

(株) 東亜建設工業 正 員 広井美樹
 北海道大学工学部 学生員 西谷一典
 北海道大学工学部 正 員 佐伯 浩

§1. 緒 論

本研究は海水の直接せん断強度を求めたものである。土やコンクリート等の海水以外の材料では各種強度試験方法が確立していて、その決められた試験方法で強度試験を行なっている。海水については今までのところ適当な試験方法については決められていないのが現状である。また海水のせん断強度についてはPaige & Lee (1967) や Dykins (1971) の研究があるのみで極めて少ない。一般に直接せん断試験の場合には曲げや斜めの圧縮の影響が入り完全な試験とはいえないのが現状である。佐伯 (1978) は海水の一面せん断試験を行ない、その結果として、せん断強度には荷重速度の影響がほとんどない事や供試体の径(ϕ)は実用上10cm程度が適当である事を示しているし、供試体の高さ(l)も(ϕ/l) <2 が望ましい事を示しているので、それらの結果を前提として今回は二面せん断試験を行なった。

§2. 実験方法

二面せん断試験機は図-1に示すように、三層に別れている層のうち上下層を固定し、中央層に水平荷重をOil Jackにより加える事により上下面二面でせん断しようとするものであり今回試作した装置では剪断厚 l' を $l'=2.5, 5.0, 10.0$ cmに変える事ができる。供試体の形状は一面せん断の例にならひ円筒形とし、氷塊からCore drillにより抜きとり、端面をデコラのこで整形した。直接せん断試験の場合、最も注意すべき事は供試体と剪断装置との間に隙間がある事で、そのような場合、曲げ応力も作用するため過小に見積もる場合があるので装置の設計にはその点を充分注意した。また供試体の寸法は径 $\phi=10$ cmとし高さ $l=25\sim30$ cmとした。図-2に(l'/ϕ)とせん断強度 σ_s の関係を示す。図からも明らかなように、 $l'/\phi \geq 0.5$ の範囲では l'/ϕ に関係なく、 σ_s の値はほぼ一定の値を示すのに対して、 $l'/\phi < 0.5$ の範囲では l'/ϕ が小さくなるにつれて σ_s は小さい値を示す事になる。 $l' \geq 5$ cmすなわち、 $l'/\phi \geq 0.5$ の範囲では図-3に示すように両面がきれいにせん断されるのに対して $l'=2.5$ cm、 $l'/\phi = 0.25$ の場合には中間層はほとんどの場合が圧壊の状態であったがこれはせん断と同時に圧縮の影響も強くでているためと思われる。以上の結果から二面せん断試験においては $l'/\phi \geq 0.5$ である事が望ましい。また荷重速度は $\dot{\sigma}_s = 1$ kg/cm²・secとしたが、これは一面せん断試験の結果から、 $0.01 < \dot{\sigma}_s < 50$ kg/cm²・sec

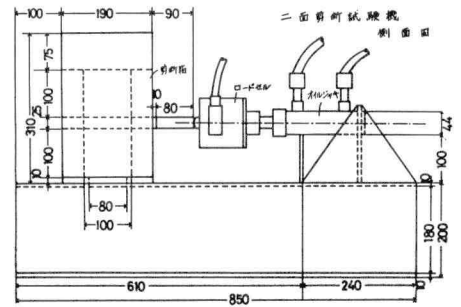


図-1

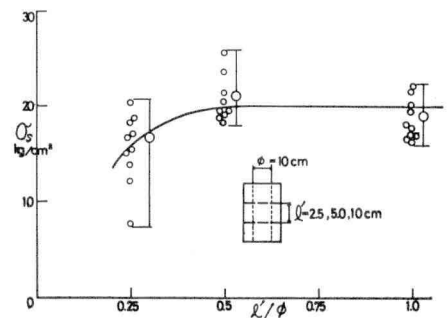


図-2

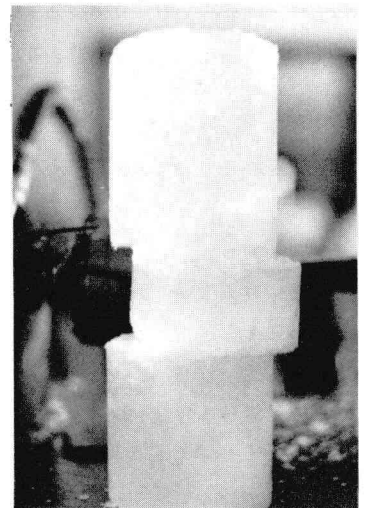


図-3

の範囲では σ_s は σ_s の変化にかかわらず一定値を示すためである。

§3. 水温 T と二面せん断強度 σ_s の関係

海水の強度には水温及び氷氷率が非常に強い影響力を有しているが、これは水温と海水の密度(ρ)及び塩分量(S)におきかえられる。本実験の範囲では、 ρ 及び S はほぼ一定値であるので、強度は近似的に水温のみの関数となる。図-4に T と σ_s の関係を示す。水温が -3°C 以上では、二面せん断強度 σ_s は急激に小さくなり、 -3°C 以下では、水温の低下とともに σ_s はほぼ直線的に増加することが判る。佐伯等の行った一面せん断強度においても同様の結果となっている。

