

複合ラーメン橋結合部構造特性と応力分布状態に関する研究

北見工業大学大学院 ○学生員 月岡 雅人 北見工業大学 正会員 山崎 智之
 北見工業大学 フェロー 大島 俊之 (株)釧路製作所 正会員 佐藤 孝英
 北見工業大学 正会員 三上 修一 (株)釧路製作所 正会員 井上 稔康

1. はじめに

鋼連続桁と RC 橋脚を橋脚頂部で剛結する鋼・コンクリート複合ラーメン橋は、鋼とコンクリートを効果的に利用した、経済性と耐震性及び維持管理に優れた合理化構造形式として注目されている。その接合方式は種々採用されており実験、解析を行うことにより信頼性を確保している。しかし、結合部の破壊までの荷重・変形状態、応力分布状態については必ずしも明確になっていない点も多い為、それを解明すべく、著者らはこれまでも鋼桁と RC 柱との半剛構造を提案し、静的及び動的鋼板載荷実験と解析からその弾塑性挙動について報告している。1)~3)

本研究では、これまでに行ってきた半剛構造実験供試体をモデル化し、また、その比較対象として剛結モデル(次章に概要を示す)を製作し、静的解析を行い、解析結果により各モデルとの比較・検討、応力状態及び変形性能を検討し、半剛構造の妥当性を示すことを目的とした。

2. 解析概要

解析モデルを図-1、2 に示す。解析モデルは model1~model 3 の計 3 体であり、鋼桁部の高さ 500mm、鋼板厚さ 9mm、支間長 1890mm、コンクリート柱の断面を 500mm×225mm としており、結合部は、橋脚から鉄筋を図-1 の 2 つのボックス内にそれぞれ 2 本ずつ鋼板下フランジを貫通させて差し込み鉄筋としてボックス内でコンクリートで定着させた。また、鋼板下フランジにはコンクリートとの水平力荷重載荷方向の力に対抗するためにスタットを配置している。解析では解析モデルの断面部を全面固定し、桁両端部を 2 点ずつ計 4 点で固定した。載荷方法は水平方向に 1cycle 10kN ずつ増加させ最大 10cycle 100kN の両振れ載荷とした。表-1 に解析モデルの概要を示す。model1 は著者らが提案する鋼板上フランジまでコンクリートが充填しない半剛構造となっており、橋脚からの差し込み鉄筋長は 260mm である。図-2 の model2、3 は model1 の比較対象としたモデルであり、鋼板上フランジまでコンクリートを充填させた形状であり剛結構造となっている。model2 の差し込み鉄筋長は model1 と同じ 260mm とし結合部構造特性について比較するために作成した。また、model3 は差し込み鉄筋長 400mm とし、完全剛結に最も近いモデルとなっている。各材料は図-3 に示すように鉄筋とコンクリートの材料特性をモデル化した。鉄筋は弾塑性材料、コンクリートは低引張材料とした。一般に橋脚と鋼桁との境界面、鉄筋とコンクリートとの付着に条件が必要となるが、設定を簡易にするため、鉄筋とコンクリートに滑りはなく、また橋脚と鋼桁は一体とした。

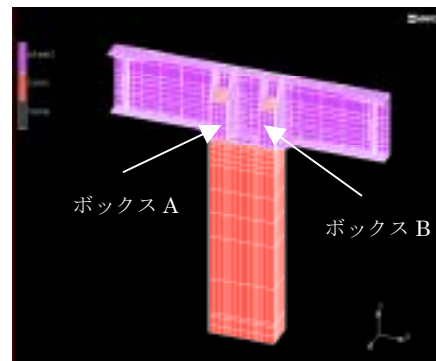


図-1 model1

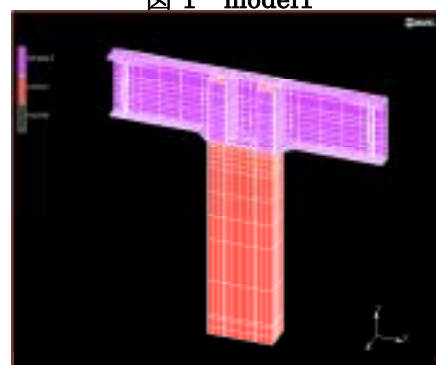
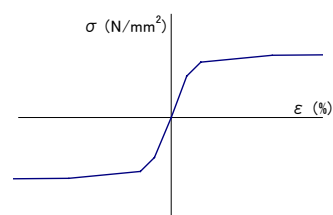


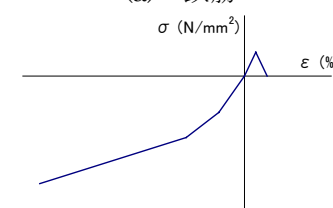
図-2 model2,3

表-1 model 概要

	結合部構造	全要素数	全接点数	差し込み鉄筋長	要素タイプ
model1	半剛結構造	5252	7028	260mm	8節点立体要素
model2	剛結構造	5444	7250	260mm	8節点立体要素
model3	剛結構造	5444	7250	400mm	8節点立体要素



