

アルカリ反応性骨材を用いたポーラスコンクリートの性能評価

群馬大学大学院 学生会員 ○阿部 和宏
群馬大学大学院 正会員 半井 健一郎

1. はじめに

アルカリシリカ反応(以下, ASR と称す)をもたらすアルカリ反応性骨材(以下, 反応性骨材と称す)は, 一般のコンクリートにおいて有害であり, 対策が不可欠とされてきた. しかし, ASR の研究において, ポーラスコンクリート(以下, PoC と称す)などの特殊なコンクリートを対象とした例は, ほとんど報告されていない. PoC は粗大な空隙を多く持つため, ASR による膨張でのひび割れは発生せず, 空隙の緻密化によって強度が増加する可能性も考えられ, 反応性骨材の新しい利用方法を提案できる. 一方で, ASR により, 強度が大幅に低下する可能性も考えられる.

そこで本研究では, 反応性骨材を用いた PoC の性能評価を行うこととした. 骨材に, 一般骨材と反応性骨材の2種類を使用し, ASR による膨張, 強度および空隙構造の変化などを比較分析する. なお, ASR は長期におよぶ反応のため, 反応促進のため水酸化ナトリウム(以下, NaOH と称す)を添加し, 水温40℃での水中養生を行うこととした¹⁾.

2. 実験概要

2.1 供試体

PoC の配合を表1に示す. 空隙率を25±3%, W/C は25%とした. セメントには普通ポルトランドセメント(アルカリ量0.54%)を使用した. 反応性骨材の有無による違いを検討するため, 粗骨材に一般骨材を使用するN, 反応性骨材を使用するAの2種類を作製した. 両シリーズとも, NaOH の添加量の違いによる, ASR 促進の違いを検討するため, NaOH をセメントに対して0, 1.2, 2.5mass%添加した. 供試体の寸法はφ100×200mm とし, 練混ぜにはオムニミキサを使用した. 打込み後24時間で脱型を行い, 材齢28日まで20℃の水中養生を行い, その後は40℃の水中養生を行った. 供試体は各シリーズの試験材齢28, 84, 180日ごとに3体作製した. また, N-0, A-0, A-1.2, A-2.5はさらに1体ずつ作製し, 2.3の試験に用いた.

2.2 膨張ひずみ測定

JIS A 1129-2 に準拠し, コンタクトゲージを用いて供試体の膨張ひずみを算出した. 図1にコンタクトチップの貼付け位置を示す. 測定材齢は, 材齢1日から7日ごとを基準とした.

表1 PoC の配合

シリーズ名	空隙率 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					水酸化ナトリウム (Na ₂ O置換)(mass%)
			W	C	G	Ga	SP	
N-0	25	25	80	321	1631	0	3.2	0
N-1.2	25	25	80	321	1631	0	3.2	1.2
N-2.5	25	25	80	321	1631	0	3.2	2.5
A-0	25	25	52	208	0	1671	3.1	0
A-1.2	25	25	52	208	0	1671	3.1	1.2
A-2.5	25	25	52	208	0	1671	3.1	2.5

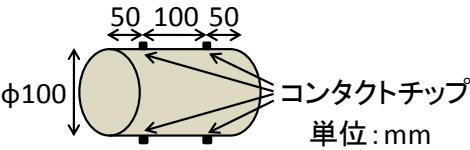


図1 コンタクトチップの貼付け位置

2.3 空隙率測定

ASR の膨張による供試体の空隙率の変化を測定するため, 「ポーラスコンクリートの空隙率試験方法(案)」²⁾に従い, 全空隙率を測定した. 測定材齢は, 2.2と同様とした.

2.4 圧縮強度試験

材齢28, 84, 180日に達した供試体の圧縮強度試験を行った. 試験方法はJIS A 1108に従い, 供試体の上下端面を平滑にするため, 石膏でキャッピングした.

3. 実験結果

3.1 膨張ひずみの経時変化

図2に膨張ひずみの経時変化を示す. なお, プロットは3体の平均値である. 図2より, アルカリ添加量が多い供試体ほど膨張ひずみは増加しており, アルカリ添加量の違いによるASR 促進の差が確認できる. また, 材齢91日以降では, 膨張ひずみが一定の値となった. これは, ASR が収束したためであると考えられる. N シリーズにおいても, 膨張ひずみは増加したが, 測定終了後に供試体を乾燥させたところ, 膨張ひずみの値は, ほぼ0になったことから, 湿潤膨張によるひずみの増加であると考えられる.

3.2 空隙変化率の経時変化

図3に材齢28日からの空隙変化率を示す. また, 図4に膨張ひずみと空隙変化率の相関を示す. ここで, 空隙変化率とは, 材齢28日の全空隙率の測定値を基準とし, 各材齢における全空隙率の測定値の増減を百分率で表した値である.

