

波形鋼腹板桁の横ねじれ座屈実験

名城大学大学院	学生員	小島 裕樹
横河工事(株)	正会員	渡辺 孝一
名城大学	フェロー	久保 全弘

1. はじめに

わが国でも波形鋼板ウェブを用いたPC箱桁橋の設計・施工の実施が増加している。この背景には、鋼板を波形にすることにより高いせん断強度が得られ、しかもウェブが曲げ応力に抵抗しないなどの力学的優位性がある。しかし、波形ウェブはその形状と配置により、フランジに局部的な面外曲げと幅方向の力が発生し耐荷力の評価は複雑となる。これまでの研究から、圧縮フランジの局部座屈耐力は波形ウェブの偏心のため低下し、横ねじれ座屈耐力については一般の桁に比べて上昇するとの報告もあるが、実験的な検証例がほとんどみあたらず、定かではない。著者らは、これまで数多くの平板を有する鋼桁の横ねじれ座屈実験¹⁾を行ってきた。本研究では、平板を含み4種類の波形ウェブ桁を用いて、3種類の部材長に対して横ねじれ座屈実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験内容

実験供試体は、鋼材SS400を用いて図-1のI形断面寸法を製作した。ウェブの幅厚比 d_w/t_w を100とし、図-2のように波形ウェブは1波長 $q=300\text{mm}$ を一定とし、平坦部 a と斜部 c の幅を同一にして波高 h_r を0(平板), 20, 40, 60mmの4種類に変化させた。フランジ突出部の幅厚比 b/t_f は波高によって6~10に変化するが、早期に圧縮フランジの局部座屈が生じないように配慮した。

載荷は、両端単純支持桁のスパン中央に鉛直集中荷重を圧縮フランジ上面25mmに作用させて行った。スパン長 L は各シリーズとも1.5, 2.1, 2.7mの3種類であり、合計12体の横ねじれ座屈実験を実施した。実験装置は、これまでの研究¹⁾と同様にベアリング支承と水平移動型引張ジャッキ(300kN)を使用した。写真-1に実験の全景を示す。載荷中の桁の鉛直および水平たわみ、断面のひずみをスパン中央断面で測定した。

3. 実験結果と考察

図-3, 4, 5に3種類のスパン長の実験から得られたスパン中央の荷重-鉛直たわみ曲線を示す。縦軸はウェブを平板と仮定した場合の降伏モーメントで無次元荷重 M/M_y をとり、横軸にそれに対応する無次元たわみ v/v_y を用いて表示してある。ウェブが平板の桁はせん断変形を考慮した弾性理論値に沿って $M/M_y=0.4$ 程度まで上昇し、その後は非線形挙動している。波形ウェブの桁は波高の大きさによって多少相違がみられるが、平板よりもやや小さめの勾配で最大荷重に到達していることがわかる。スパン長の短い実験桁CB150シリーズでは波形ウェブにすることによって耐荷力と変形性能の増加が認められる。一方、スパン長の大きい実験桁CB210, CB270シリーズでは変形性能が小さく $v/v_y < 1$ の範囲にとどまっている。

