

I-135

ウェブギャップ部の疲労特性に及ぼす桁配置の影響について

川鉄鉄構工業(株) 正会員 坂本 知英
大阪大学 正会員 堀川 浩甫

1. まえがき

近年、橋梁構造物の大型化、材料の品質向上に伴う軽量化及び自動車交通量ならびに重量の増加に伴って鋼道路橋においても疲労が原因と考えられる損傷事例が多数報告されている。特に合成I桁橋ウェブに取り付けられた横桁の端部と主桁上フランジとの間に残されたウェブギャップと言われる取合部の亀裂損傷が多く挙げられている。ウェブギャップ部の疲労亀裂の主たる原因としては主桁上フランジの首振りによる影響と主桁間の相対変位差による影響が考えられているが、既往の研究^{1)・2)}により主桁上フランジの首振りの影響の方が大きいことが分かっている。そこで本研究では主桁上フランジの首振りの影響をより積極的に取り除くことを目的に、実働荷重を考慮した桁配置を有する合成I桁橋を考え、有限要素法によりモデル化しFEM解析を行って従来の標準的桁配置の合成I桁橋との比較検討を行った。

2. 解析方法

2.1 解析モデル

自動車走行位置に関係なく構造的に対称な桁配置を有するType-A(図-1)とG2, G3桁を車線中央にそれぞれ配置したType-B(図-2)とした。図-3にType-Aの全体要素構成図を示す。ウェブギャップ部の疲労亀裂の発生に対して主因となる局部応力を再現するためにウェブギャッププレートをズームアップして部分解析モデルを作成し、図-4に要素構成図と着目点を示す。全体解析モデルから得られる結果を各節点に強制変位として与えた。

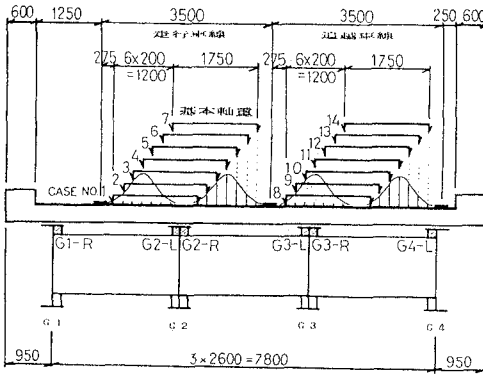


図-1 Type-A 断面図と基本軸重載荷位置

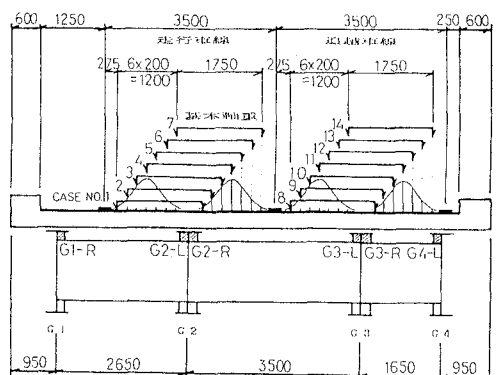


図-2 Type-B 断面図と基本軸重載荷位置

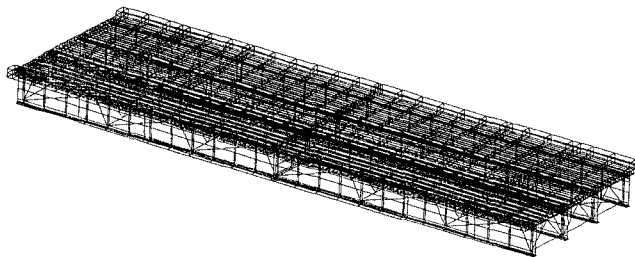


図-3 Type-A 全体要素構成図

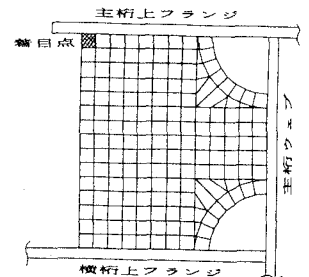


図-4 ウェブギャッププレート要素構成図

2. 2 解析方法

次式より着目点の実働荷重に対する等価換算軸数(1日当り) N_{eq} を計算した.

