

8) - 2 鋼構造柱梁接合部の地震後継続使用性評価に関する研究 【安全・安心】

A study on the evaluation of the post-seismic continuous usability of the steel beam-to-column connection

(研究開発期間 平成 29 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

三木 徳人
MIKI Norihiro

岩田 善裕
IWATA Yoshihiro

長谷川 隆
HASEGAWA Takashi

In order to investigate the evaluation method of the plastic deformation of beam-to-column connection decided by the crack at the beam, beam-to-column connection test was conducted. The performance of the beam decided by crack can be evaluated by the damage level, and isn't influenced by the loading amplitude.

【研究開発の目的及び経過】

鋼構造建物の構造躯体の継続使用性を評価することを目的とし、鋼構造部材の継続使用可能な損傷限界状態を把握するために、柱梁接合部の繰り返し载荷実験を行い、部材に生じた亀裂等の損傷に着目した継続使用性を阻害されない耐震性能の評価方法を検討する。これまでに、繰り返し荷重を受ける鋼構造梁端接合部の変形性能については、多くの研究が行われてきており、梁フランジの破断¹⁾³⁾などで決まる変形性能が検討されている。しかし、破断に至る前の亀裂の発生等の損傷状況に着目した性能についての検討は、鋼板の延性亀裂発生条件に関する研究⁴⁾などや、亀裂の進展速度に着目した研究²⁾など等があるが、梁に生じた亀裂に着目した繰り返し変形性能がどの程度となるかといった検討はあまり行われていない。

そこで本研究では、実験に基づき梁端接合部の亀裂に着目した繰り返し変形性能について検討する。検討するにあたって、近年行われた実験研究³⁾において、35Rのスカラップを設けた試験体と、ノンスカラップ形

式の試験体について、亀裂の発生等のデータが得られており、それを用いる。さらに、今回新たに 1995 年以降に広く用いられている 35+10R の複合円スカラップを梁端に設けた試験体についても実験データを得る。そして、接合部詳細の違いが亀裂に着目した繰り返し変形性能に及ぼす影響を検討する。

【研究開発の内容】

試験体は、図 1 に示すように H 形断面梁を通しダイアフラム形式の角形鋼管柱に溶接接合したものであり、2 体用意した。梁材は BH-400×200×9×12 (フランジ FA、ウェブ FA) (SN400B) とし、柱材は □-300×300×12 (BCR295) とした。フランジ溶接部は、JASS6 準拠の複合円(35R-10R)タイプのスカラップ接合とし、エンドタブには固形タブを用いた。梁長さは 2000mm とした。

実験のセットアップを図 2 に示す。試験体は、柱を水平に、梁を鉛直にした状態で反力フレームに固定し、梁先端にオイルジャッキを取り付けて载荷を行った。载荷履歴は、変位振幅をそれぞれ $2\theta_0$ 、 $4\theta_0$ とした 2 種類の一定変位振幅繰り返し载荷履歴を用いた。

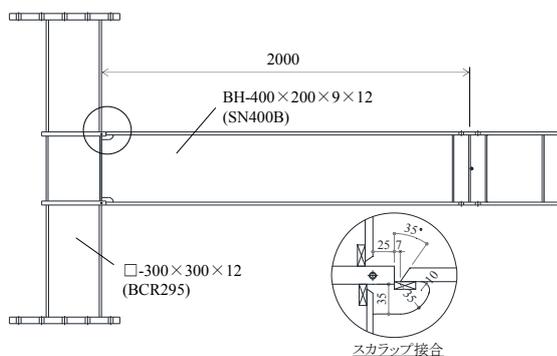


図 1 試験体概要

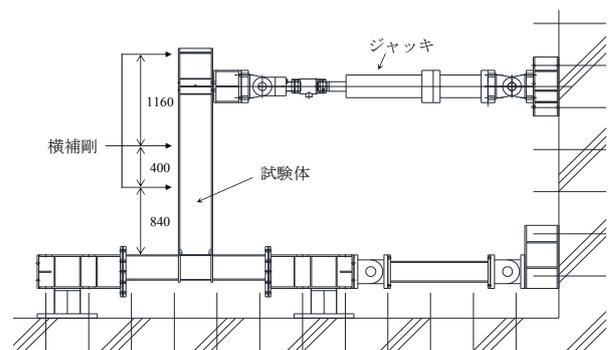


図 2 実験セットアップ

図 3 に $bM-b\theta$ 関係、図 4 に $bM-\Sigma b\theta_p$ 関係をそれぞれ示す。写真 1 にカラップ底の亀裂貫通の様子を示す。いずれの試験体も、スカラップ底に亀裂の発生を確認した後、亀裂がフランジ外側まで貫通し、最終的に片側フランジの全断面が破断した。

