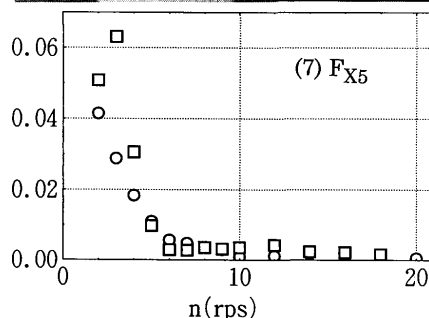
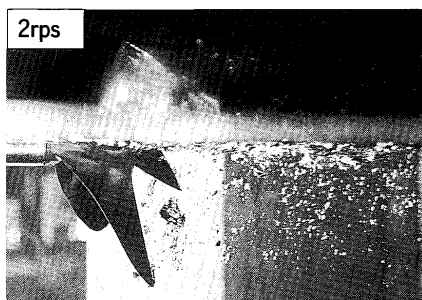


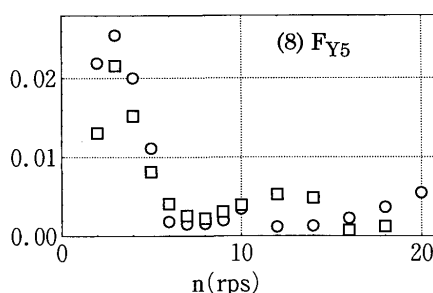
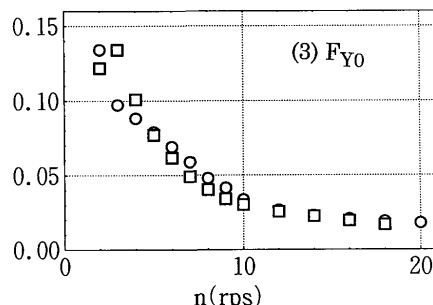
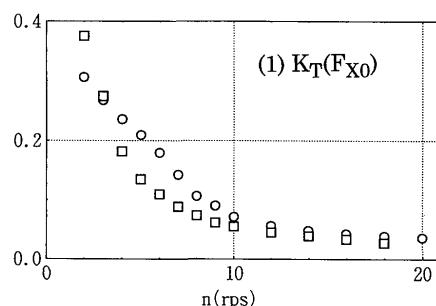
半没水プロペラの空気吸い込み現象



当センターでは本年、半没水プロペラ (Partially Submerged PropellerないしSurface Piercing Propeller) の模型試験を実施する機会を得た。この機会に半没水プロペラのプロペラ回転数と空気吸込み現象の関連について調査したので報告する。

プロペラの特性においては、普通、粘性の影響を表わすレイノルズ数 Rn 、プロペラキャビテーション現象を支配するキャビテーション数 σ が重要であるが、半没水プロペラにおいては、更に、没水率 l/D 、プロペラが造る波による損失を支配するフルード数 Fn 、および空気吸込みや飛沫の形成を支配する表面張力の影響を表わすウェーバー数 Wn が重要である。

両側の写真は、プロペラ回転数を変えたときの空気吸込み現象を左舷側から撮影したものである。プロペラは5翼の右回りプロペラで、ちょうど半分だけ没水している。ただし、プロペラの前進速度はなく、ボラードブルの状態である。また、大気圧下の試験で、キャビテーション数は設定していない。



写真でみるように、プロペラ回転数が小さいときは、あまり空気を吸込んでいないが、回転数増加に伴い吸込む量が増えて10rps程度から全面的に空気を吸込むようになる。

10rpsの場合のウェーバー数等を表に示す。ウェーバー数やレイノルズ数等を独立に変えることは実際上不可能なので、どのパラメーターが最後に飽和したのか不明であるが、ウェーバー数は150となっている。

試験では、プロペラにかかる3方向の力とモーメントも計測したが、図-2に計測例を示す。プロペラ軸に貼付けた歪ゲージで計測したので、直接計測されるのはa)の回転座標系における力とモーメントである。これを、固定座標系に変換したのがb)で、これを更に周波数成分に分解したのがc)である。c)の①は定常成分(平均値)、②は翼周波数(プロペラ回転数×翼数5)、③、④、⑤はその2倍、3倍、4倍の成分である。この例では、高次成分はほとんどない。

