

鋼製ラーメン橋脚の地震時挙動に及ぼす隅角部当て板補強の影響

岐阜大学 正会員 ○木下幸治

1. はじめに

近い将来、東海・東南海地震などの大規模地震の発生が危惧されているため、公共構造物の耐震性の確保が重要な課題である。しかし、近年、首都高速道路だけで約 2000 基ある鋼製橋脚の隅角部（柱―梁接合部）に疲労損傷が発見され、重度な損傷が発生している隅角部に対して、剛性の高い当て板補強が実施されてきている。この当て板補強により橋脚形状によっては隅角部の剛性が一般部の剛性に比べ著しく大きくなり一般部に変形が集中することによって橋脚全体の耐荷性能が低下することが示されてきている¹⁾。これより、今後当て板補強された鋼製橋脚の耐震性の確保が重要と考えられ、耐力性能のみならず、地震時の挙動に及ぼす当て板影響、並びに当て板補強による耐震性能低下の防止方法について検討する必要がある。

そこで、本研究では形状の異なる実在する2つの鋼製ラーメン橋脚を対象に当て板補強が各橋脚の地震時応答、塑性化状況等に及ぼす影響を明らかにするとともに、耐震性能低下の防止方法として低降伏点鋼の適用によるダンパー機能を付与した当て板補強を提案し、その効果について検証した。

2. 対象橋脚と解析方法

対象橋脚を図-1に示す。ここでは2つの実在する既設鋼製ラーメン橋脚を対象とした。解析モデルを図-2に示す。対象橋脚の大規模地震時挙動については文献 2)においてすでに明らかにされている。対象橋脚の地震応答解析を実施した結果から得られた塑性化箇所も図-2に示す。橋脚 A は柱基部において主に塑性化が発生し、橋脚 B は柱基部のみならず、およびはりと隅角部との間の断面変化部において主に塑性化が発生する。このように、橋脚の形状の違いにより、地震時に塑性化する箇所が異なることがわかる。解析は ABAQUS を用いて実施した。各橋脚はすべてシェル要素で作成した。当て板はシェル要素で作成し（図-1 参

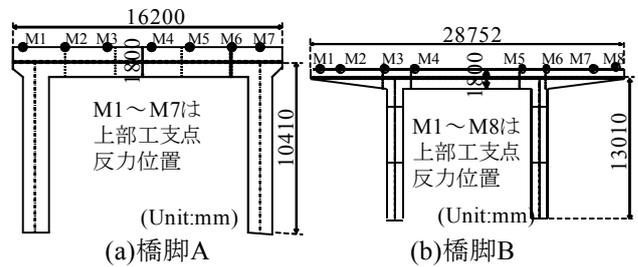


図-1 対象橋脚

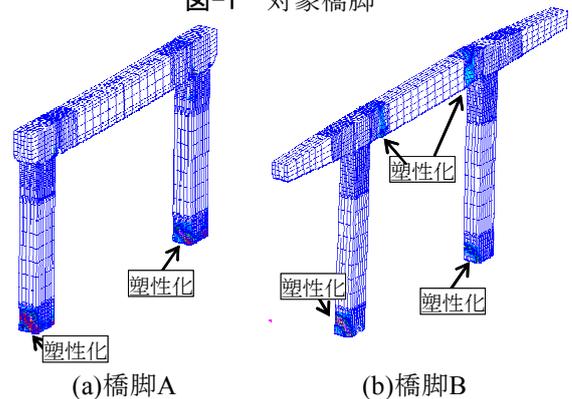


図-2 解析モデルと主な塑性化箇所

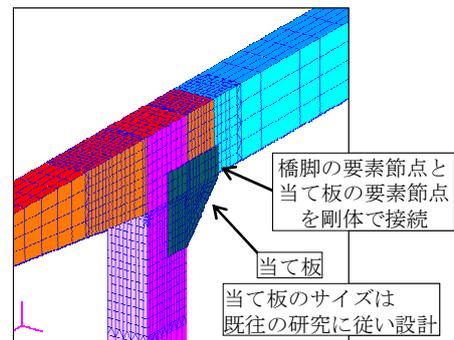


図-3 当て板の解析モデル

表-1 解析ケース

橋脚	ケース名	地震波形	備考
A	A-N	JR鷹取	当て板なし
	A-SP		当て板あり
	A-SPD		低降伏点鋼当て板
	A-SPD-E		延伸低降伏点鋼当て板
B	B-N		当て板なし
	B-SP		当て板あり
	B-SPD		低降伏点鋼当て板
	B-SPD-E		延伸低降伏点鋼当て板

照), 当て板と橋脚とのボルト接合部は当て板の要素分割を橋脚と合わせそれらの節点間に剛体の棒要素により接続した。上部工の重量は集中質量を上部工の支点位置に設けることで考慮した。材料構成則は各鋼材の引張り試験結果から得られた応力-ひずみ関係の多曲線近似の複合硬化

