

高力ボルトによる異形鋼管フランジ継手の耐力および曲げ剛性の評価 その1
構法の概要および圧縮・引張耐力の評価

フランジ継手 高力ボルト 耐力
曲げ剛性 崩壊機構 有限要素法解析

正会員 ○ 笠原 康弘*1 同 中野 達也*2
同 磯田 充樹*3 同 深澤 協三*4
同 天野 一弥*1

1. 序

基礎梁を省略する柱杭接合構法として、図1のような角形鋼管柱を円形鋼管杭に直接、高力ボルトで接合する異形鋼管フランジ継手が実用化されている。フランジ継手の耐力および剛性はフランジ板の面外変形に起因して低下する場合があります、フランジ板厚の影響が大きいことが指摘されている^{1),2)}。また、本構法では柱と杭が異形であるため、応力伝達機構に不明な点がある。

そこで本研究では、圧縮・引張・曲げそれぞれの応力状態について、フランジ板厚をパラメータとしたFEM解析を行い、耐力を評価する。次にフランジ継手を剛接合とみなすことができるフランジの必要板厚を評価する。

2. 構法の概要

異形鋼管フランジ継手は図1のように、フランジの溶接された円形鋼管杭を打ち込み、同様にフランジの溶接された角形鋼管柱と高力ボルトで接合する構法である。従来の構法と異なり、配筋や基礎梁を省略することが可能で施工が容易であり、円形鋼管杭の打設後即建方が可能である。フランジと鋼管の溶接および角形鋼管柱側のフランジの孔空けは工場で行い、円形鋼管杭側のフランジの孔空けと接合は工事現場で行う。その際のフランジの高さ調整は、杭頭レベルの測定値に基づきフィラープレートを用いて行い、レベル誤差は±3mmに収めている。杭径は応力伝

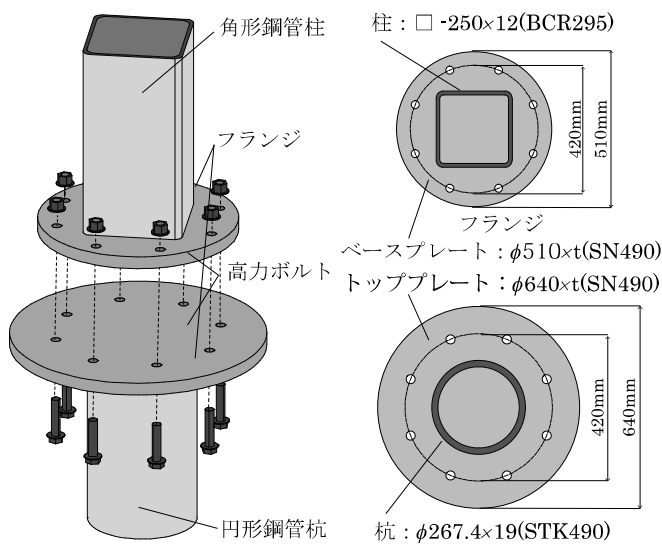


図1 異形鋼管フランジ継手

達を考慮して柱径に合わせているため、杭サイズは耐力に余裕のある設計になっている。また、円形鋼管杭側のフランジは、打込に用いる回転埋設用ボルト孔と水平方向の施工誤差(最大20mm)を想定し、角形鋼管柱側のフランジより半径が65mm大きい。

3. 解析概要

図2に異形鋼管フランジ継手の寸法および鋼種を示す。図2のフランジ継手は一般的な使用を想定し設計したものである。また、表1に鋼管の断面性能と各耐力の一覧を示す。フランジ継手の力学性能を検討するため、鋼管での先行降伏を避ける鋼管板厚を設定している。

表1 各耐力一覧

	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	Z (mm ³)	Z _p (mm ³)	N _y (kN)	N _u (kN)	M _y (kNm)	M _p (kNm)
□-250x12	295	400	805000	959000	3224	4372	237	283
φ267.4x19	325	490	810874	1103666	4547	6855	264	359

