

新設鋼製橋脚隅角部におけるフィレット構造の応力低減効果（その3）

首都高速道路公団
(財)首都高速道路技術センター
川田工業(株)

正会員 並川賢治
正会員 町田文孝
正会員 宮森雅之

首都高速道路公団
(財)首都高速道路技術センター
(株)横河ブリッジ

正会員 溝口孝夫
正会員 澁谷 敦
正会員 清川昇悟

1. 目的

近年、鋼製橋脚隅角部に疲労き裂が発見されており、この損傷の一因として、せん断遅れによる高い応力集中であることが報告されている¹⁾。筆者らは、この応力集中を低減する方法として、図-1に示すようなフィレット構造を付加する研究を行っている。

これまでの研究により、図-2に示す直線と円弧の組合せによるフィレット構造の有効性、フィレットの大きさ（突出長） W 、横梁高さ D に対して $W/D = 20\%$ とすることを提案した。しかし、解析ケースが少ないことから、実際の構造

物へ適用においては橋脚隅角部の形状変化に伴う応力低減率のばらつきを考慮し安全側の判定をするため、輸送限界により必要な大きさのフィレットが工場製作時に設置できない場合がある等の課題が残されている（これまではフィレットの大きさ（突出長） W 、横梁高さ D に対して $W/D = 20\%$ とすることを提案）。

本研究は、隅角部の疲労強度改善方法を提案するために、隅角部の形状やフィレットサイズを変化させ複数の解析パターンによる応力低減効果の確認を行ったものである。

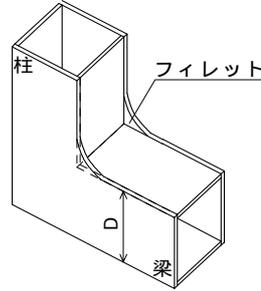


図-1 フィレット構造

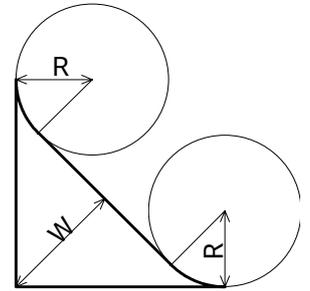


図-2 フィレット形状

2. 検討方法

本研究では、表-1、表-2に示す角柱7橋脚、円柱2橋脚の計9橋脚に対して、フィレットの形状を変更して解析を行った。フィレット形状は、応力低減に影響の大きい W/D をパラメータとしている。

また、角柱橋脚、円柱橋脚のいくつかはM-S比を変更した検討も行なっている。

以下に解析条件を箇条書きする。

- 1) 静的弾性 FEM 解析
- 2) 使用要素：
薄肉シェル要素，梁要素
- 3) 隅角部局所の最小要素
サイズ：25mm
- 4) 載荷荷重：任意の単位荷重
- 5) 境界条件：柱基部の
全自由度固定
- 6) 評価位置：シアラグによる応力集中の代表点として、横梁フランジにおける柱部材から50mm、かつ横梁ウェブから50mm離れた位置

表-1 解析ケース

(単位：mm)

解析形状	柱形状	横梁断面			柱断面		
		形状	flg 厚	web 厚	形状	flg 厚	web 厚
角柱 T 型(1)	角形	2000×2500	25	25	2500×2500	25	25
角柱 T 型(2)	角形	2000×2500	50	50	2500×2500	50	50
角柱 T 型(3)	角形	2800×2500	34	34	2500×2500	34	34
角柱 トの字型	角形	2000×2500	28	22	2200×2500	25	22
角柱 逆 L 型	角形	3000×3000	37	37	2750×3000	37	37
円柱 T 型	円形	2000×1600	34	34	2000	46	
円柱 トの字型	円形	2000×1800	14	15	2500	34	
角柱 門型	角形	1800×1500	15	15	1800×1650	15	15
角柱 型	角形	1800×1800	26	26	1800×1650	32	26

表-2 解析形状一覧

角柱 T 型	角柱 トの字型	角柱 逆 L 型	円柱 T 型
円柱 トの字型	角柱 門型	角柱 型	

Keywords : 鋼製橋脚, 隅角部, 疲労き裂, フィレット, せん断遅れ, 応力低減

連絡先 : 〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 首都高速道路公団 TEL 03-3539-9463

3. 検討結果

各橋脚隅角部において、フィレットを付けない場合の（応力集中部の）応力を 100%として、シアラグによる応力集中部の応力比をグラフ化した結果を図-3に示す。

3-1. 角柱橋脚

角柱T型は、～の3橋脚あり、 $W/D = \text{約} 8\%$ にて行っている。断面の大きさが同じとでは、板厚が厚くなっているの方が応力低減率が大きくなっている。は柱断面の大きさがと同じ（板厚は異なる）であるが、横梁断面が大きく、応力低減効果はと比較すると大きく、 $W/D = 8\%$ で応力比は43%となり、50%を下回っている。

