

I-12 フレームドガーダーの力学的挙動について

函館工業高等専門学校	正 員	三 浦	登
函館工業高等専門学校	学生員	笠 井	明 彦
函館工業高等専門学校	学生員	木 村	和 之
函館工業高等専門学校	学生員	松 原	陽 一

1. ま え が き

一般に、プレートガーダーや箱桁の圧縮及び剪断領域の座屈を防ぎ耐荷力を向上させる方法として、①板厚の増加 ②水平補剛材及び垂直補剛材を部材面に鉛直に連結させて座屈面を狭小にする、という方式がとられている。この補剛材は、2次部材であるから、桁作用としての応力を何ら負担しないものとして設計される。表題の「フレームドガーダー」とは、所謂プレートガーダー（I型又は箱型断面）の腹板にフレーム部材をトラス型・アーチ型あるいは斜張型等各種の骨組構造型式に準じたパターンに複合添接する桁構造である。フレーム部材の断面形状は、開断面でも閉断面でもよく、例えばI型・T型・H型・Π型及びO型等とすることができよう。

このフレームドガーダーは、曲げ部材としてプレートガーダーと骨組み構造両者の特性を合わせもつこと、また振り部材として箱桁のような振り剛性を持つてであろうことが推察される。

本研究は、主としてトラス型FG（Frame-girder）を重点に、箱桁やプレートガーダーおよびプレートトラスの模型による曲げの載荷試験と振り載荷試験を行い、それぞれの力学的挙動を比較検討することによって、FGの効果と展望を推察するための基礎的資料を得ようとするものである。

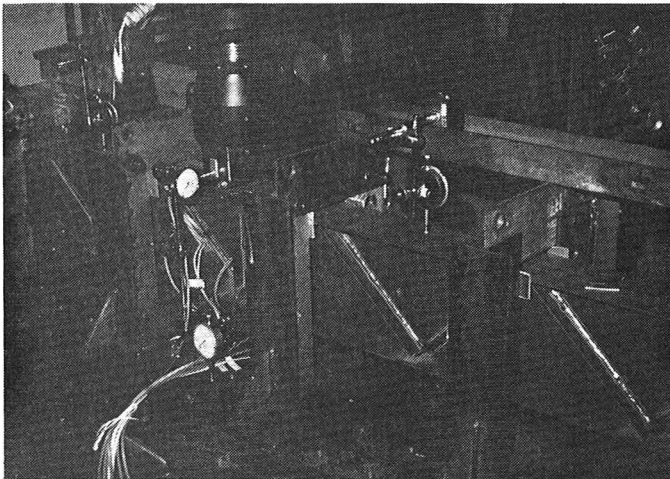


写真-1 トラス型FG（曲げ試験桁）

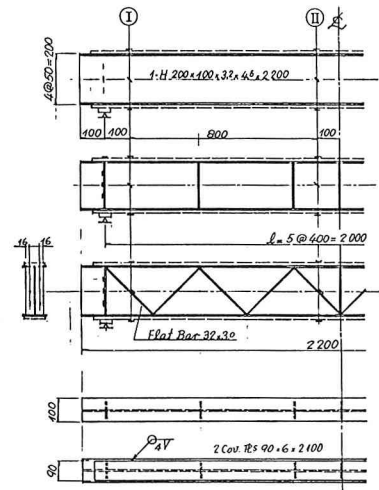


図-1 模型桁（曲げ試験桁）

2. 模型桁及び実験の概要

(1) 曲 げ 試 験

模型桁は図-1に示すように、H-200×100×3.2×4.5（SS-41）、Span=2000を基本型にして、補剛材型とWarren Truss型の3種と、更に夫々に2@ Cover Plate 90×6×2100付き3種の計6体で、補剛材および

部材共に同一断面の Flat bar-32×3.0 を使用した。剛な定盤上で単純支持し、支間中央点に Sole Plate 50×100×9 を介し、50Ton-構造物荷重試験機により集中荷重した。桁の横倒れを防ぐため、強固な Gabel 支持構を $5 \times 400 = 2,000$ に配置して、たわみを自由にして妨げないように上フランジの両縁を垂直方向にのみ滑動させ、水平変位だけを拘束出来るようにした。歪みには Wire Strain Gauge を、たわみには Dial Gauge を用いて測定した。計測位置を図-1 に示す。写真-1 は実験の状況である。

