

## 第V部門 下水汚泥スラグ粗骨材を用いたコンクリートの圧縮疲労特性

立命館大学大学院  
立命館大学学生員 ○武田 字浦  
正会員 児島 孝之

## 1. はじめに

下水道の普及に伴い、発生汚泥量は年々増加しており、処分場の残存容量は減少している。本研究では、下水汚泥スラグをコンクリート用粗骨材として用いるため、水セメント比 50%、下水汚泥スラグ置換率を 50%および 100%としたコンクリートの圧縮疲労特性について検討した。

## 2. 実験概要

表 1 に使用材料、表 2 に示方配合および疲労試験開始直前強度を示す。本実験で用いた下水汚泥スラグは、滋賀県湖南中部浄化センターで製造された空冷スラグを用いた。供試体は、打設翌日に脱型し、所定材齢まで標準養生を行ったのち、疲労試験開始（材齢 91 日以降）まで、高湿恒温恒湿室(20±1°C、RH=90±5%)にて気中養生を行った。

供試体には円柱供試体(φ7.5×15cm)を用い、気中環境下にて疲労試験を行った。疲労試験は正弦波による部分片振り載荷で行い、載荷速度は 4Hz とした。上限応力および下限応力は疲労試験開始直前強度をもとに決定し、上限応力は 60, 70, 80%の 3 水準、下限応力は 10%の 1 水準とした。繰返し回数は 200 万回とし、200 万回で破壊しなかった供試体については静的圧縮強度試験を行うことにより残存強度を測定した。

## 3. 結果および考察

同一繰返し応力を受ける場合でも、疲労寿命は一般に大きく変動する。本研究では、疲労寿命の分布が対数正規分布に従うものとして処理した。また、200 万回で破壊しなかった供試体については、最良線型推定量<sup>1)</sup>を参考に 200 万回圧縮疲労強度を算出した。

図 1 に上限応力比と平均疲労寿命の関係を示す。200 万回圧縮疲労強度は 50-50 で 67.1%、50-100 で 64.0%となった。既往の普通コンクリート圧縮疲労試験結果<sup>2)</sup>と比較すると、圧縮疲労強度はほぼ同程度であることが確認された。

図 2 に  $S_r/(f_k/f_m - S_{min})$  と  $\log N$  の関係を示す。一般に、コンクリートの種類や供試体の乾湿状態によって定まる疲労強度式中の定数  $K$  の値は、 $S-\bar{N}$  線式から得られた  $K$  を使用する。生存確率が 95%以上であればその値が、95%

表 1 使用材料

材料 (略記)		主な性質
セメント (C)		普通ポルトランドセメント, 密度:3.16g/cm <sup>3</sup>
細骨材 (S)		川砂, 密度:2.60g/cm <sup>3</sup> , F.M.=2.68, 吸水率:1.76%
粗骨材	(G)	碎石, 密度:2.68g/cm <sup>3</sup> , F.M.=6.64, 吸水率:0.92%, MS=20mm
	(Gs)	空冷スラグ, 密度:2.81g/cm <sup>3</sup> , F.M.=6.28, 吸水率:0.8%, MS=20mm
混和剤	AE 減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体, 密度:1.06~1.07g/cm <sup>3</sup>
	AE 助剤	アルキルアリルスルホン酸化合物, 密度:1.04~1.06g/cm <sup>3</sup>

表 2 示方配合および疲労試験開始直前強度

供試体名	置換率 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					AE 減水剤* (cc)	AE 助剤* (cc)	直前強度 (N/mm <sup>2</sup> )
			W	C	S	G	Gs			
50-50	50	44.2	168	335	779	522	522	3554	1677	48.6(CV=4.5%)
50-100	100	43.7	167	333	779	0	1081	2664	3331	25.2(CV=5.6%)
										35.2(CV=4.2%)

\*AE 減水剤は 25%, AE 助剤は 1%に希釈して使用した

表3 200万回圧縮疲労試験結果

供試体	Smax (%)	Smin (%)	平均疲労寿命	S-N線式	圧縮疲労強度 (%)	K=17の時の生存確率(%)	生存確率95%以上のKの値
50-50	60	10	2000000	$S=-6.700\text{Log}\bar{N}+109.286$	67.1	80.0	15.5
	70		5189734				
	80		37635				
50-100	60	10	2000000	$S=-6.187\text{Log}\bar{N}+103.007$	64.0	83.3	10.5
	70		1128135				
	80		4480				
井上 <sup>2)</sup>	72~80	10	----	$S=-4.395\text{Log}\bar{N}+97.506$	69.8	----	----

