

**MIDAS
CONSTRUCTION
TECHNICAL
DOCUMENT
COLLECTION**

土木構造分野 10



MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

土木分野

10.

特殊橋梁における耐震性能
調査について

奈良県吉野土木事務所



特殊橋梁における耐震性能調査について

吉野土木事務所 前久保 俊二

1. はじめに

今世紀前半に発生する確率が高いといわれている東南海・南海地震や、阪神大震災のような都市直下型地震等の発生に備え、国土交通省、各都道府県において「緊急輸送道路の橋梁耐震補強3箇年プログラム」が策定された。

奈良県においても、「優先確保ルート」を選定し、現在、耐震補強対策を進めているところであるが、上・中路式アーチ橋やトラス橋等の特殊橋梁については、現在のところ、耐震補強対策を経済的かつ効率的に行うための指針は確立されておらず、県下においてこれまでに実施された実績は極めて少ない。

そこで本論文では、上路式RCアーチ橋である一般国道169号高橋（吉野町河原屋）で行った耐震性能調査について報告し、今後予定している補強対策の実施に向けた課題について考察する。

2. 橋梁概要

一般国道169号高橋は、津風呂川を跨ぐ橋長37.4mの単純上路式RCアーチ橋であり、昭和5年架設の旧橋及び昭和20年代後半架設（推定）の新橋で構成される。



図-1 位置図



写真-1 現況写真

3. 現地調査

架設から約80年が経過しており、竣工図書は残っていないため、現地調査により復元設計を忠実に行う必要がある。

現地調査により、形状調査、コンクリート強度試験、配筋調査を行った。なお、測定の難しい基礎形状については、衝撃弾性波法に

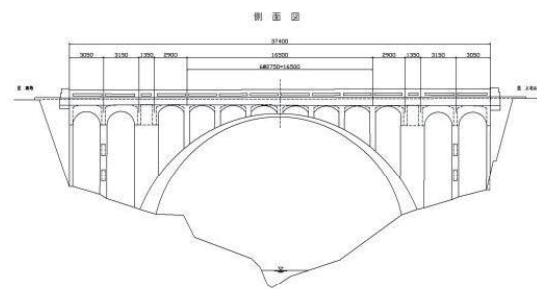


図-2 橋梁側面図

より測定を行った。

4. 耐震性能照査

4-1. 照査方針

橋梁の耐震性能の照査方法には、大きく分けて静的照査法と動的照査法があるが、上路式RCアーチ橋は、地震時に複雑な振動挙動をする特殊橋梁であることから、動的解析による照査が必要とされている。

架設後に発生した東南海沖地震（昭和19年、M7.9）および南海沖地震（昭和21年、M8.0）の経験と過去の補修調査から、レベル1地震動に対しては耐力が確保されていることとし、レベル2地震動に対する動的照査を行った。

4-2. モデル化

土木構造物の解析で用いられているはり要素における力学のモデル化は、一般的によく用いられているモデルとして、「M-φモデル」と「ファイバーモデル」がある。RCアーチ橋の耐震性を評価する際には、軸力変動の影響を取り入れないとアーチリブの塑性化の箇所やその度合いを適切に評価できないことや、アーチリブには2軸曲げが作用することが明らかにされている。そのため、この解析においては、軸力変動が自動的に考慮され、2軸曲げの影響についても同時に考慮できる「ファイバーモデル」によりモデル化を行った。

	M-φモデル	ファイバーモデル
特徴	曲げモーメント-曲率、せん断力-せん断角関係に対して経験履歴則を適用。汎用性あり。	各ファイバーに一軸の応力度-ひずみ関係を適用。軸力変動、2軸曲げの対応が容易。

表-1 動的解析に用いるはり要素のモデルの一例と特徴

4-3. 解析条件

重要度区分をB種（特に重要度が高い橋）、地域区分をA地域、耐震性能2、地盤種別をI種地盤とし、解析プログラム「MIDAS/Civil」を用いて、時刻歴応答解析・直接積分法による非線形動的解析を行った。

道路橋示方書に基づき、減衰定数を定め、RC構造および橋面荷重の死荷重を節点荷重に設定し、橋台背面に対して土圧荷重を考慮した。また、下部工は直接基礎で剛性が大きいため、剛体としてモデル化を行った。

地震波を入力する前に、固有値解析を行い、固有周期、振動モードを求め、振動モード毎の減衰定数を算定した。旧橋、新橋ともに橋軸および直角それぞれ卓越する2つのモードを選定し、算定したレーリー減衰を解析に考慮することとした。

4-4. 入力地震波

入力地震波については、既往の強震記録を振動数領域で調整したものを、橋軸方向橋軸直角方向にタイプⅠ（プレート境界型）、タイプⅡ（内陸直下型）の表-2に示す各3波を入射させ、動的解析を行った。

タイプⅠ	1978年宮城県沖地震 開北橋周辺地盤上LG	タイプⅡ	1995年兵庫県南部地震 神戸海洋気象台地盤上N-S
	1978年宮城県沖地震 開北橋周辺地盤上TR		1995年兵庫県南部地震 神戸海洋気象台地盤上E-W
	1978年北海道南西沖地震 七峰橋周辺地盤上LG		1995年兵庫県南部地震 猪名川架橋周辺地盤上N-S