角柱トの字型は、応力低減効果が小さい部類となり、を包絡した結果（図-3中の青線） $W/D = 13\%$ まで大きくしないと応力比が50%以下とならない。

角柱逆L型は角柱T型と同様に応力比が小さい（応力低減効果が大きい）。

よって、角柱橋脚では、一般的に $W/D = 13\%$ 以上となるフィレットを付ければ、応力比が50%以下になると考えられる。

3-2. 円柱橋脚

円柱T型、円柱トの字型は、円柱の母材厚、横梁の板厚がかなり異なるが、応力低減率は比較的近い値となり、 $W/D = 11\%$ で応力比は50%となる。図-3において、灰色線はの解析ケースを示したものである。

円柱橋脚の解析ケースは少ないため、角柱橋脚のように横梁または柱断面の影響により応力比のばらつきが生じるかを確認する必要がある。

3-3. M - S比の変更による影響

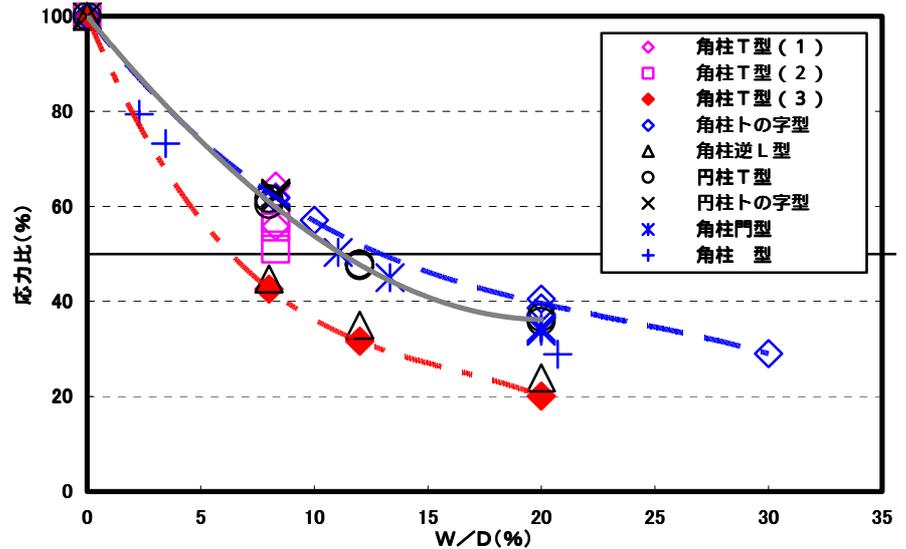
角柱T型、角柱トの字、円柱T型、円柱トの字、角柱門型の一部において（ W/D を同じとして）M - S比を変更した。橋脚によりばらつきはあるが、M - S比を変更したことによる応力低減効果の差は比較的小さく、大きいものでも数パーセントの差であった。これより、基本的には隅角部の形状、板厚により、応力低減効果に差異が生じることが判明した。

4. まとめ

- 1) フィレットの大きさ（突出長） W/D を大きくすることにより、せん断遅れによる応力集中部の応力が低減されるが、応力低減効果は隅角部の形状、板厚によりばらつきがある。
- 2) 角柱橋脚において、フィレットによる応力低減効果はばらつきがあるが、一般的に、 $W/D = 13\%$ 以上とすれば応力比が50%以下になると考えられる。
- 3) 円柱橋脚においては、隅角部の形状、板厚による応力低減効果のばらつきは、角柱橋脚よりも小さいと考えられ、角柱橋脚と同様に、 $W/D = 13\%$ 以上とすれば応力比が50%以下になると考えられる。
- 4) 隅角部が大きい場合、輸送限界の制限により、 $W/D = 13\%$ 以上のフィレットを工場において製作できない場合は、個別の検討が必要である。
- 5) 今回の検討では、全ての隅角部の形状、板厚等の解析が行なえていないため、実構造物の設計においては、必要に応じて、個々の検討を行なう必要がある。

【参考文献】

1. 鋼製橋脚補修検討委員会「中間報告」、首都高速道路公団、2002.10、<http://www.mex.go.jp/topics/kyoukyakuhosyu/index.html>



応力比 = (評価位置における) フィレット有りの場合の応力 / フィレット無しの場合の応力

図-3 フィレットの大きさの変化による応力比