

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
立命館大学大学院 学生員○林 宏信 (株) 鹿島 高木泰雅

1.はじめに

本研究では、気中・水中で一定繰返し荷重を受ける高強度コンクリートの圧縮疲労試験を行い、コンクリートの圧縮強度および環境条件が疲労性状に及ぼす影響について検討した。

2.実験概要

本実験に用いたコンクリート ($W/C=40\%$, $s/a=46\%$, $W=176\text{kg/m}^3$) には、早強ポルトランドセメント(比重 3.14)、細骨材には野洲川産川砂(比重 2.62、 $FM=2.55$)、粗骨材には高槻産硬質砂岩砕石(比重 2.69、 $MS=13\text{mm}$)を使用した。混和剤は、 β -ナフタリンスルホン酸系の高性能減水剤を使用した。

表-1 に実験要因を示す。供試体 ($\phi 7.5 \times 15\text{cm}$) は打設翌日に脱型、1週間水中養生し、疲労試験を実施するまで高温恒温恒湿室($20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $RH=90 \pm 5\%$)で保管した。疲労試験は、コンクリート強度が安定状態に達していると考えられる材齢 91 日以降に実施した。環境条件は気中・水中の2環境、上限応力比は気中で3水準、水中で5水準とした。水中疲労試験供試体は、試験前約7日間水中養生した後に載荷試験を実施した。疲労試験は正弦波による部分片振り載荷とし、載荷速度は10Hzとした。

3.実験結果および考察

同一繰返し応力を受ける場合でも疲労寿命は大きく変動するので、疲労寿命の分布は対数正規分布に従うものとして処理した。

図-1 に上限応力比(S)と平均疲労寿命($\bar{N}$)との関係を既報告データ^[1](シリーズ2)とともに示す。上限応力比は、各々の試験環境での静的圧縮強度に対する比で表す。これらの関係式を直線式で近似し、最小自乗法によって $S-\bar{N}$ 線式を求める。

気中のデータのばらつきが水中より大きくなったが、200 万回圧縮疲労強度は気中では 60.5%、水中では 43.4%となった。また、本実験と同一配合の既報告^[1]の 200 万回圧縮疲労強度は気中では 62.4%、水中では 60.2%となった。水中での 200 万回圧縮疲労強度の相違は下限応力比が異なるためである。また、既報告^[1]の気中データは本実験と実験要因が同じためまとめて整理してシリーズ1, 2と表す。

気中における $S-\bar{N}$ 線図を図-2 に、 $S_r-\bar{N}$ 線図を図-

3 に示す。研究者により試験条件は若干異なるが、気中の 200 万回圧縮疲労強度は下限応力比が 10%程度の場合 60~70%の範囲にあり、 $S-\bar{N}$ 線図の勾配もほぼ同程度である。しかし、静的圧縮強度が増加すると 200

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Hironobu HAYASHI, Taiga TAKAGI

表-1 供試体の実験要因
シリーズ1

環境条件	上限応力比 $S_{ult}(\%)$	下限応力比 $S_{min}(\%)$	供試体数
気中	65	10	5
	70		6
	75		7
水中	55	10	6
	60		6
	65		6
	70		6
	75		6

シリーズ2 (既報告^[1])

環境条件	上限応力比 $S_{ult}(\%)$	下限応力比 $S_{min}(\%)$	供試体数
気中	65	10	5
	70		6
	75		9
水中	68.2	18.6	6
	75.0		9
	81.8		8

表-2 静的試験結果
気中

	f'_c (MPa)	供試体数	C.V.	E_c (MPa)
シリーズ1	74.6	12	7.2%	4.40×10^4
シリーズ2	84.8	8	7.2%	4.64×10^4

水中

	f'_c (MPa)	供試体数	C.V.	E_c (MPa)
シリーズ1	66.6	8	10.7%	4.71×10^4
シリーズ2	61.4	10	12.0%	4.94×10^4

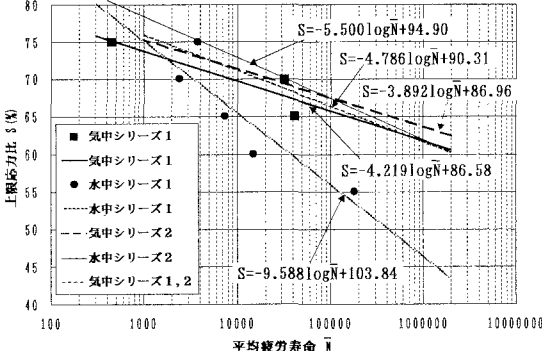


図-1 $S-\bar{N}$ 線図

万回圧縮疲労強度は低下する傾向にある。
 土木学会コンクリート標準示方書のコンクリート疲労強度式では構造体と供試体のコンクリート強度比および永久荷重による強度低下などを考慮して、係数 k_1 の値を圧縮および曲げ圧縮の場合 0.85 を採用している。80N/mm² 程度の高強度コンクリートにおいては $k_1=0.85$ 時には安全側となるが、実験室データであることを考慮して $k_1=1.0$ とすると危険側となる。

