

ASR を生じたコンクリートにおける配筋条件と内部ひび割れパターンとの関係

九州大学 学生会員 溝渕 真之 九州大学大学院 正会員 山本 大介
九州大学大学院 正会員 濱田 秀則 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

現在、高度経済成長期に建設された既存コンクリート構造物に対する維持管理技術の向上が求められている。中でもアルカリシリカ反応（ASR）が発生した構造物の診断方法は未だ有効な方法が確立されておらず、診断技術の向上が必要である。本研究では鉄筋の有無，配置，形状の異なるコンクリートに ASR が生じた際の内部ひび割れ状況を観察することにより，ASR ひび割れの特徴を考察した。

2. 供試体概要

本研究では十分に時間が経過し，ASR ひび割れが収束したと考えられる 250×250×600mm の角柱供試体¹⁾を用いて行った。この供試体の中心部分から約 100×100×100mm の供試体を切り出して観察した。角柱供試体には鉄筋コンクリートと無筋コンクリートがあり，5 つの異なる拘束状態が設定されている。角柱供試体の鉄筋の配置条件を図-1 に示す。Case1 が無鉄筋，Case2 が $\phi 13$ mm でエンドプレートなし，Case3 が $\phi 13$ mm でエンドプレートあり，Case4 のみが $\phi 25$ mm でエンドプレートあり，Case5 と Case6 はともに四隅に鉄筋が配置され Case6 のみスターラップが 100mm 間隔で 5 本埋め込まれている。

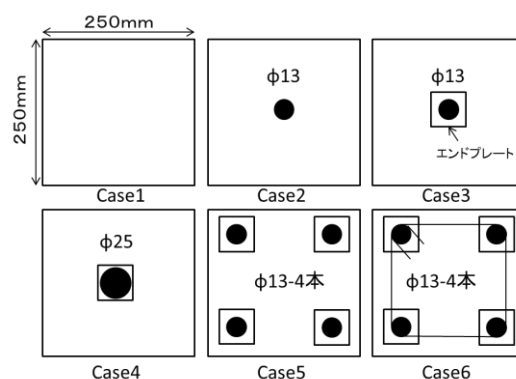


図-1 鉄筋配置図

3. 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメントが，反応性粗骨材にはチャート碎石（表乾密度 2.63g/cm^3 ）を 100%，細骨材には非反応性のものが用いられた。鉄筋には JIS で規定する丸鋼（SR295- $\phi 13$ mm）と異形棒鋼（SD295A）の表面を研磨した $\phi 25$ mm の丸鋼を利用し，エンドプレートの寸法は $50\times 50\times 6\text{mm}$ で鉄筋の両端部にコンクリート表面から 50mm の位置に溶接されている。また，Case6 に限り $\phi 6$ mm のスターラップが配置されている。なお，コンクリート中のアルカリ総量は等価 Na_2O で 6kg/m^3 になるように NaOH を添加し，383 日間 40°C の海水浸漬養生が行われた。コンクリートの配合を表-1 に示す。

表-1 コンクリートの配合

W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m^3)						NaOH(kg/m^3)
		W	C	S	G	AE減水剤(kg/m^3)	AE剤(g/m^3)	
47	41	170	362	720	1047	3.62	0.905	4.7

4. 実験方法

切り出した $100\times 100\times 100\text{mm}$ の試験片において供試体の鉄筋方向に平行な面（図-2 の着色部分）を観察面とし，蛍光樹脂を含浸させ表面の研磨を行った後，ブラックライトを照射し断面のひび割れ状況を観察した。また，拘束条件の違いによる内部ひび割れの方向性を定量化するために，観察面（ $100\times 100\text{mm}$ ）を 5mm 角の格子に区切り（計 400 個），格子内のひび割れの水平軸とのなす角 α を計測した。なお，格子内に複数のひび割れが存在する場合はそれらの平均を α とした。

5. 実験結果と考察

写真-1 にひび割れパターンを，図-2 に内部ひび割れ角度 α の計測結果を示す。

Case1 は無鉄筋であるためひび割れ量が多く，図-4 に示すように 45 度以下と以上がそれぞれ約 50%ずつ存

在しており、ひび割れが角度にあまり規則性はなくランダムに進展していることが分かる。Case2 と Case3 を比較すると Case3 の方が 30 度以下のひび割れの割合が多く、長手方向にやや卓越する結果となった。これはエンドプレートにより鉄筋方向の拘束力が強まったためと考えられる。さらに、Case4 は 30 度以下のひび割れの割合が Case3 の 1.5 倍ほどになっており、鉄筋の直径が大きいほどひび割れが鉄筋方向に卓越することが分かった。Case5 と Case6 を比較すると鉄筋方向に沿うようなひび割れは Case5 の方が多く、ひび割れ量は Case6 のほうが大幅に少なくなった。これは鉄筋方向に加え、スターラップ方向の拘束力が加わり膨張が抑制されたためと考えられる。

