

## 異なる柱梁接合形式を有する鋼門型骨組の重錘落下衝撃実験

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○壺谷 孝史  
 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

室蘭工業大学大学院 正会員 小室 雅人

### 1. はじめに

本研究では、鋼構造物の耐衝撃挙動に関する基礎資料の収集を目的として、最も単純な構造形式である鋼門型骨組を対象に重錘落下衝撃実験を実施した。ここでは、柱梁接合形式の異なる2種類の門型骨組を対象に、接合部剛性が耐衝撃挙動に与える影響について検討を行った。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体概要

図1には、本研究で使用した鋼門型骨組の形状寸法を示している。柱材および梁材はそれぞれ H200×200×8×12 および H200×150×6×9 である。また、柱梁接合部にはパネルゾーンの変形を抑制するために、柱材に板厚 12 mm の補剛材および板厚 6 mm のダブルプレートを溶接している。さらに、スパン中央部の梁材には衝撃荷重による局部座屈を抑制するために、板厚 12 mm の補剛材を配置している。

本研究では、鋼骨組の耐衝撃挙動に関する接合部剛性の影響を検討するために、柱梁接合形式として (a) 剛接合 および (b) トップ & シート接合 (以後、TS 接合) の2種類を用いた。TS 接合は、L150×100×12 を使用し、高力ボルトを用いて柱材と梁材を接合している。高力ボルト

表1 物性値一覧

名称	鋼種	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	伸び (%)
柱材	SN400B	307	458	30
梁材		327	480	29
アングル材		287	428	30

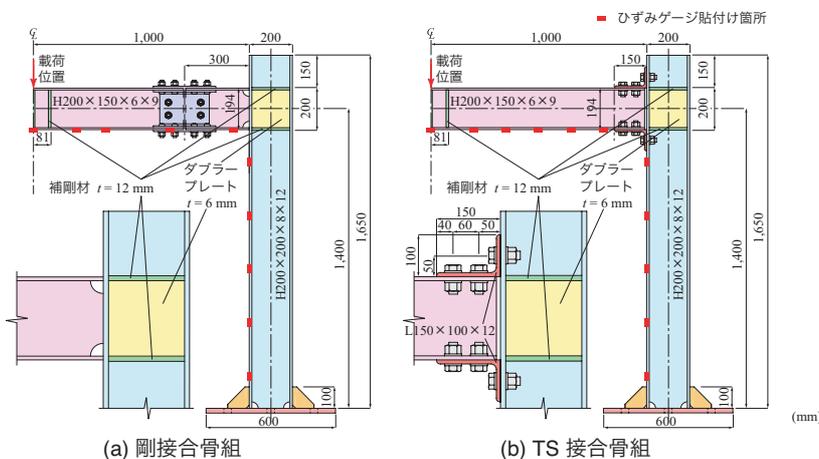


図1 試験体概要 (正面図および接合部拡大図)

には F10T (M20) を使用し、鋼構造接合部設計指針に準拠して 182 kN の締付力を導入した。表1には、使用鋼材の材料物性値 (ミルシート) を一覧にして示している。なお、試験体は高力ボルトを用いて柱材基部底板を基礎に固定している。

#### 2.2 実験方法および測定項目

実験は、梁材中央部に質量 500 kg (载荷点部の直径 230 mm) の鋼製重錘を所定の高さから自由落下させることにより行った。衝撃荷重は、重錘の初速度および増分速度を 1.0 m/s と設定して、衝突速度が最大 8.0 m/s まで繰り返し与えることとした。写真1は実験状況を示している。

本実験の測定項目は、(1) 重錘に内蔵された起歪柱型ロードセルによる重錘衝撃力、(2) 非接触式レーザ変位計による载荷点変位 (以後、変位)、および (3) ひずみゲージによるフランジ各点の軸方向ひずみである (図1 参照)。

