

2017年2月9日

複合型露出柱脚の開発に向けた性能確認実験を実施

青木あすなる建設株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長：上野康信）は、地震エネルギー吸収能力を備え、かつ施工コストを抑えた「複合型露出柱脚」の開発を進めています。2017年2月3日に同社の技術研究所で実大試験体による性能確認実験をおこない、想定どおりの耐震性を有することを確認しました。

■開発の背景

中低層鉄骨造建物の柱脚には、コストが安く、短工期で施工が容易な露出型柱脚が多く用いられています。一般的に、露出型柱脚を用いた建物の設計では、露出型柱脚部を固定するアンカーボルトが降伏することを基本としています。このような「アンカーボルト降伏型」は、アンカーボルト自体が伸びることで地震エネルギーを吸収するため、アンカーボルトの塑性化の進展にともなって生じる無応力状態では地震エネルギーをほとんど吸収しません。従って、地震の際に建物1階に生じる地震エネルギーの多くは上層階に分配され、建物の被害が大きくなる傾向があります。

一方、ベースプレート（図1斜線部）の一部が地震の際の柱脚の回転に伴う曲げ変形に繰り返し対応できる「ベースプレート降伏型」は、多くの地震エネルギーを吸収することができ、繰り返し挙動に強いことから、熊本地震のような数回の大地震が連続して発生する際の累積損傷に対しても、十分に抵抗することが可能です。しかし、ベースプレート降伏型は、降伏挙動の予測が困難なことから、これまで汎用的に用いられていません。

そこで、同社は、これまで一般的に広く適用されてきたアンカーボルト降伏型を改良して、ベースプレート降伏型の概念を取り入れた「複合型露出柱脚」を考案しました。

昨年度に実施した250mm角の柱サイズを用いた基本性能を確認する実験では、複数回の地震動に対応できる繰り返しに強い性能を保有していることを確認していますが、この度、550mm角の柱サイズを用いた実大レベルの正負交番載荷実験をおこない、複合型露出柱脚の耐震性を検証しました。

■概要

複合型露出柱脚は、鉄骨建物の柱脚部として用いる露出型柱脚ですが、効率的に地震エネルギーを吸収することを目的に、柱脚部ヒンジを形成するなど、アンカーボルト降伏型にベースプレート降伏要素を積極的に取り入れています。なお、本構法の適用対象は10階建て以下の鉄骨建物を想定しています。

複合型露出柱脚の概要（図1、2）および実大実験加力装置は図3と写真1、実大実験結果（荷重変形関係）は図4のとおりとなります。

■特長

複合型露出柱脚は、内側と外側で異なる役割を有するアンカーボルトと、ベースプレートを配置する構法です。内側には弾塑性要素の建築構造用アンカーボルトを、外側にはベースプレートの相対変位を形成する要となる弾性要素のアンカーボルトを配置します。ベースプレートは、降伏領域を明確化するため内側を八角形状の厚い板として、外側を内側より薄い板で構成することで外側のベースプレートのみを塑性化させます。これらの改良により、従来の設計方法で評価可能なアンカーボルト降伏型と、高いエネルギー吸収能力を有するベースプレート降伏型が複合した柱脚を実現することができました。

複合型露出柱脚には主に以下の様な特長があります。

- ① 強度および回転剛性をアンカーボルト降伏型とベースプレート降伏型の累加によって算定することができます。また、設計者は強度および回転剛性を自由に設定することが可能です。
- ② 建物1階に生じる地震エネルギー量をバランスよく分配し、露出型柱脚が地震エネルギーを吸収することで、上層階に分配される地震エネルギー量が軽減され、建物の損傷を軽減できます。
- ③ 従来の露出型柱脚と同様に製作、施工できるほか、特殊な鋼材が不要なことから、既製品の露出柱脚に比べ施工コストを半分程度に抑えることができます。

■実大試験体の性能確認

アンカーボルトが塑性変形を生じると、アンカーボルトの耐力が失われますが、ベースプレートは塑性変形後も抵抗力を保持し繰り返し荷重下においてもエネルギーを吸収し続けることが確認されました（写真1）。また、柱部材角 $1/33\text{rad}$ のサイクルを3回繰り返したのちに、被災後の補修を模擬したアンカーボルトを締め直し再加力した結果、柱部材角 $1/33\text{rad}$ で再載荷（赤線）をおこなっても、前載荷（青線）と履歴形状はほぼ同一となり、熊本地震以降の建物被害の課題とされている累積損傷、すなわち複数回の大地震への対応性や、被災後の継続使用性能の高さが確認されました（図4）。

