

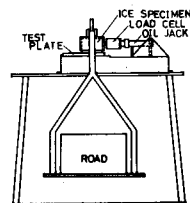
パシフィックコンサルタント 正員 中沢直樹
 北大工学部 小野敏行
 北大工学部 正員 佐伯 浩

§ 1. 緒論

近年、海水の影響を受ける寒冷地の海岸、海洋に構造物の建設が必要に迫られている。このような海水の影響を受ける海域では、Corn型構造物が非常に効果的である事が知られているが、これは海水の曲げ強度が圧縮強度に較べて非常に弱い事によるものである。このCorn型構造物には、海水と構造物間の摩擦の影響を無視するわけにはいかない。この地、海水型の land sliding、斜杭の水圧力、砕氷船の摩擦抵抗に海水の摩擦の問題は非常に重要である。本研究は、上記のような構造物に最もよく用いられる材料であるコンクリート及び鋼に対して海水との摩擦係数を調べたものである。鋼に対しては一般の圧延鋼板(SS41)とそれにビニール系のマリン塗料を塗ったものと、特別の温水でこびこせたもので実験を行なった。

§ 2. 実験方法

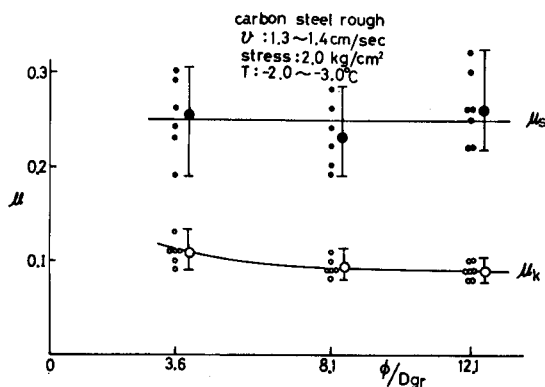
実験に用いた海水はサロマ湖の水を用いた。供試体はコアドリルにより円筒形に成整形したものを用いた。実験装置は、(図-1)に示すように、対称とする摩擦試験片の上に円筒供試体を載せ、それに鋼製のCapをかぶせて、そのCapを油圧ジャッキで押す。また、Capには載荷装置がとりつけてあり、最大2 tonまで荷重をかける事が可能である。また、油圧ポンプの油量を制御する事により、速度を変化させる事が可能である。



(図-1)

§ 3. 海水供試体の直径の効果

海水供試体の径を $\phi=4.5, 10.0$ そして 15.0 cmの3種類の供試体を用いて実験を行なった。海水のgrainの径を D_{gr} とし、静止摩擦係数を μ_s とし、動摩擦係数を μ_k とする時、供試体の径の効果調べたものが(図-2)である。対象とする材料は普通の鋼板である。まず、動摩擦係数 μ_k は、 ϕ/D_{gr} の変化に対してそれ程大きな変化はみられないが、 $\phi/D_{gr} < 8$ の範囲では、 ϕ/D_{gr} が小さくなるにつれて μ_k は大きくなるが、 $\phi/D_{gr} > 8$ の範囲では μ_k は ϕ/D_{gr} に無関係にほぼ一定値を示している。静止摩擦係数は動摩擦係数に較べてデータの分散は大きい、ほぼ一定とみなす事ができる。この静止摩擦係数の分散が大きいのは、海水の鋼片の接触貫入の面積が表面整形の具合によって異なっている事によるものと思われる。オホーシク海の平均のgrain size D_{gr} はほぼ $10 \sim 12$ mmである事から、供試体の径は試験の容易さも考えて $\phi=10.0$ cmと決定して以下の実験を行なった。



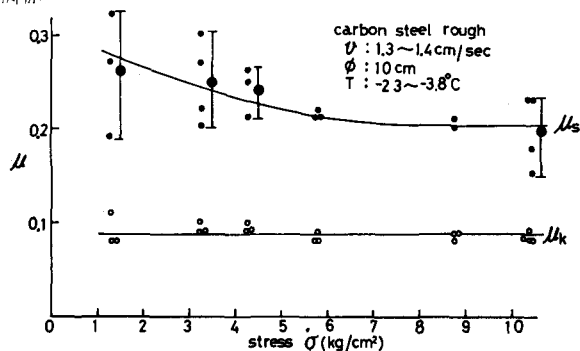
(図-2)

§ 4. 摩擦係数とStressの関係

供試体に鉛直荷重 P をかけて、 $\text{Stress } \sigma = \frac{4P}{\pi \phi^2}$ と摩擦係数の関係を求めたものが(図-3)である。供試体は $\phi=10$ cmである。実験から明らかのように動摩擦係数 μ_k は σ に無関係に一定値を示すが、静止摩擦係数は $\sigma > 5$ $\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ の範囲では一定値を示し、 $\sigma < 5$ $\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ では σ が小さい程大きな μ_s を示すことが明らかとなった。実験のしやすさ、安全側を考えると、以後の実験では $\sigma=2$ $\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で実験を行なった。

