U.D.C. 621.67-253: 532.528

羽根数の異なる渦巻ポンプ羽根車のキャビテーション実験

Experiments on Cavitation in Centrifugal Pump Impellers with Various Number of Vanes

> 橫山重吉* Shigeyoshi Yokoyama

内 容 梗 概

羽根数が5,6および7枚の渦巻ポンプ羽根車のキャビテーションについて実験し、次の結果を得た。

- (1) キャビテーション初生前後の状態にあっては羽根枚数の小なる羽根車がキャビテーションに対して良好なる成績を示した。羽根数が小となると羽根前後面の圧力差は増大するが、入口における低圧の部分は小さいことがわかった。
- (2) キャビテーションがかなり発達して揚程低下をおこす範囲においても羽根数の小なる羽根車がキャビ テーションによる揚程低下は少なかった。

1. 緒 言

羽根数のことなる羽根車を有する渦巻ポンプのキャビテーション 実験結果については従来二,三の論文が発表されている。ジウモ フ,ピイエシキン⁽¹⁾両氏は入口角を8°30′とし羽根枚数を2,4,8,10 の4種類に変化した渦巻ポンプについて実験し,キャビテーション 変化し、羽根面上の最低圧を比較している。同氏によると羽根数の 相違によって確然たる差は出ていないが、羽根枚数の多い方が負圧 は小さいようである。前述の神元氏以下の論文は直接キャビテーシ ョン実験をしていないので、これらの羽根面上の圧力降下とキャビ テーションの関連は明らかでない。

かく研究者によって羽根枚数の影響に対する結論はまちまちであ

による揚程低下曲線を求めた。両氏によれば羽根枚数は多いほどキ ャビテーション性能はよくなるといっている。ただし羽根枚数8と 10とは大差ない結果を示している。またWood, Murphy, Farquhar の3氏⁽²⁾は斜流ポンプにおいて羽根枚数を4, 5, 6として実 験し,キャビテーション初生を観察した結果,枚数5のものは6のも のより良好な結果を示した。しかし枚数4のものは入口における流 速が小であるにかかわらずキャビテーション性能はよくなかった。 以上二つの研究は羽根枚数に関して反対の結果を示した実例である が,その理由はポンプの種類が異なるためか,あるいはキャビテー ションの発生程度が異なるところで議論しているため(前者は揚程 低下をおこすまで発達したキャビテーションであり,後者は初生キ ャビテーションである)か判然としない。

生源寺⁽³⁾氏および Stepanoff⁽⁴⁾氏は羽根一枚当りに負担すべき仕 事は羽根数が少ないとき大となり,この場合は羽根前後面の圧力差 は大きく羽根後面の負圧が大となりキャビテーションに対して危険 が増してくるとしている。神元⁽⁵⁾氏は空気実験により渦巻ポンプの 羽根車羽根表面の圧力分布を求めているが,羽根枚数を4,6,8, 12の4種類に変え,次の結論を得ている。「羽根数が減少すると羽 根一枚当りの仕事量は増加している。しかし羽根入口付近の負圧は 羽根数が多いほど増加してくる」同氏の結果によれば生源寺氏らの 記述と矛盾している。また Acosta⁽⁶⁾氏も羽根枚数を2,4,6と



る。

筆者は今回羽根枚数を5,6,7とした羽根車についてキャビテ ーション実験をしたのでここにその実験結果を報告する次第であ る。

2. 実験用ポンプ

実験に用いたポンプは立て形渦巻ポンプ⁽⁷⁾であり,その羽根車は 第1図(羽根枚数5のもの)に示すとおりである。外径350 mm, 入口径175 mm,羽根出口角23°50′,羽根の幅15 mmはいずれの羽 根車にも共通とし,羽根枚数をそれぞれ5,6,7にとってある。 これらの羽根車はいずれも合成樹脂テラダイト製の組立式羽根車で その側壁は透明なアクリル樹脂であり,アクリルとテラダイトとは 接着剤により接着した。各羽根車の入口羽根面上には圧力測定孔を 隣り合わせの羽根面上に羽根前面,後面ごとに7個ずつ設けた。測 定孔は直径0.7 mmで面に直角にあけられている。

実験装置および方法

実験用ポンプは給水ポンプによってタンクを介して所要の吸込水 頭が与えられる。ポンプの駆動は横軸直流電気動力計(容量 40kW) によって行なった。

各測定項目の概要を次に述べる。

(1) 羽根直前の流速分布の測定(羽根入口縁より10mm上流 側の点にて3穴のピトー管で測定した)。

(2) 性能曲線を求める実験 N=1,000 rpm にて運転し吸込水頭
Hsを10, 5, 1, -2mに変えた。

(a) 流量Qの測定(0.44 m 幅四角せきによる)。

(b) 全揚程Hの測定(羽根車入口,出口の総圧をピトー管で)

第1図 実験用羽根車(羽根枚数5)

* 日立製作所亀有工場

測定し,これからHを求めた)。

— 70 —

(c) H_sの測定(羽根幅の中心から 302.5 mm 上流の吸込管壁
においてU字形水銀圧力計で測定した)。

なおこの実験の際キャビテーションによって発生する気泡群 の長さえを肉眼により観察,記録した。

(3) 羽根面上の圧力分布の測定
Qを 2.6 m³/min, 2.2 m³/min および 2.0 m³/min の 3 種類にと

羽根数の異なる渦巻ポンプ羽根車のキャビテーション実験



1373

H_S (m)	初生の時 (m ³ /min)	λ=10mm の時 (m ³ /min)	λ=20mm の時 (m ³ /min)
10	2.85	3.23	3.49
5	2.96	3.16	3.32
1	2.76	2.92	3.11
- 2	2.40	2.65	2.83

