

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 学生員 後藤和彦
早稲田大学大学院 学生員 田中宏明
早稲田大学理工学部 正会員 依田照彦

1.はじめに

現在、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、鋼桁とRC橋脚を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、床版と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時の隅角部における塑性化挙動について比較検討した。

2.解析モデル

地震時における塑性化現象を数値解析的に検討するために、本研究では図1（解析モデル）に示すように、コンクリートを20節点ソリッド要素、鋼桁を8節点シェル要素、鉄筋を2節点はり要素でモデル化した。鋼桁には表1（鋼桁モデルのタイプ）に示すとおり8種類の鋼桁タイプを用いた。ここに、タイプ1、タイプ3、タイプ5、タイプ7に側面拘束鋼板を付加したモデルがそれぞれタイプ2、タイプ4、タイプ6、タイプ8である。解析では、床版右端に鉛直方向の荷重 30 (tf) を加えた状態で橋脚基部に神戸海洋気象台の地震波を 10 秒間入力し、動的応答解析を行った。

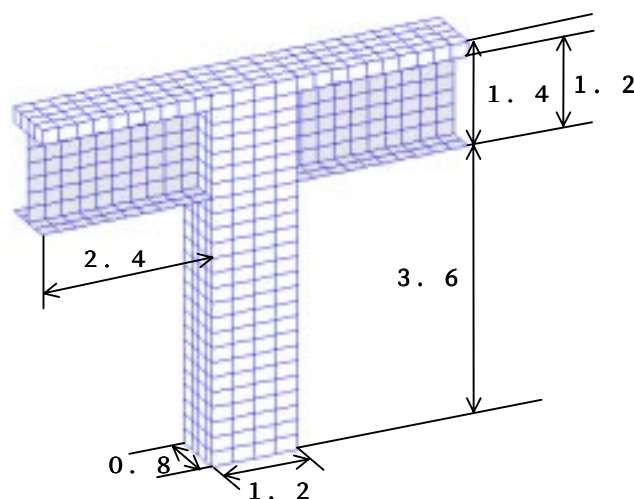


図1：解析モデル（単位：m）

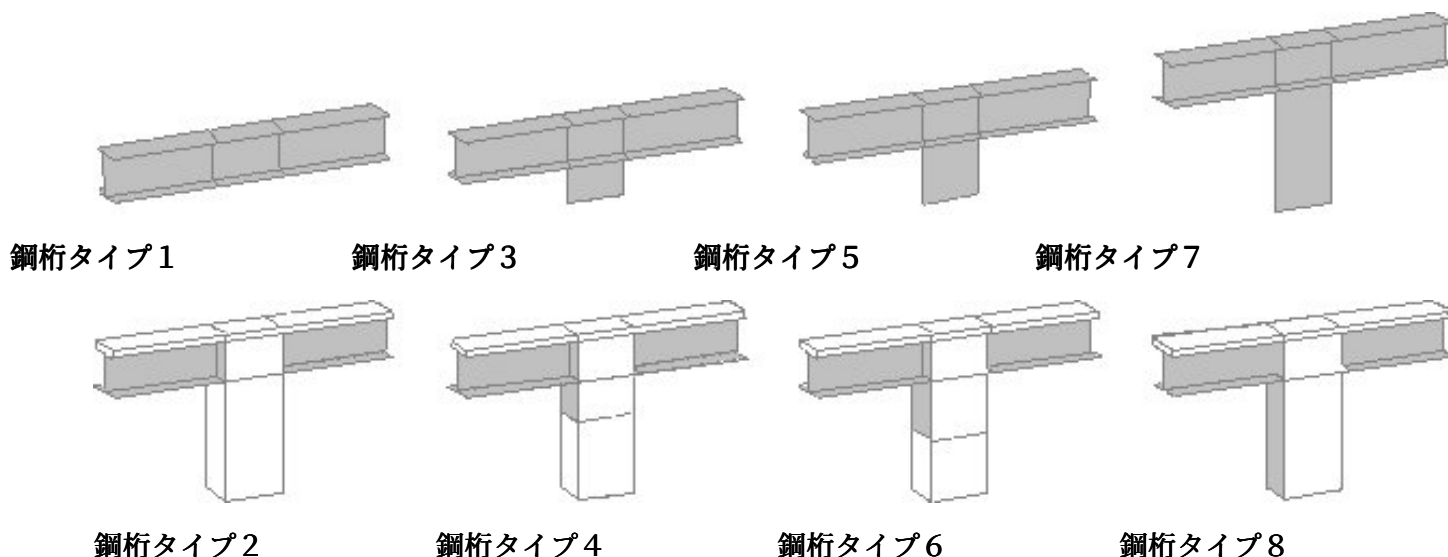


表1：鋼桁モデルのタイプとモデル図

	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5	タイプ6	タイプ7	タイプ8
アンカービームの埋込長	なし	なし	1.0D	1.0D	1.5D	1.5D	橋脚基部	橋脚基部
コンクリート側面の拘束	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり

（注）Dは橋脚の幅（1.2m）である。

キーワード：上下部一体構造、アンカービーム、弾塑性挙動、動的応答解析

連絡先：早稲田大学理工学部 〒169-8555 新宿区大久保3-4-1 Tel&Fax:03(5286)3399

3.解析結果と考察

解析結果である鋼板とコンクリートの接合面におけるコンクリート要素の塑性ひずみコンター図を図 2 に示す。この結果は、入力加速度が最大になる 4. 58 秒における解析結果である。

