

# 多柱式鋼製橋脚の実用性の検討に関する研究

## 多柱式橋脚のコンセプト

兵庫県南部地震以降、さらに安全でより低コストな鋼製橋脚の建設が要望されている。これらの要望を満たすために提案されている橋脚形式の一つとしてFig. 1に示すような多柱式橋脚がある。

多柱式橋脚は、中心柱とそれを取り囲んで配置される複数の鋼管柱からなり、中心柱と周囲柱、周囲柱と周囲柱とは横繋ぎ材により連結されている構造形式である。

これらは中心柱により常時の死荷重を、周囲柱および横繋ぎ材によって、地震時の水平力・せん断力を分担することを期待した構造であり、柱全体の剛性は必要最小限に留め、高価な免震支承を用いない安全で安価な高架構造物への展開が期待できると考えられる。

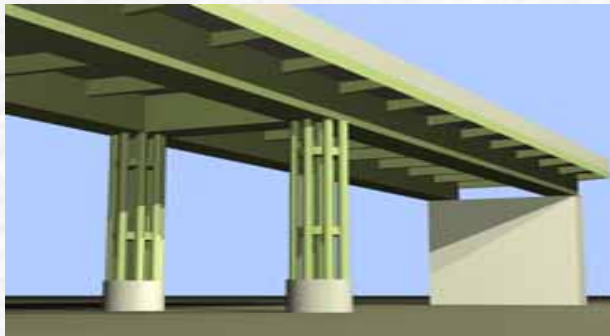


Fig. 1 Steel Bridge Pier of Multi Pier System

## 単柱式に対する多柱式の被災事例の改善、及び低コスト性

鋼製橋脚の地震による被災、及び建設コストを低減させるためには以下に挙げる課題を満足させる必要がある。

- ・複合構造の積極的利用
- ・被災部材の取り替えの容易性
- ・アンカー部の簡略化

多柱式では・・・1)構造用鋼管を使用したCFT構造の採用

→低コスト化(製作工数の低減と運搬性の向上)

2)中心に軸力支持部材、周辺に曲げ・せん断部材を配置し機能分離→復旧の容易性

3)鋼管をスタッド等でフォーミングに定着

→アンカー部の簡略化

## 多柱式鋼製橋脚の設計概要

Fig. 2に示すような設計モデルを用いて、以下の条件に従って多柱式の鋼製橋脚を設計する。

### 1)中心柱

中心柱の設計は上部構造死荷重を受け持つのに十分な断面となるようにする。

### 2)横繋ぎ材の設置間隔

柱下端から一個目の横繋ぎ材より下方の周囲柱が、多柱式橋脚の耐震性を決定する断面区間になるため、橋脚下端に最も近い横繋ぎ材の設置高さZは、横繋ぎ材間の柱部材の細長比パラメーターが0.2以下となるように決定する。(Fig. 2のModelingはこのZを求めるため、Zから上を単柱とみなしている。)

### 3)周囲柱

周囲柱の断面設計は、弾性応答加速度1000galに相当する水平荷重(=上部構造死荷重)が橋脚頂部に作用する場合に、すべての部材が弾性内に収まるように、各柱部材の断面寸法および周囲柱の配置を決定し、周囲柱は圧縮力あるいは引張力とせん断を受ける軸力部材として設計する。ここで周囲柱を円周上に配置するのはどの方向に地震力が作用する場合にも橋脚柱が同等な耐震性を発揮できることを期待できるためである。

