

拘束条件下における ASR 進行に伴う超音波伝播特性および強度特性

環境防災 正会員 ○三木 智
 環境防災 正会員 吉川敏明
 環境防災 非会員 藤好一男

1. はじめに

本研究は、ひび割れがまだ表面化していない潜伏期段階での ASR の進行状況について検討するため、反応性骨材を用いて製造した円柱供試体を用いて、長さ方向の膨張を拘束した上で促進養生し、ケミカルプレストレスによって変化するコンクリートの超音波伝播特性および強度特性を調査したものである。

2. 実験の概要

2-1. 使用材料および配合計画

実験に使用した材料を表-1に示す。セメントには、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材には非反応性の粗砂と細砂の混合砂（体積比 1:1）を使用した。粗骨材は、非反応性骨材として徳島県阿波市産の砂岩砕石を使用し、反応性骨材として香川県産の安山岩砕石を使用した。

配合計画を表-2に示す。配合に際しては、反応性骨材混合率を 30%とし、コンクリート中のアルカリ総量を NaOH 水溶液添加により 1.2%に調整した。

2-2. 実験方法

円柱供試体は、図-1に示した型枠にコンクリート打設後、室内（20℃）で 28 日間の気中養生を行い、その後、φ50×150 mm のコア供試体を製作した。供試体は拘束無と拘束有の 2 種とし、図-2に示す拘束治具を取り付け、拘束有供試体とした。各供試体は、アルカリ溶液浸漬法（70℃、1N-NaOH 溶液）による促進膨張量試験を行い、促進材齢 40 日まで測定を行った。また、超音波伝播速度は、拘束有、拘束無それぞれ 3 本を継続して測定し、圧縮強度試験は、促進材齢 0 日、5 日、10 日、20 日、30 日および 40 日の 6 回、拘束無、拘束有それぞれ 3 本ずつ実施した。

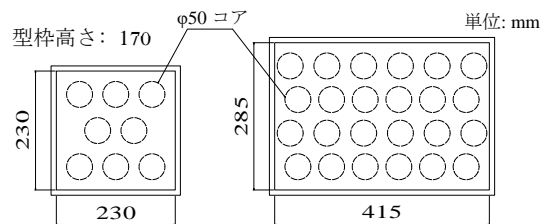
なお、拘束有供試体の超音波伝播速度については、拘束治具の鋼板に設けた測定用孔からコンクリート面へ探触子を接触させ、透過法により測定を行った。測定には、探触子径 20mm、周波数 28 kHz の超音波測定器を使用した。また、圧縮強度試験は、拘束有、拘束無ともに試験日の 1 日前に促進養生を停止して拘束を解放し、供試体の長さ調整および静弾性試験用のひずみゲージの取り付け等を行った後、試験までの間、室内に静置した。

表-1 使用材料

記号	使用材料	物性データ
C	普通ポルトランドセメント	密度：3.16 g/cm ³ 、Na ₂ O:0.52%
W	水	密度：1.00 g/cm ³
S1	粗砂（非反応性）	岩種：砂岩、産地：徳島県阿波市市場町 密度：2.57 g/cm ³ 、吸水率1.8%、FM：3.05
S2	細砂（非反応性）	種類：海砂、産地：山口県下関市蓋井島沖合 密度：2.67 g/cm ³ 、吸水率0.71%、FM：2.46
G1	非反応性粗骨材	岩種：砂岩、産地：徳島県阿波市市場町 密度：2.58 g/cm ³ 、吸水率1.81%、FM：6.98
G2	反応性粗骨材	岩種：安山岩、産地：香川県 密度：2.63 g/cm ³ 、吸水率1.66%、FM：6.68
-	AE減水剤	主成分：リグニンスルホン酸系とポリカルボン酸系複合体

表-2 配合計画

反応性骨材混合率	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)						Air (%)
		C	W	細骨材		粗骨材		
				S1	S2	G1	G2	
30%	57	320	182	403	419	648	281	4.5



(a) 超音波試験用 (b) 圧縮強度試験用 (2基)

図-1 コア採取用型枠平面図

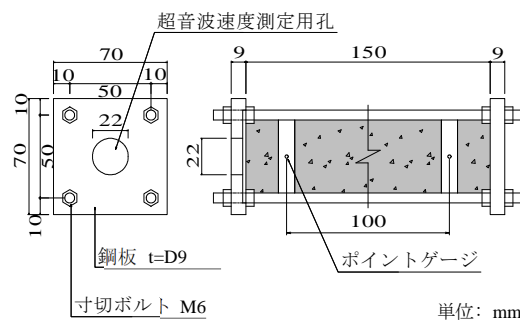


図-2 円柱供試体拘束図

キーワード ASR, 超音波伝播速度

連絡先 〒770-0046 徳島県徳島市鮎喰町1丁目57番地 (株) 環境防災 TEL 088-632-0111

3. 実験結果

促進膨張量試験の膨張率の測定結果を図-3に、超音波伝播速度の測定結果を図-4に示す。

膨張率は促進材齢40日において拘束無が拘束有より膨張率が大きく、拘束無と拘束有の最終計測値の差は0.03%であった。超音波伝播速度は、促進養生初期では、拘束無の伝播速度が拘束有を上回っていたが、促進材齢の進展と共に拘束無の伝播速度が徐々に低下し、促進材齢20日からは逆転し、拘束有が拘束無を上回った。促進材齢40日では、拘束有の伝播速度が拘束無よりも約1% (38m/s) 速い結果となった。これは、ASRの進行に伴い、コンクリート内部には欠陥が生じているにも関わらず、膨張が拘束されることでケミカルプレストレスが働き、見かけの強度が増進されたものと考えられる。

