

アルカリ骨材反応が生じたコンクリートの経時変化と圧縮疲労特性に対する水の影響

市民工学専攻：西川 泰正

指導教員：三木 朋広

1. 序論

本研究では、コンクリート外部からの水の供給を想定して、ASR劣化した無筋コンクリート円柱供試体を対象として水中と気中で圧縮疲労試験を行い、外部からの水の供給がASR劣化したコンクリートにおける低サイクル圧縮疲労特性に与える影響を詳しく検討した。

なお、超音波伝播速度、ならびにひび割れ密度を計測し、材齢の異なる供試体ごとに計測値を比較することで、ASR劣化の程度の経時変化についても考察した。

2. 実験概要

供試体は断面直径が100 mm、高さが200 mmの円柱とした。準備したASR供試体は、それぞれ材齢3ヵ月の供試体が6体、材齢約3年6ヵ月の供試体が6体、材齢約7年の供試体が6体である。

材齢に従って、3ヵ月の供試体には0.25、3年6ヶ月の供試体には3.5、7年の供試体には7として、シリーズの材齢番号を付している。また、後述する低サイクル圧縮疲労試験において、気中で試験する供試体にD、水中で試験する供試体にWと試験記号を付した。

低サイクル圧縮疲労試験では、比較的低い応力レベルの応力比25%~40%の荷重で100回繰返し荷重を行い、一度除荷した後、応力レベルを上げて応力比40%~70%の荷重で200回繰返し荷重を行った。200回目の荷重終了後、一度除荷し、軸方向変位を計測した。また、300回の荷重終了までに応力低下しない場合は、301回目の荷重で最大の応力度に至るまで単調荷重した。

本論文では、荷重応力の低下時を破壊と定義し、破壊時のひずみを最大ひずみとした。なお、Wシリーズは特性の水槽を作製し、供試体が80%水に浸かった状態で試験を行った。圧縮疲労試験の様子を図-1に示す。

3. ASR供試体の損傷度評価

水が与える影響を明らかにするため、超音波伝播速度、ならびにひび割れ密度を計測し、ASR劣化度を評価した。

4. 実験結果と考察

荷重試験によって得られた結果の内、以下の比較パラメーターに着目して考察する。

- (1) 増分ひずみ：応力比25%~40%の1回目の荷重の上限応力時から100回目の荷重の上限応力時までの繰返し荷重の過程で増加したひずみ
- (2) 初期増加ひずみ：荷重前の状態から応力比25%~40%の1回目の荷重の上限応力時まで増加したひずみ
- (3) 残留ひずみ：応力比25%~40%の繰返し荷重後、増加したひずみから除荷時に供試体に残留しているひずみ

これらの結果を表-1にまとめる。特に増分ひずみについては、比較のため図-2に示す。

4.1 ASR劣化による影響

ASR劣化のない0.25シリーズでは、初期増加ひずみの高いASR0.25-W1とASR0.25-W2は残留ひずみも高いことから2つのパラメーターに相関関係があることがわかる。同様にして3.5シリーズ、7シリーズともに、初期増加ひずみと残留ひずみに相関関係があった。また、3.5シリーズと7シリーズに比べて、ASR劣化の見られなかった0.25シリーズの供試体の方が増分ひずみは小さい値となった。



図-1 低サイクル圧縮疲労試験の様子

また、水の影響のない D シリーズのみで比較すると、7 シリーズに比べて 3.5 シリーズのほうが増分ひずみは高い値となった。一方、W シリーズのみで考えると、伝播速度が低く、ASR 劣化度が大きいほど、増分ひずみも大きな値を示す傾向となった。

4.2 水による影響

図-2 から 0.25 シリーズにおいて、D シリーズと W シリーズの供試体の増分ひずみに大きな違いはなく、同様に、図-2 (b) 3.5 シリーズにおいても ASR3.5-W1 が 725 μ と比較的大きな値を示すものの、平均すると D シリーズと W シリーズの増分ひずみの差は約 50 μ であり、ほぼ差はなかった。