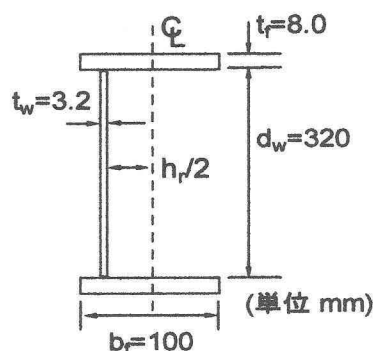


図-1 桁の断面寸法

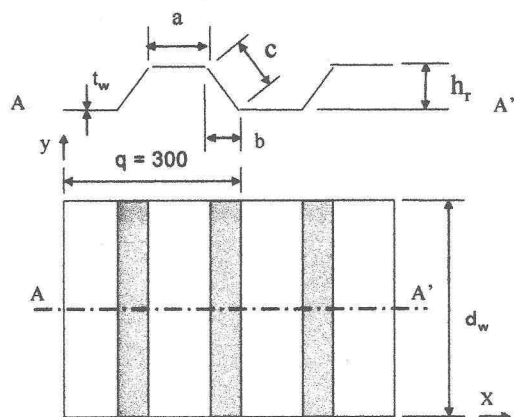


図-2 ウェブの波形寸法

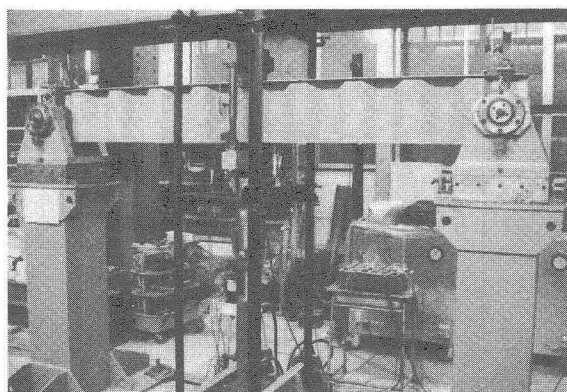


写真-1 横ねじれ座屈実験の全景

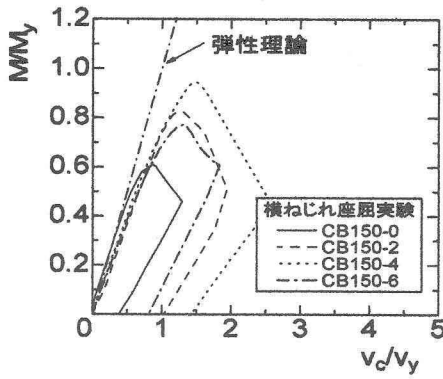


図-3 鉛直たわみ曲線

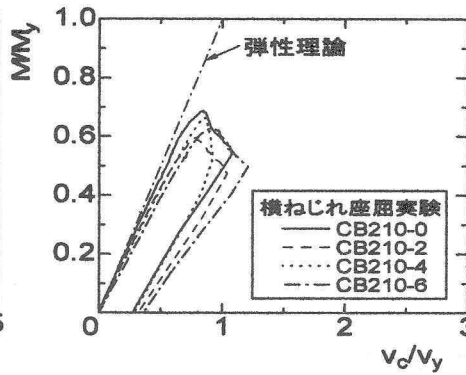


図-4 鉛直たわみ曲線

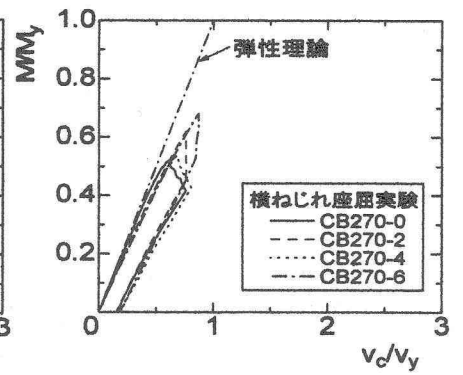


図-5 鉛直たわみ曲線

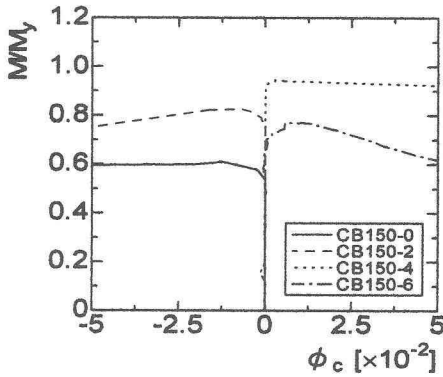


図-6 ねじれ角曲線

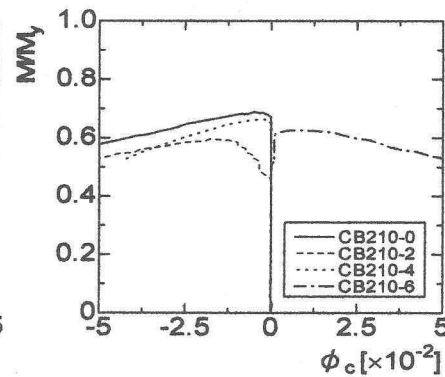


図-7 ねじれ角曲線

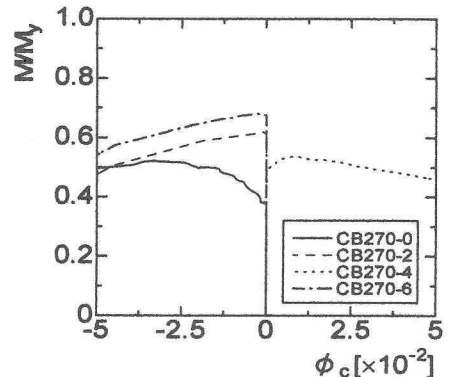


図-8 ねじれ角曲線

図-6, 7, 8は, 上下フランジの水平たわみから算出したスパン中央断面のねじれ角 $\phi = (u_c - u_t)/h$ が実験桁 CB210 シリーズについて描いてある。平板および波形のウェブ桁を問わず最大荷重付近で急激に横ねじれを生じ崩壊している。

