

I-200 合成 I 桁橋（4 主桁）の立体解析に基づく疲労損傷部近傍の変形と部材結合力

九州大学 大学院 学生員 佐賀 弘一
九州大学 工学部 正 員 大塚 久哲

1. はじめに

合成 I 桁橋においては、これまで横桁あるいは対傾構を取り付ける垂直補剛材上端部および支点部の下横構取り付け部に疲労が原因と思われる損傷が報告されている。前者の疲労損傷の発生原因として床版のたわみによる角変形に起因する二次応力および横桁の荷重分配作用による結合力が、後者の原因としては横構の結合力が考えられる。著者らは既に、以前に開発した立体解析法¹⁾を用いて、3 主桁合成 I 桁橋について、荷重位置、床版厚、横構断面面積、中心角などが床版の変形、横桁・横構の結合力に対して及ぼす影響について報告している²⁾。本研究では、建設省標準幅員構成と標準桁配置を有する 4 主桁合成 I 桁橋について、荷重ケース、横構配置形状、床版厚、横構断面面積などが床版の角変形、横桁結合応力、横構結合力に対して及ぼす影響について検討したので、その成果を報告する。

2. 解析モデル

図 1 に示すような単径間の 4 主桁合成橋を対象とし、横構配置形状は a, b の 2 通りを考えた。変数としては 3 通りの荷重ケース（L：図 1 の位置に 2 台並列載荷で後輪が支間中央上、LL：L の左側のみ、LR：L の右側のみ）、3 通りの床版厚（15, 20, 25cm）、4 通りの横構断面面積（横構無し、13.62cm²、22.74cm²、34.77cm²）を考えた。図 2 に角変形 θ および横桁結合応力の定義を示す。角変形 $\theta_{1R} \dots \theta_{4L}$ 、横桁結合応力 $\sigma_1 \dots \sigma_4$ の数字は主桁（G1 - G4）を、L, R は主桁の左側、右側を示す。角変形、横桁結合応力共に支間中央（荷重分配横桁）での値を示す。横構結合力は図 1 中の結合点 a-1, a-2, b-1, b-2 での値を示す。

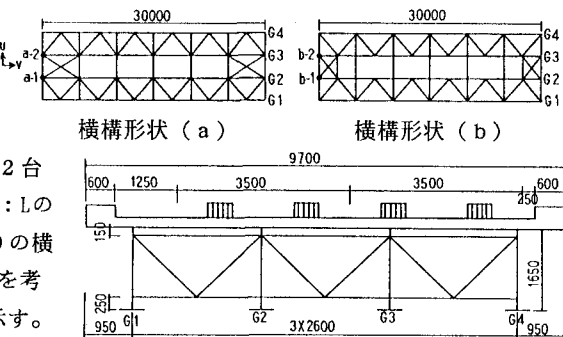


図 1 解析対象

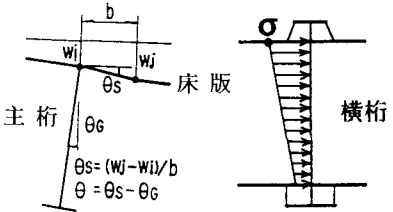


図 2 角変形・横桁結合応力

3. 解析結果および考察

3-1 荷重ケースと角変形、結合（応）力の関係

《横構配置形状 a の場合》

角変形（表 1）は LR の場合 θ_{4L} 、LL の場合 θ_{2R} 、L の場合両者で最大値をとっている。横桁結合応力（表 2）は L の場合 σ_1 、 σ_2 、LL の場合 σ_1 、 σ_3 、LR の場合 σ_2 が大きくなっている。 σ_3 では LL と LR とで向きが逆になることから、応力変動が最も大きいことがわかる。横構結合力（表 3）は L の a-1 を除き、v 方向に

表 1 角変形

	θ_{1L}	θ_{1R}	θ_{2L}	θ_{2R}	θ_{3L}	θ_{3R}	θ_{4L}	θ_{4R}
L	0.3	0.3	0.8	1.1	0.5	0.5	1.1	0.2
LL	0.1	-0.3	0.8	1.0	0.6	0.0	0.0	0.2
LR	0.2	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.6	1.1	0.0

表 2 横桁結合応力

	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
L	62.9	66.8	-25.6	-46.4
LL	62.4	-3.9	-79.4	-25.5
LR	0.6	70.7	53.9	-20.9

		a-1	a-2
L	u	-0.94	-1.58
	v	0.96	0.92
LL	u	1.69	1.52
	v	0.70	0.46
LR	u	-2.63	-3.11
	v	0.26	0.47