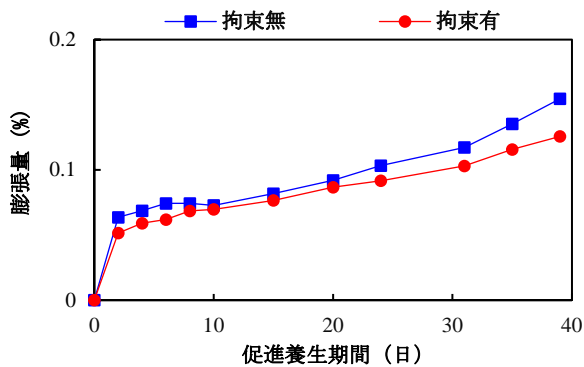


図-3 膨張量

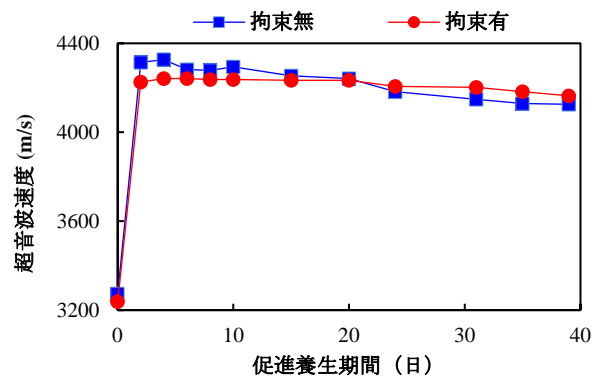


図-4 超音波伝播速度

次に、圧縮強度および静弾性係数の試験結果を図-5に示す。図-5によれば、圧縮強度については、促進材齢20日までは、拘束無より拘束有がやや大きい値となっているものの、拘束有と拘束無の間には明確な差が見られず、ほぼ同様な値となっている。これは、拘束有供試体については、拘束解放と同時にケミカルプレストレスも解放されてしまうために、拘束無と同程度の強度となったと考えられる。

静弾性係数については、拘束有、拘束無ともに促進材齢10日までは上昇傾向にあるが、促進材齢20日以降は低下傾向となっている。これは、コンクリート打設後材齢28日で促進養生を開始した

後、未反応の結合材がアルカリ溶液中の水分により水和反応を進行させコンクリートが緻密化された一方で、アルカリ溶液によりASRが促進されたために、コンクリート内部の欠陥が増加し、静弾性係数が低下したものと推定される。つまり、水和反応による緻密化よりもASRによる内部欠陥の影響が大きくなった時点が促進材齢20日と考えられる。なお、本実験で見られた未反応結合材の水和反応の影響を減少させるためには、コンクリート打設後の材齢をより長くとした後に、促進養生を開始することが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本実験で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) ASRによるコンクリートの膨張を拘束した場合、拘束無に比べて膨張量が抑制された。
- (2) ASRによるコンクリートの膨張を拘束した場合、拘束無に比べて超音波伝播速度の低下量が抑制された。
- (3) 拘束解放後の圧縮強度および静弾性係数は、拘束有、拘束無とも同程度であった。

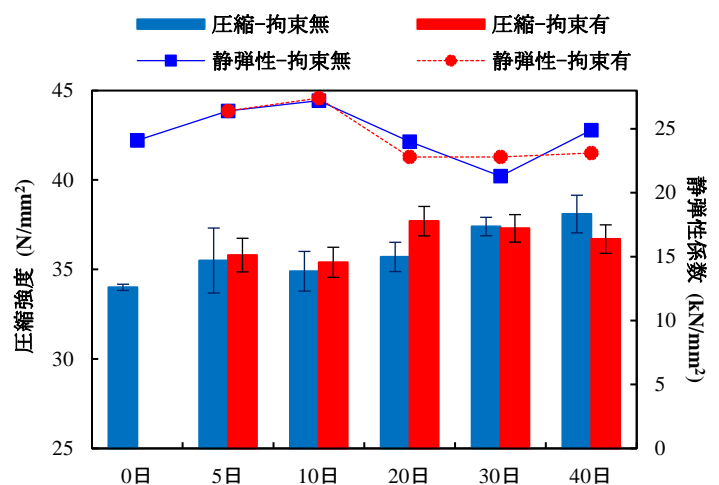


図-5 圧縮強度および静弾性係数