5.5. 試験片と海水供試体の相対速度と摩擦係数の関係

ひと μ_k の関係を調べたものの1例が(図-4)である。これによると、 μ_k はひが大きくなるにつれて少しづつ小さくなり、静止摩擦係数 μ_s はこれとは逆に、ひの増大と共に、増加する傾向が明らかとなった。しかしペイントを塗装した場合には μ_k はひに関係なく一定値を示し、 μ_s は $v < 10 \text{ cm/sec}$ ではひに関係なく一定値を示し、 $v > 10 \text{ cm/sec}$ の範囲ではひの増加と共に、 μ_s も増加する事から、速度ひによる μ_s 、 μ_k の変化の様子は試験材料によって異なる事が明らかとなった。



(図-3)

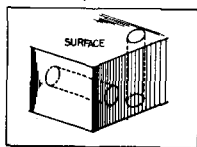
この速度と μ_k 、 μ_s の関係については北大低温研の対馬等がより広い範囲で実験を行なっているが、 $v < 0.01 \text{ mm/sec}$ の範囲ではひの低下と共に μ_k は急に大きくなるようである。本研究では以後は $v = 1.35 \text{ cm/sec}$ で実験を行なった。

5.6. 海水の成長方向に対する供試体のとり方による μ_k と μ_s の違い

(図-5)に示すように、成長方向にCoreをとった場合と成長方向に直交し

て供試体をとった場合の摩擦係数の違いについて調べたものが(図-6)である。3種類の鋼材については、動摩擦係数においては、どんな材料にも関係なく、方向性の差による μ_k の値の差は全然ないが静止摩擦係数では若干のバラシキはあるが、これも方向による差はない。

(図-5)



5.7. 各種材料と海水の摩擦係数

以上の実験結果から、 $\phi = 10 \text{ cm}$ の円筒供試体で、

Stress $\sigma = 2 \text{ kg/cm}^2$ 、滑動速度 $v = 1.35 \text{ cm/sec}$ で、海水の成長方向に直角に供試

体をとって実験を行なった。(図-7)は鋼板に対しての μ_k 、 μ_s と水温

Tとの関係を示したものである。 μ_k 、 μ_s 共に水温の低下と共に増加する。

これは一つには融解水のじゅん増効果が低温と共に著れる事と、特に静

止摩擦の場合には、試験片が供試体へのくい込みが破壊する時のせん断強度が水温の低下と共に増大する事に起

因するものと思われる。各試験片の μ_k 、 μ_s をまとめたものをそれぞれ(図-8)、(図-9)に示す。これらの

事から、同一の試験方法で、同一材料の海水であれば、水温の低下と共に摩擦係数は増大し、材料の表面の凹凸

の度合いが大きい程 μ_k は増大する事が明

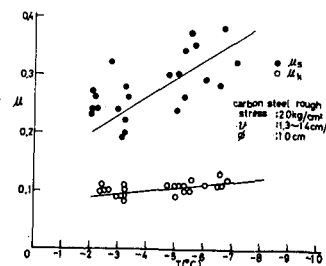
らかとなった。また、 μ_k については、

水温にはそれ程影響されないが、材料

の凹凸が非常に影響する事が明らかと

なった。また、 $\mu_s/\mu_k \approx 2.0 \sim 3.0$ 程度であ

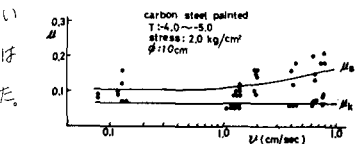
ったが、これは材料によって若干の違いがある。



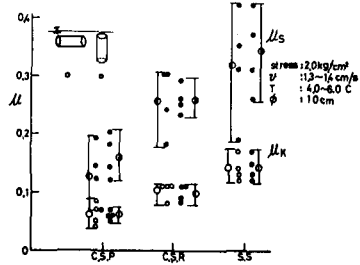
(図-7)

あとがき

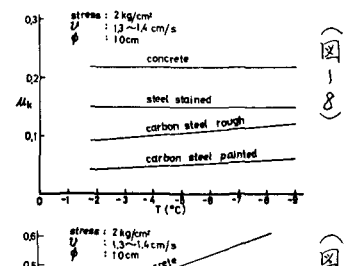
本研究は文部省科学研費自然災害(2)「寒冷地海岸構造物の効果的設計法」によった事を付記する。



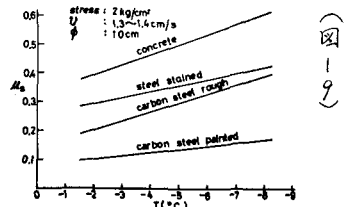
(図-4)



(図-6)



(図-8)



(図-9)