

日本鋼管
早稲田大学
早稲田大学

正員 ○佐藤卓雄
正員 平嶋政治
学生員 斎藤 勉

1. まえがき

従来、我々の研究室においては、薄肉箱桁に配置される中間ダイアフラムの配置間隔の算定方法を、提案してきた。その際、断面変形に伴い薄肉箱桁の内部に生じる応力の計算には、ウラソフの開断面理論を用いている。また、ウラソフの開断面理論より導かれる断面変形に関する微分方程式と、弾性支床の上のりの変形に関する基本式との相似性に注目し、剛比パラメータを導入している²⁾。これらの剛比パラメータを基礎に、箱桁の挙動を解析し、中間ダイアフラム間隔を算定するための資料を提出した。本報告においては、薄肉箱桁の断面変形問題が、剛比パラメータにより合理的に取り扱えることに注目し、最大そり応力と剛比パラメータの関係を用いて、模型箱桁の寸法を決定した。模型実験は、断面変形が純粋に取り出されるかたちで荷重をかけ、実験値と理論値を比較・検討し、剛比パラメータの合理性を確認した。

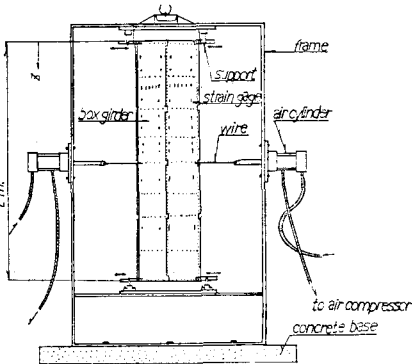


図-1 実験装置

2. 実験概要

試験体は、図-2に示すものを用いた。断面寸法は、7×8、15×17の2種、試験体の材質は、真ちゅう(7×8断面: $E = 9.55 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.348$, 15×17断面: $E = 9.57 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.324$)である。フランジ、ウェブ、端・中間ダイアフラムの結合は、ダイアフラム間隔、境界条件の影響を観察するために、取りはずし可能なビス止めとした。

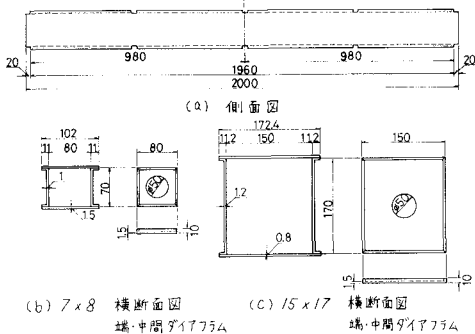


図-2 試験体寸法図

実験は、図-1に示すように、両端で箱桁の回転のみを拘束し、さらに、そり拘束を行なう場合は、端ダイアフラムを取り付けた。載荷方法は、箱桁の中央に、エアーシリンダーにより対角方向の引張り荷重を作用させ、断面変形を起こさせるものとした。そして、中間ダイアフラムは種々の剛比パラメータの値に対する実験結果を得るために、表-1に示すように配置した。

3. 実験結果

実験値と、ウラソフの開断面理論による理論値との比較は、板厚中心面の単位断面変形モーメント(Querbimoment)当たりのそり応力によって行なった。ここで、実験値とは、ウェブ、フランジの表裏にはったストレインゲージの読み の 平均値である。なお、せん断応力、板曲げ応力の比較も、これに付随して行なった。

表-1 実験結果

実験NO	断面寸法	剛比パラメータ ξ_0	境界条件	中間ダイアフラム間隔 (mm)	単位断面変形モーメント1mm当たりの応力		
					実験値 σ_{max} (kg/cm ²)	理論値 σ_{max} (kg/cm ²)	$\sigma_{\text{exp}} / \sigma_{\text{the}}$
1	715×81	1.45	* 1	380 400 400 380	0.126	0.127	0.99
2	"	1.45	0	380 400 400 380	0.120	0.129	0.93
3	"	2.41	1	647 666 647	0.208	0.224	0.93
4	"	2.41	0	647 666 647	0.217	0.229	0.95
5	"	2.08	1	692.5 705 692.5	0.187	0.204	0.92
6	"	2.08	0	692.5 705 692.5	0.185	0.207	0.89
7	"	3.69	1	1420 1020 1420	0.234	0.250	0.94
8	"	3.69	0	1420 1020 1420	0.211	0.257	0.82
9	"	7.10	1	1960	0.216	0.214	1.01
10	"	7.10	0	1960	0.197	0.221	0.89
11	1512×108	0.45	1	380 400 400 380	0.0213	0.0237	0.90
12	"	0.45	0	380 400 400 380	0.0209	0.0240	0.87
13	"	0.75	1	647 666 647	0.0393	0.0473	0.83
14	"	0.75	0	647 666 647	0.0567	0.0706	0.80
15	"	2.21	1	1960	0.150	0.198	0.76
16	"	2.21	0	1960	0.0854	0.109	0.78

* 0: そり拘束なし 1: そり拘束あり

実験結果は、表-1に種々の剛比パラメータに対するそり応力、

図-3.1~3.6にNo.16の試験体の長手方向のそり応力分布、横断面方向のせん断応力分布、そり応力分布、板曲げ応力分布を示した。

ここで、表-1に示した実験値、理論値、これらの比 ($\sigma_{z,EX}/\sigma_{z,TH}$) は、載荷点より5cm (支点より93cm)離れた位置における応力、およびその比である。図-4に、等間隔の4個の中間ダイヤフラムを有する箱桁 (無限個のダイヤフラムを有する箱桁に等価) の最大そり応力、すなわち、載荷点下でのそり応力と剛比パラメータの関係を示した。ここで示した実験値のプロットは、表-1の $\sigma_{z,EX}/\sigma_{z,TH}$ の比を用いて換算したものである。