■今後の展開

本構法は、10階建て以下の鉄骨造建物に適用可能で、既製品の露出柱脚に比べ建設コストの削減が可能です。また、地震エネルギーを効率的に吸収でき、建物1階に生じる地震エネルギーをバランスよく上層階に分配させることで、建物の損傷を軽減できます。今後は、複合型露出柱脚の技術評価の取得、普及推進を図り、技術開発を通じてより良い社会基盤の構築と維持に貢献してまいります。

以上

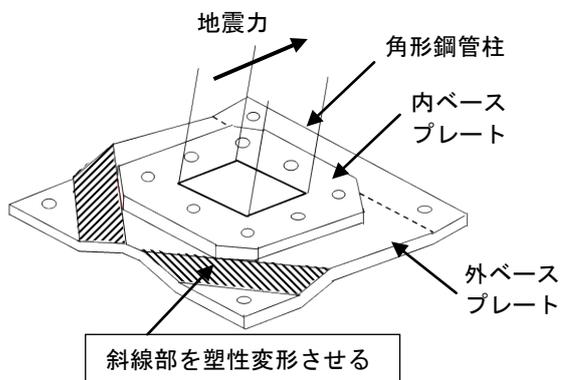
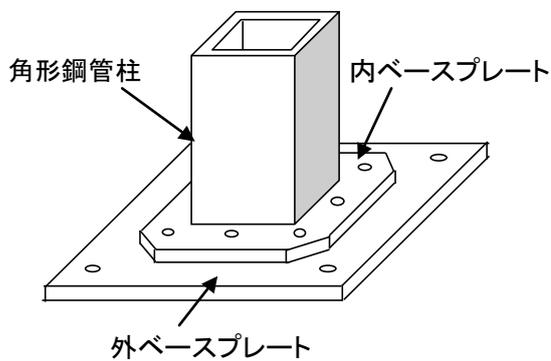


