

## 支間と使用鋼材を考慮した鋼 I・箱断面単純桁橋梁の疲労寿命試算

法政大学 学生員 ○澁谷 弘毅  
 法政大学 正会員 森 猛  
 法政大学 山口 英治

1. はじめに 近年、疲労損傷事例が多数報告されている。そのため、道路橋示方書に疲労設計条項の記載が強く望まれ、その準備が現在進められている。その際に、試設計を通して、どのような支間、形式、使用鋼材の橋梁で疲労が問題となりやすいかあらかじめ検討することは有効と考えられる。I 断面単純桁橋梁の疲労寿命に対する支間、使用鋼材の影響については、昨年度報告した。その後、箱断面単純桁橋梁についても同様な検討を行ったので、ここではその結果とこれらの橋梁の疲労寿命の整理法について検討した結果を報告する。

2. 疲労寿命計算方法 市販の設計ソフトを用いて、支間と使用鋼材をパラメーターとした橋梁断面の設計を行う。対象とした橋梁は、橋梁形式を I 断面合成桁・I 断面非合成桁・箱断面合成桁・箱断面非合成桁の 4 種類、支間を 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80m の 7 種類、使用鋼材を SM400, SM490, SM490Y, SM570 の 4 種類とした計 112 種類の 2 車線道路橋である。主桁本数は I 断面橋梁で 4 本、箱断面橋梁で 2 本とした。設計された橋梁断面の例を図 1 に示す。

これらの橋梁内で最も高い応力が生じる支間中央下フランジに疲労強度の異なるいくつかの継手(強度等級 A~H)の存在を仮定し、JSSC 指針にしたがって以下のように疲労寿命を計算した。疲労荷重は国土交通省により示された車両の諸元(軸配置、重量分布)とそれらの構成比に基づいたモンテカルロシミュレーションを行うことにより作成した車両列とする。その際の大型車混入率は 32.5%、時間交通量は 1 車線当たり 1000 台/hr、車両の走行速度は 50km/hr であり、4 日分(192,000 台)の車両列を作成した。そして、着目位置での応力の影響面を断面設計に基づいて作成し、車両列が橋上を走行する際に生じる応力変動を解析する。この応力変動にレインフロー法を適用することにより、応力範囲頻度分布を求める。疲労寿命の計算には、線形累積被害則を利用した。線形累積被害則では、応力範囲頻度分布のうち、ある応力範囲レベルを  $\Delta \sigma_i$ 、その頻度を  $n_i$  とおき、疲労損傷度( $\sum \Delta \sigma_i^3 \cdot n_i$ )が疲労強度等級ごとに与えられた数値 ( $\Delta \sigma_f^3 \cdot 2.0 \times 10^6$ ) に達したときに疲労破壊が生じると考える。応力範囲の打ち切り限界は考慮していない。4 日分の応力範囲頻度分布による疲労損傷度を  $D_{4day}$  とすれば、疲労寿命  $N_{year}$ (年)を以下の式で求めることができる。

