

流体の方向転換を伴う諸問題

緒方正幸* 上松順二**

Fluid dynamic with regard to the change of course

by Masayuki OGATA, Junji UEMATSU

1. 序

一般に物質には固体、液体、気体及びプラズマの4相があると言われている。この内既存の流体力学で扱い得るものは液体と気体である。

所で流体にはエネルギー不減の法則としてベルヌーイの定理(1)式がほぼ成立するが、流体の本質から発生して来る粘性のために誤差を生じる。特に流体が方向を変える時は粘性のために複雑な現象を生じベルヌーイの式並びにベルヌーイの式を微分すると得られるオイラーの式では凡そ表現出来ないものとなる。

$$\frac{\gamma}{2g} v^2 + p + \gamma z = \text{const.} \quad (1)$$

γ : 比重量, g : 重力の加速度, v : 流速, p : 圧力, z : 水柱,

所で粘性を入れると数式では解けない故, 機械学会論文集では非粘性流体と仮定して理論解を求めた例が見られるが, 実際の現象とは異なる答を得るのみである。

Dettmering¹⁾ は今までに発表された文献は流体の持つ粘性を無視している故現象を正確に表わしていないとした上で, 粘性により軸流圧縮機で生じる2次流として以下の種類をあげている。

(1)カーブした流路により生じるもの, (2)半径方向の圧力差により生じるもの, (3)チップクリアランスにより生じるもの, (4)相対運動をする壁面により生じるもの, 更には2次流相互間の干渉により生ずるものとして, (5)通路渦とリーケージ渦, (6)全周を回る渦, (7)動翼静翼で相互に壁面が運動するものとししないものがくり返されるために生じる渦, その他(8)前段で生じた2次流が次段に影響を及ぼして生じるものまで含めると理論計算で解明出来る段階ではないとしている。以上のことは企業で実機を製造して来た者にとっては実感として受け入れ得るものである。

従って流体の方向転換を伴う実験を行えば, 教科書を始め文献にない新しい現象が無限に存在することを証明出来ると考え, 昨年の卒研生には「JIS Screw Elbowの流体力学的特性」²⁾を調査頂いたが, エルボーの影響は後流に及ぶとされていることに對し, 上流に對しても重大な影響を及ぼすと言う。判って見れば極く常識的な新事実を発見してくれた。

今年の卒研生, 菊地深, 志田織登, 隋子康, 瀬沼明, 中岡裕, 浜田宏, 星野伸一, 安原昌彦は1チームがScrew Elbowの引続きの実験を行い, 他の1チームが境界層吸込みを

* 理工学部機械工学科 助手 流体力学

** 理工学部機械工学科 教授 流体力学

行わない時の減速翼列の実験と言う流体の方向転換についての実験を行った。

尚今年は締切日の都合と機械学会に投稿し、この際機械学会論文より先に発表してはならないと言う規定があるために詳細な註釈を抜きにして後者の減速翼列の記録のみを以下に示す。

2. 実験装置

大学の翼列風洞装置を使用し図1に示す翼を表1に示す条件で実験した。

条件を簡素化するために翼には前縁を丸めた平板を使用した。

尚記号は以下のものを使用した。

W : 流速, W_1, W_2 : 翼列前後速度

$\Delta P_{(a-d)} = \xi \cdot (\gamma/2g) \cdot W_1^2$ (a) (d) 間の圧力差

ξ : 抵抗係数

$S = C/\ell$ ソリディティ

i : 迎角 (度)

N : 風洞用送風機

回転数 (rpm)