比べu方向結合力が卓越しており、中でもLRの場合が特に大きい。LLとLRではu方向結合力の正負が逆になっている。

表4 角変形

	θ_{1L}	θ_{1R}	θ_{2L}	θ_{2R}	θ_{3L}	θ_{3R}	θ_{4L}	θ_{4R}
L	0.1	0.4	0.8	1.1	0.6	0.5	1.2	0.0
LL	0.0	0.4	0.8	1.0	0.6	-0.1	0.1	0.1
LR	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	1.1	-0.1

表5 横桁結合応力

	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
L	76.3	77.1	-46.0	-64.8
LL	74.7	12.2	-78.8	-29.1
LR	1.4	64.9	32.8	-35.9

表6 横構結合力

		b-1	b-2
L	u	-0.69	-0.37
	v	-0.66	-0.36
LL	u	0.78	1.04
	v	0.75	1.00
LR	u	-1.47	-1.41
	v	-1.41	-1.36

《横構配置形状bの場合》

角変形（表4）の値の大きい位置は横構形状aの場合と同じである。横桁結合応力（表5）はにLの場合、形状aより値が大きくなっているが、 σ_3 のLLとLRの差は小さくなっている。横構結合力（表6）はu方向とv方向でほぼ等しい値となっており、u方向結合力は横構形状aに比べて著しく減少している。

3-2 床版厚と角変形、結合応力の関係（横構配置a）

図3に見られるように、床版厚の増加により角変形（L）、横桁結合応力、横構結合力（ともに実線はLL、破線はLRを示す）は減少しており、床版厚の増加は疲労損傷防止に効果があると思われる。

3-3 横構断面積と角変形、結合応力の関係（横構配置a）

図4に見られるように、横構断面積を増加させても角変形（L）はほとんど変化していない。横構断面積を増加させた場合、横桁結合応力（実線：LL、破線：LR） σ_2 、 σ_3 が増加しており、その結果 σ_2 、 σ_3 は応力変動が増加している。

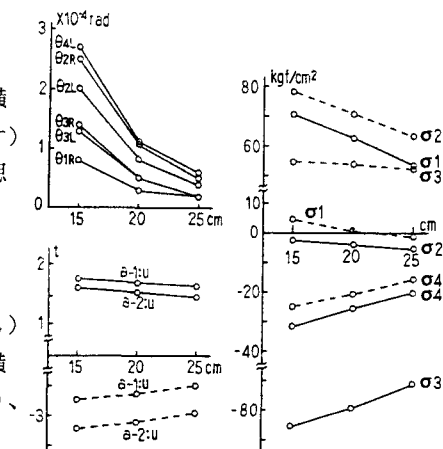


図3 角変形・横桁結合応力・横構結合力

4. おわりに

横構形状bはaに比べて、横構結合力、横桁応力変動を小さくすることができる。荷重がどの車線に載るかで、大きな角変形、応力変動の生じる位置が特定でき、これにより、疲労損傷予測もできるものと思われる。

本研究は文部省科研費総合研究（A）：都市高速道路橋の疲労損傷事例とその防止対策に関する研究（代表者 中井 博）の一部として行った。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 大塚・吉村：並列I桁曲線橋および直線橋における主桁付加応力度と横構部材力について、土木学会論文報告集、第290号、1979-10。
- 2) 大塚・佐賀：合成I桁橋の立体解析に基づく変形および部材結合力の特性把握、構造工学論文集、1989-3。
- 3) 鋼構造委員会疲労変状調査小委員会：鋼橋の疲労変状調査、土木学会論文集、第368号/1-5、1986-4。
- 4) 西脇・増田 他：I型並列合成桁橋の主桁対傾構取合部応力に関する一考察、土木学会第42回年次講演会概要集、1987-9。

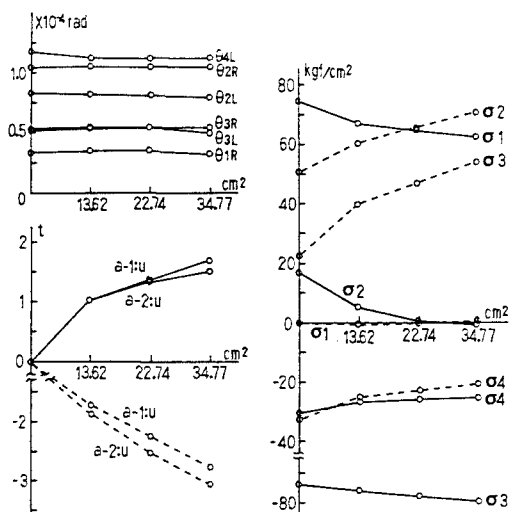


図4 角変形・横桁結合応力・横構結合力