

フィレットおよびスカラップを有する鋼製橋脚隅角部の耐震性検討

首都高速道路公団 正会員 山本泰幹 正会員 齋藤 亮
 (社)日本橋梁建設協会 正会員 ○清川昇悟 正会員 土生修二 加藤永護 正会員 瀧脇洋志

1. はじめに

鋼製橋脚隅角部では溶接の3線交差部の品質確保が課題である。その為、新設橋脚の溶接品質確保の一手段としてフィレットによるシアラグ応力低減、3線交差部をスカラップ化した構造について検討を行っている。しかし、溶接及びUT検査の作業性の観点から、従来にない大型のスカラップが必要となる。そこで本研究ではフィレットおよびスカラップ構造が橋脚の耐震性能へ及ぼす影響をプッシュオーバー解析により検討した。

2. 耐震検討の概要

比較的単純なラーメン形状でかつ隅角部下フランジに標準的な板厚(t52)を持った橋脚を対象として検討を行った(図-1)。橋脚の基本形状は実橋のものを採用しているが、隅角部から損傷するように橋脚横梁の板厚、荷重位置を調整した。まず図-2に示す橋脚全体モデルのプッシュオーバー解析により橋脚全体の地震時挙動(損傷)に与えるフィレットの影響を検討し、次ぎに図-3に示す隅角部の部分詳細モデルでスカラップの影響を検討した。解析プログラムには汎用解析コードMSC/Marcを使用した。

2.1 解析モデル

橋脚はシェル要素でモデル化し、全体モデルでは隅角部周辺で約200mm、部分モデルではスカラップ周辺の応力集中が表現できるよう10mm程度のメッシュサイズとした。部分モデルは全体解析でフランジ板、ウェブ板の面外変形が顕著に見られた範囲をカバーするようにモデル化した。解析ケースを表-1に示す。

表-1 解析ケース

	全体モデル	部分モデル
Case1	フィレットなし、スカラップなし	フィレットなし、スカラップなし
Case2	フィレットあり、スカラップなし	フィレットあり、スカラップなし
Case3	-	フィレットあり、スカラップあり

2.2 材料構成則

鋼材の材料モデルには文献1で推奨されている降伏棚を持つひずみ硬化型を用いた(図-4)。

2.3 境界条件

全体モデルの境界条件は柱基部を完全拘束とし、上部工の死荷重反力相当の荷重を与えた状態から、徐々に水平方向の強制変位を与えた。部分モデルの境界条件は全体モデルの変位データを横梁および柱の境界断面に強制変位として入力した。

