

# 局部荷重を受ける腹板の弾性座屈に関する研究

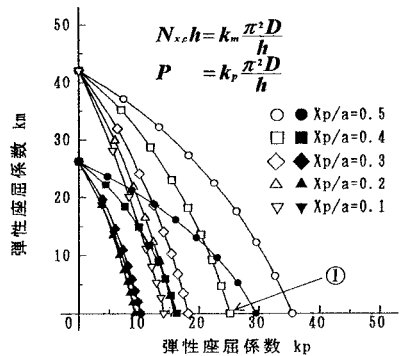
武蔵工業大学 学生員 ○岡村 悟  
 武蔵工業大学 正会員 西脇威夫  
 武蔵工業大学 正会員 増田陳紀  
 建設省土木研究所 正会員 高橋 実

**1. はじめに：**局部荷重を受けるプレートガーダーの耐荷力に関する研究は既に幾つか行われているが、主に非弾性座屈後の現象を対象としており、弾性座屈現象を対象にしたものはほとんどない。また、局部荷重と曲げ及びせん断から成る複合荷重状態をに考慮したものもほとんどなく、フランジ及び垂直補剛材のねじり剛性、垂直補剛材の長さなどを考慮したものもないと思われる。このような既往の研究で明らかにされていない問題点、すなわちプレートガーダーが局部荷重と純曲げなどの複合荷重を受ける場合の腹板の弾性座屈強度について検討を行った。

本報告では、局部荷重と純曲げを受けるプレートガーダーの垂直補剛材のある腹板パネルに対して行った数値解析結果を示し、補剛材などの各種パラメータと弾性座屈荷重および座屈モードの関係を明らかにすることを目的とする。用いた計算方法は既に提案した解法<sup>1)</sup>である。幾何学的非線形FEM解析法は、応力仮定のハイブリッド法に基づいて定式化された1節点6自由度の三角形薄板要素を用いた座標表示による離散化要素解析法<sup>2)</sup>の増分型であり、増分制御方法は荷重制御法を用いる。以下本報告では、弾性座屈荷重を単に座屈荷重と称する。

**2. 垂直補剛材が腹板全高に配置されている場合：**図1に示すようなI型断面のプレートガーダーを考える。垂直補剛材の断面は道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編<sup>3)</sup>の規定によって定めた。フランジと垂直補剛材のねじり剛性には、サンブナンのねじり剛性のみを考慮した。ねじり剛性は、フランジと垂直補剛材の両方に考慮する場合、フランジのみに考慮する場合、全く考慮しない場合の3通りについて計算した。支持条件は腹板の  $x=0, a$  において単純支持されているものとし、腹板は薄板要素で、フランジと垂直補剛材は棒要素でモデル化した。局部荷重載荷位置  $x_p/a$  が  $0.1 \sim 0.5$  の時のそれぞれに、荷重比  $N_{xc}h/P$  を  $0 \sim \infty$  に変化させた。

図2に得られた座屈係数の相関曲線を示す。図3に図2の中に示した①印の位置での座屈モードを示す。なお図2の中に示した座屈係数の定義より、荷重比  $N_{xc}h/P$  は座屈係数比  $k_m/k_p$  に等しい。本計算例の場合には、座屈係数はフランジと垂直補剛材のねじり剛性を考慮すると、純曲げのみ載荷の場合にはフランジと垂直補剛材のねじり剛性を無視した場合の1.6倍、局部荷重のみ載



ねじり剛性の考慮  
 ○, □, ◇, △, ▽ : フランジ, 垂直補剛材ともに考慮  
 × : フランジのみ考慮  
 ●, ■, ◆, ▲, ▼ : 両方考慮せず

図2. 図1に示すプレートガーダーの弾性座屈係数  $k_m, k_p$  の相関曲線

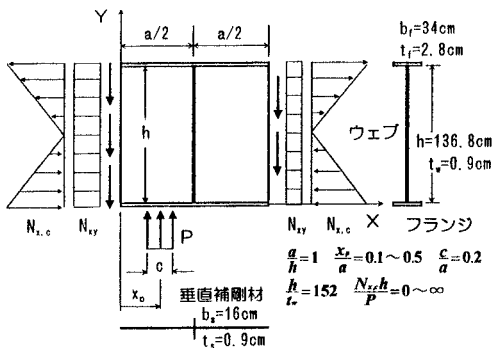


図1. 局部荷重と純曲げを受けるプレートガーダー ( $a/h=1$ )

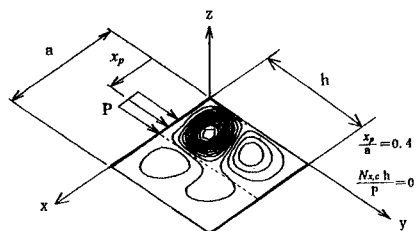


図3. 図2における①点での座屈モード

荷の場合には1.2～1.3倍になる。またその場合にフランジと垂直

補剛材のねじり剛性を考慮した場合の座屈係数は、フランジのみのねじり剛性を考慮し、垂直補剛材のねじり剛性を無視した場合に対して約1.04倍であり、このことより垂直補剛材のねじり剛性はこの場合には座屈強度にはそれほど大きく貢献しない。