表-2 入力地震波

4-5. 補強要否の判定方法

旧橋および新橋の床版、アーチリブ、支柱、横桁、支柱横支材について、曲げと軸力およびせん断に対して補強の必要性を判定することとする。

入力地震波の3波平均の値により以下の(1)、(2)について照査を行った。

(1) コンクリートの許容ひずみに対する圧縮ひずみの照査

圧縮ひずみの3波平均の応答値がコンクリートの許容ひずみ $\epsilon = 0.002$ （一般的な圧縮強度に対応するひずみ）を超過するか否かにより、補強の必要性を判定した。

(2) せん断耐力に対する応答せん断力の照査

応答余裕率を応答せん断力の3波平均の値をせん断耐力で割ることにより求め、1.0を超過するか否かにより、補強の必要性を判定することとした。

なお、せん断耐力については、コンクリート設計基準強度による負担可能な平均せん断応力度からコンクリートが負担できるせん断耐力を算出した。また、鉄筋については、既設橋梁の帯鉄筋は入っていない部材が多いことなどから、鉄筋の分担するせん断耐力は考慮しないこととした。

4-6. 照査結果

照査の結果、補強が必要と判明した部材を旧橋、新橋それぞれ図-3、図-4に示す。

(1) 旧橋（コンクリートの圧縮ひずみ）

床版、アーチリブ、横桁に対策が必要であり、特に横桁については、橋軸方向に加震したタイプⅡ地震波に対し、大幅に超過（約20倍）することが判明した。

(2) 旧橋（せん断）

床版、アーチリブ、支柱に対策が必要であり、特に床版、支柱については、橋軸、直角方向ともに大幅な超過（2.0以上）を示した。

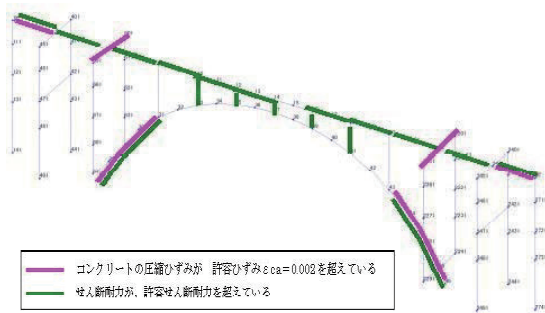
(3) 新橋（コンクリートの圧縮ひずみ）

横桁について許容ひずみを若干（1.19倍）上回ったが、その他の部材については、許容範囲内となった。

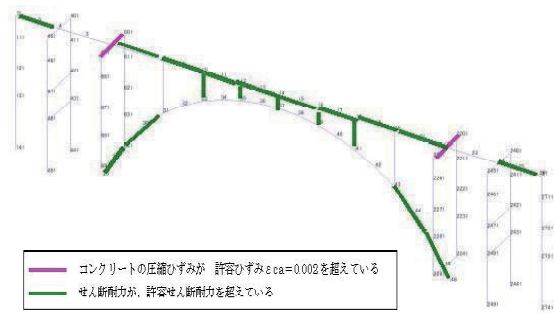
(4) 新橋（せん断）

旧橋と同様、床版、アーチリブ、支柱に対策が必要であり、特に床版、支柱に橋軸、

直角方向とも大幅な超過（2.0以上）を示した。



図－3 補強必要部材（旧橋）



図－4 補強必要部材（新橋）

5. 補強対策の方針

R C部材の一般的な補強工法として、施工条件を考慮すれば、重量増加が少なく施工が容易な炭素繊維巻き立て工法、若しくは重量増加が少ない鋼板巻き立て工法を用いることが考えられる。

しかし、コンクリート強度試験の結果、旧橋については、圧縮強度が低く（平均 $\sigma_c = 16.4\text{N/mm}^2$ ）、コンクリートと繊維補強シートに必要な付着強度が



写真－2 鋼板巻き立て工法

得られないことなどから、鋼板巻き立て工法による対策が最良であると考えられる。採用する鋼板の材質および板厚については、緊急輸送道路としての機能確保の観点や経済性を踏まえて検討しなければならない。

6. 今後の課題

この解析では、精度、費用、時間を効率よく行える観点からファイバーモデルによる解析方法を採用した。しかし、他のM- ϕ モデル等を採用することも考えられ、両者の解析結果を比較検討することも今後の技術課題として必要であると考えられる。

また、横桁の断面高さを過小評価しているため、今後、補強対策の実施にあたっては、床版を含めたモデル化として、補強範囲を少なくすることが可能か検討することが必要である。

この照査では、耐震性能2に対する許容値の設定を行った。照査結果により、大幅に許容値を超過している部材があることから、通常の補強対策（鋼板巻き立て工法等）では、完全に補強できないことが予想される。そのため、経済的かつ効率的に補強対策を行うためには、緊急輸送道路としての機能を確保できる性能としての許容値の設定方法について十分に検討した上で、補強対策を行う必要があると思われる。

土木分野

MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION



株式会社マイダスイテジヤパン

〒101-0021 東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル7F

TEL 03-5817-0787 | FAX 03-5817-0784 | e-mail g.support@midasit.com | URL <http://jp.midasuser.com/geotech>

Copyright © Since 1989 MIDAS Information Technology Co., Ltd. All rights reserved.