

鋼・コンクリート合成桁のせん断 プレストレス導入方法の検討

九州工業大学 学生員○橋高広一郎

学生員 尾花誠太郎

同上

正会員 山崎 竹博

正会員 出光 隆

1. まえがき

鋼・コンクリート合成桁の接合部では、一般に、鋼に溶接した「ベル」や「スタッド」などのずれ止め金具をコンクリート床版中に埋設してせん断に対する補強を行う。最近では床版にプレキャストコンクリートを使用する例が増えてきているが、このような桁ではプレキャスト床版中にずれ止め金具挿入用の穴を設けておき、これにコンクリートを打設して鋼桁と一体化する必要が生じる。従って、支点近くなどせん断力の大きな部分においては、床版のずれ止め箇所が増え挿入用の穴の確保が困難となる場合が生じる。筆者らは施工の迅速化、省力化ができ、かつ、ずれ止め金具の間隔を大きくできる工法として鋼桁とPC床版とを高力ボルトの緊張力で接合し、両部材間に生じる摩擦力でせん断力を負担させる工法を研究してきた。この時、载荷によって接合面に作用するせん断力と反対の方向に前もってせん断力を導入しておけば、接合面のせん断耐力はその分増大することになる。筆者らは、この力を「せん断プレストレス」と呼んでいる。その導入概念を図-1に示す。本論文ではせん断プレストレスの導入方法についての検討を行った。

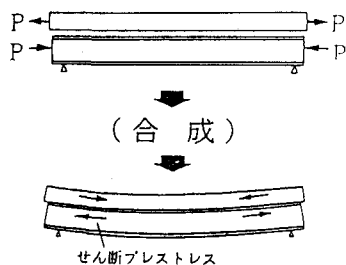


図-1 せん断プレストレス導入概念図

2. せん断プレストレスの導入方法

合成桁接合面に作用するせん断プレストレスの導入には大別して図-2に示す5種類の方法が考えられる。

- ①床版と鋼桁を重ねばりにし、曲げ変形を与えた状態で両者を合成し変形を解除する。
- ②鋼桁に軸圧縮力を作用させた状態で床版と合成し、その後軸圧縮力を除去する。
- ③床版と鋼桁とを合成した後に鋼桁下縁側にプレストレス力を導入する。(以下「ポストテンディング方式」と呼ぶ)
- ④床版に引張力を作用させた状態で鋼桁と合成し引張力を除去する。
- ⑤鋼桁と床版とを合成した後に床版にプレストレス力を導入する。

このうち、①の方法は、曲げ変形状態を保持した状態で接合することが困難であること、④の方法は、床版にひび割れ発生の恐れがあり、また、分割されたプレキャスト床版の接合部の引張強度を確保しなければならないこと、⑤の方法は、床版にプレストレス導入用のシースが必要なことなどの問題がそれぞれ考えられる。②の方法でせん断プレストレスを導入した合成桁についてはその効果と長期の経時変化などを報告してきた。本研究では、上記③の方法について理論、実験の両面から検討を行った。

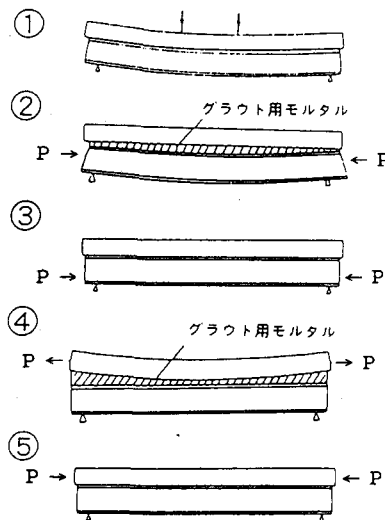


図-2 種々のせん断プレストレス導入方法

3. ポストテンディング方式によるせん断プレストレスの計算

軸圧縮力導入により生じるコンクリート床版の上縁、下縁およびモルタル下縁のひずみをそれぞれ ε_{cu} 、 ε_{cl} 、 ε_m とすると、せん断プレストレス S_p (kgf)は、コンクリートおよびモルタルの弾性係数 E_c 、 E_m を用いて

$$S_p = \frac{E_c (\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{cl})}{2} \cdot A_c + \frac{E_m (\varepsilon_{cl} + \varepsilon_m)}{2} \cdot A_m \quad \begin{matrix} A_c: \text{コンクリートの断面積}(\text{cm}^2) \\ A_m: \text{モルタルの断面積}(\text{cm}^2) \end{matrix} \quad (1)$$

