

柱継手高力ボルト接合の開発 その3 有限要素法解析 (曲げモーメント及び軸力を同時に作用する場合)

正会員 ○横山重和\* 正会員 小村欣嗣\*  
 正会員 井口智晴\* 正会員 皆川隆之\*\*  
 正会員 川上寛明\*\*\* 正会員 中野英行\*\*\*  
 正会員 宍戸唯一\*\*\*\*

柱継手 有限要素法解析 超高力ボルト  
 角形鋼管柱 省溶接 安全性

1 目的

「その2 有限要素法解析 (実験との比較)」で報告した解析モデルが実験結果とよく一致することを報告した。本論文では各柱サイズについて接合部仕様の妥当性を検討するとともに、軸力を考慮した解析を行う。

2 有限要素法解析

解析には「その2 有限要素法解析 (実験との比較)」と同様に汎用非線形解析プログラム ANSYS を用いる。解析仮定、解析モデル、柱継手部のモデル化もその2と同

じとする。

3 柱継手仕様

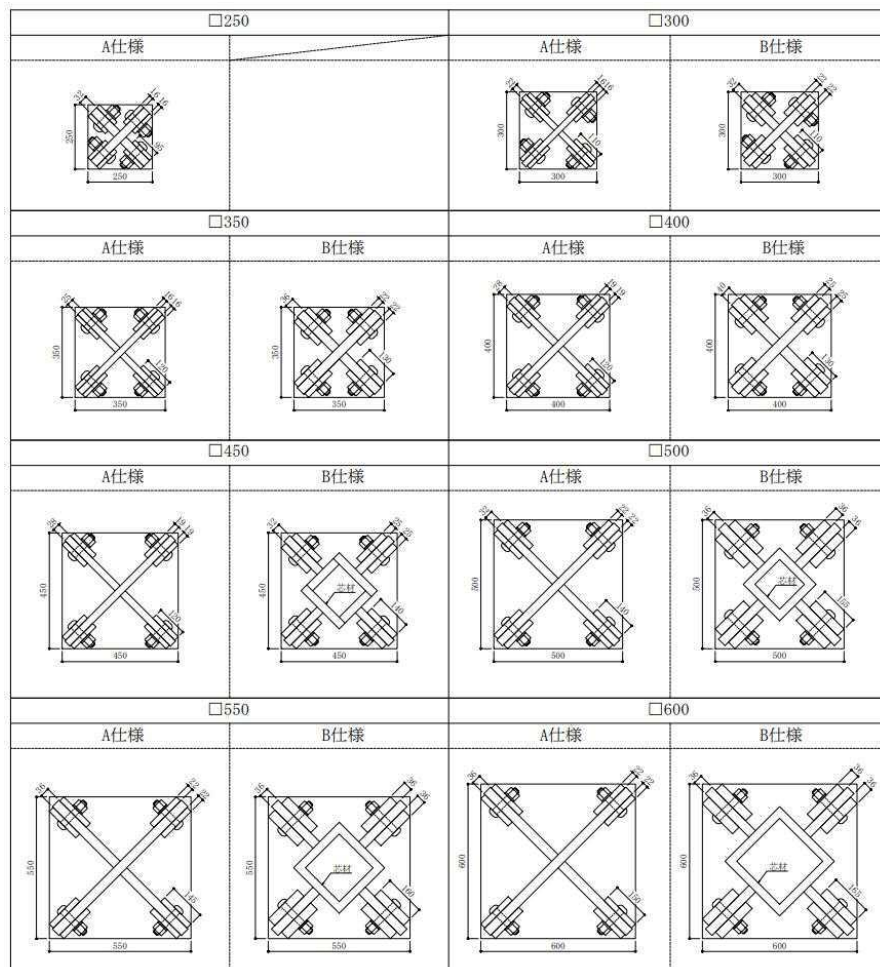
図1に解析を行った柱継手断面一覧を示す。

柱サイズは□250~□600 までを対象とし、接合部仕様は□250のみA仕様の1種類で、それ以外はA仕様とB仕様の2種類の設定をした。実験を行った Case1 及び2は□250-A仕様、Case3は□350-B仕様、Case5は□450-B仕様にあたる。

