

複合型露出柱脚の提案

A Proposal Of Exposed Column Bases Of Composite Type

○柳田佳伸¹*Yoshinobu Yanagita¹

Abstract: Exposed column of bases are divided into weak anchor-bolt type and weak base-plate type. So far, many studies on behavior of characteristics have been carried out. In recent years, studies on column of bases to absorb more energy is composite. In the literature, studies on improvement of slip phenomenon and effective utilization of weak base-plate type were presented. Focus of these studies is energy absorption capacity. In weak anchor-bolt type, energy capacity is scarce but deformation capacity is better. In base-plate type, energy capacity and deformation capacity are better. In this paper, exposed column base of composite type with a combination of former and latter is proposed.

1. 序文

露出型柱脚はアンカーボルト降伏型とベースプレート降伏型に大別される。これまで、露出型柱脚の挙動特性に関する実験的研究は、数多く行われてきた¹など。近年では、より多くのエネルギーを吸収できる柱脚が提案されている。文献 2 ではスリップ現象の改善により、多くのエネルギーを吸収する柱脚が提案されている。また、文献 3 では、ベースプレートのエネルギー吸収量に着目したベースプレート降伏型の露出型柱脚が提案されている。いずれの場合も、柱脚のエネルギー吸収能力に着目した研究である。これらは、アンカーボルト、ベースプレート単体に改良を加えたものである。両者の特性を利用した柱脚の挙動特性に関する研究は、あまり行われていない。アンカーボルト降伏型はエネルギー吸収能力に乏しいが、変形能力に優れている。ベースプレート降伏型はエネルギー吸収能力および変形能力に優れている。両者を組み合わせることで、変形能力・エネルギー吸収能力に優れた露出型柱脚が構成されると考える。このような柱脚形式を可能にするには、それぞれの耐荷機構を把握する必要がある。前者の耐荷機構は既に明白である。後者は、幾つか提案されているものの、現実には殆ど扱われていない。その理由の 1 つに弾性変形の評価のし難さが挙げられる。本論文では、ベースプレート降伏型に従来のアンカーボルト降伏型を組み合わせることで、ベースプレート降伏型の特性であるエネルギー吸収能力を有する露出型柱脚を提案する。ベースプレート降伏型の耐荷機構は、文献 4 を参考とする。なお提案する露出型柱脚を複合型露出柱脚と表現する。

2. 複合型露出柱脚の概念

図 1 に複合型露出柱脚の概念図の 1 例を示す。特徴と

して以下の 2 点が挙げられる。1 つはベースプレートとアンカーボルトがそれぞれ 2 種類配置されていることである。もう 1 つは、内側のベースプレート（内ベースプレート）の隅角部がカットされていることである。さらに 2 種類のベースプレートに関して、内ベースプレートは塑性変形を防ぐ為に厚いものを使用し、外側のベースプレート（外ベースプレート）は塑性変形するように内ベースプレートより薄いプレートを配している。2 種類のアンカーボルトに関して、内側のアンカーボルト（内アンカーボルト）が塑性変形ないし弾性変形するアンカーボルトとし、外側のアンカーボルト（外アンカーボルト）は塑性変形しないものとしている。なお、内ベースプレートと外ベースプレートは一体化されている。

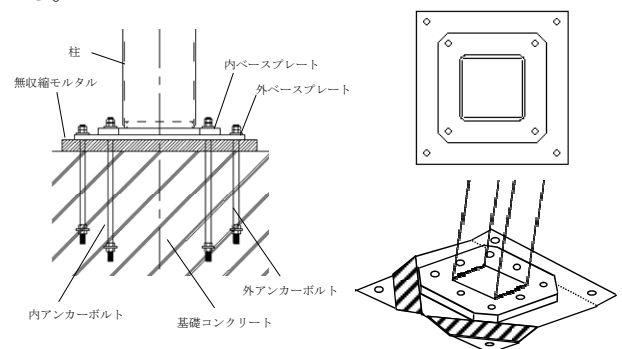


Figure 1. Conceptual Diagram Of Exposed Column Bases Of Composed Type

外ベースプレートと内アンカーボルトは、それぞれの耐荷機構を保持しながら複合的な変形を生じるものと考えられる。複合型露出柱脚の強度および剛性はアンカーボルト降伏型の強度にベースプレート降伏型の強度が付加されることになる。両者を組み合わせることにより、ベースプレート降伏型の機構を採り入れることが可能になると考える。

1 : 青木あすなろ建設 (株) 技術研究所, Asunaro Aoki Construction Co., Ltd., Dr. Eng.

