

フライアッシュを細骨材補充材として用いたコンクリートの水中疲労特性

高知高専専攻科 学生会員 ○田村大地 高知高専 正会員 横井克則
高知県庁 正会員 芝沙矢香 高知高専 正会員 近藤拓也

1. はじめに

コンクリート構造物、特に自動車などのくり返し荷重が作用する橋梁等では、供用期間が長いため、くり返し荷重に対する疲労特性を把握することはコンクリート構造物の設計において重要であるといえる。また、四国内でもフライアッシュの有効利用の拡大と天然骨材に代わる新たな骨材資源の確保を実現する上では、フライアッシュコンクリートが要求性能に応じた限界状態に至らないことを確認する必要がある。本研究では、要求される安全性の中の疲労破壊に焦点を当て、くり返し荷重を受けるフライアッシュコンクリートの疲労特性を実験により測定し、調査・検討を行う。

2. 実験方法

2.1 使用材料と供試体の配合

表1 H26 年度供試体の配合表

H26 年度に作製した供試 体のセメントは、普通セメン ト(密度 3.16g/cm、比表面積 3,390cm ² /g)と高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm ³ 、比表面 積 3,770cm ² /g)の 2 種類を使	配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								
				W	C	細骨材			粗骨材		AD	AE
	S1(砕砂)	S2(海砂)	FA			G1(1505)	G2(2010)					
	N-C	60	46.8	150	250	631	270	0	467	571	2.50	0.00
	NFAⅡ-C					814	0	79				1.50
	NFAⅣ-C							75				
	BB-C			145	242	634	272	0	470	574	2.42	0.00
BBFAⅡ-C	819					0	79	1.45				
BBFAⅣ-C							75					

H26 年度に作製した供試体のセメントは、普通セメント(密度 3.16g/cm³、比表面積 3,390cm²/g)と高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³、比表面積 3,770cm²/g)の 2 種類を使用した。細骨材は粗砂(石炭石砕砂、密度 2.66g/cm³)と細砂(除塩海砂、密度 2.61g/cm³)、粗骨材には石炭石砕石 1505(密度 2.69g/cm³)と 2010(密度 2.69g/cm³)を使用した。1505、2010 は骨材寸法 5～15mm、10～20mm のものを示す。

表2 H27 年度供試体の配合表

H27 年度に作製した供試体のセメントは、普通セメント(密度 3.16g/cm³、比表面積 3,340cm²/g)と高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³、比表面積 3,750cm²/g)の 2 種類を使用した。細骨材は硬質砂岩砕砂(密度 2.59g/cm³、吸水率 1.70%)、粗骨材には硬質砂岩砕石(密度 2.63g/cm³、吸水率 0.92%)を使用した。

両方の配合で、フライアッシュは JIS 規格品のⅡ種およびⅣ種を容積で 10%細骨材補充材として用い、混和剤には AE 減水剤と AE 調整剤を使用した。本研究の配合表を表 1、表 2 に示す。なお、配合表の N は普通セメント、BB は高炉セメント B 種、FA はフライアッシュを示し、Ⅱ、Ⅳはフライアッシュの種類、AD は AE 減水剤、AE は AE 調整剤を示す。

2.2 疲労試験方法

フライアッシュコンクリートの圧縮強度は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に基づき測定し、疲労試験で作用させる正弦波荷重の上限値と下限値を決定するための基準強度とした。

表3 H26 年度供試体の荷重設定値

供試体	圧縮強度 (N/mm ²)	正弦波荷重中央値 (%)	振幅 (%)	本数 (本)
N-C	42.3～46.6	25～35	±15～±25	4
NFAⅡ-C	67.8～70.5	19～24	±9～±14	4
NFAⅣ-C	54.7～64.2	20～28	±10～±18	4
BB-C	46.1～50.8	24～33	±14～±23	4
BBFAⅡ-C	59.7～62.8	20～26	±10～±16	4
BBFAⅣ-C	54.4～58.9	21～28	±11～±18	4

表4 H27 年度供試体の荷重設定値

供試体	圧縮強度 (N/mm ²)	正弦波荷重中央値 (%)	振幅 (%)	本数 (本)
N-S	41.5	25～36	±15～±26	7
NFAⅡ-S	59.5	20～27	±10～±17	7
NFAⅣ-S	57.5	20～25	±10～±15	6
BB-S	45.5	20～33	±10～±23	7
BBFAⅡ-S	58.7	23～27	±13～±17	7
BBFAⅣ-S	53.6	23～29	±13～±19	7

水中疲労試験で作用させた正弦波荷重の設定値を年度ごとにまとめ、表 3、表 4 に示す。疲労試験を行うに当たり、振動数を 10Hz、目標サイクル数を 200 万回に設定して実施した。試験の状況を写真 1 に示す。

3.試験結果および考察

3.1 S-N 曲線

本研究では、縦軸に上限応力比、横軸にくり返し回数 $\log_{10}N$ を示したフライアッシュコンクリートの S-N 曲線を作成した。作成した S-N 曲線の 1 つを図 1 に示す。阪田、J.C.Antrim らの気中での S-N 曲線¹⁾²⁾、普通コンクリートの水中での S-N 曲線と本研究で作成した S-N 曲線と比較してみると、すべての配合で S-N 曲線が下方に位置しており、両氏の供試体および水中での普通コンクリートよりも疲労強度が小さいという結果となった。

