

繰り返し载荷を受けるアングル系接合の履歴挙動に及ぼすゲージ長の影響

札幌市役所 正 会 員 ○佐藤 陽介 室蘭工業大学 正 会 員 小室 雅人
室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光 室蘭工業大学大学院 学生会員 鈴木 優哉

1. はじめに

本研究では、繰り返し载荷を受けるアングル系接合の接合部剛性特性を適切に評価可能な剛性評価モデルの確立に向けた基礎資料の収集を目的として、top- & seat-angle 接合を対象に静的繰り返し载荷実験を実施した。ここでは、柱側のボルトゲージ位置（以下、単にゲージ長 g_t ）を変化させることにより、ゲージ長が接合部履歴挙動（ $M-\theta_r$ 特性）に及ぼす影響を検討している。

2. 実験概要

本研究では、アングル材ゲージ長 g_t のみを 60, 105, 150 mm と変化させて実験を行った。図-1 には、試験体の形状寸法を示している。試験体名はゲージ長 (mm) を用いて定義した。なお、高力ボルトは全て F10T (M20) としている。柱フランジ表面と梁材端部とのクリアランスは、全ての試験体でアングル材と等しい 15 mm とし、ボルト孔のクリアランスは 2 mm とした。アングル材と梁・柱材フランジとの摩擦面にはショットブラスト処理を施している。また、高力ボルトの導入張力は設計規準に基づき 182 kN とし、それに対応するトルクをトルクレンチを用いて導入している。

図-2 には、本研究で用いた実験装置を示している。実験は、剛基礎に固定した柱材の上に接合部を設置し、梁材上部に载荷治具を取り付け、スクリージャッキを用いて変位制御方式により水平荷重を载荷している。なお、载荷点にはスイベルを設置し回転を拘束しない構造とした。その位置は柱側フランジ表面から 1.5 m の高さとしている。実験は変位制御方式で行い、繰り返し载荷時の入力変位は、別途実施した静的単調载荷実験結果を踏まえ相対回転角 θ_r が 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 mrad (振幅は各 1 回) とな

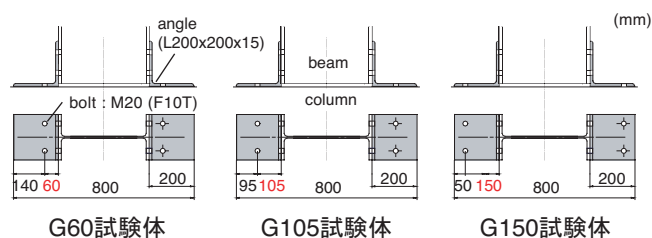


図-1 試験体形状寸法

るように設定した。なお、実験は高力ボルトの破断、あるいはジャッキのストローク限界まで行った。

3. 実験結果および考察

図-3 には、接合部 $M-\theta_r$ 関係を別途実施した単調载荷実験結果と比較する形で示している。図より、履歴ループ形状はゲージ長 g_t により異なることが分かる。すなわち、ゲージ長の短い G60 試験体ではサイクル数の増加に伴いモーメント零近傍で剛性勾配が低下し、その後、剛性勾配が緩やかに増加する逆 S 字型の履歴ループ形状となる傾向がある。また、G105 試験体では、比較的変形の小さい時点 ($\theta_r \leq 50$ mrad) において、紡錘型の履歴ループ形状を示しているものの、サイクル数の増加に伴い、剛性が横ばいから急激に増加する様子が確認できる。特に、最終サイクルに着目すると、約 120 mrad まで剛性勾配は小さく、その後、剛性勾配が急激に増加している。一方、G150 試験体では、剛性勾配低下後に剛性勾配が急激に増大する様子は見られず、その履歴ループ形状は滑らかな紡錘型を示している。

これより、接合部 $M-\theta_r$ 履歴ループ形状はゲージ長 g_t によって影響を受け、ゲージ長が短い場合には逆 S 字型、長い場合には紡錘型となる傾向があることが分かる。

写真-1 には、 ± 10 サイクル目における各試験体のトップアングル近傍の変形状況を示している。写真 (a) より、履歴ループ形状が逆 S 字型を示す G60 試験体の場合には、+10 サイクル時においてアングル材が大きく変形し、それに伴い柱側高力ボルト（ボルトヘッド部）も大きく