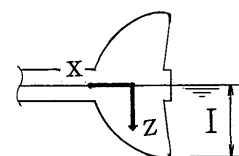
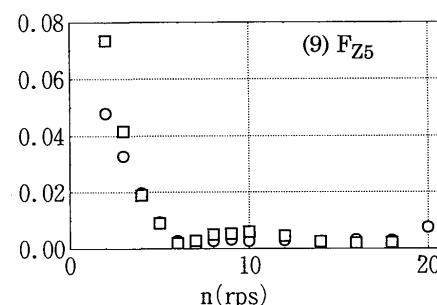
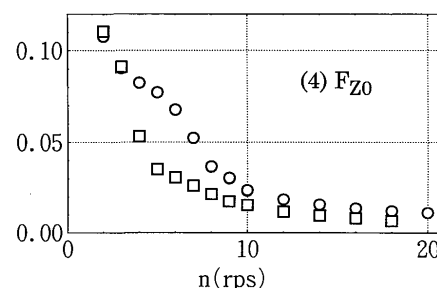


図-1 試験状態、座標系

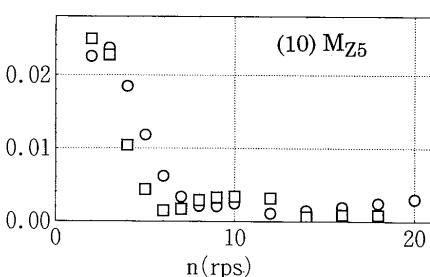
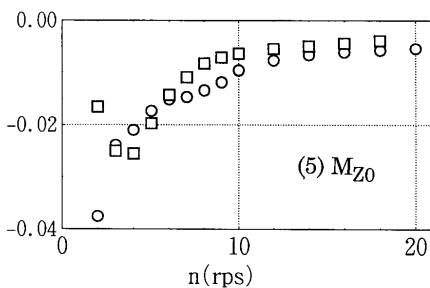


下の図の(1)～(6)は①の平均値をプロペラ回転数をベースに示したものである。(1)～(6)のF、Mは力、モーメントを表す。なお、(1)、(2)は、通常、スラスト係数、トルク係数と呼ばれている係数である。添字のx,y,zは力とモーメントの方向を示す(図-1参照、yは右舷方向)。添字0は平均値であることを示す。(7)～(12)の場合も同様であるが、添字5は②の翼周波数成分であることを示す。無次元化の分母は、力の場合は $\rho n^2 D^4$ 、モーメントの場合は $\rho n^2 D^5$ である。図中の○印は、半没水プロペラでよく使用される模型断面を有するプロペラ、□印は流線型の断面を有するMAUプロペラである。

これらの図を見ると、プロペラの翼断面形状によらず、プロペラ回転数が小さい場合は力とモーメント(無次元値)が大きく、回転数が大きくなるに伴い減少して10rps程度ではほぼ一定値に落ち着くよ

プロペラ直径 D	0.25 m
没水深度 I	0.125 m
水温	20.3 ℃
水の密度 ρ	102 kgf s ² /m ⁴
大気圧 P	10340 kgf/m ²
水の蒸気圧 P _v	240 kgf/m ²
表面張力 H	0.0072 kgf/m
水の動粘性係数 ν	1.00×10 ⁻⁶ m/s ²
重力の加速度 g	9.8 m/s ²
プロペラ回転数 n	10 /s

W _n	nD／(H/ ρ D) ^{1/2}	150
F _n	nD／(gD) ^{1/2}	1.6
R _n	nD ² ／ ν	0.6×10 ⁶
σ _N	(P-P _v)／ ρ n ² D ²	16



うになり、写真で見る現象と対応している。また、平均値の場合に比べて、変動成分の方が、より少ない回転数で一定値に落ち着いている。実際の模型試験は、この回転数より大きい状態で実施する必要がある。

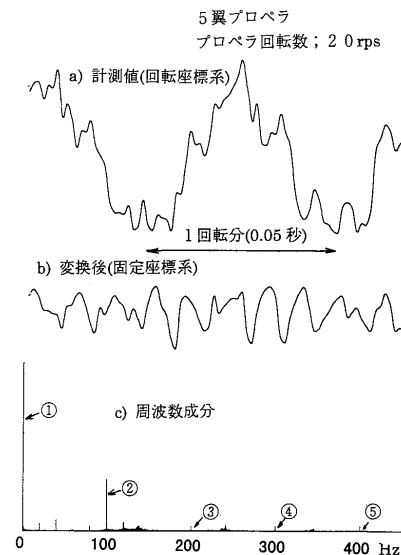


図-2 計測データの例