なお、板曲げ応力が剛比パラメータの値に対応して変化することが、実験的に認められたので、この傾向を、ウラソフの開断面理論より導かれる板曲げ応力 $\sigma_{s,bend}$ 、および、そり応力 σ_z の比 ($\sigma_{s,bend}/\sigma_z$) と、剛比パラメータとの関係として図-5に示した。

4. 結論

- 1) バイモーメント荷重、およびずり荷重に対するウラソフの開断面理論の妥当性は、これまでも確かめられているが、本報告のように薄肉箱桁の横断面の対角線方向に荷重をかけた場合、すなわち断面変形のみを起こす荷重をかけた場合にも、ウラソフの開断面理論に基づく計算値と実験値との間の誤差は、10%前後の範囲内にはいることが、一般性をもって確かめられた。
- 2) 横断面内に生ずる平均せん断応力の分布や、横方向の板曲げ応力の分布についても、ウラソフの開断面理論が有効であることが確かめられた。
- 3) 断面変形に伴う最大そり応力と剛比パラメータの関係が、実験的に確かめられた。
- 4) 剛比パラメータにより、断面変形に伴う板厚中心面上のそり応力と横方向板曲げ応力とが、明確に関係づけられた。

参考文献

- 1) W. Z. Wlassow: Dünnewandige elastische Stäbe
- 2) M. Hirashima und S. Yajima: JSCE, No. 264, AUG. 1977

S. 113 ~ 123

- 3) 五味、矢島、平嶋

土木学会第32回年次学術

講演概要集PP.49~50

- 4) 矢島、五味、平嶋

土木学会第32回年次学術

講演概要集PP.43~44

- 5) 奥村、坂井

土木学会論文報告集

第190号 1971年6月PP.23~36

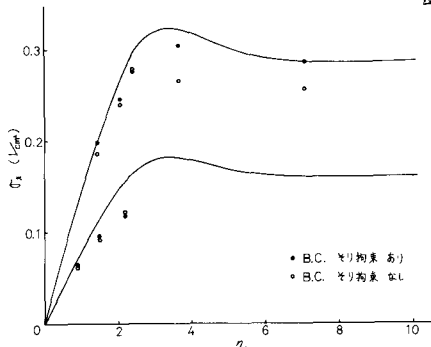


図-4 最大そり応力 σ_z と η_s の関係

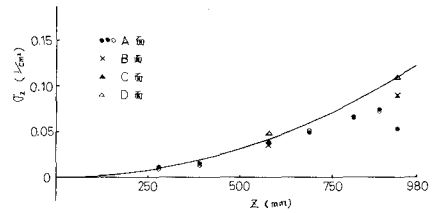


図-3.1 試験体No.16の長手方向のそり応力分布

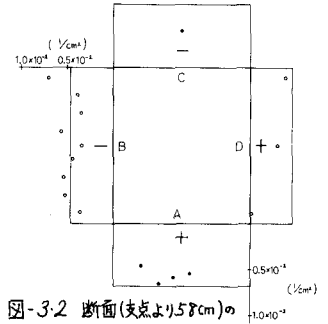


図-3.2 断面(支点より58cm)のせん断応力分布

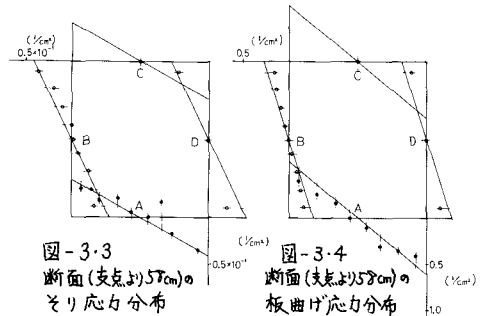


図-3.3 断面(支点より57cm)のそり応力分布

図-3.4 断面(支点より57cm)の板曲げ応力分布

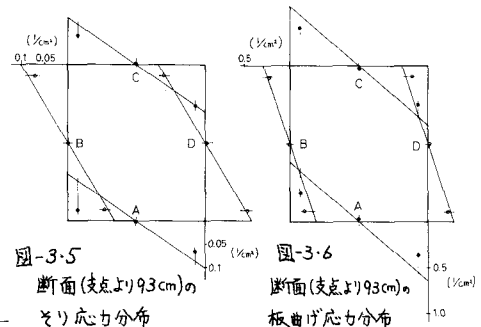


図-3.5 断面(支点より93cm)のそり応力分布

図-3.6 断面(支点より93cm)の板曲げ応力分布

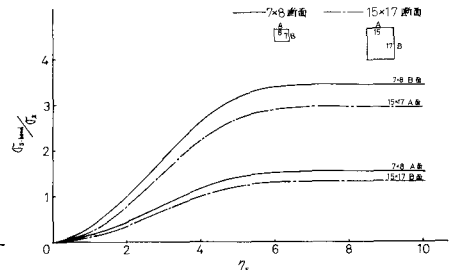


図-5 $\sigma_{s,bend}/\sigma_z$ と η_s の関係