写真-2に CB210 シリーズの実験終了後の崩壊形を示す。左から順に波高 0 (平板), 20, 40, 60mm の波形ウェブ桁であり, 波形を施したことになる横ねじれ座屈方向の特性は認められない。

図-9 は, 横軸に波高比 h_r/d_w をとって平板を基準にした場合の耐力力比 δM_u がプロットしてある。中間的長さの桁 CB210 ($L=2.1\text{m}$) では平板に比べ耐力力の上昇がみられず, むしろ平均で 9% の低下をしている。これに対し, 短い桁 CB150 ($L=1.5\text{m}$) では平均 38%, 長い桁 CB270 ($L=2.7\text{m}$) では 17% のそれぞれ耐力力の上昇がみられる。このように, 波高比および桁長さによっても多少相違しているので, 詳細な検討が必要である。

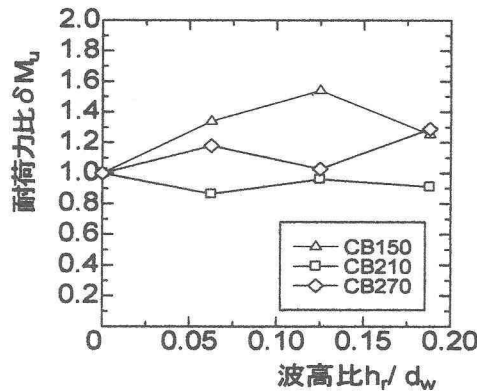


図-9 波高比による影響

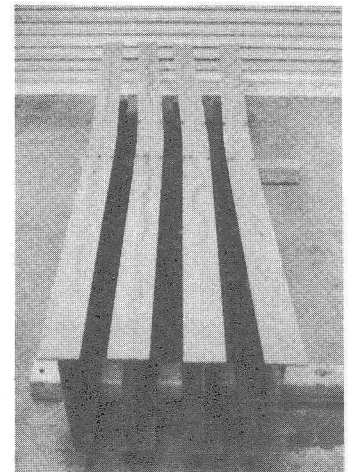


写真-2 CB210 シリーズの崩壊状況

4. あとがき

波形ウェブを有する鋼桁の横ねじれ座屈実験を行い, 平板ウェブ桁と対比して実験結果を示した。波形ウェブでも断面中心に規則的な配置をすれば, 平板と同様な横ねじれ座屈挙動をすることがわかった。横ねじれ耐力力の上昇については, 初期変形や荷重の偏心などに関係するため, さらに詳細な検討を進めている。

参考文献 久保他 3 名: ノンコンパクトな一軸対称 I 形はりの横ねじれ座屈, 土木学会論文集, No.591/I-43, pp.175-188, 1998.