

## 合成梁の力学性状に及ぼすスタッドの配置間隔の影響に関する実験的研究

宇都宮大学大学院 学生員 ○菅原健太郎 宇都宮大学 フェロー会員 中島章典  
宇都宮大学 正会員 NGUYEN MINH HAI 川田工業(株) 正会員 溝江慶久

## 1. はじめに

合成梁とは鋼梁とコンクリート床版を頭付きスタッド(以下、スタッド)などのずれ止めで結合させた梁である。ずれ止めによる合成効果が十分で合成梁として成立するためには、合成梁として必要な要求性能を満足する必要がある。既往の研究においてスタッドの配置間隔が150mm, 200mmの合成梁模型試験体の実験を行い、たわみ、ずれ変位、ひずみなどを詳細に計測した<sup>1)</sup>。その結果、一般的に用いられる状況を考慮してさらに、ずれ止めが十分配置された合成梁の実験を行い、合成梁の力学性状を相互に確認することが必要と考えられた。

そこで本研究では、ずれ止めを十分配置した配置間隔100mmの合成梁模型試験体の実験を行い、スタッドの配置間隔が力学性状に及ぼす影響を改めて検討する。また、型枠作製前から載荷試験前までの自重などによる試験体のひずみ挙動を確認する。

## 2. 実験概要

合成梁模型試験体の概要を図-1に示す。試験体の全長は4200mm、支間長は4000mmで、軸径16mm、全高90mmのスタッドを上フランジ上に2列で配置している。そして、長手方向のスタッドの配置間隔を100mm, 150mm, 200mmと変えた試験体3体を製作しており、それぞれの試験体名をCGS10, CGS15, CGS20とする。図-2のように幅400mm、高さ120mmのRC床版内にはそれぞれD13鉄筋を2段で合計8本配置し、スターラップとして、D10鉄筋をCGS10では載荷点より左側で100mm間隔、右側で200mm間隔に、CGS15及びCGS20では、それぞれ150mm及び200mm程度の間隔に配置している。実験に際しては、支間1/3点に漸増繰り返し荷重を載荷し、載荷点のたわみ、RC床版と鋼梁のずれ変位、各部のひずみを計測している。

なお、試験体CGS15及びCGS20では、鋼梁下フランジを直接実験棟の床に置いてRC床版を打設、脱型、養生している。一方、試験体CGS10では、実際の現場での状況を再現するため、支点位置で単純支持した状態でRC床版を打設、脱型、養生している。

## 3. 実験結果及び考察

図-3に載荷点の荷重-たわみ関係の包絡線を示す。縦軸が荷重、横軸がたわみである。図中の黒実線はせん断変形の影響を考慮した計算値である。この図から、CGS15の関係の初期勾配はせん断変形の影響を考慮した計算値よりも大きく、荷重が600kNを超えるまでCGS10よりもたわみが小さい。この理由は支点沈下の計測などに問題があったと考えている。

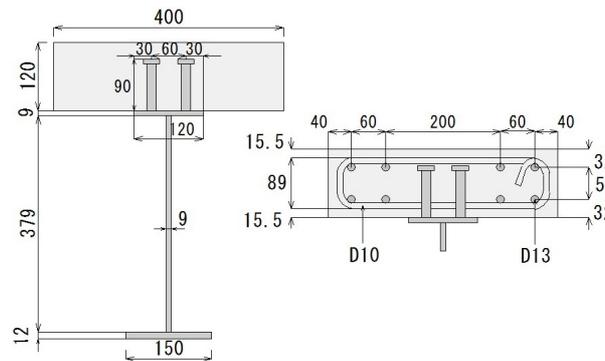
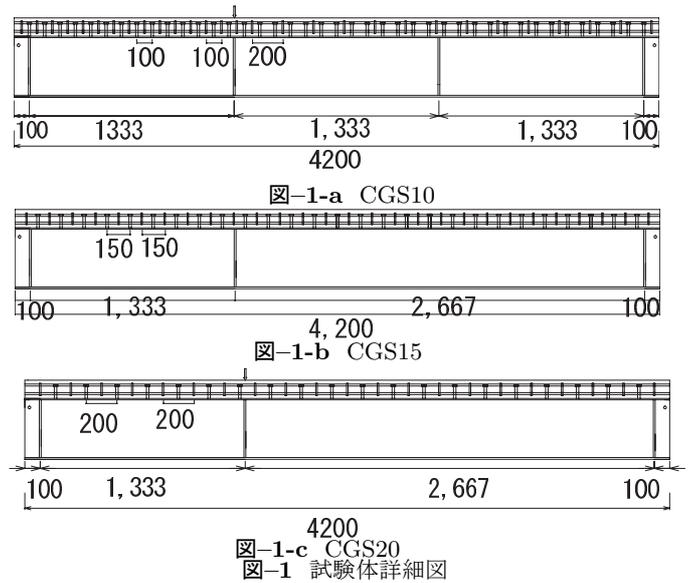


