

清水建設(株)研究所 正○長 澤 保 紀
(財)電力中央研究所 正 青 柳 征 夫

1. ま え が き

近年、港湾構造物や海洋構造物へのコンクリート部材の利用が盛んになりつつある。一方、その設計法は許容応力度設計法から限界状態設計法へ移りつつあり、我国でもDNVのような疲労限界状態を設計で検討する必要がある。

特に、水中におけるコンクリート疲労強度の低下やせん断補強筋の疲労破断が設計上の問題点として指摘されてきている。

そこで、著者らは水中における鉄筋コンクリートのせん断疲労強度および性状を明らかにする第一歩として、MattockのPush-off 試験体を用いた直接せん断疲労実験を水中と気中で実施し、その相違について検討したので、以下にその概要を述べる。

2. 実験方法

試験体はFig-1に示す直接せん断試験体14体であり、せん断断面15cm×30cm、2種類のせん断補強筋比 $P_v=0.56, 1.51\%$ とした。同一条件の試験体数は水中用3体、気中用3体、予備1体であり、せん断面にはあらかじめひびわれを形成させた。

材令による影響をできるだけ除くために早強コンクリートを使用し、養生は実験2～4日前まで水中養生とした。水中疲労試験体については常に濡れた状態に保持しながら疲労試験機上の水槽の中に設置し、せん断面から25cm上面まで水を満して疲労実験を実施した。

繰返し荷重としては高振幅低サイクル疲労荷重を想定し、静的せん断強度(Fig-2中の τ_u)の65～85%を上限荷重とし、下限荷重をほぼ0、正弦波形、繰

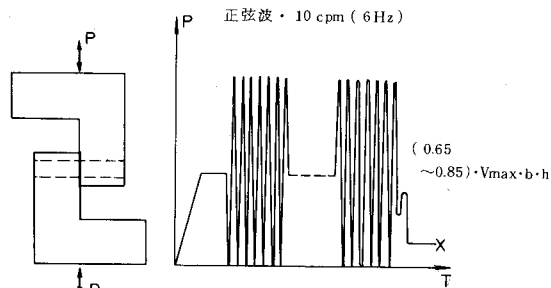


Fig-1 試験体形状および荷重載荷状況

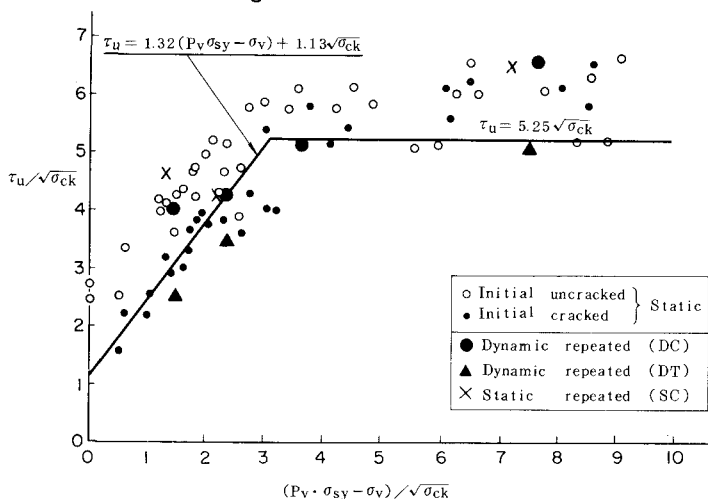


Fig-2 $\tau_u/\sqrt{\sigma_{ck}}$ vs. $(P_v\sigma_{sy}-\sigma_v)/\sqrt{\sigma_{ck}}$ ¹⁾

Table-1 使用材料試験結果

試験体 名 称	せん断補強鉄筋			試 験 体 コ ン ク リ ー ト							
	寸法・呼び名 (mm)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	材令3日 圧縮強度 σ_3 (Kg/cm ²)	材令7日 圧縮強度 σ_7 (Kg/cm ²)	材令14日 圧縮強度 σ_{14} (Kg/cm ²)	載 荷 実 験 当 日				
							圧縮強度 σ_{28} (Kg/cm ²)	割裂強度 σ_{cs} (Kg/cm ²)	静弾性係 数 E_c (10^3 Kg/cm ²)	ポアソン比 ν_c	せん断弾 性係数(G) (10^3 Kg/cm ²)
W16-1	D 16 (SD 35)	38.1	58.2	230.6	270.6	277.6	321.8	32.6	31.08	0.203	12.9
W16-2							360.6	29.7	34.20	0.266	14.0
W16-3							359.0	31.4	31.38	0.214	12.9
A16-1							358.3	36.1	31.70	0.211	13.1
A16-2							383.8	31.7	32.24	0.218	13.2
A16-3	D 10 (SD 35)	40.0	58.4	240.2	276.0	300.0	368.2	36.5	32.47	0.217	13.3
W10-1							372.3	32.0	30.97	0.232	12.6
W10-2							360.4	31.9	30.46	0.232	12.5
W10-3							369.5	32.3	30.61	0.223	12.5
W10-4							373.6	35.2	31.78	0.243	12.8
A10-1							390.9	32.5	29.87	0.215	12.3
A10-2							376.0	32.5	31.77	0.204	13.2
A10-3							392.8	32.6	30.46	0.200	12.7

