

上下部一体構造の地震時における力学的挙動に関する基礎的研究

早稲田大学 学生員 後藤 和彦

早稲田大学 正 員 依田照彦

1. はじめに

構造の合理化という観点から、中間支点部の支承を省略して、鋼桁を中間支点部でRC橋脚と一体化した上下部一体構造の研究が盛んに行われている

本研究は、上下部一体構造の地震時における力学的挙動について数値解析的に検討したものである。桁を鋼構造とし、床版、橋脚をコンクリート構造として、中間支点部で、支承を使わずに鋼桁と橋脚を結合した上下部一体構造の橋脚基部に地震波を入力したときに、隅角部および床版において、どのように応力が下部工から上部工に伝わるかを検討した。

2. 解析モデルおよび解析方法

地震時における弾塑性挙動について数値解析的に検討するために、本研究では図1に示すように、対称性を考慮して1/2モデルで表し、鋼桁に8節点シェル要素、鉄筋コンクリートに20節点ソリッド要素を用いた。また、スタッドの影響と鋼桁とコンクリートの接触面での摩擦を考慮して、ばね要素と接触対を用いて表した。さらに、鉄筋の影響を考慮、鉄筋コンクリートの剛性変化点を圧縮側と引張側で変化させ、引張側の变化点を、圧縮側の1/3程度とした。

図2(a)と図2(b)に示すような2種類の鋼桁を用いた解析モデルにおいて、隅角部および床版の応力伝達機構を検討するために、床版左端が鉛直方向下向きに2cm変位するまで漸増载荷して静的解析を行った。次に下部工から上部工への応力伝達機構を検討するために、床版左端に負荷(200kN)を加えた状態で橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波を入力し動的応答解析を行った。

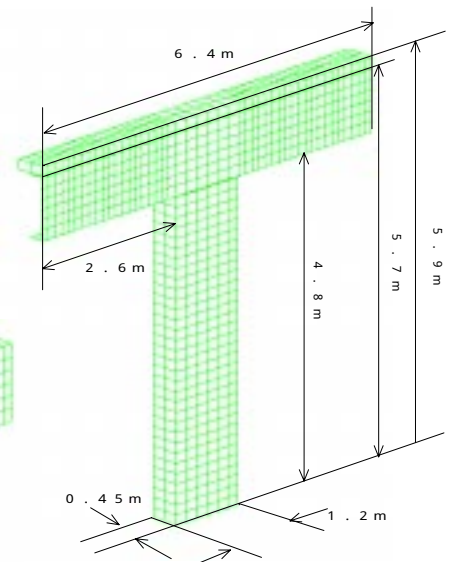


図1 解析モデル

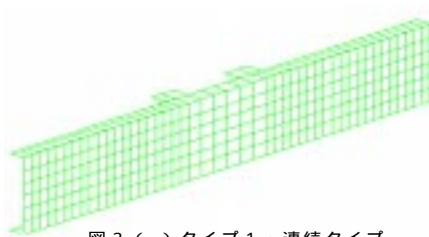


図2(a) タイプ1・連続タイプ

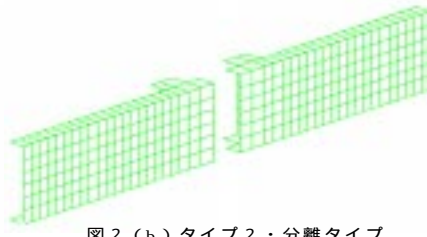


図2(b) タイプ2・分離タイプ

3. 解析結果および考察

連続タイプと分離タイプの鋼桁を用いた解析モデルにおいて、床版左端が鉛直方向下向きに2cm変位するまで漸増载荷して静的解析を行った時の隅角部および床版の応力伝達機構を検討するために、水平方向の垂直応力分布を図3に、主応力の流れを図4に示す。さらに、床版左端に負荷(200kN)を加えた状態で橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波を入力し動的応答解析を行った時の隅角部および床版の応力伝達機構を検討するために、水平方向の垂直応力分布を図5に、主応力の流れを図6に示す。

図3に示すように、床版左端を2cm変位させた時の隅角部および床版の水平方向の垂直応力を検討する。床版左端を鉛直方向下向きに漸増载荷したことに生じた応力の流れが、鋼桁が途中で離れているために、妨げられ、分離タイプの方が床版部において応力集中が起きている。

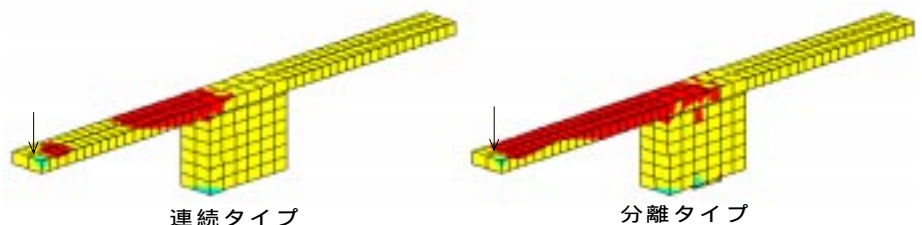


図3 静的解析時の隅角部および床版の水平方向の垂直応力分布

キーワード：上下部一体構造、応力伝達機構、応力集中

連絡先：早稲田大学理工学部土木工学科(〒169-8555 新宿区大久保3-4-1, TEL, FAX 03-5286-3399)