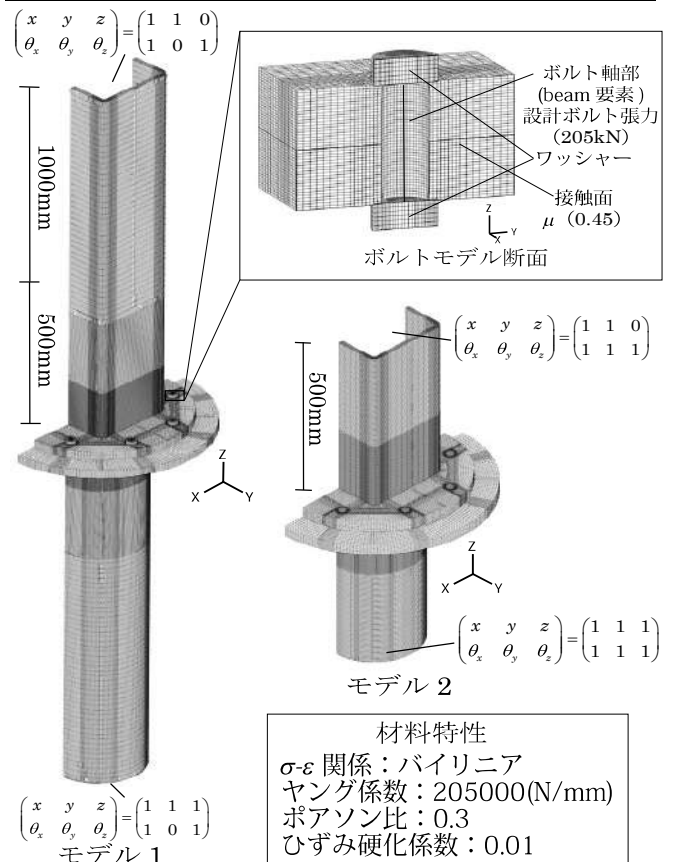


図2 フランジ継手の寸法

図3 解析モデル

Evaluation on the strength and bending stiffness of the flange bolted joint between different shape tubes Part1
Outline of construction method and evaluation on compression and tensile strength

KASAHARA Yasuhiro, et al.

図3に解析モデルを示す。解析モデルは対称性を考慮した1/2モデルである。σ-ε関係はバイリニアとし、ヤング係数は205000(N/mm²)、ポアソン比は0.3、ひずみ硬化係数は0.01、接触面のすべり係数は0.45としている。高力ボルトはM22(F10T)であり、ワッシャーとナットを一体化してモデル化している。軸部は弾性体の線材とし、導入張力が設計ボルト張力(205kN)になるよう初期応力を与えている。引張解析と曲げ解析では図3のモデル1を用いる。圧縮解析ではモデル2を用いて座屈を考慮する。曲げ解析では純曲げを与える。

4. 圧縮降伏耐力

圧縮降伏耐力について、フランジ板厚が薄い場合、図4のように鋼管形状の差異により圧縮応力の有効伝達範囲が限られると考えられる。そこで、フランジ板厚と圧縮降伏耐力の関係を検討する。

図5にP-δ関係を示す。ここで1/6接線剛性耐力を圧縮降伏耐力とする。図6に圧縮降伏耐力とフランジ板厚の関係を示す。表2に圧縮降伏耐力一覧を示す。フランジ板厚6~16mmの範囲ではフランジ板厚の増加に伴いフランジ継手の圧縮降伏耐力も増加している。その後、16~40mmの範囲で圧縮降伏耐力は頭打ちになっている。なお、フランジ板厚6~16mmの範囲でも継手解析値/柱計算値は0.90

表2 圧縮降伏耐力一覧

フランジ板厚	継手解析値(kN)	□-250×12		継手解析値/柱計算値
		計算値(kN)	解析値(kN)	
6	2908			0.90
9	3103			0.96
12	3182			0.99
16	3225	3224	3269	1.00
25	3232			1.00
32	3237			1.00
40	3241			1.01