図-2 桁試験断面図及び配筋図(単位 mm)

これに対してCGS10及びCGS20の関係の初期勾配はせん断変形を考慮した計算値にほぼ一致しており、CGS10では荷重約350kNで、CGS20では荷重約200kNで計算値から外れている。この理由は後者の場合の方がスタッド本数が少ないからである。

これらの試験体の曲げ耐力の実験値、応力ブロックに基づく全塑性モーメント及び床版コンクリートの圧壊の影響を考慮した設計曲げ耐力に相当する荷重を表-1にまとめる。ここで用いた梁断面では、床版コンクリートの圧壊の影響により(1)式のように全塑性モーメントを低減する必要があるため、曲げ耐力の実験値はいずれも設計曲げ耐力よりも大きく、安全性の限界状態を満足していると言える。しかし、CGS15の曲げ耐力の実験値755kNに対して、他の2体の曲げ耐力は10%程度小さい。

$$M_{ud} = (1.05 - 0.33 \frac{D_p}{D_t}) \frac{M_{pt}}{y_b} \quad (1)$$

$M_{ud}$ : 設計曲げ耐力 (kN・m)

$M_{pt}$ : 全塑性モーメント (kN・m)

**Key Words:** 鋼コンクリート合成桁, 頭付きスタッド, 配置間隔, 曲げ耐力

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻 Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6208

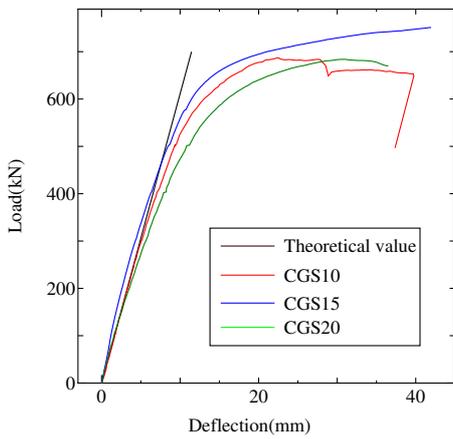


図-3 荷重-たわみ関係

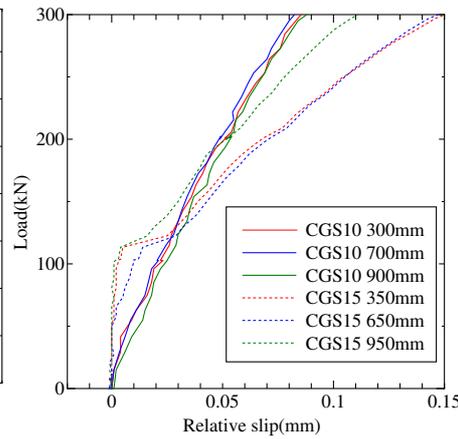


図-4 相対ずれ変位分布

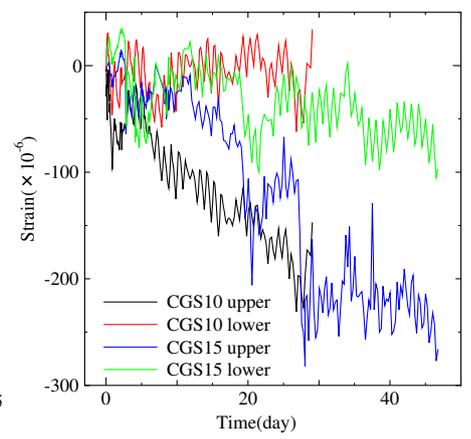


図-5 載荷前までのひずみ変位

表-1 曲げ耐力の実験値と理論値の比較

	曲げ耐力	全塑性モーメント	設計曲げ耐力
CGS10	687kN	721kN	635kN
CGS15	755kN	743kN	639kN
CGS20	684kN	696kN	603kN

$D_p$ :床版上面から塑性中立軸までの距離 (m)

$D_t$ :合成断面の全高 (m)

$y_b$ :部材係数 (一般的に 1.1)

この理由は、CGS10 では載荷点付近の床版上部のコンクリートが圧壊するのに伴ってスターラップの配置間隔が 200mm のところで鉄筋が座屈し、この部分が急激に圧縮力に抵抗できなくなったためと考えられる。一方、CGS15 ではスターラップを 150mm 間隔で配置したため床版コンクリートが十分に圧縮力に抵抗し、耐力が大きくなったと考えられる。

CGS10 及び CGS15 において計測した鋼梁上縁と床版下縁のずれ変位と荷重の関係を図-4 に示す。縦軸が荷重を、横軸がずれ変位である。ずれ変位の計測位置は左側支点から CGS10 では 300, 700, 900mm であり、CGS15 では 350, 650, 950mm である。この図から、スタッド本数が多い CGS10 では、載荷の初期から荷重の増加とともにずれ変位が増加しているが、スタッド本数が少ない CGS15 では、荷重が 100kN 程度以下では荷重の増加に対してずれ変位は増加していない。これは、試験体の RC 床版の打設や養生手順の違いによるものと考えられる。つまり、CGS10 では、前述のように、支点位置のみで支持した状態で床版を打設、脱型、養生しており、死荷重および乾燥収縮などによるせん断力がスタッドに作用し、鋼梁上フランジ上面と床版下縁の付着が低下していた可能性がある。これに対して、CGS15 では鋼梁下面を床に直接置いた状態で RC 床版を打設、脱型、養生しているため、鋼梁上フランジ上面と床版下縁の付着が保持されていたと考えられる。なお、荷重が 100kN 以上になると CGS10 の方が CGS15 よりもずれ変位は小さくなっていることが分かる。これは CGS10 の方がスタッド本数が多いためである。

#### 4. 載荷試験前のひずみ

図-5 に、CGS10 と CGS15 の型枠作製直前から合成梁載荷試験前までの載荷点での上フランジと下フランジのひずみ挙動を示す。なお、縦軸はひずみ、横軸は打設日からの経過日数を示している。なお、型枠作製から載荷試験前までは CGS10 は約 30 日、CGS15 は約 45 日の期間となっている。この図を見ると載荷直前のひずみの値は上フランジはどちらも圧縮を示し、また値も同程度を示していることが分かる。一方、CGS10 の下フランジは平均的に 0 程度を、CGS15 のそれは圧縮を示していることが分かる。このように CGS15 と CGS10 の下フランジのひずみ挙動が異なる理由として、CGS15 は型枠作製時から下フランジを床に直接置いた状態で作製した。そのため床版コンクリートの乾燥収縮により鋼梁は圧縮を受けるが自重のために曲げの影響は小さく、上下フランジとも圧縮側となった。一方、CGS10 は床版コンクリートの乾燥収縮のために鋼梁が圧縮とともに曲げを受け、上フランジが圧縮、下フランジが引張となったと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、スタッドの配置間隔を 100mm, 150mm, 200mm と変えた合成梁試験体の静的載荷試験を行い、スタッドの配置間隔が力学性状に及ぼす影響を検討した。その結果、最もスタッド本数が多い試験体の曲げ耐力が必ずしも大きくならない結果となった。この理由は載荷点付近の床版内スターラップ配置間隔と鉄筋の座屈の関係によるものと考えられた。

また、型枠作製前から載荷試験までのフランジのひずみ挙動を、支点位置で 2 点支持した支持方法と下フランジを床に直接置いた状態の支持方法の違いによって比べた。その結果、両試験体とも上フランジのひずみは同様の傾向を示したが、下フランジのひずみは支点支持では平均的に 0 程度を、床に直接置いた場合には圧縮になることが分かった。

#### 参考文献

- 1) 溝江ら：材料損傷の発生順序に着目した合成はりの耐荷挙動に関する実験的研究，第 11 回複合構造の活用に関するシンポジウム，pp.393-402, 2015.
- 2) 土木学会：複合構造標準施工方書，pp.158-160, 2015.