

I - 49

CFT フランジを用いた桁の曲げ耐荷力について

東北学院大学工学部 ○学生員 佐藤裕介

東北学院大学工学部 正 員 菅井幸仁

東北学院大学工学部 正 員 樋渡 滋

1 はじめに

I 形桁が曲げを受けた場合の崩壊形式を、Basler は圧縮フランジのねじり座屈、水平座屈、および鉛直座屈の三つに分類している。圧縮フランジに閉断面フランジを用いた場合、フランジが閉断面となるためねじり剛性が非常に大きくなり、閉断面である I 形桁に比較して圧縮フランジのねじり座屈は非常に起きにくくなると考えられる。また、曲げを受けた場合、圧縮を受ける閉断面フランジはウェブ側へ変位する方向の力を受ける。しかし、閉断面フランジは、閉断面を構成する垂直板の剛性により垂直変位に対して、I 形桁フランジより抵抗力を有する。このため、閉断面をフランジに用いることは、桁の耐荷力の向上に大きく寄与すると考えられる。

橋梁において、最も多い補修工事がコンクリート床版である。この原因の大きな要因として、日本経済の発展に伴うトラックによる大量輸送が挙げられる。また、輸送コストを下げるため、トラックの積載重量が大きくなったのが床版の損傷を大きくしていると考えられる。また、構造的には、桁のたわみ変形に、床版の変形がついていけないために、コンクリート床版の損傷が起きていると考えられる。このコンクリート床版の損傷を出来るだけ防止するためには、桁のたわみ変形を小さくする必要があると考えられる。このために、圧縮を受ける閉断面フランジ内にコンクリートを充填した CFT フランジを用いて、曲げ剛性の増加を考える。この CFT フランジを用いた桁のたわみは、閉断面フランジを用いた桁に比較して、小さくなると考えられる。

また、上側にある閉断面フランジの代わりに、CFT フランジを用いた場合、床版を介して伝達される鉛直方向力による閉断面フランジの上下方向に押しつぶされる変形を小さくできることの利点が考えられる。

本研究では、CFT フランジを用いた桁が、曲げ荷重を受けた場合の曲げ耐荷力について検討することを目的とした。

2 解析モデル、変数およびパラメータについて

解析対象として、隣り合う垂直補剛材によって切取られた部分に着目した。境界条件としては、両端単純支持とした。鋼材 SS400 に関する材料定数として、弾性係数 $E=205.8\text{GPa}$ ($2.1 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$)、ポアソン比 $\nu=0.3$ 、および降伏応力 $\sigma_y=235.2\text{MPa}$ (2400kgf/cm^2) とした。また、コンクリートの弾性係数 E_c を鋼材の弾性係数の $1/15$ とした。

変数およびパラメータとして次の記号を用いた。垂直補剛材間距離 a 、ウェブ高 h 、ウェブ厚 t_w 、ウェブ幅厚比 $\lambda w = h/t_w$ 、ウェブ形状比 $\alpha = a/h$ 、フランジ幅 w_f 、およびフランジ厚 t_f である。

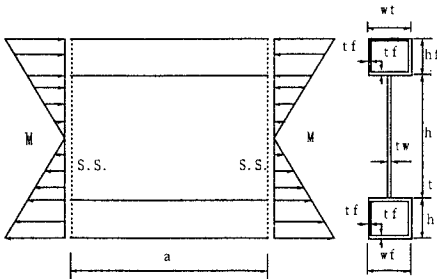


図-1 閉断面フランジを有する桁

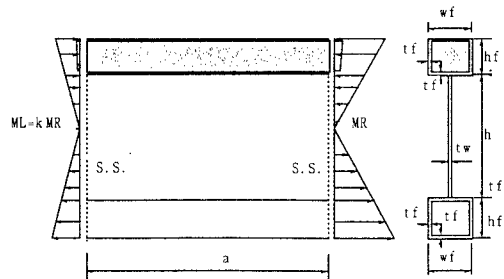


図-2 CFT フランジを有する桁

荷重としては、閉断面フランジを有する場合には、両端に等しい曲げ荷重を図-1に示されるように作用させた。また、CFT フランジを有する桁には、右端には曲げ荷重MR、また左端には曲げ荷重 $ML=kMR(k \leq 1)$ を作用させた。

