

# ひび割れ方向性が ASR により劣化したコンクリートの力学的性質に及ぼす影響

九州大学大学院 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 フェロー会員      濱田 秀則      九州大学大学院 正会員      佐川 康貴

## 1. はじめに

コンクリート構造物に ASR が生じた際、コンクリート表面に拘束方向に卓越したひび割れが発生することは広く知られており、構造物を診断する上での一つの指標となっている。しかし、拘束により方向性を持ったひび割れがコンクリートの力学的性質に及ぼす影響について十分な知見は得られていない。本研究では、異なる拘束条件の下で生じたひび割れとコンクリートの力学的性質の関係性を明らかにすることを目的とし、コア供試体を用いて実験的考察を行った。

## 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<sup>1)</sup>を用いて行った。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および表面ひび割れ図を図-1 に示す。Case1 が無鉄筋、Case2 が JIS で規定する丸鋼 (SR295-φ13mm) 一本でエンドプレート (50×50×6mm) なし、Case3 がエンドプレートあり、Case4 と Case5 はともに四隅に丸鋼が配置され Case5 のみスターラップ (φ6mm) が 100mm 間隔で 5 本埋め込まれている。既往の研究により Case1、Case2 は拘束によらないランダムなひび割れが、Case3、4 には顕著な拘束方向に沿うひび割れが、Case5 にはひび割れ量は少ないものの、主鉄筋に沿うひび割れが供試体内部に発生していることが分かっている<sup>2)</sup>。使用材料は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<sup>3</sup>)を 100%、細骨材には非反応性のものが用いられた。なお、コンクリート中のアルカリ総量は等価 Na<sub>2</sub>O で 6kg/m<sup>3</sup>になるように NaOH を添加し、383 日間 40℃の海水浸漬養生が行われた。

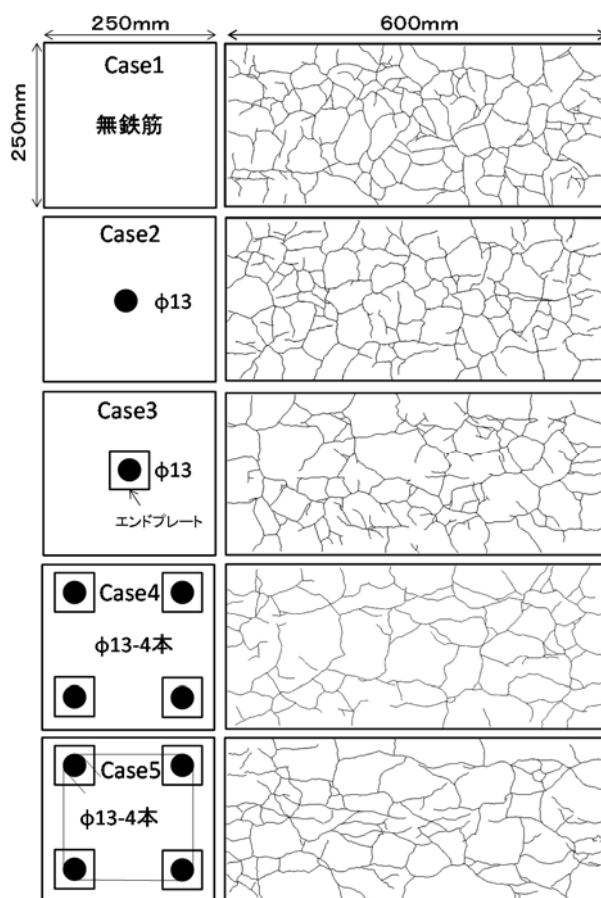


図-1 鉄筋配置図および表面ひび割れ図

## 3. 実験方法

元の角柱供試体の中央部付近をコンクリートカッターで切断して断面部を切り出し、鉄筋方向と鉄筋に垂直な方向からそれぞれ 3 本のコア (φ50mm) を採取した (図-2)。それぞれのコアにおいて超音波伝播速度の測定を行い、供試体表面に生じたひび割れを OHP シートに転記した後、圧縮強度試験を行った。

## 4. 実験結果および考察

表-2 にコンクリートの各力学的性質の試験結果を示す。鉄筋平行方向に関しては、鉄筋による拘束量が増えるほど力学的性質が高くなるという結果となっており、鉄筋の拘束によるひび割れの密度、幅の低下が原

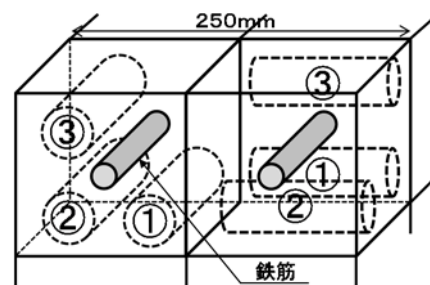


図-2 コア採取箇所 (Case4)

