

B-47

K型円形鋼管分岐継手の接合部耐力における偏心の影響に関する数値解析的研究

Numerical analysis study on the effect of eccentricity on joint strength of K-type circular steel pipe branch joint

○知久 毬絵¹, 石鍋 雄一郎², 中島 肇³Marie Chiku¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima³

Abstract: Steel pipe truss structure design and construction guidelines・Compare the experimental results of previous research, which is the basis of the calculation formula for calculating the joint strength of the K-shaped circular steel pipe branch joint described in the same explanation, and compare the load deformation relationship in FEM analysis. Compare with the deformation properties of the joint, confirm the deformation of the joint due to eccentricity and the yield strength. Furthermore, it is examined whether the behavior of the joint is required when the applicable range of eccentricity is exceeded.

1. はじめに

鋼管トラス構造設計施工指針・同解説^[1]の接合部の分岐継手に記載されているK型円形鋼管分岐継手の接合部耐力を求める計算式は、既往研究である鋼管トラス節点の研究^[2], ^[3]をもとに設定されている。これらの文献内では、各種の主管と支管の組み合わせについて部材軸線の交点を $-D/4, 0, D/4$ と変化させたK型トラス節点を作り、その耐力をまとめている。

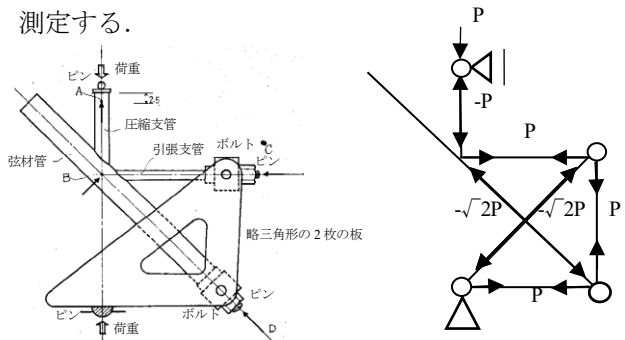
本研究の最終目標は、偏心による接合部の変形および耐力性状をFEM解析によって確認し、今現在問題となっている偏心の適用範囲を超えた場合の接合部の挙動を、FEM解析を通して求めることである。ここでは、これらの文献で行われている実験の試験体Aと試験体Gの実験結果を比較し、FEM解析のモデル化などの参考にする。

2. 文献調査

2-1. 実験方法

既往研究^[2]では、トラス節点の実験研究の方針や、節点の局部変形とその部材応力等に及ぼす影響、節点の形状と強度との関係についての研究結果を報告している。弦材管に2本の支管が集まる節点を最初の研究対象とし、節点の変形、強度等の実験をしている。部材軸線が節点部分で交わる場合、 $1/4D$ だけ外側に食い違っている場合 (Figure5), $1/4D$ だけ内側に食い違っている場合 (Figure7) の試験体を用いている。加力装置を用いて、試験体の圧縮支管、引張支管、弦材管の一端に荷重を行う (Figure1)。荷重方法としては、回転自由な2本の軸にあるピンに、引張支管及び弦材管の端部に溶接した1インチ及び11/8インチのボルトを差し込み、ナットで緊結し、本加力装置と圧縮支管との間に圧縮力を加える。このときの軸力図は Figure2 のようになる。荷重順序は、試験体が弾性範囲内にあると思わ

れる荷重段階で数回荷重を繰り返してからそのまま荷重を増加して破壊させる。その間各荷重段階で、節点や支持点の変位、回転角、各部材の軸力、曲げモーメント、せん断力をダイヤルゲージ、抵抗線歪ゲージで測定する。

Figure1 Experimental device ^[2] Figure2 Axial force diagram

既往研究^[2]で、曲面の局部的な曲げ変形が節点の破壊と直接つながる場合が多いことが明らかになったので、追求すべき問題点は曲面の形とこの様な局部変形との相互関係である。そこで既往研究^[3]では6つの実験をしており、本研究では、その中の1つの部材の交わり角が前実験と同じ場合の節点の挙動を続けて調べる実験を対象とする。

この実験は、既往研究^[2]と同じ加力装置を用いる。荷重順序は、低荷重時に数回荷重を繰り返してから、そのまま破壊するまで荷重を増加させる。加力装置の下にピンの設置の有無で荷重I、荷重IIを区別をした。

2-2 実験結果

Figure1 に示す点 A, B, C の変位測定値から、加力装置の変形やガタに対する修正項加算して求めた荷重-変位 δ_A , δ_B 曲線の各試験体の平均曲線を求めると Figure3, Figure4 の通りである。

試験体 A (Figure5), 試験体 G (Figure6) に注目して最大荷重及び破壊形態等を見ると、A 試験体の最大荷

重は6.17t、節点効率は50.4%、破壊原因は弦材管のめり込み、破壊形態は弦材管局部変形（圧縮支管溶接部付近でめり込み、引張支管溶接部付近で僅かに膨らみ、節点部分で全体に湾曲する）であり、G試験体の最大荷重は7.00t、節点効率は57.2%、破壊原因は弦材管のめり込み、破壊形態はA試験体と同様弦材管局部変形であった（Figure4）。

