

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

首都高速道路公団

正会員 ○溝口 孝夫

(財)首都高速道路技術センター

正会員 町田 文孝

1. はじめに

近年、鋼製橋脚隅角部に疲労き裂が発見されている。梁フランジ端部にはせん断遅れにより高い応力集中が発生しており、疲労き裂発生要因となっている。

このことから、新設構造において応力集中を低減させる構造として図-1に示すフィレットを隅角部のコーナー部に付ける構造を検討している。本報では、フィレットの形状・寸法と隅角部における応力低減との関係をFEM解析によるパラメトリック解析で検討した結果を報告する。

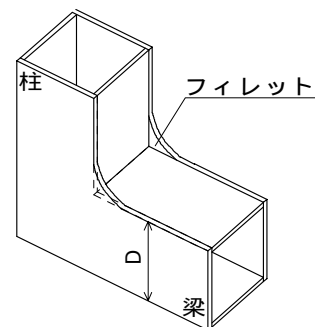
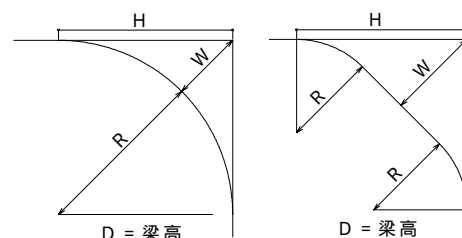


図-1 フィレット構造

2. フィレット形状の検討

(1) フィレット基本形状の検討

フィレットの基本形状は、図-2に示すような(a)単純円(1/4円)タイプと(b)円弧-直線-円弧タイプの比較を表-1に示す角柱断面2層式ラーメン橋脚の中層部(トの字型隅角)モデルにてFEM解析により行った。解析条件を下記に示す。



(a)単純円タイプ (1/4円タイプ) (b)円弧-直線-円弧タイプ

図-2 フィレット基本形状

- ・解析の種類 : 静的弾性FEM解析
- ・使用要素 : 薄肉シェル要素
- ・評価位置要素サイズ : 25mm
- ・載荷荷重 : 任意の単位荷重
- ・境界条件 : 柱上下端の全自由度拘束

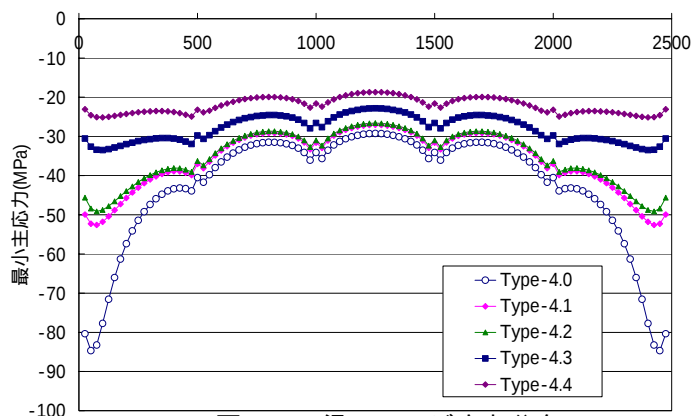


図-3 梁フランジ応力分布

フィレット形状は、Type-4.1では(a)1/4円タイプとした。Type-4.2~4.4では(b)円弧-直線-円弧タイプとした。

柱フランジから50mm離れた位置の梁フランジの応力分布を図-3に示す。R=400の(a)1/4円のフィレット(Type-4.1)を設けることで、隅角部に発生する応力を62%程度にできることが確認された。

次に、(a)1/4円タイプに比べ突出長Wを延ばられる(b)円弧-直線-円弧タイプ(Type-4.2)では、Type-4.1

表-1 解析ケース(角柱トの字)

Type-4:角柱トの字型					
解析モデル概略図					
寸法	形状	t_f	t_w		
	梁断面	2000×2500	28		
	柱断面	2200×2500	25		
解析ケース	解析ケース名称	フィレット形状(mm)			備考
		W	R	H	
	Type-4.0	なし			
	Type-4.1	165.685	400	400	W/D=8.3% 1/4円タイプ
	Type-4.2	200	200	365.685	W/D=10% 円弧-直線-円弧タイプ
	Type-4.3	400	400	731.371	W/D=20% 円弧-直線-円弧タイプ
	Type-4.4	600	600	1097.056	W/D=30% 円弧-直線-円弧タイプ

