

長期曝露供試体を用いた ASR による外観・内部劣化の比較

九州工業大学

学生会員 ○柴田綾野

九州工業大学 正会員 幸左賢二

住友大阪セメント株式会社 正会員 草野昌夫

九州工業大学 正会員 合田寛基

1. はじめに

現在、ASR劣化構造物の劣化度評価は外観の劣化状況に着目しており、コンクリート構造物自体の耐力に影響すると考えられる内部劣化状況の検討例は少ない。特に、実構造物において内部の劣化状況を詳細に観察することは困難であるため、外観劣化と内部劣化状況の相関性の把握が求められている。そこで、本研究では反応性骨材を用いた小型供試体を作製し屋外曝露を実施した。長期曝露試験により実構造物でのASR劣化を再現した供試体の外観と内部の劣化状況を比較し、両者の関係性について検討を行った。

2. 実験供試体概要

図-1に供試体形状とひび割れ計測方法を示す。供試体寸法は、鉄筋破断を生じた橋脚梁部を1/8スケールで模擬した。ASRを促進させるためコンクリートの等価アルカリ量を 8kg/m^3 に設定し、NaClを添加した。外観ひび割れ観察箇所は端面と下面を除いた東面、西面、上面とし、内部ひび割れ観察箇所は供試体端面の中心から採取した $\phi 190\text{mm}$ 大型コア(以下大型コアと表記)の表面とした。ひび割れ計測は図中(a)に示すように、ひび割れの端点同士を直線で結び、その直線の長さをひび割れの長さとした。ひび割れ幅は、3点を計測し、その平均値をひび割れ幅とした。なお、ひび割れは目視可能な幅 0.1mm から 0.05mm のピッチで計測を行った。図-2に外観ひび割れ進展状況を示す。なお、ひび割れ密度の算出では幅 0.2mm 以上のひび割れを対象とした。図より本研究で計測したcase5の供試体は屋外曝露開始後1169日経過した時点で 5.01m^2 のひび割れ密度であり、実構造物で定義された劣化度大の状態であった。

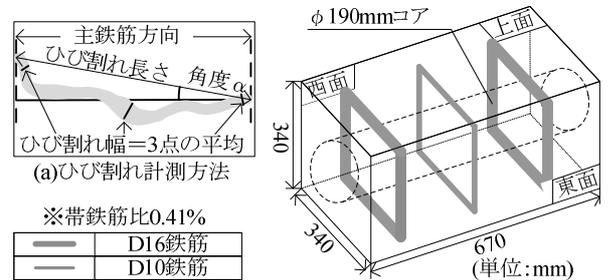


図-1 供試体形状とひび割れ計測方法

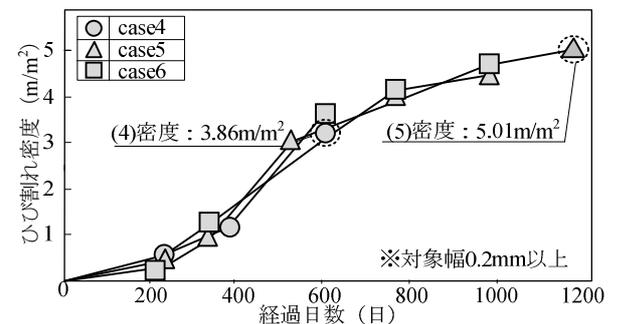


図-2 外観ひび割れ進展状況

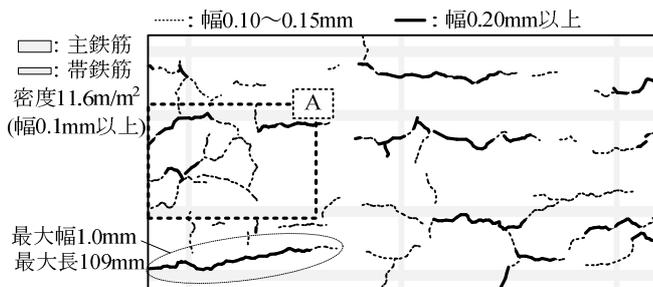


図-3 外観ひび割れ(東面)

