

石川島播磨重工業 正 佐 賀 弘 一
九州大学工学部 正 大 塚 久 哲
横河橋梁製作所 正 明 橋 克 良

1. はじめに 都市高速道路橋として一般に多用される並列I桁橋では、床板や2次部材の疲労亀裂発生事例が多数報告された¹⁾ ことにより、最近、標準図が大幅に変更された。例えば阪神高速道路公団における1967年と1988年の標準図集²⁾ を比較すると床板厚が20cmから25cmに、主桁間隔が3.85mから2.85mに変更されている。本報告では並列I桁橋の立体解析を通じて、これらの変更により輪荷重載荷時に2次部材の疲労亀裂発生を支配する床板の角変形、主桁と対傾構（あるいは横桁）間の結合力（モーメントも含む）、横構結合力がどのように変化するかを具体的に検証したものである。また横構がない構造の結果も示す。

2. 疲労亀裂発生パラメータ 並列I桁橋の立体解析に基づく部材結合力、床板の回転角および主桁垂直応力を境界条件として桁橋の部分モデルを有限要素法を用いて解析したところ、図1に見られるように実際に疲労亀裂の発生を見ている箇所に大きな von Mises 応力を再現できた⁴⁾。従って本文では、図2、3に示す角変形、結合モーメントがコネクションプレートや垂直補剛材に生じる疲労亀裂を、横構結合力が横構取付けガセットと腹板に生じる疲労亀裂を支配するパラメータと考え、以後の計算において新・旧標準桁におけるこれらのパラメータの差異を比較する。

3. 新旧両桁の耐疲労特性 文献2)にある5主桁橋（旧、径間長30 m）と7主桁橋（新、径間長40 m）の、T-20荷重載荷時の主桁の変形、角変形、結合モーメント、横構結合力（橋軸直角方向U、

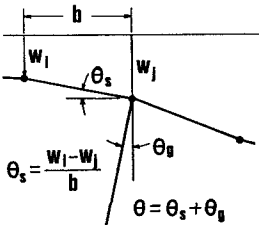


図2 角変形の定義

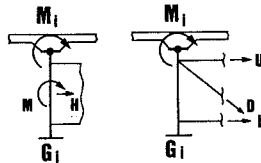


図3 結合モーメント

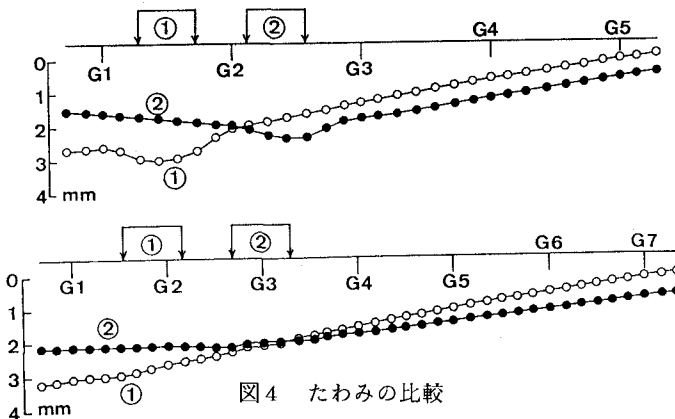
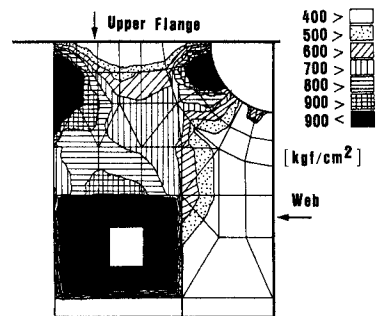
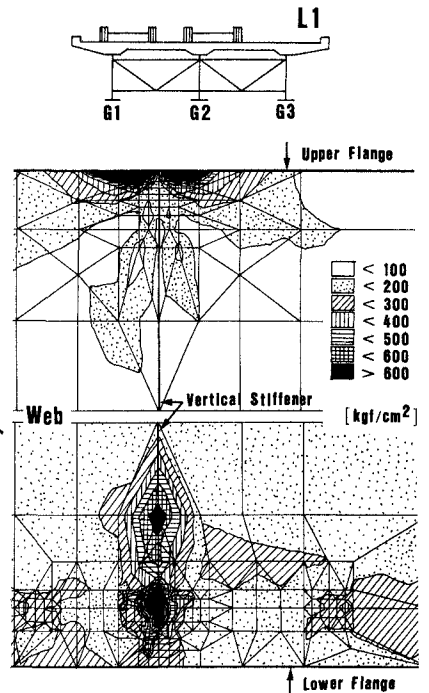