表-2 力学的性質の試験結果

|       | 鉄筋平行方向コア                       |                              |                                |                   | 鉄筋垂直方向コア                       |                              |                                |                   |
|-------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|       | コンクリート表面<br>最終膨張量<br>( $\mu$ ) | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 超音波伝播速度<br>(km/s) | コンクリート表面<br>最終膨張量<br>( $\mu$ ) | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 超音波伝播速度<br>(km/s) |
| Case1 | 6300                           | 30.9                         | 16.5                           | 3.91              | 7400                           | 30.8                         | 17.5                           | 3.83              |
| Case2 | 6300                           | 32.7                         | 19.3                           | 3.90              | 8400                           | 32.1                         | 18.3                           | 3.77              |
| Case3 | 4400                           | 33.8                         | 20.3                           | 4.06              | 8800                           | 38.1                         | 19.0                           | 3.89              |
| Case4 | 2000                           | 38.5                         | 25.0                           | 4.17              | 8400                           | 35.5                         | 14.3                           | 3.66              |
| Case5 | 2000                           | 45.9                         | 25.4                           | 4.18              | 7700                           | 40.0                         | 27.3                           | 3.96              |

因と考えられる。超音波伝播速度はどの Case においても垂直方向よりも平行方向の方が速い結果となっており、ひび割れに方向性が見られる Case3～5 において両者の差は大きくなっている。このことより、ひび割れに方向性が見られるときひび割れに対して垂直な方向には超音波が伝わりづらくなっていることが推察される。また、垂直方向の静弾性係数と超音波伝播速度については Case4 が最も低い結果となっている。このことは鉄筋方向に沿うひび割れに対して垂直方向から圧縮力を作させたときにコンクリートのひずみが大きくなることを示している。一方、Case5 においては同様の傾向は見られないが、これはスターラップによりひび割れ量が大きく抑制されていることが原因であると考えられる。

図-3～図-5 に全てのコア供試体における超音波伝播速度、静弾性係数、圧縮強度の関係をそれぞれ示す。図-3、図-4 において鉄筋平行方向よりも鉄筋垂直方向の方が両者の相関が非常に低くなっている。このことより試験の方向に対して垂直に発展したひび割れはそれぞれの力学的性質に与える影響が大きいこと推察される。図-5 においても垂直方向よりも平行方向の方が両者の相関は高くなっているが、図-3、図-4 と比較すると垂直方向の相関は非常に高くなっている。

## 5. まとめ

- (1) 鉄筋による拘束度が大きくなるほど、ASR による力学的性質の劣化度は小さくなった。
- (2) 拘束方向に沿ったひび割れに対して圧縮強度試験、超音波伝播速度の計測を行った結果、ひび割れに対して垂直なときにはひび割れに水平な方向よりも試験値が小さくなる傾向が見られた。

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

2)溝渕真之, 山本大介, 濱田秀則, 佐川康貴: 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の関係, 土木学会西部支部 平成 24 年度研究発表会, 講演概要集, □-06, 2013

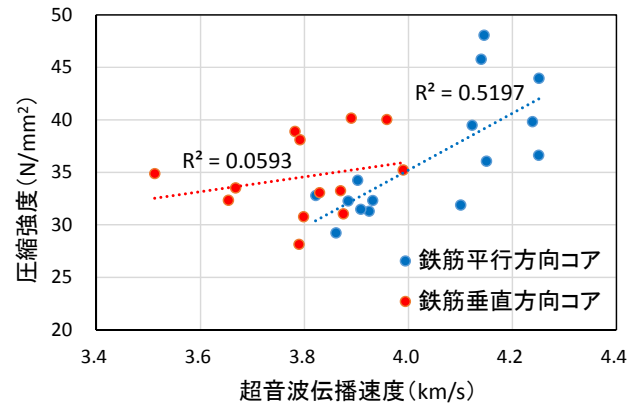


図-3 超音波伝播速度と圧縮強度の関係

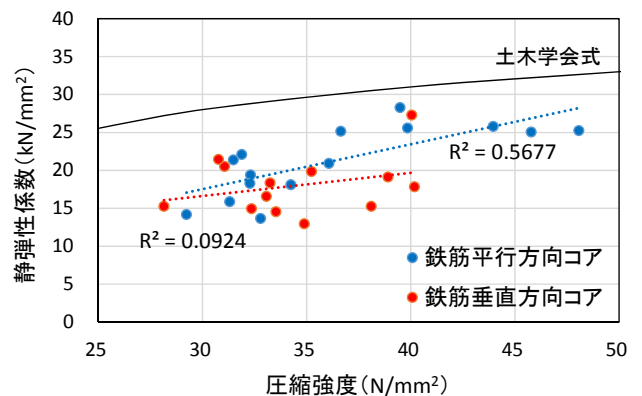


図-4 圧縮強度と静弾性係数の関係

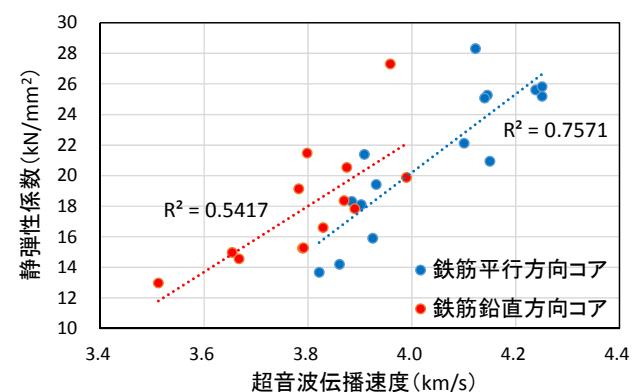


図-5 超音波伝播速度と静弾性係数の関係