

# 床スラブ付き梁端ピン接合部の挙動

## その1 床スラブ付きブレース架構の実験

212-045 川本 侑司

### 1. はじめに

引張ブレース構造における梁端接合部は、梁ウェブのみに高力ボルト接合したピンディテールとし、構造計算上はピン接合として扱われる(図1)。一方、実際の建物では、梁上に床スラブが存在することもあり、柱梁架構の変形時には、床スラブが梁端ピン接合部の回転変形を拘束し、梁端ピン接合部の曲げ耐力や回転剛性が上昇するものと考えられる。したがって、床スラブが付く場合には、梁端接合部をピンディテールとしても設計上ピン接合と仮定することはできないと言える。しかしながら、床スラブ付きの梁端ピンディテール接合部の最大曲げ耐力や弾性剛性、変形性能などの力学挙動は明らかになっていない。

本研究では、床スラブ付き梁端ピン接合部の応力状態を把握し、最大曲げ耐力や変形性能を確認することを目的としている。本報(その1)では、実大ブレース架構実験で得られた結果から、床スラブの有無がブレース架構の力学挙動に及ぼす影響を把握し、梁端接合部の応力状態について考察する。

### 2. 実験計画

試験体の概要を図2に示す。試験体は、スパン4m、階高2.5mの2層1スパン実大ブレース架構である。柱はH形鋼を弱軸使い、梁はH形鋼を強軸使いとし、梁上には床スラブを設け、頭付きスタッドにより一体化する。床スラブは全長4,200mm、幅1,200mm、厚さ110mmであり、張り出し部分の自重を支持するために、直交梁を一定間隔で配している。なお、頭付きスタッドの本数は、ブレース軸部降伏時の水平耐力を上回り、かつ不完全合成梁の条件を満足するように決定した。

実験パラメータは床スラブの有無であり、純鉄骨試験体と床スラブ付き試験体の2体について結果を示し、両者を比較することで床スラブの有無の影響を確認する。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 履歴挙動と曲げモーメント分布

実験より得られた荷重変形関係を図3に示す。縦軸は層せん断力 $Q$ 、横軸は平均層間変形角 $R$ である。純鉄骨試験体の最大耐力は、ブレース軸部降伏時の水平耐力の計算値とほぼ一致するが、床スラブ付き試験体では弾性剛性、最大耐力が大きく上昇し、いずれも純鉄骨試験体に対する比率が約1.5倍になっていることがわかる。

平均層間変形角 $+1/50\text{rad}$ .時における柱梁の曲げモーメント分布を図4に示す。曲げモーメントは柱梁に貼付したひずみゲージより得た。純鉄骨試験体では、柱梁にほと

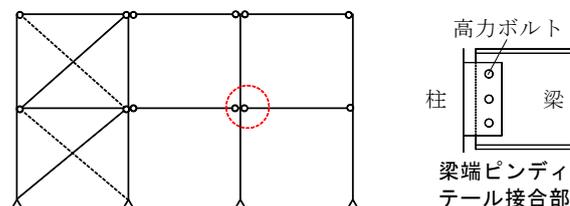
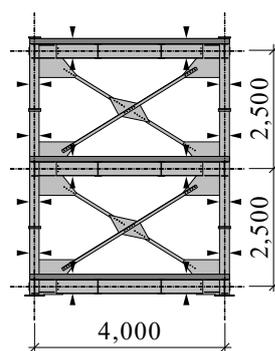


図1 引張ブレース構造



#### 床スラブ詳細

- ・全長：4,200mm
- ・幅：1,200mm
- ・厚さ：110mm
- ・頭付きスタッド：  
13- $\phi$ 13x80@200
- ・床スラブ内金網鉄筋：  
 $\phi$ 6x100x100(SD295)
- ・スパン内法：2,808mm
- ▼：ひずみゲージ貼付断面