図4 たわみの比較



Vertical Stiffener

図1 G2桁の垂直補剛材と腹板の応力

橋軸方向V)を、それぞれ

図4、表1、2、3に示した（主桁間隔と床板厚の変更は前述）。これらの図表より以下のことが言える。

(1) 新橋では主桁間隔の減少と床板厚の増加により、主桁間の床板の板曲げが著

しく減少する。しかし、偏載荷重を受ける新橋では、橋全体としてねじり変形をしている。

(2) 新橋の角変形と結合モーメントは旧橋に比し、大幅に減少している。しかも新橋においてはコネクションプレートや垂直補剛材の板厚は大幅に増加されている³⁾。従って、これらの疲労寿命は旧橋に比べて格段に長くなる。

(3) 横構結合力は新橋の方が大きい。これは7主桁橋の方が橋全体としてのねじり剛性が高く、横構が分担しているねじりせん断力が旧橋より大きいからであろう。従って、横構取付け部の疲労亀裂は新橋の方が発生し易いかも知れない。

4. 横構を省略した7主桁橋

このときのたわみを図5に、角変形と結合モーメントを表3に示す。偏載荷重の場合、ねじり変形が増し、外主桁の結合モーメントも大きくなるが、角変形はほとんど変化しない。米国では風荷重に対する主桁の補強を施せば横構を省略できるが、主桁が大きくなればこれらの値も減少することが考えられ、今後我国でも横構を持たない構造を検討してみる価値はあるものとする。

表1 角変形の比較 ($\times 10^{-4}$ rad)

Type	Loading Case	θ_{1R}	θ_{2L}	θ_{2R}	θ_{3L}	θ_{3R}	θ_{4L}	θ_{4R}	θ_{5L}
Old	①	3.20	3.17	-0.15	0.00	0.02	0.03	0.02	-0.01
	②	0.04	-0.21	2.57	0.23	-0.02	0.07	0.02	0.00
	①+②	3.24	2.96	2.42	0.23	0.00	0.10	0.04	-0.01
New	①	0.55	0.62	0.47	0.12	-0.02	0.01	0.01	0.02
	②	0.01	-0.05	0.33	0.70	0.63	0.08	-0.01	0.03
	①+②	0.56	0.57	0.80	0.82	0.61	0.09	0.00	0.05

表2 結合モーメントの比較 (tf・/m)

Type	Loading Case	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
Old	①	-5.52	5.53	-0.42	-0.09	-0.36
	②	0.33	-5.40	6.73	0.47	-0.39
	①+②	-5.19	0.13	6.31	0.38	-0.75
New	①	-1.98	-0.03	0.64	-0.12	0.01
	②	0.48	-1.83	0.32	2.26	0.18
	①+②	-1.50	-1.86	0.96	2.14	0.19

表3 横構結合力の比較 (tf)

Type	Loading Case	U ₁	V ₁	U ₂	V ₂	U ₃	V ₃
Old	①	1.84	0.19	1.42	-0.27	—	—
	②	0.10	0.46	1.14	-0.09	—	—
	①+②	1.94	0.65	2.56	-0.36	—	—
New	①	3.51	0.07	3.36	0.04	2.96	-0.06
	②	0.79	0.18	1.71	0.40	2.07	0.01
	①+②	4.30	0.25	5.07	0.44	5.03	-0.05

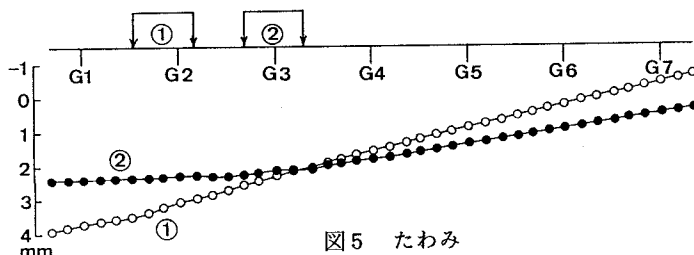


図5 たわみ

表4 角変形と結合モーメント

Loading Case	θ_{1R}	θ_{2L}	θ_{2R}	θ_{3L}	θ_{3R}	θ_{4L}	θ_{4R}
①	0.57	0.63	0.48	0.13	-0.02	0.00	0.01
②	0.02	-0.05	0.33	0.70	0.63	0.08	-0.01

Loading Case	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇
①	-3.63	0.41	0.60	-0.27	-0.02	-0.05	-0.48
②	-0.71	-1.62	0.29	2.20	0.19	-0.07	-0.08

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調査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) 西川：プレートガーダー橋の疲労損傷例、道路、1985年、2) 阪神高速道路公団：鋼単純合成げた標準設計 (案) 設計図集 (1967)／鋼構造物標準図集 (1988) 3) 北沢他：鋼1桁主桁と横桁

あるいは対傾構との取合部の疲労損傷とその対策、阪神高速道路公団・技報、6号、1986年、4) 北田他：鋼橋2次部材に発生する局部応力の一解析手法、構造工学における数値解析ツツム論文集、13巻、1989年。