により求められる。

本研究で使用した合成桁の断面寸法を図-3に示す。断面寸法を変化させ式(1)によりせん断フレスト量を計算すると、床版については、幅は狭く薄いもの、フランジについては、上フランジの影響が大きくその幅は広く厚いものが大きな値が得られる。また、軸圧縮力導入位置及び、桁高を変えたときのボルト1本当たりのせん断フレスト量の関係を図-4に示す。

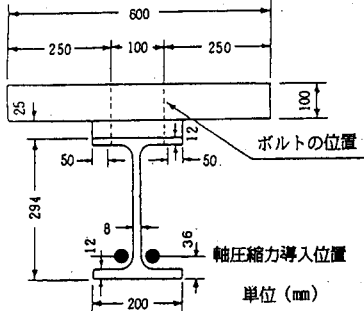


図-3 供試体断面図

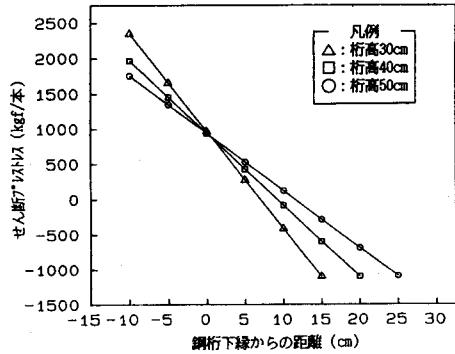


図-4 軸力導入位置とせん断フレスト量の関係

図-4から、軸圧縮力導入位置が、下フランジ付近ではせん断フレスト量は小さく、桁高の影響も小さい。桁高が低く鋼桁下縁より下側に軸圧縮力を導入するとせん断フレスト量は大きくなる。

合成桁断面の任意の点のせん断応力 τ (kgf/cm²) は、作用するせん断力を S (kgf) とすると

$$\tau = \frac{Q}{I_u} S \quad \begin{matrix} I_u: \text{コンクリート断面に換算した断面二次モーメント}(\text{cm}^4) \\ Q: \text{コンクリート断面に換算した断面の着目点より上の断面一次モーメント}(\text{cm}^2) \end{matrix} \quad (2)$$

で表され、式(1)及び式(2)を用いて、供試体接合面ですべりが生じる時の耐力を算出すると49.5tfとなる。

4. 実験による理論値の検証

供試体は、軸圧縮力を導入しない桁をTYPE-1、導入した桁をTYPE-2とした。施工順序を以下に示す。床版およびボルト12本を仮設する。各ボルトにはモルタルとの接触を避けるために厚さ9mmのワランを巻きボルト表面の空間を確保する。鋼桁と床版の間には早強性無収縮モルタルを注入し、モルタル硬化後材令3日で高力ボルトに目標13tfの軸力を導入し、桁を合成する。ボルトの軸力が安定してから2本の異径鋼棒で、各々に15tf、合計30tfの軸圧縮力を導入した。スパンは300cmとし、左右両支点から130cmの位置に2点載荷して曲げ試験を実施した。曲げ試験による荷重とずれの関係を図-5に示す。同図よりTYPE-2のずれ荷重は理論値とほぼ一致することから、せん断フレスト量は理論的に算定可能といえる。TYPE-1とTYPE-2のずれ荷重の差は試験開始時に、ボルト1本当たりの平均軸力の差が1.2tfあったことによるものと計算により確認された。以上のことからTYPE-2の供試体の軸圧縮力導入位置では、計算で予測された通り、曲げ耐力の向上はほとんど見られなかった。

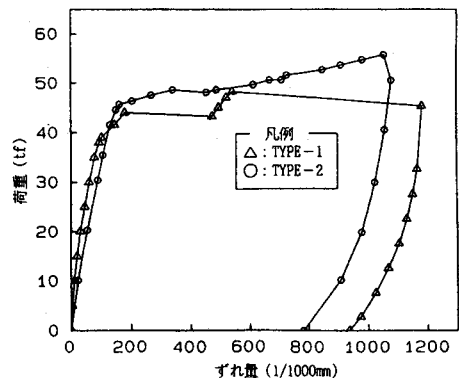


図-5 荷重とずれ量の関係

5. まとめ

- 1) 鋼桁接合面へのせん断フレスト量は理論的に算定可能である。
- 2) ボルトベンディング方式では、鋼桁下縁より下側に軸圧縮力を導入しなければ合成桁の曲げ耐力は向上せず、アウターブルなどを用いる工夫をしなければならない。