

鋼板巻き立てコンクリート橋脚の補強効果と異なる腐食状態における終局耐力の違いに関する解析的研究

名城大学 学生会員 ○早川 伯彦 名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. まえがき

平成 7 年 1 月の兵庫県南部地震以後，都市高速道路において橋脚の耐震補強として鋼板巻き立て工法を実施した．施工後 20 年以上経過した現在，路下点検において鋼板補強部に腐食損傷箇所が多数確認されている．橋脚基部及びシール注入孔，ボルト孔跡等に腐食損傷が確認されており，中には補強鋼板の母材が減肉している箇所もあるため，地震時に想定していた耐力が発揮できなくなる恐れがある．そのために，本研究では，まず鋼板巻き立てコンクリート橋脚の異なる鋼板補強方法の効果を解析的検討し，次に異なる腐食状態が終局耐力に与える影響も解析的に検討する．

2. 解析概要

本解析では解析プログラム ABAQUS を使用し，図-1 に示すような RC 橋脚モデルを対象とする．まず，図-2 に示される Case A から Case C において，鋼板巻き立て工法による補強の効果を調べる．Case A のモデルは無補強の RC 橋脚，Case B のモデルは鋼板巻き立てによる補強 RC 橋脚，Case C のモデルは鋼板巻き立てによる補強 RC 橋脚だが鋼板とフーチングとの間に 50mm の隙間を作成したものである．その後に，表-1 のように鋼板が異なる割合で腐食した P 橋脚モデルの性能を調べる．

橋脚モデルは，それぞれの材料に対して異なるタイプの要素を定義した．コンクリートは二次元平面応力要素(CPS4)，鉄筋は二次元トラス要素(T2D2)，側面の外部鋼板は二次元梁要素(B21)，正面の鋼板は二次元平面応力要素(CPS4)を用い，さらに側面と正面の鋼板を上部の未腐食部分と下部の腐食部分に区別した．鉄筋は embed コマンドよりコンクリートにはめ込み，外部の鋼板と鉄筋コンクリート橋脚をタイコマンドで，引張鉄筋と帯筋は merge コマンドで結合した．鉄筋コンクリート橋脚とフーチングは完全固定結合とした．

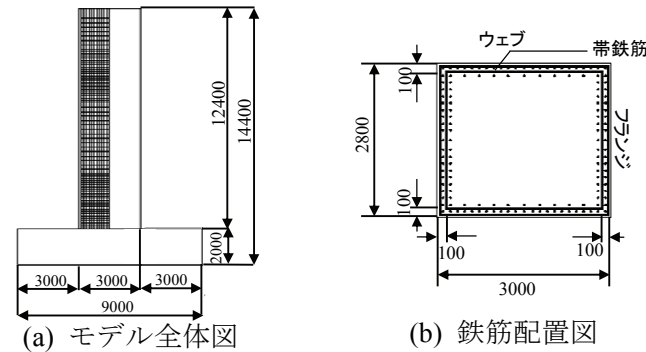


図-1 橋脚モデル

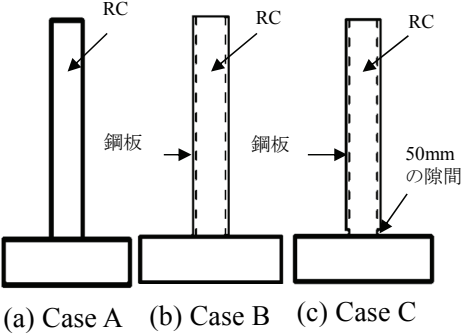


図-2 供試体

表-1 腐食率の違う P 橋脚モデル

モデル	フランジ板厚の腐食率	ウェブ板厚の腐食率	補強の有無
P	－	－	無
P1	0%	0%	有
P2	100%	0%	有
P3	100%	100%	有

3. 材料特性

本検討で用いたコンクリートモデルは道路橋示方書 耐震設計編¹⁾と鋼・合成構造標準示方書 耐震設計編²⁾などに与えられている応力－ひずみ曲線であり，内部コンクリートに鉄筋と外側の鋼板の拘束効果が考慮できる．鉄筋は完全弾塑性体とし，鋼板はひずみ硬化を考慮したモデルを用いた．コンクリートは損傷に基づ