図2 試験体概要

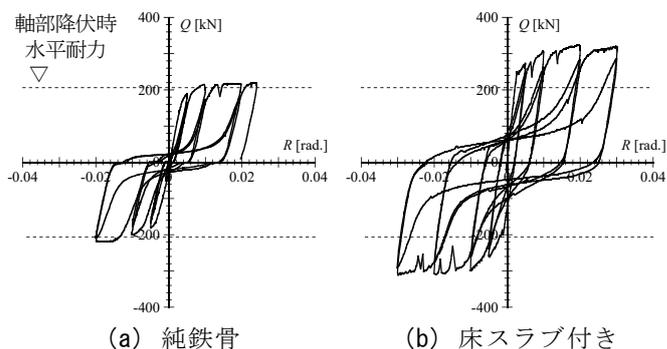


図3 荷重-変形関係

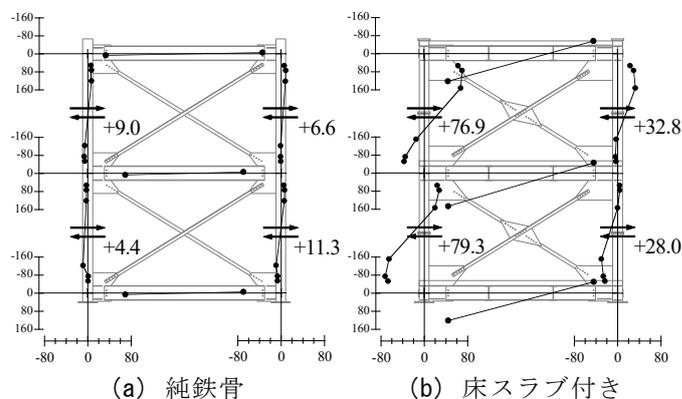


図4 曲げモーメント分布(+1/50rad.時)

んど曲げモーメントが生じていないのに対し、床スラブ付き試験体では大きな曲げモーメントとせん断力が作用していることが確認できる。特に、床スラブが曲げ圧縮となる正曲げを受ける左側の梁端及び柱において、負担する応力の増大が見られる。鉄骨梁と柱の全塑性モー

ントは、それぞれ175kN-m, 80kN-mであるのに対し、柱梁節点では120kN-m程度の曲げモーメントが作用している。梁は弾性域に留まっており、柱は塑性化している可能性がある。しかし、柱節点付近にはガセットプレートが存在するため、この部分のH形断面柱が負担している曲げモーメントは小さくなっており、塑性化が進行しているか否かは確認できていない。

### 3.2 梁の応力負担

次いで、ひずみゲージより得られた鉄骨梁の軸方向力  $n_s$  の履歴を図5に例示する。純鉄骨試験体では、常に圧縮軸力を負担している。床スラブ付き試験体では、負曲げ時には純鉄骨試験体と同様の挙動を示しているが、正曲げ時には大きな引張軸力を負担している。これは、正曲げ時には合成効果によるモーメントを生じさせる偶力として鉄骨梁に引張軸力が作用するためである。

ここで、床スラブ付き試験体における梁の応力負担について検討する。引張ブレース構造では、ブレースの引張軸力は梁に圧縮軸力として伝達され、梁には曲げモーメント  $M$  と圧縮軸力  $N$  が同時に作用する。このとき、梁全体の応力負担は図6のように表せる。軸方向力の釣り合い、鉄骨梁の図心まわり曲げモーメントの釣り合いより、次式が成立する。

$$N = n_c + n_s \quad \dots (1)$$

$$M = m_s + n_c \cdot e \quad \dots (2)$$

梁の曲げモーメント  $M$  は左右の柱の曲げモーメント分布から求まる。一方、鉄骨梁が負担する曲げモーメント  $m_s$  と軸方向力  $n_s$  はひずみゲージから求められる。また、軸方向力  $N$  は、ブレースの水平力負担と各柱梁節点における力の釣り合いから算出できる。したがって、(1), (2)式を用いて床スラブに作用する軸方向力  $n_c$  が求められる。

全体挙動における正載荷側の包絡線に対応する、ひずみゲージを貼付した梁断面における曲げモーメントと軸方向力の履歴を図7に示す。図中には上述の方法で算出した鉄骨梁の曲げモーメント  $m_s$  と軸方向力  $n_s$ 、床スラブの軸方向力  $n_c$ 、合成効果による曲げモーメントの寄与分  $n_c \cdot e$ 、さらに純鉄骨試験体の結果も併せて示している。正曲げを受ける梁の曲げモーメントのうち、合成効果による曲げモーメント  $n_c \cdot e$  の寄与率が高いことがわかる。床スラブ試験体における鉄骨梁のモーメント  $m_s$  は、純鉄骨試験体のモーメントよりわずかに大きい。また、同断面で軸方向力の負担を見ると、純鉄骨試験体の梁には圧縮軸力が作用しているのに対し、床スラブ付き試験体の鉄骨梁には引張軸力が作用している。このような引張軸力下の梁端接合部では、高力ボルトの破断やはしぬけ破断によって最大耐力が決定すると考えられる。一方、床スラブにはブレースの軸部降伏に伴う圧縮軸力より大きな圧縮軸力が作用していることにも注意を要する。

