

# H型鋼のフランジ間にコンクリートを打設した梁のせん断力の分担比に関する研究

神戸製鋼所 正会員 埴 洋二  
 ルール大学 R. Bergmann

## 1. まえがき

H型鋼のフランジ間にコンクリートを打設した合成梁は、施工性の良さ、高せん断耐力、耐火の観点から、土木・建築構造物への広い適用が有望視される。この梁の鋼部とコンクリート部は、型鋼のウェブ面上にずれ止めを設置して合成されることが多いが、今後これを合理化する上で、ずれ止めの数を減らすことが考えられる。事実、文献[1]の実験では、ずれ止めを全く設けない梁の曲げ耐力が設けたものと違いが無い等、合成挙動を示すことが報告されている。

本稿では、上記実験の合成挙動の支配要因が、鋼フランジのコンクリートとの界面での摩擦力であると推測して、梁の力の伝達機構を数値解析により検討する。そして、せん断力に対する設計上重要な、鋼ウェブと鉄筋コンクリートのせん断力分担比について調べる。

## 2. 2次元非線形解析

文献[1]で用いられた断面(図1, H400×300程度に相当, コンクリート強度: 50N/mm<sup>2</sup>)の梁が4点曲げを受けるケースを、2次元FEM解析で検討した。鋼ウェブにずれ止めを設けない場合を対象とし、コンクリートは鋼ウェブとは干渉無く変形し、鋼フランジとの間でのみ力を伝達するものとしてモデル化した。鋼フランジとコンクリート間にはギャップ要素を導入し、クーロン摩擦を考慮した。摩擦係数を幾つか変えて、解析を行った。

解析結果では、いずれの場合もフランジが降伏して終局状態となった。図2に各摩擦係数に対する梁の端部での鋼とコンクリートのずれ量を比較する。これにより、摩擦係数が0.3以上であれば、高荷重時でのずれが抑えられ、0.5程度では実験値に近いレベルの結果となった。

図3に、摩擦係数に対する上下フランジの界面での摩擦力(以後、水平界面力と呼ぶ)の変化を示す。この界面力は、せん断区間でのせん断力で無次元化されている。同図中、上下の水平界面力の差( $F_1 - F_2$ )は、鋼部と鉄筋コンクリートの中立軸の違いにより生じる、コンクリートの軸方向圧縮内力に相当し、梁の合成度をはかる一つの指標と考えられる。この軸方向内力を見ても、摩擦係数が0.5程度であれば完全合成( $m=5.0$ )に近いことが分かる。

図4に、各摩擦係数でのコンクリート部のせん断力分

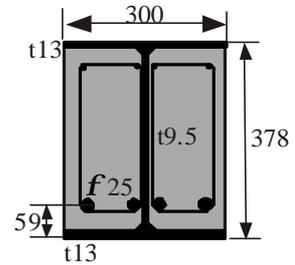


図1 対象断面と荷重状態

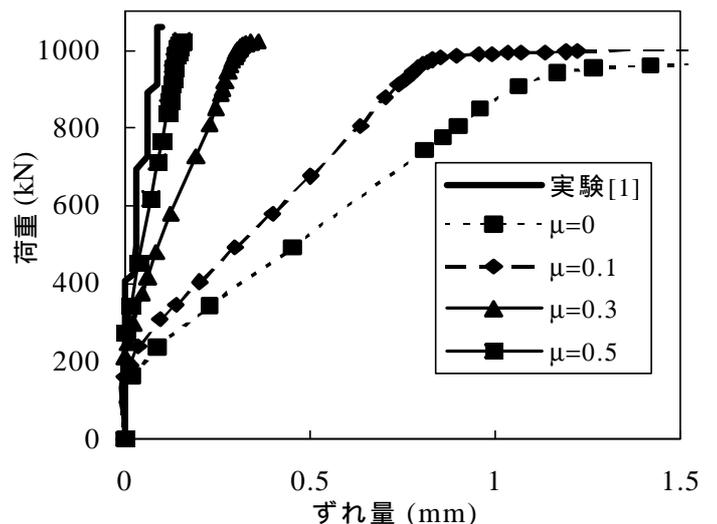


図2 端部でのずれ量

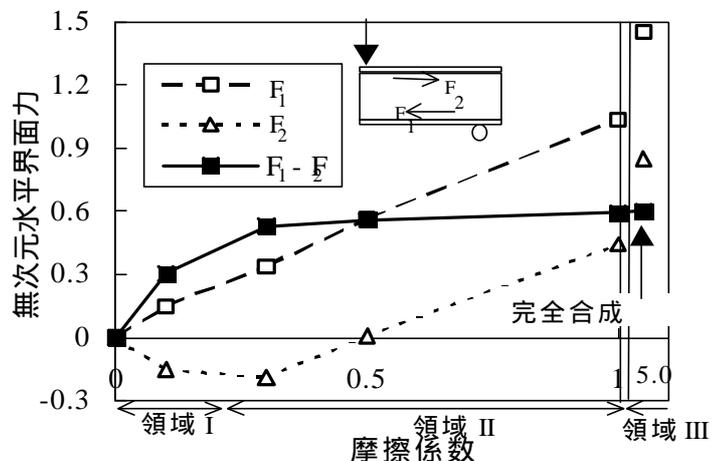


図3 上下フランジ部の水平界面力

キーワード：H型鋼，合成梁，クーロン摩擦，せん断力分担

連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5 TEL:078-992-5641 FAX:078-993-2056