(a) 鉄筋



(b) コンクリート

図-3 材料特性

キーワード 複合ラーメン橋、構造特性、応力分布

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9488 FAX 0157-23-9408

本研究は汎用構造解析プログラム(MARC)を使用している。

3. ボックス周辺部の応力分布の比較

図-4 は各モデルにおける図-1の左側から RC 柱下部に水平荷重が作用する場合(70kN 荷重時)でのボックス周辺部のコンター図である。応力分布は各モデルともボックス A 側鋼板上フランジ、ボックス B 側鋼板下フランジの圧縮応力、ボックス B 側鋼板上フランジ、ボックス A 側鋼板下フランジに見られる引張応力がはっきりと表れている。また、剛結構造である(b)、

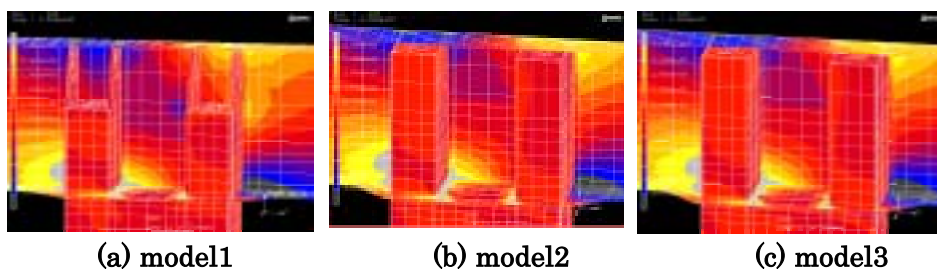


図-4 ボックス周辺部応力分布図

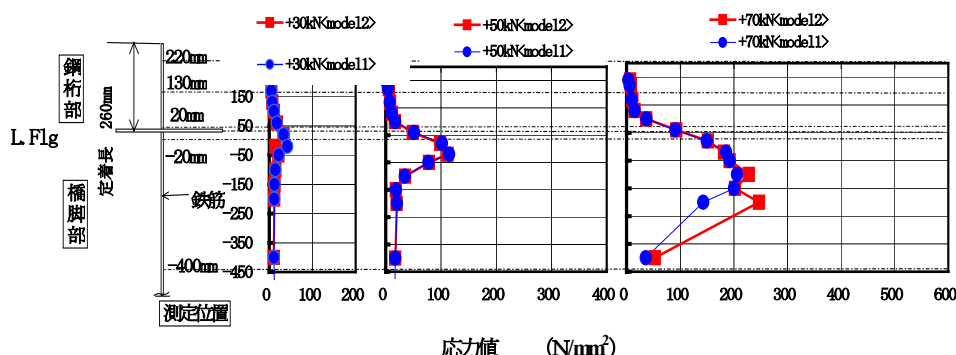


図-5 model1、model2 の鉄筋応力分布

(c)では全く同じ応力状況であるのに対し、半剛結構造である(a)の鋼板中央付近では(b)、(c)には見られない圧縮応力が表れる結果となった。これは明らかにそれぞれの構造特性による違いではあるが、座屈、変形発生までには至っていないことから、半剛結構造であっても、ボックス周辺部においては剛結構造と同じ役割を果たすことが把握できた。

4. 鉄筋応力分布による比較

図-5 に model1 と model2 との鉄筋応力分布による比較を示す。model3 については model2 と結果がほぼ一致したため省略した。各荷重載荷時においても鋼桁部の定着鉄筋の先端付近 220mm においてはほとんど応力が発生せず、ボックス内においても各モデルとも荷重増加に伴う急激な変化はない、また、弾性域である 30kN、50kN 載荷時には測定位置 50mm～-50mm に応力が集中して発生しているが、塑性域である 90kN 載荷時には測定位置 -100mm～-250 mm に応力が集中する結果となったが、これはボックス内の鉄筋応力を橋脚によく伝達していることと確認できる。また、応力集中ピークを比較すると model1 では測定位置-150mm で約 200N/mm²、model2 では測定位置-200mm で約 250 N/mm²と、下フランジより離れた位置に大きな応力集中ピークが現れる傾向となり、各結合部構造特性における応力伝達過程を把握することができた。

5. まとめ

本研究の結論を以下に挙げる

- (1) 半剛結構造であっても、ボックス周辺部においては剛結構造と同じ役割を果たすことが把握できた。
- (2) 各結合部構造特性における応力伝達過程を明確に把握することができた。
- (3) 各モデルの鉄筋応力集中ピークを比較することにより半剛結構造の方がボックス内、橋脚とも応力が安定して伝達していることが確認できた。

参考文献

- 1) 佐藤孝英、大島俊之、他：鋼桁－RC 柱半剛結構造の損傷部補修後の回復耐力の検討、土木学会第 56 回年次学術講演会、p508－509、2001. 10
- 2) 佐藤孝英、井上稔康、他：鋼桁と半剛結した構造の結合部の非線形性と応力伝達メカニズムの解析、応用力学論文集 vol. 3, pp. 415－426、2000. 8.
- 3) 月岡雅人、大島俊之、他：複合ラーメン橋結合部の応力分布と構造特性の解析、土木学会北海道支部論文報告集第 58 号、p66-69、2002. 1.