(2) 振 り 試 験

模型は図-2 にのように、曲げ試験桁と同じ H-200×100×3.2×4.5 (SS-41)、Span=1400 の一端固定、他端自由の柱を基本型にして、補剛材型、Warren Truss 型 (格点: Web gusset 式および Rahmen 式、図-4 参照)、Platt Truss 型 (格点: Web gusset 式および Rahmen 式)、プレート型 (上記の模型から Web plate を削除した形式で Flange plate 100×4.5・Diagonal plate 100×3.2 および Flange plate 200×4.5・Diagonal plate 200×3.2 の2種類) および箱桁の8種とし、補剛材および フレム 部材としては Flat bar-32×3.0 および 50×4.5 の2種で、合計14体とした。

振り荷重試験は、写真-2～5 および図-2 のようにして実施した。すなわち、まず試験体基部のベースプレートを強固な定盤にボルトで固定する。次いでその頂部に水平アームを取り付け、その両先端部にチェーンを連結して水平に張り渡し、45°の長いリンクを介し重錘を下げることに依り偶力モーメントを作用させた。

試験体の振り剛性を求めるために、試験体頂部に光学ミラーを設置し、Span L=3720 mm のオプティカルレバーを応用して振り角の測定をした。

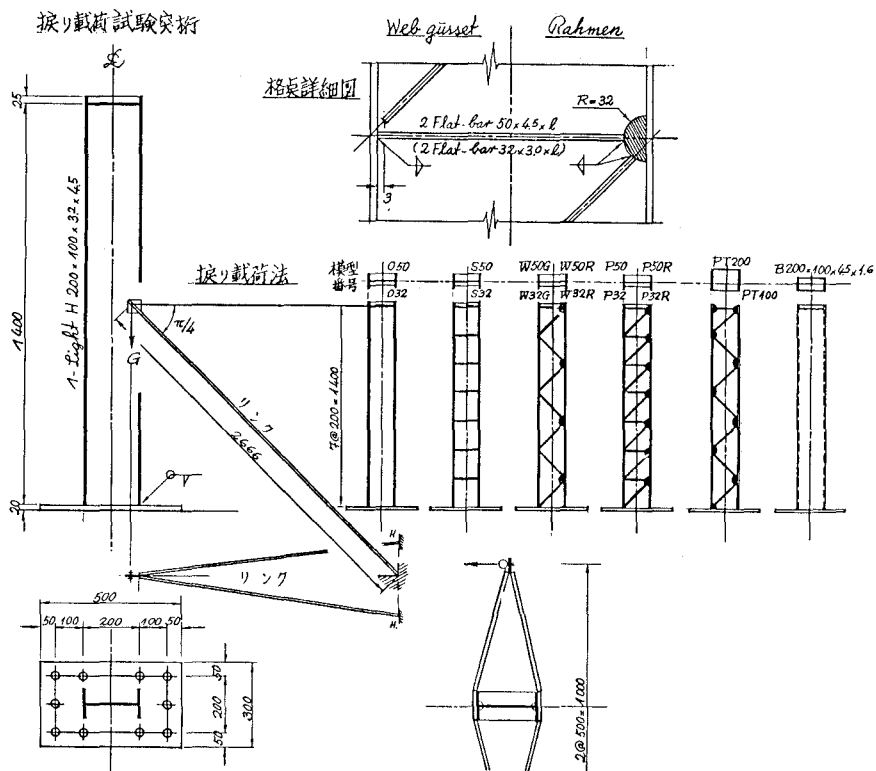


図-2 振り試験桁および荷重方法

