

小休場橋の耐震補強工事について

五條土木事務所 工務第二課 白川 剛史

1. はじめに

奈良県では、緊急輸送道路に指定されている路線のうち、平成8年以降の道路橋示方書に準拠していない橋長15m以上の橋梁について、耐震補強を進めているところである。道路橋示方書は、技術の進歩や社会事情等の考慮及び、地震での被害経験を踏まえ改訂が行われている。(図-2)

十津川村を通る一般国道168号は、第一次緊急輸送道路に指定されており、災害時において重要な役割を担う道路である。小休場橋はこの一般国道168号に架かる橋梁であり、1994年(平成6年)の道路橋示方書を適用し設計されているため、耐震補強を行う必要がある。

本論文では、小休場橋の耐震補強工事の概要や、補強工法について報告する。



図-1 位置図

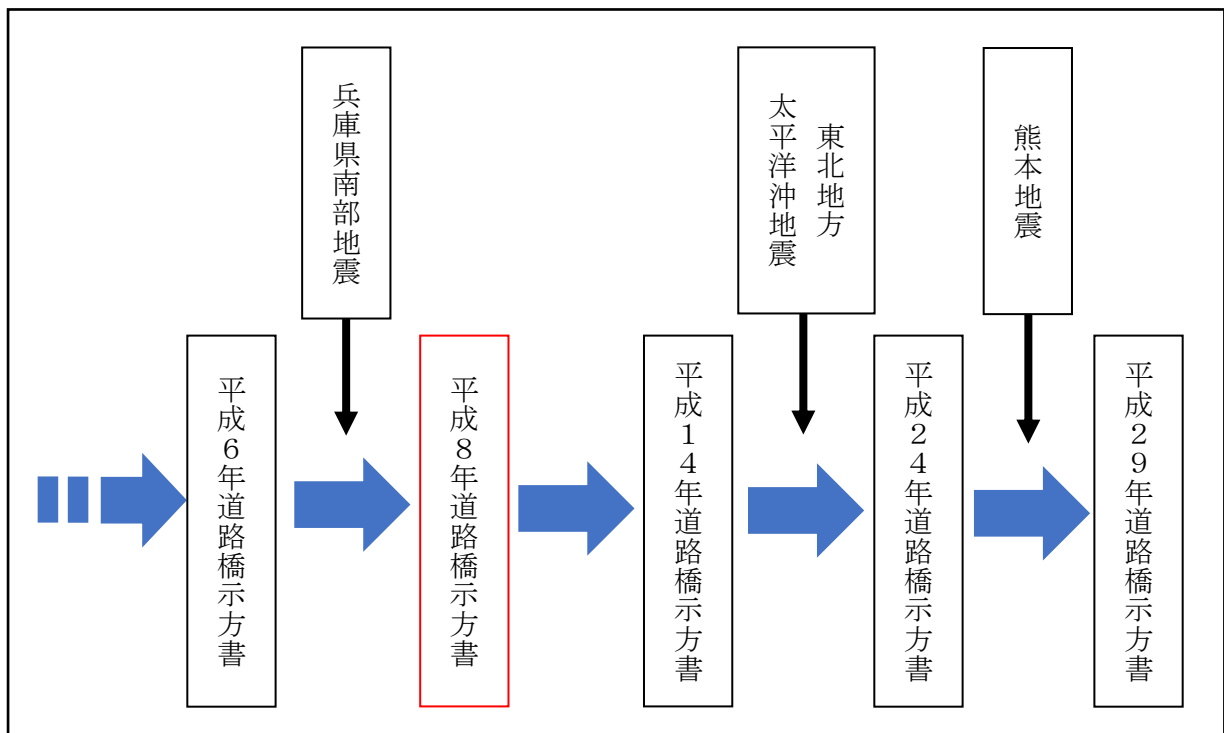


図-2 道路橋示方書の変遷

2. 小休場橋の概要

位 置：吉野郡十津川村宇宮原

橋 長：L = 195 m

幅 員：w = 9.7 m

橋脚高：H = 40 m

橋梁形式：2径間連続PCTラーメン箱桁橋

仮設年月：1997年（平成9年）

示方書：1994年（平成6年）

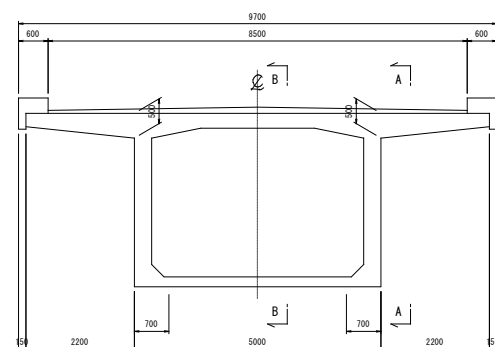


図-3 小休場橋 断面



写真-1 小休場橋 全景

3. 耐震性能照査及び落橋防止システムの検討

耐震補強工法を決定するにあたって、橋全体系での耐震性能、落橋防止システムの要否等を検討する必要がある。

橋全体系での耐震性能の照査は、現況構造で解析モデルを組み動的解析を実施することにより行う。その結果によって耐震性能が不足している部材、位置を特定し、補強を検討する。そして、補強を行った部材によって再度モデルを組み動的解析を繰り返す必要がある。これは、部材の補強を行ったことで他の箇所にかかる地震力が増加する可能性があるためである。

落橋防止システムの要否は、橋軸方向、橋軸直角方向、回転方向のそれぞれについて上部工構造が容易に落下しないかどうか検討を行う必要がある。橋軸方向及び橋軸直角方向については、現況の桁かかり長が十分であるかどうかを照査することで落橋防止システムの要否を判定する。回転方向については、上部構造に斜角がついている場合や曲線橋である場合において、地震時に回転挙動が想定される場合がある。回転挙動が想定される場合は、原則桁かかり長を確保するとともに横変位拘束構造を設置する必要がある。ただし、当橋梁はラーメン橋であり橋脚と上部構造が一体となっているため、横変位拘束構造の設置は例外となる。

以上の検討の結果を（表-1）に示す。

耐震性能照査

補強項目	対策要否判定
橋脚補強	対策必要
上部構造補強	対策必要

落橋防止システム

補強項目	対策要否判定
桁座拡幅	対策不要
落橋防止構造設置	対策不要
横変位拘束構造設置	対策不要

表－1 検討結果

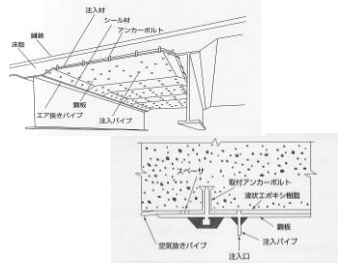
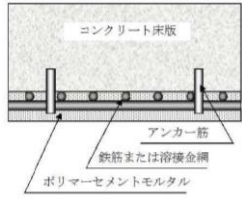
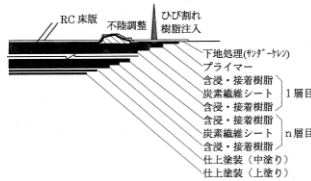
4. 補強工法の検討

1) 橋脚の補強

橋脚の補強工法については、ポリマーセメントによる巻立て工法や連続繊維シート巻立て工法と比較検討し、最も安価であり施工実績が多いRC巻立て工法とした。

2) 上部構造の補強

上部構造の補強工法については（表－2）に示す鋼板接着工法、増し厚工法、炭素繊維シート接着工法の3案にて比較検討を行った。

	第1案 鋼板接着工法	第2案 増し厚工法	第3案 炭素繊維シート接着工法
工法標準図			
施工性	△	△	◎
維持管理性 耐久性	△	○	○
概算工事費 (LCC50年)	○	△	○
総評	△	△	○

表－2 上部構造の補強工法比較表

鋼板接着工法及び増し厚工法については、ともに死荷重の増加が避けられないため、橋脚のRC巻立ての規模が大きくなることが懸念される。また、今回の上部構造の補強にあたっては箱桁内部も補強する必要がある。箱桁内部へは両橋台付近にある管理孔（写真－2）から入ることになるが、管理孔は直径80cm程度の大きさしかないため鋼板接着工法や増し厚工法で鋼材等の材料を搬入する際には施工性が非常に悪くなる。さらに、鋼板接着工法は定期的な再防食塗装が必要であることも鑑み、当橋梁での上部構造の補強工法は炭素繊維シート接着工法を採用した。



写真－2 管理孔(箱桁内部より)

5. 炭素繊維シート接着工法の概要

炭素繊維シート接着工法は、エポキシ樹脂を用いて炭素繊維を躯体に貼り付けることでせん断耐力、曲げ耐力を向上させる補強工法である。比重は鉄の5分の1、引張強度は鉄の10倍以上とされている。付着性を向上させるため下地処理、不陸修正を施したのち樹脂材で炭素繊維シートを貼り付け、表面に仕上げ塗装材を塗布することで紫外線等での劣化を防ぐことができる。

当橋梁では、箱桁外面及び内面の大部分において炭素繊維シートの接着を実施した。また、1層貼りの箇所と2層貼りの箇所があったため、1層目の含浸材と2層目の含浸材の色を変え、一目で見分けがつくようにすることで施工ミスを防いだ。(写真-3)

6. おわりに

限られた予算の中で橋梁の長寿命化を進めていくうえで、ライフサイクルコストの検討は特に重要である。

鋼橋の場合、吊足場は比較的容易に設置することができるが、当橋梁はPC橋であるため、吊足場を設置する際には、鉄筋探査を実施したうえでチェーンを吊るためのアンカーを多数設置する必要があった。アンカーの施工ために橋梁点検車を用いたが、桁高が高い部分についてはBT400相当の大型の橋梁点検車が必要であった。大型の橋梁点検車は賃料が非常に高額であるため、仮設工にかかる費用が鋼橋に比べて大きくなった。また、箱桁内にも足場を設置する必要があったため、管理孔から人力で搬入し、相当な手間がかかった。

定期的にメンテナンスを要する工法で補強を行った場合、毎回このような手間、費用がかかってしまう。工法を選定する際にここまでの想定をすることが重要であると考えます。

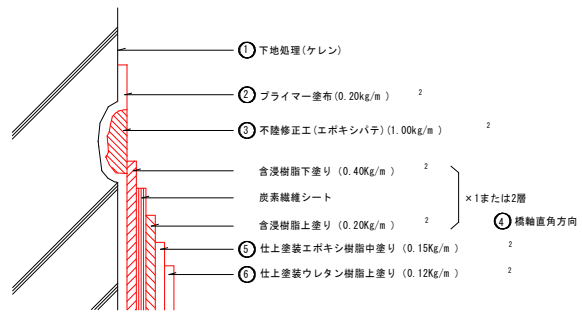


図-4 炭素繊維シート仕様図



写真-3 炭素繊維シート貼付状況



写真-4 大型の橋梁点検



写真-5 箱桁内足場