表1に示すように各柱継手断面に対して、ボルト本数ま

図1 柱継手断面一覧

表1 柱継手設定一覧



柱外形	仕様No.	柱継手母材	ボルト本数*1	アルミ溶射
□250	1	A仕様	8本	無し
	2			有り
□300	3	A仕様	8本	無し
	4			有り
	5	B仕様	8本	有り
	6	B仕様	12本	有り
□350	7	A仕様	8本	無し
	8			有り
	9	B仕様	8本	有り
	10	B仕様	12本	有り
□400	11	A仕様	8本	無し
	12			有り
	13	B仕様	8本	有り
	14	B仕様	12本	有り
□450	15	A仕様	8本	無し
	16	A仕様	12本	有り
	17	B仕様	12本	有り
	18	B仕様	16本	有り
□500	19	A仕様	8本	無し
	20	A仕様	12本	有り
	21	B仕様	16本	有り
	22	B仕様	20本	有り
□550	23	A仕様	8本	有り
	24	A仕様	12本	有り
	25	B仕様	16本	有り
	26	B仕様	20本	有り
□600	27	A仕様	8本	有り
	28	A仕様	12本	有り
	29	B仕様	16本	有り
	30	B仕様	20本	有り

\*1 柱継手の上下の片側に配置されるボルト本数を示している。

たはアルミ溶射の有無（あり→アルミ溶射：すべり係数 0.7、なし→赤錆：すべり係数 0.45）を変化させた 2 種類の設定を行っている。本解析ではボルト段数が多い仕様ほど柱継手部長くなり、剛性が小さくなるため、ボルト段数が違う場合には段数の多い仕様の解析を行っている（表 1 中の灰色部分）。なお、その 2 で示したように解析ではボルト部は再現しておらず、滑り以前の検証を行っているため、アルミ溶射の有無は解析には影響しない（仕様 No1 と No2、No3 と No4、No7 と No8 及び No11 と No12 は同じ解析モデルとなる）。

#### 4 軸力の設定

解析モデルに作用させる軸力はスプライスプレートの断面積の降伏耐力  $sPy$  を基準にして、□500-B 仕様、□550-B 仕様及び□600-B 仕様は  $0.4 \times sPy$  を最大値とし、それ以外は  $0.65 \times sPy$  を最大値とした。なお、最大値はプラン検証結果やベースプレート（以下、BPL）の変形などを総合的に考慮して設定した。

#### 5 解析結果

図 2 に荷重－変形結果の代表例を示す。軸力が大きくなるに従い、耐力、剛性とも低下している。解析での降伏荷重（剛性が初期剛性の 1/3 になって時点）とその 4 およびその 5 で後述する保有耐力時の許容荷重も合わせて示す。すべてのモデルで、解析での降伏荷重が保有耐力時の許容荷重を上回っていることが分かる。

図 3 に各モデルで軸力が最大の場合について、降伏荷重時の BPL の相当応力図の代表例、図 4 に BPL の変形図の

代表例を示す。表面の一部で降伏点を超えている部分もあるが局所的で、BPL の変形も最大でも 1.5mm 程度となっており、かつ、全体の荷重－変形関係でも極端な剛性低下が発生していないため、本解析で用いた BPL 厚で構造安全性は確保されていると考える。なお、□450-B 仕様の 0.70Py 及び 0.75Py、□600-B 仕様の 0.55Py では BPL の変形が 1.5mm を超えているが、軸力が設計範囲を超えており、設計範囲内ではすべて 1.5 mm 以下となっている。

#### 5 まとめ

設定した軸力の最大値までであれば、解析での降伏荷重（剛性が初期剛性の 1/3 になって時点）が保有耐力時の許容荷重を上回っており、その 4 およびその 5 で示す設計荷重で問題ないことが分かる。