Tarek ら¹⁾は実験の中で供試体長手方向のコンクリート表面ひずみを計測している。これによると最も膨張したのが Case1 と Case2 で 6300 μ 、次が Case3 と Case4 で 4400 μ 、最も膨張しなかったのが Case5 と Case6 で 2000 μ であった。Case1 と Case2 は図-2 で近い方向性を示したことから分かるように鉄筋方向に大きな拘束力は働いておらず同等の膨張量になったと考えられる。Case3 と Case4 についてはひび割れの方法性に違いがあるにも拘わらず同じ膨張量になった。よって、鉄筋付近では拘束力に差が生じているがコンクリート表面においては両者に大きな差がなかったと考えられる。Case5 と Case6 は鉄筋がコンクリート表面に近いので最も膨張量が小さくなった。また、Case5 と Case6 より Case4 の膨張量が大きくなったことより内部の拘束力は Case4 の方が大きいことが表面に働く拘束力は Case5、Case6 の方が大きいことがわかった。

6. まとめ

- (1)コンクリート内部のひび割れは拘束状態により方向性があることが分かった。
- (2)拘束鉄筋近傍ではひび割れの状況に特異性があることが示された。
- (3)スターラップによりコンクリート内部のひび割れが抑制される結果となった。

参考文献 1)Tarek Uddin MOHAMMED, 濱田 秀則, 山路 徹: ASR が発生したコンクリートの特性および内部鉄筋ひずみとコンク

リート表面ひずみの関係, 港湾空港技術研究所報告, Vol.42, No.2, pp.133-153, 2003

【謝辞】本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(研究課題番号:24360182)の助成を受けたものである。

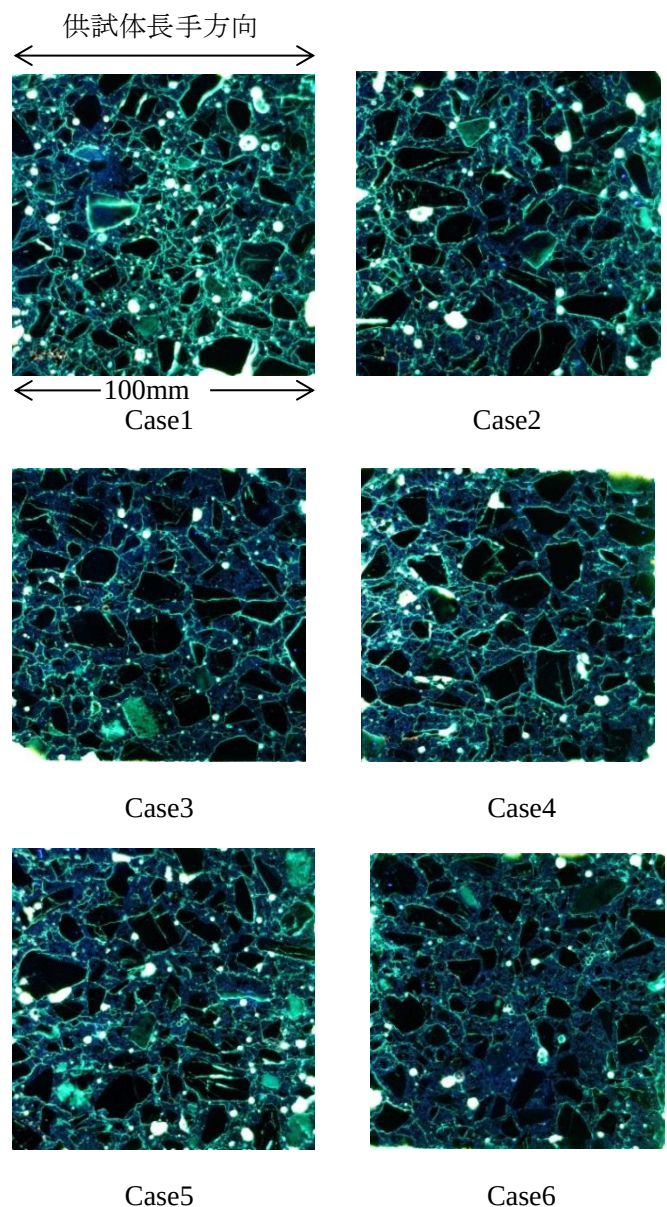


写真-1 コンクリート内部ひび割れ観察結果

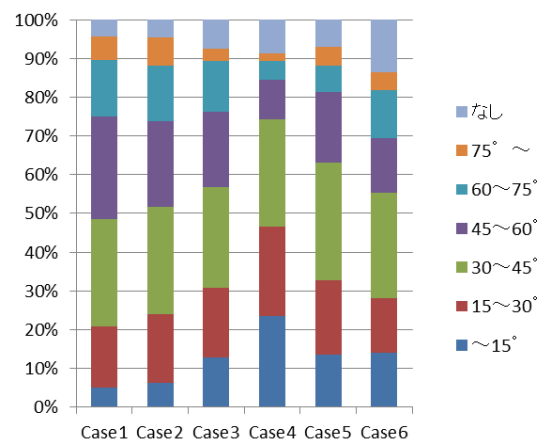


図-2 ひび割れ角度の割合