

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

従来疲労は考えなくてもよいとされてきた道路橋において、近年疲労が原因と思われる損傷事例が報告されている。合成 I 桁橋においては、これまで対傾構を主桁に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の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対傾構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、床版厚、横構断面積、対傾構断面積などが床版の角変形、対傾構・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た。断面諸元を表 1 に示す。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）、3 通りの横構断面積（A：横構無し、B：13.62cm²、C：22.74cm²、D：34.77cm²）、3 通りの対傾構断面積（SA, SB, SC：SA が標準寸法：弦材の断面積比で SB は SA の 157%、SC は SA の 183%）を考えた。図 2 に角変形 θ の定義を示す。角変形 $\theta_{1R} \cdots 4L$ の数字は主桁（G1 -

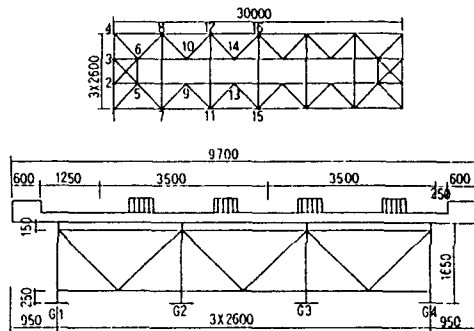


図 1 解析モデル

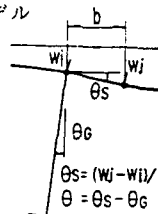


図 2 角変形の定義

表 1 断面諸元

主桁	h (cm)	165
	bu (cm)	31
	bb (cm)	50
	tu (cm)	1.6
	tb (cm)	2.5
	tw (cm)	0.9

G4) を、L, R は主桁の左側、右側を示す。対傾構結合力は上弦材取り付け位置での値を R1、 $\cdots$ R4 で表す。角変形、対傾構結合力共に支間中央での値を示す。横構結合力は図 1 中の結合点 1 $\cdots$ 16 の値を表す。

表 2 角変形

	θ_{1L}	θ_{1R}	θ_{2L}	θ_{2R}	θ_{3L}	θ_{3R}	θ_{4L}	θ_{4R}
L	0.0	0.6	0.6	1.1	0.5	0.4	1.3	0.0
LL	-0.1	0.6	0.6	0.8	0.7	-0.1	0.1	0.0
LR	0.1	0.0	0.0	0.3	-0.2	0.4	1.2	-0.1

表 3 対傾構結合力

	R1	R2	R3	R4
L	1.13	1.44	0.99	0.94
LL	1.17	1.37	1.27	0.32
LR	0.07	1.18	1.14	0.63

対傾構断面積 (cm ²)	弦材	19.00
	斜材	12.69
下横構断面積 (cm ²)	34.77	

表 4 横構結合力

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
L	1.14	0.50	1.32	0.76	1.82	0.43	3.02	0.61	2.84	1.12	2.04	0.93	1.54	1.89	1.35	2.36
LL	0.88	1.54	1.08	1.36	0.65	1.80	1.19	3.09	1.04	2.43	1.05	1.79	1.52	0.91	1.47	0.30
LR	2.02	2.04	2.40	2.12	2.33	2.14	4.19	3.64	3.17	2.64	2.23	2.07	1.22	2.20	0.19	2.22

3 解析結果および考察

3-1 荷重ケースと角変形、結合力の関係

表2～4に見られるように、角変形は、L、LRの場合 θ_{4L} が、LLの場合 θ_{2R} が最大であり、これらの位置で疲労損傷が生じやすいと思われる。また、LLとLRの交番が多いとすれば両者の角変形の差が問題となるが、その場合 θ_{4L} で最大値をとっている。

対傾構結合力は荷重位置にかかわらずR2が最大となっており、G2桁で疲労損傷が生じやすいと思われる。

横構結合力は13、15、16を除いて2台載荷であるLより1台載荷であるLRの方が大きい。最大値はLおよびLRの場合7、LLの場合8で生じ、支点部(1～4)よりかなり大きい値である。

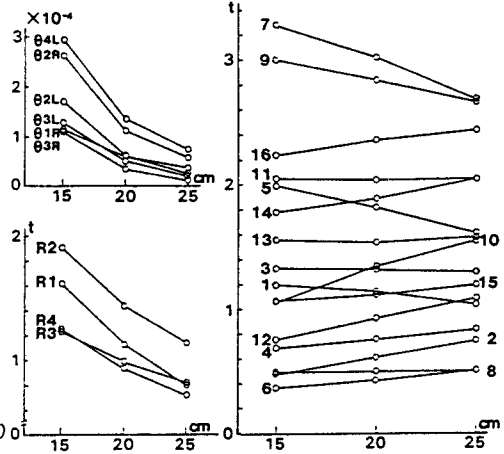


図3 床版厚変化と角変形、結合力

3-2 床版厚と角変形、結合力の関係

図3に見られるように、床版厚の増加により角変形、対傾構結合力は著しく減少する。従って、床版厚の増加は垂直補剛材上端部の疲労損傷防止に効果があると思われる。

横構結合力は値の大きい7、9で減少しているが、支間中央部では逆に増加している。

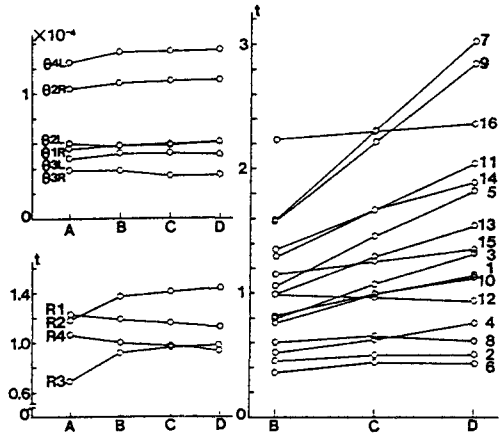


図4 横構断面面積変化と角変形、結合力

3-3 横構断面積と角変形、結合力の関係

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はほとんど変化しない。しかし、対傾構結合力のR2、R3が増加しており、横構応力を減少させる目的で横構断面積を増加させた場合、値の大きいR2による垂直補剛材の疲労損傷を促進する可能性があるだろう。

3-4 対傾構断面積と角変形、結合力の関係

図5に見られるように、対傾構断面積の増加による角変形は変化は小さい。

横構結合力の内、値の大きい7、9、16は対傾構断面積の増加にともない減少しており、対傾構の応力を減少させると共に横構取り付け部の応力の低減を図ることができる。

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1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: 横構を考慮した合成1桁橋の立体解析に基づく部材結合力の特性把握、土木学会第43回年次講演会概要集、1988-10。
- 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。

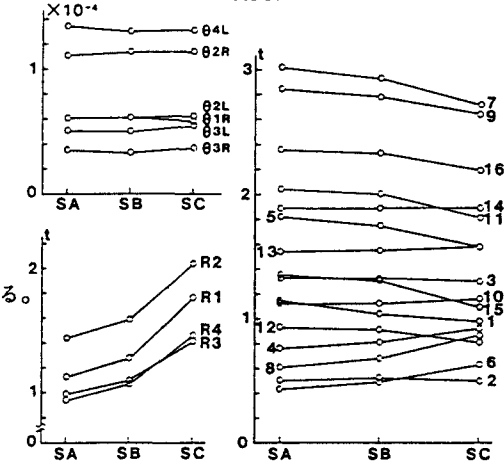


図5 対傾構断面面積変化と角変形、結合力