

ASR を生じた構造物の変形状と鉄筋損傷の関係性に関する考察

九州工業大学 学生会員 土肥宏記
住友大阪セメント 正会員 草野昌夫

九州工業大学 正会員 幸左賢二
九州工業大学 正会員 合田寛基

1. はじめに

現在、ASR 構造物において、膨張による隅角部の角度進展に伴い帯鉄筋の曲げ戻し変形が生じ、隅角部で鉄筋損傷が発生する事が推察されている。そこで、本研究では図-1 に示す様に、変形と鉄筋損傷の関係性を評価し、ASR 構造物での鉄筋損傷状況の評価を目的として、ASR を生じた実構造物の変形状と鉄筋損傷の生じた ASR 供試体の変形状との比較を行った。

2. ASR 供試体の変形状と鉄筋損傷

図-2 に、ASR 供試体の変形状を示す。供試体寸法は 340×340×670mm で、帯鉄筋に旧節形状 D16 鉄筋と現行 D10 鉄筋を用いている。屋外暴露期間 790 日 (ひび割れ密度 3.98m/m²) で供試体中央部の上面および側面 2 面を、後述する方法 (図-6) で変形計測した結果、図中の矢印で示すように、隅角部から中央部にかけて変形量が増加し、最大で 1.73mm の変形が生じた。

図-3 に、ASR 供試体の劣化状況を示す。供試体側面を 5 等分し、ひび割れの発生割合 (各範囲のひび割れ延長 / ひび割れ総延長) を分析した結果、隅角部の範囲 1 と範囲 5 で 27.3%、5.6%、中央部で 35.8% となり、ひび割れが特定の箇所に集中するのではなく、全体的に発生する傾向にあった。

変形計測後に旧節形状の帯鉄筋をはつりだし、鉄筋亀裂進展量 (鉄筋亀裂 / 鉄筋径) を測定した結果、鉄筋径 D16 に対し最大で 6.22% の亀裂進展が確認された。以上のことから、ASR 劣化を生じた供試体では角度進展を伴う変形により、帯鉄筋曲げ加工部の亀裂進展が確認された。

3. 実構造物での変形状調査

実構造物で変形状の調査を昭和 51 年度に竣工した RCT 型梁橋脚を使用して行った。図-4 に示すように、対象橋脚の累積ひび割れ密度を算出した結果、竣工後 21 年で密度 2.44m/m² であった。ASR による劣化が著しく補強が行われている橋脚 18 基 (A~R) の累積ひび割れ密度と比較した結果、本検討における対象橋脚は中程度の劣化であった。

図-5 に対象橋脚のひび割れ性状を示す。竣工後 9 年時のひび割れと竣工後 21 年時のひび割れを使用し、供試体と同様にひび割れの発生割合を分析した結果、梁側面で隅角部 (範囲 1, 範囲 2) が 25.5%, 32.2%, 中央部 (範囲 3) が 14.6%、梁下面で隅角部が 7.5%, 16.7%, 中央部が 26.6% と、ひび割れは全体的に生じる結果であった。

