

損傷が生じたRC橋脚に対する診断と維持管理への対応事例

1. はじめに

橋を構成している部材に損傷や変状等が生じていることを確認した際、道路管理者は、当該部材の特性と損傷状況等を踏まえ、供用安全性、耐久性の確保の観点から、適切な維持管理を行っていくことが求められます。本稿では、地震後にRC橋脚に確認されたひび割れがその後進展した事例を取りあげ、損傷状況の調査・診断とその後の監視体制の強化等を実施した経緯と対応における留意点について紹介します。

2. 神宮橋の概要と地震後の損傷状況

本稿で事例として紹介する橋は、茨城県の北浦を渡河する1960年に竣工した神宮橋です。本橋は、桁長12.46mの単純PCプレテンT桁が76連にわたって設置された橋長950mの2車線の道路橋です(写真-1)。下部構造は2柱式RCラーメン橋脚で、2基のケーソン基礎により支持された構造となっています。被災要因を分析するために必要となるこれまでの補修・補強履歴と損傷状況の経過を確認しました。当初の設計計算書は残っていませんでしたが、文献から耐震設計は1956年鋼道路橋設計示方書に準拠していると推定しました。また、一部の橋脚において柱基部周辺の断面をRC巻立てにより補強がなされていましたが、これは1987年に歩道部を下り線側にプレキャストのコンクリートブラケットにより増設したことに伴う補強工事であることを確認しました。この他、2001年までに変位制限構造、落橋防止構造の設置が耐震補強工事として実施されていました。

本橋の定期点検は2004年2月に初回が実施されており、2回目が2007年11～12月に実施されています。2回目の点検では近接目視により橋脚の点検が実施されており、その時には柱部や下層梁のひび割れや変形等は確認されていません。その後2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、

本橋の地点では震度5強の揺れが生じました。本橋では、地震発生直後に橋上からの目視点検、同年4月には遠望目視による緊急点検を実施しましたが、これらの点検では交通に支障を来す損傷は確認されませんでした。しかし、同年7月に船により各橋脚の近接目視による緊急点検を行い、柱部や下層梁にひび割れが生じていることが確認されました。その後、2013年1月に第3回目の定期点検を近接目視により行い、柱部及び下層梁に生じていたひび割れの箇所数が増加していることがわかりました。このため、同年7月にさらに臨時点検を行ったところ、橋脚の柱部や下層梁を中心にひび割れが以前よりも進展している箇所があることが確認されました(写真-2, 写真-3, 図-1)。



写真-1 神宮橋の全景

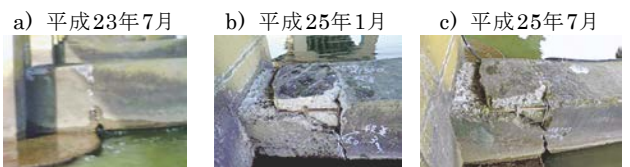


写真-2 橋脚下層梁のひびわれの進展



写真-3 橋脚柱頭部のひびわれの進展

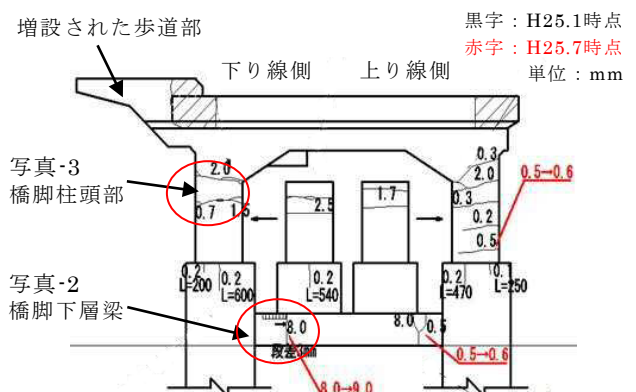


図-1 点検結果から確認されるひびわれの進展状況

現場に学ぶメンテナンス

3. 損傷に対する診断と対応

本橋では基礎を含めた下部構造に経時的に変状が生じ続けており、次に地震が起こった場合、変状が急進して橋の供用安全性に重大な影響を及ぼす可能性が危惧されます。また、本橋は古い橋であることから、RC橋脚のひび割れとともに生じている変状の進展が、地震による影響ではなく、地震以外の要因により経時的に生じているものであれば、すぐにでも通行止めが必要な状況である可能性も危惧されます。そのため、直ちに常時モニタリングを開始し、ひび割れの進展や橋脚の変位の変化等を監視するとともに、必要な対策の検討にあたっては、被災後の橋の状況を適切に評価するために、特に損傷要因の特定に注意して検討を行いました。

