3 斜流ポンプ水車のキャビティ崩壊に伴う 翼面上の衝撃圧力分布の可視化

東海大工 青木克巳[○], 太田絃昭
中山泰喜

Visualization of impact pressure distribution blade surface due to
cavity collapse of diagonal flow reversible pump turbine.

Katsumi AOKI*, Hiroaki OHTA*, Yasuki NAKAYAMA*

The latest diagonal flow reversible pump turbine has a tendency towards increasing speed. On that occasion, cavitation phenomenon in pumping operations is a serious problem for the maintenance. It is, however, very difficult to measure the impact pressure due to cavitation along the surface of the blades. The paucity of reports on the measurement of the impact pressure on the blades due to cavitation so far have prompted us to investigate it.

Thereupon, an experiment was made on the influence of the changes of rotating speed and runner vane opening on the change of pressure distribution, using a model of movable diagonal flow reversible pump turbine. The pressure distribution due to cavitation was visualized by Fujifilm Prescale (pressure detecting sheet).

1. まえがき

斜流ポンプ水車は、これまで、数10m程度の揚程で使用されていたが、近年では数100m以上の揚程にまで使用され、大容量化の傾向にあり、機器は大型化している。それ故、ポンプ水車の回転速度を上げることにより機器の小型化を計かることが考えられている。しかし、ポンプ水車の揚水運転時に発生するキャビテーションは水車運転時に比較して特に著しく、高速化に伴って揚水時のキャビテーションは益々問題になると考えられる。これらを克服するには、その機構上特に重要であるキャビテーション衝撃圧力の解明は不可欠であろう。これまで、ポンプやプロペラ等の流体機械に生ずるキャビテーションエロージョンを予測するため、測定物の表面にマジックインク、ケガキ用のペイントなどのペイントを塗っておき、そのはがれ具合から、クラウドキャビテーションの発生場所とキャビティ崩壊に起因する衝撃圧力の相対的な強さを推定するペイント法ヤソフト

* Tokai University, Hiratsuka, Kanagawa.

Fig. 4 Pressure detecting sheet

Fig. 5 Performance of test pump

ートと呼ばれる2枚のシートの組合せからなりAシートにはマイクロカプセル化した発色剤を塗布してあり、Cシートには顕色剤が塗布されている。これらのAシート、Cシートの薬剤塗布面を完全に密着させて使用し、Aシート側に圧力が加わると、Aシートに塗布されているマ

イクロカプセルが圧力によって破壊され、中の染料(無色)が顕色剤に吸着されると化学反応によって発色(赤)する。この発色度合を光学的に測定することにより定量的な圧力値を求めることができる。この圧力測定用シートの貼付法は、まず、Cシートをランナの大きさより小さく切り、ランナ表面から裏側へ約18mmぐらいまで両面接着テープを貼付し、その上にCシートを貼付する。AシートをCシートよりひ

とまわり大きく切り空気が入らないように重ねあわせる。その縁周りを耐水性接着剤で完全に防水した。

3. 実験結果および考察

3.1 ポンプ性能

Fig. 5 はキャビテーション係数とポンプ水車の特性の一例を示したものであり、回転数を変化させた時のキャビテーション係数 k_d と効率 η の関係を示したものであり回転数が増すにつれて最高効率点は増加し、 k_d は逆に減少する。

3.2 キャビテーション係数と翼面上の衝撃圧力分布および翼面上気泡発生状況の観察

Fig. 6 は回転数 $N = 1600 \text{ rpm}$ におけるキャビテーション係数 k_d と気泡の発生状況を示したものであり k_d が大きいときは最初に翼の先端部にケップキャビティが生じ翼の復面へと移行し気泡が長く伸びているが k_d が小さくなるに従い気泡は背面へと移行し k_d が小さく

Fig. 6 Cavitation coefficient and flow patterns

Fig.7 Visualization of impact pressure distribution by pressure detecting sheet

Fig.8 Impact pressure distribution and k_d

Fig.9 Impact pressure distribution and N

Fig.9 は k_d 一定時に対し、回転数 N を変えた時の衝撃圧力分布であり N に対する衝撃圧力分布の傾向がよくわかる。すなわち p_{max} は N が增大するに従い、増しており、その p_{max} の位置は写真観察より見た気泡消滅の位置にほぼ一致している。

4. むすび

これまでキャビティ崩壊時における衝撃圧力の直接測定は困難であったが、圧力測定用シートで測定することができた。

また、本実験の結果から k_d が小さくなるに従い最大圧力は増大し、その位置は下流側へと伸び、同一 k_d であっても回転数が大きくなるに従い最大圧力値も増加する。しかし、その位置は回転数が大きくなるに従いやや上流側へと移る。

文献

- (1). 渡辺, 化学, 32-9, 699

なるほど気泡消滅位置は下流へと伸びている。しかし、 N が 2000rpm と増すに従い、 k_d の変化に対しても翼背面上での気泡は伸びずほぼ一定の長さを保っているようである。これらの気泡による翼背面上の衝撃圧力分布の模様を示したのが Fig.7 である。これらの赤色された濃度を光電管により測定し、濃度～圧力線図より圧力換算する。Fig.8 は Fig.7 の濃度分布を圧力値に換算し、プロットしたものであり、キャビティ崩壊時の平均的衝撃圧力分布である。キャビテーション係数 k_d が小さくなるほど最大圧力 p_{max} は増大し、またその位置は翼面下流側へと移動している。また、