$Re = W_1 C/\nu$

レイノルズ数

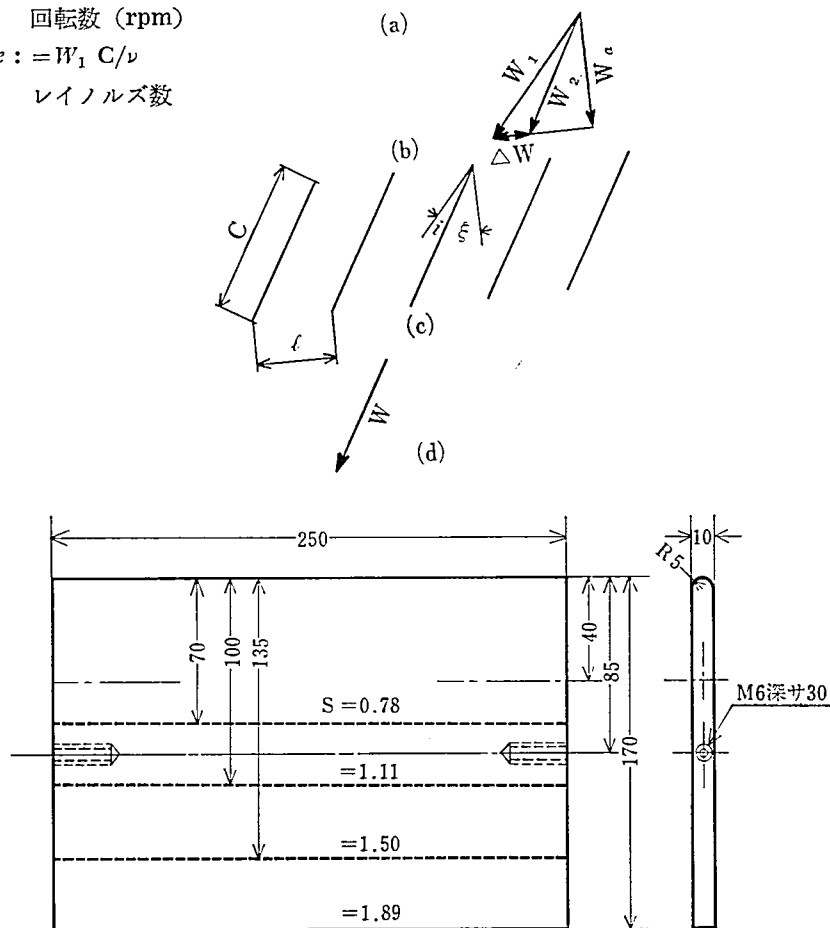


図1-a 通常翼

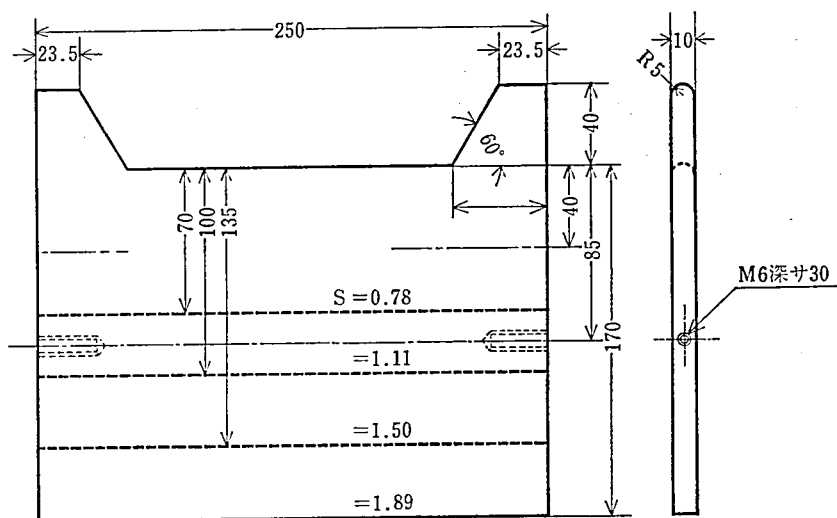


図1-b 改良 I 翼

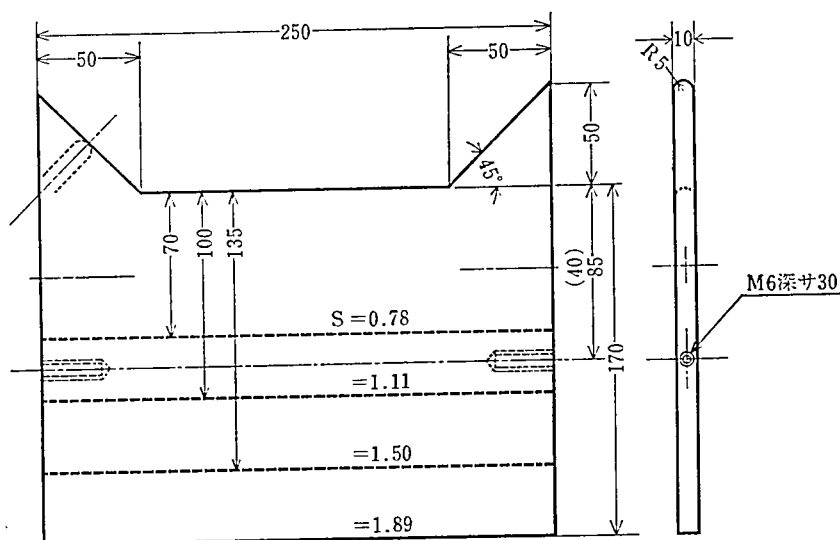


図1-c 改良 II 翼

表1 実験条件

使用翼	通常翼(図1-a), 改良 I 翼(図1-b), 改良 II 翼(図1-c)	
翼枚数	7枚	翼ピッチ $l=90\text{mm}$
取付角	$\xi=30^\circ$	迎角 $i=0^\circ\sim 12^\circ$
ソリディティ	$S=1.89, 1.50, 1.11, 0.78$	

3. 実験記録

機械学会論文講演(昭和56年4月)に「翼列及び壁面により形成される流路の性能改善対策(第1報改良翼 I 形の性能調査)」と云う題で境界層吸込みを行わない時の減速翼列

表2 通常翼

i	N	$S=1.89$			$S=1.50$	
		全压: D	静压: S	ζ	全压: D	静压: S
		mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq
0	800	38.700	11.700	0.3023	36.000	9.400
	1000	61.235	19.000	0.3103	58.925	15.000
	1200	91.685	28.270	0.3083	85.870	25.990
	平均			0.3070		
1	800				35.700	10.500
	1000				57.975	16.700
	1200				83.800	27.900
	平均					
2	800				36.600	10.200
	1000				58.140	15.800
	1200				85.355	26.705
	平均					
2.5	800	39.310	11.500	0.2925		
	1000	63.700	19.100	0.2998		
	1200	92.755	27.700	0.2986		
	平均			0.2970		
3	800				36.465	9.200
	1000				59.685	14.200
	1200				87.535	24.345
	平均					
4	800				36.800	9.600
	1000				59.830	14.900
	1200				87.320	24.275
	平均					
5	800	40.315	11.400	0.2828	37.500	9.400
	1000	63.570	18.000	0.2832	60.835	14.500
	1200	95.100	27.600	0.2902	88.610	23.570
	平均			0.2854		
6	800	39.630	11.200	0.2826	36.700	9.400
	1000	65.140	18.020	0.2966	60.600	14.800
	1200	95.500	26.720	0.2798	88.115	23.445
	平均			0.2797		
7	800	41.120	11.400	0.2772	37.685	9.700
	1000	65.505	17.800	0.2717	60.770	14.800
	1200	96.245	26.600	0.2764	91.300	23.200
	平均			0.2751		
8	800	40.400	11.200	0.2772	37.930	10.165
	1000	66.700	17.705	0.2654	60.900	15.800
	1200	98.370	26.000	0.2643	91.490	23.700
	平均			0.2690		
9	800	40.970	11.300	0.2758	38.100	10.800
	1000	67.500	17.700	0.2622	61.675	16.700
	1200	98.545	25.590	0.2597	91.680	24.995
	平均			0.2659		
10	800	40.925	12.100	0.2957	38.140	11.560
	1000	66.835	19.000	0.2843	62.100	18.125
	1200	98.705	27.100	0.2746	91.635	26.380
	平均			0.2849		
11	800	41.800	12.400	0.2967	38.065	12.600
	1000	68.100	19.200	0.2819	61.655	20.000
	1200	99.620	27.200	0.2730	91.410	28.945
	平均			0.2839		
12	800	42.200	12.895	0.3056	37.200	13.625
	1000	67.700	19.700	0.2910	61.200	22.130
	1200	100.985	27.600	0.2733	90.315	32.535
	平均			0.2900		