これに対して、床スラブが引張となる負曲げを受ける

梁断面では、正曲げ側と比較して床スラブの影響は小さく、曲げモーメント、軸方向力のいずれに対しても鉄骨梁の寄与が大きい。鉄骨梁が負担する軸方向力は、ブレース軸部降伏時の水平耐力とほぼ同程度の圧縮軸力であり、床スラブの有無によらず圧縮軸力下での梁端接合部の変形性能についての検討は必要である。

### 4. まとめ

本報(その1)では、床スラブ付き実大ブレース架構実験を行い、床スラブの有無がブレース架構の力学挙動に与える影響について確認し、梁端接合部の応力負担について検討した。

(宮内研究室)

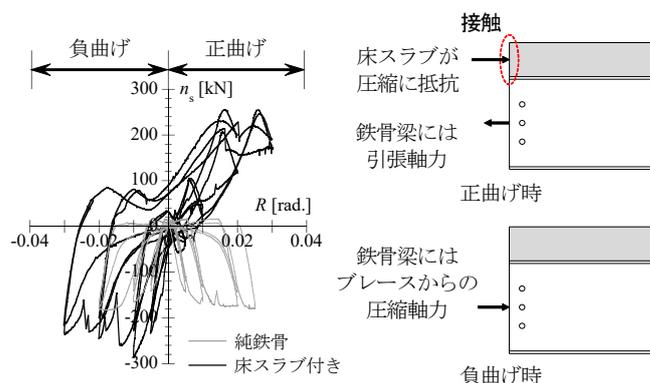


図5 鉄骨梁の軸方向力 (R 階梁)

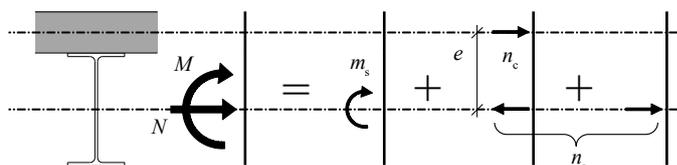


図6 梁の応力負担

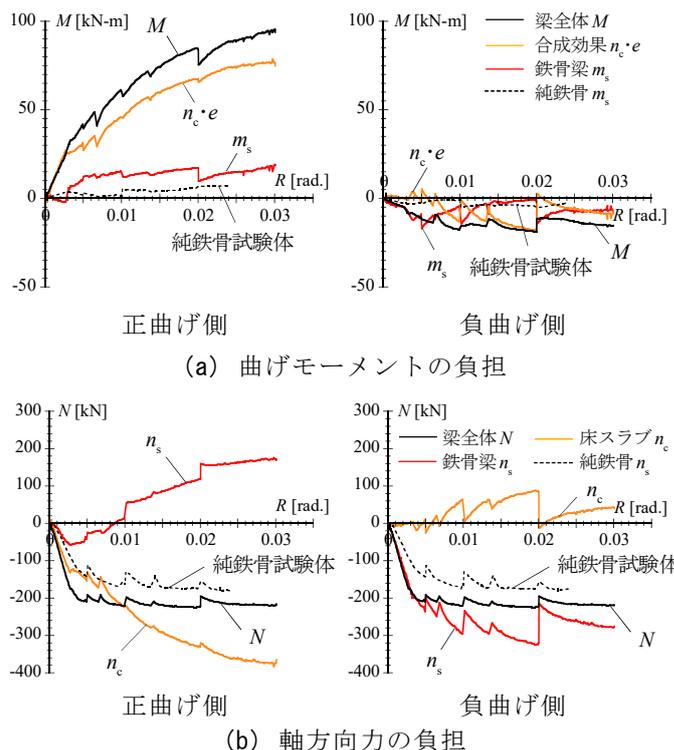


図7 R階梁における応力の履歴(正載荷側包絡線)