布を示す．このせん断力も全体のせん断力で無次元化されており，せん断区間では全体に対するコンクリートの分担率に相当する 摩擦係数の違いにより，この分担率が 20～70%まで大きく変わる事が分かる．これは，鋼とコンクリート部の曲げ剛性の比とせん断剛性の比が大きく異なることによると考えられる．ところが，上記結果で合成挙動を示す摩擦係数 0.5 の場合は，摩擦が無い場合より僅か 10%程度高い 30-40%の分担率となった．これは，図 3 で示した上下界面の水平界面力の差は完全合成の場合 ( $\mu=5.0$ ) と同等まで達しているが，その和( $F_1+F_2$ )で表される，鋼から伝わるせん断力が，完全合成と比較して小さいからである．

### 3. 力の伝達モデル

上記解析結果を表現できる力の伝達機構として，図 5 の力学モデルを考える．すなわち，荷重点・支点で導入された力  $F$  は，フランジから  $b$  の割合でコンクリートに伝わり，反対側のフランジより  $(b-a)F$  の分布力で押し戻され，その差としてコンクリート部に  $a$  の割り合いのせん断力を分担されるというものである．鉛直方向にはこのモデルと荷重点・支点での鉛直ひずみの適合条件，水平方向には，図 3 の摩擦係数範囲に応じて，上下界面を領域 I：滑・滑，II：固着・滑，III：固着・固着，とすることにより，せん断力分担比を計算することができる．

図 6 に，この力学モデルで計算された各摩擦係数に対するコンクリートの分担率と FEM の結果の比較を示す．最大値は着点付近のものであるが，今回の FEM モデルの要素分割の粗さにより，解析の方が若干低く出ているからであり，それを考慮すれば，本モデルはほぼ妥当であると考えられる．これより，力の伝達機構は，ほぼ力学モデルで仮定した通りであるといえる．

### 4. おわりに

H 型鋼のフランジ間にコンクリートを打設した梁の，界面に摩擦を考慮した場合の挙動を FEM 解析で調べ，せん断力の伝達機構を検討した．妥当な摩擦係数を仮定することで，梁の合成挙動が解析できた．

コンクリートのせん断力分担率は完全合成より低いことが分かった．

解析結果を元にして，上下界面の鉛直及び水平方向の力の伝達のモデルを仮定した．これにより求められたせん断力の分担率を解析結果と再び比較することによって，当モデルの妥当性を確認した．

### 参考文献

[1] Kindmann, Bergmann, Cajot and Schleich, *J. Construct. Steel Research* 27, pp.107-122, 1993

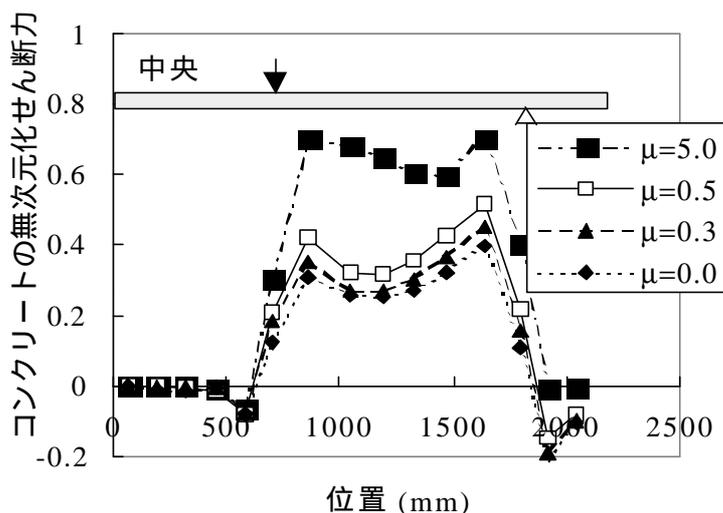


図 4 コンクリートの無次元せん断力 (分担率)

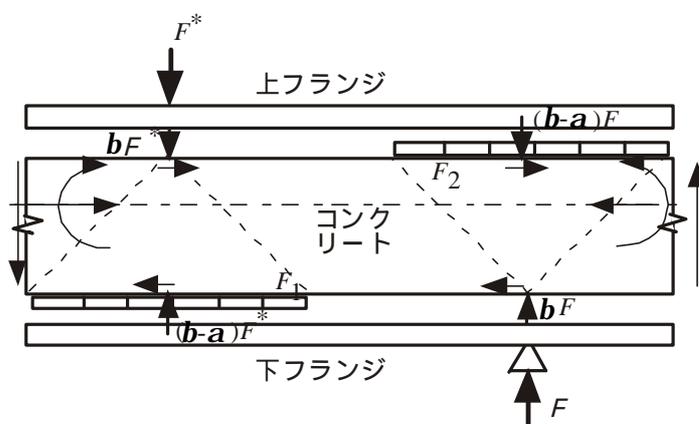


図 5 力の伝達モデル

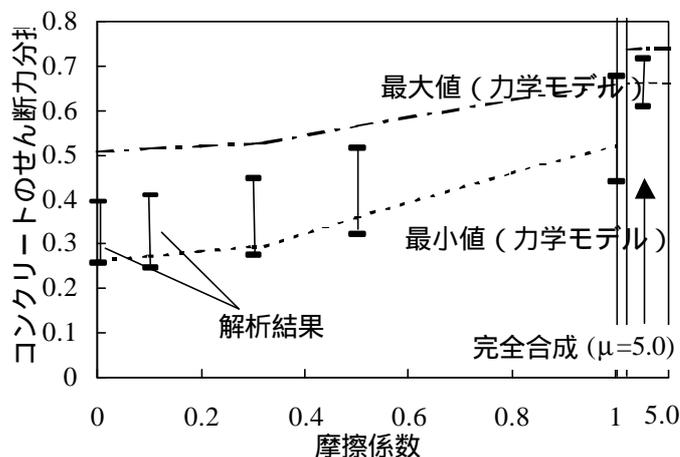


図 6 力学モデルと解析結果の比較