

鋼製円形橋脚の隅角部に関する実験的研究(その1) -静的荷重実験-

首都高速道路公団 正員 木暮 深, 正員 増井 隆

川崎製鉄

正員 宇都宮紳三

1. まえがき

都市内高速道路のラーメン橋脚は、箱型断面梁と円筒断面柱を組合せた構造が多用されているが、この形式の隅角部設計方法には、鋼管の最小板厚規定など今後も検討を要する課題がいくつか残されている。

そこで、本研究では大型模型を用いた隅角部の曲げ荷重実験により、①せん断応力、②割込ウェブの必要性、③鋼管柱の最小板厚規定の算定方法の3点に着目し、現行設計法の妥当性に対する検討を行った。

2. 隅角部の設計計算の考え方

(1) せん断応力の算定法：現行設計法では、鋼管を用いた隅角部のせん断応力の算定は円形断面を箱型断面柱に置換えて「奥村の方法」によって行われる¹⁾²⁾。この場合、置換えた箱型断面隅角部のウェブ板厚は、鋼管板厚がそのまま用いられ、また割込ウェブがある場合には、割込ウェブ板厚もそのまま加えられる。

(2) 横梁と脚部の曲げ応力：横梁の部材板厚は、せん断遅れによるウェブ付近の曲げ応力の集中を考慮して設計される。一方柱脚部の鋼管の板厚は、隅角部のせん断パネルゾーンの所要板厚および最小板厚規定を考慮して設計される。特に板厚規定については、鋼管の半径と板厚の比(R/t)が40以下とされ、近年の柱脚の大口径化と共に板厚も増加傾向にある。

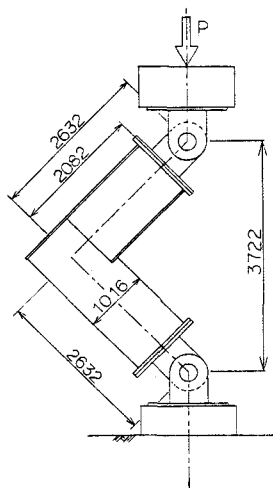


表1 試験体のパラメータ

R/t	割込ウェブ	B/D=0.6		B/D=0.8
		H/D=0.5	H/D=1.0	H/D=0.5
40	無し	試験体B	試験体A	試験体D
	有り		試験体2	
54	無し	試験体C	試験体5	
70	無し		試験体F	

D:鋼管外径(=1016) B:横梁幅 H:横梁桁高

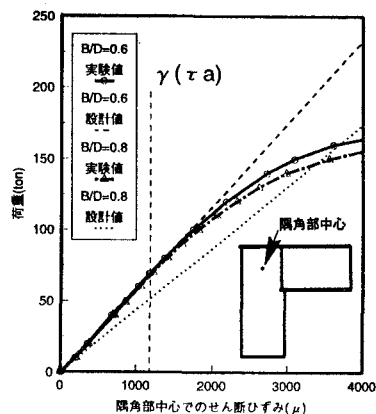


図2 B/Dとせん断ひずみの関係

3. 実験概要

実験に用いた供試体のパラメータ

を表1に示す。供試体は一般的なラーメン橋脚の隅角部を想定し、鋼管の外径は1016mmとした。荷重方法を図1に示す。地震時に横方向荷重によりラーメン橋脚隅角部が閉じる方向へ変形する状況を想定し、供試体を縦方向に設置し、両端にヒンジを介して静的に単調圧縮荷重を加えた。

4. 実験結果と設計荷重値との比較

(1) 箱型断面への置換え：図2に鋼管径と横梁フランジ幅の比(B/D)の異なる試験体(試験体BおよびD:共に $R/t=40$)で隅角部せん断パネルゾーン中心でのせん断ひずみを比較したものを示す。また図中には現行設計法によって計算した値も示す。

$B/D=0.6$ の場合は弾性域におけるせん断ひずみの実測値と

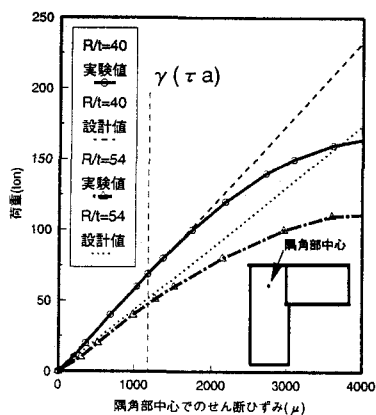


図3 R/tとせん断ひずみの関係

設計値がほぼ一致しているが、 $B/D=0.8$ の場合は弾性域において設計値が実測値に対して大きめの評価となっている。

図3に $R/t=40, 54$ (試験体BおよびC:共に $B/D=0.6$)で隅角部のせん断応力を設計値と比較したものを示すが、 R/t に関わらず設計値とほぼ一致しており、せん断応力の算定精度には、 R/t の影響は小さいと考えられる。