亀裂発生を確認したサイクル N_a および亀裂がフランジを貫通したサイクル N_i を、それぞれ片側フランジが全断面破断したサイクル N_f で無次元化した損傷度 D_a 、 D_i で整理し、塑性率 μ との関係、既往の実験結果³⁾と併せた形で図 5、図 6 に示す。

D_a については、本実験とプレ神戸では概ね塑性率によらず、0.05~0.1 あたりで亀裂を確認していることが分かる。一方の新築では、本実験とプレ神戸と比べて D_a が大きくなっており、値は 0.3~0.8 程度と大きくばらついている。次に、 D_i については、プレ神戸では 0.5 程度、本実験では 0.6~0.7 程度、新築では 0.7~0.9 程度となっており、プレ神戸、本実験、新築の順で大きくなることを示した。

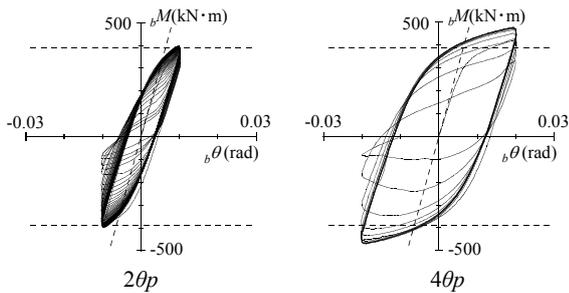


図 3 $bM-b\theta$ 関係

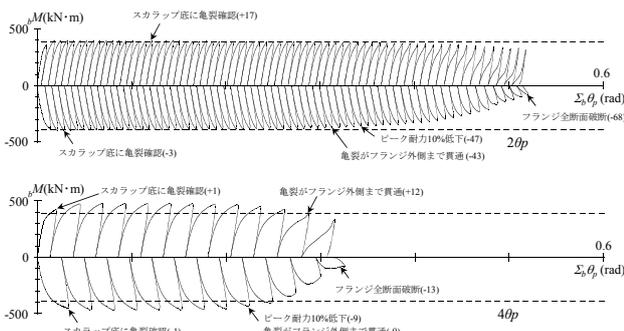


図 4 $bM-\Sigma b\theta_p$ 関係



2 θ_p (-43 サイクル) 4 θ_p (-9 サイクル)
写真 1 カラップ底の亀裂貫通の様子

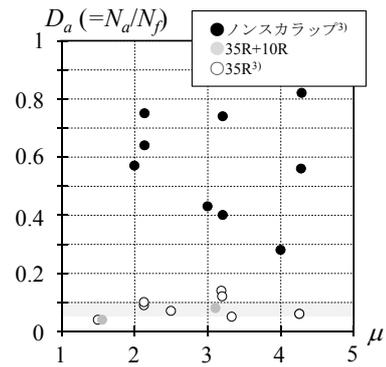


図 5 $D_a-\mu$ 関係

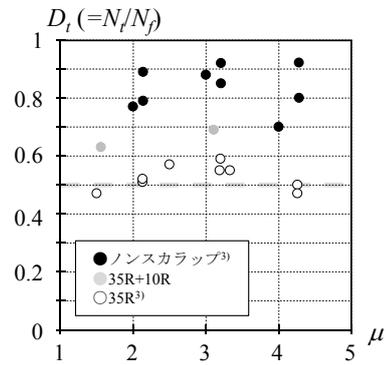


図 6 $D_i-\mu$ 関係

【研究開発の結果】

本研究では、部材に生じた亀裂の損傷に着目した部材性能の評価方法を検討するため、柱梁接合部の繰り返し載荷実験を行った。既往の実験データとあわせて、梁に生じた亀裂に着目して、各損傷までの部材性能の評価方法を提案した。

【参考文献】

- 1) 吉敷祥一、佐藤亮太、山田哲、長谷川隆：鋼種が異なる梁端接合部の繰り返し変形性能の評価法、日本建築学会構造系論文集 第 81 巻、第 723 号、pp.917-927、2016.5
- 2) 高塚康平、吹田啓一郎、田中剛、梅田敏弘：梁断面寸法と接合詳細が変形能力に及ぼす影響 塑性歪履歴を受ける鋼構造柱梁溶接接合部の変形能力 その 4、日本建築学会構造系論文集、第 79 巻、第 696 号、pp.315-231、2014.2
- 3) 三木徳人、大森淳平、山田哲、吉敷祥一、長谷川隆：局部座屈と破断を踏まえた梁端接合部の繰り返し変形性能、鋼構造年次論文報告集、第 25 巻 pp.259-266、2017.11
- 4) 稲葉雄一郎、桑村仁：切欠き付き鋼板の延性亀裂発生条件、日本建築学会関東支部研究報告集 (70)、pp.85-88、2000.2