H_S (m)	初生の時 (m ³ /min)	$\lambda = 10$ mm の時 (m ³ /min)	λ=20mm の時 (m ³ /min)
10	2.88	3.15	3.35
5	2.72	2.90	3.08
1	2.59	2.71	2.80
- 2	2.42	2.51	2.61

り N=1,000 rpm, $H_s=1$ m にて実験した。

(a) 羽根入口前面圧力 h_f,後面圧力 h_bの測定(ポンプの回 転軸のまわりに取り付けた水銀圧力計によって測定した)。 (b) キャビテーション発生状況(肉眼または写真撮影)。

4. 実 験 果 結

第6図 羽根後面の圧力分布

ら当然考えられることである。初生を含めたキャビテーションの発 生状況を示したものが第3図である。図は各羽根車につきHsを 10, 5, 1, -2m としたときのキャビテーションによる気泡群の長 さえとQとの関係を示している。キャビテーションはもっぱら羽根

4.1 羽根直前の流速および静圧 第2図はQ≒2.4 m³/min における羽根直前の流速および静圧の 実験結果を図示したものである。図からわかるとおり羽根直前の流 速および静圧は羽根枚数によってほとんど影響されていない。 4.2 キャビテーション発生状況 キャビテーションの初生は羽根の幅方向、ボス側におこる。これ は前節に述べた羽根直前の流速がボス側で高速となっていることか

前面にのみ発生した。この図からキャビテーション初生(*i*=2mm とみなす)、 $\lambda = 10 \text{ mm}, \lambda = 20 \text{ mm}$ のときのQをよみとり第1表に 掲げた。同一のAに対してQの多いものほどキャビテーションに対 し有利である。キャビテーション初生に対して良好なるものの順に 各羽根車をならべると次のとおりである。 z=5 z=6 z=7いきつ ぞく 精正 ほぼ同一



(Z=5の場合)

キャビテーションによる気泡群の長さ $\lambda = 10 \text{ mm}, \lambda = 20 \text{ mm}$ のと きの順位は次のようになる。

z=5 z=6 z=7

羽根入口直後における流速は羽根枚数2が多いほど高速となり, したがってキャビテーションに対してもこが多いほど悪くなるもの と考えられる。

4.3 性能曲線

キャビテーションを発生していないときの各羽根車の H-Q 曲線 (N=1,000 rpm)を比較すると第4図のようになる。羽根枚数の小 なるものの方がHは下回っている。

4.4 羽根車入口における羽根面上の圧力分布

N=1,000 rpm, $H_s=1$ m にてポンプを運転し, Q を 2.6 m³/min としたときの羽根表面の圧力分布を図示すると第5~6図のように なる。図の横軸には羽根先端よりの距離をとり、縦軸には羽根前面 圧力h_fあるいは後面の圧力h_bをとってある。図の一点鎖線は羽根 枚数 z=5, 破線は z=6, 実線は z=7 をそれぞれ示す。ただし z=6 **の**h_fは測定を失敗したため削除してある。キャビテーションの発生 状況は第3図に示すとおり、 2=7においてはすでに初生をこえた状 態にあるのに反して、z=5においてはキャビテーションの発生はな い。第5図において羽根先端における負圧の程度は z=5の方が大

化を各羽根車について示せばそれぞれ第8~10図のようになる。こ れらの図より明らかなようにキャビテーションによる揚程低下は羽 根枚数の少ない羽根車ほど小さい。

5. 結 言

以上の結果を要約すると次のようになる。

(1) キャビテーション初生前後の範囲において羽根枚数の小な るものがキャビテーションに対して良好なる成績を示した。これ は羽根数の小なる羽根車においては羽根入口直後の流速が小であ るためである。

(2) 羽根車の入口における羽根面上の圧力分布については、羽 根枚数が小の場合は羽根前後面の圧力差は増大しているが、入口 における低圧の部分はかえって羽根数が大なるものより小さくな っておりキャビテーションの危険は少ない。

(3) キャビテーションがかなり発達して揚程低下をおこす範囲 においても羽根数が小である羽根車が揚程低下がもっとも少なか った。

終わりに臨みご指導をいただいた日立製作所亀有工場小堀博士に 深謝するとともに実験に従事した同工場園田保博、小島章の両君に 感謝する。

考 文 献 参

(1) ジウモフ, ピイエシキン: 科学文献速報, 機械工学編

きい。しかし 2=7の羽根表面の負圧の占める範囲は 2=5 より明ら かに大である。キャビテーションの発生は負圧の占める範囲の大小 に依存すると解釈できる。次にh_b(第6図)について見るとz=6. z=7の値には大きな差は見られないが z=5の値はこれらよりかな り上回っている。h_f, h_b曲線間の距離すなわち羽根前後面の圧力差 は第7図に示すように全般的に見れば(z=5の場合)>(z=7の場 合)となっている。

- 2200683, 昭 35-4-10
- (2) G. M. Wood, J. S. Murphy, J. Farquhar: Trans ASME 11, 1960

de.

生源寺順: 渦巻ポンプ講義, p. 284 (3)

— 72 —

- A. J. Stepanoff: Centrifugal and Axial Flow-Pump, 1957, (4)p. 242
- 神元五郎: 機械学会論文集第22巻第113号, 昭31-1, p.56 (5)A. J. Acosta: Trans ASME 6, 1954, p. 749 (6)横山重吉: 機会学会誌第64巻第515号, 昭36-12, p.1689 (7)