

藻類破碎に対する衝撃圧の圧力速度の効果について

日本大学生産工学研究員 正会員 ○濱田 龍寿
 日本大学大学院 生産工学研究科 平井 泰造
 日本大学 生産工学部 フェロー会員 遠藤 茂勝

1,はじめに

近年、先進国や発展途上国など世界各地で地球温暖化による環境問題が深刻な問題として取り上げられている。そこで、有害物質を発生しない環境に優しいクリーンなエネルギーが注目されている。

その一つとして、管路流れでは好ましくない現象であるとされ対策がとられてきた水撃現象を、工学的に有効利用しようとするものである。

この水撃現象の有効利用の一つに、水撃ポンプによる揚水利用があげられます。水撃ポンプは石油や電気によるエネルギーを使わず水の運動エネルギーだけで衝撃圧力を発生させることができる特徴を持っている。平地でも 1.0m 程度の落差をとることが出来れば利用可能で、構造が簡単で低コストでの製作が可能、しかも燃料費がゼロという性質を持っている。水撃現象では管路において流体が流れている管内の弁を急激に閉鎖すると、管内流速が急激に減速

し零となるため、管路系の圧力が急激に上昇する。弁の閉鎖により、振動と衝撃波に変換され、あたかも金槌で管を叩いたときと同じ音が発生することからウォーターハンマー（水槌）現象とも呼ばれている。

この水撃圧力を利用することで、アオコや水中の様々な微生物を処理することができる。本研究では、水撃現象の中でも衝撃圧力について検討を行い、藻類の沈降率と圧力速度の関係について検討を行った。

2,実験装置及び方法

今回の実験では Fig-1 に示すように水撃ポンプ概略図の水撃ポンプに圧力計を接続し、水撃現象が起きている間の圧力と作用時間を計り、検討する。今までは圧力のみで沈降率を比較していることが多くあったが、それだけでは正確に効果を立証すること