水中における $S-\bar{N}$ 線図を図-4 に $S_r-\bar{N}$ 線図を図-5 に示す。下限応力比が同じであれば、コンクリート強度が高くなると 200 万回水中圧縮疲労強度は気中と同様に低下する傾向にある。本実験の $S-\bar{N}$ 線式および $S_r-\bar{N}$ 線式は土木学会式の係数を $k_1=1.0$ とした場合にほぼ一致する。 $k_1=0.85$ とすると応力振幅で表した全ての既報告データは安全側となる。

4. 結論

- (1) 圧縮強度 80N/mm² 程度の高強度コンクリートの気中疲労強度は、普通強度コンクリートより低下する。
- (2) 下限応力比が同じであれば、コンクリート強度が高くなると水中においても疲労強度は低下する傾向にある。

【参考文献】

- [1] 児島・高木・松尾・林：高強度コンクリートの水中疲労性状に関する実験的研究，第 52 回年次学術講演会講演概要集，第 5 部，1997
- [2] 井上正一：コンクリートの圧縮疲労特性と部材設計への適用に関する基礎的研究，博士論文，1985
- [3] 松下博通：水中におけるコンクリートの圧縮疲労強度に関する研究，土木学会論文報告集，No.296，1980
- [4] E.W.Bennett, and S.E.Muir : Some Fatigue Tests of high-Strength Concrete in Axial Compression, Magazine of Concrete Research, Vol.19, No.59, 1967
- [5] Ople, F.S. and C.L.Hulsbos : Probable Fatigue Life of Plain Concrete with Stress Gradient, Journal of ACI, No.63, No.1, 1966
- [6] 尾崎ら：水中におけるコンクリートの圧縮強度，土木学会第 35 回年次学術講演会講演概要集，第 3 部，1977

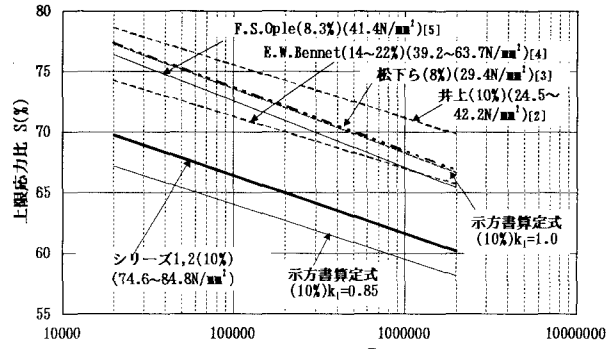


図-2 $S-\bar{N}$ 線図 (気中)

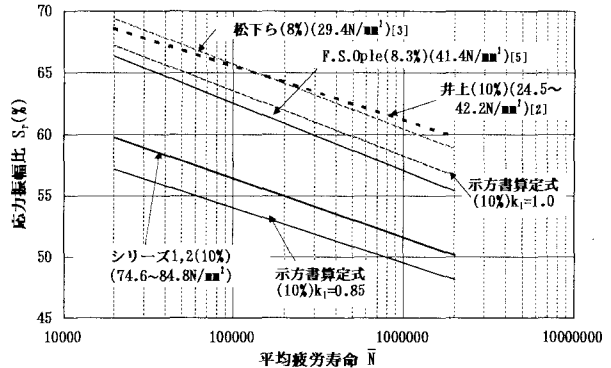


図-3 $S_r-\bar{N}$ 線図 (気中)

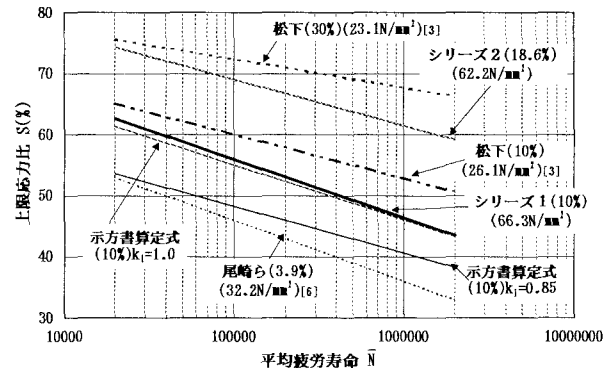


図-4 $S-\bar{N}$ 線図 (水中)

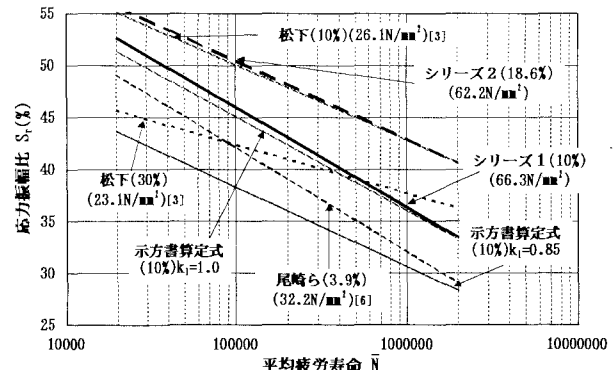


図-5 $S_r-\bar{N}$ 線図 (水中)

注：(%)は下限応力比を示す