図1 複合型露出柱脚イメージ

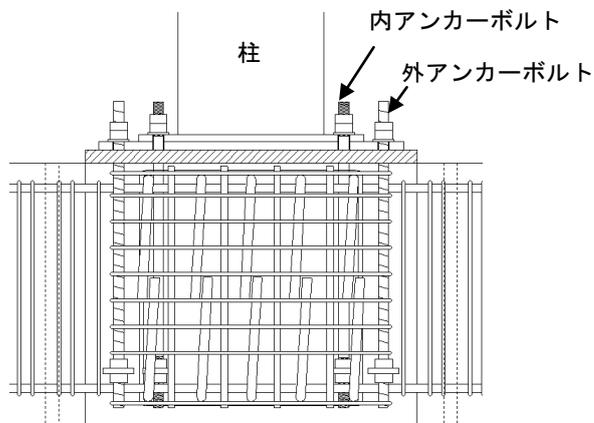


図2 複合型露出柱脚基礎配筋イメージ図

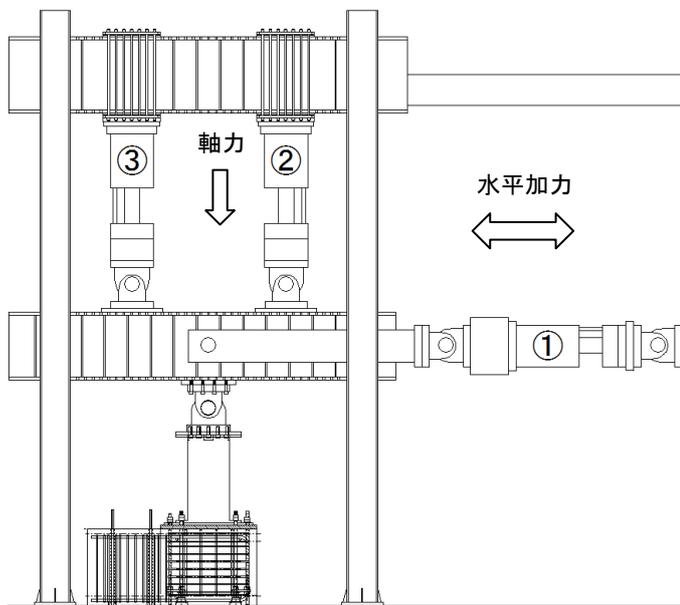


図3 加力装置図

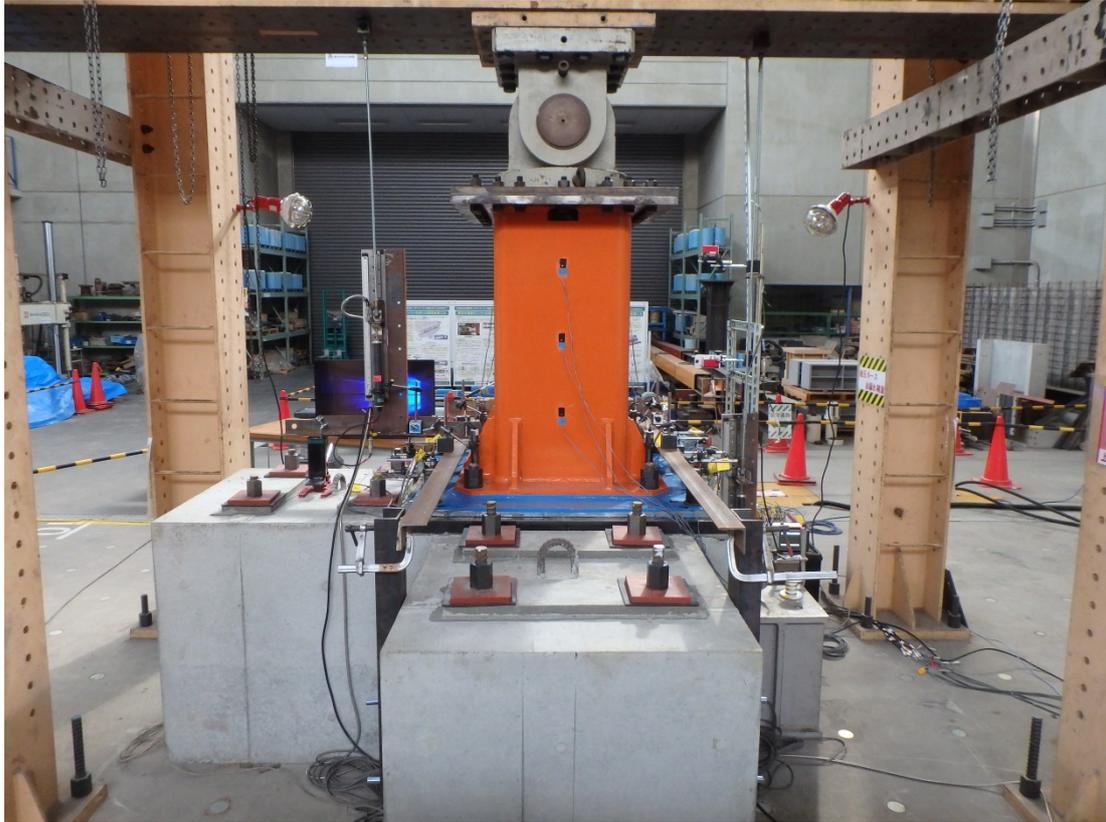


写真 1 実大実験加力状況

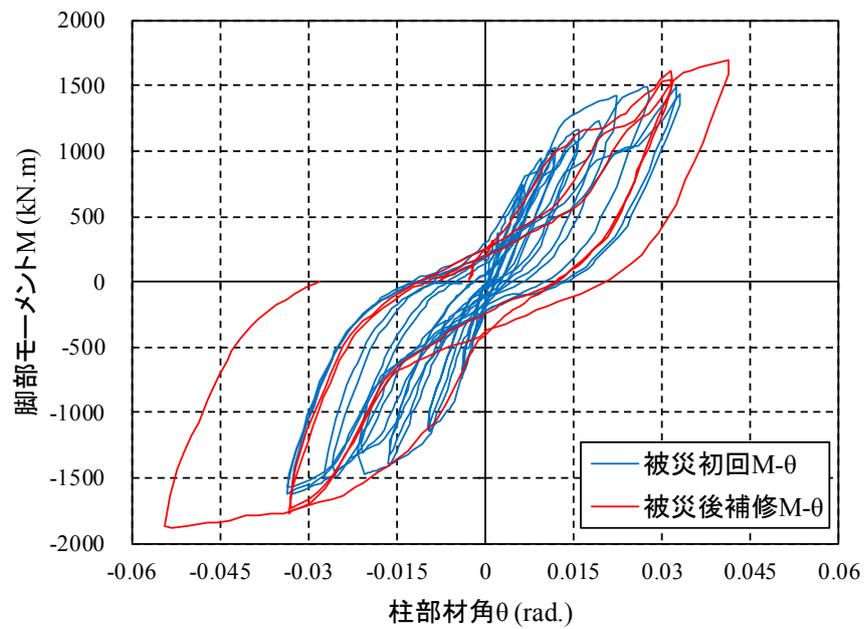


図 4 実大実験 M- θ 関係図