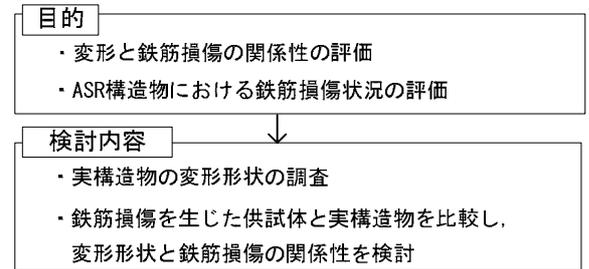


図-1 検討フロー

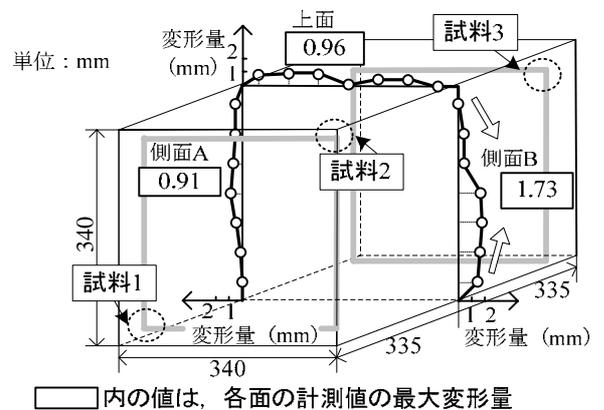


図-2 供試体の変形状

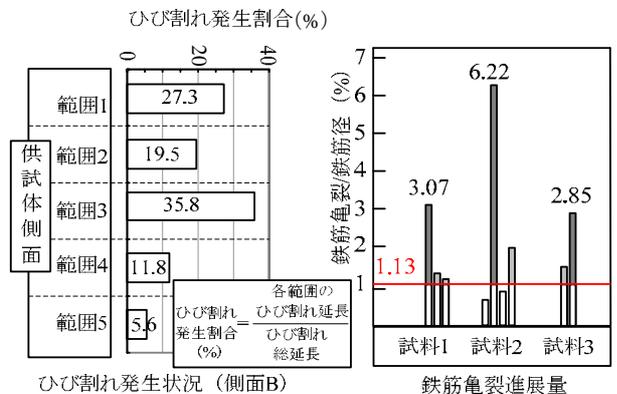


図-3 供試体の劣化状況

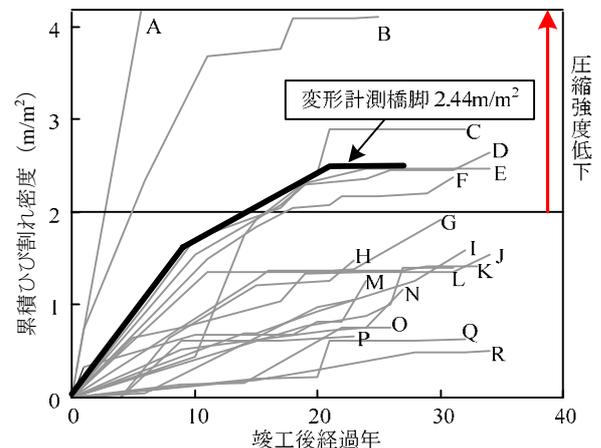


図-4 累積ひび割れ密度の経時変化

図-6 に変形計測方法を示す。橋脚梁側面・下面に設置されているひずみ計測用標点の位置を用いて、300mm ピッチで変形計測を行った。側面では下げ振り、下面ではアルミ棒を橋脚の側面から一定の距離離れた位置に設置し、側面までの距離を計測した。なお、各側面で変形が最小である点を変形量 0mm とし、相対的な変形量の算出を行っている。

図-7 に変形計測の結果を示す。張出し部の測線 A で 10.5mm、柱部の測線 B で 12mm と、隅角部に最も近い計測点で最大の変形量が生じた。測線 A では隅角部から中央部にかけて変形が小さくなる傾向、測線 B では変形が天端から柱部にかけて小さくなる傾向であり、本実験供試体で得られた中央部で最大の変形量を生じる傾向とは異なっていた。また、梁下面の測線 C では最大 4.0mm の変形量と、梁側面と比較するとやや小さい結果となった。

4. 実構造物と供試体の変形状の比較

供試体と実構造物の変形状の比較を行った。図-8 に示すように、実構造物で角度進展を伴う変形が隅角部から中央部にかけて小さくなっていることから、変形計測点で最大の角度進展が生じた位置（かぶり厚+帯鉄筋曲げ加工部から 270mm）までの範囲を角度進展に伴い曲げ変形が生じる範囲（曲げ変形影響範囲）として比較を行った。ただし、供試体は寸法が小さく 2 隅角部から曲げ変形の影響を受けるため、最も曲げ変形の影響が強いと考えられる供試体中央部で角度進展量の算出を行った。実構造物における曲げ変形影響範囲での角度進展は、 0.78° 、供試体は 0.6° と同程度の進展が生じていた。以上のことから、変形状が供試体と異なる実構造物においても隅角部に着目すると帯鉄筋曲げ加工部で亀裂の進展が確認された供試体と同等の角度進展が生じており、角度進展に伴い帯鉄筋の曲げ戻しによる鉄筋損傷が生じると考えられる。

