

V-104 シリカフュームを用いた超高強度コンクリートの一軸圧縮疲労試験

日本コンクリート工業 正会員 小寺 満
同 上 正会員 土田伸治
明星大学(元 日本コンクリート工業) 正会員 丸山武彦
明星大学理工学部 正会員 孤島法夫

1. はじめに

1000kgf/cm²以上の超高強度コンクリートの実用化に当たっては、その疲労強度特性に関する資料も重要である。筆者らは前回、シリカフュームを用いた超高強度コンクリートはりの曲げ圧縮疲労試験を行い、その疲労性状について報告¹⁾している。しかし、圧縮強度が1000kgf/cm²を超えるコンクリートの一軸圧縮疲労性状に関する資料はほとんどなく、また、疲労強度はばらつきが大きい²⁾ため、多くのデータ蓄積が必要となっている。本実験では、各種の養生方法を行った圧縮強度1100～1600kgf/cm²のシリカフュームコンクリートの一軸圧縮疲労試験を行い、その性状について検討を行った。

2. 試験概要

表-1 使用材料

2. 1 使用材料・配合：セメント、細・粗骨材、シリカフュームおよび混和剤の主な性質を表-1に、配合表を表-2に示す。なお、シリカフュームはセメントの外割りとした。

使用材料	主な性質
セメント	普通ポルトランドセメント、比重 3.16、ブレン値 3200cm ² /g
細骨材	鬼怒川産川砂、表乾比重 2.61、吸水率 2.01%
粗骨材	鬼怒川産玉砕、表乾比重 2.62、吸水率 1.72%、G _{max} =13mm
シリカフューム	比重2.20、比表面積20m ² /g、SiO ₂ 含有率94%
混和剤	ナフタリンスルホン酸塩系高性能減水剤、比重 1.20、固形分比 42%

2. 2 試験体：試験体は試験機の能力の都合上、表-2に示すφ10×20cmおよびφ5×10

表-2 試験体の配合および構成

cmの円柱を使用し、配合3水準、養生条件3水準の組み合わせで合計6種類である。φ10×20cmは3層、φ5×10cmは2層にコンクリートを打設し、各層を突き棒で突きながらテーブルバイブレーターを併用して締め固めた。打設面を養生膜で覆った水中養生試験体は、恒温恒湿室（温度20℃、湿度60%）に静置して翌日脱型し、水温20℃の水中にて養生を行った。

配合 記号	W (C+AD) [%]	S/a [%]	AD (C+AD) [%]	CA [%]	単位 セメント量 [kg/m ³]	養生条件		
						水中	蒸気	AC
No.1	26.0	42.0	15	2.5	448	●	—	—
No.2	21.0	42.0	20	3.0	506	—	●○	●○
No.3	16.8	40.0	30	5.0	500	—	—	—○

※AD:シリカフューム、CA:高性能減水剤、AC:オートクレーブ、
●: φ10×20, ○: φ5×10

表-3 試験結果

蒸気養生は、コンクリート打設後に養生槽に入れ、前置き2時間、昇温20℃/H、最高温度65℃で4時間保持、降温20℃/Hとした。AC養生は蒸気養生後の試験体を脱型して、ひき続き180℃・10気圧まで3時間で昇温、保持3時間、その後徐冷とした。なお、試験体の両端面は研磨仕上げとした。

試験体 寸法	配合 記号	養生 条件	静的強度 (kgf/cm ²)	S-N曲線式	標本数	相 係 数	2×10 ⁶ 回疲 労強度 (%)
φ10×20	No.1	水中	1142	S=1.007-0.052logN	8	0.969	67.9
	No.2	蒸気	1232	S=1.089-0.061logN	8	0.950	70.5
	No.2	AC	1358	S=1.094-0.070logN	12	0.919	65.3
φ5×10	No.2	蒸気	1192	S=0.877-0.025logN	8	0.905	72.0
	No.2	AC	1316	S=1.207-0.090logN	11	0.962	64.0
	No.3	AC	1624	S=1.167-0.078logN	9	0.944	67.6

2. 3 試験方法：水中養生試験体の疲労試験の開始は、3ヶ月以上の水中養生後に1ヶ月間の気中乾燥を経て、また、蒸気およびAC養生試験体の疲労試験は、それぞれの養生後3ヶ月以上気中養生を行ってからと

した。繰返し荷重の設定は、静的圧縮試験による強度 (f_c') を求め、応力振幅の上限値 ($\sigma_{\max}$), 下限値 ($\sigma_{\min}$) を圧縮強度 (f_c') との比率で表し、上限応力比 ($S = \sigma_{\max}/f_c'$) を変化させ、下限応力比 ($\sigma_{\min}/f_c'$) は全シリーズとも10%に設定した。疲労試験機はハイドロパルス式（容量：160tf= $\phi 10 \times 20$ 試験体、40tf= $\phi 5 \times 10$ 試験体）で、繰返し荷重速度は5 Hz、正弦波形で完全片振り疲労試験を行った。

