

角柱橋脚隅角部の補強板の寸法と応力低減効果の関係について

首都高速道路技術センター 正会員 小西拓洋 首都高速道路公団 下里哲弘
首都高速道路技術センター 正会員 ○澁谷 敦 東京工業大学 フェロー 三木千壽

1. はじめに

鋼製橋脚の隅角部ではせん断遅れにより局部的な応力集中がコーナー部に発生する。近年、首都高速道路の鋼製橋脚の隅角部で疲労亀裂が発見されており、せん断遅れによる応力集中が疲労損傷の要因の1つと考えられる。隅角部における活荷重応力の低減を目的とした補強方法として、隅角部のウェブに補強板を支圧ボルトにより取付ける「当て板補強」が首都高速道路の数基の鋼製橋脚で施工され、その有効性が確認されている。現在、当て板補強の補強設計はシェル要素を用いた FEM 解析により行われている。本稿では、FEM 解析によるパラメトリック解析を行い、梁の断面寸法（梁ウェブの高さ、または梁フランジの幅）に対する補強板の大きさと補強後の応力低減の関係を整理した結果を報告する。

2. 解析パラメータ

図-1 に解析モデルを示す。解析モデルは梁と柱が同じ断面のトの字型モデルで、柱の上下端を固定し、梁の先端に集中荷重を载荷した。当て板を取付けた補強後の解析モデルについては、隅角部のウェブと当て板の間にギャップを設け、支圧ボルトをバネ要素によりモデル化し、隅角部のウェブと当て板の要素と結合させた。ボルトをモデル化したバネ要素のバネ剛性 K は、 $K=G \cdot A/L$ により算出した。ここで、 G はせん断弾性係数、 A はボルトの断面積、 L は隅角部のウェブと当て板の板厚中心間の距離である。解析には汎用構造解析プログラム MSC Nastran を使用し、解析モデルの隅角範囲における要素サイズは $25 \times 25 \text{mm}$ とした。

今回の検討では、梁の断面寸法（梁ウェブの高さ、または梁フランジの幅）に対する当て板の突出長と補強後の応力低減の関係を整理するため、表-1 に示す 42 ケースの FEM 解析を実施した。ここでは図-2 に示す H を当て板の突出長と定義した。

3. 解析結果

図-3 に、当て板補強後の隅角部の応力を当て板補強前の同じ位置の応力で除した応力比と、当て板の突出長を梁ウェブの高さで除した当て板の突出率の関係を示す。ここで補強前後の応力比較は、柱フランジとの交差部より 50mm 、梁ウェブとの交差部より 50mm 離れた位置における梁フランジの板厚中心の応力で行った。図-3 より当て板の突出率が大きいほど応力比は小さくなるが、梁ウェブの高さが小さいほど補強効果が低下する。また、梁ウェブの高さ毎に解析結果が重なっており、梁断面の寸法と補強板の寸法から補強後の応力低減の予測は、梁ウェブの高さと当て板の突出長の関係から行うのが妥当と云える。図-4 は、図-3 のグラフから梁ウェブの高さに対して、補強後の隅角部の応力が 50%低減するのに必要な当て板の突出率の関係を示したグラフである。また、図-4 には、梁ウェブの高さから隅角部の応力を 50%低減させるのに必要な当て板の突出率を求める算定式を併記した。

4. おわりに

FEM 解析によるパラメトリック解析を行い、梁の断面寸法に対する補強板の大きさと補強後の応力低減の関係を整理した。今後さらに検討を行い、FEM 解析を用いずに当て板補強の設計を行う「当て板補強の簡易設計法」を提案する予定である。

キーワード；疲労，補修補強，鋼製橋脚，隅角部

連絡先；（財）首都高速道路技術センター（東京都港区虎ノ門 3-10-11 虎ノ門 PF ビル TEL 03-3578-5757 FAX 03-3578-5735）