実験データ

	$S=1.11$			$S=0.78$		
ζ	全圧: D	静圧: S	ζ	全圧: D	静圧: S	ζ
—	mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq	—
0.2611	36.000	9.400	0.2611	36.700	8.300	0.2262
0.2546	57.225	15.500	0.2709	58.190	13.100	0.2251
0.3027	86.125	23.000	0.2671	86.470	19.000	0.2197
0.2728			0.2664			0.2236
0.2941	36.280	8.600	0.2370	36.290	7.700	0.2122
0.2881	58.765	14.100	0.2399	59.500	12.300	0.2067
0.3329	87.650	20.700	0.2362	88.490	17.600	0.1989
0.3050			0.2377			0.2059
0.2787	36.230	8.300	0.2291	36.900	7.500	0.2033
0.2718	60.340	13.800	0.2287	61.000	11.800	0.1934
0.3129	88.400	20.015	0.2264	89.390	16.600	0.1857
0.2878			0.2281			0.1941
0.2523	37.340	8.200	0.2196	37.300	7.200	0.1931
0.2379	60.100	12.900	0.2146	61.100	11.100	0.1817
0.2781	89.005	19.200	0.2157	90.290	16.100	0.1783
0.2561			0.2166			0.1844
0.2609	37.700	7.900	0.2095	38.100	6.960	0.1827
0.2490	60.900	12.400	0.2036	62.800	10.400	0.1656
0.2780	89.945	17.730	0.1971	92.300	15.500	0.1679
0.2626			0.2034			0.1721
0.2513	37.885	7.800	0.2085	38.590	6.700	0.1736
0.2383	60.915	12.100	0.1986	62.700	9.900	0.1579
0.2660	90.460	17.400	0.1924	92.800	15.000	0.1616
0.2519			0.1998			0.1644
0.2561	38.500	7.600	0.1974	38.700	6.460	0.1669
0.2442	63.650	11.700	0.1838	64.100	9.400	0.1466
0.2661	92.370	16.400	0.1775	94.300	14.100	0.1495
0.2555			0.1862			0.1543
0.2574	38.500	7.705	0.2001	38.880	6.900	0.1778
0.2435	63.300	11.900	0.1880	63.300	10.000	0.1580
0.2541	92.435	16.245	0.1757	95.320	14.380	0.1509
0.2517			0.1879			0.1622
0.2680	38.500	8.100	0.2104	39.440	7.700	0.1952
0.2594	63.700	12.900	0.2025	63.600	11.900	0.1871
0.2590	93.040	17.875	0.1921	94.870	16.780	0.1769
0.2621			0.2017			0.1864
0.2835	38.805	9.090	0.2342	38.800	8.640	0.2227
0.2708	63.400	14.740	0.2325	63.690	14.010	0.2200
0.2726	93.330	20.680	0.2216	94.360	19.820	0.2100
0.2756			0.2294			0.2176
0.3031	37.720	12.545	0.3326	38.500	12.290	0.3192
0.2919	62.010	18.040	0.2909	62.450	17.420	0.2789
0.2879	92.825	25.110	0.2705	94.110	25.580	0.2612
0.2943			0.2980			0.2864
0.3310	37.040	16.620	0.4487	36.900	16.520	0.4477
0.3244	60.020	26.325	0.4386	60.530	26.210	0.4330
0.3167	88.230	37.005	0.4194	89.350	37.040	0.4145
0.3240			0.4356			0.4317
0.3663				36.600	19.210	0.5249
0.3616				60.220	31.020	0.5151
0.3602				87.770	44.100	0.5024
0.3627						0.5141

表3 改良 I 翼

<i>i</i>	<i>N</i>	<i>S</i> =1.89			<i>S</i> =1.50	
		全压 : <i>D</i>	静压 : <i>S</i>	ζ	全压 : <i>D</i>	静压 : <i>S</i>
deg	rpm	mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq
0	800	38.690	12.000	0.3102	37.300	10.300
	1000	62.285	21.345	0.3427	59.890	16.100
	1200	92.515	28.200	0.3048	86.510	28.030
	平均			0.3192		
1	800				38.300	9.300
	1000				62.170	14.300
	1200				90.850	25.500
	平均					
2	800				38.400	8.900
	1000				62.500	13.700
	1200				91.130	24.935
	平均					
2.5	800	39.900	11.400	0.2857		
	1000	64.400	19.800	0.3075		
	1200	95.005	26.600	0.2800		
	平均			0.2911		
3	800				38.500	8.200
	1000				63.040	13.100
	1200				92.255	22.200
	平均					
4	800				39.200	7.920
	1000				64.045	12.700
	1200				93.300	21.300
	平均					
5	800	40.300	11.300	0.2804	39.650	7.600
	1000	65.200	19.095	0.2929	65.300	12.505
	1200	96.690	25.985	0.2687	95.275	21.000
	平均			0.2806		
6	800	41.300	11.200	0.2712	39.885	7.530
	1000	66.780	18.600	0.2785	64.890	12.300
	1200	97.895	25.575	0.2612	94.780	20.110
	平均			0.2703		
7	800	41.330	11.200	0.2710	41.280	7.500
	1000	67.400	17.590	0.2610	65.620	12.010
	1200	98.610	25.030	0.2538	97.140	19.200
	平均			0.2619		
8	800	42.100	11.000	0.2613	41.170	7.725
	1000	67.400	17.100	0.2537	66.370	12.400
	1200	99.945	25.270	0.2528	98.280	18.900
	平均			0.2559		
9	800	41.400	11.600	0.2802	41.400	7.900
	1000	67.455	18.200	0.2698	67.635	12.500
	1200	99.265	26.200	0.2639	99.100	17.650
	平均			0.2713		
10	800	42.965	11.635	0.2708	40.865	8.600
	1000	68.860	18.300	0.2658	66.775	13.000
	1200	100.855	26.310	0.2609	98.100	18.300
	平均			0.2658		
11	800	42.385	12.100	0.2855	41.940	10.000
	1000	68.000	19.000	0.2794	66.350	15.095
	1200	101.000	27.600	0.2733	98.500	22.460
	平均			0.2794		
12	800	42.000	13.000	0.3095	40.620	11.040
	1000	68.415	20.100	0.2938	66.410	17.705
	1200	101.025	29.130	0.2883	99.575	26.055
	平均			0.2972		

