

I-146 各国示方書による鋼道路橋の疲労設計のケーススタディ

大阪市立大学	正員	北田 俊行
大阪市建設局	正員	芦原 栄治
(株) 駒井鉄工所	正員	鮫島 能章
(株) 酒井鉄工所	正員	田中 俊彦
桜田機械工業(株)	正員	山中 和明

1、まえがき

最近、プレートガーダー橋の主桁との横桁の連結部に生じる疲労亀裂については、各種事例や実験等で種類の報告がなされている。ここでは関西道路研究会・道路橋調査研究委員会（委員長・西村昭 神戸大学教授）・疲労小委員会（委員長・中井博 大阪市立大学教授）の研究活動の一環として、諸外国において、どのような疲労照査が行われているかについて調査し、それぞれの示方書等に基づいた照査のケーススタディを行った。疲労応力度を求めるに当たって、荷重および衝撃係数は、それぞれの示方書に準ずるものとし対象の橋梁モデルは同一のモデルを使用した。対象とした示方書は、1) SIA161, 2) AASHTO, 3) カナダ・オンタリオ州設計基準、および、4) BS5400, PART10である。

2、モデル橋梁

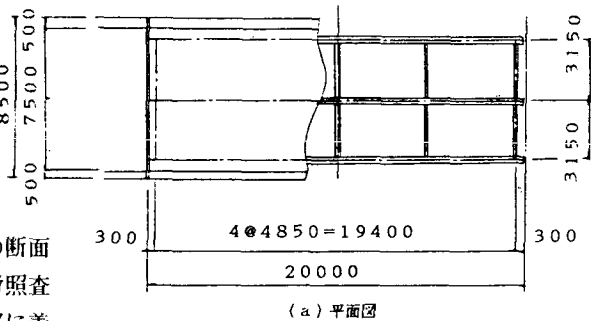
モデル橋梁は、大阪市に位置する、2車線のランプ橋で、橋長20m、幅員7.5m、支間中央に分配横桁を有する活荷重合成桁（図-1）とした。また、主桁間隔（横桁支間）は、3.15mとし、比較的主桁間隔の大きなものを対象とした。

応力計算は平面格子解析によって行い、最大の断面力が発生する位置に荷重を載荷した。なお、疲労照査部位は、図-2に示す主桁と横桁下フランジ結合部に着目した。

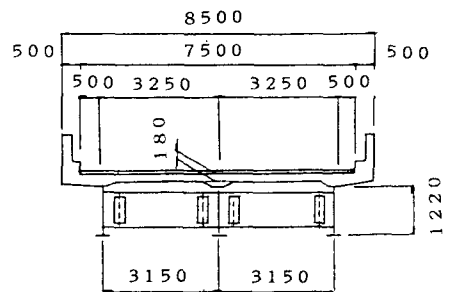
3、載荷荷重と衝撃係数

載荷荷重は各国の道路状況や車両事情により、それぞれタイヤの載荷位置や一輪当りの重量にバラツキが認められるが、トラック1台分の総重量としてはカナダ・オンタリオ州設計基準を除き、ほぼ同様の重量となっていることが興味深い。衝撃係数については、4者それぞれ異なり、AASHTOでは我国の道路橋示方書とはほぼ同様の衝撃係数となったが、BS5400では主桁端部に約25%の断面力増を考へ、支間部では考慮しないというような実面的な面も見られる。

（なお、SIA161では明確な規定が見当たらないので、今回の検討では、とりあえず我国の「道路橋示方書」に基づいた衝撃係数を使用して断面力を求めることにした。）4者を比較した結果、総じてカナダ・オンタリオ州設計基準が、疲労設計に使用する載荷荷重と衝撃係数の値を厳しくしていることが表-1から判断できる。



(a) 平面図



(b) 断面図

図-1 モデル橋梁（寸法単位mm）

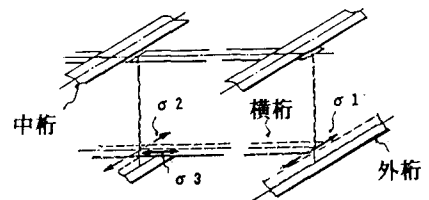
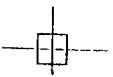
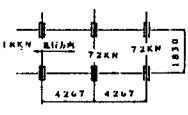
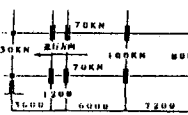
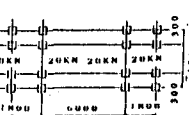


図-2 疲労応力度の照査部分

4、疲労照査の比較表

4種類の示方書による疲労照査の結果を、表-1に示す。

表-1 各国示方書等による疲労設計比較表

項 目	S I A 1 6 1	A A S H T O	カナダ・オンタリオ	B S 5 4 0 0
疲労設計荷重 (全重量tf)	 3 6 0 K N (3 6 . 7)	 H S 2 0 荷 重 (3 2 . 7)	 O H B D ト ラ ッ ク (7 1 . 5)	 (3 2 . 7)
衝撃係数	$\frac{20}{50+19.4(M)}$ = 0.288 道示	$\frac{50}{125+L(フィート)}$ = 0.265	0.3	端支点付近のみ断面 力を25%増分する
疲労の 評価方法	$\Delta \sigma_e$: 有効応力差 $\Delta \sigma_e = \alpha \cdot \Delta \sigma$ $\alpha = 0.85 - \frac{5}{L}$ α : 補正係数	道路の種類、荷重の 繰返し数、継手の分 類に応じて、疲労強 度を規定している。	道路の種類、荷重の 繰返し数、継手の分 類に応じて、疲労強 度を規定している。	応力の変動に対し継 手の分類によって損 傷計算を行い、疲労 寿命を計算している
疲労応力度 (疲労強度) (kgf/cm ²)	$\sigma_1 = 399$ (357) $\sigma_2 = 273$ (357) $\sigma_3 = 96$ (510)	$\sigma_1 = 495$ (345) $\sigma_2 = 296$ (345) $\sigma_3 = 105$ (690)	$\sigma_1 = 599$ (326) $\sigma_2 = 366$ (326) $\sigma_3 = 176$ (326)	疲労寿命 外桁 = 61年 中桁 = 120年以上 横桁 = 120年以上 許容寿命 = 120年以上

ところで、我が国の「道路橋示方書」では疲労の明確な照査方法は規定されていないが、T-20およびTT-43 荷重一台で、同様の計算を行った時、式[1]の結果になる。

$$\begin{aligned}
 \text{T-20} \cdots \begin{bmatrix} \sigma_1 = 315 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 = 209 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_3 = 96 \text{ kg/cm}^2 \end{bmatrix} \quad \text{TT-43} \cdots \begin{bmatrix} \sigma_1 = 426 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 = 273 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_3 = 136 \text{ kg/cm}^2 \end{bmatrix} \quad \cdots [1]
 \end{aligned}$$

5、まとめ

今回、諸外国の示方書のうち、疲労の考え方が比較的明確な4種類についてケーススタディを行った。その結果、BS5400を除く他の3つの示方書に従うと、応力のオーバーする箇所があることがわかった。とくに、外桁と横桁との接合部の主桁腹板部分 σ_1 に問題がある場合が多く、今後実橋等で調べてみる必要があると思われる。BS5400についても、同様の箇所では許容耐用年数120年の約2分の1程度の寿命しかなく、十分な安全性を有するとはいえない結果となった。

今回の結果をふまえ、今後は、主桁と横桁下フランジとの接合部における、疲労照査を行うことも必要であることがわかった。

参考文献…(1)SIA161, 1979(2)AASHTO, 1983(3) カナダ・オンタリオ州設計基準, 1983(4)BS5400, Part10, 1980