

アルカリ骨材反応による劣化を生じたコンクリートの一軸圧縮疲労特性

首都大学東京大学院都市環境科学研究科
首都大学東京大学院工学研究科

○宇治公隆 國府勝郎 上野 敦
王 鋭

1. はじめに

アルカリ骨材反応（以下 AAR と称す）による劣化を生じたコンクリートは、圧縮強度及びヤング率の低下を生じ、構造物の耐荷力が低下する。また、AAR により骨材界面の一体性も低下することが推察される。

そこで本研究では、圧縮荷重を繰り返し受ける場合の疲労特性を把握するため、AAR により 0.1%の膨張を生じた供試体（φ100mm×200mm）を対象に、一軸圧縮載荷における S - N 曲線を求め、AAR による劣化を生じた場合の疲労特性について検討した。

2. 実験概要

使用材料を表 1、示方配合を表 2 に示す。細骨材、粗骨材ともに JIS A 1804 の迅速法で「無害でない」と判定されている。なお、供試体作製にあたっては、水酸化ナトリウム 9.262kg/m³を練混ぜ時に混入した。φ100mm×200mm の円柱供試体を作製し、材齢 28 日まで水中養生をし、その後、「JCI - DD2 アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法（案）」に従って促進養生を行った。そして、所定の膨張率（0.1%）に達した供試体を用い、一軸圧縮疲労試験を行った。上限応力レベルは静的

表 1 使用材料

項目	品質
セメント(C)	普通ポルトランドセメント、密度 3.16 g / c m ³
細骨材(S)	山砂、FM = 2.18、表乾密度 2.70 g / c m ³ 、吸水率 3.31%
粗骨材 (G)	G2015 : 砕石、FM = 7.03 表乾密度 2.70kg/cm ³ 、吸水率 0.87% G1505 : 砕石、FM = 6.46 表乾密度 2.71kg/cm ³ 、吸水率 0.71%
混和剤 (Ad)	高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸エーテル系 AE 助剤：アルキルアリルスルホン酸系

強度の 66.5%、70%、75%の三段階とした。また、試験装置における安定的加力のため、下限応力レベルを 1.25N/mm²（載荷荷重 1.0tf）一定とした。

3. 実験結果及び考察

供試体は 3 回に分けて作製した。フレッシュコンクリートの性質及び圧縮強度を表 3 に示す。疲労試験の基準となる試験開始時（膨張率 0.1%）の圧縮強度は 30.0、32.6 及び 38.9N/mm²である。表 3 中 NO.1 に示すごとく、促進養生した供試体の圧縮強度は水中養生を行った、材齢 28 日の圧縮強度に比べて高い。これは、促進養生中の強度増加分が含まれているためと考えられる¹⁾。

各静的強度に対して所定の上限応力及び下限応力により疲労試験を行った。疲労試験の状況を写真 1 に示す。振動数は 25Hz とした。各供試体の試験結果を表 4 に示す。疲労試験における上限応力レベル比（上限

表 2 示方配合

Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G2015	G1505	Ad
10	4.5	50	45	185	370	758	583	388	7.4

注：アルカリ量調整のため、NaOH を 9.262kg/m³

表 3 フレッシュコンクリートの性質及び圧縮強度

グループ NO	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/l)	温度 ()	圧縮強度 (N/mm ²)	備考
1	10.0	5.4	2.266	23.3	30.0	水中 28 日養生強度： 22.6 N/mm ²
2	11.5	3.8	2.316	25.4	38.9	—
3	10.5	3.4	2.326	22.8	32.6	—