実 験 デ ー タ

ζ	$S=1.11$			$S=0.78$		
	全圧: D	静圧: S	ζ	全圧: D	静圧: S	ζ
—	mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq	—
0.2761	35.700	9.000	0.2521	35.500	7.800	0.2197
0.2688	57.000	15.100	0.2649	57.400	12.400	0.2160
0.3240	85.365	22.045	0.2582	86.470	18.000	0.2082
0.2896			0.2584			0.2146
0.2428	36.100	8.400	0.2327	35.800	7.400	0.2067
0.2300	59.315	13.700	0.2310	58.340	11.600	0.1988
0.2807	87.975	20.330	0.2311	86.700	16.600	0.1915
0.2512			0.2316			0.1990
0.2318	36.600	8.100	0.2213	36.420	7.000	0.1922
0.2192	59.225	12.900	0.2178	59.400	10.620	0.1788
0.2736	88.500	19.130	0.2162	88.430	15.750	0.1781
0.2415			0.2184			0.1830
0.2123	37.200	7.700	0.2070	37.640	6.800	0.1807
0.2078	60.600	12.200	0.2013	61.930	10.300	0.1663
0.2406	89.550	17.565	0.1961	90.140	15.500	0.1720
0.2202			0.2015			0.1730
0.2020	37.600	7.400	0.1968	38.600	6.300	0.1632
0.1983	61.140	11.400	0.1865	62.180	9.200	0.1480
0.2283	90.720	16.400	0.1808	91.800	14.100	0.1536
0.2095			0.1880			0.1549
0.1917	38.500	7.000	0.1818	38.200	5.900	0.1545
0.1915	61.650	10.300	0.1671	62.030	8.800	0.1419
0.2204	92.050	15.600	0.1695	92.610	13.320	0.1438
0.2012			0.1728			0.1467
0.1888	38.300	6.900	0.1802	38.800	6.100	0.1572
0.1896	63.500	10.300	0.1622	62.800	8.800	0.1401
0.2122	92.410	15.300	0.1656	93.200	13.500	0.1448
0.1969			0.1693			0.1474
0.1817	39.100	7.250	0.1854	39.300	6.600	0.1679
0.1830	63.380	10.550	0.1666	63.500	9.250	0.1457
0.1977	93.660	15.290	0.1633	94.440	13.320	0.1410
0.1875			0.1718			0.1515
0.1879	38.100	7.700	0.2005	38.900	7.300	0.1877
0.1868	63.600	12.000	0.1887	63.100	10.990	0.1742
0.1923	93.940	16.800	0.1788	93.610	15.800	0.1688
0.1889			0.1893			0.1769
0.1908	39.000	8.480	0.2174	38.600	8.330	0.2158
0.1848	63.700	13.510	0.2121	62.630	13.160	0.2101
0.1781	93.640	19.400	0.2072	93.480	18.660	0.1996
0.1845			0.2122			0.2085
0.2104	39.000	10.650	0.2731	38.100	10.460	0.2745
0.1947	62.200	16.220	0.2608	62.440	16.160	0.2588
0.1865	92.670	23.600	0.2544	92.700	23.340	0.2518
0.1966			0.2628			0.2617
0.2384	37.330	15.230	0.4080	37.390	15.160	0.4055
0.2275	60.600	22.770	0.3757	61.300	23.180	0.3781
0.2280	91.260	31.580	0.3460	90.810	31.830	0.3505
0.2313			0.3766			0.3780
0.2718				36.480	17.740	0.4863
0.2667				59.560	29.000	0.4869
0.2617				87.950	41.370	0.4704
0.2667						0.4812

表4 改良Ⅱ翼

<i>i</i>	<i>N</i>	<i>S</i> =1.89			<i>S</i> =1.50	
		全压 : <i>D</i>	静压 : <i>S</i>	ζ	全压 : <i>D</i>	静压 : <i>S</i>
		mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq
0	800	37.600	11.000	0.2926	36.000	9.600
	1000	59.950	18.900	0.3153	57.870	15.000
	1200	89.835	25.200	0.2805	84.500	25.625
	平均			0.2961		
1	800				36.300	9.030
	1000				59.105	14.000
	1200				85.800	24.200
	平均					
2	800				37.125	8.600
	1000				60.000	13.010
	1200				87.695	22.345
	平均					
2.5	800	36.980	10.500	0.2839		
	1000	60.650	18.400	0.3034		
	1200	90.540	24.700	0.2728		
	平均			0.2867		
3	800				36.300	8.600
	1000				61.200	13.600
	1200				88.705	23.065
	平均					
4	800				37.300	8.800
	1000				61.240	13.500
	1200				88.810	22.600
	平均					
5	800	38.085	10.800	0.2836	37.900	8.300
	1000	60.885	18.325	0.3010	61.000	12.700
	1200	92.150	24.900	0.2702	91.585	21.200
	平均			0.2849		
6	800	37.835	10.800	0.2854	38.100	8.600
	1000	60.430	17.800	0.2946	62.560	13.200
	1200	91.100	24.930	0.2737	91.035	21.570
	平均			0.2846		
7	800	37.900	10.600	0.2797	38.135	9.000
	1000	62.665	16.900	0.2697	61.745	13.700
	1800	92.360	24.300	0.2631	91.925	22.120
	平均			0.2708		
8	800	39.300	10.700	0.2723	38.785	8.500
	1000	63.520	16.645	0.2620	63.650	13.045
	1200	93.180	24.300	0.2608	93.680	20.600
	平均			0.2650		
9	800	38.815	10.800	0.2782	38.600	9.300
	1000	64.080	16.660	0.2600	62.855	14.395
	1200	95.200	24.010	0.2522	94.485	21.960
	平均			0.2635		
10	800	38.685	11.625	0.3005	38.785	10.700
	1000	64.065	18.500	0.2888	62.750	16.700
	1200	94.420	26.300	0.2785	93.370	25.100
	平均			0.2893		
11	800	39.500	12.200	0.3089	39.000	12.200
	1000	63.890	19.100	0.2990	62.495	19.285
	1200	94.960	27.020	0.2845	92.465	27.910
	平均			0.2975		
12	800	39.730	12.700	0.3197	40.050	12.185
	1000	64.900	19.705	0.3036	64.500	19.155
	1200	95.515	28.120	0.2944	96.105	28.305
	平均			0.3059		