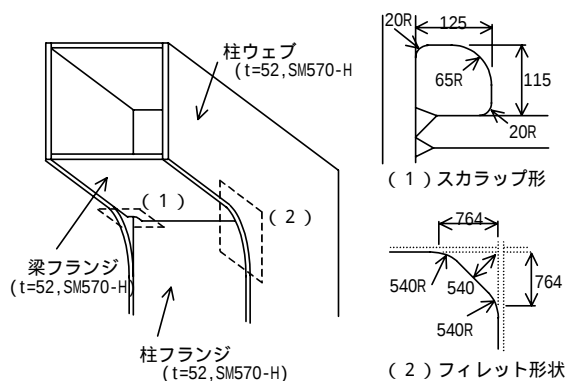


図-1 スカラップ構造の隅角部形状

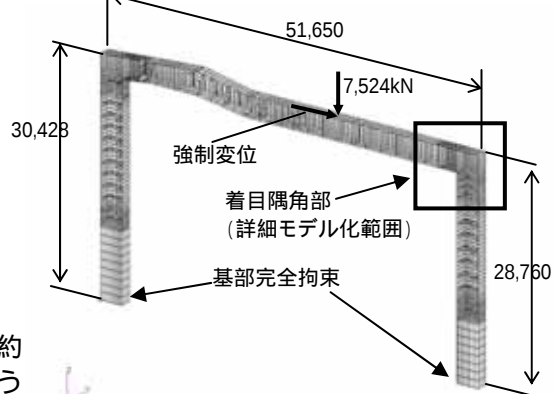


図-2 橋脚全体モデル概略図

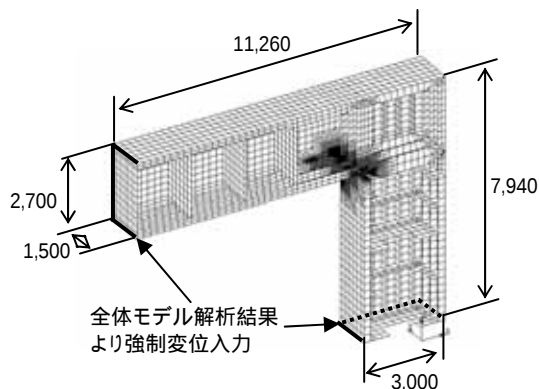


図-3 部分モデル

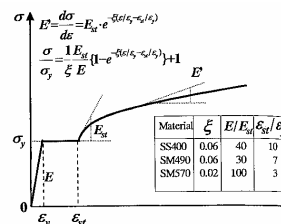


図-4 材料構成則

(キーワード) 鋼製橋脚 隅角部 スカラップ フィレット 耐震性 プッシュオーバー解析

(連絡先) 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 首都高速道路公団 工務部 設計技術課
 TEL 03-3539-9463 FAX 03-3502-2411

3. フィレットの影響

橋脚全体モデルの水平荷重 - 変位関係のフィレット有無の比較を図-5 に示す。当橋脚ではフィレット有無に関係なく、まず隅角部から損傷が起こり、変位比 δ/δ_y が約 1.5 から隅角部・橋脚基部とも断面降伏して変形が進んだ。ここで橋脚水平変位 δ 、橋脚のある部材セグメントが降伏し始める変位 δ_y である。 δ_y は別途、当橋脚の梁解析を行い求めた。

しかし、その後の最大荷重点や変形性能には違いが見られ、耐力比 H_u/H_y で比較するとフィレットなしで 1.35 に対し、フィレットありでは 1.46 と約 7% の違いであり、変形性能 δ_u/δ_y で比較すると 5.9 に対し 7.6 と約 25% の違いが見られた。ここで、耐力 H_u 、 δ_u は参考文献 1 より橋脚中のある部材セグメント（当橋脚では着目隅角部）が最初に破壊基準（最高荷重点から 95% 点まで低下した点）に達した時点としている。降伏荷重 H_y は δ_y 同様、梁解析から求めた。部材力 H は隅角部断面のシェル要素の横梁方向応力を積分して求めた。

橋脚が破壊基準に達した時点の変形と、鋼材が板厚中心まで塑性化した範囲を図-6 に着色して示す。隅角部下フランジおよびウェブで顕著な面外変形が起きている。この面外変形はフィレットありの方が小さく、フィレットによる面外変形の抑制効果が、耐力、変形性能の違いとなって現れたものと考えられる。

4. スカラップの影響

部分詳細モデルによる隅角部部材セグメントの橋脚内曲げモーメント - 橋脚水平変位の関係を図-7 に示す。フィレットの有無による違い（ケース 1 と 2）は前述の全体モデルによる解析と同様違いが見られるが、スカラップによる違い（ケース 2 と 3）は殆ど見られない。なお、詳細モデルの曲げモーメント M も全体モデル同様、シェル要素の横梁方向応力を積分したものである。

終局状態近傍 $\delta/\delta_y = 7.7$ における部分詳細モデル変形および塑性化範囲を図-8 に示す。変形、塑性ひずみ範囲ともスカラップの有無による違いは見られない。

従ってスカラップ部の局所的な応力集中がこの橋脚の耐震性に及ぼす影響はないと言える。

5. まとめ

比較的単純なラーメン形状でかつ隅角部から損傷する橋脚を対象として、橋脚全体および隅角部の部分詳細モデルによるプッシュオーバー解析により、フィレットおよびスカラップ構造の耐震性への影響を検討した。その結果、以下のことがわかった。

