

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

群馬大学工学部 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)は, セメントペースト中のアルカリ溶液と, アルカリ反応性骨材との反応である。ASR により骨材周囲に生成されるシリカゲルが膨張し, コンクリート構造物にひび割れを発生させ, 性能を低下させる¹⁾。しかし, これまでの ASR の研究の多くは, 一般的なコンクリートを対象としており, 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研究は, 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る。

そこで本研究では, ASR が PoC に及ぼす影響を検討することとした。骨材に, 一般骨材(ASR 試験で無害判定)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²⁾。

2. 実験概要

2.1 供試体

PoC の配合を表-1 に示す。目標空隙率を 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, 前養生として材齢 28 日まで 20℃の水中養生を行い, その後材齢 84 日まで 40℃の促進水中養生を行った。供試体は各シリーズの材齢ごとに 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, 2.4, 2.5 の試験に用いた。

2.2 膨張ひずみ測定

コンタクトゲージを用いて供試体の長さ変化を測定し, 膨

表-1 PoC の配合

シリーズ名	目標空隙率 (%)	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

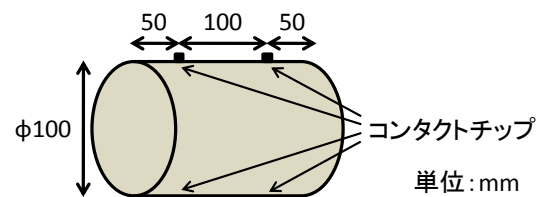


図-1 コンタクトチップの貼付け位置

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。

2.3 圧縮強度試験

材齢 28, 84 日に達した供試体に圧縮強度試験を行った。試験方法は JIS A 1108 に従い, 供試体の強度・変形の一様性の向上を計るために供試体の上下端面を石膏でキャッピングした。

2.4 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)」³⁾に従い, 連続空隙率および全空隙率を測定した。測定材齢は, 2.2と同様とした。

2.5 定水位透水試験

空隙構造の変化による透水性への影響を比較するため, 定水位透水試験を実施した。水位差を一定として, 30 秒間の流出量測定を行い, 透水係数を算出した。測定材齢は, 2.2と同様とした。また, 供試体は2.4と兼用した。

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

キーワード アルカリシリカ反応, ポーラスコンクリート, 膨張ひずみ, 圧縮強度, 空隙率

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部 TEL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

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。また一般骨材ではASRが生じないことから、N-0の膨張ひずみはほぼ一定の値を示した。N-1.2, 2.5は膨張ひずみが増加したが、アルカリ添加によるセメントペーストの変化が湿潤膨張に影響していると考えられる。

3.2 圧縮強度試験結果

図-3に圧縮強度の経時変化の平均値を示す。なお、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ている。

材齢28日において、アルカリ添加した供試体ほど圧縮強度は低い値を示した。これは、既往の研究より⁴⁾、NaOHの添加により、コンクリートの圧縮強度が低下したためと考えられる。

材齢84日において、A-1.2, 2.5の強度は材齢28日に対して半分程度まで低下している。図-2に示した膨張や、破断面の骨材周囲に確認された、ASRによると考えられる白色ゲルから、ASRによるセメントペーストへの損傷が影響していると考えられる。N-0は膨張ひずみがほぼ一定であることから強度に大きな変化がなかったと考えられる。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、アルカリ添加と促進養生によって、ポズラン反応が促進されたと考えられる。

3.3 空隙率および透水係数の経時変化

図-4, 5に材齢28日からの空隙率および透水係数の変化率をそれぞれ示す。図-4, 5よりNシリーズは空隙率、透水係数はほぼ一定で、Aシリーズは材齢84日までは増加の傾向を示している。これは、図-2からNシリーズの膨張ひずみは一定であるが、Aシリーズでは膨張ひずみが増加していることから、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。

4. まとめ

アルカリ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、空隙率および透水係数の増加が確認された。

謝辞

本研究を行うにあたり、長岡技術科学大学の田中泰司助教にご協力をいただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

1) 日本コンクリート工学協会: アルカリ骨材反応調査研究委員会報告書, pp.161-170, 1989.

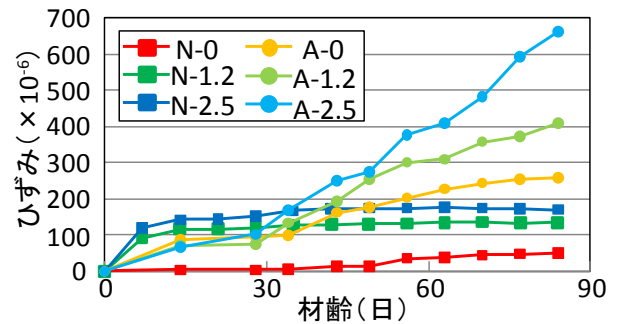


図-2 膨張ひずみの経時変化

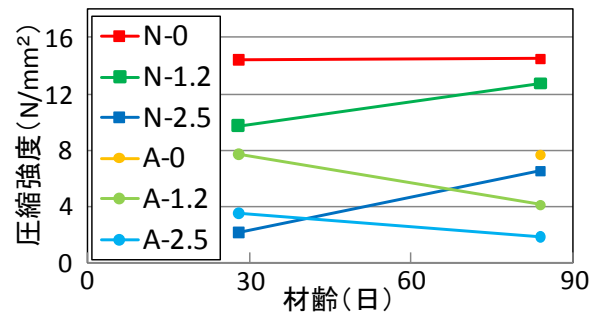


図-3 圧縮強度の経時変化

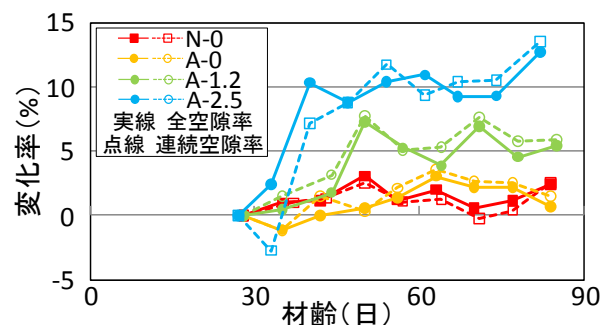


図-4 空隙率の変化率

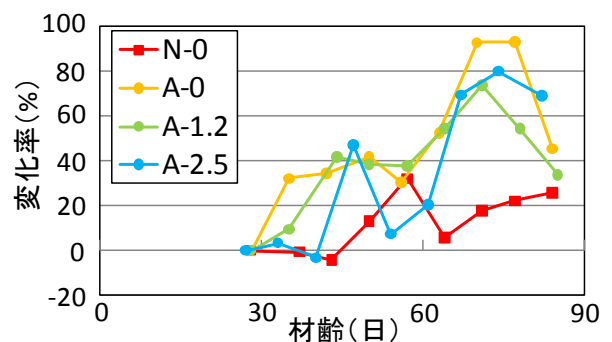


図-5 透水係数の変化率

- 2) 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.
- 3) 社団法人日本コンクリート工学会: 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, pp.179, 2003.
- 4) 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.