

大阪市立大学工学部 正員 永井 莊七郎

大阪市立大学工学部 正員 倉田 克彦

大阪市立大学大学院 学生員 伊藤 忠

(まえがき)

現在我国において、航路標識として、また、大洋中の海象気象の定点観測用に、あるいは、漁業用にと数多くの浮標を利用されている。これらの浮標を所定の位置に保つためには、ワイヤーロープあるいはチェーン等により、海底の流鏝、アンカーあるいはシンカー等に繋留する方法が一般に用いられている。潮流中に設置された浮標の繋留についての基礎的資料として、アンカーチェーンに働く潮流力を実験的に明らかにした。

(実験施設および方法)

実験は大阪市立大学工学部河海工学実験場の幅2.2 m、長さ40 m、深さ0.8 mのモルタル仕上げの開水路を、全長にわたって隔壁によって仕切り、幅1.2 m、長さ40 m、深さ0.6 mの水路として用いておこなった。アンカーチェーンの模型として、図-1に示すような形状をした、呼び径 $d = 2.5$ cm (合成樹脂製)、 $d = 1.25$ cm (アルミ製) および 0.625 cm (アルミ製) の3種類のスタッドリックチェーンを用いた。水路の中央に長さ80 cmのチェーンを流れに直角、水平に設置し、そのチェーンと両側の側壁との間に、それぞれ長さ20 cmのチェーンを中央部とは切り離して設け、水路側壁による影響を受けないようにして、写真-1に示すような片持梁形式の flat bar により、水路中央のチェーン(長さ80 cm)に働く抗力を測定した。水面からチェーン上縁までの深さ h_d を、 $h_d = 0, 3, 6, 9, 12, 15$ および 18 cm に変化させ、それぞれの深さ h_d において、抗力の測定を2回おこない、その平均値を、深さ h_d における抗力 P_d とした。またチェーンの接線方向の抵抗力を、長さ80 cmのチェーンを流れに平行、水平に置き、抗力の測定と同じようにして測定した。水深 $h = 42$ cm および 50 cm の2とありの場合について、流速を $U = 30$ cm/sec ~ 65 cm/sec の範囲に変化させて実験をおこなった。

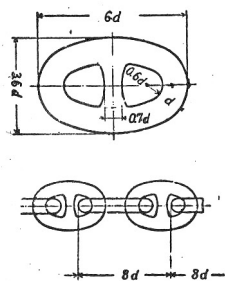


図-1 アンカーチェーン

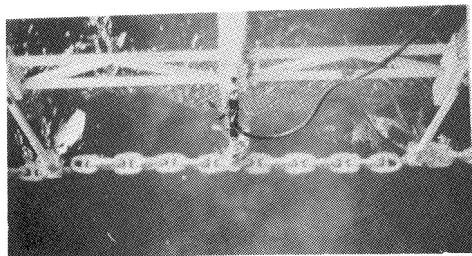


写真-1 実験状況

(実験結果および考察)

水面からチェーン上縁までの深さを 3.0 cm ごとに $h_d = 0 \sim 18$ cm に変化させた場合、それぞれの h_d におけるチェーンの単位長さ当りの抵抗係数 C_D の、流速 $U = 31.9 \sim 64.6$ cm/sec の範囲に変化させた場合の平均値と、 h_d と d との比 h_d/d との関係を図-2 に示す。 C_D の値は d により異なるが、 h_d/d による変化は d の値にあまりかわらず 同様な傾向を示す。

$h_d/d = 0 \sim 2$ の範囲では h_d/d の増加にしたがって C_D は大きくなり、 $h_d/d = 1.5 \sim 2$ の付近で極大値を示すようであるが、 $h_d/d > 2$ になれば、 h_d/d の増加とともに C_D は減少し、 $h_d/d > 4 \sim 5$ では、 C_D はほぼ一定値を示すようである。 $h_d/d = 0 \sim 2$ の範囲の C_D の値が、 $h_d/d > 4 \sim 5$ の場合の C_D の値より大きくなるのは、水面からチェーン上縁までの深さ h_d が d に比べて小さく、そのため、チェーンの存在によって水面に波が生じ、チェーンには抗力（摩擦抵抗 + 圧力抵抗）以外に造波抵抗を加わったためであると思われる。（なお $h_d/d = 0$ では、チェーンの一部が水面上に露出するため、抗力がやや小さくなり、 C_D は、 $h_d/d = 1 \sim 2$ の場合より小さくなる。 $h_d/d > 2$ では、水面の影響すなわち造波抵抗が小さくなり、二次元流中の場合と同様に抗力のみとなり、 C_D はほぼ一定値を示すようになるのであろう。したがって

水面の影響がほとんどなく、二次元流中での抵抗係数を示すと考えられる $h_d = 12$ cm ($d = 0.625$ cm では $h_d/d = 19.2$ 、 $d = 1.25$ cm では $h_d/d = 9.6$ 、 $d = 2.5$ cm では $h_d/d = 4.8$) の場合の C_D と レイノルズ数 $Re = dU/\nu$ との関係を示したものが図-3 である。図から明らかなように、 C_D は Re 数により異なり、 $Re = 2 \times 10^3 \sim 3 \times 10^3$ では、 $C_D \approx 1.2$ 、 $Re = 4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^3$ では $C_D \approx 1.2 \sim 1.05$ に変化し、 $Re = 8 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^4$ では $C_D \approx 1.0$ となる。チェーンの橋脚方向の抵抗 F_T と抗力 F_D との関係を図示したものが図-4 である。実験結果にはバラツキはあるが、現在までに得られた結果からでは、 F_T は F_D の 10 ~ 20 % 程度の大きさであると考えられる。

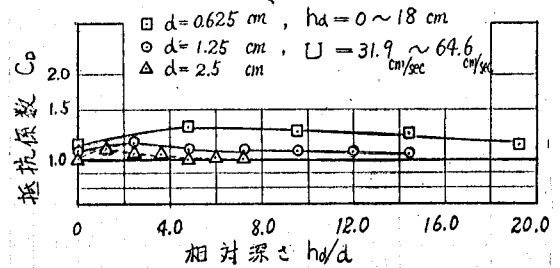


図-2 抵抗係数と相対深さとの関係

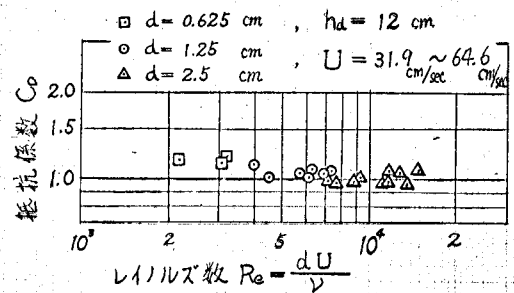


図-3 抵抗係数

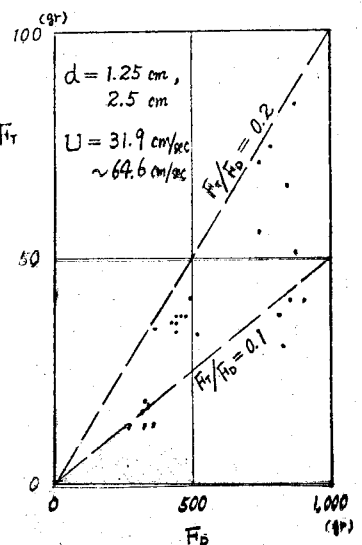


図-4 F_T と F_D との関係