実験データ

ζ	$S=1.11$			$S=0.78$		
	全圧: D	静圧: S	ζ	全圧: D	静圧: S	ζ
—	mmAq	mmAq	—	mmAq	mmAq	—
0.2667	35.700	8.500	0.2380	35.600	7.700	0.2163
0.2592	57.400	14.000	0.2439	57.500	12.100	0.2104
0.3033	85.800	20.675	0.2410	86.180	17.210	0.1997
0.2764			0.2410			0.2088
0.2488	35.800	8.100	0.2263	36.300	7.200	0.1983
0.2369	58.120	13.105	0.2255	59.100	11.010	0.1863
0.2821	87.515	20.000	0.2285	88.000	16.000	0.1818
0.2559			0.2268			0.1888
0.2316	35.900	7.905	0.2202	36.700	7.000	0.1907
0.2168	58.500	12.700	0.2171	60.080	10.600	0.1764
0.2548	87.800	19.200	0.2187	88.520	15.600	0.1762
0.2344			0.2187			0.1811
0.2369	36.855	7.600	0.2062	37.100	6.700	0.1806
0.2222	60.350	12.000	0.1988	60.000	9.700	0.1617
0.2600	88.600	17.300	0.1953	89.320	15.000	0.1679
0.2397			0.2001			0.1701
0.2359	37.400	7.400	0.1979	37.400	6.500	0.1738
0.2204	60.100	11.500	0.1913	61.410	9.500	0.1547
0.2545	89.825	16.700	0.1859	89.950	14.400	0.1601
0.2369			0.1917			0.1629
0.2190	38.100	7.200	0.1890	37.900	6.200	0.1636
0.2082	62.000	11.100	0.1790	62.300	9.100	0.1461
0.2315	90.215	16.085	0.1783	91.340	13.700	0.1500
0.2196			0.1821			0.1532
0.2257	38.500	7.200	0.1870	38.600	6.240	0.1617
0.2110	61.800	10.500	0.1699	62.820	8.900	0.1417
0.2369	92.330	15.700	0.1700	91.400	13.000	0.1422
0.2245			0.1756			0.1485
0.2360	38.600	7.400	0.1917	38.500	6.700	0.1740
0.2219	62.300	11.000	0.1766	62.840	9.600	0.1528
0.2406	93.130	15.865	0.1704	92.370	13.920	0.1507
0.2328			0.1795			0.1592
0.2192	38.800	7.900	0.2036	38.600	7.500	0.1943
0.2049	63.160	12.300	0.1947	62.300	11.300	0.1814
0.2199	92.300	17.120	0.1855	92.300	15.990	0.1732
0.2147			0.1946			0.1830
0.2409	38.695	8.700	0.2248	38.390	8.480	0.2209
0.2290	63.135	14.035	0.2223	62.840	13.510	0.2150
0.2324	92.270	20.100	0.2178	92.100	19.110	0.2075
0.2341			0.2216			0.2145
0.2759	38.800	11.100	0.2861	37.030	10.960	0.2960
0.2661	61.095	16.615	0.2720	61.300	16.550	0.2700
0.2688	92.875	24.140	0.2599	91.360	23.730	0.2597
0.2703			0.2727			0.2752
0.3128	36.945	15.170	0.4106	36.810	15.510	0.4214
0.3086	60.965	23.040	0.3779	59.480	23.710	0.3986
0.3018	90.245	31.900	0.3535	88.180	32.420	0.3677
0.3077			0.3807			0.3959
0.3042				35.900	17.910	0.4989
0.2970				58.750	29.350	0.4996
0.2945				87.080	41.890	0.4811
0.2986						0.4932

の実験の一部を投稿するが、機械学会論文集では頁数の制限があり実験データはほんの少しのせ得るのみで記録の全貌が推定出来る所までは発表出来ない故、学生が苦勞して計測した資料一式は当報告の方で紹介する。

計測記録の数例を表2～4に示す。(a)点の動圧と静圧を計測することにより抵抗係数 ζ を出して見ると、一応予想した如く迎角 i が大きくなる時 $i=6\sim 8^\circ$ 位までは ζ が減少し、翼列と壁面で構成される通路の揚力係数が増すことを示すが、以後は ζ が急速に増加し始め通路が失速したことを示す。

通常翼、改良Ⅰ翼、改良Ⅱ翼について各迎角 i 毎に3種の回転数時の記録を平均してプロットすると図2～4を得る。

これら図2～4より通常翼に比し改良翼は何れも性能が改善されているが、改良Ⅱ翼の改良効果は意外と小さかった。

$N=1000\text{rpm}$ における翼背面の流跡写真の一部の図5通常翼と図6改良Ⅰ翼を比較すると、後者の性能が改善された理由の推測が出来るが、図7改良Ⅱ翼では性能改善が余り大きくないことが判る。但し図6と図7で如何のような理由で此のような差異を生じたかを知るには更に調査を必要とする。