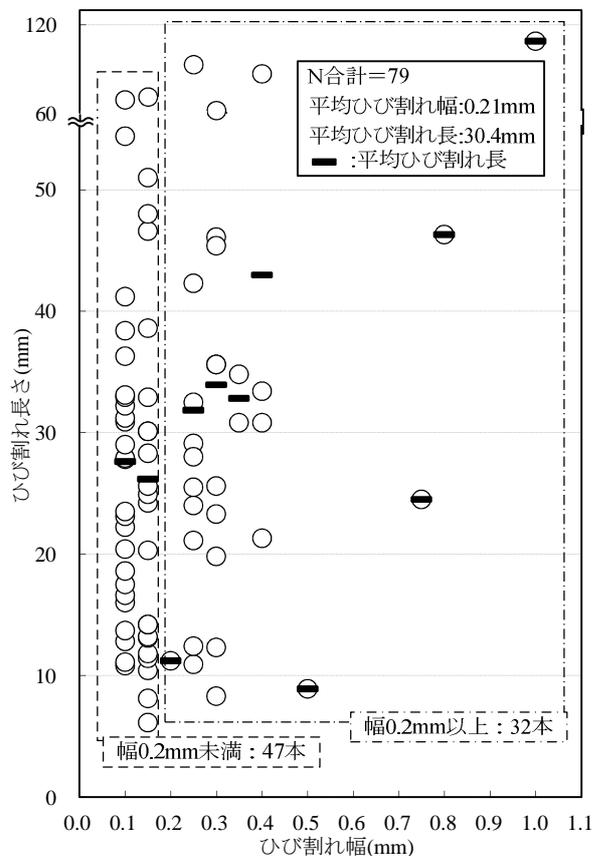


図-4 外観ひび割れの幅-長さ関係(東面)

キーワード ASR, 外観ひび割れ, 内部ひび割れ

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 TEL 093-884-3123

3. 外観ひび割れ性状

図-3に代表例として case5 供試体東面の外観ひび割れ損傷図を示す。外観ひび割れは連続性を持ち、枝分かれしているものが多く確認された。また、ひび割れの発生方向については、主鉄筋方向に沿ったものが多く認められ、軸方向により強い拘束を受けていることがわかる。図-4に東面外観ひび割れの幅-長さ関係を示す。ひび割れは 79 本発生しており、ひび割れ幅の平均値は 0.21mm、ひび割れ長さの平均値は 30.4mm であった。ひび割れ幅ごとの本数に着目すると、0.2mm 未満のひび割れが 47 本、0.2mm 以上のひび割れが 32 本となっており、外観においては微細なひび割れの割合が多い結果となった。

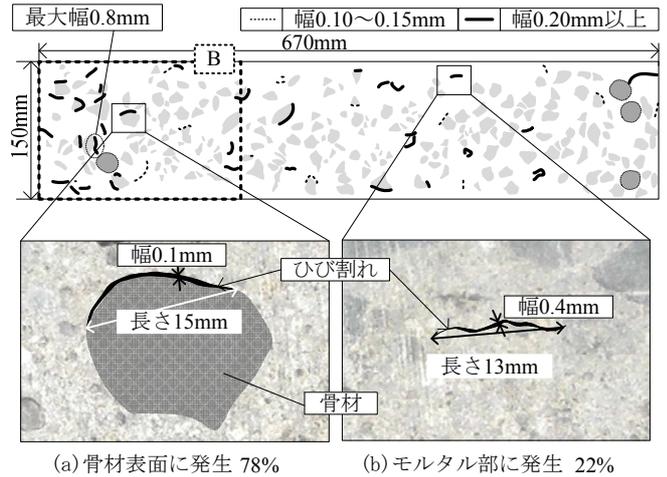


図-5 大型コアひび割れ (東面)

