

## 頭付きスタッドを配置したH形鋼・コンクリート合成部材の変形能について

(株)シー・イー・サービス 正会員 大平雅司  
 北海学園大学工学部土木工学科 正会員 高橋義裕

### 1. はじめに

鋼とコンクリートによる合成構造の接合部<sup>1)</sup>には、ずれ止めとしてのスタッドが多く用いられている。そこで、著者らは、二本のH形鋼腹部に頭付きスタッドを溶接し、スタッドどうしを交互に挟み込むように並べて、コンクリートを充填することで、スタッドが主に引張材として働き、それによってコンクリートの拘束効果が利用できる合成部材(図-1参照)を考案した。本研究では、合成部材に曲げ荷重を作用させて、頭付きスタッドを配置したことによる塑性域での変形能について検討を行い、その結果を報告する。

### 2. 実験概要

実験に用いた供試体 D-Type の形状および荷重方法を図-2 に示し、供試体 C-Type および D-Type の材料特性値を表-1 に示す。供試体 D-Type では、H形鋼腹部に、9mm の頭付きスタッド(頭部 20mm)を 50mm 間隔で支間中央部 1100mm の区間に 1 断面当たり 3 本溶接した。荷重は、荷重載荷点位置の支圧板とH形鋼上フランジの間にテフロン板を挟み、摩擦を軽減させた状態で静的に漸増荷重を加えた。また、9mm のスタッドには、単軸のひずみゲージをH形鋼腹部から 30 mm の位置で、スタッドの両面に貼り付けて測定を行った。

尚、供試体 C-Type は、供試体 D-Type でスタッドが配置されていない状態の供試体である。また、拘束されないコンクリートとの曲げ耐力比較(本論文報告では省略)を行うため、RC としてのつり合い鉄筋比を超える D29 の異形鉄筋を 6 本配置した。

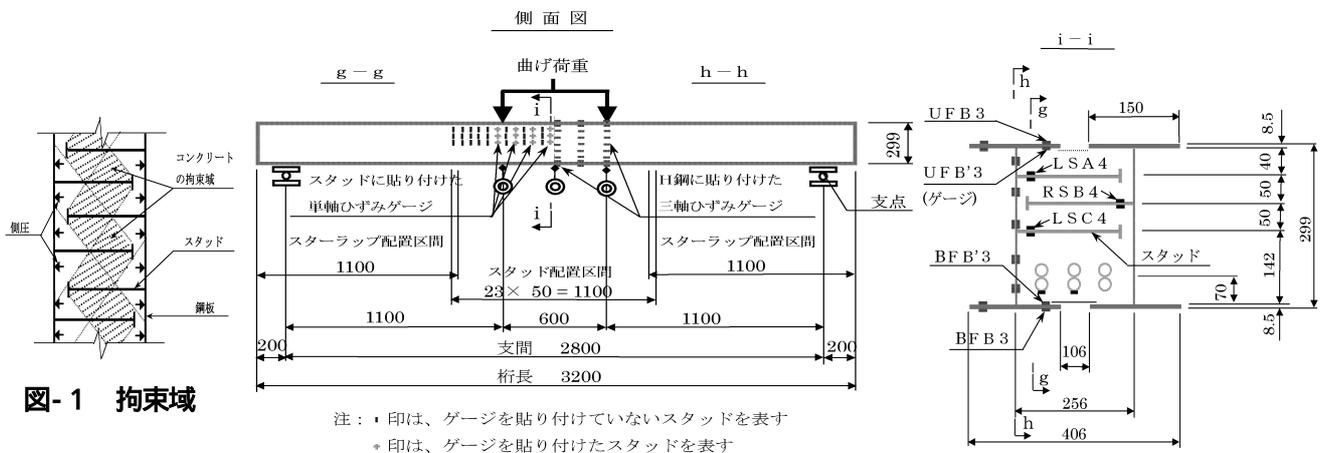


図-1 拘束域

図-2 供試体 D-Type の概略図

表-1 供試体の種類と材料特性値

供試体 記号	材料の 組合せ	コンクリートの強度 (N/mm <sup>2</sup> )	コンクリートの弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	H鋼の弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	H鋼の降伏点応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	スタッドの弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	スタッドの降伏点応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋 D29 の弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋 D29 の降伏点応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
C-Type	RC+H	28.4	24800	214200	349.8			190300	371.4
D-Type	RC+H+st	26.5	24100	214200	349.8	176500	334.4	170200	381.8

### 3. 実験結果

図-3 は、支間中央部 1100 mm の区間に配置されたスタッドの内、単軸のひずみゲージを貼り付けて測定を行ったスタッドの降伏状況を表したものである。印は、荷重の途中で降伏し、終局時に測定不能になったことを表す。印は、終局時にスタッド全断面が降伏していることを表す。印は、スタッドの一部の断面が降伏していることを表す。また、印は、スタッド全断面が降伏していないことを表す。

