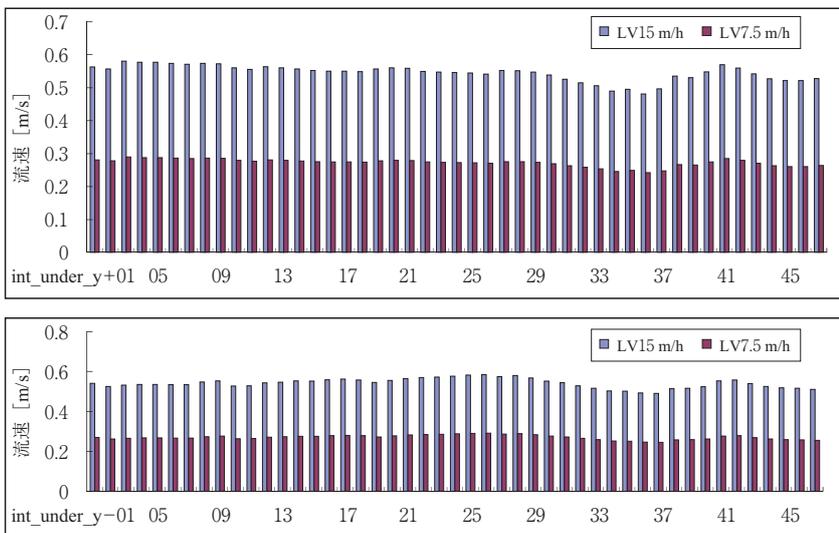
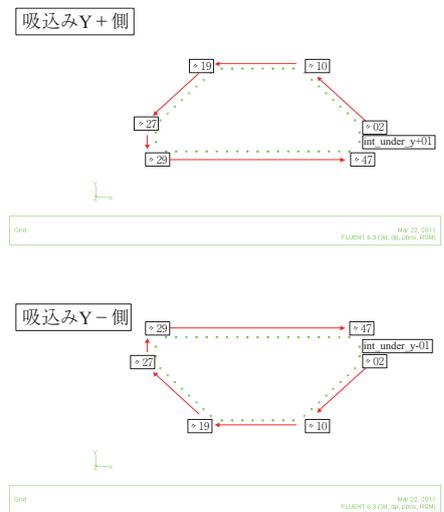


図5 デブル D 集水管, LV = 7.5 m/h と15 m/h の比較



浮上速度15 m/h 時の下降流速は7.5 m/h 時の約1.5倍となる結果を得た。

この流速が速い場合、スクラムが集水管に引込まれるリスクが生じる。

以上の結果より、ダブル D 集水管は浮上速度15 m/h としても、浮上速度7.5 m/h と同等の均等性となることが確かめられた。

しかし、円型加圧浮上装置側板下降流速低減は必要であり、この対策としてセンターウェル形状を検討した。

3. センターウェル形状の検討

1) 判定指標

浮上速度15 m/h 時の円型加圧浮上装置側板の下降流速が、ダブル D 型集水管、浮上速度7.5 m/h での流速と同等となるセンターウェル形状を検討した。

2) センターウェル取付水深

側壁下降流速抑制のためには、センターウェル出口孔から排出される供給水の流速を落とせば良い。

検討の結果、センターウェル取付水深を下げることで、下降流速が下がることが解った。流動解析結果を表1に示す。表記は、円型加圧浮上装置を、水深の浅い位置、中間位置、深い位置で輪切りにし、上下の流速を色分けした図である。

計算は引続き径3 800 mm の円型加圧浮上装置で実施した。

表中に記すように紺色の部分が少ないほど、速い下降流速が無いことを示す。この結果よりセンターウェル取付水深を深くすることで、側板部の下降流速を抑えられることが解った。

