

T型はりの応力解析について

名古屋工業大学 正員 吉田 弥智
正員 赤井 登
学正員 石川 兼治

1 まえがき

T型はりのフランジ有効幅に關して、多くの研究がある。それらは、主に鋼橋を対象とした理論解析(応力線数法、有限帯板法(F.S.M.)等)によるものである。ここでは、荷重状態、モーメント勾配、支間長、断面形状、ヤング率等の要因のうち、断面形状、載荷点数、モーメント勾配をとりあげて、モルタル材料によるRC-T型はりのフランジのひずみ分布を実験的に調べた。この実験時に得たヤング率等の数値を用いて、F.S.M.による解析を行い、考察を加えた。

2 実験方法とその種類

表-1、図-1、図-2で示されるように、T型はり(N0.1~8)についての実験を行なった。本載荷の前に、予備載荷を行い、偏心その他の影響ができるだけ小さくなるように配慮した。モルタルの配合は表-2に示した。円柱状試体の圧縮試験による応力-ひずみ図で、原点とひずみ 1000×10^{-6} との割線をヤング率として、またポアソン比もこれに相当した値(0.2)を用いた。これらと、各T型はりの最大荷重等も表-1に示した。なおはりN0.1には、フランジ補強鉄筋(D9)を8本配筋した。また、鉄筋(SD30、D25)のヤング率 E_c は、 $1.760.000 \text{ kg/cm}^2$ であった。

3 F.S.M.による解析

はりN0.1の解析では、図-4のように要素分割して、その各要素には、表-1、N0.1の各材料定数を用いた。この解析で用いられたたわみの式はつぎのようであり、剛性行列などの計算は有限要素法の場合と同様に行なわれる。

$$W = \sum_{m=1,2,\dots} \left[\left(1 - \frac{3x^2}{b^2} + \frac{2x^3}{b^3}\right) W_{im} + \left(x - \frac{2x^2}{b} + \frac{x^3}{b^2}\right) \theta_{im} + \left(\frac{3x^2}{b^2} - \frac{2x^3}{b^3}\right) W_{jm} + \left(\frac{x^3}{b^2} - \frac{x^2}{b}\right) \theta_{jm} \right] \sin \frac{m\pi y}{a}$$

4 結果と考察

フランジの上、下面のひずみ分布は、はりN0.1において、図-5のように山型となっている。またはりN0.3についても、この傾向がみ

られる。N0.2, N0.4~N0.8のそれは、断面Ⅲ(載荷点断面)を除くと、山型ではなく一定であるのが認められた。(したがってこの場合、初等はりの計算で好まれる。これは、たわみについて調べてもよくわか

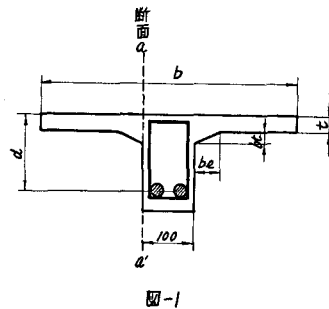


図-1

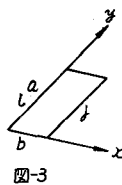


図-3

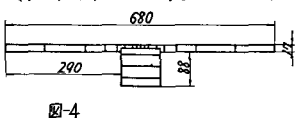


図-4

W	C	fine aggregate
0.55	1	2.5
0.60	1	2.5
0.60	1	2.5

表-2 モルタルの配合

N0	W/C	b _e mm	b _e mm	t mm	b mm	d mm	A _s cm ²	載荷方法	l cm	P _{max} ton	f _c /A _{sc} 10 ³ /cm ²	σ _c kg/cm ²	E _c 10 ⁴ kg/cm ²
1	0.60	0	0	17	680	95	6.740	2点載荷	220	6.9	—	307	1.62
2	0.55	0	0	20	480	120	5.067	2 "	220	5.8	14.2	411	2.03
3	0.55	0	0	20	480	120	5.067	1 "	210	4.7	12.07	411	2.03
4	0.55	0	0	35	480	105	7.453	2 "	220	6.8	8.96	411	2.03
5	0.55	0	0	35	480	205	8.943	2 "	220	17.8	12.26	411	2.03
6	0.60	0	0	35	280	205	5.068	2 "	220	12.8	9.01	307	1.62
7	0.65	90	30	50	400	215	10.136	2 "	220	19.0	6.94	236	1.56
8	0.65	90	30	50	400	215	10.136	8 "	220	20.0	7.60	236	1.56

f_c: 図-1の断面a-a'の左側フランジの総ひずみ

A_{sc}: 断面a-a'の面積

P_{max}: フランジ破断強度

表-1

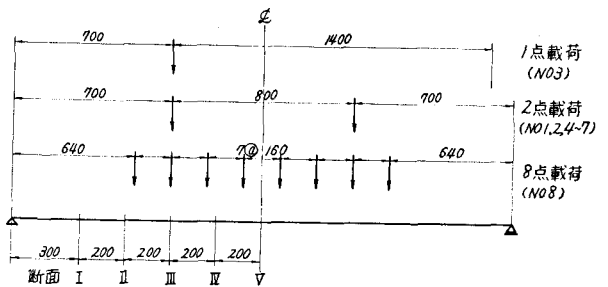


図-2

る。F.S.M.による解析値は、実験値とあまり合っていないが、およその傾向を予測するには十分と思われる。

同一荷重時のひずみ分布について、NO.1のフランジの上面と下面を比較すると、そのひずみ分布の傾向は断面Ⅱを除いて、ほぼ同じであった。また、図-5の断面ⅡとⅤを比較すると、断面Ⅱの方がひずみ分布の勾配が大きい。これは、モーメント勾配と断面位置の相違によると思われる。