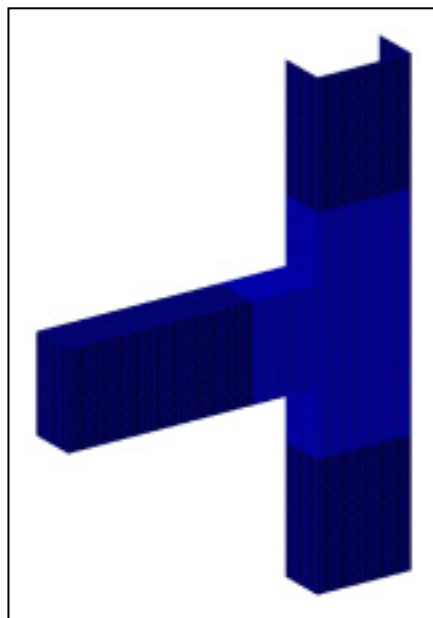


図-1-a 補強前の解析モデル

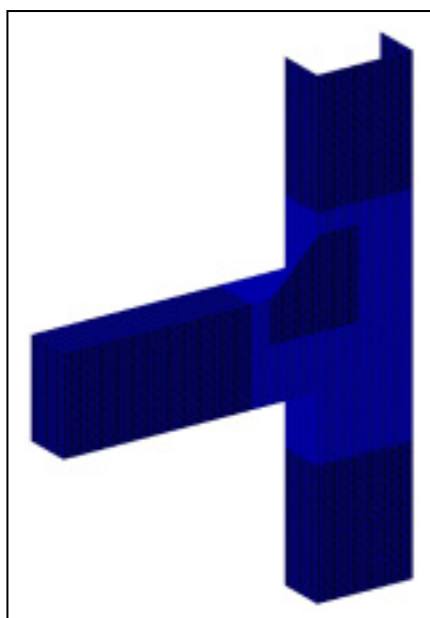


図-1-b 補強後の解析モデル

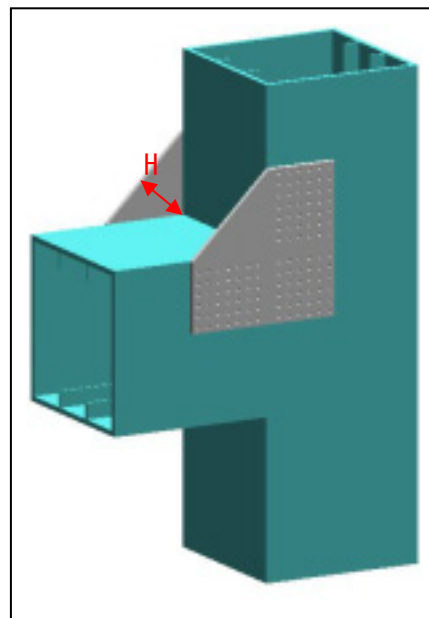


図-2 当て板補強の概要図

解析ケース		梁ウェブ		梁フランジ		当て板		解析ケース	梁ウェブ		梁フランジ		当て板					
		高さDw	板厚tw	幅Bf	板厚tf	突出長H	板厚ts		高さDw	板厚tw	幅Bf	板厚tf	突出長H	板厚ts				
10-10	①	1000	20	1000	20	—	—	20-20	①	2000	20	2000	20	—	—			
	②					318	20		②					318	20			
	③					460			③					460				
	④					601			④					601				
10-18	①	1000	20	1800	20	—	—	20-27	①	2000	20	2700	20	—	—			
	②					318	20		②					318	20			
	③					460			③					460				
	④					601			④					601				
15-15	①	1500	20	1500	20	—	—	25-25	①	2500	20	2500	20	—	—			
	②					318	20		②					460	20			
	③					460			③					601				
	④					530			④					742				
	⑤					601			⑤					742				
	⑥					742			⑥					742				
15-20	①	1500	20	2000	20	—	—	25-28	①	2500	20	2800	20	—	—			
	②					318	20		②					460	20			
	③					460			③					601				
	④					601			④					742				
	⑤					742			⑤					742				
15-25	①	1500	20	2500	20	—	—											
	②					318	20									②	460	20
	③					460										③	601	
	④					601										④	742	
	⑤					742										⑤	742	

表-1 解析パラメータ

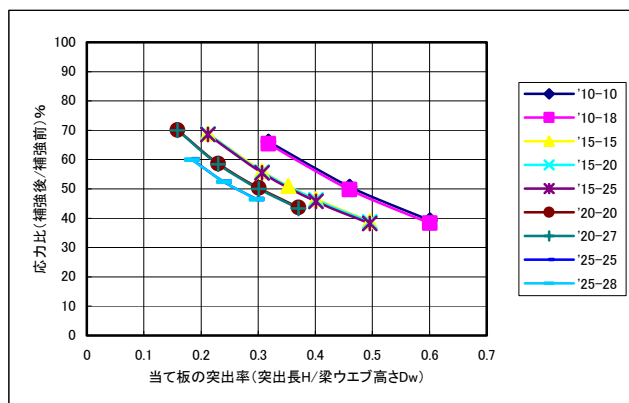


図-3 当て板の突出率と応力低減の関係

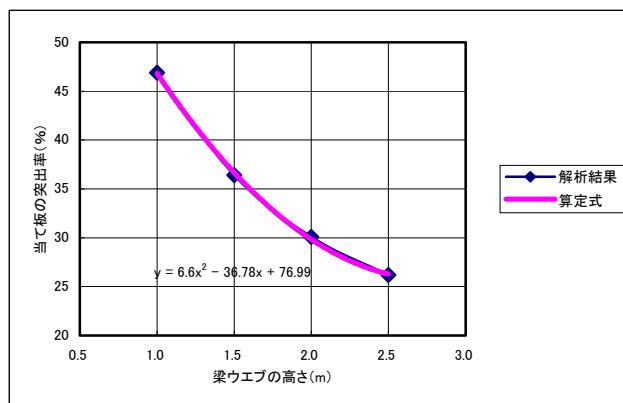


図-4 当て板の突出長の算定式