

# 柱梁半剛接合部の耐力及び剛性に対する製作誤差の影響

## 1.はじめに

鉄骨構造の柱梁接合部には、溶接の代わりにスプリットティー等の接合金物と高力ボルトを利用した接合形式である半剛接合がある。溶接接合を用いる場合は、複雑な形式となると工費も高く、また高度な溶接技術を要するため、施工者の技術が接合部性能に大きく影響するというデメリットが挙げられる。一方、半剛接合の場合は施工が容易で、製作誤差を比較的容易に吸収でき、構造的なメリットがある。本研究では、半剛接合であるスプリットティー接合の製作誤差による耐力と剛性の影響について着目し検討する。

## 2.解析モデル

数値解析ソフト Abaqus により解析を行った。解析モデルの概要を図 1 に示す。解析モデルは対称性を考慮し、試験体全体の 1/2 とした。

製作誤差による影響を検討するため、まず 2 種類の基本モデルを定める。本年度の載荷実験に使用した試験体を基本モデルとして、極力プレート崩壊で最大耐力に達する試験体として設計された TCM19-110N を typeA とする。一方、引張接合部分の梁フランジにボルト配置を近づけて、最大耐力・降伏耐力時ではある程度の引張ボルトの離間が生じる試験体 TCM19-85N を typeB とする。同程度の製作誤差でも接合ディテールの違いによって、その影響も異なると考えられるので、上記の 2 種類の解析モデルに対し、同様の誤差を与えた。それらの誤差を図 2 に示す。これらのパターンの組み合わせを表 1 に示す。

スプリットティーに使用した鋼材は SS400 とし、使用ボルトは F10T の M22 とした。

表 1 解析モデルの組み合わせ

typeA1	typeA2	typeB1	typeB2
A1-N-A	A2-N-A	B1-N-A	B2-N-A
A1-N-B	A2-N-B	B1-N-B	B2-N-B
A1-E-A	A2-E-A	B1-E-A	B2-E-A
A1-E-B	A2-E-B	B1-E-B	B2-E-B
A1-E-C	A2-E-C	B1-E-C	B2-E-C
A1-Z2	A2-Z2	B1-Z2	B2-Z2
A1-Z4	A2-Z4	B1-Z4	B2-Z4

柱とスプリットティーにおける製作誤差の影響を検討するため、梁を剛体と見なし、スプリットティーウェブと一体化させたことで解析の効率化を図った。

## 3.解析結果と比較

それぞれのモデル解析から得られた荷重 P と変形  $\delta$  をプロットしグラフ化した。グラフは同タイプ同ボルト孔径で一つのグループとした計 4 グループがある。これらのグラフを図 3、図 4、図 5、図 6 に示す。ここでは誤差を扱う時の標準となるモデルの 1-N-A シリーズを基準とし、誤差モデルとの比較をした。

### (1)初期剛性

初期剛性に関しては、どのモデルも一様に同程度の変化が見られた。typeA、typeB 両タイプとも N-B、E-A、E-B、E-C は各基準モデルにたいして、すべて 1% を下回っていることから、基準モデルとの差が実用的に無視できる程度と言える。Z2 は基準モデルに対して 3% 弱上回った結果となった。Z4 モデルは両タイプで若干の違いが見られ、typeA では約 7%、typeB では約 6.5%、基準モデルを上回る結果となった。

