

名古屋大学、 学生員
名古屋大学 正員

安田純夫
成岡昌夫

1. まえがき

軽量コンクリートは最近普及しはじめ、土木技術者にはその知識が必要になつてきたように思われる。現在では、軽量骨材の性状や軽量コンクリートの強度、体積変化、温度性状などに関する文献はしばしば発表されているが、軽量コンクリートの疲労強度に関するデータは、わが国ではあまりないように思われる。

この研究では、軽量コンクリートの角柱状試体に、等分布応力、および、三角形分布応力を繰返し載荷して、その疲労性状を調べる。実験結果は、S-N曲線、および、McCall の提案した数学的モデルを用いて処理した。

従来、コンクリートの疲労試験では、200万回、あるいは、規定回数で破壊しないものを、S-N曲線から取り除くのが普通であった。筆者らは、コンクリートにはいわゆる疲労閾値が存在せず、破壊までの繰返し回数が増えれば正規分布に従うものとして、200万回で破壊しないものもデータとして含めることを試みた。

2. 供試体、および、実験法

1) 供試体 疲労試験には図-1に示されるような断面寸法の角柱状試体を用い、静的試験には直径15cm、高さ30cmの円柱状試体を用いた。

供試体コンクリートは、表-1の配合による。細骨材は、ともに、ライオナイト軽量骨材で、セメントは大阪セメント社普通ポルトランドセメントである。細骨材の粗粒率は2.72、および、6.52で、比重は1.87、および、1.34である。

養生は、コンクリート打設後2日目に脱型して、28日まで水中養生し、その後、疲労試験が行われるまで、室内養生とした。実験は、諸外国の多くの実験例により、打設後、100日以上経過している。

2) 疲労試験 写真-1(a)、および、(b)に示されるように、疲労試験用供試体と、それぞれ、偏心量 $e=0$ 、および、 $e=b/6$ にセットした。試験機はローゼンハウゼン型疲労試験機で、繰返し数は500rpmとした。

疲労試験の最大、および、最小荷重は、つぎのように決めることにした。たとえば、図-2のように、円柱、および、角柱状試体で、応力-ひずみ(σ - ϵ)曲線が求められ、円柱状試体で $\sigma=400 \text{ kg/cm}^2$ で破壊したものと、その80% ($\sigma=320 \text{ kg/cm}^2$) の σ を求める。このときと同一の σ をもつ角柱状試体の $e=0$ 、 $e=b/6$ の σ を求めると、 $\sigma=348 \text{ kg/cm}^2$ 、および、 170 kg/cm^2 となる。これを疲労試験の最大応力とするとときは、これを圧縮強度の80% 応力と称することにする。このようにして、最大

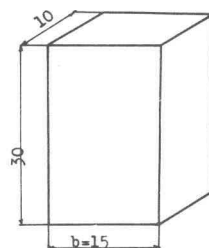
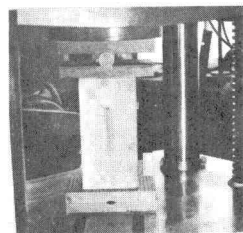
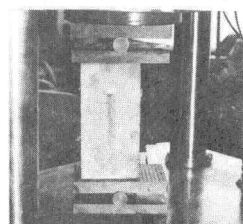


図-1 角柱供試体(unit: cm)



(a) 偏心量 $e=0$



(b) 偏心量 $e=b/6$

写真-1 供試体のセット

応力、および、最小応力を決めた。

疲労試験結果は図-3 のようになつた。なお、最小応力は、すべて、最大応力の10%とした。

3. 考察

1) S-N曲線 疲労試験の結果、従来どおり、200万回で破壊しない供試体のデータを取り除いて、S-N曲線を求めると、つぎのようになる。

$$(1) e=0 \quad \log N = 20.3 - 0.239 S \quad 200 \text{ 万回疲労強度 } 58.6\%$$

$$(2) e=b\% \quad \log N = 25.0 - 0.248 S \quad \quad \quad 75.6\%$$

これに対して、破壊しない供試体は、つぎのようにしてデータに含めることを考える。同一条件で試験された供試体 n 個のうち m 個が破壊して、 $(n-m)$ 個が破壊しなかったとする。これらの供試体の破壊までの回数 α 対数が正規分布にしかつてゐるものとしてその条件の平均値を求める。さらに、重み (m) をつけ、最小自乗法によつて、S-N曲線を求める。このようにして得られたS-N曲線は、つぎのようになる。

$$(3) e=0 \quad \log N = 24.4 - 0.303 S \quad 200 \text{ 万回疲労強度 } 59.8$$

$$(4) e=b\% \quad \log N = 32.2 - 0.335 S \quad \quad \quad 77.4$$

普通コンクリートでは、Ople'sは、従来の取扱いによる200万回疲労強度が、 $e=0$ で65.3%、 $e=b\%$ で83.5%であることを示している。しかつて、軽量コンクリートは普通コンクリートよりも、疲労に対して少し弱いように見える。

2) McCallの数学的モデル McCallは、応力S-疲労寿命N-破壊の確率Pを、つぎの式で与えた。

$$P = 1 - 10^{-a S^b (\log N)^c}$$

ここに、 a 、 b 、および、 c は定数である。上式を二重対数をとつて線形に変換する。

$$\log S = A + B \log (\log N) + C \log \{-\log (1-P)\}$$

この実験では

$$(5) e=0 \quad \log S = 2.0343 - 0.3069 \log (\log N) + 0.0229 \log \{-\log (1-P)\}$$

$$(6) e=b\% \quad \log S = 2.0229 - 0.1363 \log (\log N) + 0.0346 \log \{-\log (1-P)\}$$

が得られた。P=0.001、N=200万回 α ときのSの値は、 $e=0$ で49.1%、 $e=b\%$ で、63.6%となる。

Ople'sは、McCallの式を用いて、これらの実験に対して、P=0.001、N=200万回 α ときのSの値は57.7% ($e=0$)、77.2% ($e=b\%$)を得ている。これからみても、人工軽量コンクリートは、普通コンクリートにくらべて、疲労に対し、少し弱いようである。

参考文献 1) F.S.Ople, C.L.Hulsbos; "Probable Fatigue Life of Plain Concrete with Stress Gradient" Journal of A.C.I. Vol. 63 (Jan., 1966) pp 59~80

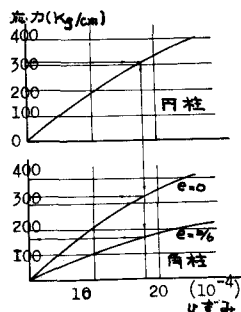
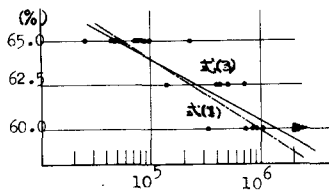
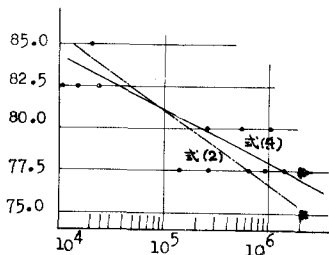


図-2 疲労試験時応力決定法



(a) 偏心量 $e=0$



(b) 偏心量 $e=b\%$

図-3 実験結果

表-1 コンクリートの配合

セメント	水	細骨材	粗骨材	スラッシュ	空気量
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(cm)	(%)
400	157	535	562	40±1	35±1