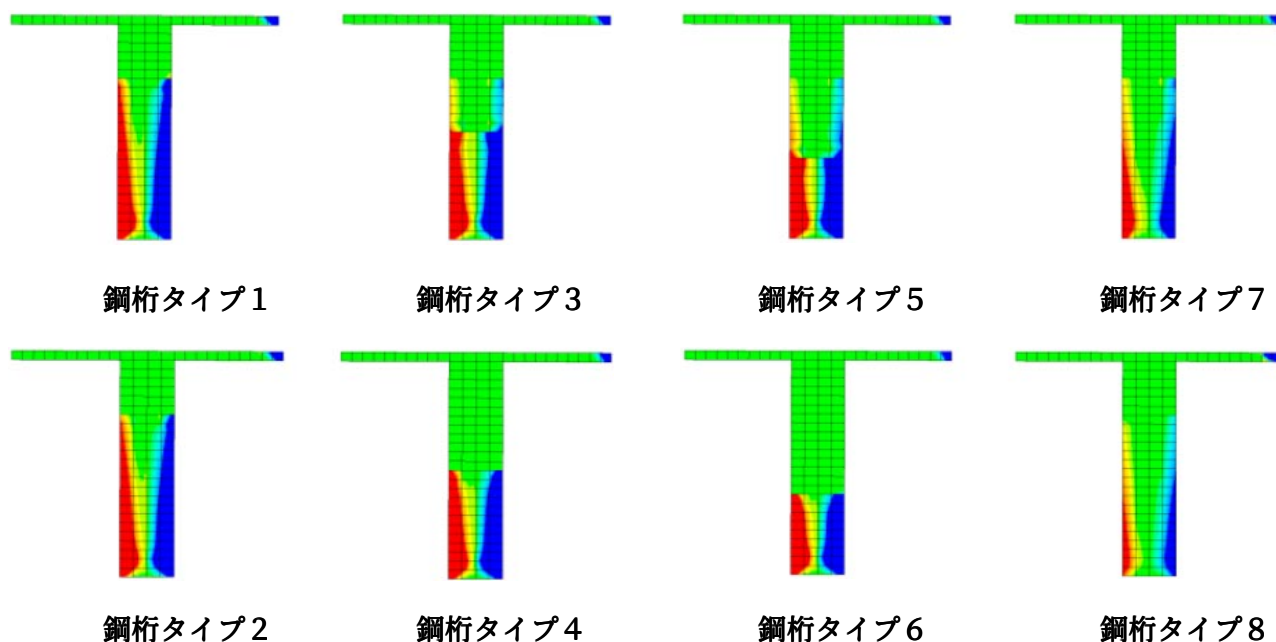


図 2 塑性ひずみコンター図（コンクリート内部）

鋼桁タイプ 3（埋め込み長：1. 0 D）、鋼桁タイプ 5（埋め込み長：1. 5 D）では、結合部分に発生する塑性化を少し抑えることができ、アンカービームの存在により、塑性化の著しい部分を隅角部付近からアンカービームを埋め込んだ先端付近に下げることが可能となった。アンカービームが応力の伝達を円滑にし、コンクリート内の応力分散を加速したためと思われる。ただし、本研究では離散的なひび割れを連続的な塑性化現象と見なしている。一方、側面を鋼板で拘束した鋼桁タイプ 4、鋼桁タイプ 6 では、結合部分に塑性化はほとんど見られなかった。この場合には、コンクリートの側面を横桁で拘束することによって、コンクリートが拘束され、応力集中が少なくなり、塑性化しなかったものと考えられる。

次に、アンカービームの埋め込み長を橋脚基部までにした鋼桁タイプ 7 と鋼桁タイプ 8 では、橋脚基部に起きていた応力集中を橋脚全体に分散させてしまうものの、応力の伝達は良好である。このとき主応力の流れを図 3 に示すが、隅角部の応力の流れも円滑であることが分かる。

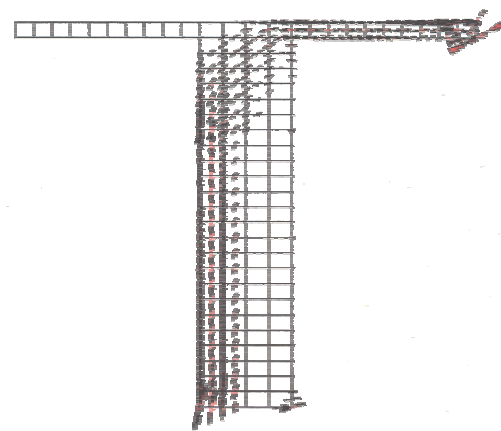


図 3：主応力の流れ（鋼桁タイプ 8）

4. 結論

- ・鋼桁とコンクリートの結合部における塑性化はアンカービームをコンクリート脚に一定長埋め込むことにより低減できる。
- ・アンカービームに加えてコンクリート脚の側面を鋼板で拘束すると、鋼桁とコンクリートの結合部における塑性化をさらに低減できる。
- ・地震時において床版や隅角部ではなく橋脚そのものにエネルギー吸収性能を期待する場合アンカービームの埋め込み長は 1.0D あるいは 1.5D（D は橋脚の幅）が妥当である。