

ASR 劣化した実構造物の耐荷挙動

国土交通省 国土技術政策総合研究所

正会員 ○古賀 友一郎

渡辺 陽太

正会員 玉越 隆史

正会員 渡邊 良一

1. はじめに

コンクリート構造物の代表的な劣化損傷にアルカリ骨材反応（以下「ASR」という）がある。ASRによる損傷は、膨張性のある物質が骨材の周りに生成することによってコンクリートに著しいひび割れをもたらすのが特徴であるが、鉄筋が健全である限り耐荷性能に及ぼす影響は限定的であると考えられてきた。しかし、近年になって鉄筋の曲げ加工部で破断しているものが報告され、国土交通省をはじめ各機関で、損傷実態の調査や、損傷を生じた構造物に対する健全度評価法ならびに補修補強設計手法に関する検討が進められている。

本稿は、ASR 損傷構造物の健全度評価と補修補強設計手法の確立の一環として、ASR 損傷を生じたコンクリート部材の耐荷力特性などの基礎的な情報を得るために行った、実構造物載荷実験について報告するものである。

2. 実験概要

コンクリート部材の設計においては所定の耐荷力が発揮されるよう、耐荷力機構を力学モデルで表現し、設計では鉄筋とコンクリートの付着、コンクリート強度、ヤング係数、応力を分担する有効断面の範囲、プレストレス量、などを設計モデルによる評価の前提として仮定している。劣化コンクリート部材に対してもその実態にあった耐荷力機構をモデル化し、これらの諸量を少なくとも安全側の評価ができるよう適切に設定した上で解析的にその健全度や耐荷力を評価することができれば補強の必要性の判断や補強設計がより合理的なものとなると考えられる。

国土技術政策総合研究所では、H16 年度にコンクリートのひび割れがコンクリートと鉄筋の付着による一体性にどのように影響を及ぼすかについて模型実験による基礎的な検討を実施しており、平成 17 年度は、実際に ASR による著しい変状を生じている橋脚を用いて大規模な耐荷力試験を実施し、構造物の挙動に関するデータを取得した。

実験に用いたのは、地方の道路公社が管理する自専道にある 1977 年竣工の T 型の RC 橋脚（写真 1）で、ASR による損傷が著しく、ひび割れ状況は図 1 のように最大で幅 9 mm のものが主鉄筋に沿ったように発生している。実験に先立って梁部の更新を含む橋脚の大規模な補強工事が決定していたものである。

実験は、橋脚補強工事用支保工を利用しての上部工荷重の除荷、及び荷重調整した大型車（25t×2 台）による載荷試験である。表 1 に支点反力の値を示すが、上部工反力の除荷は設計死荷重に対しては 87%、荷重車載荷は設計活荷重の 31%、合計すると設計上の死荷重+活荷重最大に対して 70%に相当する荷重変動を与えたことになる。

本橋脚では後に鉄筋破断調査、ひび割れ進展調査を実施している。鉄筋破断は全て最外縁鉄筋に生じており、

キーワード ASR

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 国総研 道路構造物管理研究室 TEL 029-864-7864



写真1 試験橋梁全景

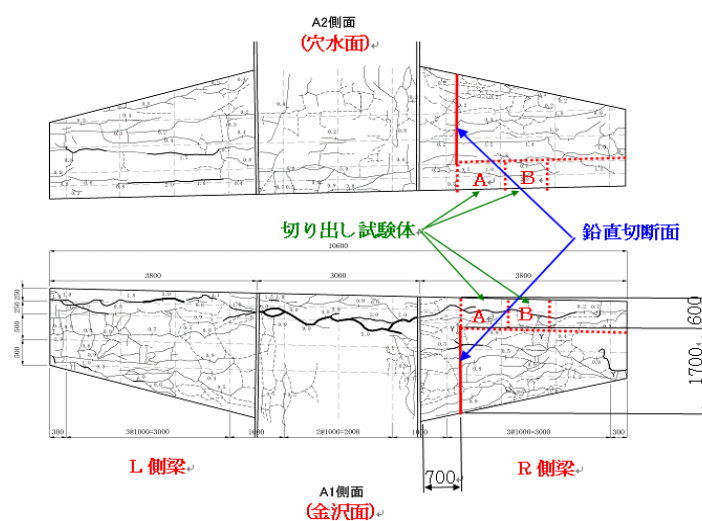


図1 T形梁部劣化状況

その内40%のスターラップ、17%の主鉄筋についていずれも折り曲げ部で破断していることが確認されている（図2）。また図1のA、B部分をワイヤーソーで切り出し、顕著なひび割れの内部進展状況を調べた結果、ほとんどのひび割れが、かぶり内に収まっており、鉄筋の内側に進展しているものでも最大で5cm程度であった。コア抜き試験によるコンクリート物性値は次の通りである。