4. 実機への適用

以上の結果を、径2 400 mm の加圧浮上装置の設計に反映させることになった。図7にその外形を示す。

1) 集水管

径2 400 mm 円型加圧浮上装置の集水管形状は施工を考慮し、ダブル D 型の近似の四角形とした。

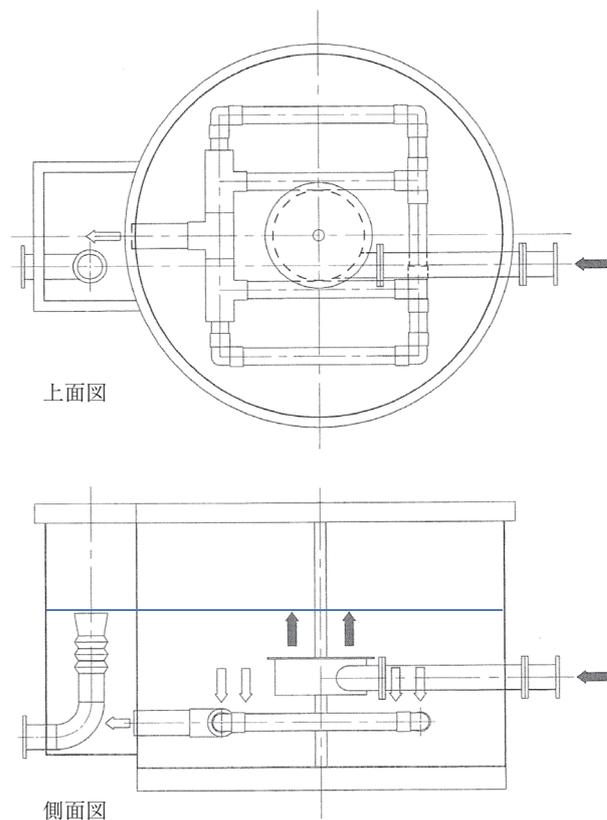
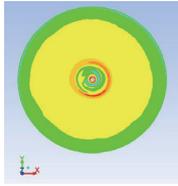
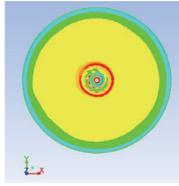
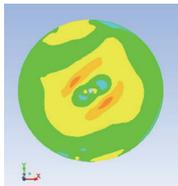
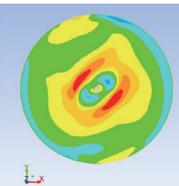


図7 提案集水管のイメージ図

表1 センターウェル取付位置の比較

	センターウェル取付水深 [mm]			結 果
	浅い	中間	深い	
水面より50 mm での流動解析結果				外周部に紺色のエリア無し。
水面より100 mm での流動解析結果				センターウェル取付水深が深いほど、紺色のエリアが少ない。

表2 設計加圧浮上装置の流動解析結果

	集水管形状	通水流速 [m/h]	センターウェル 取付水深	集水管均等性 平均流速を100%とし	流動解析結果	
					水面より50 mm	水面より100 mm
基準	ダブルD	7.5	浅い	87.7 ~ 123.7 %		
設計	四角形（ダブルDの周辺近似）	15	深い	82.1 ~ 110.3 %		
結果				同等の均等性	紺色の部分がいずれも無し。	

2) センターウェル取付水深

センターウェル取付水深は深い位置とした。

表2にこの円型加圧浮上装置の流動解析結果を示す。

径2400mm円型加圧浮上装置で浮上速度15m/hが計算条件である。

表2に示すように、浮上速度15m/hの通水条件であっても集水管とセンターウェル出口孔部流れの均等性、側板部下降流速とも浮上流速7.5m/hと同等であることが解った。

むすび

従来円型加圧浮上装置の浮上速度7-10m/hを15

m/hでの運転が可能な加圧浮上装置形状を流動解析にて検討した。

- 1) その結果、槽外周に沿った集水管、設置水深を深くしたセンターウェルが良いことが解った。
- 2) 計算結果を実機に適用し、原水：SS約500mg/L、処理水：SS20-30mg/Lの運転データを得た。
- 3) 以上の結果より、流動解析による設備形状解析は実機の改良検討に有効であった。

今後老朽化更新期を迎える装置の更新需要については、今回改良した円型加圧浮上装置および検討時に実施した流動解析を適用していき、拡販に繋げたい。

*水処理本部 技術部第三技術室