更には表2～4をふり返って見ると、流速が最も遅い $N=800\text{rpm}$ の時でも既に動圧が 36mmAq はあり、従って W_1 は 24m/s 以上であり、最小弦長でも 70mm あり、又、実験時の気温は最高で 29°C 故、空気の動粘性係数 ν の最大値は 15.8cSt 故、最小レイノルズ数 Re_{\min} でも 10^5 を超えており、又マッハ数は逆に最高値でも 0.1 以下と小さく、翼としては Re 数の影響を余り受けない範囲にあるとされている範囲におるにもかかわらず、全体的に流速により ζ の値がかなり変化するのみでなく、 i が小さい $0\sim 2^\circ$ の範囲と大きい 8° 以上では流速と共に小さくなるが、中間の i では $N=1000\text{rpm}$ 時

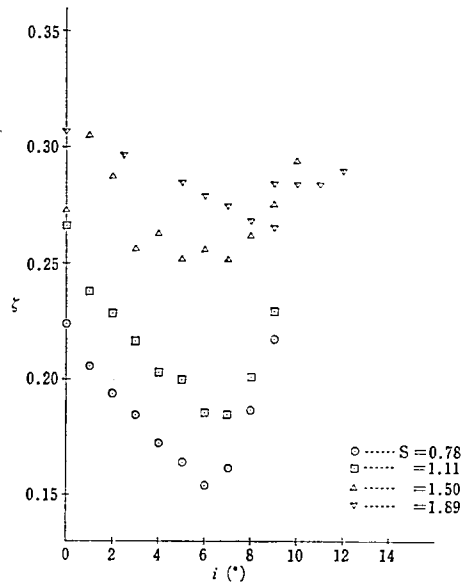


図2 通常翼

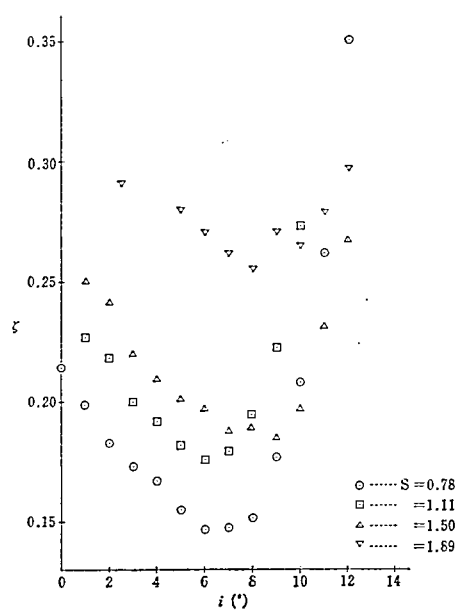


图3 改良 I 翼

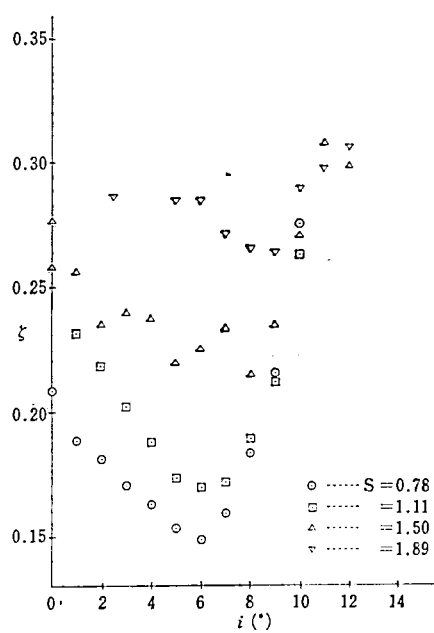


图4 改良 II 翼

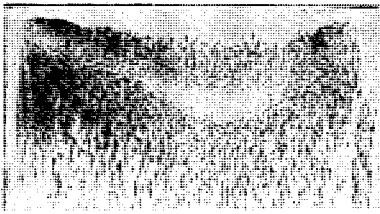


図 5-1-1 $S=1.50, i=5^\circ$



図 5-1-2 $S=1.50, i=8^\circ$



図 5-1-3 $S=1.50, i=10^\circ$

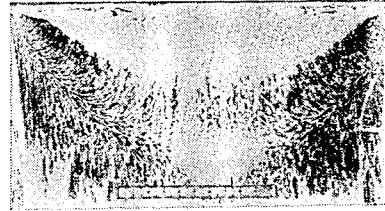


図 5-1-4 $S=1.50, i=12^\circ$

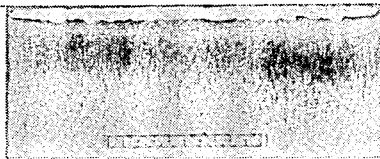


図 5-2-1 $S=1.11, i=5^\circ$

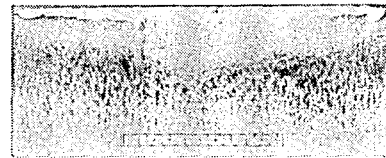


図 5-2-2 $S=1.11, i=8^\circ$

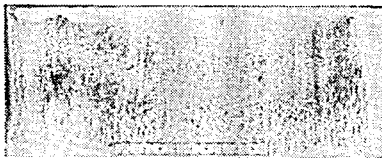


図 5-2-3 $S=1.11, i=10^\circ$

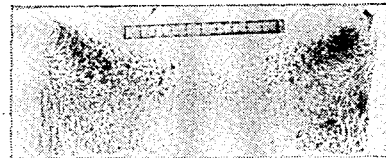


図 5-2-4 $S=1.11, i=12^\circ$

