

## 鋼製橋脚の構造が隅角部の応力性状に与える影響

芝浦工業大学 学生会員 ○竹葉 唯斗 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾  
 名古屋高速道路公社 正会員 瀬谷 千恵

### 1. はじめに

鋼製橋脚隅角部では、溶接線の集中による溶接欠陥の発生や、せん断遅れによる応力集中を起因とする疲労損傷が数多く報告されている。隅角部に対しての明確な疲労設計手法は確立されておらず、対策として隅角部の応力低減に効果のある図-1 のフィレット構造が新設橋脚で採用されている。鋼製橋脚の疲労耐久性については、これまで表-1 に示す Case1 の寸法を有する試験体を用いた実験的検討も少数ではあるが行われている。一方、近年では従来よりも大型断面の橋脚や、上部工と梁が剛結構造となった橋脚の採用例が増えており、試験体と異なる応力集中が生じる可能性がある。本研究では断面を大型化した橋脚の応力性状や、鉛直力以外の断面力が作用した場合の挙動を把握し、疲労損傷に対する安全性を解析的に検討する。

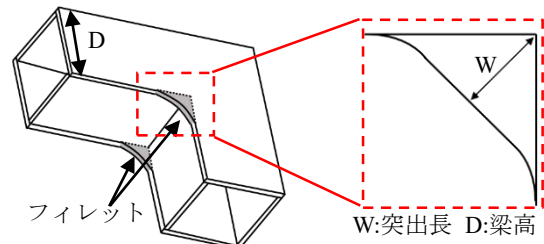


図-1 鋼製橋脚のフィレット構造

表-1 解析ケース

Case	梁断面	板厚	L
1	775×750	25	2000
2	1700×1600	25	4260
3	2604×2648	25	7060
4		50	
5		75	
6	2900×3200	25	8745
7	3200×4100	25	10933

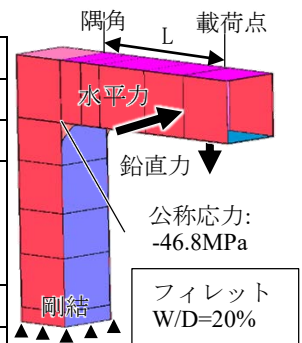


図-2 解析モデル概要

### 2. 橋脚断面大型化による応力性状への影響

橋脚断面が大型化した際の応力集中への影響を検討するため、表-1 に示すケースで FEM 解析を行った。Case1 は前述した試験体、Case3 は都市内高速道路の標準的な断面寸法の橋脚、Case7 は大型断面の新設橋脚を模擬して作成した。Case2,6 は前述の各橋脚の中間寸法、Case4,5 は Case3 を厚板化したモデルである。図-2 に解析モデルを示す。部材は全てソリッド要素で作成した。フィレットは全て W/D=20%とし、フィレットの有無で各ケース 2 パターンの解析を行った。鉛直力は、隅角部から 50mm 離れた位置の梁下フランジ下端の公称応力が -46.8MPa となるように作用させている。隅角部から荷点までの距離 L は各モデルの梁幅に比例した長さに設定しており、表-1 に示している。

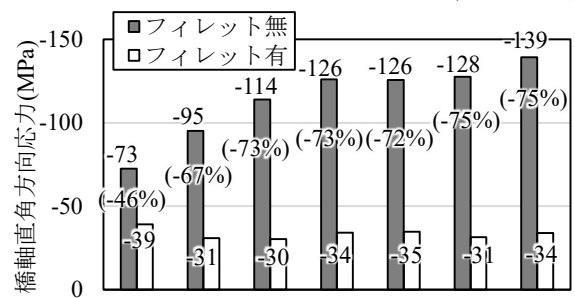


図-3 評価位置応力とフィレットによる応力低減

図-3 に評価位置応力とフィレットによる応力低減率を示す。評価位置は梁下フランジ隅角部から 50mm、フランジ端部から 50mm の節点とする。フィレット無の場合は断面形状が大型化するにつれ評価位置の応力値が大きくなるが、フィレットを設けた場合は生じる応力値に大きな差異が見られない。図-4 にフィレットの最小主応力分布とこぼ面の応力を示す。板厚の異なる Case3,5 を比較すると、厚板の Case5 の方で応力値が小さい傾向を示している。また、断面形状の大型化に伴い、柱側と梁側両方でフィレットこぼ面に生じる応力集中が大きくなっており、試験体寸法の Case1 と比較して

