

V-479

高強度コンクリートの圧縮疲労寿命について

立命館大学大学院 学生員 林 宏信 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

1. はじめに

本研究では、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気中・水中で行い、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を既往の研究と比較検討した。

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碎石（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。円柱供試体（ $\phi 7.5 \times 15\text{cm}$ ）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8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片振り載荷とし、載荷速度は5～10Hzとした。

表-1 供試体の実験要因

環境条件	上限応力比 $S_{max}(\%)$	下限応力比 $S_{min}(\%)$	供試体数
気中	65	10	10
	70		12
	75		16
水中	55	10	6
	60		6
	65		6
	70		6
	75	18.6	6
	68.2		5
	75		7
	81.8		7

表-2 静的試験結果

	f'_c (MPa)	供試体数	C.V.	E_c (MPa)
気中(10%)	74.6～84.8	20	7.2%	4.50×10^4
水中(10%)	66.6	18	10.7%	4.71×10^4
水中(18.6%)	61.4	10	12.0%	4.94×10^4

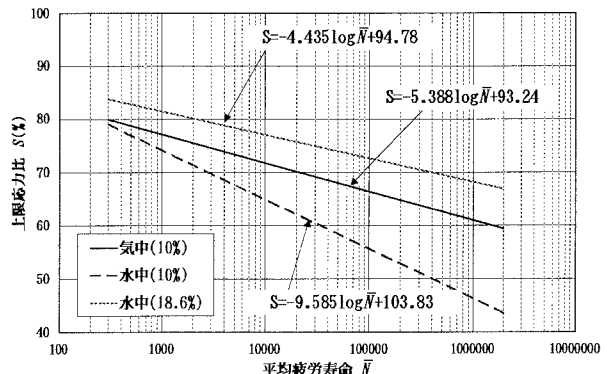
(%)：下限応力比を示す

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($\bar{N}$)の関係を示す。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 $S-\bar{N}$ 線式を求めた。

気中における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59%、水中では下限応力比が10%の場合43%、下限応力比が18.6%の場合67%となった。

図-1 $S-\bar{N}$ 線図

気中における $S-\bar{N}$ 線図を図-2 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、普通強度コンクリートでは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200万回圧縮疲労強度は低下する傾向にある。

図-3 に $S_r/(0.92-S_{min})$ と $\log N$ の関係を普通強度コンクリートの既報告疲労試験結果^[1]とともに示す。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コンクリートの種類・供試体の乾湿状態によ

キーワード：高強度コンクリート・疲労・水中疲労・疲労強度・K

住所：〒525-0058 滋賀県草津市野路東1-1-1(立命館大学理工学部土木工学科) TEL/FAX:077-561-2805

て定まる定数として K の値を普通コンクリートで気乾状態にある場合 17(生存確率 95%, 静的強度の変動係数 5%時)としている。しかし、高強度コンクリートでは K の値を 17 にすると、危険側となるデータがかなり増加する。

水中における $S-\bar{N}$ 線図を図-4 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。しかし、低下の程度は小さく、本実験の $S-\bar{N}$ 線式は土木学会式($k_f=1.0$ 時)にほぼ一致した。本実験で使用した供試体が小さいために、水中における静的圧縮強度の変動係数は既報告のデータのものの(5%以下)より大きく約 10%であった。しかし、ここでは変動係数を 5%としたときの $S-N$ 関係を普通強度コンクリートの既報告疲労試験結果^[1]とともに図-5 に示す。水中における K の値を 10 にすると、気中におけるより少ないものの、危険側となるデータが生じる。

4. 結論

- (1)高強度コンクリートの疲労強度は、普通強度コンクリートより低下する。この低下は供試体が気乾状態にあるとき著しい。
- (2)疲労強度式の K の値を気乾状態において 17 にすると、高強度コンクリートでは危険側となるデータがかなり増加する。

【参考文献】

- [1]土木学会:コンクリートライブラリー第 52 号,コンクリート構造の限界状態設計法指針(案),1983
- [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]Opel,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 5 部,1977

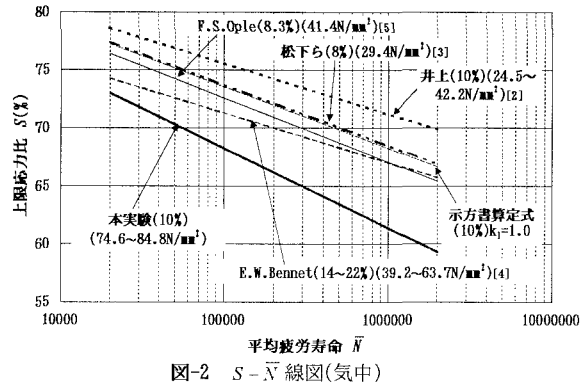


図-2 $S-\bar{N}$ 線図(気中)

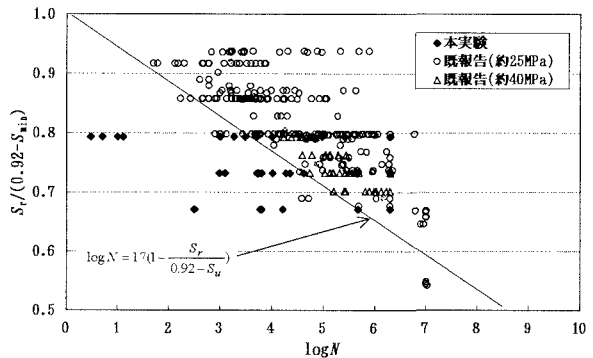


図-3 $S-N$ 関係(気中)

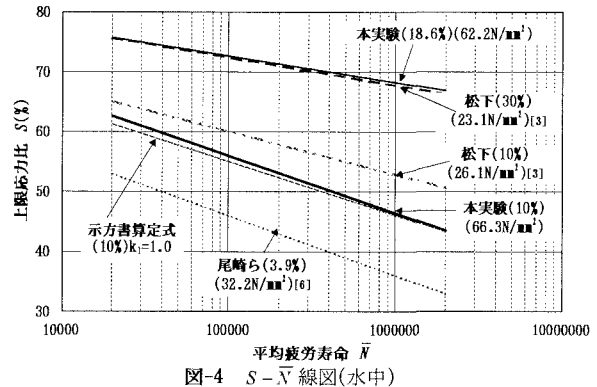


図-4 $S-\bar{N}$ 線図(水中)

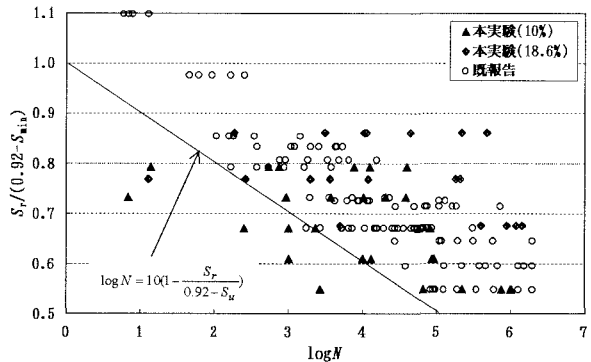


図-5 $S-N$ 関係(水中)

注: (____)は下限応力比を示す