

高性能ハイブリッド橋脚の耐震性に関する数値解析的研究

早稲田大学大学院
早稲田大学大学院
防災科学研究所

学生会員 小野沢 直
学生会員 今野 博文
正会員 小玉 乃理子

早稲田大学大学院
早稲田大学大学院
早稲田大学理工学部

学生会員 横田 敏広
学生会員 佐藤 健太郎
フェロー 依田 照彦

1. はじめに

1995年の阪神大震災以来、レベル1・レベル2地震動以上の予想を超える地震にも対応できる構造物造りが行なわれてきている。しかしながら、耐震性を有する構造物は一度大地震で損傷を受けると補修が難しいと言われている。このため、本研究では都市内交通路の安全性を確保しかつ耐震性能に優れた補修しやすい高性能ハイブリッド橋脚の開発を目標とし、そのための基礎研究として、FEMを用いて定性的な解析を行うことを目的とする。高性能ハイブリッド橋脚は従来型の4点ヒンジモデルとは異なり、ラーメン梁部に塑性ヒンジが発生する3点ヒンジ型ラーメン橋脚である。レベル1・レベル2の地震動に応じて2段階で塑性ヒンジが発生し、予想を超える地震に対してもウェブのせん断座屈によるエネルギー吸収性を利用して高いじん性を示す構造になっている。このようなハイブリッド橋脚を耐震性・補修性に優れ、リサイクル可能な将来型の橋脚として、本研究では位置づけている。

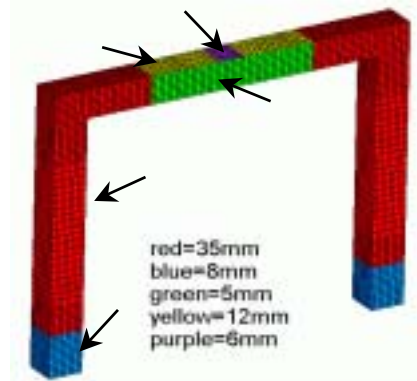


図2 3点ヒンジモデル（色の違いは板厚の違いを表す）

供試体の解析のモデルはすべて鋼(SS400)であり、4節点厚肉シェル要素(S4R)を用いた。3点ヒンジラーメンの解析モデルは図2に示すものであり、2点ヒンジモデルは図2におけるラーメン梁部の色がgreen, yellow, purpleである部位とredである部位とが同じ板厚であり、4点ヒンジモデルは2点ヒンジモデルの隅角部下の板厚をyellowと同じ板厚にした。各モデルとも柱基部は完全固定としてある。

2. 解析モデル

ここでは、提案型3点ヒンジラーメンの特徴である梁部における塑性ヒンジの発生状況および応力状態を考察し、さらに高いじん性を示すウェブせん断座屈を利用したハイブリッド橋脚を従来型の2点・4点ヒンジモデルとの違いを明確にすることにより、その特徴を明らかにする。

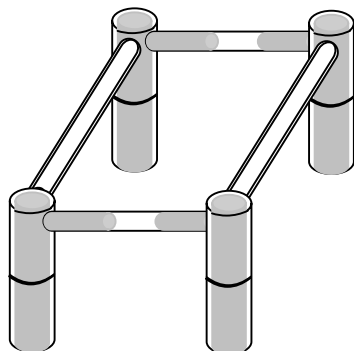


図1 高性能ハイブリッド橋脚モデル

表1 解析モデル寸法

	2点ヒンジモデル	3点ヒンジモデル	4点ヒンジモデル
柱の高さ	10m		
梁の長さ	10m		
柱の断面積	1m x 1m		
梁の断面積	1m x 1m		
塑性ヒンジ想定外の板厚	35mm		
柱基部板厚	8mm	8mm	8mm
隅角部下板厚	35mm	35mm	12mm
梁中央部板厚	35mm	flg: 12mm web: 5mm	35mm
梁中央部中心板厚	35mm	flg: 6mm web: 5mm	35mm

キーワード：鋼製橋脚、鋼製ラーメン、塑性ヒンジ、有限要素法

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. 解析手法

載荷方法としてSTEP 1で自重解析を行い、STEP 2ではラーメン橋脚の梁部の端点にウェブとフランジあわせて3 2 節点とり、その節点を各々1 軸方向（x 軸方向）に4 0 c mの強制変位を与えてプッシュオーバー解析をする。今回はプッシュオーバー解析によって、モデルが4 0 c m変位した状態を解析終了時と呼ぶことにする。解析コードとしては汎用有限要素法コードABAQUS（Version6.3）を用いた。