く弾塑性体となっており、応力とひずみ関係式が次式に示される³⁾。

ここに、 ε は現在のひずみ、 K は弾性剛性の残留率、 ε_{peak} は圧縮強度に対応するひずみ、 ε_p は塑性ひずみである。引張力が 0 となる終局ひずみは鉄筋の終局ひずみと一致している。

4. 解析結果

図-3 に示すように 3 つのモデルの荷重－変位曲線を比較すると、Case A に比べて Case B の最大耐力は約 40% 増加したが、Case C は Case A より約 5% しか増加しなかった。このことから、鋼板巻き立てコンクリートの補強効果は鋼板とフーチングの結合状況に大きく依存するといえる。図-4 の Case B と Case C における補強鋼板の Mises 応力コンタープロット図を比較すると、Case B では補強鋼板とフーチングが完全固定されていることから鋼板が一部の曲げモーメントを負担でき、底部の鋼板が全て塑性化している。しかし Case C では隙間があるため、塑性化しなかった。

次に、モデル P と他のモデルを比較すると表-2 のように下部の鋼板がフーチングと完全固定されている場合、橋脚の終局耐力が 46.8% 向上する。しかし鋼板下部が完全に腐食すると終局耐力は 2.2% しか向上しなかったため、鋼板とフーチングの定着具合が終局耐力に与える影響が大きいといえる。

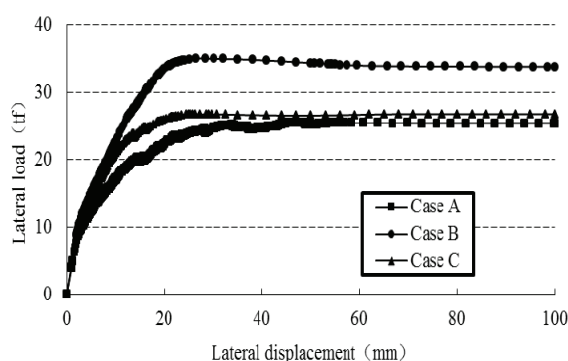


図-3 3 つの供試体の荷重－変位曲線の比較

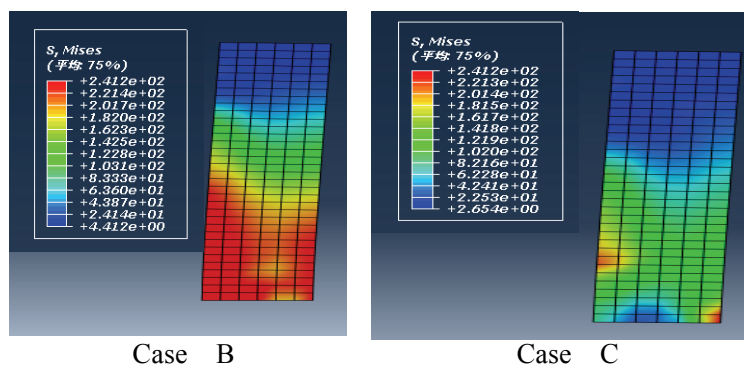


図-4 鋼板の Mises 応力コンタープロット図

表-2 P 橋脚モデル解析結果

モデル	鋼板の腐食率	終局耐力 (tf)	P に対する耐力 の向上率	腐食による耐力 の低下率
P	無補強	412	—	—
P1	フランジ 0%, ウェブ 0%	605	46.8%	—
P2	フランジ 100%, ウェブ 0%	518	25.7%	85.6%
P3	フランジ 100%, ウェブ 100%	421	2.2%	69.6%

5. あとがき

鋼板とフーチングの間に隙間や腐食などによる固定されていない箇所がある場合、鋼板の底部において曲げモーメントをフーチングに伝えないため、塑性化しない。その結果、終局耐力が小さくなる。このことから、補強 RC 橋脚の耐力は鋼板とフーチングの接合方法に大きな影響を受ける。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説書 V 耐震設計編，丸善，2002。
- 2) 土木学会：鋼・合成構造標準示方書（耐震設計編），2008 年 1 月。
- 3) Maekawa, K., Takemura, J., Irawan, P. and Irie, M. (1993):“Continuum fracture in concrete nonlinearity under triaxial confinement”, *Proc. Japan Society Civ. Eng. (JSCE)*, 18(46), pp.113-122.