

ASR の生じた実構造物の隅角部における変形状の評価

九州工業大学大学院 学生会員 ○土肥 宏記
住友大阪セメント(株) 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 劣化を生じた構造物で鉄筋損傷が生じた例が数多く報告されている. 鉄筋損傷は, 図-1 に示すように, ASR 膨張によるコンクリート部の角度が広がる方向への変形と共に生じる, 帯鉄筋の曲げ戻し方向への変形により発生すると推察され, コンクリート部の角度進展量は鉄筋損傷の指標となる可能性がある. そこで, 本研究では ASR 実構造物での鉄筋損傷と変形・角度進展の関係性の評価を行うことを目的とし, 実構造物での変形計測および, 鉄筋損傷を生じた ASR 供試体との角度進展量の比較を行った.

2. 実構造物の劣化性状と変形計測方法

実構造物での変形状の調査は, 昭和51年度に竣工したRCT型梁橋脚を使用して行った. 橋脚の劣化性状を図-2 に示す. 竣工後9年時のひび割れと, その後12年間で生じた竣工後21年時のひび割れを比較すると, 補修等の影響もあり竣工後21年時の方がひび割れの発生量が少なかった. また, 橋脚側面・下面に発生した幅0.3mm以上のひび割れ延長を対象面積で除し累積ひび割れ密度を算出した結果, 竣工後21年間で 2.44m^2 となり, 鉄筋破断が生じる可能性のある劣化程度であった.

次に, 本研究で計測する変形を図-3 に示す. ASR による変形には, 変形量が一様に増加する一様変形と隅角部で角度進展を伴う円弧変形の2種類があるが, 本研究ではコンクリート部の角度進展と鉄筋損傷の関係性の評価を目的としているため, 円弧変形の相対的な形状についての計測を行った. また, 帯鉄筋の曲げ戻しが生じる箇所は鉄筋曲げ加工部であるが, 曲げ戻しの際に発生する鉄筋の引張応力のため, コンクリート部との付着の影響が強い範囲でも曲げ戻し方向への変形が生じると推察される. そこで, ここでは, 円弧変形の生じる隅角部範囲は「かぶり厚+曲げ加工半径+帯鉄筋フックを 90° 曲げた時の定着長である 12Φ (ただし Φ は鉄筋直径)」程度であると考えて, 角度進展量は上記の範囲を用いて算出を行った.

変形計測は図-4 に示すように, 橋脚梁側面・下面に設置されているひずみ計測用標点(300mmピッチ)の位置を用いて, 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, それぞれ側面までの距離を計測した.