キーワード：合成部材、頭付きスタッド、変形能、拘束効果

連絡先：〒062-0032 札幌市豊平区西岡 2 条 8 丁目 5-27 電話:011(855)3301 FAX:011(855)3245

この図からコンクリート梁の上段に配置されたスタッドが終局時には、ほぼ降伏ひずみに達し、拘束効果に有効に作用していることを示している。中断および下段に配置されたスタッドについては、断面の一部が降伏ひずみに達しているか、または、全断面が降伏ひずみに達していないかのどちらかであるが、拘束効果に少なからず寄与しているものと思われる。これらのことから、スタッドどうしを交互に挟み込むように並べることで供試体 D-Type の変形能力が大きくなったと考えられる。

また、図-4 に示す供試体 C-Type および D-Type の支間中央位置における荷重とたわみの関係の実測値を見ると、C-Type と D-Type の耐力差は小さいが、終局時の変形量を比較すれば、D-Type は C-Type の約 3 倍となり、スタッドの有無による差は大きい。

#### 4. FEM 解析による照査

荷重載荷点位置における供試体の変位と、その時の各材料の応力状態の比較をするため、供試体 C-Type および D-Type について、三次元の非線形 FEM 解析を行った。

モデル化の範囲は、供試体全長の 1/2 とした。コンクリートは、ソリッド要素、スタッドはビーム要素および H 形鋼は、シェル要素でモデル化を行った。解析手法は、微小変形問題とし、荷重条件として H 形鋼上フランジ上面に強制変位を与えた。境界条件としては、支間 1/2 の中央断面に変位の対称条件を設定し、支点部は鉛直方向のみ固定して回転は自由とした。また、接触条件として各界面に微小すべりおよび摩擦無し条件を与えた。材料の降伏条件として、コンクリート部材は、Mohr-Coulomb を、また、H 形鋼およびスタッドは、Mises を用いた。硬化則には、弾完全塑性モデルを適用。

図-5 はスタッドを配置していない供試体 C-Type について、供試体のたわみに対する各材料の応力度を表している。供試体の変位が約 10mm で、H 形鋼の上フランジを表す曲線 UFB3 および UFB'3 が降伏点応力度 349.8 N/mm<sup>2</sup> に到達して折れ曲がり、完全塑性状態となっている。更に、変位 20mm 直前で鉄筋 D29 も降伏点応力度 371.4 N/mm<sup>2</sup> に到達し、供試体が耐力を失っている。図-4 の荷重-たわみ関係の実測値でも変位が 20mm 直前で最大耐力となったことを示している。

図-6 の供試体 D-Type については、H 形鋼の上フランジを示す曲線が降伏点応力度 349.8 N/mm<sup>2</sup> で最初に折れ曲がり、完全塑性状態となっている。この点に対応するたわみは約 11mm であり、図-4 の荷重-たわみ関係の実測値もほぼ 11mm 近傍で曲がり始めている。続いて、たわみが 20mm で D29 の鉄筋が降伏点応力度 381.8 N/mm<sup>2</sup> に達し、たわみが 23mm 付近で支間中央部分の上段に配置されたスタッド LSA2 (2, 上段 A) RSA3 (3, 上段 A) および LSA4 (4, 上段 A) が降伏点応力度 334.4 N/mm<sup>2</sup> に到達するが、変形は、更に進行していることが示されている。

#### 5. まとめ

二本の H 形鋼腹部に頭付きスタッドどうしを交互に挟み込むように並べて、スタッドに引張材としての働きをもたせることでコンクリートが拘束され、十分変形能力が発揮できた。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン, 1983.3

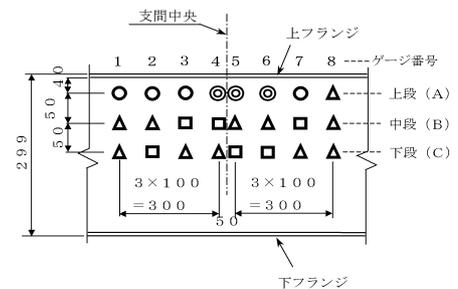


図-3 スタッドの降伏状況

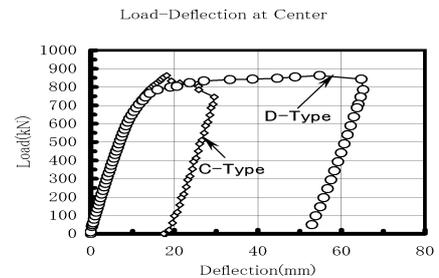


図-4 荷重-たわみ関係

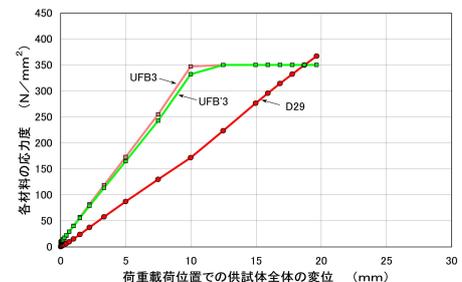


図-5 C-Type の変位と材料応力度

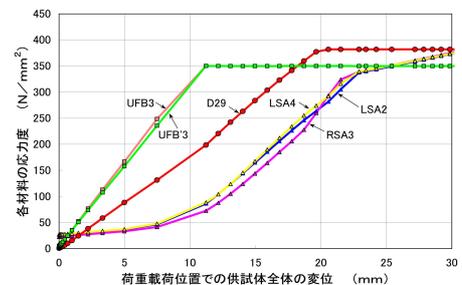


図-6 D-Type の変位と材料応力度