

アルカリシリカ反応を生じたモルタルのひび割れ性状に関する研究

東北学院大学 学生員 ○及川 大地

東北学院大学 正会員 武田 三弘

(株) 太平洋コンサルタント 正会員 山田 一夫

1.はじめに

本研究室では、これまでアルカリシリカ反応（以下、ASR と略する）が生じた実構造物に対してコアを抜き、コンクリート内部のひび割れや空隙を定量化する事が出来る X 線造影撮影法(以後、定量化された値を透過線変化量とする)を行い、表層からの深さとひび割れ分布との関係（図-1）を求めたところ、ASR 独特の分布を示すことが分かった。これにより、この手法を ASR の判定に用いることも可能ではないかと考えた。その為には、ASR による初期から末期に至るまでのひび割れ状況を把握する必要があるものと考えた。そこで、本研究では、まず ASR の初期的なひび割れ性状を調べるため、モルタルバー法による促進膨張試験を行い、ASR の疑いのある骨材の有害、無害を調べるとともに、反応性骨材の混入率やアルカリ量の違いによる膨張特性とひび割れとの関係を調べた。

2.実験概要

モルタルバー供試体は JIS R 5201 9.1.2 に規定される 40×40×160mm の3連型枠を使用し作製した。モルタルの配合は質量比でセメント1、水0.5、細骨材（表乾）2.25とした。1回に練り混ぜるセメント、細骨材、水の量は表-1を標準とした。長さ変化の測定は JIS A 1129 ダイヤルゲージ法に準拠した。また、反応性骨材の混入率の違いによる比較も行った。X 線造影撮影法では、長さ変化率とモルタルに発生したひび割れとの関係を求めるため、長手方向と直角に 10 mm ごとにスライス（40×40×10 mm）し、モルタル内に発生したひび割れの定量化と X 線フィルムによる撮影を行った。SEM による撮影では、長さ変化率ごとにスライス（40×40×10 mm）した供試体（6種類）を供試体中心部 15×15mm の範囲を9分割し、骨材に発生した微細なひび割れを主に 80 カ所撮影し、測定したひび割れの長さと観察した面積の割合からひび割れ密度を算出した。

3.実験結果および考察

図-2 は、長さ変化率と測定回数（週）との関係を示したものである。この図より、全ての供試体において長さ変化率が4週目において判定基準0.05%を上回ったことから、使用した骨材が有害であることが分かった。また、反応性骨材と石灰石の混入比を 3:7 と 4:6 に変化させたが、3:7 の方が若干、長さ変化率が大きい傾向となった。さらに、全アルカリ量については、1.6、1.7、1.8%

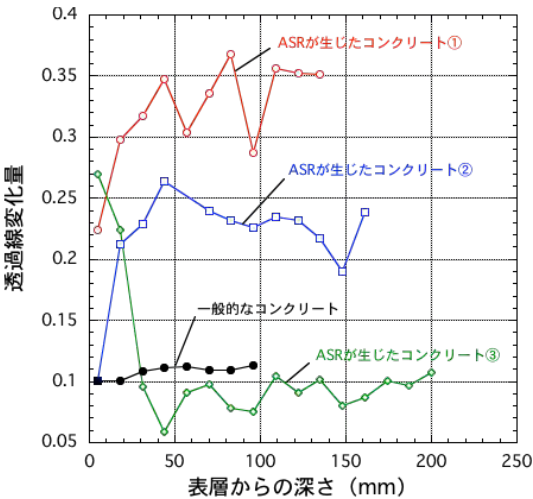


図-1 表層からの深さとひび割れ分布との関係

表-1 モルタルの配合

供試体 No.	W (ml)	C (g)	反応性 骨材 (g)	石灰石 (g)	全アルカリ 量 (%)
1	300	600	405	945	1.2
2					1.4
3					1.5
4、7					1.6
5、8					1.7
6、9					1.8
10			540	810	1.6
11					1.7
12					1.8

キーワード X線造影撮影法, モルタルバー法,

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-1115

の3種類を用いたが、本実験においては、アルカリ量が多いほど、膨張が大きくなる結果となった。

図-3は、温度設定を40～60℃の範囲で促進膨張試験を行ったものであるが、全ての供試体において、2週目で判定基準の0.05%を上回る結果となり、図-2の条件よりも早期に判定基準0.05%を上

回る結果となった。アルカリ量の混入率による長さ変化率は、逆転するものもあるが、図-2と同様にアルカリ量が多いほど大きくなる傾向がみられた。この実験では、10週目で長さ変化率がある程度収束したため、全アルカリ量1.2、1.5、1.8%の試験体に対し、1規定のNaOHにモルタルバーを1日浸漬させた後、促進膨張試験を再開させた。その結果、長さ変化率は更に大きくなり、15週目以降で配合やアルカリ量に関係なく収束する傾向となった。

図-4は、長さ変化率0.43%のモルタル供試体を厚さ10mmにスライスし、その後、X線造影撮影によって、モルタル内部の微細なひび割れや欠陥を検出した結果である。画像の中で白く映し出されている箇所が、ひび割れや空隙部分であるが、全体的に白く、微細なひび割れが数多く発生しているのが分かる。