NO.1~8のはりは、いずれも支間中央圧縮ひずみが $1000 \sim 1500 \times 10^{-6}$ 程度のときに、急激にフランジの分離破断を起こしている。はり軸と直角な方向のひずみについて、断面ⅡとⅤを比較すると、断面Ⅴの方がひずみが大きい。したがって、その破断は支間中央から支点の方へ進んでいると思われる。また荷重方法(一点、二点、八点荷重)によりほとんどその破断荷重は変わらなかった。したがって、はりの十分な耐力を得るには、圧縮部分が圧縮破壊するまでは、フランジが破断しないように、鉄筋を補強し、かつハンチ等をつける必要がある。このフランジの破断については不明点が多く、多くの要因に関連していると思われる。破断時のフランジの総ひずみをそのうけもっている断面積(断面 $A-A'$)で除した数値を表-2に示した。この値 $f_t/A_{A-A'}$ は、誤差が大きいけれども、さらに多くの実験を行うことにより、多くの要因に対する何らかの相関がわかると思われる。

5 あとがき

フランジのひずみ分布が山型となる場合のT型はりの一例が得られた。このようなひずみ分布となる場合の、断面形状、荷重状態等の諸要因は他にどんな場合

があるかを調べていくことが今後の課題である。最後にF.S.M.プログラムを拝借致しました榎田建夫講師(名古屋大学)、実験に協力いただいた学部学生中山光、酒井隆両君に感謝の意を表わします。

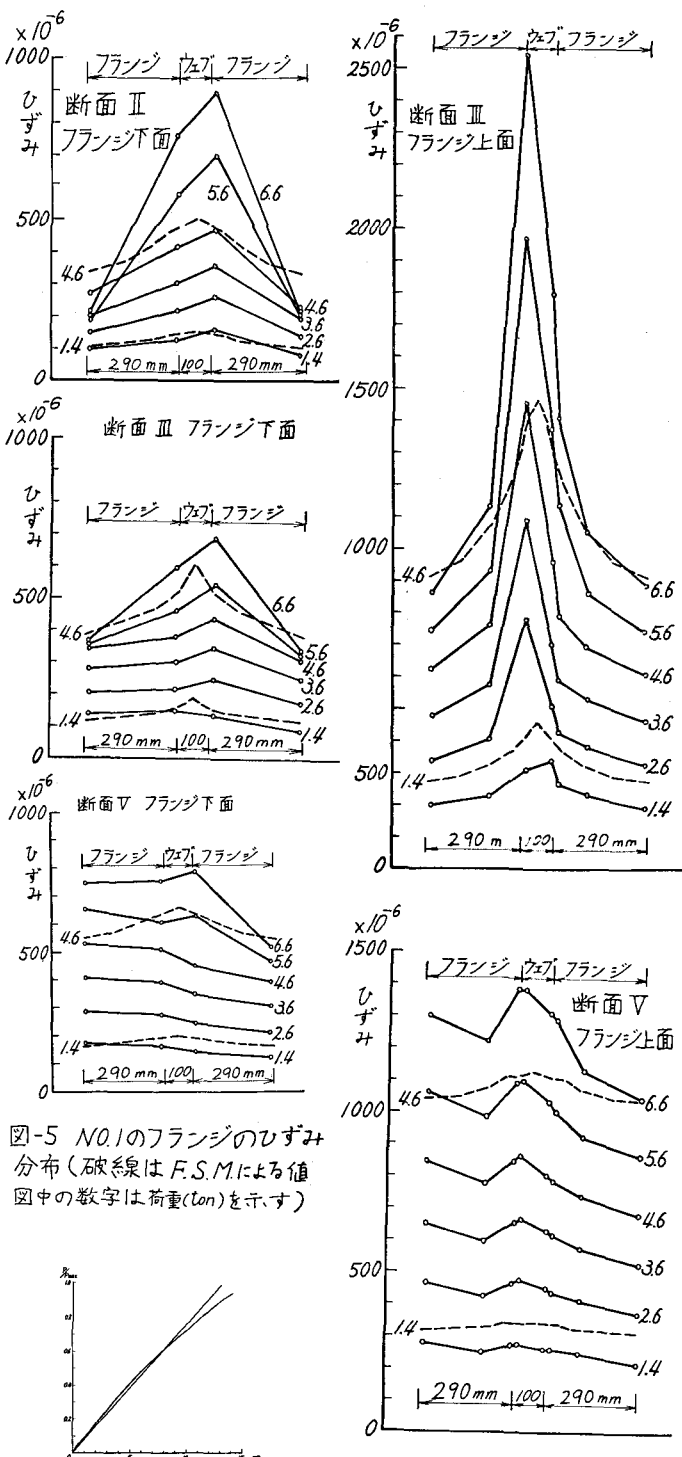


図-5 NO.1のフランジのひずみ分布(破断後はF.S.M.による値 図中の数字は荷重(ton)を示す)

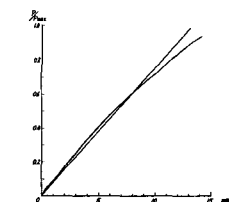


図-6 NO.2の支間中央たわみ(荷重はりにより計算値と実験値)