(2) 割込ウェブの有無: 図4に試験体2($R/t=40, B/D=0.6$, 割込ウェブ有り)の隅角部鋼管表面のせん断パネルゾーンおよび割込ウェブ中心におけるせん断ひずみを設計値と比較したものを示す。せん断パネルゾーンのひずみは、設計値とほぼ一致しているが、割込ウェブのひずみは許容値以下の範囲内でも設計値を上回っている。すなわち隅角部のせん断変形に対しては、鋼管上のせん断パネルゾーンよりも割込ウェブの負担割合が高く、また設計値は実測値に対して小さめの評価となっている。

(3) 柱脚部鋼管を薄くすることによる影響: 図5, 図6に $R/t=40$ および70の試験体(試験体AおよびF:すべて $B/D=0.6$, 割込ウェブ無し)で最も応力集中が起こり易いと考えられる柱脚部下フランジ近傍での軸方向ひずみを実測値と梁理論値と比較したものを示す。また、図中には鋼管の局部座屈を考慮した許容応力に対するひずみを示す。

図より、隅角部近傍での軸方向ひずみは、許容値以下の範囲内では線形になっており、また梁理論によるひずみ値よりも小さい。したがって、梁理論によって算定される応力と局部座屈を考慮した許容応力を用いることによって、柱脚部の設計は安全側に評価されることがわかる。

5. まとめ: 本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 現行設計法の箱型断面への置換えによる隅角部せん断応力の算定方法は、 $B/D=0.6$ の場合は実験値と設計値がほぼ一致するが、 $B/D=0.8$ の場合には設計値は大きめの評価となっている。
- (2) 割込ウェブを入れた隅角部の設計では、算定される割込ウェブの応力が実測値に比べて小さめの値となっている。
- (3) 柱脚部の設計では、梁理論で計算した応力が安全側の評価となるため、局部座屈を考慮した許容応力で照査することにより許容応力度設計の範囲では、板厚による影響はあまりないものと考えられる。

参考文献

- 1) 奥村, 石沢: 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集, 1968年5月
- 2) 首都高速道路公団: 鋼構造物設計基準, 1992年4月

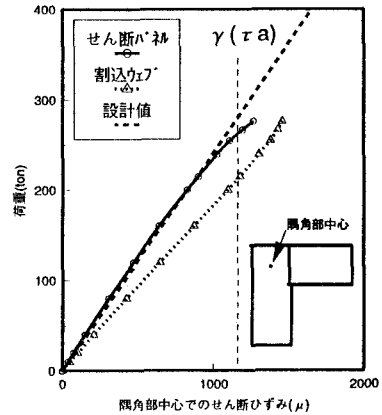


図4 割込ウェブを有する隅角部のせん断ひずみ

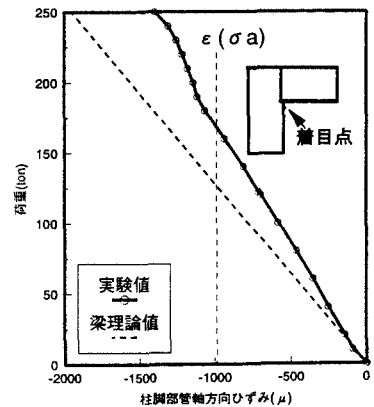


図5 隅角部近傍での柱脚部ひずみ($R/t=40$)

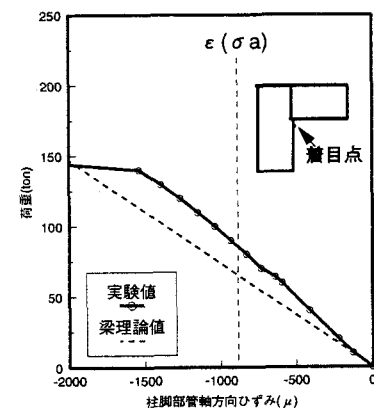


図6 隅角部近傍での柱脚部ひずみ($R/t=70$)