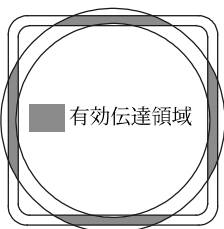


図4 異形鋼管断面

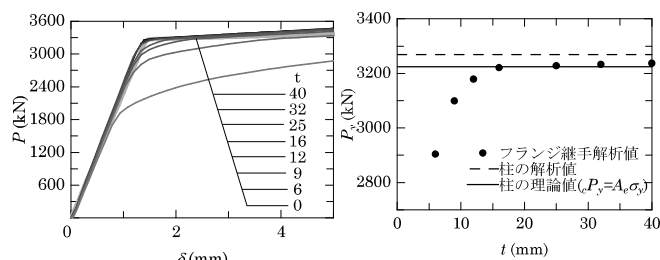


図5 P-δ関係

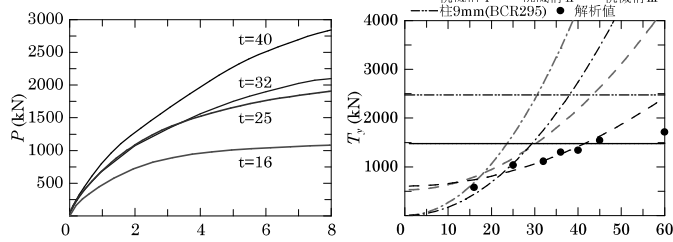


図8 P-δ関係

図9 Py-t関係

以上である。

5. 引張降伏耐力評価

現行の評価式^{1)~3)}との対応を検討する。図7に崩壊機構と引張降伏耐力の評価式^{1)~3)}を示す。円形鋼管杭側のフランジ継手では提案されている評価式^{1),2)}を用いる。角形鋼管柱側のフランジ継手ではスプリットティ形式引張接合部の評価式を準用している³⁾。

図8にP-δ関係を示す。ここで1/3接線剛性耐力を引張降伏耐力とする。図9に引張降伏耐力とフランジ板厚の関係を示す。評価式としては、角形鋼管柱側の引張降伏耐力の解析値とよく対応していることが分かる。解析値/計算値は0.80~1.05である。

6. 結

高力ボルトによる角形鋼管柱と円形鋼管杭のフランジ継手を対象としてFEM解析を用いて検討を行った。

圧縮降伏の耐力は、フランジ板厚16mm以上であれば解析値が角形鋼管柱の降伏耐力と同等になることが分かった。

引張降伏耐力は、現行の評価式と精度よく対応していることが分かった。解析値/計算値は0.80~1.05であった。

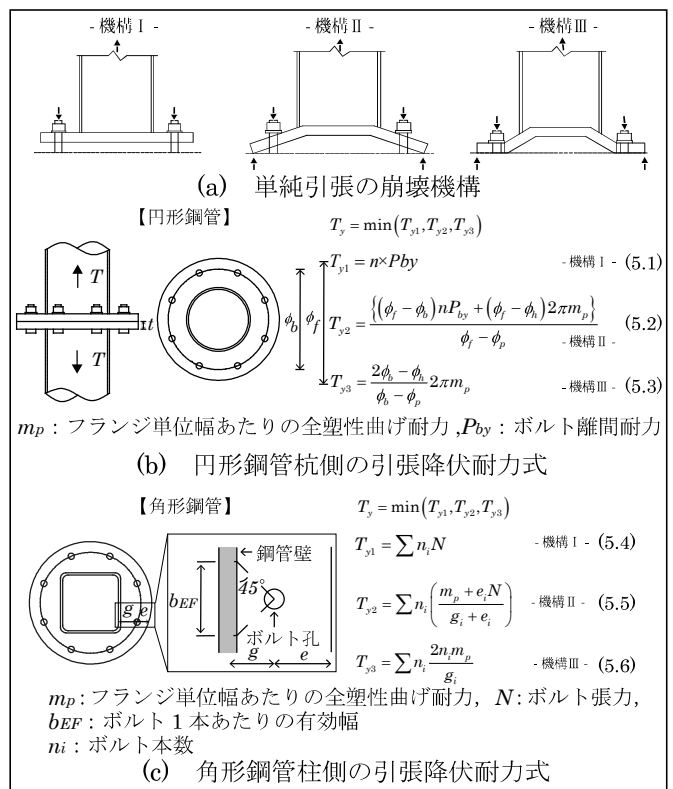


図7 引張降伏耐力の評価式

参考文献

その2に示す。

* 1 株式会社 三誠	* 1 SANSEI INC.
* 2 宇都宮大学	* 2 Utsunomiya Univ.
* 3 東京工業大学 (元宇都宮大学)	* 3 Tokyo Institute of Technology s(former Utsunomiya University).
* 4 日本建設業経営協会 中央技術研究所	* 4 JARGC Central Research Institute for Construction Technology.