返し速度 10 cpm の繰返し荷重を与えた。

荷重の繰返しは疲労破壊するまでを原則とするが、15000 回を超えて破壊しない場合にはその残存耐力を求めることとした。

3. 実験結果

せん断面に形成させた後の残留ひびわれ幅は 0.01～0.15 mm であり、全平均値をとると 0.06 mm であった。

Fig-3 は S-N 線図を示したものであるが、水中試

験体は気中に比して寿命は小さくなっており、その傾向はせん断補強筋比が小さく作用荷重が大きいほど大きいようである。同図に DNV で規定しているコンクリートのせん断疲労の S-N 線図を水中と気中について併記したが、その設計式と直接対応する関係にはないようである。

Fig-4 は、せん断面におけるひびわれ幅・せん断ずれ変形・せん断補強筋ひずみについて A10 シリーズと W10 シリーズの結果を回数比 (n/N) に対して図示したものである。

せん断補強筋ひずみの結果をみると、ひずみは回数とともに漸増する傾向を示しており、コンクリートの分担せん断力が骨材やモルタルのすり減りによって減少し、遂にはコンクリートの分担せん断力が 0 となり疲労破壊に至ったものと考えられる。せん断面のずれ変形・ひびわれ幅も同様の性状を表していると考えられるが、特に、せん断ずれ変形で 0.6 mm (せん断弾性係数値で 7400 Kg/cm²)、ひびわれ幅で 0.3 mm を超えると急激に疲労破壊に至るようである。

疲労破壊に至るまでの挙動をみると、水中疲労においてはせん断面のひびわれから微粒子が噴出する現象を観察した。

これは、ひびわれ内への水の吸入・吐出が荷重に合わせて交互に繰返されることにより骨材やモルタル分が微粒子となって洗い出されたものである。気中においてはひびわれからの微粉末の落下がみられた。

よって、疲労破壊に至るプロセスにおいて、水中と気中の差異はなく静的な破壊プロセスと同様と考えるが、その進行において水の吸入・吐出が進行を速めていると考えられる。

今後、さらに一層検討を進め、水中せん断疲労について明らかにしたい。

参考文献 1) 青柳・長澤：昭和 57 年土木学会年次学術講演会第 5 部概要集 V-46

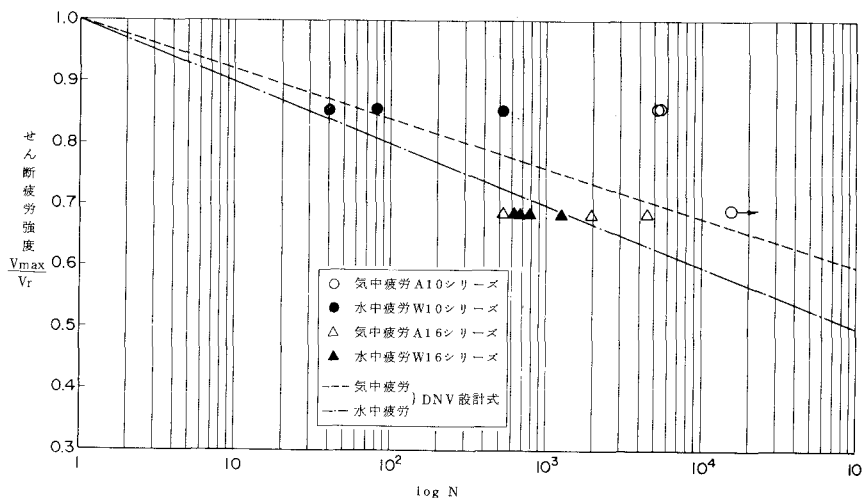


Fig-3 直接せん断疲労強度 S-N 曲線図

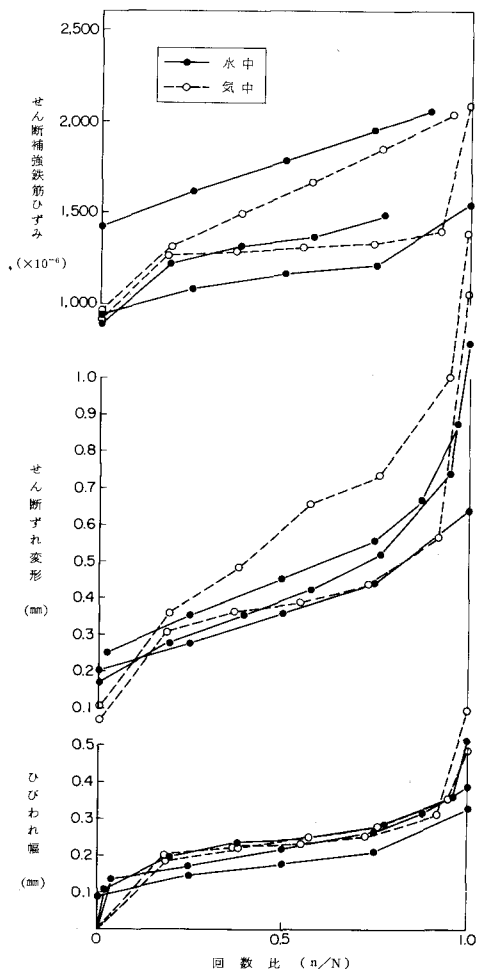


Fig-4 各測定値の繰返し変化