節点の変形性状について、ダイヤルゲージで測定した変位 δ_A, δ_B は節点に集まる各部材の骨組的な変形や、節点近傍の局部変形等からなる「節点部分」の全体的な変形を表す。節点部分の変形と荷重との関係は低荷重時には直線的で、荷重の増加と共に徐々に塑性的な変形が大きくなり始め、通常最大荷重に達する前に大きな変形を生じる（Figure3）、（Figure4）。弾性計算により部材応力の大きさを示す（Table1）。節点の食い違い距離 f （Figure5）が大きいほど、局部変形が大きくなると推定することが出来る。

「局部変形に対する強さ」と、節点の喰違い距離、弦材管管厚等の「節点の形状要素」との相互関係が重要である。節点の喰違い距離 f の変化が節点の強度に及ぼす影響は非常に大きい。その原因は、 f が $D/4 \rightarrow 0 \rightarrow -D/4$ と変化すると、弦材管と圧縮支管および引張支管との相貫線が接近し、 $-D/4$ では支管同士も相貫すること、 f の変化により、部材に生じる付加的な曲げ応力が変わり、そのために部材の軸力方向が変わることである。節点の強度は f が小さいほど増大する。

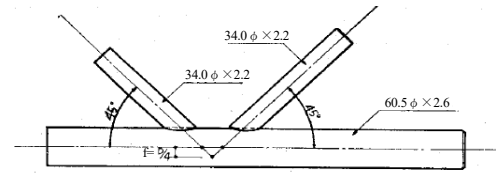


Figure5 SpecimenA (f=D/4) [3]

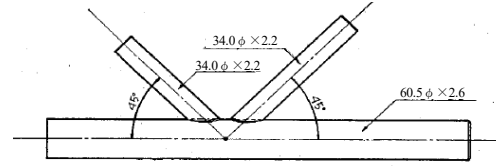


Figure6 SpecimenG (f=0) [3]

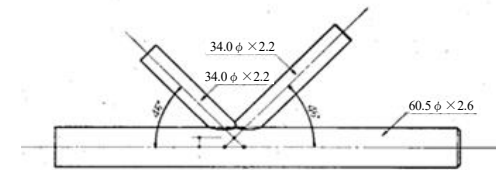


Figure7 SpecimenP (f=-D/4) [3]

Table1 Member stress, Calculated elasticity of deformation

試験体番号		A	G
載荷Ⅰ	$N_{BD} (t)$	-1.48	-1.41
	$N_{BE} (t)$	1.08	1.00
	$N_{CA} (t)$	-1.00	-1.00
	$\sigma_A (10-3 \text{ cm/t})$	18.8	15.8
	$\sigma_B (10-4 \text{ cm/t})$	12.9	12.1
載荷Ⅱ	$N_{BD} (t)$	-1.45	-1.41
	$N_{BE} (t)$	1.01	1.00
	$N_{CA} (t)$	-1.00	-1.00
	$\sigma_A (10-4 \text{ cm/t})$	17.6	15.8
	$\sigma_B (10-5 \text{ cm/t})$	12.3	12.1

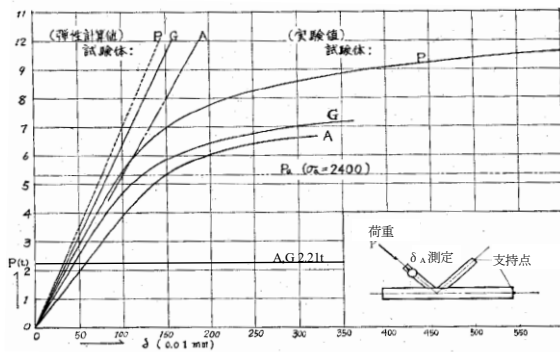


Figure3 Load_displacement average curve [3]

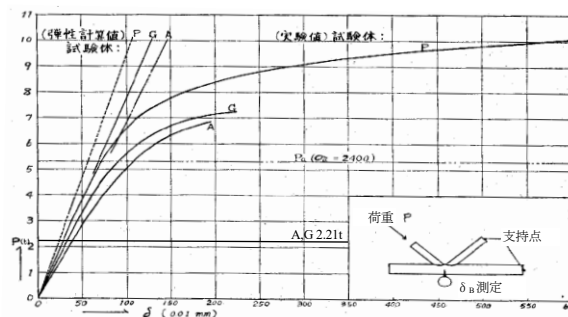


Figure4 Load_displacement average curve [3]

3. まとめ

鋼管トラス構造設計施工指針・同解説のもととなる文献^[2]、^[3]の実験を参照して、その中のA試験体とG試験体を比較し、FEM解析を行い、荷重と変形の関係と、接合部の変形性状を比較する予定である。さらに、偏心による接合部の変形および耐力性状をFEM解析によって確認し、特に、偏心の適用範囲を超えた時にどうなるのかを検討する。

4. 参考文献

- [1] 日本建築学会：鋼管トラス構造設計施工指針・同解説、2002年12月
- [2] 鷲尾健三・黒羽啓明・沓野政一・三好庸元、「鋼管トラス節点の研究(その1)」、建築学会論文報告集第69号、昭和36年10月
- [3] 鷲尾健三・黒羽啓明・東郷武、「鋼管トラス節点の研究(その2)」、建築学会論文報告集第84号、昭和38年4月