以下であれば生存確率が95%以上になるように低減したKの値が、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<sup>3)</sup>に採用されている。Kの値は普通コンクリートの水中環境下および軽量骨材コンクリートの場合は10、その他の一般の場合は17とされている。本研究で、K=17として生存確率を求めると、50-50で80%、50-100で83%であった。それぞれの生存確率が95%以上になるように低減したKの値は50-50でK=15.5、50-100でK=10.5となる。下水汚泥スラグ粗骨材を用いたコンクリートでは、現行示方書の普通コンクリートの水中環境下および軽量骨材コンクリートの場合と同様K=10の値を採用することが適当であると考えられる。

4. まとめ

- ・下水汚泥スラグ粗骨材を用いたコンクリートの圧縮疲労強度は、既往の研究の普通強度のものと同程度であった。
- ・コンクリート疲労強度式のKの値は、K=10とすると生存確率95%以上を満足する。

【参考文献】

- 1) 浜田純夫, 中川健治, 成岡昌夫: 疲労試験における途中打ち切りデータの処理に関する研究, 土木学会論文報告集第189号, 1971.5, pp.99-105
- 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, 京都大学博士論文, 1985.4, pp.31-53,
- 3) 2002年制定, コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], (社) 土木学会, 2002.3, pp.24-25

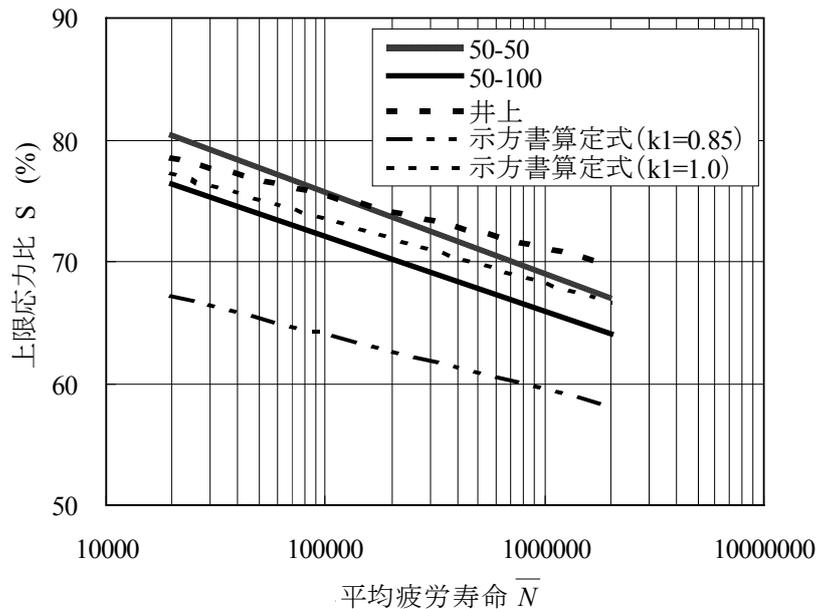


図1 上限応力比と平均疲労寿命の関係

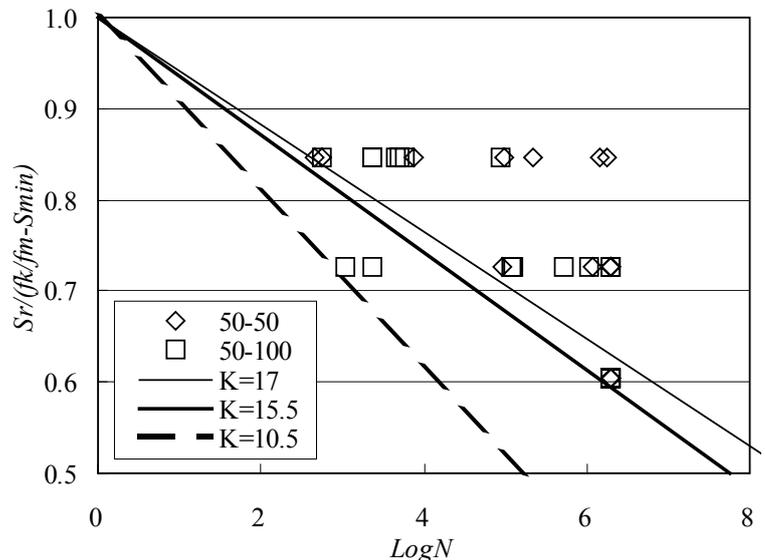


図2  $S_r/(f_k/f_m-S_{min})$ と  $\text{Log}N$  の関係