3. 試験結果および考察

各試験体の静的圧縮強度は1142～1624 kgf/cm²であり、表-3に圧縮疲労試験の結果を示す。図-1は上限応力比 (S) と繰返し回数 (N) の関係を示し、あわせて土木学会示方書および文献^{2) 3)} ($f_c' = 160 \sim 800$ kgf/cm²) の結果を示した。いずれの試験体も上限応力比が小さくなるにしたがって疲労寿命は大きくなる。これらのデータは、各文献の $S-N$ 線図と比較してほぼ一致している。すなわち他文献による $f_c' = 500$ kgf/cm² 程度以下の $N = 2 \times 10^6$ 回の疲労強度は62～68%程度であるのに対し、本実験の $f_c' = 1100$ kgf/cm² 以上の超高強度コンクリートでは64～72%となっている。また、前回のPCはりの曲げ圧縮疲労の結果¹⁾ による100万回疲労強度約70%と比較してもよい関係を示しており、シリカフェームを用いた超高強度コンクリートの一軸圧縮疲労強度は普通強度コンクリートとほぼ同等であると思われる。

図-2は試験体寸法による $S-N$ 曲線の比較を示し、疲労強度が繰返し回数の対数に比例するとして近似した。寸法による相違はデータ数が少ないため、その有意差については検討できなかったが、過去の研究の場合と同様にばらつきの範囲にあると思われる。既述の文献と $S-N$ 曲線を比較すると、本実験および松本³⁾ の報告に見られるようにコンクリート強度が大きくなるにしたがってその傾きは多少大きくなる傾向があった。

4. まとめ

本実験の範囲内で次の結果が得られた。

シリカフェームを用いた $f_c' = 1100$ kgf/cm² 以上の超高強度コンクリートの一軸圧縮疲労強度は、普通強度のコンクリートとほぼ同等であり、 $N = 2 \times 10^6$ 回の疲労強度は64～72%の範囲であった。また、コンクリート強度が大きくなるにしたがって、 $S-N$ 曲線の傾きは多少大きくなる傾向が見られた。

【参考文献】1) 小寺満他「シリカフェームを用いた超高強度コンクリートPCはりの圧縮疲労性状」土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月、2) 松下博通他「生存確立を考慮した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、第284号、1979年4月、3) 松本嘉司他「安家川鉄道橋（上路型プレストレストコンクリート橋）の設計・施工」土木学会論文報告集、第264号、1977年8月

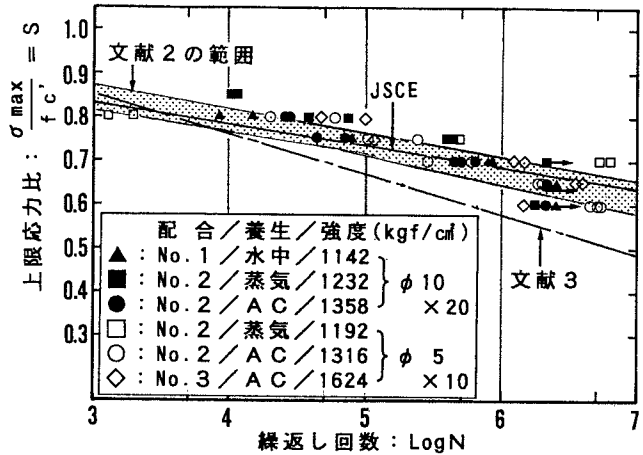


図-1 上限応力比と繰返し回数

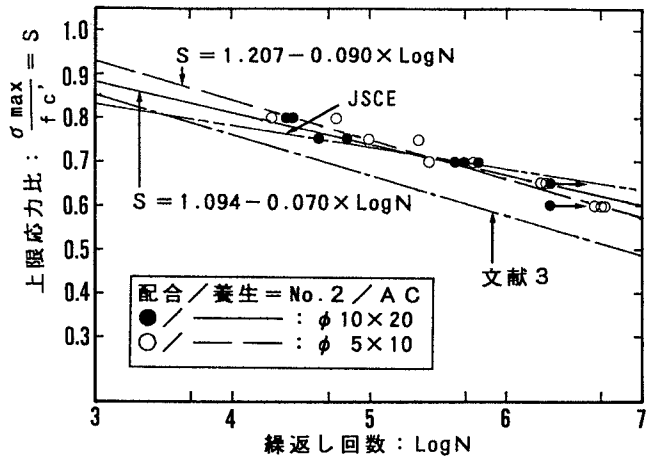


図-2 試験体寸法の影響と $S-N$ 曲線