### (2)降伏点における割線剛性の比較

Slope-Factor 法を見習って、接線剛性が初期剛性の

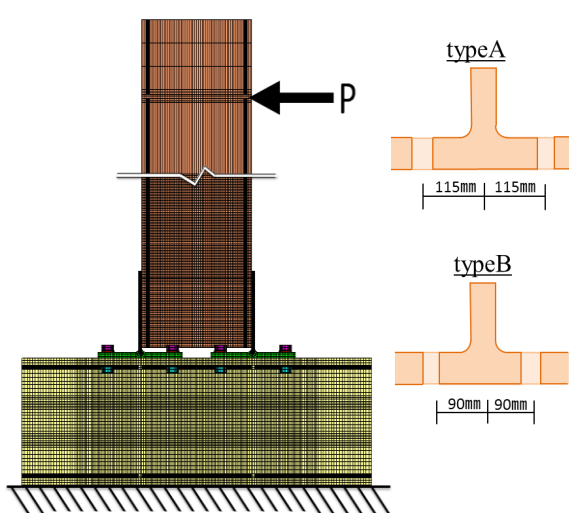


図 1 解析モデル

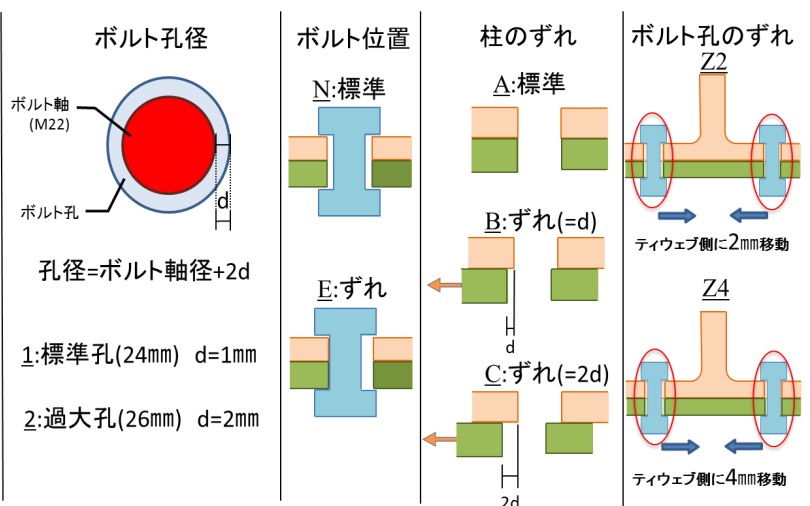


図 2 誤差の概略図

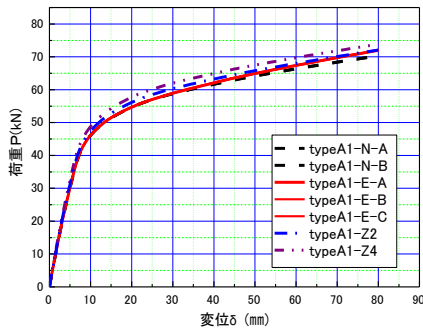


図3 荷重-変位曲線(typeA1)

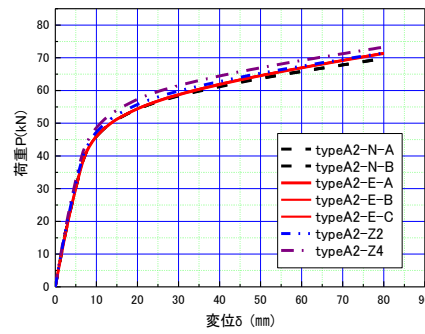


図4 荷重-変位曲線(typeA2)

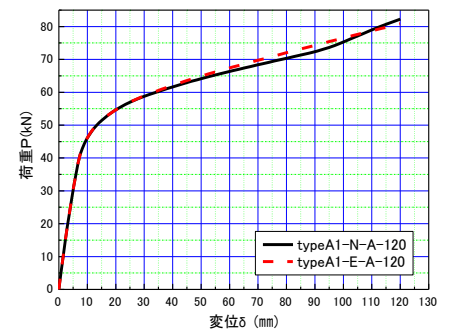


図7 変形増加後の耐力(A1)

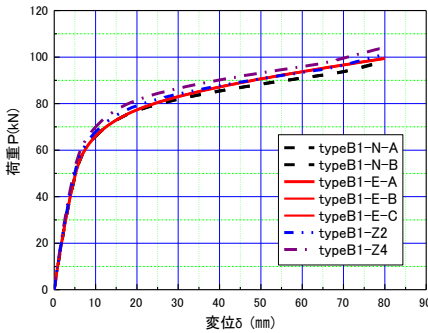


図5 荷重-変位曲線(typeB1)

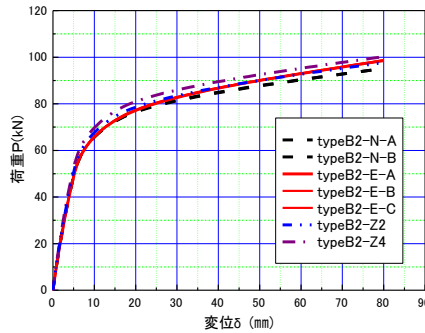


図6 荷重-変位曲線(typeB2)