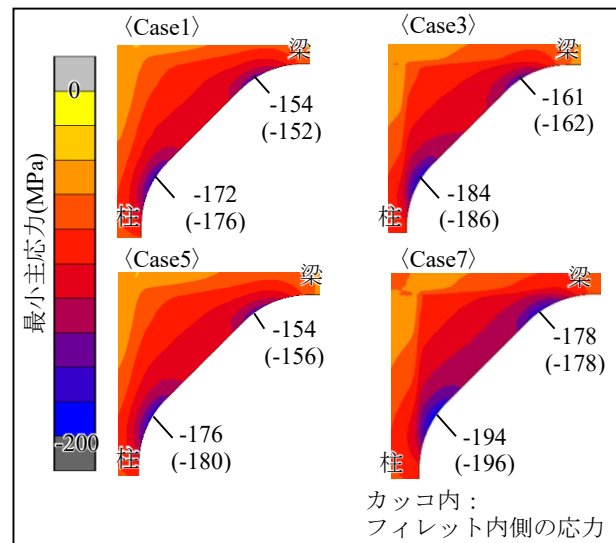


図-4 鉛直力载荷時のフィレット最小主応力分布

キーワード：鋼製橋脚，隅角部，フィレット，大型化，剛結構造

連絡先：東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 穴見健吾 TEL:03-5859-8352, anami@sic.shibaura-it.ac.jp

大型の Case7 では 10%程度大きい応力値となった。

3. 水平力作用時の応力性状への影響

上部工と梁が剛結した構造では鉛直力以外の断面力が橋脚に作用する。本章では断面力のうち水平力を橋脚の横梁に作用させ、鉛直力作用時との応力性状を比較した。解析は Case1 のモデルを用いて、2 章と同様の条件で行った。

Case1 の隅角部から 50mm 離れた位置の梁下フランジ応力分布を図-5 に示す。フィレット有、無ともに水平力作用時の方が 1~2 割程度応力値が大きく、フィレットによる応力低減効果が鉛直力と比較して低くなっている。図-6 にフィレットの最小主応力分布を示す。フィレットこぼ面に生じる応力の最大値は、鉛直力作用時が梁側の-176MPa であるのに対し、水平力作用時は柱側の-156MPa であり、フィレットへの応力集中は鉛直力作用時の方が大きい傾向が確認された。また、内外面の応力差は水平力作用時の方が大きく、図-7 の変形図より、梁に水平力が作用し、柱がねじれることでフィレットに面外変形が生じている。

4. 円柱橋脚の応力性状

本章では円柱橋脚を対象に、断面力が及ぼす影響について 3 章と同様の検討を行った。図-8 に円柱橋脚モデルの概要を示す。このモデルは、円柱橋脚の実験的検討に用いられる試験体を模擬しており、全ての部材をシェル要素で作成した。また、各断面力は 3 章と同様に作用させて解析を行った。

円柱隅角部から 50mm 離れた位置の梁下フランジ応力分布を図-9 に示す。フランジに生じる応力は水平力作用時の方が大きいですが、フィレットによる応力低減効果は同程度であった。図-10 にフィレットの最小主応力分布を示す。フィレットに生じる応力は、水平力作用時には梁側、鉛直力作用時には柱側で増大している。