また、BPL も本解析で用いた板厚で構造安全性が確保されていることが分かる。

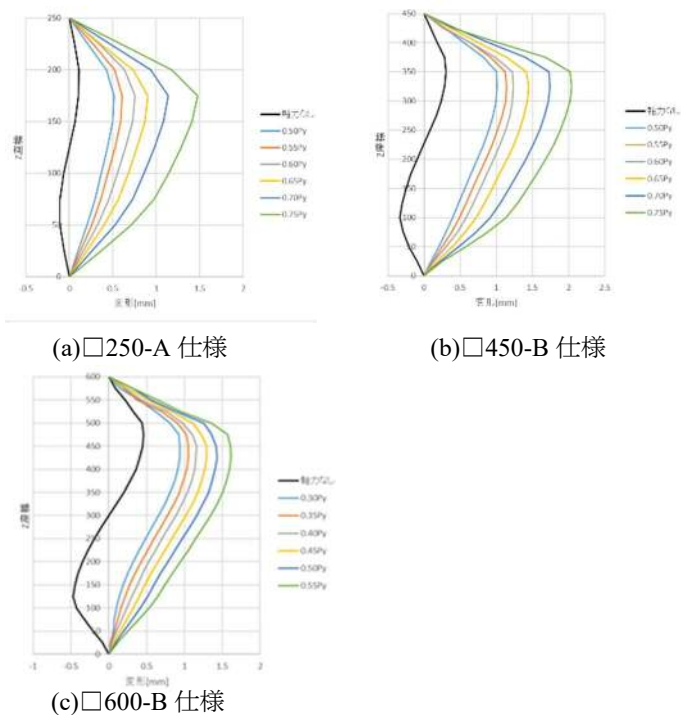
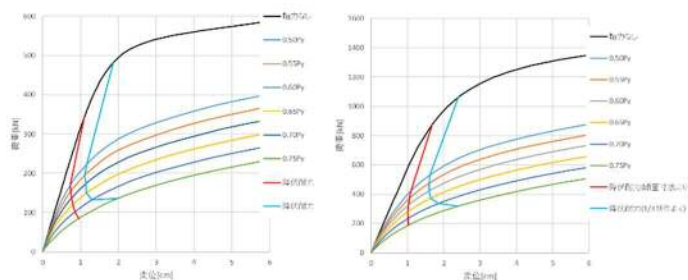
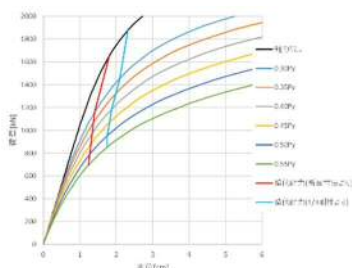


図 3 ベースプレートの変形図（代表例）



(a) □250-A 仕様

(b) □450-B 仕様



(c) □600-B 仕様

図 2 荷重－変形結果（代表例）

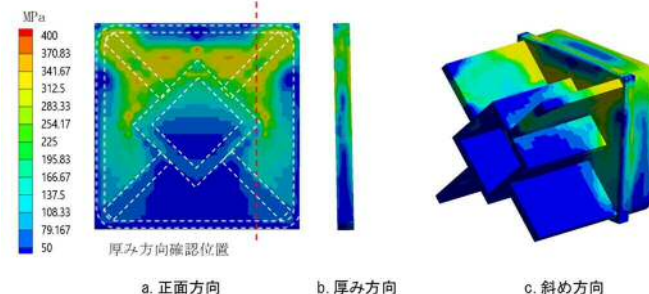


図 4 相当応力図（□600-B 仕様）

\*積水ハウス株式会社

\*\* 株式会社えびす建築研究所

\*\*\* 日鉄建材株式会社

\*\*\*\* 日本製鉄株式会社

\* Sekisui House LTD.

\*\* Corporation Ebisu Architecture Laboratory

\*\*\* Nippon Steel Metal Products Co.,LTD

\*\*\*\* Nippon Steel Corporation