§4. 一面せん断強度と二面せん断強度の比較

今回は $\sigma_s = 1 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、 $\phi = 10 \text{ cm}$ で、一面せん断の場合 $l = 20 \text{ cm}$ 、二面せん断の場合 $l = 30 \text{ cm}$ で同一の海水を用いて両試験方法の比較を行なった。その結果を図-5に示す。剪断厚はともに 10 cm である。図より、一面せん断強度は二面せん断強度に較べて平均して約 5.8% 程小さい値を示すが、これはせん断試験をする時曲げや圧縮が同時に作用するのであるが、供試体の上下両方で供試体を拘束する二面せん断の方が一面せん断に較べてこれらの影響が小さいためと思われる。

§5. 二面せん断強度 σ_s と一軸圧縮強度 σ_c の関係

コンクリートの強度に対しては古くから非常に多くの研究成果の積み重ねがあり、各強度間の関係も調べられている。そのため一軸圧縮強度を調べれば、他の強度のおおよその値は得られる。図-6は海水の二面せん断強度 σ_s と一軸圧縮強度 σ_c の関係を調べたものである。図から明らかなように $-3.3^\circ\text{C} > T > -7.5^\circ\text{C}$ の範囲では、 $\sigma_s/\sigma_c \approx 0.63 \sim 0.42$ 程度の値を示す。そして、 σ_c が増加するにつれて σ_s/σ_c は低下することを示している。これはほぼ同一の ρ 、 S であるので、水温 T が低下するにつれて σ_s/σ_c が低下する事を示している。コンクリートの場合、Grafの実験によると図-7に示すように、 σ_c に関係なくほぼ一定の値を示していてその比は $(\sigma_s/\sigma_c) \approx 0.23$ である。これは 20 cm の立方体供試体の一面せん断試験によって得られたものであるので、我々の結果に一面せん断強度と二面せん断強度の比 0.64 を乗じると一面せん断強度の場合の σ_s/σ_c

$\approx 0.40 \sim 0.27$ となり、コンクリートの場合と比較的近い値を示している。村島(1973)等は市販の淡水氷に対してせん断強度試験を行なっている。試験装置及び方法が異なっているが、 σ_s は水温の低下とともに直線的に増大している。また、Paige & Leeは σ_s とbrine volumeの関係を実験により求めている。我々の実験では氷の密度が小さく、air volumeが強度に影響を与える領域であるが、彼等の結果によると $\sigma_s = 5 \sim 13 \text{ kg/cm}^2$ となっているが、これは我々の実験の一面せん断強度の値 $\sigma_s = 10.9 \sim 13.44 \text{ kg/cm}^2$ にほぼ対応していると考えられる。

あとがき

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

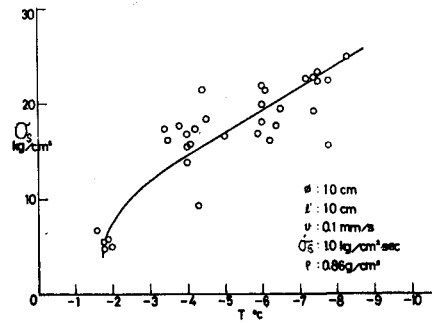


図-4

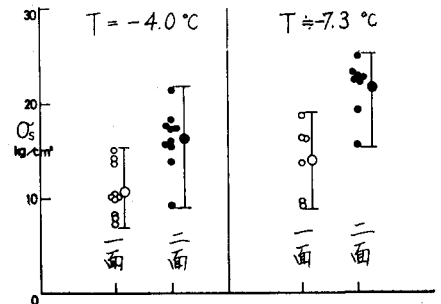


図-5

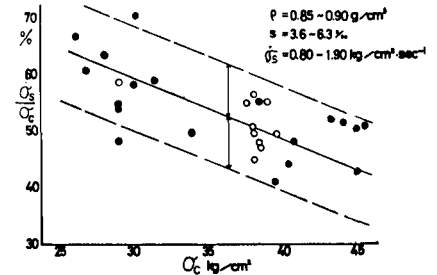


図-6

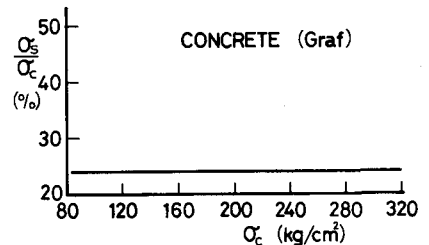


図-7