$$N_{year} = (\Delta \sigma_f^3 \cdot 2 \times 10^6 / D_{4day}) \times (4/365)$$

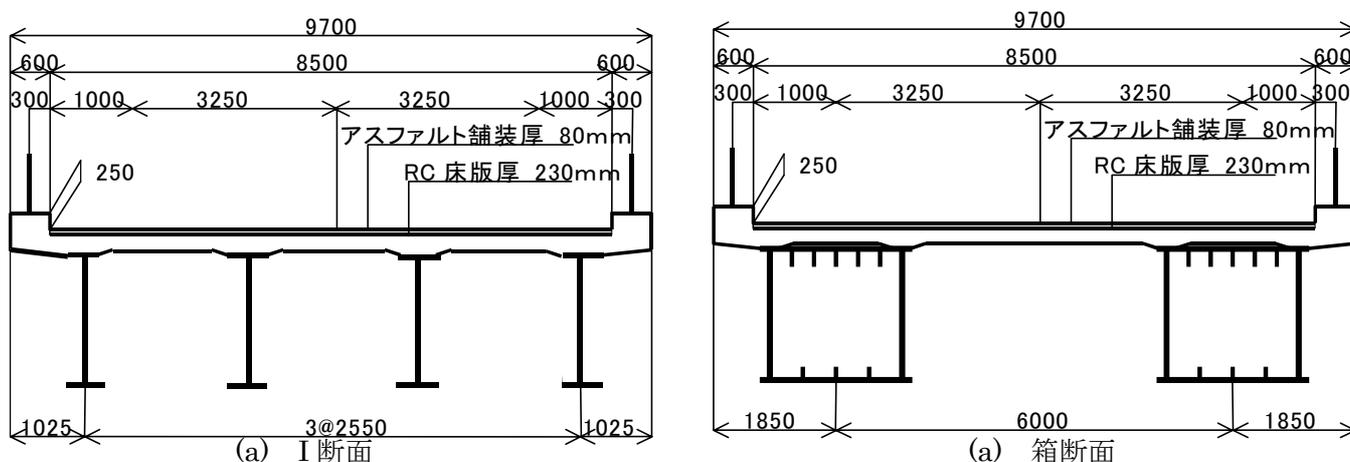


図 1 橋梁断面

キーワード 疲労寿命 単純桁 支間 使用鋼材 橋梁形式

連絡先 住所 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6279

3. 解析結果 図2に橋梁形式ごとの疲労寿命と支間あるいは使用鋼材の静的許容応力度の関係を示す。いずれの形式の橋梁においても支間が長くなるにしたがって、また静的許容応力度が低くなるにしたがって、疲労寿命は長くなっている。箱断面橋梁の方がI断面橋梁よりも、また合成桁橋梁の方が非合成桁橋梁よりも疲労寿命が長くなっている。

4. 疲労寿命の整理 3章で示した、支間、使用鋼材と橋梁形式による疲労寿命の違いを整理するためのパラメーターについて検討する。疲労寿命に対する支間と使用鋼材の影響は、一般に活荷重による応力の大きさと死荷重による応力の違いに原因があるとされている。そこで、全荷重応力に対する活荷重応力の比（以後、活荷重応力比と呼ぶ）を用いて疲労寿命を整理してみた。その結果を図3に示す。活荷重応力比が高くなるにしたがって疲労寿命は短くなっているものの、その関係は橋梁形式ごとに異なっている。このように活荷重応力比だけでは疲労寿命を整理することはできない。

疲労寿命は、応力範囲に依存し、応力範囲は影響面縦距に依存することから、各橋梁の応力影響面最大縦距を用いて疲労寿命を整理した。その結果を図4に示す。I断面外桁と他の橋梁に顕著な差が認められる。この差は荷重分配係数の違いによって生じたものと考えられる。そのため、有効縦距を用いて疲労寿命を整理した。有効縦距とは第1車線レーンマーク位置での影響面縦距と第2車線レーンマーク位置での影響面縦距の3乗和の3乗根である。図5は、全112種類の橋梁の主桁の疲労寿命と有効縦距との関係を示したものである。支間、使用鋼材と橋梁形式による疲労寿命-有効縦距関係に差は認められない。

