

波型鋼腹板桁の静的挙動に関する一考察

金沢工業大学 学生員 ○田中 浩
金沢工業大学 正会員 本田秀行

1. まえがき 本研究は、波型鋼腹板桁に関する一連の研究¹⁾の内、その桁の静的挙動に関する基礎的考察としての、たわみ、曲げ応力分布、傾斜角を有する波型鋼腹板桁の曲げ応力分布、波型形状による曲げ応力分布、はり理論の適用性などについて、実験的および解析的に検討を加えた。また、同寸法および同材質のプレートガーダーについても、同一条件の基に実験と解析を行い、両桁の相違点に考察を加えている。

2. 静的特性 表-1と図-1に本研究で用いた解析のモデル諸元と波型鋼腹板桁の要素分割モデルを示す。図-2は、両桁の解析値、実験値、はり理論に基づく荷重と、支間長 $l/2$ 点での変位の関係を示している。図中のP-girderはプレートガーダー、C-girderは波型鋼腹板桁である。一般に、波型鋼腹板桁はプレートガーダーよりも変位が大きく、面内方向の曲げ剛性が小さい傾向にある。プレートガーダーの実験値は、解析値と若干の差異を生じているが、実験での厳密な単純支持の拘束条件が困難であることなど実験と解析の条件の相違に起因するものと思われる。解析とはり理論による値はよく対応している。波型鋼腹板桁の場合、解析値、実験値、はり理論値の3者は共に一致している。波型鋼腹板桁のはり理論値は、プレートガーダーと同様、 $y=Pl^3/48EI_x$ を基に算定している。ここで、鉛直方向の断面2次モーメント I_x は、図-3に示した I_x で求めている。この I_x は、腹板の波型形状を無視して波型高だけを考慮して算定したものであるが、この簡易断面2次モーメントでも、波型鋼腹板桁の静的変位をある程度の精度をもって算出が可能であると考えられる。

フランスや我が国において波型鋼腹板桁は、PC箱桁橋のウェブとしてある傾斜角を有して実際に使用されている。そこで、 $0^\circ \sim 45^\circ$ の傾斜角を有する波型鋼腹板桁の荷重と変位の関係を解析的に検討した。その一例を図-4に示す。この図で認められるように傾斜角が大きくなるに従い一種の曲げねじりの状態となり、鉛直方向の曲げ剛性が極端に小さくなることによって変位が顕著に大きくなる。従って、波型鋼腹板桁を台形や三角形として橋梁主桁の腹板に使用する場合、鉛直方向の曲げ剛性の評価に注意を要するものと思われる。

波型鋼腹板桁は、波型形状と力学的強度との間に密接な関係がある。そこで、一つの基本的な検討例として本研究で対象とした桁の腹板波型高を一定の基に、その波型形状の寸法を桁軸方向に2倍に広げて、極端に波型個数を $1/2$ にした波型鋼腹板桁の解析を行った。その荷重と変位の関係を図-5に示す。波型個数を $1/2$ にした桁は、対象とした元の波型鋼腹板桁に対して腹板が桁軸方向に平坦化するためにプレートガーダーの特性に近づく傾向が認められる。また、はり理論に基づく値と差異を生じている。これは、図-3で示したように、はり理論値を求めるための断面2次モーメント I_x が、波型形状を無視して波型高だけを考慮していることに起因している。このことは、本研究での適用限界とも考えられるが、波型鋼腹板桁の力学的特性が明確に認められ、かつ実用に供する腹板の波型形状を明らかにすると同時に、腹板の波型形状や波型高などを考慮した簡便で有用なはり理論の適用法を検討していく必要があるものと思われる。

図-6は、載荷荷重400kgfにおける両桁の曲げ応力分布を表している。なお()内の数値は実験値である。一般的に波型鋼腹板桁は、プレートガーダーと異なり、腹板に曲げ応力が生じない特徴が認められる。波型鋼腹板桁のA-A断面では、フランジと腹板の接合部付近に曲げ応力が生じているが、フランジと腹板の中心点であるB-B断面では、ほとんど曲げ応力を生じていない。このことは、桁軸方向に軸力が発生せず、腹板の波型形状のアコーディオン効果によるものと考えられる。従って、波型鋼腹板桁の腹板の設計では、プレートガーダーと異なり、曲げ応力を無視してせん断力だけで応力照査が可能であると思われる。さらに、A-A断面とB-B断面については、腹板の波型形状が台形より三角形の方が両者の曲げ応力分布の差異が少なくなり、より実用に供する形状であると推測される。腹板波型の個数を $1/2$ にした波型鋼腹板桁の場合、A-A断面ではプレートガーダーの曲げ応力分布に近づいていくが、B-B断面ではほとんど曲げ応力を生

じていない。一方、45°の傾斜角を有する波型鋼腹板桁の場合、A-A断面では、上下フランジの桁軸方向の中央点を境に一方は圧縮応力、他方は引張応力が発生する。図-6のA-A断面は上下フランジの引張応力を示したものであり、フランジと腹板の接合部付近に上下フランジと同程度の引張応力の発生が認められる。またB-B断面での腹板の曲げ応力は、対象とした桁の曲げ応力分布より若干大きくなる傾向にある。

<参考文献> 1) 本田・田中: 波型鋼腹板桁の静的および動的挙動特性に関する基礎的研究, 鋼構造年次論文報告集, 第2巻, pp. 171~178, 1994-11.