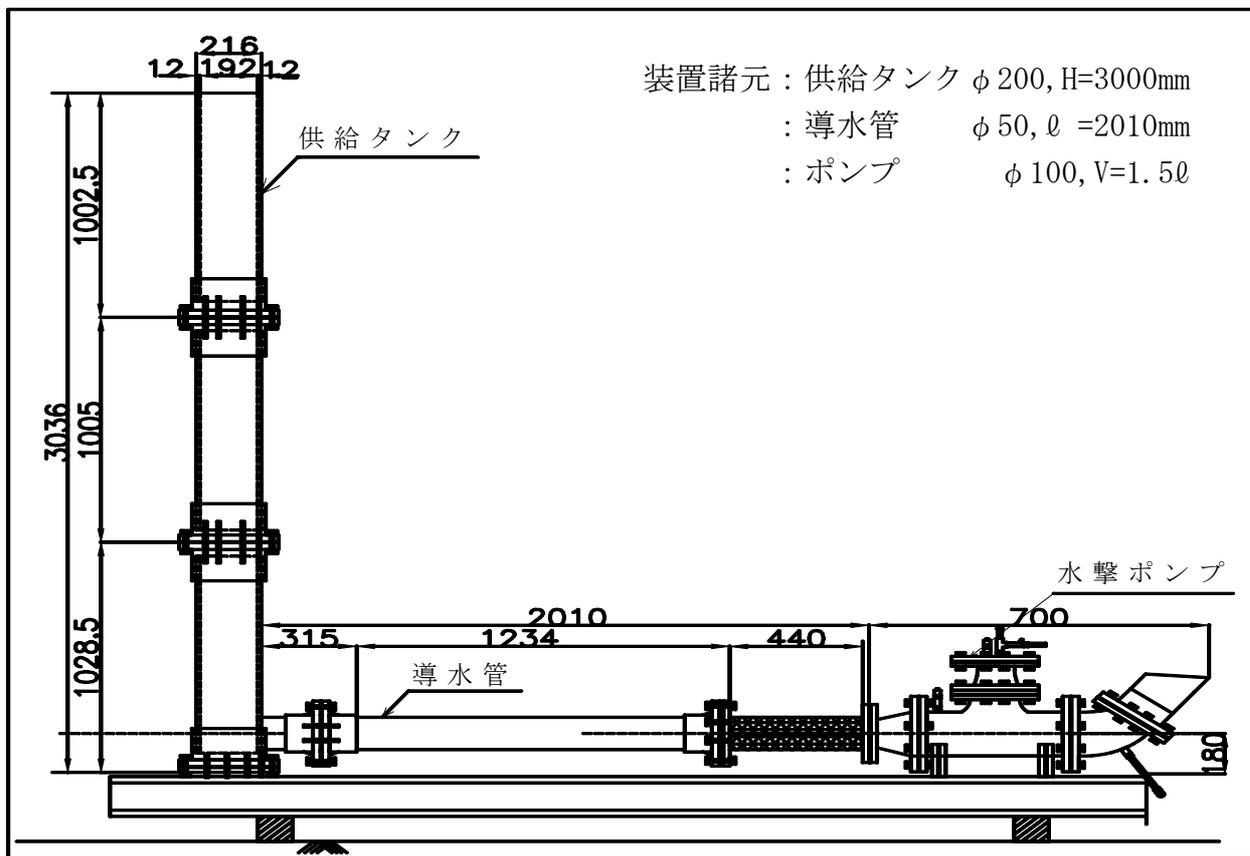


Fig-1 水撃ポンプ概略図

が出来ないので、処理効果を正確に調べるためには速度の関係も加味して整理することが必要であると考へ、圧力速度と浮遊容積比率の関係について、検討した。

3. 圧力波形、圧力速度による破碎効果

ポンプ内で発生した水撃圧の圧力波形の1区間を示したものが Fig-2 で弁室内圧力波形と示したものである。弁室内圧力波形は横軸に経過時間 t を取り、縦軸に圧力値 P を示したものであり、圧力値の動きはグラフのようになっている。ポンプ内で発生した圧力は 0.40MPa ほどの圧力になっており、弁室内で一定周期ごと連続的に水撃圧が発生している様子が確認できる。水撃圧が 0.40MPa まで加圧するのに要する時間は 0.034 秒、減圧するのに要する時間は 0.059 秒である。このときの圧力速度は 11.5MPa/sec であり減圧速度は 7.29MPa/sec であった。圧力波形の圧力変化を算出し浮遊容積比率との関係の一例を示したものが Fig-3 で圧力速度と処理比率を示した。横軸に圧力速度をとり、縦軸に浮遊容積比率を取り各圧力値による浮遊容積比率の傾向を示したものである。このグラフを見ればわかるように、同一圧力値でも浮遊容積比率は変化し、その値は圧力速度を考慮することで正確な値を求めることができるようになった。圧力 0.40MPa の場合では圧力速度が 1.0×10^{-4} MPa/sec では浮遊容積比率は 100% であり藍藻が破碎している様子はみられないが、圧力速度を増大させると浮遊容積比率は減少し 1.0×10^{-3} MPa/sec 以上ならば沈降しており藍藻が破碎されていることがわかる。Fig-2 より圧力速度が 11.5MPa/sec であるため浮遊容積比率は 50% ほどになっている。

4. まとめ

このようなことから藻類破碎圧力は 0.40MPa では破碎できない場合があることを示している。しかし、圧力を 0.42MPa まで上昇させると圧力速度が大きくなるためそれ以上の圧力では処理効率が良くなると思われる。

今後は水撃ポンプの圧力をさらに高い値に上げた場合は、圧力速度がより小さい値でも浮遊容積比率を下げる事が出来るのかを検討して行きたい。

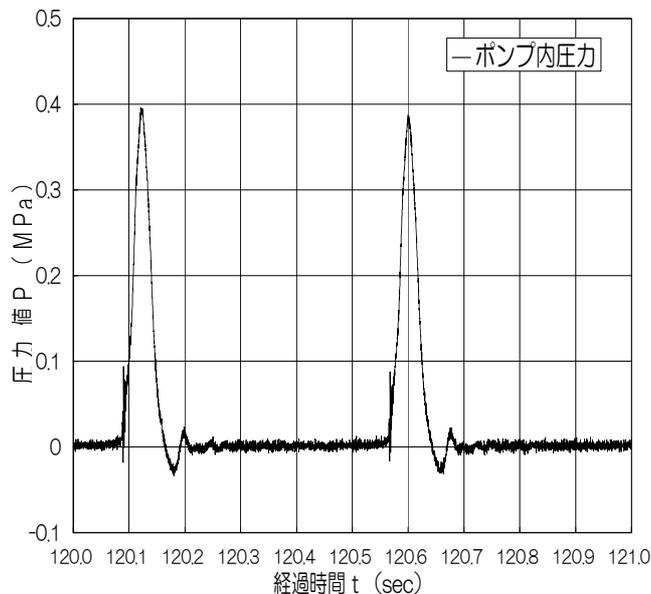


Fig-2 弁室内圧力波形

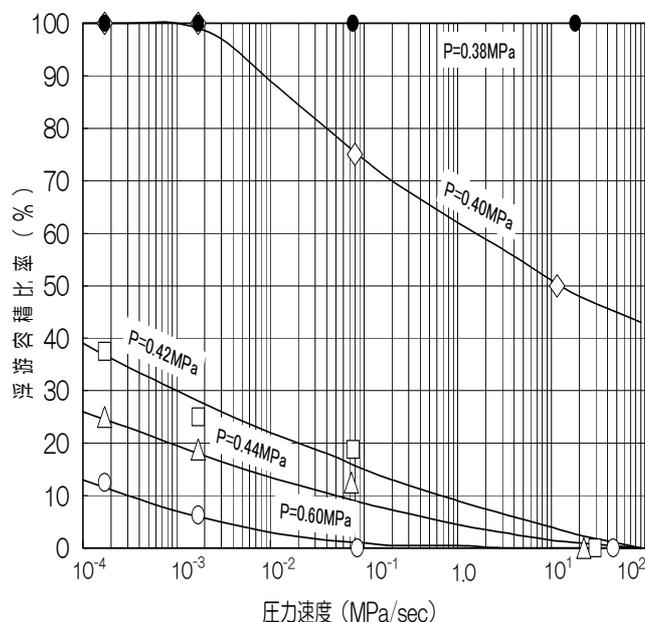


Fig-3 圧力速度と処理比率

参考文献

- 1) 鏡 研一、出井 努、牛山 泉：水撃ポンプ製作ガイドブック、パワー社 1999
- 2) WATER LINE (H. P.)、建設設備的快適生活環境 水圧と水撃現象
- 3) 横山 重吉：水撃入門 日新出版 1979
- 4) 岡田 敬夫、北川 能：水撃ポンプの作動の簡略解析、THE GUNMA-KOHSEN REVIEW 18号 1999
- 5) 濱田 龍寿、遠藤 茂勝：藍藻処理の圧力処理における水撃圧の応用について、環境技術、Vol. 37、No. 9、pp. 47-55、2008