V-11 終局強度設計指針におけるコンクリートのせん断疲労強度の特性値

九州大学 ○正 員 松下 博通
同 上 正 員 牧角 龍憲
同 上 学生員 髙倉 克彦

1. まえがき

筆者らは、すでに報告したように[1)]スターラップを用いないはり（以下、無筋と呼ぶ）のせん断疲労強度の特性値を(1)式で求めたが、今回、(1)式の安全性について改めて検討を行うとともに、スターラップを用いたはり（以下、有筋と呼ぶ）のせん断疲労強度の安全性について検討を行った。以下にその概要を述べる。

$$\log N = \frac{0.87 - So}{0.87 - Su} \quad \text{-----(1)}$$

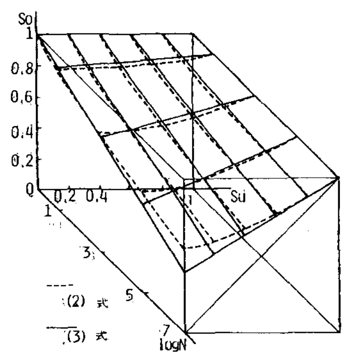
表－1

研 究 者	岡村ら	著者ら
S_o-N の関係	$(S_o, \log N) = (1, 0)$ を通る曲線	$(S_o, \log N) = (1, 0)$ を通る曲線
荷重振幅の影響	r $(=S_u/S_o)$ の大きさで評価	修正Goodman の関係を仮定
回 帰 式	$\log S = m(1-r^2)\log N$ ――― (2)	$\log N = m\dfrac{1-S_o}{1-S_u}$ ――― (3)
回帰式の定数 (m)	-0.036	11.5
回帰に用いたデータの研究者	岡村ら	岡村ら,Farghaly,Chang-Kesler,Taylor,Stelson

2. 無筋せん断疲労耐力の安全性

材料強度の特性値は、一般に材料強度の平均値を何らかの方法で低減させることによって求められる。したがって、材料強度の特性値を適切に評価するには、材料強度の性状を的確に把握することが重要である。

無筋せん断疲労強度の性状は、最大荷重比S_0、最少荷重比S_u、および疲労寿命Nの関係で与えられるが、今回用いた式が、既に提案されている式[2)]と疲労性状のとらえ方において表－1に示すように若干異なるので、このことについて検討する。(2)式のmの値は、S_0の実験値と計算値を最適にする、つまりS_0の大きい領域よりも小さい領域で、より精度の高い回帰式を求めているのに対し、(3)式は logNの実験値と計算値との差を最適にする、すなわち logNの値の全般にわたって同等の精度をもつ回帰式を求めている。こうした違いによって(2)、(3)式がどのような関係にあるかを調べる。図－1は、S_0、S_u、logNを3次元直交座標にとり、(2)、(3)式を曲面表示したものである。実構造物に作用する荷重を考えると、繰返し回数がある程度大きい領域で疲労破壊に対する検討が行われるが、この領域では、S_uが小さい場合(3)式は(2)式よりもかなり安全側の値を与える。そこで、S_0および logNの実験値と計算値の比較を図－2に示す。(2)式は(1)式に比べてS_0が小さい領域ならびに logNが大きい領域で若干精度が悪くなっているが、これは回帰に用いたデータ個数がことなるために生じたことであり、(2)、(3)式の優劣を比較することはできない。しかし、図－2からみる限り、(3)式はS_0、logNのいずれにおいても実験値をよく表していると考えられる。



図－1

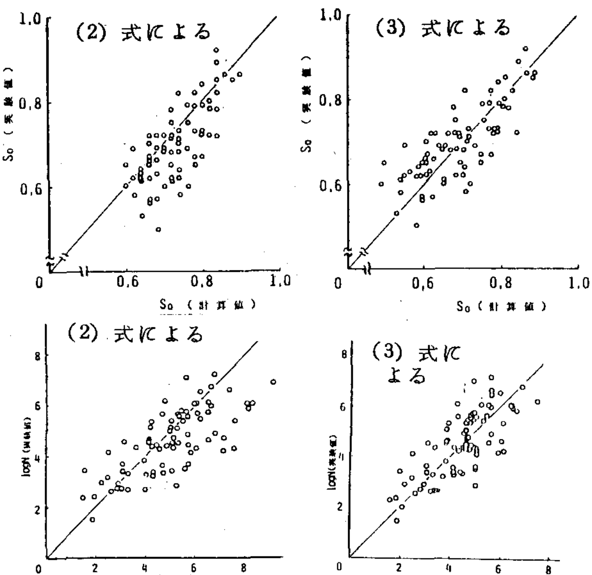
また、無筋せん断疲労の$S_0 - S_u - N$の関係は、有筋せん断疲労においてスターラップひずみ量の算定に用いられるので、このことについて(3)式と実験値の適合性を検討する。岡村ら[3)]は、スターラップひずみの増大をコンクリート分担せん断力の減少によるものと考え、しかもその減少が無筋せん断疲労強度の減少と本質的に同等と仮定して、最大荷重時の平均スターラップひずみ$\varepsilon_{\omega max}$算定式を(4)式で示した。この考え方に基づき、(3)式を用いて$\varepsilon_{\omega max}$算定式を誘導すると(5)式が得られる。岡村らのデータを用いて実験値と計算値との比較を行った中の一例を図－3に示すが、(5)式は(4)式と同様にデータをよく表現しているとい