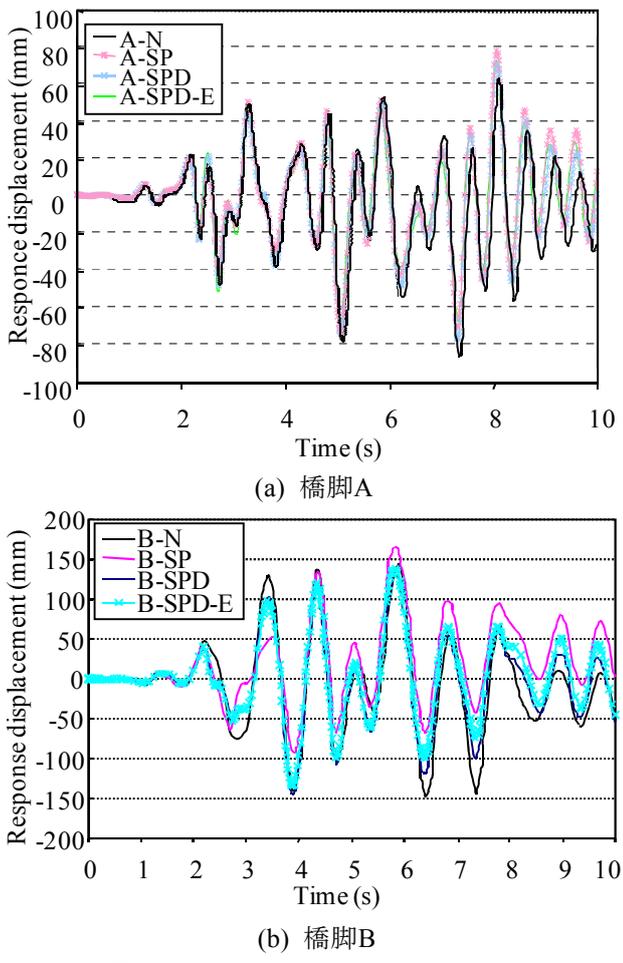


図-4 はり中央点の面内方向変位の時刻歴 (JR鷹取観測波形)

についても検討した. 各ケースの名称は表-1 に示すようにした. なお, 本研究は橋脚の面内方向に地震波形を入力した.

3. 解析結果

図-4 にはり中央の面内方向変位の時刻歴を示す. 図-4 (a)より A-N の最大応答変位は-85mm 程度であったが, A-SP の最大応答変位は 77mm と 10%程度低下した. A-SP と A-SPD の最大応答変位は概ね一致した. A-SPC-E の最大応答変位は 72mm 程度であり, A-N のそれに比べ 15%程度低下した.

図-4 (b)より B-N の最大応答変位は-148mm 程度, B-SP の最大応答変位は 165mm 程度と 10%程度増加した. 一方, B-SPC の最大応答変位は-144mm 程度と最大応答変位の低下が見られた. これらは橋脚 A の傾向と異なった. B-SPC-D の最大応答変位は 136mm 程度とさらなる低下が見られた.

ここで, 橋脚 B を用いた各解析ケースの解析終了時の隅角部周辺の変形および相当塑性ひずみ分布図を図-5 に示す. B-N の結果より, 隅角部と梁一般部との板厚変化部での塑性化が見られた. B-SP では反対の隅角部側の板厚変化部での塑性化が大きくなった. B-SPC ではその塑性化の程度が小さくなり, B-SPD-E では B-SPC よりもさらに塑性化の程度が小さくなった.

以上より, 橋脚の損傷状況の違いより当て板の影響が異なることがわかった. 橋脚基部に主な塑性化が発生する橋脚 A では当て板を設置することで最大応答変位は低下可能性があるが, 隅角部に隣接する一般部が塑性化する橋脚 B では当て板の設置により一般部に変形が集中し, 最大応答変位が増加するに可能性が高い. この当て板設置による最大応答変位の増加は当て板への低降伏点鋼の適用, 並びに当て板を隅角部から一般部への延伸により抑制することが可能と考えられる.

参考文献

- 1) 下里ら: 鋼製橋脚の耐荷性能に対する隅角部当板補強および溶接条件の影響, 構造工学論文, Vol.54A, pp.512-521, 2008.3.
- 2) 佐々木ら: 鋼製ラーメン橋脚の大規模地震時挙動, 土木学会構造工学論文集, Vol.50A, pp.1467-1477, 2004.3.

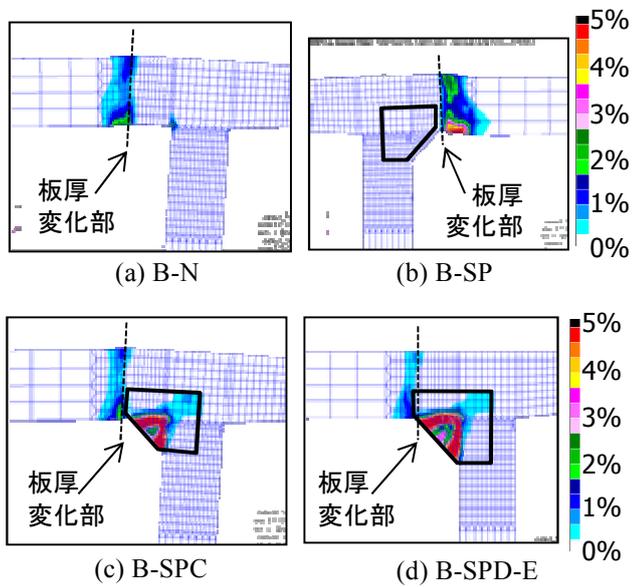


図-5 橋脚Bの解析終了時の変形及び相当塑性ひずみ分布図

則を用いた.

解析ケースを表-1 に示す. 低降伏点鋼 (降伏点 100MPa と仮定) を適用した当て板には隅角部と一般部との板厚変化部よりも延伸したタイプに