・コンクリート強度 平均値 24(24) N/mm²

・ヤング係数 平均値 10(25)×kN/mm²（）内は設計値

強度の低下は比較的小さく、5本の試験体の平均値では設計基準強度と同等であった。ヤング係数は設計値の50%以下にまで低下していることが確認された。

3. 実験成果

上部工荷重除荷時の、図3①～④の位置における梁中央主鉄筋、最外縁主鉄筋ひずみを表2に示す。

片側の端部折り曲げ部が破断し、接するように配筋されているスターラップ折り曲げ部の40%が破断している最外縁主鉄筋と、損傷のない梁中央主鉄筋で実測値に明確な差は現れていない。またひずみの値はコンクリート断面の引張領域を無視したRC理論値②に対して2割以下であり、コンクリートの全断面を有効とした場合の主鉄筋位置でのひずみ値③に近い値となっている。

②断面における載荷荷重の変動にともなうコンクリート上下縁ひずみと主鉄筋ひずみの変動を図4に示す。主鉄筋ひずみがコンクリート上下縁ひずみを結ぶ直線上にないが、主鉄筋ひずみとコンクリート下縁ひずみを結ぶ直線は各載荷ケースで一定している。

このことから、本実験の荷重変動範囲では、主鉄筋の付着劣化や鉄筋破断の影響は現れず、上縁のかぶり部分を除いた残りの断面部では平面保持が成り立つ挙動をしているものと考えられる。また、本実験では図3に示す位置で健全なスターラップと折り曲げ部で破断しているスターラップのひずみを計測したが、ひずみは計測されず、明確なせん断ひびわれの発生も確認できなかった。よって、本実験の荷重変動範囲ではスターラップの破断にもかかわらず梁断面はせん断に対して有効に機能しており、ASR劣化によるせん断耐力への影響については確認できなかった。

4. まとめ

本実験では、ASR劣化を生じた実橋脚で、上部工死荷重以上の荷重変動での挙動を計測するとともに鉄筋破断やコンクリート内部のひびわれまで詳細な損傷状況を実験後の解体によって確認した。その結果設計荷重時の70%の荷重範囲でも梁の挙動には損傷の影響が明確には現れないという貴重な知見を得た。一方で、損傷による最大耐力力の低下の程度(耐力力余裕)など構造物の性能を評価する上で不可欠な大きな荷重領域での耐力力特性については、今回調査が出来なかった。今後はより大きな荷重領域での耐力力特性について明らかにしていくことが必要である。

表1 1支点あたりの反力値

	死荷重	活荷重Max	合計
設計値(kN)	870	370	1240
実測値(kN)	753	116	869
実測/設計	87%	31%	70%

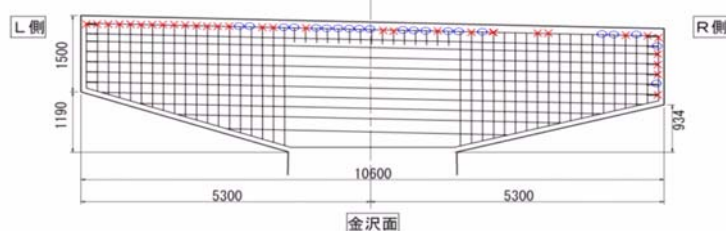


図2 鉄筋破断状況と位置(×破断 ○健全 無印未調査)

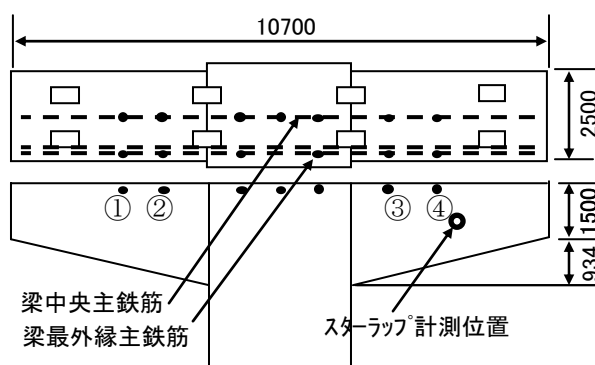


図3 鉄筋ひずみ測定位置

表2 上部工除荷時の主鉄筋ひずみ(μ)と理論値に対する比

	実測値①		RC理論健全主筋 値②	③	①中/②	①外/②
	中央	外縁				
①断面	-36	-49	-355	-31	0.10	0.14
②断面	-53	-69	-410	-41	0.13	0.17
③断面	-75	-75	-411	-41	0.18	0.18
④断面	-37	-45	-317	-27	0.12	0.14

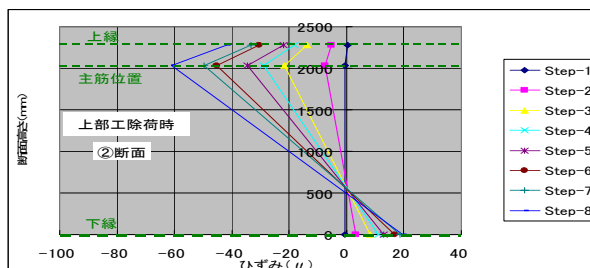


図4 ②断面でのコンクリート上下縁、主鉄筋ひずみ