### 3. 実験結果

#### 3.1 各種応答波形

図2には、衝突速度  $V = 1.0, 5.0$  m/s における両骨組の重錘衝撃力波形および変位波形を比較して示している。

(a) 図に示す重錘衝撃力波形に着目すると、衝撃力作用時間は 12 ~ 14 ms 程度であり、衝突速度が大きいほど長くなる傾向にあることが分かる。衝撃初期の第1波に関しては、接合形式による顕著な差は見られない。これは、衝突初期において载荷点近傍の曲げ剛性が応答に大きな影響を与え、接合部剛性の影響は小さいことを示唆している。

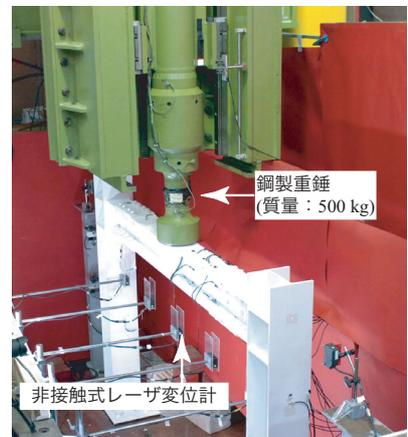


写真1 実験状況 (剛接合骨組)

キーワード：鋼門型骨組, 耐衝撃挙動, 重錘落下衝撃実験, 接合部剛性

連絡先：〒 050-8585 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX:0143-46-5228

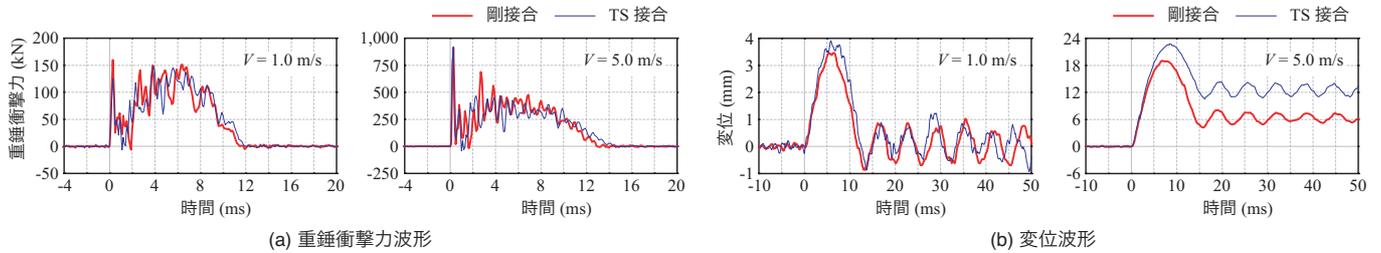


図2 各種応答波形 (V = 1.0, 5.0 m/s)

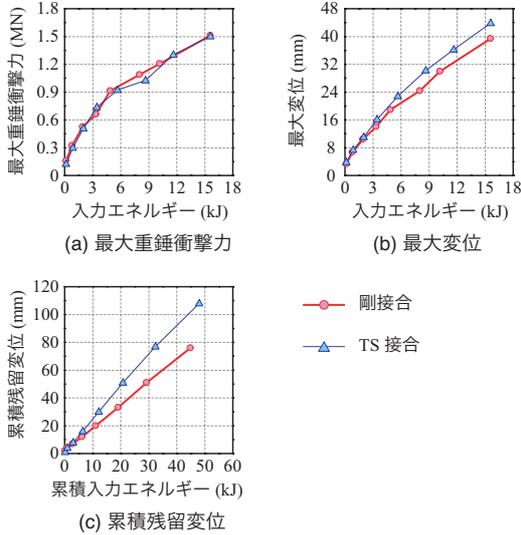


図3 各種応答値と入力エネルギーの関係

(b) 図より、変位波形に関しては、接合形式に関わらず衝突速度の増加とともに最大変位が増加する傾向にあることが分かる。また、接合形式について詳細に見ると、同一速度における衝突初期の波形性状は、両骨組でほぼ一致しているものの、最大変位はTS接合が剛接合に比べて大きいことが分かる。これは、接合部剛性が小さいほど変形が生じやすいことを示唆している。なお、 $V = 1.0$  m/s の場合には、両骨組ともに残留変位は生じていないことより、弾性応答であることが分かる。