4. 内部ひび割れ性状と外観との比較

図-5に大型コア東面のひび割れ損傷図と分析結果を示す。内部ひび割れは骨材まわりとモルタル部の 2 種類が確認された。また、図中(a)に示すように内部ひび割れ 46 本中骨材まわりのひび割れが 36 本で全体の 78% を占め、内部においては骨材まわりのひび割れが主要であることを確認した。図-6に大型コア東面の幅-長さ関係を示す。ひび割れが 46 本確認され、ひび割れ幅の平均値は 0.35mm、ひび割れ長さの平均値は 13.2mm であった。ひび割れ幅ごとの本数に着目すると、0.2mm 未満のひび割れが 21 本、0.2mm 以上のひび割れが 29 本となっており、外観と比較して幅の大きなひび割れの割合が大きな結果となった。しかし、ひび割れ幅ごとの長さに着目すると、外観では 0.2mm 未満、0.2mm 以上でそれぞれ 26.9mm、35.3mm、内部では 0.2mm 未満、0.2mm 以上でそれぞれ 12.4mm、13.6mm となり、内部においては幅の大きなひび割れであっても長さが短い結果となった。

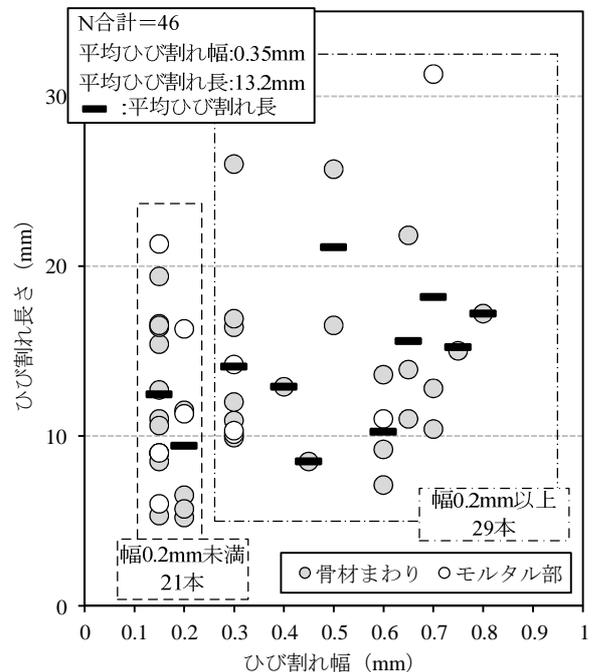


図-6 内部ひび割れの幅-長さ関係 (東面)

外観と内部のひび割れ性状が異なった理由の考察を行う。

図-7に外観、内部ひび割れのひび割れ本数、平均長さ、平均幅を示すが、ひび割れ長さにおいて特に大きな差が生じた。外観ひび割れは図-3Aに示すように供試体表面では拘束が弱いため、ひび割れが連結して長さが進展する。しかし、内部は図-5Bに示すように主鉄筋に加えて帯鉄筋の拘束を受けるため、幅の大きなひび割れでも、ひび割れ長さが外観と比較して進展しにくいと考えられる。

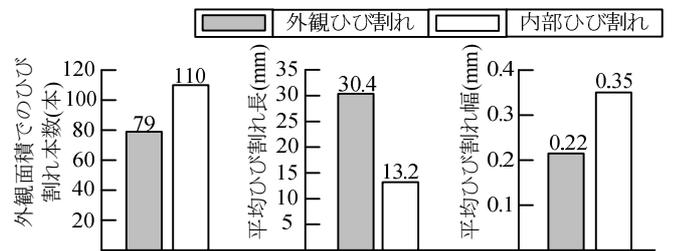


図-7 内部と外部ひび割れのデータ比較

5. まとめ

- (1) 長期屋外曝露による劣化度大の供試体において、内部のひび割れ発生本数とひび割れ幅は、外観と同程度となっており、外観劣化と内部劣化には高い相関があることを確認した。
- (2) 外観ひび割れと内部ひび割れの平均長さを比較した結果、外観、内部でそれぞれ 30.4mm、13.2mm となり、これは、外観と内部の鉄筋拘束の大小により生じると考えられる。