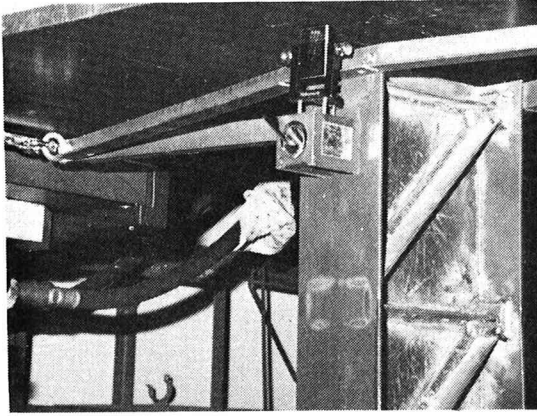


写真-2 トラス型FGとオブチカルミラー

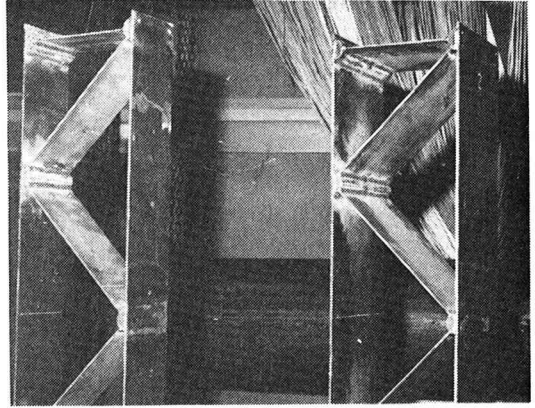


写真-3 プレートトラス（振り試験桁）

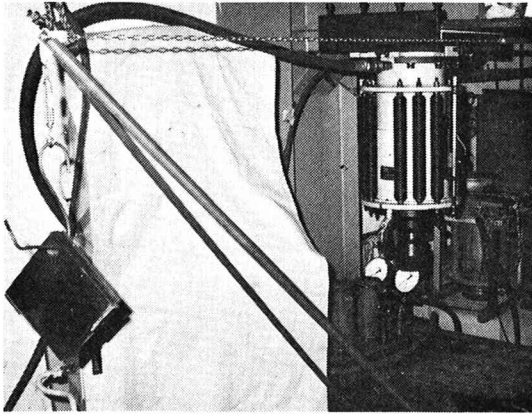


写真-4 リンクと荷重

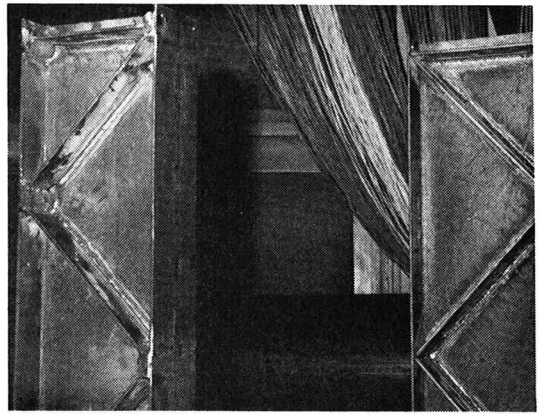


写真-5 Web gusset式とRahmen式

3. 実験結果

(1) 曲げ試験

測定断面位置Ⅰ及びⅡにおける上下フランジの歪み度 ε_{x1} 及び ε_{x2} の実験値は、どの型式に関してもプレートガーダーとしての理論計算値と比較してその差異は認められない。トラス型の場合を 図-3 に示す。

また、たわみに関しても上記と同様の結果を得た。

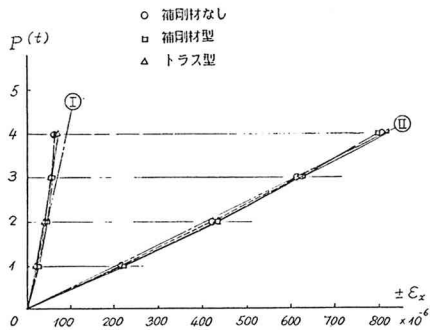


図-3.1 フランジの荷重-歪み度（加プレート 無し）

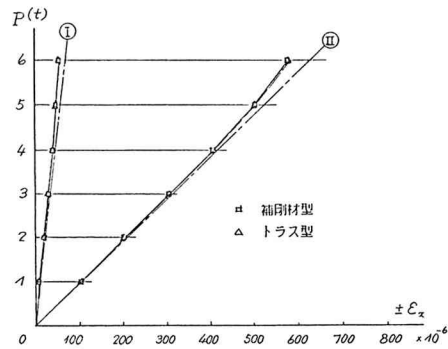


図-3.2 フランジの荷重-歪み度（加プレート 付き）

位置Ⅰ及びⅡのガーダー中立軸点における斜め 45° 方向の歪み ε_{d1} 及び ε_{d2} は、理論的には等値な筈であるが、実験値は図-3のようにトラス型だけが $\varepsilon_{d1} \approx \varepsilon_{d2}$ となり、他は大差を示した。