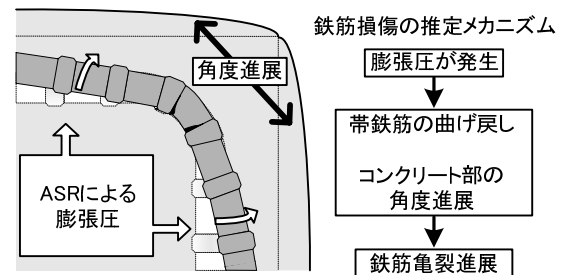


図-1 鉄筋損傷の推定メカニズム

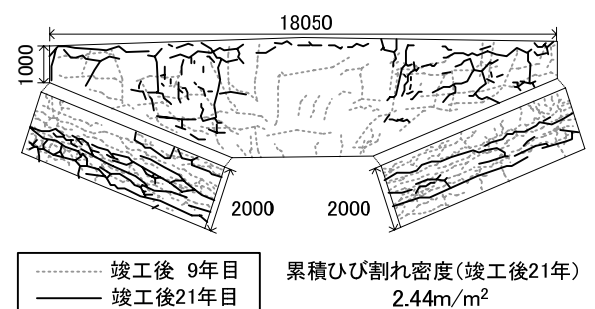


図-2 計測対象橋脚の劣化性状

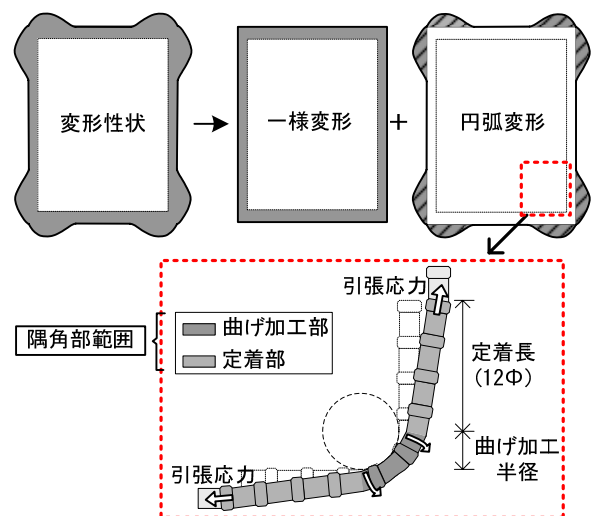


図-3 変形状および隅角部範囲の定義

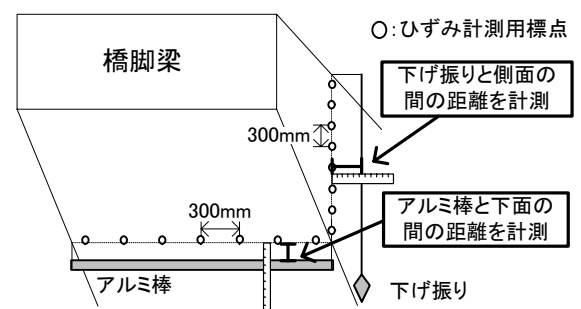


図-4 下げ振りをを用いた変形計測方法

キーワード アルカリ骨材反応, 実構造物, 変形状, 隅角部

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, FAX (093)-884-3123

3. 変形計測結果および鉄筋損傷と角度進展の評価

図-5 に、下げ振りによる計測結果を示す。各測線の最大変形量は、梁張出し部の A-A 断面側面で 10.5mm、柱部の B-B 断面側面で 12mm、A-A 断面下面では 3.5mm であり、梁下面の最大変形量は梁側面と比較するとやや小さい結果となっていた。また、各測線における変形性状に着目すると、A-A 断面では隅角部で変形量が大きく中央部で変形量が小さい傾向、B-B 断面では天端で変形量が大きく柱部付近で変形量が小さくなる傾向がみられたことから、実構造物の変形は、帯鉄筋曲げ加工部のある隅角部付近で大きくなることが確認された。

次に、実構造物と鉄筋損傷の生じた供試体の角度進展量を比較した結果を図-6 に示す。なお、角度進展量の算出は供試体・実構造物共に、図-3 に示した隅角部範囲を用いて行っている。比較を行う供試体は 340×340mm の断面で、累積ひび割れ密度は打設後 790 日で 3.98m/m² であった。また、帯鉄筋曲げ加工部では鉄筋径 D16 に対し最大で 6.22% の ASR 膨張による鉄筋亀裂進展が確認されており、鉄筋亀裂進展が生じた隅角部範囲で角度進展量を算出したところ 0.60° の角度進展が生じていた。一方、実構造物の隅角部範囲での角度進展量は 0.92° であり、供試体の 0.60° と同様に 1° 程度の角度進展が生じていた。

以上より、供試体において ASR 膨張により隅角部の角度進展と鉄筋損傷が同時に生じることが確認されたことから、供試体と同様の角度進展量が確認された実構造物においても、コンクリート部の角度進展と共に鉄筋損傷が生じる可能性があると考えられる。

4. 計測機器を用いた変形計測結果

本研究では下げ振りを用いた計測（図-4）とは別に、図-7 に示すように、トータルステーション・3D レーザースキャナーといった計測用機器を用いて変形計測を行っている。そこで、図-8 に示すように、梁張り出し部 A-A 断面側面で 3 方法による変形計測結果を比較したところ、下げ振りの計測結果と同様に隅角部の変形量が大きいという傾向が確認された。しかし、梁全体の計測を行った 3D レーザースキャナーでは、他の 2 方法と比較すると変形量・形状が若干異なる結果となっていた。