3.2 各種応答値と入力エネルギーの関係

図3には、入力エネルギーと最大重錘衝撃力、最大変位および累積残留変位の関係を示している。なお、入力エネルギーは実測衝突速度を用いて算出しており、累積残留変位に関してのみ、横軸に累積入力エネルギーを用いて整理した。

(a) 図より、最大重錘衝撃力は入力エネルギーの増加とともに増加するものの、その増加率は減少する傾向にあることが分かる。また、接合形式に関わらずほぼ同様な分布性状を示していることから、接合部剛性が最大重錘衝撃力に与える影響は小さいことが分かる。

(b) 図より、最大変位は入力エネルギーに対してほぼ線形関係にあることが分かる。また、同一入力エネルギーにおける最大変位を比較すると、TS接合が剛接合よりも大きく示されている。これは、接合部剛性が小さいことにより、TS接合の方がたわみ性に富むためと考えられる。

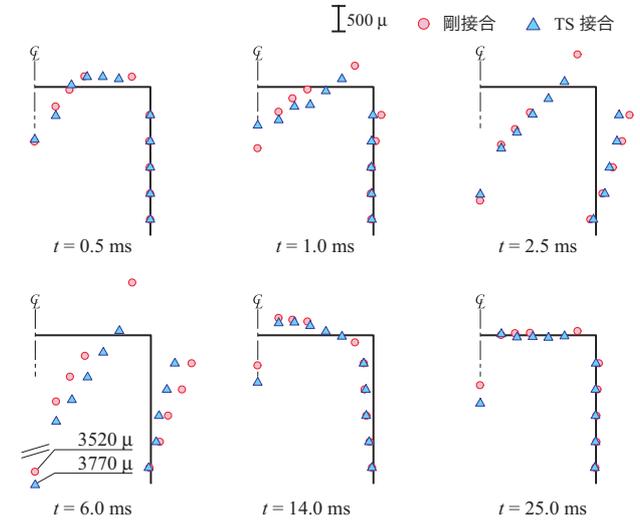


図4 時系列軸方向ひずみ分布 (V = 3.0 m/s)

(c) 図より、累積残留変位に関しては接合形式に関わらず最大変位と同様に累積入力エネルギーに対してほぼ線形関係となっている。また、その傾きは接合部剛性の影響を受け、接合部剛性が小さいほど大きくなる傾向にあることが分かる。

3.3 時系列軸方向ひずみ分布

図4には、 $V = 3.0$  m/sにおける骨組内側フランジの軸方向ひずみ分布を時系列的に示している。図より、衝突初期である $t = 0.5$  msでは、ひずみが梁材中央部にのみ発生し、梁材端部や柱材には発生していないことが分かる。 $t = 1.0 \sim 2.5$  msではひずみが梁材端部から柱材へ伝達していく様子が見られる。また、最大変位発生時刻近傍である $t = 6.0$  msでは荷点から梁材端部へほぼ線形にひずみが分布していることが分かる。さらに、最大変位発生時刻以降に関しては、重錘のリバウンドにより梁材および柱材に負のひずみが発生し、その後は減衰自由振動状態となっている。

4. まとめ

- 1) 入力エネルギーの増加とともに最大重錘衝撃力は増加するが、その増加率は減少する傾向にある。また、接合部剛性が最大重錘衝撃力に与える影響は小さい。
- 2) 一方、入力エネルギーと最大変位、および累積入力エネルギーと累積残留変位の関係は、ほぼ線形関係にある。また、その傾きは接合部剛性の影響を受け、接合部剛性が小さいほど大きくなる傾向にある。