- 検討対象とした橋脚ではフィレットの有無による違いは最大耐力で 7%、変形性能で 25% と大きく、フィレットは橋脚の耐力、変形性能に影響している可能性があることがわかった。
- フィレットを設置している場合、スカラップの有無による耐力、変形性能の違いは殆ど無いことがわかった。

参考文献

(1) 宇佐美勉, 織田博孝: 鋼構造物の耐震解析法および耐震照査法に関する研究展望, 土木学会論文集, 668 巻, -54, pp1 ~ 16, 2001.1

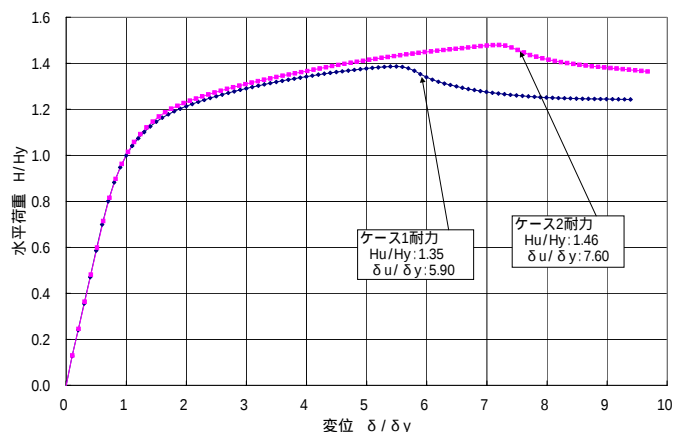


図-5 橋脚水平荷重 - 変位関係

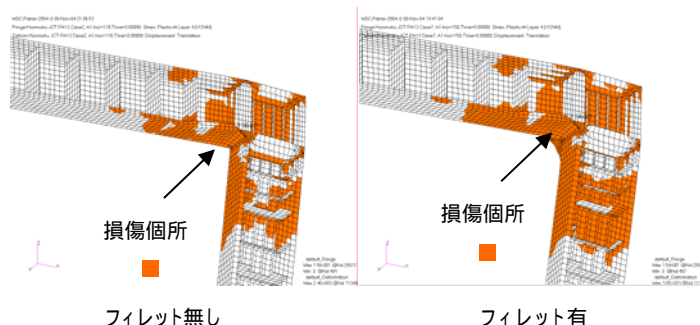


図-6 隅角部損傷時の変形および塑性化範囲

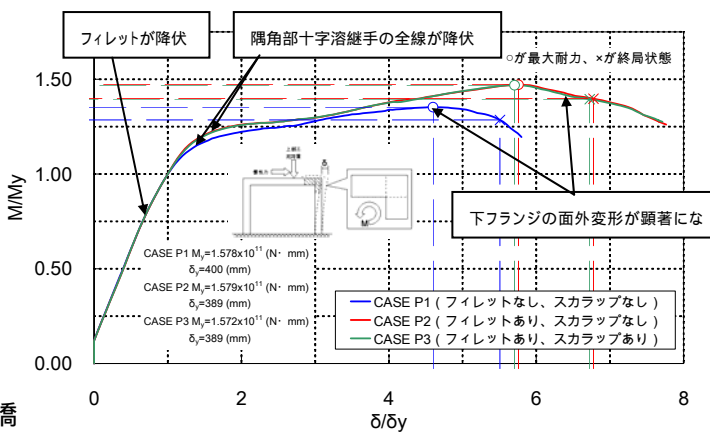


図-7 曲げモーメント - 水平変位関係

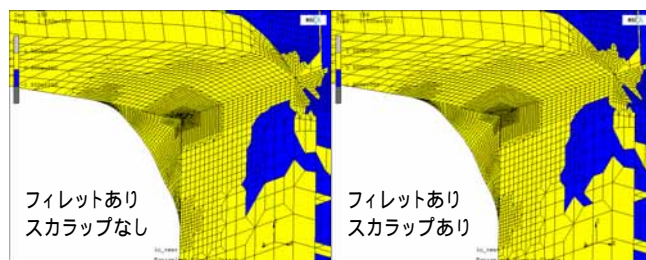


図-8 隅角部の変形および塑性化範囲