5. まとめ

- (1) 変形計測を行った実構造物梁張り出し部において、隅角部で変形量が大きく、中央部で変形量が小さい傾向および、隅角部範囲で 0.92° の角度進展が確認された。
- (2) 供試体において鉄筋亀裂進展（最大 6.22%）と共に隅角部で 1° 程度の角度進展が生じていたことから、同様の角度進展量が確認された実構造物においても、コンクリート部の角度進展と共に鉄筋損傷を生じる可能性があるかと推察された。

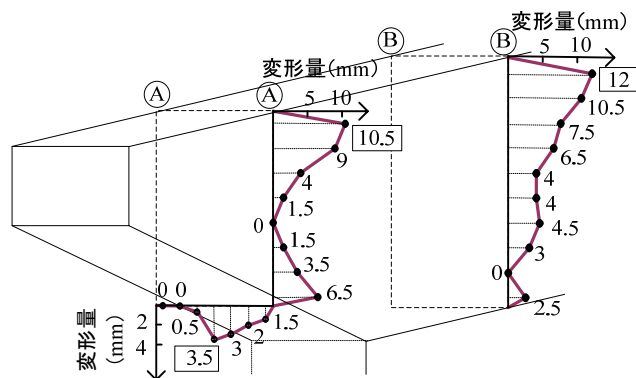


図-5 変形計測結果（下げ振り）

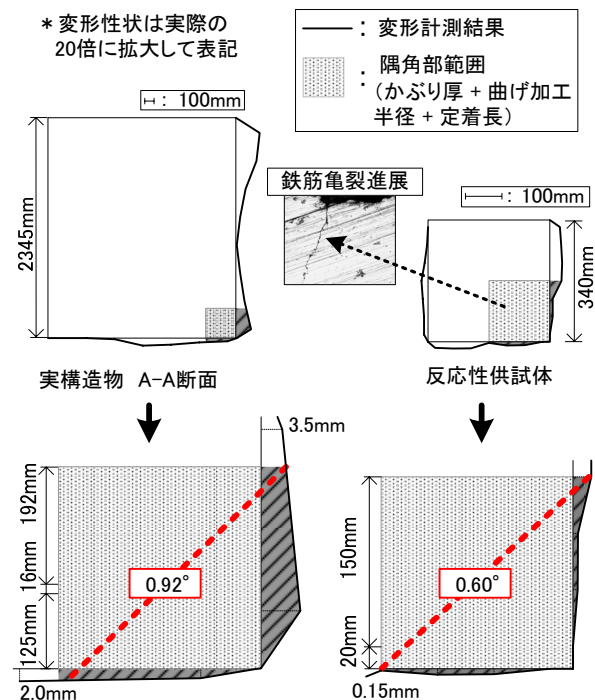


図-6 隅角部範囲における角度進展量比較

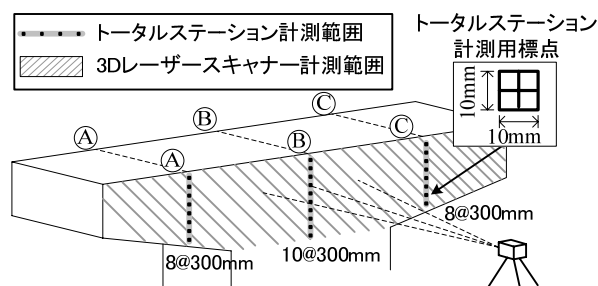


図-7 計測機器を用いた変形計測方法

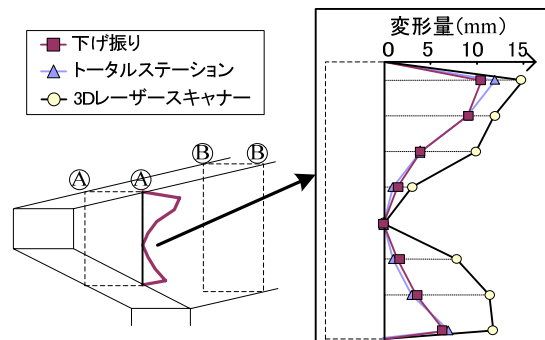


図-8 変形計測結果の比較（A-A 断面）