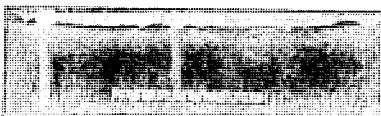


図 5-3-1 $S=0.78, i=5^\circ$

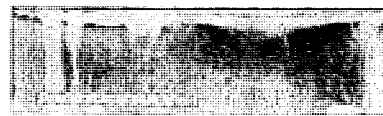


図 5-3-2 $S=0.78, i=8^\circ$

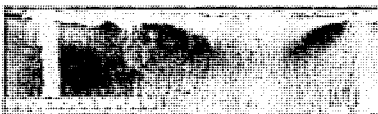


図 5-3-3 $S=0.78, i=10^\circ$

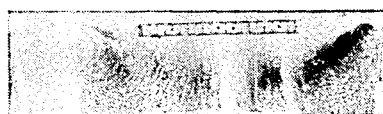


図 5-3-4 $S=0.78, i=12^\circ$

図 5 通常翼の翼背面流跡図

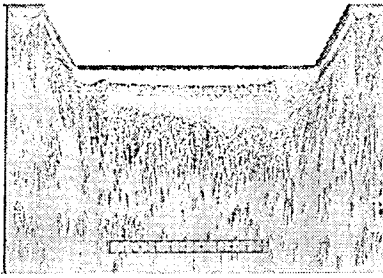
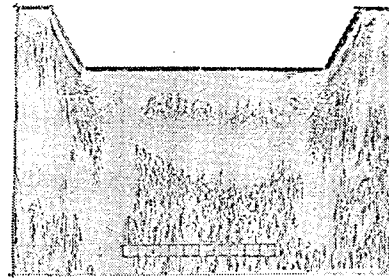
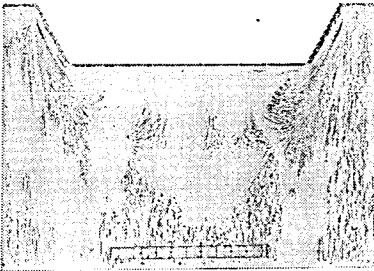
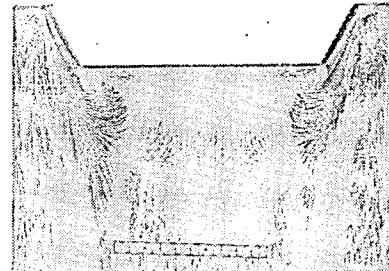
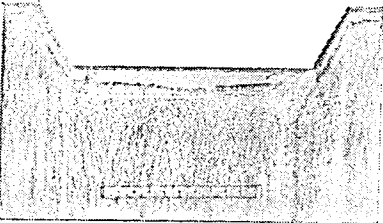
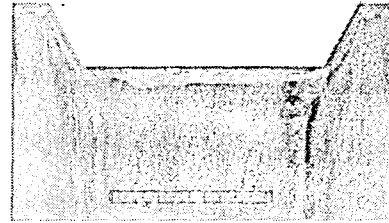
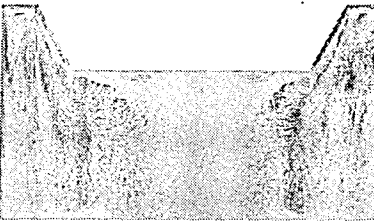
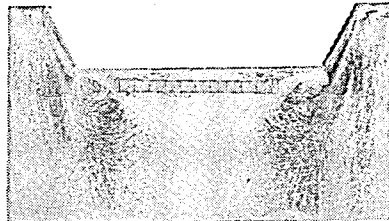
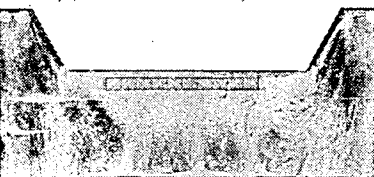
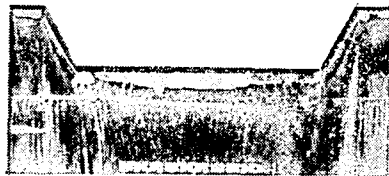
図 6-1-1 $S=1.50, i=5^\circ$ 図 6-1-2 $S=1.50, i=8^\circ$ 図 6-1-3 $S=1.50, i=10^\circ$ 図 6-1-4 $S=1.50, i=12^\circ$ 図 6-2-1 $S=1.11, i=5^\circ$ 図 6-2-2 $S=1.11, i=8^\circ$ 図 6-2-3 $S=1.11, i=10^\circ$ 図 6-2-4 $S=1.11, i=12^\circ$ 図 6-3-1 $S=0.78, i=5^\circ$ 図 6-3-2 $S=0.78, i=8^\circ$ 図 6-3-3 $S=0.78, i=10^\circ$ 図 6-3-4 $S=0.78, i=12^\circ$