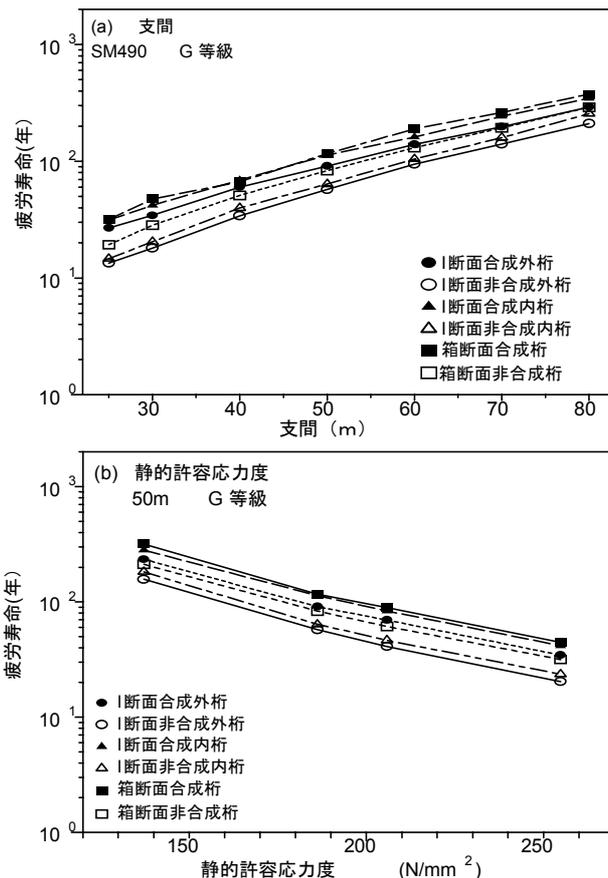


図2 疲労寿命に対する橋梁形式の影響

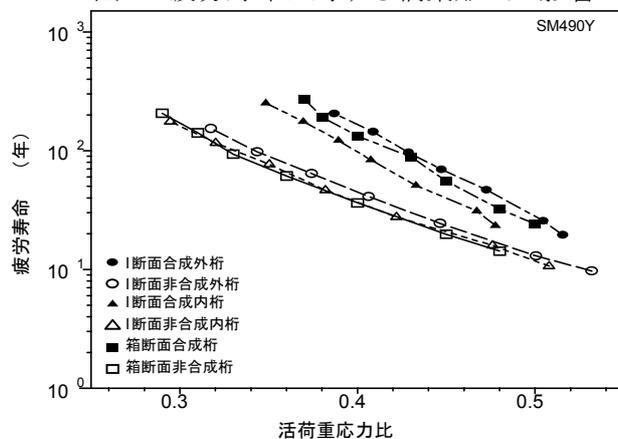


図3 疲労寿命と活荷重応力比の関係

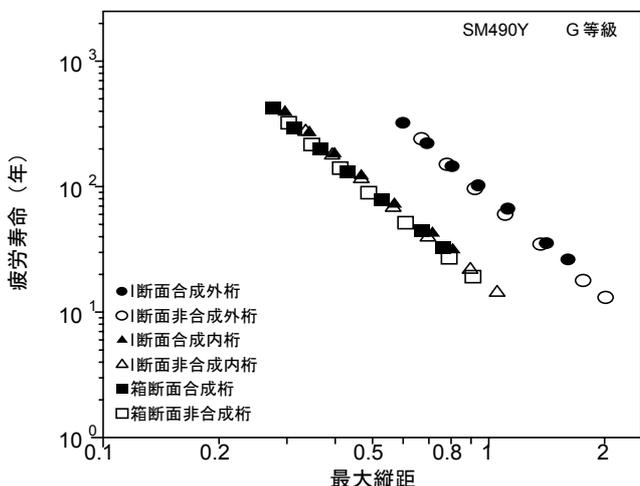


図4 疲労寿命と最大縦距の関係

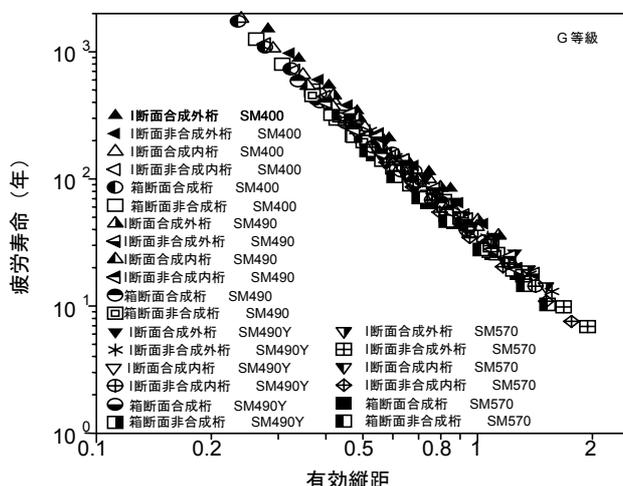


図5 疲労寿命と有効縦距の関係