3. ベースプレート降伏型の耐荷機構

本節では、既往の研究⁴⁾で示されているベースプレート降伏型の耐荷機構の概要を示す。

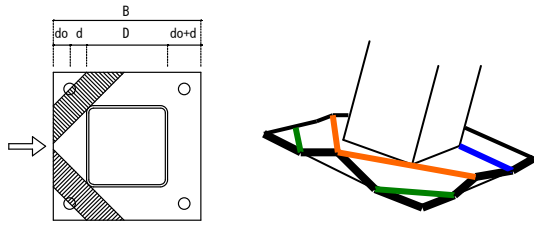


Figure 2. Conceptual Diagram Of Weak Base-plate Type

図 2 はベースプレートの変形状況の概念図⁴⁾である。図中の斜線を施した部分はベースプレート降伏型の耐力を支配する領域である。

図 3 にベースプレートの変形デルを示す⁴⁾。

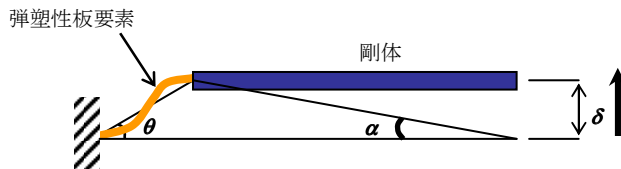


Figure 3. Deformation Model Of Weak Base-plate Type

参考として、実験結果および図 3 のモデル化に基づいて得た強度および剛性を以下に示す。

・降伏耐力 $M_{yN} = \frac{\sigma_y b B t^2}{d c_m} + M_n \quad (c_m = 2.3) \quad (1)$

・弾性回転剛性 $K_{by} = \frac{E b B^3 t}{d c_k} \quad (c_k = 345) \quad (2)$

・降伏回転角 $\alpha_y = \frac{t}{B} \varepsilon_y c_{mk} \quad \left(c_{mk} = \frac{c_k}{c_m} = 150 \right) \quad (3)$

ここに、 c_k, c_m : 実験定数

複合型露出柱脚は、アンカーボルト降伏型とベースプレート降伏型の耐荷機構を単純に組み合わせたものである。よって、それぞれ単体の耐荷機構を保持した状態を実現できれば、複合型露出柱脚の強度および剛性は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評価されるものと考えている。

4. 複合型露出柱脚の可能性

エネルギー吸収能力に富むベースプレート降伏型にアンカーボルト降伏型を採り入れることにより、露出型柱脚自身のエネルギー吸収能力を高める効果が期待できる。設計において、アンカーボルトおよびベースプレートのサイズ等を調整することにより、強度・剛性を

比較的自由に設定することができる。このことは、強震時における建物全体の損傷バランスを検討する上で重要な意味をもつ。さらに、内アンカーボルトを弾性材とした場合には、外ベースプレートを剛とする柔剛混合構造を実現する可能性を有している。文献 5 では柔剛混合構造の特性を次のように記している。「柔剛混合構造は履歴特性に原点へ復帰する指向性が生じ、残留変形を抑制し、同一エネルギー入力に対して最大変形の抑制効果が生じることが明らかにされている。」柱脚部において柔剛混合構造を実現することは、損傷集中を回避するという観点から極めて有効である。

ベースプレート降伏型は弾性変形の評価が困難であり、これまで実用性に乏しかった。提案する複合型露出柱脚は、アンカーボルト降伏型の機構を有することから、弾性変形の評価のし難さを改善できる可能性を有している。これにより、複合型露出柱脚はベースプレート降伏型のエネルギー吸収能力を採り入れた柱脚として期待できる。

なお、複合型露出柱脚は通常、特殊鋼材を必要とせず、従来施工が可能であるため、このことは実用化を考慮する上で要である。

5. まとめ

既往の研究を参考に、アンカーボルト降伏型とベースプレート降伏型からなる複合型露出柱脚を提案した。提案した複合型露出柱脚は、エネルギー吸収能力に富む柱脚として、既往の研究を参考に提示したものである。複合型露出柱脚は変形能力およびエネルギー吸収能力に富み、かつ柱脚部への損傷集中を回避する機構を有する柱脚として期待できると考える。

今後、実験により挙動特性および降伏メカニズムを確認し、強度および剛性を評価する必要があると考えている。

[参考文献]

- [1] 秋山宏：「鉄骨柱脚の耐震設計」, 技報堂出版, 1985
- [2] 山西央朗, 他：「アンカーボルトを多数配列したノンスリップ型露出柱脚の復元力特性：無軸力下の場合のセルフセンタリング性能」, 日本建築学会構造系論文集, 621 号, pp1151-1157, 2007
- [3] 緑川光正, 他：「高知能建築構造に関する日米共同構造実験研究(その 36)：ベースプレート降伏型ロッキングシステムの振動台実験(その 1)」, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp895-896, 2002
- [4] 柳田佳伸, 他：「露出型鉄骨柱脚の履歴特性に関する実験的研究」, 日本建築学会構造工学論文集, Vol.B51B, pp303-310, 2005
- [5] 秋山宏：「エネルギーの釣合いに基づく建築物の耐震設計」, 技報堂出版, pp62, 1999