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

よりも取り付け部の長さ H が短くても、応力低減効果が高いことが判る．取り付け部の長さ H は、隅角部のブロックの輸送サイズ（輸送限界）に直接影響するため、H がより小さい大きさに応力低減効果の大きい(b) 円弧 - 直線 - 円弧タイプが基本形状として良いことが判明した．

(b)円弧 - 直線 - 円弧タイプにおいて、W/D を大きくするに伴って応力集中の低減効果が大きくなる．

(2) Wのサイズの検討

次に、適切な応力低減を行える最適なフィレットの大きさ（突出長）W のサイズを検討するため、表 - 1 の角柱トの字を含み、表 - 2，3 に示す角柱 7 橋脚、円柱 2 橋脚の計 9 橋脚に対して W/D をパラメータにして FEM 解析を行った．

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 - 4 に示す．

なお、図 - 4 は、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 離れた位置におけるの応力比としてまとめている．

角柱橋脚、円柱橋脚ともに、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（50%以上の応力低減）になると考えられる。

3．まとめ

フィレットは、取付け部の長さ H を等しくした場合に応力低減効果の大きい円弧 - 直線 - 円弧タイプが有効である．

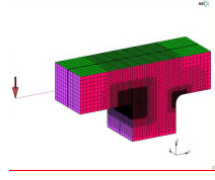
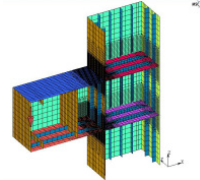
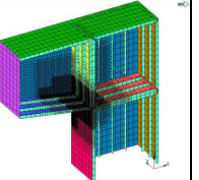
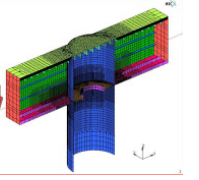
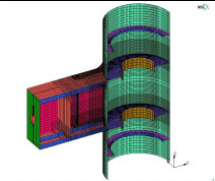
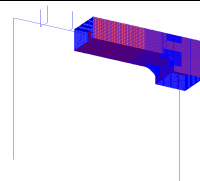
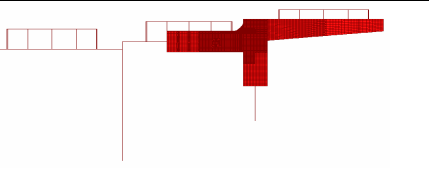
角柱橋脚、円柱橋脚ともに、一般的に W/D=13%以上となるフィレットを付ければ、50%以上の応力低減効果があると考えられる。

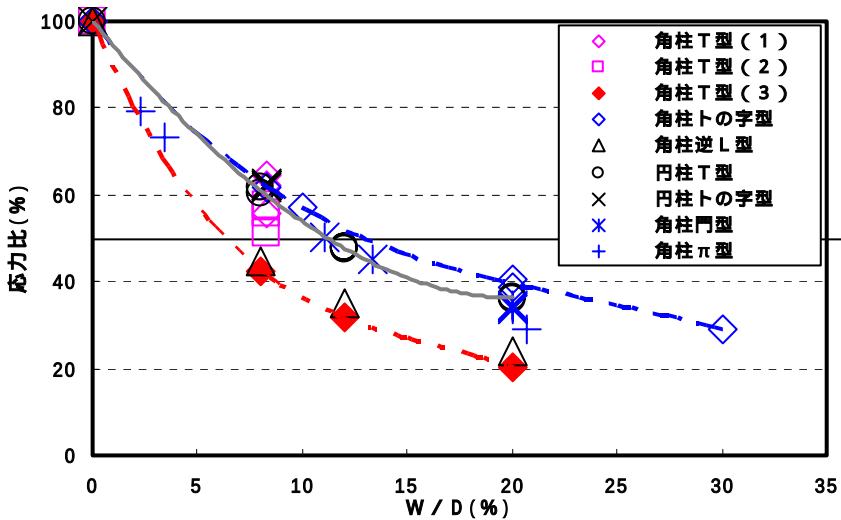
また、今回の検討は隅角部の形状、大きさ、板厚等が限られたケースであり、今後より多くのケースについて検討する必要がある．

表 - 2 解析ケース（全ケース）（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	φ 2000	46	
円柱トの字型	円形	2000 × 1800	14	15	φ 2500	34	
角柱門型	角形	1800 × 1500	15	15	1800 × 1650	15	15
角柱 π 型	角形	1800 × 1800	26	26	1800 × 1650	32	26

表 - 3 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 π 型	
			



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 - 4 フィレットの大きさの変化による応力比