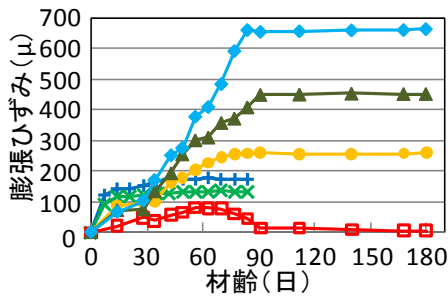


図2 膨張ひずみの経時変化

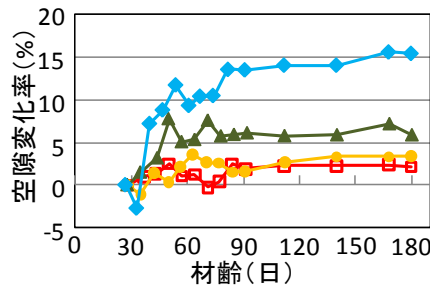


図3 空隙変化率の経時変化

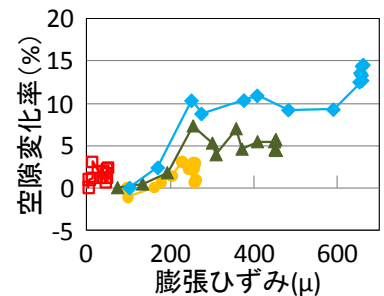


図4 膨張ひずみと空隙変化率の相関

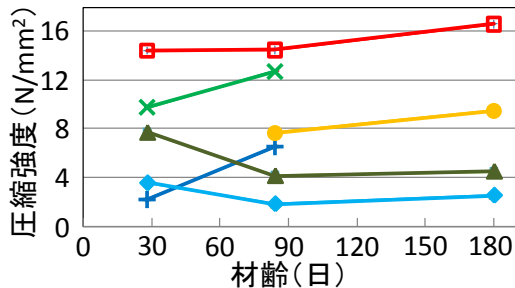


図5 圧縮強度の経時変化

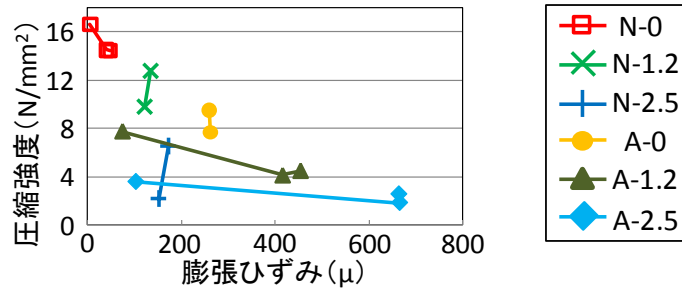


図6 膨張ひずみと圧縮強度の関係

図3より、N-0の空隙変化率はほぼ一定である。一方、Aシリーズでは材齢84日までは増加の傾向を示している。これは、ASRの膨張により、空隙が押し広げられたためと考えられる。このことは、図4に示すように、N-0では、データが原点付近に集中しているのに対し、Aシリーズでは膨張ひずみの増加とともに空隙変化率も増加していることから確認できる。

3.3 圧縮強度試験結果

図5に圧縮強度の平均値の経時変化を、図6に膨張ひずみと圧縮強度の関係をそれぞれ示す。ただし、材齢28日のA-0は、材料分離(液だれ)による強度低下が見られたので結果から除外した。

図5よりASRの影響の少ない材齢28日において、アルカリを多く添加した供試体ほど圧縮強度は低い値を示した。これは、既往の研究³⁾より、NaOHの添加によってコンクリートの圧縮強度が低下したものと考えられる。また、アルカリ添加量が同じシリーズで比較すると、圧縮強度はN-1.2>A-1.2、N-2.5<A-2.5となった。AシリーズよりもNシリーズは、単位セメント量が多く、強度増加に寄与すると考えられるが、N-2.5には、この影響は見られなかった。

材齢84日において、A-1.2、2.5の圧縮強度は材齢28日に対して半分程度まで低下している。破断面の骨材周囲にASRによると考えられる白色ゲルが確認されたことなどから、ASRの膨張がセメントペーストに損傷を与えていると考えられる。このことは、図6に示したように、Aシリーズでは、ASRの膨張に伴って強度が低下していることから確

認できる。一方、N-0は膨張ひずみがほぼ一定であることから、膨張ひずみが圧縮強度に及ぼす影響は小さかったと考えられる。また、N-1.2、2.5の強度は材齢28日に対して大きく増加している。これは、材齢の長期化に伴うポズラン反応によるものと考えられる。

材齢180日では、わずかであるが、すべてのシリーズの圧縮強度が増加した。N-0では、材齢の長期化に伴うポズラン反応によるものと考えられる。また、Aシリーズにおいても、ASRが収束したことで、ポズラン反応による強度増加が明確になったと考えられる。

4. まとめ

反応性骨材を用いたPoCにおいて、ASRによる膨張およびアルカリ添加による反応促進が確認された。また、ASRにより膨張ひずみが増加すると、圧縮強度は低下し、空隙率が増加する傾向が確認された。

参考文献

- 1) 須藤絵美ほか: アルカリ骨材反応性試験による各種骨材の判定に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集.A-1, 材料施工, pp.1171-1172, 2005.
- 2) 日本コンクリート工学協会: ポーラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会報告書, pp.179, 2003.
- 3) 山本智志ほか: アルカリ種別とコンクリートの諸物性について, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集, 第5部, pp.514-515, 1990.