5. まとめ

- (1) 反応性骨材を使用して長期暴露試験を行った供試体（ひび割れ密度 3.98m^2 ）では、隅角部から中央部にかけて変形量が増加し、最大で 1.73mm の変形が生じた。帯鉄筋曲げ加工部では鉄筋径に対して最大 6.22% の亀裂進展量が確認されたことから、角度進展を伴う変形の発生に伴い、帯鉄筋曲げ加工部の亀裂が進展することが確認された。
- (2) 変形計測を行った実構造物（ひび割れ密度 2.44m^2 ）の変形は、隅角部から中央部にかけて変形量が小さくなり、本実験供試体と変形状は異なっていた。隅角部に着目すると、どちらも同程度の角度進展を伴う変形が生じたことから、実橋においても角度進展に伴い帯鉄筋曲げ加工部の亀裂が進展すると考えられる。

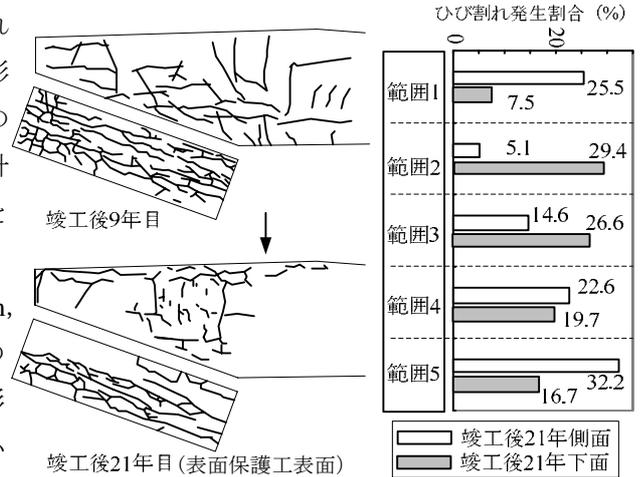


図-5 実構造物のひび割れ性状

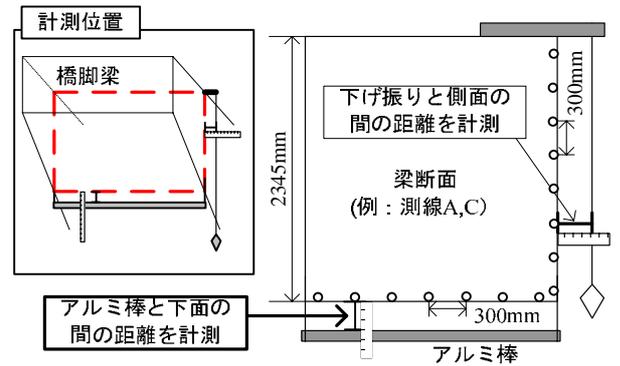


図-6 変形計測方法

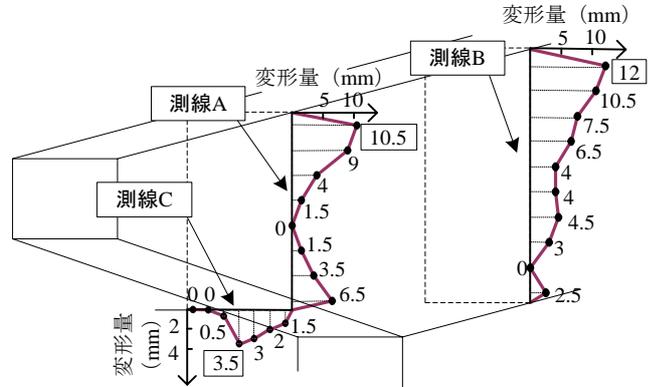


図-7 変形計測結果

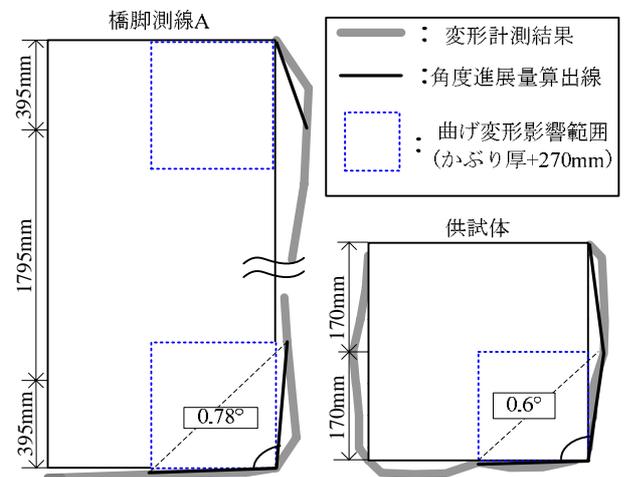


図-8 実構造物と供試体での変形状