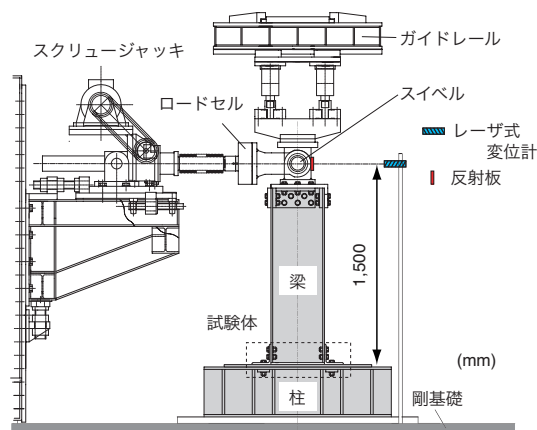


図-2 実験装置

キーワード：アングル系接合、繰り返し载荷、 $M-\theta_r$ 特性、履歴ループ形状

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

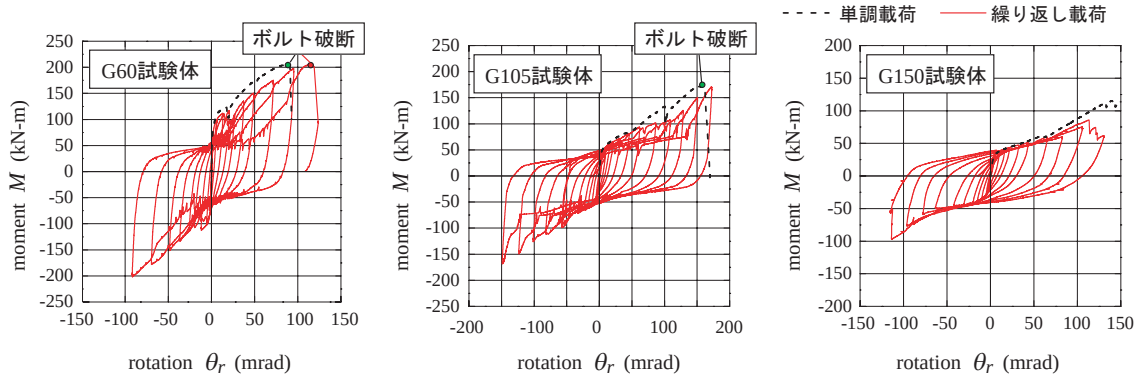


図-3 接合部曲げモーメントと相対回転角の関係

変形している様子が確認できる。また、-10 サイクル時には、柱側高力ボルトヘッド部とトップアングル表面間に隙間が生じていることが分かる。さらに、アングル材つま先側が大きく浮き上がっている様子が確認できる。

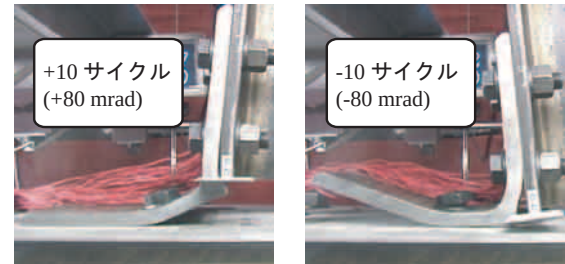
一方、履歴ループ形状が紡錘型となる G105, G150 試験体 (b, c 参照) の場合には、+10 サイクル時において、アングル材の変形は大きいものの、柱側高力ボルトヘッド部の塑性変形は確認できない。また、-10 サイクル時では、高力ボルトヘッド部の塑性変形は確認されず、また、アングル材つま先部の浮き上がり量が G60 試験体と比較して小さくなっていることが分かる。

これより、逆 S 字型の履歴ループ形状となる場合の剛性勾配の増加は、塑性変形したボルトヘッド部とアングル材の接触、ボルト軸部とアングル材の接触に起因するものと考えられる。

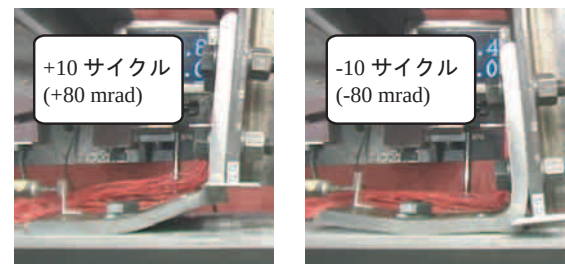
写真-2 には、G105 試験体において剛性勾配が横ばいから急激に増大する傾向が見られた最終サイクル (±14 サイクル目) におけるトップアングル近傍の変形状況を示している。写真より、G60 試験体の +10 サイクル目 (写真-1 a) と同様に、柱側高力ボルトヘッド部に塑性変形が生じていることが確認できる。これより、G105 試験体の場合における剛性勾配の急激な増加は、G60 試験体と同様に塑性変形したボルトヘッド部とアングル材の接触、ボルト軸部とアングル材との接触に起因するものと考えられる。

4. まとめ

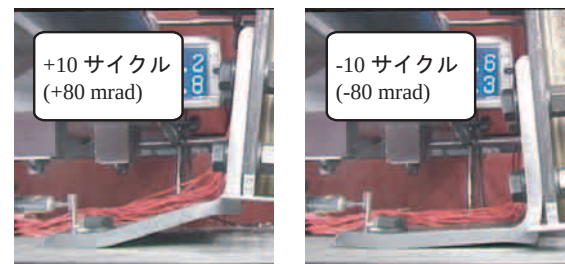
- (1) 接合部の $M-\theta_r$ 履歴ループ形状はゲージ長によって大きく影響を受ける。すなわち、 g_t が短い場合には逆 S 字型、長い場合には紡錘型となる傾向がある。
- (2) 逆 S 字型の履歴ループ形状となる場合の剛性勾配の増加は、塑性変形したボルトヘッド部とアングル材の接触、およびボルト軸部とアングル材の接触に起因するものと考えられる。



(a) G60 試験体

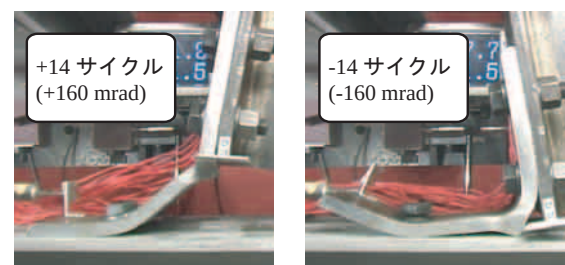


(b) G105 試験体



(c) G150 試験体

写真-1 ±10 サイクル目におけるトップアングル近傍の変形状況



G105 試験体

写真-2 ±14 サイクル目におけるトップアングル近傍の変形状況 (G105 試験体)