表-1 解析のモデル諸元

	プレートガーダー	波型鋼腹板桁
要素数	960 個	960 個
節点数	3,017 個	3,017 個
全重量	90.43 kgf	96.01 kgf

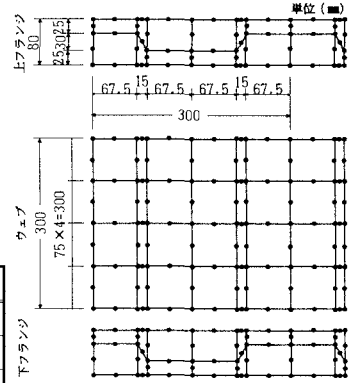


図-1 解析の要素分割モデル

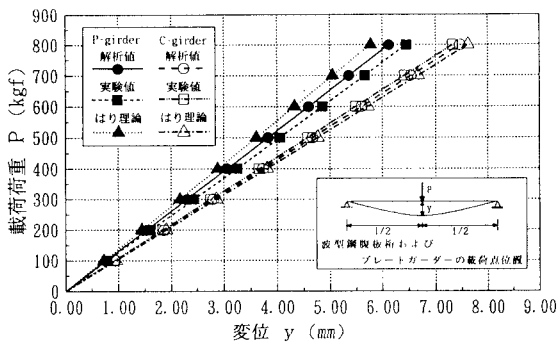


図-2 両桁の荷重と変位

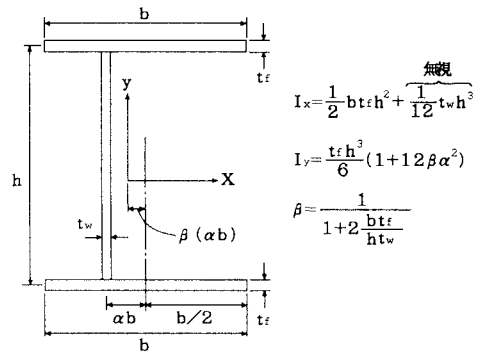


図-3 波型鋼腹板桁の断面2次モーメント

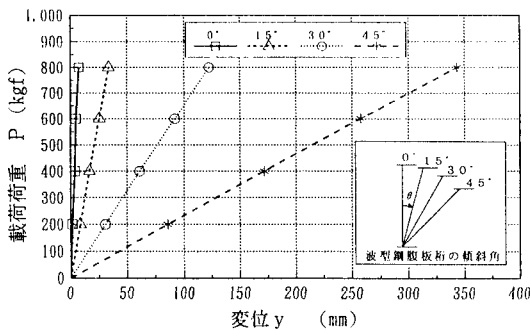


図-4 傾斜角を有する波型鋼腹板桁の荷重と変位

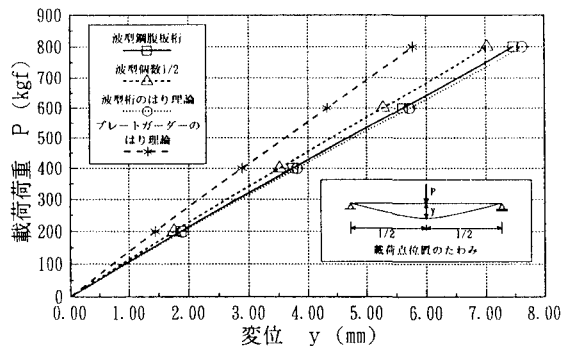


図-5 波型形状の変化による荷重と変位

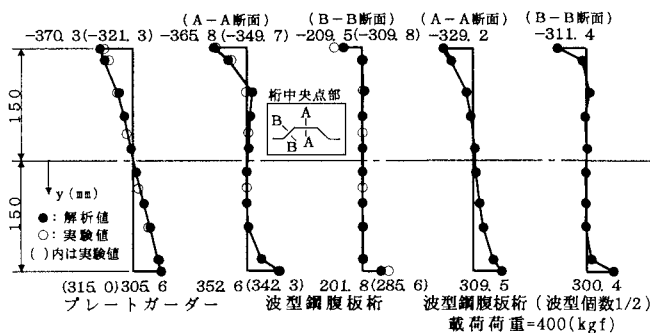
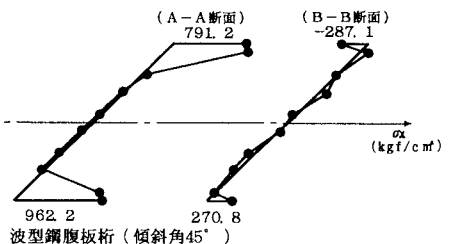


図-6 両桁の曲げ応力分布



波型鋼腹板桁 (傾斜角45°)