剛結構造の橋脚には、水平力以外に曲げモーメント等の断面力も作用しており、これらの影響についても検討を行っている。

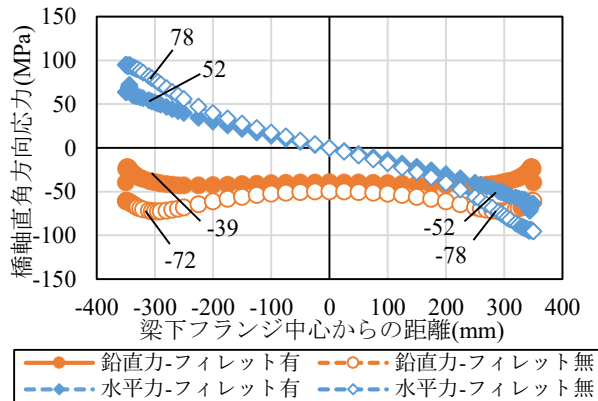


図-5 矩形橋脚梁下フランジ応力分布

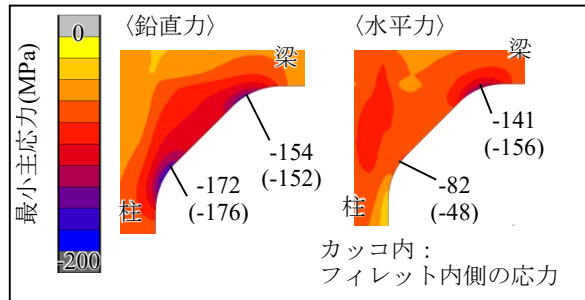


図-6 矩形橋脚のフィレット最小主応力分布

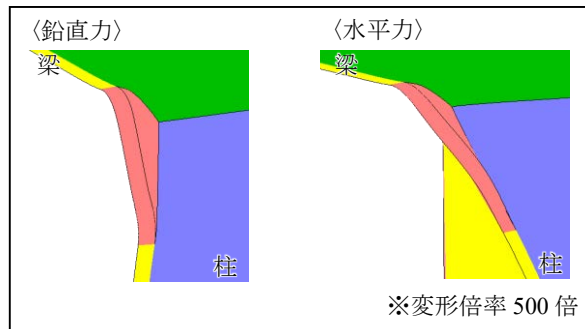


図-7 各断面力载荷時の変形図

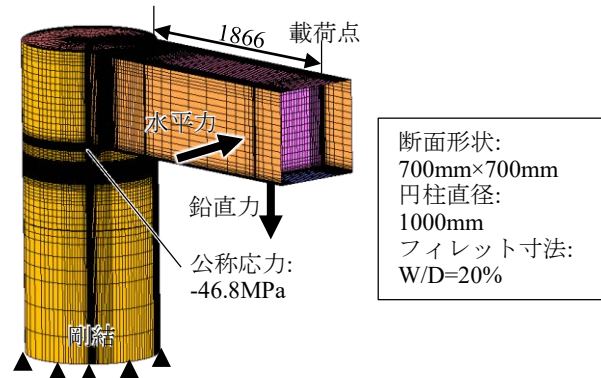


図-8 円柱橋脚モデル概要

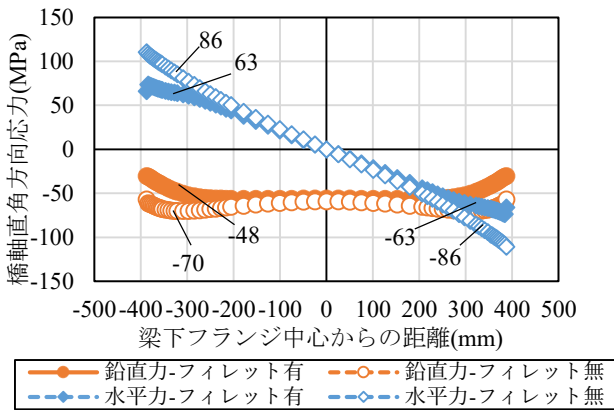


図-9 円柱橋脚の梁下フランジ応力分布

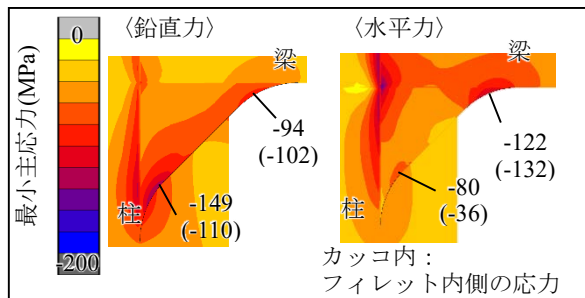


図-10 円柱橋脚のフィレット最小主応力分布図