

鋼材の繰り返し変形性能に及ばず載荷条件の影響

東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻

山田 哲

我が国の建物の 3 分の 1 を占める鉄骨造建物は、使用材料である鋼材の繰り返し変形性能により、その耐震性能が担保されている。鋼材の繰り返し変形性能については、比較的振幅の小さな弾性範囲においては数多くの研究が行われてきたが、建物の耐震性能を検討する上で重要な基礎データとなるべき、低サイクル疲労、極低サイクル疲労と言われる塑性域での繰り返し変形性能の評価の中で、特に大きなひずみ振幅のもとでの極低サイクル疲労性能については、鋼構造の耐震性能を評価する上で重要な課題ではあるが、圧縮力下での座屈が生じやすくなることから実験が非常に困難であり、これまであまり行われていない。さらに、これまで行われてきた極低サイクル疲労試験は、一般にひずみ振幅を一定とした定振幅載荷の条件で行われてきたものに限られている。ひずみ振幅を一定とする載荷条件は、塑性域においては弾性範囲に比べ剛性が著しく低下することから、わずかな応力の変化に対してひずみが大きく変化することによるものであるが、耐力が低下し始めても与えるひずみ（変形）の大きさが変わらないことからすぐには破断しない。一方で、応力（荷重）振幅を一定とした場合には、耐力が低下し始めるとそのまま破断することから、ひずみ振幅を一定とする試験条件より厳しい条件と言える。建物の中での構造部材を考える場合、一部の部材が塑性化するような場合には変形が急激には進展しないことから、ひずみ振幅を一定とした条件での性能評価で大きな問題は起こりにくいと考えられるが、不安定な挙動となる終局的な状態での安全余裕度を検討する場合には、急激な変形の進展も想定する必要がある。そのような場合に耐荷性能を維持できるかは重要な検討事項となる。本研究では 2%以上のひずみ振幅下で繰返し硬化する SS400 と繰返し軟化する SA440 に対して、定荷重振幅下の繰返し載荷試験を行い、これらの応力やひずみの履歴について調べた。

実験結果から、一定の荷重振幅で繰返し載荷を行うと、繰返し硬化する SS400、繰返し軟化する SA440 のいずれについても、載荷開始方向が圧縮・引張のいずれの載荷パターンにおいても、ひずみが引張側に進行していくラチェッティング現象が見られる。荷重が低下し始めるときのひずみに着目すると、単調引張の条件下での一様伸びが最も小さく、繰返し荷重下で変形性能が向上する結果となる。また、荷重が低下し始めるひずみは、荷重振幅が小さくなるほど大きくなる傾向が見られるという知見が得られた。今後は、引き続きパラメータを追加した実験を行うとともに、詳細な分析を進めていく。