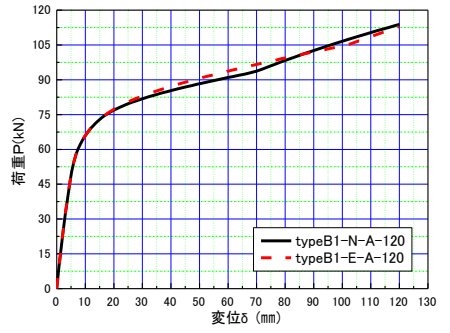


図8 変形増加後の耐力(B1)

1/3 に低下した時点の荷重を求め、その値を降伏耐力とし、降伏点での耐力と変位を用いて割線剛性を算出し比較した。各モデルの降伏耐力を表 2 に示す。

typeA では N-B、E-A、E-B、E-C がいずれも 1% を下回っていることから実用的に無視できるレベルの誤差であった。Z2 は 3.8%、Z4 は約 7%、それぞれ基準モデルを上回る結果となった。typeB では、2-E-A が基準モデルよりも 1.5% 上回ったが、上記を除く N-B、E-A、E-B、E-C に関しては typeA と同様に 1% を下回る結果となった。Z2 は 4% 弱、Z4 は 8% 弱、それぞれ基準モデルを上回る結果となった。

### (3) 最大耐力の比較

最大耐力については、数値解析がモデルの崩壊まで進めることができないため、各モデルにおいて十分な崩壊機構・塑性ヒンジが形成された大変形領域で打ち切った。ここでは 80 mm 変形時の耐力を最大耐力として扱う。

typeA では N-B が基準モデルより 1% を下回り影響が微小であるのに対して、E-A、E-B、E-C は基準モデルより 2% 程度上回っており、やや大きくなる傾向が見られた。ケース Z でも同様の傾向が見られ、Z2 では 2.4%、Z4 では 4.8% と、それぞれ基準モデルを上回る結果となった。typeB でも N-B は、typeA と同様 1% を下回る傾向が見られた。1-E-A、1-E-B、1-E-C は基準モデルより 1% 程度、2-E-A、2-E-B、2-E-C は 3.5% ほど上回る結果となり、剛性よりも最大耐力に対する影響がやや大きくなる傾向が見られた。Z2 は 2% 強、Z4 は 5% 弱の影響は見られた。また図 5 の耐力の変化に対して、更に変形を増加させて各ケースの相異を見ることにした。その中の

表 2 各モデル降伏耐力

typeA1	Py(kN)	typeA2	Py(kN)	typeB1	Py(kN)	typeB2	Py(kN)
A1-N-A	45.9	A2-N-A	45.5	B1-N-A	61.8	B2-N-A	61.2
A1-N-B	45.9	A2-N-B	45.4	B1-N-B	61.8	B2-N-B	61.2
A1-E-A	45.9	A2-E-A	45.6	B1-E-A	61.9	B2-E-A	61.7
A1-E-B	45.9	A2-E-B	45.6	B1-E-B	61.8	B2-E-B	61.4
A1-E-C	45.9	A2-E-C	45.5	B1-E-C	61.8	B2-E-C	61.4
A1-Z2	48.2	A2-Z2	47.7	B1-Z2	64.9	B2-Z2	64.2
A1-Z4	47.0	A2-Z4	46.5	B1-Z4	63.3	B2-Z4	62.7

一部分を例として図 7、図 8 に示す。結果として、ケース N を上回っていたケース E の耐力が変形の増加とともに逆転したという結果がみられた。崩壊機構がプレート塑性ヒンジからトラス機構へ移行する際の複雑な変形性状の影響だと考えられる。そのほかのタイプでも同様の結果が見られた。

### 4. まとめ

本論文では一連の数値解析シミュレーションを通して、半剛接合部の剛性および耐力に対する製作誤差の影響を検討した。結果から以下のことが言える。

- 1) 設定した各種製作誤差の組み合わせでは、引張ボルトが揃ってずれるケース Z を除いて、接合部の立ち上がり剛性・降伏耐力時の割線剛性に与えた影響がほとんど 1% 未満で実用的に無視できることが分かった。
- 2) 剛性に対する影響について、typeA より剛性の高い typeB では影響がやや大きくなるケースが見られた。
- 3) 基準モデルに対する製作誤差による剛性・耐力の変化の割合は、ボルト孔が過大となった場合でも、標準ボルト孔時と同程度の変化が見られた。

### 参考文献

島野竜平、李亦然、林暁光:高力ボルトとスプリットティーを用いた柱梁接合部に関する研究,2017年度日本建築学会近畿支部研究報告集