それに対して、図-2 (c) 7 シリーズは気中で試験した供試体の増分ひずみの平均値が約 306 μ であるのに対し、水中で試験した供試体の増分ひずみの平均値が 851 μ であった。つまり、材齢が 7 年と長く、ASR によってコンクリート内部のひび割れが生じているコンクリートにおける増分ひずみは、W シリーズの方が D シリーズの供試体より大きな値を示したことがわかる。これは、圧縮挙動時に ASR による微細なひび割れ内部に水が侵入していることが推定される。このひび割れ中に侵入した水の存在によって、ひび割れの先端に局所的な引張応力が発生し、開口することによって増分ひずみが大きな値を示したことが推察される。

5. まとめ

- 1) 低サイクル圧縮疲労試験において水が繰返し載荷時に供試体の圧縮挙動に影響していることが示唆された。メカニズムとして、圧縮挙動時に ASR による微細なひび割れからひび割れ内部に水が侵入し、ひび割れに局所的な引張応力が作用して開口することによって、増分ひずみが大きな値を示したのではないかと推察される。
- 2) 低サイクル圧縮疲労試験において水は供試体表面のひび割れではなく、超音波試験から予測される内部ひび割れに影響を及ぼすと推察される。

表-1 各種パラメーターの実験結果

供試体名	シリーズ	初期増加ひずみ (μ)	増分ひずみ (μ)	残留ひずみ (μ)
ASR0.25-D1	0.25	1504	79	668
ASR0.25-D ²		1294	184	476
ASR0.25-D3		1413	139	530
ASR0.25-W1		2170	150	1420
ASR0.25-W2		2530	230	1605
ASR0.25-W3		1510	250	755
ASR3.5-D1	3.5	3185	415	2850
ASR3.5-D2		3190	485	3000
ASR3.5-D3		6370	518	4922
ASR3.5-W1		4140	725	3205
ASR3.5-W2		3027	449	2360
ASR3.5-W3		3160	395	2740
ASR7-D1	7	3020	280	1815
ASR7-D2		2700	315	1050
ASR7-D3		3110	325	-
ASR7-W1		2940	665	1670
ASR7-W2		3175	1090	1780
ASR7-W3		3120	800	2220

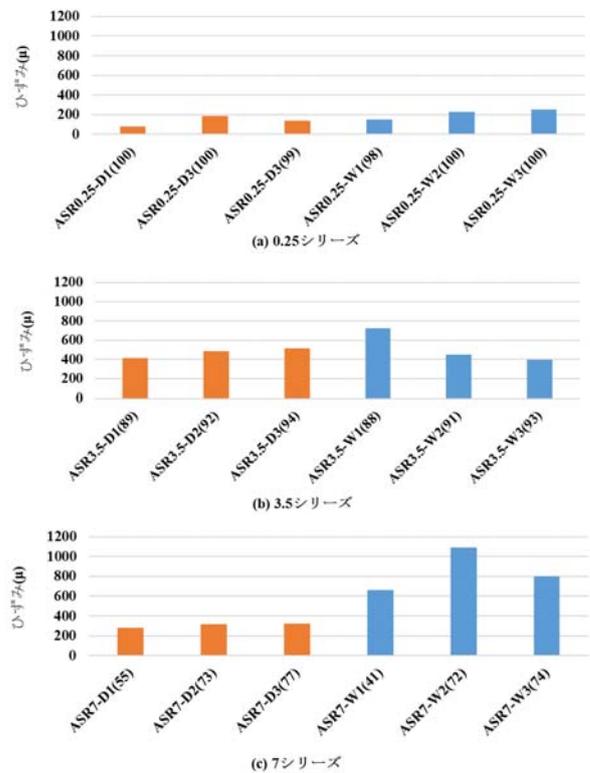


図-2 増分ひずみ