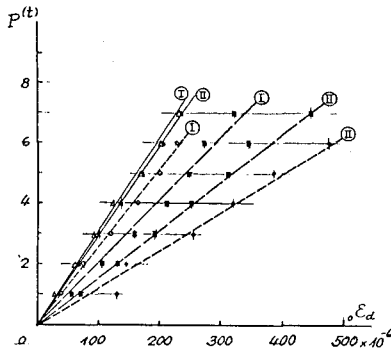


図-4.1 中立軸 45° の荷重-歪み度（加-プレート無し）

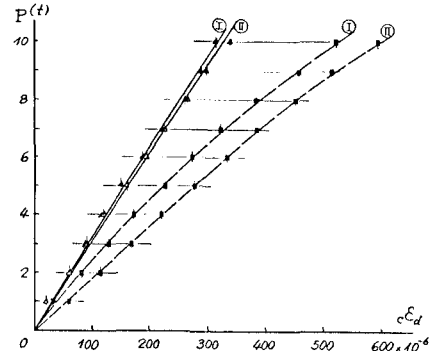


図-4.2 中立軸 45° の荷重-歪み度（加-プレート付き）

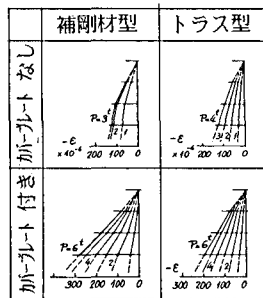


図-5 支点補剛材の歪み度

支点に垂直補剛材がある場合の応力状態は略三角形分布となった。

以上のことから、フレーム（補剛材）を設けないプレートガーダーでは、載荷点近傍の断面Ⅰ、Ⅱにおいて Saint Venant の定理のとおり、応力が乱れて、 $2 \times \varepsilon_{d1} \approx \varepsilon_{d2}$ となった。補剛材型のそれは $1.2 \times \varepsilon_{d1} \approx \varepsilon_{d2}$ 。トラス型では理論とおり $\varepsilon_{d1} \approx \varepsilon_{d2}$ となり、明らかに Truss効果が認められる。フレーム断面を適当に選ぶことにより F G 型式は効率の高い桁構造となり得ることが推察される。

(2) 振 り 試 験

各種型式の「振り荷重 T - 振り角」について、図-6～7の結果を得た。すなわち、トラス型 F G はプレートガーダーよりも圧的に振り剛性が大きく、Web gusset 式よりも Rahmen 式が強い。また、フレーム部材幅が広いものほど振り剛性が大きいことがわかった。さらに、トラス型 F G と腹板を持たないプレートトラスでは大きな差は無いが、圧縮耐力上からも F G が優れていることが明らかである。これは一つの発見であり応用の範囲は大きい。

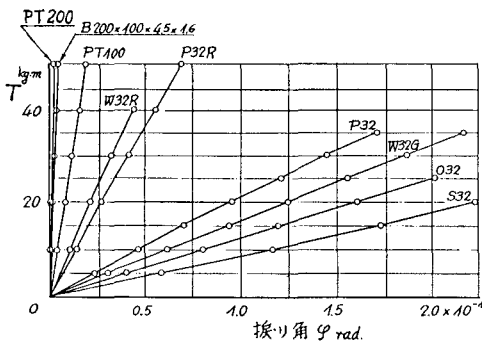


図-6 フレーム部材 32 × 3.0 使用

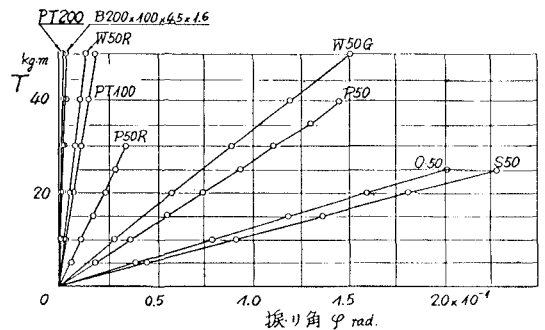


図-7 フレーム部材 50 × 4.5