$$N_{eq} = \int_0^{P_{max}} \int_a^b \frac{P^3 \cdot f(P) \cdot f(X) \cdot \eta^3 \cdot N_T}{(P_S(1+i))^3} dP dX$$

P : 任意軸重, $f(P)$: 図-5の軸重に関する確率密度関数³⁾, $f(X)$: 図-6の走行位置に関する確率密度関数³⁾, η : 着目点に関する走行位置の影響値, P_S : 基本軸重(=16t軸重), P_{max} : 最大軸重(=20t), N_T : 全軸数/レーン/日, $a \cdot b$: 走行位置限界位置, i : 衝撃係数(=0.2), 走行位置分布形を図-1, 2に示すように7分割し支間中央で横断方向に14通りの基本軸重を载荷した. さらに, 次式より疲労寿命(年数) Tf を $JSSC$ ⁴⁾ のF曲線をもとに求めた.

$$\Delta\sigma^3 \cdot Tf \cdot N_{eq} \cdot 365 = 2 \times 10^6 \cdot 65^3$$

$\Delta\sigma$: 基本軸重の各走行位置载荷によって得られる着目点応力の最大値, N_{eq} : 等価換算軸数/日

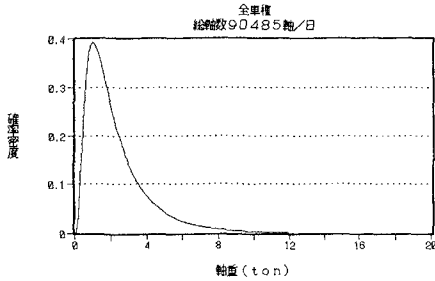


図-5 全車種軸重頻度分布形

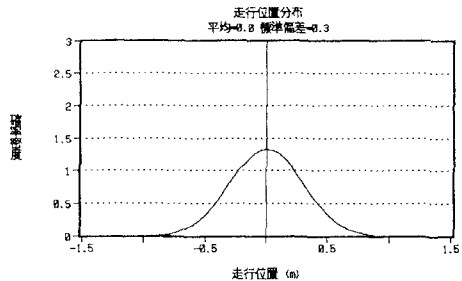


図-6 走行位置分布形

3. 解析結果及び考察

G2-L・R, G3-L・Rのウェブギャッププレートの疲労寿命の相対比較を表-1に示す. Type-AのG2・G3を比較すると, G2の方が疲労寿命が長く, 走行車線のように車両の両輪が主桁を跨ぐような桁位置の方が疲労に対して有効であることがわかる. Type-Bでは主桁を車線の中央に配置することにより車両の両輪が主桁を跨ぐ形になっているが, G2・G3の桁間隔が広がっているため横方向の剛性が低下しておりかえって寿命の低下を招いている. また, G3桁を車線の中央に配置したこととG3・G4の桁間隔が減少することによりG3-Rの疲労寿命が大幅に向上している.

		Type-A	Type-B
G2-L	Neq	397	512
	Tf(year)	356	276
	$\Delta\sigma$ (MPa)	22.0	22.0
G2-R	Neq	425	617
	Tf(year)	43	33
	$\Delta\sigma$ (MPa)	43.5	42.0
G3-L	Neq	103	594
	Tf(year)	353	23
	$\Delta\sigma$ (MPa)	34.6	47.6
G3-R	Neq	246	228
	Tf(year)	25	1,230
	$\Delta\sigma$ (MPa)	62.2	17.5

表-1 疲労寿命の比較

参考文献

- 1) 大倉ら: プレートガーダー橋の横桁連結部の局部応力と橋の3次元挙動の関係, 構造工学論文集, 87年3月
- 2) 堀川ら: 合成I桁橋の主桁と横桁の取合部の疲労, 土木学会論文集, 87年10月
- 3) 阪神高速道路公団・(財) 阪神高速道路管理技術センター: 阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究, 昭和61年12月
- 4) 日本鋼構造協会: 疲労設計指針(案), 平成元年11月