

復元設計手法に基づく RC 道路橋の設計年別安全性の定量化

東京大学大学院 学生会員 ○岡崎 慎一郎

東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター フェロー 魚本 健人

1. 目的

現在、約 60 万橋とも言われる道路橋の多数は建設から数十年が経過しており、供用されている期間内において設計基準が大幅に変更されている。そのため現在の設計基準を用いて照査を行うと既存不適格と判定されることが考えられ、補強等の対策が必要となると考えられる。しかし補強対策を行うにあたり、対象橋梁の抽出を行なう際、年代別に橋梁の安全性が定量的に示すことができれば、効率的な維持管理が可能になると考えられる。本研究では、ある RC 道路橋をモデル橋として抽出したものについて復元設計手法を適用し、設計基準の変遷によって橋梁の安全性がどの程度変化しているかを現行の設計基準を用いて定量的に評価した。

2. 対象橋梁の諸元

対象となる RC 道路橋の概観を図-1 に、構造寸法図を図-2 に示す。本橋梁は昭和 45 年に供用が開始され、橋長 45m、幅員 18.3m の 3 径間連続の T 桁橋、橋脚はラーメン橋脚、基礎形式は杭基礎である。

3. 復元設計手法

復元設計とは、架設時に用いられていた設計基準に基づいて、橋梁の寸法から内部の配筋状況を復元する手法を指す。設計基準として道路橋示方書¹⁾を用いた。本橋梁をはじめ、供用開始から数十年経過している橋梁について図面はほとんど残っていない。そこで本手法を適用することで図面を復元し、安全性の評価が可能になると言える。今回は 8 回の設計基準の変遷ごとに復元設計を行い、年代別安全性の評価を行った。

4. 設計基準の変遷

設計基準の主な変遷を示す。上部工については平成 6 年に設計自動車荷重の増加、下部工では地震荷重の取扱いについて、平成 2 年に地震時保有水平耐力法の照査の導入、平成 8 年、14 年の示方書の改訂でこの照査法の見直しが行われた。

5. 設計結果

図-3、4、5 に本橋梁の年代別の復元設計による配筋量の変遷を示す。



図-1 対象橋梁の概観

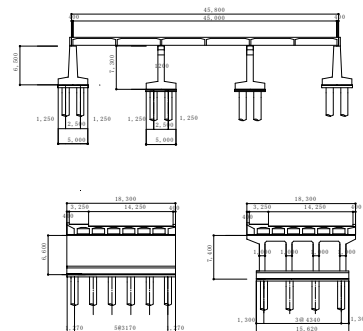


図-2 対象橋梁の概観図

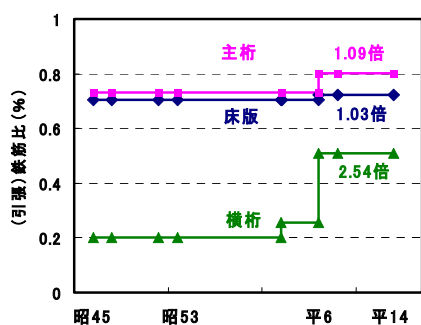


図-3 上部工の配筋量の変遷

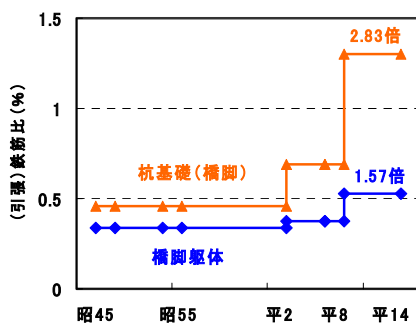


図-4 橋脚の配筋量の変遷

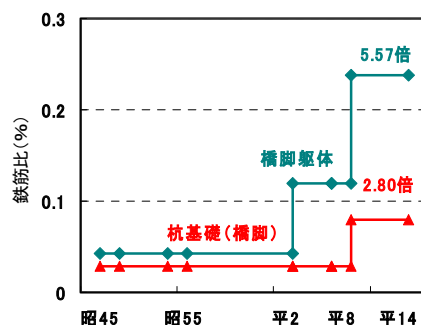


図-5 帯鉄筋の配筋量の変遷

キーワード 道路橋，維持管理，補強，設計，安全性

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5452-6098 (58090)

今回下部工については、地震の影響を大きく受ける橋脚の結果のみを記す。また各グラフの「～倍」との表現は、現行の設計基準である平成14年の配筋量と架設当初のそれとの比を示している。架設当初前節で示した示方書の主な変遷の影響を受けて、図-3の上部工の配筋量は平成6年に増加をしており、図-4、図-5では平成2年、8年に大幅に増加をしている。以下の節でこれらの配筋量について既存不適格か否かを現行の設計基準を用いて照査を行う。

6. 年代別の安全性照査

はじめに上部工について曲げ耐力を表す M-φ 曲線を図-6、図-7 に示す。平成6年を境にして設計荷重が変更しているのを、設計結果の代表として昭和46年のものと平成14年のものとで比較を行った。床版について、現行の設計荷重による曲げモーメント（図中赤線）を用いると昭和46年の設計分について、ひび割れのモーメントを超えるが鉄筋降伏には至っておらず、主桁についてはひび割れモーメントに対しても十分な耐力を有しており、上部工については設計年代によらず荷重に対して安全であることが言える。

次に下部工についての照査を行う。今回は橋脚における地震動タイプⅠの橋軸方向のみの照査結果を図-8 に記す。照査法として現行の地震時保有水平耐力法を用いて、各年代の地震荷重に対する耐力について照査を行う。また地震荷重に対する橋脚の保有耐力の安全率を以下の式で定義し、安全性の定量化を行った。

$$F = \frac{P_u}{P_q} \quad (P_u: \text{橋脚の保有耐力}, P_q: \text{設計地震力})$$

図-8 について、年代が進むにつれ構造物としての許容塑性率の増加により設計地震力は低下しており、保有耐力については配筋量の増加からも分かるように増加の傾向を示している。これらより安全率は平成8年以前で1以下となる結果となり、この年以前に設計された橋脚、特に平成2年以前のものについては補強などの対策を講じる必要があることが示唆された。これらの橋脚について、現行の設計基準で設計されたものの耐力を満足させるために、鋼板巻立て工法を用いた補強の結果を表-1 に示す。緊急時における早急な補強工事が必要とされる場合、この結果が有効に利用できると思われる。

7. まとめ

モデル橋について設計年代別に復元設計を現行の設計基準を用いて照査した結果、上部工についてはどの設計年代においても安全であり、橋脚については平成8年以前のものが既存不適格であると判定された。また設計年代ごとに補強材が決定できることが示唆された。

謝辞

本研究の復元設計にあたり、大成建設株式会社土木本部土木設計部橋梁技術設計室の皆様にご指導頂いたことに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) たとえば 道路橋示方書Ⅰ 共通編Ⅲ コンクリート橋編 日本道路協会 2002

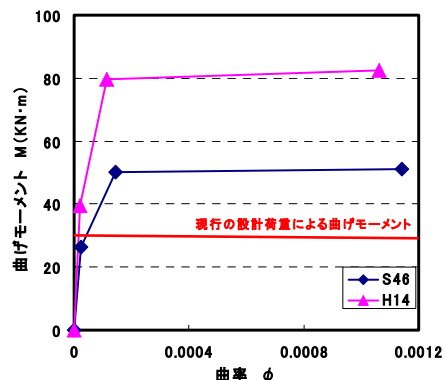


図-6 上部工床版の耐力比較

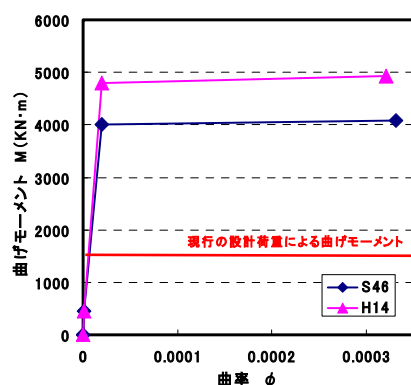


図-7 上部工主桁の耐力比較

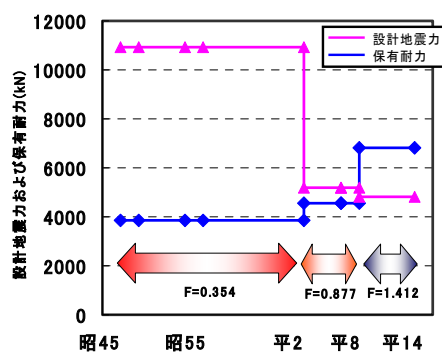


図-8 年代別橋脚の照査

表-1 補強材の寸法と補強後の耐力

照査項目	鋼板厚 (mm) アンカー筋 の本数、径	補強前 の耐力	補強後 の耐力	最新版 の橋脚
H2以前				
曲げ耐力 (kN·m)	鋼板13mm	2700	5037	4106
せん断力 (kN)	8-D25	277	783	755
H2～H8				
曲げ耐力 (kN·m)	鋼板6mm	2695	4118	4106
せん断力 (kN)	8-D25	551	846	755