3 数値解析結果

ウェブ厚 $tw=0.8\text{cm}$ 、ウェブ幅厚比 $\alpha=h/tw=152$ 、およびフランジ寸法については、 $wf=hf=20\text{cm}$ 、フランジ厚 $tf=0.8\text{cm}$ を有する閉断面フランジを有する桁について、ウェブ形状比と曲げ耐力力との関係を図-3に示す。また、荷重については、図-1に示されるように、左右端に作用する曲げ荷重 M を等しくしている。

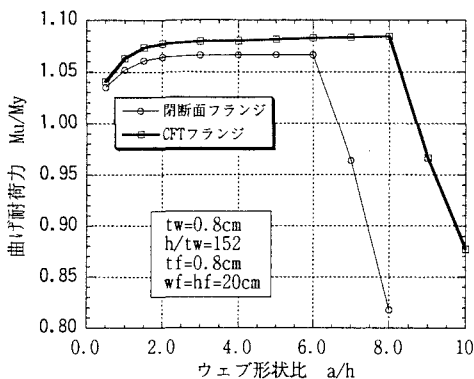


図-3 閉断面とCFT フランジによる曲げ耐力力とウェブ形状比との関係の比較

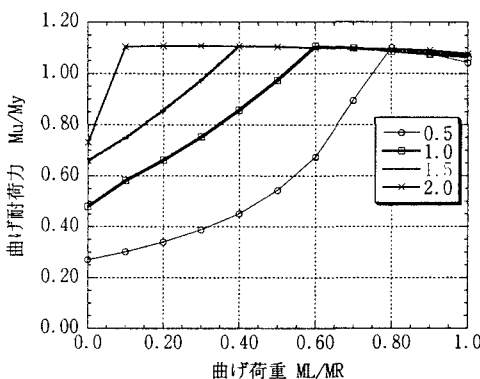


図-4 ウェブ形状比 α によるCFT フランジを用いた桁の曲げ耐力力と曲げ荷重比 ML/MR との関係の比較

図-3において、閉断面フランジを用いた桁について、ウェブ形状比が0.5から6までは、曲げ耐力力 M_u/My が1を越えて安定している。しかし、ウェブ形状比が6を越えると、曲げ耐力力が急激に減少している。I 形桁の場合には、色々な条件にもよるが、ウェブ形状比が1.5～2前後で耐力力が急激に減少する。従って、閉断面フランジを用いる場合には、ウェブ形状比を6以下にすれば、安定して曲げ耐力力 M_u/My が1以上であることが期待できる。さらに、圧縮側の閉断面フランジ内にコンクリートを充填したCFT フランジを用いた桁についての曲げ耐力力は、閉断面フランジを用いた場合の曲げ耐力力 M_u/My を上回り、ウェブ形状比が8以下であれば、安定して曲げ耐力力 M_u/My が1以上であることが期待できる。この時の荷重の与えかたは、図-1に示されるように、左右対称である。

また、CFT 内のコンクリートに曲げによって作用する荷重分布は閉断面の場合の $1/15$ としている。図-3より、このCFT フランジを用いた桁の場合、閉断面を用いた桁より安定して使用できると考えられる。しかし、桁のウェブ形状比が大きくなった場合、桁の左右に作用する曲げ荷重が等しくなることは、稀であると考えられる。このため、CFT フランジを用いた桁の左側に作用する曲げモーメント ML と右側に作用する曲げモーメント MR の比 ML/MR ($ML < MR$) を一定としながら曲げ耐力力 M_u/My を求めた。曲げ耐力力 M_u/My と左右の曲げ荷重比 ML/MR との関係をウェブ形状比で比較した図を図-4に示す。ウェブ形状比が0.5の場合、左右の曲げ荷重比 ML/MR が0.8から1.0の範囲では、曲げ耐力力は1.04から1.1の間で変化しているが、左右の曲げ荷重比 ML/MR が0.8より小さいくなるに従い、曲げ耐力力が急激に小さくなっている。また、ウェブ形状比が1.5の場合、左右の曲げ荷重比 ML/MR が0.4から1.0の範囲では、曲げ耐力力は1.07から1.11の間で変化しているが、左右の曲げ荷重比 ML/MR が0.4より小さいくなるに従い、曲げ耐力力が急激に小さくなっている。従って、ウェブ形状比が大きいほど、左右の曲げ荷重比 ML/MR の影響を受けにくくなっていることが分かる。