4. 解析結果



図3 3点ヒンジモデルの変形図

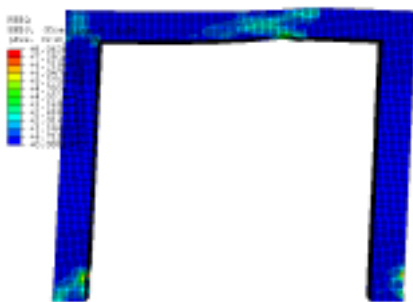


図4 3点ヒンジモデルの塑性ひずみ図

解析結果では各モデルとも塑性ヒンジが発生するよう板厚の調整を行った。これはコンクリートを充填した構造物などにも応用できる手法であると考えられる。ただし、どのモデルでも隅角部付近はわずかながら塑性化していた。これは幾何学的条件を保持して変形しようとするラーメンの特徴と思われる。その一方で、隅角部付近が塑性化しても、板厚が厚いならばラーメン全体の耐力低下には結びつかないことも分かった。また、図5、図6より塑性ヒンジが発生すると剛性が変化することがわかるが、特に4点ヒンジモデルの耐力低下が著しい。これは4点ヒンジモデルの隅角部付近が塑性ヒンジ化したためであり、隅角部が鋼製ラーメンの耐力に大きな影響があることが分かる。3点ヒ

ンジモデルは4点ヒンジモデルとは違い、塑性化した後も耐力が低下せず、高いじん性を示している。これは梁部にウェブせん断座屈を生じさせたため、この部分が塑性ヒンジ発生後にアコーディオンのように挙動し、エネルギーを吸収したためだと考えられる。

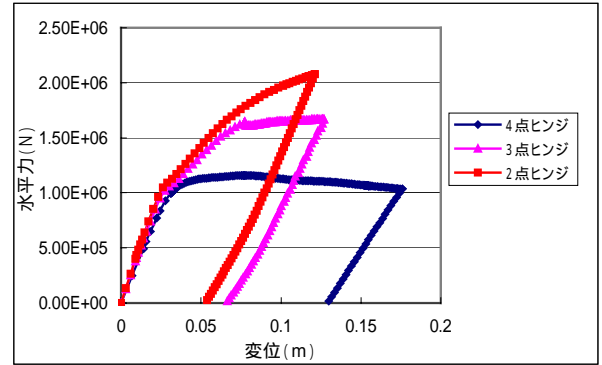


図5 各モデル変位反力図（各変位反力図の面積が同じになる点で解析を止めた）

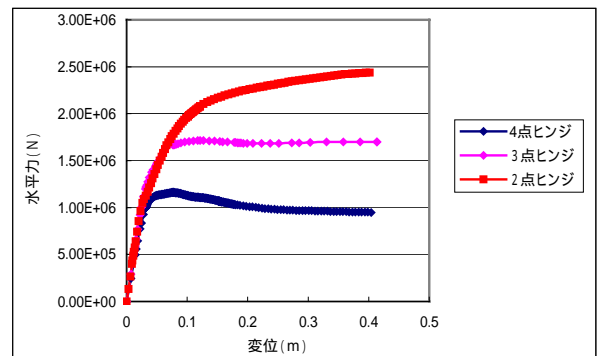


図7 各モデル変位反力図（解析終了時）

5. 結論

鋼製ラーメン橋脚では板厚を変化させることにより、塑性ヒンジの発生位置を調節できる。鋼製ラーメン橋脚では、隅角部がラーメン全体の耐力に与える影響は大きい。梁のウェブにせん断座屈を発生させた3点ヒンジモデルは、高いエネルギー吸収性を示し著しい耐力低下を防ぐ。予想を上回る地震に対応するには全体の板厚を上げるよりも、隅角部の板厚を上げ、梁部の板厚を調整して、3点ヒンジモデルにする方がより経済的で実用性があると思われる。

6. 参考文献

液化化・側方流動と橋地震動に対する次世代高性能橋脚の開発 合成構造を用いた次世代高性能橋脚の開発 <平成13年度報告書>早稲田大学理工学部 2003.3