### 3. 垂直補剛材が腹板の全高に配置されていない場合：

図4に示すようなI型断面のプレートガーダーを考える。垂直補剛材の剛度、板厚、腹板の支持条件、モデル化、およびフランジと垂直補剛材のねじり剛性の考慮の仕方は

2と同様である。垂直補剛材長  $h_s/h$  が0～1の場合の計算を行った。図5に計算された座屈係数の相関曲線を示す。図6に局部荷重に対する座屈強度と垂直補剛材長比  $h_s/h$  の関係を示す。また図7、8に図6の中に示した②、③印の位置での座屈モードを示す。座屈モードは図4における左半分の斜線部のものである。本計算例のような形状の場合には純曲げのみの座屈強度は、 $h_s/h$  が変化してもほとんど変化しない。一方局部荷重のみ載荷の場合、 $h_s/h$  が0.8以下では、 $h_s/h$  が1の場合の座屈強度に比べ急激に低下し、およそ  $h_s/h$  が1の場合の1/2～1/3になる。これは  $h_s/h$  が1.0の場合、座屈モードがほぼ2本の垂直補剛材間の板パネルにおいてのみ生じており、2本の垂直補剛材はほとんど変形していない。ところが  $h_s/h$  が0.8の場合、座屈モードが2本の

垂直補剛材を含めた板パネル全体において生じているためであると考えられる。

**4. 結論：**フランジと垂直補剛材のねじり剛性を考慮すると座屈強度はそれらを考慮しない場合の、純曲げのみの載荷の時に約1.6倍、局部荷重のみ載荷時は約1.2～1.3倍になる。また、垂直補剛材長比が約0.8以下になると局部荷重による局部座屈強度は急激に低下し、垂直補剛材長比が1の場合の約1/2～1/3にまで低下する。

＜参考文献＞1) 高橋 実・西脇威夫・増田陳紀：補剛材が全長には配置されていない補剛材の弾正座屈荷重，第49回年次学術講演会，pp146,147, 1994年8月。2) 吉田 裕・増田陳紀・松田 隆：薄板で構成される立体構造の弾塑性・大変位離散化要素解析法，土木学会論文報告集，第288号，pp41～55, 1979年8月。3) 日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，8.5.2, pp252, 253, 平成2年2月

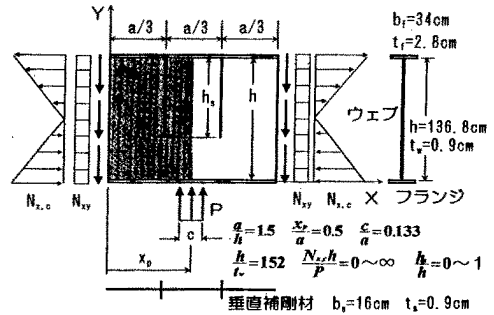


図4. 局部荷重と純曲げを受けるプレートガーダー ( $a/h=1.5$ )

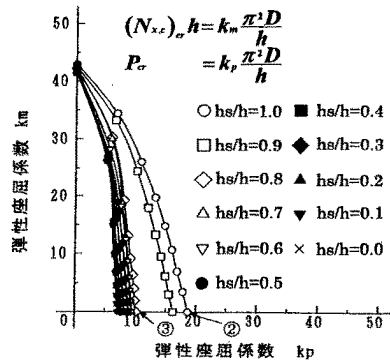


図5. 図4に示すプレートガーダーの弾性座屈係数  $k_m, k_p$  の相関曲線

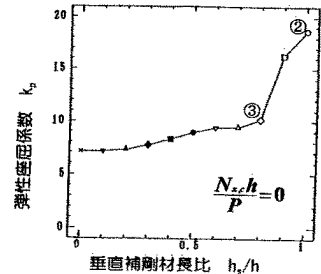


図6. 座屈強度と垂直補剛材長比の関係

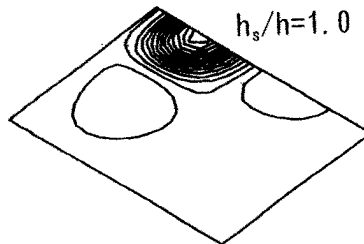


図7. 図5における②点での座屈モード

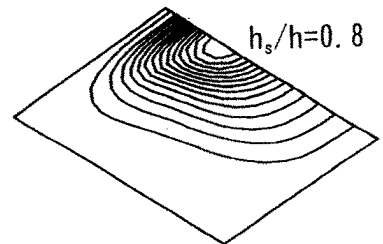


図8. 図5における③点での座屈モード