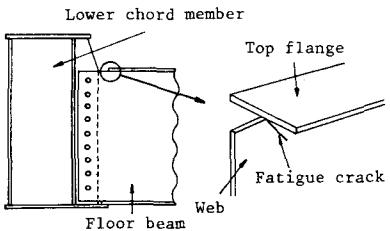


# トラス橋の横桁の取付部に発生する疲労亀裂に関する研究

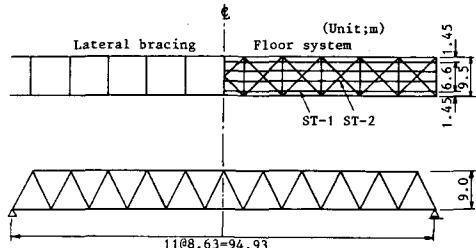
大阪大学工学部 正員 前田幸雄  
 大阪大学工学部 正員 大倉一郎  
 大阪大学大学院 学生員○芝池利尚

1. まえがき 近年、鋼橋の部材連結部に設計上考慮されなかつた2次応力によつて疲労亀裂が発生してゐる事例がいくつか報告されてゐる<sup>1)</sup>。あるワーレントラス橋(道路橋・乙等橋)において、端横桁およびそれに隣接する2つの中間横桁の取付部に疲労亀裂が発生してゐることが報告されてゐる。この疲労亀裂は、図-1に示すように、横桁の上フランジの切欠部に发生し、横桁のウェブを伝はし、横桁に発生した疲労亀裂であった。本報告では、このワーレントラス橋の3次元骨組構造解析および横桁の板解析によつて、この疲労亀裂の発生原因を明らかにした。



## 2. ワーレントラス橋の3次元骨組構造モデル

ワーレントラス橋の3次元骨組構造モデルを図-2に示す。下横構の存在が横桁の取付部に生じる断面力の増減に及ぼす影響を明らかにするために、次の2つの構造モデルについて解析を行なつた。(I)下横構を無視したモデル。(II)下横構を考慮したモデル。



## 3. 荷重モデル 疲労亀裂が発生したワーレン

ト拉斯橋の交通荷重に関する資料がないため、次の4つの荷重モデルについて計算を行なつた。(A)死荷重載荷。(B)△荷重載荷；車道全面に自動車が満載した場合を想定して、道路橋示方書(昭和55年度版)の△荷重(L-14)のうち、等分布荷重を載荷する。(C)(D)丁荷重載荷；自動車1台が橋を通過する場合を想定して、道路橋示方書の丁-14を載荷する。ただし、図-2に示す縦桁ST-1上を移動させる場合を荷重モデル(C)とし、縦桁ST-2上を移動させる場合を荷重モデル(D)とする。

## 4. 横桁の取付部に生じる面外曲げモーメントの発生機構

荷重モデルCで構造モデルIの場合について、端横桁の取付部に生じる面外曲げモーメント $M_{z\text{ext}}$ の変化と、下弦材とそれに隣接する縦桁との間の橋軸方向の相対的な変位差 $\delta$ の変化を図-3に示す。両者の増減の傾向はよく一致してゐるため、面外曲げモーメント $M_{z\text{ext}}$ は、この相対的な変位差 $\delta$ によつて生じてゐることがわかる。下横構が存在すると、この相対的な変位差 $\delta$ が減少するため、横桁の取付部に生じる面外曲げモーメント $M_{z\text{ext}}$ も減少する。

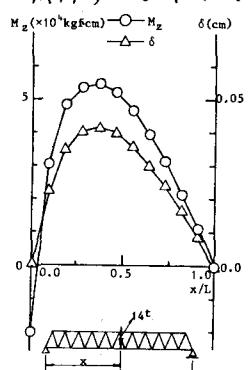


図-3  $M_{z\text{ext}}$ と $\delta$ の変化

## 5. 橫桁の取付部に生じる面内曲げモーメントの発生機構

荷重モデルCで構造モデルIの場合について、端横桁の取付部に生じる面内曲げモーメント $M_y$ の変化を図-4に示す。下弦材が箱断面になつているため、端横桁上に荷重がある場合に、端横桁の取付部に大きな面内曲げモーメント $M_y$ が生じる。荷重が端横桁上から移動すると、継桁をとおして、端横桁に分配される荷重が急激に減少するため、端横桁の取付部に生じる面内曲げモーメント $M_y$ も急激に減少する。