注：圧縮強度は促進養生後（膨張率 0.1%時）

キーワード：アルカリ骨材反応、圧縮疲労、S - N 曲線、膨張率、疲労寿命

連絡先：〒192 - 0397 東京都八王子市南大沢 1 - 1 首都大学東京都市環境科学研究科 TEL：0426-77-2775

応力/静的強度) $S_{\max}$ と破壊までの繰返し回数 N の関係を図1に示す。なお、比較として、28日間水中養生を行った供試体を用いた疲労試験（膨張率0%、 $S_{\max}=0.75$ 、 0.8 ）の結果を合わせて示す。静的強度では載荷回数1回で破壊すると考えることができ、図においては、それに対応する縦軸1.0を通る線でS-N曲線を示している。また、土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]²⁾における応力振幅($S_r=S_{\max}-S_{\min}$)と繰返し回数 N の関係式による健全(膨張率0%)供試体の予測S-N曲線も示している。図から明らかなように、劣化を生じると、データのバラツキが大きくなるものの、健全な場合に比べて、S-N曲線の傾きが大きくなり、疲労寿命が低下することが分かる。

表4 疲労試験結果

膨張率	上限 応力比	圧縮強度 (N/mm ²)	上限応力 (N/mm ²)	下限応力 (N/mm ²)	繰返し 回数:N	log N
0.1%	0.665	38.9	25.9	1.25	55313	4.74
					53929	4.73
					157920	5.20
					17769	4.25
					74612	3.92
		30.0	20.0	1.25	14567	4.16
					24567	4.39
					19876	4.30
					24568	4.39
					12387	4.09
	0.7	32.6	22.8	1.25	240	2.38
					425	2.63
					8250	3.92
					315	2.50
					1438	3.16
		30.0	21.0	1.25	3211	3.51
					2455	3.39
					3200	3.51
					2356	3.37
					2678	3.43
0% (比較)	0.75	32.6	24.5	1.25	5225	3.72
					4265	3.63
					5789	3.76
	0.8	22.6	18.1	1.25	6001	3.78
					5665	3.75
					2566	3.41
		22.6	18.1	1.25	2343	3.37
					2221	3.35
					2899	3.46
					2566	3.41
					2789	3.45

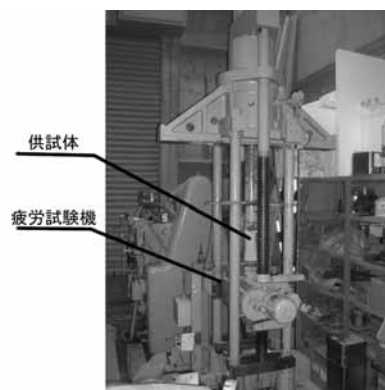


写真1 疲労試験状況

示方書の次式[1]を参考に、S-N曲線における係数:Kについて検討する。

$$\log N = K \frac{1 - S_{\max}}{1 - S_{\min}} \quad [1]$$

示方書では、普通コンクリートのKの値を17と見なして良いとしている。一方、本実験の膨張率0.1%の供試体におけるKの値は11.6となっており、AAR劣化を生じることにより圧縮疲労寿命が低下することが明らかとなった。

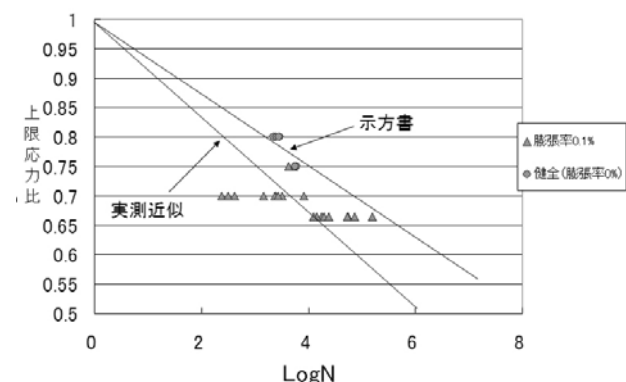


図1 S-N曲線(0%、0.1%)

4. まとめ

本研究では、膨張率0.1%を取り上げ、AAR劣化を生じたコンクリートの圧縮疲労特性について検討した。試験の結果、AAR劣化によりS-N曲線の傾きが大きくなり、疲労寿命が低下することが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 富田ほか：コア採取法によるASR変状構造物診断の基礎的研究、セメント技術年報 42、pp.335-338 (1988)
- 2) 土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]、pp.24-25(2002)