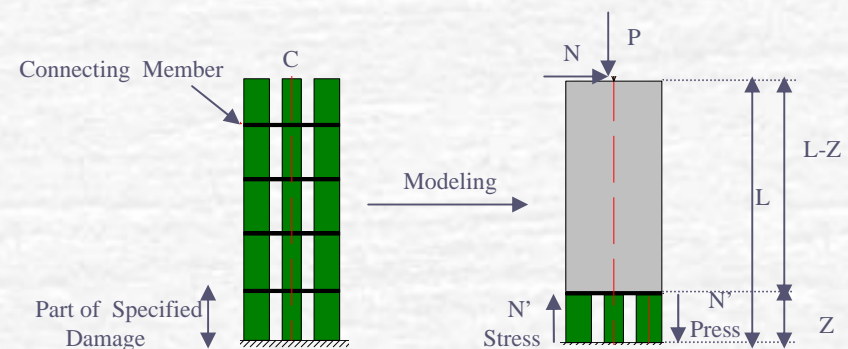
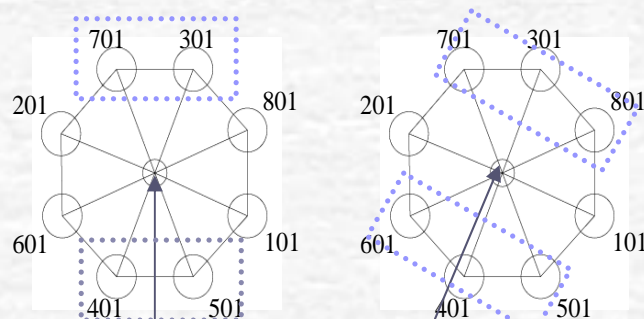


Fig. 2 Designing Model

### 3次元静的弾塑性有限変位解析

で示したコンセプトで設計可能であるかどうか、本研究室が開発した3次元弾塑性有限変位解析プログラムEPASS-USSPを用いてモデルの中心柱頂部に静的な水平荷重を載荷させ、その挙動、及び耐荷力特性を調べた。考えられる、荷重が作用する場合をFig.3に示し、解析結果をFig.4に示す。Fig.4よりCase(b)はCase(a)と比べて塑性後も荷重が上昇している。これはFig.3に示すようにCase(b)の方が荷重を分担する柱本数が多いためと考えられる。

- ・解析パターン



) Case(a),(Load Sharing On Two Piers) ) Case(b),(Load Sharing On Three Piers)  
Fig. 3 Section of Analysis Model and Direction of Horizontal Load

- ・水平荷重 - 変位関係

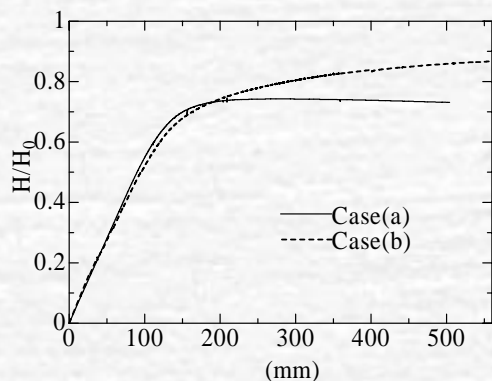


Fig. 4 Horizontal Load - Deformation Relation

### 今後の予定

静的な数値解析により、多柱式橋脚の優位性及び耐荷力特性は明らかにされている。



・多柱式橋脚に対する動的な解析は行われていない。  
・地震時の応答性状は明らかにされていない。

今後、縮小模型を用いる振動実験及び動的応答解析を行い、多柱式橋脚の振動挙動と耐震性能を検討する。また、既存の研究成果を踏まえ、多柱式橋脚の連続高架橋の中間橋脚としての適用に向けた検討を進める。そのために、以下の事柄を検討項目として挙げる。

#### 1) 多柱式フレキシブル橋脚単体の振動性状

上下・左右・前後3方向の地震加速度成分の同時入力が可能な3次元振動台を用いる振動実験により、多柱式橋脚構造の地震時の複雑な振動・応答性状を明確にする。

#### 2) 連続高架橋の桁端部でのエネルギー吸収

免震支承を使用せずに、連続高架橋の桁端部でエネルギーの吸収を図るため、桁端部にはエネルギー吸収と落橋防止機能を兼ねた鋼製ペローズの適用を考えている。鋼製ペローズに関しては、現在研究中であり良好な結果を得ているが、実高架橋への適用に向けた課題を抽出し、高架橋への適用の可能性を数値計算により検討する。

#### 3) 高架橋全体の振動特性・減衰性能

実際の連続高架橋構造を再現できる縮小模型を作成して、振動実験を実施し、高架橋全体の振動特性、減衰特性を実験的に得る。一般的な免震化高架橋の縮小モデルについても振動実験を実施し、多柱式橋脚+鋼製ペローズを用いる高架橋との性能を比較する。

参考文献： 松村政秀・北田俊行・陵城成樹・杉原尚志，鋼管を用いた多柱式橋脚に関する一検討，第7回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集(2004年1月)