6. 橫桁の板解析 橫桁の要素分割を図-5に示す。横桁の取付部に生じる面外曲げモーメントは、下弦材と継桁との間の橋軸方向の相対的な変位差であるため、継桁が連結されている断面III-IIIに、Y軸方向の強制変位( $=0.1\text{cm}$ )を与えた。また、

横桁が下弦材に連結されている断面I-Iの斜線部を完全固定とした。横桁の断面II-IIの変形を図-6に示す。上フランジが横軸方向に移動し、さらに回転していることがわかる。これによつて、ウェブに面外曲げ応力が生じる。ニの面外曲げ応力の主応力分布を図-7に示す。上フランジの切欠部に大きな面外曲げ応力が生じていることがわかる。また、上フランジの切欠部に生じる最大主応力の方向は、疲労亀裂の伝ば方向にほぼ直角になつてゐる。したがつて、ニの面外曲げ応力が疲労亀裂の発生原因であると考えられる。

次に、図-5に示した断面IV-IVに面内曲げモーメント( $=10^6\text{kgf}\cdot\text{cm}$ )を与えた場合に、横桁のウェブに生じる膜応力の主応力分布を図-8に示す。膜応力は、上フランジの切欠部では小さいが、ウェブ内では大きくなつてゐる。したがつて、ニの膜応力は、疲労亀裂がウェブを伝ばす際に影響していたと考えられる。

## 7. 上フランジの切欠部に生じる応力

3次元骨組構造解析で求めた面外曲げモーメント $M_x$ と面内曲げモーメント $M_y$ を、上フランジの切欠部に生じる応力に換算した結果を表-1に示す。ここで、 $\sigma_N$ と $\sigma_B$ はそれぞれ、 $M_y$ によって生じる膜応力の最大主応力と、 $M_x$ によって生じる面外曲げ応力の最大主応力である。 $\sigma$ の荷重モデルにおいても、 $\sigma_B$ が $\sigma_N$ よりも大きくなつてゐる。

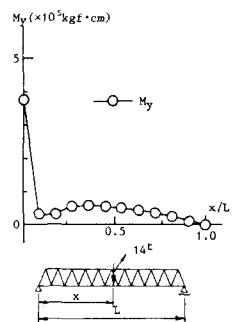


図-4  $M_y$ の変化

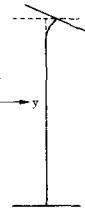
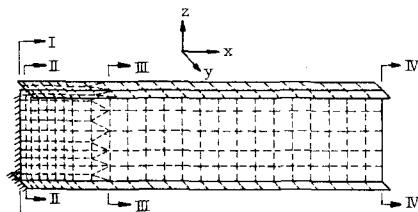


図-6 橫桁の変形

図-5 橫桁の要素分割

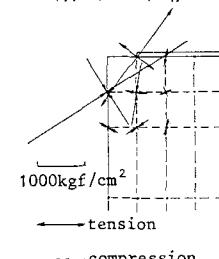


図-7 面外曲げ応力の主応力分布

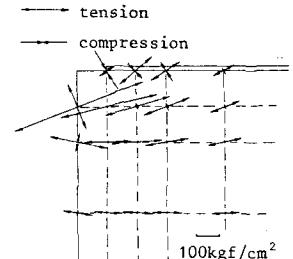


図-8 膜応力の主応力分布

表-1 上フランジの切欠部に生じる応力

Loading Models	Structural Models	$\sigma_N$	$\sigma_B$
A	I	53	6448
	II	54	6238
B	I	19	2336
	II	18	2216
C	I	36	587
	II	36	477
D	I	61	615
	II	62	574

(Unit:  $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )