

鹿 島 正員 増田英一
 宇都宮大学 正員 中島章典
 大林組 谷田部勝博

1. はじめに

現在、合成桁スタッドなどのずれ止めの静的強度および疲労強度の評価は、おもに押し抜き試験結果に基づいて行われている。しかし、押し抜き試験時のずれ止めの応力伝達性状と桁試験時のそれとは、ずれ止めの水平せん断力とずれ変位の非弾性範囲までの関係を考えて、必ずしも対応関係が明らかになっているとは限らない。

そこで本研究では、押し抜き試験時のずれ止めの水平せん断力とずれ変位の非弾性範囲までの関係と、桁試験時のずれ止めの挙動の対応関係を調べるために、ずれ止めにスタッドあるいはスラブ止めを有する桁試験体および押し抜き試験体を製作し、静的載荷実験を行った。また、押し抜き試験時の水平せん断力とずれ変位関係を取り入れた剛体ばねモデル解析による結果と桁試験時の結果を比較検討した。

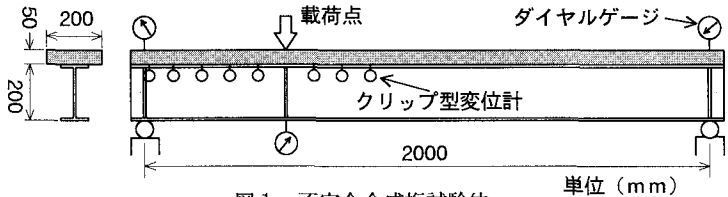


図1 不完全合成桁試験体

2. 実験方法

本研究では、図1に示すH型鋼（200×100×5.5/8mm）とRC床版（200×50mm）およびスタッド（径13mm、全高40mm）、あるいは直径6mmの丸鋼鉄筋を加工したスラブ止め（全高39mm）で構成されるスパン200cmの桁試験体を4体、図2に示す同じ断面のH型鋼とRC床版およびずれ止めを用いた押し抜き試験体を8体製作した。桁試験体のずれ止めに作用する水平せん断力を大きくするために、桁試験体にはずれ止めを6箇所、図3に示すようにスタッドを1列あるいは2列に配置したものと、スラブ止めを橋軸方向に対して90°あるいは30°に配置したものを考えた。桁試験体のずれ止めに対応させた押し抜き試験体を、各ずれ止めのタイプごとに2体ずつ製作した。

各試験体には、ずれ止めとその付近の鋼フランジの局部的なひずみ性状および鋼桁の全体的なひずみ性状を見るために、左支点より3本目までのずれ止め自身（基部より約1.5cm）の橋軸方向前後とずれ止め付近のフランジおよび鋼桁上下フランジのウェブ上にひずみゲージを貼付し、それぞれのひずみを計測した。

また、ずれ止め位置での鋼桁とRC床版の相対的なずれを調べるために、図1、2に示す位置にクリップ型変位計を取り付けた。さらに、載荷点および支点の位置にダイヤルゲージを設置して、たわみを計測した。桁試験においては、左支点から50cmの位置に集中荷重を載荷・除荷を繰り返しながら破壊まで載荷した。

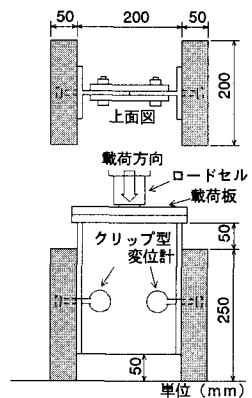


図2 押し抜き試験体

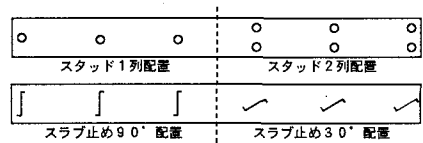


図3 桁試験体のずれ止めの配置

3. 実験結果と考察

押し抜き試験より得られた、ずれ止めに作用する水平せん断力とずれ止め高さでのずれ変位の関係を図4に示す。水平せん断力とずれ変位の線形範囲におけるずれ止め剛度は、スタッド2本の場合が最も大きく、スラブ止め90°、スタッド1本、スラブ止め30°の順になっている。スラブ止め90°では、降伏後急激にずれ変位が大きくなるという押し抜き挙動を示している。

これらの押し抜き性状を有するずれ止めを用いた桁試験時の荷重とたわみの関係を図5に示す。弾性範囲内でのたわみは、いずれも完全合成理論値と非合成理論値との間にあり、全試験体とも

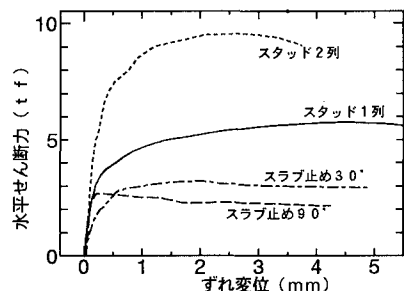


図4 押し抜き試験体の荷重-ずれ変位曲線

いわゆる不完全合成桁であると言える。また、1箇所にスタッド2本を配置した桁試験体の曲げ剛性、降伏荷重が最も大きくなっており、ある程度ずれ止めの押し抜き性状と対応していることがわかる。

次に、4つの桁試験体の荷重 $10tf$ 時の鋼桁上フランジのひずみ分布を図6に示す。全試験体ともずれ止めの前後でひずみの値が脈動していることから、鋼桁上フランジに局部曲げと応力集中が起こっており、ずれ止めが水平せん断力を伝達していることがわかる¹⁾。スラブ止めを有する桁試験体においても、スタッドの場合と同様なひずみ性状が見られることから、スラブ止めも水平せん断力を伝達していることがわかる。

ここで、スタッド1列配置の押し抜き試験時と桁試験時の荷重（押し抜き試験では水平せん断力）と軸ひずみの関係を図7に示す。図では、桁試験時の荷重を左側縦軸で、押し抜き試験時の水平せん断力を右側縦軸で表している。押し抜き試験時のスタッドの軸ひずみは、水平せん断力の大きさによらず引張りひずみになっているのに対して、桁試験時の載荷点付近のスタッド（点線）では、上載荷重による圧縮力のために、荷重が小さい間は圧縮ひずみが生じていることがわかる。これは押し抜き試験では、載荷荷重がそのまま水平せん断力としてずれ止めに作用するが、桁試験では、桁の曲げとせん断に伴い、ずれ止めが水平せん断力を伝達するとともに、上載荷重を受けるためである。

4. 剛体ばねモデル解析

ずれ止めの非弾性範囲までの水平せん断力—ずれ性状を簡易に取り入れて、不完全合成桁の挙動を剛体ばねモデルを用いて解析した。解析に際しては、ずれ止め位置に配置した水平ばねの水平せん断力とずれ変位の関係が、押し抜き試験において得られた水平せん断力—ずれ変位曲線上に載るように、各ずれ止め位置に割線の水平ばね定数を与えた。

図8に、スラブ止めを橋軸方向に対して 30° 傾けて配置した試験体の橋軸方向ずれ変位分布の実験結果と計算値の比較を示す。白抜きのマークで示すタイプ1は、初期接線勾配のずれ止め剛度を用いたときの計算値であり、タイプ2はそれぞれのずれ止めに割線勾配のずれ止め剛度を用いた計算値である。全般的に、タイプ1よりタイプ2の計算値の方が実線で示す実験値に近い値を示しているが、荷重が $15tf$ 時の載荷点付近のずれ止め位置での計算値（タイプ2）と実験値には、まだ差異が認められる。これは、上述のように桁試験時のずれ止めの挙動には、上載荷重が増加するにつれて載荷点付近では、鉛直方向の力が大きく関与するためであると考えられる。

5. おわりに

水平せん断力と上載荷重による鉛直方向の力が大きく関与する、桁試験時のずれ止めの挙動は鉛直方向の圧縮力を受けない押し抜き試験時のずれ止めの挙動とは異なる。

したがって、合成桁の非弾性範囲までのずれ止めの性状をより正確に把握するためには、水平方向の力と同時に、鉛直方向の力を考慮した押し抜き試験時のずれ止めの挙動を明らかにする必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 中島他：合成桁ずれ止めの水平せん断伝達性状に・・・，鋼構造年次論文報告集，Vol.1，pp.669-676，1993.7

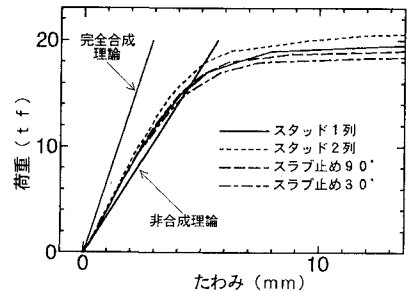


図5 荷重—たわみ曲線

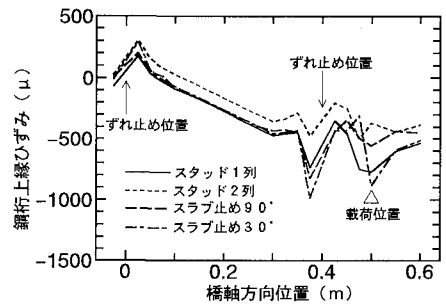


図6 鋼桁上縁の橋軸方向ひずみ分布 ($10tf$ 時)

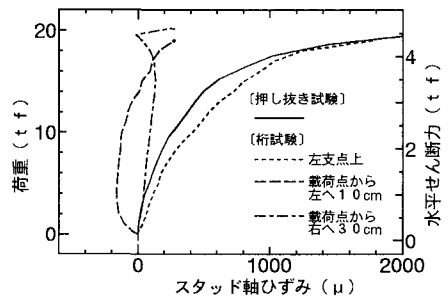


図7 スタッドの荷重—軸ひずみ曲線

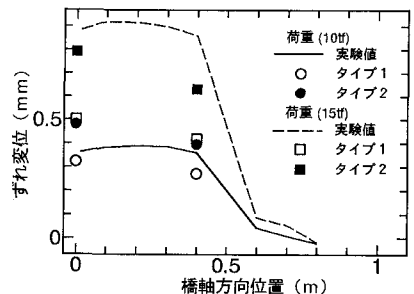


図8 橋軸方向ずれ変位分布（スラブ止め 30° ）