

(I - 93) 上下部一体構造の地震時における弾塑性挙動に関する基礎的研究

早稲田大学大学院 学生会員 後藤和彦
早稲田大学理工学部 正会員 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弾塑性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、鋼桁と橋脚を支承を使わずに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、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。また、橋脚基部に入力した地震波の影響で隅角部が塑性化するかどうかについても検討を加えた。

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、鋼桁に8節点シェル要素、コンクリートに20節点ソリッド要素を用いた。また、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、鉄筋の影響を考慮し、引張側の変化点を、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塑性状況を検討するために、床版右端が鉛直方向下向きに5cm変形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の伝達を検討するために、床版右端に負荷(15 f)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。

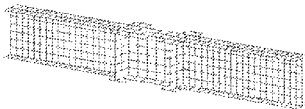


図2(a) 鋼桁タイプ1

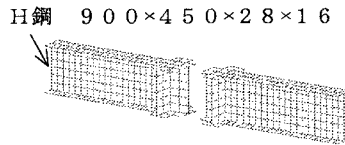


図2(b) 鋼桁タイプ2

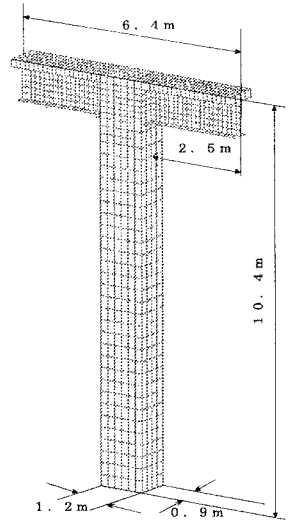


図1 解析モデル

3. 解析結果および考察

タイプ1とタイプ2の鋼桁を用いた解析モデルにおいて、静的解析による隅角部および床版の塑性状況と動的解析による下部工から上部工への応力の伝達を検討するために、図3の着目点の鉛直方向の応力分布について図4に、水平方向の応力分布について図5に、せん断応力分布について図6に、上部工から下部工への主応力の流れについて図7にまとめる。

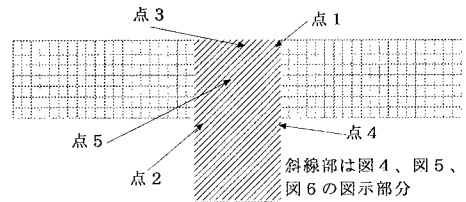


図3 隅角部における着目点の位置

図4に示すように、床版右端を5cm変位させた時の隅角部の鉛直方向の応力を検討する。床版右端を鉛直方向下向きに漸増载荷したことにより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、中立軸より左側ではタイプ1の方が応力の値が大きく、中立軸より右側ではタイプ1の方が応力の値が小さくなっている。

キーワード：上下部一体構造、弾塑性挙動、応力集中、

連絡先：早稲田大学理工学部〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1

tel&fax5286-3399

図5に示すように、床版右端を5 cm変位させた時の水平方向の応力を検討する。床版右端を鉛直方向下向きに漸増載荷した時の点3における水平方向の応力はタイプ2がタイプ1の2倍程度になっており、鋼桁が分離している区間で応力集中を起こしている。点1（床版内）点2（隅角部内）点3（床版内）の地震時における塑性化の影響を考えると、タイプ1の鋼桁を用いた方が安全であるように思われるが、本研究では過度の負荷を与えているので、タイプ2も十分な安全性を持っている。

図6に示すように、橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波のデータを入力加速度として与えた時の入力方向に垂直な面におけるせん断応力を検討する。上記の隅角部および床版の塑性状況の場合と同様に鋼桁が中間部で離れているために、せん断応力の流れが妨げられ、流れるべきせん断応力がコンクリート中に分散したためと考えられる。高橋脚であるためタイプ1、タイプ2共に隅角部で塑性化は生じなかった。

図7に示すように橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波のデータを入力加速度として与えた時の下部工から上部工への主応力は隅角部内において対角線上に流れている。これは、鋼桁が主応力を伝えているためであり、上下部一体構造において鋼ウェブは重要な役割を果たしている。

4. 結論

ここでは、静的解析による隅角部の塑性状況と動的解析による下部工から上部工への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。本研究では、コンクリートと鋼桁の境界面においてスタッドの影響や接触面における摩擦を考慮しなかったため、解析結果に厳密性を欠き、動的解析時に、隅角部や床版が塑性化するという現象は見られなかった。今後は、スタッドの影響をばね要素を用いて表し、接触面の摩擦の影響も考慮したモデルで動的解析を行う必要がある。

- 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回復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

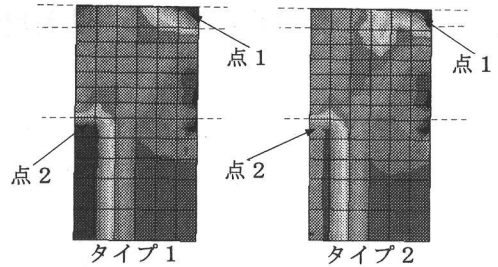


図4 隅角部および床版の鉛直方向応力分布図

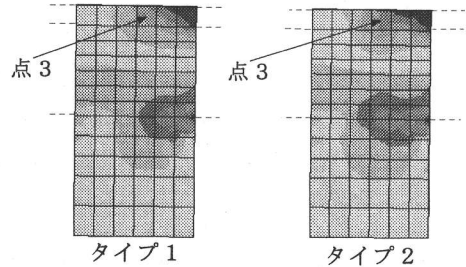


図5 隅角部および床版の水平方向の応力分布図

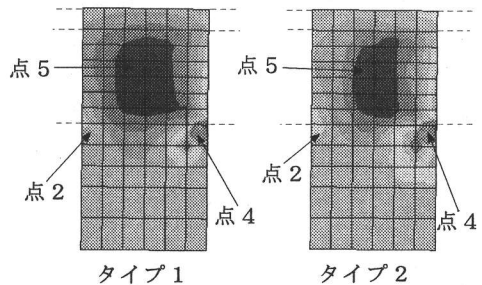


図6 隅角部のせん断応力図

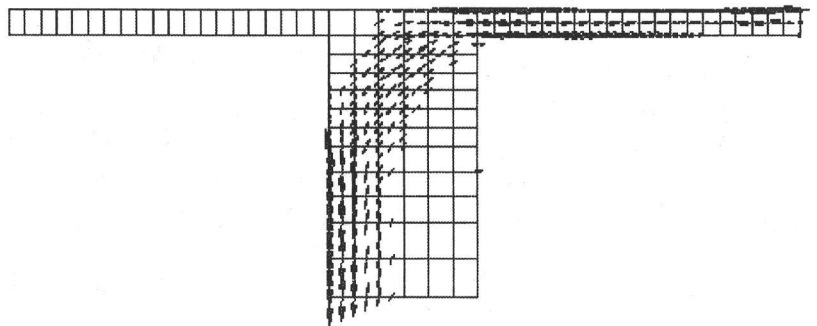


図7 地震時の上部工から下部工への主応力の流れ