図4に示すように、床版左端を2cm変位させた時の隅角部および床版の主応力の流れを検討する。水平方向の垂直応力とは対照的に、分離タイプの隅角部における上部工から下部工への主応力の流れの方が良好である。これは、鋼桁に比べてコンクリートの方が主応力を伝えやすく、鋼桁が分離しているためにその部分にコンクリートがあるので、主応力を円滑に伝えたものである。そのため、連続タイプの床版部において応力集中が生じている。

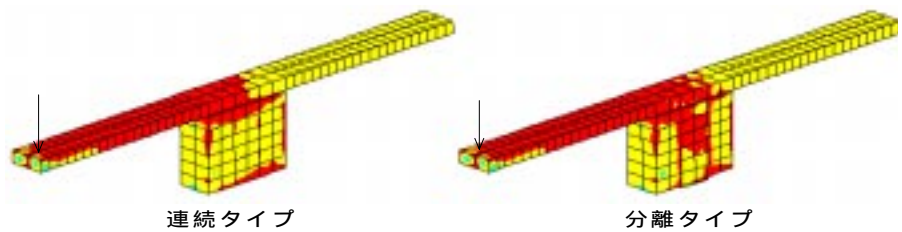


図4 静的解析時の隅角部および床版の主応力の流れ

図5に示すように、床版左端に負荷(200kN)を加えた状態で橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波を入力した時の隅角部および床版の鉛直方向の垂直応力を検討する。分離タイプの方が床版部において、広い範囲で応力集中が生じている。これは、静的解析と同様に、鋼桁が分離しているために、応力の流れが妨げられたためと考えられる。

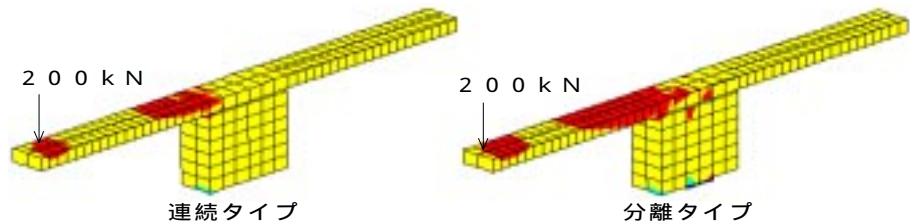


図5 動的解析時の隅角部および床版の水平方向の垂直応力分布

図6に示すように、床版左端に負荷(200kN)を加えた状態で橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波を入力した時の隅角部および床版の主応力の流れを検討する。静的解析と同様に、分離タイプの隅角部における主応力の流れの方が良好であり、連続タイプの床版部において、応力集中が見られる。しかし、下部工から伝わってきた地震波の影響による主応力の流れは、連続タイプ、分離タイプともに、コンクリート部があるため、両タイプ共に良好である。

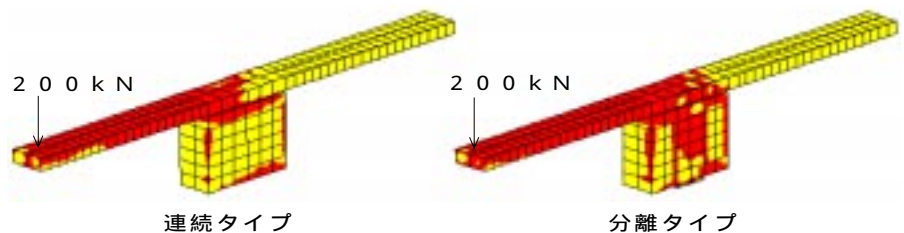


図6 動的解析時の隅角部および床版の主応力の流れ

4. 結論

ここでは、静的解析と動的解析による、隅角部および床版の応力伝達機構と上部工から下部工や下部工から上部工への主応力の伝達を検討した。その結果、隅角部内において、鋼桁が連続していない場合にはコンクリート中に応力が分散して床版部に応力集中が生じるものの、コンクリートと鋼桁の付着が十分である限り、応力集中の過度の増加は見られないことが確認できた。また、鋼桁が連続していると、隅角部内において主応力の流れが悪くなるが、図7に示すように、表層コンクリート内においては流れが良好であることが確認できた。

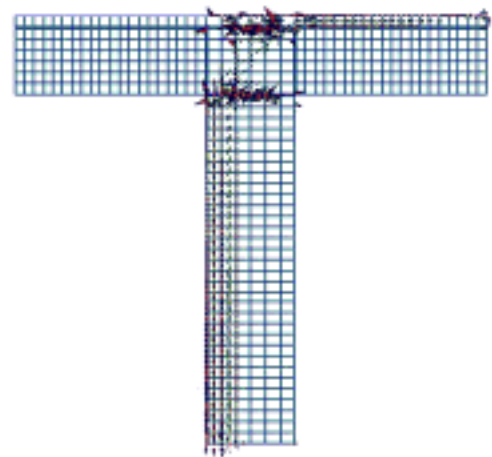


図7 地震時の下部工から上部工への主応力の流れ
(波形データ：神戸海洋気象台、 $t = 10(s)$)

- 参考文献：1) 日本道路公団、(株)宮地鐵工所、川崎製鉄(株)、三井造船(株)、片山ストラテック：鋼桁とRC橋脚の剛結部応力伝達機構に関する実験的考察、第4回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、1999年11月
- 2) 松井繁之、湯川保之、和田信良、石崎茂、田中俊彦：複合ラーメン橋・鋼桁-RC脚剛結部の構造と力学性状について、構造工学論文集Vol.43A、1997年3月