える。以上のことから、無筋せん断疲労強度の性状を(3)式で十分把握できるものと考える。

筆者らは、疲労実験データのばらつきに対する安全性を、(3)式中の静的耐力の補正およびS－N線図の傾きを低減することによって考慮し、95%の安全率を有する(1)式を求めた。図－4は、(1)、(3)式の関係を示したものであるが、(3)式に対する(1)式のS_0の低減率は、logNが大きい領域、つまり、実構造物の疲労破壊が問題となる領域で若干高く見込まれる。

3．有筋せん断力疲労破壊に対する安全性の検討

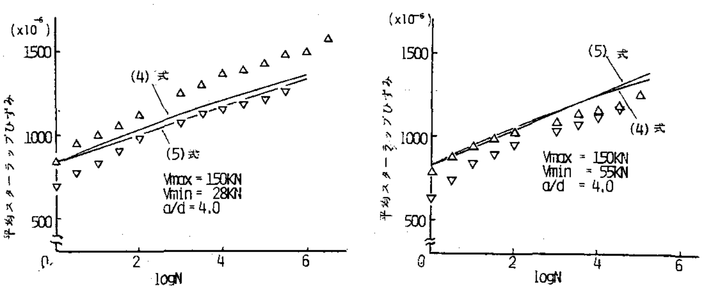
終局強度設計指針によれば、有筋せん断疲労の破壊条件は、(5)式を変形して求められるスターラップに生じる応力が、スターラップの疲労強度に達する点で規定されており、そのときの logNはその荷重レベルでの平均疲労寿命Nを与えることになる。この方法で得られるNの値と岡村らのデータ[3]を用いて累積繰返し回数比Mを算定したところ、図－5に示すように、安全性を考慮しない場合に生存確率50%を与えるMの値に対して、(5)式中のコンクリート分担せん断力の減少項を(1)式で表現することによってコンクリート側に安全性を見込み、また、スターラップの疲労強度の特性値を用いることで鉄筋側に安全性を見込んだ場合のMの値は、既に95%の生存確率を有している。また、安全性を考慮しない場合に、Mの値が1に近似するようなスターラップの折曲げ疲労強度は、鉄筋の疲労強度の57%となり、このときのMの値は0.77～1.44の範囲に存在し、平均値は1.18を示した。



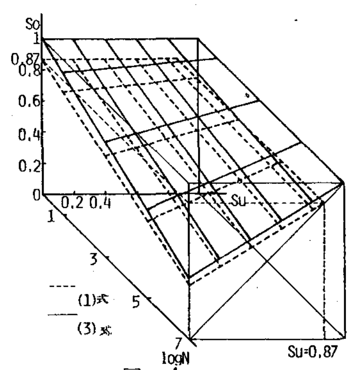
図－2

$$\varepsilon w\max = \frac{\bar{\beta}x(V\max - Vco\cdot 10^{-0.036(1-r^2)\log N})}{Aw\cdot Ew\cdot Z/s} \quad \text{-----(4)}$$

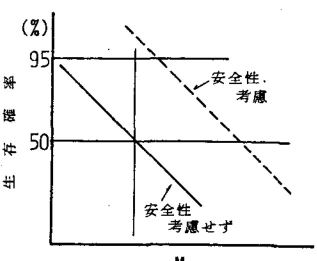
$$\varepsilon w\max = \frac{\bar{\beta}x[V\max = Vco(1-0.087(1-r)\log N)]}{Aw\cdot Ew\cdot Z/s} \quad \text{-----(5)}$$



図－3



図－4



図－5

〈参考文献〉

1) 松下ら：第38回土木学会全国大会講演概要集，1983

2) 岡村ら：コンクリート工学，Vol.20，No.9

3) 岡村ら：コンクリート工学，Vol.19，No.5