写真-1、2は、SEMによりモルタル内に発生したひび割れを撮影(拡大率100

倍)した結果の一例である。写真-1

の中央の黒いものが反応性骨材であり、その骨材の右側面にひび割れ(骨材周り)が縦に入っているのが分かる。写真-2中の円は、気泡であり、大小様々な幅のひび割れが発生しているのがわかる。今回の実験では、骨材を中心に、80ヶ所のひび割れ観察を行ったが、測定の結果、ひび割れが発生している箇所は、骨材、骨材周りの割合が、約53%を占める結果となった。

4.まとめ

(1) 実験に使用した骨材は、促進膨張試験4週目に判定基準である0.05%を超える反応性骨材であり、全アルカリ1.6～1.8%の範囲内では、アルカリ量が多いほど長さ変化率は大きくなる傾向がみられた。また、養生温度を高くした場合、長さ変化率はさらに大きくなること、アルカリ量を供給すると、膨張が促進されることなどが分かった。

(2) ひび割れの発生は、骨材自身、骨材周辺および気泡内部と様々であり、X線造影撮影によってもこれらのひび割れの検出は可能であった。今後は、これらのひび割れの発生量と膨張量との関係を明らかにしていきたいと考えている。

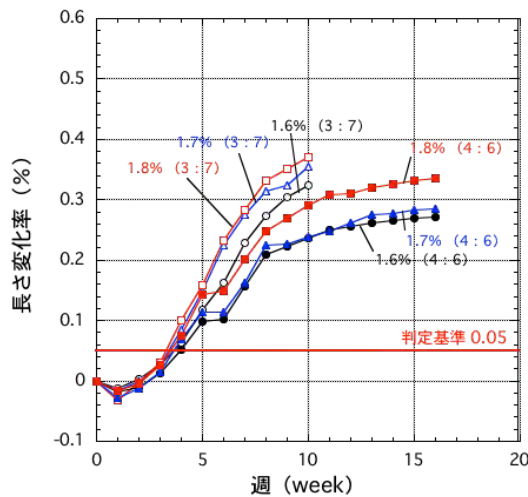


図-2 反応性骨材の混入率による比較

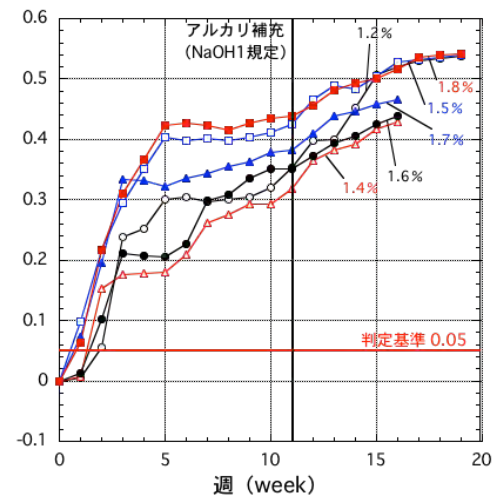


図-3 アルカリ量の混入率による比較

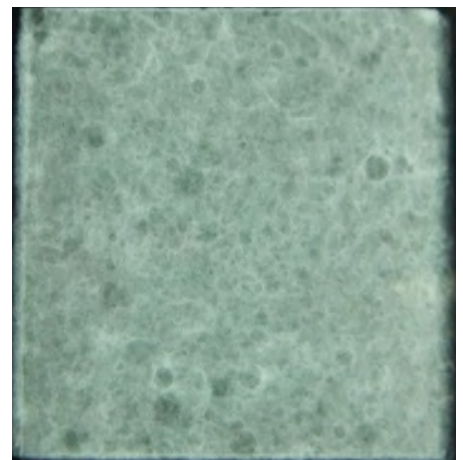


図-4 造影剤浸透後のX線フィルム画像

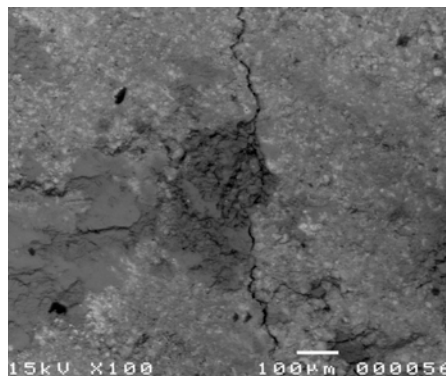


写真-1 骨材周りのひび割れ

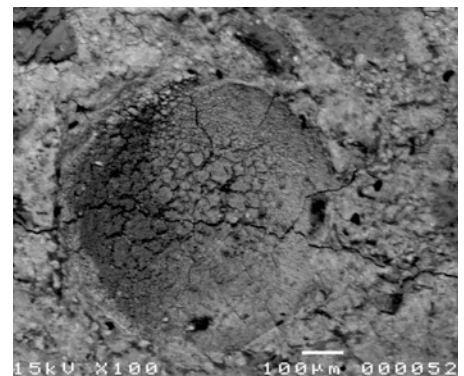


写真-2 空隙に発生したひび割れ