フライアッシュコンクリートの S-N 曲線の傾きを表 5 に示す。フライアッシュコンクリートの S-N 曲線の傾きが普通コンクリートの S-N 曲線の傾きよりも小さくなって

いるものが多い理由としては、本研究で用いた疲労試験機が作用させることのできる力が最大で 200kN と、各供試体の圧縮強度に比べて小さく、高い応力下でのくり返し回数を測定できなかったことが挙げられる。

3.2 設計疲労強度の算出に用いられる定数 K

本研究で得られた、フライアッシュ無混入の供試体(N-C、BB-C、N-S、BB-S)を基準にして比較を行うと、高炉セメントにフライアッシュⅡ種を混入させた配合以外では、目標値を下回る結果となった。つまり、高炉セメントにフライアッシュⅡ種を混入させた配合以外では、上限応力比と下限応力比が同じ場合においても、普通コンクリートに

くり返し回数が少ない段階で破壊するということが確認できた。

4.まとめ

- (1) フライアッシュコンクリートにおいても、気中疲労強度に比べて水中疲労強度は著しく低下する。
- (2) 圧縮強度が大きい配合程ほど水中疲労強度が低

下する傾向があるため、基準強度ごとに定数 K を変化させて定める必要がある。

5.参考文献

- 1)阪田憲次・木山英郎・西林新蔵：統計的处理によるコンクリートの疲労寿命に関する研究、土木学会論文報告集 No.198、pp.107-114、1972
- 2)Antrim, j.c. and J.F.McLaughlin：Fatigue study of air-entrained concrete,Jour. of ACI,Vol.56,pp1173-1182,1959

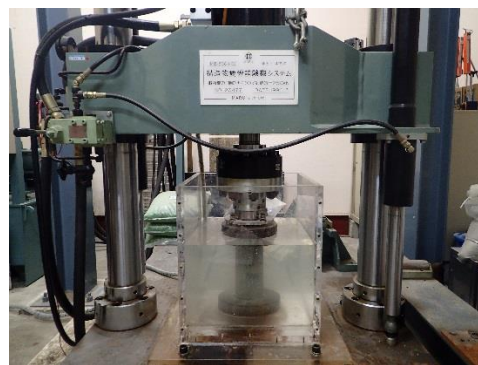


写真 1 水中疲労試験

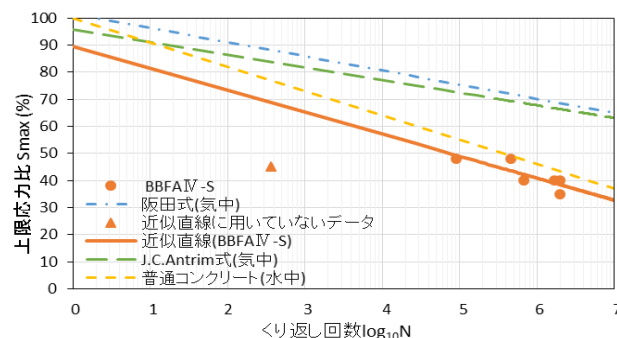


図 1 BBFAIV-S の S-N 曲線

表 5 S-N 曲線の傾き

配合名	S-N曲線の傾き
N-C	-0.796
NFAⅡ-C	-0.490
NFAⅣ-C	-1.081
BB-C	-0.539
BBFAⅡ-C	-3.050
BBFAⅣ-C	-7.528
N-S	-1.301
NFAⅡ-S	-1.526
NFAⅣ-S	-5.154
BB-S	-3.752
BBFAⅡ-S	-1.092
BBFAⅣ-S	-3.530

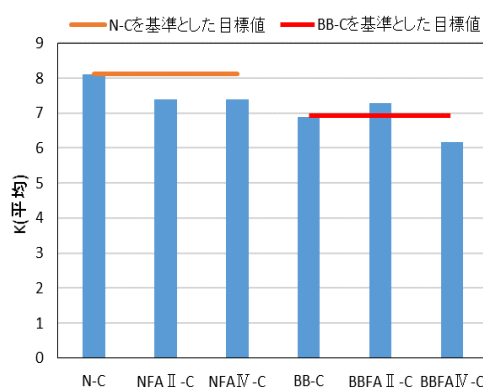


図 2 H26 年供試体の定数 K の比較

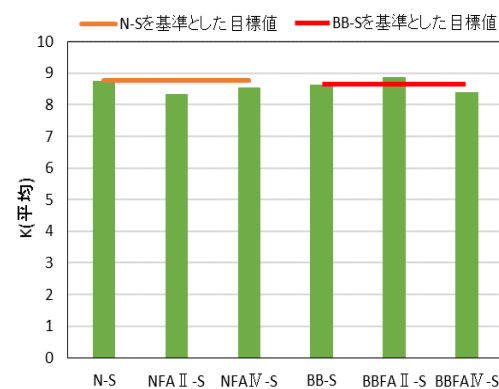


図 3 H27 年供試体の定数 K の比較