まず、本橋は橋長が比較的長い橋であり、橋脚の位置によって地盤条件や構造条件が異なることから、地震動を含む各荷重の影響の度合いに差が生じている可能性も考えられたため、各橋脚に生じたひび割れと変状の進展状況について、保管されている設計図書や既往の点検データを全て活用して横並びで整理し、橋脚毎の傾向を確認することによって被災要因の分析を行いました。その結果、ひび割れが進展している橋脚では、歩道が添架されている下り線側が低くなる方向へと傾斜している傾向があること、このような傾斜が生じた場合に橋脚に生じるひび割れを解析により推定すると、実際に生じたひび割れを概ね再現できること等が確認されました。また、本橋架設当時のケーソン基礎の設計・施工技術の調査や追加の地盤調査を行い、地盤条件と基礎の関係についても検討しました。その結果、本橋のケーソン基礎の支持地盤は、地震によって液状化する可能性のある軟弱な砂質地盤である可能性があることがわかりました。この結果から、本橋では、地震の影響によりケーソン基礎側方の地盤や支持地盤に液状化が発生し、これに歩道増設による死荷重の偏心载荷の影響が加わり、不同沈下を生じさせた可能性が高いと推定しました。

次に、上述した要因分析の検討結果を踏まえ、被災の状況を解析モデルに考慮して現況における

橋の耐震性能の評価を行いました。その結果、ケーソン基礎については、今回の地震で生じた不同沈下と同等の不同沈下がさらに生じても、基礎本体には大きな損傷は生じないこと、一方で、東北地方太平洋沖地震において本橋周辺で観測された地震動と同程度の地震動を受けた場合には、RC橋脚にさらなる損傷の進展や新たな変状が発生する可能性があること等がわかり、補修・補強を行う必要があると判断しました。また、支持地盤が液状化した場合のケーソン基礎のその後の挙動評価技術については未確立な要素があり、解析による評価の精度に関しては不確定要因が残ります。そこで、本橋の今後の挙動の推移を入念に監視するために、監視カメラの設置や、橋脚に生じたひび割れの進展や橋脚の変位の変化等を監視できるように、引き続き常時モニタリングを実施することとしました。そして、地震が発生した場合には、近接目視による点検とともに監視データから橋脚のさらなる損傷や変状が生じていないかを確認することとし、今後これらの監視データを蓄積した上で、本橋における耐震性能の評価の精度向上にも活用していくことにしました。

4. おわりに

損傷が生じている橋の評価においては、当該損傷の要因とその状況を踏まえ、橋の性能に及ぼす影響を適切に考慮することが重要ですが、地震による影響かそれ以外の要因によるものか適切に判断することが、損傷が生じている橋の評価においては重要です。そのためには、検討に資する事実関係の情報を現場から集め、不足している必要不可欠な情報がある場合には、新たな調査や設計・施工の関係者へのヒアリングにより検討精度を高めていくことが必要です。それでも、確認できない要因がある場合は、本橋のように常時モニタリングによる監視を行い、供用安全性を確保していく等の対応も重要と考えられます。

国土交通省国土技術施策総合研究所
 道路構造物研究部橋梁研究室長 玉越 隆 史
 国土交通省関東地方整備局
 道路部道路構造保全官 菱 龍 龍
 常陸河川国道事務所副所長 外川 和 彦
 (独)土木研究所構造物メンテナンス研究センター
 橋梁構造研究グループ 上席研究員 星 限 順 一
 " 主任研究員 岡田太賀雄