図 6 改良 I 翼の翼背面流跡図

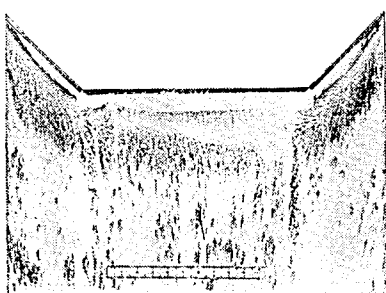
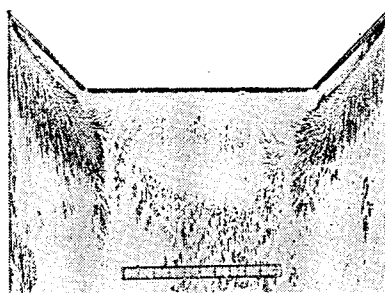
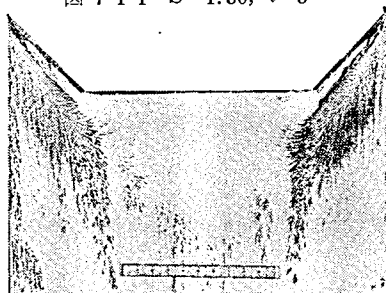
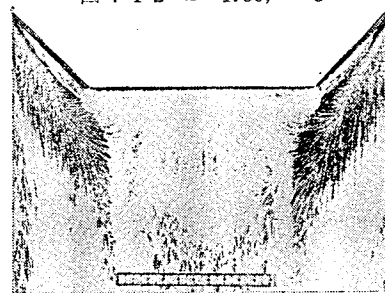
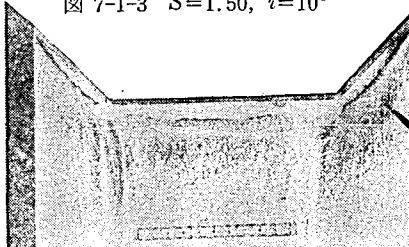
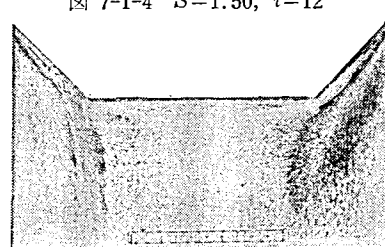
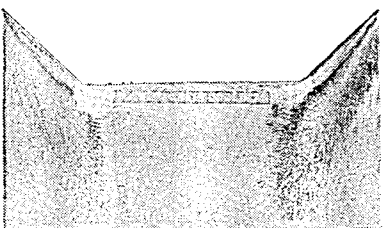
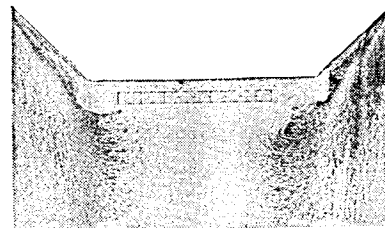
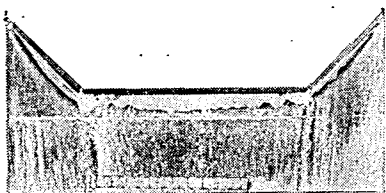
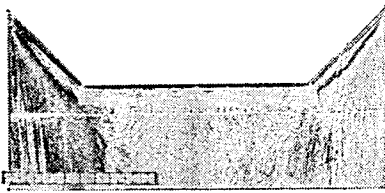
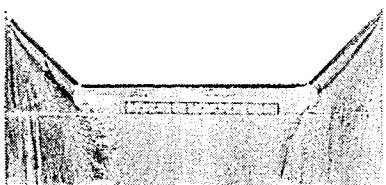
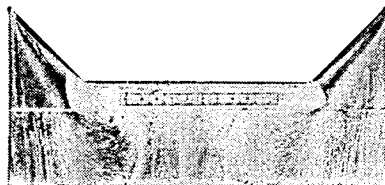
図 7-1-1 $S=1.50, i=5^\circ$ 図 7-1-2 $S=1.50, i=8^\circ$ 図 7-1-3 $S=1.50, i=10^\circ$ 図 7-1-4 $S=1.50, i=12^\circ$ 図 7-2-1 $S=1.11, i=5^\circ$ 図 7-2-2 $S=1.11, i=8^\circ$ 図 7-2-3 $S=1.11, i=10^\circ$ 図 7-2-4 $S=1.11, i=12^\circ$ 図 7-3-1 $S=0.78, i=5^\circ$ 図 7-3-2 $S=0.78, i=8^\circ$ 図 7-3-3 $S=0.78, i=10^\circ$ 図 7-3-4 $S=0.78, i=12^\circ$

図 7 改良 II 翼の翼背面流跡図

の値が $N=800$ 及び $N=1200$ rpm 時の値より小さくなっている。このことは翼として発表されている理論だけでは考えられないことであって、方向転換を伴う流体運動の複雑さを証明する。

更には通常翼に比し改良翼では騒音が小さくなることは実験を行なわねば判らぬ現象である。勿論損失の大きさと騒音の大きさの間には必ずしも関係がないことが既に証明されており、この面でも調査を行なう価値のある無限の未知の分野があり、その分野についての情報を得ることが出来たことは学生にとっても幸なことであった。

4. むすび

原稿締切り日の都合で今年は卒研究生の実験内容の内約 1/4 を発表するに止めた。来年残り全体を纏めて発表することとする。

学生が行なう実験は先入観がない丈に真実追及に得ており、昨年の卒研究生はエルボー部の影響が下流のみでなく上流にも及ぶことを証明し、エルボーが接近して 2 ケ続く時の損失係数とキャビテーション限界についてアプローチする新しい要因を見出した。

境界層吸込みを行なわない減速翼列では、翼背側の壁面ぞいに特に発達する 2 次流により大きい影響を受ける。今年はこの問題解明を目的として行なった実験の一部をまとめ以下に示す興味深い新事実の証明又は発見をした。

(1) 壁面ぞいのエネルギー不足部分に主流の一部を配分することにより性能改善が可能であり、特に改良 I 翼で大きい性能改善率を得た。尚改良 II 翼では改善効果が減少する、又、ソリディティ $S=1.5$ で最大効果を発揮する等改善効果を上げるための要因分析の手掛りを得た。

(2) 性能改善は明らかに失速している迎角 $i=9^\circ$ 以上何所迄も及んでいることは翼背面の壁面ぞいに生じるとされている最も大きい流体損失について要因分析の手掛りを得た。

(3) Re 数の影響について、 i が小さい時と大きい時では Re 数と共に ζ の値は下がるが、 i が適当な $4\sim 8^\circ$ の範囲では $N=1000$ rpm で最小値を得、通常翼の弦長を基準とした値のみでは翼通路特性は論じられず、新しい関数を探す必要があることを発見した。

(4) 今回は通常翼に比べ改良翼では両翼共騒音が小さくなった。必ずしも損失とは関係なく発生原因が解明されていない騒音調査面でも研究を要する新しい手掛りを見出した。

最後にモデル製作、写真技術等に協力頂いた坪内洋之介、田代筆蔵、西川孝、広井健男諸氏に謝意を表す。

参考文献

- 1) Wilhem Dettmering, Wolfgang Kümmel; Sekundärströmungen in axialen Verdichtergittern, Z. Flugwiss. 20 (1972), Heft 1/2.
- 2) 緒方, 上松; JIS Screw Elbow の流体力学的特性, 明星大学研究紀要 16号昭和55年 3 月
- 3) 緒方, 上松; 翼列及び壁面により形成される流路の性能改善対策 (第 1 報 改良翼 I 形の性能調査), 機械学会論文講演発表 [1313] 昭和56年 4 月